

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成22年6月24日(2010.6.24)

【公表番号】特表2005-531029(P2005-531029A)

【公表日】平成17年10月13日(2005.10.13)

【年通号数】公開・登録公報2005-040

【出願番号】特願2004-515621(P2004-515621)

【国際特許分類】

G 02 B 6/13 (2006.01)

G 02 B 6/12 (2006.01)

【F I】

G 02 B 6/12 M

G 02 B 6/12 N

【誤訳訂正書】

【提出日】平成22年5月10日(2010.5.10)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

平面光学導波管組み立て品の製造方法であつて：

(i) 硬化性ポリマー組成物を基板表面へと塗布して、ポリマーフィルムを形成させ；

(ii) 該ポリマーフィルムを硬化させて、下層被覆層を形成させ；

(iii) シリコーン組成物を該下層被覆層へと塗布して、シリコーンフィルムを形成させ、ここで該シリコーン組成物が：

(A) 1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合アルケニル基を含有する有機ポリシロキサン；

(B) 該組成物を硬化させるに充分な濃度の、1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合水素原子を含有する有機シリコン化合物；および

(C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒を含み；

(iv) 150～800nmの波長を持つ照射へと該シリコーンフィルムの少なくとも1つの選択領域を露光させて、少なくとも1つの露光領域と少なくとも1つの非露光領域とを持つ部分露光フィルムを生産し；

(v) 現像溶媒を用いて、該部分露光フィルムの該非露光領域を除去して、パターンフィルムを形成させ；ならびに

(vi) 該パターンフィルムを充分な時間加熱して、589nmの波長を持つ光に対して23において1.3～1.7の屈折率を持つ少なくとも1つのシリコーンコアを形成させる

ステップを含み、ここで該下層被覆層が、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ方法。

【請求項2】

前記硬化性ポリマー組成物が、硬化性シリコーン組成物である、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記有機ポリシロキサンが、本質的に $R^{2-3}SiO_{1/2}$ 単位と $R^1SiO_{3/2}$ 単位とからなる有機ポリシロキサン樹脂であって、ここで、 $R^{2-3}SiO_{1/2}$ 単位の $R^1SiO_{3/2}$ 単位に対するモル比が 0.05 ~ 1.0 であり、各 R^1 が、独立して、ヒドロカルビル、重水素置換ヒドロカルビル、およびハロゲン置換ヒドロカルビルから選択され、全て脂肪族不飽和部分を含まず、 R^2 が R^1 またはアルケニルである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記光活性化ヒドロシリル化触媒が、白金 (II) - ジケトネットである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

更に、

(v i i) 前記下層被覆層および前記シリコーンコアを、第 2 の硬化性ポリマー組成物を用いて被覆して、第 2 のポリマーフィルムを形成させ；

(v i i i) この第 2 のポリマーフィルムを硬化させて、上層被覆層を形成させることを含み、ここで、該上層被覆層が、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法によって製造される、平面光学導波管組み立て品。

【請求項 7】

平面光学導波管組み立て品の製造方法であって：

(i) 硬化性ポリマー組成物を基板表面へと塗布して、ポリマーフィルムを形成させ；

(i i) 該ポリマーフィルムを硬化させて、下層被覆層を形成させ；

(i i i) シリコーン組成物を該下層被覆層へと塗布して、シリコーンフィルムを形成させ、ここで該シリコーン組成物が：

(A) 1 分子につき平均少なくとも 2 つのシリコン結合アルケニル基を含有する有機ポリシロキサン；

(B) 該組成物を硬化させるに充分な濃度の、1 分子につき平均少なくとも 2 つのシリコン結合水素原子を含有する有機シリコン化合物；および

(C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒を含み；

(i v) 150 ~ 800 nm の波長を持つ照射へと該シリコーンフィルムの少なくとも 1 つの選択領域を露光させて、少なくとも 1 つの露光領域と少なくとも 1 つの非露光領域とを持つ部分露光フィルムを生産し；

(v) 充分な時間該部分露光フィルムを加熱して、該露光領域が現像溶媒中実質的に不溶となり、該非露光領域が該現像溶媒中可溶となり；

(v i) 該現像溶媒を用いて、この加熱されたフィルムの該非露光領域を除去して、パターンフィルムを形成させ；ならびに

(v i i) 該パターンフィルムを充分な時間加熱して、589 nm の波長を持つ光に對して 23° において 1.3 ~ 1.7 の屈折率を持つ少なくとも 1 つのシリコーンコアを形成させる

ステップを含み、ここで該下層被覆層が、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ方法。

【請求項 8】

前記硬化性ポリマー組成物が、硬化性シリコーン組成物である、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記有機ポリシロキサンが、本質的に $R^{2-3}SiO_{1/2}$ 単位と $R^1SiO_{3/2}$ 単位とからなる有機ポリシロキサン樹脂であって、ここで、 $R^{2-3}SiO_{1/2}$ 単位の $R^1SiO_{3/2}$ 単位に対するモル比が 0.05 ~ 1.0 であり、各 R^1 が、独立してヒドロカ

ルビル、重水素置換ヒドロカルビル、およびハロゲン置換ヒドロカルビルから選択され、全て脂肪族不飽和部分を含まず、R²がR¹またはアルケニルである、請求項7に記載の方法。

【請求項10】

前記光活性化ヒドロシリル化触媒が、白金(II)ジケトネットである、請求項7に記載の方法。

【請求項11】

更に、

(viii) 前記下層被覆層および前記シリコーンコアを、第2の硬化性ポリマー組成物を用いて被覆して、第2のポリマーフィルムを形成させ；

(ix) この第2のポリマーフィルムを硬化させて、上層被覆層を形成させることを含み、ここで、該上層被覆層が、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ、請求項7に記載の方法。

【請求項12】

請求項7に記載の方法によって製造される、平面光学導波管組み立て品。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】平面光学導波管組み立て品、およびこれの製造方法

【技術分野】

【0001】

平面光学導波管組み立て品、およびこれの製造方法。

【0002】

本発明は、平面光学導波管組み立て品の製造方法に関し、特に、少なくとも1つのシリコーンコアを含有する平面光学導波管組み立て品の製造方法に関する。本発明はまた、本方法により製造される平面光学導波管組み立て品にも関する。

【背景技術】

【0003】

シリコーンコアを含有する平面光学導波管を製造する方法は、当業界において知られている。例えば、KaneKOらに対して特許された米国特許第6,088,492号は、シロキサン含有ポリマーを使用する光学導波管の生産方法を開示し、これは、シロキサン含有ポリマーフィルムを形成させるための溶液を熱重合させることを含み、該溶液は金属アルコキシドと共に基板上へと加えられ、金属を含有するシロキサン含有ポリマーフィルムから構成される光学導波管を形成させる。

【0004】

シリコーンコアを含有する平面光学導波管を製造する方法は、Nakamuraらに対して発行された欧州特許出願第EP1118884A1号；Toyodaらに対して発行された日本特許出願第2001-80643A号；Hayashidaらに対して発行された日本特許出願第09-124793A号；およびTomaruらに対して発行された日本特許出願第10-148729A号においても開示される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記引用文献は、ある範囲の熱特性および環境特性を持つ光学導波管を製造する方法を開示するものの、より優れた熱安定性および防湿性を持つ平面光学導波管組み立て品を生産する方法に対する継続的な必要性が存在している。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、平面光学導波管組み立て品の製造方法に関し、本方法は：

- (i) 基板表面へ硬化性ポリマー組成物を塗布し、ポリマーフィルムを形成させ；
- (ii) 該ポリマーフィルムを硬化させて、下層被覆層を形成させ；
- (iii) 該下層被覆層へとシリコーン組成物を塗布し、シリコーンフィルムを形成させ、ここで、該シリコーン組成物は：

(A) 1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合アルケニル基を含有する有機ポリシロキサン；

(B) 該組成物を硬化させるに充分な濃度の、1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合水素原子を含有する有機シリコン化合物；および

(C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒を含み；

(iv) 150～800nmの波長を持つ照射へと該シリコーンフィルムの少なくとも1つの選択された領域を露光させて、少なくとも1つの露光領域と少なくとも1つの非露光領域とを持つ部分露光フィルムを生産し；

(v) 現像溶媒を用いて、該部分露光フィルムの該非露光領域を除去して、パターンフィルムを形成させ；ならびに

(iv) 該パターンフィルムを充分な時間加熱して、589nmの波長を持つ光に対して23において1.3～1.7の屈折率を持つ少なくとも1つのシリコーンコアを形成させる

ステップを含み、ここで該下層被覆層が、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ。

【0007】

本発明は、前記方法により製造される光学導波管組み立て品にも関する。

【0008】

本発明は更に、平面光学導波管組み立て品を製造する方法に関し、本方法は：

- (i) 基板表面へ硬化性ポリマー組成物を塗布し、ポリマーフィルムを形成させ；
- (ii) 該ポリマーフィルムを硬化させて、下層被覆層を形成させ；
- (iii) 該下層被覆層へとシリコーン組成物を塗布し、シリコーンフィルムを形成させ、ここで、該シリコーン組成物は：

(A) 1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合アルケニル基を含有する有機ポリシロキサン；

(B) 該組成物を硬化させるに充分な濃度の、1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合水素原子を含有する有機シリコン化合物；および

(C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒を含み；

(iv) 150～800nmの波長を持つ照射へと該シリコーンフィルムの少なくとも1つの選択された領域を露光させて、少なくとも1つの露光領域と少なくとも1つの非露光領域とを持つ部分露光フィルムを生産し；

(v) 充分な時間該部分露光フィルムを加熱して、該露光領域が現像溶媒中実質的に不溶となり、該非露光領域が該現像溶媒中可溶となり；

(vi) 該現像溶媒を用いて、この加熱されたフィルムの該非露光領域を除去して、パターンフィルムを形成させ；ならびに

(vii) 該パターンフィルムを充分な時間加熱して、589nmの波長を持つ光に対して23において1.3～1.7の屈折率を持つ少なくとも1つのシリコーンコアを形成させる

ステップを含み、ここで該下層被覆層が、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ。

【0009】

本発明は尚更に、この方法により製造される光学導波管組み立て品に関する。

【0010】

本発明の方法は、ハイ・スループット (high throughput, HT) 製造プロセスへとスケールアップ可能である。重要なことに、本方法は単一基板上で、多数の導波管の同時製造を可能にする。加えて、本方法は、従来のウェーハ製造技術（例えば、コーティング、露光、現像、硬化）および設備を用いるものである。更に、本方法は、光パターン化可能なシリコーン組成物を使用し、これにより、余計なプロセスステップ、例えば、光パターン化可能でないポリマー組成物の使用に関するフォトレジストの塗布およびエッチングを省く。最後に、本発明のプロセスは高解像度を与え、このことは、該プロセスが、臨界寸法を良好に保持しつつ、該シリコーンフィルムへとフォトマスクから画像を写すことを意味する。

【0011】

本発明の平面光学導波管組み立て品は、良好な環境耐性、および広範な温度に亘る良好な熱安定性を呈し、特に、防湿性を呈する。また、本導波管組み立て品は、低い複屈折率および低い透過率損失を呈する。

【0012】

本発明の光学導波管組み立て品は、減衰器、スイッチ、スプリッター、ルーター、フィルター、および回折格子のような光学集積回路部品製造に使用され得る。

【0013】

本発明のこれらおよび他の特徴、態様、および利点は、以下の記載、添付の請求項、および添付の図面への言及により、よりよく理解されるようになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本明細書中で使用される場合、用語「平面光学導波管組み立て品」は、矩形の横断面を持つ少なくとも1つのコアを含有する導波管組み立て品に関する。また、本明細書中で使用される場合、物質の「屈折率」は、589 nmの波長を持つ光に対して23において、該物質中の光速に対する真空中での光速の比として定義される。

【0015】

本発明による平面光学導波管組み立て品を製造する第1の方法は：

(i) 基板表面へ硬化性ポリマー組成物を塗布して、ポリマーフィルムを形成させ；
(ii) 該ポリマーフィルムを硬化させて、下層被覆層を形成させ；

(iii) 該下層被覆層へとシリコーン組成物を塗布して、シリコーンフィルムを形成させ、ここで該シリコーン組成物は：

(A) 1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合アルケニル基を含有する有機ポリシロキサン；

(B) 該組成物を硬化させるに充分な濃度の、1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合水素原子を含有する有機シリコン化合物；および

(C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒を含み；

(iv) 150～800 nmの波長を持つ照射へと該シリコーンフィルムの少なくとも1つの選択された領域を露光させて、少なくとも1つの露光領域と少なくとも1つの非露光領域とを持つ部分露光フィルムを生産し；

(v) 現像溶媒を用いて、該部分露光フィルムの該非露光領域を除去して、パターンフィルムを形成させ；ならびに

(vi) 該パターンフィルムを充分な時間加熱して、589 nmの波長を持つ光に対して23において1.3～1.7の屈折率を持つ少なくとも1つのシリコーンコアを形成させる

ステップを含み、ここで該下層被覆層が、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ。

【0016】

硬化性ポリマー組成物は、基板表面に塗布されて、ポリマーフィルムを形成する。この

硬化性ポリマー組成物は、ステップ(i i)において硬化して、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ被覆層を形成させる如何なるポリマー組成物でもあり得る。該ポリマー組成物の硬化メカニズムは、限定されるものではない。該ポリマー組成物は、例えば、縮合または付加反応により、硬化され得る。硬化性ポリマー組成物の例は、ヒドロシリル化により硬化性シリコーン組成物、縮合により硬化性シリコーン組成物、および過酸化物により硬化性シリコーン組成物のような硬化性シリコーン組成物；ポリエチレンおよびポリプロピレン組成物のような硬化性ポリオレフィン組成物；硬化性ポリアミド組成物；硬化性エポキシ樹脂組成物；硬化性アミノ樹脂組成物；硬化性ポリウレタン組成物；硬化性ポリイミド組成物；硬化性ポリエステル組成物；ならびに硬化性アクリル系樹脂組成物を包含するが、これらに限定されない。

【0017】

本方法の1実施形態では、この硬化性ポリマー組成物は本発明のシリコーン組成物であり、ここで本シリコーン組成物は硬化して、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ下層被覆層を形成する。例えば、該シリコーンコアは、ビニル末端化ポリ(メチルフェニルシロキサン)を含むシリコーン組成物を使用して調製され得る一方、該下層被覆層は、ビニル末端化ポリジメチルシロキサンを含有するシリコーン組成物を使用して調製され得る。

【0018】

該基板は、剛性またはフレキシブルな材料であり得る。基板の例は、シリコン、二酸化珪素の表面層を持つシリコン、および砒化ガリウムのような半導体材料；水晶(クウォーツ)；溶融水晶；酸化アルミニウム；ポリエチレンおよびポリプロピレンのようなポリオレフィン；ポリテトラフルオロエチレンおよびポリフッ化ビニルのようなフッ化炭素ポリマー；ポリスチレン；ナイロンのようなポリアミド；ポリイミド；ポリエステル、およびポリ(メチルメタクリレート)のようなアクリル系ポリマー；エポキシ樹脂；ポリカーボネート；ポリスルホン；ポリエーテルスルホン；セラミック；およびガラスを包含するが、これらに限定されない。

【0019】

この硬化性ポリマー組成物は、スピinn・コーティング、浸含、噴霧、ブラッシング、またはスクリーン印刷のような如何なる従来の方法を使用しても、該基板へと塗布され得る。この硬化性ポリマー組成物は典型的に、5～60秒間、200～5,000 rpmのスピードにおけるスピinn・コーティングにより塗布される。このスピinn・スピード、このスピinn時間、およびこの硬化性ポリマー組成物の粘度は、ステップ(i i)において生産される下層被覆層が所望の厚さを持つように、調整され得る。

【0020】

該ポリマーフィルムは硬化させられて、下層被覆層を形成する。該ポリマーフィルムは種々の手段により硬化され得るが、これは、常温または上昇した温度下に置くこと、照射、および湿気への曝露を包含する、この硬化性ポリマー組成物の硬化メカニズムに依存する。

【0021】

該下層被覆層は、前記シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ。該シリコーンコアおよび該下層被覆層の間での屈折率における相違の大きさは、該コアの厚さ、伝搬される光の波長、および波動伝搬のモード(すなわち、单一モードまたは複数モード)を包含する、幾つかの要因(因子)に依存する。該シリコーンコアおよび該下層被覆層の間での屈折率における相違は典型的に、0.0005～0.5、または0.001～0.05、または0.005～0.2である。例えば、590 nmの波長における伝搬の最初の4つのモードを支持できる、12 μmの厚さおよび1.5の屈折率を持つシリコーンコアを含有する導波管は、該シリコーンコアおよび該基板の間ににおいて約0.01の、屈折率における相違を持つ。590 nmの波長における伝搬の单一モードのみを支持できる、7 μmの厚さおよび1.5の屈折率を持つシリコーンコアを含有する導波管は、該シリコーンコアおよび該下層被覆層の間ににおいて約0.05の、屈折率における相違を持つ。

【0022】

また、該下層被覆層は典型的に、5~200μm、または15~50μm、または20~35μmの厚さを持つ。

【0023】

シリコーン組成物は該下層被覆層へと塗布されてシリコーンフィルムを形成し、ここで該シリコーン組成物は、(A)1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合アルケニル基を含有する有機ポリシロキサン、(B)該組成物を硬化させるに充分な濃度の、1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合水素原子を含有する有機シリコン化合物、ならびに(C)触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒を含む。

【0024】

成分(A)は、1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合アルケニル基を含有する、少なくとも1つの有機ポリシロキサンである。該有機ポリシロキサンは、直鎖構造、分岐構造、または樹脂構造を持ち得る。該有機ポリシロキサンは、ホモポリマーまたはコポリマーであり得る。該アルケニル基は典型的に、2~約10の炭素原子、または2~6の炭素原子を持つ。アルケニル基の例は、ビニル、アリル、ブテニル、およびヘキセニルを包含するが、これらに限定されない。該有機ポリシロキサン中の該アルケニル基は、末端、途中、または末端途中両方の位置を取り得る。該有機ポリシロキサン中の残りのシリコン結合有機基は、独立して、ヒドロカルビル、重水素置換ヒドロカルビル、およびハロゲン置換ヒドロカルビルから選択され、全て脂肪族不飽和部分を含まない。本明細書で使用される場合、用語「脂肪族不飽和部分を含まない」とは、その基が脂肪族炭素-炭素2重結合または炭素-炭素3重結合を含有しないことを意味する。これらの1価の基は典型的に、1~約20の炭素原子、または1~10の炭素原子を持つ。少なくとも3つの炭素原子を含有する非環状の1価の基は、分岐構造または非分岐構造を持ち得る。

【0025】

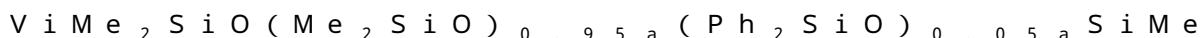
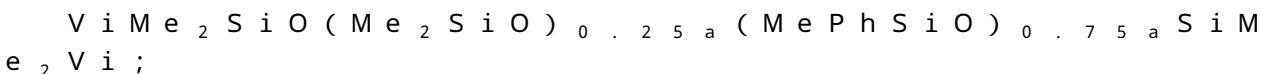
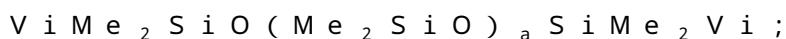
ヒドロカルビル基の例は、メチル、エチル、プロピル、1-メチルエチル、ブチル、1-メチルプロピル、2-メチルプロピル、1,1-ジメチルエチル、ペンチル、1-メチルブチル、1-エチルプロピル、2-メチルブチル、3-メチルブチル、1,2-ジメチルプロピル、2,2-ジメチルプロピル、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ウンデシル、ドデシル、トリデシル、テトラデシル、ペンタデシル、ヘキサデシル、ヘプタデシル、およびオクタデシルのようなアルキル；シクロペンチル、シクロヘキシル、およびメチルシクロヘキシルのようなシクロアルキル；フェニルおよびナフチルのようなアリール；トリルおよびキシリルのようなアルカリール；ならびに、ベンジルおよびフェネチルのようなアラルキルを包含するが、これらに限定されない。重水素置換ヒドロカルビル基の例は、前記のヒドロカルビル基であって少なくとも1つの重水素原子が等しい数の水素原子と置き換わったものを包含するが、これらに限定されない。ハロゲン置換ヒドロカルビル基の例は、3,3,3-トリフルオロプロピル、3-クロロプロピル、ジクロロフェニル、ジブロモフェニル、および3,4,5,6-ノナフルオロヘキシルを包含するが、これらに限定されない。

【0026】

25 における該有機ポリシロキサンの粘度は、分子量および分子構造と共に変動するが、典型的には0.001~100,000Pa.s、または0.01~10,000Pa.s、または0.01~10,000Pa.sである。

【0027】

該シリコーン組成物において有用な有機ポリシロキサンは、ポリジ有機シロキサンと有機ポリシロキサン樹脂とを包含するが、これらに限定されない。ポリジ有機シロキサンの例は、以下の式を持つものを包含する：



V_2 ;
 $\text{V}_1 \text{M}_2 \text{SiO} (\text{M}_2 \text{SiO})_{0.98a} (\text{M}_1 \text{V}_1 \text{SiO})_{0.02a} \text{SiM}$
 $\text{e}_2 \text{V}_1$;
 $\text{M}_3 \text{SiO} (\text{M}_2 \text{SiO})_{0.95a} (\text{M}_1 \text{V}_1 \text{SiO})_{0.05a} \text{SiM}_3$
; および
 $\text{PhM}_1 \text{V}_1 \text{SiO} (\text{M}_2 \text{SiO})_a \text{SiPhM}_1 \text{V}_1$ 。

式中、 M_1 、 V_1 、および Ph はそれぞれ、メチル、ビニル、およびフェニルを指し、 a は該ポリジ有機シロキサンの粘度が 25 において $0.001 \sim 100,000 \text{ Pa.s}$ となるような値を持つ。

【0028】

該シリコーン組成物における使用に適したポリジ有機シロキサンを調製する方法は、対応する有機ハロシランの加水分解および縮合、または環状ポリジ有機シロキサンの平衡のように、当業界においてよく知られている。

【0029】

有機ポリシロキサン樹脂の例は、本質的に $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位と $\text{SiO}_{4/2}$ 単位とからなるMQ樹脂（ここで、 $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位の $\text{SiO}_{4/2}$ 単位に対するモル比は $0.5 \sim 1.1$ ）；本質的に $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位、 $\text{R}^2 \text{SiO}_{2/2}$ 単位、および $\text{SiO}_{4/2}$ 単位からなるMDQ樹脂（ここで、 $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位の $\text{SiO}_{4/2}$ 単位に対するモル比は $0.5 \sim 1.1$ 、 $\text{R}^2 \text{SiO}_{2/2}$ 単位の $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位および $\text{SiO}_{4/2}$ 単位合計に対するモル比は $0.01 \sim 0.3$ ）；本質的に $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位と $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位とからなるMT樹脂（ここで、 $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位の $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位に対するモル比は $0.05 \sim 1.0$ ）；本質的に $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位、 $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位、および $\text{SiO}_{4/2}$ 単位からなるMTQ樹脂（ここで、 $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位の $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位に対するモル比は $0.05 \sim 1.0$ 、 $\text{SiO}_{4/2}$ 単位の $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位および $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位合計に対するモル比は $0.01 \sim 0.2$ ）；本質的に $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位、 $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位、および $\text{R}^2 \text{SiO}_{2/2}$ 単位からなるMTD樹脂（ここで、 $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位の $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位に対するモル比は $0.05 \sim 1.0$ 、 $\text{R}^2 \text{SiO}_{2/2}$ 単位の $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位および $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位合計に対するモル比は $0.01 \sim 0.2$ ）；ならびに、本質的に $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位と $\text{R}^2 \text{SiO}_{2/2}$ 単位とからなるTD樹脂（ここで、 $\text{R}^2 \text{SiO}_{2/2}$ 単位の $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位に対するモル比は $0.02 \sim 1.0$ ）を包含し、これらの式中、各 R^1 は、独立して、ヒドロカルビル、重水素置換ヒドロカルビル、およびハロゲン置換ヒドロカルビルから選択され、全てが脂肪族不飽和部分を含まず、 R^2 は R^1 またはアルケニルである。 R^1 および R^2 により表される該ヒドロカルビル、重水素置換ヒドロカルビル、およびハロゲン置換ヒドロカルビル、ならびに、 R^2 により表される該アルケニル基は、該有機ポリシロキサンたる成分（A）に関して前に例示されたようなものである。

【0030】

MQ樹脂は、当業界においてよく知られた方法により、調製され得る。例えば、該樹脂は、少なくとも 1 つのアルケニル含有末端封鎖試薬を用いて、Daudt らのシリカ水性ゾル封鎖プロセスにより生産された樹脂コポリマーを処理することにより、調製され得る。Daudt らの方法は、米国特許第 2,676,182 号において開示され、本明細書中において援用され、本発明における使用に適した有機ポリシロキサン樹脂を調製する方法を教示する。

【0031】

有機ポリシロキサン樹脂を調製する方法は、当業界においてよく知られ、これらの樹脂の内の多くは市販されている。有機ポリシロキサン樹脂は典型的に、トルエンのような有機溶媒中、クロロシラン前駆体の適切な混合物を共に加水分解（共加水分解）することによって、調製される。例えば、本質的に $\text{R}^2 \text{SiO}_{1/2}$ 単位と $\text{R}^1 \text{SiO}_{3/2}$ 単位とからなるコポリマーは、トルエン中、式 $\text{R}^2 \text{SiCl}$ を持つ化合物と式 $\text{R}^1 \text{SiCl}$

₃を持つ化合物とを、共に加水分解することにより調製され得、式中、R¹およびR²は前記の通りである。塩酸（水溶液）とシリコーン加水分解物とは分離され、該加水分解物は水洗されて、酸残渣を除去し、穏やかな縮合触媒の存在下に加熱され、要件とされる粘度へと該樹脂を「形作る」。所望の場合、該樹脂は更に、有機溶媒中縮合触媒を用いて処理され得、シリコン結合水酸基含量を低下させる。MDQ、MTQ、MTD、およびTD樹脂が同様にそれぞれ、R²₃SiCl₁、R²SiCl₂、およびSiCl₄；R²₃SiCl₁、R¹SiCl₃、およびSiCl₄；R²₃SiCl₁、R¹SiCl₃、およびR²₂SiCl₂；ならびに、R²₂SiCl₂およびR¹SiCl₃の共加水分解および縮合により調製され得、式中、R¹およびR²は前記の通りである。あるいは、-Br、-I、-OCH₃、-OC(O)CH₃、-N(CH₃)₂、-NHCOCH₃、および-SCH₃のような、クロロ以外の加水分解可能な基を含有するシランが、該共加水分解反応における出発原料として、利用され得る。該樹脂製品の特性は、シランのタイプ、シランのモル比、縮合度、およびプロセス条件に依存する。

【0032】

成分（A）は、单一の有機ポリシロキサン、または、以下の特性の内の少なくとも1つにおいて異なる2つ以上の有機ポリシロキサンを含む混合物であり得る：構造、粘度、平均分子量、シロキサン単位、および並び順。

【0033】

成分（B）は、1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合水素原子を含有する少なくとも1つの有機シリコン化合物である。一般的には、成分（A）における1分子中のアルケニル基の平均数と、成分（B）における1分子中のシリコン結合水素原子の平均数との合計が4より大きくなる時に、架橋が起きるものと理解される。この有機水素ポリシロキサン中のシリコン結合水素原子は、末端、途中、または末端途中両方の位置にあり得る。

【0034】

該有機シリコン化合物は、有機シランまたは有機水素シロキサンであり得る。該有機シランは、モノシラン、ジシラン、トリシラン、またはポリシランであり得る。同様に、該有機水素シロキサンは、ジシロキサン、トリシロキサン、またはポリシロキサンであり得る。好ましくは、該有機シリコン化合物は有機水素シロキサンであり、より好ましくは、該有機シリコン化合物は有機水素ポリシロキサンである。該有機シリコン化合物の構造は、直鎖、分岐、環状、または樹脂状であり得る。典型的には、該有機シリコン化合物中のこれらの有機基の内の少なくとも50%が、メチルである。

【0035】

有機シランの例は、ジフェニルシランおよび2-クロロエチルシランのようなモノシラン；1,4-ビス（ジメチルシリル）ベンゼン、ビス[（p-ジメチルシリル）フェニル]エーテル、および1,4-ジメチルジシリルエタンのようなジシラン；1,3,5-トリス（ジメチルシリル）ベンゼンおよび1,3,5-トリメチル-1,3,5-トリシランのようなトリシラン；ならびに、ポリ（メチルシリレン）フェニレンおよびポリ（メチルシリレン）メチレンのようなポリシランを包含するが、これらに限定されない。

【0036】

有機水素シロキサンの例は、1,1,3,3-テトラメチルジシロキサンおよび1,1,3,3-テトラフェニルジシロキサンのようなジシロキサン；フェニルトリス（ジメチルシロキシ）シランおよび1,3,5-トリメチルシクロトリシロキサンのようなトリシロキサン；ならびに、トリメチルシロキシ末端化ポリ（メチル水素シロキサン）、トリメチルシロキシ末端化ポリ（ジメチルシロキサン/メチル水素シロキサン）、ジメチル水素シロキシ末端化ポリ（メチル水素シロキサン）ならびにH(CH₃)₂SiO_{1/2}単位、(CH₃)₃SiO_{1/2}単位およびSiO_{4/2}単位から本質的になる樹脂のようなポリシロキサンを包含するが、これらに限定されない。

【0037】

成分（B）は、单一の有機シリコン化合物、または、以下の特性の内の少なくとも1つ

において異なる2つ以上のこのような化合物を含む混合物であり得る：構造、平均分子量、粘度、シラン単位、シロキサン単位、および並び順。

【0038】

本発明のシリコーン組成物中の成分(B)の濃度は、該組成物を硬化(架橋)させるに充分なものである。成分(B)の厳密な量は、所望の硬化程度に依存し、これは一般的に、成分(B)中のシリコン結合水素原子のモル数の、成分(A)中のアルケニル基のモル数に対する比が増加するに連れて、増加する。成分(B)の濃度は典型的に、成分(A)中の1アルケニル基につき0.5~3のシリコン結合水素原子、または0.7~1.2のシリコン結合水素原子を提供するに充分なものである。

【0039】

シリコン結合水素原子を含有する有機シリコン化合物を調製する方法は、当業界においてよく知られている。例えば、有機ポリシランは、ナトリウムまたはリチウム金属存在下、炭化水素溶媒中、クロロシランの反応により調製され得る(Wurtz反応)。有機ポリシロキサンは、有機ハロシランの加水分解および縮合により、調製され得る。

【0040】

成分(C)は、光活性化ヒドロシリル化触媒である。該光活性化ヒドロシリル化触媒は、150~800nmの波長を持つ照射へと露光され、引き続き加熱される時に、成分(A)の成分(B)とのヒドロシリル化を触媒することができる如何なるヒドロシリル化触媒でもあり得る。白金族金属は、白金、ロジウム、ルテニウム、パラジウム、オスミウム、およびイリジウムを包含する。好ましくは、白金族金属は白金であり、これはヒドロシリル化反応におけるその高い活性に基づくものである。本発明のシリコーン組成物における使用のための特定の光活性化ヒドロシリル化触媒の適性は、以下の実施例中の方法を使用するルーティーンの実験操作により、容易に決定され得る。

【0041】

光活性化ヒドロシリル化触媒の例は、白金(II)ビス(2,4-ペンタンジオエート)、白金(II)ビス(2,4-ヘキサンジオエート)、白金(II)ビス(2,4-ヘプタンジオエート)、白金(II)ビス(1-フェニル-1,3-ブタンジオエート)、白金(II)ビス(1,3-ジフェニル-1,3-ブロパンジオエート)、および白金(II)ビス(1,1,1,5,5,5-ヘキサフルオロ-2,4-ペンタンジオエート)のような白金(II)-ジケトネート錯体；(Cp)トリメチル白金、(Cp)エチルジメチル白金、(Cp)トリエチル白金、(クロロ-Cp)トリメチル白金、および(トリメチルシリル-Cp)トリメチル白金のような(-シクロペニタジエニル)トリアルキル白金錯体(式中、Cpは、シクロペニタジエニルを表す)；Pt[C₆H₅NNNOCH₃]₄、Pt[p-CN-C₆H₄NNNOCH₃]₄、Pt[p-H₃COCH₆H₄NNNOCH₃]₄、1,5-シクロオクタジエン、Pt[p-CN-C₆H₄NNNOCH₃]₂、1,5-シクロオクタジエン、Pt[p-CH₃O-C₆H₄NNNOCH₃]₂、[(C₆H₅)₃P]₃Rh[p-CN-C₆H₄NNNOCH₃]₂]、およびPd[p-CH₃(CH₂)_x-C₆H₄NNNOCH₃]₂のようなトリアゼンオキシド-遷移金属錯体(式中、xは、1、3、5、11、または17)；(-⁴-1,5-シクロオクタジエニル)ジフェニル白金、(-⁴-1,3,5,7-シクロオクタテトラエニル)ジフェニル白金、(-⁴-2,5-ノルボラジエニル)ジフェニル白金、(-⁴-1,5-シクロオクタジエニル)ビス-(-4-ジメチルアミノフェニル)白金、(-⁴-1,5-シクロオクタジエニル)ビス-(-4-アセチルフェニル)白金、および(-⁴-1,5-シクロオクタジエニル)ビス-(-4-トリフルオロメチルフェニル)白金のような(-ジオレフィン)(-アリール)白金錯体を包含するが、これらに限定されない。

【0042】

成分(C)は、単一の光活性化ヒドロシリル化触媒、またはこのように触媒を2つ以上含む混合物であり得る。

【0043】

成分(C)の濃度は、下記方法における照射への露光および加熱時に、成分(A)および(B)の付加反応を触媒するに充分なものである。成分(C)の濃度は典型的に、成分(A)、(B)、および(C)の合計重量に基づいて、0.1~1000 ppmの白金族金属、または0.5~100 ppmの白金族金属、または1~25 ppmの白金族金属を与えるに充分なものである。1 ppmを下回る白金族金属では、硬化速度は非常に遅い。100 ppmより多くの白金族金属の使用は、硬化速度において明白な増加を結果的に与えず、これ故に不経済である。

【0044】

該光活性化ヒドロシリル化触媒を調製する方法は、当業界においてよく知られるものである。例えば、白金(II) - ジケトネットを調製する方法は、Guoら(Chemistry of Materials, 1998, 10, 531~536)により報告されるものである。(- シクロペンタジエニル)トリアルキル白金錯体を調製する方法は、米国特許第4,510,094号において開示されるものである。トリアゼンオキシド - 遷移金属錯体を調製する方法は、米国特許第5,496,961号において開示されるものである。そして、(- ジオレフィン)(- アリール)白金錯体を調製する方法は、米国特許第4,530,879号において教示されるものである。

【0045】

前記成分(A)、(B)、および(C)の混合物は、常温において硬化し始めてよい。より長い動作時間または「ポット寿命(pot life ）」を得るために、常温条件下の該触媒活性を、本発明シリコーン組成物への適切な阻害剤の添加により、遅らせるかまたは抑制することができる。白金触媒阻害剤は、常温において本シリコーン組成物の硬化を遅らせるが、上昇した温度においては本組成物が硬化するのを妨げない。適切な白金触媒阻害剤は、3 - メチル - 3 - ペンテン - 1 - インおよび3,5 - ジメチル - 3 - ヘキセン - 1 - インのような種々の「エン - イン」系；3,5 - ジメチル - 1 - ヘキシン - 3 - オール、1 - エチニル - 1 - シクロヘキサノール、および2 - フェニル - 3 - ブチン - 2 - オールのようなアセチレン性アルコール；よく知られたジアルキル、ジアルケニル、およびジアルコキアルキルマレイン酸およびフマル酸のようなマレエートおよびフマレート；ならびにシクロビニルシロキサンを包含する。アセチレン性アルコールは、本発明のシリコーン組成物において、好ましいクラスの阻害剤を構成する。

【0046】

本シリコーン組成物における白金触媒阻害剤濃度は、上昇した温度においては硬化を妨げたりまたは硬化を過度に引き延ばしたりせず、常温においては本組成物の硬化を遅らせるに充分であるものである。この濃度は、使用される特定の阻害剤、該ヒドロシリル化触媒の性質および濃度、ならびに前記有機水素ポリシロキサンの性質に依って、幅広く変動するであろう。

【0047】

白金族金属1モルにつき阻害剤1モルほどの低濃度阻害剤が、幾つかの例では、満足な保管安定性および硬化速度を与えるであろう。他の例では、白金族金属1モルにつき阻害剤500モル以上までの阻害剤濃度が、要求されることもある。所与のシリコーン組成物における特定の阻害剤に関する最適濃度は、ルーティーンの実験操作により、容易に決定され得る。

【0048】

本シリコーン組成物はまた、更なる成分をも含み得るが、但し、該成分は、本発明の方法における本組成物の光パターン化または硬化に悪影響を及ぼさないものである。更なる成分の例は、接着促進剤、溶媒、無機充填剤(フィラー)、感光剤、および界面活性剤を包含するが、これらに限定されない。

【0049】

本シリコーン組成物は更に、本組成物の粘度を低下させ、本組成物の調製、取り扱い、および塗布を容易にするために、適切な量の少なくとも1つの有機溶媒を含み得る。適切な溶媒の例は、1~約20炭素原子を持つ飽和炭化水素；キシレンおよびメシチレンのよ

うな芳香族炭化水素；ミネラルスピリッツ；ハロ炭化水素；エステル；ケトン；直鎖、分岐、および環状ポリジメチルシロキサンのような液体シリコーン；ならびにこのような溶媒の混合物を包含するが、これらに限定されない。本シリコーン組成物における特定の溶媒の最適濃度は、ルーティーンの実験操作により、容易に決定され得る。

【0050】

本シリコーン組成物は、单一部分中に成分(A)～(C)を含む一体型組成物、または、2つ以上の部分中に成分(A)～(C)を含む多数の部分を有する組成物であり得る。多数の部分を有する組成物において、成分(A)、(B)、および(C)は典型的に、阻害剤も存在しない場合、同じ部分には存在しない。例えば、多数の部分を有するシリコーン組成物は、成分(A)の一部および成分(B)の一部を含有する第1の部分、ならびに成分(A)の残部および成分(C)の全部を含有する第2の部分を含み得る。

【0051】

一体型シリコーン組成物は典型的に、前記溶媒の補助ありまたはなしで、常温において、前述の割合にて、成分(A)～(C)および如何なる任意成分をも組み合わせることにより、調製され得る。これら種々の成分の添加順序は、もし本シリコーン組成物が直ちに使用されるものである場合、決定的なものではないが、前記ヒドロシリル化触媒は典型的に、本組成物の未熟な硬化を防ぐべく、約30℃を下回る温度において、最後に添加される。また、多数の部分を有する前記シリコーン組成物は、各部分について設計された特定の成分の組み合わせにより、調製され得る。

【0052】

本シリコーン組成物は、スピinn・コーティング、浸含、噴霧、ブラッシング、またはスクリーン印刷のような如何なる従来の方法を使用しても、前記下層被覆層へと塗布され得る。典型的には、本シリコーン組成物は、5～60秒間、200～5,000rpmのスピードにおけるスピinn・コーティングにより、塗布される。このスピinn・スピード、このスピinn時間、および本シリコーン組成物の粘度は、ステップ(vi)において生産されるシリコーンコアが所望の厚さを持つように、調整され得る。

【0053】

本シリコーン組成物が溶媒を含む場合、本方法は更に、該シリコーンフィルムから該溶媒の少なくとも1部分を除去することを含み得る。該溶媒は、1～5分間50～150℃の温度にて、または2～4分間80～120℃の温度にて、該シリコーンフィルムを加熱することにより除去され得る。

【0054】

該シリコーンフィルムの少なくとも1つの選択領域が、150～800nm、または250～450nmの波長を持つ照射へと露光され、少なくとも1つの露光領域および少なくとも1つの非露光領域を持つ部分露光フィルムを生産する。典型的に使用される光源は、中圧水銀アーク灯(ランプ)である。照射量は典型的に、0.1～5,000mJ/cm²、または250～1,300mJ/cm²である。該シリコーンフィルムの該選択領域は、画像パターンを持つ光マスクを通して、照射へと晒される。

【0055】

該部分露光フィルムの該非露光領域は、現像溶媒を用いて除去され、パターンフィルムを形成する。該現像溶媒は有機溶媒であり、この中では、該部分露光フィルムの該非露光領域は少なくとも部分的に可溶であり、該露光領域は本質的に不溶である。該現像溶媒は典型的に、3～20炭素原子を持つ。現像溶媒の例は、メチルイソブチルケトンおよびメチルベンチルケトンのようなケトン；n-ブチルエーテルおよびポリエチレングリコールモノメチルエーテルのようなエーテル；酢酸エチルおよびn-ブチロラクトンのようなエステル；ノナン、デカリン、およびドデカンのような脂肪族炭化水素；ならびに、メシチレン、キシレン、およびトルエンのような芳香族炭化水素を包含する。該現像溶媒は、噴霧、液浸、およびブーリング(boiling)を包含する如何なる従来の方法によっても、塗布され得る。例えば、該現像溶媒は、静置基板上に該溶媒のプールを形成し、次いで該基板をスピinn乾燥することにより、塗布され得る。該現像溶媒は典型的に、室温～1

00 の温度において、使用される。しかしながら、この特定の温度は、該溶媒の化学特性、該溶媒の沸点、パターン形成の所望の速度、およびこの光パターン化プロセスの要件である解像度に、依存するであろう。

【0056】

該パターンフィルムはその後、充分な時間加熱され、589 nmの波長を持つ光に関して、23において、1.3~1.7、または1.4~1.7、または1.4~1.6の屈折率を持つシリコーンコアを少なくとも1つ形成する。該パターンフィルムは典型的に、充分な時間加熱されて、酸化または分解なしに、該シリコーン中最大架橋密度を達成する。該パターンフィルムは典型的に、1~300分50~300の温度において、または10~120分75~275の温度において、または20~60分200~250の温度において、加熱される。該パターンフィルムは、ホットプレートまたはオーブンのような従来設備を使用して、加熱され得る。該シリコーンコアは典型的に、1~100 μm、または5~50 μm、または8~20 μmの厚さ（高さ）を持つ。

【0057】

この第1の方法は更に、(viii) 該下層被覆層および該シリコーンコアを、第2の硬化性ポリマー組成物を用いて被覆し、第2のポリマーフィルムを形成させること、および(ix) この第2のポリマーフィルムを硬化させて、上層被覆層を形成させることを含み得る。ここで、該上層被覆層は、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ。

【0058】

この第2の硬化性ポリマー組成物は、ステップ(viii)において硬化して、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ上層被覆層を形成する如何なるポリマー組成物でもあり得る。この第2の硬化性ポリマー組成物は、ステップ(i)の硬化性ポリマー組成物に関して前に例示されたようなものである。

【0059】

この第2の硬化性ポリマー組成物は、スピンドル・コーティング、浸含、噴霧、ブラッシング、またはスクリーン印刷のような如何なる従来の方法を使用しても、該シリコーンコアおよび該基板へと塗布され得る。この硬化性ポリマー組成物は典型的に、5~60秒間、200~5,000 rpmのスピードにおけるスピンドル・コーティングにより、塗布される。このスピンドル・スピード、このスピンドル時間、およびこの硬化性ポリマー組成物の粘度は、ステップ(viii)において生産される上層被覆層が所望の厚さを持つように、調整され得る。

【0060】

この第2のポリマーフィルムは、種々の手段により硬化され得るが、これは、常温または上昇した温度下に置くこと、照射、および湿気への曝露を包含する、この第2の硬化性ポリマー組成物の硬化メカニズムに依存する。

【0061】

該上層被覆層は、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ。該シリコーンコアおよび該上層被覆層の間での屈折率における相違の大きさは、該シリコーンコアおよび前記下層被覆層の間での屈折率における相違に関して、前記した通りである。また、該上層被覆層は典型的に、5~200 μm、または15~50 μm、または20~35 μmの厚さを持つ。

【0062】

本発明による平面光学導波管組み立て品を製造する第2の方法は：

(i) 基板表面へ硬化性ポリマー組成物を塗布して、ポリマーフィルムを形成させ；
(ii) 該ポリマーフィルムを硬化させて、下層被覆層を形成させ；

(iii) シリコーン組成物を該下層被覆層へと塗布して、シリコーンフィルムを形成させ、ここで該シリコーン組成物が：

(A) 1分子につき平均少なくとも2つのシリコン結合アルケニル基を含有する有機ポリシロキサン；

(B) 該組成物を硬化させるに充分な濃度の、1分子につき平均少なくとも2つの

シリコン結合水素原子を含有する有機シリコン化合物；および

(C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒
を含み；

(i v) 150～800 nmの波長を持つ照射へと該シリコーンフィルムの少なくとも1つの選択領域を露光させて、少なくとも1つの露光領域と少なくとも1つの非露光領域とを持つ部分露光フィルムを生産し；

(v) 該露光領域が実質的に現像溶媒中不溶性となり、該非露光領域が該現像溶媒中可溶性となるように、所定の時間該部分露光フィルムを加熱し；

(v i) 該現像溶媒を用いて、この加熱されたフィルムの該非露光領域を除去して、パターンフィルムを形成させ；ならびに

(v i i) 該パターンフィルムを充分な時間加熱して、589 nmの波長を持つ光に對して23において1.3～1.7の屈折率を持つ少なくとも1つのシリコーンコアを形成させる

ステップを含み、ここで該下層被覆層が、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ。

【0063】

第2の方法のステップ(i)、(i i)、(i i i)、(i v)、および(v i i)はそれぞれ、第1の方法のステップ(i)、(i i)、(i i i)、(i v)、および(v i)と同一である。

【0064】

ステップ(i v)において生産される該部分露光フィルムは、所定の時間加熱されて、照射へと露光された領域（「露光領域」）が実質的に、現像溶媒中不溶になる。以前に照射へと露光されなかった領域（「非露光領域」）は、該現像溶媒中可溶である。用語「実質的に不溶」とは、該シリコーンフィルムの該露光領域が、下に横たわっている該基板表面が晒されるほどには、該現像溶媒中での溶解により除去されないことを意味する。用語「可溶」とは、該シリコーンフィルムの該非露光領域が、該現像溶媒中での溶解により除去され、下に横たわっている該基板表面を晒せることを意味する。該部分露光フィルムは典型的に、0.1～10分50～250の温度において、または1～5分100～200の温度において、または2～4分135～165の温度において、加熱される。該部分露光フィルムは、ホットプレートまたはオーブンのような従来設備を使用して、加熱され得る。

【0065】

ステップ(v)において生産される加熱フィルムの非露光領域は、該現像溶媒を用いて除去されて、パターンフィルムを形成する。該現像溶媒、該現像溶媒を塗布する方法、および温度は、第1の方法のステップ(v)において記載した通りである。

【0066】

第2の方法は更に、(v i i i)第2の硬化性ポリマー組成物を用いて、該下層被覆層および該シリコーンコアを被覆して、第2のポリマーフィルムを形成させること、および、(i x)この第2のポリマーフィルムを硬化させて、上層被覆層を形成させることを含み得、ここで、該上層被覆層は、該シリコーンコアの屈折率未満の屈折率を持つ。第2の方法のステップ(v i i i)および(i x)は、第1の方法のステップ(v i i)および(v i i i)と同一である。

【0067】

本発明の第1または第2の方法により製造される平面光学導波管組み立て品の1実施形態が、図1に示される。該光学導波管組み立て品は、基板10、該基板10の表面を被覆する硬化したポリマー組成物を含む下層被覆層20、該下層被覆層20の一部分を被覆するシリコーンコア30を含み、ここで、該シリコーンコア30は、589 nmの波長を持つ光に對して23において1.30～1.65の屈折率を持ち、該下層被覆層20は、該シリコーンコア30の屈折率未満の屈折率を持つ。

【0068】

本発明の第1または第2の方法により製造される平面光学導波管組み立て品のもう1つ別の実施形態が、図2に示される。該光学導波管組み立て品は、基板10、該基板10の表面を被覆する硬化したポリマー組成物を含む下層被覆層20、該下層被覆層20の一部分を被覆するシリコーンコア30を含み、ここで、該シリコーンコア30は、589nmの波長を持つ光に対して23において1.30～1.65の屈折率を持ち、上層被覆層40が、該下層被覆層20および該シリコーンコア30を被覆する第2の硬化したポリマー組成物を含み、ここで、該下層被覆層20および該上層被覆層40各々が、該シリコーンコア30の屈折率未満の屈折率を持つ。

【0069】

本発明の方法は、HT製造プロセスへとスケールアップ可能である。重要なことには、本方法は、単一の基板上で、多数の導波管の同時製造を可能にする。加えて、本方法は、従来のウェーハ製造技術（例えば、コーティング、露光、現像、硬化）および設備を用いる。更に、本方法は、光パターン化可能なシリコーン組成物を使用し、これにより、余計なプロセスステップ、例えば、光パターン化可能でないポリマー組成物の使用に係するフォトレジストの塗布やエッチングを省く。最後に、本発明のプロセスは高解像度を持ち、このことは、該プロセスが、臨界寸法を良好に保持しつつ、基板上の該シリコーンフィルムへとフォトマスクから画像を写すことを意味する。

【0070】

本発明の平面光学導波管組み立て品は、良好な環境耐性、および広範な温度に亘る良好な熱安定性を呈し、特に、防湿性を呈する。また、本導波管組み立て品は、低い複屈折率および低い透過率損失を呈する。

【0071】

本発明の光学導波管組み立て品は、減衰器、ス위치、スプリッター、ルーター、フィルター、および回折格子のような光学集積回路部品製造に使用され得る。

【実施例】

【0072】

以下の実施例が、添付の請求項において描写される本発明のシリコーン組成物を光パターン化させる方法を更に例示するために示されるが、本発明を限定するように解釈されるべきではない。他に述べられなければ、以下の実施例において報告される全ての「部」および「%」は、重量によるものである。以下の方法および材料が、以下の実施例において用いられた。

【0073】

シリコーンフィルムへの照射は、365nm(I線)に中心を合わせ、最大値の半分において(FWHM) 10 ± 2 nmの全幅を持つ、直径4インチの干渉フィルターを備え付けられたOAI7インチ中圧水銀投影灯(Optics Automation Instrumentation, Milpitas, CA)を使用して、行われた。照射量(mJ/cm²)が、I線における照射に対して較正された国際光線量計を使用して、測定された。

【0074】

シリコンウェーハ上で硬化したシリコーンフィルムの厚さは、Tencor P-11表側面計(KLA Tencor, Milpitas, CA)を使用して、決定された。フィルムの厚さは、該ウェーハのコーティングされた表面とコーティングされていない表面との間の段差において、測定された。厚さに関して報告された値(μ)は、同一のウェーハの異なる領域上で行われた3回の測定の平均を表す。

【0075】

フィルムの保持は、%として表現され、式：

$$\text{フィルムの保持} (\%) = t_2 / t_1 \times 100$$

に従って計算され、式中、 t_2 は、以下の実施例において、本方法に従って生産されたパターン化硬化シリコーンフィルムの厚さであり、 t_1 は、UV露光ステップ、露光後加熱ステップ、および現像ステップ(n-ブチルエーテルを用いた処理)を省いたこと以外、

同じ方法により調製されたシリコーンフィルムの厚さである。後者の場合、この非パターン化硬化シリコーンフィルムの一部分が除去されて、該ウェーハ表面を晒した。厚さの測定は、前記の通り行われた。

【0076】

この光パターン化プロセスの解像度は、フォトマスク中の $250\text{ }\mu$ 環状開口部（実施例1～3）または $40\text{ }\mu$ 環状開口部（実施例4～33）に対応する、該シリコーンフィルム中の図形の大きさを測定することにより、決定された。測定は、Image Pro Plus画像解析ソフトウェア（Silver Spring, MD）を使用して、デジタル化された光マイクログラフ上で行われた。解像度に関して報告された値は、ミクロン（ μ ）単位で表現されるが、同一のウェーハの異なる図形に関して行われた4回の測定の平均を表す。

【0077】

樹脂A：本質的に、 $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 単位、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 単位、および $\text{SiO}_{4/2}$ 単位からなる有機ポリシロキサン樹脂であって、ここで、 $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 単位および $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 単位合計の、 $\text{SiO}_{4/2}$ 単位に対するモル比は約0.7であり、該樹脂は約22,000の重量平均分子量、約5の多分散性を持ち、約5.5モル%（1.8重量%）のビニル基を含有する。

【0078】

樹脂B：本質的に、 $\text{PhSiO}_{3/2}$ 単位および $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 単位からなる有機ポリシロキサン樹脂であって、ここで、 $\text{PhSiO}_{3/2}$ 単位の $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 単位に対するモル比は約3.0であり、該樹脂は約1,600の重量平均分子量、約1.14の多分散性を持ち、約5.2重量%のビニル基を含有する。

【0079】

架橋剤A：1分子につき平均92のジメチルシロキサン単位および6つのメチル水素シロキサン単位を持ち、約0.08%のシリコン結合水素原子を含有するトリメチルシロキシ末端化ポリ（ジメチルシロキサン/メチル水素シロキサン）88%；ジメチルメチル水素シクロシロキサン4%；オクタメチルシクロテトラシロキサン4%；デカメチルシクロペンタシロキサン3%；ならびにジメチルシクロシロキサン類（D₆以上）1%からなる混合物。

【0080】

架橋剤B： $\text{PhSiO}_{3/2}$ 単位および $\text{H}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 単位から本質的になる有機水素ポリシロキサン樹脂であって、ここで、 $\text{PhSiO}_{3/2}$ 単位の $\text{H}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 単位に対するモル比は約1.2であり、該樹脂は、約0.35Pa.sの粘度を持ち、約1,250の重量平均分子量を持ち、約0.41重量%のシリコン結合水素原子を含有する。

【0081】

シリコーン・ベース：樹脂A 61.32%；1分子につき平均100のジメチルシロキサン単位および9つのメチル水素シロキサン単位を持ち、約0.11%のシリコン結合水素原子を含有するトリメチルシロキシ末端化ポリ（ジメチルシロキサン/メチル水素シロキサン）88%、ジメチルメチル水素シクロシロキサン5%、オクタメチルシクロテトラシロキサン3%、デカメチルシクロシロキサン2%、メチル水素シクロシロキサン類1%、およびジメチルシクロシロキサン類（D₆以上）0.8%からなる混合物22.09%；1分子につき平均3のジメチルシロキサン単位および5つのメチル水素シロキサン単位を持ち、約0.8%のシリコン結合水素原子を含有するトリメチルシロキシ末端化ポリ（ジメチルシロキサン/メチル水素シロキサン）2.33%；ならびにメチレン14.27%からなる混合物。該シリコーン・ベースは、密封された褐色瓶中保管された。

【0082】

触媒A～Eを調製するのに使用された白金（II）アセチルアセトネットは、Stre

m Chemicals (Newburyport, MA) から得られたものである。この材料は、140 の温度および4 mmHg の圧力下に、昇華精製された。

【0083】

触媒A：メチレン中白金（II）アセチルアセトネット0.05%からなる混合物。

【0084】

触媒B：メチレン中白金（II）アセチルアセトネット0.10%からなる混合物。

【0085】

触媒C：メチレン中白金（II）アセチルアセトネット0.15%からなる混合物。

【0086】

触媒D：メチレン中白金（II）アセチルアセトネット0.20%からなる混合物。

【0087】

触媒E：メチレン中白金（II）アセチルアセトネット0.25%からなる混合物。

【0088】

メチレン：A.C.S. 試薬グレード（等級）。

【0089】

[実施例1～3]

樹脂A 46.84部、架橋剤A 42.16部、およびメチレン10.12部が、褐色瓶中で組み合わされた。触媒D 0.89部がこの配合物へと加えられ、混合が室温において0.5時間続けられた。この混合物はその後、一連の10 μm および 5 μm ナイロン膜を有するステンレス鋼キャニスター（canister）を通じて、加圧濾過（138～276 kPa 窒素）された。このシリコーン組成物（濾物）は使用前、アルミ箔につつまれた密封ポリエチレン瓶中、-15 にて保管された。

【0090】

実施例1～3の各々では、該シリコーン組成物約2.5gは室温下に置かれ、100mのシリコンウェーハへと塗布され、薄いフィルムへとスピン・コーティングされた（10秒間500 rpm、30秒間3000 rpm）。このコーティングされたウェーハは、2分間110 のホットプレート上で加熱され、溶媒の殆どを除去した。該フィルムはその後、250 μm の環状開口部を有するフォトマスクを通して、該フィルムと近くで接触する範囲で、I 照射線（365 nm）へと露光された。該ウェーハはその後、表1中特定される温度時間条件下に、ホットプレート上で加熱された。該ウェーハは室温まで冷却され、スピンコーラー上に載せられた。該ウェーハのコーティングされた表面はノナンで浸され、2分間室温下に静置された。該ウェーハはその後スピン乾燥され（10秒間500 rpm、30秒間3000 rpm）、250 のオーブン中30分間置かれ、室温まで冷却された。各ウェーハに関しての該フィルムの厚さ、フィルムの保持、および解像度の値は、表1中報告される。

【0091】

【表1】

表1

実施例	触媒	照射量 (mJ/cm ²)	後からのUV焼成		フィルム 厚さ (μm)	フィルム 保持 (%)	解像度 (μm)
			温度 (℃)	時間 (秒)			
1	D	1000	135	180	18.3	87	151
2	D	1000	144	265	16.8	80	168
3	D	1000	165	60	17.2	82	164

【0092】

[実施例4～33]

シリコーン組成物が、以下の手順に従って、表2において特定される触媒と、前記シリ

コーン・ベースを組み合わせることにより、調製された。シリコーン・ベース 99.15 部および触媒 0.85 部が、褐色瓶中で組み合わされ、室温下に 0.5 時間混合された。この混合物は次いで、一連の 10 μm および 5 μm ナイロン膜を有するステンレス鋼キャニスター (c a n i s t e r) を通じて、加圧濾過 (138 ~ 276 kPa 室素) された。このシリコーン組成物 (濾物) は使用前、アルミ箔につつまれた密封ポリエチレン瓶中、-15 下に保管された。

【0093】

実施例 4 ~ 33 の各々では、該シリコーン組成物約 2.5 g の試料が室温下に置かれ、100 mm のシリコンウェーハへと塗布され、薄いフィルムへとスピン・コーティングされた (10 秒間 500 rpm、30 秒間 3000 rpm)。このコーティングされたウェーハは、2 分間 110 のホットプレート上で加熱され、溶媒の殆どを除去した。該フィルムはその後、40 μm の環状開口部を有するフォトマスクを通して、該フィルムと近くで接触する範囲で、I 照射線 (365 nm) へと露光された。該ウェーハはその後、表 2 中特定される温度時間条件下に、ホットプレート上で加熱された。該ウェーハは室温まで冷却され、スピンコーラー上に載せられた。該ウェーハのコーティングされた表面は、n-ブチルエーテルに浸され、2 分間室温下に静置された。該ウェーハはその後スピン乾燥され (10 秒間 500 rpm、30 秒間 3000 rpm)、250 のオーブン中 30 分間置かれ、室温まで冷却された。各ウェーハに関しての該フィルムの厚さ、フィルムの保持、および解像度の値は、表 2 中報告される。

【0094】

【表2】

表2

実施例	触媒	照射量 (mJ/cm ²)	後からのUV焼成		フィルム 厚さ (μm)	フィルム 保持 (%)	解像度 (μm)
			温度 (°C)	時間 (秒)			
4	A	700	165	180	14.33	62	44.55
5	B	400	150	120	0.17	0.7	—
6	B	400	150	240	10.24	45	46.32
7	B	400	180	120	15.33	67	40.13
8	B	400	180	240	17.64	77	15.05
9	B	1000	150	120	12.19	53	52.15
10	B	1000	150	240	15.74	68	42.59
11	B	1000	180	120	18.25	79	25.26
12	B	1000	180	240	18.91	82	19.99
13	C	100	165	180	6.89	30	—
14	C	700	135	180	8.67	38	—
15	C	700	165	60	7.61	33	—
16	C	700	165	180	8.19	36	—
17	C	700	165	180	16.62	72	37.55
18	C	700	165	180	16.64	72	19.50
19	C	700	165	180	17.31	75	+
20	C	700	165	180	17.69	77	17.72
21	C	700	165	180	18.08	79	32.97
22	C	700	165	300	19.12	83	33.22
23	C	700	195	180	25.00	100	6.02
24	C	1300	165	180	18.43	80	27.78
25	D	400	150	120	12.12	53	47.59
26	D	400	150	240	16.02	70	39.89
27	D	400	180	120	19.10	83	32.99
28	D	400	180	240	25.00	100	8.43
29	D	1000	150	120	16.32	71	43.30
30	D	1000	150	240	18.82	82	23.53
31	D	1000	180	120	18.74	82	19.87
32	D	1000	180	240	25.00	100	5.66
33	E	700	165	180	19.07	83	21.79

—は、画像の質が良好でなかったために測定できなかった値を示し、
+は、測定されなかった値を示す。

【0095】

[実施例34～38]

樹脂B60.21部、架橋剤B29.79部、およびメチレン9.00部が、褐色瓶

中で組み合わされた。触媒 D 1 . 0 0 部がこの配合物へと加えられ、混合が室温下に 0 . 5 時間続けられた。この混合物はその後、一連の 1 0 μm および 5 μm ナイロン膜を有するステンレス鋼キャニスター (c a n i s t e r) を通じて、加圧濾過 (1 3 8 ~ 2 7 6 kPa 窒素) された。このシリコーン組成物 (濾物) は使用前、アルミ箔につつまれた密封ポリエチレン瓶中、- 1 5 下に保管された。

【0096】

実施例 3 4 ~ 3 8 の各々では、該シリコーン組成物約 2 . 5 g が室温下に置かれ、1 0 0 mm のシリコンウェーハへと塗布され、薄いフィルムへとスピン・コーティングされた。これらのウェーハは、1 0 秒間 5 0 0 r p m (実施例 3 4 および 3 6 ~ 3 8) もしくは 2 5 秒間 5 0 0 r p m (実施例 3 5)、次いで 2 0 秒間 1 5 0 0 r p m にてスピン・コーティングされた。このコーティングされたウェーハは、2 分間 1 0 0 のホットプレート上で加熱され、溶媒の殆どを除去した。該フィルムはその後、2 5 0 μm の環状開口部を有するフォトマスクを通して、該フィルムと近くで接触する範囲で、I 照射線 (3 6 5 nm) へと露光された。該ウェーハはその後、表 3 中特定される温度時間条件下に、ホットプレート上で加熱された。該ウェーハは室温まで冷却され、スピンコーラー上に載せられた。該ウェーハのコーティングされた表面は、n - ブチルエーテル浸しにされ、1 分間 (実施例 3 4 および 3 5) もしくは 0 . 1 分間 (実施例 3 6 ~ 3 8) 室温下に静置された。該ウェーハはその後スピン乾燥され (3 0 秒間 2 0 0 r p m、3 0 秒間 3 0 0 0 r p m) 、2 0 0 のオーブン中 3 0 分間置かれ、そして室温まで冷却された。各ウェーハに関しての該フィルムの厚さ、フィルムの保持、および解像度の値は、表 3 中報告される。

【0097】

【表 3】

表 3

実施例	触媒	照射量 (mJ/cm ²)	後からのUV焼成		フィルム 厚さ (μm)	フィルム 保持 (%)	解像度 (μm)
			温度 ($^{\circ}\text{C}$)	時間 (秒)			
3 4	D	981.5	1 3 0	3 0	7. 6	8 8	5 0 0
3 5	D	981.5	1 3 0	6 0	1 0. 8	-	5 0 0
3 6	D	981.5	1 3 0	1 5	7. 3	8 5	2 5 0
3 7	D	226.5	1 3 0	3 0	7. 2	8 4	5 0 0
3 8	D	981.5	1 3 0	3 0	7. 9	9 2	5 0 0

+は、測定されなかった値を示す。

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図 1】図 1 は、本発明の方法に従って製造される平面光学導波管組み立て品の 1 実施形態の、横断面図を示す。

【図 2】図 2 は、本発明の方法に従って製造される平面光学導波管組み立て品のもう 1 つ別の第 2 の実施形態の、横断面図を示す。