(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2017-187683
(P2017-187683A)
(43)公開日　平成29年10月12日(2017.10.12)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G02B	6/125	(2006.01)	G02B	6/125	311	2H147
G02B	6/12	(2006.01)	G02B	6/12	351	
G02B	6/122	(2006.01)	G02B	6/122	311	

審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 12 頁）

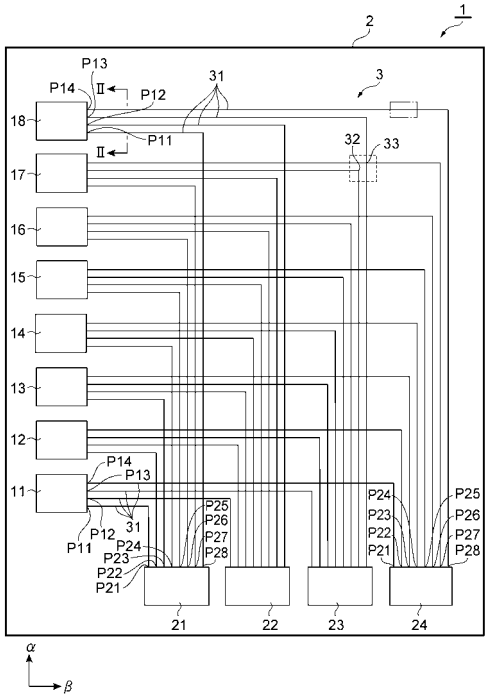
(21)出願番号　特願2016-77395(P2016-77395)
(22)出願日　平成28年4月7日(2016.4.7)

(71)出願人　000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号
(74)代理人　100088155
弁理士　長谷川　芳樹
(74)代理人　100113435
弁理士　黒木　義樹
(74)代理人　100136722
弁理士　▲高▼木　邦夫
(74)代理人　100174399
弁理士　寺澤　正太郎
(72)発明者　金森　弘雄
神奈川県横浜市栄区田谷町１番地　住友電気工業株式会社横浜製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光配線構造

(57)【要約】　（修正有）
【課題】経路毎の伝送損失のばらつきを低減できる光配線構造を提供する。
【解決手段】光配線構造１は、ｍ個の第１入出力ポートＰ１１～Ｐ１４が設けられたｎ個の第１接続部１１～１８と、ｎ個の第２入出力ポートＰ２１～Ｐ２８が設けられたｍ個の第２接続部２１～２４と、第１接続部と第２接続部とを光結合する平面型光導波路３と、を備える。平面型光導波路は、第１接続部のそれぞれにおけるｐ番目の第１入出力ポートと、ｐ番目の第２接続部において対応する第２入出力ポートとを結ぶ（ｍ×ｎ）本の経路３１を有している。平面型光導波路における経路３１のそれぞれには、他の経路３１との交差部３３の数が少ないほど大きい伝送損失を有する光損失領域が設けられる。ｍ，ｎは、それぞれ２以上の整数であり、ｐは、１以上であってｍ以下の整数である。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ｍ個の第１入出力ポートが設けられたｎ個の第１接続部と、
ｎ個の第２入出力ポートが設けられたｍ個の第２接続部と、
前記第１接続部と前記第２接続部とを光結合する平面型光導波路と、
を備え、
前記平面型光導波路は、前記第１接続部のそれぞれにおけるｐ番目の前記第１入出力ポートと、ｐ番目の前記第２接続部において対応する前記第２入出力ポートとを結ぶ（ｍ×ｎ）本の経路を有しており、
前記平面型光導波路における前記経路のそれぞれには、他の前記経路との交差部の数が少ないほど大きい伝送損失を有する光損失領域が設けられ、
ｍ，ｎは、それぞれ２以上の整数であり、
ｐは、１以上であってｍ以下の整数である、
光配線構造。
【請求項２】
前記光損失領域には、少なくとも一つのダミー交差部が設けられている、請求項１に記載の光配線構造。
【請求項３】
前記経路のそれぞれにおける前記交差部と前記ダミー交差部との合計数は、前記経路毎に等しくなっている、請求項２に記載の光配線構造。
【請求項４】
前記光損失領域には、少なくとも一つの幅広部が設けられている、請求項１～３のいずれか一項に記載の光配線構造。
【請求項５】
前記光損失領域には、少なくとも一つの幅狭小部が設けられている、請求項１～４のいずれか一項に記載の光配線構造。
【請求項６】
前記光損失領域は、互いに連続する第１領域及び第２領域を有しており、
前記経路の長さ方向に沿って延在すると共に前記第１領域における幅方向の中心を通る第１軸と、前記経路の長さ方向に沿って延在すると共に前記第２領域における幅方向の中心を通る第２軸とは、互いに不連続になっている、請求項１～５のいずれか一項に記載の光配線構造。
【請求項７】
前記光損失領域には、対応する前記経路を分断する少なくとも一つの空隙が設けられている、請求項１～６のいずれか一項に記載の光配線構造。
【請求項８】
前記交差部を構成する前記経路同士は、直交している、請求項１～７のいずれか一項に記載の光配線構造。
【請求項９】
前記平面型光導波路は、シリコン光導波路である、請求項１～８のいずれか一項に記載の光配線構造。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光配線構造に関する。
【背景技術】
【０００２】
光を伝送する光配線として、例えば、光ファイバと、基板上に光導波路が敷設された光配線基板とが挙げられる。下記特許文献１には、同一平面上に設けられる複数のコアと、当該コアを囲むクラッドとを有する光導波路（平面型光導波路）が開示されている。この

平面型光導波路には、コア同士の交差部が設けられており、当該交差部では伝送損失が生じる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２０１３－１５６６５６号公報

【特許文献２】特開２０１０－６１１７５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

上述したような平面型光導波路においては、経路毎に交差部の数が異なることがある。この場合、経路毎に伝送損失が異なり、平面型光導波路を介した光の出力は、経路毎にばらつくことがある。

【０００５】

本発明は、経路毎の伝送損失のばらつきを低減できる光配線構造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】

【０００６】

本発明の一側面に係る光配線構造は、ｍ個の第１入出力ポートが設けられたｎ個の第１接続部と、ｎ個の第２入出力ポートが設けられたｍ個の第２接続部と、第１接続部と第２接続部とを光結合する平面型光導波路と、を備え、平面型光導波路は、第１接続部のそれぞれにおけるｐ番目の第１入出力ポートと、ｐ番目の第２接続部において対応する第２入出力ポートとを結ぶ（ｍ×ｎ）本の経路を有しており、平面型光導波路における経路のそれぞれには、他の経路との交差部の数が少ないほど大きい伝送損失を有する光損失領域が設けられ、ｍ，ｎは、それぞれ２以上の整数であり、ｐは、１以上であってｍ以下の整数である。

【発明の効果】

【０００７】

本発明によれば、経路毎の伝送損失のばらつきを低減できる光配線構造を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】図１は、実施形態に係る光配線構造を示す概略構成図である。

【図２】図２は、図１のＩＩ－ＩＩ線に沿った断面図である。

【図３】図３は、図１における点線で囲まれた領域の拡大平面図である。

【図４】図４は、図３の交差部を拡大した斜視図である。

【図５】図５は、図１における一点鎖線で囲まれた領域の拡大平面図である。

【図６】図６（ａ）～（ｄ）は、本実施形態の変形例における光損失領域の種々の形態を示す平面図である。

【図７】図７は、第１入出力ポートＰ１１の一例を示す模式断面図である。

【図８】図８は、第１入出力ポートＰ１１の一例の概略平面図である。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

［本願発明の実施形態の説明］

最初に本発明の実施形態の内容を列記して説明する。

【００１０】

本発明の一実施形態は、ｍ個の第１入出力ポートが設けられたｎ個の第１接続部と、ｎ個の第２入出力ポートが設けられたｍ個の第２接続部と、第１接続部と第２接続部とを光結合する平面型光導波路と、を備え、平面型光導波路は、第１接続部のそれぞれにおけるｐ番目の第１入出力ポートと、ｐ番目の第２接続部において対応する第２入出力ポートとを結ぶ（ｍ×ｎ）本の経路を有しており、平面型光導波路における経路のそれぞれには、

他の経路との交差部の数が少ないほど大きい伝送損失を有する光損失領域が設けられ、ｍ，ｎは、それぞれ２以上の整数であり、ｐは、１以上であってｍ以下の整数である光接続構造である。

【００１１】

この光接続構造では、平面型光導波路の各経路に対して、交差部の数が少ないほど光の伝送損失が大きい光損失領域が設けられる。このため、交差部の数が少ない経路においては比較的大きい伝送損失を有する光損失領域が設けられると共に、交差部の数が多い経路においては比較的小さい伝送損失を有する光損失領域が設けられる。このように経路毎に上記光損失領域を設けることにより、経路毎の伝送損失のばらつきを低減できる。

【００１２】

また、光損失領域には、少なくとも一つのダミー交差部が設けられてもよい。この場合、ダミー交差部が、上記交差部と同様に伝送損失を有する。このため、交差部の数が少ない経路においては比較的多い数のダミー交差部を設けると共に、交差部の数が多い経路においては比較的少ない数のダミー交差部を設けることによって、光損失領域の伝送損失を調整できる。このように経路毎にダミー交差部の数を調整することによって、経路毎の伝送損失のばらつきを良好に低減できる。

【００１３】

また、経路のそれぞれにおける交差部とダミー交差部との合計数は、経路毎に等しくなっていてもよい。この場合、経路毎の伝送損失のばらつきをより良好に低減できる。

【００１４】

また、光損失領域には、少なくとも一つの幅広部が設けられてもよい。この場合、各経路における幅広部の長さ及び幅の少なくとも一方を変化させることによって、経路毎の光損失領域の伝送損失を容易に調整できる。

【００１５】

また、光損失領域には、少なくとも一つの幅狭小部が設けられてもよい。この場合、各経路における幅狭小部の長さ及び幅の少なくとも一方を変化させることによって、経路毎の光損失領域の伝送損失を容易に調整できる。

【００１６】

また、光損失領域は、互いに連続する第１領域及び第２領域を有しており、経路の長さ方向に沿って延在すると共に第１領域における幅方向の中心を通る第１軸と、経路の長さ方向に沿って延在すると共に第２領域における幅方向の中心を通る第２軸とは、互いに不連続になっていてもよい。第１軸と第２軸とが互いに不連続になるように第１領域及び第２領域を設けることによって、伝送損失が生じる。この伝送損失は、経路の幅方向における第１軸と第２軸のずれ幅が大きくなるにつれて、大きくなる傾向にある。したがって、第１軸と第２軸とのずれ幅を変化させることによって、経路毎の光損失領域の伝送損失を容易に調整できる。

【００１７】

また、光損失領域には、対応する経路を分断する少なくとも一つの空隙が設けられてもよい。この場合、各経路における空隙の長さを変化させることによって、経路毎の光損失領域の伝送損失を容易に調整できる。

【００１８】

また、交差部を構成する経路同士は、直交していてもよい。この場合、交差部におけるクロストークを低減できるので、平面型光導波路を導波する光の減衰を抑制できる。

【００１９】

また、平面型光導波路は、シリコン光導波路であってもよい。この場合、例えば１μｍ以下の幅を有する経路を容易に形成できる。

【００２０】

［本願発明の実施形態の詳細］

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることと

し、重複する説明は省略する。

【００２１】

図１は、実施形態に係る光配線構造を示す概略平面図である。図１に示される光配線構造１は、基板２と、ｎ個の第１接続部と、ｍ個の第２接続部と、第１接続部と第２接続部とを光結合する光導波路３と、を備える。ｍ，ｎはそれぞれ２以上の整数であり、本実施形態ではｍ＝４とすると共にｎ＝８とする。このため、光配線構造１は、８個の第１接続部１１～１８と、４個の第２接続部２１～２４とを備えており、光導波路３は、第１接続部１１～１８と第２接続部２１～２４とを光結合する。

【００２２】

基板２は、平面視にて略長方形状を有する部材である。基板２は、例えば単結晶シリコン基板又は金属基板等である。なお以下では、平面視において基板２の長辺方向に沿った方向を第１方向αとする。また、平面視において第１方向αに直交する方向であって、基板２の短辺方向に沿った方向を第２方向βとする。

【００２３】

第１接続部１１～１８は、光導波路３の一端側の入出力部であり、第１方向αに沿って順番に配列されている。第１接続部１１は、基板２上において第２接続部２１に最も近い位置に配置されている。第１接続部１８は、基板２上において第２接続部２１に最も遠い位置に配置されている。第１接続部１１～１８のそれぞれには、光導波路３と光結合する４個の第１入出力ポートＰ１１～Ｐ１４が設けられている。各第１接続部１１～１８が有する第１入出力ポートの数は、第２接続部２１～２４の数に等しい。換言すると、各第１接続部１１～１８には、ｍ個の第１入出力ポートが設けられている。なお、第１入出力ポートＰ１１～Ｐ１４は、第１接続部１１～１８と同様に、第１方向αに沿って順番に配列されている。

【００２４】

第２接続部２１～２４は、光導波路３の他端側の入出力部であり、第２方向βに沿って順番に配列されている。第２接続部２１は、基板２上において第１接続部１１に最も近い位置に配置されている。第２接続部２４は、基板２上において第１接続部１１に最も遠い位置に配置されている。第２接続部２１～２４のそれぞれには、光導波路３と光結合する８個の第２入出力ポートＰ２１～Ｐ２８が設けられている。各第２接続部２１～２４が有する第２入出力ポートの数は、第１接続部１１～１８の数に等しい。換言すると、各第２接続部２１～２４には、ｎ個の第２入出力ポートが設けられている。なお、第２入出力ポートＰ２１～Ｐ２８は、第２接続部２１～２４と同様に、第２方向βに沿って順番に配列されている。

【００２５】

光導波路３は、第１接続部１１～１８のそれぞれにおけるｐ番目の第１入出力ポートと、ｐ番目の第２接続部において対応する第２入出力ポートとを結ぶ複数の経路３１を有している。ｐは、１以上の整数であってｍ以下の整数であるため、ｐは１以上４以下の整数である。したがって、例えばｐ＝２である場合、光導波路３は、第１接続部１１～１８のそれぞれにおける２番目の第１入出力ポートと、２番目の第２接続部２２において対応する第２入出力ポートＰ２１～Ｐ２８とをそれぞれ結ぶ８本の経路３１を有する。経路３１の本数は、第１接続部１１～１８における第１入出力ポートＰ１１～Ｐ１４の合計数（若しくは、第２接続部２１～２４における第２入出力ポートＰ２１～Ｐ２８の合計数）である３２本である。換言すると、光導波路３は、（ｍ×ｎ）本の経路３１を有する。

【００２６】

図２は、図１のＩＩ－ＩＩ線に沿った断面図である。図２に示されるように、光導波路３における各経路３１は、基板２上に設けられた層間膜４の表面４ａ直上に設けられていると共に、当該層間膜４と空気とによって囲まれている。本実施形態では、光導波路３はシリコンを用いた光導波路（シリコン光導波路）であり、具体的には単結晶シリコン光導波路である。また、層間膜４は酸化ケイ素膜である。単結晶シリコンの屈折率は３．５程度であり、酸化ケイ素の屈折率は１．５程度である。このため、本実施形態では、光導波

路３と、光導波路３を囲む層間膜４及び空気の屈折率との間には、２程度の差がある。したがって、光導波路３は、単結晶シリコン光導波路をコアとし、当該単結晶シリコン光導波路を囲む層間膜４及び空気をクラッドとする平面型光導波路であり、光導波路３内を導波する光は、良好に閉じ込められる。

【００２７】

光導波路３は、例えば層間膜４上に設けられたシリコン膜をパターニングすることによって形成される。これにより、各経路３１の幅Ｗ１を例えば０．１μｍ～１μｍに設定できる。すなわち、１μｍ以下の幅を有する経路３１を有する光導波路３を容易に形成できる。また、各経路３１の厚さＴを例えば０．０５μｍ～０．５μｍに設定でき、隣り合う経路３１同士の間隔Ｓを例えば１μｍ～１０μｍに設定できる。これにより、各経路３１を高集積化できるので、光配線構造１における光伝送量を増大できる。なお、光導波路３は、ＳＯＩ基板（Silicon On Insulator基板）における薄膜単結晶シリコン膜をパターニングし、当該シリコン膜の一部を除去することによって形成される。

【００２８】

図３は、図１における点線で囲まれた領域の拡大平面図である。図４は、図３の一部を拡大した斜視図である。上述したように、第１接続部１１～１８は第１方向αに沿って順番に配列されており、第２接続部２１～２４は第２方向βに沿って順番に配列されている。このため、図３に示されるように、各経路３１においては、第１方向αから第２方向に向かって曲がる湾曲部３２が設けられている。湾曲部３２の曲率半径ｒは、例えば１０μｍ～１００μｍに設定されることが好ましい。曲率半径ｒが上記範囲内であることにより、経路３１を良好に集積化できる。加えて、湾曲部３２の一部が後述する交差部３３を構成することを防止し、当該湾曲部３２に起因するクロストークを低減できる。なお、この曲率半径ｒは、経路３１毎に異なってもよい。

【００２９】

また、第１接続部１１～１８は第１方向αに沿って順番に配列されており、第２接続部２１～２４は第２方向βに沿って順番に配列されていることにより、図４にも示されるように、経路３１によっては他の経路３１との交差部３３が設けられる。経路３１中を導波する光の一部が交差部３３にて交差する他の経路３１に導波することにより、当該光は、損失する。このため、交差部３３は、経路３１における光損失部として機能する。交差部３３は、経路３１中において湾曲部３２以外の領域に設けられる。また、上述したように第１方向αと第２方向βとは互いに直交している。このため、交差部３３を形成する経路３１同士は、互いに略直交している。

【００３０】

経路３１中の交差部３３の数は、経路３１毎に異なっている。例えば、第１接続部１１の第１入出力ポートＰ１１と第２接続部２１の第２入出力ポートＰ２１とを光結合する経路３１、及び第１接続部１８の第１入出力ポートＰ１４と第２接続部２４の第２入出力ポートＰ２８とを光結合する経路３１には、交差部３３が設けられていない。一方、第１接続部１１の第１入出力ポートＰ１４と第２接続部２４の第２入出力ポートＰ２１とを光結合する経路３１、及び第１接続部１８の第１入出力ポートＰ１１と第２接続部２１の第２入出力ポートＰ２８とを光結合する経路３１には、２１個の交差部３３が設けられている。なお、光導波路３内の経路３１一つにおける交差部３３の最大数は、（ｍ－１）×（ｎ－１）個である。

【００３１】

図５は、図１における一点鎖線で囲まれた領域の拡大平面図である。図１及び図５に示されるように、経路３１において一点鎖線で囲まれた領域には、当該経路３１内を導波する光の強度を損失させるための光損失領域４１が設けられている。この光損失領域４１は、図示はしないが各経路３１に設けられ得る。光損失領域４１は、各経路３１における湾曲部３２及び交差部３３以外の領域に設けられており、経路３１中の交差部３３の数が少ないほど光の伝送損失が大きくなっている。したがって、交差部３３が設けられていない経路３１に設けられる光損失領域４１の伝送損失は最も大きい一方で、最も多い交差部３

３を有する経路３１に設けられる光損失領域４１の伝送損失は最も小さい。なお、最も多い交差部３３を有する経路３１に設けられる光損失領域４１の伝送損失は、０でもよい。すなわち、最も多い交差部３３を有する経路３１には、光損失領域４１が設けられなくてもよい。

【００３２】

光損失領域４１には、少なくとも一つのダミー交差部４２が設けられている。ダミー交差部４２は、交差部３３と同様に経路３１における光損失部として機能し、対応する経路３１と、平面視において当該経路３１に交差するように延在するダミー経路４３とによって形成されている。ダミー経路４３には、その延在方向を導波する光は入力されない。このため、ダミー経路４３の延在方向における両端は、第１接続部１１～１８及び第２接続部２１～２４のいずれにも接続されていない。加えて、ダミー経路４３は、ダミー交差部４２を形成する経路３１以外の経路３１に接続されていない。ダミー経路４３の幅Ｗ２は、経路３１の幅Ｗ１と同一である。また、ダミー経路４３の長さは、隣り合う経路３１に接しないように設定される。

【００３３】

経路３１毎に設けられる光損失領域４１内のダミー交差部４２の数は、その経路３１の交差部３３の数が少ないほど多くなっている。経路３１のそれぞれにおける交差部３３とダミー交差部４２との合計数は、経路３１毎に等しくなっていることが好ましい。

【００３４】

以上に説明した本実施形態に係る光配線構造１によれば、光導波路３が、ｐ番目の第１入出力ポートとｐ番目の第２接続部において対応する第２入出力ポートとを結ぶ３２本の経路を有しており、各経路３１中の交差部３３の数がばらついている。このため、光配線構造１では、光導波路３の各経路３１に対して、交差部３３の数が少ないほど光の伝送損失が大きい光損失領域４１が設けられる。これにより、交差部３３の数が少ない経路３１においては伝送損失が大きい光損失領域４１が設けられ、交差部３３の数が多い経路３１においては伝送損失が小さい光損失領域４１が設けられる。このように経路３１毎に光損失領域４１を設けることにより、経路３１毎の伝送損失のばらつきを低減できる。

【００３５】

また、光損失領域４１には、少なくとも一つのダミー交差部４２が設けられてもよい。この場合、ダミー交差部４２が、交差部３３と同様に伝送損失を有する。このため、交差部３３の数が少ない経路３１においては比較的多い数のダミー交差部４２を設けると共に、交差部３３の数が多い経路３１においては比較的少ない数のダミー交差部４２を設けることによって、光損失領域の伝送損失を調整できる。このように経路３１毎にダミー交差部４２の数を調整することによって、経路３１毎の伝送損失のばらつきを良好に低減できる。

【００３６】

また、経路３１のそれぞれにおける交差部３３とダミー交差部４２との合計数は、経路３１毎に等しくなっていてもよい。この場合、経路３１毎の伝送損失のばらつきをより良好に低減できる。

【００３７】

また、交差部３３を構成する経路３１同士は、直交してもよい。この場合、交差部３３におけるクロストークを低減できるので、光導波路３を導波する光の減衰を抑制できる。

【００３８】

図６（ａ）～（ｄ）は、本実施形態の変形例における光損失領域の種々の形態を示す平面図である。光損失領域には、図５に示されるダミー交差部４２とは異なる形状を有する光損失部が設けられてもよい。例えば、図６（ａ）に示されるように、光損失領域４１Ａには、幅広部５１が設けられている。幅広部５１は、経路３１よりも大きい幅を有する主部５１ａ、及び主部５１ａと経路３１とを接続する接続部５１ｂ，５１ｃを有する。幅広部５１の長さＬ１及び幅Ｗ３の少なくとも一方は、経路３１毎に異なる。経路３１内の光が接続部５１ｂ側から接続部５１ｃ側に向かって導波するとき、当該光の一部は、例えば

接続部５１ｃを介して経路３１外に放出される。このような光損失領域４１Ａを形成する場合であっても、当該光損失領域４１Ａの伝送損失は、長さＬ１及び幅Ｗ３の少なくとも一方を経路３１毎に変化させることによって容易に調整される。

【００３９】

また、図６（ｂ）に示されるように、光損失領域４１Ｂには、幅狭小部５２が設けられている。幅狭小部５２は、経路３１よりも小さい幅を有する主部５２ａ、及び主部５２ａと経路３１とを接続する接続部５２ｂ，５２ｃを有する。幅狭小部５２の長さＬ２及び幅Ｗ４の少なくとも一方は、経路３１毎に異なる。経路３１内の光が接続部５２ｂ側から接続部５２ｃ側に向かって導波するとき、当該光の一部は、例えば接続部５２ｂ，５２ｃを介して経路３１外に放出される。このような光損失領域４１Ｂを形成する場合であっても、当該光損失領域４１Ｂの伝送損失は、長さＬ２及び幅Ｗ４の少なくとも一方を経路３１毎に変化させることによって、容易に調整される。

【００４０】

また、図６（ｃ）に示されるように、光損失領域４１Ｃは、互いに連続する第１領域５３ａと第２領域５３ｂとを有している。また、経路３１の長さ方向に沿って延在すると共に第１領域５３ａにおける幅方向の中心を通る第１軸Ｃ１と、経路３１の長さ方向に沿って延在すると共に第２領域５３ｂにおける幅方向の中心を通る第２軸Ｃ２とは、互いに不連続になっている。このため、平面視において、第１領域５３ａにおける長さ方向に沿った両辺と、第２領域５３ｂにおける長さ方向に沿った両辺とは、互いに不連続になっている。この場合、経路３１内を導波する光は、例えば平面視において第１領域５３ａと第２領域５３ｂとによって段差が形成されている部分から経路３１外に放出される。ここで、幅方向における第１軸Ｃ１と第２軸Ｃ２とのずれ幅Ｄが大きくなるにつれて、経路３１内を導波する光は、経路３１外に放出されやすい傾向にある。換言すると、光損失領域４１Ｃにおける伝送損失は、第１軸Ｃ１と第２軸Ｃ２のずれ幅Ｄが大きくなるにつれて、大きくなる傾向にある。したがって、経路３１毎の光損失領域４１Ｃの伝送損失は、第１軸Ｃ１と第２軸Ｃ２とのずれ幅を変化させることによって、容易に調整される。加えて、ずれ幅Ｄと伝送損失との相関係数が大きい。このため、経路３１毎の光損失領域４１Ｃの伝送損失を、上記ずれ幅Ｄの変化によって精度よく調整できる。

【００４１】

また、図６（ｄ）に示されるように、光損失領域４１Ｄには、経路３１を分断する空隙５４が設けられている。空隙５４の長さＬ３は、経路３１毎に異なる。一方の経路３１内を導波する光の一部は、例えば、空隙５４と経路３１との界面による屈折に起因して他方の経路３１に入力されず、経路３１外へ放出される。もしくは、当該光の一部が、空隙５４と経路３１との界面にて反射し、経路３１外へ放出される。このような光損失領域４１Ｄを形成する場合であっても、当該光損失領域４１Ｄの伝送損失は、長さＬ３を経路３１毎に変化させることによって、容易に調整される。

【００４２】

次に、図７及び図８を用いながら第１接続部１１における第１入出力ポートＰ１１の構造例を説明する。図７は、第１入出力ポートＰ１１を示す模式断面図である。図８は、第１入出力ポートＰ１１の概略平面図である。図７及び図８に示されるように、第１入出力ポートＰ１１は、層間膜４の表面４ａ上に設けられた回折格子６１を含むグレーティングカプラ構造を有している。グレーティングカプラ構造は、入力された光を回折させてその導波方向を変換させる構造である。回折格子６１は、光の回折効率の向上のために、平面視において略扇形になるように広がっている。具体的には、回折格子６１は、その各スリットが経路３１から遠ざかるほど同心円状に広がるように形成されている。回折格子６１は、光導波路３と同様に、シリコン膜をパターニングすることによって形成される。

【００４３】

図７に示されるように、第１入出力ポートＰ１１には、外部装置に光結合され、コア７２及びクラッド７３を有する光ファイバ７１が、透光性を有する接着剤Ａを介して接合されている。このため、例えば、第１入出力ポートＰ１１に光結合される経路３１から出力

された光は、各回折格子６１において回折し、回折した光の一部が上方に向かう。また、回折した光の他の一部は下方に向かい、基板２の表面２ａによって反射され、上方に向かう。これらの上方に向かった光が光ファイバ７１のコア７２に入力されることによって、光配線構造１と外部装置との光通信が達成される。なお、光ファイバ７１の基板２側の表面７１ａは、回折格子６１において回折する光を良好に受光するために、光ファイバ７１の軸に対して所定の角度に傾いている。この所定の角度は、回折格子６１において回折する光の回折角によって定められる。

【００４４】

なお、第１接続部１１の第１入出力ポートＰ１１以外の第１入出力ポートは、上記グレーティングカプラ構造を有してもよい。加えて、第２接続部２１～２４の第２入出力ポートＰ２１～Ｐ２８も、上記グレーティングカプラ構造を有してもよい。

【００４５】

本発明による光配線構造は、上述した実施形態及び変形例に限られるものではなく、他に様々な変形が可能である。例えば、上記実施形態において、経路３１に設けられる光損失領域４１の数は限定されず、１つの経路３１に対して複数の光損失領域４１が設けられてもよい。

【００４６】

また、上記実施形態及び変形例を適宜組み合わせてもよい。例えば、所定の経路３１に複数の光損失領域が設けられる場合、図５に示されるダミー交差部４２が設けられる光損失領域４１と、図６（ａ）に示される幅広部５１が設けられる光損失領域４１Ａとの両方が設けられてもよい。

【００４７】

また、上記実施形態及び変形例では、光導波路３は、例えば石英等によって形成される平面型光導波路でもよい。石英等を用いて光導波路を形成する場合、湾曲部の一部が交差部を構成しないように各経路間の間隔等を調整することが好ましい。これは、湾曲部の一部が交差部を構成することによって当該交差部を形成する経路同士の交差角が小さくなり、クロストークが発生することを抑制するためである。

【００４８】

また、上記実施形態及び上記変形例では、基板２の表面２ａは、略長方形状以外の形状（例えば、正方形状、多角形状、円形状、又は楕円形状等）を有してもよい。

【００４９】

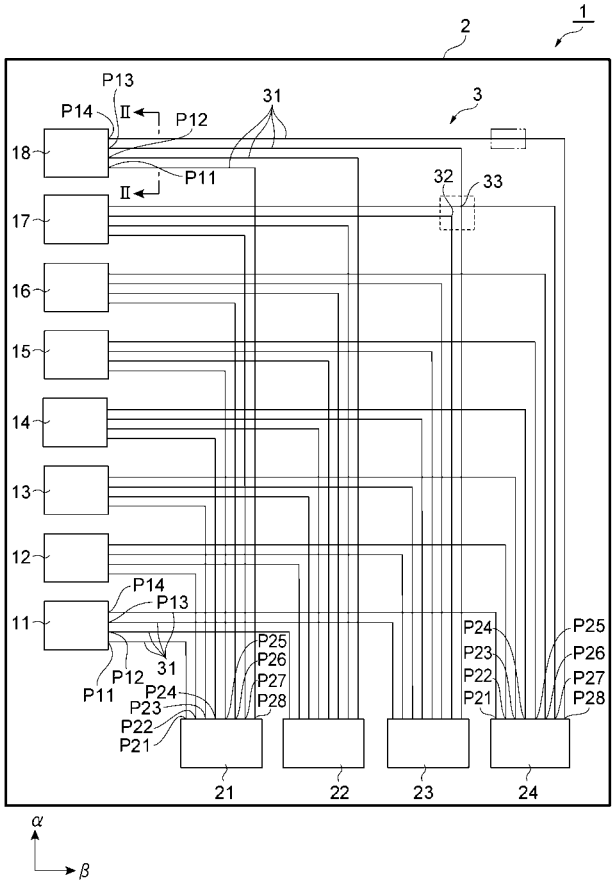
また、上記実施形態及び上記変形例では、第１接続部１１～１８は、第１方向αに沿って配列されなくてもよいし、第２接続部２１～２４は、第２方向βに沿って配列されなくてもよい。もしくは、第１接続部１１～１８と第２接続部２１～２４とは、例えば第１方向α又は第２方向βにおいて互いに対向してもよい。

【符号の説明】

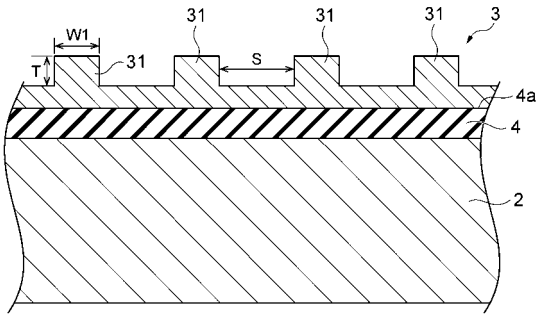
【００５０】

１…光配線構造、２…基板、３…光導波路、４…層間膜、１１～１８…第１接続部、２１～２４…第２接続部、３１…経路、３２…湾曲部、３３…交差部、４１，４１Ａ～４１Ｄ…光損失領域、４２…ダミー交差部、４３…ダミー経路、５１…幅広部、５２…幅狭小部、５３ａ…第１領域、５３ｂ…第２領域、５４…空隙、６１…回折格子、７１…光ファイバ、Ｐ１１～Ｐ１４…第１入出力ポート、Ｐ２１～Ｐ２８…第２入出力ポート、Ｃ１…第１軸、Ｃ２…第２軸、ｒ…曲率半径、α…第１方向、β…第２方向。

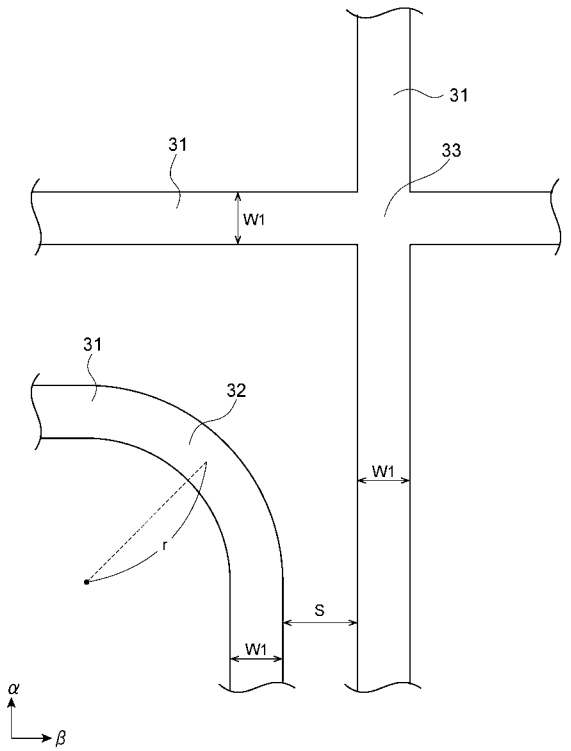
【図１】


1
2
3
P13
P14
II
P12
31
P11
32
33
18
17
16
15
14
13
12
11
P25
P26
P27
P28
P24
P23
P22
P21
21
22
23
24
α
β

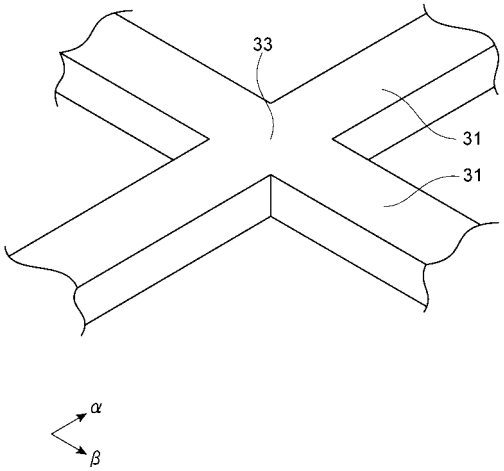
【図２】


W1
T
31
S
3
4a
4
2

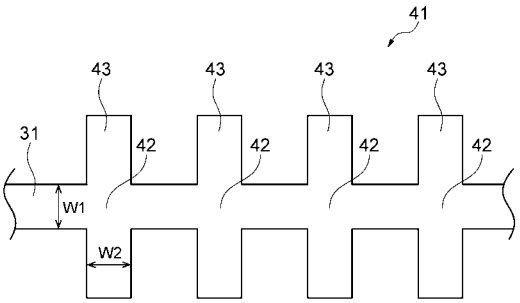
【図３】


31
33
W1
32
r
S
α
β

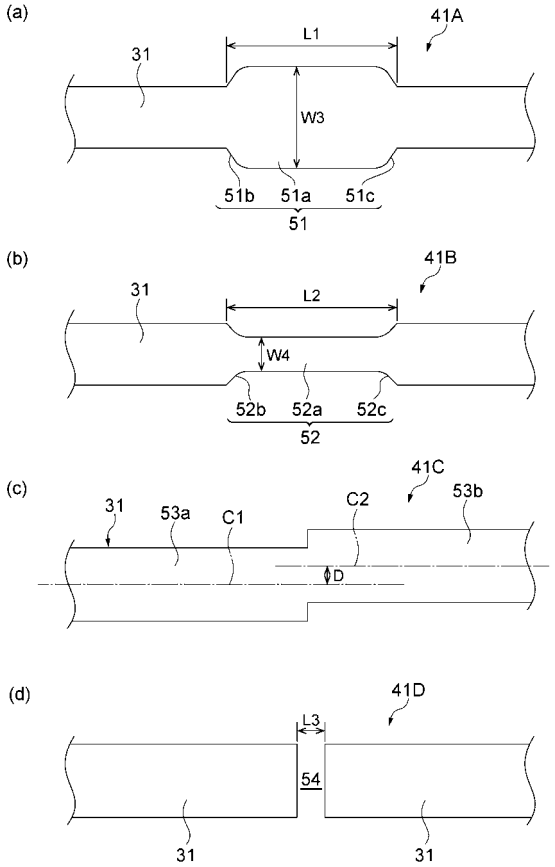
【図４】


33
31
α
β

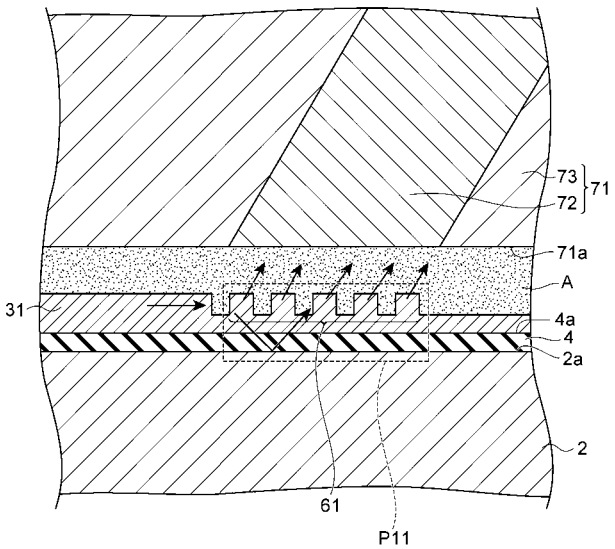
【図５】


41
43
43
43
43
31
42
42
42
42
W1
W2

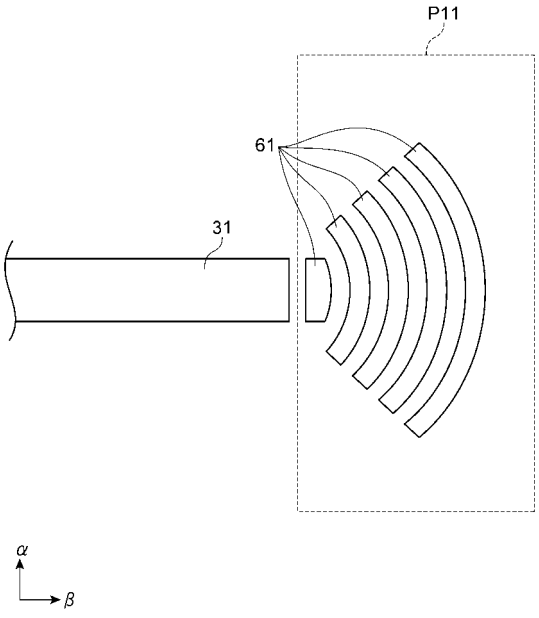
【図６】


(a)
41A
L1
31
W3
51b
51a
51c
51
(b)
41B
31
L2
W4
52b
52a
52c
52
(c)
41C
31
53a
C1
C2
53b
D
(d)
41D
L3
54
31
31

【図７】


73
72
71
71a
A
31
4a
4
2a
2
61
P11

【図８】


P11
61
31
α
β

フロントページの続き

(72)発明者　佐野　知巳
神奈川県横浜市栄区田谷町１番地　住友電気工業株式会社横浜製作所内

Ｆターム(参考) 2H147 AB01 AB04 AB05 BA05 BB01 BB02 BB03 BB08 BC03 BC05
BC08 BD01 BD20 BE12 BG04 CA05 CB01 CB04 CD02 CD05
EA10C EA13A EA13C EA14A EA14B EA25B GA25