(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-75362
(P2009-75362A)
(43)公開日　平成21年4月9日(2009.4.9)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G02B	6/122	(2006.01)	G02B	6/12	A	2H147
G02B	6/13	(2006.01)	G02B	6/12	M	

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 14 頁）

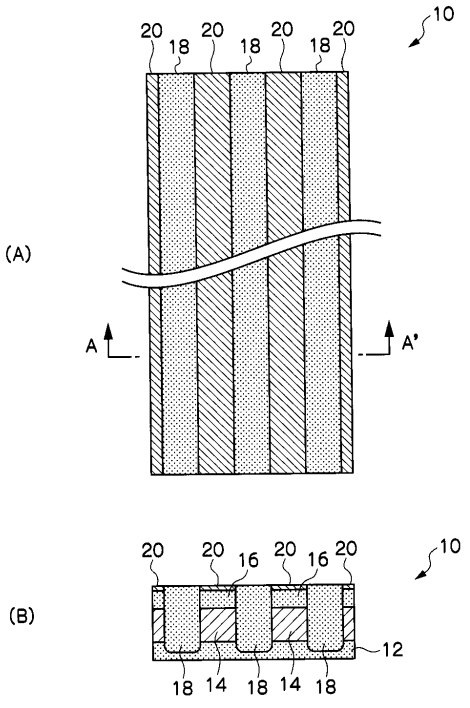
(21)出願番号　特願2007-244209 (P2007-244209)
(22)出願日　平成19年9月20日 (2007.9.20)

(71)出願人　000005496
富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂九丁目７番３号
(74)代理人　100079049
弁理士　中島　淳
(74)代理人　100084995
弁理士　加藤　和詳
(74)代理人　100085279
弁理士　西元　勝一
(74)代理人　100099025
弁理士　福田　浩志
(72)発明者　鈴木　俊彦
神奈川県足柄上郡中井町境４３０グリーンテクなかい　富士ゼロックス株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光導波路及びその製造方法

(57)【要約】
【課題】コア位置の特定が容易な光導波路及びその製造方法を提供する。
【解決手段】コア１４がクラッド１２，１６，１８に埋設されている光導波路であって、該光導波路の主面に対して垂直な方向から見てコアと重なる部分に、該コアに接しない着色層２０が設けられていることを特徴とする光導波路１０。例えば、コア層と、該コア層を挟み込むように積層されている少なくとも２層のクラッド層と、前記コア層に接することなく積層されている着色層を有する積層体に対し、前記コア層を境として前記着色層が設けられている一方の主面側から切削して、少なくとも、前記着色層と、前記主面側のクラッド層と、前記コア層を除去することによりコア部を形成し、切削により積層体の除去した部分を、前記コア部よりも屈折率が低い樹脂で埋める。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
コアがクラッドに埋設されている光導波路であって、
該光導波路の主面に対して垂直な方向から見て前記コアと重なる部分に、該コアには接しない着色層が設けられていることを特徴とする光導波路。
【請求項２】
複数の前記コアが、前記光導波路の主面に平行な同一平面内で、互いに平行となって前記クラッドに埋設されていることを特徴とする請求項１に記載の光導波路。
【請求項３】
前記コアを境として前記光導波路の一方の主面側に、互いに色の異なる２層以上の前記着色層が設けられていることを特徴とする請求項２に記載の光導波路。
【請求項４】
前記コアを境として前記光導波路の両方の主面側に、互いに色の異なる前記着色層がそれぞれ設けられていることを特徴とする請求項２に記載の光導波路。
【請求項５】
前記着色層の有無により位置認識用マークが形成されていることを特徴とする請求項１～請求項４のいずれか一項に記載の光導波路。
【請求項６】
コア層と、該コア層を挟み込むように積層されている少なくとも２層のクラッド層と、前記コア層に接することなく積層されている着色層を有する積層体を用意する工程と、
前記積層体に対し、前記コア層を境として前記着色層が設けられている一方の主面側から切削して、少なくとも、前記着色層と、前記主面側のクラッド層と、前記コア層を除去することによりコア部を形成する工程と、
前記切削により前記積層体の除去した部分を、前記コア部よりも屈折率が低い樹脂で埋める工程と、を有することを特徴とする光導波路の製造方法。
【請求項７】
前記切削をダイシングソーによって行うことを特徴とする請求項６に記載の光導波路の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、情報機器内及び機器間の信号伝送を光によって行う光インターコネクションにおいて使用される光導波路及びその製造方法に係わり、特に、ダイシングソーにより光導波路のコアを形成して製造する光導波路に関する。
【背景技術】
【０００２】
高分子光導波路を機器内及び機器間の光配線へ適用する際の形態の一例として、クラッド内に直線状のコアを所望のピッチで配置した単純な構造のマルチモード光導波路がある。このような直線状の光導波路を製造する方法としては、例えば基板上にクラッド層とコア層の二層の樹脂層を形成し、コア層をダイシングソーによって部分的に切削除去することにより光導波路コア部を形成する。次いでクラッド層と同じ高分子樹脂でコア部を覆い、その後基板から剥離することによりフレキシブルな高分子光導波路を製造する方法がある（例えば、特許文献１参照）。
【０００３】
上記のような方法により光導波路を製造する場合、コア部とクラッド部は屈折率が異なるものの可視光に対してはいずれも透明であるため、この光導波路を撮像装置で撮像して画像認識によってコア位置を特定することは極めて困難である。そのため、導波路構造作製後に実装用の部品形状に整形する光導波路の外形形成や、高精度の多軸ステージを用いて位置合わせを行う、いわゆるパッシブアライメントによる光学部品実装等の工程に対し、位置認識マークを手掛かりとした自動機による作業を適用できないという問題がある。

【０００４】
【特許文献１】特開平８－２８６０６４公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
本発明は上記問題を解決すべく創出されたものであり、コア位置の特定が容易な光導波路及びその製造方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
＜１＞　コアがクラッドに埋設されている光導波路であって、
該光導波路の主面に対して垂直な方向から見て前記コアと重なる部分に、該コアには接しない着色層が設けられていることを特徴とする光導波路。
このような光導波路であれば、着色層に基づいてコア位置を容易に特定することができ、自動機による外形加工や、他の光学素子との接合を高精度に行うことができる。また、着色層はコアには接していないため、光導波路の光学特性に影響を与えることはない。
【０００７】
＜２＞　複数の前記コアが、前記光導波路の主面に平行な同一平面内で、互いに平行となって前記クラッドに埋設されていることを特徴とする＜１＞に記載の光導波路。
このような複数のコアを有する光導波路であれば、着色層に基づいて各コアの位置を確実に特定することができ、外形加工や他の１次元アレイ状光学素子との接合を高精度に行うことが可能なマルチモード光導波路とすることができる。
【０００８】
＜３＞　前記コアを境として前記光導波路の一方の主面側に、互いに色の異なる２層以上の前記着色層が設けられていることを特徴とする＜２＞に記載の光導波路。
このように２層以上の着色層が設けられている光導波路であれば、コア位置の視認性が高いだけでなく、画像認識で位置合わせする自動機を使用した外形加工や光素子との接合の際の基準位置をより明確にすることができる。
【０００９】
＜４＞　前記コアを境として前記光導波路の両方の主面側に、互いに色の異なる前記着色層がそれぞれ設けられていることを特徴とする＜２＞に記載の光導波路。
このような光導波路であれば、コア部の形成と同時に着色層のパターン形成を行うことが可能となり、自動機に一層適したマルチモード光導波路となる。
【００１０】
＜５＞　前記着色層の有無により位置認識用マークが形成されていることを特徴とする＜１＞～＜４＞のいずれかに記載の光導波路。
コア位置を示す着色層以外に、着色層に基づく位置認識マークが形成された光導波路であれば、位置認識マークの画像認識による自動機に適応した光導波路となり、光導波路とそれを用いた光伝送部品を安価で大量に製造することが可能となる。
【００１１】
＜６＞　コア層と、該コア層を挟み込むように積層されている少なくとも２層のクラッド層と、前記コア層に接することなく積層されている着色層を有する積層体を用意する工程と、前記積層体に対し、前記コア層を境として前記着色層が設けられている一方の主面側から切削して、少なくとも、前記着色層と、前記主面側のクラッド層と、前記コア層を除去することによりコア部を形成する工程と、前記切削により前記積層体の除去した部分を、前記コア部よりも屈折率が低い樹脂で埋める工程と、を有することを特徴とする光導波路の製造方法。
このような方法によれば、コア位置に対応した着色層が設けられている光導波路を、容易にかつ高精度に製造することができる。
【００１２】
＜７＞　前記切削をダイシングソーによって行うことを特徴とする＜６＞に記載の光導波

路の製造方法。
ダイシングソーにより積層体の切削を行えば、高精度にかつ迅速に切削することができ、着色層に基づいてコア位置を容易に特定することができるとともに高品質の光導波路を低コストで製造することができる。
【発明の効果】
【００１３】
本発明によれば、コア位置の特定が容易な光導波路及びその製造方法が提供される。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１４】
以下、本発明の実施形態について添付図面を参照しつつ説明する。なお、実質的に同一の機能・作用を有する部材には、全図面を通じて同じ符合を付与し、重複する説明は適宜省略する。
【００１５】
＜第１実施形態＞
図１は、第１実施形態に係る光導波路の構成を概略的に示している。この光導波路１０は平板状の埋め込み型光導波路であり、複数のコア１４が、光導波路１０の主面に平行な同一平面内で、互いに平行となってクラッド（下部クラッド１２、上部クラッド１６、埋め込みクラッド１８）に埋設されている。さらに、光導波路１０の一方の主面には、該光導波路１０の主面に対して垂直な方向から見て各コア１４と重なる部分にそれぞれ着色層２０が設けられている。ここで、主面とは、光導波路１０の表面のうち、コア１４と、該コア１４を挟み込むように積層されているクラッド１２，１６の積層方向（光導波路１０の厚さ方向）に対して垂直となる表面のことであり、具体的には、埋め込みクラッド１８と着色層２０がストライプ状に交互に現れている面と、この面と反対側で下部クラッド１２のみが現れている面がそれぞれ主面となる。
【００１６】
このように各コア１４に対応した部分に着色層２０が設けられた光導波路１０であれば、コア位置の特定が容易となり、例えば画像認識による自動機への適用が可能となる。なお、着色層２０は上部クラッド１６に接した状態で積層されており、コア１４には接していないため、光導波路１０の光学特性に影響することはない。
【００１７】
本実施形態に係る光導波路１０のコア１４およびクラッド１２，１６，１８用材料としては、光導波路１０の使用波長に対して透明であり、コア１４とクラッド１２，１６，１８との間に所望の屈折率差を設定できるものであれば、特に制限されるものではない。例えば脂環式オレフィン樹脂、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリイミド系樹脂等を使用することができる。
【００１８】
ただし、光導波路としての光学特性を発揮さるため、各クラッド１２，１６，１８は、コア１４よりも屈折率が低い材料で構成する必要があり、特に光導波路コア１４との屈折率差を確保するため、比屈折率差は０．５％以上、望ましくは１％以上である。また、各クラッド１２，１６，１８の屈折率差は小さい方が望ましく、その差は０．０５以内、望ましくは０．００１以内、更に望ましくは差がないことが光の閉じ込めの点からみて望ましい。
【００１９】
本実施形態に係る光導波路１０を製造する方法は特に限定されるものではないが、例えば図２に示すような製造工程によって、容易にかつ高精度に製造することができる。
まず、図２（Ａ）に示すように、コア層１４Ａと、該コア層１４Ａを挟み込むように積層されている下部クラッド層（第１クラッド層）１２Ａおよび上部クラッド層（第２クラッド層）１６Ａと、前記コア層１４Ａと接することなく上部クラッド層１６Ａ上に積層されている着色層２０Ａを有する積層体（高分子積層フィルム）１０Ａを用意する。例えば、ガラス、シリコンなどの平坦な基板（図示ぜず）上に、下部クラッド用高分子層１２Ａ

、コア用高分子層１４Ａ、上部クラッド用高分子層１６Ａを順次積層し、さらに上部クラッド用高分子層１６Ａ上に着色層２０Ａを積層する。各層を積層する方法は、各層の間で剥離が生じないように一体的に積層することができれば特に限定されず、例えば、ラミネート法、スピンコート等の公知の方法を採用することができる。

【００２０】

－下部クラッド層－

下部クラッド層１２Ａ（下部クラッド１２）を構成する材料は、導波路コア１４との間で所定の屈折率差が設定され得る材質であれば特に制限されず、用途に応じて、材料の屈折率、光透過性等の光学的特性、機械的強度、耐熱性、フレキシビリティー（可撓性）等を考慮して選択される。例えば、放射線硬化性、電子線硬化性、熱硬化性等の樹脂、望ましくは紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を選択し、紫外線硬化性又は熱硬化性のモノマー、オリゴマーあるいはモノマーとオリゴマーの混合物が望ましく用いられる。より望ましくは紫外線硬化性樹脂を選択する。

【００２１】

下部クラッド層１２Ａを構成する具体的な材料としては、例えばエポキシ系樹脂、アクリル系樹脂（ポリメチルメタクリレート等）、脂環式アクリル樹脂、スチレン系樹脂（ポリスチレン、アクリロニトリル・スチレン共重合体等）、オレフィン系樹脂（ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン・プロピレン共重合体等）、脂環式オレフィン樹脂、塩化ビニル系樹脂、塩化ビニリデン系樹脂、ビニルアルコール系樹脂、ビニルブチラール系樹脂、アリレート系樹脂、含フッ素樹脂、ポリエステル系樹脂（ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等）、ポリカーボネート系樹脂、二又は三酢酸セルロース、アミド系樹脂（脂肪族、芳香族ポリアミド等）、イミド系樹脂、スルホン系樹脂、ポリエーテルスルホン系樹脂、ポリエーテルエーテルケトン系樹脂、ポリフェニレンスルフィド系樹脂、ポリオキシメチレン系樹脂、又は前記樹脂のブレンド物等が挙げられる。

【００２２】

下部クラッド層１２Ａは、例えば、上記材料から選択される液状樹脂をガラス等の基板上に滴下し、スピンコートにより均一な厚みとした後、これを硬化させて形成してもよいし、予め成形された樹脂フィルムを用いてもよい。

下部クラッド層１２Ａの厚みは特に限定されるものではないが、光学性能、フレキシブル性能、後述する切削加工性、強度などの観点から、２０μｍ以上２００μｍ以下であることが望ましく、より望ましくは３０μｍ以上１５０μｍ以下である。

【００２３】

－コア層－

コア層１４Ａ（コア１４）としては、例えば紫外線硬化性樹脂を用いることができ、紫外線硬化性のモノマー、オリゴマー、若しくはモノマーとオリゴマーの混合物が望ましく用いられる。コア用の具体的な材料として、エポキシ系、アクリル系紫外線硬化性樹脂などが望ましく用いられる。

【００２４】

例えば、コア用硬化性樹脂（紫外線硬化性樹脂）の液状樹脂を下部クラッド層１２Ａ上に均一な厚みで塗布した後、紫外線ランプ、紫外線ＬＥＤ、ＵＶ照射装置等を用いて紫外線を照射して硬化させることでコア層１４Ａが形成される。

コア層１４Ａの厚みは特に限定されず、用途に応じて適宜設定すればよいが、光学性能、フレキシブル性能、後述する切削加工性、強度などの観点から、２０μｍ以上１２０μｍ以下であることが望ましく、より望ましくは３０μｍ以上９０μｍ以下である。

【００２５】

－上部クラッド層－

上部クラッド層１６Ａ（上部クラッド１６）は、導波路コア１４との間で所定の屈折率差が設定され得る材質であれば特に制限されないが、下部クラッド層１２Ａと同じ材料が望ましく用いられる。例えば、下部クラッド層１２Ａと同じ液状樹脂をコア層１４Ａ上に均一な厚みで塗布した後、これを硬化させることで上部クラッド層１６Ａが形成される。

上部クラッド層１６Ａの厚みは、光学性能、フレキシブル性能、後述する切削加工性、強度などの観点から、５μｍ以上２００μｍ以下であることが望ましく、より望ましくは１０μｍ以上５０μｍ以下である。

なお、下部クラッド層１２Ａと上部クラッド層１６Ａの厚みは同じである必要はなく、例えば、後述する下部クラッド層１２Ａの切り残し量を考慮し、上部クラッド層１６Ａの厚みを下部クラッド層１２Ａよりも薄くすることで、積層体１０Ａの総厚を小さく抑えることも可能である。

【００２６】

また、積層体１０Ａのサイズや総厚は特に限定されず、材質、用途等に応じて適宜設定すればよいが、例えば、フレキシブルな光導波路１０とする場合には、積層体１０Ａの厚さは５０μｍ以上５００μｍ以下であることが望ましく、より望ましくは７０μｍ以上３００μｍ以下である。一方、積層体１０Ａの幅は、０．５ｍｍ以上１０ｍｍ以下であることが望ましく、より望ましくは、１ｍｍ以上５ｍｍ以下である。光導波路フィルム１０の厚さ及び幅を上記範囲とすることで、光導波路としての柔軟性及び強度を確保し易い。

【００２７】

－着色層－

着色層２０Ａはコア部１４と隔絶されている為、その種類や特性により光導波路１０の光学特性に影響を与えることはない。その為、着色層２０Ａを構成する材料としては、これと接する上部クラッド層１６Ａを構成する樹脂と十分な接合強度が得られるものを使用し、例えばアクリル系塗料やエポキシ系塗料などが材料や発色方法に制限無く使用することができる。例えば、上部クラッド層の形成に用いる樹脂に所望の色を呈する染料や顔料を添加した材料であれば、十分な接合強度を有する着色層を形成することができる。

【００２８】

着色層２０Ａの層厚は視認性を確保できる程度に厚くする必要があり、また一方で、後述するダイシングソーでの加工を考慮して、着色層２０Ａを含む積層フィルム１０Ａの総厚は０．６ｍｍ以下となる厚さに納めることが望ましい。

【００２９】

着色層２０Ａの形成方法としては、スピンコート、スプレー、スクリーン印刷、インクジェット印刷など、公知の方法を制限なく適用することが出来る。印刷技術により着色層２０Ａを形成すれば、ロット管理の為の指標の印字やコア形成時の加工基準となる位置認識マーク等の形成が可能となる。

【００３０】

次に、積層体１０Ａに対し、コア層１４Ａを境として着色層２０Ａが設けられている一方の主面側から切削して、少なくとも、前記着色層２０Ａと、前記主面側のクラッド層（上部クラッド層）１６Ａと、前記コア層１４Ａを除去することによりコア部１４を形成する。例えば、図２（Ｂ）に示すように、積層体１０Ａの長手方向に沿って、着色層２０Ａが設けられている主面側から、ダイシングソー２４により所定の深さで切削し、着色層２０Ａ、上部クラッド層１６Ａ、コア層１４Ａ、及び下部クラッド層１２Ａの一部を除去する。このようにダイシングソー２４による切削を、積層体１０Ａの幅方向に所定の間隔で複数回行うことで、積層体１０Ａの長手方向に沿って、互いに平行な複数の切削溝２２が所定の間隔で形成される。なお、切削溝２２の幅、数、及び間隔は、図１及び図２に示したものに限定されず、用途等に応じて適宜設定すればよい。例えば、コア層１４Ａの残存する部分がコア部１４となるため、切削する間隔及び数は、所望のコア形状を形成できるとともに、形成すべきコア１４の幅、数、間隔等に応じて設定すればよい。

【００３１】

また、切削溝２２の深さは、その溝部分において、着色層２０Ａと、上部クラッド層１６Ａと、コア層１４Ａが除去され、少なくとも下部クラッド層１２Ａの一部が残存する深さとするが、下部クラッド層１２Ａの残存部分の厚さ（切り残し量）が小さ過ぎる場合、切削加工時に積層フィルム１０Ａに加わる外力によって下部クラッド層１２Ａが完全に切断されてしまうおそれがある。このような切断を防ぐため、下部クラッド層１２Ａの切り

残し量は、５μｍ以上とすることが望ましく、１０μｍ以上とすることがより望ましい。
【００３２】
－埋め込みクラッド－
次に、切削により積層体１０Ａの除去した部分（切削溝２２）を、コア部１４よりも屈折率が低いクラッド用樹脂で埋める。例えば、図２（Ｃ）に示すように、積層体１０Ａに形成した各切削溝２２にクラッド用硬化性樹脂を流し込み、これを硬化させることにより埋め込みクラッド１８を形成する。埋め込みクラッド１８も、導波路コア１４との間で所定の屈折率差が設定され得る材質であれば特に制限されないが、下部クラッド１２と同じ材料が望ましく用いられる。例えば、着色層２０が形成されている主面側に、クラッド用硬化性樹脂を滴下するとともに、スピンコート法による遠心力により広げることで、各切削溝２２の内部がクラッド用硬化性樹脂によって満たされる。なお、このクラッド用硬化性樹脂を塗布する方法としては、スピンコート法に限ることではなく、例えばスペーサーにより膜厚を制御しながら、ガラス基板などによりクラッド用硬化性樹脂を押し付けて露光硬化する方法を採用してもよい。また、埋め込みクラッド１８を形成する際、着色層２０上にもクラッドが形成されてもよい。
【００３３】
このようにして製造される本実施形態の光導波路フィルム１０は、コア１４に対応した部分のみに着色層２０が残存しており、着色層２０の無い場合と比較してコア位置の視認性が格段に向上し、着色層２０に基づいてコア位置を容易に特定することができる。従って、例えば、この光導波路フィルム１０を長手方向に切断して所定の数のコア１４を有する光導波路にさらに加工する場合、自動機において各コア１４の位置を画像認識によって特定し、高精度に外形加工することができる。また、他の光学部品と接合する場合にも着色層２０を介してコア１４の位置を特定することができるため、高精度に接合することが可能となる。このように、本実施形態に係る光導波路１０は、画像認識による自動機への適応が可能となり、この光導波路１０と、それを用いた光伝送部品を安価で大量に製造することが可能となる。
【００３４】
＜第２実施形態＞
図３は、第２実施形態に係る光導波路の構成を概略的に示している。この光導波路３０は、図３（Ｂ）に見られるように、コア１４を境として一方の主面側（コア１４と光導波路３０の一主面との間）に互いに色が異なる２種類の着色層（第１着色層２０ａ、第２着色層２０ｂ）が設けられている。これらの着色層２０ａ，２０ｂは、それぞれ上部第１クラッド１６ａ及び上部第２クラッド１６ｂを介して積層されており、コア１４には接していない。そして、本実施形態では、２つの切削溝２２ａ，２２ｂは第２着色層２０ｂから下部クラッド１２の途中まで切削されて埋め込みクラッド１８が埋め込まれている。一方、他の切削溝２２ｃでは第２着色層２０ｂから上部第２クラッド１６ｂの途中まで切削されて埋め込みクラッド１８が埋め込まれており、第１着色層２０ａは残存している。
【００３５】
これにより、図３（Ａ）に示されるように光導波路３０の主面に対して垂直な方向から見たときに、深い切削溝２２ａ，２２ｂの間のコア１４に対応する部分では、第１着色層２０ａは第２着色層２０ｂに隠れるため、第２着色層２０ｂに基づいてコア位置を認識することができる。一方、埋め込みクラッド１８は透明であるため、浅い切削溝２２ｃに対応した部分では第１着色層２０ａが現れる。すなわち、本実施形態の光導波路３０は、第２着色層２０ｂに基づいてコア位置を特定することができるとともに、第１着色層２０ａに基づいて他の情報を付与することができる。例えば、外形加工における光導波路３０の長手方向の切断位置に沿って第１着色層２０ａが現れるようにすることができる。また、さらに情報量を増やしたい場合は、着色層を３層以上設け、各情報に対応する着色層が現れるように切削を行えばよい。このように互いに色が異なる複数の着色層２０ａ，２０ｂを設けることで、コア位置の視認性の向上に加えて、画像認識で位置合わせする自動機を使用した外形加工や光素子との接合の際の基準位置をより明確にすることができる。

【００３６】
＜第３実施形態＞
図４は、第３実施形態に係る光導波路の構成を概略的に示している。この光導波路４０は、図４（Ｂ）に見られるように、コア１４ａ，１４ｂを境として一方の主面側（コア１４ａ，１４ｂと光導波路４０の一主面との間）に、互いに色が異なる第１着色層２０ａ及び第２着色層２０ｂが、いずれもコア１４ａ，１４ｂに接することなく設けられている。また、この光導波路４０では、下部クラッド１２の一部まで切削された３つの切削溝２２ａ，２２ｂ，２２ｃによって２つのコア部１４ａ，１４ｂが形成されており、さらに１つのコア部１４ｂに対応する部分では第２着色層２０ｂが除去されて埋め込みクラッド１８が埋め込まれている。
【００３７】
これにより、図４（Ａ）に示されるように光導波路４０の主面に対して垂直な方向から見たときに、コア１４ａ，１４ｂに対応する部分では第１着色層２０ａ又は第２着色層２０ｂのいずれかが現れ、これらの着色層２０ａ，２０ｂに基づいてコア位置を認識することができる。従って、本実施形態の光導波路４０でも、２色の着色層２０ａ，２０ｂに基づき、コア位置を特定することができるとともに、現れる着色層２０ａ，２０ｂの違いによって他の情報を付与することが可能となる。
【００３８】
＜第４実施形態＞
図５は、第４実施形態に係る光導波路の構成を概略的に示している。この光導波路５０でも、図５（Ｂ）に見られるように、コア１４ａ，１４ｂを境として一方の主面側に、互いに色が異なる第１着色層２０ａ及び第２着色層２０ｂが、いずれもコア１４ａ，１４ｂには接することなく設けられている。この光導波路５０では、下部クラッド１２の一部まで切削された３つの切削溝２２ａ，２２ｂ，２２ｃによって２つのコア部１４ａ，１４ｂが形成されており、１つのコア部１４ｂに対応する部分では、第２着色層２０ｂの一部が長手方向に沿って除去されて埋め込みクラッド１８が埋め込まれている。
【００３９】
これにより、図５（Ａ）に示されるように光導波路５０の主面に対して垂直な方向から見たときに、コア１４ａに対応する部分では第２着色層２０ｂが現れ、コア１４ｂに対応する部分では第１着色層２０ａと第２着色層２０ｂが隣接して現れる。従って、本実施形態の光導波路５０でも着色層２０ａ，２０ｂに基づいてコア位置を特定することができるとともに、現れる着色層２０ａ，２０ｂのパターンによって他の情報を付与することができる。
【００４０】
上記第２～第４実施形態に係る光導波路３０，４０，５０を製造する方法としては、まず、下部クラッド１２、コア１４、上部第１クラッド１６ａ、第１着色層２０ａ、上部第２クラッド１６ｂ、及び第２着色層２０ｂに相当する各層が順次積層された積層体を用意する。クラッド、コア、及び着色層を構成する材料としては、それぞれ第１実施形態で例示したものを使用することができ、２層の着色層２０ａ，２０ｂは互いに異なる色の顔料等を含む材料を選択すればよい。なお、ダイシングソーの深さ方向の加工精度を考慮して、着色層２０ａ，２０ｂ間の距離（クラッド１６ｂの厚み）は、望ましくは５μｍ以上、より望ましくは１０μｍ以上である。
【００４１】
上記のような積層体に対して、ダイシングソーを用い、用途等に応じて、所定の深さ、幅、間隔で切削溝を形成する。次いで、各切削溝にクラッド用硬化性樹脂を流し込み、これを硬化させることにより埋め込みクラッド１８を形成すればよい。なお、切削溝のパターンは図３～図５に示したパターンに限定されず、例えば、各実施形態の切削パターンを適宜組み合わせることで、より一層の情報量を付与するようにしてもよい。
【００４２】
＜第５実施形態＞

図６は、第５実施形態に係る光導波路の構成を概略的に示している。この光導波路６０では、図６（Ｂ）に見られるように、コア１４を境として光導波路６０の両方の主面側に、互いに色の異なる着色層２０ａ，２０ｂがそれぞれ設けられている。第１着色層２０ａは２層の下部クラッド（下部第１クラッド１２ａ，下部第２クラッド１２ｂ）の間に挟まれた状態で積層され、第２着色層２０ｂは上部クラッド１６上に積層されている。本実施形態でも、２層の着色層２０ａ，２０ｂはいずれもコア１４には接していないため、光導波路６０の光学特性に影響することはない。

【００４３】

また、この光導波路６０では、３つの切削溝のうち、２つの切削溝２２ａ，２２ｂでは第２着色層２０ｂから下部第１クラッド１２ａの一部まで切削されて埋め込みクラッド１８が埋め込まれている。一方、切削溝２２ｃでは第２着色層２０ｂから下部第２クラッド１２ｂの一部まで切削されて埋め込みクラッド１８が埋め込まれ、第１着色層２０ａは残存している。これにより、図５（Ａ）に示されるように、光導波路６０の主面に対して垂直な方向から見たときに、各コア１４に対応する部分では第２着色層２０ｂが現れ、切削溝２２ｃに対応する部分では第１着色層２０ａが現れる。従って、第２着色層２０ｂに基づいてコア位置を特定することができるとともに、第１着色層２０ａに基づいて他の情報を付与することができる。

【００４４】

本実施形態に係る光導波路６０を製造する場合は、例えば、下部第１クラッド１２ａ、第１着色層２０ａ、下部第２クラッド１２ｂ、コア１４、上部クラッド１６、及び第２着色層２０ｂに相当する各層が順次積層された積層体を用意し、この積層体に対して、ダイシングソーを用いて、所定の深さ、幅、間隔で切削溝を形成する。次いで、各切削溝２２ａ，２２ｂ，２２ｃにクラッド用硬化性樹脂を流し込み、これを硬化させることにより埋め込みクラッド１８を形成すればよい。

【００４５】

このようにコア１４を境として両側に複数の着色層２０ａ，２０ｂを設けた場合、片側のみに複数の着色層２０ａ，２０ｂを設けた場合に比べ、少ない切削工数でコア部１４の形成と着色層２０ａ，２０ｂのパターン形成を効率的に行うことができる。例えば、第３実施形態又は第４実施形態に係る光導波路４０，５０を製造する場合、図４及び図５にそれぞれ示したように、２つのコア部１４ａ，１４ｂを形成するための切削工程のほかに、着色層２０ａ，２０ｂのパターニングのためだけの切削工程を含む。これに対し、コア１４に対して両側に着色層２０ａ，２０ｂを設けた場合には、図６（Ｂ）に示されるように２つのコア部１４の形成時に切削深さを変更するだけで着色層２０ａ，２０ｂの切削パターンを変更することができる。また、コア１４を境にして光導波路６０の両方の主面側に着色層２０ａ，２０ｂがそれぞれ設けられていれば、着色層２０ａ，２０ｂの間の距離が比較的大きくなり、切削時のダイシングソーの高さ調整が容易となる点でも有利である。

【００４６】

ただし、例えば、光導波路の長手方向の端面を４５°の傾斜面とし、この傾斜面で光を全反射して９０度に屈折させる光導波路とする場合には、コアに対して両側に着色層を設けると、一方の着色層によって光が遮られてしまう。従って、そのような光導波路とする場合は、前記第１～第４実施形態のようにコアを境として一方の主面側にのみ着色層が設けられた光導波路とすることが望ましい。

【００４７】

また、上記いずれの実施形態では、主にコア形成時に着色層を同時に切削してコア位置の視認性を向上させる場合について説明したが、例えば、埋め込みクラッド１８を塗布・硬化させた後、ダイシングソーによって着色層の一部を切削し、着色層の有無による位置認識マークを形成してもよい。ダイシングソーの位置決め精度は大きく見積もって５μｍ程度であり、マルチモード光を信号光として扱う高分子光導波路に対しては十分な精度をもってコア以外の位置認識マークの形成が可能である。

【実施例】

【００４８】
以下、実施例について説明するが、本発明はこれらの実施例に制限されるものではない。
【００４９】
＜実施例１＞
コア用樹脂として屈折率が１．６０のエポキシ系紫外線硬化樹脂を、また、クラッド用樹脂として屈折率が１．５５のエポキシ系紫外線硬化樹脂をそれぞれ用意した。
一辺の長さが１２０ｍｍ、板厚３ｍｍのホウ珪酸ガラス上に、クラッド用樹脂（厚さ２５μｍ）、コア用樹脂（厚さ５０μｍ）、クラッド用樹脂（厚さ２５μｍ）の順でスピンコートし、各層ごとに硬化させることで３層高分子フィルムを得た。
【００５０】
次に、アゾ系赤色超微粒子顔料を分散混合することにより着色したクラッド材料をスピンコートにより塗布、硬化させて厚さ１０μｍの着色層を形成した。これにより、着色層付き高分子フィルムを得た。
次に、上記着色層付き高分子フィルムをダイシングソー（ＤＩＳＣＯ社製ＤＡＤ３２１）に設置し、厚さ１００μｍのブレードを取り付けたダイシングソーを用い、着色層が形成されている主面（最上面）側から、高分子フィルム最下面より１０μｍのブレード高さで、幅５０μｍのコア部が５００μｍピッチで整列するように切削した。
【００５１】
次に、上記工程による切削部にエポキシ系紫外線硬化樹脂（屈折率１．５５）を塗布し、紫外線露光により硬化させた後、この高分子フィルムをホウ珪酸ガラスから剥離した。
次に、上記高分子フィルムから、長さ１００ｍｍ、幅０．９ｍｍの２チャンネル光導波路をダイシングソーによって切出した。切り出し作業のアライメントはダイシングソーの画像認識機能により着色層のパターンを認識することによって行った。
得られた光導波路のコアの光導波路短手方向端部からの距離を測定したところ、設計値からのズレは２μｍであり、画像認識による良好な外形形成が確認できた。
【００５２】
＜実施例２＞
実施例１と同じコア用樹脂及びクラッド用樹脂を用い、ホウ珪酸ガラス基板を最下部として、スピンコートによって、下から、第１クラッド層（厚さ２５μｍ）、コア層（厚さ５０μｍ）、第２クラッド層（厚さ１５μｍ）、第１着色層（厚さ１０μｍ）、第３クラッド層（厚さ１５μｍ）、第２着色層（厚さ１０μｍ）の順で積層し、着色層付き多層高分子フィルムを得た。第１着色層はアゾ系赤色超微粒子顔料を分散混合することにより、第２着色層はフタロシアニンブルー系超微粒子顔料を分散混合することによりそれぞれ着色されたクラッド材料を用いて形成した。
【００５３】
次に上記多層高分子フィルムを前記ダイシングソーに設置し、厚さ１２０μｍのブレードを取り付けたダイシングソーを用いて多層高分子フィルム最下面より１０μｍのブレード高さで、幅５０μｍのコア部が２５０μｍピッチで整列するように切削した。切削工程では、４本のコア形成毎に切削高さとブレード位置送り量を変更し、２層の着色層はコア部上方の第２着色層のみが切削除去された、図３（Ｂ）に例示される断面形状とした。
【００５４】
次に、上記工程による切削部にエポキシ系紫外線硬化樹脂（屈折率１．５５）を塗布し、紫外線露光により硬化させた後、この高分子フィルムをホウ珪酸ガラスから剥離した。
次に、上記高分子フィルムから、長さ１００ｍｍ、幅０．９ｍｍの４チャンネル光導波路をダイシングソーによって切出した。切り出し作業のアライメントはダイシングソーの画像認識機能により光導波路着色層のパターンを認識することによって行った。
得られた光導波路のコアの光導波路短手方向端部からの距離を測定したところ、設計値からのズレは２μｍであり、画像認識による良好な外形形成が確認できた。
【００５５】

＜実施例３＞

実施例１と同じコア用樹脂及びクラッド用樹脂を用い、ホウ珪酸ガラス基板を最下部として、スピンコートによって、下から、第１クラッド層（厚さ２５μｍ）、第１着色層（厚さ１０μｍ）、第２クラッド層（厚さ１５μｍ）、コア層（厚さ５０μｍ）、第３クラッド層（厚さ１５μｍ）、第２着色層（厚さ１０μｍ）の順で積層し、多層高分子フィルムを得た。第１着色層はアゾ系赤色超微粒子顔料を分散混合することにより、第２着色層はフタロシアニンブルー系超微粒子顔料を分散混合することによりそれぞれ着色されたクラッド材料を用いて形成した。

【００５６】

次に、上記着色層付き高分子フィルムを前記ダイシングソーに設置し、厚さ１２０μｍのブレードを取り付けたダイシングソーを用いて、多層高分子フィルム最下面より４５μｍのブレード高さで７本切削後、最下面より１０μｍのブレード高さで１本の切削を繰り返すことで、図５（Ｂ）に例示される断面形状で、幅５０μｍのコア部が２５０μｍピッチで整列するように切削した。

【００５７】

次に、上記工程による切削部にエポキシ系紫外線硬化樹脂（屈折率１．５５）を塗布し、紫外線露光により硬化させた後、この高分子フィルムをホウ珪酸ガラスから剥離した。

次に、上記高分子フィルムから、長さ１００ｍｍ、幅０．９ｍｍの４チャンネル光導波路をダイシングソーによって切出した。切り出し作業のアライメントはダイシングソーの画像認識機能により光導波路着色層のパターンを認識することによって行った。

得られた光導波路のコアの光導波路短手方向端部からの距離を測定したところ、設計値からのズレは２μｍであり、画像認識による良好な外形形成が確認できた。

【００５８】

本発明は、上記実施形態及び実施例に限定されず、適宜変更を加えることができる。例えば、コアが１本だけ形成されている光導波路としてもよいし、光導波路の厚さ方向に複数のコアが積層されている光導波路としてもよい。また、光導波路の材質は樹脂に限らず、ガラスを用いてもよい。

また、積層体の切削手段はダイシングソーに限らず、他の切削手段を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【００５９】

【図１】第１実施形態に係る光導波路を示す図である。（Ａ）平面図　（Ｂ）Ａ－Ａ´断面図

【図２】第１実施形態に係る光導波路を製造する工程を示す図である。

【図３】第２実施形態に係る光導波路を示す図である。（Ａ）平面図　（Ｂ）Ａ－Ａ´断面図

【図４】第３実施形態に係る光導波路を示す図である。（Ａ）平面図　（Ｂ）Ａ－Ａ´断面図

【図５】第４実施形態に係る光導波路を示す図である。（Ａ）平面図　（Ｂ）Ａ－Ａ´断面図

【図６】第５実施形態に係る光導波路を示す図である。（Ａ）平面図　（Ｂ）Ａ－Ａ´断面図

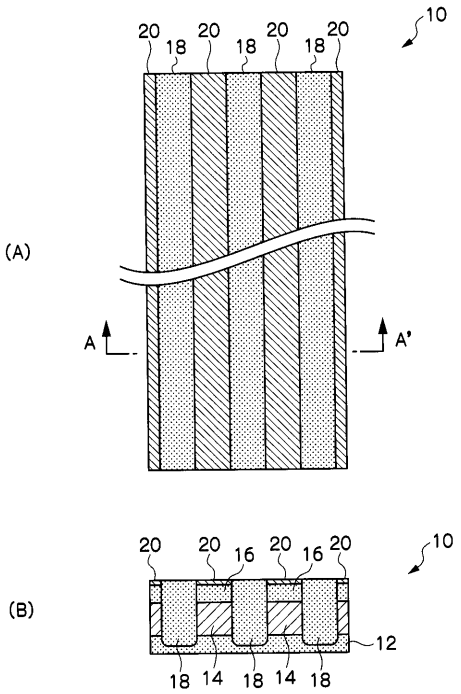
【符号の説明】

【００６０】

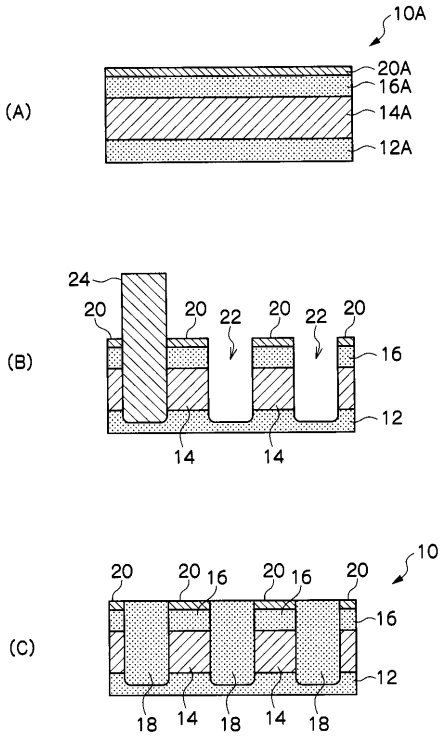
１０・・・光導波路
１０Ａ・・・積層体（積層フィルム）
１２・・・下部クラッド
１２Ａ・・・下部クラッド層
１４・・・コア
１４Ａ・・・コア層
１６・・・上部クラッド

１６Ａ・・・上部クラッド層
１８・・・埋め込みクラッド
２０Ａ・・・着色層
２０ａ・・・第１着色層
２０ｂ・・・第２着色層
２２，２２ａ，２２ｂ，２２ｃ・・・切削溝
２４・・・ダイシングソー
３０，４０，５０，６０・・・光導波路

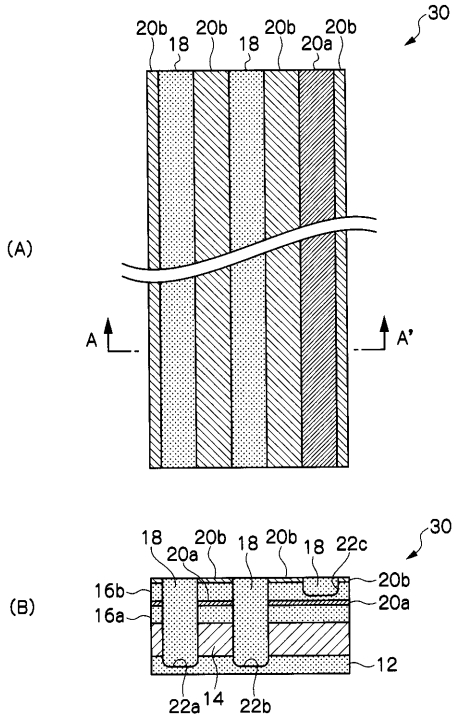
【図１】



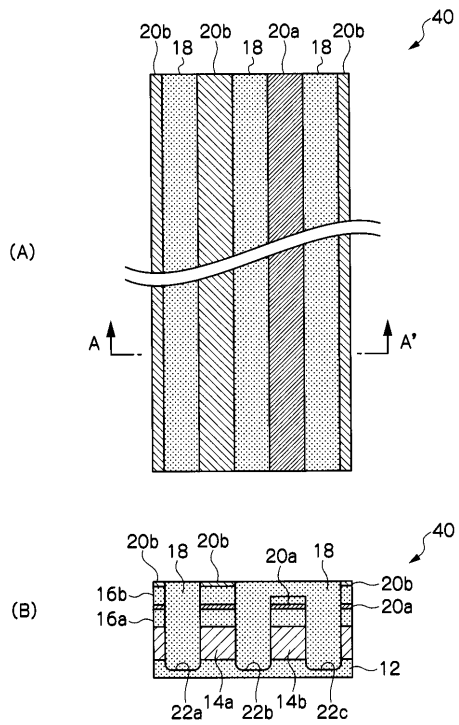
【図２】



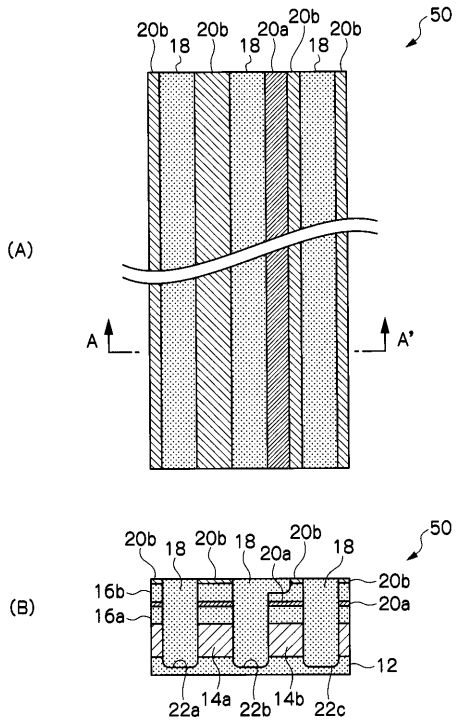
【図３】


(A)
(B)
30
20b
18
20a
A
A'
16b
16a
12
22a
14
22b
22c

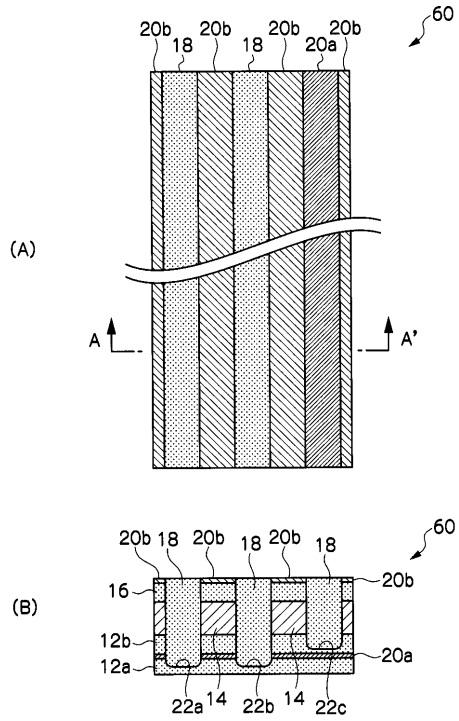
【図４】


(A)
(B)
40
20b
18
20a
A
A'
16b
16a
12
22a
14a
22b
14b
22c

【図５】


(A)
(B)
50
20b
18
20a
A
A'
16b
16a
12
22a
14a
22b
14b
22c

【図６】


(A)
(B)
60
20b
18
20a
A
A'
16
12b
12a
22a
14
22b
22c

フロントページの続き

(72)発明者　大津　茂実
神奈川県足柄上郡中井町境４３０グリーンテクなかい　富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者　清水　敬司
神奈川県足柄上郡中井町境４３０グリーンテクなかい　富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者　谷田　和敏
神奈川県足柄上郡中井町境４３０グリーンテクなかい　富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者　藤居　徹
神奈川県足柄上郡中井町境４３０グリーンテクなかい　富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者　圷　英一
神奈川県足柄上郡中井町境４３０グリーンテクなかい　富士ゼロックス株式会社内

Ｆターム(参考) 2H147 BA10　EA13C EA14C EA16A EA16B EA17A EA17B EA19A EA19B EA19D
EA20A EA20B EA20D FA15　FA17　FC08　FD14　FE02