

(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2010-281988

(P2010-281988A)

(43) 公開日 平成22年12月16日(2010.12.16)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>GO2B</b>	<b>6/42</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B	6/42		2H137		
<b>GO2B</b>	<b>6/122</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B	6/12	B	2H147		
<b>HO1S</b>	<b>5/022</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1S	5/022		5F088		
<b>HO1L</b>	<b>31/0232</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	31/02	C	5F173		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2009-134699 (P2009-134699)  
 (22) 出願日 平成21年6月4日(2009.6.4)

(71) 出願人 000005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
 (74) 代理人 100092978  
 弁理士 真田 有  
 (74) 代理人 100112678  
 弁理士 山本 雅久  
 (72) 発明者 村中 秀史  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内  
 (72) 発明者 青木 重憲  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

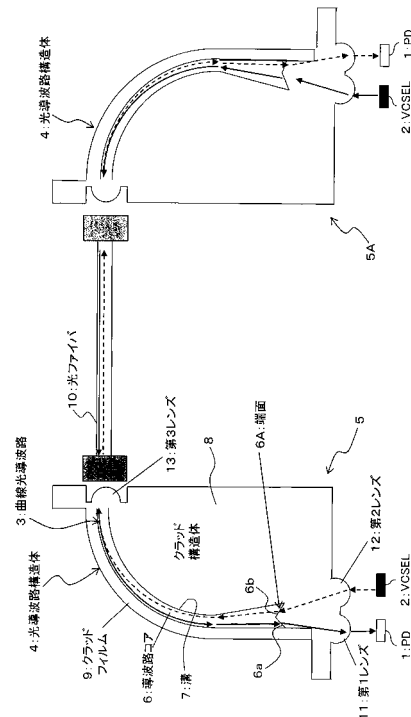
(54) 【発明の名称】 光モジュール及び光導波路構造体

(57) 【要約】

【課題】 光導波路構造体に接続される光ファイバの本数を増やすことなく、チャンネル数を増加させるために双方向通信を行なうようにし、この場合に、一本の光ファイバと受光素子及び発光素子とを光学的に接続する際の損失を低減したい。

【解決手段】 光モジュール5を、光ファイバ10と受光素子1及び発光素子2とを光学的に接続する曲線光導波路3を有する光導波路構造体4を備え、曲線光導波路3を、受光素子1及び発光素子2に接続される側の端面6Aへ向けて幅又は厚さがテーパ状に大きくなる導波路コア6を有するものとし、導波路コア6の外側部分に光学的に接続された受光素子1と、導波路コア6の内側部分に光学的に接続された発光素子2とを備えるものとする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光ファイバと受光素子及び発光素子とを光学的に接続する曲線光導波路を有する光導波路構造体を備え、

前記曲線光導波路は、前記受光素子及び前記発光素子に接続される側の端面へ向けて幅又は厚さがテーパ状に大きくなる導波路コアを有し、

前記導波路コアの外側部分に光学的に接続された受光素子と、

前記導波路コアの内側部分に光学的に接続された発光素子とを備えることを特徴とする光モジュール。

## 【請求項 2】

光ファイバと受光素子及び発光素子とを光学的に接続する曲線光導波路を備え、

前記曲線光導波路は、前記受光素子及び前記発光素子に接続される側の端面へ向けて幅又は厚さがテーパ状に大きくなる導波路コアを有し、

前記導波路コアの外側部分から出射される光を前記受光素子へ導く第 1 レンズ又は第 1 ミラーと、

前記発光素子から出射される光を前記導波路コアの内側部分へ導く第 2 レンズ又は第 2 ミラーとを備えることを特徴とする光導波路構造体。

## 【請求項 3】

曲面上に形成された溝を有するクラッド構造体と、

前記溝に形成された前記導波路コアと、

前記導波路コアを覆うクラッドフィルムとによって構成され、

前記導波路コアは、前記受光素子及び前記発光素子に接続される側の端面へ向けて厚さがテーパ状に厚くなっており、

前記導波路コアの外側部分から出射される光を前記受光素子へ導く第 1 レンズと、

前記発光素子から出射される光を前記導波路コアの内側部分へ導く第 2 レンズとを備えることを特徴とする、請求項 2 記載の光導波路構造体。

## 【請求項 4】

前記導波路コアは、前記受光素子及び前記発光素子に接続される側の端面が角度の異なる 2 つの面からなることを特徴とする、請求項 3 記載の光導波路構造体。

## 【請求項 5】

前記曲線光導波路は、平面上に形成された前記導波路コアを有し、

前記導波路コアは、前記受光素子及び前記発光素子に接続される側の端面へ向けて幅がテーパ状に広がっており、

前記導波路コアの外側部分から出射される光を前記受光素子へ導く第 1 ミラーと、

前記発光素子から出射される光を前記導波路コアの内側部分へ導く第 2 ミラーとを備えることを特徴とする、請求項 2 記載の光導波路構造体。

## 【請求項 6】

前記導波路コアの前記受光素子及び前記発光素子に接続される側の端面位置が、前記導波路コアの外側部分と内側部分とでずらされていることを特徴とする、請求項 5 記載の光導波路構造体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、例えば光通信などに用いる光モジュール及び光導波路構造体に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、例えば面発光レーザ（発光素子）やフォトダイオード（フォトディテクタ；受光素子）などの面型光素子を備える多チャンネル光トランシーバ（例えば波長多重多チャンネル光トランシーバ）の開発が進められている。

例えば多チャンネル光トランシーバなどの光モジュールにおいて、面発光レーザやフォ

10

20

30

40

50

トダイオードなどの面型光素子を使用する場合、面型光素子の光入射面（受光面）又は光出射面（発光面）は実装基板に対して平行になる。このため、実装基板に対して垂直に光を入射又は出射させることになる。

【0003】

一方、このような光モジュールにおいては、小型化、薄型化を図ることが必要である。

小型化、薄型化を図るためには、光ファイバ（光ファイバアレイ）を実装基板に対して平行に配置するのが望ましい。この場合、光ファイバの端面と面型光素子の光入射面又は光出射面とは略直角の位置関係になる。

このため、基板上に実装された面型光素子の光入射面又は光出射面に対して垂直に入射又は出射する光の経路（光路）を略90度曲げて、光ファイバアレイと面型光素子とを光学的に接続することが必要になる。

10

【0004】

そこで、例えば光トランシーバなどの装置内の狭いスペースで光の経路を急峻に曲げるために、略直角の曲面上に光導波路（曲線光導波路）を有する光導波路構造体を用い、面型光素子に対して入射又は出射する光を、曲面に沿って導いて、光ファイバアレイに結合させる技術がある（第1の技術）。

このような光導波路構造体は、曲面上に予め形成した細溝内に、液状コア材料を滴下し、その上にフィルムを貼り付け、シリコンゴムのような柔らかい素材を用いて一定の圧力で押さえ付けることによって液状コア材料を薄く延ばし、紫外線照射によって硬化させることによって製造される。

20

【0005】

また、光導波路構造体の表裏両面に曲線光導波路を設け、一面側の曲線光導波路によって受光素子と光ファイバとを接続し、他面側の曲線光導波路によって発光素子と光ファイバとを接続するようにした技術もある（第2の技術）。

また、一本の光ファイバでの双方向通信を可能にするものとして、一本の光ファイバのコア領域に対向する位置に、発光素子に接続される送信光用直線導波路と、受光素子に接続される受信光用直線導波路とを別々に設ける技術もある（第3の技術）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

30

【特許文献1】特開2005-115346号公報

【特許文献2】特開2006-91684号公報

【特許文献3】特開平11-308179号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上述の第1の技術においてチャンネル数を増やして多チャンネル化を図る場合、例えば上述の第2の技術のように、光導波路構造体の表裏両面に曲線光導波路を設けることが考えられる。

しかしながら、上述の第2の技術のように、光導波路構造体の表裏両面に曲線光導波路を設ける場合、チャンネル数の増加にしたがって、光ファイバの本数が増え、光ファイバの配線スペースが増大してしまうことになる。なお、この点は、平面上に曲線光導波路を有する光導波路構造体においても同様である。

40

【0008】

この場合、上述の第3の技術のように、一本の光ファイバで双方向通信を行なうようにすることが考えられる。

しかしながら、上述の第3の技術では、一本の光ファイバのコア領域に対向する位置に送信光用直線導波路と受信光用直線導波路とを別々に設けているため、光ファイバからの光が受信光用導波路に結合せずに漏れてしまい、損失が大きい。

【0009】

50

そこで、光導波路構造体に接続される光ファイバの本数を増やすことなく、チャンネル数を増加させるために双方向通信を行なうようにし、この場合に、一本の光ファイバと受光素子及び発光素子とを光学的に接続する際の損失を低減したい。

【課題を解決するための手段】

【0010】

このため、本光モジュールは、光ファイバと受光素子及び発光素子とを光学的に接続する曲線光導波路を有する光導波路構造体を備え、曲線光導波路は、受光素子及び発光素子に接続される側の端面へ向けて幅又は厚さがテーパ状に大きくなる導波路コアを有し、導波路コアの外側部分に光学的に接続された受光素子と、導波路コアの内側部分に光学的に接続された発光素子とを備えることを要件とする。

10

【0011】

本光導波路構造体は、光ファイバと受光素子及び発光素子とを光学的に接続する曲線光導波路を備え、曲線光導波路は、受光素子及び発光素子に接続される側の端面へ向けて幅又は厚さがテーパ状に大きくなる導波路コアを有し、導波路コアの外側部分から出射される光を受光素子へ導く第1レンズ又は第1ミラーと、発光素子から出射される光を導波路コアの内側部分へ導く第2レンズ又は第2ミラーとを備えることを要件とする。

【発明の効果】

【0012】

したがって、本光モジュール及び光導波路構造体によれば、双方向通信を行なうため、光導波路構造体に接続される光ファイバの本数を増やすことなく、チャンネル数を増加させることができるという利点がある。また、双方向通信を行なう場合に、一本の光ファイバと受光素子及び発光素子とを光学的に接続する際の損失を低減することができるという利点もある。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態にかかる光モジュール及び光導波路構造体の構成を示す模式的断面図である。

【図2】第1実施形態にかかる光モジュール及び光導波路構造体の第1変形例の構成を示す模式的断面図である。

【図3】第1実施形態にかかる光モジュール及び光導波路構造体の第2変形例の構成を示す模式的断面図である。

30

【図4】第1実施形態にかかる光モジュール及び光導波路構造体の第3変形例の構成を示す模式的断面図である。

【図5】第1実施形態にかかる光モジュール及び光導波路構造体の第4変形例の構成を示す模式的斜視図である。

【図6】第2実施形態にかかる光モジュール及び光導波路構造体の構成を示す模式的斜視図である。

【図7】第2実施形態にかかる光導波路構造体の具体的な構成例を示す模式図である。

【図8】第2実施形態にかかる光モジュールの変形例の構成を示す模式的斜視図である。

【図9】実施例1にかかる光導波路構造体のサンプルの構成を示す模式的断面図である。

40

【図10】実施例1にかかる光導波路構造体のサンプルの作製方法を説明するための模式的断面図である。

【図11】実施例2にかかる光導波路構造体のサンプルの構成を示す模式的断面図である。

。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面により、本実施形態にかかる光モジュール及び光導波路構造体について説明する。

[第1実施形態]

第1実施形態にかかる光モジュール及び光導波路構造体について、図1を参照しながら

50

説明する。

【0015】

本実施形態にかかる光モジュールは、例えば、入力された電気信号を光信号に変換し、光ファイバを介して送信する機能（光送信機）と、光ファイバを介して入力された光信号を電気信号に変換して受信する機能（光受信機）とを備える光トランシーバである。

本光モジュールは、図1に示すように、表面に入射面（受光面）を有する面型受光素子（面型光素子）1と、表面に出射面（発光面）を有する面型発光素子（面型光素子）2と、光の経路を急峻に曲げるために曲面上に光導波路（曲線光導波路）3を有する光導波路構造体4とを備える。つまり、これらの面型受光素子1、面型発光素子2、光導波路構造体3を、図示しないプリント基板（回路基板）上に実装することで、光モジュール5が形成される。

10

【0016】

なお、図1では、一の光モジュール5（面型受光素子1、面型発光素子2、光導波路構造体4を含む）と、他の光モジュール5A（面型受光素子1、面型発光素子2、光導波路構造体4を含む）とを、光ファイバ10によって接続した光通信システムを示している。

ここで、面型受光素子1は、フォトダイオード（フォトディテクタ；PD；Photo detector）である。

【0017】

面型発光素子2は、面発光レーザ[VCSSEL（Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser）]である。

20

光導波路構造体4は、曲線状の導波路コア6内を光が伝播するように形成された曲線光導波路部品（例えばポリマを主材料とするポリマ光導波路）である。

ここでは、光導波路構造体4は、図1に示すように、曲面上に形成された溝7を有するクラッド構造体8（下部クラッド）と、溝7に形成された導波路コア6と、導波路コア6を覆うクラッドフィルム9（上部クラッド）とを有する。

【0018】

具体的には、クラッド構造体8は、図1に示すように、構造体表面の曲面上に、曲面の一端から他端まで延びる溝7（曲線状の溝；導波路用溝；細溝）を有する曲面構造体である。

ここでは、クラッド構造体8は、透明なクラッド材料からなる透明部材によって形成された透明構造体であって、屈折率 $n_1$ を有する。例えばオレフィン系ポリマ（例えばポリオレフィン）を用いたモールド成型体（樹脂成型体）である。

30

【0019】

導波路コア6は、図1に示すように、クラッド構造体8の曲面表層部に形成された溝7を透明なコア材料で埋め込むことによって形成されている。このため、導波路コア6は、クラッド構造体8の曲面に沿って曲線状に形成されている。この導波路コア6は、クラッド構造体8の屈折率 $n_1$ よりも大きい屈折率 $n_2$ を有する（ $n_2 > n_1$ ）。なお、本実施形態では、導波路コア6を、液状コア材料（液状接着剤）を塗布し、硬化させて形成しているため、硬化後の屈折率が $n_2$ になる材料（屈折率が $n_2$ の透明固体）を用いる。

【0020】

40

クラッドフィルム9は、図1に示すように、クラッド構造体8の曲面上の溝7に形成された導波路コア6を覆うようにラミネートされている。このクラッドフィルム9は、導波路コア6の屈折率 $n_2$ よりも小さい屈折率 $n_3$ を有する（ $n_3 < n_2$ ）。

特に、本実施形態では、図1に示すように、曲線光導波路3の導波路コア6は、面型受光素子1及び面型発光素子2に接続される側の端面6Aへ向けて厚さがテーパ状に厚くなっている。

【0021】

具体的には、曲線光導波路3の導波路コア6は、面型受光素子1及び面型発光素子2に接続される側の端面6Aへ向けて厚さがテーパ状に厚くなる第1領域（直線状領域）と、第1領域に連なり、幅及び厚さが一定の第2領域（円弧状領域）とを備える。なお、こ

50

では、クラッド構造体 8 に形成された溝 7 をコア材料によって埋め込むことによって、導波路コア 6 が形成される。このため、第 1 領域では、面型受光素子 1 及び面型発光素子 2 に接続される側の端面 6 A へ向けて溝 7 の深さがテーパ状に深くなっている。また、第 2 領域では、溝 7 の幅及び深さが一定になっている。

【 0 0 2 2 】

また、本実施形態では、図 1 に示すように、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 は、面型受光素子 1 及び面型発光素子 2 に接続される側の端面 6 A が角度の異なる 2 つの面 6 a , 6 b からなる。つまり、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の外側部分の端面を第 1 角度で傾斜する第 1 傾斜面 6 a とし、この第 1 傾斜面 6 a によって曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の外側部分に分布して導かれてきた光が受光素子 1 へ向けて出射するようにしている。一方、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の内側部分の端面を第 2 角度で傾斜する第 2 傾斜面 6 b とし、この第 2 傾斜面 6 b によって発光素子 2 からの光が導波路コア 6 の内側部分に入射（光結合）するようにしている。なお、導波路コア 6 の外側部分とは、導波路コア 6 の円弧状部分の径方向の外側部分及びこれに連なる部分をいい、導波路コア 6 の内側部分とは、導波路コア 6 の円弧状部分の径方向の内側部分及びこれに連なる部分をいう。

10

【 0 0 2 3 】

また、本実施形態では、光導波路構造体 4 は、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の第 1 領域の外側部分から出射される光を面型受光素子 1 へ導く第 1 レンズ 1 1 と、面型発光素子 2 から出射される光を曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の第 1 領域の内側部分へ導く第 2 レンズ 1 2 とを備える。ここでは、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の第 1 領域の外側部分と面型受光素子 1 との間に第 1 レンズ 1 1 が設けられており、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の第 1 領域の内側部分と面型発光素子 2 との間に第 2 レンズ 1 2 が設けられている。また、第 1 レンズ 1 1 と第 2 レンズ 1 2 とは、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の厚さ方向に並ぶように形成されている。また、第 1 レンズ 1 1 及び第 2 レンズ 1 2 は、光導波路構造体 4 に一体成形されている。

20

【 0 0 2 4 】

また、本実施形態では、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の第 1 領域の外側部分に、面型受光素子 1 が光学的に接続されている。また、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の第 1 領域の内側部分に、面型発光素子 2 が光学的に接続されている。ここでは、面型受光素子 1 と面型発光素子 2 とは、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の厚さ方向（溝 7 の深さ方向）に並ぶように、図示しない基板上に配置されている。

30

【 0 0 2 5 】

つまり、本実施形態では、光導波路構造体 4 に備えられる一つの曲線光導波路 3 の一の端面（図 1 中、下側の端面）には、一つの面型受光素子 1 及び一つの面型発光素子 2 が第 1 レンズ 1 1 及び第 2 レンズ 1 2 を介して光学的に接続されている。また、この一の端面に直交する他の端面（図 1 中、左側の光導波路構造体 4 の右側の端面、右側の光導波路構造体 4 の左側の端面）には、一本の光ファイバ 1 0 が第 3 レンズ 1 3 を介して光学的に接続されている。このようにして、一つの曲線光導波路 3 によって、一本の光ファイバ 1 0 と一つの受光素子 1 及び一つの発光素子 2 とが光学的に接続されている。

40

【 0 0 2 6 】

このため、面型発光素子 2 から出射された光は、曲線光導波路 3 を導かれ、光ファイバ 1 0 に結合するとともに、光ファイバ 1 0 から入射された光も、同一の曲線光導波路 3 を導かれ、面型受光素子 1 に結合することになる。つまり、曲線光導波路 3 は、光ファイバ 1 0 と受光素子 1 とを接続する受信側光導波路（受信チャンネル）として機能するとともに、光ファイバ 1 0 と発光素子 2 とを接続する送信側光導波路（送信チャンネル）としても機能する。

【 0 0 2 7 】

このように、本実施形態では、一つの曲線光導波路 3 及び一本の光ファイバ 1 0 によって双方向通信が可能になっている。これにより、光導波路構造体 4 に接続される光ファイバ 1 0 の本数を増やすことなく、チャンネル数を実質 2 倍に増加させることができ、配線

50

スペースの減少につながる。また、上述のように構成されているため、双方向通信を行なう場合に、一本の光ファイバ10と一つの受光素子1及び一つの発光素子2とを光学的に接続する際の損失を低減することができる。

【0028】

上述のような構成によって、双方向通信が可能となり、損失を低減できるのは、以下の理由による。

まず、一本の光ファイバ10と一つの受光素子1及び一つの発光素子2とを曲線光導波路3によって光接続しているため、曲線光導波路3の曲線部分で光ファイバ10からの光が曲線外側(1/4円弧の径方向の外側)に分布することになる。このため、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分に対向(相対)する位置に受光素子1を配置し、導波路コア6の内側部分に対向(相対)する位置に発光素子2を配置している。このように、曲線光導波路3では曲げ部分で光が外側に寄りやすいという現象を考慮して、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分の延長線上の位置に受光素子1を配置し、導波路コア6の内側部分の延長線上の位置に発光素子2を配置している。これにより、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分に分布している光を低損失で受光素子1によって受光できるようにしている。

10

【0029】

また、受光素子1と発光素子2の並び方向へ向けて曲線光導波路3の導波路コア6の端部(受光素子1及び発光素子2側の端部;末端)が広げられている。これにより、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分から出射される光を受光素子1によって低損失で受光できるようにするとともに、発光素子2からの光を曲線光導波路3の導波路コア6の内側部分に低損失で入射させることができるようにしている。また、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分に分布し、曲線光導波路3から出射される光が、曲線光導波路3の導波路コア6の厚さ方向に並ぶように配置された発光素子2側へ漏れるのを防ぐようにしている。

20

【0030】

また、曲線光導波路3の導波路コア6の面型受光素子1及び面型発光素子2に接続される側の端面6Aが角度の異なる2つの面6a, 6bからなる。つまり、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分の第1傾斜面6aによって曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分に導かれてきた光が受光素子1へ向けて出射するようにし、曲線光導波路3の導波路コア6の内側部分の第2傾斜面6bによって発光素子2からの光が導波路コア6の内側部分に入射するようにしている。これにより、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分に分布し、曲線光導波路3から出射される光が、曲線光導波路3の導波路コア6の厚さ方向に並ぶように配置された発光素子2側へ漏れるのを防ぐようにしている。

30

【0031】

このようにして、曲線光導波路3の光線分離機能(曲線部分で発光素子2からの光と光ファイバ10からの光とが分離される機能)を利用して、単一の光導波路3及び単一の光ファイバ10を用いた双方向通信を可能としている。

したがって、本実施形態にかかる光導波路構造体及び光モジュールによれば、双方向通信を行なうため、光導波路構造体4に接続される光ファイバ10の本数を増やすことなく、チャンネル数を増加させることができるという利点がある。また、双方向通信を行なう場合に、一本の光ファイバ10と受光素子1及び発光素子2とを光学的に接続する際の損失を低減することができるという利点もある。

40

【0032】

なお、本発明は、上述した第1実施形態に記載した構成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で種々変形することが可能である。

例えば、上述の第1実施形態では、曲線光導波路3の導波路コア6は、面型受光素子1及び面型発光素子2に接続される側の端面6Aが角度の異なる2つの面6a, 6bからなるものとしているが、これに限られるものではない。例えば図2に示すように、曲線光導波路3の導波路コア6は、面型受光素子1及び面型発光素子2に接続される側の端面6B

50

が平面（垂直面）であっても良い。なお、図2では、上述の第1実施形態のもの（図1参照）と同一のものには同一の符号を付している。

【0033】

また、上述の第1実施形態では、光導波路構造体4の一の端面に対向する位置に受光素子1と発光素子2とを並べて配置しているが、これに限られるものではない。

例えば図3、図4に示すように、光導波路構造体4の一の端面（図3、図4中、下側の端面）に対向する位置に発光素子2を配置し、他の端面（図3、図4中、左側の光導波路構造体4の左側の端面、右側の光導波路構造体4の右側の端面）に対向する位置に受光素子1を配置するようにしても良い。

【0034】

この場合、例えば図3に示すように、曲線光導波路3の導波路コア6の端面6Cの外側部分である第1傾斜面6dの角度を、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分を導かれてきた光を全反射するような角度にすれば良い。この場合、上述の第1実施形態の場合よりも発光素子2の配置の制約が少なくなるため、曲線光導波路3の導波路コア6の端面6Cの内側部分である第2傾斜面6eの角度の制約も少なくなる。

【0035】

また、例えば図4に示すように、曲線光導波路3の導波路コア6の端面6Dの外側部分である第1傾斜面6fの角度と、第1傾斜面6fを挟んで両側の屈折率差[コアの屈折率 $n_1$ とクラッドの屈折率 $n_2$  ( $n_1 > n_2$ )との間の屈折率差]とを、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分を導かれてきた光を全反射するように設定しても良い。この場合、上述の第1実施形態の場合よりも発光素子2の配置の制約が少なくなるため、曲線光導波路3の導波路コア6の端面6Dの内側部分である第2傾斜面6gの角度の制約も少なくなる。

【0036】

また、例えば図3、図4に示すように、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分と面型受光素子1との間に設けられる第1レンズ11は、光導波路構造体4の他の端面（図3、図4中、左側の光導波路構造体4の左側の端面、右側の光導波路構造体4の右側の端面）に設けられる。一方、曲線光導波路3の導波路コア6の内側部分と面型発光素子2との間に設けられる第2レンズ12は、光導波路構造体4の一の端面（図3、図4中、下側の端面）に設けられる。

【0037】

これにより、曲線光導波路3の導波路コア6の端面6C、6Dの外側部分である第1傾斜面6d、6fによって、曲線光導波路3の導波路コア6の外側部分に分布して導かれてきた光が全反射される。そして、光導波路構造体4の他の端面（図3、図4中、左側の光導波路構造体4の左側の端面、右側の光導波路構造体4の右側の端面）に設けられた第1レンズ11を介して、他の端面に対向する位置に配置された受光素子1へ向けて出射されることになる。

【0038】

また、上述の実施形態では、光導波路構造体4を一つの曲線光導波路3を備えるものとし、一つの曲線光導波路3によって一本の光ファイバ10と一つの受光素子1及び一つの発光素子2とを光学的に接続して双方向通信を行なう場合を例に挙げて説明しているが、これに限られるものではない。

例えば図5に示すように、複数の曲線光導波路3及び複数の光ファイバ10を用い、各曲線光導波路3及び各光ファイバ10によって双方向通信を行なうようにすることで、多チャンネル化を実現することもできる。

【0039】

この場合、複数の曲線光導波路3を備える光導波路構造体4A、複数の光ファイバ10を備える光ファイバアレイ10A、複数の受光素子1を備える受光素子アレイ（アレイ状受光素子）1A、複数の発光素子2を備える発光素子アレイ（アレイ状発光素子）2Aを用いることになる。

10

20

30

40

50

具体的には、以下のように構成すれば良い。

【 0 0 4 0 】

例えば図 5 に示すように、光モジュール 5 X は、曲面上に複数（ここでは 4 つ）の曲線光導波路 3 を有する光導波路構造体 4 A と、面型受光素子アレイ 1 A と、面型発光素子アレイ 2 A とを備える多チャンネル光トランシーバである。

ここで、面型受光素子アレイ 1 A は、表面に受光面を有する複数（ここでは 4 つ）の面型受光素子 1 を含む。ここでは、面型受光素子アレイ 1 A は、複数のフォトダイオード 1 を備える PD アレイチップである。

【 0 0 4 1 】

面型発光素子アレイ 2 A は、表面に出射面を有する複数（ここでは 4 つ）の面型発光素子 2 を含む。ここでは、複数の面発光レーザ 2 を備える VCSEL アレイチップである。

光導波路構造体 4 A は、溝、導波路コア、曲線光導波路、レンズを複数備える点を除いて、上述の第 1 実施形態又は変形例（例えば図 1 ~ 図 4 参照）と同様である。つまり、光導波路構造体 4 A は、曲面上に形成され、複数の溝 7 を備えるクラッド構造体（下部クラッド）8 と、各溝 7 に形成された導波路コア 6 と、複数の導波路コア 6 を覆うクラッドフィルム（上部クラッド）9 とを備えるものとする。

【 0 0 4 2 】

ここで、クラッド構造体 8 は、構造体表面の曲面上に、曲面の一端から他端まで延び、並列に設けられた複数の溝 7 を有する曲面構造体として構成される。

複数の導波路コア 6 は、クラッド構造体 8 の曲面表層部に形成された各溝 7 を透明なコア材料で埋め込むことによって形成される。

クラッドフィルム 9 は、クラッド構造体 8 の曲面上の各溝 7 に形成された導波路コア 6 を覆うようにラミネートされている。

【 0 0 4 3 】

この場合、光導波路構造体 4 A の各曲線光導波路 3 は、光ファイバアレイ 1 0 A に含まれる光ファイバ 1 0 と受光素子 1 とを接続する受信側光導波路（受信チャンネル）として機能するとともに、光ファイバアレイ 1 0 A に含まれる光ファイバ 1 0 と発光素子 2 とを接続する送信側光導波路（送信チャンネル）としても機能する。ここでは、双方向通信を行なう複数の曲線光導波路 3 が並列に設けられていることになる。

【 0 0 4 4 】

また、光導波路構造体 4 A は、上述の第 1 実施形態の第 1 レンズ 1 1 を複数備える第 1 レンズアレイ 1 1 A と、上述の第 1 実施形態の第 2 レンズ 1 2 を複数備える第 2 レンズアレイ 1 2 A と、上述の第 1 実施形態の第 3 レンズ 1 3 を複数備える第 3 レンズアレイ 1 3 A とを備える。つまり、光導波路構造体 4 A に備えられる複数の曲線光導波路 3 が並んでいる方向に沿って、複数の第 1 レンズ 1 1、複数の第 2 レンズ 1 2 及び複数の第 3 レンズ 1 3 のそれぞれが並べられている。

【 0 0 4 5 】

そして、光導波路構造体 4 A は、その一の端面を介してプリント基板 1 4 上に実装され、この一の端面には、面型受光素子アレイ 1 A 及び面型発光素子アレイ 2 A が、第 1 レンズアレイ 1 1 A 及び第 2 レンズアレイ 1 2 A を介して光学的に接続される。つまり、光導波路構造体 4 A に備えられる複数の曲線光導波路 3 が並んでいる方向に沿って平行に面型受光素子アレイ 1 A 及び面型発光素子アレイ 2 A が配置され、第 1 レンズアレイ 1 1 A 及び第 2 レンズアレイ 1 2 A を介して光学的に接続される。また、光導波路構造体 4 A の一の端面に直交する他の端面には、同一のファイバ径を有する複数（ここでは 4 本）の光ファイバ 1 0 からなる光ファイバアレイ 1 0 A が、第 3 レンズアレイ 1 3 A を介して光学的に接続される。なお、ここでは、光ファイバアレイ 1 0 A はリボンファイバである。また、ここでは、光コネクタ付きの光ファイバアレイ 1 0 A を用いている。

【 0 0 4 6 】

なお、その他の構成の詳細は、上述の第 1 実施形態又は変形例の場合（例えば図 1 ~ 図 4 参照）と同様である。

10

20

30

40

50

このように、本光導波路構造体 4 A は、双方向通信を行なう多チャンネル光トランシーバにおいて面型発光素子アレイ 2 A 及び面型受光素子アレイ 1 A を光ファイバアレイ 1 0 A に接続する多チャンネル光導波路アダプタとして用いられる。

【第 2 実施形態】

第 2 実施形態にかかる光モジュール及び光導波路構造体について、図 6、図 7 を参照しながら説明する。

【0047】

本実施形態では、上述の第 1 実施形態（図 1 参照）のものに対し、曲線光導波路を備える光導波路構造体の構成、及び、複数の曲線光導波路及び複数の光ファイバを用いて双方向通信を行なうようにすることで、多チャンネル化を実現している点で異なる。

10

つまり、上述の第 1 実施形態では、曲面上に形成された曲線光導波路を持つ光導波路構造体（光導波路が形成される平面が、光導波路の進行方向に沿った曲面となっているもの）を用いている。

【0048】

また、上述の第 1 実施形態では、光導波路構造体を一つの曲線光導波路を備えるものとし、一つの曲線光導波路によって一本の光ファイバと一つの受光素子及び一つの発光素子とを光学的に接続して双方向通信を行なうようにしている。

これに対し、本実施形態では、図 6 に示すように、平面上に形成された曲線光導波路（曲げ導波路）2 1 を持つ光導波路構造体 2 0 を用いている。なお、図 6 では、上述の第 1 実施形態及び変形例（例えば図 1、図 5 参照）と同一のものには同一の符号を付している。

20

【0049】

特に、本実施形態では、図 6 に示すように、光導波路構造体 2 0 を複数（ここでは 4 つ）の曲線光導波路 2 1 を備えるものとし、各曲線光導波路 2 1 の導波路コア 2 4 を、面型受光素子 1 及び面型発光素子 2 に接続される側の端面 2 4 A へ向けて幅がテーパ状に広がるようにしている。

また、本実施形態では、曲線光導波路 2 1 の導波路コア 2 4 の外側部分に対して、内側部分の長さを長くしている。つまり、曲線光導波路 2 1 の導波路コア 2 4 は、面型受光素子 1 及び面型発光素子 2 に接続される側の端面 2 4 A へ向けて幅がテーパ状に広がる第 1 領域（円弧状領域）と、第 1 領域の内側部分に連なり、幅及び厚さが一定の第 2 領域（直線状領域）とを備える。

30

【0050】

このように、曲線光導波路 2 1 の導波路コア 2 4 の受光素子 1 及び発光素子 2 に接続される側の端面位置が、導波路コア 2 4 の外側部分と内側部分とでずらされている。

これは、光導波路構造体 2 0 に光学的に接続される受光素子アレイ 1 A 及び発光素子アレイ 2 A の設置スペースを確保するためである。

なお、導波路コア 2 4 の外側部分とは、導波路コア 2 4 の円弧状部分の径方向の外側部分をいい、導波路コア 2 4 の内側部分とは、導波路コア 2 4 の円弧状部分の径方向の内側部分をいう。

【0051】

40

また、本実施形態では、光導波路構造体 2 0 は、曲線光導波路 2 1 の導波路コア 2 4 の受光素子 1 及び発光素子 2 に接続される側の端面 2 4 A にミラー 2 6 A、2 6 B を備える。ここでは、導波路コア 2 4 の端面 2 4 A を 45 度にカットしてミラー（45 度カットミラー）2 6 A、2 6 B を形成している。

具体的には、光導波路構造体 2 0 は、曲線光導波路 2 1 の導波路コア 2 4 の端面 2 4 A の外側部分 2 4 a に第 1 ミラー 2 6 A を備え、曲線光導波路 2 1 の導波路コア 2 4 の端面 2 4 A の内側部分 2 4 b に第 2 ミラー 2 6 B を備える。この場合、第 1 ミラー 2 6 A と第 2 ミラー 2 6 B とは、曲線光導波路 2 1 の導波路コア 2 4 の幅方向にずらされた位置に形成されることになる。

【0052】

50

このように、光導波路構造体 20 は、曲線光導波路 21 の導波路コア 24 の外側部分を導かれた光を面型受光素子 1 へ導く第 1 ミラー 26 A と、面型発光素子 2 から出射される光を曲線光導波路 21 の導波路コア 24 の内側部分へ導く第 2 ミラー 26 B とを備える。つまり、光導波路構造体 20 は、曲線光導波路 21 の導波路コア 24 の端面 24 A の外側部分 24 a と面型受光素子 1 との間に第 1 ミラー 26 A が設けられている。また、曲線光導波路 21 の導波路コア 24 の端面 24 A の内側部分 24 b と面型発光素子 2 との間に第 2 ミラー 26 B が設けられている。

【0053】

具体的には、光導波路構造体 20 は、例えば図 7 に示すように、平面基板（平板の表面）上に形成され、複数の曲線状の溝 22 を備えるクラッド構造体 23 と、各溝 22 に形成された導波路コア 24 と、複数の導波路コア 24 を覆うクラッドフィルム 25 とを備えるものとすれば良い。なお、図 7 では、説明の便宜上、ミラーを図示していない。

ここで、クラッド構造体 23 は、構造体表面の平面上に、複数の曲線状の溝 22（導波路用溝；細溝）を有する平面構造体である。

【0054】

導波路コア 24 は、クラッド構造体 23 の平面表層部に形成された曲線状の溝 22 にコア材料（コア樹脂）を充填することによって形成される。このため、導波路コア 24 は、クラッド構造体 23 の表面に沿って曲線状に形成される。つまり、曲線光導波路 21 は、平面上に形成された導波路コア 24 を有する。

クラッドフィルム 25 は、クラッド構造体 23 の平面上の溝 22 に形成された導波路コア 24 を覆うようにラミネートされている。

【0055】

ところで、本実施形態では、図 6 に示すように、光導波路構造体 20 の複数の曲線光導波路 21 のそれぞれによって、光ファイバ 10 と受光素子 1 及び発光素子 2 とを光学的に接続して双方向通信を行なうようにしている。

この場合、上述の複数の曲線光導波路 21 を備える光導波路構造体 20 のほかに、複数の光ファイバ 10 を備える光ファイバアレイ 10 A、複数の受光素子 1 を備える受光素子アレイ 1 A、複数の発光素子 2 を備える発光素子アレイ 2 A を用いることになる。

【0056】

この場合、光モジュール 30 は、図 6 に示すように、平面上に複数の曲線光導波路 21 を有する光導波路構造体 20 と、面型受光素子アレイ 1 A と、面型発光素子アレイ 2 A とを備える多チャンネル光トランシーバである。

ここで、面型受光素子アレイ 1 A は、表面に受光面を有する複数の面型受光素子 1 を含む。ここでは、面型受光素子アレイ 1 A は、複数（ここでは 4 つ）のフォトダイオード 1 を備える PD アレイチップである。

【0057】

面型発光素子アレイ 2 A は、表面に出射面を有する複数の面型発光素子 2 を含む。ここでは、面型発光素子アレイ 2 A は、複数（ここでは 4 つ）の面発光レーザ 2 を備える VCSEL アレイチップである。

そして、本実施形態では、複数の曲線光導波路 21 の導波路コア 24 の端面 24 A の外側部分 24 a のそれぞれに、面型受光素子アレイ 1 A に含まれる複数の面型受光素子 1 が、それぞれ、光学的に接続されている。

【0058】

また、複数の曲線光導波路 21 の導波路コア 24 の端面 24 A の内側部分 24 b のそれぞれに、面型発光素子アレイ 2 A に含まれる複数の面型発光素子 2 が、それぞれ、光学的に接続されている。

ここでは、光導波路構造体 20 に備えられる複数の曲線光導波路 21 が並んでいる方向に沿って平行に面型受光素子アレイ 1 A 及び面型発光素子アレイ 2 A が配置され、第 1 ミラー 26 A 及び第 2 ミラー 26 B を介して光学的に接続される。また、面型受光素子アレイ 1 A と面型発光素子アレイ 2 A とは、曲線光導波路 21 の導波路コア 24 が延びる方向

10

20

30

40

50

にずらされて配置されている。また、面型受光素子 1 と面型発光素子 2 とは、曲線光導波路 2 1 の導波路コア 2 4 の幅方向（溝の幅方向）にずらされて配置されている。

【0059】

このように、本実施形態では、光導波路構造体 2 0 に備えられる各曲線光導波路 2 1 の一の端面 2 4 A には、それぞれ、面型受光素子 1 及び面型発光素子 2 が第 1 ミラー 2 6 A 及び第 2 ミラー 2 6 B を介して光学的に接続されている。また、各曲線光導波路 2 1 の他の端面 2 4 B には、それぞれ、光ファイバ 1 0 が光学的に接続されている。このようにして、同一平面上に形成された複数の曲線光導波路 2 1 のそれぞれによって、光ファイバ 1 0 と面型受光素子 1 及び面型発光素子 2 とが光学的に接続されている。

【0060】

このため、各面型発光素子 2 から出射された光は、それぞれ、曲線光導波路 2 1 を導かれ、光ファイバ 1 0 に結合するとともに、各光ファイバ 1 0 から入射された光も、それぞれ、同一の曲線光導波路 2 1 を導かれ、面型受光素子 1 に結合することになる。つまり、各曲線光導波路 2 1 は、光ファイバ 1 0 と面型受光素子 1 とを接続する受信側光導波路（受信チャンネル）として機能するとともに、光ファイバ 1 0 と面型発光素子 2 とを接続する送信側光導波路（送信チャンネル）としても機能する。

【0061】

このように、本実施形態では、複数の曲線光導波路 2 1 及び複数の光ファイバ 1 0 のそれぞれによって双方向通信が可能になっている。また、ミラー 2 6 A, 2 6 B を利用して曲線光導波路 2 1 と受光素子 1 及び発光素子 2 とを光学的に接続するようにしており、モジュール全体として低背化が可能になる。

したがって、本実施形態にかかる光導波路構造体及び光モジュールによれば、双方向通信を行なうため、光導波路構造体 2 0 に接続される光ファイバ 1 0 の本数を増やすことなく、チャンネル数を増加させることができるという利点がある。また、配線スペースの減少にもつながる。また、双方向通信を行なう場合に、光ファイバ 1 0 と受光素子 1 及び発光素子 2 とを光学的に接続する際の損失を低減することができるという利点もある。

【0062】

なお、本発明は、上述した第 2 実施形態に記載した構成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で種々変形することが可能である。

例えば、上述の実施形態では、光導波路構造体 2 0 の下方に面型受光素子 1 及び面型発光素子 2 が実装された基板を配置するようにしているが、これに限られるものではない。例えば図 8 に示すように、光導波路構造体 2 0 の上方に面型受光素子 1 及び面型発光素子 2 が実装された基板 2 7 を配置するようにしても良い。なお、図 8 では、上述の実施形態（図 6 参照）と同一のものには同一の符号を付している。

【実施例】

【0063】

以下、実施例によって更に詳細に説明する。ただし、本発明は以下の実施例によって限定されるものではない。

[実施例 1]

本実施例 1 では、図 9 に示すように、曲面上に曲線光導波路 3 を有し、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の端面 6 A に傾斜面 6 x を有する光導波路構造体（ポリマ光導波路）4 のサンプルを作製し、送受性能、即ち、光ファイバ 1 0、受光素子 1、発光素子 2 との間の損失を評価した。なお、この光導波路構造体 4 は、端面 6 A に傾斜面 6 x 及び平面（垂直面）6 y の角度の異なる 2 つの面を有する。

【0064】

本実施例 1 では、光導波路構造体 4 を射出成型（モールド成型）によって作製して用いた。

つまり、まず、導波路コア 6 用の溝 7 を形成する部分が凸状になるように薄い板を重ねて金型 4 0 を作製した（図 1 0 参照）。そして、この金型 4 0 を用いて高温でクラッド用の樹脂を流し込み、冷却した後、金型 4 0 を抜いて、導波路コア 6 用の凹状の溝 7 が形成

10

20

30

40

50

されたクラッド構造体 8 を作製した ( 図 10 参照 ) 。流し込む樹脂材料はオレフィン樹脂とした。波長 850 nm での屈折率は 1.5 であった。

【 0065 】

また、上述のように射出成型によってクラッド構造体 8 を作製する際に、溝 7 の延長線上の両端面に外向きに凸の半球面レンズ 11, 12, 13 を一体形成した。ここでは、受光素子 1 及び発光素子 2 に接続される側の端面には、溝 7 の深さ方向に並ぶように 2 つの半球面レンズ 11, 12 を形成した。

ここでは、導波路コア 6 用の溝 7 は、幅を 50  $\mu\text{m}$  とし、受光素子 1 及び発光素子 2 に接続される側の端面 6A へ向けて、深さが 50  $\mu\text{m}$  から 80  $\mu\text{m}$  へと広がるように形成し、端面 6A に 45 度傾斜面 6x を形成した。このようにして、発光素子 2 からの光と光ファイバ 10 からの光との光線分離を行なえるようにした。

10

【 0066 】

次に、上述のようにして作製したクラッド構造体 8 の曲面上の溝 7 にコア液を滴下し、コア液が充填された溝 7 の上部をクラッドフィルム 9 で覆うことで、クラッドフィルム 9 によってコア液を封止し、コア液を硬化させて、導波路構造を形成した。

ここでは、コア液 ( ポリマ液 ) には、硬化後の屈折率が 1.56 となる紫外線硬化型エポキシ樹脂を用いた。

【 0067 】

クラッドフィルム 9 には、厚さ 40  $\mu\text{m}$  のオレフィン樹脂製のフィルム ( 透明フィルム ; オレフィンフィルム ) を用いた。波長 850 nm での屈折率は 1.5 であった。

20

このようにして、曲面上に曲線光導波路 3 を備え、単一導波路での双方向通信可能な光導波路構造体 4 のサンプルを作製した。

次に、上述のようにして作製した本実施例 1 のサンプル 4 を、以下のようにして評価した。

【 0068 】

送信性能、即ち、発光素子 - 光ファイバ間の光結合損失の評価は、以下のようにして行なった。

光源として波長 850 nm の発光素子 ( 面発光レーザ ) 2 を使い、基板上に実装された面発光レーザ 2 の発光面 ( 発光径 10  $\mu\text{m}$  ) 上に、本実施例 1 のサンプル 4 をアライメントして設置し、サンプル 4 を通過して反対側に出てきた光を、自動調芯した G I 型マルチモード光ファイバ ( コア径 50  $\mu\text{m}$  ) 10 で受け、光パワーメータで出力を測定した。

30

【 0069 】

受信性能、即ち、光ファイバ - 受光素子間の光結合損失の評価は、以下のようにして行なった。

波長 850 nm の外部光源からの光を、G I 型マルチモード光ファイバ ( コア径 50  $\mu\text{m}$  ) 10 を介して、本実施例 1 のサンプル 4 の光ファイバ側の端面まで導き、サンプル 4 を通過して反対側に出てきた光を、自動調芯した G I 型マルチモード光ファイバ ( コア径 100  $\mu\text{m}$  ) で受け、光パワーメータで出力を測定した。なお、ここでは、光結合損失を、より正確に測定するために、基板上に実装された受光素子 ( フォトディテクタ ) 1 の受光面 ( 受光径 100  $\mu\text{m}$  ) と同じ直径のコアを持つ光ファイバで受けて、光パワーメータで出力を測定するようにしている。

40

【 0070 】

光ファイバ 10 から本実施例 1 のサンプル 4 を通過して出てきた光がどの程度発光素子 2 側へ漏れているかの評価も、以下のようにして行なった。

波長 850 nm の外部光源からの光を、G I 型マルチモード光ファイバ ( コア径 50  $\mu\text{m}$  ) 10 を介して、本実施例 1 のサンプル 4 の光ファイバ 10 側の端面まで導き、サンプル 4 を通過して反対側に出てきた光を、自動調芯した G I 型マルチモード光ファイバ ( コア径 100  $\mu\text{m}$  ) で受け、光パワーメータで出力を測定した。

【 0071 】

なお、ここでは、受光素子 1 と発光素子 2 との間の距離は約 250  $\mu\text{m}$  とした。

50

この結果、本実施例 1 のサンプル 4 を用いた場合の発光素子 - 光ファイバ間の光結合損失は 4 . 5 d B 程度であった。また、光ファイバ - 受光素子間の光結合損失は 5 . 0 d B 程度であった。また、発光素子 2 側への漏れ損失は 8 . 5 d B 程度であった。

このように、本実施例 1 のサンプル 4 を用いることで、光ファイバ 10 からの光が受光素子 1 側に多く結合するようになり、単一導波路 3 で双方向通信を行なう場合に損失を低減できることが確認できた。

#### [ 実施例 2 ]

本実施例 2 では、図 1 1 に示すように、曲面上に曲線光導波路 3 を有し、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の端面 6 B が平面になっている光導波路構造体 ( ポリマ光導波路 ) 4 のサンプルを作製し、送受性能、即ち、光ファイバ、受光素子、発光素子との間の損失を評価した。

10

#### 【 0 0 7 2 】

本実施例 2 のサンプル 4 は、端面に傾斜面を形成せずに、端面 6 B を平面 ( 垂直面 ) にしたことを除いて、上述の実施例 1 の場合と同様に作製した。

また、本実施例 2 のサンプル 4 の評価も、上述の実施例 1 の場合と同様に行なった。但し、受光素子 1 と発光素子 2 との間の距離は約 2 2 0  $\mu$  m とした。

この結果、本実施例 2 のサンプル 4 を用いた場合の発光素子 - 光ファイバ間の光結合損失は 4 . 8 d B 程度であった。また、光ファイバ - 受光素子間の光結合損失は 4 . 3 d B 程度であった。また、発光素子 2 側への漏れ損失は 8 . 3 d B 程度であった。

20

#### 【 0 0 7 3 】

このように、本実施例 2 のサンプル 4 を用いることで、光ファイバ 10 からの光が受光素子 1 側に多く結合するようになり、曲線光導波路 3 の導波路コア 6 の端面に傾斜面を形成せずに、端面 6 B を平面 ( 垂直面 ) にし、広げただけでも、単一導波路 3 で双方向通信を行なう場合に損失を低減できることが確認できた。

したがって、本実施例 1、2 のサンプル 4 を用いることで、単一光導波路 3 での双方向通信が可能となる。また、実装面積あたりのチャンネル数を増加させることができる。例えば双方向通信を行わないものと比較すると 2 倍のチャンネル数の増加が見込める。また、配線数の減少が可能となる。例えばチャンネル数が同じであれば、使用する光ファイバの本数を半分に削減することが可能となる。

30

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 7 4 】

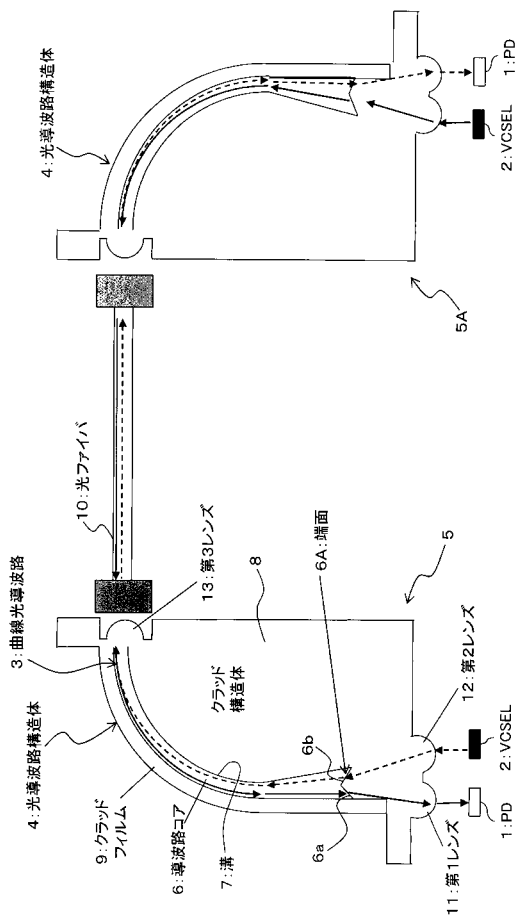
- 1 面型受光素子
- 1 A 面型受光素子アレイ
- 2 面型発光素子
- 2 A 面型発光素子アレイ
- 3 曲線光導波路
- 4 , 4 A 光導波路構造体
- 5 , 5 A , 5 X , 3 0 光モジュール
- 6 導波路コア
- 6 A , 6 B , 6 C , 6 D 端面
- 6 a , 6 d , 6 f 第 1 傾斜面
- 6 b , 6 e , 6 g 第 2 傾斜面
- 6 x 傾斜面
- 6 y 平面 ( 垂直面 )
- 7 溝
- 8 クラッド構造体
- 9 クラッドフィルム
- 1 0 光ファイバ
- 1 0 A 光ファイバアレイ
- 1 1 第 1 レンズ

40

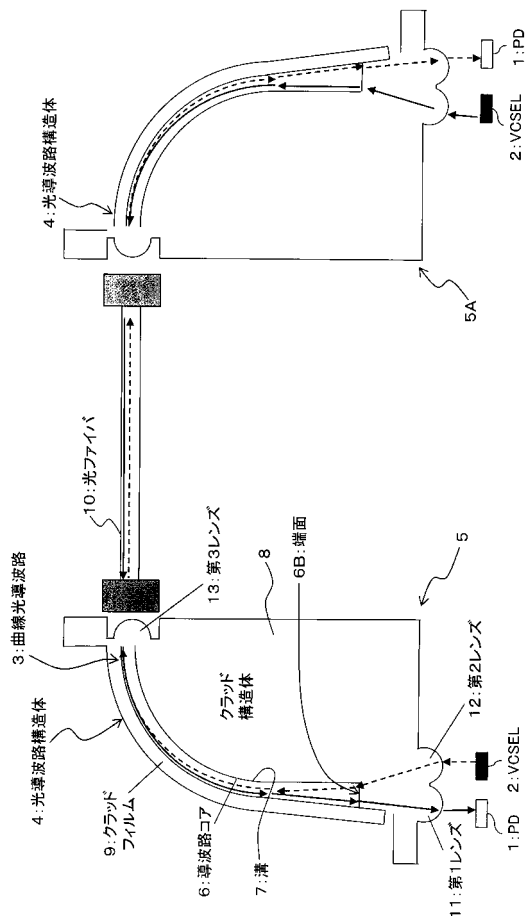
50

- 1 1 A 第1レンズアレイ
- 1 2 第2レンズ
- 1 2 A 第2レンズアレイ
- 1 3 第3レンズ
- 1 3 A 第3レンズアレイ
- 1 4 プリント基板
- 2 0 光導波路構造体
- 2 1 曲線光導波路
- 2 2 溝
- 2 3 クラッド構造体
- 2 4 導波路コア
- 2 4 A 端面
- 2 4 a 外側部分
- 2 4 b 内側部分
- 2 5 クラッドフィルム
- 2 6 A 第1ミラー
- 2 6 B 第2ミラー
- 2 7 基板
- 4 0 金型

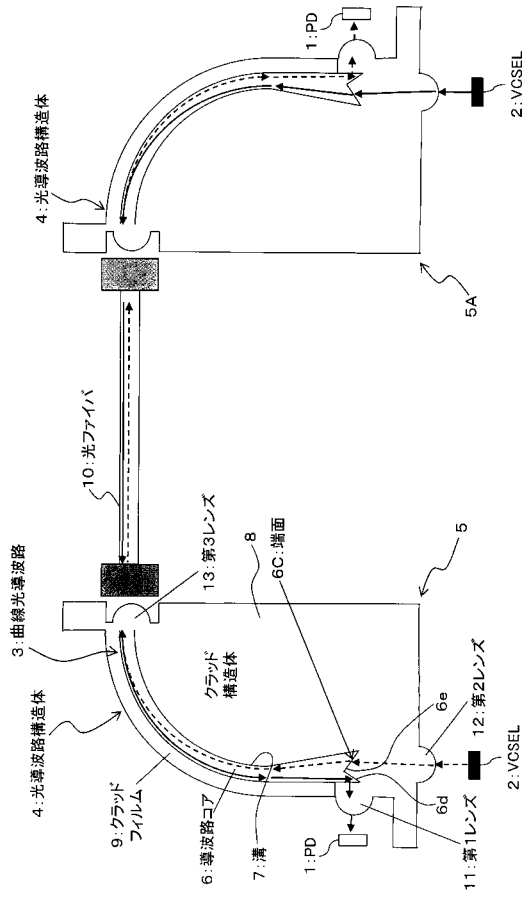
【図1】



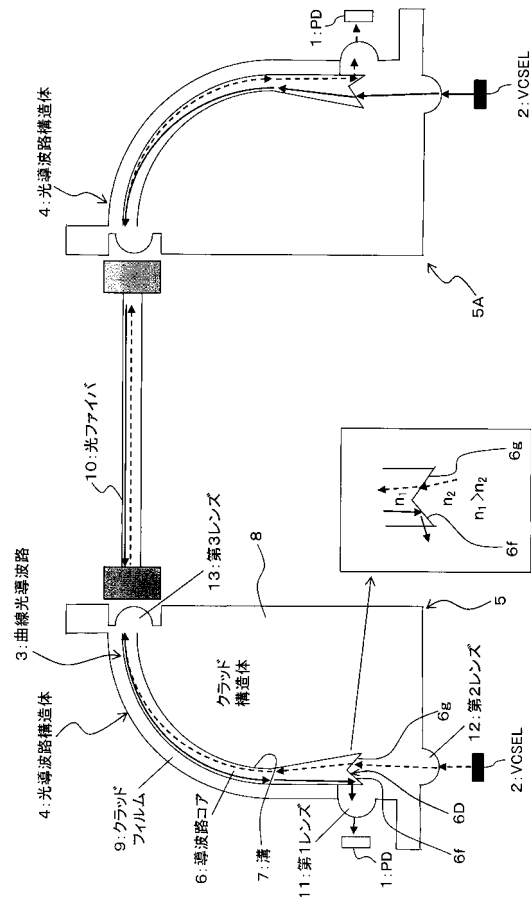
【図2】



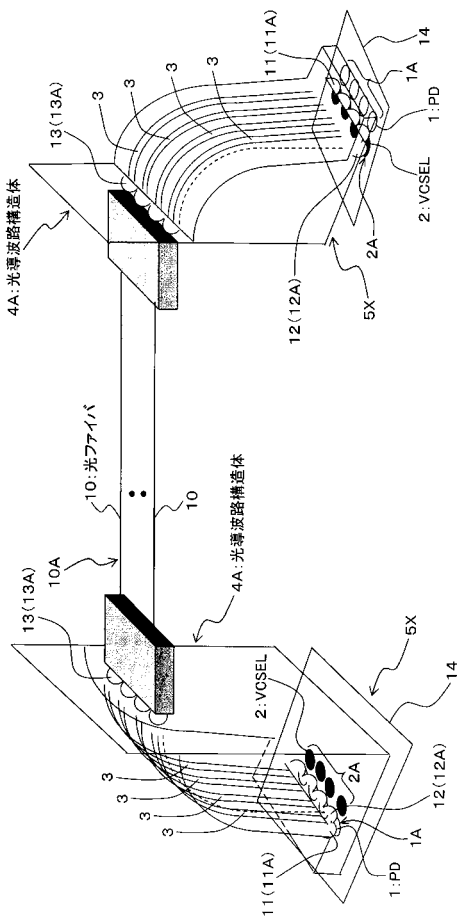
【図 3】



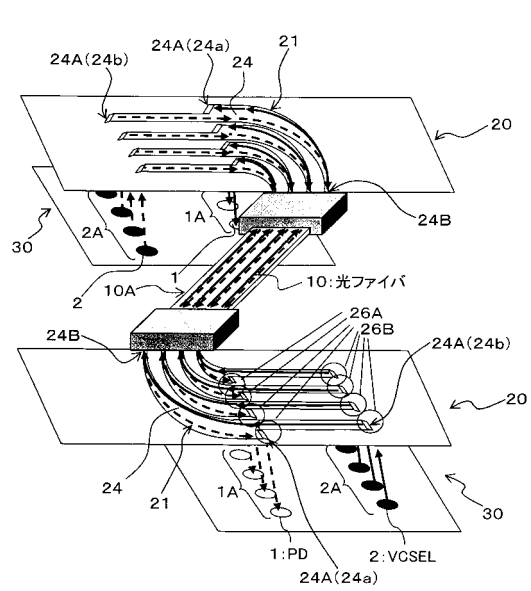
【図 4】



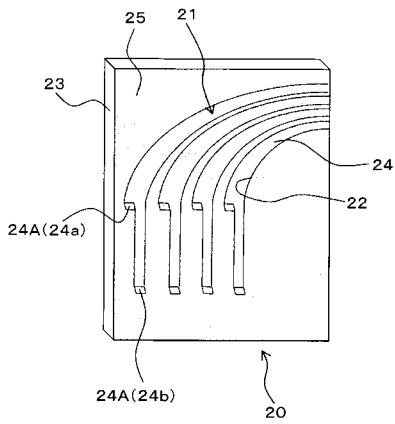
【図 5】



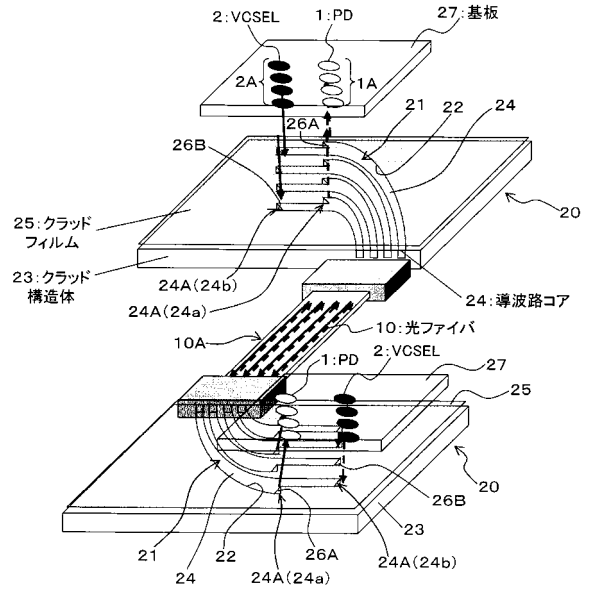
【図 6】



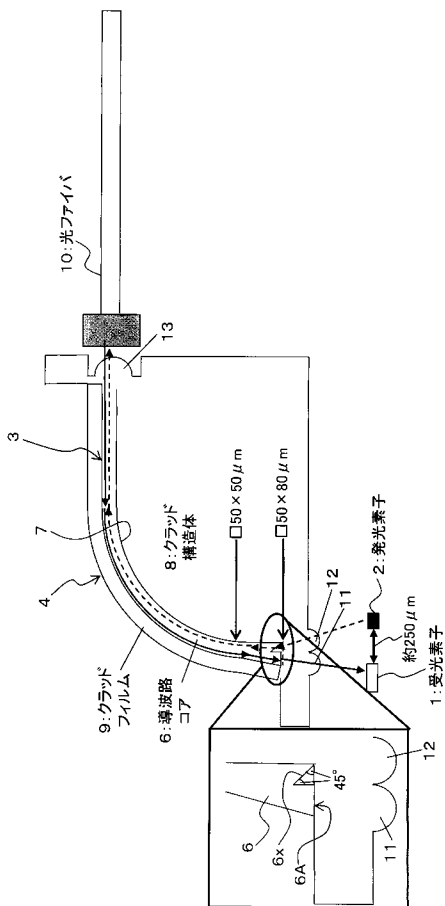
【図7】



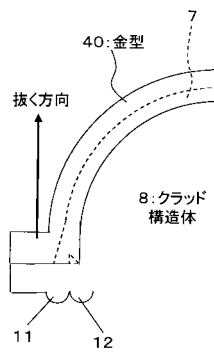
【図8】



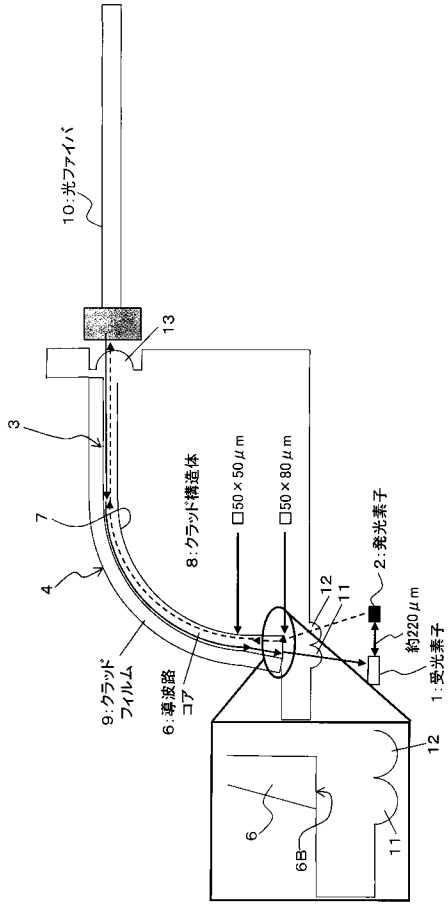
【図9】



【図10】



【図 11】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H137 AA01 AB04 AB09 AB11 BA01 BA15 BA55 BB03 BB13 BB17  
BB27 BC02 BC14 CA15A  
2H147 AA01 AB04 AB05 AB31 BD10 BG06 BG17 CA01 CA05 CA08  
CB01 CB03 CD02 CD10 EA16A EA16B FD06 FD15 GA19  
5F088 BA15 BA16 BB01 JA14  
5F173 MA02 MC01 ME23 ME44 MF03 MF25