(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3555860号
(P3555860)
(45)発行日　平成16年8月18日(2004.8.18)　(24)登録日　平成16年5月21日(2004.5.21)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G02F 2/02	G02F	2/02	
G02B 6/12	G02F	1/313	
G02F 1/313	G02F	1/35	
G02F 1/35	H01S	3/10	Z
H01S 3/10	H01S	5/50	610

請求項の数 2　(全 9 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2000-101921(P2000-101921)
(22)出願日　平成12年4月4日(2000.4.4)
(65)公開番号　特開2001-290182(P2001-290182A)
(43)公開日　平成13年10月19日(2001.10.19)
審査請求日　平成13年12月20日(2001.12.20)

(73)特許権者　000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目３番１号
(74)代理人　100083552
弁理士　秋田　収喜
(72)発明者　伊藤　敏夫
東京都千代田区大手町二丁目３番１号　日本電信電話株式会社内
(72)発明者　姫野　明
東京都千代田区大手町二丁目３番１号　日本電信電話株式会社内
(72)発明者　佐藤　里江子
東京都千代田区大手町二丁目３番１号　日本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光分波器及び波長変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

波長多重光を入力し、前記波長多重光を入力側のスラブ導波路で分岐し、前記分岐された波長多重光を長さの異なるアレイ導波路に伝搬した後に出力用のスラブ導波路で合波することで波長多重光を複数の導波路に分波する光分波器において、波長多重信号光を入力するための信号光入力用導波路、信号光入力用スラブ導波路、及び信号光用アレイ導波路を有し、かつ、波長多重ポンプ光を入力するためのポンプ光入力用導波路、ポンプ光入力用スラブ導波路、及びポンプ光用アレイ導波路を有し、出力用スラブ導波路が前記信号光アレイ導波路とポンプ光用アレイ導波路の両方の出力に接続されてなることを特徴とする光分波器。

【請求項２】

波長多重信号光を入力する波長多重信号光入力用導波路、波長多重ポンプ光を入力する波長多重ポンプ光入力用導波路、請求項１の光分波器、複数の波長変換器、光合波器、及び出力用光導波路を具備する波長変換器であって、前記波長多重信号光入力用導波路と前記波長多重ポンプ光入力用導波路とが前記請求項１の光分波器に接続され、前記請求項１の光分波器の出力が複数の光導波路を介して前記複数の波長変換器にそれぞれ接続され、前記波長変換器のそれぞれの出力が前記光合波器に接続され、前記光合波器の出力が前記出力用導波路に接続されてなることを特徴とする波長変換装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】
本発明は、光分波器及び波長変換装置に関し、特に、波長多重を利用した光通信、光交換、光情報処理等の光伝送システムに使用されるアレイ導波路型回折格子に適用して有効な技術に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
図４（ａ）は、従来のアレイ導波路型回折格子の概略構成を示す模式図である。簡単のため、４波長が多重された光伝送系に用いる、１入力４出力のアレイ導波路型回折格子を例に説明する。材料としては石英系導波路、またはポリマー導波路もしくは半導体導波路で構成されている。
【０００３】
図４（ａ）において、４０１は入力用導波路、４０２は入力用スラブ導波路、４０３はアレイ導波路、４０４は出力用スラブ導波路、４０５～４０８は出力用導波路である。同図において、波長多重光λａ、λｂ、λｃ、λｄが入力用光導波路４０１に入力されると、入力用スラブ導波路４０２によって分配され、アレイ導波路４０３に等しい強度で分配される。分配された各波長多重光はアレイ導波路４０３の光路長に応じて遅延差が生じ、出力用スラブ導波路４０４に入力されて収束する。
【０００４】
このとき、波長によって位相条件が異なるので、出力用導波路４０５～４０８にそれぞれ異なる波長が集約するという現象を利用して、アレイ導波路型回折格子を光分波器として用いる。
【０００５】
すなわち、λａを出力用光導波路４０５に、λｂを出力用光導波路４０６に、λｃを出力用光導波路４０７に、λｄを出力用光導波路４０８に出力する。また、前記図４（ａ）では１入力４出力の例を示したが、入力導波路の数を増やすことにより、図４（ｂ）のように、例えば４入力４出力の光分光器として用いることも可能である。この場合のアレイ導波路型回折格子の入出力特性は例えば図４（ｃ）のようになる。
【０００６】
次に、従来のアレイ導波路型回折格子を光伝送システムに応用した例について説明する。
【０００７】
波長多重を利用した光伝送システムは、エルビュームドープ光ファイバアンプ（有効帯域１５３０～１５６０ｎｍ：１．５５ミクロン（μｍ）帯と総称）の発達とともに、１．５５ミクロン（μｍ）帯を中心に発達してきた。ところが、近年の長波長帯光ファイバアンプ（有効帯域１５７０～１６００ｎｍ：１．５８ミクロン帯と総称）の発達とともに、１．５８ミクロン帯を用いたネットワークも展開されようとしている。ここで、重要となるのは、いろいろな波長を用いるネットワークの相互接続である。
【０００８】
また、日本においては、古くから高速信号（例えば、１０Ｇｂ／ｓ以上）の伝送に有利な分散シフトファイバが敷設されてきた。反面、分散シフトファイバは、波長多重信号間の干渉が強く、不等間隔の波長多重信号を用いるのが普通である。これに対して、欧米では通常分散ファイバの敷設とともに等間隔の波長多重信号が用いられており、不等間隔と等間隔のネットワーク間の相互接続も重要である。
【０００９】
図５は、従来のネットワークを接続するための多波長一括変換装置の概略構成を示す模式図である（参考文献：特願平１１－６５０３６号明細書　菊池、柴田、伊藤「多波長変換装置」）。ここで、簡単のため４波長を使ったＷＤＭシステムを想定し、変換前の入力信号光波長としてλ１、λ２、λ３、λ４の４波長、変換後の出力信号光波長（＝ポンプ光波長）として、λ５、λ６、λ７、λ８の４波長を用いる。実用上は、例えば、λ１、λ２、λ３、λ４、λ５、λ６、λ７、λ８の波長としてそれぞれ順に１５５１ｎｍ、１５５２ｎｍ、１５５３ｎｍ、１５５４ｎｍ、１５５７ｎｍ、１５５９ｎｍ、１５６２ｎｍ、

１５６６ｎｍとする。
【００１０】
図５において、５０１はλ１～λ４の波長多重信号光を入力するための入力用光ファイバ、５０２～５０５はλ５～λ８のそれぞれのポンプ光を入力するためのポンプ光入力用光ファイバ、５０６は波長分波器で、例えば、石英系プレーナ型導波路（ＰＬＣ）による５入力４出力のアレイ導波路型回折格子、５０７～５１０は分波された光信号を導波するための分岐導波路もしくは光ファイバ、５１１～５１４は波長変換器、５１５は光合波器で、例えば、ＰＬＣによる４入力１出力のアレイ導波路型回折格子である。５１６は出力用光ファイバ、５１７～５２０はポンプ光源、５２１～５２４はポンプ光を増幅するための光増幅器である。
【００１１】
ここで、波長多重信号光入力用光ファイバ５０１にλ１、λ２、λ３、λ４の波長多重信号光を入力し、光ファイバ５０２～５０５にλ５、λ６、λ７、λ８のポンプ光を入力すると、分岐導波路５０７にはλ１とλ５が、分岐導波路５０８にはλ２とλ６が、分岐導波路５０９にはλ３とλ７が、分岐導波路５１０にはλ４とλ８がそれぞれ出力される。
【００１２】
ここで、入力信号λ１～λ４を任意に変調してやることにより、各光変換素子において波長変換が行われる。例えば、光波長変換素子として半導体光増幅素子を用い、ある最適バイアス電流を注入することより、入力信号光がオン（ｏｎ）のときにはポンプ光のゲインが減少し、入力信号光がオフ（ｏｆｆ）のときにはポンプ光のゲインが回復する。いわゆる相互利得変調が起こり、インバータ型の波長変換が起る。すなわち、ポンプ光の波長と入力信号光の信号情報を持つ波長変換光λ５、λ６、λ７、λ８が生成される。これを光合波器（アレイ導波路型回折格子）５１５で合波し、出力用光ファイバ５１６に出力することにより、等間隔波長λ１～λ４を不等間隔波長λ５～λ８に波長変換する多波長一括変換が可能になる。なお、ここでは、近接波長間の多波長一括変換（１５５１～１５５４ｎｍの信号光から１５５７～１５６６ｎｍへの波長変換）についてのみ説明したが、ポンプ光の波長を変えることによって、より遠い波長への多波長一括変換（例えば、１．５５μｍ帯から１．５８μｍ帯）への多波長一括変換も可能である。
【００１３】
【発明が解決しようとする課題】
前記の方法は、信号光が波長多重されているのに対し、ポンプ光が１波長に１入力ポートを必要とする。すなわち、複数のポンプ光源５１７～５２０を用いる。しかし、実際には、複数のポンプ光源を用意するより、多波長を（波長多重ポンプ光）を同時に出力可能な１個の多波長同時出力レーザ（参考文献：Ｍ．Ｚｉｒｎｇｉｂｌ，Ｃ．Ｈ．Ｊｏｙｎｅｒ，Ｃ．Ｒ．Ｄｏｅｒｒ，Ｌ．Ｗ．Ｓｔｕｌｚ，ａｎｄ Ｈ．Ｍ．Ｐｅｒｓｂｙ：“An 18－ｃｈａｎｎｅｌ ｍｕｌｔｉｆｒｅｑｕｅｎｃｙ ｌａｓｅｒ”，ＩＥＥＥ Ｐｈｏｔｏｎｉｃｓ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ Ｌｅｔｔｅｒｓ，ｖｏｌ．８，ｎｏ．７，ｐｐ．８７０－８７２，Ｊｕｌｙ １９９６）をポンプ光源として用いる方がシステム全体の価格を安価に抑えることができる。
【００１４】
また、ポンプ光の出力パワーが不足する場合、別々のポンプ光源からの出力を別々の光増幅器５２１～５２４で増幅するより、波長多重したポンプ光を光増幅器で一括増幅する方が安価である。そのため、図５のシステムにおいて波長多重ポンプ光を用い、波長分波器（アレイ導波路型回折格子）５０６が波長多重信号光を分波すると同時に、波長多重ポンプ光を分波できることが望まれてきた。
【００１５】
本発明の目的は、波長多重信号光を分波するとともに、波長多重ポンプ光を分波することが可能な技術を提供することにある。
本発明の他の目的は、多波長一括変換装置のコストを下げることが可能な技術を提供することにある。

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【００１６】

【課題を解決するための手段】

本願において開示される発明の概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

（１）波長多重光を入力し、前記波長多重光を入力側のスラブ導波路で分岐し、前記分岐された波長多重光を長さの異なるアレイ導波路に伝搬した後に出力用のスラブ導波路で合波することで波長多重光を複数の導波路に分波する光分波器において、波長多重信号光を入力するための信号光入力用導波路、信号光入力用スラブ導波路、及び信号光用アレイ導波路を有し、かつ、波長多重ポンプ光を入力するためのポンプ光入力用導波路、ポンプ光入力用スラブ導波路、及びポンプ光用アレイ導波路を有し、出力用スラブ導波路が前記信号光アレイ導波路とポンプ光用アレイ導波路の両方の出力に接続されてなる。

（２）波長多重信号光を入力する波長多重信号光入力用導波路、波長多重ポンプ光を入力する波長多重ポンプ光入力用導波路、（１）の光分波器、複数の波長変換器、光合波器、及び出力用光導波路を具備する波長変換器であって、前記波長多重信号光入力用導波路と前記波長多重ポンプ光入力用導波路とが前記（１）の光分波器に接続され、前記（１）の光分波器の出力が複数の光導波路を介して前記複数の波長変換器にそれぞれ接続され、前記波長変換器のそれぞれの出力が前記光合波器に接続され、前記光合波器の出力が前記出力用導波路に接続されてなる。

【００１７】

すなわち、本発明のポイントは、波長多重光を入力する入力用光導波路と、波長多重光を分岐する入力用スラブ導波路と、分岐された波長多重光をそれぞれ導波する複数の光導波路からなるアレイ導波路と、アレイ導波路に接続された出力用スラブ導波路と、出力用スラブ導波路に接続された複数の出力用導波路からなる光合波器（アレイ導波路型回折格子）において、波長多重信号光を入力するための信号光入力用導波路と、信号光入力用スラブ導波路と信号光用アレイ導波路を有するとともに、波長多重ポンプ光を入力するためのポンプ光入力用導波路と、ポンプ光入力用スラブ導波路とポンプ光用アレイ導波路を有し、出力用スラブ導波路が信号光アレイ導波路とポンプ光用アレイ導波路の両方の出力に接続されることを特徴とする。

【００１８】

また、前記（１）の光分波器の使用法として、前記光分波器が２つの入力ポートと複数の出力ポートを有し、前記入力ポートのうちの１本には波長多重信号光が、もう１本には波長多重ポンプ光が入力され、各出力ポートには波長多重信号光のうちの１波長と、波長多重ポンプ光のうちの１波長が合波されて出力される。

【００１９】

また、前記各出力ポートにはそれぞれ波長変換素子が具備されていて、波長多重ポンプ光のうちの１波長の波長に応じて、波長多重信号光のうちの１波長を波長変換することにより波長変換光を生成し、それぞれの波長変換素子において生成された波長変換光を光合波器を用いて合波し、波長多重波長変換光とすることで有用な多波長一括変換素子として用いることが可能となる。

【００２０】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明について、本発明による実施形態（実施例）とともに図面を参照して詳細に説明する。

【００２１】

（実施形態１）

図１は、本発明による実施形態１の光分波器の概略構成を示す模式図である。ここで、簡単のため４波長を使ったＷＤＭシステムを想定し、波長多重信号光としてλ１、λ２、λ３、λ４の４波長、波長多重ポンプ光として、λ５、λ６、λ７、λ８の４波長を用いる例を説明する。実用上は、例えば、λ１、λ２、λ３、λ４、λ５、λ６、λ７、λ８の

波長としてそれぞれ順に１５５１ｎｍ、１５５２ｎｍ、１５５３ｎｍ、１５５４ｎｍ、１５５７ｎｍ、１５５９ｎｍ、１５６２ｎｍ、１５６６ｎｍとする。

【００２２】

図１において、１０１は波長多重信号光入力用導波路、１０２は波長多重信号光入力用スラブ導波路、１０３は波長多重信号光用アレイ導波路、１０４は波長多重ポンプ光入力用導波路、１０５は波長多重ポンプ光用スラブ導波路、１０６は波長多重ポンプ光用アレイ導波路、１０７は出力用スラブ導波路、１０８～１１１は出力用導波路である。

【００２３】

図１において、波長多重信号光λ１、λ２、λ３、λ４が波長多重信号光入力用導波路１０１に入力されると、波長多重信号光入力用スラブ導波路１０２によって分配され、波長多重信号光用アレイ導波路１０３に等しい強度で分配される。前記分配された各波長多重光は、波長多重信号光用アレイ導波路１０３の光路長に応じて遅延差が生じ、出力用スラブ導波路１０７に入力されて収束する。このとき波長によって位相条件が異なるので、出力用導波路１０８～１１１にそれぞれ異なる波長が集約するという現象を利用して、波長多重信号光の分光を行う。

【００２４】

一方、波長多重ポンプ光λ５、λ６、λ７、λ８が波長多重ポンプ光入力用導波１０４に入力されると、波長多重ポンプ光用スラブ導波路１０５によって分配され、波長多重ポンプ光用アレイ導波路１０６に等しい強度で分配される。分配された各波長多重光は波長多重ポンプ光用アレイ導波路１０６の光路長に応じて遅延差が生じ、出力用スラブ導波路１０７に入力されて収束する。このとき、波長によって位相条件が異なるので、出力用導波路１０８～１１１にそれぞれ異なる波長が集束するという現象を利用して、波長多重ポンプ光の分光を行う。

【００２５】

ここで、さらに波長多重信号光用アレイ導波路１０３のそれぞれの導波路が出力用スラブ導波路１０７に接続される位置、波長多重ポンプ光用アレイ導波路１０６のそれぞれの導波路が出力用スラブ導波路１０７に接続される位置、及び出力用導波路１０８～１１１が出力用スラブ導波路１０７に接続される位置、波長多重信号光用アレイ導波路１０３と波長多重ポンプ光用アレイ導波路１０６の各導波路の光路長差を最適に設計することより、λ１とλ５を出力用導波路１０８に、λ２とλ６を出力用導波路１０９に、λ３とλ７を出力用導波路１１０にλ４とλ８を出力用導波路１１１にそれぞれ出力することができる。

【００２６】

（実施形態２）

図２は、本発明による実施形態２の波長変換装置の概略構成を示す模式図であって、前記実施形態１の光分波器を用いた多波長一括変換装置の新しい構成を説明するための図である。ここで簡単のため４波長を使ったＷＤＭシステムを想定し、変換前の入力信号光波長としてλ１、λ２、λ３、λ４の４波長、変換後の出力信号光波長（＝ポンプ光波長）として、λ５、λ６、λ７、λ８の４波長を用いる。実用上は、例えばλ１、λ２、λ３、λ４、λ５、λ６、λ７、λ８の波長としてそれぞれ順に１５５１ｎｍ、１５５２ｎｍ、１５５３ｎｍ、１５５４ｎｍ、１５５７ｎｍ、１５５９ｎｍ、１５６２ｎｍ、１５６６ｎｍとする。

【００２７】

図２において、２０１はλ１～λ４の波長多重信号光を入力する波長多重信号光入力用ファイバ、２０２はλ５～λ８の波長多重ポンプ光を入力する波長多重ポンプ光入力用ファイバ、２０６は前記図１に示した前記実施形態１の光分波器、２０７～２１０は前記光分波器２０６で分波されたそれぞれの光信号を導波するための分岐導波路もしくは光ファイバ、２１１～２１４は波長変換器、２１５は光合波器で、例えば、ＰＬＣによる４入力１出力のアレイ導波路型回折格子、２１６は出力用光ファイバである（図２における２０７～２１６は、前記図５における５０７～５１６と同じものである）。また、２１７はλ５

～λ８の波長を同時に発振する多波長同時出力レーザ、２１８はポンプ光を増幅するための光増幅器である。

【００２８】

ここで、波長多重信号光入力用ファイバ２０１にλ１、λ２、λ３、λ４の波長多重信号光を入力し、波長多重ポンプ光入力用ファイバ２０２にλ５、λ６、λ７、λ８の波長多重ポンプ光を入力すると、分岐導波路２０７にはλ１とλ５が、分岐導波路２０８にはλ２とλ６が、分岐導波路２０９にはλ３とλ７が、分岐導波路２１０にはλ４とλ８がそれぞれ出力される。ここで、入力信号λ１～λ４を任意に変調してやることで、各光変換素子において波長変換が行われる。例えば、光波長変換素子として半導体光増幅素子を用い、ある最適バイアス電流を注入することにより、入力信号光がオン（ｏｎ）のときにはポンプ光のゲインが減少し、入力信号光がオフ（ｏｆｆ）のときにはポンプ光のゲインが回復する。いわゆる相互利得変調が起こり、インパーク型の波長変換が起こる。

【００２９】

すなわち、ポンプ光の波長と入力信号光の信号情報を持つ波長変換光λ５、λ６、λ７、λ８が生成される。これを光合波器（アレイ導波路型回折格子）２１５で合波し、出力用光ファイバ２１６に出力することにより、等間隔波長λ１～λ４を不等間隔波長λ５～λ８に波長変換する多波長一括変換が可能になる。

【００３０】

なお、ここでは、近接波長間の多波長一括変換（１５５１～１５５４ｎｍの信号光から１５５７～１５６６ｎｍへの波長変換）についてのみ説明したが、ポンプ光の波長を変えることによって、より遠い波長への多波長一括変換（例えば１．５５μｍ帯から１．５８μｍ帯）への多波長一括変換も可能である。

【００３１】

（実施形態３）

図３は、本発明による実施形態３の波長変換装置において、光源として多波長同時出力レーザを使用する場合を説明するための模式図であり、３０１は波長１．４８μｍの半導体レーザ、３０２は光アイソレータ、３０３はエルビウムがドープされた光ファイバ、３０４～３０７は光ファイバ３０３に形成されたグレーティング（導波路型回折格子）で、その反射ブラッグ波長がそれぞれλ５、λ６、λ７、λ８に対応したもの、３０８は出力用光ファイバである。

【００３２】

図３において、半導体レーザ３０１によって励起された光ファイバ３０３の一部、すなわちグレーティング（導波路型回折格子）３０４～３０７において、λ５、λ６、λ７、λ８の反射が繰り返され、各グレーティング３０４～３０７が分布反射型のファイバレーザとして機能する。λ５～λ８の各波長はそれぞれ合波され、出力用光ファイバ３０８によって出力することができる。

【００３３】

以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【００３４】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、波長多重信号光を分波するとともに、波長多重ポンプ光を分波することができる。これにより、例えば、多波長一括変換装置において、複数のポンプ光源と複数の光増幅器を用いる代わりに、１つの多波長同時出力レーザと１つの光増幅器を用いることにより、多波長一括変換装置の全体のコストを下げることができる。

【図面の簡単な説明】

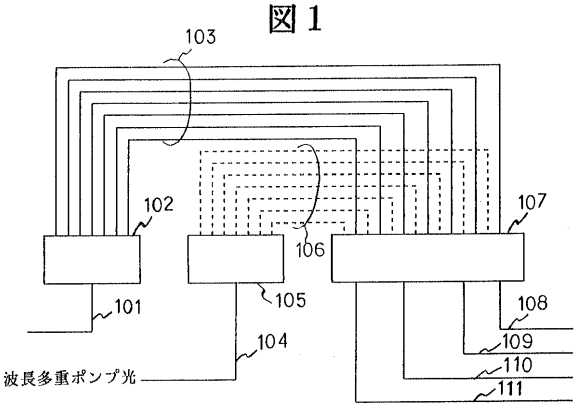
【図１】本発明による実施形態１の光合波器の概略構成を示す模式図である。

【図２】本発明による実施形態２の波長変換装置の概略構成を示す模式図である。

【図３】本発明による実施形態３の波長変換装置の多波長同時出力レーザの概略構成を示す模式図である。
【図４】従来のアレイ導波路型回折格子の概略構成を示す模式図である。
【図５】従来のネットワークを接続するための多波長一括変換装置の概略構成を示す模式図である。
【符号の説明】
１０１…波長多重信号光入力用導波路、１０２…波長多重信号光入力用スラブ導波路、１０３…波長多重信号光用アレイ導波路、１０４…波長多重ポンプ光用入力用導波路、１０５…波長多重ポンプ光用スラブ導波路、１０６…波長多重ポンプ光用アレイ導波路、１０７…出力用スラブ導波路、１０８～１１１…出力用導波路、２０１…波長多重信号光入力用ファイバ、２０２…波長多重ポンプ光入力用ファイバ、２０６…光分波器、２０７～２１０…分波導波路もしくは光ファイバ、２１１～２１４…波長変換器、２１５…光合波器（アレイ導波路型回折格子）、２１６…出力用光ファイバ、２１７…多波長同時出力レーザ、２１８…光増幅器、３０１…半導体レーザ、３０２…光アイソレータ、３０３…エルビウムがドープされたファイバ、３０４～３０７…グレーティング（導波路型回折格子）、３０８…出力用光ファイバ、４０１…入力用光導波路、４０２…入力用スラブ導波路、４０３…アレイ導波路、４０４…出力用スラブ導波路、４０５～４０８…出力用光導波路、５０１…入力用光ファイバ、５０２～５０５…ポンプ光入力用光ファイバ、５０６…波長分波器（アレイ導波路型回折格子）、５０７～５１０…分岐導波路もしくは光ファイバ、５１１～５１４…波長変換器、５１５…光合波器（アレイ導波路型回折格子）、５１６…出力用光ファイバ、５１７～５２０…ポンプ光源、５２１～５２４…光増幅器。

【図１】

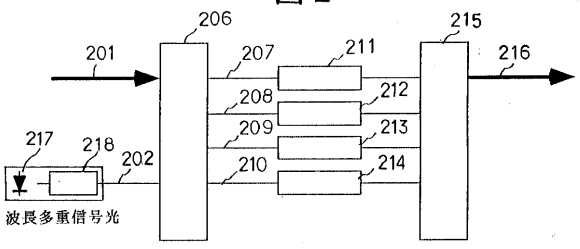
図１



１０１…波長多重信号光入力用導波路
１０２…波長多重信号光入力用スラブ導波路
１０３…波長多重信号光用アレイ導波路
１０４…波長多重ポンプ光入力用導波路
１０５…波長多重ポンプ光用スラブ導波路
１０６…波長多重ポンプ光用アレイ導波路
１０７…出力用スラブ導波路
１０８～１１１…出力用導波路

【図２】

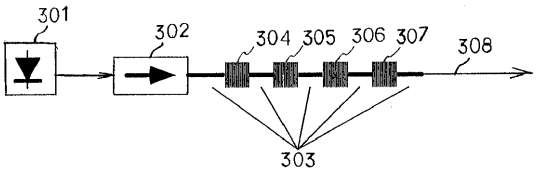
図２



２０１…波長多重信号光入力用ファイバ
２０２…波長多重ポンプ光入力用ファイバ
２０６…光分波器
２０７～２１０…分岐導波路もしくは光ファイバ
２１１～２１４…波長変換器
２１５…光合波器（アレイ導波路型回折格子）
２１６…出力用光ファイバ
２１７…多波長同時出力レーザ
２１８…光増幅器

【図３】

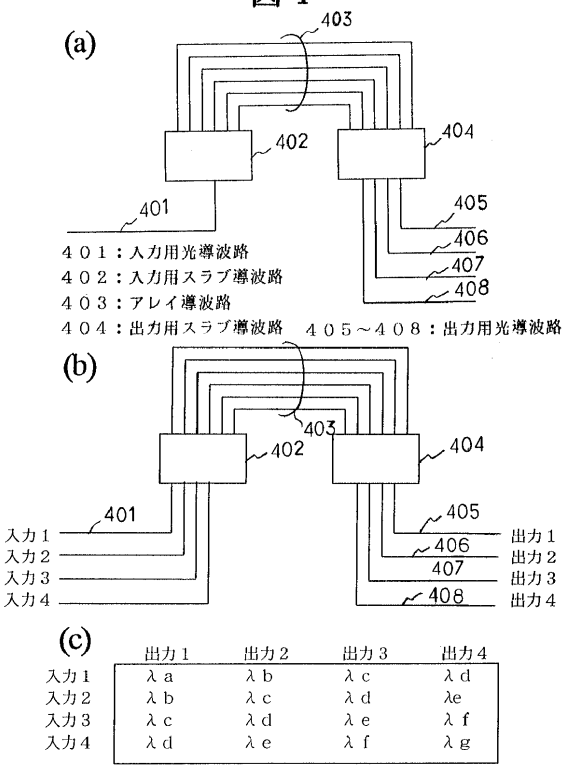
図３



３０１：半導体レーザ
３０２：光アイソレータ
３０３：エルビウムがドープされた光ファイバ
３０４～３０７：グレーティング(導波路型回折格子)
３０８：出力用光ファイバ

【図４】

図４



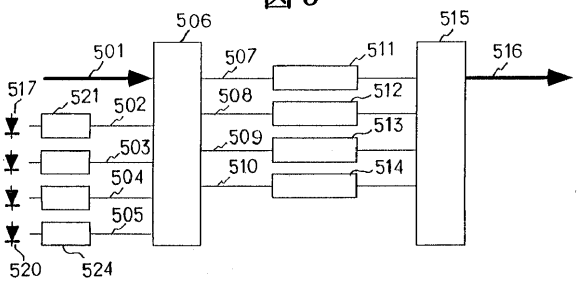
４０１：入力用光導波路
４０２：入力用スラブ導波路
４０３：アレイ導波路
４０４：出力用スラブ導波路　４０５～４０８：出力用光導波路

(c)

	出力１	出力２	出力３	出力４
入力１	λａ	λｂ	λｃ	λｄ
入力２	λｂ	λｃ	λｄ	λｅ
入力３	λｃ	λｄ	λｅ	λｆ
入力４	λｄ	λｅ	λｆ	λｇ

【図５】

図５



５０１：入力用光ファイバ
５０２～５０５：ポンプ光入力用光ファイバ
５０６：波長分波器(アレイ導波路型回析格子)
５０７～５１０：分岐導波路もしくは光ファイバ
５１１～５１４：波長変換器
５１５：光合波器(アレイ導波路型回析格子)
５１６：出力用光ファイバ
５１７～５２０：ポンプ光源
５２１～５２４：光増幅器

フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]　　ＦＩ
　ＨＯ１Ｓ　5/50　　ＧＯ２Ｂ　6/12　　Ｆ

(72)発明者　曲　克明
　　東京都千代田区大手町二丁目３番１号　日本電信電話株式会社内

審査官　檀本　英吾

(56)参考文献　特開平１１－０９５０５１（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０７－０９８４１９（ＪＰ，Ａ）
　　特開平１０－１７７１１５（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０４－２５２６２２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
　　G02F　2/02
　　G02B　6/12
　　G02F　1/313
　　G02F　1/35