

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4421159号
(P4421159)

(45) 発行日 平成22年2月24日(2010.2.24)

(24) 登録日 平成21年12月11日(2009.12.11)

(51) Int.Cl. F1
G02B 6/26 (2006.01) G02B 6/26

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2001-509129 (P2001-509129)	(73) 特許権者	509214159 イニスタ・オブティクス・ソシエテ・アノ ニム フランス国 ラニオン 22300, リュ ー・ドゥ・ブログリ, 4
(86) (22) 出願日	平成12年7月12日(2000.7.12)	(74) 代理人	100140109 弁理士 小野 新次郎
(65) 公表番号	特表2003-504678 (P2003-504678A)	(74) 代理人	100089705 弁理士 社本 一夫
(43) 公表日	平成15年2月4日(2003.2.4)	(74) 代理人	100075270 弁理士 小林 泰
(86) 国際出願番号	PCT/FR2000/002018	(74) 代理人	100080137 弁理士 千葉 昭男
(87) 国際公開番号	W02001/005006	(74) 代理人	100096013 弁理士 富田 博行
(87) 国際公開日	平成13年1月18日(2001.1.18)		
審査請求日	平成19年5月18日(2007.5.18)		
(31) 優先権主張番号	99/09024		
(32) 優先日	平成11年7月12日(1999.7.12)		
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制限されたスペクトル間隔を仕切る矩形の応答型光学フィルタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一端を有する入力光ファイバと、
リットマン-メトカフ(Littman-Metcalf)形態をした格子-反射器アセンブリと、
その焦点が入力ファイバの端部に配置される収斂型の平行化光学系(collimation optical system)と、
格子と反射器との間に配置された収斂型の合焦光学系(focusing optical system)と、
その分散面内でその寸法が制限された前記合焦光学系の焦点面に配置される一方、分散面内の反射器の位置及び制限された寸法が仕切ったスペクトル間隔を決定する少なくとも1つの反射器と、を備える、制限されたスペクトル間隔を幅の広いスペクトル光束に仕切るための矩形の応答型光学フィルタにおいて、
入力ファイバと格子との間に配置されて、互いに平行で且つ互いに直角に偏光された2つの基本光を発生させる偏光分離器を備える一方、格子の線に対して垂直な方向に偏光された2つの平行な基本ビームを発生させ得るようにプレート / 2 が基本ビームの一方に配置され、リットマン-メトカフ形態の反射器は、基本ビームの各々を経路まで且つ互いに反対方向に送り戻すようにしたことを特徴とする、光学フィルタ。

【請求項2】

請求項1による光学フィルタにおいて、

入力光ファイバが単一モードファイバであることを特徴とする、光学フィルタ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 の一方による光学フィルタにおいて、制限されたスペクトルにて発生された光束が、入力ファイバと同一型式で且つ該入力ファイバと別個の出力光ファイバ内に集められることを特徴とする、光学フィルタ。

【請求項 4】

請求項 3 による光学フィルタにおいて、各々が反射器に接続された幾つかの出力光ファイバを備え、該反射器が合焦光学系の焦点面内に配置され、分散面内で小さい寸法を有し且つ特定のスペクトル間隔を画定することを特徴とする、光学フィルタ。

10

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 による光学フィルタにおいて、制限されたスペクトルにて発生された光束が入力ファイバにより集められ、前記ファイバが、光学的サーキュレータを保持して、何らエネルギー損失を生ぜずに入力光束から分離することを可能にすることを特徴とする、光学フィルタ。

【請求項 6】

請求項 1 又は 5 による光学フィルタにおいて、格子における光ビームの通過回数を 2 倍にする折畳み型反射器を備えることを特徴とする、光学フィルタ。

20

【請求項 7】

請求項 1 又は 6 による光学フィルタにおいて、リットマン - メトカフ形態の反射器が複プリズムに接続された平面状ミラーであることを特徴とする、光学フィルタ。

【請求項 8】

請求項 1 又は 6 による光学フィルタにおいて、リットマン - メトカフ形態の反射器が截頭型二面体であることを特徴とする、光学フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、制限されたスペクトル間隔を仕切り、また、入力及び出力ゲートとして、光ファイバ、好ましくは、単一モードファイバを有する矩形の反応型光学フィルタに関する。

30

【0002】

波長多重化光ファイバによる電気通信の発達に伴い、かかる装置を開発し且つそれを最適化することが必要となる。生ずるであろう全ての重なり合い及び漏話を防止しつつ、幅の広いスペクトルをスペクトル領域 - この場合、制限されたスペクトル間隔と称される - に仕切ることが特に要求されている。

【0003】

既に、その効果を得るため、多数の装置が提案されている一方、それらの殆んどは、光スペクトルを 1 つの面内にて広げることと、選ばうとする狭小なスペクトル帯域を画定するスロットを上記面内に配置することから成っているが、その場合、光を単一モード光ファイバ内で効率良く再結合することはできない。

40

【0004】

その他の装置は、カプラー、マルチプレクサ - デマルチプレクサといった、光学的に案内される構成要素の組みを具体化する。

かかる装置を最適化することは、選択された制限したスペクトル間隔の光束を失うことなく、矩形の伝送機能を提供することを意味する、すなわち、伝送された光束の強さを図 1 におけるように、波長の関数として表現するとき、仕切った帯域の端縁が可能な限り垂直であり、また、頂点が可能な限り平坦で、また、損失が可能な限り少なくなければならぬことを意味する。頂点は、現在の技術で平坦化することができるものの、損失は生じる。

50

【0005】

多重モードフィルタ用の広帯域のマルチプレクサ - デマルチプレクサを公表する文献（1987年12月のI.ニシ（Nishi）ら）が存在することも我々は知っている。この文献は、入力ファイバ及び出力ファイバに対して後方分散装置をリットローの形態にて具体化することを提案している。この文献は、かかる装置の通過帯域の幅は後方反射器の長さによって決まることが記載されている。

【0006】

更に、出版された文献（1994年のチェイ - ルエン・ワン（Chi - Luen Wang）ら）には、2つの波長をフィルタリングすることを可能にし得るように外部キャピティが設定される、外部キャピティレーザが記載されている。格子と協働する後方反射鏡を形成する反射帯域によりフィルタリングが行なわれる。

10

【0007】

この文献の教示内容を具体化しても、安定的な伝送装置を実現し且つ十分な精度を保証することはできない。

当該発明者達は、リットマン - メトカフ（Littman - Metcalf）形態にて提供される高性能の有利な点を活用し、また、かかる装置が何らの損失を生じさせることなく、入力及び出力ゲートとして光ファイバ、好ましくは単一モードファイバを有し、最適な安定性及び精度を確保すべく、格子 - 反射器アセンブリをリットマン - メトカフの形態にて具体化する、かかる装置を提供するというのをそれらの目標としたものである。

【0008】

20

このように、本発明は、制限されたスペクトル間隔を幅の広いスペクトル光束に仕切るための矩形の応答型光学フィルタであって、

一端を有する入力光ファイバと、

リットマン - メトカフ形態をした格子 - 反射器アセンブリと、

その焦点が入力ファイバの端部に配置される収斂型の平行化光学系と、

格子と反射器との間に配置された収斂型の合焦光学系と、

その分散面内のその寸法が制限された合焦光学系の焦点面内に配置される一方、分散面内の反射器の位置及び制限された寸法が仕切ったスペクトル間隔を決定する少なくとも1つの反射器と、を備える、光学フィルタに関するものである。

【0009】

30

本発明によれば、光学フィルタは、入力ファイバと格子との間に配置されて、互いに平行で且つ互いに直角に偏光された2つの基本光を発生させる偏光分離器を備える一方、格子の線に対して垂直な方向に偏光された2つの平行な基本ビームを発生させ得るようにプレート / 2 が基本ビームの一方に配置され、リットマン - メトカフ形態の反射器は、基本ビームの各々を経路に対し且つ互いに反対方向に送り戻すようにしている。

【0010】

異なる実施の形態において、各々は、それ自体の特定の有利な点を有しており、また、技術的に適合可能な組み合わせにて使用することが可能である。

入力光ファイバが単一モードファイバであること；

制限されたスペクトルにて発生された光束は、入力ファイバと同一型式であるが入力ファイバと別個の出力光ファイバ内に集められる；

40

光学フィルタは、各々が反射器に接続された幾つかの出力光ファイバを備える一方、これらの反射器は、合焦型光学系の焦点面内に配置され且つ特定のスペクトル間隔を決定しつつ、分散面内にて小さい寸法を有する；

制限されたスペクトルにて発生された光束は、入力ファイバによって集められ、該入力ファイバは、光学的サーキュレータを有し、何らのエネルギー損失を生ぜずに、出力光束を入力する光束から分離することを可能にする；

光学フィルタは、格子上における光ビームの通過回数を2倍にする折畳み型反射器を備えている；

リットマン - メトカフ形態の反射器は、複プリズムに接続された平面状ミラーである；

50

リットマン - メトカフ形態の反射器は截頭型二面体である。

【 0 0 1 1 】

添付図面を参照しつつ、本発明についてより詳細に説明する。

このため、図 1 は、本発明の仕切り装置から来る光束のエネルギーを波長 λ の関数として示す線図である。入射するスペクトルは、この引き伸ばした線図の大きさに基づいて波長の点で長い距離に亘って伸びると考えられ、本発明の装置は、幅 $\Delta\lambda$ が波長 λ_0 上に中心決めされた状態で、ある関数で表わした狭小な帯域を可能な限り直角の関数に近いように仕切ることができる。

【 0 0 1 2 】

このため、本発明の装置は、一端 2 を有する入力ファイバ 1 を備えている。本発明の仕切り装置は、全体として参照番号 3 で示してある。この装置は、リットマン - メトカフ形態にて格子型 4 - 反射器 5 アセンブリを備えている。

10

【 0 0 1 3 】

図 3 A 及び図 3 B に示した従来のリットマン - メトカフ形態にて、入射した平行化ビームは格子に対する法線に対して角度 θ_1 を描く。その法線が格子に対して角度 θ_2 を有するように反射器 R が配置される。状態 $k = p(\sin \theta_1 + \sin \theta_2)$ - この場合、p は格子のピッチ - に適合する波長 λ は、角度 θ_2 にて格子によって分散され、その後、格子に対して垂直な反射器により後方に反射される。最後に、この波長は、再度戻る途中で格子内で分散され、入力角度 θ_1 にて出る。このため、波長 λ はキャビティによって選択される。波長 λ は、格子 - 反射器アセンブリの方向を変更しつつ、すなわち、 θ_1 を変更し又は反射器の方向のみを変更しつつ、すなわち、 θ_2 を変更し又は格子の方向のみを最終的に変更し、すなわち、 $\theta_1 - \theta_2$ を一定に保ちつつ θ_1 、 θ_2 を変更しつつ変更することができる。

20

【 0 0 1 4 】

かかる装置の説明において、入射ビームの中央光線及び格子によって分散されたビームの中央光線を保持する格子の線に対し垂直な面を分散面と称するのが一般的であり、これは、図 3 B に図示されている。

【 0 0 1 5 】

ビームの各々に対し、横断面は中央光線に対し垂直な面を表示し、長手方向面は中央光線を保持する分散面に対して垂直な面を表示する。このため、長手方向面は図 3 A に図示するものとなる。

30

【 0 0 1 6 】

色々な添付図面に基づいて図 A は、非重なり合い状態の図である、すなわち、格子 4 によって分散されたビーム 7 は、より見易くし得るように入射ビーム 6 の直接的な伸長部分の図で表わしてある。図 B は、下方から、すなわち、分散面に対して平行な面内の図である。

【 0 0 1 7 】

図 A 及び図 B を含む図 4 には、リットマン - メトカフ形態の格子に接続されたミラーの幾何学的寸法によって波長の分離が行なわれる系が図示されている。その焦点が入力ファイバ 1 の端部 2 に配置された収斂型光学系 8 は、ファイバの端部から放出されたビーム 9 を平行化し、このため、格子における入射ビーム 6 は平行化ビームである。このように、分散されたビーム 7 はまた平行化されたビームでもあり、収斂型光学系 10 はこれらビームをその焦点面 4' 内に合焦させ、この焦点面内には、図 4 B に図示するように、分散面内で制限された寸法 d を有するミラー 5 が配置されている。ミラー 5 にて反射されたビーム 7' に相応する波長に対し、光学系は、猫の目のように動作し、従って、その波長は単一モード又は多重モードであるかどうかに関係無く、入力ファイバ内で戻る途中、再度接続される。

40

【 0 0 1 8 】

このように、このミラーは、光学系 10、従って格子 4 に向けてのみ、スペクトルの制限された部分を反射する一方、外部ビーム 7'' に相応する波長は反射されない。

50

【 0 0 1 9 】

光束は、戻る途中、光学系 8 によって次に、光ファイバ 1 により仕切られ且つ結合されて、このため、この光ファイバは、この実施の形態にて、入力及び出力光ファイバとして機能する。

【 0 0 2 0 】

異なる装置は入力光束及び出力光束を分離すると考えることができ、このため、特に、好ましくは図 2 には、最小のエネルギー損失状態にてかかる分離を実現することを可能にするサーキュレータが図示されている。

【 0 0 2 1 】

仕切り装置 3 に接続された入力 - 出力ファイバ 1 は、このため、入力 1 2 及び出力 1 3 を有するサーキュレータ 1 1 にその他端にて接続されている。

この波長の選択装置は正確に作動するが、依然として、不安定であり、このため、不正確な光束すなわち信号を発生させる。

【 0 0 2 2 】

これらの短所を緩和するため、我々は、本発明に従って、偏光欠点を解消すべく努力した。

このように、図 5 A 及び図 5 B に図示するように、我々は、格子 4 によって発生され且つ偶発的效果を発生させる可能性のある既知の偏光効果を補償する装置を具体化した。

【 0 0 2 3 】

この効果のため、光学系 8 から出る平行化ビーム 6 は、偏光分離器 1 4 によって横断状偏光にてそれぞれ参照番号 1 5、1 6 で表わす 2 つの平行なビームに分割される。プレート / 2 1 7 は光束の偏光 1 6 を修正し、光束 1 5、及び修正光束 1 8 は同様の仕方にて変更され、このため、格子 4 から正確に同一の効果が受けられるようにする。レンズ 1 0 はこれらビームの各々をその経路を交換するミラー 5 に収斂させ、このことは、ビーム 1 8、1 5 の戻り経路がミラー 5 に反射した後に交換される一方、ビーム 1 8 は、外に出る途中にてビーム 1 5 の光学路に従いまたその逆となることを意味する。

【 0 0 2 4 】

このように、ビーム 1 8、1 5 は、戻る途中に再度組み合わされ、格子 4 と正確に同一の効果を受ける。

このように、偏光に関して格子により発生される可能性のある偶発的效果が改良される、従って、仕切られた光束の空間的な分配形状が改良される。

【 0 0 2 5 】

異なる好ましい実施の形態は上述した装置を具体化し、また、その各々は仕切ったスペクトル帯域の薄さ程度を向上させる。また、より多数の基本帯域を幅の広い入射ビームのスペクトルに仕切ることが可能にする。

【 0 0 2 6 】

図 6 A 及び図 6 B には、出力ファイバ 2 0 が入力ファイバ 1 と相違する 1 つの実施の形態が図示されている。

この効果を得るため、ミラー 5 は、長手方向平面図で見たとき、二面体の形状を有する一方、分散面内で小さい寸法 d を保つ反射器 2 1 と置換されている。

【 0 0 2 7 】

長手方向平面図で表わしたように、二面体 2 1 の面の各々に反射した後、光学系 1 0 内に平行な入射ビームが二面角 2 1 の中間 2 2 内でビーム 4 1 に収斂し且つ対称ビーム 4 2 の形状にて出るようにこの二面体 2 1 は収斂型光学系 1 0 に対して配置されており、ファイバ 1 により伝送されたビーム 2 3 が光学系の光学軸線 2 5 に対してビーム 2 3 に対称のビーム 2 4 を形成し、このビームは、入力ファイバ 1 の軸に対し対称的に配置されたファイバ 2 0 にて受け取ることを可能にする。

【 0 0 2 8 】

かかる二面体は図 7 により詳細に図示されており、この構成要素は、複プリズム 3 0 及びミラー 3 1 から成る、図 8 に図示したアセンブリにより同様の仕方にて置換することがで

10

20

30

40

50

きる。ミラー 31 は、複プリズム 30 の対称軸線に対し垂直であるため、複プリズム 30 の偏倚によってビーム 33 を発生させる入射ビーム 41 は、ミラー 31 の面内で収斂し且つ対称に反射される。ミラー 31 は、ビーム 32 を発生させ、このビームは複プリズム 30 によって偏倚された後、ビーム 42 を発生させる。ビーム 42 は、ビーム 41 に対し対称である。このため、構成要素 30、31 は、反射器 21 として、ファイバ 1 により伝送されたビーム 23 からファイバ 20 によって受け取られるビーム 35 を実現する。

【0029】

図 9 (図 9A、図 9B、図 9C) には、仕切り領域内でスペクトルの周波数を直線状に分配し且つ通常格子によって発生される非結晶状態を補償するため、上述したような偏倚効果を同時に補償することを可能にする、本発明の 1 つの実施の形態が図示されている。

10

【0030】

この効果を得るため、偏光分離器が収斂型光学系 8 の後方に配置され、入力光ファイバ 1 により発生された入射光ビーム 9 を 2 つのビーム 15、18 に分割する。次に、プリズム 27 をビームの上に配置し、このプリズムは格子 4 により行なわれる分散前に第一の分散を行なう。

【0031】

このように、プリズム 27 及び格子 4 が関係するため、周波数を直線状に分散させることが可能であることが分かる。

次に、光ビームは、反射器 26 によってそれ自体に重ね合わされ、このため、この反射器は逆方向に向けて光ビームを格子 4 及びプリズム 27 により形成される分散アセンブリに送り戻す。

20

【0032】

一層理解し易いように、図 9B には、図 3、図 4、図 5、図 6 の図 A と独立的な装置の横断図が図示されており、図 B には、図 A の上方段に相応する分散面内の図、及び図 C には、図 A の下方段と同一の分散面の図が図示されている。

【0033】

上方段にて、格子 4 - プリズム 27 アセンブリにより新たに分散した後、平行化光学系 10 は、これらのビームをミラー 5 に合焦させ、このミラーは要求されたスペクトル選択を行なう。

【0034】

次に、選ばれたビームは反射されて、図 1 の端部 2 に戻る途中で収斂する迄、上述した経路と逆の経路に沿って進む。

30

このように、偏光分離は、これら通過の各々の間、格子の対称動作を可能にし且つ、このため、全ての偶発的效果を防止することを可能にし、プリズム及び格子が関係することは、スペクトルの拡張面内で周波数を線形状態にする、すなわち、ミラー 5 の面内にて、分散アセンブリ (格子 - プリズム) を通ってビームの各々が 2 回通過することは、非結晶状態を補償し、従って、ファイバ 1 内の出るビームの効率的な結合を保証する。この第四の実施の形態は、単一のファイバを 1 つの入力ファイバ又は幾つかの入力ファイバと置換しつつ、また、ミラーを 1 つ又は幾つかの反射型二面体又はミラー複プリズムアセンブリと置換しつつ、第三の実施の形態と組み合わせて使用することができる。

40

【0035】

また、ビーム 9 の拡がり程度を少なくし得るようにファイバの各々をマイクロレンズと関係させることも有用である。

最後に、このフィルタは、反射器の位置又は幅 d を変更しつつ、又は格子又は平行化光学系 - 反射器アセンブリ、又は最終的に折畳み型反射器 26 を回転状態に配置しつつ、同調可能である。

【0036】

このフィルタは、検出器に接続されており、矩形のスペクトル反応型の光スペクトル用の分析器を実現することを可能にする。

図 10 には、出力ファイバが入力ファイバと相違し、また、図 8 に図示し且つ図 8 に関し

50

て説明したような反射器が使用される、本発明の1つの実施の形態が図示されている。

【0037】

それ以前の図面に示した要素は、図6A及び図6Bと同一の参照番号で表示してあり、ファイバ1により伝送されるビーム23は、光学系の光軸線25に対してビーム23に対し対称なビーム24を形成する。

【0038】

偏光分離器14は、入射ビーム23をそれぞれ、参照番号15、16で示した2つの平行なビームに分割する。ミラー31上に反射し且つ反射前及び反射後に、複プリズム30により偏倚されて、これらビームの双方は、再度、プレート / 217及び偏光分離器14により形成されたアセンブリを通して進み、光ファイバ20に接続される戻りビーム24を形成する。ビーム15からの反射ビーム15'のみがプレート / 217に向けられる。これと逆に、入射ビーム18からの反射ビーム18'は、該プレート / 2の効果を受けずに偏光分離器14に送られる。ビーム18'、16' (プレート / 217の効果によりビーム15'から発生されたビーム)は、偏倚分離器14により組み合わされて、ビーム24を形成する。

10

【0039】

この装置は、その寸法及び位置が一定である、ミラーを備えるものとして説明した。特定の適用例において、選んだ光束のスペクトル幅及び/又はその中心波長を変更することが有用であろう。スペクトル幅を制御するため、大形のミラーの前方に可変幅のスリットが配置される。その面内におけるスリットの位置が中心波長を決定する。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の装置により仕切られたスペクトルを示す図である。

【図2】 サーキュレータを備えて具体化された本発明の装置の図である。

【図3】 3Aは、従来通り使用されるリットマン - メトカフ形態を示す図である。

3Bは、リットマン - メトカフ形態を示す図3Aと相違する図である。

【図4】 4Aは、本発明の第一の実施の形態を示す図である。

4Bは、本発明の第一の実施の形態を示す図1と相違する図である。

【図5】 5Aは、格子に起因する偏光効果を補償する本発明の第一の実施の形態を示す図である。

5Bは、格子に起因する偏光効果を補償する本発明の第一の実施の形態を示す図5Aと相違する図である。

30

【図6】 6Aは、入力ファイバと別個の出力ファイバを具体化する本発明の第二の実施の形態を示す図である。

6Bは、入力ファイバと別個の出力ファイバを具体化する本発明の第二の実施の形態を示す図6Aと相違する図である。

【図7】 第二の実施の形態にて具体化された反射器の詳細図である。

【図8】 第二の実施の形態にて具体化することのできる1つの代替的な型式の反射器の詳細図である。

【図9】 9Aは、本発明の第四の実施の形態を示す図である。

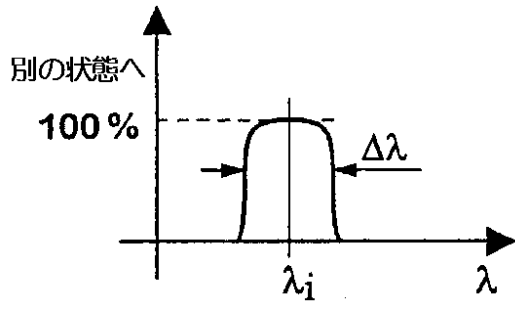
9Bは、本発明の第四の実施の形態を示す図9Aと相違する図である。

40

9Cは、本発明の第四の実施の形態を示す図9Aと相違する図である。

【図10】 本発明の第一の実施の形態にて代替的な反射器を具体化する本発明の1つの実施の形態を示す図である。

【図1】



【図2】

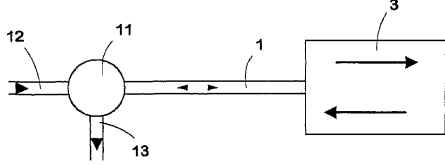


FIGURE 2

【図3】

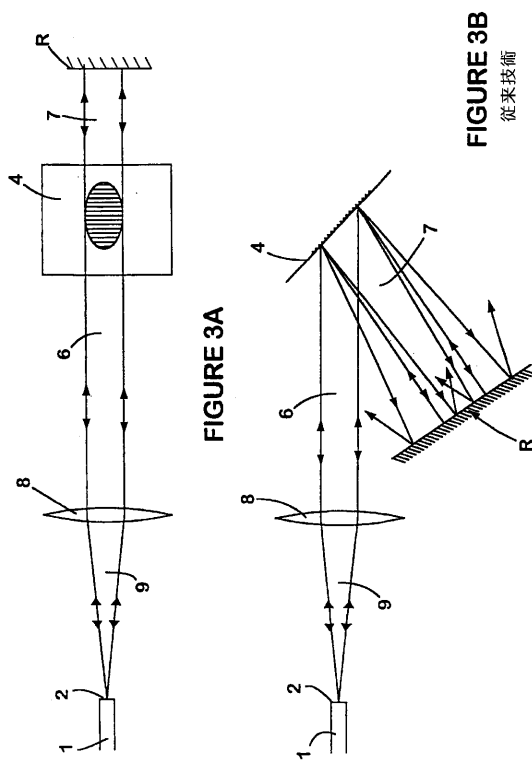


FIGURE 3A

FIGURE 3B
従来技術

【図4】

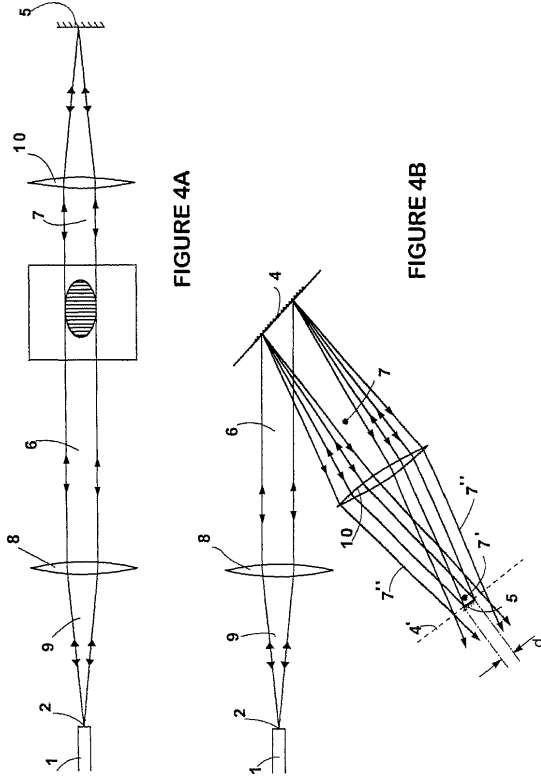


FIGURE 4A

FIGURE 4B

【図5】

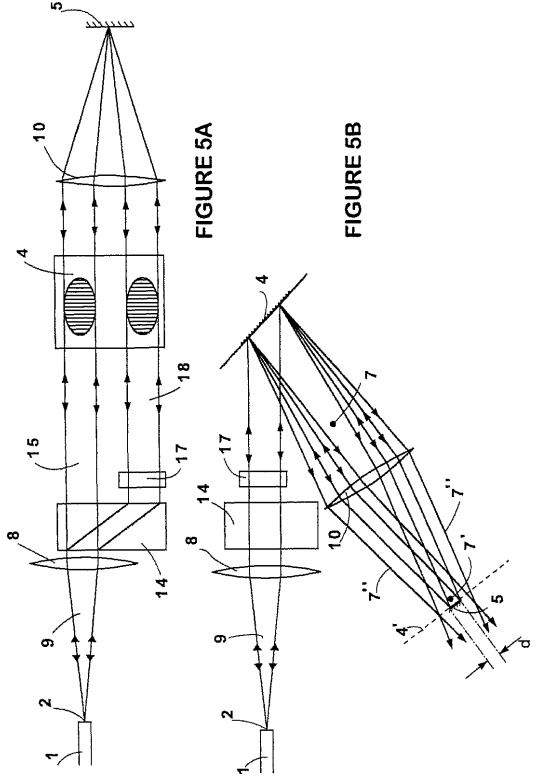


FIGURE 5A

FIGURE 5B

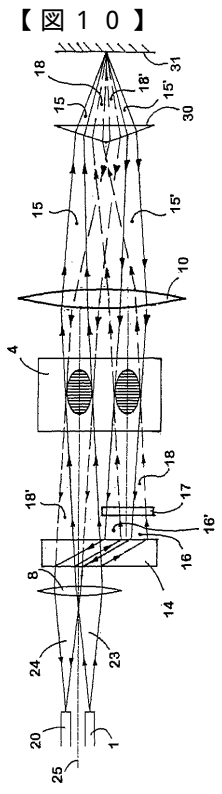
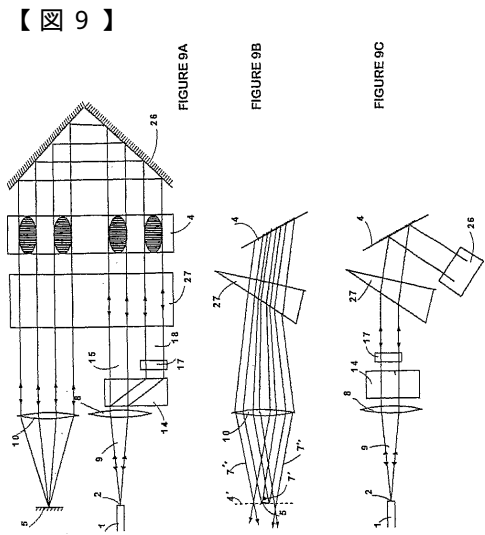
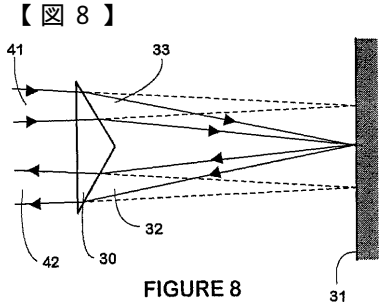
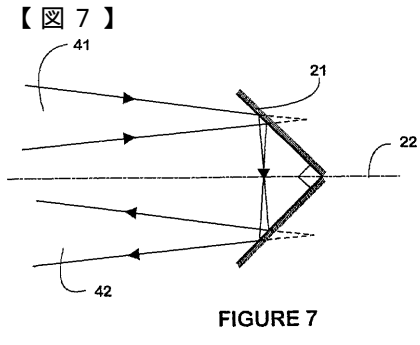
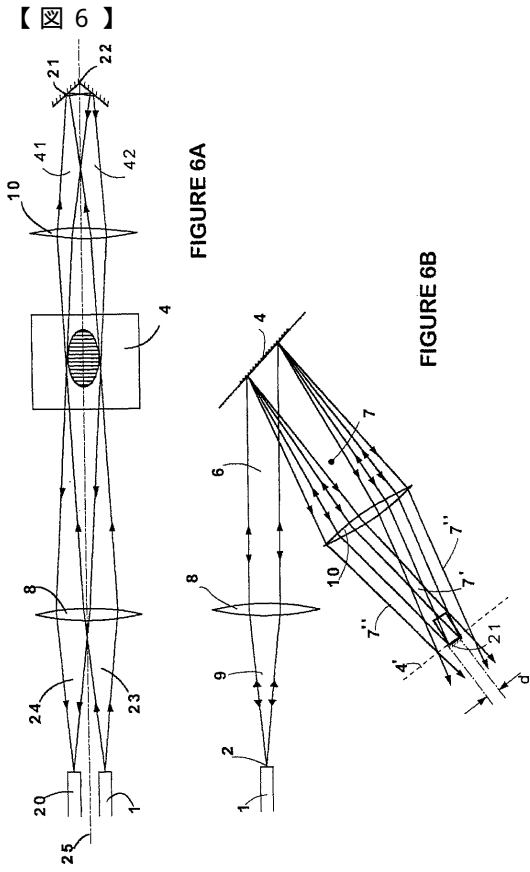


FIGURE 10

フロントページの続き

(74)代理人 100119426

弁理士 小見山 泰明

(72)発明者 レフェヴレ, エルヴェ

フランス国エフ - 7 5 0 1 4 パリ, リュー・オリヴィエ・ノイエ 5 - 1 5

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 特開平 1 0 - 3 0 0 9 7 6 (J P , A)

米国特許第 5 5 9 4 7 4 4 (U S , A)

特開 2 0 0 0 - 1 7 4 3 6 8 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 5 7 4 5 7 (J P , A)

ISAO NISHI, TAISUKE OGUCHI, AND KUNIHARU KATO, Broad Passband Multi/Demultiplexer for Multimode Fibers Using a Diffraction Grating and Retroreflectors, JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, 1 9 8 7 年 1 2 月, Vol. LT-5, No. 12, p. 1695 - 1700

M. SHIRASAKI, H. NAKAJIMA, N. FUKUSHIMA, K. ASAMA, BROADENING OF BANDWIDTHS IN GRATING MULTIPLEXER BY ORIGINAL DISPERSION-DIVIDING PRISM, ELECTRONICS LETTERS, 1 9 8 6 年 7 月 3 日, Vol. 22, No. 14, p. 764 - 765

Chi-Luen Wang and Ci-Ling Pan, Dual-wavelength actively mode-locked laser-diode array with an external grating-loaded cavity, Optics Letters, 1 9 9 4 年 9 月 1 5 日, Vol. 19, No. 18, p. 1456 - 1458

Pei-Cheng Ku, Ching-Fuh Lin, and Bor-Lin Lee, Multiple cross switching in a two-mode semiconductor laser, Applied Physics Letters, 1 9 9 6 年 1 2 月 2 3 日, Vol. 69, No. 26, p. 3984 - 3986

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

G02B 6/26