

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3612024号
(P3612024)

(45) 発行日 平成17年1月19日(2005.1.19)

(24) 登録日 平成16年10月29日(2004.10.29)

(51) Int.Cl.⁷

F 1

G02F 1/1335

G02F 1/1335 510

G02F 1/1343

G02F 1/1343

請求項の数 14 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2000-598894 (P2000-598894)
(86) (22) 出願日	平成12年2月15日 (2000.2.15)
(86) 國際出願番号	PCT/JP2000/000819
(87) 國際公開番号	W02000/048039
(87) 國際公開日	平成12年8月17日 (2000.8.17)
審査請求日	平成12年10月11日 (2000.10.11)
審判番号	不服2003-25129 (P2003-25129/J1)
審判請求日	平成15年12月25日 (2003.12.25)
(31) 優先権主張番号	特願平11-35309
(32) 優先日	平成11年2月15日 (1999.2.15)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号	特願平11-159226
(32) 優先日	平成11年6月7日 (1999.6.7)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

早期審理対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、

該ねじれ位相差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2の位相差板と、

該第2の位相差板の外側に設けた偏光板とを有し、

前記ねじれ位相差板のねじれ方向が前記液晶素子のねじれ方向と逆であり、該ねじれ位相差板のツイスト角が前記液晶素子のツイスト角とほぼ等しく、該ねじれ位相差板の複屈折量を示す n_d 値が該液晶素子の n_d 値とほぼ等しく、該液晶素子で発生する複屈折性を補償するように前記ねじれ位相差板を配置しており、

前記第1の位相差板の遅相軸と前記第2の位相差板の遅相軸とが概ね 60° に交差しており、該第1の位相差板と第2の位相差板の屈折率の波長依存性が同じであり、且つ該第1の位相差板の位相差値は概ね $1/4$ 波長で、前記第2の位相差板の位相差値が概ね $1/2$ 波長であって、該第1の位相差板と第2の位相差板とによって広帯域 $1/4$ 波長板を形成して、前記偏光板を前記ねじれ位相差板へ円偏光が入射するように配置したことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】

請求項1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3】

請求項1記載の液晶表示装置において、

前記ねじれ位相差板のツイスト角が前記液晶素子のツイスト角より少し大きい液晶表示装置。

【請求項4】

請求項1記載の液晶表示装置において、

前記第2の基板の外側に拡散層を設けた液晶表示装置。

【請求項5】

請求項1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6】

半透過反射層と第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、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、

該ねじれ位相差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2の位相差板と、

該第2の位相差板の外側に設けた第1の偏光板と、

前記第1の基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、

前記第3の位相差板の位相差値が概ね1/4波長であり、

前記ねじれ位相差板のねじれ方向が前記液晶素子のねじれ方向と逆であり、該ねじれ位相差板のツイスト角が該液晶素子のツイスト角とほぼ等しく、該ねじれ位相差板の複屈折量を示すnd値が該液晶素子のnd値とほぼ等しく、該液晶素子で発生する複屈折性を補償するように前記ねじれ位相差板を配置しており、

前記第1の位相差板の遅相軸と前記第2の位相差板の遅相軸が概ね60°に交差しており、該第1の位相差板と第2の位相差板の屈折率の波長依存性が同じであり、且つ前記第1の位相差板の位相差値が概ね1/4波長で、前記第2の位相差板の位相差値が概ね1/2波長であって、該第1の位相差板と第2の位相差板とによって広帯域1/4波長板を形成して、前記第1の偏光板を前記ねじれ位相差板へ円偏光が入射するように配置したこと

を特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】

半透過反射層と第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、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、

該ねじれ位相差板の外側に設けた第1の位相差板と、

該第1の位相って差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1の偏光板と、

前記第1の基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4の位相差板と、

該第4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、

前記ねじれ位相差板のねじれ方向が前記液晶素子のねじれ方向と逆であり、該ねじれ位相差板のツイスト角が該液晶素子のツイスト角とほぼ等しく、該ねじれ位相差板の複屈折量を示すnd値が該液晶素子のnd値とほぼ等しく、該液晶素子で発生する複屈折性を

10

20

30

40

50

補償するように前記ねじれ位相差板を配置しており、

前記第1の位相差板の遅相軸と前記第2の位相差板の遅相軸が概ね 60° に交差しており、該第1の位相差板と第2の位相差板の屈折率の波長依存性が同じであり、且つ前記第1の位相差板の位相差値が概ね $1/4$ 波長で、前記第2の位相差板の位相差値が概ね $1/2$ 波長であって、該第1の位相差板と第2の位相差板とによって広帯域 $1/4$ 波長板を形成して、前記第1の偏光板を前記ねじれ位相差板へ円偏光が入射するように配置し、

前記第3の位相差板の遅相軸と前記第4の位相差板の遅相軸とが概ね 60° に交差しており、該第3の位相差板と第4の位相差板の屈折率の波長依存性が同じであり、且つ前記第3の位相差板の位相差値は概ね $1/4$ 波長で、前記第4の位相差板の位相差値が概ね $1/2$ 波長であって、該第3の位相差板と第4の位相差板とによって広帯域 $1/4$ 波長板を形成している

ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】

請求項6に記載の液晶表示装置において、

前記第3の位相差板と前記第2の偏光板との間に第4の位相差板を設け、

前記第3の位相差板の遅相軸と前記第4の位相差板の遅相軸とが概ね直交しており、前記第3の位相差板の屈折率の波長依存性と前記第4の位相差板の屈折率の波長依存性が異なり、該第3の位相差板の位相差値と該第4の位相差板の位相差値との差が概ね $1/4$ 波長であり、該第3の位相差板と第4の位相差板とによって広帯域 $1/4$ 波長板を形成している

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、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、

該ねじれ位相差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2の位相差板と、

該第2の位相差板の外側に設けた第1の偏光板と、

前記第1の基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4の位相差板と、

該第4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、

前記ねじれ位相差板のねじれ方向が前記液晶素子のねじれ方向と逆であり、該ねじれ位相差板のツイスト角が該液晶素子のツイスト角とほぼ等しく、該ねじれ位相差板の複屈折量を示すnd値が該液晶素子のnd値とほぼ等しく、該液晶素子で発生する複屈折性を補償するように前記ねじれ位相差板を配置しており、

前記第1の位相差板の遅相軸と前記第2の位相差板の遅相軸とが概ね直交しており、該第1の位相差板の屈折率の波長依存性と該第2の位相差板の屈折率の波長依存性とが異なり、且つ該第1の位相差板の位相差値と該第2の位相差板の位相差値との差が概ね $1/4$ 波長であり、該第1の位相差板と第2の位相差板とによって広帯域 $1/4$ 波長板を形成して、前記第1の偏光板を前記ねじれ位相差板へ円偏光が入射するように配置し、

前記第3の位相差板の遅相軸と前記第4の位相差板の遅相軸とが概ね 60° に交差しており、該第3の位相差板と第4の位相差板の屈折率の波長依存性が同じであり、且つ前記第3の位相差板の位相差値は概ね $1/4$ 波長で、前記第4の位相差板の位相差値が概ね $1/2$ 波長であって、該第3の位相差板と第4の位相差板とによって広帯域 $1/4$ 波長板を形成している

ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項10】

請求項6, 7, 8, 9のいずれか一項に記載の液晶表示装置において、前記ねじれ位相差

10

20

30

40

50

板のツイスト角が前記液晶素子のツイスト角より少し大きい液晶表示装置。

【請求項 1 1】

請求項 6 又は 7 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 1 2】

請求項 6 又は 7 に記載の液晶表示装置において、前記第 2 の基板の外側に拡散層を設けた液晶表示装置。

【請求項 1 3】

請求項 6 又は 7 に記載の液晶表示装置において、前記半透過反射層が、厚さ $0.01 \mu m$ ~ $0.03 \mu m$ の金属薄膜である液晶表示装置。

【請求項 1 4】

請求項 6 又は 7 に記載の液晶表示装置において、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。

20

【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。

【0003】

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。

30

【0004】

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、反射層を液晶表示素子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。

【0005】

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。

40

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。

【0006】

良好な黒表示を得るためにには、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。しかし、上述した位相差板を 1 枚用いた単偏光板型液晶表示装置では、特定の波長に対しては低い反射率が実現されるが、すべての波長に亘り低い反射率を実現することはできない。

そこで、良好な黒表示を得るために、位相差板を 2 枚用いた単偏光板型液晶表示装置も開発されているが、まだ、十分なコントラストは得られていない。

50

【0007】

また、例えば、特開平10-123505号公報（JP, 10-123505, A）に見られるように、位相差板の代わりに液晶層のねじれ方向と逆方向にねじれた構造を持つ補償層を用いた単偏光板型液晶表示装置も開示されているが、この構造でも、すべての波長に亘り低い反射率を実現することは難しく、十分なコントラストは得られていない。

さらにまた、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つた。

【0008】

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。 10

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黑白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。

【0009】

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黑白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つた。 20

【0010】

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。

【0011】

【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。 30

また、単偏光板型液晶表示装置によって、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なることを目的とする。

【0012】**【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、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持して液晶素子を構成し、その第2の基板の外側（ネマチック液晶に接する側と反対側）に、ねじれ位相差板、第1の位相差板、第2の位相差板、および偏光板を、上記第2の基板側から視認側に向けて順次配置したものであり、単偏光板型の反射型液晶表示装置を構成する。 40

さらに、上記ねじれ位相差板のねじれ方向と液晶素子のねじれ方向とが逆になるようにし、そのねじれ位相差板のツイスト角を液晶素子のツイスト角とほぼ等しく、且つそのねじれ位相差板の複屈折量を示す n_d 値も液晶素子の n_d 値とほぼ等しくなるようにし、その液晶素子で発生する複屈折性を補償するように上記ねじれ位相差板を配置している。
そして、上記第1の位相差板の遅相軸と第2の位相差板の遅相軸とが概ね 60° に交差するようにし、その第1の位相差板と第2の位相差板の屈折率の波長依存性が同じであり、且つその第1の位相差板の位相差値は概ね $1/4$ 波長で、第2の位相差板の位相差値が概ね $1/2$ 波長であって、その第1の位相差板のと第2の位相差板とによって広帯域 $1/4$ 波長板を形成して、上記偏光板を上記ねじれ位相差板へ円偏光が入射するように配置する 50

【0015】

上記液晶表示装置において、上記第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のいずれかに、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することができる。

なお、好ましくはねじれ位相差板のツイスト角の方が少し大きくなるようにするとよい。これらの液晶表示装置において、上記第2の基板の外側に拡散層を設けるとよい。

また、上記第1の電極を反射材料で形成し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。

【0016】

10

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、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持して液晶素子を構成し、その第2の基板の外側（ネマチック液晶に接する側と反対側）に、ねじれ位相差板、第1の位相差板、第2の位相差板、および第1の偏光板を、上記第2の基板側から視認側に向けて順次配置し、上記第1の基板の外側に、第3の位相差板、第2の偏光板、およびバックライトを順次配置し、その第3の位相差板の位相差値が概ね1/4波長であるものでもよい。これは、反射表示に関しては単偏光板型である半透過反射型液晶表示装置を構成する。

この場合も上記ねじれ位相差板のねじれ方向は記液晶素子のねじれ方向と逆であり、そのねじれ位相差板のツイスト角が液晶素子のツイスト角とほぼ等しく、そのねじれ位相差板の複屈折量を示す n_d 値が該液晶素子の n_d 値とほぼ等しくなるようにし、その液晶素子で発生する複屈折性を補償するように上記ねじれ位相差板を配置する。

20

また、上記第1の位相差板の遅相軸と第2の位相差板の遅相軸が概ね60°に交差しており、その第1の位相差板と第2の位相差板の屈折率の波長依存性が同じであり、且つ第1の位相差板の位相差値が概ね1/4波長で、第2の位相差板の位相差値が概ね1/2波長であって、その第1の位相差板のと第2の位相差板とによって広帯域1/4波長板を形成して、上記第1の偏光板を上記ねじれ位相差板へ円偏光が入射するように配置する。

【0017】

さらに、上記第3の位相差板と第2の偏光板との間に第4の位相差板を設け、その第3の位相差板の遅相軸と第4の位相差板の遅相軸とが概ね60°に交差するようにし、その第3の位相差板と第4の位相差板の屈折率の波長依存性が同じであり、第3の位相差板の位相差値は概ね1/4波長で、第4の位相差板の位相差値が概ね1/2波長であるようにして、その第3の位相差板のと第4の位相差板とによって広帯域1/4波長板を形成するようにしてもよい。

30

あるいは、上記第3の位相差板の遅相軸と第4の位相差板の板の遅相軸とが概ね直交するようにし、その第3の位相差板と第4の位相差板の板の屈折率の波長依存性が異なっており、その第3の位相差板の位相差値と第4の位相差板の位相差値との差が概ね1/4波長であって、この第3の位相差板と第4の位相差板とによって広帯域1/4波長板を形成させるようにしてもよい。

【0018】

40

また、上記第1の位相差板の遅相軸と第2の位相差板の遅相軸とが概ね直交しており、その第1の位相差板の屈折率の波長依存性と第2の位相差板の屈折率の波長依存性とが異なり、且つ、その第1の位相差板の位相差値と第2の位相差板の位相差値との差が概ね1/4波長であり、その第1の位相差板と第2の位相差板とによって広帯域1/4波長板を形成し、上記第1の偏光板を上記ねじれ位相差板へ円偏光が入射するように配置するようにしてもよい。

【0019】

これらの液晶表示装置において、上記ねじれ位相差板のツイスト角が液晶素子のツイスト角より少し大きくなるようにするのが望ましい。

また、上記第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

50

液晶側のいずれかに、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することができる。

【0020】

これらの液晶表示装置においても、上記第2の基板の外側に拡散層を設けるとよい。上記半透過反射層は、厚さ $0.01\text{ }\mu\text{m} \sim 0.03\text{ }\mu\text{m}$ の金属薄膜で形成することができる。あるいは、画素毎に開口部を設けた金属薄膜で形成することもできる。

【0021】

上述のように、この発明による液晶表示装置は单偏光板型液晶表示装置の光学素子として、ねじれ位相差板1枚と位相差板を2枚用いている。そのねじれ位相差板のねじれ方向は、液晶素子のねじれ方向と逆であるとともに、ねじれ位相差板のツイスト角と複屈折量を示す n_d 値を液晶素子のツイスト角と n_d 値とほぼ等しくすることにより、液晶素子の複屈折性を完全に補償することが可能である。10

【0022】

そして、位相差板を2枚用いることによって、位相差値の波長依存性を変更することが可能になり、いわゆる広帯域 $1/4$ 波長板を形成することができる。この広帯域 $1/4$ 波長板は、短波長の位相差値が小さく、長波長の位相差値が大きくなっている、その結果、位相差値 F を波長で除した F/λ 値を、すべての波長において $1/4$ の一定にすることが可能である。

【0023】

したがって、反射層の上に広帯域 $1/4$ 波長板を配置し、その上に偏光板を配置したことになる。そして、偏光板の透過軸が広帯域 $1/4$ 波長板の遅相軸に対して 45° になるように配置すると、入射した直線偏光はすべての波長で円偏光となり、反射層で反射して再度広帯域 $1/4$ 波長板を透過すると、すべての波長が偏光方向が 90° 回転した直線偏光となり、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。20

【0024】

つまり、反射表示においては、1枚のねじれ位相差板と2枚の位相差板を用いることにより、液晶素子の複屈折性はねじれ位相差板で完全に補償し、2枚の位相差板で広帯域 $1/4$ 波長板を形成することにより可視光領域のすべての波長での反射率を低くでき、良好な黒表示を得ることができるので、高コントラストの表示が可能である。

【0025】

一方、半透過型液晶表示装置の場合には、反射表示の際には上記反射表示の場合と同じであるが、透過表示の際には、バックライトから出た光は、液晶素子の裏面に設けた偏光板と位相差値が $1/4$ 波長の位相差板とを透過し、さらに半透過反射層を透過して液晶素子に入射する。液晶素子の複屈折性は、ねじれ位相差板で完全に補償されているので、液晶素子とねじれ位相差板を透過しても偏光状態は変化せず、液晶表示装置の視認側に設けた広帯域 $1/4$ 波長板に入射する。30

【0026】

液晶素子の視認側に設けた広帯域 $1/4$ 波長板を、液晶素子の裏面に設けた位相差板と位相差値が減算するように配置すると、バックライトから出た光は、そのままの状態で視認側の偏光板に到達する。したがって、バックライト側の偏光板と視認側の偏光板とがその各透過軸が直交するように配置してあると、良好な黒表示が得られる。40

そして、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コントラストの高い表示が得られる。

【0027】

【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5、図11および図12〕

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。

【0028】

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。

この液晶表示装置は図1に示すように、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）に順次配置されたねじれ位相差板12と、第1の位相差板13と、第2の位相差板14と、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。

【0029】

偏光板11と第2の位相差板14と第1の位相差板13とねじれ位相差板12は、アクリル系粘着剤で接着して一体化しており、液晶素子20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。10

液晶素子20は、それぞれ厚さ0.5mm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。

【0030】

その第1の基板1の内面に、アルミニウムからなる厚さ0.2μmの反射層7と、それを覆うアクリル系材料からなる厚さ2μm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。20

【0031】

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。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。

【0032】

この実施形態では、第2の電極4に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0.05μm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。30

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0.3μm程度のITO膜を用いる。そのITO膜の平均透過率は約89%と幾分低いが、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。

【0033】

ねじれ位相差板12は、ねじれ構造を持つ液晶性高分子ポリマを、トリアセチルセルロース（TAC）フィルムやポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムに配向処理してから塗布し、150程度の高温で液晶状態にして、ツイスト角を調整した後室温まで急冷して、そのねじれ状態を固定化したフィルムである。40

【0034】

あるいは、別に用意した配向処理を施したTACフィルムに、ねじれ状態を固定後の液晶性高分子ポリマを転写してねじれ位相差板12を形成してもよい。

この実施形態では、ツイスト角 T_c が-240°で、複屈折性を示すnd値 R_c が0.80μmでねじれ方向が右回りのねじれ位相差板12を用いる。

偏光板11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。

【0035】

その偏光板11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50

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11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。

しかし、無機薄膜は高価であるので、最近は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。

【0036】

第1の位相差板13は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約70μmの透明フィルムで、波長0.55μmでの位相差値F1は0.36μmである。 第2の位相差板14は、ポリプロピレン(PP)を延伸した厚さ約100μmの透明フィルムで、波長0.55μmでの位相差値F2は0.50μmである。
10

【0037】

次に、各構成部材の配置関係を図3および図4を用いて説明する。

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6a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6b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。

【0038】

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て、ねじれピッチPを11μmに調整し、反時計回りでツイスト角T_sが240°のSTNモードの液晶素子20となる。

使用するネマチック液晶6の複屈折の差nは0.15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5.6μm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0.84μmとなる。

【0039】

偏光板11の透過軸11aは、水平軸を基準にして+45°に配置する。

ねじれ位相差板12の下分子配向方向12aは、図4に示すように、水平軸を基準にして+60°であり、上分子配向方向12bは水平軸を基準にして-60°である。したがって、ねじれ位相差板12のねじれ方向は時計回りでツイスト角T_cは-240°になり、液晶素子20のツイスト角との絶対値の差をT_sとすると、T_s = |T_s| - |T_c| = 0°である。また、このねじれ位相差板12の複屈折性を示すnd値R_cは0.80μmであり、液晶素子20のnd値R_sとの差をR_cとすると、R_c = R_s - R_c = 0.04μmである。
30

【0040】

すなわち、ねじれ位相差板12のねじれ方向と液晶素子20のねじれ方向とは逆であり、両者のツイスト角は等しく(ほぼ等しければよい)、nd値もほぼ等しくなっている。

第1の位相差板13の遅相軸13aは、図4に示すように水平に配置され、第2の位相差板14の遅相軸14aは垂直に配置され、遅相軸13aと遅相軸14aは直交する。
40

したがって、第1の位相差板13の位相差値F1と第2の位相差板の位相差値F2は減算され、有効な位相差値としてはF = F₂ - F₁ = 0.14μmとなる。

【0041】

ここで、この第1の実施形態である液晶表示装置の効果について、図11および図12も参照して説明する。

この液晶表示装置は、上述のように、ねじれ位相差板12のツイスト角T_cおよびnd値R_cを、液晶素子20のツイスト角T_sおよびnd値R_sとそれぞれほぼ等しくしてあり、さらに、ねじれ位相差板12の上、下の分子配向方向12b、12aを図4に示したように、図3に示した液晶素子20の下、上液晶分子配向方向6a、6bに対して直交
50

する方向に配置することによって、液晶素子 20 で発生する複屈折性は完全に補償され、複屈折性は発生しない。

【0042】

実際には、液晶素子 20 内のネマチック液晶 6 の分子の傾きであるチルト角が、ねじれ位相差板 12 のチルト角より大きいので、ねじれ位相差板 12 の n_d 値 R_c を、液晶素子 20 の n_d 値 R_s より少し小さくした方が、完全に補償されるので好ましい。

またネマチック液晶 6 の液晶分子の屈折率の波長依存性を、ねじれ位相差板 12 の液晶ポリマ分子の屈折率の波長依存性に合わせると、さらに好ましい。

【0043】

ねじれ位相差板 12 のツイスト角 T_c は、液晶素子 20 のツイスト角 T_s と異なっていても、ある程度は補償可能である。 10

実験によれば、ねじれ位相差板 12 のツイスト角 T_c は、液晶素子 20 のツイスト角 T_s $\pm 20^\circ$ の範囲で補償できたが、 T_c と T_s がほぼ等しく、且つ T_c の方が T_s より少し大きいときに最もよく補償できた。

【0044】

図 5 は、 $T_c = -245^\circ$ で、その絶対値が $T_s (240^\circ)$ より 5° 大きい場合の、第 1, 第 2 の位相差板の各遅相軸 13a, 14a の方向とねじれ位相差板の上分子配向方向 12b および下分子配向方向 12a との関係を示す。この場合に最適な補償ができた。 20

【0045】

つぎに、位相差板の効果について説明する。図 11 にこの実施形態で用いた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（単位は μm ）で、縦軸は位相差板の位相差値（単位は μm ）を示す。 20

この図 11において、曲線 31 は第 1 の位相差板 13 の位相差値を、曲線 32 は第 2 の位相差板 14 の位相差値をそれぞれ示し、曲線 33 は第 2 の位相差板 14 と第 1 の位相差板 13 を互いの遅相軸を直交させて重ねた時の位相差値を示す。

【0046】

第 1 の位相差板 13 の材質は、屈折率の波長依存性が大きいポリカーボネート（PC）であるので、曲線 31 に示すように短波長の光に対する位相差値が大きくなる。一方、第 2 の位相差板 14 の材質は、屈折率の波長依存性が小さいポリプロピレン（PP）であるので、曲線 32 に示すように、短波長の光に対する位相差値も長波長の光に対する位相差値とほぼ同じで、殆ど変化しない。 30

したがって、第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 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 33 に示すように、0.4 μm 付近の短波長の光に対する位相差値を、0.7 μm 付近の長波長の光に対する位相差値より小さくすることができる。

【0047】

一般に、位相差値が光の波長 の $1/4$ の位相差板（ $1/4$ 波長板）に、直線偏光を、その偏光軸を位相差板の遅相軸に対して 45° の方向にして入射すると、円偏光に変換することができる。

したがって、光の入射側から順に、偏光板、 $1/4$ 波長板、反射板を重ねて配置した構成において、偏光板を通して入射した直線偏光は、 $1/4$ 波長板で円偏光となり、反射板で反射され、再度、 $1/4$ 波長板を透過して偏光方向が 90° 回転した直線偏光に戻り、偏光板で吸収されて黒表示となる。 40

【0048】

しかし、通常の $1/4$ 波長板は、短波長の光に対する位相差値が長波長の光に対する位相差値より大きいので、位相差値を波長で除した値は、短波長域では $1/4$ より大きくなり、長波長域では $1/4$ より小さくなる。その結果、完全な円偏光にはできず、完全な黒を得ることができない。

そこで、この実施形態のように、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、短波長域の位相差値が長波長域の位相差値より小さい、いわゆる広帯域 1 / 50

4 波長板を形成することが可能になる。つまり、位相差値を波長で除した値は、すべての可視光領域にわたり、ほぼ $1/4$ にすることが可能になる。その結果、すべての波長領域で円偏光が得られ、完全な黒表示が得られる。

【0049】

図12に、この実施形態の単偏光板型液晶表示装置における反射特性を示す。曲線34は、液晶素子20の第1の電極3と第2の電極4との間に電圧を印加しない時の黒表示状態の反射率、曲線35は所定の電圧を印加した時の白表示状態の反射率を示す。曲線36は、比較のために、位相差板を通常のポリカーボネート(PC)からなる位相差板1枚だけの $1/4$ 波長板を用いた単偏光板型液晶表示装置の電圧無印加時の黒表示状態の反射率を示す。ここで、反射率とは、視認側から見た入射光量に対する出射光量の比率(%)である。

【0050】

図1において、液晶素子20に電圧を印加しないときには、上方の視認側から偏光板11を通して入射した直線偏光は、第2の位相差板14と第1の位相差板13を透過することによって、可視光領域のすべての波長の光が円偏光となる。そして、ねじれ位相差板12と液晶素子20は完全に補償されているので、偏光状態は変化せずに円偏光のままで反射層7に到達する。そして、反射層7で反射された円偏光は、液晶素子20とねじれ位相差板12を透過しても変化しないが、第1の位相差板13と第2の位相差板14を透過することで、偏光の方向が 90° 回転した直線偏光に戻り、殆どすべて偏光板11で吸収され、図12に曲線34で示すような反射率の低い完全な黒表示が得られる。

【0051】

第1の位相差板13と第2の位相差板14の代わりに、通常のPC製の $1/4$ 波長板を1枚だけ用いると、図12の曲線36に示すように、短波長域と長波長域の光が漏れ、完全な黒表示はできず、紫色の黒表示となり、コントラストが低下する。

【0052】

つぎに、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の液晶分子が立ち上がり、液晶素子20の実質的なnd値が減少する。そのため、視認側から偏光板11を通して入射した直線偏光は、第2の位相差板14と第1の位相差板13を通過することにより円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子20を透過することにより、橢円偏光や直線偏光に戻る。

【0053】

この電圧印加により、液晶素子20で発生する複屈折性を $1/4$ 波長板と等しくすると、図1において偏光板11を通して入射した直線偏光は、反射層7によって反射され、ねじれ位相差板12と液晶素子20を透過しても回転せずにそのまま戻るので、すべて偏光板11を通過して視認側へ出射する。そのため、図12の曲線35に示すように、高い反射率で明るく良好な白表示を得ることができる。

【0054】

このように、偏光板11と第2の位相差板14と第1の位相差板13とねじれ位相差板12と反射層7を内在した液晶素子20を用いることによって、良好な黒表示および明るい白表示が得られる。その結果、明るくコントラストの高い表示を行うことができる。

【0055】

[第1の実施形態の変形例]

上述した第1の実施形態では、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 90° 前後のTN液晶素子を用いても、同様な単偏光板型の反射型液晶表示装置が得られる。

TN液晶素子を用いて、大画面表示を行う場合には、TFTやMIM等のアクティブ素子を内在したアクティブマトリクス反射型液晶表示装置とすることが好ましい。

【0056】

また、この実施形態では、ねじれ位相差板12として、室温ではねじれ状態が固定化している液晶性ポリマフィルムを用いたが、液晶分子の1部を鎖状のポリマ分子に結合しただ

10

20

30

40

50

けの、温度によりその n_d 値 ($= R_c$) が変化する温度補償型ねじれ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され、より良好な反射型液晶表示装置が得られる。

この実施形態では、反射層 7 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することにより、構造を単純化することも可能である（その具体例は後述する）。

【0057】

また、第 1 の基板 1 は透明でなくてもよい。第 1 の基板 1 が透明な場合には、反射層 7 を第 1 の基板 1 の外側に配置しても、表示に影は発生するが、明るさとコントラストに関してはほぼ同様な効果が得られる。

10

この実施形態では、第 1 の位相差板 13 にポリカーボネート (PC) を、第 2 の位相差板 14 にポリプロピレン (PP) をそれぞれ用いたが、屈折率の波長依存性が異なっていれば、他の材料を用いてもある程度の効果が得られる。

例えば、第 1 の位相差板 13 にポリアリレートを、第 2 の位相差板 14 にポリビニルアルコールをそれぞれ用いた場合も、良好なコントラストが得られた。

【0058】

さらに、上記実施形態では、第 1 の位相差板 13 の位相差値 F_1 を $0.36 \mu m$ 、第 2 の位相差板 14 の位相差値 F_2 を $0.5 \mu m$ としたが、

$$F = F_2 - F_1 = 0.14 \mu m$$

になる関係を保てば、位相差値 F_1 と位相差値 F_2 は、上記の例と異なっていても、同様 20 効果を得ることができる。

【0059】

〔第 2 の実施形態：図 6 から図 8〕

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 6 から図 8 を用いて説明する。

まず、図 6 と図 7 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。

【0060】

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、位相差板の種類と配置角度、拡散層を備えること、および反射層の代わりに反射電極を用いた点が、第 1 の実施の形態の構成と異なっている。

30

この液晶表示装置の液晶素子 21 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 $0.2 \mu m$ 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 を設けていない点だけが、第 1 の実施形態における液晶素子 20 と相違する。

【0061】

この反射電極 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 7 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。

40

この液晶素子 21 の第 2 の基板 2 の外側に図 6 に示すように、拡散層 15、ねじれ位相差板 12、第 1 の位相差板 13、第 2 の位相差板 14、および偏光板 11 を順次配設し、偏光板 11 と第 2 の位相差板 14 と第 1 の位相差板 13 とねじれ位相差板 12 は、アクリル系粘着剤で貼り合わせて一体化している。

【0062】

拡散層 15 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 $30 \mu m$ の散乱性粘着剤を拡散層 15 として用い、第 2 の基板 2 とねじれ位相差板 12 の接着剤としても兼用

50

している。

【0063】

偏光板11と、ねじれ位相差板12は、第1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13は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約70μmの透明フィルムで、波長0.55μmでの位相差値 $F_1 = 0.14\mu m$ で、1/4波長相当である。第2の位相差板14もPCを延伸した厚さ約70μmの透明フィルムで、波長0.55μmでの位相差値 $F_2 = 0.28\mu m$ で、1/2波長相當に設定する。

【0064】

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3と図8を用いて説明する。

液晶素子21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の下液晶分子配向方向6aおよび上液晶分子配向方向6bは、図3に示した第1の実施形態の場合と同じで、それぞれ水平軸を基準にして+30°と-30°(反時計回りをプラス、時計回りをマイナスとする)である。

【0065】

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11μmに調整し、反時計回りでツイスト角Tsが240°のSTNモードの液晶素子21を形成する。この液晶素子21の複屈折性を示すnd値Rsも、前述の液晶素子20と同じ0.84μmである。

偏光板11の透過軸11aも図3に示したの同じく水平軸を基準にして、45°に配置する。

【0066】

ねじれ位相差板12の下分子配向方向12aは、図8に示すように、水平軸を基準にして+60°であり、上分子配向方向12bは水平軸を基準にして-60°である。したがって、ねじれ位相差板12のねじれ方向は時計回りでツイスト角Tcが240°になり、液晶素子21のツイスト角との絶対値の差をTとすると、 $T = |T_s| - |T_c| = 0^\circ$ である。また、このねじれ位相差板12の複屈折性を示すnd値Rcは0.80μmであり、液晶素子21のnd値Rsとの差をRとすると、 $R = R_s - R_c = (0.84 - 0.80)\mu m = 0.04\mu m$ となり、両者のnd値はほぼ等しくなっている。さらに図8に示すように、第1の位相差板13の遅相軸13aは水平軸を基準に-30°に配置され、第2の位相差板14の遅相軸14aは水平軸を基準に+30°に配置される。

【0067】

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が、ねじれ位相差板12と液晶素子21の作用効果は、第1の実施形態と同じであり、液晶素子21で発生する複屈折性を完全に補償しようとする。そこで、ここでは位相差板の効果についてのみ説明する。

【0068】

第1の実施形態においては、屈折率の波長依存性が異なる位相差板を2枚用いたが、屈折率の波長依存性が同じ位相差板を2枚を用いても、すべての可視光領域で円偏光に変換できる広帯域1/4波長板を得ることができる。

第1の実施形態では、第1の位相差板13と第2の位相差板14とを遅相軸を直交させて重ねたが、この実施形態の液晶表示装置では、遅相軸の交差角が60°となるように重ねている。

【0069】

位相差値 F_1 が1/4波長相当の0.14μmである第1の位相差板13と、位相差値 F_2 が1/2波長相当の0.28μmである第2の位相差板14とを、交差角が60°となるように重ねることにより、2枚合計の位相差値は、波長0.55μmでは0.14μmとなるが、波長0.4μm付近の短波長では0.14μmより小さく、波長0.7μm付近の長波長では0.14μmより大きくなり、実質的な遅相軸は水平軸方向となる。

10

30

40

50

【0070】

つまり、屈折率の波長依存性が同じ材料でも、2枚の位相差板を用いることにより、短波長の位相差値が長波長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。つまり、位相差値を波長で除した値は、すべての可視光領域にわたり、ほぼ1/4にすることが可能になり、その結果、可視光領域のすべての波長で円偏光が得られ、完全な黒表示が得られる。

【0071】

図6において、この液晶表示装置に上方の視認側から偏光板11を通して入射した直線偏光は、第2の位相差板14と第1の位相差板13を透過することにより、可視光領域のすべて波長成分が円偏光となる。

10

そして、液晶素子21の反射電極9と第2の電極4との間に電圧を印加しない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子21は完全に補償されているので、円偏光がそれらを透過しても偏光状態は変化しない。拡散層15には、位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させない材料を用いているので、円偏光はそのまま反射電極9に到達する。

【0072】

反射電極9で反射された円偏光は、液晶素子21とねじれ位相差板12を透過しても変化しないが、第1の位相差板13と第2の位相差板14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、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。

【0073】

20

なお、拡散層15は、第2の基板2の外側（視認側）であれば、偏光板11までのいずれかの間、あるいは偏光板11の外表面のいずれに配置してもよいが、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望ましい。

また、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、この実施形態ではその厚さを0.5mmにした。

【0074】

液晶素子21の反射電極9と第2の電極4との間に所定の電圧を印加すると、ネマチック液晶6の液晶分子が立ち上がり、液晶素子21の実質的なnd値が減少する。それによって、液晶素子21で発生する複屈折性をほぼ1/4波長板と等しくすることができる。

【0075】

30

そのため、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、第2の位相差板14と第1の位相差板13を通過することにより円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子21を透過することによって楕円偏光や直線偏光に戻り、反射電極9に到達して反射される。その反射した楕円偏光や直線偏光は回転せずに戻り、殆どすべて偏光板11を通過して視認側へ出射するので、明るい白表示を得ることができる。

【0076】

このように、視認側から偏光板11、第2の位相差板14、第1の位相差板13、ねじれ位相差板12、および拡散層15と、反射電極9を内在した液晶素子21とを用いることにより、良好な黒表示および明るい白表示が得られる。その結果、単偏光板型の反射型液晶表示装置によって、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。

40

【0077】

〔第2の実施形態の変形例〕

上述した第2の実施形態の液晶表示装置では、ねじれ位相差板12のねじれ方向と液晶素子21のねじれ方向とは逆であり、両者のツイスト角は等しく、nd値もほぼ等しくなっている。しかし、ねじれ位相差板12のツイスト角と液晶素子21のツイスト角はほぼ等しければよく、好ましくはねじれ位相差板12のツイスト角の方が少し大きい方がよい。例えば、第1の実施形態において図5に示した例と同様に、ねじれ位相差板12のツイスト角を、液晶素子21のツイスト角である240°より5°大きい245°程度にしたとき、最適な補償ができた。

【0078】

50

この第2の実施形態では、反射電極9により反射層と第1の電極とを兼用した液晶素子21を用いたが、第1の実施形態と同じ液晶素子20と、この実施形態の偏光板11、第2の位相差板14、第1の位相差板13、ねじれ位相差板12、および拡散層15とを組み合わせて液晶表示装置を構成するようにしても、この実施形態と同様な作用効果が得られる。

【0079】

また、この実施形態では、第1の位相差板13と第2の位相差板14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 が延伸方向の屈折率 n_x とそれに直交する方向の屈折率 n_y に対して、 $n_x > n_y = n_z$ となっている位相差板を用いたが、PCを多軸延伸し、 $n_x > n_z > n_y$ となっている所謂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。10

【0080】

その他、液晶素子21としてTN液晶素子も使用できること、あるいはねじれ移相差板12として温度補償型ねじれ位相差板を用いることにより、高温や低温での明るさやコントラストをより改善できること、第1の基板1は透明でなくてもよいことなど、第1の実施形態の変形例と同様な変形が可能である。

【0081】

〔第3の実施形態：図9および図10〕

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9および図10を用いて説明する。20

図9は、その液晶表示装置の構成を示す模式的断面図であり、図10は、そのカラーフィルタと液晶素子の第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6および図2と同じ部分には同一の符号を付している。

【0082】

この第3の実施の形態の液晶表示装置は、液晶素子内の反射層7と第1の電極3との間にカラーフィルタを備え、カラー表示が可能な反射型液晶表示装置を構成している点が、第1、第2の実施形態の構成と異なっている。

【0083】

この液晶表示装置の液晶素子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0.2μmの反射層7の上に、厚さ1μm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10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縞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。30

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。

【0084】

この液晶素子22の第2の基板2の外側(視認側)に、図6に示した第2実施形態と同様に、拡散層15、ねじれ位相差板12、第1の位相差板13、第2の位相差板14、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、拡散層15として散乱性粘着剤を用いることも、第2の実施形態と同じである。40

【0085】

なお、この液晶表示装置における液晶素子22のネマチック液晶6の下、上液晶分子配向方向6a、6bと、偏光板11の透過軸11aとの配置関係は、図3に示した第1の実施形態と同じである。また、ねじれ位相差板12の下、上分子配向方向12a、12bと、第1、第2の位相差板13、14の各遅相軸13a、14aとの配置関係は、図8に示した第2の実施形態と同じである。したがって、これらを示す図およびその説明を省略する50

。

【0086】

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が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。

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。

【0087】

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1μm程度でも透過率が高いカラーフィルタ10を得た。

【0088】

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、液晶素子22(第1の実施形態では液晶素子20)の第1、第2の電極1、2間に電圧を印加しない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子22は完全に補償され、複屈折性をまったく生じない。

【0089】

また、第2の位相差板14と第1の位相差板13は、波長0.55μmでの位相差値が0.14μmであり、且つ短波長の位相差値が長波長の位相差値より小さい、いわゆる広帯域1/4波長板を形成しており、位相差値を波長で除した値は、すべての可視光領域にわたり略1/4にすることが可能になり、その結果、可視光領域すべての波長で円偏光が得られ、第2の実施形態と同様に完全な黒表示が得られる。

【0090】

図9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、第2の位相差板14と第1の位相差板13と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。

ねじれ位相差板12と液晶素子22は完全に補償されており、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で反射層7に到達する。

【0091】

反射層7で反射された円偏光は、液晶素子22とねじれ位相差板12を透過しても変化しないが、第1の位相差板13と第2の位相差板14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、すべて偏光板11で吸収され、完全な黒表示が得られる。

【0092】

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の液晶分子が立ち上がり、液晶素子22の実質的なnd値が減少する。そのため、偏光板11から入射した直線偏光は、第2の位相差板14と第1の位相差板13を通過することにより円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子22を透過することにより、橙円偏光や直線偏光に戻り、反射層7に到達して反射される。その反射した橙円偏光や直線偏光は回転せずに戻り、殆どすべて偏光板11を通過して視認側へ出射するので、明るい白表示を得ることができる。

【0093】

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

10

20

30

40

50

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。

【0094】

このように、視認側から順次偏光板11、第2の位相差板14、第1の位相差板13、ねじれ位相差板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。

【0095】

[第3の実施の形態の変形例]

この実施形態では、液晶素子22として、 240° ツイストのSTNモードの液晶素子を用いたが、ツイスト角が 90° 前後のTN液晶素子を用いても、同様な反射型カラー液晶表示装置が得られる。10

TN液晶素子を用いて、大画面表示を行う場合には、TFTやMIMのアクティブ素子を内在したアクティブマトリクス方式とすることが望ましい。

【0096】

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、その反射電極上にカラーフィルタ10を直接形成するようにしてもよい。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側の第2の電極4と第2の基板2の間にカラーフィルタ10を設けるようにしてもよい。20

【0097】

しかし、カラーフィルタ10を第1の基板側に設けると、保護膜8が、カラーフィルタ10の平坦化と、反射層7と第1の電極3との絶縁層とを兼ねることができる。

なお、この実施の形態では、カラーフィルタ10として、赤、緑、青の3色のフィルタを用いたが、シアン、イエロー、マゼンタの3色の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。

【0098】

また、この実施の形態では、第1の位相差板13と第2の位相差板14として、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1の実施の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が直交するように配置して用いることも可能である。30

【0099】

[第4の実施形態：図13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13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13および図14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か省略する。

【0100】

この液晶表示装置は、図13に示すように、液晶素子20と、その第2の基板2の外側（視認側）に順次配置したねじれ位相差板12、第1の位相差板13、第2の位相差板14、および第1の偏光板11と、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3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る。40

【0101】

液晶素子20は、図1に示した第1の実施形態における液晶素子20と殆ど同じ構成であるが、図1の液晶素子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 $0.02\mu m$ のアルミニウム膜からなる。50

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ある。

【0102】

この実施の形態では、アルミニウム膜の膜厚を $0.02 \mu\text{m}$ 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、図 14 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。

【0103】

ねじれ位相差板 12、第 1 の位相差板 13、第 2 の位相差板 14、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ものと同じであり、それぞれ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。なお、第 1 の偏光板 11 は図 1 における偏光板 11 と同じであるが、第 2 の偏光板 17 と区別するため、この実施形態からは第 1 の偏光板 11 という。

【0104】

第 3 の位相差板 18 は、ポリカーボネートを延伸した厚さ約 $70 \mu\text{m}$ のもので、波長 $0.55 \mu\text{m}$ での位相差値 $F_3 = 0.14 \mu\text{m}$ 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 99.9 % の偏光板を使用した。

【0105】

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 1 mm で、発光色が白色の EL 板を用いた。

【0106】

つぎに、これらの構成部材の平面的な配置関係を図 15 および図 16 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 15 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 $+30^\circ$ となり、第 2 の基板 2 側は右下がり 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。

【0107】

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、ねじれピッチ P を $11 \mu\text{m}$ に調整し、ねじれ方向が反時計回りでツイスト角 T_s が 240° の STN モードの液晶素子 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 0.15 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 $5.6 \mu\text{m}$ 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 の積で表す液晶素子 20 の複屈折性を示す nd 値 R_s は $0.84 \mu\text{m}$ となる。

【0108】

第 1 の偏光板の透過軸 $11a$ は、図 16 に示すように、水平軸を基準にして 45° に配置する。

ねじれ位相差板 12 の下分子配向方向 $12a$ は、図 16 に示すように、水平軸を基準にして $+60^\circ$ であり、上分子配向方向 $12b$ は -60° であるから、ねじれ位相差板 12 のねじれ方向が時計方向回りで、ツイスト角 T_c は 240° になる。

【0109】

したがって、液晶素子 20 とねじれ位相差板 12 のツイスト角の絶対値の差を T とすると、 $T = |T_s| - |T_c| = 0^\circ$ であり、複屈折性の差 R は、 $R = R_s - R_c = 0.04 \mu\text{m}$ とほぼ等しくなっている。

【0110】

また、第 1 の位相差板 13 の遅相軸 $13a$ は、図 16 に示すように水平に配置され、第 2 の位相差板 14 の遅相軸 $14a$ は垂直に配置され、第 1 の位相差板 13 の遅相軸 $13a$ と

10

20

30

40

50

直交している。

したがって、第1の位相差板13の位相差値 F_1 と第2の位相差板の位相差値 F_2 は減算され、有効な位相差値 F は、 $F = F_2 - F_1 = 0.14 \mu\text{m}$ となる。

【0111】

液晶素子20の下側に配置した第3の位相差板18の遅相軸18aは、図15に示すように水平に配置し、第2の偏光板17の透過軸17aは水平軸に対して -45° に配置しており、図16に示した第1の偏光板11の透過軸11aと直交する。

【0112】

次に、この第4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。まずははじめに反射表示について説明するが、これは第1の実施形態と同じである。

ねじれ位相差板12のツイスト角 T_c と n_d 値 R_c を、液晶素子20のツイスト角 T_s と n_d 値 R_s とほぼ等しくしてあり、さらに、ねじれ位相差板12を図16に示したように、その下、上分子配向方向12a, 12bが、図15に示したネマチック液晶6の上、下液晶分子配向方向6b, 6aに対して直交する方向に配置することによって、液晶素子20で発生する複屈折性はねじれ位相差板12により完全に補償され、複屈折性は発生しない。

【0113】

実際には、液晶素子20のネマチック液晶6の傾きであるチルト角が、ねじれ位相差板12のチルト角より大きいので、 R_c を R_s より少し小さくした方が完全に補償されるので好ましい。

また、ネマチック液晶6の屈折率の波長依存性を、ねじれ位相差板12の液晶ポリマ分子の屈折率の波長依存性に合わせると、さらに好ましい。

【0114】

ねじれ位相差板12のツイスト角 T_c は、液晶素子20のツイスト角 T_s とほぼ等ければ、多少異なっていてもある程度は補償可能である。

発明者の実験では、ねじれ位相差板12のツイスト角 T_c は、液晶素子20のツイスト角 $T_s \pm 20^\circ$ の範囲で補償できたが、この実施形態では $T_c = T_s$ の時に良好な補償ができた。

【0115】

また、図17に示すように、ねじれ位相差板12のツイスト角 T_c を、液晶素子20のツイスト角 240° より絶対値が 5° 大きい -245° にしたときに、最良の補償ができた。

さらに、ねじれ位相差板12の配置角は、液晶分子にたいして $90^\circ \pm 20^\circ$ の範囲であれば液晶素子の複屈折性を補償可能であった。

【0116】

第1の位相差板13と第2の位相差板14とを、図16に示したようにその各遅相軸13aと14aが直交するように重ねて配置したことによる作用効果は、第1の実施形態の説明において、図11および図12を用いて説明したのと同じである。

【0117】

すなわち、屈折率の波長依存性が異なる2枚の位相差板をその遅相軸が互いに直交するように重ねて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。つまり、位相差値 F を波長で除した F/λ の値を、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、完全な黒表示が得られることである。

【0118】

図13において、上方の視認側から液晶表示装置に第1の偏光板11を通して入射した直線偏光は、第2の位相差板14と第1の位相差板13を透過することによって、可視光領域のすべて波長成分が円偏光となる。液晶素子20に電圧を印加していないときは、ねじれ位相差板12と液晶素子20は完全に補償されているので、偏光状態は変化せずに円偏光のままで半透過反射層27に到達する。

【0119】

そして、半透過反射層27で反射された円偏光は、液晶素子20とねじれ位相差板12を透過しても変化しないが、第1の位相差板13と第2の位相差板14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、すべて第1の偏光板11で吸収されるため、図12の曲線34に示したような、完全な黒表示が得られる。

【0120】

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の液晶分子が立ち上がり、液晶素子20の実質的なnd値が減少する。そのため、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2の位相差板14と第1の位相差板13を通過することによって円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子20を透過することにより楕円偏光や直線偏光に戻り、半透過反射板27に到達して反射される。

【0121】

その反射された楕円偏光や直線偏光は、偏光方向が回転されることなく戻り、ほとんどが第1の偏光板11を通過して視認側へ出射する。

すなわち、液晶素子20への電圧印加により液晶素子20で発生する複屈折性をほぼ1/4波長板と等しくすると、第1の偏光板11を通して入射した直線偏光は、半透過反射層27で反射され、偏光方向が回転されずにそのまま戻るので、殆ど第1の偏光板11を通過して視認側へ出射する。そのため、図12の曲線35に示したように反射率が高く、明るい白表示を得ることができる。

10

20

【0122】

次に、図13に示すバックライト16を点灯したときの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を通過して直線偏光となる。

この直線偏光は、第3の位相差板18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。その後半透過反射層27によって約80%は反射されるが、残りの20%の光が透過する。

【0123】

液晶素子20に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子20は完全に補償されているので、偏光状態は変化せずに円偏光のままで第1の位相差板13と第2の位相差板14に到達する。

30

そして、第3の位相差板18で発生する位相差と、液晶素子20の上側に配置した第1の位相差板13と第2の位相差板14で発生する位相差が減算されてゼロとなり、第2の偏光板17の透過軸17aと同一方向の直線偏光となって第1の偏光板11に達する。

【0124】

第1の偏光板11の透過軸11aは第2の偏光板17の透過軸17aと直交しているので、その直線偏光は第1の偏光板11で吸収されて視認側に出射しないので、良好な黒表示となる。

【0125】

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の液晶分子が立ち上がり、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から第2の偏光板17を通して入射した直線偏光は、第3の位相差板18を通過することによって円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子20を透過することにより楕円偏光や直線偏光になる。

40

【0126】

そこで、この電圧印加により液晶素子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13と第2の位相差板14を透過することによって偏光方向が90°回転されるため、第1の偏光板11を通過して視認側へ出射する。したがって、明るい白表示を得ることができる。

【0127】

このように、視認側から順次配置した、第1の偏光板11、第2の位相差板14、第1の

50

位相差板 13、およびねじれ位相差板 12 と、半透過反射層 27 を内在した液晶素子 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。また、液晶素子 20 の視認側と反対側に順次配置した、第 3 の位相差板 18、第 2 の偏光板 17、およびバックライト 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 を点灯することによって、コントラストの高い表示が得られる。

【0128】

〔第 4 の実施形態の変形例〕

この実施形態では、液晶素子 20 として、 240° ツイストの STN モードの液晶素子を用いたが、ツイスト角が 90° 前後の TN 液晶素子を用いても、同様な半透過型液晶表示装置が得られる。

10

TN 液晶素子を用いて、大画面表示を行う場合には、薄膜トランジスタ (TFT) やメタルインシュレータメタルの薄膜ダイオード (MIM) のアクティブ素子を内在したアクティブラトリクス半透過型液晶表示装置とすることが望ましい。

【0129】

この実施の形態では、ねじれ位相差板 12 として、室温ではねじれ状態が固定化している液晶性ポリマフィルムを用いたが、液晶分子の一部を鎖状のポリマ分子に結合しただけの、温度により R_c が変化する温度補償型ねじれ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、より良好な液晶表示装置が得られる。

【0130】

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 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.03 \mu\text{m}$ のアルミニウム薄膜であれば、一部の光が透過するハーフミラーとすることができる。

20

さらに、半透過反射層 27 の表面に数 μm から数十 μm ピッチの凸凹を形成すると、反射光が散乱して視認性が改善するのでより好ましい。

【0131】

半透過反射層 27 は、アルミニウム薄膜に限らず、アルミニウム合金あるいは銀の薄膜を用いたり、反射率を改善するため及び表面を保護するために、アルミニウム膜と無機酸化物膜による多層膜を用いることも可能である。

さらに、この実施の形態では、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 と兼用する半透過反射電極とすることにより、構造を単純化することも可能である。

30

また、半透過反射層 27 を第 1 の基板 1 の外側に配置しても、表示に影は発生するが同様な効果は得られる。

【0129】

この実施形態では、第 1 の位相差板 13 にポリカーボネート (PC)、第 2 の位相差板 14 にポリプロピレン (PP) を用いたが、屈折率の波長依存性が異なっていれば、他の材質のものを用いてもある程度の効果が得られる。

例えば、第 1 の位相差板 13 にポリアリレート、第 2 の位相差板 14 にポリビニルアルコールを用いた場合でも、良好なコントラストが得られた。

【0130】

さらに、この実施形態においては、第 1 の位相差板 13 として位相差値 F_1 が $0.36 \mu\text{m}$ のものを、第 2 の位相差板 14 としての位相差値 F_2 が $0.50 \mu\text{m}$ のものを用いたが、 $F = F_2 - F_1 = 0.14 \mu\text{m}$ になる関係を保てば、位相差値 F_1 と位相差値 F_2 はこの値と違っていても、同様な効果を得ることができる。

40

【0131】

〔第 5 の実施形態：図 13、図 14、および図 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 13 および図 14 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 3 の位相差板 18 と第 2 の偏光板 17 の配置角度が第 1 の実施形態の場合と異なっているだけである。

50

【0132】

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13および図14に示した符号を使用する。

液晶素子20の視認側と反対側に配置した第3の位相差板18の遅相軸18aは、図18に示すように垂直に配置され、第2の偏光板17の透過軸17aは水平軸を基準にして左下がり45°で、第1の偏光板11の透過軸11a(図16)と平行に配置する。

【0133】

この第5の実施形態の液晶表示装置においても、反射表示に関しては前述した第4の実施形態と同じであり、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13と第2の位相差板14を用いたことによって、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と、バックライト16から出た光は、第2の偏光板17を通過して直線偏光になる。

【0134】

この直線偏光は、第3の位相差板18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。そして、液晶素子20の半透過反射層27で、約80%は反射されるが、残りの20%の光が透過する。

液晶素子20に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子20は完全に補償されているので、偏光状態は変化せずに円偏光のままで第1の位相差板13と第2の位相差板14に到達する。

【0135】

この第5の実施形態では、第3の位相差板18を第1の実施形態の場合と90°ずらして配置してあるので、第3の位相差板18で発生した位相差と、液晶素子20の視認側に配置した第1の位相差板13と第2の位相差板14で発生する位相差が加算されて1/2波長となり、円偏光がこれらを通過することにより、第2の偏光板17による偏光方向に対して90°回転した直線偏光となる。

第1の偏光板11の透過軸11aと、第2の偏光板17の透過軸17aとは平行であるので、第1の偏光板11に入射した直線偏光は透過せずに吸収されるため、良好な黒表示となる。

【0136】

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の液晶分子が立ち上がり、液晶素子20の実質的なnd値が減少する。そのため、第2の偏光板17を通過して入射した直線偏光は、第3の位相差板18を通過することにより円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子20を透過すると楕円偏光や直線偏光に戻る。

【0137】

この電圧印加により液晶素子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を通過して入射した直線偏光は、さらに第1の位相差板13と第2の位相差板14を透過しても90°回転せずに、第1の偏光板11に入射するため、第1の偏光板11を通過して視認側へ出射する。したがって、明るい白表示を得ることができる。

【0138】

このように、視認側から順次配置した第1の偏光板11、第2の位相差板14、第1の位相差板13、およびねじれ位相差板12と、半透過反射層27を内在した液晶素子20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、液晶素子20の視認側と反対側に順次配置した第3の位相差板18、第2の偏光板17、およびバックライト16を備えているため、外光が少ない環境では、バックライト16を点灯することにより良好なコントラストの表示が得られる。

【0139】

(第6の実施形態：図19から図22)

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19から図22を用いて説明する。

10

20

30

40

50

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第1の位相差板と第2の位相差板の種類と配置角度、および半透過反射層の形状が異なり、さらに拡散層および第4の位相差板を追加している。

【0140】

まず、図19および図20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。

【0141】

この液晶表示装置は図19に示すように、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、ねじれ位相差板12、第1の位相差板13、第2の位相差板14、および第1の偏光板11と、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3の位相差板18、第4の位相差板19、第2の偏光板17、およびバックライト16により半透過反射型液晶表示装置を構成している。10

【0142】

第1の偏光板11と第2の位相差板14と第1の位相差板13およびねじれ位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化している。

また、第3の位相差板18と第4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、液晶素子23ともアクリル系粘着剤で接着している。

【0143】

液晶素子23は、アルミニウム膜からなる厚さ0.1μmの半透過反射層29とアクリル系材料からなる厚さ2μmの保護膜8とITOからなる厚さ0.3μmの第1の電極3が形成されている厚さ0.5mmのガラス板からなる第1の基板1と、ITOからなる厚さ0.05μmの第2の電極4が形成されている厚さ0.5mm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に挟持されて反時計回り240°ツイスト配向しているネマチック液晶6とから形成されている。20

【0144】

図20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。30

【0145】

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。40

【0146】

図19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30μmの散乱性粘着剤を拡散層15として用い、液晶素子21とねじれ位相差板12の接着剤としても兼用している。

【0147】

第1の偏光板11、第2の偏光板17、ねじれ位相差板12、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13は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約70μmの透明フィルムで、波長0.55μmでの位相差値F1が0.14μmで、1/4波長相当である。50

第2の位相差板14もPCを延伸した厚さ約70μmの透明フィルムで、波長0.55μmでの位相差値F2が0.28μmで、1/2波長相当に設定する。

【0148】

第3の位相差板18もPCを延伸した厚さ約70μmの透明フィルムで、波長0.55μmでの位相差値F3が0.14μmで、1/4波長相当である。

第4の位相差板19もPCを延伸した厚さ約70μmの透明フィルムで、波長0.55μmでの位相差値F4=0.28μmで、1/2波長相当に設定する。

【0149】

次に、各構成部材の平面的な配置関係を図21および図22を用いて説明する。

液晶素子23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21に示すように、第1の基板1側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6aは+30°となり、第2の基板2側は右下がり30°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6bは-30°となる。

【0150】

粘度20cpのネマチック液晶6には、カイラル材と称される旋回性物質を添加され、ねじれピッチPを11μmに調整して、反時計回りでツイスト角Tsが240°のSTNモードの液晶素子23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0.15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5.6μm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23の複屈折性を示すnd値Rsは0.84μmである。
20

【0151】

第1の偏光板11の透過軸11aは、図22に示すように水平軸を基準にして+45°に配置する。

ねじれ位相差板12の下分子配向方向12aは、同じく図22に示すように、水平軸を基準にして+60°に配置し、上分子配向方向12bは-60°に配置する。したがって、時計回りでツイスト角Tcが240°になり、液晶素子23とねじれ位相差板12のツイスト角の絶対値の差をTcすると、 $T = |T_s| - |T_c| = 0^\circ$ である(ほぼ等しければよい)。また、ねじれ位相差板12のnd値Rcは0.80μmであり、液晶素子23のnd値Rsと差である複屈折性の差をRcすると、 $R = R_s - R_c = 0.04\mu m$ であり、両者の複屈折性はほぼ等しくなっている。
30

【0152】

第1の位相差板13の遅相軸13aは、図22に示すように水平軸を基準にして-30°に配置され、第2の位相差板14の遅相軸14aは、水平軸を基準にして+30に配置されている。

液晶素子23の下側に配置した第3の位相差板18の遅相軸18aは、図21に示すように水平軸に対して+60°に配置し、第4の位相差板19の遅相軸19aは、水平軸に対して-60°に配置し、第2の偏光板17の透過軸17aは、水平軸に対して-45°に配置しており、第1の偏光板11の透過軸11aと直交する。
40

【0153】

この液晶表示装置において、ねじれ位相差板12と液晶素子23の作用は第4の実施形態の場合と同じであり、液晶層の複屈折性を完全に補償してその複屈折性を無くすることにある。そこでまず、第1の位相差板13と第2の位相差板14の作用について、反射表示の場合を説明する。

【0154】

先に説明した第4の実施形態においては、屈折率の波長依存性が異なる位相差板を2枚用いたが、屈折率の波長依存性が同一の材料を用いても、すべての可視光領域で円偏光に変換できる広帯域1/4波長板を得ることができる。

第4の実施形態では、第1の位相差板13と第2の位相差板14とを、その各遅相軸13
50

aと遅相軸 14 aを直交させるようにして重ねたが、この実施形態では図22に示したように、第1の位相差板13と第2の位相差板14とを、その各遅相軸13aと遅相軸14aの交差角が60°となるようにして重ねている。

【0155】

位相差値F1が1/4波長相当の0.14μmである第1の位相差板13と、位相差値F2が1/2波長相当の0.28μmである第2の位相差板14とを、その遅相軸の交差角が60°となるように重ねることによって、波長0.55μmでの位相差板2枚による合計の位相差値は0.14μmとなるが、波長0.4μm付近の短波長領域では0.14μmより小さく、波長0.7μm付近の長波長領域では0.14μmより大きくなる。また、その2枚合計の実質的な遅相軸は水平軸方向となる。

10

【0156】

つまり、屈折率の波長依存性が同じ材料の位相差板でも、2枚の位相差板を用いることによって、短波長領域の位相差値が長波長領域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。

すなわち、位相差値Fを波長で除したF/λ値を、すべての可視光領域に亘ってほぼ1/4にすることが可能になり、その結果、可視光領域すべての波長で円偏光が得られ、反射表示において完全な黒表示が得られる。

【0157】

図19において、上方の視認側からこの液晶表示装置に第1の偏光板11を通して入射した直線偏光は、第2の位相差板14と第1の位相差板13を透過することによって、可視光領域のすべて波長の光が円偏光となる。

20

【0158】

液晶素子23に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子23は完全に補償されているので、円偏光がそれらを透過しても偏光状態は変化しない。拡散層15は位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させない材料を用いているので、円偏光のまま半透過反射層29に到達する。

【0159】

そして、半透過反射層29で反射した円偏光は、液晶素子23とねじれ位相差板12を透過しても変化しないが、第1の位相差板13と第2の位相差板14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、全て第1の偏光板11で吸収されて視認側に出射しないので、完全な黒表示が得られる。

30

【0160】

なお、拡散層15は位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させにくい材料を用いたので、第2の基板2から第1の偏光板11の間のいずれか、あるいは第1の偏光板11の外表面のどこに拡散層15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望ましい。

【0161】

また、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り好ましく、この実施形態では厚さ0.5mmとした。また、第2の基板2を0.4mmと薄くし、第1の基板1を0.5mmと、第2の基板2を第1の基板1より薄くすることも可能である。

40

【0162】

次に、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6の液晶分子が立ち上がり、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を通して入射した直線偏光は、第2の位相差板14と第1の位相差板13を通過することにより円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子23を透過することによって楕円偏光や直線偏光に戻る。

【0163】

そして、半透過反射層29で反射した楕円偏光や直線偏光は、この電圧印加により液晶素子23で発生する複屈折性をほぼ1/4波長相当とすると、回転せずそのまま第1の偏光板11を通過して視認側に出射するので、明るい白表示を得ることができる。

50

【0164】

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3の位相差板18と第4の位相差板19も、2枚で広帯域1/4波長板を構成しており、実質的な遅相軸は垂直方向となっている。

バックライト16から出た光は、第2の偏光板17を通して直線偏光となる。この直線偏光は、第3の位相差板18と第4の位相差板19の2枚によ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。そして、半透過反射層29で約7割は反射されるが、残りの3割の光が透過する。

【0165】

液晶素子23に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子23は完全に補償されているので、偏光状態は変化せずに円偏光のままで第1の位相差板13と第2の位相差板14に到達する。

この第6の実施形態のように配置すると、第3の位相差板18と第4の位相差板19で発生した位相差と第1の位相差板13と第2の位相差板14で発生する位相差が減算されてゼロとなり、第1の偏光板11に到達する直線偏光は、第2の偏光板17を通して入射した直線偏光と同じ偏光方向となる。

【0166】

第1の偏光板11の透過軸11aと第2の偏光板17の透過軸17aが直交しているので、その直線偏光は第1の偏光板11を透過できず、第1の偏光板11に吸収され、視認側に出射しない。したがって黒表示となる。

この場合、第3の位相差板18と第4の位相差板19を用いることによって、第3の位相差板18だけを用いた第4の実施形態の場合よりも良好な黒表示が得られた。

【0167】

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6の液晶分子が立ち上がり、液晶素子23の実質的なnd値が減少する。そのため、第2の偏光板17を通して入射した直線偏光は、第3の位相差板18と第4の位相差板19を通過することにより円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子23を透過することによって橙円偏光や直線偏光に戻る。

【0168】

そして、この電圧印加により液晶素子23にて発生する複屈折性を1/4波長相当とすると、半透過反射層29を透過した橙円偏光や直線偏光は、さらに第1の位相差板13と第2の位相差板14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を透過して視認側に出射する。したがって、明るい白表示を得ることができる。

【0169】

このように、この第6の実施形態の液晶表示装置は、視認側から順次設けた第1の偏光板11、第2の位相差板14、第1の位相差板13、ねじれ位相差板12、および拡散板15と、半透過反射層29を内在した液晶素子23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、液晶素子23の視認側と反対側に第3の位相差板18と第4の位相差板19と第2の偏光板17とバックライト16を備えることによって、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。

【0170】

また、画素毎に開口部29aを設けた半透過反射層29を用いたことにより、開口部29aを大きくすると透過表示重視の液晶表示装置に、開口部29aを小さくすると反射表示重視の液晶表示装置に、それぞれ対応することが可能である。

【0171】

〔第6の実施形態の変形例〕

上述した第6の実施形態では、第1の位相差板13と第2の位相差板14として、PCを1軸延伸し、Z軸方向の屈折率nzが、延伸方向の屈折率nxとそれに直交する方向の屈折率nyに対して、 $nx > ny = nz$ となっている位相差板を用いたが、PCを多軸延伸

10

20

30

40

50

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。

【0172】

さらに、この実施形態においては、第1の位相差板13と第2の位相差板14で発生する位相差と、第3の位相差板18と第4の位相差板19で発生する位相差が減算するように両位相差板を配置したが、第5の実施形態のように、第1の位相差板13と第2の位相差板14で発生する位相差と、第3の位相差板18と第4の位相差板19で発生する位相差を加算して $1/2$ 波長になるように両位相差板を配置することも可能である。

【0173】

また、この実施形態では、第1の位相差板13の遅相軸13aを水平軸に対して -30° に、第2の位相差板14の遅相軸14aを $+30^\circ$ に配置したが、第1の位相差板13の遅相軸13aを $+30^\circ$ に、第2の位相差板14の遅相軸14aを -30° に配置しても、両遅相軸の交差角が 60° であれば、同様な効果が得られる。

【0174】

同様に、この実施形態においては、第3の位相差板18の遅相軸18aを水平軸に対して $+60^\circ$ に、第4の位相差板19の遅相軸19aを -60° に配置したが、第3の位相差板18の遅相軸18aを -60° に、第4の位相差板19の遅相軸19aを $+60^\circ$ に配置しても、両遅相軸の交差角が 60° であれば、同様な効果が得られる。

【0175】

また、この実施形態では、液晶素子23の下側に第3の位相差板18と第4の位相差板19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3の位相差板18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。

【0176】

[第7の実施形態：図19、図20、および図23]

次に、この発明による液晶表示装置の第7の実施形態について、図19、図20、および図23を用いて説明する。

この実施形態の液晶表示装置も、第3の位相差板18と第4の位相差板19の種類と配置角度が前述の第6の実施形態と相違するだけで、その他の構成は図19および図20に示した半透過反射型液晶表示装置と同様であり、図22に示した各軸等の配置方向も同じであるので、それらの詳細な説明は省略する。

【0177】

この第7の実施形態に使用する第3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 $0.55 \mu\text{m}$ での位相差値 F_3 が $0.36 \mu\text{m}$ である。第4の位相差板19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 $0.55 \mu\text{m}$ での位相差値 F_4 が $0.50 \mu\text{m}$ である。

【0178】

液晶素子23の下側（視認側と反対側）に配置した第3の位相差板18の遅相軸18aは、第6の実施形態と異なり図23に示すように水平に配置され、第4の位相差板19の遅相軸19aは垂直に配置されている。したがって、第3の位相差板18の位相差値 F_3 と第4の位相差板19の位相差値 F_4 は減算され、有効な位相差値を F とすると、 $F = F_4 - F_3 = 0.14 \mu\text{m}$ となり、第4の実施形態で説明した広帯域 $1/4$ 波長板と同様になる。

【0179】

この実施形態の液晶表示装置によっても、反射表示については、前述した第6の実施形態の場合と同じであり、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13と第2の位相差板14を用いることにより、良好なコントラストの表示が可能である。また、拡散層15を備えることにより、広視野角で明るい表示が得られる。

【0180】

10

20

30

40

50

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 を通過すると直線偏光となる。

この直線偏光は、第 3 の位相差板 18 と第 4 の位相差板 19 で形成した広帯域 1 / 4 波長板の遅相軸にたいして 45° 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 29 で約 7 割は反射されるが、残りの 3 割の光が透過する。

【0181】

液晶素子 23 に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板 12 と液晶素子 23 は完全に補償されているので、その円偏光は偏光状態を変化せずにそのまま第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 に到達する。

この実施形態では、第 3 の位相差板 18 と第 4 の位相差板 19 で発生する位相差が第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 で発生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、入射した円偏光は第 2 の偏光板 17 の透過軸 17a と同じ方向に偏光した直線偏光に戻り、第 1 の偏光板 11 に到達する。

【0182】

第 1 の偏光板 11 の透過軸 11a と第 2 の偏光板 17 の透過軸 17a とは直交しているので、バックライト 6 からの入射光は第 1 の偏光板 11 を透過せずに吸収され、視認側に出射しないので黒表示となる。

一方、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、第 6 の実施形態の場合と同様に明るい白表示となる。

【0183】

このように、この第 7 の実施形態の液晶表示装置によっても、第 6 の実施形態の液晶表示装置と同様に、外光を用いる反射表示において良好な黒表示と明るい白表示が得られ、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。

【0184】

〔第 8 の実施形態：図 24 および図 25〕

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 24 および図 25 を用いて説明する。

この第 8 の実施の形態の液晶表示装置は、第 4 の位相差板が無い点と、カラーフィルタを備えたことによりカラー表示が可能になっている点が、前述した図 13 および図 14 に示した第 6 の実施形態の構成と異なっている。

【0185】

図 24 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 25 は液晶素子と第 2 , 第 3 の位相差板の平面的な配置関係を示す図である。なお、第 1 の偏光板とねじれ位相差板と第 1 , 第 2 の位相差板の平面的な配置関係は図 22 と同様である。

【0186】

この実施形態の液晶表示装置は、図 24 に示すように、液晶素子 22 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 、ねじれ位相差板 12 、第 1 の位相差板 13 、第 2 の位相差板 14 、および第 1 の偏光板 11 と、液晶素子 22 の第 1 の基板 1 の外側（視認側と反対側）に順次設けた第 3 の位相差板 18 、第 2 の偏光板 17 、およびバックライト 16 により、半透過反射型液晶表示装置を構成している。

【0187】

第 1 の偏光板 11 と第 2 の位相差板 14 と第 1 の位相差板 13 とねじれ位相差板 12 は、アクリル系粘着剤で一体化してあり、拡散層 15 で液晶素子 22 と貼り付けている。

また、第 3 の位相差板 18 と第 2 の偏光板 17 もアクリル系粘着剤で一体化してあり、液晶素子 22 ともアクリル系粘着剤で貼り付けている。

【0188】

液晶素子 22 は、図 9 および図 10 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 27 に変えた点が異なるだけである。

10

20

30

40

50

すなわち、この液晶素子 22 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 μm の半透過反射層 27 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 μm のカラーフィルタ 10 と、アクリル系材料からなる厚さ 2 μm の保護膜 8 と、ITO からなる厚さ 0.3 μm の第 1 の電極 3 を形成している。

【0189】

そして、この第 1 の基板 1 と、内面に ITO からなる厚さ 0.05 μm 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。

半透過反射層 27 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。

【0190】

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 μm 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 27 は、全表示領域に亘って形成している。

【0191】

第 1 の偏光板 11、ねじれ位相差板 12、第 1 の位相差板 13、第 2 の位相差板 14、拡散層 15、および第 2 の偏光板 17 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 3 の位相差板 18 は、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 F3 が 0.14 μm で、1/4 波長相当である。

【0192】

バックライト 16 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。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 10 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。

【0193】

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 10 の間にすきまが生じると、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 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が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。

【0194】

また、このカラーフィルタ 10 としては、顔料分散型、染色型、印刷型、転写型、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。

【0195】

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 27 を形成し、その半透過反射層 27 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 μm 程度でも透過率が高いカラーフィルタ 10 を形成した。

【0196】

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 25 に示す。液晶素子 22 とねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 と第 1 の偏光板 11 と第 2 の偏光板 17 の配置は、図 22 に示した第 6 の実施形態の場合と同じである。

10

20

30

40

50

第3の位相差板18の遅相軸18aは、図25に示すように垂直方向に配置し、第1の位相差板13と第2の位相差板14で発生する位相差を減算して0になるように配置している。

【0197】

次に、この第8の実施の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10は全く複屈折性をもたないので、反射表示については、先の第6の実施形態の場合と同じであり、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13と第2の位相差板14を用いることにより、良好なコントラストの表示が可能である。

【0198】

そして、画素部のオン(白)とオフ(黒)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のある画素部をオン(白)とし、緑フィルタGと青フィルタBのある画素部をいずれもオフ(黒)にすることにより、赤表示が可能になる。

この実施形態の半透過反射型表示装置は、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ることによって、バックライト16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。

【0199】

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を通過して直線偏光となる。この直線偏光は第3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。そして、その円偏光は半透過反射層7で約8割は反射されるが、残りの2割の光が透過する。

【0200】

液晶素子22に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子22は完全に補償されているので、偏光状態は変化せずに円偏光のままで第1の位相差板13と第2の位相差板14に到達する。

【0201】

この実施形態では、第3の位相差板18で発生する位相差が第1の位相差板13と第2の位相差板14で発生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、入射した円偏光は第2の偏光板の透過軸17aと同一方向に偏光した直線偏光に戻る。

【0202】

第1の偏光板11の透過軸11aと第2の偏光板17の透過軸17aは直交しているので、第1の偏光板11に到達した直線偏光はそれに吸収され、視認側に出射しないため黒表示となる。

そして、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、第6の実施の形態の場合と同様に明るい白表示となる。

【0203】

この実施形態では、第4の位相差板を用いず、バックライト側の位相差板を第3の位相差板18だけで構成しているので、透過表示においては、全波長域では1/4波長とはならず、黒レベルは第6の実施形態や第7の実施形態の場合よりも多少悪くなるが、カラーフィルタがあることで表示への影響は少ない。

【0204】

このように、この液晶表示装置は、視認側から順次設けた第1の偏光板11、第2の位相差板14、第1の位相差板13、ねじれ位相差板12、および拡散層15と、半透過反射層7とカラーフィルタ10を内在した液晶素子22とにより、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、液晶素子22の視認側と反対側に順次設けた第3の位相差板18、第2の偏光板17、およびバックライト16を備えることによって、外光が少ない環境ではバックライト16を点灯することにより、良好なカラー表示が得られる。

【0205】

(第8の実施の形態の変形例)

10

20

30

40

50

この第 8 の実施形態では、液晶素子 22 の視認側と反対側に、第 3 の位相差板 18 と第 2 の偏光板 17 とバックライト 16 しか設けなかつたが、第 6 の実施形態や第 7 の実施形態のように、第 3 の位相差板 18 と第 4 の位相差板 19 と第 2 の偏光板 17 とバックライト 16 を設けると、透過表示のコントラストがさらに改善し、より良好なカラー表示が得られる。

【0206】

また、この実施形態では、第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 として、屈折率の波長依存性が等しい材料を用い、両位相差板 13, 14 を遅相軸の交差角が 60° になるように配置したが、第 4 の実施形態や第 5 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。 10

【0207】

さらに、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。しかし、カラーフィルタ 10 を第 1 の基板に設ける方が、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可能になるので好ましい。

【0208】

また、この実施形態では、カラーフィルタ 10 として、赤、緑、青の 3 色のカラーフィルタを用いたが、シアン、イエロー、マゼンタの 3 色の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。 20

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して不活性化させたが、アルミニウム薄膜上に酸化シリコン (SiO_2) 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) 法によって形成することもできる。

【0209】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、この発明によれば、反射層を内在した液晶素子の視認側に、ねじれ位相差板と第 1, 第 2 の位相差板と第 1 の偏光板とを順次配置することによって、外光による明るくコントラストの高い反射表示が得られる単偏光板方式の反射型液晶表示装置を提供できる。 30

【0210】

また、上記液晶素子に内在する反射層を半透過反射層とし、その液晶素子の視認側と反対側に、第 3 の位相差板と第 2 の偏光板とバックライトを順次配置することによって、バックライト照明による透過表示も可能で、且つコントラストの高い表示が得られる半透過反射型液晶表示装置を提供できる。

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。 40

【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透過軸の方向と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】同じくその第 1, 第 2 の位相差板の各遅相軸の方向とねじれ位相差板のツイスト角との関係を示す説明図である。

【図 5】同じくそのより好ましい例を示す図 4 と同様な説明図である。

【図 6】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。 50

【図 7】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 8】同じくその第 1 の位相差板と第 2 の位相差板の各遅相軸の方向とねじれ位相差板のツイスト角との関係を示す説明図である。

【図 9】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 10】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 11】この発明による液晶表示装置に用いる位相差板の位相差値の波長依存性を示す線図である。

【図 12】この発明による液晶表示装置における分光反射率曲線を示す線図である。 10

【図 13】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 14】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 15】同じくその第 2 の偏光板の透過軸の方向と第 3 の位相差板の遅相軸の方向と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 16】同じくその第 1 の偏光板の透過軸の方向と第 1 の位相差板と第 2 の位相差板の各遅相軸の方向とねじれ位相差板のツイスト角との関係を示す説明図である。

【図 17】同じくそのより好ましい例を示す図 16 と同様な説明図である。

【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 の偏光板の透過軸の方向と第 3 の位相差板の遅相軸の方向と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。 20

【図 19】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 20】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。

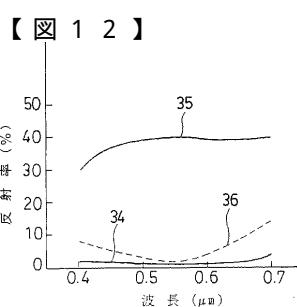
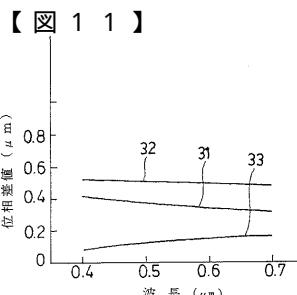
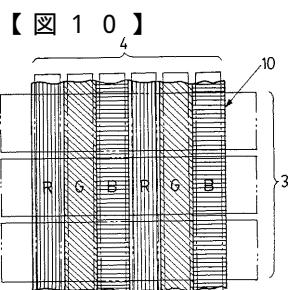
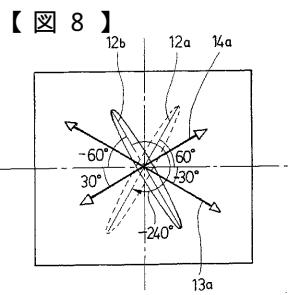
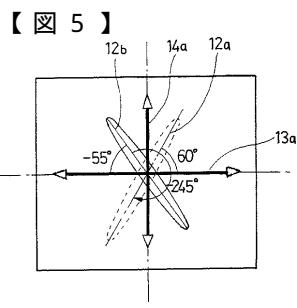
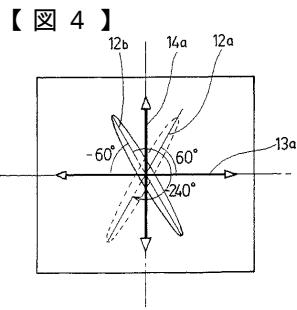
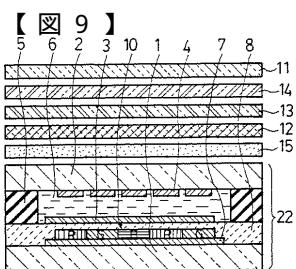
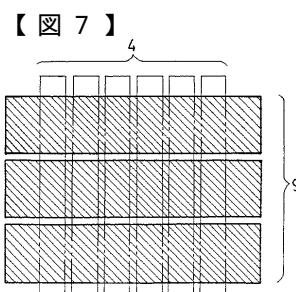
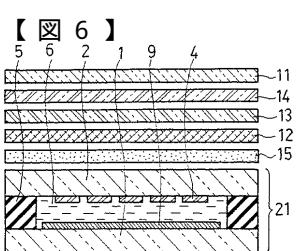
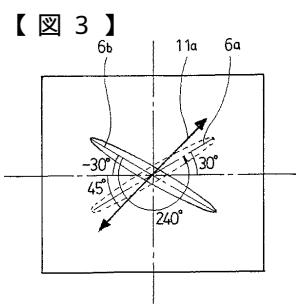
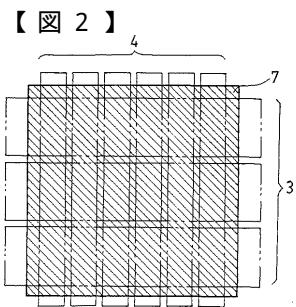
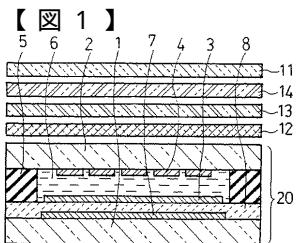
【図 21】同じくその第 2 の偏光板の透過軸の方向と第 3 , 第 4 の位相差板の各遅相軸の方向と液晶素子のネマチック液晶のツイスト角の関係を示す説明図である。

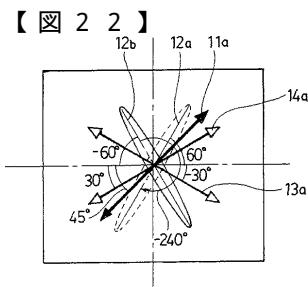
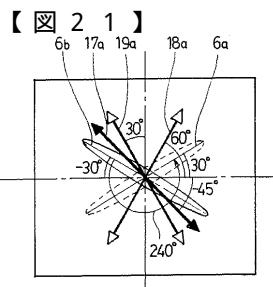
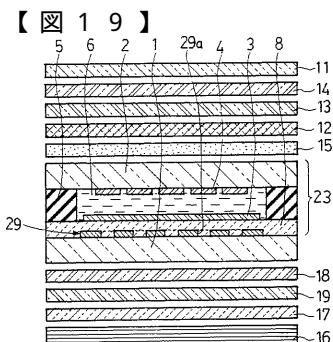
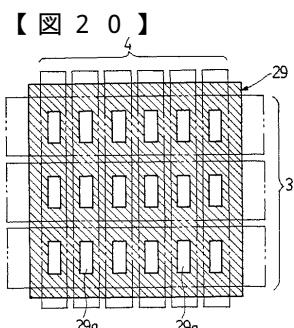
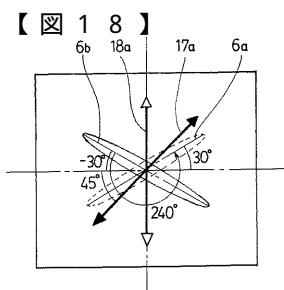
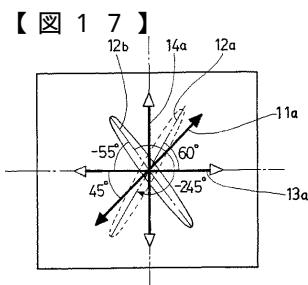
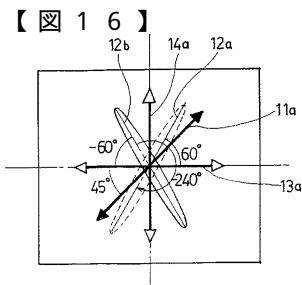
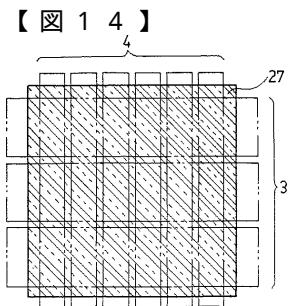
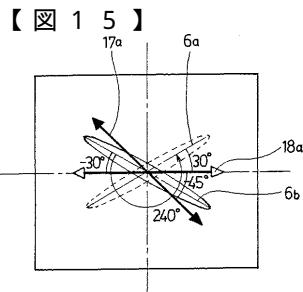
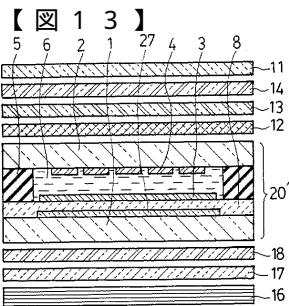
【図 22】同じくその第 1 の偏光板の透過軸の方向と第 1 , 第 2 の位相差板の各遅相軸の方向とねじれ位相差板のツイスト角との関係を示す説明図である。 30

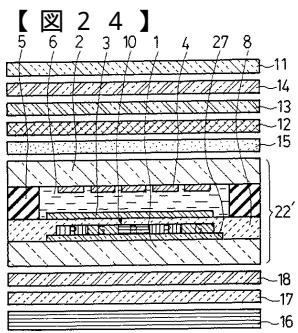
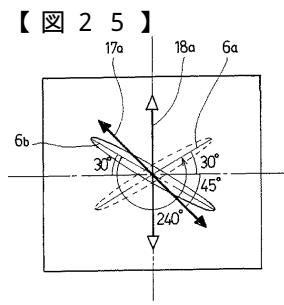
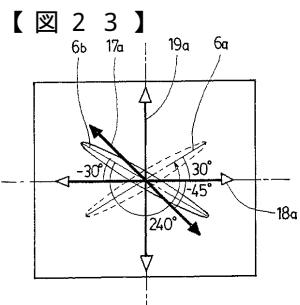
【図 23】この発明による液晶表示装置の第 7 の実施形態における第 2 の偏光板の透過軸の方向と第 4 の位相差板の遅相軸の方向と液晶素子のネマチック液晶のツイスト角の関係を示す説明図である。

【図 24】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 25】同じくその第 2 の偏光板の透過軸の方向と第 3 の位相差板の遅相軸の方向と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。







フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭57-56818(JP,A)
特開平3-263013(JP,A)
特開平4-322221(JP,A)
特開平9-292610(JP,A)
特開平8-271731(JP,A)
特開平10-20302(JP,A)
特開昭64-50019(JP,A)
特開平10-260399(JP,A)
特開平8-36174(JP,A)
特開平4-229828(JP,A)
特開平4-282613(JP,A)
特開平10-282488(JP,A)
特開平10-123505(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G02F 1/13 - 1/141

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP3612024B2	公开(公告)日	2005-01-19
申请号	JP2000598894	申请日	2000-02-15
[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		
发明人	金子 靖		
IPC分类号	G02F1/13363 G02F1/1335 G02F1/1343		
CPC分类号	G02F1/13363 G02F2202/40 G02F2203/02 G02F2413/04 G02F2413/08 G02F2413/15		
FI分类号	G02F1/1335.510 G02F1/1343		
代理人(译)	大泽圭		
助理审查员(译)	平井 良憲 山下 崇		
优先权	1999035309 1999-02-15 JP 1999159226 1999-06-07 JP		
其他公开文献	JPWO2000048039A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种单偏振膜型反射型液晶显示装置，包括：液晶元件(20)，其由夹在具有反射器(7)的第一基板(1)和第一电极(6)之间的扭曲向列液晶(6)构成。3)，具备第二电极(4)，扭转相位差膜(12)，第一相位差膜(13)，第二相位差膜(14)，偏光膜(11)的第二基板(2)。在第2基板(2)的外侧依次配置第1基板，第2基板，第2基板(2)，因此在全波长区域中得到反射率低的黑色显示，从而可以进行高对比度的明亮显示。

