

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4578692号
(P4578692)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 F 1/01 (2006.01) G O 2 F 1/01 C

請求項の数 10 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-19944 (P2001-19944)	(73) 特許権者	596092698
(22) 出願日	平成13年1月29日(2001.1.29)		アルカテルルーセント ユーエスエー
(65) 公開番号	特開2001-305497 (P2001-305497A)		インコーポレーテッド
(43) 公開日	平成13年10月31日(2001.10.31)		アメリカ合衆国 07974 ニュージャ
審査請求日	平成20年1月25日(2008.1.25)		ーシー, マレイ ヒル, マウンテン アヴ
(31) 優先権主張番号	09/493710		ェニュー 600-700
(32) 優先日	平成12年1月28日(2000.1.28)	(74) 代理人	100094112
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100064447
			弁理士 岡部 正夫
		(74) 代理人	100085176
			弁理士 加藤 伸晃
		(74) 代理人	100106703
			弁理士 産形 和央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オールパス光学フィルタを有する装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光通信システムであって、

正規の繰り返しレートを有する入力光学パルストレインを提供するように構成された信号ソースと、

前記信号ソースに光学的に接続され、前記入力光学パルストレインを受信するように構成されたオールパス光学フィルタとを含み、前記オールパス光学フィルタは、時間遅延スペクトラムを前記入力光学パルストレインに加えるように構成された単一のフィードバックパスを有しており、前記オールパス光学フィルタの自由スペクトラムレンジは、前記入力光学パルストレインの前記正規の繰り返しレートにマッチングしており、前記入力光学パルストレインに関して時間的に遅延した出力光学パルストレインを生成する、光通信システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光通信システムにおいて、前記単一のフィードバックパスは、リング共振器と前記リング共振器の一部を加熱する加熱素子とを含む、光通信システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光通信システムにおいて、前記オールパス光学フィルタがマッハツエングー干渉計と並列に配置される、光通信システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の光通信システムにおいて、前記オールパス光学フィルタの自由スペク

10

20

トラムレンジは、前記正規の繰り返しレートに実質的に等しい自由空間スペクトラムにより前記入力光学パルストレインの前記正規の繰り返しレートにマッチングしている、光通信システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の光通信システムにおいて、光学分離化装置をさらに含み、前記光学分離化装置は、時間多重データを運ぶ第 1 の光学パルストレインと、前記第 1 の光学パルストレインから選択パルスを取り除くよう構成されたパルスを運ぶ第 2 の光学パルストレインとを受信するよう構成された第 1 の入力を有し、前記オールパス光学フィルタは、前記第 2 の光学パルストレインを遅延するよう構成され、これにより、前記第 2 の光学パルストレインのパルスが前記第 1 の光学パルストレインのパルスと同期する、光通信システム。

10

【請求項 6】

請求項 1 に記載の光通信システムにおいて、前記時間遅延スペクトラムは複数の時間遅延ピークを有し、前記オールパス光学フィルタの自由スペクトラムレンジは、前記入力光学パルストレインの各周波数が前記複数の時間遅延ピークのうちの 1 つのバンド幅内に入る程度十分小さな量だけ、前記正規の繰り返しレートからずれた前記自由スペクトラムレンジにより前記入力光学パルストレインの前記正規の繰り返しレートにマッチングしている、光通信システム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光通信システムにおいて、前記信号ソースはパルスレーザを含み、前記オールパス光学フィルタは、前記パルスレーザの線形チャープを低減するように構成されている、光通信システム。

20

【請求項 8】

オールパス光学フィルタを動作させる方法であって、

1 つの入力と単一のフィードバックパスとを有する 1 つのオールパス光学フィルタを提供するステップと、

正規の繰り返しレートを有する光学パルストレインを前記入力に提供するステップと、前記オールパス光学フィルタの自由スペクトラムレンジを前記光学パルストレインの前記正規の繰り返しレートにマッチングさせるステップとを含む、方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法において、前記フィルタの自由スペクトラムレンジは、前記正規の繰り返しレートに実質的に等しい自由空間スペクトラムにより前記光学パルストレインの前記正規の繰り返しレートにマッチングしている、方法。

30

【請求項 10】

請求項 8 に記載の方法において、前記時間遅延スペクトラムは複数の時間遅延ピークを有し、前記フィルタの自由スペクトラムレンジは、前記光学パルストレインの各周波数が前記複数の時間遅延ピークのうちの 1 つのバンド幅内に入る程度十分小さな量だけ、前記正規の繰り返しレートからずれた前記自由スペクトラムレンジにより前記光学パルストレインの前記繰り返しレートにマッチングしている、方法。

【発明の詳細な説明】

40

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信システムに関し、特に単一段オールパス光学フィルタを含む装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光通信システムは、様々なデバイス（例、光学ソース、光検出器、スイッチ、光ファイバ、増幅器、フィルタ等）を含む。光通信システムは、光学信号を高速で長距離に亘って伝送するのに有効である。一連の光パルスを含む光学信号は、レーザのような光ソースから光ファイバにそして最終的に検出器に送信される。増幅器とフィルタを用いて光パル

50

スを長距離の光ファイバに沿って光学ソースから検出器に伝播している。今日、大量の長距離通信トラフィックが光ファイバにより搬送されている。光ファイバが幅広く使用され、消費者の市場に行き渡るにつれてより効率的で高速かつ集積化した光学電子デバイスの需要が増加している。

【0003】

光学システムを開発するには、多くの考慮すべき点および設計上の制約事項が存在する。考慮すべき点としては、波長分割多重化装置あるいは分離化装置および/または光学時分割多重化(optical time-division multiplexer(OTDM))デバイスの信号の同期に関するものである。光学通信システムは、情報信号と共に伝播するポンプ信号を結合し分離しあるいはフィルタ処理するようなデバイスを有している。例えば、図1は、時分割多重化装置(TDM)100を含むOTDMシステムを表し、このTDM100は、複数の低速送信器102, 103, 104と多重化装置105とトランクファイバ11により接続された光学スイッチあるいは分離化装置110と受信機115とを有する。

10

【0004】

各送信器は、低速の信号(S_L)を多重化装置105に送り、この多重化装置105が高速信号(S_H)を分離化装置110に出力する。分離化装置110は、高速信号からパルスを選択的にドロップして受信機115に送る低速出力信号(S_O)を生成する。かくして、信号は多重化装置105と分離化装置110との間を光ファイバに沿って送信され、その後低速で分析され、各送信器から送られた情報を決定する。

【0005】

このようなOTDM通信システムは、同期素子を必要とする。例えば、分離化装置110が、高いビットレートの信号を分離化するときには、低いビットレートの制御信号Cは、高いビットレートの信号と同期して信号がスイッチ内で時間的に整合する必要がある。このような動作は遅延線を必要とする、例えば、制御信号は、高いビットレートの信号とスイッチ内で同期化するために、遅らせる必要がある。

20

【0006】

光学スイッチを設計する際の挑戦的事項は、パルストレインの遅延を達成し、その結果このパルストレインの周波数を同一の時間間隔の間遅延させることである。例えば、図2は、未変調のパルストレインのスペクトラムを表すグラフである。図2においては、光学パルス10は、波15a, 15b, 15c... 15gのパケットを含む。各波は、バンド幅f内にある振幅と周波数を有し、例えば、パケット内の各波は、異なる周波数と振幅で特徴づけられ、異なる速度で伝播する。

30

【0007】

挑戦的事項は、バンド幅f全体に亘って各周波数に対する一定の時間遅延を達成することである。パルストレインのある周波数(15a, 15b)が遅延していないとき、あるいは他の周波数(15c, 15d)とは異なる遅延期間が与えられたときには、遅延した信号は、元のパルストレインとは位相が合わなくなっている。

【0008】

オールパスフィルタは、電子の技術分野においては、位相を等しくして歪みを減少させるものとして公知である。電子デバイス用のオールパスフィルタを製造する装置は、米国特許第5,258,716号(発明者,Kondo et al., "All-Pass Filter")に開示されている。オールパスフィルタは、他の種類のフィルタよりも信号の位相のみに影響を及ぼし、振幅には影響を及ぼさない点で利点がある。光学デバイスと共に使用されるオールパスフィルタの構成は、ルーセントテクノロジー社の米国特許出願第09/182,980号(発明の名称 "All-Pass Optical Filter"、発明者,Kazarinov et al.)に開示されている。

40

【0009】

前掲の特許出願で説明したように(特に図2)、光ファイバを介して送信された光学信号は、光ファイバを伝播する際に、時間と共に歪む即ち広がる。このように信号が広がることは、ノイズ、即ち連続する光学パルス間の干渉を生成するために好ましくない。前掲の

50

特許出願は、このような歪みを取り除くようなオールパス光学フィルタを開示している。さらにまた、前掲の特許出願は、オールパス光学フィルタは、光学パルスを時間的に遅延させるために有益であることを開示している。前掲の特許出願のオールパス光学フィルタは、周波数依存性の時間遅延を光学パルスの各周波数に付加している。

【 0 0 1 0 】

前掲の特許出願は、単一段と複数段のオールパス光学フィルタを開示している。前掲の特許出願による単一段のオールパス光学フィルタの代表的な構成を図 3 に示す。同図においてフィルタは、入力光学パルス 1 2 0 用の入力ポートと、出力ポート 1 5 0 とスプリッタ / コンバイナ 1 4 3 とフィードバックパス 1 4 5 を有し、このフィードバックパス 1 4 5 が少なくとも 1 つのリング共鳴器を有する。図 3 は、単一段のフィルタ (例、単一共鳴器リング) を示しているが、前掲の特許出願では複数の段 (複数の共鳴器リング) を用いたときに最良の結果が得られることを開示している。

10

【 0 0 1 1 】

事実前掲の特許出願は、任意のブロードバンド信号用に大幅に変更可能な遅延量を生成するためには、数多くのオールパス段が必要であることを教示している。例えば、図 4 は、任意のブロードバンド信号に付加された 4 段のオールパス光学フィルタの周波数とグループ遅延時間との関係を表すグラフである。同図から分かるように、1 6 a u (任意単位) の最大かつ一定の遅延量は、0 . 4 - 0 . 6 の正規化した周波数範囲で達成可能である。かくして、ある周波数のみが最大遅延を受けることができる。

【 0 0 1 2 】

20

単一のオールパス光学フィルタは、非常に狭い範囲の周波数領域 (約 0 . 5) の間で一定遅延を達成できるが、これは広いバンド幅 (Δf) のパルストレインを遅延させるには効率的ではない。他方では、多くのオールパスフィルタ段は、最大値延期間のバンド幅 Δf を増加させ、かつリップルの影響を少なくしている。このことから分かるように、4 段 (4 個) のオールパス光学フィルタにおいては、リップルの影響が遅延期間に亘って形成され、4 個の頂点が遅延ピークの最大高さで表れる。

【 0 0 1 3 】

しかし、多くのオールパス段を用いることは、単一段のオールパスフィルタが用いる場合よりも複雑なシステムとなる。好ましくは 2 個のヒーターをデバイスの各共鳴器リングの上に堆積して、グループ遅延の自由スペクトラム範囲と所望の位相を局部的に変化させている。かくして 4 段のオールパス光学フィルタを用いて図 4 に示す遅延ピークを形成している。この構成は、8 個のヒーターを用いており、各ヒーターは光学信号と所望の位相応答に応じて周期的に調整する必要がある。

30

【 0 0 1 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

通信システムの分野におけるフィルタは、システム性能を上げるためおよびコストを低減するために新たな設計を依然として追求している。特に、本発明の目的は、分散を補正し一定遅延を導入するような単一段のオールパス光学フィルタを有する装置を提供することである。特に、本発明の目的は、複数のオールパス段を使用することなくブロードバンド (広帯域) の信号用に、大幅に調整可能な遅延を生成することができるオールパス光学フィルタを提供することである。

40

【 0 0 1 5 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明は、単一段のオールパス光学フィルタを含む装置を提供する。本発明のオールパス光学フィルタは、一定の繰り返しレートを有する入力光学パルスを受領する入力ポートと、出力ポートとスプリッタ / コンバイナと 1 つのフィードバックパスとを有する。本発明のオールパス光学フィルタは、複数の周波数依存性のある時間遅延期間を入力光学パルスに加えるよう構成して、このフィルタが、複数の遅延ピークを有する時間遅延スペクトラムで特徴づけられる。フィルタの自由スペクトラムレンジ (free-spectral range (F S R))、即ち遅延ピーク間のスペースは、入力光学パルスの通常の繰り返しレートにマッ

50

チングしている。

【 0 0 1 6 】

このマッチングは F S R を繰り返しレートに等しくするかあるいはパルストレインの各周波数が複数の遅延ピークの 1 つのバンド幅内に入るのに十分小さい程度に繰り返しレートからずらすことにより達成される。好ましくは少なくとも 1 つのヒーターは、フィルタの時間遅延スペクトラムをチューニングする際に用いられるようフィードバックパス上に堆積される。単一段のオールパス光学フィルタを有する装置は、O T D M デバイスあるいはパルスレーザを含む通信システム内で用いられる装置を有する。

【 0 0 1 7 】

【 発明の実施の形態 】

本発明は、通常の未変調パルストレイン用に大幅に調整可能な遅延量を生成するのに用いられる単一段のオールパス光学フィルタである。信号のパルストレインが通常の繰り返しレートを有するときには（即ち、パルストレインの周波数が別のパルストレインの周波数と等しい量だけ異なる）、単一段のオールパスフィルタを用いて信号用に大きな調整可能な遅延量が生成できることを発明者等は見いだした。さらにまた、発明者は、繰り返し速度が上記に規定された通常のものである場合には、単一段のオールパス光学フィルタは、パルスレーザの線形チャープのようなある種の分散を補正するのに有効であることを見いだした。

【 0 0 1 8 】

これらの機能は、オールパス光学フィルタを、フィルタの自由スペクトラムレンジ（free spectral range（F S R））即ちフィルタにより生成される周波数依存性のある時間遅延ピークの間のスペースが、フィルタに入力される通常の未変調パルストレインの繰り返しレートにマッチングするよう構成することにより達成できる。ここで「マッチングする」とは、F S R が繰り返しレートに等しいか、あるいは繰り返しレートに対しパルストレインの各周波数が正規化されたグループ遅延のピークのバンド幅内に入る程度少量だけずれていることを意味する。

【 0 0 1 9 】

本発明のオールパス光学フィルタの一実施例は、図 3 の構造である。オールパス光学フィルタ 1 3 0 は、フィードバックパス 1 4 5 と入力光学パルス 1 2 0 を受領するための入力ポート 1 4 0 と出力ポート 1 5 0 と入力光学パルスの一部をフィードバックパス 1 4 5 内に結合したり、あるいは切り離したりするスプリッタ/コンバイナ 1 4 3 とを有する。オールパス光学フィルタのフィードバックパス 1 4 5 は、図に示すようなリング共鳴構造を有する。本発明によれば、リング共鳴構造を 1 つだけ用いるが、大きな幅の遅延あるいはチャープの修正が達成でき、このため前掲の特許出願のフィルタよりも利点がある。ヒーター 1 8 5 はリング状に配置されている。

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、オールパス光学フィルタに入る光学パルス 1 2 0 は、通常の未変調パルストレインである。本明細書でパルストレインを「正規」と定義する意味は、パルストレインは、図 2 に示すような通常の繰り返しレートを有すること、即ちパルストレインの各周波数は、別の（即ち、隣接する）パルストレインの周波数に図 2 で“R”と示す値だけ異なることを意味する。光学パルスがオールパス光学フィルタに入ると、パルスの一部はフィードバックパス 1 4 5 に与えられ、その中を巡回する。

【 0 0 2 1 】

光学パルスがフィードバックパス 1 4 5 内を通過する毎に、光学パルスの一部はスプリッタ/コンバイナ 1 4 3 を介して出力ポート 1 5 0 に与えられ、これによりフィードバックパス 1 4 5 内に導入される光学パルスの一部を徐々に減らし（incrementally reduces）、最終的にそれを除去する。フィードバックパス 1 4 5 の長さは、光学パルスの長さよりも通常短い。かくして、入力光学パルス 1 2 0 がフィードバックパス 1 4 5 に沿って繰り返し循環するにつれて入力光学パルス 1 2 0 は自分自身と干渉しあう。

【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

50

即ち、フィードバックパス 1 4 5 内を循環する光学信号の先端エッジ部分は、フィードバックパス 1 4 5 に入る光学信号の後端エッジ部分と干渉しあう。光学パルスの先端と後端との間の干渉により、周波数依存性の時間遅延が光学パルスの周波数に加えられる。周波数依存性の時間遅延が光学パルスの各周波数に加えられた後、パルスは出力ポート 1 5 0 を介してフィルタから出力される。

【 0 0 2 3 】

フィルタにより付加された時間遅延は、フィルタの設計により決定され、フィードバックパス 1 4 5 に加えられた熱により調整される。かくして、少なくとも 1 つのヒーター 1 8 5 がフィードバックパス 1 4 5 に結合される。スプリッタ / コンバイナ 1 4 3 とフィードバックパス 1 4 5 の結合比率が、フィードバックパス 1 4 5 に結合されあるいは切り離される光学パルス 1 2 0 の一部を決定し、加えられる周波数依存性の時間遅延に対する値に影響を及ぼす。

10

【 0 0 2 4 】

リングに対する結合比率 は、時間遅延ピークの高さと幅を決定し、リングに対する位相が各遅延ピーク間の F S R の値を決定する。かくして、各遅延ピークの高さと幅は、デバイスの設計に組み込まれた結合係数 により決定される。

図 5 は、単一段のオールパス光学フィルタの 5 つの連続する F S R の周波数と正規化したグループ遅延との関係を表すグラフである。同図から分かるように、フィルタは互いに F S R だけ離間した 5 個のピークからなる時間遅延スペクトラムを有する。

【 0 0 2 5 】

20

F S R に対する値は、共鳴リングの位相 によって決めることができ、そして遅延ピークの高さ “ h ” と幅 “ w ” は、結合係数 に依存して決定できる。さらにまた熱を加えることにより と の値を調整するが、これはオールパス光学フィルタに入力される信号に合わせて行われる。 と を設計する際の考慮事項は、前掲の特許出願に開示されており、入力信号と所望の遅延期間に依存して当業者が決定できるものである。

【 0 0 2 6 】

本発明の一実施例によれば、オールパス光学フィルタは、時間遅延スペクトラムを有するよう構成され、遅延ピークの F S R (図 5) は、入力パルスの繰り返しレート “ R ” (図 2) に等しい。F S R が信号の全帯域ではなく、光学パルスの繰り返しレートに等しい場合には、パルストレインの各周波数は、同一の最大量だけ遅延される、例えば各周波数は、図 5 の各遅延ピークの最大高さ “ h ” により表される期間遅延される。したがって、信号全体が同一期間だけ遅延される。

30

【 0 0 2 7 】

本発明の他の実施例においては、F S R は入力パルストレインの繰り返しレートから若干ずれている。例えば、図 6 はフィルタの時間遅延スペクトラムのプロットに重ね合わされたパルストレインの周波数 (矢印 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c ... 1 5 g) を示す。ここで F S R の値は任意単位 1 を表し、繰り返しレート “ R ” の値は 1 より若干小さい。したがって、パルストレイン 1 5 a の第 1 周波数は最大ピーク遅延を受け、その後の各周波数は若干異なる遅延 (この実施例の場合少ない遅延) を受ける。遅延周期の差が線形のパスに従うとすると、デバイスはパルストレイン上の線形チャープに対し修正することができる。

40

【 0 0 2 8 】

かくしてこの実施例は、分散補償素子としてレーザキャビティ内で用いることができる。ある種のレーザ例えばパルスレーザは、正規の繰り返しレートを有しチャープを受ける。このようなレーザは、本発明の単一段のオールパス光学フィルタと共に使用するのに適し、そしてフィルタはチャープしたパルスを等化する機能を有する。いずれの場合にも繰り返しレートが F S R からずれている程度は、パルストレインの位相と修正すべきチャープ量と生成すべき分散量に依存する。通常繰り返しレートは、F S R の値に対し、約 1 0 % F S R からずれている。

【 0 0 2 9 】

50

好ましくは、オールパス光学フィルタのフィードバックパスは、図 7 A、7 B に示すようにマッハツエンダー干渉計 (Mach-Zehnder interferometer (MZI)) に並列に配置される。この MZI は、ボックス領域 300 として示している。

この実施例においては、ヒーター 185, 305 は、導波路アーム 303, 304 に沿って配置され、一方のヒーター 185 は結合係数を調整するために用いられ、他方のヒーター 305 はデバイスの位相を調整するために用いられる。

【0030】

MZI の構造は、複数のカブラ 308 を有するがこれらは同一でもよい。MZI の構造を折り曲げてフィードバックパスの長さの増加を抑えることができる。

図 7 A においては、導波路アーム 303, 304 のパス長さは、若干異なりこれにより波長依存性のフィードバック結合を設計する際のフレキシビリティを与えることができる。

図 7 B においては、導波路アーム 303, 304 のパス長さは交差してほぼ等しくなる。

図 7 B の構造においては、光学信号損失は、導波路アーム対し交差角を増加させることにより減らすことができる。アームが交差することは大きなフィードバック結合が達成できる点で好ましいが、その理由は効率は製造の許容差に影響を与えることなく大きくすることができるからである。

【0031】

正規のパルストレインと繰り返しレートを有する信号を図 2 に示すが、これは光学通信システムで信号を送信するために特にそのこと自体は有利なわけではない。しかし、本発明者等は、本発明の単一段のオールパス光学フィルタは、正規の繰り返しレートを有する信号と共に用いると、光学時分割多重化 / 分離化システムの制御信号を同期化する点で有利であることを見いだした。このことを示すために図 8 は、オンチップの同期化を有するオールパス時分割器を示す。

【0032】

マルチプレクサ (図示せず) から受信した高速光学信号 S_1 は、分離化装置 110 またはディマルチプレクサに入力される。入力信号 S_1 は、複数の異なるソースから受信した情報に対応して高速で伝播する複数のパルス (125) を含む。制御信号 "C" は、制御信号 135 を有する分離化装置 110 に入力される。

入力信号 S_1 から選択パルスを取り除くために動作する制御信号 "C" に対しては、制御信号は時間的にオーバーラップしなければならない、即ち言い換えると入力信号と同期しなければならない、その結果同時にスイッチ内に到着する。例えば、図 8 に示すように、制御信号 135 の 2 つのパルスは、点線 T_s に続く入力信号 125 のパルスと同期している。

【0033】

本発明のオールパス光学フィルタ 130 を制御ライン上に組み込んで制御信号のタイミングを遅らせその結果入力信号 S_1 のパルスと時間的に同期する。本発明の単一段オールパス光学フィルタは、他のデバイス例えば多段オールパス光学フィルタに比べて複雑ではなく、広い周波数範囲に亘って一定の遅延時間を達成でき、振幅ではなく信号の位相にのみ影響を与え、スイッチと同じチップ上に集積することができる。かくして本発明は、高速集積化光学電子デバイスを形成するのに有利である。

【0034】

【発明の効果】

本明細書では単一段のオールパス光学フィルタは、パルスレーザの線形チャープを修正するアプリケーションおよび OTDM システムの制御信号を遅延させる例を用いて説明したが、本発明は他のアプリケーションにも同様に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 光学時分割多重化 / 分離化システムを表す図

【図 2】 様々な周波数を含む光学パルスと各周波数に対する繰り返しレートを表すグラフ

【図 3】 フィードバックパスがリング共鳴器を含む単一段のオールパス光学フィルタを表す図

【図 4】 任意のブロードバンド信号に適用される 4 段のオールパス光学フィルタの周波数

10

20

30

40

50

と正規化したグループ遅延の関係を表すグラフ

【図5】FSRが入力パルストレインの繰り返し速度に等しい場合の本発明のオールパス光学フィルタの一実施例の周波数の関数と正規化グループ遅延との関係を表すグラフ

【図6】FSRが入力パルストレインの繰り返し速度から若干ずれている状態の本発明のオールパス光学フィルタの一実施例の周波数の関数と正規化グループ遅延との関係を表すグラフ

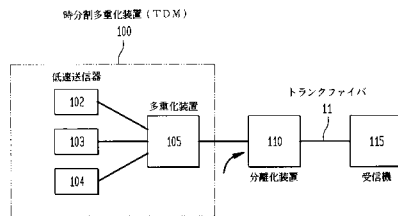
【図7】マッハツエンダー干渉計構造を具備した単一段オールパス光学フィルタを表す図

【図8】オンチップ同期化を具備する全光学時分割DEMUXを表す図

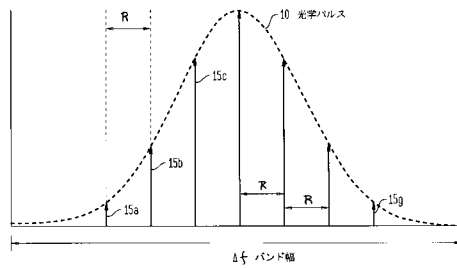
【符号の説明】

10	光学パルス	10
11	トランクファイバ	
15	波	
100	時分割多重化装置(TDM)	
102, 103, 104	低速送信器	
105	多重化装置	
110	分離化装置	
115	受信機	
120	入力光学パルス	
125	入力信号	
130	オールパス光学フィルタ	20
135	制御信号	
140	入力ポート	
143	スプリッタ/コンバイナ	
145	フィードバックパス	
150	出力ポート	
185, 305	ヒーター	
300	ボックス領域	
303, 304	導波路アーム	
308	カブラ	

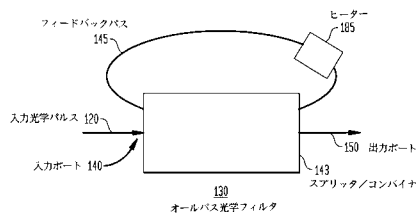
【図 1】



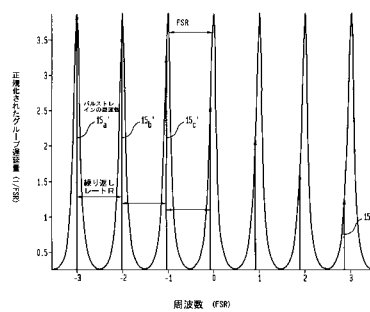
【図 2】



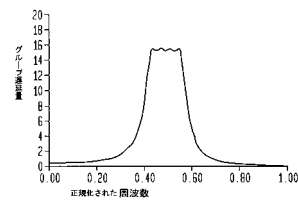
【図 3】



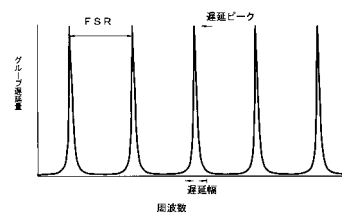
【図 6】



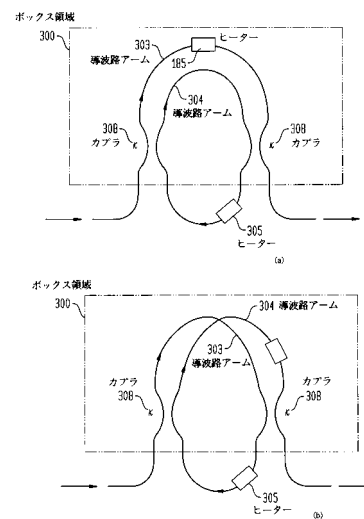
【図 4】



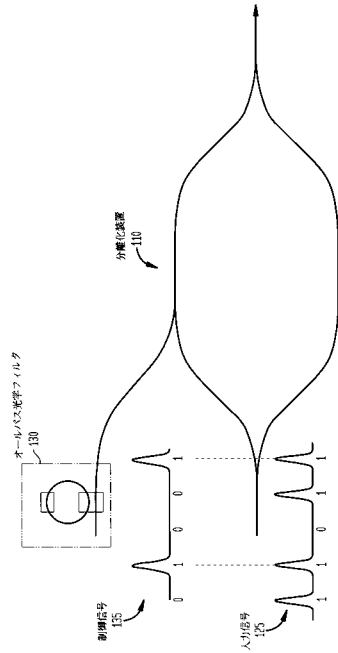
【図 5】



【図 7】



【図 8】



 フロントページの続き

- (74)代理人 100096943
弁理士 臼井 伸一
- (74)代理人 100091889
弁理士 藤野 育男
- (74)代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100096688
弁理士 本宮 照久
- (74)代理人 100102808
弁理士 高梨 憲通
- (74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100107401
弁理士 高橋 誠一郎
- (74)代理人 100106183
弁理士 吉澤 弘司
- (74)代理人 100081053
弁理士 三俣 弘文
- (72)発明者 ガディ レンズ
アメリカ合衆国、07023 ニュージャージー、ファンウッド シャディー レーン 69
- (72)発明者 クリスティ ケイ マドセン
アメリカ合衆国、07080 ニュージャージー、サウス プレインフィールド、ジョーン ストリート 436

審査官 吉田 英一

- (56)参考文献 G. T. Harvey and L. F. Mollenauer, Harmonically mode-locked fiber ring laser with an internal Fabry-Perot stabilizer for soliton transmission, Optics Letters, 1993年 1月15日, Vol. 18, No. 2, p. 107 - 109
C. K. Madsen and G. Lenz, Optical All-Pass Filters for Phase Response Design with Applications for Dispersion Compensation, IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, 1998年 7月, Vol. 10, No. 7, p. 994 - 996
G. Lenz and C. K. Madsen, General Optical All-Pass Filter Structures for Dispersion Control in WDM Systems, JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, 1999年 7月, Vol. 17, No. 7, p. 1248 - 1254
LEONARD J. CIMINI, JR., LARRY J. GREENSTEIN, AND ADEL A. M. SALEH, Optical Equalization to Combat the Effects of Laser Chirp and Fiber Dispersion, JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, 1990年 5月, Vol. 8, No. 5, p. 649 - 659

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

G02F 1/00-1/125
G02F 1/29-7/00
G02B 6/00
JSTPlus(JDreamII)
JST7580(JDreamII)