

(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
2025年2月27日(27.02.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/041800 A1

(51) 国際特許分類:

C08G 18/16 (2006.01) C08G 18/75 (2006.01)
C08G 18/10 (2006.01) C08G 18/76 (2006.01)
C08G 18/38 (2006.01) G02B 1/04 (2006.01)
C08G 18/73 (2006.01)

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/029690

(22) 国際出願日: 2024年8月21日(21.08.2024)

(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 2023-135607 2023年8月23日(23.08.2023) JP
特願 2023-135613 2023年8月23日(23.08.2023) JP

(71) 出願人: 三井化学株式会社 (MITSUI CHEMICALS, INC.) [JP/JP]; 〒1040028 東京都中央区八重洲二丁目2番1号 Tokyo (JP).

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(72) 発明者: 松井 勇輔 (MATSUI, Yusuke); 〒8368610 福岡県大牟田市浅牟田町30 三井化学株式会社内 Fukuoka (JP). 伊藤 伸介 (ITO, Shinsuke); 〒8368610 福岡県大牟田市浅牟田町30 三井化学株式会社内 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: POLYMERIZABLE COMPOSITION FOR OPTICAL MATERIAL, POLYMERIZABLE PREPOLYMER COMPOSITION FOR OPTICAL MATERIAL, CURED ARTICLE, AND METHOD FOR PRODUCING OPTICAL MATERIAL

(54) 発明の名称: 光学材料用重合性組成物、光学材料用重合性プレポリマー組成物、硬化物及び光学材料の製造方法

(57) Abstract: A polymerizable composition for an optical material according to the present disclosure contains two or more different optical material monomers, a basic polymerization catalyst, and an organic acid having a pKa value of less than 4. At least one of the two or more different optical material monomers is an isocyanate compound. The viscosity measured by a B-type viscometer under conditions of 25°C and 60 rpm is 10-1,000 mPa·s.

(57) 要約: 本開示の光学材料用重合性組成物は、2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、pKa値が4未満の有機酸と、を含み、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、B型粘度計で25°C 60 rpmの条件で測定した粘度が10 mPa·s~1000 mPa·sである。



WO 2025/041800 A1

明 細 書

発明の名称：

光学材料用重合性組成物、光学材料用重合性プレポリマー組成物、硬化物及び光学材料の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、光学材料用重合性組成物、光学材料用重合性プレポリマー組成物、硬化物及び光学材料の製造方法に関する。

背景技術

[0002] プラスチックレンズ向け光学材料に用いられる樹脂を製造する方法として、例えば、モノマーを含む重合性組成物をモールド（型）の中に注入して加熱硬化させる注型重合法が挙げられる。

注型重合法は、重合性組成物を調合して脱気した後、モールド（型）に重合性組成物を注入し、加熱硬化（重合反応）を経て、モールドから生成物を取り出し（離型）、アニールを行うことにより、光学材料（例えば、レンズ、セミフィニッシュドブランク等）を得る。

注型重合法においては、光学材料の品質を高めるため、重合性組成物の温度を加熱により徐々に上げながら長時間（例えば、20時間～48時間程度）かけて重合反応を行うことが一般的である。このため、光学材料の製造に要する総時間の多くの割合（例えば、9割程度）が加熱重合に費やされることが知られている。

[0003] 特許文献1の実施例には、重合性組成物を注入されたモールドを、10℃～120℃まで徐々に昇温し、20時間で重合して成形体を得たことが記載されている。

[0004] また、特許文献2の実施例には、重合性組成物を注入されたモールドを、25℃から16時間かけて少しずつ昇温し120℃まで上昇させ、120℃で4時間加熱して成形体を得たことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2014/027427号

特許文献2：国際公開第2014/133111号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1及び特許文献2に記載の方法で使用する重合性組成物は調製後の粘度の上昇速度が速く、ポットライフ（可使用時間）に改善の余地がある。

本開示の一実施形態が解決しようとする課題は、光学材料の製造時間を短縮できるとともにポットライフに優れる重合性組成物及び重合性プレポリマー組成物を提供することである。

また、本開示の一実施形態が解決しようとする課題は、上記重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物を用いる光学材料の製造方法及び硬化物を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] <1> 2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含み、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、

B型粘度計で25℃及び60rpmの条件で測定した粘度が10mPa・s～1000mPa・sである光学材料用重合性組成物。

<2> 前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が0.010質量部～0.50質量部である<1>に記載の光学材料用重合性組成物。

<3> 前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が0.05質量部超2.0質量部以下である<1>に記載の光学材料用重合性組成物。

<4>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの重合体であり重合性官能基を有するプレポリマーをさらに含む<1>~<3>のいずれか1項に記載の光学材料用重合性組成物。

<5>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーが、2つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物、1つ以上のメルカプト基と1つ以上の水酸基とを含むヒドロキシチオール化合物、2つ以上の水酸基を含むポリオール化合物、及び、アミン化合物からなる群から選択される少なくとも1種の活性水素化合物をさらに含む<1>~<4>のいずれか1項に記載の光学材料用重合性組成物。

<6>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が活性水素化合物であり、前記2種以上の異なる光学材料用モノマー全体に占めるイソシアネート化合物及び活性水素化合物の合計割合は70質量%超である<1>~<5>のいずれか1項に記載の光学材料用重合性組成物。

<7>前記pKa値が4未満の有機酸の官能基のモル数は、前記塩基性重合触媒の官能基のモル数よりも少ない<1>~<6>のいずれか1項に記載の光学材料用重合性組成物。

<8>前記塩基性重合触媒は、pKa値が4~8である塩基性重合触媒を含む<1>~<7>のいずれか1項に記載の光学材料用重合性組成物。

<9>2種以上の異なる光学材料用モノマーの重合体であり重合性官能基を有するプレポリマーと、塩基性重合触媒と、pKa値が4未満の有機酸と、を含み、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、

B型粘度計で25℃及び60rpmの条件で測定した粘度が10mPa・s~2000mPa・sである光学材料用重合性プレポリマー組成物。

<10>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、

前記プレポリマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が、0.002質量部～1質量部である<9>に記載の光学材料用重合性プレポリマー組成物。

<11>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、

前記プレポリマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が、0.1質量部～4.0質量部である<9>に記載の光学材料用重合性プレポリマー組成物。

<12><1>～<8>のいずれか1項に記載の光学材料用重合性組成物又は<9>～<11>のいずれか1項に記載の光学材料用重合性プレポリマー組成物の硬化物。

<13>2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、pKa値が4未満の有機酸と、を含み、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物である光学材料用重合性組成物を準備する準備工程と、

B型粘度計で25℃及び60rpmの条件で測定される前記光学材料用重合性組成物の粘度を10mPa・s～1000mPa・sに調整し、前記光学材料用重合性組成物をモールドに注型する注型工程と、

前記モールド中の前記光学材料用重合性組成物中の前記2種以上の異なる光学材料用モノマーを重合させることにより、前記光学材料用重合性組成物を硬化させる硬化工程と、

を含む光学材料の製造方法。

<14>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が0.010質量部～0.50質量部である<1

3>に記載の光学材料の製造方法。

<15>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が0.05質量部超2.0質量部以下である<13>に記載の光学材料の製造方法。

<16>2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、を準備する準備工程と、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部と、前記塩基性重合触媒の少なくとも一部と、を混合し、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部における少なくとも一部を重合させてプレポリマーを得ることにより、前記プレポリマーを含む混合物を得るプレポリマー化工程と、

前記プレポリマーを含む混合物にpKa値が4未満の有機酸を加える酸添加工程と、を含み、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物である光学材料の製造方法。

<17>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計量が100質量部であり、前記塩基性重合触媒の量が0.010質量部~0.50質量部である<16>に記載の光学材料の製造方法。

<18>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計量が100質量部であり、前記塩基性重合触媒の量が0.05質量部超2.0質量部以下である<16>に記載の光学材料の製造方法。

<19>さらに、前記プレポリマーを含む混合物に対し、少なくとも、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部を添加することにより、前記2

種以上の異なる光学材料用モノマーと、前記プレポリマーと、前記塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含有する光学材料用重合性組成物を得る光学材料用重合性組成物製造工程と、

前記光学材料用重合性組成物中の前記2種以上の異なる光学材料用モノマーを硬化させることにより、前記光学材料用重合性組成物の硬化物である光学材料を得る硬化工程と、を含む<16>~<19>のいずれか1項に記載の光学材料の製造方法。

<20>2種以上の異なる光学材料用モノマーの硬化物であって、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、硬化物の中心から半径15mmの範囲内に1.0mm以上の長さの脈理がなく、

ガスクロマトグラフ質量分析で測定されるアミンの含有量が0質量%超であり、ガスクロマトグラフ質量分析で測定される pK_a 値が4未満の有機酸の含有量が0質量%超である硬化物。

<21>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、

前記アミンの含有量が0.001質量%以上0.50質量%以下であり、前記 pK_a 値が4未満の有機酸の含有量が0.001質量%以上1質量%以下である、<20>に記載の硬化物。

<22>前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、

前記アミンの含有量が、0.03質量%以上2.5質量%以下であり、前記 pK_a 値が4未満の有機酸の含有量が0.01質量%以上5質量%以下である、<20>に記載の硬化物。

発明の効果

[0008] 本開示の一実施形態によれば、光学材料の製造時間を短縮できるとともにポットライフに優れる重合性組成物及び重合性プレポリマー組成物が提供される。

また、本開示の一実施形態によれば、上記重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物を用いる光学材料の製造方法及び硬化物が提供される。

発明を実施するための形態

[0009] 本開示において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

本開示において、組成物中の各成分の量は、組成物中に各成分に該当する物質が複数存在する場合は、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数の物質の合計量を意味する。

本開示中に段階的に記載されている数値範囲において、一つの数値範囲で記載された上限値又は下限値は、他の段階的な記載の数値範囲の上限値又は下限値に置き換えてもよい。また、本開示中に記載されている数値範囲において、その数値範囲の上限値又は下限値は、実施例に示されている値に置き換えてもよい。

本開示において、「工程」との用語は、独立した工程だけではなく、他の工程と明確に区別できない場合であってもその工程の所期の目的が達成されれば、本用語に含まれる。

[0010] 《光学材料用重合性組成物》

本開示の光学材料用重合性組成物は、2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含み、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、B型粘度計で25℃及び60rpmの条件で測定した粘度が10mPa·s～1000mPa·sである。

以下、光学材料用重合性組成物を単に「重合性組成物」ともいう。

[0011] 本開示の重合性組成物は、光学材料の製造時間を短縮できるとともにポットライフに優れている。

具体的には、重合触媒として塩基性重合触媒を使用し、かつその含有量が比較的多いことで硬化時の重合反応が速やかに進行し、硬化物としての光学材料の製造時間が短縮される。その反面で、重合性組成物の調製後の粘度が

上昇しやすく、ポットライフが短い傾向にある。

本開示の重合性組成物は、 pK_a 値が4未満の有機酸を含むことで、調製後の粘度の上昇が抑制される。この理由としては、 pK_a 値が4未満の有機酸が塩基性重合触媒と塩を形成することにより、塩基性重合触媒の活性が抑制されることが考えられる。

なお、重合性組成物の硬化工程では pK_a 値が4未満の有機酸と塩基性重合触媒とで形成される塩が熱により解離して塩基性重合触媒の活性が発現し、重合反応が速やかに進行すると考えられる。

さらに、ポットライフに優れる重合性組成物はモールドへの注入性に優れるため、光学特性に優れる（脈理が少ないなど）硬化物が得られる。

[0012] (光学材料用モノマー)

重合性組成物は、2種以上の異なる光学材料用モノマーを含み、光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物である。

[0013] 光学材料用モノマーとしては、光学材料の製造に使用されるモノマーであれば特に限定されない。

例えば、下記のいずれかの性質を備える光学材料を製造するために用いられるモノマーであってもよい。

光学材料用モノマーを用いて得られる光学材料は、全光線透過率が10%以上であってもよい。上記光学材料の全光線透過率は、JIS K 7361-1 (1997) に準拠して測定すればよい。

光学材料用モノマーを用いて得られる光学材料は、ヘイズ（即ち全ヘイズ）が10%以下、1%以下、又は0.5%以下であってもよい。光学材料のヘイズは、JIS-K7105に準拠して、ヘイズ測定機〔(有)東京電色社製、TC-H111 DPK〕を用いて25℃で測定した値である。

光学材料用モノマーを用いて得られる光学材料は、屈折率が、1.56以上、好ましくは1.58以上である。光学材料用モノマーを用いて得られる光学材料は、屈折率が、1.80以下であってもよく、1.75以下であってもよい。光学材料の屈折率は、JIS K7142 (2014) に準拠し

て測定すればよい。

[0014] 光学材料用モノマーを用いて得られる光学材料の形状は、特に限定されず、板状、円柱状、直方体状等であってもよい。

[0015] 光学材料用モノマーとしては、後述する塩基性重合触媒を用いた場合に重合する性質を持つ化合物が挙げられる。具体的には、イソシアネート化合物、2つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物、1つ以上のメルカプト基と1つ以上の水酸基とを含むヒドロキシチオール化合物、2つ以上の水酸基を含むポリオール化合物、アミン化合物等を挙げることができる。

[0016] 光学材料用モノマーは、イソシアネート化合物とともに活性水素化合物を含むことが好ましい。

光学材料用モノマーは、2つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物、1つ以上のメルカプト基と1つ以上の水酸基とを含むヒドロキシチオール化合物、2つ以上の水酸基を含むポリオール化合物、及び、アミン化合物からなる群から選択される少なくとも1種の活性水素化合物を含むことが好ましい。

[0017] [イソシアネート化合物]

イソシアネート化合物としては、脂肪族イソシアネート化合物、脂環族イソシアネート化合物、芳香族イソシアネート化合物、複素環イソシアネート化合物等が挙げられる。これらのイソシアネート化合物は、二量体、三量体、プレポリマーを含んでもよい。これらのイソシアネート化合物としては、国際公開第2011/055540号に例示された化合物を挙げることができる。

さらに、イソシアネート化合物としては、上記した化合物の、ハロゲン置換体（例えば、塩素置換体、臭素置換体など）、アルキル置換体、アルコキシ置換体、カルボジイミド変性体、ウレア変性体又はビュレット変性体、

上記した化合物とニトロ置換体、多価アルコールなどとのプレポリマー型変性体、

上記した化合物のダイマー化又はトリマー化反応生成物等も使用できる。

これらの化合物は単独または2種以上を混合して使用してもよい。

[0018] 本開示において、脂肪族イソシアネート化合物は、芳香族構造、脂環式構造及び複素環構造を含まないイソシアネート化合物を指す。

脂環族イソシアネート化合物は、脂環式構造を含み、芳香族構造を含まず、かつ、複素環構造を含んでもよいイソシアネート化合物を指す。

芳香族イソシアネート化合物は、芳香族構造を含み、かつ、脂肪族構造、脂環式構造及び複素環構造のいずれか1つ又はこれらの組合せを含んでもよいイソシアネート化合物を指す。

複素環イソシアネート化合物は、複素環構造を含み、かつ、脂環式構造及び芳香族構造を含まないイソシアネート化合物を指す。

本開示において、芳香族性を持つ複素環又は複素環構造は、芳香環又は芳香族構造に該当しないものとする。

[0019] 2種以上の異なる光学材料用モノマーは、脂肪族イソシアネート化合物、脂環族イソシアネート化合物、芳香族イソシアネート化合物及び複素環イソシアネート化合物から選択される少なくとも1種を含むことが好ましい。

[0020] 光学材料用モノマーの少なくとも1種は、芳香環を有するイソシアネート化合物であってもよい。

芳香環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環等が挙げられ、ベンゼン環が好ましい。

芳香環を有するイソシアネート化合物としては、具体的には、芳香族イソシアネート化合物が挙げられ、より具体的には芳香環に直接イソシアネート基が結合しているイソシアネート化合物、芳香環のベンジル位にイソシアネート基が結合しているイソシアネート化合物等が挙げられる。

芳香環を有するイソシアネート化合物は、芳香環を有さないイソシアネート化合物に比べて、イソシアネート基の活性が高く、重合反応を促進しやすい点で好ましい。

[0021] 光学材料用モノマーの少なくとも1種は、芳香環を有さないイソシアネート化合物であってもよい。

芳香環を有さないイソシアネート化合物としては、具体的には、芳香環を有さない脂環族イソシアネート化合物、複素環イソシアネート化合物、及び脂肪族イソシアネート化合物等が挙げられる。

芳香環を有さないイソシアネート化合物は、芳香環を有するイソシアネート化合物に比べて重合反応の速度が速すぎず、重合反応を制御しやすい点で好ましい。

[0022] 光学材料用モノマーは、芳香環を有するイソシアネート化合物と、芳香環を有さないイソシアネート化合物と、を含んでいてもよい。

光学材料用モノマーが、芳香環を有さないイソシアネート化合物及び芳香環を有するイソシアネート化合物を含む場合、重合反応の制御の観点から、芳香環を有さないイソシアネート化合物Aと芳香環を有するイソシアネート化合物Bとの比率（A：B）は、イソシアネート基のモル比で、3：7～0：10の範囲内であることが好ましく、2：8～0：10の範囲内であることがより好ましい。

[0023] 光学材料用モノマーが芳香環を有さないイソシアネート化合物及び芳香環を有するイソシアネート化合物を含む場合、芳香環を有さないイソシアネート化合物におけるイソシアネート基のモル数が芳香環を有するイソシアネート化合物におけるイソシアネート基のモル数よりも少ないことが好ましい。

[0024] 光学材料の品質を維持し、かつ、光学材料の製造時間を短縮する観点から、イソシアネート化合物は、イソホロンジイソシアネート、2，5-ビス（イソシアナトメチル）ピシクロー〔2，2，1〕-ヘプタン、2，6-ビス（イソシアナトメチル）ピシクロー〔2，2，1〕-ヘプタン、m-キシリレンジイソシアネート、2，4-トリレンジイソシアネート、2，6-トリレンジイソシアネート、ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート、1，3-ビス（イソシアナトメチル）シクロヘキサン、1，4-ビス（イソシアナトメチル）シクロヘキサン、1，6-ヘキサメチレンジイソシアネート、および1，5-ペンタメチレンジイソシアネートから選択される少なくとも1種を含むことが好ましく、

イソホロンジイソシアネート、2, 5-ビス(イソシアナトメチル)ビスシクロ-[2, 2, 1]-ヘプタン、2, 6-ビス(イソシアナトメチル)ビスシクロ-[2, 2, 1]-ヘプタン、m-キシリレンジイソシアネート、2, 4-トリレンジイソシアネート、2, 6-トリレンジイソシアネート、ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート、および1, 3-ビス(イソシアナトメチル)シクロヘキサンから選択される少なくとも一種を含むことがより好ましい。

[0025] [活性水素化合物]

活性水素化合物としては、2つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物、1つ以上のメルカプト基と1つ以上の水酸基とを含むヒドロキシチオール化合物、2つ以上の水酸基を含むポリオール化合物、アミン化合物等を挙げることができる。

活性水素化合物としては、上記活性水素化合物のオリゴマー、上記活性水素化合物のハロゲン置換体(例えば塩素置換体、臭素置換体等)を使用してもよい。

活性水素化合物は、単独で用いてもよく、2種類以上を混合して用いてもよい。

[0026] (2つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物)

2つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物としては、国際公開第2016/125736号に例示された化合物を挙げることができる。

光学材料の品質を維持し、かつ、光学材料の製造時間を短縮する観点から、ポリチオール化合物は、4-メルカプトメチルー1, 8-ジメルカプトー3, 6-ジチアオクタン、5, 7-ジメルカプトメチルー1, 11-ジメルカプトー3, 6, 9-トリチアウンデカン、4, 7-ジメルカプトメチルー1, 11-ジメルカプトー3, 6, 9-トリチアウンデカン、4, 8-ジメルカプトメチルー1, 11-ジメルカプトー3, 6, 9-トリチアウンデカン、ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプロピオネート)、ビス(メルカプトエチル)スルフィド、ペンタエリスリトールテトラキス(

2-メルカプトアセテート)、2, 5-ビス(メルカプトメチル)-1, 4-ジチアン、1, 1, 3, 3-テトラキス(メルカプトメチルチオ)プロパン、4, 6-ビス(メルカプトメチルチオ)-1, 3-ジチアン、および2-(2, 2-ビス(メルカプトメチルチオ)エチル)-1, 3-ジチエタンから選択される少なくとも1種を含むことが好ましく、

4-メルカプトメチル-1, 8-ジメルカプト-3, 6-ジチアオクタン、5, 7-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカン、4, 7-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカン、4, 8-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカン、ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプロピオネート)、ペンタエリスリトールテトラキス(2-メルカプトアセテート)、および2, 5-ビス(メルカプトメチル)-1, 4-ジチアンから選択される少なくとも1種を含むことがより好ましく、

4-メルカプトメチル-1, 8-ジメルカプト-3, 6-ジチアオクタン、5, 7-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカン、4, 7-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカン、4, 8-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカン及び、ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプロピオネート)から選択される少なくとも1種を含むことがさらに好ましい。

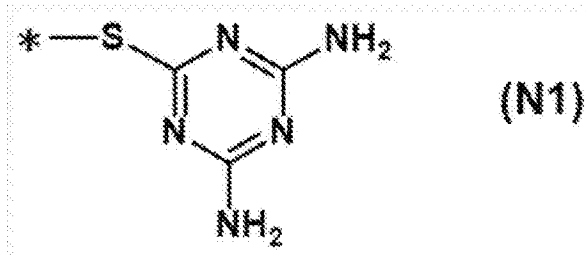
[0027] (3つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物)

活性水素化合物としては、3つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物も挙げられる。

重合性組成物が活性水素化合物として3つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物を含む場合、重合反応を促進する観点から、前記3つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物に含まれる3つ以上のメルカプト基のうちの少なくとも1つのメルカプト基が下記式(N1)で表される基

に置換された化合物（化合物（N1）ともいう）を含むことが好ましい。

[0028] [化1]



[0029] 式（N1）中、*は結合位置を表す。

[0030] 重合性組成物が活性水素化合物として3つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物を含む場合、重合反応の調整が容易である観点から、高速液体クロマトグラフィーでピーク面積を測定した場合に、3つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物のピーク面積100に対して、化合物（N1）のピーク面積が、3.0以下であることが好ましく、1.5以下であることがより好ましい。

高速液体クロマトグラフィーでピーク面積を測定した場合に、3つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物のピーク面積100に対して、化合物（N1）のピーク面積は、重合反応を促進する観点から、0.01以上であることが好ましい。

高速液体クロマトグラフィーによるピーク面積は、国際公開第2014/027665号の段落0146等に記載の方法で測定することができる。

[0031] （1つ以上のメルカプト基と1つ以上の水酸基とを含むヒドロキシチオール化合物）

ヒドロキシ基を有するチオール化合物としては、例えば、2-メルカプトエタノール、3-メルカプト-1,2-プロパンジオール、グルセリンビス（メルカプトアセテート）、4-メルカプトフェノール、2,3-ジメルカプト-1-プロパノール、ペンタエリスリトールトリス（3-メルカプトプロピオネート）、ペンタエリスリトールトリス（チオグリコレート）等を挙げることができる。

[0032] （2つ以上の水酸基を含むポリオール化合物）

ポリオール化合物としては、1種以上の脂肪族または脂環族アルコールが挙げられる。具体的には、直鎖または分枝鎖の脂肪族アルコール、脂環族アルコール、これらのアルコールに、エチレンオキサイド、プロピレンオキサイド及び ϵ -カプロラクトンからなる群から選択される少なくとも1種を付加させたアルコール等が挙げられる。より具体的には国際公開第2016/125736号に例示された化合物が挙げられる。

[0033] ポリオール化合物は、好ましくは、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、プロピレングリコール、1,3-プロパンジオール、1,2-シクロペンタンジオール、1,3-シクロペンタンジオール、1,2-シクロヘキサジオール、1,3-シクロヘキサジオール、及び1,4-シクロヘキサジオールから選択される少なくとも1種である。

[0034] (アミン化合物)

アミン化合物としては、エチレンジアミン、1,2-又は1,3-ジアミノプロパン、1,2-、1,3-又は1,4-ジアミノブタン、1,5-ジアミノペンタン、1,6-ジアミノヘキサン、1,7-ジアミノヘプタン、1,8-ジアミノオクタン、1,10-ジアミノデカン、1,2-、1,3-又は1,4-ジアミノシクロヘキサン、*o*-、*m*-又は*p*-ジアミノベンゼン、3,4-又は4,4'-ジアミノベンゾフェノン、3,4-又は4,4'-ジアミノジフェニルエーテル、4,4'-ジアミノジフェニルメタン、4,4'-ジアミノジフェニルスルフィド、3,3'又は4,4'-ジアミノジフェニルスルフォン、2,7-ジアミノフルオレン、1,5-、1,8-又は2,3-ジアミノナフタレン、2,3-、2,6-又は3,4-ジアミノピリジン、2,4-又は2,6-ジアミノトルエン、*m*-又は*p*-キシリレンジアミン、イソホロンジアミン、ジアミノメチルピシクロヘプタン、1,3-又は1,4-ジアミノメチルシクロヘキサン、2-又は4-アミノピペリジン、2-又は4-アミノメチルピペリジン、2-又は4-アミノエチルピペリジン、*N*-アミノエチルモルホリン、*N*-アミノプロピルモル

ホリン等の1級ポリアミン化合物；

ジエチルアミン、ジプロピルアミン、ジ-n-ブチルアミン、ジ-sec-ブチルアミン、ジイソブチルアミン、ジ-n-ペンチルアミン、ジ-3-ペンチルアミン、ジヘキシルアミン、ジオクチルアミン、ジ(2-エチルヘキシル)アミン、メチルヘキシルアミン、ジアリルアミン、N-メチルアリルアミン、ピペリジン、ピロリジン、ジフェニルアミン、N-メチルアミン、N-エチルアミン、ジベンジルアミン、N-メチルベンジルアミン、N-エチルベンジルアミン、ジシクロヘキシルアミン、N-メチルアニリン、N-エチルアニリン、ジナフチルアミン、1-メチルピペラジン、モルホリン等の単官能2級アミン化合物；

N, N'-ジメチルエチレンジアミン、N, N'-ジメチル-1, 2-ジアミノプロパン、N, N'-ジメチル-1, 3-ジアミノプロパン、N, N'-ジメチル-1, 2-ジアミノブタン、N, N'-ジメチル-1, 3-ジアミノブタン、N, N'-ジメチル-1, 4-ジアミノブタン、N, N'-ジメチル-1, 5-ジアミノペンタン、N, N'-ジメチル-1, 6-ジアミノヘキサン、N, N'-ジメチル-1, 7-ジアミノヘプタン、N, N'-ジエチルエチレンジアミン、N, N'-ジエチル-1, 2-ジアミノプロパン、N, N'-ジエチル-1, 3-ジアミノプロパン、N, N'-ジエチル-1, 2-ジアミノブタン、N, N'-ジエチル-1, 3-ジアミノブタン、N, N'-ジエチル-1, 4-ジアミノブタン、N, N'-ジエチル-1, 5-ジアミノペンタン、N, N'-ジエチル-1, 6-ジアミノヘキサン、N, N'-ジエチル-1, 7-ジアミノヘプタン、ピペラジン、2-メチルピペラジン、2, 5-ジメチルピペラジン、2, 6-ジメチルピペラジン、ホモピペラジン、1, 1-ジ-(4-ピペリジル)メタン、1, 2-ジ-(4-ピペリジル)エタン、1, 3-ジ-(4-ピペリジル)プロパン、1, 4-ジ-(4-ピペリジル)ブタン、テトラメチルグアニジン等の2級ポリアミン化合物；等が挙げられる。

[0035] 上記の中でも、活性水素化合物は、硬化物の耐熱性及び屈折率を高める観

点から、2つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物を含むことが好ましい。

2つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物の含有量は、活性水素化合物の全質量に対して、60質量%以上であることが好ましく、70質量%以上であることがより好ましく、80質量%以上であることがさらに好ましい。

[0036] 活性水素化合物としては、4-メルカプトメチル-1, 8-ジメルカプト-3, 6-ジチアオクタン、5, 7-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカン、4, 7-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカン、4, 8-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカン、及びペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプロピオネート)の合計含有量が、活性水素化合物の全質量に対して、60質量%以上であることが好ましく、70質量%以上であることがより好ましく、80質量%以上であることがさらに好ましい。

[0037] 重合性組成物において、イソシアネート化合物中のイソシアナート基(NCO基)に対する、活性水素化合物中の水酸基(OH基)及びメルカプト基(SH基)の総和のモル比(NCO基/(OH基+SH基))は、0.8以上であることが好ましく、0.85以上であることがより好ましく、0.9以上であることがさらに好ましい。

重合性組成物において、イソシアネート化合物中のイソシアナート基(NCO基)に対する、活性水素化合物中の水酸基(OH基)及びメルカプト基(SH基)の総和のモル比(NCO基/(OH基+SH基))は、1.2以下であることが好ましく、1.15以下であることがより好ましく、1.1以下であることがさらに好ましい。

[0038] 重合性組成物が光学材料用モノマーとしてイソシアネート化合物と活性水素化合物とを含む場合、光学材料用モノマー全体に占めるイソシアネート化合物及び活性水素化合物の合計割合は、70質量%超であることが好ましく

、75質量%以上であることがより好ましく、80質量%以上であることがさらに好ましい。

光学材料用モノマー全体に占めるイソシアネート化合物及び活性水素化合物の合計割合の割合は、100質量%、100質量%未満、95質量%以下、又は90質量%以下であってもよい。

[0039] <塩基性重合触媒>

重合性組成物は、塩基性重合触媒を少なくとも1種含む。

塩基性重合触媒は、1種のみ用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0040] 塩基性重合触媒としては、アミン系触媒（イミダゾール系触媒を含む）等が挙げられる。

アミン系触媒として具体的には、トリエチレンジアミン、N，N-ジメチルエタノールアミン、トリエチルアミン、N-エチルモルホリン、2-メチルピラジン、ピリジン、 α -ピコリン、 β -ピコリン、 γ -ピコリン、2-エチルピリジン、3-エチルピリジン、4-エチルピリジン、2-プロピルピリジン、2，4-ルチジン、3，4-ルチジン、2-メチル-5-エチルピリジン、3，5-ジエチルピリジン、2，3，5-コリジン、2，3-シクロペンテノピリジン、2，3-シクロヘキセノピリジン、2，3-シクロヘプテノピリジン、2-フェニルピリジン、4-フェニルピリジン、2-（4-メチルフェニル）ピリジン、2，6-ルチジン、3，5-ルチジン、2，4，6-コリジン、3-クロルピリジン、N，N-ジエチルアニリン、N，N-ジメチルアニリン、ヘキサメチレンテトラミン、キノリン、イソキノリン、N，N-ジメチル-p-トルイジン、N，N-ジメチルピペラジン、キナルジン、4-メチルモルホリン、トリアリルアミン、トリオクチルアミン、1-フェニルイミダゾール、1，2-ジメチルイミダゾール、1-ベンジル-2-メチルイミダゾール等が挙げられる。

[0041] 塩基性重合触媒としては、アミン系触媒が好ましい。

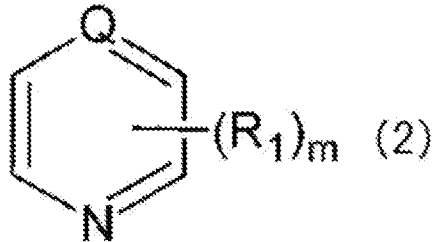
好ましいアミン系触媒としては、3，5-ルチジン、2，6-ルチジン、

2, 4, 6-コリジン、2-エチルピリジン、2, 4-ルチジン、2-メチル-5-エチルピリジン、2, 3, 5-コリジン、トリエチレンジアミン、N, N-ジメチルエタノールアミン、トリエチルアミン、N-エチルモルホリンなどの3級アミン系触媒等が挙げられる。

[0042] 硬化工程時の重合反応を促進する観点からは、アミン系触媒は、3, 5-ルチジン、2, 6-ルチジン、2, 4, 6-コリジン、2-エチルピリジン、2, 4-ルチジン、2-メチル-5-エチルピリジン、2, 3, 5-コリジン、トリエチレンジアミン、及びN-エチルモルホリンから選択される少なくとも1種を含むことが好ましい。

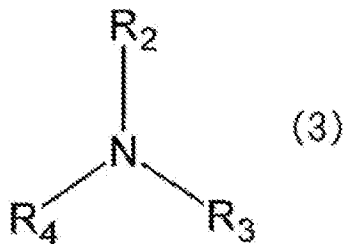
[0043] 塩基性重合触媒は、下記一般式(2)で表される化合物、及び/又は、下記一般式(3)で表される化合物を含むことも好ましい。

[0044] [化2]



[0045] 一般式(2)中、R₁は炭素数1~20の直鎖アルキル基、炭素数3~20の分岐アルキル基、炭素数3~20のシクロアルキル基、またはハロゲン原子を示し、複数存在するR₁は同一でも異なってもよい。Qは炭素原子または窒素原子を示す。mは0~5の整数を示す。

[0046] [化3]



[0047] 一般式(3)中、 R_2 、 R_3 及び R_4 は、それぞれ独立に、炭素数3～20の直鎖アルキル基、炭素数3～20の分岐アルキル基、炭素数3～20のシクロアルキル基、アリル基、又は水酸基を含む炭化水素基を示す

[0048] 塩基性重合触媒のpKa値は1以上であることが好ましく、3以上であることがより好ましく、4以上であることがさらに好ましい。

塩基性重合触媒のpKa値は9以下であることが好ましく、8以下であることがより好ましい。

[0049] pKa値(酸解離指数)は、例えば、(a) The Journal of Physical Chemistry vol. 68, number 6, page 1560 (1964)記載の方法、(b) 京都電子工業株式会社製の電位差自動滴定装置(AT-610(商品名)等)を用いる方法等により測定することができる。あるいは(c) 日本化学会編の化学便覧(改訂3版、昭和59年6月25日、丸善株式会社発行)に記載の酸解離指数を塩基性重合触媒のpKa値として利用することができる。

[0050] 塩基性重合触媒は、pKa値が4～8である塩基性重合触媒から選択される少なくとも1種を含むことが好ましい。

[0051] 本開示の重合性組成物において、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、特に制限されない。

例えば、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、0.010質量部～2.0質量部の範囲から選択してもよい。

塩基性重合触媒の含有量が上記範囲内である重合性組成物は、従来の光学材料の製造方法で使用する重合性組成物と比較して多量の重合触媒を含む。

これによって、硬化工程において重合性組成物中の光学材料用モノマーを重合させる際に、重合性組成物の反応熱(即ち、自己発熱による熱)を短時間で発生させることができる。その結果、重合反応を良好に促進させることができる。

さらに、重合性組成物の重合反応により粘度が速やかに上昇して脈理の原

因になると推測される熱対流が抑制される。その結果、高品質な光学材料を得ることができる。

[0052] 塩基性重合触媒の含有量は、重合性組成物に含まれるイソシアネート化合物の種類に応じて決定してもよい。例えば、イソシアネート化合物における芳香環の有無に応じて塩基性重合触媒の含有量を決定してもよい。

[0053] 2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物である場合、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は0.010質量部～0.50質量部であることが好ましい。

[0054] 芳香環を有するイソシアネート化合物とともに用いる塩基性重合触媒の含有量が0.010質量部以上であることで、良好に重合反応を促進することができ、短い時間で高品質な光学材料を得ることができる。また、良好に重合反応を促進することで、硬化物をモールドから取り出す際の離型性を向上させることができる。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、0.020質量部以上であることが好ましく、0.030質量部以上であることがより好ましい。

[0055] 芳香環を有するイソシアネート化合物とともに用いる塩基性重合触媒の含有量が0.50質量部以下であることで、例えば、重合性組成物をモールドへ注入する際のハンドリング性を向上させることができる。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、0.20質量部以下であることが好ましく、0.10質量部以下であることがより好ましく、0.09質量部以下であることがさらに好ましい。

[0056] 2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物である場合、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量は0.05質量部超2.0質量部以下であることが好ましい。

[0057] 芳香環を有さないイソシアネート化合物とともに用いる塩基性重合触媒の含有量が0.05質量部超であることで、良好に重合反応を促進することができるため、短い時間で高品質な光学材料を得ることができる。また、良好に重合反応を促進することで、硬化物をモールドから取り出す際の離型性を向上させることができる。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、0.08質量部以上であることが好ましく、0.10質量部以上であることが好ましく、0.13質量部以上であることがより好ましく、0.15質量部以上であることがさらに好ましい。

[0058] 芳香環を有さないイソシアネート化合物とともに用いる塩基性重合触媒の含有量が2.0質量部以下であることで、例えば、重合性組成物をモールドへ注入する際のハンドリング性を向上させることができる。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、1.8質量部以下であることが好ましく、1.5質量部以下であることがより好ましく、1.0質量部以下であることがさらに好ましく、0.5質量部以下であることが特に好ましく、0.3質量部以下であることがより一層好ましい。

[0059] 本開示において、重合性組成物中の塩基性重合触媒の含有量は、塩基性重合触媒の種類、使用するモノマー類（イソシアネート化合物、活性水素化合物、その他の成分等）の種類及び使用量、所望の成形体の形状により適宜設定することができる。

[0060] 重合性組成物が光学材料用モノマーの重合体であるプレポリマーを含む場合、上述した塩基性重合触媒の含有量は、プレポリマーの原料を含む光学材料用モノマー100質量部に対する含有量である。

上述した塩基性重合触媒の含有量の範囲は、光学材料用モノマー及び重合触媒の種類によって、適宜変更してもよい。

[0061] 塩基性重合触媒は、下記条件1を満たすことが好ましい。

[条件 1]

— E_a/R が、 -7100 以上 -2900 以下である。

(E_a は、2 種以上の異なる温度における前記 2 種以上の異なる光学材料用モノマーの反応速度定数からアレニウスプロットにより算出した活性化エネルギーであり、 R は、気体定数 (8.314 J/mol/K) である。)

[0062] 塩基性重合触媒が条件 1 を満たすことで、重合性組成物が重合する速度のばらつきを抑制することができる。その結果、光学歪み及び脈理の発生が抑制され、外観に優れた光学材料を得ることができる。

[0063] E_a の値は、以下の方法により算出する。

重合反応性化合物と、所定量の重合触媒と、を含む組成物 1 を加温し、複数の温度で保温した場合における、該重合反応性化合物の加温前の官能基由来の物性値 1 a および所定時間保温した後の残存官能基由来の物性値 1 b を取得する物性取得工程と、

物性値 1 a および物性値 1 b から、複数の前記温度における残存官能基率 1 を算出する残存官能基率算出工程と、

残存官能基率 1 から、反応速度式に基づいて複数の前記温度における反応速度定数 1 を算出する反応速度定数算出工程と、

複数の前記温度における反応速度定数 1 から、アレニウスプロットにより活性化エネルギー E_{a1} と頻度因子 A_1 とを算出するフィッティング工程と、

を行うことで、 E_a の値を算出する。

算出した E_a を用いて、重合触媒が条件 1 を満たすか否か判別する。

E_a の値の算出方法及び重合触媒が条件 1 を満たすか否か判別する方法の具体的な態様は、国際公開第 2020/256057 号に記載の具体的な態様と同様である。

[0064] < pK_a 値が 4 未満の有機酸 >

本開示の重合性組成物は、 pK_a 値が 4 未満の有機酸を少なくとも 1 種含む。

pKa値が4未満の有機酸は、1種のみ用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0065] 重合性組成物に含まれるpKa値が4未満の有機酸は、塩基性重合触媒とともに塩を形成し、塩基性重合触媒の活性を抑制する。このため、重合性組成物の調製後のモノマーの重合反応に伴う粘度の上昇が抑制され、ポットライフが改善する。

[0066] pKa値が4未満の有機酸として具体的には、10-カンファースルホン酸 (pKa: 1.2)、メタンスルホン酸 (pKa: -2.6)、エタンスルホン酸 (pKa: 1.8)、プロパンスルホン酸 (pKa: 1.9)、ブタンスルホン酸 (pKa: 1.9)、パラトルエンスルホン酸 (pKa: -2.8)、ビニルスルホン酸 (pKa: -2.7)、ベンゼンスルホン酸 (pKa: 0.7)、ギ酸 (pKa: 3.8)、フタル酸 (pKa: 2.9) 等が挙げられる。

有機酸は、水和物を形成していてもよい。

[0067] 重合性組成物に含まれるpKa値が4未満の有機酸の含有量は、例えば、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対して0.001質量部以上であってもよい。

2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対するpKa値が4未満の有機酸の含有量が0.001質量部以上であると、重合性組成物の粘度上昇が効果的に抑制される。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対するpKa値が4未満の有機酸の含有量は、0.005質量部以上であることが好ましく、0.01質量部以上であることがより好ましい。

[0068] 重合性組成物に含まれるpKa値が4未満の有機酸の含有量は、例えば、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対して1質量部以下であってもよい。

2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対するpKa値が4未満の有機酸の含有量が1質量部以下であると、硬化工程において、

有機酸と塩基性重合触媒とで形成される塩の熱による解離が促進され、塩基性重合触媒の活性が発現しやすくなる。これにより、重合反応を速やかに進行させることができる。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対するpKa値が4未満の有機酸の含有量は、0.50質量部以下であることが好ましく、0.1質量部以下であることがより好ましい。

[0069] 重合性組成物が光学材料用モノマーの重合体であるプレポリマーを含む場合、上述したpKa値が4未満の有機酸の含有量は、プレポリマーの原料を含む光学材料用モノマー100質量部に対する含有量である。

[0070] pKa値が4未満の有機酸(X)と塩基性重合触媒(Y)とのモル比(X/Y)は0.1~2.0であることが好ましく、0.15~1.25であることがより好ましく、0.2~1.2であることがさらに好ましい。

[0071] 塩基性重合触媒の活性を良好に発現させる観点から、重合性組成物中のpKa値が4未満の有機酸の官能基のモル数(x)は、塩基性重合触媒の官能基のモル数(y)よりも少ない(x/yで表されるモル比が1.0未満である)ことが好ましい。すなわち、pKa値が4未満の有機酸に対して過剰量の塩基性重合触媒が重合性組成物中に存在することが好ましい。

[0072] (他の添加剤)

重合性組成物は、任意の添加剤を含んでもよい。

任意の添加剤として、フォトクロミック化合物、内部離型剤、ブルーイング剤、紫外線吸収剤などを挙げることができる。

[0073] (フォトクロミック化合物)

フォトクロミック化合物は特定波長の光照射により、分子構造が可逆的に変化し、それに伴って吸光特性(吸収スペクトル)が変化する化合物である。

フォトクロミック化合物としては、特定の波長の光に対して吸光特性(吸収スペクトル)が変化する化合物が挙げられる。

[0074] フォトクロミック化合物としては、特に制限はなく、フォトクロミックレ

ンズに使用しうる従来公知の化合物の中から、任意のものを適宜選択して用いることができる。例えば、スピロピラン系化合物、スピロオキサジン系化合物、フルギド系化合物、ナフトピラン系化合物、ビスイミダゾール化合物等から所望の着色に応じて、1種または2種以上を用いることができる。

[0075] (内部離型剤)

内部離型剤としては、酸性リン酸エステルが挙げられる。酸性リン酸エステルとしては、リン酸モノエステル、リン酸ジエステルを挙げることができ、それぞれ単独または2種類以上混合して使用することができる。

[0076] (ブルーイング剤)

ブルーイング剤としては、可視光領域のうち橙色から黄色の波長域に吸収帯を有し、樹脂からなる光学材料の色相を調整する機能を有するものが挙げられる。ブルーイング剤は、さらに具体的には、青色から紫色を示す物質を含む。

[0077] (紫外線吸収剤)

紫外線吸収剤としては、2, 2'-ジヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン等のベンゾフェノン系紫外線吸収剤、2-[4-[(2-ヒドロキシ-3-ドデシルオキシプロピル)オキシ]-2-ヒドロキシフェニル]4, 6-ビス(2, 4-ジメチルフェニル)-1, 3, 5-トリアジン等のトリアジン系紫外線吸収剤、2-(2H-ベンゾトリアゾール-2-イル)-4-メチルフェノール、2-(2H-ベンゾトリアゾール-2-イル)-4-tert-オクチルフェノール、2-(5-クロロ-2H-ベンゾトリアゾール-2-イル)-4-メチル-6-tert-ブチルフェノール等のベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤などが挙げられる。

[0078] (粘度)

重合性組成物は、硬化物中の脈理を抑制する観点から、B型粘度計で25℃ 60rpmの条件で測定した粘度が10mPa・s以上であり、40mPa・s以上であることが好ましく、70mPa・s以上であることがより好ましく、80mPa・s以上であることがさらに好ましく、100mPa

・ s 以上であることが特に好ましく、120 mPa・s 以上であることがより一層好ましい。

重合性組成物は、光学材料を所望の形状に成形する際のハンドリング性を良好に保つ観点から、B型粘度計で25℃ 60 rpmの条件で測定した粘度が1000 mPa・s 以下であり、700 mPa・s 以下であることが好ましく、400 mPa・s 以下であることがより好ましい。

[0079] 重合性組成物の粘度は、得られる硬化物の用途によって調整してもよい。

例えば、プラスレンズ用のモールドを用いて硬化物を得る場合はコバ（即ち注入口）が狭い（例えば1 mm～3 mm）ため、重合性組成物の粘度は、脈理を抑制する観点から、10 mPa・s～100 mPa・s であることが好ましい。

一方、プラスレンズ以外の通常のレンズ用のモールドを用いて硬化物を得る場合は、コバ（即ち注入口）が広い（例えば5 mm～15 mm）ため、重合性組成物の粘度は、脈理を抑制する観点から、10 mPa・s～1000 mPa・s であることが好ましく、より好ましくは100 mPa・s～1000 mPa・s である。

[0080] 重合性組成物の粘度を高めることで、外部から熱が加えられた場合に重合性組成物の内部と外部との温度差による熱対流を抑制することができ、熱対流由来の脈理を低減させることができる。

従来の重合性組成物のように触媒量が少ないと、重合時の増粘速度が充分でないため、熱対流を抑制することができる程度に粘度が大きくなり、短時間で急激に温度を上昇させることができない。さらに、重合を完結させるまでに必要な時間も長くなる。

一方、本開示のように芳香環を有するイソシアネート化合物の反応性を考慮し、触媒量を最適な範囲内まで増やすことで、上記組成物全体の粘度をより速く高めることができる。これにより、重合のムラを抑制しつつ急激な温度上昇による熱対流を抑制でき、短時間で重合を進めることができる。

[0081] （増粘速度）

重合性組成物の硬化時間を短縮させる観点から、重合性組成物の増粘速度の傾きは0.005以上であることが好ましく、0.007以上であることがより好ましく、0.01以上であることがさらに好ましい。

重合性組成物のポットライフを向上させる観点から、増粘速度の傾きは0.04以下であることが好ましく、0.035以下であることがより好ましく、0.03以下であることがさらに好ましい。

[0082] 重合性組成物の増粘速度の傾きは、横軸(=X)を時間(hr)とし、縦軸(=Y)を重合性組成物の粘度(mPa·S)として、25℃での粘度の経時変化をプロットし、以下の式で近似した場合のbの値とする。式中のaは切片である。

$$Y = a * \exp(b * X)$$

上記式における重合性組成物の粘度Xは、B型粘度計で25℃及び60rpmもしくは30rpmの条件で測定する。

上記式における時間Yは、基準時(例えば、重合性組成物の調製時)からの経過時間とする。

[0083] (チキソ比)

重合性組成物のチキソ比は、1.3以下であることが好ましく、1.2以下であることがより好ましく、1.1以下であることがさらに好ましい。

重合性組成物のチキソ比が1.3以下であると、モールドなどの重合容器に速やかに充填することができ、かつ重合中の熱対流を抑制して脈理などの発生を効果的に防止できる。その結果、得られる光学材料の品質を良好に保つことができる。

重合性組成物のチキソ比は、0.9以上であることが好ましく、0.95以上であることがより好ましく、1.0以上であることがさらに好ましい。

[0084] 重合性組成物のチキソ比は、B型粘度計で25℃、回転数6rpmの条件で測定した粘度 η_1 を回転数60rpmで測定した粘度 η_2 で除して算出される。

[0085] 重合性組成物のチキソ比は、例えば、2種以上の光学材料用モノマーの分

子量を小さくする、プレポリマーの重合度を一定以下に抑制する、又はモノマーにおいて弾力性を与える構造の比率を小さくすることにより、小さくすることができる。

[0086] 重合性組成物は、2種以上の異なる光学材料用モノマーの重合体であり重合性官能基を有するプレポリマーをさらに含むことが好ましい。

本開示においてプレポリマーとは、2種以上の異なる光学材料用モノマーの重合体であり重合性官能基を有するポリマーを意味する。

プレポリマーと2種以上の異なる光学材料用モノマーとを重合させて得られる硬化物は、光学材料として用いることができる。

プレポリマーとしては、例えば、光学材料用モノマーの内の2種の光学材料用モノマーを当量比1：1で重合させていないポリマー、光学材料用モノマーの内の2種の光学材料用モノマーをバランスが崩れた当量比で重合させているポリマーなどが挙げられる。

本開示において重合性官能基とは、他の重合性官能基と重合することができる官能基を意味する。重合性官能基として具体的には、後述するイソシアネート基、メルカプト基などの活性水素を有する官能基が挙げられる。

本開示において当量比1：1で重合させるとは、例えば、イソシアネート化合物及びポリチオール化合物を用いて重合させる際に、イソシアネート化合物が有するイソシアネート基とポリチオール化合物が有するメルカプト基とがモル比で1：1になる量にて重合させることを意味する。

[0087] ≪光学材料用重合性プレポリマー組成物≫

本開示の光学材料用重合性プレポリマー組成物は、2種以上の異なる光学材料用モノマーの重合体であり重合性官能基を有するプレポリマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満である有機酸と、を含み、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、B型粘度計で25℃及び60rpmの条件で測定した粘度が10mPa・s～2000mPa・sである。

以下、光学材料用重合性プレポリマー組成物を単に「重合性プレポリマー

組成物」ともいう。

本開示の重合性プレポリマー組成物は、光学材料の製造時間を短縮できるとともにポットライフに優れている。

[0088] 重合性プレポリマー組成物の光学材料用モノマー、塩基性重合触媒及びpKa値が4未満である有機酸の具体例、好ましい具体例、好ましい態様等については、上述の光学材料用重合性組成物の項に記載した光学材料用モノマー、塩基性重合触媒及びpKa値が4未満である有機酸の具体例、好ましい具体例、好ましい態様等と同様である。

重合性プレポリマー組成物のプレポリマーの定義は、上述の重合性組成物の項に記載したプレポリマーの定義と同様である。

重合性プレポリマー組成物の粘度等の物性の具体例、好ましい具体例、好ましい態様等は、上述の光学材料用重合性組成物の項に記載した物性の具体例、好ましい具体例、好ましい態様等と同様である。

[0089] 本開示の重合性プレポリマー組成物において、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、特に制限されない。

例えば、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、0.002質量部～4.0質量部の範囲から選択してもよい。

[0090] 塩基性重合触媒の含有量は、重合性プレポリマー組成物に含まれるイソシアネート化合物の種類に応じて決定してもよい。例えば、イソシアネート化合物における芳香環の有無に応じて塩基性重合触媒の含有量を決定してもよい。

[0091] 2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物である場合、重合性プレポリマー組成物に含まれる塩基性重合触媒の含有量は、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対して0.002質量部～1質量部であることが好ましい。

[0092] 芳香環を有するイソシアネート化合物とともに用いる塩基性重合触媒の含

有量が0.002質量部以上であることで、良好に重合反応を促進することができるため、短い時間で高品質な光学材料を得ることができる。また、良好に重合反応を促進することで、硬化物をモールドから取り出す際の離型性を向上させることができる。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、0.010質量部以上であることが好ましく、0.050質量部以上であることがより好ましく、0.070質量部以上であることがさらに好ましい。

[0093] 芳香環を有するイソシアネート化合物とともに用いる塩基性重合触媒の含有量が1質量部以下であることで、例えば、重合性プレポリマー組成物をモールドへ注入する際のハンドリング性を向上させることができる。

上記の観点から、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、0.50質量部以下であることが好ましく、0.15質量部以下であることがより好ましく、0.10質量部以下であることがさらに好ましい。

[0094] 2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物である場合、重合性プレポリマー組成物に含まれる塩基性重合触媒の含有量は、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対して0.1質量部～4.0質量部であることが好ましい。

[0095] 芳香環を有さないイソシアネート化合物とともに用いる塩基性重合触媒の含有量が0.1質量部以上であることで、良好に重合反応を促進することができるため、短い時間で高品質な光学材料を得ることができる。また、良好に重合反応を促進することで、硬化物をモールドから取り出す際の離型性を向上させることができる。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記重合触媒の含有量が、0.15質量部以上であることが好ましく、0.20質量部以上であることがより好ましい。

[0096] 芳香環を有さないイソシアネート化合物とともに用いる塩基性重合触媒の

含有量が4.0質量部以下であることで、例えば、重合性プレポリマー組成物をモールドへ注入する際のハンドリング性を向上させることができる。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、3.0質量部以下であることが好ましく、2.0質量部以下であることがより好ましく、1.0質量部以下であることがさらに好ましい。

[0097] (粘度)

重合性プレポリマー組成物は、硬化物中の脈理を抑制する観点から、B型粘度計で25℃ 60rpmの条件で測定した粘度が10mPa・s以上であり、40mPa・s以上であることが好ましく、70mPa・s以上であることがより好ましく、80mPa・s以上であることがさらに好ましく、100mPa・s以上であることが特に好ましく、120mPa・s以上であることがより一層好ましい。

重合性プレポリマー組成物の粘度の測定方法は上述の通りである。

[0098] (増粘速度)

重合性プレポリマー組成物の硬化時間を短縮させる観点から、重合性プレポリマー組成物の増粘速度の傾きは0.005以上であることが好ましく、0.007以上であることがより好ましく、0.01以上であることがさらに好ましい。

重合性プレポリマー組成物のポットライフを向上させる観点から、増粘速度の傾きは0.04以下であることが好ましく、0.035以下であることがより好ましく、0.03以下であることがさらに好ましい。

重合性プレポリマー組成物の増粘速度の傾きの測定方法は上述の通りである。

[0099] (チキソ比)

重合性プレポリマー組成物は、チキソ比が1.3以下であることが好ましく、1.2以下であることがより好ましく、1.1以下であることがさらに好ましい。

重合性プレポリマー組成物のチキソ比が1.3以下であることで、モールドなどの重合容器に重合性プレポリマー組成物を速やかに充填することができ、かつ重合中の熱対流を抑制して脈理などの発生をより防止することができる。その結果、得られる光学材料において脈理などの発生を抑制し、品質を良好に保つことができる。

重合性プレポリマー組成物のチキソ比は0.9以上であることが好ましく、0.95以上であることがより好ましく、1.0以上であることがさらに好ましい。チキソ比の測定方法は上述の通りである。

[0100] 重合性プレポリマー組成物は、ハンドリング性の観点から、プレポリマーがイソシアナート基を含むことが好ましい場合がある。

即ち、プレポリマーが有するイソシアナート基のすべてが重合されておらず、一部だけが重合されている状態であることが好ましく、重合性プレポリマー組成物の製造に用いたイソシアネート化合物の有するイソシアナート基の70%以上が未重合で残っていることが好ましい。

プレポリマーがイソシアナート基を含むことで、つまりイソシアネート化合物をイソシアネート化合物と重合することができる他の光学材料用モノマーよりも多く含むことで、前記他の光学材料用モノマーの粘度が高い場合に重合性プレポリマー組成物の粘度を低く保つことができ、ハンドリングが容易となる。

特に、上記他の光学材料用モノマーとして、5,7-ジメルカプトメチルー1,11-ジメルカプト-3,6,9-トリチアウンデカン、4,7-ジメルカプトメチルー1,11-ジメルカプト-3,6,9-トリチアウンデカン、4,8-ジメルカプトメチルー1,11-ジメルカプト-3,6,9-トリチアウンデカン及び、ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプロピオネート)からなる群から選ばれる1種以上を含む場合、ハンドリング性の観点からプレポリマーがイソシアナート基を含むことが好ましい。

[0101] 重合性プレポリマー組成物は、プレポリマーがイソシアナート基を実質的

に含まないことも好ましい。

本開示において「プレポリマーがイソシアナート基を実質的に含まない」とは、イソシアナート基がほぼすべて重合されている状態を意味する。

具体的には、「プレポリマーがイソシアナート基を実質的に含まない」とは、プレポリマーにおけるイソシアナート基の含有量が、IR分光計で測定した際に検出限界以下であることを意味する。

プレポリマーがイソシアナート基を実質的に含まない場合は、反応性が高いイソシアナート基が実質的に存在しないため、重合性プレポリマー組成物の安定性を向上させることができる。

[0102] 重合性プレポリマー組成物は、重合性プレポリマー組成物の屈折率Aから、プレポリマーを形成する前の組成物であり、2種以上の異なる光学材料用モノマーと重合触媒とを含む組成物であるプレポリマー原料組成物の屈折率Bを差し引いた値（「屈折率A－屈折率B」ともいう）が、0超であることが好ましく、0.005以上であることがより好ましく、0.01以上であることがさらに好ましい。

屈折率Aは光学材料用モノマーと重合触媒を重合させてプレポリマーを得た後の重合性プレポリマー組成物の屈折率であり、屈折率Bは光学材料用モノマーと重合触媒を重合させてプレポリマーを得る前のプレポリマー原料組成物の屈折率である。

[0103] 屈折率A－屈折率Bが上述の範囲内であることで、重合性プレポリマー組成物の粘度を所定の範囲に調整することが容易となる。また、重合性プレポリマー組成物の硬化物の品質（屈折率、外観など）を安定させることが容易となる。

屈折率A－屈折率Bは、0.04以下であってもよく、0.03以下であってもよい。

プレポリマーがイソシアナート基を含むときは、屈折率A－屈折率Bは、0.005以上であることが好ましく、0.010以上であることがより好ましい。また、屈折率A－屈折率Bは0.040以下であることが好ましく

、0.030以下であることがより好ましい。

プレポリマーがイソシアネート基を実質的に含まないときは、屈折率A－屈折率Bは、0.005以上であることが好ましく、0.010以上であることがより好ましい。また、屈折率A－屈折率Bは0.035以下であることが好ましく、0.025以下であることがより好ましい。

[0104] 重合性プレポリマー組成物は、粘度が経時で変化しにくい（つまり安定している）ことが好ましい。重合性プレポリマー組成物の粘度が安定しているとは、重合性プレポリマー組成物を20℃で24時間保管した場合に、保管の前後において、粘度の変化が10%以下であることをいう。

粘度が安定している重合性プレポリマー組成物としては、例えば、プレポリマーに含まれる重合性官能基と重合反応しやすい重合性官能基を含まない重合性プレポリマー組成物が挙げられる。

[0105] <<硬化物>>

本開示の硬化物は、上述した重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物の硬化物である。

[0106] 本開示の硬化物は、重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物に由来する成分としてアミンを含有してもよい。例えば、塩基性重合触媒としてアミン系触媒を含む重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物の硬化物はアミンを含有してもよい。硬化物に含まれるアミンの含有量は特に制限されず、例えば、0質量%超1質量%以下であってもよい。

[0107] 重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物が光学材料用モノマーとして芳香環を有するイソシアネート化合物を含み、かつ、塩基性重合触媒としてアミン系触媒を含む場合、硬化物中の脈理を低減する観点から、硬化物中のアミンの含有量が0.001質量%以上であることが好ましく、0.005質量%以上であることがより好ましく、0.01質量%以上であることがさらに好ましい。

重合性組成物のハンドリング性を向上させる観点から、硬化物中のアミンの含有量が0.50質量%以下であることが好ましく、0.20質量%以下

であることがより好ましく、0.10質量%以下であることがさらに好ましい。

[0108] 重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物が光学材料用モノマーとして芳香環を有さないイソシアネート化合物を含み、かつ、塩基性重合触媒としてアミン系触媒を含む場合、硬化物中の脈理を低減する観点から、硬化物中のアミンの含有量が0.03質量%以上であることが好ましく、0.05質量%以上であることがより好ましく、0.07質量%以上であることがさらに好ましい。

重合性組成物のハンドリング性を向上させる観点から、硬化物中のアミンの含有量が2.5質量%以下であることが好ましく、2.0質量%以下であることがより好ましく、1.5質量%以下であることがさらに好ましい。

[0109] 本開示において、硬化物中のアミンの含有量は、硬化物をジクロロメタンに分散し超音波抽出したジクロロメタン組成物から、ガスクロマトグラフ質量分析で測定されるアミンの含有量である。

硬化物中のアミンの含有量の測定方法は以下の通りである。

金属ヤスリにて粉状にした硬化物200mgとジクロロメタン3mLを遠沈管（容積10mL）に入れ、超音波洗浄機（IUCHI社製、US-4）を用いて室温で10分間超音波抽出し、遠心分離機（KUBOTA社製、卓上小型遠心機2410）を用いて4000rpmで10分間、遠心分離を行う。

上澄みを採取し、残渣を再びジクロロメタン3mLに分散し上記超音波抽出と遠心分離を行い、上澄みを採取する（以下、「残渣抽出」ともいう）。

上記残渣抽出をさらに2回行った後、得られた上澄み液に対して、合計量が10mLになるようにジクロロメタンを加える。

得られた10mLの上澄み液を濾過し、ガスクロマトグラフ質量分析（GC-MSとも称する。）（GC-MS装置：Agilent社製、6890GC/5973N MSD、カラム：CP-Sil 8 CB for Amine（0.25mmID×30m F. T=0.25μm））で分析し

て、アミン由来のピーク面積値を得る。得られたアミン由来のピーク面積値及びアミン量の検量線を作製して、硬化物中のアミンの含有量を測定する。

[0110] なお、上記アミンとは、重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物に塩基性重合触媒、活性水素化合物等として含まれるアミン化合物を意味する。

[0111] 本開示の硬化物は、重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物に由来する成分として p K a 値が 4 未満の有機酸を含有してもよい。

硬化物に含まれる p K a 値が 4 未満の有機酸の含有量は特に制限されず、例えば、0 質量%超 1 質量%以下であってもよい。

[0112] 重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物が光学材料用モノマーとして芳香環を有するイソシアネート化合物を含む場合、重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物のポットライフを向上させ、硬化物中の脈理を低減する観点から、硬化物中の p K a 値が 4 未満の有機酸の含有量は 0.001 質量%以上であることが好ましく、0.005 質量%以上であることがより好ましく、0.01 質量%以上であることがさらに好ましい。

重合性組成物の硬化時間を短縮させる観点から、硬化物中の p K a 値が 4 未満の有機酸の含有量は 1 質量%以下であることが好ましく、0.5 質量%以下であることがより好ましく、0.1 質量%以下であることがさらに好ましい。

[0113] 重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物が光学材料用モノマーとして芳香環を有さないイソシアネート化合物を含む場合、重合性組成物又は重合性プレポリマー組成物のポットライフを向上させ、硬化物中の脈理を低減する観点から、硬化物中の p K a 値が 4 未満の有機酸の含有量は 0.01 質量%以上であることが好ましく、0.02 質量%以上であることがより好ましく、0.03 質量%以上であることがさらに好ましい。

重合性組成物の硬化時間を短縮させる観点から、硬化物中の p K a 値が 4 未満の有機酸の含有量は 5 質量%以下であることが好ましく、3 質量%以下であることがより好ましく、1 質量%以下であることがさらに好ましい。

[0114] 本開示において、硬化物中の p K a 値が 4 未満の有機酸の含有量は、上述

したアミンの含有量と同様にして測定される。

[0115] 特に光透過性が要求される光学用途において、硬化物の失透度が50未満であることが好ましく、35未満であることがより好ましい。

硬化物の失透度は、以下の方法により測定される。

硬化物に対して、暗所にて光源（例えば、ハヤシレピック社製Luminar Ace LA-150A）からの光を透過させる。硬化物を透過した光の画像を画像処理装置（例えば、宇部情報システム社製の画像処理装置）に取り込み、取り込んだ画像に対して濃淡処理を行う。処理後の画像の濃淡の度合いを画素毎に数値化し、各画素の濃淡の度合いの数値の平均値として計算される値を失透度とする。

[0116] 硬化物は、硬化物の中心から半径15mmの範囲内に1.0mm以上の長さの脈理がないことが好ましく、硬化物の中心から半径15mmの範囲内及び範囲外に1.0mm以上の長さの脈理がないことがより好ましい。

[0117] 硬化物は、より具体的には、2種以上の異なる光学用モノマーの硬化物であって、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、硬化物の中心から半径15mmの範囲内に1.0mm以上の長さの脈理がなく、ガスクロマトグラフ質量分析で測定されるアミンの含有量が0質量%超であり、ガスクロマトグラフ質量分析で測定されるpKa値が4未満の有機酸の含有量が0質量%超である硬化物であってもよい。

ガスクロマトグラフ質量分析で測定されるアミンの含有量は1質量%以下であってもよく、ガスクロマトグラフ質量分析で測定されるpKa値が4未満の有機酸の含有量は1質量%以下であってもよい。

硬化物に含まれるアミン又はpKa値が4未満の有機酸の含有量の好ましい範囲は、上述のとおりである。

[0118] 2種以上の異なる光学材料用モノマー及び芳香環を有するイソシアネート化合物の詳細及び好ましい態様は、上述の通りである。

[0119] 本開示の硬化物において、2種以上の異なる光学材料用モノマーが芳香環

を有するイソシアネート化合物と芳香環を有さないイソシアネート化合物とを含んでいてもよい。

2種以上の異なる光学材料用モノマーが芳香環を有さないイソシアネート化合物及び芳香環を有するイソシアネート化合物を含む場合、重合反応の制御の観点から、芳香環を有さないイソシアネート化合物と芳香環を有するイソシアネート化合物との比率は、イソシアネート基のモル比で、3 : 7 ~ 0 : 10の範囲内であることが好ましく、2 : 8 ~ 0 : 10の範囲内であることがより好ましい。

[0120] <<光学材料の製造方法>>

本開示の光学材料の製造方法は、以下の製法A及び製法Bを含む。

[0121] <製法A>

製法Aは、2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含み、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物である重合性組成物を準備する準備工程と、B型粘度計で25℃及び60rpmの条件で測定した前記重合性組成物の粘度を10mPa·s~1000mPa·sに調整し、前記光学材料用重合性組成物をモールドに注型する注型工程と、前記モールド中の前記重合性組成物中の前記2種以上の異なる光学材料用モノマーを重合させることにより、前記重合性組成物を硬化させる硬化工程と、を含む。

[0122] 製法Aは、上記準備工程と、上記注型工程と、上記硬化工程と、を含むことで、得られる光学材料の品質を維持し、かつ、光学材料の製造時間を短縮することができる。

[0123] 製法Aは、上記準備工程と、上記注型工程と、上記硬化工程と、をこの順で含んでもよい。

[0124] 準備工程で準備される重合性組成物において、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、特に制限されない。例えば、塩基性重合触媒の含有量は、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対して0.010質量部~2.0質量部

であってもよい。

塩基性重合触媒の含有量が上記範囲内である重合性組成物は、従来の光学材料の製造方法と比較して、多量の塩基性重合性触媒を含む。

これによって、硬化工程において重合性組成物中の光学材料用モノマーを重合させる際に、重合性組成物の反応熱（即ち、自己発熱による熱）を短時間に発生させることができる。

上記反応熱を利用して、重合性組成物中の光学材料用モノマーの重合反応を促進させることができるため、従来よりも短い時間で高品質な光学材料を得ることができる。

従来の方法では、重合性組成物を主に加熱して重合反応を発生させていたところ、製法Aにおいて、重合性組成物に対する加熱は必ずしも要しない。

また、製法Aは、重合性組成物の自己発熱も利用するため、外部からの熱の供給に過度に依存することなく重合を進めることができる。このため、後述する重合性組成物の粘度を高めることとあわせて、重合性組成物における熱の不均一さと熱対流を抑制することができ、脈理の発生を抑制することができる。

なお、本開示において脈理とは、特定部分の屈折率が周囲の正常な屈折率と異なっている状態である。また光学材料の所望の用途において不利益が生じる状態とも表現することができる。光学材料において脈理は、欠陥の1種である。

[0125] 重合性組成物に含まれる塩基性重合触媒の含有量は、重合性組成物に含まれるイソシアネート化合物の種類に応じて決定してもよい。例えば、イソシアネート化合物における芳香環の有無に応じて塩基性重合触媒の含有量を決定してもよい。

[0126] 重合性組成物に含まれる塩基性重合触媒の含有量の好ましい範囲は、上述した重合性組成物に含まれる塩基性重合触媒の含有量の好ましい範囲と同様である。

[0127] <準備工程>

製法Aは、2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含み、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物である重合性組成物を準備する準備工程を含む。

準備工程は、予め製造された重合性組成物を単に準備するだけの工程であってもよく、重合性組成物を製造する工程であってもよい。

[0128] 準備工程において、重合性組成物は2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含んでいれば特に制限はない。

重合性組成物としては、既製品を用いてもよく、少なくとも2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を混合して準備してもよい。混合の方法は特に制限されず、公知の方法を適用できる。

[0129] 重合性組成物の各成分を混合する際の温度は、特に制限はないが、 30°C 以下であることが好ましく、室温(25°C)以下であることがより好ましい。

重合性組成物のポットライフの観点からは、 25°C よりもさらに低温にすることが好ましい場合がある。内部離型剤等の添加剤と上記の各成分との溶解性が良好でない場合は、予め上記の各成分を昇温して、上記添加剤を上記の各成分に溶解させてもよい。

[0130] 上記の各成分を混合する際は、重合性組成物への水分の混入を防ぐため、乾燥不活性ガス下で行うことが好ましい。

[0131] 前記準備工程は、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部に、塩基性重合触媒と pK_a 値が4未満の有機酸とを予め混合し、次いで2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部を混合して重合性組成物を製造する工程であることが好ましい。

この場合、2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部と塩基性重合触媒及び pK_a 値が4未満の有機酸とを含む混合物と、塩基性重合触媒及び pK

a 値が 4 未満の有機酸を含まず、かつ、2 種以上の異なる光学材料用モノマーの残部を含む混合物と、を混合する際まで、2 種以上の異なる光学材料用モノマーの一部と、2 種以上の異なる光学材料用モノマーの残部との重合が発生することを防ぐことができる。

従って、準備工程を上記の順序で行うことで、重合の開始時期を調整することができる。そのため、例えば重合性組成物をモールドへ注入する際のハンドリング性を向上させることができる。

2 種以上の異なる光学材料用モノマーの一部と塩基性重合触媒及び p K a 値が 4 未満の有機酸の混合物に対する 2 種以上の異なる光学材料用モノマーの残部の混合は、単回にて実施してもよく、複数回に分けて実施してもよい。

準備工程の具体的態様としては、例えば以下の態様が挙げられる。

[0132] まず、光学材料用モノマーの一部と、添加剤（例えば内部離型剤）を仕込んで混合液を作製する。この混合液を 25℃で 1 時間攪拌して各成分を完全に溶解させた後、さらに光学材料用モノマーの残部の一部を仕込み、これを攪拌して均一溶液とする。この溶液に対して脱泡を行い、第 1 混合液を得る。

次に、光学材料用モノマーの残部と、塩基性重合触媒と、p K a 値が 4 未満の有機酸とを 25℃で 30 分攪拌して完全に溶解させて、第 2 混合液を得る。

そして、第 1 混合液と第 2 混合液とを混合して重合性組成物を得る。

[0133] <注型工程>

製法 A は、B 型粘度計で 25℃ 60 r p m の条件で測定した重合性組成物の粘度を 10 m P a · s ~ 1000 m P a · s に調整しモールドに注型する注型工程を含む。

重合性組成物の粘度を上記範囲内に調整して注型することで、得られる光学材料における脈理を効果的に抑制することができる。

[0134] 上記の観点から、重合性組成物の粘度は、10 m P a · s 以上であり、4

0 mPa・s以上であることが好ましく、70 mPa・s以上であることがより好ましく、80 mPa・s以上であることがさらに好ましく、100 mPa・s以上であることが特に好ましく、120 mPa・s以上であることがより一層好ましい。

光学材料を所望の形状に成形する際のハンドリング性を良好に保つ観点から、重合性組成物の粘度は、1000 mPa・s以下であり、700 mPa・s以下であることが好ましく、400 mPa・s以下であることがより好ましい。

[0135] 重合性組成物の粘度を調整する方法としては、特に制限はない。

例えば、高粘度の化合物の添加、加熱、攪拌等の方法により重合性組成物の粘度を調整してもよい。

[0136] <硬化工程>

製法Aは、モールド中の前記重合性組成物中の前記2種以上の異なる光学材料用モノマーを重合させることにより、前記重合性組成物を硬化させる硬化工程を含む。

製法Aが、硬化工程を含むことで、重合性組成物を重合させることができ、光学材料を製造することができる。

従来の方法では、重合性組成物を加熱して重合反応を発生させていたところ、製法Aにおける重合性組成物は、重合反応に伴う反応熱（即ち自己発熱による熱）を増大させることで、重合性組成物中の光学材料用モノマーの重合反応を促進させることができる。

即ち、製法Aの硬化工程では重合性組成物を静置することで、重合性組成物を硬化させることができる。

そのため、製法Aにおいて、重合性組成物に対する加熱は必ずしも要しないが、重合反応を促進するために重合性組成物を加熱してもよい。

[0137] 硬化工程が行われる環境は特に制限されず、モールド外部から加熱して硬化することもできるが、脈理などの光学的な品質を高めつつ、短時間で重合するという観点からは、重合性組成物を閉鎖系空間内にて静置することによ

り硬化させる工程であることが好ましい。

重合性組成物を閉鎖系空間内にて静置することで、重合性組成物の自己発熱によって発生した熱が、外部に放出することを防ぐことができる。これによって、閉鎖系空間内に自己発熱によって発生した熱を保持することができる。その結果、より効率的に重合反応を促進させることができ、より短い時間で光学材料を製造することができる。

閉鎖系空間としては、例えば、断熱環境が挙げられる。

断熱環境とは、内部に熱を保持し、内部と外部との熱の伝導が抑制された環境を指す。内部と外部との熱の伝導が抑制された環境とは、重合性組成物を閉鎖系空間内にて静置した場合に、閉鎖系空間の内部と外部との熱の伝導性が重合性組成物を硬化させることができる程度である環境を意味する。

[0138] 断熱環境は、例えば、断熱材料を用いて形成することができる。

即ち、重合性組成物を、断熱材料からなる断熱容器内にて静置することで、断熱容器の内部に熱を保持し、内部と外部との熱の伝導を抑制することができる。

[0139] 断熱材料の熱伝導率は、 0.50 W/mK 以下であることが好ましく、 0.10 W/mK 以下であることがより好ましく、 0.05 W/mK 以下であることがさらに好ましい。

[0140] 断熱材料の密度は、 10 kg/m^3 以上であることが好ましく、 15 kg/m^3 以上であることがより好ましく、 20 kg/m^3 以上であることがさらに好ましい。

[0141] 製法Aにおける「断熱」又は「断熱環境」において、重合性組成物の反応熱による重合反応を妨げたり、外部からの加熱によって重合性組成物の重合反応を過度に促進したりしない範囲内で、断熱反応槽を恒温状態（恒温反応槽）とするための加熱を行うことが好ましい。

これによって、光学材料用モノマーの自己発熱による昇温状態等に応じて、モールドが静置された反応槽内の環境を保温状態又は恒温状態とすることができるため、より良好に重合反応を促進することができる。

[0142] 断熱環境としては、例えば、上述のような断熱反応槽又は恒温反応槽を用いることができる。

例えば、モノマーが注入されたモールドを断熱反応槽である真空容器内に静置する場合において、断熱反応槽（恒温反応槽）を用いた断熱環境下における断熱重合は、以下の手順で行うことができる。

真空容器の内側面をウレタンフォーム、コルク等の断熱性・保温性を有する部材で覆い、モノマーが注入されたモールドを必要に応じてウェス等の部材で包む。そして、上記真空容器内にモノマーが注入されたモールドを静置する。

[0143] 硬化工程は、重合性組成物を外部から加熱することなく静置することにより、重合性組成物を硬化させる工程であってもよい。

上述の通り、製法Aにおいて、重合性組成物に対する加熱は必ずしも要しない。

外部から加熱するためには、装置を用いる場合もあり、経済的に負担が増大する場合がある。製法Aであれば、簡便な方法で光学材料を製造できるため、経済的な負担を軽減することができる。

[0144] 前記硬化工程は、重合性組成物を2時間～10時間静置することにより、重合性組成物を硬化させる工程であることが好ましい。

従来の方法によれば、一般に、加熱により徐々に昇温しながら数時間から数十時間（例えば、20時間～48時間程度）かけて重合反応を行う。

重合反応を行う時間が短い場合には、重合性組成物が完全に硬化しないために光学材料を得ることができないか、又は、光学材料の品質が低下する。

しかし、製法Aによれば、得られる光学材料の品質を維持しつつ、短時間にて光学材料を製造することができる。具体的には、重合性組成物を10時間以下静置することによって光学材料を製造することができる。

上記の観点から、前記硬化工程において、重合性組成物を8時間以下静置することがより好ましい。

また、重合反応を行い良好に硬化した光学材料を得る観点から、重合性組

成物を2時間以上静置することが好ましく、5時間以上静置することがより好ましい。

[0145] 硬化工程において、必要に応じて、重合性組成物に対してマイクロ波を所定時間照射するマイクロ波照射工程を設けてもよい。

[0146] 硬化工程の一態様としては、以下の工程 a 及び工程 b を含む態様が挙げられる。

工程 a : 重合性組成物を鋳型内 (モールドのキャビティ内) に注入 (注型) する。

工程 b : 重合性組成物を注入したモールドを所定時間、閉鎖系空間内に静置して断熱重合する。

[0147] (工程 a)

まず、ガスケットまたはテープ等で保持された成型モールド (鋳型) 内に重合性組成物を注入する。この際、得られる光学材料に要求される物性によっては、必要に応じて、減圧下での脱泡処理や、加圧下、減圧下等での濾過処理等を行うことが好ましい。

[0148] (工程 b)

重合条件については、限定されるものではないが、重合性組成物の組成、触媒の種類と使用量、モールドの形状等によって適宜調整することが好ましい。

重合性組成物を注入したモールドを2時間から4時間の間、断熱環境下に静置して重合してもよい。

[0149] 工程 b において、必要に応じて、重合性組成物を注入したモールドを断熱環境下に一定時間静置する断熱重合プロセスの後に、加熱工程を追加してもよい。

工程 b において、必要に応じて、重合性組成物を注入したモールドを断熱環境下に静置する (断熱重合する) 工程と並行して、連続的又は断続的に、断熱重合プロセスにおいて重合性組成物により発せられる自己発熱を超えない温度で重合性組成物を注入したモールドを加熱したり、断熱反応槽内を加

熱して断熱反応槽内の環境温度を保温したりしてもよい。

[0150] <アニール工程>

製法Aは、必要に応じて、硬化した重合性組成物をアニール処理するアニール工程を含んでもよい。

アニール処理を行う際の温度は、通常50～150℃で行われ、90～140℃で行うことが好ましく、100～130℃で行うことがより好ましい。

[0151] <他の工程>

製法Aは、必要に応じて他の工程を設けてもよい。

他の工程としては、例えばモールドを用いて光学材料を製造する場合における、重合性組成物をモールドに注入する注入工程が挙げられる。

[0152] <光学材料の用途>

製法Aにおける光学材料は、プラスチックレンズ、プリズム、光ファイバー、情報記録基板、フィルター、発光ダイオード等に用いることができる。

上記の中でも、本開示の実施形態における光学材料は、プラスチックレンズに好適に用いることができ、眼鏡用プラスチックレンズにより好適に用いることができる。

[0153] <製法B>

製法Bは、2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、を準備する準備工程と、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部と、前記塩基性重合触媒の少なくとも一部と、を混合し、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部における少なくとも一部を重合させてプレポリマーを得ることにより、前記プレポリマーを含む混合物を得るプレポリマー化工程と、

前記プレポリマーを含む混合物にpKa値が4未満の有機酸を加える酸添加工程と、

を含み、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネ

ート化合物である。

[0154] 製法Bは、準備工程と、プレポリマー化工程と、酸添加工程とを含むことで、得られる光学材料における脈理を抑制し、かつ、光学材料の製造時間を短縮することができる。

[0155] 製法Bは、上述の工程に加えて、さらに、前記プレポリマーを含む混合物に対し、少なくとも、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部を添加することにより、2種以上の異なる光学材料用モノマーと、プレポリマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸とを含有する重合性組成物を得る重合性組成物製造工程と、

重合性組成物中の2種以上の異なる光学材料用モノマーを硬化させることにより、重合性組成物の硬化物である光学材料を得る硬化工程と、を含むことが好ましい。

[0156] 製法Bが重合性組成物製造工程と硬化工程とをさらに含むことで、得られる光学材料における脈理をより良好に抑制し、かつ、光学材料の製造時間をより良好に短縮することができる。

[0157] 準備工程において、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する塩基性重合触媒の含有量は、特に制限されない。例えば、塩基性重合触媒の含有量は、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対して0.010質量部～2.0質量部であってもよい。

塩基性重合触媒の含有量が上記範囲内である重合性組成物は、従来の光学材料の製造方法と比較して、多量の塩基性重合触媒を含む。

したがって、製法Aの場合と同様に、従来よりも短い時間で脈理が抑制された高品質な光学材料を得ることができる。

製法Aの場合と同様に、製法Bにおいて、光学材料用重合性組成物に対する加熱は必ずしも必要ではない。

製法Bは、準備工程と、プレポリマー化工程と、重合性組成物製造工程と、硬化工程と、を含むことで、重合反応が行われるモールド内における対流を抑制することができ、得られる硬化物における脈理の発生を抑制すること

ができる。

また、製法Bはプレポリマー化工程を含むことで、プレポリマー化を伴わない場合と比較して、混合物（例えば、重合性組成物）の保存安定性をより良好に維持することができる。

例えば、プレポリマーを含む混合物を一定期間保存した場合に、混合物内での重合反応を抑制することができる。即ち、より長期のポットライフを確保することができる。

さらに、酸添加工程においてプレポリマーを含む混合物にpKa値が4未満の有機酸を加えることで、塩基性重合触媒の活性が抑えられて重合性組成物のポットライフがより向上する。

[0158] <準備工程>

製法Bは、2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、を準備する準備工程を含む。

[0159] 準備工程における塩基性重合触媒の量は、2種以上の異なる光学材料用モノマーに含まれるイソシアネート化合物の種類に応じて決定してもよい。例えば、イソシアネート化合物における芳香環の有無に応じて塩基性重合触媒の含有量を決定してもよい。

[0160] 2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物である場合、塩基性重合触媒の量は、合計で100質量部の2種以上の異なる光学材料用モノマーに対して0.010質量部～0.50質量部であってもよい。

[0161] 2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、0.010質量部以上の塩基性重合触媒を用いることで、良好に重合反応を促進することができるため、短い時間で脈理が抑制された高品質な光学材料を得ることができる。また、良好に重合反応を促進することで、硬化物をモールドから取り出す際の離型性を向上させることができる。

上記の観点から、塩基性重合触媒は、2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、0.015質量部以上を用いることが好ましく、

0.030質量部以上を用いることがより好ましい。

[0162] 上述した塩基性重合触媒の含有量の範囲は、光学材料用モノマー及び塩基性重合触媒の種類によって、適宜変更してもよい。

[0163] 例えば、光学材料用モノマーが、*m*-キシリレンジイソシアネート（芳香環を有するイソシアネート化合物）、5,7-ジメルカプトメチル-1,11-ジメルカプト-3,6,9-トリチアウンデカン、4,7-ジメルカプトメチル-1,11-ジメルカプト-3,6,9-トリチアウンデカン、及び4,8-ジメルカプトメチル-1,11-ジメルカプト-3,6,9-トリチアウンデカンを含み、塩基性重合触媒が3,5-ルチジンを含む場合、塩基性重合触媒は、2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、0.015質量部以上を用いることが好ましく、0.020質量部以上を用いることがより好ましい。

[0164] 例えば、光学材料用モノマーが、*m*-キシリレンジイソシアネート及び4-メルカプトメチル-1,8-ジメルカプト-3,6-ジチアオクタンを含み、塩基性重合触媒が3,5-ルチジンを含む場合、塩基性重合触媒は、2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、0.010質量部以上を用いることが好ましく、0.015質量部以上を用いることがより好ましい。

[0165] 2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、0.50質量部以下の塩基性重合触媒を用いることで、例えば、重合性組成物をモールドへ注入する際のハンドリング性を向上させることができる。

上記の観点から、塩基性重合触媒の量は、2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、0.09質量部以下であることが好ましく、0.07質量部以下であることがより好ましく、0.05質量部以下であることがさらに好ましい。

[0166] 2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物である場合、塩基性重合触媒の量は、合計で100質量部の2種以上の異なる光学材料用モノマーに対して0.05質量部超2

、0質量部以下であってもよい。

[0167] 2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、0.05質量部超の塩基性重合触媒を用いることで、良好に重合反応を促進することができるため、短い時間で脈理が抑制された高品質な光学材料を得ることができる。また、良好に重合反応を促進することで、硬化物をモールドから取り出す際の離型性を向上させることができる。

上記の観点から、塩基性重合触媒の量は、2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、0.08質量部以上であることが好ましく、0.10質量部以上であることがより好ましく、0.13質量部以上であることがさらに好ましく、0.17質量部以上であることが特に好ましい。

[0168] 上述した塩基性重合触媒の含有量の範囲は、光学材料用モノマー及び塩基性重合触媒の種類によって、適宜変更してもよい。

[0169] 例えば、光学材料用モノマーが2,5(6)-ビス(イソシアナトメチル)-ビシクロ-[2,2,1]-ヘプタン、ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプロピオネート)、及び4-メルカプトメチル-1,8-ジメルカプト-3,6-ジチアオクタンを含み、重合触媒が3,5-ルチジンを含む場合、重合触媒は、2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、0.10質量部以上を用いることが好ましく、0.17質量部以上を用いることがより好ましい。

[0170] 2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、2.0質量部以下の塩基性重合触媒を用いることで、例えば、重合性組成物をモールドへ注入する際のハンドリング性を向上させることができる。

上記の観点から、塩基性重合触媒の量は、2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、1.5質量部以下であることが好ましい。

また、光学材料用モノマー及び塩基性重合触媒の種類によって、塩基性重合触媒は、2種以上の異なる光学材料用モノマー100質量部に対して、1.0質量部以下であってもよく、0.3質量部以下であってもよく、0.15質量部以下であってもよい。

[0171] 塩基性重合触媒の量は、塩基性重合触媒の種類、使用するモノマー類（イソシアネート化合物、活性水素化合物、その他の成分等）の種類及び使用量、所望の成形体の形状などにより適宜設定することができる。

[0172] <プレポリマー化工程>

製法Bは、2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部と、塩基性重合触媒の少なくとも一部と、を混合し、2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部における少なくとも一部を重合させてプレポリマーを得ることにより、プレポリマーを含む混合物を得るプレポリマー化工程を含む。

[0173] 本発明者らは、重合反応が行われるモールド内の温度分布が不均一であることにより対流が生じることが、得られる硬化物において脈理を発生させる原因の一つであると考えた。

そこで、本発明者らは、光学材料用モノマーの一部を予め重合させてプレポリマーを製造し、重合性組成物がプレポリマーを含むことで、光学材料用重合性組成物の粘度を高めることに着目した。これによって、モールド内の対流を抑制することができる。

また、製法Bは、自己発熱を外部に逃がさないようにすることでモールド内部と外周の温度差を生じにくくすることができる。

以上の観点相まって、製法Bは、得られる硬化物の脈理を抑制することができるかと推測される。

[0174] 製法Bによれば、ポットライフに優れるプレポリマーを得ることができる。

[0175] 「2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部」の態様としては、特に制限はない。

例えば、「2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部」は、2種以上の異なる光学材料用モノマーのそれぞれの一部の量であってもよい。

また、「2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部」は、2種以上の異なる光学材料用モノマーの内の1種又は複数種の光学材料用モノマーの全部であってもよい。

[0176] プレポリマー化工程において使用される塩基性重合触媒は、重合性組成物に含まれる塩基性重合触媒の一部であっても、全部であってもよい。

プレポリマー化工程において重合性組成物に含まれる塩基性重合触媒の一部を用いる場合、「2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部」と同様に、「塩基性重合触媒の一部」の態様についても、特に制限はない。

例えば、「塩基性重合触媒の一部」は、塩基性重合触媒の一部の量であってもよい。

[0177] 塩基性重合触媒として一部を用いる場合、塩基性重合触媒の一部は、長期のポットライフを確保する観点から、塩基性重合触媒の100質量部の内の5質量部～80質量部であることが好ましく、10質量部～60質量部であることがより好ましく、15質量部～50質量部であることがさらに好ましい。

[0178] 2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部は、長期のポットライフを確保する観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの100質量部の内の5質量部～95質量部であることが好ましく、20質量部～80質量部であることがより好ましく、30質量部～70質量部であることがさらに好ましい。

[0179] プレポリマー化工程の具体的態様の例を以下に示すが、製法Bにおけるプレポリマー化工程は以下の態様に制限されない。

[0180] (態様a)

態様aのプレポリマー化工程は、2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部と、塩基性重合触媒の全部と、を混合し、2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部における少なくとも一部を重合させてプレポリマーを得ることにより、プレポリマーを含む混合物を得る工程である。

[0181] 態様aにおいて、2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部が、2種以上の異なる光学材料用モノマーの内の1種の光学材料用モノマーの全部と、1種の光学材料用モノマー以外の他の光学材料用モノマーの一部と、からなることが好ましい。

[0182] (態様 b)

態様 b のプレポリマー化工程は、2 種以上の異なる光学材料用モノマーの一部と、塩基性重合触媒の一部と、を混合し、2 種以上の異なる光学材料用モノマーの一部における少なくとも一部を重合させてプレポリマーを得ることにより、プレポリマーを含む混合物を得る工程である。

製法 B が態様 b のプレポリマー化工程を含む場合、後述の重合性組成物製造工程は、プレポリマーを含む混合物に対し、少なくとも、2 種以上の異なる光学材料用モノマーの残部及び塩基性重合触媒の残部を添加することにより、2 種以上の異なる光学材料用モノマーと、プレポリマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が 4 未満の有機酸と、を含有する重合性組成物を得る工程である。

[0183] 態様 b において、2 種以上の異なる光学材料用モノマーがイソシアネート化合物を含み、2 種以上の異なる光学材料用モノマーの一部がイソシアネート化合物の一部を含み、2 種以上の異なる光学材料用モノマーの残部がイソシアネート化合物の残部を含むことが好ましい。

[0184] <酸添加工程>

製法 B は、プレポリマーを含む混合物に pK_a 値が 4 未満の有機酸を加える酸添加工程を含む。

[0185] プレポリマーを含む混合物に加えられる pK_a 値が 4 未満の有機酸の量は特に制限されない。例えば、プレポリマーの原料となる 2 種以上の異なる光学材料用モノマーの合計 100 質量部に対する pK_a 値が 4 未満の有機酸の含有量が、0.001 質量部～1 質量部であってもよい。

2 種以上の異なる光学材料用モノマーの合計 100 質量部に対する pK_a 値が 4 未満の有機酸の含有量が、0.001 質量部以上であることで、重合性組成物の粘度上昇が効果的に抑制される。

上記の観点から、2 種以上の異なる光学材料用モノマーの合計 100 質量部に対する pK_a 値が 4 未満の有機酸の含有量が、0.005 質量部以上であることが好ましく、0.01 質量部以上であることがより好ましい。

[0186] 2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する pK_a 値が4未満の有機酸の含有量が、1質量部以下であると、硬化工程において、有機酸と塩基性重合触媒とで形成される塩の熱による解離が促進され、塩基性重合触媒の活性が発現しやすくなる。これにより、重合反応を速やかに進行させることができる。

上記の観点から、2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する pK_a 値が4未満の有機酸の含有量が、0.5質量部以下であることが好ましく、0.1質量部以下であることがより好ましい。

[0187] pK_a 値が4未満の有機酸(X)と塩基性重合触媒(Y)とのモル比(X/Y)は0.1~2.0であることが好ましく、0.15~1.25であることがより好ましく、0.2~1.2であることがさらに好ましい。

[0188] 塩基性重合触媒の活性を良好に発現させる観点から、プレポリマーを含む混合物中の pK_a 値が4未満の有機酸の官能基のモル数(x)は、塩基性重合触媒の官能基のモル数(y)よりも少ない(x/yで示されるモル比が1.0未満である)ことが好ましい。

[0189] <粘度調整工程>

製法Bは、プレポリマー化工程の後であって、重合性組成物製造工程の前に、プレポリマーを含む混合物の粘度を $30\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 2000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ に調整する粘度調整工程をさらに含むことが好ましい。

プレポリマーを含む混合物の粘度が上記範囲内であることで、得られる光学材料における脈理を抑制する観点から、重合性組成物製造工程において製造される重合性組成物の粘度を適切な範囲内とすることができる。結果として、得られる光学材料における脈理を抑制できる。

[0190] 上記の観点から、プレポリマーを含む混合物の粘度は、 $40\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 2000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ であることが好ましく、 $50\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 1800\text{ mPa}\cdot\text{s}$ であることがより好ましい。

上記の粘度は、 25°C 及び 60 rpm (revolutions per minute)の条件下、B型粘度計を用いて測定する。

[0191] プレポリマーを含む混合物の粘度を調整する方法としては、特に制限はない。

例えば、高粘度の化合物の添加、加熱、攪拌等の方法によりプレポリマーを含む混合物の粘度を調整してもよい。

[0192] プレポリマーを含む混合物を調製する際の温度としては、重合反応によりプレポリマーを得られる温度であれば特に制限はない。例えば、20℃～50℃でもよく、25℃～45℃でもよい。

プレポリマーを含む混合物を調製する際の攪拌時間としては、重合反応によりプレポリマーを得られる攪拌時間であれば特に制限はない。例えば30分～5時間でもよく、1時間～5時間でもよい。

[0193] プレポリマーを含む混合物を調製する方法としては、具体的には、40℃及び3時間の条件で攪拌することで、粘度を調整しながらプレポリマーを含む混合物を調製する方法であってもよい。

[0194] <重合性組成物製造工程>

製法Bは、プレポリマーを含む混合物に対し、少なくとも、2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部を添加することにより、2種以上の異なる光学材料用モノマーと、プレポリマーと、塩基性重合触媒と、pKa値が4未満の有機酸と、を含有する重合性組成物を得る重合性組成物製造工程を含む。

[0195] 重合性組成物製造工程は、プレポリマーを含む混合物に対し、少なくとも、2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部を添加することにより、2種以上の異なる光学材料用モノマーと、プレポリマーと、塩基性重合触媒と、pKa値が4未満の有機酸と、を含有する光学材料用重合性組成物を得る工程である。

これによって、プレポリマーを含む混合物と、2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部と、を混合する際まで、プレポリマーと2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部との重合の発生を防ぐことができる。

従って、重合性組成物製造工程を適切な時期に行うことで、例えば、重合

性組成物をモールドへ注入する際のハンドリング性を向上させることができる。

重合性組成物製造工程において、プレポリマーを含む混合物に対して少なくとも2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部を添加する際、添加は単回で実施しても複数回に分けて実施してもよい。

[0196] なお、「2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部」とは、2種以上の異なる光学材料用モノマーのうち、プレポリマー化工程における「2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部」に対する残りの部分を意味する。

「2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部」は、プレポリマーが有する重合性官能基に対して重合する官能基を有し、かつ、上記プレポリマーが有する重合性官能基に対して重合する官能基の量が、プレポリマーが有する重合性官能基のすべてと実質的に重合し得る量（即ち当量）である光学材料用モノマーであってもよい。

重合性組成物の光学的均一性を高める観点からは、2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部は、プレポリマーを構成する光学材料用モノマーと同じ種類のモノマーを含むことが好ましい。

[0197] 上記の各成分を混合する際の温度としては、特に制限はないが、30℃以下であることが好ましく、室温（25℃）以下であることがより好ましい。

各成分を混合する際の温度は、25℃よりもさらに低温にすることが好ましい場合がある。但し、内部離型剤等の添加剤と上記の各成分との溶解性が良好でない場合は、予め上記の各成分を昇温して、上記添加剤を上記の各成分に溶解させてもよい。

[0198] 重合性組成物製造工程の具体的態様としては、以下の態様が挙げられる。

[0199] まず、プレポリマーを含む混合物に対してpKa値が4未満の有機酸及びその他の添加剤（例えば内部離型剤）を仕込んで混合液を作製する。この混合液を25℃で1時間攪拌して各成分を完全に溶解させた後、脱気を行い、第1混合液を得る。

また、光学材料用モノマーの残部と必要に応じて塩基性重合触媒の残部と

を25℃で30分攪拌して完全に溶解させて、第2混合液を得る。

そして、第1混合液と第2混合液とを混合して攪拌後脱気し、重合性組成物を得る。

[0200] <送液工程>

製法Bは、重合性組成物製造工程の後であって、硬化工程の前に、重合性組成物を注型用鋳型に送液する送液工程をさらに含んでもよい。

送液工程は、重合性組成物を静止型混合器内にて再混合しながら注型用鋳型に送液する工程であってもよい。

送液工程は、重合性組成物をダイナミックミキサーによって再混合しながら注型用鋳型に送液する工程であってもよい。重合性組成物を再混合しながら送液すると、重合性組成物を鋳型に送液する間に、重合性組成物の分布の不均一性を解消することができる。このため、得られる硬化物の脈理を抑制することができる。

[0201] <硬化工程>

製法Bは、重合性組成物中の2種以上の異なる光学材料用モノマーを硬化させることにより、重合性組成物の硬化物である光学材料を得る硬化工程を含む。

製法Bにおける硬化工程の具体的態様及び好ましい態様は、上述の製法Aにおける<硬化工程>の項に記載の具体的態様及び好ましい態様と同様である。

[0202] <第2プレポリマー化工程>

製法Bは、上述の工程に加えて、さらに、2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部と、塩基性重合触媒の残部と、を混合し、2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部における少なくとも一部を重合させて第2プレポリマーを得ることにより、第2プレポリマーを含む混合物を得る第2プレポリマー化工程と、

プレポリマー化工程によって得られるプレポリマーを含む混合物に対し、前記第2プレポリマーを含む混合物を添加することにより、前記プレポリマ

一と、前記第2プレポリマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含有する重合性組成物を得る重合性組成物製造工程と、

前記重合性組成物中の前記プレポリマー及び前記第2プレポリマーを硬化させることにより、前記重合性組成物の硬化物である光学材料を得る硬化工程と、を含んでもよい。

[0203] 製法Bは、上記の構成を含むことで、プレポリマー化工程によって得られるプレポリマーを含む混合物と、第2プレポリマー化工程によって得られる第2プレポリマーを含む混合物と、を得ることができる。

これによって、プレポリマーを含む混合物と第2プレポリマーを含む混合物との粘度を近づけることができるため、両者をより容易に混合することができる。

[0204] 第2プレポリマー化工程において、2種以上の異なる光学材料用モノマー及び塩基性重合触媒の具体的態様及び好ましい態様は、プレポリマー化工程における2種以上の異なる光学材料用モノマー及び塩基性重合触媒の具体的態様及び好ましい態様と同様である。

[0205] 製法Bは、第2プレポリマー化工程を含む場合、重合性組成物製造工程において、プレポリマー化工程によって得られるプレポリマーを含む混合物に対し、前記第2プレポリマーを含む混合物を添加することにより、前記プレポリマーと、前記第2プレポリマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含有する重合性組成物を得る。

重合性組成物製造工程において、プレポリマーを含む混合物の具体的態様及び好ましい態様は、上述の<重合性組成物製造工程>における具体的態様及び好ましい態様と同様である。

[0206] 製法Bは、第2プレポリマー化工程を含む場合、硬化工程が、重合性組成物中の前記プレポリマー及び前記第2プレポリマーを硬化させることにより、重合性組成物の硬化物である光学材料を得る工程である。

上記硬化工程において、プレポリマーの具体的態様及び好ましい態様は、上述の<硬化工程>におけるプレポリマーの具体的態様及び好ましい態様と

同様である。

[0207] <アニール工程>

製法Bは、必要に応じて、硬化した重合性組成物をアニール処理するアニール工程を含んでもよい。

製法Bにおけるアニール工程の具体的態様及び好ましい態様は、製法Aにおけるアニール工程の具体的態様及び好ましい態様と同様である。

[0208] <他の工程>

製法Bは、必要に応じて他の工程を設けてもよい。

製法Bにおける他の工程の具体的態様及び好ましい態様は、製法Aにおける他の工程の具体的態様及び好ましい態様と同様である。

[0209] <光学材料の用途>

製法Bにおける光学材料の用途の具体的態様及び好ましい態様は、製法Aにおける光学材料の用途の具体的態様及び好ましい態様と同様である。

実施例

[0210] 以下、本開示の実施例を示すが、本開示は以下の実施例に限定されるものではない。なお、特に断りのない限り、「部」は質量基準である。

[0211] [実施例1-1]

BASF社製Tinuvin329 [紫外線吸収剤] 1.50質量部、及びm-キシリレンジイソシアネート [光学材料用モノマーa1] 43.80質量部を混合し、25℃で1時間攪拌して完全に溶解させて混合液を得た。この混合液に、4-メルカプトメチル-1,8-ジメルカプト-3,6-ジチアオクタン [光学材料用モノマーb1] 10.56質量部を加えて25℃で5分攪拌し、均一溶液を得た。得られた溶液に3,5-ルチジン [塩基性重合触媒、pKa値=6.15] 0.028質量部を加え、40℃で1時間攪拌することで光学材料用モノマーを重合させて、プレポリマーを含む混合物を得た。

[0212] m-キシリレンジイソシアネート [光学材料用モノマーa1] 3.00質量部、城北化学工業株式会社製JP-506H [離型剤] 0.1質量部、及

び(±) - 10 - カンファースルホン酸 [有機酸、pKa値 = 1.17] 0.029質量部を混合して混合液を作製した。この混合液と前記のプレポリマーを含む混合物とを混合し、400Pa、25℃にて1時間脱気を行ってプレポリマーを含む混合物1を得た。

プレポリマーを含む混合物1の粘度及び屈折率を表1に示す。

[0213] m-キシリレンジイソシアネート [光学材料用モノマーa1] 5.20質量部、及び4-メルカプトメチル-1, 8-ジメルカプト-3, 6-ジチアオクタン [光学材料用モノマーb1] 37.44質量部を混合し、25℃で5分攪拌して均一溶液を得た。得られた均一溶液に3, 5-ルチジン [塩基性重合触媒、pKa値 = 6.15] 0.01質量部を加え、40℃で1時間攪拌することで、光学材料用モノマーを重合させた。その後、400Pa、25℃にて1時間脱気を行ってプレポリマーを含む混合物2を得た。

プレポリマーを含む混合物2の粘度を表1に示す。

[0214] プレポリマーを含む混合物1とプレポリマーを含む混合物2とを、20℃で混合し、重合性組成物を得た。得られた重合性組成物を静止型混合器内にて再混合しながら注型用鋳型(即ちモールド型)に送液した。

鋳型に送液され、注型される際の重合性組成物の粘度(注型粘度ともいう)を、表1に示す値になるように調整した。

送液の際、重合性組成物を1μmPTFEフィルターにて濾過しながら、直径78mmの4カーブのガラスモールド(上型)と、直径78mmの4カーブのガラスモールド(下型)とから構成されるレンズ作製のキャビティを有するモールド型のキャビティ内に10g/秒の速度で注入した。

重合性組成物が注入されたモールド型を重合用オーブンの中に入れ、20℃から120℃まで、10時間かけて昇温した。モールド型から重合性組成物が硬化した状態の成形体を離型し、さらに120℃で2時間アニール処理を行い、成形体(レンズ)を得た。

[0215] [実施例1-2]

プレポリマーを含む混合物1の製法を以下のように変更したこと以外は、

実施例 1-1 と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

BASF社製 Tinuvin 329 [紫外線吸収剤] 1.50 質量部、及び m-キシリレンジイソシアネート [光学材料用モノマー a1] 46.80 質量部を混合し、25℃で1時間攪拌して完全に溶解させて混合液を得た。この混合液に、4-メルカプトメチル-1, 8-ジメルカプト-3, 6-ジチアオクタン [光学材料用モノマー b1] 10.56 質量部を加えて25℃で5分攪拌し、均一溶液を得た。得られた均一溶液に3, 5-ルチジン [塩基性重合触媒] 0.028 質量部を加え、40℃で1時間攪拌することで光学材料用モノマーを重合させて、プレポリマーを含む混合物を得た。

城北化学工業株式会社製 JP-506H [離型剤] 0.1 質量部、及びメタンスルホン酸 [有機酸、pKa値=-2.6] 0.007 質量部を前記のプレポリマーを含む混合物と混合し、400Pa、25℃にて1時間脱気を行ってプレポリマーを含む混合物1を得た。

プレポリマーを含む混合物1の粘度及び屈折率を表1に示す。

[0216] [実施例 1-3]

塩基性重合触媒を3, 5-ルチジンから2, 6-ルチジン [塩基性重合触媒、pKa値=6.6] に変更したこと、及び有機酸の添加量を0.025 質量部に変更したこと以外は、実施例 1-1 と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

[0217] [実施例 1-4]

プレポリマーを含む混合物1及びプレポリマーを含む混合物2を表1に示すものに変更したこと以外は実施例 1-1 と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

具体的には、プレポリマーを含む混合物1及びプレポリマーを含む混合物2の調製に使用する光学材料用モノマーを、4-メルカプトメチル-1, 8-ジメルカプト-3, 6-ジチアオクタン [光学材料用モノマー b1] から5, 7-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト-3, 6, 9-トリチアウンデカンと、4, 7-ジメルカプトメチル-1, 11-ジメルカプト

−3, 6, 9−トリチアウンデカンと、4, 8−ジメルカプトメチル−1, 11−ジメルカプト−3, 6, 9−トリチアウンデカンとの混合物〔光学材料用モノマーb2〕に変更し、各成分の量を表1に示す量に変更した。

[0218] 〔実施例1−5〕

プレポリマーを含む混合物1及びプレポリマーを含む混合物2を表1に示すものに変更したこと以外は実施例1−2と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

具体的には、プレポリマーを含む混合物1及びプレポリマーを含む混合物2の調製に使用する光学材料用モノマーを、4−メルカプトメチル−1, 8−ジメルカプト−3, 6−ジチアオクタン〔光学材料用モノマーb1〕から5, 7−ジメルカプトメチル−1, 11−ジメルカプト−3, 6, 9−トリチアウンデカンと、4, 7−ジメルカプトメチル−1, 11−ジメルカプト−3, 6, 9−トリチアウンデカンと、4, 8−ジメルカプトメチル−1, 11−ジメルカプト−3, 6, 9−トリチアウンデカンとの混合物〔光学材料用モノマーb2〕に変更し、各成分の量を表1に示す量に変更した。

[0219] 〔比較例1−1〕

プレポリマーを含む混合物1の調製において、(±)−10−カンファースルホン酸を使用しなかったこと以外は実施例1−1と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

[0220] 〔比較例1−2〕

プレポリマーを含む混合物1の調製において、(±)−10−カンファースルホン酸に代えてオクチル酸〔有機酸、pKa値=4.90〕を使用したこと以外は実施例1−1と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

[0221] 〔比較例1−3〕

プレポリマーを含む混合物1の調製において、(±)−10−カンファースルホン酸を使用しなかったこと以外は実施例1−3と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

[0222] 〔比較例1−4〕

プレポリマーを含む混合物1の調製において、(±)-10-カンファースルホン酸に代えてオクチル酸を使用したこと以外は実施例1-3と同様の方法により成型体(レンズ)を得た。

[0223] [実施例2-1]

三井化学社製MR用内部離型剤[内部離型剤]0.10質量部、BASF社製Tinuvin329[紫外線吸収剤]1.5質量部、及び2,5-ビス(イソシアナトメチル)-ビスクロー[2,2,1]-ヘプタンと2,6-ビス(イソシアナトメチル)-ビスクロー[2,2,1]-ヘプタンの混合物[光学材料用モノマーa1]43.07質量部を混合し、25℃で1時間攪拌して完全に溶解させて混合液を得た。この混合液に、ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプロピオネート)[光学材料用モノマーb2]3.47質量部、及び4-メルカプトメチル-1,8-ジメルカプト-3,6-ジチアオクタン[光学材料用モノマーb1]3.70質量部を加えて25℃で5分攪拌し、均一溶液を得た。得られた均一溶液に3,5-ルチジン[塩基性重合触媒、pKa値=6.15]0.13質量部を加え、40℃で3時間攪拌することで光学材料用モノマーを重合させて、プレポリマーを含む混合物を得た。

[0224] 2,5-ビス(イソシアナトメチル)-ビスクロー[2,2,1]-ヘプタンと2,6-ビス(イソシアナトメチル)-ビスクロー[2,2,1]-ヘプタンの混合物[光学材料用モノマーa1]5.00質量部、及び(±)-10-カンファースルホン酸[有機酸、pKa値=1.17]0.165質量部を混合して混合液を作製した。この混合液と前記のプレポリマーを含む混合物とを混合し、400Pa、25℃にて1時間脱気を行ってプレポリマーを含む混合物1を得た。

プレポリマーを含む混合物1の粘度及び屈折率を表1に示す。

[0225] 2,5-ビス(イソシアナトメチル)-ビスクロー[2,2,1]-ヘプタンと2,6-ビス(イソシアナトメチル)-ビスクロー[2,2,1]-ヘプタンの混合物[光学材料用モノマーa1]2.53質量部、ペンタエ

リスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）〔光学材料用モノマーb2〕20.43質量部、及び4-メルカプトメチル-1,8-ジメルカプト-3,6-ジチアオクタン〔光学材料用モノマーb1〕21.80質量部を混合し、25℃で5分攪拌して均一溶液を得た。得られた均一溶液に3,5-ルチジン〔塩基性重合触媒、pKa値=6.15〕0.02質量部を加え、40℃で3時間攪拌することで、光学材料用モノマーを重合させた。その後、400Pa、25℃にて1時間脱気を行ってプレポリマーを含む混合物2を得た。

プレポリマーを含む混合物2の粘度及び屈折率を表1に示す。

[0226] プレポリマーを含む混合物1とプレポリマーを含む混合物2とを、20℃で混合し、重合性組成物を得た。得られた重合性組成物を静止型混合器内にて再混合しながら注型用鋳型（即ちモールド型）に送液した。

鋳型に送液され、注型される際の重合性組成物の粘度（注型粘度ともいう）を、表1に示す値になるように調整した。

送液の際、重合性組成物を1μmPTFEフィルターにて濾過しながら、直径78mmの4カーブのガラスモールド（上型）と、直径78mmの4カーブのガラスモールド（下型）とから構成されるレンズ作製のキャビティを有するモールド型のキャビティ内に10g/秒の速度で注入した。

重合性組成物が注入されたモールド型を重合用オーブンの中に入れ、20℃から120℃まで、10時間かけて昇温した。モールド型から重合性組成物が硬化した状態の成形体を離型し、さらに120℃で2時間アニール処理を行い、成形体（レンズ）を得た。

[0227] 〔実施例2-2〕

プレポリマーを含む混合物1の製法を以下のように変更したこと以外は、実施例2-1と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

三井化学社製MR用内部離型剤〔内部離型剤〕0.1質量部、BASF社製Tinuvin329〔紫外線吸収剤〕1.5質量部、及び2,5-ビス（イソシアナトメチル）-ピシクロ-〔2,2,1〕-ヘプタンと2,6-

ビス（イソシアナトメチル）－ビシクロ－〔2，2，1〕－ヘプタンの混合物〔光学材料用モノマー a 1〕48.07質量部を混合し、25℃で1時間攪拌して完全に溶解させて混合液を得た。この混合液に、ペンタエリスリトールテトラキス（3－メルカプトプロピオネート）〔光学材料用モノマー b 2〕3.47質量部、及び4－メルカプトメチル－1，8－ジメルカプト－3，6－ジチアオクタン〔光学材料用モノマー b 1〕3.70質量部を加えて25℃で5分攪拌し、均一溶液を得た。得られた均一溶液に3，5－ルチジン〔塩基性重合触媒〕0.13質量部を加え、40℃で3時間攪拌することで光学材料用モノマーを重合させて、プレポリマーを含む混合物を得た。

メタンスルホン酸〔有機酸、 pK_a 値＝−2.6〕0.06質量部と前記のプレポリマーを含む混合物とを混合し、400Pa、25℃にて1時間脱気を行ってプレポリマーを含む混合物1を得た。

プレポリマーを含む混合物1の粘度及び屈折率を表1に示す。

[0228] 〔比較例2－1〕

プレポリマーを含む混合物1の調製において、（±）－10－カンファースルホン酸を使用しなかったこと以外は実施例2－1と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

[0229] 〔比較例2－2〕

プレポリマーを含む混合物1の調製において、（±）－10－カンファースルホン酸に代えてオクチル酸〔有機酸、 pK_a 値＝4.90〕を使用したこと以外は実施例2－1と同様の方法により成型体（レンズ）を得た。

[0230] 〔評価〕

各実施例又は比較例において得られた重合性組成物及び成形体について、以下の評価を行った。結果を表1及び表2に示す。

[0231] （プレポリマーを含む混合物の粘度）

プレポリマーを含む混合物を25℃及び60rpmの条件で攪拌し、B型粘度計（スピンドルNo. 2：ブルックフィールド社）により粘度を測定した。

[0232] (プレポリマーを含む混合物の屈折率)

屈折率計 (RA-600 : 京都電子工業社) を用いて、プレポリマーを含む混合物の 20℃での屈折率を測定した。

[0233] (重合性組成物の粘度)

重合性組成物を 25℃及び 60 rpm の条件で攪拌し、B 型粘度計 (スピンドル No. 2 : ブルックフィールド社) により粘度を測定した。

[0234] (増粘速度傾き)

横軸 (= X) を時間 (hr)、縦軸 (= Y) を重合性組成物の粘度 (mPa · S) として、粘度の経時変化をプロットし、以下の式で近似した。式中の b の値を増粘速度傾きとした。重合性組成物の粘度は 25℃及び 30 rpm の条件で B 型粘度計 (スピンドル No. 2 : ブルックフィールド社) を用いて測定した。

$$Y = a * \exp (b * X)$$

増粘速度傾きの数値が小さいほど、粘度の上昇速度が小さくポットライフの長さに優れている。

[0235] (ポットライフ)

プレポリマーを含む混合物 1 とプレポリマーを含む混合物 2 とを混合してから 30 分後の重合性組成物の状態を、以下の基準で評価した。

A : 混合から 30 分後も注型可能である

B : 混合から 30 分後に粘度が上昇し、注型不可である

[0236] (脈理)

成形体を超高圧水銀灯 (光源型式 OPM-252 HEG : ウシオ電機株式会社製) で投影し、透過した像を目視にて観察し、以下の基準で評価した。

A : 脈理が観察されなかった。具体的には、成型体の中心から半径 15 mm の範囲内及び範囲外に目視で 1.0 mm 以上の長さの脈理が観察されなかった。

B : 脈理が観察されるものの、製品として概ね許容できるものであった。具体的には、成型体の中心から半径 15 mm の範囲外に目視で 1.0 mm 以

上の長さの脈理が観察されるものの、成型体の中心から半径15mmの範囲内に目視で1.0mm以上の長さの脈理が観察されず、製品として概ね許容できるものであった。

C：脈理が観察され、製品として許容できないものであった。具体的には、成型体の中心から半径15mmの範囲内及び範囲外に目視で1.0mm以上の長さの脈理が観察された。

[0237] [表1]

		実施例					比較例			
		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-1	1-2	1-3	1-4
塩基性重合触媒の種類		3,5-ルチジン	3,5-ルチジン	2,6-ルチジン	3,5-ルチジン	3,5-ルチジン	3,5-ルチジン	3,5-ルチジン	3,5-ルチジン	3,5-ルチジン
有機酸の種類		10-カンファスルホン酸	メタンスルホン酸	10-カンファスルホン酸	10-カンファスルホン酸	メタンスルホン酸	-	オクタル酸	-	オクタル酸
有機酸のpKa		1.17	-2.6	1.17	1.17	-2.6	-	4.90	-	4.90
混合物1	塩基性重合触媒 [質量部]	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
	モノマーa1 [質量部]	46.80	46.80	46.80	48.93	48.93	46.80	46.80	48.93	48.93
	モノマーb1 [質量部]	10.56	10.56	10.56	-	-	10.56	10.56	-	-
	モノマーb2 [質量部]	-	-	-	10.35	10.35	-	-	10.35	10.35
	有機酸 [質量部]	0.029	0.007	0.025	0.033	0.01	-	0.051	-	0.051
	離型剤 [質量部]	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	反応時間 [h]	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	粘度 [mPa·s]、25℃	415	415	415	440	440	415	415	440	440
屈折率	1.5882	1.5882	1.5882	1.5866	1.5866	1.5882	1.5882	1.5866	1.5866	
混合物2	塩基性重合触媒 [質量部]	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
	モノマーa1 [質量部]	5.20	5.20	5.20	1.77	1.77	5.20	5.20	1.77	1.77
	モノマーb1 [質量部]	37.44	37.44	37.44	-	-	37.44	37.44	-	-
	モノマーb2 [質量部]	-	-	-	38.95	38.95	-	-	38.95	38.95
	反応時間 [h]	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	粘度 [mPa·s]、25℃	455	455	455	580	580	455	455	580	580
屈折率	1.6401	1.6401	1.6401	1.6498	1.6498	1.6401	1.6401	1.6498	1.6498	
注型粘度 [mPa·s]、25℃		396	380	392	376	342	476	452	440	409
30分静置後の粘度 [mPa·s]、25℃		527	887	506	498	544	1485	3670	2760	2457
増粘速度傾き		0.01162	0.03449	0.01050	0.01148	0.01854	0.04639	0.08341	0.07349	0.07163
重合時間 [h]		10	10	10	10	10	10	10	10	10
ポットライフ		A	A	A	A	A	B	B	B	B
脈理	4Cプラノ 2mm厚	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4Cプラノ 10mm厚	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[0238]

[表2]

		実施例		比較例	
		2-1	2-2	2-1	2-2
有機酸の種類		10-カンファ-スルホン酸	メタンスルホン酸	-	オクチル酸
有機酸のpKa		1.17	1.26	-	4.90
混合物1	塩基性重合触媒 [質量部]	0.13	0.13	0.13	0.13
	モノマーa1 [質量部]	48.07	48.07	48.07	48.07
	モノマーb1 [質量部]	3.70	3.70	3.70	3.70
	モノマーb2 [質量部]	3.47	3.47	3.47	3.47
	有機酸 [質量部]	0.165	0.06	-	0.20
	紫外線吸収剤 [質量部]	1.5	1.5	1.5	1.5
	難型剤 [質量部]	0.1	0.1	0.1	0.1
	反応時間 [h]	3	3	3	3
	粘度 [mPa·s], 25℃	420	420	420	420
屈折率	1.5271	1.5271	1.5271	1.5271	
混合物2	塩基性重合触媒 [質量部]	0.02	0.02	0.02	0.02
	モノマーa1 [質量部]	2.53	2.53	2.53	2.53
	モノマーb1 [質量部]	21.80	21.80	21.80	21.80
	モノマーb2 [質量部]	20.43	20.43	20.43	20.43
	反応時間 [h]	3	3	3	3
	粘度 [mPa·s], 25℃	356	356	356	356
	屈折率	1.5846	1.5846	1.5846	1.5846
注型粘度 [mPa·s], 25℃		315	312	343	345
30分静置後の粘度 [mPa·s], 25℃		465	460	1332	1437
増粘速度傾き		0.01634	0.01797	0.05436	0.05574
重合時間 [h]		10	10	10	10
ポットライフ		A	A	B	B
脈理	4Cフノ 2mm厚	A	A	A	A
	4Cフノ 10mm厚	A	A	A	A

[0239] 表1及び表2に示すように、塩基性重合触媒とともにpKa値が4未満の有機酸を使用した実施例の重合性組成物は、有機酸を使用しないか、又はpKa値が4以上の有機酸を使用した比較例の重合性組成物に比べて粘度の上昇が抑制されており、ポットライフが良好であった。また、実施例の重合性組成物を用いて得られた成形体（硬化物）には脈理が観察されなかった。

[0240] 日本国特許出願第2023-135607号及び第2023-135613号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、および技術規格は、個々の文献、特許出願、および技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に援用されて取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含み、
前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、
B型粘度計で25℃及び60rpmの条件で測定した粘度が10mPa·s～1000mPa·sである光学材料用重合性組成物。
- [請求項2] 前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、
前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が0.010質量部～0.50質量部である請求項1に記載の光学材料用重合性組成物。
- [請求項3] 前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、
前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が0.05質量部超2.0質量部以下である請求項1に記載の光学材料用重合性組成物。
- [請求項4] 前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの重合体であり重合性官能基を有するプレポリマーをさらに含む請求項1に記載の光学材料用重合性組成物。
- [請求項5] 前記2種以上の異なる光学材料用モノマーが、2つ以上のメルカプト基を有するポリチオール化合物、1つ以上のメルカプト基と1つ以上の水酸基とを含むヒドロキシチオール化合物、2つ以上の水酸基を含むポリオール化合物、及び、アミン化合物からなる群から選択される少なくとも1種の活性水素化合物をさらに含む請求項1に記載の光学材料用重合性組成物。
- [請求項6] 前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が活性水素化合物であり、前記2種以上の異なる光学材料用モノマー全体に

占めるイソシアネート化合物及び活性水素化合物の合計割合は70質量%超である請求項1に記載の光学材料用重合性組成物。

[請求項7] 前記pKa値が4未満の有機酸の官能基のモル数は、前記塩基性重合触媒の官能基のモル数よりも少ない請求項1に記載の光学材料用重合性組成物。

[請求項8] 前記塩基性重合触媒は、pKa値が4～8である塩基性重合触媒を含む請求項1に記載の光学材料用重合性組成物。

[請求項9] 2種以上の異なる光学材料用モノマーの重合体であり重合性官能基を有するプレポリマーと、塩基性重合触媒と、pKa値が4未満の有機酸と、を含み、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、

B型粘度計で25℃及び60rpmの条件で測定した粘度が10mPa・s～2000mPa・sである光学材料用重合性プレポリマー組成物。

[請求項10] 前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、

前記プレポリマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が、0.002質量部～1質量部である請求項9に記載の光学材料用重合性プレポリマー組成物。

[請求項11] 前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、

前記プレポリマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が、0.1質量部～4.0質量部である請求項9に記載の光学材料用重合性プレポリマー組成物。

[請求項12] 請求項1に記載の光学材料用重合性組成物又は請求項9に記載の光学材料用重合性プレポリマー組成物の硬化物。

[請求項13] 2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、pK

a 値が4未満の有機酸と、を含み、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物である光学材料用重合性組成物を準備する準備工程と、

B型粘度計で25℃及び60rpmの条件で測定される前記光学材料用重合性組成物の粘度を10mPa・s～1000mPa・sに調整し、前記光学材料用重合性組成物をモールドに注型する注型工程と、

前記モールド中の前記光学材料用重合性組成物中の前記2種以上の異なる光学材料用モノマーを重合させることにより、前記光学材料用重合性組成物を硬化させる硬化工程と、

を含む光学材料の製造方法。

[請求項14]

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が0.010質量部～0.50質量部である請求項13に記載の光学材料の製造方法。

[請求項15]

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計100質量部に対する前記塩基性重合触媒の含有量が0.05質量部超2.0質量部以下である請求項13に記載の光学材料の製造方法。

[請求項16]

2種以上の異なる光学材料用モノマーと、塩基性重合触媒と、を準備する準備工程と、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部と、前記塩基性重合触媒の少なくとも一部と、を混合し、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの一部における少なくとも一部を重合させてプレポリマーを得ることにより、前記プレポリマーを含む混合物を得るプレポリ

マー化工程と、

前記プレポリマーを含む混合物に pK_a 値が4未満の有機酸を加える酸添加工程と、を含み、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物である光学材料の製造方法。

[請求項17]

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計量が100質量部であり、前記塩基性重合触媒の量が0.010質量部～0.50質量部である請求項16に記載の光学材料の製造方法。

[請求項18]

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの合計量が100質量部であり、前記塩基性重合触媒の量が0.05質量部超2.0質量部以下である請求項16に記載の光学材料の製造方法。

[請求項19]

さらに、前記プレポリマーを含む混合物に対し、少なくとも、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの残部を添加することにより、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーと、前記プレポリマーと、前記塩基性重合触媒と、 pK_a 値が4未満の有機酸と、を含有する光学材料用重合性組成物を得る光学材料用重合性組成物製造工程と、

前記光学材料用重合性組成物中の前記2種以上の異なる光学材料用モノマーを硬化させることにより、前記光学材料用重合性組成物の硬化物である光学材料を得る硬化工程と、を含む請求項16に記載の光学材料の製造方法。

[請求項20]

2種以上の異なる光学材料用モノマーの硬化物であって、前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種がイソシアネート化合物であり、硬化物の中心から半径15mmの範囲内に1.0mm以上の長さの脈理がなく、

ガスクロマトグラフ質量分析で測定されるアミンの含有量が0質量%超であり、ガスクロマトグラフ質量分析で測定されるpKa値が4未満の有機酸の含有量が0質量%超である硬化物。

[請求項21]

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有するイソシアネート化合物であり、

前記アミンの含有量が0.001質量%以上0.50質量%以下であり、前記pKa値が4未満の有機酸の含有量が0.001質量%以上1質量%以下である、請求項20に記載の硬化物。

[請求項22]

前記2種以上の異なる光学材料用モノマーの少なくとも1種が芳香環を有さないイソシアネート化合物であり、

前記アミンの含有量が、0.03質量%以上2.5質量%以下であり、前記pKa値が4未満の有機酸の含有量が0.01質量%以上5質量%以下である、請求項20に記載の硬化物。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/029690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>C08G 18/16</i> (2006.01)i; <i>C08G 18/10</i> (2006.01)i; <i>C08G 18/38</i> (2006.01)i; <i>C08G 18/73</i> (2006.01)i; <i>C08G 18/75</i> (2006.01)i; <i>C08G 18/76</i> (2006.01)i; <i>G02B 1/04</i> (2006.01)i FI: C08G18/16; C08G18/76; C08G18/38 076; G02B1/04; C08G18/75; C08G18/73; C08G18/10		
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) C08G18/16; C08G18/10; C08G18/38; C08G18/73; C08G18/75; C08G18/76; G02B1/04		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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 A	JP 2008-74957 A (MITSUI CHEMICALS, INC.) 03 April 2008 (2008-04-03) claims, paragraphs [0002], [0070], [0096]-[0107]	20-22 1-6, 9, 12-15, 20-22 7-8, 10-11, 16-19
Y A	WO 2021/153632 A1 (MITSUI CHEMICALS, INC.) 05 August 2021 (2021-08-05) claims, paragraphs [0072]-[0073]	1-6, 9, 12-15, 20-22 7-8, 10-11, 16-19
Y A	WO 2021/153631 A1 (MITSUI CHEMICALS, INC.) 05 August 2021 (2021-08-05) claims, paragraphs [0068], [0069]	1-6, 9, 12-15, 20-22 7-8, 10-11, 16-19
A	JP 2023-62742 A (POLYPLASTICS CO., LTD.) 09 May 2023 (2023-05-09) paragraph [0033]	1-22
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 04 October 2024		Date of mailing of the international search report 19 November 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/029690

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-530637 A (AKZO NOBEL COATINGS INTERNATIONAL B.V.) 22 December 2011 (2011-12-22) paragraph [0073]	1-22
A	WO 2019/123968 A1 (DIC CORPORATION) 27 June 2019 (2019-06-27) entire text	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/029690

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008-74957	A	03 April 2008	(Family: none)	
WO	2021/153632	A1	05 August 2021	US	2022/0041789 A1
				claims, paragraphs [0184]-[0189]	
				US	2023/0051738 A1
				US	2022/0041788 A1
				US	2023/0048290 A1
				US	2023/0111506 A1
				WO	2021/153631 A1
				WO	2021/182526 A1
				WO	2022/113955 A1
				EP	3919967 A1
				EP	3916470 A1
				EP	4101876 A1
				EP	4332140 A2
				KR	10-2021-0116710 A
				CN	113557256 A
				KR	10-2022-0138004 A
				CN	116874733 A
				CN	116874734 A
				CN	116891563 A
				CN	113557254 A
				KR	10-2021-0121258 A
				CN	115244106 A
				CN	115286758 A
				KR	10-2022-0137932 A
				KR	10-2022-0138005 A
				CN	116178653 A
				CN	116178654 A
				CN	116529048 A
WO	2021/153631	A1	05 August 2021	US	2022/0041788 A1
				claims, paragraphs [0143]-[0148]	
				US	2023/0048290 A1
				US	2022/0041789 A1
				US	2023/0051738 A1
				US	2023/0111506 A1
				WO	2021/153632 A1
				WO	2021/182526 A1
				WO	2022/113955 A1
				EP	3916470 A1
				EP	4332140 A2
				EP	3919967 A1
				EP	4101876 A1
				CN	113557254 A
				KR	10-2021-0121258 A
				CN	115286758 A
				KR	10-2022-0138005 A
				CN	116178653 A
				CN	116178654 A
				KR	10-2021-0116710 A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/029690

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
				CN 113557256	A
				CN 115244106	A
				KR 10-2022-0137932	A
				KR 10-2022-0138004	A
				CN 116874733	A
				CN 116874734	A
				CN 116891563	A
				CN 116529048	A
JP	2023-62742	A	09 May 2023	(Family: none)	
JP	2011-530637	A	22 December 2011	US 2011/0144217	A1
				paragraph [0071]	
				WO 2010/018144	A1
				CA 2733501	A1
				CN 102119192	A
				KR 10-2011-0057156	A
WO	2019/123968	A1	27 June 2019	US 2021/0040363	A1
				entire text	
				KR 10-2020-0085351	A
				CN 111491970	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C08G 18/16(2006.01)i; C08G 18/10(2006.01)i; C08G 18/38(2006.01)i; C08G 18/73(2006.01)i; C08G 18/75(2006.01)i; C08G 18/76(2006.01)i; G02B 1/04(2006.01)i FI: C08G18/16; C08G18/76; C08G18/38 076; G02B1/04; C08G18/75; C08G18/73; C08G18/10		
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）） C08G18/16; C08G18/10; C08G18/38; C08G18/73; C08G18/75; C08G18/76; G02B1/04 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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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 A	JP 2008-74957 A（三井化学株式会社）03.04.2008（2008-04-03） 特許請求の範囲, [0002], [0070], [0096]-[0107]	20-22 1-6, 9, 12-15, 20-22 7-8, 10-11, 16-19
Y A	WO 2021/153632 A1（三井化学株式会社）05.08.2021（2021-08-05） 特許請求の範囲, [0072]-[0073]	1-6, 9, 12-15, 20-22 7-8, 10-11, 16-19
Y A	WO 2021/153631 A1（三井化学株式会社）05.08.2021（2021-08-05） 特許請求の範囲, [0068]-[0069]	1-6, 9, 12-15, 20-22 7-8, 10-11, 16-19
A	JP 2023-62742 A（ポリプラスチック株式会社）09.05.2023（2023-05-09） [0033]	1-22
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 04. 10. 2024	国際調査報告の発送日 19. 11. 2024	
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） 尾立 信広 4J 8380 電話番号 03-3581-1101 内線 3457	

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
A	JP 2011-530637 A (アクゾ ノーベル コーティングス インターナショナル ビー ヴィ) 22.12.2011 (2011 - 12 - 22) [0073]	1-22
A	WO 2019/123968 A1 (D I C株式会社) 27.06.2019 (2019 - 06 - 27) 全文	1-22

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/JP2024/029690

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2008-74957 A	03.04.2008	(ファミリーなし)	
WO 2021/153632 A1	05.08.2021	US 2022/0041789 A1 特許請求の範囲, [0184]- [0189]	
		US 2023/0051738 A1	
		US 2022/0041788 A1	
		US 2023/0048290 A1	
		US 2023/0111506 A1	
		WO 2021/153631 A1	
		WO 2021/182526 A1	
		WO 2022/113955 A1	
		EP 3919967 A1	
		EP 3916470 A1	
		EP 4101876 A1	
		EP 4332140 A2	
		KR 10-2021-0116710 A	
		CN 113557256 A	
		KR 10-2022-0138004 A	
		CN 116874733 A	
		CN 116874734 A	
		CN 116891563 A	
		CN 113557254 A	
		KR 10-2021-0121258 A	
		CN 115244106 A	
		CN 115286758 A	
		KR 10-2022-0137932 A	
		KR 10-2022-0138005 A	
		CN 116178653 A	
		CN 116178654 A	
		CN 116529048 A	
WO 2021/153631 A1	05.08.2021	US 2022/0041788 A1 特許請求の範囲, [0143]- [0148]	
		US 2023/0048290 A1	
		US 2022/0041789 A1	
		US 2023/0051738 A1	
		US 2023/0111506 A1	
		WO 2021/153632 A1	
		WO 2021/182526 A1	
		WO 2022/113955 A1	
		EP 3916470 A1	
		EP 4332140 A2	
		EP 3919967 A1	
		EP 4101876 A1	
		CN 113557254 A	
		KR 10-2021-0121258 A	
		CN 115286758 A	
		KR 10-2022-0138005 A	
		CN 116178653 A	
		CN 116178654 A	
		KR 10-2021-0116710 A	

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/JP2024/029690

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
		CN 113557256 A	
		CN 115244106 A	
		KR 10-2022-0137932 A	
		KR 10-2022-0138004 A	
		CN 116874733 A	
		CN 116874734 A	
		CN 116891563 A	
		CN 116529048 A	
JP 2023-62742 A	09.05.2023	(ファミリーなし)	
JP 2011-530637 A	22.12.2011	US 2011/0144217 A1	
		[0071]	
		WO 2010/018144 A1	
		CA 2733501 A1	
		CN 102119192 A	
		KR 10-2011-0057156 A	
WO 2019/123968 A1	27.06.2019	US 2021/0040363 A1	
		全文	
		KR 10-2020-0085351 A	
		CN 111491970 A	