

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6455260号
(P6455260)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019. 1. 23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018. 12. 28)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 6/36 (2006.01)

G O 2 B 6/36 3 O 1

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-56916 (P2015-56916)	(73) 特許権者	000002141
(22) 出願日	平成27年3月19日 (2015. 3. 19)		住友ベークライト株式会社
(65) 公開番号	特開2016-177106 (P2016-177106A)		東京都品川区東品川2丁目5番8号
(43) 公開日	平成28年10月6日 (2016. 10. 6)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成30年2月9日 (2018. 2. 9)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	兼田 幹也
			東京都品川区東品川2丁目5番8号 住友
			ベークライト株式会社内
		(72) 発明者	堀元 章弘
			東京都品川区東品川2丁目5番8号 住友
			ベークライト株式会社内
		審査官	山本 貴一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コネクター付き光導波路およびコネクター付き光導波路の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シート状の第1の光導波路と、

シート状の第2の光導波路と、

第1の部材と、第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材とで画成され、前記第1の光導波路および前記第2の光導波路が挿入されている内腔部とを有するコネクターと

、

を備え、

前記第1の光導波路は、前記第1の部材のみに固定され、前記第2の光導波路は、前記第2の部材のみに固定されていることを特徴とするコネクター付き光導波路。

10

【請求項 2】

前記内腔部内において、前記第1の光導波路および前記第2の光導波路は、向かい合う面の間に設けられた間隙を伴っている請求項1に記載のコネクター付き光導波路。

【請求項 3】

前記間隙を第1の間隙としたとき、

前記内腔部内において、前記第1の光導波路および前記第2の光導波路は、それらの幅方向の両側で、かつ、前記コネクターとの間に設けられた第2の間隙をそれぞれ伴っている請求項2に記載のコネクター付き光導波路。

【請求項 4】

前記第1の間隙および前記第2の間隙には、前記第1の光導波路および前記第2の光導

20

波路よりも弾性率が低い媒体がそれぞれ存在している請求項 3 に記載のコネクター付き光導波路。

【請求項 5】

前記媒体は、気体である請求項 4 に記載のコネクター付き光導波路。

【請求項 6】

前記コネクターは、少なくとも 2 つのガイド孔を有し、

前記各ガイド孔は、前記第 1 の部材および前記第 2 の部材のいずれか一方の部材に設けられている請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のコネクター付き光導波路。

【請求項 7】

前記第 1 の光導波路および前記第 2 の光導波路は、それらの端面の法線方向から見たとき、前記各ガイド孔の中心同士を結ぶ線分に対して線対称に配置されている請求項 6 に記載のコネクター付き光導波路。

10

【請求項 8】

互いに表裏の関係にある第 1 の主面および第 2 の主面を有するシート状の第 1 の光導波路と、

互いに表裏の関係にある第 1 の主面および第 2 の主面を有するシート状の第 2 の光導波路と、

第 1 の部材と、第 2 の部材と、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材とで画成され、前記第 1 の光導波路および前記第 2 の光導波路が挿入可能な内腔部とを有するコネクターと、を備え、

20

前記第 1 の光導波路および前記第 2 の光導波路は、前記第 1 の光導波路の前記第 1 の主面と前記第 2 の光導波路の前記第 2 の主面とが対向するように前記内腔部に挿入されており、

前記第 1 の光導波路の前記第 2 の主面は、前記第 1 の部材に固定されるとともに、前記第 2 の光導波路の前記第 1 の主面は、前記第 2 の部材に固定され、

前記第 1 の光導波路の前記第 1 の主面は、前記第 1 の光導波路および前記第 2 の光導波路よりも弾性が低い低弾性材料に接するとともに、前記第 2 の光導波路の前記第 2 の主面は、前記低弾性材料に接していることを特徴とするコネクター付き光導波路。

【請求項 9】

シート状の第 1 の光導波路と、

30

シート状の第 2 の光導波路と、

第 1 の部材と、第 2 の部材と、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材とで画成され、前記第 1 の光導波路および前記第 2 の光導波路が挿入されている内腔部とを有するコネクターと、を備えるコネクター付き光導波路を製造する製造方法であって、

前記第 1 の部材に前記第 1 の光導波路を固定して第 1 のユニットを得るとともに、前記第 2 の部材に前記第 2 の光導波路を固定して第 2 のユニットを得る工程と、

前記第 1 のユニットと前記第 2 のユニットとを組立てて前記コネクター付き光導波路を得る工程と、を備えることを特徴とするコネクター付き光導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、コネクター付き光導波路およびコネクター付き光導波路の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光搬送波を使用してデータを移送する光通信技術が開発され、近年、この光搬送波を、一地点から他地点に導くための手段として、光導波路が普及しつつある。この光導波路は、線状のコア部と、その周囲を覆うように設けられたクラッド部と、を有している。コア部は、光搬送波の光に対して実質的に透明な材料によって構成され、クラッド部は、コア部より屈折率が低い材料によって構成されている。

50

【 0 0 0 3 】

このような光導波路は、例えば、先端部にフェルールが装着され、このフェルールを介して他の光学部品と光学的に接続される。

【 0 0 0 4 】

ここで、光導波路と他の光学部品との通信容量を増やすためには、例えば、複数の光導波路を束ねた状態で 1 つのフェルールを装着する方法等が用いられる（例えば、特許文献 1 ）。

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 に記載のフェルール（光コネクタ）は、上面および下面に光導波路が挿入される溝が形成されており、各溝には、それぞれ光導波路が挿入される。そして、溝を塞ぐように、光導波路に押え板を固定することにより、1 つのフェルールに 2 つの光導波路を装着した状態とすることができる。

10

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 に記載のフェルールでは、各溝に光導波路を挿入・固定し、その後に押え板で固定するという繁雑な作業を必要とする。さらに、特許文献 1 に記載のフェルールでは、1 つの部材に対して光導波路の先端部の上面、下面および両側面がそれぞれ固定される。このため、例えば、光導波路に温度変化が加わって膨張したとき、光導波路に応力が集中しやすくなり、光の伝送効率が低下する可能性がある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 2 - 1 0 7 5 7 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、製造が容易で、かつ、光伝送効率が高いコネクタ付き光導波路および前記コネクタ付き光導波路を効率よく製造可能なコネクタ付き光導波路の製造方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

30

このような目的は、下記（ 1 ）～（ 9 ）の本発明により達成される。

（ 1 ） シート状の第 1 の光導波路と、

シート状の第 2 の光導波路と、

第 1 の部材と、第 2 の部材と、前記第 1 の部材と前記第 2 の部材とで画成され、前記第 1 の光導波路および前記第 2 の光導波路が挿入されている内腔部とを有するコネクタと

、

を備え、

前記第 1 の光導波路は、前記第 1 の部材のみに固定され、前記第 2 の光導波路は、前記第 2 の部材のみに固定されていることを特徴とするコネクタ付き光導波路。

【 0 0 1 0 】

40

（ 2 ） 前記内腔部内において、前記第 1 の光導波路および前記第 2 の光導波路は、向かい合う面の間に設けられた間隙を伴っている上記（ 1 ）に記載のコネクタ付き光導波路。

【 0 0 1 1 】

（ 3 ） 前記間隙を第 1 の間隙としたとき、

前記内腔部内において、前記第 1 の光導波路および前記第 2 の光導波路は、それらの幅方向の両側で、かつ、前記コネクタとの間に設けられた第 2 の間隙をそれぞれ伴っている上記（ 2 ）に記載のコネクタ付き光導波路。

【 0 0 1 2 】

（ 4 ） 前記第 1 の間隙および前記第 2 の間隙には、前記第 1 の光導波路および前記第

50

2の光導波路よりも弾性率が低い媒体がそれぞれ存在している上記(3)に記載のコネクター付き光導波路。

(5) 前記媒体は、気体である上記(4)に記載のコネクター付き光導波路。

【0013】

(6) 前記コネクターは、少なくとも2つのガイド孔を有し、

前記各ガイド孔は、前記第1の部材および前記第2の部材のいずれか一方の部材に設けられている上記(1)ないし(5)のいずれかに記載のコネクター付き光導波路。

【0014】

(7) 前記第1の光導波路および前記第2の光導波路は、それらの端面の法線方向から見たとき、前記各ガイド孔の中心同士を結ぶ線分に対して線対称に配置されている上記(6)に記載のコネクター付き光導波路。

10

【0015】

(8) 互いに表裏の関係にある第1の主面および第2の主面を有するシート状の第1の光導波路と、

互いに表裏の関係にある第1の主面および第2の主面を有するシート状の第2の光導波路と、

第1の部材と、第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材とで画成され、前記第1の光導波路および前記第2の光導波路が挿入可能な内腔部とを有するコネクターと、を備え、

前記第1の光導波路および前記第2の光導波路は、前記第1の光導波路の前記第1の主面と前記第2の光導波路の前記第2の主面とが対向するように前記内腔部に挿入されており、

20

前記第1の光導波路の前記第2の主面は、前記第1の部材に固定されるとともに、前記第2の光導波路の前記第1の主面は、前記第2の部材に固定され、

前記第1の光導波路の前記第1の主面は、前記第1の光導波路および前記第2の光導波路よりも弾性が低い低弾性材料に接するとともに、前記第2の光導波路の前記第2の主面は、前記低弾性材料に接していることを特徴とするコネクター付き光導波路。

【0016】

(9) シート状の第1の光導波路と、

シート状の第2の光導波路と、

30

第1の部材と、第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材とで画成され、前記第1の光導波路および前記第2の光導波路が挿入されている内腔部とを有するコネクターと、を備えるコネクター付き光導波路を製造する製造方法であって、

前記第1の部材に前記第1の光導波路を固定して第1のユニットを得るとともに、前記第2の部材に前記第2の光導波路を固定して第2のユニットを得る工程と、

前記第1のユニットと前記第2のユニットとを組立てて前記コネクター付き光導波路を得る工程と、を備えることを特徴とするコネクター付き光導波路の製造方法。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、製造が容易で、かつ、光伝送効率が高いコネクター付き光導波路を得ることができる。また、本発明によれば、上記コネクター付き光導波路を効率よく製造することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明のコネクター付き光導波路(第1実施形態)を示す斜視図である。

【図2】図1中の矢印A方向から見た図である。

【図3】図1に示すコネクター付き光導波路の製造方法を説明するための図である。

【図4】図1に示すコネクター付き光導波路の製造方法を説明するための図である。

【図5】図1に示すコネクター付き光導波路の製造方法を説明するための図である。

【図6】図1に示すコネクター付き光導波路の製造方法を説明するための図である。

50

【図 7】本発明のコネクター付き光導波路（第 2 実施形態）の製造方法を説明するための図である。

【図 8】本発明のコネクター付き光導波路（第 2 実施形態）の製造方法を説明するための図である。

【図 9】本発明のコネクター付き光導波路（第 3 実施形態）の正面図である。

【図 10】本発明のコネクター付き光導波路（第 4 実施形態）の正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明のコネクター付き光導波路およびコネクター付き光導波路の製造方法を添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

10

【0020】

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明のコネクター付き光導波路（第 1 実施形態）を示す斜視図である。図 2 は、図 1 中の矢印 A 方向から見た図である。図 3 は、図 1 に示すコネクター付き光導波路の製造方法を説明するための図である。図 4 は、図 1 に示すコネクター付き光導波路の製造方法を説明するための図である。

【0021】

なお、以下では、説明の都合上、図 1 ~ 6（図 7 ~ 図 10 についても同様）の上側を「上方」、下側を「下方」と言う。また、図 1 ~ 図 6（図 7 ~ 図 10 についても同様）に示す光導波路の一端部を先端部と言い、図示していない他端部を基端部とも言う。

20

【0022】

図 1 に示すコネクター付き光導波路組立体 10 は、コネクター付き光導波路 1 と、コネクター付き光導波路 1 と接続される相手体である導光部組立体 2 とを有している。

【0023】

コネクター付き光導波路 1 は、2 本の光導波路 3 a、3 b と、各光導波路 3 a、3 b の先端部に装着されるコネクター 4 とを備えている。

【0024】

導光部組立体 2 は、2 本の光導波路 5 と、各光導波路 5 の端部に装着されるコネクター 6 と備えている。本実施形態では、光導波路 5 と光導波路 3 a、3 b とは同様の構成であり、コネクター 6 とコネクター 4 とは同様の構成であるため、光導波路 5 およびコネクター 6 の説明は省略する。

30

【0025】

以下、コネクター付き光導波路 1 の各部について詳細に説明する。

各光導波路 3 a、3 b は、それぞれ同様の構成であるため、以下、1 つの光導波路 3 a について代表的に説明する。

【0026】

図 2 に示すように、光導波路 3 a は、クラッド層（第 1 のクラッド層（クラッド部））33 a と、コア層 32 と、クラッド層（第 2 のクラッド層（クラッド部））33 b とで構成され、これらの層をこの順に下側から積層してなるものである。

【0027】

40

コア層 32 は、帯状（シート状）をなす複数本（本実施形態では、5 本）のコア部（導波路チャンネル）34 a、34 b、34 c、34 d、34 e と、複数本（本実施形態では、6 本）の側面クラッド部（クラッド部）35 a、35 b、35 c、35 d、35 e、35 f とを有し、これらが光導波路 3 a の幅方向に交互に配置されている。このように光導波路 3 a は、複数本のコア部を有するマルチチャンネルタイプとなっている。

【0028】

コア部 34 a ~ 34 e と側面クラッド部 35 a ~ 35 f とは、互いに光の屈折率が異なり、その屈折率の差は、特に限定されないが、0.5% 以上であるのが好ましく、0.8% 以上であるのがより好ましい。なお、上限値は、特に設定されなくてもよいが、好ましくは 5.5% 程度とされる。

50

【 0 0 2 9 】

なお、前記屈折率差とは、コア部の屈折率を A、クラッド部の屈折率を B としたとき、次式で表される。

$$\text{屈折率差}(\%) = |A / B - 1| \times 100$$

【 0 0 3 0 】

また、コア部 3 4 a ~ 3 4 e は、側面クラッド部 3 5 a ~ 3 5 f に比べて屈折率が高い材料で構成され、また、クラッド層 3 3 a、3 3 b に対しても屈折率が高い材料で構成されている。

【 0 0 3 1 】

コア部 3 4 a ~ 3 4 e、側面クラッド部 3 5 a ~ 3 5 f の各構成材料は、それぞれ、特に限定されない。コア部 3 4 a ~ 3 4 e と側面クラッド部 3 5 a ~ 3 5 f との屈折率の差は、例えば各部を構成する材料の組成や化学構造の差異により発現させることができる。

【 0 0 3 2 】

コア層 3 2 の構成材料には、コア部 3 4 a ~ 3 4 e を通過する光に対して実質的に透明な材料であればいかなる材料をも用いることができるが、具体的には、アクリル系樹脂、メタクリル系樹脂、ポリカーボネート、ポリスチレン、エポキシ樹脂、ポリアミド、ポリイミド、ポリベンゾオキサゾール、ポリシラン、ポリシラザン、また、ベンゾシクロブテン系樹脂やノルボルネン系樹脂等の環状オレフィン系樹脂のような各種樹脂材料の他、石英ガラス、ホウケイ酸ガラスのようなガラス材料等を用いることができる。

【 0 0 3 3 】

なお、これらの中でも特にノルボルネン系樹脂が好ましい。これらのノルボルネン系ポリマーは、例えば、開環メタセシス重合 (ROMP)、ROMP と水素化反応との組み合わせ、ラジカルまたはカチオンによる重合、カチオン性パラジウム重合開始剤を用いた重合、これ以外の重合開始剤 (例えば、ニッケルや他の遷移金属の重合開始剤) を用いた重合等、公知のすべての重合方法で得ることができる。

【 0 0 3 4 】

図 2 に示すように、コア層 3 2 の両面には、それぞれ、クラッド層 3 3 a、3 3 b が配置されている。クラッド層 3 3 a、3 3 b は、それぞれ、コア層 3 2 の下部および上部に位置するクラッド部を構成するものであり、コア層 3 2 に接している。これにより、図 2 に示すように、コア部 3 4 a ~ 3 4 e は、それぞれ、その全外周面をクラッド部に囲まれる構成となる。よって、コア部 3 4 a ~ 3 4 e は、それぞれ導光路として機能する。

【 0 0 3 5 】

クラッド層 3 3 a、3 3 b の構成材料としては、例えば、前述したコア層 3 2 の構成材料と同様の材料を用いることができるが、特にノルボルネン系ポリマーが好ましい。例えば、比較的低い屈折率を有するノルボルネン系ポリマーとしては、末端にエポキシ構造を含む置換基を有するノルボルネンの繰り返し単位を含むものが好ましい。かかるノルボルネン系ポリマーは、特に低い屈折率を有するとともに、コア層 3 2 との密着性が良好である。

【 0 0 3 6 】

図 1 および図 2 に示すように、2 本の光導波路 3 a、3 b の先端部には、各光導波路 3 a、3 b を一括して保持するコネクタ 4 が設けられている。

【 0 0 3 7 】

コネクタ 4 は、外形形状がブロック状をなす筐体で構成され、先端面から基端面に貫通する内腔部 4 0 を有している。この内腔部 4 0 内に各光導波路 3 a、3 b が一括して挿入されている。

【 0 0 3 8 】

また、コネクタ 4 は、図 1 および図 2 に示すように、コネクタ本体 (第 1 の部材) 4 1 と、蓋体 (第 2 の部材) 4 2 とを組立てた組立状態で使用されるものである。

【 0 0 3 9 】

コネクタ本体 4 1 は、底板 4 1 1 と、底板 4 1 1 の縁部から立設した一对の側壁 4 1

10

20

30

40

50

2とを有している。側壁412は、それぞれ、光導波路3a、3bを幅方向に介して、かつ、先端から基端に延在している。

【0040】

また、各側壁412には、先端面にそれぞれ開口する一対のガイド孔413が形成されている。このガイド孔413は、導光部組立体2のガイドピン21がそれぞれ挿入され、コネクタ付き光導波路1が導光部組立体2と光接続可能となる位置に導光部組立体2を案内するものである。

【0041】

また、光導波路3aおよび光導波路3bは、それらの端面の法線方向から見たとき、すなわち、先端側から見たとき、各ガイド孔413の中心同士を結ぶ線分Lに対して線対称になるよう配置されている。これにより、導光部組立体2において、各ガイドピン21の中心を結んだ線分に対して各光導波路5を線対称になるように位置決めすることにより、光導波路3a、3bと、各光導波路5の位置合わせを容易に行うことができる。

10

【0042】

蓋体42は、板状をなし、下面に向かって突出する突出部421を有している。突出部421は、内腔部40と同様に、先端から基端に延在している。

【0043】

これらコネクタ本体41および蓋体42は、突出部421が側壁412の間に入り込むようにして組立てられている。そして、突出部421、一対の側壁412および底板411に画成される空間が内腔部40となっている。

20

【0044】

コネクタ付き光導波路1では、光導波路(第2の光導波路)3aは、上面(第1の主面)31aが突出部421の下面422のみに固定されており、光導波路(第1の光導波路)3bは、下面(第2の主面)31bのみが底板411の底面(上面)415のみに固定されている。このような構成によれば、特開2002-107578号公報に記載の光コネクタのように光導波路の先端部の全周(両主面および両側面)が光コネクタに固定されている場合に比べ、光導波路3a、3bに温度変化が加わって膨張したとき、光導波路3a、3bに応力が集中するのを防止することができる。よって、光導波路3a、3bに応力が集中することに起因する光の伝送効率の低下を効果的に防止することができる。その結果、使用環境を問わず、各光導波路3a、3bが優れた伝送特性を発揮することができる。

30

【0045】

また、上面31aと互いに表裏の関係にある光導波路3aの下面(第2の主面)32aと、下面31bと互いに表裏の関係にある光導波路3bの上面(第1の主面)32bとは、離間している。すなわち、光導波路3aと光導波路3bとの間には、間隙(第1の間隙)S1が形成されていることとなる。これにより、例えば、環境温度の変化によって各光導波路3a、3bが厚さ方向に熱膨張したとしても、光導波路3a、3b同士が直接的に互いに厚さ方向に押圧し合うのを確実に防止することができる。よって、各光導波路3a、3bに応力が集中して、光の伝送効率の低下をさらに効果的に防止することができる。

40

【0046】

また、図1および図2に示すように、組立状態では、各光導波路3a、3bの側面は、各側壁412とそれぞれ離間した状態となっている。すなわち、光導波路3a、3bの幅方向の両側には、側壁412との間に間隙(第2の間隙)S2が形成されていると言える。これにより、光導波路3a、3bが幅方向に熱膨張したとしても、光導波路3a、3bが側壁412と接触するのを防止することができる。よって、上記と相まって、光の伝送効率が低下するのをさらに効果的に防止することができる。

【0047】

このようにコネクタ付き光導波路1では、1つの内腔部40に光導波路3a、3bが離間した状態で一括して挿入されている。すなわち、同じ空間内に光導波路3a、3bの先端部が互いに離間した状態で収納されている。これにより、光導波路3a、3bが、周

50

辺の温度に関わらず、互いに同じ温度環境で使用されることとなる。よって、例えば、内腔部 40 内の温度が上昇したとしても、光導波路 3 a、3 b の膨張量も互いに同じになる。よって、光導波路 3 a、3 b の位置ズレを防止することができる。その結果、コネクタ付き光導波路 1 と導光部組立体 2 とを光学的に接続したときの光結合損失が増大するのを防止することができる。

【0048】

さらに、内腔部 40 は、先端および基端に開口しているため、空気（媒体）が存在し、通気路として機能する。これにより、コネクタ 4 の周辺に比較的発熱量が多い素子が存在していたとしても、その熱が内腔部 40 内にこもるのを防止することができる。また、内腔部 40 に送風することにより、前記素子の放熱を図ることができる。

10

【0049】

このようなコネクタ本体 41 および蓋体 42 の構成材料としては特に限定されず、例えば、フェノール系樹脂、エポキシ系樹脂、オレフィン系樹脂、尿素系樹脂、メラミン系樹脂、不飽和ポリエステル系樹脂、耐熱ナイロン系樹脂、PPS 樹脂のような各種樹脂材料、ステンレス鋼、アルミニウム合金のような各種金属材料等が挙げられ、これらの中でも特に、エポキシ系樹脂が好ましい。これにより、光導波路 3 a、3 b とコネクタ 4 との線膨張率差をできるだけ小さくすることができる。よって、光導波路 3 a、3 b とコネクタ 4 とが接着された状態において、環境温度の変化等により生じる光導波路 3 a、3 b とコネクタ 4 の位置ずれ効果的に抑制することができる。したがって、光導波路 3 a、3 b とコネクタ 4 とは、密着性に優れる。

20

【0050】

また、光導波路 3 a、3 b とコネクタ 4 との固定方法としては、例えば接着剤等で固定する方法などが挙げられる。この接着剤としては、例えば、エポキシ系、アクリル系接着剤、ウレタン系接着剤、シリコン系接着剤の他、各種ホットメルト接着剤（ポリエステル系、変性オレフィン系）等を用いることができる。

【0051】

次に、コネクタ付き光導波路 1 の製造方法について説明する。

コネクタ付き光導波路 1 の製造方法は、用意工程と、固定工程（第 1 の工程）と、組立工程（第 2 の工程）と、を有している。

【0052】

30

〔用意工程〕

まず、コネクタ本体 41 と蓋体 42 とを用意する。このとき、コネクタ本体 41 と蓋体 42 とは、未だ組立てられていない分解状態となっている。

【0053】

〔固定工程〕

図 3 に示すように、例えば、接着剤を用いて、蓋体 42 の突出部 421 の下面 422 に光導波路 3 a の上面 31 a を固定する。一方、図 4 に示すように、例えば、接着剤を用いて、コネクタ本体 41 の底板 411 の底面 415 に光導波路 3 b の下面 31 b を固定する。

【0054】

40

なお、先に、コネクタ本体 41 に光導波路 3 b を固定し、その後に、蓋体 42 に光導波路 3 a を固定してもよく、これらの固定を同時に行ってもよいのは言うまでもない。

【0055】

このように、固定工程では、蓋体 42 に光導波路 3 a が固定された第 1 ユニット 401 と、コネクタ本体 41 に光導波路 3 b が固定された第 2 ユニット 402 とを形成する。

【0056】

〔組立工程〕

図 5 に示すように、第 1 ユニット 401 と第 2 ユニット 402 とを組立てる。このとき、底板 411 および側壁 412 で囲まれた空間を塞ぐように、蓋体 42 で覆い、これらの接触面を例えば、接着剤で固定する。

50

【 0 0 5 7 】

このとき、蓋体 4 2 の突出部 4 2 1 が案内部として機能する。具体的には、突出部 4 2 1 の両側面と、各側壁 4 1 2 の内側の面とを滑らすようにして、各側壁 4 1 2 の間に突出部 4 2 1 を挿入することにより、蓋体 4 2 とコネクタ本体 4 1 との位置決めを行うことができ、光導波路 3 a、3 b 同士的位置合わせが完了する。このように、突出部 4 2 1 を各側壁 4 1 2 の間に押し込むという簡単な作業で、第 1 ユニット 4 0 1 と第 2 ユニット 4 0 2 とを容易かつ正確に組立てることができる。よって、熟練者でなくても第 1 ユニット 4 0 1 と第 2 ユニット 4 0 2 とを容易かつ正確に組立てることができる。

【 0 0 5 8 】

以上説明したように、本発明によれば、第 1 ユニット 4 0 1 を得た後に第 2 ユニット 4 0 2 を得て、それらを組立てるという簡単な方法でコネクタ付き光導波路 1 を容易に得ることができる。さらに、コネクタ付き光導波路 1 は、特開 2 0 0 2 - 1 0 7 5 7 8 号公報に記載の光コネクタに比べ、部品点数が少なく、組立工程も容易である。従って、本発明は、生産性に優れる。

【 0 0 5 9 】

また、得られたコネクタ付き光導波路 1 では、光導波路 3 a は蓋体 4 2 のみに固定され、光導波路 3 b はコネクタ本体 4 1 のみに固定され、光導波路 3 a、3 b は、互いに離間した状態となっている。これにより、例えば、環境温度の変化によって各光導波路 3 a、3 b が厚さ方向に熱膨張したとしても、光導波路 3 a、3 b 同士が直接的に互いに厚さ方向に押圧し合うのを確実に防止することができる。よって、各光導波路 3 a、3 b に応力が集中して、光の伝送効率が低下するのを効果的に防止することができる。その結果、使用環境を問わず、各光導波路 3 a、3 b が優れた伝送特性を発揮することができる。

【 0 0 6 0 】

さらに、2 つのガイド孔 4 1 3 は、コネクタ本体 4 1 側に設けられている。これにより、組立工程による各ガイド孔 4 1 3 の位置ずれを確実に防止することができる。

【 0 0 6 1 】

< 第 2 実施形態 >

図 7 および図 8 は、本発明のコネクタ付き光導波路（第 2 実施形態）の製造方法を説明するための図である。

【 0 0 6 2 】

以下、これらの図を参照して本発明のコネクタ付き光導波路の第 2 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、主に光導波路の数が異なること以外は第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 6 3 】

図 7 および図 8 に示すように、コネクタ付き光導波路 1 A は、光導波路 3 a、3 c に加えて、光導波路 3 b、3 d を有している。

【 0 0 6 4 】

光導波路 3 c、3 d は、それぞれ光導波路 3 a、3 b と同様の構成となっている。光導波路 3 c は、光導波路 3 a の下面 3 2 a に接着剤 8 を介して固定されている。また、光導波路 3 d は、光導波路 3 b の上面 3 2 b に接着剤 8 を介して固定されている。そして、光導波路 3 c と光導波路 3 d とは、内腔部 4 0 内で離間している。

【 0 0 6 5 】

このようなコネクタ付き光導波路 1 A によれば、光導波路の数を増やしても、第 1 実施形態と同様に、各光導波路 3 a、3 b、3 c、3 d に応力が集中することによる光伝送効率の低下を防止することができる。

【 0 0 6 6 】

なお、図 7 に示すように、コネクタ付き光導波路 1 A では、固定工程において、光導波路 3 a に光導波路 3 c を固定し、光導波路 3 b に光導波路 3 d を固定する。

【 0 0 6 7 】

また、光導波路 3 a を蓋体 4 2 に固定する以前に光導波路 3 a と光導波路 3 c とを固定しておいてもよい。同様に、光導波路 3 b をコネクタ本体 4 1 に固定する以前に光導波路 3 b と光導波路 3 d とを固定しておいてもよい。

【0068】

また、図 8 に示すように、内腔部 4 0 には、封止材（媒体）7 が充填されている。これにより、光導波路 3 a、3 b の、内腔部 4 0 に挿入されている部分を覆って保護することができる。この封止材 7 は、光導波路 3 a、3 b よりも弾性率が低い材料で構成されている。これにより、光導波路 3 a、3 b に応力が集中するのを緩和することができる。封止材 7 は、室温（23 程度）での、せん断貯蔵弾性率は、光導波路 3 a、3 b の貯蔵弾性率よりも低ければ特に限定されないが、例えば、 $5 \times 10^4 \sim 8 \times 10^8$ kPa 程度であるのが好ましく、 $1.0 \times 10^5 \sim 5.0 \times 10^7$ kPa 程度であるのがより好ましい。これにより、上記効果を確実に発揮することができる。

10

【0069】

封止材 7 の構成材料としては、絶縁性を有する樹脂材料が好ましく、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ノルボルネン樹脂、シリコン樹脂、アクリル樹脂等が挙げられる。

【0070】

次に、コネクタ付き光導波路 1 A の製造方法について説明する。本実施形態では、用意工程と、固定工程と、組立工程とを行った後に、充填工程を行う。

【0071】

20

[充填工程]

図 8 に示すように、内腔部 4 0 に液状の封止材 7 を充填し、硬化させる。これにより、コネクタ付き光導波路 1 A を得ることができる。そして、最後に、必要に応じて、コネクタ付き光導波路 1 A の先端面を研磨する。

【0072】

なお、封止材 7 の充填は、内腔部の先端側の開口から行ってもよく、基端側の開口から行ってもよい。先端側から充填する場合には、光導波路 3 a、3 b が邪魔にならず、容易かつ簡単に作業を行うことができる。基端側から充填する場合には、液状の封止材が、光導波路 3 a、3 b の先端面や、コネクタ 4 の先端面に付着しにくくすることができるため、付着した封止材 7 を除去するための研磨作業を省略することができる。

30

【0073】

<第 3 実施形態>

図 9 は、本発明のコネクタ付き光導波路の第 3 実施形態を示す正面図である。

【0074】

以下、この図を参照して本発明のコネクタ付き光導波路の第 3 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、主にコネクタの形状が異なること以外は第 2 実施形態と同様である。

【0075】

図 9 に示すように、コネクタ付き光導波路 1 B のコネクタ本体 4 1 の底板 4 1 1 は、下側に開放する凹部 4 1 4 を有している。この凹部 4 1 4 の底部には、光導波路 3 d が固定されている。

40

【0076】

また、蓋体 4 2 は、上側に開放する凹部 4 2 3 を有している。この凹部 4 1 4 の底部には、光導波路 3 c が固定されている。

【0077】

これら凹部 4 1 4 および凹部 4 2 3 は、その深さが光導波路 3 c、3 d よりもそれぞれ深くなっている。これにより、図 9 中二点鎖線で示すように、これら凹部 4 1 4、4 2 3 を塞ぐように蓋体を設置することができる。よって、光導波路 3 c、3 d も保護することができる。

50

【 0 0 7 8 】

また、コネクタ付き光導波路 1 B では、光導波路 3 a ~ 3 d が直接的に接触していないため、第 2 実施形態よりもさらに光導波路 3 a ~ 3 d に応力が集中するのをより確実に防止することができる。

【 0 0 7 9 】

< 第 4 実施形態 >

図 1 0 は、本発明のコネクタ付き光導波路の第 4 実施形態を示す正面図である。

【 0 0 8 0 】

以下、この図を参照して本発明のコネクタ付き光導波路の第 4 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

10

本実施形態は、主にコネクタの形状が異なること以外は第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 8 1 】

図 1 0 に示すように、コネクタ付き光導波路 1 C のコネクタ 4 では、底板 4 1 1 と一方の側壁 4 1 2 とが一体的に構成され、蓋体 4 2 と他方の側壁 4 1 2 とが一体的に構成されている。換言すれば、コネクタ 4 は、先端側から見たとき、L 字状をなす 2 つの部材により構成されている。これら 2 つの部材は、同様の形状となっている。

【 0 0 8 2 】

このようなコネクタ付き光導波路 1 C によっても第 1 実施形態と同様の効果を奏することができる。また、コネクタ 4 が同じ形状の 2 つの部材で構成されているため、製造工程において、1 種類の部材を用意だけでよい。従って、生産性を高めることができる。

20

【 0 0 8 3 】

以上、本発明のコネクタ付き光導波路およびコネクタ付き光導波路の製造方法を図示の実施形態について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、コネクタ付き光導波路を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものと置換することができる。また、任意の構成物が付加されていてもよい。

【 0 0 8 4 】

また、本発明のコネクタ付き光導波路およびコネクタ付き光導波路の製造方法は、前記各実施形態のうちの、任意の 2 以上の構成（工程）を組み合わせたものであってもよい。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 8 5 】

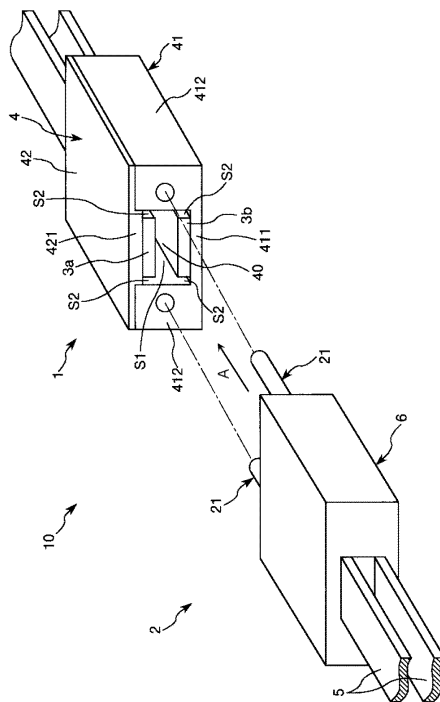
- 1、1 A、1 B、1 C コネクタ付き光導波路
- 2 導光部組立体
- 2 1 ガイドピン
- 3 a、3 b、3 c、3 d 光導波路
- 3 1 a 上面
- 3 1 b 下面
- 3 2 コア層
- 3 2 a 下面
- 3 2 b 上面
- 3 3 a、3 3 b クラッド層
- 3 4 a、3 4 b、3 4 c、3 4 d、3 4 e コア部
- 3 5 a、3 5 b、3 5 c、3 5 d、3 5 e、3 5 f 側面クラッド部
- 4 コネクタ
- 4 0 内腔部
- 4 1 コネクタ本体
- 4 1 1 底板
- 4 1 2 側壁
- 4 1 3 ガイド孔

40

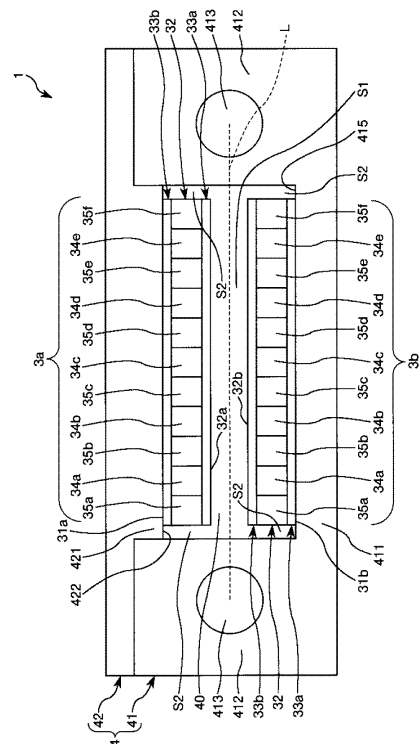
50

4 1 4	凹部
4 1 5	底面
4 2	蓋体
4 2 1	突出部
4 2 2	下面
4 2 3	凹部
5	光導波路
6	コネクタ
7	封止材
8	接着剤
1 0	コネクタ付き光導波路組立体
4 0 1	第 1 ユニット
4 0 2	第 2 ユニット
L	線分
S 1	間隙
S 2	間隙

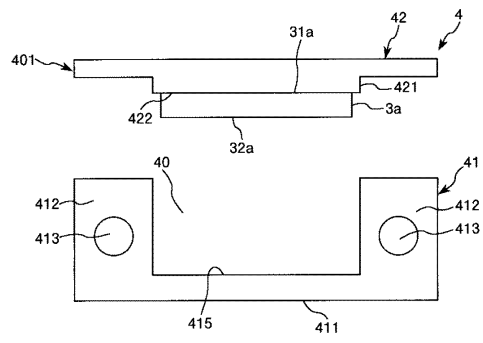
【図 1】



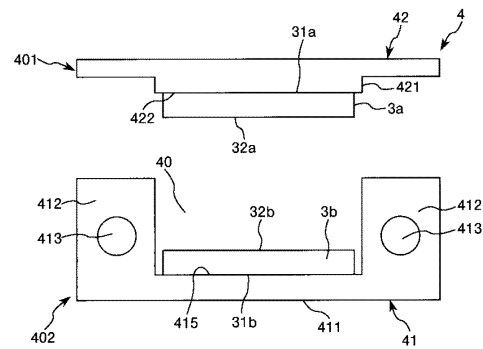
【図 2】



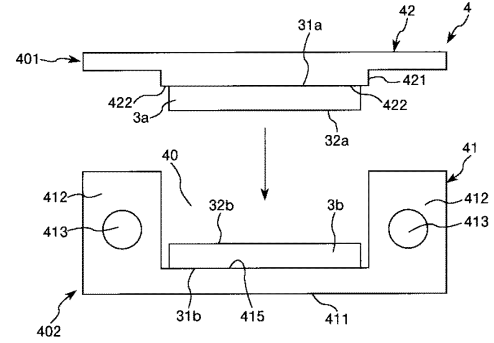
【図 3】



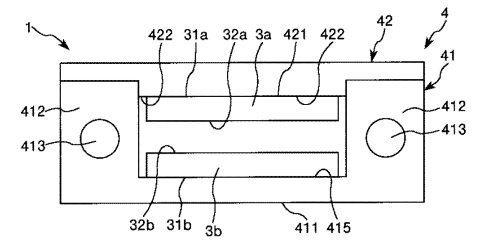
【図 4】



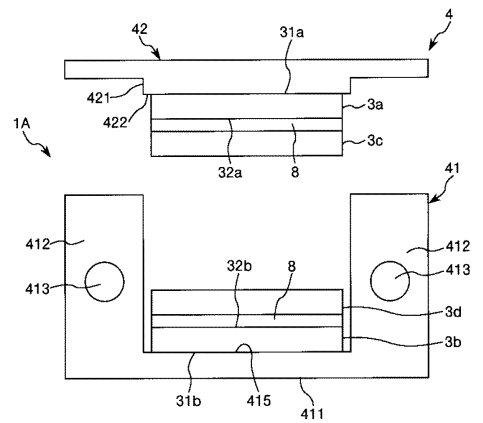
【図 5】



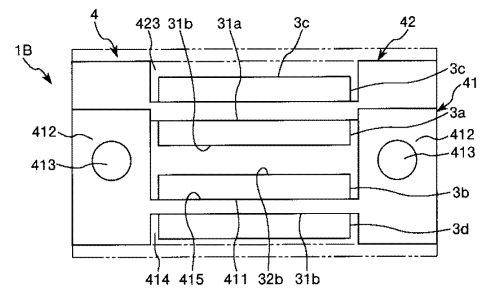
【図 6】



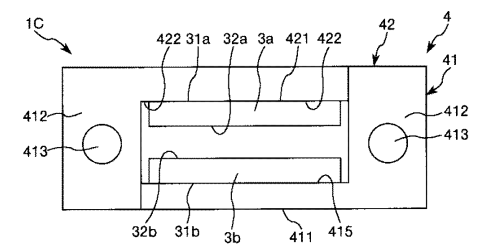
【図 7】



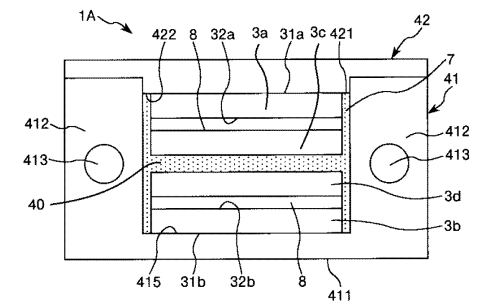
【図 9】



【図 10】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0321809(US, A1)

特開2014-130335(JP, A)

特開平08-278429(JP, A)

実開平05-011107(JP, U)

特開2008-026458(JP, A)

特開平09-090154(JP, A)

韓国登録特許第10-1272829(KR, B1)

米国特許出願公開第2004/0086255(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/12, 6/26, 6/36