

(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2007-193008  
(P2007-193008A)

(43) 公開日 平成19年8月2日(2007.8.2)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)
<b>GO2B 6/122 (2006.01)</b>	GO2B 6/12	A	2H147	
<b>GO2B 6/13 (2006.01)</b>	GO2B 6/12	M		

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2006-10078 (P2006-10078)	(71) 出願人	504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町36番地1
(22) 出願日	平成18年1月18日 (2006.1.18)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
		(71) 出願人	000005016 パイオニア株式会社 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
		(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(71) 出願人	000005968 三菱化学株式会社 東京都港区芝4丁目14番1号

最終頁に続く

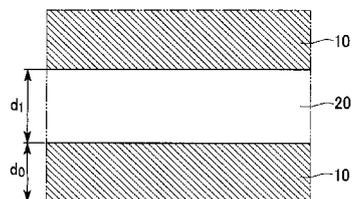
(54) 【発明の名称】 多層導波路およびその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 ロスの少ない感光性媒体を含む多層導波路および作製方法を提供する。

【解決手段】 高分子のクラッド層（厚さ  $d_0$  及び屈折率  $n_0$  に設定）と高分子のコア層（厚さ  $d_1$  及び屈折率  $n_1$ （但し、 $n_1 > n_0$ ）に設定）とが交互に重畳するようにして積層された多層構造を有し、導波する光のロスが  $10 \text{ dB/cm}$  以下に設定され、光を導入するため光導入部が積層された層が延びる方向に対して直交する方向あるいは  $45$  度の方向に沿って延びる端面で形成され、クラッド層に感光性媒体が含有され、クラッド層とコア層との屈折率差  $n$  が、 $n = n_1 - n_0$  と設定し、波長  $\lambda$  の光を伝搬させるとき、[数1]を満たすように、 $d_0$ 、 $d_1$ 、 $n$  が設定されている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

高分子のクラッド層（厚さ  $d_0$  及び屈折率  $n_0$  に設定）と高分子のコア層（厚さ  $d_1$  及び屈折率  $n_1$ （但し、 $n_1 > n_0$ ）に設定）とが交互に重畳するようにして積層された多層構造を有し、導波する光のロスが  $10 \text{ dB/cm}$  以下に設定され、光を導入するため光導入部が積層された層が延びる方向に対して直交する方向あるいは  $45$  度の方向に沿って延びる端面で形成され、前記クラッド層に感光性媒体が含有されていることを特徴とする多層導波路。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の多層導波路において、  
前記クラッド層と前記コア層との屈折率差  $n$  が、 $n = n_1 - n_0$  と設定し、波長  $\lambda_1$  の光を伝搬させるとき、

10

## 【数 1】

$$\sqrt{\Delta n} \leq \frac{\lambda_1}{3.5d_1}$$

を満たすように、 $d_0$ 、 $d_1$ 、 $n$  が設定されていることを特徴とする多層導波路。

## 【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の多層導波路において、  
前記感光性媒体が、ペンタチオフェンであることを特徴とする多層導波路。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のうち何れか一項に記載の多層導波路において、  
ホログラムメモリ機能を有することを特徴とする多層導波路。

## 【請求項 5】

第 1 のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、クラッドあるいはコアの何れか一方の膜を塗膜して溶媒を飛ばして第 1 の積層用膜を形成し、

この第 1 の積層用膜を挟み込むように、新たに用意された第 2 のフィルムに前記第 1 のフィルムを、熱ラミネート法、熱プレス圧着法、あるいは熱ロール圧着法の何れかによって貼り合わせた後に、前記第 2 のフィルムから前記第 1 のフィルムを剥がして、前記第 1 の積層用膜を前記第 1 のフィルムから前記第 2 のフィルムに移し替えるようにして前記第 2 のフィルムにクラッド層あるいはコア層を形成し、

30

次いで、前記第 1 のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、前記第 1 の積層用膜とは異なる、クラッドあるいはコアの何れか他方の膜を塗膜して溶媒を飛ばして第 2 の積層用膜を形成し、

この第 2 の積層用膜を前記第 2 のフィルムに形成されたクラッド層あるいはコア層と接着させるように、前記第 2 のフィルムに前記第 1 のフィルムを、熱ラミネート法、熱プレス圧着法、あるいは熱ロール圧着法の何れかによって貼り合わせた後に、前記第 2 のフィルムから前記第 1 のフィルムを剥がして、前記第 2 の積層用膜を前記第 1 のフィルムから前記第 2 のフィルムに移し替えるようにして、前記第 2 のフィルムに形成されたクラッド層あるいはコア層に、これと異なる新たなクラッド層あるいはコア層が重畳するように積層させてゆき、

40

このような積層手順が繰り返されることによって、前記第 2 のフィルムにクラッド層とコア層とが交互に重畳するようにして積層された多層部を形成し、

前記多層部のうち、その積層された層が延びている方向に対して直交する方向あるいは  $45$  度の方向に切り出して光導入部となる端面を形成することを特徴とする多層導波路の作製方法。

## 【請求項 6】

50

第1のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、クラッドあるいはコアの何れか一方の膜を塗膜して溶媒を飛ばして第1の積層用膜を形成し、

第2のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、前記第1の積層用膜とは異なる、クラッドあるいはコアの何れか他方の膜を塗膜して溶媒を飛ばして第2の積層用膜を形成し、

この第1及び第2の積層用膜を互いに向かい合わせるようにして、その間に熱硬化性を有する透明な接着剤を介装させながら、前記第1のフィルムと前記第2フィルムとをラミネート法、プレス圧着法、あるいはロール圧着法の何れかによって貼り合わせ、前記第2のフィルムから前記第1のフィルムを剥がして、前記第1の積層用膜を前記第1のフィルムから前記第2のフィルムに移し替えるようにして、前記第2のフィルムにクラッド層とコア層とを形成し、

10

次いで、前記第1のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、前記第2のフィルムの最上面に形成されている前記クラッド層あるいは前記コア層とは異なる、クラッドあるいはコアの何れかの膜を塗膜して溶媒を飛ばして新たな積層用膜を形成し、

この新たな積層用膜を、前記第2のフィルムの最上面に形成されている前記クラッド層あるいは前記コア層に向かい合わせるようにして、その間に熱硬化性を有する透明な接着剤を介装させながら、前記第1のフィルムと前記第2フィルムとをラミネート法、プレス圧着法、あるいはロール圧着法によって貼り合わせ、前記第2のフィルムから前記第1のフィルムを剥がして、前記第1の積層用膜を前記第1のフィルムから前記第2のフィルムに移し替えるようにして、形成されていた前記クラッド層あるいは前記コア層に、新たなクラッド層あるいはコア層を積層させ、

20

このような積層手順が繰り返されることによって、前記第2のフィルムにクラッド層とコア層とが交互に重畳するようにして積層されて形成された多層部を形成し、

この積層された形成された多層部あるいは単層部を、一括あるいは積層ごとに加熱圧着させ、

前記多層部のうち、その積層された層が延びている方向に対して直交する方向あるいは45度の方向に切り出して光導入部となる端面を形成することを特徴とする多層導波路の作製方法。

30

#### 【請求項7】

請求項6に記載の多層導波路の作製方法において、

前記接着剤が2液性熱硬化型シリコーン樹脂であることを特徴とする多層導波路の作製方法。

#### 【請求項8】

請求項5から請求項7のうち何れか一項に記載の多層導波路の作製方法において、

前記クラッド膜がフッ素化ポリメチルメタクリレート（フッ素化率が1重量%から5重量%に設定、屈折率が $n_1 > n_0$ に設定）で形成され、

前記コア層がポリメチルメタクリレートで形成され、

加熱圧着させる際の温度が100～150に設定されていることを特徴とする多層導波路の作製方法。

40

#### 【請求項9】

請求項5から請求項7のうち何れか一項に記載の多層導波路の作製方法において、

前記クラッド膜及び前記コア膜が、シクロオレフィンポリマー（屈折率が $n_1 > n_0$ に設定）で形成され、

加熱圧着させる際の温度が150～180に設定されていることを特徴とする多層導波路の作製方法。

#### 【請求項10】

請求項5から請求項9のうち何れか一項に記載の多層導波路の作製方法において、

前記第1のフィルムは、ポリエチレンテレフタレートフィルムであることを特徴とする

50

多層導波路の作製方法。

【請求項 1 1】

請求項 5 から請求項 9 のうち何れか一項に記載の多層導波路の作製方法において、前記コア膜を第 1 フィルムの上に形成した後に、マスクをその上にのせて、紫外線照射、レーザ照射あるいはイオン注入によって、照射した部分の屈折率を変化させることを特徴とする多層導波路の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クラッド層/コア層/クラッド層/コア層/クラッド層...と重畳された多層構造を有する多層導波路およびその作製方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

従来、多層導波路は、多層構造型光ホログラムメモリとして用いられてきた。この種の光ホログラムメモリに関しては、多数の特許出願がなされている（例えば、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3、特許文献 4、特許文献 5 参照）。

【特許文献 1】特開 2004 - 109871 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 092339 号公報

【特許文献 3】特開 2000 - 321964 号公報

【特許文献 4】特開 2002 - 366017 号公報 20

【特許文献 5】特開平 11 - 337756 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

この種が多層構造型光ホログラムメモリは、読み出し専用に構成されるものとなっている。この構造と読み出し方法は、例えば、図 9 に示されるようになっており、すなわち、符号 101 は、多層ホログラム媒体を示しており、この多層ホログラム媒体 101 は、クラッド層 103 とコア層 102 とが交互に重畳するように積層されて多層構造を構成している。その厚さは、クラッド層 103 にあっては 10 ~ 20  $\mu\text{m}$  となっており、コア層 102 にあっては 0.5 ~ 1  $\mu\text{m}$  となっている。また、符号 104 は、計算機ホログラムを示しており、クラッド層 103 とコア層 102 との間に設けられた凸凹によって構成されている。また、符号 105 は読み出し光を示しており、符号 106 はシリンドリカルレンズを示しており、符号 107 は回折された光を示しており、符号 108 は二次元情報を読み取る撮像素子を示している。 30

【0004】

このように構成された多層ホログラム媒体 101 にあっては、読み出し光 105 を、多層ホログラム媒体 101 のうち選択された層の側端面に入射させる。その入った読み出し光 105 は、この多層ホログラム媒体 101 の内部を伝搬してゆき、凹凸に構成された計算機ホログラム 104 によって回折させられる。そして、その回折された光 107 は、この多層ホログラム媒体 101 と対向するように配置された二次元情報読み出し用の撮像素子 108 によって、読み出されるようになっており、そして、このように構成された多層ホログラム媒体 101 は、クラッド層とコア層とによって多層構造となっているので、コンパクトでありながら、大容量の記憶媒体を実現することができるものとなっていた。 40

【0005】

また、この読み出し専用の多層膜ホログラムメモリ 101 は、図 10 の作製工程図のように、作製される。すなわち、図 10 (a) に示すように、フィルム基板 111 に、クラッド層 112、コア層 113 を積層する。このクラッド層 112 とコア層 113 とは、紫外線硬化性樹脂からなる。また、符号 114 は、このコア層 113 に積層される計算機ホログラムが書かれたスタンプであり、このスタンプ上には、紫外線硬化性の樹脂塗料が塗布される。次いで、図 10 (b) に示すように、このように積層されたクラッド層 112 50

とコア層 113 とを紫外線 115 を照射して、これらの積層をフィルム基板 111 に固着させるように硬化させる。そして、図 10 (c) に示すように、スタンプ 114 を剥離させる。

#### 【0006】

この後、この図 10 (c) の積層物に、図 10 (a) 及び図 10 (b) の手順が繰り返されるように、新たなクラッド層とコア層とを積層していく。つまり、図 10 (d) に示すように、この図 10 (c) の積層物に、新たな屈折率の低いクラッド 116 層と新たなコア層 117 とを積層させ、同様に、スタンプ 114 で押さえながら、図 10 (e) に示すように、紫外線 115 を照射して、これらの積層を、図 10 (c) の積層物に固着させるように硬化させる。そして、図 10 (f) に示すように、スタンプ 114 を剥離させる。

10

#### 【0007】

このように図 10 (a) から図 10 (e) の工程を繰り返すことによって、上述した多層ホログラム媒体 101 を作製して、多層構造型光ホログラムメモリの作製を実現するようになっていた。なお、このように多層構造型光ホログラムメモリにおいては、読み出し専用メモリとして作製しているので、多層構造の作製のし易さから、紫外線硬化樹脂クラッド層や、紫外線硬化樹脂コア層を用いるものとなっていた。

#### 【0008】

ところで、上述した多層構造型光ホログラムメモリを、書き込み可能や書き換え可能に構成しようという要請がある。このように書き込み可能や書き換え可能に、多層構造型光ホログラムメモリを構成しようとした場合には、2つの波長の光で屈折率に変化が生じるようになっている、2光子吸収あるいは2色吸収等の感光性媒体をドーブさせる必要があった。

20

#### 【0009】

しかしながら、このような感光性媒体は、紫外線が照射されると、この感光性媒体自身が感光してしまう性質を有しており、上述したような紫外線を照射して硬化させるような作製方法においては用いるには具合の悪さが残されていた。また、2光子吸収あるいは2色吸収等の感光性媒体は、光を大きく吸収してしまう性質を有しており、これをドーブした導波路は非常にロスが大きくなるという問題点が残されていた。加えて、通常高分子からなる層状の膜を作製するにあたっては、スピンコート法、ブレード法によって積層してゆき多層化を行おうとした場合には、上に塗布された膜の溶媒が下地層に浸透してゆき、膜同士が混ざり合ってしまうという(インターミキシング)問題も発生してしまう。

30

#### 【0010】

また一方、2光子吸収媒体を含む層を接着剤層で挟んでなる多層光メモリの開発も進んでいる。このような2光子吸収媒体を含む多層光メモリの場合、この多層光メモリからの光が、面に対して垂直に超短パルスレーザービームを入射させて、選択した層に焦点を合わせることによって、この層のみに選択的に2光子吸収効果を用いてピット(屈折率、反射率、透過率を変化させた点)を書き込むことができる。これによって、大容量のメモリを実現できるようになってきた。なお、この多層光メモリにおいて利用されていた導波構造を利用せずに構成する、多層膜ホログラムメモリにあつては、光を層に平行に伝搬させないという特質を有する。

40

#### 【0011】

本発明は、上述したような事情に鑑みなされたものであって、その目的は、ロスの少ない感光性媒体を含む多層導波路および作製方法を提供することにある。特に、多層構造型光メモリにおいて、 $\lambda_1$  の光を選択した層のみに伝搬させ、 $\lambda_2$  の光を層に垂直に当て、 $\lambda_1$  と  $\lambda_2$  の光が交差した点のみに情報を書き込み可能に構成された多層導波路構造を有する光メモリの構造および作製方法を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

上述した課題を解決するにあたり、本発明は、その手段として、以下の多層導波路およ

50

びその作製方法を提供する。すなわち、多層導波路メモリ等の構造および作製方法において、2光子吸収、2色吸収等の感光性媒体を、光が伝搬しないクラッド層のみにドーブし、紫外線硬化型の樹脂に代えて、熱軟化型の高分子層同士を、熱ラミネート、熱プレス圧着、熱ロール圧着によって貼り合わせることによって、感光性媒体を含む層を積層してなる多層導波路を作製する方法を提供する。また、高分子層同士を、熱硬化型の透明接着剤を介して、ラミネート、プレス圧着若しくはロール圧着によって貼り合わせて多層化させた後に、一括して熱圧着して、感光性媒体を含む層を積層してなる多層導波路を作製する方法を提供する。より具体的には、以下の通りである。

【0013】

すなわち、請求項1に係る多層導波路は、高分子のクラッド層（厚さ $d_0$ 及び屈折率 $n_0$ に設定）と高分子のコア層（厚さ $d_1$ 及び屈折率 $n_1$ （但し、 $n_1 > n_0$ ）に設定）とが交互に重畳するようにして積層された多層構造を有し、導波する光のロスが10dB/cm以下に設定され、光を導入するため光導入部が積層された層が延びる方向に対して直交する方向あるいは45度の方向に沿って延びる端面で形成され、前記クラッド層に感光性媒体が含有されていることを特徴とする。

10

【0014】

また、請求項2に係る多層導波路は、請求項1に記載の多層導波路において、前記クラッド層と前記コア層との屈折率差 $n$ が、 $n = n_1 - n_0$ と設定し、波長 $\lambda_1$ の光を伝搬させるとき、

【0015】

20

【数1】

$$\sqrt{\Delta n} \leq \frac{\lambda_1}{3.5d_1}$$

を満たすように、 $d_0$ 、 $d_1$ 、 $n$ が設定されていることを特徴とする。

【0016】

また、請求項3に係る多層導波路は、請求項1または請求項2に記載の多層導波路において、前記感光性媒体が、ペンタチオフェンであることを特徴とする。

30

また、請求項4に係る多層導波路は、請求項1から請求項3のうち何れか一項に記載の多層導波路において、ホログラムメモリ機能を有することを特徴とする。

【0017】

また、請求項5に係る多層導波路の作製方法は、第1のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、クラッドあるいはコアの何れか一方の膜を塗膜して溶媒を飛ばして第1の積層用膜を形成し、この第1の積層用膜を挟み込むように、新たに用意された第2のフィルムに前記第1のフィルムを、熱ラミネート法、熱プレス圧着法、あるいは熱ロール圧着法の何れかによって貼り合わせた後に、前記第2のフィルムから前記第1のフィルムを剥がして、前記第1の積層用膜を前記第1のフィルムから前記第2のフィルムに移し替えるようにして前記第2のフィルムにクラッド層あるいはコア層を形成し、次いで、前記第1のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、前記第1の積層用膜とは異なる、クラッドあるいはコアの何れか他方の膜を塗膜して溶媒を飛ばして第2の積層用膜を形成し、この第2の積層用膜を前記第2のフィルムに形成されたクラッド層あるいはコア層と接着させるように、前記第2のフィルムに前記第1のフィルムを、熱ラミネート法、熱プレス圧着法、あるいは熱ロール圧着法の何れかによって貼り合わせた後に、前記第2のフィルムから前記第1のフィルムを剥がして、前記第2の積層用膜を前記第1のフィルムから前記第2のフィルムに移し替えるようにして、前記第2のフィルムに形成されたクラッド層あるいはコア層に、これと異なる新たなクラッド層あるいはコア層が重畳するように積層させてゆき、このような積層手順が繰り返されることによって、前記第2のフィルムにクラ

40

50

ッド層とコア層とが交互に重畳するようにして積層された多層部を形成し、前記多層部のうち、その積層された層が延びている方向に対して直交する方向あるいは45度の方向に切り出して光導入部となる端面を形成することを特徴とする。

【0018】

また、請求項6に係る多層導波路の作製方法は、第1のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、クラッドあるいはコアの何れか一方の膜を塗膜して溶媒を飛ばして第1の積層用膜を形成し、第2のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、前記第1の積層用膜とは異なる、クラッドあるいはコアの何れか他方の膜を塗膜して溶媒を飛ばして第2の積層用膜を形成し、この第1及び第2の積層用膜を互いに向かい合わせるようにして、その間に熱硬化性を有する透明な接着剤を介装させながら、前記第1のフィルムと前記第2フィルムとをラミネート法、プレス圧着法、あるいはロール圧着法の何れかによって貼り合わせ、前記第2のフィルムから前記第1のフィルムを剥がして、前記第1の積層用膜を前記第1のフィルムから前記第2のフィルムに移し替えるようにして、前記第2のフィルムにクラッド層とコア層とを形成し、次いで、前記第1のフィルム上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、前記第2のフィルムの最上面に形成されている前記クラッド層あるいは前記コア層とは異なる、クラッドあるいはコアの何れかの膜を塗膜して溶媒を飛ばして新たな積層用膜を形成し、この新たな積層用膜を、前記第2のフィルムの最上面に形成されている前記クラッド層あるいは前記コア層に向かい合わせるようにして、その間に熱硬化性を有する透明な接着剤を介装させながら、前記第1のフィルムと前記第2フィルムとをラミネート法、プレス圧着法、あるいはロール圧着法によって貼り合わせ、前記第2のフィルムから前記第1のフィルムを剥がして、前記第1の積層用膜を前記第1のフィルムから前記第2のフィルムに移し替えるようにして、形成されていた前記クラッド層あるいは前記コア層に、新たなクラッド層あるいはコア層を積層させ、このような積層手順が繰り返されることによって、前記第2のフィルムにクラッド層とコア層とが交互に重畳するようにして積層されて形成された多層部を形成し、この積層された形成された多層部あるいは単層部を、一括あるいは積層ごとに加熱圧着させ、前記多層部のうち、その積層された層が延びている方向に対して直交する方向あるいは45度の方向に切り出して光導入部となる端面を形成することを特徴とする。

10

20

【0019】

また、請求項7に係る多層導波路の作製方法は、請求項6に記載の多層導波路の作製方法において、前記接着剤が2液性熱硬化型シリコン樹脂であることを特徴とする。

30

また、請求項8に係る多層導波路の作製方法は、請求項5から請求項7のうち何れか一項に記載の多層導波路の作製方法において、前記クラッド膜がフッ素化ポリメチルメタクリレート（フッ素化率が1重量%から5重量%に設定、屈折率が $n_1 > n_0$ に設定）で形成され、前記コア層がポリメチルメタクリレートで形成され、加熱圧着させる際の温度が100～150に設定されていることを特徴とする。

また、請求項9に係る多層導波路の作製方法は、請求項5から請求項7のうち何れか一項に記載の多層導波路の作製方法において、前記クラッド膜及び前記コア膜が、シクロオレフィンポリマー（屈折率が $n_1 > n_0$ に設定）で形成され、加熱圧着させる際の温度が150～180に設定されていることを特徴とする。

40

また、請求項10に係る多層導波路の作製方法は、請求項5から請求項9のうち何れか一項に記載の多層導波路の作製方法において、前記第1のフィルムは、ポリエチレンテレフタレートフィルムであることを特徴とする。

また、請求項11に係る多層導波路の作製方法は、請求項5から請求項9のうち何れか一項に記載の多層導波路の作製方法において、前記コア膜を第1フィルムの上に形成した後に、マスクをその上に乗せて、紫外線照射、レーザ照射あるいはイオン注入によって、照射した部分の屈折率を変化させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

50

本発明に係る多層導波路およびその作製方法によれば、光感応性の2光子吸収、2色吸収等の感光性媒体を含む多層導波路でありながら、(1)ロスを少なくすることができ、(2)感光性媒体を感光することなく多層化することができ、(3)多層にしてもインターミキシングの問題は発生しない、という利点を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明に係る多層導波路の最良の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下において説明する多層導波路、及び、その作製方法においては、導波する光がシングルモード若しくはマルチモードの何れであっても何ら問題のないものとされる。ただ、ホログラムへの書き込みを鑑みれば、シングルモードが選択されることが望ましい。このシングルモードによって多層導波路を作製するにあたっては、次のような屈折率制御と膜厚制御とが必要とされる。

10

【0022】

すなわち、図1の符号1は、本発明に係る多層導波路の断面図を示している。この多層導波路1は、クラッド層10とコア層20とが交互に重畳するように積層されることによって多層化された多層構造を有するものである。また、この層は膜状に形成されてなるものとなっており、以下において膜と称する場合もある。また、図2は図1の部分拡大図であり、2つのクラッド層10と、その間に位置されているコア層20とを示している。このクラッド層10とコア層20との両者は、高分子で構成されている。ここで、クラッド層10にあつては厚さ $d_0$ 及び屈折率 $n_0$ に設定されており、コア層20にあつては厚さ $d_1$ 及び屈折率 $n_1$ に設定されている。なお、図2中の符号 $\lambda_c$ は、この積層されたクラッド層10及びコア層20を伝搬していく光の波長を示している。このように設定されている多層導波路1は、シングルモードの伝搬条件を以下のように設定してある。

20

【0023】

【数2】

$$\lambda_c \geq \frac{2\pi}{V_c} a n_1 \sqrt{2\delta}$$

30

【0024】

【数3】

$$V_c = \frac{\pi}{2} \quad a = \frac{1}{2} d_1$$

$$\delta = \frac{n_1^2 - n_0^2}{2n_1^2}$$

【0025】

40

【数 4】

$$\lambda_c \geq 2d_1 \sqrt{n_1^2 - n_0^2}$$

$$d_1 \leq \frac{\lambda_c}{2\sqrt{n_1^2 - n_0^2}}$$

$$d_1 \leq \frac{\lambda_c}{2\sqrt{\Delta n(n_1 + n_0)}}$$

10

【0026】

【数 5】

$$\sqrt{\Delta n} \leq \frac{\lambda_c}{3.5d_1}$$

【0027】

上述の多層導波路 1 に伝搬される光の波長  $\lambda_c$  は、[数 2] に示すように設定されており、この [数 2] において用いられている、 $V_c$ 、 $a$ 、 $\lambda_c$  については、[数 3] のように設定されている。そこで、この [数 2] に、この [数 3] を代入すると、[数 4] のようになる。なお、 $n = n_1 - n_0$  としている。

20

ここで、クラッド層 10 の屈折率  $n_0$ 、コア層 20 の屈折率  $n_1$  のそれぞれは、ほぼ「1.5」に近い値を取るなので、その和を約「3」と近似した場合、上述の [数 4] から [数 5] を得ることができる。

【0028】

このように得られた [数 5] において、例えば、伝搬される光の波長  $\lambda_c$  を  $0.66 \mu\text{m}$ 、コア層 20 の厚みを  $5 \mu\text{m}$  に設定した場合には、この多層導波路 1 に対するシングルモードの条件は、 $n < 1.45 \times 10^{-3}$  となり、この多層導波路 1 を構成するクラッド層 10 及びコア層 20 を、「 $10^{-3}$ 」の精度で調整しなければならない。一方、例えば、伝搬される光の波長  $\lambda_c$  を  $0.66 \mu\text{m}$ 、コア層 20 の厚みを  $1 \mu\text{m}$  に設定した場合には、この多層導波路 1 に対するシングルモードの条件は、 $n < 0.0364$  となり、この多層導波路 1 を構成するクラッド層 10 及びコア層 20 を、「 $10^{-2}$ 」の精度で調整すればよいものとなり、精度調整における要求が緩和される利点がある。なお、この多層導波路 1 には、特に図示していないが、光を導入するため光導入部が積層された層が延びる方向に対して直交する方向あるいは  $45$  度の方向に沿って延びる端面で形成されており、クラッド層 10 には感光性媒体が含有されている。

30

【0029】

次に、上述のように構成された多層導波路 1 についての基本作製工程を、図 3 を参照しながら説明する。すなわち、符号 31 は第 1 のフィルムであり、符号 32 は第 2 のフィルムであり、符号 33 は塗布乾燥してなるクラッド膜（第 1 の積層用膜）であり、符号 34 は塗布乾燥してなるコア膜（第 2 の積層用膜）であり、符号 35 はロールラミネータ（熱ラミネート法が採用されている。）である。なお、このクラッド膜 33 とコア膜 34 とは、第 1 のフィルム 31 上に形成されてなるものであって、この第 1 のフィルム 31 上に形成されている場合においては、膜状態となっているクラッド膜 33 及びコア膜 34 となっている。

40

【0030】

まず、図 3 (a) においては、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、クラッドを塗膜して溶媒を飛ばしてクラッド膜 33 を形成された第 1

50

のフィルム 3 1 に、このクラッド膜 3 3 を挟み込むように、新たに用意された第 2 のフィルム 3 2 に第 1 のフィルム 3 1 を、ロールラミネータ 3 5 によって貼り合わせている。そして、この第 1 のフィルム 3 1 と第 2 のフィルム 3 2 とを貼り合わせた後に、第 2 のフィルム 3 2 から第 1 のフィルム 3 1 を剥がす。この際、クラッド膜 3 3 を第 1 のフィルム 3 1 から第 2 のフィルム 3 2 に移し替えるようにして、第 2 のフィルム 3 2 にクラッド層 3 3 A を形成している。

【0031】

次いで、図 3 (b) に示すように、再び、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、コアを塗膜して溶媒を飛ばしてコア膜 3 4 を形成された第 1 のフィルム 3 1 に、このコア膜 3 4 を、第 2 のフィルム 3 2 に形成されたクラッド層 3 3 A と接着させるように、第 2 のフィルム 3 2 に第 1 のフィルム 3 1 を、ロールラミネータ 3 5 によって貼り合わせている。そして、この第 1 のフィルム 3 1 と第 2 のフィルム 3 2 とを貼り合わせた後に、第 2 のフィルム 3 2 から第 1 のフィルム 3 1 を剥がす。この際、コア膜 3 4 を第 1 のフィルム 3 1 から第 2 のフィルム 3 2 に移し替えるようにして、第 2 のフィルム 3 2 にコア層 3 4 A を形成している。つまり、クラッド層 3 3 A に対して、これと異なる新たなコア層 3 4 A が重畳するように積層させてゆく。なお、この第 1 のフィルム 3 1 には、形成された膜の剥がれ易さの観点から、ポリエチレンテレフタレート (PET) フィルムを用いることが好ましい。

【0032】

このような積層手順が繰り返されることによって、図 1 に示すような第 2 のフィルム 3 2 にクラッド層 3 3 A とコア層 3 4 A とが交互に重畳するようにして積層された多層部 1 A が形成されてゆく。この多層部 1 A は、多層構造を有している、そして、特に図示していないが、この多層部 1 A のうち、その積層された層 3 3 A, 3 4 A が延びている方向に対して直交する方向あるいは 45 度の方向に切り出して光導入部となる端面を形成する。

【0033】

なお、このクラッド層 3 3 A とコア層 3 4 A とは、入れ換えられて交互に積層されるものであっても、何ら問題の無いものとされる。また、上述においては、ロールラミネータ 3 5 を用いた熱ラミネート法によって熱圧着させた例となっているが、これに限定されず、適宜のプレス圧着機 (熱プレス圧着法) や、ロール圧着機 (熱ロール圧着法) によって、第 1 のフィルム 3 1 と第 2 のフィルム 3 2 とが貼り合わされるものであってもよい。

【0034】

次に、上述の多層導波路 1 についての基本作製工程の別の例について、図 4 を参照しながら説明する。すなわち、符号 4 1 は第 1 のフィルムであり、符号 4 2 は第 2 のフィルムであり、符号 4 3 はクラッド層 (請求項 5 に規定される第 2 の積層用膜) であり、符号 4 4 はコア層 (請求項 5 に規定される第 1 の積層用膜) となる接着剤層であり、符号 4 5 はロールラミネータ (熱ラミネート法が採用されている。) である。なお、接着剤層 4 4 は、熱硬化性を有する透明な接着剤 (例えば、シリコン樹脂等) をスピンコート法、ブレード法、スクリーン法の何れかによって第 2 のフィルム 4 2 に塗布することによって形成されている。

【0035】

図 4 においては、予め、第 1 のフィルム 4 1 上に、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、クラッド層 4 3 が形成されている。そして、この第 1 のフィルム 4 1 上に形成されたクラッド層 4 3 に、熱硬化性樹脂となる透明な接着剤をスピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、接着剤層 4 4 を形成する。この接着剤層 4 4 は、上述したようにコア層 4 4 を構成している。

【0036】

次いで、予め、スピンコート法、ブレード法、あるいはスクリーン印刷の何れかによって、クラッド層 4 3 が形成されている第 2 のフィルム 4 2 に、この第 1 及び第 2 のフィルム形成された互いの層を向かい合わせるようにして、第 2 のフィルム 4 2 に第 1 のフィルム 4 1 を、ロールラミネータ 4 5 によって貼り合わせている。そして、この第 1 のフィルム

10

20

30

40

50

ム 4 1 と第 2 のフィルム 4 2 とを貼り合わせた後に、第 2 のフィルム 4 2 から第 1 のフィルム 4 1 を剥がす。この際、予め形成されていたクラッド層 4 3 を第 1 のフィルム 4 1 から第 2 のフィルム 4 2 に移し替えるようにして、第 2 のフィルム 4 2 に新たなクラッド層 4 3 を形成している。つまり、クラッド層 4 3 とクラッド層 4 3 との間に、これと異なる、接着剤層 4 4 とされたコア層 4 4 A が重畳するように積層させてゆく。なお、この第 1 のフィルム 3 1 には、上述の基本作製工程と同様に、ポリエチレンテレフタレート (PET) フィルムを用いることが好ましい。

#### 【0037】

このような積層手順が繰り返されることによって、図 1 に示すような第 1 あるいは第 2 のフィルム 4 1, 4 2 にクラッド層 4 3 とコア層 4 4 A とが交互に重畳するようにして積層された多層部 1 A が形成されてゆく。この多層部 1 A は、多層構造を有している、そして、特に図示していないが、この多層部 1 A のうち、その積層された層 4 3 A, 4 4 A が延びている方向に対して直交する方向あるいは 45 度の方向に切り出して光導入部となる端面を形成する。また、第 2 のフィルム 4 2 は、クラッド層 4 3 の接着性の観点から、このクラッド層 4 3 やコア層 4 4 A (接着剤層 4 4) に用いられる材料と同じ材料からなるフィルムが用いられることが好ましい。このように、第 1 のフィルム 4 1 上にクラッド層 4 3 等の積層転写を繰り返すことによって、積層するように層 (膜) を多層化させていくことができる。

#### 【0038】

##### 〔実施例 1〕

次に、上述した 2 つの基本作製工程に基づきなされる具体的な実施例について説明する。

図 5 は本発明に係る実施例 1 (ゼオネックス 480R / ゼオネックス E 48R / ゼオネックス 480R / … による多層部を構成する例) の工程を示している。日本ゼオン株式会社のシクロオレフィンポリマーであるゼオネックス 480R (屈折率  $n_0 = 1.525$  at  $589\text{nm}$ ) とゼオネックス E 48R (屈折率  $n_1 = 1.530$  at  $589\text{nm}$ ) を、それぞれクラッド層、コア層として、交互に多層化させてゆく工程を示したものである。

#### 【0039】

符号 5 1 は、厚さが  $250\mu\text{m}$  となっている PET フィルムであり、フレキシブルであるが、この上に膜をスピンコートできる程度の硬さを有している。また、符号 5 2 はゼオネックスからなるフィルムである日本ゼオン株式会社のゼオノアであり、符号 5 3 はゼオネックス 480R であり、符号 5 4 はゼオネックス E 48R であり、符号 5 5 は熱ロールラミネータである。このゼオネックス 480R とゼオネックス E 48R とを、それぞれメシチレンに 5 ~ 30 重量% 溶かして溶液を作る。クラッド層であるゼオネックス 480R 溶液に感光性媒体 (2 色吸収媒体) であるペンタチオフエン (屈折率  $n = 1.602$  at  $633\text{nm}$ ) と、エネルギー受容体である東洋合成工業株式会社の DZDS (アジドの商品名、屈折率  $n = 1.585$  at  $633\text{nm}$ ) を 1 ~ 10 重量% 添加する。この層の吸収係数は、 $410\text{nm}$  での値が  $340\text{cm}^{-1}$  であり、コア層に用いた場合には、 $100\mu\text{m}$  進んだだけで、 $1/100$  に減衰してしまう。これに対して、この 2 色吸収媒体を含むものをクラッドとして用いると、主な光はコア層を伝搬してゆき、漏れ光が、クラッドの感光性媒体を感光させるので、たとえ、 $1\text{cm}$  進んでも、光は  $1/10$  程度に減衰するのみとなって有利である。

#### 【0040】

これらの溶液を暗室あるいはイエロールームで、PET からなるフィルム上にスピンコート法により膜を形成して、 $90^\circ$  の温度で乾燥させる。クラッドであるゼオネックス 480R は、厚さ  $10 \sim 20\mu\text{m}$  で、コアであるゼオネックス E 48E は、厚さ  $1 \sim 5\mu\text{m}$  で塗布する。ここで、ペンタチオフエンと DZDS の濃度により、クラッドとコアとの屈折率差 ( $n$ ) は異なるようになってくるが、上述して求められた、シングルモードの下記の条件は満足している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

【 数 6 】

$$\sqrt{\Delta n} \leq \frac{\lambda_1}{3.5d_1}$$

【 0 0 4 2 】

ここで、波長  $\lambda_1$  は、ペンタチオフエンの第二励起光であり、その波長は 650 nm である。また、ペンタチオフエンの第一励起光の波長は 410 nm であり、この波長においては、その吸収が大きいものとなっている。このため、光が伝搬するコア層であるゼオネックス E48R には、ペンタチオフエンをドーブせずに、クラッド層を構成するゼオネックス 480R にペンタチオフエンをドーブする。光は、コア層内に完全には閉じ込められずに、クラッド層にも浸み出すので、この浸み出し光を用いてペンタチオフエンに記録する。

【 0 0 4 3 】

まず、ゼオネックス 480R (10 ~ 20  $\mu\text{m}$ ) / PET フィルムと、ゼオノアフィルムとを、150 ~ 180 に加熱して、ロールラミネータによって互いを貼り合わせる。その後、この PET フィルムを剥がす。この PET フィルムとゼオノアフィルムとの密着性は低く、PET フィルムを簡単に剥がすことができる。この操作によってゼオネックス 480R は、ゼオネックスからなるフィルムに移し替えるように転写される。次に、ゼオネックス E48R (1 ~ 5  $\mu\text{m}$ ) / PET フィルムと、ゼオネックス 480R (10  $\mu\text{m}$ ) / ゼオノアフィルムとを、同様に加熱したロールラミネータによって貼り合わせる。その後 PET フィルムを剥がす。この操作によってゼオネックス E48R は、ゼオネックス 480R / ゼオノアフィルムに移し替えるように転写され、ゼオネックス E48R / ゼオネックス 480R / ゼオノアフィルムの多層構造が実現できる。そして、この積層工程 (積層手順) を繰り返すことにより、ゼオネックス 480R / ゼオネックス E48R / ゼオネックス 480R / . . . / ゼオノアフィルムの多層構造が実現できる。

【 0 0 4 4 】

そして次に、光を入れるための光導入部となる端面を、このフィルムの端部をダイシングソーによって切断・研磨することによって形成する。この切断・研磨は、上述したクラッド層やコア層が延びる方向に対して直交する方向になされるものであってもよいし、これらの層が延びる方向に対して 45 度の角度が付けられた方向になされるものであってもよい。

【 0 0 4 5 】

この実施例における工程で作製した多層導波路のうち、光導入部となっている層の端面から、410 nm の半導体レーザからの光をレンズで絞って、選択したコア層の端面から光を入れ、そのコア層全体に光を伝搬させる。さらに、660 nm の光を参照光として、この選択された同じ層に、この層に対して垂直方向から、物体光としての同じレーザからの光を入れる。この物体光は、空間光変調器を通して二次元の光の情報を書き込んであり、レンズで絞って面に垂直に入れる。

【 0 0 4 6 】

この 660 nm の光は、この多層導波路をシングルモードで伝搬してゆき、選択した層の光の交差点で干渉を起こす。この交差点で、点で形成されたホログラムを書き込んで記録することができる。このホログラムを書き込んだ点には、空間光変調器で書き込んだ二次元の大容量の情報が記録されている。また、この点で形成されたホログラムは、この層の違う場所においても同様に記録することができる。つまり、1 層において、多数のホログラムの点を書き込むことができる。またさらに、他の層においても、この 1 層と同様に、ホログラムの点を書き込むことができる。このようにして、1 層の多点にホログラムを記録し、さらにそれを多層にすることによって、より大容量の記録をすることができるよ

うになる。

【0047】

また、読み出す場合においては、任意に選択した層に、書き込んだ時と同じ波長となる660nmの光を絞って入れる。そうすると、660nmの光が入れられた層内のホログラムによって、層に対して垂直方向に回折した光(二次元の情報)を、CCDカメラによって読み出すことができる。但し、このような読み出しの場合には、1層に多数の点で形成されたホログラムが書き込まれているので、各ホログラムの点を選択するための二次元の光シャッタを用いる。この二次元の光シャッタによって、所望の点で形成されたホログラムを選択することができる。ここで、二次元の光シャッタとしては、例えば、液晶の空間変調器等が用いられる。このようにして、ホログラムメモリを実現することができる。

10

【0048】

また、多層導波路のうち、光導入部となっている層の端面から、410nmの半導体レーザーからの光をレンズで絞って、選択したコア層の端面から光を入れ、そのコア層全体に光を伝搬させる。さらに660nmの光を導波路層に垂直に入れ、410nmの光と660nmの光が交差した部分の屈折率を2光子吸収によって変化させることができる。このようにして、2光子吸収を利用して多層導波路にピットで記録をすることができる。

【0049】

〔実施例2〕

次に、上述した実施例1とは異なる実施例2について説明する。図6は本発明に係る実施例2(ゼオネックス480R/シリコーン樹脂/ゼオネックス480R/・・・による多層部を構成する例)の工程を示している。符号61はPETフィルム、符号62はゼオノアフィルム、符号63は硬化していない2液性シリコーン樹脂接着剤層、符号64はゼオネックス480Rであり、符号65のロールラミネータである。符号66はフィルムスペーサであり、符号65のロールラミネータの圧力を調整するのに用いる。PETフィルム上に実施例1と同じ2色吸収色素(ペンタチオフェン)とエネルギー受容体(DZDS)をドープしたゼオネックス480Rの膜(10~20 $\mu$ m)を、スピコート等で形成し、溶媒であるメシチレンを90で飛ばして、その上にシリコーン樹脂(GE東芝シリコーン社製2液性シリコーン樹脂XE5844とXE14-C1253とを重量比0.21:0.79に混合し、屈折率が1.530に設定したものであり、上述したシングルモードの条件[数6]を満たす。)をスピコートして、熱硬化させていない状態でこれを

20

30

【0050】

通常、溶媒を含む2層で構成された膜をスピナーで塗った場合、インターミキシングが起きる。ところが、この2液性のシリコーン樹脂は溶媒を含んでいないため、下地のゼオネックスの層に浸み込むことないので、インターミキシングによる問題が生じない利点がある。このゼオノアフィルム上に2色吸収色素(ペンタチオフェン)とエネルギー受容体(DZDS)をドープしたゼオネックス480Rの膜(10~20 $\mu$ m)を、スピコート法等により形成した。そして、これらフィルムを室温でロールラミネートにより貼り合わせた。フィルムスペーサ56を入れることにより、ラミネートの圧力を調整した。圧力が足りない場合やシリコーン樹脂の脱泡が足りない場合には、気泡が入るが、厚め(200 $\mu$ m厚)のPETフィルムをスペーサとして、真空中でシリコーン樹脂の脱泡を行うことによって、気泡を取り除くことができる。そして、この一体に貼り合わせたフィルム同士からPETフィルムを剥がす。このPETフィルムとゼオネックスとの密着性は低いので、簡単に剥がすことができる。

40

【0051】

そして、これらの積層工程(積層手順)を繰り返すことによって、ゼオネックス480R/シリコーン樹脂/ゼオネックス480Rのクラッド/コア/クラッド/・・・とする多層部を形成する。次いで、この多層部に一括で圧力をかけ、150、2時間でシリコーン樹脂を熱硬化させる。このようにして多層部を構成するゼオネックス480R/シリコーン樹脂/ゼオネックス480R・・・の一体化を高める。

50

## 【0052】

そして次に、光を入れるための光導入部となる端面を、このフィルムの端部をダイシングソーによって切断・研磨することによって形成する。この切断・研磨は、上述したクラッド層やコア層が延びる方向に対して直交する方向になされるものであってもよいし、これらの層が延びる方向に対して45度の角度が付けられた方向になされるものであってもよい。

## 【0053】

この実施例における工程で作製した多層導波路のうち、光導入部となっている層の端面から、410nmの半導体レーザからの光をレンズで絞って、選択したコア層の端面から光を入れ、そのコア層全体に光を伝搬させる。さらに、660nmの光を参照光として、この選択された同じ層に、この層に対して垂直方向から、物体光としての同じレーザからの光を入れる。この物体光は、空間光変調器を通して二次元の光の情報を書き込んであり、レンズで絞って面に垂直に入れる。

10

## 【0054】

この660nmの光は、この多層導波路をシングルモードで伝搬してゆき、選択した層の光の交差点で干渉を起こす。この交差点で、点で形成されたホログラムを書き込んで記録することができる。このホログラムを書き込んだ点には、空間光変調器で書き込んだ二次元の大容量の情報が記録されている。また、この点で形成されたホログラムは、この層の違う場所においても同様に記録することができる。つまり、1層において、多数のホログラムの点を書き込むことができる。またさらに、他の層においても、この1層と同様に、ホログラムの点を書き込むことができる。このようにして、1層の多点にホログラムを記録し、さらにそれを多層にすることによって、より大容量の記録をすることができるようになる。

20

## 【0055】

また、読み出す場合においては、任意に選択した層に、書き込んだ時と同じ波長となる660nmの光を絞って入れる。そうすると、660nmの光が入れられた層内のホログラムによって、層に対して垂直方向に回折した光(二次元の情報)を、CCDカメラによって読み出すことができる。但し、このような読み出しの場合には、1層に多数の点で形成されたホログラムが書き込まれているので、各ホログラムの点を選択するための二次元の光シャッタを用いる。この二次元の光シャッタによって、所望の点で形成されたホログラムを選択することができる。ここで、二次元の光シャッタとしては、例えば、液晶の空間変調器等が用いられる。このようにして、ホログラムメモリを実現することができる。

30

## 【0056】

## 〔実施例3〕

次に、上述した実施例1及び実施例2とは異なる実施例3について説明する。図7は本発明に係る実施例3(フッ素化PMMA/PMMA(1~5 $\mu$ m)/フッ素化PMMA/...による多層部を構成する例)の工程を示している。符号71はPETフィルムであり、符号72はPMMAのフィルム(例えば、住友化学株式会社の商品名テクノロイ)であり、符号73はPMMAを3.5重量%フッ素化したフッ素化PMMA(屈折率がPMMAよりも低く、屈折率 $n_0 = 1.489$  at 633nm)であり、ここではクラッド層を構成する。符号74はPMMA(屈折率 $n_1 = 1.495$  at 633nm)であり、ここではコア層を構成する。ここで、符号73のクラッド層は、2色吸収媒体あるいは2光子吸収媒体を含んでいる。また、符号75はロールラミネータである。

40

## 【0057】

まず、PETフィルム上に、3.5重量%フッ素化したフッ素化PMMAをモノクロロベンゼンに溶かした溶液をスピンコート法で塗布してゆき、90 $^{\circ}$ で乾燥させる。このようにして厚さ10~20 $\mu$ mの膜をPETフィルム上に形成する。次いで、このフィルムとPMMAフィルム(住友化学株式会社の商品名テクノロイの厚さ75 $\mu$ m)を、加熱ロールラミネータによって貼り合わせる。その際の温度は、100~150 $^{\circ}$ Cが望ましい。温度が低い場合には、フィルム同士が貼り付かず、温度が高い場合には、フィルムが溶け

50

てしまう不具合が生じる。この層は、多層導波路になった場合に、クラッド層の役割を果たす。このフィルム同士を貼り合わせた後に、PETフィルムを剥がす。

【0058】

次いで、このPETフィルム上に、PMMAをモノクロロベンゼンに溶かした溶液をスピコート法で塗布し、90℃で乾燥させて厚さ1~5μmの膜をPETフィルム上に形成する。このようにして多層導波路になった場合、この層がコア層になる。このフィルムと先ほど作製したテクノロイ上のフッ素化PMMAとを、加熱ロールラミネータで貼り合わせる。この加熱の際の温度も、先ほどと同様に100~150℃であることが望ましい。このように貼り合わせたフィルムから、PETフィルムを剥がす。このような積層工程（積層手順）を繰り返すことにより、クラッド/コア/クラッド/コア・・・の繰り返してなる多層構造を実現することができる。

10

【0059】

そして次に、光を入れるための光導入部となる端面を、このフィルムの端部をダイシングソーによって切断・研磨することによって形成する。この切断・研磨は、上述したクラッド層やコア層が延びる方向に対して直交する方向になされるものであってもよいし、これらの層が延びる方向に対して45度の角度が付けられた方向になされるものであってもよい。

【0060】

この実施例における工程で作製した多層導波路のうち、光導入部となっている層の端面から、410nmの半導体レーザからの光をレンズで絞って、選択したコア層の端面から光を入れ、そのコア層全体に光を伝搬させる。さらに、660nmの光を参照光として、この選択された同じ層に、この層に対して垂直方向から、物体光としての同じレーザからの光を入れる。この物体光は、空間光変調器を通して二次元の光の情報を書き込んであり、レンズで絞って面に垂直に入れる。

20

【0061】

この660nmの光は、この多層導波路をシングルモードで伝搬してゆき、選択した層の光の交差点で干渉を起こす。この交差点で、点で形成されたホログラムを書き込んで記録することができる。このホログラムを書き込んだ点には、空間光変調器で書き込んだ二次元の大容量の情報が記録されている。また、この点で形成されたホログラムは、この層の違う場所においても同様に記録することができる。つまり、1層において、多数のホログラムの点を書き込むことができる。またさらに、他の層においても、この1層と同様に、ホログラムの点を書き込むことができる。このようにして、1層の多点にホログラムを記録し、さらにそれを多層にすることによって、より大容量の記録をすることができるようになる。

30

【0062】

また、読み出す場合においては、任意に選択した層に、書き込んだ時と同じ波長となる660nmの光を絞って入れる。そうすると、660nmの光が入れた層内のホログラムによって、層に対して垂直方向に回折した光（二次元の情報）を、CCDカメラによって読み出すことができる。但し、このような読み出しの場合には、1層に多数の点で形成されたホログラムが書き込まれているので、各ホログラムの点を選択するための二次元の光シャッタを用いる。この二次元の光シャッタによって、所望の点で形成されたホログラムを選択することができる。ここで、二次元の光シャッタとしては、例えば、液晶の空間変調器等が用いられる。このようにして、ホログラムメモリを実現することができる。

40

【0063】

〔実施例4〕

次に、上述した実施例1~3とは異なる実施例4について説明する。図8は本発明に係る実施例4（パターンニングされた多層導波路の例）の工程を示している。符号81はPETフィルム、符号82はゼオノアフィルム、符号83aは厚さ10~20μmのゼオネックス480R（屈折率 $n_0 = 1.525$  at 589nm）、符号83bは厚さ1~5μmのゼオネックス480R、符号84はフォトマスク、符号85は紫外線、符号86はゼオ

50

ネックス 480R が紫外線照射によって屈折率が  $10^{-3} \sim 10^{-2}$  程度小さくなった部分、符号 87 は直線導波路、符号 88 は多層直線導波路を示している。この例の多層導波路は、実施例 1 に挙げた多層導波路と似た構成を有しているが、クラッド層には感光性媒体が含有されていない。また、この例の多層導波路は、コア層をパターンニングする工程が追加されている。

【0064】

図 8 中の左方に記載されているように、PET フィルム上にゼオネックス 480R (メシレン溶液) を塗布し、90 で乾燥し、膜厚  $1 \sim 5 \mu\text{m}$  に設定する。その上にフォトマスクを置き、紫外線を照射する。ここではストライプのパターンのマスクを用いて、紫外線によって、ゼオネックス 480R の屈折率は 0.01 程度小さくなった。ここでは、ゼオネックス 480R とフォトマスクと紫外線の組み合わせを用いたが、その他の材料でも、レーザ照射でも、イオン注入でも、何れの方法によっても構わなく、屈折率が変化する工程となっていれば、本発明の趣旨を逸脱しない。

10

【0065】

その後、実施例 1 の工程で作製したゼオネックス 480R / ゼオノアフィルムに紫外線 85 を照射してゼオネックス 480R (符号 83a) を前面露光し、屈折率を 0.01 程度小さくした、つまり屈折率が  $10^{-3} \sim 10^{-2}$  程度小さくしたゼオネックス 480R (符号 86) とする。このフィルムを、先ほどパターンニング紫外線照射したフィルムの上に乗せて加熱ラミネートする。このようにすることによって、上下左右から、屈折率の高い直線部分を、屈折率の低い層で挟んだ構造となり、クラッド / コア / クラッド・・・を実現することができた直線導波路となる。このようにして符号 88 の直線導波路が実現でき、さらにこの操作を繰り返すことによって、符号 89 のような多層直線導波路を実現できる。

20

【0066】

なお、本発明に係る多層導波路およびその作製方法は、上述したような実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において適宜に選択して構成することができる。例えば、上述した多層導波路にあっては、熱硬化性を有する透明な接着剤として、2 液性シリコン樹脂を選択していたが、この例に限定されることなく、熱硬化性を有した、適宜の光を伝搬可能な透明の樹脂接着剤を選択することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図 1】本発明に係る多層導波路の断面図である。

【図 2】図 1 の多層導波路の拡大断面図である。

【図 3】本発明に係る基本作製工程の例を示す図である。

【図 4】図 3 の基本作製工程とは別の例を示す図である。

【図 5】本発明に係る実施例 1 の工程を示す図である。

【図 6】本発明に係る実施例 2 の工程を示す図である。

【図 7】本発明に係る実施例 3 の工程を示す図である。

【図 8】本発明に係る実施例 4 の工程を示す図である。

【図 9】従来の多層光ホログラムメモリの構造を示す図である。

40

【図 10】図 8 の多層光ホログラムメモリからの読み出し方法を示した図である。

【符号の説明】

【0068】

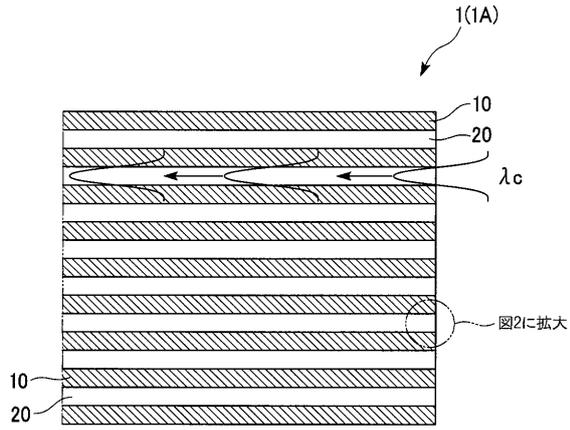
1 多層導波路

1A 多層部

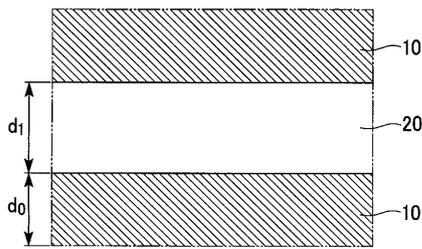
10, 43, 53, 63, 73 クラッド層

20, 44, 54, 64, 74 コア層

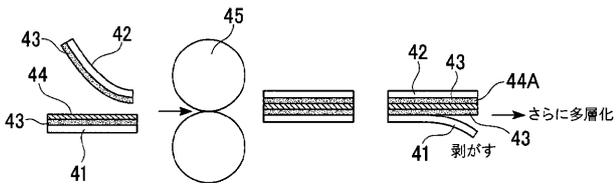
【 図 1 】



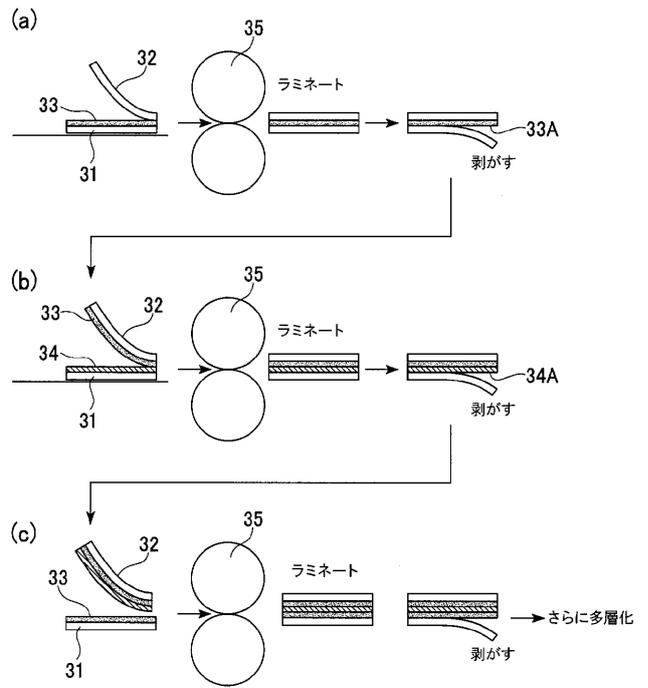
【 図 2 】



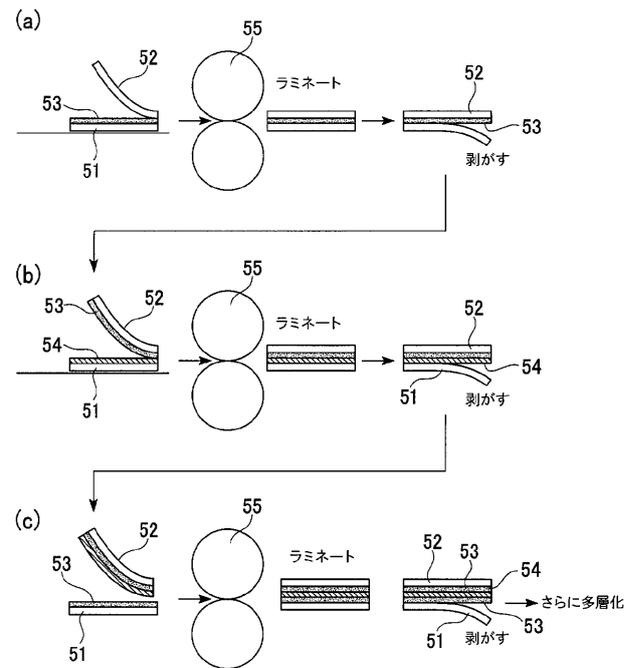
【 図 4 】



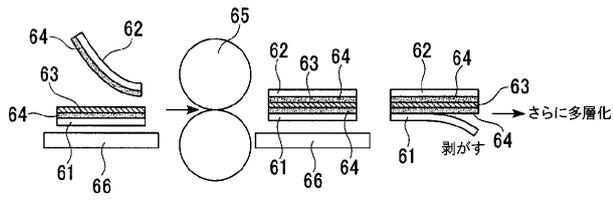
【 図 3 】



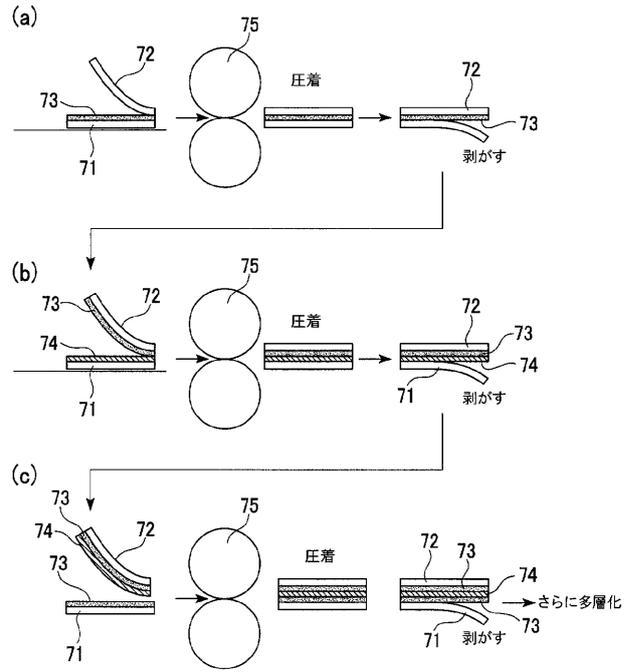
【 図 5 】



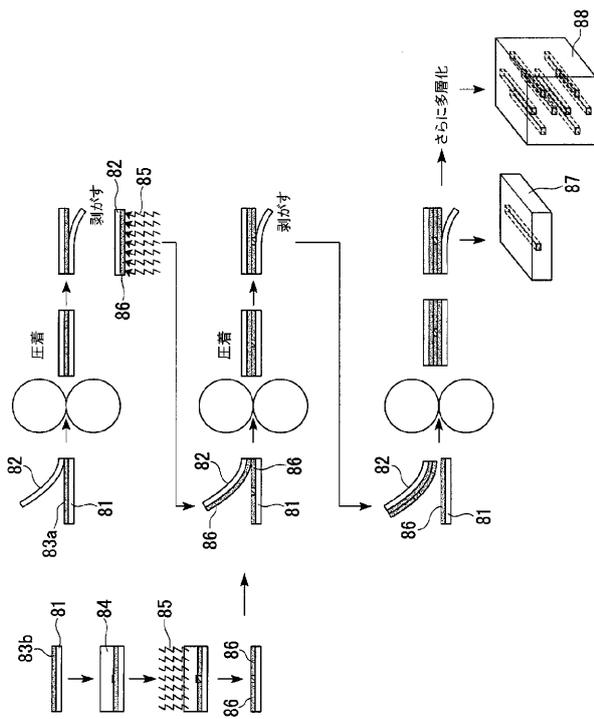
【図6】



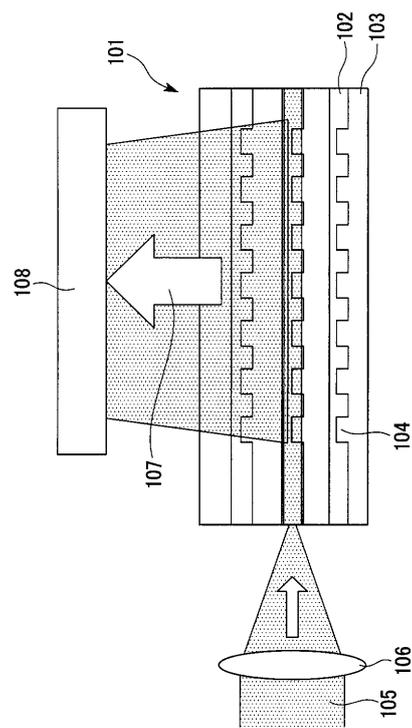
【図7】



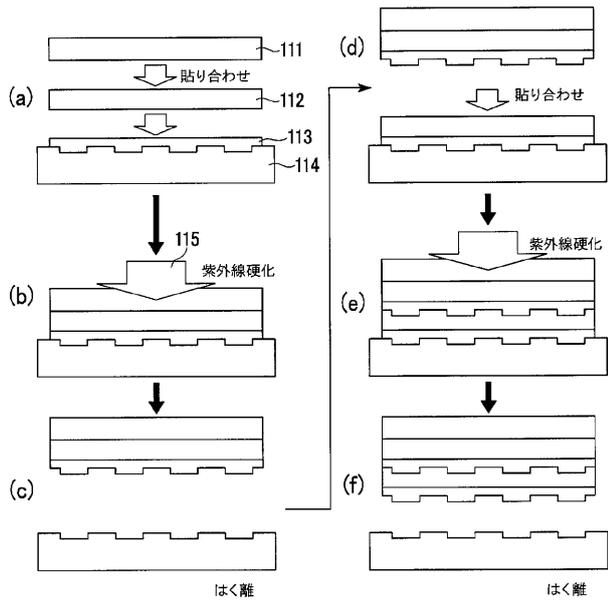
【図8】



【図9】



【図10】



## フロントページの続き

- (71)出願人 000116024  
ローム株式会社  
京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
- (74)代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武
- (74)代理人 100108453  
弁理士 村山 靖彦
- (72)発明者 平林 克彦  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 神原 浩久  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 栗原 隆  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 森 裕平  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 八木 生剛  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 檜山 爲次郎  
京都府京都市西京区京都大学桂 京都大学工学研究科内
- (72)発明者 藤田 静雄  
京都府京都市西京区京都大学桂 京都大学国際融合創造センター内
- (72)発明者 清水 正毅  
京都府京都市西京区京都大学桂 京都大学工学研究科内
- (72)発明者 堀口 高 浩  
京都府京都市西京区京都大学桂 京都大学工学研究科内
- Fターム(参考) 2H147 AB37 BA01 BC05 BG17 CA08 CC12 EA16A EA16B EA16C EA19A  
EA19B EA19C FA17 FB01 FD04 FD06 FD14 FD15 FE02 FE05