

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5487398号
(P5487398)

(45) 発行日 平成26年5月7日 (2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年3月7日 (2014.3.7)

(51) Int. Cl.	F I
C09K 19/02 (2006.01)	C O 9 K 19/02
C09K 19/54 (2006.01)	C O 9 K 19/54 B
C09K 19/38 (2006.01)	C O 9 K 19/38
G02F 1/13 (2006.01)	G O 2 F 1/13 5 0 0
G02F 1/139 (2006.01)	G O 2 F 1/139
請求項の数 23 (全 36 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2007-225709 (P2007-225709)	(73) 特許権者	504145342
(22) 出願日	平成19年8月31日 (2007.8.31)		国立大学法人九州大学
(65) 公開番号	特開2009-57459 (P2009-57459A)		福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号
(43) 公開日	平成21年3月19日 (2009.3.19)	(73) 特許権者	503360115
審査請求日	平成22年8月30日 (2010.8.30)		独立行政法人科学技術振興機構
			埼玉県川口市本町四丁目1番8号
		(73) 特許権者	311002067
			JNC株式会社
			東京都千代田区大手町二丁目2番1号
		(74) 代理人	100092783
			弁理士 小林 浩
		(74) 代理人	100095360
			弁理士 片山 英二
		(74) 代理人	100114409
			弁理士 古橋 伸茂
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 液晶組成物および液晶素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

$T_{NI} - 20^{\circ}\text{C}$ における弾性定数比 K_{33}/K_{11} が 1.2 以上である液晶成分とキラル剤とを有し、

液晶成分において、 $T_{NI} - 20^{\circ}\text{C}$ における、その弾性定数比 K_{33}/K_{11} と屈折率異方性 (Δn) と誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) との積が 6 以上である、光学的等方性液晶組成物。

【請求項2】

$T_{NI} - 20^{\circ}\text{C}$ における弾性定数比 K_{33}/K_{11} が 1.6 以上である液晶成分とキラル剤とを有する、光学的等方性液晶組成物。

【請求項3】

$T_{NI} - 20^{\circ}\text{C}$ における弾性定数比 K_{33}/K_{11} が 2.0 以上である液晶成分とキラル剤とを有する、光学的等方性液晶組成物。

【請求項4】

液晶成分において、その $T_{NI} - 20^{\circ}\text{C}$ における屈折率異方性 (Δn) が 0.15 以上であり、その $T_{NI} - 20^{\circ}\text{C}$ における誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) の絶対値が 2.5 以上である、請求項1～3のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

【請求項5】

液晶成分において、その $T_{NI} - 20^{\circ}\text{C}$ における屈折率異方性 (Δn) が 0.2 以上であり、その $T_{NI} - 20^{\circ}\text{C}$ における誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) の絶対値が 3.0 以上である、請求項1～3のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

【請求項 6】

光学的等方性液晶組成物中、キラル剤の含有量が 1 ～ 20 重量%である、請求項 1 ～ 5 に記載の液晶組成物

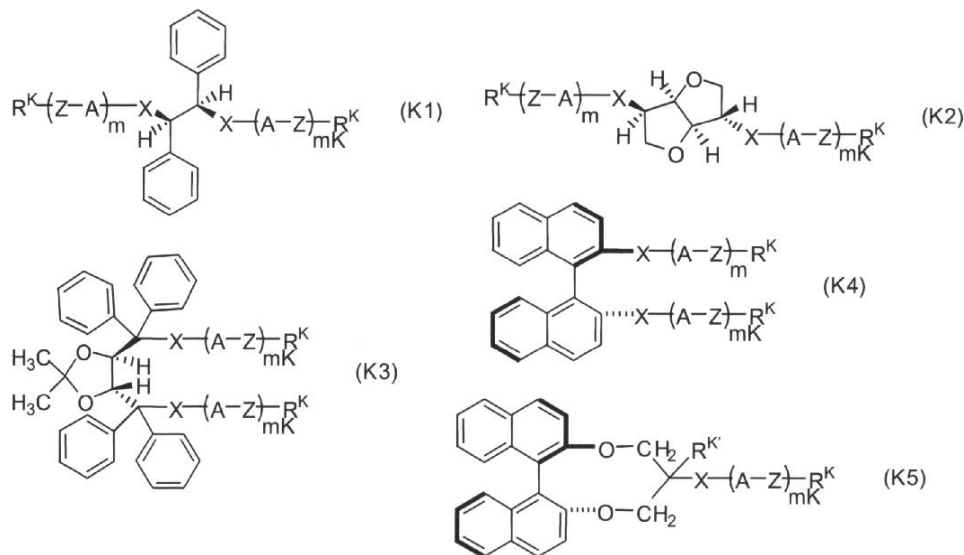
【請求項 7】

光学的等方性液晶組成物中、キラル剤の含有量が 1 ～ 10 重量%である、請求項 1 ～ 5 に記載の液晶組成物

【請求項 8】

キラル剤が、下記式 (K1) ～ (K5) のいずれかで表される化合物を 1 種以上含む、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

【化 1】

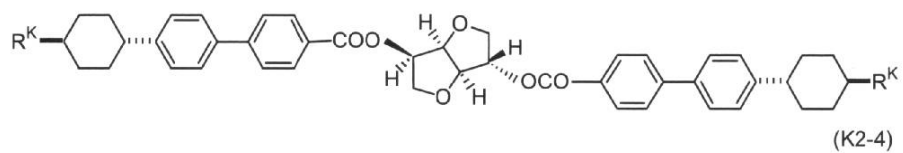
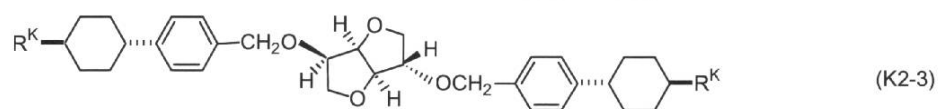
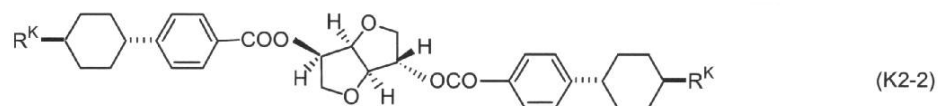
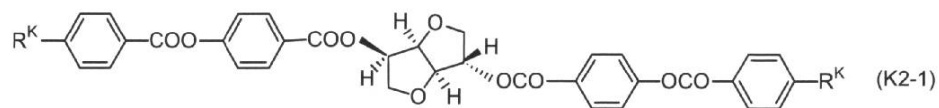


(式 (K1) ～ (K5) 中、 R^K はそれぞれ独立して、水素、ハロゲン、 $-\text{CN}$ 、 $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ 、 $-\text{N}=\text{C}=\text{S}$ または炭素数 1 ～ 20 のアルキルであり、このアルキル中の任意の $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CF}=\text{CF}-$ または $-\text{C}\equiv\text{C}-$ で置き換えられてもよく、このアルキル中の任意の水素はハロゲンで置き換えられてもよく； A はそれぞれ独立して、芳香族性あるいは非芳香族性の 3 ないし 8 員環、または、炭素数 9 以上の縮合環であり、これらの環中の任意の水素がハロゲン、炭素数 1 ～ 3 のアルキルまたはハロアルキルで置き換えられてもよく、これらの環中の CH_2 は $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ または $-\text{NH}-$ で置き換えられてもよく、これらの環中の CH は $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ 、 $-\text{N}=\text{C}=\text{S}$ で置き換えられてもよく； Z はそれぞれ独立して、単結合または炭素数 1 ～ 8 のアルキレンであるが、アルキレン中の任意の $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{CSO}-$ 、 $-\text{OCS}-$ 、 $-\text{N}=\text{N}-$ 、 $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{CH}-$ 、 $-\text{N}(\text{O})=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{N}(\text{O})-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CF}=\text{CF}-$ または $-\text{C}\equiv\text{C}-$ で置き換えられてもよく、アルキレン中の任意の水素はハロゲンで置き換えられてもよく； X は単結合、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CF}_2\text{O}-$ または $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ であり； m, K は 1 ～ 4 の整数である。)

【請求項 9】

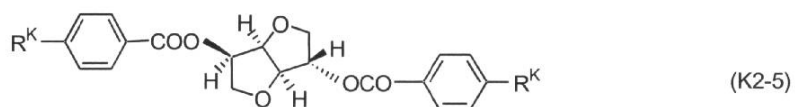
キラル剤が、下記式 (K2-1) ～ (K2-8) および (K5-1) ～ (K5-3) のいずれかで表される化合物を 1 種以上含む、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

【化 2】

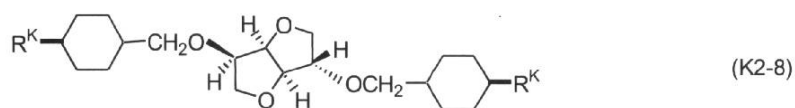
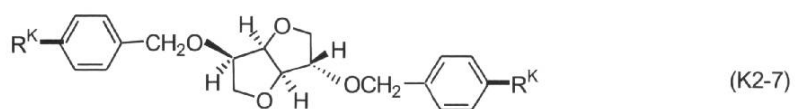
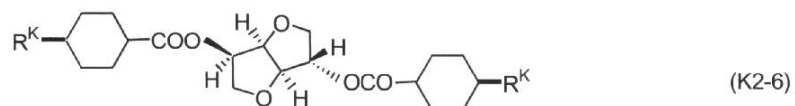


10

【化 3】

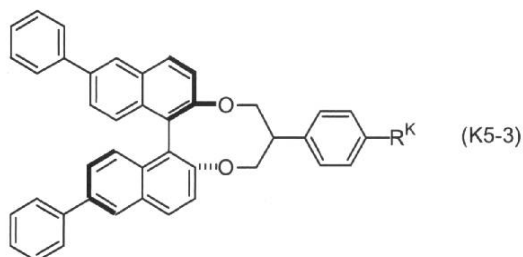
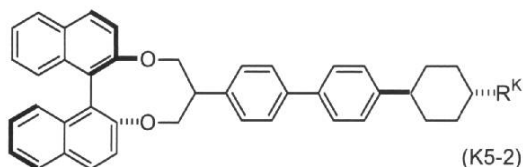
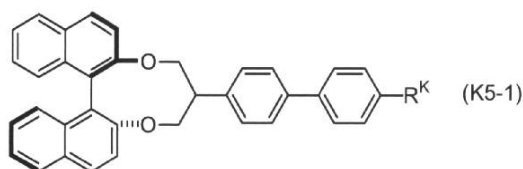


20



30

【化 4】



(式 (K 2 - 1) ~ (K 2 - 8) および (K 5 - 1) ~ (K 5 - 3) 中、 R^K はそれぞれ独立して、炭素数 3 ~ 10 のアルキルであり、このアルキル中の環に隣接する $-CH_2-$ は $-O-$ で置き換えられてもよく、アルキル中の任意の $-CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ で置き換えられてもよい。)

【請求項 10】

70℃ ~ -20℃ の温度においてキラルネマチック相を示し、この温度範囲の少なくとも一部において螺旋ピッチが 700 nm 以下である、請求項 1 ~ 9 のいずれか記載の光学の等方性液晶組成物。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の光学の等方性液晶組成物と、重合性モノマーとを含む混合物。

【請求項 12】

重合性モノマーが光重合性モノマーまたは熱重合性モノマーである、請求項 11 に記載の混合物。

【請求項 13】

請求項 11 または 12 に記載の混合物を重合して得られる、光学的に等方性の液晶相で駆動される素子に用いられる高分子 / 液晶複合材料。

【請求項 14】

請求項 11 または 12 に記載の混合物を非液晶等方相または光学的に等方性の液晶相で重合させて得られる、光学的に等方性の液晶相で駆動される素子に用いられる高分子 / 液晶複合材料。

【請求項 15】

高分子 / 液晶複合材料に含まれる高分子がメソゲン部位を有する、請求項 13 または 14 に記載の高分子 / 液晶複合材料。

【請求項 16】

高分子 / 液晶複合材料に含まれる高分子が架橋構造を有する、請求項 13 ~ 15 のいずれかに記載の高分子 / 液晶複合材料。

【請求項 17】

液晶組成物を 60 ~ 99 重量%、および、高分子を 1 ~ 40 重量% 含む、請求項 13 ~ 16 のいずれかに記載の高分子 / 液晶複合材料。

【請求項 18】

請求項 13 ～ 17 のいずれかに記載の高分子／液晶複合材料を用いた液晶素子。

【請求項 19】

一方または両方の面に電極が配置され、基板間に配置された液晶媒体、および電極を介して液晶媒体に電界を印加する電界印加手段を備えた液晶素子であって、前記液晶媒体が、請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の液晶組成物または請求項 13 ～ 17 のいずれかに記載の高分子／液晶複合材料である液晶素子。

【請求項 20】

一方または両方の面に電極が配置され、少なくとも一方が透明な一組の基板、基板間に配置された液晶媒体、および基板の外側に配置された偏光板を有し、電極を介して液晶媒体に電界を印加する電界印加手段を備えた液晶素子であって、前記液晶媒体が、請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の液晶組成物または請求項 13 ～ 17 のいずれかに記載の高分子／液晶複合材料である液晶素子。

10

【請求項 21】

一組の基板の少なくとも一方の基板上において、少なくとも2方向に電界を印加できるように電極が構成されている請求項 19 または 20 に記載の液晶素子。

【請求項 22】

互いに平行に配置された一組の基板の一方または両方に、少なくとも2方向に電界を印加できるように電極が構成されている請求項 19 または 20 に記載の液晶素子。

【請求項 23】

電極がマトリックス状に配置されて、画素電極を構成し、各画素がアクティブ素子を備え、このアクティブ素子が薄膜トランジスタ（TFT）である請求項 19 ～ 22 のいずれかに記載の液晶素子。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶組成物およびその液晶組成物を用いた液晶素子に関する。

【背景技術】

30

【0002】

ネマチック液晶材料における等方相（以下「非液晶等方相」ということがある。）と同様に、光学的に等方性の液晶相の一種であるブルー相においても電気複屈折値（等方性媒体に電界を印加した時に誘起される複屈折値） Δn_E が電場 E の二乗に比例する現象であるカー効果 [$\Delta n_E = K \lambda E^2$ （ K ：カー係数（カー定数）、 λ ：波長）] が観測される。一般的に、ブルー相はキラルネマチック相と等方相との間で発現するが、その温度範囲は一般に 1°C ～ 2°C 程度と極めて狭い。また、ビフェニル構造を有する液晶化合物においてその分子構造とカー効果との関係に関する文献がある（非特許文献1）。

【0003】

他方、高分子とキラル液晶の複合材料において、比較的広い温度範囲で、光学的に等方性の液晶相を発現し、これらの相では大きなカー係数のカー効果が観測されている〔例えば、特開2003-327966号公報（特許文献1）、Nature Materials, 1, 64-68（2002）（非特許文献2）、Advanced Materials, 17, 96-98（2005）（非特許文献3）、Advanced Materials, 17, 2311-2315（2005）（非特許文献4）を参照〕。

40

【0004】

光学的に等方性の液晶相におけるカー係数は、大きな屈折率異方性と誘電率異方性を併せ持つことが有効であると提言されていた〔特開2006-89622号公報（特許文献2）〕。すなわち、カー係数の大きな光学的に等方性の液晶組成物および複合材料を得るには、液晶組成物の $\Delta n \times \Delta \epsilon$ を大きくすることが有効であるとされていた。

【0005】

50

【特許文献1】特開2003-327966号公報

【特許文献2】特開2006-89622号公報

【非特許文献1】R. Yamamoto, S. Ishihara, S. Hayakawa, K. Morimoto, Phys. Lett. A 1978, 69, 276.

【非特許文献2】Nature Materials, 1, 64-68 (2002)

【非特許文献3】Advanced Materials, 17, 96-98 (2005)

【非特許文献4】Advanced Materials, 17, 2311-2315 (2005)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

大きなカー係数を発現する光学的に等方性の液晶材料が求められていた。また、応答速度が速く、低い駆動電圧で駆動することができる液晶材料が求められていた。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、光学的に等方性の液晶相において、カー係数と、 Δn 、 $\Delta \epsilon$ などの液晶の物性との関係を調べ、弾性定数比 K_{33}/K_{11} がカー係数に寄与していることを見出し、本発明を完成させるに至った。具体的には、液晶組成物の液晶成分（たとえばネマチック液晶）の弾性定数比 K_{33}/K_{11} とカー係数とに正の相関関係があることを見出し、当該知見に基づき、光学的に等方性の液晶組成物、高分子／液晶複合材料および液晶素子等を提供する。

20

【0008】

〔1〕 $T_{NI} - 20^\circ\text{C}$ における弾性定数比 K_{33}/K_{11} が1.2以上である液晶成分とキラル剤とを有する、光学的等方性液晶組成物。

〔2〕 $T_{NI} - 20^\circ\text{C}$ における弾性定数比 K_{33}/K_{11} が1.6以上である液晶成分とキラル剤とを有する、光学的等方性液晶組成物。

〔3〕 $T_{NI} - 20^\circ\text{C}$ における弾性定数比 K_{33}/K_{11} が2.0以上である液晶成分とキラル剤とを有する、光学的等方性液晶組成物。

〔4〕 液晶成分において、その $T_{NI} - 20^\circ\text{C}$ における屈折率異方性（ Δn ）が0.15以上であり、その $T_{NI} - 20^\circ\text{C}$ における誘電率異方性（ $\Delta \epsilon$ ）の絶対値が25以上である、〔1〕～〔3〕のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

30

〔5〕 液晶成分において、その $T_{NI} - 20^\circ\text{C}$ における屈折率異方性（ Δn ）が0.2以上であり、その $T_{NI} - 20^\circ\text{C}$ における誘電率異方性（ $\Delta \epsilon$ ）の絶対値が30以上である、〔1〕～〔3〕のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

〔6〕 液晶成分において、 $T_{NI} - 20^\circ\text{C}$ における、その弾性定数比 K_{33}/K_{11} と屈折率異方性（ Δn ）と誘電率異方性（ $\Delta \epsilon$ ）との積が6以上である、〔1〕～〔3〕のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

【0009】

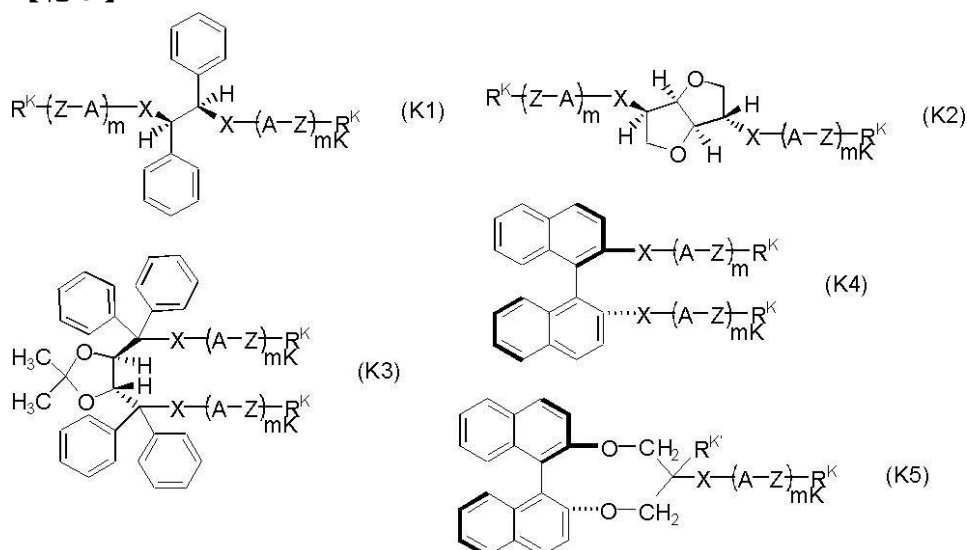
〔7〕 光学的等方性液晶組成物中、キラル剤の含有量が1～20重量%である、〔1〕～〔6〕に記載の液晶組成物

〔8〕 光学的等方性液晶組成物中、キラル剤の含有量が1～10重量%である、〔1〕～〔6〕に記載の液晶組成物

40

〔9〕 キラル剤が、下記式（K1）～（K5）のいずれかで表される化合物を1種以上含む、〔1〕～〔8〕のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

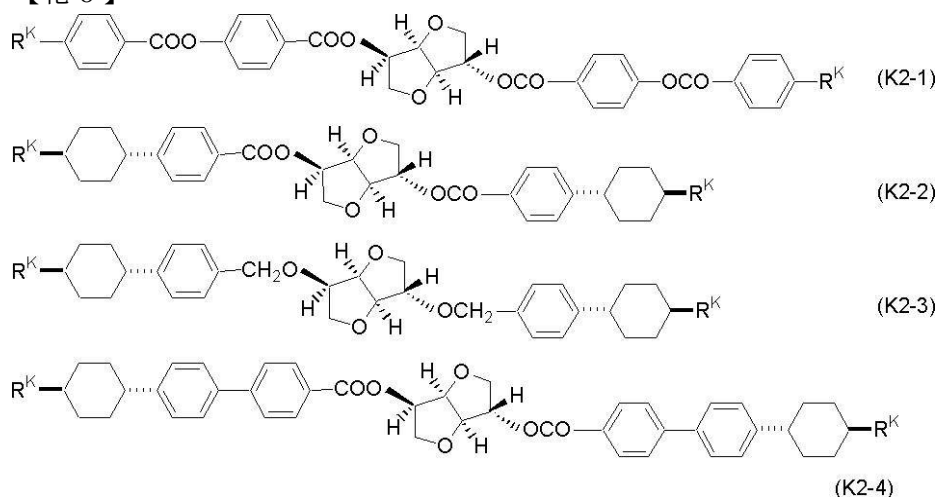
【化 5】



(式 (K1) ~ (K5) 中、 R^K はそれぞれ独立して、水素、ハロゲン、 $-CN$ 、 $-N=C=O$ 、 $-N=C=S$ または炭素数 1 ~ 20 のアルキルであり、このアルキル中の任意の $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CH=CH-$ 、 $-CF=CF-$ または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、このアルキル中の任意の水素はハロゲンで置き換えられてもよく； A はそれぞれ独立して、芳香族性あるいは非芳香族性の 3 ないし 8 員環、または、炭素数 9 以上の縮合環であり、これらの環中の任意の水素がハロゲン、炭素数 1 ~ 3 のアルキルまたはハロアルキルで置き換えられてもよく、これらの環中の CH_2- は $-O-$ 、 $-S-$ または $-NH-$ で置き換えられてもよく、これらの環中の CH は $-N=$ で置き換えられてもよく； Z はそれぞれ独立して、単結合または炭素数 1 ~ 8 のアルキレンであるが、アルキレン中の任意の $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CSO-$ 、 $-OCS-$ 、 $-N=N-$ 、 $-CH=N-$ 、 $-N=CH-$ 、 $-N(O)=N-$ 、 $-N=N(O)-$ 、 $-CH=CH-$ 、 $-CF=CF-$ または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、アルキレン中の任意の水素はハロゲンで置き換えられてもよく； X は単結合、 $-COO-$ 、 $-CH_2O-$ 、 $-CF_2O-$ または $-CH_2CH_2-$ であり； mK は 1 ~ 4 の整数である。)

[10] キラル剤が、下記式 (K2-1) ~ (K2-8) および (K5-1) ~ (K5-3) のいずれかで表される化合物を 1 種以上含む、[1] ~ [8] のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物。

【化 6】



10

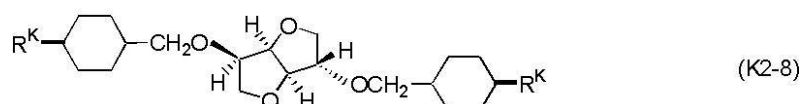
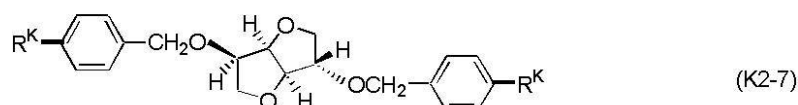
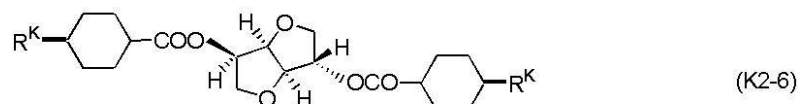
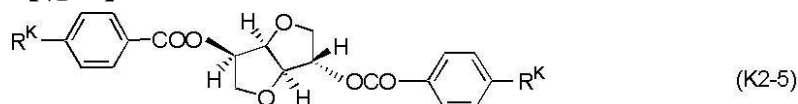
20

30

40

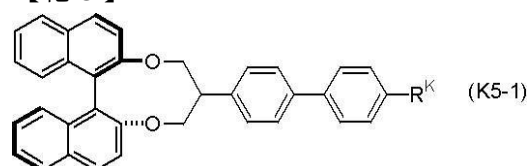
50

【化 7】

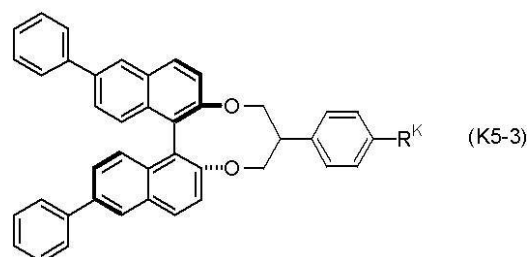
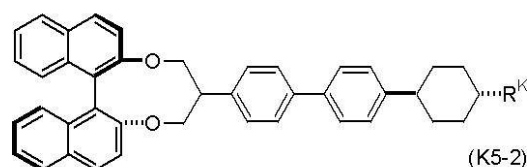


10

【化 8】



20



30

(式 (K 2 - 1) ~ (K 2 - 8) および (K 5 - 1) ~ (K 5 - 3) 中、 R^K はそれぞれ独立して、炭素数 3 ~ 10 のアルキルであり、このアルキル中の環に隣接する $-CH_2-$ は $-O-$ で置き換えられてもよく、アルキル中の任意の $-CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ で置き換えられてもよい。)

40

【0010】

[11] 70℃ ~ -20℃ の温度においてキラルネマチック相を示し、この温度範囲の少なくとも一部において螺旋ピッチが 700 nm 以下である、[1] ~ [10] のいずれか記載の光学的等方性液晶組成物。

[12] [1] ~ [11] のいずれかに記載の光学的等方性液晶組成物と、重合性モノマーとを含む混合物。

[13] 重合性モノマーが光重合性モノマーまたは熱重合性モノマーである、[12] に記載の混合物。

【0011】

[14] [12] または [13] に記載の混合物を重合して得られる、光学的に等方性

50

の液晶相で駆動される素子に用いられる高分子／液晶複合材料。

〔１５〕 〔１２〕または〔１３〕に記載の混合物を非液晶等方相または光学的に等方性の液晶相で重合させて得られる、光学的に等方性の液晶相で駆動される素子に用いられる高分子／液晶複合材料。

〔１６〕 高分子／液晶複合材料に含まれる高分子がメソゲン部位を有する、〔１４〕または〔１５〕に記載の高分子／液晶複合材料。

〔１７〕 高分子／液晶複合材料に含まれる高分子が架橋構造を有する、〔１４〕～〔１６〕のいずれかに記載の高分子／液晶複合材料。

〔１８〕 液晶組成物を６０～９９重量％、および、高分子を１～４０重量％含む、〔１４〕～〔１７〕のいずれかに記載の高分子／液晶複合材料。

〔１９〕 〔１４〕～〔１８〕のいずれかに記載の高分子／液晶複合材料を用いた液晶素子。

【００１２】

〔２０〕 一方または両方の面に電極が配置され、基板間に配置された液晶媒体、および電極を介して液晶媒体に電界を印加する電界印加手段を備えた液晶素子であって、前記液晶媒体が、〔１〕～〔１１〕のいずれかに記載の液晶組成物または〔１４〕～〔１８〕のいずれかに記載の高分子／液晶複合材料である液晶素子。

〔２１〕 一方または両方の面に電極が配置され、少なくとも一方が透明な一組の基板、基板間に配置された液晶媒体、および基板の外側に配置された偏光板を有し、電極を介して液晶媒体に電界を印加する電界印加手段を備えた液晶素子であって、前記液晶媒体が、〔１〕～〔１１〕のいずれかに記載の液晶組成物または〔１４〕～〔１８〕のいずれかに記載の高分子／液晶複合材料である液晶素子。

〔２２〕 一組の基板の少なくとも一方の基板上において、少なくとも２方向に電界を印加できるように電極が構成されている〔２０〕または〔２１〕に記載の液晶素子。

〔２３〕 互いに平行に配置された一組の基板の一方または両方に、少なくとも２方向に電界を印加できるように電極が構成されている〔２０〕または〔２１〕に記載の液晶素子。

〔２４〕 電極がマトリックス状に配置されて、画素電極を構成し、各画素がアクティブ素子を備え、このアクティブ素子が薄膜トランジスター（ＴＦＴ）である〔２０〕～〔２３〕のいずれかに記載の液晶素子。

【発明の効果】

【００１３】

本発明の好ましい態様に係る光学的に等方性の液晶組成物および高分子／液晶複合材料は、比較的大きなカー係数を発現する。本発明の好ましい態様に係る光学的に等方性の液晶組成物および高分子／液晶複合材料は、応答速度が速い。また、本発明の好ましい態様の液晶素子は、比較的低い駆動電圧で駆動することができる。

そして、本発明の好ましい態様に係る光学的に等方性の液晶組成物および高分子／液晶複合材料は、これらの効果に基づいて表示素子等の液晶素子等に好適に用いることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

本明細書において、特に断らない限り、 K_{33} 、 K_{11} 、弾性定数比 K_{33}/K_{11} 、屈折率異方性（ Δn ）および誘電率異方性（ $\Delta \epsilon$ ）は、 T_{NI} より２０℃低い温度（ $T_{NI}-20^{\circ}\text{C}$ ）における測定値を言う。ここで、 T_{NI} は液晶成分のNI点（ネマチック相－非液晶等方相の相転移温度）である。

【００１５】

１ 本発明の光学的等方性液晶組成物

本発明の第１の態様は、 $T_{NI}-20^{\circ}\text{C}$ における弾性定数比 K_{33}/K_{11} が１．２以上である液晶成分とキラル剤とを有する、光学的等方性液晶組成物である。

【００１６】

1. 1 本発明の光学的等方性液晶組成物の特性

本発明の液晶組成物は光学的に等方性である。ここで、液晶組成物が光学的に等方性を有するとは、巨視的には液晶分子配列は等方的であるため光学的に等方性を示すが、微視的には液晶秩序が存在することをいう。

そして、本明細書において「光学的に等方性の液晶相」とは、ゆらぎではなく光学的に等方性の液晶相を発現する相を表し、たとえばプレートレット組織を発現する相（狭義のブルー相）はその一例である。

【0017】

本発明の光学的に等方性の液晶組成物において、光学的に等方性の液晶相ではあるが、偏光顕微鏡観察下、ブルー相に典型的なプレートレット組織が観測されないことがある。そこで本明細書において、プレートレット組織を発現する相をブルー相と称し、ブルー相を含む光学的に等方性の液晶相を光学的に等方性の液晶相と称する。すなわち、本明細書において、ブルー相は光学的に等方性の液晶相に包含される。

10

【0018】

一般的に、ブルー相は3種類に分類され（ブルー相Ⅰ、ブルー相ⅠⅠ、ブルー相ⅠⅠⅠ）、これら3種類のブルー相はすべて光学活性であり、かつ、等方性である。ブルー相Ⅰやブルー相ⅠⅠのブルー相では異なる格子面からのブラッグ反射に起因する2種以上の回折光が観測される。

光学的に等方性の液晶相が二色以上の回折光を示さない状態とは、ブルー相Ⅰ、ブルー相ⅠⅠに観測されるプレートレット組織が観測されず、概ね一面単色であることを意味する。二色以上の回折光を示さない光学的に等方性の液晶相では、色の明暗が面内で均一であることまでは不要である。

20

【0019】

二色以上の回折光を示さない光学的に等方性の液晶相は、ブラッグ反射による反射光強度が抑えられる、あるいは低波長側にシフトするという利点がある。

また、可視光を反射する液晶材料では、表示素子として利用する場合に色味が問題となることがあるが、二色以上の回折光を示さない液晶では、反射波長が低波長シフトするため、狭義のブルー相（プレートレット組織を発現する相）より長いピッチで可視光の反射を消失させることができる。

【0020】

30

なお、本発明の液晶組成物において、光学的に等方性の性質を示す温度範囲は、ネマチック相またはキラルネマチック相と等方相との共存温度範囲が広い液晶組成物に、キラル剤を添加し、光学的に等方性の液晶相を発現させることにより、広くすることができる。例えば、透明点の高い液晶化合物と透明点の低い液晶化合物とを混合し、広い温度範囲でネマチック相と等方相の共存温度範囲が広い液晶組成物を調製し、これにカイラル剤を添加することで、広い温度範囲で光学的に等方性の液晶相を発現する組成物を調製することができる。

【0021】

本発明の光学的等方性液晶組成物が微視的に有する液晶秩序に基づくピッチ（以下、単に「ピッチ」ということがある）は700nm以下であることが好ましく、500nm以下であることがさらに好ましく、350nm以下であることが特に好ましい。

40

【0022】

光学的に等方性の液晶相における電気複屈折はピッチが長くなるほど大きくなるので、所望の光学特性（透過率、回折波長など）が満たされる限り、キラル剤の種類と含有量を調整して、ピッチを長く設定することにより、電気複屈折を大きくすることができる。

【0023】

また、本明細書において、「非液晶等方相」とは一般的に定義される等方相、すなわち、無秩序相であり、局所的な秩序パラメーターがゼロでない領域が生成したとしても、その原因がゆらぎによるものである等方相である。たとえばネマチック相の高温側に発現する等方相は、本明細書では非液晶等方相に該当する。本明細書におけるキラルな液晶につ

50

いても、同様の定義があてはまるものとする。

【0024】

1. 2 液晶成分

本発明の光学的等方性液晶組成物に含まれる液晶成分は、ネマチック相を有し、かつネマチック相において所定の弾性定数比を有する。

一般にネマチック液晶における弾性定数は、液晶材料の変形の形態によってスプレイ (K_{11})、ツイスト (K_{22})、ベンド (K_{33}) に分類される。そして、本発明は、液晶組成物の液晶成分のネマチック相における弾性定数 (K_{33}) を弾性定数 (K_{11}) で割った値 (弾性定数比 K_{33}/K_{11}) と光学的に等方性の液晶相におけるカー係数とに正の相関関係があるという新たな知見に基づく発明である。本発明の好ましい態様の液晶組成物において、弾性定数比 K_{33}/K_{11} が 1. 2 以上である液晶成分を用いると、その液晶組成物は大きなカー係数を有する。これらの弾性定数比を有する液晶成分中でも、その弾性定数比は、1. 6 以上が好ましく、1. 8 以上がさらに好ましく、2. 0 以上が特に好ましい。

10

【0025】

本発明の液晶組成物中の液晶成分において、 $\Delta \epsilon$ と Δn との積が同じ液晶成分同士の間では、それらの液晶成分の弾性定数比 K_{33}/K_{11} の値が大きい組成物ほどカー係数が大きくなり、その結果、弾性定数比 K_{33}/K_{11} の値がより大きい液晶成分を用いた液晶素子において低い駆動電圧で動作が可能になる。

液晶成分において、誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) と屈折率異方性 (Δn) と弾性定数比 (K_{33}/K_{11}) との積 ($\Delta n \times \Delta \epsilon \times K_{33}/K_{11}$) の絶対値は大きいほどカー係数が大きい、好ましくは、当該積 ($\Delta n \times \Delta \epsilon \times K_{33}/K_{11}$) の絶対値は 6 以上であり、より好ましくは 8 以上である。

20

【0026】

本発明の液晶成分の誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) の正負に関しては、特に制限されるものではないが、正のものが好ましい。液晶成分の誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) の絶対値と屈折率異方性 (Δn) とは大きいほど電気複屈折は大きくなるため、いずれも大きいほど好ましい。具体的には、誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) が正の場合を例に説明すると、液晶成分の屈折率異方性 (Δn) および誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) は、 $\Delta n > 0. 15$ かつ $\Delta \epsilon > 2. 5$ であることが、駆動電圧を低減する上で好ましく、さらに好ましくは $\Delta n > 0. 2$ 、 $\Delta \epsilon > 3. 0$ であることが好ましい。

30

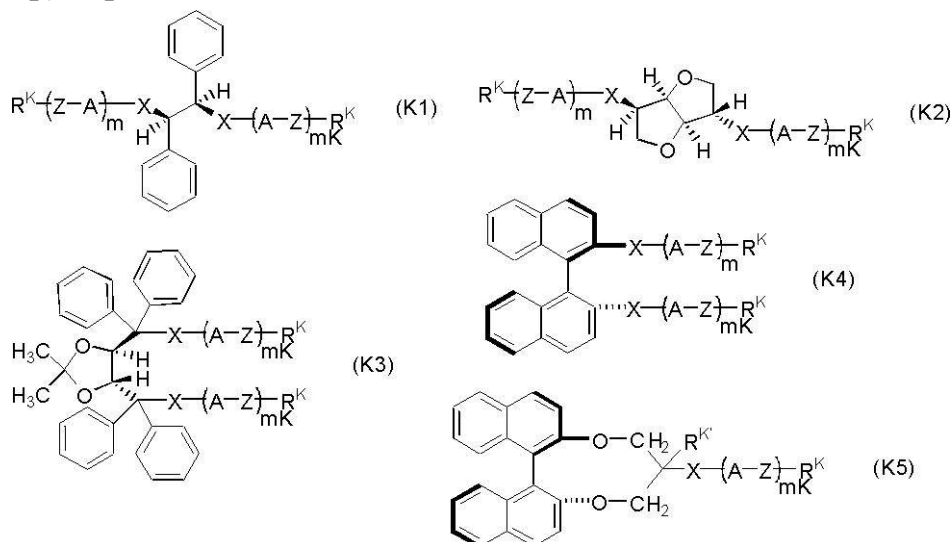
【0027】

1. 3 キラル剤

本発明の光学的等方性液晶組成物に含まれるキラル剤は特に限定されるものではないが、ねじり力 (Helical Twisting Power) が大きい化合物が好ましい。ねじり力が大きい化合物は所望のピッチを得るために必要な添加量が少なくできるので、駆動電圧の上昇を抑えられ、実用上有利である。

具体的には、下記式 (K1) ~ (K5) で表される化合物をキラル剤として用いることが好ましい。

【化 9】



10

【0028】

式 (K1) ~ (K5) 中、 R^K は独立に、水素、ハロゲン (F, Cl, Br, I 等)、
 $-\text{CN}$ 、 $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ 、 $-\text{N}=\text{C}=\text{S}$ または炭素数 1 ~ 20 のアルキルであり、このアル
 キル中の任意の $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$
 $-\text{CF}=\text{CF}-$ または $-\text{C}\equiv\text{C}-$ で置き換えられてもよく、このアルキル中の任意の
 水素はハロゲンで置き換えられてもよく；A は独立に、芳香族性あるいは非芳香族性の 3
 ないし 8 員環、または、炭素数 9 以上の縮合環であり、これらの環の任意の水素がハロゲ
 ン、炭素数 1 ~ 3 のアルキルまたはハロアルキルで置き換えられてもよく、 $-\text{CH}_2-$ は
 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ または $-\text{NH}-$ で置き換えられてもよく、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ は $-\text{N}=\text{N}-$ で置き換えら
 れてもよく；Z は独立に、単結合、炭素数 1 ~ 8 のアルキレンであるが、任意の $-\text{CH}_2-$
 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{CSO}-$ 、 $-\text{OCS}-$ 、 $-\text{N}=\text{N}-$ 、
 $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{CH}-$ 、 $-\text{N}(\text{O})=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{N}(\text{O})-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、
 $-\text{CF}=\text{CF}-$ または $-\text{C}\equiv\text{C}-$ で置き換えられてもよく、任意の水素はハロゲンで置
 き換えられてもよく；X は単結合、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CF}_2\text{O}-$ 、または
 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ であり； mK は 1 ~ 4 である。

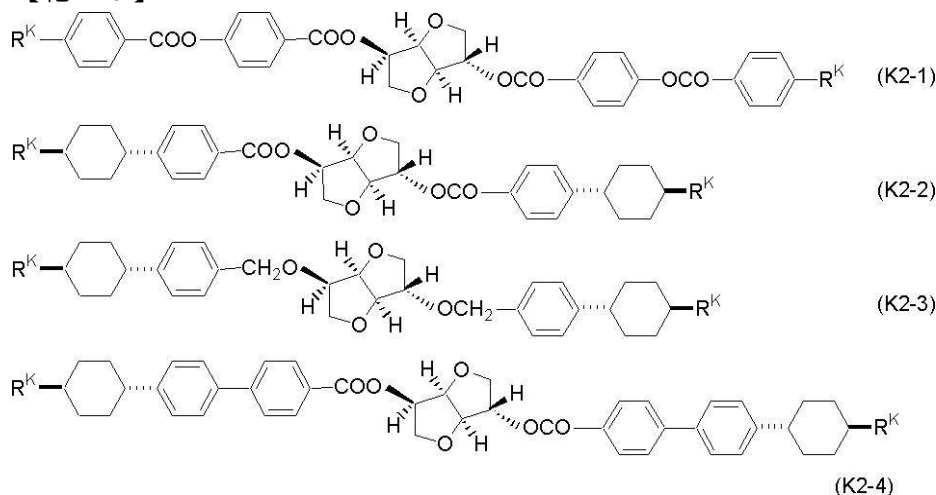
20

30

【0029】

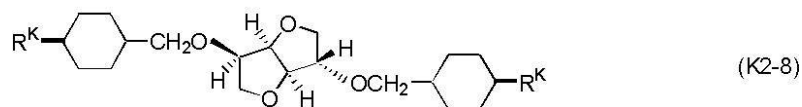
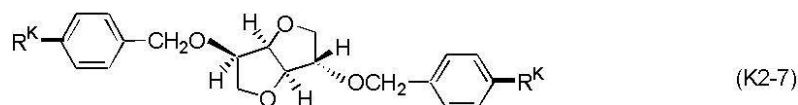
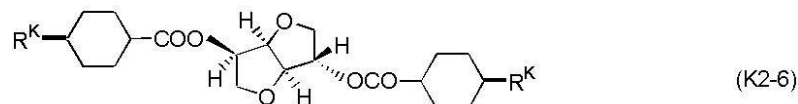
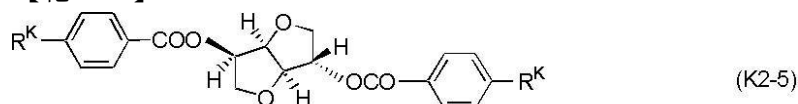
これらの中でも、液晶組成物に添加されるキラル剤としては、式 (K2) に含まれる式
 (K2-1) ~ 式 (K2-8)、および、式 (K5) に含まれる式 (K5-1) ~ 式 (K
 5-3) が好ましい。

【化 10】



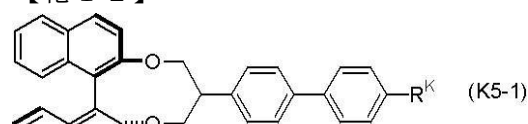
40

【化 1 1】

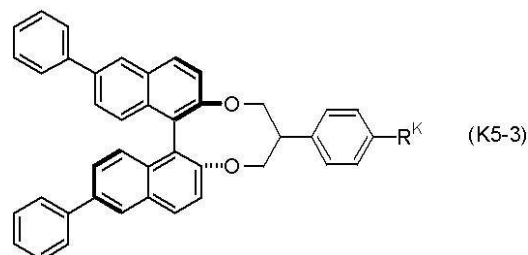
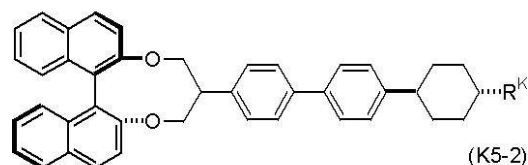


10

【化 1 2】



20



30

(式中、 R^K は独立に、炭素数3～10のアルキルであり、このアルキル中の環に隣接する $-CH_2-$ は $-O-$ で置き換えられてもよく、任意の $-CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ で置き換えられてもよい。)

なお、上記「アルキル」は炭素数1～10のアルキルであることが好ましく、炭素数1～6のアルキルであることが更に好ましい。アルキルの例としては、制限するわけではないが、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、 n -ブチル、 s -ブチル、 t -ブチル、ペンチル、ヘキシル、ドデカニル等を挙げることができる。

40

【0030】

本発明の光学的等方性液晶組成物に含まれる、キラル剤の含有率は、所望の光学特性を満たす限り、少ないほど好ましいが、好ましくは1～20重量%であり、より好ましくは1～10重量%である。

液晶表示素子に用いる場合は、キラル剤濃度を調整して、可視域に回折や反射が実質的に認められないことが好ましい。

【0031】

2 光学的等方性液晶組成物と重合性モノマーを含む混合物、および、高分子／液晶複合材料

50

本発明の第2の態様は、光学的等方性液晶組成物と重合性モノマーとを含む混合物である。また、本発明の第3の態様は光学的に等方性の高分子／液晶複合材料であり、たとえば、本発明の第2の態様の光学的等方性液晶組成物と重合性モノマーとを含む混合物において重合反応を行うことによって製造できる。

【0032】

2. 1 高分子／液晶複合材料を製造する際の重合条件

本発明の第3の態様は光学的に等方性の高分子／液晶複合材料とは、液晶材料と高分子の化合物の両者を含む複合材料であれば特に限定されないが、高分子の一部または全部が液晶材料に溶解していない状態で高分子が液晶材料と相分離している状態でもよい。本発明の高分子／液晶複合材料は、光学的に等方性の液晶組成物と、予め重合されて得られた高分子とを混合しても製造できるが、高分子の材料となる低分子量のモノマー、マクロモノマー、オリゴマー等（以下、まとめて「モノマー等」という）と光学的等方性液晶組成物とを混合してから、当該混合物において重合反応を行うことによって、製造されることが好ましい。

モノマー等と液晶組成物とを含む本発明の第2の態様は、光学的等方性液晶組成物と重合性モノマーとを含む混合物を、本件明細書では、「重合性モノマー／液晶混合物」ともいう。「重合性モノマー／液晶混合物」には必要に応じて、後述する重合開始剤、硬化剤、触媒、安定剤、二色性色素、またはフォトクロミック化合物等を、本発明の効果を損なわない範囲で含んでもよい。たとえば、本件発明の重合性モノマー／液晶混合物には必要に応じて、重合開始剤を重合性モノマーの0.1～20重量部含有してもよい。

【0033】

上記混合物における重合は、混合物を非液晶等方相または光学的に等方性の液晶相で行われることが好ましい。すなわち、重合温度は、高分子／液晶複合材料が高透明性と等方性を示す温度であることが好ましい。より好ましくは、モノマーと液晶材料の混合物が非液晶等方相またはブルー相を発現する温度で、かつ、非液晶等方相ないしは光学的に等方性の液晶相で重合を終了する。すなわち、重合後は高分子／液晶複合材料が可視光線より長波長側の光を実質的に散乱せずかつ光学的に等方性の状態を発現する温度とするのが好ましい。

【0034】

2. 2 複合材料を構成する高分子の原料

本発明の複合材料を構成する高分子の原料としては、例えば低分子量のモノマー、マクロモノマー、オリゴマーを使用することができ、本明細書において高分子の原料モノマーとは低分子量のモノマー、マクロモノマー、オリゴマー等を包含する意味で用いる。また、得られる高分子が三次元架橋構造を有するものが好ましく、そのために、高分子の原料モノマーとして2つ以上の重合性官能基を有する多官能性モノマーを用いることが好ましい。重合性の官能基は特に限定されないが、アクリル基、メタクリル基、グリシジル基、エポキシ基、オキセタニル基、ビニル基などを上げることができるが、重合速度の観点からアクリル基およびメタクリル基が好ましい。高分子の原料モノマー中、二つ以上の重合性のある官能基を持つモノマーをモノマー中に10重量%以上含有させると、本発明の複合材料において高度な透明性と等方性を発現しやすくなるので好ましい。

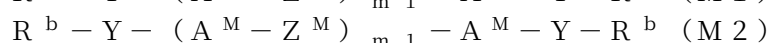
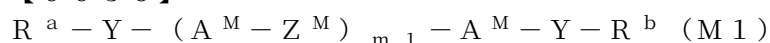
また、好適な複合材料を得るためには、高分子はメソゲン部位を有するものが好ましく、高分子の原料モノマーとしてメソゲン部位を有する原料モノマーをその一部に、あるいは全部に用いることができる。

【0035】

(1) メソゲン部位を有する単官能性・二官能性モノマー

メソゲン部位を有する単官能性、または二官能性モノマーは構造上特に限定されないが、例えば下記の式(M1)または式(M2)で表される化合物を挙げることができる。

【0036】



【0037】

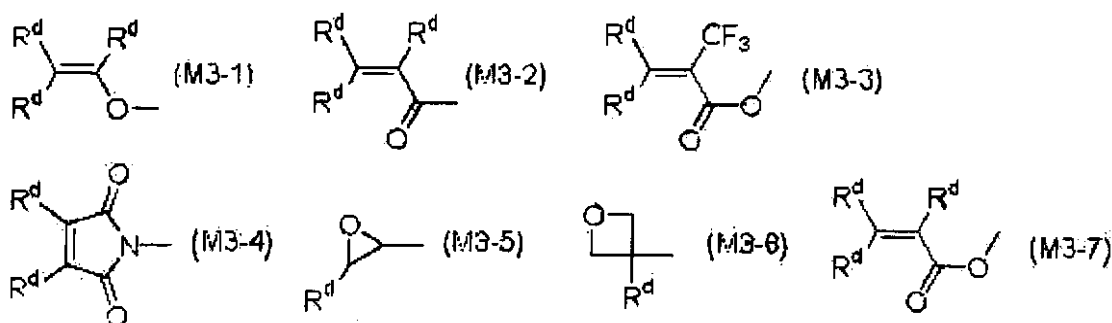
式(M1)中、 R^a は、それぞれ独立して水素、ハロゲン、 $-CN$ 、 $-N=C=O$ 、 $-N=C=S$ 、または炭素数1~20のアルキルであり、これらのアルキルにおいて任意の $-CH_2-$ は $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CH=CH-$ 、 $-CF=CF-$ 、または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、これらのアルキルにおいて任意の水素はハロゲンまたは $-CN$ で置き換えられてもよい。

【0038】

好ましい R^a は、水素、ハロゲン、 $-CN$ 、 $-CF_3$ 、 $-CF_2H$ 、 $-CFH_2$ 、 $-OCF_3$ 、 $-OCF_2H$ 、炭素数1~20のアルキル、炭素数1~19のアルコキシ、炭素数2~21のアルケニル、および炭素数2~21のアルキニルである。特に好ましい R^a は、 $-CN$ 、炭素数1~20のアルキルおよび炭素数1~19のアルコキシである。式(M1)中、 R^b は、それぞれ独立して、基(M3-1)~基(M3-7)の重合性基である。

10

【化13】



20

【0039】

式(M2)中、 R^b は、それぞれ独立して、基(M3-1)~基(M3-7)の重合性基である。

【0040】

ここで、基(M3-1)~基(M3-7)における R^d は、それぞれ独立して水素、ハロゲンまたは炭素数1~5のアルキルであり、これらのアルキルにおいて任意の水素はハロゲンで置き換えられてもよい。好ましい R^d は、水素、ハロゲンおよびメチルである。特に好ましい R^d は、水素、フッ素およびメチルである。

30

また、基(M3-2)、基(M3-3)、基(M3-4)、基(M3-7)はラジカル重合で重合するのが好適である。基(M3-1)、基(M3-5)、基(M3-6)はカチオン重合で重合するのが好適である。いずれもリビング重合なので、少量のラジカルあるいはカチオン活性種が反応系内に発生すれば重合は開始する。活性種の発生を加速する目的で重合開始剤を使用できる。活性種の発生には例えば光または熱を使用できる。

【0041】

式(M1)および(M2)中、 A^M は、それぞれ独立して芳香族性または非芳香族性の5員環、6員環または炭素数9以上の縮合環であるが、環中の $-CH_2-$ は $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、または $-NCH_3-$ で、環中の $-CH=$ は $-N=$ で置き換わってもよく、環上の水素原子はハロゲン、および炭素数1~5のアルキル、またはハロゲン化アルキルで置き換わってもよい。好ましい A^M の具体例は、1,4-シクロヘキシレン、1,4-シクロヘキセニレン、1,4-フェニレン、ナフタレン-2,6-ジイル、テトラヒドロナフタレン-2,6-ジイル、フルオレン-2,7-ジイル、またはビスクロ[2.2.2]オクタン-1,4-ジイルであり、これらの環において任意の $-CH_2-$ は $-O-$ で置き換えられてもよく、任意の $-CH=$ は $-N=$ で置き換えられてもよく、これらの環において任意の水素はハロゲン、炭素数1~5のアルキルまたは炭素数1~5のハロゲン化アルキルで置き換えられてもよい。

40

化合物の安定性を考慮して、酸素と酸素とが隣接した $-CH_2-O-O-CH_2-$ より

50

も、酸素と酸素とが隣接しない $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$ の方が好ましい。硫黄においても同様である。

【0042】

これらの中でも、特に好ましい A^{M} は、1, 4-シクロヘキシレン、1, 4-シクロヘキセニレン、1, 4-フェニレン、2-フルオロ-1, 4-フェニレン、2, 3-ジフルオロ-1, 4-フェニレン、2, 5-ジフルオロ-1, 4-フェニレン、2, 6-ジフルオロ-1, 4-フェニレン、2-メチル-1, 4-フェニレン、2-トリフルオロメチル-1, 4-フェニレン、2, 3-ビス(トリフルオロメチル)-1, 4-フェニレン、ナフタレン-2, 6-ジイル、テトラヒドロナフタレン-2, 6-ジイル、フルオレン-2, 7-ジイル、9-メチルフルオレン-2, 7-ジイル、1, 3-ジオキサン-2, 5-ジイル、ピリジン-2, 5-ジイル、およびピリミジン-2, 5-ジイルである。なお、前記1, 4-シクロヘキシレンおよび1, 3-ジオキサン-2, 5-ジイルの立体配置はシスよりもトランスの方が好ましい。

2-フルオロ-1, 4-フェニレンは、3-フルオロ-1, 4-フェニレンと構造的に同一であるので、後者は例示しなかった。この規則は、2, 5-ジフルオロ-1, 4-フェニレンと3, 6-ジフルオロ-1, 4-フェニレンの関係などにも適用される。

【0043】

式(M1)および(M2)中、Yは、それぞれ独立して単結合または炭素数1~20のアルキレンであり、これらのアルキレンにおいて任意の $-\text{CH}_2-$ は $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよい。好ましいYは、単結合、 $-(\text{CH}_2)_{m2}-$ 、 $-\text{O}(\text{CH}_2)_{m2}-$ 、および $-(\text{CH}_2)_{m2}\text{O}-$ (前記式中、rは1~20の整数である)である。特に好ましいYは、単結合、 $-(\text{CH}_2)_{m2}-$ 、 $-\text{O}(\text{CH}_2)_{m2}-$ 、および $-(\text{CH}_2)_{m2}\text{O}-$ (前記式中、m2は1~10の整数である)である。化合物の安定性を考慮して、 $-\text{Y}-\text{R}^a$ および $-\text{Y}-\text{R}^b$ は、それらの基中に $-\text{O}-\text{O}-$ 、 $-\text{O}-\text{S}-$ 、 $-\text{S}-\text{O}-$ 、または $-\text{S}-\text{S}-$ を有しない方が好ましい。

【0044】

式(M1)および(M2)中、 Z^{M} は、それぞれ独立して単結合、 $-(\text{CH}_2)_{m3}-$ 、 $-\text{O}(\text{CH}_2)_{m3}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_{m3}\text{O}-$ 、 $-\text{O}(\text{CH}_2)_{m3}\text{O}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-(\text{CF}_2)_2-$ 、 $-(\text{CH}_2)_2-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-(\text{CH}_2)_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-$ 、 $-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CF}=\text{CF}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{OCF}_2-(\text{CH}_2)_2-$ 、 $-(\text{CH}_2)_2-\text{CF}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCF}_2-$ または $-\text{CF}_2\text{O}-$ (前記式中、m3は1~20の整数である)である。

【0045】

好ましい Z^{M} は単結合、 $-(\text{CH}_2)_{m3}-$ 、 $-\text{O}(\text{CH}_2)_{m3}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_{m3}\text{O}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_2-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-(\text{CH}_2)_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{OCF}_2-$ 、および $-\text{CF}_2\text{O}-$ である。

【0046】

式(M1)および(M2)中、m1は1~6の整数である。好ましいm1は、1~3の整数である。m1が1のときは、6員環などの環を2つ有する二環の化合物である。m1が2と3のときは、それぞれ三環と四環の化合物である。例えばm1が1であるとき、2つの A^{M} は同一であってもよいし、または異なってもよい。また、例えばm1が2であるとき、3つの A^{M} (または2つの Z^{M})は同一であってもよいし、または異なってもよい。m1が3~6であるときについても同様である。 R^a 、 R^b 、 R^d 、 Z^{M} 、 A^{M} およびYについても同様である。

【0047】

式(M1)で表される化合物(M1)および式(M2)で表される化合物(M2)は²

10

20

30

40

50

H（重水素）、 ^{13}C などの同位体を天然存在比の量よりも多く含んでも同様の特性を有するので好ましく用いることができる。

【0048】

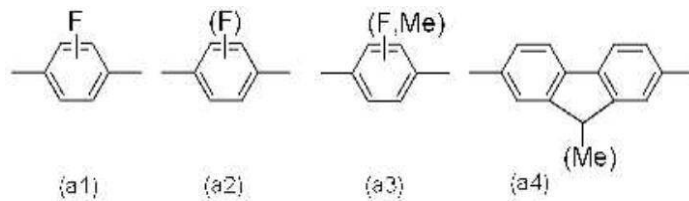
化合物（M1）および化合物（M2）の更に好ましい例は、下記式（M1-1）～（M1-41）および（M2-1）～（M2-27）で表される化合物（M1-1）～（M1-41）および化合物（M2-1）～（M2-27）である。これらの化合物において、 R^a 、 R^b 、 R^d 、 Z^M 、 A^M 、Yおよびpの意味は、本発明の態様に記載した式（M1）および式（M2）のそれらと同一である。

【0049】

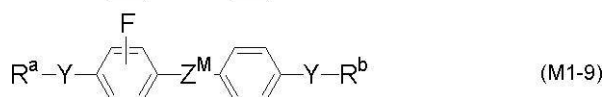
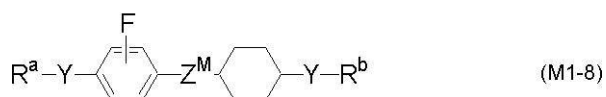
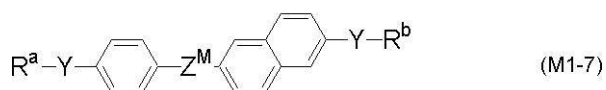
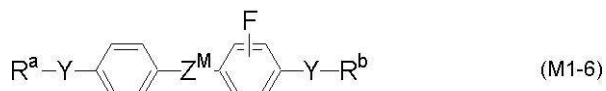
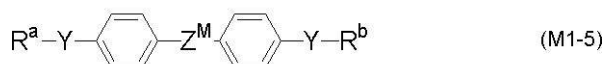
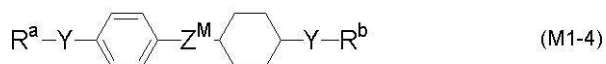
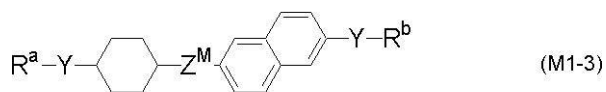
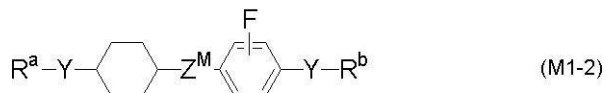
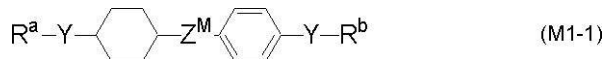
化合物（M1-1）～（M1-41）および（M2-1）～（M2-27）における下記の部分構造について説明する。部分構造（a1）は、任意の水素がフッ素で置き換えられた1，4-フェニレンを表す。部分構造（a2）は、任意の水素がフッ素で置き換えられてもよい1，4-フェニレンを表す。部分構造（a3）は、任意の水素がフッ素またはメチルのいずれかで置き換えられてもよい1，4-フェニレンを表す。部分構造（a4）は、9位の水素がメチルで置き換えられてもよいフルオレンを表す。

【0050】

【化14】



【化15】



10

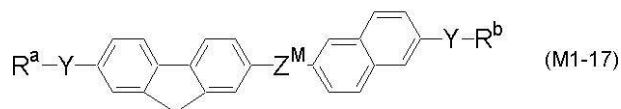
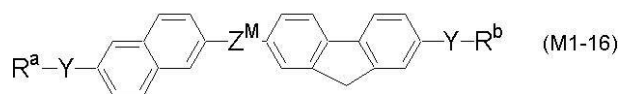
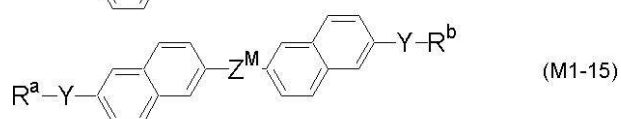
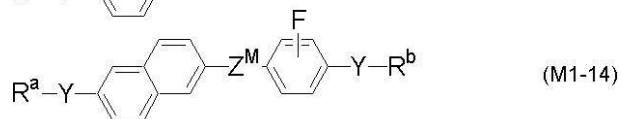
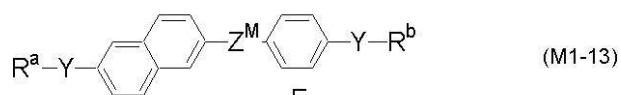
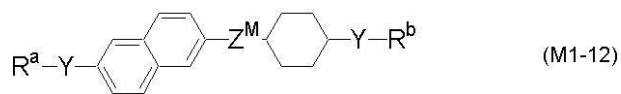
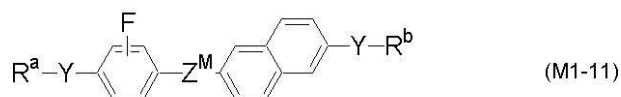
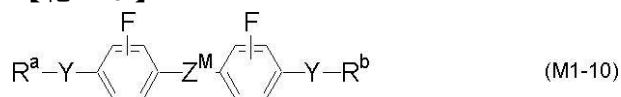
20

30

40

50

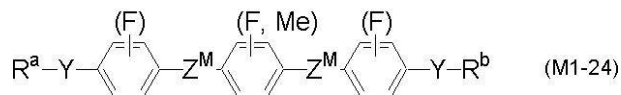
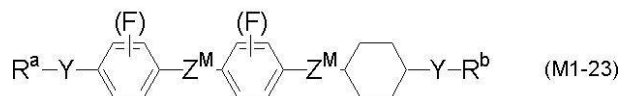
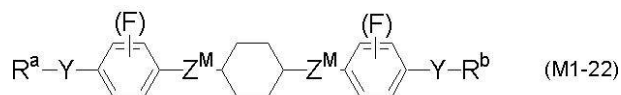
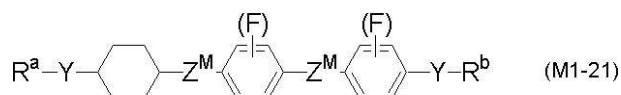
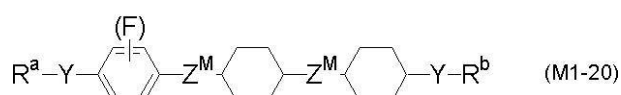
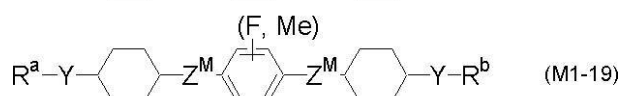
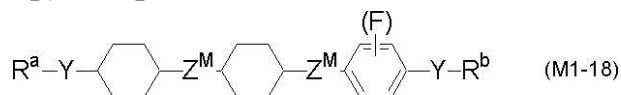
【化 1 6】



10

20

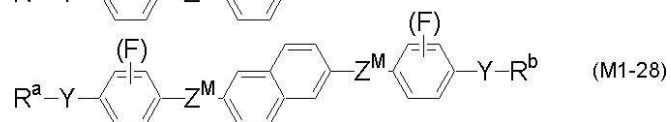
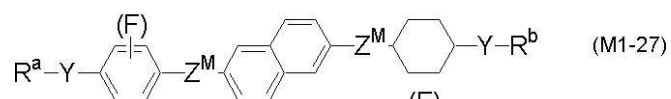
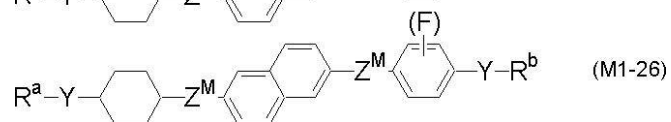
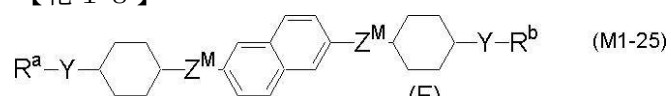
【化 1 7】



30

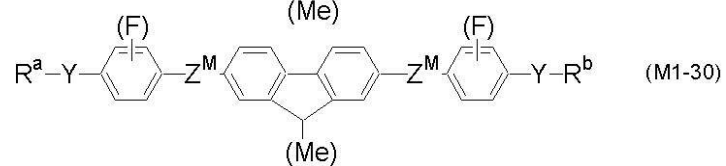
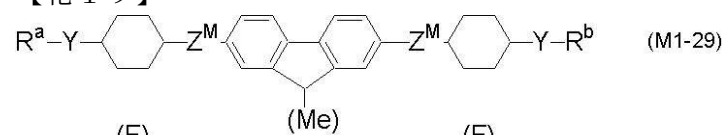
40

【化 1 8】

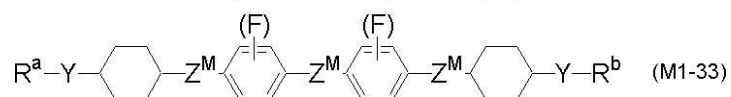
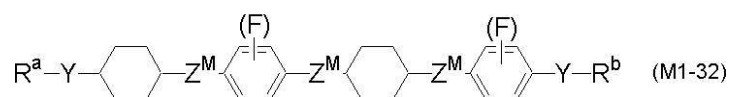
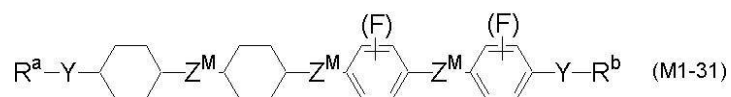


10

【化 1 9】

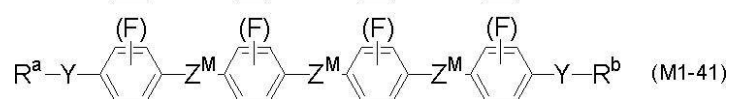
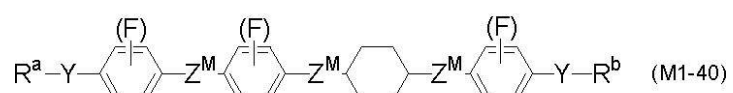
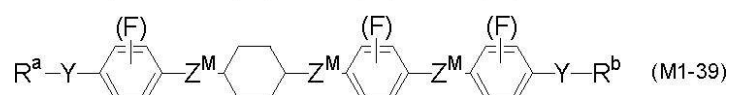
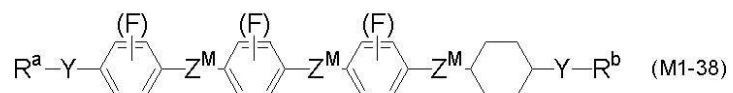
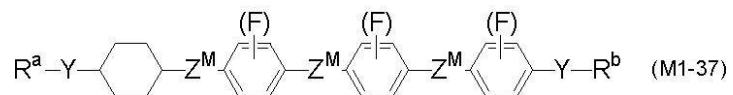
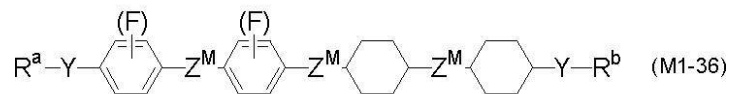
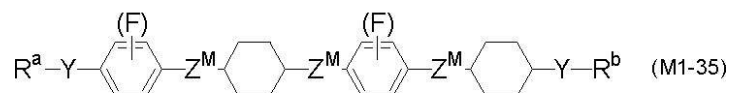
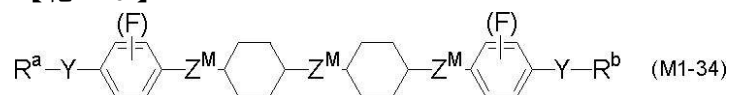


20



30

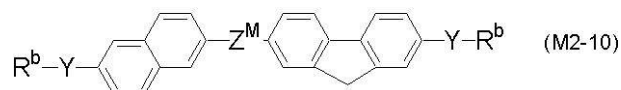
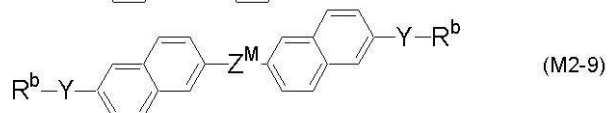
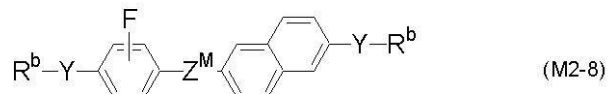
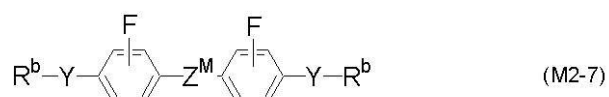
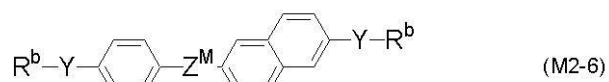
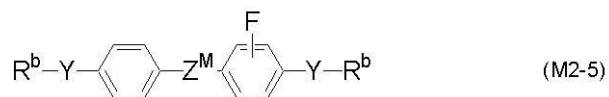
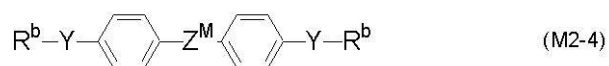
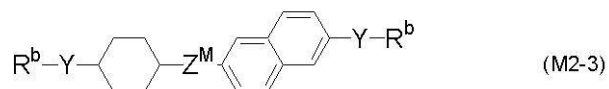
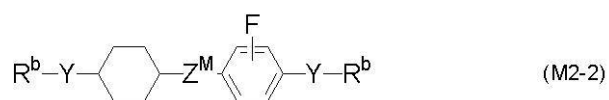
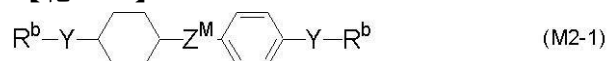
【化 2 0】



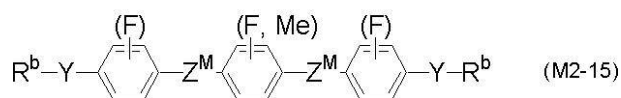
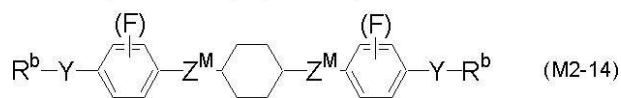
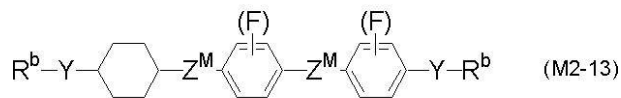
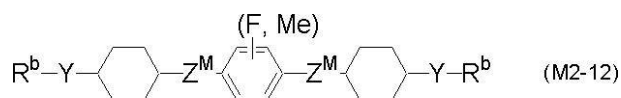
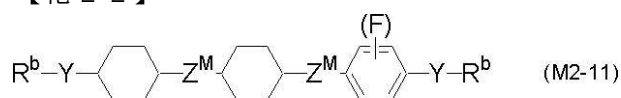
10

20

【化 2 1】



【化 2 2】



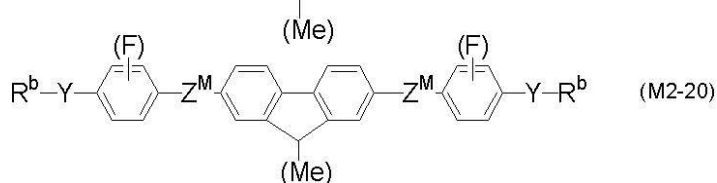
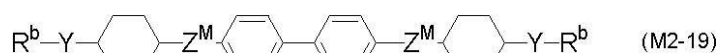
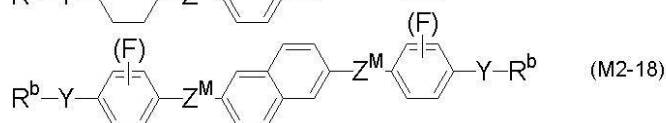
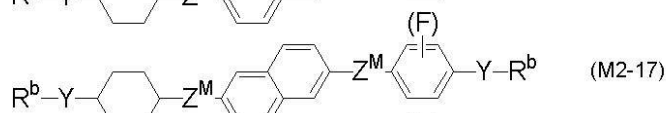
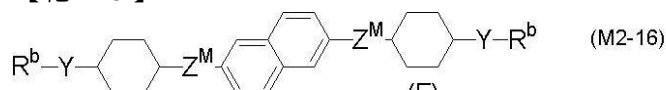
10

20

30

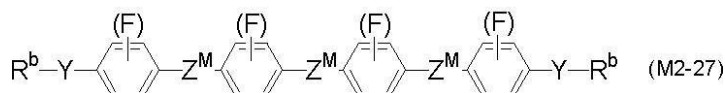
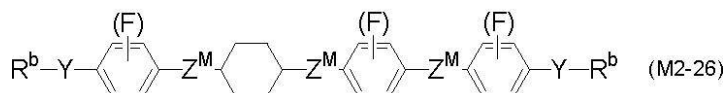
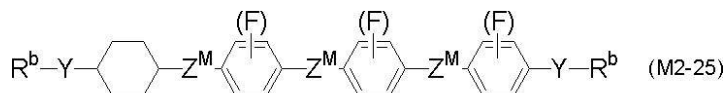
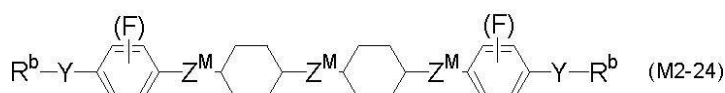
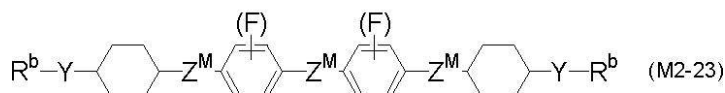
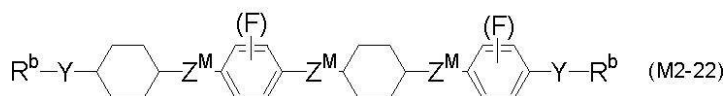
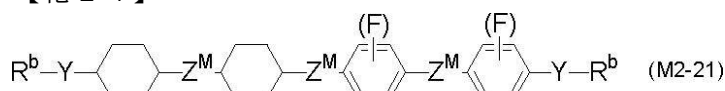
40

【化 2 3】



10

【化 2 4】



20

30

【0051】

前述のメソゲン部位を有さないモノマー、およびメソゲン部位を持つモノマー（M1）、および（M2）以外の重合性化合物を必要に応じて使用することができる。

【0052】

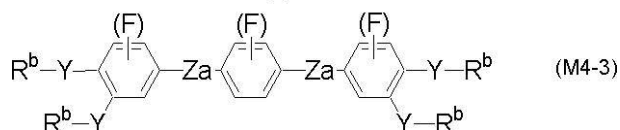
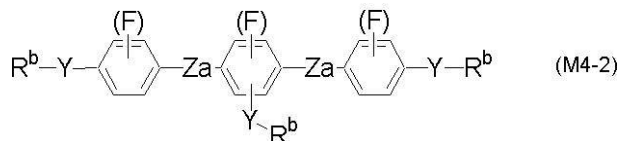
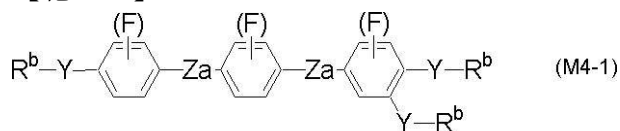
本発明の高分子／液晶複合材料の光学的等方性を最適化する目的で、メソゲン部位を持ち3つ以上の重合性官能基を持つモノマーを使用することもできる。メソゲン部位を持ち3つ以上の重合性官能基を持つモノマーとしては公知の化合物を好適に使用できるが、例えば、（M4-1）～（M4-3）であり、より具体的な例として、特開2000-327632号、特開2004-182949号、特開2004-59772号に記載された化合物をあげることができる。ただし、（M4-1）～（M4-3）において、R^b、Z

40

50

a、Y、および（F）は前述と同一の意味を示す。

【化 2 5】



【0053】

なお、本明細書において、「炭素数1～20のアルキル」は、炭素数1～10のアルキルであることが好ましく、炭素数1～6のアルキルであることが更に好ましい。アルキルの例としては、制限するわけではないが、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、n-ブチル、s-ブチル、t-ブチル、ペンチル、ヘキシル、ドデカニル等を挙げることができる。

【0054】

本明細書において、「炭素数2～21のアルケニル」は、炭素数2～10のアルケニルであることが好ましく、炭素数2～6のアルケニルであることが更に好ましい。アルケニルの例としては、制限するわけではないが、ビニル、アリル、プロペニル、イソプロペニル、2-メチルー1-プロペニル、2-メチルアリル、2-ブテニル等を挙げることができる。

【0055】

本明細書において、「炭素数2～21のアルキニル」は、炭素数2～10のアルキニルであることが好ましく、炭素数2～6のアルキニルであることが更に好ましい。アルキニルの例としては、制限するわけではないが、エチニル、プロピニル、ブチニル等を挙げることができる。

【0056】

本明細書において、「炭素数1～19のアルコキシ」は、炭素数1～10のアルコキシであることが好ましく、炭素数2～6のアルコキシであることが更に好ましい。アルコキシの例としては、制限するわけではないが、エトキシ、プロポキシ、ブトキシ、ペンチルオキシ等がある。

【0057】

(2) メソゲン部位を有さない重合性のある官能基を持つモノマー

メソゲン部位を有さない重合性のある官能基を持つモノマーとして、例えば、炭素数1～30の直鎖あるいは分岐アクリレート、炭素数1～30の直鎖あるいは分岐ジアクリレート、三つ以上の重合性官能基を有するモノマーとしては、グリセロール・プロポキシレート（1PO/OH）トリアクリレート、ペンタエリスリトール・プロポキシレート・トリアクリレート、ペンタエリスリトール・トリアクリレート、トリメチロールプロパン・エトキシレート・トリアクリレート、トリメチロールプロパン・プロポキシレート・トリアクリレート、トリメチロールプロパン・トリアクリレート、ジ（トリメチロールプロパン）テトラアクリレート、ペンタエリスリトール・テトラアクリレート、ジ（ペンタエリスリトール）ペンタアクリレート、ジ（ペンタエリスリトール）ヘキサアクリレート、トリメチロールプロパン・トリアクリレートなどを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

【0058】

2. 3 重合開始剤

本発明の複合材料を構成する高分子の製造における重合反応は特に限定されず、例えば、光ラジカル重合、熱ラジカル重合、光カチオン重合等が行われる。

【0059】

光ラジカル重合において用いることができる光ラジカル重合開始剤の例は、ダロキュア (DAROCUR、登録商標) 1173 および 4265 (いずれも商品名、チバ・スペシャリティ・ケミカルズ (株))、イルガキュア (IRGACURE、登録商標) 184、369、500、651、784、819、907、1300、1700、1800、1850、および 2959 (いずれも商品名、チバ・スペシャリティ・ケミカルズ (株))、などである。

10

【0060】

熱ラジカル重合において用いることができる熱によるラジカル重合の好ましい開始剤の例は、過酸化ベンゾイル、ジイソプロピルパーオキシジカーボネート、*t*-ブチルパーオキシ-2-エチルヘキサノエート、*t*-ブチルパーオキシピバレート、*t*-ブチルパーオキシジイソブチレート、過酸化ラウロイル、2, 2'-アゾビスイソ酪酸ジメチル (MAIB)、ジ*t*-ブチルパーオキシド (DTBPO)、アゾビスイソブチロニトリル (AIBN)、アゾビスシクロヘキサノカルボニトリル (ACN) などである。

【0061】

光カチオン重合において用いることができる光カチオン重合開始剤として、ジアリールヨードニウム塩 (以下、「DAS」という。)、トリアリールスルホニウム塩 (以下、「TAS」という。) などがあげられる。

20

【0062】

DASとしては、ジフェニルヨードニウムテトラフルオロボレート、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスホネート、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロアルセネート、ジフェニルヨードニウムトリフルオロメタンスルホネート、ジフェニルヨードニウムトリフルオロアセテート、ジフェニルヨードニウム-*p*-トルエンスルホネート、ジフェニルヨードニウムテトラ (ペンタフルオロフェニル) ボレート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウムテトラフルオロボレート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスホネート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウムヘキサフルオロアルセネート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウムトリフルオロメタンスルホネート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウムトリフルオロアセテート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウム-*p*-トルエンスルホネートなどが挙げられる。

30

【0063】

DASには、チオキサントン、フェノチアジン、クロロチオキサントン、キサントン、アントラセン、ジフェニルアントラセン、ルブレンなどの光増感剤を添加することで高感度化することもできる。

【0064】

TASとしては、トリフェニルスルホニウムテトラフルオロボレート、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスホネート、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアルセネート、トリフェニルスルホニウムトリフルオロメタンスルホネート、トリフェニルスルホニウムトリフルオロアセテート、トリフェニルスルホニウム-*p*-トルエンスルホネート、トリフェニルスルホニウムテトラ (ペンタフルオロフェニル) ボレート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムテトラフルオロボレート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスホネート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムヘキサフルオロアルセネート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムトリフルオロメタンスルホネート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムトリフルオロアセテート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウム-*p*-トルエンスルホネートなどが挙げられる。

40

【0065】

50

光カチオン重合開始剤の具体的な商品名の例は、サイラキュア（Cyracure、登録商標）UVI-6990、サイラキュアUVI-6974、サイラキュアUVI-6992（それぞれ商品名、UCC（株））、アデカオプトマーSP-150、SP-152、SP-170、SP-172（それぞれ商品名、（株）ADEKA）、Rhodorsil Photoinitiator 2074（商品名、ローディアジャパン（株））、イルガキュア（IRGACURE、登録商標）250（商品名、チバ・スペシャリティ・ケミカルズ（株））、UV-9380C（商品名、GE東芝シリコン（株））などである。

【0066】

2. 4 硬化剤等

本発明の複合材料を構成する高分子の製造において、前記モノマー等および重合開始剤の他にさらに1種または2種以上の他の好適な成分、例えば、硬化剤、触媒、安定剤等を加えてもよい。

【0067】

硬化剤としては、通常、エポキシ樹脂の硬化剤として使用されている従来公知の潜在性硬化剤が使用できる。潜在性エポキシ樹脂用硬化剤は、アミン系硬化剤、ノボラック樹脂系硬化剤、イミダゾール系硬化剤、酸無水物系硬化剤等が挙げられる。アミン系硬化剤の例としては、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラアミン、テトラエチレンペンタアミン、*m*-キシレンジアミン、トリメチルヘキサメチレンジアミン、2-メチルペンタメチレンジアミン、ジエチルアミノプロピルアミン等の脂肪族ポリアミン、イソフォロンジアミン、1, 3-ビスアミノメチルシクロヘキサン、ビス（4-アミノシクロヘキシル）メタン、ノルボルネンジアミン、1, 2-ジアミノシクロヘキサン、ラロミン等の脂環式ポリアミン、ジアミノジフェニルメタン、ジアミノジフェニルエタン、メタフェニレンジアミン等の芳香族ポリアミンなどが挙げられる。

【0068】

ノボラック樹脂系硬化剤の例としては、フェノールノボラック樹脂、ビスフェノールノボラック樹脂などが挙げられる。イミダゾール系硬化剤としては、2-メチルイミダゾール、2-エチルヘキシルイミダゾール、2-フェニルイミダゾール、1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾリウム・トリメリテートなどが挙げられる。

【0069】

酸無水物系硬化剤の例としては、テトラヒドロ無水フタル酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、メチルシクロヘキセンテトラカルボン酸二無水物、無水フタル酸、無水トリメリット酸、無水ピロメリット酸、ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物などが挙げられる。

【0070】

また、グリシジル、エポキシ、オキセタニルを有する重合性化合物と硬化剤との硬化反応を促進するための硬化促進剤をさらに用いてもよい。硬化促進剤としては、例えば、ベンジルジメチルアミン、トリス（ジメチルアミノメチル）フェノール、ジメチルシクロヘキシルアミン等の3級アミン類、1-シアノエチル-2-エチル-4-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール等のイミダゾール類、トリフェニルホスフィン等の有機リン系化合物、テトラフェニルホスホニウムブロマイド等の4級ホスホニウム塩類、1, 8-ジアザビシクロ[5. 4. 0]ウンデセン-7等やその有機酸塩等のジアザビシクロアルケン類、テトラエチルアンモニウムブロマイド、テトラブチルアンモニウムブロマイド等の4級アンモニウム塩類、三フッ化ホウ素、トリフェニルボレート等のホウ素化合物などが挙げられる。これらの硬化促進剤は単独または2種以上を混合して使用することができる。

【0071】

また、例えば貯蔵中の不所望な重合を防止するために、安定剤を添加することが好ましい。安定剤として、当業者に知られているすべての化合物を用いることができる。安定剤の代表例としては、4-エトキシフェノール、ヒドロキノン、ブチル化ヒドロキシトルエン（BHT）等が挙げられる。

【0072】

本発明の好ましい態様に係る光学的に等方性の高分子／液晶複合材料は、光学的に等方性の液晶相を広い温度範囲で発現させることが可能である。また、本発明の好ましい態様に係る高分子／液晶複合材料は、応答速度が極めて速い。また、本発明の好ましい態様に係る高分子／液晶複合材料は、これらの効果に基づいて表示素子等の光素子等に好適に用いることができる。

【0073】

2. 5 液晶組成物等の含有率

本発明の高分子／液晶複合材料中における液晶組成物の含有率は、複合材料が等方性を発現できる範囲であれば、可能な限り高含有率であることが好ましい。液晶組成物の含有率が高い方が、本発明の複合材料の電気複屈折値（カー係数）が大きくなるからである。

10

【0074】

本発明の高分子／液晶複合材料において、液晶組成物の含有率は複合材料に対して60～99重量%であることが好ましく、60～95重量%がさらに好ましく、65～95重量%が特に好ましい。高分子の含有率は複合材料に対して1～40重量%であることが好ましく、5～40重量%がさらに好ましく、5～35重量%が特に好ましい。

【0075】

3 液晶素子

本発明の第4の態様は、光学的等方性液晶組成物または高分子／液晶複合材料（以下、液晶組成物と高分子／液晶複合材料をあわせて「液晶媒体」ということがある）を含む光学的に等方性の液晶相で駆動される光素子である。

20

液晶表示素子の構造例としては、図1に示すように、櫛歯電極基板の電極が、左側から伸びる電極1と右側から伸びる電極2が交互に配置された構造を挙げることができる。電極1と電極2との間に電位差がある場合、図1に示すような櫛歯電極基板上では、上方向と下方向の2つの方向の電界が存在する状態を提供できる。

【実施例】

【0076】

以下、実施例により本発明さらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

【0077】

30

本明細書の実施例において、Iは非液晶等方相、Nはネマチック相、N^{*}はキラルネマチック相、BPはブルー相、BPXは二色以上の回折光が観測されない光学的に等方性の液晶相を表す。本明細書において、I-N相転移点をN-I点ということがある。I-N^{*}転移点をN^{*}-I点ということがある。I-BP相転移点をBP-I点ということがある。

【0078】

本明細書の実施例において、物性値等の測定・算出は特に断らない限り、日本電子機械工業規格（Standard of Electronic Industries Association of Japan）、EIAJ・ED-2521Aに記載された方法に従った。

前述した弾性定数、誘電率異方性の測定および屈折率異方性の測定法を除く具体的な測定方法、算出方法等は以下のとおりである。

40

【0079】

I-N相転移点（T_{N-I}）

偏光顕微鏡を備えた融点測定装置のホットプレートに試料を置き、クロスニコルの状態で、まず試料が非液晶等方相になる温度まで昇温した後、1℃／分の速度で降温し、完全にキラルネマチック相または光学的異方性の相が出現させた。その過程での相転移温度を測定し、次いで1℃／分の速度で加熱し、その過程における相転移温度を測定した。光学的に等方性の液晶相においてクロスニコル下では暗視野で相転移点の判別が困難な場合は、偏光板をクロスニコルの状態から1～10°ずらして相転移温度を測定した。

【0080】

50

ピッチ (P ; 25℃で測定 ; nm)

ピッチ長は選択反射を用いて測定した(液晶便覧196頁(2000年発行、丸善)。選択反射波長 λ には、関係式 $\langle n \rangle p / \lambda = 1$ が成立する。ここで $\langle n \rangle$ は平均屈折率を表し、次式で与えられる。 $\langle n \rangle = \{(n_{\parallel}^2 + n_{\perp}^2) / 2\}^{1/2}$ 。選択反射波長は顕微分光光度計(大塚電子株式会社、商品名FE-3000)で測定した。得られた反射波長を平均屈折率で除すことにより、ピッチを求めた。

可視光の長波長領域あるいは短波長領域に反射波長を有するコレステリック液晶、および、測定が困難であったコレステリック液晶のピッチは、可視光領域に選択反射波長を有するような濃度でキラル剤を添加(濃度 C')して、選択反射波長(λ')を測定し、本来の選択反射波長(λ)を本来のキラル濃度(濃度 C)から、直線外挿法($\lambda = \lambda' \times C' / C$)で算出することにより求めた。

10

【0081】

弾性定数および誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$)

静電容量の電圧依存性を用いて弾性定数を求める。擬平衡状態となるように十分ゆっくりと掃引を行う。特にFredericksz転移付近は、精度のよい値を得るために、印加電圧の分解能を出来る限り小さくする(数十mV刻み程度)。得られた低電圧領域における静電容量(C_0)より $\epsilon_{\parallel}$ を、また印加電圧を無限大に外挿した場合の静電容量より $\epsilon_{\perp}$ を算出し、それらの値から $\Delta \epsilon$ を求める。この $\Delta \epsilon$ を用いてFredericksz転移点より K_{11} を求める。さらに、測定された K_{11} と、容量変化に対するカーブフィッティングにより K_{33} を求める(装置: EC-1弾性定数測定装置、株式会社東陽テクニカ社製)。

20

【0082】

なお、弾性定数、誘電率異方性の測定条件は、サイン波を重畳した矩形波: V_{AC} を0Vから15Vまで、昇圧レートは0.1Vでサンプルに印加した。矩形波の周波数は100Hz、サイン波は $V_{AC} = 100$ mV、周波数2kHz。矩形波の測定は各液晶成分の T_{NI} より20℃低い温度で行った。使用したセルは配向膜が塗布されたセルギャップ10 μ mのアンチパラレルセル(E. H. C社製)。

【0083】

屈折率異方性 (Δn)

波長589nmの光を用い、接眼鏡に偏光板を取り付けたアッペ屈折計により測定した。主プリズムの表面を一方向にラビングしたあと、試料を主プリズムに滴下した。屈折率 $n_{\parallel}$ は偏光の方向がラビングの方向と平行であるときに測定した。屈折率 $n_{\perp}$ は偏光の方向がラビングの方向と垂直であるときに測定した。 $\Delta n = n_{\parallel} - n_{\perp}$ 、の式から計算した。測定温度は、液晶成分の T_{NI} から-20℃において測定した。

30

【0084】

ここで、透明点は、化合物または組成物が昇温過程で、等方相を発現する点をいう。本明細書では、ネマチック相から等方相への相転移点であるN-I点を T_{NI} と示した。

【0085】

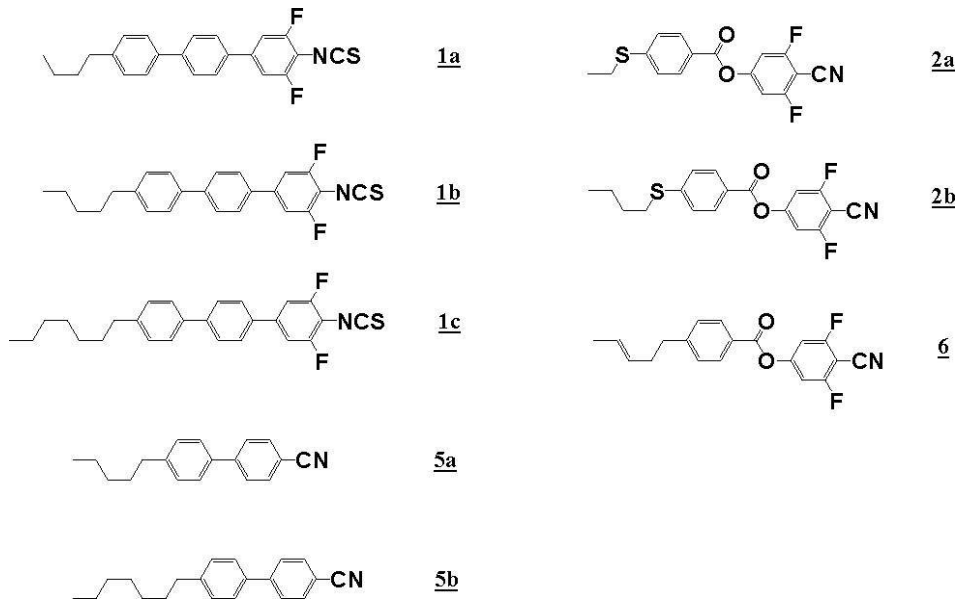
[実施例1~7] 液晶組成物LC1-2~LC7-2の調製

(1) 液晶成分(LC1~LC7)の調製

下記式(1a)~(1c)、(2a)、(2b)、(5a)、(5b)、(6)で表される化合物、および、下記に示す3つの化合物の混合物である液晶組成物Jを下記、表1に示す重量比で混合してネマチック液晶組成物である液晶成分LC1~LC7を調製した。

40

【化 2 6】

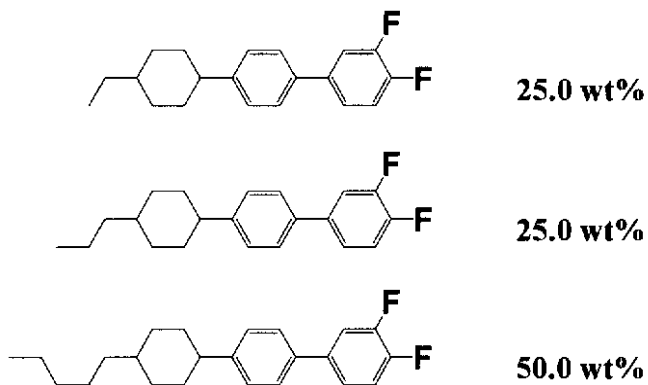


10

【化 2 7】

20

液晶組成物 J



30

【表 1】

表 1

	1a	1b	1c	2a	2b	6	5a	5b	液晶組成物J
LC1			35			35	12	18	
LC2			25			25	20	30	
LC3			15			15	28	42	
LC4	15	15		10	10	20			30
LC5	12.5	12.5		11.3	11.2	22.5			30
LC6	10	10		12.5	12.5	25			30
LC7	7.5	7.5		13.8	13.7	27.5			30

(重量%)

40

【0086】

液晶成分 LC1～LC7 に対して T_{NI} 、 Δn 、 $\Delta \epsilon$ 、 $\Delta n \times \Delta \epsilon$ および弾性定数 K_{11} 、弾性定数 K_{33} 、弾性定数比 K_{33}/K_{11} の諸物性値を測定・算出した。結果は表 2 のとおりであった。

【表 2】

表 2

液晶成分	T_{NI} (°C)	Δn	$\Delta \varepsilon$	$\Delta n \times \Delta \varepsilon$	K_{11}	K_{33}	弾数定数比 K_{33}/K_{11}	$\Delta n \times \Delta \varepsilon \times K_{33}/K_{11}$
LC1	62.5	0.199	27.6	5.49	4.06	8.74	2.15	11.82
LC2	59.0	0.198	21.6	4.28	4.34	7.44	1.71	7.33
LC3	50.0	0.196	17.3	3.39	5.20	8.34	1.60	5.44
LC4	76.0	0.192	23.8	4.57	3.23	6.62	2.05	9.37
LC5	67.5	0.167	26.8	4.48	2.94	5.71	1.94	8.69
LC6	56.0	0.167	34.8	5.81	3.30	4.69	1.42	8.26
LC7	48.7	0.165	33.8	5.58	2.71	3.40	1.25	7.00

10

【0087】

(2) 液晶組成物 LC1-2 ～ LC7-2 の調製

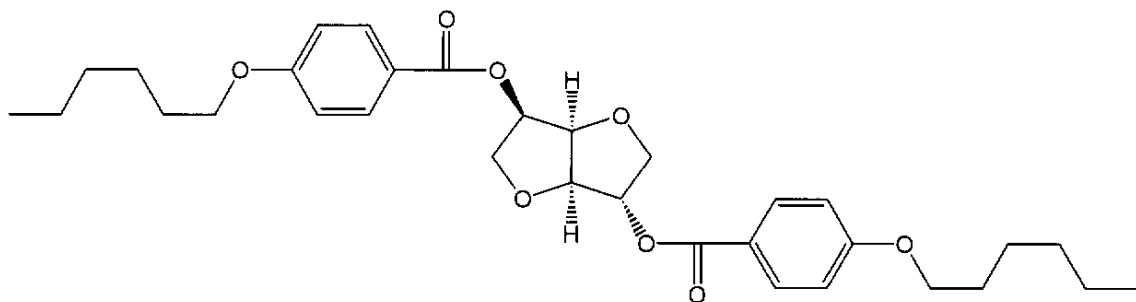
液晶成分 LC1 に、以下に示すキラル剤 ISO-6OBA2 を添加して液晶組成物 LC1-2 を調製した。添加されるキラル剤は、得られる液晶組成物の選択反射波長が 290 nm ～ 390 nm となるような割合で添加した。液晶組成物 LC1-2 (実施例 1) におけるキラル剤の含有率 (重量%) は 6.5 重量% であった。

また、液晶組成物 LC1-2 の調製と同様に、液晶成分 LC2 ～ LC7 を用いて液晶組成物 LC2-2 ～ LC7-2 を調製した。液晶組成物 LC2-2 ～ LC7-2 (実施例 2 ～ 7) におけるキラル剤の含有率 (重量%) は表 3 に示すとおりであった。

20

【化 28】

ISO-6OBA2



30

なお、ISO-6OBA2 は、イソソルバイドと 4-ヘキシルオキシ安息香酸とをジシクロヘキシルカルボジイミド (DCC)、4-ジメチルアミノピリジン存在下でエステル化することによって得た。

【0088】

得られた液晶組成物 LC1-2 ～ LC7-2 を配向処理の施されていない素ガラス 2 枚からなるセルに挟持し、偏光顕微鏡を用いて透明点を測定した。具体的には、選択反射波長を前述のピッチ測定法の項で示した方法により測定した (表 3)。なお、実施例 4 ～ 7 の選択反射波長の値は直線外挿法を用いて算出した。

40

【0089】

【表 3】

表 3

		キラル剤の含有率 (重量%)	選択反射波長 (nm)	透明点 (°C)
実施例1	LC1-2	6.5	380.6	51.0
実施例2	LC2-2	6.5	377.8	43.5
実施例3	LC3-2	6.5	383.2	38.4
実施例4	LC4-2	7.0	306.3	66.6
実施例5	LC5-2	7.0	308.0	54.8
実施例6	LC6-2	7.0	295.3	45.3
実施例7	LC7-2	7.0	291.0	27.8

【0090】

【実施例 8～14】 液晶組成物と重合性モノマーとを含む混合物（モノマー含有混合物（D1～D7））の調製

まず、RM257（メルク社製）およびTMPTA（トリメチロールプロパンアクリレート、東京化成社製）を57：43の重量比で混合しモノマー組成物（C）を調製した。

次に、モノマー組成物（C）と重合開始剤と実施例1～7で調製した各液晶組成物LC1-2～LC7-2と混合して、モノマー含有混合物（D1～D7）（実施例8～14）を調製した。

【0091】

混合物（D1～D7）の調製の際、モノマー組成物（C）の含有率が、混合物全体の20重量%となるように混合した。

【0092】

また、重合開始剤として2,2-Dimethoxy-1,2-diphenylethan-1-one（アルドリッチ社製）を用いた。重合開始剤は、重合開始剤とモノマー組成物（C）を合計した重量に対し0.4重量%となるように用いた。

【0093】

【実施例15～21】 高分子／液晶複合材料（E1～E7）の調製

モノマー含有混合物（D1）を配向処理の施されていない櫛歯電極基板（図1参照）と対向ガラス基板（非電極付与）との間（セル厚12μm）に挟持し、液晶組成物の透明点 T_c より3℃上（ $T_c + 3^\circ\text{C}$ ）において、DEEPUV（ウシオ電機社製）を10mW/cm²、3分間照射して重合反応を行い、高分子／液晶複合材料（E1）を調製した。このようにして、高分子／液晶複合材料（E1）を含む基板（櫛歯電極セル）を得た。

各モノマー含有混合物（D2～D7）についても、モノマー含有混合物（D1）と同様に重合反応を行い、高分子／液晶複合材料（E2～E7）を調製し、高分子／液晶複合材料（E2～E7）を含む櫛歯電極セルを得た。

【0094】

各高分子／液晶複合材料（E1～E7）を含む櫛歯電極セルを、図2に示す光学系に設置し、電気光学特性（電場印加時と無印加時の透過光強度等）を測定した。サンプルセルは入射光に対して垂直に配置し、リンカム社製温度調節装置（ホットステージ）に固定し、任意の温度にセル温度を調節した。櫛歯電極の電界印加方向を入射偏光方向に対して45度傾け、電気光学応答は、クロスニコル下、櫛歯電極セルに0～155V、周波数100Hzの交流矩形波を印加し、電場印加・無印加時の透過光強度を測定した。

電場印加時の透過光強度をIとし、無印加時の透過光強度を I_0 として、式（1）を適

用し、リタデーションを算出した。

【数 1】

$$I = I_0 \sin^2 2\theta \sin^2 \frac{\pi R}{\lambda} \quad (1)$$

(式中、Rはリタデーション、 λ は入射光波長を表す。)

【0095】

得られたリタデーションを、セル厚（光路長；12 μm ）で除して得た電気複屈折 Δn (E) の値を、式 (2) に適用した。

$$\Delta n (E) = K \lambda E^2 \quad (2)$$

(式中、 $\Delta n (E)$ は電気複屈折、 λ は入射光波長、Kはカー係数、Eは電界強度を表す。)

【0096】

電界強度の二乗に対する電気複屈折 $\Delta n (E)$ の測定結果において、電界強度の二乗の値が (0 ~ 2.05 $\times 10^{-13}$) 付近の直線性のよい測定結果から最小自乗法により直線の傾きを算出し、この傾きを入射光波長 (λ) で除した値を、本明細書ではカー係数 K とした。算出したカー係数は表 4 のとおりであった。

【表 4】

表 4

	高分子／液晶複合材料(E)	カー係数
実施例15	E1	7.17×10^{-10}
実施例16	E2	3.03×10^{-10}
実施例17	E3	2.85×10^{-10}
実施例18	E4	4.52×10^{-10}
実施例19	E5	3.96×10^{-10}
実施例20	E6	3.59×10^{-10}
実施例21	E7	3.34×10^{-10}

【0097】

上記結果に基づいて、高分子／液晶複合材料 (E1 ~ E3) において、そのカー係数 (縦軸) と各高分子／液晶複合材料 (E1 ~ E3) に用いられた液晶成分 (LC1 ~ LC3) との $\Delta n \times \Delta \epsilon$ (横軸) の関係を示す図 3 A、および、高分子／液晶複合材料 (E4 ~ E7) において、同様の関係を示す図 3 B、高分子／液晶複合材料 (E1 ~ E3) において、そのカー係数 (縦軸) と液晶成分 (LC1 ~ LC3) の $\Delta n \times \Delta \epsilon \times K_{33} / K_{11}$ (横軸) との関係を示す図 4 A、高分子／液晶複合材料 (E4 ~ E7) において、同様の関係を示す図 4 B を作成した。

これらの図 3 A ~ 図 4 B から、弾性定数比 K_{33} / K_{11} とカー係数とは正の相関があることがわかった。

【0098】

また、高分子／液晶複合材料 E2、E4 および E5 のカー係数 (縦軸) と、各高分子／液晶複合材料に用いた液晶成分 LC2、LC4 および LC5 の弾性定数比 K_{33} / K_{11} (横軸) との関係を示す図 5 から、 K_{33} / K_{11} が大きな液晶成分を用いて得られた高分子／複合材料のカー係数が大きくなることが明らかになった。

【産業上の利用可能性】

【0099】

本発明の活用法として、たとえば、液晶材料、および、液晶材料を用いる液晶素子が挙げられる。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図1】 櫛歯電極基板を示す。

【図2】 櫛歯電極セルを含む光学系を示す。

【図3A】 カー係数と、液晶成分（LC1～LC3）の $\Delta n \times \Delta \varepsilon$ との関係を示す。

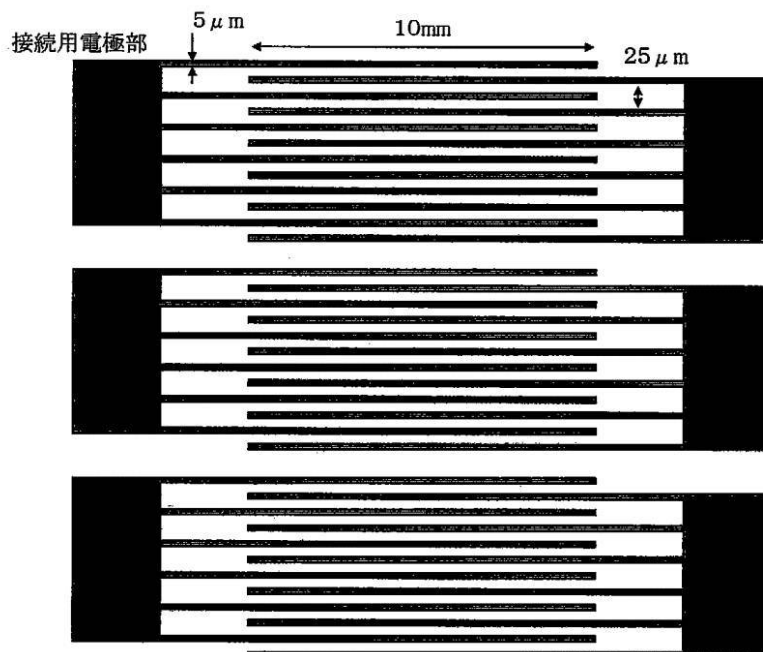
【図3B】 カー係数と、液晶成分（LC4～LC7）の $\Delta n \times \Delta \varepsilon$ との関係を示す。

【図4A】 カー係数と、液晶成分（LC1～LC3）の $\Delta n \times \Delta \varepsilon \times K_{33} / K_{11}$ との関係を示す。 10

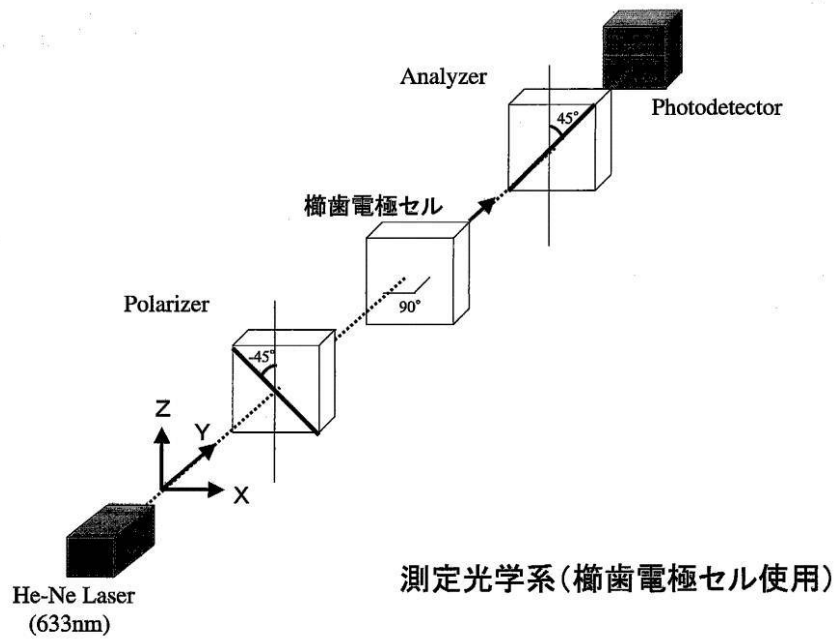
【図4B】 カー係数と、液晶成分（LC4～LC7）の $\Delta n \times \Delta \varepsilon \times K_{33} / K_{11}$ との関係を示す。

【図5】 高分子／液晶複合材料E2、E4およびE5のカー係数と、各高分子／液晶複合材料に用いた液晶成分LC2、LC4およびLC5の弾性定数比 K_{33} / K_{11} との関係を示す。

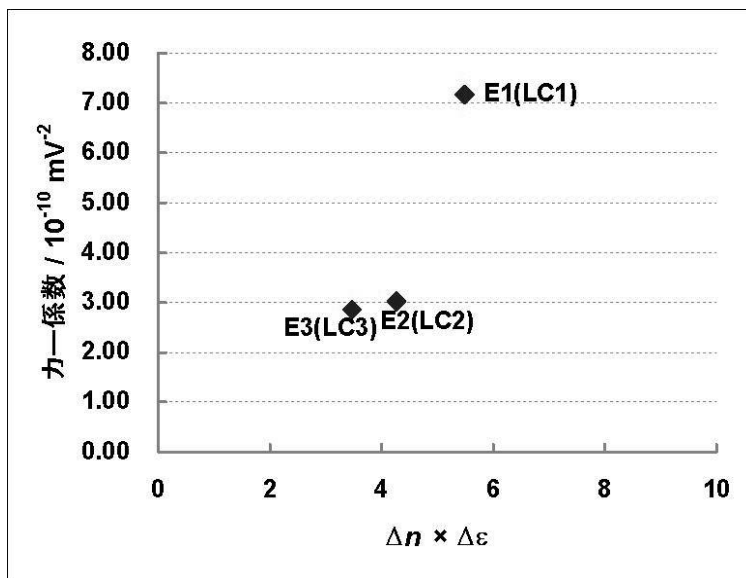
【図1】



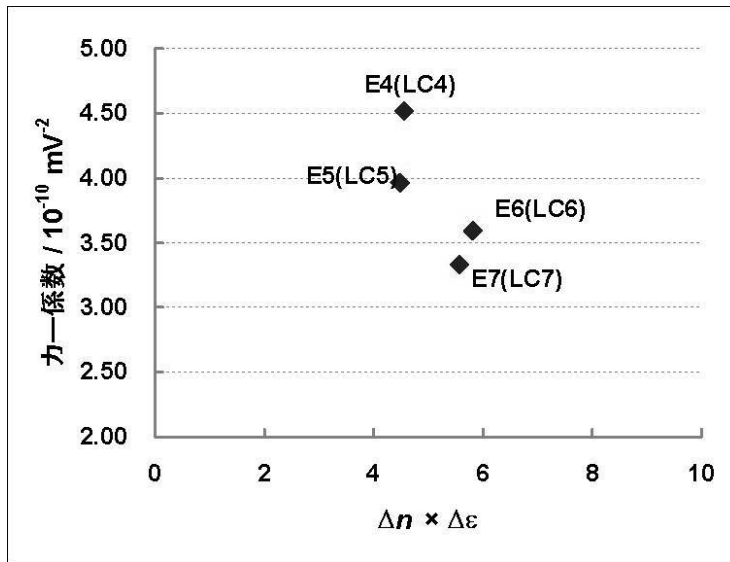
【図 2】



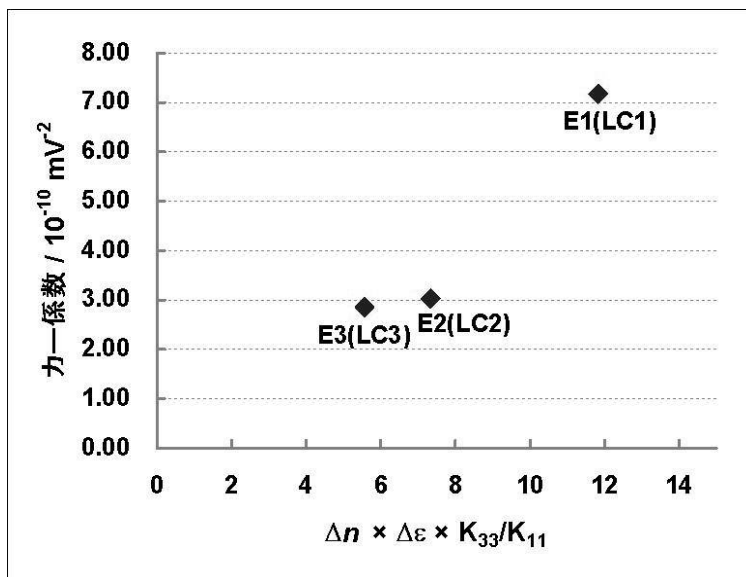
【図 3 A】



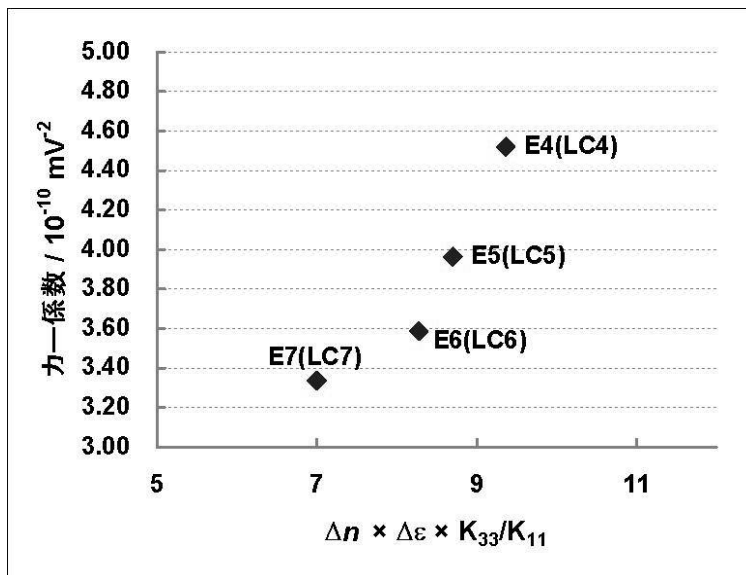
【図 3 B】

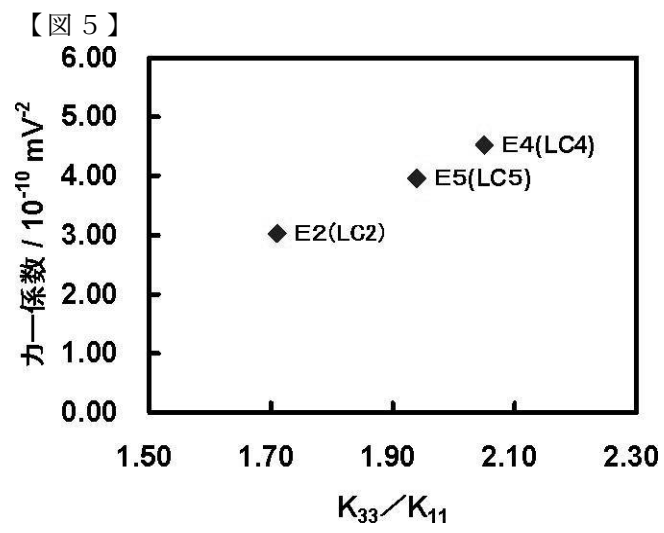


【図 4 A】



【図 4 B】





フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
G 0 2 F	1/1334	(2006.01)	G 0 2 F 1/1334
G 0 2 F	1/1343	(2006.01)	G 0 2 F 1/1343
G 0 2 F	1/1368	(2006.01)	G 0 2 F 1/1368
C 0 8 F	2/46	(2006.01)	C 0 8 F 2/46
			C 0 9 K 19/54 Z

(74)代理人 100104282
弁理士 鈴木 康仁

(72)発明者 菊池 裕嗣
福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内

(72)発明者 チェ ソクウォン
福岡県福岡市早良区西新2-21-25 エルガーライリエ701

(72)発明者 山本 真一
千葉県市原市五井海岸5番地の1 チッソ石油化学株式会社 五井研究所内

(72)発明者 長谷場 康宏
千葉県市原市五井海岸5番地の1 チッソ石油化学株式会社 五井研究所内

審査官 松元 麻紀子

(56)参考文献 特開2006-089622 (JP, A)
特開2006-348226 (JP, A)
国際公開第2005/080529 (WO, A1)
独国特許出願公開第102006054361 (DE, A1)
特開2008-303381 (JP, A)
特開2007-277531 (JP, A)
特開2002-069452 (JP, A)
特開2001-003050 (JP, A)
特開2009-057460 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 9 K	1 9 / 0 2
C 0 8 F	2 / 4 6
C 0 9 K	1 9 / 3 8
C 0 9 K	1 9 / 5 4
G 0 2 F	1 / 1 3
G 0 2 F	1 / 1 3 3 4
G 0 2 F	1 / 1 3 4 3
G 0 2 F	1 / 1 3 6 8
G 0 2 F	1 / 1 3 9
CAplus/REGISTRY (STN)	