

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4141746号
(P4141746)

(45) 発行日 平成20年8月27日(2008.8.27)

(24) 登録日 平成20年6月20日(2008.6.20)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 F 1/1335 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 2 0

G O 2 F 1/137 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 0 5

G O 2 F 1/1335 5 1 0

G O 2 F 1/137

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-168403 (P2002-168403)
 (22) 出願日 平成14年6月10日(2002.6.10)
 (65) 公開番号 特開2004-12964 (P2004-12964A)
 (43) 公開日 平成16年1月15日(2004.1.15)
 審査請求日 平成17年6月3日(2005.6.3)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉
 (72) 発明者 比嘉 政勝
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 金高 敏康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及びそれを用いた電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに対向する一対の基板の間に液晶層が挟持され、1つのドット領域内に透過表示領域と反射表示領域とを有する半透過反射型の液晶表示装置であって、

前記一対の基板の一方の基板の外側面に第1偏光板が設けられるとともに前記一対の基板の他方の基板の外側面に第2偏光板が設けられ、前記液晶層は、二色性色素が混入された誘電異方性が正の液晶組成物を含み、前記液晶層の液晶分子は、前記一対の基板の間において基板面に平行な面内で略90°ねじれており、前記第1偏光板の透過軸方向と前記一方の基板の内面に近接する液晶分子の配向方向とは概ね平行であり、前記第2偏光板の透過軸方向と前記他方の基板の内面に近接する液晶分子の配向方向とは概ね垂直であり、
 前記液晶層のリタレーション値 nd (n : 屈折率異方性, d : 液晶層厚) が、 $nd = 0.866 \cdot (\lambda : 380\text{nm} \sim 780\text{nm})$ であり、

透過表示では、液晶による光の旋光性を利用して表示が行われ、反射表示では、液晶による光の旋光性と前記二色性色素による光の吸収とを利用して表示が行われることを特徴とする、液晶表示装置。

【請求項 2】

前記一対の基板の間にカラーフィルタが設けられたことを特徴とする、請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記カラーフィルタが設けられた前記ドット領域の前記液晶層厚 d が、前記 を前記力

ラーフィルタの色の波長として、 $nd = 0.866$ であることを特徴とする、請求項2記載の液晶表示装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれかの項に記載の液晶表示装置を備えたことを特徴とする、電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示装置および電子機器に関し、特に、半透過反射型の液晶表示装置であって、反射モードのみならず、透過モード時にも十分に明るい表示が可能な液晶表示装置の構成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から、明るい場所では、通常の反射型の液晶表示装置と同様に外光を利用し、暗い場所では、内部の光源により表示を視認可能にした液晶表示装置が提案されている。この液晶表示装置は、反射モードと透過モードを兼ね備えた表示方式を採用しており、周囲の明るさに応じていずれかの表示方式に切り替えることにより、消費電力を低減しつつ周囲が暗い場合でも明瞭な表示を行うことができる。以下、本明細書では、この種の液晶表示装置のことを「半透過反射型液晶表示装置」という。半透過反射型液晶表示装置の一形態として、アルミニウム等の金属膜に光透過用の開口部を形成した反射膜を下基板の内面に備え、この反射膜を半透過反射膜として機能させるものが提案されている。なお、本明細書では液晶表示装置を構成する各基板の液晶側の面を「内面」、それと反対側の面を「外面」という。

【0003】

図9は、この種の半透過反射膜を用いた半透過反射型液晶表示装置の一例を示している。この液晶表示装置100では、一对のガラス基板101、102間に液晶層103が挟持されており、下基板101の内面に、開口部104aを有する半透過反射層104、透明電極108、配向膜107が形成されている。一方、上基板102の内面には、透明電極112、配向膜113が形成されている。また、上基板102の外面側には、2枚の位相差板118、119（これら位相差板は1/4波長板120として機能する）、上偏光板114が配置され、下基板101の外面側には、1/4波長板115、下偏光板116が設けられている。また、光源122、導光板123、反射板124等からなるバックライト117が下偏光板116の下方に配置されている。なお、1/4波長板115、120は、ある波長帯域において直線偏光をほぼ円偏光にすることができるものである。

【0004】

図9に示す半透過反射型液晶表示装置100の表示原理を以下、図10を用いて説明する。なお、図10では、図9の液晶表示装置の構成要素のうち、表示原理の説明に必要なものだけを図示している。

まず、暗表示を行う場合には、液晶層103に電圧を印加して（オン状態として）液晶層103での位相差がない状態としておく。反射表示においては、上偏光板114の上方から入射した光は、上偏光板114の透過軸を紙面に垂直とすると、上偏光板114を透過した後、紙面に垂直な直線偏光となり、さらに1/4波長板120を透過した後、左回りの円偏光となり、液晶層103を透過する。そして、半透過反射層104の表面で反射すると回転方向が反転して右回りの円偏光となり、液晶層103を透過し、1/4波長板120を透過した後、紙面に平行な直線偏光となる。ここで、上偏光板114は紙面に垂直な透過軸を有しているので、反射光は上偏光板114に吸収されて外部（観察者側）へは戻らず、暗表示となる。

【0005】

一方、透過表示においては、バックライト117から出射された光は、下偏光板116の透過軸を紙面に平行とした場合、下偏光板116を透過した後、紙面に平行な直線偏光と

10

20

30

40

50

なり、さらに1/4波長板115を透過した後、右回りの円偏光となり、液晶層103を透過する。そして、右回りの円偏光が1/4波長板120を透過した後、紙面に平行な直線偏光となり、反射モードと同様、上偏光板114に吸収されて暗表示となる。

【0006】

次に、明表示を行う場合には、液晶層103に電圧を印加しない状態（オフ状態）とし、このときの液晶層103での複屈折効果による位相差が1/4波長になるように設定しておく。反射表示においては、上偏光板114の上方から入射し、上偏光板114、1/4波長板120を透過した後の左回りの円偏光は、液晶層103を透過して半透過反射層104の表面に到達した段階で紙面に平行な直線偏光となる。そして、半透過反射層104の表面で反射して液晶層103を透過すると、再度左回りの円偏光となり、1/4波長板120を透過した後、紙面に垂直な直線偏光となる。ここで、上偏光板114は紙面に垂直な透過軸を有しているため、反射光は上偏光板114を透過して外部（観察者側）へ戻り、明表示となる。

10

【0007】

一方、透過表示においては、バックライト117から入射し、下偏光板116、1/4波長板115を透過した後の右回りの円偏光は、液晶層103を透過した段階で紙面に垂直な直線偏光となる。そして、紙面に垂直な直線偏光が1/4波長板120を透過すると左回りの円偏光となり、上偏光板114は紙面に垂直な透過軸を有しているため、左回りの円偏光のうち、紙面に垂直な直線偏光のみが上偏光板114を透過して明表示となる。

【0008】

20

【発明が解決しようとする課題】

このように、図9、図10に示す液晶表示装置100によれば、外光の有無に関わらず表示の視認が可能ではあるものの、反射表示に比べて透過表示の明るさが不足するという問題があった。

その原因の一つは、図10による表示原理の説明で述べたように、透過表示で明表示を行う場合、液晶層103、1/4波長板120を透過して上偏光板114に入射される光が円偏光となっているため、その円偏光の略半分の光が上偏光板114で吸収されてしまい、表示に寄与しないからである。

【0009】

また、他の原因の一つは、バックライト117から出射された光のうち、半透過反射層104の開口部104aを通過せず、半透過反射層104の裏面で反射した光は、回転方向が反転して左回りの円偏光となり、1/4波長板115を透過すると紙面に垂直な直線偏光になる。そして、この直線偏光が紙面に平行な透過軸を有する下偏光板116によって吸収されることになる。つまり、バックライト117から出射された光のうち、開口部104aを通過しなかった光が、仮に下偏光板116に吸収されることなく下偏光板116を透過してバックライト117まで戻ってくれば、この戻り光が再度液晶セルに向けて出射されるが、実際には半透過反射層104の裏面で反射した後、下偏光板116によってほぼ全てが吸収されてしまい、再利用できないからである。

30

【0010】

ところで、二色性色素を添加した液晶、いわゆるゲストホスト液晶については良く知られている。このゲストホスト液晶を半透過反射型液晶表示装置に用いた場合、反射表示部では光が液晶層を2回通過するのに対して、透過表示部においては光が液晶層を通過するのは1回だけであるため、二色性色素による光の吸収量が反射表示部と透過表示部とで異なる。したがって、透過表示で十分なコントラストが得られるように色素濃度を調整すると、非常に反射率の低い反射表示しか得られない。逆に、反射表示で十分な明るさと適正なコントラストが得られるように色素濃度を調整すると、透過表示においては非常に低いコントラストになってしまうという問題があった。

40

【0011】

このようにゲストホスト液晶を半透過反射型液晶表示装置に適用した場合、反射表示と透過表示の双方で良好な光学特性を得るのは困難であった。この問題点を解決する手法が特

50

開平 1 1 - 2 4 2 2 2 6 号公報に開示されているが、この手法では反射表示部と透過表示部とで同時刻の液晶の配向状態を異ならせることが必須であり、そのために装置構成が複雑で製造も困難であるという欠点を有している。

【 0 0 1 2 】

また、上基板の外側面に上偏光板を設けた T N モードのゲストホスト液晶を用いて反射表示を行なう場合、電圧無印加状態から徐々に液晶層に電圧を印加していったときに、表示が一旦明るくなった後に再度表示が暗くなる現象（階調反転現象）が観察される。これは、電圧印加による旋光性の消失と共に実効的な n_d が小さくなっていく過程で発生していると考えられる。すなわち、T N 液晶では旋光性を十分に発揮するためには n_d が下記のモーガン条件（1）を満たす必要があるが、印加電圧の増大に伴って実効的な n_d が小さくなるため、液晶層内を伝播した光は十分に旋光されずに楕円偏光となって偏光板に一部吸収されてしまう。

$$n_d > 2 \cdots (1)$$

このような階調反転現象は表示を正面から見た場合にも生じ、特に光が液晶層を二回通過する反射表示時で顕著に現れ、視認性を低下させる要因となっていた。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、反射表示と透過表示の双方が可能な半透過反射型の液晶表示装置において、双方の表示モードにおける表示特性を向上させるとともに、階調反転のない視認性に優れた液晶表示装置を提供することを目的とする。また、本発明は、反射表示と透過表示の双方の表示モードにおける表示特性を向上させ、優れた視認性を有する液晶表示部を備えた電子機器を提供することを目的とする。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の液晶表示装置は、互いに対向する一対の基板の間に液晶層が挟持され、1つのドット領域内に透過表示領域と反射表示領域とを有する半透過反射型の液晶表示装置であって、前記一対の基板の一方の基板の外側面に第1偏光板が設けられるとともに前記一対の基板の他方の基板の外側面に第2偏光板が設けられ、前記液晶層は、二色性色素が混入された誘電異方性が正の液晶組成物を含み、前記液晶層の液晶分子は、前記一対の基板の間において基板面に平行な面内で略90°ねじれており、前記第1偏光板の透過軸方向と前記一方の基板の内面に近接する液晶分子の配向方向とは概ね平行であり、前記第2偏光板の透過軸方向と前記他方の基板の内面に近接する液晶分子の配向方向とは概ね垂直であり、前記液晶層のリタレーション値 n_d （ n ：屈折率異方性， d ：液晶層厚）が、 $n_d = 0.866 \cdot \lambda$ （ λ ：380nm～780nm）であることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

すなわち、本発明の液晶表示装置は、二色性色素が混入された誘電異方性が正の液晶組成物を含む略90°ツイスト配向した液晶層を挟む上基板と下基板とを有し、各基板の外側に偏光板を所定の角度で配置したものである。この構成において、反射表示では液晶による光の旋光性と二色性色素による光の吸収を、透過表示では液晶による旋光性のみを利用することになり、これにより、反射表示と透過表示の双方の表示特性を同時に向上することができる。透過表示側から言えば、透過表示は、色素の二色性にほとんど関係なく、液晶配向のねじれによる光の旋光性を利用した T N（ツイステッドネマティック）モードを用いているので、反射表示のコントラストとは独立して容易に高いコントラストを得ることができる。

【 0 0 1 6 】

また、透過表示に円偏光を用いないため、明表示時に上偏光板（第1偏光板）で吸収される成分がなく、反射表示領域における反射層の裏側面で反射された光が下偏光板（第2偏光板）で吸収される成分もないため、光の再利用が可能になり、透過表示を明るくすることができる。なお、本発明の詳細な作用および表示原理については〔発明の実施の形態

」の項で説明する。

さらに、本発明の液晶表示装置においては、透過表示部と反射表示部の同時刻における液晶の配向状態は基本的に同じでよく、複雑な構成を必要としない。

また、液晶層のリタレーション値 nd が、 $nd = 0.866 \cdot$ となるように構成されているため、反射表示においては階調反転をなくして表示品質を高めることができ、透過表示においてはリサイクル光の利用で明るく高コントラストな表示を得ることができる。なお、 $nd = 0.866 \cdot$ とすべき根拠については、[発明の実施の形態]の項で後述する。

【0017】

なお、上基板と下基板との間にカラーフィルタを設けてもよい。

10

この構成によれば、反射表示、透過表示の双方で明瞭なカラー表示が可能な液晶表示装置を実現することができる。

また、このカラーフィルタが設けられたドット領域の液晶層厚 d を、 nd をカラーフィルタの色の波長として、 $nd = 0.866 \cdot$ を満たすように構成してもよい。

この構成によれば、カラーフィルタの色毎に液晶層のリタレーション nd が最適に設定されるため、コントラストを一層高めることができる。

【0018】

本発明の電子機器は、上記本発明の液晶表示装置を備えたことを特徴とする。

この構成によれば、反射表示、透過表示の双方ともに明るく、階調反転のない視認性に優れた液晶表示部を備えた電子機器を提供することができる。

20

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1実施形態について図1、図2を参照して説明する。

図1は本実施形態の液晶表示装置の概略構成を示す断面図であり、図2はその表示原理を説明するための図であって、表示原理の説明に必要な構成要素のみを示す図である。本実施形態はアクティブマトリクス方式の半透過反射型カラー液晶表示装置の例である。なお、以下の全ての図面においては、図面を見やすくするため、各構成要素の膜厚や寸法の比率などは適宜異ならせてある。

【0020】

本実施の形態の液晶表示装置10は、図1に示すように、液晶セル11とバックライト12（照明装置）とを備えたものである。液晶セル11は、下基板13と上基板14とが対向配置され、これら上基板14と下基板13とに挟まれた空間に、二色性色素を添加した誘電率異方性が正のTN液晶が封入されて液晶層16が構成されている。そして、液晶セル11の後面側（下基板13の外面側）にバックライト12が配置されている。本実施の形態における二色性色素は、液晶に添加したときに二色性色素分子Sが液晶分子Lと同方向に配向するものであり、液晶分子Lの配向方向に平行な直線偏光に対して最大の吸光度を示し、液晶分子Lの配向方向に垂直な直線偏光に対して最小の吸光度を示す、いわゆるP型の二色性色素である。

30

【0021】

ガラスやプラスチックなどの透光性材料からなる下基板13の内面側には、アルミニウム、銀、またはこれらの合金等の反射率の高い金属膜からなる半透過反射層18が形成されている。半透過反射層18には、バックライト12から出射された光を透過させるための開口部18aが各ドット毎に設けられており、半透過反射層18の形成領域のうち、実際に金属膜が存在している部分が反射表示領域R、開口部18aの部分が透過表示領域Tを構成している。

40

【0022】

そして、開口部18aの部分を含む半透過反射層18上に、ITO（Indium Tin Oxide）等の透明導電膜からなる画素電極23が形成され、画素電極23を覆うようにポリイミド等からなる配向膜24が積層されている。本実施の形態の場合、下基板13はTFE等の画素スイッチング素子、データ線、走査線等が形成された素子基板から構成されているが

50

、図 1 においては画素スイッチング素子、データ線、走査線等の図示は省略する。また、下基板 13 の外面側には下偏光板 28 が設けられている。

【0023】

一方、ガラスやプラスチックなどの透光性材料からなる上基板 14 の内面側には、ITO 等の透明導電膜からなる共通電極 32、ポリイミド等からなる配向膜 33 が順次積層されている。また、上基板 14 の外面側には上偏光板 36 が設けられている。なお、図示を省略したが、上基板 14 の内面側には R (赤)、G (緑)、B (青) の各色素層を有するカラーフィルタが設けられている。

【0024】

上基板 14 側、下基板 13 側の配向膜 33、24 はともにラビング処理等の水平配向処理がなされており、上基板 14 側の配向膜 33 の配向方向は図 1 における紙面に平行な方向、下基板 13 側の配向膜 24 の配向方向は図 1 における紙面に垂直な方向にそれぞれ設定されている。このため、液晶層 16 の液晶分子 L と二色性色素分子 S とは非選択電圧印加 (電圧オフ) 時に上基板 14 と下基板 13 との間において基板面に平行な面内で略 90° ツイストした状態となっている。

【0025】

また、上偏光板 36 の透過軸方向、下偏光板 28 の透過軸方向はともに図 1 における紙面に平行な方向に設定されている。すなわち、上偏光板 36 の透過軸方向と上基板 14 の内面に接する液晶分子 L の配向方向とは概ね平行とされ、下偏光板 28 の透過軸方向と下基板 13 の内面に接する液晶分子 L の配向方向とは概ね垂直とされている。

さらに、液晶層 16 のリタデーション nd (n : 液晶層 16 の屈折率異方性、 d : 液晶層厚) の値は、液晶層 16 を通過する可視光の波長を λ 、 N を自然数として、下式 (2) を満たすように設定している。

$$nd = \lambda / 2 \cdot (4N^2 - 1)^{0.5} \cdots (2)$$

【0026】

式 (1) は、透過表示において電圧オフ時の透過光量を最小にするものとして一般に知られており、これにより、高いコントラストが得られるようになっている。また、本実施形態の液晶表示装置では、上記 N の値を 1 に設定して液晶層 16 のリタデーション nd を下式 (3) を満たすように構成し、階調反転をなくして視認性を向上させるようになっている。

$$nd = 0.866 \lambda \cdots (3)$$

【0027】

つまり、電圧印加により実効的な nd が小さくなっていく過程で、旋光性の消失と共に色素分子による吸収は減少するので明るくなるのであるが、液晶層内を伝播した光は十分に旋光されずに楕円偏光となっているので偏光板の偏光軸からずれた光が一部吸収されてしまい、暗くなるのである。 nd が大きい場合には、 nd が小さい場合に比較して同じ電圧における実効的な nd が大きいので楕円偏光の度合いも大きくなり、階調反転時の輝度の落ち込みが大きくなる。このため、透過表示時の高いコントラスト性能を損なわない範囲で、液晶層厚 d を薄くして nd を極力小さく設定しているのである。また、液晶層厚 d が薄くなることで、高輝度、高速応答化、低閾値電圧等の効果も得られる。

【0028】

なお、 nd の値は、 λ を可視光の波長域 380 nm ~ 780 nm として、一定の幅を有しており、コントラスト等の要求仕様に基づいて最適値に設定される。例えば、上式 (3) の λ を視感度の高い G (550 nm) に近い光の波長に合わせることで、高いコントラストが得られるようになっている。

【0029】

バックライト 12 は、光源 37 と反射板 38 と導光板 39 を有しており、導光板 39 の下面側 (液晶パネル 1 と反対側) には、導光板 39 中を透過する光を液晶セル 11 側に向けて出射させるための反射板 40 が設けられている。

【0030】

10

20

30

40

50

以下、本実施の形態の液晶表示装置 10 の表示原理を図 2 を用いて説明する。

まず、反射モードで暗表示を行う場合（図 2 の左側参照）には、液晶層 16 に電圧を印加しない状態（非選択電圧印加状態）とし、液晶分子 L および二色性色素分子 S が上下基板間で略 90°ツイスト配向した状態とする。上偏光板 36 の上方から入射した光は、上偏光板 36 の透過軸が紙面に平行なので、上偏光板 36 を透過した後、紙面に平行な直線偏光となる。

【0031】

この直線偏光は、液晶分子 L のねじれに沿って二色性色素分子 S に吸収されながら旋光し、半透過反射層 18 に到達して反射された後、さらに同じ経路を通して二色性色素分子 S に吸収されながら旋光して戻ってくる。この場合、光は液晶層 16 を 2 度通ることになるため、二色性色素に十分に吸収される。仮に二色性色素で十分に吸収しきれなかった光があったとしても、反射光が上偏光板 36 に戻ってきたときには紙面に垂直な直線偏光となっているので、上偏光板 36 で吸収される。よって、十分に暗い暗表示がなされ、コントラストの向上につながる。

【0032】

次に、反射モードで明表示を行う場合（図 2 の右側参照）には、液晶層 16 に電圧を印加した状態（選択電圧印加状態）とし、液晶分子 L および二色性色素分子 S が基板面の略法線方向に立ち上がった状態とする。この場合、上偏光板 36 の上方から入射した紙面に平行な直線偏光は、液晶層 16 を往復する間、二色性色素分子 S によってほとんど吸収されず、旋光することなく、そのまま上偏光板 36 に戻ってくる。したがって、この光は上偏光板 36 を透過し、外部（観察者側）へ戻るため、明表示となる。

【0033】

一方、透過モードで暗表示を行う場合（図 2 の左側参照）には、液晶分子 L および二色性色素分子 S の配向は反射モード、暗表示の場合と同様にしておく。バックライト 12 から入射した光は、下偏光板 28 の透過軸を紙面に平行とすると、下偏光板 28 を透過した後、紙面に平行な直線偏光となる。この直線偏光は、その偏光方向が下基板 13 に接する側の二色性色素分子 S の配向方向と直交しているので、二色性色素分子 S にはほとんど吸収されず、液晶の持つ旋光性により偏光方向が略 90°回転した紙面に垂直な直線偏光となって上基板 14 側に到達する。この直線偏光は、その偏光方向が上偏光板 36 の透過軸方向と直交しているので、上偏光板 36 に吸収されて透過できず、暗表示となる。また、旋光しきれない光の成分を二色性色素が吸収してくれるので、暗表示がより暗くなり、コントラストが向上するという効果も得られる。

【0034】

次に、透過モードで明表示を行う場合（図 2 の右側参照）には、液晶分子 L および二色性色素分子 S の配向は反射モード、明表示の場合と同様、基板面に対して略垂直配向の状態としておく。この配向状態のときには、色素による光の吸収がほとんどないとともに、液晶の旋光性も消滅しているので、バックライト 12 から入射した光は、紙面に平行な直線偏光のまま、液晶層 16 を透過して上偏光板 36 に到達する。この直線偏光は、その偏光方向が上偏光板 36 の透過軸方向に平行なので、上偏光板 36 を透過して外部（観察者側）へ戻り、明表示となる。特に透過モードの場合、光が液晶層 16 を 1 回しか通過しないので、反射表示用に色素濃度を設定した液晶層 16 の透過表示における明るさ低下への影響は少なく済む。

【0035】

また、透過モードにおいて、下偏光板 28 を透過した紙面に平行な直線偏光のうち、半透過反射層 18 の裏面で反射した光は、そのまま下偏光板 28 を透過してバックライト 12 に戻り、バックライト 12 下面の反射板 40 で反射して再度液晶セル 11 に向けて出射されるので、半透過反射層 18 の裏面で反射した光を再利用して透過表示に寄与させることができる。

【0036】

本実施の形態の液晶表示装置 10 においては、反射表示では液晶による光の旋光性と二色

10

20

30

40

50

性色素による光の吸収の双方を利用し、透過表示では液晶による光の旋光性のみを利用することによって、反射表示と透過表示の双方の表示特性を独立に設定することができる。すなわち、反射表示はゲストホストモードを用い、二色性色素の添加量等によりコントラストを調節する一方、透過表示は、二色性色素にほとんど関係なく、液晶配向のねじれによる光の旋光性を利用したTNモードを用いているので、反射表示のコントラストとは独立して容易に高いコントラストを得ることができる。

【0037】

なお、二色性色素の添加量については、通常のゲストホストモードと異なり、少ない方が望ましい。その理由は、本実施の形態の場合、反射表示においては、色素による吸収のみを用いるのではなく、液晶の持つ光の旋光性も合わせて用いるため、色素はそれ程多くなくとも足りることと、色素が多いと、分子が垂直配向していても明表示における吸収分が増えることとなり、明るさが暗くなるからである。

【0038】

また、透過表示に円偏光を用いないため、明表示時に上偏光板36で吸収される成分がなく、反射表示領域Rにおける半透過反射層18の裏面側で反射された光が下偏光板28で吸収される成分もないため、光の再利用が可能になり、透過表示を明るくすることができる。さらに、本実施の形態の液晶表示装置においては、透過表示領域Tと反射表示領域Rの同時刻における液晶分子の配向状態は基本的に同じでよく、複雑な構成を必要としないので、製造が容易である。

さらに、液晶層16のリタレーション値 n_d が上式(3)を満たすように液晶層厚を設定しているため、反射表示においては階調反転のない視認性に優れた表示を得ることができる。透過表示においては明るく高コントラストな表示を得ることができる。

【0039】

次に、本発明の第2実施形態について図3を用いて説明する。なお、図3においても図面を見やすくするため、各構成要素の膜厚や寸法の比率などは適宜異ならせてある。また、図1、図2を用いて説明した上記第1実施形態と同様の部位については同じ符号を付し、その説明を一部省略する。

図3に示すように、本実施形態の液晶表示装置10は上記第1実施形態と同様に半透過反射型の構成を有し、液晶セル11は、下基板13と上基板14とが対向配置され、これら上基板14と下基板13とに挟まれた空間に、二色性色素を添加した誘電率異方性が正のTN液晶が封入されて液晶層16が構成されている。

【0040】

ガラスやプラスチックなどの透光性材料からなる下基板13の内面側には、アルミニウム、銀、またはこれらの合金等の反射率の高い金属膜からなる半透過反射層18が形成されている。半透過反射層18には、バックライト12から出射された光を透過させるための開口部18aが各ドット毎に設けられており、半透過反射層18の形成領域のうち、実際に金属膜が存在している部分が反射表示領域R、開口部18aの部分が透過表示領域Tを構成している。

【0041】

また、下基板13の内面側には、半透過反射層18を被覆するように、R(赤)、G(緑)、B(青)の各色素層501~503を有するカラーフィルタ50が設けられている。これらの色素層501~503は、それぞれ650nm, 550nm, 450nm付近に透過波長領域を有し、短波長側に透過波長領域を有するものほど厚く構成されている。そして、Rドット~Bドットの液晶層16のリタレーション n_d が、色素層501~503の各波長に基づいて独立に構成されている。

【0042】

つまり、R($\lambda = 650\text{nm}$), G($\lambda = 550\text{nm}$), B($\lambda = 450\text{nm}$)の各ドットの n_d は、上式(3)に基づいて、それぞれ563nm, 476nm, 390nmとなるように構成されている。これにより、色毎に液晶層16のリタレーションが最適に設定され、透過表示時のコントラストを一層高めることができる。なお、各色素層間にはブ

10

20

30

40

50

ラックマトリクス 60 が格子状に形成され、R, G, B の各ドットが光学的に分離されている。

【0043】

そして、このカラーフィルタ 50 の上に、ITO (Indium Tin Oxide) 等の透明導電膜からなる画素電極 23 が形成され、画素電極 23 を覆うようにポリイミド等からなる配向膜 24 が積層されている。本実施の形態の場合、下基板 13 は TFT 等の画素スイッチング素子、データ線、走査線等が形成された素子基板から構成されているが、図 3 においては画素スイッチング素子、データ線、走査線等の図示は省略する。また、下基板 13 の外面側には下偏光板 28 が設けられている。

【0044】

一方、ガラスやプラスチックなどの透光性材料からなる上基板 14 の内面側には、ITO 等の透明導電膜からなる共通電極 32、ポリイミド等からなる配向膜 33 が順次積層されている。また、上基板 14 の外面側には上偏光板 36 が設けられている。

上基板 14 側、下基板 13 側の配向膜 33, 24 はともにラビング処理等の水平配向処理がなされており、上基板 14 側の配向膜 33 の配向方向は図 1 における紙面に平行な方向、下基板 13 側の配向膜 24 の配向方向は図 1 における紙面に垂直な方向にそれぞれ設定されている。このため、液晶層 16 の液晶分子 L と二色性色素分子 S とは非選択電圧印加 (電圧オフ) 時に上基板 14 と下基板 13 との間において基板面に平行な面内で略 90° ツイストした状態となっている。

【0045】

また、上偏光板 36 の透過軸方向、下偏光板 28 の透過軸方向はともに図 1 における紙面に平行な方向に設定されている。すなわち、上偏光板 36 の透過軸方向と上基板 14 の内面に接する液晶分子 L の配向方向とは概ね平行とされ、下偏光板 28 の透過軸方向と下基板 13 の内面に接する液晶分子 L の配向方向とは概ね垂直とされている。

バックライト 12 は、光源 37 と反射板 38 と導光板 39 を有しており、導光板 39 の下面側 (液晶パネル 1 と反対側) には、導光板 39 中を透過する光を液晶セル 11 側に向けて出射させるための反射板 40 が設けられている。

【0046】

したがって、本実施形態の液晶表示装置 10 でも、上記第 1 実施形態と同様に、反射表示では液晶による光の旋光性と二色性色素による光の吸収の双方を利用し、透過表示では液晶による光の旋光性のみを利用することによって、反射表示と透過表示の双方の表示特性を向上させることができる。また、液晶層厚が上式 (3) に基づいて設定されているため、反射表示においては階調反転がなく、透過表示においては高コントラストな表示を得ることができる。さらに、色素層 501 ~ 503 の厚みを変えて液晶層厚を調節することで、R ドット ~ G ドットの液晶層 16 のリタデーションを色毎に最適に設定しているため、透過表示時のコントラストを一層高めることができる。

【0047】

[電子機器]

上記第 1 実施形態又は第 2 実施形態の液晶表示装置を備えた電子機器の例について説明する。

図 4 は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図 4 において、符号 1000 は携帯電話本体を示し、符号 1001 は上記第 1 実施形態又は第 2 実施形態の液晶表示装置を用いた液晶表示部を示している。

【0048】

図 5 は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。図 5 において、符号 1100 は時計本体を示し、符号 1101 は上記第 1 実施形態又は第 2 実施形態の液晶表示装置を用いた液晶表示部を示している。

【0049】

図 6 は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。図 6 において、符号 1200 は情報処理装置、符号 1202 はキーボードなどの入力部、符

10

20

30

40

50

号 1 2 0 4 は情報処理装置本体、符号 1 2 0 6 は上記第 1 実施形態又は第 2 実施形態の液晶表示装置を用いた液晶表示部を示している。

【 0 0 5 0 】

図 4 ~ 図 6 に示す電子機器は、上記第 1 実施形態又は第 2 実施形態の液晶表示装置を用いた液晶表示部を備えているので、反射モード、透過モードにかかわらず明るく視認性に優れた表示が得られる表示部を有する電子機器を実現することができる。

【 0 0 5 1 】

なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば本発明は、上記実施の形態のようにアクティブマトリクス方式の半透過反射型カラー液晶表示装置に限ることなく、パッシブマトリクス方式、ドットマトリクス方式や白黒表示の液晶表示装置に適用することも可能である。

【 0 0 5 2 】

【実施例】

本発明者らは、本発明の効果を実証するために本発明に係る構成の液晶表示装置を実際に作製し、透過率と反射率、およびコントラストを測定した。その結果について以下、報告する。

【 0 0 5 3 】

本実施例では、式 (3) に基づいて、液晶のリタデーション $n d$ がそれぞれ $R (\lambda = 450 \text{ nm})$, $G (\lambda = 550 \text{ nm})$, $B (\lambda = 650 \text{ nm})$ の波長の光に対して最適となるように構成された三種類の液晶セル $C 1 \sim C 3$ を作製した。液晶セル $C 1 \sim C 3$ を作製するに当たっては、誘電異方性が正の液晶組成物として、MJ 96411 (商品名、メルク社製) にカイラル物質を少量添加したものをを用いた。この液晶組成物の屈折率異方性 n は 589 nm の波長の光に対して 0.12 である。また、二色性色素として下記の表 1 に示す 4 種類の色素 (三菱化学社製) を用い、表 1 に示した混合比で混合して黒色色素とした。そして、この黒色色素を所定の濃度で上記液晶に混合してゲストホスト液晶とし、このゲストホスト液晶を 90° ツイストの TN セルに注入した。上下の偏光板には SEG 1425DU (商品名、日東電工社製、偏光度 : 99.9%) を用いた。

【 0 0 5 4 】

【表 1】

品名	色	濃度(wt%)
LSB-318	シアン	2.45
LSR-652	赤紫	0.73
LSY-116	黄色	0.86
LSR-405	赤	0.26
	合計	4.3

【 0 0 5 5 】

この際、液晶セル $C 1 \sim C 3$ のセル厚をそれぞれ $3.4 \mu\text{m}$, $4.04 \mu\text{m}$, $4.39 \mu\text{m}$ となるように構成し、リタデーション $n d$ がそれぞれ 408 nm , 485 nm , 527 nm となるようにしている (表 2 参照) 。また、各液晶セル $C 1 \sim C 3$ について、上記液晶に混合するトータル色素濃度 c をそれぞれ $4.3 \text{ wt}\%$, $3.6 \text{ wt}\%$, $3.3 \text{ wt}\%$ とし、光の吸収量 (簡単のため、色素濃度 $c \times$ 液晶層厚み d として計算している) が各

液晶セル C 1 ~ C 3 について略同一となるようにしている。

【 0 0 5 6 】

【 表 2 】

	液晶濃度d (μm)	色素濃度c (wt%)	$c \times d$	$\Delta n d (\text{nm})$
セルC1	3.4	4.3	14.6	408
セルC2	4.04	3.6	14.5	485
セルC3	4.39	3.3	14.5	527
セルD1	10.8	0	0	1296
セルD2	11.2	1.3	14.6	1344

10

【 0 0 5 7 】

また、式 (2) の N を 1 とした効果を調べるために、液晶のリタデーション $n d$ が上式 (2) で N を 2 とした式に基づいて設定される二種類の比較用のセル (比較セル D 1 , 比較セル D 2) を作製した。比較セル D 1 , D 2 の液晶層厚 d はそれぞれ $10.8 \mu\text{m}$, $11.20 \mu\text{m}$ とされ、いずれも G ($= 550 \text{ nm}$) 付近の波長の光に対して最適な透過特性が得られるようになっている。また、比較セル D 1 の液晶は二色性色素を混合しない通常の TN セルとし、比較セル D 2 では色素濃度 c を 1.3 wt\% として光の吸収量が液晶セル C 1 ~ C 3 と同一 (即ち、吸収量が概ね 14.6) となるように構成している。

20

【 0 0 5 8 】

なお、上記の各セル C 1 ~ C 3 , D 1 , D 2 において、反射特性と透過特性を独立に調べるために、全面反射層を有するセルと反射層が全くないセルの 2 種類を作製した。

そして、輝度計を用いてこれらのセルの反射特性及び透過特性を評価した。なお、輝度計はセル正面に配置され、セルの表示面から垂直に出射された光の正面輝度を測定するようになっている。そして、測定値に基づいて反射率及び透過率を算出している。

30

【 0 0 5 9 】

(反射特性)

まず、反射層を有するセルを用いて $0 \sim 5 \text{ V}$ まで電圧を印加しながら反射率を測定した。その結果、図 7 に示すように、比較セル D 1 のセルでは、印加電圧が $0 \text{ V} \sim 1.3 \text{ V}$ の範囲では反射率に変化はなく、 1.3 V 付近で一旦増大した後、 1.5 V 付近で反射率は減少し始めた。そして、印加電圧が 2.1 V 付近で反射率は増大に転じ、印加電圧が 3.4 V 以降で反射率は略一定の値となった。

【 0 0 6 0 】

本来、二色性色素を含まない比較セル D 1 の構成では、印加電圧の有無に関わらず常に明表示を示すはずであり、ここでの反射率の変化は、純粹にリタデーション $n d$ と旋光性との関係として説明される。つまり、 $1.5 \text{ V} \sim 2.1 \text{ V}$ 印加時の反射率の落ち込みは、電圧印加に伴う旋光性の低下によって反射光が一部上偏光板に吸収されたことに起因していると考えられる。なお、印加電圧 $1.3 \text{ V} \sim 1.5 \text{ V}$ での反射率の増大は実効的な $n d$ が式 (3) を満たすような旋光性の高い状態になっていることに起因すると思われる。

40

【 0 0 6 1 】

比較セル D 2 では、上記液晶セル C 1 が示す反射率のカーブと比較して、 $1.8 \text{ V} \sim 3 \text{ V}$ 印加時に反射率に落ち込みが見られる。落ち込みが見られた印加電圧の領域は上記比較セル D 1 で反射率の低下が見られたのと略同じ電圧領域であり、ここでの反射率の落ち込みも旋光性の消失の過程で生じる階調反転現象として説明できる。

50

【 0 0 6 2 】

これに対して、液晶セル C 1 ~ C 3 では、電圧の増加に伴って反射率は増大し続け、階調反転のない良好な反射特性が得られた。また、5 V 印加時の反射率は 2 5 % 程度となり、色素を混合した分反射率は低下しているものの、許容される範囲と考えられる。

【 0 0 6 3 】

(透過特性)

次に、反射層のないセルを用いて、0 ~ 5 V まで電圧を印加しながら透過率を測定した。その結果、図 8 に示すように、比較セル D 2 及び液晶セル C 1 ~ C 3 とともに、5 V 印加時の透過率は 2 8 % 程度となった。これらの液晶セル C 1 ~ C 3 では色素を混合しているために明表示における透過率は若干低下しているが、それほど大幅な低下ではなく、許容で

10

【 0 0 6 4 】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明の構成によれば、反射表示では液晶による光の旋光性と二色性色素による光の吸収を、透過表示では液晶による旋光性のみを利用することによって、反射表示及び透過表示の表示特性を共に向上させることができる。

また、透過表示部と反射表示部との同時刻における液晶の配向状態は基本的に同じでよく、複雑な構成を必要としないため、製造を容易にすることができる。

20

さらに、液晶層のリタデーション値 $n d$ を、 $n d = 0.866 \cdot (\lambda : 380 \text{ nm} \sim 780 \text{ nm})$ を満たすように構成しているため、反射表示においては階調反転がなく、透過表示においては明るく高コントラストな表示を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施形態の液晶表示装置の概略構成を示す断面図である。

【図 2】 同、液晶表示装置の表示原理を説明するための図であって、表示原理の説明に必要な構成要素のみを示す図である。

【図 3】 本発明の第 2 実施形態の液晶表示装置の概略構成を示す断面図である。

【図 4】 本発明に係る電子機器の一例を示す斜視図である。

30

【図 5】 本発明に係る電子機器の他の例を示す斜視図である。

【図 6】 本発明に係る電子機器のさらに他の例を示す斜視図である。

【図 7】 本発明の実施例の液晶表示装置における分光反射率とコントラストを示す図である。

【図 8】 本発明の実施例の液晶表示装置における透過率を示す図である。

【図 9】 従来の液晶表示装置の一例の概略構成を示す断面図である。

【図 10】 同、液晶表示装置の表示原理を説明するための図であって、表示原理の説明に必要な構成要素のみを示す図である。

【符号の説明】

1 0 液晶表示装置

40

1 1 液晶セル

1 2 バックライト

1 3 下基板

1 4 上基板

1 6 液晶層

1 8 半透過反射層

1 8 a 開口部

2 4 , 3 3 配向膜

2 8 下偏光板

3 6 上偏光板

50

5 1 ~ 5 3 カラーフィルタ

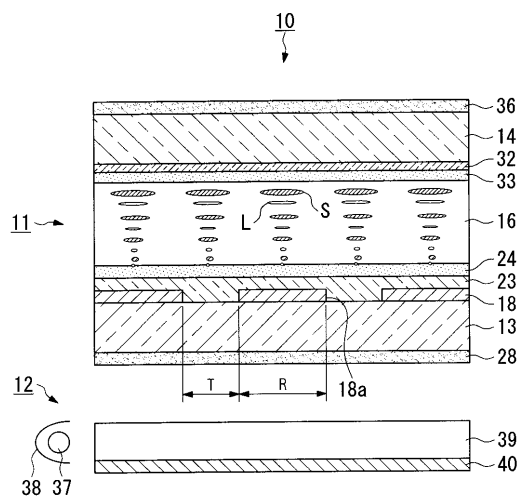
R 反射表示領域

T 透過表示領域

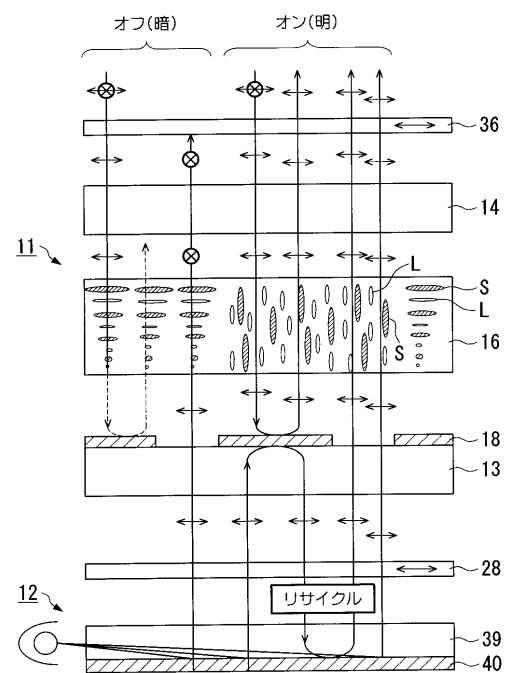
S 二色性色素分子

L 液晶分子

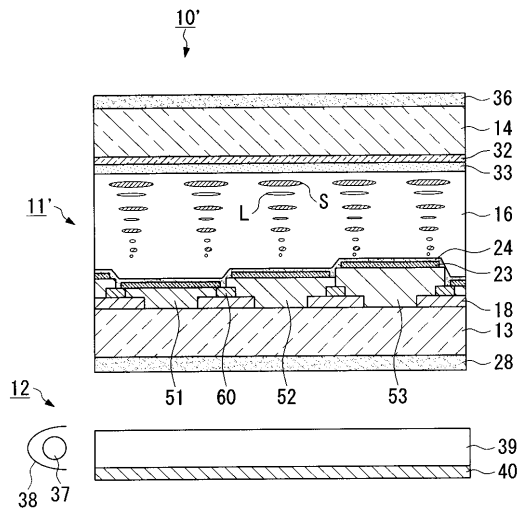
【図 1】



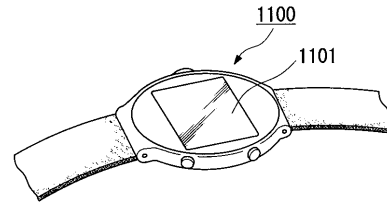
【図 2】



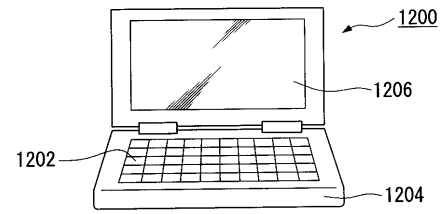
【図 3】



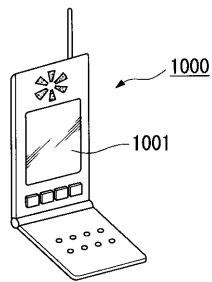
【図 5】



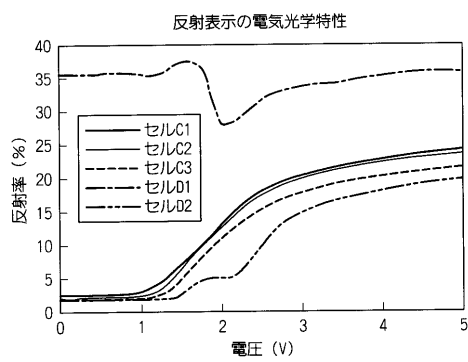
【図 6】



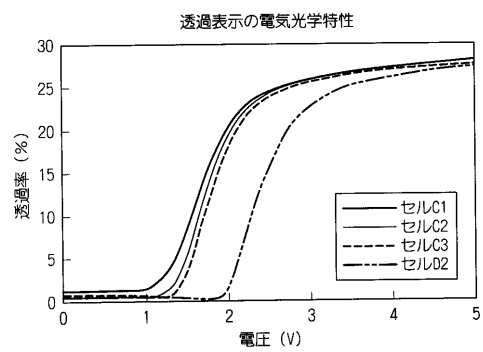
【図 4】



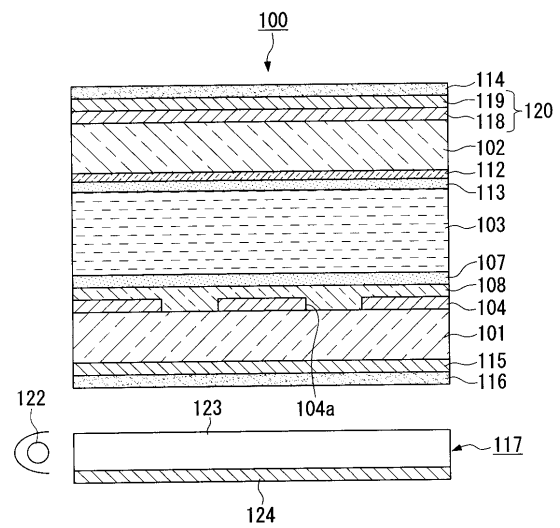
【図 7】



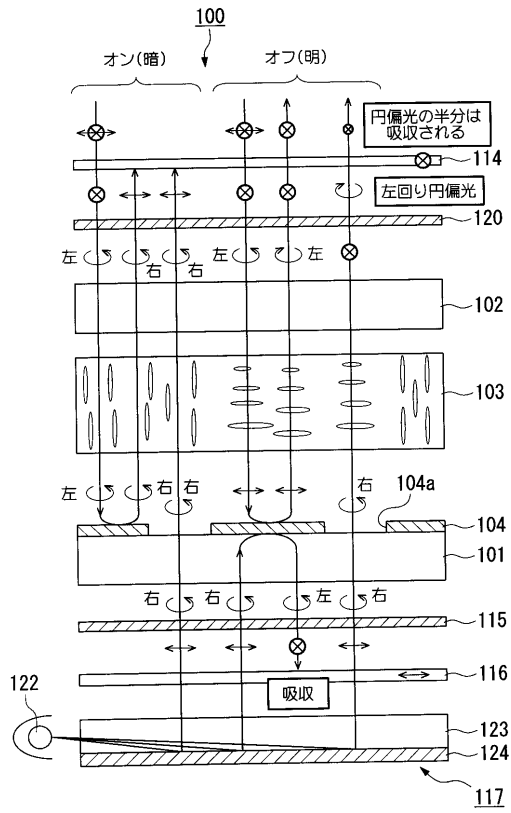
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 4 2 2 2 6 (J P , A)
特開昭 6 3 - 2 6 9 1 2 3 (J P , A)
特開昭 5 9 - 1 7 7 5 8 5 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 8 1 6 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 5 5 3 1 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02F 1/1335

G02F 1/137