

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4169441号  
(P4169441)

(45) 発行日 平成20年10月22日 (2008.10.22)

(24) 登録日 平成20年8月15日 (2008.8.15)

|                   |                  |                   |  |          |  |
|-------------------|------------------|-------------------|--|----------|--|
| (51) Int.Cl.      |                  | F I               |  |          |  |
| <b>H04J 14/00</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>H04B 9/00</b>  |  | <b>E</b> |  |
| <b>H04J 14/02</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>H04B 9/00</b>  |  | <b>U</b> |  |
| <b>H04B 10/02</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>G02F 1/313</b> |  |          |  |
| <b>G02F 1/313</b> | <b>(2006.01)</b> |                   |  |          |  |

請求項の数 7 外国語出願 (全 12 頁)

|              |                               |           |                     |
|--------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号    | 特願平11-289129                  | (73) 特許権者 | 391030332           |
| (22) 出願日     | 平成11年10月12日 (1999.10.12)      |           | アルカテルルーセント          |
| (65) 公開番号    | 特開2000-134152 (P2000-134152A) |           | フランス共和国、75008 パリ、リュ |
| (43) 公開日     | 平成12年5月12日 (2000.5.12)        |           | ・ラ ボエティ 54          |
| 審査請求日        | 平成18年10月6日 (2006.10.6)        | (74) 代理人  | 100062007           |
| (31) 優先権主張番号 | 9812935                       |           | 弁理士 川口 義雄           |
| (32) 優先日     | 平成10年10月15日 (1998.10.15)      | (74) 代理人  | 100105393           |
| (33) 優先権主張国  | フランス (FR)                     |           | 弁理士 伏見 直哉           |
|              |                               | (74) 代理人  | 100111741           |
|              |                               |           | 弁理士 田中 夏夫           |
|              |                               | (72) 発明者  | フランク・ブリユイエール        |
|              |                               |           | フランス国、75014・パリ、リュ・ド |
|              |                               |           | ウパルシュ、29            |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チャンネルの挿入および分岐方法と光波長分割多重伝送システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光波長分割多重伝送で使用するチャンネルを分岐し挿入する方法であって、

伝送すべき情報が複数のチャンネルによって搬送され、前記チャンネルの一部が集合して上流のマルチプレックスを形成し、前記マルチプレックスのチャンネルが波長スペクトラム中に分散され、前記上流のマルチプレックスの前記チャンネルが選択モジュール内で少なくとも1つの分岐グループと少なくとも1つの中継グループに分離される操作と、

前記分岐グループが並列の回路に分流される操作と、

少なくとも、前記分岐グループの前記中継グループへの再挿入動作が行われる再挿入期間中に、前記分岐グループの少なくとも一部が漸進的な飽和利得を有する増幅器システムに分流される操作と、

前記中継グループを前記分岐グループの前記一部と集合させて下流のマルチプレックスを形成する操作とを含み、

前記増幅器システムは前記選択モジュールの分岐ポートから前記並列の回路を介して前記選択モジュールの挿入ポートまで延びる回路中に配置され、前記増幅器システムの利得が、前記並列の回路と前記増幅器システム内で、光波を発生するのに十分に高められ、前記選択モジュールが、前記モジュールをさらに含む閉ループ内で、前記光波が循環できるように構成され、前記光波がループ波を構成し、前記ループ波の波長が、前記チャンネルによって占有されるスペクトラムの外側にある方法。

【請求項 2】

10

20

前記並列の回路が、前記分岐グループを前記上流および下流のマルチプレックスから分離し、かつ／または前記上流のマルチプレックスのチャンネルとは異なるチャンネルを前記下流のマルチプレックスに挿入するために、前記再挿入期間外で使用され、少なくとも一部が波長スペクトラム内の前記分岐グループの代わりとなる、交換ユニットを含む請求項1に記載の方法。

#### 【請求項3】

伝送スペクトラム内で波長分割されたチャンネルで構成される上流のマルチプレックスを受信するように構成されたアド・ドロップ・システムであって、

前記上流のマルチプレックスの前記チャンネルを少なくとも1つの分岐グループと少なくとも1つの中継グループに分離し、前記中継グループを選択モジュールによって受信された挿入グループと集合させることで下流のマルチプレックスを形成し、前記中継グループとは異なる前記波長スペクトラム内の場所にある少なくとも1つのチャンネルからなる選択モジュールと、

前記分岐グループの少なくとも一部を前記選択モジュールに伝送して、前記分岐グループの少なくとも一部により構成された挿入グループである再挿入グループを前記選択モジュールに入力するための、並列の回路を形成する並列のユニットであって、前記並列の回路が漸進的な飽和利得を有する増幅器システムを含む並列のユニットとを含み、

前記増幅器システムは前記選択モジュールの分岐ポートから前記並列の回路を介して前記選択モジュールの挿入ポートまで延びる回路中に配置され、前記増幅器システムの前記利得が、前記並列の回路と前記増幅器システム内に光波を発生させるのに十分な値を有し、前記選択モジュールにより光波が前記選択モジュールをも含む閉ループ内を循環でき、前記光波がループ波を構成し、前記ループが利得調整ループを構成し、前記アド・ドロップ・システムが、前記利得調整ループ内にスペクトラムロッキング要素をさらに含み、前記スペクトラム外の波長を前記ループ波に加えるために前記チャンネルによって占有されるスペクトラム外の波長を通過させるシステム。

#### 【請求項4】

前記選択モジュールが、前記中継グループと前記分岐グループと前記挿入グループとをそれぞれ導く3つの導波路を形成し、前記導波路の各々が、複数の区間からなり、前記中継グループを導く前記導波路の区間の各々が、前記分岐グループと前記挿入グループとをそれぞれ導く前記2つの導波路の一方の区間でもある請求項3に記載のシステム。

#### 【請求項5】

前記選択モジュールが、除波フィルタを組み込んだ分岐及び挿入モジュールの形をしている請求項4に記載のシステム。

#### 【請求項6】

前記並列のユニットが、命令によって、前記再挿入グループを前記中継グループと集合させて前記下流のマルチプレックスを構成するか、または前記分岐グループを前記上流および下流のマルチプレックスから分離し、かつ／または前記上流のマルチプレックスのチャンネルとは異なるチャンネルを前記下流のマルチプレックスに挿入するように構成された交換ユニットである、請求項3に記載のシステム。

#### 【請求項7】

前記スペクトラムロッキング要素が、前記並列の回路に直列に接続され、前記ループ波に所定の波長を加えるのに十分高いが再挿入グループ内の過剰損失を招かない弱い選択度を有する帯域通過フィルタである請求項3に記載のシステム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、光波長分割多重を使用する伝送の分野に関する。特に、本発明は、1つまたは複数の多重化されたチャンネルを選択的に挿入および／または分岐する方法に関する。

#### 【0002】

そのような操作は、ルーティング機能および交換機能に有用である。例えば、そのような

10

20

30

40

50

操作は、1つまたは複数のチャネルに関する情報を変更するため、または情報を搬送するチャネルの波長を変えるために使用できる。これらの操作を実行するアド・ドロップ・システムは通常、光アド・ドロップ・マルチプレクサ（OADM）と呼ばれる。

#### 【0003】

##### 【従来の技術】

本発明の方法は1998年4月29日に出版された特許文献EP-A-0838918で開示された以下の操作を含むが、これらの操作の以下の説明で使用する用語は上記の文献で使用する用語とは異なる。

#### 【0004】

伝送すべき情報が複数のチャネルによって搬送され、前記チャネルの一部が集合して上流のマルチプレックス（multiplex）を形成し、そのマルチプレックスのチャネルが波長スペクトラム中に分散され、上流のマルチプレックスのチャネルが選択モジュール内で少なくとも1つの分岐（dropped）グループと少なくとも1つの中継（transit）グループに分離され、分岐グループが、並列の回路に分流され、少なくとも再挿入期間中に、少なくとも分岐グループの一部が、光増幅器に分流され、この増幅器が、並列の増幅器を構成し、中継グループが、前記分岐グループの一部と集合して下流のマルチプレックスを形成する。

10

#### 【0005】

再挿入期間は、分岐グループが変更されていない時に現れる。

20

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

実際、並列の回路によって、分岐グループの不要なパワー損失が生じる。どんな伝送システムでも、各マルチプレックスのバランスを取ること、すなわち、マルチプレックスのすべてのチャネルをほぼ同じパワーにすることが望ましい。したがって、上流のマルチプレックスのバランスの取られている通常の場合には、下流のマルチプレックスのバランスを取るという一般的な問題が起こり、より特殊な問題は、並列の回路内の前記損失があるにもかかわらず、前記再挿入期間中にこのバランスを取ることが達成することである。

#### 【0007】

このより特殊な問題に対して以下の解決策が考えられる。

30

#### 【0008】

第1の解決策では、選択モジュールは、中継チャネルグループに、分岐チャネルグループが使用しない回路を供給する。その場合、この回路は、並列の回路内の損失を補償する（場合によっては並列の増幅器の助けを借りて）減衰器を含んでいる。この第1の解決策には2つの欠点がある。欠点の一方は、チャネルのパワーが、上流のマルチプレックス中よりも下流のマルチプレックス中の方が小さく、選択モジュールの出力に増幅器を設ける必要があるということであり、他方は、このモジュールが、通常のコモドールよりも複雑で費用がかかるということである。

#### 【0009】

第2の解決策では、並列の回路内の損失を補償するために並列の増幅器の利得を変化させる。この第2の解決策は、この増幅器について交換機能だけを示している特許文献EP-A-0838918には記載されておらず、この機能を実施する増幅器の利得を規定する倍率は、増幅器を含んでいる光回路を開放する場合には一般に0であり、そのパワーを変えずに光波を伝送する場合には1である。この解決策には、増幅器の利得の初期設定が困難であり、したがって上流のマルチプレックスのパワーの変動および／または増幅器自体の仕様のずれまたは増幅器に給電するユニットによって、この利得が変更されることによって、損失の補償が阻害される可能性があるという欠点がある。

40

#### 【0010】

第3の解決策が、F. Shehadeh、R. S. Vodhanel、M. Krain、

50

C. Gibbons、R. E. WagnerおよびM. Aliの論文「Gain-Wavelength WDM Optical Add-drop Multiplexer with an 8-dB Dynamic Range」、IEEE Photonics Technology Letters、vol. 7、No. 9、1995年9月、pp. 1075-1077に記載されている。挿入及び分岐用システムの出力の多重化されたチャネルは、デマルチプレクサ内で互いに分離され、その後、各チャネルのパワーが、共通の値に調整され、その後、チャネルが、重畳されてバランスの取られた下流のマルチプレックスを構成する。この解決策には費用がかかるという欠点がある。

#### 【0011】

本発明の目的はとりわけ、アド・ドロップ・システムによって受信されたマルチプレックスのバランスが取られ、前記システムが、受信したマルチプレックスからチャネルの一部を取り出し、次いで同じチャネルを出力マルチプレックス中に再挿入する際に、永続的かつ低コストで、前記アド・ドロップ・システムの出力マルチプレックスのバランスを取る方法を見つけることである。本発明のより一般的な目的は、一部のチャネルがこのように分岐され次いで挿入される際に、上記の種類のシステムが多重化されたチャネルのそれぞれのパワーの比率を変更するのを防ぐことである。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、2つの事実が活用される。これらの事実の一方は、並列の増幅器に使用できる従来技術の光増幅器が、漸進的な飽和増幅器である、すなわち、増幅器が増幅器内で増幅するために受信する光波のパワー全体と共に減少する利得を有することである。他方の事実は、従来技術のアド・ドロップ・システムの選択モジュールを構成する低コストモジュール内では、光波を従来技術のシステムで使用するチャネルとは異なるチャネルに導くことができるということである。

#### 【0013】

本発明は、光波長分割多重伝送で使用するチャネルを分岐および挿入する方法からなり、前記方法は次の操作を含む。

#### 【0014】

伝送すべき情報が複数のチャネルによって搬送され、前記チャネルの一部が集合して上流のマルチプレックスを形成し、そのマルチプレックスのチャネルが波長スペクトラム中に分散され、上流のマルチプレックスのチャネルが選択モジュール内で少なくとも1つの分岐グループと少なくとも1つの中継グループに分離され、分岐グループが並列の回路に分流され、少なくとも再挿入期間中に、少なくとも分岐グループの一部が漸進的な飽和利得を有する増幅器システムに分流され、中継グループが前記分岐グループの一部と集合して下流のマルチプレックスを形成する。

#### 【0015】

前記方法で、増幅器システムの利得は、分岐グループの一部と同時に並列の回路と増幅器システム内で光波を発生するのに十分に高められ、選択モジュールが、モジュールとループ波を構成する光波をさらに含む閉ループ内で光波が循環できるように構成され、ループ波の好ましい波長がチャネルによって占有されるスペクトラムの外側にある。

#### 【0016】

また本発明は、伝送スペクトラム内で波長分割されたチャネルで構成される上流のマルチプレックスを受信するように構成されたアド・ドロップ・システムからなり、前記システムは、上流のマルチプレックスのチャネルを少なくとも1つの分岐グループと少なくとも1つの中継グループに分離し、中継グループをモジュールによって受信された挿入グループと集合することで下流のマルチプレックスを形成し、波長のスペクトラム内の中継グループとは異なる場所にある少なくとも1つのチャネルからなる選択モジュールと、分岐グループの少なくとも一部を選択モジュールに伝送して、挿入グループが再挿入グル

10

20

30

40

50

ープを構成するように、挿入グループを構成する並列の回路を形成するように構成された並列のユニットであって、並列の回路が漸進的な飽和利得を有する増幅器システムを含む並列のユニットとを含み、

前記システムで、増幅器システムの利得が、再挿入グループと同時に、並列の回路と増幅器システム内に光波を発生させるのに十分な値を有し、選択モジュールにより光波がモジュールをも含む閉ループ内を循環でき、前記光波がループ波を構成し、ループが利得調整ループを構成し、前記システムが、利得調整ループ内にスペクトラムロックング要素をさらに含み、やはりスペクトラム外の波長をループ波に加えるために伝送スペクトラム外の波長を優先する。

#### 【0017】

本発明のさまざまな実施形態について添付図面の助けを借りて以下に説明する。構成要素が複数の図に示されている場合、図面内では常に同じ参照文字および／または数字で指定されている。

#### 【0018】

##### 【発明の実施の形態】

図1および図2に示す各システムは、それぞれ複数のチャンネルを含むマルチプレックスを伝送する。これらのチャンネルは、伝送すべき情報を搬送する光波からなる。光波は、波長のそれぞれの所定の帯域内にあり、すべての帯域は、以後伝送スペクトラムと呼ぶ所定のスペクトラムの内側にある。各チャンネルは、通常、専用の単一波長を有する搬送波を含む。ただし、この搬送波は、伝送すべき信号や時間分割多重化できる複数のそのような信号によって変調され、その結果、搬送波のスペクトラムの幅は広がり、チャンネルの全スペクトラムを占有することができる。マルチプレックスとチャンネルは、少なくとも長距離伝送に関して、この目的のために光ファイバを組み込むこれらのシステム内で導かれる。

#### 【0019】

2つのシステムはそれぞれ次の構成要素を含む。

#### 【0020】

伝送すべき情報を受信して、そこから光ファイバを介してアド・ドロップ・システムJ、Kに伝送するマルチプレックスを生成する伝送手段T。このシステムが受信するマルチプレックスは、上流のマルチプレックスMを構成する。伝送手段は、マルチプレックスのそれぞれのチャンネルが、最大で、所定の最大入力パワーに等しい入力パワーを有する。最大入力パワーは、通常すべてのチャンネルで同じである。

#### 【0021】

上流のマルチプレックスを受信し、下流のマルチプレックスNを構成する別のマルチプレックスを供給するアド・ドロップ・システムJ、K。上流および下流のマルチプレックスは、通常同じ波長の帯域を使用する。ただし、スペクトラム内の位置やこれらの波長の帯域のサイズによって、2つのマルチプレックス間の差が生じ、片方の帯域の一部が空になる場合がある。

#### 【0022】

別の光ファイバを介して下流のマルチプレックスを受信し、これに応答してそのマルチプレックスのチャンネルが伝送すべき情報を供給する受信手段R。

#### 【0023】

アド・ドロップ・システムの構成要素は、選択モジュールJと並列のユニットKとを含む。

#### 【0024】

選択モジュールJは「選択されたスペクトラムセグメント」を定義する。このセグメントは、伝送スペクトラムの一部を構成する。このセグメントは、波長の1つまたは複数の帯域を含む場合がある。これらの帯域は、隣接していてもよいし、同じセグメント内になくてもよい他の帯域によって互いに分離されていてもよい。

#### 【0025】

このモジュールは、上流のマルチプレックスを受信する主入力Aと下流のマルチプレック

10

20

30

40

50

スを供給する主出力 B をそれぞれ構成する 2 つのポートを有する。さらに、このモジュールは、分岐ポート C と挿入ポート D をそれぞれ構成する 2 つのポートを有する。このモジュールは、選択されたスペクトラムセグメント内にない上流のマルチプレックスのすべてのチャンネルを含むグループを選択し、中継グループを構成するこのグループを主入力 A から主出力 B まで中継用導波路に沿って導くように構成されている。またこのモジュールは、選択されたスペクトラムセグメント内の上流のマルチプレックスのすべてのチャンネルのグループを選択し、分岐グループを構成するこのグループを主入力 A から分岐ポート C まで延びる分岐用導波路に沿って導くように構成されている。さらにこのモジュールは、挿入グループを構成する光波が、選択されたスペクトラムセグメント内にある場合に、前記光波を挿入ポート D から主出力 B まで延びている挿入用導波路に沿って導くように構成されている。挿入グループは、少なくとも 1 つのチャンネルを含む。下流のマルチプレックスは、中継グループと挿入グループとを含む。また選択モジュールは、挿入グループを構成する光波が、選択されたスペクトラムセグメント内にない場合に、前記光波を挿入ポートから分岐ポートまで延びている逆方向の導波路に沿って導くように構成されている。導波路が、損失に影響されるまたは増幅器を含む、好ましくない状況に対応するために、以後、逆方向の導波損失係数を構成する損失係数で、導波路が、光波のパワーを割るものとする。この係数は通常 1 であるが、1 より大きくてもよく、モジュール内に増幅器があれば 1 より小さくてもよい。

10

**【0026】**

図 1、図 2 および図 3 で、上記の導波路は、モジュール内の線によってシンボル化され、線は、導波路が使用されているか否かによって実線または破線になっている。図では線は互いに完全に別々であるが、通常の実線モジュールは、光波に、各区間が複数のチャンネルに共通である導波路だけを提供することを理解する必要がある。そのような導波路の区間について図 3 および図 4 に示すモジュールを参照しながら以下に説明する。

20

**【0027】**

並列のユニット K は、分岐ポート E と挿入ポート F とを構成する少なくとも 2 つのポートを有する。分岐ポート E は、分岐グループを受信するために、選択モジュールの分岐ポート C に接続される。再挿入期間の間、ユニット K は、分岐グループを分岐ポート E から挿入ポート F に送信する。ユニット K の挿入ポートは、選択モジュールの挿入ポートに接続され、したがって、このユニットは、分岐ポート C から選択モジュールの挿入ポート D まで該ユニットを介して延びている開放された並列の回路 C - E - F - D の一部を形成する。

30

**【0028】**

この回路によって、伝送された分岐グループは、前記挿入グループを構成できる。この分岐／挿入グループを以後再挿入グループと呼ぶ。

**【0029】**

並列のユニットは、通常、それぞれ並列の入力 G と並列の出力 H とを構成する 2 つのポートをさらに有するスイッチユニット K である。再挿入期間の間、並列のユニットは、分岐グループを、分岐ポート E から挿入ポート F に伝送する、図 1 および図 2 に示す直接的な伝送状態にある。これらの期間外では、並列のユニットは図 3 に示す交差された伝送状態にある。この状態では、前記ユニットは、分岐グループを、分岐ポート E から並列の出力 H に送信し、かつ／または並列の入力 G で、選択されたスペクトラムセグメント内の少なくとも 1 つのチャンネルからなる挿入すべきグループを受信する。次いで前記ユニットは、挿入すべきグループを、その並列の入力から挿入ポート F に送信し、挿入すべきグループは、前記挿入グループを構成し、すなわち、このグループは選択モジュール J によって下流のマルチプレックスに挿入される。

40

**【0030】**

ただし、並列のユニットは、本発明の範囲を逸脱することなしにその他の機能を有することもできる。例えば、並列のユニットは、再挿入グループが搬送する信号の周波数または波形特性をモニタすることができる。

50

## 【0031】

並列の回路C－E－F－Dは、損失のある要素と増幅する要素とを含む。

## 【0032】

損失のある要素は、再挿入グループのパワーを1より大きい並列の損失係数で割っている。本発明の好ましい実施形態では、損失のある要素は並列のユニットKの一部である。

## 【0033】

増幅する要素は、並列の増幅器を構成する少なくとも1つの光増幅器を含み、増幅器システムを構成する。

## 【0034】

図2および図6に示す本発明の好ましい実施形態では、このユニット外に単一の並列の増幅器がある。図示されていない異なる実施形態では、並列の増幅器が、ユニットKなどのスイッチングする並列のユニット内のスイッチを構成することができ、図1の従来技術のシステムのようにユニットKの外部に、別の光増幅器を伴うことができる。

10

## 【0035】

さらに、伝送システムは、複数の光ファイバを介して上流のマルチプレックスMなどの複数のマルチプレックスを受信し、複数のその他の光ファイバを介して下流のマルチプレックスNなどの複数のマルチプレックスを供給するように、それぞれ構成されたシステムJ、Kなどの本発明による複数のアド・ドロップ・システムを含むことができる。この場合、各システムは有利には光ポンピングタイプの増幅器1などの少なくとも1つの並列の増幅器を含む。この場合、すべてのシステムは対応する1組の並列の増幅器に共通の単一のポンピング用ユニットを含むことが好ましい。

20

## 【0036】

増幅器1などの各並列の増幅器は、利得曲線を有し、光波を受信して、前記増幅器が受信した増幅すべき光波のパワーの合計である増幅器の入力のパワー値ごとに、前記曲線が定義する利得を掛けた光波のパワーの各々で、それらの光波を送信するように構成されている。したがって、並列の増幅器が受信する各チャネルは、最大でその増幅器に関する現在の最大パワーに等しく、回路内の前記増幅器に前置される並列の回路の構成要素の損失および利得によってチャネルの前記最大入力パワーに基づいて定義されたパワーを有する。本発明のシステムの稼動時には、入力パワーは一定のまたは変動する現在値を有する。したがって、並列の増幅器の利得は、その値が常に入力パワーの現在の値の利得曲線によって定義される現在の利得である。

30

## 【0037】

並列の回路が単一の増幅器を含み、損失のある構成要素が増幅器の下流の回路内にある簡単な状況では、チャネルの現在のパワーはその入力パワーと同じである。第2の増幅器が損失のある構成要素と第1の増幅器に前置される、より複雑な状況では、チャネルごとに第2の増幅器に関する最大の現在のパワーは、最大入力パワーを損失がある構成要素の損失係数で割り、その値に第1の増幅器の現在の利得を掛けた値に等しい。この結果、すべての増幅器のそれぞれの利得曲線は、すべての増幅器のそれぞれの入力パワーの値のそれぞれの組の並列の利得を定義し、この並列の利得は、これらの曲線がそれらの値についてそれぞれ定義したすべての利得の積である。したがって、並列の利得は、入力パワーが増大するにつれて減少する。現在の並列の利得が、入力パワーのすべての現在の値について利得曲線が定義する利得の場合、システムの入力と主出力との間で、再挿入グループのパワーが並列の損失係数によって割られ、現在の並列の利得を掛けられる一方で、中継グループのパワーは変化しないことは明らかである。

40

## 【0038】

本発明のシステムは、増幅器1などの並列の増幅器の利得曲線が、逆方向の導波損失係数と並列の損失係数の積からなるループ損失係数よりも大きい並列の利得を定義し、この利得が最大の初期の組を構成する値の入力パワーの組について定義されることを特徴とする。並列の増幅器のそれぞれの入力パワー値は、この最大の初期の組では、増幅器が受信するチャネルの現在の最大パワーの合計に等しく、現在の最大パワーは、その増幅器に関係

50

する最大パワーである。

#### 【0039】

本発明が定義する利得曲線特性は、1つまたは複数の並列の増幅器および／または増幅器の電気または光ポンピングのパワーの選択によって得られる。この選択には正確な調整が不要である。これは並列の利得の値は、しきい値より大きければ十分で、この値は、再挿入グループの現在の最大パワーに等しい入力パワーの利得曲線が定義する値であることを理由とする。このしきい値は、前もって知られているか実験的に決定でき、あるいは利得曲線の少なくとも1つのレベルが、ループ波が増加する点まで漸進的に増大する場合には具体的に指定しなくてもよい（以下参照）。実際、時間に応じた並列の増幅器の利得の低下によって並列の利得がしきい値を下回る危険がない安全マージンを作成できる程度に十分

10

#### 【0040】

本発明のこの特徴の影響について説明するために、各並列の増幅器の入力パワーが増幅器によって受信されたチャンネルのパワーの合計にすぎない初期状況を考える必要がある。この状況では、この特徴は、その最大値の限界内のチャンネルの入力パワーの変化にかかわらず、並列の損失係数に対する過剰な並列の利得を生み出す。この過剰利得は2つの結果を生む。第1の結果は、再挿入グループが過剰利得によって相対的な形で増幅され、その結果、下流のマルチプレックスのグループに関するパワーのアンバランスが発生する。過剰利得の第2の結果は、アド・ドロップ・システムによって一部の光波が、閉ループC-E-F-D-C内を移動するという点に関係する。該当する光波は、選択されたスペクトラムセグメント外の光波である。ループは、選択モジュールの分岐ポートを通過し、次いでモジュールの挿入ポートDまで並列の回路C-E-F-Dをたどり、モジュールを通過してその分岐ポートCに至る。初期状況では、過剰利得は閉ループ内にある。したがって、過剰利得は、レーザ効果によってループ内に光波を生成する。この光波は、選択されたスペクトラムセグメント外にあり、ループ波を構成する。次いで、そのパワーが、分岐及び再挿入グループのチャンネルのパワーに加算され、並列の増幅器の入力パワーを構成する。したがって、上記の初期状況は望ましくもなくまた安定してもいない。この状況は、一時的な形でだけ達成できる。この状況が達成されるとすぐに、ループ波のパワーが増大する。したがって、並列の増幅器の入力パワーが増大し、これによって並列の利得と過剰利得が漸進的に減少する。ループ波を発生させる過剰利得が消滅する、すなわち、並列の利得がループの損失係数に等しくなると、ループ波の増加は止まる。この場合、この係数が時間と共に多少変化しても、ループ波は並列の利得をこの係数と同じ値に維持する。ループ波がたどるループは「利得調整ループ」とも呼ばれる。

20

30

#### 【0041】

好ましい実施形態では、中継グループは増幅の損失を受けず、再挿入グループが受ける損失はループ波が受ける損失と同じである。したがって、上流のマルチプレックスがやはりバランスが取られていた状況では、本発明は下流のマルチプレックスの永続的な自動のバランスを簡単な形で達成する。実際、これは再挿入グループが受ける損失が並列のユニット内に局所化する程度まで達成される。その他の場合には、分岐グループが選択モジュールの損失を受け、下流のマルチプレックスのバランスは、より不正確であるがそれでも有利である。

40

#### 【0042】

中継グループとループ波の不要な結合が選択モジュール内で発生することがある。このために、アド・ドロップ・システムは、利得調整ループ内にスペクトラムロッキングユニット2をさらに含む。このユニットは、ループ波にやはりスペクトラム外の波長を加えるために、前記伝送スペクトラム外の波長を優先し、ループ波長を構成する。好ましい実施形態では、このユニットは、並列の回路C-E-F-Dに直列に接続された帯域通過フィルタである。この帯域通過フィルタは、再挿入グループ内の過剰損失を招かない程度に十分

50

弱い選択度を有するが、その選択度は、適した所定のループ波長を加えるのに十分である。

#### 【0043】

この解決策には簡単であるという利点がある。当然ながら当業者は他の多くの解決策を考えることができる。したがって、他の実施形態では、このユニットは、並列の回路内の増幅器と並列に、または選択モジュール内で直接に接続することができる。

#### 【0044】

選択モジュールのさまざまな実施形態について以下に説明する。図4に示す実施形態では、選択モジュールは、2つの分岐の各々が除波フィルタ4を構成する光学的に書き込まれたブラッグ格子を含む光ファイバ・マッハツェンダー干渉計の形をしている。この干渉計は、1つの分岐のセグメント12内で紫外線放射による処理でバランスが取られ、その内部の光波伝搬速度を調整する。この種のフィルタを使用するすべての実施形態で、選択されたスペクトラムセグメントは、フィルタが除波したスペクトラムセグメントである。この実施形態では、中継チャンネルは2つの区間A-4および4-Bを有し、分岐チャンネルは2つの区間A-4および4-Cを有し、挿入チャンネルは2つの区間D-4および4-Bを有し、逆方向の導波路は2つの区間D-4および4-Cを有し、これらの区間はそれぞれ干渉計の2つの分岐間のその長さの一部にわたって分割される。

#### 【0045】

図5で、選択モジュールは、帯域通過フィルタを構成するファブリペロー（Fabry-Pérot）共振器7のそれぞれの反対の側に2つの光サーキュレータ5および6を含む。選択されたスペクトラムセグメントは、フィルタが送信するセグメントである。中継チャンネルは区間A-5、5-7、7-5および5-Bを有する。分岐チャンネルは区間A-5、5-7、7-6および6-Cを有する。挿入チャンネルは区間D-6、6-7、7-5および5-Bを有する。逆方向の導波路は区間D-6、6-7、7-6および6-Cを有する。利得調整ループは導波路C-E-F-D-6-7-6-Cをたどり、ポートEおよびFはポートCとDとの間に接続された並列のユニットKのポートで、図示されていない。波の伝搬方向は図示されていない並列の増幅器または光アイソレータによって強制的に決定される。

#### 【0046】

図6に選択モジュールの現在の好ましい実施形態を示す。このモジュールを含むアド・ドロップ・システムにおいて測定が実行されている。このモジュールは、2つの光サーキュレータ8と9との間に直列に接続され、上流のマルチプレックス内の3つのチャンネルR1、R2およびR4の中央波長にそれぞれ同調される、3つの除波フィルタ41、42および43を含んでいた。これら3つのチャンネルは、再挿入グループを構成していた。マルチプレックス内の別のチャンネルR3は、中継グループを構成していた。表のWLのカラムは、4つのチャンネルとそのナノメートル単位の中央波長を示す。カラムPA、PB1およびPB2は、主入力Aと、増幅器なしの主出力Bと、本発明に従ってErドープファイバ型の並列の増幅器を含む同じ出力とで、それぞれ測定された対応するチャンネルのパワーをdB単位で示す。

#### 【0047】

#### 【表1】

10

20

30

40

| WL           | PA   | PB1   | PB2  |
|--------------|------|-------|------|
| R1 : 1549.32 | +2.6 | -30.2 | -9.2 |
| R2 : 1552.52 | +2.5 | -30.2 | -8.9 |
| R3 : 1555.75 | +3.1 | -7.9  | -7.9 |
| R4 : 1558.98 | +3.1 | -29.9 | -8.2 |

10

本発明によって下流のマルチプレックスのアンバランスは、22.3 dBから1.3 dBに減少した。上流のマルチプレックスのアンバランスを考慮するなら、この実施形態はアド・ドロップ・システムが引き起こすアンバランスを0.8 dBに減少したことが明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図1】再挿入期間に適用される従来技術の伝送システムの一構成を示す図である。

【図2】再挿入期間に適用される本発明のアド・ドロップ・システムを含む伝送システムの一構成を示す図である。

【図3】再挿入期間外に適用される図2のシステムの一構成を示す図である。

20

【図4】図2および図3のシステムを選択モジュールの第1の実施形態を示す図である。

【図5】図2および図3のシステムを選択モジュールの第2の実施形態を示す図である。

【図6】図2および図3のシステムを選択モジュールの第3の実施形態を示す図である。

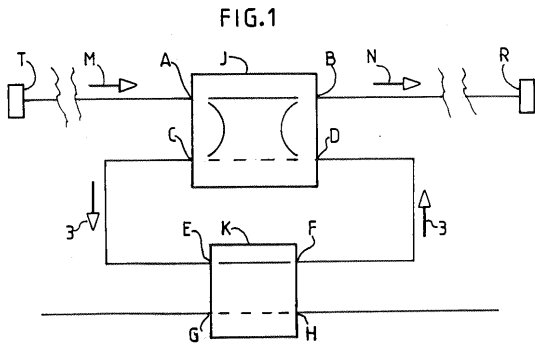
【符号の説明】

- 1 増幅器
- 2 スペクトラムロックユニット
- 4 除波フィルタ
- 5、6、8、9 光サーキュレータ
- 7 ファブリペロー共振器
- 12 分岐のセグメント
- 41、42、43 除波フィルタ
- A、B 主入力
- C、E 分岐ポート
- D、F 挿入ポート
- G 並列の入力
- H 並列の出力
- J 選択モジュール
- K 並列のユニット
- M 上流のマルチプレックス
- N 下流のマルチプレックス
- R 受信手段
- T 伝送手段

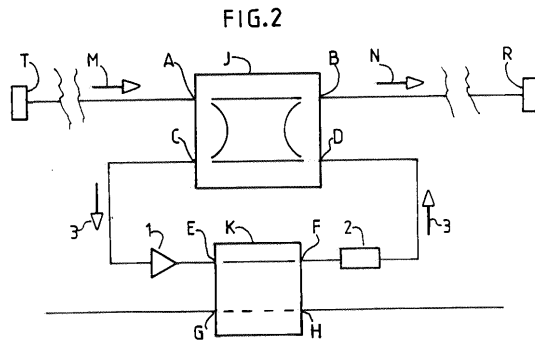
30

40

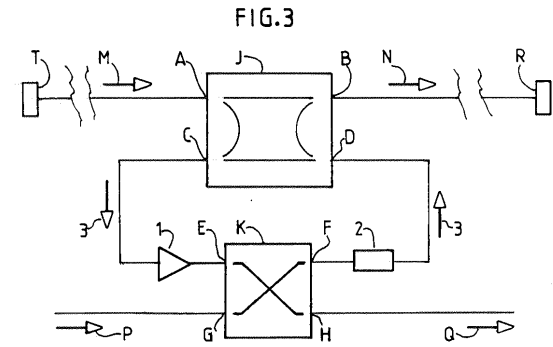
【図 1】



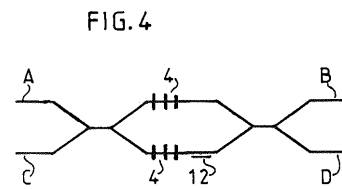
【図 2】



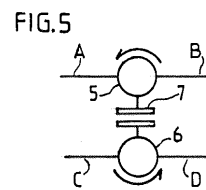
【図 3】



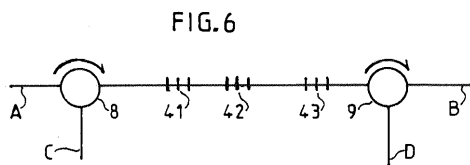
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 アモリー・ジュールダン

フランス国、9 2 3 1 0・セーブル、ルート・デ・ポステイヨン、6

(72)発明者 ジョルジュ・ダルラ

フランス国、9 1 3 1 0・ロンボン・シユール・オルジュ、リュ・ドユ・パラデイ、3・ビス

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 国際公開第97/006614 (WO, A1)

国際公開第97/006617 (WO, A1)

特開平11-261490 (JP, A)

特開平11-234212 (JP, A)

特表平11-513207 (JP, A)

特表平11-513206 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B10/00-10/28

H04J14/00-14/08

G02F1/313