(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4138892号
(P4138892)
(45)発行日　平成20年8月27日(2008.8.27)　(24)登録日　平成20年6月13日(2008.6.13)

(51)Int.Cl.　　F I
G02B 6/122 (2006.01)　　G02B 6/12 A
G02B 6/30 (2006.01)　　G02B 6/30

請求項の数 5　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願平10-542802
(86)(22)出願日　平成10年3月23日(1998.3.23)
(65)公表番号　特表2001-519045(P2001-519045A)
(43)公表日　平成13年10月16日(2001.10.16)
(86)国際出願番号　PCT/US1998/005613
(87)国際公開番号　WO1998/045737
(87)国際公開日　平成10年10月15日(1998.10.15)
審査請求日　平成17年3月4日(2005.3.4)
(31)優先権主張番号　08/838,342
(32)優先日　平成9年4月8日(1997.4.8)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者
アライドシグナル・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国ニュージャージー州０７９６２―２２４５，モーリスタウン，コロンビア・ロード　１０１，ピー・オー・ボックス　２２４５
(74)代理人
弁理士　社本　一夫
(74)代理人
弁理士　今井　庄亮
(74)代理人
弁理士　増井　忠弐
(74)代理人
弁理士　栗田　忠彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】共形クラッドを有する低応力光導波路および精密光接続部用固定部材

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
次の：
（ａ）複数のチャンネルを有するベース部材にして、該チャンネルの各々が該ベース部材の１つの表面に沿って切られた壁により画成されている該ベース部材；
（ｂ）表面を有する基板と該基板上の複数の導波路を含んで成り、そして該ベース部材上に、各導波路が該チャンネルの１つの中に位置せしめられ、かつ該チャンネルの壁と２つ以上の点で接触するように配置されている導波路アセンブリーにして、該各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された可撓性の重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここで該コアはその１つの縁において該表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、また該クラッドは該コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、該クラッドが該コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして該クラッドの屈折率は該コアの屈折率より小さくなっており、コアとクラッドの各々は他のコアとクラッドの各々から分離され、離間されている、該導波路アセンブリー；および
（ｃ）該導波路アセンブリー上のカバープレート
を含んで成る導波路コネクタアセンブリー。
【請求項２】
第一導波路アセンブリーを第二導波路アセンブリーに対して整列させる方法にして、次の：

（ａ）実質的に平行な複数のチャンネルを有するベース部材にして、該チャンネルが該ベース部材の１つの表面に沿って切られた壁により画成されている該ベース部材と、該ベース部材上の、該チャンネルを覆っているカバープレートとを含んで成る導波路コネクタを用意し；
（ｂ）各アセンブリーが表面を有する基板と該基板上の複数の導波路を含んで成る第一および第二導波路アセンブリーにして、該各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された可撓性の重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここで該コアはその１つの縁において該表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、また該クラッドは該コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、該クラッドが該コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして該クラッドの屈折率は該コアの屈折率より小さくなっており、コアとクラッドの各々は他のコアとクラッドの各々から分離され、離間されている、該第一および第二導波路アセンブリーを用意し；そして
（ｃ）該第一および第二導波路アセンブリーを、該ベース部材上に、各導波路が該チャンネルの１つの中に位置せしめられ、かつ該チャンネルの向かい合っている壁と２つ以上の点で接触するように、かつ該第一導波路アセンブリー上の各導波路が該第二導波路アセンブリー上の導波路の端部と整列されている、対応する端部を有するように配置させる
工程を含んで成る、上記の方法。
【請求項３】
導波路アセンブリーを光ファイバーアセンブリーに対して整列させる方法にして、次の：
（ａ）実質的に平行な複数のチャンネルを有するベース部材にして、該チャンネルが該ベース部材の１つの表面に沿って切られた壁によって画成されている該ベース部材と、該ベース部材上の、該チャンネルを覆っているカバープレートを含んで成る導波路コネクタを用意し；
（ｂ）表面を有する基板と該基板上の複数の導波路を含んで成る導波路アセンブリーにして、該各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された可撓性の重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここで該コアはその１つの縁において該表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、また該クラッドは該コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、該クラッドが該コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして該クラッドの屈折率は該コアの屈折率より小さくなっており、コアとクラッドの各々は他のコアとクラッドの各々から分離され、離間されている、該導波路アセンブリーを用意し；
（ｃ）複数の光ファイバーを取り付けて含んで成る光ファイバーアセンブリーを用意し；そして
（ｄ）該導波路アセンブリーと該光ファイバーアセンブリーとを、該ベース部材上に、各導波路および光ファイバーが該チャンネルの１つの中に位置せしめられ、かつ該チャンネルの向かい合っている壁と２つ以上の点で接触するように、しかも該導波路アセンブリー上の導波路の各々が該光ファイバーアセンブリー上の光ファイバーの端部と整列されている、対応する端部を有するように配置させる工程を含んで成る、上記の方法。
【請求項４】
第一導波路アセンブリーを第二導波路アセンブリーに対して整列させる方法にして、次の：
（ａ）実質的に平行な複数のチャンネルを有するベース部材にして、該チャンネルが該ベース部材の１つの表面に沿って切られた壁により画成されている該ベース部材と、該ベース部材上の、該チャンネルを覆っているカバープレートを各々含んで成る第一および第二導波路コネクタを用意し；
（ｂ）各アセンブリーが表面を有する基板と該基板上の複数の導波路を含んで成る第一および第二導波路アセンブリーにして、該各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された可撓性の重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここで該コアはその１つの縁において該表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられて

おり、また該クラッドは該コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、該クラッドが該コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして該クラッドの屈折率は該コアの屈折率より小さくなっており、コアとクラッドの各々は他のコアとクラッドの各々から分離され、離間されている、該第一および第二導波路アセンブリーを用意し；
（ｃ）該第一および第二導波路アセンブリーを、それぞれ、該第一および第二導波路コネクタのベース部材上に、該導波路の各々が該チャンネルの１つの中に位置せしめられ、かつ該チャンネルの向かい合っている壁と２つ以上の点で接触するように配置させ；そして
（ｄ）該第一導波路コネクタを該第二導波路コネクタに、該第一導波路アセンブリー上の導波路の各々が該第二導波路アセンブリー上の導波路の端部と実質的に共直線整列状態となっている対応する端部を有するように取り付ける
工程を含んで成る、上記の方法。
【請求項５】
第一導波路アセンブリーを少なくとも１つの光ファイバーに対して整列させる方法にして、次の：
（ａ）実質的に平行な複数のチャンネルを有するベース部材にして、該チャンネルが該ベース部材の１つの表面に沿って切られた壁により画成されている該ベース部材と、該ベース部材上の、該チャンネルを覆っているカバープレートを各々含んで成る第一および第二導波路コネクタを用意し；
（ｂ）表面を有する基板と該基板上の複数の導波路を含んで成る導波路アセンブリーにして、該各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された可撓性の重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここで該コアはその１つの縁において該表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、また該クラッドは該コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、該クラッドが該コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして該クラッドの屈折率は該コアの屈折率より小さくなっており、コアとクラッドの各々は他のコアとクラッドの各々から分離され、離間されている、該導波路アセンブリーを用意し；
（ｃ）少なくとも１つの光ファイバーを含んで成る光ファイバーアセンブリーを用意し；
（ｄ）該導波路アセンブリーを、それぞれ、該第一導波路コネクタのベース部材上に、各導波路が１つのチャンネルの中に位置せしめられ、かつ該チャンネルの向かい合っている壁と２つ以上の点で接触するように位置させ；
（ｅ）該光ファイバーアセンブリーを、それぞれ、該第二導波路コネクタのベース部材上に、各光ファイバーが１つのチャンネルの中に位置せしめられ、かつ該チャンネルの壁と２つ以上の点で接触するように配置させ；そして
（ｆ）該第一導波路コネクタを該第二導波路コネクタに、該導波路アセンブリー上の各導波路が該光ファイバーアセンブリー上の光ファアイバーの端部と実質的に共直線整列状態となっている対応する端部を有するように取り付ける工程を含んで成る、上記の方法。
【発明の詳細な説明】
発明の背景
本発明は、導波路、さらに詳しくは低内部応力光導波路、および平行な光導波路のアレイを結び合わせる精密接続用のコネクタアセンブリーに関する。この光導波路は基板上にフォトリソグラフ法で形成されるのが好ましい。
この技術分野では、基板上に光導波路をフォトリソグラフ法で製造することは公知である。このような導波路は、光情報処理ディバイスを接続し、或いはそのようなディバイスと、光ガラスファイバーのような他の光データーリンクとを接続するものである。導波路は、また、スプリッター、コンバイナー、結合器、ルーター等々のような受動光装置を作成するのにも使用することができる。一般に使用されている用途では、導波路は基板上に密に充填され、極めて小さな寸法が一般に必要とされる。そのような導波路の横方向幅は、典型的には、約５～約１００μｍの範囲であり、他方導波路間の間隔は３μｍ程度の小さい値であることができる。導波路をＵＶ光パターン描画重合体材料により造ることはこの

技術分野で公知である。この点に関しては、ここに引用、参照することにより、本明細書に含まれるものとされる米国特許第４，６０２，２５２号明細書を参照されたい。光導波路は、典型的には、光信号を通し、伝え得る透明なコアと、そのコア材料より屈折率が小さい、そのコアを取り巻いている材料から成る反射性クラッドを含んで成る。導波路は、基板上にリソグラフ法で単一のモノリス構造体として造ってもよいし、或いはリボン状基板上にある一連の平行な導波路から成るものであってもよい。従来は、１つ以上のコアが、まず、リソグラフ法で基板上に形成され、次いでそれらコアの全てを覆ってクラッド材料の層が広げられていた。この製造法では、誘発される温度変化か、或いはクラッド材料が硬化するにつれて生ずるそのクラッド材料の収縮のいずれかに起因して、それら導波路コアに過度の応力や剪断力が生まれることが見いだされた。コアに掛かるこれらの力は、一般に、コア内に光を散乱させる欠陥を作り出し、その結果損失が大きくなる。薄いクラッドを、個々のコア各々の側面の回りに、コアおよびクラッドの各々がその次のコアおよびクラッドから離間配置されるように実質的に整合している位置合わせ状態で適用するときは、導波路が受ける応力ははるかに小さくなることがここに見いだされた。この応力は、寸法安定性で、硬化中の収縮が最小限となるクラッド材料を用いることによってさらに低下させることができる。硬化中に容易に変形する軟質材料も応力を最小限に抑える。本明細書に示されるガラス転移温度を有する材料から成るコアとクラッドを、そのクラッドがコアに比べて薄くなるように構造化すると、低応力および低光学損失が達成される。低い光学損失、良好な長期および短期安定性、良好な可撓性、および低下した応力または亀裂誘発光散乱損失を有する重合体材料を用いて、リソグラフ法で形成された導波路が所望されている。本明細書に記載される重合体材料は、ディバイスの集積および組立用の２００℃を越える温度では短期熱安定性を、長期間操作用の１２０℃では良好な長期安定性を有し、また適用波長で低い吸収、散乱損失、異なる形状でのディバイス設計を容易にする可撓性、モードおよび開口数制御のための精密制御可能な屈折率、並びに存在する技術との適合性も有する。約７８０～約１５５０ｎｍの範囲の波長を持つ光について低伝搬損失、一般的には０．１ｄＢ／ｃｍ以下の低伝搬損失を有する導波路が得られる。

また、そのような導波路と、他の導波路、ディバイスおよび／または光ファイバーとの間に光学的接続を作ることが必要になることも多い。これらの接続には、ディバイス間の界面において精密な整列状態が必要になる。これは、ディバイス構造体が異なる幾何学的形状を有するときには、達成困難である。さらに、そのような接続は、それらがいかによく作られているにいしても、光出力の損失を招く。さらなる困難な問題は、整列状態は、それが一旦達成されると、それを高振動の条件下で維持することが困難なことである。従って、接続数を最小限に抑えていかなる必要な接続部においても精密な整列を促進し、かつ時間の経過に対してその整列状態を確実に維持することが一般に望まれている。

本発明は、導波路アレイ（array）と、もう１つの対応する導波路アレイ若しくは光伝送ディバイスまたは繊維アレイとの精密な整列（alignment）を提供するものである。このような構造体は光伝送ディバイス間の光接続部として役立つ。このディバイスは印刷された導波路構造体であって、それが可撓性基板上に作成されるとき、コネクタまたは他のディバイスに直接伝えることができる可撓性リボンタイプの接続部を含んでいることができる。このディバイスは、それ自体、基板を越えて延在せしめられる可撓性リボン接続部を備え、光コネクタまたはディバイス間の他の界面に供給され得る、硬質プラスチックまたはガラスのシートのような硬質構造体に積層させることが可能である。

米国特許第４，１１１，５２２号明細書には、繊維－対－繊維コネクタにおけるガラスファイバーの整列法が開示される。この従来刊行物には、基板上にフォトリソグラフ法で形成された導波路の整列取り付け（aligned attachment）も、常用のガラスファイバーまたは重合体繊維に対する直立リブ（standing rib）導波路の界面接続用の結合解除可能な（de-mateable）コネクタも示唆すらされていない。米国特許第５，３７５，１８４号明細書には、単一の導波路がもう１つの単一導波路と結合ガイド（mating guides）により整列される、導波路の整列法が示されている。米国特許第５，０２４，５０５号明細書には、円形断面の光ファイバーの幾本かの個々のストランド用添え継ぎ装置が示されている。

密に充填された、直径の小さい、実質的に平行な、フォトリソグラフ法で形成された導波路、特に長方形断面を持つ導波路の２本以上のリボンを、基板上で接続する手段を提供することが望ましいだろう。接続されるべき導波路の端部を、精密な溝を有するカップラーのベース部材部分の中で結び合わせることによって、導波路間に良好な光接続が達成され得ることがここに見いだされた。導波路の端部は、それらを溝の壁に沿わせることにより自ら整列せしめられる。

【図面の簡単な説明】

図１は、共形クラッドを有する、上方に盛り上がったリブ導波路のリボンの上面図および断面図を示す。

図１ａは、ガウス曲線に従う丸みを帯びた共形クラッドを有する、上方に盛り上がったリブ導波路のリボンの断面図を示す。

図２は、コネクタ整列・固定部材（alignment fixture）に挿通された分離したプラトーを持つ導波路リボンを示す図である。

図３は、導波路の下に均一な緩衝層を有する導波路リボンと、コネクタ整列・固定部材に挿通されたそのリボンを示す図である。

図４は、導波路の下に均一な緩衝層を有する導波路リボンと、もう１つのコネクタ整列・固定部材に挿通されたそのリボンを示す図である。

図５は、２つのコネクタに取り付けられた２つの導波路リボンと、一緒に取り付けられる前に互いに近接しているそれら２つのコネクタを示す図である。

図６は、単一のコネクタ中で一緒に継がれている２つの導波路リボンを示す図である。

発明の説明

本発明は、基板とその基板上の少なくとも１つの導波路を含んで成る光導波路アセンブリー（assembly）にして、その各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここでそのコアはその１つの縁において上記基板の１つの表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、またそのクラッドは上記コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、そのクラッドが上記コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして上記クラッドの屈折率は上記コアの屈折率より小さくなっている、上記の光導波路アセンブリーを提供するものである。

本発明は、また、次の：

（ａ）少なくとも１つのチャンネルを有するベース部材にして、そのチャンネルがそのベース部材の１つの表面に沿って切られた壁により画成されているそのベース部材；

（ｂ）基板とその基板上の少なくとも１つの導波路を含んで成り、そして上記ベース部材上に、各導波路が上記チャンネルの１つの中に位置せしめられ、かつそのチャンネルの壁と２つ以上の点で接触するように配置されている導波路アセンブリーにして、その各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここでそのコアはその１つの縁において上記基板の１つの表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、またそのクラッドは上記コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、そのクラッドが上記コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして上記クラッドの屈折率は上記コアの屈折率より小さくなっている、上記導波路アセンブリー；および

（ｃ）上記導波路アセンブリー上のカバープレート

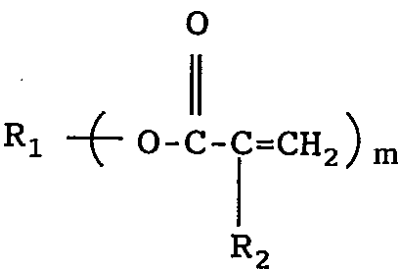
を含んで成る導波路コネクタアセンブリーも提供する。

本発明は、さらに、第一導波路アセンブリーを第二導波路アセンブリーに対して整列させる方法にして、次の：

（ａ）実質的に平行な複数のチャンネルを有するベース部材にして、そのチャンネルがそのベース部材の１つの表面に沿って切られた壁により画成されているそのベース部材と、そのベース部材上の、上記チャンネルを覆っているカバープレートとを含んで成る導波路コネクタを用意し；

（ｂ）各アセンブリーが基板とその基板上の少なくとも１つの導波路を含んで成る第一および第二導波路アセンブリーにして、その各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここでそのコアはその１つの縁において上記基板の１つの表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、またそのクラッドは上記コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、そのクラッドが上記コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして上記クラッドの屈折率は上記コアの屈折率より小さくなっている、上記第一および第二導波路アセンブリーを用意し；そして
（ｃ）上記第一および第二導波路アセンブリーを、上記ベース部材上に、各導波路が上記チャンネルの１つの中に位置せしめられ、かつそのチャンネルの向かい合っている壁と２つ以上の点で接触するように、かつ上記第一導波路アセンブリー上の各導波路が上記第二導波路アセンブリー上の導波路の端部と整列されている、対応する端部を有するように配置させる
工程を含んで成る、上記の方法を提供する。
本発明は、また、導波路アセンブリーを光ファイバーアセンブリーに対して整列させる方法にして、次の：
（ａ）実質的に平行な複数のチャンネルを有するベース部材にして、そのチャンネルがそのベース部材の１つの表面に沿って切られた壁によって画成されているそのベース部材と、そのベース部材上の、上記チャンネルを覆っているカバープレートを含んで成る導波路コネクタを用意し；
（ｂ）基板とその基板上の少なくとも１つの導波路を含んで成る導波路アセンブリーにして、その各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここでそのコアはその１つの縁において上記基板の１つの表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、またそのクラッドは上記コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、そのクラッドが上記コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして上記クラッドの屈折率は上記コアの屈折率より小さくなっている、上記導波路アセンブリーを用意し；
（ｃ）複数の光ファイバーを取り付けて含んで成る光ファイバーアセンブリーを用意し；そして
（ｄ）上記導波路アセンブリーと上記光ファイバーアセンブリーとを、上記ベース部材上に、各導波路および光ファイバーが上記チャンネルの１つの中に位置せしめられ、かつそのチャンネルの向かい合っている壁と２つ以上の点で接触するように、しかも上記導波路アセンブリー上の導波路の各々が上記光ファイバーアセンブリー上の光ファイバーの端部と整列されている、対応する端部を有するように配置させる
工程を含んで成る、上記の方法を提供する。
本発明は、なお、さらに、第一導波路アセンブリーを第二導波路アセンブリーに対して整列させる方法にして、次の：
（ａ）実質的に平行な複数のチャンネルを有するベース部材にして、そのチャンネルがそのベース部材の１つの表面に沿って切られた壁により画成されているそのベース部材と、そのベース部材上の、上記チャンネルを覆っているカバープレートを各々含んで成る第一および第二導波路コネクタを用意し；
（ｂ）各アセンブリーが基板とその基板上の少なくとも１つの導波路を含んで成る第一および第二導波路アセンブリーにして、その各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここでそのコアはその１つの縁において上記基板の１つの表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、またそのクラッドは上記コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、そのクラッドが上記コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして上記クラッドの屈折率は上記コアの屈折率より小さくなっている、上記第一および第二導波路アセンブリーを用意し；

（ｃ）上記第一および第二導波路アセンブリーを、それぞれ、上記第一および第二導波路コネクタのベース部材上に、上記導波路の各々が上記チャンネルの１つの中に位置せしめられ、かつそのチャンネルの向かい合っている壁と２つ以上の点で接触するように配置させ；そして
（ｄ）上記第一導波路コネクタを上記第二導波路コネクタに、上記第一導波路アセンブリー上の導波路の各々が上記第二導波路アセンブリー上の導波路の端部と実質的に共直線整列状態となっている対応する端部を有するように取り付ける工程を含んで成る、上記の方法を提供する。
本発明は、また、第一導波路アセンブリーを少なくとも１つの光ファイバーに対して整列させる方法にして、次の：
（ａ）実質的に平行な複数のチャンネルを有するベース部材にして、そのチャンネルがそのベース部材の１つの表面に沿って切られた壁により画成されているそのベース部材と、そのベース部材上の、上記チャンネルを覆っているカバープレートを各々含んで成る第一および第二導波路コネクタを用意し；
（ｂ）基板とその基板上の少なくとも１つの導波路を含んで成る導波路アセンブリーにして、その各導波路が複数の縁を有する実質的に透明な付形された重合体コアと、付形された重合体光反射性クラッドとを含んで成り、ここでそのコアはその１つの縁において上記基板の１つの表面上にそれより盛り上がった状態で取り付けられており、またそのクラッドは上記コアの他の各縁においてそれぞれの縁と、そのクラッドが上記コアの形状と実質的に一致する形状を有するように、実質的に整合している位置合わせ状態で取り付けられており、そして上記クラッドの屈折率は上記コアの屈折率より小さくなっている、上記導波路アセンブリーを用意し；
（ｃ）少なくとも１つの光ファイバーを含んで成る光ファイバーアセンブリーを用意し；
（ｄ）上記導波路アセンブリーを、それぞれ、上記第一導波路コネクタのベース部材上に、各導波路が１つのチャンネルの中に位置せしめられ、かつそのチャンネルの向かい合っている壁と２つ以上の点で接触するように配置させ；
（ｅ）上記光ファイバーアセンブリーを、それぞれ、上記第二導波路コネクタのベース部材上に、各光ファイバーが１つのチャンネルの中に位置せしめられ、かつそのチャンネルの壁と２つ以上の点で接触するように配置させ；そして
（ｆ）上記第一導波路コネクタを上記第二導波路コネクタに、上記導波路アセンブリー上の各導波路が上記光ファイバーアセンブリー上の光ファイバーの端部と実質的に共直線整列状態となっている対応する端部を有するように取り付ける工程を含んで成る、上記の方法を提供する。
クラッドおよびコアの各々を形成するのに用いられる組成物は、光重合性化合物と光開始剤を含んで成る。クラッドおよびコアの各々を形成するのに用いられる光重合性化合物は、付加重合性で、気体でない（標準大気圧で３０℃を越える沸騰温度）、少なくとも１個のエチレン性不飽和末端基を含むエチレン不飽和化合物で、かつ遊離ラジカルにより開始される連鎖成長付加重合で高分子量の重合体を形成し得る単量体、オリゴマーまたは重合体であることができる。このような化合物はこの技術分野では周知である。好ましい態様では、その重合性化合物の少なくとも１種は少なくとも２個のエチレン性不飽和基を含むものである。光重合性化合物はそれらが露光後に下記のＴｇと屈折率をもたらすように選ばれる。多官能性のアクリレート系単量体が好ましい。
多官能性アクリレートの一般構造を下記に示す：

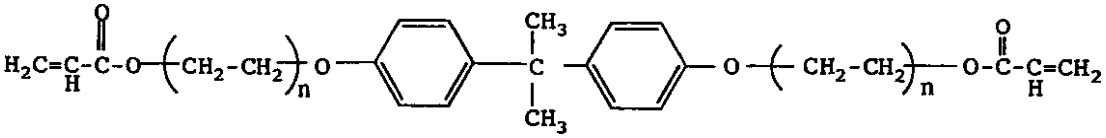


コアでは、mが１～約６の範囲であるのが好ましく、R_2はHまたはCH_3であり、そしてR_1は脂肪族有機分子セグメント、芳香族有機分子セグメントまたは脂肪族と芳香族の混合有機分子セグメントの結合である。R_1がアルキレン、アルキレンオキシド、アリーレンオキシド、脂肪族ポリエーテルまたはポリエステルの部分であり、そしてR_2がHであるのが好ましい。硬化した膜の耐溶剤性および高コントラストのフォトリソグラフを保証するためには、架橋重合体、従って多官能性アクリレート系単量体（m≧２）が好ましい。本発明の１つの特徴は、可撓性で、ガラス転移温度（Tg）の低い重合体を用いることによって最終導波ディバイスの応力誘発散乱性の光学的損失を少なくすることである。架橋重合体のガラス転移温度（Tg）が架橋密度と架橋点間結合の構造に依存することはこの技術分野で公知である。また、低架橋密度と柔軟な結合には、共に、Ｔｇが低いことが求められることも知られている。低架橋密度を保証するためには、１≦m≦３、好ましくはm＝２を持つ単量体、および２つのエチレン性不飽和官能基間の結合セグメントが長いものが好ましい。本発明では、長い結合セグメントは、炭素原子が少なくとも４個以上、好ましくは６個以上である平均分子鎖長を有するものである。適した柔軟な結合の構造のものに、炭素原子が約４個以上の鎖長を有するアルキレン類、ポリ（エチレンオキシド）、ポリ（プロピレンオキシド）、エトキシ化ビスフェノールＡ、ポリエーテル類、チオエーテル類、脂肪族および芳香族炭化水素、エーテル類、エステル類並びにポリシロキサン類等がある。これらは、所望によっては、その重合性化合物の光重合能を損なわないものであればいかなるペンダント基で置換されていてもよい。適した置換基に、他を排除するものではないが、アルキル、アリール、アルコキシ、スルホキシド基等がある。熱分解性と変色に対する高抵抗性を保証するには、R_1が熱安定性の分子構造のものであるのが好ましい。このようなR_1セグメントは芳香族ウレタン基やアミド基のような熱的に影響されやすい部分を含まないのがよい。低複屈折率を保証するには、低い応力オプチック係数（stress optic coefficient）および光学分極率（optical polarizability）を有するR_1結合が好ましい。

クラッドには、アクリレートは前記の通りであるが、しかしエチレン性不飽和官能基間の平均分子鎖長は炭素原子として６個以上、好ましくは８個以上、さらに好ましくは１２個以上であるのが好ましい。適した柔軟な結合構造のものに、炭素原子７個以上の鎖長を有するアルキレン類、ポリ（エチレンオキシド）、ポリ（プロピレンオキシド）およびエトキシ化ビスフェノールＡがある。

クラッドとコアの両者に好ましい重合性成分はアクリル酸と、好ましくは２～３０個の炭素原子を含む芳香族および脂肪族のポリオールとのエステル類および部分エステル類である。ポリオキシアルキレングリコールの部分エステルおよびエステルも適している。それらの例は、エチレングリコール・ジアクリレート、ジエチレングリコール・ジアクリレート、トリエチレングリコール・ジアクリレート、テトラエチレングリコール・ジアクリレート、２００～２０００の範囲の平均分子量を有するポリエチレングリコール・ジアクリレート類およびポリプロピレングリコール・ジアクリレート類、プロピレングリコール・ジアクリレート、ジプロピレングリコール・ジアクリレート、ヘキサンジオール・ジアクリレートおよびブタンジオール・ジアクリレートのような（C_2～C_{40}）アルカンジオール・ジアクリレート、トリプロピレングリコール・ジアクリレート、トリメチロールプロパン・トリアクリレート、平均分子量が５００～１５００の範囲であるエトキシ化トリメチロールプロパン・トリアクリレート、ペンタエリトルトール・ジアクリレート、ペンタエリトルトール・トリアクリレート、ペンタエリトルトール・テトラアクリレート、ジペンタエリトルトール・ジアクリレート、ジペンタエリトルトール・トリアクリレート、ジペンタエリトルトール・テトラアクリレート、ジペンタエリトルトール・ペンタアクリレート、ジペンタエリトルトール・ヘキサアクリレート、トリペンタエリトルトール・オクタアクリレート、ソルビトール・トリアクリレート、ソルビトール・テトラアクリレート、ソルビトール・ペンタアクリレート、ソルビトール・ヘキサアクリレート、オリゴエステルアクリレート類、グリセロール・ジ－およびトリ－アクリレート、１，４－シクロヘキサン・ジアクリレート、平均分子量が１００～１５００であるポリエチレングリコール

のビアクリレート類並びに上記化合物の混合物である。好ましい多官能性アクリレートオリゴマーに、アクリレート化エポキシ樹脂、アクリレート化ポリウレタン類およびアクリレート化ポリエステル類があるが、これらに限定される訳ではない。好ましい光重合性化合物はアリールアクリレート類である。このようなアリールアクリレート単量体の実例はアリールジアクリレート類、同トリアクリレート類および同テトラアクリレート類、例えばベンゼン、ナフタレン、ビスフェノールＡ、ビフェニレン、メタンビフェニレン、トリフルオロメタンビフェニレン、フェノキシフェニレン等に基づくジ、トリおよびテトラアクリレート類である。好ましいアリールアクリレート単量体は多官能性アリールアクリレート類であり、さらに好ましいアリールアクリレート単量体はビスフェノールＡ構造に基づくジ、トリおよびテトラアクリレート類である。最も好ましいアリールアクリレート単量体は、エトキシ化ビスフェノールＡ・ジアクリレート類、プロポキシル化ビスフェノールＡ・ジアクリレート類およびエトキシ化ヘキサフルオロビスフェノールＡ・ジアクリレート類のようなアルコキシ化ビスフェノールＡ・ジアクリレート類である。特に優れたアリールアクリレート単量体はエトキシ化ビスフェノールＡ・ジアクリレート類である。好ましい重合性成分は、構造（Ｉ）：



を有する単量体である。好ましい態様において、コアでは、ｎは約１０以下、好ましくは約４以下、最も好ましくは約２以下である。好ましい態様において、クラッドでは、ｎは約２以上、好ましくは約４以上、最も好ましくは約１０以上である。この技術分野で周知のアクリレート含有共重合体も有用である。好ましい態様において、クラッド層は、１≦ｎ≦２０、好ましくは４≦ｎ≦１５、さらに好ましくは８≦ｎ≦１２である場合の上記エトキシ化ビスフェノールＡ・ジアクリレート構造（Ｉ）を有する重合性成分を含んで成る。本発明の最も好ましい態様では、第二感光性組成物は重合された第一感光性組成物とそれらの界面において混和し得るものである。

コアおよびクラッドの各々で使用されるべき光重合性化合物を選ぶ場合、完全重合後に得られるコアが重合後のクラッドより大きい屈折率を有していることが重要である。コアの屈折率は約１．３～約１．６の範囲であるのが好ましく、約１．４５～約１．５６の範囲であるのがさらに好ましい。クラッドの屈折率は約１．３～約１．５８の範囲であるのが好ましく、約１．４５～約１．５５の範囲であるのがさらに好ましい。クラッドとコアは構造的に同様の組成物から成ることができるが、クラッドがコアの屈折率より小さい屈折率を有するためには、それらが、それら個々の適用について、異なる化学組成を有していなければならないことは明白である。加えて、選択された基板がコアより小さい屈折率を有する場合は、緩衝層が必要であり、かつその緩衝層は、後に説明されるように、コアより小さい屈折率を有していなければならない。

導波路コアに用いられる光重合性化合物は、重合後に約８０℃以下、好ましくは約５０℃以下のガラス転移温度を有するコアを生成させると言うことが、本発明の１つの最も好ましい特徴である。また、導波路クラッドに用いられる光重合性化合物は、重合後に約６０℃以下、好ましくは約４０℃以下、さらに好ましくは約２５℃以下のガラス転移温度を有するクラッドを生成させると言うことも、本発明の１つの最も好ましい特徴である。この特定のＴｇは、当業者であれば、重合性成分の特性化と選択によって容易に得ることができるものである。これは、その重合性成分の分子量、不飽和部位の数および架橋密度のような因子に依存する。単一の重合した成分がそれ自体必要なＴｇを有していることもできるし、或いは重合性の成分を、重合性の単量体、オリゴマーおよび／または重合体の目的Ｔｇを有する混合物をブレンドすることにより、目的に合わせて調整することもできる。そのＴｇは、重合が行われる露光温度と時間を変えることによっても制御することができる。

光重合性化合物は、それぞれの重合性組成物中に、十分な化学線に露光されたときに光重

合を起こすのに十分な量で存在する。光重合性化合物の重合性組成物における量は大幅に変えることができるが、光伝送ディバイスの光伝送素子として使用するための光重合体を製造する際に使用される光重合性組成物中で普通に用いられる量を採用することができる。光重合性化合物は、一般に、光重合性組成物に対して約３５～約９９．９重量％の量で使用される。好ましい態様においては、光重合性化合物は、組成物全体の中に、その重量に基づいて約８０～約９９．５重量％、好ましくは約９５～約９９．５重量％の量で存在する。

各感光性組成物は、光分解反応で遊離ラジカルを生成させる少なくとも１種の遊離ラジカル生成性光開始剤をさらに含んでいる。光開始剤は、通常、化学線で活性化される遊離ラジカル生成性付加重合開始剤であり、室温に近い温度（例えば、約２０～約８０℃）で熱的に不活性であるのが好ましい。アクリレート類を光重合させることが知られている光開始剤がいずれも使用することができる。好ましい光重合開始剤に、他を排除するものではないが、米国特許第４，９４２，１１２号明細書に記載されるもの、米国特許第３，７６５，８９８号明細書に記載されるキノオキサリン化合物、米国特許第２，３６７，６６０号明細書に記載されるビシナルポリケトアルドニル化合物、米国特許第２，３６７，６６１号および同第２，３６７，６７０号明細書に記載されるアルファーカルボニル類、米国特許第２，４４８，８２８号明細書に記載されるアシロインエーテル類、米国特許第３，４７９，１８５号明細書に記載されるトリアリールイミダゾリル二量体、米国特許第２，７２２，５１２号明細書に記載されるアルファー炭化水素置換芳香族アシロイン類、米国特許第２，９５１，７５８号および同第３，０４６，１２７号明細書に記載される多核キノン類並びに米国特許第４，６５６，２７２号明細書に記載されるｓ－トリアジン類がある。これらの米国特許をここに引用、参照することにより、それらが本明細書に含まれるものとする。

適した光開始剤に、ベンゾフェノン、アクリル化ベンゾフェノン、２－エチルアントラキノン、フェナントラキノン、２－tert－ブ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、２，３－ジクロロナフトキノン、ベンジルジメチルケタール、その他のケトン類、例えばベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベンゾインイソブチルエーテルおよびベンゾインフェニルエーテルのようなベンゾインエーテル類、メチルベンゾイン、エチルベンゾイン並びに他のベンゾイン類のような芳香族ケトン類がある。好ましい光開始剤は、１－ヒドロキシシクロヘキシル－フェニルケトン［イルガキュア（Irgacure）１８４］、ベンゾイン、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、ベンゾフェノン、ベンゾジメチル・ケタール（イルガキュア６５１）、α，α-ジエチルオキシ・アセトフェノン、α，-α-ジメチルオキシ-α-ヒドロキシアセトフェノン［ダロキュア（Darocur）１１７３］、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-プロパン-１-オン(ダロキュア２９５９）、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（イルガキュア９０７）、２-ベンジル-２-ジメチルアミノ-１-（４-モルホリノフェニル）-ブタン-１-オン（イルガキュア３６９）、ポリ｛１-［４-（１-メチルビニル）フェニル］-２-ヒドロキシ-２-メチル-プロパン-１-オン｝［エサキュア（Esacure）KIP］、［４-（４-メチルフェニルチオ）-フェニル］フェニルメタノン［クヮンタキュア（Quantacure）BMS］、ジ-カンファーキノンである。最も好ましい光開始剤は、照射時に黄変する傾向のないものである。このような光開始剤に、ベンゾジメチル・ケタール（イルガキュア６５１）、α，α-ジメチルオキシ-α-ヒドロキシアセトフェノン（ダロキュア１１７３）、１-ヒドロキシ-シクロヘキシル-フェニルケトン（イルガキュア１８４）および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-プロパン-１-オン（ダロキュアー２９５９）がある。

遊離ラジカル生成性光開始剤は、それぞれの光重合性組成物中に、十分な化学線に露光されたときに光重合性化合物の光重合をもたらすのに十分な量で存在する。光開始剤は、一般に、光重合性組成物全体に対して、その重量に基づいて約０．０１～約１０重量％、さらに好ましくは約０．１～約６重量％、最も好ましくは約０．５～約４重量％の量で存在

する。
感光性組成物には、その感光性組成物の目的と最終用途に依存して他の添加剤も加えることができる。これら添加剤の例に、酸化防止剤、光安定剤、体膨張剤（volume expanders）、例えばシリカ、ガラス球等のような充填材、色素、遊離ラジカル掃去剤、コントラスト増強剤、ニトロン類（nitrones）およびＵＶ吸収剤がある。酸化防止剤には、シバ・ガイギー社（Ciba-Geigy）から得られるイルガノックス（Irganox）１０１０を含めてフェノール類、特にヒンダードフェノール類のような化合物；スルフィド類；有機炭素化合物；有機燐化合物；シバ・ガイギー社から“イルガノックス１０９８”なる商標名で入手できるＮ，Ｎ’－ヘキサメチレンビス（３，５－ジ－tert－４－ヒドロキシヒドロシンナムアミド）がある。光安定剤、さらに詳しくはヒンダードアミン系光安定剤に、サイテク・インダストリーズ社（Cytec Industries）からサイアソーブ（Cyasorb）ＵＶ３３４６なる商標名で入手できるポリ［（６－モルホリノ－ｓ－トリアジン－２，４－ジイル）［２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル）イミノ］－ヘキサメチレン［２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル）イミノ）］があるが、これに限定されるわけではない。体膨張性化合物に、ベイレイズ（Bailey’s）単量体として知られるスパイラル単量体（spiral monomers）のような物質がある。色素の例にメチレングリーン、メチレンブルー等がある。適した遊離ラジカル掃去剤に、酸素、ヒンダードアミン光安定剤、ヒンダードフェノール類、２，２，６，６－テトラメチル－１－ピペリジニルオキシ遊離ラジカル（TEMPO）等がある。適したコントラスト増強剤に、ニトロン類のような他の遊離ラジカル掃去剤がある。ＵＶ吸収剤にベンゾトリアゾール、ヒドロキシベンゾフェノン等がある。これらの添加剤は、組成物の総重量基準で約０～約６％、好ましくは約０．１～約１％の量で含めることができる。組成物全体の成分は全てお互い混合した状態にあるのが好ましく、実質的に均一な混合物となっているのが最も好ましい。
本発明の好ましい態様において、本発明の光ディバイスは、第一の感光性組成物を適切な基板の表面上に適用することによって形成される。基板は、珪素、二酸化珪素、砒化ガリウム、窒化珪素、ガラス、石英、プラスチック、セラミック、結晶性材料等のような半導体材料を含めて、上面に導波路を確立することが望まれる任意の材料であることができる。基板は、溝のような地勢上の特徴的構造か、電気回路か、またはレーザーダイオードのような電子－光ディバイスのいずれかの他のディバイスを含んでいてもよいし、或いは含んでいなくてもよい。光伝送領域が基板材料より屈折率が小さい有機層である場合、基板上には、有機導波路材料の屈折率より小さい屈折率を持つ層をまず形成することが必要である。このような層は、この技術分野では緩衝層として知られるもので、それは、例えば半導体酸化物、低屈折率重合体またはスピン－オン（spin-on）二酸化珪素ガラス材料から成ることができる。
感光性組成物の膜は、スピンコーティング法、浸漬コーティング法、スロット（slot）コーティング法、ローラーコーティング法、ドクターブレーディング法（doctor blading）、液体キャスト法等のような、この技術分野で公知の多数の異なる方法で適用することができる。一般に、第一感光性組成物は約１ミクロン～約１ｍｍ、好ましくは約５～５００ミクロンの厚さで適用される。一般に、第二感光性組成物は少なくとも約１ミクロン、好ましくは少なくとも約３ミクロンの厚さで適用される。
第一感光性組成物が基板上に薄いまたは厚い膜として形成されると、光伝送領域を線描するためにその膜上に化学線が向けられる。即ち、光伝送ディバイスの位置と寸法が、基板上の膜の表面における化学線のパターンによって定められる。化学線のパターンは、光重合性組成物が目的のパターンで重合されるように、かつその膜の他の領域が未反応のまま残るように選ばれなければならない。本発明の光重合体は、通常、その重合性組成物を必要とされる波長と強度を持つ化学線で必要とされる期間露光することによって造られる。本明細書で用いられる“化学線”は、可視、紫外または赤外の各スペクトル領域の光、並びに電子線、イオンビーム若しくは中性子ビームまたはＸ－線と定義されるものである。化学線は非干渉性光または干渉性光、例えばレーザーからの光の形をしていることができる。化学線源、並びに露光の方法、時間、波長および強度は、所望とされる重合の程度、

光重合体の屈折率、および当業者に知られている他の因子に依存して広い範囲で変えることができる。このような常用の光重合法およびそれらの操作パラメーターは、この技術分野では周知である。化学線源とその化学線の波長は広い範囲で変えることができ、そして任意、常用の波長と線源が用い得る。光化学的励起は、加工される前に、普通に出会う放射線（例えば、室内光）の露光でその重合性材料が早期に重合しないように比較的短い波長（即ち、高いエネルギー）で行われるのが好ましい。別法として、その加工にレーザーのような高強度の化学線で開始される多光子法を利用することもできる。かくして、紫外光（波長３００～４００ｎｍ）への露光が便利である。また、深紫外光（波長１９０～３００ｎｍ）による露光も有用である。便利な光源は、加工に望ましい波長を選別するのに適した光学フィルターを取り付けた高圧キセノンまたは水銀-キセノン・アークランプである。また、短波長の干渉性放射線も本発明の実施に有用である。３５０ｎｍ近傍の幾つかの波長においてＵＶモードで操作されるアルゴンイオン・レーザーが望ましい。また、波長２５７ｎｍ近傍の出力を有する周波数二倍化アルゴンイオン・レーザーも極めて望ましい。電子ビームまたはイオンビームによる励起も用いることができる。露光時間は、普通、２、３秒～約１分の範囲で変えられる。温度は、通常、約１０～約６０℃の範囲であるが、室温がより好ましい。

化学線の空間分布、即ち化学線を光重合性材料の層上のどこに当てるかと言う制御は、常用の方法で達成することができる。例えば、１つの常用の方法では、所望とされる透光パターンを備えたマスクを化学線と光重合性膜との間に配置する。マスクは、化学線を膜表面の所望とされる領域だけに当てるのを可能にする透明領域と不透明領域とを有する。薄膜のマスクを掛けて行われる露光はこの技術分野では周知であって、その方法として、その薄膜上に透光パターンを印刷する接触法（contact technique）、近接法（proximity technique）および投影法（projection technique）を挙げることができる。空間制御のもう１つの常法は、レーザーまたは電子ビームのような指向ビームまたは集束ビームから成る化学線源を用いる方法である。そのようなビームは光重合性材料膜表面の小さい区域だけで相互作用する。所望とされる透光領域のパターンは、膜表面上のこの小さい交差点回りを、ビームを間隔を置いて走査させるか、または交差点を静止ビームに対して変化させるように基板を移動させるるかのいずれかの方法で除去することにより達成される。あるビーム源を用いるこれらタイプの露光法は、直接書き込み法（direct-write methods）としてこの技術分野で知られているものである。照射光についてその空間特性を選択することによって、基板の表面に透光領域を作って、スラブ型およびチャンネル型導波路を作ることが可能である。スラブ型導波路は光の波が膜の平面だけに制限される導波路である。チャンネル型導波路は光の波が膜内の横方向に関しても制限される導波路である。チャンネル構造は多くの非線形・電子－光ディバイスに必要なもので、そのチャンネル構造によって基板のある一定区域に光を指向させることが可能になると共に、光の波を分割し、組み合わせ、そして光を導波路から光ファイバーへと連結する機構を提供するからである。光重合性組成物を重合して基板表面に光重合体の所定のパターンを形成した後、そのパターンを現像して非画像区域を除去すると、あとに上記の所定パターンが残る。常用の任意の現像法、例えば照射されなかった組成物の溶媒を用いて洗い流す方法を用いることができる。そのような溶媒にアルコール類およびケトン類のような極性溶媒がある。最も好ましい溶媒はアセトン、メタノール、プロパノール、テトラヒドロフランおよび酢酸エチルである。

本発明のディバイスを得る際の次の工程は、導波路コアの上にクラッドを形成する工程である。クラッドは適用された光をコア中に保持することができるものであればいかなる材料であってもよい。クラッドは第二感光性組成物を第一の像様に重合された感光性組成物の表面上に適用することにより形成され、次いで露光されてクラッドを形成する。第二感光性層はコアのパターンと位置合わせ状態で像様に露光され、そして上記のようにして現像される。後者の構造体がコアの上面および側面をカバーするクラッドを備えている。この構造体は、そのコアが低内部応力を示すので、有利である。

本発明のもう１つの態様では、その光ディバイスは緩衝層が第一感光性組成物の適用前に

基板に適用される。緩衝層は第二感光性組成物と同様のＴｇ特性を有するが、同じ組成物である必要はない第三の感光性組成物から成る。この第三感光性組成物は基板の表面上に適用され、化学線に、全体が、即ち非像様に露光される。第三感光性組成物は第二感光性組成物と同じ成分要素を含んで成る。その光重合性材料と加工条件は、重合された緩衝層のＴｇが約６０℃以下、好ましくは約４０℃以下、さらに好ましくは約２５℃以下の範囲となるように選ばれる。

１つの好ましい態様では、第一感光性組成物は完全に硬化される必要はなく、第二感光性組成物の適用前に一部のみが重合せしめられる。一部重合とは、一部のアクリレート基が重合後も存在しており、即ちアクリレートが全て飽和炭化水素に添加されている訳ではないことを意味する。これは、アクリレート基の数の０％より多いが５０％未満、好ましくは約１０％以上、約３０％以下が、第二感光性組成物の適用前、未反応の状態になっていることを意味する。第一感光性組成物層を第二感光性組成物層の適用前に一部重合すると、それら２つの組成物がそれらの界面で混ざり合うことが可能になる。この混合で両層の接着が改善される。

第二感光性組成物の適用後、残っている未重合の第一感光性組成物および第二感光性組成物の層は、全て、それら両層が実質的に完全に重合されるように、その全体をくまなく化学線に曝露することにより、堅く硬化される。このようにして、コアおよびクラッド組成物はそれらの界面において相互に混ざり合って、それらを任意、所望の割合で混合し、それによってクラッド、コアおよびディバイス全体の屈折率を細かく調整し、かつそれら層間に共有結合による良好な接着を補償することが可能となる。

本発明の方法は、広範囲の光素子を製造するのに使用することができる。適切なマスクを使用し、かつ露光に使用される化学線の視準度を制御することによって、レンズまたはプリズムのような、光を基板にほぼ直交する方向に伝搬させるように設計することができるマイクロ－光素子のアレイを創ることも可能である。このような光素子アレイには、（例えば、液晶ディスプレー用の）バックライト、投影装置、前側または後側投影スクリーン、ディフューザー、コリメーター、液晶ビューイングスクリーン、コリメーターおよび照明具用の光指向性アレイ、エグジットサイン（exit signs）、ディスプレー、ビューイングスクリーン、投影装置用ディスプレー等に対する適用における用途がある。このような適用例では、先鋭なデフィニションと滑らかな壁を有する個々の素子から構成される表面上本質的に完全なディバイスを造ることが重要である。本発明の組成物は、デフィニションと壁の平滑度との臨界アスペクト（critical aspect）を向上させるのに用いることができる。本発明によって製造される光素子は、光学損失が６００～９００ｎｍで約０．１以下、好ましくは約０．０５以下であることが確認される。加えて、重合されたクラッド、コアおよび緩衝層は、ASTM D1544-80に記載されるガードナーインデックス（Gardner index）が約３以下、好ましくは約２以下、さらに好ましくは約１以下である。

ディバイスの試験とモデリング（modeling）は、ディバイス寿命（０．１ｄＢ／ｃｍ損失する期間）が１２０℃（操作温度）で１０年以上、２５０℃（ディバイス組立温度）で１時間以上であることを示唆し、これは航空宇宙産業および軍事産業でディバイスを使用するのを可能にするものである。本発明の材料が可撓性であることは、所望とされる曲げ角度でディバイスを製造することを可能にする。また、このディバイスは非常に高温または非常に低温に曝露されたときでも亀裂の形成が避けられる。それら材料が良好な接着性を有することは、高温および高湿度のような過酷な環境においても、離層を起こすことなく各種の基板に丈夫なディバイスを製造するのを可能にする。ディバイス製造法の半導体工業との適合性は、ハイブリッド光電子回路部品の開発を可能にする。

本発明は、マルチモードまたはシングルモードの導波路のいずれにも用いられる。シングルモード導波路は、典型的には、横寸法が約１～約１０ミクロンの範囲であるコアを有し、またマルチモード導波路は、典型的には、横寸法が約１０ミクロン～約１ｍｍの範囲であるコアを有する。本発明では、クラッドは薄く、その厚さは約１～約１００マイクロメートル、好ましくは約３～約５０マイクロメートルの範囲である。さらに典型的には、シングルモード導波路は約３～約１０ミクロンの範囲のクラッドを有し、一方マルチモード

導波路は、典型的には、約１０～約３０ミクロンの範囲のクラッドを有する。ここで重要なことは、各クラッドの厚さは各コアの厚さより厚くないと言うことである。
導波路は、円形、多角形、図１で素子１１として見られる四角形、長方形、台形、および頂部と側部では放物曲線またはガウス曲線に従うような丸みが付けられ、そして底部では平らになって、それらが図１ａで素子１１として示されるように、基板または緩衝材と接触している形状物のような、多数の都合のよい断面形状のいずれを有していてもよい。
本発明の目的には、導波路アセンブリーは基板上に形成された光導波路のアレイを意味すると定義される。本発明は、さらに、２つの導波路アセンブリーを光学的に接続し、またはそのような導波路アセンブリーを光ファイバーのアレイに光学的に接続するコネクターと方法も意図するものである。本発明の１つの好ましい態様が図１に示される。図１には、コア１と共形クラッド１１を含む４つの平行な導波路より成る光導波路アセンブリー、即ちリボン４が描かれている。ここで、コア１と共形クラッド１１とは基板２から盛り上がっており、それはそれらの下に場合によって設けられるプラトー３によってなされる。この好ましい態様では、導波路は基板構造体２の上または同構造体内に造られる。
プラトーが用いられる場合、前記で導波路の形成について説明したように、リソグラフ法で形成することができる。そのような場合、コアとクラッドを含んで成る導波路は、プラトーを基板上に形成した後、そのプラトー上に形成される。各導波路はそれぞれ別個のプラトー上に位置するのが好ましい。導波路はその盛り上がったプラトーと、好ましくは導波路の幅の約１０％以内、さらに好ましくは約５％以内、最も好ましくは約１％以内の精度まで精密整合される。盛り上がったプラトーは、導波路より低い屈折率を有することにより、それら導波路の各々とは光学的に別個のものであるが、各導波路自体の機械的一体部分をなしているのが好ましい。導波路をプラトー上に形成するとき、そのプラトーは、その導波路内を伝わる光が導波路内に閉じこめられた状態になっているように、導波路より小さい屈折率を有する透明な重合体から成っているのが好ましい。このような導波路アセンブリーの整列上の地勢（alignment feature）は、プラトーの側面および／またはコアの側面と合致しているクラッドの側面より成っていることである。プラトーの縁が上記の主たる整列・地勢として用いられている場合、導波路の整合はプラトーにとって極めて重要で、その導波路の整列には、前記リボンを、導波路がそれぞれのプラトー上に確実にかつ十分に整列される（例えば、中央に配置される）ように製造することが必要とされる。５０～１００ミクロンの範囲の直径を有するマルチモードの導波路では、プラトーと導波路との整列度は約１０ミクロン以下であるのが好ましく、約５ミクロン以下であるのがさらに好ましい。上記の主たる整列・地勢がクラッドである場合、そのクラッドはコアの２つの側面の回りに対称に配置され、そしてそれら両側面の各々の回りで実質的に同様の厚さを有していることが重要である。両側面間の厚さの相違は平均コア幅の約２０％であるのが好ましく、平均コア幅の約１０％以下であるのがさらに好ましい。コアとクラッドの位置合わせの程度は、コアの側面中心間の偏りがコアの平均幅の１０％未満となるそのような程度であるのが好ましく、そして５％未満となるそのような程度であるのがさらに好ましい。本発明の目的には、このような状態は、実質的に適合位置合わせ状態にあることを意味する。
上記の好ましい態様において、基板２は重合体フィルムのような可撓性の材料から構成される。適した重合体フィルムに、他を排除するものではないが、前記のものがある。この場合、その基板構造体を、他のディバイスとの接続に必要な配向を達成するのに望まれるとおりに、屈曲させおよび曲げることができる。
見越される接続のために正確な整列を達成する際に本発明を利用する１例が、図２に示される。この場合、導波路アセンブリー、即ち導波路リボン４は溝付きの微細機械加工固定部材（grooved micro-machined fixture）、即ちベンチ６を含むコネクタの中に位置決め、配置される。ベンチ６は、スロットが付けられたカバーピース５と一緒になって、エッチングで形成された一連の溝１０から成るキャビティーを形成している。溝１０には導波路リボン４が挿通されている。上記光学ベンチ固定部材は一連の平行な溝を持つベース部材から成り、それらの溝はリボン中の導波路の数（≧２）および間隔と合っている。この

光学ベンチは、チャンネルを精密に配置して有する硬質または半硬質材料に溝またはノッチを切ることによって形成される。ここで、マルチモード用には隣接チャンネル間の垂直距離は規格内で少なくとも５ミクロンに保持され、そして規格の１ミクロン以下以内に保持されるのが好ましく、またシングルモード用には規格内で少なくとも１ミクロンに保持され、そして０．１ミクロン以下以内に保持されるのが好ましい。光学ベンチが作成される材料は広い範囲で変えることができ、そしてガラス、プラスチック、金属、セラミックおよび半導体から成ることができる。好ましい材料は単結晶シリコンである。このような材料は必要とされる精密に配置されたチャンネルを造るために常用の技術でマスクし、エッチングすることができる。固定部材内での横方向の整列は、プラトーの側面および／またはエッチングで形成された溝１０の傾斜している壁を有する導波路の側面を接触させることによって達成される。垂直方向の整列は、ベンチ６とカバープレート５との間に基板２を拘束することによって達成される。決定的に重要な導波路の垂直方向整列は、導波路のコアおよびプラトーの高さ（厚さ）を、基準としてのベンチの表面に対して制御することによって達成される。横方向整列は、ある高さと幅を有する導波路またはプラトーにより、導波路またはプラトーのいずれかまたは両者の縁がベンチ中の溝の壁に調度触れるように保証される。プラトーか導波路のどちらかは、それらの幅に関して、１つだけが整列・地勢として役立つように普通より小さくなっているのが好ましい。図２に示されるＶ－溝光学ベンチでは、整列機能（プラトーまたは導波路）を制御している地勢の高さと幅の両者を制御することが必要である。本発明の１つの態様では、導波路アセンブリーはベンチ６の溝１０に位置決め、配置され、次いでその上にカバープレート５が取り付けられる。もう１つの態様では、ベンチ６とカバープレート５が前もって結合されるか、または単一構成のモノリス型構造となっており、そして溝およびカバープレートのスロット９は機械加工、成形等の方法で造られる。次に、導波路アセンブリーが溝１０およびスロット９に滑り込まされる。導波路とプラトー（もしあるなら）は、ベンチの精密に整列された溝と適合させるように僅かに変形することができる可撓性材料から成っているのが好ましい。このような場合、導波路およびそれら導波路のプラトーの位置決めの小さな誤差を校正することができる。場合によっては、導波路リボンを挿通することができる長方形断面のチャンネルを作るために、光学ベンチ用にカバーを用いることができる。カバーはガラス、プラスチック、金属、セラミックおよび半導体のような多数の硬質材料の任意のものから造ることができる。カバー用の好ましい材料は透明なガラスで、それはシリコン製光学ベンチに直接都合よく結合させることができる。材料をどう選択するかに依存してカバーに必要になるチャンネルは、押出法、成形法、エンボス加工法、研削法、フライス削り法および切削法等、多種多様な方法で形成することができる。カバーがガラスである場合、チャンネルを形成する好ましい方法は研削法である。

図６に示される本発明の１つの態様においては、２つの導波路アセンブリーをスライス加工で一緒に形成することができる。第一の導波路アセンブリーは、一方の導波路アセンブリー上の導波路の各々の端部をもう一方の導波路アセンブリーの導波路の対応する端部に対して、単一ベンチとカバー間の溝およびスロットにおいて、密接に位置決めし、配置することにより、第二の導波路アセンブリーに対してスライス加工することができる。もう１つの態様において、導波路アセンブリーは、同様にスライス加工で、複数の光ファイバーに対して形成することができる。図２～４はベンチとカバープレートを示すもので、両者とも導波路アセンブリーと一連の光ファイバーを備えている。導波路をコネクタの２分したその２つの内部にあるガラスファイバーまたは重合体繊維と界面で接続することが望まれる場合、接続損失を最小限に抑えるためには、導波路の開口数（ＮＡ）をガラスファイバーの開口数に合わせることが有利である。常用のマルチモードガラスファイバーは、一般に、０．２２か０．２９かのいずれかに近い開口数（ＮＡ）を有する。n_1を導波路コアの屈折率、n_2をクラッドおよび緩衝層の屈折率とすると、そのＮＡは$(n_1^2-n_2^2)^{1/2}$に等しい。所定値のn_1について、クラッドと緩衝層重合体の処方は、所望とされるＮＡに導くn_2の値を与えるように調整される。

このディバイスの最終アセンブリーでは、完成導波路リボンを整列固定部材（光学ベンチ

およびカバー）に挿通し、好ましくは続いてそのリボンを固定部材内に接着結合することが必要になる。結合はカバーを貫通して“接着ホール”を設け、そして導波路リボンが挿通されたらこの接着ホールを通して接着剤を加えることによって遂行することができる。この方法では、接着剤は基板およびカバーに接触し、導波路側には移行しない。場合によっては、接着剤を導波路自体にその挿通前に塗布することが有利であることもある。この場合、導波路がまだ別個のクラッドを備えていないならば、接着剤自体がこの機能を果たし、そしてクラッドの材料必要条件を満足しなければならない、即ち接着剤の屈折率（n_2）は、好ましくは、導波路の屈折率（n_1）より小さくなっているべきであり、さらに好ましくは、それが目的のＮＡを有する導波路をもたらすようなものであるべきである。

本発明のさらにもう１つの態様では、導波路アセンブリーをベンチおよびカバー内で固定し、そして第二のベンチおよびカバー中の対応する導波路アセンブリーに取り付けることができる。図５に示されるように、第一導波路アセンブリーを第一のベンチおよびかバー内に固定し、そして第二導波路アセンブリーまたは光ファイバーのアレイを第二のベンチおよびカバー内に固定することができる。その後に、その第一および第二のベンチとカバーの組み合わせは、それら２つのベンチ／カバーアセンブリーを導波路端部が心合わせ状態で整列されるように物理的に突き合わせることによって、互いに結合される。図２は第一のベンチおよびカバー内に固定された第一導波路アセンブリーを示すもので、この場合光ファイバーのアレイを第二のベンチおよびカバー内に固定することができる。繊維は緩衝コーティング材料、例えばアクリル樹脂またはポリイミドを備えていてもよい。両・半コネクタの対応するベンチが突き合わせ時に心を合わせて整列されると、光伝導性導波路の垂直方向整列は、プラトーの高さを適切に選択することによって確実に達成される。コネクタ内の一方の光学ベンチの、他方のベンチに対する整列は多様な方法で達成することができる。１つの好ましい方法は、ピンまたはレールを使用して、ベンチの傾斜している壁と整列固定部材の上部カバーの底面とで形成されている外側の溝を係合させる方法である。その２つのコネクタはそのどちらも永久的に結び合わされることもできるし、或いはその結び合わせが解けるようにすることもできる。組み立てられたコネクタにおける対応する導波路および／または繊維の共直線（同軸）整列は極めて重要である。２つの半コネクタ中の導波路の端面が、そのコネクタが好ましくは必要条件を遂行するように結び合わされるとき、極く近接していることも極めて重要である。導波路リボンがその対応する整列固定部材に、その導波路コアの端面がその整列素子の端部に対して同じ高さになるそのような深さまで挿入されることが重要である。マルチモード用には、導波路コアおよび整列素子の端面は１０ミクロン以内まで同じ高さになっているのが好ましく、５ミクロン以内まで同じ高さになっているのがさらに好ましく、またシングルモード用には３ミクロン以内まで同じ高さになっているのが好ましく、１ミクロン以内まで同じ高さになっているのがさらに好ましい。この状態は目視検査手段を用いて正確に挿入することによって達成することもできるし、或いはその導波路リボンをそれが少しだけ突き出るように挿入し、次いでそのリボンを整列固定部材（ベンチおよびそのカバー）の端面のレベルまで切削または研磨することによって達成することもできる。

図２に示されるように、各導波路には別々のプラトー３が備えられている。製造の単純性と低コストにとっては、その構造体からプラトーを省き、厚さが均一で、厚い下層、即ち緩衝コーティング（図３および４に示される８）を選んだ設計を採用することが一般に望ましい。プラトー構造体を別々にする目的は、円形または楕円断面を有するガラスファイバーまたは重合体繊維７上のクラッド、および、場合によって追加されるジャケットの厚さを補償するためである。結び合わせを解き得るコネクタ内で導波路と導波路とを直接接続することが望まれる場合、プラトー層を省くことができる。リブ付き重合体導波路をクラッドまたはジャケット付きガラスまたは重合体繊維と界面で接続するように設計されたコネクタには、別の整列方式も採用することができる。プラトー層が省かれる場合、繊維のいずれも位置も、図３に示されるように、光学ベンチ中には浅い溝を作り、そしてカバープレートにはスロットを形成することによって調整することもできるし、或いは２つの半コネクタ内の光学ベンチの相対的な整列状態を、図４に示されるとおり、繊維の太さを

補償する量だけ相殺するようにすることもできる。この方式は、リブ付き導波路に対して、別個のプラトーを必要とせずに、より簡単な構造の使用を可能にし、このことがまたコストの高い製造工程を不要にする。この場合、横方向整列はベンチ中の溝の壁に接触している導波路の側面クラッドにより達成される。

次の非限定実施例は、本発明を例証するのに役立てようとするものである。感光性コーティング組成物の成分の割合の変更やその要素を別のものに変えることは当業者にとって明白であり、それらも本発明の範囲に入るものであることは認められるであろう。

実施例

架橋した感光性重合体を合成するために、その単量体類またはオリゴマー類を光開始剤および酸化防止剤と混合し、よく攪拌した。得られた溶液をスピンコーティング法、スロットコーティング法、または適切なスペーサーを用いる直接液体キャスティング法で塗布して薄い液膜にした。膜の厚さは回転速度またはスペーサーの厚さで制御した。それらの液膜を制御された雰囲気のシールされた箱に入れ、そしてオリエル（Oriel）水銀キセノンランプ（１０００Ｗ）を用いて空気中で１５秒間、次いで窒素中で６０秒間光硬化させた。５０ｍｍ未満の膜の厚さはスローン・デクタク（Sloan Dektak）IIAプロフィルメーターを用いて測定し、それより厚い膜の厚さは顕微鏡で測定した。

実施例１

２０．０ｇのエトキシ化ビスフェノールＡ・ジアクリレート（EBDA、式Ｉにおいてｎ＝１－２）、１０．０ｇの１，６－ヘキサンジオール・ジアクリレート（HDDA）、０．６ｇの光開始剤・イルガキュアー（６５１および０．０９ｇの酸化防止剤・イルガノックス１０１０を含む混合物を、６０℃で１時間激しく攪拌して均質な溶液を調製した。この溶液を次に基板の上に塗布し、水銀キセノンランプの下で硬化させた。その塗布基板を次に空気パージされたオーブンに入れて、１９０℃で４８時間熱的にベーキングした。その試料は無色のままで、ASTMD1544-80が記載するガードナーカラーインデックスで１に相当し、そして基板からの離層や重合体層中の亀裂は認められなかった。動的・機械的分析法（dynamic mechanical analysis:DMA）で測定されたガラス転移温度は４０℃であった。

実施例２

２０．０ｇのエトキシ化ビスフェノールＡ・ジアクリレート（EBDA、式Ｉにおいてｎ＝１０）、１０．０ｇのトリプロピレングリコール・ジアクリレート（TPGDA）、０．６ｇの光開始剤・イルガキュアー６５１および０．０９ｇの酸化防止剤・イルガノックス１０１０を含む混合物を、６０℃で１時間激しく攪拌して均質な溶液を調製した。この溶液を次に基板の上に塗布し、水銀キセノンランプの下で硬化させた。動的・機械的分析法（DMA）で測定されたガラス転移温度は１０℃であった。その塗布基板を空気パージされたオーブンに入れて、１９０℃で４８時間熱的にベーキングした。その試料は僅かに黄色がかっており、ASTMD1544-80が記載するガードナーカラーインデックスで２に相当し、そして基板からの離層や重合体層中の亀裂は認められなかった。

実施例３

きれいなガラス基板上に実施例１で得られた光重合性組成物の層を塗布した。低挿入損失（insertion loss）用の常用のガラス製およびプラスチック製光ファイバーと相性のディバイスを作成するために、その層の厚さは約５～５００マイクロメートルの範囲となっている。次に、その光重合性層をオリエル社（Oriel）からの水銀キセノンランプを用いて、最終導波ディバイスに所望とされる地勢と形状を画成するフォトマスクを通して紫外線で露光する。その像様露光された膜をプロパノールで現像して光案内コア構造体を形成する。そのコアより低い屈折率を有する実施例２で得られた第二の重合性組成物を塗布し、そしてブランケットを露光してクラッド層を形成する。続いて、そのディバイスを窒素パージされたオーブン中で１２０℃において１時間ベーキングする。

実施例４

実施例２で得られた光重合性組成物をポリイミドフィルムの基板上にスピンコーティングし、そして全体（blanket）を紫外線に露光し、その液状単量体組成物を硬化させて緩衝層としての固体薄膜にする。次に、その緩衝層の上面に実施例１で得られた組成物をコア

層として塗布する。低挿入損失用の常用のガラス製およびプラスチック製光ファイバーと相性のディバイスを作成するために、そのコア層の厚さは約５～５００マイクロメートルの範囲となっている。次に、その光重合性コア層を、最終導波ディバイスに所望とされる地勢と形状を画成するフォトマスクを通して紫外線で露光する。その像様露光膜をプロパノールで現像して光案内コア構造体を形成する。その画像形成されたコア層の上面に実施例２で得られた重合性組成物を塗布し、そしてブランケットを露光してクラッド層を形成する。続いて、そのディバイスを窒素パージされたオーブン中で１２０℃において１時間ベーキングする。

実施例５

実施例２で得られた光重合性組成物をシリコンウェーハ上にスピンコーティングし、そして全体を紫外線に曝露し、その液状単量体組成物を硬化させて緩衝層としての固体薄膜にする。その緩衝層の上面に実施例１で得られた組成物をコア層として塗布する。次に、その光重合性コア層を、最終導波ディバイスに所望とされる地勢と形状を画成するフォトマスクを通して紫外線に露光する。その像様露光膜をプロパノールで現像して光案内コア構造体を形成する。その画像形成コア層の上面に実施例２で得られた重合性組成物を塗布し、そして最終クラッド層に、プロパノールによるその現像後に上記コア構造体を現出させるように、所望とされる形状を画成するフォトマスクを通して紫外線で露光する。続いて、そのディバイスを窒素パージされたオーブン中で１２０℃において１時間ベーキングする。

実施例６

溝付きシリコンウェーハ部分（本発明ではシリコン光学ベンチ、即ち図２の素子６と称される）とガラスカバープレート（図２の素子５）から成る、ある一定量の整列固定部材を作成した。そのガラスカバープレートに断面約２ｍｍ×約０．１２７ｍｍのほぼ長方形のチャンネルを研削加工し、そしてその研削加工側を上記シリコンベンチの溝付き側に直接結合して、そのピースの全長に延びる、溝になったチャンネルを形成した。それらの溝は、導波路リボンストリップの挿入を容易にするために、上記シリコンウェーハの１つの縁に沿ってより深く作られた。そのストリップの他端におけるチャンネルの寸法は、導波路の光案内コアの整列を達成するのに極めて重要であって、それらを測定すると表１の結果が得られた。

表１－整列固定部材の寸法、μm

	S*	D*	W	r	L
目標規格値：	＞１２７	２４７	３５０	０	２２５
試料＃、チャンネル＃					
１，１		２３０	３５４	２９	
１，２	１２８	２５２	３５１		
１，４	１２５	２４０			
２，１	１３２.５	２４６			１９１
２，２	１３４				
２，４	１３１			２４	２６０
３，１	１２７	２４５		２３	
３，３	１２７	２４４			
３，４	１２９	２４２		３１	
４，１	１３６	２４５	３４７	２５	１４０
４，４	１３７	２４０			２８３
５，１	１３１	２４３			１８５
５，４	１３４	２４６	３５０	３９	２７６

*ガラス－Si界面を用いて、測定のゼロ基準を定めた。

表１において、Ｓ＝スロットの高さ、Ｄ＝溝の深さ、Ｗ＝溝の幅、ｒ＝ガラスにおけるスロットの縁の半径、Ｌ＝最も近い溝の縁からスロットの縁までの距離である。

実施例７

厚さ１２７μmのポリイミドフィルムの基板上に導波路リボンを作成した。このリボンは、中心を４つのプラトーの中心に置き、そして整列されたクラッド構造体がオーバープリントされている、中心間距離が４００μmである４つの平行な導波路より成っていた。それらの導波路は透明な光重合されたアクリレート重合体から造られていた。その製造プロセスでは、上記ポリイミド基板上に３つの層を作ることが必要であった。まず、基板フィルムを低接着強度の感圧接着剤（PSA）を用いてガラススライドに積層した。この第一層（プラトー）は、厚さ約３９ミクロンの単量体層を、必要とされるプラトー構造体（幅２８８μmの４本の平行な線）をもたらすように設計されたマスクを通して露光することによって作られた。未露光単量体をアセトンで洗い流すことによりその第一層を現像した後、（基板の表面に対して測定して）厚さ約１３１μmの単量体層から第二層を作った。こ

のコア層は、既に印刷されているプラトー構造体と精密に整列された第二のマスクから作られた。第二層の現像後に、第三層を厚さ１５０μｍの単量体層から作った。このクラッド層は、既に印刷されているコア構造体と同様に精密に整列された第三のマスクを通して露光することによって作られた。印刷構造体を含む上記ポリイミドフィルムを、次に、ガラススライドから剥離し、そしてそのポリイミドフィルムの縁が、実施例６の固定部材の内側にある導波路リボンの正確な整列を確実に抑制または妨害しないようにすべく、適切な幅（２ｍｍ未満、実施例６のスロット幅の寸法）に裁断する。最終導波路リボンの構成は図１に描かれるとおりである。この構造体の寸法を顕微鏡の助けを借りて測定すると、次の結果が得られた：

表２

パラメーター	測定値（μｍ）	目標値（μｍ）	マスクの地勢寸法（μｍ）
クラッドの高さ	１５４	１５０	－
ＷＧの高さ	１２６	１３１	－
プラトーの高さ	３９	３９	－
クラッドの幅	１３４	１３５	１４０
ＷＧの幅	９０	９２	１００
プラトーの幅	２８８	＜２８７	２８８
クラッドーＷＧのオフセット	５	≦５	－

上記表の最後の列は、クラッドと導波路コアとの幾何中心間の二次元投影（two-dimensional projection）オフセットに関する。このオフセットは公称幅９２μｍのこのマルチモード導波路に関する本発明の要件を満足するように十分小さく保たれた。

実施例８

実施例７の導波路リボンを実施例６の整列固定部材に挿通した。その嵌合具合は密で、観察可能な遊びはないことが見いだされた。その導波路コアは、シリコン光学ベンチの整列表面に対して適切な位置にあることが見いだされた。その導波路リボンは、損傷なしに数回取り出し、再挿入するすることができることが観察された。

【図１】

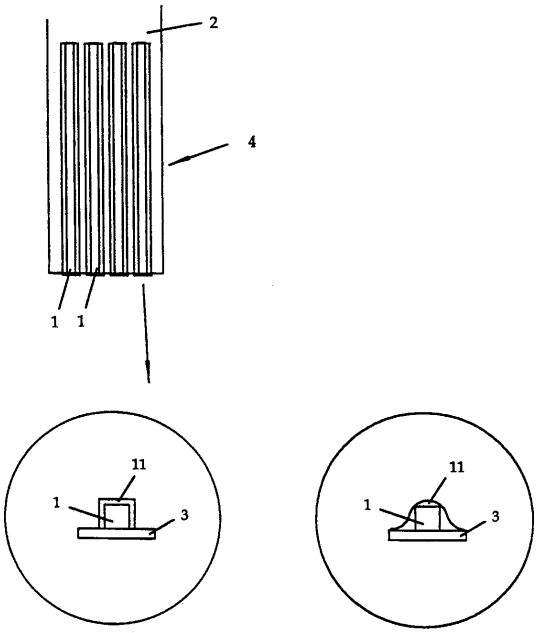


Fig. 1

Fig. 1a

【図２】

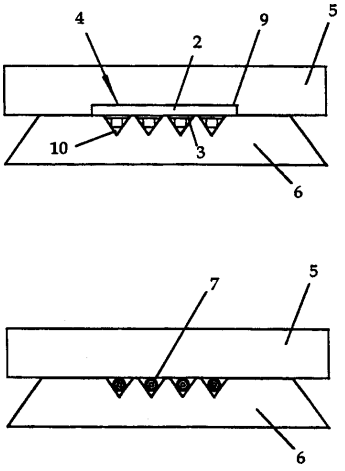


Fig. 2

【図３】

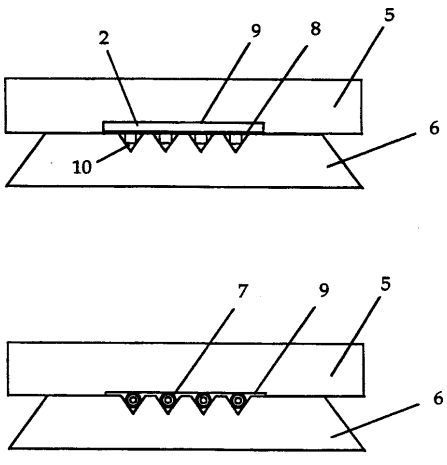


Fig. 3

【図４】

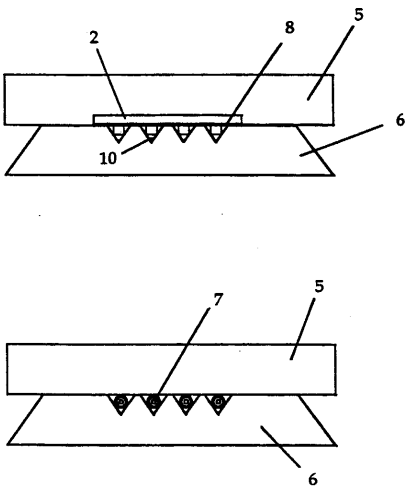


Fig. 4

【図５】

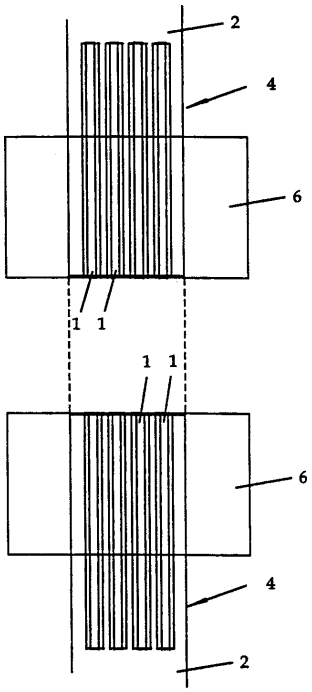


Fig. 5

【図６】

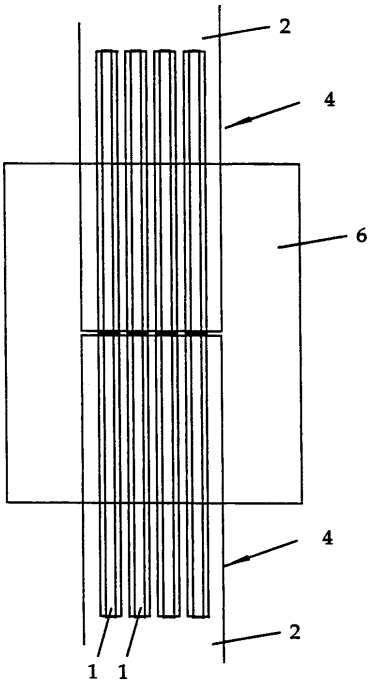


Fig. 6

フロントページの続き

(74)代理人
弁理士　小林　泰
(72)発明者　シャックレット，ローレンス・ダブリュー
アメリカ合衆国ニュージャージー州０７０４０，メイプルウッド，アルデン・プレイス　１１
(72)発明者　ステンジェル，ケリー・エム・ティー
アメリカ合衆国ニュージャージー州０７０４０，メイプルウッド，ボイデン・パークウェイ・サウス　２９
(72)発明者　エルダダ，ローエイ
アメリカ合衆国ニュージャージー州０７８６６，ロッカウェイ，レイクサイド・ドライブ　２０
(72)発明者　ヤードリー，ジェームズ・ティー
アメリカ合衆国ニュージャージー州０７９６０，モーリスタウン，マッカロック・アベニュー　４０
(72)発明者　ズー，チェンゼン
アメリカ合衆国ニュージャージー州０７８７６，サッカサナ，メイプルデイル・アベニュー　５１

審査官　吉田　英一

(56)参考文献　特開平０６－２２２２３０（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１６１４０４（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－０１１３０５（ＪＰ，Ａ）
実開平０５－０７３６０７（ＪＰ，Ｕ）
特開平０７－００５３３５（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２８０１０４（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２４０７４１（ＪＰ，Ａ）
特表平０４－５０７１５３（ＪＰ，Ａ）
実開昭６１－０９９８０７（ＪＰ，Ｕ）
M. Usui, S. Imamura, S. Sugawara, S. Hayashida, H. Sato, M. Hikita and T. Izawa, Low-loss polymeric optical waveguides with high thermal stability, Electronics Letters, １９９４年　６月　９日, Vol. 30, No. 12, P. 958 - 959

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G02B　6/122
G02B　6/30