

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平9-189818

(43) 公開日 平成9年(1997)7月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/13			G 0 2 B 6/12	M
B 3 0 B 11/02			B 3 0 B 11/02	
G 0 2 B 6/12			G 0 2 B 6/12	N

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平8-18233	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
(22) 出願日	平成8年(1996)1月10日	(72) 発明者	山崎 裕基 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
		(72) 発明者	松浦 徹 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
		(72) 発明者	安藤 慎治 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 中本 宏 (外2名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高分子光導波路作製用金型の作製方法

(57) 【要約】

【課題】 低損失で高信頼な高分子光導波路を、安価で簡便に量産するために用いるコア形状複製用の高精度の金型を容易に製造する方法を提供する。

【解決手段】 ポリイミド膜表面を所定の凹凸形状としたものを原版として用い、この原版にメッキを行った後、メッキ層をはく離して金型を得る高分子光導波路作製用金型の作製方法。

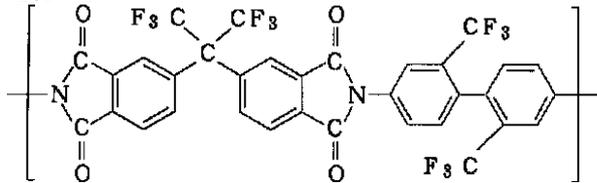
1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ポリイミド膜表面を所定の凹凸形状としたものを原版として用い、この原版にメッキを行った後、メッキ層をはく離して金型を得ることを特徴とする高分子光導波路作製用金型の作製方法。

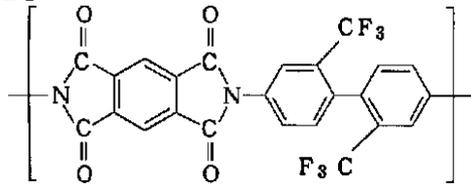
【請求項 2】 請求項 1 に記載のポリイミド膜が、下記構造式(化 1)：

【化 1】



で表される繰り返し単位からなるポリイミド、又は下記構造式(化 2)：

【化 2】



で表される繰り返し単位からなるポリイミド、あるいは前記式(化 1)と式(化 2)で表される 2 種類の繰り返し単位からなるポリイミド共重合体であって、これらの前駆体溶液であるポリアミド酸溶液を基板上に塗布した後、加熱して得られるポリイミド膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の高分子光導波路作製用金型の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラスチック光導波路に関し、特に光集積回路、光インタコネクション、あるいは光合分波器等の光学部品の製造において、金型を用いて上記光学部品を量産する技術に使用するための金型を高精度且つ容易に作製する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光部品、あるいは光ファイバの基材としては、光伝搬損失が小さく、伝送帯域が広いという特徴を有する石英ガラスや多成分ガラス等の無機系の材料が広く使用されているが、最近ではプラスチック系の材料も開発され、無機系の材料に比べて加工性や価格の点で優れていることから、光導波路用材料として注目されている。例えば、ポリメチルメタクリレート(PMMA)あるいは、ポリスチレンのような透明性に優れたプラスチックをコアとし、そのコア材料よりも屈折率の低いプラスチックをクラッド材料としたコア-クラッド構造からなる平板型光導波路が作製されている(特開平 3 - 1 8 8 4 0 2 号)。これに対して本発明者らは耐熱性の高

2

い透明性プラスチックであるポリイミドを用い低損失の平板型光導波路を実現した(特開平 2 - 1 1 0 5 0 0 号)。しかし、これらの方法はいずれにおいても、クラッド層の表面にコア構造を形成するに際して、一枚毎にホトレジストを用いたコアパターンの形成やこれに引き続いての反応性イオンエッチングなどによる凹凸加工が必要であり、量産性や低価格化の点で課題があった。そこで、導波路のコアパターン状に表面を凹凸加工した金型を、熔融状態や溶液状態のプラスチックに押あてそのままプラスチックを硬化させて凹凸の複製をプラスチック表面に形成する方法により量産性を向上しようとする検討が行われている。ここで用いる金型はメッキにより作製するのが有利である。コンパクトディスクや CD-ROM あるいは光ディスクなどの大容量記憶の分野においては、メッキにより作製した金型を用いて、インジェクション成型により幅 1 μm 前後、深さ 0.1 μm 程度の凹凸を極めて表面精度良くポリカーボネートなどの透明な基板の表面に形成しビット情報や案内溝としている。このメッキ金型の作製方法は、ガラス基板の上にホトレジストなどの感光材料を所定の厚さ(約 0.1 μm)塗布したのちレーザービーム露光をし、現像して得られる凹凸表面の上に金属メッキを行い、メッキ層をはく離することにより凹凸をメッキ金属に転写して実現される。しかし、この方法をそのまま光導波路作製用金型作製に適用することは以下の点で困難である。すなわち、光導波路のコアの凹凸サイズは幅と深さが 10 μm オーダーであり光ディスクの 10 倍の幅で深さは 100 倍深いため、光の回折や散乱の影響で感光材料への露光にかぶりが生じ、正確な導波路パターン作製ができない。また、凹凸が深いためにメッキ層をはく離するときに感光材料がメッキに強固に付着し、その除去が容易でないなどの欠点がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、低損失で高信頼な高分子光導波路を、安価で簡便に量産するために用いるコア形状複製用の高精度の金型を容易に製造する方法を提供することにある。このためには、10 μm の深い凹凸をもつ原版を精度良く作製できると、この原版にメッキを行ったのちのメッキ層をはく離に際して原版の凹凸加工に用いている材料がメッキに付着せずメッキ層のみがきれいにはく離できることが課題である。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明を概説すれば、本発明は高分子光導波路作製用金型の作製方法に関する発明であって、ポリイミド膜表面を所定の凹凸形状としたものを原版として用い、この原版にメッキを行った後、メッキ層をはく離して金型を得ることを特徴とする。

【0005】

本発明においては、メッキ用の原版としてポリイミド膜表面を凹凸加工したものをを用いていること

10

20

30

40

50

により前記課題を解決した。ポリイミド膜は前述したように高分子光導波路としても研究されている材料であり耐熱性に優れ、かつ膜としての機械的強度が高いことが特徴である。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。まず、図1に本発明による金型の作製工程の一例を示す。図1において、符号0は基板、1はポリイミド層、2はマスク層、3はレジスト層、4は支持板、5は蒸着膜、6はメッキ層である。

【0007】(a工程)：シリコン、ガラス、アルミニウム、ステンレス等の基板0の上にポリイミドの前駆体であるポリアミド酸溶液をスピコート等の方法により塗布し、これを加熱イミド化することにより、基板上にポリイミド層1を得る。ポリアミド酸溶液に用いる溶媒としては、N-メチル-2-ピロリドン、N,N-ジメチルアセトアミド、メチルスルホキシド、ジメチルホルムアミド等の極性有機溶媒を用いる。次にこの上に光回路パターンを形成するためのマスク層2を形成する〔図1の(a-1)〕。マスクとしてはアルミニウム、チタン等の金属、酸化シリコン、スピニングガラス(SOG)、シリコン含有レジスト、感光性ポリイミド等を用いることができる。マスク層を形成した後、ホトレジスト塗布、プリバーク、露光、現像、アフターバークを行い、パターンニングされたレジスト層3を得る〔図1の(a-2)〕。次にレジスト層により保護されていないマスク層部分を反応性イオンエッチングにより除去して所望の導波路パターンとなす〔図1の(a-3)〕。マスク層2としてシリコン含有レジストや感光性ポリイミドを用いた場合はホトレジストを使用する必要はない。

(b工程)：次に反応性イオンエッチングによりポリイミドの露出している部分のみを所定の深さにエッチングした後〔図1の(b-1)〕、残ったマスク層2を反応性イオンエッチングやはく離液を用いることにより除去してメッキ用原版を得る〔図1の(b-2)〕。

(c工程)：得られた原版を導電性の頑丈な支持板4の上に固定した上でニッケルなどの金属膜を蒸着して蒸着膜5とし、凹凸面を導体化する〔図1の(c)〕。このとき蒸着面と原版を固定した支持板との間の電氣的導通を確保しておく。

(d工程)：次に、支持板ごとメッキ浴に浸し所定の厚さにメッキ層6を堆積させる〔図1の(d)〕。

(e工程)：最後に、メッキ層をはく離し、不要部分を切除して目的の金型が得られる〔図1の(e)〕。

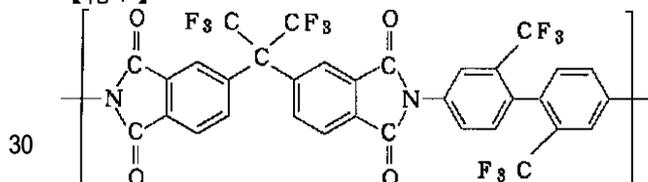
【0008】次に、このようにして得られた高分子光導波路作製用金型を用いた、光導波路作製方法について説明する。ここでは、ポリイミドの前駆体であるポリアミド酸溶液を用いたポリイミド光導波路の作製を例に挙げて説明するが、光導波路の材料として、ポリアミド酸溶液以外の光学用材料の樹脂溶液等を用いて作製すること

ももちろん可能である。図2に金型を用いて光導波路を作製する場合の工程の一例を工程図として示す。図2において、符号11は金型、12は下部クラッド層、13はコア層、14は上部クラッド層である。まず、得られた高分子光導波路作製用金型11〔図2の(a)〕の上に第1のポリアミド酸溶液をスピコート等の方法により塗布し、これを加熱イミド化することにより、金型上にポリイミドの下部クラッド層12を形成する〔図2の(b)〕。次に、金型から下部クラッド層をはく離する〔図2の(c)〕。次に金型との接触面であった面を上にして〔図2の(d)〕、この上にコア層13となるポリイミドの前駆体である第2のポリアミド酸溶液をスピコート等の方法により塗布し、これを加熱イミド化することにより、下部クラッド層上にポリイミドのコア層を形成する〔図2の(e)〕。次に反応性イオンエッチング等の方法により下部クラッド層上に形成された余分のコア層を除去する〔図2の(f)〕。最後に上部クラッド層14となすべきポリイミドの前駆体である第1のポリアミド酸溶液をスピコート等の方法により塗布し、これを加熱イミド化する〔図2の(g)〕。このようにして高分子光導波路作製用金型を用いて、埋め込み型高分子光導波路を作製することができる。

【0009】本発明において使用するポリイミド膜の例としては、下記構造式(化1)：

【0010】

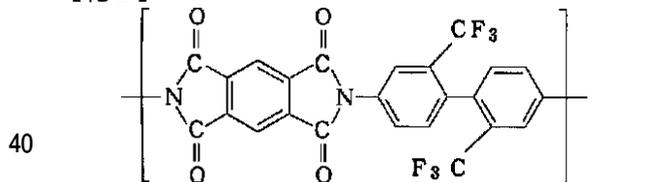
【化1】



【0011】で表される繰り返し単位からなるポリイミド、又は下記構造式(化2)：

【0012】

【化2】



【0013】で表される繰り返し単位からなるポリイミド、あるいは前記式(化1)と式(化2)で表される2種類の繰り返し単位からなるポリイミド共重合体であって、これらの前駆体溶液であるポリアミド酸溶液を基板上に塗布した後、加熱して得られるポリイミド膜が挙げられる。

【0014】

【実施例】引き続き、いくつかの実施例を用いて本発

明を更に詳しく説明する。なお、分子構造の異なる種々のポリイミドの前駆体溶液を用いることにより数限りない本発明の高分子光導波路作製用金型が得られることは明らかである。また、下記実施例ではリッジ状の金型を作製した例を示したが、原理的にトレンチ状の金型を作製できることも自明である。したがって、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

#### 【0015】実施例1

4インチのシリコン基板に前記式(化1)と式(化2)で表される2種類の繰り返し単位を1:1(モル比)の割合で有するポリイミド共重合体の前駆体であるポリアミド酸のN,N-ジメチルアセトアミド(DMAc)15wt%溶液を加熱後の膜厚が30μmになるようにスピンコート法により塗布した。これを70℃で2時間、160℃で1時間、250℃で30分、350℃で1時間熱処理をしてポリイミド膜を形成した。この上に膜厚0.3μmのアルミニウム層を蒸着した。次にこのアルミニウム層上にポジ型ホトレジストをスピンコート法により塗布した後約95℃でプリベークを行った。次に線幅6μm、長さ10cmの直線状光導波路パターンが100μm間隔に40本描かれたホトマスクを用いて密着露光した後、現像液を用いて露光部のホトレジストを現像除去した。その後135℃でポストベークを行った。次にアルミニウムのウエットエッチングを行い、レジストパターンをアルミニウム層に転写した。更にパターンニングされたアルミニウム層をマスクとしてポリイミド膜を酸素の反応性イオンエッチングにより膜表面から6μmの深さまでエッチングした。次にポリイミドの上層に残ったアルミニウムのマスクをエッチング液で除去することにより、ポリイミド膜の表面がトレンチ構造のコア形状に加工されたメッキ用原版を得た。このメッキ用原版を直径30cmのステンレス製の支持円板の上に置き、エポキシ系接着剤をメッキ用原版のへりに沿って塗った。このとき、接着剤は原版のへりから支持円板表面に垂れ落ちるようにした。しかる後、接着剤を熱硬化させて固定した。次に、支持円板ごと真空蒸着装置に入れニッケルを厚さ50nm蒸着することによりメッキ用原版の凹凸表面を導体化すると共に、接着剤表面も導体化しステンレス製支持円板と凹凸表面の電氣的導通を確保した。次に、支持板ごと50℃に温度を保ったニッケルメッキ浴に浸し3μm/minの堆積速度で厚さ300μmにメッキ層を堆積させた。しかる後メッキ層をはく離したところ、真空蒸着膜とポリイミド膜の界面できれいはく離することができた。はく離したメッキ層の表面の凹凸をSEMで観察しリッジ状のレプリカとなることが分かった。リッジの高さと幅は6μm幅、6μm高さであり所望の形状の金型を作製することができた。

#### 【0016】実施例2

4インチのシリコン基板に前記式(化1)と式(化2)

で表される2種類の繰り返し単位を1:1(モル比)の割合で有するポリイミド共重合体の前駆体であるポリアミド酸のDMAc15wt%溶液を加熱後の膜厚が150μmになるようにスピンコート法により塗布した。これを70℃で2時間、160℃で1時間、250℃で30分、350℃で1時間熱処理をしてポリイミド膜を形成した。この上に膜厚0.3μmのアルミニウム層を蒸着した。次にこのアルミニウム層上にポジ型ホトレジストをスピンコート法により塗布した後約95℃でプリベークを行った。次に線幅10μm、長さ10cmの直線状光導波路パターンが100μm間隔に40本描かれたホトマスクを用いて密着露光した後、現像液を用いて露光部のホトレジストを現像除去した。その後135℃でポストベークを行った。次にアルミニウムのウエットエッチングを行い、レジストパターンをアルミニウム層に転写した。更にパターンニングされたアルミニウムをマスクとしてポリイミド膜を酸素の反応性イオンエッチングにより膜表面から10μmの深さまでエッチングした。次にポリイミドの上層に残ったアルミニウムのマスクをエッチング液で除去することにより、ポリイミド膜の表面がトレンチ構造のコア形状に加工されたメッキ用原版を得た。このメッキ用原版を直径30cmのステンレス製の支持円板の上に置き、エポキシ系接着剤をメッキ用原版のへりに沿って塗り、接着剤は熱硬化させて固定した。次に、支持円板ごと真空蒸着装置に入れニッケルを厚さ50nm蒸着してメッキ用原版の凹凸表面を導体化すると共に、ステンレス製支持円板と凹凸表面の電氣的導通を確保した。次に、支持板ごとニッケルメッキ浴に浸し3μm/minの堆積速度で厚さ300μmにメッキ層を堆積させた。しかる後メッキ層をはく離したところ、真空蒸着膜とポリイミド膜の界面できれいはく離することができた。はく離したメッキ層の表面の凹凸をSEMで観察しリッジ状のレプリカとなることが分かった。リッジの高さと幅は10μm幅、10μm高さであり、所望の形状の金型を作製することができた。

#### 【0017】実施例3

実施例2に従い金型を作製した後の使用済みのアルミニウム基板からなるメッキ用原版を再使用してメッキを行うことにより実施例2と全く同質のメッキ金型を作製することができた。

#### 【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による高分子光導波路量産用金型の作製方法により高分子光導波路を量産するための金型が高精度かつ容易に作製できる。しかも、メッキ用原版を再使用できるため金型作製の低価格化が可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

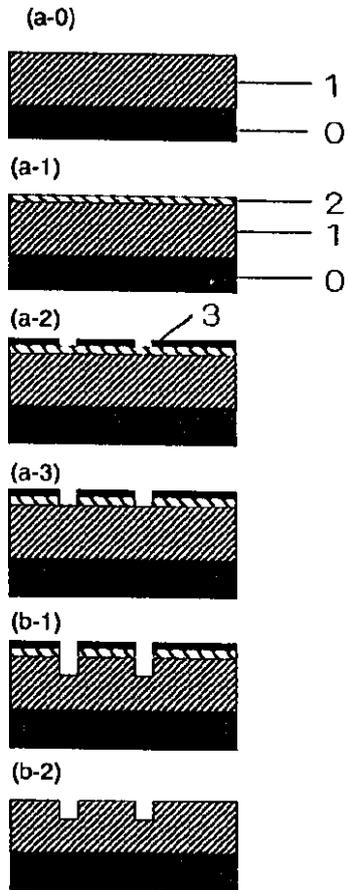
【図1】本発明による金型の作製工程の一例を示す工程図である。

【図2】金型を用いて光導波路を作製する場合の工程の一例を示す工程図である。

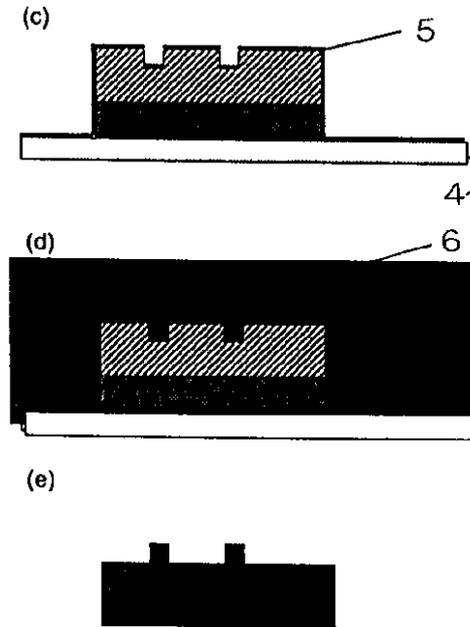
【符号の説明】

0：基板、1：ポリイミド層、2：マスク層、3：レジ\*

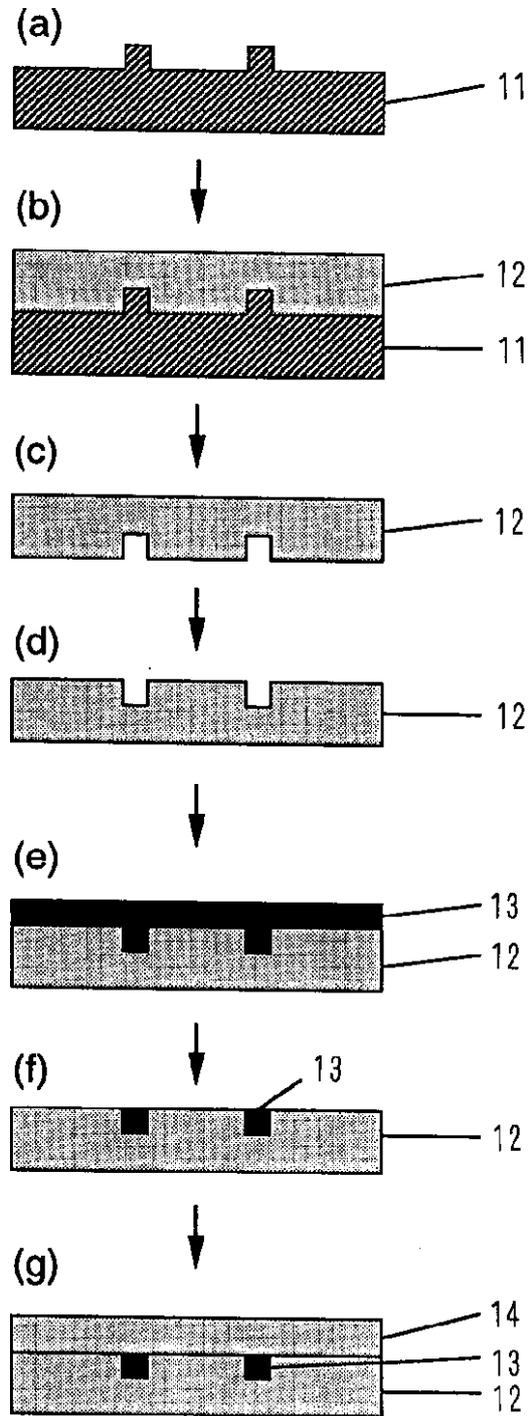
\* スト層、4：支持板、5：蒸着膜、6：メッキ層、11：金型、12：下部クラッド層、13：コア層、14：上部クラッド層



【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 小野 道雄  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 佐々木 重邦  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 岩沢 晃  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内