

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
G02F 1/1334		G02F 1/1334	2H088
1/13	505	1/13	2H089

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21)出願番号	特願2001 - 165993( P 2001 - 165993)	(71)出願人	396020800 科学技術振興事業団 埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号
(22)出願日	平成13年 6 月 1 日(2001.6.1)	(71)出願人	591212718 株式会社正興電機製作所 福岡県福岡市博多区東光 2 丁目 7 番25号
		(71)出願人	399006766 梶山 千里 福岡県福岡市東区箱崎 6 丁目10番 1 号
		(74)代理人	100087675 弁理士 筒井 知

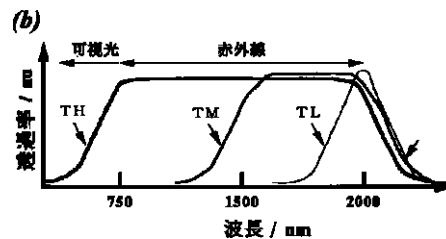
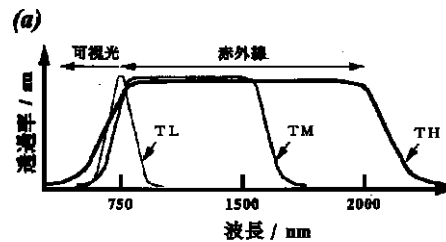
最終頁に続く

(54)【発明の名称】赤外線調光素子

(57)【要約】

【課題】 温度によって光線に対する透過と反射の程度が異なり、省エネルギーを図るため建築物や車などの窓などとして使用するのに好適な調光材料を提供する。

【解決手段】 光重合性液晶モノマーと低分子液晶を含み、室温付近でカイラルネマチック相を呈する液晶組成物を、少なくとも一方が透明な平行配向処理された基板間に挟み、平行配向したカイラルネマチック相状態(プレーナ分子配列)で光重合性液晶モノマーを光重合させることにより形成され、可視光に対しては常に透明で、可視光よりも長波長の光に対しては広い波長幅(バンド幅)にわたり、透過 - 選択反射の可逆的熱スイッチングを示す赤外線調光素子。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光重合性液晶モノマーと低分子液晶とを含む液晶組成物であって、室温付近でカイラルネマチック相を呈する液晶組成物を、少なくとも一方が透明な平行配向処理された基板間に挟み、平行配向したカイラルネマチック相状態（プレーナ分子配列）で光重合性液晶モノマーを光重合させることにより形成され、可視光に対しては常に透明で、可視光よりも長波長の光に対して広い波長幅にわたり、透過 - 選択反射の可逆的熱スイッチングを示すことを特徴とする赤外線調光素子。

【請求項 2】 温度の上昇にともない、選択反射の長波長端が長波長側に、または、短波長端が短波長側にシフトすることを特徴とする赤外線調光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、新規な液晶光学材料に関し、特に、建築物や自動車の窓などに用いられる調光素子であり、可視光に対しては常に透明で、可視光よりも長波長の光（赤外線）に対しては広い波長幅（バンド幅：波長領域）にわたり、透過 - 反射の可逆的熱スイッチングを示す赤外線調光素子に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】近年、ビルや住宅などの窓ガラスに、熱線反射などの種々の機能を有するものが用いられる傾向にある。熱線反射ガラスは、ガラス表面に多層薄膜を製膜し、これにより太陽光線中の赤外線を反射し、建築物内の温度上昇を抑え、冷房負荷を軽減するものである。しかし、該ガラスを用いた場合には可視光線の透過率の低下を招くこともある。また、季節により赤外線の透過率を任意に調整できるようなエレクトロクロミック材料の応用が検討されている。しかし、これには電場を用いるため、ガラス表面に透明電極を設け電気配線をする必要があり、製増および設置費用の面から高価となる。また、透過率の調整は、光線の吸収によるため、ガラス自体が高温になり、二次放射が起こるといった問題が生じる。これら以外にも、近年サーモクロミック材料の利用も研究されている。これは、高温において水に不溶、低温において可溶な、例えばポリイソプロピルアクリルアミドの水溶液を基板に挟み、低音において透明、高温において光を散乱する系を構築することが提案されている。しかしながら、この手法は省エネルギー目的は達成されるが、高温において光が散乱されるため、例えば、その用途が窓ガラスの場合、高温では磨りガラス状態であって、窓の外の景色が見えないという致命的な欠点があり、実用に供することができないのが現状である。

【 0 0 0 3 】上記課題を解決するために、液晶の温度変化における特異な性質を利用して、太陽光線中の特定波長の光線透過率、および光線反射率を制御可能な調光材料が研究され、このような調光材料として、スメクチック A カイラルネマチック熱相転移を示す低分子液晶が

ら成る調光材料が提案されている（特開平 9 - 2 9 8 8 2）。スメクチック A 相は、平行配向した場合に、入射光がほとんど反射されずに透過する。また、カイラルネマチック相は、分子が螺旋状に配列しており、螺旋周期ピッチ長と平均屈折率の積に等しい波長を持ち、螺旋軸方向に平行に入射する円偏光を反射するという性質がある。この性質は選択反射と呼ばれ、選択反射される光の波長範囲、すなわち反射スペクトル幅は、液晶の光学的異方性である複屈折率とピッチ長の積で近似できることが報告されている（H. F. Gleeson, H. J. Coles, Mol. Cryst. Liq. Cryst., 1709-1734 (1989)）。そのため、スメクチック A カイラルネマチック熱相転移を示す低分子液晶は、室温前後で特定波長の光線透過率および光線反射率が変化し、省エネルギー化に大いに貢献し得る調光材料として注目されている。すなわち、約 4 0 0 n m から約 7 5 0 n m 波長範囲の可視光線を透過させ、かつ室温で特定波長の光線透過率が変化し、例えば、気温の高い夏季においては、約 7 5 0 n m から約 2 0 0 0 n m 波長範囲の熱線を反射し、冷房負荷の軽減が図れ、また気温の低い冬期においては熱線を確保しつつ、暖房負荷の軽減を図ることができる。従って、該材料を建築物の窓材料などの用いた場合、十分な省エネルギー化が図れるという優れた効果を奏するものと期待される（特開平 9 - 2 9 8 8 2）。

## 【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】上記の調光材料に用いられるスメクチック A カイラルネマチック熱相転移を示す低分子液晶材料は、室温前後で平行配向したスメクチック A 相 平行配向したカイラルネマチック熱相転移を可逆的に示すことが要求される。しかしながら、実際には、分子構造中に不斉炭素を有する光学活性化合物の螺旋捩れ力があるため、平行配向処理を施したセルにサンドイッチされた上記の低分子液晶は、カイラルネマチック相からゆっくりと冷却しても、スメクチック A 相で平行分子配列とは成り難い。また、スメクチック A 相での透過率はカイラルネマチック相からの冷却速度に強く依存し、冷却速度が速いほどスメクチック A 相の透過率は低くなり、フォーカル・コニック配向という白濁状態を形成し易い。さらに、カイラルネマチック相では、選択反射の波長幅が狭く、選択反射の波長幅を任意に制御できないという欠点があった。

## 【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】本発明は、低分子液晶に加えて光重合性液晶モノマーを含む液晶組成物であって、室温付近でカイラルネマチック相を呈する液晶組成物を少なくとも一方が透明な平行配向処理された基板間に挟み、平行配向したカイラルネマチック相状態（プレーナ分子配列）で光重合性液晶モノマーを光重合させることにより形成され、可視光に対しては常に透明であり、それよりも長波長の光に対しては広い波長領域にわ

たり、透過 - 選択反射の可逆的熱スイッチングを示し、特に、温度の上昇にともない選択反射の長波長端が長波長側に、または、短波長端が短波長側にシフトすることを特徴とする赤外線調光素子を提供するものである。

【 0 0 0 6 】

【発明の実施の形態】以下に本発明の赤外線調光素子について、具体的に説明する。図 1 は、本発明の赤外線調光素子の製作段階における各液晶状態での液晶分子の配向状態を示した断面模式図である。図 1 ( a ) は、セルに液晶組成物を注入した直後の液晶分子の配向状態である。図中の 1 , 2 は基板、 3 , 4 は平行配向膜、 5 , 6 はスペーサ、 7 は液晶分子、 8 は光重合モノマーである。

【 0 0 0 7 】本発明において、基板 1 , 2 は少なくとも一方が透明であり、ガラス板やプラスチックフィルム等を用いることができる。また、基板 1 , 2 の少なくとも一方には、内側表面に配向膜やラビング処理等の平行配向処理 3 , 4 を施す。図に示されるように、液晶組成物収容セルは、一般に上下の基板 1 , 2 の間を、ガラスまたは光分子材料からなるスペーサ 5 , 6 で挟持されている。スペーサ 5 , 6 の厚みは、 2 ~ 5 0 μ m 程度とする。

【 0 0 0 8 】セルへの光重合性液晶モノマーと低分子液晶からなる液晶組成物の注入は、液晶組成物が等方相状態を示す温度で、毛細管現象によりおこなう。

【 0 0 0 9 】図 1 ( b ) は、等方相からカイラルネマチック相となる温度  $T_L$  まで冷却したときの液晶分子の配向状態である。液晶組成物中の液晶分子は螺旋配向をとり、その螺旋軸は基板に対して垂直となる。すなわち、液晶分子の長軸が基板に対して均一な平行配向 (プレーナ配列) が得られるため、透明状態となる。

【 0 0 1 0 】図 1 ( c ) は、図 1 ( b ) の状態に紫外線を照射し、液晶組成物の光重合性液晶モノマー ( 8 ) を光重合させた後の液晶分子の配向状態である。図 1 ( c ) に示されるように、螺旋軸がセル基板表面に対して垂直で螺旋状の高分子ネットワーク 9 を持つ液晶高分子複合層が形成される。このとき、液晶分子の初期の分子配列は固定化され、透明な赤外線調光素子が得られる。

【 0 0 1 1 】カイラルネマチック液晶は、選択反射という性質があり、螺旋の向き、および螺旋周期ピッチ長  $P$  と平均屈折率  $n$  の積と等しい波長 (  $\lambda = n P$  ) を持つ螺旋軸方向に平行に入射する円偏光を反射する。また、カイラルネマチック液晶の選択反射の波長幅 (バンド幅)、すなわち、反射スペクトル幅  $\Delta \lambda$  は、一般に、液晶の光学的異方性である複屈折率  $n_o - n_e$  とピッチ長  $P$  の積  $n_o - n_e P$  に近似できることは知られている。

【 0 0 1 2 】本発明の赤外線調光素子に用いられる液晶組成物の特徴の一つは、低分子液晶に加えて光重合性モノマーを含むことにある。このような本発明の赤外線長

光素子においては、低分子液晶と高分子ネットワークとの界面における相互作用の強さは、界面からの距離に依存する。そのため、液晶高分子複合層中では、局所的にこの相互作用の強さが異なり、それに応じて、カイラルネマチック相の螺旋ピッチ長も局所的に異なる。従って、本発明の赤外線調光素子における選択反射のバンド幅  $\Delta \lambda$  は、  $\Delta \lambda = n P$  でなく、  $\Delta \lambda = n ( P + P )$  となる。すなわち、液晶高分子複合層中の低分子液晶と高分子ネットワークとの相互作用により、温度の変化に対して、カイラルネマチック相の螺旋構造のピッチ長の分布が広がり、選択反射のバンド幅は拡大される。さらに、照射する紫外線強度に勾配をつけたり、重合温度に勾配を設けたり、光重合性液晶モノマーを複数使用し、その間の反応性の差を利用して、選択反射のバンド幅  $\Delta \lambda$  を積極的に拡大してもよい。

【 0 0 1 3 】本発明の赤外線調光素子の更なる特徴は、低分子液晶または低分子液晶とともに用いるカイラルドーパントとして、螺旋捩れ力が温度に依存するものを用いることにあり、これにより、選択反射の長波長端が長波長側に、または短波長端が短波長側にシフトし選択反射の波長幅 (バンド幅) が広がる。図 2 は、本発明に従い製作されるこのような赤外線調光素子の熱光学特性を示した模式図である。温度  $T_L = 288 \pm 5 K$ 、 $T_H = 303 \pm 5 K$ 、 $T_L < T_M < T_H$ 、赤外光領域を約 750 nm から約 2000 nm とする。図 2 ( a ) に用いる低分子液晶は、温度の上昇にともない螺旋捩れ力が小さくなるものであり、温度  $T_L$  から  $T_H$  まで加熱したときに、赤外光領域を選択反射できる螺旋ピッチ長を持つものである。このとき、( a ) の赤外線調光素子は、温度  $T_L$  において約 750 nm 付近の狭い範囲だけを反射する。温度  $T_H$  まで加熱していくと、温度の上昇にともない螺旋ピッチ長は長くなるようとするが、低分子液晶と高分子ネットワークの相互作用により、その界面付近と界面からの遠いところでのピッチ長に差が生じるため、選択反射の長波長端が長波長側にシフトし、約 750 nm から長波長側の約 2000 nm までの広い範囲で赤外光の選択反射が可能となる。また、図 2 ( b ) に用いる低分子液晶は、温度の上昇にともない螺旋捩れ力が大きくなるものであり、温度  $T_L$  から  $T_H$  まで加熱したときに、赤外光領域を選択反射できる螺旋ピッチ長を持つものである。このとき ( b ) の赤外線調光素子は、温度  $T_L$  において、約 2000 nm 付近の狭い範囲だけを反射する。温度  $T_H$  まで加熱していくと、温度の上昇にともない螺旋ピッチ長が短くなるようとするが、低分子液晶と高分子ネットワークの相互作用により、その界面付近と界面から遠いところでのピッチ長に差が生じるため、選択反射の短波長端が短波長側にシフトし、約 2000 nm から短波長側の約 750 nm までの広い範囲で赤外光の選択反射が可能となる。それぞれ温度  $T_H$  から  $T_L$  に降温すると、選択反射のバンド幅は、初期の狭い範囲に

戻る。

【 0 0 1 4 】 以上のようにして、本発明の赤外線調光素子は選択反射のバンド幅がきわめて拡大されている。すなわち、本発明の液晶光学材料は、可視光よりも長波長の光（赤外線）に対して 5 0 0 nm 以上の波長幅（バンド幅）、一般的には 5 0 0 ~ 1 5 0 0 nm の波長幅（バンド幅）にわたり選択反射を行うことができる。

【 0 0 1 5 】 カイラルネマチック相では、螺旋周期ピッチ長と平均屈折率の積に等しい波長を持ち螺旋軸方向に平行に入射する円偏光だけを反射するため、太陽光線中の赤外線に対する選択反射率は、通常約 5 0 % であるが、螺旋の向きが反対で、同じ組成の二つのセルを積み重ねてなるセルでは、カイラルネマチック相の選択反射率を 9 0 % 以上にすることもできる。従って、螺旋抜け力が温度に依存することに基づき、可視光に対しては常に透明だが赤外線に対して低音で狭範囲を反射、そして高温で広範囲を反射するとともに、反射効率の高い、可逆的熱スイッチングを示す熱感応性赤外遮光材料を実現することが可能となる。

【 0 0 1 6 】 本発明の液晶光学材料を得るのに用いられる液晶組成物は、一般に、光重合性液晶モノマーと低分子液晶の他に、カイラルドーパントを含有し重合開始剤がドーブされている。本発明において使用される光重合性液晶モノマー、あるいは光重合性モノマーとしては、アクリロイル基、ビニル基、エポキシ基等の汎用の光重合性基を有する高分子樹脂の前駆体であって、低分子液晶とカイラルドーパントに相溶し均一液晶を呈するものであればいずれも使用できるが、液晶相の配向が乱れないにするためには、光重合性基を 2 個有する 2 感応性モノマーが好ましい。特に、低分子液晶とカイラルドーパントとの相溶性の向上、およびコントラストを良好にするためには、液晶構造またはこれに類似する構造を分子構造中に含むものが好ましい。例えば、最低 1 個のベンゼン環をその分子構造中に含むのである。また、これらの光重合性液晶モノマー、あるいは光重合性モノマーは、単独あるいは多種のモノマー、オリゴマーと混同しても使用できる。また、光重合性液晶モノマーと低分子液晶は、それぞれの常光屈折率  $n_o$  と異常光屈折率  $n_e$  が、実質的に等しいものが好ましい。

【 0 0 1 7 】 また、本発明において使用される低分子液晶は、室温付近、一般的に - 2 0 ~ 8 0 °C においてカイラルネマチック相を呈し、螺旋抜け力の温度依存性が大きなものが好ましい。例えば、温度の上昇とともに螺旋抜け力が小さくなるものは、およそ - 2 0 ~ 3 0 °C の温度範囲で昇温すると、ピッチ長が 0 . 3 ~ 0 . 6  $\mu\text{m}$  の範囲から 1 . 0 ~ 2 . 0  $\mu\text{m}$  の範囲へと変化し、逆に螺旋抜け力が大きくなるものは、およそ 1 5 ~ 3 0 °C の温度範囲で昇温すると、ピッチ長が 1 . 5 ~ 2 . 0  $\mu\text{m}$  の範囲から 0 . 3 ~ 0 . 6  $\mu\text{m}$  の範囲へと変化するのが好ましい。また、市販されているネマチック低分子液晶とカ

イラルドーパントを混合してもよく、このとき、カイラルネマチック相の螺旋抜け力の温度依存性やピッチ長は、カイラルドーパントの種類や含有率を調整することにより制御可能である。

【 0 0 1 8 】 例えば、ネマチック低分子液晶として E 7、E 8、E 4 4、E 4 8、TL - 2 0 5、TL - 2 1 3、TL - 2 1 5（メルク社製）等のものが好ましく使用されるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 1 9 】 また、カイラルドーパントとしては、分子構造中に不斉炭素を有する光学活性化化合物（不斉炭素を有する低分子液晶を含む）であって、本発明に従う赤外線調光素子を構築する光重合性液晶モノマーと低分子液晶の混合物に相溶するものが使用される。カイラルドーパントの混合比は、目的とする赤外線調光素子の螺旋ピッチにより決定される。市販されている CB - 1 5、S（R） - 8 1 1、S（R） - 1 0 8 2、ZLI - 4 5 7 2（4 5 7 1）（メルク社製）、CM 2 1（2 0）（チソ社製）などのものが好ましく使用されるが、これらに限定されるものではない。螺旋ピッチ補償用として、2 種類以上のカイラルドーパントを用いてもよい。カイラルドーパントは、一般に、液晶を形成する分子構造、またはそれに類似した構造を有する低分子化合物である。

【 0 0 2 0 】 本発明に従う赤外線調光素子を製作するには、各成分の組成比は、光重合性液晶モノマーと低分子液晶の合計を 1 0 0 重量%として、光重合性液晶モノマーを 1 ~ 1 0 重量%、低分子液晶を 9 0 ~ 9 9 重量%とし、低分子液晶に対してカイラルドーパントを 1 ~ 3 0 重量%とするのが好ましい。光重合性液晶モノマーを 1 0 重量%以上にすると、液晶分子と高分子ネットワークとの相互作用が強くなりすぎるため、液晶光学材料中に低分子液晶の螺旋構造のピッチ長は温度の上昇とともに変化し難くなる。一方、光重合性液晶モノマーの量が 1 w t % 以下になると、赤外線調光素子の初期状態の選択反射する波長が固定化し難くなる。

【 0 0 2 1 】 本発明に従う赤外線調光素子を製作するには、さらに、光重合性液晶モノマーに対して光重合開始剤を 1 ~ 3 0 重量%添加するのが好ましい。該光重合開始剤としては、例えば、2, 2 - ジエトキシアセトフェノンなどのアセトフェノン系、ベンゾイン系、ベンゾフェノン系、チオキサソロン系、ジアゾニウム系、スルホニウム塩系、ヨードニウム塩系、セレンニウム塩系等の通常の光重合剤が使用できる。光重合開始剤は、光重合性モノマーと低分子液晶の混合物に溶解、あるいは相溶するものが使用される。

【 0 0 2 2 】

【実施例】次に、本発明の実施例を記すが、本発明はこれらの実施例によって制限されるものではない。図 3 に、本実施例で使用した試料の化学構造式を示す。なお、図 4 において K、N、I の間の数字は、K（結晶

相)、N(ネマチック)、およびI(等方相)の間の相転移温度を示す。例えば、光重合性液晶モノマーMPBAHBは、結晶相-ネマチック相転移が356.4Kであり、ネマチック-等方相転移が388.8Kである。

#### 【0023】実施例1

光重合性液晶モノマー(MPBAHB、合成)4.5重量%、ネマチック低分子液晶(E48、メルク社製)80重量%、カイラルドーパント(CB-15、メルク社製)20重量%、光重合開始剤(2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン、TCI社製)0.9重量%を共通良溶媒であるアセトン溶液で混合してから溶媒蒸発法により液晶組成物混合液A2を調製した。次に、この液晶組成物混合液A2を液晶評価用標準平行配向セル(ポリイミド平行配向処理ソーダライムガラス、膜厚20μm、E・H・C(株)社製)に等方相状態で注入した後、等方相から温度273.2Kのカイラルネマチック相までゆっくりと冷却し、紫外線(4W、365nm)を20分間照射して、図1(c)に示される赤外線調光素子A1を製作した。

【0024】図4は、紫外線照射後の赤外線調光素子A1から、液晶とカイラルドーパントだけを溶解するヘキサンで、赤外線調光素子から液晶とカイラルドーパントを抽出した後の高分子ネットワークの走査型電子顕微鏡による観察像である。図4から赤外線調光素子中に、螺旋軸がセル基板表面に対して垂直で螺旋状の高分子ネットワーク9が形成されることが明らかとなった。

【0025】図5は、赤外線調光素子A1の異なる温度における反射率の波長依存性である。温度T1(273.2K)では、1000nm付近の狭い範囲で反射しているが、温度が上昇しT3(323.2K)では、1000nmから1400nmの広い範囲で反射することを示した。つまり、赤外線調光素子A1は、温度上昇とともに、赤外光領域で選択反射のバンド幅が広がることが確認された。

#### 【0026】実施例2

光重合性液晶モノマー(MPBAHB、合成)4.5重量%、ネマチック低分子液晶(E48、メルク社製)97.5重量%、カイラルドーパント(ZLI-4572、メルク社製)2.5重量%、光重合開始剤(2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン、TCI社製)0.9重量%を実施例1と同様にして、赤外線調光素子A2を製作した。

【0027】図6は、赤外線調光素子A2の異なる温度における反射率の波長依存性である。温度T1(273.2K)では、1800nm付近の狭い範囲で反射しているが、温度が上昇しT3(353.2K)では、1

800nmから1400nmの広い範囲で反射することを示した。つまり、赤外線調光素子A2は、温度上昇とともに、赤外光領域で選択反射のバンド幅が広がることが確認された。

【0028】以上の結果から、本発明に従い作製された赤外線調光素子は、高分子ネットワークの存在により選択反射のバンド幅が拡大され、また、カイラルドーパントの種類や混合率を調整することで、選択反射のバンド幅を制御可能であることが明らかとなった。

#### 【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明で提供する調光用赤外線調光素子は、短波長光(可視光)に対しては常に透明であり、赤外光を含む長波長の光に対しては広い波長領域にわたり、透過-選択反射の可逆的熱スイッチングを示す、熱感性の赤外遮断材料として実現されたものである。本発明の調光用液晶光学材料を、種々の建築物の窓、および車の窓材料として用いた場合、可視光線を透過しつつ、気温の高い夏季においては熱線を反射し、気温の低い冬季においては熱線を確保できるため、光熱費の軽減を図ることができる。従って、該材料を建築物および車の窓材料などに用いた場合には、省エネルギー化が図れるという優れた効果を奏す。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶光学材料の製作段階における各液晶状態での液晶分子の配向状態を示した模式図である。

【図2】本発明に従い製作される液晶光学材料の熱光学特性を示した模式図である。

【図3】本発明の実施例において使用された光重合性液晶モノマー、低分子液晶、カイラルドーパントおよび光重合開始剤の化学構造式である。

【図4】本発明の実施例1における評価セルA1から、液晶とカイラルドーパントを溶解するヘキサンで液晶とカイラルドーパントを抽出した後の高分子ネットワークの走査型電子顕微鏡による観察像である。

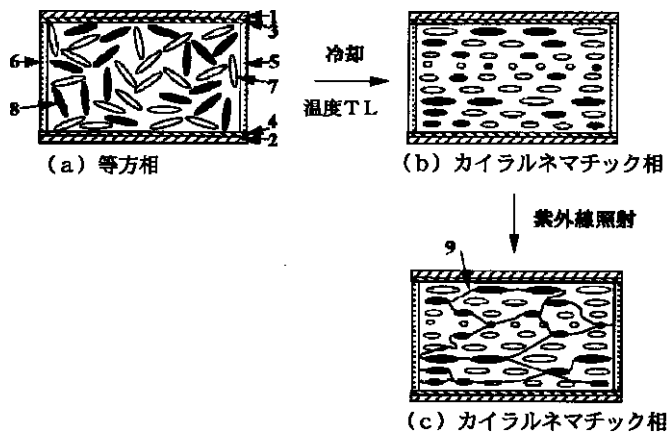
【図5】本発明の実施例1における、液晶光学材料A1の異なる温度における反射率の波長依存性である。

【図6】本発明の実施例2における、液晶光学材料A2の異なる温度における反射率の波長依存性である。

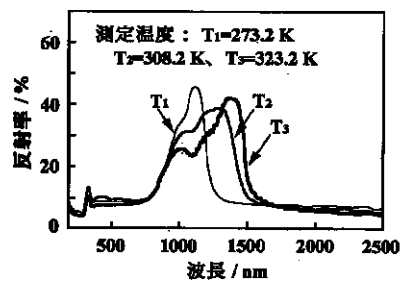
#### 【符号の説明】

- 1, 2 基板
- 3, 4 平行配向膜
- 5, 6 スペース
- 7 液晶分子
- 8 光重合性モノマー
- 9 高分子ネットワーク

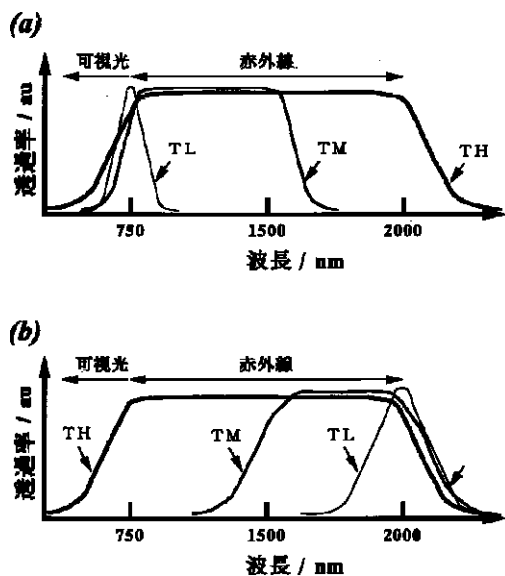
【 図 1 】



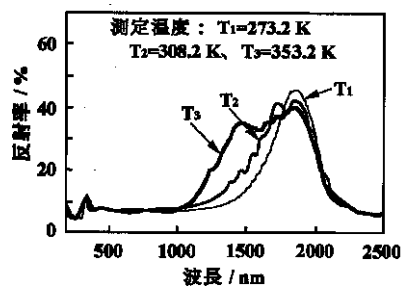
【 図 5 】



【 図 2 】



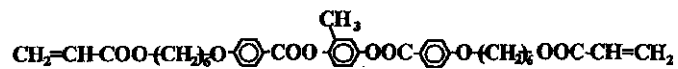
【 図 6 】



## 【 図 3 】

(1). 光重合性液晶モノマー

MPBAHB, K 356.4 N 388.8 I



(2). ネマチック低分子液晶 E48 (Merck Co., Ltd.)

K 254.2 N 360.2 I

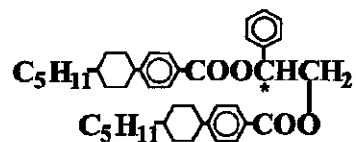
(3). カイラルドーパント CB15 (Merck Co., Ltd.)

Right-handed, K 277.0 I



(4). カイラルドーパント ZLI-4572 (Merck Co., Ltd.)

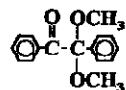
Right-handed, K 133.0 I



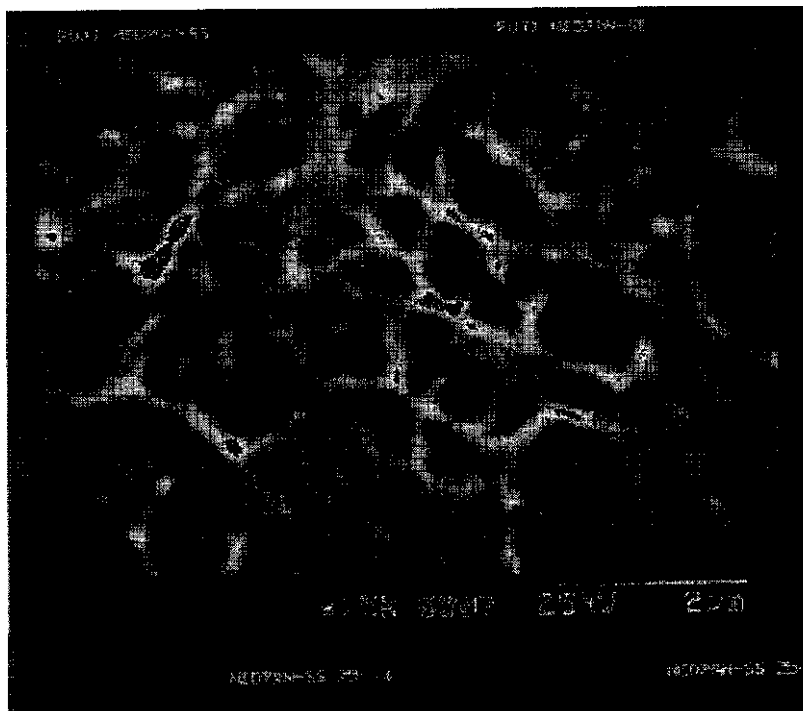
(5). 光重合開始剤

2, 2-dimethoxy-2-phenyl-acetophenone

(TCI Co., Ltd.)



【 図 4 】



フロントページの続き

(71)出願人 599063170  
菊池 裕嗣  
福岡県福岡市東区箱崎 6 - 10 - 1 九州大学  
大学院工学研究科内  
(72)発明者 ヤン ファイ  
福岡県福岡市東区名島 4 - 28 - 1 ダイアパ  
レス名島第 2 404  
(72)発明者 古屋 吉啓  
福岡県福岡市東区馬出 5 - 3 - 1

(72)発明者 梶山 千里  
福岡県福岡市東区箱崎 6 - 10 - 1 九州大  
学大学院工学研究院内  
(72)発明者 菊池 裕嗣  
福岡県福岡市東区箱崎 6 - 10 - 1 九州大  
学大学院工学研究院内  
F ターム(参考) 2H088 EA33 EA34  
2H089 HA04 TA04