

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年9月13日 (13.09.2007)

PCT

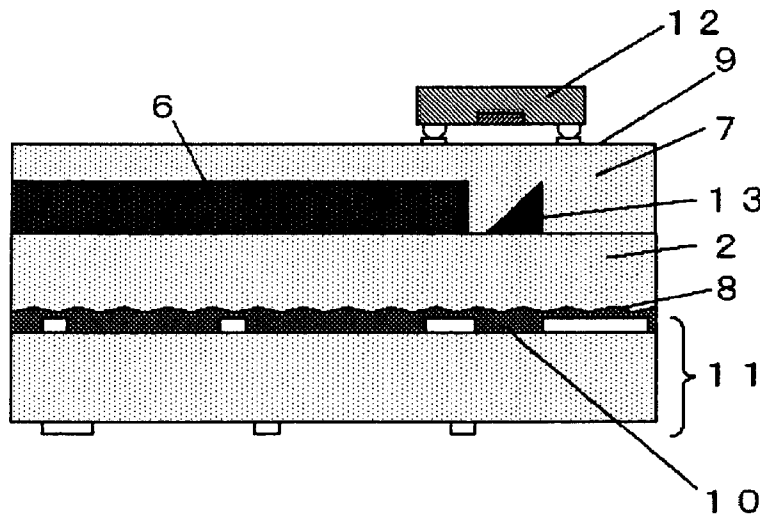
(10) 国際公開番号
WO 2007/102431 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/122 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/054064
- (22) 国際出願日: 2007年3月2日 (02.03.2007)
- (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2006-059395 2006年3月6日 (06.03.2006) JP
特願2006-138898 2006年5月18日 (18.05.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立化成工業株式会社 (HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1630449 東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柴田 智章 (SHIBATA, Tomoaki) [JP/JP]; 〒3004247 茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社 先端材料研究所内 Ibaraki (JP). 高橋 敦之 (TAKAHASHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒3004247 茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社 先端材料研究所内 Ibaraki (JP). 増田 宏 (MASUDA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒3004247 茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社 先端材料研究所内 Ibaraki (JP). 高崎 俊彦 (TAKASAKI, Toshihiko) [JP/JP]; 〒3004247 茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社 先端材料研究所内 Ibaraki (JP). 牧野 竜也 (MAKINO, Tatsuya) [JP/JP]; 〒3004247 茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社 先端材料研究所内 Ibaraki (JP). 落合 雅美 (OCHIAI, Masami) [JP/JP]; 〒3004247 茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社 先端材料研究所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 大谷 保, 外(OHTANI, Tamotsu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門三丁目25番2号 ブリヂストン虎ノ門ビル6階 大谷特許事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: FLEXIBLE OPTICAL WAVEGUIDE, METHOD FOR MANUFACTURING SUCH FLEXIBLE OPTICAL WAVEGUIDE, AND OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: フレキシブル光導波路およびその製造方法ならびに光モジュール



(57) Abstract: A flexible optical waveguide is manufactured by using an optical waveguide forming resin film for at least a lower clad layer or a core layer or an upper clad layer. The ten-point average roughness (Rz) of the surface of either the lower clad layer or the upper clad layer is $0.5 \mu\text{m}$ or more but not more than $10 \mu\text{m}$. A method for manufacturing the flexible optical waveguide and an optical module using the flexible optical waveguide are also provided. The flexible optical waveguide having excellent adhesiveness in composition with an electric wiring board and in multilayer of the flexible optical waveguide, and the method for manufacturing the flexible optical waveguide, and the optical module using the flexible optical waveguide are provided.

(57) 要約: 下部クラッド層、コア層及び上部クラッド層の少なくとも1つに光導波路形成用樹脂フィルムを用いて作製したフレキシブル光導波路であって、下部クラッド層及び上部クラッド層の少なくとも一方の表面の十点平均粗さ (Rz) が、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下であるフレキシブル光導波路、およびその製造方法、ならびにフレキシブル光導波路を用いたフレキシブル光導波路を用いた光モジュールである。電気配線基板との複合化やフレキシブル光導波路の多層化における接着性に優れたフレキシブル光導波路、およびその製造方法ならびにフレキシブル光導波路を用いた光モジュールを提供する。

WO 2007/102431 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

フレキシブル光導波路およびその製造方法ならびに光モジュール 技術分野

[0001] 本発明は、フレキシブル光導波路、およびその製造方法、ならびにフレキシブル光導波路を用いた光モジュールに関する。

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、いわゆる光インタコネクションが検討されている。光路としては、素子や基板との結合の容易さ、取り扱い易さの観点から、柔軟性を備えたフレキシブル光導波路が好適と考えられる。

[0003] フレキシブル光導波路と電気配線基板とを一体化して複合化する場合、接着剤などを用いて両者を接着する必要があるが、一般的にフレキシブル光導波路の外層すなわちクラッド層は平滑性が高く、接着剤と接触表面積を十分に確保できないためアンカー効果による接着力を発現できず、強固な接着性を得ることが困難である。

また、フレキシブル光導波路を多層化し、光回路の高集積化を図る場合においても、同様の接着性の問題が生じる。

[0004] フレキシブル光導波路として、高分子フィルム光導波路が提案されている(例えば特許文献1参照)。高分子フィルムはシリコン等の基板上に高分子の溶液等をスピコート、ベークにより下部クラッド層を形成する。同様の方法によってコア層を形成後、Si含有フォトリソ等マスクパターンを形成し、ドライエッチングによってコアパターンを形成した後、下部クラッド層を形成した方法と同様の方法によって上部クラッド層を形成する。最後に基板から光導波路を剥離することによってフィルム化したフレキシブル光導波路を作製している。特に、基板としては、剥離し易くするために熱酸化したシリコン基板を用い、光導波路形成後、このシリコン基板から光導波路を剥離する方法としては、フッ酸に浸漬する方法を示している。

[0005] しかしながら、上述のフレキシブル光導波路では、クラッド層外層表面の平滑性が高いため、電気配線基板との複合化あるいはフレキシブル光導波路の多層化において、上述のような接着性が課題となる

また、上述のフレキシブル光導波路の製造方法は、下部クラッド、コアおよび上部クラッドの各層の形成に時間がかかるとともに、液状の材料を基板上に塗布し製膜するため、膜厚管理が煩雑であり、しかも基板上に塗布した樹脂が、硬化前は液状であるため、基板上で樹脂が流れてしまい、膜厚の均一性を保つことが困難であるなど、材料形態が液状であることに起因した課題があった。

さらに、シリコンを基板に用いていることから、10cm以上のサイズの光導波路を大量に製造するには向かない、また、上述の製造方法は、高真空プロセスであるドライエッチング工程を有しており、コア層が厚いマルチモード光導波路を作製するためには、非常に長い時間ドライエッチングを行う必要がある。

[0006] 特許文献1:特開平7-239422号公報

発明の開示

[0007] 本発明は、上記問題点に鑑み、電気配線基板との複合化やフレキシブル光導波路の多層化における接着性に優れたフレキシブル光導波路、およびその製造方法、ならびにフレキシブル光導波路を用いた光モジュールを提供することを目的とする。

[0008] 本発明者らは、鋭意検討を重ねた結果、下記に記載の方法により、上記課題を解決し得ることを見出した。すなわち、本発明は、以下(1)~(5)に関するものである。

(1) 下部クラッド層、コア層および上部クラッド層の少なくとも1つに光導波路形成用樹脂フィルムを用いて作製したフレキシブル光導波路であって、下部クラッド層および上部クラッド層の少なくとも一方の表面の十点平均粗さ(Rz)が、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であるフレキシブル光導波路。

(2) 下部クラッド層、コア層および上部クラッド層の少なくとも1つに光導波路形成用樹脂フィルムを用いて作製したフレキシブル光導波路であって、下部クラッド層および上部クラッド層のいずれか一方の表面の十点平均粗さ(Rz)が、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であり、かつ他方の表面のRzが $0.5\mu\text{m}$ 未満であるフレキシブル光導波路。

。

(3) 下部クラッド層とコアパターンと上部クラッド層とを含むフレキシブル光導波路の製造方法であって、下部クラッド層および上部クラッド層の少なくとも1つに、表面の十点平均粗さ(Rz)が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の基材上に作製したクラッド層形成用樹脂フィルムを用いて光導波路を作製する工程、および、その後該クラッド層形成用樹脂フィルムから該基材を除去する工程を含むフレキシブル光導波路の製造方法。

(4) 表面の十点平均粗さ(Rz)が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の基材が、金属箔である上記(3)に記載のフレキシブル光導波路の製造方法。

(5) 上記(2)に記載のフレキシブル光導波路を用いて作製した光モジュールであって、表面の十点平均粗さ(Rz)が $0.5\mu\text{m}$ 未満である下部クラッド層または上部クラッド層のいずれか一方の表面に発光素子または受光素子を搭載した光モジュール。

[0009] 本発明によれば、電気配線基板との複合化やフレキシブル光導波路同士の多層化における接着性に優れたフレキシブル光導波路、およびその製造方法、ならびにフレキシブル光導波路を用いた光モジュールを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明のフレキシブル光導波路の製造方法を説明する図である。

[図2]本発明のフレキシブル光導波路と電気配線基板との複合化例を説明する図である。

[図3]本発明のフレキシブル光導波路同士の多層化例を説明する図である。

[図4]本発明のフレキシブル光導波路を用いた光モジュールを説明する図である。

符号の説明

- [0011] 1…基材
2…下部クラッド層
3…コア層
4…コア層用基材フィルム
5…フォトマスク
6…コアパターン
7…上部クラッド層

- 8…粗化面
- 9…平滑面
- 10…接着層
- 11…電気配線基板
- 12…発光素子または受光素子
- 13…光路変換部

発明を実施するための最良の形態

[0012] [フレキシブル光導波路および光モジュール]

本発明のフレキシブル光導波路の形態としては、例えば、図1(f)に示す例によれば、高屈折率であるコアパターン6と、低屈折率である下部クラッド層2および上部クラッド層7とで構成されているものを挙げることができる。コアパターン6は、図1(c)、(d)に示されるようにコア層3を露光現像することにより形成される。

本発明のフレキシブル光導波路は、その材料形態としては、下部クラッド層、コア層および上部クラッド層の少なくとも1つに、フィルム状の光導波路形成用材料(以下、光導波路形成用樹脂フィルムと表記)を用いて作製される。光導波路形成用樹脂フィルムを用いることにより、材料形態が液体であることに起因した問題が生じることがなく、大面積化に対応したフレキシブル光導波路を製造することができる。

本発明で用いる光導波路形成用樹脂フィルムは、コア層に用いる光導波路形成用樹脂フィルム(以下、コア層形成用樹脂フィルムと表記)が、クラッド層に用いる光導波路形成用樹脂フィルム(以下、クラッド層形成用樹脂フィルムと表記)より高屈折率であるように設計される。

[0013] 本発明のフレキシブル光導波路は、下部クラッド層および上部クラッド層の少なくとも一方の表面の十点平均粗さ(以下、Rzと表記、JIS B0601-1994の定義による)が、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。これにより、該表面において、アンカー効果を活用し電気配線基板への接着性または光導波路同士の接着性に優れたフレキシブル光導波路を得ることができる。

Rzが $0.5\mu\text{m}$ 以上であると、十分なアンカー効果が得られ、接着力を確保することができる。一方 $10\mu\text{m}$ 以下であると、光散乱による伝搬損失の影響を避けるためにク

ラッド層を厚くする必要がなく、フレキシブル光導波路の屈曲性を向上させることができる。以上の観点から、Rzは1～5 μm の範囲であることが好ましい。

- [0014] フレキシブル光導波路の下部クラッド層および上部クラッド層の少なくとも一方の表面のRzが、0.5 μm 以上10 μm 以下であると、接着性に優れたフレキシブル光導波路を作製できるが、フレキシブル光導波路を用いた光モジュールであって、例えば、図4のように、光路変換部付き光導波路のクラッド層表面(図4の例では、上部クラッド層7の表面9)上に発光素子または受光素子12を搭載した光モジュールでは、光散乱による光結合損失を低減する観点から、該表面9のRzは小さいことが好ましい。

以上の観点から、本発明のフレキシブル光導波路は、下部クラッド層および上部クラッド層のいずれか一方の表面のRzが、0.5 μm 以上10 μm 以下であり、かつ他方の表面のRzが0.5 μm 未満であることが好ましい。該フレキシブル光導波路を用いて作製した光モジュールでは、表面のRzが0.5 μm 未満である下部クラッド層および上部クラッド層のいずれか一方の表面に、発光素子または受光素子を搭載することが好ましく、光結合損失低減の観点から、この表面のRzは0.3 μm 以下であることがより好ましい。

- [0015] 本発明のフレキシブル光導波路を得るための方法としては、下部クラッド層および上部クラッド層の少なくとも一方の表面のRzが0.5 μm 以上10 μm 以下の範囲内となるように、該表面を粗面化する工程を含む方法であれば、特に限定はない。

該表面を粗面化する方法としては、光導波路の作製と同時に該表面を粗面化する方法、および光導波路の作製後に該表面の粗面化加工を行う方法等が挙げられる。

光導波路の作製と同時に該表面を粗面化する方法としては、下部クラッド層および上部クラッド層の少なくとも1つに、表面のRzが0.5 μm 以上10 μm 以下の基材上に作製したクラッド層形成用樹脂フィルムを用いて光導波路を作製後に、該フィルムから該基材を除去することで、該基材の表面形状を該フィルムに転写する方法が挙げられる。これにより粗面化加工の簡略化が可能となる。本発明のフレキシブル光導波路においては、作製の簡略化の観点から、光導波路の作製と同時に該表面を粗面化する方法が好ましい。

- [0016] 上記の基材としては、表面のRzが0.5 μm 以上10 μm 以下であれば、その材料に

については特に限定されないが、銅箔、ニッケル箔、アルミ箔等の金属箔、ポリエ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、ポリエチレン等のポリオレフィン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルサルファイド、ポリフェニレンサルファイド、ポリアリレート、液晶ポリマー、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリアミドイミド、ポリイミド等が挙げられる。

この中では、ロール・トゥ・ロールでのクラッド層形成用樹脂フィルムの作製が容易であり、また支持体としての強度を得やすく、さらに光導波路作製後の基材除去をエッチング工程で行うことができ生産性に有利であるとの観点から、金属箔が好ましい。

金属箔の中では、一般的なプリント配線板で用いられる銅箔がより好ましい。

基材が銅箔である場合のエッチング液としては、塩化第二鉄溶液、塩化第二銅溶液、アルカリエッチング溶液、過酸化水素エッチング溶液等が挙げられる。この中では、エッチファクタの良好な点から塩化第二鉄溶液を用いることが好ましい。

金属箔の厚さとしては、取り扱い性とエッチング除去時間短縮の観点から、10～60 μm の範囲であることが好ましい。10 μm 以上であると、取り扱い時にしわが入る等の不良が生じることがない。60 μm 以下であると、短時間でエッチング除去できる。以上の観点から、金属箔の厚さとしては、25～45 μm の範囲であることがより好ましい。

[0017] 光導波路の作製後に該表面の粗面化加工を行う方法としては、例えば、サンドブラスト加工、反応性イオンエッチング等のドライエッチング、有機溶剤、酸、アルカリ等の化学薬品によるウェットエッチング等が挙げられる。

[0018] 本発明に用いる光導波路形成用樹脂フィルムは、光導波路形成用樹脂組成物からなり、具体的には、(A) ベースポリマー、(B) 光重合性化合物、および(C) 光重合開始剤を含有する樹脂組成物により構成されることが好ましい。

[0019] ここで用いる(A) ベースポリマーは、フィルム等の硬化物を形成する場合に、その強度を確保するためのものであり、その目的を達成し得るものであれば、特に限定されず、フェノキシ樹脂、エポキシ樹脂、(メタ)アクリル樹脂、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルアミド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン等、あるいはこ

これらの誘導体等が挙げられる。これらのベースポリマーは1種単独でも、また2種類以上を混合して用いてもよい。

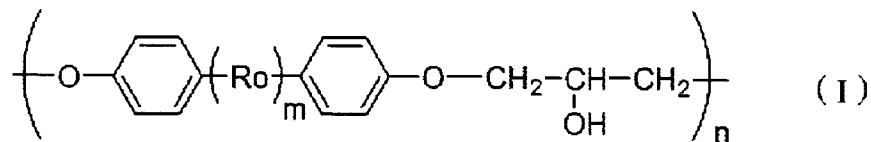
[0020] 上記で例示した(A)ベースポリマーのうち、耐熱性が高いとの観点から、主鎖に芳香族骨格を有することが好ましく、特にフェノキシ樹脂が好ましい。

また、3次元架橋し、耐熱性を向上できるとの観点からは、エポキシ樹脂、特に室温(25°C)で固形のエポキシ樹脂が好ましい。

[0021] また、上記の(A)、(B)および(C)成分を含む樹脂組成物を用いてフィルム化する場合に、該フィルムの透明性を確保することが好ましく、そのためには、後に詳述する(B)光重合性化合物との相溶性が高いことが好ましい。この点からは上記フェノキシ樹脂および(メタ)アクリル樹脂が好ましい。なお、ここで(メタ)アクリル樹脂とは、アクリル樹脂およびメタクリル樹脂を意味するものである。

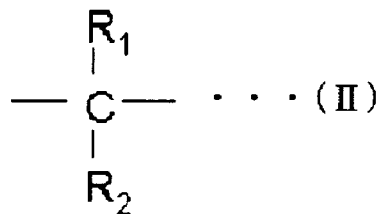
[0022] 上記フェノキシ樹脂とは、非晶質のポリマーであり、下記一般式(I)で表される。

[0023] [化1]

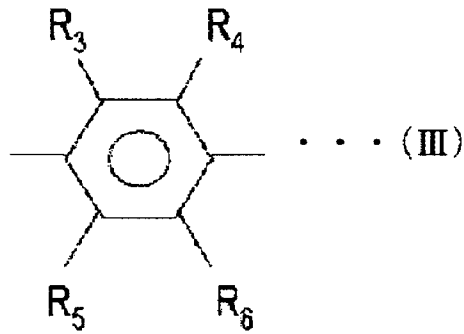


[0024] ここで、nは、1以上の整数、mは、0または1、および-Ro-は、下記一般式(II)、(III)あるいは(IV)で表される基、または-O-である。

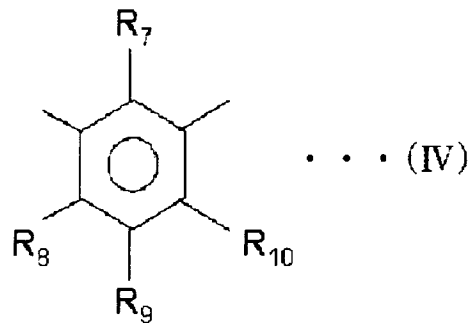
[0025] [化2]



[0026] [化3]



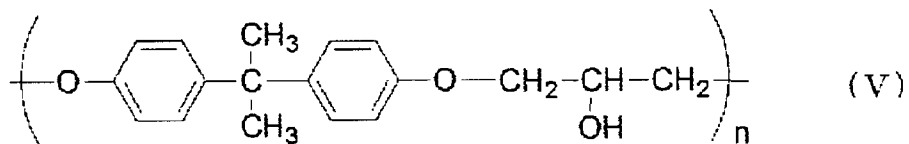
[0027] [化4]



[0028] ここで、 $R_1 \sim R_{10}$ は、それぞれ独立に水素原子、またはメチル基およびトリフルオロメチル基等で表される有機基である。

上記フェノキシ樹脂の中でも、下記式(V)で表される繰り返しを有するビスフェノールA型エポキシ樹脂の直鎖状高分子重合体は、高い耐熱性を有するため好ましい。

[0029] [化5]



[0030] ここで、 n は、上記に同じである。

上記直鎖状高分子重合体のフェノキシ樹脂は、一般的にビスフェノールAとエピクロルヒドリンとを重縮合反応させる一段法によって、または低分子量のエポキシ樹脂とビスフェノールAとを重付加反応させる二段法によって製造されるものであり、具体例としては、東都化成(株)製「YP-50」(商品名)、特開平4-120124号公報、特開

平4-122714号公報、特開平4-339852号公報に記載のもの等が挙げられる。

[0031] また、上記一般式(I)で表されるフェノキシ樹脂の他に、種々の2官能性エポキシ樹脂とビスフェノール類とを重付加反応した高分子量体、例えば、臭素化フェノキシ樹脂(特開昭63-191826号公報、特公平8-26119号公報)、ビスフェノールA/ビスフェノールF共重合型フェノキシ樹脂(特許第2917884号公報、特許第2799401号公報)、リン含有フェノキシ樹脂(特開2001-310939号公報)、フルオレン骨格を導入した高耐熱性フェノキシ樹脂(特開平11-269264号公報、特開平11-302373号公報)等もフェノキシ樹脂として知られている。

[0032] 上記ビスフェノールA/ビスフェノールF共重合型フェノキシ樹脂に代表される以下に示すフェノキシ樹脂は、本発明において(A)成分として好適に用いられる。すなわち、(a-1)ビスフェノールA、ビスフェノールA型エポキシ化合物またはそれらの誘導体から選ばれる少なくとも1種、および(a-2)ビスフェノールF、ビスフェノールF型エポキシ化合物またはそれらの誘導体から選ばれる少なくとも1種を共重合成分の構成単位として含むものである。

[0033] (A)成分として、このような(a-1)成分と(a-2)成分とを共重合成分とする樹脂を含む光導波路形成用樹脂組成物を用いることによって、クラッド層とコア層と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(細線または狭線間対応性)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。

[0034] ビスフェノールA、ビスフェノールA型エポキシ化合物またはそれらの誘導体としては、テトラブロモビスフェノールAまたはテトラブロモビスフェノールA型エポキシ化合物等が好適に挙げられる。

また、ビスフェノールF、またはビスフェノールF型エポキシ化合物若しくはその誘導体としては、テトラブロモビスフェノールF若しくはテトラブロモビスフェノールF型エポキシ化合物等が好適に挙げられる。

[0035] 本発明の(A)ベースポリマーとしては、上述のように、ビスフェノールA/ビスフェノールF共重合型フェノキシ樹脂が特に好適に挙げられ、例えば、東都化成(株)製、商品名「フェノートYP-70」として入手可能である。

[0036] 次に、室温(25℃)で固形のエポキシ樹脂としては、例えば、東都化成(株)製「エポトートYD-7020、エポトートYD-70.59、エポトートYD-70.57」(いずれも商品名)、ジャパンエポキシレジン(株)製「エピコート10.50、エピコート1009、エピコート1008」(いずれも商品名)等のビスフェノールA型エポキシ樹脂が挙げられる。

[0037] (A) ベースポリマーの分子量については、光インタコネクション用光導波路材料に要求される膜厚50 μ m程度の厚膜の光導波路形成用樹脂フィルムでも形成することが可能となる観点から、数平均分子量で5,000以上であることが好ましく、さらに10,000以上であることがより好ましく、30,000以上であることが特に好ましい。数平均分子量の上限については、特に制限はないが、(B) 光重合性化合物との相溶性や露光現像性の観点から、1,000,000以下であることが好ましく、さらに500,000以下であることがより好ましく、200,000以下であることが特に好ましい。なお、数平均分子量は、ゲルパーミエーション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。

[0038] (A) ベースポリマーの配合量は、(A)成分および(B)成分の総量に対して、5~80質量%とすることが好ましい。

この配合量が5質量%以上であると、(B)光重合性化合物および(C)光重合開始剤を含有する樹脂組成物をフィルム化することが容易となる。特に、光導波路形成用樹脂フィルムを形成する場合に、膜厚50 μ m以上の厚膜のフィルムでも容易に形成することが可能となる観点から、10質量%以上であることがより好ましい。

一方、この配合量が80質量%以下であると、光導波路を形成する際に、パターン形成性が向上し、かつ光硬化反応が十分に進行する。

以上の観点から、(A)ベースポリマーの配合量は、20~70質量%とすることがさらに好ましい。

[0039] 次に、(B)光重合性化合物は、紫外線等の光の照射によって重合するものであれば特に制限はなく、分子内にエチレン性不飽和基を有する化合物や分子内に2つ以上のエポキシ基を有する化合物等が挙げられる。

この中では、光に対する反応性の観点から、分子内にエチレン性不飽和基を有する化合物であることが好ましい。具体的には、(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、ビニルピリジン、ビニルフェノール等が挙げられるが、これらの中で、透明性と耐熱性の観点から、(メタ)アクリレートが好ましい。

(メタ)アクリレートとしては、1官能性のもの、2官能性のもの、3官能性以上の多官能性のもののいずれをも用いることができる。なお、ここで(メタ)アクリレートとは、アクリレートおよびメタアクリレートを意味するものである。

- [0040] 1官能性(メタ)アクリレートとしては、メトキシポリ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、ラウリル(メタ)アクリレート、イソステアリル(メタ)アクリレート、2-(メタ)アクリロイロキシエチルコハク酸、パラクミルフェノキシエチレングリコール(メタ)アクリレート、2-テトラヒドロピラニル(メタ)アクリレート、イソボルニル(メタ)アクリレート、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、ベンジル(メタ)アクリレート等がある。
- [0041] また、2官能性(メタ)アクリレートとしては、エトキシ化2-メチル-1, 3-プロパンジオールジ(メタ)アクリレート、ネオペンチルグリコールジ(メタ)アクリレート、1, 6-ヘキサンジオールジ(メタ)アクリレート、2-メチル-1, 8-オクタンジオールジ(メタ)アクリレート、1, 9-ノナンジオールジ(メタ)アクリレート、1, 10-デカンジオールジ(メタ)アクリレート、エトキシ化ポリプロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、プロポキシ化エトキシ化ビスフェノールAジ(メタ)アクリレート、エチレングリコールジ(メタ)アクリレート、トリエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、テトラエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、ポリエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、ポリプロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、エトキシ化ビスフェノールAジ(メタ)アクリレート、トリシクロデカンジ(メタ)アクリレート、エトキシ化シクロヘキサンジメタノールジ(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシ-1-アクリロキシ-3-メタクリロキシプロパン、2-ヒドロキシ-1, 3-ジメタクリロキシプロパン、9, 9-ビス[4-(2-アクリロイルオキシエトキシ)フェニル]フルオレン、9, 9-ビス(3-フェニル-4-アクリロイルポリオキシエトキシ)フルオレン、ビスフェノールA型、フェノールノボラック型、クレゾールノボラック型、およびグリシジルエーテル型のエポキシ(メタ)アクリレート等がある。
- [0042] さらに、3官能性以上の多官能性(メタ)アクリレートとしては、エトキシ化イソシアヌル酸トリ(メタ)アクリレート、エトキシ化グリセリントリ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロ

パントリ(メタ)アクリレート、エトキシ化トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、エトキシ化ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、プロポキシ化ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラ(メタ)アクリレート、カプロラクトン変性ジトリメチロールプロパンテトラ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート等がある。これらは単独でまたは2種類以上を組み合わせる用いることができる。

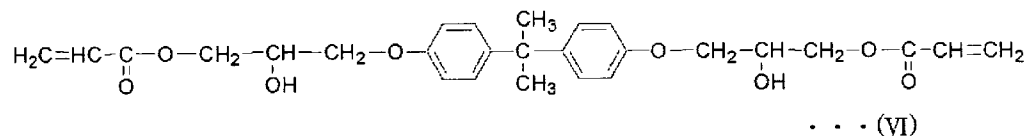
これらの化合物の中で、重合により生じた3次元網目構造中にベースポリマーを絡み込んで硬化することができる観点から、(B)成分として少なくとも1つは、2官能性以上の(メタ)アクリレートを用いることが好ましい。

[0043] また、2官能性(メタ)アクリレートとしては、透明性と耐熱性を両立し得る観点から、エポキシ(メタ)アクリレートを用いることが好ましい。

代表的なエポキシ(メタ)アクリレートとしては、下記式(VI)で表されるビスフェノールAエポキシアクリレートが挙げられる。

ビスフェノールAエポキシアクリレートは、フェノキシ樹脂との相溶性に優れており、高い透明性が実現できるため、(A)成分としてフェノキシ樹脂を、(B)成分としてビスフェノールAエポキシアクリレートを用いることは、非常に好ましい態様である。なお、このビスフェノールAエポキシアクリレートは、EA-1020(新中村化学工業(株)製、商品名)として商業的に入手可能である。

[0044] [化6]



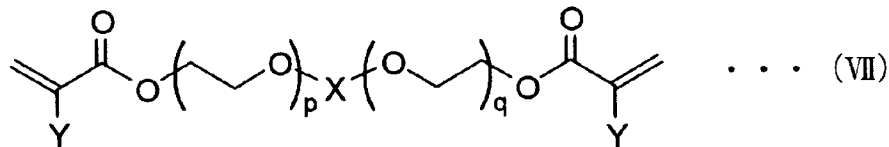
[0045] また、透明性の観点からは、(B)成分として、アクリル(メタ)アクリレートを用いることも好適であり、特に(A)成分として、(メタ)アクリル樹脂を組み合わせる場合に、その効果の点から好ましい。

アクリル(メタ)アクリレートとしては、特に制限はなく、一般的にはグリシジルアクリレートの重合体に、1官能性の(メタ)アクリレートを付加させたものである。該1官能性の

(メタ)アクリレートとしては種々のものが挙げられ、例えば、(メタ)アクリル酸や上述の1官能性(メタ)アクリレートとして例示したものと同様のものが挙げられる。なお、ここで(メタ)アクリル酸とは、アクリル酸およびメタクリル酸を意味するものである。

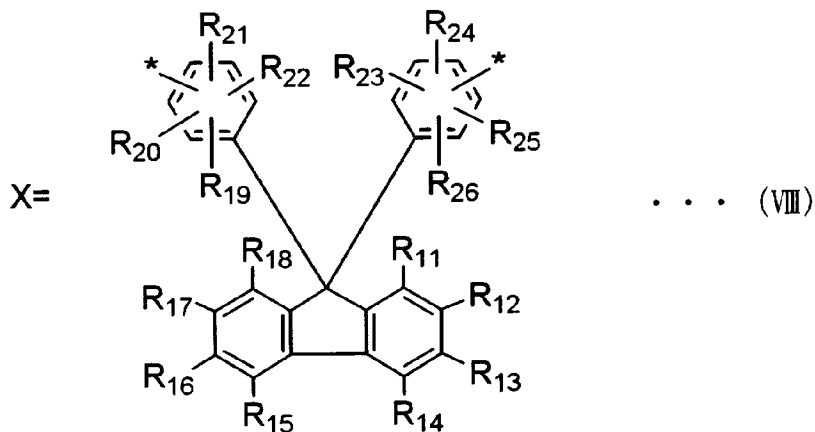
[0046] また、光導波路を形成する際に、後に詳述するようにコア層がクラッド層より高屈折率であるように設計される必要があるが、(B)光重合性化合物としては、高透明性、高耐熱性、(A)成分との相溶性に加え、高屈折率性を考慮して、フルオレンジ(メタ)アクリレートを構成成分として含むことが好ましい。特に、下記一般式(VII)で表されるフルオレンジ(メタ)アクリレートを構成成分として含むことが好ましい。

[0047] [化7]



[0048] ここで、Xは、下記式(VIII)で表されるものであり、Yは、水素原子またはメチル基である。また、pおよびqはそれぞれ1~20の整数であり、好ましくは1~10の整数である。

[0049] [化8]



[0050] ここで、 $\text{R}_{11} \sim \text{R}_{26}$ は、それぞれ独立に水素原子、炭素数1~12のアルキル基、炭素数1~6のアルコキシ基、炭素数2~7のアルコキシカルボニル基、炭素数6~10のアリール基、または炭素数7~9のアラルキル基である。 $\text{R}_{19} \sim \text{R}_{26}$ は、それぞれベンゼン環のいずれの位置にあってもよく、これらの置換基のない部分(式(VIII)中での“*

”印)において、式(VII)の骨格中の酸素原子と結合している。なお、一般式(VII)および(VIII)において、Yが水素原子、 $R_{11} \sim R_{26}$ が水素原子、pが1、qが1であるものが、市販品として入手可能である(新中村化学工業(株)製、商品名「A-BPEF」)。なお、(B)成分として、上述のフルオレンジ(メタ)アクリレートと分子内に少なくとも1つの(メタ)アクリロイル基を有する化合物を併用することもできる。

[0051] また、分子内に2つ以上のエポキシ基を有する化合物としては、具体的には、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、テトラブロモビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールAD型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂等の2官能芳香族グリシジルエーテル;フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン-フェノール型エポキシ樹脂、テトラフェニロールエタン型エポキシ樹脂等の多官能芳香族グリシジルエーテル;ポリエチレングリコール型エポキシ樹脂、ポリプロピレングリコール型エポキシ樹脂、ネオペンチルグリコール型エポキシ樹脂、ヘキサングリオール型エポキシ樹脂等の2官能脂肪族グリシジルエーテル;水添ビスフェノールA型エポキシ樹脂等の2官能脂環式グリシジルエーテル;トリメチロールプロパン型エポキシ樹脂、ソルビトール型エポキシ樹脂、グリセリン型エポキシ樹脂等の多官能脂肪族グリシジルエーテル;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;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;N, N-ジグリシジルアニリン、N, N-ジグリシジルトリフルオロメチルアニリン等の2官能芳香族グリシジリアミン;N, N, N', N'-テトラグリシジルー4, 4-ジアミノジフェニルメタン、1, 3-ビス(N, N-グリシジリアミノメチル)シクロヘキサン、N, N'-o-トリグリシジルーp-アミノフェノール等の多官能芳香族グリシジリアミン;アリサイクリックジエポキシアセタール、アリサイクリックジエポキシアジペート、アリサイクリックジエポキシカルボキシレート、ビニルシクロヘキセンジオキシド等の2官能脂環式エポキシ樹脂;ジグリシジルヒダントイン等の2官能複素環式エポキシ樹脂;トリグリシジルイソシアヌレート等の多官能複素環式エポキシ樹脂;オルガノポリシロキサン型エポキシ樹脂等の2官能または多官能ケイ素含有エポキシ樹脂等が挙げられる。

- [0052] これらの分子内に2つ以上のエポキシ基を有する化合物は、通常その分子量が、100～2,000程度であり、さらに好ましくは150～1,000程度であり、室温(25℃)で液状のものが好適に用いられる。またこれらの化合物は、単独でまたは2種類以上を組み合わせる用いることができ、さらに、その他の光重合性化合物と組み合わせる用いることもできる。なお、(B)光重合性化合物の分子量は、GPC法または質量分析法にて測定できる。
- [0053] 上記(B)光重合性化合物の配合量は、(A)成分および(B)成分の総量に対して、20～95質量%とすることが好ましい。この配合量が、20質量%以上であると、ベースポリマーを絡み込んで硬化させることが容易にでき、光導波路を形成する際に、コアパターン形成時のパターン形成性が向上する利点がある。一方、95質量%以下であると、(A)成分の添加によるフィルム化が容易となり、さらに厚膜のフィルムを容易に形成するとの観点からは、90質量%以下であることが好ましい。以上の観点から、(B)光重合性化合物の配合量は30～80質量%とすることがさらに好ましい。
- [0054] (C)光重合開始剤としては、紫外線等の光の照射により(B)光重合性化合物の重合を生じさせる化合物であれば、特に制限はない。例えば、(B)成分に分子内にエチレン性不飽和基を有する化合物を用いる場合、(C)光重合開始剤としては、ベンゾフェノン、N,N'-テトラメチル-4,4'-ジアミノベンゾフェノン(ミヒラーケトン)、N,N'-テトラエチル-4,4'-ジアミノベンゾフェノン、4-メトキシ-4'-ジメチルアミノベンゾフェノン、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタン-1-オン、2,2-ジメトキシ-1,2-ジフェニルエタン-1-オン、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、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、1,2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン、1-[4-(フェニルチオ)フェニル]-1,2-オクタジオン-2-ベンゾイルオキシム等の芳香族ケトン;2-エチルアントラキノン、フェナントレンキノン、2-tert-ブチルアントラキノン、オクタメチルアントラキノン、1,2-ベンズアントラキノン、2,3-ベンズアントラキノン、2-フェニルアントラキノン、2,3-ジフェニルアントラキノン、1-クロロアントラキノン、2-メチルアントラキノン、1,4

ーナフトキノン、9, 10-フェナントラキノン、2-メチル1, 4-ナフトキノン、2, 3-ジメチルアントラキノン等のキノン類;ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベンゾインフェニルエーテル等のベンゾインエーテル化合物;ベンゾイン、メチルベンゾイン、エチルベンゾイン等のベンゾイン化合物;ベンジルジメチルケタール等のベンジル誘導体;2-(*o*-クロロフェニル)-4, 5-ジフェニルイミダゾール二量体、2-(*o*-クロロフェニル)-4, 5-ジ(*メ*キシフェニル)イミダゾール二量体、2-(*o*-フルオロフェニル)-4, 5-ジフェニルイミダゾール二量体、2-(*o*-*メ*キシフェニル)-4, 5-ジフェニルイミダゾール二量体、2-(*p*-*メ*キシフェニル)-4, 5-ジフェニルイミダゾール二量体等の2, 4, 5-トリアリールイミダゾール二量体;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、ビス(2, 6-ジ*メ*キシベンゾイル)-2, 4, 4-トリメチルペンチルフォスフィンオキサイド、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等のフォスフィンオキサイド類、9-フェニルアクリジン、1, 7-ビス(9, 9'-アクリジニル)ヘプタン等のアクリジン誘導体;N-フェニルグリシン、N-フェニルグリシン誘導体、クマリン系化合物等が挙げられる。

また、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2, 4, 5-トリアリールイミダゾール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いし、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、チオキサントン系化合物と3級アミン化合物とを組み合わせてもよい。

これらは、1種単独でまたは2種類以上を組み合わせる用いることができる。

これらの中で、コア層およびクラッド層の透明性を向上させる観点からは、芳香族ケトンおよびフォスフィンオキサイド類が好ましい。

[0055] また、(B)成分にエポキシ樹脂を用いる場合、(C)光重合開始剤としては、例えば、*p*-*メ*キシベンゼンジアゾニウムヘキサフルオロホスフェート等のアリールジアゾニウム塩;ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスホニウム塩、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロアンチモネート塩等のジアリールヨードニウム塩;トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスホニウム塩、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチ

モネート塩、ジフェニル-4-チオフェノキシフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスホニウム塩、ジフェニル-4-チオフェノキシフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート塩、ジフェニル-4-チオフェノキシフェニルスルホニウムペンタフルオロヒドロキシアンチモネート塩等のトリアリールスルホニウム塩;トリフェニルセレニウムヘキサフルオロホスホニウム塩、トリフェニルセレニウムホウフッ化塩、トリフェニルセレニウムヘキサフルオロアンチモネート塩等のトリアリールセレニウム塩;ジメチルフェナシルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート塩、ジエチルフェナシルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート塩等のジアルキルフェナシルスルホニウム塩;4-ヒドロキシフェニルジメチルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート塩、4-ヒドロキシフェニルベンジルメチルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート塩等のジアルキル-4-ヒドロキシフェニルスルホニウム塩; α -ヒドロキシメチルベンゾインスルホン酸エステル、N-ヒドロキシイミドスルホネート、 α -スルホニロキシケトン、 β -スルホニロキシケトン等のスルホン酸エステル等が挙げられる。

これらは、単独で、または2種類以上を組み合わせ用いることができる。

[0056] 上記(C)光重合開始剤の配合量は、(A)成分および(B)成分の総量100質量部に対して、0.5~10質量部とすることが好ましい。この配合量が0.5質量部以上であると、光感度が十分であり、一方10質量部以下であれば、露光時に感光性樹脂組成物の表層での吸収が増大することがなく、内部の光硬化が十分となる。さらに、光導波路として用いる際に、重合開始剤自身の光吸収の影響により伝搬損失が増大することもなく好適である。以上の観点から、(C)光重合開始剤の配合量は、0.2~5質量部とすることがさらに好ましい。

[0057] 上記の(A)、(B)および(C)成分のほかに必要に応じて、光導波路形成用樹脂組成物中に内部離型剤、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。

[0058] 光導波路形成用樹脂組成物は、コア層に用いる光導波路形成用樹脂組成物(以下、コア層形成用樹脂組成物と表記)が、クラッド層に用いる光導波路形成用樹脂組成物(以下、クラッド層形成用樹脂組成物と表記)より高屈折率であるように設計され

る。

コア層形成用樹脂組成物としては、活性光線によりコアパターンを形成し得る樹脂組成物を用いることができ、感光性樹脂組成物を好適に用いることができる。具体的には、上記(A)、(B)および(C)成分を含有し、必要に応じて上記任意成分を含有する樹脂組成物である。

[0059] また、クラッド層形成用樹脂組成物としては、コア層形成用樹脂組成物より低屈折率で、光または熱により硬化する樹脂組成物であれば特に限定されず、熱硬化性樹脂組成物や感光性樹脂組成物を好適に用いることができる。具体的には、上記(A)、(B)および(C)成分を含有し、必要に応じて上記任意成分を含有する樹脂組成物である。

[0060] 本発明に用いる光導波路形成用樹脂フィルムは、上記した光導波路形成用樹脂組成物からなり、上記(A)、(B)および(C)成分を含有する樹脂組成物を溶媒に溶解して樹脂ワニスとして、基材上にスピコート法等によって塗布し、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。樹脂ワニスの塗布に使用される塗工機としては、特に制限はなく、例えばアプリケーター、スピコーター等を用いることができるが、生産性の観点から、連続的に樹脂フィルムが製膜可能な塗工機を用いることが好ましい。このような塗工機として、例えば(株)ヒラノテクシード製のマルチコーターTM-MCが挙げられる。

ここで、用いる溶媒としては、該樹脂組成物を溶解し得るものであれば特に限定されず、例えば、アセトン、メチルエチルケトン、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、トルエン、N,N-ジメチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセトアミド、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メチルエーテルアセテート等の溶媒またはこれらの混合溶媒を用いることができる。なお、基材と反対側の樹脂面の平滑性に優れるフィルムを得る観点から、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートを用いることが好ましい。樹脂溶液中の固形分濃度は、通常30~80質量%程度であることが好ましい。

[0061] 前記樹脂ワニスを調合する際は、攪拌により混合することが好ましい。攪拌方法としては特に制限はないが、攪拌効率の観点からプロペラを用いた方法が好ましい。プ

ロペラの回転速度としては特に制限はないが、樹脂ワニス内に含む成分が十分に混合され、かつプロペラの回転による気泡の巻き込みを抑えるとの観点から、10～1,000rpmが好ましく、50～800rpmがより好ましく、100～500rpmが特に好ましい。攪拌時間としては特に制限はないが、混合性および製造効率の観点から、1～24時間であることが好ましい。

調合した樹脂ワニス、孔径50 μ m以下のフィルタを用いて濾過するのが好ましい。フィルタ孔径の50 μ m以下であると、大きな異物などが除去されて、ワニス塗布時にはじきなどを生じることがない。この観点から、フィルタの孔径としては、30 μ m以下がより好ましく、10 μ m以下が特に好ましい。

調合した樹脂ワニスは、減圧下で脱泡することが好ましい。脱泡方法としては特に制限はなく、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などを用いることができる。減圧時の圧力としては特に制限はないが、樹脂ワニスに含まれる溶媒が沸騰しない圧力が好ましい。減圧時間としては特に制限はないが、樹脂ワニス内に溶解した気泡が除去され、かつ溶媒の揮発を抑える観点から、3～60分であることが好ましい。

[0062] コア層形成用樹脂フィルムの製造過程で用いる基材としては、コア層形成用樹脂フィルムを支持する支持体であって、その材料については特に限定されないが、後にコア層形成用樹脂フィルムから該基材を剥離することが容易であり、かつ、耐熱性および耐溶剤性を有するとの観点から、ポリエチレンテレフタレート(PET)等のポリエステル;ポリプロピレン、ポリエチレン等のポリオレフィン等が好適に挙げられる。

また、露光用光線の透過率およびコアパターンの側壁荒れを低減させるとの観点から、高透明タイプのフレキシブルな基材を用いるのが好ましい。高透明タイプの基材のヘイズ値は5%以下であることが好ましく、3%以下であることがより好ましく、2%以下であることが特に好ましい。なお、ヘイズ値はJIS K7105に準拠して測定したものであり、例えば、NDH-1001DP(日本電色工業(株)製)等の市販の濁度計等で測定可能である。このような基材としては、東洋紡績(株)製、商品名「コスモシャインA1517」や「コスモシャインA4100」が市販品として入手可能である。なお、この「コスモシャインA1517」は、露光時のマスクとのギャップが小さくなり、より精細なパターン

が形成可能であるという利点も有している。

[0063] 該基材の厚さとしては、5～50 μm の範囲であることが好ましい。5 μm 以上であると、支持体としての強度が得やすいという利点があり、50 μm 以下であると、コアパターン形成時のマスクとのギャップが小さくなり、より微細なパターンが形成できるという利点がある。以上の観点から、該基材の厚さは10～40 μm の範囲であることがより好ましく、さらには15～30 μm であることが好ましい。特に20～30 μm であることが好ましい。

[0064] コア層形成用樹脂フィルムの厚さについては、特に限定されないが、乾燥後の厚さで、10～100 μm の範囲であることが好ましい。10 μm 以上であると、受発光素子または光ファイバーとの結合トレランスが拡大できるという利点があり、100 μm 以下であると、受発光素子または光ファイバーとの結合効率が向上するという利点がある。以上の観点から、該フィルムの厚さは、さらに30～70 μm の範囲であることが好ましい。

上記と同様の観点から、コア層及びコアパターンの厚さとしては、10～100 μm の範囲であることが好ましく、さらに30～70 μm の範囲であることが好ましい。

[0065] クラッド層形成用樹脂フィルムの製造過程で用いる基材としては、上記した表面のRzが0.5 μm 以上10 μm 以下である基材を挙げることができる。この中では、上述と同様の観点から金属箔が好ましい。

また、本発明のフレキシブル光導波路において、例えば、下部クラッド層の表面のRzが0.5以上10 μm 以下であり、かつ上部クラッド層の表面のRzが0.5 μm 未満であるフレキシブル光導波路を作製する場合には、上部クラッド層形成用樹脂フィルムの製造過程で用いる基材としては、表面のRzが0.5 μm 未満である基材を用いることが好ましい。このような基材としては、表面のRzが0.5 μm 未満であれば、その材料については特に限定されないが、後に上部クラッド層形成用樹脂フィルムから該基材を剥離することが容易であり、かつ、耐熱性および耐溶剤性を有するとの観点から、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル；ポリプロピレン、ポリエチレン等のポリオレフィン等が好適に挙げられる。該基材の厚さとしては、5～100 μm の範囲であることが好ましい。5 μm 以上であると、支持体としての強度が得やすいという利点があ

り、100 μ m以下であると、ロール状にフィルムを作製したときの巻き取り性が向上するという利点がある。以上の観点から、該基材の厚さは10～80 μ mの範囲であることがより好ましく、さらには15～50 μ mの範囲であることが好ましい。

[0066] クラッド層樹脂フィルムの厚さは、光の閉じ込めやコアの埋込みが可能であれば特に制限はないが、乾燥後の厚さで、5～500 μ mの範囲が好ましい。5 μ m以上であると、光の閉じ込めに必要なクラッド層の厚さが確保でき、500 μ m以下であると、膜厚を均一に制御することが容易である。以上の観点から、該フィルムの厚さは、10～100 μ mの範囲であることがより好ましい。

このようにして得られた基材上に設け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貯蔵することができる。また、必要に応じて、光導波路形成用樹脂フィルムの上に保護フィルムを設けることもできる。なお、基材及び保護フィルムは、後に光導波路形成用樹脂フィルムの剥離を容易とするため、帯電防止処理等が施されていてもよい。

[0067] クラッド層(上部クラッド層および下部クラッド層の全体)の厚さとしては、最初に形成される下部クラッド層と、コアパターンを埋め込むための上部クラッド層において、同一であっても異なってもよい。また、上部クラッド層の厚さとしては、コアパターンを埋め込むために、コア層の厚さよりも厚くすることが好ましい。

フレキシブル光導波路全体の厚さが小さくなり、より優れた柔軟性が発現するとの観点から、コアパターンの厚さが上述の10～100 μ mの範囲である場合、光導波路全体のクラッド層の厚さとしては30～400 μ mの範囲、上部クラッド層の厚さとしては20～300 μ mの範囲、下部クラッド層の厚さとしては10～100 μ mの範囲であることが好ましい。さらには、コアパターンの厚さが好ましい範囲である30～70 μ mである場合、光導波路全体のクラッド層の厚さが60～130 μ mの範囲、上部クラッド層の厚さが40～80 μ mの範囲、下部クラッド層の厚さが20～50 μ mの範囲であることが好ましい。なお、上部クラッド層の厚さとは、コアパターンと下部クラッド層との境界から上部クラッド層の上面までの値であり、下部クラッド層の厚さとは、コアパターンと下部クラッド層との境界から下部クラッド層の下面までの値である。

[0068] 上記の光導波路形成用樹脂組成物または光導波路形成用樹脂フィルムは、光の

損失による伝送信号の強度低下を抑えるとの観点から、その硬化物の光伝搬損失が0.5dB/cm以下であることが好ましい。ここで光伝搬損失は、プリズムカップラ式光学特性測定装置(SAIRON TECHNOLOGY社製、SPA-4000)にて測定した値によるものである。

[0069] [フレキシブル光導波路の製造方法]

本発明のフレキシブル光導波路の製造方法は、下部クラッド層とコアパターンと上部クラッド層とを含むフレキシブル光導波路の製造方法であって、下部クラッド層および上部クラッド層の少なくとも1つに、表面のRzが0.5μm以上10μm以下の基材上に作製したクラッド層形成用樹脂フィルムを用いて光導波路を作製する工程、および、その後該フィルムから該基材を除去する工程を含むフレキシブル光導波路の製造方法である。この方法によれば、該フィルムから該基材を除去することにより該基材の表面形状を該フィルムに転写することができるため、光導波路の作製と同時に、該フィルムからなるクラッド層表面を粗面化することができる。これにより粗面化加工を別途行う必要がなくなり工程が簡略化できる。

フレキシブル光導波路の製造工程中、下部クラッド層に支持体として基材が必要であり、該基材を粗面化加工するための基材と兼用することで、工程の簡略化が可能となる。以上の観点から、表面のRzが0.5μm以上10μm以下の基材上に作製したクラッド層形成用樹脂フィルムは、少なくとも下部クラッド層に用いることが好ましい。

表面のRzが0.5μm以上10μm以下の基材としては、上記で述べたとおりである。この中では、クラッド層形成用樹脂フィルムが容易に作製でき、また支持体としての十分な強度および生産性の観点から、金属箔が好ましい。

[0070] 以下、本発明のフレキシブル光導波路の製造方法の一例として、図1に示す方法について詳述する。

まず、第1の工程として、基材1上に作製したクラッド層形成用樹脂フィルムを光または加熱により硬化し、下部クラッド層2を形成する[図1(a)]。ここで基材1として、表面(クラッド層形成面)のRzが0.5μm以上10μm以下の基材を用いる。

この下部クラッド層2を形成する第1の工程において、クラッド層形成用樹脂フィルムの基材フィルムの反対側に保護フィルムを設けている場合には該保護フィルムを剥

離後、クラッド層形成用樹脂フィルムを光または加熱により硬化し、下部クラッド層2を形成する。

下部クラッド層2を形成する際の活性光線の照射量は、 $0.1 \sim 5 \text{ J/cm}^2$ とすることが好ましく、加熱温度は $50 \sim 130^\circ\text{C}$ 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。

[0071] 次いで、第2の工程として、下部クラッド層2上にコア層形成用樹脂フィルムをラミネートし、コア層3を積層する[図1(b)]。この第2の工程において、上述の下部クラッド層2上に、コア層形成用樹脂フィルムを加熱圧着することにより、クラッド層より屈折率の高いコア層3を積層する。ここで、ラミネート方式としては、ロールラミネータ、または平板型ラミネータを用いる方法が挙げられるが、密着性および追従性の見地から減圧下で積層することが好ましい。特に、平板型ラミネータを用いて減圧下でコア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、積層材料を一对の平板の間に挟み、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 $50 \sim 130^\circ\text{C}$ とすることが好ましく、圧着圧力は、 $0.1 \sim 1.0 \text{ MPa}$ ($1 \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$)程度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。

[0072] 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、あらかじめコア層形成用樹脂フィルムを下部クラッド層2上に仮貼りしておいてもよい。ここで、密着性およ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、室温(25°C) $\sim 100^\circ\text{C}$ の範囲とすることが好ましい。室温(25°C)以上であると、下部クラッド層2とコア層3との密着性が向上し、 100°C 以下であると、コア層3がロールラミネート時に流動することなく、必要とする膜厚が得られる。以上の観点から、 $40 \sim 100^\circ\text{C}$ の範囲がより好ましい。圧力は $0.2 \sim 0.9 \text{ MPa}$ が好ましく、ラミネート速度は $0.1 \sim 3 \text{ m/min}$ が好ましいが、これらの条件には特に制限はない。

コア層形成用樹脂フィルムは、コア層用基材フィルム4上に作製されていれば、取扱いが容易で好ましい。また、コア層3は、コア層形成用樹脂組成物を溶媒に溶解して樹脂ワニスとして、下部クラッド層2上にスピコート法等によって塗布し、溶媒を除

去する方法によっても形成することができる。

[0073] 次に、第3の工程として、コア層3を露光現像し、光導波路のコアパターン6を形成する[図1(c)および(d)]。具体的には、フォトマスク5を通して、活性光線が画像状に照射される。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も用いることができる。ここでの活性光線の照射量は、 $0.01 \sim 10 \text{ J/cm}^2$ とすることが好ましい。 0.01 J/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パターンが流失することがなく、 10 J/cm^2 以下であると露光量過多によりコアパターンが太ることがなく、微細なパターンが形成でき好適である。以上の観点から、 $0.05 \sim 5 \text{ J/cm}^2$ の範囲とすることがより好ましく、 $0.1 \sim 2 \text{ J/cm}^2$ の範囲とすることが特に好ましい。なお、紫外線の照射量を前記範囲内で適宜調整することにより、コアパターンの線幅および線間を小さくすることができ、例えば、紫外線の照射量を 0.2 J/cm^2 とすることにより線幅/線間 $50 \mu\text{m}/75 \mu\text{m}$ の微細なパターンを形成することができる。

[0074] 次いで、コア層用基材フィルム4が残っている場合には、該基材を剥離し、ウェット現像等で未露光部を除去して現像し、導波路パターンを形成する。ウェット現像の場合は、上記フィルムの組成に適した有機溶剤系現像液を用いて、スプレー、揺動浸漬、ブラッシング、スクラッピング等の公知の方法により現像できる。

有機溶剤系現像液としては、例えば、アセトン、メタノール、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、酢酸ブチル、乳酸エチル、 γ -ブチロラクトン、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、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メチルエーテルアセテート、トルエン、キシレン、N,N-ジメチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセトアミド、N-メチルピロリドンなどが挙げられる。これらの有機溶剤は、引火防止のため、 $1 \sim 20$ 質量%の範囲で水を添加することが好ましい。また、これらの有機溶剤は、単独でまたは2種類以上を組み合わせ用いることができる。現像液の具体例としてコアパターンの剥離なく現像可能であるとの観点から、例えば、N,N-ジメチルアセトアミドとプロピレングリコ

ールモノメチルエーテルアセテートの2:8混合液(質量比)が好適に挙げられる。

現像の方式としては、例えば、ディップ方式、パドル方式、高圧スプレー方式などのスプレー方式、ブラッシング、スラッピング等が挙げられる。

[0075] 現像後の処理として、上記に示した有機溶剤を使用して光導波路のコアパターンを洗浄してもよい。

有機溶剤系洗浄液としては、例えば、アセトン、メタノール、エタノール、イソプロパノール、酢酸エチル、酢酸ブチル、乳酸エチル、 γ -ブチロラクトン、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、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メチルエーテルアセテート、トルエン、キシレンなどが挙げられる。これらの中でも、溶解性の観点から、メタノール、エタノール、イソプロパノール、酢酸エチルを用いることが好ましい。また、現像残渣なく現像可能であるとの観点から、イソプロパノールを用いることが好ましい。これらの有機溶剤は、引火防止のため、1~20質量%の範囲で水を添加することができる。

また、上記の有機溶剤は単独でも、また2種類以上を組み合わせ用いることができる。

洗浄の方式としては、ディップ方式、パドル方式、高圧スプレー方式などのスプレー方式;ブラッシング;スクラッピングなどが挙げられる。

現像、洗浄後の処理として、必要に応じて60~250°C程度の加熱、または0.1~1000mJ/cm²程度の露光を行うことにより、光導波路のコアパターンをさらに硬化してもよい。

[0076] 続けて、第4の工程として、コアパターン6埋込みのためクラッド層形成用樹脂フィルムをラミネートおよび硬化し、上部クラッド層7を形成する[図1(e)]。このときの上部クラッド層7の厚さは、上述のようにコアパターン6の厚さより厚くすることが好ましい。硬化は、光または熱によって上記と同様に行う。

第4の工程におけるラミネート方式としては、ロールラミネータ、または平板型ラミネータを用いる方法が挙げられるが、密着性、追従性、および平坦性の観点から、第2の工程と同様に、平板型ラミネータ、好適には真空加圧式ラミネータを用いて減圧下で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。ここでの加熱温度は、50

～130°Cとすることが好ましく、圧着圧力は、0.1～1.0MPa(1～10kgf/cm²)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。

[0077] 第4の工程における硬化は、第1の工程と同様に、光および/または熱によって行う。上部クラッド層7を形成する際の活性光線の照射量は、0.1～30J/cm²とすることが好ましい。

上記クラッド層形成用樹脂フィルムの支持フィルムがPETの場合、活性光線の照射量は、0.1～5J/cm²とすることが好ましい。紫外線照射量がこの範囲内であれば、十分に硬化させることができ、例えば、紫外線照射量を3J/cm²とすることにより強固に硬化でき、光導波路の光損失低減効果を得ることができる。この観点から、0.5～5J/cm²とすることがより好ましく、1～4J/cm²とすることが特に好ましい。一方、該支持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、ポリスルホンなどの場合、PETに比べて紫外線など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/cm²とすることが好ましい。0.5J/cm²以上であると硬化反応が十分に進行し、30J/cm²以下であると光照射の時間が長くなりすぎることがない。以上の観点から、3～27J/cm²とすることがより好ましく、5～25J/cm²とすることが特に好ましい。

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。活性光線照射中および/または照射後の加熱温度は50～200°C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。

[0078] 本工程におけるクラッド層形成用樹脂フィルムとしては、取扱いが容易である観点から、基材上に作製されたものを用いることが好ましい。この場合には、クラッド層形成用樹脂フィルムをコアパターン6側にしてラミネートする。この際に、基材として、表面(クラッド層形成面)のRzが0.5μm以上10μm以下の基材を用いて上部クラッド層7を形成し、その後該基材を除去することによって、上部クラッド層7の表面のRzが0.5μm以上10μm以下であるフレキシブル光導波路を作製することもできる。また、上部クラッド層7は、クラッド層形成用樹脂組成物を溶媒に溶解して樹脂ワニスとし

て、これをスピコート法等により塗布、溶媒の除去および樹脂組成物を硬化する方法によっても形成することができる。

[0079] この後、第5の工程として、第1の工程で用いた基材1を除去する〔図1(f)〕。該基材1を除去することで基材の粗面化形状を転写することができ、下部クラッド層2に粗化面8を有するフレキシブル光導波路を作製することができる。

該基材1を除去する方法としては、特に制限はないが、該基材1が金属箔である場合には、エッチング工程で行うことができ生産性に有利である。

上述の製造方法によれば、従来の課題であった接着性を向上したフレキシブル光導波路を得ることができる。

実施例

[0080] 以下、本発明を製造例および実施例によりさらに詳細に記述するが、本発明は、これら製造例および実施例によってなんら限定されるものではない。

製造例1〔コア用およびクラッド用の樹脂ワニスの調製〕

表1に示す配合にて、コア層形成用樹脂組成物およびクラッド層形成用樹脂組成物を用意し、これらに溶剤としてメチルエチルケトンを全量に対して40質量部加え、広口のポリ瓶に秤量し、メカニカルスターラ、シャフト及びプロペラを用いて、温度25℃、回転数400rpmの条件で、6時間攪拌し、コア用およびクラッド用の樹脂ワニスを調合した。その後、孔径2 μ mのポリフロンフィルタ(商品名:PF020、アドバンテック東洋(株)製)および孔径0.5 μ mのメンブレンフィルタ(商品名:J050A、アドバンテック東洋(株)製)を用いて、温度25℃、圧力0.4MPaの条件で加圧濾過し、さらに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分間減圧脱泡した。なお、表1に示す配合において、(A)ベースポリマーおよび(B)光重合性化合物の配合量は、(A)成分および(B)成分の総量に対する質量%であり、(C)光重合開始剤の配合量は、(A)成分および(B)成分の総量100質量部に対する割合(質量部)である。

[0081] [表1]

表1

項目	(A)ベースポリマー	(B)光重合性化合物	(C)光重合開始剤
コア用	フェノートYP-70 ^{*1} (20.4質量%)	A-BPEF ^{*2} (39.8質量%)	イルガキュア819 ^{*5} (1質量部)
		EA-1020 ^{*3} (39.8質量%)	イルガキュア2959 ^{*6} (1質量部)
クラッド用	フェノートYP-70 ^{*1} (35.7質量%)	KRM-2110 ^{*4} (64.3質量%)	SP-170 ^{*7} (2質量部)

- [0082] *1 フェノートYP-70;ビスフェノールA/ビスフェノールF共重合型フェノキシ樹脂(東都化成(株)製)
- *2 A-BPEF;9,9-ビス[4-(2-アクリロイルオキシエトキシ)フェニル]フルオレン(新中村化学工業(株)製)
- *3 EA-1020;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)製)
- *4 KRM-2110;アリサイクリックジエポキシカルボキシレート(旭電化工業(株)製)
- *5 イルガキュア819;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(チバ・スペシャリティ・ケミカルズ(株)製)
- *6 イルガキュア2959;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・スペシャリティ・ケミカルズ(株)製)
- *7 SP-170;トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート塩(旭電化工業(株)製)

[0083] 製造例2[コア層形成用樹脂フィルムの作製]

コア層形成用樹脂フィルムは、PETフィルム〔東洋紡績(株)製、商品名「A-4100」、厚さ25 μ m、Rz(非処理面)0.1 μ m、塗布面;非処理面]上に、アプリケーター(ヨシミツ精機(株)製、「YBA-4」)を用いて前記製造例1で得られたコア用の樹脂ワニス塗布し、80 $^{\circ}$ C、10分、その後100 $^{\circ}$ C、10分で溶剤を乾燥させて作製した。このときのコア層形成用樹脂フィルムの厚さは、アプリケーターの間隙を調節することで、5~100 μ mの間で任意に調整可能であり、本製造例では、硬化後の膜厚が、50 μ mとなるように調節した。

[0084] 製造例3[上部および下部クラッド層形成用樹脂フィルムの製造]

上部クラッド層形成用樹脂フィルムは、PETフィルム(上記に同じもの)上に、前記製造例1で得られたクラッド用の樹脂ワニスを用いて、上記と同様の方法により作製した。上部クラッド層形成用樹脂フィルムの膜厚は80 μm とした。

一方、下部クラッド層形成用樹脂フィルムは、銅箔〔古河サーキットフォイル(株)製、商品名「GTS-35」、厚さ35 μm 、Rz(光沢面)2.1 μm]の光沢面上に、前記製造例1で得られたクラッド用の樹脂ワニスを塗布し、80°C、10分、その後100°C、10分で溶剤乾燥させて作製した。下部クラッド層形成用樹脂フィルムの膜厚は30 μm とした。

[0085] 本製造例における光導波路形成用樹脂フィルムの屈折率を、Metricon社製プリズムカプラ(Model2020)を用いて測定したところ(測定波長830nm)、コア層形成用樹脂フィルムの屈折率は1.583、クラッド層形成用樹脂フィルムの屈折率は1.550であった。

[0086] 実施例1(フレキシブル光導波路の製造)

〔下部クラッド層の形成工程〕

前記製造例3で得られた銅箔(基材1)上に作製された下部クラッド層形成用樹脂フィルムに紫外線露光機((株)オーク製作所製、EXM-1172)にて紫外線(波長365nm)を1J/cm²照射し、下部クラッド層2を形成した〔図1(a)〕。

[0087] 〔コアパターンの形成工程〕

次に、下部クラッド層2上に、真空加圧式ラミネータ((株)名機製作所製、MVLP-500)を用い、前記製造例2で得られたコア層形成用樹脂フィルムを圧力0.5MPa、温度50°C、加圧時間30秒の条件にてラミネートしてコア層3を形成した〔図1(b)〕。続いてフォトマスク5を介し、上記紫外線露光機にて紫外線(波長365nm)を1J/cm²照射した後(〔図1(c)〕)、PETフィルム(コア層用基材フィルム4)を剥離し、N,N-ジメチルアセトアミドを溶剤に用い、コアパターン6を現像した〔図1(d)〕。現像液の洗浄には、メタノールおよび水を用いた。

[0088] 〔上部クラッド層の形成工程〕

次いで、コア層3形成時と同様な条件にて、前記製造例3で得られた上部クラッド層形成用樹脂フィルムをラミネートし、紫外線(波長365nm)を1J/cm²照射し、PETフ

ィルム(上部クラッド層基材フィルム)を除去した後、続けて160°C、1時間の加熱処理を行って、上部クラッド層7を形成した〔図1(e)〕。

[0089] 〔銅箔の除去工程〕

最後に、下部クラッド層形成用樹脂フィルムの支持基材である銅箔を塩化第二鉄水溶液(サンハヤト(株)製、商品名「H-20L」)で溶解し、フレキシブル光導波路を得た〔図1(f)〕。

[0090] このフレキシブル光導波路の表面粗さを表面粗さ測定器((株)小坂研究所製、商品名「サーフコーダSE-2300」)を用い測定したところ、下部クラッド層側のRzは3.0 μm 、上部クラッド層側のRzは0.3 μm であった。

[0091] 作製したフレキシブル光導波路の伝搬損失を、光源に850nmのVCSEL(EXFO社製、FLS-300-01-VCL)および受光センサ((株)アドバンテスト製、Q82214)を用い、カットバック法(測定導波路長5、3、2cm、入射ファイバ;GI-50.525マルチモードファイバ(NA=0.20)、出射ファイバ;SI-114/125(NA=0.22))により測定したところ、0.1dB/cmであった。

[0092] 接着剤として接着フィルム(日立化成工業(株)製、商品名「ハイアタッチHS-230」、厚さ25 μm)を用い、作製したフレキシブル光導波路の下部クラッド層側を図2に示すような形態で電気配線基板11(日立化成工業(株)製、商品名「MCL-E-679F」、テスト用電気配線回路あり)と接着させた。その結果、フレキシブル光導波路は、電気配線基板11に接着可能であった。

また、同接着フィルムを用い、作製したフレキシブル光導波路同士の下部クラッド層側を図3に示すような形態で接着させた。その結果、フレキシブル光導波路同士を接着可能であった。

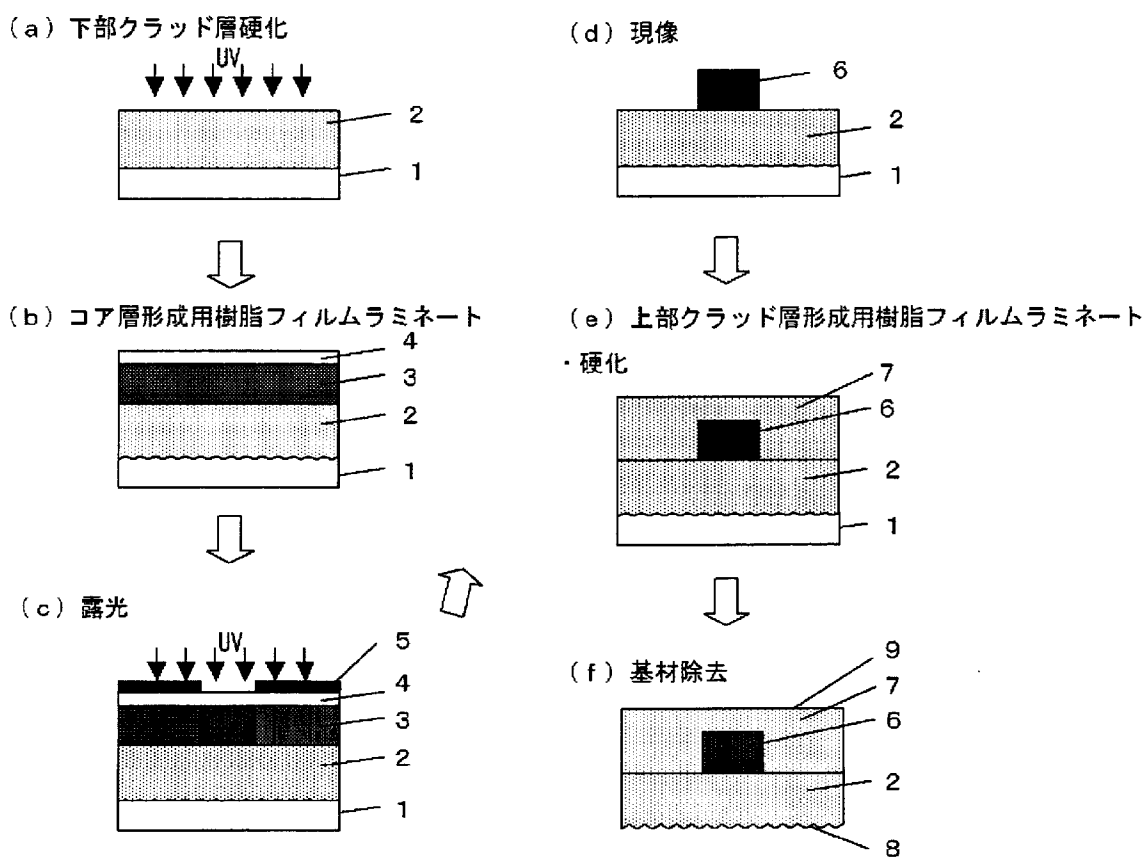
産業上の利用可能性

[0093] 本発明のフレキシブル光導波路は、接着性に優れている。また、本発明によれば、生産性良く接着性に優れたフレキシブル光導波路を製造することができる。このため、フレキシブル光導波路同士の多層化や電気配線基板との複合が容易となり、光インタコネクション等の幅広い分野に適用可能である。

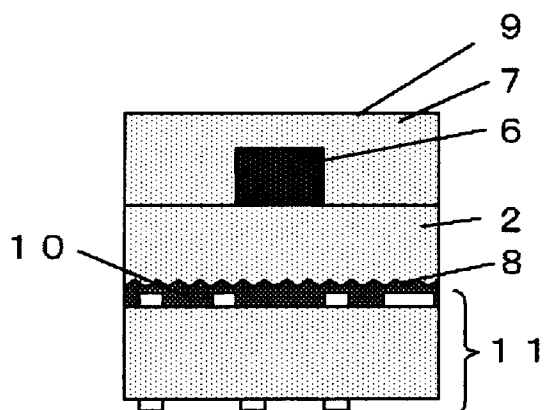
請求の範囲

- [1] 下部クラッド層、コア層および上部クラッド層の少なくとも1つに光導波路形成用樹脂フィルムを用いて作製したフレキシブル光導波路であって、下部クラッド層および上部クラッド層の少なくとも一方の表面の十点平均粗さ(Rz)が、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であるフレキシブル光導波路。
- [2] 下部クラッド層、コア層および上部クラッド層の少なくとも1つに光導波路形成用樹脂フィルムを用いて作製したフレキシブル光導波路であって、下部クラッド層および上部クラッド層のいずれか一方の表面の十点平均粗さ(Rz)が、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であり、かつ他方の表面のRzが $0.5\mu\text{m}$ 未満であるフレキシブル光導波路。
- [3] 下部クラッド層とコアパターンと上部クラッド層とを含むフレキシブル光導波路の製造方法であって、下部クラッド層および上部クラッド層の少なくとも1つに、表面の十点平均粗さ(Rz)が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の基材上に作製したクラッド層形成用樹脂フィルムを用いて光導波路を作製する工程、および、その後該クラッド層形成用樹脂フィルムから該基材を除去する工程を含むフレキシブル光導波路の製造方法。
- [4] 表面の十点平均粗さ(Rz)が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の基材が、金属箔である請求項3に記載のフレキシブル光導波路の製造方法。
- [5] 請求項2に記載のフレキシブル光導波路を用いて作製した光モジュールであって、表面の十点平均粗さ(Rz)が $0.5\mu\text{m}$ 未満である下部クラッド層および上部クラッド層のいずれか一方の表面に発光素子または受光素子を搭載した光モジュール。

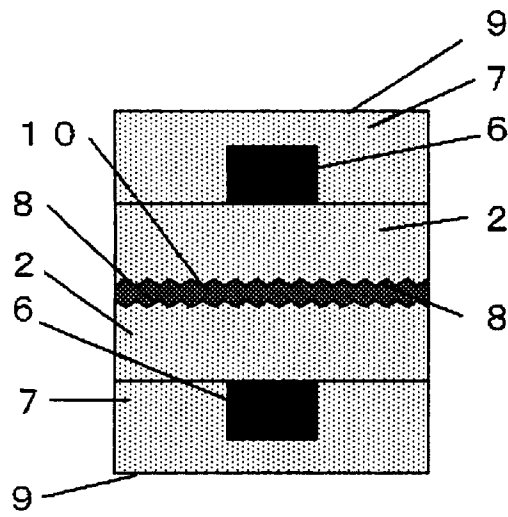
[図1]



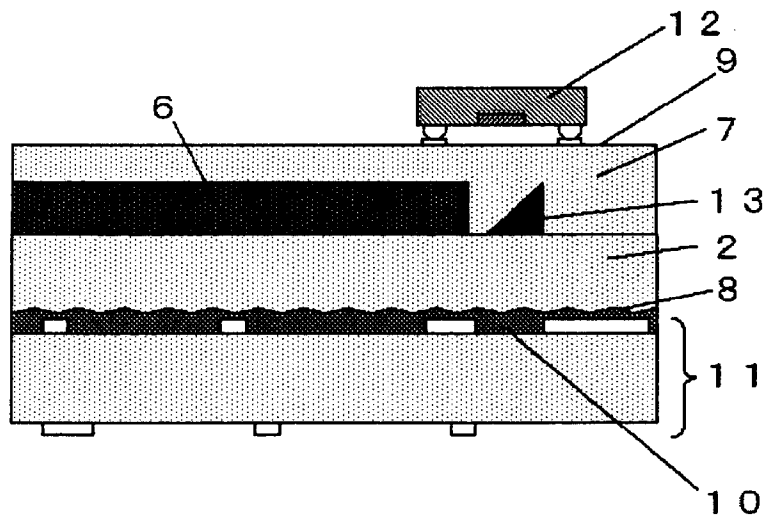
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054064

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/122 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B6/122

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JST7580 (JDream2), JSTPlus (JDream2)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2001-7461 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 12 January, 2001 (12.01.01), Par. Nos. [0010] to [0026]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1, 2, 5 3, 4
A	JP 2004-287396 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 14 October, 2004 (14.10.04), Par. Nos. [0010] to [0038]; Figs. 1, 2 (Family: none)	1
A	JP 2003-315580 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 06 November, 2003 (06.11.03), Par. No. [0028] (Family: none)	1, 2, 5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 March, 2007 (14.03.07)

Date of mailing of the international search report
10 April, 2007 (10.04.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054064

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-302188 A (Hitachi Cable, Ltd.), 28 October, 2004 (28.10.04), Par. No. [0060] (Family: none)	1, 2, 5
A	JP 2002-286957 A (NTT Advanced Technology Corp.), 03 October, 2002 (03.10.02), Par. No. [0024] (Family: none)	1
P,A	Toshihiko TAKASAKI, Masatoshi YAMAGUCHI, Tomoaki SHIBATA, Tatsuya MAKINO, Masami OCHIAI, Atsuyuki TAKAHASHI, "Film-gata Hikari Doharo Zairyō", Hitachi Kasei Technical Report, No.48, 2007.01, pages 17 to 22	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B6/122(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B6/122		
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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) JST7580(JDream2), JSTPlus(JDream2)		
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 請求の範囲の番号
X A	JP 2001-7461 A (凸版印刷株式会社) 2001.01.12, 段落【0010】 - 【0026】、【図1】 - 【図5】 (ファミリーなし)	1, 2, 5 3, 4
A	JP 2004-287396 A (日立化成工業株式会社) 2004.10.14, 段落【0010】 - 【0038】、【図1】、【図2】 (ファミリーなし)	1
A	JP 2003-315580 A (日本電信電話株式会社) 2003.11.06, 段落【0028】 (ファミリーなし)	1, 2, 5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 14.03.2007		国際調査報告の発送日 10.04.2007
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 吉田 英一 電話番号 03-3581-1101 内線 3253
		2 X 9 1 2 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2004-302188 A (日立電線株式会社) 2004.10.28, 段落【0060】 (ファミリーなし)	1, 2, 5
A	JP 2002-286957 A (エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社) 2002.10.03, 段落【0024】 (ファミリーなし)	1
P, A	高崎俊彦、山口正利、柴田智章、牧野竜也、落合雅美、高橋敦之、フィルム型光導波路材料, 日立化成テクニカルレポート, No. 48, 2007.01, 17-22頁	1-5