

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3551381号
(P3551381)

(45) 発行日 平成16年8月4日(2004.8.4)

(24) 登録日 平成16年5月14日(2004.5.14)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO2F 1/1334

GO2F 1/1334

CO9K 19/54

CO9K 19/54

B

GO2F 1/137

CO9K 19/54

Z

GO2F 1/137

請求項の数 28 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平5-520171 (86) (22) 出願日 平成4年10月30日(1992.10.30) (65) 公表番号 特表平7-507083 (43) 公表日 平成7年8月3日(1995.8.3) (86) 国際出願番号 PCT/US1992/009367 (87) 国際公開番号 W01993/023496 (87) 国際公開日 平成5年11月25日(1993.11.25) 審査請求日 平成11年10月29日(1999.10.29) (31) 優先権主張番号 885,154 (32) 優先日 平成4年5月18日(1992.5.18) (33) 優先権主張国 米国(US) (31) 優先権主張番号 969,093 (32) 優先日 平成4年10月30日(1992.10.30) (33) 優先権主張国 米国(US)</p>	<p>(73) 特許権者 ケント ステイト ユニバーシティ アメリカ合衆国, オハイオ 44242, ケント, イースト メイン アンド リン カーン ストリート (番地なし)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 朝倉 勝三</p> <p>(72) 発明者 ドーン, ウィリアム ジェイ. アメリカ合衆国, オハイオ 44240, ケント, サウス リンカーン ストリート 1618</p> <p>(72) 発明者 ヤン, デン-ケ アメリカ合衆国, オハイオ 44240, ケント, オーラートン ストリート 82 6</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 液晶光変調デバイスと物質

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

セル壁構造と、正の誘電異方性と可視スペクトルの光を反射するのに有効なピッチ長さを有するキラルネマチック液晶光変調物質を含むポリマーを備えた光変調反射セルであって、

そのセル壁構造は、その液晶と共働して、電場のない中で安定な焦点円錐テキスチャーとねじれ平面テキスチャーを形成し、

そのセルは、その液晶物質を操作する手段を備え、

その手段は、その液晶の少なくとも一部を、焦点円錐テキスチャーから光反射ねじれ平面テキスチャーに変化させるのに有効な大きさの第1電圧パルスと、その液晶の少なくとも一部を、光反射ねじれ平面テキスチャーから焦点円錐テキスチャーに変化させるのに有効な大きさの第2電圧パルスを選択的に確立するのに適し、

そのセル壁構造は、液晶の配向のために処理されていない、

ことを特徴とする光変調反射セル。

【請求項2】

その液晶は、その液晶をホメオトロピック配向させるのに有効な電圧パルスを突然除去した後の安定な光反射ねじれ平面テキスチャーと、その液晶をホメオトロピック配向させるよりも低い電圧パルスを除去した後の安定な光散乱焦点円錐テキスチャーを示す請求項1に記載のセル。

【請求項3】

10

20

その物質を通る電場を確立する手段が、交流パルスを与えるのに適する請求項 1 又は 2 に記載のセル。

【請求項 4】

正の誘電異方性と可視スペクトルの光を反射するのに有効なピッチ長さを有するキラルネマチック液晶光変調物質とポリマー、

その液晶と共働し、電場のない中で安定な焦点円錐テキスチャーとねじれ平面テキスチャーを形成するセル壁構造、

及びその液晶物質をアドレスする手段、

を備えた光変調セルをアドレスする方法であって、

その液晶の少なくとも一部を、焦点円錐テキスチャーから光反射ねじれ平面テキスチャーに変化させる、又はその液晶の少なくとも一部を、光反射ねじれ平面テキスチャーから焦点円錐テキスチャーに変化させるのに有効な大きさの電圧パルスをその物質に選択的に印加し、

そのセル壁構造は、液晶の配向のために処理されていない、

ことを特徴とする光変調セルのアドレス方法。

10

【請求項 5】

その液晶をホメオトロピック配向させるのに有効な電圧パルスを突然除去した後の光反射ねじれ平面テキスチャーと、その液晶をホメオトロピック配向させるよりも低い電圧パルスを除去した後の光散乱焦点円錐テキスチャーに、その物質を選択的に切り換えることを含む請求項 4 に記載の方法。

20

【請求項 6】

方形の交流電圧パルスを印加することを含む請求項 4 又は 5 に記載の方法。

【請求項 7】

セル壁構造と、正の誘電異方性と可視スペクトルの光を反射するのに有効なピッチ長さを有するキラルネマチック液晶光変調物質を含むポリマーを備えた光変調反射セルであって、

そのセル壁構造は、その液晶を配向するように処理され、その液晶と共働して、電場のない中で安定な焦点円錐テキスチャーとねじれ平面テキスチャーを形成し、

そのセルは、その液晶物質をアドレスする手段を備え、

その手段は、その液晶の少なくとも一部を、焦点円錐テキスチャーから光反射ねじれ平面テキスチャーに変化させるのに有効な大きさの第 1 電圧パルスと、その液晶の少なくとも一部を、光反射ねじれ平面テキスチャーから焦点円錐テキスチャーに変化させるのに有効な大きさの第 2 電圧パルスを選択的に確立するのに適し、

30

そのポリマーは、その液晶とポリマーの全重量を基準に 10 重量 % 以上の量で存在する、ことを特徴とする光変調反射セル。

【請求項 8】

その液晶は、その液晶をホメオトロピック配向させるのに有効な電圧パルスを突然除去した後の安定な光反射ねじれ平面テキスチャーと、その液晶をホメオトロピック配向させるよりも低い電圧パルスを除去した後の安定な光散乱焦点円錐テキスチャーを示す請求項 7 に記載のセル。

40

【請求項 9】

そのセル壁構造が、その液晶をホメオトロピック配向させるように処理された請求項 7 又は 8 に記載のセル。

【請求項 10】

その物質を通る電場を確立する手段が、交流パルスを与えるのに適する請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のセル。

【請求項 11】

正の誘電異方性と可視スペクトルの光を反射するのに有効なピッチ長さを有するキラルネマチック液晶光変調物質とポリマー、

その液晶を配向させるように処理され、その液晶と共働して電場のない中で安定な焦点円

50

錐テキスチャーとねじれ平面テキスチャーを形成するセル壁構造、及びその液晶物質をアドレスする手段、を備えた光変調セルをアドレスする方法であって、その液晶の少なくとも一部を、焦点円錐テキスチャーから光反射ねじれ平面テキスチャーに変化させる、又はその液晶の少なくとも一部を、光反射ねじれ平面テキスチャーから焦点円錐テキスチャーに変化させるのに有効な大きさの電圧パルスとその物質に選択的に印加し、そのポリマーは、その液晶とポリマーの全重量を基準に10重量%以上の量で存在する、ことを特徴とする光変調セルのアドレス方法。

【請求項12】

その液晶をホメオトロピック配向させるのに有効な電圧パルスを突然除去した後の光反射ねじれ平面構造と、その液晶をホメオトロピック配向させるよりも低い電圧パルスを除去した後の光散乱焦点円錐テキスチャーに、その物質を選択的に切り換えることを含む請求項11に記載の方法。

【請求項13】

方形の交流電圧パルスを印加することを含む請求項11又は12に記載の方法。

【請求項14】

セル壁構造と、正の誘電異方性を有するキラルネマチック液晶光変調物質を含むポリマーを備えた光変調デバイスであって、そのセル壁構造と液晶は共働して、電場のない中で安定な焦点円錐テキスチャーとねじれ平面テキスチャーを形成し、その物質の第1部分は、電場のない中でねじれ平面テキスチャーを示し、同時に、その物質の第2部分は、電場のない中で焦点円錐テキスチャーを示し、そのデバイスは、その物質を通る電場を確立するための手段を備え、その手段は、その物質の焦点円錐テキスチャーとねじれ平面テキスチャーの割合を選択的に変化させるのに十分な種々の大きさの電場パルスを与えるのに適し、それによって、反射光の強度が選択的に調節可能である、ことを特徴とする光変調デバイス。

【請求項15】

そのセル壁構造が、液晶を配向させるように処理された請求項14に記載のデバイス。

【請求項16】

その物質を通る電場を確立する手段が、交流パルスを与えるのに適する請求項14又は15に記載のデバイス。

【請求項17】

その液晶が、可視スペクトルの外側の光を反射するのに有効なピッチ長さを有する請求項14~16のいずれか1項に記載のデバイス。

【請求項18】

その液晶が、可視スペクトルの光を反射するのに有効なピッチ長さを有する請求項14~16のいずれか1項に記載のデバイスセル。

【請求項19】

キラルネマチック液晶とポリマーの光変調物質からの着色光の反射強度を、最大強度と最小強度の間で選択的に調節する方法であって、そのキラルネマチック物質の第1部分が焦点円錐テキスチャーを示し、そのキラルネマチック物質の第2部分がねじれ平面テキスチャーを示すのに十分な電場パルス時間と電圧にその物質を供し、それによって、その物質が、その第1光状態の物質の量に比例するその最大と最小の間の選択された強度を連続的に反射する、ことを特徴とする選択的調節方法。

【請求項20】

方形の交流電圧パルスを印加することを含む請求項19に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 2 1】

その反射状態から散乱状態にその物質を切り換えるよりも低い大きさでその交流パルスを与えることを含む請求項20に記載の方法。

【請求項 2 2】

液晶とポリマーの液晶光変調物質を備えた光変調セルであって、その液晶は、正の誘電異方性を有するキラルネマチック液晶であって、可視スペクトルの外側の光を反射するのに有効なピッチ長さを有するねじれ平面テキスチャーを形成するのに有効な量でキラル物質を含み、

そのセルは、液晶を配向させるように処理されたセル壁を備え、そのポリマーは、そのセルの中の相分離ドメインの中に分配されて、電場がない中でねじれ平面テキスチャーを安定化させ、電場を印加したときに液晶がテキスチャーを変化することを可能にし、

その液晶は、電場のない中で光学的透明なねじれ平面テキスチャーと電場オンの条件下での光散乱焦点円錐テキスチャーを有し、

そのポリマーは、その液晶とポリマーの全重量を基準に10重量%以上の量で分配された、ことを特徴とする光変調セル。

10

【請求項 2 3】

キラルネマチック液晶が、赤外スペクトルの光を反射するピッチ長さを有する請求項22に記載のセル。

【請求項 2 4】

セル壁構造と、液晶とポリマーの相分離ドメインの液晶光変調物質を備えた光変調セルであって、

その液晶は、正の誘電異方性を有し、かつ可視スペクトルの内側と外側の光を反射するのに有効なピッチ長さを有する焦点円錐テキスチャーを形成するのに有効な量でキラル物質を含むキラルネマチック液晶であり、

そのセル壁構造は、その液晶と共働して、電場がない中で安定な焦点円錐テキスチャーを形成し、電場を印加したときに液晶がテキスチャーを変化することを可能にし、

その相分離ドメインは、液晶をホメオトロピック配向させるのに有効な電場の存在下で形成され、電場のない中でそのドメイン付近の液晶部分が主としてホメオトロピック配向を有し、

得られる物質は、電場がない中で光散乱焦点円錐テキスチャーと電場オンの条件下で光学的透明なホメオトロピック配向を有し、

そのセル壁構造は、液晶の配向のために処理されていない、ことを特徴とする光変調セル。

20

30

【請求項 2 5】

そのキラルネマチック液晶が、赤外スペクトルの光を反射するピッチ長さを有する請求項24に記載のセル。

【請求項 2 6】

そのポリマーが、セル中のポリマーと液晶の全重量を基準に1.5~40重量%の量で存在する請求項24又は25に記載のセル。

40

【請求項 2 7】

セル壁構造と、液晶とポリマーの相分離ドメインの液晶光変調物質を備えた光変調セルであって、

その液晶は、正の誘電異方性を有するキラルネマチック液晶であって、可視スペクトルの外側の光を反射するのに有効なピッチ長さを有する焦点円錐テキスチャーを形成するのに有効な量でキラル物質を含み、

そのセル壁構造は、液晶を配向させるように処理されてその液晶と共働し、電場がない中で安定な焦点円錐テキスチャーを形成し、電場を印加したときに液晶がテキスチャーを変化することを可能にし、

その相分離ドメインは、液晶をホメオトロピック配向させるのに有効な電場の存在下で形

50

成され、電場のない中でそのドメイン付近の液晶部分が主としてホメオトロピック配向を有し、

得られる物質は、電場がない中での光散乱焦点円錐テクスチャーと電場オンの条件下での光学的透明なホメオトロピック配向を有し、

そのポリマーが、ポリマーと液晶の全重量を基準に10重量%以上の量で存在する、ことを特徴とする光変調セル。

【請求項28】

そのキラルネマチック液晶が、赤外スペクトルの光を反射するピッチ長さを有する請求項27に記載のセル。

【発明の詳細な説明】

発明の背景

関連の出願

本願は、米国特許出願第07/694840号（1991年5月2日出願、この出願は本願にも取り入れられている）と、米国特許出願第07/885154号（1992年5月18日出願、この出願も本願にも取り入れられている）の一部継続出願である。

技術分野

本発明は一般に液晶光変調デバイスに関係し、より詳しくは、異なる電場条件で異なる光学的状態を示し、電場オン又は電場オフのいずれのモードでも全ての視角においてヘーズのない光透過性と光学的多安定性を含む特性のユニークな組み合わせを特徴とする新規な相分離した高分子-液晶のディスプレイセルに関する。

関連技術の説明

各種の電子光学デバイスに使用する目的の電氣的切換性液晶ポリマーフィルムは、機械的閉じ込め法によって調製されている。このような技術の1つに、液晶を微細多孔質のプラスチック又はガラスシートに吸収させる方法がある。この他に、ポリビニルアルコールのような水溶性ポリマーの溶液中又はラテックスエマルジョン中のネマチック液晶の水系エマルジョンから水を蒸発させる方法がある。

機械的閉じ込め法とエマルジョン化法を越える顕著な利益を提供する別な方法に、適当な合成樹脂を含む均一な溶液から、ポリマー相で分散された液晶相を形成するネマチック液晶の相分離がある。得られる物質は、ポリマー分散液晶（PDLC）フィルムと称される。PDLCフィルムのいくつかの長所は米国特許第4671618号、同4673255号、同4685771号、同4788900号で議論されており、これらの開示事項は参考にして含まれる。PDLCフィルムは、窓の切換性コーティングや大面積ディスプレイから投映ディスプレイや高品位テレビまでの多くの用途に有用であることが示されている。

この相分離の方法は、硬化剤の添加、紫外線により開始された重合、又は不混和領域に冷却することによって行うことができる。もう1つの方法は、溶媒中のポリマーと液晶の溶液のマトリックスを形成する組成物から溶媒を蒸発させる。

液晶の普通の屈折率がポリマーの屈折率に合致する上記の窓やディスプレイにおいて、このデバイスは、観測面に普通は垂直な電界の方向にそっと見るとき、最も透明に見える（電場オン状態）。本質的に不透明な外観が十分に斜めの視角で知覚されるまで、斜めの視角が増加したときに、ヘーズが増加して透明性が減少する。このヘーズの状態は、視角が直角から離れると、液晶の有効な屈折率とマトリックスの屈折率の不一致がより大きく知覚されることから生じる。

米国特許第4994204号（1991年2月19日発行、米国特許出願第07/324051号に対応）に開示されているPDLCフィルムの別な開発は、例えば液晶ポリマーの複屈折ポリマーの使用を含む。複屈折ポリマーで調製したPDLCフィルムは、入射光の全方向についてヘーズのない透明性を表示する特性を有する。このことは、ポリマーの常光線屈折率と異常光線屈折率を、液晶の常光線屈折率と異常光線屈折率に合致させることによって達成される。

複屈折ポリマーを用いて作成したPDLCフィルムは、電場オンの状態で透明で、電場オフの状態では光を散乱する通常の仕方で操作することができる。或いは、電場がない状態で透明で、電場オンの状態で光散乱するといった逆の又は「フェイルセーフ」の様式で作動する

10

20

30

40

50

ようにフィルムを作成することもできる。

発明の開示

本発明は、従来の技術を越える顕著な利益を提供する特性のユニークな組み合わせを示す、電氣的切換性の物質である。例えば、この新規な物質は、電場オフの状態では光散乱して電場オンの状態では透明なモード、又は電場オフの状態では透明で電場オンの状態では光散乱するモードのいずれでも操作可能である。両方の場合において、この物質は、透明なときに全視角で最小限のヘーズを示す。

本発明のもう1つの重要な特徴は、この物質を、多数の光学的に異なる状態を呈するように調製でき、いずれの状態も印加電場の存在なしに安定なことである。ディスプレイデバイスに組み込んだ場合、この物質は、電場により1つの状態から他の状態に移ることができる。電場パルスの大きさと形状により、この物質の光学的状態は、その状態の連続体にそって任意の所望の強度の着色光を反射する新しい安定状態に変わることができ、このようにして安定な「グレースケール (grey scale)」を提供する。低電場パルスは、白い外観の光散乱状態に結びつく。十分に高い電場パルス、即ち、液晶ディレクター (director) をホメオトロピックに配向させるに十分に高い電場の印加は、任意の所望の色であることができる光散乱状態に物質を移動させる。光散乱と光反射状態はゼロ電場でも安定を維持する。十分に高い電場を維持した場合、その電場を取り除くまでこの物質は透明である。電場を急激に切ると、この物質は光反射状態を再形成し、電場をゆっくり切ると、この物質は、光散乱状態を再形成する。安定な反射状態から安定な散乱状態まで物質を移動するに必要な大きさよりも小さい種々の電場パルスは、この物質をそれぞれ自身で安定な中間状態に移動することができる。これらの多安定状態は、反射と散乱状態により反射される間の強度の着色光を不明瞭に反射する。即ち、電場パルスの大きさにより、この物質は安定なグレースケールの反射能を示す。また、この物質への機械的応力の適用を、光散乱から光反射状態に物質を移動させるに使用することができる。

多安定性物質の主な長所は、高いデフィニションの平らなパルススクリーンを作成するための活性マトリックスを必要としないことである。このスクリーンは、各々の画素サイトにおける活性エレメントと、ディスプレイをアドレスするために使用する多量化スキームなしに調製することができる。このことは、生産を大きく簡略化し、収率を上げ、ディスプレイのコストを下げる。

多量化したフラットパネル液晶ディスプレイは新規ではなく、スピード、コントラスト、又は色が重要な問題点ではないラップトップコンピュータースクリーンのような用途に、主に超ねじりネマチック物質と共に開発されてきた。表面安定化双安定状態を示す強誘電体液晶もまた多量化することができる。これらのディスプレイは、その表面安定性が厳しい操作条件下で維持されないため、商業化が難しい。本発明の物質は、基材の微妙な表面条件を必要とせずに、光散乱と光反射状態が物質的に安定化されるといったいくつかの利益を提供する。本発明の物質で作成したディスプレイデバイスは、ディスプレイの明るさを制限する偏光子を必要としない。さらに、色は物質そのものによって導入され、同じく明るさを減らすことがある色フィルターを必要としない。

本発明における上記の有益な特性は、液晶とポリマーの液晶光変調物質を含む光変調セルを提供し、この液晶は正の誘電異方性を有するキラルネマチック液晶であり、焦点円錐とねじれ平面のテキスチャーを形成するに有効な量でキラル物質を含み、ポリマーは、焦点円錐とねじれ平面テキスチャーを電場なしで安定化する量でセル中の相分離ドメインに分布し、電場を適用したときに液晶がテキスチャーを変えることを可能にする。

アドレス手段は、従来技術で知られる活性マトリックス、多量化回路、電極等のような任意のタイプでよい。ポリマードメインの近くの液晶分子はポリマーによって定着される。これらの結果、この新規な物質は、異なる電場条件下で異なる光学的状態、即ち、光透過、光散乱、光反射、これらの状態間の安定なグレースケールを示すようにすることができる。

ポリマーネットワークを形成するために使用する物質は、キラルネマチック液晶に可溶であり、重合後に相分離して相分離ポリマードメインを形成する。適切なポリマー物質を紫

10

20

30

40

50

外線硬化性、熱可塑性ポリマー、熱硬化性ポリマーから選択することができ、架橋性のポリメチルメタアクリレート、ビスアクリレート、ヒドロキシ官能化ポリメタクリレート、及び数種のエポキシ系等であるように少なくとも2つの重合性二重結合を有するモノマーから作成したポリマーを含む。使用するポリマーの量はポリマーによる。ポリマーにより、約1.5~約40%のポリマー含有量で有用な結果が得られている。

キラルネマチック液晶は、正の誘電異方性を有するネマチック液晶とキラルな物質の、所望のピッチ長さを形成するに十分な量の混合物である。適当なネマチック液晶とキラル物質は市販されており、本願の開示により当業者には分かるであろう。ネマチック液晶とキラル物質の量は、特定の使用する液晶とキラル物質、及び所望の操作モードによって変わるであろう。標準と逆モードのセルについて、ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に、使用するキラル物質に依存して、0.5~約17重量%のキラル物質の使用で有用な結果を得ることができる。キラル物質の好ましい範囲は約1~約16%である。多安定性セルについて、キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に、約18~約66重量%のキラル物質の使用で有用な結果が得られている。

この物質により反射される光の波長は $\lambda = np$ の関係で与えられ、ここで n は平均屈折率で p はピッチ長さである。800nmより大きい波長は赤外であり、380nm未満は紫外である。電場オフの状態では光を散乱して電場オンの状態で光を透過する標準モード、又は電場オフの状態では光を透過して電場オンの状態で光を散乱する逆モードのいずれかで動作するセルにおいて、キラルネマチック液晶は、可視スペクトルの外側、好ましくは赤外スペクトルの光を反射するに有効なピッチ長さを有する。標準モードと逆モードのセルの好ましいピッチ長さは約1.0~約4.0ミクロンの範囲である。標準と逆のモードで作動する液晶光変調物質は、ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に約1~約16重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶で調製されている。両方の場合において、その重量は、使用する特定の液晶、キラル物質、およびポリマーによって変わることがあると理解すべきである。

本発明の実施において、液晶とポリマー（又はポリマー前駆体）の溶液をセルに導入する。重合は、使用するポリマーにより、紫外線、熱等の任意の仕方で行われる。重合条件下でポリマー相はキラルネマチック液晶から分離し、相分離したポリマー分子の相分離したポリマードメインを形成する。

本発明には必須ではないが、場合により、セル壁に平行な液晶分子の表面配向を用意するために、例えばセル壁にみがきポリイミド層を提供する又は洗剤や化学物質で処理することにより、セル壁の処理をすることが好ましいことがある。このことは、電場オフ条件でいくつかの逆モードセルにおいて、透明性と応答時間を改良する効果を有する。

標準モードセルの場合において、重合は、セル壁に直角に液晶分子を配向する電場の存在中で起きる。重合が完了して電場が動くとき、ポリマードメインの近くの液晶分子は、優先的なホメオトロピック配向に固定される。周りのキラル液晶は、セル壁の全ての表面効果、電場、ポリマードメインの強制効果のような、セル中の力の間の競合から生じる焦点円錐テクスチャーを有する。電場オフ条件において、ポリマー液晶物質は強く光を散乱し、セルは不透明である。電場オン条件において、焦点円錐テクスチャーはホメオトロピック配向を再形成し、セルは光学的に透明である。液晶分子のホメオトロピック配向と組成物中のポリマーの典型的に少ない量のため、液晶物質の全体で屈折率の変動又は変化は無視できる。したがって、セルは全ての視角でヘーズがない。ここで、ポリマーの量の増加は、ヘーズの量の増加の効果を有することがあると留意すべきである。

逆モードセルの場合、重合は、電場の存在なしで起きる。セル全体の液晶分子はねじれ平面構造を指向する。電場なしでセルは光学的に透明であり、可視光領域で反射や散乱がないためである。電場オンの条件において、液晶分子は、全表面効果、電場、ポリマードメインの強制のようなセル中の各種の力の競合の結果として、電場の存在中で焦点円錐テクスチャーを有する。この条件において、セルは光を散乱する。適当に長いピッチ長さを有する液晶物質について、その物質は、電場の除去の後、平面テクスチャーに戻るであろう。

10

20

30

40

50

多安定性カラーディスプレイセルは、ゼロ電場、又は液晶ディレクターを配向するに有効な電場中のいずれかで、重合と液晶ポリマー溶液の相分離によって調製される。両方の場合において、物質中に形成されたポリマードメインは、低電場パルスの適用から得られる光散乱状態と、高電場パルスの適用から得られる光反射状態を安定化するのに役立つ。セル壁に平行なねじれ平面テキスチャーの液晶分子を有する電場オフ条件において、セルは着色光を反射する状態である。この状態は、キラルネマチック液晶のピッチ長さにより、グリーン、赤、青、又は任意の予め選択した色の見えるように形成することができる。低電場（例、厚さ1ミクロンにつき6ボルト）をセルに印加すると、白い光を散乱する状態に切り換わることができる。この状態において、ポリマードメインを囲む液晶分子は、全表面効果、電場、ポリマードメインの強制の競合の結果として、焦点円錐テキスチャーを有する。この物質は、低電場を除去したときに、光散乱状態に留まることができる。高電場（例、厚さ1ミクロンにつき12ボルト）をセルに印加すると、この物質は電圧を除去するまでに光学的に透明になる。電場を急激に切ると、ピッチ長さによって書き込んだ予め選択した色を有する均一なねじれ平面テキスチャーに切り換わる。光反射状態は、ゼロ電場で安定を保つ。電場をゆっくり切ると、この物質は、やはりゼロ電場条件で安定を保つその光散乱状態に変化する。ポリマードメインの効果は、ゼロ電場条件で、平面と焦点円錐テキスチャーの両方を安定化することである。種々の条件の間に物質を移動させるに必要な電場の大きさは、当然ながら、使用する特定の液晶とポリマーの性質と量によって変わることがあるが、本発明の開示事項より、当業者には容易に決めることができるであろう。

10

20

多安定性カラーディスプレイにおいて、キラルネマチック液晶は、円偏光着色光を反射するために有効な約0.25~0.44ミクロンの好ましい範囲のピッチ長さを有する。典型的なピッチ長さは青色については0.27ミクロン、緑色については0.31ミクロン、赤色については0.40ミクロンである。多安定性カラーディスプレイ物質は、ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に約27~約66%のキラル物質を含んで調製されている。ここで、この範囲は、使用するキラル物質、液晶、ポリマーによって変わることがある。

1つの態様において、多安定性ディスプレイ物質は、双安定性光シャッターとして機能するように調製することができる。紫外線範囲の光を反射するようにキラルネマチック液晶のピッチ長さを調節することにより、反射光が可視スペクトルの外側であるため、安定な平面テキスチャーに切り換わったとき、この物質は透明に見えることができる。カラー反射セルのように、安定な焦点円錐テキスチャーに切り換わったとき、この物質は光を散乱することができる。このため、この多安定性物質は、液晶が紫外線範囲の光を反射する安定な光学的に透明な状態と、安定な光を散乱する状態の間を切り換わることができる。紫外線範囲の光を反射するに有効なピッチ長さは、典型的に約0.5~約1ミクロンであろう。紫外線の光を反射し、このため平面テキスチャーにおいて透明に見え、焦点円錐テキスチャーにおいて光を散乱する双安定性光シャッターは、キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に約19重量%のキラル物質を含んで調製されている。

30

驚くべきことに、多安定性カラー反射物質は、安定なグレースケール、即ち、反射強度の度合いが変化することを特徴とする多重光学状態を示し、いずれも印加電場の存在なしに安定である。反射と散乱の状態の間で、この物質は、パルスアドレスする電場の電圧により、着色光の安定なグレースケール反射率を示す。各々の場合において、電場パルスは好ましくは交流パルスであり、より好ましくは方形交流パルスであり、これは直流パルスはイオン伝導を生じやすく、セルの寿命を制限するためである。

40

したがって、本発明は、最大の参照強度を反射するカラー反射状態と、最小の参照強度を示す光散乱状態の間を切り換わることができるポリマー安定化キラルネマチック液晶物質のアドレス法もまた特徴とする。この方法は、前記の最大と最小の間の安定なカラー反射能を達成するに充分な大きさの変化する電圧パルスの印加を含み、それによってこの物質から安定なグレースケール反射率を形成する。

好ましくは、この方法は、充分な時間と電圧の交流パルスにこの物質を供し、前記キラルネマチック物質の一部に第1の光学状態を示させ、キラルネマチック物質の残りの部分に

50

第1の状態と異なる光学状態を示させることを特徴とする。好ましい態様において、第1の光学状態の物質の部分は平面テキスチャーを示し、第2の光学状態の残りの部分は焦点円錐テキスチャーを示し、反射の強度は、平面反射テキスチャーの物質の量に比例する。次の好ましい態様の詳細な説明と添付の図面より、本発明のこの他の多くの特徴、長所、十分な理解が得られるであろう。

【図面の簡単な説明】

図1は、本発明のポリマー液晶物質を含む光変調セルの図式の横断面の説明図である。

図2は、液晶がホメオトロピックに配向して光学的に透明な状態を示すときの、本発明の新規な物質の図式的で断片的な拡大横断面の説明図である。

図3は、ポリマードメインの近くの液晶はホメオトロピックに配向し、周りの液晶は焦点円錐テキスチャーを有する光散乱状態における物質の図式的で断片的な拡大横断面の説明図である。

10

図4は、液晶がねじれ平面テキスチャーを有するときの物質の図式的で断片的な拡大横断面の説明図である。

図5は、ポリマードメインの近くの液晶はねじれ平面構造を有し、周りの液晶は焦点円錐テキスチャーを有する物質の図式的で断片的な拡大横断面の説明図である。

図6は、変化する電圧の交流パルスに対するセルの動的応答のプロットであり、約20~34ボルトの電圧範囲におけるグレースケール反射を例証する。

好ましい態様の説明

図1に図式的に示したセルは、縁の周囲をシールし、スペーサー12で隔てられたガラスプレート10を含む。図に示すように、ガラスプレート10、11は透明な電極を形成するインジウム-錫酸化物でコーティングされている。参照数字14は、随意的擦り加工した(rubbed)ポリイミドコーティングを示し、液晶ディレクターの均一な表面配向をもたらすために電極に施すことができる。

20

図1のセルは、本発明のポリマー液晶で満たされている。この液晶表面変調物質は、一般に、正の誘電異方性を有する周りのキラルネマチック液晶16の中に分散した相分離ポリマードメイン15を含む。異なる光学状態間にセルを切り換えるための交流電圧源17を、電極に接続して示す。

図1に示したセルの形態は、本発明の特定の態様と液晶光変調物質の機能を示すためのみに選択したものであり、この物質は種々の仕方でアドレスすることができ、他のタイプのセルに組み込むこともできると理解すべきである。例えば、外的に活性化された電極によるアドレスの代わりに、この新規な物質は、活性マトリックス、多重化スキーム、又は他のタイプの回路部品によってアドレスすることができ、これらはいずれも当業者には明らかであろう。同様に、セルは随意的配向層なしに調製することができる。

30

本発明によると、ポリマードメイン15は、キラルネマチック液晶を含む溶液から分離した相のポリマーと定義することができる。ポリマードメイン15の近くのキラルネマチック液晶は、ポリマーによって固定される。

キラルネマチック液晶とポリマーの合計重量を基準にしたポリマーの重量含有率は、使用するポリマーによって変わることがあり、好ましくは、ポリマーと液晶の合計重量を基準に約1.5~約40重量%の範囲の量で存在する。例えば、セルは、特定のビスアクリレートを用いて約1.5~10%、特定のヒドロキシ官能化ポリメタクリレートを用いて約20~30%、及び特定のエポキシ、熱可塑性プラスチック、紫外線硬化ポリマーを使用して約40%のポリマー含有率で調製されている。このように、種々の光学状態においてセルの望ましい又は望ましくない外観を達成するものが主観的判断事項である限り、ポリマー含有率は多少の変化に従うと理解すべきである。

40

図1に示すセルを調製する好ましい方法において、ポリマー(又はモノマーのようなその前駆体)は、任意の必要な光開始剤、架橋又は硬化剤と一緒にキラルネマチック液晶と共に溶解される。次いで溶液をガラスプレート10、11の間に導入し、ここでは随意的擦り加工したポリイミドコーティング14を有して示している。次いでこの溶液をその場で重合し、ポリマーの付随的な相分離を生じさせ、参照番号15で概念的に示したようなポリマード

50

メインをセル中で形成する。ポリマー - 液晶溶液の重合は、液晶ディレクターをホメオトロピックに配向するに有効な電場の存在中で、又はゼロ電場で行うことができる。後者の場合、液晶分子は、セル壁に平行に配向したねじれ平面テキスチャーを優先するであろう。

標準モードセル

電場オフの条件で光を散乱し、電場オンの条件で光学的に透明な標準モードセルは、可視スペクトルの外側、好ましくは赤外スペクトルの光を反射するキラルネマチック液晶を用いて調製する。好ましいピッチ長さは約1.0~約4.0ミクロンの範囲である。所望のピッチ長さを有する液晶光変調物質は、ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に約1~約16重量%のキラル物質を含むことができ、その重量%は、使用する特定の液晶、キラル物質、ポリマーによって変わることがある。

10

標準モードセルは、電場の存在下でポリマー - 液晶溶液を重合させることによって調製する。図2に示すように、電場は、キラルネマチック液晶分子のねじれを戻し、液晶ディレクター20をホメオトロピックに整列するに有効である。1つのポリマードメイン15を図2に概念的に示す。

各々のポリマードメインは複雑で、3次元網状組織に架橋することが多いと考えられる。電場を切ったとき、図3に示すように、ポリマーの定着効果のため、ポリマーの近くの液晶はホメオトロピック配向を留める傾向にある。参照番号30と示した周りの液晶は、焦点円錐テキスチャー、即ち、ランダムに配向した螺旋軸を有する螺旋状にねじれた分子を再形成する傾向にある。焦点円錐テキスチャーは、全ての表面効果、液晶に結合したポリマードメインの束縛作用のような、系の中の種々の力の間の競合の結果である。図3に示すような電場オフの条件において、ポリマー - 液晶物質は、入射光の偏光によらず、強く光を散乱する。

20

電場を印加して図2に示すように液晶ディレクターをホメオトロピックに配向させたとき、ポリマー - 液晶物質は光学的に透明である。組成物中のポリマーは典型的に少量であるため、液晶物質全体で屈折率の有意な変化や変動はない。したがって、この物質を含むセルは全視角でヘーズがなく、ただし、ポリマーの量が増えるとヘーズの量も増えることがある。

例1

電場オフの条件で光を散乱し、電場オンの条件で透明な標準モードセルを、ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に8.8重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶、及びキラルネマチック液晶とモノマーの合計重量を基準に2.9重量%の架橋用モノマーの溶液を用いて調製した。キラルネマチック液晶は約1.4ミクロンのピッチ長さを有した。

30

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 175.2mgの E - 31LVネマチック液晶混合物、
- ・ 8.3mgの 4" - (2 - メチルブチルフェニル) - 4' - (2 - メチルブチル) - 4 - ビフェニルカルボキシレート (キラル物質)、
- ・ 8.5mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルビフェニル (キラル物質)、
- ・ 5.7mgのビスアクリロイルビフェニル (BAB実験室合成モノマー)、
- ・ 1.0mgのベンゾインメチルエーテル (BME - 光開始剤)。

40

E - 31LVは本質的に次の混合物からなる：4エチル4' - シアノビフェニル、4 - ブチル - 4' - シアノビフェニル、4 - ヘキシル - 4' - シアノビフェニル、4 - メトキシ - 4' - シアノビフェニル、4 - プロピロキシ - 4' - シアノビフェニル、4 - ペンチル - 4' - シアノターフェニル、4 - (4' - エチルビフェニル - 4 - カルボニロキシ) メチルベンゼン。

縁をシールし、厚さ8ミクロンのMylarスペーサーで隔てた2枚をガラスプレートを用意するセルを、重合性溶液で満たした。ガラスプレートをインジウム - 錫酸化物でコーティングし、透明な電極を提供した。電極をポリイミドでコーティングし、液晶の均一な表面配向をもたらすようにバフ磨きした。

充填したセルに紫外線を照射し、モノマーを重合させ、ポリマーをセル中のポリマードメ

50

インに相分離させた。セルを照射している間に、交流電圧を印加し、液晶のホメオトロピックな配向を生じさせた。

ゼロ電場でセルは不透明又は光散乱であり、この状態で透過率は5%未満であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 35V$) を印加したとき、透明になった。電場オンの条件で、セルは全視角の入射光について透明であった。

例 2

キラル物質のピッチ長さと濃度を変化させ、次の一連の標準モードセルを調製した。

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に11.1重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラルネマチック液晶とモノマーの合計重量を基準に2.9重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて、標準モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約1.4ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 144mgの E - 31LVネマチック液晶混合物 (EM工業より入手)、
- ・ 18mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質)、
- ・ 4.9mgの 4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー)、
- ・ 1.0mgのベンゾインメチルエーテル (BME - 光開始剤)。

セルは例 1 と同様にして調製した。重合の間に交流電圧を印加し、液晶のホメオトロピック配向を生じさせた。

ゼロ電場でセルは不透明又は光散乱であり、透過率は5%未満であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 25V$) を印加したとき、透明になった。電場オンの条件で、セルは全視角の入射光について透明であった。

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に12.9重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラルネマチック液晶とモノマーの合計重量を基準に3.3重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて、標準モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約1.2ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 137mgの E - 31LVネマチック液晶混合物、
- ・ 20.4mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質)、
- ・ 5.3mgの 4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー)、
- ・ 2.4mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

セルは例 1 と同様にして調製した。重合の間に交流電圧を印加し、液晶のホメオトロピック配向を生じさせた。

ゼロ電場でセルは不透明又は光散乱であり、セルの透過率は15%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 21V$) を印加したとき、透明になった。電場オンの条件で、セルは全視角の入射光について透明であった。ゼロ電場で透過率は15%であったため、セルはかろうじて有効であった。

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に5.9重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラルネマチック液晶とモノマーの合計重量を基準に2.2重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて、標準モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約2.6ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 200mgの E - 31LVネマチック液晶混合物、
- ・ 12.6mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質)、
- ・ 4.8mgの 4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー)、
- ・ 1.8mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

セルは例 1 と同様にして調製した。重合の間に交流電圧を印加し、液晶のホメオトロピック配向を生じさせた。

ゼロ電場でセルは不透明又は光散乱であり、セルの透過率は62%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 14V$) を印加したとき、透明になった。電場オンの条件で、セルは全視角の入射光について透明であった。ゼロ電場で透過率は62%であったため、セルは容認

10

20

30

40

50

できなかつた。

0.96%のR - 1011キラル物質 (E.Merck)、94.82%のZL1 - 4389ネマチック液晶混合物 (E.Merck)、3.83%のBAB6実験室合成ビスアクリレートモノマー、0.38%のBME光開始剤からなる重合性溶液を、透明な電極として役立つITOでコーティングしたガラスプレートの間に入れ、標準モードセルを調製した。ガラスプレートは洗浄したが、液晶配向のための表面処理は全く行わなかつた。セルの厚さは15 μ mのガラスファイバースペースで調節した。サンプルに紫外線を照射し、モノマーを重合させた。

このサンプルは3.9 μ mのピッチ長さを有した。電場オフの条件でサンプルの透過率は1.8%であった。電場オンの条件で透過率は88%であった。この対照比は49:1であった。このサンプルは $V_{rms} = 8V$ の低い駆動電圧を有した。ターンオンとターンオフの時間はそれぞれ21msと66msであった。このセルは許容できた。

10

2.16%のR - 1011キラル剤、93.36%のZL1 - 4389ネマチック液晶混合物、3.83%のBAB6ビスアクリレートモノマー、0.38%のBME光開始剤からなる重合性溶液より、前記のセルと同様にしてもう1つの標準モードセルを調製した。このサンプルは1.74 μ mのピッチ長さを有した。電場オフの条件でサンプルの透過率は0.37%であった。電場オンの条件で透過率は87%であった。このセルは230:1の良好な対照比を有した。駆動電圧は15Vで、ターンオンとターンオフの時間はそれぞれ50msと14msであった。

2.62%のR - 1011キラル物質、92.62%のZL1 - 4389ネマチック液晶混合物、4.38%のBAB6ビスアクリレートモノマー、0.44%のBME光開始剤からなる重合性溶液より、前記のセルと同様にしてもう1つの標準モードセルを調製した。このサンプルは1.4 μ mのピッチ長さを有した。電場オフの条件でサンプルの透過率は0.35%であった。電場オンの条件で透過率は87%であった。このセルは250:1の良好な対照比を有した。駆動電圧は20Vで、ターンオンとターンオフの時間はそれぞれ37msと25msであった。ピッチ長さが減少すると、駆動電圧が増加する傾向にあることが認められる。

20

例 3

モノマーの4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (BAB) の濃度を変化させて次の一連の標準モードセルを調製した。

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に10.0重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラル液晶とモノマーの合計重量を基準に4.4重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて、標準モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約1.5ミクロンのピッチ長さを有した。

30

重合性溶液は次の成分からなつた：

- ・ 107mgのE - 31LVネマチック液晶、
- ・ 11.91mgの4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質)、
- ・ 5.5mgの4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー)、
- ・ 1.7mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

セルは例1と同様にして調製した。重合の間に交流電圧を印加し、液晶のホメオトロピック配向を生じさせた。

ゼロ電場でセルは不透明又は光散乱であり、セルの透過率は7%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 28V$) を印加したとき、透明になった。電場オンの条件で、セルは全視角の入射光について透明であった。このセルは電場オンと電場オフの状態で良好な対照比を有した。

40

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に9.9重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラル液晶とモノマーの合計重量を基準に1.2重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて、もう1つの標準モードセルを調製した。このキラルネマチック液晶は約1.5ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなつた：

- ・ 164mgのE - 31LVネマチック液晶、
- ・ 18mgの4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質)、
- ・ 2.2mgの4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー)、

50

・0.7mgのベンゾインメチルエーテル（光開始剤）。

セルは例1と同様にして調製した。重合の間に交流電圧を印加し、液晶のホメオトロピック配向を生じさせた。

ゼロ電場で透過率は67%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 18V$) を印加したとき、透明になった。電場オンの条件で、セルは全視角の入射光について透明であった。ゼロ電場の透過率が67%であったため、このセルは許容できなかった。

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に9.8重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラル液晶とモノマーの合計重量を基準に9.0重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて、もう1つの標準モードセルを調製した。このキラル液晶は約1.5ミクロンのピッチ長さを有した。

10

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・101mgのE-31LVネマチック液晶、
- ・11.0mgの4'-シアノ-4-(2-メチル)ブチルピフェニル（キラル物質）、
- ・11.4mgの4,4'-ビスアクリロイルピフェニル（モノマー）、
- ・3.5mgのベンゾインメチルエーテル（光開始剤）。

セルは例1と同様にして調製した。このセルはゼロ電場で殆ど透明であり、良好なセルではなかった。

例4

表面配向層を全く有しない標準モードセルを2.18%のR-1011キラル物質（E.Merck）、9.4.14%のZL1-4389ネマチック液晶（E.Merck）、2.90%のBAB6実験室合成ビスアクリレートモノマー、0.29%のBME光開始剤からなる重合性溶液より調製した。この混合物をITO透明電極を有するガラスプレートの間に入れた。セルの厚さは15 μ mのガラススペーサーで調節した。ガラスプレートは洗浄したが、液晶の配向のための表面処理は全く行わなかった。サンプルに紫外線を照射し、モノマーを重合させた。

20

このサンプルは18Vの駆動電圧を必要とした。ターンオン時間は52msでターンオフの時間は19msであった。対照比は1:245で、電場オンの条件での透過率は90%であった。

逆モードセル

電場オフの条件で透明で、電場オンの条件で光を散乱する逆モードセルを、可視スペクトルの外側、好ましくは赤外スペクトルのピッチ長さを有するキラルネマチック液晶を用いて調製した。逆モードセルの場合、ピッチ長さは約1.0~約4.0ミクロンで変化する。キラルネマチック液晶は、典型的に、ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に約1~約16重量%のキラル物質を含むが、この重量割合は使用する特定の液晶、キラル物質、ポリマーによって変わることがある。

30

逆モードセルは、ポリマー-液晶の溶液をゼロ電場で重合させることによって作成する。

図4に示すように、物質全体の液晶分子は、参照番号40で示すようなねじれ平面テキスチャーの方を優先する。1つのポリマードメインをここでも15で概念的に示した。図4に示す電場オフの条件で、ポリマー-液晶の物質は、可視スペクトルに光の反射や散乱がないため透明である。

図5に概念的に示す電場オンの条件において、ポリマードメイン15の近くの液晶分子は、ポリマードメインの定着効果のため、ねじれ平面配向の方を優先する。周りの液晶は、電場によって焦点円錐テキスチャーに再形成される。電場の存在中の焦点円錐テキスチャーは、表面効果、電場、ポリマードメインの拘束のような系の力の間の競合の結果である。図5の電場オンの条件で、液晶-ポリマーの物質は入射光の全ての偏光について強く光を散乱する。

40

例5

電場オンの条件で光を散乱し、電場オフの条件で透明な逆モードセルを、ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に4.0重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラルネマチック液晶とモノマーの合計重量を基準に4.6重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて調製した。キラルネマチック液晶は約3.7ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなった：

50

- ・ 107mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 4.5mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質) 、
- ・ 5.5mgの 4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー) 、
- ・ 1.2mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤) 。

縁をシールし、厚さ 8 ミクロンのMylarスペーサーで隔てた 2 枚をガラスプレートを有するセルを、重合性溶液で満たした。ガラスプレートをインジウム - 錫酸化物でコーティングし、透明な電極を提供した。電極をポリイミドでコーティングし、液晶の均一な表面配向をもたらすようにバフ磨きした。充填したセルに紫外線を照射し、モノマーを重合させ、ポリマーをセル中のポリマードメインに相分離させた。

ゼロ電場でセルは、全ての視角の入射光について透明で透過性であった。電場オフの状態
10
で透過率は93%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 27V$) を印加したとき、不透明又は光散乱になった。電場オンの条件で、入射光の偏光に無関係に透過率は 8 % であった。

例 6

キラル物質の濃度とピッチ長さを変えて一連の逆モードセルを作成した。

ネマチック液晶とキラル物質の重量を基準に7.8重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラル液晶とモノマーの重量を基準に4.7重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて逆モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約1.9ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 159mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 13.7mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質) 、
- ・ 8.5mgの 4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー) 、
- ・ 0.8mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤) 。

セルは例 5 と同様にして調製した。

ゼロ電場でセルは、全ての視角の入射光について透明で透過性であった。電場オフの状態
20
で透過率は98%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 30V$) を印加したとき、不透明又は光散乱になった。電場オンの条件で透過率は 9 % であり、入射光の偏光に無関係であった。

ネマチック液晶とキラル物質の重量を基準に12.1重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラル液晶とモノマーの重量を基準に4.8重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて逆モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約1.3ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 129mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 17.7mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質) 、
- ・ 7.5mgの 4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー) 、
- ・ 0.6mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤) 。

セルは例 5 と同様にして調製した。

ゼロ電場でセルは、全ての視角の入射光について透明で透過性であった。電場オフの状態
30
で透過率は96%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 41V$) を印加したとき、セルは不透明又は光散乱になった。電場オンの条件で透過率は 5 % であり、入射光の偏光に無関係であった。

ネマチック液晶とキラル物質の重量を基準に1.39重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、キラル液晶とモノマーの重量を基準に4.5重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて逆モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約10.7ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 263mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 3.7mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質) 、

- ・ 12.5mgの4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー)、
- ・ 1.4mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

セルは例 5 と同様にして調製した。

ゼロ電場でセルは、全ての視角の入射光について透明で透過性であった。電場オフの状態
で透過率は92%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 32V$) を印加したとき、パフ
磨きの方向に平行な偏光の透過率は32%であった。交流電圧 ($V_{rms} = 18V$) を印加したと
き、パフ磨きの方向に垂直な偏光の透過率は6%であった。

ネマチック液晶とキラル物質の重量を基準に16.3重量%のキラル物質を含むキラルネマ
チック液晶と、キラル液晶とモノマーの重量を基準に4.4重量%の架橋用モノマーとの溶液
を用いて逆モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約0.9ミクロンのピッチ長さ
を有した。 10

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 125.7mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 24.4mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質)、
- ・ 6.9mgの4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー)、
- ・ 0.7mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

セルは例 5 と同様にして調製した。

ゼロ電場でセルは、全ての視角の入射光について透明で透過性であった。電場オフの状態
で透過率は94%であった。交流電圧 ($V_{rms} = 50V$) を印加したとき、セルは不透明又は光
散乱になった。電場オンの条件で透過率は11%であり、入射光の偏光に無関係であった。 20
また、このセルは、セルを電場オンからの電場オフの状態に切り換えたときにヒステリシ
ス効果を示した。

例 7

ポリマー濃度を変化させて次の一連の逆モードセルを調製した。

キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に6.1重量%のキラル物質を含むキラルネ
マチック液晶と、モノマーとキラルネマチック液晶の合計重量を基準に2.1重量%の架橋
用モノマーとの溶液を用いて逆モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約2.5ミ
クロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 181mgの E - 31LVネマチック液晶、 30
- ・ 11.7mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質)、
- ・ 4.2mgの4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー)、
- ・ 0.9mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

セルは例 5 と同様にして調製した。

ゼロ電場でセルは、全ての視角の入射光について透明で透過性であった。電場オフの状態
で透過率は97%であった。交流電圧 ($V_{rms} = 18V$) を印加したとき、セルは不透明又は光
散乱になった。電場オンの条件で透過率は14%であり、入射光の偏光に無関係であった。
このセルのターンオフ時間は5ミリ秒であった。

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に6重量%のキラル物質を含むキラルネマ
チック液晶と、キラルネマチック液晶とモノマーの合計重量を基準に2.9重量%の架橋用
モノマーとの溶液を用いて逆モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約2.5ミク
ロンのピッチ長さを有した。 40

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 181mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 11.5mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルピフェニル (キラル物質)、
- ・ 5.7mgの4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー)、
- ・ 0.7mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

セルは例 5 と同様にして調製した。

ゼロ電場でセルは、全ての視角の入射光について透明で透過性であった。電場オフの状態
で透過率は95%であった。交流電圧 ($V_{rms} = 21V$) を印加したとき、セルは不透明又は光 50

散乱になった。電場オンの条件で透過率は8%であり、入射光の偏光に無関係であった。このセルのターンオフ時間は4ミリ秒であった。

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に6.0重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、モノマーとキラル液晶の合計重量を基準に4.3重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて逆モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約2.5ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 180mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 11.5mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) プチルピフェニル (キラル物質) 、
- ・ 8.6mgの 4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー) 、
- ・ 0.9mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤) 。

10

セルは例5と同様にして調製した。

ゼロ電場でセルは、全ての視角の入射光について透明で透過性であった。電場オフの状態では透過率は95%であった。交流電圧 ($V_{rms} = 28V$) を印加したとき、セルは半透明又は光散乱になった。電場オンの条件で透過率は8%であり、入射光の偏光に無関係であった。このセルのターンオフ時間は3ミリ秒であった。

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に6.1重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、モノマーとキラル液晶の合計重量を基準に5.8重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて逆モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約2.5ミクロンのピッチ長さを有した。

20

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 179mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 11.7mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) プチルピフェニル (キラル物質) 、
- ・ 10.6mgの 4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー) 、
- ・ 1.2mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤) 。

セルは例5と同様にして調製した。

ゼロ電場で透過率は76%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 28V$) を印加したとき、透過率は減少した。電場オンの条件で透過率は46%であった。

ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に6.0重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、モノマーとキラル液晶の合計重量を基準に1.0重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて逆モードセルを調製した。キラルネマチック液晶は約2.5ミクロンのピッチ長さを有した。

30

重合性溶液は次の成分からなった：

- ・ 184mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 11.7mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) プチルピフェニル (キラル物質) 、
- ・ 20mgの 4,4' - ビスアクリロイルピフェニル (モノマー) 、
- ・ 0.7mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤) 。

セルは例5と同様にして調製した。

ゼロ電場でセルは、全ての視角の入射光について透明で透過性であった。電場オフの状態では透過率は96%であった。セルを横切って交流電圧 ($V_{rms} = 14V$) を印加したとき、セルは半透明又は光散乱になった。電場オンの条件で透過率は13%であり、入射光の偏光に無関係であった。ターンオフ時間は20ミリ秒と長かった。また、このセルは電場で容易に損傷した。

40

例 8

前記の例と同様にして、10 μ mのスペーサーで隔てられた2枚のガラスプレートを、94.53%のZL1 - 4389ネマチック液晶 (E.Merck) 、1.25%のZL1 - 4572キラル物質 (E.Merck) 、3.83BP6DA実験室合成モノマー、0.38%の光開始剤からなる重合性溶液で満たし、逆モードセルを調製した。ガラススライドをITO電極でコーティングし、液晶の均一な表面配向のためにポリイミドを擦り加工した。次いでこの物質を紫外線の2時間の照射によって重合させた。

50

電場オフの条件で透過率は85%であった。電場を印加すると透過率は減少し、15Vで10%の最小透過率に達した。印加電圧を下げるとこの物質は元の透過性の状態に戻った。

例 9

セル壁の表面処理としてのポリイミド配向層なしに逆モードセルを調製した。ポリマー安定化液晶物質を、94.54%のZL1 - 4389ネマチック液晶混合物、1.25%のZL1 - 4572キラル剤、3.83%の実験室合成ビスアクリレートモノマーBP6DA、0.38%のBME光開始剤から調製し、先の例と同様に、15 μ mのガラスファイバースペーサーで隔てた2枚のガラススライドの間に導入した。ガラススライドをITO電極でコーティングしたが、洗浄の他に表面処理は行わなかった。真空チャンバーの中で毛管作用によりセルを満たした。サンプルに紫外線を2時間照射し、モノマーを重合させた。

電場オフの条件で透過率は18%であった。セルに外部電場を印加したとき、セルの透過率は減少した。電圧を20Vまで高めたときに2%の最小値に達した。電圧を下げたとき、この物質は元のテキスチャーを再形成し、セルの透過率は増加したが、セルの動的レスポンスは割合に遅かった。

多安定性カラーディスプレイセル

本発明の多安定性カラーディスプレイ物質は、反射状態で反射する強度と散乱状態で反射する強度の間の任意の選択した強度の光を不明瞭に反射する物質の能力によって特徴づけられる安定なグレースケール現象を呈する。この物質が反射状態にあるとき、キラル物質は、所与の物質について最大強度で着色光を反射する平面テキスチャーを帯び、反射された光の色は、キラル物質のピッチ長さによって決まる。適切なしきい電圧（典型的に、1ミクロンの厚さあたり約4~5ボルトの範囲）の電場パルスは、物質の少なくとも一部の光学的状态を変化させ、反射能の強度を現象させるであろう。交流パルスが十分に高いと（例、1ミクロンの厚さあたり約6~8ボルトの範囲）、物質の光学的状态は完全に散乱状態に変化することができ、キラル物質は、所与の物質について最小の強度で光を反射する焦点円錐テキスチャーを呈する。反射状態（所与の物質についてその物質の反射能の最大強度を決めると考えることができる）と、散乱状態（反射能の最小強度を決めると考えることができる）の間で、反射能の強度はグレースケールにそった範囲であり、これは反射と散乱の状態によって示される強度値の間の単純な連続体である。反射状態から散乱状態に物質を転化する（又は逆でもよい）ことができるよりも低い電圧の交流パルスで物質にパルスを与えることにより、グレースケールの範囲の反射能の強度が得られる。

理論に束縛される意図はないが、グレースケールにそった反射能の強度は、パルスの電圧にほぼ線型で比例する。パルスの電圧を変えることにより、所与の色の反射能の強度を比例的に変えることができる。電場を除去すると、物質はその強度を不明瞭に反射することができる。グレースケール電圧範囲内のパルスは、物質の一部を、反射状態の平面テキスチャー特性から、散乱状態の焦点円錐テキスチャー特性に転化すると考えられる。反射状態の平面テキスチャーと散乱状態の焦点円錐テキスチャーは両方とも、ゼロ電場条件でポリマーによって安定化されることから、これらの光学的状态の物質は、安定な平面テキスチャーと安定な焦点円錐テキスチャーの組み合わせを含むだけであるため、ディスプレイによって反射されるグレースケール強度もまた安定である。グレースケールにそった反射能の強度は、平面テキスチャーから焦点円錐テキスチャーに切り換わったキラル物質の量に比例し、逆は逆であり、これは順に交流パルスの電圧に比例する。

1つの状態で光を散乱し、もう1つの状態で円偏光着色光を反射し、それらの間で安定なグレースケール反射を有し、さらに透明性を示して操作することができる多安定性カラーディスプレイセルを、可視スペクトルの光を反射するに有効なピッチ長さを有するキラルネマチック液晶を用いて作成する。好ましい物質は、約0.25~約0.44ミクロンの範囲のピッチ長さを有する。典型的なピッチ長さは青色について0.27ミクロン、緑色について0.31ミクロン、赤色について0.40ミクロンである。多安定性カラーディスプレイ物質は、ネマチック液晶とキラル物質の合計重量を基準に約27~約66%のキラル物質を含んで調製されているが、先に記載の態様の場合のように、この重量割合は、使用する特定のキラル物質、ネマチック液晶、ポリマーによって変わることがある。

10

20

30

40

50

図4は、光反射状態における本発明の多安定性カラーディスプレイ物質の1つのポリマードメイン15を概念的に例示する。この状態において、キラル液晶分子40は、セル壁に平行なねじれ平面構造に配向している。ねじれ平面テキスチャーのため、この物質は光を反射することができ、その色は特定のピッチ長さに依存する。この安定な反射状態において、この物質は最大参照強度を構成する最大反射能を示し、それより下ではグレースケール強度が観察される。

ポリマードメイン15の近くの液晶の平面テキスチャーは、ポリマーによって安定化される。図5に参照番号50で示す周りの液晶は安定化が少なく、交流電圧パルスセルに印加したとき、焦点円錐テキスチャーを再形成する傾向にある。図5に概念的に示すように、多安定性カラーディスプレイ物質は光散乱状態にある。この安定な光散乱状態において、この物質は、それより大きいグレースケール強度が観察される反射能の最小参照強度を決める最小反射強度（即ち、最大散乱）を呈する。

ポリマーで安定化した液晶物質のピッチ長さが可視スペクトル光を反射するに有効な範囲にあると、図4の光反射状態と図5の光散乱状態の両者、及びそれらの間のグレースケール状態は、電場の存在なしに安定である。多安定性物質が図4の光反射状態にあり、低電場パルス（例、1ミクロンあたり約6ボルト）を印加した場合、この物質は図5の光散乱状態に移され、ゼロ電場でその状態を維持するであろう。多安定性物質が図5の光散乱状態にあり、キラル分子のねじれを解くに十分な高い電場パルス（例、1ミクロンあたり約10ボルト）を印加した場合、液晶分子はパルスの終了時に図4の光反射状態を再形成することができ、その状態を維持するであろう。光学的状態の間で物質を移動するに必要な1ミクロンあたりの電圧は、物質の組成によって変化することがあると理解すべきであるが、必要な電圧の決定は、本発明の開示事項により当業者には明らかであろう。

液晶物質のピッチ長さが紫外線を反射するに有効な範囲であれば、双安定性光シャッターとして機能する異形の多安定性セルを調製することができる。この物質が安定な平面テキスチャーにあれば、セルから反射される光は可視スペクトルの外側であるため、セルは透明に見える。色反射セルと同様に、安定な焦点円錐テキスチャーに切り換わったとき、この物質は光を散乱することができる。このため、この多安定性物質は、液晶が紫外線の光を反射する安定な透明な状態と、安定な光散乱状態の間を切り換わることができる。紫外線の光を反射するに有効なピッチ長さは、典型的に約0.5~約1ミクロンであろう。紫外線を反射して平面テキスチャーにおいて透明に見え、焦点円錐テキスチャーで光を散乱する双安定性光シャッターは、キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に約18%のキラル物質を含んで調製されている。

多安定性カラーディスプレイ中の液晶分子のねじれを解くに必要な高い電場を維持した場合、液晶ディレクターは均一に整列することができ、この結果、物質は透明であろう。電場をゆっくり除去すると、液晶の配向は図5の光散乱状態を再形成することができる。図4の反射状態と図5の散乱状態の間で反射される反射能の強度は、安定なグレースケール反射能である。当然ながら、反射と散乱の強度値は物質の組成が変化すると変わることがあるが、グレースケールはそれらの間の強度範囲によって定まる。

物質が図4の反射状態から図5の散乱状態に移ることができる電圧よりも低い電圧においては、ゼロ電場でそれ自身が安定なグレースケールが得られる。これらのグレースケール状態における物質からの反射は安定であり、これは物質の一部が図4の平面反射テキスチャーにあり、物質の一部が図5の焦点円錐散乱テキスチャーにあり、両者は電場が存在なしにポリマーによって安定化されるためである。

このように、例えば、物質が図4の反射状態にあり、図5のポリマードメイン15を囲む全ての液晶16を50と示す焦点円錐テキスチャーに移動させるには不十分な電圧（即ち、物質を完全に散乱状態に移動させるには不十分）を有する電場パルスを印加した場合、この物質は、平面反射テキスチャーに留まる物質の量に比例した強度の着色光を反射するであろう。このように、反射能は、全てのキラル物質が平面反射テキスチャーにあるときの物質から反射され反射能よりも低いであろうが、焦点円錐散乱テキスチャーに完全に切り換わったときよりも依然として高い。電場パルスの電圧が高くなるにつれ、より多くのキラル

10

20

30

40

50

物質が平面反射テキスチャーから散乱する焦点円錐テキスチャーに切り換わり、物質が完全に散乱状態に切り換わる値にパルスの電圧が増加するまで反射能はさらに減少する。パルスの電圧がさらに増加すると、キラル分子のねじれを解くに十分なパルスの大きさになり、その結果、平面光反射テキスチャーを再形成することができるまで反射の強度は再び増加を始め、パルス除去したときに、物質は再び図4の光反射状態である。

物質が図5の焦点円錐散乱状態にあると、印加した電場パルスは、キラル物質のねじれを解くに十分な大きさに達し、それによって電場を除去したときに前記のように図4の光反射状態を再形成することができるまで、セル単位の反射能に無視できる効果を有するであろう。前記のセルのグレースケールレスポンスを図6に例示しており、パルス電圧の変化に対する、例10で調製した物質のレスポンスを示す。

10

例10

次の成分のポリマー安定化キラルネマチック液晶より、多安定性グレースケールディスプレイを作成した：

- ・ 160.7mgのCB15コレステリック液晶、BDH Chemicals、
- ・ 160.7mgのCE2コレステリック液晶、BDH Chemicals、
- ・ 488.8mgのE31ネマチック液晶、BDH Chemicals、
- ・ 8.0mgのBAB (4,4' - ビスアクリロイルビフェニル) 実験室合成モノマー、
- ・ 3.0mgのBME (ベンゾインメチルエーテル)、光開始剤、Polyscience社、
- ・ 2.2mgのR4、二色染料。

液晶とモノマーの混合物を、ITO電極を備えた2枚のガラスプレート間にサンドイッチした。ガラスプレートはポリイミドでコーティングし、液晶の均一な配列のためにバフ磨きした。バックプレートは黒に塗り、5 μ mのガラスファイバーによってフロントプレートから隔てた。反射状態において、このセルは緑色を反射した。散乱状態において、このセルは黒であった。充満したセルに紫外線を30分間照射し、モノマーを重合させ、ポリマーの相分離からセル中で分離したポリマードメインを生じさせた。

20

変化する電圧の交流パルスにตอบสนองするセルの反射能を測定した。測定において、幅10ミリ秒 (ms) の方形交流パルスを使用した。この物質について、34Vの適用パルスはセルを完全に散乱状態に切り換え、パルス適用前に反射状態或いは散乱状態であったかに無関係であった。ここで最小反射が観察される。50Vの印加パルスは、パルス適用前に反射状態或いは散乱状態であったかに無関係に、セルを反射状態に切り換えた。ここで最大反射が観察される。反射状態から散乱状態への転位は約0.5msであった。散乱状態から反射状態への転位は約300msであった。

30

変化する電圧のパルスにตอบสนองするセルのグレースケール応答を図6に示す。ここでは、パルスの電圧を変化させ、セルの反射をパルスの1秒後に測定した。曲線Aは、各々のパルスの前に物質が反射状態にあるときのセルの応答である。曲線Aにプロットした各々のパルスの前に、その物質を高い交流パルスに供し、パルスの前に完全に反射状態にあることを保証した。パルスの電圧が20Vより低いとき、セルの反射は影響されない。パルスの電圧が20V ~ 34V (後者の値はセルを散乱状態に切り換えるに必要な電圧) にあるとき、セルの反射能は、パルスの電圧が増加するにつれてほぼ直線的に減少する。この電圧範囲でグレースケール反射能が観察される。各々の場合、パルス除去した後に物質は反射を維持した。パルスの電圧が約34Vより高く増加した場合、反射能が元の値 (即ち、約46Vの反射状態の値) に達するまでセルの反射能は増加した。曲線Bは、交流パルスの前に物質が最初に散乱状態にあるときのセルの応答である。ここで、セルの反射能は、40V未満の交流パルスに対しては不変のままである。40V以上でこの物質は反射状態に切り換わった。

40

例11

反射状態で赤い円偏光の光を反射するカラーディスプレイを、キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に29.8重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、モノマーとキラル液晶の合計重量を基準に2.7重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて調製した。キラル液晶は0.41ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分を含んだ：

50

- ・ 67.8mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 14.0mgの 4" - (2 - メチルブチルフェニル) - 4' - (2 - メチルブチル) - 4 - ビフェニルカルボキシレート (キラル物質)、
- ・ 14.8mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルビフェニル (キラル物質)、
- ・ 2.7mgの 4,4' - ビスアクリロイルビフェニル (モノマー)、
- ・ 1.0mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

緑をシールし、厚さ 8 ミクロンの Mylar スペーサーで隔てた 2 枚のガラスプレートを有するセルを重合性溶液で満たした。ガラスプレートをインジウム - 錫の酸化物でコーティングし、透明な電極を形成した。この電極をポリイミドでコーティングし、液晶の均一な表面配列に作用するようにバフ磨きした。

10

充満したセルに紫外線を 30 分間照射し、モノマーを重合させ、ポリマーの、相分離したポリマードメインへの相分離を生じさせた。約 104V の高い交流電圧パルスの適用の後、セルは光学的に透明であり、入射光を透過した。パルス除去したとき、セルは安定な平面反射状態であった。約 50 ~ 85V の交流パルスはセルを安定な焦点円錐散乱テクスチャーに切り換えた。反射と散乱の両方の状態は数カ月にわたって安定であった。

例 12

青の反射状態を有するセルを、キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に 45.3 重量 % のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、モノマーとキラルネマチック液晶の合計重量を基準に 1.5 重量 % の架橋用モノマーとの溶液を用いて調製した。キラル液晶は約 0.27 ミクロンのピッチ長さを有した。

20

重合性溶液は次の成分を含んだ：

- ・ 132.6mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 50.0mgの 4" - (2 - メチルブチルフェニル) - 4' - (2 - メチルブチル) - 4 - ビフェニルカルボキシレート (キラル物質)、
- ・ 59.7mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルビフェニル (キラル物質)、
- ・ 3.7mgの 4,4' - ビスアクリロイルビフェニル (モノマー)、
- ・ 1.0mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

セルを例 11 と同様にして調製した。高電圧パルスの除去の後、セルは青の反射状態であった。

例 13

30

緑の反射状態を有するセルを、キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に 39.1 重量 % のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、モノマーとキラルネマチック液晶の合計重量を基準に 2.0 重量 % の架橋用モノマーとの溶液を用いて調製した。キラル液晶は約 0.31 ミクロンのピッチ長さを有し、緑の円偏光を反射した。

重合性溶液は次の成分を含んだ：

- ・ 85.6mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 27.0mgの 4" - (2 - メチルブチルフェニル) - 4' - (2 - メチルブチル) - 4 - ビフェニルカルボキシレート (キラル物質)、
- ・ 28.0mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルビフェニル (キラル物質)、
- ・ 2.9mgの 4,4' - ビスアクリロイルビフェニル (モノマー)、
- ・ 1.0mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

40

セルを先の例と同様にして調製した。高電圧パルスの除去の後、セルは緑の反射状態であった。

例 14

赤の反射状態を有するセルを、キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に 30.0 重量 % のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、モノマーとキラルネマチック液晶の合計重量を基準に 1.9 重量 % の架橋用モノマーとの溶液を用いて調製した。キラル液晶は約 0.41 ミクロンのピッチ長さを有し、緑の円偏光を反射した。

重合性溶液は次の成分を含んだ：

- ・ 80.0mgの E - 31LVネマチック液晶、

50

- ・ 16.7mgの4'' - (2 - メチルブチルフェニル) - 4' - (2 - メチルブチル) - 4 - ビフェニルカルボキシレート (キラル物質)、
- ・ 17.5mgの4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルビフェニル (キラル物質)、
- ・ 22mgの4,4' - ビスアクリロイルビフェニル (モノマー)、
- ・ 1.0mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

セルを先の例と同様にして調製した。高電圧パルスの除去の後、セルは赤の反射状態であった。

例15

反射状態と散乱状態の間のコントラストの程度が大きい緑の反射セルを、キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に39.1重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、モノマーとキラルネマチック液晶の合計重量を基準に2.0重量%の架橋用モノマーとの溶液を用いて調製した。キラルネマチック液晶は約0.31ミクロンのピッチ長さを有し、緑の円偏光を反射した。

重合性溶液は次の成分を含んだ：

- ・ 85.6mgのE - 31LVネマチック液晶、
- ・ 27.0mgの4'' - (2 - メチルブチルフェニル) - 4' - (2 - メチルブチル) - 4 - ビフェニルカルボキシレート (キラル物質)、
- ・ 28.0mgの4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルビフェニル (キラル物質)、
- ・ 2.7mgの4,4' - ビスアクリロイルビフェニル (モノマー)、
- ・ 1.0mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

縁をシールし、厚さ8ミクロンのMylarスペーサーで隔てた2枚のガラスプレートを有するセルを重合性溶液で満たした。ガラスプレートをインジウム - 錫の酸化物でコーティングし、透明な電極を用意した。この電極をポリイミドでコーティングし、液晶の均一な表面配列に作用するようにバフ磨きした。

充満したセルに紫外線を照射し、モノマーを重合させ、相分離したポリマードメインへのポリマーの相分離を生じさせた。セルを照射しながら交流電圧を印加し、液晶のホメオトロピックな配列を生じさせた。

セル状態は電極パルスの電圧で調節した。高い交流電圧 ($V_{max} = 104V$) を適用したとき、セルは光学的に透明であり、入射光の全ての角度で透過であった。高交流パルスを除去したときサンプルは反射状態にあり、キラルネ液晶のピッチ長さのためセルの色は緑であった。交流電圧 ($50V < V_{max} < 85V$) を印加したとき、セルは光散乱状態に切り換わり、低電圧場の除去の後、セルは光散乱状態に留まった。反射と散乱の両方の状態は安定な状態であると観察された。このセルは、先の例で調製したセルよりも、反射と散乱の状態の間の良好なコントラストを有するように観察された。このことは、この物質によって得られる広いグレースケールに帰着するはずである。

例16

キラルネマチック液晶にモノマーを添加せずにセルを調製した。キラルネマチック液晶の溶液は、キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に32.4重量%のキラル物質を含んだ。

溶液は次の成分を含んだ：

- ・ 121.6mgのE - 31LVネマチック液晶、
- ・ 29.7mgの4'' - (2 - メチルブチルフェニル) - 4' - (2 - メチルブチル) - 4 - ビフェニルカルボキシレート (キラル物質)、
- ・ 20.5mgの4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルビフェニル (キラル物質)。

縁をシールし、厚さ10ミクロンのMylarスペーサーで隔てた2枚のガラスプレートを有するセルをキラルネマチック液晶溶液で満たした。ガラスプレートをインジウム - 錫の酸化物でコーティングし、透明な電極を用意した。この電極をポリイミドでコーティングし、液晶の均一な表面配列に作用するようにバフ磨きした。

ゼロ電場において、1時間の間隔にわたって散乱状態が反射状態に変化した。また、このセルの反射状態は均一でなかった。

例17

キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に29.8重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、モノマーとキラルネマチック液晶の合計重量を基準に2.7重量%の架橋用モノマーとの溶液を用い、多安定性セルを調製した。キラルネマチック液晶は約0.41ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分を含んだ：

- ・ 67.8mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 14.0mgの 4" - (2 - メチルブチルフェニル) - 4' - (2 - メチルブチル) - 4 - ビフェニルカルボキシレート (キラル物質)、
- ・ 14.8mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルビフェニル (キラル物質)、
- ・ 2.7mgの 4,4' - ビスアクリロイルビフェニル (モノマー)、
- ・ 1.0mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

10

例11の記載の方法でセルを調製した。反射状態におけるセルは、高電圧パルスの除去の後に赤であった。セルを反射又は散乱の状態に切り換えるに必要な電圧は例11と同様であった。反射と散乱の状態は良好なコントラストを有し、両方の状態は共に安定であった。

キラル物質とネマチック液晶の合計重量を基準に30.3重量%のキラル物質を含むキラルネマチック液晶と、6.9重量%の架橋用モノマーとの溶液を用い、多安定性セルを調製した。キラルネマチック液晶は約0.40ミクロンのピッチ長さを有した。

重合性溶液は次の成分を含んだ：

- ・ 92.8mgの E - 31LVネマチック液晶、
- ・ 20.0mgの 4" - (2 - メチルブチルフェニル) - 4' - (2 - メチルブチル) - 4 - ビフェニルカルボキシレート (キラル物質)、
- ・ 20.3mgの 4 - シアノ - 4' - (2 - メチル) ブチルビフェニル (キラル物質)、
- ・ 9.9mgの 4,4' - ビスアクリロイルビフェニル (モノマー)、
- ・ 1.0mgのベンゾインメチルエーテル (光開始剤)。

20

例11の記載の方法でサンプルのセルを調製した。このセルは散乱状態を有しなかった。全ての交流電気パルスを除去した後、このサンプルセルは反射状態に戻った。反射状態におけるセルの色は赤であった。

例18

エポキシを用いて本発明によるセルを調製した。このエポキシは重量で6.1%のEpon 828、22.5%のCapcure 3 - 800、11.4%のHeloxy 97を含んだ。このエポキシに、57.1%のE7 (ネマチック液晶混合物)、21.4%のCB15 (キラル物質)、21.5%のCE2 (キラル物質) からなる60%の液晶を混合した。この混合物を手で5分間混合した。混合物を90 に加熱し、攪拌することによって均一な溶液が生成した。得られた混合物を、10 μ mのスペーサーを備えたITOコーティングのガラスプレート間にサンドイッチした。得られたアセンブリを90 のオープン中で一晚硬化させた。得られたシャッターは、157Vのパルスの印加によって焦点円錐から平面のテキスチャーに切り換えることができ、次いで80Vのパルスの印加によって焦点円錐テキスチャーに戻ることができる。平面と焦点円錐のテキスチャーの両者はマルチプル安定反射状態、即ち、それらの間で安定なグレースケールを有して安定である。好ましくは、このフィルム自己支持性であり、この物質がプレートを一緒に

30

40

例19

光接着性紫外線硬化ポリマーより、もう1つの光変調セルを調製した。57.1%のE7、21.4%のCB15、21.5%のCE2を含む液晶混合物に、25重量%のNorland Optical Adhesive N0A65を混合した。この溶液を約100 に加熱し、液晶とポリマーの均一な溶液を形成した。得られた混合物を、厚さを調節するための20 μ mのスペーサーを備えた2枚の透明な導電性ガラス基材に間にサンドイッチし、次いでOriel 450 watt Xenonアークランプの下で5分間紫外線により硬化させた。サンドイッチは、紫外線硬化の直前まで100 のオープンに保持した。得られたシャッターは、適当な電場の適用により、それぞれ安定な焦点円錐と平面のテキスチャーの間を、それらの間にマルチプル安定グレースケール状態を有して切

50

り換わった。先の例と同様に、このフィルムもまた好ましくは自己支持性である。

例20

ネマチック液晶としてE48の種々の混合物を使用して、いくつかの追加のセルを調製した。これらのセルにおいて、キラル物質は、TM74A、又はCB15とCE2の10～45%の液晶成分の範囲の種々の混合物を含んだ。ポリマーAU1033(ヒドロキシ官能化ポリメタクリレート)をこれらのセルの中に、液晶混合物とポリマーの合計重量を基準に20～30重量%の範囲の量で使用した。ジイソシアネート架橋剤(N75)を、液晶とポリマーの溶液に添加し、この溶液を厚さ10 μ mのセルに入れた。溶媒の蒸発の後、この物質を100 $^{\circ}$ Cで熱架橋させた。得られたシャッターは全て安定な平面テキスチャーにあり、電場の印加の後に安定な焦点円錐テキスチャーに切り換えることができた。より高い電場の印加はシャッターを再度平面テキスチャーに切り換えた。

10

E7とE31をネマチック主成分として用い、TM74A又はCE2及びCB15の混合物から選択した45%のキラル添加物、ポリマーバインダーとしての30%AU1033を用いて追加のセルを作成した。これらのシャッターもまた安定な平面と焦点円錐のテキスチャーの間で切り換え可能であった。

例21

E48、CB15、TM74Aと、5～10%のPMMAポリマーの種々の混合物を含むキラルネマチック液晶を使用してさらにシャッターを作成した。混合物を導電性ガラス基材の上に注ぎ、溶媒を蒸発させた。スパーサーを使用し、10 μ mの最終的な厚さのフィルムを形成した。このフィルムを100 $^{\circ}$ Cまで加熱し、2番目の基材を加えてセルを形成した。得られたシャッターは、平面反射テキスチャーにおいて青い光を反射した。他のシャッターと同様に、電場を印加するとこの物質は安定な焦点円錐テキスチャーに切り換わり、より高い電場を印加すると安定な平面テキスチャーに戻った。また、これらのシャッターは、好ましくは自己支持性である。

20

例22

次の成分の物質より、先の例と同様にして、多安定性カラー反射セルを調製した：

- ・ 160.7mgのCB15コレステリック液晶、BDH Chemicals、
- ・ 160.7mgのCE2コレステリック液晶、BDH Chemicals、
- ・ 488.8mgのE31ネマチック液晶、BDH Chemicals、
- ・ 8.0mgのBAB(4,4'-ビスアクリロイルピフェニル)実験室合成モノマー、
- ・ 3.0mgのBME(ベンゾインメチルエーテル)、光開始剤、Polyscience社、
- ・ 2.2mgのR4、二色染料。

30

これらの物質に紫外線を30分間照射し、モノマーを重合させ、ポリマーの相分離からセル中で相分離したポリマードメインを生じさせた。反射状態においてこの物質は緑色を反射した。後ろの基材に黒い吸収層を使用した場合、この物質は散乱状態において黒く見えた。

例23

次の物質を用いて多安定性カラー反射ディスプレイを作成した：

- ・ 15.8%のCE2コレステリック液晶、BDH Chemicals、
- ・ 14.8%のCB15コレステリック液晶、BDH Chemicals、
- ・ 68.2%のZL1-4389ネマチック液晶、EM Indutseries社、
- ・ 1.2%のDSM DesSolite 950-044紫外線物質、DSM Desotect社、

40

先の例と同様にしてセルを調製した。DesSoliteはモノマー、オリゴマー、光開始剤の混合物である。反射状態においてセルは緑色を反射した。

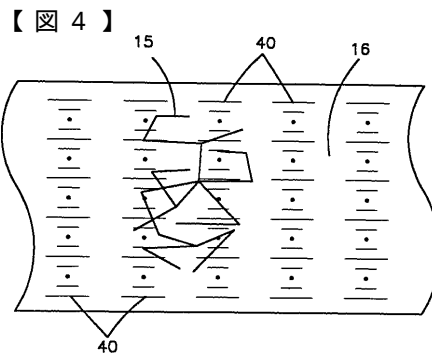
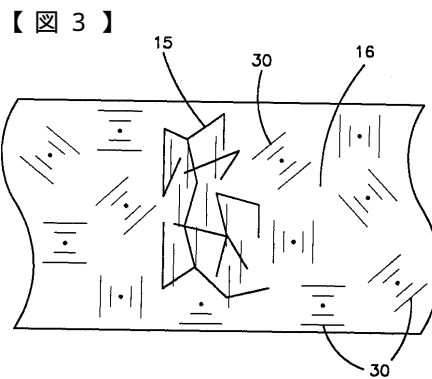
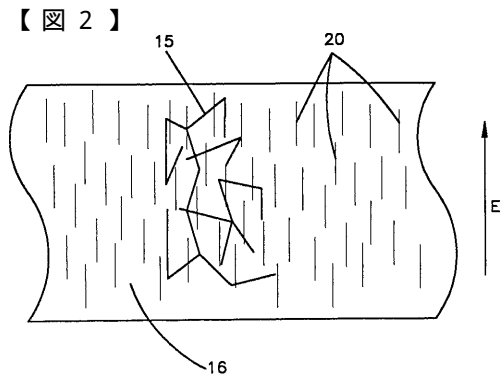
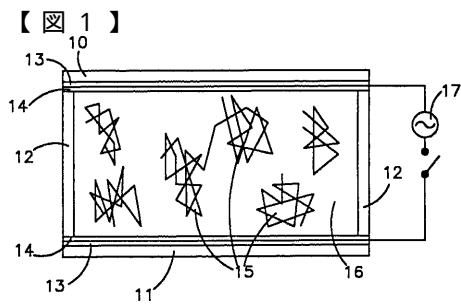
例24

双安定性光シャッターを調製し、液晶のピッチ長さは紫外線範囲の光を反射するように調節した。6.3%のCE2コレステリック液晶、6.2%のCB15コレステリック液晶、6.3%のR-1011キラル剤、80%のZL1-4469-00ネマチック液晶混合物、1%のBABビスアクリレートモノマー、0.1%のBME光開始剤の混合物を、透明な電極として使用するITOコーティングのガラスプレートの間に導入した。ガラスプレートはポリイミドでコーティングし、液晶

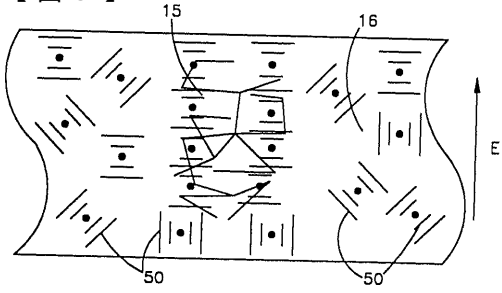
50

の均一な配列を得るためにバフ磨きした。サンプルに紫外線を照射し、モノマーを重合させ、セル中に相分離したポリマードメインを形成した。このセルは、平面テキスチャーに切り換わったときは安定な光学的に透明な状態を示し、焦点円錐テキスチャーに切り換わったときは安定な散乱状態を示した。

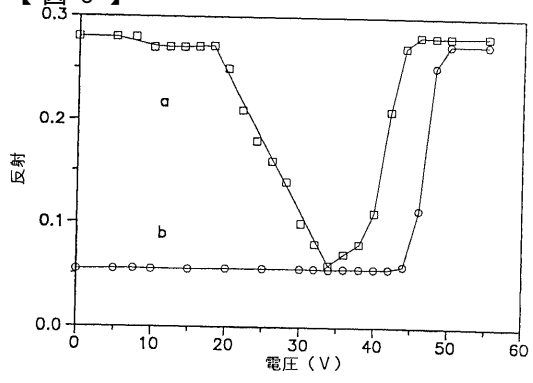
上記の詳細な開示事項より、多くの変更や変化が当業者には明らかであろう。したがって、詳しく開示し説明した以外でも、本発明は添付の請求の範囲内で実施可能である。



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 チェン, リアン - チイ

アメリカ合衆国, オハイオ 44224, ストウ, フォレスト ヒル ロード 4510

審査官 河原 英雄

(56)参考文献 特開昭61-502128(JP, A)

特開昭63-501512(JP, A)

特開平02-015236(JP, A)

特表平02-503963(JP, A)

特開平04-119320(JP, A)

特表平06-505348(JP, U)

特表平06-507505(JP, A)

特表平08-502837(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G02F 1/13~1/141