

(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2005-62298

(P2005-62298A)

(43) 公開日 平成17年3月10日(2005.3.10)

| | | | |
|----------------------------|-----------|-------------|-------|
| (51) Int. Cl. ⁷ | F I | テーマコード (参考) | |
| GO2B 6/122 | GO2B 6/12 | A | 2H037 |
| GO2B 6/13 | GO2B 6/42 | | 2H047 |
| GO2B 6/42 | HO4N 5/64 | 511A | |
| HO4N 5/64 | GO2B 6/12 | M | |

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 17 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2003-289694 (P2003-289694) | (71) 出願人 | 000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号 |
| (22) 出願日 | 平成15年8月8日(2003.8.8) | (74) 代理人 | 100076059 弁理士 逢坂 宏 |
| | | (72) 発明者 | 荒木田 孝博 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 中田 英彦 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 鈴木 健二 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 |
| | | Fターム(参考) | 2H037 BA02 BA11 CA07 CA34 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路及びその製造方法、並びに光情報処理装置

(57) 【要約】

【課題】 効果的に信号光を入射させることができ、生産性及びコスト面に優れた光導波路、及びこの光導波路を容易にかつ精度良く製造する方法を提供すること。

【解決手段】 コア層3の光入射側端部の厚みが、コア層3の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっている光導波路7を製造するに際し、

コア層3の前記光入射側端部に対応した凹部2を基体1に形成する工程と、

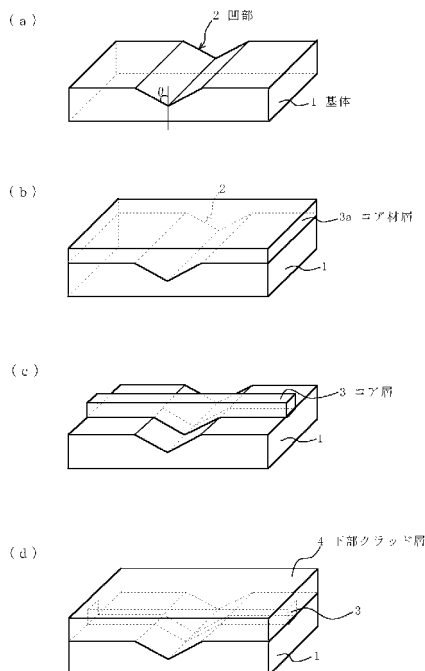
凹部2を含む基体1上にコア材層3aを形成する工程と、

コア材層3aをコア層3にパターニングする工程と、

コア層3に光入射側端面10を形成する工程とを有する、光導波路7の製造方法。コア層3の光入射側端部の厚みが、コア層3の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっていることを特徴とする、光導波路7。

【選択図】 図1

第1の実施の形態



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コア層とクラッド層との接合体からなる光導波路において、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっていることを特徴とする、光導波路。

【請求項 2】

前記コア層の前記光入射側端部の横幅が、前記コア層の光出射側端部の横幅よりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっている、請求項 1 に記載した光導波路。

【請求項 3】

前記コア層の前記光入射側の前記厚さ又は前記横幅が、前記光入射側から前記光出射側へ 45 度以上、90 度未満の角度で直線的に小さくなっている、請求項 1 又は 2 に記載した光導波路。

【請求項 4】

下部クラッド層上に前記コア層が形成されている、請求項 1 に記載した光導波路。

【請求項 5】

前記コア層上に更に上部クラッド層が形成されている、請求項 4 に記載した光導波路。

【請求項 6】

前記コア層が高分子材料からなる、請求項 1 に記載した光導波路。

【請求項 7】

コア層とクラッド層との接合体からなる光導波路であって、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっている光導波路を製造するに際し、

前記コア層の前記光入射側端部に対応した凹部を基体に形成する工程と、

前記凹部を含む前記基体上にコア材層を形成する工程と、

前記コア材層を前記コア層にパターンニングする工程と、

前記コア層に光入射側端面を形成する工程と

を有する、光導波路の製造方法。

【請求項 8】

前記コア層を前記基体から剥離した後、前記凹部に対応する位置にて前記コア層を切断する、請求項 7 に記載した光導波路の製造方法。

【請求項 9】

コア層とクラッド層との接合体からなる光導波路であって、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっている光導波路を製造するに際し、

前記コア層の前記光入射側端部に対応した凸部を有する成形空間にコア材を注入して、前記コア層を成形する工程と、

前記コア層に光入射側端面を形成する工程と

を有する、光導波路の製造方法。

【請求項 10】

前記コア層を成形型から分離した後に、前記凸部に対応する位置にて前記コア層を切断する、請求項 9 に記載した光導波路の製造方法。

【請求項 11】

前記コア層の前記光入射側端部の横幅を、前記コア層の光出射側端部の横幅よりも大きく形成する共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくする、請求項 7 又は 9 に記載した光導波路の製造方法。

【請求項 12】

前記コア層の前記光入射側の前記厚さ又は前記横幅を、前記光入射側から前記光出射側へ 45 度以上、90 度未満の角度で直線的に小さくする、請求項 11 に記載した光導波路の製造方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

下部クラッド層上に前記コア層を形成する、請求項 7 又は 9 に記載した光導波路の製造方法。

【請求項 1 4】

前記コア層上に更に上部クラッド層を形成する、請求項 1 3 に記載した光導波路の製造方法。

【請求項 1 5】

前記コア層を高分子材料を用いて形成する、請求項 7 又は 9 に記載した光導波路の製造方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載した光導波路と、この光導波路のコア層に光を入射させる光入射手段と、前記コア層からの出射光を受け入れる受光手段とを有する、光情報処理装置。

【請求項 1 7】

前記出射光を走査手段によって走査して投影するディスプレイとして構成された、請求項 1 6 に記載した光情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コアとクラッドとの接合体からなり、光源モジュール、光インターコネクション、光通信等に好適な光導波路及びその製造方法、並びにディスプレイ等の光情報処理装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

これまで、電子機器内のボード間又はボード内のチップ間など、比較的短距離間の情報伝達は、主に電気信号により行われてきたが、集積回路の性能を更に向上させるためには、信号の高速化や信号配線の高密度化が必要となる。しかし、電気信号配線においては、配線の時定数による信号遅延やノイズ発生等の問題から、電気信号の高速化や電気信号配線の高密度化が困難である。

【0003】

こうした問題を解決する光配線（光インターコネクション）が注目されている。光配線は、電子機器間、電子機器内のボード間又はボード内のチップ間など、種々の個所に適用可能であり、例えばチップ間のような短距離間の信号の伝送には、チップが搭載されている基板上に光導波路を形成し、信号変調されたレーザー光等の伝送路とした光伝送・通信システムを構築することができる。

【0004】

光導波路からの出射光は、その導波路端面の形状や NA（開口数）などにより、放射光の角度が制限されている。このため、所望の光ビーム形状を得るには、微小レンズなどを取り付ける必要があった。

【0005】

他方、光導波路をディスプレイの光源モジュールとして用いることも知られている。例えば、映像ソフト、ゲーム、コンピュータ画面、映画等を自分だけの大画面で楽しめるヘッドマウントディスプレイ（Head Mounted Display：HMD）の開発がなされており、サングラスのようにかけるだけで、臨場感あふれる映像をいつでもどこでも気軽に体感できるパーソナルなディスプレイがある（米国特許第 5,467,104 号公報参照）。

【0006】

このヘッドマウントディスプレイの光源には、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の LED（light-emitting diode：発光ダイオード）が使われているが、LED 光はコヒーレント性がなく、放射角が広く、集光して 3 色を合波することが難しい。そこで、3 色の LED 光を光導波路に通して合波し、均一な白色光を作り出す技術が知られている（例え

10

20

30

40

50

ば、後記の非特許文献1参照。)。

【0007】

図13は、米Lumileds Lighting, LLCが開発したLED及び光導波路を使ったモジュールの構造例である。

【0008】

図13に示すように、バックライト・モジュール80は、プリント基板81上に実装されたRGB3種類のLEDモジュール82、光導波路83、2個の反射ミラー84a、84b、導光板85で構成され、LEDモジュール82は9mm間隔で直線状に実装されている。LEDモジュール82から放射されたRGBそれぞれのLED光86は、反射ミラー84a、84bによる反射と光導波路83内での反射によって混ざり合い、ほぼ均一な白色光になり、これを液晶パネルの背面に照射する。

10

【0009】

光導波路83は、LEDモジュール82からの信号光86を光導波路83を通して合波し、得られた白色光を平面にて取り出すことができる。しかしながら、出射される光信号は集光されることなく、広がったビーム形状となるので、任意のスポット径を作り出すことができない。

【0010】

上記したヘッドマウントディスプレイに適用するには、集光した点光源が要求される。従って、導波光(出射光)を効率良く集光するためには、別途、レンズなどの光学部品を用いて集光させることになる。このように、光学部品などを用いた場合、光導波路と光学部品との光軸調整などが必要となり、またコストが高く、生産性を悪化させる。

20

【0011】

一方、点光源として好適な出射光を作り出す光導波路が提案されている。図14は、上記のような点光源の出射光を作り出す従来例による光導波路の概略図である。

【0012】

図14に示す光導波路87によれば、コア層を3種類の赤色光用コア88R、緑色光用コア88G及び青色光用コア88Bに分け、これらの光入射面側にそれぞれLEDからなる赤色光源89R、緑色光源89G及び青色光源89Bを配置し、かつ直線状の緑色光用コア88Gの前位にて赤色光用コア88R及び青色光用コア88Bをそれぞれ緑色光用コア88Gに合流させる。これによって、各色の信号光89R、89G及び89Bを合波し、共通コア88で集光して出射することができる。

30

【0013】

【非特許文献1】日経エレクトロニクス2003.3.31号 p.127

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、上記の特許文献1のような従来例による光導波路87は、図14(b)に同図(a)のX-X線概略断面図を示すように、そのコア88(及び88R、88G、88B)の厚さは光導波路87内において常に一定となる。即ち、従来例による光導波路は、コアの横幅を変えることはできても、コアの厚みを任意に変化させることは不可能である。レーザー光やLED光などの光信号を導波する場合には、光導波路端面93におけるコアの面積が大きい方が光結合効率を上げることができるが、上述したように、従来例による光導波路ではその端面93におけるコアの厚みを任意に変えることができないので、光結合効率を飛躍的に改善することはできない。レーザーやLED等の光源と光導波路との間にレンズ等の光学部品を配し、光を集光してコアに入射させることも可能だが、部品点数が増えるため、生産性を悪化させる。

40

【0015】

また、図14に示すような光導波路87は、赤色光用コア88R及び青色光用コア88Bの曲線形状によって、そのカーブ域でコア層からクラッド層への漏れ光が多くなるために、全体の長さdを大きくしなければ、許容光損失を実現することができない。

50

【0016】

図15は、図14に示すような光導波路87において、光導波路87全体の長さdと損失との関係をコア間のピッチを変化させて(200 μ m、400 μ m、600 μ m)、測定した結果のグラフである。

【0017】

図15より明らかなように、この光導波路87は、赤色光用コア88R及び青色光用コア88Bが曲線形状をなしているために、許容光損失(2dB以下)を実現するには、ピッチが大きくなるほど大きい長さdが必要となり、例えばピッチが400 μ mのときその長さは20mm以上が必要となる。

【0018】

また、この光導波路87は、光入射面積が小さく、赤色光用コア88R及び青色光用コア88Bを含めて各コアの厚みが小さくて光導波路87内において常に一定であるために、光源からの入射光量が少ない。

【0019】

本発明は、上述したような問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、効果的に信号光を入射させることができ、生産性及びコスト面に優れた光導波路、及びこの光導波路を容易にかつ精度良く製造する方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0020】

即ち、本発明は、コア層とクラッド層との接合体からなる光導波路において、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっていることを特徴とする、光導波路に係るものである。

【0021】

また、コア層とクラッド層との接合体からなる光導波路であって、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっている光導波路を製造するに際し、

前記コア層の前記光入射側端部に対応した凹部を基体に形成する工程と、

前記凹部を含む前記基体上にコア材層を形成する工程と、

前記コア材層を前記コア層にパターンニングする工程と、

前記コア層に光入射側端面を形成する工程と

を有する、光導波路の製造方法に係るものである(以下、本発明の第1の製造方法と称することができる。)

【0022】

また、コア層とクラッド層との接合体からなる光導波路であって、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっている光導波路を製造するに際し、

前記コア層の前記光入射側端部に対応した凸部を有する成形空間にコア材を注入して、前記コア層を成形する工程と、

前記コア層に光入射側端面を形成する工程と

を有する、光導波路の製造方法に係るものである(以下、本発明の第2の製造方法と称することができる。)

【0023】

さらに、上記した本発明の光導波路と、この光導波路のコア層に光を入射させる光入射手段と、前記コア層からの出射光を受け入れる受光手段とを有する、光情報処理装置に係るものである。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっているため、上記

10

20

30

40

50

した従来例による光導波路のようにコアの厚みが光導波路内において常に一定のものに比べて、前記コア層の光入射側端面を大きくすることができ、レンズ等の光学部品を特に用いなくても、効果的に光源からの信号光を前記コア層に入射させて光結合効率を飛躍的に改善することができ、生産性及びコスト面に優れている。

【0025】

また、その製造方法は、前記コア層に直接加工を行わないので、作製時のダメージがなく、表面状態を平滑にすることができ、容易かつ精度良く良質な光導波路を作製することができる。

【0026】

本発明の光導波路は上述したような優れた効果を奏するので、光通信やディスプレイ等の光情報処理装置として好適に用いることができる。 10

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

本発明の光導波路は、前記コア層の前記光入射側端部の横幅が、前記コア層の光出射側端部の横幅よりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっていることが好ましい。これにより、より効果的に光源からの信号光を前記コア層に入射させることができ、光結合効率を一層向上することができる。

【0028】

また、前記コア層の前記光入射側の前記厚さ又は前記横幅が、前記光入射側から前記光出射側へ45度以上、90度未満の角度で直線的に小さくなっていることが好ましい。前記角度が45度未満の場合、前記コア層に入射した信号光が前記クラッド層へ抜け易くなり、90度以上の場合、コア層自体が厚くなってクラッド層との界面が光入射面と平行になり、光源からの信号光がクラッド層へやはり漏出し易くなる。 20

【0029】

本発明の第1の光導波路の製造方法は、前記コア層を前記基体から剥離した後、前記凹部に対応する位置にて前記コア層を切断することが好ましい。

【0030】

本発明の第2の光導波路の製造方法は、前記コア層を成形型から分離した後に、前記凸部に対応する位置にて前記コア層を切断することが好ましい。

【0031】

また、下部クラッド層上に前記コア層を形成することが好ましい。さらに、前記コア層上に更に上部クラッド層を形成してもよい。 30

【0032】

本発明に基づく光導波路において、前記コア層は入射した信号光を導波する役割を果たし、前記クラッド層は前記コア層内に信号光を閉じ込める役割を果たす。前記コア層は高い屈折率を持つ材料からなり、前記クラッドは前記コア層より低い屈折率の材料で構成されることが好ましい。

【0033】

また、前記コア層が光硬化性樹脂からなるのがよい。これは、光（特に紫外線）照射によって露光パターンに対応したコアにパターン化することが容易となり、またクラッド材としても有利なためである。こうした光硬化性樹脂としては、特開2000-356720号公報に記載されたオキセタン樹脂等の高分子有機材料が挙げられる。このような高分子有機材料は、390nm以上、850nm以下の波長の可視光を90%以上透過するものがよい。なお、コア材やクラッド材は、光硬化性樹脂以外にも、無機系材料を用いてもよい。 40

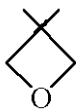
【0034】

光導波路材料として、下記のオキセタン環を有するオキセタン化合物からなる上記したオキセタン樹脂、又は下記のオキシラン環を有するオキシラン化合物からなるポリシランが使用可能であるが、これらの光硬化（重合）のための連鎖反応による重合を開始させ得るカチオン重合開始剤を含む組成物が用いられるのがよい。 50

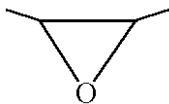
【0035】

【化1】

オキセタン環：



オキシラン環：



10

【0036】

そして、本発明は、光導波路に効率良く入射した後に出射した信号光を走査手段で走査して投影するように構成したディスプレイや、上記信号光を次段回路の受光素子（光配線やフォトディテクタ等）に入射させるように構成した光通信等の光情報処理に有効に用いることができる。

【0037】

以下、本発明の好ましい実施の形態を図面を参照して説明する。

【0038】

第1の実施の形態

20

図1及び図2は、本発明に基づく光導波路の製造方法の一例を工程順に示す概略断面図である。図3は、本発明に基づく光導波路の概略図である。

【0039】

まず、図1(a)に示すように、基体1に、後述するコア層の光入射側端部に対応した凹部2を角度θで形成する。基体1としては、例えばシリコン基板やガラス基板等を用いることができる。また、凹部2は、例えばウェットエッチング、ドライエッチング又はダイシングカットなどの方法によって容易に形成することができる。

【0040】

次に、図1(b)に示すように、凹部2を含む基体1上にコア材層3aを形成する。そして、図1(c)に示すように、コア材層3aをコア層3にパターンニングする。具体的には、凹部2を含む基体1上に形成されたコア材層3a上に、例えばストライプ状の開口を有するフォトマスク（図示省略）を形成し、このフォトマスクを介してコア材層3aに対して紫外線UVを照射する。これにより、フォトマスクの開口に対応する部分では、コア材が硬化する。紫外線UVを照射してから所定の時間が経過した後、フォトマスクにより紫外線UVが照射されず、未硬化状態の部分、例えばアセトンにより溶解除去し、更にフォトマスクを除去する。これにより、例えば平面形状が帯状のコア層3が形成される。

30

【0041】

次に、図1(d)に示すように、コア層3を含む基体1上に下部クラッド層4を形成する。具体的には、コア層3を含む基体1上に下部クラッド材を塗布し、紫外線UVを照射することによって下部クラッド材を硬化させ、下部クラッド層4を形成することができる。

40

【0042】

次に、図2(e)に示すように、コア層3及び下部クラッド層4からなる接合体5aを基体1から剥離する。そして、図2(f)に示すように、下部クラッド層4の露出面及びコア層3上に、例えば下部クラッド層4と同様の材料を用い、下部クラッド層4と同様の方法により、上部クラッド層6を形成する。

【0043】

なお、コア層3は高い屈折率を持つ材料で構成され、下部クラッド層4及び上部クラッド層6はコア層3より低い屈折率の材料で構成されることが好ましい。

【0044】

50

また、コア層 3 が光硬化性樹脂からなるのがよい。これは、光（特に紫外線）照射によって露光パターンに対応したコアにパターン化することが容易となり、またクラッド材としても有利なためである。こうした光硬化性樹脂としては、特開 2000-356720 号公報に記載されたオキセタン樹脂等の高分子有機材料が挙げられる。このような高分子有機材料は、390 nm 以上、850 nm 以下の波長の可視光を 90% 以上透過するものがよい。なお、コア材やクラッド材は、光硬化性樹脂以外にも、無機系材料を用いてもよい。

【0045】

光導波路材料として、下記のオキセタン環を有するオキセタン化合物からなる上記したオキセタン樹脂、又は下記のオキシラン環を有するオキシラン化合物からなるポリシランが使用可能であるが、これらの光硬化（重合）のための連鎖反応による重合を開始させ得るカチオン重合開始剤を含む組成物が用いられるのがよい。

10

【0046】

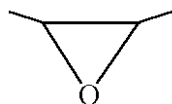
【化 2】

オキセタン環：



オキシラン環：

20



【0047】

次に、図 2 (g) に示すように、コア層 3 と、下部クラッド層 4 と、上部クラッド層 6 とからなる接合体 5 b において、凹部 2 に対応する位置にて接合体 5 b を切断する。ここで、前記切断は、例えばダイサーを用いることができる。

【0048】

以上のようにして、図 3 に示すような、コア層 3 とクラッド層 4、6 との接合体からなり、コア層 3 の光入射側端部 8 の厚みが、コア層 3 の光出射側端部 9 の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっている光導波路 7 を作製することができる。

30

【0049】

ここで、光導波路 7 に基板（図示省略）を貼り付けて、この基板により光導波路 7 を支持固定することも可能である（以下、他の実施の形態も同様。）。また、図 1 (c) でそのまま基体 1 を残し、この状態で切断等の工程を行い、これを本発明に基づく光導波路として使用することも勿論可能である。

【0050】

また、図 1 (a) 及び図 3 (b) において、コア層 3 の光入射側の厚さを、前記光入射側から前記光出射側へ 45 度以上、90 度未満の角度で直線的に小さくすることが好ましい。45 度未満の場合、コア層 3 に入射した信号光がクラッド層 4、6 へ抜け易くなり、90 度以上の場合、コア層 3 自体が厚くなってクラッド層 4、6 との界面が光入射面と平行になり、光源からの信号光がクラッド層 4、6 へやはり漏出し易くなる。

40

【0051】

本実施の形態によれば、コア層 3 の光入射側端部 8 の厚みが、コア層 3 の光出射側端部 9 の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっているため、上記した従来例による光導波路のようにコアの厚みが光導波路内において常に一定のもの比べて、コア層 3 の光入射側端面 10 を大きくすることができ、レンズ等の光学部品を特に用いなくても、効果的に光源からの信号光をコア層 3 に入射させて光結合効率を飛躍的に改善することができ、生産性及びコスト面に優れている。

50

【0052】

また、その製造方法は、コア層3に直接加工を行わないので、作製時のダメージがなく、表面状態を平滑にすることができ、容易かつ精度良く良質な光導波路を作製することができる。

【0053】

第2の実施の形態

本発明の光導波路は、前記コア層の前記光入射側端部の横幅が、前記コア層の光出射側端部の横幅よりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっていることが好ましい。

【0054】

例えば、図4(a)に示すように、基体1に、上記の第1の実施の形態と同様にして後述するコア層の光入射側端部に対応した凹部2を形成する。

【0055】

次に、凹部2を含む基体1上にコア材層を形成し、図4(b)に示すように、前記コア材層をコア層3にパターニングする。具体的には、凹部2を含む基体1上に形成された前記コア材層上に、図4(b)に示すような形状の開口を有するフォトマスク(図示省略)を形成し、このフォトマスクを介してコア材層に対して紫外線UVを照射する。これにより、フォトマスクの開口に対応する部分では、コア材が硬化する。紫外線UVを照射してから所定の時間が経過した後、フォトマスクにより紫外線UVが照射されず、未硬化状態の部分、例えばアセトンにより溶解除去し、更にフォトマスクを除去する。これにより、図4(b)に示すような形状のコア層3が形成される。

【0056】

次いで、上記の第1の実施の形態と同様の方法により、コア層3を含む基体1上に前記下部クラッド層を形成し、コア層3及び前記下部クラッド層からなる接合体を基体1から剥離した後、この接合体の前記下部クラッド層の露出面及びコア層3上に前記上部クラッド層を形成し、凹部2に対応する位置にてコア層3を切断する(図示省略)。

【0057】

これにより、図5に示すような、コア層3の光入射側端部8の厚みが、コア層3の光出射側端部9の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなり、かつコア層3の光入射側端部8の横幅が、コア層3の光出射側端部8の横幅よりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっている光導波路11を作製することができる。

【0058】

上述したように、従来例による光導波路は、図14に示すように、赤色光用コア88R及び青色光用コア88Bの曲線形状及びコアの厚みが光導波路87内において常に一定であるために、全体の長さdが大きくなってしまう。

【0059】

図6は、図中に示すように光入射面から光出射面にかけて幅方向端面を直線的に傾斜させたコア形状とした場合、光導波路の長さdと光損失との関係を示すものであって、コアの光入射側端面(In)の長さlを変化させて(200 μ m、300 μ m、400 μ m、500 μ m、600 μ m)、測定した結果のグラフである。なお、コアの光出射側端面(Out)の長さl'は共通に50 μ mとした。

【0060】

図6より明らかなように、コアの光入射側端面の長さlが大きくなるほど、許容光損失(2dB以下)を実現するにはより大きな長さdが必要となることが分かる。但し、許容光損失(2dB以下)とするための光導波路長dは、上記の長さlの規定によって10m以下と短くすることができるが、これは、コア幅端面が直線的に傾斜しているためにコアからクラッドへの漏れ光が少なくなるからである。このことは、図5に示した光入射部の長さdに対しても同様である。

【0061】

10

20

30

40

50

これに関連して、図5に示すような本実施の形態による光導波路11のコア層3の光入射側端部8についても、コア層3の傾斜角度 θ を上記の $1' / 1$ の望ましい比率範囲に対応して、45度以上、90度未満に形成することが好ましい。45度未満の場合、コア層3に入射した信号光がクラッド層4、6へ抜け易くなり、90度以上の場合、コア層自体が厚くなってクラッド層との界面が光入射面と平行になり、光源からの信号光がクラッド層へやはり漏出し易くなる。このように、コア層3の光入射側端部8の横幅を、コア層3の光出射側端部9の横幅よりも大きくすると共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくしかつ角度 θ を上記した範囲内とすることにより、光損失を抑え、かつ長さdをより小さくすることができ、光導波路11全体の大きさもより小さくすることができる。これと同様の理由により、図5(c)に示すコア層3の角度 θ も45度以上、90度未満に形成することが好ましい。これは、上記の第1の実施の形態による光導波路7の角度(図1(a)及び図3(b))についても同様である。

10

20

30

40

50

【0062】

本実施の形態によれば、コア層3の光入射側端部8の厚みが、コア層3の光出射側端部9の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなりかつ角度 θ を上記した範囲内とし、また、コア層3の光入射側端部8の横幅が、コア層3の光出射側端部9の横幅よりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなりかつ角度 θ を上記した範囲内とするので、上記した従来例による光導波路のようにコアの厚みが光導波路内において常に一定のものとは比べて、コア層3の光入射側端面10を大きくすることができ、レンズ等の光学部品を特に用いなくても、効果的に光源からの信号光をコア層3に入射させて光結合効率を飛躍的に改善することができ、生産性及びコスト面に優れている。

【0063】

また、その製造方法は、コア層3に直接加工を行わないので、作製時のダメージがなく、表面状態を平滑にすることができ、容易かつ精度良く良質な光導波路を作製することができる。

【0064】

第3の実施の形態

図7(a)の左図は、上記した第1の実施の形態による光導波路の製造工程において、前記凹部を有する基体1上にコア層3を形成したときの概略断面図であり、同右図は、この場合に最終的に得られる光導波路の概略断面図である。

【0065】

本発明に基づく光導波路は、図7(a)に示すような光導波路に代えて、例えば図7(b)の左図に示すように、上記と同様にして基体1上にコア層3を形成した後、更にこのコア層3上に別途形成したコア層3'を配してもよい。これによって得られる光導波路は、同右図に示すように、コア層3、3'の光入射側端面10がより大きくなり、一層効果的に光源からの信号光をコア層3、3'に入射することができる。

【0066】

但し、光導波路において、コア層3の光出射側端面12は小さい方が出射光をより集光し易いので、例えば、後から配するコア層3'を図7(c)に示すような形状とし、同右図に示すように、コア層3の光入射側端面10をより大きく、かつ光出射側端面12の大きさは変化させないで作製してもよい。

【0067】

第4の実施の形態

上述した第1の実施の形態では、前記基板上に前記下部クラッド層、前記コア層及び前記上部クラッド層をそれぞれ塗布によって形成する、本発明に基づく第1の製造方法について説明した。本実施の形態では、本発明に基づく第2の製造方法について説明する。即ち、本発明の第2の製造方法は、コア層とクラッド層との接合体からなる光導波路であって、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっている光導波路を製造するに際し

、前記コア層の前記光入射側端部に対応した凸部を有する成形空間にコア材を注入して、前記コア層を成形する工程と、前記コア層に光入射側端面を形成する工程とを有する。

【0068】

例えば図8(a)に示すように、上型13及び下型14に、後述するコア層の前記光入射側端部に対応する前記凹部を有する基体1を配し、後述するコア層の前記光入射側端部に対応する凸部を有する成形空間15にコア材(図示省略)を注入し、しかる後に、上型13及び下型14を外して、図8(b)に示すような、前記凹部を含む基体1上にコア材層3aを形成する。そして、コア材層3aを例えば上記した第1の実施の形態と同様の方法により、パターンニングして前記コア層を形成すればよい。

【0069】

ここで、予め成形空間15をコア材層3aのパターンニング後の形状としておけば、その成形空間15にコア材を注入しただけで、図8(c)に示すような、パターンニング後の形状を予め有するコア材層3aを形成することができる。この後は、紫外線UVを照射してコア材を硬化させて前記コア層を形成すればよい。この場合、フォトマスク等を必要とせず、より少ない工程数で前記コア層を形成することができる。

【0070】

第5の実施の形態

本発明に基づく光導波路は、上述したように、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっているため、前記コア層の光入射側端面を大きくすることができ、効果的に信号光を前記コア層に入射させることができるが、図9に示すように、コア層3の光入射側端面10にレンズ16等の光学部品を配してもよい。この場合、LED等の光源からの信号光をより効果的にコア層3に入射させることができ、光結合効率をより飛躍的に改善することができる。

【0071】

また、前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて漸次小さくなっているため、レンズ16等の光学部品を配する際の位置合せは容易である。

【0072】

第6の実施の形態

上述した第1～5の実施の形態では、下部クラッド層4と、コア層3と、上部クラッド層6との接合体5bからなる光導波路について説明した。前記下部及び上部クラッド層は、前記コア層を通る信号光が外部に洩れないように遮断する役割を担っているが、LED等の光源からの信号光によっては前記コア層だけでなく、前記下部及び上部クラッド層に渡って導波することがある。この場合、前記コア層のみならず、前記下部及び上部クラッド層からも光が出射し、光導波路全体が発光することが考えられる。

【0073】

そこで、図10に示すように、前記上部クラッド層を設けずに光導波路17を作製してもよい。これによれば、LED等からの信号光がコア層3だけでなく、クラッド層にまで導波した場合でも、前記上部クラッド層分が低減されているため、より出射光範囲18を小さくすることができる。

【0074】

第7の実施の形態

前記コア層の前記光入射側端部について、上記に前記コア層の光入射側端部の厚みが、前記コア層の光出射側端部の厚みよりも大きいと共に、光入射側から光出射側にかけて直線的に小さくなっている例を説明したが、例えば図11(a)に示すように、コア層3の光入射側端部8の厚みが、光入射側19から光出射側20にかけて多段階で小さくなるように形成されていてもよい。

【0075】

また、コア層3の光入射側端部8以外の部分の厚みは均一であってよいが、例えば図1

10

20

30

40

50

1 (b) に示すように、徐々に光出射側 2 0 ' に向けて小さくなるように形成してもよい。この場合、コア層 3 の光出射側端面 1 2 がより小さく形成されているので、出射光をより効果的に集光することができる。

【 0 0 7 6 】

第 8 の実施の形態

上述した各実施の形態はいずれも、光導波路はいわば点光源として好適であって出射光はビーム径の絞られた次段への信号光として好適なものとなる。本実施の形態は、そのような点光源としての光導波路を光情報処理装置、例えばディスプレイに適用した例である。

【 0 0 7 7 】

本発明に基づく光導波路は、LED等の光源からの信号光を効果的に前記コア層に入射して合波し、所望のビーム径に集光して出射させる。そして、各色の信号光の強度やカラーバランスを制御することによって、出射光 (R 、 G 、 B) は目的とする色情報をもつ信号光として次段のたとえばスクリーンへ投影され、フルカラーの画像の再生が可能なディスプレイを得ることができる。

【 0 0 7 8 】

図 1 2 は、こうしたディスプレイをヘッドマウントディスプレイ (H M D) 3 0 に適用した例を示すものであって、本発明に基づく光導波路 2 5 を単位画素相当としてこれらを例えば紙面垂直方向に多数個ライン状に配列し、各光導波路 2 5 からのビーム径の絞られた出射光 2 9 を走査板 (scanned image plane) 3 1 に通した後、この走査板 3 1 と光学的に共役関係にある人間の眼球 3 2 の網膜 3 3 上に光学レンズ 3 4 等によって焦点 (スポット) を結ばせるように構成している。この結像点は一ライン分、網膜 3 3 上に形成されるが、これは走査板 3 1 によって網膜 3 3 上でラインとは直交する方向に走査されることによって、臨場感あふれる映像をパーソナルに体感することができる。

【 0 0 7 9 】

このようなディスプレイでは、一般に、光源の赤色 LED 2 7 R 、緑色 LED 2 7 G 、青色 LED 2 7 B の発光光はコヒーレント性がなく、放射角が広くて3色を合波するのが困難であるとされるが、本実施の形態のようにLEDからの光を光導波路 2 5 の前記コア層に効果的に導入した後に、所望のビーム径に集光できるため、この光導波路 2 5 はいわば点光源としてディスプレイに非常に有利となる。

【 0 0 8 0 】

なお、このヘッドマウントディスプレイ 3 0 は、サングラスのように装着した状態で、プロジェクタやカメラ、コンピュータ、ゲーム機などに組み込むことにより、コンパクトな映像装置を提供することができる。

【 0 0 8 1 】

以上、本発明を実施の形態について説明したが、上述の例は、本発明の技術的思想に基づき種々に変形が可能である。

【 0 0 8 2 】

例えば、本発明に基づく光導波路の構成材料や層構成も様々に変化させてよく、例えば上述した各実施の形態においてニオブ酸リチウム等の無機系の材料を用い、これをCVD (化学的気相成長法) によって基体上にコア材として成膜し、レジストマスクを用いて所定パターンにエッチングすることによって、上述したコア層と同等のコア層を形成することができる。

【 0 0 8 3 】

また、上述した光導波路を含む光学系の構成は適宜変更してよく、例えば走査手段としてマイクロミラーデバイスやポリゴンミラー等を採用してよいし、投影をスクリーン上に行ってもよい。

【 0 0 8 4 】

なお、本発明は、LED又はレーザーを用いた光導波路を光源とするディスプレイ等をはじめ、例えばレーザーを用いた光導波路からの信号光を次段回路の受光素子 (光配線や

10

20

30

40

50

フォトディテクタ等)に入射させる光通信等の如き種々の光情報処理に広く適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0085】

本発明は、光導波路で効率良く所定の光束に集光されて出射し、或いは光導波路に効率良く入射した後に、出射した信号光を走査手段で走査して投影するように構成したディスプレイや、上記信号光を次段回路の受光素子(光配線やフォトディテクタ等)に入射させるように構成した光通信等の光情報処理に有効に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】本発明の第1の実施の形態による、光導波路の製造方法の一例を工程順に示す概略断面図である。

【図2】同、光導波路の製造方法の概略断面図である。

【図3】同、光導波路の概略図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態による、光導波路の製造方法の概略平面図である。

【図5】同、光導波路の概略図である。

【図6】同、コア層の端部の長さdと損失との関係をコア層の光入射側端部の長さを変化させて測定した結果のグラフである。

【図7】本発明の第3の実施の形態による、光導波路の概略断面図である。

【図8】本発明の第4の実施の形態による、光導波路の製造方法の概略図である。

【図9】本発明の第5の実施の形態による、光導波路の概略断面図である。

【図10】本発明の第6の実施の形態による、光導波路の概略断面図である。

【図11】本発明の第7の実施の形態による、光導波路のコア層の概略断面図である。

【図12】本発明の第8の実施の形態による、本発明の光導波路を適用したディスプレイの一例の模式図である。

【図13】従来例による光導波路を適用したディスプレイの模式図である。

【図14】同、光導波路の概略図である。

【図15】同、光導波路の長さdと損失との関係をピッチを変化させて測定した結果のグラフである。

【符号の説明】

【0087】

1 ... 基体、2 ... 凹部、3 a ... コア材層、3 ... コア層、4 ... 下部クラッド層、5 a、5 b ... 接合体、6 ... 上部クラッド層、7、11、17、25 ... 光導波路、8 ... 光入射側端部、9 ... 光出射側端部、10 ... 光入射側端面、12 ... 光出射側端面、13 ... 上型、14 ... 下型、15 ... 成形空間、16 ... レンズ、18 ... 出射光範囲、19 ... 入射側、20、20' ... 出射側、27 R ... 赤色LED、27 G ... 緑色LED、27 B ... 青色LED、29 ... 出射光、30 ... ヘッドマウントディスプレイ、31 ... 走査板、32 ... 眼球、33 ... 網膜、34 ... 光学レンズ

10

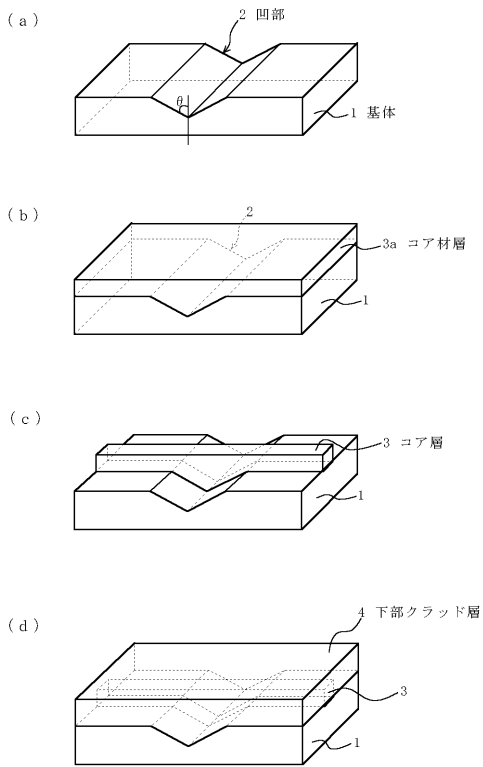
20

30

40

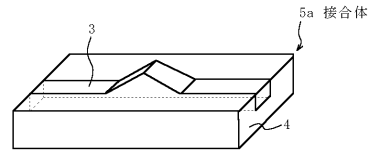
【図1】

第1の実施の形態

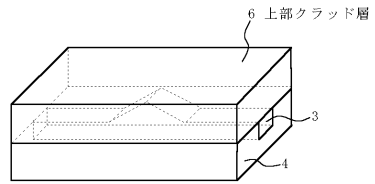


【図2】

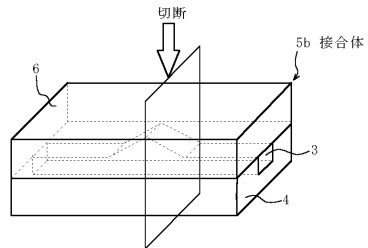
(e)



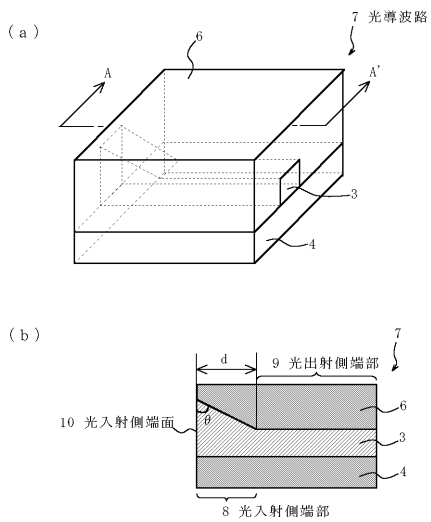
(f)



(g)



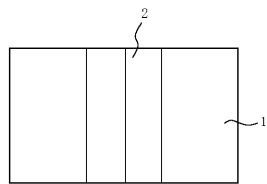
【図3】



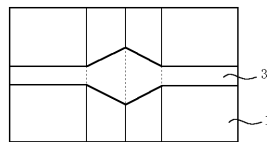
【図4】

第2の実施の形態

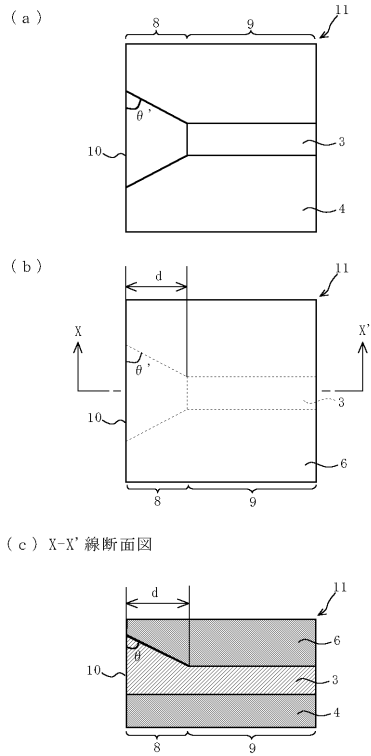
(a)



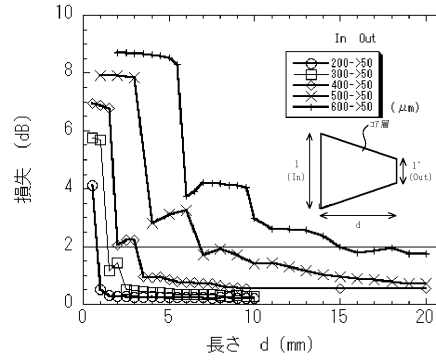
(b)



【 図 5 】

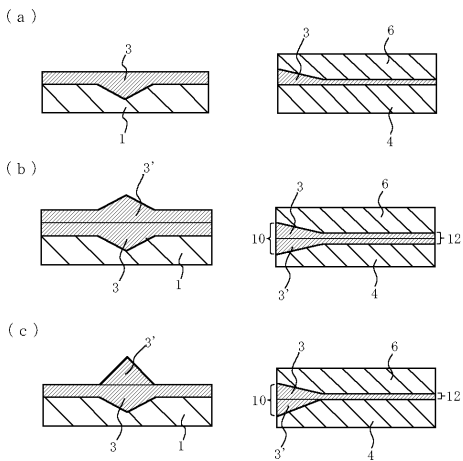


【 図 6 】



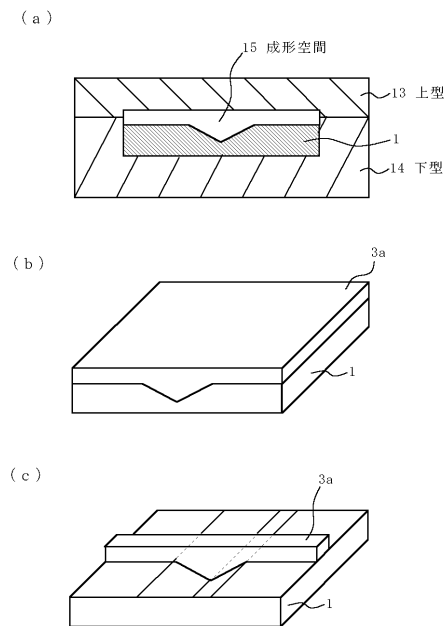
【 図 7 】

第 3 の実施の形態



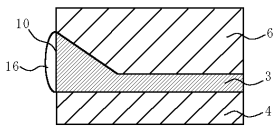
【 図 8 】

第 4 の実施の形態



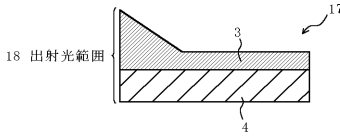
【図 9】

第5の実施の形態



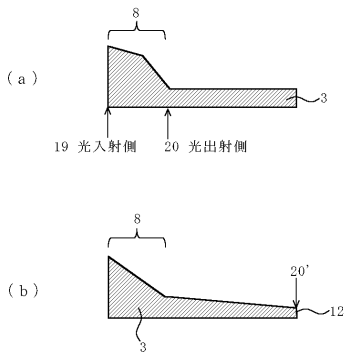
【図 10】

第6の実施の形態

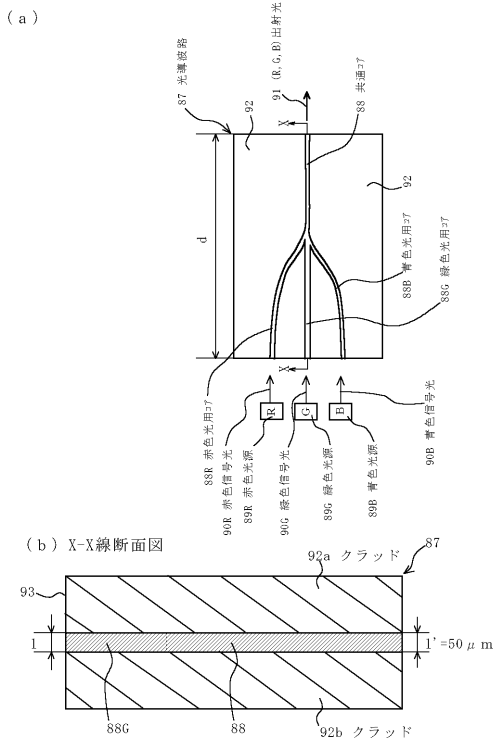


【図 11】

第7の実施の形態

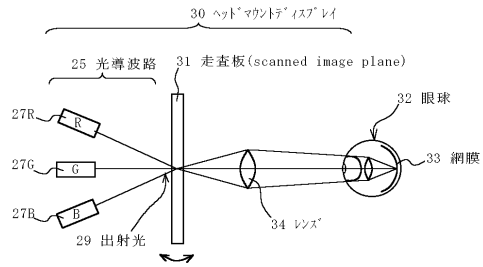


【図 14】



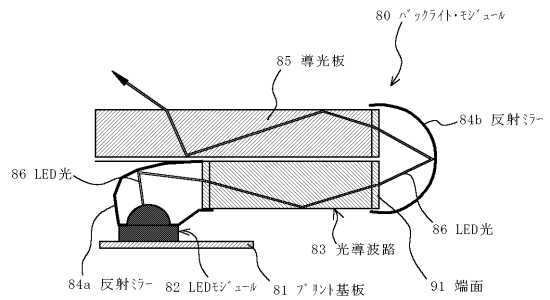
【図 12】

第8の実施の形態

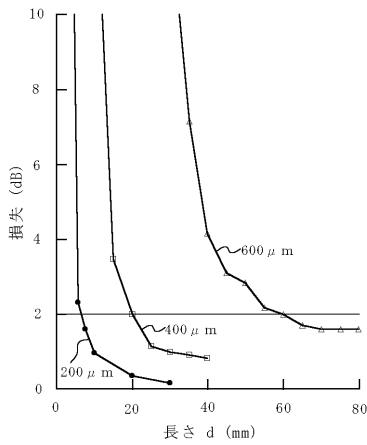


【図 13】

<従来例>



【図 15】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H047 KA04 KA13 LA12 PA02 PA21 PA24 PA28 QA05