

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3879820号  
(P3879820)

(45) 発行日 平成19年2月14日(2007.2.14)

(24) 登録日 平成18年11月17日(2006.11.17)

(51) Int. Cl.		F I
<b>CO8G</b> 75/08	(2006.01)	CO8G 75/08
<b>GO2B</b> 1/04	(2006.01)	GO2B 1/04
<b>GO2C</b> 7/02	(2006.01)	GO2C 7/02

請求項の数 4 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2001-310475 (P2001-310475)	(73) 特許権者	000004466 三菱瓦斯化学株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番2号
(22) 出願日	平成13年10月5日(2001.10.5)	(74) 代理人	100117891 弁理士 永井 隆
(65) 公開番号	特開2003-119287 (P2003-119287A)	(72) 発明者	吉村 祐一 東京都葛飾区新宿6丁目1番1号 三菱瓦斯化学株式会社 東京研究所内
(43) 公開日	平成15年4月23日(2003.4.23)	(72) 発明者	竹内 基晴 東京都葛飾区新宿6丁目1番1号 三菱瓦斯化学株式会社 東京研究所内
審査請求日	平成16年9月24日(2004.9.24)	(72) 発明者	堀越 裕 東京都葛飾区新宿6丁目1番1号 三菱瓦斯化学株式会社 東京研究所内

最終頁に続く

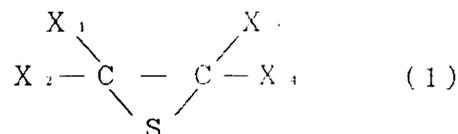
(54) 【発明の名称】 高屈折率光学材料用組成物

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第4級ホスホニウム塩の存在下、下記(1)式で表される化合物を重合硬化する光学材料の製造方法。

【化1】



(式中、Sは硫黄原子を表し、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ および $X_4$ は、各々独立で、  
 $-(CH_2)_a-(S)_b-(CH_2)_c-(CH_2)_d-(S)_e-H$ 基を表し、

10

a、b、c、dおよびeは各々独立で、0、1または2である。また、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ および $X_4$ の内、少なくとも1つ以上はメルカプト基である。)

【請求項2】

第4級ホスホニウム塩の存在下、前記(1)式で表される化合物と、イソシアネート基および/またはイソチオシアネート基を1個以上有する化合物を含有する組成物を重合硬化する光学材料の製造方法。

【請求項3】

20

第4級ホスホニウム塩の存在下、前記(1)式で表される化合物と、イソシアネート基および/またはイソチオシアネート基を1個以上有する化合物と、硫黄を含有する組成物を重合硬化する光学材料の製造方法。

【請求項4】

第4級ホスホニウム塩の存在下、前記(1)式で表される化合物と、イソシアネート基および/またはイソチオシアネート基を1個以上有する化合物とビス( エピチオプロピル)スルフィドを含有する組成物を重合硬化する光学材料の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラスチックレンズ、プリズム、光ファイバー、情報記録基盤、フィルター等の光学材料、中でも、眼鏡用プラスチックレンズを製造する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

プラスチック材料は軽量かつ韌性に富み、また染色が容易であることから、各種光学材料、特に眼鏡レンズに近年多用されている。光学材料、中でも眼鏡レンズに特に要求される性能は、低比重に加えるに、高透明性および低黄色度、光学性能として高屈折率と高アッペ数であり、高屈折率はレンズの薄肉化を可能とし、高アッペ数はレンズの色収差を低減する。近年では、高屈折率と高アッペ数を維持するために、硫黄原子および/またはセレン原子を有する有機化合物が数多く報告されている。中でもポリエピスルフィド化合物が屈折率とアッペ数のバランスが良く、報告されている一例を挙げると、特開平9-110979号公報には直鎖型ポリエピスルフィド化合物が、特開平9-71580号公報には分岐型ポリエピスルフィド化合物が、特開平9-255781号公報には環状骨格を有するポリエピスルフィド化合物が、特開平11-140046号公報にはセレン原子を有するポリエピスルフィド化合物等が提案されている。これらの発明のポリエピスルフィド化合物においては、分子内にメルカプト基を有するものはないため、光学材料の必須条件である色調を満足させるためには、メルカプトタンを添加する必要があった。しかしながら、これらのポリエピスルフィド化合物にメルカプトタンを添加した場合、耐熱性の低下が著しいため、少量しか添加することができず、色調を向上させる効果が不十分であった。また、光学材料の強度の物性を満足させるためには、さらにメルカプトタンに加えてイソシアネートを添加する必要があるが、従来技術のポリエピスルフィド化合物にメルカプトタンとイソシアネートを添加した場合、屈折率の低下が著しいため、少量しか添加することができず、耐衝撃性を向上させる効果が不十分であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、高屈折率と高アッペ数を有する材料の色調と耐衝撃性を向上させることにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本出願者らはこの発明の課題を解決すべく鋭意研究を行った結果、分子内に1個以上のメルカプト基と、1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物を含有する光学材料用組成物を重合硬化して得られる光学材料により解決できることを見出した。

【0005】

【発明の実施の形態】

本発明で使用する分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物を含有する光学材料用組成物は、光学材料とした時に高い屈折率と高いアッペ数の両者の良好なバランスを発現し、なおかつ良好な色調と高い耐衝撃性を有するものである。本発明においては、良好な色調と高い耐衝撃性を効果的に発現するために分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル

10

20

30

40

50

基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物が光学材料用組成物全体の1重量%以上であることが好ましく、より好ましくは5重量%以上である。また、分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物は1種類でも2種類以上でもかまわない。

【0006】

本発明で使用する光学材料用組成物とは、分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物単独もしくはこの化合物の1種以上と反応可能な化合物を必須成分とする混合物である。分子内に1個以上のメルカプト基と、1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物と、この化合物の1種以上と反応可能な化合物との反応は、メルカプト基による反応およびエピチオエチル基もしくはエピチオエチレン結合の開環反応である。前者は主に2重結合や3員環などの不飽和結合への付加反応であり、例えばイソシアネートへの付加やエポキシドやエプスルフィドへの付加やメタクリレートへの付加などが有名である。また、これ以外にも酸化カップリング反応や縮合反応など多岐にわたる反応が知られている。後者はアニオン、カチオンまたは配位型による一般的なイオン型開環反応である。本発明で使用する分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物と反応可能な化合物は、これらの反応等により重合硬化することにより光学材料として使用可能な透明樹脂の原料となりうるものであれば、特に限定されるものではない。

【0007】

本発明で使用する分子内に1個以上のメルカプト基と、1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物とは、分子内に1個以上のチオール(SH)と1個以上のチラン環を有する有機化合物であり、この条件を満たす化合物はすべて含まれる。

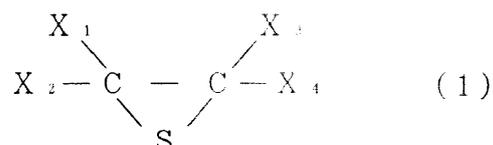
本化合物についてわかりやすく説明するために、以下に代表的な具体例をあげる。

1, 2 - エピチオメルカプトエタン、1, 2 - エピチオ - 1, 2 - ジメルカプトエタン、1, 2 - エピチオ - 1, 2, 3, 4 - テトラメルカプトエタン、1, 2 - エピチオ - 3 - メルカプトプロパン、1, 2 - エピチオ - 3, 3 - ジメルカプトプロパン、1, 2 - エピチオ - 3, 3, 3 - トリメルカプトプロパン、2, 3 - エピチオ - 1, 4 - ジメルカプトブタン、2, 3 - エピチオ - 1, 1, 4, 4 - テトラメルカプトブタン、1, 2 - エピチオ - 5 - メルカプト - 4 - チアペンタン、1, 2 - エピチオ - 5, 5 - ジメルカプト - 4 - チアペンタン、1, 2 - エピチオ - 5, 5, 5 - トリメルカプト - 4 - チアペンタン、1, 2 : 6, 7 - ジエピチオ - 1, 7 - ジメルカプト - 5 - チアヘプタン、1, 2 : 6, 7 - ジエピチオ - 3, 5 - ジメルカプト - 5 - チアヘプタン。

【0008】

以上、代表的な具体例をあげたが、本発明の分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物は上記の例示化合物だけに限定されるものではない。例示化合物の中で比較的好ましいものは、下記(1)式で表される化合物である。

【化2】



(式中、Sは硫黄原子を表し、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ および $X_4$ は、各々独立で、 $-(CH_2)_a-(S)_b-(CH_2)_c-(CH-CH)_d-(S)_e-H$ 基を表し、



a、b、c、dおよびeは各々独立で、0、1または2である。また、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ および $X_4$ の少なくとも1つ以上はメルカプト基である。)

## 【0009】

このなかで、さらに好ましいものは、1, 2 - エピチオメルカプトエタン、1, 2 - エピチオ - 1, 2 - ジメルカプトエタン、1, 2 - エピチオ - 3 - メルカプトプロパン、2, 3 - エピチオ - 1, 4 - ジメルカプトブタン、2, 3 - エピチオ - 1, 1, 4, 4 - テトラメルカプトブタン、1, 2 - エピチオ - 5 - メルカプト - 4 - チアペンタンである。

## 【0010】

本発明で使用する分子内に1個以上のメルカプト基と、1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物は、公知の製法やメルカプト化合物の製法とエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物の製法の組み合わせ等により容易に合成できる。公知の製法の一例としては、L. W. C. Miles 10  
ら, J. Chem. Soc., 817 (1952)に記載の方法が挙げられる。

## 【0011】

本発明の光学材料を製造するために使用するために、必要に応じて硬化触媒を添加することができる。硬化触媒としては、アミン類、フォスフィン類、第4級アンモニウム塩類、第4級ホスホニウム塩類、第3級スルホニウム塩類、第2級ヨードニウム塩類、鉍酸類、ルイス酸類、有機酸類、ケイ酸類、四フッ化ホウ酸類等を挙げることができる。具体例としては、特開2000 239384号公報に記載されたものがあげられる。

## 【0012】

本発明の光学材料用組成物を重合硬化する際に、必要に応じて硬化触媒を添加することができる。硬化触媒としては、アミン類、フォスフィン類、第4級アンモニウム塩類、第4 20  
級ホスホニウム塩類、第3級スルホニウム塩類、第2級ヨードニウム塩類、鉍酸類、ルイス酸類、有機酸類、ケイ酸類、四フッ化ホウ酸類、過酸化物、アゾ系化合物、アルデヒドとアンモニア系化合物の縮合物、グアニジン類、チオ尿素類、チアゾール類、スルフェンアミド類、チウラム類、ジチオカルバミン酸塩類、キサントゲン酸塩類、酸性リン酸エステル類を挙げることができる。以下にこれらの代表的な具体例を示す。

## 【0013】

(1) エチルアミン、n - プロピルアミン、sec - プロピルアミン、n - ブチルアミン、sec - ブチルアミン、i - ブチルアミン、tert - ブチルアミン、ペンチルアミン、ヘキシルアミン、ヘプチルアミン、オクチルアミン、デシルアミン、ラウリルアミン、ミスチルアミン、1, 2 - ジメチルヘキシルアミン、3 - ペンチルアミン、2 - エチル 30  
ヘキシルアミン、アリルアミン、アミノエタノール、1 - アミノプロパノール、2 - アミノプロパノール、アミノブタノール、アミノペンタノール、アミノヘキサノール、3 - エトキシプロピルアミン、3 - プロボキシプロピルアミン、3 - イソプロボキシプロピルアミン、3 - ブトキシプロピルアミン、3 - イソブトキシプロピルアミン、3 - (2 - エチルヘキシロキシ)プロピルアミン、アミノシクロペンタン、アミノシクロヘキサン、アミノノルボルネン、アミノメチルシクロヘキサン、アミノベンゼン、ベンジルアミン、フェネチルアミン、フェニルエチルアミン、ナフチルアミン、フルフリルアミン等の1級アミン；エチレンジアミン、1, 2 - ジアミノプロパン、1, 3 - ジアミノプロパン、1, 2 - ジアミノブタン、1, 3 - ジアミノブタン、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 40  
ミノオクタン、ジメチルアミノプロピルアミン、ジエチルアミノプロピルアミン、ビス - (3 - アミノプロピル)エーテル、1, 2 - ビス - (3 - アミノプロボキシ)エタン、1, 3 - ビス - (3 - アミノプロボキシ) - 2, 2' - ジメチルプロパン、アミノエチルエタノールアミン、1, 2 - 、1, 3 - あるいは1, 4 - ビスアミノシクロヘキサン、1, 3 - あるいは1, 4 - ビスアミノメチルシクロヘキサン、1, 3 - あるいは1, 4 - ビスアミノエチルシクロヘキサン、1, 3 - あるいは1, 4 - ビスアミノプロピルシクロヘキサン、水添4, 4' - ジアミノジフェニルメタン、2 - あるいは4 - アミノピペリジン、2 - あるいは4 - アミノメチルピペリジン、2 - あるいは4 - アミノエチルピペリジン、N - アミノエチルピペリジン、N - アミノプロピルピペリジン、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、イソホロンジアミン、メンタンジアミン、1, 4 50

- ビスアミノプロピルピペラジン、o -、m -、あるいはp - フェニレンジアミン、2, 4 - あるいは2, 6 - トリレンジアミン、2, 4 - トルエンジアミン、m - アミノベンジルアミン、4 - クロロ - o - フェニレンジアミン、テトラクロロ - p - キシリレンジアミン、4 - メトキシ - 6 - メチル - m - フェニレンジアミン、m -、あるいはp - キシリレンジアミン、1, 5 - あるいは、2, 6 - ナフタレンジアミン、ベンジジン、4, 4' - ビス(o - トルイジン)、ジアニシジン、4, 4' - ジアミノジフェニルメタン、2, 2 - (4, 4' - ジアミノジフェニル)プロパン、4, 4' - ジアミノジフェニルエーテル、4, 4' - チオジアニリン、4, 4' - ジアミノジフェニルスルホン、4, 4' - ジアミノジトリルスルホン、メチレンビス(o - クロロアニリン)、3, 9 - ビス(3 - アミノプロピル)2, 4, 8, 10 - テトラオキサスピロ[5, 5]ウンデカン、ジエチレン

10 トリアミン、イミノビスプロピルアミン、メチルイミノビスプロピルアミン、ビス(ヘキサメチレン)トリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン、N - アミノエチルピペラジン、N - アミノプロピルピペラジン、1, 4 - ビス(アミノエチルピペラジン)、1, 4 - ビス(アミノプロピルピペラジン)、2, 6 - ジアミノピリジン、ビス(3, 4 - ジアミノフェニル)スルホン等の1級ポリアミン; ジエチルアミン、ジプロピルアミン、ジ - n - ブチルアミン、ジ - s e c - 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、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、ピロリジン、ピペリジン、2 -、3 -、4 - ピコリン、2, 4 -、

20 2, 6 -、3, 5 - ルペチジン、ジフェニルアミン、N - メチルアニリン、N - エチルアニリン、ジベンジルアミン、メチルベンジルアミン、ジナフチルアミン、ピロール、インドリン、インドール、モルホリン等の2級アミン; 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, 6 - ジアミノヘキサン、ピペラジン、2 - メチルピペラジン、2, 5 - あるいは

30 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; トリメチルアミン、トリエチルアミン、トリ - n - プロピルアミン、トリ - i s o - プロピルアミン、トリ - 1, 2 - ジメチルプロピルアミン、トリ - 3 - メトキシプロピルアミン、トリ - n - ブチルアミン、トリ - i s o - ブチルアミン、トリ - s e c - ブチルアミン、トリ - ペンチルアミン、トリ - 3 - ペンチルアミン、トリ - n - ヘキシルアミン、トリ - n - オクチルアミン、トリ - 2 - エチルヘキシルアミン、トリ - ドデシルアミン、トリ - ラウリルアミン、ジシクロヘキシルエチルアミン、シクロヘキシルジエチルアミン、

40 トリ - シクロヘキシルアミン、N, N - ジメチルヘキシルアミン、N - メチルジヘキシルアミン、N, N - ジメチルシクロヘキシルアミン、N - メチルジシクロヘキシルアミン、N, N - ジエチルエタノールアミン、N, N - ジメチルエタノールアミン、N - エチルジエタノールアミン、トリエタノールアミン、トリベンジルアミン、N, N - ジメチルベンジルアミン、ジエチルベンジルアミン、トリフェニルアミン、N, N - ジメチルアミノ - p - クレゾール、N, N - ジメチルアミノメチルフェノール、2 - (N, N - ジメチルアミノメチル)フェノール、N, N - ジメチルアニリン、N, N - ジエチルアニリン、ピリジン、キノリン、N - メチルモルホリン、N - メチルピペリジン、2 - (2 - ジメチルアミノエトキシ) - 4 - メチル - 1, 3, 2 - ジオキサボルナン等の3級アミン; テトラメチルエチレンジアミン、ピラジン、N, N' - ジメチルピペラジン、N, N' - ビス( (

50

2 - ヒドロキシ) プロピル) ピペラジン、ヘキサメチレンテトラミン、N, N, N', N' - テトラメチル - 1, 3 - ブタンアミン、2 - ジメチルアミノ - 2 - ヒドロキシプロパン、ジエチルアミノエタノール、N, N, N - トリス (3 - ジメチルアミノプロピル) アミン、2, 4, 6 - トリス (N, N - ジメチルアミノメチル) フェノール、ヘプタメチルイソビグアニド等の3級ポリアミン; イミダゾール、N - メチルイミダゾール、2 - メチルイミダゾール、4 - メチルイミダゾール、N - エチルイミダゾール、2 - エチルイミダゾール、4 - エチルイミダゾール、N - ブチルイミダゾール、2 - ブチルイミダゾール、N - ウンデシルイミダゾール、2 - ウンデシルイミダゾール、N - フェニルイミダゾール、2 - フェニルイミダゾール、N - ベンジルイミダゾール、2 - ベンジルイミダゾール、1 - ベンジル - 2 - メチルイミダゾール、N - (2' - シアノエチル) - 2 - メチルイミダゾール、N - (2' - シアノエチル) - 2 - ウンデシルイミダゾール、N - (2' - シアノエチル) - 2 - フェニルイミダゾール、3, 3 - ビス - (2 - エチル - 4 - メチルイミダゾール) メタン、2 - メルカプトイミダゾール、2 - メルカプト - N - メチルイミダゾール、2 - メルカプトベンゾイミダゾール、3 - メルカプト - 4 - メチル - 4 H - 1, 2, 4 - トリアゾール、5 - メルカプト - 1 - メチル - テトラゾール、2, 5 - ジメルカプト - 1, 3, 4 - チアジアゾール、アルキルイミダゾールとイソシアヌール酸の付加物、アルキルイミダゾールとホルムアルデヒドの縮合物等の各種イミダゾール類; 1, 8 - ジアザピシクロ (5, 4, 0) ウンデセン - 7, 1, 5 - ジアザピシクロ (4, 3, 0) ノネン - 5, 6 - ジブチルアミノ - 1, 8 - ジアザピシクロ (5, 4, 0) ウンデセン - 7 等のアミジン類; 等に代表されるアミン系化合物、

10

20

(2) (1) のアミン類とボランおよび三フッ化ホウ素とのコンプレックス、

(3) トリメチルフォスフィン、トリエチルフォスフィン、トリ - i s o - プロピルフォスフィン、トリ - n - ブチルフォスフィン、トリ - n - ヘキシルフォスフィン、トリ - n - オクチルフォスフィン、トリシクロヘキシルホスフィン、トリフェニルフォスフィン、トリベンジルホスフィン、トリス (2 - メチルフェニル) ホスフィン、トリス (3 - メチルフェニル) ホスフィン、トリス (4 - メチルフェニル) ホスフィン、トリス (ジエチルアミノ) ホスフィン、トリス (4 - メチルフェニル) ホスフィン、ジメチルフェニルフォスフィン、ジエチルフェニルフォスフィン、ジシクロヘキシルフェニルホスフィン、エチルジフェニルフォスフィン、ジフェニルシクロヘキシルホスフィン、クロロジフェニルフォスフィン等のフォスフィン類、

30

(4) テトラメチルアンモニウムクロライド、テトラメチルアンモニウムブロマイド、テトラメチルアンモニウムアセテート、テトラエチルアンモニウムクロライド、テトラエチルアンモニウムブロマイド、テトラエチルアンモニウムアセテート、テトラ - n - ブチルアンモニウムフルオライド、テトラ - n - ブチルアンモニウムクロライド、テトラ - n - ブチルアンモニウムブロマイド、テトラ - n - ブチルアンモニウムヨウダイド、テトラ - n - ブチルアンモニウムアセテート、テトラ - n - ブチルアンモニウムボロハイドライド、テトラ - n - ブチルアンモニウムヘキサフルオロホスファイト、テトラ - n - ブチルアンモニウムハイドロゲンサルファイト、テトラ - n - ブチルアンモニウムテトラフルオロボレート、テトラ - n - ブチルアンモニウムテトラフェニルボレート、テトラ - n - ブチルアンモニウムパラトルエンルフォネート、テトラ - n - ヘキシルアンモニウムクロライド、テトラ - n - ヘキシルアンモニウムブロマイド、テトラ - n - ヘキシルアンモニウムアセテート、テトラ - n - オクチルアンモニウムクロライド、テトラ - n - オクチルアンモニウムブロマイド、テトラ - n - オクチルアンモニウムアセテート、トリメチル - n - オクチルアンモニウムクロライド、トリメチルデシルアンモニウムクロライド、トリメチルドデシルアンモニウムクロライド、トリメチルセチルアンモニウムクロライド、トリメチルラウリルアンモニウムクロライド、トリメチルベンジルアンモニウムクロライド、トリメチルベンジルアンモニウムブロマイド、トリエチル - n - オクチルアンモニウムクロライド、トリエチルベンジルアンモニウムブロマイド、トリ - n - ブチル - n - オクチルアンモニウムクロライド、トリ - n - ブチルベンジルアンモニウムフルオライド、トリ - n - ブチルベンジルアンモニウムク

40

50

ロライド、トリ - n - ブチルベンジルアンモニウムブロマイド、トリ - n - ブチルベンジ  
 ルアンモニウムヨーダイド、n - ブチルジメチルベンジルアンモニウムクロライド、n -  
 オクチルジメチルベンジルアンモニウムクロライド、デシルジメチルベンジルアンモニウ  
 ムクロライド、ドデシルジメチルベンジルアンモニウムクロライド、セチルジメチルベン  
 ジルアンモニウムクロライド、ラウリルジメチルベンジルアンモニウムクロライド、メチ  
 ルトリフェニルアンモニウムクロライド、メチルトリベンジルアンモニウムクロライド、  
 メチルトリフェニルアンモニウムブロマイド、メチルトリベンジルアンモニウムブロマイ  
 ド、エチルトリフェニルアンモニウムクロライド、エチルトリベンジルアンモニウムクロ  
 ライド、エチルトリフェニルアンモニウムブロマイド、エチルトリベンジルアンモニウム  
 ブロマイド、n - ブチルトリフェニルアンモニウムクロライド、n - ブチルトリベンジ 10  
 ルアンモニウムクロライド、n - ブチルトリフェニルアンモニウムブロマイド、n - ブチル  
 トリベンジルアンモニウムブロマイド、1 - メチルピリジニウムクロライド、1 - メチル  
 ピリジニウムブロマイド、1 - エチルピリジニウムクロライド、1 - エチルピリジニウム  
 ブロマイド、1 - n - ブチルピリジニウムクロライド、1 - n - ブチルピリジニウムプロ  
 マイド、1 - n - ヘキシルピリジニウムクロライド、1 - n - ヘキシルピリジニウムプロ  
 マイド、1 - n - オクチルピリジニウムブロマイド、1 - n - ドデシルピリジニウムクロ  
 ライド、1 - n - ドデシルピリジニウムブロマイド、1 - n - セチルピリジニウムクロラ  
 イド、1 - n - セチルピリジニウムブロマイド、1 - フェニルピリジニウムクロライド、  
 1 - フェニルピリジニウムブロマイド、1 - ベンジルピリジニウムクロライド、1 - ベン  
 ジルピリジニウムブロマイド、1 - メチルピコリニウムクロライド、1 - メチルピコリニ 20  
 ムブロマイド、1 - エチルピコリニウムクロライド、1 - エチルピコリニウムブロマイ  
 ド、1 - n - ブチルピコリニウムクロライド、1 - n - ブチルピコリニウムブロマイド、  
 1 - n - ヘキシルピコリニウムクロライド、1 - n - ヘキシルピコリニウムブロマイド、  
 1 - n - オクチルピコリニウムクロライド、1 - n - オクチルピコリニウムブロマイド、  
 1 - n - ドデシルピコリニウムクロライド、1 - n - ドデシルピコリニウムブロマイド、  
 1 - n - セチルピコリニウムクロライド、1 - n - セチルピコリニウムブロマイド、1 -  
 フェニルピコリニウムクロライド、1 - フェニルピコリニウムブロマイド、1 - ベンジルピ  
 コリニウムクロライド、1 - ベンジルピコリニウムブロマイド等の4級アンモニウム塩、  
 (5) テトラメチルホスホニウムクロライド、テトラメチルホスホニウムブロマイド、テ  
 トラエチルホスホニウムクロライド、テトラエチルホスホニウムブロマイド、テトラ - n 30  
 - ブチルホスホニウムクロライド、テトラ - n - ブチルホスホニウムブロマイド、テトラ  
 - n - ブチルホスホニウムヨーダイド、テトラ - n - ヘキシルホスホニウムブロマイド、  
 テトラ - n - オクチルホスホニウムブロマイド、メチルトリフェニルホスホニウムプロマ  
 イド、メチルトリフェニルホスホニウムヨーダイド、エチルトリフェニルホスホニウムブ  
 ロマイド、エチルトリフェニルホスホニウムヨーダイド、n - ブチルトリフェニルホスホ  
 ニウムブロマイド、n - ブチルトリフェニルホスホニウムヨーダイド、n - ヘキシルトリ  
 フェニルホスホニウムブロマイド、n - オクチルトリフェニルホスホニウムブロマイド、  
 テトラフェニルホスホニウムブロマイド、テトラキスヒドロキシメチルホスホニウムクロ  
 ライド、テトラキスヒドロキシメチルホスホニウムブロマイド、テトラキスヒドロキシエ  
 チルホスホニウムクロライド、テトラキスヒドロキシブチルホスホニウムクロライド等の 40  
 ホスホニウム塩、  
 (6) トリメチルスルホニウムブロマイド、トリエチルスルホニウムブロマイド、トリ -  
 n - ブチルスルホニウムクロライド、トリ - n - ブチルスルホニウムブロマイド、トリ -  
 n - ブチルスルホニウムヨーダイド、トリ - n - ブチルスルホニウムテトラフルオロボー  
 レート、トリ - n - ヘキシルスルホニウムブロマイド、トリ - n - オクチルスルホニウム  
 ブロマイド、トリフェニルスルホニウムクロライド、トリフェニルスルホニウムプロマイ  
 ド、トリフェニルスルホニウムヨーダイド等のスルホニウム塩。  
 (7) ジフェニルヨードニウムクロライド、ジフェニルヨードニウムブロマイド、ジフェ  
 ニルヨードニウムヨーダイド等のヨードニウム塩、  
 (8) 塩酸、硫酸、硝酸、燐酸、炭酸等の鉱酸類およびこれらの半エステル類。 50

- (9) 3フッ化硼素、3フッ化硼素のエーテラート等に代表されるルイス酸類。
- (10) 有機酸類およびこれらの半エステル類、
- (11) ケイ酸、四フッ化ホウ酸、
- (12) クミルパーオキシネオデカノエート、ジイソプロピルパーオキシジカーボネート、ジアリルパーオキシジカーボネート、ジ-n-プロピルパーオキシジカーボネート、ジミリスチルパーオキシジカーボネート、クミルパーオキシネオヘキサノエート、tert-ヘキシルパーオキシネオデカノエート、tert-ブチルパーオキシネオデカノエート、tert-ヘキシルパーオキシネオヘキサノエート、tert-ブチルパーオキシネオヘキサノエート、2,4-ジクロロベンゾイルパーオキシサイド、ベンゾイルパーオキシサイド、ジクミルパーオキシサイド、ジ-tert-ブチルパーオキシサイド等のパーオキシサイド類；クメンヒドロパーオキシサイド、tert-ブチルヒドロパーオキシサイド等の過酸化物、
- (13) 2,2'-アゾビス(4-メトキシ-2,4-ジメチルバレロニトリル)、2,2'-アゾビス(2-シクロプロピルプロピオニトリル)、2,2'-アゾビス(2,4-ジメチルバレロニトリル)、2,2'-アゾビスイソブチロニトリル、2,2'-アゾビス(2-メチルブチロニトリル)、1,1'-アゾビス(シクロヘキサン-1-カルボニトリル)、1-[(1-シアノ-1-メチルエチル)アゾ]ホルムアミド、2-フェニルアゾ-4-メトキシ-2,4-ジメチル-バレロニトリル、2,2'-アゾビス(2-メチルプロパン)、2,2'-アゾビス(2,4,4-トリメチルペンタン)等のアゾ系化合物、
- (14) アセトアルデヒドとアンモニアの反応物、ホルムアルデヒドとパライルイジンの縮合物、アセトアルデヒドとパライルイジンの縮合物、ホルムアルデヒドとアニリンの反応物、アセトアルデヒドとアニリンの反応物、ブチルアルデヒドとアニリンの反応物、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドとアニリンの反応物、アセトアルデヒドとブチルアルデヒドとアニリンの反応物、ブチルアルデヒドとモノブチルアミンの縮合物、ブチルアルデヒドとブチリデンアニリンの反応物、ヘプトアルデヒドとアニリンの反応物、トリクロトニリデン-テトラミンの反応物、-エチル- -プロピルアクロレインとアニリンの縮合物、ホルムアルデヒドとアルキルイミダゾールの縮合物等のアルデヒドとアミン系化合物の縮合物、
- (15) ジフェニルグアニジン、フェニルトリルグアニジン、フェニルキシリルグアニジン、トリルキシリルグアニジン、ジオルトトリルグアニジン、オルトトリルグアニド、ジフェニルグアニジンフタレート、テトラメチルグアニジン、ジカテコールホウ酸のジオルトトリルグアニジン塩等のグアニジン類、
- (16) チオカルボアニリド、ジオルトトリルチオ尿素、エチレンチオ尿素、ジエチルチオ尿素、ジブチルチオ尿素、ジラウリルチオ尿素、トリメチルチオ尿素、ジメチルエチルチオ尿素、テトラメチルチオ尿素、等のチオ尿素類、
- (17) 2-メルカプトベンゾチアゾール、ジベンゾチアジルジスルフィド、2-メルカプトベンゾチアゾールのシクロヘキシルアミン塩、2-(2,4-ジニトロフェニルチオ)ベンゾチアゾール、2-(モルホリノジチオ)ベンゾチアゾール、2-(2,6-ジメチル-4-モルホリノチオ)ベンゾチアゾール、N,N-ジエチルチオカルバモイル-2-ベンゾチアゾリルスルフィド、1,3-ビス(2-ベンゾチアゾリルメルカプトメチル)尿素、ベンゾチアジルチオベンゾエート、2-メルカプトチアゾリン、2-メルカプトベンゾチアゾールのナトリウム塩、2-メルカプトベンゾチアゾールの亜鉛塩、ジベンゾチアジルジスルフィドと塩化亜鉛の錯塩等のチアゾール類、
- (18) N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアジルスルフェンアミド、N-tert-ブチル-2-ベンゾチアジルスルフェンアミド、N-tert-オクチル-2-ベンゾチアジルスルフェンアミド、N-オキシジエチレン-2-ベンゾチアジルスルフェンアミド、N,N-ジエチル-2-ベンゾチアジルスルフェンアミド、N,N-ジイソプロピル-2-ベンゾチアジルスルフェンアミド、N,N-ジシクロヘキシル-2-ベンゾチアジルスルフェンアミド等のスルフェンアミド類、
- (19) テトラメチルチウラムモノスルフィド、テトラエチルチウラムモノスルフィド、

10

20

30

40

50

テトラブチルチウラムモノスルフィド、ジペンタメチレンチウラムモノスルフィド、テトラメチルチウラムジスルフィド、テトラエチルチウラムジスルフィド、テトラブチルチウラムジスルフィド、N, N' - ジメチル - N, N' - ジフェニルチウラムジスルフィド、N, N' - ジエチル - N, N' - ジフェニルチウラムジスルフィド、ジペンタメチレンチウラムジスルフィド、ジペンタメチレンチウラムテトラスルフィド、環状チウラム等のチウラム類、

(20) ジメチルジチオカルバミン酸ナトリウム、ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム、ジブチルジチオカルバミン酸ナトリウム、ペンタメチレンジチオカルバミン酸ナトリウム、シクロヘキシルエチルジチオカルバミン酸ナトリウム、ジメチルジチオカルバミン酸カリウム、ジメチルジチオカルバミン酸鉛、ジメチルジチオカルバミン酸亜鉛、ジエチルジチオカルバミン酸亜鉛、ジブチルジチオカルバミン酸亜鉛、ジベンジルジチオカルバミン酸亜鉛、ペンタメチレンジチオカルバミン酸亜鉛、ジメチルペンタメチレンジチオカルバミン酸亜鉛、エチルフェニルジチオカルバミン酸亜鉛、ジメチルジチオカルバミン酸ビスマス、ジエチルジチオカルバミン酸カドミウム、ペンタメチレンジチオカルバミン酸カドミウム、ジメチルジチオカルバミン酸セレン、ジエチルジチオカルバミン酸セレン、ジメチルジチオカルバミン酸テルル、ジエチルジチオカルバミン酸テルル、ジメチルジチオカルバミン酸鉄、ジメチルジチオカルバミン酸銅、ジエチルジチオカルバミン酸ジエチルアンモニウム、ジブチルジチオカルバミン酸N, N - シクロヘキシルアンモニウム、ペンタメチレンジチオカルバミン酸ピペリジン、シクロヘキシルエチルジチオカルバミン酸シクロヘキシルエチルアンモニウムナトリウム、メチルペンタメチレンジチオカルバミン酸ピペコリン、ペンタメチレンジチオカルバミン酸亜鉛とピペリジンの錯化合物等のジチオカルバミン酸塩類、

(21) イソプロピルキサントゲン酸ナトリウム、イソプロピルキサントゲン酸亜鉛、ブチルキサントゲン酸亜鉛、ジブチルキサントゲン酸ジスルフィド等のキサントゲン酸塩類、

(22) モノ - および / またはジメチルリン酸、モノ - および / またはジエチルリン酸、モノ - および / またはジプロピルリン酸、モノ - および / またはジブチルリン酸、モノ - および / またはジヘキシルリン酸、モノ - および / またはジオクチルリン酸、モノ - および / またはジデシルリン酸、モノ - および / またはジドデシルリン酸、モノ - および / またはジフェニルリン酸、モノ - および / またはジベンジルリン酸、モノ - および / またはジデカノ - ルリン酸等の酸性リン酸エステル類。

#### 【0014】

以上、光学材料用組成物を重合硬化する際の重合触媒を例示したが、重合硬化を発現するものであれば、これら列記化合物に限定されるものではない。また、これらは単独でも2種類以上を混合して使用してもかまわない。重合触媒の添加量は、光学材料用組成物100重量部に対して、通常、0.0001 ~ 10.0重量部であり、好ましくは0.0005 ~ 5.0重量部である。

#### 【0015】

本発明では、得られる光学材料に十分に高い耐衝撃性を付与するために、分子内に1個以上のメルカプト基と、1個以上のエピチオエチル基および / またはエピチオエチレン結合を有する化合物からなる組成物に、イソシアネート基および / またはイソチオシアネート基を1個以上有する化合物を加えることもできる。イソシアネート基および / またはイソチオシアネート基を1個以上有する化合物の具体例としては、メチルイソシアネート、エチルイソシアネート、プロピルイソシアネート、i s o - プロピルイソシアネート、n - ブチルイソシアネート、s e c - ブチルイソシアネート、t e r t - ブチルイソシアネート、ペンチルイソシアネート、ヘキシルイソシアネート、オクチルイソシアネート、ドデシルイソシアネート、シクロヘキシルイソシアネート、フェニルイソシアネート、トルイルイソシアネート等のモノイソシアネート類、ジエチレンジイソシアネート、テトラメチレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、トリメチルヘキサメチレンジイソシアネート、シクロヘキサンジイソシアネート、1, 3 - ビス(イソシアナトメチル

10

20

30

40

50

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、イソホロンジイソシアネート、2,6-ビス(イソシアナトメチル)デカヒドロナフタレン、リジントリイソシアネート、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、o-トリレンジイソシアネート、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート、ジフェニルエーテルジイソシアネート、3-(2'-イソシアネートシクロヘキシル)プロピルイソシアネート、トリス(フェニルイソシアネート)チオホスフェート、イソプロピリデンビス(シクロヘキシルイソシアネート)、2,2'-ビス(4-イソシアネートフェニル)プロパン、トリフェニルメタントリイソシアネート、ビス(ジイソシアネートトリル)フェニルメタン、4,4',4''-トリイソシアネート-2,5-ジメトキシフェニルアミン、3,3'-ジメトキシベンジジン-4,4'-ジイソシアネート、1,3-フェニレンジイソシアネート、1,4-フェニレンジイソシアネート、4,4'-ジイソシアナトビフェニル、4,4'-ジイソシアナト-3,3'-ジメチルビフェニル、ジシクロヘキシルメタン-4,4'-ジイソシアナト、1,1'-メチレンビス(4-イソシアナトベンゼン)、1,1'-メチレンビス(3-メチル-4-イソシアナトベンゼン)、m-キシリレンジイソシアネート、p-キシリレンジイソシアネート、1,3-ビス(1-イソシアネート-1-メチルエチル)ベンゼン、1,4-ビス(1-イソシアネート-1-メチルエチル)ベンゼン、1,3-ビス(2-イソシアナト-2-プロピル)ベンゼン、2,6-ビス(イソシアナトメチル)ナフタレン、1,5-ナフタレンジイソシアネート、ビス(イソシアネートメチル)テトラヒドロジシクロペンタジエン、ビス(イソシアネートメチル)ジシクロペンタジエン、ビス(イソシアネートメチル)テトラヒドロチオフェン、2,5-ビス(イソシアネートメチル)メチルノルボルネン、ビス(イソシアネートメチル)アダマンタン、チオジエチルジイソシアネート、チオジプロピルジイソシアネート、チオジヘキシルジイソシアネート、ビス[(4-イソシアナトメチル)フェニル]スルフィド、2,5-ジイソシアナト-1,4-ジチアン、2,5-ジイソシアナトメチル-1,4-ジチアン、2,5-ジイソシアナトメチルチオフェン、ジチオジエチルジイソシアネート、ジチオジプロピルジイソシアネート、ダイマー酸ジイソシアネート、1,3,5-トリ(1-イソシアナトヘキシル)イソシアヌル酸等のポリイソシアネート類、これらのポリイソシアネート類のビュレット型反応による二量体、これらのポリイソシアネート類の環化三量体およびこれらのポリイソシアネート類とアルコールもしくはチオール付加物等のイソシアネート類、さらには、上記のイソシアネート基を1分子あたり1個以上有する化合物のイソシアネート基の全部または一部をイソチオシアネート基に変えたイソチオシアネート類、をあげることができる。

10

20

30

## 【0016】

イソシアネート基および/またはイソチオシアネート基を1個以上有する化合物と硬化重合する際には、重合促進剤として、有機スズ化合物に代表される公知のウレタン化触媒を使用してもかまわない。

## 【0017】

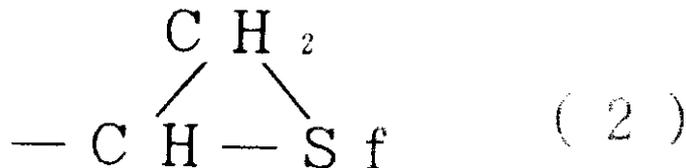
分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物とイソシアネート基および/またはイソチオシアネート基を1個以上有する化合物を含む組成物を使用する場合、前述の重合促進剤存在下または非存在下、-100~160で、0.1~480時間かけて予備的に重合せしめた後、光学材料用組成物を調製して注型を行う事も可能である。

40

## 【0018】

また、使用する分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物に加え、この結合と良好に反応しうる下記(2)式で表されるエピ(ジ)チオエチル基を有する化合物(メルカプト基は有さない)を加えた組成物とすることもできる。

## 【化3】



(式中、Sは硫黄原子を表し、fは1または2を表す。)

【0019】

これらの化合物の具体例としては、1, 1 - ビス(エピチオエチル)メタン、1 - (エピチオエチル) - 1 - ( - エピチオプロピル)メタン、1, 1 - ビス( - エピチオプロピル)メタン、1 - (エピチオエチル) - 1 - ( - エピチオプロピル)エタン、1, 2 - ビス( - エピチオプロピル)エタン、1 - (エピチオエチル) - 3 - ( - エピチオプロピル)ブタン、1, 3 - ビス( - エピチオプロピル)プロパン、1 - (エピチオエチル) - 4 - ( - エピチオプロピル)ペンタン、1, 4 - ビス( - エピチオプロピル)ブタン、1 - (エピチオエチル) - 5 - ( - エピチオプロピル)ヘキサン、1 - (エピチオエチル) - 2 - ( - エピチオブチルチオ)エタン、1 - (エピチオエチル) - 2 - (2 - ( - エピチオブチルチオ)エチルチオ)エタン、テトラキス( - エピチオプロピル)メタン、1, 1, 1 - トリス( - エピチオプロピル)プロパン、1, 3 - ビス( - エピチオプロピル) - 1 - ( - エピチオプロピル) - 2 - チアプロパン、1, 5 - ビス( - エピチオプロピル) - 2, 4 - ビス( - エピチオプロピル) - 3 - チアペンタン、(1, 3または1, 4) - ビス(エピチオエチル)シクロヘキサン、(1, 3または1, 4) - ビス( - エピチオプロピル)シクロヘキサン、ビス[4 - (エピチオエチル)シクロヘキシル]メタン、ビス[4 - ( - エピチオプロピル)シクロヘキシル]メタン、2, 2 - ビス[4 - (エピチオエチル)シクロヘキシル]プロパン、2, 2 - ビス[4 - ( - エピチオプロピル)シクロヘキシル]プロパン、ビス[4 - ( - エピチオプロピル)シクロヘキシル]スルフィド、ビス[4 - (エピチオエチル)シクロヘキシル]スルフィド、2, 5 - ビス(エピチオエチル) - 1, 4 - ジチアン、2, 5 - ビス( - エピチオプロピル) - 1, 4 - ジチアン、4 - エピチオエチル - 1, 2 - シクロヘキセンスルフィド、4 - エポキシ - 1, 2 - シクロヘキセンスルフィド、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビス(1, 2 - エピチオエチル) - 1, 4 - ジセレナン、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビス(2, 3 - エピチオプロピル) - 1, 4 - ジセレナン、(2, 4または2, 5または2, 6) - ビス(1, 2 - エピチオエチル) - 1, 3 - ジセレナン、(2, 4または2, 5または2, 6) - ビス(2, 4 - エピチオプロピル) - 1, 3 - ジセレナン、(2, 3または2, 5または2, 6または3, 5) - ビス(1, 2 - エピチオエチル) - 1 - チア - 4 - セレナン、(2, 3または2, 5または2, 6または3, 5) - ビス(2, 3 - エピチオプロピル) - 1 - チア - 4 - セレナン、(2, 4または4, 5) - ビス(1, 2 - エピチオエチル) - 1, 3 - ジセレノラン、(2, 4または4, 5) - ビス(2, 4 - エピチオプロピル) - 1, 3 - ジセレノラン、(2, 4または2, 5または4, 5) - ビス(1, 2 - エピチオエチル) - 1 - チア - 3 - セレノラン、(2, 4または2, 5または4, 5) - ビス(2, 4 - エピチオプロピル) - 1 - チア - 3 - セレノラン、(2, 3または2, 4または2, 5または3, 4) - ビス(1, 2 - エピチオエチル)セレノファン、(2, 3または2, 4または2, 5または3, 4) - ビス(2, 3 - エピチオプロピル)セレノファン、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビス(1, 2 - エピチオエチル) - 1, 4 - ジテルラン、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビス(2, 3 - エピチオプロピル) - 1, 4 - ジテルラン、(2, 4または2, 5または2, 6) - ビス(1, 2 - エピチオエチル) - 1, 3 - ジテルラン、(2, 4または2, 5または2, 6) - ビス(2, 4 - エピチオプロピル) - 1, 3 - ジテルラン、(2, 3または2, 5または2, 6または3, 5) - ビス(1, 2 - エピチオエチル) - 1 - チア - 4 - テルラン、(2, 3または2, 5または2, 6または3, 5) - ビス

( 2 , 3 - エピチオプロピル ) - 1 - チア - 4 - テルラン、 ( 2 , 4 または 4 , 5 ) - ビス ( 1 , 2 - エピチオエチル ) - 1、 3 - ジテルロラン、 ( 2 , 4 または 4 , 5 ) - ビス ( 2 , 4 - エピチオプロピル ) - 1、 3 - ジテルロラン、 ( 2 , 4 または 2 , 5 または 4 , 5 ) - ビス ( 1 , 2 - エピチオエチル ) - 1 - チア - 3 - テルロラン、 ( 2 , 4 または 2 , 5 または 4 , 5 ) - ビス ( 2 , 4 - エピチオプロピル ) - 1 - チア - 3 - テルロラン、 ( 2 , 3 または 2 , 4 または 2 , 5 または 3 , 4 ) - ビス ( 1 , 2 - エピチオエチル ) テルロファン、 ( 2 , 3 または 2 , 4 または 2 , 5 または 3 , 4 ) - ビス ( 2 , 3 - エピチオプロピル ) テレノファン、 ( 1 , 3 または 1 , 4 ) - ビス ( エピチオエチル ) ベンゼン、 ( 1 , 3 または 1 , 4 ) - ビス ( - エピチオプロピル ) ベンゼン、 ビス [ 4 - ( エピチオエチル ) フェニル ] メタン、 ビス [ 4 - ( - エピチオプロピル ) フェニル ] メタン、 2 , 2 - ビス [ 4 - ( エピチオエチル ) フェニル ] プロパン、 2 , 2 - ビス [ 4 - ( - エピチオプロピル ) フェニル ] プロパン、 ビス [ 4 - ( エピチオエチル ) フェニル ] スルフィド、 ビス [ 4 - ( - エピチオプロピル ) フェニル ] スルフィド、 ビス [ 4 - ( エピチオエチル ) フェニル ] スルフォン、 ビス [ 4 - ( - エピチオプロピル ) フェニル ] スルフォン、 4 , 4 ' - ビス ( エピチオエチル ) ビフェニル、 4 , 4 ' - ビス ( - エピチオプロピル ) ビフェニル等の鎖状脂肪族骨格を有するエピスルフィド類、メチルチオグリシジルエーテル、エチルチオグリシジルエーテル、プロピルチオグリシジルエーテル、ブチルチオグリシジルエーテル等のチオグリシジルエーテル類、ビス ( - エピチオプロピル ) エーテル、ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) メタン、 1 , 2 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) エタン、 1 , 3 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) プロパン、 1 , 2 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) プロパン、 1 - ( - エピチオプロピルオキシ ) - 2 - ( - エピチオプロピルオキシメチル ) プロパン、 1 , 4 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) ブタン、 1 , 3 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) ブタン、 1 - ( - エピチオプロピルオキシ ) - 3 - ( - エピチオプロピルオキシメチル ) ブタン、 1 , 5 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) ペンタン、 1 - ( - エピチオプロピルオキシ ) - 4 - ( - エピチオプロピルオキシメチル ) ペンタン、 1 , 6 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) ヘキサン、 1 - ( - エピチオプロピルオキシ ) - 5 - ( - エピチオプロピルオキシメチル ) ヘキサン、 1 - ( - エピチオプロピルオキシ ) - 2 - [ ( 2 - - エピチオプロピルオキシエチル ) オキシ ] エタン、 1 - ( - エピチオプロピルオキシ ) - 2 - [ [ 2 - ( 2 - - エピチオプロピルオキシエチル ) オキシエチル ] オキシ ] エタン、 ビス ( 5 , 6 - エピチオ - 3 - オキサヘキシル ) セレニド、 ビス ( 5 , 6 - エピチオ - 3 - オキサヘキシル ) テルリド、 テトラキス ( - エピチオプロピルオキシメチル ) メタン、 1 , 1 , 1 - トリス ( - エピチオプロピルオキシメチル ) プロパン、 1 , 5 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 2 - ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 3 - チアペンタン、 1 , 5 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 2 , 4 - ビス ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 3 - チアペンタン、 1 - ( - エピチオプロピルオキシ ) - 2 , 2 - ビス ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 4 - チアヘキサン、 1 , 5 , 6 - トリス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 4 - ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 3 - チアヘキサン、 1 , 8 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 4 - ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 3 , 6 - ジチアオクタン、 1 , 8 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 4 , 5 - ビス ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 3 , 6 - ジチアオクタン、 1 , 8 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 4 , 4 - ビス ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 3 , 6 - ジチアオクタン、 1 , 8 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 2 , 4 , 5 - トリス ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 3 , 6 - ジチアオクタン、 1 , 8 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 2 , 5 - ビス ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 3 , 6 - ジチアオクタン、 1 , 9 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 5 - ( - エピチオプロピルオキシメチル ) - 5 - [ ( 2 - - エピチオプロピルオキシエチル ) オキシメチル ] - 3 , 7 - ジチアノナン、 1 , 10 - ビス ( - エピチオプロピルオキシ ) - 5 , 6 - ビス [ ( 2 - - エピチオプロピルオキシエチル ) オキシ ] - 3 , 6 , 9 - トリチアデカン、 1 , 11 - ビス ( - エピチオプロピル

10

20

30

40

50

ルオキシ) - 4, 8 - ビス( - エピチオプロピルオキシメチル) - 3, 6, 9 - トリチ  
 アウンデカン、1, 11 - ビス( - エピチオプロピルオキシ) - 5, 7 - ビス( - エ  
 ピチオプロピルオキシメチル) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、1, 11 - ビス( -  
 エピチオプロピルオキシ) - 5, 7 - [(2 - - エピチオプロピルオキシエチル) オ  
 キシメチル] - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、1, 11 - ビス( - エピチオプロピ  
 ルオキシ) - 4, 7 - ビス( - エピチオプロピルオキシメチル) - 3, 6, 9 - トリチ  
 アウンデカン、(1, 3 または 1, 4) - ビス( - エピチオプロピルオキシ) シクロヘ  
 キサン、(1, 3 または 1, 4) - ビス( - エピチオプロピルオキシメチル) シクロヘ  
 キサン、ビス[4 - ( - エピチオプロピルオキシ) シクロヘキシル]メタン、2, 2  
 - ビス[4 - ( - エピチオプロピルオキシ) シクロヘキシル]プロパン、ビス[4 - ( 10  
 - エピチオプロピルオキシ) シクロヘキシル]スルフィド、2, 5 - ビス( - エピチ  
 オプロピルオキシメチル) - 1, 4 - ジチアン、2, 5 - ビス( - エピチオプロピルオ  
 キシエチルオキシメチル) - 1, 4 - ジチアン、(2, 4 または 4, 5) - ビス(3, 4  
 - エピチオ - 1 - オキサブチル) - 1, 3 - ジセレノラン、(2, 4 または 4, 5) - ビ  
 ス(4, 5 - エピチオ - 2 - オキサペンチル) - 1, 3 - ジセレノラン、(2, 4 または  
 2, 5 または 4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル) - 1 - チア - 3 -  
 セレノラン、(2, 4 または 2, 5 または 4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - オキ  
 サペンチル) - 1 - チア - 3 - セレノラン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル  
 )トリシクロセレナオクタン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル)ジシクロセ  
 レナノナン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 3, 4) - ビス(3, 4 - エピチ 20  
 オ - 1 - オキサブチル)セレノファン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 3, 4  
 ) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - オキサペンチル)セレノファン、(2, 3 または 2,  
 5 または 2, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル) - 1, 4 - ジセレナン  
 、(2, 3 または 2, 5 または 2, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - オキサペンチル  
 ) - 1, 4 - ジセレナン、(2, 4 または 2, 5 または 2, 6) - ビス(3, 4 - エピチ  
 オ - 1 - オキサブチル) - 1, 3 - ジセレナン、(2, 4 または 2, 5 または 2, 6) -  
 ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - オキサペンチル) - 1, 3 - ジセレナン、(2, 3 または  
 2, 5 または 2, 6 または 3, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル) - 1  
 - チア - 4 - セレナン、(2, 3 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 5) - ビス(4,  
 5 - エピチオ - 2 - オキサペンチル) - 1 - チア - 4 - セレナン、(2, 4 または 4, 5 30  
 ) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル) - 1, 3 - ジテルロラン、(2, 4 ま  
 たは 4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - オキサペンチル) - 1, 3 - ジテルロラン  
 、(2, 4 または 2, 5 または 4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル)  
 - 1 - チア - 3 - テルロラン、(2, 4 または 2, 5 または 4, 5) - ビス(4, 5 - エ  
 ピチオ - 2 - オキサペンチル) - 1 - チア - 3 - テルロラン、ビス(3, 4 - エピチオ -  
 1 - オキサブチル)トリシクロテルラオクタン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブ  
 チル)ジシクロテルラノナン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 3, 4) - ビス  
 (3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル)テルロファン、(2, 3 または 2, 4 または 2,  
 5 または 3, 4) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - オキサペンチル)テルロファン、( 40  
 2, 3 または 2, 5 または 2, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル) - 1  
 , 4 - ジテルラン、(2, 3 または 2, 5 または 2, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2  
 - オキサペンチル) - 1, 4 - ジテルラン、(2, 4 または 2, 5 または 2, 6) - ビス  
 (3, 4 - エピチオ - 1 - オキサブチル) - 1, 3 - ジテルラン、(2, 4 または 2, 5  
 または 2, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - オキサペンチル) - 1, 3 - ジテルラン  
 、(2, 3 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - オ  
 キサブチル) - 1 - チア - 4 - テルラン、(2, 3 または 2, 5 または 2, 6 または 3,  
 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - オキサペンチル) - 1 - チア - 4 - テルラン、(1  
 , 3 または 1, 4) - ビス( - エピチオプロピルオキシ)ベンゼン、(1, 3 または 1  
 , 4) - ビス( - エピチオプロピルオキシメチル)ベンゼン、ビス[4 - ( - エピチ  
 オプロピル)フェニル]メタン、2, 2 - ビス[4 - ( - エピチオプロピルチオ)フェ 50

ニル)プロパン、ビス〔4-( -エピチオプロピルチオ)フェニル〕スルフィド、ビス〔4-( -エピチオプロピルチオ)フェニル〕スルフォン、4,4'-ビス( -エピチオプロピルチオ)ピフェニル等のエピチオアルキルオキシ基を1個以上有するエピスルフィド類、

ビス(エピチオエチル)スルフィド、ビス(エピチオエチル)ジスルフィド、ビス( -エピチオプロピル)スルフィド、ビス( -エピチオプロピル)ジスルフィド、ビス( -エピチオプロピル)トリスルフィド、ビス( -エピチオプロピルチオ)メタン、1,2-ビス( -エピチオプロピルチオ)エタン、1,3-ビス( -エピチオプロピルチオ)プロパン、1,2-ビス( -エピチオプロピルチオ)プロパン、1-( -エピチオプロピルチオ)-2-( -エピチオプロピルチオメチル)プロパン、1,4-ビス( -エピチオプロピルチオ)ブタン、1,3-ビス( -エピチオプロピルチオ)ブタン、1-( -エピチオプロピルチオ)-3-( -エピチオプロピルチオメチル)ブタン、1,5-ビス( -エピチオプロピルチオ)ペンタン、1-( -エピチオプロピルチオ)-4-( -エピチオプロピルチオメチル)ペンタン、1,6-ビス( -エピチオプロピルチオ)ヘキサン、1-( -エピチオプロピルチオ)-5-( -エピチオプロピルチオメチル)ヘキサン、1-( -エピチオプロピルチオ)-2-[(2- -エピチオプロピルチオエチル)チオ]エタン、1-( -エピチオプロピルチオ)-2-[[(2-(2- -エピチオプロピルチオエチル)チオエチル)チオ]エタン、テトラキス( -エピチオプロピルチオメチル)メタン、1,1,1-トリス( -エピチオプロピルチオメチル)プロパン、1,5-ビス( -エピチオプロピルチオ)-2-( -エピチオプロピルチオメチル)-3-チアペンタン、1,5-ビス( -エピチオプロピルチオ)-2,4-ビス( -エピチオプロピルチオメチル)-3-チアペンタン、1-( -エピチオプロピルチオ)-2,2-ビス( -エピチオプロピルチオメチル)-4-チアヘキサン、1,5,6-トリス( -エピチオプロピルチオ)-4-( -エピチオプロピルチオメチル)-3-チアヘキサン、1,8-ビス( -エピチオプロピルチオ)-4-( -エピチオプロピルチオメチル)-3,6-ジチアオクタン、1,8-ビス( -エピチオプロピルチオ)-4,5-ビス( -エピチオプロピルチオメチル)-3,6-ジチアオクタン、1,8-ビス( -エピチオプロピルチオ)-4,4-ビス( -エピチオプロピルチオメチル)-3,6-ジチアオクタン、1,8-ビス( -エピチオプロピルチオ)-2,4,5-トリス( -エピチオプロピルチオメチル)-3,6-ジチアオクタン、1,8-ビス( -エピチオプロピルチオ)-2,5-ビス( -エピチオプロピルチオメチル)-3,6-ジチアオクタン、1,9-ビス( -エピチオプロピルチオ)-5-( -エピチオプロピルチオメチル)-5-[(2- -エピチオプロピルチオエチル)チオメチル]-3,7-ジチアノナン、1,10-ビス( -エピチオプロピルチオ)-5,6-ビス[(2- -エピチオプロピルチオエチル)チオ]-3,6,9-トリチアデカン、1,11-ビス( -エピチオプロピルチオ)-4,8-ビス( -エピチオプロピルチオメチル)-3,6,9-トリチアウンデカン、1,11-ビス( -エピチオプロピルチオ)-5,7-ビス( -エピチオプロピルチオメチル)-3,6,9-トリチアウンデカン、1,11-ビス( -エピチオプロピルチオ)-5,7-[(2- -エピチオプロピルチオエチル)チオメチル]-3,6,9-トリチアウンデカン、1,11-ビス( -エピチオプロピルチオ)-4,7-ビス( -エピチオプロピルチオメチル)-3,6,9-トリチアウンデカン、テトラ〔2-( -エピチオプロピルチオ)アセチルメチル〕メタン、1,1,1-トリ〔2-( -エピチオプロピルチオ)アセチルメチル〕プロパン、テトラ〔2-( -エピチオプロピルチオメチル)アセチルメチル〕プロパン、ビス(5,6-エピチオ-3-チアヘキシル)セレニド、2,3-ビス(6,7-チオエポキシ-1-セレナ-4-チアヘプチル)-1-(3,4-チオエポキシ-1-チアブチル)プロパン、1,1,3,3-テトラキス(4,5-チオエポキシ-2-チアペンチル)-2-セレナプロパン、ビス(4,5-チオエピキシ-2-チアペンチル)-3,6,9-トリセレナウンデカン-1,11-ビス(3,4-チオエポキ

10

20

30

40

50

シ - 1 - チアブチル)、 1, 4 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル ) - 2, 3 - ビス ( 6, 7 - チオエポキシ - 1 - セレナ - 4 - チアヘブチル ) ブタン、 トリス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - チアペンチル ) - 3 - セレナ - 6 - チアオクタン - 1, 8 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル )、 ビス ( 5, 6 - エピチオ - 3 - チアヘキシル ) テルレド、 2, 3 - ビス ( 6, 7 - チオエポキシ - 1 - テルラ - 4 - チアヘブチル ) - 1 - ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル ) プロパン、 1, 1, 3, 3, - テトラキス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - チアペンチル ) - 2 - テルラプロパン、 ビス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - チアペンチル ) - 3, 6, 9 - トリテレラウンデカン - 1, 11 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル )、 1, 4 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル ) - 2, 3 - ビス ( 6, 7 - チオエポキシ - 1 - テルラ - 4 - チアヘブチル ) ブタン、 トリス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - チアペンチル ) - 3 - テルラ - 6 - チアオクタン - 1, 8 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル )、 ( 1, 3 または 1, 4 ) - ビス ( - エピチオプロピルチオ ) シクロヘキサン、 ( 1, 3 または 1, 4 ) - ビス ( - エピチオプロピルチオメチル ) シクロヘキサン、 ビス [ 4 - ( - エピチオプロピルチオ ) シクロヘキシル ] プロパン、 ビス [ 4 - ( - エピチオプロピルチオ ) シクロヘキシル ] スルフィド、 2, 5 - ビス ( - エピチオプロピルチオメチル ) - 1, 4 - ジチアン、 2, 5 - ビス ( - エピチオプロピルチオエチルチオメチル ) - 1, 4 - ジチアン、 ( 2, 3 または 2, 5 または 2, 6 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) - 1, 4 - ジセレナン、 ( 2, 3 または 2, 5 または 2, 6 ) - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル ) - 1, 4 - ジセレナン、 ( 2, 4 または 2, 5 または 5, 6 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) - 1, 3 - ジセレナン、 ( 2, 4 または 2, 5 または 5, 6 ) - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル ) - 1, 3 - ジセレナン、 ( 2, 3 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 5 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) - 1 - チア - 4 - セレナン、 ( 2, 3 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 5 ) - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル ) - 1 - チア - 4 - セレナン、 ( 2, 4 または 4, 5 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) - 1, 3 - ジセレノラン、 ( 2, 4 または 4, 5 ) - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル ) - 1, 3 - ジセレノラン、 ( 2, 4 または 2, 5 または 4, 5 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) - 1 - チア - 3 - セレノラン、 ( 2, 4 または 2, 5 または 4, 5 ) - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル ) - 1 - チア - 3 - セレノラン、 2, 6 - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル - 1, 3, 5 - トリセレナン、 ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) トリシクロセレナオクタン、 ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) ジシクロセレナノナン、 ( 2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 3, 4 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) セレノファン、 ( 2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 3, 4 ) - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル ) セレノファン、 2 - ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - チアペンチル ) - 5 - ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル ) - 1 - セレナシクロヘキサン、 ( 2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 4 または 3, 5 または 4, 5 ) - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル ) - 1 - セレナシクロヘキサン、 ( 2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 4 または 3, 5 または 4, 5 ) - ビス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - チアペンチル ) - 1 - セレナシクロヘキサン、 ( 2, 3 または 2, 5 または 2, 6 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) - 1, 4 - ジテルラン、 ( 2, 3 または 2, 5 または 2, 6 ) - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル ) - 1, 4 - ジテルラン、 ( 2, 4 または 2, 5 または 5, 6 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) - 1, 3 - ジテルラン、 ( 2, 4 または 2, 5 または 5, 6 ) - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル ) - 1, 3 - ジテルラン、 ( 2, 3 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 5 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) - 1 - チア - 4 - テルラン、 ( 2, 3 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 5 ) - ビス ( 4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル ) - 1 - チア - 4 - テルラン、 ( 2, 4 または 4, 5 ) - ビス ( 3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル ) - 1, 3 -

10

20

30

40

50

ジテルロラン、(2, 4または4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル) - 1, 3 - ジテルロラン、(2, 4または2, 5または4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル) - 1 - チア - 3 - テルロラン、(2, 4または2, 5または4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル) - 1 - チア - 3 - テルロラン、2, 6 - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル - 1, 3, 5 - トリテルラン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチルトリシクロテルラオクタン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル)ジシクロテルラノナン、(2, 3または2, 4または2, 5または3, 4) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - チアブチル)テルロファン、(2, 3または2, 4または2, 5または3, 4) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - チアペンチル)テルロファン、2 - (4, 5 - チオエポキシ - 2 - チアペンチル) - 5 - (3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル) - 1 - テルラシクロヘキサン、(2, 3または2, 4または2, 5または2, 6または3, 4または3, 5または4, 5) - ビス(3, 4 - チオエポキシ - 1 - チアブチル) - 1 - テルラシクロヘキサン、(2, 3または2, 4または2, 5または2, 6または3, 4または3, 5または4, 5) - ビス(4, 5 - チオエポキシ - 2 - チアペンチル) - 1 - テルラシクロヘキサン等、(1, 3または1, 4) - ビス( - エピチオプロピルチオ)ベンゼン、(1, 3または1, 4) - ビス( - エピチオプロピルチオメチル)ベンゼン、ビス[4 - ( - エピチオプロピルチオ)フェニル]メタン、2, 2 - ビス[4 - ( - エピチオプロピルチオ)フェニル]プロパン、ビス[4 - ( - エピチオプロピルチオ)フェニル]スルフィド、ビス[4 - ( - エピチオプロピルチオ)フェニル]スルホン、4, 4' - ビス( - エピチオプロピルチオ)ピフェニル等のエピチオアルキルチオ基を1個以上有するエピスルフィド類、

ビス( - エピチオプロピル)セレニド、ビス( - エピチオプロピル)ジセレニド、ビス( - エピチオプロピル)トリセレニド、ビス( - エピチオプロピルセレノ)メタン、1, 2 - ビス( - エピチオプロピルセレノ)エタン、1, 3 - ビス( - エピチオプロピルセレノ)プロパン、1, 2 - ビス( - エピチオプロピルセレノ)プロパン、1 - ( - エピチオプロピルセレノ) - 2 - ( - エピチオプロピルセレノメチル)プロパン、1, 4 - ビス( - エピチオプロピルセレノ)ブタン、1, 3 - ビス( - エピチオプロピルセレノ)ブタン、1 - ( - エピチオプロピルセレノ) - 3 - ( - エピチオプロピルセレノメチル)ブタン、1, 5 - ビス( - エピチオプロピルセレノ)ペンタン、1 - ( - エピチオプロピルセレノ) - 4 - ( - エピチオプロピルセレノメチル)ペンタン、1, 6 - ビス( - エピチオプロピルセレノ)ヘキサン、1 - ( - エピチオプロピルセレノ) - 5 - ( - エピチオプロピルセレノメチル)ヘキサン、1 - ( - エピチオプロピルセレノ) - 2 - [(2 - ( - エピチオプロピルセレノエチル)チオ)エタン、1 - ( - エピチオプロピルセレノ) - 2 - [(2 - (2 - ( - エピチオプロピルセレノエチル)セレノエチル)チオ)エタン、テトラキス( - エピチオプロピルセレノメチル)メタン、1, 1, 1 - トリス( - エピチオプロピルセレノメチル)プロパン、1, 5 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) - 2 - ( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3 - チアペンタン、1, 5 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) - 2, 4 - ビス( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3 - チアペンタン、1 - ( - エピチオプロピルセレノ) - 2, 2 - ビス( - エピチオプロピルセレノメチル) - 4 - チアヘキサン、1, 5, 6 - トリス( - エピチオプロピルセレノ) - 4 - ( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3 - チアヘキサン、1, 8 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) - 4 - ( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 8 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) - 4, 5 - ビス( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 8 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) - 4, 4 - ビス( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 8 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) - 2, 4, 5 - トリス( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 8 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) - 2, 5 - ビス( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 9 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) - 5 - ( - エピチオプロピルセレノメチル) - 5 - [(2 - ( - エピチオ

10

20

30

40

50

ロピルセレノエチル)セレノメチル} - 3, 7 - ジチアノナン、1, 10 - ビス( - エ  
 ピチオプロピルセレノ) - 5, 6 - ビス[(2 - - エピチオプロピルセレノエチル)チ  
 オ] - 3, 6, 9 - トリチアデカン、1, 11 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) -  
 4, 8 - ビス( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン  
 、1, 11 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) - 5, 7 - ビス( - エピチオプロピ  
 ルセレノメチル) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、1, 11 - ビス( - エピチオプ  
 ロピルセレノ) - 5, 7 - [(2 - - エピチオプロピルセレノエチル)セレノメチル]  
 - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、1, 11 - ビス( - エピチオプロピルセレノ) -  
 4, 7 - ビス( - エピチオプロピルセレノメチル) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン  
 、テトラ[2 - ( - エピチオプロピルセレノ)アセチルメチル]メタン、1, 1, 1 - 10  
 トリ[2 - ( - エピチオプロピルセレノ)アセチルメチル]プロパン、テトラ[2 - ( -  
 エピチオプロピルセレノメチル)アセチルメチル]メタン、1, 1, 1 - トリ[2 -  
 ( - エピチオプロピルセレノメチル)アセチルメチル]プロパン、ビス(5, 6 - エピ  
 チオ - 3 - セレノヘキシル)セレニド、2, 3 - ビス(6, 7 - チオエボキシ - 1 - セレ  
 ナ - 4 - セレノヘプチル) - 1 - (3, 4 - チオエボキシ - 1 - セレノブチル)プロパン  
 、1, 1, 3, 3, - テトラキス(4, 5 - チオエボキシ - 2 - セレノペンチル) - 2 -  
 セレナプロパン、ビス(4, 5 - チオエボキシ - 2 - セレノペンチル) - 3, 6, 9 - ト  
 リセレナウンデカン - 1, 11 - ビス(3, 4 - チオエボキシ - 1 - セレノブチル)、1  
 , 4 - ビス(3, 4 - チオエボキシ - 1 - セレノブチル) - 2, 3 - ビス(6, 7 - チオ  
 エボキシ - 1 - セレナ - 4 - セレノヘプチル)ブタン、トリス(4, 5 - チオエボキシ - 20  
 2 - セレノペンチル) - 3 - セレナ - 6 - チアオクタン - 1, 8 - ビス(3, 4 - チオエ  
 ボキシ - 1 - セレノブチル)、ビス(5, 6 - エピチオ - 3 - セレノヘキシル)テルレド  
 、2, 3 - ビス(6, 7 - チオエボキシ - 1 - テルラ - 4 - セレノヘプチル) - 1 - (3  
 , 4 - チオエボキシ - 1 - セレノブチル)プロパン、1, 1, 3, 3, - テトラキス(4  
 , 5 - チオエボキシ - 2 - セレノペンチル) - 2 - テルラプロパン、ビス(4, 5 - チオ  
 エボキシ - 2 - セレノペンチル) - 3, 6, 9 - トリテラウンデカン - 1, 11 - ビス  
 (3, 4 - チオエボキシ - 1 - セレノブチル)、1, 4 - ビス(3, 4 - チオエボキシ -  
 1 - セレノブチル) - 2, 3 - ビス(6, 7 - チオエボキシ - 1 - テルラ - 4 - セレノヘ  
 プチル)ブタン、トリス(4, 5 - チオエボキシ - 2 - セレノペンチル) - 3 - テルラ -  
 6 - チアオクタン - 1, 8 - ビス(3, 4 - チオエボキシ - 1 - セレノブチル)、(1,  
 3または1, 4) - ビス( - エピチオプロピルセレノ)シクロヘキサン、(1, 3また  
 は1, 4) - ビス( - エピチオプロピルセレノメチル)シクロヘキサン、ビス[4 - ( -  
 エピチオプロピルセレノ)シクロヘキシル]メタン、2, 2 - ビス[4 - ( - エ  
 ピチオプロピルセレノ)シクロヘキシル]プロパン、ビス[4 - ( - エピチオプロピ  
 ルセレノ)シクロヘキシル]スルフィド、2, 5 - ビス( - エピチオプロピルセレノメチ  
 ル) - 1, 4 - ジチアン、2, 5 - ビス( - エピチオプロピルセレノエチルチオメチル)  
 ) - 1, 4 - ジチアン、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ  
 - 1 - セレノブチル) - 1, 4 - ジセレナン、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビ  
 ス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル) - 1, 4 - ジセレナン、(2, 4または2  
 , 5または5, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル) - 1, 3 - ジセレナ  
 ン、(2, 4または2, 5または5, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチ  
 ル) - 1, 3 - ジセレナン、(2, 3または2, 5または2, 6または3, 5) - ビス(3  
 , 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル) - 1 - チア - 4 - セレナン、(2, 3または2,  
 5または2, 6または3, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル) - 1 -  
 チア - 4 - セレナン、(2, 4または4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブ  
 チル) - 1, 3 - ジセレノラン、(2, 4または4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2  
 - セレノペンチル) - 1, 3 - ジセレノラン、(2, 4または2, 5または4, 5) - ビ  
 ス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル) - 1 - チア - 3 - セレノラン、(2, 4また  
 は2, 5または4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル) - 1 - チア -  
 3 - セレノラン、2, 6 - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル - 1, 3, 5 - 50

トリセレナン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル)トリシクロセレナオクタン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル)ジシクロセレナノナン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 3, 4) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル)セレノファン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 3, 4) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル)セレノファン、2 - (4, 5 - チオエポキシ - 2 - セレノペンチル) - 5 - (3, 4 - チオエポキシ - 1 - セレノブチル) - 1 - セレナシクロヘキサン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 4 または 3, 5 または 4, 5) - ビス(3, 4 - チオエポキシ - 1 - セレノブチル) - 1 - セレナシクロヘキサン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 4 または 3, 5 または 4, 5) - ビス(4, 5 - チオエポキシ - 2 - セレノペンチル) - 1 - セレナシクロヘキサン、(2, 3 または 2, 5 または 2, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル) - 1, 4 - ジテルラン、(2, 3 または 2, 5 または 2, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル) - 1, 4 - ジテルラン、(2, 4 または 2, 5 または 5, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル) - 1, 3 - ジテルラン、(2, 4 または 2, 5 または 5, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル) - 1, 3 - ジテルラン、(2, 3 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル) - 1 - チア - 4 - テルラン、(2, 3 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル) - 1 - チア - 4 - テルラン、(2, 4 または 4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル) - 1, 3 - ジテルラン、(2, 4 または 4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル) - 1, 3 - ジテルラン、(2, 4 または 2, 5 または 4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル) - 1 - チア - 3 - テルラン、(2, 4 または 2, 5 または 4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル) - 1 - チア - 3 - テルラン、2, 6 - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル - 1, 3, 5 - トリテルラン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル)トリシクロテルラオクタン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル)ジシクロテルラノナン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 3, 4) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - セレノブチル)テルロファン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 3, 4) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - セレノペンチル)テルロファン、2 - (4, 5 - チオエポキシ - 2 - セレノペンチル) - 5 - (3, 4 - チオエポキシ - 1 - セレノブチル) - 1 - テルラシクロヘキサン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 4 または 3, 5 または 4, 5) - ビス(3, 4 - チオエポキシ - 1 - セレノブチル) - 1 - テルラシクロヘキサン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 4 または 3, 5 または 4, 5) - ビス(4, 5 - チオエポキシ - 2 - セレノペンチル) - 1 - テルラシクロヘキサン、(1, 3 または 1, 4) - ビス(- エピチオプロピルセレノ)ベンゼン、(1, 3 または 1, 4) - ビス(- エピチオプロピルセレノメチル)ベンゼン、ビス[4 - (- エピチオプロピルセレノ)フェニル]メタン、2, 2 - ビス[4 - (- エピチオプロピルセレノ)フェニル]プロパン、ビス[4 - (- エピチオプロピルセレノ)フェニル]スルフィド、ビス[4 - (- エピチオプロピルセレノ)フェニル]スルホン、4, 4' - ビス(- エピチオプロピルセレノ)ピフェニル等のエピチオアルキルセレノ基を1個以上有するエピスルフィド類、

ビス(- エピチオプロピル)テルレド、ビス(- エピチオプロピル)ジテルレド、ビス(- エピチオプロピル)トリテルレド、ビス(- エピチオプロピルテルロ)メタン、1, 2 - ビス(- エピチオプロピルテルロ)エタン、1, 3 - ビス(- エピチオプロピルテルロ)プロパン、1, 2 - ビス(- エピチオプロピルテルロ)プロパン、1 - (- エピチオプロピルテルロ) - 2 - (- エピチオプロピルテルロメチル)プロパン、1, 4 - ビス(- エピチオプロピルテルロ)ブタン、1, 3 - ビス(- エピチオプロピルテルロ)ブタン、1 - (- エピチオプロピルテルロ) - 3 - (- エピチオプロピルテルロメチル)ブタン、1, 5 - ビス(- エピチオプロピルテルロ)ペンタン、1 - (- エピチオプロピルテルロ) - 4 - (- エピチオプロピルテルロメチル)ペンタ

10

20

30

40

50

ン、 1, 6 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) ヘキサン、 1 - ( - エピチオプロピルテルロ ) - 5 - ( - エピチオプロピルテルロメチル ) ヘキサン、 1 - ( - エピチオプロピルテルロ ) - 2 - [ ( 2 - - エピチオプロピルテルロエチル ) チオ ] エタン、 1 - ( - エピチオプロピルテルロ ) - 2 - [ [ 2 - ( 2 - - エピチオプロピルテルロエチル ) テルロエチル ] チオ ] エタン、 テトラキス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) メタン、 1, 1, 1 - トリス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) プロパン、 1, 5 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 2 - ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3 - チアペンタン、 1, 5 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 2, 4 - ビス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3 - チアペンタン、 1 - ( - エピチオプロピルテルロ ) - 2, 2 - ビス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 4 - チアヘキサン、 1, 5, 6 - トリス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 4 - ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3 - チアヘキサン、 1, 8 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 4 - ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3, 6 - ジチアオクタン、 1, 8 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 4, 5 - ビス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3, 6 - ジチアオクタン、 1, 8 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 4, 4 - ビス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3, 6 - ジチアオクタン、 1, 8 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 2, 4, 5 - トリス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3, 6 - ジチアオクタン、 1, 8 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 2, 5 - ビス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3, 6 - ジチアオクタン、 1, 9 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 5 - ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 5 - [ ( 2 - - エピチオプロピルテルロエチル ) セレノメチル ] - 3, 7 - ジチアノナン、 1, 10 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 5, 6 - ビス [ ( 2 - - エピチオプロピルテルロエチル ) チオ ] - 3, 6, 9 - トリチアデカン、 1, 11 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 4, 8 - ビス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、 1, 11 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 5, 7 - ビス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、 1, 11 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 5, 7 - [ ( 2 - - エピチオプロピルテルロエチル ) セレノメチル ] - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、 1, 11 - ビス ( - エピチオプロピルテルロ ) - 4, 7 - ビス ( - エピチオプロピルテルロメチル ) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、 テトラ [ 2 - ( - エピチオプロピルテルロ ) アセチルメチル ] メタン、 1, 1, 1 - トリ [ 2 - ( - エピチオプロピルテルロ ) アセチルメチル ] プロパン、 テトラ [ 2 - ( - エピチオプロピルテルロメチル ) アセチルメチル ] メタン、 1, 1, 1 - トリ [ 2 - ( - エピチオプロピルテルロメチル ) アセチルメチル ] プロパン、 ビス ( 5, 6 - エピチオ - 3 - テルロヘキシル ) セレニド、 2, 3 - ビス ( 6, 7 - チオエポキシ - 1 - セレナ - 4 - テルロヘプチル ) - 1 - ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル ) プロパン、 1, 1, 3, 3, - テトラキス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル ) - 2 - セレナプロパン、 ビス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル ) - 3, 6, 9 - トリセレナウンデカン - 1, 11 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル )、 1, 4 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル ) - 2, 3 - ビス ( 6, 7 - チオエポキシ - 1 - セレナ - 4 - テルロヘプチル ) ブタン、 トリス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル ) - 3 - セレナ - 6 - チアオクタン - 1, 8 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル )、 ビス ( 5, 6 - エピチオ - 3 - テルロヘキシル ) テルレド、 2, 3 - ビス ( 6, 7 - チオエポキシ - 1 - テルラ - 4 - テルロヘプチル ) - 1 - ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル ) プロパン、 1, 1, 3, 3, - テトラキス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル ) - 2 - テルラプロパン、 ビス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル ) - 3, 6, 9 - トリテレラウンデカン - 1, 11 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル )、 1, 4 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル ) - 2, 3 - ビス ( 6, 7 - チオエポキシ - 1 - テルラ - 4 - テルロヘプチル ) ブタン、 トリス ( 4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル ) - 3 - テルラ - 6 - チアオクタン - 1, 8 - ビス ( 3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル )、 ( 1,

10

20

30

40

50

3または1, 4) - ビス( - エピチオプロピルテルロ)シクロヘキサン、(1, 3または1, 4) - ビス( - エピチオプロピルテルロメチル)シクロヘキサン、ビス[4 - ( - エピチオプロピルテルロ)シクロヘキシル]メタン、2, 2 - ビス[4 - ( - エピチオプロピルテルロ)シクロヘキシル]プロパン、ビス[4 - ( - エピチオプロピルテルロ)シクロヘキシル]スルフィド、2, 5 - ビス( - エピチオプロピルテルロメチル) - 1, 4 - ジチアン、2, 5 - ビス( - エピチオプロピルテルロエチルチオメチル) - 1, 4 - ジチアン、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1, 4 - ジセレナン、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1, 4 - ジセレナン、(2, 4または2, 5または5, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1, 3 - ジセレナン、(2, 4または2, 5または5, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1, 3 - ジセレナン、(2, 3または2, 5または2, 6または3, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1 - チア - 4 - セレナン、(2, 3または2, 5または2, 6または3, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1 - チア - 4 - セレナン、(2, 4または4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1、3 - ジセレノラン、(2, 4または4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1、3 - ジセレノラン、(2, 4または2, 5または4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1 - チア - 3 - セレノラン、(2, 4または2, 5または4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1 - チア - 3 - セレノラン、2, 6 - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル - 1, 3, 5 - トリセレナン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル)トリシクロセレナオクタン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル)ジシクロセレナノナン、(2, 3または2, 4または2, 5または3, 4) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル)セレノファン、(2, 3または2, 4または2, 5または3, 4) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル)セレノファン、2 - (4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル) - 5 - (3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル) - 1 - セレナシクロヘキサン、(2, 3または2, 4または2, 5または2, 6または3, 4または3, 5または4, 5) - ビス(3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル) - 1 - セレナシクロヘキサン、(2, 3または2, 4または2, 5または2, 6または3, 4または3, 5または4, 5) - ビス(4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル) - 1 - セレナシクロヘキサン、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1, 4 - ジテルラン、(2, 3または2, 5または2, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1, 4 - ジテルラン、(2, 4または2, 5または5, 6) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1, 3 - ジテルラン、(2, 4または2, 5または5, 6) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1, 3 - ジテルラン、(2, 3または2, 5または2, 6または3, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1 - チア - 4 - テルラン、(2, 3または2, 5または2, 6または3, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1 - チア - 4 - テルラン、(2, 4または4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1、3 - ジテルロラン、(2, 4または4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1、3 - ジテルロラン、(2, 4または2, 5または4, 5) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル) - 1 - チア - 3 - テルロラン、(2, 4または2, 5または4, 5) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル) - 1 - チア - 3 - テルロラン、2, 6 - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル - 1, 3, 5 - トリテルラン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル)トリシクロテルラオクタン、ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル)ジシクロテルラノナン、(2, 3または2, 4または2, 5または3, 4) - ビス(3, 4 - エピチオ - 1 - テルロブチル)テルロファン、(2, 3または2, 4または2, 5または3, 4) - ビス(4, 5 - エピチオ - 2 - テルロペンチル)テルロファン、2 - (4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル) - 5 - (3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル) - 1 - テルラシクロヘキサン、(2, 3または2, 4また

10

20

30

40

50

は 2, 5 または 2, 6 または 3, 4 または 3, 5 または 4, 5) - ビス (3, 4 - チオエポキシ - 1 - テルロブチル) - 1 - テラシクロヘキサン、(2, 3 または 2, 4 または 2, 5 または 2, 6 または 3, 4 または 3, 5 または 4, 5) - ビス (4, 5 - チオエポキシ - 2 - テルロペンチル) - 1 - テラシクロヘキサン、(1, 3 または 1, 4) - ビス ( - エピチオプロピルテルロ) ベンゼン、(1, 3 または 1, 4) - ビス ( - エピチオプロピルテルロメチル) ベンゼン、ビス [4 - ( - エピチオプロピルテルロ) フェニル] メタン、2, 2 - ビス [4 - ( - エピチオプロピルテルロ) フェニル] プロパン、ビス [4 - ( - エピチオプロピルテルロ) フェニル] スルフィド、ビス [4 - ( - エピチオプロピルテルロ) フェニル] スルフォン、4, 4' - ビス ( - エピチオプロピルテルロ) ビフェニル等のエピチオアルキルテルロ基を 1 個以上有するエピスルフィド類、ビニルフェニルチオグリシジルエーテル、ビニルベンジルチオグリシジルエーテル、チオグリシジルメタクリレート、チオグリシジルアクリレート、アリルチオグリシジルエーテル等の不飽和基を有するエピスルフィド類、エチレンスルフィド、プロピレンスルフィド、チオグリシドール、チオグリシジル酢酸エステル、チオグリシジルプロピオン酸エステル、チオグリシジル安息香酸エステル等のその他のエピスルフィド類、さらには、以上列記のエピスルフィド化合物のエピチオ基の水素の 1 個以上がメチル基で置換されたエピスルフィド類等があげられる。これら硫黄原子を有する (2) 式で表されるエピ (ジ) チオエチル基を有する化合物 (メルカプト基は有さない) は、単独でも、2 種類以上を混合して使用してもかまわない。

10

#### 【0020】

20

本発明の光学材料用組成物には、本発明で使用する分子内に 1 個以上のメルカプト基と 1 個以上のエピチオエチル基および / またはエピチオエチレン結合を有する化合物に加え、耐酸化性、耐候性、染色性、強度等の各種性能改良を目的として組成成分の化合物と一部もしくは全部と反応可能な化合物を添加して硬化重合することも可能である。この場合は、反応のために必要に応じて公知の重合硬化触媒を別途加えることができる。

#### 【0021】

組成成分の一部もしくは全部と反応可能な化合物として、エポキシ化合物類、カルボン酸類、カルボン酸無水物類、フェノール類、アミン類、ビニル化合物類、アリル化合物類、アクリル化合物類、メタクリル化合物類、エピチオエチル基およびエピチオエチレン結合を有さないメルカプタン類等が挙げられる。

30

以下にこれらの代表的な具体例を示す。

#### 【0022】

(1) エチレンオキサイド、プロピレオキサイド等のモノエポキシ化合物類、ヒドロキノン、カテコール、レゾルシン、ビスフェノール A、ビスフェノール F、ビスフェノールエーテル、ハロゲン化ビスフェノール A、ノボラック樹脂等の多価フェノール化合物とエピハロヒドリンの縮合により製造されるフェノール系エポキシ化合物、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、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、ポリエチレングリコール、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、ポリプロピレングリコール、1, 3 - プロパンジオール、1, 4 - ブタンジオール、1, 6 - ヘキサンジオール、ネオペンチルグリコール、グリセリン、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、1, 3 - および 1, 4 - シクロヘキサンジオール、1, 3 - および 1, 4 - シクロヘキサンジメタノール、水添ビスフェノール A、ビスフェノール A ・エチレンオキサイド付加物、ビスフェノール A ・プロピレンオキサイド付加物等のアルコール化合物とエピハロヒドリンの縮合により製造されるアルコール系エポキシ化合物、上述のアルコールおよびフェノール化合物とジイソシアネート等から製造されるウレタン系エポキシ化合物、酢酸、プロピオン酸、安息香酸、アジピン酸、セバチン酸、ドデカンジカルボン酸、ダイマー酸、フタル酸、イソ、テレフタル酸、テトラヒドロフタル酸、メチルテトラヒドロフタル酸、ヘキサヒドロフタル酸、ヘット酸、ナジック酸、マレイン酸、コハク酸、フマル酸、トリメリット酸、ベンゼンテトラカルボン酸、ベンゾフェノンテトラカルボン酸、ナフタリンジカルボン酸、ジフェニルジカルボン酸、アクリル

40

50

酸、メタクリル酸、マレイン酸、フマル酸等のカルボン酸化合物とエピハロヒドリンの縮合により製造されるグリシジルエステル系エポキシ化合物、エチレンジアミン、1, 2 - ジアミノプロパン、1, 3 - ジアミノプロパン、1, 2 - ジアミノブタン、1, 3 - ジアミノブタン、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、ビス - (3 - アミノプロピル) エーテル、1, 2 - ビス - (3 - アミノプロポキシ) エタン、1, 3 - ビス - (3 - アミノプロポキシ) - 2, 2' - ジメチルプロパン、1, 2 - 、1, 3 - あるいは1, 4 - ビスアミノシクロヘキサン、1, 3 - あるいは1, 4 - ビスアミノメチルシクロヘキサン、1, 3 - あるいは1, 4 - ビスアミノエチルシクロヘキサン、1, 3 - あるいは1, 4 - ビスアミノプロピルシクロヘキサン、水添4, 4' - ジアミノジフェニルメタン、イソホロンジアミン、1, 4 - ビスアミノプロピルピペラジン、m - 、あるいはp - フェレンジアミン、2, 4 - あるいは2, 6 - トリレンジアミン、m - 、あるいはp - キシリレンジアミン、1, 5 - あるいは、2, 6 - ナフタレンジアミン、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エーテル、2, 2 - (4, 4' - ジアミノジフェニル) プロパン、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, 6 - ジアミノヘキサン、ピペラジン、2 - メチルピペラジン、2, 5 - あるいは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) - ブタンとエピハロヒドリンの縮合により製造されるアミン系エポキシ化合物、ビス( - エポキシプロピル) スルフィド、ビス( - エポキシプロピルチオ) メタン、1, 2 - ビス( - エポキシプロピルチオ) エタン、1, 3 - ビス( - エポキシプロピルチオ) プロパン、1, 2 - ビス( - エポキシプロピルチオ) プロパン、1 - ( - エポキシプロピルチオ) - 2 - ( - エポキシプロピルチオメチル) プロパン、1, 4 - ビス( - エポキシプロピルチオ) ブタン、1, 3 - ビス( - エポキシプロピルチオ) ブタン、1 - ( - エポキシプロピルチオ) - 3 - ( - エポキシプロピルチオメチル) ブタン、1, 5 - ビス( - エポキシプロピルチオ) ペンタン、1 - ( - エポキシプロピルチオ) - 4 - ( - エポキシプロピルチオメチル) ペンタン、1, 6 - ビス( - エポキシプロピルチオ) ヘキサン、1 - ( - エポキシプロピルチオ) - 5 - ( - エポキシプロピルチオメチル) ヘキサン、1 - ( - エポキシプロピルチオ) - 2 - [(2 - ( - エポキシプロピルチオエチル) チオ) エタン、1 - ( - エポキシプロピルチオ) - 2 - [(2 - (2 - ( - エポキシプロピルチオエチル) チオエチル) チオ) エタン、テトラキス( - エポキシプロピルチオメチル) メタン、1, 1, 1 - トリス( - エポキシプロピルチオメチル) プロパン、1, 5 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 2 - ( - エポキシプロピルチオメチル) - 3 - チアペンタン、1, 5 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 2, 4 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル) - 3 - チアペンタン、1 - ( - エポキシプロピルチオ) - 2, 2 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル) - 4 - チアヘキサン、1, 5, 6 - トリス( - エポキシプロピルチオ) - 4 - ( - エポキシプロピルチオメチル) - 3 - チアヘキサン、1, 8 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 4 - ( - エポキシプロピルチオメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 8 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 4, 5 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 8 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 4, 4 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 8 - ビス( -

10

20

30

40

50

エポキシプロピルチオ) - 2, 4, 5 - トリス( - エポキシプロピルチオメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 8 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 2, 5 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル) - 3, 6 - ジチアオクタン、1, 9 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 5 - ( - エポキシプロピルチオメチル) - 5 - [(2 - - エポキシプロピルチオエチル)チオメチル] - 3, 7 - ジチアノナン、1, 10 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 5, 6 - ビス[(2 - - エポキシプロピルチオエチル)チオ] - 3, 6, 9 - トリチアデカン、1, 11 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 4, 8 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、1, 11 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 5, 7 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、1, 11 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 5, 7 - [(2 - - エポキシプロピルチオエチル)チオメチル] - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、1, 11 - ビス( - エポキシプロピルチオ) - 4, 7 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル) - 3, 6, 9 - トリチアウンデカン、1, 3および1, 4 - ビス( - エポキシプロピルチオ)シクロヘキサン、1, 3および1, 4 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル)シクロヘキサン、ビス[4 - ( - エポキシプロピルチオ)シクロヘキシル]メタン、2, 2 - ビス[4 - ( - エポキシプロピルチオ)シクロヘキシル]プロパン、ビス[4 - ( - エポキシプロピルチオ)シクロヘキシル]スルフィド、2, 5 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル) - 1, 4 - ジチアン、2, 5 - ビス( - エポキシプロピルチオエチルチオメチル) - 1, 4 - ジチアン、1, 3および1, 4 - ビス( - エポキシプロピルチオ)ベンゼン、1, 3および1, 4 - ビス( - エポキシプロピルチオメチル)ベンゼン、ビス[4 - ( - エポキシプロピルチオ)フェニル]メタン、2, 2 - ビス[4 - ( - エポキシプロピルチオ)フェニル]プロパン、ビス[4 - ( - エポキシプロピルチオ)フェニル]スルフィド、ビス[4 - ( - エポキシプロピルチオ)フェニル]スルフォン、4, 4' - ビス( - エポキシプロピルチオ)ビフェニル等の含硫エポキシ化合物、3, 4 - エポキシシクロヘキシル - 3, 4 - エポキシシクロヘキサノールカルボキシレート、ビニルシクリヘキサノールジエポキシド、2 - (3, 4 - エポキシシクロヘキシル) - 5, 5 - スピロ - 3, 4 - エポキシシクロヘキサン - メタジエポキシド、ビス(3, 4 - エポキシシクロヘキシル)アジペート等の脂環式エポキシ化合物、シクロペンタジエンエポキシド、エポキシ化大豆油、エポキシ化ポリブタジエン、ビニルシクロヘキセンエポキシド等の不飽和化合物のエポキシ化により製造されるエポキシ化合物、ビニルフェニルグリシジルエーテル、ビニルベンジルグリシジルエーテル、グリシジルメタクリレート、グリシジルアクリレート、アリルグリシジルエーテル等の不飽和基を有するエポキシ化合物、等のエポキシ化合物類、

(2) (1)のエポキシ化合物のところで説明したエピハロヒドリンと反応させる相手の原料として例示したカルボン酸類、

(3) (1)のエポキシ化合物のところで説明したエピハロヒドリンと反応させる相手の原料として例示したカルボン酸無水物類、

(4) (1)のエポキシ化合物のところで説明したエピハロヒドリンと反応させる相手の原料として例示したフェノール類、

(5) (1)のエポキシ化合物のところで説明したエピハロヒドリンと反応させる相手の原料として例示したアミン類、

(6) ビニルエーテル、エチルビニルエーテル、イソブチルビニルエーテル、2 - エチルヘキシルビニルエーテル、フェニルビニルエーテル、ベンジルビニルエーテル、2 - クロロエチルビニルエーテル、シクロヘキシルビニルエーテル、ビニルグリシジルエーテル、ビニルアルコール、メチルビニルカルビノール、エチレングリコールモノビニルエーテル、エチレングリコールジビニルエーテル、ジエチレングリコールモノビニルエーテル、ジエチレングリコールジビニルエーテル、テトラメチレングリコールモノビニルエーテル、ジビニルスルフィド、ビニルエチルスルフィド、ビニルフェニルスルフィド、メチルビニルケトン、ジビニルジカーボネイト、ビニルジグリコールカーボネイト、ビニレンカーボネイト、酢酸ビニル、クロロ酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、酪酸ビニル、ヘキサン酸

ビニル、2 - エチルヘキサン酸ビニル、アジピン酸ジビニル、安息香酸ビニル、サリチル酸ビニル、アクリル酸ビニル、メタクリル酸ビニル、ビニルプロマイド、ビニルアイオダイド、ビニルリン酸、ビニル尿素、スチレン、2 - メチルスチレン、3 - メチルスチレン、4 - メチルスチレン、 $\alpha$  - メチルスチレン、2, 4, 6 - トリメチルスチレン、4 - t - ブチルスチレン、スチルベン、ビニルフェノール、3 - ビニルベンジルアルコール、4 - ビニルベンジルアルコール、2 - (4 - ビニルフェニルチオ)エタノール、2 - (3 - ビニルフェニルチオ)エタノール、2 - (4 - ビニルベンジルチオ)エタノール、2 - (3 - ビニルベンジルチオ)エタノール、1, 3 - ビス(4 - ビニルベンジルチオ) - 2 - プロパノール、1, 3 - ビス(3 - ビニルベンジルチオ) - 2 - プロパノール、2, 3 - ビス(4 - ビニルベンジルチオ) - 1 - プロパノール、2, 3 - ビス(3 - ビニルベンジルチオ) - 1 - プロパノール、シンナミルアルコール、シンナムアルデヒド、1, 3 - ジビニルベンゼン、1, 4 - ジビニルベンゼン、トリビニルベンゼン、ジビニルフタレート、2 - クロロスチレン、3 - クロロスチレン、4 - クロロスチレン、3 - クロロメチルスチレン、4 - クロロメチルスチレン、4 - アミノスチレン、3 - シアノメチルスチレン、4 - シアノメチルスチレン、4 - ビニルピフェニル、2, 2' - ジビニルピフェニル、4, 4' - ジビニルピフェニル、2, 2' - ジスチリルエーテル、4, 4' - ジスチリルエーテル、2, 2' - ジスチリルスルフィド、4, 4' - ジスチリルスルフィド、2, 2 - ビス(4 - ビニルフェニル)プロパン、ビス(4 - ビニルフェニル)エーテル、2, 2 - ビス(4 - ビニロキシフェニル)プロパン等のビニル化合物類、

10

(7) (6) のビニル化合物類で例示した化合物のビニル基の一部もしくは全部がアリル基に置き換わったアリル化合物類、

20

(8) メチルアクリレート、エチルアクリレート、プロピルアクリレート、ブチルアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、2 - ヒドロキシエチルアクリレート、3 - ヒドロキシプロピルアクリレート、2 - ヒドロキシプロピルアクリレート、3 - フェノキシ - 2 - ヒドロキシプロピルアクリレート、トリメチロールプロパンモノアクリレート、2 - ヒドロキシエチルイソシアヌレートモノアクリレート、2 - ヒドロキシエチルイソシアヌレートジアクリレート、2 - ヒドロキシエチルシアヌレートモノアクリレート、2 - ヒドロキシエチルシアヌレートジアクリレート、エチレングリコールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、1, 3 - ブチレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、プロピレングリコールジアクリレート、1, 3 - プロパンジオールジアクリレート、1, 3 - ブタンジオールジアクリレート、1, 4 - ブタンジオールジアクリレート、1, 6 - ヘキサジオールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、2 - ヒドロキシ - 1, 3 - ジアクリロキシプロパン、2, 2 - ビス〔4 - (アクリロキシエトキシ)フェニル〕プロパン、2, 2 - ビス〔4 - (アクリロキシエトキシ)シクロヘキシル〕プロパン、2, 2 - ビス〔4 - (2 - ヒドロキシ - 3 - アクリロキシプロポキシ)フェニル〕プロパン、2, 2 - ビス〔4 - (アクリロキシ・ジエトキシ)フェニル〕プロパン、2, 2 - ビス〔4 - (アクリロキシ・ポリエトキシ)フェニル〕プロパン、トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリトールモノアクリレート、ペンタエリスリトールジアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ペンタエリスリトールテトラアクリレート、ビス(2, 2, 2 - トリメチロールエチル)エーテルのペンタアクリレート、ビス(2, 2, 2 - トリメチロールエチル)エーテルのヘキサアクリレート、ビス(4 - アクロイルチオフェニル)スルフィド等のアクリル化合物類、

30

40

(9) (8) のアクリル化合物類で例示した化合物のアクリル基の一部もしくは全部がメタクリル基に置き換わったメタクリル化合物類、

(10) メチルメルカプタン、エチルメルカプタン、n - プロピルメルカプタン、n - ブチルメルカプタン、アリルメルカプタン、n - ヘキシルメルカプタン、n - オクチルメルカプタン、n - デシルメルカプタン、n - ドデシルメルカプタン、n - テトラデシルメルカプタン、n - ヘキサデシルメルカプタン、n - オクタデシルメルカプタン、シクロヘキ

50

シルメルカプタン、i - プロピルメルカプタン、t - ブチルメルカプタン、t - ノニルメルカプタン、t - ドデシルメルカプタン、フェニルメルカプタン、ベンジルメルカプタン、3 - メチルフェニルメルカプタン、4 - メチルフェニルメルカプタン、4 - クロロベンジルメルカプタン、4 - ビニルベンジルメルカプタン、3 - ビニルベンジルメルカプタン、メチルメルカプトプロピオネート、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、2 - メルカプト - 1, 3 - プロパンジオール、メルカプト酢酸、メルカプトグリコール酸、メルカプトプロピオン酸、メタンジチオール、1, 2 - ジメルカプトエタン、1, 2 - ジメルカプトプロパン、1, 3 - ジメルカプトプロパン、2, 2 - ジメルカプトプロパン、1, 4 - ジメルカプトブタン、1, 6 - ジメルカプトヘキサン、ビス(2 - メルカプトエチル)エーテル、ビス(2 - メルカプトエチル)スルフィド、1, 2 - ビス(2 - メルカプトエチルオキシ)エタン、1, 2 - ビス(2 - メルカプトエチルチオ)エタン、2, 3 - ジメルカプト - 1 - プロパノール、1, 3 - ジメルカプト - 2 - プロパノール、1, 2, 3 - トリメルカプトプロパン、2 - メルカプトメチル - 1, 3 - ジメルカプトプロパン、2 - メルカプトメチル - 1, 4 - ジメルカプトブタン、2 - (2 - メルカプトエチルチオ) - 1, 3 - ジメルカプトプロパン、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、2, 4 - ジメルカプトメチル - 1, 5 - ジメルカプト - 3 - チアペンタン、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、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、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、1, 1, 1 - トリス(メルカプトメチル)プロパン、テトラキス(メルカプトメチル)メタン、エチレングリコールビス(2 - メルカプトアセテート)、エチレングリコールビス(3 - メルカプトプロピオネート)、ジエチレングリコールビス(2 - メルカプトアセテート)、ジエチレングリコールビス(3 - メルカプトプロピオネート)、1, 4 - ブタンジオールビス(2 - メルカプトアセテート)、1, 4 - ブタンジオールビス(3 - メルカプトプロピオネート)、トリメチロールプロパントリス(2 - メルカプトアセテート)、トリメチロールプロパントリス(3 - メルカプトプロピオネート)、ペンタエリスリトールテトラキス(2 - メルカプトセテート)、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)、1, 2 - ジメルカプトシクロヘキサン、1, 3 - ジメルカプトシクロヘキサン、1, 4 - ジメルカプトシクロヘキサン、1, 3 - ビス(メルカプトメチル)シクロヘキサン、1, 4 - ビス(メルカプトメチル)シクロヘキサン、2, 5 - ビス(メルカプトメチル) - 1, 4 - ジチアン、2, 5 - ビス(2 - メルカプトエチル) - 1, 4 - ジチアン、2, 5 - ビス(2 - メルカプトエチルチオメチル) - 1, 4 - ジチアン、2, 5 - ビス(メルカプトメチル) - 1 - チアン、2, 5 - ビス(2 - メルカプトエチル) - 1 - チアン、2, 5 - ビス(メルカプトメチル)チオフエン等の脂肪族メルカプタン類、および、1, 2 - ジメルカプトベンゼン、1, 3 - ジメルカプトベンゼン、1, 4 - ジメルカプトベンゼン、1, 3 - ビス(メルカプトメチル)ベンゼン、1, 4 - ビス(メルカプトメチル)ベンゼン、2, 2' - ジメルカプトビフェニル、4, 4' - ジメルカプトビフェニル、ビス(4 - メルカプトフェニル)メタン、2, 2 - ビス(4 - メルカプトフェニル)プロパン、ビス(4 - メルカプトフェニル)エーテル、ビス(4 - メルカプトフェニル)スルフィド、ビス(4 - メルカプトフェニル)スルホン、ビス(4 - メルカプトメチルフェニル)メタン、2, 2 - ビス(4 - メルカプトメチルフェニル)プロパン、ビス(4 - メルカプトメチルフェニル)エーテル、ビス(4 - メルカプトメチルフェニル)スルフィド、4 - ヒドロキシチオフエノール、メルカプト安息香酸等の芳香族環状メルカプタン類等のエピチオエチル基およびエピチオエチレン結合を有さないメルカプタン類。

【0023】

また、屈折率の向上を目的に、硫黄原子および/またはセレン原子を含む無機化合物を使用することも可能である。この屈折率向上成分の具体例としては、硫黄、硫化水素、二硫化炭素、セレン硫化炭素、硫化アンモニウム、二酸化硫黄、三酸化硫黄等の硫黄酸化物、チオ炭酸塩、硫酸およびその塩、硫酸水素塩、亜硫酸塩、次亜硫酸塩、過硫酸塩、チオシ

10

20

30

40

50

アン酸塩、チオ硫酸塩、二塩化硫黄、塩化チオニル、チオホスゲン等のハロゲン化物、硫化硼素、硫化窒素、硫化珪素、硫化リン、硫化砒素、金属硫化物、金属水硫化物等の硫黄原子を有する無機化合物、硫化セレンを除き、この条件を満たす無機化合物をすべて包括する。具体例としては、セレン、セレン化水素、二酸化セレン、二セレン化炭素、セレン化アンモニウム、二酸化セレン等のセレン酸化物、セレン酸およびその塩、亜セレン酸およびその塩、セレン酸水素塩、セレノ硫酸およびその塩、セレノピロ硫酸およびその塩、四臭化セレン、オキシ塩化セレン等のハロゲン化物、セレノシアン酸塩、セレン化硼素、セレン化リン、セレン化砒素、金属のセレン化物等のセレン原子を有する無機化合物があげられる。これら硫黄原子およびセレン原子を有する無機化合物は、単独でも、2種類以上を混合して使用してもかまわない。

10

## 【0024】

本発明の光学材料製造方法において、公知の酸化防止剤や紫外線吸収剤等の添加剤を加えて、得られる材料の実用性をより向上せしめることはもちろん可能である。また、本発明の光学材料は重合中に型から剥がれやすい場合には公知の外部および/または内部密着性改善剤を添加し、または型から剥がれにくい場合には公知の外部および/または内部離型性改善剤を添加して、得られる硬化材料と型の密着性または離型性を向上せしめることも有効である。

## 【0025】

本発明において光学材料製造方法は、分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物もしくはこれを含む光学材料用組成物、触媒、密着性改善剤または離型性改善剤、酸化防止剤、ブルーイング剤、紫外線吸収剤、各種性能改良添加剤等の添加剤を混合、均一とした後、ガラスや金属製の型に注入し、加熱によって重合硬化反応を進めた後、型から外し製造される。

20

## 【0026】

分子内に1個以上のメルカプト基と、1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物もしくはこれを含む光学材料用組成物を含有する成分の一部または全部を注型前に触媒の存在下または非存在下、撹拌下または非撹拌下で - 100 ~ 160 で、0.1 ~ 480 時間かけて予備的に重合せしめた後、光学材料用組成物を調製して注型を行う事も可能である。特に、光学材料用組成物中の化合物に固体成分が含まれ、ハンドリングが容易でない場合はこの予備的な重合が効果的である。この予備的な重合条件は、好ましくは - 10 ~ 120 で0.1 ~ 240 時間、より好ましくは0 ~ 100 で0.1 ~ 120 時間で実施する。

30

## 【0027】

本発明の硬化樹脂光学材料の製造方法は、さらに詳しく述べるならば以下の通りである。前述の様に、主原料および副原料を混合後、型に注入硬化して製造されるが、分子内に1個以上のメルカプト基と1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物、該化合物と反応可能な化合物、性能改良剤として使用する組成成分の一部もしくは全部と反応可能な化合物、触媒、密着性改善剤または離型性改善剤、酸化防止剤、ブルーイング剤、紫外線吸収剤、各種性能改良添加剤等の添加剤は、全て同一容器内で同時に撹拌下に混合しても、各原料を段階的に添加混合しても、数成分を別々に混合後さらに同一容器内で再混合しても良い。各原料および添加剤等はいかなる順序で混合してもかまわない。混合にあたり、設定温度、これに要する時間等は基本的には各成分が十分に混合される条件であればよいが、過剰の温度、時間は各原料、添加剤間の好ましくない反応が起こり、さらには粘度の上昇をきたし注型操作を困難にする等適当ではない。混合温度は - 50 から 100 程度の範囲で行われるべきであり、好ましい温度範囲は - 30 から 70 、さらに好ましいのは、 - 5 から 50 である。混合時間は、1分から12時間、好ましくは5分から10時間、最も好ましいのは5分から6時間程度である。各原料、添加剤の混合前、混合時あるいは混合後に、減圧下に脱ガス操作を行う事は、後の注型重合硬化中の気泡発生を防止する点からは好ましい方法である。この時の減圧度は0.1 mmHg から 700 mmHg 程度で行うが、好ましいのは0.5 mmHg から 3

40

50

0.0 mmHgである。さらには、これらの混合物あるいは混合前の主、副原料を0.05 ~ 3 μm程度の孔径を有するフィルターで不純物等を濾過し精製することは本発明の光学材料の品質をさらに高める上からも好ましい。ガラスや金属製の型に注入後、電気炉や水または油浴等による重合硬化を行うが、硬化時間は0.1 ~ 100時間、通常1 ~ 72時間であり、硬化温度は-10 ~ 160、通常0 ~ 140である。重合は所定の重合温度で所定時間のホールド、0.1 ~ 100 / hの昇温、0.1 ~ 100 / hの降温およびこれらの組み合わせで行うことができる。また、硬化終了後、材料を50から150の温度で10分から5時間程度アニール処理を行う事は、本発明の光学材料の歪を除くために好ましい処理である。さらに必要に応じて染色、ハードコート、反射防止、防曇性、耐衝撃性付与等表面処理を行うことができる。

10

## 【0028】

## 【発明の効果】

本発明の分子内に1個以上のメルカプト基と、1個以上のエピチオエチル基および/またはエピチオエチレン結合を有する化合物からなる組成物により、高屈折率と高アッペ数を有する光学材料の色調と耐衝撃性を向上させることが可能になった。

## 【0029】

## 【実施例】

以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、得られたレンズの評価は以下の方法で行った。

屈折率、アッペ数(Nd、d)：アッペ屈折計を用い、25で測定した。

20

耐衝撃性：2.5 mm厚の平板に127 cmの高さより10 gの鉄球から落下させて、順次鉄球の重量を10 gずつ増加させて破壊するまで試験を行った時、破壊時の鉄球の与えた衝撃エネルギーを測定した。

色調：色彩計を用いて2.5 mm厚のレンズのYI値を測定し、1.0未満のものを○、1.0以上1.5未満のものを△、1.5以上のものを×とした。

耐熱性：TMAを用い、1 mmのピンに10 gの荷重を与え10 /分で昇温し軟化点をした。軟化点が100以上のものを○、80以上100未満のものを△、80以下のものを×とした。

## 【0030】

## 実施例1

30

2,3-エピチオ-1,4-ジメルカプトブタン54重量部、メタキシリレンジイソシアネート46重量部の合計100重量部に対し、触媒としてテトラブチルホスホニウムブロマイド0.1重量部を混合後均一液とした。ついでこれを0.5 μmのPTFEフィルターで濾過し、2.5 mm厚の平板レンズ用モールドに注入し、オープン中で10から22時間かけて120に昇温し重合硬化させ、レンズを製造した。得られたレンズは良好な耐熱性および物理特性を示し、透明性および表面状態は良好であった。レンズの屈折率、アッペ数、耐衝撃性、色調および耐熱性の測定結果を表1に示した。

## 【0031】

## 実施例2 ~ 10、比較例1 ~ 6

表1に示す組成を使用する以外は実施例1を繰り返した。レンズの屈折率、アッペ数、耐衝撃性、色調および耐熱性の測定結果を表1に示した。

40

## 【0032】

## 【表1】

表 1

	組成=重量部	n d	ν d	耐衝撃性	色調	耐熱性
実施例 1	A/B=54/46	1.68	33	>12.5	○	○
実施例 2	C=100	1.76	31	3.5	○	○
実施例 3	C/B=66/34	1.71	33	9.8	○	○
実施例 4	C/D=64/36	1.68	37	9.8	○	○
実施例 5	E/B=63/37	1.69	34	9.8	○	○
実施例 6	E/B=56/44	1.68	34	>12.5	○	○
実施例 7	E/B/F=42/29/33	1.70	35	7.5	○	○
実施例 8	G/B=59/41	1.70	31	11.0	○	○
実施例 9	G/B/F=35/39/26	1.70	33	9.8	○	○
実施例 10	A/B/H=43/37/20	1.72	31	>12.5	○	○
比較例 1	F=100	1.71	36	1.6	×	○
比較例 2	F/I=90/10	1.70	36	1.8	○	×
比較例 3	F/I/B=80/12/8	1.69	35	2.0	△	○
比較例 4	F/I/B=70/18/12	1.68	34	3.5	○	△
比較例 5	F/I/B=60/24/16	1.67	33	9.8	○	×
比較例 6	F/I/B=60/18/22	1.67	32	11.0	×	○

化合物略号

- A : 2, 3-エピチオ-1, 4-ジメルカプトブタン  
 B : メタキシリレンジイソシアネート  
 C : 1, 2 : 6, 7-ジエピチオ-1, 7-ジメルカプト-5-チアヘプタン  
 D : 1, 3-ビス(イソシアナトメチル)シクロヘキサン  
 E : 1, 2-エピチオ-3-メルカプトプロパン  
 F : 1, 2 : 6, 7-ジエピチオ-4-チアヘプタン  
 G : 1, 2-エピチオ-5, 5-ジメルカプト-4-チアペンタン  
 H : 硫黄  
 I : 1, 5-ジメルカプト-3-チアペンタン

10

20

---

フロントページの続き

審査官 佐々木 秀次

- (56)参考文献 特開平11-140070(JP,A)  
特開平11-189592(JP,A)  
特開2000-256435(JP,A)  
特開2003-020319(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C08G 75/00-75/08  
CA(STN)  
REGISTRY(STN)