

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4206964号  
(P4206964)

(45) 発行日 平成21年1月14日(2009.1.14)

(24) 登録日 平成20年10月31日(2008.10.31)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 6 / 1 2 2 ( 2 0 0 6 . 0 1 )** G O 2 B 6 / 1 2 D

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-145032 (P2004-145032)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成16年5月14日 (2004.5.14)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2005-326657 (P2005-326657A)		京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
(43) 公開日	平成17年11月24日 (2005.11.24)		801番地
審査請求日	平成18年11月2日 (2006.11.2)	(74) 代理人	100058479
			弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光分岐器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の方向及び第1の方向と直交する第2の方向により規定される面を含む基板と、  
 この基板の前記面に、前記第1の方向に沿って設けられ、前記基板外から光が入射される入射導波路と、

前記基板の前記面上の所定位置に設けられ、前記基板外から前記入射導波路に入射される前記光を所定比率で分岐する第1の光分岐器と、

前記基板の面上の所定の位置に、前記第1の光分岐器により所定比率に分岐された光の一方をさらに所定比率で分岐可能に設けられた第2の光分岐器と、

前記基板の面上の所定の位置に、前記第1の光分岐器により所定比率に分岐された光の他の一方をさらに所定比率で分岐可能に設けられた第3の光分岐器と、

前記基板の面上の所定の位置に、前記第2及び第3の光分岐器の前記第1の光分岐器に対して出射側となる位置に、前記第2及び第3の光分岐器により分岐された光を、前記基板外へ出射可能に設けられた複数の出射導波路と、

前記第1の光分岐器と前記第2の光分岐器とを繋ぐ第1の光導波路部分及び前記第1の光分岐器と前記第3の光分岐器とを繋ぐ第2の光導波路部分と、を有し、

前記第1の光分岐器の光入力部と前記入射導波路とを接続する領域の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、前記第2の光分岐器の前記第1の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、前記第3の光分岐器の前記第2の光導波路部分と接続される

10

20

領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、並びに前記第1の光分岐器の前記第1及び第2の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さは、等しい長さであり、

前記第1の光分岐器の光入力部と前記入射導波路とを接続する領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さは、前記入射導波路、前記第1の光分岐器、前記第2の光分岐器、前記第3の光分岐器、及び前記第1及び第2の光導波路部分のそれぞれの前記面と直交する方向の長さに比較して短く規定されているとともに、

前記第1の光導波路部分および第2の光導波路部分の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さは、前記第1の光分岐器の光入力部と前記入射導波路とを接続する領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、前記第2の光分岐器の前記第1の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、及び前記第3の光分岐器の前記第2の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さのそれぞれの前記面と直交する方向の長さに比較して長く規定されていることを特徴とする光分岐器。

【請求項2】

前記第1の光分岐器の光入力部と前記入射導波路とを接続する領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さは、前記第1の光分岐器の光入力部と前記入射導波路とを接続する領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、前記第2の光分岐器の前記第1の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、及び前記第3の光分岐器の前記第2の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の長さに対し、0.5～0.8であることを特徴とする請求項1記載の光分岐器。

【請求項3】

前記第1の光導波路部分および第2の光導波路部分の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さは、前記第1の光分岐器の光入力部と前記入射導波路とを接続する領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、前記第2の光分岐器の前記第1の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の長さを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、及び前記第3の光分岐器の前記第2の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の長さに対し、1.0～1.5であることを特徴とする請求項1記載の光分岐器

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光通信等の分野に利用可能であって、入力端に入力された光を複数の出力端に出力する光分岐器に関する。

【背景技術】

【0002】

光導波路を用いた光分岐器においては、光特性、特に挿入損失の波長均一性が、分岐先毎に変動しないこと、すなわち分岐先毎の損失の波長均一性が概ね等しいことが望まれている。

【0003】

例えば、入射導波路の一部に、高次モードがカットオフで、かつ基底モードの等価屈折率損が基板内に形成された他の導波路よりも低くなる低等価屈折率導波路部を有するY分岐光回路が開示されている（例えば特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平4-172308号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、特許文献1に開示された提案によっても、入射導波路に案内される光が入射導波路の軸線すなわち中心軸に対してずれて入射する場合には、分岐先毎の波長均一性が変動する問題がある。なお、特に短波長側で波長特性が低下することが認められる。

## 【0005】

また、光分岐器の入力導波路は、例えば光ファイバ等に接続され、その光ファイバ内を伝送された光信号が入射（入力）される。なお、多くの場合、入力導波路とファイバは、例えば接着剤により固定されるが、その接着時もしくは接着剤の硬化時に、導波路の軸線と光ファイバの中心軸との「ずれ」を完全に除去することは困難である。

10

## 【0006】

この発明の目的は、基板外部からの光が入射される入射導波路と基板外部の光伝達部材との間に軸ずれが生じた場合であっても光分岐器による分岐後に分岐先の出射端に出射されることを低減可能で、出射側において損失の波長均一性が高く、しかも損失を低減可能な光分岐器を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

この発明は、第1の方向及び第1の方向と直交する第2の方向により規定される面を含む基板と、この基板の前記面に、前記第1の方向に沿って設けられ、前記基板外から光が入射される入射導波路と、前記基板の前記面上の所定位置に設けられ、前記基板外から前記入射導波路に入射される前記光を所定比率で分岐する第1の光分岐器と、前記基板の面上の所定の位置に、前記第1の光分岐器により所定比率に分岐された光の一方をさらに所定比率で分岐可能に設けられた第2の光分岐器と、前記基板の面上の所定の位置に、前記第1の光分岐器により所定比率に分岐された光の他の一方をさらに所定比率で分岐可能に設けられた第3の光分岐器と、前記基板の面上の所定の位置に、前記第2及び第3の光分岐器の前記第1の光分岐器に対して出射側となる位置に、前記第2及び第3の光分岐器により分岐された光を、前記基板外へ出射可能に設けられた複数の出射導波路と、前記第1の光分岐器と前記第2の光分岐器とを繋ぐ第1の光導波路部分及び前記第1の光分岐器と前記第3の光分岐器とを繋ぐ第2の光導波路部分と、を有し、前記第1の光分岐器の光入力部と前記入射導波路とを接続する領域の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、前記第2の光分岐器の前記第1の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、前記第3の光分岐器の前記第2の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、並びに前記第1の光分岐器の前記第1及び第2の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さは、等しい長さであり、前記第1の光分岐器の光入力部と前記入射導波路とを接続する領域の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さは、前記入射導波路、前記第1の光分岐器、前記第2の光分岐器、前記第3の光分岐器、及び前記第1及び第2の光導波路部分のそれぞれの前記面と直交する方向の大きさに比較して短く規定されているとともに、前記第1の光導波路部分および第2の光導波路部分の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さは、前記第1の光分岐器の光入力部と前記入射導波路とを接続する領域の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、前記第2の光分岐器の前記第1の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さ、及び前記第3の光分岐器の前記第2の光導波路部分と接続される領域の前記面と直交する方向の大きさを1としたときの前記第2の方向に沿った長さのそれぞれの前記面と直交する方向の大きさに比較して長く規定されていることを特徴とする光分岐器を提供するものである。

20

30

40

## 【0012】

すなわち、上述した光分岐器は、第1の方向に沿って基板外から光が入射される光分岐

50

器により複数に分岐された光を基板外へ出射可能に設けられた複数の出力導波路のそれぞれとの間に設けられる複数の光分岐器とを繋ぐ第1及び第2の光導波路部の基板の面と直交する方向の長さすなわち高さを1としたとき、第2の方向に沿った長さが、面と直交する方向の長さすなわち1で示される高さよりも大きく規定された領域を含む第1及び第2の光導波路部を通じて、複数の出力導波路に案内することから、複数段の光分岐器が直列に配列されている場合において、光を基板外へ出射する出射端に出射される光の波長均一性の変動分が補償可能である。これにより、分岐先毎の損失の波長均一性が向上されるとともに、分岐器全体での損失も低減される。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、基板外部からの光が入射される入射導波路と基板外部の光伝達部材との間に軸ずれが生じた場合に発生するマルチモード成分が光分岐器による分岐後に分岐先の出射端に出射されることが低減されるとともに、出射側において損失の波長均一性の変動分が補償される。これにより、分岐先毎の損失の波長均一性が向上される。また、分岐器全体の損失が抑えられる。さらに、光分岐器を含む光伝送路のパッケージング（組立）の際の歩留まりが向上される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0015】

図1は、この発明の実施の形態が適用される光分岐器の一例を説明する概略図である。

【0016】

図1に示すように、光分岐器1は、例えば酸化シリコン（ $SiO_2$ ）等を主成分とする基板10と、基板10上に所定形状にパターンニングされて形成された光導波路構造20と、を有する。なお、光導波路構造20の周囲は、光導波路構造20をコアとして利用可能とするためのクラッド層30として機能する部材により覆われている。また、コア領域（光導波路構造20他）とクラッド領域（クラッド層30）との比屈折率差は、0.45%である。

【0017】

光導波路構造20は、例えば光ファイバもしくは前段の光分岐器等である図示しない、光伝達部材を介して供給される光（光信号）が入射される入射端21、入射端21に入射された光信号を第1及び第2の比率で分岐する光分岐部22、光分岐部22を介して分岐された光信号を後段に接続される図示しない、例えばシングルモードファイバあるいは後段の光分岐器等に向けて案内する出力端23-1及び23-2を含む。以降、入射端21と光分岐部22との間の導波路構造を入射導波路24、光分岐部22と2つの出射端23-1、23-2との間の導波路構造を出射導波路25-1、25-2と呼称する。

【0018】

なお、光導波路構造20は、例えば基板10上に所定厚さに形成された酸化シリコンを主成分とする石英ガラスを、所定形状にパターンニングすることにより形成される。また、光導波路構造20は、例えば、基板10上に、予め所定厚さにクラッド層30に相当する部材を堆積させた後、コアすなわち光導波路構造20に相当する部分に、リン（P）、チタン（Ti）、ゲルマニウム（Ge）もしくはアルミニウム（Al）等をドーピングしても形成可能である。光導波路構造20はまた、例えばコアとして利用可能な屈折率の材料を基板10の全域に所定厚さに堆積させた後、クラッド層30に対応する領域にホウ素（B）やフッ素（F）等をドーピングして屈折率を選択的に低下させることによっても形成できる。さらに、光導波路構造20は、熱膨張率が、例えば約 $3.5 \times 10^{-6}$ 以下の任意の成分を含む多成分ガラスとし、コア（すなわち光導波路構造20）に対応する領域を、周知のイオン交換法によってイオン交換して選択的に屈折率を変化させることによっても形成できる。

【0019】

10

20

30

40

50

図 2 は、図 1 に示した光分岐器を平面 ( z 軸 ) 方向から示している。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示されるように、光分岐部 2 2 は、その製造工程から、光導波路構造 2 0 として出力端 2 3 - 1 , 2 3 - 2、入力導波路 2 4、出力導波路 2 5 - 1 , 2 5 - 2 等と一体的に形成されるが、基板 1 0 の外部、例えば光信号の入力に利用される図示しない光ファイバあるいは前段の光分岐器からの光信号が入射導波路 2 4 を通じて供給される入力部 2 2 A と、所定比率で分岐された光信号を 2 つの出射導波路 2 5 - 1 , 2 5 - 2 に入射させる第 1 及び第 2 の出力部 2 2 - 1 , 2 2 - 2 とに、識別される。

【 0 0 2 1 】

光分岐部 2 2 の出力部 2 2 - 1 , 2 2 - 2 は、それぞれの位置における断面、すなわち x - y 平面 ( 光導波路構造 2 0 を z 軸方向から基板 1 0 に投影した状態 ) において、基板 1 0 の面方向に沿った方向すなわち y 軸方向の長さである幅  $W_{22-1}$  または  $W_{22-2}$  が、対応する出力導波路 2 5 - 1 , 2 5 - 2 の任意の位置における y 軸方向長さである幅  $W_{25-1}$  または  $W_{25-2}$  よりも狭く規定されている。なお、出力部 2 2 - 1 , 2 2 - 2 の幅  $W_{22-1}$  または  $W_{22-2}$  は、入射導波路 2 4 及び光分岐器 2 2 の入力部 2 2 A の幅  $W_A$  と等しいか、幅  $W_A$  よりも僅かに狭く規定されている。一方、出力部 2 2 - 1 , 2 2 - 2 のそれぞれの幅  $W_{22-1}$  及び  $W_{22-2}$  は必ずしも同一である必要はなく、 $W_{22-1}$  及び  $W_{22-2}$  のうちの少なくとも一方が上述したように、幅  $W_A$  と等しいか、幅  $W_A$  よりも僅かに狭く形成されるのみでよい。

【 0 0 2 2 】

出力導波路 2 5 - 1 及び 2 5 - 2 は、それぞれの位置における断面、すなわち x - y 平面 ( 光導波路構造 2 0 を z 軸方向から基板 1 0 に投影した状態 ) において、連続した曲線もしくは円弧により、光分岐部 2 2 の出力部 2 2 - 1 , 2 2 - 2 と光導波路構造 2 0 の第 1 及び第 2 の出力端 2 3 - 1 , 2 3 - 2 とを、それぞれ、接続する形状を有する。

【 0 0 2 3 】

入力部 2 2 A は、図 3 ( a ) に示す通り、基板 1 0 の面方向に沿った方向 ( y 軸方向 ) の長さが、基板 1 0 の面方向と直交する方向 ( z 軸方向 ) の長さすなわち高さ h よりも短く ( 狭く ) 規定された断面を有する。詳細には、入力部 2 2 A の幅  $W_A$  は、光導波路構造 2 0 の基板 1 0 からの高さ h すなわちコアとして利用される層の厚さを「 1 」とするとき、図 4 により後段に説明するが、例えば 0 . 5 ~ 0 . 8 で規定される幅 ( y 軸方向長さ ) に規定される。

【 0 0 2 4 】

出射導波路 2 5 - 1 , 2 5 - 2 は、図 3 ( b ) に示す通り、基板 1 0 の面方向に沿った方向 ( y 軸方向 ) の長さすなわち幅よりも基板 1 0 の面方向と直交する方向 ( z 軸方向 ) の長さが短く ( すなわち高さ h が低く ) 規定された断面を有する。詳細には、出力導波路 2 5 - 1 , 2 5 - 2 の少なくとも一方の y 軸方向の長さすなわち断面方向における幅は、光導波路構造 2 0 の基板 1 0 からの高さ h、すなわちコア領域として利用される層の厚さ ( 高さ h ) を「 1 」とするとき、図 4 により後段に説明するが、例えば 1 . 0 ~ 1 . 5 で規定される幅 ( y 軸方向長さ )  $w_1$  または  $w_2$  を有する。なお、幅  $w_1$  または  $w_2$  は、好ましくは、高さ h を「 1 」とするとき、1 . 2 ~ 1 . 5 である。

【 0 0 2 5 】

換言すると、光導波路構造 2 0 は、光分岐部 2 2 の前段の所定に位置において、光導波路構造 2 0 内を光が伝搬される方向 ( x 軸方向 ) と直交する方向から見た状態で、 $w_A < h$  となる断面形状が与えられている。また、光導波路構造 2 0 のうちの光分岐部 2 2 により分岐された光が出力端 2 3 - 1 , 2 3 - 2 に向けて x - y 平面に沿って伝搬される方向と直交する方向の任意の位置から見た状態で、少なくとも  $w_1 > h$  または  $w_2 > h$  となる断面形状が与えられている。なお、 $w_1$  または  $w_2$  は、光分岐部 2 2 における分岐比率が等しい場合、 $w_1 = w_2$  に設定されることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、図 3 ( a ) 及び図 3 ( b ) により前に説明した入力部及び出射導波路の形状の

10

20

30

40

50

特徴を、断面における高さ（縦幅 = z 軸方向長さ）に対する横幅（y 軸方向長さ）の比率すなわちアスペクト比とした場合に、光導波路構造において生じる総合損失と関連づけたグラフである。

【0027】

図4から、光導波路または光ファイバ等の損失の評価に利用される短波長側の規格値である1310nm（曲線a）並びに長波長側の規格値である1550nm（曲線b）の光のそれぞれに関し、本発明の光分岐器を用いることによる挿入損失の揺れを抑えることができることがわかる。詳細には、入射側の挿入損失は、分岐部の入射側（図2における入力端21）の断面形状のアスペクト比を「1」よりも小さく設定することにより波長1310nmにおいて増大する。反面、出射側の挿入損失は、アスペクト比を「1」よりも大きく設定することにより低減される。

10

【0028】

挿入損失（総合損失）は、入射側の損失と出射側の損失及びコア領域による損失を含む数値により評価されることから、図4から、挿入損失の揺れが低減されることが認められる。同様に、波長1550nmの光については、入射側の挿入損失と出射側の挿入損失の差が波長1310nmの光よりも小さいので、総合損失の揺れが低減される。

【0029】

ところで、入射側のアスペクト比を「1」よりも小さく設定する場合は、図1及び図2により前に説明した光分岐部22すなわち光導波路構造20へ入射する光を伝達する図示しない光伝達部材である光ファイバもしくは前段の光分岐器との軸ずれを考慮する必要を生じる。

20

【0030】

図5は、光導波路構造の入射側の断面のアスペクト比を変化させることにより、出射ポートの相互間において、損失の大きさが変化する様子（波長均一性の変動）を説明する概略図である。なお、図5において、実線の曲線A、Bは、図3（a）により前に説明した断面形状が $w_A < h$ となる入力部を有する光導波路構造において、 $w_A$ を4 $\mu\text{m}$ 、 $h$ を6 $\mu\text{m}$ とし、図示しない光伝達部材の中心軸を光導波路構造の入射側の軸線に対して、0.5 $\mu\text{m}$ だけ基板10（図2参照）の面に沿って偏位させた場合に、第1の出射導波路25-1（図2参照）及び第2の出射導波路25-2（図2参照）の損失の波長依存性を示している。また、図5において、点線の曲線a、bは、断面形状を、 $w_A = h = 6\mu\text{m}$ とし、図示しない光伝達部材の中心軸を光導波路構造の入射側の軸線に対して、0.5 $\mu\text{m}$ だけ基板の面に沿って偏位させた入力部を有する比較例としての光導波路構造を用いた場合の2つの出射導波路の損失の波長依存性を示している。

30

【0031】

図5から明らかなように、光導波路構造の入射側の断面のアスペクト比を「1」よりも小さく設定することにより、損失の評価に利用される短波長側の規格値である1310nm及び長波長側の規格値である1550nmを含む1260～1660nmの光に関し、損失の大きさの変動が大幅に低減されることが認められる。

【0032】

このことは、図4を用いて前に説明した入射側のアスペクト比を「1」よりも小さく設定することと同様、波長均一性を向上できることを示している。また、図示しない光伝達部材の中心軸と光導波路構造の入射側の軸線との間に軸ずれが生じた場合であっても、波長均一性の変動を少なくできることを示している。

40

【0033】

なお、入射側のアスペクト比を「1」よりも小さく設定する（コア断面を縦長とする）ことにより、波長均一性の変動が少なくなる理由は、軸ずれにより発生するマルチモード成分が、光導波路構造（コア領域）を伝搬される間に、コア領域からクラッド領域に透過する（放射される）ことによる。

【0034】

図6は、図4及び図5により前に説明した光導波路構造の入射側の断面のアスペクト比

50

を「1」よりも小さく設定することが、光伝達部材の中心軸と光導波路構造の入射側の軸線との間に軸ずれが生じた場合に、波長均一性の変動を低減可能な原理を説明する概略図である。なお、図6は、光伝達部材（光ファイバ）の中心軸と光導波路構造の入射側の軸線とを $0.5\ \mu\text{m}$ だけ基板の面に沿って偏位させた状態で、波長 $1260\sim 1660\ \text{nm}$ の光を入射した際に、2つの出射導波路の損失差の最大値（曲線a）と挿入損失の最大値（曲線b）を求めた結果を示している。

【0035】

図6から明らかなように、曲線aにより、均一性は、光導波路構造の入射側の断面のアスペクト比を「1」よりも小さく設定することで向上される（損失差が小さくなる）ことが認められる。しかしながら、曲線bより、アスペクト比を $0.5$ よりも小さくすると、損失が急激に増大することがわかる。従って、光導波路構造の入射側の断面のアスペクト比を「1」よりも小さく設定する場合、その好適な範囲は、 $0.5\sim 0.8$ である（ $0.8$ より大きい場合、均一性が低下する）。このことは、図4により前に説明した総合損失の揺れを低減できる要因とも一致する。

【0036】

従って、光分岐部の入射側のコア部分（光導波路構造20）において、基板10の面に沿った方向の長さ（コア部分の幅）を基板10の面と直交する方向の長さ（コア部分の高さ）に比較してアスペクト比が「1」よりも小さくなるように、断面形状を規定することで、挿入損失の波長均一性が高く、例えばパッケージングにおいて軸ずれが生じた場合であっても、波長特性が変動しにくい光分岐器が得られる。

【0037】

図7は、図1及び図2に示した光分岐器の別の実施の形態を説明する概略図である。なお、図7においては、図1及び図2により前に説明したと構成と同一の構成には、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0038】

図7に示すように、光分岐器101は、基板10と、基板10上に形成された光導波路構造120と、を有する。なお、光導波路構造120の周囲は、図示しないが、光導波路構造120をコアとして利用可能とするためのクラッド部材により覆われている。また、光導波路構造120は、図1及び図2により前に説明した光導波路構造20を、複数接続した構造である。

【0039】

従って、図7に示す光分岐器101における光導波路構造120は、光導波路構造120へ入射する光を伝達する図示しない光伝達部材である光ファイバまたは前段の光分岐器の側から見た状態（図7において左側から右側に見る状態）で、入射端21、入射導波路24、光分岐部22、光分岐部22により分岐され、後段の光分岐部222の入射導波路として機能する出射導波路25-1、光分岐部22により分岐され、後段の光分岐部322の入射導波路として機能する出射導波路25-2、それぞれの出射導波路に接続された光分岐部222、322、及び2つの分岐部222、322の出射導波路、 $25-1$ 、 $25-2$ 、 $322-1$ 、 $322-2$ が、順に配列された構造である。

【0040】

また、図7に示す光分岐器101において、光導波路構造120の基板10の面方向に沿った方向（y軸方向）の長さすなわちコアとして機能する部分の幅は、入射導波路24及び光分岐部22の入力部22Aにおいて $W_A$ 、光分岐部22の出力部22-1、22-2またはその近傍で $W_{22-1}$ または $W_{22-2}$ 、出力導波路25-1、25-2またはその近傍で $W_{25-1}$ 、 $W_{25-2}$ 、光分岐部222の入力部222Aまたはその近傍で $W_{222A}$ 、光分岐部322の入力部322Aまたはその近傍で $W_{322A}$ 、光分岐部222の出力部222-1、222-2またはその近傍で $W_{222-1}$ 、 $W_{222-2}$ 、光分岐部322の出力部322-1、322-2またはその近傍で $W_{322-1}$ 、 $W_{322-2}$ 、出力導波路225-1、225-2またはその近傍で $W_{225-1}$ 、 $W_{225-2}$ 、並びに出力導波路325-1、325-2またはその近傍で $W_{325-1}$ 、 $W_{325-2}$ である。

10

20

30

40

50

$W_{325-1}$ 、 $W_{325-2}$ である。なお、光導波路構造120のコアとして機能する部分のそれぞれの位置における幅を比較すると、 $W_A = W_{22-1}$ または $W_A = W_{22-2}$ 、 $W_{22-1} < W_{25-1}$ または $W_{22-2} < W_{25-2}$ 、 $W_{25-1} > W_{222A}$ または $W_{25-2} > W_{322A}$ 、 $W_{222A} = W_{222-1}$ 、 $W_{222-2}$ または $W_{322A} = W_{322-1}$ 、 $W_{322-2}$ 、 $W_{222-1} < W_{225-1}$ または $W_{222-2} < W_{225-2}$ 、 $W_{322-1} < W_{325-1}$ または $W_{322-2} < W_{325-2}$ である。

#### 【0041】

図8は、図7において第一段目の分岐部（光分岐部22）と第二段目の分岐部（光分岐部222（または322））を繋ぐ経路すなわち出射導波路25-1（25-2）に対して、曲線bで示すように $W_A = W_{25-1}$ （または $W_A = W_{25-2}$ ）とした場合と曲線aで示すように、 $W_A < W_{25-1}$ （または $W_A < W_{25-2}$ ）とした場合で、過剰に発生する損失である過剰損の大きさを比較した結果である（ $W_{25-1}$ （ $W_{25-2}$ ）の出力導波路225-1（225-2）側に、 $W_A = W_{222A}$ （ $W_{322A}$ ）に規定された幅の異なる部分が形成されている）。

10

#### 【0042】

図8から明らかのように、 $W_A = W_{25-1}$ （ $W_A = W_{25-2}$ ）かつ $W_A = W_{222A}$ （ $W_{322A}$ ）とした場合、すなわち第一段目の分岐部と第二段目の分岐部を繋ぐ経路出射導波路25-1（25-2）の少なくとも一部に、それ以外の領域よりも幅の太い構造を与えることにより長波長帯域での過剰損が小さくなり、導波路の特性が向上することが認められる。

20

#### 【0043】

以上説明したように本発明によれば、光導波路または光ファイバにより供給される光を分岐する光分岐器の挿入損失の波長均一性が向上される。また、分岐器全体の損失が抑えられる。さらに、光分岐器を含む光伝送路のパッケージング（組立）の際の歩留まりが向上される。

#### 【0044】

なお、この発明は、前記各実施の形態に限定されるものではなく、その実施の段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々な変形もしくは変更が可能である。また、各実施の形態は、可能な限り適宜組み合わせられて実施されてもよく、その場合、組み合わせによる効果が得られる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0045】

【図1】この発明の実施の形態が適用される光分岐器の一例を説明する概略図。

【図2】図1に示した光分岐器を平面（z軸）方向から見た状態を示す概略図。

【図3】図1及び図2に示した光分岐器の光導波路構造の断面の特徴を説明する概略図。

【図4】図1及び図2に示した光分岐器の光導波路構造の任意位置の断面のアスペクト比と総合損失との関係を説明する概略図。

【図5】図1及び図2に示した光分岐器の光導波路構造の任意位置の断面のアスペクト比と出射側ポートの相互間における損失の大きさが変化する様子（波長均一性の変動）との関係を説明する概略図。

40

【図6】図4及び図5に示したアスペクト比の設定により、軸ずれに対する波長均一性の変動を低減可能な原理を説明する概略図。

【図7】図1及び図2に示した光分岐器の別の実施の形態を説明する概略図。

【図8】図7に示した光分岐器により得られる過剰損の変化を説明する概略図。

#### 【符号の説明】

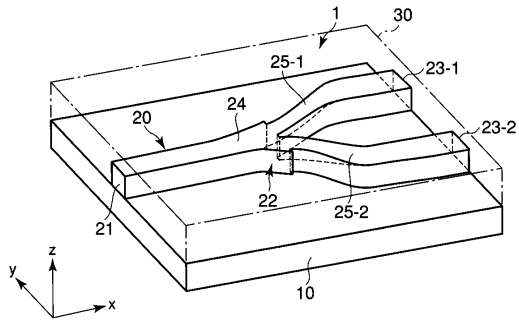
#### 【0046】

1...光分岐器、10...基板、20...光導波路構造（コア）、21...入射端、22...光分岐部、22A...入力部、22-1、22-2...出力部、23-1、23-2...出射端、24...入射導波路、25-1、25-2...出射導波路。

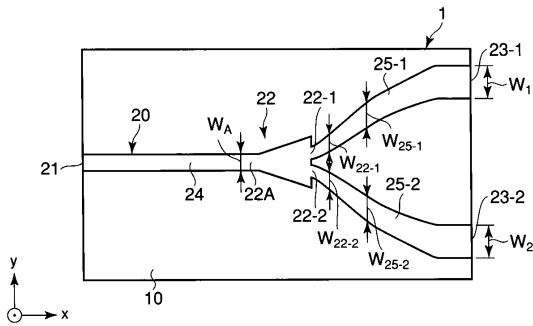
50



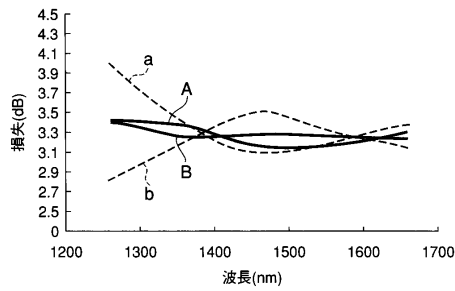
【図1】



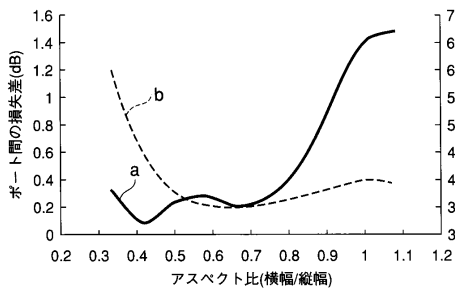
【図2】



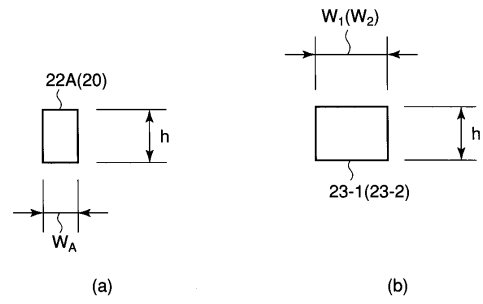
【図5】



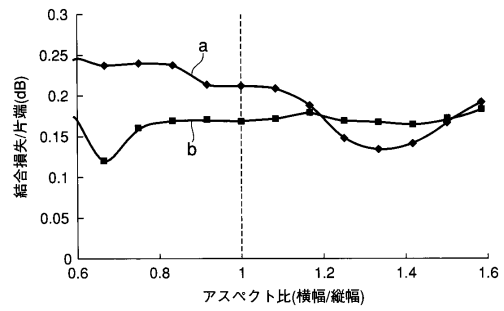
【図6】



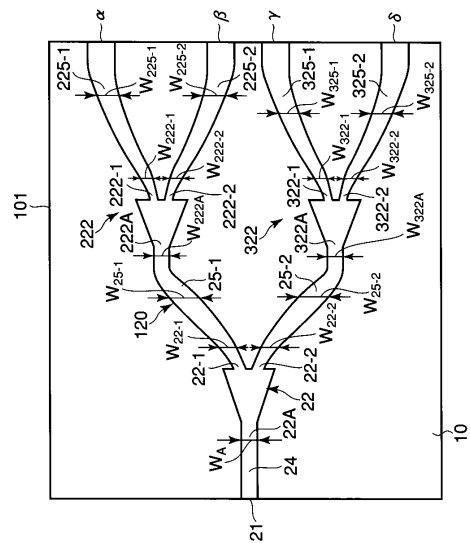
【図3】



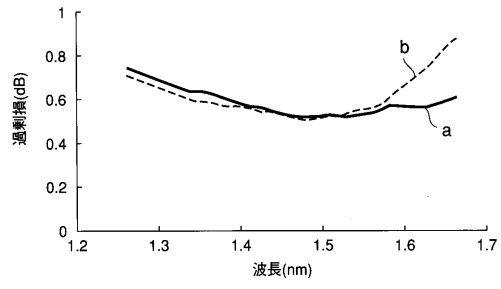
【図4】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

- (74)代理人 100109830  
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100092196  
弁理士 橋本 良郎
- (72)発明者 高橋 文雄  
神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内
- (72)発明者 石川 浩二  
神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内
- (72)発明者 田嶋 典拓  
神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 特開平07-174929(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02B 6/122