

明 細 書

表示装置及びそれを用いた電子機器

[技術分野]

本発明は表示装置及びその表示装置を組み込んだ電子機器に関し、特に反射型液晶表示装置及びその反射型液晶表示装置を組み込んだ電子機器に関する。

[背景技術]

従来、T N (Twisted Nematic) 液晶やS T N (Super-Twisted Nematic) 液晶等の偏光軸を回転させる透過偏光軸可変光学素子を利用した液晶表示装置においては、この透過偏光軸可変光学素子を2枚の偏光板で挟んだ構造を採用していたので、光の利用効率が悪く、特に反射型とすると暗い表示となり問題となっていた。

また、従来、暗い所でも見えるようにするために、液晶表示装置の下側に半透過反射板を用い、その下側より光を照射していた。すると、半透過反射板を用いるため、光がかなり遮光され暗くなってしまっていた。

従って、本発明の目的は透過偏光軸可変光学素子を利用する表示装置において、明るい表示が得られる表示装置を提供することにある。

[発明の開示]

まず、第1図乃至第12図を参照して本発明の原理を説明す

る。

第1図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図であり、第1図A、1B及び1Cは本発明の表示装置の原理を説明するための断面図であり、第1図Dは比較のための表示装置の原理を説明するための断面図である。第3図乃至第12図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。なお、これらの図に示した液晶表示装置は、本発明の原理を説明するためのものであり、本発明がこれらの図に示した液晶表示装置に限定されるものでないことはいうまでもない。

まず、第1図Dを参照すると、この比較のための液晶表示装置においては、液晶表示装置を観察する側の偏光分離器（以下、上偏光分離器という。）として偏光板135を使用している。従って、光源190からの光であって、紙面に平行な方向の直線偏光成分の光は偏光板135を観察側に透過するが、紙面に垂直な方向の直線偏光成分の光は偏光板135によって吸収されてしまい、光源190からの光による表示が暗いものとなる。

これに対して、本発明の一表示装置においては、まず、第1図Aを参照すると、STN液晶143を挟持する一方のガラス基板142上に、STN液晶143で発生する着色を補正するための位相差フィルム141が設けられ、この位相差フィルム141上に上偏光分離器130が設けられている。

上偏光分離器130は $(1/4)\lambda$ 板132とコレステリック液晶層134とを備えている。コレステリック液晶は、その液晶のピッチと同一の波長を有する光であってその液晶と同一の回転方向の円偏光の光を反射し、その他の光を透過する性質を有する。従って、例えば、コレステリック液晶層134に、ピッチが5000オングストロームで左回転のコレステリック

液晶を用いると、波長 5000 オングストロームの左円偏光の光は反射し、右円偏光の光や他の波長の左円偏光の光は透過する素子が得られる。さらに、左回転のコレステリック液晶を用い、そのピッチを可視光の全波長範囲にわたってコレステリック液晶内で変化させることにより、単一色だけでなく白色光全部にわたって左円偏光の光を反射し、右円偏光の光を透過する素子が得られる。

このようなコレステリック液晶層 134 と $(1/4)\lambda$ 板 132 とを組み合わせた上偏光分離器 130 においては、 $(1/4)\lambda$ 板 132 の側から所定の第 1 の方向の直線偏光の光が入射すると $(1/4)\lambda$ 板 132 によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 で反射され、 $(1/4)\lambda$ 板 132 によって再び所定の第 1 の方向の直線偏光の光となって出射する。また、第 1 の方向と直交する第 2 の方向の直線偏光の光が入射すると、 $(1/4)\lambda$ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過する。また、コレステリック液晶層 134 の上側から入射した光に対しては、 $(1/4)\lambda$ 板 132 の下方に第 2 の方向の直線偏光の光を出射する。

このように、コレステリック液晶層 134 と $(1/4)\lambda$ 板 132 とを組み合わせた上偏光分離器 130 は、 $(1/4)\lambda$ 板 132 側から入射した光のうち所定の第 2 の方向の直線偏光成分の光を透過させ、所定の第 2 の方向と直交する第 1 の方向の直線偏光成分の光を反射し、コレステリック液晶層 134 側から入射した光に対して $(1/4)\lambda$ 板 132 側に前記第 2 の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段である。なおこの機能を備える偏光分離手段としては、このコレステリック液

晶層 134 と $(1/4)$ λ 板 132 とを組み合わせた偏光分離器 130 以外に、多層膜を積層したフィルムを利用するもの (USP 4, 974, 219)、プリュースターの角度を利用して反射偏光と透過偏光とに分離するもの (SID 92 DIGEST 第 427 頁乃至第 429 頁)、ホログラムを利用するものがある。

再び、第 1 図 A を参照すると、光源 190 からの光であって紙面に平行な方向の直線偏光成分の光 191 は、 $(1/4)$ λ 板 132 によって右円偏光となり、コレステリック液晶層 134 を観察側に透過する。一方、光源 190 からの光であって紙面に垂直な方向の直線偏光成分の光 192 は、 $(1/4)$ λ 板 132 によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 によって反射されて再び $(1/4)$ λ 板 132 に入射し、 $(1/4)$ λ 板 132 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む。そして、液晶表示装置の内部には屈折率の不連続な境界面が種々存在するので、そのような屈折率が不連続な境界面で、例えば、空気と位相差フィルム 141 との境界面や位相差フィルム 141 とガラス基板 142 との境界面で、この紙面に垂直な方向の直線偏光の光は反射されて、その後液晶表示装置内で反射を繰り返しいずれは上偏光分離器 130 を通って観察側に出射することになるので、光源 190 からの光を利用して表示を行う場合に、上偏光分離器として偏光板を使用する場合と比べて、明るい表示が得られる。

次に、第 1 図 B を参照すると、上偏光分離器 130 は $(1/4)$ λ 板 132 とコレステリック液晶層 134 と $(1/4)$ λ 板 136 とを備えている。

このようなコレステリック液晶層 134 の両側に (1/4) λ 板 132、136 を設けた上偏光分離器 130 においては、(1/4) λ 板 132 の側から所定の第 1 の方向の直線偏光の光が入射すると (1/4) λ 板 132 によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 で反射され、(1/4) λ 板 132 によって再び所定の第 1 の方向の直線偏光の光となって出射する。また、第 1 の方向と直交する第 2 の方向の直線偏光の光が入射すると、(1/4) λ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過し、(1/4) λ 板 136 によって再び第 2 の方向の直線偏光の光となって出射する。また、(1/4) λ 板 136 の上側から入射した光に対しては、(1/4) λ 板 132 の下方に第 2 の方向の直線偏光の光を出射する。

このように、コレステリック液晶層 134 と (1/4) λ 板 132、136 とを組み合わせた上偏光分離器 130 は、(1/4) λ 板 132 側から入射した光のうち所定の第 2 の方向の直線偏光成分の光を第 2 の方向の直線偏光の光として透過させ、所定の第 2 の方向と直交する第 1 の方向の直線偏光成分の光を反射し、(1/4) λ 板 136 側から入射した光に対して (1/4) λ 板 132 側に前記第 2 の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段である。なおこの機能を備える偏光分離手段としては、このコレステリック液晶層 134 と (1/4) λ 板 132、136 とを組み合わせた上偏光分離器 130 以外に、多層膜を積層したフィルムを利用するもの (USP 4, 974, 219)、ブリュースターの角度を利用して反射偏光と透過偏光とに分離するもの (SID 92 DIGEST 第 427 頁乃至第 429 頁)、ホログラムを利用するものや国際公開さ

れた特許出願（国際公開の番号：W O 9 5 / 1 7 6 9 2 及び W O 9 5 / 2 7 9 1 9）に、reflective polarizerとして開示されたものがある。

再び、第1図Bを参照すると、光源190からの光であって紙面に平行な方向の直線偏光成分の光191は、 $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層134を透過し、コレステリック液晶層134を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板136によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となって観察側に出射する。一方、光源190からの光であって紙面に垂直な方向の直線偏光成分の光192は、 $(1/4)\lambda$ 板132によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層134によって反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板132に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板132によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む。そして、液晶表示装置の内部には屈折率の不連続な境界面が種々存在するので、そのような屈折率が不連続な境界面で、例えば、空気と位相差フィルム141との境界面や位相差フィルム141とガラス基板142との境界面で、この紙面に垂直な方向の直線偏光の光は反射されて、その後液晶表示装置内で反射を繰り返しいずれは上偏光分離器130を通して観察側に出射することになるので、光源190からの光を利用して表示を行う場合に、上偏光分離器として偏光板を使用する場合と比べて、明るい表示が得られる。

次に、第1図Cを参照すると、上偏光分離器300は第2図に示されたように異なる2つの層301（A層）及び302（B層）とが交互に積層された構造を有している。A層301のX軸方向の屈折率（ n_{Ax} ）とY軸方向の屈折率とは異なる。

B層302の屈折率(n_{bx})とY軸方向の屈折率(n_{by})とは等しい。また、A層301のY軸方向の屈折率(n_{ay})とB層302のY軸方向の屈折率(n_{by})とは等しい。

したがって、この上偏光分離器200に入射した光のうちY軸方向の直線偏光の光はこの偏光分離器を通過し、Y軸方向の直線偏光の光として出射する。

一方、A層301のZ軸方向における厚みを t_A 、B層52のZ軸方向における厚みを t_B とするとし、入射光の波長を λ とすると、

$$t_A \cdot n_{Ax} + t_B \cdot n_{Bx} = \lambda / 2 \quad (1)$$

となるようにすることによって波長 λ の光であって上偏光分離器300に入射した光のうちX軸方向の直線偏光の光は、この上偏光分離器300によってX軸方向の直線偏光の光として反射される。

そしてA層301のZ軸方向における厚み t_A およびB層302のZ軸方向における厚み t_B を種々変化させて、全可視波長範囲にわたって上記式(1)が成立するようにすることにより、単一色だけでなく白色光全部にわたってX軸方向の直線偏光の直線偏光の光をX軸方向の直線偏光の光として反射し、Y軸方向の光をY軸方向の直線偏光の光として透過させる上偏光分離器が得られる。尚、このような偏光分離器は、国際公開公報(WO 95/17692)に、reflective polarizerとして開示されている。

この第2図に示されたような上偏光分離器300においては、光源190の側から所定の第1の方向の直線偏光の光が入射す

るとその光は上偏光分離器によって反射され第1の方向の直線偏光のまま光源190の側に出射する。また、第1の方向と直交する第2の方向の直線偏光の光源190の側から入射すると、その光は上偏光分離器300を透過し第2の方向の直線偏光の光となって上偏光分離器300の上側に出射する。また、偏光分離器300の上側から入射した光については光源190の側に第2の方向の直線偏光の光を出射する。

このように、第2図に示されたような上偏光分離器300は、光源190の側から入射した光のうち所定の第2の方向の直線偏光成分の光を第2の方向の直線偏光の光として透過させ、所定の第2の方向と直交する第1の方向の直線偏光成分の光を反射し、上側から入射した光については光源190の側に前記第2の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段である。なおこの機能を備える偏光分離手段としては、このコレステリック液晶層134と $(1/4)\lambda$ 板132、136とを組み合わせた上偏光分離器130以外に、多層膜を積層したフィルムを利用するもの(USP 4, 974, 219)、ブリュースターの角度を利用して反射偏光と透過偏光とに分離するもの(SID 92 DIGEST 第427頁乃至第429頁)、ホログラムを利用するものがある。

再び、第1図Cを参照すると、光源190からの光であって紙面に平行な方向の直線偏光成分の光191は、上偏光分離器300を透過し紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま観察側に出射する。一方、光源190からの光であって紙面に垂直な方向の直線偏光成分の光192は、上偏光分離器300によって反射され紙面に垂直な方向の直線偏光の光のまま、液晶表示装置内部に向かって進む。そして、液晶表示装置の内部には屈

折率の不連続な境界面が種々存在するので、そのような屈折率が不連続な境界面で、例えば、空気と位相差フィルム 141 との境界面や位相差フィルム 141 とガラス基板 142 との境界面で、この紙面に垂直な方向の直線偏光の光は反射されて、その後液晶表示装置内で反射を繰り返しいずれは上偏光分離器 300 を通って観察側に出射することになるので、光源 190 からの光を利用して表示を行う場合に、上偏光分離器として偏光板を使用する場合と比べて、明るい表示が得られる。

次に、第 3 図、第 4 図を参照すると、この液晶表示装置においては、透過偏光軸可変光学素子として TN 液晶 140 を使用し、TN 液晶 140 の上側には、 $(1/4)\lambda$ 板 132 とコレステリック液晶層 134 とを備える上偏光分離器 130 が設けられ、TN 液晶 140 の下側には、偏光板 165、着色層 170 および反射板 180 がこの順に設けられている。この液晶表示装置の左側を電圧印加部 110 とし、右側を電圧無印加部 120 として説明する。

まず、第 3 図を参照して、光源 190 からの光による表示を説明する。

光源 190 から上偏光分離器 130 に到達する自然光については、第 1 図 A を参照して説明したとおりであり、上偏光分離器として偏光板を使用した場合よりも明るい表示が得られるのも第 1 図 A を参照して説明したとおりである。

次に、光源 190 からの自然光が TN 液晶 140 等を通過することによって生じる表示について説明する。

右側の電圧無印加部 120 においては、光源 190 からの自然光 121 が TN 液晶 140 を透過し、TN 液晶 140 を透過した自然光は偏光板 165 によって紙面に平行な方向の直線偏

光の光となる。偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって反射されて再び偏光板 165 に入射し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板 132 によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 によって反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板 132 に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板 132 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となる。また、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、その後、再び着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、その後、再び偏光板 165 に入射し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板 132 によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 によって反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板 132 に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板 132 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となる。

左側の電圧印加部 110 においては、光源 190 からの自然光 111 が TN 液晶 140 を透過し、TN 液晶 140 を透過した自然光は偏光板 165 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となる。偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって反射されて再び偏光板 165 に入射し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向

の直線偏光の光はTN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層134を透過して、観察側に向かって進む出射光112となる。また、偏光板165を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、反射板180によって反射され、その後、再び着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、その後、再び偏光板165に入射し、偏光板165を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光はTN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層134を透過して、観察側に向かって進む出射光112となる。

次に、第4図を参照して、外光が液晶表示装置に入射した場合の反射型の表示について説明する。

右側の電圧無印加部120においては、外光の自然光125が液晶表示装置に入射すると、その自然光125は、上偏光分離器130によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN液晶140によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、偏光板165で吸収される。

左側の電圧印加部110においては、外光の自然光115が液晶表示装置に入射すると、その自然光115は、上偏光分離器130によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は偏光板1

65を透過し、偏光板165を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層170によって反射されて再び偏光板165に入射し、偏光板165を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光はTN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層134を透過して、観察側向かって進む出射光116となる。また、偏光板165を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、反射板180によって反射され、その後、再び着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、その後、再び偏光板165に入射し、偏光板165を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光はTN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光となり、コレステリック液晶層134を透過して、観察側に向かって進む出射光116となる。

このように、右側の電圧無印加部120においては、光源190からの自然光121は上偏光分離器130で液晶表示装置内部に向かって反射され、外光の自然光125は偏光板135で吸収され、いずれの場合も液晶表示装置から観察者側に射出されず、左側の電圧印加部110においては、光源190からの自然光111は上偏光分離器130から出射光112として出射され、外光の自然光115は上偏光分離器130から出射光116として出射され、いずれの場合も液晶表示装置から観察者側に射出されるので、TN液晶140のオン、オフの状態に応じて得られる表示状態は、外光による表示と、光源190

からの光による表示とでは同じとなり、その結果、外光による表示と、光源 190 からの光による表示との間では、いわゆるポジネガ反転の問題は生じない。

次に、第 5 図、第 6 図を参照すると、この液晶表示装置においては、透過偏光軸可変光学素子として TN 液晶 140 を使用し、TN 液晶 140 の上側には、 $(1/4)\lambda$ 板 132、136 とコレステリック液晶層 134 とを備える上偏光分離器 130 が設けられ、TN 液晶 140 の下側には、偏光板 165、着色層 170 および反射板 180 がこの順に設けられている。この液晶表示装置の左側を電圧印加部 110 とし、右側を電圧無印加部 120 として説明する。

まず、第 5 図を参照して、光源 190 からの光による表示を説明する。

光源 190 から上偏光分離器 130 に到達する自然光については、第 1 図 B を参照して説明したとおりであり、上偏光分離器として偏光板を使用した場合よりも明るい表示が得られるのも第 1 図 B を参照して説明したとおりである。

次に、光源 190 からの自然光が TN 液晶 140 等を通過することによって生じる表示について説明する。

右側の電圧無印加部 120 においては、光源 190 からの自然光 121 が TN 液晶 140 を透過し、偏光板 165 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、着色層 170 で着色され、上側に折り返し、その後、偏光板 165、TN 液晶 140 を透過し、上偏光分離器 130 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光として液晶表示装置内部側に反射されて、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となるが、その詳細は第 3 図を参照して説明した液晶表示装置の右側の電圧無印加

部 1 2 0 と同じであるので、ここではその説明は省略する。

左側の電圧印加部 1 1 0 においては、光源 1 9 0 からの自然光 1 1 1 が T N 液晶 1 4 0 を透過し、T N 液晶 1 4 0 を透過した自然光は偏光板 1 6 5 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となる。偏光板 1 6 5 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 1 7 0 によって反射されて再び偏光板 1 6 5 に入射し、偏光板 1 6 5 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は T N 液晶 1 4 0 を偏光方向を変えずに透過し、T N 液晶 1 4 0 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板 1 3 2 によって右円偏光となりコレステリック液晶層 1 3 4 を透過し、コレステリック液晶層 1 3 4 を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 1 3 6 によって紙面に平行な直線偏光の光となって観察側に向かって進む出射光 1 1 2 となる。また、偏光板 1 6 5 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 1 7 0 によって吸収されつつ着色層 1 7 0 を透過し、反射板 1 8 0 によって反射され、その後、再び着色層 1 7 0 によって吸収されつつ着色層 1 7 0 を透過し、その後、再び偏光板 1 6 5 に入射し、偏光板 1 6 5 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は T N 液晶 1 4 0 を偏光方向を変えずに透過し、T N 液晶 1 4 0 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板 1 3 2 によって右円偏光となりコレステリック液晶層 1 3 4 を透過し、コレステリック液晶層 1 3 4 を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 1 3 6 によって紙面に平行な直線偏光の光となって観察側に向かって進む出射光 1 1 2 となる。

次に、第 6 図を参照して、外光が液晶表示装置に入射した場合の反射型の表示について説明する。

右側の電圧無印加部 120 においては、外光の自然光 125 が液晶表示装置に入射すると、その自然光 125 は、上偏光分離器 130 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、偏光板 165 で吸収される。

左側の電圧印加部 110 においては、外光の自然光 115 が液晶表示装置に入射すると、その自然光 115 は、上偏光分離器 130 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は偏光板 165 を透過し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって反射されて再び偏光板 165 に入射し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過し、コレステリック液晶層 134 を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 136 によって紙面に平行な直線偏光の光となって観察側に向かって進む出射光 116 となる。また、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、その後、再び着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、その後、再び偏光板 165 に入射し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面

に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過し、コレステリック液晶層 134 を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 136 によって紙面に平行な直線偏光の光となって観察側に向かって進む出射光 116 となる。

この場合においても、右側の電圧無印加部 120 においては、光源 190 からの自然光 121 は上偏光分離器 130 で液晶表示装置内部に向かって反射され、外光の自然光 125 は偏光板 165 で吸収され、いずれの場合も液晶表示装置から観察者側に射出されず、左側の電圧印加部 110 においては、光源 190 からの自然光 111 は上偏光分離器 130 から出射光 112 として出射され、外光の自然光 115 は上偏光分離器 130 から出射光 116 として出射され、いずれの場合も液晶表示装置から観察者側に射出されるので、TN 液晶 140 のオン、オフの状態に応じて得られる表示状態は、外光による表示と、光源 190 からの光による表示とは同じとなり、その結果、外光による表示と、光源 190 からの光による表示との間では、いわゆるポジネガ反転の問題は生じない。

次に、第 7 図、第 8 図を参照すると、この液晶表示装置においては、透過偏光軸可変光学素子として TN 液晶 140 を使用し、TN 液晶 140 の上側には、第 2 図に示した上偏光分離器 300 が設けられ、TN 液晶 140 の下側には、偏光板 165、着色層 170 および反射板 180 がこの順に設けられている。この液晶表示装置の左側を電圧印加部 110 とし、右側を電圧無印加部 120 として説明する。

まず、第 7 図を参照して、光源 190 からの光による表示を説明する。

光源 190 から上偏光分離器 300 に到達する自然光については、第 1 図 C を参照して説明したとおりであり、上偏光分離器として偏光板を使用した場合よりも明るい表示が得られるのも第 1 図 C を参照して説明したとおりである。

次に、光源 190 からの自然光が TN 液晶 140 等を通過することによって生じる表示について説明する。

右側の電圧無印加部 120 においては、光源 190 からの自然光 121 が TN 液晶 140 を透過し、TN 液晶 140 を透過した自然光は偏光板 165 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となる。偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって反射されて再び偏光板 165 に入射し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、上偏光分離器 300 によって反射されて紙面に垂直な方向の直線偏光の光のまま、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となる。また、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、その後、再び着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、その後、再び偏光板 165 に入射し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、上偏光分離器 300 によって反射されて紙面に垂直な方向の直線偏光の光のまま、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となる。

左側の電圧印加部 110 においては、光源 190 からの自然

光 1 1 1 が T N 液晶 1 4 0 を透過し、T N 液晶 1 4 0 を透過した自然光は偏光板 1 6 5 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となる。偏光板 1 6 5 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 1 7 0 によって反射されて再び偏光板 1 6 5 に入射し、偏光板 1 6 5 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は T N 液晶 1 4 0 を偏光方向を変えずに透過し、T N 液晶 1 4 0 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は上偏光分離器 3 0 0 を透過し紙面に平行な直線偏光の光のまま観察側に向かって進む出射光 1 1 2 となる。また、偏光板 1 6 5 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 1 7 0 によって吸収されつつ着色層 1 7 0 を透過し、反射板 1 8 0 によって反射され、その後、再び着色層 1 7 0 によって吸収されつつ着色層 1 7 0 を透過し、その後、再び偏光板 1 6 5 に入射し、偏光板 1 6 5 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は T N 液晶 1 4 0 を偏光方向を変えずに透過し、T N 液晶 1 4 0 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は上偏光分離器 3 0 0 を透過し紙面に平行な直線偏光の光のまま観察側に向かって進む出射光 1 1 2 となる。

次に、第 8 図を参照して、外光が液晶表示装置に入射した場合の反射型の表示について説明する。

右側の電圧無印加部 1 2 0 においては、外光の自然光 1 2 5 が液晶表示装置に入射すると、その自然光 1 2 5 は、紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま上偏光分離器 3 0 0 を透過し、その後、T N 液晶 1 4 0 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、偏光板 1 6 5 で吸収される。

左側の電圧印加部 1 1 0 においては、外光の自然光 1 1 5 が

液晶表示装置に入射すると、その自然光 115 は、紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま上偏光分離器 300 を透過し、その後、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は偏光板 165 を透過し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって反射されて再び偏光板 165 に入射し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は偏光分離器 200 を透過し紙面に平行な直線偏光の光のまま観察側に向かって進む出射光 116 となる。また、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、その後、再び着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、その後、再び偏光板 165 に入射し、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は上偏光分離器 300 によって紙面に平行な直線偏光の光のまま観察側に向かって進む出射光 116 となる。

この場合においても、右側の電圧無印加部 120 においては、光源 190 からの自然光 121 は上偏光分離器 300 で液晶表示装置内部に向かって反射され、外光の自然光 125 は偏光板 165 で吸収され、いずれの場合も液晶表示装置から観察者側に射出されず、左側の電圧印加部 110 においては、光源 190 からの自然光 111 は上偏光分離器 300 から出射光 112 として出射され、外光の自然光 115 は上偏光分離器 300 か

ら出射光 116 として出射され、いずれの場合も液晶表示装置から観察者側に出射されるので、TN 液晶 140 のオン、オフの状態に応じて得られる表示状態は、外光による表示と、光源 190 からの光による表示とは同じとなり、その結果、外光による表示と、光源 190 からの光による表示との間では、いわゆるボジネガ反転の問題は生じない。

なお、第 3 図、第 4 図に示した液晶表示装置、第 7 図、第 8 図に示した液晶表示装置および第 5 図、第 6 図に示した液晶表示装置においては、着色層 170 を省略してもよく、その場合には、偏光板 165 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、着色層 170 によって着色されることはなく、直接反射板 180 によって反射され、その後、再び偏光板 165 を透過し、最終的には、上偏光分離器 130、300 を透過して、観察側向かって進む出射光 112 または 116 となる。

次に、第 9 図、第 10 図を参照すると、この液晶表示装置においては、透過偏光軸可変光学素子として TN 液晶 140 を使用し、TN 液晶 140 の上側には、 $(1/4)\lambda$ 板 132 とコレステリック液晶層 134 とを備える上偏光分離器 130 が設けられ、TN 素子 140 の下側には、光散乱層 150、 $(1/4)\lambda$ 板 162 とコレステリック液晶層 164 とを備える下偏光分離器 160、着色層 170 および反射板 180 がこの順に設けられている。

上偏光分離器 130 は、第 1 図 A を参照して説明した上偏光分離器 130 と同じである。下偏光分離器 160 は上偏光分離器 130 と同じ機能を有しており、下偏光分離器 160 は、

$(1/4)\lambda$ 板 162 側から入射した光のうち所定の第 2 の方向の直線偏光成分の光を透過させ、所定の第 2 の方向と直交す

る第1の方向の直線偏光成分の光を反射し、コレステリック液晶層164側から入射した光に対して $(1/4)\lambda$ 板162側に前記第2の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段である。なおこの機能を備える偏光分離手段としては、このコレステリック液晶層164と $(1/4)\lambda$ 板162とを組み合わせた下偏光分離器160以外に、多層膜を積層したフィルムを利用するもの(USP 4, 974, 219)、ブリュースターの角度を利用して反射偏光と透過偏光とに分離するもの(SID 92 DIGEST 第427頁乃至第429頁)、ホログラムを利用するものや、国際公開された特許出願(国際公開の番号: WO 95/17692及びWO 95/27919)に、reflective polarizerとして開示されたものがある。

この液晶表示装置の左側を電圧印加部110とし、右側を電圧無印加部120として説明する。

まず、第9図を参照して、光源190からの光による表示を説明する。

光源190から上偏光分離器130に到達する自然光については、第1図Aを参照して説明したとおりであり、上偏光分離器として偏光板を使用した場合よりも明るい表示が得られるのも第1図Aを参照して説明したとおりである。

次に、光源190からの自然光がTN液晶140等を通過することによって生じる表示について説明する。

右側の電圧無印加部120においては、光源190からの自然光121がTN液晶140および光散乱層150を透過し、TN液晶140および光散乱層150を透過した自然光は $(1/4)\lambda$ 板162によって右円偏光成分の光と左円偏光成分の光となる。

(1/4) λ 板 162 を射出した左円偏光成分の光は、コレステリック液晶層 164 で反射されて再び (1/4) λ 板 162 に入射し、(1/4) λ 板 162 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、TN 液晶 140 を射出した紙面に平行な方向の直線偏光の光は (1/4) λ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過して、観察側に向かって進む出射光 122 となる。

(1/4) λ 板 162 を射出した右円偏光成分の光は、コレステリック液晶層 164 を透過する。コレステリック液晶層 164 を透過した右円偏光の光の一部は、着色層 170 によって反射され、その後コレステリック液晶層 164 で反射され、その後着色層 170 によって再び反射等された後、コレステリック液晶層 164 を透過して (1/4) λ 板 162 に入射し、

(1/4) λ 板 162 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、(1/4) λ 板 132 によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 によって反射されて再び (1/4) λ 板 132 に入射し、(1/4) λ 板 132 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となる。また、コレステリック液晶層 164 を透過した右円偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、その後、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、コレステリック液晶層 164 で反射され、着色層 1

70によって吸収されつつ着色層170を透過し、反射板180によって再び反射され、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過等し、コレステリック液晶層164を透過して $(1/4)\lambda$ 板162に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板162によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層150を透過し、TN液晶140によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板132によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層134によって反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板132に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板132によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む反射光123となる。

このように、電圧無印加時においては、光源190からの光は偏光分離器160によって反射されて、出射光122として出射されるので明るい表示が得られる。なお、 $(1/4)\lambda$ 板162とTN液晶140の間には光散乱層150を設けているので、下偏光分離器160からの反射光が鏡面状から白色状になる。

左側の電圧印加部110においては、光源190からの自然光111がTN液晶140および光散乱層150を透過し、TN液晶140および光散乱層150を透過した自然光は $(1/4)\lambda$ 板162によって右円偏光成分の光と左円偏光成分の光となる。

$(1/4)\lambda$ 板162を射出した左円偏光成分の光は、コレステリック液晶層164で反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板162に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板162によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、TN液晶140を偏光方向を変えず

に透過し、TN液晶140を透過した紙面に垂直な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって左円偏光となり、コレステリック液晶層134によって反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板132に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板132によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む反射光113となる。

$(1/4)\lambda$ 板162を射出した右円偏光成分の光は、コレステリック液晶層164を透過する。コレステリック液晶層164を透過した右円偏光の光の一部は、着色層170によって反射され、その後コレステリック液晶層164で反射され、その後着色層170によって再び反射等された後、コレステリック液晶層164を透過して $(1/4)\lambda$ 板162に入射し、

$(1/4)\lambda$ 板162によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層150を透過し、TN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光となり、コレステリック液晶層134を透過して、観察側に向かって進む出射光112となる。また、コレステリック液晶層164を透過した右円偏光の光の一部は、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、反射板180によって反射され、その後、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、コレステリック液晶層164で反射され、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、反射板180によって再び反射され、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過等し、コレステリック液晶層164を透過して $(1/4)\lambda$ 板162に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板162によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱

層 150 を透過し、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過して、観察側に向かって進む出射光 112 となる。

次に、第 10 図を参照して、外光が液晶表示装置に入射した場合の反射型の表示について説明する。

右側の電圧無印加部 120 においては、外光の自然光 125 が液晶表示装置に入射すると、その自然光 125 は、上偏光分離器 130 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、TN 液晶 140 から射出した紙面に垂直な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板 162 によって左円偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板 162 を射出した左円偏光成分の光は、コレステリック液晶層 164 で反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板 162 に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板 162 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、TN 液晶 140 を射出した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過して、観察側に向かって進む出射光 126 となる。

左側の電圧印加部 110 においては、外光の自然光 115 が液晶表示装置に入射すると、その自然光 115 は、上偏光分離器 130 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、 $(1/$

4) λ 板162によって右円偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板162を射出した右円偏光の光は、コレステリック液晶層164を透過する。コレステリック液晶層164を透過した右円偏光の光の一部は、着色層170によって反射され、その後コレステリック液晶層164で反射され、その後着色層170によって再び反射等された後、コレステリック液晶層164を透過して $(1/4)\lambda$ 板162に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板162によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層150を透過し、TN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光となり、コレステリック液晶層134を透過して、観察側に向かって進む出射光116となる。また、コレステリック液晶層164を透過した右円偏光の光の一部は、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、反射板180によって反射され、その後、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、コレステリック液晶層164で反射され、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、反射板180によって再び反射され、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過等し、コレステリック液晶層164を透過して $(1/4)\lambda$ 板162に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板162によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層150を透過し、TN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層134を透過して、観察側に向かって進む出射光116となる。

このように、右側の電圧無印加部120においては、光源1

90からの自然光121は、下偏光分離器160で液晶表示装置外部に向かって反射され、上偏光分離器130を透過して、上偏光分離器130から出射光122として出射され、外光の自然光125は、下偏光分離器160で液晶表示装置外部に向かって反射され、上偏光分離器130を透過して、上偏光分離器130から出射光126として出射され、いずれの場合も、光散乱層150によって鏡面状から白色状になって上偏光分離器130から観察者側に出射され、左側の電圧印加部110においては、光源190からの自然光111は、下偏光分離器160を透過し、着色層170で着色され、下偏光分離器160を再び透過し、上偏光分離器130を透過して上偏光分離器130から出射光112として出射され、外光の自然光115は、上偏光分離器130および下偏光分離器160を透過し、着色層170で着色され、下偏光分離器160および上偏光分離器130を再び透過して上偏光分離器130から出射光116として出射され、いずれの場合も、着色層170によって着色されて上偏光分離器130から観察者側に出射されるので、TN液晶140のオン、オフの状態に応じて得られる表示状態は、外光による表示と、光源190からの光による表示とは同じとなり、その結果、外光による表示と、光源190からの光による表示との間では、いわゆるポジネガ反転の問題は生じない。

また、電圧無印加時においては、光源190からの光は下偏光分離器160によって反射されて出射光122として出射され、外光の自然光125も下偏光分離器160によって反射されて出射光126として出射されるので明るい表示が得られる。なお、 $(1/4)\lambda$ 板162とTN液晶140との間には光散乱層150を設けているので、下偏光分離器160からの反射

光が鏡面状から白色状になる。

また、上述のように、電圧無印加部 120 においては、下偏光分離器 160 によって反射された光が光散乱層 150 によって散乱されて白色状の出射光 122 または 126 となり、電圧印加部 110 においては、下偏光分離器 160 を透過した光が着色層 170 で着色されてカラーの出射光 112 または 116 となって、白地にカラーの表示が得られるが、着色層 170 に黒を使用すれば可視光領域の全波長が吸収されるので、白地に黒表示となる。

また、反射板 180 を設けているので、着色層 170 によって着色されたカラーの出射光 112 または 116 が明るくなる。

次に、第 11 図、第 12 図を参照すると、この液晶表示装置においては、透過偏光軸可変光学素子として TN 液晶 140 を使用し、TN 液晶 140 の上側には、 $(1/4)\lambda$ 板 132、136 とコレステリック液晶層 134 とを備える上偏光分離器 130 が設けられ、TN 素子 140 の下側には、光散乱層 150、 $(1/4)\lambda$ 板 162、166 とコレステリック液晶層 164 とを備える下偏光分離器 160、着色層 170 および反射板 180 がこの順に設けられている。

上偏光分離器 130 は、第 1 図 B を参照して説明した上偏光分離器 130 と同じである。下偏光分離器 160 はこの上偏光分離器 130 と同じ機能を有しており、下偏光分離器 160 は、 $(1/4)\lambda$ 板 162 側から入射した光のうち所定の第 2 の方向の直線偏光成分の光を第 2 の方向の直線偏光の光として透過させ、所定の第 2 の方向と直交する第 1 の方向の直線偏光成分の光を反射し、 $(1/4)\lambda$ 板 166 側から入射した光に対して $(1/4)\lambda$ 板 162 側に前記第 2 の方向の直線偏光の光を

出射可能な偏光分離手段である。なおこの機能を備える偏光分離手段としては、このコレステリック液晶層 164 と $(1/4)$ λ 板 162、166 とを組み合わせた下偏光分離器 160 以外に、多層膜を積層したフィルムを利用するもの (USP 4, 974, 219)、プリースターの角度を利用して反射偏光と透過偏光とに分離するもの (SID 92 DIGEST 第 427 頁乃至第 429 頁)、ホログラムを利用するものや、国際公開された特許出願 (国際公開の番号: WO 95/17692 及び WO 95/27919) に、reflective polarizer として開示されたものがある。

この液晶表示装置の左側を電圧印加部 110 とし、右側を電圧無印加部 120 として説明する。

まず、第 11 図を参照して、光源 190 からの光による表示を説明する。

光源 190 から上偏光分離器 130 に到達する自然光については、第 1 図 B を参照して説明したとおりであり、上偏光分離器として偏光板を使用した場合よりも明るい表示が得られるのも第 1 図 B を参照して説明したとおりである。

次に、光源 190 からの自然光が TN 液晶 140 等を通過することによって生じる表示について説明する。

右側の電圧無印加部 120 においては、光源 190 からの自然光 121 が TN 液晶 140 および光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 および光散乱層 150 を透過した自然光は $(1/4)$ λ 板 162 によって右円偏光成分の光と左円偏光成分の光となる。

$(1/4)$ λ 板 162 を射出した左円偏光成分の光は、コレステリック液晶層 164 で反射されて再び $(1/4)$ λ 板 16

2に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板162によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、TN液晶140によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、TN液晶140を射出した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層134を透過し、コレステリック液晶層134を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板136によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、観察側に向かって進む射出光122となる。

$(1/4)\lambda$ 板162を射出した右円偏光成分の光は、コレステリック液晶層164を透過する。コレステリック液晶層164を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板166によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板166から射出された紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層170によって反射され、その後、 $(1/4)\lambda$ 板166を透過し、 $(1/4)\lambda$ 板166を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板166によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層164を透過し、コレステリック液晶層164を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板162によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層150を透過し、TN液晶140によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板132によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層134によって反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板132に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板132によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む反射光123となる。また、 $(1/4)\lambda$ 板166から射出された紙

面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、その後、再び着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、その後、 $(1/4)\lambda$ 板 166 を透過し、 $(1/4)\lambda$ 板 166 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 166 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 164 を透過し、コレステリック液晶層 164 を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 162 によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板 132 によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 によって反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板 132 に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板 132 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となる。

このように、電圧無印加時においては、光源 190 からの光は下偏光分離器 160 によって反射されて、出射光 122 として出射されるので明るい表示が得られる。なお、 $(1/4)\lambda$ 板 162 と TN 液晶 140 との間には光散乱層 150 を設けているので、下偏光分離器 160 からの反射光が鏡面状から白色状になる。

左側の電圧印加部 110 においては、光源 190 からの自然光 111 が TN 液晶 140 および光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 および光散乱層 150 を透過した自然光は $(1/4)\lambda$ 板 162 によって右円偏光成分の光と左円偏光成分の光となる。

(1/4) λ 板 162 を射出した左円偏光成分の光は、コレステリック液晶層 164 で反射されて再び (1/4) λ 板 162 に入射し、(1/4) λ 板 162 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、光散乱層 150 を透過した後、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に垂直な方向の直線偏光の光は (1/4) λ 板 132 によって左円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 によって反射されて再び (1/4) λ 板 132 に入射し、(1/4) λ 板 132 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となる。

(1/4) λ 板 162 を射出した右円偏光成分の光は、コレステリック液晶層 164 を透過する。コレステリック液晶層 164 を透過した右円偏光の光は、(1/4) λ 板 166 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、(1/4) λ 板 166 から射出された紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって反射され、その後、(1/4) λ 板 166 を透過し、(1/4) λ 板 166 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、(1/4) λ 板 166 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 164 を透過し、コレステリック液晶層 164 を透過した右円偏光の光は、(1/4) λ 板 162 によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は (1/4) λ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過し、コレステリック液晶層 134 を透過した右円偏光の光は、(1/4) λ 板 136 によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、観察側に向

かって進む出射光 112 となる。また、 $(1/4)\lambda$ 板 166 から射出された紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、その後、再び着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、その後、 $(1/4)\lambda$ 板 166 を透過し、 $(1/4)\lambda$ 板 166 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 166 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 164 を透過し、コレステリック液晶層 164 を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 162 によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、TN 液晶 140 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過し、コレステリック液晶層 134 を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 136 によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、観察側に向かって進む出射光 112 となる。

次に、第 12 図を参照して、外光が液晶表示装置に入射した場合の反射型の表示について説明する。

右側の電圧無印加部 120 においては、外光の自然光 125 が液晶表示装置に入射すると、その自然光 125 は、上偏光分離器 130 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、TN 液晶 140 から射出した紙面に垂直な方向の直線偏光の光は、光散乱層 150 を透過して、 $(1/4)\lambda$ 板 162 によって左円偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板 162 を射出した左円偏光成分の光は、コレス

テリック液晶層 164 で反射されて再び $(1/4)\lambda$ 板 162 に入射し、 $(1/4)\lambda$ 板 162 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、TN 液晶 140 を射出した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 132 によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層 134 を透過し、コレステリック液晶層 134 を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 136 によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、観察側向かって進む出射光 126 となる。

このように、電圧無印加時においては、外光の自然光 125 からの光は下偏光分離器 160 によって反射されて、出射光 126 として出射されるので明るい表示が得られる。なお、 $(1/4)\lambda$ 板 162 と TN 液晶 140 との間には光散乱層 150 を設けているので、下偏光分離器 160 からの反射光が鏡面状から白色状になる。

左側の電圧印加部 110 においては、外光の自然光 115 が液晶表示装置に入射すると、その自然光 115 は、上偏光分離器 130 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN 液晶 140 および光散乱層 150 を偏光方向を変えずに透過して、 $(1/4)\lambda$ 板 162 によって右円偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板 162 を射出した右円偏光成分の光は、コレステリック液晶層 164 を透過し、コレステリック液晶層 164 を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板 166 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、 $(1/4)\lambda$ 板 166 から射出された紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって反射され、その後、 $(1/4)\lambda$ 板

166を透過し、 $(1/4)\lambda$ 板166を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板166によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層164を透過し、コレステリック液晶層164を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板162によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層150を透過し、TN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層134を透過し、コレステリック液晶層134を透過した右円偏光の光は、観察側に向かって進む出射光116となる。また、 $(1/4)\lambda$ 板166から射出された紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、反射板180によって反射され、その後、再び着色層170によって吸収されつつ着色層170を透過し、その後、 $(1/4)\lambda$ 板166を透過し、 $(1/4)\lambda$ 板166を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板166によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層164を透過し、コレステリック液晶層164を透過した右円偏光の光は、 $(1/4)\lambda$ 板162によって再び紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層150を透過し、TN液晶140を偏光方向を変えずに透過し、TN液晶140を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は $(1/4)\lambda$ 板132によって右円偏光の光となり、コレステリック液晶層134を透過し、コレステリック液晶層134を透過した右円偏光の光は、観察側に向かって進む出射光116となる。

このように、右側の電圧無印加部120においては、光源1

90からの自然光121は、下偏光分離器160で液晶表示装置外部に向かって反射され、上偏光分離器130を透過して、上偏光分離器130から出射光122として出射され、外光の自然光125は、下偏光分離器160で液晶表示装置外部に向かって反射され、上偏光分離器130を透過して、上偏光分離器130から出射光126として出射され、いずれの場合も、光散乱層150によって鏡面状から白色状になって偏光分離器130から観察者側に出射され、左側の電圧印加部110においては、光源190からの自然光111は、下偏光分離器160を透過し、着色層170で着色され、下偏光分離器160を再び透過し、上偏光分離器130を透過して上偏光分離器130から出射光112として出射され、外光の自然光115は、上偏光分離器130および下偏光分離器160を透過し、着色層170で着色され、下偏光分離器160および上偏光分離器130を再び透過して上偏光分離器130から出射光116として出射され、いずれの場合も、着色層170によって着色されて上偏光分離器130から観察者側に出射されるので、TN液晶140のオン、オフの状態に応じて得られる表示状態は、外光による表示と、光源190からの光による表示とは同じとなり、その結果、外光による表示と、光源190からの光による表示との間では、いわゆるボジネガ反転の問題は生じない。

また、電圧無印加時においては、光源190からの光121は下偏光分離器160によって反射されて出射光122として出射され、外光の自然光125も偏光分離器160によって反射されて出射光126として出射されるので明るい表示が得られる。なお、 $(1/4)\lambda$ 板162とTN液晶140との間には光散乱層150を設けているので、下偏光分離器160から

の反射光が鏡面状から白色状になる。

また、上述のように、電圧無印加部 120 においては、下偏光分離器 160 によって反射された光が光散乱層 150 によって散乱されて白色状の出射光 122 または 126 となり、電圧印加部 110 においては、下偏光分離器 160 を透過した光が着色層 170 で着色されてカラーの出射光 112 または 116 となって、白地にカラーの表示が得られるが、着色層 170 に黒を使用すれば可視光領域の全波長が吸収されるので、白地に黒表示となる。

また、反射板 180 を設けているので、着色層 170 によって着色されたカラーの出射光 112 または 116 が明るくなる。

次に、第 13 図、第 14 図を参照すると、この液晶表示装置においては、透過偏光軸可変光学素子として TN 液晶 140 を使用し、TN 液晶 140 の上側には、第 1 図 C に示した上偏光分離器 300 が設けられ、TN 素子 140 の下側には、光散乱層 150、下偏光分離器 310、着色層 170 および反射板 180 がこの順に設けられている。尚、下偏光分離器 310 には上偏光分離器 300 と同様のものを用いている。

上偏光分離器 300 は、第 1 図 C を参照して説明した上偏光分離器 300 と同じである。下偏光分離器 310 はこの上偏光分離器 300 と同じ機能を有している。なおこの機能を備える偏光分離手段としては、このコレステリック液晶層 164 と

(1/4)λ 板 162、166 とを組み合わせた下偏光分離器 160 以外に、多層膜を積層したフィルムを利用するもの (USP 4, 974, 219)、ブリュースターの角度を利用して反射偏光と透過偏光とに分離するもの (SID 92 DIGEST 第 427 頁乃至第 429 頁)、ホログラムを利用する

ものがある。

この液晶表示装置の左側を電圧印加部 110 とし、右側を電圧無印加部 120 として説明する。

まず、第 13 図を参照して、光源 190 からの光による表示を説明する。

光源 190 から上偏光分離器 300 に到達する自然光については、第 1 図 C を参照して説明したとおりであり、上偏光分離器として偏光板を使用した場合よりも明るい表示が得られるのも第 1 図 C を参照して説明したとおりである。

次に、光源 190 からの自然光が TN 液晶 140 等を通過することによって生じる表示について説明する。

右側の電圧無印加部 120 においては、光源 190 からの自然光 121 が TN 液晶 140 および光散乱層 150 を透過する。

光散乱層 150 を透過した自然光のうち紙面に垂直な偏光成分の光は、下偏光分離器 310 で反射されて紙面に垂直な方向の直線偏光の光のまま、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、光散乱層 150 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、下偏光分離器 310 を透過し紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま、観察側に向かって進む出射光 122 となる。

下偏光分離器 310 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって反射され、下偏光分離器 310 を透過し、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、上偏光分離板 200 によって反射されて再び紙面に垂直な方向の直線偏光の光のまま、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となる。また、下偏光分離器 310 を透過した紙面に平行な方向の

直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、再び着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、その後、下偏光分離器 310 を透過し、紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、上偏光分離器 300 によって反射されて紙面に垂直な方向の直線偏光の光のまま、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 123 となる。

このように、電圧無印加時においては、光源 190 からの光は下偏光分離器 310 によって反射されて、出射光 122 として出射されるので明るい表示が得られる。なお、下偏光分離器 310 と TN 液晶 140 との間には光散乱層 150 を設けているので、下偏光分離器 310 からの反射光が鏡面状から白色状になる。

左側の電圧印加部 110 においては、光源 190 からの自然光 111 が TN 液晶 140 および光散乱層 150 を透過する。

TN 液晶 140 及び光散乱層 150 を射出した紙面に垂直な方向の直線偏光の光は、下偏光分離器 310 で反射されて紙面に垂直な方向の直線偏光の光のまま、光散乱層 150 を透過した後、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、上偏光分離器 300 によって紙面に垂直な方向の直線偏光の光のまま反射され、液晶表示装置内部に向かって進む反射光 113 となる。

下偏光分離器 310 を透過した紙面に平行な方向の直線偏光成分の光の一部は、着色層 170 によって反射され、その後、下偏光分離器 310 を紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま透過し、そして光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 を偏

光方向を変えずに透過し、上偏光分離器 300 を紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま透過し、観察側に向かって進む出射光 112 となる。また、下偏光分離器 310 から射出された紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、その後、再び着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、その後、下偏光分離器 310 を紙面に平行な直線偏光の光のまま透過し、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、上偏光分離器 300 を紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま透過し、観察側に向かって進む出射光 112 となる。

次に、第 14 図を参照して、外光が液晶表示装置に入射した場合の反射型の表示について説明する。

右側の電圧無印加部 120 においては、外光の自然光 125 が液晶表示装置に入射すると、その自然光 125 は、上偏光分離器 300 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に垂直な方向の直線偏光の光となり、TN 液晶 140 から射出した紙面に垂直な方向の直線偏光の光は、光散乱層 150 を透過して、下偏光分離器 310 で反射されて紙面に垂直な方向の直線偏光の光のまま、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 によって偏光方向が 90° 捻られて紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、TN 液晶 140 を射出した紙面に平行な方向の直線偏光の光は、下偏光分離器 310 を紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま透過し、観察側に向かって進む出射光 126 となる。

このように、電圧無印加時においては、外光の自然光 125

からの光は下偏光分離器 310 によって反射されて、出射光 126 として出射されるので明るい表示が得られる。なお、下偏光分離 310 と TN 液晶 140 との間には光散乱層 150 を設けているので、下偏光分離器 310 からの反射光が鏡面状から白色状になる。

左側の電圧印加部 110 においては、外光の自然光 115 が液晶表示装置に入射すると、その自然光 115 は、上偏光分離器 300 によって紙面に平行な方向の直線偏光の光となり、その後、TN 液晶 140 および光散乱層 150 を偏光方向を変えずに透過して、下偏光分離器 310 を紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま透過し、その一部は、着色層 170 によって反射され、その後、下偏光分離器 310 を紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま透過し、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま上偏光分離器 300 を透過し、観察側に向かって進む出射光 116 となる。また、紙面に平行な方向の直線偏光の光の一部は、着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、反射板 180 によって反射され、その後、再び着色層 170 によって吸収されつつ着色層 170 を透過し、その後、下偏光分離器 310 を紙面に平行な方向の直線偏光の光のまま透過し、光散乱層 150 を透過し、TN 液晶 140 を偏光方向を変えずに透過し、紙面に平行な方向の直線偏光成分の光のまま上偏光分離器を透過し、観察側に向かって進む出射光 116 となる。

このように、右側の電圧無印加部 120 においては、光源 190 からの自然光 121 は、下偏光分離器 310 で液晶表示装置外部に向かって反射され、上偏光分離器 300 を透過して、

上偏光分離器 300 から出射光 122 として出射され、外光の自然光 125 は、下偏光分離器 310 で液晶表示装置外部に向かって反射され、上偏光分離器 300 を透過して、上偏光分離器 300 から出射光 126 として出射され、いずれの場合も、光散乱層 150 によって鏡面状から白色状になって上偏光分離器 300 から観察者側に出射され、左側の電圧印加部 110 においては、光源 190 からの自然光 111 は、下偏光分離器 310 を透過し、着色層 170 で着色され、下偏光分離器 310 を再び透過し、上偏光分離器 300 を透過して上偏光分離器 300 から出射光 112 として出射され、外光の自然光 115 は、上偏光分離器 300 および下偏光分離器 310 を透過し、着色層 170 で着色され、下偏光分離器 310 および上偏光分離器 300 を再び透過して上偏光分離器 300 から出射光 116 として出射され、いずれの場合も、着色層 170 によって着色されて上偏光分離器 300 から観察者側に出射されるので、TN 液晶 140 のオン、オフの状態に応じて得られる表示状態は、外光による表示と、光源 190 からの光による表示とは同じとなり、その結果、外光による表示と、光源 190 からの光による表示との間では、いわゆるポジネガ反転の問題は生じない。

また、電圧無印加時においては、光源 190 からの光 121 は下偏光分離器 310 によって反射されて出射光 122 として出射され、外光の自然光 125 も下偏光分離器 310 によって反射されて出射光 126 として出射されるので明るい表示が得られる。なお、下偏光分離器 310 と TN 液晶 140 との間には光散乱層 150 を設けているので、下偏光分離器 310 からの反射光が鏡面状から白色状になる。

また、上述のように、電圧無印加部 120 においては、下偏

光分離器 310 によって反射された光が光散乱層 150 によって散乱されて白色状の出射光 122 または 126 となり、電圧印加部 110 においては、下偏光分離器 310 を透過した光が着色層 170 で着色されてカラーの出射光 112 または 116 となって、白地にカラーの表示が得られるが、着色層 170 に黒を使用すれば可視光領域の全波長が吸収されるので、白地に黒表示となる。

また、反射板 180 を設けているので、着色層 170 によって着色されたカラーの出射光 112 または 116 が明るくなる。

なお、上記においては、TN 液晶 140 を例にとって説明したが、TN 液晶 140 に代えて STN 液晶や ECB (Electrically Controlled Birefringence) 液晶等の他の透過偏光軸を電圧等によって変えられるものを用いても基本的な動作原理は同一である。

本発明は上記原理に基づくものであり、本発明によれば、

透過偏光軸を可変な透過偏光軸可変手段と、

前記透過偏光軸可変手段を挟んで前記透過偏光軸可変手段の両側にそれぞれ配置された第 1 の偏光分離手段と光学手段と、

前記第 1 の偏光分離手段と前記光学手段との間に光を入射可能な光源と、を備える表示装置であって、

前記第 1 の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち第 1 の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側とは反対側に透過させ、前記第 1 の所定の方向と直交する第 2 の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、前記透過偏光軸可変手段とは反対側から前記第 1 の偏光分離手段に入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第 1 の所定の方向の直線偏光の光

を出射可能な偏光分離手段であり、

前記光学手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光を第3の所定の方向の直線偏光成分の光と前記第3の所定の方向と直交する第4の所定の方向の直線偏光成分の光とに分離可能であって、前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光および前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光のうちの少なくとも一方を前記透過偏光軸可変手段側に出射可能な光学手段であることを特徴とする表示装置が提供される。

本発明においては、第1の偏光分離手段が、透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち第1の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側とは反対側に透過させ、また第1の所定の方向と直交する第2の所定の方向の直線偏光成分の光を吸収するのではなく透過偏光軸可変手段側に反射するので、光源からの光のうち、第1の所定の方向の直線偏光成分の光は透過偏光軸可変手段側とは反対側に透過し、さらに、第1の所定の方向と直交する第2の所定の方向の直線偏光成分の光も、表示装置内で反射を繰り返しいずれは第1の偏光分離手段を通して透過偏光軸可変手段側とは反対側に出射されることになるので、光源からの光を使用して表示を行う場合に、第1の偏光分離手段として偏光板を使用した場合と比べて明るい表示が得られる。

また、光源は第1の偏光分離手段と光学手段との間に光を入射可能であるので、透過偏光軸可変手段の透過偏光軸の第1と第2の状態とにそれぞれ応じて得られる2つの表示の状態（明と暗）は、第1の偏光分離手段の外側から入射された光による表示と、光源からの光による表示とは同じであり、すなわち、透過偏光軸可変手段の透過偏光軸が前記第1の状態の場合に第

1の偏光分離手段の外側から入射された光による表示が明であれば光源からの光による表示も明であり、透過偏光軸可変手段の透過偏光軸が前記第2の状態の場合に第1の偏光分離手段の外側から入射された光による表示が暗であれば光源からの光による表示も暗であるので、第1の偏光分離手段の外側から入射された光による表示と、光源からの光による表示との間では、いわゆるボジネガ反転の問題は生じない。

好ましくは、前記第1の偏光分離手段が、可視光領域のほぼ全波長範囲の光に対して、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第1の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側とは反対側に透過させ、前記第2の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、可視光領域のほぼ全波長範囲の光であって前記透過偏光軸可変手段側とは反対側から入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第1の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段である。

このようにすれば、透明表示または白表示を得ることができ、可視光領域の全波長範囲において任意の色の表示を得ることができるようになる。

そして、好ましくは、前記第1の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第1の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側とは反対側に前記第1の所定の方向の直線偏光の光として透過させる偏光分離手段である。

また、好ましくは前記第1の偏光分離手段は、複数の層が積層された積層体であって、前記複数の層の屈折率が、前記層相互間で、前記第1の所定の方向においては実質的に等しく、前

記第2の所定の方向では異なる前記積層体である。

また、好ましくは、前記光学手段が、前記透過偏光軸可変手段側に配置された第2の偏光分離手段と、前記第2の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に配置された光学素子とを備え、

前記光源が、前記第1の偏光分離手段と第2の偏光分離手段との間に光を入射可能な光源であり、

前記第2の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に透過させ、前記第3の所定の方向と直交する前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、前記光学素子側から入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段であり、

前記光学素子が、前記第2の偏光分離手段側からの光に対して所定の波長領域の光を前記第2の偏光分離手段に向かって出射可能な光学素子である。そして好ましくは、前記第2の偏光分離手段は、複数の層が積層された積層体であって、前記複数の層の屈折率が、前記層相互間で、前記第3の所定の方向においては実質的に等しく、前記第4の所定の方向では異なる前記積層体である。

このようにすれば、透過偏光軸可変手段の透過偏光軸の状態に応じて、前記第2の偏光分離手段から反射された光による第1の表示状態と、前記光学素子からの所定の波長領域の光であって、前記第2の偏光分離手段を透過した所定の波長領域の光による第2の表示状態との2つの表示状態が得られる。そして、第1の表示状態は、第2の偏光分離手段によって吸収されるの

ではなく反射された光による表示状態であるので明るい表示となる。また、カラー表示も可能となる。

このように、前記光学手段が上記第2の偏光分離手段と光学素子とを備える場合には、好ましくは、前記光学素子が、前記第2の偏光分離手段側からの光のうち前記所定の波長領域以外の可視光領域の光を吸収し、前記所定の波長領域の光を前記第2の偏光分離手段に向かって反射可能であると共に前記所定の波長領域の光を透過可能な光学素子であり、さらに、好ましくは、前記光学素子がカラーフィルタである。

また、このように、前記光学手段が上記第2の偏光分離手段と光学素子とを備える場合であって、特に、前記光学素子が、第2の偏光分離手段側からの光のうち前記所定の波長領域以外の可視光領域の光を吸収し、前記所定の波長領域の光を前記第2の偏光分離手段に向かって反射可能であると共に前記所定の波長領域の光を透過可能な光学素子である場合には、好ましくは、

前記光学素子に対して前記第2の偏光分離手段と反対側に配置された反射手段をさらに備え、

前記反射手段を、少なくとも前記所定の波長領域の光を前記光学素子に向かって反射可能とする。

このようにすれば、光学素子からの光による上記第2の表示状態を明るくできる。

また、好ましくは、

前記光学手段が、前記透過偏光軸可変手段側に配置された第2の偏光分離手段と、前記第2の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に配置された光学素子とを備え、

前記光源が、前記第1の偏光分離手段と第2の偏光分離手段

との間に光を入射可能な光源であり、

前記第2の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に透過させ、前記第3の所定の方向と直交する前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、前記光学素子側から入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段であり、

前記光学素子が、前記第2の偏光分離手段側からの光に対して可視光領域のほぼ全波長範囲の光を吸収する光学素子である。

このようにすれば、透過偏光軸可変手段の透過偏光軸の状態に応じて、前記第2の偏光分離手段から反射された光による第3の表示状態と、前記光学素子によって可視光領域のほぼ全波長範囲の光が吸収されることによる第4の表示状態である黒表示が得られる。そして、第3の表示状態は、第2の偏光分離手段によって吸収されるのではなく反射された光による表示状態であるので明るい表示となる。そして、この場合に、前記光学素子は、好ましくは、黒色の光吸収体である。

また、好ましくは、前記第2の偏光分離手段が、可視光領域のほぼ全波長範囲の光に対して、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に透過させ、前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、可視光領域のほぼ全波長範囲の光であって前記光学素子側から入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段である。

このようにすれば、透明表示または白表示を得ることができ、

可視光領域の全波長範囲において任意の色の表示を得ることもできるようになる。

そして、この場合に、好ましくは、前記第2の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光として透過させる偏光分離手段である。

また、好ましくは、

前記光学手段が、前記透過偏光軸可変手段側に配置された第2の偏光分離手段と、前記第2の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に配置された光学素子とを備え、

前記光源が、前記第1の偏光分離手段と第2の偏光分離手段との間に光を入射可能な光源であり、

前記第2の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に透過させ、前記第3の所定の方向と直交する前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光を吸収し、前記光学素子側から入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段であり、

前記光学素子が、前記第2の偏光分離手段側からの光を前記第2の偏光分離手段側に反射可能な光学素子である。

このような構成によれば、透過偏光軸可変手段の透過偏光軸の状態に応じて、前記第2の偏光分離手段を透過し前記光学素子によって反射された光による第5の表示状態と、前記第2の偏光分離手段によって光が吸収されることによる第6の表示状態が得られる。そして、この場合に、好ましくは、前記第2の

偏光分離手段が偏光板である。

前記透過偏光軸可変手段としては、好ましくは、液晶素子が使用され、特に好ましくは、TN液晶素子、STN液晶素子またはECB液晶素子が用いられる。なお、このSTN液晶素子には、色補償用光学異方体を用いるSTN液晶素子も含んでいる。

また、本発明は、前記第1の偏光分離手段が前記表示装置の観察側に配置されている場合に、特に好適に適用される。

好ましくは、前記光源が、前記第1の偏光分離手段と前記透過偏光軸可変手段との間に光を入射可能な位置に配置されている。

また、前記光源を、前記透過偏光軸可変手段内に光を入射可能な位置に配置することも好ましい。

さらには、前記光源を、前記透過偏光軸可変手段と前記第2の偏光分離手段との間に光を入射可能な位置に配置してもよい。

また、好ましくは、前記光源の光を前記表示装置内部に向かって反射可能な第2の反射手段をさらに備える。

このようにすれば、光源からの光による表示を明るくすることができる。

また、好ましくは、前記光源および前記第2の反射手段が、前記第1の偏光分離手段と前記透過偏光軸可変手段との間に配置され、前記第2の反射手段が前記光源からの光を前記透過偏光軸可変手段側に反射可能な反射領域を備えており、光源からの光による表示を明るくすることができる。

そして、この場合には、好ましくは、前記反射領域が、前記表示装置を平面図的にみて、前記表示装置の表示領域よりも外側の周囲に設けられている。

また、好ましくは、前記第2の反射手段が、前記表示装置の内側に向かって傾斜した反射板を備える。

このようにすれば、光源からの光による表示を明るくでき、特に、表示装置の表示領域の中央部の表示の明るさの改善に効果がある。

また、好ましくは、前記第1の偏光分離手段の中央部が前記第1の偏光分離手段の端部よりも前記透過偏光軸可変手段から遠くなるように湾曲している。

このようにすれば、光源からの光による表示を明るくでき、特に、表示装置の表示領域の中央部の表示の明るさの改善に効果がある。

また、好ましくは、前記第1の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に設けられたアンチグレア層またはアンチレフレクター層をさらに備える。

このようにすれば、第1の偏光分離手段の表面でのぎらつきやてかりが抑制され、外光の写り込みが抑制される。

また、好ましくは、前記第1の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に設けられた偏光板をさらに備え、さらに、好ましくは、第1の偏光分離手段の偏光軸と偏光板の偏光軸とをほぼ一致させる。

このようにすれば、第1の偏光分離手段の偏光分離度が十分でない場合にも、偏光度を高めることができ、表示装置のコントラストを高くすることができる。

また、好ましくは、前記光源からの光を前記表示装置内部に導く導光板をさらに備える。

このようにすれば、光源からの光による表示を明るくできる。なお、この場合に、好ましくは、導光板の中央部に口の字型の

開口部を設け、表示装置の表示領域を導光板の開口部から露出させる。

また、好ましくは、前記光源からの光を反射して前記第1の偏光分離手段と前記光学手段との間に光を入射可能な第3の反射手段をさらに備える。

このようにすれば、光源を配置する位置の自由度が大きくなり、設計の自由度が大きくなる。

また、好ましくは、前記第1の偏光分離手段の内側に光学的に等方な透明板をさらに設ける。

このようにすれば、この透明板を前記第1の偏光分離手段の支持部材等として使用でき、しかも、この透明板は光学的に等方なので、表示装置の光学的特性に影響を与えることはない。

また、好ましくは、光拡散手段をさらに設ける。このようにすれば、透明光による表示を白色状とすることができる。

なお、本発明の表示装置においては、TFTやMIM等のアクティブ素子を設けてもよい。

また、本発明によれば、上記各表示装置を内蔵し、表示用カバーを備える電子装置であって、前記第1の偏光分離手段が、前記表示用カバーの内側に固着されていることを特徴とする電子装置が提供される。

[図面の簡単な説明]

第1図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図であり、第1図A、1B、第1図Cは本発明の表示装置の原理を説明するための断面図であり、第1図Dは比較のための表示装置の原理を説明するための断面図である。

第2図は、本発明の表示装置に用いる偏光分離器の拡大斜視図である。

第3図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第4図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第5図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第6図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第7図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第8図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第9図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第10図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第11図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第12図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第13図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第14図は、本発明の表示装置の原理を説明するための断面図である。

第15図は、本発明の第1の実施の形態の液晶表示装置を説

明するための分解断面図である。

第16図は、本発明の第2の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第17図は、本発明の第3の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第18図は、本発明の第4の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第19図は、本発明の第5の実施の形態の液晶表示装置を説明するための図であり、第19第7図は分解断面図、第19第8図は平面図である。

第20図は、本発明の第6の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第21図は、本発明の第7の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第22図は、本発明の第8の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第23図は、本発明の第9の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第24図は、本発明の第10の実施の形態の液晶表示装置を説明するための平面図である。

第25図は、本発明の第11の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第26図は、本発明の第12の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第27図は、本発明の第13の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

第28図は、本発明の第14の実施の形態の液晶表示装置を

使用した携帯電話を説明するための断面図である。

第29図は、本発明の第15の実施の形態の液晶表示装置を使用した携帯電話を説明するための断面図である。

[発明を実施するための最良の形態]

次に本発明の実施するための形態を図面を参照して説明する。

(第1の実施の形態)

第15図は、本発明の第1の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

本実施の形態の液晶表示装置1においては、透過偏光軸可変光学素子としてTNやSTN等からなる液晶セル30を使用している。液晶セル30の上側には上偏光分離器10が設けられている。液晶セル30の下側には、偏光板55、反射板65がこの順に設けられている。液晶表示装置1の側面側であって偏光分離器10と液相セル30との間には、ライト80が設けられている。液晶セル30においては、2枚のガラス基板31、32とシール部材33とによって構成されるセル内にTNやSTN等の液晶34が封入されている。

本実施の形態における上偏光分離器10としては、第1図B、第1図C、第2図、第5図、第6図、第7図、第8図、第11図、第12図、第13図、第14図を用いて説明した上偏光分離器と同じ機能を有する偏光分離器、すなわち、液晶セル30側から入射した光のうち所定の第2の方向の直線偏光成分を第2の方向の直線偏光として透過させ、所定の第2の方向と直交する第1の方向の直線偏光成分を反射し、上偏光分離器30の

上側から入射した光に対して液晶セル30側に前記第2の方向の直線偏光を出射可能な偏光分離器を使用する。

この機能を備える偏光分離

器としては、2枚の $(1/4)\lambda$ 板の間にコレステリック液晶層を挟んだもの、多層膜を積層したフィルムを利用するもの、ブリュースターの角度を利用して反射偏光と透過偏光とに分離するもの、ホログラムを利用するものや、国際公開された特許出願（国際公開の番号：WO 95/17692及びWO 95/27919））にreflective polarizerとして開示された偏光分離器を使用できるが、本実施の形態では、WO 95/17692及びWO 95/27919）にreflective polarizerとして開示された偏光分離器つまりは第1図C、第2図、第7図、第8図、第13図、第14図を用いて説明した偏光分離器を使用する。

なお、本実施の形態における上偏光分離器10として、第1図A、第3図、第4図、第9図、第10図を用いて説明した上偏光分離器と同じ機能を有する偏光分離器、すなわち、液晶セル30側から入射した光のうち所定の第2の方向の直線偏光成分を透過させ、所定の第2の方向と直交する第1の方向の直線偏光成分を反射し、上偏光分離器10の上側から入射した光に対して液晶セル30側に前記第2の方向の直線偏光を出射可能な偏光分離器を使用することもある。

本実施の形態の液晶表示装置1の動作は、第5図、第6図、第7図、第8図を参照して説明した液晶表示装置と同様であるので、ここではその説明は省略する。

本実施の形態の液晶表示装置1においては、上偏光分離器10は、液晶セル30側から入射した光のうち所定の第2の方向

の直線偏光成分を第2の方向の直線偏光として透過させ、所定の第2の方向と直交する第1の方向の直線偏光成分を吸収するのではなく、反射するので、ライト80からの光のうち、第1の所定の方向の直線偏光成分の光は上偏光分離器10の上側に透過し、さらに、第1の所定の方向と直交する第2の所定の方向の直線偏光成分の光も、液晶表示装置1内で反射を繰り返しいずれは上偏光分離器10を通してその上側に出射されることになるので、ライト80からの光を使用して表示を行う場合に、上偏光分離器10として偏光板を使用した場合と比べて明るい表示が得られる。

また、ライト80は上偏光分離器10と液晶セル30との間に光を入射可能であるので、液晶セル30のオン、オフの状態に応じて得られる表示状態は、外光による表示と、ライト80からの光による表示とは同じとなり、その結果、外光による表示と、ライト80からの光による表示との間では、いわゆるポジネガ反転の問題は生じない。

(第2の実施の形態)

第16図は、本発明の第2の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

本実施の形態の液晶表示装置1においては、透過偏光軸可変光学素子としてTNやSTN等からなる液晶セル30を使用している。液晶セル30の上側には上偏光分離器10が設けられている。液晶セル30の下側には、拡散板40、下偏光分離器50、黒色吸収板60がこの順に設けられている。液晶表示装置1の側面側であって上偏光分離器10と液晶セル30の間には、ライト80が設けられている。液晶セル30においては、

2枚のガラス基板31、32とシール部材33とによって構成されるセル内にTNやSTN等の液晶34が封入されている。

本実施の形態における上偏光分離器10としては、第1図B、第1図C、第2図、第5図、第6図、第7図、第8図、第11図、第12図、第13図、第14図を用いて説明した上偏光分離器と同じ機能を有する偏光分離器、と同じ機能を有する偏光分離器、すなわち、液晶セル30側から入射した光のうち所定の第2の方向の直線偏光成分を第2の方向の直線偏光として透過させ、所定の第2の方向と直交する第1の方向の直線偏光成分を反射し、上偏光分離器30の上側から入射した光に対して液晶セル30側に前記第2の方向の直線偏光を出射可能な偏光分離器を使用する。

また、下偏光分離器50としては、第11図、第12図、第13図、第14図を用いて説明した下偏光分離器と同じ機能を有する偏光分離器、すなわち、液晶セル30側から入射した光のうち所定の第2の方向の直線偏光成分を第2の方向の直線偏光として透過させ、所定の第2の方向と直交する第1の方向の直線偏光成分を反射し、下偏光分離器30の下側から入射した光に対して液晶セル30側に前記第2の方向の直線偏光を出射可能な偏光分離器を使用する。

この機能を備える偏光分離器としては、2枚の(1/4) λ 板の間にコレステリック液晶層を挟んだもの、多層膜を積層したフィルムを利用するもの、ブリュースターの角度を利用して反射偏光と透過偏光とに分離するもの、ホログラムを利用するものや、国際公開された特許出願(国際公開の番号:WO95/17692及びWO95/27919))にreflective polarizerとして開示された偏光分離器を使用できるが、本実施の

形態では、第1図C、第2図、第7図、第8図、第13図、第14図を用いて説明した偏光分離器つまりはWO 95 / 17692及びWO 95 / 27919) にreflective polarizerとして開示された偏光分離器を使用する。

なお、本実施の形態における上偏光分離器10として、第1図A、第3図、第4図、第9図、第10図を用いて説明した上偏光分離器と同じ機能を有する偏光分離器、すなわち、液晶セル30側から入射した光のうち所定の第2の方向の直線偏光成分を透過させ、所定の第2の方向と直交する第1の方向の直線偏光成分を反射し、上偏光分離器10の上側から入射した光に対して液晶セル30側に前記第2の方向の直線偏光を出射可能な偏光分離器を使用することもできる。

また、本実施の形態における下偏光分離器50として、第9図、第10図を用いて説明した下偏光分離器と同じ機能を有する偏光分離器、すなわち、液晶セル30側から入射した光のうち所定の第2の方向の直線偏光成分を透過させ、所定の第2の方向と直交する第1の方向の直線偏光成分を反射し、下偏光分離器50の下側から入射した光に対して液晶セル30側に前記第2の方向の直線偏光を出射可能な偏光分離器を使用することもできる。

本実施の形態の液晶表示装置1の動作は、第13図、第14図を参照して説明した液晶表示装置と同様であるので、ここではその説明は省略する。

本実施の形態の液晶表示装置1では、電圧無印加部においては、下偏光分離器50によって反射された光が拡散板40によって散乱されて白色状の出射光となり、電圧印加部においては、下偏光分離器50を透過した光が黒色吸収板60で吸収される

ので、白地に黒表示となる。

本実施の形態の液晶表示装置 1 においては、上偏光分離器 10 は、液晶セル 30 側から入射した光のうち所定の第 2 の方向の直線偏光成分を第 2 の方向の直線偏光として透過させ、所定の第 2 の方向と直交する第 1 の方向の直線偏光成分を吸収するのではなく、反射するので、ライト 80 からの光のうち、第 1 の所定の方向の直線偏光成分の光は上偏光分離器 10 の上側に透過し、さらに、第 1 の所定の方向と直交する第 2 の所定の方向の直線偏光成分の光も、液晶表示装置 1 内で反射を繰り返すいずれは上偏光分離器 10 を通ってその上側に出射されることになるので、ライト 80 からの光を使用して表示を行う場合に、上偏光分離器 10 として偏光板を使用した場合と比べて明るい表示が得られる。

また、ライト 80 は上偏光分離器 10 と液晶セル 30 との間に光を入射可能であるので、液晶セル 30 のオン、オフの状態に応じて得られる表示状態は、外光による表示と、ライト 80 からの光による表示とは同じとなり、その結果、外光による表示と、ライト 80 からの光による表示との間では、いわゆるポジネガ反転の問題は生じない。

さらに、下偏光分離器 50 は、液晶セル 30 側から入射した光のうち所定の第 2 の方向の直線偏光成分を第 2 の方向の直線偏光として透過させ、所定の第 2 の方向と直交する第 1 の方向の直線偏光成分を吸収するのではなく反射するので、電圧無印加部においては、ライト 80 からの光は下偏光分離器 50 によって吸収されるのではなく反射されて液晶表示装置 1 から出射され、外光も下偏光分離器 50 によって吸収されるのではなく反射されて液晶表示装置 1 から出射されるので明るい表示が得

られる。

(第3の実施の形態)

第17図Aは、本発明の第3の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

上記第2の実施の形態においては、下偏光分離器50の下側に黒色吸収板60を配置したが、本実施の形態においては、この黒色吸収板60に代えて、PET（ポリエチレンテレフタレート）フィルム74上に印刷により形成したカラーフィルタ72を使用し、また、液晶セル30に使用する液晶としてSTN液晶35を使用し、ガラス基板31上に位相差フィルム20を使用した点が第2の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。なお、位相差フィルム20は、色補償用の光学異方体として用いており、STN液晶35で発生する着色を補償するために使用している。

本実施の形態の液晶表示装置1では、電圧無印加部においては、下偏光分離器50によって反射された光が拡散板40によって散乱されて白色状の出射光となり、電圧印加部においては、下偏光分離器50を透過した光がカラーフィルタ72で着色されるので、白地にカラー表示となる。

(変形例)

第17図Aに示した液晶表示装置においては、ガラス基板31上に位相差フィルム20を使用しているが、第17図Bに示した変形例においては、位相差フィルム20と上偏光分離器10とを一体とし、位相差フィルムと液晶セル30との間から光を入射している。

(第4の実施の形態)

第18図は、本発明の第4の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

本実施の形態では上記第3の実施の形態のPETフィルム74の裏面側にA1(アルミニウム)蒸着膜76を設けた点が第3の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。

このA1蒸着膜76は反射手段として機能し、カラーフィルタ72によるカラー表示が明るくなる。もちろん、第3の実施の形態の変形例のように、位相差フィルム20と上偏光分離器10とを一体とし、位相差フィルムと液晶セル30との間から光を入射してもよい。

(第5の実施の形態)

第19図は、本発明の第5の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

本実施の形態では、ライト80からの光を液晶表示装置1の内部に反射可能な反射板82を設けた点が第2の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。

このように、反射板82を設ければ、ライト80からの光による表示を明るくすることができる。

なお、反射板82は、平面図的にみて、液晶表示装置1の表示部Aよりも外側の周囲に口の字状に設けられている。

(第6の実施の形態)

第20図は、本発明の第6の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

本実施の形態では、ライト80からの光を液晶表示装置1の内部に反射可能な反射板84に傾斜を設けた点が第5の実施の

形態と異なるが、他の点は同様である。

このように、反射板 84 に傾斜を設ければ、ライト 80 からの光を表示領域 A の中央部に反射させることができ、表示領域 A の中央部の表示の明るさの改善に効果がある。

なお、反射板 84 の傾斜は、光のあたり方を考慮して、傾斜角を部分的に異ならせることが好ましい。

(第 7 の実施の形態)

第 21 図は、本発明の第 7 の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

本実施の形態では、上偏光分離器 10 を曲げ、その形状を中央部が端部よりも液晶セル 30 から遠ざかる形状とし、PCT フィルム 74 上のカラーフィルタ 72 に代えて黒色吸収体 60 を使用した点が第 3 の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。

このように上偏光分離器 10 を曲げることによって、ライト 80 からの光を表示領域の中央部に反射させることができ、表示領域の中央部の表示の明るさの改善に効果がある。

(第 8 の実施の形態)

第 22 図は、本発明の第 8 の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

本実施の形態では、上偏光分離器 10 の上部に、アンチグレアフィルム 90 またはアンチリフレクターフィルム 90 を設けた点が第 2 の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。

このようにすれば、上偏光分離器 10 の表面でのぎらつきやてかりが抑制され、外光の写り込みが抑制される。

(第 9 の実施の形態)

第 23 図 A は、本発明の第 9 の実施の形態の液晶表示装置を

説明するための分解断面図である。

本実施の形態では、上偏光分離器 10 の上部に、偏光板 95 を設け、この偏光板 95 の偏光軸と上偏光分離器 10 の偏光軸とをほぼ一致させた点が第 2 の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。

このようにすれば、上偏光分離器 10 の偏光分離度が十分でない場合にも、偏光度を高めることができ、液晶表示装置 1 のコントラストを高くすることができる。また、上偏光分離器 10 の機械的強度が十分でない場合には、そのささえとすることもできる。

(変形例)

第 23 図 B は、本発明の第 9 の実施の形態の液晶表示装置の変形例を示している。本変形例においては、液晶セル 30 に使用する液晶として STN 液晶 35 を使用し、ガラス基板 31 上に位相差フィルム 20 を使用した点が第 2 の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。なお、位相差フィルム 20 は、色補償用の光学異方体として用いており、STN 液晶 35 で発生する着色を補償するために使用している。第 23 図 B においては、位相差フィルム 20 と上偏光分離器 10 及び偏光板 95 とを一体とし、位相差フィルムと液晶セル 30 との間から光を入射しているが、位相差フィルム 20 と、上偏光分離器との間から光を入射してもかまわない。

(第 10 の実施の形態)

第 24 図は、本発明の第 10 の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

本実施の形態では、ライト 80 からの光を液晶表示装置 1 の

内部に導く導光板 86 を備えている。

このようにすれば、ライト 80 からの光による表示を明るくすることができる。なお、本実施の形態においては、導光板の中央に口の字型の開口部を設け、液晶表示装置 1 の表示部を導光板の開口部から露出させている。なお、本実施の形態では、導光板として、液晶表示装置のバックライトに使用されている導光板を加工して用いる。

(第 11 の実施の形態)

第 25 図は、本発明の第 11 の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

上述の第 1 の実施の形態では、液晶表示装置 1 の側面側であって偏光分離器 10 と液相セル 30 との間にライト 80 を設けたが、本実施の形態では、液晶表示装置 1 の側面側であって液晶セル 30 と偏光板 55 との間にライト 80 を設けた点が第 1 の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。

なお、このライト 80 を設ける位置は、上述の第 2 乃至第 10 の実施の形態および後に述べる第 13、14 の実施の形態にも適用可能である。

(第 12 の実施の形態)

第 26 図は、本発明の第 12 の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

上述の第 1 の実施の形態では、液晶表示装置 1 の側面側であって偏光分離器 10 と液相セル 30 との間にライト 80 を設けたが、本実施の形態では、液晶表示装置 1 の側面側であって液晶セル内に光が入射可能な位置にライト 80 を設けた点が第 1

の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。

なお、このライト 80 を設ける位置は、上述の第 2 乃至第 10 の実施の形態および後に述べる第 13、14 の実施の形態にも適用可能である。

(第 13 の実施の形態)

第 27 図は、本発明の第 13 の実施の形態の液晶表示装置を説明するための分解断面図である。

本実施の形態では、ライト 80 からの光を液晶表示装置 1 の内部に反射可能な反射板 82 を設けた点が第 4 の実施の形態と異なるが、他の点は同様である。

このように、反射板 82 を設ければ、ライト 80 からの光による表示を明るくすることができる。

なお、反射板 82 は、平面図的にみて、液晶表示装置 1 の表示部よりも外側の周囲に口の字状に設けられている。

(第 14 の実施の形態)

第 28 図は、本発明の第 14 の実施の形態の液晶表示装置を使用した携帯電話 200 を説明するための断面図である。

この携帯電話 200 においては、携帯電話本体 220 内に、第 4 の実施の形態の液晶表示装置 1 が内蔵されており、液晶表示装置 1 の上偏光分離器 10 は、携帯電話 200 の透明カバーフィルム 210 の内側に固着されている。また、透明カバーフィルム 210 上にはアンチグレアフィルム 90 またはアンチリフレクターフィルム 90 が設けられている。

(第 15 の実施の形態)

第29図は、本発明の第15の実施の形態の液晶表示装置を使用した携帯電話200を説明するための断面図である。なお、この断面図は、携帯電話200の長手方向に直角な平面に沿って切断した断面図である。

この携帯電話200においては、透明カバーフィルム210を備える携帯電話本体ケース230内に、液晶表示装置1が内蔵されている。本実施の形態で使用する液晶表示装置1は、上偏光分離器10上に、第9の実施の形態のように、偏光板95を設け、この偏光板95の偏光軸と上偏光分離器10の偏光軸とをほぼ一致させた点、上偏光分離器10と位相差フィルム20との間に光学的に等方なアクリル板240を設け、偏光板95および上偏光分離器10を固定した点、第4の実施の形態のランプ80に代えてLED250を液晶表示装置1の下側の携帯電話本体のPCB基板270に設けた点、およびこのLED250からの光を液晶表示装置1の側面に導くための反射板260を設けた点が、第4の実施の携帯の液晶表示装置1と異なるが、他の点は同様である。

なお、上偏光分離器10と位相差フィルム20との間の間隔を、約0.5乃至1.5mmとし、反射板260で反射されたLED250からの光が上偏光分離器10、特にその中央部にも十分に達するようにした。また、反射板260は携帯電話本体ケース230に取り付けられている。

発明の効果

本発明においては、第1の偏光分離手段が、透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち第1の所定の方法の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側とは反対側に透過させ、また

第1の所定の方向と直交する第2の所定の方向の直線偏光成分の光を吸収するのではなく透過偏光軸可変手段側に反射するので、光源からの光のうち、第1の所定の方向の直線偏光成分の光は透過偏光軸可変手段側とは反対側に透過し、さらに、第1の所定の方向と直交する第2の所定の方向の直線偏光成分の光も、表示装置内で反射を繰り返しいずれは第1の偏光分離手段を通して透過偏光軸可変手段側とは反対側に出射されることになるので、光源からの光を使用した場合に、第1の偏光分離手段として偏光板を使用した場合と比べて明るい表示が得られる。

また、光源は第1の偏光分離手段と光学手段との間に光を入射可能であるので、透過偏光軸可変手段の透過偏光軸の第1と第2の状態とにそれぞれ応じて得られる2つの表示の状態（明と暗）は、第1の偏光分離手段の外側から入射された光による表示と、光源からの光による表示とは同じであり、第1の偏光分離手段の外側から入射された光による表示と、光源からの光による表示との間では、いわゆるポジネガ反転の問題は生じない。

また、光学手段が透過偏光軸可変手段側に配置された第2の偏光分離手段と、第2の偏光分離手段に対して透過偏光軸可変手段と反対側に配置された光学素子とを備えるようにし、光源を第1の偏光分離手段と第2の偏光分離手段との間に光を入射可能な光源とし、第2の偏光分離手段を、透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち第3の所定の方向の直線偏光成分の光を光学素子側に透過させ、第3の所定の方向と直交する第4の所定の方向の直線偏光成分の光を透過偏光軸可変手段側に反射し、光学素子側から入射した光に対して透過偏光軸可変手段側に第3の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段

とし、光学素子を第2の偏光分離手段側からの光に対して所定の波長領域の光を前記第2の偏光分離手段に向かって出射可能な光学素子とすることによって、

透過偏光軸可変手段の透過偏光軸の状態に応じて、第2の偏光分離手段から反射された光による第1の表示状態と、光学素子からの所定の波長領域の光であって、第2の偏光分離手段を透過した所定の波長領域の光による第2の表示状態の2つの表示状態が得られ、そして、第1の表示状態は、第2の偏光分離手段によって吸収されるのではなく反射された光による表示状態であるので明るい表示となり、また、カラー表示も可能となる。

また、光学手段が、透過偏光軸可変手段側に配置された第2の偏光分離手段と、第2の偏光分離手段に対して透過偏光軸可変手段と反対側に配置された光学素子とを備えるようにし、光源を、前記第1の偏光分離手段と第2の偏光分離手段との間に光を入射可能な光源とし、第2の偏光分離手段を、透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち第3の所定の方向の直線偏光成分の光を光学素子側に透過させ、第3の所定の方向と直交する第4の所定の方向の直線偏光成分の光を透過偏光軸可変手段側に反射し、光学素子側から入射した光に対して透過偏光軸可変手段側に第3の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段とし、光学素子を、第2の偏光分離手段側からの光に対して可視光領域のほぼ全波長範囲の光を吸収する光学素子とすることによって、

透過偏光軸可変手段の透過偏光軸の状態に応じて、第2の偏光分離手段から反射された光による第3の表示状態と、光学素子によって可視光領域のほぼ全波長範囲の光が吸収されること

による第4の表示状態である黒表示とが得られ、そして、第3の表示状態は、第2の偏光分離手段によって吸収されるのではなく反射された光による表示状態であるので明るい表示となる。

請求の範囲

1. 透過偏光軸を可変な透過偏光軸可変手段と、

前記透過偏光軸可変手段を挟んで前記透過偏光軸可変手段の両側にそれぞれ配置された第1の偏光分離手段と光学手段と、

前記第1の偏光分離手段と前記光学手段との間に光を入射可能な光源と、を備える表示装置であって、

前記第1の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち第1の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側とは反対側に透過させ、前記第1の所定の方向と直交する第2の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、前記透過偏光軸可変手段とは反対側から前記第1の偏光分離手段に入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第1の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段であり、

前記光学手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光を第3の所定の方向の直線偏光成分の光と前記第3の所定の方向と直交する第4の所定の方向の直線偏光成分の光とに分離可能であって、前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光および前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光のうちの少なくとも一方を前記透過偏光軸可変手段側に出射可能な光学手段であることを特徴とする表示装置。

2. 前記第1の偏光分離手段が、可視光領域のほぼ全波長範囲の光に対して、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第1の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側とは反対側に透過させ、前記第2の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、可視光領



域のほぼ全波長範囲の光であって前記透過偏光軸可変手段側とは反対側から入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第1の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段であることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

3. 前記第1の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第1の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側とは反対側に前記第1の所定の方向の直線偏光の光として透過させる偏光分離手段であることを特徴とする請求項1または2記載の表示装置。

4. 前記第1の偏光分離手段は、複数の層が積層された積層体であって、前記複数の層の屈折率が、前記層相互間で、前記第1の所定の方向においては実質的に等しく、前記第2の所定の方向では異なる前記積層体であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の表示装置。

5. 前記光学手段が、前記透過偏光軸可変手段側に配置された第2の偏光分離手段と、前記第2の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に配置された光学素子とを備え、

前記光源が、前記第1の偏光分離手段と第2の偏光分離手段との間に光を入射可能な光源であり、

前記第2の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に透過させ、前記第3の所定の方向と直交する前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、前記光学素子側から入射した光に対して前



記透過偏光軸可変手段側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段であり、

前記光学素子が、前記第2の偏光分離手段側からの光に対して所定の波長領域の光を前記第2の偏光分離手段に向かって出射可能な光学素子であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の表示装置。

6. 前記第2の偏光分離手段は、複数の層が積層された積層体であって、前記複数の層の屈折率が、前記層相互間で、前記第3の所定の方向においては実質的に等しく、前記第4の所定の方向では異なる前記積層体であることを特徴とする請求項5に記載の表示装置。

7. 前記光学素子が、前記第2の偏光分離手段側からの光のうち前記所定の波長領域以外の可視光領域の光を吸収し、前記所定の波長領域の光を前記第2の偏光分離手段に向かって反射可能であると共に前記所定の波長領域の光を透過可能な光学素子であることを特徴とする請求項5記載の表示装置。

8. 前記光学素子がカラーフィルタであることを特徴とする請求項7記載の表示装置。

9. 前記光学素子に対して前記第2の偏光分離手段と反対側に配置された反射手段をさらに備え、

前記反射手段が、少なくとも前記所定の波長領域の光を前記光学素子に向かって反射可能であることを特徴とする請求項5乃至8のいずれかに記載の表示装置。



10. 前記光学手段が、前記透過偏光軸可変手段側に配置された第2の偏光分離手段と、前記第2の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に配置された光学素子とを備え、

前記光源が、前記第1の偏光分離手段と第2の偏光分離手段との間に光を入射可能な光源であり、

前記第2の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に透過させ、前記第3の所定の方向と直交する前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、前記光学素子側から入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段であり、

前記光学素子が、前記第2の偏光分離手段側からの光に対して可視光領域のほぼ全波長範囲の光を吸収する光学素子であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の表示装置。

11. 前記光学素子が、黒色の光吸収体であることを特徴とする請求項10記載の表示装置。

12. 前記第2の偏光分離手段が、可視光領域のほぼ全波長範囲の光に対して、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に透過させ、前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光を前記透過偏光軸可変手段側に反射し、可視光領域のほぼ全波長範囲の光であって前記光学素子側から入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光を



出射可能な偏光分離手段であることを特徴とする請求項5乃至11のいずれかに記載の表示装置。

13. 記第2の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光として透過させる偏光分離手段であることを特徴とする請求項5乃至12のいずれかに記載の表示装置。

14. 前記光学手段が、前記透過偏光軸可変手段側に配置された第2の偏光分離手段と、前記第2の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に配置された光学素子とを備え、前記光源が、前記第1の偏光分離手段と第2の偏光分離手段との間に光を入射可能な光源であり、

前記第2の偏光分離手段が、前記透過偏光軸可変手段側から入射した光のうち前記第3の所定の方向の直線偏光成分の光を前記光学素子側に透過させ、前記第3の所定の方向と直交する前記第4の所定の方向の直線偏光成分の光を吸収し、前記光学素子側から入射した光に対して前記透過偏光軸可変手段側に前記第3の所定の方向の直線偏光の光を出射可能な偏光分離手段であり、

前記光学素子が、前記第2の偏光分離手段側からの光を前記第2の偏光分離手段側に反射可能な光学素子であることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

15. 前記第2の偏光分離手段が偏光板であることを特徴とする請求項14記載の表示装置。



16. 前記透過偏光軸可変手段が、液晶素子であることを特徴とする請求項1乃至115のいずれかに記載の表示装置。

17. 前記第1の偏光分離手段が、前記表示装置の観察側に配置されていることを特徴とする請求項1乃至16のいずれかに記載の表示装置。

18. 前記光源が、前記第1の偏光分離手段と前記透過偏光軸可変手段との間に光を入射可能な位置に配置されていることを特徴とする請求項1乃至17のいずれかに記載の表示装置。

19. 前記光源が、前記透過偏光軸可変手段内に光を入射可能な位置に配置されていることを特徴とする請求項1乃至17のいずれかに記載の表示装置。

20. 前記光源が、前記透過偏光軸可変手段と前記第2の偏光分離手段との間に光を入射可能な位置に配置されていることを特徴とする請求項5乃至17のいずれかに記載の表示装置。

21. 前記光源の光を前記表示装置内部に向かって反射可能な第2の反射手段をさらに備えることを特徴とする請求項1乃至20のいずれかに記載の表示装置。

22. 前記光源および前記第2の反射手段が、前記第1の偏光分離手段と前記透過偏光軸可変手段との間に配置され、前記第2の反射手段が前記光源からの光を前記透過偏光軸可変手段側



に反射可能な反射領域を備えていることを特徴とする請求項 2 1 記載の表示装置。

2 3 . 前記反射領域が、前記表示装置を平面図的にみて、前記表示装置の表示領域よりも外側の周囲に設けられていることを特徴とする請求項 2 2 記載の表示装置。

2 4 . 前記第 2 の反射手段が、前記表示装置の内側に向かって傾斜した反射板を備えることを特徴とする請求項 2 1 乃至 2 3 のいずれかに記載の表示装置。

2 5 . 前記第 1 の偏光分離手段の中央部が前記第 1 の偏光分離手段の端部よりも前記透過偏光軸可変手段から遠くなるように湾曲していることを特徴とする請求項 1 乃至 2 4 のいずれかに記載の表示装置。

2 6 . 前記第 1 の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に設けられたアンチグレア層またはアンチレフレクター層をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 2 5 のいずれかに記載の表示装置。

2 7 . 前記第 1 の偏光分離手段に対して前記透過偏光軸可変手段と反対側に設けられた偏光板をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 2 6 のいずれかに記載の表示装置。

2 8 . 前記光源からの光を前記表示装置内部に導く導光板をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 2 7 のいずれかに記



* C L H S *

載の表示装置。

29. 前記光源からの光を反射して前記第1の偏光分離手段と前記光学手段との間に光を入射可能な第3の反射手段をさらに備えることを特徴とする請求項1乃至28のいずれかに記載の表示装置。

30. 前記第1の偏光分離手段の内側に光学的に等方な透明板をさらに設けたことを特徴とする請求項1乃至29のいずれかに記載の表示装置。

31. 光拡散手段をさらに備えることを特徴とする請求項1乃至30のいずれかに記載の表示装置。

32. 請求項1乃至31のいずれかに記載の前記表示装置を内蔵し、表示用カバーを備える電子装置であって、前記第1の偏光分離手段が、前記表示用カバーの内側に固着されていることを特徴とする電子装置。

