

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-227759

(P2005-227759A)

(43) 公開日 平成17年8月25日(2005.8.25)

(51) Int.Cl.⁷

G02F 1/1337

F I

G02F 1/1337 520

G02F 1/1337 505

G02F 1/1337 525

テーマコード (参考)

2H090

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2005-6867 (P2005-6867)
 (22) 出願日 平成17年1月13日 (2005.1.13)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-8459 (P2004-8459)
 (32) 優先日 平成16年1月15日 (2004.1.15)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 (74) 代理人 110000338
 特許業務法人原謙三国際特許事務所
 (72) 発明者 宮地 弘一
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 井上 威一郎
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 芝原 靖司
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内

最終頁に続く

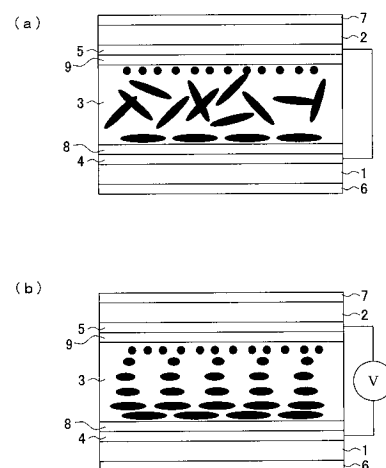
(54) 【発明の名称】 表示素子および表示装置

(57) 【要約】

【課題】 分子の配向秩序を制御することによって透過率を変化させる表示素子において、コントラストを向上させ、また、色付き現象を軽減させる。

【解決手段】 基板1・2における一方の面に、電極4・5を設けるとともに、この電極4・5を覆うように、ラビング処理を施した配向膜8・9を貼り付ける。また、基板1・2における他方の面に、偏光板6・7を、配向膜8・9のラビング方向と偏光板6・7の吸収軸方向とがそれぞれ一致するように貼り付ける。そして、配向膜8・9のラビング方向が互いに直交するように、基板1・2における一方の面を対向させる。さらに基板1・2間に形成された隙間である誘電性物質層3に、ネガ型液晶性を有する媒質を封入する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一方が透明な一对の基板と、上記両基板間に挟持された物質層と、上記両基板の対向面にそれぞれ形成された配向膜とを備え、上記物質層に外場を印加することによって表示を行う表示素子であって、

上記物質層は、外場を印加することによって光学的異方性の程度が変化する媒質を含み、

上記各基板における配向膜は、互いに直交する方向に配向処理が施されていることを特徴とする表示素子。

【請求項 2】

上記媒質は、電界を印加することによって光学的異方性の程度が変化することを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 3】

上記各基板に、

互いの吸収軸方向が直交するとともに、

それぞれの吸収軸方向が、上記両配向膜における配向処理の方向と直交または平行となるように設けられた、偏光板を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 4】

上記配向膜は、有機薄膜からなることを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 5】

上記配向膜は、ポリイミドからなることを特徴とする請求項 4 に記載の表示素子。

【請求項 6】

上記媒質は、負の誘電異方性を有する棒状分子を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の表示素子。

【請求項 7】

上記媒質は、ネガ型液晶性化合物を含有していることを特徴とする請求項 2 に記載の表示素子。

【請求項 8】

上記媒質に、カイラル剤が添加されていることを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 9】

上記媒質は、カイラル物質であることを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 10】

上記媒質は、電界の 2 次に比例して屈折率が変化することを特徴とする請求項 2 に記載の表示素子。

【請求項 11】

上記媒質は、有極性分子を含有することを特徴とする請求項 2 に記載の表示素子。

【請求項 12】

上記媒質は、

外場無印加時に光学的等方性を示し、

外場を印加することによって光学的異方性が発現することを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 13】

上記媒質は、

外場無印加時に光学的異方性を示し、

外場を印加することによって光学的異方性が消失して、光学的等方性を示すことを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 14】

上記媒質を構成する分子は、

外場印加時もしくは外場無印加時に光学波長未満の秩序構造を有し、外場を印加するこ

10

20

30

40

50

とによって秩序構造が変化することを特徴とする請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 14 のいずれかに記載の表示素子を備えていることを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高速応答かつ広視野の表示性能を有する表示素子および表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液晶表示素子は、各種表示素子のなかでも薄型で軽量かつ消費電力が小さいといった利点を有している。このため、テレビやモニター等の画像表示装置や、ワークロ、パーソナルコンピュータ等の O A (Office Automation) 機器、ビデオカメラ、デジタルカメラ、携帯電話等の情報端末などに備えられる画像表示装置に広く用いられている。

【0003】

液晶表示素子の液晶表示方式としては、従来、例えば、ネマチック (ネマティック) 液晶を用いたツイステッドネマチック (TN) モードや、強誘電性液晶 (FLC) あるいは反強誘電性液晶 (AFLC) を用いた表示モード、高分子分散型液晶表示モード等が知られている。

【0004】

これらの液晶表示方式のうち、例えば、TN モードの液晶表示素子は、従来から実用化されている。しかしながら、TN モードを用いた液晶表示素子には、応答が遅い、視野角が狭い等の欠点があり、これらの欠点は、CRT (cathode ray tube) を凌駕する上で大きな妨げとなっている。

【0005】

また、FLC あるいは AFLC を用いた表示モードは、応答が速く、視野角が広いといった利点を有してはいるものの、耐ショック性、温度特性等の面で大きな欠点があり、広く実用化されるまでには至っていない。

【0006】

さらに、光散乱を利用する高分子分散型液晶表示モードは、偏光板を必要とせず、高輝度表示が可能であるが、本質的に位相板による視角制御ができない上、応答特性の面で課題を有しており、TN モードに対する優位性は少ない。

【0007】

これら表示方式は、何れも、液晶分子が一定方向に整列した状態にあり、液晶分子に対する角度によって見え方が異なるため、視角制限がある。また、これら表示方式は、何れも、電界印加による液晶分子の回転を利用するものであり、液晶分子が整列したまま揃って回転するため、応答に時間を要する。なお、FLC や AFLC を用いた表示モードの場合、応答速度や視野角の面では有利であるが、外力による非可逆的な配向破壊が問題となる。

【0008】

一方、電界印加による液晶分子の回転を利用するこれらの表示方式に対して、二次の電気光学効果を利用した電子分極による表示方式が提案されている。

【0009】

電気光学効果とは、物質の屈折率が外部電界によって変化する現象である。電気光学効果には、電界の一次に比例する効果と二次に比例する効果とがあり、それぞれポッケルス効果、カー効果と呼ばれている。特に、二次の電気光学効果であるカー効果は、高速の光シャッターへの応用が早くから進められており、特殊な計測機器において実用化されている。

【0010】

カー効果は、1875 年に J. Kerr (カー) によって発見されたものであり、これまで

10

20

30

40

50

に、カー効果を示す材料としては、ニトロベンゼンや二硫化炭素等の有機液体が知られている。これら材料は、例えば、前記した光シャッター、光変調素子、光偏光素子、あるいは、電力ケーブル等の高電界強度測定等に利用されている。

【0011】

その後、液晶材料が大きなカー定数を有することが示され、光変調素子、光偏向素子、さらには光集積回路応用に向けての基礎検討が行われ、前記ニトロベンゼンの200倍を超えるカー定数を示す液晶化合物も報告されている。

【0012】

このような状況において、カー効果の表示装置への応用が検討され始めている。カー効果は、電界の二次に比例するため、電界の一次に比例するポッケルス効果と比較して、相対的に低電圧駆動を見込むことができる上、本質的に、数マイクロ秒～数ミリ秒の応答特性を示すため、高速応答表示装置への応用が期待される。

10

【0013】

ところで、カー効果を表示素子へ応用展開するにあたっての、実用上の大きな問題の一つは、従来の液晶表示素子と比較して駆動電圧が大きいことである。この問題に対して、例えば特許文献1では、ネガ型液晶性を有する分子を配向させる表示素子において、基板表面にあらかじめ配向処理を施しておき、カー効果が発現しやすいような状態を作り出す手法が提案されている。

【0014】

特許文献1に記載されている表示素子では、一对の基板間にネガ型液晶性を有する分子が挟持されている。ここで、ネガ型とは、誘電異方性が負であるタイプを意味する。また、両基板の内側には電極がそれぞれ形成されており、電極表面にはラビング処理を施された配向膜が形成されている。また、両基板の外側には、偏光板が、互いの吸収軸が直交するように配設されている。また、両電極の表面に形成された配向膜のラビング方向は、互いに反平行または平行になるように形成されており、かつ、偏光板の吸収軸と45度の角度をなすように配置されている。

20

【0015】

このような構成からなる、特許文献1の表示素子では、両電極間に電界を印加して基板法線方向に電界を発生させた場合、ネガ型液晶性を有する分子の分極が電界方向に配向すると共に、分子の長軸方向はラビング方向に平行になるように配向する。これにより、特許文献1の表示素子では、電界印加によって透過率が上昇する光学応答性を発揮する。

30

【特許文献1】特開2001-249363号公報（公開日2001年9月14日）

【非特許文献1】斉藤 一弥、徂徠 道夫、「光学的に等方性である珍しいサーモトロピック液晶の熱力学」,液晶,第5巻,第1号,p.20-27,2001年

【非特許文献2】山本 潤、「液晶マイクロエマルション」,液晶,第4巻,第3号,p.248-254,2000年

【非特許文献3】白石 幸英、外4名、「液晶分子で保護したパラジウムナノ粒子 - 調製とゲスト-ホストモード液晶表示素子への応用」,高分子論文集,Vol.59, No.12, p.753-759,2002年12月

【非特許文献4】「Handbook of Liquid Crystals」, Vol.1, p.484-485, Wiley-VCH, 1998

40

【非特許文献5】米谷 慎、「分子シミュレーションでナノ構造液晶相を探る」,液晶,第7巻,第3号,p.238-245,2003年

【非特許文献6】「Handbook of Liquid Crystals」, Vol.2B, p.887-900, Wiley-VCH, 1998

【非特許文献7】山本 潤、「液晶科学実験講座第1回：液晶相の同定：(4)リオトロピック液晶」,液晶,第6巻,第1号,p.72-82

【非特許文献8】Eric Grelet、外3名「Structural Investigations on Smectic Blue Phases」,PHYSICAL REVIEW LETTERS, The American Physical Society,23 APRIL 2001,VOLUME 86,NUMBER 17,p.3791-3794

50

【非特許文献 9】Shiro Matsumoto、外 3 名「Fine droplets of liquid crystals in a transparent polymer and their response to an electric field」,1996,Appl. Phys. Lett., Vol.69, p.1044-1046

【非特許文献 10】Norihito Mizoshita、Kenji Hanabusa、Takashi Kato「Fast and High-Contrast Electro-optical Switching of Liquid-Crystalline Physical Gels:Formation of Oriented Microphase-Separated Structures」,Advanced Functional Materials, APRIL 2003,Vol.13, No.4, p313-317)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

10

しかしながら、特許文献 1 に開示されている表示素子では、電界無印加時に光漏れが生じ、コントラストの低下を引き起こすという問題がある。また、電界印加時に色付き現象が発生するという問題もある。

【0017】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、分子の配向秩序を制御することによって透過率を変化させる表示素子であって、コントラストを向上させ、また、色付き現象を軽減させた表示素子、および該表示素子を備えた表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

20

本発明の表示素子は、上記の課題を解決するために、少なくとも一方が透明な一对の基板と、上記両基板間に挟持された物質層と、上記両基板の対向面にそれぞれ形成された配向膜とを備え、上記物質層に外場を印加することによって表示を行う表示素子であって、上記物質層は、外場を印加することによって光学的異方性の程度が変化する媒質を含み、上記各基板における配向膜は、互いに直交する方向に、配向処理が施されていることを特徴としている。

【0019】

上記の構成における外場は、上記媒質の光学異方性の程度を変化させられるものであればよく、特に限定されるものではないが、例えば、電界、磁場、光などを用いることができる。

30

【0020】

また、光学的異方性の程度が変化するということは、屈折率楕円体の形状が変わることを意味する。すなわち、本発明の表示素子では、外場無印加時と外場印加時における屈折率楕円体の形状の変化を利用することで、異なる表示状態を実現することができる。

【0021】

一方、従来の液晶表示素子では、表示を行うために媒質に電界を印加している。そして、電界印加時と電界無印加時とで、屈折率楕円体は楕円のままであり、その長軸方向（屈折率楕円体の向き）が変化（回転）する。すなわち、電界無印加時と電界印加時とにおける屈折率楕円体の長軸方向が変化（回転）することで、異なる表示状態を実現していた。

【0022】

40

このように、従来の液晶表示素子では、液晶分子の配向方向の変化を利用していたため、液晶固有の粘度が応答速度に大きく影響していた。これに対して、上記の構成では、媒質における光学的異方性の程度の変化を用いて表示を行う。したがって、上記の構成によれば、従来の液晶表示素子のように、液晶固有の粘度が応答速度に大きく影響するといった問題がないので、高速応答を実現することができる。また、本発明の表示素子は高速応答性を備えているので、例えば、フィールドシーケンシャルカラー方式の表示装置に利用することもできる。

【0023】

また、上記の構成によれば、両配向膜近傍で生じる、配向膜が生じる位相差、あるいは、配向膜に吸着した分子が生じる位相差の方向が、互いに直交するためにキャンセルされ

50

る。このため、これらの位相差が透過率に寄与することがない。したがって、高いコントラストを得ることができる。

【0024】

また、上記の構成によれば、外場印加時または外場無印加時に、上記媒質を構成する分子を、一方の基板から他方の基板にかけて、上記分子の配向方向が順次異なっている挟れ構造となるように、上記分子を配向させることができる。これにより、分子が有する屈折率の波長分散に起因する色付き現象を抑制することができる。

【0025】

したがって、上記の構成によれば、分子の配向秩序を制御することによって透過率を変化させる表示素子において、コントラストを向上させ、また、色付き現象を軽減させた表示素子を実現できる。 10

【0026】

なお、上記媒質の光学的異方性の程度を変化させるための外場としては、表示素子の設計および駆動制御が容易であることから、電界が好ましい。

【0027】

また、上記各基板に、互いの吸収軸方向が直交するとともに、それぞれの吸収軸方向が、上記両配向膜における配向処理の方向と直交または平行となるように設けられた偏光板を備えていてもよい。

【0028】

上記の構成によれば、上記両配向膜近傍で発生する位相差の大きさが全く同じでない場合でも、光漏れの防止効果を向上させることができる。したがって、コントラストをより向上させることができる。 20

【0029】

また、上記配向膜が、有機薄膜からなるものであってもよい。また、上記配向膜は、ポリイミドからなるものであってもよい。

【0030】

また、外場として電界を用いる場合、上記媒質は、負の誘電異方性を有する棒状分子を含むものであってもよい。ここで、棒状分子とは、分子の形状が構造的に異方性を有しており、互いに長さの異なる分子の長軸方向と短軸方向とが存在するものを指す。また、外場として電界を用いる場合、上記媒質は、液晶性化合物を含有していてもよい。なお、上記媒質に含有する液晶性化合物としては、特にネガ型液晶性化合物が好ましい。ネガ型液晶性化合物では、液晶分子の長軸方向の屈折率，誘電率をそれぞれ n_e , ϵ とし、液晶分子の短軸方向の屈折率，誘電率をそれぞれ n_o , ϵ とした場合に、 $\Delta n = n_e - n_o > 0$, $\Delta \epsilon = \epsilon - \epsilon < 0$ になる。液晶性化合物を含有している媒質は、低温側では液晶相を呈するが、高温側では等方相を呈し、容易に光学的等方性を実現できるので好ましい。 30

【0031】

また、上記媒質に、カイラル剤が添加されていてもよい。あるいは、上記媒質は、カイラル物質であってもよい。ここで、カイラル物質とは、媒質自体がカイラル性を示すものである。 40

【0032】

上記いずれかの構成によれば、光学的異方性が発現している状態において、上記媒質を構成する分子を、左挟れまたは右挟れのいずれかの挟れ構造のみとすることができる。このため、左挟れと右挟れの挟れ構造からなるマルチドメインが存在する場合のように、ドメインの境界で透過率が下がってしまうといった問題がなく、透過率を向上させることができる。したがって、コントラストをより向上させることができる。

【0033】

また、外場として電界を用いる場合、上記媒質は、電界の2次に比例して屈折率が変化するものであってもよい。また、外場として電界を用いる場合、上記媒質は、有極性分子を含有するものであってもよい。これらの構成によれば、高速応答特性を備えた表示素子 50

を実現することができる。

【0034】

また、上記媒質は、外場無印加時に光学的等方性を示し、外場を印加することによって光学的異方性が発現するものであってもよい。この場合、屈折率楕円体の形状は、外場無印加時には球状であり、外場を印加することによって楕円に変化する。また、上記媒質は、外場無印加時に光学的異方性を示し、外場を印加することによって光学的異方性が消失して、光学的等方性を示すものであってもよい。この場合、屈折率楕円体の形状は、外場無印加時には楕円であり、外場を印加することによって球状に変化する。また、上記媒質は、外場無印加時に光学的異方性を示し、外場を印加することによって、光学的異方性が発現している状態において、その光学的異方性の程度が変化するものであってもよい。この場合、屈折率楕円体の形状は、外場印加前後で長軸及び短軸の割合が変化する（なお、上記楕円としては、ほぼ球状であってもよい）。

10

【0035】

上記の構成によれば、外場印加によって、上記媒質を構成する分子の秩序構造（配向秩序）に歪みを生じさせ、当該媒質の光学的異方性を変化させることができる。したがって、外場無印加時と外場印加時とで、異なる表示状態を実現することができる。

【0036】

なお、上記の構成では、媒質を構成する分子の光学的異方性の变化を用いて表示を行う。このため、液晶固有の粘度が応答速度に及ぼす影響が小さいので、高速応答を実現することができる。また、このような外場印加によって分子の秩序構造に生じる歪みは、温度の影響が小さいので、温度制御が容易となる。また、上記の構成では、媒質における分子の光学的異方性の变化を用いて表示を行うので、液晶分子の配向方向のみを変化させて表示を行う場合よりも、広視野角特性を実現できる。

20

【0037】

また、上記媒質は、外場印加時または外場無印加時に、光学波長未満の秩序構造（配向秩序）を有することが好ましい。つまり、上記媒質は、光学波長未満では液体的な等方相ではなく秩序（秩序構造、配向秩序）を持っていることが好ましい。この秩序構造が光学波長未満であれば、光学的には等方性を示す。したがって、外場印加時または外場無印加時に、秩序構造が光学波長未満となる媒質を用いることにより、外場無印加時と外場印加時とにおける表示状態を確実に異ならせることができる。

30

【0038】

本発明の表示装置は、上記の課題を解決するために、上記いずれかの構成の表示素子を備えていることを特徴としている。

【0039】

上記の構成の表示装置は、分子の配向秩序を制御することによって透過率を変化させる表示素子であって、コントラストを向上させ、また、色付き現象を軽減した表示素子を備えている。したがって、コントラストを向上させ、また、色付き現象を軽減した表示装置を実現できる。

【0040】

また、本発明の表示素子は、上記のように高速応答性を有しているので、この高速応答性を利用して、フィールドシーケンシャルカラー方式の表示装置に利用することもできる。

40

【発明の効果】

【0041】

以上のように、本発明の表示素子は、上記物質層が、外場を印加することによって光学的異方性の程度が変化する媒質を含み、上記各基板における配向膜は、互いに直交する方向に、配向処理が施されている。

【0042】

それゆえ、両配向膜近傍で生じる、配向膜が生じる位相差、あるいは、配向膜に吸着した分子が生じる位相差の方向が、互いに直交するためにキャンセルされる。このため、こ

50

これらの位相差が透過率に寄与することがない。したがって、高いコントラストを得ることができる。

【0043】

また、本発明の表示素子では、外場印加時または外場無印加時に、上記媒質を構成する分子を、一方の基板から他方の基板にかけて、上記分子の配向方向が順次異なっている擦れ構造となるように、上記分子を配向させることができる。これにより、分子が有する屈折率の波長分散に起因する色付き現象を抑制することができる。

【0044】

したがって、本発明の表示素子によれば、分子の配向秩序を制御することによって透過率を変化させる表示素子において、コントラストを向上させ、また、色付き現象を軽減させた表示素子を実現できる。

10

【0045】

また、従来の液晶表示素子のように、液晶固有の粘度が応答速度に大きく影響するといった問題がないので、高速応答を実現することができる。

【0046】

また、上記媒質を、電界印加によって光学的異方性の程度が変化する状態となる温度に保つだけでよいので、温度制御が極めて容易となる。

【0047】

また、媒質における光学的異方性の程度の変化を用いて表示を行うので、液晶分子の配向方向を変化させて表示を行う従来の液晶表示素子よりも、広視野角特性を実現できる。

20

【0048】

本発明の表示装置は、上記の表示素子を備えている。すなわち、分子の配向秩序を制御することによって透過率を変化させる表示素子であって、コントラストを向上させ、また、色付き現象を軽減させることができる表示素子を備えている。したがって、コントラストを向上させ、また、色付き現象を軽減した表示装置を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0049】

本発明の一実施の形態について図に基づいて説明する。図2は、本実施の形態にかかる表示素子（本表示素子）の概略構成を示す断面模式図である。なお、本実施形態では、電界（外場）印加時または電界無印加時に光学的等方性（巨視的に見て等方であればよい）を示す媒質を用いて表示を行う場合を中心に説明するが、本発明はこれに限るものではない。すなわち、必ずしも電界印加時または電界無印加時に光学的等方性を示す媒質を用いる必要はなく、電界無印加時に光学的異方性を示し、電界を印加することによって光学的異方性の程度が変化する媒質を用いてもよい。

30

【0050】

本表示素子は、駆動回路や信号線（データ信号線）、走査線（走査信号線）、スイッチング素子等とともに表示装置に配されて用いられる。図7は、本表示素子を用いる表示装置の要部の概略構成を示すブロック図であり、図8は、図7に示す表示装置に用いられる本表示素子（表示素子20）の周辺の概略構成を示す模式図である。

【0051】

40

図7に示すように、本実施の形態にかかる表示装置100は、画素10...がマトリクス状に配された表示パネル102と、駆動回路としてのソースドライバ103およびゲートドライバ104と、電源回路106等とを備えている。

【0052】

上記各画素10には、図8に示すように、本表示素子（表示素子20）およびスイッチング素子21が設けられている。

【0053】

また、上記表示パネル102には、複数のデータ信号線SL1～SLn（nは2以上の任意の整数を示す）と、各データ信号線SL1～SLnにそれぞれ交差する複数の走査信号線GL1～GLm（mは2以上の任意の整数を示す）とが設けられ、これらデータ信号

50

線 $SL1 \sim SLn$ および走査信号線 $GL1 \sim GLm$ の組み合わせ毎に、上記画素 10 ... が設けられている。

【0054】

上記電源回路 106 は、上記ソースドライバ 103 およびゲートドライバ 104 に、上記表示パネル 102 にて表示を行うための電圧を供給し、これにより、上記ソースドライバ 103 は、上記表示パネル 102 のデータ信号線 $SL1 \sim SLn$ を駆動し、ゲートドライバ 104 は、表示パネル 102 の走査信号線 $GL1 \sim GLm$ を駆動する。

【0055】

上記スイッチング素子 21 としては、例えば FET (電界効果型トランジスタ) あるいは TFT (薄膜トランジスタ) 等が用いられ、上記スイッチング素子 21 のゲート電極 22 が走査信号線 GLi に、ドレイン電極 23 がデータ信号線 SLi に、さらに、ソース電極 24 が、表示素子 20 に接続されている。また、表示素子 20 の他端は、全画素 10 ... に共通の図示しない共通電極線に接続されている。これにより、上記各画素 10 において、走査信号線 GLi (i は 1 以上の任意の整数を示す) が選択されると、スイッチング素子 21 が導通し、図示しないコントローラから入力される表示データ信号に基づいて決定される信号電圧が、ソースドライバ 103 によりデータ信号線 SLi (i は 1 以上の任意の整数を示す) を介して表示素子 20 に印加される。表示素子 20 は上記走査信号線 GLi の選択期間が終了してスイッチング素子 21 が遮断されている間、理想的には、遮断時の電圧を保持し続ける。

10

【0056】

図 2 に示すように、本表示素子は、対向する 2 枚の透明基板 (基板 1 および 2) 間に、光学変調層である誘電性物質層 (物質層、誘電性液体層) 3 が挟持されてなる。また、基板 1 および基板 2 における両基板の対向面 (内側) には、誘電性物質層 3 に電界を印加するための電界印加手段である電極 (透明電極) 4 および 5 がそれぞれ配置されている。さらに、電極 4 および 5 の内側には、配向膜 8 および 9 がそれぞれ備えられている。また、基板 1 および 2 における、両基板の対向面とは反対側の面 (外側) には、それぞれ偏光板 6 および 7 が備えられている。

20

【0057】

基板 1 および 2 は、ガラス基板で構成されている。また、本表示素子における両基板間の間隔、すなわち誘電性物質層 3 の厚みは $5 \mu m$ である。また、電極 4 および 5 は、ITO (インジウム錫酸化物) からなる。

30

【0058】

図 3 は、配向膜 8 および 9 のラビング方向および偏光板 6 および 7 の吸収軸方向を示す説明図である。この図に示すように、配向膜 8 および 9 には、互いのラビング方向 (配向処理方向) が直交するように、ラビング処理 (配向処理) が施されている。なお、配向膜 8 および 9 は、ポリイミドからなる。

【0059】

また、図 3 に示すように、偏光板 6 および 7 は、互いの吸収軸が直交するとともに、偏光板 6 の吸収軸方向と配向膜 8 のラビング方向とが平行となり (偏光板 6 の吸収軸方向と配向膜 8 のラビング方向とが一致し)、偏光板 7 の吸収軸方向と配向膜 9 のラビング方向とが平行となるように配置されている。なお、偏光板 6 の吸収軸方向と配向膜 9 のラビング方向とが平行となり、偏光板 7 の吸収軸方向と配向膜 8 のラビング方向とが平行となるように、各偏光板を配置してもよい。

40

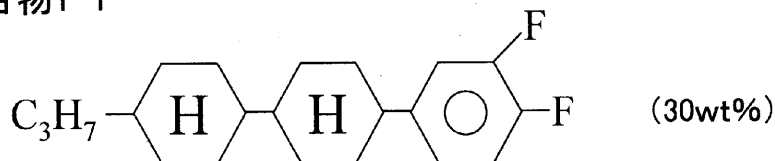
【0060】

誘電性物質層 3 には、ネガ型液晶混合物 (媒質) が封入されている。このネガ型液晶性混合物は、下記の化合物 1 - 1 (30 wt % (重量%))、化合物 1 - 2 (40 wt %)、化合物 1 - 3 (30 wt %) からなる。

【0061】

【化 1】

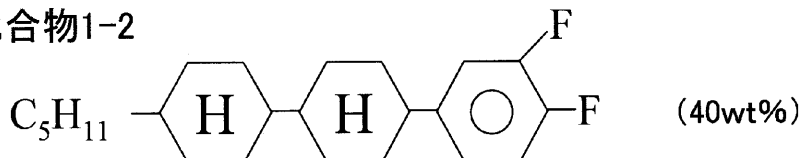
化合物1-1



【 0 0 6 2 】

【化 2】

化合物1-2

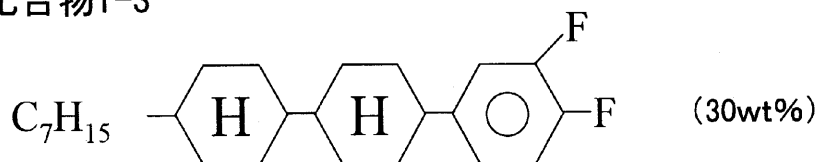


10

【 0 0 6 3 】

【化 3】

化合物1-3



20

【 0 0 6 4 】

ここで、本表示素子の製造方法について説明する。まず、基板 1 および 2 の表面に、電極 4 および 5 を形成する。両電極 4・5 の形成方法は、従来の液晶表示素子の製造方法と同様の方法を用いることができる。

【 0 0 6 5 】

次に、配向膜 8 を、基板 1 上に、電極 4 を覆うように形成する。また、配向膜 9 を、基板 2 上に、電極 5 を覆うように形成する。なお、配向膜 8 および 9 にはあらかじめラビング処理を施しておく。また、配向膜 8 および 9 のラビング方向は、互いに直交するようにする。

【 0 0 6 6 】

また、基板 1 および 2 の、電極 4 および 5 を形成した面とは反対側の面に、偏光板 6 および 7 を貼り合わせる。この際、偏光板 6 および 7 の吸収軸が互いに直交するとともに、偏光板 6 および 7 の吸収軸方向が配向膜 8 および 9 のいずれかのラビング方向と一致するように貼り合わせる。

30

【 0 0 6 7 】

次に、基板 1 および 2 を、プラスチックビーズ等のスペーサ（図示せず）を介して、両者の間隔（誘電性物質層 3 の厚さ）が $5\ \mu\text{m}$ となるように調整し、シール材（図示せず）で周囲を封じて固定する。この際、後に注入する媒質（誘電性液体）の注入口（図示せず）となる部分は封止せずに開口させておく。なお、スペーサおよびシール材の材質は特に限定されるものではなく、従来の液晶表示素子に用いられているものを用いることができる。

40

【 0 0 6 8 】

次に、両基板間に、上記した媒質、すなわち、化合物 1 - 1（30wt%）、化合物 1 - 2（40wt%）、化合物 1 - 3（30wt%）からなるネガ型液晶性混合物を注入する。なお、上記のネガ型液晶性混合物は、113 未満でネガ型ネマチック液晶相を示し、それ以上の温度では等方相を示す。

【 0 0 6 9 】

このようにして得られた本表示素子を、外部加温装置によりネマチック - 等方相の相転移点 T_{ni} 直上近傍の温度（相転移温度よりもわずかに高い温度、たとえば $T_{ni} + 0.1\ \text{K}$ ）に保ち、両電極 4・5 間に電圧（電界）を印加することにより、透過率を変化させ

50

ることができた。すなわち、誘電性物質層 3 に封入した媒質を、当該媒質の液晶相 - 等方相の相転移点よりわずかに高い温度に保つことによって等方相状態とし、両電極 4・5 間に電圧（電界）を印加することにより、誘電性物質層 3 の透過率を変化させることができた。

【0070】

なお、本表示素子における最大コントラストは、500 であった。ここで、最大コントラストとは、最大透過率を最低透過率（電界無印加時の透過率）で除した値である。すなわち、最大コントラスト = 最大透過率 / 最低透過率である。また、本表示素子では、電界を印加した場合でも、表示面の色付きはほとんど気にならない程度であった。

【0071】

一方、本表示素子と比較するために、配向膜 8 および 9 におけるラビング方向が異なる以外は本表示素子と同様に作成した、比較用表示素子を用意した。図 4 は、この比較用表示素子における配向膜 8 および 9 のラビング方向、および、偏光板 6 および 7 の吸収軸方向を示している。

【0072】

この図に示すように、比較用表示素子では、配向膜 8 および 9 におけるラビング方向は互いに反平行（逆平行、平行かつ反対方向）である。この場合、電界印加時の、誘電性物質層 3 に封入した媒質の分子の配向状態は、両基板付近における分子の配向方向が一方向である、ホモジニアス構造となる。

【0073】

また、図 4 に示すように、比較用表示素子では、配向膜 8 および 9 におけるラビング方向と偏光板 6 および 7 の吸収軸方向とが 45 度の角度をなしている。なお、偏光板 6 および 7 の吸収軸方向は、互いに直交している。

【0074】

このようにして得られた比較用表示素子を、外部加温装置によりネマチック - 等方相の相転移近傍の温度に保ち、両電極間に電界を印加した場合にも、透過率を変化させることができた。

【0075】

ただし、比較用表示素子における最大コントラストは、本表示素子より低い 250 であった。また、比較用表示素子では、電界を印加した際に、表示面が黄色っぽくなる色付き現象が認められた。

【0076】

以上のように、本表示素子では、比較用表示素子よりも高いコントラストを得ることができた。これは、比較用表示素子の方が、最低透過率（電界無印加時の透過率）が高く、電界無印加時に光漏れが生じているためである。すなわち、比較用表示素子では、以下の 2 つの原因に起因して電界無印加時に光漏れが生じており、それによってコントラストの低下を招いている。

1. ラビングされた配向膜が生じる位相差

2. 配向膜に吸着した分子が生じる位相差

一方、本表示素子では、これらの原因による光漏れは生じない。これは、以下の理由による。すなわち、上記の位相差は、たとえ存在していても、両配向膜近傍（両基板近傍）で生じる。そして、本表示素子では、配向膜 8 および 9 におけるラビング方向が偏光板 6 および 7 の吸収軸と直交または平行であるので、これらの両基板近傍で生じる位相差は、電界無印加時の透過率に寄与しない。

【0077】

また、比較用表示素子では色付き現象が認められたのに対して、本表示素子では色付き現象は気にならない程度であった。これは、比較用表示素子における分子の配向状態は、分子が一方向に配向するホモジニアス構造であるのに対して、本表示素子における分子の配向状態は両基板付近の分子の配向方向が異なるツイスト構造（捻れ構造）であるためである。すなわち、色付き現象は、分子が有する屈折率の波長分散に起因するものと考えら

10

20

30

40

50

れ、本表示素子のように分子の配向状態がツイスト構造の場合、比較表示素子のようにホモジニアス構造の場合よりも、波長分散の影響を受けにくいものと考えられる。

【0078】

ここで、本表示素子および比較用表示素子における、分子の配向状態の違いについて、図1(a)、図1(b)、図5(a)、図5(b)を用いて詳しく説明する。図1(a)は、本表示素子における、電界無印加時の分子の配向状態を説明するための断面模式図である。また、図1(b)は、本表示素子における、電界印加時の分子の配向状態を説明するための断面模式図である。また、図5(a)は、比較用表示素子における、電界無印加時の分子の配向状態を説明するための断面模式図である。また、図5(b)は、比較用表示素子における、電界印加時の分子の配向状態を説明するための断面模式図である。

10

【0079】

図1(a)に示すように、本表示素子では、電界無印加時には両基板(両配向膜)との界面付近における分子(両界面の吸着分子)が、両基板に施されたラビングの方向に沿って、互いに直交するように配向する。また、図1(b)に示すように、電界印加時には、分子の長軸方向が、基板面に平行な方向を向くとともに、一方の基板側から他方の基板側にかけて、基板面平行方向に順次捩れるように配向する。すなわち、本表示素子では、電界印加によって、分子の配向状態がツイスト構造(捩れ構造)をなすようになっている。

【0080】

一方、図5(a)に示すように、比較用表示素子では、電界無印加時には両基板(両配向膜)との界面付近における分子が、両基板に施されたラビングの方向に沿って、互いに平行となるように配向する。また、図5(b)に示すように、電界無印加時には、分子の長軸方向が基板面に平行な方向を向くとともに、一方の基板側から他方の基板側にかけて、分子の配向方向が一方向となるように配向する。すなわち、比較用表示素子では、電界印加によって、分子の配向状態がホモジニアス構造をなすようになっている。

20

【0081】

このように、本表示素子は、分子の配向状態がツイスト構造であるので、屈折率の波長分散の影響を受けにくく、色付き現象を抑制することができる。なお、本表示素子におけるツイスト構造は、左捩れと右捩れの両者が存在し、マルチドメインを形成している。このため、ドメインの境界では透過率が下がってしまう。

【0082】

そこで、誘電性物質層3に封入する媒質に、あらかじめカイラル剤を添加しておいてもよい。このように媒質にカイラル剤を添加しておくことにより、左捩れまたは右捩れのいずれかの捩れのみとすることができるので、透過率を向上させることができる。

30

【0083】

あるいは、誘電性物質層3に封入する媒質(誘電性液体)として、その媒質自身がカイラル性を有するもの(カイラル物質)を用いてもよい。この場合にも、左捩れまたは右捩れのいずれかの捩れ構造を誘起させることもでき、透過率を向上させることができる。

【0084】

また、本表示素子では、配向膜8および9のラビング方向が直交しており、かつ、配向膜8および9のラビング方向が偏光板6および7のいずれかの吸収軸方向とそれぞれ一致している。しかしながら、このような構成に限るものではなく、配向膜8および9における互いのラビング方向が直交していれば、コントラスト向上効果は得られる。

40

【0085】

すなわち、両配向膜におけるラビング方向が直交していれば、上述の両基板近傍に存在する電界無印加時の位相差、すなわち、ラビングされた配向膜が生じる位相差および配向膜に吸着した分子が生じる位相差、の方向が互いに直交するのでキャンセルされ、透過率に寄与しない。

【0086】

ただし、両基板近傍で発生する位相差の大きさが全く同じでないと完璧な効果は得られない。例えば、両配向膜の厚さに違いが生じたり、両配向膜におけるラビング強度に違い

50

が生じたりすると、光漏れを完全に防止することはできず、コントラスト低下の要因となる。したがって、配向膜 8 および 9 のラビング方向は、それぞれ、偏光板 6 および 7 のいずれかの吸収軸方向と一致していることが、光漏れを確実に防止できるので好ましい。これにより、コントラストをより向上させることができる。

【0087】

また、本表示素子では、基板 1 および 2 をガラス基板で構成したが、これに限るものではなく、少なくとも一方が透明な基板であればよい。また、本表示素子における両基板間の間隔は $5\ \mu\text{m}$ としたが、これに限定されるものではなく、任意に設定すればよい。ただし、液晶性媒質の屈折率異方性である Δn と誘電性物質層の厚み d との積は、直交ツイスト配向モード（いわゆる TN モード）の場合に光の利用効率が最大となる条件であることが好ましい。すなわち、等方相温度領域中において発生させる位相差（ $\Delta n \times d$ ）を、 $350\ (\text{nm}) \leq \Delta n \times d \leq 650\ (\text{nm})$ の範囲に設定することが好ましい。なお、上記規定における屈折率異方性 Δn は、できるだけ等方相を呈する温度に近い温度であることが望ましい。すなわち、上記位相差（ $\Delta n \times d$ ）の算出において、屈折率異方性 Δn は、前記したように、ネマティック相状態で、 $550\ \text{nm}$ にて測定した値であればよいが、できるだけ等方相を呈する温度に近い温度において測定された値であることが好ましい。なお、等方相を呈する温度 $T_{ni}\ (\text{K})$ に近く、かつ、確実にネマティック相状態となるように（安全を見て）、例えば、 $T_k\ (\text{K}) = T_{ni}\ (\text{K}) - 5\ (\text{K})$ において測定された値であってもよい。

また、電極 4 および 5 は ITO で構成されるものとしたが、これに限るものではなく、少なくとも一方が透明電極材料であればよい。

【0088】

また、本表示素子では、ポリイミドからなる配向膜 8 および 9 を用いたが、これに限るものではない。例えば、ポリアミック酸からなる配向膜を用いてもよい。あるいは、ポリビニルアルコール、シランカップリング剤、ポリビニルシンナメートなどを用いてもよい。

なお、ポリアミック酸やポリビニルアルコールを用いる場合には、基板上にこれらの材料を塗布して配向膜を形成した後にラビング処理を施せばよい。また、シランカップリング剤を用いる場合には、LB 膜のように引き上げ法で作成すればよい。また、ポリビニルシンナメートを用いる場合には、基板上にポリビニルシンナメートを塗布した後、UV（紫外線）照射すればよい。

【0089】

また、誘電性物質層 3 に封入する媒質は、上記した混合物に限るものではない。ただし、誘電性物質層 3 に封入する媒質は、負の誘電異方性を有する棒状分子であることが望ましい。すなわち、誘電性物質層 3 に封入する媒質は、分子長軸方向の誘電率が分子短軸方向の誘電率よりも小さい（分子長軸方向の誘電率 < 分子短軸方向の誘電率の）棒状分子であることが望ましい。

【0090】

また、誘電性物質層 3 に封入する媒質は、液晶性化合物からなる媒質、または、液晶性化合物を含む媒質であることがより好ましい。ここで、液晶性化合物とは、低温にすると、例えばネマチック相やスメクチック相といった液晶相が出現する化合物である。また、誘電性物質層 3 に封入する媒質は、ネガ型液晶性化合物からなる媒質、または、ネガ型液晶性化合物を含む媒質であることが特に好ましい。

【0091】

また、誘電性物質層 3 に封入する媒質は、単一化合物で液晶性を示すものであってもよく、複数の物質の混合により液晶性を示すものでもよい。あるいは、これらに他の非液晶性物質が混入されていてもよい。

【0092】

また、誘電性物質層 3 に封入する媒質は、誘電異方性が負の媒質であればよく、例えば、特許文献 1 に記載してあるような液晶性物質のうち、3HPFF と 5HPFF と 7HP

10

20

30

40

50

F F との混合物（ 1 , 2 - ジフルオロ - 4 - [トランス - 4 - (トランス - 4 - n - プロピルシクロヘキシル) シクロヘキシル] ベンゼンと、 1 , 2 - ジフルオロ - 4 - [トランス - 4 - (トランス - 4 - n - ペンチルシクロヘキシル) シクロヘキシル] ベンゼンと、 1 , 2 - ジフルオロ - 4 - [トランス - 4 - (トランス - 4 - n - ヘプチルシクロヘキシル) シクロヘキシル] ベンゼン) とよりなる混合物) などを用いることができる。あるいは、これらの液晶性物質に溶媒を添加したものを適用してもよい。

【 0 0 9 3 】

また、誘電異方性が負の媒質であれば、電界無印加時には光学的に概ね等方であり、電界印加により光学変調を誘起される媒質を用いてもよい。すなわち、典型的には、電界印加に伴い分子、または分子集合体（クラスタ）の配向秩序度が上昇する物質を用いてもよい。

10

【 0 0 9 4 】

また、誘電性物質層 3 に封入する媒質として、例えば、光学波長未満の秩序構造（配向秩序）を有し、光学的には等方的（巨視的に見て等方であればよい）に見える液晶相を適用することができる。あるいは、液晶分子が光の波長未満のサイズで放射状に配向している集合体で充填された、光学的に等方的に見えるような系を用いることもできる。これらに電界を印加することにより、分子あるいは集合体の微細構造にひずみを与え、光学変調を誘起させることができる。また、これらの媒質を用いる場合にも、配向補助材を形成しておくことによって分子の配向を促進できるので、低電圧で駆動することが可能となる。

【 0 0 9 5 】

20

このような媒質として、例えば、 3 H P F F と 5 H P F F と 7 H P F F の混合系を用いることができる。なお、この混合系は、負の誘電異方性を有する。

【 0 0 9 6 】

上記したように、 3 H P F F と 5 H P F F と 7 H P F F の混合系は、秩序構造が光学波長未満であるため透明である。すなわち、電界無印加の場合には光学的に等方性を示す。したがって、この混合系を本表示素子に適用する場合、直交ニコル下において良好な黒表示を行うことができる。

【 0 0 9 7 】

一方、上記の混合系が電界無印加時に光学的等方性を示す温度範囲に制御しながら、電極 4・5 間に電界を印加すると、光学的等方性を示す構造に歪が生じ、光学的異方性が発現する。すなわち、上記の混合系は、電界無印加状態では光学的に等方性であり、電界印加により光学的異方性が発現する。

30

【 0 0 9 8 】

このように、上記の構成の本表示装置では、電界を印加することによって光学的等方性を示す構造に歪が生じ、複屈折が発生するので、良好な白表示を行うことができる。なお、複屈折が発生する方向は一定であり、その大きさが電界印加によって変化する。また、電極 4・5 間に印加する電圧（電界）と透過率との関係を示す電圧透過率曲線は、安定した曲線となる。すなわち、上記構成の本表示装置では、電界無印加時に光学的等方性を示す温度範囲において安定した電圧透過率曲線を得ることができ、温度制御が極めて容易となる。

40

【 0 0 9 9 】

ここで、上記の混合系のように電界印加によって分子の光学的異方性の程度が変化する媒質を用いた場合の本表示素子と、従来の表示方式の液晶表示素子との、表示原理の相違点について説明する。

【 0 1 0 0 】

図 6 は、上記の混合系を用いた場合の本表示素子および従来の表示方式の液晶表示素子における、表示原理の違いを説明するための説明図であり、電界印加時および電界無印加時における屈折率楕円体の形状および方向を模式的に表したものである。なお、図 6 では、従来の表示方式として、TN 方式、VA（Vertical Alignment、垂直配向）方式、IPS（In Plane Switching、面内応答）方式における表示原理を示している。

50

【0101】

この図に示すように、TN方式の液晶表示素子は、対向する基板間に液晶層が挟持されており、両基板上にそれぞれ透明電極（電極）が備えられた構成である。そして、電界無印加時には、液晶層における液晶分子の長軸方向がらせん状に捻られて配向しているが、電界印加時には、液晶分子の長軸方向が電界方向に沿って配向する。この場合における平均的な屈折率楕円体は、図6に示すように、電界無印加時には長軸方向が基板面に平行な方向を向いており、電界印加時には長軸方向が基板面法線方向を向く。すなわち、電界無印加時と電界印加時とで、屈折率楕円体の形状は楕円であり、電界印加によって、その長軸方向（屈折率楕円体の向き）が変化する。すなわち、屈折率楕円体が回転する。なお、電界無印加時と電界印加時とで、屈折率楕円体の形状は、ほぼ変わらない。

10

【0102】

また、VA方式の液晶表示素子は、TN方式と同様、対向する基板間に液晶層が挟持されており、両基板上にそれぞれ透明電極（電極）が備えられた構成である。ただし、VA方式の液晶表示素子では、電界無印加時には、液晶層における液晶分子の長軸方向が、基板面に対して略垂直な方向に配向しているが、電界印加時には、液晶分子の長軸方向が電界に垂直な方向に配向する。この場合における平均的な屈折率楕円体は、図6に示すように、電界無印加時には長軸方向が基板面法線方向を向いており、電界印加時には長軸方向が基板面に平行な方向を向く。すなわち、電界無印加時と電界印加時とで、屈折率楕円体の形状は楕円であり、その長軸方向が変化する（屈折率楕円体が回転する）。また、電界無印加時と電界印加時とで、屈折率楕円体の形状は、ほぼ変わらない。

20

【0103】

また、IPS方式の液晶表示素子は、1つの基板上に対向する1対の電極が備えられており、両電極間の領域に液晶層が形成される構成である。そして、電界印加によって液晶分子の配向方向を変化させ、電界無印加時と電界印加時とで、異なる表示状態を実現できるようにになっている。したがって、IPS方式の液晶表示素子でも、図6に示すように、電界無印加時と電界印加時とで、屈折率楕円体の形状は楕円であり、その長軸方向が変化する（屈折率楕円体が回転する）。また、電界無印加時と電界印加時とで、屈折率楕円体の形は、ほぼ変わらない。

【0104】

このように、従来の表示方式の液晶表示素子では、電界無印加時でも液晶分子が何らかの方向（典型的には一方向）に配向しており、電界を印加することによって、各分子の配向方向がそろった状態で、その配向方向を一斉に変化させて表示（透過率の変調）を行っている。すなわち、屈折率楕円体の形は変化しないが、屈折率楕円体の長軸方向が電界印加によって回転（変化）することを利用して表示を行っている。また、電界無印加時と電界印加時とで、屈折率楕円体の形はほぼ変わらない。つまり、従来の表示方式の液晶表示素子では、可視光以上における液晶分子の配向秩序度はほぼ一定であり、配向方向を変化させることによって表示を行っている。

30

【0105】

これらの表示方式に対して、3HPFFと5HPFFと7HPFFの混合系（電界無印加時に光学的等方性を示し、電界印加によって光学的異方性が発現する媒質を用いる場合）を用いた本表示素子では、電界無印加時に分子があらゆる方向を向いている。ただし、これらの分子は、光の波長スケール未満の秩序（秩序構造、配向秩序）を有しているので、光学的異方性が発現せず（可視光以上のスケールでの配向秩序度 0）、図6に示すように、屈折率楕円体が従来の液晶表示素子とは異なり、球状となる。

40

【0106】

ところが、電界を印加すると、個々の分子が負の誘電異方性を有しているため基板面内方向（基板面に平行な方向）を向こうとして配向状態が変化する。また、この際、光学波長未満の秩序構造（配向秩序）に歪が生じて光学的異方性（可視光以上のスケールでの配向秩序度 > 0 ）が発現する。なお、屈折率楕円体は、長軸方向が基板面に平行な方向を向くとともに、一方の基板から他方の基板にかけて捻れている（ツイストしている）。この

50

ように、上記の混合系を用いた本表示素子では、電界無印加時には屈折率楕円体の形が等方的 ($n_x = n_y = n_z$) であり、球状となる (光学的等方性を示す)。そして、電界印加によって屈折率楕円体の形に異方性 (下界面付近では $n_x > n_y$ 、上界面付近では $n_y > n_x$) が発現して、屈折率楕円体が楕円になる (光学的異方性を示す)。ここで、 n_x 、 n_y 、 n_z は、それぞれ、基板面に平行かつ図 6 の左右方向、基板面に平行かつ図 6 の奥行き方向、基板面に垂直な方向、に対する屈折率を表している。

【0107】

なお、可視光以上における配向秩序度 0 (配向秩序度がほとんど無い) というのは、可視光より小さいスケールで見た場合には、液晶分子などがある方向に並んでいる割合が多い (配向秩序がある) が、可視光より大きいスケールで見ると、配向方向が平均化されていて配向秩序が無いことを意味している。

10

【0108】

すなわち、本発明において、可視光波長以上のスケールでの配向秩序度 0 とは、配向秩序度が可視光波長域、及び、可視光波長域より大きい波長の光に対して何ら影響を与えない程度に小さいことを示す。例えば、クロスニコル下で黒表示を実現している状態を示す。一方、本発明において、可視光波長以上のスケールでの配向秩序度 > 0 とは、可視光波長以上のスケールでの配向秩序度が、ほぼゼロの状態よりも大きいことを示し、例えば、クロスニコル下で白表示を実現している状態を示す。(この場合、階調表示であるグレーも含まれる)。

【0109】

20

また、本表示素子では、上記電界印加時の屈折率楕円体の長軸方向は、電界方向に対して常に垂直となる。これに対して、従来の液晶表示素子では、電界印加によって屈折率楕円体の長軸方向を回転させて表示を行うので、屈折率楕円体の長軸方向は、電界方向に対して常に垂直になるとは限らない。

【0110】

このように、3HPFFと5HPFFと7HPFFの混合系を用いた本表示素子では、光学的異方性の方向は一定 (電界印加方向は変化しない) であり、可視光以上における配向秩序度を変調させることによって表示を行っている。すなわち、上記の混合系を用いた本表示素子では、媒質そのものの光学的異方性 (または可視光以上における配向秩序) の程度が変化する。したがって、上記の混合系を用いた本表示素子の表示原理は、他の表示方式の液晶表示素子と大きく異なっている。

30

【0111】

また、上記の混合系を用いた本表示素子では、光学的等方性を示す構造に生じる歪、すなわち、媒質における光学的異方性の程度の変化を用いて表示を行うので、液晶分子の配向方向を変化させて表示を行う従来の表示方式の液晶表示装置よりも、広視野角特性を実現できる。さらに、上記の混合系を用いた本表示装置では、複屈折が発生する方向が一定であり、光軸方向が変化しないため、より広い視野角特性を実現できる。

【0112】

また、上記の混合系を用いた本表示装置では、微小領域の構造 (例えば結晶のような格子) の歪によって発現する光学的異方性を用いて表示を行っている。このため、従来の表示原理のように、液晶固有の粘度が応答速度に大きく影響するといった問題がなく、1ms程度的高速応答を実現することができる。すなわち、従来の表示原理では液晶分子の配向方向の変化を利用していたため、液晶固有の粘度が応答速度に大きく影響していたが、上記の混合系を用いた本表示装置では、微小領域の構造 (秩序構造、配向秩序) の歪を利用するため、液晶固有の粘度の影響が小さく、高速応答を実現することができる。したがって、本表示素子は、その高速応答性を利用して、例えばフィールドシーケンシャルカラー方式の表示装置に適用することもできる。

40

【0113】

また、本表示素子は、基板面法線方向に電界を印加する構成 (縦電界)、誘電性物質層 3 に封入する媒質としてネガ型液晶を用いる構成 (ネガ型液晶)、両基板に備えられる配

50

向膜のラビング方向を直交させる構成（ツイストラビング）を基本構成とするものである、と表現することもできる。

【0114】

また、本表示素子を用いて表示装置を形成することにより、電気光学効果を利用した表示素子において、コントラストを向上させ、色付き現象を抑制した表示装置を提供することができる。

【0115】

また、本発明をカー効果を利用した表示装置に適用することにより、高速応答性を示すとともに、コントラストを向上させ、色付き現象を抑制できるので、その実用的価値は極めて高い。

【0116】

また、本発明は、高速応答で広視野の表示性能を持つ表示素子に関するものである、と表現することもできる。

【0117】

また、本実施の形態においては、上記媒質の光学的異方性の程度を変化させる手段として、主に、電界の印加を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、電界以外の外場を印加することにより、外場印加時と無印加時とで、光学的異方性の程度を変化させてもよい。

【0118】

例えば、電界を印加する代わりに、磁場を印加するようにしてもよい。すなわち、本発明にかかる表示素子は、少なくとも一方が透明な一对の基板間に挟持された媒質に、外場を印加することによって表示を行う表示素子であって、上記媒質は、外場を印加することによって光学的異方性の程度が変化するものであり、上記各基板における配向膜は、互いに直交する方向に、配向処理が施されている構成であってもよい。

【0119】

この場合、媒質の磁気異方性を用いることにより、磁場印加時と無印加時とで媒質の光学的異方性の程度を変化させることになる。このため、媒質としては、磁化率の異方性の大きいものが好ましい。

【0120】

有機分子の場合、磁化率への寄与のほとんどは反磁性磁化率によるものなので、磁界の変化によって π 電子が分子内で環状に運動できる場合に、その絶対値が大きくなる。したがって、例えば分子内に芳香環がある場合に、磁界の方向に対して芳香環が垂直に向くような場合に磁化率の絶対値が大きくなる。この場合、芳香環の水平面方向の磁化率の絶対値は垂直方向に比べて小さいので、磁化率の異方性が大きくなる。よって、媒質は分子内に6員環などの環状構造があるものが好ましい。

【0121】

また、磁化率の異方性を上げるには媒質内の電子スピンを配列させることも好ましい。分子内にNやOやNOのラジカルの電子スピンを導入することにより、分子が安定なスピンを持つことができる。スピンを平行に配列させるためには、例えば平面上の共役系分子を積み重ねることにより実現できる。例えば、中心のコア部分が積み重なりカラムを形成しているディスコチック液晶が好適である。

【0122】

また、上記媒質の光学的異方性の程度を変化させるための外場として、光を用いることもできる。この場合、外場として用いる光の波長は特に限定されるものではないが、例えばNd:YAGレーザーで532nmの光を発振させて媒質に照射することにより、媒質の光学的異方性の程度を変化させることができる。

【0123】

この場合に用いる媒質は、特に限定されるものではなく、光照射により光学的異方性の程度が変化する媒質であればよい。例えば、上記した電界を用いる場合の各媒質例と同様のものを用いることができる。一例として、上記したベンチルシアノビフェニル（5CB

10

20

30

40

50

）を用いてもよい。

【 0 1 2 4 】

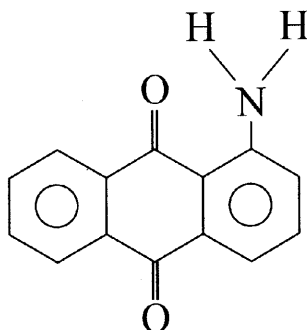
また、外場として光を用いる場合、媒質中に色素が少量含まれていることが好ましい。色素を少量添加することにより、色素を添加しない場合に比べて、光学的異方性の程度の変化が大きくなる。なお、媒質中における色素の含有量は 0 . 0 1 w t % 以上、5 % 未満であることが好ましい。0 . 0 1 % 未満だと、色素の量が少ないために光学的異方性の程度の変化にほとんど寄与せず、5 % 以上だと励起光が色素に吸収されてしまうからである。

【 0 1 2 5 】

例えば、ペンチルシアノビフェニル（5 C B）をそのまま媒質として用いてもよいが、この物質に色素を加えたものを媒質として用いてもよい。加える色素としては特に限定されるものではないが、色素の吸収帯が励起光の波長を含むものが好ましい。例えば、1 A A Q（1-amino-anthroquinone、アルドリッチ（Aldrich）社製、下記化学構造式参照）を加えてもよい。

【 0 1 2 6 】

【 化 4 】



【 0 1 2 7 】

ペンチルシアノビフェニル（5 C B）に、1 A A Qを 0 . 0 3 % 加えることにより、光励起による光学的異方性の程度の変化は、1 A A Qを加える前に比べて 1 0 倍程度大きくなった。

【 0 1 2 8 】

また、上記表示素子において、上記光学的異方性を発生させる手段としては、上記したように、例えば電界、磁場、光等が挙げられるが、そのなかでも、電界が、上記表示素子の設計および駆動制御が容易であることから好ましい。

【 0 1 2 9 】

したがって、上記表示素子は、外場印加手段として、例えば、電極等の電界印加手段や、電磁石等の磁場印加手段等を備えていてもよく、上記外場印加手段としては、上記表示素子の設計および駆動制御の点から、電界印加手段であることが好ましい。

【 0 1 3 0 】

なお、本発明において、上記外場印加手段としては、外場の印加前後で上記媒質の光学的異方性の程度を変化させることができるものであれば特に限定されるものではなく、上記外場印加手段としては、電極等の電界印加手段や、電磁石等の磁場印加手段の他に、レーザー装置、例えば上記 N d : Y A G レーザ等の光照射手段（励起光生成手段）等を用いることができる。

【 0 1 3 1 】

よって、本発明において、上記外場印加手段は、上記表示素子自身が備えていてもよく、上記表示素子とは別に設けられていてもよい。

【 0 1 3 2 】

つまり、本発明にかかる表示装置は、上記外場印加手段が設けられた表示素子を備えるものであってもよく、上記表示素子とは別に上記外場印加手段を備えているものであってもよい。言い換えれば、上記表示装置は、本発明にかかる上記表示素子と、該表示素子に

10

20

30

40

50

おける媒質に外場を印加する外場印加手段とを備えている構成を有していてもよい。

【0133】

また、本発明の表示素子では、光学的異方性の程度が変化する媒質として、例えば、外場を印加することによって秩序構造（配向秩序）が変化し、光学的異方性の程度が変化するものを用いることができる。例えば、外場印加時または無印加時に光学波長以下の秩序構造を有し、外場印加によって秩序構造が変化して光学的異方性の程度が変化する媒質を用いてもよい。あるいは、外場無印加時に光学的異方性を示す秩序構造を有し、外場印加によって秩序構造が変化して光学的異方性の程度が変化する媒質を用いてもよい。つまり、本発明の表示素子は、少なくとも一方が透明な一对の基板間に挟持された媒質に外場を印加することによって表示を行う表示素子であって、上記媒質は、外場を印加することによって秩序構造が変化して光学的異方性の程度が変化するものであってもよい。

10

【0134】

なお、本発明において、外場の印加により媒質の光学異方性の程度が変化すると、前記したように、外場の印加に伴って屈折率楕円体の形状が変化することを示す。例えば、上記したように外場無印加時に光学的等方性を示し、外場を印加することによって光学的異方性の程度が変化する場合、つまり、外場を印加することによって光学的異方性が発現する場合、屈折率楕円体の形状は、外場の印加により、球状から楕円に変化する。また、上記媒質が外場無印加時に光学的異方性を示し、外場印加時に光学的等方性を示す場合、屈折率楕円体の形状は、外場の印加により、楕円から球状に変化する。また、上記媒質が、外場無印加時に光学的異方性を示し、外場を印加することによって、外場印加前と比較して光学的異方性の程度が大きくなるか、あるいは、小さくなる場合、屈折率楕円体の長軸方向あるいは短軸方向の長さが外場の印加により伸縮し、外場印加前後で長軸および短軸の割合が変化する（この結果、例えば曲率が変化する）。これにより、例えば、外場印加後に光学的異方性の程度がより大きくなる場合、外場印加により、外場印加前（外場無印加時）よりも短軸方向の長さに対する長軸方向の長さの比率がより大きな楕円となる。また、外場印加後に光学的異方性の程度がより小さくなる場合、外場印加により、外場印加前（外場無印加時）よりも短軸方向の長さに対する長軸方向の長さの比率がより小さな楕円（つまり、上記比率が1に近づく（ほぼ球状も含む））となる。

20

【0135】

この場合、液晶分子の配向方向の変化を利用する従来の液晶表示素子のように液晶固有の粘度が応答速度に大きく影響することがないので、従来の液晶表示素子よりも高速応答を実現できる。

30

【0136】

また、この場合、上記媒質を、外場印加時または外場無印加時に所定の秩序構造を示す状態（外場を印加することによって秩序構造に歪みが生じ、光学的異方性の程度が変化する状態）となる温度に保つだけでよいので、温度制御を容易にすることができる。つまり、例えば上記した特許文献1に記載されているような、電界印加による有極性分子における電子の偏りを利用する従来の電気光学効果を利用した表示装置では、駆動温度範囲が液晶相の相転移点近傍の温度に制限され、極めて高精度な温度制御が必要であるという問題があった。これに対して、上記の構成によれば、上記媒質を、外場印加時または外場無印加時に所定の秩序構造を示す状態となる温度に保つだけでよいので、温度制御を容易にすることができる。

40

【0137】

また、本発明の表示素子に用いられる媒質は、外場を印加することによって光学的異方性の程度が変化するものであればよく、必ずしもカー効果を示す媒質、すなわち電界の2乗に比例して屈折率が変化する媒質である必要はない。

【0138】

また、本表示素子は上述したところによると、基板面法線方向に電界を印加する構成（縦電界）、誘電性物質層3に封入する媒質としてネガ型液晶を用いる構成（ネガ型液晶）、両基板に備えられる配向膜のラビング方向を直交させる構成（ツイストラビング）を基

50

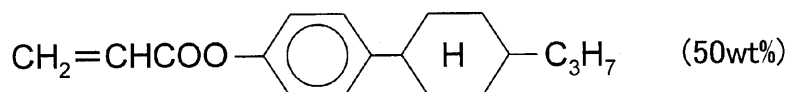
本構成とするものである、と表現したが、この構成に加えて例えば外場印加時における媒質を構成する分子のツイスト配向をより効率よく発現させるべく、分子の配向状態を高分子ネットワーク（ポリマーネットワーク）で予め安定化しておいてもよい。この場合の実施例について以下に説明する。

【 0 1 3 9 】

誘電性物質層 3 に 3 H P F F、5 H P F F、7 H P F F の混合系液晶に例えば、液晶性モノマーである U C L 0 0 1（商品名、D I C（大日本インキ化学）社製、下記 2 つの化学構造式からなる物質の等量（等重量）混合物）

【 0 1 4 0 】

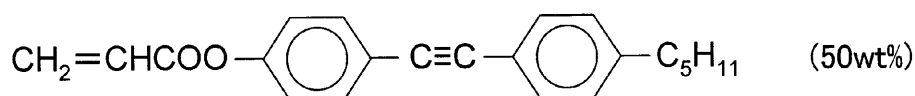
【 化 5 】



10

【 0 1 4 1 】

【 化 6 】



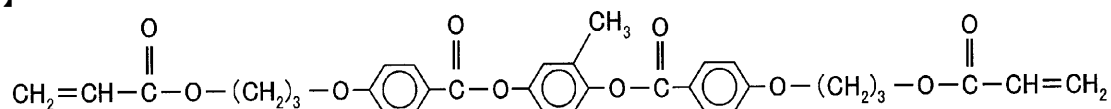
【 0 1 4 2 】

と、架橋剤 (Cross linker) としてジアクリレートモノマー R M 2 5 7（商品名、メルク (Merck) 社製、下記化学構造式）

20

【 0 1 4 3 】

【 化 7 】

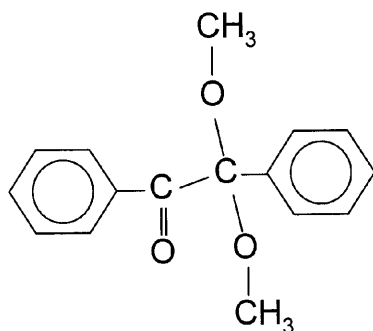


【 0 1 4 4 】

と、重合開始剤 (Photo initiator) として D M P A P（2,2-dimethoxy-2-phenyl acetophenone、アルドリッチ (Aldrich) 社製、下記化学構造式）

【 0 1 4 5 】

【 化 8 】



40

【 0 1 4 6 】

とを、以下に示す割合で混合する。

【 0 1 4 7 】

ネガ型液晶材料 (3HPFF, 5HPFF, 7HPFF の混合系、混合比は既述) : 95.8 wt%

U C L 0 0 1 : 3.0 wt%

R M 2 5 7 : 1.0 wt%

D M P A P : 0.2 wt%

上記のように混合した液晶材料とモノマー等との混合系を、本実施形態にかかる表示素子のセルに注入した。上記のモノマー、重合開始剤を添加した混合系の T_{ni} （ネマチック - 等方相相転移温度）は液晶単独の場合とほとんど同じ、すなわち 113 であった。

50

そして、113 よりも低い温度では誘電性物質層3はネマチック相状態を呈し、本実施形態では両基板の配向膜を互いに直交方向に配向処理を施しているので、一方の基板面から他方の基板面に向かって分子の配向方向が90度捻れたツイスト配向を示す。

【0148】

このネマチック相状態（例えば誘電性物質層3を103（ $T = T_{ni} - 10$ （K））の温度に保った状態）で、紫外線照射を行った。紫外線の照度は365nmの波長において1.0mW/cm²とし、照射時間は10分とした。

【0149】

その後、上記の表示素子を113 よりも高い温度である、等方相温度域に上げて電気光学特性の測定を行った。その結果、上記のような高分子安定化を全く施していない表示素子では約1K程度の狭い温度範囲しか透過率変化が得られなかったものが、上記のような高分子安定化を施した表示素子では約5K程度まで透過率変化が検出され、高分子ネットワークによって電界印加時のツイスト配向がより発現し易い環境を形成させることができた。

10

【0150】

なお、上記した液晶材料とモノマー等との混合系における混合比は一例であり、上記の数値に限定されるものではない。また、ホストとして用いる液晶材料や添加するモノマー等の種類は上記した例に限るものではない。ホストとして用いる液晶材料や添加するモノマー等の種類によって最適な混合比は異なるので、使用する物質に応じて適切な混合比を適宜設定すればよい。ただし、誘電性物質層3に封入した媒質が光学的等方性を示す場合に、高分子ネットワーク（ポリマーネットワーク）が可視光に対して影響を与えないようにモノマー添加量を設定することが好ましい。例えば、本実施形態のように、電界無印加時に光学的等方性を示す媒質に、電界を印加することによって光学的異方性（90度ツイスト配向）を発現させることでスイッチングさせる場合、電界無印加時に高分子ネットワークが可視光に影響を与えないようにすることが好ましく、そのような要請からモノマー添加量を設定することが好ましい。

20

【0151】

本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせて得られる実施の形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

30

【産業上の利用可能性】

【0152】

本発明の表示素子および表示装置は、テレビやモニター等の画像表示装置や、ワープロやパーソナルコンピュータ等のOA機器、あるいは、ビデオカメラ、デジタルカメラ、携帯電話等の情報端末等に備えられる画像表示装置に、広く適用することができる。また、本発明の表示素子および表示装置は、高速応答性を有しているので、例えばフィールドシーケンシャルカラー方式の表示装置にも好適である。

【図面の簡単な説明】

【0153】

【図1】（a）は、本発明の一実施の形態にかかる表示素子における、電界無印加時の分子の配向状態を説明するための断面模式図である。（b）は、本発明の表示素子における、電界印加時の分子の配向状態を説明するための断面模式図である。

40

【図2】本発明の一実施の形態にかかる表示素子の、概略構成を示す断面模式図である。

【図3】本発明の一実施の形態にかかる表示素子における、配向膜のラビング方向および偏光板の吸収軸方向を示す説明図である。

【図4】比較用表示素子における、配向膜のラビング方向および偏光板の吸収軸方向を示す説明図である。

【図5】（a）は、比較用表示素子における、電界無印加時の分子の配向状態を説明するための断面模式図である。（b）は、比較用表示素子における、電界印加時の分子の配向状態を説明するための断面模式図である。

50

【図6】本発明の一実施の形態にかかる表示素子と、従来の液晶表示素子とにおける、表示原理の違いを説明するための説明図である。

【図7】本発明の一実施の形態にかかる表示素子を用いる表示装置の要部の概略構成を示すブロック図である。

【図8】図7に示す表示装置に用いられる表示素子の周辺の概略構成を示す模式図である。

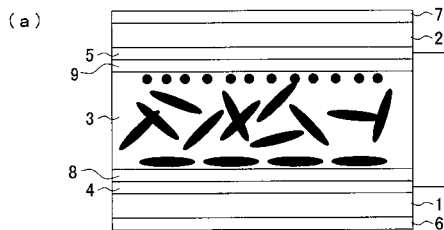
【符号の説明】

【0154】

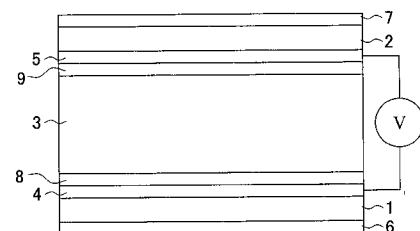
- 1、2 基板
- 3 誘電性物質層
- 4、5 電極
- 6、7 偏光板
- 8、9 配向膜
- 20 表示素子
- 100 表示装置

10

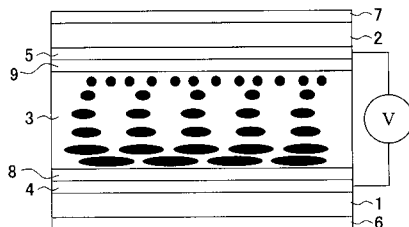
【図1】



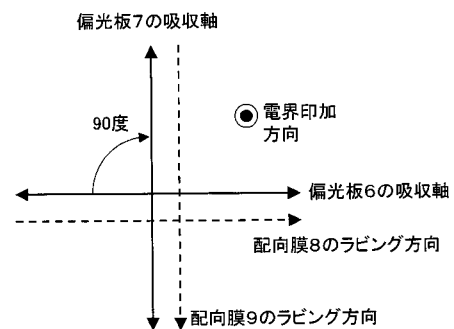
【図2】



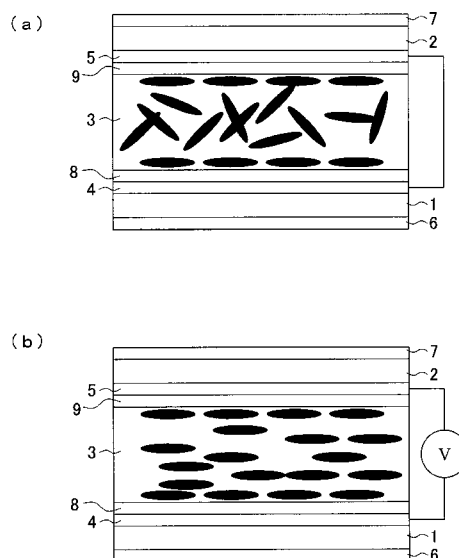
(b)



【図3】

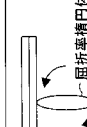
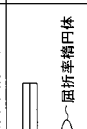
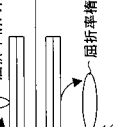
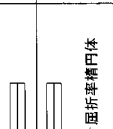
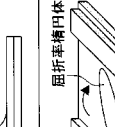
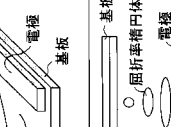


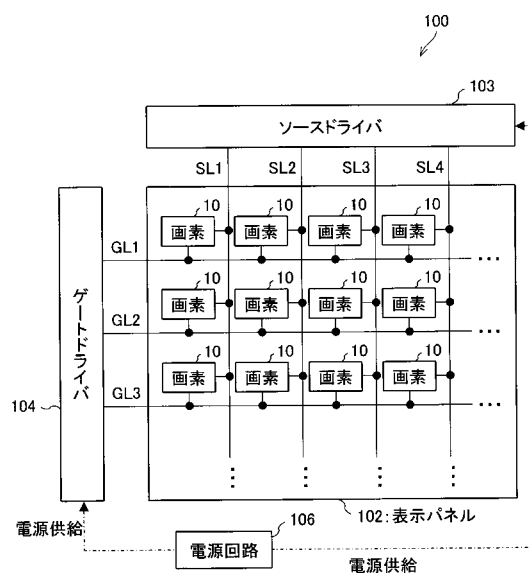
【图 5】



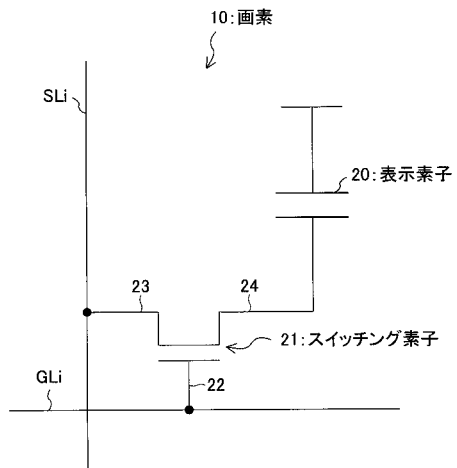
【 図 6 】

【圖 7】

TN方式	電圧無印加時の 媒質の平均的な屈折率構円体 	電圧印加時の 媒質の平均的な屈折率構円体 	液晶表示装置： 屈折率構円体の 形は変わらずに その方向が 電圧印加により回転する
VA方式	電圧無印加時の 媒質の平均的な屈折率構円体 	電圧印加時の 媒質の平均的な屈折率構円体 	電圧印加により回転する
IPS方式	電圧無印加時の 媒質の平均的な屈折率構円体 	電圧印加時の 媒質の平均的な屈折率構円体 	電圧印加により回転する
本表示素子	電圧無印加時の 媒質の平均的な屈折率構円体 	電圧印加時の 媒質の平均的な屈折率構円体 	電圧無印加時は 等方性($n_x = n_y = n_z$)であり、 印加により重方性(下系面付近 $n_x > n_y$ 、上系面付近 $n_y > n_x$) が現れる



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 石原 將市

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

F ターム(参考) 2H090 HB08Y HB13Y HB17Y HD14 LA02 LA06 LA09 LA16 MA06 MA16

MB05

专利名称(译)	显示设备和显示设备		
公开(公告)号	JP2005227759A	公开(公告)日	2005-08-25
申请号	JP2005006867	申请日	2005-01-13
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	宫地弘一 井上威一郎 芝原靖司 石原将市		
发明人	宫地 弘一 井上 威一郎 芝原 靖司 石原 将市		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/133 G02F1/137 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/1393 G02F1/1396 G02F2001/13712		
FI分类号	G02F1/1337.520 G02F1/1337.505 G02F1/1337.525 G02F1/137		
F-TERM分类号	2H090/HB08Y 2H090/HB13Y 2H090/HB17Y 2H090/HD14 2H090/LA02 2H090/LA06 2H090/LA09 2H090/LA16 2H090/MA06 2H090/MA16 2H090/MB05 2H088/GA01 2H088/GA02 2H088/GA17 2H088/HA03 2H088/JA14 2H088/JA30 2H088/KA27 2H088/MA01 2H088/MA02 2H290/AA95 2H290/BA07 2H290/BF13 2H290/DA03		
优先权	2004008459 2004-01-15 JP		
其他公开文献	JP4027940B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：通过控制分子的取向顺序来改变透射率的显示元件中的对比度提高并减少着色现象。 解决方案：在基板1和2的一个表面上提供电极45，并粘贴经摩擦处理的取向膜8和9以覆盖电极45。将偏振片6和7贴附到基板1和2的另一表面，使得取向膜8和9的摩擦方向与偏振片6和7的吸收轴方向彼此对准。然后，基板1和2的一个表面彼此相对，使得取向膜8和9的摩擦方向彼此正交。此外，具有负液晶性的介质被密封在电介质材料层3中，该电介质材料层3是在基板1和2之间形成的间隙。[选型图]图1

