(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1月30日(30.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/023159 A1

(51) 国際特許分類:
C08L 101/00 (2006.01) *C08K 5/3415* (2006.01)
C08F 20/20 (2006.01) *C09D 201/00* (2006.01)
C08G 59/68 (2006.01) *C09J 201/00* (2006.01)
C08K 3/01 (2018.01) *C09K 3/10* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/025880

(22) 国際出願日： 2024年7月19日(19.07.2024)

(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 2023-119225 2023年7月21日(21.07.2023) JP

(71) 出願人: ナミックス株式会社 (**NAMICS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒9503131 新潟県新潟市北区濁川３９９３番地 Niigata (JP).

(72) 発明者: 岩谷 一希 (**IWAYA Kazuki**); 〒9503131 新潟県新潟市北区濁川３９９３番地 ナミックス株式会社内 Niigata (JP). 齊藤 信雄 (**SAITO Nobuo**); 〒9503131 新潟県新潟市北区濁川３９９３番地 ナミックス株式会社内 Niigata (JP). 大坪 広大 (**OTSUBO Kodai**); 〒9503131 新潟県新潟市北区濁川３９９３番地 ナミックス株式会社内 Niigata (JP). 永田 理恵子 (**NAGATA Rieko**); 〒9503131 新潟県新潟市北区濁川３９９３番地 ナミックス株式会社内 Niigata (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人 津国, 外 (**TSUKUNI & ASSOCIATES** et al.); 〒1020083 東京都千代田区麹町５－３－１ 麹町ビジネスセンター 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, 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.

(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,

(54) **Title:** PHOTOCURABLE RESIN COMPOSITION, ADHESIVE, SEALING MATERIAL, COATING AGENT, CURED PRODUCT, SEMICONDUCTOR DEVICE, ELECTRONIC COMPONENT, AND CURING, BONDING, SEALING, AND COATING METHODS USING PHOTOCURABLE RESIN COMPOSITION

(54) 発明の名称： 光硬化性樹脂組成物、接着剤、封止材、コーティング剤、硬化物、半導体装置、電子部品、並びに光硬化性樹脂組成物を使用する硬化、接着、封止及びコーティング方法

(57) **Abstract:** The present invention addresses the problem of providing: a photocurable resin composition that does not require full curing by heat; an adhesive, a sealing material, or a coating agent containing the photocurable resin composition; a cured product thereof; a semiconductor device or an electronic component containing the cured product; and a curing method, an adhesion method, a sealing method, and a coating method using a photocurable resin composition. Provided are: a photocurable resin composition containing (A) a polymerizable compound, (B) a photopolymerization initiator, and (C) a photon upconversion material; an adhesive, a sealing material, or a coating agent containing the photocurable resin composition; a cured product thereof; a semiconductor device or an electronic component containing the cured product; and a curing method, an adhesion method, a sealing method, and a coating method using a photocurable resin composition.

(57) 要約：熱による本硬化が不要な光硬化性樹脂組成物、それを含む接着剤、封止材又はコーティング剤、その硬化物、その硬化物を含む半導体装置又は電子部品、並びに光硬化性樹脂組成物を使用する硬化方法、接着方法、封止方法及びコーティング方法を提供することを課題とする。（Ａ）重合性化合物、（Ｂ）光重合開始剤、及び（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料 を含む、光硬化性樹脂組成物、それを含む接着剤、封止材又はコーティング剤、その硬化物、その硬化物を含む半導体装置又は電子部品、並びに光硬化性樹脂組成物を使用する硬化方法、接着方法、封止方法及びコーティング方法が提供される。

WO 2025/023159 A1

［続葉有］

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)）

明　細　書

発明の名称 ：

光硬化性樹脂組成物、接着剤、封止材、コーティング剤、硬化物、半導体装置、電子部品、並びに光硬化性樹脂組成物を使用する硬化、接着、封止及びコーティング方法

技術分野

[0001]　本発明は、光硬化性樹脂組成物、それを含む接着剤、封止材又はコーティング剤、その硬化物、その硬化物を含む半導体装置又は電子部品、並びに光硬化性樹脂組成物を使用する硬化方法、接着方法、封止方法及びコーティング方法に関する。

背景技術

[0002]　紫外線（ＵＶ）照射により仮固定し、熱により本硬化させるタイプの接着剤は多くの分野に使用されている（例えば、特許文献１、２）。接着剤にフィラー等が含まれるとそのフィラー等がＵＶ照射光の遮蔽物となり、あるいは、接着剤が適用される箇所が複雑な形状だとＵＶ照射光が遮蔽される場合があり、接着剤中にＵＶ照射光が届かない部分が生じ得る。このような場合、その部分は未硬化となるので、所望する硬化度を得るのは困難である。このため、ＵＶ照射光が届かず未硬化となる部分が存在する用途において、熱により本硬化されることを目的として、このタイプの接着剤は使用される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００９－５１９５４号公報

特許文献2：国際公開第２００５／０５２０２１号

発明の概要

[0004]　一方、生産性向上の観点や、熱に弱い部材へ適用する場合を考慮し、熱による本硬化をすることなく、光照射のみで硬化が完了する接着剤が望まれて

いる。

[0005] そこで、本発明は、熱による本硬化が不要な光硬化性樹脂組成物、それを含む接着剤、封止材又はコーティング剤、その硬化物、その硬化物を含む半導体装置又は電子部品、並びに光硬化性樹脂組成物を使用する硬化方法、接着方法、封止方法及びコーティング方法を提供することを課題とする。

[0006] 前記課題を解決するための具体的手段は以下の通りである。

本発明の態様は、以下の硬化性樹脂組成物、接着剤、封止材又はコーティング剤、硬化物、半導体装置又は電子部品、硬化物の製造方法、光硬化性樹脂組成物の硬化方法、光硬化性樹脂組成物の使用、接着方法、封止方法及びコーティング方法を包含する。

（１）（Ａ）重合性化合物、

（Ｂ）光重合開始剤、及び

（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料

を含む、光硬化性樹脂組成物。

（２）前記（Ｂ）光重合開始剤が、波長５００ｎｍ以下の光により活性化される光重合開始剤である、前記（１）に記載の光硬化性樹脂組成物。

（３）前記（Ｂ）光重合開始剤が、光ラジカル重合開始剤、光酸発生剤、光塩基発生剤、又はこれらの任意の組み合わせである、前記（１）又は（２）に記載の光硬化性樹脂組成物。

（４）前記（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料の発光波長が、５００ｎｍ以下の波長を含む、前記（１）～（３）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物。

（５）前記（Ａ）重合性化合物が、ラジカル重合性化合物、カチオン重合性化合物、アニオン重合性化合物、又はこれらの任意の組み合わせである、前記（１）～（４）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物。

（６）波長５００ｎｍ超の光の照射による硬化に使用するための、前記（１）～（５）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物。

（７）半導体装置又は電子部品用の接着剤、封止材又はコーティング剤に使

用される、前記（１）～（６）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物。

（８）前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物を含む接着剤、封止材又はコーティング剤。

（９）前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物、もしくは前記（８）に記載の接着剤、封止材又はコーティング剤が硬化された硬化物。

（１０）前記（９）に記載の硬化物を含む、半導体装置又は電子部品。

（１１）前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物、もしくは前記（８）に記載の接着剤、封止材又はコーティング剤に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射することを含む、硬化物の製造方法。

（１２）前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射することを含む、光硬化性樹脂組成物の硬化方法。

（１３）前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物の、波長５００ｎｍ超の光の照射による硬化のための、使用。

（１４）少なくとも２つの部品を光硬化性樹脂組成物により接着する方法であって、

前記少なくとも２つの部品の少なくとも一方に、前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物を塗布する工程、及び

前記少なくとも２つの部品の少なくとも一方、前記光硬化性樹脂組成物、又はこれらの両方に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射する工程を含む、接着方法。

（１５）部品間又は部品内の隙間を光硬化性樹脂組成物により封止する方法であって、

前記部品間又は部品内の隙間に、前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物を塗布又は注入する工程、及び

前記光硬化性樹脂組成物に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射する工程を

含む、

封止方法。

（１６）対象物の表面を光硬化性樹脂組成物によりコーティングする方法であって、

前記対象物に、前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物を塗布する工程、及び

前記光硬化性樹脂組成物に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射する工程

を含む、コーティング方法。

[0007] 本発明の態様によれば、熱による本硬化が不要な光硬化性樹脂組成物、それを含む接着剤、封止材又はコーティング剤、その硬化物、その硬化物を含む半導体装置又は電子部品、並びに光硬化性樹脂組成物を使用する硬化方法、接着方法、封止方法及びコーティング方法が提供される。

発明を実施するための形態

[0008] 本明細書において、「紫外光」とは、波長２００ｎｍ～３８０ｎｍの光をいい、「可視光」とは、波長３８０ｎｍ～７８０ｎｍの光をいい、「近赤外光」とは、波長７８０ｎｍ～２５００ｎｍの光をいい、「（中）赤外光」とは、波長２．５μｍ～２５μｍの光をいう。

本明細書においては、合成樹脂の分野における慣例に倣い、硬化前の硬化性樹脂組成物を構成する成分に対して、通常は高分子（特に合成高分子）を指す用語「樹脂」を含む名称を、その成分が高分子ではないにも関わらず、例えば硬化前のプレポリマー化合物である場合も、用いる場合がある。

本明細書において、「（メタ）アクリロイル基」は、メタクリロイル基及びアクリロイル基の両方を含む。また、「（メタ）アクリレート化合物」は、アクリレート化合物及びメタクリレート化合物の両方を含む。

また、本明細書において、「光硬化性樹脂組成物」を、単に「樹脂組成物」ということがある。

[0009] ［光硬化性樹脂組成物］

本発明の一態様である光硬化性樹脂組成物は、

（Ａ）重合性化合物、

（Ｂ）光重合開始剤、及び

（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料

を含む。本態様によれば、熱による本硬化が不要な光硬化性樹脂組成物を提供することができる。

[0010] 本発明者らは、長波長光を短波長光に変換できるフォトンアップコンバージョン材料に着目した。フォトンアップコンバージョン材料は、特定の光を照射することにより、多光子励起、三重項－三重項消滅過程等により高エネルギー状態を生成し、それらが緩和する過程で入射光よりも波長の短い光を発する。本発明者らは、このフォトンアップコンバージョン材料を樹脂組成物中に含有させ、長波長の光を樹脂組成物に照射することにより、樹脂組成物の内部でフォトンアップコンバージョン材料が波長変換を行い、短波長光を発生させて光重合開始剤を活性化させることができると考えた。本発明者らは、フォトンアップコンバージョン発光により、樹脂組成物の硬化が進行することを確認した。本発明者らはまた、ＵＶ照射光の遮蔽物が存在しても、フォトンアップコンバージョン発光により樹脂組成物の硬化が進行し、熱による本硬化が不要であることを確認した。

[0011] （Ａ）重合性化合物

本態様の光硬化性樹脂組成物は、（Ａ）重合性化合物（以下、「成分（Ａ）」とも言う）を含む。（Ａ）重合性化合物は、樹脂組成物に硬化性及び接着性を付与する。本態様において、（Ａ）重合性化合物は、後述する（Ｂ）光重合開始剤の種類に応じて、ラジカル重合性化合物、カチオン重合性化合物、アニオン重合性化合物、又はこれらの任意の組み合わせから適宜選択することができる。

[0012] ラジカル重合性化合物の例としては、（メタ）アクリレート化合物、（メタ）アクリルアミド化合物、シアノアクリレート化合物、マレイミド化合物、ビニルエーテル化合物、スチレン化合物、メチレンマロネート類（２－メチレン－１，３－ジカルボニル化合物及びその誘導体）等の不飽和二重結合

を有する化合物、又は不飽和二重結合を有する化合物とチオール化合物との混合物（エン－チオール反応可能な混合物）が挙げられるが、これらに限定されない。

[0013] 本明細書において、（メタ）アクリレート化合物とは、分子内に（メタ）アクリロイル基を少なくとも１つ有する化合物であり、（メタ）アクリロイル基を１つ有する単官能（メタ）アクリレート化合物及び（メタ）アクリロイル基を２つ以上有する多官能（メタ）アクリレート化合物が挙げられる。単官能（メタ）アクリレート化合物の例としては、

－エチル（メタ）アクリレート、トリフロロエチル（メタ）アクリレート、ジエチルアミノエチル（メタ）アクリレート、ジメチルアミノエチル（メタ）アクリレート、グリシジル（メタ）アクリレート、ｎ－ブチル（メタ）アクリレート、イソブチル（メタ）アクリレート、tert－ブチル（メタ）アクリレート、イソアミル（メタ）アクリレート、シクロヘキシル（メタ）アクリレート、２－エチルヘキシル（メタ）アクリレート、イソデシル（メタ）アクリレート、イソボルニル（メタ）アクリレート、ステアリル（メタ）アクリレート、ラウリル（メタ）アクリレート、フェノキシエチル（メタ）アクリレート、ベンジル（メタ）アクリレート、テトラヒドロフルフリル（メタ）アクリレート、エトキシジエチレングリコール（メタ）アクリレート、フェノキシジエチレングリコール（メタ）アクリレート、フェノキシポリエチレングリコール（メタ）アクリレート、ブトキシジエチレングリコール（メタ）アクリレート、メトキシジプロピレングリコール（メタ）アクリレート、メトキシポリエチレングリコール（メタ）アクリレート、メトキシトリエチレングリコール（メタ）アクリレート、メトキシポリエチレングリコール（メタ）アクリレート、２－エチルヘキシルジエチレングリコール（メタ）アクリレート、４－tert－ブチルシクロヘキシル(メタ)アクリレート、３－フェノキシベンジル(メタ)アクリレート等の、１価アルコールと（メタ）アクリル酸のエステル；２－ヒドロキシエチル（メタ）アクリレート、２－ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、２－ヒドロキシブチル（メタ）

アクリレート、２－ヒドロキシ－３－フェノキシプロピル（メタ）アクリレート、オクチルアクリレート、ノニルアクリレート、アクリル酸イソノニル、３，３，５－トリメチルシクロヘキシルアクリレート、環状トリメチロールプロパンホルマールアクリレート、１－ナフタレンメチル(メタ）アクリレート、１－エチルシクロヘキシル（メタ）クリレート、１－メチルシクロヘキシル（メタ）クリレート、１－エチルシクロペンチル(メタ)アクリレート、１－メチルシクロペンチル(メタ)アクリレート、ジシクロペンテニル(メタ)アクリレート、ジシクロペンテニルオキシエチル(メタ)アクリレート、ジシクロペンタニル(メタ)アクリレート、ノニルフェノキシポリエチレングリコール(メタ)アクリレート、テトラヒドロジシクロペンタジエニル(メタ)アクリレート、２－（ｏ－フェニルフェノキシ）エチル(メタ)アクリレート、イソボルニルシクロヘキシル(メタ)アクリレート、（２－メチル－２－エチル－１，３－ジオキソラン－４－イル）メチル(メタ)アクリレート、１－アダマンチル(メタ)アクリレート、３－ヒドロキシ－１－アダマンチル(メタ)アクリレート、２－メチル－２－アダマンタニル(メタ)アクリレート、２－エチル－２－アダマンタニル(メタ)アクリレート、２－イソプロピルアダマンタン－２－イル(メタ)アクリレート、３－ヒドロキシ-1-アダマンチル(メタ)アクリレート、(アダマンタン－１－イルオキシ)メチル(メタ)アクリレート、２－イソプロピル－２－アダマンチル(メタ)アクリレート、１－メチル－１－エチル－１－アダマンチルメタノール(メタ)アクリレート、１，１－ジエチル－１－アダマンチルメタノール(メタ)アクリレート、２－シクロヘキシルプロパン－２－イル(メタ)アクリレート、１－イソプロピルシクロヘキシル(メタ)アクリレート、１－メチルシクロヘキシル(メタ)アクリレート、１－エチルシクロペンチル(メタ)アクリレート、１－メチルシクロヘキシル(メタ)アクリレート、テトラヒドロピラニル(メタ)アクリレート、テトラヒドロ－２－フラニル(メタ)アクリレート、２－オキソテトラヒドロフラン－３－イル(メタ)アクリレート、(５－オキソテトラヒドロフラン－２－イル)メチル(メタ)アクリレート、(２－オキソ－１，３－ジオキソラン－４－イル)

メチル(メタ)アクリレート、Ｎ－アクリロイルオキシエチルヘキサヒドロフタルイミド、α－アクリロイル－ω－メトキシポリ（オキシエチレン）、１－エトキシエチル(メタ)アクリレート等の、多価アルコールのモノ（メタ）アクリレート又は１価アルコールと（メタ）アクリル酸のエステル等を挙げることができるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

多官能（メタ）アクリレート化合物の例としては、トリス（２－ヒドロキシエチル）イソシアヌレートのジアクリレート及び／又はジメタクリレート；トリス（２－ヒドロキシエチル）イソシアヌレートトリアクリレート及び／又はトリメタクリレート；トリメチロールプロパントリアクリレート及び／又はトリメタクリレート、又はそのオリゴマー；ペンタエリスリトールトリアクリレート及び／又はトリメタクリレート、又はそのオリゴマー；ジペンタエリスリトールのポリアクリレート及び／又はポリメタクリレート；トリス（アクリロキシエチル）イソシアヌレート；カプロラクトン変性トリス（アクリロキシエチル）イソシアヌレート；カプロラクトン変性トリス（メタクリロキシエチル）イソシアヌレート；アルキル変性ジペンタエリスリトールのポリアクリレート及び／又はポリメタクリレート；カプロラクトン変性ジペンタエリスリトールのポリアクリレート及び／又はポリメタクリレート；エトキシ化ビスフェノールＡジアクリレート及び／又はエトキシ化ビスフェノールＡジメタクリレート；ジヒドロシクロペンタジエチルアクリレート及び／又はジヒドロシクロペンタジエチルメタクリレート、ならびにポリエステルアクリレート及び／又はポリエステルメタクリレート、ジメチロール－トリシクロデカンジアクリレート、ジトリメチロールプロパンのポリ（メタ）アクリレート、１分子中に２個以上の（メタ）アクリロイル基を有するポリウレタン、１分子中に２個以上の（メタ）アクリロイル基を有するポリエステル、フェノキシエチルアクリレート、イソボルニルアクリレート、フェノキシジエチレングリコール（メタ）アクリレート、４－ｔｅｒｔ－ブチルシクロヘキシルアクリレート、エポキシ樹脂ハーフアクリレート等が挙

げられるが、これらに限定されない。

（メタ）アクリレート化合物は、上述した（メタ）アクリレート化合物のうち、いずれか１種を用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。

（メタ）アクリレート化合物の市販品としては、例えば、ダイセル・オルネクス株式会社製ポリエステルアクリレート（品名：ＥＢＥＣＲＹＬ８１０）、ダイセル・オルネクス株式会社製ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート（品名：ＥＢＥＣＲＹＬ１４０）、東亜合成株式会社製ポリエステルアクリレート（品名：Ｍ７１００）、共栄社化学株式会社製ジメチロール－トリシクロデカンジアクリレート（品名：ライトアクリレートＤＣＰ－Ａ）、日本化薬社製ネオペンチルグリコール変性トリメチロールプロパンジアクリレート（品名：カヤラッドＲ－６０４）等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0014] （メタ）アクリルアミド化合物は、アクリルアミド基（H_2C＝ＣＨＣＯＮＨ－）又はメタクリルアミド基（（H_2C＝Ｃ（CH_3）ＣＯＮＨ－）を少なくとも１つ有する化合物である。（メタ）アクリルアミド化合物の例としては、Ｎ，Ｎ’－メチレンビス（メタ）アクリルアミド、Ｎ，Ｎ’－エチレンビス（メタ）アクリルアミド、１，２－ジ（メタ）アクリルアミドエチレングリコール等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0015] シアノアクリレート化合物は、H_2C＝Ｃ（ＣＮ）－ＣＯＯＲで示される公知のものを用いることができる。式中、Ｒはアルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アリール基等のエステル残基である。また、エステル残基の炭素数は特に限定されないが、通常１～８個の炭素を持つものを用い得る。また、アルコキシアルキル基やトリアルキルシリルアルキル基といった置換炭化水素基からなるエステル残基も用い得る。

シアノアクリレート化合物の例としては、メチルシアノアクリレート、エチルシアノアクリレート、プロピルシアノアクリレート、ブチルシアノアクリレート、シクロヘキシルシアノアクリレート等のアルキル及びシクロアル

キルシアノアクリレート、アリルシアノアクリレート、メタリルシアノアクリレート、シクロヘキセニルシアノアクリレート等のアルケニル及びシクロアルケニルシアノアクリレート、プロパンギルシアノアクリレート等のアルキニルシアノアクリレート、フェニルシアノアクリレート、トルイルシアノアクリレート等のアリールシアノアクリレート、ヘテロ原子を含有するメトキシエチルシアノアクリレート、エトキシエチルシアノアクリレート、フルフリルシアノアクリレート、ケイ素を含有するトリメチルシリルメチルシアノアクリレート、トリメチルシリルエチルシアノアクリレート、トリメチルシリルプロピルシアノアクリレート、ジメチルビニルシリルメチルシアノアクリレート等が挙げられるが、これらに限定されない。

これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0016] 本明細書中、マレイミド化合物は、少なくとも１つのマレイミド基を有する化合物である。マレイミド化合物には、マレイミド基を１つ有する単官能マレイミド化合物、及びマレイミド基を２つ以上有する多官能マレイミド化合物があり、特にマレイミド基を２つ有するマレイミド化合物をビスマレイミド化合物と呼ぶ場合がある。ビスマレイミド化合物の例としては、Ｎ，Ｎ’－（４，４’－ジフェニルメタン）ビスマレイミド、ビスフェノール Ａジフェニルエーテルビスマレイミド、３，３’－ジメチル－５，５’－ジエチル－４，４’－ジフェニルメタンビスマレイミド、４－メチル－１，３－フェニレンビスマレイミド、１，６’－ビスマレイミド－（２，２，４－トリメチル）ヘキサン、ビス－（３－エチル－５－メチル－４－マレイミドフェニル）メタン、ｍ－フェニレンビスマレイミド（Ｎ，Ｎ’－１，３－フェニレンビスマレイミド）、１，６－ビスマレイミドヘキサン、１，２－ビスマレイミドエタン（Ｎ，Ｎ’－エチレンジマレイミド）、Ｎ，Ｎ’－（１，２－フェニレン）ビスマレイミド、Ｎ，Ｎ－１，３－フェニレンジマレイミド、Ｎ，Ｎ’－１，４－フェニレンジマレイミド、Ｎ，Ｎ’－（スルホニルジ－ｐ－フェニレン）ジマレイミド、Ｎ，Ｎ’－［３，３’－（１，３－フェニレンジオキシ）ジフェニル］ビスマレイミド、Ｎ，Ｎ’－［４，４’－（１，３－フェニレ

ンジオキシ）ジフェニル］ビスマレイミド、４，４’-ジマレイミドフェニルエーテルが挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0017] 樹脂組成物の硬化物に低い常温弾性率が求められる場合、ビスマレイミド化合物は、ダイマー酸に由来する炭化水素基を有するビスマレイミド化合物を用いることができる。このようなビスマレイミド化合物は、例えば、特開２０１５－１９３７２５号公報に記載されている。ダイマー酸に由来する炭化水素基を有するビスマレイミド化合物の市販品としては、例えば、２５℃で液状である、品名「ＢＭＩ－６８９」、品名「ＢＭＩ－１５００」、品名「ＢＭＩ－１７００」、又は２５℃で固形である品名「ＢＭＩ－３０００」（いずれもDesigner Molecules Inc.社製）が挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0018] 単官能マレイミド化合物の例としては、Ｎ－ｎ－ブチルマレイミド、Ｎ－ヘキシルマレイミド、２－マレイミドエチル－エチルカーボネート、２－マレイミドエチル－プロピルカーボネート、Ｎ－エチル－（２－マレイミドエチル）カーバメート等の単官能脂肪族マレイミド化合物；Ｎ－シクロヘキシルマレイミド等の脂環式単官能マレイミド化合物、Ｎ－フェニルマレイミド等のＮ－アリールマレイミド；Ｎ－ベンジルマレイミド等のＮ－アラルキルマレイミドが挙げられるが、これらに限定されない。前記脂肪族マレイミド及び脂環式マレイミドは置換基を有していてもよく、該置換基としては、例えば、フェニル基、ベンジル基、ヒドロキシ基等が挙げられる。前記Ｎ－アリールマレイミド及びＮ－アラルキルマレイミドは置換基を有していてもよく、該置換基としては、例えば、アルキル基、ニトロ基、ヒドロキシ基、アルコキシ基、カルボキシル基、ハロゲノ基等が挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。単管能マレイミドの市販品としては、例えば、イミレックス(R)－Ｃ、イミレックス(R)－Ｐ（いずれも日本触媒株式会社製）、Ｏ－ＣＰＭＩ（大和

化成工業株式会社製）が挙げられるが、これらに限定されない。

[0019] ビニルエーテル化合物は、ビニルエーテル基（$H_2C=CH-O-$）を少なくとも１つ有する化合物である。ビニルエーテル化合物の例としては、エチルビニルエーテル、トリエチレングリコールジビニルエーテル、トリメチロールプロパントリビニルエーテル、ヒドロキシブチルビニルエーテル、ドデシルビニルエーテル、シクロヘキシルビニルエーテル、１，４－ブタンジオールジビニルエーテル、ノナンジオールジビニルエーテル、シクロヘキサンジオールジビニルエーテル、シクロヘキサンジメタノールジビニルエーテル等が挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0020] スチレン化合物は、スチレン基（$H_2C=CH-C_6H_5-$）を少なくとも１つ有する化合物である。スチレン化合物の例としては、スチレン、α－メチルスチレン、２－メチルスチレン、３－メチルスチレン、４－メチルスチレン、４－プロピルスチレン、４－ｔ－ブチルスチレン、４－シクロヘキシルスチレン、４－ドデシルスチレン、２，４－ジメチルスチレン、２，４－ジイソプロピルスチレン、２，４，６－トリメチルスチレン、２－エチル－４－ベンジルスチレン、４－（フェニルブチル）スチレン、Ｎ，Ｎ－ジエチル－４－アミノエチルスチレン、４－メトキシスチレン等が挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0021] メチレンマロネート類とは、分子内にメチレン基を少なくとも１つ有するマロネート類であり、メチレン基を１つ有する単官能メチレンマロネート類及びメチレン基を２つ以上有する多官能メチレンマロネート類が挙げられる。メチレンマロネート類は、分子量が２２０以上であることが好ましい。使用可能なメチレンマロネート類の種類に特に制限はなく、ＷＯ２０１８／２１２３３０Ａ１等に記載されている化合物の他、開示されている様々なメチレンマロネート類を用いることができる。メチレンマロネート類は単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0022] 不飽和二重結合を有する化合物とチオール化合物との混合物におけるチオール化合物は、チオール基を少なくとも１つ含む化合物であり、そのチオール基は、不飽和二重結合を有する化合物の不飽和二重結合とラジカル付加反応（エン－チオール反応）をすることができる。チオール化合物は、分子中にエステル結合等の加水分解性の部分構造を有する（即ち加水分解性の）チオール化合物と、そのような部分構造を有しない（即ち非加水分解性の）チオール化合物に大別される。

加水分解性のチオール化合物の例としては、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）（ＳＣ有機化学株式会社製：ＴＭＭＰ）、トリス－［（３－メルカプトプロピオニルオキシ）－エチル］－イソシアヌレート（ＳＣ有機化学株式会社製：ＴＥＭＰＩＣ）、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）（ＳＣ有機化学株式会社製：ＰＥＭＰ）、テトラエチレングリコールビス（３－メルカプトプロピオネート）（ＳＣ有機化学株式会社製：ＥＧＭＰ－４）、ジペンタエリスリトールヘキサキス（３－メルカプトプロピオネート）（ＳＣ有機化学株式会社製：ＤＰＭＰ）、ペンタエリスリトールテトラキス（３－メルカプトブチレート）（レゾナック株式会社製：カレンズＭＴ（登録商標）ＰＥ１）、１，３，５－トリス（３－メルカプトブチリルオキシエチル）－１，３，５－トリアジン－２，４，６（１Ｈ，３Ｈ，５Ｈ）－トリオン（レゾナック株式会社製：カレンズＭＴ（登録商標）ＮＲ１）等を挙げることができるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

非加水分解性の多官能チオール化合物の例としては、１，３，４，６－テトラキス（２－メルカプトエチル）グリコールウリル（四国化成工業株式会社製：ＴＳ－Ｇ）、（１，３，４，６－テトラキス（３－メルカプトプロピル）グリコールウリル（四国化成工業株式会社製：Ｃ３　ＴＳ－Ｇ）、１，３，４，６－テトラキス（メルカプトメチル）グリコールウリル、１，３，４，６－テトラキス（メルカプトメチル）－３ａ－メチルグリコールウリル

、１，３，４，６－テトラキス（２－メルカプトエチル）－３ａ－メチルグリコールウリル、１，３，４，６－テトラキス（３－メルカプトプロピル）－３ａ－メチルグリコールウリル、１，３，４，６－テトラキス（メルカプトメチル）－３ａ，６ａ－ジメチルグリコールウリル、１，３，４，６－テトラキス（２－メルカプトエチル）－３ａ，６ａ－ジメチルグリコールウリル、１，３，４，６－テトラキス（３－メルカプトプロピル）－３ａ，６ａ－ジメチルグリコールウリル、１，３，４，６－テトラキス（メルカプトメチル）－３ａ，６ａ－ジフェニルグリコールウリル、１，３，４，６－テトラキス（２－メルカプトエチル）－３ａ，６ａ－ジフェニルグリコールウリル、１，３，４，６－テトラキス（３－メルカプトプロピル）－３ａ，６ａ－ジフェニルグリコールウリル、トリス（３－メルカプトプロピル）イソシアヌレート、１，３，５－トリス［３－（２－メルカプトエチルスルファニル）プロピル］イソシアヌレート、１，３，５－トリス［２－（３－メルカプトプロポキシ）エチル］イソシアヌレート、ペンタエリスリトールトリプロパンチオール（ＳＣ有機化学株式会社製：ＰＥＰＴ）、３－［２，３－ビス（３－サルファニルプロポキシ）プロポキシ］プロパン－１－チオール、１，２，３－トリス（３－メルカプトプロポキシ）プロパン、３－［２，２－ビス［（３－メルカプトプロポキシ）メチル］ブトキシ］－１－プロパンチオール、ペンタエリスリトールテトラプロパンチオール、１，２，３－トリス（メルカプトメチルチオ）プロパン、１，２，３－トリス（２－メルカプトエチルチオ）プロパン、１，２，３－トリス（３－メルカプトプロピルチオ）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、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、テトラキス（メルカプトメチルチオメチル）メタン、テトラキス（２－メルカプトエチルチオメチル）メタン、テトラキス（３－メルカプトプロピルチオメ

チル）メタン、１，１，３，３－テトラキス（メルカプトメチルチオ）プロパン、１，１，２，２－テトラキス（メルカプトメチルチオ）エタン、１，１，５，５－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－３－チアペンタン、１，１，６，６－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－３，４－ジチアヘキサン、２，２－ビス（メルカプトメチルチオ）エタンチオール、３－メルカプトメチルチオ－１，７－ジメルカプト－２，６－ジチアヘプタン、３，６－ビス（メルカプトメチルチオ）－１，９－ジメルカプト－２，５，８－トリチアノナン、３－メルカプトメチルチオ－１，６－ジメルカプト－２，５－ジチアヘキサン、１，１，９，９－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－５－（３，３－ビス（メルカプトメチルチオ）－１－チアプロピル）３，７－ジチアノナン、トリス（２，２－ビス（メルカプトメチルチオ）エチル）メタン、トリス（４，４－ビス（メルカプトメチルチオ）－２－チアブチル）メタン、テトラキス（２，２－ビス（メルカプトメチルチオ）エチル）メタン、テトラキス（４，４－ビス（メルカプトメチルチオ）－２－チアブチル）メタン、３，５，９，１１－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－１，１３－ジメルカプト－２，６，８，１２－テトラチアトリデカン、３，５，９，１１，１５，１７－ヘキサキス（メルカプトメチルチオ）－１，１９－ジメルカプト－２，６，８，１２，１４，１８－ヘキサチアノナデカン、９－（２，２－ビス（メルカプトメチルチオ）エチル）－３，５，１３，１５－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－１，１７－ジメルカプト－２，６，８，１０，１２，１６－ヘキサチアヘプタデカン、３，４，８，９－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－１，１１－ジメルカプト－２，５，７，１０－テトラチアウンデカン、３，４，８，９，１３，１４－ヘキサキス（メルカプトメチルチオ）－１，１６－ジメルカプト－２，５，７，１０，１２，１５－ヘキサチアヘキサデカン、８－［ビス（メルカプトメチルチオ）メチル］－３，４，１２，１３－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－１，１５－ジメルカプト－２，５，７，９，１１，１４－ヘキサチアペンタデカン、４，６－ビス［３，５－ビス（メルカプトメチルチオ）－７－メ

ルカプト－２，６－ジチアヘプチルチオ］－１，３－ジチアン、４－［３，５－ビス（メルカプトメチルチオ）－７－メルカプト－２，６－ジチアヘプチルチオ］－６－メルカプトメチルチオ－１，３－ジチアン、１，１－ビス［４－（６－メルカプトメチルチオ）－１，３－ジチアニルチオ］－１，３－ビス（メルカプトメチルチオ）プロパン、１－［４－（６－メルカプトメチルチオ）－１，３－ジチアニルチオ］－３－［２，２－ビス（メルカプトメチルチオ）エチル］－７，９－ビス（メルカプトメチルチオ）－２，４，６，１０－テトラチアウンデカン、３－［２－（１，３－ジチエタニル）］メチル－７，９－ビス（メルカプトメチルチオ）－１，１１－ジメルカプト－２，４，６，１０－テトラチアウンデカン、９－［２－（１，３－ジチエタニル）］メチル－３，５，１３，１５－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－１，１７－ジメルカプト－２，６，８，１０，１２，１６－ヘキサチアヘプタデカン、３－［２－（１，３－ジチエタニル）］メチル－７，９，１３，１５－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－１，１７－ジメルカプト－２，４，６，１０，１２，１６－ヘキサチアヘプタデカン、４，６－ビス［４－（６－メルカプトメチルチオ）－１，３－ジチアニルチオ］－６－［４－（６－メルカプトメチルチオ）－１，３－ジチアニルチオ］－１，３－ジチアン、４－［３，４，８，９－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－１１－メルカプト－２，５，７，１０－テトラチアウンデシル］－５－メルカプトメチルチオ－１，３－ジチオラン、４，５－ビス［３，４－ビス（メルカプトメチルチオ）－６－メルカプト－２，５－ジチアヘキシルチオ］－１，３－ジチオラン、４－［３，４－ビス（メルカプトメチルチオ）－６－メルカプト－２，５－ジチアヘキシルチオ］－５－メルカプトメチルチオ－１，３－ジチオラン、４－［３－ビス（メルカプトメチルチオ）メチル－５，６－ビス（メルカプトメチルチオ）－８－メルカプト－２，４，７－トリチアオクチル］－５－メルカプトメチルチオ－１，３－ジチオラン、２－｛ビス［３，４－ビス（メルカプトメチルチオ）－６－メルカプト－２，５－ジチアヘキシルチオ］メチル｝－１，３－ジチエタン、２－［３，４－ビ

ス（メルカプトメチルチオ）－６－メルカプト－２，５－ジチアヘキシルチオ］メルカプトメチルチオメチル－１，３－ジチエタン、２－［３，４，８，９－テトラキス（メルカプトメチルチオ）－１１－メルカプト－２，５，７，１０－テトラチアウンデシルチオ］メルカプトメチルチオメチル－１，３－ジチエタン、２－［３－ビス（メルカプトメチルチオ）メチル－５，６－ビス（メルカプトメチルチオ）－８－メルカプト－２，４，７－トリチアオクチル］メルカプトメチルチオメチル－１，３－ジチエタン、４－｛１－［２－（１，３－ジチエタニル）］－３－メルカプト－２－チアプロピルチオ｝－５－［１，２－ビス（メルカプトメチルチオ）－４－メルカプト－３－チアブチルチオ］－１，３－ジチオラン、２，２’－［シクロヘキシリデンビス（チオ－２，１－エタンジイルチオ）］ビス［エタンチオール］、４，４’－［（１，３－フェニレン）ビス（オキシ）］ビス［１－ブタンチオール］等のＷＯ２０１９／０８２９６２に開示されている各種２官能チオール化合物等、及び前記チオール化合物の二量体や三量体、四量体を挙げることができるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0023] カチオン重合性化合物は、分子内に１以上のカチオン重合性基を有する化合物である。カチオン重合性基としては、エポキシ基、オキセタニル基、ビニルエーテル基等が挙げられるが、これらに限定されない。カチオン重合性化合物の例としては、エポキシ化合物、オキセタン化合物、ポリスチレン系化合物、ビニルエーテル化合物等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0024] エポキシ化合物としては、エポキシ基を１つ有する単官能エポキシ化合物及びエポキシ基を２つ以上有する多官能エポキシ化合物が挙げられる。多官能エポキシ化合物は、芳香族多官能エポキシ化合物と芳香環を有しない多官能エポキシ化合物とに大別される。

[0025] 芳香環骨格を有するエポキシ樹脂としては、多官能型のエポキシ樹脂として、具体的には、ビスフェノールＡ型エポキシ樹脂（ＤＩＣ株式会社製のＥＰＩＣＬＯＮ（登録商標）８５０、８５０－Ｓ、ＥＸＡ－８５０ＣＲＰ、Ｅ

ＸＡ－８０６７等、）、エポキシ樹脂とビスフェノールＡ骨格に、ポリアルキレンオキサイド構造が付加されている化合物を含む、特殊エポキシ樹脂（旭化成株式会社製のＡＥＲ９０００、株式会社ＡＤＥＫＡ製のＥＰ－４０００Ｓ、ＥＰ－４００３Ｓ、ＥＰ－４０１０Ｓ）、ビスフェノールＦ型エポキシ樹脂（ＤＩＣ株式会社製のＥＰＩＣＲＯＮ（登録商標）８３０－Ｓ、ＥＸＡ－８３０ＬＶＰ等）、ビスフェノールＡＤ型エポキシ樹脂、ビスフェノールＳ型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂（ＤＩＣ株式会社製のＥＰＩＣＲＯＮ（登録商標）、ＨＰ－４０３２Ｄ、ＨＰ－７２０Ｈ等）、フェノールノボラック型エポキシ樹脂（ＤＩＣ株式会社製のＥＰＩＣＬＯＮ（登録商標）Ｎ－７４０、Ｎ－７７０等）、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂（ＤＩＣ株式会社製のＥＰＩＣＲＯＮ（登録商標）、Ｎ－６６０、Ｎ－６７０、Ｎ－６５５－ＥＸＰ－Ｓ等）等が挙げられる。多官能型エポキシ樹脂に含まれる多官能型エポキシ化合物としては、具体的には、テトラ（ヒドロフェニル）アルカンのグリシジルエーテル、テトラヒドロキシベンゾフェノンのグリシジルエーテル、エポキシ化ポリビニルフェノール等が挙げられる。単官能型のエポキシ樹脂は、単官能型エポキシ樹脂に含まれる化合物として、具体的には、ｐ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニルグリシジルエーテル（株式会社ＡＤＥＫＡ製のアデカグリシロール（登録商標）、ＥＤ－５０９Ｅ、ＥＤ－５０９Ｓ等）が挙げられる。

[0026] 脂環骨格を有するエポキシ樹脂としては、１分子中に脂環骨格を有するものであればよく、脂環構造を形成する２つの炭素原子と１つの酸素原子とで、エポキシ基が形成されたシクロアルキレンオキサイド化合物を含むものである。脂環骨格を有するエポキシ樹脂は、脂環骨格を有するエポキシ化合物を含むものでもよい。脂環骨格を有するエポキシ化合物としては、シクロヘキサン系、シクロヘキシルメチルエステル系、シクロヘキシルメチルエーテル系、スピロ系、及びトリシクロデカン系のエポキシ化合物が挙げられる。脂環骨格を有するエポキシ樹脂として、具体的には３’，４’－エポキシシクロメチル３，４－エポキシシクロヘキサンカルボキシレート（株式会社ダ

イセル製のセロキサイド（登録商標）２０２１Ｐ等）、（３，３’，４，４’－ジエポキシ）ビシクロヘキシル（株式会社ダイセル製のセロキサイド（登録商標）８０１０等）、１、２：８、９－ジエポキシリモネン、１、２－エポキシ－４－ビニルシクロヘキサン、２，２－ビス（ヒドロキシメチル）－１－ブタノールの１，２－エポキシ－４－（２－オキシラニル）シクロヘキサン付加物（株式会社ダイセル製のＥＨＰＥ３１５０等）が挙げられる。

[0027] 脂肪族エポキシ樹脂としては、多価アルコール又はそのアルキレンオキシド付加物のポリグリシジルエーテルが挙げられる。脂肪族エポキシ樹脂に含まれる脂肪族エポキシ化合物としては、具体的には、エチレングリコールジグリシジルエーテル、ジエチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、１，４－ブタンジオールジグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、１，６－ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、グリセリンジグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル（共栄社化学株式会社製のエポライト１００ＭＦ等）、及びポリエチレングリコールジグリシジルエーテルが挙げられる。また、脂肪族の環状エポキシ樹脂として、例えば水素化ビスフェノールＡジグリシジルエーテル（三菱ケミカル株式会社製のｊＥＲＹＸ８０００等）が挙げられる。

[0028] エポキシ化合物のエポキシ基当量は９０ｇ／ｅｑ～１０００ｇ／ｅｑであることが好ましい。エポキシ化合物のエポキシ基当量は、８００ｇ／ｅｑ以下でもよく、６００ｇ／ｅｑ以下でもよく、５００ｇ／ｅｑ以下でもよく、４００ｇ／ｅｑ以下でもよく、１２０ｇ／ｅｑ以上でもよく、１３０ｇ／ｅｑ以上でもよく、１５０ｇ／ｅｑ以上でもよく、１８０ｇ／ｅｑ以上でもよく、２００ｇ／ｅｑ以上でもよい。

[0029] オキセタン化合物は、具体的には、３－エチル－３－ヒドロキシメチルオキセタン（オキセタンアルコール）（東亞合成株式会社製のＯＸＴ－１０１等）、２－エチルヘキシルオキセタン（東亞合成株式会社製のＯＸＴ－２１２等）、キシリレンビスオキセタン（東亞合成株式会社製のＯＸＴ－１２１

等）、３－エチル－３｛［（３－エチルオキセタン－３－イル）メトキシ］メチル｝オキセタン（東亞合成株式会社製のＯＸＴ－２２１等）、オキセタニルシルセスキオキセタン（東亞合成株式会社製のＯＸＴ－１９１等）、フェノールノボラックオキセタン（東亞合成株式会社製のＰＨＯＸ等）及び３－エチル－３－フェノキシメチルオキセタン（東亞合成社株式会社製のＯＸＴ－２１１等）が挙げられる。　オキセタン化合物のオキセタン基当量は、９０ｇ／ｅｑ～５００ｇ／ｅｑであることが好ましく、１００ｇ／ｅｑ～３００ｇ／ｅｑでもよい。

[0030]　ビニルエーテル化合物の例としては、エチルビニルエーテル、トリエチレングリコールジビニルエーテル、トリメチロールプロパントリビニルエーテル、ヒドロキシブチルビニルエーテル、１，４－シクロヘキサンジメタノールのビニルエーテル、ドデシルビニルエーテル、及びシクロヘキシルビニルエーテル等が挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0031]　アニオン重合性化合物の例としては、前記カチオン重合性化合物の例として示したエポキシ化合物や、その硬化剤であるチオール系硬化剤、フェノール系硬化剤、酸無水物系硬化剤、アミン系硬化剤等が挙げられる。また、前記ラジカル重合性化合物の例として示したメチレンマロネート類もアニオン重合性化合物として挙げられる。さらに、前記ラジカル重合性化合物の例として示した（メタ）アクリレート化合物も、チオール化合物と組み合わせて使用する際には、アニオン重合性化合物として挙げられる。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0032]　（Ａ）重合性化合物は、ラジカル重合性化合物、カチオン重合性化合物、アニオン重合性化合物のいずれか１種を用いてもよいし、これらを任意に組み合わせて用いてもよい。

[0033]　樹脂組成物中の（Ａ）重合性化合物の含有量は、樹脂組成物の総量１００質量部に対して、１～９９質量部であり得る。ある実施形態においては、樹脂組成物の総量１００質量部に対して、５～５０質量部であることが好まし

く、７～３０質量部であることがより好ましい。この実施形態の樹脂組成物は、フィラー等の遮蔽物が多く存在しても、光硬化のみによる硬化が可能である。また、別の実施形態においては、樹脂組成物中の（Ａ）重合性化合物の含有量は、樹脂組成物の総量１００質量部に対して、３０～９９質量部であることが好ましく、５０～９９質量部であることがより好ましく、６０～９９質量部であることがさらに好ましい。また、樹脂組成物中の（Ａ）重合性化合物の含有量は、樹脂組成物に含まれる全有機物（但し、有機フィラーやエラストマー等の低応力付与材料を除く）の総量１００質量部に対して、７５～９９質量部であることが好ましく、８０～９９．５質量部であることがより好ましく、８５～９８質量部であることがさらに好ましい。また、成分（Ａ）の量は、成分（Ａ）、成分（Ｂ）及び成分（Ｃ）の合計１００質量部に対して、７５～９９．９質量部であることが好ましく、８０～９９．５質量部であることがより好ましく、８５～９９質量部であることがさらに好ましい。

[0034] （Ｂ）光重合開始剤

本態様の樹脂組成物は、（Ｂ）光重合開始剤（以下、「成分（Ｂ）」とも言う）を含む。光重合開始剤とは、光を吸収してラジカル、カチオン、アニオン等の活性種を発生させ、重合性化合物の重合を進行させる反応剤である。本態様において、（Ｂ）光重合開始剤は、波長５００ｎｍ以下の光により活性化される（すなわち、活性種を発生させる）光重合開始剤であることが好ましく、後述する（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料により波長変換された波長５００ｎｍ以下の光により活性化される。（Ｂ）光重合開始剤は、波長４５０ｎｍ以下の光により活性化されることがより好ましく、波長４４０ｎｍ以下の光により活性化されることがさらに好ましく、波長４３０ｎｍ以下の光により活性化されることが特に好ましい。光重合開始剤の吸光特性とフォトンアップコンバージョン材料により生じる光の波長とを合わせることにより、重合反応の効率を上げることができる。（Ｂ）光重合開始剤は、光ラジカル重合開始剤、光酸発生剤、光塩基発生剤、又はこれらの任意

の組み合わせから適宜選択することができる。

[0035] 光ラジカル重合開始剤は、光を吸収して活性種としてラジカルを発生させ、ラジカル重合性化合物の重合を進行させる。光ラジカル重合開始剤の例としては、アルキルフェノン系化合物、アシルフォスフィンオキサイド系化合物、オキシムエステル系化合物、感光部位及びペルオキシド構造を有する化合物等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0036] アルキルフェノン系化合物の例としては、２，２－ジメトキシ－１，２－ジフェニルエタン－１－オン（市販品としてＩＧＭ Ｒｅｓｉｎｓ Ｂ．Ｖ．社製Ｏｍｎｉｒａｄ ６５１）等のベンジルジメチルケタール；２－メチル－２－モルホリノ（４－チオメチルフェニル）プロパン－１－オン（市販品としてＩＧＭ Ｒｅｓｉｎｓ Ｂ．Ｖ．社製Ｏｍｎｉｒａｄ ９０７）等のα－アミノアルキルフェノン；１－ヒドロキシ－シクロヘキシル－フェニル－ケトン（市販品としてＩＧＭ Ｒｅｓｉｎｓ Ｂ．Ｖ．社製Ｏｍｎｉｒａｄ １８４）等のα－ヒドロキシアルキルフェノン；２－ジメチルアミノ－２－（４－メチル－ベンジル）－１－（４－モルフォリン－４－イル－フェニル）－ブタン－１－オン（市販品としてＩＧＭ Ｒｅｓｉｎｓ Ｂ．Ｖ．社製Ｏｍｎｉｒａｄ ３７９ＥＧ）、２－ベンジル－２－（ジメチルアミノ）－４’－モルホリノブチロフェノン（市販品としてＩＧＭ Ｒｅｓｉｎｓ Ｂ．Ｖ．社製Ｏｍｎｉｒａｄ ３６９）等が挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0037] アシルフォスフィンオキサイド系化合物の例としては、２，４，６－トリメチルベンゾイル－ジフェニル－フォスフィンオキサイド（市販品としてＩＧＭ Ｒｅｓｉｎｓ Ｂ．Ｖ．社製Ｏｍｎｉｒａｄ ＴＰＯ Ｈ）、ビス（２，４，６－トリメチルベンゾイル）－フェニルフォスフィンオキサイド（市販品としてＩＧＭ Ｒｅｓｉｎｓ Ｂ．Ｖ．社製Ｏｍｎｉｒａｄ ８１９）等が挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0038] オキシムエステル系化合物の例としては、１，２－オクタンジオン，１－［４－（フェニルチオ）－，２－（Ｏ－ベンゾイルオキシム）］（商品名：イルガキュアＯＸＥ－０１、ＢＡＳＦ製）、エタノン，１－［９－エチル－６－（２－メチルベンゾイル）－９Ｈ－カルバゾール－３－イル］－，１－（Ｏ－アセチルオキシム）（商品名：イルガキュアＯＸＥ－０２、ＢＡＳＦ製）、メタノン，エタノン，１－［９－エチル－６－（１，３－ジオキソラン，４－（２－メトキシフェノキシ）－９Ｈ－カルバゾール－３－イル］－，１－（Ｏ－アセチルオキシム）（商品名：ＡＤＥＫＡ　ＯＰＴ－Ｎ－１９１９、ＡＤＥＫＡ社製）等が挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0039] 感光部位及びペルオキシド構造を有する化合物又はその市販品の例としては、３，３’，４，４’－テトラキス（ｔｅｒｔ－ブチルペルオキシカルボニル）ベンゾフェノン（ＢＴＴＢ）、パーデュアルＴＡ、パーデュアルＴＸ（いずれも日油株式会社製）等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0040] 光ラジカル重合開始剤としては、上述の光ラジカル重合開始剤の他に、例えば、２－ヒドロキシ－２－メチル－１－フェニルプロパン－１－オン、ジエトキシアセトフェノン、１－（４－イソプロピルフェニル）－２－ヒドロキシ－２－メチルプロパン－１－オン、１－（４－ドデシルフェニル）－２－ヒドロキシ－２－メチルプロパン－１－オン、４－（２－ヒドロキシエトキシ）－フェニル（２－ヒドロキシ－２－プロピル）ケトン、２－メチル－１－［４－（メチルチオ）フェニル］－２－モルホリノプロパン－１－オン、ベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、ベンゾインｎ－ブチルエーテル、ベンゾインフェニルエーテル、ベンジルジメチルケタール、ベンゾフェノン、ベンゾイル安息香酸、ベンゾイル安息香酸メチル、４－フェニルベンゾフェノン、ヒドロキシベンゾフェノン、アクリル化ベンゾフェノン、４－ベンゾイル－４’－メチルジフェニルサルファイド、３，３’－ジメチル－４－メトキシベンゾフェノン、チオキサンソン、２－クロルチオキサンソン、２－メチル

チオキサンソン、２，４－ジメチルチオキサンソン、イソプロピルチオキサンソン、２，４－ジクロロチオキサンソン、２，４－ジエチルチオキサンソン、２，４－ジイソプロピルチオキサンソン、２，４，６－トリメチルベンゾイルジフェニルホスフインオキサイド、メチルフェニルグリオキシレート、ベンジル、カンファーキノンなどが挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0041] 光ラジカル重合開始剤は、いずれか１種を用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。

[0042] 樹脂組成物中における光ラジカル重合開始剤の含有量は、光照射反応性の観点から、ラジカル重合性化合物の合計１００質量部に対して、好ましくは０．１～１０質量部であり、より好ましくは０．２～８質量部である。

[0043] 光酸発生剤は、光を吸収して活性種として酸を発生させ、カチオン重合性化合物の重合を進行させる。光酸発生剤としては、BF_4^-、SbF_6^-、AsF_6^-、$B(C_6F_5)_4^-$、$Ga(C_6F_5)_4^-$、$C(CF_3SO_2)_3^-$、$[P(R^1)_aF_{6-a}]^-$、$[C(R^1SO_2)_3]^-$、又は$[N(R^1SO_2)_2]^-$（式中、R^1は、それぞれ独立して、水素原子の少なくとも一部がフッ素原子で置換されているアルキル基であり、ａは０～５の整数であり、ａが２以上の整数である場合、複数存在するR^1は、互いに同一でもよく異なっていてもよい。）等を対アニオンとし、スルホニウムカチオン、ヨードニウムカチオン、アンモニウムカチオン、及びホスホニウムカチオン等をカチオン部とする、種々のオニウム塩が使用できる。

[0044] ヨードニウムカチオンとしては、例えば、ジフェニルヨードニウム、ジ－ｐ－トリルヨードニウム、ビス（４－ドデシルフェニル）ヨードニウム、ビス（４－メトキシフェニル） ヨードニウム、（４－オクチルオキシフェニル）フェニルヨードニウム、ビス（４－デシルオキシ）フェニルヨードニウム、４－（２－ヒドロキシテトラデシルオキシ）フェニルフェニルヨードニウム、４－イソプロピルフェニル（ｐ－トリル）ヨードニウム及び４－イソブチルフェニル（ｐ－トリル）ヨードニウム等のヨードニウムイオン等が挙げ

られる。

[0045] スルホニウムイオンとしては、例えば、トリフェニルスルホニウム、トリ－ｐ－トリルスルホニウム、トリ－ｏ－トリルスルホニウム、トリス（４－メトキシフェニル）スルホニウム、１－ナフチルジフェニルスルホニウム、２－ナフチルジフェニルスルホニウム、トリス（４－フルオロフェニル）スルホニウム、トリ－１－ナフチルスルホニウム、トリ－２－ナフチルスルホニウム、トリス（４－ヒドロキシフェニル）スルホニウム、４－（フェニルチオ）フェニルジフェニルスルホニウム、４－（ｐ－トリルチオ）フェニルジ－ｐ－トリルスルホニウム、４－（４－メトキシフェニルチオ）フェニルビス（４－メトキシフェニル）スルホニウム、４－（フェニルチオ）フェニルビス（４－フルオロフェニル）スルホニウム、４－（フェニルチオ）フェニルビス（４－メトキシフェニル）スルホニウム、４－（フェニルチオ）フェニルジ－ｐ－トリルスルホニウム、［４－（４－ビフェニリルチオ）フェニル］－４－ビフェニリルフェニルスルホニウム、［４－（２－チオキサントニルチオ）フェニル］ジフェニルスルホニウム、ビス［４－（ジフェニルスルホニオ）フェニル］スルフィド、ビス〔４－｛ビス［４－（２－ヒドロキシエトキシ）フェニル］スルホニオ｝フェニル〕スルフィド、ビス｛４－［ビス（４－フルオロフェニル）スルホニオ］フェニル｝スルフィド、ビス｛４－［ビス（４－メチルフェニル）スルホニオ］フェニル｝スルフィド、ビス｛４－［ビス（４－メトキシフェニル）スルホニオ］ フェニル｝スルフィド、４－（４－ベンゾイル－２－クロロフェニルチオ）フェニルビス（４－フルオロフェニル）スルホニウム、４－（４－ベンゾイル－２－クロロフェニルチオ）フェニルジフェニルスルホニウム、４－（４－ベンゾイルフェニルチオ）フェニルビス（４－フルオロフェニル）スルホニウム、４－（４－ベンゾイルフェニルチオ）フェニルジフェニルスルホニウム、７－イソプロピル－９－オキソ－１０－チア－９，１０－ジヒドロアントラセン－２－イルジ－ｐ－トリルスルホニウム、７－イソプロピル－９－ オキソ－１０－チア－９，１０－ジヒドロアントラセン－２－イルジフェニルスルホニウム

、２－［（ジ－ｐ－トリル）スルホニオ］チオキサントン、２－［（ジフェニル）スルホニオ］チオキサントン、４－（９－オキソ－９Ｈ－チオキサンテン－２－イル）チオフェニル－９－オキソ－９Ｈ－チオキサンテン－２－イルフェニルスルホニウム、４－［４－（４－ｔ－ブチルベンゾイル）フェニルチオ］フェニルジ－ｐ－トリルスルホニウム、４－［４－（４－ｔ－ブチルベンゾイル）フェニルチオ］フェニルジフェニルスルホニウム、４－［４－（ベンゾイルフェニルチオ）］フェニルジ－ｐ－トリルスルホニウム、４－［４－（ベンゾイルフェニルチオ）］フェニルジフェニルスルホニウム、５－（４－メトキシフェニル）チアアンスレニウム、５－フェニルチアアンスレニウム、５－トリルチアアンスレニウム、５－（４－エトキシフェニル）チアアンスレニウム及び５－（２，４，６－トリメチルフェニル）チアアンスレニウム等のトリアリールスルホニウム等が挙げられる。

[0046] アンモニウムカチオンとしては、例えば、Ｎ，Ｎ－ジメチルピロリジニウム、Ｎ－エチル－Ｎ－メチルピロリジニウム及びＮ，Ｎ－ジエチルピロリジニウム等のピロリジニウム、Ｎ，Ｎ’－ジメチルイミダゾリニウム、Ｎ，Ｎ’－ジエチルイミダゾリニウム、Ｎ－エチル－Ｎ’－メチルイミダゾリニウム、１，３，４－トリメチルイミダゾリニウム及び１，２，３，４－テトラメチルイミダゾリニウム等のイミダゾリニウム、Ｎ，Ｎ’－ジメチルテトラヒドロピリミジニウム等のテトラヒドロピリミジニウム、Ｎ，Ｎ’－ジメチルモルホリニウム等のモルホリニウム、Ｎ，Ｎ’－ジエチルピペリジニウム等のピペリジニウム、Ｎ－メチルピリジニウム、Ｎ－ベンジルピリジニウム及びＮ－フェナシルピリジウム等のピリジニウム、Ｎ，Ｎ’－ジメチルイミダゾリウム等のイミダゾリウム、Ｎ－メチルキノリウム、Ｎ－ベンジルキノリウム及びＮ－フェナシルキノリウム等のキノリウム、Ｎ－メチルイソキノリウム等のイソキノリウム、ベンジルベンゾチアゾニウム及びフェナシルベンゾチアゾニウム等のチアゾニウム、ベンジルアクリジウム及びフェナシルアクリジウム等のアクリジウム等が挙げられる。

[0047] ホスホニウムカチオンとしては、例えば、テトラフェニルホスホニウム、

テトラ－ｐ－トリルホスホニウム、テトラキス（２－メトキシフェニル）ホスホニウム、テトラキス（３－メトキシフェニル）ホスホニウム及びテトラキス（４－メトキシフェニル）ホスホニウム等のテトラアリールホスホニウム、トリフェニルベンジルホスホニウム、トリフェニルフェナシルホスホニウム、トリフェニルメチルホスホニウム及びトリフェニルブチルホスホニウム等のトリアリールホスホニウム、トリエチルベンジルホスホニウム、トリブチルベンジルホスホニウム、テトラエチルホスホニウム、テトラブチルホスホニウム、テトラヘキシルホスホニウム、トリエチルフェナシルホスホニウム及びトリブチルフェナシルホスホニウム等のテトラアルキルホスホニウム等が挙げられる。

[0048] ヨードニウム塩系光酸発生剤の具体例としては、

ジフェニルヨードニウム・ヘキサフルオロアルセネート、ジ（４－クロロフェニル）ヨードニウム・ヘキサフルオロアルセネート、ジ（４－ブロムフェニル）ヨードニウム・ヘキサフルオロアルセネート、フェニル（４－メトキシフェニル）ヨードニウム・ヘキサフルオロアルセネート等のアルセネート系ヨードニウム塩である光酸発生剤；

４－メチルフェニル－４－（１－メチルエチル）フェニルヨードニウム・ヘキサフルオロホスフェート、４－メチルフェニル－４－（１－メチルエチル）フェニルヨードニウム・トリ（ペンタフルオロエチル）トリフルオロホスフェート（例えば、サンアプロ株式会社製のＩＫ－１）、４－メチルフェニル－４－（２－メチルプロピル）フェニルヨードニウム・ヘキサフルオロホスフェート（例えば、ＢＡＳＦ社製のＩＲＧＡＣＵＲＥ（登録商標）２５０）、ビス（$C_{10\sim14}$－アルキルフェニル）ヨードニウム・ヘキサフルオロホスフェート（例えば、富士フイルム和光純薬株式会社製のＷＰＩ－１１３）等のホスフェート系ヨードニウム塩である光酸発生剤；

４－メチルフェニル－４－（１－メチルエチル）フェニルヨードニウム・ヘキサフルオロアンチモネート（例えば、富士フイルム和光純薬株式会社製のＷＰＩ－１１６等）等のアンチモネート系ヨードニウム塩である光酸発生

剤；

ＩＫ－１ＦＧ（サンアプロ株式会社製）等のヨードニウム塩系光酸発生剤；

４－メチルフェニル－４－（１－メチルエチル）フェニルヨードニウム・テトラキス（ペンタフルオロフェニル）ボレート、４－イソプロピル－４’－メチルジフェニルヨードニウムテトラキス（ペンタフルオロフェニル）ボレート（例えば、ＥＬＫＥＭ　ＳＩＬＩＣＯＮＥＳ社製のＢＬＵＥＳＩＬ（登録商標）ＰＩ　２０７４等）等のボレート系ヨードニウム塩である光酸発生剤

等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0049] スルホニウム塩系光酸発生剤の具体例としては、ボレート系スルホニウム塩である光酸発生剤（例えば、サンアプロ株式会社製の品名：ＣＰＩ－１１０Ｂ、ＣＰＩ－３１０Ｂ、ＣＰＩ－４１０Ｂ等、及びＩＧＭ　Ｒｅｓｉｎｓ　Ｂ．Ｖ．社製Ｏｍｎｉｒａｄ　２９０等）、ホスフェート系スルホニウム塩である光酸発生剤（サンアプロ株式会社製の品名：ＣＰＩ－２１０Ｓ、ＶＣ－１Ｓ、ＣＰＩ－４１０Ｓ等）、その他のスルホニウム塩系光酸発生剤（サンアプロ株式会社製の品名：ＣＰＩ－３１０ＦＧ、ＶＣ－１ＦＧ等）等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0050] 光酸発生剤は、いずれか１種を用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。

[0051] 樹脂組成物中における光酸発生剤の含有量は、カチオン重合性化合物の合計１００質量部に対し、好ましくは０．５～１５質量部であり、より好ましくは１～１０質量部である。

[0052] 光塩基発生剤は、光を吸収して活性種として塩基を発生させ、アニオン重合性化合物の重合を進行させる。光塩基発生剤の例としては、塩基としてアミン、アミジン、グアニジン、ホスファゼン、カルベン等を発生する様々な化合物が挙げられるが、これらに限定されない。光塩基発生剤の具体的な例は、例えば、２－ベンジル－２－（ジメチルアミノ）－１－［４－（モルホ

リノ）フェニル］－１－ブタノン、２－（ジメチルアミノ）－２－（４－メチルベンジル）－１－（４－モルホリノフェニル）ブタン－１－オン、２－ニトロベンジル４－ヒドロキシピペリジン－１－カルボキシラート、４，５－ジメトキシ－２－ニトロベンジル２，６－ジメチルピペリジン－１－カルボキシラート、１－（９，１０－ジオキソ－９，１０－ジヒドロアントラセン－２－イル）エチルシクロヘキシルカルバメート、１－（９，１０－ジオキソ－９，１０－ジヒドロアントラセン－２－イル）エチル１Ｈ－イミダゾール－１－カルボキシレート、３，４，６，７，８，９－ヘキサヒドロ－２Ｈ－ピリミド［１，２－ａ］ピリミジン－１－イウム２－（３－ベンゾイルフェニル）プロパノエート、ジアミノメタンイミニウム２－（３－ベンゾイルフェニル）プロパノエート、（Ｚ）－Ｎ－（（（ビス（ジメチルアミノ）メチレン）アミノ）（イソプロピルアミノ）メチレン）プロパン－２－アミニウム２－（３－ベンゾイルフェニル）プロパノエート、１，２－ジシクロヘキシル－４，４，５，５－テトラメチルビグアニジウムｎ－ブチルトリフェニルボレート、（Ｚ）－｛［ビス（ジメチルアミノ）メチリデン］アミノ｝－Ｎ－シクロヘキシル（シクロヘキシルアミノ）メタニミニウムテトラキス（３－フルオロフェニル）ボレート、１，２－ジイソプロピル－３－［ビス（ジメチルアミノ）メチレン］グアニジウム２－（３－ベンゾイルフェニル）プロピオネート、９－アントリルメチル　Ｎ，Ｎ－ジエチルカルバメート、（Ｅ）－１－ピペリジノ－３－（２－ヒドロキシフェニル）－２－プロペン－１－オン、２－ニトロフェニルメチル　４－メタクリロイルオキシピペリジン－１－カルボキシレート、テトラメチルグアニジウム　テトラキス（３－フルオロフェニル）ボレート、テトラメチルグアニジウム　テトラキス（４－フルオロフェニル）ボレート、プロトン化されたＤＢＵ及びテトラキス（３－フルオロフェニル）ボレートアニオンを含む塩、ベンジル化されたＤＢＵ及びテトラキス（３－フルオロフェニル）ボレートアニオンを含む塩等が挙げられるが、これらに限定されない。これらは単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0053] 光塩基発生剤は、いずれか１種を用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。

[0054] 樹脂組成物中における光塩基発生剤の含有量は、アニオン重合性化合物の合計１００質量部に対し、好ましくは０．５～１５質量部であり、より好ましくは１～１０質量部である。

[0055] 光重合開始剤は、光ラジカル重合開始剤、光酸発生剤、光塩基発生剤のいずれか１種を用いてもよいし、これらを任意に組み合わせて用いても良い。

[0056] （Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料

本態様の樹脂組成物は、（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料（以下、「成分（Ｃ）」とも言う）を含む。フォトンアップコンバージョン材料は、特定の光を照射することにより、多光子励起、三重項－三重項消滅過程等により高エネルギー状態を生成し、それらが緩和する過程で入射光よりも波長の短い光を発する。このフォトンアップコンバージョン材料を樹脂組成物中に含有させ、長波長の光を樹脂組成物に照射することにより、樹脂組成物の内部でフォトンアップコンバージョン材料が波長変換を行う。これにより、フォトンアップコンバージョン材料が、波長５００ｎｍ以下の光を発生させて光重合開始剤を活性化させ、樹脂組成物を硬化させることができる。本態様において、（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料の発光波長は、５００ｎｍ以下の波長を含むことが好ましく、４５０ｎｍ以下の波長を含むことがより好ましく、４３０ｎｍ以下の波長を含むことがさらに好ましく、４００ｎｍ以下の波長を含むことが特に好ましい。ある実施形態において、成分（Ｃ）の発光波長は、紫外光の波長（２００ｎｍ～３８０ｎｍ）を含む。

[0057] フォトンアップコンバージョン（ＵＣ）とは、低エネルギー（長波長）の光を高エネルギー（短波長）光に変換する技術である。フォトンアップコンバージョンの機構として、三重項－三重項消滅(triplet-triplet annihilation; TTA）、希土類元素含有物の多光子励起、及び二光子吸収等がある。本態様において、いずれのフォトンアップコンバージョンの機構に基づくフォトンアップコンバージョン材料を用いることができるが、（Ｃ）フォトンアッ

プコンバージョン材料は、（Ｃ１）三重項－三重項消滅タイプのフォトンアップコンバージョン材料、（Ｃ２）多光子励起タイプのフォトンアップコンバージョン材料、又はこれらの組み合わせであることが好ましい。

[0058] （Ｃ１）三重項－三重項消滅タイプのフォトンアップコンバージョン材料

一実施形態において、フォトンアップコンバージョン材料は、三重項－三重項消滅タイプのフォトンアップコンバージョン材料（以下、「成分（Ｃ１）」とも言う）である。三重項－三重項消滅タイプのフォトンアップコンバージョン材料では、ドナーとアクセプターとの組み合わせが用いられる。三重項－三重項消滅タイプのフォトンアップコンバージョン材料としては、例えば、特開２０２１－０８０３３５号公報、特開２０２０－０５６０３０号公報に記載されているものを使用することができる。

[0059] ＜アクセプター＞

アクセプター（アクセプター化合物）は、ドナーからの三重項エネルギー移動を受けた後に励起一重項状態となり、フォトンアップコンバージョン発光を生じ得る化合物（発光体）であればよく、特に制限されない。アクセプターの例としては、ナフタレン構造、アントラセン構造、テトラセン構造、ピレン構造、ペリレン構造、ビフェニル構造、ターフェニル構造、ペリレンジイミド構造、ナフタレンジイミド構造、ＢＯＤＩＰＹ（ホウ素ジピロメテン；４，４－ジフルオロ－４－ボラ－３ａ，４ａ－ジアザ－ｓ－インダセン）構造を含む化合物が挙げられるが、これらに限定されない。アクセプターの具体例としては、９，１０－ジフェニルアントラセン（ＤＰＡ）、テトラ－ｔｅｒｔ－ブチルペリレン、アントラセン（Ａｎ）、２、５－ジフェニルオキサゾール（ＰＰＯ）、ルブレン、２－クロロ－ビス－フェニルエチニルアントラセン（２ＣＢＰＥＡ）、９，１０－ビス（フェニルエチニル）アントラセン（ＢＰＥＡ）、９，１０－ビス（フェニルエチニル）ナフタセン（ＢＰＥＮ）、ペリレン、クマリン３４３（Ｃ３４３）、９，１０－ジメチルアントラセン（ＤＭＡ）、ピレン、ｔｅｒｔ－ブチルピレン、及びヨードフェニル基を有するホウ素ジピロメテン（ＢＯＤＩＰＹ）誘導体ＢＤ－１及び

ＢＤ－２、並びにこれら化合物のハロゲン化誘導体が挙げられるが、これらに限定されない。アクセプターのその他の具体例としては、例えば、特開２０２１－０８０３３５号公報、特開２０２０－０５６０３０号公報に記載されているアクセプターが挙げられる。

[0060] ＜ドナー＞

ドナー（ドナー化合物）は、入射光を吸収し、励起一重項状態からの系間交差により励起三重項状態となるとともに、かつ、アクセプターに三重項－三重項エネルギー移動を生じさせるものであればよく、特に制限されない。ドナーの例としては、Ｐｔ、Ｐｄ、Ｚｎ、Ｒｕ、Ｒｅ、Ｉｒ、Ｏｓ、Ｃｕ、Ｎｉ、Ｃｏ、Ｃｄ、Ａｕ、Ａｇ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｐｂ、Ｐ、Ａｓ等の金属原子、及びポルフィリン構造、フタロシアニン構造、フラーレン構造、２－フェニルピリジナト構造等の有機部分を含む化合物が挙げられるが、これらに限定されない。ドナーの具体例としては、パラジウムオクタブトキシフタロシアニン（ＰｄＯＢｕＰｃ）、白金テトラフェニルテトラナフトポルフィリン（ＰｔＴＰＴＮＰ）、パラジウム（ＩＩ）－メソ－テトラフェニル－テトラベンゾポルフィリン（ＰｄＴＰＴＢＰ）、［Ｒｕ（ｄｍｂ）$_3$］$^{2+}$（ｄｍｂは４，４’－ジメチル－２，２’－ビピリジン）、パラジウム（ＩＩ）テルトラアントラポルフィリン（ＰｄＴＡＰ）、白金（ＩＩ）テトラフェニルテトラベンゾポルフィリン（ＰｔＴＰＢＰ）、パラジウムメソ－テトラフェニルテトラベンゾポルフィリン（ＰｄＰｈ４ＴＢＰ）、パラジウムオクタエチルポルフィリン（ＰｄＯＥＰ）、１１，１５，１８，２２，２５オクタブトキシフタロシアニン（ＰｄＰｃ（ＯＢｕ）$_8$）、オクタエチルポルフィリン（ＯＥＰ）、白金オクタエチルポルフィリン（ＰｔＯＥＰ）、亜鉛（ＩＩ）オクタエチルポルフィリン（ＺｎＯＥＰ）、亜鉛（ＩＩ）メソ－テトラフェニルポルフィン（ＺｎＴＰＰ）、パラジウム（ＩＩ）テトラフェニルテトラベンゾポルフィリン（ＰｄＴＰＢＰ）、パラジウム（ＩＩ）メソ－テトラフェニル－オクタメトキシドテトラナフトールポルフィリン（ＰｄＰｈ$_4$ＯＭｅ$_8$ＴＮＰ）、２－メトキシチオキサントン（２ＭｅＯＴＸ）、及びＩｒ（ｐｐｙ

）$_3$（ｐｐｙ＝２－フェニルピリジン）が挙げられるが、これらに限定されない。ドナーのその他の具体例としては、例えば、特開２０２１－０８０３３５号公報、特開２０２０－０５６０３０号公報に記載されているドナーが挙げられる。

[0061] ドナーとアクセプターとの組み合わせを適宜選択することにより、入射光及び発光の波長を制御することができる。ドナーとアクセプターとの組み合わせは、１組であっても、２組以上であってもよい。例えば、ある実施形態において、ドナーとアクセプターとの組み合わせを複数選択することにより、樹脂組成物中で、あるフォトンアップコンバージョン材料から、別のフォトンアップコンバージョン材料へのエネルギー移動が可能となる。このような段階的なエネルギー移動により、所望の入射光から、フォトンアップコンバージョン材料の発光波長が、最終的に５００ｎｍ以下の波長を含むように調整することができ、これにより、所望の入射光を用いて樹脂組成物を光硬化することができる。ドナーとアクセプターのモル比率は、例えば、ドナー：アクセプター＝１：１～１：１００，０００とすることができる。ドナーとアクセプターとの組み合わせ、及びモル比率を適宜選択することにより、波長５００ｎｍ超の光を照射することにより、発光される（Ｃ１）三重項－三重項消滅タイプのフォトンアップコンバージョン材料の発光波長は、５００ｎｍ以下の波長を含むように調整することができる。

[0062] このような（Ｃ１）三重項－三重項消滅タイプのフォトンアップコンバージョン材料をアップコンバージョン発光させる励起光の波長の範囲としては、５００ｎｍ超の波長、例えば５００ｎｍ超２０００ｎｍ以下の範囲内の波長であることが好ましい。成分（Ｃ１）のアップコンバージョン発光の波長は、好ましくは５００ｎｍ以下の波長を含むものであり、より好ましくは４５０ｎｍ以下の波長を含むものであり、さらに好ましくは４３０ｎｍ以下の波長を含み、特に好ましくは４００ｎｍ以下の波長を含む。ある実施形態において、成分（Ｃ１）の発光波長は、紫外光の波長（２００ｎｍ～３８０ｎｍ）を含む。

[0063] ドナーは、いずれか１種を用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。アクセプターは、いずれか１種を用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。

[0064] 本態様において、樹脂組成物中の成分（Ｃ１）の含有量は、樹脂組成物の硬化性の観点から、樹脂組成物の総量１００質量部に対して、好ましくは０．００１～１０質量部であり、より好ましくは０．００５～１０質量部であり、さらに好ましくは０．０１～１０質量部である。また、成分（Ｃ１）の量は、成分（Ａ）、成分（Ｂ）及び成分（Ｃ）の合計１００質量部に対して、０．００１～２０質量部であることが好ましく、０．００５～１５質量部であることがより好ましく、０．０１～１０質量部であることがさらに好ましい。ある実施形態において、成分（Ｃ１）の量は、成分（Ａ）、成分（Ｂ）及び成分（Ｃ）の合計１００質量部に対して、（Ｃ１）は０．００１～１質量部である。ある実施形態において、成分（Ｃ１）の量は、１ｍｍｏｌ／Ｌ～６ｍｏｌ／Ｌであることが好ましく、２ｍｍｏｌ／Ｌ～５ｍｏｌ／Ｌであることがより好ましく、６ｍｍｏｌ／Ｌ～４ｍｏｌ／Ｌであることがさらに好ましく、１０ｍｍｏｌ／Ｌ～３ｍｏｌ／Ｌであることが特に好ましく、５０ｍｍｏｌ／Ｌ～２ｍｏｌ／Ｌであることが最も好ましい。

[0065] （Ｃ２）多光子励起タイプのフォトンアップコンバージョン材料

ある実施形態において、フォトンアップコンバージョン材料は、多光子励起タイプのフォトンアップコンバージョン材料（以下、「成分（Ｃ２）」とも言う）である。多光子励起タイプのフォトンアップコンバージョン材料は、多光子励起によってアップコンバージョン発光する材料である。前記成分（Ｃ２）のアップコンバージョン発光の波長は、好ましくは５００ｎｍ以下の波長を含むものであり、より好ましくは４５０ｎｍ以下の波長を含むものであり、さらに好ましくは４３０ｎｍ以下の波長を含み、特に好ましくは４００ｎｍ以下の波長を含む。ある実施形態において、成分（Ｃ２）の発光波長は、紫外光の波長（２００ｎｍ～３８０ｎｍ）を含む。成分（Ｃ２）は、ＵＶ－Ａ又は紫色又は青色領域の他に、赤色領域、緑色領域においても発光

ピークを有していてもよい。本明細書において、赤色領域とは６００～８００ｎｍ、緑色領域とは５００～６００ｎｍ、青色領域とは４００～５００ｎｍの光の波長領域を意味するものである。本実施形態において、成分（Ｃ２）は、波長５００ｎｍ以下の領域で発光強度を有することが好ましい。

[0066] 成分（Ｃ２）では、光学的に不活性な母体材料に対して、希土類元素がドープされており、それによりアップコンバージョン発光特性を示す。成分（Ｃ２）において、含有される希土類元素の種類や導入量(ドープ量)を適宜選択することによって、任意の波長のアップコンバージョン発光を得ることができる。

[0067] 希土類元素としては、アップコンバージョン発光が可能な希土類元素であれば特に限定されるものではないが、一般的には３価のイオンとなる希土類元素を挙げることができる。中でもエルビウム（Ｅｒ）、ホロミウム（Ｈｏ）、プラセオジウム（Ｐｒ）、ツリウム（Ｔｍ）、ネオジウム（Ｎｄ）、ガドリニウム（Ｇｄ）、ユウロピウム（Ｅｕ）、イッテルビウム（Ｙｂ）、サマリウム（Ｓｍ）及びセリウム（Ｃｅ）からなる群から選択される少なくとも２つ以上の希土類元素を組み合わせて使用することが好ましい。

また、前記希土類元素の組合せとしては、例えば、イッテルビウム（Ｙｂ）、エルビウム（Ｅｒ）及びツリウム（Ｔｍ）の組合せ、プラセオジウム（Ｐｒ）、エルビウム（Ｅｒ）及びツリウム（Ｔｍ）の組合せ、エルビウム（Ｅｒ）及びツリウム（Ｔｍ）の組合せ、等を挙げることができ、中でもイッテルビウム（Ｙｂ）、エルビウム（Ｅｒ）及びツリウム（Ｔｍ）の組合せ、並びにイッテルビウム（Ｙｂ）及びツリウム（Ｔｍ）が好ましい。

特に、青色光波長の強いアップコンバージョン放出を有する希土類元素の組合せとしては、例えば、Yb^{3+}／Tm^{3+}が挙げられる。

[0068] このような成分（Ｃ２）をアップコンバージョン発光させる励起光の波長の範囲としては、５００ｎｍ超の波長、例えば５００ｎｍ超２０００ｎｍ以下の範囲内の波長であることが好ましい。

[0069] 母体材料（母材）は、希土類元素を担持するものであって、前記希土類元

素をアップコンバージョン発光可能な状態で担持するものであれば特に限定されるものではなく、希土類元素と反応し、錯体、デンドリマー等を形成する有機物であっても良く、無機物であっても良い。前記希土類元素を発光可能な状態で含有させることが容易である点から、無機物であることが好ましい。

[0070] このような無機物の母材としては、励起光に対して透明性を有する材料が、発光効率の観点から好ましく、具体的には中でもフッ化物、塩化物等のハロゲン化物、酸化物、硫化物、酸硫化物等が好適に用いられる。このようなハロゲン化物の例としては、塩化バリウム（$BaCl_2$）、塩化鉛（$PbCl_2$）、フッ化鉛（PbF_2）、フッ化カドミニウム（CdF_2）、フッ化ランタン（LaF_3）、フッ化イットリウム（YF_3）等が挙げられるが、これらに限定されない。酸化物の例としては、酸化イットリウム（Y_2O_3）、酸化セリウム（CeO_2）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、二酸化ケイ素（SiO_2）、酸化タンタル（Ta_2O_5）等が挙げられるが、これらに限定されない。なお、ハロゲン化物を母材とする成分（Ｃ２）の周囲に被覆材を形成してもよい。この被覆材としては、上に挙げたような酸化物を用いることができる。

[0071] また、コア（$NaYREF_4$）／シェル（$NaYF_4$）（ＲＥ＝希土類元素）で構成されるコアシェル型アップコンバージョン材料を用いることもできる。

[0072] 成分（Ｃ２）は、公知の方法、例えば、高周波プラズマ法を含むガス中蒸発法、スパッタリング法、ガラス結晶化法、化学析出法、逆ミセル法、ゾル-ゲル法及びそれに類する方法、水熱合成法や共沈法を含む沈殿法又はスプレー法等により、製造することができる。成分（Ｃ２）の製造方法は、例えは、特開２００６－１１７８６４号公報に記載の方法を参照することができる。

[0073] 成分（Ｃ２）は市販品を使用してもよい。例えば、Hefei Fluonano Biotech社より、製品コード２０１－３０－３６５において、励起光９７５ｎｍ、発

光３６５ｎｍのコアシェル型アップコンバージョン蛍光体ナノ粒子が市販されている。

[0074] 成分（Ｃ２）は、いずれか単独で用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。例えば、ある実施形態において、成分（Ｃ２）を２種以上併用することにより、樹脂組成物中で、あるフォトンアップコンバージョン材料から、別のフォトンアップコンバージョン材料へのエネルギー移動が可能となる。このような段階的なエネルギー移動により、所望の入射光から、フォトンアップコンバージョン材料の発光波長が、最終的に５００ｎｍ以下の波長を含むように調整することができ、これにより、所望の入射光を用いて樹脂組成物を光硬化することができる。

[0075] 樹脂組成物中の成分（Ｃ２）の含有量は、光変換効率及び光硬化度の観点から、樹脂組成物の総量１００質量部に対して、例えば０．１～６０質量部であり、好ましくは０．１～５０質量部であり、好ましくは０．１～４０質量部であり、より好ましくは１～３０質量部である。

[0076] 本態様において、（Ｃ１）三重項－三重項消滅タイプのフォトンアップコンバージョン材料、又は（Ｃ２）多光子励起タイプのアップコンバージョン材料をいずれか単独で用いてもよいし、これらを任意に組み合わせて用いることもできる。例えば、ある実施形態において、成分（Ｃ１）と成分（Ｃ２）とを組み合わせて用いることにより、樹脂組成物中で、成分（Ｃ１）から成分（Ｃ２）への、又は成分（Ｃ２）から成分（Ｃ１）への、エネルギー移動が可能となる。このような段階的なエネルギー移動により、所望の入射光から、フォトンアップコンバージョン材料の発光波長が、最終的に５００ｎｍ以下の波長を含むように調整することができ、これにより、所望の入射光を用いて樹脂組成物を光硬化することができる。

[0077] 本態様の樹脂組成物は、所望であれば、前記成分（Ａ）～（Ｃ）以外の任意成分、例えば以下に述べるものを必要に応じて含有してもよい。

[0078] ・フィラー

本態様の樹脂組成物は、本態様の目的を損なわない範囲で、フィラーを含

有してもよい。フィラーを樹脂組成物に含有することによって、樹脂組成物を硬化させた硬化物の線膨張係数を下げることができ、耐サーマルサイクル性が向上する。また、低弾性率のフィラーであれば、硬化物に生じる応力を緩和することができ、長期信頼性が向上する。フィラーは、無機フィラー及び有機フィラーに大別される。

[0079] 無機フィラーは、無機材料によって形成された粒状体からなり、添加により線膨張係数を下げる効果を有するものであれば、特に限定されない。無機材料としては、シリカ、タルク、アルミナ、窒化アルミニウム、炭酸カルシウム、ケイ酸アルミニウム、ケイ酸マグネシウム、炭酸マグネシウム、硫酸バリウム、炭酸バリウム、硫酸石灰、水酸化アルミニウム、ケイ酸カルシウム、チタン酸カリウム、酸化チタン、酸化亜鉛、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化ホウ素等を用いることができる。無機フィラーは、いずれか１種を用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。無機フィラーとしては、充填量を高くできることから、シリカフィラーを用いることが好ましい。シリカは、非晶質シリカが好ましい。

[0080] 無機フィラーは、その表面がシランカップリング剤等のカップリング剤で表面処理されたものを用いてもよい。それにより、樹脂組成物のチクソトロピーインデックス（TI：Thixotropic Index）を適正な範囲とすることができる。

[0081] 有機フィラーの例としては、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）フィラー、シリコーンフィラー、アクリルフィラー、スチレンフィラー等が挙げられる。有機フィラーは、表面処理されていてもよい。

[0082] フィラーの形状は、特に限定されず、球状、りん片状、針状、不定形等のいずれであってもよい。

[0083] フィラーの平均粒径は、０．０１～１５μｍが好ましく、０．０１～１０μｍがより好ましい。樹脂組成物に照射される長波長の光の透過性の観点から、フィラーの最大粒径は、５０μｍ以下であることが好ましく、３０μｍ以下であることがより好ましい。

[0084] 本明細書において、平均粒径は、レーザー回折・散乱法によって測定した、体積基準での粒度分布における積算値５０％での粒径である。最大粒径は、レーザー回折・散乱法によって測定した、体積基準での粒度分布における最大の粒径である。

[0085] フィラーを含有する場合、フィラーの含有量は、樹脂組成物の総質量に対して、好ましくは０．５～８０質量％であり、より好ましくは１～７０質量％である。

[0086] ・揺変剤

本態様の樹脂組成物は、本態様の効果を損なわない範囲で、揺変剤を含有していてもよい。

揺変剤としては、コロイダルシリカ、疎水性シリカ、微細シリカ、ナノシリカ等のシリカ、ベントナイト、アセチレンブラック、ケッチェンブラック等が挙げられ、ナノシリカが、塗布後の形状保持性の観点から、好ましい。また、揺変剤は、ボンディング時の樹脂組成物の噛み込み防止、耐湿密着性の点から、平均粒径：１０～７５０ｎｍのナノシリカが、より好ましく、平均粒径：２０～６００ｎｍのナノシリカがさらに好ましい。市販品としては、ＣＡＢＯＴ社製疎水性フュームドシリカ（品名：ＣＡＢ－Ｏ－ＳＩＬ（登録商標）ＴＳ７２０、平均粒径：１２ｎｍ）、日本アエロジル製疎水性フュームドシリカ（品名：Ｒ８０５、平均粒径：２０ｎｍ）、日本触媒製アモルファスシリカ（品名：シーホスターＫＥ－Ｐ１０、平均粒径１００ｎｍ）等が挙げられるが、これらに限定されない。ここで、ナノシリカ粒子の平均粒径は、動的光散乱式ナノトラック粒度分析計により測定する。揺変剤は、単独でも２種以上を併用してもよい。

[0087] 揺変剤を含有する場合、揺変剤の含有量は、樹脂組成物の総質量に対して、好ましくは０．０１～３０質量％であり、より好ましくは０．０５～２５質量％であり、さらに好ましくは０．１～２０質量％である。

[0088] ・遮光剤

本態様の樹脂組成物は、本態様の効果を損なわない範囲で、遮光剤を含有

していてもよい。

樹脂組成物の硬化物の用途に応じて、遮光性が求められる場合がある。その場合、本態様の樹脂組成物は、遮光剤を含有することができる。長波長の光は、紫外線を遮光する遮光剤を透過することができる。本態様の樹脂組成物は、長波長の光を照射することにより、遮光剤の影響を受けずに又は最小限にして、硬化され得る。遮光剤の例としては、カーボンブラック、チタンブラック等が挙げられるが、これらに限定されない。また、これら遮光剤は、長波長の光を熱に変換する、光ー熱変換材料としても用いることができる。

[0089] ・その他の添加剤

本態様の樹脂組成物は、所望であれば、本態様の趣旨を損なわない範囲で、その他の添加剤、例えば、光増感剤、導電性フィラー、安定化剤、ラジカル重合禁止剤、アニオン重合抑制剤、カップリング剤、イオントラップ剤、レベリング剤、酸化防止剤、消泡剤、粘度調整剤、難燃剤、着色剤、可塑剤、溶剤等をさらに含有してもよい。各添加剤の種類、添加量は常法通りである。

[0090] 本態様の樹脂組成物の粘度は、好ましくは０．１～１００Ｐａ・ｓである。樹脂組成物の適用用途及び適用箇所に応じて、適宜粘度を調整することができる。本態様の樹脂組成物は、ＵＶ光照射が難しい形状が複雑な箇所への適用や、狭小領域への適用に優れる。本明細書において、粘度は、別段の断りがない限り、日本工業規格ＪＩＳ　Ｋ６８３３に従って測定した値で表記する。具体的には、Ｅ型粘度計を用いて、回転数１０ｒｐｍで測定することにより求めることができる。使用する機器やローターや測定レンジに特に制限はない。

[0091] 本態様の光硬化性樹脂組成物は、その用途等に応じて、単一の容器に入れられたものとして構成される一液型樹脂組成物とすることも、２つ以上の容器に分けられたものとして構成される二液型（又は多液型）樹脂組成物とすることも可能である。二液型（又は多液型）樹脂組成物は、使用時に、二液

（又は多液）が混合されて、使用形態の光硬化性樹脂組成物となる。二液型（又は多液型）樹脂組成物とする場合、前記成分（Ａ）～成分（Ｃ）、及び必要に応じたその他の任意成分は、一液型と同じようにそれぞれ選択することができる。また、二液型（又は多液型）樹脂組成物とする場合、前記成分（Ａ）及び成分（Ｂ）又は成分（Ａ）～成分（Ｃ）、及び必要に応じたその他の任意成分は、特に制限なく任意の分け方で二液又は多液に分けることができる。任意の分け方で二液又は多液に分ける場合、成分（Ａ）～成分（Ｃ）及び必要に応じたその他の任意成分から選択される１種以上が各液にそれぞれ含まれていてもよく、前記成分（Ａ）～成分（Ｃ）及び必要に応じたその他の任意成分が１つの液に含まれていてもよく、前記成分（Ａ）～成分（Ｃ）及び／又は必要に応じたその他の任意成分のみからなる液があってもよい。例えば、Ａ液とＢ液とに分ける場合、その分け方は、Ａ液：成分（Ａ）、Ｂ液：成分（Ｂ）及び成分（Ｃ）でもよく、Ａ液：成分（Ａ）及び成分（Ｂ）、Ｂ液：成分（Ｃ）でもよく、Ａ液：成分（Ａ）及び成分（Ｃ）、Ｂ液：成分（Ｂ）でもよい。前記成分（Ａ）～成分（Ｃ）がＡ液に含まれる場合、Ｂ液には成分（Ａ）～成分（Ｃ）から選択される１種以上が含まれていてもよい。加えて、成分（Ａ）～成分（Ｃ）以外の成分は、上記組み合わせにおいてＡ液およびＢ液の両方または片方に含まれていてもよい。前記成分（Ａ）～成分（Ｃ）がＡ液に含まれ、それ以外の成分がＢ液に含まれる場合、Ａ液のみを、又はＡ液とＢ液とを合わせて、本実施形態の樹脂組成物とみなすことができる。一方、前記成分（Ａ）～成分（Ｃ）がそれぞれ別の液に含まれる場合、それぞれの液を合わせて本実施形態の樹脂組成物とみなすことができる。前記成分（Ａ）～成分（Ｃ）がそれぞれ別の液に含まれる場合の例としては、たとえば、前記成分（Ａ）～成分（Ｃ）が２つ以上の容器に分けられたものとして構成される樹脂組成物、具体的には、前記成分（Ａ）～成分（Ｃ）のいずれかを含む複数の液から構成されるキットが挙げられる。

[0092] 本態様の樹脂組成物を製造する方法は、特に限定されない。例えば、成分（Ａ）～成分（Ｃ）、及び必要に応じてその他の任意成分を、適切な混合機

に同時に、又は別々に導入して、撹拌して混合し、均一な組成物とすることにより、本態様の樹脂組成物を得ることができる。この混合機は特に限定されないが、撹拌装置及び加熱装置を備えた、ライカイ機、ヘンシェルミキサー、３本ロールミル、ボールミル、プラネタリーミキサー、及びビーズミル等を使用することができる。また、これら装置を適宜組み合わせて使用してもよい。

[0093] このようにして得られた樹脂組成物は、長波長（例えば、５００ｎｍ超）の光照射により硬化され、熱による本硬化は不要である。

従来から使用されているＵＶ硬化性接着剤の光硬化には、エネルギーの高い短波長の光（例えば、３６５ｎｍのＵＶ光）が用いられるのが一般的である。このため、接着剤にフィラー等が含まれると、短波長の光照射ではＵＶ硬化性接着剤への光の侵入距離が短く、また、遮蔽物等により光が届かない部分では硬化が進行しないという問題が存在する。特に後者については、例えば、遮蔽物をシリコン基板として、シリコン基板における照射光の波長と光の侵入距離の関係を見てみると、３８０ｎｍ以下の紫外光はシリコン基板への侵入距離が数～数十ｎｍであるのに対し、３８０～７８０ｎｍの可視光では数百ｎｍ～数ミクロン、７８０ｎｍ以上の赤外光では数十ミクロンからミリメーターオーダーに達する（例えば、Optical Properties of Silicon、[online]、PVEducation、<https://www.pveducation.org/pvcdrom/materials/optical-properties-of-silicon>参照）。樹脂組成物への紫外光照射における光の侵入距離は、シリコン基板よりは深いが、照射波長の長波長化は、樹脂組成物の硬化度を高める手法として有用であると言える。

[0094] 本態様の樹脂組成物は、例えば、半導体装置又は電子部品もしくはこれらを構成する部品同士を固定、接合又は保護するための接着剤、封止材又はコーティング剤、もしくはその原料として用いられることができる。一実施形態において、本態様の光硬化性樹脂組成物を、波長５００ｎｍ超の光の照射による硬化に使用することができる。一実施形態において、本態様の光硬化性樹脂組成物を、半導体装置又は電子部品用の接着剤、封止材又はコーティ

ング剤に使用することができる。

[0095] ［接着方法］

また、本発明の一態様は、少なくとも２つの部品を光硬化性樹脂組成物により接着する方法であって、この接着方法は、

その少なくとも２つの部品の少なくとも一方に、本実施形態の光硬化性樹脂組成物を塗布する工程、及び

前記少なくとも２つの部品の少なくとも一方、前記光硬化性樹脂組成物、又はこれらの両方に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射する工程を含む。

[0096] 第一の工程として、少なくとも２つの部品の少なくとも一方に、前記態様の光硬化性樹脂組成物を塗布する。

部品は、好ましくは、半導体装置又は電子部品を構成する部品であり、例えば、半導体素子、基材等であるが、これらに限定されない。部品の材料は、エンジニアリングプラスチック（例えば、ＬＣＰ（液晶ポリマー）、ポリアミド、ポリカーボネート等）、セラミックス、又は金属（例えば、銅、ニッケル）等のいずれでもよい。

樹脂組成物の塗布方法は、特に限定されず、例えば、基材等部品の所望の部分に、公知の印刷方法、ディスペンス方法又はコーティング方法により、塗布することができる。印刷方法としては、インクジェット印刷、スクリーン印刷、平版印刷、カルトン印刷、金属印刷、オフセット印刷、グラビア印刷、フレキソ印刷等が挙げられるが、これらに限定されない。ディスペンス方法としては、ジェットディスペンサー、エアーディスペンサー等を使用する方法が挙げられるが、これらに限定されない。コーティング方法としては、ディップ塗工、スプレー塗工、バーコーター塗工、グラビア塗工、リバースグラビア塗工、スピンコーター塗工等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0097] 次に、光硬化性樹脂組成物が塗布された部品に、この光硬化性樹脂組成物を介してもう一方の部品を貼付するか、あるいは、光硬化性樹脂組成物が塗布された部品を、この光硬化性樹脂組成物を介してもう一方の部品に貼付す

る。貼付方法は、いずれの公知の方法であってよい。必要に応じて、貼付後、加重をかけながら圧着することができる。

[0098] 次に、前記少なくとも２つの部品の少なくとも一方、前記光硬化性樹脂組成物、又はこれらの両方に対し、波長５００ｎｍ超の光、例えば波長５００ｎｍ超２０００ｎｍ以下の範囲内の光を照射する。これにより、樹脂組成物の内部でフォトンアップコンバージョン材料が波長変換を行い、波長５００ｎｍ以下の光、好ましくは波長４５０ｎｍ以下の光、より好ましくは波長４３０ｎｍ以下の光、特に好ましくは波長４００ｎｍ以下の光を発生させて光重合開始剤を活性化させ、重合性化合物を硬化させて、少なくとも２つの部品を接着することができる。照射光の波長は、例えば、５３２ｎｍ、９８０ｎｍ、１０６４ｎｍ、１５５０ｎｍであり得るが、これらの波長に限定されない。光の光源は、ＬＥＤ、レーザー、ＬＤモジュール、又は他のコヒーレント光源であり得る。照射光の積算照射量は、１ｍＪ／ｃｍ^2～２０００Ｊ／ｃｍ^{2}であり得る。照射強度は１ｍＷ／ｃｍ^2～１０００Ｗ／ｃｍ^{2}であり得る。求める硬化度に応じて、適宜照射光の積算照射量や照射強度を調整することができる。本態様では、局所領域に光照射するスポット照射、又は広範囲領域に光照射するエリア照射のいずれも行うことができる。本態様で使用する樹脂組成物は、部品の影の部分でも硬化可能であるため、本態様の接着方法では、樹脂組成物に直接光照射するだけでなく、部品を介して光照射することもできる。

[0099] ［封止方法］

さらに、本発明の別の一態様は、部品間又は部品内の隙間を光硬化性樹脂組成物により封止する方法であって、この封止方法は、

前記部品間又は部品内の隙間に、前記態様の光硬化性樹脂組成物を塗布又は注入する工程、及び

前記光硬化性樹脂組成物に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射する工程を含む。

部品、及び光照射については、前記接着方法におけるものと同一である。

塗布又は注入方法としては、前記接着方法における塗布方法に加え、ポッティング方法が挙げられるが、これらに限定されない。

本態様で使用する樹脂組成物は、高い硬化深度が得られるため、本態様の封止方法では、紫外光が届きにくい隙間の奥に存在する樹脂組成物を硬化することができ、好適に封止することができる。

[0100] ［コーティング方法］

さらに、本発明の別の一態様は、対象物の表面を硬化性組成物によりコーティングする方法であって、この方法は、

前記対象物に、前記態様の光硬化性樹脂組成物を塗布する工程、及び

前記光硬化性樹脂組成物に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射する工程を含む。

対象物は、半導体装置又は電子部品、又はそれらを構成する部品であり得る。半導体装置又は電子部品としては、例えば、ＨＤＤ、半導体素子、イメージセンサモジュール等のセンサモジュール、その他の半導体モジュール、集積回路などが挙げられるが、これらに限定されない。半導体装置又は電子部品を構成する部品は、例えば、半導体素子、基材等であるが、これらに限定されない。部品の材料は、エンジニアリングプラスチック（例えば、ＬＣＰ（液晶ポリマー）、ポリアミド、ポリカーボネート等）、セラミックス、又は金属（例えば、銅、ニッケル）等のいずれでもよい。

塗布方法は、前記接着方法におけるものと同一である。

光照射方法は、前記接着方法におけるものと同一である。

[0101] ［接着剤、封止材又はコーティング剤］

本発明の別の一態様である接着剤、封止材又はコーティング剤は、前記態様の樹脂組成物を含む。この接着剤、封止材又はコーティング剤は、エンジニアリングプラスチック（例えば、ＬＣＰ（液晶ポリマー）、ポリアミド、ポリカーボネート等）、セラミックス、及び金属（例えば、銅、ニッケル等）に対して、良好な固定、接合又は保護を可能にし、半導体装置又は電子部品もしくはこれらを構成する部品同士を固定、接合又は保護するために使用

することができる。半導体装置又は電子部品としては、例えば、ＨＤＤ、半導体素子、イメージセンサモジュール等のセンサモジュール、その他の半導体モジュール、集積回路などが挙げられるが、これらに限定されない。

本態様の接着剤、封止材又はコーティング剤は、長波長（例えば、５００ｎｍ超）の光照射により硬化を完了することができるため、生産性が高く、例えば、半導体装置や電子部品製造時の使用に適している。

[0102] ［樹脂組成物もしくは接着剤、封止材又はコーティング剤の硬化物］

本発明の別の一態様である硬化物は、前記態様の樹脂組成物もしくは接着剤、封止材又はコーティング剤が硬化された硬化物である。

[0103] ［半導体装置、電子部品］

本発明の別の一態様である半導体装置又は電子部品は、前記態様の硬化物を含むため、これら半導体装置又は電子部品は高い信頼性を有する。ここで、半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能し得る装置全般を指し、電子部品、半導体回路、これらを組み込んだモジュール、電子機器等を含むものである。半導体装置又は電子部品は、例えば、ＨＤＤ、半導体素子、イメージセンサモジュール等のセンサモジュール、その他の半導体モジュール、集積回路などが挙げられるが、これらに限定されない。

[0104] [硬化方法、硬化物の製造方法]

本発明の別の一態様は、前記態様の光硬化性樹脂組成物、もしくは前記態様の接着剤、封止材又はコーティング剤に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射することを含む、硬化物の製造方法である。本発明の更なる別の態様は、前記態様の光硬化性樹脂組成物に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射することを含む、光硬化性樹脂組成物の硬化方法である。波長５００ｎｍ超の光、例えば波長５００ｎｍ超２０００ｎｍ以下の範囲内の光を照射することにより、樹脂組成物の内部でフォトンアップコンバージョン材料が波長変換を行い、波長５００ｎｍ以下の光、好ましくは波長４５０ｎｍ以下の光、より好ましくは波長４３０ｎｍ以下の光、特に好ましくは波長４００ｎｍ以下の光を発生させて光重合開始剤を活性化させ、重合性化合物を硬化させることが

できる。これら方法における、波長５００ｎｍ超の光照射の詳細は、前記接着方法、封止方法及びコーティング方法におけるものと同一である。本態様では、局所領域に光照射するスポット照射、又は広範囲領域に光照射するエリア照射のいずれも行うことができる。

実施例

[0105] 以下、本発明を実施例及び比較例によりさらに詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。なお、以下の実施例において、部、％は断りのない限り、質量部、質量％を示す。

[0106] ［実験例１］

表１に示す配合に従って、所定の量の各成分を混合することにより、実施例１～１８及び比較例１～６の樹脂組成物を調製した。三重項－三重項消滅フォトンアップコンバージョン材料（Ｃ１）を、重合性化合物及び光重合開始剤と混合し、樹脂組成物を得た。多光子励起アップコンバージョン材料（Ｃ２）を含む場合は、前記の樹脂組成物に成分（Ｃ２）を所定量混合した。表１において、各成分の量は質量％で表されている。実施例及び比較例において用いた成分は、以下の通りである。

[0107] ・（Ａ）重合性化合物

（Ａ－１）：ジメチロール－トリシクロデカンジアクリレート（品名：ライトアクリレートＤＣＰ－Ａ、共栄社化学株式会社製）

（Ａ－２）：ビスフェノールＡ型・ビスフェノールＦ型混合エポキシ樹脂（品名：ＥＰＩＣＬＯＮ　８３５ＬＶ、ＤＩＣ株式会社製）

（Ａ－３）：脂環式エポキシ樹脂（品名：セロキサイド２０２１Ｐ、株式会社ダイセル社製）

（Ａ－４）：水添加ＢｉｓＡ型エポキシ樹脂（品名：ＹＸ８０００、三菱ケミカル社製）

・（Ｂ）光重合開始剤

（Ｂ－１）：２－ジメチルアミノ－２－（４－メチル－ベンジル）－１－（４－モルフォリン－４－イル－フェニル）－ブタン－１－オン（品名：Ｏ

ｍｎｉｒａｄ　３７９ＥＧ、ＩＧＭ　Ｒｅｓｉｎｓ　Ｂ．Ｖ．社製）

（Ｂ－２）：１－ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（品名：Ｏｍｎｉｒａｄ　１８４、ＩＧＭ　Ｒｅｓｉｎｓ　Ｂ．Ｖ．社製）

（Ｂ－３）：２，４，６－トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキサイド（品名：Ｏｍｎｉｒａｄ　ＴＰＯ、ＩＧＭ　Ｒｅｓｉｎｓ　Ｂ．Ｖ．社製）

（Ｂ－４）：ヨードニウム塩系光カチオン開始剤（品名：ＢＬＵＥＳＩＬ（登録商標）ＰＩ　２０７４、ＥＬＫＥＭ　ＳＩＬＩＣＯＮＥＳ社製）

（Ｂ－５）Sulfonium, tris[4-[(4-acetylphenyl)thio]phenyl]-, tetrakis(2,3,4,5,6-pentafluorophenyl)borate（品名：Ｏｍｎｉｒａｄ　２９０、ＩＧＭ　Ｒｅｓｉｎｓ　Ｂ．Ｖ．社製）

・（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料

（Ｃ１）三重項－三重項消滅フォトンアップコンバージョン材料

（Ｃ１－１Ｄ）：ドナーとしての白金（ＩＩ）オクタエチルポルフィリン（ＰｔＯＥＰ）（シグマアルドリッチジャパン社製）

（Ｃ１－１Ａ）：アクセプターとしてのジフェニルアントラセン（ＤＰＡ）（東京化成工業社製）

なお、ドナーとアクセプターのＰｔＯＥＰ：ＤＰＡの質量比は１：８（モル比は１：１７）とし、（Ｃ１－１）のフォトンアップコンバージョン材料を得た。

（Ｃ２）多光子励起フォトンアップコンバージョン材料

（Ｃ２－１）：CeO_2／３．０Er^{3+}、０．６Yb^{3+}（以下に合成法を示す）

CeO_2（富士フイルム和光純薬、試薬特級）に対して、Er^{3+}、Yb^{3+}がそれぞれ３．０モル％、０．６モル％ドープされるようにEr_2O_3（富士フイルム和光純薬、９９．０％以上）、Yb_2O_3（富士フイルム和光純薬、９８．０％以上）を秤量し、乳鉢で粉砕混合した。この粉末を１２００℃で仮焼成（昇温速度：６００℃／時間、焼成時間：２時間）し、乳鉢で再粉砕した

後、１５００℃で本焼成（昇温速度：６００℃／時間、焼成時間：４時間）してCeO_2／３．０Er^{3+}、０．６Yb^{3+}を得た。未反応物がないことをＸＲＤにより確認した。

（Ｃ２－２）：Y_2O_3／２．０Er^{3+}、２．０Yb^{3+}（以下に合成法を示す）

Y_2O_3（富士フイルム和光純薬、試薬特級）に対して、Er^{3+}、Yb^{3+}がそれぞれ２．０モル％、２．０モル％になるようにEr_2O_3（富士フイルム和光純薬、９９．０％以上）、Yb_2O_3（富士フイルム和光純薬、９８．０％以上）を秤量し、乳鉢で粉砕混合した。この粉末を１４００℃で仮焼成（昇温速度：６００℃／時間、焼成時間：２時間）し、乳鉢で再粉砕した後、１６００℃で本焼成（昇温速度：６００℃／時間、焼成時間：４時間）してY_2O_3／２．０Er^{3+}、２．０Yb^{3+}を得た。未反応物がないことをＸＲＤにより確認した。

・（Ｄ）フィラー

（Ｄ－１）：高純度合成球状シリカ（品名：ＳＥ－２３００、株式会社アドマテックス製、体積平均粒子径：０．６μｍ）

・（Ｅ）揺変剤

（Ｅ－１）：疎水性フュームドシリカ（品名：ＣＡＢ－Ｏ－ＳＩＬ（登録商標）ＴＳ７２０、ＣＡＢＯＴ社製、平均粒径：１２ｎｍ）

・（Ｆ）遮光剤

（Ｆ－１）：カーボンブラック（品名：Ｓｐｅｃｉａｌ　Ｂｌａｃｋ　４、オリオン　エンジニアドカーボンズ株式会社製）

（Ｆ－２）：チタンブラック（品名：チタンブラック１３Ｍ、三菱マテリアル株式会社製）

[0108] 実施例及び比較例においては、樹脂組成物の特性を、以下のようにして測定した。

[0109] ［樹脂組成物の硬化性の評価］

温度２２℃±５℃、湿度５０％±１０％の暗所にて、光硬化性樹脂組成物

を、スライドガラス上に１滴（０．０２ｇ程度）滴下し、別のスライドガラスで挿み込んで試験片を作製し、紫外光照射、可視光照射及び赤外光照射をそれぞれ行った。

紫外光照射条件は、単波長型ＵＶ　ＬＥＤ光源（ＯｍｎｉＣｕｒｅ（登録商標）　ＡＣ４７５、エクセリタス・テクノロジーズ製）を用いて、スライドガラス上面から光源までの高さ４ｃｍの位置で、波長：３６５ｎｍの紫外光、照射強度：５００ｍＷ／ｃｍ^{2}で、積算光量が２０００ｍＪ／ｃｍ^2（紫外線積算光量計ＵＩＴ－２５０、受光器ＵＶＤ－Ｓ３６５（ウシオ電機株式会社製）にて測定）となるまで、継続的に照射した。

可視光照射条件は、半導体励起固体レーザー（クラス３Ｒグリーンレーザーポインター ＬＰ－ＧＬ１０１６ＢＫ、サンワサプライ株式会社製）を用いて、スライドガラス上面から光源までの高さ４ｃｍの位置で、波長：５３２ｎｍの可視光、照射強度：１ｍＷ／ｃｍ^{2}で、積算光量が７２０ｍＪ／ｃｍ^{2}となるまで、継続的に照射した。

赤外光照射実験は、赤外線半導体レーザー（ラボレーザーシステム、ＣｉｖｉＬａｓｅｒ製）を用いて、スライドガラス上面から光源までの高さ４ｃｍの位置で、波長：９８０ｎｍの赤外光、照射強度：２００ｍＷ／ｃｍ^{2}で、積算光量が７２０ｋＪ／ｃｍ^{2}となるまで、継続的に照射した。

この試験においては、試験片から一方のスライドガラスを剥がし、外観と竹串での触診により光硬化性を、硬化（〇）、一部未硬化（△）、未硬化（×）の３段階で評価した。結果を表１－１、表１－２及び表１－３に示す。

[0110]

[表1-1]

			実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10
(A) 重合性化合物	(A-1)		71.5	61.7	66.6	84.8	92.7	96.2	97.7	98.0	98.0	60.8
	(A-2)											
	(A-3)											
	(A-4)											
(B) 光重合開始剤	(B-1)		1.5	1.3	1.4	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	1.3
	(B-2)											
	(B-3)											
	(B-4)											
	(B-5)											
(C) アップコンバージョン材料	(C1)	(C1-1D)	3.0	3.0	3.0	1.5	0.6	0.2	0.03	0.003	0.0003	0.6
		(C1-1A)	24.0	24.0	24.0	12.0	4.8	1.6	0.24	0.024	0.0024	4.8
	(C2)	(C2-1)										
		(C2-2)										
(D) フィラー	(D-1)			10.0								32.5
(E) 揺変剤	(E-1)				5.0							
(F) 遮光剤	(F-1)											
	(F-2)											
硬化試験結果	紫外光(365 nm)		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	可視光(532 nm)		○	○	○	○	○	○	○	○	△	○
	赤外光(980 nm)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[0111] [表1-2]

			実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18
(A) 重合性化合物	(A-1)		97.7	97.7	97.7	97.6	48.2	48.2		
	(A-2)								98.7	
	(A-3)									44.9
	(A-4)									44.8
(B) 光重合開始剤	(B-1)				2.0	2.0	1.5	1.5		
	(B-2)		2.0							
	(B-3)			2.0						
	(B-4)								1.0	
	(B-5)									10.0
(C) アップコンバージョン材料	(C1)	(C1-1D)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		(C1-1A)	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
	(C2)	(C2-1)					50.0			
		(C2-2)						50.0		
(D) フィラー	(D-1)									
(E) 揺変剤	(E-1)					0.04				
(F) 遮光剤	(F-1)				0.07					
	(F-2)					0.07				
硬化試験結果	紫外光(365 nm)		○	○	○	○	○	○	○	○
	可視光(532 nm)		○	○	○	○	○	○	○	○
	赤外光(980 nm)		—	—	—	—	○	○	—	—

[0112]

[表1-3]

			比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例５	比較例６
(A) 重合性化合物	(A-1)		98.0	74.5	95.1	73.0		
	(A-2)						99.0	
	(A-3)							45.0
	(A-4)							45.0
(B) 光重合開始剤	(B-1)		2.0	1.5	1.9			
	(B-2)							
	(B-3)							
	(B-4)						1.0	
	(B-5)							10.0
(C) アップコンバージョン材料	(C1)	(C1-1D)			3.0	3.0		
		(C1-1A)		24.0		24.0		
	(C2)	(C2-1)						
		(C2-2)						
(D) フィラー	(D-1)							
(E) 揺変剤	(E-1)							
(F) 遮光剤	(F-1)							
	(F-2)							
硬化試験結果	紫外光(365 nm)		○	○	○	×	○	○
	可視光(532 nm)		×	×	×	×	×	×
	赤外光(980 nm)		―	―	―	―	―	―

[0113] 比較例１、５、６はアップコンバージョン材料（Ｃ１）を含まない重合性化合物（Ａ）と光重合開始剤（Ｂ）からなる樹脂組成物であり、可視光照射では硬化せず、紫外光照射のみで硬化した。比較例２、３は三重項－三重項消滅フォトンアップコンバージョン材料（Ｃ１）のドナーあるいはアクセプター分子のどちらかのみを含んだ樹脂組成物であり、比較例１と同様に可視光照射では硬化せず、紫外光照射のみで硬化した。比較例４は光重合開始剤（Ｂ）を含まない重合性化合物（Ａ）とアップコンバージョン材料（Ｃ１）からなる樹脂組成物であり、紫外光及び可視光照射で硬化しなかった。一方、実施例１に示すように、重合性化合物（Ａ）、光重合開始剤（Ｂ）、ドナー及びアクセプター分子の両方を含むアップコンバージョン材料（Ｃ１）からなる樹脂組成物は紫外光のみならず、可視光照射でも硬化した。

実施例２、３、１０、１３、１４に示すように、フィラー（Ｄ）、揺変剤（Ｅ）、遮光剤（Ｆ）又はこれらの組み合わせを含む樹脂組成物も紫外光及び可視光照射の両方で硬化した。光重合開始剤（Ｂ）の種類を変えた実施例１２、１３においても紫外光及び可視光照射で硬化した。光重合開始剤（Ｂ）の種類を変えた実施例１７、１８においても紫外光及び可視光照射で硬化した。

実施例１５、１６は重合性化合物（Ａ）、光重合開始剤（Ｂ）、三重項－三重項消滅フォトンアップコンバージョン材料（Ｃ１）と多光子励起アップコンバージョン材料（Ｃ２）を含んだ樹脂組成物であり、紫外光及び可視光照射に加え、赤外光照射により硬化した。

[0114] ［実験例２］

実施例７の樹脂組成物の硬化性評価において、２枚のスライドガラスを表２に示す種々の基板材料に変更して、紫外光と可視光を照射した。結果を表２に示す。

厚さ１．０ｍｍのパイレックスガラス基板では紫外光及び可視光照射で樹脂組成物が硬化した。ＦＲ４基板では、厚さ２．０ｍｍまでは紫外光照射で硬化したが、それ以上の厚さでは硬化しなかった。一方、可視光照射ではＦＲ４の厚さが５．０ｍｍまで完全に硬化した。また、厚さ０．１２５ｍｍのポリイミドフィルムでは紫外線照射では硬化せず、可視光照射で硬化した。

[0115] [表2]

		硬化試験結果	
		紫外光	可視光
材質	厚み(mm)	（３６５ｎｍ）	（５３２ｎｍ）
パイレックスガラス	1.0	○	○
ＦＲ４	1.0	○	○
	2.0	○	○
	3.0	△	○
	4.0	×	○
	5.0	×	○
	6.0	×	△
	7.0	×	×
ポリイミドフィルム	0.１２５	×	○

[0116] 日本国特許出願２０２３－１１９２２５号（出願日：２０２３年７月２１日）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、本明細書に参照により取り込まれる。

請求の範囲

[請求項1] （Ａ）重合性化合物、
（Ｂ）光重合開始剤、及び
（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料
を含む、光硬化性樹脂組成物。

[請求項2] 前記（Ｂ）光重合開始剤が、波長５００ｎｍ以下の光により活性化される光重合開始剤である、請求項１に記載の光硬化性樹脂組成物。

[請求項3] 前記（Ｂ）光重合開始剤が、光ラジカル重合開始剤、光酸発生剤、光塩基発生剤、又はこれらの任意の組み合わせである、請求項１又は２に記載の光硬化性樹脂組成物。

[請求項4] 前記（Ｃ）フォトンアップコンバージョン材料の発光波長が、５００ｎｍ以下の波長を含む、請求項１～３のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物。

[請求項5] 前記（Ａ）重合性化合物が、ラジカル重合性化合物、カチオン重合性化合物、アニオン重合性化合物、又はこれらの任意の組み合わせである、請求項１～４のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物。

[請求項6] 波長５００ｎｍ超の光の照射による硬化に使用するための、請求項１～５のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物。

[請求項7] 半導体装置又は電子部品用の接着剤、封止材又はコーティング剤に使用される、請求項１～６のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物。

[請求項8] 請求項１～７のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物を含む接着剤、封止材又はコーティング剤。

[請求項9] 請求項１～７のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物、もしくは請求項８に記載の接着剤、封止材又はコーティング剤が硬化された硬化物。

[請求項10] 請求項９に記載の硬化物を含む、半導体装置又は電子部品。

[請求項11] 請求項１～７のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物、もしく

は請求項８に記載の接着剤、封止材又はコーティング剤に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射することを含む、硬化物の製造方法。

[請求項12] 請求項１～７のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射することを含む、光硬化性樹脂組成物の硬化方法。

[請求項13] 請求項１～７のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物の、波長５００ｎｍ超の光の照射による硬化のための、使用。

[請求項14] 少なくとも２つの部品を光硬化性樹脂組成物により接着する方法であって、

前記少なくとも２つの部品の少なくとも一方に、請求項１～７のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物を塗布する工程、及び

前記少なくとも２つの部品の少なくとも一方、前記光硬化性樹脂組成物、又はこれらの両方に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射する工程を含む、

接着方法。

[請求項15] 部品間又は部品内の隙間を光硬化性樹脂組成物により封止する方法であって、

前記部品間又は部品内の隙間に、請求項１～７のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物を塗布又は注入する工程、及び

前記光硬化性樹脂組成物に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射する工程を含む、

封止方法。

[請求項16] 対象物の表面を光硬化性樹脂組成物によりコーティングする方法であって、

前記対象物に、請求項１～７のいずれか１項に記載の光硬化性樹脂組成物を塗布する工程、及び

前記光硬化性樹脂組成物に対し、波長５００ｎｍ超の光を照射する工程

を含む、コーティング方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/025880

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C08L 101/00(2006.01)i; ***C08F 20/20***(2006.01)i; ***C08G 59/68***(2006.01)i; ***C08K 3/01***(2018.01)i; ***C08K 5/3415***(2006.01)i; ***C09D 201/00***(2006.01)i; ***C09J 201/00***(2006.01)i; ***C09K 3/10***(2006.01)i
FI: C08L101/00; C08F20/20; C08G59/68; C08K3/01; C08K5/3415; C09D201/00; C09J201/00; C09K3/10 E; C09K3/10 L

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)

C08L101/00; C08F20/20; C08G59/68; C08K3/01; C08K5/3415; C09D201/00; C09J201/00; C09K3/10

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	JP 2005-514658 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 19 May 2005 (2005-05-19) claims 1-4, 10, 18, 21, paragraphs [0102]-[0111], examples 1-3	1-16
X	US 2023/0043266 A1 (UNIV JIANGNAN) 09 February 2023 (2023-02-09) claims 1, 7-8, paragraphs [0035]-[0043], examples 1-3	1-9, 11-13, 16
A		10, 14-15
X	US 2013/0323685 A1 (DENTSPLY INT INC.) 05 December 2013 (2013-12-05) claims 1-17, paragraphs [0026]-[0027], [0032]	1-9, 11-13, 15
A		10, 14, 16
A	WO 2016/024618 A1 (MITSUBISHI PLASTICS, INC.) 18 February 2016 (2016-02-18) claim 1	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"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	Date of mailing of the international search report
25 September 2024	**08 October 2024**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/025880

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2005-514658 A	19 May 2005	US 2003/0139484 A1 claims 1-4, 10, 18, 21, paragraphs [0188]-[0197], examples 1-3 CA 2469095 A1 CN 1608230 A KR 10-0904926 B1	
US 2023/0043266 A1	09 February 2023	(Family: none)	
US 2013/0323685 A1	05 December 2013	CA 2875502 A1	
WO 2016/024618 A1	18 February 2016	US 2017/0198175 A1 claim 1 KR 10-2017-0008804 A CN 106459695 A CN 112724870 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/025880

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C08L 101/00(2006.01)i; C08F 20/20(2006.01)i; C08G 59/68(2006.01)i; C08K 3/01(2018.01)i; C08K 5/3415(2006.01)i; C09D 201/00(2006.01)i; C09J 201/00(2006.01)i; C09K 3/10(2006.01)i
FI: C08L101/00; C08F20/20; C08G59/68; C08K3/01; C08K5/3415; C09D201/00; C09J201/00; C09K3/10 E; C09K3/10 L

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））

C08L101/00; C08F20/20; C08G59/68; C08K3/01; C08K5/3415; C09D201/00; C09J201/00; C09K3/10

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	JP 2005-514658 A (スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー) 19.05.2005 (2005-05-19) 請求項1-4,10,18,21,[0102]-[0111]実施例1-3	1-16
X	US 2023/0043266 A1 (JIANGNAN UNIVERSITY) 09.02.2023 (2023-02-09) 請求項1,7-8,[0035]-[0043]実施例1-3	1-9,11-13,16
A		10,14-15
X	US 2013/0323685 A1 (DENTSPLY INTERNATIONAL INC.) 05.12.2013 (2013-12-05) 請求項1-17,[0026]-[0027],[0032]	1-9,11-13,15
A		10,14,16
A	WO 2016/024618 A1 (三菱樹脂株式会社) 18.02.2016 (2016-02-18) 請求項1	1-16

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“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	国際調査報告の発送日
25.09.2024	08.10.2024

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）
中村　英司 4J 4772
電話番号 03-3581-1101 内線 3495

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/JP2024/025880

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2005-514658 A	19.05.2005	US 2003/0139484 A1 請求項1-4,10,18,21, [0188]-[0197]実施例1-3 CA 2469095 A1 CN 1608230 A KR 10-0904926 B1	
US 2023/0043266 A1	09.02.2023	（ファミリーなし）	
US 2013/0323685 A1	05.12.2013	CA 2875502 A1	
WO 2016/024618 A1	18.02.2016	US 2017/0198175 A1 請求項1 KR 10-2017-0008804 A CN 106459695 A CN 112724870 A	