

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6445138号
(P6445138)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)

| | | | |
|-----------------------------|------|-------|-----|
| (51) Int. Cl. | F 1 | | |
| GO2B 6/12 (2006.01) | GO2B | 6/12 | 301 |
| GO2B 6/122 (2006.01) | GO2B | 6/122 | |
| GO2B 6/138 (2006.01) | GO2B | 6/138 | |
| GO2B 6/42 (2006.01) | GO2B | 6/42 | |
| A61B 1/00 (2006.01) | A61B | 1/00 | 680 |

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-507139 (P2017-507139)
 (86) (22) 出願日 平成27年3月20日 (2015.3.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/058448
 (87) 国際公開番号 W02016/151670
 (87) 国際公開日 平成28年9月29日 (2016.9.29)
 審査請求日 平成29年11月22日 (2017.11.22)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (74) 代理人 100101661
 弁理士 長谷川 靖
 (74) 代理人 100135932
 弁理士 篠浦 治
 (72) 発明者 堺 洋平
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内
 (72) 発明者 中川 悠輔
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光伝送モジュール、内視鏡、および前記光伝送モジュールの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の光信号を送信または受信する第1の光素子と、
 第2の光信号を送信または受信する第2の光素子と、
 前記第1の光信号と前記第2の光信号とが合波された第3の光信号を導光する光ファイバと、

第1の樹脂からなる光導波路を有し、前記光導波路が第1の端面に傾斜角45度の第1の反射面を有し、第2の端面が前記光ファイバの光路と光結合している、光導波路基板と、を具備する光伝送モジュールであって、

前記光導波路基板に形成された溝に、前記光ファイバおよび前記第1の光信号が透過する傾斜角45度の第2の反射面を有するプリズムが配設されており、

前記光導波路の光路と、前記光導波路の前記光路に対して直交している前記第1の光素子の光路とが、前記第1の反射面を介して光結合しており、

前記光ファイバの前記光路と、前記光ファイバの前記光路に対して直交している前記第2の光素子の光路とが、前記第2の反射面を介して光結合しており、

前記溝の第1の壁面に前記光導波路の前記第2の端面が露出しており、前記溝の第2の壁面に前記第1の樹脂からなる位置決め部材の一面が露出しており、

前記プリズムの第1の側面が、前記溝の第1の壁面または前記第1の壁面から突出した前記光導波路の凸部と当接しており、第2の側面が前記溝の第2の壁面または前記第2の壁面から突出した前記位置決め部材の凸部と当接していることを特徴とする光伝送モジュ

10

20

ール。

【請求項 2】

前記第 1 の光素子および前記第 2 の光素子の実装された第 1 基板が、前記光導波路基板の上面に配設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送モジュール。

【請求項 3】

前記第 1 の光素子の実装された第 1 基板が、前記光導波路基板の上面に配設されており、

前記第 2 の光素子の実装された第 2 基板が、前記光導波路基板の下面に配設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送モジュール。

【請求項 4】

前記第 1 の光素子および前記第 2 の光素子が、それぞれ前記光導波路の直上または直下に配設されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の光伝送モジュール。

【請求項 5】

前記第 1 の光素子が前記光導波路の直上または直下に配設されており、
前記位置決め部材が、前記光導波路の光軸に直交する方向に延設され、前記第 2 の壁面または前記第 2 の壁面から突出した前記凸部と対向する端面に傾斜角 45 度の第 3 の反射面がある第 2 の光導波路を構成しており、

前記第 2 の光導波路の直上に配設されている前記第 2 の光素子が、前記第 3 の反射面、前記第 2 の光導波路、および前記プリズムを介して前記光ファイバと光結合していることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の光伝送モジュール。

【請求項 6】

前記第 1 の光素子が発光素子で、
前記第 2 の光素子が受光素子であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の光伝送モジュール。

【請求項 7】

前記第 1 の光素子および前記第 2 の光素子が発光素子で、あることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の光伝送モジュール。

【請求項 8】

前記第 1 の光素子および前記第 2 の光素子が受光素子で、あることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の光伝送モジュール。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の光伝送モジュールを挿入部の先端部に具備することを特徴とする内視鏡。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の光伝送モジュールの製造方法であって、
前記光導波路と前記位置決め部材とが、フォトリソグラフィ法により同時にパターンニングされる工程を具備することを特徴とする光伝送モジュールの製造方法。

【請求項 11】

前記プリズムに前記光ファイバを接着する工程のあとに、前記光ファイバが接着された前記プリズムを前記溝の所定位置に配設する工程が行われることを特徴とする請求項 10 に記載の光伝送モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の光素子の実装された配線板と、前記配線板が主面に接着されているポリマー型の光導波路基板と、を具備する光伝送モジュール、前記光伝送モジュールを有する内視鏡、および前記光伝送モジュールの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

電子内視鏡は、細長い挿入部の先端部にCCD等の撮像素子を有する。近年、高画素数の撮像素子の内視鏡への使用が進んでいる。高画素数の撮像素子を使用した場合には、撮像素子から信号処理装置（プロセッサ）へ伝送する画像データの信号量が増加するため、メタル配線を介した電気信号伝送に替えて細い光ファイバを介した光信号伝送が好ましい。また双方向光通信技術を活用することで、1本の光ファイバにより、画像データだけでなく、信号処理装置から撮像素子へのクロック信号等の伝送も行うことができる。双方向光通信では、光伝送モジュールにより発光素子が発生する第1の光信号と受光素子が受光する第2の光信号とが合波/分波される。

【0003】

日本国特開2008 - 250007号公報には、光素子が実装された配線板が上面に接着されたポリマー型の光導波路基板が開示されている。光導波路基板にダイシングブレードを用いて形成した45度の傾斜面を有する溝に、光素子の光路と光導波路の光路とを光結合するミラーを有するミラーブロックが接着されている。

10

【0004】

しかし、ミラーブロックを正確に位置決めすることは容易ではなかった。

【0005】

日本国特開平5 - 173045号公報には、シリコン基板に光素子およびプリズム等を所定位置に配置するとともに光路となる溝を形成した光半導体モジュールが開示されている。

【0006】

20

しかし、上記光半導体モジュールでは、前記光路が空気中であるため、光の伝送効率が低下するおそれがあった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2008 - 250007号公報

【特許文献2】特開平5 - 173045号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

30

本発明の実施形態は、光素子と光ファイバとの光結合効率の高い光伝送モジュール、前記光伝送モジュールを有する内視鏡、および前記光伝送モジュール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】

【0009】

本発明の実施形態の光伝送モジュールは、第1の光信号を送信または受信する第1の光素子と、第2の光信号を送信または受信する第2の光素子と、前記第1の光信号と前記第2の光信号とが合波された第3の光信号を導光する光ファイバと、第1の樹脂からなる光導波路を有し、前記光導波路が第1の端面に傾斜角45度の第1の反射面を有し、第2の端面が前記光ファイバの光路と光結合している、光導波路基板と、を具備し、前記光導波路基板に形成された溝に、前記光ファイバおよび前記第1の光信号が透過する傾斜角45度の第2の反射面を有するプリズムが配設されており、前記光導波路の光路と、前記光導波路の前記光路に対して直交している前記第1の光素子の光路とが、前記第1の反射面を介して光結合しており、前記光ファイバの前記光路と、前記光ファイバの前記光路に対して直交している前記第2の光素子の光路とが、前記第2の反射面を介して光結合しており、前記溝の第1の壁面に前記光導波路の前記第2の端面が露出しており、前記溝の第2の壁面に前記第1の樹脂からなる位置決め部材の一面が露出しており、前記プリズムの第1の側面が、前記溝の第1の壁面または前記第1の壁面から突出した前記光導波路の凸部と当接しており、第2の側面が前記溝の第2の壁面または前記第2の壁面から突出した前記位置決め部材の凸部と当接している。

40

50

【0010】

また本発明の別の実施形態の内視鏡は、第1の光信号を送信または受信する第1の光素子と、第2の光信号を送信または受信する第2の光素子と、前記第1の光信号と前記第2の光信号とが合波された第3の光信号を導光する光ファイバと、第1の樹脂からなる光導波路を有し、前記光導波路が第1の端面に傾斜角45度の第1の反射面を有し、第2の端面が前記光ファイバの光路と光結合している、光導波路基板と、を具備し、前記光導波路基板に形成された溝に、前記光ファイバおよび前記第1の光信号が透過する傾斜角45度の第2の反射面を有するプリズムが配設されており、前記光導波路の光路と、前記光導波路の前記光路に対して直交している前記第1の光素子の光路とが、前記第1の反射面を介して光結合しており、前記光ファイバの前記光路と、前記光ファイバの前記光路に対して直交している前記第2の光素子の光路とが、前記第2の反射面を介して光結合しており、前記溝の第1の壁面に前記光導波路の前記第2の端面が露出しており、前記溝の第2の壁面に前記第1の樹脂からなる位置決め部材の一面が露出しており、前記プリズムの第1の側面が、前記溝の第1の壁面または前記第1の壁面から突出した前記光導波路23の凸部と当接しており、第2の側面が前記溝の第2の壁面または前記第2の壁面から突出した前記位置決め部材の凸部と当接している、光伝送モジュールを挿入部の先端部に具備することを特徴とする内視鏡。

10

【0011】

さらに、本発明の別の実施形態の光伝送モジュールの製造方法は、第1の光信号を送信または受信する第1の光素子と、第2の光信号を送信または受信する第2の光素子と、前記第1の光信号と前記第2の光信号とが合波された第3の光信号を導光する光ファイバと、第1の樹脂からなる光導波路を有し、前記光導波路が第1の端面に傾斜角45度の第1の反射面を有し、第2の端面が前記光ファイバの光路と光結合している、光導波路基板と、を具備し、前記光導波路基板に形成された溝に、前記光ファイバおよび前記第1の光信号が透過する傾斜角45度の第2の反射面を有するプリズムが配設されており、前記光導波路の光路と、前記光導波路の前記光路に対して直交している前記第1の光素子の光路とが、前記第1の反射面を介して光結合しており、前記光ファイバの前記光路と、前記光ファイバの前記光路に対して直交している前記第2の光素子の光路とが、前記第2の反射面を介して光結合しており、前記溝の第1の壁面に前記光導波路の前記第2の端面が露出しており、前記溝の第2の壁面に前記第1の樹脂からなる位置決め部材の一面が露出しており、前記プリズムの第1の側面が、前記溝の第1の壁面または前記第1の壁面から突出した前記光導波路23の凸部と当接しており、第2の側面が前記溝の第2の壁面または前記第2の壁面から突出した前記位置決め部材の凸部と当接している光伝送モジュールの製造方法であって、前記光導波路と前記位置決め部材とが、フォトリソグラフィ法により同時にパターンングされる。

20

30

【発明の効果】

【0012】

本発明の実施形態によれば、光素子と光ファイバとの光結合効率の高い光伝送モジュール、前記光伝送モジュールを有する内視鏡、および前記光伝送モジュールの製造方法を提供できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態の光伝送モジュールの断面図である。

【図2】第1実施形態の光伝送モジュールの上面図である。

【図3】第1実施形態の光伝送モジュールの分解図である。

【図4】第1実施形態の光伝送モジュールの製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図5A】第1実施形態の光伝送モジュールの製造方法を説明するための斜視図である。

【図5B】第1実施形態の光伝送モジュールの製造方法を説明するための斜視図である。

【図5C】第1実施形態の光伝送モジュールの製造方法を説明するための斜視図である。

50

【図 5 D】第 1 実施形態の光伝送モジュールの製造方法を説明するための斜視図である。

【図 5 E】第 1 実施形態の光伝送モジュールの製造方法を説明するための斜視図である。

【図 5 F】第 1 実施形態の光伝送モジュールの製造方法を説明するための斜視図である。

【図 5 G】第 1 実施形態の光伝送モジュールの製造方法を説明するための斜視図である。

【図 6】第 1 実施形態の光伝送モジュールの要部の上面図である。

【図 7】第 1 実施形態の変形例の光伝送モジュールの断面図である。

【図 8】第 2 実施形態の光伝送モジュールの分解図である。

【図 9】第 2 実施形態の光伝送モジュールの光路を説明するための上面図である。

【図 10】第 3 実施形態の内視鏡の撮像モジュールの分解図である。

【図 11】第 3 実施形態の内視鏡斜視図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0014】

<第 1 実施形態>

<光伝送モジュール 1 の構成>

図 1 から図 3 を用いて第 1 実施形態の光伝送モジュール 1 について説明する。なお、以下の説明において、各実施の形態に基づく図面は、模式的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、夫々の部分の厚みの比率などは現実のものとは異なることに留意すべきであり、図面の相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。また一部の構成要素（例えば接着層）の図示を省略する。なお、以下、図面の Z 軸増加方向を上方向、Z 軸減少方向を下方向という。

20

【0015】

光伝送モジュール 1 は、第 1 の光素子である発光素子 50 と、第 2 の光素子である受光素子 60 と、光導波路基板 20 と、プリズム 30 と、光ファイバ 70 と、を具備する。光導波路基板 20 の上面 20SA には、発光素子 50 および受光素子 60 が実装された第 1 基板（以下「配線板」ともいう。）40 が、下面 20SB には第 2 基板 10 が、それぞれ配設されている。

【0016】

光伝送モジュール 1 では、発光素子 50 が送信する第 1 の波長 λ_1 の第 1 の光信号と、受光素子 60 が受信する第 1 の波長 λ_1 とは異なる第 2 の波長 λ_2 の第 2 の光信号とが合波された第 3 の光信号を、光ファイバ 70 が導光する。例えば、第 1 の波長 λ_1 は、850 nm であり、第 2 の波長 λ_2 は、1300 nm である。

30

【0017】

発光素子 50 は、垂直共振器面発光レーザ（VCSEL：Vertical Cavity Surface Emitting LASER）であり、入力された駆動電気信号に応じて、発光面（XY 面）に対して垂直方向（Z 軸方向）に光信号の光を出射する。例えば、平面視寸法が $250 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ と超小型の発光素子 50 は、直径が $20 \mu\text{m}$ の発光部 51 と、発光部 51 と電気的に接続された、電気信号を供給するための接続端子 52 とを発光面に有する。

【0018】

受光素子 60 はフォトダイオード（PD）等からなり、受光面に対して垂直方向（Z 軸方向）から入射した光信号を電気信号に変換して出力する。例えば、平面視寸法が $350 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ と超小型の受光素子 60 は、直径が $50 \mu\text{m}$ の受光部 61 と、受光部 61 と電気的に接続された受信電気信号を出力するための接続端子 62 とを受光面に有する。

40

【0019】

光導波路基板 20 は、光信号を導光する X 軸方向が長手方向の光導波路であるコア 23 の周囲をクラッド 25 が取り囲んでいるポリマー型の光導波路基板である。コア 23 およびクラッド 25 が樹脂からなるポリマー型の光導波路基板 20 は、石英等の無機材料からなる光導波路基板よりも、加工が容易で柔軟性に優れている。また、可撓性の光導波路基板 20 を 2 枚の可撓性の第 1 基板 40 と第 2 基板 10 とで挟み込んだ光伝送モジュール 1 は、可撓性があり、狭い空間への配設が容易である。すなわち、第 1 基板 40 および第 2

50

基板 10 は可撓性を有することが好ましい。

【0020】

光導波路であるコア 23 は第 1 の樹脂からなり、クラッド 25 は、屈折率が第 1 の樹脂よりも小さい第 2 の樹脂からなる。後述するように、クラッド 25 は、コア 23 の下に配設されている下部クラッド 25 A と、コア 23 の側面および上面を取り囲んでいる上部クラッド 25 B とからなる。

【0021】

そして、光導波路基板 20 は、コア 23 の材料と同じ第 1 の樹脂からなる位置決め部材 24 が、コア 23 と同じ平面内に配設されている。後述するように、コア 23 と位置決め部材 24 とは、コアシート 23 S のパターンニングにより同時に作製されている（図 5 A 参照）。

10

【0022】

発光素子 50 および受光素子 60 は、それぞれ配線板 40 の電極パッド 43、44 と電氣的に接続されている。配線板 40 には、第 1 の光信号の光路 LP 50 となる貫通孔 41 および第 2 の光信号の光路 LP 60 となる貫通孔 42 がある。なお、配線板 40 の光透過率が高く、光信号の減衰が許容内であれば、貫通孔 41、42 を形成する必要はない。

【0023】

光導波路基板 20 には、長軸方向がコア 23 の長軸方向と平行で、長軸に直交する断面が矩形の溝 22 が形成されている。溝 22 は、上面が開口で底面が下部クラッド 25 A の上面 25 A S1 である。溝 22 は第 1 の壁面 23 S1（図 3 参照）にコアの第 2 の端面 23 T2 が露出している。なお、上面に配線板 40 が接着されると、溝 22 は一方の側面が開口の孔となる。

20

【0024】

一方、コア 23 の第 2 の端面 23 T2 と対向する第 1 の端面 23 T1 には傾斜角 45 度の第 1 の反射面 21 M が形成されている。第 1 の反射面 21 M は、ダイシングブレードを用いて下面側から形成された溝 21 の傾斜面である。第 1 の反射面 21 M は、垂直方向（Z 軸方向）からコア 23 に入射した光を 90 度反射して、コア 23 の長手方向（X 軸方向）に導光する。

【0025】

なお、コア 23 は、製造時には第 1 の端面 23 T1 から更に延設されていてもよい。しかし、溝 21 が形成されると、第 1 の反射面 21 M よりも外側は光導波路として機能しないため、第 1 の反射面 21 M が光導波路であるコア 23 の端面となる。

30

【0026】

なお、溝 21 の壁面、特に第 1 の反射面 21 M には、反射率を高くするために、金等の金属からなる反射膜が成膜されていてもよいし、溝 21 の内部が樹脂で充填されていてもよい。

【0027】

一方、溝 22 には、プリズム 30 および光ファイバ 70 が配設されている。プリズム 30 は、平面視矩形の略直方体であり、傾斜角 45 度の第 2 の反射面 30 M を有する。第 2 の反射面 30 M は、第 1 の波長の第 1 の光信号は透過するが、第 2 の波長の第 2 の光信号の光路を反射する。すなわち、プリズム 30 は、波長 1 の光を透過し波長 2 の光を反射する特性の反射面 30 M を有するダイクロイック直角プリズムである。

40

【0028】

図 1 に示すように、発光素子 50 および受光素子 60 が実装された第 1 基板（配線板）40 が、光導波路基板 20 の上面に配設されている。そして、発光素子 50 および受光素子 60 が、コア 23 の直上になるように第 1 基板 40 と光導波路基板 20 とは位置決めされている。

【0029】

発光素子 50 が Z 軸に平行に出射（送信）した第 1 の光信号は、第 1 の反射面 21 M で、X 軸平行方向に反射して、コア 23 に導光される。言い替えれば、第 1 の反射面 21 M

50

が、導波路であるコア23の光路LP23に対して直交している発光素子50の光路LP50を光路LP23と光結合している。第1の光信号は、第2の反射面30Mを通過して光ファイバ70に入射する。

【0030】

一方、光ファイバ70がX軸と平行方向に導光した第2の光信号は、第2の反射面30Mで、Z軸平行方向に反射して、受光素子60の受光部61に入射し受信される。言い替えば、第2の反射面30Mが、光ファイバ70の光路LP70に対して直交している受光素子60の光路LP60を光ファイバ70の光路LP70と光結合している。

【0031】

そして、溝22に配設されているプリズム30は、その2側面(30S1、30S2)が、それぞれ溝22の第1の壁面23S1(図3参照)または第1の壁面23S1と直交する第2の壁面24S1(図3参照)と当接することで面内方向(XY方向)の位置が規定されている。なお、プリズム30は、底面30SBが下部クラッド25Aの上面25AS1と当接することで、垂直方向(Z方向)の位置が規定されている。

【0032】

第2の壁面24S1は、第1の樹脂からなる位置決め部材24の一面である。プリズム30は、2側面(30S1、30S2)および底面30SBの位置が規定されているため、所定位置に正確に配置されている。このため、光伝送モジュール1は、光の伝送効率が良い。

【0033】

<光伝送モジュール1の製造方法>

次に、図4のフローチャートに沿って、光伝送モジュール1の製造方法を説明する。

【0034】

<ステップS11>

第2基板10の上に、下部クラッドシート25ASがラミネートされる。第2基板10には、FPC基板、セラミック基板、ガラスエポキシ基板、ガラス基板、シリコン基板等が使用されるが、可撓性基板であることが好ましい。なお、第2基板10は光導波路基板20を製造するためのサポート基板であり、光伝送モジュール1の必須の構成要素ではない。また、第2基板10は、配線を有する配線板、または、接地電位線と接続された導電膜で覆われた電極板であってもよい。

【0035】

なお、下部クラッドシート25ASが第2基板10と密着性が弱い場合には、その間に接着層を設けてもよい。

【0036】

下部クラッドシート25ASは、上部クラッドシート25BS(図5C参照)と同じ材料である第2の樹脂からなるフィルムである。第2の樹脂は、コア23を構成する第1の樹脂よりも低屈折率の樹脂である。下部クラッドシート25ASはパターンニングされないが、パターンニングされる上部クラッドシート25BSにも用いる第2の樹脂は、(A)ベースポリマー、(B)光重合性化合物および(C)光重合開始剤を含有することが好ましい。ただし、下部クラッド25Aと上部クラッド25Bとは、それぞれがクラッド25としての機能を有していれば、必ずしも全く同じ樹脂から構成されている必要はない。例えば、下部クラッドシート25ASは、光重合性化合物および光重合開始剤を含有してなくともよい。

【0037】

ベースポリマーはクラッドの機械的強度を確保するためのものであり、透明性の高い樹脂、例えば、高純度ポリイミド系樹脂またはポリエーテル系樹脂等からなる。光重合性化合物としては、(メタ)アクリレート等の紫外線等の光の照射によって重合するものであれば特に限定されない。光重合開始剤としては、特に制限はなく、例えば重合性化合物がエポキシ化合物の場合には、アリアルジアゾニウム塩などである。

【0038】

10

20

30

40

50

このほかに必要に応じて、樹脂には、酸化防止剤、黄変防止剤、紫外線吸収剤、可視光吸収剤、着色剤、可塑剤、安定剤、および充填剤などのいわゆる添加剤を本発明の効果に悪影響を与えない割合で添加してもよい。

【0039】

本実施形態では、耐熱性、透明性、および等方性に優れている、屈折率1.40~1.75のフッ素化ポリイミド樹脂をベースポリマーとして用いた。

【0040】

下部クラッドシート25ASは、上記組成物を溶媒に溶解して、支持体フィルムに塗布し、溶媒を除去することにより製造される。

【0041】

下部クラッドシート25ASおよび上部クラッドシート25BS(図5C参照)は、厚さが、5 μ m以上500 μ m以下が好ましい。厚さが、5 μ m以上であると、光の閉じ込めに必要なクラッドの厚みが確保でき、500 μ m以下であると、厚さを均一にすることが容易である。

【0042】

下部クラッドシート25ASは、ラミネート後に紫外線照射等により硬化処理が行われ下部クラッド25Aとなる。下部クラッドシート25ASの材料は、感光性を有しないベースポリマーだけでもよい。

【0043】

次に、下部クラッド25Aの上に、コア23および位置決め部材24となる第1の樹脂からなるコアシート23Sがラミネートされる。第1の樹脂は、第2の樹脂よりも屈折率が高く、パターニング可能な樹脂である。例えば、第1の樹脂は、第2の樹脂と略同じ組成で、分子量、添加剤量等で屈折率が制御されている。本実施形態では、第1の樹脂と第2の樹脂とは、同じポリイミドからなるが、第1の樹脂は屈折率が1.555で、第2の樹脂は屈折率が1.537とした。

【0044】

コアシート23Sの厚さは、光導波路となるコア23の高さとなる。導光性を担保するために、コアシート23Sの厚さは、5 μ m以上100 μ m以下が好ましい。

【0045】

<ステップS12> 図5A

ネガ型フォトマスク23SMを介してコアシート23Sに紫外線が照射(露光)される。

【0046】

フォトマスク23SMには、コア23および位置決め部材24の形状に相当する領域が透明になっているネガ型マスクである。このため、コア23および位置決め部材24となる領域にだけ紫外線が照射され、その領域の第1の樹脂が重合する。

【0047】

<ステップS13> 図5B

現像処理により、紫外線が照射されなかった領域の第1の樹脂が溶解し、コア23および位置決め部材24が同時に形成される。

【0048】

光伝送モジュール1の製造方法では、コア23と位置決め部材24とが、フォトリソグラフィ法により同時にパターニングされる。

【0049】

パターニング工程は、上記直接露光法に限られるものではなく、選択重合法、反応性イオンエッチング(RIE)法、またはフォトリソ法であってもよい。

【0050】

フォトマスクの寸法精度は高いため、コア23および位置決め部材24の相対的位置関係は正確に規定される。

【0051】

10

20

30

40

50

光導波路となるコア 2 3 は、幅が 5 μm 以上 100 μm 以下が好ましい。位置決め部材 2 4 は、コア 2 3 の第 2 の端面 2 3 S 1 と直交する側面 2 4 S 1 を所定位置に有していれば、それ以外の部分の形状は特に限定されない。

【0052】

なお、ポリエチレンテレフタレート等からなり柔軟性および強靱性のあるキャリアフィルムに配設された第 1 の樹脂からなるコアシート 2 3 S をパターンニング後に、下部クラッド 2 5 A の上に転写して、コア 2 3 および位置決め部材 2 4 を配設してもよい。

【0053】

<ステップ S 1 4 > 図 5 C

上部クラッドシート 2 5 B S が積層（ラミネート）される。コア 2 3 を覆うために、上部クラッドシート 2 5 B S の厚さ下限値は、（コアシート 2 3 S の厚さと下部クラッドシート 2 5 A S の厚さとを加算した値）超とする必要がある。上部クラッドシート 2 5 B S の厚さは、（前記下限値 + 10 μm 以上 100 μm ）以下が好ましい。例えば、下部クラッドシート 2 5 A S の厚さが 30 μm 、コアシート 2 3 S の厚さが 25 μm の場合、上部クラッドシート 2 5 B S の下限厚さは 55 μm であるが、好ましくは 65 μm 以上 155 μm 以下である。

10

【0054】

<ステップ S 1 5 > 図 5 D

上部クラッド 2 5 B に所定の溝 2 2 を形成するため、上部クラッドシート 2 5 B S のパターンニングが行われる。例えば、ネガ型フォトマスクを用いた直接露光法により溝 2 2 が形成される。

20

【0055】

別途、図 5 E に示すように、発光素子 5 0 および受光素子 6 0 が第 1 基板（第 1 の配線板）4 0 に表面実装される。すなわち、発光部 5 1 が第 1 基板 4 0 の貫通孔 4 1 と対向する位置に配置された状態で、発光素子 5 0 が第 1 基板 4 0 にフリップチップ実装される。受光素子 6 0 は、受光部 6 1 が第 1 基板 4 0 の貫通孔 4 2 と対向する位置に配置された状態で、第 1 基板 4 0 にフリップチップ実装される。

【0056】

例えば、発光素子 5 0 の接続端子 5 2 である Au バンプが、第 1 基板 4 0 の電極パッド 4 3 と超音波接合される。なお、接合部にはアンダーフィル材またはサイドフィル材等の封止剤が注入されてもよい。第 1 基板 4 0 に、半田ペースト等を印刷し、発光素子 5 0 を所定位置に配置した後、リフロー等で半田を溶融して、実装してもよい。同様に、受光素子 6 0 の接続端子 6 2 が、第 1 基板 4 0 の電極パッド 4 4 と接合される。

30

【0057】

<ステップ S 1 6 >

一方、第 2 基板 1 0 が接着された光導波路基板 2 0 の下面側（第 2 基板側）から、ダイシングブレードを用いて V 溝 2 1 が形成される。V 溝 2 1 は、垂直面と、傾斜角度 45 度の第 1 の反射面 2 1 M とを有する。そして、V 溝 2 1 はコア 2 3 に到達する深さを有する。

【0058】

なお、図 1 では、コア 2 3 が光導波路基板 2 0 の端面にまで延設されており、V 溝 2 1 がコア 2 3 を分断し第 1 の反射面 2 1 M が形成される場合を示している。このため、V 溝 2 1 の垂直面にも、第 1 の反射面 2 1 M と同じようにコア 2 3 およびクラッド 2 5 が露出している。しかし、コア 2 3 は V 溝 2 1 の第 1 の反射面 2 1 M の位置まで延設されており、V 溝 2 1 の垂直面が全てクラッドの露出面であってもよい。

40

【0059】

<ステップ S 1 7 > 図 5 F

第 1 基板 4 0 が光導波路基板 2 0 の主面 2 0 S A に接着される。すなわち、発光素子 5 0 および受光素子 6 0 が実装された配線板である第 1 基板 4 0 が、光導波路基板 2 0 の上面 2 0 S A に配設される。溝 2 2 は上面が第 1 基板 4 0 で覆われて穴となる。

50

【0060】

<ステップS18> 図5G

プリズム30に光ファイバ70が接着される。例えば、径が125 μ mのマルチモード型の光ファイバ70は、光を伝送する径が50 μ mのコア71と、コア71の外周を覆うクラッド72とからなる。光ファイバ70は、樹脂からなる外皮に覆われていてもよい。

【0061】

直方体のプリズム30は、上面30SUと下面30SDと4側面30S1~30S4とを有する。そして、プリズム30の第3の側面30S3が光透過性の紫外線硬化型接着剤等により光ファイバ70の端面と接着される。プリズム30の傾斜角45度の第2の反射面30Mは、第2の波長の第2の光を上面方向に反射する。一方、第2の反射面30Mは、第1の波長の光を透過する。

10

【0062】

<ステップS19>

光ファイバ70が接着されたプリズム30が、溝22の側面の開口から挿入され、例えば紫外線硬化型の透明接着剤（不図示）により溝22に固定される。このとき、図6に示すように、プリズム30の第1の側面30S1が溝22の第1の壁面23S1と当接するように、かつ、第2の側面30S2が、第1の壁面23S1と直交する第2の壁面24S1と当接するように配置される。

【0063】

ここで、溝22の第1の壁面23S1、第2の壁面24S1には、コア23および位置決め部材24の第1の樹脂だけでなく、クラッドの第2の樹脂も露出している。第1の樹脂の露出面と第2の樹脂の露出面が完全に同一の平面を構成するようにパターニングすることは容易ではない場合もある。

20

【0064】

このため、溝22は、コア23および位置決め部材24が凸になるようにパターニングされていることが好ましい。

【0065】

例えば、図6に示した光伝送モジュール1では、プリズム30の側面30S1が当接している溝22の第1の壁面23S1は、コア23からなる高さD1の凸部である。また、プリズム30の側面30S2が当接している溝22の第2の壁面24S1は、位置決め部材24からなる高さD2の凸部である。凸部の高さD1、D2は、0.5 μ m以上5 μ m以下であれば、プリズム30を正確に配置できる。

30

【0066】

コア23および位置決め部材24は、フォトリソグラフィにより正確に位置規定されている。このため、プリズム30は、2側面が、コア23の第2の端面23S1および位置決め部材24の一面24S1と当接させているため、水平方向(XY方向)位置を容易に正確に規定できる。

【0067】

本実施形態の製造方法によれば、光の伝送効率がよい光伝送モジュール1を容易に製造できる。

40

【0068】

なお、光伝送モジュール1では、第1の光素子が発光素子50で、第2の光素子が受光素子60であった。しかし、第1の光素子が受光素子で、第2の光素子が発光素子であっても光伝送モジュール1と同じ効果を有することはいうまでもない。さらに第1の光素子および第2の光素子が、共に受光素子または発光素子であってもよい。

【0069】

<第1実施形態の変形例>

次に第1実施形態の変形例の光伝送モジュール1Aについて説明する。光伝送モジュール1Aは、光伝送モジュール1と類似しているので、同じ構成要素には同じ符号を付し説明は省略する。

50

【0070】

図7に示すように、光伝送モジュール1Aでは、受光素子60が実装された第1基板40Aが、光導波路基板20の上面20SAに配設されており、発光素子50が実装された第2基板10Aが、光導波路基板20の下面20SBに配設されている。すなわち、光伝送モジュール1Aでは、第2基板10Aが、電極パッド43が配設されている配線板である。

【0071】

コア23の第1の端面の傾斜角45度の第1の反射面21MAは、ダイシングブレードを用いて上面側から形成された溝21Aの傾斜角45度の傾斜面である。第1の反射面21MAは、下方向からコア23に垂直に入射した光をコア23の長手方向に反射する。

10

【0072】

光伝送モジュール1Aは、光伝送モジュール1と同じ効果を有する。

【0073】

なお、第1基板40Aに発光素子50が実装され、第2基板10Aに受光素子60Aが実装されている光伝送モジュールが、光伝送モジュール1Aと同じ効果を有することはいうまでもない。

【0074】

<第2実施形態>

次に第2実施形態の光伝送モジュール1Bについて説明する。光伝送モジュール1Bは、光伝送モジュール1と類似しているため、同じ構成要素には同じ符号を付し説明は省略する。

20

【0075】

図8および図9に示すように、光伝送モジュール1Bでは、プリズム30Bの第2の反射面30MBが、光ファイバ70が導光した第2の光信号を面内直交方向(Y方向)に反射する。さらに、細長く延設された位置決め部材が光導波路機能を有し、第2のコア24Bを構成している。第2のコア24Bの端面には斜角45度の第3の反射面29Mがある。第3の反射面29Mは、光導波路基板20Bの下面側(第2基板側)から、ダイシングブレードを用いて形成された、傾斜角45度の傾斜面を有するV溝21B2の壁面である。すなわち、V溝21B2は、溝22と平行で、V溝21と直交している。

【0076】

発光素子50Bはコア23の直上に配設されており、受光素子60Bはコア23と直交する方向に延設された位置決め部材である第2のコア24Bの直上に配設されている。

30

【0077】

このため、光ファイバ70が導光した第2の光信号は、プリズム30Bの第2の反射面30MBで反射され第2のコア24Bに導光され、第3の反射面29Mで反射されて受光素子60Bに入射する。言い替えれば、受光素子60Bは、第3の反射面29M、第2のコア24B、およびプリズム30の第2の反射面30MBを介して光ファイバ70と光結合している。

【0078】

なお、光伝送モジュール1Bでは、位置決め部材である第2のコア24Bが、光伝送モジュール1の位置決め部材24と対向する位置に形成されている。しかし、プリズム30Bも、プリズム30と同じように、2側面および底面の位置を精度良く配置することが容易であり、光伝送モジュール1Bは、光伝送モジュール1と同じ効果を有し、さらに、光伝送モジュール1よりも光素子の配置の自由度が高く、小型化(特に短小化)が容易である。

40

【0079】

なお、第1の光素子が受光素子で、第2の光素子が発光素子であっても光伝送モジュール1Bと同じ効果を有することはいうまでもない。さらに第1の光素子および第2の光素子が、共に受光素子または発光素子であってよい。

【0080】

50

なお、本実施形態では、プリズム 30 を第 1 基板 40 B に形成した開口部から挿入し固定し、光ファイバ 70 を溝 22 から挿入し固定しているが、プリズム 30 と光ファイバ 70 とを接着し固定した後に、溝 22 から挿入し固定してもよい。さらに、溝 22 と同形状の開口を第 1 基板 40 B に形成しておき、接着されたプリズム 30 と光ファイバ 70 を第 1 基板 40 B の上から配置し固定しても良い。

【0081】

< 第 3 実施形態 >

次に、第 3 の実施の形態の内視鏡 9 について説明する。

【0082】

まず、図 10 に光伝送モジュール 1 B を含む撮像モジュール 2 を示す。撮像モジュール 2 は、カバーガラス（ガラスリッド）81 と、撮像素子 82 と、T 字型の配線板 83 と、光伝送モジュール 1 B と、ケーブル 84 と、を有する。T 字型の配線板 83 には、撮像素子 82 が実装され、さらにケーブル 84 が接続されている。なお、合分波機能を有する光伝送モジュール 1 B の第 1 基板 40 B には、発光素子 50 B および受光素子 60 B だけでなく、半導体 IC（85）、チップコンデンサ等の電子部品 86 が表面実装されている。また、光伝送モジュール 1 B の光ファイバ 70 の端面には光を集光するボールレンズ 87 が配設されている。

10

【0083】

光伝送モジュール 1 B は、撮像素子 82 と電気信号を送受信する配線板 83 に配設されている。光伝送モジュール 1 B の第 1 の配線板 40 B は、光導波路基板 20 B および第 2 の配線板 10 B を貫通する貫通配線 28 により配線板 83 と接続されている。

20

【0084】

光伝送モジュール 1 B は、光ファイバ 70 を介して導光された第 2 の光信号を受光素子 60 B が受光して電気信号に変換し撮像素子 82 に伝送する。一方、撮像素子 82 からの撮像信号は発光素子 50 B により第 1 の光信号に変換されて光ファイバ 70 を介して導光される。例えば、波長 2 の第 2 の光信号に変換されたクロック信号は、光ファイバ 70 から合分波器を備えた光伝送モジュール 1 B に入射し、受光素子 60 B で受光される。受光された第 2 の光信号は、電気信号に光電変換されクロック信号として撮像素子 82 に入力される。一方、撮像素子 82 から出力される撮像信号は、発光素子 50 B により波長 1 の第 1 の光信号に変換され光ファイバ 70 へ導光される。

30

【0085】

撮像モジュール 2 は、撮像素子 82 の入出力信号を、小型な合分波機能を有する光伝送モジュール 1 B によって光に変換し多重化することで、小型化が容易である。

【0086】

図 11 に示すように、内視鏡 9 は、撮像モジュール 2 が先端部 9 A に配設された挿入部 9 B と、挿入部 9 B の基端側に配設された操作部 9 C と、操作部 9 C から延出するユニバーサルコード 9 D と、を具備する。なお、挿入部 9 B を挿通する光ファイバ 70 が導光した光信号は操作部 9 C に配設された撮像モジュール 2 により電気信号に変換される

【0087】

内視鏡 9 は、小型の撮像モジュール 2 を有するため先端部 9 A が細径である。

40

【0088】

本発明は、上述した実施形態および変形例等に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲内において種々の変更、組み合わせおよび応用が可能である。

【符号の説明】

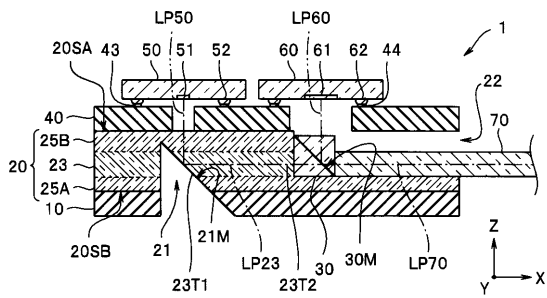
【0089】

- 1、1 A、1 B・・・光伝送モジュール
- 2・・・撮像モジュール
- 9・・・内視鏡
- 10・・・第 2 基板
- 20・・・光導波路基板

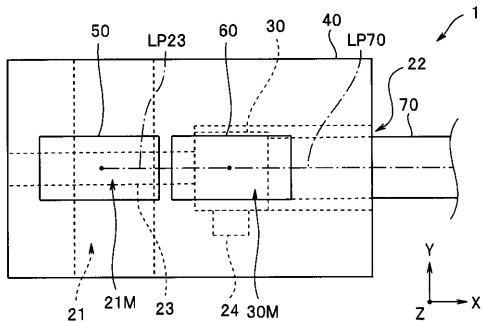
50

- 2 1 . . . V 溝
- 2 2 . . . 溝
- 2 3 . . . コア (光 導 波 路)
- 2 4 . . . 位 置 決 め 部 材
- 2 5 . . . クラッド
- 3 0 . . . プリズム
- 4 0 . . . 配 線 板 (第 1 基 板)
- 5 0 . . . 発 光 素 子
- 6 0 . . . 受 光 素 子
- 7 0 . . . 光 ファイバ

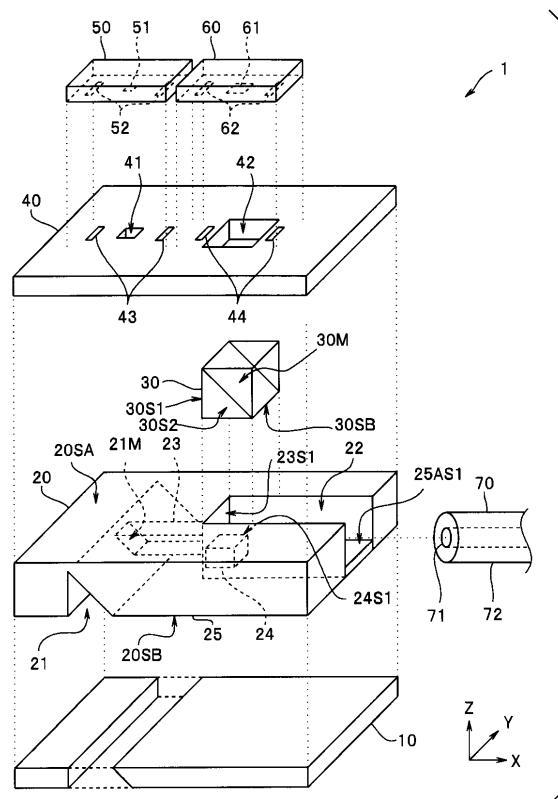
【 図 1 】



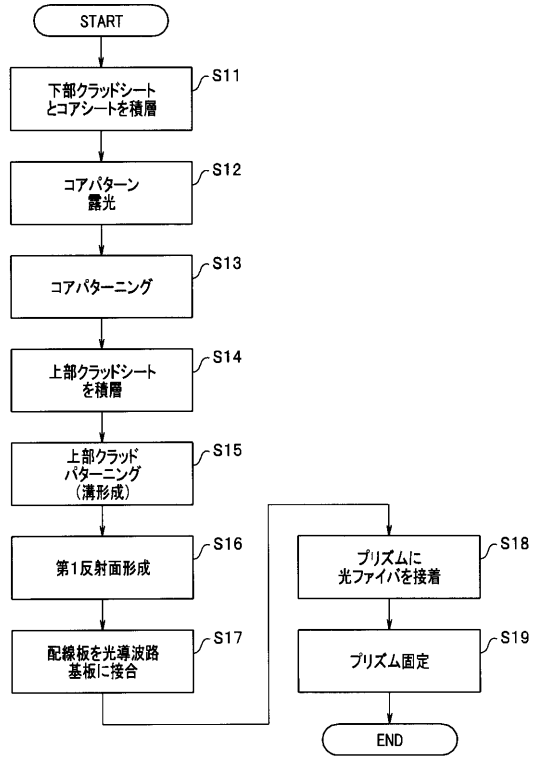
【 図 2 】



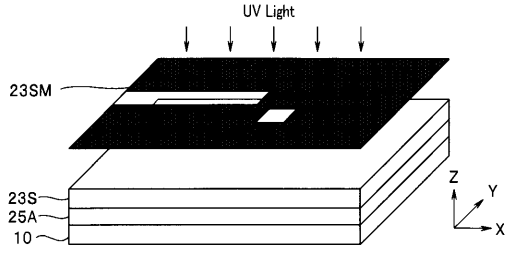
【 図 3 】



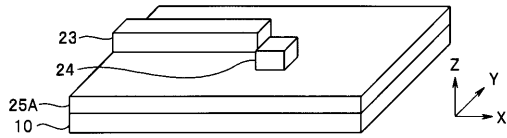
【図4】



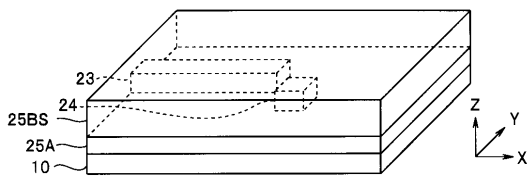
【図5A】



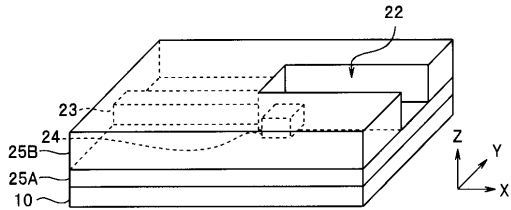
【図5B】



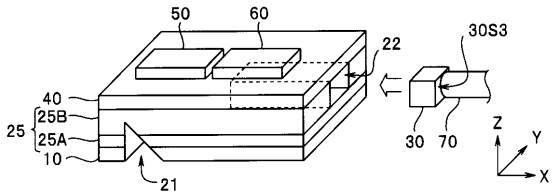
【図5C】



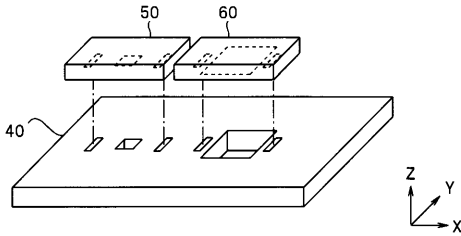
【図5D】



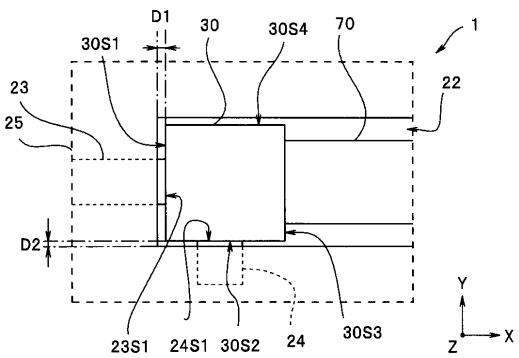
【図5G】



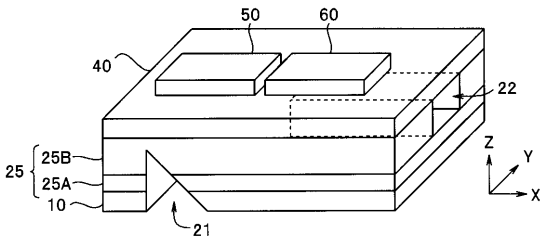
【図5E】



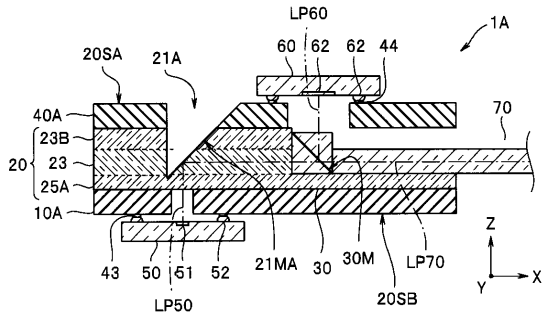
【図6】



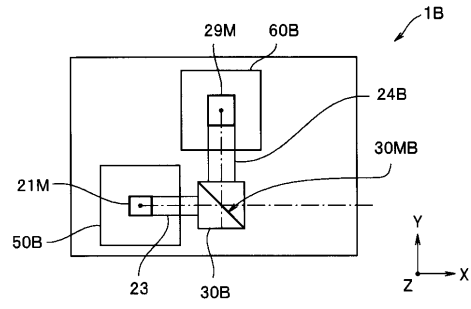
【図5F】



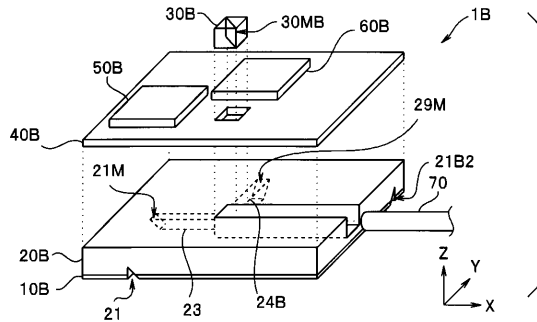
【図 7】



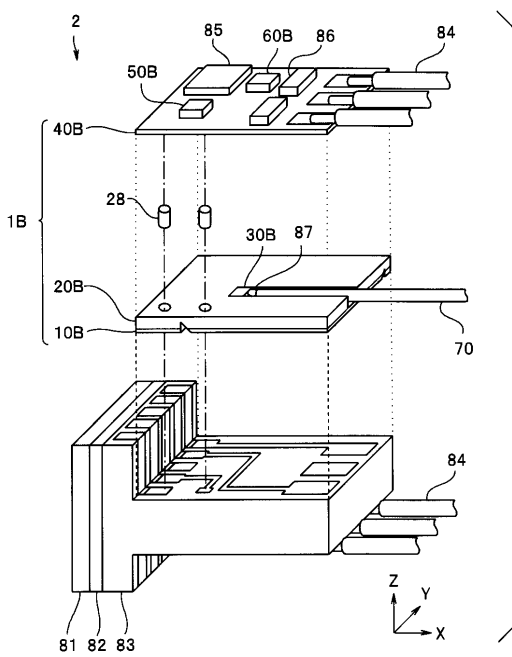
【図 9】



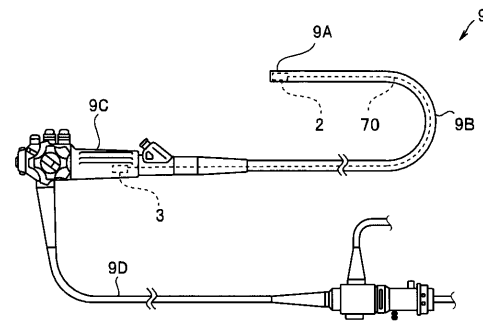
【図 8】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 吉田 英一

- (56)参考文献 特開2009-162882(JP,A)
特開2012-113031(JP,A)
特開平02-062502(JP,A)
特開平06-151903(JP,A)
米国特許第05972232(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | |
|------|-------|
| G02B | 6/12 |
| G02B | 6/122 |
| G02B | 6/138 |
| G02B | 6/42 |
| A61B | 1/00 |
| A61B | 1/04 |