

(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2005-229165

(P2005-229165A)

(43) 公開日 平成17年8月25日(2005.8.25)

(51) Int.Cl.⁷

H04B 10/02

H04J 14/00

H04J 14/02

F I

H04B 9/00

H04B 9/00

テーマコード (参考)

5K102

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-33151 (P2004-33151)

(22) 出願日 平成16年2月10日 (2004.2.10)

(71) 出願人 000153465
株式会社日立コミュニケーションテクノロジー

東京都品川区南大井六丁目26番3号

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

(74) 代理人 100086656

弁理士 田中 恭助

(72) 発明者 佐々木 ▲慎▼也

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 菊池 信彦

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光分岐挿入多重化装置

(57) 【要約】

【課題】

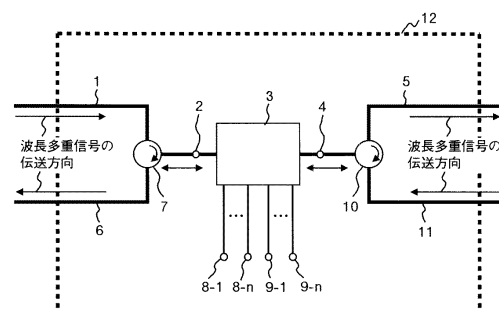
通信ノード間を波長多重信号によって双方向伝送する光通信システムにおいて、通信ノードに設置される光分岐挿入多重化装置が方向別に複数台必要となり、通信コストが高くなる事が課題である。

【解決手段】

光分岐挿入多重化装置の入出力ポートに光サーキュレータあるいは光カプラを配置し、方向ごとに波長多重化された信号を束ねることにより、一台の光分岐挿入多重化装置で双方向に伝送される信号を取り扱う。

【選択図】 図1

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

波長多重化された光信号の中から所望の波長を有する光信号を分岐し、又は送信すべく光信号を前記波長多重化された光信号に挿入する光分岐挿入多重化装置において、

前記光信号を上り方向に伝送する第 1 の光ファイバ伝送路と、前記光信号を下り方向に伝送する第 2 の光ファイバ伝送路との対を複数有し、

前記光分岐挿入多重化装置の下り方向側の端子に設けられ、前記第 1 の光ファイバ伝送路および前記第 2 の光ファイバ伝送路が接続された第 1 の光サーキュレータと、

前記光分岐挿入多重化装置の上り方向側の端子に設けられ、前記第 1 の光ファイバ伝送路および前記第 2 の光ファイバ伝送路が接続された第 2 の光サーキュレータとを有することを特徴とする光分岐挿入多重化装置。

10

【請求項 2】

波長多重化された光信号の中から所望の波長を有する光信号を分岐し、又は送信すべく光信号を前記波長多重化された光信号に挿入する光分岐挿入多重化装置において、

前記光信号を上り方向に伝送する第 1 の光ファイバ伝送路と、前記光信号を下り方向に伝送する第 2 の光ファイバ伝送路との対を複数有し、

前記光分岐挿入多重化装置の下り方向側の端子に設けられ、前記第 1 の光ファイバ伝送路および前記第 2 の光ファイバ伝送路が接続された第 1 の光カップラと、

前記光分岐挿入多重化装置の上り方向側の端子に設けられ、前記第 1 の光ファイバ伝送路および前記第 2 の光ファイバ伝送路が接続された第 2 の光カップラとを有することを特徴とする光分岐挿入多重化装置。

20

【請求項 3】

前記第 1 の光ファイバ伝送路内に、下り方向に伝送される光信号の伝播を阻止する光アイソレータが設けられ、前記光アイソレータは前記第 1 の光カップラの端子に接続され、

前記第 2 の光ファイバ伝送路内に、上り方向に伝送される光信号の伝播を阻止する光アイソレータが設けられ、前記光アイソレータは前記第 2 の光カップラの端子に接続されていることを特徴とする請求項 2 に記載の光分岐挿入多重化装置。

【請求項 4】

波長多重化された光信号の中から所望の波長を有する光信号を分岐し、又は送信すべく光信号を前記波長多重化された光信号に挿入する光分岐挿入多重化装置において、

30

前記光信号を上り方向に伝送する第 1 の光ファイバ伝送路と、前記光信号を下り方向に伝送する第 2 の光ファイバ伝送路とを有し、

その第 1 端子に前記第 1 の光ファイバ伝送路が接続され、

その第 2 端子に前記第 2 の光ファイバ伝送路が接続され、

その第 3 端子には前記光分岐挿入多重化装置の一端が接続された光合分波装置が設けられていることを特徴とする光分岐挿入多重化装置。

【請求項 5】

前記光合分波装置に、光サーキュレータを用いることを特徴とする請求項 4 に記載の光分岐挿入多重化装置。

【請求項 6】

40

前記光合分波装置に、光カップラを用いることを特徴とする請求項 4 に記載の光分岐挿入多重化装置。

【請求項 7】

前記第 1 および第 2 の光ファイバ伝送路の少なくとも一に、前記光信号を伝送する方向と逆の方向に伝播する光信号を阻止する光アイソレータが設けられ、前記光アイソレータは前記光カップラの一端子に接続されていることを特徴とする請求項 6 に記載の光分岐挿入多重化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、複数の波長が異なる光を多重化してデータを伝送する光伝送システムに関する。特に、上記多重化された光の中から所望の波長の光を分岐する、あるいは挿入する光分岐挿入多重化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

波長の異なる光信号を多重化して光ファイバで伝送する波長多重光伝送システムでは、通信ノードで受信する所望の波長の光信号を分岐し、またこの通信ノードで送信する光信号を前述の波長多重信号に挿入する光分岐挿入多重化装置が用いられる。

【0003】

図2は光分岐挿入装置3-Aと3-Bを用いた通信ノード12の構成図である。通信ノード12は隣接する通信ノードと複数の光ファイバ1、5、6、11で結ばれており、波長多重信号は伝送される各方向に異なる光ファイバを用いて通信ノード間を伝送される。例えば図2の場合、紙面の左から右へ伝送する信号は光ファイバ1と5を用い、また紙面の右から左へ伝送する信号は光ファイバ11と6を用いる。

【0004】

通信ノード12では、隣接通信ノードから伝送されてくる波長多重信号の中から所望の波長の信号を分岐する、あるいはノード12から送信しようとする光信号を上記波長多重信号に挿入する光分岐挿入多重化装置を信号が伝送される方向ごとにそれぞれ一台ずつ（図2では3-1と3-2）必要である。

【0005】

この通信ノード構成では、伝送方向に応じた光分岐挿入装置がそれぞれ必要になる（その例は、特許文献1に記述されている）が、この装置は高価なため通信コストが上昇し、また複雑な装置のため故障が起きる確率が2倍になって通信システムの信頼性が落ち、さらには局舎スペースを大きく占有する、などの問題があった。

【0006】

【特許文献1】特開平10-20143号公報

【0007】

【非特許文献1】OFC(Optical Fiber Communication Conference)'98 TUTORIAL SESSIONS、1998年、p.177

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

発明が解決しようとする問題点は、通信ノード間を双方向伝送する場合に光分岐挿入多重化装置が複数台必要となり、通信コストが高くなる点である。

【課題を解決するための手段】

【0009】

光分岐挿入多重化装置の入出力ポートに光サーキュレータあるいは光カプラを配置し、方向ごとに波長多重化された信号を束ねることを最も主要な特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明の光分岐挿入装置は、光信号が伝送される各方向の波長多重信号ごとに分岐、挿入する機能を同一の装置で実現できるため、従来の構成と比べてコストをおよそ半分に削減できる。また、装置構成が単純なため信頼性が上がり、さらに装置の設置スペースを小さくできるという利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

隣接する通信ノードを複数の光ファイバを用いて接続した光伝送システムにおいて、各ノードでの信号光の分岐挿入多重化機能を実現するという目的を、最小の装置構成で実現した。

<実施例1>

10

20

30

40

50

図1は、本発明装置の一実施例の構成図である。通信ノード12は隣接ノードと光ファイバ1、5、6、11で接続されている。光ファイバ1と6を伝搬する光信号は伝搬する方向が互いに逆である。光ファイバ1と6を伝搬する光は光サーキュレータ7で合波され光分岐挿入多重化装置3の入出力ポート2に接続されている。同様に、光ファイバ5と11を伝搬する光信号の伝搬する方向は互いに逆である。光ファイバ5と11を伝搬する光は光サーキュレータ10で合波され光分岐挿入多重化装置3の入出力ポート4に接続されている。

【0012】

通信ノード12では光分岐挿入多重化装置3において波長多重信号の中から通信ノード12宛ての特定波長 i の光信号を分岐し、分岐挿入ポート8- i 又は9- i ($i=1, 2, \dots, n$) に出力する。尚、8- i のような表記- i は、波長 i に対応している事を表現している。通信ノード12では光分岐挿入多重化装置3において別の通信ノードに送信する波長 i の光信号を、分岐挿入ポート8- i 又は9- i ($i=1, 2, \dots, n$) から上記波長多重信号に挿入する。図では分岐挿入ポートとして8-1、9-1、8- n 、9- n のみを描いているが、実際は、他の波長に対応した分岐挿入ポートも同時に存在する。最大ポート数は波長多重数 n と等しいのは言うまでも無い。尚、分岐挿入ポート8- i と9- i の違いについて述べておく。光分岐挿入多重化装置3の入出力ポート2から入射した波長多重信号の中から波長 i の光信号を分岐した場合に出力される分岐挿入ポートが8- i である。一方、入出力ポート4から入射した波長多重信号のなかから波長 i の光を分岐した場合に出力される分岐挿入ポートが9- i である。分岐挿入ポート8- i から波長 i の光信号を挿入すると、その光信号は光分岐挿入多重化装置3で他の波長多重信号と合波され、入出力ポート2から出射される。分岐挿入ポート9- i から波長 i の光信号を挿入すると、その光信号は光分岐挿入多重化装置3で他の波長多重信号と合波され、入出力ポート4から出射される。以上がポート8- i と9- i の定義である。

【0013】

次に通信ノード間の接続について説明する。例えば、図4に示すように通信ノード12-1、12、12-2が接続されているとする。通信ノード12-1からの波長多重信号は光ファイバ1を伝搬して通信ノード12に入射する。この波長多重信号は図1の光サーキュレータ7を通過して、入出力ポート2から光分岐挿入多重化装置3に届く。この装置では、伝送されて来た波長多重信号の中から、通信ノード宛ての光信号、例えば波長1を分岐して、分岐挿入ポート8-1に出力する。

【0014】

通信ノード12から図4の通信ノード12-1へ送信する光信号、例えば波長 n をは、図1の分岐挿入ポート8- n から光分岐挿入多重化装置3を介して上記波長多重信号に挿入され、入出力ポート2から光サーキュレータ7を通過して光ファイバ6に送信される。

【0015】

光分岐挿入多重化装置3の内部の具体的構成としてはいくつか知られている。図5はその第一の例である。17-1、17-2は波長多重信号を異なる波長の光信号に分波する機能や逆に異なる波長の光信号を一つの光ファイバに合波する機能を持つ光合分波器である。

【0016】

例えば入出力ポート2から入射した波長多重信号（波長は $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ とする）は、光合分波器17-1で波長の異なる n 個の光信号に分波され、各波長の光信号は分岐挿入ポート8-1、 $\dots$ 8- n から出力される。この図では波長 λ_1 と波長 λ_n に対応した光分岐挿入多重化装置挿入ポート8-1、8- n 、9-1、9- n しか描いていないが、実際は、波長多重信号の n 個の波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ に対応した分岐挿入ポート8- i と9- i ($i=1, 2, \dots, n$) が存在する。

【0017】

通信ノードをスルーする波長の光信号の場合、例えば波長 λ_1 とすると、分岐挿入ポート8-1と9-1を短い光ファイバで接続することにより、光合分波器17-2で他の波長の信号と合波され、入出力ポート4より送信される。一方この通信ノードで受信する波長の信号の場合、例えばその波長を λ_n とすると、分岐挿入ポート8- n をノード内に設置された光受信機と接続することにより、受信できる。また、この通信ノードから他の通信ノードに送信

する信号の場合、例えばその波長を λ_n とすると、分岐挿入ポート9-nとノード内に設置された光送信機を接続する。この光は光合分波器17-2で他の波長の光信号と合波され、入出力ポート4より送信される。

【0018】

上記の例は入出力ポート2から入射した場合について記述したが、入出力ポート4から波長多重信号が入射した場合についても、全く同じである。つまり、この光分挿入多重化装置は光信号の進行方向に無関係に動作する。

【0019】

図6に光分岐挿入多重化装置3の内部構成の他の例を示す。17-1と17-2は光合分波器である。2と4は入出力ポートである。また8-1、8-n、9-1、9-nは光分岐挿入多重化装置挿入ポートである。20-1、20-nは2入力2出力（以下2x2と表す）の光スイッチである。図では2個の2x2の光スイッチしか描かれていないが、実際の2x2の光スイッチ最大設置数は、波長多重された光信号の数 n であり、光合分波器17-1と17-2の各波長（ λ_1 、 λ_2 、 $\dots$ 、 λ_n ）のポートと接続されている。例えば入出力ポート2から入射した波長多重信号（波長は λ_1 、 λ_2 、 $\dots$ 、 λ_n ）は、光合分波器17-1で波長の異なる n 個の光信号に分波され、 n 個の2x2光スイッチ20-1、 $\dots$ 、20-nにそれぞれ入射する。これらの光スイッチをバー状態にすると、バー状態にした光スイッチに対応した波長の光は通信ノードをスルーし、光スイッチをクロス状態にすると、クロス状態にした光スイッチに対応した波長の光を通信ノードで分岐あるいは挿入することができる。これらの2x2の光スイッチを通過した光信号は光合分波器17-2で合波され、入出力ポート4から出射し、次の通信ノードに伝送される。

10

20

【0020】

上記の例は入出力ポート2から波長多重信号が入射した場合を述べたが、入出力ポート4から波長多重信号が入射した場合も同じである。つまり、この光分挿入多重化装置は光信号の進行方向に無関係に動作する。

【0021】

図7に光分岐挿入多重化装置3の内部構成の第三の例を示す。この図で21-1と22-1は波長 λ_1 の光信号を切り替える1入力2出力の光スイッチである。同様に21-nと22-nは波長 λ_n の光信号を切り替える光スイッチである。つまり図7の構成は、図6の2入力2出力の光スイッチを、2台の1入力2出力の光スイッチに置き換えた構成である。

【0022】

図8に光分岐挿入多重化装置3の内部構成の第四の例を示す。この図で23-1は波長 λ_1 の光のみを反射するファイバブラッググレーティングであり、また24-1と25-1は光サーキュレータである。同様に、23-nは波長 λ_n の光のみを反射するファイバブラッググレーティングであり、24-nと25-nは光サーキュレータである。つまり、この構成の光分岐挿入多重化装置3は、2台の光サーキュレータとそれらの間に挟まれて接続されたファイバブラッググレーティングの組み合わせが最大で波長多重数（この図の場合は n ）分だけ直列に接続されている。 n 個のファイバブラッググレーティングは波長多重信号のなかの波長 λ_1 、 λ_2 、 $\dots$ 、 λ_n の光をそれぞれ反射するように作成されている。

30

【0023】

図8の光分岐挿入多重化装置3の動作を以下に説明する。波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長多重信号が入出力ポート2から光分岐挿入多重化装置3に入射した場合を例にする。波長 λ_1 、 λ_2 、 $\dots$ 、 λ_{n-1} の光信号はこの光分岐挿入多重化装置3が設置されている通信ノードを通過すると仮定する。また波長 λ_n の光信号はこの通信ノードで受信すると仮定する。この場合、波長 λ_1 の光は光サーキュレータ24-1を通過し、ファイバブラッググレーティング23-1で反射され分岐挿入ポートである8-1に導かれるが、この分岐挿入ポート8-1と9-1を光ファイバで接続することにより、この光信号は光サーキュレータ25-1に導かれ、再度ファイバブラッググレーティング23-1で反射され、再度光サーキュレータ25-1を通過し、その後は全ての光サーキュレータとファイバブラッググレーティングを通過して入出力ポート4から出射する。通信ノードを通過する他の波長 λ_2 、 $\dots$ 、 λ_{n-1} の光もこの波長 λ_1 の光と同様である。

40

50

【0024】

一方、波長 λ_n の光信号は、光サーキュレータ24-1、ファイバブラッググレーティング23-1、および光サーキュレータ25-1を通過する。同様に他の波長に対応した光サーキュレータやファイバブラッググレーティングを通過し、光サーキュレータ24-nに至る。この光サーキュレータを通過した光はファイバブラッググレーティング23-nで反射し、再度光サーキュレータ24-nを通過し分岐挿入ポート8-nに出射する。このポート8-nに受信機を接続することで、波長 λ_n の光信号を受信する。

【0025】

この通信ノードから波長 λ_n の光信号を他の通信ノード（例として図4の12-2を仮定すると）に伝送する場合は、分岐挿入ポート9-nに送信機を接続することにより、その光は光サーキュレータ25-nを通過してファイバブラッググレーティング23-nで反射され、再度光サーキュレータ25-nを通過して、他の波長 λ_1 、 $\dots$ 、 λ_{n-1} の光信号と共に、入出力ポート4から出射され、次の通信ノードに伝送される。

10

【0026】

上記の例は入出力ポート2から波長多重信号が入射した場合を述べたが、入出力ポート4から波長多重信号が入射した場合も同じである。つまり、この光分挿入多重化装置は光信号の進行方向に無関係に動作する。

【0027】

以上の図5、6、7、8は光分岐挿入多重化装置3の具体的な構成例であるが、構成は以上の4例に限ったものではない。尚、図5と図8の構成例は非特許文献1に記載されている。

20

【0028】

さて、実施例1の光分岐挿入多重化装置を設置した通信ノード間で通信を行う場合の光送受信機の配置について以下に説明する。

【0029】

例として図4の通信ノード12と通信ノード12-1が波長 λ_i で通信する場合を説明する。他の波長（ λ_1 、 $\dots$ 、 λ_{i-1} 、 λ_{i+1} 、 $\dots$ 、 λ_n ）は通信ノードを通過（スルー）すると仮定する。

【0030】

図9に光送受信機を含めたノード構成を示す。26-iと26-i-1は波長iの光送信機、27-iと27-i-1は波長iの光受信機とする。これらの光送受信機は光サーキュレータ28-iと28-i-1を通して光分岐挿入多重化装置3及び3-1の分岐挿入ポート8-iと9-i-1に図に示すように接続する。

30

【0031】

通信ノード12内の光送信機26-iからの波長iの光信号は、光サーキュレータ28-iを通過して光分岐挿入多重化装置3で他の波長の光と波長多重化され、光サーキュレータを通して伝送用光ファイバ6を伝搬し、通信ノード12-1に到達する。波長iの光信号は光分岐挿入多重化装置3-1で他の波長の光信号から分岐され分岐挿入ポート9-i-1から出射する。この波長iの信号は光サーキュレータ28-i-1を通過して光受信機27-i-1で受信する。

【0032】

同様にして、通信ノード12-1内の光送信機26-i-1から出射する波長iの光信号は、光分岐挿入多重化装置3-1で他の波長多重信号と多重化され、伝送用光ファイバ1を伝搬し通信ノード12に到達する。波長iの光信号は光分岐挿入多重化装置3で他の波長の光信号から分岐され分岐挿入ポート8-iから出射する。この波長iの光信号は光サーキュレータ28-iを通過して光受信機27-iで受信する。以上により通信ノード12と12-1は波長iの光信号を用いて通信できる。

40

【0033】

本実施例1による光サーキュレータを用いれば、光サーキュレータの挿入損失が0.5 dB程度であり、光の伝送損失（ロス）が小さい、特に後述の実施例2との比較において、ロスが小さい特徴がある。また、光サーキュレータには、光の伝送方向性があるので、光アイソレータを併用する必要がなく、それに伴い部品点数を少なくできる利点がある。

50

<実施例 2>

図3は本発明の第二の実施例を示す。第一の実施例と異なる点は、図1の光サーキュレータ7と10の代わりに光カップラ13と14を用いた点にある。通信ノード12は隣接ノードと光ファイバ1、5、6、11で接続されている。光ファイバ1と6を伝搬する光信号は伝搬する方向が互いに逆である。光ファイバ1と6を伝搬する光は光カップラ13で合波され光分岐挿入多重化装置3の入出力ポート2に接続されている。同様に、光ファイバ5と11を伝搬する光信号の伝搬する方向は互いに逆になっている。光ファイバ5と11を伝搬する光は光カップラ14で合波され光分岐挿入多重化装置3の入出力ポート4に接続されている。

【0034】

光カップラを用いて互いに逆進する波長多重信号を合波するため、例えば入出力ポート2から出射して紙面の左の通信ノードに向かう波長多重信号は、光カップラ13から、伝送用光ファイバ1及び6の両方に伝搬しようとする。そこで光ファイバ1に光信号が逆方向に伝搬しないように光アイソレータ15を用いている。同様にポート4から紙面の右側の通信ノードに伝送する波長多重信号が光ファイバ11を逆方向に伝搬しないように光アイソレータ16が用いられている。

【0035】

図3の光分岐挿入多重化装置3の具体的な構成は、第一の実施例で示した図5、6、7、8と同じ構成を用いることができる。

【0036】

第二の実施例を用いて具体的に通信ノード間を波長iの光信号で通信する送受信機配置は、第一の実施例で説明した配置と同じ構成を用いることができる。つまりその構成は図9に示すとおりである。

【0037】

本実施例2によれば、光カップラの挿入損失が3 dB以上あるが、実施例1に用いる光サーキュレータに比べて、光カップラは部品コストは低くできる利点があり、光カップラと併用するアイソレータの部品コストを考慮しても、トータルで装置コストを半減できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】 実施例1に示す本発明の実施方法を説明した構成図である。

【図2】 従来の実施方法を説明した構成図である。

【図3】 実施例2に示す本発明の実施例を説明した構成図である。

【図4】 通信ノード間の接続を示す図である。

【図5】 光分岐挿入多重化装置の内部構成の一例を示す図である。

【図6】 光分岐挿入多重化装置の内部構成の他の例を示す図である。

【図7】 光分岐挿入多重化装置の内部構成の他の例を示す図である。

【図8】 光分岐挿入多重化装置の内部構成の他の例を示す図である。

【図9】 隣接ノード間の光伝送を実施する場合の通信ノード内の光送受信機の配置を示す図である。

【符号の説明】

【0039】

1,1-1,5,5-1,6,6-1,11,11-1…通信ノード間を接続する伝送用光ファイバ、
2,4,2-A,4-A,2-B,4-B…光分岐挿入多重化装置の入出力ポート、
3,3-A,3-B…光分岐挿入多重化装置、
7,10,24-1,24-n,25-1,25-n,28-I,28-i-1…光サーキュレータ、
8-1,8-n,9-1,9-n,8-1-A,8-n-A,9-1-A,9-n-A,8-1-B,8-n-B,9-1-B,9-n-B,9-i-1…光分岐挿入多重化装置の分岐挿入ポート、
通信ノード…12,12-1,12-2…、
13,14…光カップラ、
15,16…光アイソレータ、

10

20

30

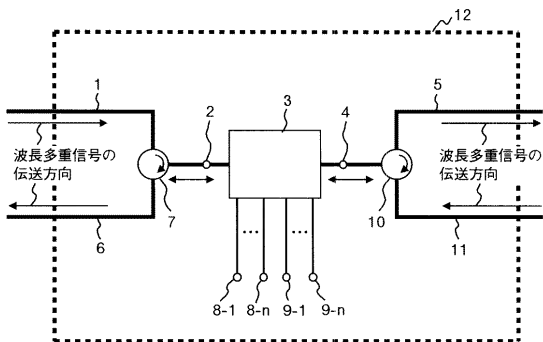
40

50

17-1, 17-2… 光合分波器、
 20-1, 20-n… 2入力2出力光スイッチ、
 21-1, 21-n、22-1、22-n… 1入力2出力光スイッチ、
 23-1, 23-n… ファイバブラッググレーティング、
 26-I, 26-i-1… 光送信機、
 27-I, 27-i-1… 光受信機。

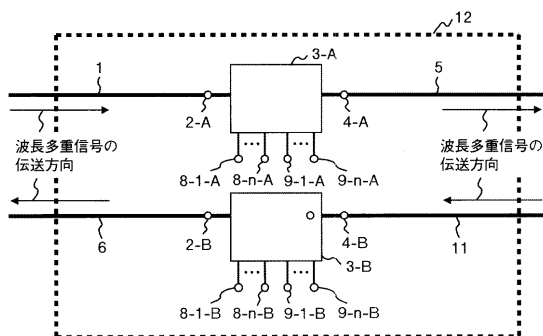
【図 1】

図 1



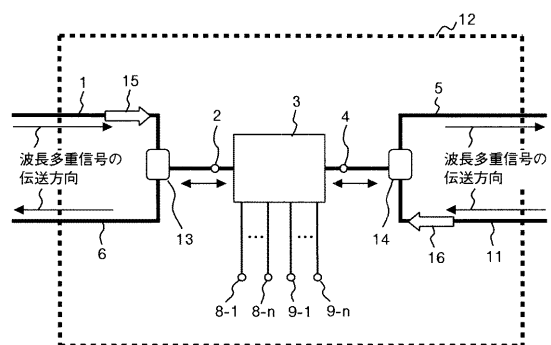
【図 2】

図 2



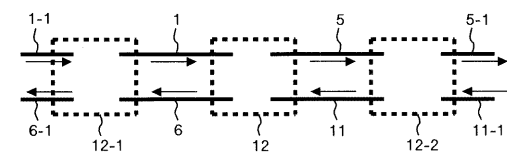
【図 3】

図 3

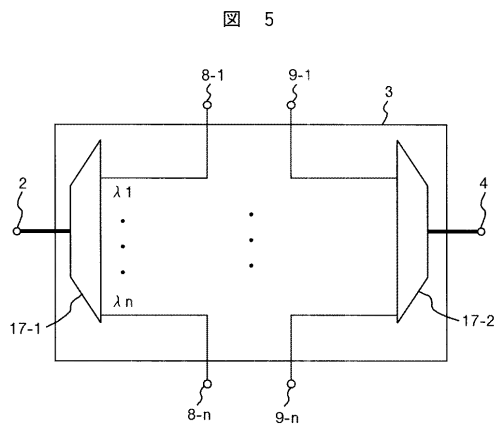


【図 4】

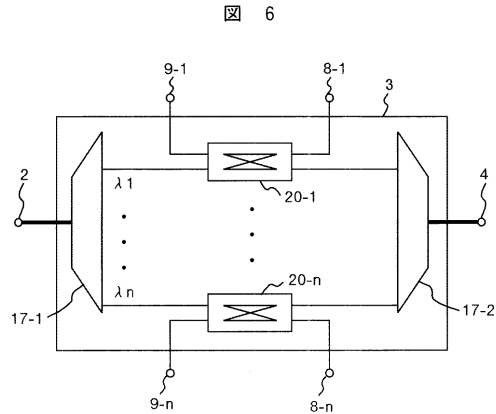
図 4



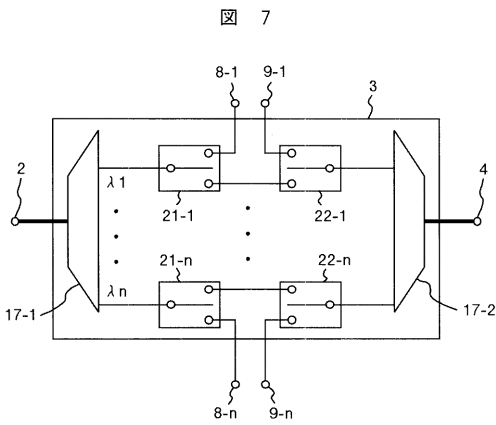
【図 5】



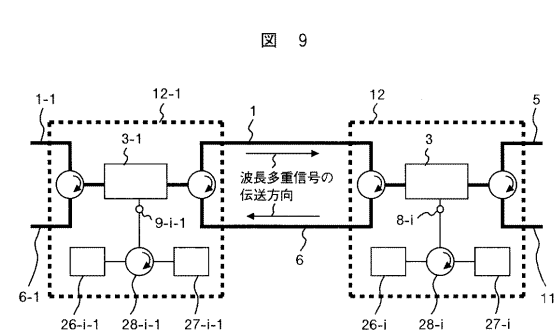
【図 6】



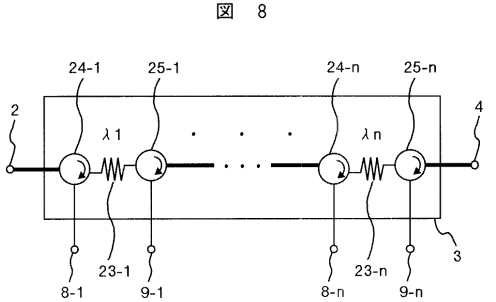
【図 7】



【図 9】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 関根 賢郎

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5K102 AA11 AA15 AD01 AL13 PC03 PD15 PH41 PH47 PH48 RB03

RB12