

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月24日(24.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/189208 A1

(51) 国際特許分類:

C09K 19/12 (2006.01) *C09K 19/34* (2006.01)
C09K 19/14 (2006.01) *C09K 19/38* (2006.01)
C09K 19/16 (2006.01) *C09K 19/42* (2006.01)
C09K 19/20 (2006.01) *C09K 19/54* (2006.01)
C09K 19/30 (2006.01) *C09K 19/60* (2006.01)
C09K 19/32 (2006.01) *G02F 1/13* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/007803

(22) 国際出願日: 2020年2月26日(26.02.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-049470 2019年3月18日(18.03.2019) JP

(71) 出願人: J N C 株式会社(JNC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1008105 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 Tokyo (JP). J N C 石油化学株式会社 (JNC PETROCHEMICAL CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 齋藤 将之(SAITO Masayuki); 〒2908551 千葉県市原市五井海岸5番地の1 J N C 石油化学株式会社 市原研究所内 Chiba (JP). 藤田 浩章(FUJITA Hiroaki); 〒2908551 千葉県市原市五井海岸5番地の1 J N C 石油化学株式会社 市原研究所内 Chiba (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: LIQUID CRYSTAL COMPOSITE AND LIQUID CRYSTAL DIMMING ELEMENT

(54) 発明の名称: 液晶複合体および液晶調光素子

(57) Abstract: Provided are: a liquid crystal composite that is suitable for dimming and comprises a liquid crystal composition satisfying at least one of characteristics such as a high upper-limit temperature, a low lower-limit temperature, a low viscosity, a high optical anisotropy and a high negative dielectric anisotropy or being suitably balanced between at least two of these characteristics; and a liquid crystal dimming element including the liquid crystal composite. The liquid crystal composite includes a polymer and a liquid crystal composition containing an optically active compound and a specific compound having a high negative dielectric anisotropy, and the liquid crystal composite may further include a dichroic dye or a specific compound having a high upper-limit temperature or a low lower-limit temperature.

(57) 要約: 高い上限温度、低い下限温度、小さな粘度、大きな光学異方性、負に大きな誘電率異方性のような特性の少なくとも1つを充足する、またはこれらの特性の少なくとも2つのあいだで適切なバランスを有する液晶組成物を含有し、調光に適した液晶複合体、およびこの液晶複合体を有する液晶調光素子を提供する。液晶組成物と重合体を含有し、液晶組成物が負に大きな誘電率異方性を有する特定の化合物および光学活性化合物を含有する液晶複合体であり、この液晶複合体は、高い上限温度または低い下限温度を有する特定の化合物または二色性色素をさらに含有してもよい。

WO 2020/189208 A1

明 細 書

発明の名称：液晶複合体および液晶調光素子

技術分野

[0001] 本発明は、主として液晶調光素子に関する。更に詳しくは、重合体と負の誘電率異方性を有する液晶組成物とを組み合わせた液晶複合体を有する液晶調光素子に関する。

背景技術

[0002] 液晶調光素子には、光散乱を利用するなどの方法がある。このような素子は窓ガラスや部屋の仕切りのような建築材料、車載部品などに使われる。これらの素子には、ガラス基板のような硬質基板に加えて、プラスチックフィルムのような軟質基板が使われる。これらの基板に挟持された液晶組成物では、印加する電圧を調節することによって、液晶分子の配列が変わる。この方法によって、液晶組成物を透過する光を制御することができるので、液晶調光素子は、ディスプレイ、光シャッター、調光窓（特許文献1）、スマートウィンドウ（特許文献2）などに幅広く使用されている。

[0003] 液晶調光素子の一例は、光散乱モードの高分子分散型の素子である。液晶組成物は、重合体中に分散している。この素子は次の特徴を有している。素子の作製が容易である。広い面積に渡って膜厚制御が容易であるので、大きな画面の素子を作製することが可能である。偏光板を必要としないので、明るい表示が可能である。光散乱を利用するので視野角が広い。この素子は、このような優れた性質を持っているので、調光ガラス、投射型ディスプレイ、大面積ディスプレイなどの用途が期待されている。

[0004] 別の例は、ポリマーネットワーク型の液晶調光素子である。この型の素子では、重合体の三次元ネットワーク中に液晶組成物が存在する。この組成物は連続している点で、高分子分散型とは異なる。この型の素子も、高分子分散型の素子と同様な特徴を有している。ポリマーネットワーク型と高分子分散型とが混在した液晶調光素子も存在する。

[0005] 液晶調光素子には適切な特性を有する液晶組成物が用いられる。この組成物の特性を向上させることによって、良好な特性を有する素子を得ることができる。2つの特性における関連を下記の表1にまとめる。組成物の特性を素子に基づいてさらに説明する。ネマチック相の温度範囲は、素子の使用できる温度範囲に関連する。ネマチック相の好ましい上限温度は約70℃以上であり、そしてネマチック相の好ましい下限温度は約−20℃以下である。組成物の粘度は素子の応答時間に関連する。光の透過率を制御するためには短い応答時間が好ましい。1ミリ秒でも他の素子より短い応答時間が望ましい。したがって、組成物における小さな粘度が好ましい。低い温度における小さな粘度はさらに好ましい。組成物の弾性定数は素子の応答時間に関連する。素子において短い応答時間を達成するためには、組成物における大きな弾性定数が好ましい。

[0006] 表1. 液晶組成物と液晶調光素子における特性

番号	液晶組成物の特性	液晶調光素子の特性
1	ネマチック相の温度範囲が広い	使用できる温度範囲が広い
2	粘度が小さい	応答時間が短い
3	光学異方性が大きい	ヘイズ率が大きい
4	正または負に誘電率異方性が大きい	しきい値電圧が低く、消費電力が小さい
5	比抵抗が大きい	電圧保持率が大きい
6	光および熱に安定である	寿命が長い
7	弾性定数が大きい	応答時間が短い

[0007] 組成物の光学異方性は、液晶調光素子のヘイズ率に関連する。ヘイズ率は全透過光に対する拡散光の割合である。光を遮断するときには大きなヘイズ率が好ましい。大きなヘイズ率には大きな光学異方性が好ましい。組成物における大きな誘電率異方性は、素子における低いしきい値電圧や小さな消費電力に寄与する。したがって、大きな誘電率異方性が好ましい。組成物における大きな比抵抗は、素子における大きな電圧保持率に寄与する。したがって、初期段階において大きな比抵抗を有する組成物が好ましい。長時間使用したあと、大きな比抵抗を有する組成物が好ましい。光や熱に対する組成物の安定性や耐候性は、素子の寿命に関連する。この安定性や耐候性が良好であ

るとき、寿命が長い。残像や滴下痕のような表示不良も、素子の寿命に関連する。耐候性が高く、表示不良が発生しにくい素子が望まれている。

[0008] 液晶調光素子には、ノーマルモードとリバーモードがある。ノーマルモードでは電圧無印加時に素子は不透明であり、電圧印加時に透明になる。このモードは、部屋の仕切りに適している。リバーモードでは電圧無印加時に素子は透明であり、電圧印加時に不透明になる。このモードは、素子が故障したときには透明になるので、自動車の窓に適している。

[0009] 我々は、特許文献3から6を参考にしながら、液晶調光素子の向上を試みた。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平06-273725号公報

特許文献2：国際公開2011-96386号公報

特許文献3：特開昭63-278035号公報

特許文献4：特開平01-198725号公報

特許文献5：特開平07-104262号公報

特許文献6：特開平07-175045号公報

発明の概要

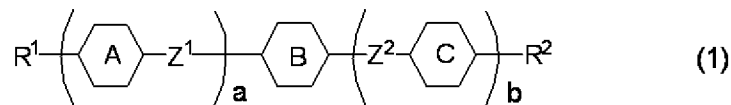
発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明の課題は、液晶組成物に光学活性化合物を組み合わせることによって調光に適した液晶複合体を提供することである。別の課題は、ネマチック相の高い上限温度、ネマチック相の低い下限温度、小さな粘度、大きな光学異方性、負に大きな誘電率異方性、大きな比抵抗、光に対する高い安定性、熱に対する高い安定性、大きな弾性定数、小さならせんピッチのような特性の少なくとも1つを充足する液晶組成物を含有し、調光に適した液晶複合体を提供することである。別の課題は、これらの特性の少なくとも2つのあいだで適切なバランスを有する液晶組成物を含有し、調光に適した液晶複合体を

提供することである。別の課題は、このような液晶複合体を有する液晶調光素子を提供することである。別の課題は、短い応答時間、大きな電圧保持率、低いしきい値電圧、大きなヘイズ率、高い耐候性、長い寿命のような特性を有する液晶調光素子を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明は、液晶組成物および重合体を含有し、液晶組成物が成分Aとして式(1)で表される化合物から選択された少なくとも1つの化合物および添加物Aとして光学活性化合物を含有する液晶複合体、およびこの液晶複合体を含有する液晶調光素子などに関する。



式(1)において、 R^1 および R^2 は、水素、炭素数1から12のアルキル、炭素数1から12のアルコキシ、炭素数2から12のアルケニル、炭素数2から12のアルケニルオキシ、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数1から12のアルキルであり；環Aおよび環Cは、1,4-シクロヘキシレン、1,4-シクロヘキセニレン、テトラヒドロピラン-2,5-ジイル、1,4-フェニレン、少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた1,4-フェニレン、ナフタレン-2,6-ジイル、少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたナフタレン-2,6-ジイル、クロマン-2,6-ジイル、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたクロマン-2,6-ジイルであり；環Bは、2,3-ジフルオロ-1,4-フェニレン、2-クロロ-3-フルオロ-1,4-フェニレン、2,3-ジフルオロ-5-メチル-1,4-フェニレン、3,4,5-トリフルオロナフタレン-2,6-ジイル、7,8-ジフルオロクロマン-2,6-ジイル、3,4,5,6-テトラフルオロフルオレン-2,7-ジイル、4,6-ジフルオロジベンゾフラン-3,7-ジイル、4,6-ジフルオロジベンゾチオフェン-3,7-ジイル、または1,1,6,7-テトラフルオロインダン-2,5-ジイルであ

り； Z^1 および Z^2 は、単結合、エチレン、ビニレン、メチレンオキシ、またはカルボニルオキシであり； a は、0、1、2、または3であり、 b は、0または1であり、そして a と b との和は3以下である。

発明の効果

[0013] 本発明の長所は、液晶組成物に光学活性化合物を組み合わせることによって調光に適した液晶複合体を提供することである。別の長所は、ネマチック相の高い上限温度、ネマチック相の低い下限温度、小さな粘度、大きな光学異方性、負に大きな誘電率異方性、大きな比抵抗、光に対する高い安定性、熱に対する高い安定性、大きな弾性定数、小さならせんピッチのような特性の少なくとも1つを充足する液晶組成物を含有し、調光に適した液晶複合体を提供することである。別の長所は、これらの特性の少なくとも2つのあいだで適切なバランスを有する液晶組成物を含有し、調光に適した液晶複合体を提供することである。別の長所は、このような液晶複合体を有する液晶調光素子を提供することである。別の長所は、短い応答時間、大きな電圧保持率、低いしきい値電圧、大きなヘイズ率、高い耐候性、長い寿命のような特性を有する液晶調光素子を提供することである。

発明を実施するための形態

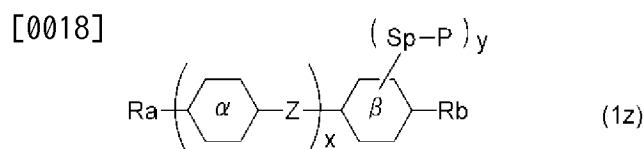
[0014] この明細書では、「液晶性化合物」、「重合性化合物」、「液晶組成物」、「重合性組成物」、「液晶複合体」、「液晶調光素子」などの用語を用いる。「液晶性化合物」は、ネマチック相、スメクチック相などの液晶相を有する化合物および液晶相を有しないが、ネマチック相の温度範囲、粘度、誘電率異方性のような特性を調節する目的で組成物に添加される化合物の総称である。この化合物は、例えば1，4-シクロヘキシレンや1，4-フェニレンのような六員環を有し、その分子（液晶分子）は棒状（rod-like）である。「重合性化合物」は、液晶組成物中に重合体を生成させる目的で添加する化合物である。アルケニルを有する液晶性化合物は、その意味では重合性化合物に分類されない。

[0015] 「液晶組成物」は、複数の液晶性化合物を混合することによって調製され

る。この液晶組成物に、光学活性化合物、酸化防止剤、紫外線吸収剤、消光剤、色素、消泡剤、極性化合物のような添加物が必要に応じて添加される。液晶性化合物の割合は、添加物を添加した場合であっても、添加物を含まない液晶組成物に基づいた質量百分率（質量％）で表される。添加物の割合は、添加物を含まない液晶組成物に基づいた質量百分率で表される。すなわち、液晶性化合物や添加物の割合は、液晶性化合物の全量に基づいて算出される。なお、「質量％」は、「％」と略すことがある。

[0016] 「重合性組成物」は、液晶組成物に重合性化合物を混合することによって調製される。すなわち、重合性組成物は、少なくとも1つの重合性化合物と液晶組成物との混合物である。重合性化合物には、重合開始剤、重合禁止剤のような添加物が必要に応じて添加される。重合開始剤および重合禁止剤の割合は、重合性化合物の全量に基づいた質量百分率で表される。重合性組成物に含まれる重合性化合物や液晶組成物の割合は、添加物を添加した場合であっても、添加物を含まない重合性組成物に基づいた質量百分率で表される。「液晶複合体」は、重合性組成物の重合処理によって生成する。「液晶調光素子」は、液晶複合体を有する素子であり、調光に用いられる液晶パネルおよび液晶モジュールの総称である。

[0017] 「ネマチック相の上限温度」を「上限温度」と略すことがある。「ネマチック相の下限温度」を「下限温度」と略すことがある。「誘電率異方性を上げる」の表現は、誘電率異方性が正である組成物のときは、その値が正に増加することを意味し、誘電率異方性が負である組成物のときは、その値が負に増加することを意味する。「電圧保持率が大きい」は、素子が初期段階において室温だけでなく上限温度に近い温度でも大きな電圧保持率を有し、そして長時間使用したあと室温だけでなく上限温度に近い温度でも素子は大きな電圧保持率を有することを意味する。組成物や素子の特性が経時変化試験によって検討されることがある。



上記の化合物（1 z）を例にして説明する。式（1 z）において、六角形で囲んだ α および β の記号はそれぞれ環 α および環 β に対応し、六員環、縮合環のような環を表す。添え字‘x’が2のとき、2つの環 α が存在する。2つの環 α が表す2つの基は、同一であってもよく、または異なってもよい。このルールは、添え字‘x’が2より大きいとき、任意の2つの環 α に適用される。このルールは、結合基Zのような、他の記号にも適用される。環 β の一辺を横切る斜線は、環 β 上の任意の水素が置換基（-S p -P）で置き換えられてもよいことを表す。添え字‘y’は置き換えられた置換基の数を示す。添え字‘y’が0のとき、そのような置き換えはない。添え字‘y’が2以上のとき、環 β 上には複数の置換基（-S p -P）が存在する。この場合にも、「同一であってもよく、または異なってもよい」のルールが適用される。なお、このルールは、R aの記号を複数の化合物に用いた場合にも適用される。

[0019] 式（1 z）において、例えば、「R aおよびR bは、アルキル、アルコキシ、またはアルケニルである」の表現は、R aおよびR bが独立して、アルキル、アルコキシ、およびアルケニルの群から選択されることを意味する。すなわち、R aによって表される基とR bによって表される基が同一であってもよく、または異なってもよい。

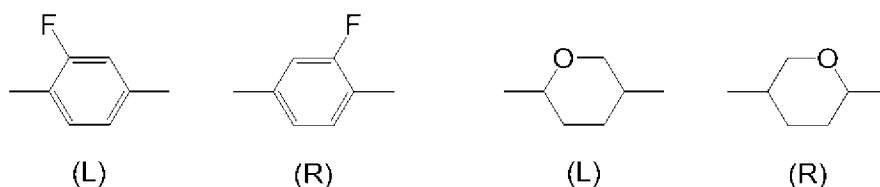
[0020] 式（1 z）で表される化合物から選択された少なくとも1つの化合物を「化合物（1 z）」と略すことがある。「化合物（1 z）」は、式（1 z）で表される1つの化合物、2つの化合物の混合物、または3つ以上の化合物の混合物を意味する。他の式で表される化合物についても同様である。「式（1 z）および式（2 z）で表される化合物から選択された少なくとも1つの化合物」の表現は、化合物（1 z）および化合物（2 z）の群から選択された少なくとも1つの化合物を意味する。

[0021] 「主成分」は、混合物や組成物の中で最も大きな割合を占める成分を意味する。例えば、40%の化合物（1 z）、35%の化合物（2 z）、および25%の化合物（3 z）の混合物において、主成分は、化合物（1 z）であ

る。成分が化合物（１ｚ）のみであるときも、化合物（１ｚ）は主成分と呼ばれる。化合物（１ｚ）が単一の化合物であるときも、この化合物は主成分と呼ばれる。

[0022] 「少なくとも１つの‘Ａ’」の表現は、‘Ａ’の数は任意であることを意味する。「少なくとも１つの‘Ａ’は、‘Ｂ’で置き換えられてもよい」の表現は、‘Ａ’の数が１つのとき、‘Ａ’の位置は任意であり、‘Ａ’の数が２つ以上のときも、それらの位置は制限なく選択できる。「少なくとも１つの－ＣＨ₂－は－Ｏ－で置き換えられてもよい」の表現が使われることがある。この場合、－ＣＨ₂－ＣＨ₂－ＣＨ₂－は、隣接しない－ＣＨ₂－が－Ｏ－で置き換えられることによって－Ｏ－ＣＨ₂－Ｏ－に変換されてもよい。しかしながら、隣接した－ＣＨ₂－が－Ｏ－で置き換えられることはない。この置き換えでは－Ｏ－Ｏ－ＣＨ₂－（ペルオキシド）が生成するからである。

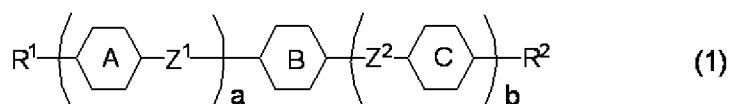
[0023] 液晶性化合物のアルキルは、直鎖状または分岐状であり、環状アルキルを含まない。直鎖状アルキルは、分岐状アルキルよりも好ましい。これらのことは、アルコキシ、アルケニルのような末端基についても同様である。１，４－シクロヘキシレンに関する立体配置は、上限温度を上げるためにシスよりもトランスが好ましい。２－フルオロ－１，４－フェニレンは左右非対称であるから、左向き（Ｌ）および右向き（Ｒ）が存在する。



テトラヒドロピラン－２，５－ジイルのような二価基においても同様である。カルボニルオキシのような結合基（－ＣＯＯ－または－ＯＣＯ－）も同様である。

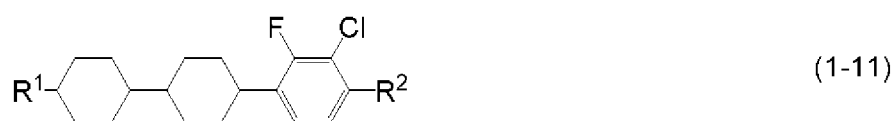
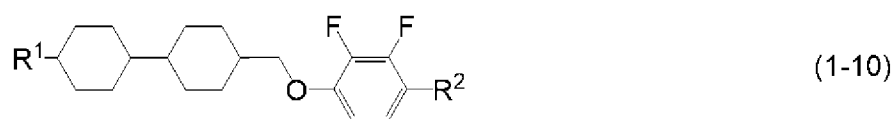
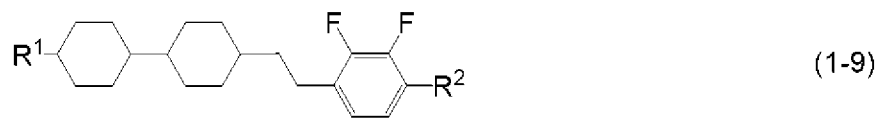
[0024] 本発明は、下記の項などである。

[0025] 項１． 液晶組成物と重合体とを含有し、液晶組成物が成分Ａとして式（１）で表される化合物から選択された少なくとも１つの化合物および添加物Ａとして光学活性化合物を含有する、液晶複合体。

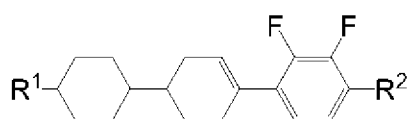


式(1)において、 R^1 および R^2 は、水素、炭素数1から12のアルキル、炭素数1から12のアルコキシ、炭素数2から12のアルケニル、炭素数2から12のアルケニルオキシ、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数1から12のアルキルであり；環Aおよび環Cは、1,4-シクロヘキシレン、1,4-シクロヘキセニレン、テトラヒドロピラン-2,5-ジイル、1,4-フェニレン、少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた1,4-フェニレン、ナフタレン-2,6-ジイル、少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたナフタレン-2,6-ジイル、クロマン-2,6-ジイル、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたクロマン-2,6-ジイルであり；環Bは、2,3-ジフルオロ-1,4-フェニレン、2-クロロ-3-フルオロ-1,4-フェニレン、2,3-ジフルオロ-5-メチル-1,4-フェニレン、3,4,5-トリフルオロナフタレン-2,6-ジイル、7,8-ジフルオロクロマン-2,6-ジイル、3,4,5,6-テトラフルオロフルオレン-2,7-ジイル、4,6-ジフルオロジベンゾフラン-3,7-ジイル、4,6-ジフルオロジベンゾチオフェン-3,7-ジイル、または1,1,6,7-テトラフルオロインダン-2,5-ジイルであり； Z^1 および Z^2 は、単結合、エチレン、ビニレン、メチレンオキシ、またはカルボニルオキシであり；aは、0、1、2、または3であり、bは、0または1であり、そしてaとbとの和は3以下である。

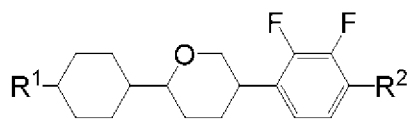
[0026] 項2. 液晶組成物が成分Aとして式(1-1)から式(1-35)で表される化合物から選択された少なくとも1つの化合物を含有する、項1に記載の液晶複合体。



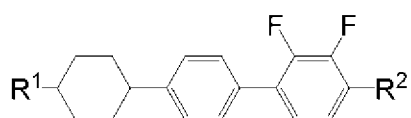
[0027]



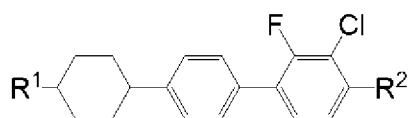
(1-12)



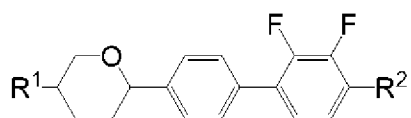
(1-13)



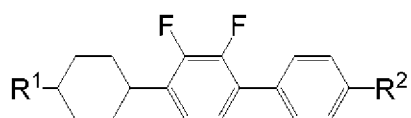
(1-14)



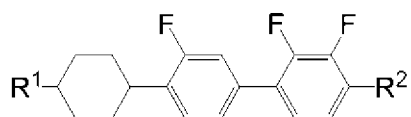
(1-15)



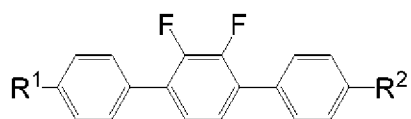
(1-16)



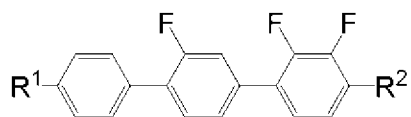
(1-17)



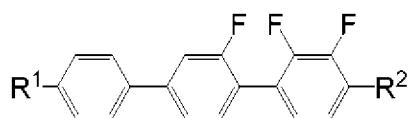
(1-18)



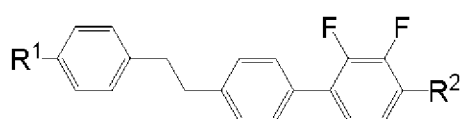
(1-19)



(1-20)

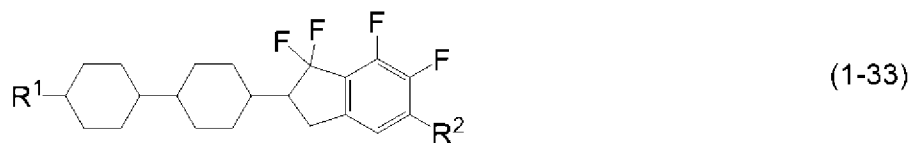
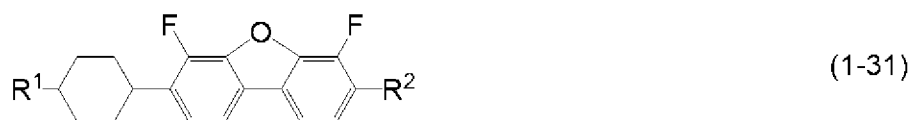
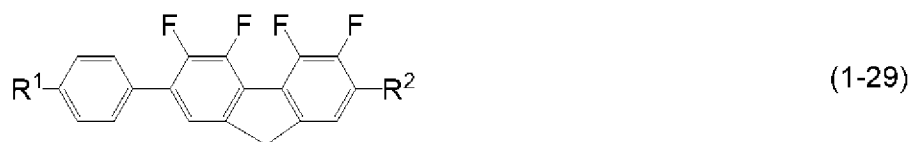
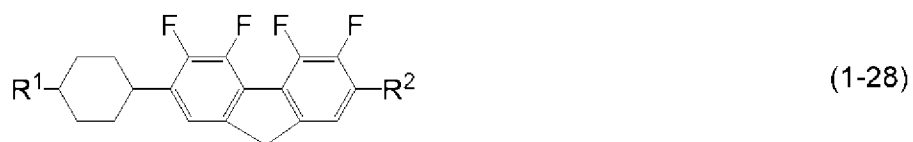
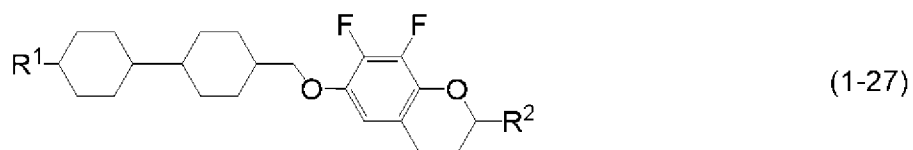
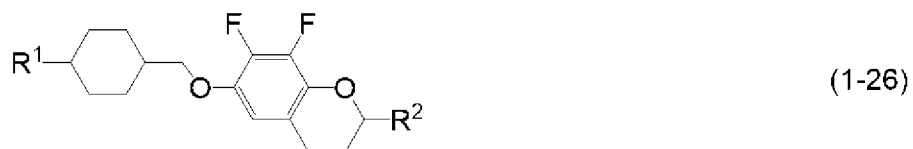
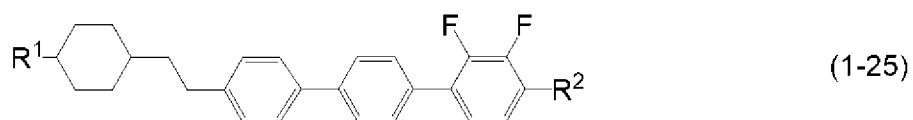
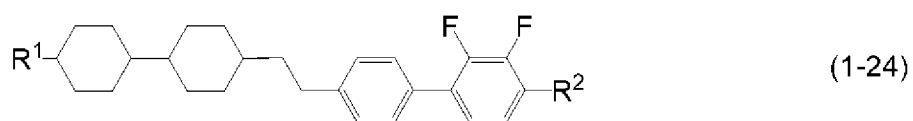
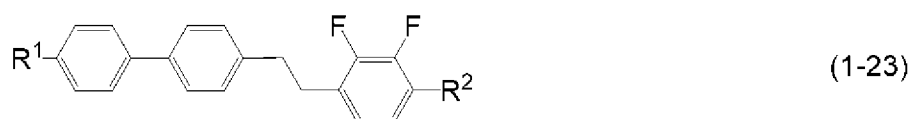


(1-21)

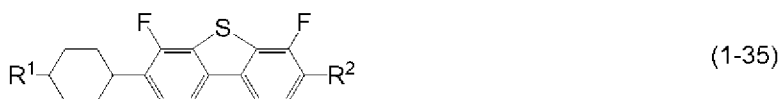


(1-22)

[0028]



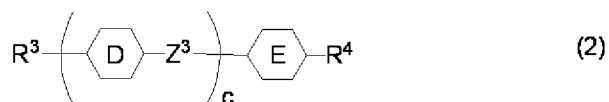
[0029]



式（１－１）から式（１－３５）において、 R^1 および R^2 は、水素、炭素数１から１２のアルキル、炭素数１から１２のアルコキシ、炭素数２から１２のアルケニル、炭素数２から１２のアルケニルオキシ、または少なくとも１つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数１から１２のアルキルである。

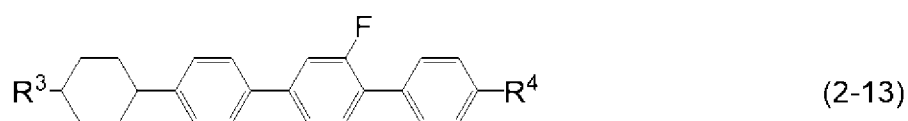
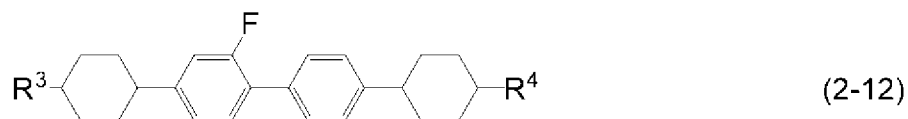
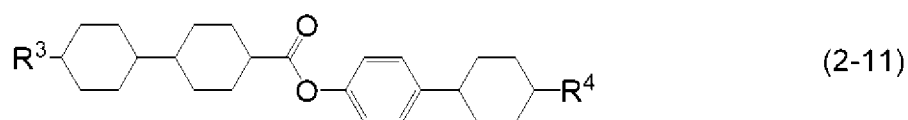
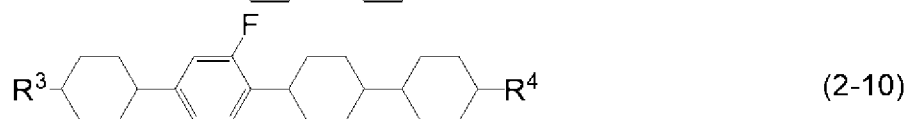
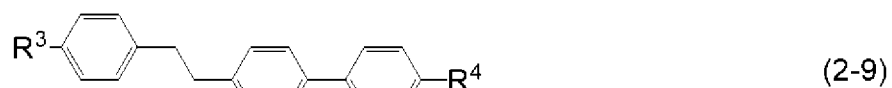
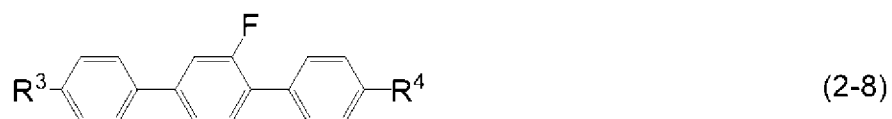
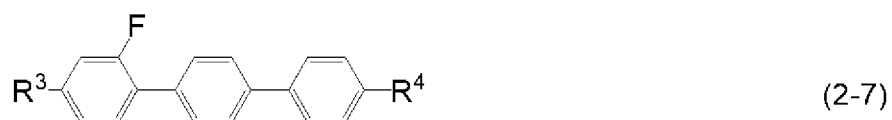
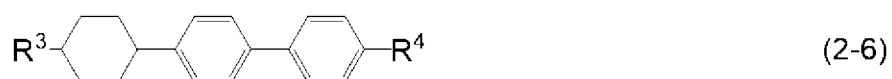
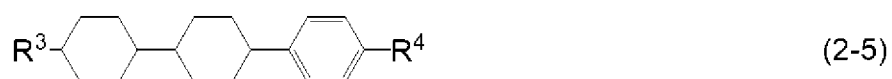
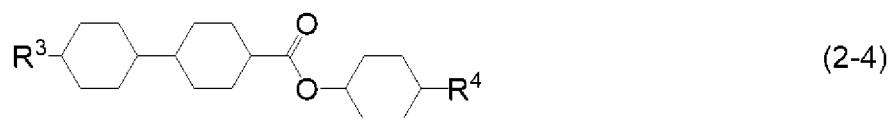
[0030] 項３． 液晶組成物に基づいて、成分Ａの割合が２０％から９０％の範囲である、項１または２に記載の液晶複合体。

[0031] 項４． 液晶組成物が成分Ｂとして式（２）で表される化合物から選択された少なくとも１つの化合物を含有する、項１から３のいずれか１項に記載の液晶複合体。



式（２）において、 R^3 および R^4 は、炭素数１から１２のアルキル、炭素数１から１２のアルコキシ、炭素数２から１２のアルケニル、少なくとも１つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数１から１２のアルキル、または少なくとも１つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数２から１２のアルケニルであり；環Ｄおよび環Ｅは、１，４－シクロヘキシレン、１，４－フェニレン、２－フルオロ－１，４－フェニレン、または２，５－ジフルオロ－１，４－フェニレンであり； Z^3 は、単結合、エチレン、ビニレン、メチレンオキシ、またはカルボニルオキシであり； c は１、２、または３である。

[0032] 項５． 液晶組成物が成分Ｂとして式（２－１）から式（２－１３）で表される化合物から選択された少なくとも１つの化合物を含有する、項１から４のいずれか１項に記載の液晶複合体。

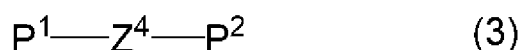


式(2-1)から式(2-13)において、 R^3 および R^4 は、炭素数1から12のアルキル、炭素数1から12のアルコキシ、炭素数2から12のアル

ケニル、少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数1から12のアルキル、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数2から12のアルケニルである。

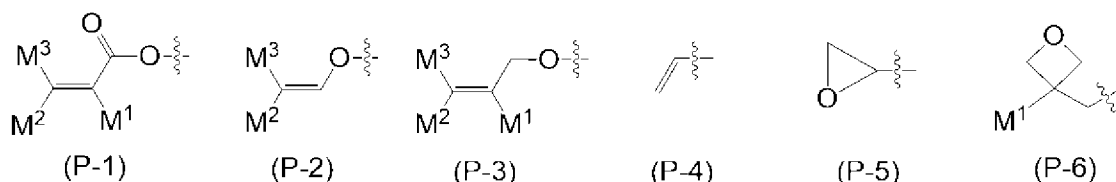
[0033] 項6. 液晶組成物に基づいて、成分Bの割合が10%から80%の範囲である、項4または5に記載の液晶複合体。

[0034] 項7. 重合体が前駆体から誘導され、この前駆体の主成分が式(3)で表される重合性化合物である、項1から6のいずれか1項に記載の液晶複合体。



式(3)において、 P^1 および P^2 は重合性基であり； Z^4 は炭素数1から20のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも1つの水素は、炭素数1から5のアルキル、フッ素、塩素、または P^3 で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-NH-$ 、または $-N(R^5)-$ で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、炭素環式の飽和脂肪族化合物、複素環式の飽和脂肪族化合物、炭素環式の不飽和脂肪族化合物、複素環式の不飽和脂肪族化合物、炭素環式の芳香族化合物、または複素環式の芳香族化合物から2つの水素を除くことによって生成した二価基で置き換えられてもよく、これらの二価基において、炭素数は5から35であり、少なくとも1つの水素は、 R^5 または P^3 で置き換えられてもよく、ここで、 R^5 は、炭素数1から12のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよく、 P^3 は重合性基である。

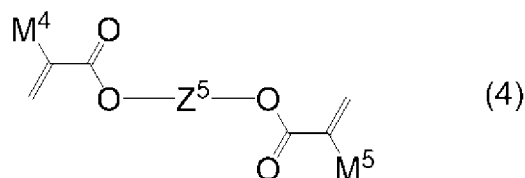
[0035] 項8. P^1 、 P^2 、および P^3 が、式(P-1)から式(P-6)で表される重合性基から選択された基である、項7に記載の液晶複合体。



式 (P-1) から式 (P-6) において、 M^1 、 M^2 、および M^3 は、水素、フッ素、炭素数 1 から 5 のアルキル、または少なくとも 1 つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数 1 から 5 のアルキルである。

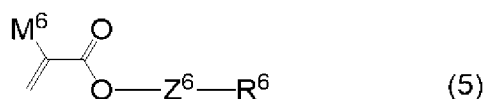
[0036] 項 9. P^1 、 P^2 、および P^3 の少なくとも 1 つが、アクリロイルオキシまたはメタクリロイルオキシである、項 7 に記載の液晶複合体。

[0037] 項 10. 重合体が前駆体から誘導され、この前駆体の主成分が式 (4) で表される重合性化合物である、項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体。



式 (4) において、 M^4 および M^5 は、水素またはメチルであり； Z^5 は炭素数 21 から 80 のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも 1 つの水素は、炭素数 1 から 20 のアルキル、フッ素、または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-NH-$ 、または $-N(R^5)-$ で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $-CH_2CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、ここで、 R^5 は炭素数 1 から 12 のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも 1 つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよい。

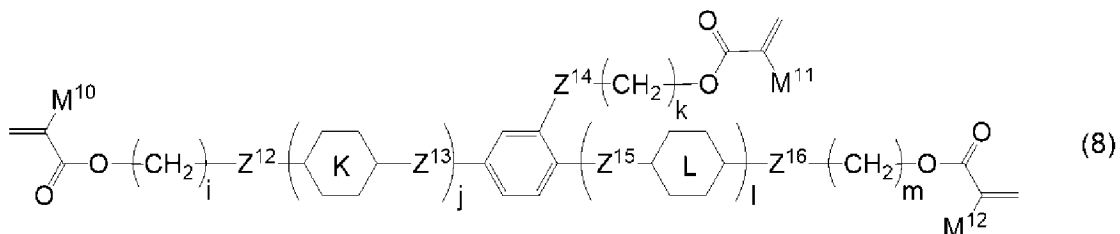
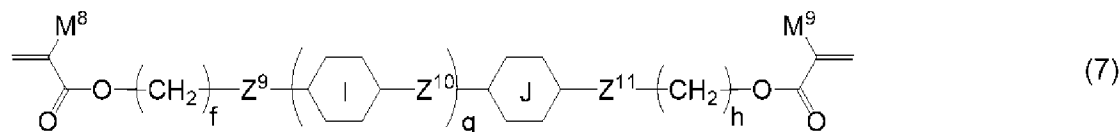
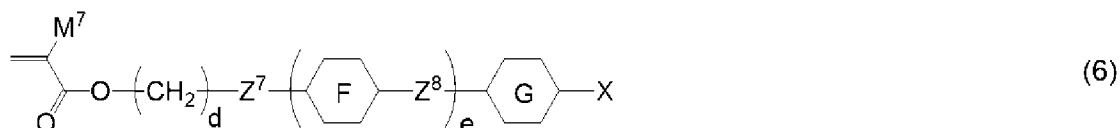
[0038] 項 11. 重合体が前駆体から誘導され、この前駆体の主成分が式 (5) で表される重合性化合物である、項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体。



式（５）において、 M^6 は水素またはメチルであり； Z^6 は単結合または炭素数１から５のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも１つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよく； R^6 は炭素数１から４０のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも１つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、炭素環式の飽和脂肪族化合物、複素環式の飽和脂肪族化合物、炭素環式の不飽和脂肪族化合物、複素環式の不飽和脂肪族化合物、炭素環式の芳香族化合物、または複素環式の芳香族化合物から２つの水素を除くことによって生成した二価基で置き換えられてもよく、これらの二価基において、炭素数は５から３５であり、少なくとも１つの水素は、炭素数１から１２のアルキルで置き換えられてもよく、このアルキルにおいて、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよい。

[0039] 項１２． 式（５）において、 M^6 が水素またはメチルであり； Z^6 が単結合または炭素数１から５のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも１つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよく； R^6 が炭素数１から４０のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも１つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよい、項１１に記載の液晶複合体。

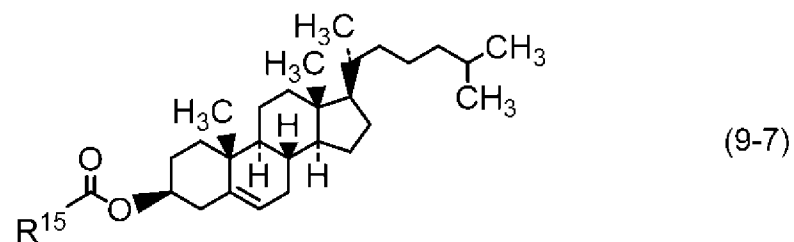
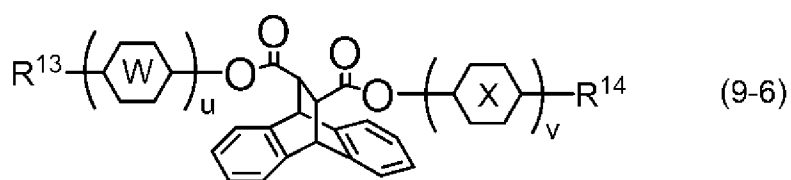
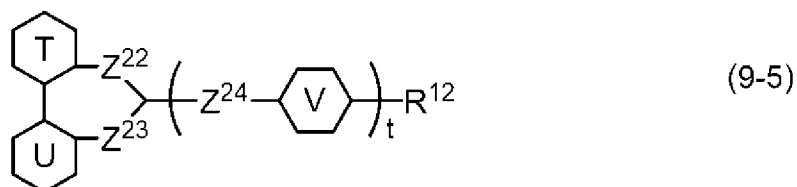
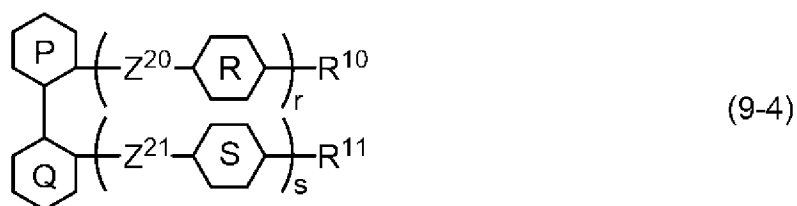
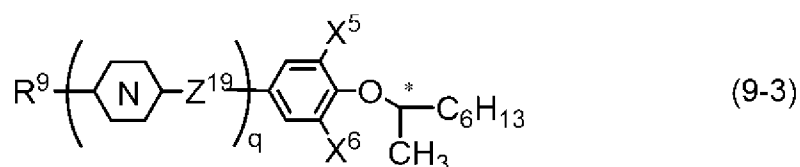
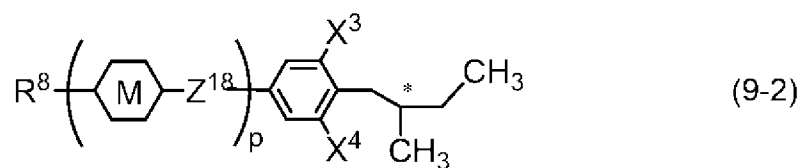
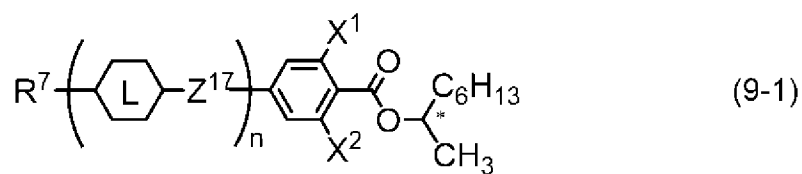
[0040] 項１３． 重合体が前駆体から誘導され、この前駆体の主成分が式（６）、式（７）、または式（８）で表される重合性化合物である、項１から６のいずれか１項に記載の液晶複合体。



式（６）、式（７）、および式（８）において、環Ｆ、環Ｇ、環Ｉ、環Ｊ、環Ｋ、および環Ｌは、１，４－シクロヘキシレン、１，４－フェニレン、１，４－シクロヘキセニレン、ピリジン－２，５－ジイル、１，３－ジオキサソ－２，５－ジイル、ナフタレン－２，６－ジイル、またはフルオレン－２，７－ジイルであり、ここで、少なくとも１つの水素はフッ素、塩素、シアノ、ヒドロキシ、ホルミル、トリフルオロアセチル、ジフルオロメチル、トリフルオロメチル、炭素数１から５のアルキル、炭素数１から５のアルコキシ、炭素数２から５のアルコシカルボニル、または炭素数１から５のアルカノイルで置き換えられてもよく； Z^7 、 Z^9 、 Z^{11} 、 Z^{12} 、および Z^{16} は、単結合、－Ｏ－、－ＣＯＯ－、－ＯＣＯ－、または－ＯＣＯＯ－であり； Z^8 、 Z^{10} 、 Z^{13} 、および Z^{15} は、単結合、－ＯＣＨ_２－、－ＣＨ_２Ｏ－、－ＣＯＯ－、－ＯＣＯ－、－ＣＯＳ－、－ＳＣＯ－、－ＯＣＯＯ－、－ＣＯＮＨ－、－ＮＨＣＯ－、－ＣＦ_２Ｏ－、－ＯＣＦ_２－、－ＣＨ_２ＣＨ_２－、－ＣＦ_２ＣＦ_２－、－ＣＨ＝ＣＨＣＯＯ－、－ＯＣＯＣＨ＝ＣＨ－、－ＣＨ_２ＣＨ_２ＣＯＯ－、－ＯＣＯＣＨ_２ＣＨ_２－、－ＣＨ＝ＣＨ－、－Ｎ＝ＣＨ－、－ＣＨ＝Ｎ－、－Ｎ＝Ｃ（ＣＨ_３）－、－Ｃ（ＣＨ_３）＝Ｎ－、－Ｎ＝Ｎ－、または－Ｃ≡Ｃ－であり； Z^{14} は単結合、－Ｏ－、または－ＣＯＯ－であり； X は、水素、フッ素、塩素、トリフルオロメチル、トリフルオロメトキシ、シアノ、炭素

数 1 から 20 のアルキル、炭素数 2 から 20 のアルケニル、炭素数 1 から 20 のアルコキシ、または炭素数 2 から 20 のアルコシカルボニルであり；
e および g は、1 から 4 の整数であり；j および l は、0 から 3 の整数であり、j および l の和は 1 から 4 であり；d、f、h、i、k、および m は、0 から 20 の整数であり； M^7 から M^{12} は、水素またはメチルである。

[0041] 項 14. 添加物 A が式 (9-1) から式 (9-7) で表される光学活性化化合物から選択された少なくとも 1 つの化合物である、項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体。



式(9-1)から式(9-7)において、 R^7 から R^{15} は、水素、フッ素、塩素、シアノ、 $-\text{SF}_5$ 、または炭素数1から10のアルキルであり、このアル

キルにおいて、少なくとも1つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ は、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ または $-\text{C}\equiv\text{C}-$ で置き換えられてもよく、これらの基において、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく；環L、環M、環N、環R、環S、環V、環W、および環Xは、1, 4-シクロヘキシレン、1, 4-フェニレン、1, 3-ジオキサン-2, 5-ジイル、テトラヒドロピラン-2, 5-ジイル、テトラヒドロピラン-3, 5-ジイル、ピリミジン-2, 5-ジイル、ピリジン-2, 5-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、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく；環P、環Q、環T、および環Uは、5, 6, 7, 8-テトラヒドロナフタレン-1, 2-ジイルまたはナフタレン-1, 2-ジイルであり； Z^{17} から Z^{24} は、単結合または炭素数1から20のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも1つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ は、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ または $-\text{C}\equiv\text{C}-$ で置き換えられてもよく、これらの基において、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく； X^1 から X^6 は、水素またはフッ素であり；n、p、q、r、s、t、u、およびvは、1、2、または3である。

[0042] 項15. 液晶組成物に基づいて、添加物Aの割合が0.03%から25%の範囲である、項1から14のいずれか1項に記載の液晶複合体。

[0043] 項16. 液晶組成物のらせんピッチが $10\mu\text{m}$ 以下である、項1から15のいずれか1項に記載の液晶複合体。

[0044] 項17. 液晶組成物が添加物Bとして二色性色素を含有する、項1から16のいずれか1項に記載の液晶複合体。

[0045] 項18. 添加物Bが、ベンゾチアジアゾール類 (benzothiadiazoles)、ジケトピロロピロール類 (diketopyrrolopyrroles)、アゾ化合物 (azo compounds)、およびアントラキノン類 (anthraquinones) から選択された少なくとも

も１つの二色性色素である、項１７に記載の液晶複合体。

[0046] 項１９． 液晶組成物に基づいて、添加物Ｂの割合が０．０１％から２５％の範囲である、項１７または１８に記載の液晶複合体。

[0047] 項２０． 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が３％から４０％の範囲であり、液晶組成物の割合が９７％から６０％の範囲である、項１から１９のいずれか１項に記載の液晶複合体。

[0048] 項２１． 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が１０％から７０％の範囲であり、液晶組成物の割合が９０％から３０％の範囲である、項１から２０のいずれか１項に記載の液晶複合体。

[0049] 項２２． 調光層が項１から２１のいずれか１項に記載の液晶複合体であり、調光層が一对の透明基板により挟持され、透明基板が透明電極を有する、液晶調光素子。

[0050] 項２３． 透明基板がガラス板またはアクリル板である、項２２に記載の液晶調光素子。

[0051] 項２４． 透明基板がプラスチックフィルムである、項２２に記載の液晶調光素子。

[0052] 項２５． 項１から２１のいずれか１項に記載の液晶複合体を有し、照度（ 180 W/m^2 ）、照射時間（１００時間）、槽内温度（ 35°C ）の条件下で行った耐候性試験の前後におけるヘイズ変化率が２０％以下である、項２２から２４のいずれか１項に記載の液晶調光素子。

[0053] 項２６． 項２２から２５のいずれか１項に記載の液晶調光素子を使用する調光窓。

[0054] 項２７． 項２２から２５のいずれか１項に記載の液晶調光素子を使用するスマートウィンドウ。

[0055] 項２８． 項１から２１のいずれか１項に記載の液晶複合体の、液晶調光素子への使用。

[0056] 項２９． 項１から２１のいずれか１項に記載の液晶複合体の、透明基板がプラスチックフィルムである液晶調光素子への使用。

[0057] 項 3 0. 項 1 から 2 1 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体の、調光窓への使用。

[0058] 項 3 1. 項 1 から 2 1 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体の、スマートウィンドウへの使用。

[0059] 本発明は、次の項も含む。(a) 液晶組成物が、成分 A として、項 2 に記載の化合物 (1-1)、化合物 (1-3)、化合物 (1-6)、化合物 (1-8)、化合物 (1-10)、化合物 (1-14)、および化合物 (1-34) から選択された少なくとも 1 つの化合物を含有する、上記の液晶複合体。

[0060] (b) 液晶組成物が、成分 B として、項 5 に記載の化合物 (2-1)、化合物 (2-3)、化合物 (2-5)、化合物 (2-6)、化合物 (2-7)、および化合物 (2-8) から選択された少なくとも 1 つの化合物を含有する、上記の液晶複合体。

[0061] 本発明は、次の項も含む。(c) 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が 3% から 40% の範囲であり、液晶組成物の割合が 97% から 60% の範囲である、上記の液晶複合体。(d) 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が 4% から 20% の範囲であり、液晶組成物の割合が 96% から 80% の範囲である、上記の液晶複合体。(e) 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が 5% から 10% の範囲であり、液晶組成物の割合が 95% から 90% の範囲である、上記の液晶複合体。

[0062] 本発明は、次の項も含む。(f) 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が 10% から 70% の範囲であり、液晶組成物の割合が 90% から 30% の範囲である、上記の液晶複合体。(g) 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が 20% から 60% の範囲であり、液晶組成物の割合が 80% から 40% の範囲である、上記の液晶複合体。(h) 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が 30% から 40% の範囲であり、液晶組成物の割合が 70% から 60% の範囲である、上記の液晶複合体。

[0063] 本発明は、次の項も含む。(i) 液晶複合体の前駆体が重合性組成物であ

り、この重合性組成物が、液晶組成物および重合性化合物および添加物Cとして光重合開始剤を含有する、上記の液晶複合体。

[0064] 我々は、液晶調光素子の向上を試みた。液晶調光素子を向上させるには、表1に記載したようなネマチック組成物の代わりに、キラルネマチック組成物を用いるというアプローチを考えた。ネマチック組成物と光学活性化合物との混合物であるキラルネマチック組成物に重合体を組み合わせた液晶複合体は液晶調光素子に使用できると期待したからである。我々は、この可能性について検討し、本発明に至った。

[0065] 本発明は、重合体とキラルネマチック相を有する液晶組成物とを含有する液晶複合体、およびこの複合体を有する液晶調光素子に関する。調光素子に適合させるために光学活性化合物（キラル剤）がネマチック液晶組成物に添加される。キラルネマチック液晶組成物は、このように調製される。液晶複合体は、キラルネマチック液晶組成物と重合体とから構成される。液晶複合体を構成する成分として適する化合物の種類については、文献で報告されていないようである。我々は、ある種の液晶複合体が、条件によってフォーカルコニック状態、プレーナー状態、ホメオトロピック状態などを示すこと、そして調光用の素子に適していることを見出した。

[0066] 本発明を次の順で説明する。第一に、液晶複合体を説明する。第二に、液晶組成物を説明する。第三に、液晶性化合物の主要な特性、およびこの化合物が液晶組成物や素子に及ぼす主要な効果を説明する。第四に、液晶性化合物の組合せや好ましい割合を説明する。第五に、液晶性化合物の好ましい形態を説明する。第六に、好ましい液晶性化合物を示す。第七に、重合性化合物の好ましい形態およびその一例を説明する。第八に、光学活性化合物の好ましい形態およびその一例を説明する。第九に、成分化合物の合成法を説明する。第十に、重合性組成物に添加してもよい添加物を説明する。最後に、液晶調光素子を説明する。

[0067] 第一に、液晶複合体を説明する。液晶複合体の前駆体は、重合性組成物である。液晶複合体は重合性組成物の重合によって生成する。重合性組成物は

、重合性化合物と液晶組成物との混合物である。液晶組成物には、添加物 A として、光学活性化合物が添加されている。重合性組成物を素子に入れ、重合させる。重合によって生成した重合体が相分離し、液晶複合体を与える。液晶複合体を有する素子は、重合体の割合によって、高分子支持配向型、ポリマーネットワーク型、高分子分散型に分類される。

[0068] 重合体の割合が小さいとき、高分子支持配向型 (polymer sustained alignment) の素子が生成する。これは、P S A 素子と略される。国際公開 2 0 1 2 - 0 5 0 1 7 8 号公報の実施例 1 には、「モノマーは、液晶材料に対して、0.5 w t % となるように添加した」(段落 0 1 0 5) と記載されている。この記載から分かるように、P S A 素子においては、少量の重合性化合物が液晶材料 (液晶組成物) に添加される。P S A 素子では、重合体が液晶分子のプレチルト角を調整する。プレチルト角を最適化することによって液晶分子が安定化され、素子の応答時間が短縮される。

[0069] 重合体の割合が大きいとき、高分子分散型の素子が生成する。このタイプの素子では、重合体中で液晶組成物が液滴のように分散している。各液滴はマイクロカプセル化されており、連続していない。液晶分子は、カプセルの内壁に沿って配向するのでランダム状態である。重合体の屈折率と液晶分子の屈折率が異なるので、入射光は散乱する。素子是不透明である。素子に電圧を印加したとき、液晶分子の屈折率が変化する。この屈折率が重合体の屈折率と同じになれば、入射光は素子を通過し、素子は透明になる。

[0070] 一方、重合体の割合が中程度のとき、ポリマーネットワーク型の素子が生成する。このタイプの素子では、重合体は三次元の網目構造を有し、液晶組成物はこの網目に囲まれてはいるが、連続している。液晶分子はランダム状態であり、素子是不透明である。素子に電圧を印加したとき、液晶分子を電界方向に配列するので、素子は透明になる。液晶複合体に基づいた液晶組成物の割合は、効率的に光散乱させるために、大きい方が好ましい。液滴や網目が大きいとき、駆動電圧は低い。したがって、重合体の割合は、低い駆動電圧の観点から小さい方が好ましい。液滴や網目が小さいとき、応答時間は

短い。したがって、重合体の割合は、短い応答時間の観点から大きい方が好ましい。

[0071] 重合体の好ましい割合は、入射光を散乱させるために、液晶複合体に基づいて約3%から約40%の範囲である。さらに好ましい割合は、液晶複合体に基づいて約4%から約20%の範囲である。特に好ましい割合は、液晶複合体に基づいて約5%から約10%の範囲である。重合体と液晶組成物との合計は100%であるから、液晶組成物の割合は容易に算出できる。なお、液晶複合体に基づいた重合体の割合は、重合性組成物に基づいた重合性化合物の割合と同一である。

[0072] 重合体の好ましい割合は、調光層（液晶複合体）と基板とのあいだの接着性を上げるために、液晶複合体に基づいて約10%から約70%の範囲である。さらに好ましい割合は、液晶複合体に基づいて約20%から約60%の範囲である。特に好ましい割合は、液晶複合体に基づいて約30%から約40%の範囲である。

[0073] 重合体の割合が約3%から約70%の範囲であるとき、ポリマーネットワーク型の素子や高分子分散型の素子が生成する。重合体の割合によっては、ポリマーネットワーク型と高分子分散型とが混在するようである。これらの素子では、PSA素子と異なり、偏光板が不要である。ポリマーネットワーク型の素子では、配向膜は必要に応じて使用される。

[0074] 重合性組成物から液晶複合体を調製する方法は、次のとおりである。まず、一对の基板の間に重合性組成物を挟持する。挟持は、重合性組成物の上限温度より高い温度で真空注入法または液晶滴下法によって行う。これらの方法で作製した素子では、流痕や滴下痕のような表示不良が発生することがある。流痕は、重合性組成物が素子の中を流れた痕である。滴下痕は、重合性組成物を滴下した痕である。このような表示不良は抑制された方が好ましい。次に、熱または光によって重合性化合物を重合させる。重合には紫外線照射が好ましい。重合によって重合性組成物から重合体が相分離する。これによって基板の間に調光層（液晶複合体）が形成される。

[0075] 第二に、液晶組成物を説明する。この組成物は、複数の液晶性化合物を含有する。この組成物は、添加物を含有してもよい。添加物は、光学活性化合物、酸化防止剤、紫外線吸収剤、消光剤、色素、消泡剤、重合開始剤、重合禁止剤、極性化合物などである。この組成物は、液晶性化合物の観点から組成物Aと組成物Bに分類される。組成物Aは、化合物（1）および化合物（2）から選択された液晶性化合物の他に、その他の液晶性化合物、添加物などをさらに含有してもよい。「その他の液晶性化合物」は、化合物（1）および化合物（2）とは異なる液晶性化合物である。このような化合物は、特性をさらに調整する目的で組成物に混合される。

[0076] 組成物Bは、実質的に化合物（1）および化合物（2）から選択された液晶性化合物のみからなる。「実質的に」は、組成物Bが添加物を含有してもよいが、その他の液晶性化合物を含有しないことを意味する。組成物Bは組成物Aに比較して成分の数が少ない。コストを下げるという観点から、組成物Bは組成物Aよりも好ましい。その他の液晶性化合物を混合することによって特性をさらに調整できるという観点から、組成物Aは組成物Bよりも好ましい。

[0077] 第三に、液晶性化合物の主要な特性、およびこの化合物が液晶組成物や素子に及ぼす主要な効果を説明する。成分化合物の主要な特性を表2にまとめる。表2において、Lは大きいまたは高い、Mは中程度の、Sは小さいまたは低い、を意味する。記号L、M、Sは、成分化合物のあいだの定性的な比較に基づいた分類であり、記号O（ゼロ）は、Sよりも小さいことを意味する。

[0078]

表2. 液晶性化合物の特性

化合物	化合物(1)	化合物(2)
上限温度	S~L	S~L
粘度	M~L	S~M
光学異方性	M~L	S~L
誘電率異方性	M~L ¹⁾	0
比抵抗	L	L

1) 誘電率異方性の値は負であり、記号は絶対値の大小を示す

[0079] 成分化合物が組成物の特性に及ぼす主要な効果は次のとおりである。化合物(1)は、誘電率異方性を上げる。化合物(2)は、上限温度を上げる、または下限温度を下げる。

[0080] 第四に、液晶性化合物の組合せや好ましい割合を説明する。組成物における成分の好ましい組合せは、成分A+成分Bである。成分Aの中から選択された特定の1つまたは2つの化合物と成分Bとを組み合わせてもよい。成分Bの中から選択された特定の1つまたは2つの化合物と成分Aとを組み合わせてもよい。

[0081] 成分Aの好ましい割合は、誘電率異方性を上げるために約20%以上であり、下限温度を下げるために約90%以下である。さらに好ましい割合は約25%から約85%の範囲である。特に好ましい割合は約30%から約80%の範囲である。

[0082] 成分Bの好ましい割合は、上限温度を上げるために、または下限温度を下げるために約10%以上であり、誘電率異方性を上げるために約80%以下である。さらに好ましい割合は約15%から約75%の範囲である。特に好ましい割合は約20%から約70%の範囲である。

[0083] 第五に、液晶性化合物の好ましい形態を説明する。式(1)および式(2)において、R¹およびR²は、水素、炭素数1から12のアルキル、炭素数1から12のアルコキシ、炭素数2から12のアルケニル、炭素数2から12のアルケニルオキシ、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で

置き換えられた炭素数 1 から 12 のアルキルである。好ましい R^1 または R^2 は、光や熱に対する安定性を上げるために炭素数 1 から 12 のアルキルであり、誘電率異方性を上げるために炭素数 1 から 12 のアルコキシである。

[0084] R^3 および R^4 は、炭素数 1 から 12 のアルキル、炭素数 1 から 12 のアルコキシ、炭素数 2 から 12 のアルケニル、少なくとも 1 つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数 1 から 12 のアルキル、または少なくとも 1 つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数 2 から 12 のアルケニルである。好ましい R^3 または R^4 は、上限温度を上げるために、または下限温度を下げるために炭素数 2 から 12 のアルケニルであり、光や熱に対する安定性を上げるために炭素数 1 から 12 のアルキルである。

[0085] 好ましいアルキルは、メチル、エチル、プロピル、ブチル、ペンチル、ヘキシル、ヘプチル、またはオクチルである。さらに好ましいアルキルは、粘度を下げるためにメチル、エチル、プロピル、ブチル、またはペンチルである。

[0086] 好ましいアルコキシは、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、ブトキシ、ペンチルオキシ、ヘキシルオキシ、またはヘプチルオキシである。粘度を下げるために、さらに好ましいアルコキシは、メトキシまたはエトキシである。

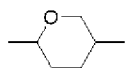
[0087] 好ましいアルケニルは、ビニル、1-プロペニル、2-プロペニル、1-ブテニル、2-ブテニル、3-ブテニル、1-ペンテニル、2-ペンテニル、3-ペンテニル、4-ペンテニル、1-ヘキセニル、2-ヘキセニル、3-ヘキセニル、4-ヘキセニル、または5-ヘキセニルである。さらに好ましいアルケニルは、粘度を下げるためにビニル、1-プロペニル、3-ブテニル、または3-ペンテニルである。これらのアルケニルにおける $-CH=CH-$ の好ましい立体配置は、二重結合の位置に依存する。粘度を下げるためなどから1-プロペニル、1-ブテニル、1-ペンテニル、1-ヘキセニル、3-ペンテニル、3-ヘキセニルのようなアルケニルにおいてはトランスが好ましい。2-ブテニル、2-ペンテニル、2-ヘキセニルのようなアルケニルにおいてはシスが好ましい。

[0088] 好ましいアルケニルオキシは、ビニルオキシ、アリルオキシ、3-ブテニルオキシ、3-ペンテニルオキシ、または4-ペンテニルオキシである。粘度を下げるために、さらに好ましいアルケニルオキシは、アリルオキシまたは3-ブテニルオキシである。

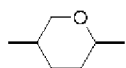
[0089] 少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたアルキルの好ましい例は、フルオロメチル、2-フルオロエチル、3-フルオロプロピル、4-フルオロブチル、5-フルオロペンチル、6-フルオロヘキシル、7-フルオロヘプチル、または8-フルオロオクチルである。さらに好ましい例は、誘電率異方性を上げるために2-フルオロエチル、3-フルオロプロピル、4-フルオロブチル、または5-フルオロペンチルである。

[0090] 少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたアルケニルの好ましい例は、2, 2-ジフルオロビニル、3, 3-ジフルオロ-2-プロペニル、4, 4-ジフルオロ-3-ブテニル、5, 5-ジフルオロ-4-ペンテニル、または6, 6-ジフルオロ-5-ヘキセニルである。さらに好ましい例は、粘度を下げるために2, 2-ジフルオロビニルまたは4, 4-ジフルオロ-3-ブテニルである。

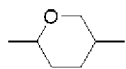
[0091] 環Aおよび環Cは、1, 4-シクロヘキシレン、1, 4-シクロヘキセニレン、テトラヒドロピラン-2, 5-ジイル、1, 4-フェニレン、少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた1, 4-フェニレン、ナフタレン-2, 6-ジイル、少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたナフタレン-2, 6-ジイル、クロマン-2, 6-ジイル、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたクロマン-2, 6-ジイルである。好ましい環Aまたは環Cは、下限温度を下げるために、または上限温度を上げるために、1, 4-シクロヘキシレンであり、下限温度を下げるために1, 4-フェニレンである。テトラヒドロピラン-2, 5-ジイルは、



または

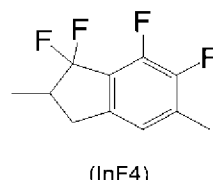
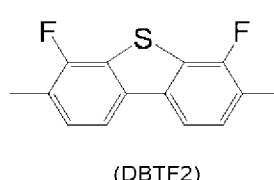
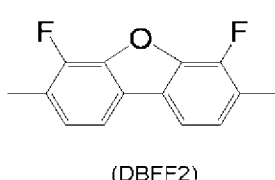
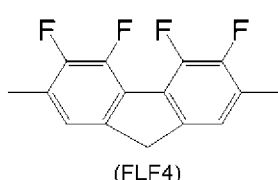


であり、好ましくは



である。

- [0092] 環Bは、2, 3-ジフルオロ-1, 4-フェニレン、2-クロロ-3-フルオロ-1, 4-フェニレン、2, 3-ジフルオロ-5-メチル-1, 4-フェニレン、3, 4, 5-トリフルオロナフタレン-2, 6-ジイル、7, 8-ジフルオロクロマン-2, 6-ジイル、3, 4, 5, 6-テトラフルオロフルオレン-2, 7-ジイル (FLF4)、4, 6-ジフルオロジベンゾフラン-3, 7-ジイル (DBFF2)、4, 6-ジフルオロジベンゾチオフエン-3, 7-ジイル (DBTF2)、または1, 1, 6, 7-テトラフルオロインダン-2, 5-ジイル (InF4) である。



好ましい環Bは、粘度を下げるために2, 3-ジフルオロ-1, 4-フェニレンであり、誘電率異方性を上げるために4, 6-ジフルオロジベンゾチオフエン-3, 7-ジイルである。

- [0093] 環Dおよび環Eは、1, 4-シクロヘキシレン、1, 4-フェニレン、2-フルオロ-1, 4-フェニレン、または2, 5-ジフルオロ-1, 4-フェニレンである。好ましい環Dまたは環Eは、上限温度を上げるために1, 4-シクロヘキシレンであり、下限温度を下げるために1, 4-フェニレンである。

- [0094] Z^1 および Z^2 は、単結合、エチレン、ビニレン、メチレンオキシ、またはカルボニルオキシである。好ましい Z^1 または Z^2 は、下限温度を下げるために単結合またはエチレンであり、誘電率異方性を上げるためにメチレンオキシである。特に好ましい Z^1 または Z^2 は、単結合である。 Z^3 は、単結合、エ

チレン、ビニレン、メチレンオキシ、またはカルボニルオキシである。好ましい Z^3 は、光や熱に対する安定性を上げるために単結合である。

[0095] メチレンオキシのような二価基は、左右非対称である。メチレンオキシにおいて、 $-CH_2O-$ は $-OCH_2-$ よりも好ましい。カルボニルオキシにおいて、 $-COO-$ は $-OCO-$ よりも好ましい。

[0096] a は、0、1、2、または3であり、 b は、0または1であり、そして a および b の和は3以下である。好ましい a は下限温度を下げるために1であり、上限温度を上げるために2または3である。好ましい b は誘電率異方性を上げるために0であり、下限温度を下げるために1である。 c は、1、2、または3である。好ましい c は下限温度を下げるために1であり、上限温度を上げるために2または3である。

[0097] 第六に、好ましい液晶性化合物を示す。好ましい化合物(1)は、項2に記載の化合物(1-1)から化合物(1-35)である。これらの化合物において、成分Aの少なくとも1つが、化合物(1-1)、化合物(1-3)、化合物(1-6)、化合物(1-8)、化合物(1-10)、化合物(1-14)、または化合物(1-34)であることが好ましい。成分Aの少なくとも2つが、化合物(1-1)および化合物(1-8)、化合物(1-1)および化合物(1-14)、化合物(1-3)および化合物(1-8)、化合物(1-3)および化合物(1-14)、化合物(1-3)および化合物(1-34)、化合物(1-6)および化合物(1-8)、化合物(1-6)および化合物(1-10)、または化合物(1-6)および化合物(1-14)の組合せであることが好ましい。

[0098] 好ましい化合物(2)は、項5に記載の化合物(2-1)から化合物(2-13)である。これらの化合物において、成分Bの少なくとも1つが、化合物(2-1)、化合物(2-3)、化合物(2-5)、化合物(2-6)、化合物(2-7)、または化合物(2-8)であることが好ましい。成分Bの少なくとも2つが化合物(2-1)および化合物(2-5)、化合物(2-1)および化合物(2-6)、化合物(2-1)および化合物(2-7)

）、化合物（２－１）および化合物（２－８）化合物（２－３）および化合物（２－５）、化合物（２－３）および化合物（２－６）、化合物（２－３）および化合物（２－７）、または化合物（２－３）および化合物（２－８）の組合せであることが好ましい。

[0099] 第七に、重合性化合物の好ましい形態およびその一例を説明する。重合性化合物からは重合によって重合体が誘導される。重合体の前駆体は重合性化合物である。重合性化合物は、単独であってもよく、または複数の化合物の混合物であってもよい。好ましい重合性化合物は、化合物（３）、化合物（４）、または化合物（５）である。好ましい重合性化合物は、化合物（６）、化合物（７）、または化合物（８）である。重合性化合物は、化合物（３）から化合物（８）から選択された化合物の混合物であってもよい。この混合物は、化合物（３）から化合物（８）とは異なる重合性化合物を含有してもよい。このような混合物は、化合物（３）、化合物（４）、または化合物（５）を主成分として含有する。このような混合物は、化合物（６）、化合物（７）、または化合物（８）を主成分として含有する。

[0100] ７－１．化合物（３）

式（３）において、 Z^4 は炭素数１から２０のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも１つの水素は、炭素数１から５のアルキル、フッ素、塩素、または P^3 で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-NH-$ 、または $-N(R^5)-$ で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、炭素環式の飽和脂肪族化合物、複素環式の飽和脂肪族化合物、炭素環式の不飽和脂肪族化合物、複素環式の不飽和脂肪族化合物、炭素環式の芳香族化合物、または複素環式の芳香族化合物から２つの水素を除くことによって生成した二価基で置き換えられてもよく、これらの二価基において、炭素数は５から３５であり、少なくとも１つの水素は、 R^5 または P^3 で置き換えられてもよい。ここで、 R^5 は炭素数１から１２のアルキルであり、こ

のアルキルにおいて、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよい。

[0101] 炭素環式または複素環式の飽和脂肪族化合物から2つの水素を除くことによって生成した二価基の例は、1, 4-シクロヘキシレン、デカヒドロナフタレン-2, 6-ジイル、テトラヒドロピラン-2, 5-ジイル、1, 3-ジオキサソ-2, 5-ジイルなどである。炭素環式または複素環式の不飽和脂肪族化合物から2つの水素を除くことによって生成した二価基の例は、1, 4-シクロヘキセニレン、ジヒドロピラン-2, 5-ジイルなどである。炭素環式または複素環式の芳香族化合物から2つの水素を除くことによって生成した二価基の例は、1, 4-フェニレン、少なくとも1つの水素がフッ素で置き換えられた1, 4-フェニレン、1, 2, 3, 4-テトラヒドロナフタレン-2, 6-ジイル、ナフタレン-1, 2-ジイル、ピリミジン-2, 5-ジイルなどである。

[0102] 好ましい Z^4 は、炭素数1から20のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも1つの水素は、炭素数1から5のアルキルで置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、炭素環式の飽和脂肪族化合物または炭素環式の芳香族化合物から2つの水素を除くことによって生成した二価基で置き換えられてもよく、これらの二価基において、炭素数は5から35である。さらに好ましい Z^4 は、炭素数1から20のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも1つの水素は、炭素数1から5のアルキルで置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ で置き換えられてもよい。

[0103] 好ましい Z^4 は、液晶組成物との相溶性を上げるために、1, 4-シクロヘキシレンや1, 4-フェニレンのような環構造を含む。好ましい Z^4 は、網目構造を容易に形成させるために、アルキレンのような鎖状構造を含む。

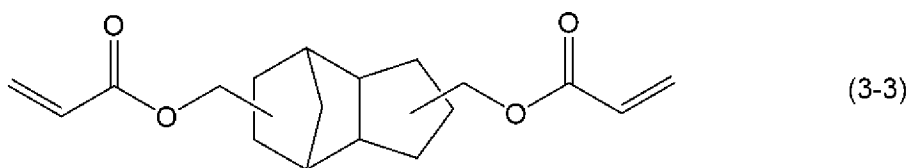
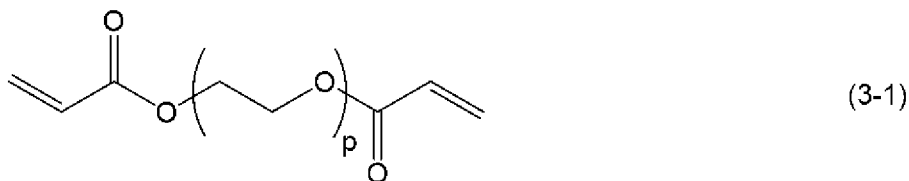
[0104] P^1 、 P^2 、および P^3 は、重合性基である。好ましい重合性基は、式($P-1$)から式($P-6$)である。これらの式において、波線は結合する位置を

示す。さらに好ましい重合性基は、式（P-1）から式（P-3）である。

P¹、P²、およびP³は、アクリロイルオキシまたはメタクリロイルオキシであってもよい。

[0105] 式（P-1）から式（P-6）において、M¹、M²、およびM³は、水素、フッ素、炭素数1から5のアルキル、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数1から5のアルキルである。好ましいM¹、M²、またはM³は、反応性を上げるために水素またはメチルである。さらに好ましいM¹は水素またはメチルであり、さらに好ましいM²またはM³は、水素である。

[0106] 化合物（3）の一例は、次のとおりである。



式（3-1）において、pは1から6の整数であり、式（3-2）において、qは5から20の整数である。

[0107] 化合物（3）において、重合性基が多い場合は、架橋によって液滴を囲む重合体が固くなるか、または重合体の網目が密になる。好ましい重合性化合物は、少なくとも1つのアクリロイルオキシ（-OCO-CH=CH₂）またはメタクリロイルオキシ（-OCO-(CH₃)C=CH₂）を有する。化合物（3）は重合によって対応する重合体を与える。化合物（3）が揮発性である場合は、そのオリゴマーを用いてもよい。好ましい重合体は無色透明であり、液晶組成物には不溶である。好ましい重合体は、素子の基板との密着

性に優れ、駆動電圧を下げる。この効果を向上させるために、化合物（３）とは異なる重合性化合物を併用してもよい。

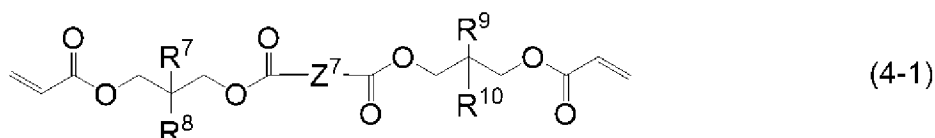
[0108] ７－２．化合物（４）

式（４）において、 M^4 および M^5 は、水素またはメチルである。好ましい M^4 または M^5 は、反応性を上げるために水素である。

[0109] Z^5 は、炭素数２１から８０のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも１つの水素は、炭素数１から２０のアルキル、フッ素、または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-NH-$ 、または $-N(R^5)-$ で置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、ここで、 R^5 は、炭素数１から１２のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよい。好ましい Z^5 は、低電圧駆動のために、炭素数２１から６０のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも１つの水素は、炭素数１から２０のアルキルで置き換えられてもよく、少なくとも１つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよい。

[0110] さらに好ましい Z^5 は、低電圧駆動のために、少なくとも１つの水素がアルキルで置き換えられたアルキレンである。アルキレンの２つの水素がアルキルで置き換えられたとき、立体障害を避けることが好ましい。例えば、２つのアルキルを十分に離す、またはアルキルの一方には炭素数１から５のアルキルを用いる。少なくとも３つの水素がアルキルで置き換えられたときも同様である。

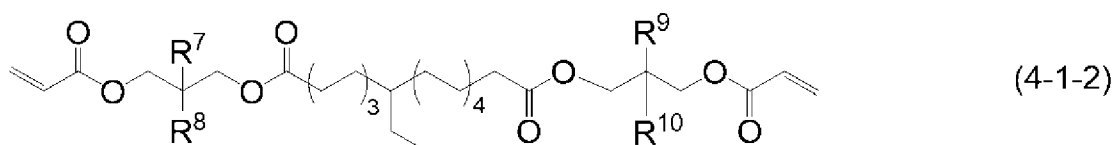
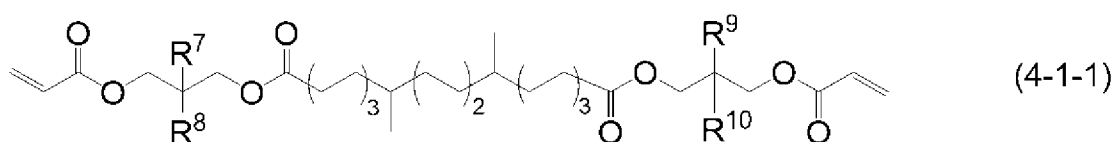
[0111] 化合物（４）の一例は、次のとおりである。



式（４－１）において、 R^7 および R^9 は、炭素数１から５のアルキルであり

、 R^8 および R^{10} は、炭素数5から20のアルキルであり、これらのアルキルにおいて、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよく、 Z^7 は炭素数13から30のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよい。

[0112] 化合物(4-1)の一例は、次のとおりである。



式(4-1-1)および式(4-1-2)において、例えば、 R^7 および R^9 は、エチルであり、 R^8 および R^{10} は、 $-CH_2OCOC_9H_{19}$ 、 $-CH_2OCOC_{10}H_{21}$ 、 $-CH_2OC_8H_{17}$ 、または $-CH_2OC_{11}H_{23}$ である。

[0113] 化合物(4)はジアクリレートまたはジメタクリレートである。式(4)の Z^5 はアルキレンなどであるので、重合体は網目構造を形成しやすい。 Z^5 の分子鎖が短いとき、重合体の架橋部位が近接するので、網目が小さくなる。 Z^5 の分子鎖が長いとき、重合体の架橋部位が離れ、分子運動の自由度が向上するので、駆動電圧が下がる。 Z^5 が分岐状であるとき、自由度がさらに向上するので、駆動電圧がさらに下がる。この効果を向上させるために、化合物(4)とは異なる重合性化合物を併用してもよい。

[0114] 7-3. 化合物(5)

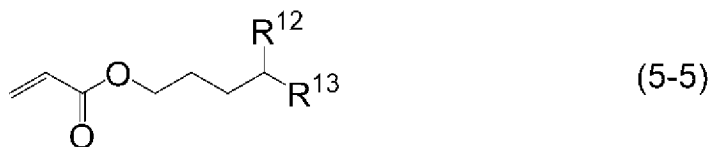
式(5)において、 M^6 は、水素またはメチルである。好ましい M^6 は、反応性を上げるために水素である。

[0115] Z^6 は単結合または炭素数1から5のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または

—OCO—で置き換えられてもよい。好ましい Z^6 は、単結合または炭素数1から5のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも1つの—CH₂—は、—O—、—CO—、—COO—、または—OCO—で置き換えられてもよい。

[0116] R^6 は炭素数1から40のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも1つの—CH₂—は、—O—、—CO—、—COO—、または—OCO—で置き換えられてもよく、少なくとも1つの—CH₂—は、炭素環式の飽和脂肪族化合物、複素環式の飽和脂肪族化合物、炭素環式の不飽和脂肪族化合物、複素環式の不飽和脂肪族化合物、炭素環式の芳香族化合物、または複素環式の芳香族化合物から2つの水素を除くことによって生成した二価基で置き換えられてもよく、これらの二価基において、炭素数は5から35であり、少なくとも1つの水素は、炭素数1から12のアルキルで置き換えられてもよく、このアルキルにおいて、少なくとも1つの—CH₂—は、—O—、—CO—、—COO—、または—OCO—で置き換えられてもよい。好ましい R^6 は、炭素数5から30のアルキルである。さらに好ましい R^6 は、炭素数5から30の分岐状アルキルである。

[0117] 化合物(5)の一例は、次のとおりである。



式(5-1)から式(5-5)において、 R^{11} は、炭素数5から20のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも1つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよく、 R^{12} および R^{13} は、炭素数3から10のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも1つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよい。

[0118] 化合物(5)はアクリレートまたはメタクリレートである。式(5)の R^6 が環状構造を有するとき、液晶組成物との親和性が向上する。 R^6 がアルキレンであるとき、重合体は網目構造を形成しやすい。この重合体では、アルキレンによって分子運動の自由度が向上するので、駆動電圧が下がる。この効果をさらに向上させるために、化合物(5)とは異なる重合性化合物を併用してもよい。

[0119] 7-4. 化合物(6)から(8)

式(6)、式(7)、および式(8)において、環F、環G、環I、環J、環K、および環Lは、1,4-シクロヘキシレン、1,4-フェニレン、1,4-シクロヘキセニレン、ピリジン-2,5-ジイル、1,3-ジオキササン-2,5-ジイル、ナフタレン-2,6-ジイル、またはフルオレン-2,7-ジイルであり、ここで、少なくとも1つの水素はフッ素、塩素、シアノ、ヒドロキシ、ホルミル、トリフルオロアセチル、ジフルオロメチル、トリフルオロメチル、炭素数1から5のアルキル、炭素数1から5のアルコキシ、炭素数2から5のアルコキシカルボニル、または炭素数1から5のアルカノイルで置き換えられてもよい。式(6)、式(7)、および式(8)において、好ましい環は、1,4-シクロヘキシレン、1,4-フェニレン、2-フルオロ-1,4-フェニレン、2-メチル-1,4-フェニレン、2-メトキシ-1,4-フェニレン、または2-トリフルオロメチル-1,4-フェニレンである。さらに好ましい環は、1,4-シクロヘキシレンまたは1,4-フェニレンである。

[0120] Z^7 、 Z^9 、 Z^{11} 、 Z^{12} 、および Z^{16} は、単結合、 $-O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、または $-OCOO-$ である。 Z^8 、 Z^{10} 、 Z^{13} 、および Z^{15} は、単結合、 $-OCH_2-$ 、 $-CH_2O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-COS-$ 、 $-SCO-$ 、 $-OCOO-$ 、 $-CONH-$ 、 $-NHCO-$ 、 $-CF_2O-$ 、 $-OCF_2-$ 、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-CF_2CF_2-$ 、 $-CH=CHCOO-$ 、 $-OCOCH=CH-$ 、 $-CH_2CH_2COO-$ 、 $-OCOCH_2CH_2-$ 、 $-CH=CH-$ 、 $-N=CH-$ 、 $-CH=N-$ 、 $-N=C(CH_3)-$ 、 $-C(CH_3)=N-$ 、 $-N=N-$ 、または $-C\equiv C-$ である。 Z^{14} は単結合、 $-O-$ 、または $-COO-$ である。式(6)および式(7)において、好ましい Z^8 、 Z^{10} 、 Z^{13} 、または Z^{15} は、単結合、 $-OCH_2-$ 、 $-CH_2O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2COO-$ 、または $-OCOCH_2CH_2-$ である。

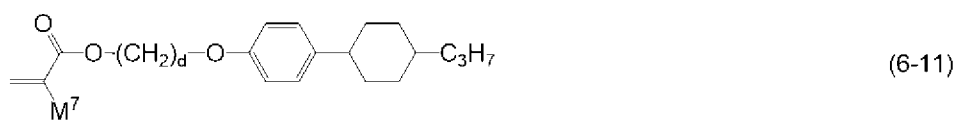
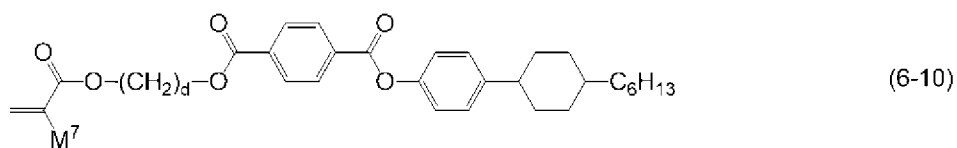
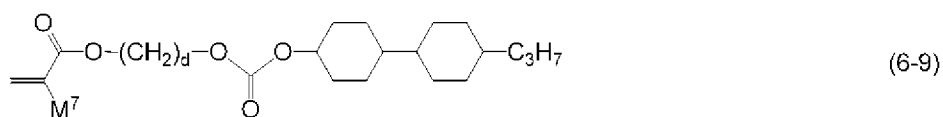
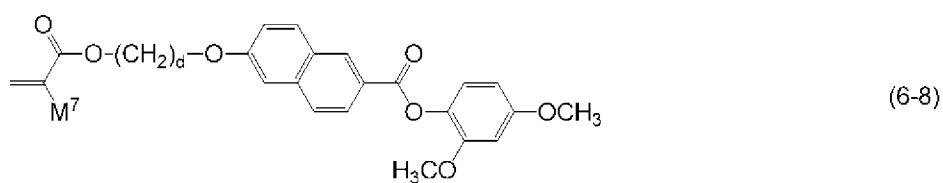
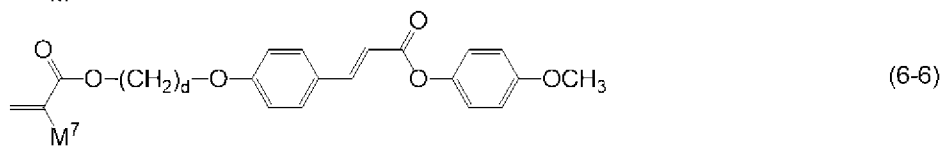
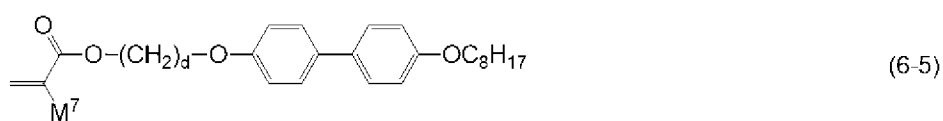
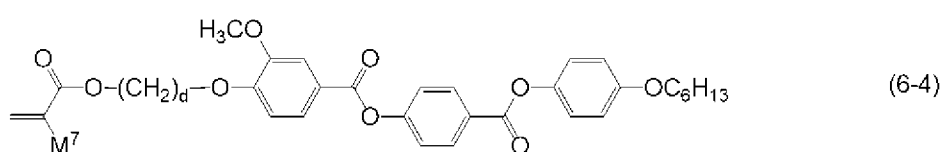
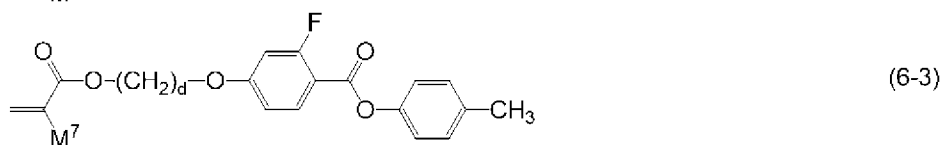
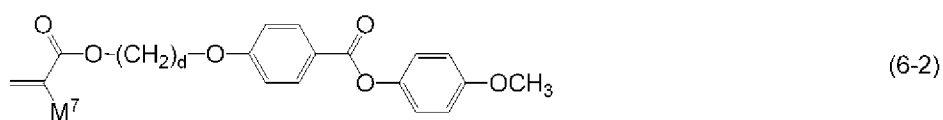
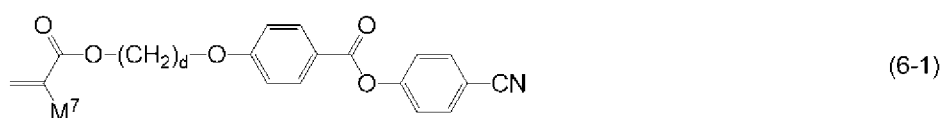
[0121] Xは、水素、フッ素、塩素、トリフルオロメチル、トリフルオロメトキシ、シアノ、炭素数1から20のアルキル、炭素数2から20のアルケニル、

炭素数 1 から 20 のアルコキシ、または炭素数 2 から 20 のアルコシカルボニルである。

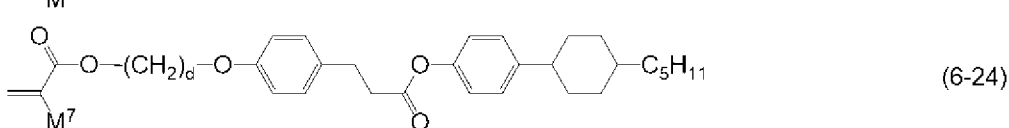
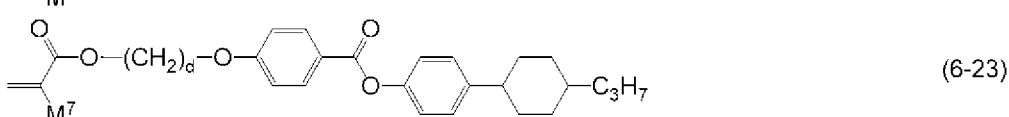
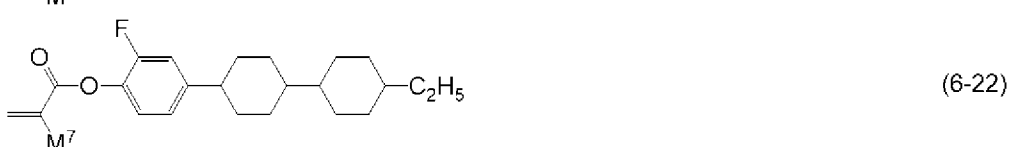
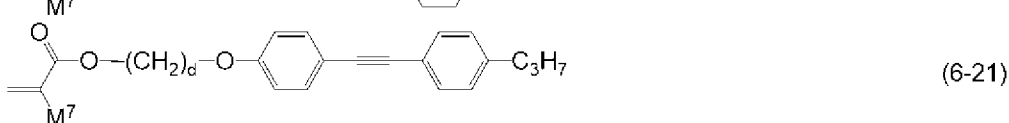
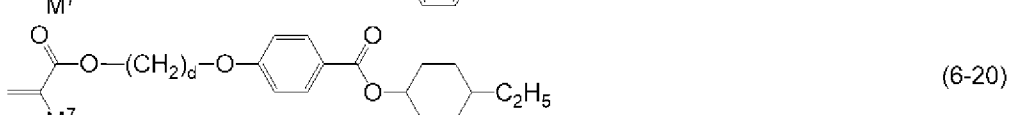
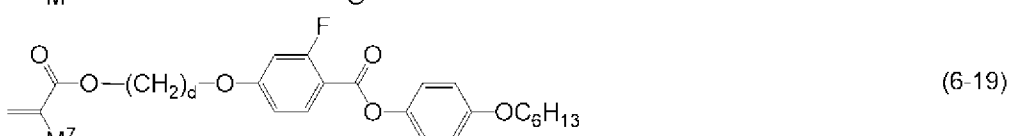
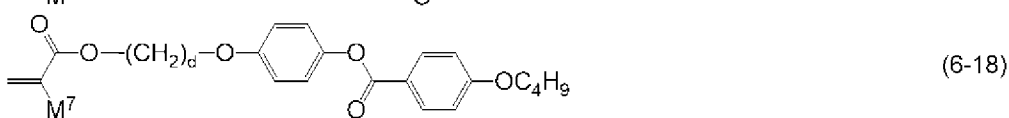
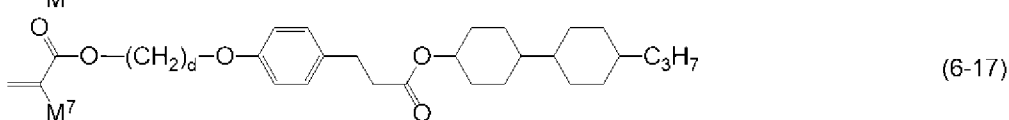
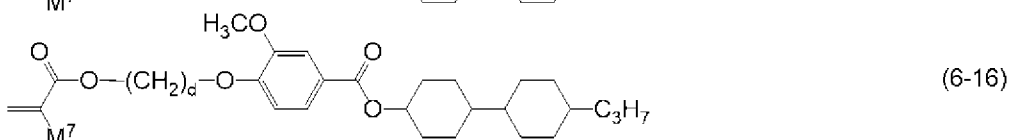
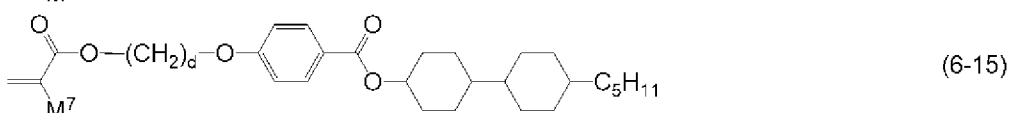
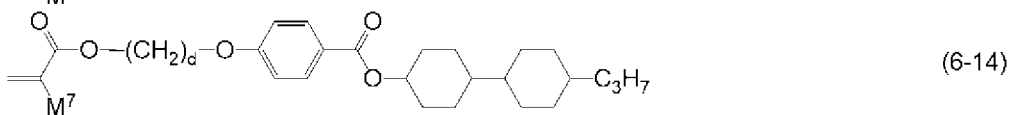
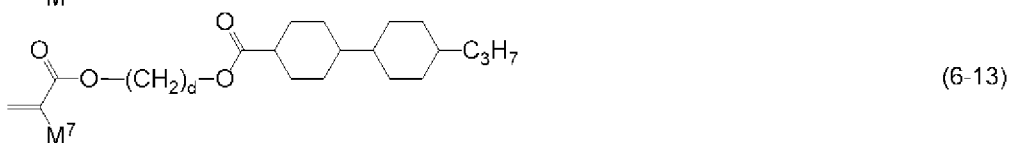
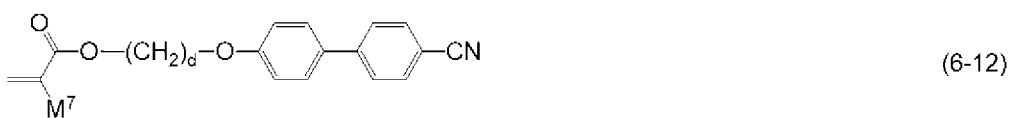
[0122] e および g は、1 から 4 の整数であり；j および l は、0 から 3 の整数であり、j および l の和は 1 から 4 であり；d、f、h、i、k、および m は、0 から 20 の整数である。

[0123] M^7 から M^{12} は、水素またはメチルである。

[0124] 化合物 (6) の一例は、次のとおりである。

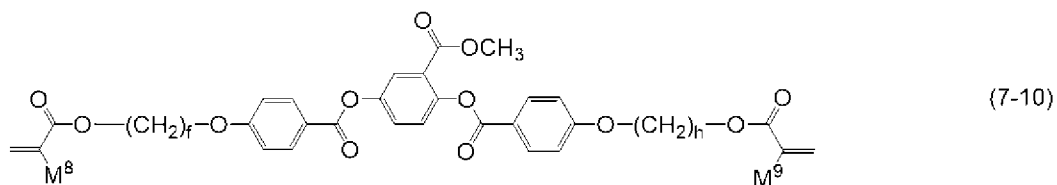
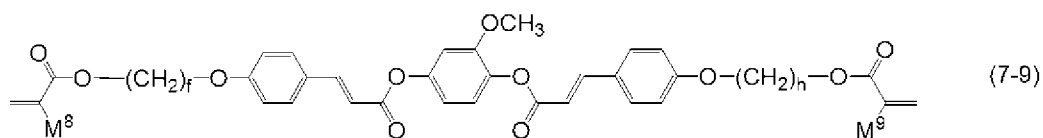
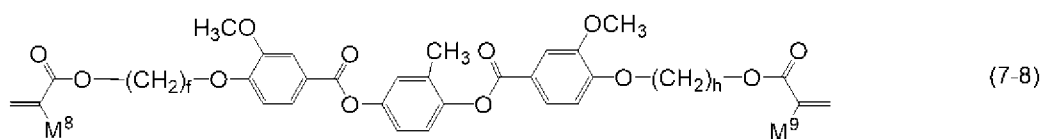
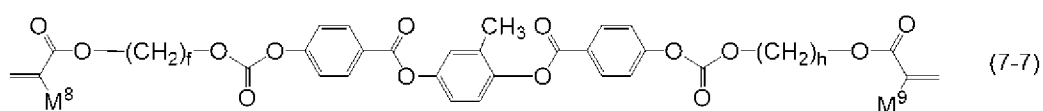
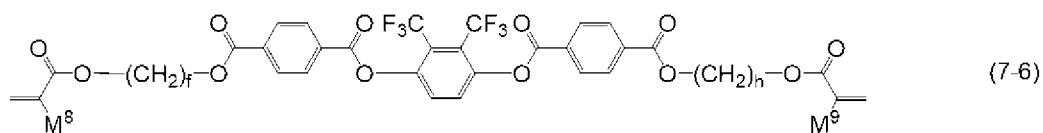
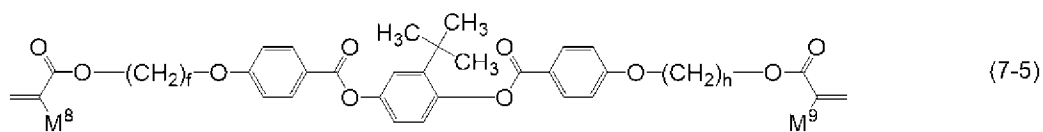
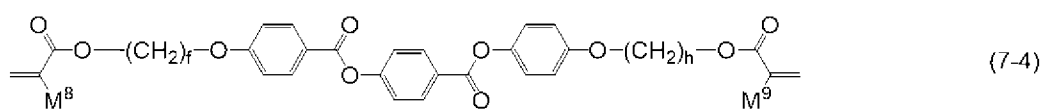
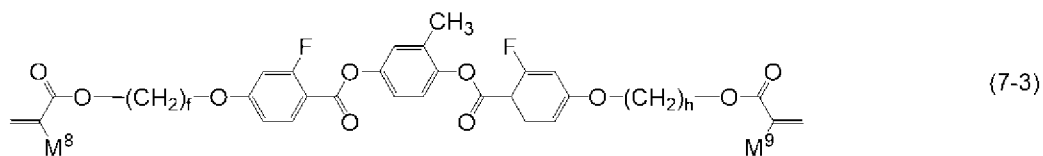
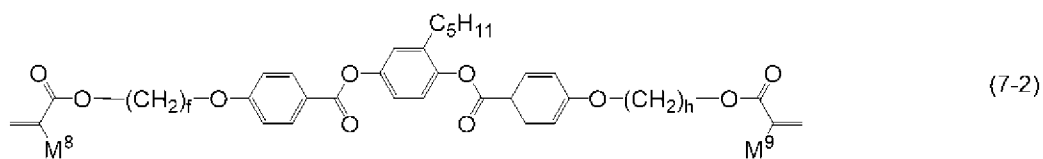
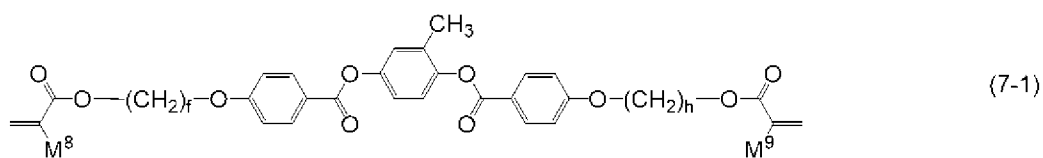


[0125]

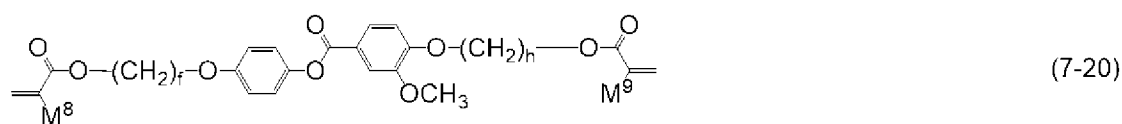
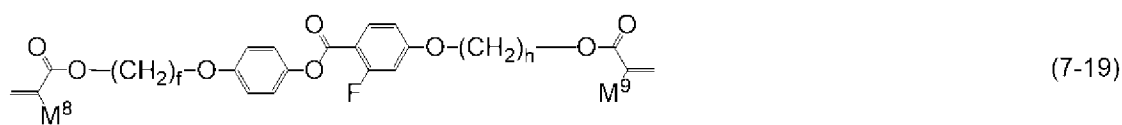
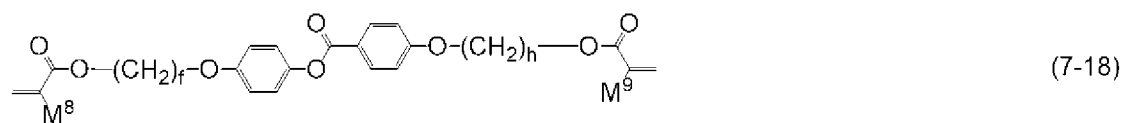
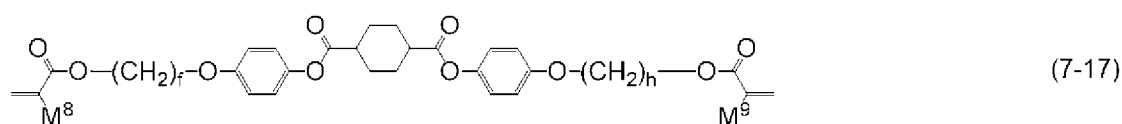
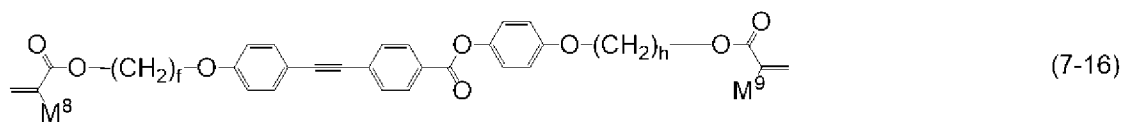
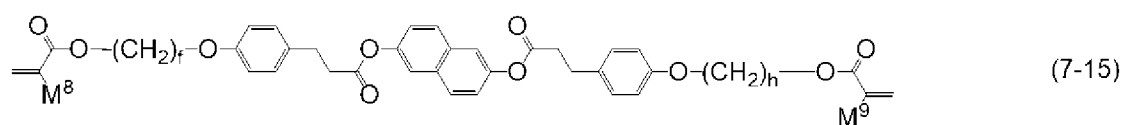
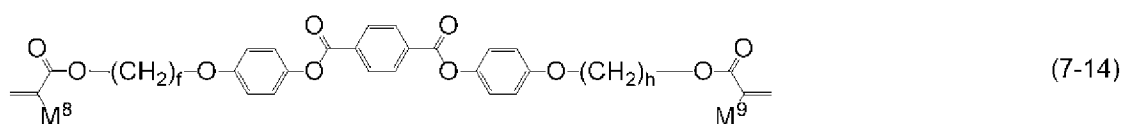
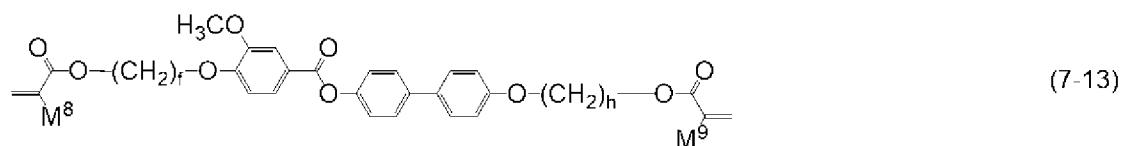
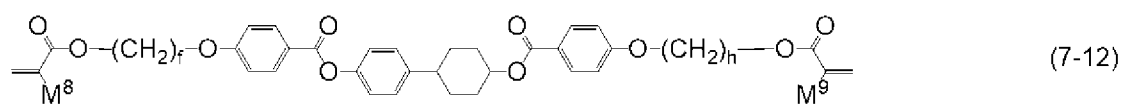
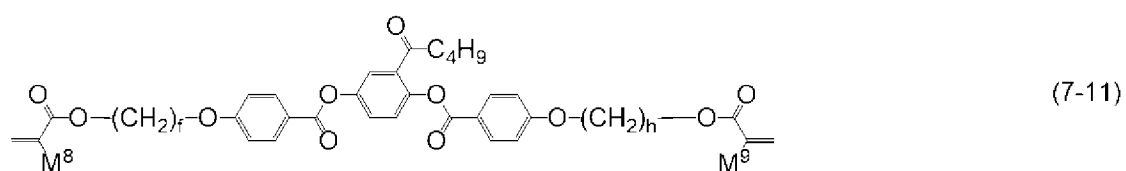


式(6-1)から式(6-24)において、 M^7 は水素またはメチルであり、 d は1から20の整数である。

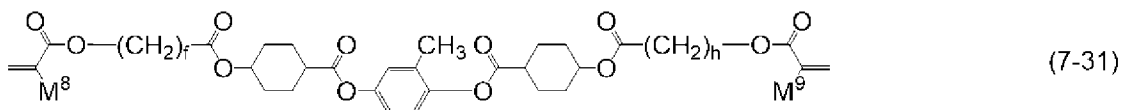
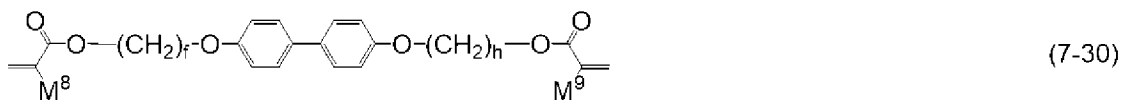
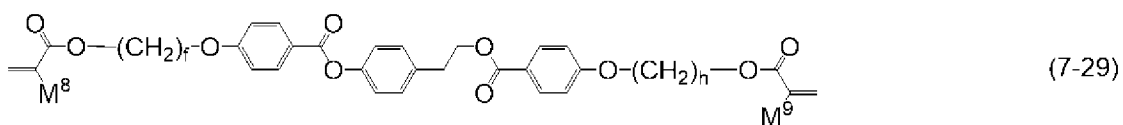
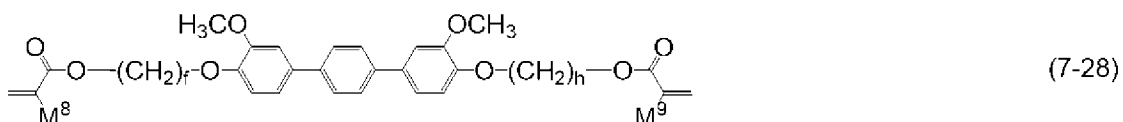
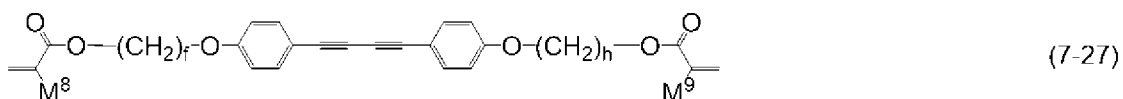
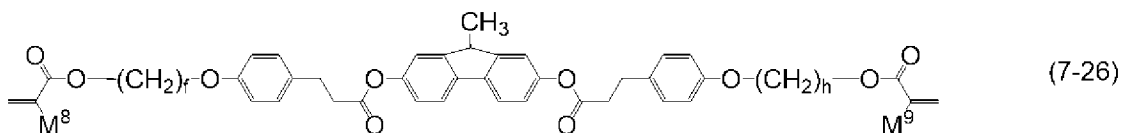
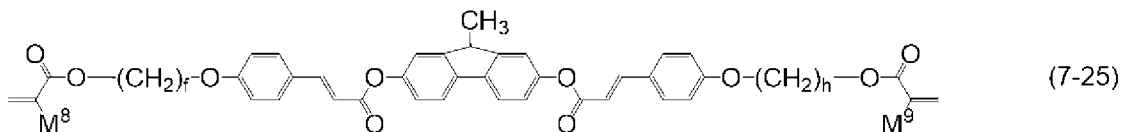
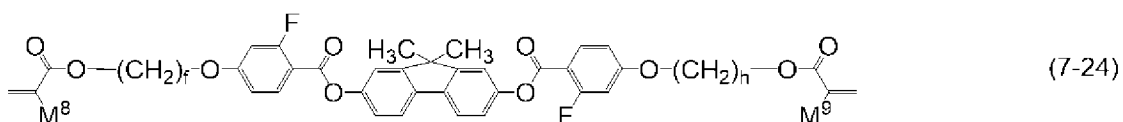
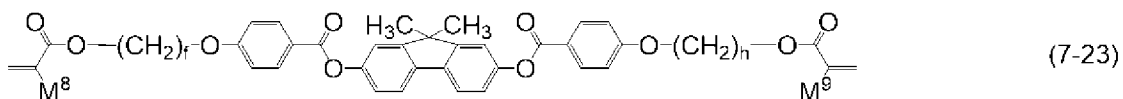
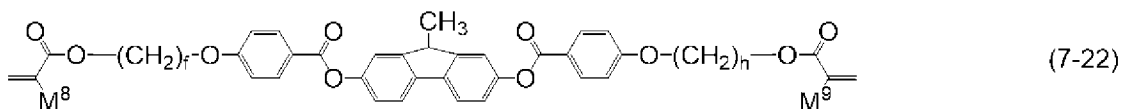
[0126] 化合物(7)の一例は、次のとおりである



[0127]

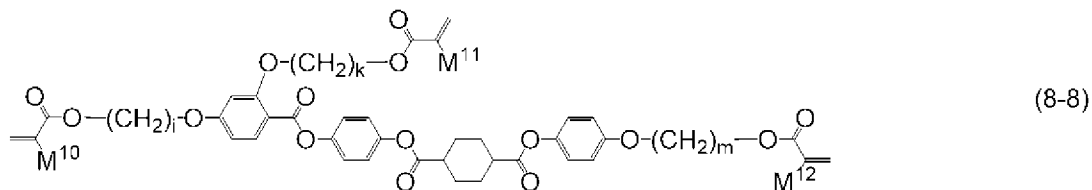
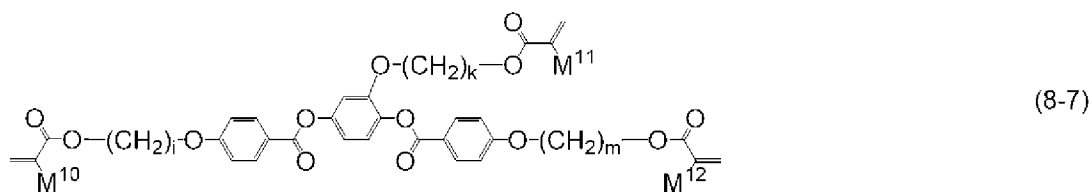
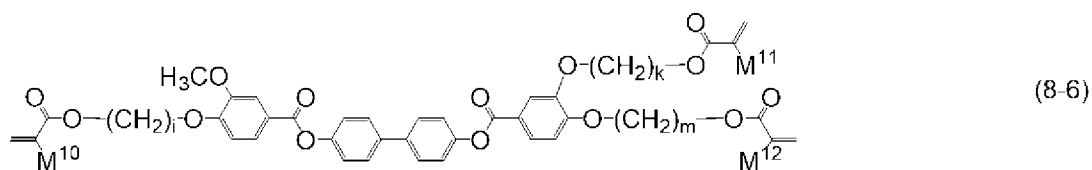
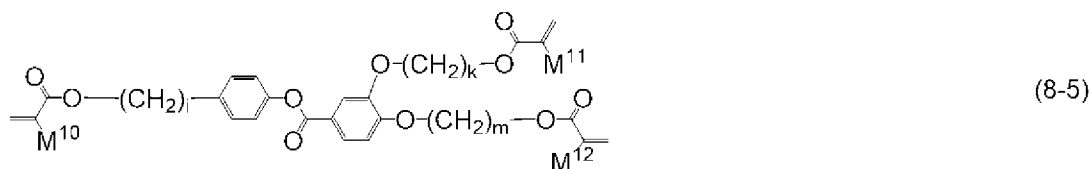
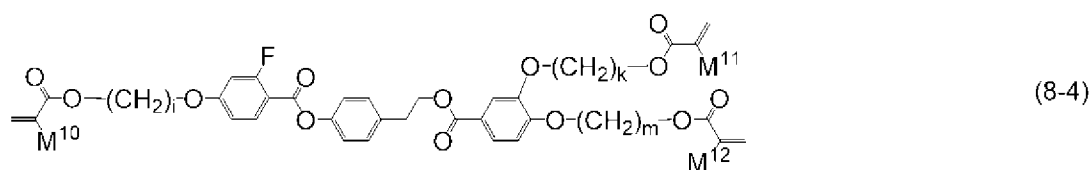
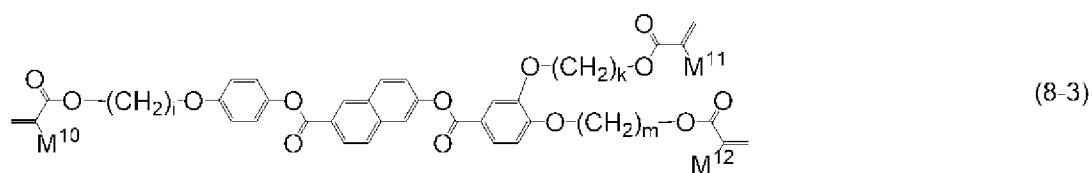
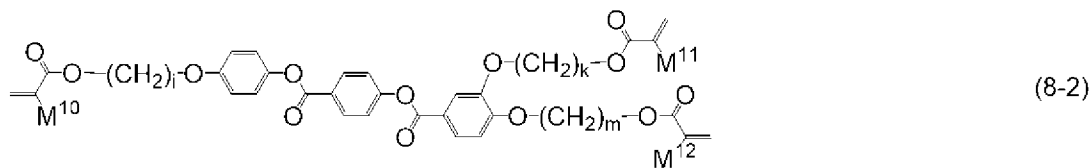
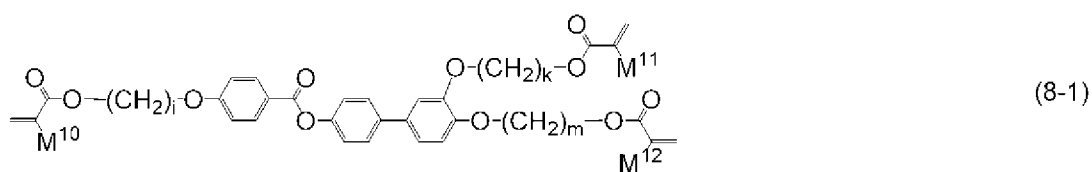


[0128]

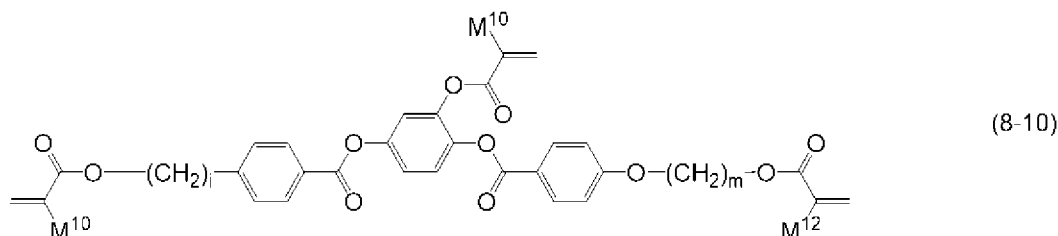
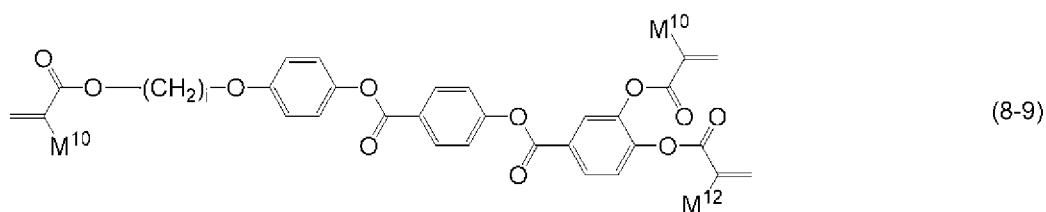


式(7-1)から式(7-31)において、 M^8 および M^9 は、水素またはメチルであり、 f および h は、1から20の整数である。

[0129] 化合物(8)の一例は、次のとおりである。



[0130]



式（８－１）から式（８－１０）において、 M^{10} 、 M^{11} 、および M^{12} は、水素またはメチルであり、 i 、 k 、および m は、１から２０の整数である。

[0131] 化合物（６）、化合物（７）、および化合物（８）は、少なくとも１つのアクリロイルオキシ（ $-\text{OCO}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ）またはメタクリロイルオキシ（ $-\text{OCO}-(\text{CH}_3)\text{C}=\text{CH}_2$ ）を有する。液晶性化合物は、メソゲン（液晶性を誘発する剛直な部位）を有するが、これらの化合物もメソゲンを有する。そのため、これらの化合物は、液晶性化合物と共に配向膜の作用によって同一方向に配向する。この配向は、重合後も維持される。このような液晶複合体は、高い透明性を有する。その他の特性を向上させるために、化合物（６）、化合物（７）、および化合物（８）とは異なる重合性化合物を併用してもよい。

[0132] 第八に、光学活性化合物の好ましい形態およびその一例を説明する。光学活性化合物は、TNモードの液晶表示素子においても使用される。このモードでは、２枚の基板は配向膜を有する。ラビング方向を９０度回転させて基板を配置する。光学活性化合物は、基板のあいだで液晶分子の配列が９０度ねじれるように添加される。らせんピッチは、 $10\ \mu\text{m}$ よりかなり大きい。一方、液晶調光素子のらせんピッチは $10\ \mu\text{m}$ 以下である。光学活性化合物の量を増やすことによってらせんピッチは小さくなる。したがって、光学活性化合物は、組成物に対して大きな相溶性を有することが好ましい。

[0133] 好ましい光学活性化合物は、化合物（９－１）から化合物（９－７）であ

る。これらの化合物の構造は、液晶性を有する化合物の構造に類似している。これらの化合物は、大きな相溶性や小さならせんピッチの観点から好ましい。化合物(9-4)および化合物(9-5)は軸不斉を有する。化合物(9-6)は、不斉炭素を有する。

[0134] 式(9-1)から式(9-7)において、 R^7 から R^{15} は、水素、フッ素、塩素、シアノ、 $-SF_5$ 、または炭素数1から10のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、これらの基において、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよい。好ましい R^7 から R^{15} は、水素、炭素数1から10のアルキル、少なくとも1つの $-CH_2-$ が $-CH=CH-$ で置き換えられた炭素数1から10のアルキル、または少なくとも1つの $-CH_2-$ が $-C\equiv C-$ で置き換えられた炭素数1から10のアルキルである。さらに好ましい R^7 から R^{15} は、炭素数1から10のアルキルである。

[0135] 環L、環M、環N、環R、環S、環V、環W、および環Xは、1,4-シクロヘキシレン、1,4-フェニレン、1,3-ジオキサン-2,5-ジイル、テトラヒドロピラン-2,5-ジイル、テトラヒドロピラン-3,5-ジイル、ピリミジン-2,5-ジイル、ピリジン-2,5-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、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよい。好ましい環L、環M、環N、環R、環S、環V、環W、または環Xは、1,4-シクロヘキシレンまたは1,4-フェニレンである。環P、環Q、環T、および環Uは、5,6,7,8-テトラヒドロナフタレン-1,2-ジイルまたはナフタレン-1,2-ジイルである。好ましい環P、環Q、環T、または環Uは、5,6,7,8-テトラヒドロナフタレン-1,2-ジイルである。

[0136] Z^{17} から Z^{24} は、単結合または炭素数1から20のアルキレンであり、こ

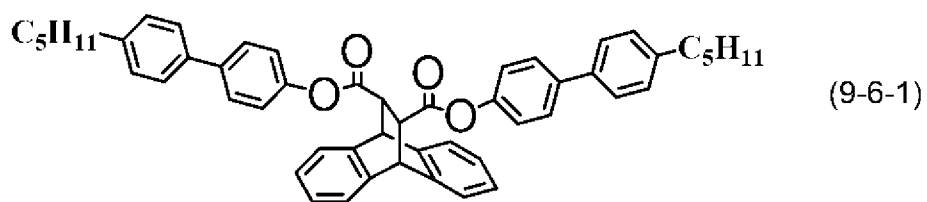
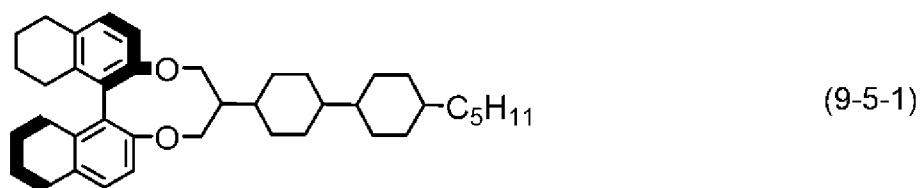
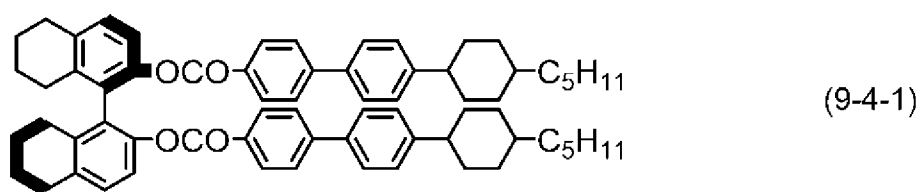
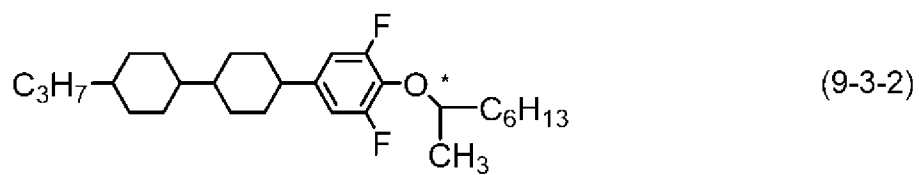
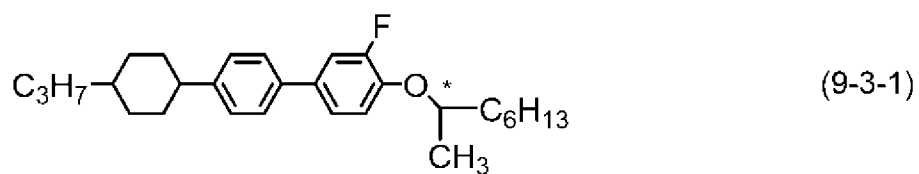
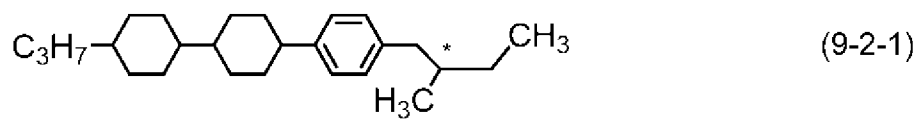
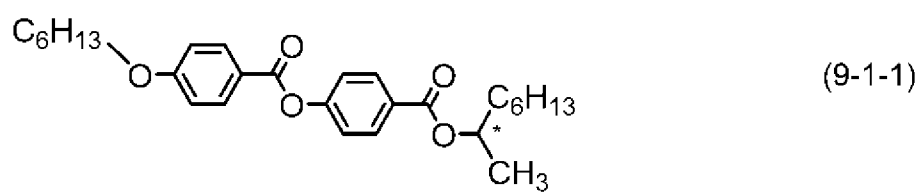
のアルキレンにおいて、少なくとも1つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ は、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ または $-\text{C}\equiv\text{C}-$ で置き換えられてもよく、これらの基において、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよい。好ましい Z^{17} から Z^{24} は、単結合、炭素数1から20のアルキレン、または少なくとも1つの $-\text{CH}_2-$ が $-\text{O}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられた炭素数1から20のアルキレンである。さらに好ましい Z^{17} から Z^{24} は、単結合、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ である。

[0137] X^1 から X^6 は、水素またはフッ素である。好ましい X^1 から X^6 は、HTP (helical twisting power) を上げるためにフッ素である。

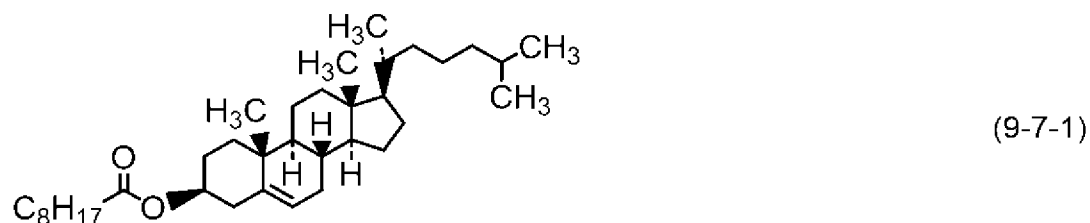
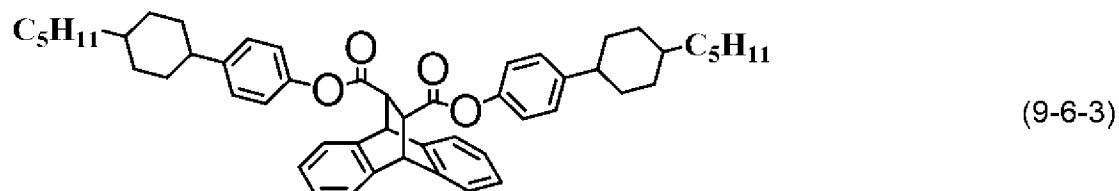
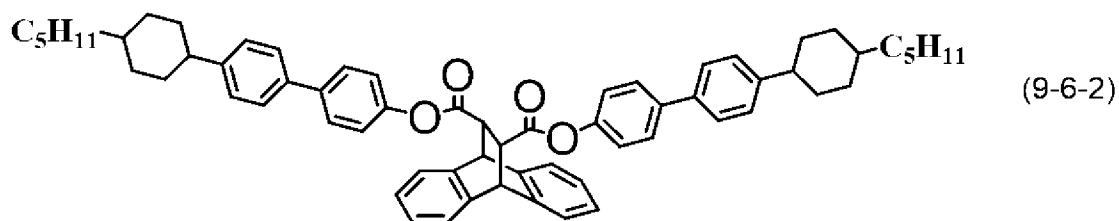
[0138] n 、 p 、 q 、 r 、 s 、 t 、 u 、および v は、1、2、または3である。好ましい n 、 p 、 q 、 r 、 s 、 t 、 u 、または v は、2または3である。

[0139] 光学活性化合物の好ましい割合は、液晶組成物に基づいて、約0.03%から約25%の範囲である。さらに好ましい割合は、約0.03%から約20%の範囲である。特に好ましい割合は、約0.03%から約15%の範囲である。液晶組成物における好ましいらせんピッチは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。さらに好ましいらせんピッチは $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。特に好ましいらせんピッチは $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

[0140] 化合物(9-1)から化合物(9-7)の一例は、次のとおりである。



[0141]



[0142] 第九に、成分化合物の合成法を説明する。これらの化合物は既知の方法によって合成できる。合成法を例示する。化合物（１－１）は、特表平２－５０３４４１号公報に記載された方法で合成する。化合物（２－１）は、特開昭５９－１７６２２１号公報に記載された方法で合成する。酸化防止剤は市販されている。後述する化合物（１０－１）は、アルドリッチ（Sigma-Aldrich Corporation）から入手できる。化合物（１０－２）などは、米国特許３６６０５０５号明細書に記載された方法によって合成する。重合性化合物は市販されているか、または既知の方法で合成可能である。

[0143] 合成法を記載しなかった化合物は、オーガニック・シンセシス（Organic Syntheses, John Wiley & Sons, Inc.）、オーガニック・リアクションズ（Organic Reactions, John Wiley & Sons, Inc.）、コンプリヘンシブ・オーガニック・シンセシス（Comprehensive Organic Synthesis, Pergamon Press）、新実験化学講座（丸善）などの成書に記載された方法によって合成できる。組成物は、このようにして得た化合物から公知の方法によって調製される。

。例えば、成分化合物を混合し、そして加熱によって互いに溶解させる。

[0144] 第十に、重合性組成物に添加してもよい添加物を説明する。このような添加物は、酸化防止剤、紫外線吸収剤、消光剤、色素、消泡剤、重合開始剤、重合禁止剤、極性化合物などである。添加物は、重合性組成物の代わりに液晶組成物または重合性化合物に添加してもよい。

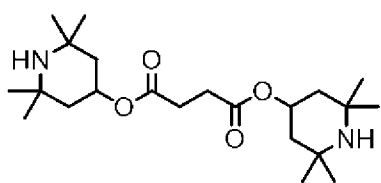
[0145] 大気中での加熱による比抵抗の低下を防止するために、または素子を長時間使用したあと、室温だけではなく上限温度に近い温度でも大きな電圧保持率を維持するために、化合物（10-1）から化合物（10-3）のような酸化防止剤を組成物に添加してもよい。



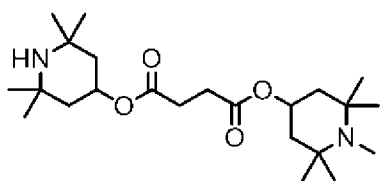
[0146] 紫外線による劣化を防止するために、紫外線吸収剤を組成物に添加してもよい。揮発性が小さい化合物は、素子を長時間使用したあと、室温だけではなく上限温度に近い温度でも大きな電圧保持率を維持するのに有効である。酸化防止剤の好ましい割合は、その効果を得るために約50 ppm以上であり、上限温度を下げないように、または下限温度を上げないように約600 ppm以下である。さらに好ましい割合は、約100 ppmから約300 ppmの範囲である。

[0147] 紫外線吸収剤の好ましい例は、ベンゾフェノン誘導体、ベンゾエート誘導体、トリアゾール誘導体などである。立体障害のあるアミンのような光安定剤も好ましい。光安定剤の好ましい例は、化合物（11-1）から化合物（

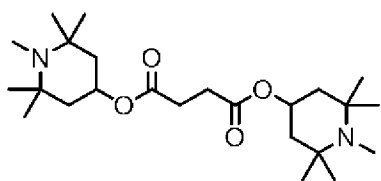
11-16) などである。これらの吸収剤や安定剤における好ましい割合は、その効果を得るために約50 ppm以上であり、上限温度を下げないように、または下限温度を上げないために約10000 ppm以下である。さらに好ましい割合は約100 ppmから約10000 ppmの範囲である。



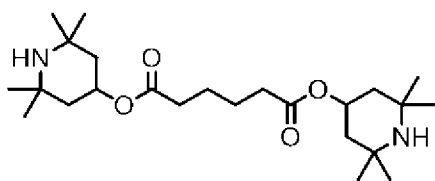
(11-1)



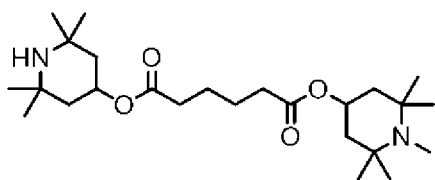
(11-2)



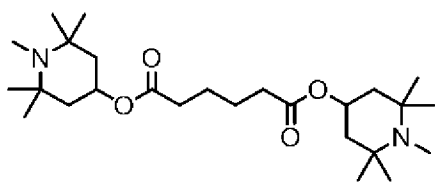
(11-3)



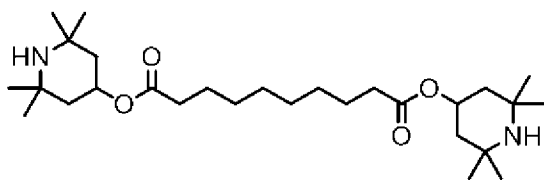
(11-4)



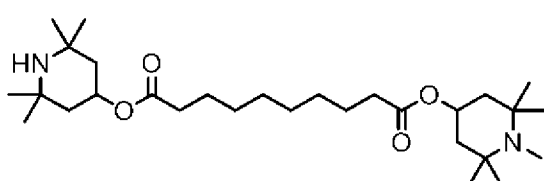
(11-5)



(11-6)

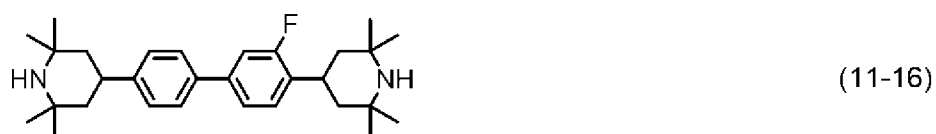
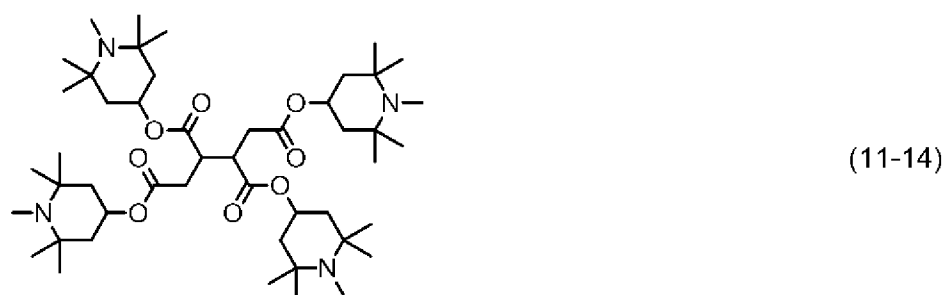
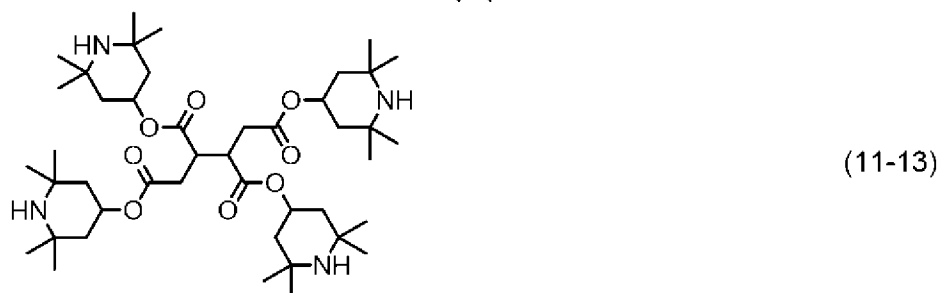
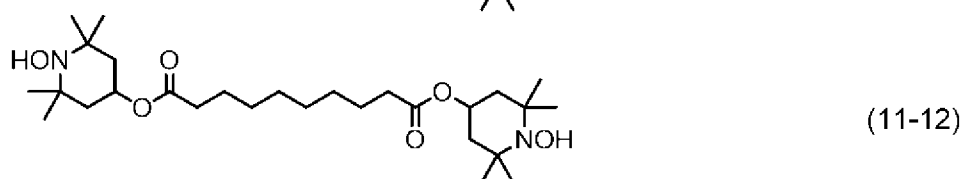
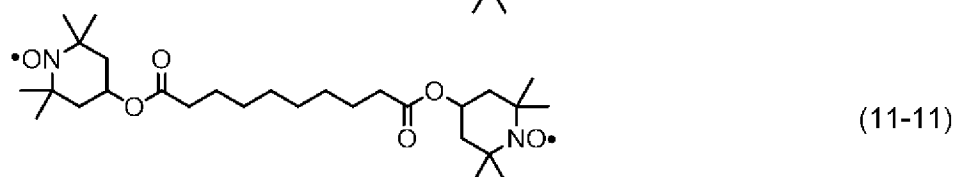
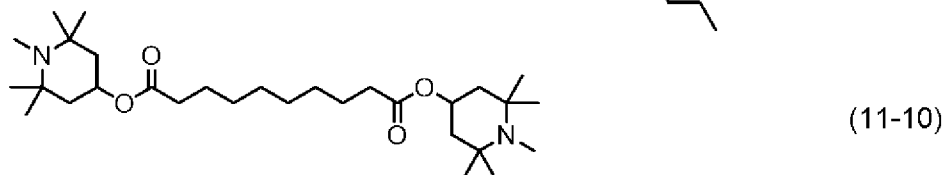
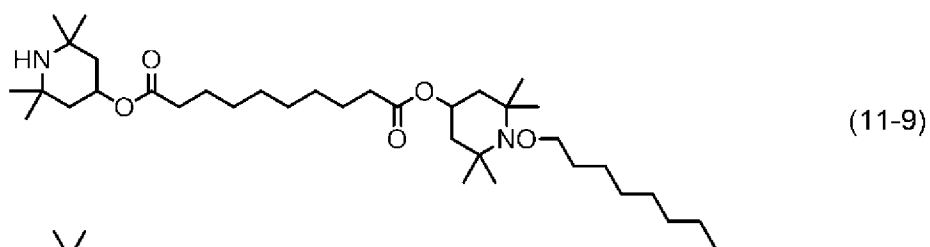


(11-7)



(11-8)

[0148]



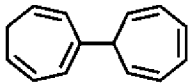
[0149] 消光剤は、液晶性化合物が吸収した光エネルギーを受容し、熱エネルギー

に変換することにより、液晶性化合物の分解を防止する化合物である。消光剤の好ましい例は、化合物（１２－１）から化合物（１２－７）などである。これらの消光剤における好ましい割合は、その効果を得るために約５０ ppm以上であり、下限温度を上げないために約２００００ ppm以下である。さらに好ましい割合は約１００ ppmから約１００００ ppmの範囲である。

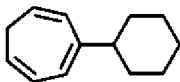
[0150]



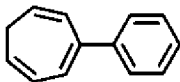
(12-1)



(12-2)



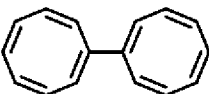
(12-3)



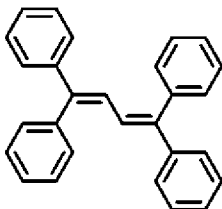
(12-4)



(12-5)



(12-6)



(12-7)

[0151] GH (guest host) モードの素子に適合させるために、二色性色素 (dichroic dye) が組成物に添加される。液晶調光素子は、部屋の仕切りに使われることがある。このような場合、特定の光を吸収させる目的で重合性組成物に色素を添加する。複数の色素を添加してもよい。液晶調光素子は太陽光の遮断に使われることがある。このような場合、黒色の（または、黒っぽい色の

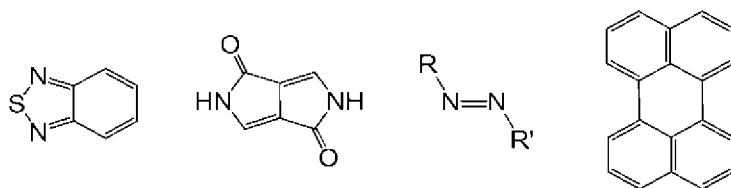
）二色性色素が液晶組成物に添加される。黒色は、シアン（cyan）、マゼンタ（magenta）、イエロー（yellow）の二色性色素を混合することによって調製される。特開2006-193742号公報、実施例42には、黒色の二色性色素が記載されている。この色素は、3つのアゾ化合物とアントラキノン類を混合することによって調製される。

[0152] 二色性色素の例は、ベンゾチアジアゾール類（benzothiadiazoles）、ジケトピロロピロール類（diketopyrrolopyrroles）、アゾ化合物（azo compounds）、アゾメチン化合物（azomethine compounds）、メチン化合物（methine compounds）、アントラキノン類（anthraquinones）、メロシアン類（merocyanines）、ナフトキノン類（naphthoquinones）、テトラジン類（tetrazines）、ピロメテン類（pyrromethenes）、およびペリレン類（perylene）やテリレン類（terrylenes）のようなリレン類（rylenes）である。

[0153] このような二色性色素は、次に記載した特徴の少なくとも幾つかを有する。a) 色素の分子が直線状である。b) 分子の中央部には、ベンゾチアジアゾール環やジケトピロロピロール環のような二色性色素に特有の骨格が存在する。c) 特有の骨格と共に分子を構成するベンゼン環やチオフェン環は、同一平面上に位置する。d) 側鎖は、アルキルやアルコキシである。e) 中央部に共役二重結合を有する。

[0154] 好ましい二色性色素は、ベンゾチアジアゾール類、ジケトピロロピロール類、アゾ化合物、アントラキノン類、およびリレン類である。特に好ましい二色性色素は、ベンゾチアジアゾール類、ジケトピロロピロール類、アゾ化合物、およびリレン類である。この四種類の色素の骨格を下に示す。例えば、ベンゾチアジアゾール類は、ベンゾチアジアゾール環を有する二色性色素を意味する。

[0155]



[0156] 市販されている二色性色素の例は、長瀬産業製のG-207、G-241

、G-305、G-470、G-471、G-472、LSB-278、LSB-335、NKX-1366、NKX-3538、NKX-3540、NKX-3622、NKX-3739、NKX-3742、NKX-3773、NKX-4010、およびNKX-4033；三井化学ファイン製のS-428、SI-426、SI-486、M-412、およびM-483である。

[0157] 二色性色素の好ましい割合は、液晶組成物に基づいて、約0.01%から約25%の範囲である。さらに好ましい割合は、約0.02%から約20%の範囲である。特に好ましい割合は、約0.03%から約15%の範囲である。

[0158] 泡立ちを防ぐために、ジメチルシリコンオイル、メチルフェニルシリコンオイルなどの消泡剤が組成物に添加される。消泡剤の好ましい割合は、その効果を得るために約1ppm以上であり、表示不良を防ぐために約1000ppm以下である。さらに好ましい割合は、約1ppmから約500ppmの範囲である。

[0159] 重合性化合物の重合には、紫外線照射が好ましい。紫外線照射ランプの例は、メタルハライドランプ、高圧水銀ランプ、超高圧水銀ランプなどである。光重合開始剤を用いるとき、紫外線の波長は、光重合開始剤の吸収波長領域であることが好ましい。液晶組成物の吸収波長域は避ける。好ましい波長は330nm以上である。さらに好ましい波長は、350nm以上であり、例えば365nmである。反応は室温付近で行ってもよく、または加熱して行ってもよい。

[0160] 光重合開始剤などの重合開始剤存在下で重合させてもよい。重合のための適切な条件や、開始剤の適切なタイプおよび量は、当業者には既知であり、文献に記載されている。例えば光重合開始剤であるIrgacure 651（登録商標；BASF）、Irgacure 184（登録商標；BASF）、またはDarocur 1173（登録商標；BASF）がラジカル重合に対して適切である。

- [0161] 重合性化合物を保管するとき、重合を防止するために重合禁止剤を添加してもよい。重合性化合物は、通常は重合禁止剤を除去しないまま液晶組成物に混合される。重合禁止剤の例は、ヒドロキノン、メチルヒドロキノンのようなヒドロキノン誘導体、4-tert-ブチルカテコール、4-メトキシフェノール、フェノチアジンなどである。
- [0162] 極性化合物は、極性をもつ有機化合物である。ここでは、イオン結合を有する化合物は含まれない。酸素、硫黄、および窒素のような原子は、より電氣的に陰性であり、部分的な負電荷をもつ傾向にある。炭素および水素は中性であるか、または部分的な正電荷をもつ傾向がある。極性は、化合物中の別種の原子間で部分電荷が均等に分布しないことから生じる。例えば、極性化合物は、 $-OH$ 、 $-COOH$ 、 $-SH$ 、 $-NH_2$ 、 $>NH$ 、 $>N-$ のような部分構造の少なくとも1つを有する。
- [0163] 極性基は、ガラス基板、金属酸化物膜などの表面と非共有結合的な相互作用を有する。この化合物は、極性基の作用によって基板表面に吸着し、液晶分子の配向を制御する。極性化合物は、液晶分子だけでなく、重合性化合物をも制御することがある。極性化合物には、このような効果が期待される。
- [0164] 最後に、液晶調光素子を説明する。ネマチック組成物は、棒状の液晶性化合物の混合物である。キラルネマチック組成物は、ネマチック組成物に光学活性化合物（キラル剤）を添加することによって調製される。液晶分子は、光学活性化合物の作用によって右ねじれまたは左ねじれを付与され、フォーカルコニック状態になる。微小領域では、液晶分子が層状に配列し、各層における液晶分子の方向は、らせん状にじれている。このらせん構造におけるねじれの軸をヘリカル軸という。らせん構造における1周期分の長さをらせんピッチという。フォーカルコニック状態は、このような微小領域の集合体であり、ヘリカル軸の方向はランダムである。
- [0165]

[0166] 図1は、ノーマルモードの調光素子を示す。調光層（液晶複合体）は、2枚の基板挟まれている。左側の素子（無印加）において、三角形（液晶分子）はフォーカルコニック状態（focal conic state）の微小領域を示し、曲線は重合体の網目を示す。右側の素子（印加）は、プレーナー状態（planar state）である。

[0167] フォーカルコニック状態の組成物に重合性化合物を混合して重合性組成物を調製する。この組成物を表示用の素子に入れる。この素子は、ITO電極を有する。この素子は、配向処理をしていないこの素子に電圧を印加しながら、紫外線を照射することによって重合反応を行い、液晶複合体を有する素子を作製する。光は散乱するので、素子是不透明である。この素子に電圧を印加することによって、液晶分子はフォーカルコニック状態からプレーナー状態に転移する。光は透過するので、素子は透明である。電圧を除去することによって、プレーナー状態は、フォーカルコニック状態に戻る。

[0168]

- [0169] 図2は、別のタイプのノーマルモードの調光素子を示す。調光層（液晶複合体）は、2枚の基板挟まれている。左側の素子（無印加）において、三角形（液晶分子）はフォーカルコニック状態（focal conic state）の微小領域を示し、曲線は重合体の網目を示す。ヘリカル軸の方向は基板に対して平行である。調光層は、フィンガープリントの模様を有する。右側の素子（印加）は、プレーナー状態（planar state）である。
- [0170] フォーカルコニック状態の組成物に重合性化合物を混合して重合性組成物を調製する。この組成物を表示用の素子に入れる。この素子は、ITO電極を有する。この素子は、垂直配向膜を有する。この素子に電圧を印加しながら、紫外線を照射することによって重合反応を行い、液晶複合体を有する素子を作製する。光は散乱するので、素子是不透明である。この素子に電圧を印加することによって、液晶分子はフォーカルコニック状態からプレーナー状態に転移する。光は透過するので、素子は透明である。電圧を除去することによって、プレーナー状態は、フォーカルコニック状態に戻る。
- [0171] 素子を長時間使用することによって経時変化が起きることがある。ヘイズ率が初期段階と比較して変化することがある。ヘイズ率における変化は、小さい方が好ましい。ヘイズ変化率が小さいとき、透明・不透明の良好な状態が維持される。ヘイズ変化率は20%以下であることが好ましい。さらに好ましいヘイズ変化率は10%以下である。特に好ましいヘイズ変化率は5%以下である。

- [0172] ヘイズ変化率は、液晶調光素子の長い寿命における重要な因子である。この素子の耐候性を試験したとき、その前後におけるヘイズ変化率は小さい方が好ましい。小さなヘイズ変化率を達成するには、液晶性化合物の種類を選択し、特定の重合性化合物と組合せ、各成分化合物の割合を検討することが重要である。よりよい結果を得るには、添加物の種類や量、重合条件などの検討が役立つ。
- [0173] 素子を長時間使用すると、表示画面にフリッカ（flicker）が発生することがある。このフリッカは、画像の焼き付きに関連し、素子を交流で駆動させる際に正フレームの電位と負フレームの電位との間に差が生じることによって発生すると推定される。フリッカ率（％）は、 $(| \text{正の電圧を印加したときの輝度} - \text{負の電圧を印加したときの輝度} |) / (\text{平均輝度}) \times 100$ 、によって表すことができる。素子のフリッカ率は、0％から1％の範囲であることが好ましい。
- [0174] 素子を長時間使用した場合、輝度が部分的に低下することがある。このような表示不良の一例は、線残像である。これは、隣り合った2つの電極に異なった電圧が繰り返し印加されることによって電極の間の輝度がすじ状に低下する現象である。この現象は、液晶組成物に含まれたイオン性不純物が電極付近に蓄積することに起因すると推定される。
- [0175] このような調光素子は、透明電極を有する一対の透明基板により挟持された調光層（液晶複合体）を有する。基板の一例は、ガラス板、石英板、アクリル板のような変形しにくい材質である。他の例は、アクリルフィルム、ポリカーボネートフィルムのような可撓性の透明プラスチックフィルムである。用途に応じて基板の一方はシリコン樹脂などの不透明な材料でもよい。この基板は、その上に透明電極を有してもよい。透明電極の例は、酸化インジウムスズ（tin-doped indium oxide、ITO）や導電性ポリマーである。この基板は、透明電極の上に配向膜を有してもよい。
- [0176] 配向膜には、ポリイミドやポリビニルアルコールのような薄膜が適している。例えば、ポリイミド配向膜は、ポリイミド樹脂組成物を透明基板上に塗

布し、約180℃以上の温度で熱硬化させ、必要に応じて綿布やレーヨン布でラビング処理することによって得ることができる。

[0177] 一对の基板は、透明電極層が内側となるように対向させる。基板間の厚さを均一にするためにスペーサーを入れてもよい。スペーサーの例は、ガラス粒子、プラスチック粒子、アルミナ粒子、フォトスペーサーなどである。調光層の好ましい厚さは約2 μm から約50 μm であり、さらに好ましくは約5 μm から約20 μm である。一对の基板を張り合わせるには、汎用のシール剤を用いることができる。シール剤の例は、エポキシ系熱硬化性組成物である。

[0178] このような素子は、必要に応じて、素子の裏面に光吸収層、拡散反射板などを配置することができる。鏡面反射、拡散反射、再帰性反射、ホログラム反射等の機能を付加することもできる。

[0179] このような素子は、調光フィルムや調光ガラスとしての機能を有する。素子がフィルム状である場合は、既存の窓へ張り付けるか、または、一对のガラス板で挟み、合わせガラスにすることができる。このような素子は、外壁に設置された窓や会議室と廊下との仕切りに使われる。すなわち、電子ブラインド、調光窓、スマートウィンドウなどの用途がある。さらに、光スイッチとしての機能を液晶シャッターなどに利用できる。

実施例

[0180] 実施例によって本発明をさらに詳しく説明する。本発明は、これらの実施例に制限されない。実施例では、組成物(M1)、組成物(M2)などを記載する。実施例では、組成物(M1)と組成物(M2)との混合物は、記載されていない。しかしながら、この混合物も開示されているとみなすことにする。実施例から選択された少なくとも2つの組成物の混合物も開示されているとみなすことにする。これらの混合物を含有する液晶複合体やこの複合体を有する液晶調光素子は本発明に属し、そして本発明の効果を有すると考えるのは合理的である。合成した化合物は、NMR分析などの方法によって同定した。化合物、組成物および素子の特性は、下記の方法によって測定し

た。

[0181] NMR分析：測定には、ブルカーバイオスピン社製のDRX-500を用いた。 ^1H -NMRの測定では、試料を CDCl_3 などの重水素化溶媒に溶解させ、測定は、室温で、500MHz、積算回数16回の条件で行った。テトラメチルシランを内部標準として用いた。 ^{19}F -NMRの測定では、 CFCl_3 を内部標準として用い、積算回数24回で行った。核磁気共鳴スペクトルの説明において、sはシングレット、dはダブルット、tはトリプレット、qはカルテット、quinはクインテット、sexはセクステット、mはマルチプレット、brはブロードであることを意味する。

[0182] ガスクロマト分析：測定には島津製作所製のGC-14B型ガスクロマトグラフを用いた。キャリアーガスはヘリウム（2mL/分）である。試料気化室を280℃に、検出器（FID）を300℃に設定した。成分化合物の分離には、Agilent Technologies Inc.製のキャピラリカラムDB-1（長さ30m、内径0.32mm、膜厚0.25 μm ；固定液相はジメチルポリシロキサン；無極性）を用いた。このカラムは、200℃で2分間保持したあと、5℃/分の割合で280℃まで昇温した。試料はアセトン溶液（0.1%）に調製したあと、その1 μL を試料気化室に注入した。記録計は島津製作所製のC-R5A型Chromatopac、またはその同等品である。得られたガスクロマトグラムは、成分化合物に対応するピークの保持時間およびピークの面積を示した。

[0183] 試料を希釈するための溶媒は、クロロホルム、ヘキサンなどを用いてもよい。成分化合物を分離するために、次のキャピラリカラムを用いてもよい。Agilent Technologies Inc.製のHP-1（長さ30m、内径0.32mm、膜厚0.25 μm ）、Restek Corporation製のRtx-1（長さ30m、内径0.32mm、膜厚0.25 μm ）、SGE International Pty. Ltd製のBP-1（長さ30m、内径0.32mm、膜厚0.25 μm ）。化合物ピークの重なりを防ぐ目的で島津製作所製のキャピラリカラムCBP1-M50-025（長さ50m、内径0.25mm、膜厚0.25 μm ）を用いても

よい。

[0184] 組成物に含有される液晶性化合物の割合は、次のような方法で算出してよい。液晶性化合物の混合物をガスクロマトグラフィー（FID）で分析する。ガスクロマトグラムにおけるピークの面積比は液晶性化合物の割合に相当する。上に記載したキャピラリカラムを用いたときは、各々の液晶性化合物の補正係数を1とみなしてよい。したがって、液晶性化合物の割合は、ピークの面積比から算出することができる。

[0185] 測定試料：組成物やこの組成物を含む素子の特性を測定するときは、組成物をそのまま試料として用いた。化合物の特性を測定するときは、この化合物（15%）を母液晶（85%）に混合することによって測定用の試料を調製した。測定によって得られた値から外挿法によって化合物の特性値を算出した。（外挿値）＝{（試料の測定値）－0.85×（母液晶の測定値）}／0.15。この割合でスメクチック相（または結晶）が25℃で析出するときは、化合物と母液晶の割合を10%：90%、5%：95%、1%：99%の順に変更した。この外挿法によって化合物に関する上限温度、光学異方性、粘度、および誘電率異方性の値を求めた。

[0186] 下記の母液晶を用いた。

C_3H_7 -  -COO-  -OC ₂ H ₅	17.2%
C_3H_7 -  -COO-  -OC ₄ H ₉	27.6%
C_4H_9 -  -COO-  -OC ₂ H ₅	20.7%
C_5H_{11} -  -COO-  -OCH ₃	20.7%
C_5H_{11} -  -COO-  -OC ₂ H ₅	13.8%

[0187] 測定方法：特性の測定は下記の方法で行った。これらの多くは、社団法人電子情報技術産業協会（Japan Electronics and Information Technology In

dustries Association ; J E I T A という) で審議制定される J E I T A 規格 (J E I T A ・ E D - 2 5 2 1 B) に記載された方法、またはこれを修飾した方法であった。測定に用いた T N (twisted nematic) 素子には、薄膜トランジスター (T F T) を取り付けなかった。

[0188] (1) ネマチック相の上限温度 ($N I$; $^{\circ}C$) : 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、 $1^{\circ}C$ / 分の速度で加熱した。試料の一部がネマチック相から等方性液体に変化したときの温度を測定した。ネマチック相の上限温度を「上限温度」と略すことがある。

[0189] (2) ネマチック相の下限温度 (T_c ; $^{\circ}C$) : ネマチック相を有する試料をガラス瓶に入れ、 $0^{\circ}C$ 、 $-10^{\circ}C$ 、 $-20^{\circ}C$ 、 $-30^{\circ}C$ 、および $-40^{\circ}C$ のフリーザー中に 10 日間保管したあと、液晶相を観察した。例えば、試料が $-20^{\circ}C$ ではネマチック相のままであり、 $-30^{\circ}C$ では結晶またはスメクチック相に変化したとき、 T_c を $< -20^{\circ}C$ と記載した。ネマチック相の下限温度を「下限温度」と略すことがある。

[0190] (3) 粘度 (バルク粘度 ; η ; $20^{\circ}C$ で測定 ; $mPa \cdot s$) : 測定には東京計器株式会社製の E 型回転粘度計を用いた。

[0191] (4) 粘度 (回転粘度 ; γ_1 ; $25^{\circ}C$ で測定 ; $mPa \cdot s$) : 測定には、東陽テクニカ株式会社の回転粘性率測定システム LCM-2 型を用いた。2 枚のガラス基板の間隔 (セルギャップ) が $10 \mu m$ の V A (vertical alignment) 素子に試料を入れた。この素子に矩形波 ($55 V$ 、 $1 ms$) を印加した。この印加によって発生した過渡電流 (transient current) のピーク電流 (peak current) とピーク時間 (peak time) を測定した。これらの測定値および誘電率異方性を用いて、回転粘度の値を得た。誘電率異方性は、測定 (6) に記載された方法で測定した。

[0192] (5) 光学異方性 (屈折率異方性 ; Δn ; $25^{\circ}C$ で測定) : 測定は、波長 $589 nm$ 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行なった。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 $n_{//}$ 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。光学異方性の値は、 $\Delta n = n_{\parallel} - n_{\perp}$ 、の式から計算した。

[0193] (6) 誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$; 25 °C で測定) : 誘電率異方性の値は、 $\Delta \epsilon = \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$ 、の式から計算した。誘電率 ($\epsilon_{\parallel}$ および $\epsilon_{\perp}$) は次のように測定した。

1) 誘電率 ($\epsilon_{\parallel}$) の測定 : よく洗浄したガラス基板にオクタデシルトリエトキシシラン (0.16 mL) のエタノール (20 mL) 溶液を塗布した。ガラス基板をスピナーで回転させたあと、150 °C で1時間加熱した。2枚のガラス基板の間隔 (セルギャップ) が4 μm であるVA素子に試料を入れ、この素子を紫外線で硬化する接着剤で密閉した。この素子にサイン波 (0.5 V、1 kHz) を印加し、2秒後に液晶分子の長軸方向における誘電率 ($\epsilon_{\parallel}$) を測定した。

2) 誘電率 ($\epsilon_{\perp}$) の測定 : よく洗浄したガラス基板にポリイミド溶液を塗布した。このガラス基板を焼成した後、得られた配向膜にラビング処理をした。2枚のガラス基板の間隔 (セルギャップ) が9 μm であり、ツイスト角が80度であるTN素子に試料を入れた。この素子にサイン波 (0.5 V、1 kHz) を印加し、2秒後に液晶分子の短軸方向における誘電率 ($\epsilon_{\perp}$) を測定した。

[0194] (7) しきい値電圧 (V_{th} ; 25 °C で測定 ; V) : 測定には大塚電子株式会社製のLCD5100型輝度計を用いた。光源はハロゲンランプであった。2枚のガラス基板の間隔 (セルギャップ) が4 μm であり、ラビング方向がアンチパラレルであるノーマリーブラックモード (normally black mode) のVA素子に試料を入れ、この素子を紫外線で硬化する接着剤を用いて密閉した。この素子に印加する電圧 (60 Hz、矩形波) は0 Vから20 Vまで0.02 Vずつ段階的に増加させた。この際に、素子に垂直方向から光を照射し、素子を透過した光量を測定した。この光量が最大になったときに透過率100%であり、この光量が最小であったときに透過率0%である電圧ー透過率曲線を作成した。しきい値電圧は透過率が10%になったときの電圧

で表した。

- [0195] (8) 電圧保持率 (VHR; 25℃で測定; %) : 測定に用いたTN素子はポリイミド配向膜を有し、そして2枚のガラス基板の間隔 (セルギャップ) は3.5 μm であった。このTN素子に試料を入れ、紫外線で硬化する接着剤で密閉した。このTN素子を60℃の恒温槽に入れ、パルス電圧 (1 V、60マイクロ秒、3 Hz) を印加して充電した。減衰する電圧を高速電圧計で166.6ミリ秒のあいだ測定し、単位周期における電圧曲線と横軸との間の面積Aを求めた。面積Bは減衰しなかったときの面積であった。電圧保持率は面積Bに対する面積Aの百分率で表した。
- [0196] (9) 電圧保持率 (UV-VHR; 25℃で測定; %) : 試料を入れたTN素子に、光源としてブラックライトを使用し、5ミリWの紫外線を166.6分照射した。電圧保持率を測定し、紫外線に対する安定性を評価した。TN素子の構成や電圧保持率の測定方法は項(8)に記載した。大きなUV-VHRを有する組成物は紫外線に対して大きな安定性を有する。UV-VHRは90%以上が好ましく、95%以上がさらに好ましい。
- [0197] (10) 電圧保持率 (加熱VHR; 25℃で測定; %) : 試料を入れたTN素子を120℃の恒温槽内で20時間加熱したあと、電圧保持率を測定し、熱に対する安定性を評価した。TN素子の構成や電圧保持率の測定方法は項(8)に記載した。大きな加熱VHRを有する組成物は熱に対して大きな安定性を有する。加熱VHRは90%以上が好ましく、95%以上がさらに好ましい。
- [0198] (11) 応答時間 (τ ; 25℃で測定; ms) : 測定には大塚電子株式会社製のLCD5100型輝度計を用いた。光源はハロゲンランプであった。ローパス・フィルター (Low-pass filter) は5 kHzに設定した。2枚のガラス基板の間隔 (セルギャップ) が4 μm であり、ラビング方向がアンチパラレルであるノーマリーブラックモード (normally black mode) のVA素子に試料を入れた。この素子を紫外線で硬化する接着剤を用いて密閉した。この素子に矩形波 (60 Hz、10 V、0.5秒) を印加した。この際に、素子

に垂直方向から光を照射し、素子を透過した光量を測定した。この光量が最大になったときが透過率100%であり、この光量が最小であったときが透過率0%であるとみなした。応答時間は透過率90%から10%に変化するのに要した時間（立ち下がり時間；fall time；ミリ秒）で表した。

[0199] (12) 弾性定数 (K₁₁ : 広がり (splay) 弾性定数、K₃₃ : 曲げ (bend) 弾性定数 ; 25℃で測定 ; pN) : 測定には株式会社東陽テクニカ製のEC-1型弾性定数測定器を用いた。2枚のガラス基板の間隔（セルギャップ）が20μmであるVA素子に試料を入れた。この素子に20Vから0Vの電荷を印加し、静電容量および印加電圧を測定した。測定した静電容量 (C) と印加電圧 (V) の値を『液晶デバイスハンドブック』（日刊工業新聞社）、75頁にある式(2.98)、式(2.101)を用いてフィッティングし、式(2.100)から弾性定数の値を得た。

[0200] (13) 比抵抗 (ρ ; 25℃で測定 ; $\Omega \cdot \text{cm}$) : 電極を備えた容器に試料1.0mLを入れた。この容器に直流電圧(10V)を印加し、10秒後の直流電流を測定した。比抵抗は次の式から算出した。(比抵抗) = { (電圧) × (容器の電気容量) } / { (直流電流) × (真空の誘電率) }

[0201] (14) プレチルト角 (度) : プレチルト角の測定には、分光エリプソメータM-2000U (J. A. Woollam Co., Inc. 製) を使用した。

[0202] (15) 配向安定性 (液晶配向軸安定性) : FFS (fringe field switching) 素子の電極側における液晶配向軸の変化を評価した。ストレス印加前の電極側の液晶配向角度 ϕ (before) を測定した。素子に矩形波4.5V、60Hzを20分間印加した後、1秒間ショートし、1秒後および5分後に再び電極側の液晶配向角度 ϕ (after) を測定した。これらの値から、1秒後および5分後の液晶配向角度の変化 $\Delta \phi$ (deg.) を次の式を用いて算出した。 $\Delta \phi$ (deg.) = ϕ (after) - ϕ (before)

これらの測定はJ. Hilfiker, B. Johs, C. Herzinger, J. F. Elman, E. Montbach, D. Bryant, and P. J. Bos, Thin Solid Films, 455-456, (2004) 596-600を参考に行った。変化 ($\Delta \phi$) が小さい方が液晶配向軸の変化率が小さ

く、液晶分子がより安定化しているといえる。

- [0203] (16) フリッカ率 (25℃で測定; %) : 測定には横河電機 (株) 製のマルチメディアディスプレイテスト 3298F を用いた。光源は LED であった。2 枚のガラス基板の間隔 (セルギャップ) が 3.5 μm であり、ラビング方向がアンチパラレルであるノーマリーブラックモード (normally black mode) の素子に試料を入れた。この素子を紫外線で硬化する接着剤を用いて密閉した。この素子に電圧を印加し、素子を透過した光量が最大になる電圧を測定した。この電圧を素子に印加しながらセンサ部を素子に近づけ、表示されたフリッカ率を読み取った。フリッカ率は、小さい方が好ましい。
- [0204] (17) 線残像 (Line Image Sticking Parameter; LISP; %) : 素子に電氣的なストレスを与えることによって線残像を発生させた。線残像のある領域の輝度と残りの領域 (参照領域) の輝度を測定した。線残像によって輝度が低下した割合を算出し、この割合によって線残像の大きさを表した。
- [0205] 17a) 輝度の測定 : イメージング色彩輝度計 (Radiant Zemax 社製、PM-1433F-0) を用いて素子の画像を撮影した。この画像をソフトウェア (Prometric 9.1、Radiant Imaging 社製) を用いて解析することによって素子の各領域の輝度を算出した。光源には平均輝度が 3500 cd/m^2 である LED バックライトを用いた。
- [0206] 17b) ストレス電圧の設定 : セルギャップが 3.5 μm であり、マトリクス構造を有する FFS 素子 (縦 4 セル $\times$ 横 4 セルの 16 セル) に試料を入れ、この素子を紫外線で硬化する接着剤を用いて密閉した。偏光軸が直交するように、この素子の上面と下面にそれぞれ偏光板を配置した。この素子に光を照射し、電圧 (矩形波、60 Hz) を印加した。電圧は、0 V から 7.5 V の範囲で 0.1 V 毎に段階的に増加させ、各電圧での透過光の輝度を測定した。輝度が極大になったときの電圧を V255 と略した。輝度が V255 の 21.6% になったとき (すなわち、127 階調) の電圧を V127 と略した。
- [0207] 17c) ストレスの条件 : 60℃、23 時間の条件でストレス領域に V25

5（矩形波、30Hz）を、参照領域に0.5V（矩形波、30Hz）を印加し、チェッカーパターンを表示させた。次に、V127（矩形波、0.25Hz）を印加し、露光時間4000ミリ秒の条件で輝度を測定した。

[0208] 17d) 線残像の算出：16セルのうち、中央部の4セル（縦2セル×横2セル）を算出に用いた。この4セルを25領域（縦5セル×横5セル）に分割した。四隅にある4領域（縦2セル×横2セル）の平均輝度を輝度Aと略した。25領域から四隅の領域を除いた領域は、十字形であった。この十字形の領域から中央の交差領域を除いた4領域において、輝度の最小値を輝度Bと略した。線残像は次の式から算出した。（線残像）＝（輝度A－輝度B）／輝度A×100。線残像は、小さい方が好ましい。

[0209] (18) 面残像（Face Image Sticking Parameter；FISP；％）：素子に電気的なストレスを与えることによって面残像を発生させた。面残像のある領域の輝度と残りの領域の輝度を25℃で測定した。面残像によって輝度が増加した割合を算出し、この割合によって面残像の大きさを表した。

[0210] 18a) 「輝度の測定」、「ストレス電圧の設定」、「ストレスの条件」は、「線残像」の項に記載した手順に従った。

[0211] 18b) 面残像は、次の式から算出した。（面残像）＝（輝度C－輝度D）／輝度D×100。ここで、輝度Cは、V255を印加した8セルの平均輝度であり、輝度Dは、0.5Vを印加した8セルの平均輝度であった。面残像は、小さい方が好ましい。液晶組成物の誘電率異方性が正であるとき、面残像をP－FISPで示した。負であるときは、面残像をN－FISPで示した。

[0212] (19) ヘイズ率（％）：ヘイズ率の測定には、ヘイズメーターNDH7000（日本電色工業株式会社製）を使用した。

[0213] (20) ヘイズ変化率（％）：素子の耐候性試験を行った。試験の前後においてヘイズを測定し、ヘイズ変化率を算出した。この試験は、日本工業規格（JIS）K5600－7－7、促進耐候性及び促進耐光性（キセノンランプ法）に従って行った。測定条件は、照度（UVA；180W／m²）、照射

時間（100時間）、ブラックパネル温度（ $63 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）、槽内温度（ 35°C ）、槽内相対湿度（40%RH）であった。UVAは、紫外線A（ultraviolet A）を意味する。

[0214] (21) らせんピッチ（P；室温で測定； μm ）：らせんピッチはくさび法にて測定した。「液晶便覧」、196頁（2000年発行、丸善）を参照。試料をくさび形セルに入れ、室温で2時間静置した後、ディスクリネーションラインの間隔（ $d_2 - d_1$ ）を偏光顕微鏡（ニコン（株）、商品名MM40/60シリーズ）によって観察した。らせんピッチ（P）は、くさびセルの角度を θ と表した次の式から算出した。 $P = 2 \times (d_2 - d_1) \times \tan \theta$ 。

[0215] (22) 調光素子の特性

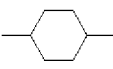
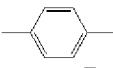
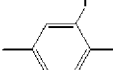
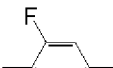
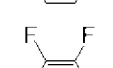
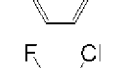
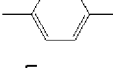
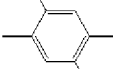
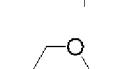
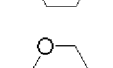
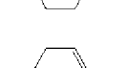
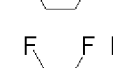
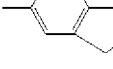
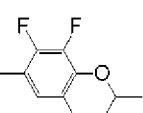
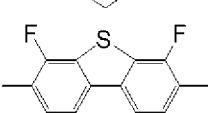
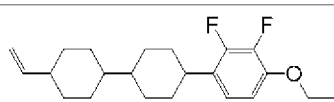
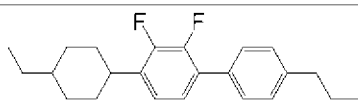
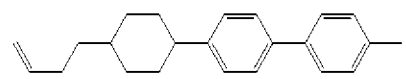
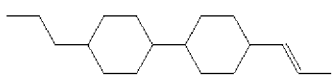
液晶表示素子の特性を測定するときは、通常は透明電極を有するガラス基板の素子を用いる。一方、液晶調光素子では、プラスチックフィルムを基板に用いることがある。そこで、基板がポリカーボネートである素子を作成し、しきい値電圧、応答時間のような特性を測定した。この測定値をガラス基板の素子の場合と比較した。その結果、二種類の測定値は、ほぼ同一であった。そこで、ガラス基板の素子で特性を測定し、その結果を記載した。

[0216] 組成物の実施例を以下に示す。液晶性化合物は、下記の表3の定義に基づいて記号によって表した。表3において、1,4-シクロヘキシレンに関する立体配置はトランスである。記号化された化合物の後にあるかっこ内の番号は化合物が属する化学式を表す。（一）の記号はその他の液晶性化合物を意味する。最後に、組成物の特性値をまとめた。

[0217]

表3 記号を用いた化合物の表記法



1) 左末端基 R-	記号	4) 環構造 -A _n -	記号
FC _n H _{2n} -	Fn-		H
C _n H _{2n-1} -	n-		B
C _n H _{2n-1} O-	nO-		B(F)
C _m H _{2m-1} OC _n H _{2n} -	mOn-		B(2F)
CH ₂ =CH-	V-		B(2F,3F)
C _n H _{2n-1} -CH=CH-	nV-		B(2F,3Cl)
CH ₂ =CH-C _n H _{2n} -	Vn-		B(2F,5F)
C _m H _{2m-1} -CH=CH-C _n H _{2n} -	mVn-		dh
CF ₂ =CH-	VFF-		Dh
CF ₂ =CH-C _n H _{2n} -	VFFn-		ch
C _m H _{2m-1} CF ₂ C _n H _{2n} -	m(CF ₂)n-		FLF4
CH ₂ =CHCOO-	AC-		Cro(7F,8F)
CH ₂ =C(CH ₃)COO-	MAC-		DBTF2
2) 右末端基 -R'	記号		
-C _n H _{2n-1}	-n		
-OC _n H _{2n-1}	-On		
-CH=CH ₂	-V		
-CH=CH-C _n H _{2n-1}	-Vn		
-C _n H _{2n} -CH=CH ₂	-nV		
-C _m H _{2m} -CH=CH-C _n H _{2n-1}	-mVn		
-CH=CF ₂	-VFF		
-OCOCH=CH ₂	-AC		
-OCOC(CH ₃)=CH ₂	-MAC		
3) 結合基 -Z _n -	記号		
-C _n H _{2n} -	n		
-COO-	E		
-CH=CH-	V		
-CH=CHO-	VO		
-OCH=CH-	OV		
-CH ₂ O-	1O		
-OCH ₂ -	O1		
	Cro(7F,8F)		DBTF2
5) 表記例			
例1 V-HHB(2F,3F)-O2			
例2 2-HB(2F,3F)B-3			
例3 V2-HBB-1			
例4 3-HH-V1			

[0218] 次の組成物を実施例で使用した。

[0219] [組成物 (M1)]

2-BB (2F, 3F) -O2	(1-6)	4%
3-BB (2F, 3F) -O2	(1-6)	10%
5-BB (2F, 3F) -O2	(1-6)	10%
3-HHB (2F, 3F) -O2	(1-8)	3%
2-HBB (2F, 3F) -O2	(1-14)	3%
3-HBB (2F, 3F) -O2	(1-14)	10%
4-HBB (2F, 3F) -O2	(1-14)	6%
5-HBB (2F, 3F) -O2	(1-14)	10%
1-BB-3	(2-3)	5%
3-HBB-2	(2-6)	10%
5-B (F) BB-2	(2-7)	12%
5-B (F) BB-3	(2-7)	10%
3-BB (2F, 5F) B-3	(2)	7%

$N I = 100.7^{\circ}\text{C}$; $T_c < -20^{\circ}\text{C}$; $\eta = 42.4 \text{ mPa} \cdot \text{s}$; $\Delta n = 0.200$; $\Delta \varepsilon = -3.1$; $V_{th} = 2.75 \text{ V}$; $\gamma_1 = 281.2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$.

[0220] [組成物 (M2)]

3-HB (2F, 3F) -O2	(1-1)	10%
5-HB (2F, 3F) -O2	(1-1)	10%
3-BB (2F, 3F) -O2	(1-6)	5%
3-HHB (2F, 3F) -O2	(1-8)	8%
5-HHB (2F, 3F) -O2	(1-8)	5%
2-HBB (2F, 3F) -O2	(1-14)	3%
3-HBB (2F, 3F) -O2	(1-14)	10%
5-HBB (2F, 3F) -O2	(1-14)	10%
3-HB-O2	(2-2)	12%
3-HBB-2	(2-6)	15%

5-B (F) BB-2 (2-7) 10%

5-B (F) BB-3 (2-7) 2%

$N I = 101.5^{\circ}\text{C}$; $T_c < -30^{\circ}\text{C}$; $\eta = 32.4 \text{ mPa} \cdot \text{s}$; $\Delta n = 0.150$; $\Delta \varepsilon = -3.5$; $V_{th} = 2.47 \text{ V}$; $\gamma_1 = 239.8 \text{ mPa} \cdot \text{s}$.

[0221] [組成物 (M3)]

3-HB (2F, 3F) -O2 (1-1) 12%

5-HB (2F, 3F) -O2 (1-1) 12%

2-HHB (2F, 3F) -O2 (1-8) 5%

3-HHB (2F, 3F) -O2 (1-8) 10%

5-HHB (2F, 3F) -O2 (1-8) 6%

3-HBB (2F, 3F) -O2 (1-14) 8%

5-HBB (2F, 3F) -O2 (1-14) 7%

3-HH-4 (2-1) 10%

3-HB-O2 (2-2) 12%

3-HHB-O1 (2-5) 4%

3-HHB-1 (2-5) 8%

3-HHB-3 (2-5) 3%

3-HBB-2 (2-6) 3%

$N I = 99.5^{\circ}\text{C}$; $T_c < -30^{\circ}\text{C}$; $\eta = 27.0 \text{ mPa} \cdot \text{s}$; $\Delta n = 0.105$; $\Delta \varepsilon = -3.5$; $V_{th} = 2.48 \text{ V}$; $\gamma_1 = 176.7 \text{ mPa} \cdot \text{s}$.

[0222] [組成物 (M4)]

2-HHB (2F, 3F) -O2 (1-8) 3%

3-HHB (2F, 3F) -O2 (1-8) 5%

5-HHB (2F, 3F) -O2 (1-8) 4%

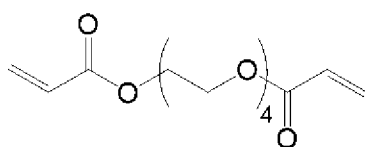
3-HH2B (2F, 3F) -O2 (1-9) 8%

2-HH1OB (2F, 3F) -O2 (1-10) 13%

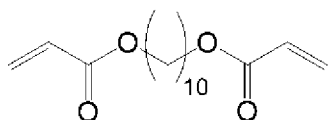
3-HH1OB (2F, 3F) -O2	(1-10)	13%
3-HDhB (2F, 3F) -O2	(1-13)	7%
3-HB (2F) B (2F, 3F) -O2	(1-18)	6%
3-HB-O2	(2-2)	16%
5-HB-O2	(2-2)	8%
3-HHB-O1	(2-5)	5%
3-HHB-1	(2-5)	7%
3-HBB-2	(2-6)	5%

$N I = 121.7^{\circ}C$; $T_c < -30^{\circ}C$; $\eta = 41.1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$; $\Delta n = 0.109$; $\Delta \varepsilon = -4.7$; $V_{th} = 2.51 \text{ V}$; $\gamma_1 = 292.8 \text{ mPa} \cdot \text{s}$.

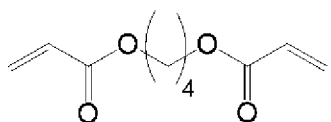
[0223] 重合性化合物は、次の化合物の中から適宜選んで使用した。



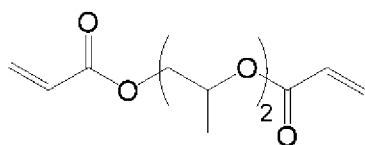
(RM-1)



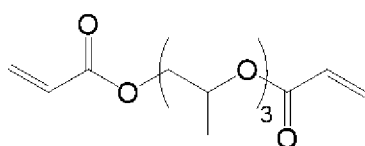
(RM-2)



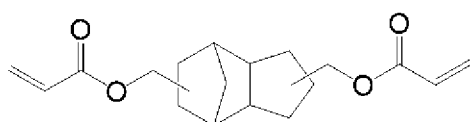
(RM-3)



(RM-4)

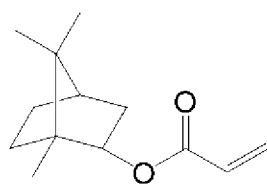


(RM-5)

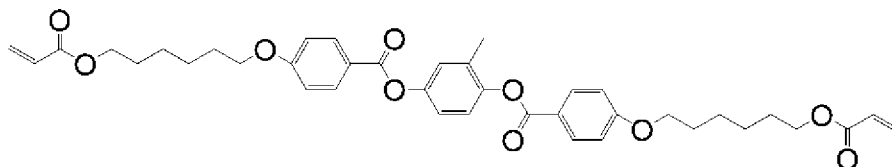


(RM-6)

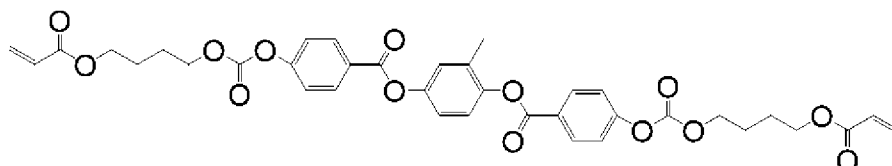
[0224]



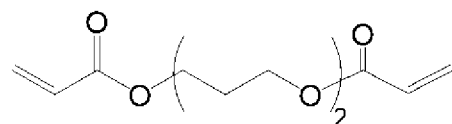
(RM-7)



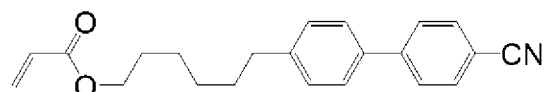
(RM-8)



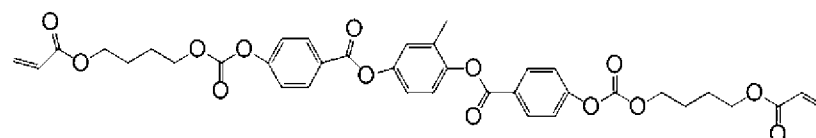
(RM-9)



(RM-10)

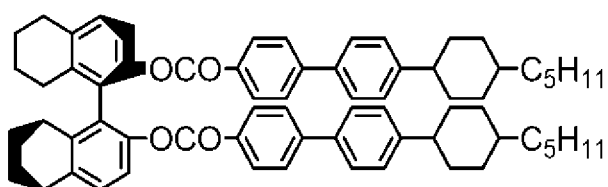


(RM-11)



(RM-12)

[0225] 次の光学活性化合物を実施例で使用した。



(9-4-1)

[0226] [実施例 1]

(1) 液晶調光素子の作製

組成物 (M1) は負の誘電率異方性を有した。光学活性化合物 (9-4-1) を組成物 (M1) に基づいて 1.06% の割合で添加した。らせんピッチは $0.9 \mu\text{m}$ であった。この組成物に重合性化合物 (RM-12) を混合し、重合性組成物を調製した。割合は、重合性化合物 (RM-12) / 組成物 (M1) = 5% / 95%、に設定した。Irgacure 651 (光重合

開始剤；登録商標；BASF）を重合性化合物に基づいて10.0%の割合で添加した。この重合性組成物を、2枚のガラス基板の間隔（セルギャップ）が3.5 μm であり、垂直配向膜を有する素子へ注入した。この素子へ、5V（60Hz）を印加しながら、高圧水銀灯で18 mW/cm^2 の紫外線を56秒間照射し、液晶複合体を有する素子を作製した。この素子是不透明であった。この素子に70Vの電圧を印加し、光を照射した時には透明になった。この結果から、この素子はノーマルモードであることが分かった。

[0227] （2）ヘイズ率

上記の素子を、入射光に対して素子が垂直になるようにヘイズメーター内へ設置した。この素子に0Vから70Vの範囲の電圧を印加し、ヘイズ率を測定した。電圧印加することによってヘイズ率が変化するので、液晶調光素子として利用できることが分かった。

[0228] [実施例2]

（1）液晶調光素子の作製

組成物（M2）は、負の誘電率異方性を有した。光学活性化合物（9-4-1）を組成物（M2）に基づいて、1.06%の割合で添加した。らせんピッチは1.0 μm であった。この組成物に重合性化合物（RM-5）と重合性化合物（RM-12）とを混合し、重合性組成物を調製した。割合は、重合性化合物（RM-12）／重合性化合物（RM-5）／組成物（M2）＝5%／5%／90%、に設定した。Irgacure 651（光重合開始剤；登録商標；BASF）を重合性化合物の混合物に基づいて5%の割合で添加した。この重合性組成物を、2枚のガラス基板の間隔（セルギャップ）が10 μm である素子へ注入した。素子には配向処理をしなかった。この素子へ、10V（60Hz）を印加しながら、高圧水銀灯で18 mW/cm^2 の紫外線を56秒間照射し、液晶複合体を有する素子を作製した。この素子是不透明であった。この素子に70Vの電圧を印加し、光を照射した時には透明になった。この結果から、この素子はノーマルモードであることが分かった。

[0229] (2) ヘイズ率

上記の素子を、入射光に対して素子が垂直になるようにヘイズメーター内へ設置した。この素子に0 Vから70 Vの範囲の電圧を印加し、ヘイズ率を測定した。

[0230] [実施例3および4]

実施例3、4では、実施例1と同様な手順で素子を作製した。ただし、光学活性化合物(9-4-1)は組成物に基づいて、1.0%の割合で添加した。結果を表4にまとめた。

表4. 液晶調光素子の作製

実施例	重合性組成物			液晶調光素子		
	組成物	重合性化合物		配向膜	電圧無印加	電圧印加
1	M1(95%)	RM-12(5%)	なし	垂直配向膜	不透明	透明
2	M2(90%)	RM-12(5%)	RM-5(5%)	なし	不透明	透明
3	M3(70%)	RM-12(5%)	RM-7(25%)	垂直配向膜	不透明	透明
4	M4(80%)	RM-12(5%)	RM-11(15%)	垂直配向膜	不透明	透明

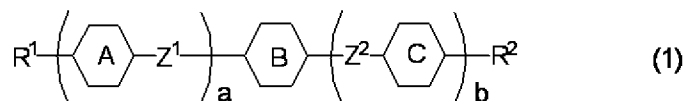
[0231] 以上の結果から、実施例1から実施例4の素子は、ノーマルモードを有することが分かった。したがって、我々は、特定のキラルネマチック組成物と特定の重合体とを組み合わせた液晶複合体を液晶調光素子に好適に使用することができる」と結論する。

産業上の利用可能性

[0232] 本発明の液晶複合体を含有する液晶調光素子は、調光窓、スマートウィンドウなどに用いることができる。

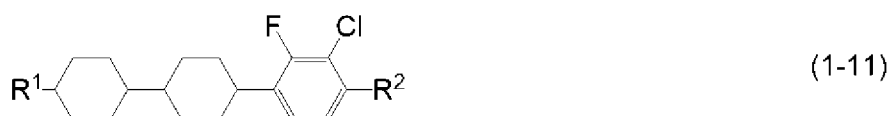
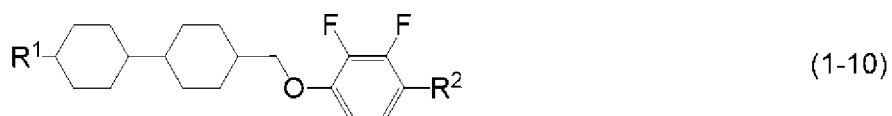
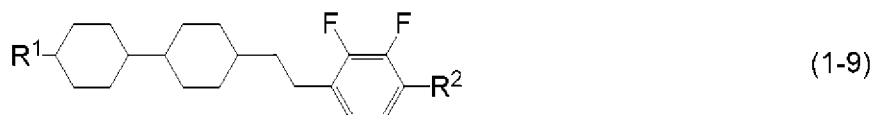
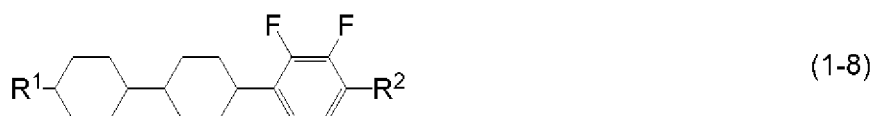
請求の範囲

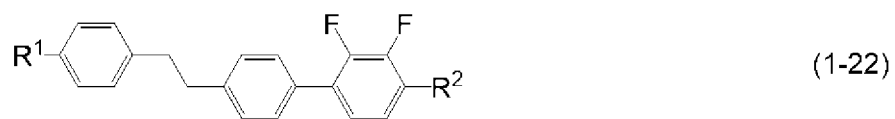
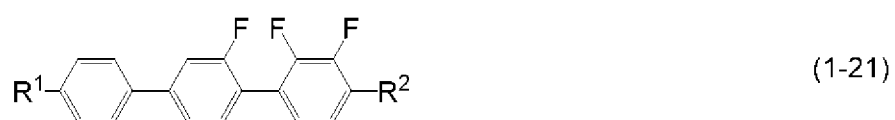
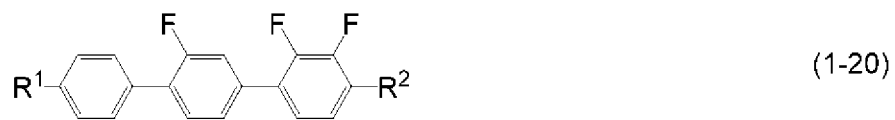
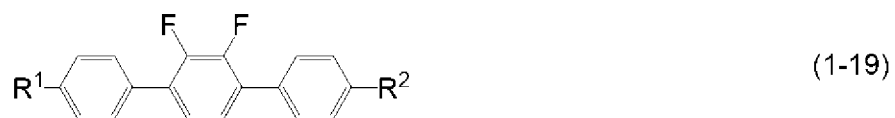
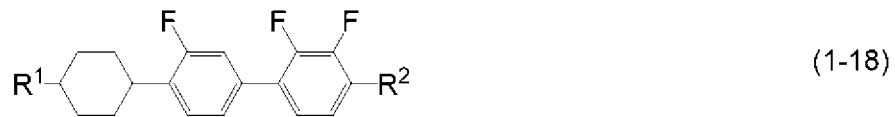
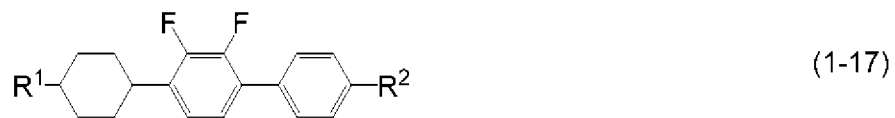
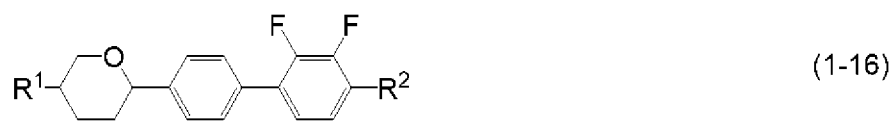
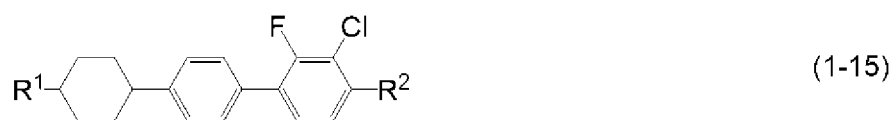
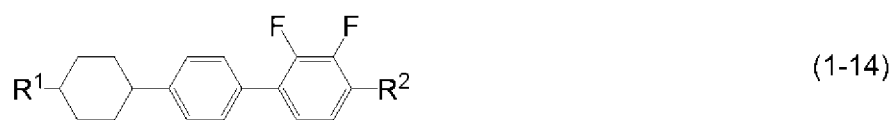
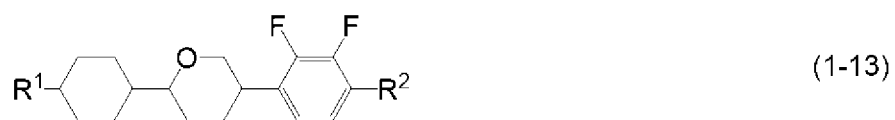
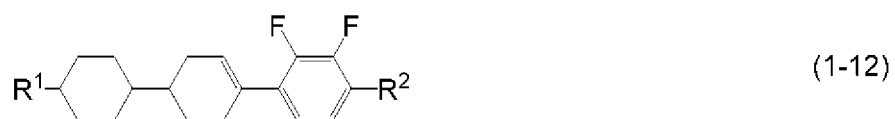
[請求項1] 液晶組成物と重合体とを含有し、液晶組成物が成分Aとして式(1)で表される化合物から選択された少なくとも1つの化合物および添加物Aとして光学活性化合物を含有する、液晶複合体。

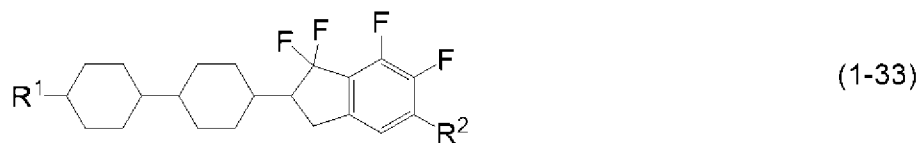
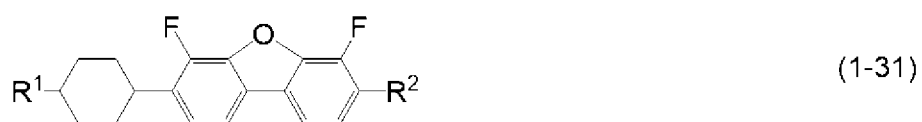
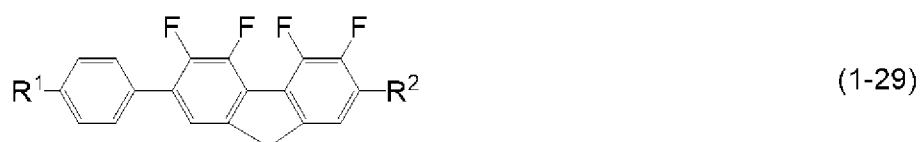
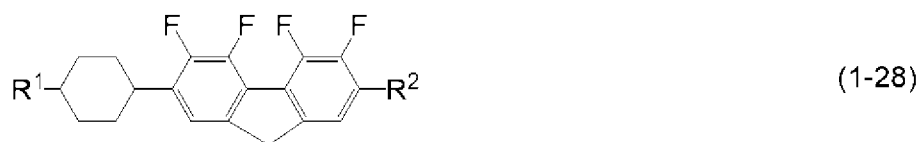
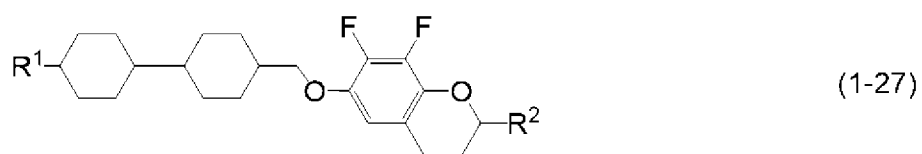
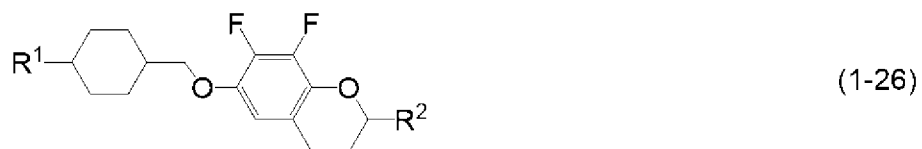
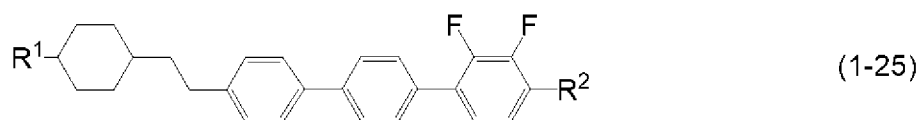
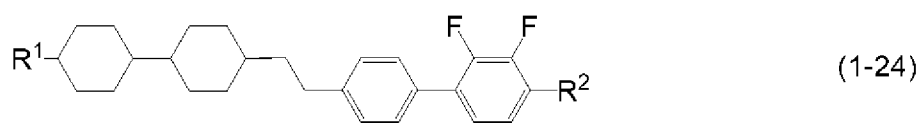
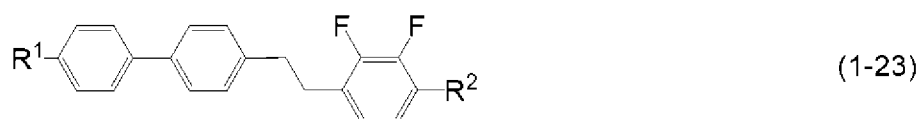


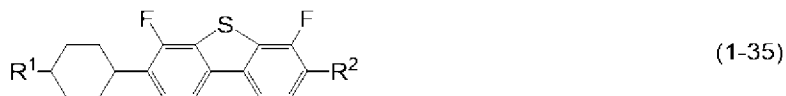
式(1)において、 R^1 および R^2 は、水素、炭素数1から12のアルキル、炭素数1から12のアルコキシ、炭素数2から12のアルケニル、炭素数2から12のアルケニルオキシ、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数1から12のアルキルであり；環Aおよび環Cは、1,4-シクロヘキシレン、1,4-シクロヘキセニレン、テトラヒドロピラン-2,5-ジイル、1,4-フェニレン、少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた1,4-フェニレン、ナフタレン-2,6-ジイル、少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたナフタレン-2,6-ジイル、クロマン-2,6-ジイル、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられたクロマン-2,6-ジイルであり；環Bは、2,3-ジフルオロ-1,4-フェニレン、2-クロロ-3-フルオロ-1,4-フェニレン、2,3-ジフルオロ-5-メチル-1,4-フェニレン、3,4,5-トリフルオロナフタレン-2,6-ジイル、7,8-ジフルオロクロマン-2,6-ジイル、3,4,5,6-テトラフルオロフルオレン-2,7-ジイル、4,6-ジフルオロジベンゾフラン-3,7-ジイル、4,6-ジフルオロジベンゾチオフェン-3,7-ジイル、または1,1,6,7-テトラフルオロインダン-2,5-ジイルであり； Z^1 および Z^2 は、単結合、エチレン、ビニレン、メチレンオキシ、またはカルボニルオキシであり；aは、0、1、2、または3であり、bは、0または1であり、そしてaとbとの和は3以下である。

[請求項2] 液晶組成物が成分Aとして式(1-1)から式(1-35)で表される化合物から選択された少なくとも1つの化合物を含有する、請求項1に記載の液晶複合体。





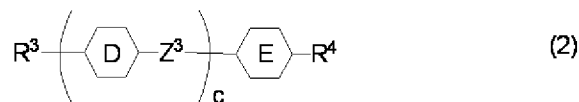




式（１－１）から式（１－３５）において、 R^1 および R^2 は、水素、炭素数１から１２のアルキル、炭素数１から１２のアルコキシ、炭素数２から１２のアルケニル、炭素数２から１２のアルケニルオキシ、または少なくとも１つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数１から１２のアルキルである。

[請求項3] 液晶組成物に基づいて、成分Aの割合が２０％から９０％の範囲である、請求項１または２に記載の液晶複合体。

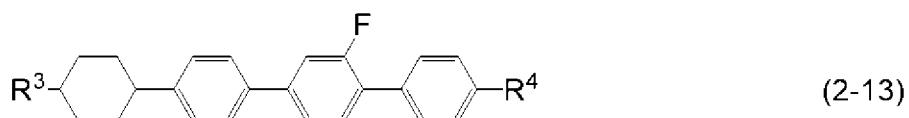
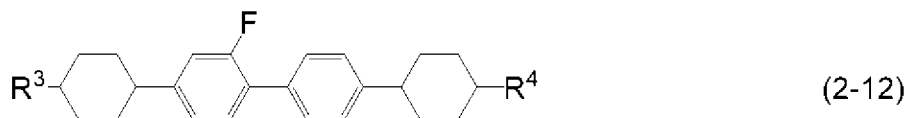
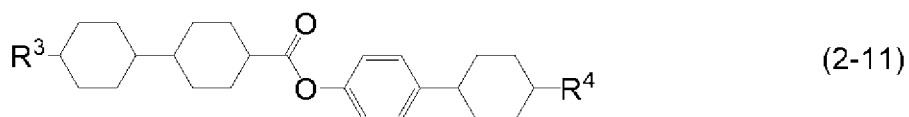
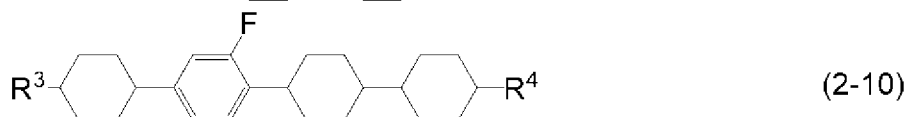
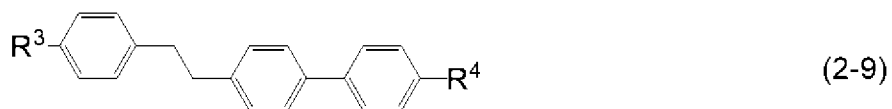
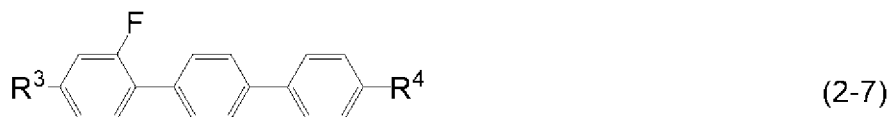
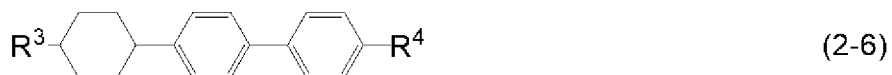
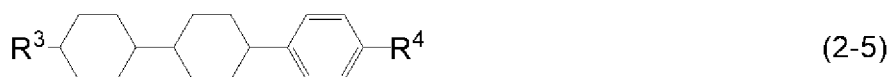
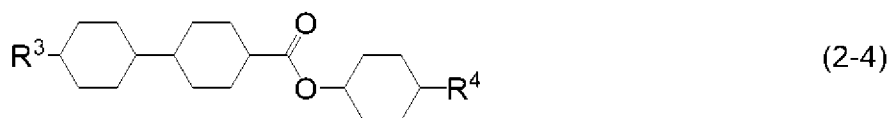
[請求項4] 液晶組成物が成分Bとして式（２）で表される化合物から選択された少なくとも１つの化合物を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載の液晶複合体。



式（２）において、 R^3 および R^4 は、炭素数１から１２のアルキル、炭素数１から１２のアルコキシ、炭素数２から１２のアルケニル、少なくとも１つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数１から１２のアルキル、または少なくとも１つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数２から１２のアルケニルであり；環Dおよび環Eは、１，４－シクロヘキシレン、１，４－フェニレン、２－フルオロ－１，４－フェニレン、または２，５－ジフルオロ－１，４－フェニレンであり； Z^3 は、単結合、エチレン、ビニレン、メチレンオキシ、またはカルボニルオキシであり； c は１、２、または３である。

[請求項5] 液晶組成物が成分Bとして式（２－１）から式（２－１３）で表される化合物から選択された少なくとも１つの化合物を含有する、請求

項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体。

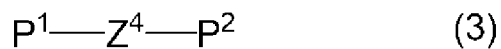


式 (2-1) から式 (2-13) において、R³およびR⁴は、炭素

数 1 から 12 のアルキル、炭素数 1 から 12 のアルコキシ、炭素数 2 から 12 のアルケニル、少なくとも 1 つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数 1 から 12 のアルキル、または少なくとも 1 つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数 2 から 12 のアルケニルである。

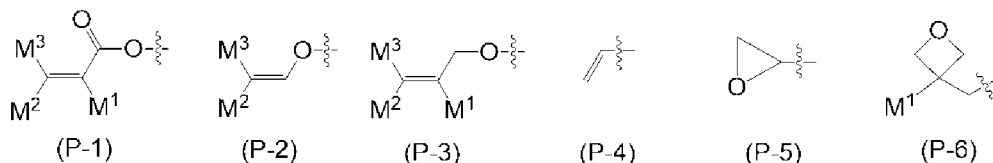
[請求項6] 液晶組成物に基づいて、成分 B の割合が 10 % から 80 % の範囲である、請求項 4 または 5 に記載の液晶複合体。

[請求項7] 重合体が前駆体から誘導され、この前駆体の主成分が式 (3) で表される重合性化合物である、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体。



式 (3) において、 P^1 および P^2 は重合性基であり； Z^4 は炭素数 1 から 20 のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも 1 つの水素は、炭素数 1 から 5 のアルキル、フッ素、塩素、または P^3 で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $—CH_2—$ は、 $—O—$ 、 $—CO—$ 、 $—COO—$ 、 $—OCO—$ 、 $—NH—$ 、または $—N(R^5)$ で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $—CH_2CH_2—$ は、 $—CH=CH—$ または $—C\equiv C—$ で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $—CH_2—$ は、炭素環式の飽和脂肪族化合物、複素環式の飽和脂肪族化合物、炭素環式の不飽和脂肪族化合物、複素環式の不飽和脂肪族化合物、炭素環式の芳香族化合物、または複素環式の芳香族化合物から 2 つの水素を除くことによって生成した二価基で置き換えられてもよく、これらの二価基において、炭素数は 5 から 35 であり、少なくとも 1 つの水素は、 R^5 または P^3 で置き換えられてもよく、ここで、 R^5 は、炭素数 1 から 12 のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも 1 つの $—CH_2—$ は、 $—O—$ 、 $—CO—$ 、 $—COO—$ 、または $—OCO—$ で置き換えられてもよく、 P^3 は重合性基である。

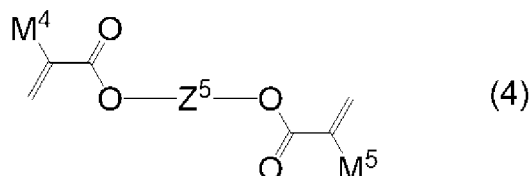
[請求項8] P¹、P²、およびP³が、式(P-1)から式(P-6)で表される重合性基から選択された基である、請求項7に記載の液晶複合体。



式(P-1)から式(P-6)において、M¹、M²、およびM³は、水素、フッ素、炭素数1から5のアルキル、または少なくとも1つの水素がフッ素または塩素で置き換えられた炭素数1から5のアルキルである。

[請求項9] P¹、P²、およびP³の少なくとも1つが、アクリロイルオキシまたはメタクリロイルオキシである、請求項7に記載の液晶複合体。

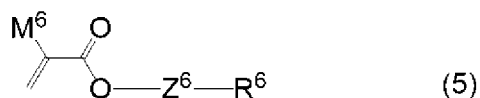
[請求項10] 重合体が前駆体から誘導され、この前駆体の主成分が式(4)で表される重合性化合物である、請求項1から6のいずれか1項に記載の液晶複合体。



式(4)において、M⁴およびM⁵は、水素またはメチルであり；Z⁵は炭素数21から80のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも1つの水素は、炭素数1から20のアルキル、フッ素、または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも1つの-CH₂-は、-O-、-CO-、-COO-、-OCO-、-NH-、または-N(R⁵)-で置き換えられてもよく、少なくとも1つの-CH₂CH₂-は、-CH=CH-または-C≡C-で置き換えられてもよく、ここで、R⁵は炭素数1から12のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも1つの-CH₂-は、-O-、-CO-、-COO-、または-OCO-で置き換えられてもよい。

[請求項11] 重合体が前駆体から誘導され、この前駆体の主成分が式(5)で表

される重合性化合物である、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体。



式 (5) において、 M^6 は水素またはメチルであり； Z^6 は単結合または炭素数 1 から 5 のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも 1 つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよく； R^6 は炭素数 1 から 40 のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも 1 つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $-\text{CH}_2-$ は、炭素環式の飽和脂肪族化合物、複素環式の飽和脂肪族化合物、炭素環式の不飽和脂肪族化合物、複素環式の不飽和脂肪族化合物、炭素環式の芳香族化合物、または複素環式の芳香族化合物から 2 つの水素を除くことによって生成した二価基で置き換えられてもよく、これらの二価基において、炭素数は 5 から 35 であり、少なくとも 1 つの水素は、炭素数 1 から 12 のアルキルで置き換えられてもよく、このアルキルにおいて、少なくとも 1 つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよい。

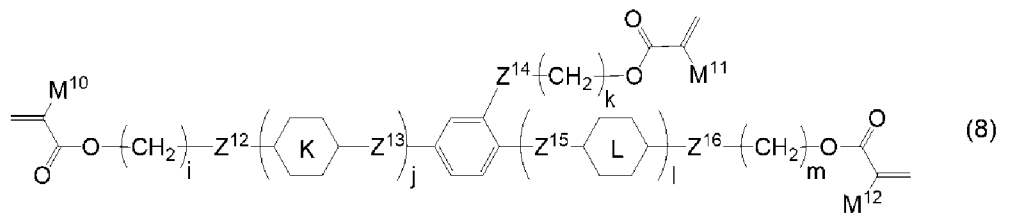
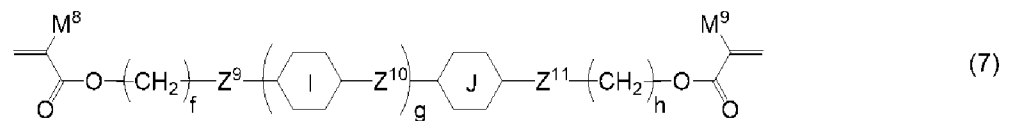
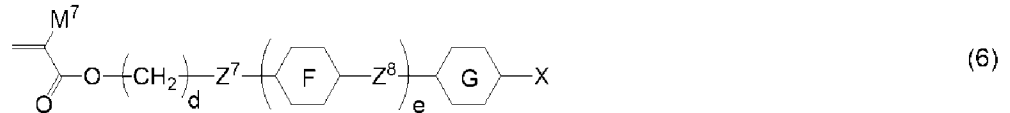
[請求項 12]

式 (5) において、 M^6 が水素またはメチルであり； Z^6 が単結合または炭素数 1 から 5 のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも 1 つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよく； R^6 が炭素数 1 から 40 のアルキルであり、このアルキルにおいて、少なくとも 1 つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく、少なくとも 1 つの $-\text{CH}_2-$ は、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、または $-\text{OCO}-$ で置き換えられてもよい。

CH₂—は、—O—、—CO—、—COO—、または—OCO—で置き換えられてもよい、請求項11に記載の液晶複合体。

[請求項13]

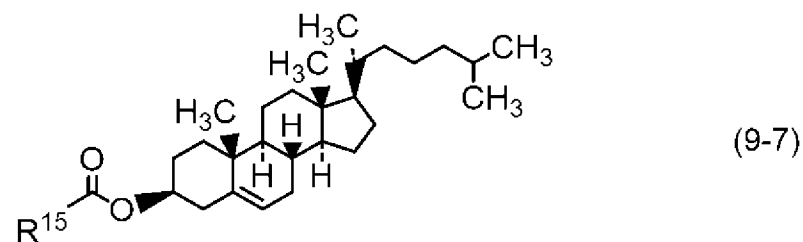
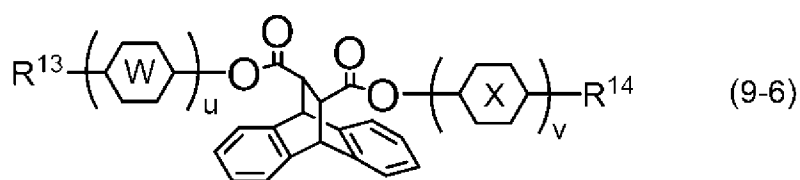
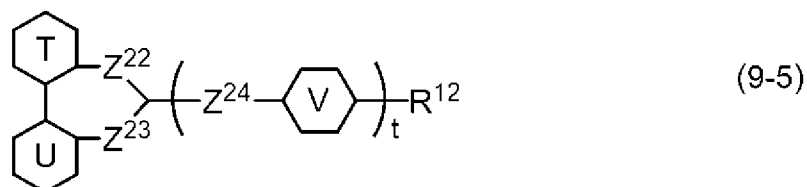
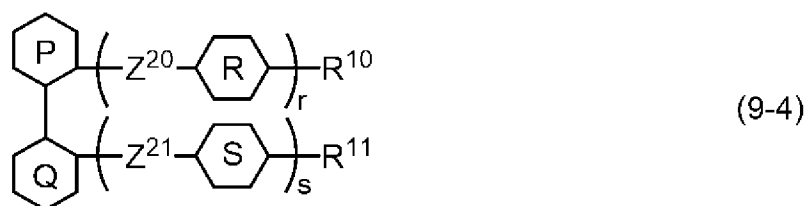
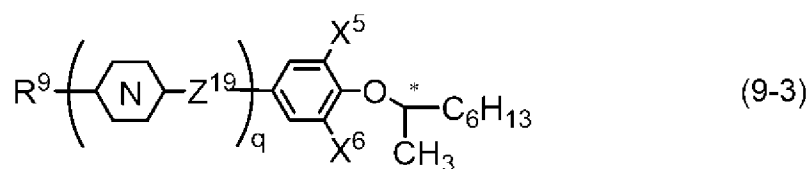
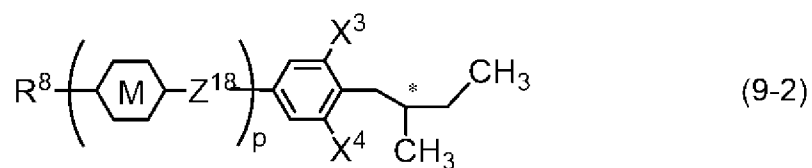
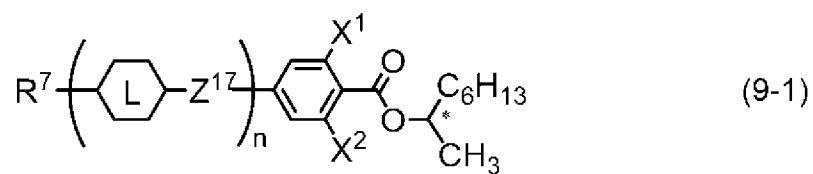
重合体が前駆体から誘導され、この前駆体の主成分が式(6)、式(7)、または式(8)で表される重合性化合物である、請求項1から6のいずれか1項に記載の液晶複合体。



式(6)、式(7)、および式(8)において、環F、環G、環I、環J、環K、および環Lは、1,4-シクロヘキシレン、1,4-フェニレン、1,4-シクロヘキセニレン、ピリジン-2,5-ジイル、1,3-ジオキサソ-2,5-ジイル、ナフタレン-2,6-ジイル、またはフルオレン-2,7-ジイルであり、ここで、少なくとも1つの水素はフッ素、塩素、シアノ、ヒドロキシ、ホルミル、トリフルオロアセチル、ジフルオロメチル、トリフルオロメチル、炭素数1から5のアルキル、炭素数1から5のアルコキシ、炭素数2から5のアルコシカルボニル、または炭素数1から5のアルカノイルで置き換えられてもよく；Z⁷、Z⁹、Z¹¹、Z¹²、およびZ¹⁶は、単結合、—O—、—COO—、—OCO—、または—OCOO—であり；Z⁸、Z¹⁰、Z¹³、およびZ¹⁵は、単結合、—OCH₂—、—CH₂O—、—COO—、—OCO—、—COS—、—SCO—、—OCOO—、—CONH—、—NHCO—、—CF₂O—、—OCF₂—、—

CH_2CH_2- 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CHCOO}-$ 、 $-\text{OCO}$
 $\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}-$ 、 $-\text{OCOCH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{N}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{C}(\text{CH}_3)-$
 $-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{N}-$ 、または $-\text{C}\equiv\text{C}-$ であり； Z^{14} は単結合、 $-\text{O}-$ 、または $-\text{COO}-$ であり； X は、水素、フッ素、塩素、トリフルオロメチル、トリフルオロメトキシ、シアノ、炭素数1から20のアルキル、炭素数2から20のアルケニル、炭素数1から20のアルコキシ、または炭素数2から20のアルコキシカルボニルであり； e および g は、1から4の整数であり； j および l は、0から3の整数であり、 j および l の和は1から4であり； d 、 f 、 h 、 i 、 k 、および m は、0から20の整数であり； M^7 から M^{12} は、水素またはメチルである。

[請求項14] 添加物Aが式(9-1)から式(9-7)で表される光学活性化合物から選択された少なくとも1つの化合物である、請求項1から13のいずれか1項に記載の液晶複合体。



式(9-1)から式(9-7)において、 R^7 から R^{15} は、水素、フッ素、塩素、シアノ、 $-\text{SF}_5$ 、または炭素数1から10のアルキル

であり、このアルキルにおいて、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、これらの基において、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく；環L、環M、環N、環R、環S、環V、環W、および環Xは、1,4-シクロヘキシレン、1,4-フェニレン、1,3-ジオキサソ-2,5-ジイル、テトラヒドロピラン-2,5-ジイル、テトラヒドロピラン-3,5-ジイル、ピリミジン-2,5-ジイル、ピリジン-2,5-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、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく；環P、環Q、環T、および環Uは、5,6,7,8-テトラヒドロナフタレン-1,2-ジイルまたはナフタレン-1,2-ジイルであり； Z^{17} から Z^{24} は、単結合または炭素数1から20のアルキレンであり、このアルキレンにおいて、少なくとも1つの $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-COO-$ 、または $-OCO-$ で置き換えられてもよく、少なくとも1つの $-CH_2CH_2-$ は、 $-CH=CH-$ または $-C\equiv C-$ で置き換えられてもよく、これらの基において、少なくとも1つの水素は、フッ素または塩素で置き換えられてもよく； X^1 から X^6 は、水素またはフッ素であり；n、p、q、r、s、t、u、およびvは、1、2、または3である。

[請求項15] 液晶組成物に基づいて、添加物Aの割合が0.03%から25%の範囲である、請求項1から14のいずれか1項に記載の液晶複合体。

[請求項16] 液晶組成物のらせんピッチが $10\mu m$ 以下である、請求項1から15のいずれか1項に記載の液晶複合体。

[請求項17] 液晶組成物が添加物Bとして二色性色素を含有する、請求項1から16のいずれか1項に記載の液晶複合体。

[請求項18] 添加物Bが、ベンゾチアジアゾール類 (benzothiadiazoles)、ジ

ケトピロロピロール類 (diketopyrrolopyrroles)、アゾ化合物 (azo compounds)、およびアントラキノン類 (anthraquinones) から選択された少なくとも1つの二色性色素である、請求項17に記載の液晶複合体。

[請求項19] 液晶組成物に基づいて、添加物Bの割合が0.01%から25%の範囲である、請求項17または18に記載の液晶複合体。

[請求項20] 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が3%から40%の範囲であり、液晶組成物の割合が97%から60%の範囲である、請求項1から19のいずれか1項に記載の液晶複合体。

[請求項21] 液晶複合体に基づいて、重合体の割合が10%から70%の範囲であり、液晶組成物の割合が90%から30%の範囲である、請求項1から20に記載の液晶複合体。

[請求項22] 調光層が請求項1から21のいずれか1項に記載の液晶複合体であり、調光層が一对の透明基板により挟持され、透明基板が透明電極を有する、液晶調光素子。

[請求項23] 透明基板がガラス板またはアクリル板である、請求項22に記載の液晶調光素子。

[請求項24] 透明基板がプラスチックフィルムである、請求項22に記載の液晶調光素子。

[請求項25] 請求項1から21のいずれか1項に記載の液晶複合体を有し、照度 (180 W/m^2)、照射時間 (100時間)、槽内温度 (35°C) の条件下で行った耐候性試験の前後におけるヘイズ変化率が20%以下である、請求項22から24のいずれか1項に記載の液晶調光素子。

[請求項26] 請求項22から25のいずれか1項に記載の液晶調光素子を使用する調光窓。

[請求項27] 請求項22から25のいずれか1項に記載の液晶調光素子を使用するスマートウィンドウ。

[請求項28] 請求項1から21のいずれか1項に記載の液晶複合体の、液晶調光

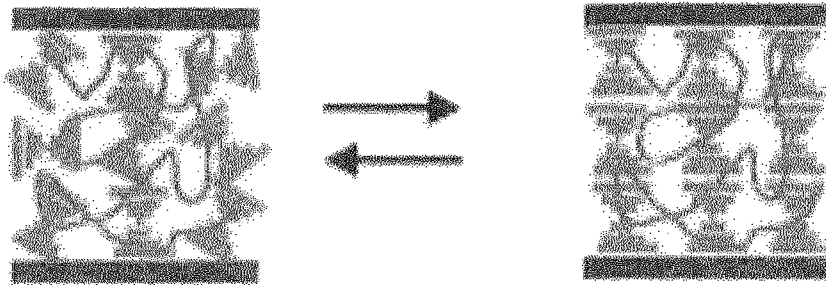
素子への使用。

[請求項29] 請求項 1 から 2 1 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体の、透明基板がプラスチックフィルムである液晶調光素子への使用。

[請求項30] 請求項 1 から 2 1 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体の、調光窓への使用。

[請求項31] 請求項 1 から 2 1 のいずれか 1 項に記載の液晶複合体の、スマートウィンドウへの使用。

[図1]

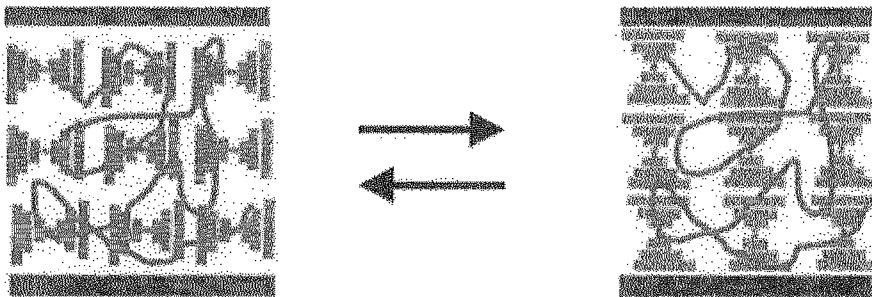


フォーカルコニック状態

プレーナー状態

図1. ノーマルモードの発光素子

[図2]



フォーカルコニック状態

プレーナー状態

図2. ノーマルモードの調光素子

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/007803

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C09K 19/12(2006.01)i; C09K 19/14(2006.01)i; C09K 19/16(2006.01)i; C09K 19/20(2006.01)i; C09K 19/30(2006.01)i; C09K 19/32(2006.01)i; C09K 19/34(2006.01)i; C09K 19/38(2006.01)i; C09K 19/42(2006.01)i; C09K 19/54(2006.01)i; C09K 19/60(2006.01)i; G02F 1/13(2006.01)i

FI: C09K19/42; C09K19/54 B; C09K19/30; C09K19/34; C09K19/32; C09K19/12; C09K19/14; C09K19/16; C09K19/20; C09K19/54 Z; C09K19/38; C09K19/60 Z; C09K19/60 A; C09K19/60 C; G02F1/13 500; G02F1/13 505

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C09K19/12; C09K19/14; C09K19/16; C09K19/20; C09K19/30; C09K19/32; C09K19/34; C09K19/38; C09K19/42; C09K19/54; C09K19/60; G02F1/13

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2018/46421 A1 (MERCK PATENT GMBH) 15.03.2018 (2018-03-15) pp. 81-84, page 67, lines 5-31	1-6, 10, 11 13, 15-31
X	JP 2018-538555 A (MERCK PATENT GMBH) 27.12.2018 (2018-12-27) paragraphs [0153], [0178]-[0180], [0212]-[0221], [0231]-[0235]	1-11, 13-31
X	WO 2014/192656 A1 (DIC CORPORATION) 04.12.2014 (2014-12-04) table 4, paragraphs [0183]-[0232], [0247]-[0250]	1-3, 7-31
X	WO 2017/38616 A1 (DIC CORPORATION) 09.03.2017 (2017-03-09) table 1, LC-12, claim 11	1-6, 14-19, 28
Y	table 1, LC-12, claim 11	7-13, 20-27, 29-31

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 May 2020 (07.05.2020)

Date of mailing of the international search report
19 May 2020 (19.05.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/007803

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2018/105312 A1 (JNC CORPORATION) 14.06.2018 (2018-06-14) claims 1-25, examples, paragraphs [0110], [0115]	1-31
Y	claims 1-25, examples, paragraphs [0110], [0115]	7-13, 20-27, 29-31
A	WO 2018/25996 A1 (JNC CORPORATION) 08.02.2018 (2018-02-08) entire text	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/007803

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/46421 A1	15 Mar. 2018	JP 2019-534344 A paragraphs [0135], [0139], [0196], [0204] US 2019/0185746 A1 EP 3510122 A1 CN 109689840 A KR 10-2019-0046903 A TW 201816086 A	
JP 2018-538555 A	27 Dec. 2018	US 2018/0244999 A1 table F, paragraphs [0192], [0228]- [0231], [0260]-[0266] WO 2017/041872 A1 EP 3347435 A1 TW 201718835 A CN 107949621 A KR 10-2018-0051577 A	
WO 2014/192656 A1	04 Dec. 2014	US 2016/0194561 A1 paragraphs [0238]- [0286], [0311]- [0314], table 4 TW 201510189 A CN 107922844 A KR 10-2018-0050306 A	
WO 2017/38616 A1	09 Mar. 2017	TW 201723157 A US 2019/0292461 A1 claims 1-25, examples, paragraphs [0086], [0090] EP 3553154 A1 CN 109844066 A KR 10-2019-0090774 A	
WO 2018/105312 A1	14 Jun. 2018	TW 201823433 A (Family: none)	
WO 2018/25996 A1	08 Feb. 2018		

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C09K 19/12(2006.01)i; C09K 19/14(2006.01)i; C09K 19/16(2006.01)i; C09K 19/20(2006.01)i; C09K 19/30(2006.01)i; C09K 19/32(2006.01)i; C09K 19/34(2006.01)i; C09K 19/38(2006.01)i; C09K 19/42(2006.01)i; C09K 19/54(2006.01)i; C09K 19/60(2006.01)i; G02F 1/13(2006.01)i FI: C09K19/42; C09K19/54 B; C09K19/30; C09K19/34; C09K19/32; C09K19/12; C09K19/14; C09K19/16; C09K19/20; C09K19/54 Z; C09K19/38; C09K19/60 Z; C09K19/60 A; C09K19/60 C; G02F1/13 500; G02F1/13 505																				
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） C09K19/12; C09K19/14; C09K19/16; C09K19/20; C09K19/30; C09K19/32; C09K19/34; C09K19/38; C09K19/42; C09K19/54; C09K19/60; G02F1/13 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年										
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																			
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年																			
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年																			
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																			
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2018/46421 A1 (MERCK PATENT GMBH) 15.03.2018 (2018 - 03 - 15) p.81-84, p.67 line 5-31</td> <td>1-6, 10, 11, 13, 15-31</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2018-538555 A (メルク パテント ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 27.12.2018 (2018 - 12 - 27) [0153], [0178]-[0180], [0212]-[0221], [0231]-[0235]</td> <td>1-11, 13-31</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>WO 2014/192656 A1 (D I C株式会社) 04.12.2014 (2014 - 12 - 04) 表4, [0183]-[0232], [0247]-[0250]</td> <td>1-3, 7-31</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>WO 2017/38616 A1 (D I C株式会社) 09.03.2017 (2017 - 03 - 09) 表1のLC-12, 請求項11</td> <td>1-6, 14-19, 28</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>表1のLC-12, 請求項11</td> <td>7-13, 20-27, 29-31</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	X	WO 2018/46421 A1 (MERCK PATENT GMBH) 15.03.2018 (2018 - 03 - 15) p.81-84, p.67 line 5-31	1-6, 10, 11, 13, 15-31	X	JP 2018-538555 A (メルク パテント ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 27.12.2018 (2018 - 12 - 27) [0153], [0178]-[0180], [0212]-[0221], [0231]-[0235]	1-11, 13-31	X	WO 2014/192656 A1 (D I C株式会社) 04.12.2014 (2014 - 12 - 04) 表4, [0183]-[0232], [0247]-[0250]	1-3, 7-31	X	WO 2017/38616 A1 (D I C株式会社) 09.03.2017 (2017 - 03 - 09) 表1のLC-12, 請求項11	1-6, 14-19, 28	Y	表1のLC-12, 請求項11	7-13, 20-27, 29-31
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																		
X	WO 2018/46421 A1 (MERCK PATENT GMBH) 15.03.2018 (2018 - 03 - 15) p.81-84, p.67 line 5-31	1-6, 10, 11, 13, 15-31																		
X	JP 2018-538555 A (メルク パテント ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 27.12.2018 (2018 - 12 - 27) [0153], [0178]-[0180], [0212]-[0221], [0231]-[0235]	1-11, 13-31																		
X	WO 2014/192656 A1 (D I C株式会社) 04.12.2014 (2014 - 12 - 04) 表4, [0183]-[0232], [0247]-[0250]	1-3, 7-31																		
X	WO 2017/38616 A1 (D I C株式会社) 09.03.2017 (2017 - 03 - 09) 表1のLC-12, 請求項11	1-6, 14-19, 28																		
Y	表1のLC-12, 請求項11	7-13, 20-27, 29-31																		
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。 <table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 </td> <td> “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献																
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献																			
国際調査を完了した日 07.05.2020	国際調査報告の発送日 19.05.2020																			
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 井上 明子 4V 3230 電話番号 03-3581-1101 内線 3480																			

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2018/105312 A1 (JNC株式会社) 14.06.2018 (2018 - 06 - 14) 請求項1-25, 実施例, [0110], [0115]	1-31
Y	請求項1-25, 実施例, [0110], [0115]	7-13, 20-27, 29-31
A	WO 2018/25996 A1 (JNC株式会社) 08.02.2018 (2018 - 02 - 08) 全文	1-31

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/007803

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2018/46421	A1	15.03.2018	JP 2019-534344 A [0135], [0139], [0196]- [0204] US 2019/0185746 A1 EP 3510122 A1 CN 109689840 A KR 10-2019-0046903 A TW 201816086 A	
JP	2018-538555	A	27.12.2018	US 2018/0244999 A1 Table F, [0192], [0228]- [0231], [0260]-[0266], WO 2017/041872 A1 EP 3347435 A1 TW 201718835 A CN 107949621 A KR 10-2018-0051577 A	
WO	2014/192656	A1	04.12.2014	US 2016/0194561 A1 [0238]-[0286], [0311]- [0314], Table4 TW 201510189 A	
WO	2017/38616	A1	09.03.2017	CN 107922844 A KR 10-2018-0050306 A TW 201723157 A	
WO	2018/105312	A1	14.06.2018	US 2019/0292461 A1 claim1-25, examples, [0086], [0090] EP 3553154 A1 CN 109844066 A KR 10-2019-0090774 A TW 201823433 A	
WO	2018/25996	A1	08.02.2018	(ファミリーなし)	