(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
2017年12月28日(28.12.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/221959 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/1337 (2006.01) *G02B 5/30* (2006.01)
G02B 1/08 (2006.01) *G02F 1/13* (2006.01)
G02B 3/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/022793

(22) 国際出願日： 2017年6月21日(21.06.2017)

(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 2016-123217 2016年6月22日(22.06.2016) JP

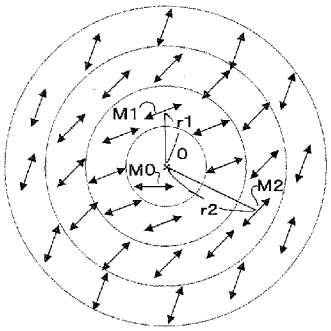
(71) 出願人: 国立大学法人長岡技術科学大学 (**NAGAOKA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**) [JP/JP]; 〒9402188 新潟県長岡市上富岡町１６０３－１ Niigata (JP). 公立大学法人兵庫県立大学 (**UNIVERSITY OF HYOGO**) [JP/JP]; 〒6512197 兵庫県神戸市西区学園西町８丁目２番地１ Hyogo (JP). 日産化学工業株式会社 (**NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1010054 東京都千代田区神田錦町３丁目７番地１ Tokyo (JP).

(72) 発明者: 野田 浩平 (**NODA, Kohei**); 〒9402188 新潟県長岡市上富岡町１６０３－１ 国立大学法人長岡技術科学大学内 Niigata (JP). 小野 浩司 (**ONO, Hiroshi**); 〒9402188 新潟県長岡市上富岡町１６０３－１ 国立大学法人長岡技術科学大学内 Niigata (JP). 川月 喜弘 (**KAWATSUKI, Nobuhiro**); 〒6712201 兵庫県姫路市書写２１６７ 兵庫県立大学内 Hyogo (JP).

(54) **Title:** LIQUID CRYSTAL OPTICAL ELEMENT AND METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID CRYSTAL OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称： 液晶光学素子及び液晶光学素子の製造方法

[図1]



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a liquid crystal optical element capable of varying optical characteristics using a liquid crystal, specifically a liquid crystal Fresnel lens, and more specifically a high-quality liquid crystal Fresnel lens that can be obtained by a simple method. Provided are a liquid crystal alignment film comprising oriented molecules, and a liquid crystal optical element including the liquid crystal alignment film. When the oriented molecules are located at a predetermined distance away from a predetermine d point in the liquid crystal alignment film, the alignment direction of the oriented molecules creates a certain angle according to the distance relative to a straight line parallel to the plane formed by the liquid crystal alignment film.

(57) 要約：本発明は、液晶を用いて光学特性を可変にした液晶光学素子、具体的には液晶フレネルレンズ、より具体的には高品位かつ簡便な手法で得られる液晶フレネルレンズを提供する。 本発明は、配向分子を備えた液晶配向膜であって、前記配向分子は、前記液晶配向膜の所定の点から所定距離の位置にあるとき、前記配向分子の配向方向が、前記液晶配向膜が形成する平面と平行な直線に対して、前記距離に応じた角度をなす、液晶配向膜；及び該液晶配向膜を有する液晶光学素子を提供する。

WO 2017/221959 A1

［続葉有］

後藤 耕平(GOTO, Kohei)；〒2740052 千葉県船橋市鈴身町４８８番地６ 日産化学工業株式会社 材料科学研究所内 Chiba (JP). 筒井 皇晶(TSUTSUI, Kimiaki)；〒2740052 千葉県船橋市鈴身町４８８番地６ 日産化学工業株式会社 材料科学研究所内 Chiba (JP).

(74) 代理人：吉澤 敬夫，外 (YOSHIZAWA, Takao et al.)；〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目７番１号 有楽町電気ビルヂング北館８階８１０区 Tokyo (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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 液晶光学素子及び液晶光学素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、液晶を用いて光学特性を可変にした液晶光学素子に関するものである。特に、液晶フレネルレンズとして、偏光の集光及び拡散機能を有し、入射光の偏光状態を変換できる機能を有する液晶光学素子に関する。

背景技術

[0002] 液晶セルを用いた光学素子の一つとして、液晶フレネルレンズがある。液晶フレネルレンズを形成するためには、液晶の配向を規制する基板の形成が重要である。

この基板の形成には、ナノインプリント法がよく用いられている。

特許文献１には、片側にフレネル構造を作成した基板を用いて液晶セルを作成することで、レンズパワーの大きい液晶レンズが実現できることが示されている。

[0003] 一方、片側の基板に配置された櫛場電極に印加する電圧を制御することで、液晶フレネルレンズを作成する手法も知られている（特許文献２）。この場合、電極間に印加する電圧をコントロールし、液晶フレネルレンズの屈折率分布を制御することで、レンズの焦点距離や入射光の屈折状態をコントロールできることが開示されている。

また、マスク露光によりフレネルパターンを作成した基板を用いる手法もある（非特許文献１、２）。しかしながら、これら文献に開示された液晶フレネルレンズの場合、２枚の基板間に挟持された液晶はダイレクタの向きを光の進行方向に異方性を変化させレンズの屈折率をコントロールするためだけに用いられるため、入射光の偏光状態によって、集光特性を変化させたり、入射光の偏光状態を変換して集光させたりすることはできない。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１４－３８３４９号公報。

特許文献2：特開２０１５－１６５３１２号公報。

非特許文献

[0005] 非特許文献1：Appl. Phys. Lett. 88, 203505 (2006)。

非特許文献2：Opt. Express 18(25), 26325-26331 (2010)。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明の目的は、液晶を用いて光学特性を可変にした液晶光学素子、具体的には液晶フレネルレンズ、より具体的には高品位かつ簡便な手法で得られる液晶フレネルレンズを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、以下の発明を見出した。

＜１＞ 配向分子を備えた液晶配向膜であって、前記配向分子は、前記液晶配向膜の所定の点から所定距離の位置にあるとき、前記配向分子の配向方向が、前記液晶配向膜が形成する平面と平行な直線に対して、前記距離に応じた角度をなす、液晶配向膜。

＜２＞ 前記所定距離ｒ１の位置にある前記配向方向の角度がθ１であり、前記所定距離ｒ１に最近接する距離ｒ２の位置にある配向分子の配向方向の角度がθ２であるとき、角度θ１とθ２との差Δθが０°を越えて９０°未満、好ましくは０°を越えて６０°以下である＜１＞記載の液晶配向膜。

＜３＞ 前記距離に応じた前記角度が、フレネルレンズ形状に近似するか及び／又は相当する角度分布を有する＜１＞又は＜２＞のいずれかに記載の液晶配向膜。なお、「フレネルレンズ形状に近似するか及び／又は相当する角度分布を有する」については後に詳述するが、下記数式［７］を満たすような角度分布（数式中、θはフレネルレンズにおける中心から距離ｒ離れたｍ番目のフレネル帯における角度を示す。λは波長、ｆは焦点距離を、それぞれ示す。）を有するのがよい。

[0008] [数1]

$$\theta = \pi\left(m - \frac{r^2}{2\lambda f}\right) \qquad [7]$$

[0009] ＜４＞ 前記配向分子が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる基を有する高分子である＜１＞～＜３＞のいずれか１に載の液晶配向膜。

＜５＞ 前記配向分子が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる側鎖を有する高分子である＜１＞～＜４＞のいずれかに記載の液晶配向膜。

＜６＞ ＜１＞～＜５＞のいずれかに記載の液晶配向膜を片面に有する基板。

[0010] ＜７＞ ＜６＞記載の基板である第１の基板；及び

第２の基板；を有し、

前記第１及び第２の基板を、空間を備えて平行離間させ、且つ前記第１の基板の液晶配向膜を第２の基板に対向するように配置し、且つ

前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の法線であって前記第１の基板の所定の点である第１の点を通る第１の法線が前記第２の基板の法線となるように、配置する、

液晶セル。

＜８＞ 前記第２の基板が、＜６＞記載の基板であり、

前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の法線であって前記第１の基板の中心点である第１の中心点を通る第１の法線と、前記第２の基板の法線であって前記第２の基板の中心点である第２の中心点を通る第２１の法線と一致するように、配置する、＜７＞記載の液晶セル。

[0011] ＜９＞ 前記空間に液晶を備える、＜７＞又は＜８＞記載の液晶セル。

＜１０＞ ＜９＞記載の液晶セルを備える液晶光学素子。

＜１１＞ 光、電界、磁界、及び熱からなる群から選ばれる外部刺激により、前記距離に応じた光学位相を有する＜７＞～＜９＞のいずれかに記載の

液晶セル又は＜１０＞記載の液晶光学素子。

[0012] ＜１２＞

液晶配向膜の製造方法、特に＜１＞～＜５＞のいずれかに記載の液晶配向膜の製造方法であって、

Ａ）光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる基を有する高分子を有する膜を形成する工程；及び

Ｂ）前記膜の所定位置に所定の偏光紫外線を照射する工程；を有し、

用いる高分子などによっては、Ｃ）照射後に加熱する工程；を任意に有し、

前記膜の所定の点から所定の距離の位置にある高分子の配向方向を、前記膜が形成する平面と平行な直線に対して、前記距離に応じた角度をなす配向分子を備える上記液晶配向膜を得る、上記方法。

[0013] ＜１３＞ 前記Ａ）において、前記基が前記高分子の側鎖に有する、＜１２＞記載の方法。

＜１４＞ 前記Ｂ）において、前記所定の偏光紫外線が集光した偏光紫外光である＜１２＞又は＜１３＞記載の方法。

＜１５＞ 前記Ａ）において、Ａ）－１）前記膜を基板上に形成する＜１２＞～＜１４＞のいずれかに記載の方法。

[0014] ＜１６＞

Ｄ） ＜１５＞記載の方法により得られた基板である第１の基板を準備する工程；

Ｅ） 第２の基板を準備する工程；及び

Ｆ） 前記第１の基板及び第２の基板との間に液晶を備える工程；

を有し、

前記Ｆ）において、前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の液晶配向膜を第２の基板に対向するように、平行離間させて配置し、且つ前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の法線であって前記第１の基板の中心点

である第１の中心点を通る第１の法線が前記第２の基板の法線となるように配置する、

液晶セル又は液晶光学素子の製造方法。

[0015] ＜１７＞ 前記第２の基板が、＜１５＞記載の方法により得られた基板であり、

前記Ｆ）において、前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の法線であって前記第１の基板の中心点である第１の中心点を通る第１の法線が前記第２の基板の法線であって前記第２の基板の中心点である第２の中心点を通る第２の法線と一致するように配置する、＜１６＞記載の方法。

＜１８＞ ＜１６＞又は＜１７＞記載の方法で得られた液晶光学素子に、光、電界、磁界、及び熱からなる群から選ばれる外部刺激を加える工程を有することにより、前記距離に応じた光学位相を有する液晶光学素子を得る、液晶光学素子の製造方法。

[0016] ＜１９＞ 液晶セルの製造方法であって、

Ｏ）第１及び第２の基板を準備する工程；

Ｐ１）第１の基板の片面上に第１の膜を形成する工程であって、該第１の膜が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる第１の基を有する第１の高分子を有する工程；

Ｐ２）第２の基板の片面上に前記第１の膜と同じであっても異なってもよい第２の膜を形成する工程であって、該第２の膜が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる第２の基を有する第２の高分子を有する工程；

Ｑ）前記第１の膜を備える第１の基板及び前記第２の膜を備える第２の基板を、第１の膜及び第２の膜が対向するように、空間を備えるように平行離間して配置する工程；

Ｒ）前記第１の膜を有しない前記第１の基板の面側から、又は、前記第２の膜を有しない前記第２の基板の面側から、前記第１の膜及び前記第２の膜

の所定位置に所定の偏光紫外線を照射する工程；を有し、

用いる第１及び／又は第２の高分子などによっては、Ｓ）照射後、前記第１及び第２の基板を加熱する工程；を任意に有し、

前記第１の膜の所定の第１の点から所定距離の位置にある第１の高分子の配向方向を、前記第１の膜が形成する第１の平面と平行な第１の直線に対して、前記距離に応じた角度をなす第１の配向分子を備える第１の液晶配向膜を有し、且つ

前記第２の膜の所定の第２の点から所定距離の位置にある第２の高分子の配向方向を、前記第２の膜が形成する第２の平面と平行な第２の直線に対して、前記距離に応じた角度をなす第２の配向分子を備える第２の液晶配向膜を有する、液晶セルを得る、上記方法。

[0017] ＜２０＞　前記第１の基が前記第１の高分子の側鎖に有するか、及び／又は前記第２の基が前記第２の高分子の側鎖に有する＜１９＞記載の方法。

＜２１＞　前記Ｒ）において、前記所定の偏光紫外線が集光した偏光紫外光である＜１９＞又は＜２０＞記載の方法。

＜２２＞　前記工程Ｒ）後（ただし、工程Ｓ）を有する場合には工程Ｓ）後）、Ｔ）液晶を前記空間に充填する工程；をさらに有する＜１９＞～＜２１＞のいずれかに記載の方法又は液晶光学素子の製造方法。

＜２３＞　Ｕ）　＜２２＞記載の方法で得られた液晶セル又は液晶光学素子に、光、電界、磁界、及び熱からなる群から選ばれる外部刺激を加える工程を有することにより、前記距離に応じた光学位相を有する液晶光学素子を得る、液晶光学素子の製造方法。

発明の効果

[0018] 本発明により、液晶を用いて光学特性を可変にした液晶光学素子、具体的には液晶フレネルレンズ、より具体的には高品位かつ簡便な手法で得られる液晶フレネルレンズを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の液晶配向膜を説明する模式図である。

[図2]光学（形状による）フレネルレンズの断面図を示す。

[図3]右回り円偏光と半波長板（ＨＷＰ）速軸との成す角を示す図である。

[図4]本発明の液晶光学素子の一例である液晶フレネルレンズの構造及びその光学異方性空間分布の一例を示す図である。

[図5]光学（形状による）フレネルレンズの位相分布を示す図である。

[図6]本発明の一実施態様である液晶フレネルレンズを構成する配向分子の配向方向の分布を示す図である。

[図7]本実施例において液晶フレネルレンズを作製した装置の概要を示す図である。

[図8]本実施例において得られた液晶フレネルレンズの偏光顕微鏡像である。

[図9]本実施例において得られた液晶フレネルレンズの入射光、出射光のビームプロファイラ画像（上段）及び強度分布のグラフ（下段）を示す。

[図10]図９における出射光の楕円率を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明について詳述する。

＜液晶配向膜＞

本願は、配向分子を備えた液晶配向膜を開示する。

本願において、配向分子が、液晶配向膜の所定の点から所定距離の位置にあるとき、該配向分子の配向方向が、液晶配向膜が形成する平面と平行な直線に対して、前記距離に応じた角度をなすように配置される。

本願の液晶配向膜について、特に本願の液晶配向膜における配向分子の配向方向について、図１を用いて説明する。

図１は、本発明の液晶配向膜を説明する模式図である。

[0021] 図１において、配向分子ＭＯは、液晶配向膜１のある点（中心点）Ｏとほぼ同じ距離にある。その配向方向は矢印ＹＯで示され、ほぼ水平方向である。

また、配向分子Ｍ１は、点Ｏからｒ１離れた距離の位置に配置されている。該配向分子Ｍ１の配向方向は矢印Ｙ１で示されている。ここで、点Ｏから

ｒ１離れた距離に配置される配向分子Ｍ１は全て同じ配向方向を示す。図１では、Ｙ２はＹ１より傾いた角度を有している。

さらに、配向分子Ｍ２は、点Ｏからｒ２離れた距離（ｒ２＞ｒ１）の位置に配置されている。該配向分子Ｍ２の配向方向は矢印Ｙ２で示されている。ここで、点Ｏからｒ２離れた距離に配置される配向分子Ｍ２は全て同じ配向方向を示す。図１では、Ｙ２はＹ１よりもさらに傾いた角度を有している。

このように、液晶配向膜の所定の点（点Ｏ）から所定距離、例えばｒ１の位置の配向分子は全て、その配向方向が全て同じ方向であり、液晶配向膜が形成する平面と平行な直線Ｌに対して、同一の角度（距離ｒ１離れた位置にある配向分子は角度θ１）を有する。

また、同様に、ｒ２離れた距離（ｒ２＞ｒ１）の位置に配置される配向分子も、直線Ｌに対して、同一の角度（距離ｒ２離れた位置にある配向分子は角度θ２（θ２≠θ１））を有する。

したがって、本願の液晶配向膜は、ある点（中心点）Ｏからの距離に応じた、所定の角度分布を有する。

[0022] 本願の液晶配向膜の所定の角度分布は、２次元に異方性空間分布を形成できること、異方性の方位を所望の値に設定できること、及び／又は、異方性の方位を設計に沿って設定できること、を達成するのがよい。

具体的には次のような分布であるのがよい。

即ち、液晶配向膜の所定の点（点Ｏ）から所定距離ｒ１にある配向分子Ｍ１の配向方向の角度θ１とは異なる配向方向の角度θ２を有する配向分子Ｍ２が存在し、且つ該配向分子Ｍ２がｒ１に最近接する距離ｒ２に存在する場合、角度θ１と角度θ２との差の絶対値Δθが０°を越えて９０°未満、好ましくは０°を越えて６０°以下、より好ましくは０．１～６０°であるのがよい。

なお、ここで、ｒ１、ｒ２、θ１、θ２は、図１と同じ記号を用いているが、ここではより一般化した値を示している。

本願の液晶配向膜が、上記角度分布を有することにより、液晶を用いて光

学特性を可変にした液晶光学素子を得ることができる。

また、上記角度分布を有することにより、フレネルレンズ形状に近似するか及び／又は相当する角度分布を有する液晶配向膜を提供することができ、該液晶配向膜を用いることにより、液晶フレネルレンズを提供することができる。

なお、液晶フレネルレンズについては後に詳述するが、液晶フレネルレンズにおいて、上記数式［７］を満たすような角度分布（数式中、θはフレネルレンズにおける中心から距離ｒ離れたｍ番目のフレネル帯における角度を示す。λは波長、ｆは焦点距離を、それぞれ示す。）を有するのがよい。

[0023] [数2]

$$\theta = \pi\left(m - \frac{r^2}{2\lambda f}\right) \qquad [7]$$

[0024] ＜液晶配向膜の配向分子＞

本願の液晶配向膜における配向分子は、上述の配向方向を有する。

該配向分子は、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる基を有する高分子であるのがよい。

また、該基は、上記高分子の側鎖に有するのがよい。

なお、配向分子に用いることができる高分子については、後に詳述する。

[0025] ＜液晶配向膜を有する基板＞

本願は、上述の液晶配向膜を片面に有する基板を提供する。

基板は、液晶素子に用いられる基板であれば、特に限定されない。基板として、例えば、液晶表示素子が透過型である場合、透明性の高い基板が用いられることが好ましい。その場合、特に限定はされず、ガラス基板、またはアクリル基板やポリカーボネート基板等のプラスチック基板等を用いることができる。

また、反射型の液晶表示素子への適用を考慮し、シリコンウェハなどの不透明な基板も使用できる。

なお、基板上に本願の液晶配向膜を形成する方法については、後に詳述するが、形成する方法によっては、透明性の高い基板を用いるのがよい場合がある。

[0026] ＜液晶配向膜を有する基板を備える液晶セル＞

本願は、上述の液晶配向膜を片面に有する基板を備える液晶セルを提供する。

該液晶セルにおいて、基板を２枚平行離間させて配置させるが、該基板のうち少なくとも１枚が、上述の液晶配向膜を片面に有する基板であるのがよい。この際、液晶配向膜を有する片面を、他の基板と対向するように配置するのがよい。

２枚の基板の配置において、１枚のみが上述の液晶配向膜を片面に有する基板である場合、該基板の法線であって該基板の所定の点（点Ｏ）である第１の点を通る第１の法線が、第１の基板以外の基板の法線と一致するのがよい。

[0027] ２枚の基板が共に、上述の液晶配向膜を片面に有する基板（「第１の基板」と「第２の基板」とする）である場合、いわゆる光軸を合わせるのがよい。

具体的には、第１の基板の法線であって該第１の基板の所定の点（点Ｏ）である第１の点を通る第１の法線が、第２の基板の法線であって該第２の基板の所定の点（点Ｏ）である第２の点を通る第２の法線と一致するように、双方の基板を配置するのがよい。

なお、第１の基板の配向分子（第１の配向分子）の配向方向（第１の配向方向）と、第２の基板の配向分子（第２の配向分子）の配向方向（第２の配向方向）とを、以下のように構成するのがよい。

[0028] 即ち、平行離間配置する際に、該平行と鉛直方向から見た場合、第１の配向方向と第２の配向方向とが全く一致させる、即ち第１の配向方向と第２の配向方向との角度がゼロである、のがよい。このように、２枚の基板を配置することにより、該２枚の基板間に配置される液晶が、第１の基板から第２

の基板にかけて空間的に同一方向（第１の配向方向と同じであり且つ第２の配向方向とも同じ）に配置することになる。

[0029] 一方、平行離間配置する際に、該平行と鉛直方向から見た場合、第１の配向方向と第２の配向方向とを一致させず、所定の配向（第１の配向方向と第２の配向方向との角度がゼロではない）を有するように第１及び第２の基板を配置してもよい。このように、２枚の基板を配置することにより、該２枚の基板間に配置される液晶分子は、その配向方向が第１の基板近辺では第１の配向方向と同じであり、第２の基板近辺では第２の配向方向と同じであり、第１の基板から第２の基板にかけては、第１の配向方向から第２の配向方向へと徐々に空間的に変化する、いわゆる「ねじれ構造」を有するように、液晶分子の配向方向を配置させることができる。

[0030] ＜液晶を備える液晶セル又は液晶光学素子＞

液晶セルは、上述しているように、２枚の基板の間に液晶を備える。なお、液晶を備えるものを、本願において、液晶光学素子という場合もある。

液晶を備える液晶セル又は液晶光学素子において、該液晶を構成する液晶分子は、液晶配向膜の配向方向に沿って、配向する。

なお、液晶分子の配向や物性は、液晶を構成する液晶分子に依存するが、光、電界、磁界及び熱からなる群から選ばれる外部刺激により、変化させることができる。これにより、液晶表示素子、例えば液晶フレネルレンズ、の特性（位相）をコントロールすることができ、所望の特性を有する液晶光学素子、例えば液晶フレネルレンズを提供することができる。

[0031] ＜液晶配向膜の製造方法＞

上述の液晶配向膜は、例えば次の方法で製造することができる。

即ち、Ａ）光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる基を有する高分子を有する膜を形成する工程；及び

Ｂ）前記膜の所定位置に所定の偏光紫外線を照射する工程；

を有し、

用いる高分子などによっては、Ｃ）照射後に加熱する工程；を任意に有することにより、

上記液晶配向膜を、即ち前記膜の所定の点から所定の距離の位置にある高分子の配向方向を、前記膜が形成する平面と平行な直線に対して、前記距離に応じた角度をなす配向分子を備える液晶配向膜を、得ることができる。

工程Ａ）において、前記基が高分子の側鎖に有するのがよい。

また、工程Ｂ）において、所定の偏光紫外線として、集光した偏光紫外光を用いるのがよい。これにより、所定位置に偏光紫外線を照射することができる。また、集光した偏光紫外光を用いることにより、得られた液晶配向膜において、配向分子が、上述の所望の角度分布を有することができる。

なお、工程Ａ）、工程Ｂ）、工程Ｃ）については、後に詳述する。

[0032] ＜液晶配向膜を有する基板の製造方法＞

上記工程Ａ）前に、まず基板を準備する工程を有し、上記工程Ａ）において、該基板上に膜を形成するのがよい。

[0033] ＜液晶セル又は液晶光学素子の製造方法Ａ＞

上記で得られた基板を用いて、以下の製造方法により、液晶セル又は液晶光学素子を得ることができる。

即ち、Ｄ）上記で基板である第１の基板を準備する工程；

Ｅ）第２の基板（ここでは、「液晶配向膜を有する基板」以外の基板）を準備する工程；及び

Ｆ）第１の基板及び第２の基板との間に液晶を備える工程；

を有し、

上記工程Ｆ）において、第１及び第２の基板を、第１の基板の液晶配向膜を第２の基板に対向するように、平行離間させて配置し、且つ第１及び第２の基板を、第１の基板の法線であって該第１の基板の中心点である第１の中心点を通る第１の法線が第２の基板の法線となるように配置することにより、液晶セル又は液晶光学素子を得ることができる。

工程Ｆ）は、液晶を第１の基板及び第２の基板との間に備えることができ

れば、いずれの手法を用いてもよく、例えばｉ）第１の基板及び第２の基板を平行配置し、空間ができた後に液晶を充填する手法；であっても、ｉｉ）第１の基板上に液晶を配置し、さらに液晶上に第２の基板を配置する手法；であっても、ｉｉｉ）その他の手法；であってもよい。

なお、工程Ｅ）、工程Ｆ）については、後に詳述する。

[0034] ここで、第２の基板についても、液晶配向膜を有する基板を用いる場合、第１の基板と第２の基板とのいわゆる光軸合わせを行うのがよい。

具体的には、第１及び第２の基板を、第１の基板の法線であって該第１の基板の中心点である第１の中心点を通る第１の法線が、第２の基板の法線であって該第２の基板の中心点である第２の中心点を通る第２の法線と一致するように配置するのがよい。

また、光軸だけでなく、第１の基板での配向分子の配向方向（第１の配向方向）と、第２の基板での配向分子の配向方向（第２の配向方向）とを一致させるのがよい。

[0035] なお、上記工程Ｆ）後、上述したように、光、電界、磁界、及び熱からなる群から選ばれる外部刺激を加える工程を有することにより、液晶を構成する分子（液晶分子）を配向させることができ、これにより、液晶配向膜の中心点からの距離に応じて光学位相が生じ、これにより所望の特性を有する液晶光学素子を得ることができる。

[0036] ＜液晶セル又は液晶光学素子の製造方法Ｂ＞

上記製造方法Ａは、まず液晶配向膜又は液晶配向膜を有する基板を形成し、その後に該基板を用いて液晶セル又は液晶光学素子を得る方法である。一方、製造方法Ｂは、いわゆる空セルを準備し、該空セルにおいて液晶配向膜を形成し、その後に液晶を充填して液晶セル又は液晶光学素子を製造方法である。

即ち、Ｏ）第１及び第２の基板を準備する工程；

Ｐ１）第１の基板の片面上に第１の膜を形成する工程であって、該第１の膜が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ば

れる少なくとも１種の光反応を生じる第１の基を有する第１の高分子を有する工程；

Ｐ２）第２の基板の片面上に前記第１の膜と同じであっても異なってもよい第２の膜を形成する工程であって、該第２の膜が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる第２の基を有する第２の高分子を有する工程；

Ｑ）第１の膜を備える第１の基板及び第２の膜を備える第２の基板を、第１の膜及び第２の膜が対向するように、空間を備えるように平行離間して配置する工程；及び

Ｒ）第１の基板の第１の膜を有しない面側から、又は、第２の基板の第２の膜を有しない面側から、第１の膜及び前記第２の膜の所定位置に所定の偏光紫外線を照射する工程；を有し、

用いる第１及び／又は第２の高分子などによっては、Ｓ）照射後、第１及び第２の基板を加熱する工程；を任意に有し、

第１の膜の所定の第１の点から所定距離の位置にある第１の高分子の配向方向を、第１の膜が形成する第１の平面と平行な第１の直線に対して、該距離に応じた角度をなす第１の配向分子を備える第１の液晶配向膜を有し、且つ

第２の膜の所定の第２の点から所定距離の位置にある第２の高分子の配向方向を、第２の膜が形成する第２の平面と平行な第２の直線に対して、距離に応じた角度をなす第２の配向分子を備える第２の液晶配向膜を有することにより、

液晶セルを得ることができる。

[0037] 工程Ｐ１）及び／又は工程Ｐ２）において、前記第１の基が第１の高分子の側鎖に有するか、及び／又は第２の基が第２の高分子の側鎖に有するのがよい。

工程Ｒ）において、所定の偏光紫外線として、集光した偏光紫外光を用いるのがよい。これにより、所定位置に偏光紫外線を照射することができる。

また、得られる第１及び第２の液晶配向膜における第１及び第２の配向分子が、上述又は後述する、所望の角度分布を有することができる。

なお、第１の高分子と第２の高分子とを異なる高分子とするか、又は工程Ｒ）における照射光の量（エネルギー）をコントロールすることにより、第１の配向分子の配向方向（第１の配向方向）と第２の配向分子の配向方向（第１の配向方向）を制御することができる。例えば、第１の配向方向と第２の配向方向とのなす角度が９０°とすれば、得られる液晶光学素子について、より複雑な特性のコントロールが可能となる。

製造方法Ｂは、製造方法Ａと比較して、ｉ）２枚の基板の液晶配向膜を一度に製造できる点、ｉｉ）２枚の基板のいわゆる光軸合わせが不要な点、などの利点を有する。

[0038] 工程Ｓ）後に得られた、いわゆる空セルに液晶を充填することにより、液晶を備えた液晶セル又は液晶光学素子を得ることができる。

その後の作業、具体的には光、電界、磁界、及び熱からなる群から選ばれる外部刺激を加える工程の作業については、製造方法Ａと同じである。

[0039] このようにして、本願は、液晶配向膜、該膜を有する基板、該基板を備える液晶セル又は液晶光学素子を提供することができる。

以降、本願について、より具体的に説明する。

[0040] ＜＜液晶フレネルレンズ＞＞

本願は、液晶光学素子として液晶フレネルレンズを提供することができる。以降、液晶フレネルレンズについて詳述する。

液晶フレネルレンズの説明の前に、まずは光学（形状による）フレネルレンズについて説明する。

フレネルレンズは、通常の球面レンズとは違い通常のレンズを一定の半径ごとに切った形になっている。図２は、フレネルレンズの断面図である。

レンズ内で与えられる位相φは材料の屈折率をｎ、厚さｄとすると通常、下記式[１]で表される。

[0041]

[数3]

$$\varphi = \frac{2\pi nd}{\lambda} \qquad [1]$$

[0042] 通常のフレネルレンズでは厚さｄをパラメータとして位相差を変化させている。一方、液晶を用いたフレネルレンズの場合、幾何学的位相をレンズの位相としてフレネルパターンに沿って変化させることにより所望のフレネルパターンを設計できる。

液晶フレネルレンズの光学異方性空間分布が同じ領域を半波長板（ＨＷＰ）と考えると、その時の右回り円偏光（ＲＣＰ）は、図３のように表される。図３のＸ軸とＨＷＰの速軸の成す角をθとしたとき，波長板を透過したＲＣＰのジョーンズベクトルは、下記式[２]から、左回り円偏光（ＬＣＰ）に変換され、$e^{i2\theta}$という位相を生じることが分かる。

[0043] [数4]

$$E_{out} = \begin{pmatrix} \cos 2\theta & \sin 2\theta \\ \sin 2\theta & -\cos 2\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -i \end{pmatrix} e^{i2\theta} \qquad [2]$$

[0044] この位相を幾何学的位相といい、この位相はＨＷＰの速軸の方向を変化させることにより位相を変化させることが可能である。すなわち、液晶分子の配向方向を空間的に制御すれば、幾何学的位相の空間分布を制御でき、この幾何学的位相の空間分布をフレネルレンズの面（球面及び非球面を含む）位相に対応するように制御することで、偏光制御可能な液晶フレネルレンズが形成できる。

また、このとき、速軸の成す角が同じＬＣＰを入射したときＬＣＰのジョーンズベクトルは、下記式[３]となり、位相変化は$e^{-i2\theta}$となる。すなわち、ＲＣＰが入射時に集光するようフレネルレンズを設計した場合、ＬＣＰを入射すると出射光は拡散することになる。

[0045] [数5]

$$E_{out} = \begin{pmatrix} \cos 2\theta & \sin 2\theta \\ \sin 2\theta & -\cos 2\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix} e^{-i2\theta} \qquad [3]$$

[0046] フレネルパターンを設計する場合、フレネルパターンの切替半径ｒｍは、

設計波長λ、焦点距離をｆとすると、下記式[４]で計算できる。

このとき、同一フレネル帯ｒ内（ｒｍ＜ｒ＜ｒｍ＋１）における位相をφｒとするとフレネル帯ｒ内での位相分布は下記式[５]で計算できる。

したがって、上述の位相分布を形成するように液晶セルを作成することにより、偏光制御可能な液晶フレネルレンズを作成することができる。

[0047] [数6]

$$r_m = \sqrt{\left(\frac{m\lambda}{2}\right)^2 + \frac{2m\lambda f}{2}} \qquad [4]$$

$$\varphi_r = 2\pi\left(m - \frac{r^2}{2\lambda f}\right) \qquad [5]$$

[0048] 本発明の液晶光学素子、例えば液晶フレネルレンズは、偏光の集光及び拡散機能を有し、入射光の偏光状態を変換する機能を有する。右回り円偏光を入射した場合には集光し、左回り円偏光を入射した場合に拡散する。直線偏光を入射した場合には、直線偏光が左右円偏光の足し合わせと考えられることから、集光及び拡散の双方が同時に発生する。この液晶の配向により発現できる光学異方性空間分布を様々に設定することで、集光と拡散の特性を変化させることが可能である.

[0049] ＜光学位相の制御＞

本発明の液晶光学素子、例えば液晶フレネルレンズは、液晶の配向を任意に制御することにより特性、例えばフレネルレンズ特性を発現するため、液晶セル作成後においても、外部から液晶の配向や物性をコントロールすることで特性を変化させることができる。

液晶セル作成後に、液晶の配向や物性を変化さえる手法としては、液晶セルに電圧を印加し液晶の配向を変化させる手法、加熱や冷却、及び光照射などによって液晶セルの温度を変えて液晶の物性を変える手法などが挙げられるが、これらに限定されない。

その中でも、液晶セルに電圧を印加することで、液晶の配向を変化させる手法が、簡便に液晶の配向状態を変化できることから好ましい。また、液晶

セルの温度を変化させることで液晶の物性を制御する手法は外部環境を反映するような素子に適用する場合は特に好ましい。

[0050] ＜液晶配向膜の高分子＞

本願の液晶配向膜は、配向分子を有する。

該配向分子は、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる基を有する高分子であるのがよい。

また、該基は、高分子の側鎖に有するのがよい。

本願において、該光反応は、偏光紫外線照射によって異方性を発現するのがよい。

偏光紫外線照射によって異方性を発現する機構としては、１）紫外線照射により一定方向のポリマーが分解し、異方性を発現するもの、２）偏光紫外線照射により一定方向のポリマー部位にて反応（異性化または二量化など）が生じ、異方性を発現するもの、３）角度をつけて紫外線を照射することにより、特定方向の側鎖にて反応（異性化または二量化など）が生じ異方性を生じるもの、などを挙げることができるがこれらに限定されない。

光反応として、好ましくは光異性化、光二量化、光フリース転移、より好ましくは光異性化、光二量化であるのがよい。

[0051] ＜＜光配向剤＞＞

本願の液晶配向膜は、上記高分子を有する組成物、即ち光配向剤から形成することができる。

光配向剤は、上記高分子を有機溶媒に溶解した形態で含有する。

光配向剤は、上記高分子を１～１５質量％、より好ましくは２～１０質量％、さらに好ましくは２～８質量％含有するのがよい。

これらの材料系としては、主にポリイミド前駆体、ポリイミド、ポリアミド、ポリアクリレート、ポリメタクリレート、ポリＮ置換マレイミド、ポリスチレン、ポリイタコナート、ポリシロキサン等が挙げられるが、これらに限定しない。使用環境によってはポリイミド前駆体やポリイミドなどの耐熱

性樹脂が非常に好ましく、低温焼成による製造の観点や、モノマー・ポリマーの合成のしやすさの観点においてはポリアクリレート系材料やポリメタクリレートなどが好ましい。

[0052] ＜＜高分子＞＞

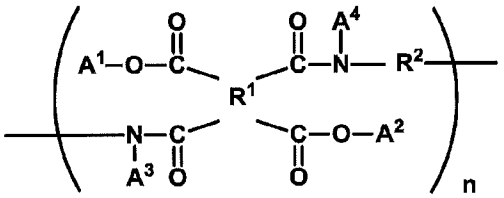
以降、上記高分子について、詳述する。

ポリイミド前駆体、又はポリイミド

ポリイミド前駆体は、ポリアミック酸およびポリアミック酸エステルが該当する。ポリアミック酸はジアミン成分とテトラカルボン酸成分とを反応させて得ることができ、ポリアミック酸エステルはテトラカルボン酸のジエステル体とジアミンとを縮合重合させることにより得ることができる。ポリイミドはこれらのポリイミド前駆体を加熱脱水反応、酸や塩基などの触媒を用いた脱水縮合を行うことにより得ることができる。

ポリイミド前駆体は、下記の式［Ａ］で示される構造を有する。式中、Ｒ^{1}は４価の有機基を示す。Ｒ^{2}は２価の有機基を示す。Ａ^{1}及びＡ^{2}はそれぞれ独立して、水素原子又は炭素数１～４のアルキル基を示す。Ａ^{3}及びＡ^{4}はそれぞれ独立して、水素原子、炭素数１～５のアルキル基又はアセチル基を示す。ｎは正の整数を示す。

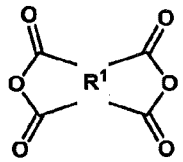
[0053] [化1]



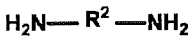
[A]

[0054] ポリイミド系重合体としては、下記式［Ｂ］で示されるテトラカルボン酸二無水物と下記式［Ｃ］で示されるジアミンとを原料とすることで、比較的簡便に得られるという理由から、下記式［Ｄ］で示される繰り返し単位の構造式から成るポリアミック酸又は該ポリアミック酸をイミド化させたポリイミドが好ましい。式中、Ｒ^{1}及びＲ^{2}は、式［Ａ］で定義したものと同意義である。

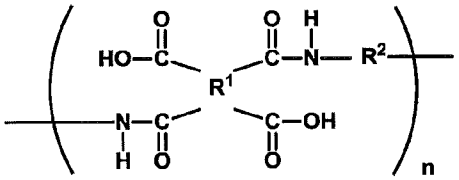
[0055] [化2]



[B]



[C]



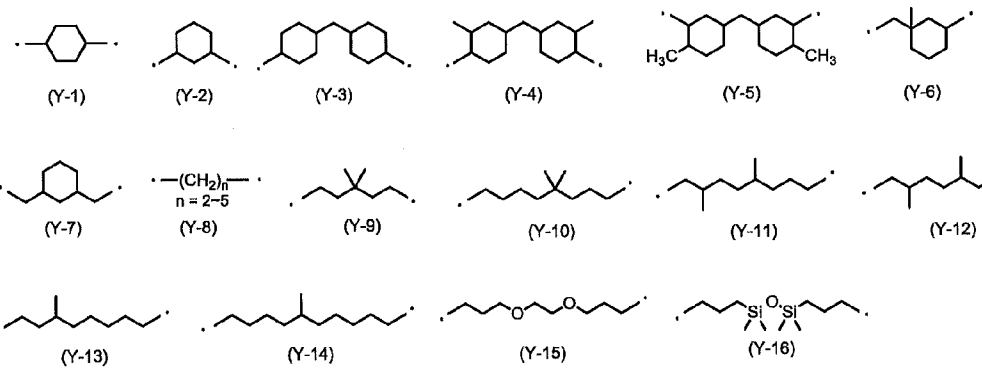
[D]

[0056] ジアミン

ジアミン成分としては、分子内に１級又は２級のアミノ基を２個有するジアミンであり、テトラカルボン酸成分としては、テトラカルボン酸、テトラカルボン酸二無水物、テトラカルボン酸ジハライドなどが挙げられ、テトラカルボン酸ジエステル体はテトラカルボン酸ジアルキルエステル又はテトラカルボン酸ジアルキルエステルジハライドが挙げられる。

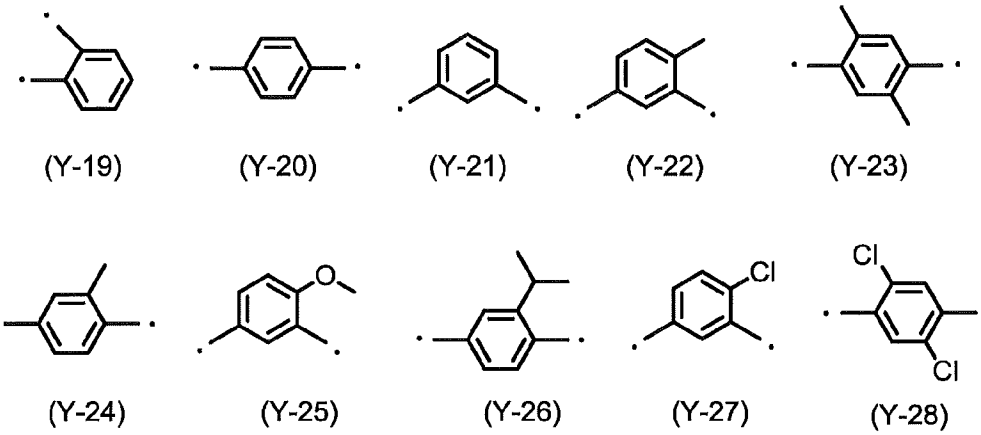
本発明の光配向剤に含有されるポリイミド系重合体に用いられるジアミンは特に限定されず、得られる液晶光学素子、例えば液晶フレネルレンズの特性を損ねない範囲において、R^2が下記の構造を持つジアミンを用いることが可能である。なお、式中の点は、アミノ基に直結する部分である。

[0057] [化3]

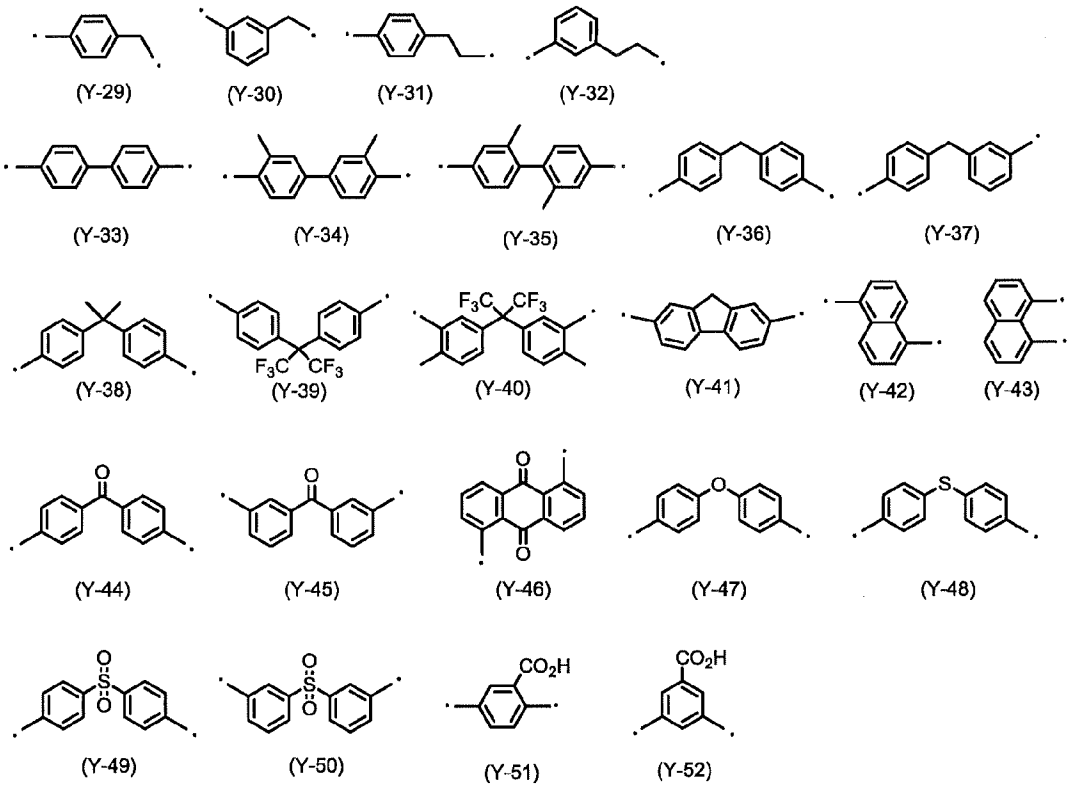


[0058]

[化4]

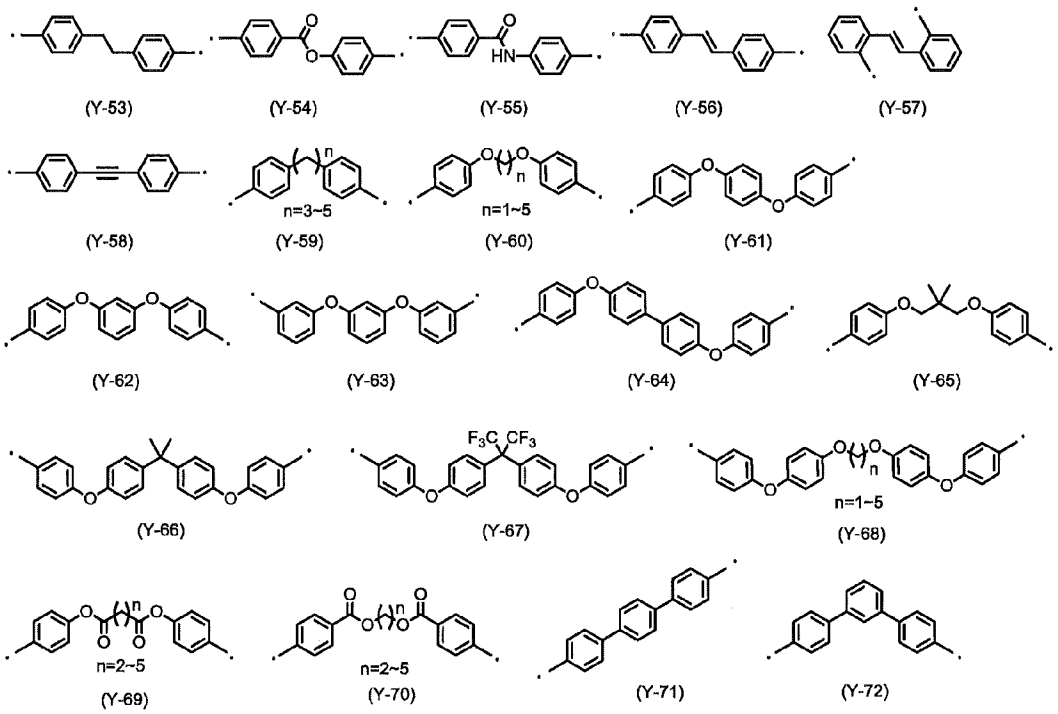


[0059] [化5]

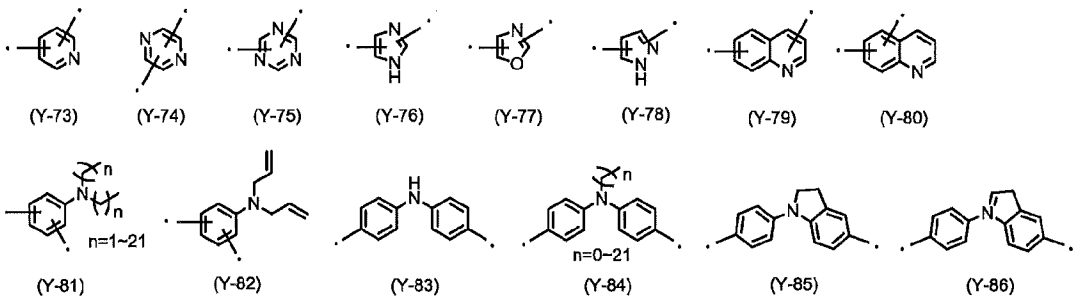


[0060]

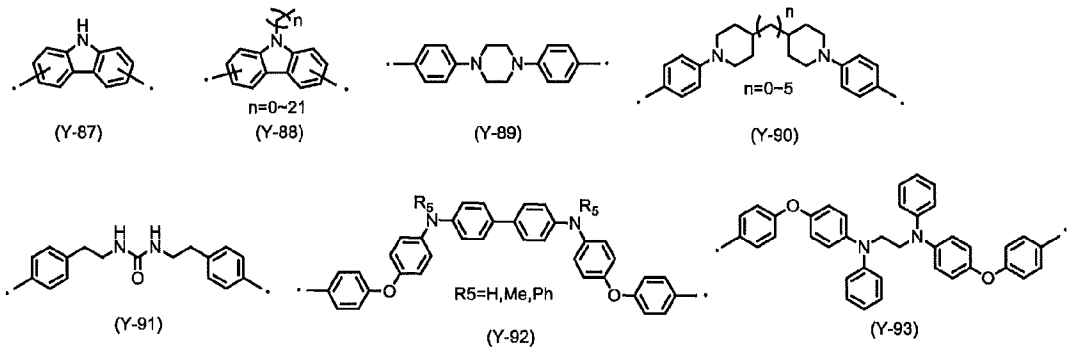
[化6]



[0061] [化7]

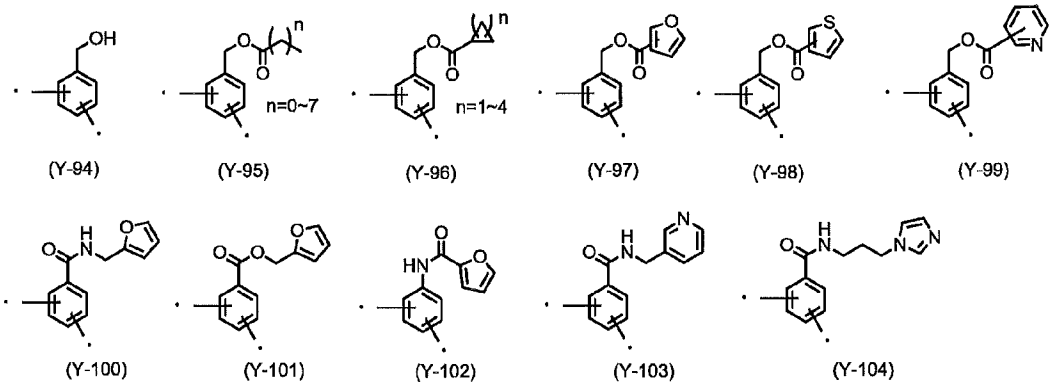


[0062] [化8]

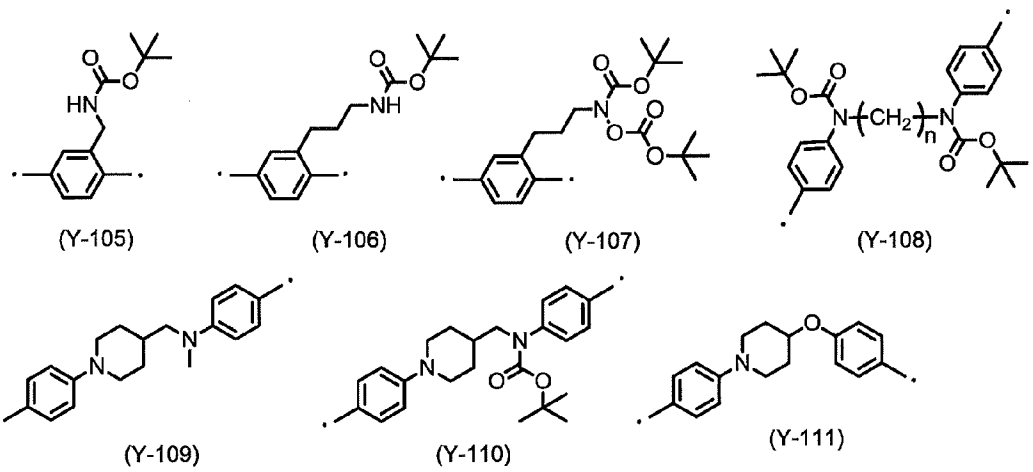


[0063]

[化9]



[0064] [化10]

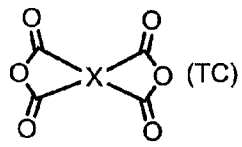


[0065] 本発明においてこれらのジアミン構造はラビング耐性向上において非常に重要な役割を担うため、積極的な導入が好ましく、特にＹ－８２やＹ－９４～Ｙ－１０８が特に好ましい。

[0066] テトラカルボン酸二無水物

テトラカルボン酸二無水物は下記一般式（ＴＣ）で表すことができる。下記式中、Ｘは４価の有機基であり、その構造は特に限定されない。

[0067] [化11]

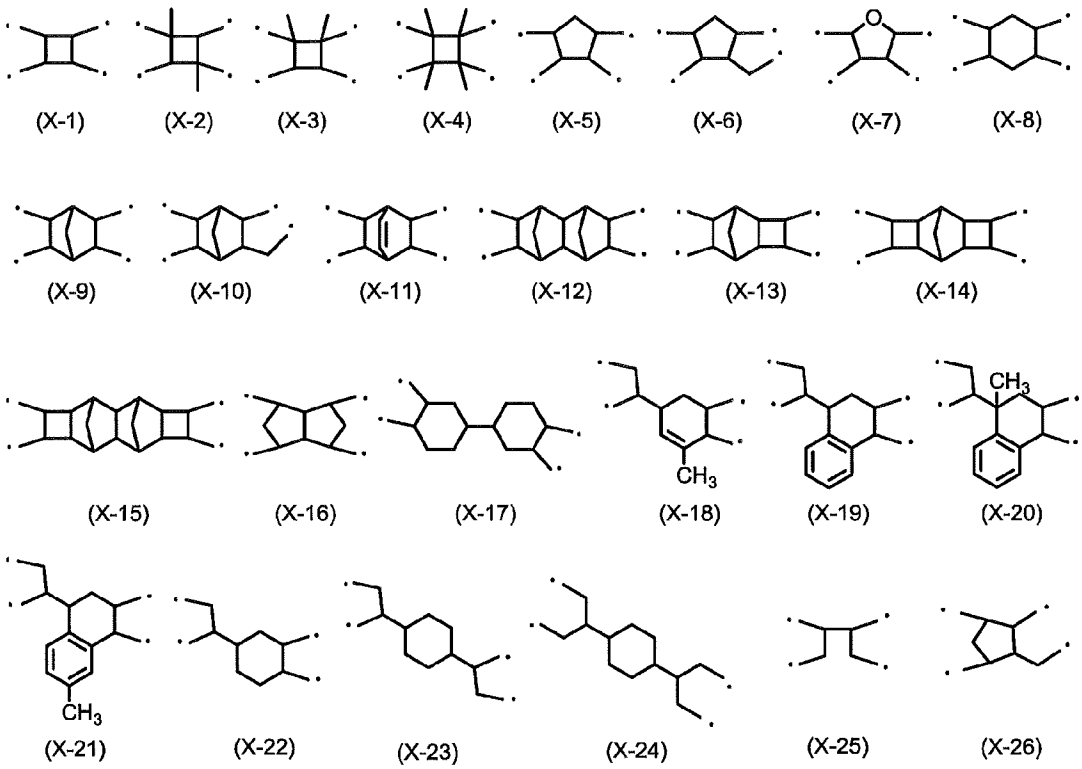


[0068] 本発明に使用されるテトラカルボン酸二無水物の種類は特に制限は無く、液晶配向膜、例えば光配向膜にした際の液晶配向性などの特性に応じて、１

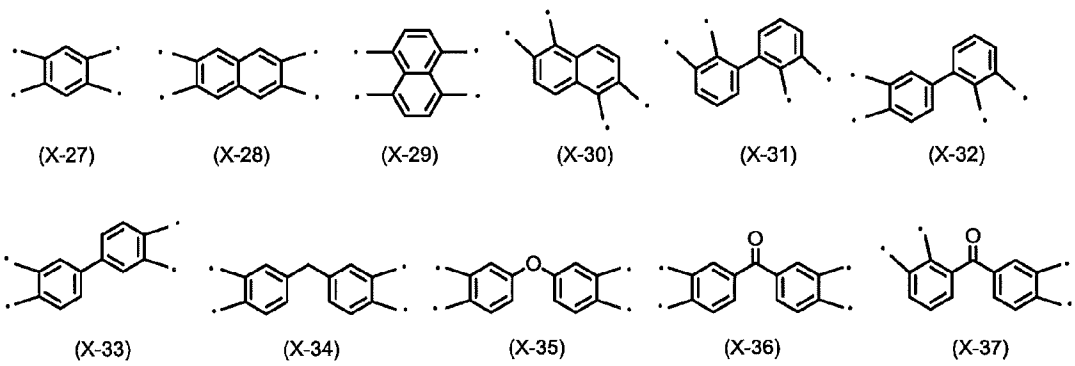
種類または２種類以上併用することができる。

具体的なＸの例を以下に示すが、これらの構造に限定はしない。

[0069] [化12]

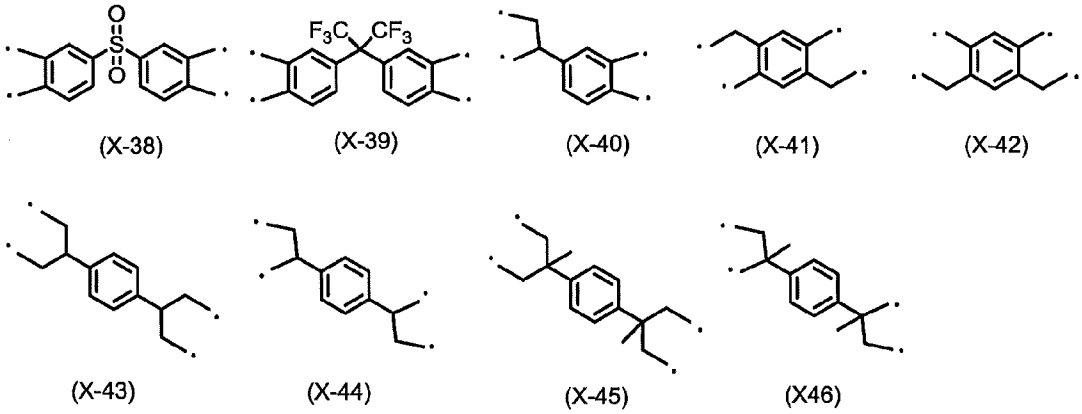


[0070] [化13]



[0071]

[化14]



[0072] 可溶性ポリイミドを調製する場合において、溶媒への溶解性が重要な物性となってくるため、溶解性の観点ではＸ－１～２６に示すような脂環式のテトラカルボン酸無水物が好ましく、Ｘ－２、Ｘ－３、Ｘ－４、Ｘ－６、Ｘ－９、Ｘ－１０、Ｘ－１１、Ｘ－１２、Ｘ－１３、Ｘ－１４、Ｘ－１５、Ｘ－１６、Ｘ－１７、Ｘ－１８、Ｘ－１９、Ｘ－２０、Ｘ－２１、Ｘ－２２、Ｘ－２３、Ｘ－２４、Ｘ－２５、Ｘ－２６が好ましい。一方で、配向性の観点ではＸ２７～４６のような芳香族テトラカルボン酸二無水物が好ましく、特にＸ－２７、Ｘ－２８、Ｘ－３３、Ｘ－３４、Ｘ－３５、Ｘ－４０、Ｘ－４１、Ｘ－４２、Ｘ－４３、Ｘ－４４、Ｘ－４５、Ｘ－４６が好ましい。特に好ましくは、配向性と溶解性を程よく有するＸ－１、Ｘ－２、Ｘ－１８～２２、Ｘ－２５、Ｘ－２６である。

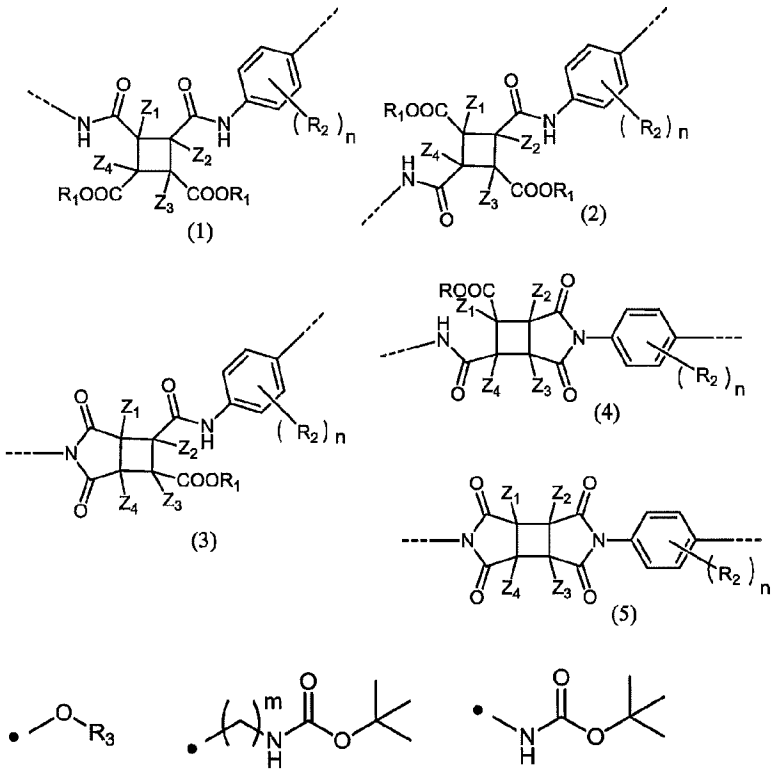
[0073] 好ましいポリイミド前駆体、又はポリイミド（１）

本発明で重要となる偏光紫外線照射によって異方性を発現する液晶配向膜を形成するための組成物（光配向剤）に含有されるポリイミド前駆体、又はポリイミドの種類の例としては、下記構造式（１）～（５）を主鎖構造中に含有するものが挙げられる。

式（１）～（５）中、Z_1～Z_4はそれぞれ独立して、水素原子、メチル基、及びベンゼン環からなる群から選ばれる少なくとも１種を示し、R_1は水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、イソブチル基、及びｔ－ブチル基からなる群より選ばれる有機基を表し、R_2は水素原子、フ

ッ素原子、または下記式（式中、R_3は水素原子または炭素数１～１８のアルキル鎖を表し、ｍは１～３の整数を表す。黒点は結合部位を表す）に表される有機基を表す。黒点は別の有機基への結合を示す。

[0074] [化15]



[0075] （１）、（４）の構造はポリイミド前駆体の構造を表しており、これらの構造を有した材料を高温で焼成することにより（５）の構造に誘導することができる。ポリイミド前駆体の一部は一部イミド化が進行したりするケースや、用途に応じて意図的にイミド化をさせ、溶媒溶解性のあるポリイミド（可溶性ポリイミドとも呼ばれる）に変換することがあり、その場合、（１）～（５）の構造が混在した形となる。

本発明においては（５）で表される構造が重要であり、ポリイミド前駆体を含有するワニスや可溶性ポリイミドを含有するワニス（総じて光配向剤）を基板に塗布し、加熱焼成することで（５）に誘導する。この時の焼成温度は２００℃から２５０℃の間で行われることが多く、温度が低すぎるとイミド化に時間がかかり、温度が高すぎると分解反応も併発するため、好ましく

は２１０℃～２４０℃である。

また、通常の合成手法で、上記で得られた式［Ｄ］の重合体に、式［Ａ］で示されるＡ[1]及びＡ[2]の炭素数１～８のアルキル基、及び式［Ａ］で示されるＡ[3]及びＡ[4]の炭素数１～５のアルキル基又はアセチル基を導入することもできる。

[0076] 使用される重合体［５］中のシクロブタン環が紫外線照射により分解することを利用し、重合体[５]を含む膜に偏光紫外線を照射し、膜表面に分解部と非分解部を作ることにより、リタデーションつまり一軸配向性を有した膜を形成することができる。

紫外線を照射した際、分解物が生じるが、この分解物は加熱処理や溶媒による洗浄などで除去することができ、これらの処理を行うことで更にポリマー鎖の再配向なども促すことができるため、液晶の配向品質を更に向上させることができる。加熱処理を行う場合、加熱温度は１５０℃から２５０℃の間で行うのが好ましいが、温度が低いと分解物の昇華や蒸発が十分に促進できず、高すぎるとポリマー鎖の分解も併発する可能性があるため、更に好ましくは２００℃～２３０℃である。加熱時間は特に限定はしないが、短すぎると分解物が十分に除去できないため、好ましくは５～３０分である。

[0077] また、膜の洗浄を行う場合、分解物であるビスマレイミドが溶解する溶媒を用いるのが好ましい。ビスマレイミドが溶解する溶媒であれば特に限定しないが、有機溶媒単独ではポリマー自体も溶出してしまう可能性があり、それにより配向性を低下させてしまう場合もあるため、好ましくは水、又は水と有機溶媒との混合溶媒で接触処理せしめることが好ましい。

水と有機溶媒との混合溶媒としては、水と有機溶媒との質量比が、好ましくは２０／８０～８０／２０、より好ましくは４０／６０～６０／４０である。有機溶媒としては、２－プロパノール、メタノール、エタノール、１－メトキシ－２－プロパノール、乳酸エチル、ジアセトンアルコール、３－メトキシプロピオン酸メチル、又は３－エトキシプロピオン酸エチルが挙げられる。なかでも、２－プロパノール、メタノール、又はエタノールが好まし

く、特に、２－プロパノールが好ましい。

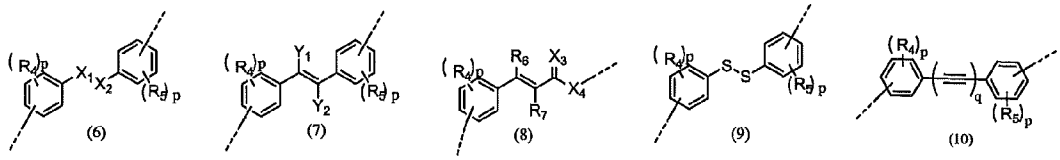
上記接触処理の後に、使用した有機溶媒を除去する目的で、水、２－プロパノール、アセトンなどの低沸点溶媒によるすすぎ（リンス）や乾燥のいずれか、又は両方を行ってよい。

液晶配向膜の接触処理としては、浸漬処理、噴霧（スプレー）処理などの、膜と液とが十分に接触する処理が好ましい。接触処理としては、水、又は水と有機溶媒との混合溶媒からなる水性液に膜を、好ましくは１０秒～１時間、より好ましくは１分～３０分浸漬処理する方法が好ましい。接触処理は常温でも加温してもよいが、好ましくは１０～８０℃、より好ましくは２０～５０℃で実施される。また、必要に応じて超音波などの接触を高める手段を施すことができる。

[0078] 好ましいポリイミド前駆体、又はポリイミド（２）

一般式［Ａ］において、R_2に以下の（６）～（１０）（式中、X_1、X_2はそれぞれ独立して炭素原子、又は窒素原子を表し、Y_1、Y_2はそれぞれ独立して水素原子、メチル基、シアノ基、フッ素原子、又は塩素原子を表し、X_3は酸素原子、又は硫黄原子を表し、X_4は単結合、炭素原子、酸素原子、又は硫黄原子を表し、R_4、R_5はそれぞれ独立して水素原子、メチル基、メトキシ基、ジメチルアミノ基、フッ素原子、又は塩素原子を表し、ｐは１～４の整数を表し、ｑは１～３の整数を表し、破線は別の有機基への結合を示す。）に示す構造を有するポリイミド前駆体やポリイミドも本発明の光配向剤に含めることができる。

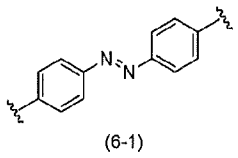
[0079] [化16]

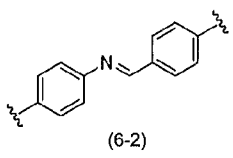


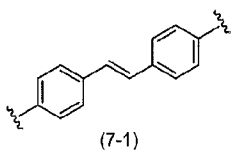
[0080] 一般式（６）～（１０）に示す構造は、紫外線照射などにより異性化や２量化、分解等が生じるため、これを利用し、これらの構造を含むポリイミド膜に偏光紫外線を照射することにより構造変化した部分としていない部分で

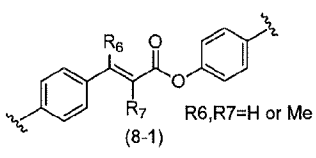
リタデーションおよび一軸配向性を付与することができる。特に好ましくは以下の構造を有するポリイミド前駆体またはポリイミドである。

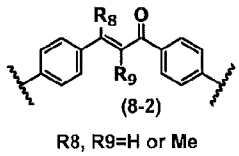
[0081] [化17]


(6-1)


(6-2)


(7-1)


R6,R7=H or Me
(8-1)


(8-2)
R8, R9=H or Me

[0082] これらの構造を含むポリイミド前駆体またはポリイミドを用いた光配向においては、高温で焼成しイミド化させたものや、可溶性ポリイミドのような状態で成膜し、偏光紫外線を照射し更に加熱する方法や、ポリアミック酸膜の状態で偏光紫外線を照射し、その後焼成させイミド化させることで更にポリマー鎖の再配向を促すことによりリタデーションを高くすることができる。焼成温度は１８０℃～２５０℃の間が好ましく、イミド化反応の観点や再配向の観点から、より好ましい温度は２００℃～２３０℃である。

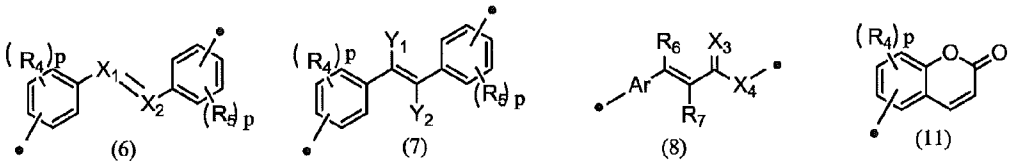
必要に応じて純水や溶媒などで洗浄を行っても良い。

[0083] 高分子　特定の側鎖を有する重合体（１）

使用される高分子が、下記式(６)～(８)又は（１１）で表される構造を側鎖の一部として有する高分子を本発明の光配向剤に含めることもできる。式(６)～(８)又は（１１）中、X_1、X_2はそれぞれ独立して炭素原子、又は窒素原子を表し、Y_1、Y_2はそれぞれ独立して水素原子、メチル基、シアノ基、フッ素原子、又は塩素原子を表し、X_3は酸素原子、又は硫黄原子を表し、X_4は単結合、炭素原子、酸素原子、又は硫黄原子を表し、R_4、R_5はそれぞれ独立して水素原子、メチル基、メトキシ基、ジメチルアミノ基、フッ素原子、又は塩素原子を表し、Ａｒは２、５－フラニレン、チオフェン－２，５－ジイル、ピリミジン－２，５－ジイル、ピリジン－２，５－ジイル、フェニレン、１，４－または２，６－ナフチレン、２，５－もしくは２，６－ベン

ゾフラニレン、又は２，５－もしくは２，６－ベンゾチオフェニレンを表し、これらの芳香環に結合する水素原子の一部はメチル基、メトキシ基、ジメチルアミノ基、フッ素原子、又は塩素原子に置き換わっても良い。ｐは１～４の整数を表し、黒点は水素原子または別の有機基への結合を示す。

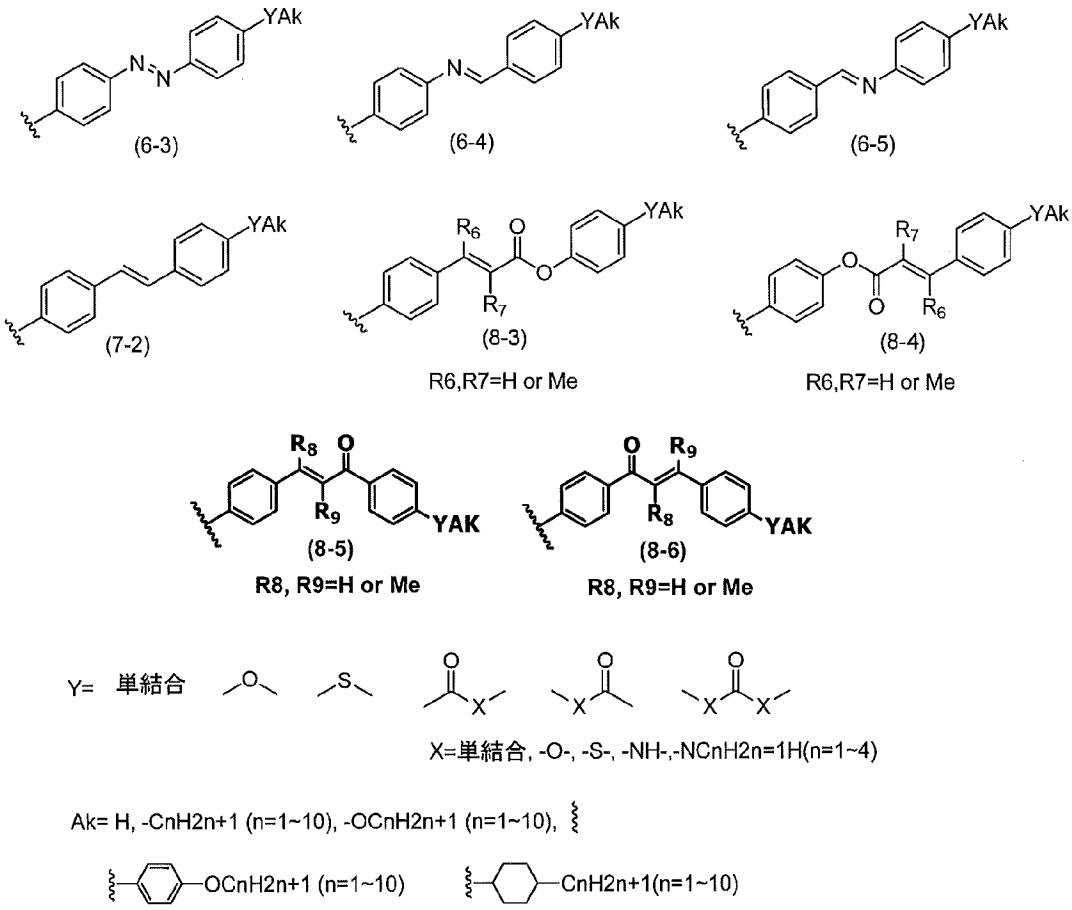
[0084] [化18]



[0085] 一般式(６)～（８）および（１１）は、前記同様光照射により異性化反応や二量化反応などを起こすことが知られており、これらを側鎖として有するポリマーに偏光紫外線を照射することにより構造変化した部分としていない部分でリタデーションおよび一軸配向性を付与することができる。更に具体的な構造を以下に示すがこれに限定する意味ではない。

[0086]

[化19]



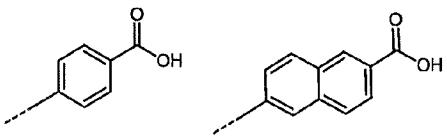
[0087] これらの側鎖構造を有するポリマーであれば特にポリマー主鎖構造は限定しないが、好ましくはポリイミド前駆体、ポリイミド、ポリアミド、ポリアクリレート、ポリメタクリレート、ポリＮ置換マレイミド、ポリスチレン、ポリイタコナート、ポリシロキサンなどが挙げられる。

これらの重合体を本発明の光配向剤に含めて使用する場合、成膜後焼成し紫外線を照射したものでも良好な特性が得られるが、ポリマーが液晶性を有する場合、液晶相転移温度近傍で加熱することで更に再配向を促すことができ、液晶配向性を向上させることができる。再配向処理の好ましい温度はポリマーの構造によって異なるため限定は出来ないが、ＤＳＣ（示差走査熱量分析）やＰＯＭ（加熱機構付偏光顕微鏡観察）などであらかじめ液晶相転移温度を調べ、その近傍での温度域を使用するのが好ましい。

[0088] 高分子　－特定の側鎖を有する重合体（２）

下記一般式（式中、破線は別の有機基への結合を示す。）にて表される構造を側鎖の一部として有するポリアクリレート、ポリメタクリレート、ポリＮ置換マレイミド、ポリスチレン、ポリイタコナート、ポリシロキサンを光配向として用いることもできる。

[0089] [化20]

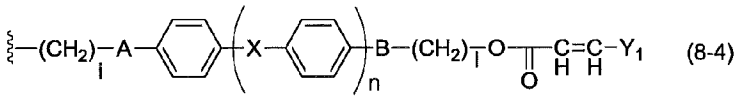


(12) (13)

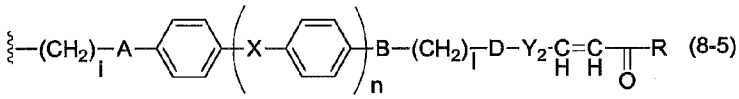
[0090] 式(１２)および(１３)の構造は自ら水素結合により会合し液晶性を示すことが知られており、これらを側鎖として有する前記の重合体は液晶性を示すものが多く、特に前記で述べた式（６）～（１１）は紫外線照射により異性化や架橋反応が起こるため、式(６)～（１１）および式（１２）（１３）を含有するポリマーは光反応性を有する液晶性ポリマーとなる。この水素結合性の液晶性ポリマーに偏光紫外線を照射し、加熱することにより自己組織化が起こり、リタデーションを得ることができ、結果として液晶配向膜として使用できる。更に具体的な構造を以下に示すがこれに限定する意味ではない。

[0091]

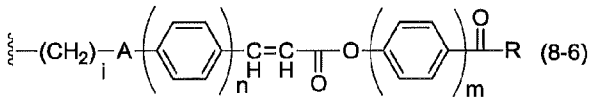
[化21]



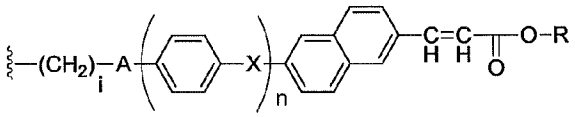
(8-4)



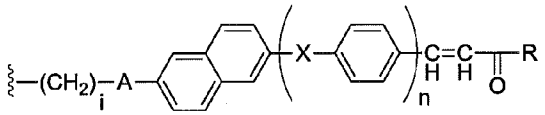
(8-5)



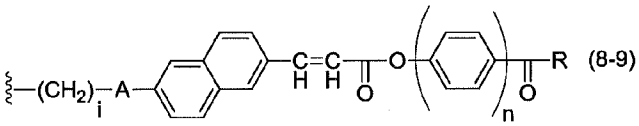
(8-6)



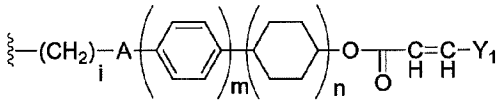
(8-7)



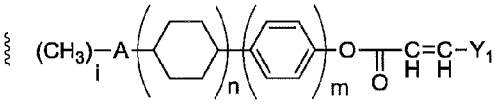
(8-8)



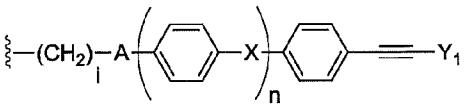
(8-9)



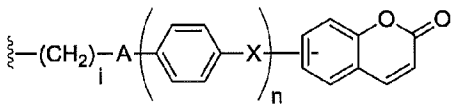
(8-10)



(8-11)



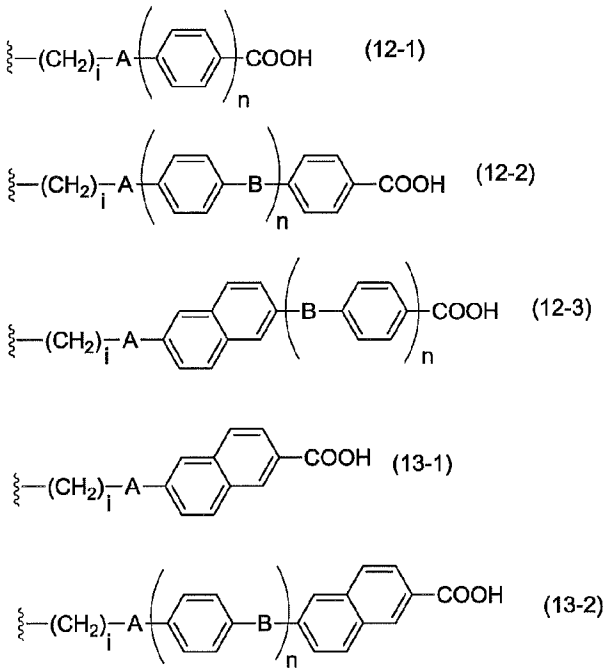
(10-1)



(11-1)

[0092]

[化22]



[0093] 式中、Ａ、Ｂ、Ｄはそれぞれ独立に、単結合、－Ｏ－、－ＣＨ$_2$－、－ＣＯＯ－、－ＯＣＯ－、－ＣＯＮＨ－、－ＮＨ－ＣＯ－、－ＣＨ＝ＣＨ－ＣＯ－Ｏ－、又は－Ｏ－ＣＯ－ＣＨ＝ＣＨ－を表す；Ｙ$_1$は、１価のベンゼン環、ナフタレン環、ビフェニル環、フラン環、ピロール環および炭素数５～８の脂環式炭化水素から選ばれる環を表すか、それらの置換基から選ばれる同一又は相異なった２～６の環が結合基Ｂを介して結合してなる基であり、それらに結合する水素原子はそれぞれ独立に－ＣＯＯＲ$_0$（式中、Ｒ$_0$は水素原子又は炭素数１～５のアルキル基を表す）、－ＮＯ$_2$、－ＣＮ、－ＣＨ＝Ｃ（ＣＮ）$_2$、－ＣＨ＝ＣＨ－ＣＮ、ハロゲン基、炭素数１～５のアルキル基、又は炭素数１～５のアルキルオキシ基で置換されても良い；Ｘは、単結合、－ＣＯＯ－、－ＯＣＯ－、－Ｎ＝Ｎ－、－ＣＨ＝ＣＨ－、－Ｃ≡Ｃ－、－ＣＨ＝ＣＨ－ＣＯ－Ｏ－、又は－Ｏ－ＣＯ－ＣＨ＝ＣＨ－を表し、Ｘの数が２となるときは、Ｘ同士は同一でも異なっていてもよい；ｉは１～１２の整数を表し、ｌは０～１２の整数を表し、ｍは１～３の整数を表し、ｎは０～２の整数（ただしｎ＝０のときＢは単結合である）を表す。

これらのポリマーを液晶配向膜として使用する場合、成膜後偏光紫外線を

照射し、液晶相転移温度近傍で加熱することで更に再配向を促すことができ、液晶配向性を向上させることができる。再配向処理の好ましい温度はポリマーの構造によって異なるため限定は出来ないが、ＤＳＣ(示差走査熱量分析)やＰＯＭ(加熱機構付偏光顕微鏡観察)などであらかじめ液晶相転移温度を調べ、その液晶温度域を使用するのが好ましい。

[0094] 高分子　－（ＩＶ）その他の重合体－

本発明の光配向剤について、上記で述べた偏光紫外線照射によって異方性を発現する液晶配向膜を形成するための重合体成分のみでも良く、当該特性を損なわない範囲であれば、他の特性の観点で上記以外の重合体成分を混合して用いても良い。

上記以外の重合体として好ましい材料例としてはポリアミック酸、可溶性ポリイミド、ポリアミック酸エステルなどが挙げられる。

例えば、光配向剤中において、非感光性ポリアミック酸、ポリイミドを、偏光紫外線照射によって異方性を発現する重合体１００質量部に対して、好ましくは１０～１０００質量部、より好ましくは１０～８００質量部含有させることができる。

[0095] 添加剤

本発明の光配向剤は、上記の重合体成分以外の成分を含有してもよい。その例としては、光配向剤を塗布した際の膜厚均一性や表面平滑性を向上させる溶媒や化合物、液晶配向膜と基板との密着性を向上させる化合物などである。

[0096] 膜厚の均一性や表面平滑性を向上させる溶媒（貧溶媒）の具体例としては次のものが挙げられる。

例えば、イソプロピルアルコール、メトキシメチルペンタノール、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、メチルセロソルブアセテート、エチルセロソルブアセテート、ブチルカルビトール、エチルカルビトール、エチルカルビトールアセテート、エチレングリコール、エチレングリコールモノアセテート、エチレングリコールモノイソプロピルエーテル、

エチレングリコールモノブチルエーテル、プロピレングリコール、プロピレングリコールモノブチルエーテル、プロピレングリコールモノアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコール－ｔｅｒｔ－ブチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコール、ジエチレングリコールモノアセテート、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノアセテートモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノエチルエーテル、ジプロピレングリコールモノアセテートモノエチルエーテル、ジプロピレングリコールモノプロピルエーテル、ジプロピレングリコールモノアセテートモノプロピルエーテル、３－メチル－３－メトキシブチルアセテート、トリプロピレングリコールメチルエーテル、３－メチル－３－メトキシブタノール、ジイソプロピルエーテル、エチルイソブチルエーテル、ジイソブチレン、アミルアセテート、ブチルブチレート、ブチルエーテル、ジイソブチルケトン、メチルシクロヘキセン、プロピルエーテル、ジヘキシルエーテル、１－ヘキサノール、ｎ－ヘキサン、ｎ－ペンタン、ｎ－オクタン、ジエチルエーテル、乳酸メチル、乳酸エチル、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ｎ－ブチル、酢酸プロピレングリコールモノエチルエーテル、ピルビン酸メチル、ピルビン酸エチル、３－メトキシプロピオン酸メチル、３－エトキシプロピオン酸メチルエチル、３－メトキシプロピオン酸エチル、３－エトキシプロピオン酸、３－メトキシプロピオン酸、３－メトキシプロピオン酸プロピル、３－メトキシプロピオン酸ブチル、１－メトキシ－２－プロパノール、１－エトキシ－２－プロパノール、１－ブトキシ－２－プロパノール、１－フェノキシ－２－プロパノール、プロピレングリコールモノアセテート、プロピレングリコールジアセテート、プロピレングリコール－１－モノメチルエーテル－２－アセテート、プロピレングリコール－１－モノエチルエーテル－２－アセテート、ジプロピレングリコール、２－（２－エトキシプロポキシ）プロパノール、乳酸メチルエステル、乳酸エチルエステル、乳酸ｎ－プロピルエステル、乳酸ｎ－ブチルエステル、乳酸

イソアミルエステルなどの低表面張力を有する溶媒などが挙げられる。

これらの貧溶媒は１種類でも複数種類を混合して用いてもよい。上記のような溶媒を用いる場合は、光配向剤に含まれる溶媒全体の５～８０質量％であることが好ましく、より好ましくは２０～６０質量％である。

[0097] 膜厚の均一性や表面平滑性を向上させる化合物としては、フッ素系界面活性剤、シリコーン系界面活性剤、ノニオン系界面活性剤などが挙げられる。

より具体的には、例えば、エフトップＥＦ３０１、ＥＦ３０３、ＥＦ３５２（トーケムプロダクツ社製））、メガファックＦ１７１、Ｆ１７３、Ｒ－３０（大日本インキ社製）、フロラードＦＣ４３０、ＦＣ４３１（住友スリーエム社製）、アサヒガードＡＧ７１０、サーフロンＳ－３８２、ＳＣ１０１、ＳＣ１０２、ＳＣ１０３、ＳＣ１０４、ＳＣ１０５、ＳＣ１０６（旭硝子社製）などが挙げられる。これらの界面活性剤の使用割合は、光配向剤に含有される樹脂成分の１００質量部に対して、好ましくは０．０１～２質量部、より好ましくは０．０１～１質量部である。

[0098] 液晶配向膜と基板との密着性を向上させる化合物の具体例としては、次に示す官能性シラン含有化合物やエポキシ基含有化合物などが挙げられる。

例えば、３－アミノプロピルトリメトキシシラン、３－アミノプロピルトリエトキシシラン、２－アミノプロピルトリメトキシシラン、２－アミノプロピルトリエトキシシラン、Ｎ－（２－アミノエチル）－３－アミノプロピルトリメトキシシラン、Ｎ－（２－アミノエチル）－３－アミノプロピルメチルジメトキシシラン、３－ウレイドプロピルトリメトキシシラン、３－ウレイドプロピルトリエトキシシラン、Ｎ－エトキシカルボニル－３－アミノプロピルトリメトキシシラン、Ｎ－エトキシカルボニル－３－アミノプロピルトリエトキシシラン、Ｎ－トリエトキシシリルプロピルトリエチレントリアミン、Ｎ－トリメトキシシリルプロピルトリエチレントリアミン、１０－トリメトキシシリル－１，４，７－トリアザデカン、１０－トリエトキシシリル－１，４，７－トリアザデカン、９－トリメトキシシリル－３，６－ジアザノニルアセテート、９－トリエトキシシリル－３，６－ジアザノニルア

セテート、Ｎ－ベンジル－３－アミノプロピルトリメトキシシラン、Ｎ－ベンジル－３－アミノプロピルトリエトキシシラン、Ｎ－フェニル－３－アミノプロピルトリメトキシシラン、Ｎ－フェニル－３－アミノプロピルトリエトキシシラン、Ｎ－ビス（オキシエチレン）－３－アミノプロピルトリメトキシシラン、Ｎ－ビス（オキシエチレン）－３－アミノプロピルトリエトキシシラン、エチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、トリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、１，６－ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、グリセリンジグリシジルエーテル、２，２－ジブロモネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、１，３，５，６－テトラグリシジル－２，４－ヘキサンジオール、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラグリシジル－ｍ－キシレンジアミン、１，３－ビス（Ｎ，Ｎ－ジグリシジルアミノメチル）シクロヘキサン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラグリシジル－４、４’－ジアミノジフェニルメタンなどが挙げられる。

[0099] 更に、基板と膜の密着性向上に加え、バックライトによる電気特性低下などをさらに防ぐ目的で以下のようなフェノプラスト系の添加剤や、ブロックイソシアネート、ヒドロキシエチルアミド系架橋剤などを導入しても良い。具体的な添加剤を以下に示すが、この構造に限定されない。

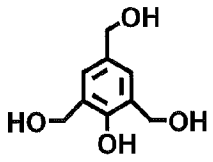
[0100] 本発明の液晶表示素子に用いられる光配向剤には、ラビング耐性を向上させることのできる架橋性添加剤が含有されていることが好ましい。

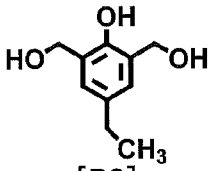
架橋性添加剤の例としては、フェノプラスト系添加剤、アミノプラスト系添加剤、エポキシ系添加剤、アクリル系添加剤、シランカップリング剤、ブロックイソシアネート系添加剤、オキサゾリン系化合物、β－ヒドロキシアルキルアミド（プリミド）系架橋剤などが挙げられるが、これらに限定されることはない。

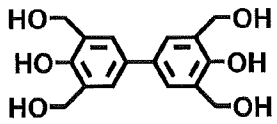
フェノプラスト系添加剤の具体例を以下に示すが、これらに限定されるも

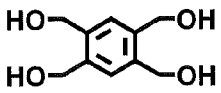
のではない。

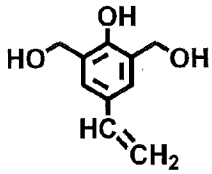
[0101] [化23]

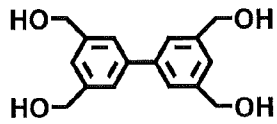

[P1]

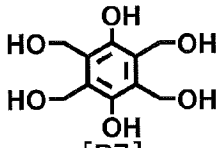

[P2]

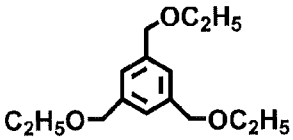

[P3]

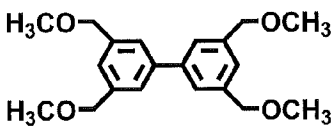

[P4]


[P5]

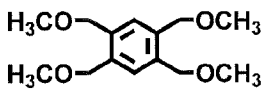

[P6]

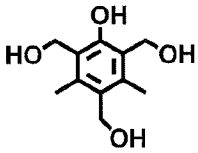

[P7]

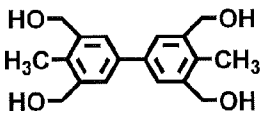

[P8]

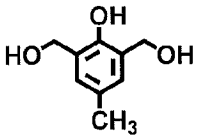

[P9]

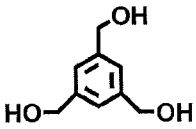
[0102] [化24]

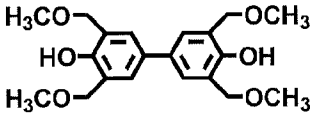

[P10]

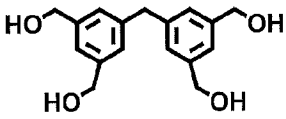

[P11]

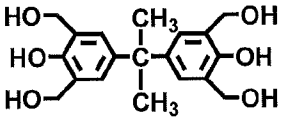

[P12]

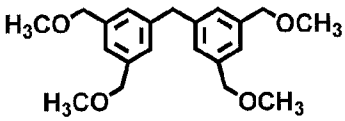

[P13]


[P14]


[P15]

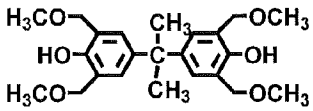

[P16]

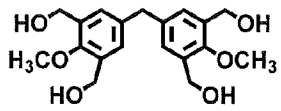

[P17]

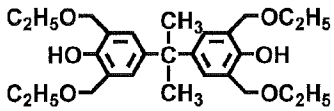

[P18]

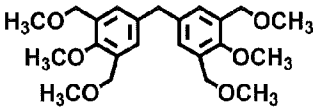
[0103]

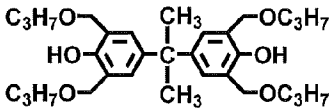
[化25]

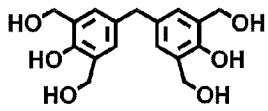

[P19]

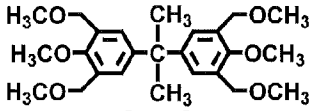

[P20]

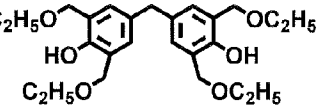

[P21]


[P22]

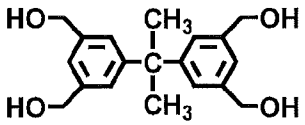

[P23]

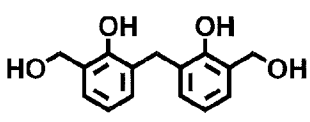

[P24]

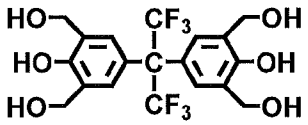

[P25]


[P26]

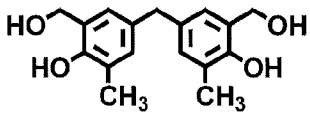
[0104] [化26]

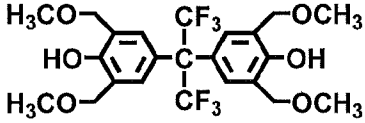

[P27]

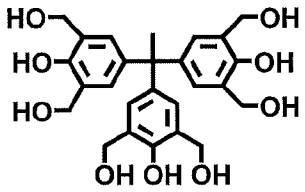

[P28]

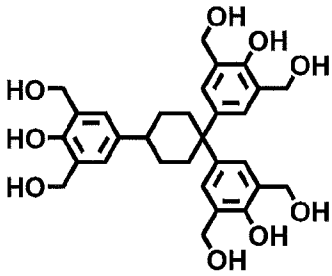

[P29]

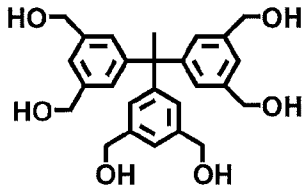
[P30]


[P31]

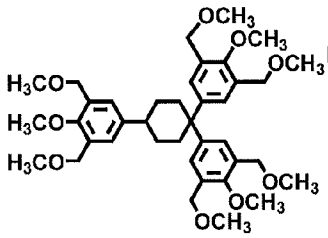

[P32]

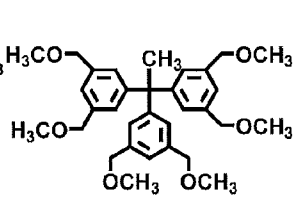

[P33]

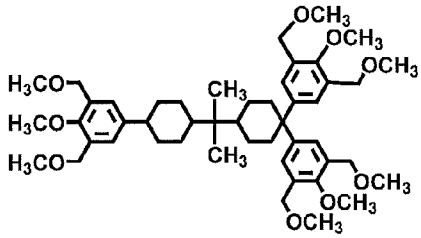

[P34]

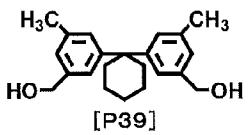

[P35]

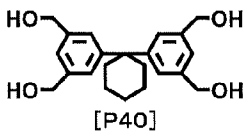
[0105] [化27]


[P36]


[P37]

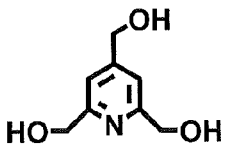

[P38]


[P39]

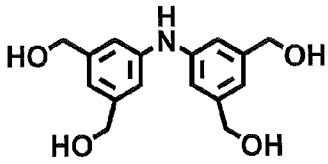

[P40]

[0106] [化28]

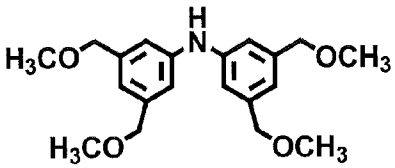
[P41]



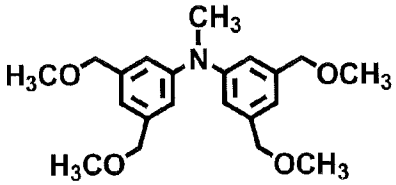
[P42]



[P43]



[P44]



[P45]

[0107] アミノプラスト系添加剤

ヒドロキシル基又はアルコキシル基からなる群より選ばれる少なくとも１種の置換基を有する架橋性化合物としては、例えば、ヒドロキシル基又はアルコキシル基を有するアミノ樹脂、例えばメラミン樹脂、尿素樹脂、グアナミン樹脂、グリコールウリル－ホルムアルデヒド樹脂、スクシニルアミド－ホルムアルデヒド樹脂、エチレン尿素－ホルムアルデヒド樹脂などが挙げられる。

この架橋性化合物は、例えば、アミノ基の水素原子がメチロール基又はアルコキシメチル基又はその両方で置換されたメラミン誘導体、ベンゾグアナミン誘導体又はグリコールウリルを用いることができる。このメラミン誘導体及びベンゾグアナミン誘導体は二量体又は三量体として存在することも可能である。これらはトリアジン環１個当たり、メチロール基又はアルコキシメチル基を平均３個以上６個以下有するものが好ましい。

このようなメラミン誘導体又はベンゾグアナミン誘導体の例としては、市販品のトリアジン環１個当たりメトキシメチル基が平均３．７個置換されているＭＸ－７５０、トリアジン環１個当たりメトキシメチル基が平均５．８個置換されているＭＷ－３０（以上、三和ケミカル製）や、サイメル３００、３０１、３０３、３５０、３７０、７７１、３２５、３２７、７０３、７１２などのメトキシメチル化メラミン、サイメル２３５、２３６、２３８、２

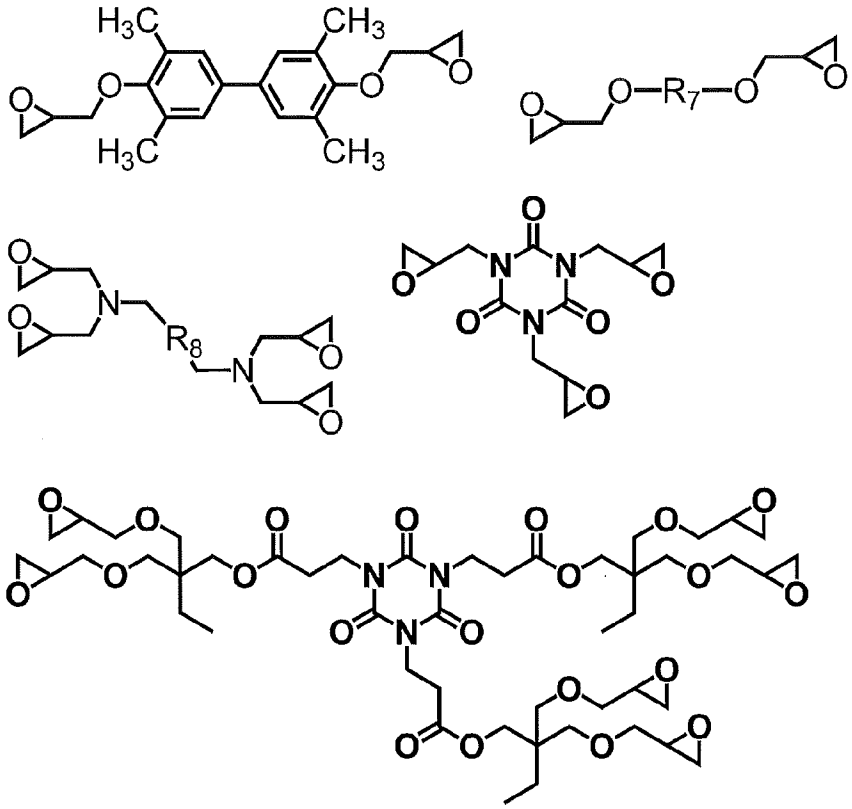
１２、２５３、２５４などのメトキシメチル化ブトキシメチル化メラミン、サイメル５０６、５０８などのブトキシメチル化メラミン、サイメル１１４１のようなカルボキシル基含有メトキシメチル化イソブトキシメチル化メラミン、サイメル１１２３のようなメトキシメチル化エトキシメチル化ベンゾグアナミン、サイメル１１２３－１０のようなメトキシメチル化ブトキシメチル化ベンゾグアナミン、サイメル１１２８のようなブトキシメチル化ベンゾグアナミン、サイメル１１２５－８０のようなカルボキシル基含有メトキシメチル化エトキシメチル化ベンゾグアナミン（以上、三井サイアナミド製）が挙げられる。また、グリコールウリルの例として、サイメル１１７０のようなブトキシメチル化グリコールウリル、サイメル１１７２のようなメチロール化グリコールウリル等、パウダーリンク１１７４のようなメトキシメチロール化グリコールウリル等が挙げられる。

[0108] エポキシ系添加剤

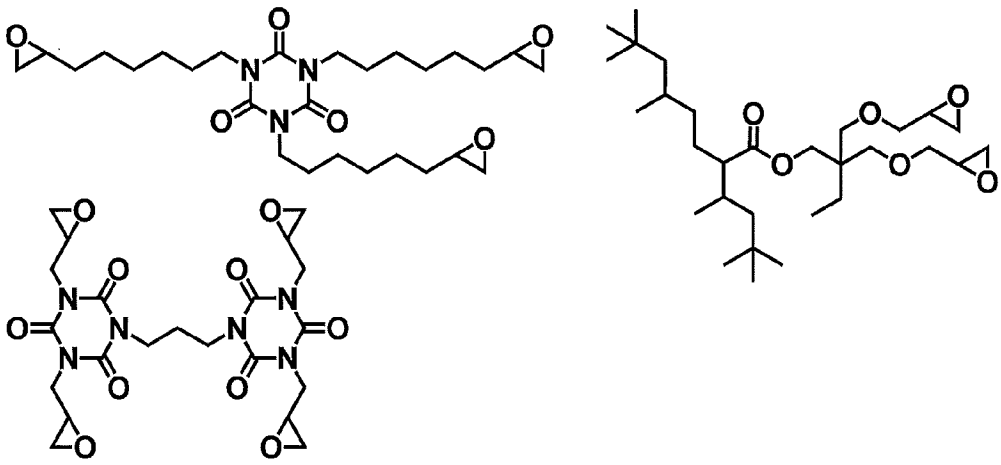
エポキシ基又はイソシアネート基を有する架橋性化合物としては、例えばビスフェノールアセトングリシジルエーテル、フェノールノボラックエポキシ樹脂、クレゾールノボラックエポキシ樹脂、トリグリシジルイソシアヌレート、テトラグリシジルアミノジフェニレン、テトラグリシジル－ｍ－キシレンジアミン、テトラグリシジル－１，３－ビス（アミノエチル）シクロヘキサン、テトラフェニルグリシジルエーテルエタン、トリフェニルグリシジルエーテルエタン、ビスフェノールヘキサフルオロアセトジグリシジルエーテル、１，３－ビス（１－（２，３－エポキシプロポキシ）－１－トリフルオロメチル－２，２，２－トリフルオロメチル）ベンゼン、４，４－ビス（２，３－エポキシプロポキシ）オクタフルオロビフェニル、トリグリシジル－ｐ－アミノフェノール、テトラグリシジルメタキシレンジアミン、２－（４－（２，３－エポキシプロポキシ）フェニル）－２－（４－（１，１－ビス（４－（２，３－エポキシプロポキシ）フェニル）エチル）フェニル）プロパン、１，３－ビス（４－（１－（４－（２，３－エポキシプロポキシ）フェニル）－１－（４－（１－（４－（２，３－エポキシプロポキシフェニ

ル）－１－メチルエチル）フェニル）エチル）フェノキシ）－２－プロパノール等が挙げられる。エポキシ基を２つ以上含有する化合物としては、具体的には、以下のような化合物が例示される。

[0109] [化29]



[0110] [化30]

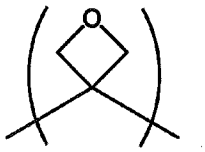


[0111] オキセタン

オキセタン基を有する架橋性化合物としては、下記の式［４］で示すオキ

セタン基を少なくとも２個有する架橋性化合物である。

[0112] [化31]

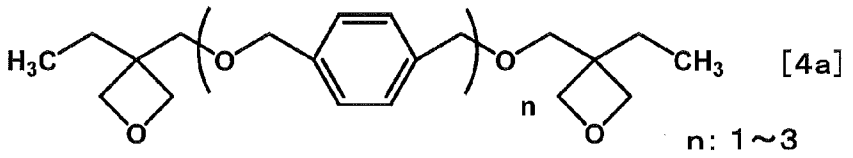


[4]

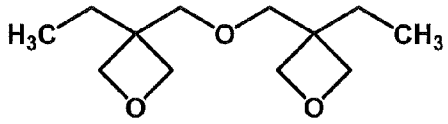
[0113] 具体的には、下記の式［４ａ］～式［４ｋ］で示される架橋性化合物である。

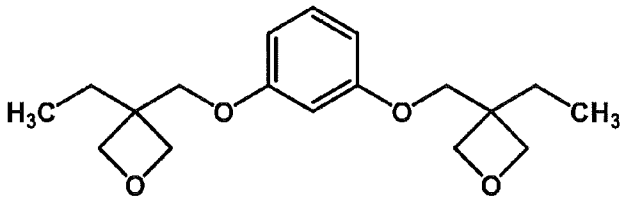
[0114]

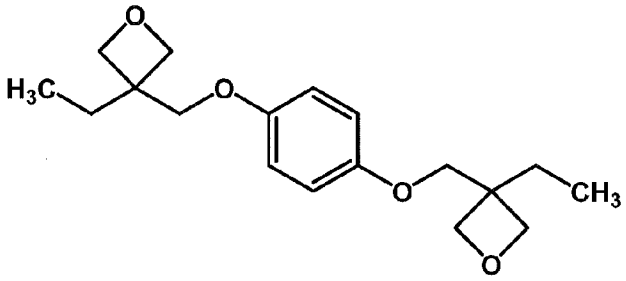
[化32]

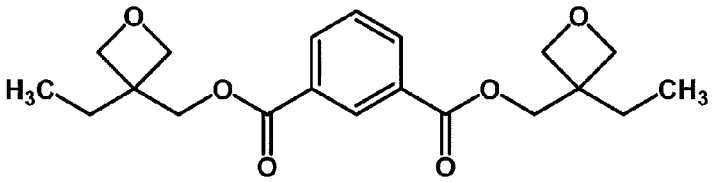

[4a]

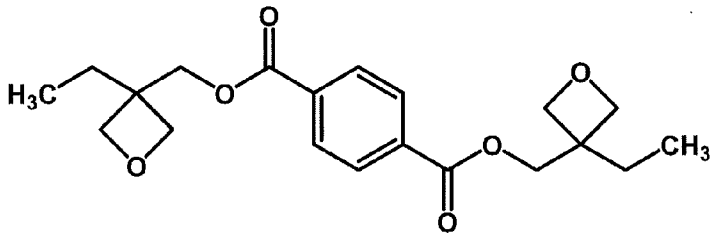
n: 1～3


[4b]


[4c]

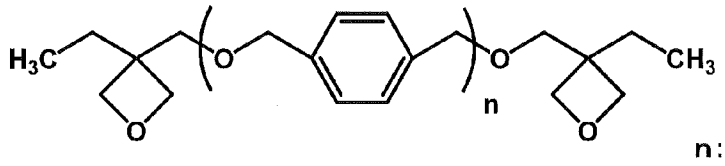

[4d]


[4e]


[4f]

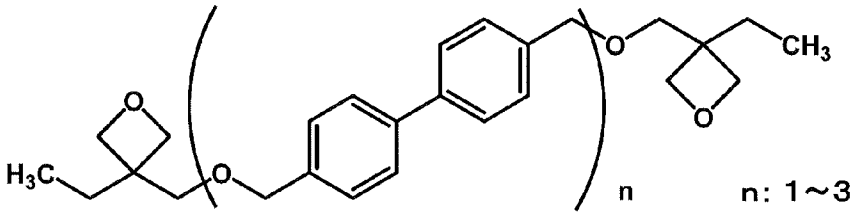
[0115]

[化33]



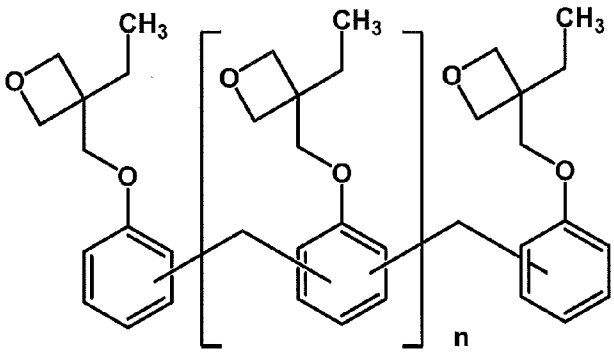
[4g]

n: 1～3



[4h]

n: 1～3

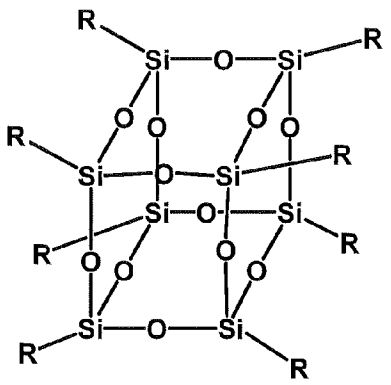


[4i]

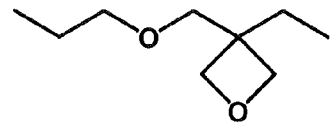
n: 1～100

[0116]

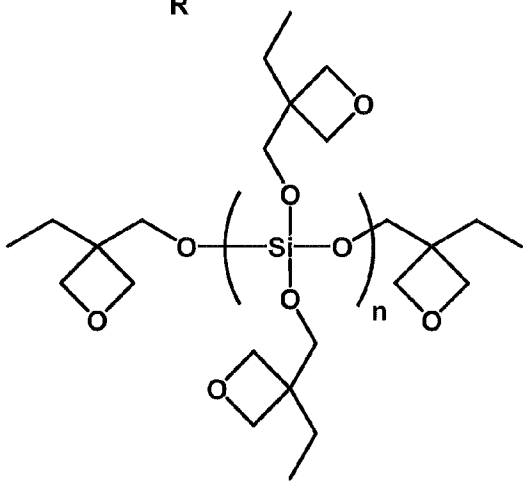
[化34]



R=



[4j]



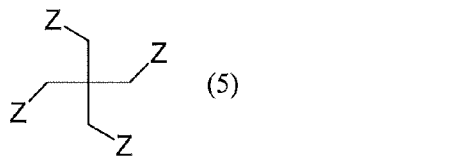
[4k]

n: 1～10

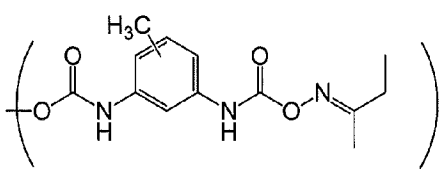
[0117] ブロックイソシアネート系添加剤

ブロックイソシアネート基を２つ以上含有する化合物としては、下記式（５）で表されるブロックイソシアネート基を有する化合物が例示される。Ｚはそれぞれ独立して、炭素数１～３のアルキル基、水酸基又は下記式（６）で表される有機基であり、Ｚの少なくとも１つは、下記式（６）で表される有機基である。

[0118] [化35]



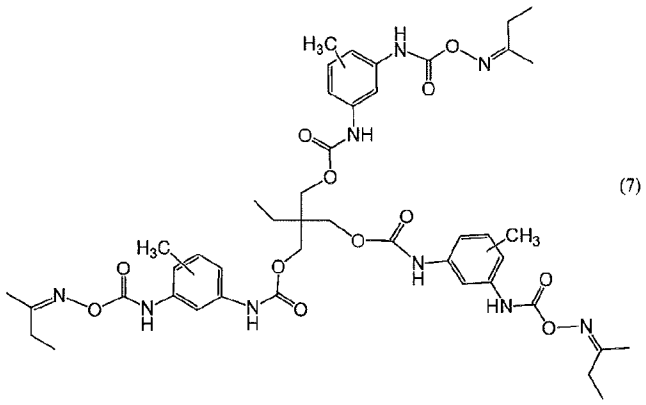
(5)



(6)

[0119] 具体的には、以下のような化合物が例示される。

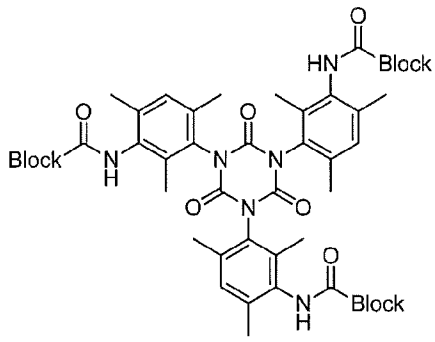
[0120] [化36]



(7)

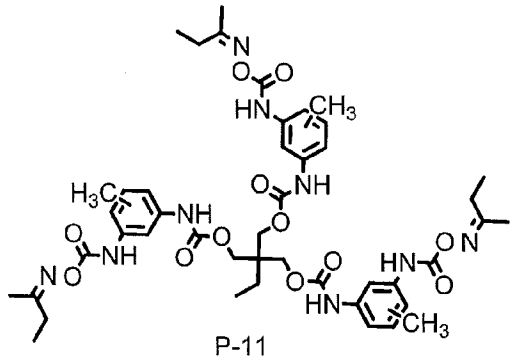
[0121] 上記式（７）以外のブロックイソシアネート基を２つ以上含有する化合物は、以下のような化合物が例示される。

[0122] [化37]

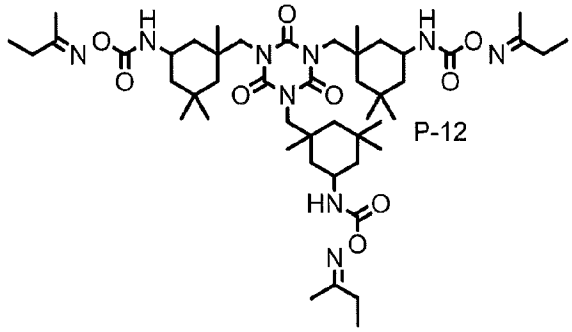


[0123]

[化38]



P-11



P-12

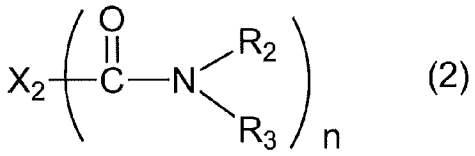
[0124] オキサゾリン系化合物

オキサゾリン化合物としては、２，２’－ビス（２－オキサゾリン）、１，２，４－トリス－（２－オキサゾリニル－２）－ベンゼン、４－フラン－２－イルメチレン－２－フェニル－４Ｈ－オキサゾール－５－オン、１，４－ビス（４，５－ジヒドロ－２－オキサゾリル）ベンゼン、１，３－ビス（４，５－ジヒドロ－２－オキサゾリル）ベンゼン、２，３－ビス（４－イソプロペニル－２－オキサゾリン－２－イル）ブタン、２，２’－ビス－４－ベンジル－２－オキサゾリン、２，６－ビス（イソプロピル－２－オキサゾリン－２－イル）ピリジン、２，２’－イソプロピリデンビス（４－ｔｅｒｔ－ブチル－２－オキサゾリン）、２，２’－イソプロピリデンビス（４－フェニル－２－オキサゾリン）、２，２’－メチレンビス（４－ｔｅｒｔ－ブチル－２－オキサゾリン）、及び２，２’－メチレンビス（４－フェニル－２－オキサゾリン）が挙げられる。これらの他、エポクロス（商品名、株式会社日本触媒製）のようなオキサゾリルを有するポリマーやオリゴマーも挙げることができる。

[0125] プリミド系架橋剤

プリミド系架橋剤とは、ヒドロキシアルキルアミド基を有する化合物である。（Ｂ）成分は、ヒドロキシアルキルアミド基を有していれば、その他の構造は特に限定されないが、入手性等の点から、好ましい例として、下記式（２）で表される化合物が挙げられる。式中、X_2は炭素数１～２０の脂肪族炭化水素基、又は芳香族炭化水素基を含むｎ価の有機基である。ｎは２～６の整数である。R_2及びR_3は、それぞれ独立して、水素原子、置換基を有してもよい炭素数１～４のアルキル基、置換基を有してもよい炭素数２～４のアルケニル基、又は置換基を有してもよい炭素数２～４のアルキニル基である。また、R_2及びR_3のうち少なくとも１つは、ヒドロキシ基で置換された炭化水素基を表す。

[0126] [化39]



(2)

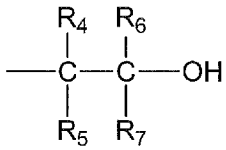
[0127] 中でも、式（２）のX_2中の、カルボニル基に直接結合する原子は、芳香環を形成していない炭素原子であることが液晶配向性の観点から好ましい。また、式（２）のX_2は、液晶配向性及び溶解性の観点から、脂肪族炭化水素基であることが好ましく、炭素数１～１０であることがより好ましい。

式（２）中、ｎは、溶解性の観点から、２～４が好ましい。

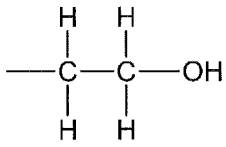
[0128] 式（２）中、R_2及びR_3のうち少なくとも１つは、下記式（３）で表される構造であることが、反応性の観点から好ましく、下記式（４）で表される構造であることがさらに好ましい。 式（３）中、R_4～R_7は、それぞれ独立して、水素原子、炭化水素基、又はヒドロキシ基で置換された炭化水素基である。

[0129]

[化40]



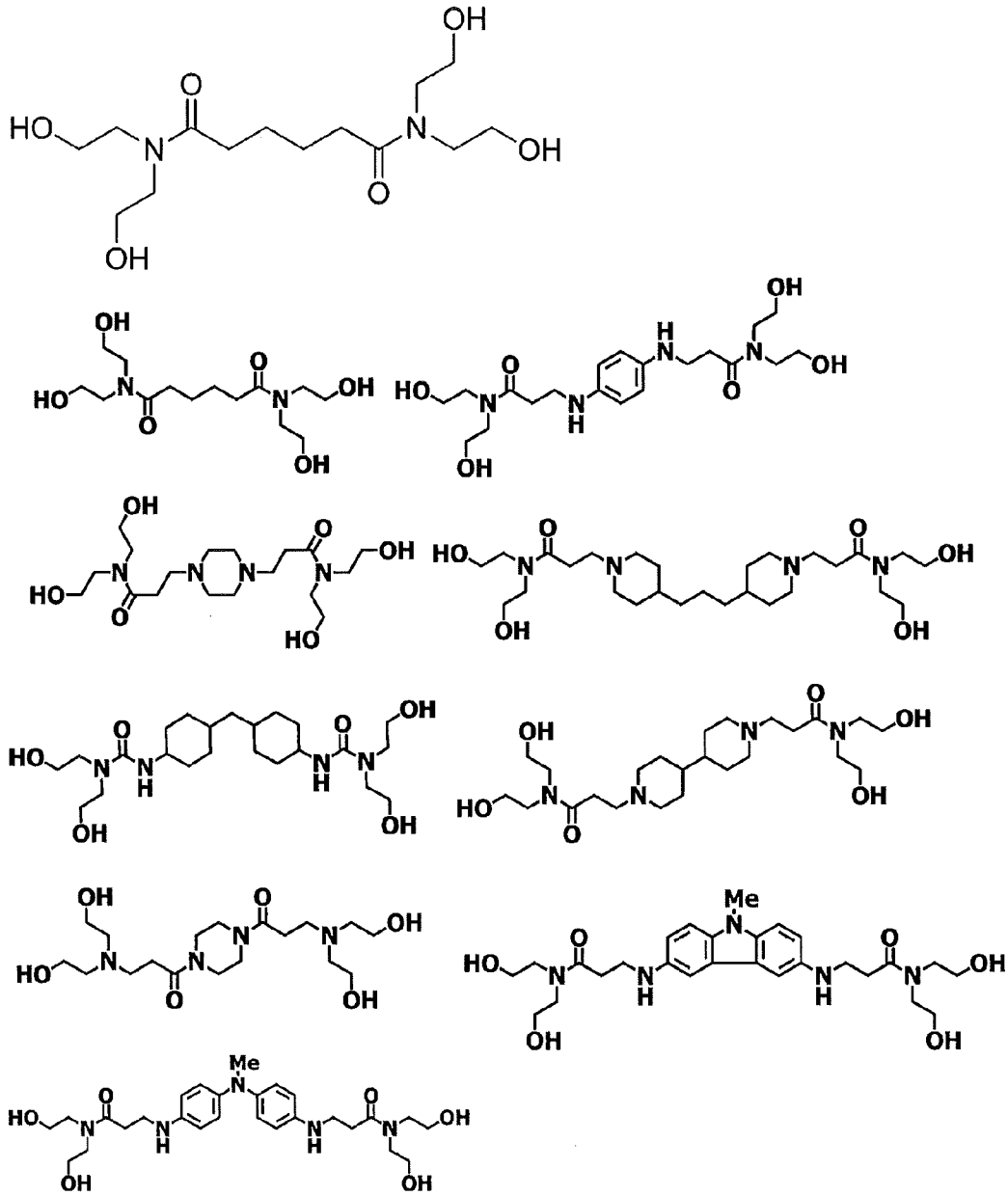
(3)



(4)

[0130] （B）成分の好ましい具体例としては、下記の化合物が挙げられる。

[0131] [化41]



[0132] これらの架橋性添加剤は、１種類が添加されていても良いが、本発明の特性を損ねない程度において、複数種添加されていても良い。

好ましい添加量は０．１重量％～３０重量％であり、好ましくは０．５重量％～１０重量％である。

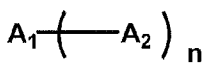
[0133] 重合性不飽和結合を有する架橋性化合物

重合性不飽和結合を有する架橋性化合物としては、トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ（メタ）アクリレート、トリ（メタ）アクリロイルオキシエトキシトリメチロールプロパン、グリセリンポリグリシジルエーテルポリ（メタ）アクリレート等の重合性不飽和基を分子内に３個有する架橋性化合物、さらに、エチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ジエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、テトラエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ポリエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、プロピレングリコールジ（メタ）アクリレート、ポリプロピレングリコールジ（メタ）アクリレート、ブチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ネオペンチルグリコールジ（メタ）アクリレート、エチレンオキサイドビスフェノールＡ型ジ（メタ）アクリレート、プロピレンオキサイドビスフェノール型ジ（メタ）アクリレート、１，６－ヘキサンジオールジ（メタ）アクリレート、グリセリンジ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールジ（メタ）アクリレート、エチレングリコールジグリシジルエーテルジ（メタ）アクリレート、ジエチレングリコールジグリシジルエーテルジ（メタ）アクリレート、フタル酸ジグリシジルエステルジ（メタ）アクリレート、ヒドロキシピバリン酸ネオペンチルグリコールジ（メタ）アクリレート等の重合性不飽和基を分子内に２個有する架橋性化合物、加えて、２－ヒドロキシエチル（メタ）アクリレート、２－ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、２－ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、２－フェノキシ－２－ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、２－（メタ）アクリロイルオキシ－２－ヒドロキシプロピルフタレート、３－クロロ－２－ヒドロキシプロピ

ル（メタ）アクリレート、グリセリンモノ（メタ）アクリレート、２－（メタ）アクリロイルオキシエチルリン酸エステル、Ｎ－メチロール（メタ）アクリルアミド等の重合性不飽和基を分子内に１個有する架橋性化合物が挙げられる。

加えて、下記の式［５］で示される化合物を用いることもできる。

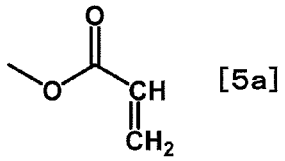
[0134] [化42]



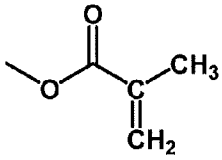
[5]

[0135] 式［５］中、A_1は、シクロヘキシル環、ビシクロヘキシル環、ベンゼン環、ビフェニル環、ターフェニル環、ナフタレン環、フルオレン環、アントラセン環、又はフェナントレン環から選ばれる基であり、A_2は、下記の式［５ａ］、又は式［５ｂ］から選ばれる基であり、ｎは１～４の整数である。

[0136] [化43]



[5a]



[5b]

[0137] 上記化合物は架橋性化合物の一例であり、これらに限定されるものではない。また、本発明の液晶配向処理剤に含有される架橋性化合物は、１種類であってもよく、２種類以上組み合わせてもよい。

[0138] チイラン化合物

チイラン化合物としては、フェニルグリシジルエーテル、ブチルグリシジルエーテル、３，３，３－トリフルオロメチルプロピレンオキシド、スチレンオキシド、ヘキサフルオロプロピレンオキシド、シクロヘキセンオキシド、Ｎ－グリシジルフタルイミド、（ノナフルオロ－Ｎ－ブチル）エポキシド、パーフルオロエチルグリシジルエーテル、エピクロロヒドリン、エピブロモヒドリン、Ｎ，Ｎ－ジグリシジルアニリン、及び３－［２－（パーフルオロヘキシル）エトキシ］－１，２－エポキシプロパン、エチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、トリプロピレングリコールジグ

リシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、１，６－ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、グリセリンジグリシジルエーテル、２，２－ジブロモネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、及び３－（Ｎ，Ｎ－ジグリシジル）アミノプロピルトリメトキシシラン、１，３，５，６－テトラグリシジル－２，４－ヘキサンジオール、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラグリシジル－ｍ－キシレンジアミン、１，３－ビス（Ｎ，Ｎ－ジグリシジルアミノメチル）シクロヘキサン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’，－テトラグリシジル－４，４’－ジアミノジフェニルメタン、及び３－（Ｎ－アリル－Ｎ－グリシジル）アミノプロピルトリメトキシシランにおけるグリシジル基の酸素を、例えばＪ．Ｏｒｇ．Ｃｈｅｍ．，２８，２２９（１９６３）に記載されている方法に従って硫黄に置換し、前記グリシジル基をエチレンスルフィド基に変換したもの、が挙げられる。

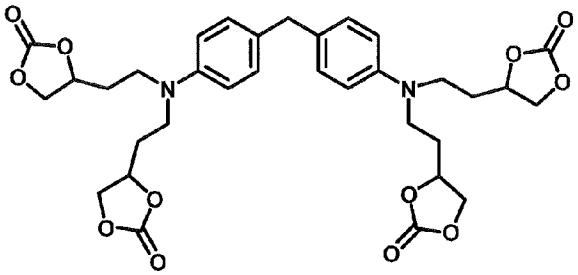
[0139] アジリジン化合物

アジリジン化合物としては、２，４，６－トリス（１’－アジリジニル）－１，３，５－トリアジン、ω－アジリジニルプロピオン酸－２，２－ジヒドロキシメチル－ブタノールトリエステル、２，４，６－トリス（２－メチル－１－アジリジニル）－１，３，５－トリアジン、２，４，６－トリス（２－エチル－１－アジリジニル）－１，３，５－トリアジン、４，４’－ビス（エチレンイミノカルボニルアミノ）ジフェニルメタン、ビス（２－エチル－１－アジリジニル）ベンゼン－１，３－ジカルボン酸アミド、トリス（２－エチル－１－アジリジニル）ベンゼン－１，３，５－トリカルボン酸アミド、ビス（２－エチル－１－アジリジニル）セバシン酸アミド、１，６－ビス（エチレンイミノカルボニルアミノ）ヘキサン、２，４－ジエチレンウレイドトルエン、１，１’－カルボニル－ビス－エチレンイミン、ポリメチレン－ビス－エチレンユリア（Ｃ２～Ｃ４）、及びＮ，Ｎ’－ビス（４，６－ジエチレンイミノ－１，３，５－トリアジン－２－イル）－ヘキサメチレンジアミンが挙げられる。これらの他、アジリジニルを有するオリゴマーや

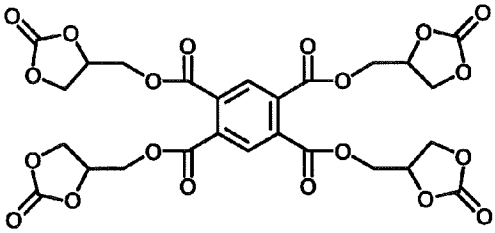
ポリマーも挙げることができる。

[0140] シクロカーボネート

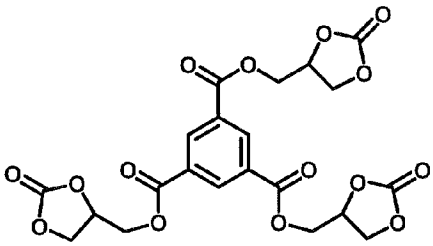
[0141] [化44]



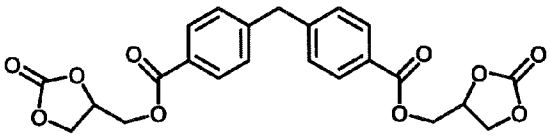
[1－1]



[1－2]



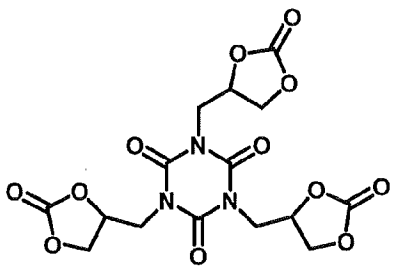
[1－3]



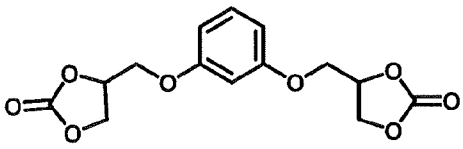
[1－4]

[0142]

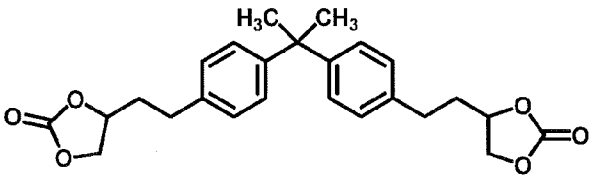
[化45]



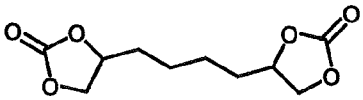
[1－5]



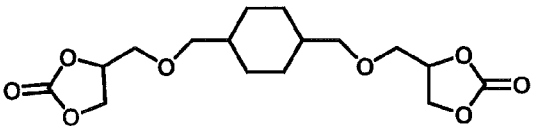
[1－6]



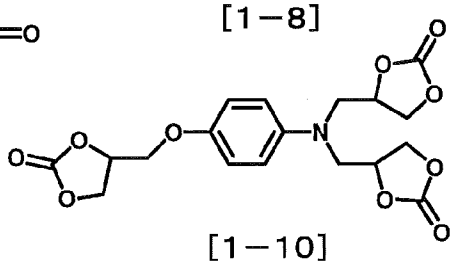
[1－7]



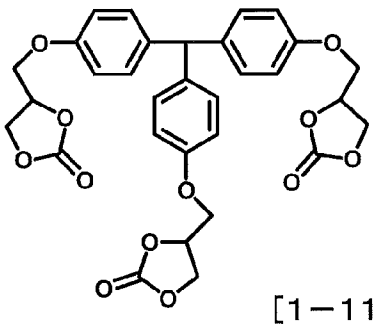
[1－8]



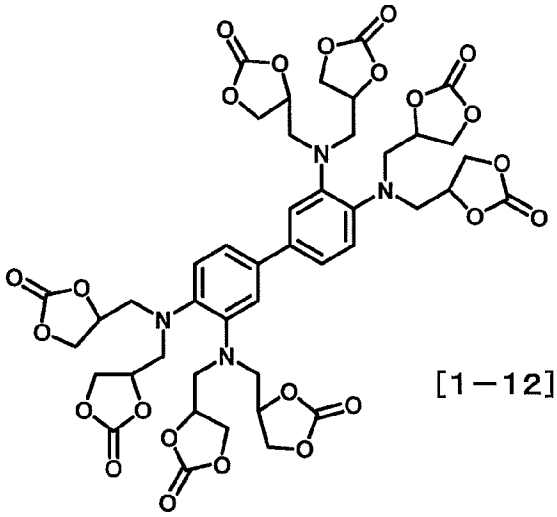
[1－9]



[1－10]



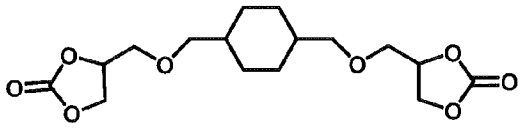
[1－11]



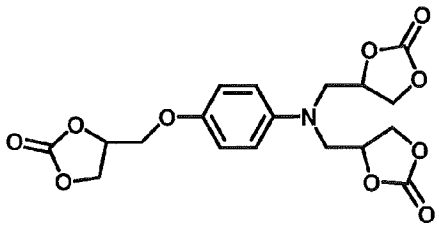
[1－12]

[0143]

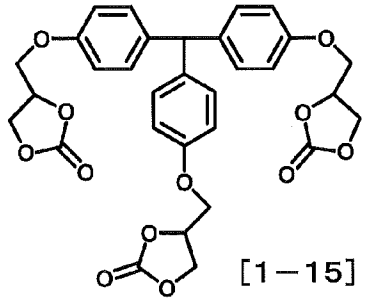
[化46]



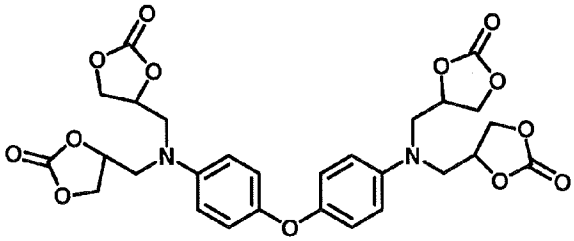
[1−13]



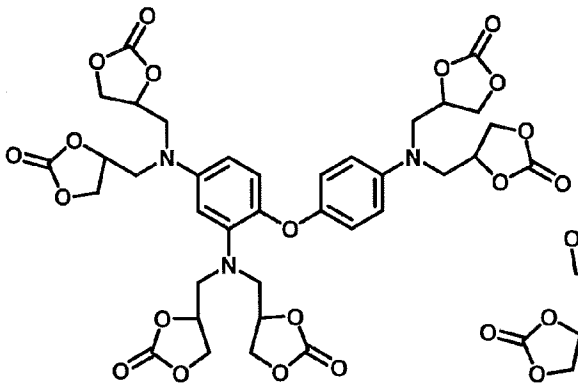
[1−14]



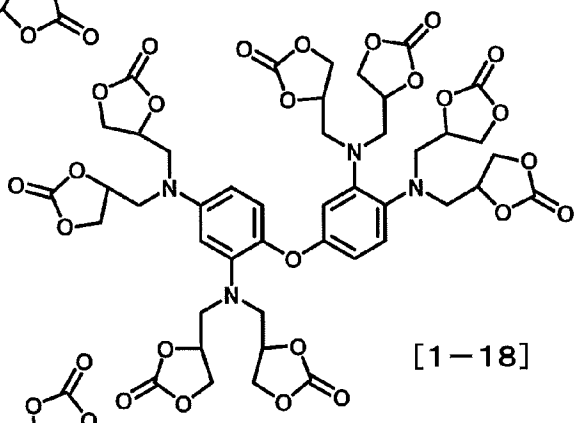
[1−15]



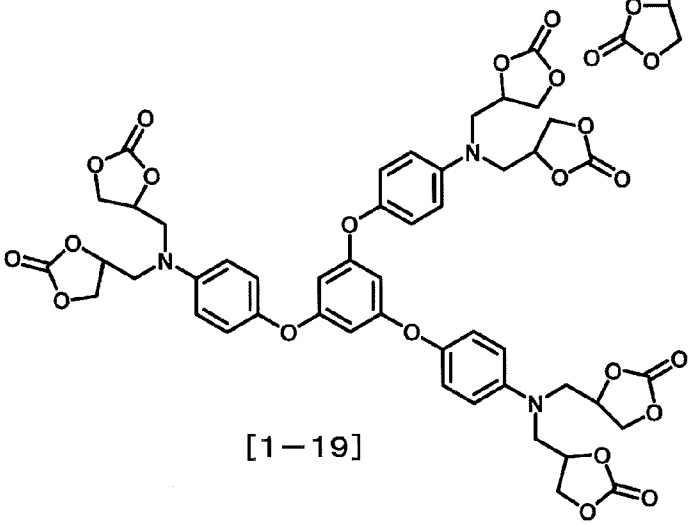
[1−16]



[1−17]



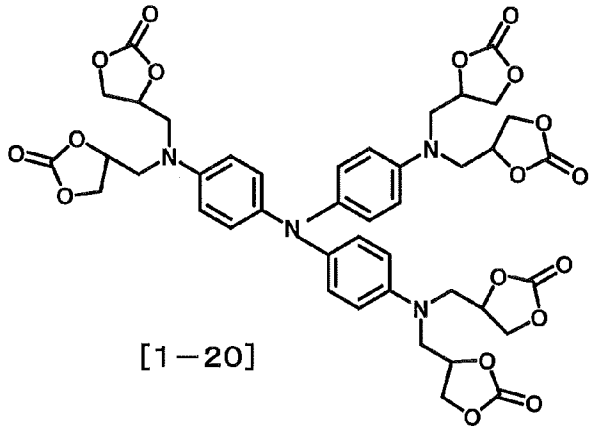
[1−18]



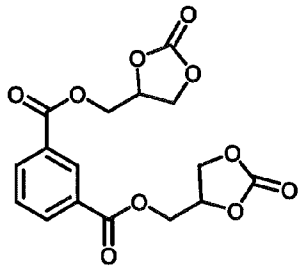
[1−19]

[0144]

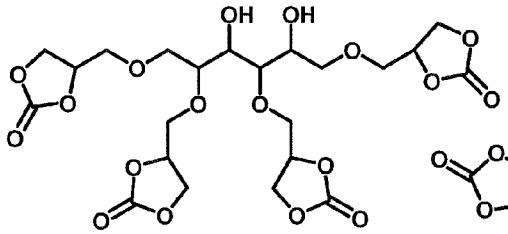
[化47]



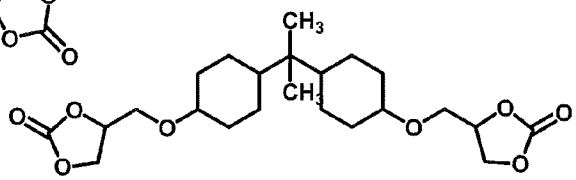
[1－20]



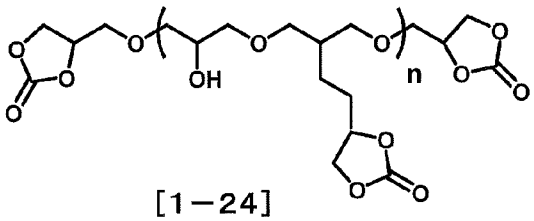
[1－21]



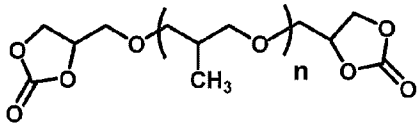
[1－22]



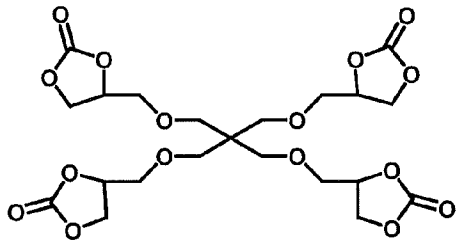
[1－23]



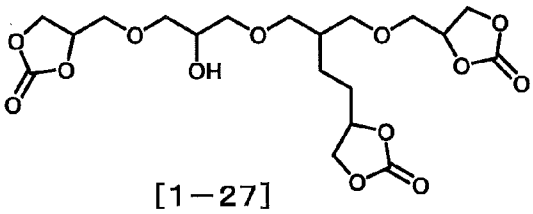
[1－24]



[1－25]



[1－26]



[1－27]

[0145] 基板との密着性を向上させる化合物を使用する場合、その使用量は、光配向剤に含有される重合体成分の１００質量部に対して０．１～３０質量部であることが好ましく、より好ましくは１～２０質量部である。使用量が０．１質量部未満であると密着性向上の効果は期待できず、３０質量部よりも多くなると液晶配向性が悪くなる場合がある。

[0146] 本発明の光配向剤には、上記の他、本発明の効果が損なわれない範囲であ

れば、液晶配向膜の誘電率や導電性などの電気特性を変化させる目的で、誘電体や導電物質、さらには、液晶配向膜にした際の膜の硬度や緻密度を高める目的の架橋性化合物を添加してもよい。

[0147] 有機溶媒と液晶構造安定化剤の調製

本発明の光配向剤において、各重合体を溶解するのに使用される有機溶媒としては、本発明の光配向剤に用いる有機溶媒（溶剤）は、重合体成分を溶解させる有機溶媒であれば特に限定されない。その具体例を以下に挙げる。

Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミド、Ｎ－メチル－２－ピロリドン、Ｎ－メチルカプロラクタム、２－ピロリドン、Ｎ－エチルピロリドン、Ｎ－ビニルピロリドン、ジメチルスルホキシド、テトラメチル尿素、ピリジン、ジメチルスルホン、γ－ブチロラクトン、３－メトキシ－Ｎ，Ｎ－ジメチルプロパンアミド、３－エトキシ－Ｎ，Ｎ－ジメチルプロパンアミド、３－ブトキシ－Ｎ，Ｎ－ジメチルプロパンアミド、１，３－ジメチル－イミダゾリジノン、エチルアミルケトン、メチルノニルケトン、メチルエチルケトン、メチルイソアミルケトン、メチルイソプロピルケトン、シクロヘキサノン、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ジグライム、４－ヒドロキシ－４－メチル－２－ペンタノンなどが挙げられる。これらは単独で使用しても、混合して使用してもよい。

[0148] 光配向剤に含有される有機溶媒は、好ましくは９０～９９質量％、より好ましくは９３～９８質量％であるのが良好である。

[0149] ＜液晶配向膜の形成＞

上述の光配向剤は、本発明の液晶配向膜、具体的には液晶フレネルレンズに用いられる液晶配向膜を形成するために好適に使用することができる。

本発明の光配向剤を用いて液晶配向膜を形成するには、基板上に、光配向剤を塗布して塗膜を形成し、該塗膜に上述の式により設計した偏光方位のパターンに沿って放射線を照射する工程を経る方法によることができる。

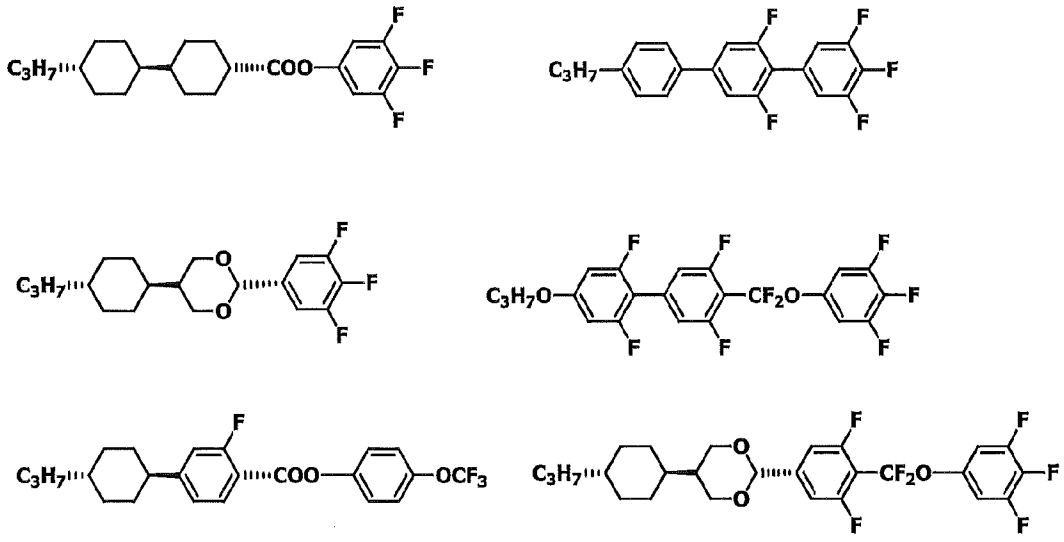
[0150] ＜液晶＞

本発明の液晶フレネルレンズに用いられる液晶は、従来、液晶表示素子な

どに用いられているネマチック液晶や強誘電性液晶などをそのまま用いることができる。

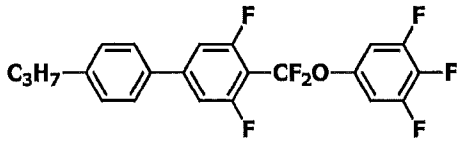
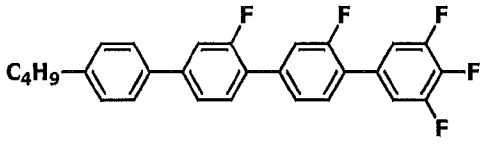
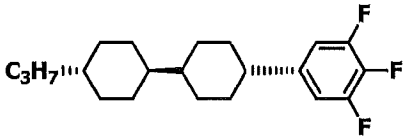
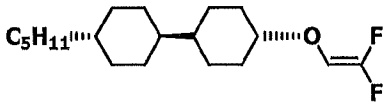
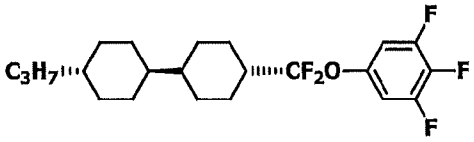
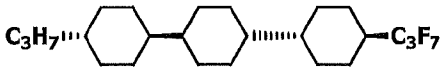
具体的には、４－シアノ－４’－ｎ－ペンチルビフェニル、４－シアノ－４’－ｎ－ヘプチルオキシビフェニル等のシアノビフェニル類；コレステリルアセテート、コレステリルベンゾエート等のコレステリルエステル類；４－カ ルボキシフェニルエチルカーボネート、４－カルボキシフェニル－ｎ－ブチルカーボネート等の炭酸エステル類；安息香酸フェニルエステル、フタル酸ビフェニ ルエステル等のフェニルエステル類；ベンジリデン－２－ナフチルアミン、４’－ｎ－ブトキシベンジリデン－４－アセチルアニリン等のシッフ塩基類；Ｎ，Ｎ’－ビスベンジリデンベンジジン、ｐ－ジアニスアルベンジジン等のベンジジン類；４，４’－アゾキシジアニソール、４，４’－ジ－ｎ－ブトキシ アゾキシベンゼン等のアゾキシベンゼン類；以下に具体的に示すフェニルシクロヘキシル系、ターフェニル系、フェニルビシクロヘキシル系などの液晶；などを挙げることができるがこれらに限定されない。

[0151] [化48]

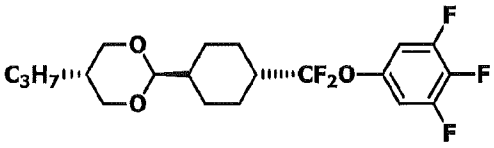
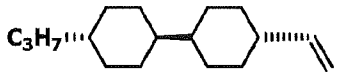
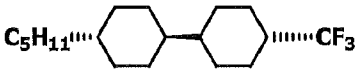
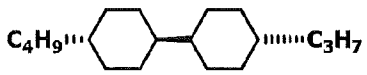
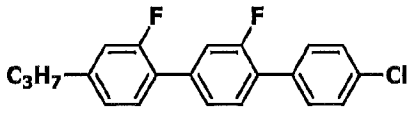
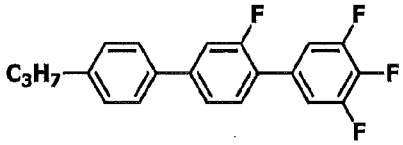
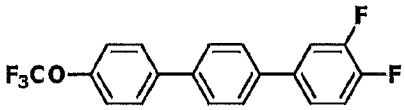


[0152]

[化49]

[0153] [化50]

実施例

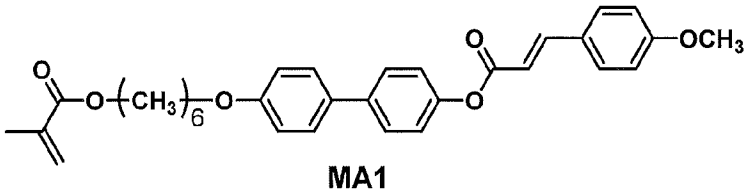
[0154] 実施例で使用する略号は以下のとおりである。

（メタクリルモノマー）

下記のＭＡ１を用いた。該ＭＡ１は、非特許文献（Ｍａｃｒｏｍｏｌｅｃｕｌｅｓ ２００２， ３５，７０６－７１３）に記載の合成法にて合成した

。

[0155] [化51]



MA1

[0156] （有機溶媒）

ＴＨＦ：テトラヒドロフラン

CH_2Cl_2：ジクロロメタン

（重合開始剤）

ＡＩＢＮ：2,2’－アゾビスイソブチロニトリル

［相転移温度の測定］

実施例により得られたポリマーの液晶相転移温度は示差走査熱量測定（DSC）DSC3100SR（マック・サイエンス社製）を用いて測定した。

[0157] ＜実施例１＞

ＭＡ１（１０．２９ｇ、２０．０ｍｍｏｌ）をＴＨＦ（９４．１ｇ）中に溶解し、ダイアフラムポンプで脱気を行った後、ＡＩＢＮ（０．１６４ｇ、１．０ｍｍｏｌ）を加え再び脱気を行った。この後５０℃で３０時間反応させメタクリレートのポリマー溶液を得た。このポリマー溶液をメタノール（１０００ｍｌ）に滴下し、得られた沈殿物をろ過した。この沈澱物をメタノールで洗浄し、４０℃のオーブン中で減圧乾燥しメタクリレートポリマー粉末（Ａ）を得た。このポリマーの数平均分子量は１９０００、重量平均分子量は３９０００であった。

[0158] 得られたメタクリレートポリマーの液晶相転移温度は１５０℃～３００℃であった。

得られたメタクリレートポリマー粉末（Ａ）（１．５ｇ）にCH_2Cl_2（９８．５ｇ）を加え、室温で５時間攪拌して溶解させ液晶配向剤（Ａ１）を得た。

[0159] ［フレネルパターンの設計］

使用する光の基準波長６３３ ｎｍ，焦点距離２００ ｍｍとしてフレネルレンズを設計した。この時、フレネルレンズは切替部の位相差が２πのとき最も集光度が高くなる。位相をδ、中心からの距離をｒとしたとき、フレネルレンズの位相分布は図５のようになる。

[0160] 図５に示すフレネル位相分布に沿って幾何学的位相を変化させることにより液晶フレネルレンズを形成する。幾何学的位相Δδは一軸異方性媒体の遅軸方向をθとした場合、下記式[６]の通りである。

[0161] [数7]

$$\Delta\delta = e^{-i2\theta} \qquad [6]$$

[0162] 数式[６]の通り、Δδはθの２倍変化する為、フレネル分布に沿って光学異方性の空間分布をθ＝０～πで変化させることで、フレネルパターンに沿った位相分布を形成する。中心から数えてｍ番目のフレネル帯での遅軸方向θは下記数式[７]で算出した。

[0163] [数8]

$$\theta = \pi\left(m - \frac{r^2}{2\lambda f}\right) \qquad [7]$$

[0164] フレネルパターンの記録には２０μｍに集光したレーザを用いたため、中心からの距離２０μｍ毎の遅軸方向の計算を実施した。フレネルパターンの中心であるΔδ＝２πとなる部分の遅軸の向きを０°とした場合の遅軸の方位分布を図６に示す。

[0165] ［フレネルレンズの作製］

上記で得られた液晶配向剤（Ａ１）を、準備されたガラス基板にスピンコートした。次いで、７０℃のホットプレートで９０秒間乾燥し、膜厚１００ｎｍの液晶配向膜を形成した。

次いで、製膜したガラス基板の製膜面が向かい合うように張り合わせ、空セルを作製した。

作製した空セルに対して直径２０μｍに集光した波長３２５ｎｍの直線偏光紫外光（ＬＰＵＶ）を下記図７の装置を用いて、任意のパターンに沿って

１８００ｍＪ／ｃｍ^{2}照射した。

[0166] 照射する任意のパターンは、ＰＣによりプログラムされたパターンに沿ってガルバノミラーを操作することで描画した。描画するＬＰＵＶの偏光方位はガルバノミラー出射直後に円偏光になるよう調整し、偏光子を回転させることにより制御した。偏光描画実施後、空セルを１５５℃で１５分間熱し、その後セル内に低分子液晶５ＣＢを注入した。形成した液晶フレネルレンズの顕微鏡写真を図８に示す。

図８の顕微鏡写真の通り、フレネルパターンに沿って異方性空間分布が形成されていることが分かる。

[0167] 続いて、形成した液晶フレネルレンズの集光特性及び偏光変換特性を測定した。

測定はλ=６３３ｎｍのＨｅ－Ｎｅレーザを用いて右回り円偏光（ＲＣＰ）、左回り円偏光（ＬＣＰ）、直線偏光（ＬＰ）を入射することで実施した。その際、温度コントローラーで液晶フレネルレンズの温度をコントロールすることにより、液晶の屈折率を調整した。ビームプロファイラで出射光の強度分布を取得した。取得したプロファイラ画像を図９に示す。

[0168] 図９上段に示したプロファイラ画像は、画像取得のためそれぞれの入射光強度を変化させた。そのため、規格化した強度分布グラフを図９の下段に示す。即ち、図９の下段は、プロファイラ画像（図９上段）上の点線部分の強度分布を示したグラフである。

Ｉｎｃｉｄｅｎｔ　ｂｅａｍ（図９左端）は、規格化した際に強度が非常に弱いため、１００倍にしたグラフを破線で示す。

[0169] 図９から次のことがわかる。

即ち、右回り円偏光（図９中、「ＲＣＰ」と記載）を入射した場合（図９の右から２番目、特に下段）には入射光に比べて強度が中心部に集中しており集光していることがわかる。

直線偏光（図９中、「ＬＰ」と記載）を入射した場合（図９の左から２番目、特に下段）にも集光していることがわかる。しかし、ＬＰを入射した場

合においては、ＲＣＰを入射した場合に比べて強度が約半分になっており、ＬＰの右回り成分のみが集光していることがわかる。

また、左回り円偏光（図９中、「ＬＣＰ」と記載）を入射した場合（図９の右端、特に下段）、図９の右端の下段の図において、強度が観察されないこと、即ち集光が見られないことがわかる。これは、ＬＣＰを入射した場合に、ＬＣＰの拡散が生じているためと考えられる。

これらの結果から、本実施例で得られた液晶フレネルレンズは、入射光の偏光状態により異なる特性が得られることがわかる。なお、この特性は、設計条件とよく一致している。

[0170] 次に、ＲＣＰ及びＬＰを入射した際の集光した偏光の楕円率を図１０に示す。図１０において、楕円率を白～黒で表し、右回り円偏光（ＲＣＰ）が１（黒）、左回り円偏光（ＬＣＰ）が－１（白）で表記する。

図１０から次のことがわかる。即ち、集光が確認されているＲＣＰとＬＰともに楕円率が－１（白）となっているため、ＬＣＰに変換されて集光していることがわかる。なお、図１０の白黒図面では不明瞭ではあるが、図１０中の「白」となっている箇所は、ＬＣＰに変換されて集光していることを示し、図１０中の「白」以外の箇所は、光強度がゼロ又は非常に弱いことを示す。

図９の結果と図１０の結果を合わせて考慮すると、本実施例で得られた液晶フレネルレンズは、右回り成分を左回りに変換し集光していることがわかる。

請求の範囲

[請求項1] 配向分子を備えた液晶配向膜であって、前記配向分子は、前記液晶配向膜の所定の点から所定距離の位置にあるとき、前記配向分子の配向方向が、前記液晶配向膜が形成する平面と平行な直線に対して、前記距離に応じた角度をなす、液晶配向膜。

[請求項2] 前記所定距離ｒ１の位置にある前記配向方向の角度がθ１であり、前記所定距離ｒ１に最近接する距離ｒ２の位置にある配向分子の配向方向の角度がθ２であり、角度θ１とθ２との差Δθが０°を越えて９０°未満である請求項１記載の液晶配向膜。

[請求項3] 前記距離に応じた前記角度が、フレネルレンズ形状に近似する角度分布を有する請求項１又は請求項２記載の液晶配向膜。

[請求項4] 前記配向分子が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる基を有する高分子である請求項１～３のいずれか１項記載の液晶配向膜。

[請求項5] 前記配向分子が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる側鎖を有する高分子である請求項１～４のいずれか１項記載の液晶配向膜。

[請求項6] 請求項１～５のいずれか１項記載の液晶配向膜を片面に有する基板。

[請求項7] 請求項６記載の基板である第１の基板；及び

第２の基板；を有し、

前記第１及び第２の基板を、空間を備えて平行離間させ、且つ前記第１の基板の液晶配向膜を第２の基板に対向するように配置し、且つ

前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の法線であって前記第１の基板の所定の点である第１の点を通る第１の法線が前記第２の基板の法線となるように、配置する、

液晶セル。

[請求項8] 前記第２の基板が、請求項６記載の基板であり、

前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の法線であって前記第１の基板の中心点である第１の中心点を通る第１の法線と、前記第２の基板の法線であって前記第２の基板の中心点である第２の中心点を通る第２１の法線と一致するように、配置する、請求項７記載の液晶セル。

[請求項9] 前記空間に液晶を備える、請求項７又は請求項８記載の液晶セル。

[請求項10] 請求項９記載の液晶セルを備える液晶光学素子。

[請求項11] 液晶配向膜の製造方法であって、

Ａ）光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる基を有する高分子を有する膜を形成する工程；及び

Ｂ）前記膜の所定位置に所定の偏光紫外線を照射する工程；

を有し、

前記膜の所定の点から所定の距離の位置にある高分子の配向方向を、前記膜が形成する平面と平行な直線に対して、前記距離に応じた角度をなす配向分子を備える液晶配向膜を得る、上記方法。

[請求項12] 前記Ａ）において、前記基が前記高分子の側鎖に有する、請求項１１記載の方法。

[請求項13] 前記Ｂ）において、前記所定の偏光紫外線が集光した偏光紫外線である請求項１１又は請求項１２記載の方法。

[請求項14] 前記Ａ）において、Ａ）－１）前記膜を基板上に形成する請求項１１～１３のいずれか１項記載の方法。

[請求項15] Ｄ） 請求項１４記載の方法により得られた基板である第１の基板を準備する工程；

Ｅ） 第２の基板を準備する工程；及び

Ｆ） 前記第１の基板及び第２の基板との間に液晶を備える工程；

を有し、

前記Ｆ）において、前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の

液晶配向膜を第２の基板に対向するように、平行離間させて配置し、且つ前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の法線であって前記第１の基板の中心点である第１の中心点を通る第１の法線が前記第２の基板の法線となるように配置する、

液晶セル又は液晶光学素子の製造方法。

[請求項16] 前記第２の基板が、請求項１４記載の方法により得られた基板であり、

前記Ｆ）において、前記第１及び第２の基板を、前記第１の基板の法線であって前記第１の基板の中心点である第１の中心点を通る第１の法線が前記第２の基板の法線であって前記第２の基板の中心点である第２の中心点を通る第２の法線と一致するように配置する、請求項１５記載の方法。

[請求項17] 液晶セルの製造方法であって、

Ｏ）第１及び第２の基板を準備する工程；

Ｐ１）第１の基板の片面上に第１の膜を形成する工程であって、該第１の膜が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる第１の基を有する第１の高分子を有する工程；

Ｐ２）第２の基板の片面上に前記第１の膜と同じであっても異なってもよい第２の膜を形成する工程であって、該第２の膜が、光架橋、光異性化、光フリース転移、及び光分解からなる群から選ばれる少なくとも１種の光反応を生じる第２の基を有する第２の高分子を有する工程；

Ｑ）前記第１の膜を備える第１の基板及び前記第２の膜を備える第２の基板を、第１の膜及び第２の膜が対向するように、空間を備えるように平行離間して配置する工程；及び

Ｒ）前記第１の膜を有しない前記第１の基板の面側から、又は、前記第２の膜を有しない前記第２の基板の面側から、前記第１の膜及び

前記第２の膜の所定位置に所定の偏光紫外線を照射する工程；

を有し、

前記第１の膜の所定の第１の点から所定距離の位置にある第１の高分子の配向方向を、前記第１の膜が形成する第１の平面と平行な第１の直線に対して、前記距離に応じた角度をなす第１の配向分子を備える第１の液晶配向膜を有し、且つ

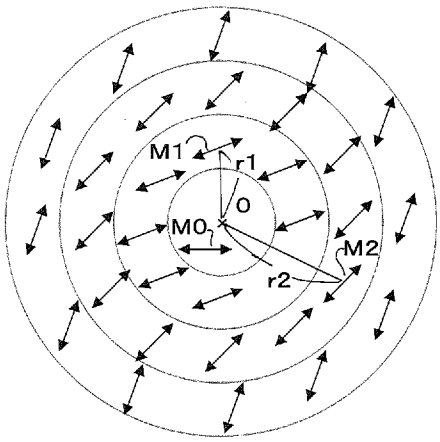
前記第２の膜の所定の第２の点から所定距離の位置にある第２の高分子の配向方向を、前記第２の膜が形成する第２の平面と平行な第２の直線に対して、前記距離に応じた角度をなす第２の配向分子を備える第２の液晶配向膜を有する、液晶セルを得る、上記方法。

[請求項18] 前記第１の基が前記第１の高分子の側鎖に有するか、及び／又は前記第２の基が前記第２の高分子の側鎖に有する請求項１７記載の方法。

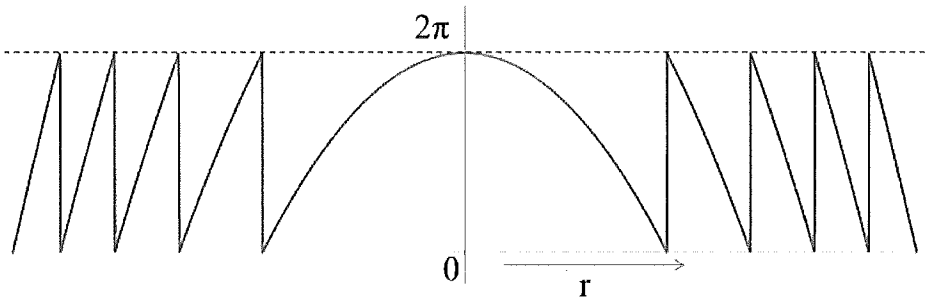
[請求項19] 前記Ｒ）において、前記所定の偏光紫外線が集光した偏光紫外線である請求項１７又は請求項１８記載の方法。

[請求項20] 前記工程Ｒ）後、Ｔ）液晶を前記空間に充填する工程；をさらに有する請求項１７～１９のいずれか１項記載の方法又は液晶光学素子の製造方法。

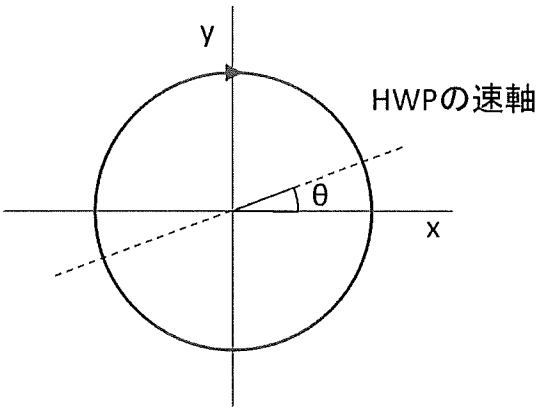
[図1]



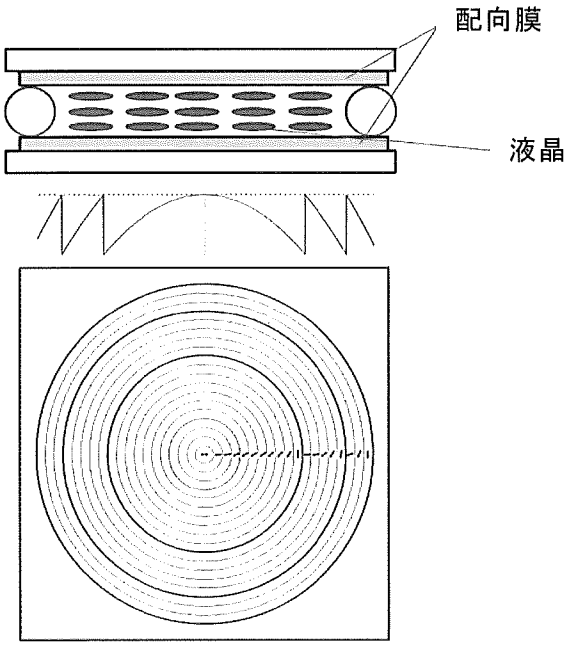
[図2]



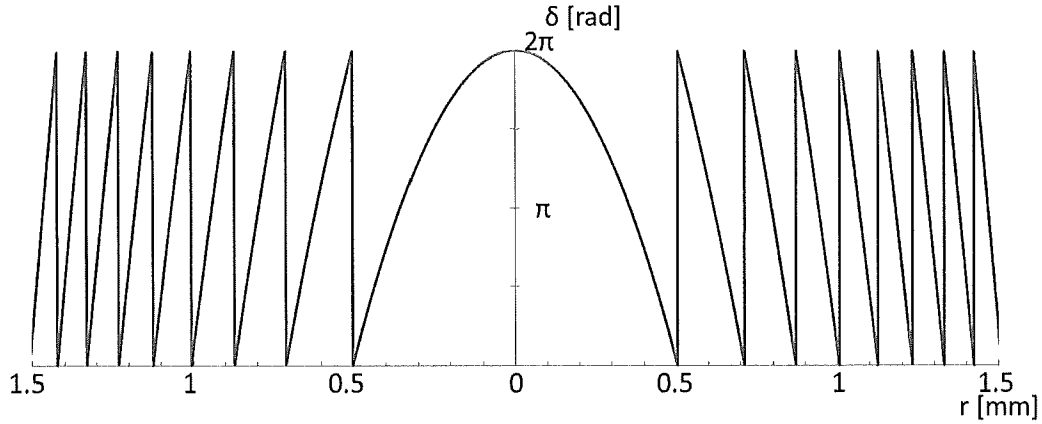
[図3]



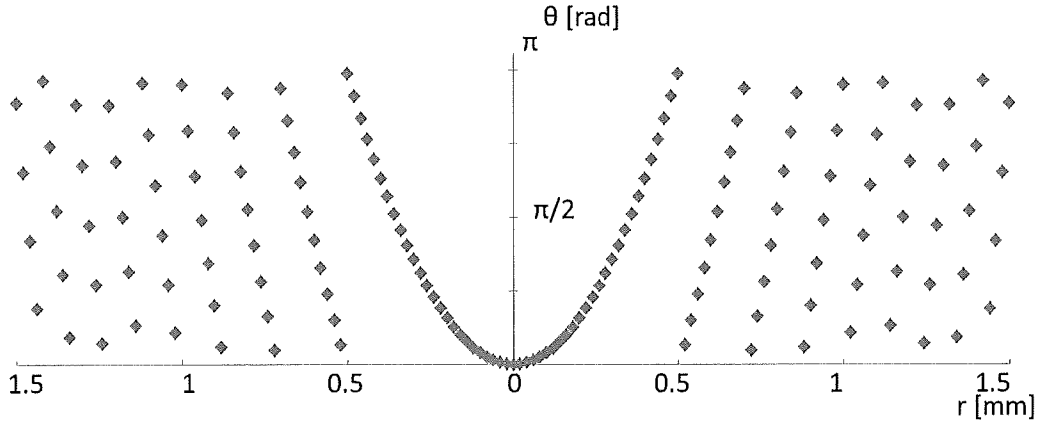
[図4]



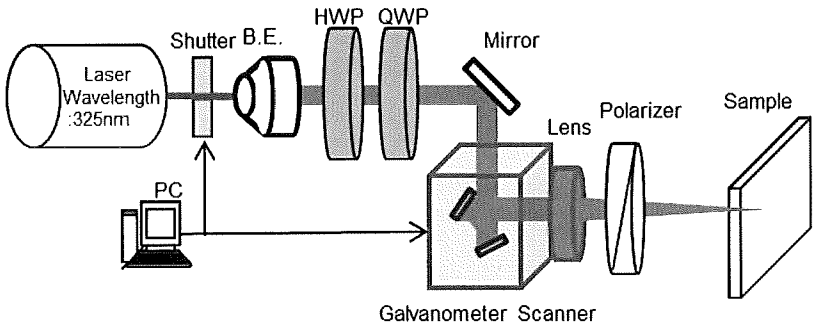
[図5]



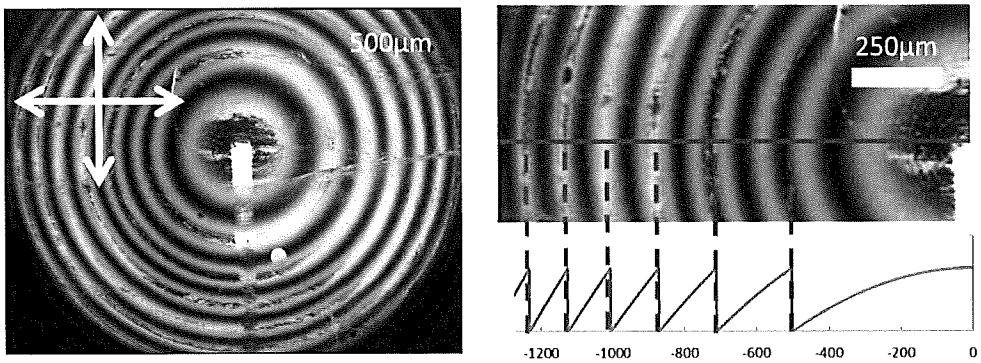
[図6]



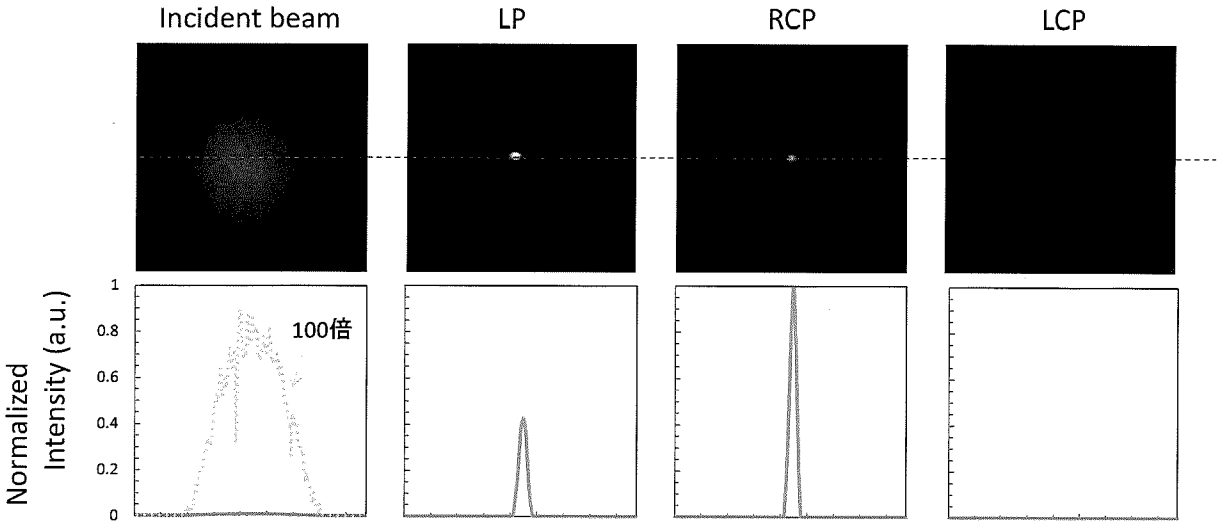
[図7]


Laser
Wavelength
:325nm
Shutter
B.E.
HWP
QWP
Mirror
Lens
Polarizer
Sample
PC
Galvanometer Scanner

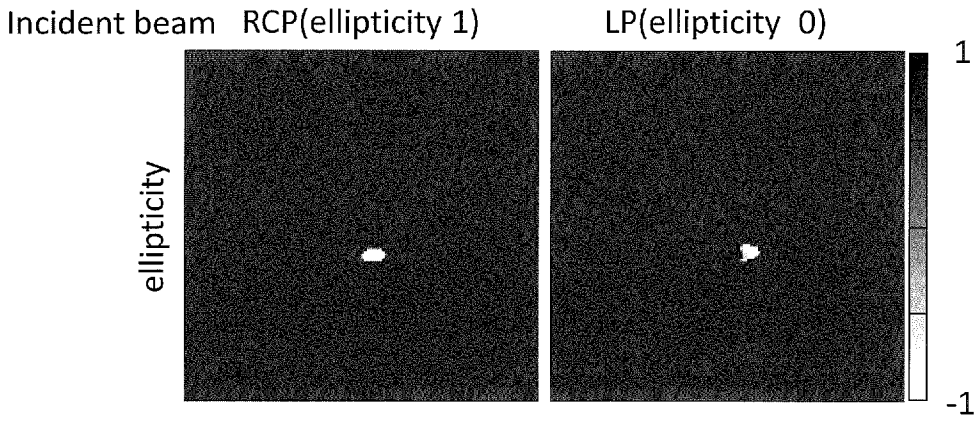
[図8]


500μm
250μm
-1200
-1000
-800
-600
-400
-200
0

[図9]


Incident beam
LP
RCP
LCP
Normalized Intensity (a.u.)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100倍

[図10]


Incident beam
RCP(ellipticity 1)
LP(ellipticity 0)
ellipticity
1
-1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/022793

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02F1/1337(2006.01)i, *G02B1/08*(2006.01)i, *G02B3/08*(2006.01)i, *G02B5/30*(2006.01)i, *G02F1/13*(2006.01)i

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)
G02F1/1337, G02B1/08, G02B3/08, G02B5/30, G02F1/13

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 Y	JP 2000-122062 A (Sony Corp.), 28 April 2000 (28.04.2000), paragraphs [0001] to [0059]; fig. 1 to 13 & US 6529254 B1 column 1, line 9 to column 21, line 43; fig. 1 to 13	1,2,4,6-11, 13-17,19,20 3,5,12,18
Y A	JP 2002-357804 A (Nippon Hoso Kyokai), 13 December 2002 (13.12.2002), paragraphs [0030] to [0104]; fig. 1 to 12 (Family: none)	3-5,11-20 1,2,6-10
Y A	JP 2016-108417 A (Nissan Chemical Industries, Ltd.), 20 June 2016 (20.06.2016), paragraphs [0009], [0037], [0047] to [0070] (Family: none)	5,12,18 1-4,6-11, 13-17,19,20

☒ 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	Date of mailing of the international search report
16 August 2017 (16.08.17)	29 August 2017 (29.08.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/022793

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 9-197363 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 31 July 1997 (31.07.1997), paragraphs [0016] to [0034]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-3,6-10 4,5,11-20

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０２２７９３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02F1/1337(2006.01)i, G02B1/08(2006.01)i, G02B3/08(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i

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））

Int.Cl.　G02F1/1337, G02B1/08, G02B3/08, G02B5/30, 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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

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）

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 Y	JP 2000-122062 A（ソニー株式会社）2000.04.28,　【０００１】～【００５９】【図１】～【図１３】 & US 6529254 B1 第１欄第９行～第２１欄第４３行、【図１】～【図１３】	1,2,4,6-11,13-17,19,20 3,5,12,18
Y A	JP 2002-357804 A（日本放送協会）2002.12.13,　【００３０】～【０１０４】【図１】～【図１２】（ファミリーなし）	3-5,11-20 1,2,6-10

☑　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。

＊　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矛盾するものではなく、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	国際調査報告の発送日
１６．０８．２０１７	２９．０８．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｌ　３８１２
廣田　かおり
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９５

Ｃ（続き）．　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
Ｙ Ａ	JP 2016-108417 A（日産化学工業株式会社）2016.06.20,　【０００９】【００３７】【００４７】～【００７０】（ファミリーなし）	5,12,18 1-4,6-11,13-17,19,20
Ｘ Ｙ	JP 9-197363 A（旭硝子株式会社）1997.07.31,　【００１６】～【００３４】【図１】～【図５】（ファミリーなし）	1-3,6-10 4,5,11-20