

(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2005-292365  
(P2005-292365A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 6/12

F I

G02B 6/12

F

テーマコード(参考)

2H047

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-105607 (P2004-105607)</p> <p>(22) 出願日 平成16年3月31日(2004.3.31)</p> <p>(出願人による申告)平成15年度~平成17年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「デバイス用高機能化ナノガラス」プロジェクト委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(71) 出願人 000005120 日立電線株式会社 東京都千代田区大手町一丁目6番1号</p> <p>(74) 代理人 100068021 弁理士 絹谷 信雄</p> <p>(72) 発明者 阿部 由起雄 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内 Fターム(参考) 2H047 LA18 TA42</p>
--	--

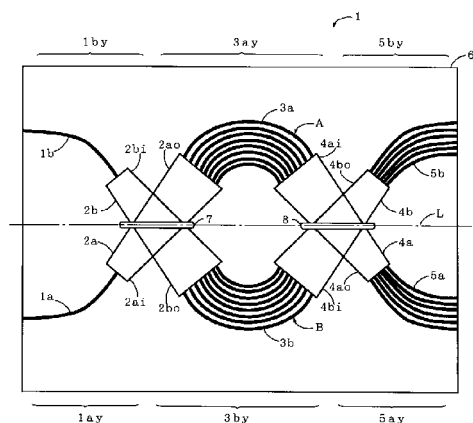
(54) 【発明の名称】 導波路型光合分波器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】使用する光回路の機能を選択できる導波路型光合分波回路を歩留まり良く形成することのできる導波路型光合分波器を提供する。

【解決手段】同一基板6上にスラブ導波路を含んだ2つの導波路型光合分波回路A、Bが互いに交差して形成され、上記交差部分の少なくとも一箇所に溝7、8が設けられている。これにより、2つの導波路型光合分波回路A、Bは、2つの入力部、2つのアレイ部、2つの出力部を備えた構成となり、これらの各部における組み合わせにより、 $2 \times 2 \times 2 = 8$ 通りの光回路構成が可能となる導波路型光合分波器1である。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

同一基板の上にスラブ導波路を含んだ 2 つの光合分波回路が互いに交差して形成され、上記交差部分の少なくとも一箇所に溝が設けられていることを特徴とする導波路型光合分波器。

## 【請求項 2】

2 つの上記導波路型光合分波回路が線対称に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の導波路型光合分波器。

## 【請求項 3】

上記溝には、空気が封入されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の導波路型光合分波器。 10

## 【請求項 4】

上記溝の内壁面には、光を反射する金属からなる金属層が形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の導波路型光合分波器。

## 【請求項 5】

上記溝には、上記各導波路を形成するコア材との屈折率差の小さなシリコン樹脂等の透明材質が封入されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の導波路型光合分波器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、導波路型光合分波器に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来光通信に用いられる導波路型光合分波回路は、様々な波長成分を含んだ光を波長成分毎に分け出力する機能を有している（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【0003】

図 2 は、従来典型的な A W G (Arrayed Waveguide grating) により形成された導波路型光合分波回路を示す。

## 【0004】

導波路型光合分波回路 10 は、光信号を入力するための入力導波路 11 と、入力導波路 11 に接続された入力側のスラブ導波路 12 と、出力導波路 15 に接続された出力側のスラブ導波路 14 と、スラブ導波路 12、14 の間に接続されたアレイ導波路 13 と、スラブ導波路 14 からの光信号を出力するためにスラブ導波路 14 に接続された出力導波路 15 とによって基板 16 上に構成されている。 30

## 【0005】

入力導波路 11 から入射された各波長成分を含んだ光は入力側スラブ導波路 12 で拡大されてアレイ導波路 13 へ入射され、アレイ導波路 13 で位相が調整された後、出力側スラブ導波路 14 で波長毎にそれぞれ異なる出力導波路 15 へ集光され、出力導波路 15 から出力される。

## 【0006】

従来、導波路型光合分波回路の歩留まりを向上させるため、図 3 に示すように 1 つの基板 26 上に 2 つの導波路型光合分波回路 C A、C B を線対称に配置していた。 40

## 【0007】

これら 2 つの導波路型光合分波回路 C A、C B は、各々が図 2 に示す導波路型光合分波回路 10 と同様の構造、構成となっている。

## 【0008】

すなわち、導波路型光合分波回路 C A は、光信号を入力するための入力導波路 21 a と、入力導波路 21 a に接続された入力側のスラブ導波路 22 a と、出力導波路 25 a に接続された出力側のスラブ導波路 24 a と、スラブ導波路 22 a、24 a の間に接続されたアレイ導波路 23 a と、スラブ導波路 24 a からの光信号を出力するためにスラブ導波路 50

24aに接続された出力導波路25aとによって基板26上に構成されている。

【0009】

導波路型光合分波回路CBは、光信号を入力するための入力導波路21bと、入力導波路21bに接続された入力側のスラブ導波路22bと、出力導波路25bに接続された出力側のスラブ導波路24bと、スラブ導波路22b、24bの間に接続されたアレイ導波路23bと、スラブ導波路24bからの光信号を出力するためにスラブ導波路24bに接続された出力導波路25bとによって基板26上に構成されている。

【0010】

このように形成された導波路型光合分波回路10(図2参照)は、例えば1つの導波路型光合分波回路10の歩留まりが50%の場合、図2のように1つの基板16に導波路型光合分波回路10を1回路のみ形成した場合には歩留まりが50%である。これに対して、図3のように1つの基板26に導波路型光合分波回路CA、CBを2回路を形成した場合にはいずれかの回路が使用可能な歩留まりが75%となり、歩留まりを向上させることが可能となっている。

10

【0011】

【特許文献1】特開2001-51136号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、回路歩留まりが50%を切るような製作の難しい導波路型光合分波回路の場合、1つの基板に2つの回路を収納させる従来の歩留まり改善策では、まだ充分とは言えない。

20

【0013】

導波路型光合分波回路の製造効率を向上させ、製造コストを低減させるために、より高い歩留まり向上策が必要であるという問題がある。

【0014】

また、従来の導波路型光合分波器は使用する光回路の機能を選択することができないという問題がある。

【0015】

そこで、本発明の目的は、使用する光回路の機能を選択できる光合分波回路を歩留まり良く形成することのできる導波路型光合分波器を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は上記目的を達成するために創案されたものであり、第1の発明は、同一基板上にスラブ導波路を含んだ2つの光合分波回路が互いに交差して形成され、上記交差部分の少なくとも一箇所に溝が設けられている導波路型光合分波器である。

【0017】

第2の発明は、2つの上記導波路型光合分波回路が線対称に配置されているものである。

【0018】

第3の発明は、上記溝には、空気が封入されているものである。

40

【0019】

第4の発明は、上記溝の内壁面には、光を反射する金属からなる金属層が形成されているものである。

【0020】

第5の発明は、上記溝には、上記各導波路を形成するコア材との屈折率差の小さなシリコン樹脂等の透明材質が封入されているものである。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、使用する光回路の機能を選択できる光合分波回路を歩留まり良く形成

50

することのできる導波路型光合分波器を得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の好適実施の形態を添付図面にしたがって説明する。

【0023】

図1は、本発明の実施の形態の一例である導波路型光合分波器を示す。

【0024】

図示したように導波路型光合分波器1は、同一の基板6上に2系統の導波路型光合分波回路A、Bが形成された光合分波器となっている。

【0025】

これらの導波路型光合分波回路A、Bの各構成部位は、屈折率が高く入力された光信号が伝搬する図示しないコア部分と、コア部分よりも屈折率が低くコア部分の周囲を覆っている図示しないクラッド部分とからなる導波路型の光部品である。

【0026】

導波路型光合分波回路Aは、光信号が入力される入力導波路1aと、入力導波路1aに接続された入力側スラブ導波路2aと、入力側スラブ導波路2aに接続され光の波長を調整するアレイ導波路3aと、アレイ導波路3aに接続された出力側スラブ導波路4aと、入力された光信号を出力するための出力導波路5aと備えて構成される。

【0027】

入力導波路1aは、波長分割多重光信号を導波路型光合分波回路Aに入力する1本以上の導波路から成る光部品である。入力導波路1aに入力された波長分割多重光信号は、接続されている入力側スラブ導波路2aに供給される。

【0028】

入力側スラブ導波路2aは、扇型をした導波路型の光部品であり、後述する導波路型光合分波回路Bの入力側スラブ導波路2bと交差して配置されている。入力側スラブ導波路2aは、入力側スラブ導波路2bと交差した部分に光信号を反射若しくは透過するための溝7が設けられた構造となっている。

【0029】

入力側スラブ導波路2aは、入力側スラブ導波路の入力部2ai及び入力側スラブ導波路の出力部2aoに各々1本以上の導波路が設けられた構造となっている。

【0030】

入力側スラブ導波路2aは、入力側スラブ導波路の入力部2aiを入力導波路1aの出力側に接続され、入力側スラブ導波路の出力部2aoをアレイ導波路3aの入力側に接続されている。

【0031】

入力側スラブ導波路2aは、入力導波路1aから供給された波長分割多重光信号を拡大し、設けられている複数のアレイ導波路3aに入射させる機能を有している。

【0032】

アレイ導波路3aは、入力側スラブ導波路2aに接続され、複数本の導波路を有している。アレイ導波路3aの複数本の導波路は、各々の導波路が一定の導波路長差を有しており、入力された光信号の位相を調整することができる。

【0033】

アレイ導波路3aは、位相調整をした光信号を接続されている出力側スラブ導波路4aに供給する。

【0034】

出力側スラブ導波路4aは、扇型をした導波路型の光部品であり、後述する導波路型光合分波回路Bの出力側スラブ導波路4bと交差して配置されている。出力側スラブ導波路4aは、出力側スラブ導波路4bと交差した部分に光信号を反射若しくは透過するための溝8が設けられた構造となっている。

【0035】

10

20

30

40

50

出力側スラブ導波路 4 a は、出力側スラブ導波路の入力部 4 a i 及び出力側スラブ導波路の出力部 4 a o に各々 1 本以上の導波路が設けられた構造となっており、入力された光信号の波長毎に集光（分岐）する機能を有している。

【0036】

出力側スラブ導波路 4 a は、出力側スラブ導波路の入力部 4 a i をアレイ導波路 3 a の出力側に接続され、出力側スラブ導波路の出力部 4 a o を出力導波路 5 a の入力側に接続されている。

【0037】

出力側スラブ導波路 4 a は、アレイ導波路 3 a の複数本の導波路から供給された光信号を波長毎にそれぞれ異なる導波路に集光し、集光した各光信号を出力導波路 5 a へ出力する。

10

【0038】

出力導波路 5 a は、出力側スラブ導波路 4 a に接続されており、出力側スラブ導波路 4 a により波長毎に集光された光信号を出力する 1 本以上の導波路から成る光部品である。

【0039】

すなわち出力導波路 5 a は、入力側スラブ導波路 2 a、アレイ導波路 3 a、出力側スラブ導波路 4 a を順に介して合分波された波長分割多重光信号を導波路型光合分波回路 A から外部に出力するための部位である。

【0040】

導波路型光合分波回路 B は、光信号が入力される入力導波路 1 b と、入力導波路 1 b に接続された入力側スラブ導波路 2 b と、入力側スラブ導波路 2 b に接続され光の波長を調整するアレイ導波路 3 b と、アレイ導波路 3 b に接続された出力側スラブ導波路 4 b と、入力された光信号を出力するための出力導波路 5 b と備えて構成される。

20

【0041】

2 系統の導波路型光合分波回路 A、B は、互いに線対称に形成され同様の構成、構造となっているので、導波路型光合分波回路 B の構成部位である入力導波路 1 b、入力側スラブ導波路 2 b、アレイ導波路 3 b、出力側スラブ導波路 4 b、出力側スラブ導波路の入力部 4 a i、出力側スラブ導波路の出力部 4 a o、出力導波路 5 b の各々の説明は省略する。

【0042】

2 系統の導波路型光合分波回路 A、B には、入力側スラブ導波路 2 a、2 b の交差した部分に設けられた溝 7 と、出力側スラブ導波路 4 a、4 b の交差した部分に設けられた溝 8 とがあり、この溝 7、8 により分断された構造となっている。

30

【0043】

この交差した部分では、各導波路型光合分波回路 A、B を形成している導波路のコア部分が交差する構造となっている。

【0044】

本実施の形態の導波路型光合分波器 1 を形成する導波路型光合分波回路 A には、導波路型光合分波回路 B との交差部分が溝 7 によって分断されることにより、入力導波路 1 a と、溝 7 よりも入力側にあるスラブ導波路の入力部 2 a i の部分とから成る入力部 1 a y が形成されている。

40

【0045】

また導波路型光合分波回路 A には、入力側スラブ導波路の入力部 2 a i を除く他の部分である入力側スラブ導波路の出力部 2 a o と、アレイ導波路 3 a と、アレイ導波路 3 a に接続され溝 8 までの部分である出力側スラブ導波路の入力部 4 a i とから成るアレイ部 3 a y が形成されている。

【0046】

さらに導波路型光合分波回路 A には、導波路型光合分波回路 B との交差部分が溝 8 によって分断されることにより、溝 8 から出力導波路 5 a に接続された他の部分である出力側スラブ導波路の出力部 4 a o と、出力側スラブ導波路の出力部 4 a o に接続された出力導

50

波路 5 a とから成る出力部 5 a y が形成されている。

【0047】

同様に導波路型光合分波回路 B には、導波路型光合分波回路 A との交差部分が溝 7 によって分断されることにより、入力導波路 1 b と、溝 7 よりも入力側にあるスラブ導波路の入力部 2 b i の部分とから成る入力部 1 b y が形成されている。

【0048】

また導波路型光合分波回路 B には、入力側スラブ導波路の入力部 2 b i を除く他の部分である入力側スラブ導波路の出力部 2 b o と、アレイ導波路 3 b と、アレイ導波路 3 b に接続され溝 8 までの部分である出力側スラブ導波路の入力部 4 b i とから成るアレイ部 3 b y が形成されている。

10

【0049】

さらに導波路型光合分波回路 B には、導波路型光合分波回路 A との交差部分が溝 8 によって分断されることにより、溝 8 から出力導波路 5 b に接続された他の部分である出力側スラブ導波路の出力部 4 b o と、出力側スラブ導波路の出力部 4 b o に接続された出力導波路 5 b とから成る出力部 5 b y が形成されている。

【0050】

入力部 1 a y、1 b y、アレイ部 3 a y、3 b y、出力部 5 a y、5 b y の各部は、図示した軸 L に対して例えば上下対称に配置されている。

【0051】

溝 7、8 は、決まった形状のものが最初から形成されていて、その溝を透過溝として作用させるか反射溝として作用させるかは、導波路型光合分波器 1 を評価してから決定する。透過溝として作用させる場合にはシリコン樹脂などコアと屈折率の近い材料を溝に封入し、反射溝として作用させる場合には溝 7、8 の内壁面に銀などの金属層を形成するか、若しくは何も注入しないなどにより実現する。

20

【0052】

溝 7、8 は、導波路型光合分波器 1 の形成された基板 6 の平面に対して垂直方向に形成されるとよく、光信号が反射した場合の損失を抑えることができる。

【0053】

次に導波路型光合分波器 1 の作用について説明する。

【0054】

導波路型光合分波器 1 の導波路型光合分波回路 A には、入力導波路 1 a から波長分割多重光信号が入力される。入力導波路 1 a に入力された波長分割多重光信号は、入力側スラブ導波路 2 a に供給される。

30

【0055】

入力側スラブ導波路の入力部 2 a i に供給された波長分割多重光信号は、入力側スラブ導波路 2 a に設けられている複数の導波路に拡大し、入力側スラブ導波路 2 a に設けられている溝 7 に入射される。

【0056】

溝 7 が、空気が封入され全反射層を形成しているか、若しくは溝 7 の内壁面に銀などの金属からなる金属層で光の反射層を形成している場合には、入射された波長分割多重光信号は、溝 7 において反射する。溝 7 において反射した波長分割多重光信号は、交差して設けられている導波路型光合分波回路 B の入力側スラブ導波路の出力部 2 b o に供給される。導波路型光合分波回路 B の入力側スラブ導波路の出力部 2 b o に供給された波長分割多重光信号は、導波路型光合分波回路 B のアレイ導波路 3 b に出力される。

40

【0057】

溝 7 が、入力側スラブ導波路 2 a、2 b を形成するコア材との屈折率差の小さなシリコン樹脂等の透明材質を封入され、光の透過領域が形成される場合には、入力側スラブ導波路の入力部 2 a i に入射された波長分割多重光信号は溝 7 において透過する。溝 7 において透過した波長分割多重光信号は、入力側スラブ導波路の出力部 2 a o に接続されているアレイ導波路 3 a に出力される。

50

## 【0058】

アレイ導波路3aを通過した波長分割多重光信号は、出力側スラブ導波路4aに供給される。出力側スラブ導波路4aにおいては溝8が設けられていることにより、入力側スラブ導波路2aと同様に光信号の分波（若しくは、合波）を行う。

## 【0059】

すなわち溝8が、空気が封入され全反射層が形成されているか溝の内壁面に銀などの光を反射する金属により反射層を形成されている場合には、入射された波長分割多重光信号は、溝8において反射する。溝8において反射した波長分割多重光信号は、光信号の波長毎に分岐すると共に、交差して設けられている導波路型光合分波回路Bの出力側スラブ導波路の出力部4boに供給される。導波路型光合分波回路Bの入力側スラブ導波路の出力部4boに供給された波長分割多重光信号は、導波路型光合分波回路Bの出力導波路5bに出力される。

10

## 【0060】

溝8が、入力側スラブ導波路2a、2bを形成するコア材との屈折率差の小さなシリコン樹脂等の透明材質を封入され、光の透過領域が形成される場合には、入射された波長分割多重光信号は溝8において透過する。溝8において透過した波長分割多重光信号は、光信号の幾つかの波長毎のグループに集光（分岐）して、出力側スラブ導波路の出力部4aoから接続されている出力導波路5aに出力される。

## 【0061】

このようにして、導波路型光合分波回路Aに入力された波長分割多重光信号は、合分波されて、導波路型光合分波回路Aまたは導波路型光合分波回路Bから外部に出力される。

20

## 【0062】

この作用は、導波路型光合分波回路Bに波長分割多重光信号が入力された場合も、同様の作用を呈する。

## 【0063】

導波路型光合分波器1は、透過溝として作用させるか反射溝として作用させるかを選択することにより、2つの入力部1ay、1by、2つの出力部5ay、5byのそれぞれが良特性を示す光回路部品として使用できるため、大幅な歩留まり向上が可能になる。

## 【0064】

例えば、入力部の歩留まりが80%、アレイ部の歩留まりが80%、出力部の歩留まりが80%を実現できる導波路型光合分波回路20の歩留まりを考えると、次のようになる。

30

## 【0065】

図3に示すように従来技術では、1つの基板26上に2つの導波路型光合分波回路CA、CBを配置した場合、回路歩留まりが51.2%となり、基板26当たりの歩留まりは76.2%である。

## 【0066】

一方、図1の実施の形態における導波路型光合分波回路A、Bは、2つの入力部1ay、1by、2つのアレイ部3ay、3by、2つの出力部5ay、5byを備えた構造となっており、この各部における機能の組合せにより、 $2 \times 2 \times 2 = 8$ 通りの光回路構成が可能となる。

40

## 【0067】

本発明の実施の形態である導波路型光合分波器1では、入力部1ay、1byが2回路とも使用できない確率が4%となり、同様にアレイ部3ay、3byが2回路とも使用できない確率が4%、出力部5ay、5byが2回路とも使用できない確率が4%となり、トータル歩留まりは0.96の3乗で88.5%である。

## 【0068】

このように従来は図3に示すように2通りの導波路型光合分波回路CA、CBしか選択できたため、いずれかの回路が使用可能でなければ廃棄されるが、本発明のように溝7、8を形成して各々の溝7、8に反射、透過の機能を選択させることにより、上記のように歩

50

留まりが著しく向上する。

【0069】

なお、以上説明したような実施の形態では、スラブ導波路に溝を形成した例を示したが、本発明においてはスラブ導波路に溝を形成することに限定されるものではない。適宜各構成部位すなわち入力導波路1a、1b、アレイ導波路3a、3b、出力導波路5a、5bにおいて交差させ、交差させた部分に溝を形成することでも上記作用と同様の作用効果を得られる。

【産業上の利用可能性】

【0070】

導波路型光合分波器に限らず、光伝送路が交差して交差した部分において、入射された光信号が透過若しくは反射する部位を有する光部品に広く適用できる。 10

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明の実施の形態を示す導波路型光合分波器の構成説明図である。

【図2】従来の一一般的な導波路型光合分波回路の構成説明図である。

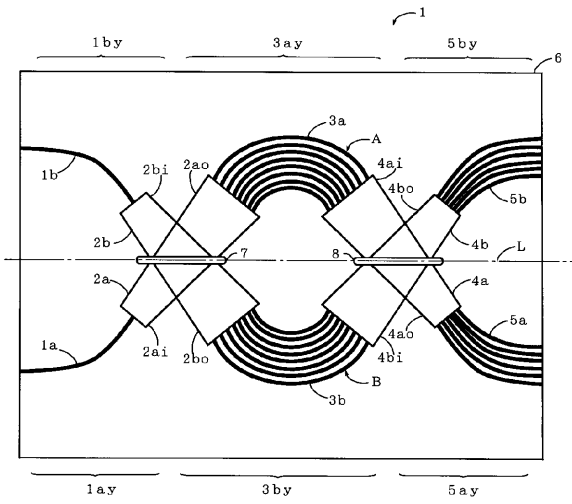
【図3】歩留まりを改善した従来導波路型光合分波回路の構成説明図である。

【符号の説明】

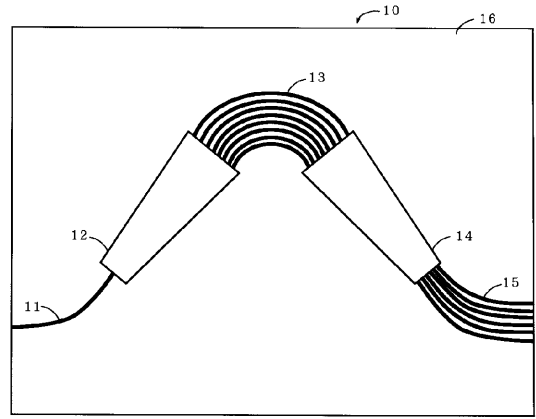
【0072】

- 1 導波路型光合分波器
- 1a、1b 入力導波路 20
- 1ay、1by 入力部
- 2a、2b 入力側スラブ導波路
- 2ai、2bi 入力側スラブ導波路の入力部
- 2ao、2bo 入力側スラブ導波路の出力部
- 3a、3b アレイ導波路
- 3ay、3by アレイ部
- 4a、4b 出力側スラブ導波路
- 4ai、4bi 出力側スラブ導波路の入力部
- 4ao、4bo 出力側スラブ導波路の出力部
- 5a、5b 出力導波路 30
- 5ay、5by 出力部
- 6 基板
- 7、8 溝
- A 導波路型光合分波回路
- B 導波路型光合分波回路

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

