(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2015-145999
(P2015-145999A)
(43)公開日　平成27年8月13日(2015.8.13)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G02B 6/12	(2006.01)	G02B	6/12	N	2H147
G02B 6/13	(2006.01)	G02B	6/12	M	4J011
C08F 265/06	(2006.01)	C08F	265/06		4J026
C08F 2/44	(2006.01)	C08F	2/44	C	

審査請求 未請求　請求項の数 17　ＯＬ　（全 31 頁）

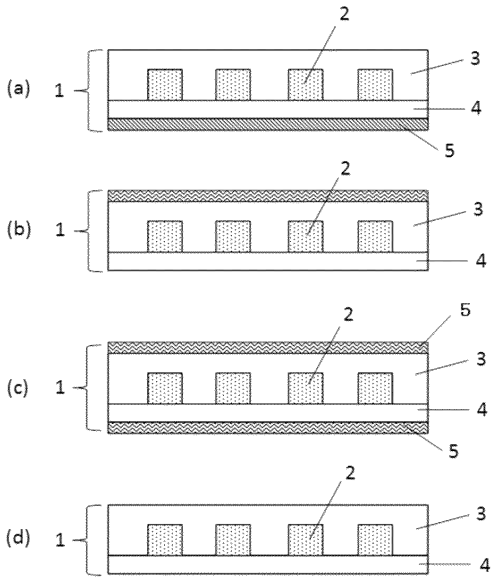
(21)出願番号　特願2014-19362(P2014-19362)
(22)出願日　平成26年2月4日(2014.2.4)

(71)出願人　000004455
日立化成株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目９番２号
(72)発明者　内ヶ崎　雅夫
茨城県つくば市和台４８　日立化成株式会社内
(72)発明者　酒井　大地
茨城県筑西市小川１５００番地　日立化成株式会社内
(72)発明者　黒田　敏裕
茨城県筑西市小川１５００番地　日立化成株式会社内
(72)発明者　川上　裕
茨城県筑西市小川１５００番地　日立化成株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光導波路形成用樹脂組成物、光導波路形成用樹脂フィルム、それらを用いた光導波路及びその製造法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】アルカリ性水溶液に可溶であって、パターンの形成性にも優れる光導波路形成用樹脂組成物及びフィルム、並びに、これらを用いて製造した透明性及び環境信頼性に優れる光導波路を提供する。
【解決手段】（Ａ）アルカリ可溶性基を有するポリマー、（Ｂ）エチレン性不飽和化合物、及び、（Ｃ）重合開始剤を含有し、前記（Ｂ）成分が、（Ｂ１）２つ以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物、及び、（Ｂ２）前記（Ａ）ポリマーのアルカリ可溶性基に反応する基とエチレン性不飽和基とを有する化合物を含有してなる光導波路形成用樹脂組成物、これを用いた光導波路形成用樹脂フィルム、光導波路。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
（Ａ）アルカリ可溶性基を有するポリマー、（Ｂ）エチレン性不飽和化合物及び（Ｃ）重合開始剤を含有し、前記（Ｂ）成分が、（Ｂ１）２つ以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物、及び、（Ｂ２）前記（Ａ）ポリマーのアルカリ可溶性基に反応する基とエチレン性不飽和基を有する化合物を含有してなる光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項２】
前記（Ｂ１）成分が、側鎖に複数のカルボキシル基を有し、末端にエチレン性不飽和基を有する化合物である請求項１に記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項３】
前記（Ｂ１）成分が、重量平均分子量１，０００～１００，０００である請求項１又は２に記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項４】
前記（Ｂ１）成分が、その分子中に脂環構造、芳香環構造及び複素環構造からなる群から選ばれた少なくとも１種を有する化合物を含む請求項１～３のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項５】
前記（Ｂ２）成分が、その分子中にエポキシ基とエチレン性不飽和基を有する化合物を含む請求項１～４のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項６】
前記分子中にエポキシ基とエチレン性不飽和基を有する化合物が、その分子中に脂環又は芳香環を有するものである請求項５記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項７】
前記分子中にエポキシ基とエチレン性不飽和基を有する化合物が、その分子中にビスフェノール骨格を有するものである請求項６に記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項８】
前記（Ｂ）成分が、（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成分以外に、（Ｂ３）分子中に２つ以上のエチレン性不飽和基を有する化合物を含有する請求項１～７のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項９】
前記（Ａ）成分が、重量平均分子量１，０００～３００，０００である請求項１～８のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項１０】
前記（Ａ）成分が、主鎖にマレイミド骨格を有する請求項１～９のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項１１】
前記（Ａ）成分の配合量が（Ａ）及び（Ｂ）成分の総量に対して１０～８５質量％であり、前記（Ｂ１）成分の配合量が（Ａ）及び（Ｂ）成分の総量に対して１０～８５質量％であり、前記（Ｂ２）成分の配合量が（Ａ）及び（Ｂ）成分の総量に対して１～４０質量％であり、前記（Ｃ）成分の配合量が（Ａ）及び（Ｂ）成分の総量１００質量部に対して０．０１～１０質量部である請求項１～１０のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物。
【請求項１２】
請求項１～１１のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物を用いて得られる樹脂層を含む光導波路形成用樹脂フィルム。
【請求項１３】
基材フィルム、樹脂層及び保護フィルムの３層を含む構造である請求項１２に記載の光導波路形成用樹脂フィルム。
【請求項１４】

下部クラッド層、コア部及び上部クラッド層の少なくとも１つを請求項１～１１のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物又は請求項１２若しくは１３に記載の光導波路形成用樹脂フィルムを用いて形成した光導波路。
【請求項１５】
前記光導波路形成用樹脂組成物又は前記光導波路形成用樹脂フィルムを少なくともいずれかのクラッド層として用いた請求項１４に記載の光導波路。
【請求項１６】
波長８５０ｎｍにおける光伝搬損失が、０．２５ｄＢ／ｃｍ以下である請求項１４及び１５のいずれかに記載の光導波路。
【請求項１７】
下部クラッド層、コア部及び上部クラッド層の少なくとも１つを積層する工程、露光する工程、アルカリ現像液にて現像する工程、及び熱硬化する工程を含む光導波路の製造法であって、下部クラッド層、コア部及び上部クラッド層の少なくとも１つが請求項１～１１のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物又は請求項１２若しくは１３に記載の光導波路形成用樹脂フィルムを用いることを特徴とする、光導波路の製造法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光導波路用形成樹脂組成物、光導波路形成用樹脂フィルム、それらを用いた光導波路及びその製造法に関し、特に、透明性及び環境信頼性（高温高湿試験）に優れ、かつアルカリ性水溶液に可溶な光導波路形成用樹脂組成物、光導波路形成用樹脂フィルム、それらを用いた光導波路及びその製造法に関する。
【背景技術】
【０００２】
電子素子間や配線基板間の高速・高密度信号伝送において、従来の電気配線による伝送では、信号の相互干渉や減衰が障壁となり、高速・高密度化の限界が見え始めている。これを打ち破るため電子素子間や配線基板間を光で接続する技術、いわゆる光インターコネクション技術の開発が進められている。光伝送路としては、加工の容易さ、低コスト、配線の自由度が高く、かつ高密度化が可能な点からポリマー光導波路が注目を集めている。
【０００３】
ポリマー光導波路の形態としては、光電気混載基板への適用を想定したガラスエポキシ樹脂などの硬い支持基板上に作製するリジッド光導波路や、ボード同士の接続を想定した硬い支持基板を持たないフレキシブル光導波路が好適と考えられている。
さらにフレキシブル配線板と光導波路を一体複合化した光電気複合フレキシブル配線板とすることで、実装の自由度をより一層向上することが可能となる。
【０００４】
ポリマー光導波路には、適用される機器の使用環境や部品実装などの観点から、透明性（低光伝搬損失）と共に耐熱性及び環境信頼性も要求される。また、光導波路の強度及び取扱い性の観点から、強靭性への要求も高まりつつある。さらに、光導波路作製プロセスに関しては、パターンを簡便に形成可能な方法が求められており、その方法の一つとして、プリント配線板製造プロセスで広く用いられている露光現像によるパターン形成法を挙げることができる。このような材料として、（メタ）アクリルポリマーを含む光導波路材料（例えば、特許文献１～４参照）が知られている。
【０００５】
しかしながら、特許文献１及び２に記載の光導波路材料は露光現像によりパターン形成可能で、波長８５０ｎｍにおいて透明性を有し、かつ高温高湿放置試験後の光伝搬損失も良好であるものの、求められる光による高速・高密度信号伝送において、この数値は必ずしも充分ではない。また、特許文献３に記載の光導波路材料は優れた光伝送損失を示し、耐熱性が良好であるものの、脆く、強靭性が満足できるものではない。また、特許文献４及び５に記載の光導波路材料は波長８５０ｎｍにおいて透明性を有し、強靭性等に優れて

いるものの、環境信頼性評価（高温高湿放置試験）の光伝搬損失などの具体的な試験結果に関する具体的な記述はなく、必ずしもこの点で満足できるものではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開２００６－１４６１６２号公報

【特許文献２】特開２００８－３３２３９号公報

【特許文献３】特開２００６－７１８８０号公報

【特許文献４】特開２００７－１２２０２３号公報

【特許文献５】特開２０１３－１７４７７６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明は、前記した問題に鑑み、透明性及び環境信頼性（高温高湿試験）に優れる光導波路用樹脂組成物、光導波路形成用樹脂フィルム、それらを用いた光導波路及びその製造法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明者らは鋭意検討を重ねた結果、アルカリ可溶性基を有するポリマー、特定のエチレン性不飽和化合物、及び重合開始剤を含む光導波路形成用樹脂組成物を用いることにより、上記課題を解決することを見出し、本発明に至った。

【０００９】

すなわち、本発明は、次の各項に関する。

１）　（Ａ）アルカリ可溶性基を有するポリマー、（Ｂ）エチレン性不飽和化合物及び（Ｃ）重合開始剤を含有し、前記（Ｂ）成分が、（Ｂ１）２つ以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物、及び、（Ｂ２）前記（Ａ）ポリマーのアルカリ可溶性基に反応する基とエチレン性不飽和基とを有する化合物を含有してなる光導波路形成用樹脂組成物。

２）　前記（Ｂ１）成分が、側鎖に複数のカルボキシル基を有し、末端にエチレン性不飽和基を有する化合物である光導波路形成用樹脂組成物。

３）　前記（Ｂ１）成分が、重量平均分子量１，０００～１００，０００である光導波路形成用樹脂組成物。

【００１０】

４）　前記（Ｂ１）成分が、その分子中に脂環構造、芳香環構造及び複素環構造からなる群から選ばれた少なくとも１種を有する化合物を含む光導波路形成用樹脂組成物。

５）　前記（Ｂ２）成分が、その分子中にエポキシ基とエチレン性不飽和基を有する化合物を含む請求項１～３のいずれかに記載の光導波路形成用樹脂組成物。

６）　前記分子中にエポキシ基とエチレン性不飽和基を有する化合物が、その分子中に脂環又は芳香環を有するものである前記光導波路形成用樹脂組成物。

【００１１】

７）　前記分子中にエポキシ基とエチレン性不飽和基を有する化合物が、その分子中にビスフェノール骨格を有するものである前記光導波路形成用樹脂組成物。

８）　前記（Ｂ）成分が、（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成分以外に、（Ｂ３）分子中に２以上のエチレン性不飽和基を有する化合物（前記（Ｂ１）及び（Ｂ２）以外のもの）を含有する前記光導波路形成用樹脂組成物。

９）　前記（Ａ）成分が、重量平均分子量１，０００～３００，０００である前記光導波路形成用樹脂組成物。

【００１２】

１０）　前記（Ａ）成分が、主鎖にマレイミド骨格を有する前記光導波路形成用樹脂組成物。

１１）　前記（Ａ）成分の配合量が（Ａ）及び（Ｂ）成分の総量に対して１０～８５質量％であり、前記（Ｂ１）成分の配合量が（Ａ）及び（Ｂ）成分の総量に対して１０～８５質量％であり、前記（Ｂ２）成分の配合量が（Ａ）及び（Ｂ）成分の総量に対して１～４０質量％であり、前記（Ｄ）成分の配合量が（Ａ）及び（Ｂ）成分の総量１００質量部に対して０．０１～１０質量部である前記光導波路形成用樹脂組成物。

【００１３】

１２）　前記各光導波路形成用樹脂組成物を用いて得られる樹脂層を含む光導波路形成用樹脂フィルム。

１３）　基材フィルム、樹脂層及び保護フィルムの３層を含む構造である前記光導波路形成用樹脂フィルム。

１４）　下部クラッド層、コア部及び上部クラッド層の少なくとも１つを前記各光導波路形成用樹脂組成物又は前記各光導波路形成用樹脂フィルムを用いて形成した光導波路。

【００１４】

１５）　前記光導波路形成用樹脂組成物又は前記光導波路形成用樹脂フィルムを前記クラッド部として用いた前記光導波路。

１６）　波長８５０ｎｍにおける光伝搬損失が、０．２５ｄＢ／ｃｍ以下である前記光導波路。

１７）　下部クラッド層、コア部及び上部クラッド層の少なくとも１つを形成する工程、露光する工程、アルカリ現像液にて現像する工程、及び熱硬化する工程を含む光導波路の製造法であって、下部クラッド層、コア部及び上部クラッド層の少なくとも１つが前記各光導波路形成用樹脂組成物又は前記各光導波路形成用樹脂フィルムを用いることを特徴とする、光導波路の製造法。

【発明の効果】

【００１５】

本発明の光導波路形成用樹脂組成物及び光導波路形成用樹脂組成物フィルムはアルカリ性水溶液に可溶であって、パターンの形成性にも優れ、これらを用いて製造した光導波路は透明性及び環境信頼性に優れている。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】本発明の光導波路の構成例を示す断面図である。

【図２】本発明の光導波路形成用樹脂フィルムを、下部クラッド層、コア部及び上部クラッド層に用いて光導波路を形成する光導波路の製造法を示す工程断面図である。

【図３】本発明の光導波路と従来の光導波路の断面を示す電子顕微鏡写真であり、（ａ）が本発明、（ｂ）が従来技術である。（ｂ）の断面にはブリードが観察される。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

本発明の光導波路形成用樹脂組成物は、加熱又は活性光線の照射によって硬化する樹脂組成物であることが好ましい。

以下、本発明に用いられる各成分について説明する。

【００１８】

（Ａ）成分について

（Ａ）成分のポリマーは、アルカリ可溶性基（例えば、カルボキシル基、スルホン酸基、フェノール性水酸基、アルコール性水酸基、アミノ基等）を有するポリマーであり、アルカリ水溶液に対して溶解し得るものであればよい。このようなポリマーに特に制限は無いが、アルカリ可溶性の（メタ）アクリルポリマーが好ましい。また、アルカリ可溶性基としては、カルボキシル基が好ましい。

なお、本件明細書において、「（メタ）アク・・・」と表記する場合は、「アク・・・」及び「メタク・・・」を意味する。例えば、（メタ）アクリルポリマーの表記は、アクリルポリマー及びメタクリルポリマーを意味する。

【００１９】

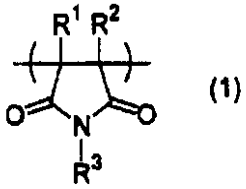
（Ａ）アルカリ可溶性の（メタ）アクリルポリマーとしては、アルカリ性水溶液からなる現像液に、目的とする現像処理が遂行される程度に溶解性を有するものであれば特に制限はない。例えば、（メタ）アクリル酸、各種（メタ）アクリル酸エステル（（メタ）アクリルアルキルエステル、（メタ）アクリル酸ヒドロキシアルキルエステル等）、（メタ）アクリルアミド等の（メタ）アクリル系モノマ、これらと他の重合性不飽和基含有モノマ（スチレン、α-メチルスチレン、マレイン酸無水物、Ｎ置換若しくは未置換のマレイミドモノマ等）等の重合体が好ましいものとして挙げられる。

【００２０】

これらの中で、透明性、耐熱性及びアルカリ性水溶液への溶解性の観点から、Ｎ置換マレイミドを用いるマレイミド骨格を有するものが好ましく、これと他の（メタ）アクリル系モノマとの共重合体がより好ましい。例えば、主鎖に下記一般式（１）及び（２）で表される構造単位（Ａ－１）及び（Ａ－２）を含み、さらに下記一般式（３）及び（４）で表される構造単位（Ａ－３）及び（Ａ－４）の少なくとも一方を有するアルカリ可溶性（メタ）アクリル系ポリマーを用いることがさらに好ましい。

【００２１】

【化１】



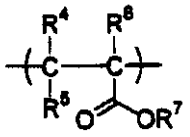
(1)

A-1

（式中、R^1～R^3は、各々独立に水素原子及び炭素数１～２０の有機基のいずれかを示す。）

【００２２】

【化２】



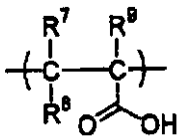
(2)

A-2

（式中、R^4～R^6は、各々独立に水素原子及び炭素数１～２０の有機基のいずれかを示す。R^7は炭素数１～２０の有機基を示す。）

【００２３】

【化３】



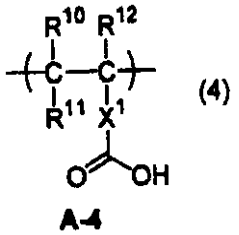
(3)

A-3

（式中、R^7～R^9は、各々独立に水素原子及び炭素数１～２０の有機基のいずれかを示す。）

【００２４】

【化４】



A-4

（式中、Ｒ１０～Ｒ１２は、各々独立に水素原子及び炭素数１～２０の有機基のいずれかを示す。Ｘ１は炭素数１～２０の２価の有機基のいずれかを示す。）

【００２５】

一般式（１）～（４）における炭素数１～２０の有機基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、アラルキル基、カルボニル基、アルコキシカルボニル基、アリーロキシカルボニル基、カルバモイル基等の１価又は２価の基が挙げられ、それらは、さらに、ヒドロキシル基、ハロゲン原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、アラルキル基、カルボニル基、アルコキシカルボニル基、アリーロキシカルボニル基、カルバモイル基アルコキシ基、アリーロキシ基、アルキルチオ基、アリールチオ基、アミノ基、シリル基等で置換されていてもよい。

【００２６】

（Ａ）前記アルカリ可溶性（メタ）アクリルポリマーにおいて、マレイミド骨格由来の構造単位（Ａ－１）の含有率は、３～５０質量％であることが好ましい。３質量％以上であるとマレイミドに由来する耐熱性が得られ、５０質量％以下であれば透明性が十分で、得られる樹脂パターンが脆くなることがない。以上の観点から、５～４０質量％がさらに好ましく、１０～３０質量％であることが特に好ましい。

マレイミド由来の構造単位（Ａ－１）の構造は、一般式（１）で表されるものであれば特に制限はない。

【００２７】

構造単位（Ａ－１）の原料となるマレイミドとしては、例えば、前記特許文献５（特開２０１３－１７４７７６号公報）の００１７段落に記載されるものが全て挙げられる。例えば、Ｎ－メチルマレイミド、Ｎ－エチルマレイミド等のアルキルマレイミド；前記アルキル基の水素原子がヒドロキシル基で置換したヒドロキシアルキルマレイミド、；Ｎ－シクロプロピルマレイミド、Ｎ－シクロブチルマレイミド等のシクロアルキルマレイミド；Ｎ－フェニルマレイミド、Ｎ－２－メチルフェニルマレイミド、Ｎ－２－クロロフェニルマレイミド等のアリールマレイミドなどが挙げられる。

【００２８】

これらの中で、透明性及び溶解性の観点から、シクロアルキルマレイミドを用いることが好ましく、Ｎ－シクロヘキシルマレイミド又はＮ－２－メチルシクロヘキシルマレイミドを用いることがさらに好ましい。

これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００２９】

（Ａ）成分として主鎖にマレイミド骨格を有するアルカリ可溶性（メタ）アクリルポリマーを用いる場合において、（メタ）アクリレート由来の構造単位（Ａ－２）の含有率は、２０～９０質量％であることが好ましい。２０質量％以上であると（メタ）アクリレートに由来する透明性が得られ、９０質量％以下であれば耐熱性が十分である。以上の観点から、２５～８５質量％がさらに好ましく、３０～８０質量％であることが特に好ましい。

（メタ）アクリレート由来の構造単位（Ａ－２）の構造は、一般式（２）で表されるものであれば特に制限はない。

【００３０】

本発明の（Ａ）成分に用いられる（好ましい例では構造単位（Ａ－２）の原料となる）

（メタ）アクリレートとしては、例えば、例えば、前記特許文献５（特開２０１３－１７４７７６号公報）の００２０段落に記載されるものが全て挙げられる。例えば、メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート等の脂肪族（メタ）アクリレート；シクロペンチル（メタ）アクリレート、シクロヘキシル（メタ）アクリレート等の脂環式（メタ）アクリレート；ベンジル（メタ）アクリレート、フェニル（メタ）アクリレート等の芳香族（メタ）アクリレート；２－テトラヒドロフルフリル（メタ）アクリレート、Ｎ－（メタ）アクリロイロキシエチルヘキサヒドロフタルイミド等の複素環式（メタ）アクリレート、これらのカプロラクトン変性体、これらの（メタ）アクリレートで、ヒドロキシル基を有するものなどが挙げられる。

【００３１】

これらの中でも透明性及び耐熱性の観点から、メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、ブチル（メタ）アクリレート、２－エチルヘキシル（メタ）アクリレート等の脂肪族（メタ）アクリレート；上記脂環式（メタ）アクリレート；上記芳香族（メタ）アクリレート；上記複素環式（メタ）アクリレートであることが好ましい。

これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００３２】

（Ａ）アルカリ可溶性基を有する（メタ）アクリルポリマーにおいて、カルボキシル基とエチレン性不飽和基を有する化合物由来の構造単位（Ａ－３）及び（Ａ－４）の含有率は３～６０質量％であることが好ましい。３質量％以上であるとアルカリ性水溶液等からなる現像液に溶解し易く、６０質量％以下であれば後述する現像により感光性樹脂組成物の層を選択的に除去してパターンを形成する現像工程において、耐現像液性（現像により除去されずにパターンとなる部分が、現像液によって侵されない性質）が良好である。以上の観点から、５～５０質量％であることがさらに好ましく、１０～４０質量％であることが特に好ましい。

【００３３】

カルボキシル基とエチレン性不飽和基を有する化合物由来の構造単位（Ａ－３）及び（Ａ－４）の構造は、一般式（３）、（４）で表されるものであれば特に制限はない。

構造単位（Ａ－３）の原料となるカルボキシル基とエチレン性不飽和を有する化合物としては、例えば、（メタ）アクリル酸、マレイン酸、フマル酸、クロトン酸、イタコン酸、シトラコン酸、メサコン酸、ケイ皮酸等が挙げられ、これらの中で、透明性、アルカリ可溶性の観点から（メタ）アクリル酸、マレイン酸、フマル酸又はクロトン酸であることが好ましい。

また、無水マレイン酸を原料として用いて、重合後にメタノール、エタノール、プロパノール等の適当なアルコールによって開環し、構造単位（Ａ－３）の構造に変換してもよい。これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００３４】

構造単位（Ａ－４）の原料となるカルボキシル基とエチレン性不飽和基を有する化合物としては、例えば、前記特許文献５（特開２０１３－１７４７７６号公報）の００２３段落に記載されるものが全て挙げられる。

これらの中で、透明性、アルカリ可溶性の観点から、モノ（２－（メタ）アクリロイロキシエチル）スクシネート、モノ（２－（メタ）アクリロイロキシエチル）テトラヒドロフタレート、モノ（２－（メタ）アクリロイロキシエチル）ヘキサヒドロフタレート、モノ（２－（メタ）アクリロイロキシエチル）ヘキサヒドロイソフタレート、モノ（２－（メタ）アクリロイロキシエチル）ヘキサヒドロテレフタレートであることが好ましい。

これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００３５】

また、（Ａ）アルカリ可溶性（メタ）アクリルポリマーは、必要に応じて構造単位（Ａ－１）～（Ａ－４）以外の構造単位を含んでもよい。

このような構造単位の原料となるエチレン性不飽和化合物としては特に制限はなく、例えばスチレン、α－メチルスチレン、ビニルトルエン、塩化ビニル、酢酸ビニル、ビニル

ピリジン、Ｎ－ビニルピロリドン、Ｎ－ビニルカルバゾール、ブタジエン、イソプレン、クロロプレン等が挙げられる。これらの中で、耐熱性、透明性の観点からスチレン、α－メチルスチレン、ビニルトルエン、Ｎ－ビニルカルバゾールを用いることがさらに好ましい。

これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００３６】

（Ａ）アルカリ可溶性ポリマーは、その合成方法に特に制限はないが、例えば、構造単位（Ａ－１）の原料となるマレイミド、構造単位（Ａ－２）の原料となる（メタ）アクリレート、及び構造単位（Ａ－３）及び／又は（Ａ－４）の原料となるカルボキシル基とエチレン性不飽和基を有する化合物、さらには必要に応じてその他のエチレン性不飽和化合物と適切な重合開始剤（好ましくはラジカル重合開始剤）を用いて共重合させることにより得ることができる。このとき、必要に応じて有機溶剤を反応溶媒として用いることができる。

【００３７】

本発明において用いられる重合開始剤としては、特に制限はなく、例えば、各種ケトンパーオキシド、パーオキシケタール、ジアルキルパーオキシド、ジアシルパーオキシド、パーオキシカーボネート、パーオキシエステル、アゾ化合物などが挙げられる。

【００３８】

前記の反応溶媒として用いる有機溶剤としては、（Ａ）アルカリ可溶性ポリマーを溶解しえるものであれば、特に制限はなく、各種芳香族炭化水素、環状エーテル、ケトン、エステル、炭酸エステル、多価アルコールアルキルエーテル、多価アルコールアルキルエーテルアセテート、アミドなどが挙げられる。

これらの有機溶剤は、単独で又は２種類以上を組み合わせて使用することができる。

【００３９】

さらに（Ａ）アルカリ可溶性（メタ）アクリルポリマーは、必要に応じて側鎖にエチレン性不飽和基を含んでいてもよい。その組成や合成方法に特に制限はないが、例えば上記の（Ａ）（メタ）アクリルポリマーに、少なくとも１つのエチレン性不飽和基とエポキシ基、オキセタニル基、イソシアネート基、ヒドロキシル基、カルボキシル基等の１つの官能基を有する化合物を付加反応させて側鎖にエチレン性不飽和基を導入することができる。

【００４０】

これらの化合物としては特に制限はなく、前記特許文献５（特開２０１３－１７４７７６号公報）の００２９段落に記載されるものが全て挙げられる。即ち、各種エチレン性不飽和基とエポキシ基を有する化合物、エチレン性不飽和基とオキセタニル基を有する化合物、エチレン性不飽和基とイソシアナト基を有する化合物、エチレン性不飽和基とヒドロキシル基を有する化合物、エチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物などが挙げられる。

【００４１】

これらの中でも透明性及び反応性の観点から、グリシジル（メタ）アクリレート、３，４－エポキシシクロヘキシルメチル（メタ）アクリレート、イソシアン酸エチル（メタ）アクリレート、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、（メタ）アクリル酸、クロトン酸、２－ヘキサヒドロフタロイルエチル（メタ）アクリレートであることが好ましい。これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００４２】

（Ａ）アルカリ可溶性基を有するポリマーの重量平均分子量は、１，０００～３００，０００であることが好ましい。１，０００以上であると分子量が大きいため樹脂組成物とした場合の硬化物の強度が十分で、３００，０００以下であれば、アルカリ性水溶液からなる現像液に対する溶解性や（Ｂ）化合物との相溶性が良好である。以上の観点から３，０００～２００，０００とすることがさらに好ましく、５，０００～１００，０００であ

ることが特に好ましい。なお、本発明における重量平均分子量は、ゲル浸透クロマトグラフィー（ＧＰＣ）で測定し、標準ポリスチレン換算した値である。

【００４３】

（Ａ）アルカリ可溶性基を有するポリマーは、後述する現像により感光性樹脂組成物の層を選択的に除去してパターンを形成する工程において、公知の各種現像液により現像可能となるように酸価を規定することができる。例えば、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、水酸化テトラメチルアンモニウム、トリエタノールアミン等のアルカリ性水溶液を用い現像する場合には、酸価が２０～３００ｍｇＫＯＨ／ｇであることが好ましい。２０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であると現像が容易で、３００ｍｇＫＯＨ／ｇ以下であると耐現像液性が低下することがない。以上の観点から、３０～２５０ｍｇＫＯＨ／ｇであることがさらに好ましく、４０～２００ｍｇＫＯＨ／ｇであることが特に好ましい。

【００４４】

水又はアルカリ性水溶液と１種以上の界面活性剤とからなるアルカリ性水溶液を用いて現像する場合には、酸価が１０～２６０ｍｇＫＯＨ／ｇであることが好ましい。酸価が１０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であると現像が容易で、２６０ｍｇＫＯＨ／ｇ以下であると耐現像液性が低下することがない。以上の観点から、２０～２５０ｍｇＫＯＨ／ｇであることがさらに好ましく、３０～２００ｍｇＫＯＨ／ｇであることが特に好ましい。

【００４５】

（Ａ）成分の配合量は、（Ａ）成分及び（Ｂ）成分の総量に対して、１０～８５質量％であることが好ましい。１０質量％以上であると、光導波路形成用樹脂組成物の硬化物の強度や可撓性が十分で、８５質量％以下であれば、露光時に（Ｂ）成分によって絡め込まれて容易に硬化し、耐現像液性が不足することがない。以上の観点から、１０質量％以上であることがさらに好ましく、１５質量％以上であることがより好ましく、２０質量％以上であることが特に好ましい。また、上限値としては、７５質量％以下であることがより好ましく、６５質量％以下であることが特に好ましい。また１０～６５質量％は特に低光損失の観点でも優れた範囲である。

【００４６】

（Ｂ成分）について

本発明においては、（Ｂ）エチレン性不飽和化合物として、（Ｂ１）２以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物、及び、（Ｂ２）前記（Ａ）成分のアルカリ可溶性基に反応する基及びエチレン性不飽和基を有する化合物を併用することが重要である。

本発明においては、（Ｂ１）２以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物を用いる。この化合物を用いることで、硬化後のフィルムの強靭性を向上、さらに信頼性試験（高温高湿試験）時のブリードアウトを抑制させることができる。

【００４７】

（Ｂ１成分）について

（Ｂ１）２以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物としては、分子内に少なくとも２個以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する光ラジカル反応性の化合物であれば特に制限はなく、例えば、エポキシ化合物（ｂ１）と不飽和モノカルボン酸（ｂ２）のエステル化物に飽和又は不飽和多塩基酸無水物（ｂ３）を付加した付加反応物等を用いることができる。これらは、二段階の反応によって得ることができる。最初の反応（以下、便宜的に「第一の反応」という。）では、エポキシ化合物（ｂ１）と不飽和モノカルボン酸（ｂ２）とが反応する。次の反応（以下、便宜的に「第二の反応」という。）では、第一の反応で生成したエステル化物と、飽和又は不飽和多塩基酸無水物（ｂ３）とが反応する。

【００４８】

本発明で使用できる（Ｂ１）成分としては商業的に、ＥＡ－６３４０、ＥＡ－７１４０、ＥＡ－７４４０（以上、新中村化学工業株式会社製、商品名）、ＣＣＲ－１２１８Ｈ、ＣＣＲ－１１５９Ｈ、ＣＣＲ－１２２２Ｈ、ＰＣＲ－１０５０、ＴＣＲ－１３３５Ｈ、Ｚ

ＡＲ－１０３５、ＺＡＲ－２００１Ｈ、ＺＦＲ－１１８５、ＵＸＥ－３０２４及びＺＣＲ－１５６９Ｈ（以上、日本化薬株式会社製、商品名）、ＵＥ－ＥＸＰ－２８１０、ＵＥ－ＥＸＰ－３０７３（以上、ＤＩＣ株式会社製、商品名）等が入手可能である。

【００４９】

前記（Ｂ１）少なくとも２個以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物は、後述のアルカリ現像液により現像可能となるように酸価を規定することができる。酸価は５～２００ｍｇＫＯＨ／ｇであることが好ましい。５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であると、アルカリ現像液への溶解性が良好であり、２００ｍｇＫＯＨ／ｇ以下であると、耐現像液性が良好である。以上の観点から、エチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物の酸価は、１０～１７０ｍｇＫＯＨ／ｇであることがさらに好ましく、１５～１５０ｍｇＫＯＨ／ｇであることが特に好ましい。

【００５０】

また、（Ｂ１）成分の少なくとも２個以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物の重量平均分子量は、１，０００～１００，０００であることが好ましい。１，０００以上であると樹脂組成物とした場合の硬化物の強度が十分で、１００，０００以下であれば、アルカリ性水溶液からなる現像液に対する溶解性や（Ｂ）化合物との相溶性が良好である。２，０００～５０，０００であることがより好ましく、３，０００～２５，０００であることが特に好ましい。

なお、本発明における重量平均分子量は、ゲル浸透クロマトグラフィー（ＧＰＣ）で測定し、標準ポリスチレン換算した値である。

【００５１】

また本発明の（Ｂ１）２以上のエチレン性不飽和基とカルボキシル基を有する化合物は、可とう性の観点から、さらにその分子内にウレタン骨格を有しているものを使用してもよい。

エチレン性不飽和基とカルボキシル基とウレタン骨格を有する化合物としては、特に制限はなく、例えば、下記（１）～（６）で表されるウレタン（メタ）アクリレートなどが挙げられる。

【００５２】

（１）２官能アルコール化合物、２官能イソシアネート化合物、及び水酸基を有する（メタ）アクリレートを反応して得られるウレタン（メタ）アクリレート。

（２）２官能アルコール化合物、２官能イソシアネート化合物、及びイソシアネート基を有する（メタ）アクリレートを反応して得られるウレタン（メタ）アクリレート。

【００５３】

（３）多官能イソシアネート化合物及び水酸基を有する（メタ）アクリレートを反応して得られるウレタン（メタ）アクリレート。

（４）多官能アルコール化合物及びイソシアネート基を有する（メタ）アクリレートを反応して得られるウレタン（メタ）アクリレート。

（但し、（１）～（４）のいずれにおいても、通常いずれかの原料化合物がカルボキシル基を有している。）

これらの中でも、透明性及び耐熱性の観点から、その分子中に脂環構造、芳香環構造、及び複素環構造からなる群から選ばれた少なくとも１種を有するウレタン（メタ）アクリレートが好ましい。

【００５４】

２官能アルコール化合物、すなわちジオール化合物としては、カルボキシル基含有ジオール化合物が挙げられ、その他、ポリエーテルジオール化合物、ポリエステルジオール化合物、ポリカーボネートジオール化合物、ポリカプロラクトンジオール化合物等が含まれていても良い。

【００５５】

カルボキシル基含有ジオール化合物としては、特に制限はなく、例えば、２，２－ジメチロールブタン酸、２，２－ジメチロールプロピオン酸、２，２－ジメチロール酪酸、２

，２－ジメチロールペンタン酸などが挙げられる。
これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。
【００５６】
ポリエーテルジオール化合物としては、特に制限はなく、例えば、エチレンオキシド、プロピレンオキシド、イソブテンオキシド、ブチルグリシジルエーテル、ブテン－１－オキシド、３，３－ビスクロロメチルオキセタン、テトラヒドロフラン、２－メチルテトラヒドロフラン、３－メチルテトラヒドロフラン、シクロヘキセンオキシド、スチレンオキシド、フェニルグリシジルエーテル、安息香酸グリシジルエステル等の環状エーテル化合物から選ばれる少なくとも１種を開環（共）重合することにより得られるポリエーテルジオール化合物；シクロヘキサンジメタノール、トリシクロデカンジメタノール、水添ビスフェノールＡ、水添ビスフェノールＦ等の脂環式ジオール化合物に上記環状エーテル化合物から選ばれる少なくとも１種を開環付加することにより得られるポリエーテルジオール化合物；ヒドロキノン、レゾルシノール、カテコール、ビスフェノールＡ、ビスフェノールＦ、ビスフェノールＡＦ、ビフェノール、フルオレンビスフェノール等の２官能フェノール化合物に上記環状エーテル化合物から選ばれる少なくとも１種を開環付加することにより得られるポリエーテルジオール化合物などが挙げられる。
【００５７】
ポリエステルジオール化合物としては、特に制限はなく、例えば、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、セバシン酸、テトラヒドロフタル酸、ヘキサヒドロフタル酸、フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸、マレイン酸、フマル酸、イタコン酸などの２官能カルボン酸化合物とエチレングリコール、ジ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、ブタンジオール、ジブタンジオール、ポリブタンジオール、ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール、３－メチル－１，５－ペンタンジオール、ヘキサンジオール、ヘプタンジオール、オクタンジオール、ノナンジオール、デカンジオール、シクロヘキサンジメタノール、トリシクロデカンジメタノール等のジオール化合物を共重合して得られるポリエステルポリオール化合物などが挙げられる。
【００５８】
ポリカーボネートジオール化合物としては、特に制限はなく、例えば、ホスゲン、トリホスゲン、ジアルキルカーボネート、ジアリールカーボネートなどとエチレングリコール、ジ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、ブタンジオール、ジブタンジオール、ポリブタンジオール、ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール、３－メチル－１，５－ペンタンジオール、ヘキサンジオール、ヘプタンジオール、オクタンジオール、ノナンジオール、デカンジオール、シクロヘキサンジメタノール、トリシクロデカンジメタノール、水添ビスフェノールＡ、水添ビスフェノールＦ等のジオール化合物を共重合して得られるポリカーボネートジオール化合物などが挙げられる。
【００５９】
ポリカプロラクトンジオール化合物としては、特に制限はなく、例えば、ε－カプロラクトンとエチレングリコール、ジ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、ブタンジオール、ジブタンジオール、ポリブタンジオール、ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール、３－メチル－１，５－ペンタンジオール、ヘキサンジオール、ヘプタンジオール、オクタンジオール、ノナンジオール、デカンジオール、シクロヘキサンジメタノール、トリシクロデカンジメタノール等のジオール化合物を共重合して得られるポリカプロラクトンジオール化合物などが挙げられる。
【００６０】
その他のジオール化合物としては、例えば、エチレングリコール、ジ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、ブタンジオール、ジブタンジオール、ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール、３－メチル－１，５－ペンタンジオー

ル、ヘキサンジオール、ヘプタンジオール、オクタンジオール、ノナンジオール、デカンジオールなどの脂肪族ジオール化合物；シクロヘキサンジメタノール、トリシクロデカンジメタノール、水添ビスフェノールＡ、水添ビスフェノールＦなどの脂環式ジオール化合物；ポリブタジエン変性ジオール化合物、水添ポリブタジエン変性ジオール化合物、ジリコーン変性ジオール化合物などの変性ジオール化合物などが挙げられる。

以上のジオール化合物は、単独又は２種類以上組み合わせて用いることができる。

【００６１】

２官能イソシアネート化合物としては特に制限はなく、例えば、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、２，２，４－トリメチルヘキサメチレンジイシシアネート、デカメチレンジイソシアネート、ドデカメチレンジイソシアネート等の脂肪族２官能イソシアネート化合物；１，３－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、２，５－ビス（イソシアナトメチル）ノルボルネン、ビス（４－イソシアナトシクロヘキシル）メタン、１，２－ビス（４－イソシアナトシクロヘキシル）エタン、２，２－ビス（４－イソシアナトシクロヘキシル）プロパン、２，２－ビス（４－イソシアナトシクロヘキシル）ヘキサフルオロプロパン、ビシクロヘプタントリイソシアネート等の脂環式２官能イソシアネート化合物；２，４´－ジフェニルメタ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、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、ナフタレン－１，５－ジイソシアネート、ｏ－キシリレンジイソシアネート、ｍ－キシリレンジイソシアネート等の芳香族２官能イソシアネート化合物などが挙げられる。

これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００６２】

水酸基を有する（メタ）アクリレートとしては特に制限はなく、例えば、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、３－クロロ－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、２－ヒドロキシ－３－（ｏ－フェニルフェノキシ）プロピル（メタ）アクリレート、２－ヒドロキシ－３－（１－ナフトキシ）プロピル（メタ）アクリレート、２－ヒドロキシ－３－（２－ナフトキシ）プロピル（メタ）アクリレート等の単官能（メタ）アクリレート、これらのエトキシ化体、これらのプロポキシ化体、これらのエトキシ化プロポキシ化体、及びこれらのカプロラクトン変性体；ビス（２－（メタ）アクリロイロキシエチル）（２－ヒドロキシエチル）イソシアヌレート等の２官能（メタ）アクリレート、これらのエトキシ化体、これらのプロポキシ化体、これらのエトキシ化プロポキシ化体、及びこれらのカプロラクトン変性体；シクロヘキサンジメタノール型エポキシジ（メタ）アクリレート、トリシクロデカンジメタノール型エポキシジ（メタ）アクリレート、水添ビスフェノールＡ型エポキシジ（メタ）アクリレート、水添ビスフェノールＦ型エポキシジ（メタ）アクリレート、ヒドロキノン型エポキシジ（メタ）アクリレート、レゾルシノール型エポキシジ（メタ）アクリレート、カテコール型エポキシジ（メタ）アクリレート、ビスフェノールＡ型エポキシジ（メタ）アクリレート、ビスフェノールＦ型エポキシジ（メタ）アクリレート、ビスフェノールＡＦ型エポキシジ（メタ）アクリレート、ビフェノール型エポキシジ（メタ）アクリレート、フルオレンビスフェノール型エポキシジ（メタ）アクリレート、イソシアヌル酸モノアリル型エポキシジ（メタ）アクリレート等の２官能エポキシ（メタ）アクリレート；ペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールテトラ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ（メタ）アクリレート等の３官能以上の（メタ）アクリレート、これらのエトキシ化体、これらのプロポキシ化体、これらのエトキシ化プロポキシ化体、及びこれらのカプロラクトン変性体；フェノールノボラック型エポキシ（メタ）アクリレート、クレゾールノボラック型エポキシポリ（メタ）アクリレート、イソシアヌル酸型エポキシトリ（メタ）アクリレート等の３官能以上のエポキシ（メタ）アクリレートなどが挙げられる。

これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００６３】
ここで、（メタ）アクリレートのエトキシ化体、プロポキシ化体、エトキシ化プロポキシ化体とは、原料となるアルコール化合物又はフェノール化合物（例えば、単官能（メタ）アクリレート；CH_2＝CH（R^6）－COO－R^7（R^6は水素原子又はメチル基、R_7は１価の有機基）の場合は、HO－R^7で示されるもの）の代わりに、前記アルコール化合物又はフェノール化合物に、それぞれ、１以上のエチレンオキシドを付加した構造のアルコール化合物、１以上のプロピレンオキシドを付加した構造のアルコール化合物、又は１以上のエチレンオキシド及びプロピレンオキシドを付加した構造のアルコール化合物を、原料に用いて得られる（メタ）アクリレートを示す（例えば、エトキシ化体の場合はCH_2＝CH（R^6）－COO－（CH_2CH_2O）$_q$－R^7（ｑは１以上の整数、R^6、R^7は前記と同様）で示される）。また、カプロラクトン変性体とは、（メタ）アクリレートの原料となるアルコール化合物をε－カプロラクトンで変性したアルコール化合物を、原料に用いて得られる（メタ）アクリレートを示す（例えば、単官能（メタ）アクリレートのカプロラクトン変性体の場合、CH_2＝CH（R^6）－COO－（（CH_2）$_5$COO）$_q$－R^7（ｑ、R^6、R^7は前記と同様））で示される）。
【００６４】
イソシアネート基を有する（メタ）アクリレートとしては特に制限はなく、例えば、Ｎ－（メタ）アクリロイルイソシアネート、（メタ）アクリロイルオキシメチルイソシアネート、２－（メタ）アクリロイルオキシエチルイソシアネート、２－（メタ）アクリロイルオキシエトキシエチルイソシアネート、１，１－ビス（（メタ）アクリロイルオキシメチル）エチルイソシアネート等が挙げられる。
これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。
【００６５】
多官能イソシアネート化合物としては特に制限はなく、例えば、前記２官能イソシアネート化合物；前記２官能イソシアネート化合物のウレトジオン型二量体、イソシアヌレート型、ビウレット型三量体等の多量体などが挙げられる。なお多量体を構成する２つ又は３つの２官能イソシアネート化合物は、同一でも異なっていてもよい。
これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。
【００６６】
多官能アルコール化合物としては特に制限はなく、例えば、前記２官能アルコール化合物；トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ジトリメチロールプロパン、ジペンタエリスリトール、トリス（２－ヒドロキシエチル）イソシアヌレート等の３官能以上のアルコール化合物、これらに前記環状エーテル化合物から選ばれる少なくとも１種を開環付加することにより得られる付加体、これらのカプロラクトン変性体；フェノールノボラック、クレゾールノボラック等の３官能以上のフェノール化合物に前記環状エーテル化合物から選ばれる少なくとも１種を開環付加することにより得られるアルコール化合物、これらのカプロラクトン変性体などが挙げられる。
これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。
【００６７】
前記ウレタン結合を有する（メタ）アクリレートは、耐熱性及びアルカリ現像液への溶解性の観点から、必要に応じてさらにカルボキシル基を含んでいてもよい。
カルボキシル基及びウレタン結合を有する（メタ）アクリレートとしては、特に制限はなく、例えば、前述のウレタン（メタ）アクリレートを合成する際に、カルボキシル基含有ジオール化合物を前記ジオール化合物と併用して、又は前記ジオール化合物の代わりに用いて得られるウレタン（メタ）アクリレート等が挙げられる。
カルボキシル基含有ジオール化合物としては、特に制限はなく、例えば、２，２－ジメチロールブタン酸、２，２－ジメチロールプロピオン酸、２，２－ジメチロール酪酸、２，２－ジメチロールペンタン酸等が挙げられる。
これらの化合物は、単独で又は２種類以上を組み合わせて用いることができる。
【００６８】

（Ｂ１）成分の化合物の配合量は、（Ａ）成分及び（Ｂ）成分の総量に対して、１０～８５質量％であることが好ましい。１０質量％以上であると、（Ａ）アルカリ可溶性（メタ）アクリルポリマーを絡みこんで硬化することが容易で、耐現像液性が不足することがない。また、８５質量％以下であれば、硬化フィルムのフィルム強度や可撓性が十分である。以上の観点から、３０～７０質量％であることがさらに好ましい。

【００６９】

（Ｂ２）成分について

前記（Ａ）ポリマーのアルカリ可溶性基と反応する基及びエチレン性不飽和結合を有する化合物である（Ｂ２）成分としては、アルカリ可溶性基と反応する基としてグリシジル基（エポキシ基）を有する化合物が好ましい。なかでも１分子中に１つ以上のグリシジル基とエチレン性不飽和基をそれぞれ有する化合物を用いることがさらに好ましい。

これらは、例えば、１分子内にグリシジル基を２つ以上有するエポキシ樹脂を（メタ）アクリル酸化合物と反応させて得られるエポキシ（メタ）アクリレートが挙げられ、グリシジル基に対し（メタ）アクリル酸化合物を０．１～０．９当量反応させたものが好ましく、０．２～０．８当量がより好ましく、０．４～０．６当量が特に好ましい。

【００７０】

具体的にはビスフェノールＡ型エポキシ（メタ）アクリレート、テトラブロモビスフェノールＡ型エポキシ（メタ）アクリレート、ビスフェノールＦ型エポキシ（メタ）アクリレート、ビスフェノールＡＦ型エポキシ（メタ）アクリレート、ビスフェノールＡＤ型エポキシ（メタ）アクリレート、ビフェニル型エポキシ（メタ）アクリレート、ナフタレン型エポキシ（メタ）アクリレート、フルオレン型エポキシ（メタ）アクリレート等の２官能フェノールグリシジルエーテル；水添ビスフェノールＡ型エポキシ（メタ）アクリレート、水添ビスフェノールＦ型エポキシ（メタ）アクリレート、水添２，２′－ビフェノール型エポキシ（メタ）アクリレート、水添４，４′－ビフェノール型エポキシ（メタ）アクリレート等の水添２官能フェノールグリシジルエーテル由来のものやフェノールノボラック型エポキシ（メタ）アクリレート、クレゾールノボラック型エポキシ（メタ）アクリレート、ジシクロペンタジエン－フェノール型エポキシ（メタ）アクリレート、テトラフェニロールエタン型エポキシ（メタ）アクリレート等の多官能フェノールグリシジルエーテル由来；ポリエチレングリコール型エポキシ（メタ）アクリレート、ポリプロピレングリコール型エポキシ（メタ）アクリレート、ネオペンチルグリコール型エポキシ（メタ）アクリレート、１，６－ヘキサンジオール型エポキシ（メタ）アクリレート等の２官能脂肪族アルコールグリシジルエーテル由来；シクロヘキサンジメタノール型エポキシ（メタ）アクリレート、トリシクロデカンジメタノール型エポキシ（メタ）アクリレート等の２官能脂環式アルコールグリシジルエーテル由来；トリメチロールプロパン型エポキシ（メタ）アクリレート、ソルビトール型エポキシ（メタ）アクリレート、グリセリン型エポキシ（メタ）アクリレート等の多官能脂肪族アルコールグリシジルエーテル由来；フタル酸ジグリシジルエステル等の２官能芳香族グリシジルエステル由来；テトラヒドロフタル酸ジグリシジルエステル、ヘキサヒドロフタル酸ジグリシジルエステル等の２官能脂環式グリシジルエステル由来のエポキシアクリレートなどが挙げられる。

【００７１】

これらの中で、透明性及び高屈折率、耐熱性の観点から、ビスフェノールＡ型エポキシ（メタ）アクリレート、ビスフェノールＦ型エポキシ（メタ）アクリレート、ビスフェノールＡＦ型エポキシ（メタ）アクリレート、ビスフェノールＡＤ型エポキシ（メタ）アクリレート、ビフェニル型エポキシ（メタ）アクリレート、ナフタレン型エポキシ（メタ）アクリレート、フルオレン型エポキシ（メタ）アクリレート、フェノールノボラック型エポキシ（メタ）アクリレート、クレゾールノボラック型エポキシ（メタ）アクリレート、シクロヘキサンジメタノール型エポキシ（メタ）アクリレート、トリシクロデカンジメタノール型エポキシ（メタ）アクリレート等の脂環又は芳香環を有するエポキシ（メタ）アクリレートが好ましい。中でもその分子中にビスフェノール骨格を有する化合物が好ましい。

【００７２】
（Ｂ２）成分の化合物の配合量は、（Ａ）成分及び（Ｂ）成分の総量に対して、１～４０質量％であることが好ましい。１質量％以上であると、（Ａ）アルカリ可溶性（メタ）アクリルポリマーを絡みこんで硬化することが容易で、環境信頼性試験時の（高温高湿試験）未反応物の析出が少ない。また、４０質量％以下であれば、硬化フィルムのフィルム強度や可撓性が十分である。以上の観点から、１０～３０質量％であることがさらに好ましい。
【００７３】
上記の（Ｂ１）及び（Ｂ２）成分の他に、現像性、耐熱性の観点から（Ｂ３）成分として、（Ｂ１）及び（Ｂ２）成分以外の、１分子中に２つ以上のエチレン性不飽和基を有する化合物を含有していることがより好ましい。これにより架橋が密となり、硬化部への現像液の浸漬が抑制でき、膜べり等を低減することができる。
【００７４】
（Ｂ３）成分である、１分子中に２つ以上のエチレン性不飽和基を有する化合物としては、例えば、（メタ）アクリレート、ハロゲン化ビニリデン、ビニルエーテル、ビニルエステル、ビニルピリジン、ビニルアミド、アリール化ビニル等が挙げられるが、これらのうち透明性の観点から、（メタ）アクリレートやアリール化ビニルであることが好ましい。（メタ）アクリレートとしては、２官能のもの又は多官能のもののいずれも用いることができる。
【００７５】
２官能（メタ）アクリレートとしては、例えば、前記特許文献５（特開２０１３－１７４７７６号公報）の００３９、００４０段落に記載されるものが全て挙げられる。 これらの中でも透明性及び耐熱性の観点から、上記脂環式（メタ）アクリレート；上記芳香族（メタ）アクリレート；上記複素環式（メタ）アクリレート；上記脂環式エポキシ（メタ）アクリレート；上記芳香族エポキシ（メタ）アクリレートであることが好ましい。
【００７６】
３官能以上の多官能（メタ）アクリレートとしては、前記特許文献５（特開２０１３－１７４７７６号公報）の００４１段落に記載されるものが全て挙げられる。
これらの中でも透明性及び耐熱性の観点から、複素環式（メタ）アクリレート；芳香族エポキシ（メタ）アクリレートであることが好ましい。
これらの化合物は、単独または２種類以上組み合わせて使用することができ、さらにその他の化合物と組み合わせて使用することもできる。
【００７７】
（Ｂ３）成分の化合物の配合量は、（Ａ）成分及び（Ｂ）成分の総量に対して、５～６０質量％であることが好ましい。５質量％以上であると、光硬化による架橋が密となり、耐現像液性が不足することがない。また、６０質量％以下であれば、硬化フィルムのフィルム強度や可撓性が十分である。以上の観点から、１０～５０質量％であることがさらに好ましい。
【００７８】
以下、本発明に用いられる（Ｃ）成分について説明する。
（Ｃ）成分の重合開始剤としては、加熱又は紫外線等の照射によって重合を開始させるものであれば特に制限はなく、熱ラジカル重合開始剤、光ラジカル重合開始剤等が挙げられるが、硬化速度が速く常温硬化が可能なことから、光ラジカル重合開始剤であることが好ましい。
これらの例示は、前記特許文献５（特開２０１３－１７４７７６号公報）の００５７～００５８段落に記載されるものが全て挙げられる。
【００７９】
即ち、熱ラジカル重合開始剤としては、各種、ケトンパーオキシド、パーオキシケタール、ヒドロパーオキシド、ジアルキルパーオキシド、ジアシルパーオキシド、パーオキシカーボネート、パーオキシエステル、アゾ化合物などが挙げられる。

これらの中で、硬化性、透明性、及び耐熱性の観点から、上記ジアシルパーオキシド；上記パーオキシエステル；上記アゾ化合物であることが好ましい。

【００８０】

光ラジカル重合開始剤としては、各種、ベンゾインケタール、α－ヒドロキシケトン、オキシムエステル、ホスフィンオキシド、２，４，５－トリアリールイミダゾール二量体；ベンゾフェノン、ベンゾフェノン化合物、キノン化合物、ベンゾインエーテル、ベンゾイン化合物、ベンジル化合物、アクリジン化合物、Ｎ－フェニルグリシン、クマリンなどが挙げられる。

【００８１】

また、前記２，４，５－トリアリールイミダゾール二量体において、２つのトリアリールイミダゾール部位のアリール基の置換基は、同一で対称な化合物を与えてもよく、相違して非対称な化合物を与えてもよい。また。ジエチルチオキサントンとジメチルアミノ安息香酸の組み合わせのように、チオキサントン化合物と３級アミンとを組み合わせてもよい。

【００８２】

これらの中で、硬化性、透明性、及び耐熱性の観点から、上記α－ヒドロキシケトン；上記ホスフィンオキシドであることが好ましい。これらの熱及び光ラジカル重合開始剤は、単独で又は２種類以上を組み合わせて使用することができる。さらに、適切な増感剤と組み合わせて用いることもできる。

【００８３】

また、（Ｂ）成分の化合物として、エポキシ基とエチレン性不飽和基を有する化合物を用いる場合、（Ｃ）成分の重合開始剤としては、熱カチオン重合開始剤や光カチオン重合開始剤等が挙げられるが、硬化速度が速く常温硬化が可能なことから、光カチオン重合開始剤であることが好ましい。

【００８４】

これらの例示は、前記特許文献５（特開２０１３－１７４７７６号公報）の００６０～００６１段落に記載されるものが全て挙げられる。即ち、熱カチオン重合開始剤としては、各種、ベンジルスルホニウム塩、ピリジニウム塩、ベンジルアンモニウム塩等が挙げられる。

これらの中で、硬化性、透明性、及び耐熱性の観点から、上記ベンジルスルホニウム塩であることが好ましい。

【００８５】

（請求項１）Ｃ成分

また、光カチオン重合開始剤としては、各種アリールジアゾニウム塩、ジアリールヨードニウム塩、トリアリールスルホニウム塩、トリアリールセレノニウム塩、ジアルキルフェナシルスルホニウム塩、ジアルキル－４－ヒドロキシ塩、スルホン酸エステルなどが挙げられる。

これらの中で、硬化性、透明性、及び耐熱性の観点から、上記トリアリールスルホニウム塩であることが好ましい。これらの熱及び光カチオン重合開始剤は、単独で又は２種類以上組み合わせて用いることができる。さらに、適切な増感剤と組み合わせて用いることもできる。

【００８６】

（Ｃ）成分の重合開始剤の配合量は、（Ａ）成分及び（Ｂ）成分の総量１００質量部に対して、０．０１～１０質量部であることが好ましい。０．１質量部以上であると、硬化が十分であり、１０質量部以下であると十分な光透過性が得られる。以上の観点から、０．１～１０質量部であることが好ましく、０．３～７質量部であることがさらに好ましく、０．５～５質量部であることが特に好ましい。

【００８７】

また、この他に必要に応じて、本発明の光導波路形成用樹脂組成物中には、酸化防止剤、黄変防止剤、紫外線吸収剤、可視光吸収剤、着色剤、可塑剤、安定剤、充填剤等のいわ

ゆる添加剤を本発明の効果に悪影響を与えない割合で添加してもよい。

【００８８】

本発明の光導波路形成用樹脂組成物は、好適な有機溶剤を用いて希釈し、光導波路形成用樹脂ワニスとして使用してもよい。ここで用いる有機溶剤としては、例えば、前記特許文献５（特開２０１３－１７４７７６号公報）の００６４段落に記載されるものが全て挙げられる。即ち、各種芳香族炭化水素、アルコール、ケトン、エステル、炭酸エステル、多価アルコールアルキルエーテル、多価アルコールアルキルエーテルアセテート、アミド等が挙げられる。

【００８９】

これらの中で、溶解性及び沸点の観点から、トルエン、メタノール、エタノール、イソプロパノール、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ブチル、乳酸メチル、乳酸エチル、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミドであることが好ましい。

これらの有機溶剤は、単独で又は２種類以上を組み合わせて使用することができる。また、樹脂ワニス中の固形分濃度は、通常２０～８０質量％であることが好ましい。

【００９０】

光導波路形成用樹脂ワニスを調合する際は、撹拌により混合することが好ましい。撹拌方法には特に制限はないが、撹拌効率の観点からプロペラを用いた撹拌が好ましい。撹拌する際のプロペラの回転速度には特に制限はないが、１０～１，０００ｒｐｍであることが好ましい。１０ｒｐｍ以上であると、（Ａ）～（Ｃ）成分、及び有機溶剤のそれぞれの成分が十分に混合され、１，０００ｒｐｍ以下であるとプロペラの回転による気泡の巻き込みが少なくなる。以上の観点から５０～８００ｒｐｍであることがより好ましく、１００～５００ｒｐｍであることが特に好ましい。撹拌時間には特に制限はないが、１～２４時間であることが好ましい。１時間であると、（Ａ）～（Ｃ）成分、及び有機溶剤のそれぞれの成分が十分に混合され、２４時間以下であると、ワニス調合時間を短縮することができる。

【００９１】

調合した光導波路形成用樹脂ワニスは、孔径５０μｍ以下のフィルタを用いて濾過するのが好ましい。孔径５０μｍ以下であると、大きな異物等が除去されて、ワニス塗布時にはじき等を生じることがなく、またコア部を伝搬する光の散乱が抑制される。以上の観点から、孔径３０μｍ以下のフィルタを用いて濾過するのがより好ましく、孔径１０μｍ以下のフィルタを用いて濾過するのが特に好ましい。

【００９２】

調合した光導波路形成用樹脂ワニスは、減圧下で脱泡することが好ましい。脱泡方法には、特に制限はなく、具体例としては真空ポンプとベルジャー、真空装置付き脱泡装置を用いることができる。減圧時の圧力には特に制限はないが、樹脂ワニスに含まれる有機溶剤が沸騰しない圧力が好ましい。減圧脱泡時間には特に制限はないが、３～６０分であることが好ましい。３分以上であると、樹脂ワニス内に溶解した気泡を取り除くことができる。６０分以下であると、樹脂ワニスに含まれる有機溶剤が揮発することがない。

【００９３】

本発明の（Ａ）ポリマー、（Ｂ）エチレン性不飽和化合物及び（Ｃ）重合開始剤を含有する光導波路形成用樹脂組成物を重合、硬化してなる硬化フィルムの、温度２５℃における波長８３０～８５０ｎｍの範囲での屈折率は１．４００～１．７００であることが好ましい。１．４００～１．７００であれば、通常の光学樹脂との屈折率が大きく異ならないため、光学材料としての汎用性が損なわれることがない。以上の観点から、１．４２５～１．６７５以下であることがさらに好ましく、１．４５０～１．６５０であることが特に

好ましい。

【００９４】

本発明の（Ａ）アルカリ可溶性基を有するポリマー、（Ｂ）エチレン性不飽和化合物及び（Ｃ）重合開始剤を含有する光導波路形成用樹脂組成物を重合、硬化してなる厚み５０μｍの硬化フィルムの波長４００ｎｍでの透過率は８０％以上であることが好ましい。８０％以上であると、光の透過量が十分である。以上の観点から８５％以上であることがさらに好ましい。なお、透過率の上限については特に制限されない。

【００９５】

以下、本発明の光導波路形成用樹脂フィルムについて説明する。

本発明の光導波路形成用樹脂フィルムは、前記光導波路形成用樹脂組成物からなり、前記（Ａ）～（Ｃ）成分を含有する光導波路形成用樹脂ワニスを好適な基材フィルムに塗布し、溶媒を除去することにより容易に製造することができる。また、光導波路形成用樹脂組成物を直接基材フィルムに塗布して製造してもよい。

【００９６】

基材フィルムとしては、特に制限はなく、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル；ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン；ポリカーボネート、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルフィド、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルケトン、ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリスルホン、液晶ポリマーなどが挙げられる。これらの中で、柔軟性及び強靭性の観点から、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリスルホンであることが好ましい。

【００９７】

基材フィルムの厚みは、目的とする柔軟性により適宜変えてよいが、３～２５０μｍであることが好ましい。３μｍ以上であるとフィルム強度が十分であり、２５０μｍ以下であると十分な柔軟性が得られる。以上の観点から、５～２００μｍであることがさらに好ましく、７～１５０μｍであることが特に好ましい。なお、樹脂層との剥離性向上の観点から、シリコーン系化合物、含フッ素化合物等により離型処理が施されたフィルムを必要に応じて用いてもよい。

【００９８】

基材フィルム上に光導波路形成用樹脂ワニス又は光導波路形成用樹脂組成物を塗布して製造した光導波路形成用樹脂フィルムは、必要に応じて保護フィルムを樹脂層上に貼り付け、基材フィルム、樹脂層及び保護フィルムの３層構造を含む構造、より好ましくは前記３層からなる構造としてもよい。

【００９９】

保護フィルムとしては、特に制限はなく、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル；ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィンなどが挙げられる。これらの中で、柔軟性及び強靭性の観点から、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル；ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィンであることが好ましい。なお、樹脂層との剥離性向上の観点から、シリコーン系化合物、含フッ素化合物等により離型処理が施されたフィルムを必要に応じて用いてもよい。カバーフィルムの厚みは、目的とする柔軟性により適宜変えてよいが、１０～２５０μｍであることが好ましい。１０μｍ以上であるとフィルム強度が十分であり、２５０μｍ以下であると十分な柔軟性が得られる。以上の観点から、１５～２００μｍであることがさらに好ましく、２０～１５０μｍであることが特に好ましい。

【０１００】

本発明の光導波路形成用樹脂フィルムの樹脂層の厚みについては特に限定されないが、乾燥後の厚みで、通常は５～５００μｍであることが好ましい。５μｍ以上であると、厚

みが十分であるため樹脂フィルム又は該フィルムの硬化物の強度が十分であり、５００μｍ以下であると、乾燥が十分に行えるため樹脂フィルム中の残留溶媒量が増えることなく、該フィルムの硬化物を加熱したときに発泡することがない。

【０１０１】

このようにして得られた光導波路形成用樹脂フィルムは、例えばロール状に巻き取ることによって容易に保存することができる。または、ロール状のフィルムを好適なサイズに切り出して、シート状にして保存することもできる。

【０１０２】

本発明の光導波路形成用樹脂組成物は、光導波路形成用樹脂組成物として好適であり、同様に本発明の光導波路形成用樹脂フィルムは、光導波路形成用樹脂フィルムとして好適である。

【０１０３】

以下、本発明の光導波路について説明する。図２は、本発明の光導波路の製造工程を示す工程断面図である。

図１の（ａ）に示すように、光導波路１は基材５上に形成され、高屈折率であるコア部形成用樹脂組成物から形成されるコア部２、並びに、低屈折率であるクラッド層形成用樹脂組成物から形成される下部クラッド層４及び上部クラッド層３で構成されている。

本発明の光導波路形成用樹脂組成物及び光導波路形成用樹脂フィルムは、光導波路１の下部クラッド層４、コア部２及び上部クラッド層３のうち、少なくとも１つに用いることが好ましい。その中で、アルカリ性水溶液からなる現像液によりパターン形成可能の観点かはコア部２に用いることが好ましく、また、耐熱性及び環境信頼性に優れるため、コア周囲を被覆して保護するクラッド層用としても特に好適である。

【０１０４】

光導波路形成用樹脂フィルムを用いることによって、クラッドとコアの層間密着性や光導波路コアパターン形成時のパターン形成性（細線又は狭線間対応性）をより向上させることができ、線幅や線間の小さい微細パターン形成が可能となる。また、大面積の光導波路を一度に製造できるという生産性に優れたプロセスを提供することが可能となる。

【０１０５】

光導波路１において、基材５としてはシリコン基板、ガラス基板又はＦＲ－４等のガラスエポキシ樹脂基板のような硬い基板を用いることができる。光導波路１は、上記基板の代わりに、柔軟性及び強靭性のある前記基材フィルムを用いて、フレキシブル光導波路としてもよい。

【０１０６】

また、柔軟性及び強靭性のある基材フィルムを光導波路１のカバーフィルム５として機能させてもよい。カバーフィルム５を配置することにより、カバーフィルム５の柔軟性や強靭性を光導波路１に付与することが可能となる。また、光導波路１が汚れや傷を受けなくなるため、取り扱いやすさが向上する。

以上の観点から、図１の（ｂ）のように上部クラッド層３の外側にカバーフィルム５が配置されていたり、図１の（ｃ）のように下部クラッド層４及び上部クラッド層３の両方の外側にカバーフィルム５が配置されていたりしてもよい。

光導波路１に柔軟性や強靭性が十分に備わっているならば、図１の（ｄ）のように、カバーフィルム５が配置されていなくてもよい。

【０１０７】

下部クラッド層４の厚みは、特に制限はないが、２～２００μｍであることが好ましい。２μｍ以上であると伝搬光をコア内部に閉じ込めるのが容易となり、２００μｍ以下であると、光導波路１全体の厚みが大きすぎることがない。なお、下部クラッド層４の厚みとは、コア部２と下部クラッド層４との境界から下部クラッド層４の下面までの値である。　下部クラッド層形成用樹脂フィルムの厚みについては特に制限はなく、硬化後の下部クラッド層４の厚みが上記の範囲となるように厚みが調整される。

【０１０８】

コア部２の高さは、特に制限はないが、１０～１００μｍであることが好ましい。コア部の高さが１０μｍ以上であると、光導波路形成後の受発光素子又は光ファイバとの結合において位置合わせトレランスが小さくなることがなく、１００μｍ以下であれば、光導波路形成後の受発光素子又は光ファイバとの結合において、結合効率が小さくなることがない。以上の観点から、コア部の高さは、１５～８０μｍであることがさらに好ましく、２０～７０μｍであることが特に好ましい。なお、コア部形成用樹脂フィルムの厚みについては特に制限はなく、硬化後のコア部の高さが上記の範囲となるように厚みが調整される。

【０１０９】

上部クラッド層３の厚みは、コア部２を埋め込むことができる範囲であれば、特に制限はないが、乾燥後の厚みで、１２～５００μｍであることが好ましい。上部クラッド層４の厚みとしては、最初に形成される下部クラッド層４の厚みと同一であっても異なってもよいが、コア部２を埋め込むという観点から、下部クラッド層４の厚みよりも厚くすることが好ましい。なお、上部クラッド層３の厚みとは、コア部２と下部クラッド層４との境界から上部クラッド層３の上面までの値である。

【０１１０】

本発明の光導波路は、波長８５０ｎｍにおける光伝搬損失として０．２５ｄＢ／ｃｍ以下を実現することができる。さらに、０．１５ｄＢ／ｃｍ以下が実現できるため、光の損失が小さくなり、伝送信号の強度が十分である。

【０１１１】

以下、本発明の光導波路形成用樹脂フィルムを用いた最も好適な光導波路製造例について説明する。

コア部形成用樹脂フィルムの製造過程で用いる基材としては、後述のコアパターン形成に用いる露光用活性光線が透過するものであれば特に制限はなく、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル；ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン；ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテル、ポリアリレートなどが挙げられる。

【０１１２】

これらの中で、露光用活性光線の透過率、柔軟性及び強靭性の観点から、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル；ポリプロピレン等のポリオレフィンであることが好ましい。さらに、露光用活性光線の透過率向上及びコアパターンの側壁荒れ低減の観点から、高透明タイプな基材フィルムを用いることがさらに好ましい。このような高透明タイプな基材フィルムとしては、東洋紡績株式会社製コスモシャインＡ１５１７、コスモシャインＡ４１００が挙げられる。なお、樹脂層との剥離性向上の観点から、シリコーン系化合物、含フッ素化合物等により離型処理が施されたフィルムを必要に応じて用いてもよい。

【０１１３】

コア部形成用樹脂フィルムの基材フィルムの厚みは、５～５０μｍであることが好ましい。５μｍ以上であると、支持体としての強度が十分であり、５０μｍ以下であると、コアパターン形成時にフォトマスクとコア部形成用樹脂組成物層のギャップが大きくならず、パターン形成性が良好である。以上の観点から、基材フィルムの厚みは１０～４０μｍであることがさらに好ましく、１５～３０μｍであることが特に好ましい。

【０１１４】

上記基材フィルム上に光導波路形成用樹脂ワニス又は光導波路形成用樹脂組成物を塗布して製造した光導波路形成用樹脂フィルムは、必要に応じて前記保護フィルムを樹脂層上に貼り付け、基材フィルム、樹脂層及び保護フィルムからなる３層構造としてもよい。

【０１１５】

このようにして得られた光導波路形成用樹脂フィルムは、例えばロール状に巻き取ることによって容易に保存することができる。または、ロール状のフィルムを好適なサイズに切り出して、シート状にして保存することもできる。

【０１１６】
以下、光導波路形成用樹脂組成物及び／又は光導波路形成用樹脂フィルムを用いて光導波路１を形成するための製造方法について説明する。
本発明の光導波路１を製造する方法としては、特に制限はないが、コア部形成用樹脂ワニス及びクラッド層形成用樹脂組成物を用いてスピンコート法等により製造する方法、又はコア部形成用樹脂フィルム及びクラッド層形成用樹脂フィルムを用いて積層法により製造する方法などが挙げられる。また、これらの方法を組み合わせて製造することもできる。これらの中では、生産性に優れた光導波路製造プロセスが提供可能という観点から、光導波路形成用樹脂フィルムを用いて積層法により製造する方法が好ましい。
【０１１７】
以下、光導波路形成用樹脂フィルムを下部クラッド層、コア部及び上部クラッド層に用いて光導波路１を形成するための製造方法について図２を用いて説明する。
まず、図２の（ａ）に示すように、第１の工程として下部クラッド層形成用樹脂フィルムを基材５上に積層して下部クラッド層４を形成する。
【０１１８】
第１の工程における積層方式としては、ロールラミネータ、または平板型ラミネータを用いて加熱しながら圧着することにより積層する方法が挙げられるが、密着性及び追従性の観点から、平板型ラミネータを用いて減圧下で下部クラッド層形成用樹脂フィルムを積層することが好ましい。なお、本発明において平板型ラミネータとは、積層材料を一対の平板の間に挟み、平板を加圧することにより圧着させるラミネータのことを指し、例えば、真空加圧式ラミネータを好適に用いることができる。ここでの加熱温度は、４０～１３０℃であることが好ましく、圧着圧力は、０．１～１．０ＭＰａであることが好ましいが、これらの条件には特に制限はない。下部クラッド層形成用樹脂フィルムに保護フィルムが存在する場合には、保護フィルムを除去した後に積層する。
【０１１９】
なお、真空加圧式ラミネータによる積層の前に、ロールラミネータを用いて、あらかじめ下部クラッド層形成用樹脂フィルムを基材５上に仮貼りしておいてもよい。ここで、密着性及び追従性向上の観点から、圧着しながら仮貼りすることが好ましく、圧着する際、ヒートロールを有するラミネータを用いて加熱しながら行っても良い。ラミネート温度は、２０～１３０℃であることが好ましい。２０℃以上であると下部クラッド層４の形成用樹脂フィルムと基材５との密着性が向上し、１３０℃以下であると樹脂層がロールラミネート時に流動しすぎることがなく、必要とする膜厚が得られる。以上の観点から、４０～１００℃であることがより好ましい。圧力は０．２～０．９ＭＰａであることが好ましく、ラミネート速度は０．１～３ｍ／ｍｉｎであることが好ましいが、これらの条件には特に制限はない。
【０１２０】
続いて、基材５上に積層された下部クラッド層形成用樹脂フィルムを光及び／又は加熱により硬化し、下部クラッド層形成用樹脂フィルムの基材フィルムを除去し、下部クラッド層４を形成する。
下部クラッド層４を形成する際の活性光線の照射量は、０．１～５Ｊ／ｃｍ^{2}とすることが好ましく、加熱温度は５０～２００℃とすることが好ましいが、これらの条件には特に制限はない。
【０１２１】
次いで、図２の（ｂ）に示すように、第２の工程としてコア部形成用樹脂フィルム７を第１の工程と同様な方法で積層する。ここで、コア部形成用樹脂フィルム７は下部クラッド層形成用樹脂フィルムより高屈折率であるように設計され、活性光線によりコアパターンを形成し得る感光性樹脂組成物からなることが好ましい。
【０１２２】
次に、図２の（ｃ）に示すように、第３の工程としてコア部を露光し、光導波路のコアパターン（コア部２）を形成する。具体的には、アートワークと呼ばれるネガ又はポジマ

スクパターンを有するフォトマスク６を通して活性光線が画像状に照射される。また、レーザ直接描画を用いてフォトマスク６を通さずに直接活性光線を画像上に照射してもよい。活性光線の光源としては、例えば、カーボンアーク灯、水銀蒸気アーク灯、超高圧水銀灯、高圧水銀灯、キセノンランプ等の紫外線を有効に放射する公知の光源が挙げられる。また、他にも写真用フラッド電球、太陽ランプ等の可視光を有効に放射するものが挙げられる。

【０１２３】

ここでの活性光線の照射量は、０．０１～１０Ｊ／ｃｍ^{2}であることが好ましい。０．０１Ｊ／ｃｍ^{2}以上であると、硬化反応が十分に進行し、後述する現像工程によりコア部２が流失することがなく、１０Ｊ／ｃｍ^{2}以下であると露光量過多によりコア部２が太ることがなく、微細なパターンが形成でき好適である。以上の観点から、０．０５～５Ｊ／ｃｍ^{2}であることがより好ましく、０．１～３Ｊ／ｃｍ^{2}であることが特に好ましい。

【０１２４】

なお、露光後に、コア部２の解像度及び密着性向上の観点から、露光後加熱を行ってもよい。紫外線照射から露光後加熱までの時間は、１０分以内であることが好ましい。１０分以内であると紫外線照射により発生した活性種が失活することがない。露光後加熱の温度は４０～１６０℃であることが好ましく、時間は３０秒～１０分であることが好ましい。

【０１２５】

露光後、図２の（ｄ）に示すように、コア部形成用樹脂フィルム７の基材フィルムを除去し、アルカリ性水溶液、水系現像液等の前記コア部形成用樹脂フィルムの組成に対応した現像液を用いて、例えば、スプレー、揺動浸漬、ブラッシング、スクラッピング、ディップ及びパドル等の公知の方法により現像する。また、必要に応じて２種類以上の現像方法を併用してもよい。

【０１２６】

上記アルカリ性水溶液の塩基としては、特に制限はないが、例えば、リチウム、ナトリウム又はカリウムの水酸化物等の水酸化アルカリ；リチウム、ナトリウム、カリウム若しくはアンモニウムの炭酸塩又は重炭酸塩等の炭酸アルカリ；リン酸カリウム、リン酸ナトリウム等のアルカリ金属リン酸塩；ピロリン酸ナトリウム、ピロリン酸カリウム等のアルカリ金属ピロリン酸塩；ホウ砂、メタケイ酸ナトリウム等のナトリウム塩；水酸化テトラメチルアンモニウム、トリエタノールアミン、エチレンジアミン、ジエチレントリアミン、２－アミノ－２－ヒドロキシメチル－１，３－プロパンジオール、１，３－ジアミノプロパノール－２－モルホリン等の有機塩基などが挙げられる。現像に用いるアルカリ性水溶液のｐＨは９～１１であることが好ましく、その温度はコア部形成用樹脂組成物層の現像性に合わせて調節される。また、アルカリ性水溶液中には、表面活性剤、消泡剤、現像を促進させるための少量の有機溶剤等を混入させてもよい。

【０１２７】

前記水系現像液としては、水又はアルカリ性水溶液と１種類以上の有機溶剤からなるものであれば特に制限はない。水系現像液のｐＨは、前記コア部形成用樹脂フィルムの現像が充分にできる範囲でできるだけ小さくすることが好ましく、ｐＨ８～１２であることが好ましく、ｐＨ９～１０であることが特に好ましい。

【０１２８】

上記有機溶剤としては、例えば、メタノール、エタノール、イソプロパノール、ブタノール、エチレングリコール、プロピレングリコール等のアルコール；アセトン、４－ヒドロキシ－４－メチル－２－ペンタノン等のケトン；エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル等の多価アルコールアルキルエーテルなどが挙げられる。

【０１２９】

これらは、単独で又は２種類以上を組み合わせて使用することができる。有機溶剤の濃度は、通常、２～９０質量％であることが好ましく、その温度はコア部形成用樹脂組成物の現像性に合わせて調節される。また、水系現像液中には、界面活性剤、消泡剤等を少量混入させてもよい。

【０１３０】

現像後の処理として、必要に応じて水と上記有機溶剤からなる洗浄液を用いて光導波路のコア部２を洗浄してもよい。有機溶剤は単独で又は２種類以上を組み合わせて使用することができる。有機溶剤の濃度は通常、２～９０質量％とすることが好ましく、その温度はコア部形成用樹脂組成物の現像性に合わせて調節される。

現像又は洗浄後の処理として、必要に応じて、６０～２５０℃程度の加熱又は０．１～１０００ｍＪ／ｃｍ^{2}程度の露光を行うことによりコア部２さらに硬化して用いてもよい。

【０１３１】

続いて、図３の（ｅ）に示すように、第４の工程として上部クラッド層形成用樹脂フィルムを第１及び第２の工程と同様の方法で積層して上部クラッド層３を形成する。ここで、上部クラッド層形成用樹脂フィルムは、コア部形成用樹脂フィルムよりも低屈折率になるように設計されている。また、上部クラッド層３の厚みは、コア部２の高さより大きくすることが好ましい。

【０１３２】

次いで、第１の工程と同様な方法で上部クラッド層形成用樹脂フィルムを光及び／又は熱によって硬化し、上部クラッド層３を形成する。

上記クラッド層形成用樹脂フィルムの基材フィルムがＰＥＴの場合、活性光線の照射量は、０．１～５Ｊ／ｃｍ^{2}であることが好ましい。一方、基材フィルムがポリエチレンナフタレート、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルスルフィド、ポリエーテルスルホン、ポリスルホン等の場合、ＰＥＴに比べて紫外線等の短波長の活性光線を通しにくいことから、活性光線の照射量は、０．５～３０Ｊ／ｃｍ^{2}であることが好ましい。０．５Ｊ／ｃｍ^{2}以上であると硬化反応が十分に進行し、３０Ｊ／ｃｍ^{2}以下であると光照射の時間が長くかかりすぎることがない。以上の観点から、３～２７Ｊ／ｃｍ^{2}であることがより好ましく、５～２５Ｊ／ｃｍ^{2}であることが特に好ましい。

【０１３３】

なお、より硬化させるために、両面から同時に活性光線を照射することが可能な両面露光機を使用することができる。また、加熱をしながら活性光線を照射してもよい。活性光線照射中及び／又は照射後の加熱温度は５０～２００℃であることが好ましいが、これらの条件には特に制限はない。

上部クラッド層３を形成後、必要であれば基材フィルムを除去して、光導波路１を作製することができる。

【０１３４】

本発明の光導波路は、透明性及び光伝搬性に優れているために光モジュールの光伝送路として用いてもよい。光モジュールの形態としては、例えば光導波路の両端に光ファイバを接続した光ファイバ付き光導波路、光導波路の両端にコネクタを接続したコネクタ付き光導波路、光導波路とプリント配線板と複合化した光電気複合基板、光導波路と光信号と電気信号を相互に変換する光／電気変換素子を組み合わせた光電気変換モジュール、光導波路と波長分割フィルタを組み合わせた波長合分波器等が挙げられる。なお、光電気複合基板において、複合化するプリント配線板としては、特に制限はなくガラスエポキシ基板等のリジッド基板、ポリイミド基板などのフレキシブル基板のどちらを用いてもよい。

【実施例】

【０１３５】

以下、本発明の実施例をさらに具体的に説明する。

【０１３６】

合成例１
［コア・クラッド層形成用ベースポリマー；（メタ）アクリルポリマー（Ｐ－１）の作製］
撹拌機、冷却管、ガス導入管、滴下ろうと、及び温度計を備えたフラスコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート４２質量部及び乳酸メチル２１質量部を秤量し、窒素ガスを導入しながら撹拌を行った。液温を６５℃に上昇させ、Ｎ－シクロヘキシルマレイミド１４，５質量部、ベンジルアクリレート２０質量部、ｏ－フェニルフェノール１．５ＥＯアクリレート３９質量部、２－ヒドロキシエチルメタクリレート１４質量部、メタクリル酸１２．５質量部、２，２´－アゾビス（２，４－ジメチルバレロニトリル）４質量部、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート３７質量部、及び乳酸メチル２１質量部の混合物を３時間かけて滴下後、６５℃で３時間撹拌し、さらに９５℃で１時間撹拌を続けて、（メタ）アクリルポリマー（Ｐ－１）溶液（固形分４５質量％）を得た。
【０１３７】
［酸価の測定］
Ｐ－１の酸価を測定した結果、７９ｍｇＫＯＨ／ｇであった。なお、酸価はＰ－１溶液を中和するのに要した０．１ｍｏｌ／Ｌ水酸化カリウム水溶液量から算出した。このとき、指示薬として添加したフェノールフタレインが無色からピンク色に変色した点を中和点とした。
【０１３８】
［重量平均分子量の測定］
Ｐ－１の重量平均分子量（標準ポリスチレン換算）をＧＰＣ（東ソー株式会社製「ＳＤ－８０２２」、「ＤＰ－８０２０」、及び「ＲＩ－８０２０」）を用いて測定した結果、3.9×10^{4}であった。なお、カラムは日立化成株式会社製「Ｇｅｌｐａｃｋ　ＧＬ－Ａ１５０－Ｓ」及び「Ｇｅｌｐａｃｋ　ＧＬ－Ａ１６０－Ｓ」を使用した。溶離液としてはテトラヒドロフランを用い、サンプル濃度０．５ｍｇ／ｍｌとし、溶出速度を１ｍｌ／分として測定した。
【０１３９】
［コア部形成用樹脂ワニスＣＯＶ－１の調合］
（Ａ）アルカリ可溶性（メタ）アクリルポリマーとして、前記Ｐ－１溶液（固形分４５質量％）６０質量部、（Ｂ）化合物として、ビスフェノールＡ型エポキシアクリレート（新中村化学工業株式会社製ＥＡ－１０１０Ｎ）（エポキシ当量５１８ｇ／ｅｑ）４０質量部
（Ｃ）重合開始剤として、１－［４－（２－ヒドロキシエトキシ）フェニル］－２－ヒドロキシ－２－メチル－１－プロパン－１－オン（チバ・スペシャルティ・ケミカルズ株式会社製イルガキュア２９５９）１質量部、ビス（２，４，６－トリメチルベンゾイル）フェニルホスフィンオキシド（チバ・スペシャルティ・ケミカルズ株式会社製イルガキュア８１９）１質量部を広口のポリ瓶に秤量し、撹拌機を用いて、温度２５℃、回転数４００ｒｐｍの条件で、６時間撹拌して、コア部形成用樹脂ワニスを調合した。その後、孔径２μｍのポリフロンフィルタ（アドバンテック東洋株式会社製ＰＦ０２０）及び孔径０．５μｍのメンブレンフィルタ（アドバンテック東洋株式会社製Ｊ０５０Ａ）を用いて、温度２５℃、圧力０．４ＭＰａの条件で加圧濾過した。続いて、真空ポンプ及びベルジャーを用いて減圧度５０ｍｍＨｇの条件で１５分間減圧脱泡し、コア部形成用樹脂ワニスＣＯＶ－１を得た。
【０１４０】
［コア部形成用樹脂フィルムＣＯＦ－１の作製］
上記コア部形成用樹脂ワニスＣＯＶ－１を、ＰＥＴフィルム（東洋紡績株式会社製Ａ１５１７、厚み１６μｍ）の非処理面上に塗工機（株式会社ヒラノテクシード製マルチコーターＴＭ－ＭＣ）を用いて塗布し、１００℃で２０分乾燥し、次いで保護フィルムとして離型ＰＥＴフィルム（帝人デュポンフィルム株式会社製Ａ３１、厚み２５μｍ）を貼付け

、コア部形成用樹脂フィルムを得た。このとき樹脂層の厚みは、塗工機のギャップを調節することで任意に調整可能であるが、本実施例では硬化後の膜厚が、５０μｍとなるように調節した。

【０１４１】

実施例１

［クラッド層形成用樹脂ワニスＣＬＶ－１の調合］

（Ａ）ベースポリマーとして、前記Ｐ－１溶液（固形分４５質量％）４５質量部（固形分３８質量部）、

（Ｂ）光硬化成分として、

（Ｂ１）成分

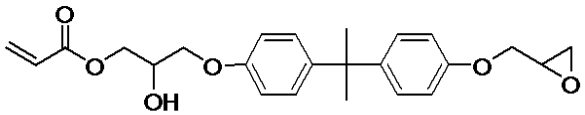
カルボキシル基を有するウレタン（メタ）アクリレート（日立化成株式会社製「ヒタロイド９０８２－９５」、両末端にシクロヘキシル基を介してアクリロキシメチル基を有するもの。重量平均分子量４０００、酸価２２ｍｇＫＯＨ／ｇ。）２０質量部、

（Ｂ２）成分

下記式出表されるビスフェノールＡ型エポキシアクリレート（新中村化学工業株式会社製、ＥＡ－１０１０Ｎ）（エポキシ当量５１８ｇ／ｅｑ）１５質量部、

【０１４２】

【化５】



EA-1010N (EEW: 518g/eq)

（Ｂ３）成分

ＥＯ（エチレンオキシド）変性イソシアヌレート型トリアクリレート（日立化成株式会社製「ファンクリルＦＡ－７３１Ａ」）１０質量部、

イソシアヌル骨格を有し、３つのメタクリロキシ基を有するウレタン（メタ）アクリレート（新中村化学工業株式会社製「ＵＡ－２１」）１０質量部、

【０１４３】

（Ｃ）光重合開始剤として、１－［４－（２－ヒドロキシエトキシ）フェニル］－２－ヒドロキシ－２－メチル－１－プロパン－１－オン（チバ・ジャパン株式会社製「イルガキュア２９５９」）１質量部、ビス（２，４，６－トリメチルベンゾイル）フェニルホスフィンオキシド（チバ・ジャパン株式会社製「イルガキュア８１９」）１質量部、及び希釈用有機溶剤としてプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート２３質量部を攪拌しながら混合した。孔径２μｍのポリフロンフィルタ（アドバンテック東洋株式会社製「ＰＦ０２０」）を用いて加圧濾過後、減圧脱泡し、クラッド層形成用樹脂ワニスＣＬＶ－１を得た。

【０１４４】

［クラッド層形成用樹脂フィルムＣＬＦ－１の作製］

上記で得られたクラッド層形成用樹脂組成物を、基材フィルムとしてのＰＥＴフィルム（東洋紡績株式会社製「コスモシャインＡ４１００」、厚み５０μｍ）の非処理面上に、前記塗工機を用いて塗布し、１００℃で２０分乾燥後、保護フィルムとして表面離型処理ＰＥＴフィルム（帝人デュポンフィルム株式会社製「ピューレックスＡ３１」、厚み２５μｍ）を貼付け、クラッド層形成用樹脂フィルムＣＬＦ－１を得た。このとき樹脂層の厚みは、塗工機のギャップを調節することで任意に調整可能であり、本実施例では使用した第１下部クラッド層及び第２下部クラッド層（接着層）の厚みに付いては、実施例中に記載する。また、第１下部クラッド層及び第２下部クラッド層の硬化後の膜厚と塗工後の膜厚は同一であった。本実施例で用いた上部クラッド層形成用樹脂フィルムの膜厚についても実施例中に記載する。実施例中に記載する上部クラッド層形成用樹脂フィルムの膜厚は塗工後の膜厚とする。

【０１４５】
実施例１～３、及び比較例１，２
表１に示す配合比に従って、クラッド層形成用樹脂ワニスＣＬＶ－１～５を調合し、実施例１と同様な方法で、クラッド層形成用樹脂フィルムＣＬＦ－１～５を作製した。
【０１４６】
［波長８５０ｎｍにおける光線透過率の測定］
保護フィルム（ピューレックスＡ３１）を除去した前記クラッド層形成用樹脂フィルムを、スライドガラス（サイズ：７６ｍｍ×２６ｍｍ、厚さ：１ｍｍ）上に前記真空ラミネータを用いて、圧力０．４ＭＰａ、温度５０℃及び加圧時間３０秒の条件で積層した。次いで、前記紫外線露光機にて紫外線（波長３６５ｎｍ）を１０００ｍＪ／ｃｍ^{2}照射し、さらに１６０℃で１時間加熱し、光線透過率測定用のサンプルを作製した。このサンプルの波長８５０ｎｍにおける光線透過率を、分光光度計（株式会社日立ハイテクノロジーズ製、「Ｕ－３３１０」）を用いて測定した。
【０１４７】
［強靭性評価］
保護フィルム（ピューレックスＡ３１）を除去した前記クラッド層形成用樹脂フィルムを、ポリイミドフィルム（カプトン２００ＥＮ）（サイズ：８０ｍｍ×２６ｍｍ、厚さ：１ｍｍ）上に前記真空ラミネータを用いて、圧力０．４ＭＰａ、温度５０℃及び加圧時間３０秒の条件で積層した。次いで、前記紫外線露光機にて紫外線（波長３６５ｎｍ）を１０００ｍＪ／ｃｍ^{2}照射し、さらに１６０℃で１時間加熱し、強靭性評価用のサンプルを作製した。このサンプルの強靭性を、半径１ｍｍの棒に巻きつけることによって、以下の基準で評価した。
○…変化なし
×…クラック発生又は破断
【０１４８】
［光導波路の作製法］
真空加圧式ラミネータ（株式会社名機製作所製「ＭＶＬＰ－５００／６００」）を用い、圧力０．４ＭＰａ、温度８０℃及び加圧時間３０秒の条件で、保護フィルム（ピューレックスＡ３１）を除去した前記下部クラッド層形成用樹脂フィルムＣＬＦ－１を、ガラスエポキシ樹脂基板（日立化成株式会社製「ＭＣＬ－Ｅ－６７９ＦＢ」、板厚０．６ｍｍ、銅箔はエッチングにより除去）上に積層した。次に、紫外線露光機（大日本スクリーン株式会社製「ＭＡＰ－１２００－Ｌ」）を用い、紫外線（波長３６５ｎｍ）を４０００ｍＪ／ｃｍ^{2}照射後、支持フィルム（コスモシャインＡ４１００）を除去し、１２０℃で１時間加熱処理することによって、下部クラッド層４を形成した。
【０１４９】
続いて、ロールラミネータ（日立化成テクノプラント株式会社製「ＨＬＭ－１５００」）を用い、保護フィルム（ピューレックスＡ３１）を除去した前記コア部形成用樹脂フィルムＣＯＦ－１を、下部クラッド層４上に、圧力０．５ＭＰａ、温度５０℃、速度０．２ｍ／ｍｉｎの条件で積層した。次いで、幅５０μｍの光導波路形成用パターンを有するネガ型フォトマスクを介し、前記紫外線露光機で紫外線（波長３６５ｎｍ）を２５００ｍＪ／ｃｍ^{2}照射して、コア部２（コアパターン）を露光した。支持フィルム（コスモシャインＡ１５１７）を除去した後、スプレー式現像装置（株式会社山縣機械製「ＲＸ－４０Ｄ」）を用い、１質量％炭酸ナトリウム水溶液にて温度３０℃、スプレー圧０．１５ＭＰａ、現像時間１０５秒の条件で現像した。続いて、純水にて洗浄し、１６０℃で１時間加熱乾燥及び熱硬化した。
【０１５０】
次に、前記真空加圧式ラミネータを用い、保護フィルム（ピューレックスＡ３１）を除去した前記上部クラッド層形成用樹脂フィルムＣＬＦ－１を、コア部２及び下部クラッド層４上に、圧力０．４ＭＰａ、温度８０℃及び加圧時間３０秒の条件で積層した。紫外線（波長３６５ｎｍ）を４０００ｍＪ／ｃｍ^{2}照射し、支持フィルム（コスモシャインＡ４

１００）を除去した後、１６０℃で１時間加熱硬化することによって、上部クラッド層３を形成し、図１（ａ）に示す光導波路１を得た。その後、ダイシングソー（株式会社ディスコ製「ＤＡＤ－３４１」）を用いて長さ１０ｃｍのリジッド光導波路を切り出した。

【０１５１】

［光損失の測定］

得られた光導波路の光伝搬損失を、光源に波長８５０ｎｍを中心波長とするＶＣＳＥＬ（ＥＸＦＯ社製「ＦＬＳ－３００－０１－ＶＣＬ」）、受光センサ（株式会社アドバンテスト製「Ｑ８２２１４」）、入射ファイバ（ＧＩ－５０／１２５マルチモードファイバ、ＮＡ＝０．２０）、及び出射ファイバ（ＳＩ－１１４／１２５、ＮＡ＝０．２２）を用いて測定した。光伝搬損失は、光損失測定値（ｄＢ）を光導波路長（１０ｃｍ）で割ることにより算出し、光損失（Ａ）とした。

【０１５２】

［高温高湿耐性評価－端面評価］

得られた光導波路を、高温高湿試験機（エスペック株式会社製「ＰＬ－２ＫＴ」）を用いて、ＪＰＣＡ規格（ＪＰＣＡ－ＰＥ０２－０５－０１Ｓ）に準じた条件で温度８５℃、湿度８５％の高温高湿放置試験を１０００時間実施した。

得られた光導波路をダイシングソー（株式会社ディスコ製「ＤＡＤ－３４１」）を用いて、コアパターン方向に対して垂直方向に長さ２ｍｍに切り出し、得られた断面を観察することで、高温高湿試験耐性を有しているか評価を行った。

○：断面にブリードアウト成分等、析出物なし

×：断面にブリードアウト成分等、析出物あり

【０１５３】

［高温高湿耐性評価－光損失］

高温高湿放置試験実施後の光導波路の光伝搬損失を、前記と同様の光源、受光素子、入射ファイバ、及び出射ファイバを用いて測定し、光損失（Ｂ）とし、高温高湿放置試験による光損失増加量（Ｃ）を以下の式に従って算出し、光損失増加量（Ｃ）が０．０５ｄＢ／ｃｍ以下の場合を「○」とし、０．０５ｄＢ／ｃｍを越えるものを「×」とし、評価を行った。

（式）（Ｃ）＝（Ｂ）－（Ａ）

実施例１～３及び比較例１，２の評価結果を表１、実施例２及び比較例１の高温高湿試験後の光導波路断面を図３（ａ）（ｂ）に示す。

【０１５４】

【表１】

項目		配合成分（質量部）	実施例1 CLV-1 (CLF-1)	実施例2 CLV-2 (CLF-2)	実施例3 CLV-3 (CLF-3)	比較例1 CLV-5 (CLF-5)	比較例2 CLV-5 (CLF-5)
(A)成分		ベースポリマ(P-1)[1]	50(固形分)	45(固形分)	40(固形分)	40(固形分)	40(固形分)
(B)成分		HT9082-95[2]	20	20	20	20	20
		UA-21[3]	5	10	15	20	20
		FA-731A[4]	10	10	10	-	-
		EA1010N[5]	15	15	15	-	-
		YX-8034[6]	-	-	-	20	-
		BL3175[7]	-	-	-	-	20
(C)成分		2959[8]	1	1	1	1	1
		819[9]	1	1	1	1	1
評価	初期	フィルム透過率(850nm)	99.1	99.3	99.1	99.2	98.7
		フィルム強靭性	○	○	○	○	○
		光損失(A)(dB/cm)	0.14	0.11	0.12	0.19	0.18
	高温高湿試験後	断面評価	○	○	○	×	×
		光損失増加量(C)	○	○	○	×	×

【０１５５】

１）　合成例１で作製した（メタ）アクリルポリマー溶液、重量平均分子量：３．５×

１０^{4}、酸価：８０ｍｇＫＯＨ／ｇ）
２）　カルボン酸含有ウレタンアクリレート（日立化成株式会社製「ヒタロイドＨＴ９０８２－９５」）
３）　イソシアヌレート型ウレタンメタクリレート（新中村化学株式会社製「ＵＡ－２１」）
４）　イソシアヌレート型トリアクリレート　（日立化成株式会社製「ファンクリルＦＡ－７３１Ａ」）
５）　ビスフェノールＡ型エポキシアクリレート（新中村化学株式会社製「ＥＡ－１０１０Ｎ」、エポキシ当量５１８ｇ／ｅｑ）
６）　ビスフェノールＡ型水素化脂環式エポキシ樹脂（三菱化学株式会社製「ＹＸ－８０００、ＹＸ－８０３４」）
７）　ヘキサメチレンジイソシアネートのイソシアヌレート型三量体をメチルエチルケトンオキシムで保護した多官能ブロックイソシアネート溶液（固形分７５質量％）（住化バイエルウレタン株式会社製「スミジュールＢＬ３１７５」）
８）　１－［４－（２－ヒドロキシエトキシ）フェニル］－２－ヒドロキシ－２－メチル－１－プロパン－１－オン（ＢＡＳＦジャパン株式会社製「イルガキュア２９５９」）
９）　ビス（２，４，６－トリメチルベンゾイル）フェニルホスフィンオキシド（ＢＡＳＦジャパン株式会社製「イルガキュア８１９」）

【０１５６】

表１から、本発明の光導波路形成用樹脂組成物は、透明性及び強靭性に優れており、これらを用いて製造した光導波路は透明性、耐熱性、環境信頼性及び強靭性に優れていることがわかる。一方、比較例１及び２に示した本発明に属さない光導波路形成用樹脂組成物、並びにこれらを用いて製造した光導波路は、環境信頼性に劣っていることがわかる。

【産業上の利用可能性】

【０１５７】

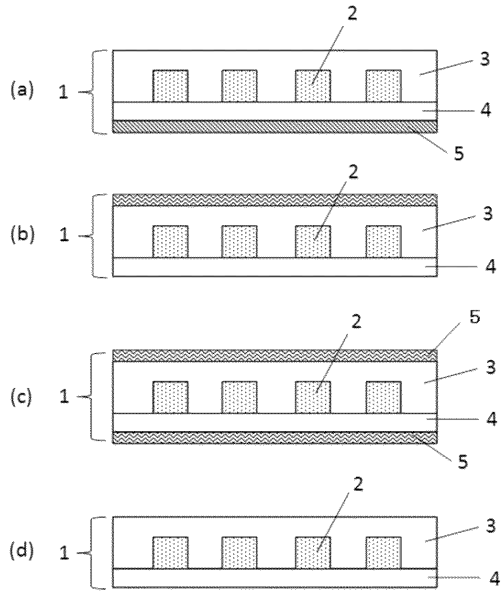
本発明の光学材料用樹脂組成物は、透明性（低光伝搬損失）、強靭性に優れており、これらを用いて製造した光導波路も透明性、強靭性に優れている。さらに信頼性試験後（高温高湿試験）にも光損失の悪化が観察されず、高温高湿耐性にも優れたものである。

【符号の説明】

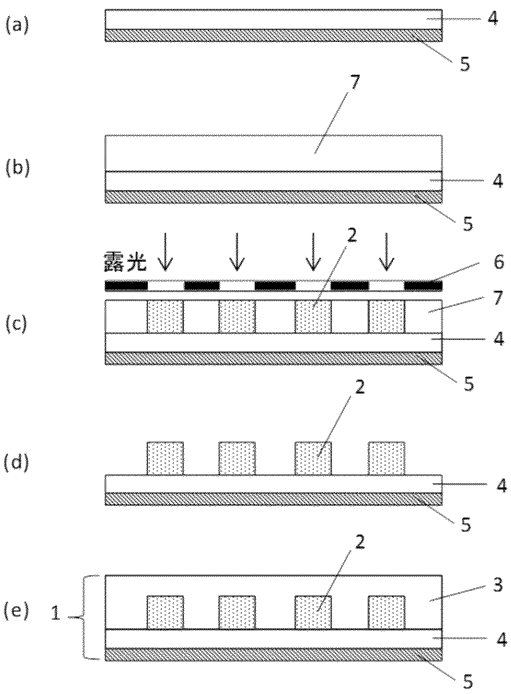
【０１５８】

１　光導波路
２　コア部
３　上部クラッド層
４　下部クラッド層
５　基材
６　フォトマスク
７　コア部形成用樹脂フィルム

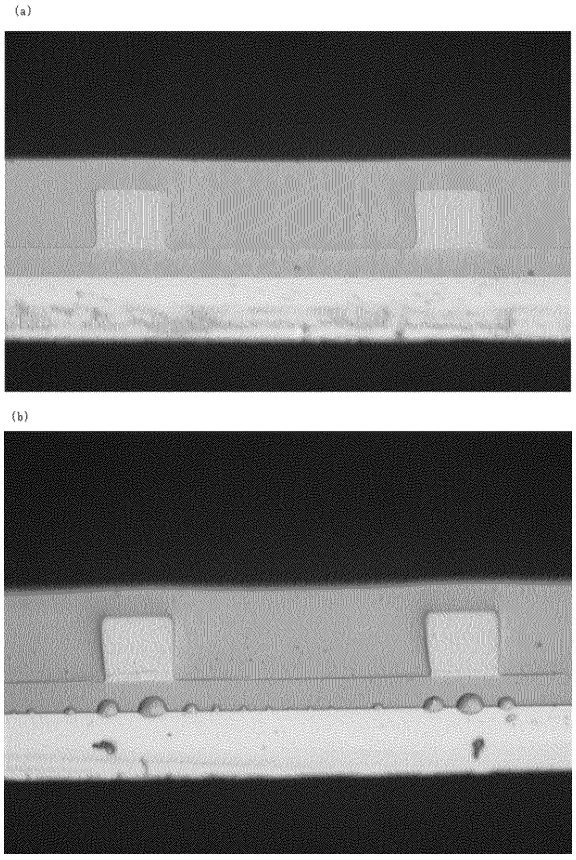
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 2H147 AB04 AB05 BG17 CA01 CB01 CB03 CC20 DA08 EA13C EA14C
EA16A EA16B EA16C EA16D EA17C EA17D EA19A EA19B EA20A EA20B
EA20C EA22C EA22D FA25 FD08 FD14 FD15 FD16 FD19 FE02
FF05 FF06 GA06 GA19 GA20
4J011 PA69 PB40 PC02 QA03 QA22 QB19 QB24 SA21 SA26 SA36
SA84 UA01 VA01 WA10
4J026 AA43 AA45 AA46 AA57 BA30 BA50 DA02 DA12 DB06 DB36
FA05 GA07