

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3821920号
(P3821920)

(45) 発行日 平成18年9月13日(2006.9.13)

(24) 登録日 平成18年6月30日(2006.6.30)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 J 14/00 (2006.01)
 HO 4 J 14/02 (2006.01)
 HO 4 B 10/02 (2006.01)
 HO 4 B 10/20 (2006.01)
 HO 4 B 10/04 (2006.01)

HO 4 B 9/00 E
 HO 4 B 9/00 H
 HO 4 B 9/00 N
 HO 4 B 9/00 S

請求項の数 14 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-208899
 (22) 出願日 平成9年8月4日(1997.8.4)
 (65) 公開番号 特開平10-150433
 (43) 公開日 平成10年6月2日(1998.6.2)
 審査請求日 平成15年8月19日(2003.8.19)
 (31) 優先権主張番号 特願平8-282822
 (32) 優先日 平成8年9月17日(1996.9.17)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

前置審査

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (74) 代理人 100067987
 弁理士 久木元 彰
 (72) 発明者 岩田 宏之
 神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9
 号 富士通デジタル・テクノロジー株式会
 社内
 (72) 発明者 原沢 伸一朗
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信すべきデータで変調された光送信信号を発生させる光送信信号送信手段と、
 該光送信信号の波長とは異なる波長のダミー光を発生させるダミー光発生手段と、
 該ダミー光と該光送信信号を波長多重する波長多重手段と、
 前記波長多重手段により波長多重された光を増幅し、その出力レベルを一定保つ光増幅
 手段と、

前記光増幅手段により増幅された前記波長多重された光と、前記波長多重された光と合
 波される他の光端局からの光信号の、それぞれの波長のパワーレベルをほぼ同じとするよ
 うに、前記ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段とを有することを特徴とする
 光端局。

10

【請求項2】

該ダミー光は光送信信号と同じ波長帯域の波長であることを特徴とする請求項1に記載の
 光端局。

【請求項3】

送信すべきデータで変調された光送信信号を発生させる光送信信号送信手段と、
 該光送信信号の波長とは異なる波長のダミー光を発生させるダミー光発生手段と、
 該ダミー光と該光送信信号を波長多重する波長多重手段と、
 該ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段とを有し、
 ダミー光のレベルを増減することにより、光増幅器を通過する際の該光送信信号のレベ

20

ルを制御することを特徴とする光端局。

【請求項 4】

第 1 の光端局と、第 2 の光端局と、該第 1 の光端局から送信される第 1 の光送信信号の特定の波長の光送信信号を該第 2 の光端局に送り、該第 2 の光端局から送信される第 2 の光送信信号と、該第 1 の光送信信号の前記特定の波長以外の光送信信号とを波長多重して第 3 の光端局に送信する光ブランチングユニットと、該光ブランチングユニットと該第 2 の光端局間に出力レベルを一定にする光増幅器とを設けた光通信システムにおいて、

該第 2 の光端局は、該第 2 の光送信信号と異なる波長のダミー光を送信し、該ダミー光の出力レベルを調整することで、該光増幅器の出力光の該第 2 の光送信信号レベルを制御することを特徴とする光通信システムの制御方法。

10

【請求項 5】

該ダミー光の波長は光送信信号と同じ波長帯域の波長であることを特徴とする請求項 4 に記載の光通信システムの制御方法。

【請求項 6】

該ブランチングユニットは、該ダミー光を前記第 3 の光端局側へ伝達しない波長選択フィルタを有することを特徴とする請求項 4 の光通信システムの制御方法。

【請求項 7】

該第 3 の光端局は、該ブランチングユニットから送られてくる該波長多重された該第 2 の光端局からの第 2 の光送信信号と、該第 1 の光端局からの前記特定の波長以外の光送信信号のレベルを検出し、該第 2 の光端局に該レベルの情報を送信し、該第 2 の光端局は該レベルの情報により該ダミー光のレベル制御を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の光通信システムの制御方法。

20

【請求項 8】

第 1 の光端局と、第 2 の光端局と、該第 1 の光端局から送信される第 1 の光送信信号の特定の波長の光送信信号を該第 2 の光端局に送り、該第 2 の光端局から送信されてくる第 2 の光送信信号と、該第 1 の光送信信号の前記特定の波長以外の光送信信号とを波長多重して第 3 の光端局に送信する光ブランチングユニットと、該光ブランチングユニットと第 2 の光端局の間に出力信号を一定にする光増幅器とを設けた光通信システムにおいて、

該第 2 の光端局は、

送信すべきデータで変調された該第 2 の光送信信号を発生させる光送信信号送信手段と

30

、

該第 2 の光送信信号の波長とは異なる波長のダミー光を発生させるダミー光発生手段と

、

該ダミー光と該第 2 の光送信信号を波長多重する波長多重手段と、

該ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段とを有することを特徴とする光通信システム。

【請求項 9】

該ブランチングユニットは、該ダミー光を前記第 3 の光端局側へ伝達しない波長選択フィルタを有することを特徴とする請求項 8 の光通信システム。

【請求項 10】

40

第 1 の光端局と、第 2 の光端局と、第 3 の光端局があり、該第 1 ～第 3 の光端局を接続する光ブランチングユニットと、該光ブランチングユニットと第 2 の光端局の間に出力信号を一定にする光増幅器を設け、該光ブランチングユニットで第 1 の端局と第 2 の端局からの光送信信号を波長多重し第 3 の端局に伝送するシステムにおいて、

該第 2 の光端局は送信すべきデータで変調された光送信信号を発生させる光送信信号送信手段と、

該光送信信号の波長とは異なる波長のダミー光を発生させるダミー光発生手段と、

該ダミー光と該光送信信号を波長多重する波長多重手段と、該ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段とを有し、

ダミー光のレベルを増減することにより、光増幅器を通過する際の該光送信信号のレベ

50

ルを制御することを特徴とする光端局。

【請求項 1 1】

光送信信号を出力する第 1 の光端局と第 2 の光端局と第 3 の光端局があり、

第 1 ～第 3 の光端局を接続する光ブランチングユニットと、

該光ブランチングユニットと第 2 の光端局間に光増幅器を設け、

該第 2 の光端局は送信すべきデータで変調された光送信信号を発生させる手段と、

該光送信信号とは異なる波長のダミー光を発生させる手段と、

該ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段を有し、

ダミー光のレベルを増減することにより、光増幅器を通過する際の該光送信信号のレベルを制御することを特徴とする光通信システム。

10

【請求項 1 2】

該第 3 の光端局は該ブランチングユニットから送られてくる光送信信号のレベル情報を検出し、該第 2 の光端局に該レベル情報を送信し、該第 2 の光端局は該レベル情報により該ダミー光のレベル制御を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の光通信システム。

【請求項 1 3】

第 1 の光端局から波長の異なる複数の光信号を共通の光伝送路を通じて伝送し、上記複数の光信号のうち特定波長を有する光信号を光ブランチングユニットにより分岐して第 2 の光端局に送ると共に、前記第 2 の光端局から前記特定波長を有する他の光信号を発生して前記光ブランチングユニットに送り、前記光ブランチングユニットにおいて、前記他の光信号と、前記複数の光信号から前記分岐された光信号を除いた光信号とを合波して伝送する光通信システムにおいて、

20

前記第 2 の端局は、前記特定波長とは異なる波長の調整用の光信号を発生して前記他の光信号と合波し、合波した光信号を、出力レベルを一定にする光アンプを通じて前記光ブランチングユニットに送ることを特徴とする光通信システム。

【請求項 1 4】

第 1 の光端局から波長の異なる複数の光信号を共通の光伝送路を通じて伝送し、上記複数の光信号のうち特定波長の光信号を光ブランチングユニットにより分岐して第 2 の光端局に送ると共に、上記第 2 の光端局から上記特定波長の他の光信号を発生して上記光ブランチングユニットに送り、上記光ブランチングユニットにおいて、上記他の光信号を上記複数の光信号から上記分岐された光信号を除いた光信号に挿入して伝送する光通信システムにおいて、

30

上記第 2 の端局は、調整器によりレベルを調整された上記特定波長とは異なる波長の調整用光信号を発生して上記他の光信号と合波し、合波した各光信号を出力レベルを光アンプを通じて上記光ブランチングユニットに送り、

上記光ブランチングユニットは、第 1 の光端局からの光信号に第 2 の光端局からの光信号を挿入して、第 3 の光端局に送り、

該調整用光信号のレベルを増減することにより、光アンプを通過する際の上記他の光信号のレベルを制御することを特徴とする光通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40

【発明の属する技術分野】

本発明は、海底通信などの長距離通信に適用される光通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、大容量、高速通信の実現を目指して光通信システムの開発が盛んに行われている。特に、一度に大量の情報を送信しようとする場合には、光波長多重方式が有力視され、実用化されつつある。光波長多重方式においては、情報をのせた複数の波長の光信号を波長多重して送信を行うが、それぞれの波長の光信号には、少なくとも 1 つの通信チャネルが対応させられる。海底通信などの長距離通信に適用される光波長多重方式の場合、通信路の途中に波長多重された光信号の内、特定の波長の光信号あるいは特定のチャネルの光信

50

号を分岐して、端局に分岐した波長の光信号を送信するとともに、この分岐した光信号の波長と同じ波長で端局から送られてきた光信号をもとの伝送路を伝搬する光信号に再び合波して終端局に送信するような、光アドドロップシステムが実用化されようとしている。

【0003】

図11は、従来の光アドドロップシステムとその問題点を説明する図である。同図(a)は、光アドドロップシステムの全体構成の模式図である。光アドドロップシステムにおける基本的構成としては、光波長多重された光信号を送信する送信局としての端局Aと、端局Aからの信号を受信する受信局としての端局Cと、端局Aからの光信号のうち特定の波長の光信号を分岐あるいは合波するブランチングユニット1100と、ブランチングユニット1100で分岐された光信号を受信し、受信した光信号と同じ波長の光信号にのせて新たに情報を送信するブランチ局としての端局Bとからなる。通常、海底通信の場合には、ブランチングユニット1100は海底に設置され、例えば、それぞれ異なる国に設置されている端局A、B、Cに光信号を送信するようになっている。典型的には、端局Aと端局Cとの間の距離は約3000kmで、ブランチングユニット1100は、そのほぼ中間に設けられることになる。このように、長距離にわたって光信号を伝送すると光信号の強度が減衰するので、端局Aとブランチングユニット1100の間、端局Bとブランチングユニット1100との間、及び端局Cとブランチングユニット1100との間の伝送路には、それぞれ複数個の光アンプ1101、1102、1103が設けられる。同図(a)では、簡単のため各伝送路には1つつつ光アンプ1101、1102、1103が設けられているように図示されているが、実際にはもっと多くの光アンプがそれぞれ設けられる。一般には光アンプ1101、1102、1103の出力レベルを一定に保つために、各光アンプは自動出力レベルコントロール回路(ALC回路)を有し、常に、光信号を同じ出力レベルまで増幅するように構成されている。

【0004】

なお、同図(a)では、伝送路が一方向の通信用のものしか設けられていないように図示されているが、実際には、上り回線と下り回線というように、両方向通信を行うことができるように回線が設けられている。

【0005】

同図(b)～(f)は、各伝送路における光信号の様子とその問題点を示す図である。同図(b)は、同図(a)のA点における光信号の様子を示したものである。同図(b)の場合には、端局Aから4つの異なる波長の光信号が波長多重されて送信されている様子を示している。各光信号の下方に山形に盛り上がっているのはASE(Amplified Spontaneous Emission)ノイズと呼ばれ、光信号に重畳されるノイズが光信号とともに光アンプによって増幅されたものである。光通信システムの作動特性は、このASEに対する光信号のS/N比によって決定される。

【0006】

ここで、ブランチングユニット1100では、波長 λ_1 の光信号が分岐されて、端局Bに送られ、また、端局Bからは波長 λ_1 の光信号が送信されてきて、端局Cに送られる場合を考える。

【0007】

端局Aから送られる信号(同図(b))の内、波長 λ_1 以外の波長の光信号はブランチングユニット1100で分岐されずにそのまま端局C側へ送信される。端局Bは、波長 λ_1 の光信号を受け取るとともに同じ波長の光信号を送信する。端局Bから送信されてきた信号が光アンプ1102で増幅された後のB点における様子を示したのが同図(c)である。ブランチングユニット1100では、端局Bから送られてきた波長 λ_1 の光信号と、端局Aから送られてきた波長 $\lambda_2 \sim \lambda_4$ までの光を合波し、端局Cに送信する。

【0008】

端局Bからの光信号がブランチングユニット1100で合波され、光アンプ1103で増幅されたのちのC点における様子を示したのが同図(d)である。同図(c)及び同図(d)は、端局Bからの光信号が端局Aからの光信号に合波される場合に、それぞれの光信

10

20

30

40

50

号のパワーレベルがほぼ等しい場合を示している。この場合、同図（d）に示されるように、どの波長の光信号もASEノイズに対するS/N比が同じとなる。

【0009】

一方、同図（e）は同じくB点における光信号の様子を示したものであるが、端局Bからの光信号のパワーレベルが大きい場合を示している。このように、端局Bからの光信号のパワーレベルが高い場合には、ブランチングユニット1100で合波され、光アンプ1103で増幅された後のC点における光信号の様子は同図（f）のようになる。従って、波長 λ_1 のS/N比は大きい、その他の波長のS/N比が小さいので、光通信システムの作動特性はこの低いほうのS/N比で決定されてしまい、システムとしては作動特性が悪いことになってしまう。

10

【0010】

図12及び13は、光アンプの動作とS/N比について説明する図である。

ここでは、2つの異なる波長の光信号が多重化され、トータルで0 dBmのパワーの光信号が光アンプに入力されるものとする。光アンプは自動出力レベルコントロール回路を有しており、利得が10 dBで、光出力が10 dBmに固定されているものとする。また、入力側の光信号の様子は図12（a）に示すように、2つの波長の光信号のパワーがそれぞれ-3 dBmであり、トータルで0 dBmであるとする。このような光信号が光アンプに入力すると、出力は図12（b）に示すようになる。すなわち、それぞれの波長の光信号が増幅されて、それぞれの光信号のパワーは+7 dBmとなり、トータルで出力光のパワーは+10 dBmとなる。一方、ASEノイズも増幅されるので、それぞれの光信号のASEノイズに対するS/N比は30 dBとなる。従って、この光アンプの作動特性はS/N比が30 dBであるとされる。

20

【0011】

一方、図13は、入力光信号が異なるパワーレベルの光信号を多重したものとなっている場合を示している。光アンプの特性は図12と同じである。しかし、図13（a）に示すように、2つの異なる波長の光信号のトータルのパワーは0 dBmであるが、片方のパワーレベルが-1.5 dBmで、もう片方が-4.5 dBmとなっており、パワーレベルに3 dBの差がある場合を示している。このような光信号が入力されると、出力は図13（b）のようになる。すなわち、入力時にパワーレベルの高かった光信号のパワーレベルは、+8.5 dBmとなり、入力時にパワーレベルが低かった光信号のパワーレベルは、+5.5 dBmとなる。これは、光アンプの出力が+10 dBmに固定されているので、出力光信号のトータルのパワーレベルがこの値になるように、それぞれの波長の光信号が増幅されるためである。また、このとき同時にASEノイズも増幅されており、それぞれの波長でS/N比が異なることになる。つまり、入力時にパワーレベルが大きかった波長のS/N比は良い値を示すが、入力時にパワーレベルが小さかった波長のS/N比は相対的に悪くなる。従って、光アンプの作動特性としては、悪いほうのS/N比をもって評価されることになるので、光アンプのパフォーマンスが悪いということになる。

30

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

図11（a）で説明したような光アドドロップシステムにおいては、端局とブランチングユニットとの間に多くの光アンプが挿入される。また、ブランチングユニットにおいては、独立に生成された端局Aからの光信号と端局Bからの光信号とが合波され、光アンプによって増幅される。端局Aと端局Bからの光信号は、伝送される距離や、出力の違いから合波される場合に、各波長の光信号がほぼ同一とはならない場合が生ずる。また、設計段階で、光信号の出力パワーと減衰量を計算して、システムを構築したとしても、設計通りに光信号のパワーレベルを制御することができるとは限らない。この場合には、図12及び図13で説明したように、光アンプで増幅されることにより、パワーレベルの低い光信号とパワーレベルの高い光信号とでS/N比に差が生じ、システムの作動特性としてはパワーレベルの低い光信号のS/N比、すなわち悪いほうのS/N比によって評価されてしまう。

40

50

【0013】

このように、ブランチ局からの光信号のパワーレベルが送信局からの光信号のパワーレベルと異なる場合には、それだけで光信号の伝送特性を表すS/N比が低いほうで評価され、システムパフォーマンスの悪いシステムとなってしまう。

【0014】

従って、本発明の課題は、送信局からの光信号のパワーレベルとブランチ局からの光信号のパワーレベルの違いを補償し、システムパフォーマンスを高く維持できる光通信システムを提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の光端局は、送信すべきデータで変調された光送信信号を発生させる光送信信号送信手段と、該光送信信号の波長とは異なる波長のダミー光を発生させるダミー光発生手段と、該ダミー光と該光送信信号を波長多重する波長多重手段と、前記波長多重手段により波長多重された光を増幅し、その出力レベルを一定保つ光増幅手段と、前記光増幅手段により増幅された前記光送信信号と、前記光送信信号と合波される他の光端局からの光信号の、それぞれの波長のパワーレベルをほぼ同じとするように、前記前記ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段とを有することを特徴とする。

【0016】

本発明の別の側面における光端局は、送信すべきデータで変調された光送信信号を発生させる光送信信号送信手段と、該光送信信号の波長とは異なる波長のダミー光を発生させるダミー光発生手段と、該ダミー光と該光送信信号を波長多重する波長多重手段と、該ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段とを有し、ダミー光のレベルを増減することにより、光増幅器を通過する際の該光送信信号のレベルを制御することを特徴とする。

【0017】

本発明の制御方法は、第1の光端局と、第2の光端局と、該第1の光端局から送信される第1の光送信信号の特定の波長の光送信信号を該第2の光端局に送り、該第2の光端局から送信される第2の光送信信号と、該第1の光送信信号の前記特定の波長以外の光送信信号とを波長多重して第3の光端局に送信する光ブランチングユニットと、該光ブランチングユニットと該第2の光端局間に出力レベルを一定にする光増幅器とを設けた光通信システムにおいて、該第2の光端局は、該第2の光送信信号と異なる波長のダミー光を送信し、該ダミー光の出力レベルを調整することで、該光増幅器の出力光の該第2の光送信信号レベルを制御することを特徴とする。

【0018】

本発明の光通信システムは、第1の光端局と、第2の光端局と、該第1の光端局から送信される第1の光送信信号の特定の波長の光送信信号を該第2の光端局に送り、該第2の光端局から送信されてくる第2の光送信信号と、該第1の光送信信号の前記特定の波長以外の光送信信号とを波長多重して第3の光端局に送信する光ブランチングユニットと、該光ブランチングユニットと第2の光端局の間に出力信号を一定にする光増幅器とを設けた光通信システムにおいて、該第2の光端局は、送信すべきデータで変調された該第2の光送信信号を発生させる光送信信号送信手段と、該第2の光送信信号の波長とは異なる波長のダミー光を発生させるダミー光発生手段と、該ダミー光と該第2の光送信信号を波長多重する波長多重手段と、該ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段とを有することを特徴とする。

【0019】

本発明の更に別の側面の光端局は、第1の光端局と、第2の光端局と、第3の光端局があり、該第1～第3の光端局を接続する光ブランチングユニットと、該光ブランチングユニットと第2の光端局の間に出力信号を一定にする光増幅器を設け、該光ブランチングユニットで第1の端局と第2の端局からの光送信信号を波長多重し第3の端局に伝送するシステムにおいて、該第2の光端局は送信すべきデータで変調された光送信信号を発生させる光送信信号送信手段と、

10

20

30

40

50

該光送信信号の波長とは異なる波長のダミー光を発生させるダミー光発生手段と、該ダミー光と該光送信信号を波長多重する波長多重手段と、該ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段とを有し、ダミー光のレベルを増減することにより、光増幅器を通過する際の該光送信信号のレベルを制御することを特徴とする。

本発明の更なる別の側面における光通信システムは、光送信信号を出力する第1の光端局と第2の光端局と第3の光端局があり、第1～第3の光端局を接続する光ブランチングユニットと、該光ブランチングユニットと第2の光端局間に光増幅器を設け、該第2の光端局は送信すべきデータで変調された光送信信号を発生させる手段と、該光送信信号とは異なる波長のダミー光を発生させる手段と、該ダミー光の出力レベルを調整するレベル調整手段を有し、ダミー光のレベルを増減することにより、光増幅器を通過する際の該光送信信号のレベルを制御することを特徴とする。

10

本発明の更に別の側面における光通信システムは、波長多重された光信号を送信する送信局と、該光信号を受信する受信局と、該波長多重された光信号の内、特定の波長の光信号を受信し、該特定の波長にのせて光信号を送信するブランチ局と、該特定の波長の光信号を該送信局から送信されてきた光信号から分岐して該ブランチ局に送信し、該ブランチ局から送信されてきた光信号と、該送信局から送信されてきた該特定の波長以外の光信号とを、それぞれの波長のパワーレベルをほぼ同じにして合波するブランチング手段と、前記ブランチング手段により合波された光信号を受信する受信局とを備えることを特徴とする。

本発明のブランチングユニットは、波長多重された光信号を送信する送信局と、該波長多重された光信号の内、特定の波長の光信号を受信し、該特定の波長にのせて光信号を送信するブランチ局と、該送信局からの光信号のうち特定の波長の光信号を分岐して該ブランチ局に送信し、該ブランチ局から送信されてきた光信号を該送信局からの光信号とを合波して受信局に送信するブランチングユニットとからなる光通信システムにおいて、該ブランチ局から送信されてきた光信号と、該送信局から送信されてきた該特定の波長以外の光信号とを、それぞれの波長のパワーレベルをほぼ同じにして合波することを特徴とする。

20

本発明の更に別の側面における光通信システムは、第1の光端局から波長の異なる複数の光信号を共通の光伝送路を通じて伝送し、上記複数の光信号のうち特定波長を有する光信号を光ブランチングユニットにより分岐して第2の光端局に送ると共に、前記第2の光端局から前記特定波長を有する他の光信号を発生して前記光ブランチングユニットに送り、前記光ブランチングユニットにおいて、前記他の光信号と、前記複数の光信号から前記分岐された光信号を除いた光信号とを合波して伝送する光通信システムにおいて、前記第2の端局は、前記特定波長とは異なる波長の調整用の光を発生して前記他の光信号と合波し、合波した光を、出力レベルを一定にする光アンプを通じて前記光ブランチングユニットに送ることを特徴とする。

30

本発明の更に別の側面の光通信システムは、第1の光端局から波長の異なる複数の光信号を共通の光伝送路を通じて伝送し、上記複数の光信号のうち特定波長の光信号を光ブランチングユニットにより分岐して第2の光端局に送ると共に、上記第2の光端局から上記特定波長の他の光信号を発生して上記光ブランチングユニットに送り、上記光ブランチングユニットにおいて、上記他の光信号を上記複数の光信号から上記分岐された光信号を除いた光信号に挿入して伝送する光通信システムにおいて、上記第2の端局は、調整器によりレベルを調整された上記特定波長とは異なる波長の調整用光信号を発生して上記他の光信号と合波し、合波した各光信号を出力レベルを光アンプを通じて上記光ブランチングユニットに送り、上記光ブランチングユニットは、第1の光端局からの光に第2の光端局からの光を挿入して、第3の光端局に送り、該調整用光信号のレベルを増減することにより、光アンプを通過する際の上記他の光信号のレベルを制御することを特徴とする。

40

【0020】

上記本発明の光通信システム、あるいは端局、ブランチングユニットによれば、波長多重された光信号を送信する送信局からの光信号のうち、ブランチ局に送信されるべき特定の

50

波長の光信号を除いた光信号が、ブランチ局から送信されてくる特定の波長を有する光信号とブランチングユニットにおいて合波されるときに、双方の光信号のパワーレベルを同じにして合波できるように構成されている。これにより、合波された後に双方の光信号のパワーレベル差が生じていることにより、パワーレベルの低いほうがS/N比が劣化して、システムパフォーマンスが落ちてしまうことを防止することができる。すなわち、システムパフォーマンスを長期にわたって高く維持したまま使用できる光アド・ドロップシステムを提供することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第1の実施例を示す図である。

10

同図は、ブランチングユニット16にブランチ局側からの光信号のパワーレベルを調整する構成を設けたものである。なお、同図においては、送信局側から受信局側への下り回線のみが図示されているが、実際には、受信局側から送信局側への上り回線も設けられている。

【0022】

送信局側から送信されてきた波長多重された光信号は、サーキュレータ10に入力されファイバグレーティング11に入力される。ファイバグレーティング11では、ブランチ局側へ送信されるべき波長の光信号のみが反射され、その他は直進する。ファイバグレーティング11で反射された光信号は再びサーキュレータ10に入力し、ブランチ局側へと送信される。一方、ファイバグレーティング11を直進した光信号は、アイソレータ12、ファイバグレーティング13を通過し、サーキュレータ14に入力されて、ブランチ局側から送信されてきた光信号と合波されて受信局側へと送信される。ブランチ局側から送信されてきた光信号は、サーキュレータ14に入力するとファイバグレーティング13へと送られる。ブランチ局側から送信されてくる光信号の波長は、ファイバグレーティング11で反射されたものと同じなので、同じくファイバグレーティング13によって反射され、再びサーキュレータ14に入力されて受信側に送信される。なお、ファイバグレーティング13で反射されなかった余分な光はアイソレータ12によって、送信局側に伝搬するのが防がれる。サーキュレータ14で送信局側から送信されてきた光信号とブランチ局側から送信されてきた光信号とが合波されるとき、それぞれの波長の光信号のパワーレベルに差があると受信側で光アンプによって増幅されたときにS/N比の劣化を生じる。そこで、本実施例の場合には、ブランチ局側からの光信号が送信されてくる伝送路に光アッテネータ15を設けている。この光アッテネータ15によりブランチ局側からの光信号のパワーレベルを調整することにより、送信局側から送信されてきた光信号とブランチ局側から送信されてきた光信号のパワーレベルをほぼ同じとすることができる。従って、光アドドロップシステムのシステムパフォーマンスを高く維持することができる。

20

30

【0023】

図2は、第1の実施例における光アッテネータの一例を示す図である。

同図に示されている光アッテネータはシングルモードファイバあるいはDSF (Dispersion Shifted Fiber) 20、21を光軸をずらして融着したものである。シングルモードファイバまたはDSF 20、21は、それぞれ光を伝搬させるコア22、24と、コア22、24を保護するクラッド23、25からなっており、融着部26のところで融着されている。ここで、コア22とコア24とが僅かにずれており、この部分を光信号が通過するときに光損失が生じるようになっている。従って、この部分を通過した後の光信号は通過する前の光信号よりもパワーレベルが落ちることになる。従って、ブランチ局側から送信されてきた光信号のパワーレベルを調整することができる。このような、光ファイバの接続の仕方を軸ずれスプライスと呼ぶ。

40

【0024】

光アッテネータを構成する方法として軸ずれスプライスを使用する場合には、光ファイバ同士の接続が固定的であるので、光信号の減衰量も固定的となる。従って、軸ずれスプライスによって光信号の減衰量を調整する場合には、システムの構築の際に一度だけ行うこ

50

となる。しかしながら、光の減衰量は長い間一定に保つことができるので、海底通信のようにブランチングユニットを海底に沈めるような場合には、頻繁にブランチングユニットのメンテナンスを行うことができないため、逆に信頼性の高い光アッテネータを構成することができる。

【0025】

光の減衰量の調整は一般的に、スプライスを行う装置に装備されており、光ファイバをスプライスするときに、光の減衰量を確認しながら光ファイバの光軸のずれの量を調整して、適当な光減衰量を得ることができる。

【0026】

なお、光アッテネータの構成は軸ずれスプライスのみに限らず光コネクタの接続損失を利用する物など当業者が通常想到しうる範囲内でどのような構成を用いても良い。

10

【0027】

図3は、本発明の第2の実施例の構成を示す図である。

本実施例においてもブランチ局側から送信されてくる光信号のパワーレベルを調整して送信局側から送信されてくる光信号のパワーレベルと同じレベルにする構成をブランチングユニット30に設けている。なお、同図においても、送信局側からの上り回線と下り回線のうち下り回線のみを示している。

【0028】

送信局側から送信されてきた光信号は光アンプ31で増幅され、カプラ32によって分岐される。ここでの分岐は、送信局側からの光信号のパワーレベルを監視するために使用されるので、ほとんどの光信号のパワーは分岐されずに直進するように構成する。直進した光信号はサーキュレータ33及びファイバグレーティング34でブランチ局側に送信されるべき波長の光信号だけが取り出され、ブランチ局側へ送信される。それ以外の波長の光信号は更に直進し、アイソレータ35を通して、ファイバグレーティング36及びサーキュレータ37によって、ブランチ局側からの光信号が合波されて、受信局側へ送信される。

20

【0029】

カプラ32で分岐された光信号は制御回路400のフォトダイオード38で電気信号に変換され、比較器39に入力される。また、ブランチ局側から送信されてきた光信号は光アンプ43に入力され、増幅された後、カプラ44で分岐される。ここでも、ほとんどの光信号は直進し、サーキュレータ37とファイバグレーティング36によって、送信局側から直進してきた光信号と合波され、受信側へ送信される。カプラ44で分岐された光信号は制御回路400内のフォトダイオード41によって電気信号に変換される。電気信号に変換された後レベル変換器40によって受信された信号のパワーレベルを調整して比較器39に入力される。このレベル変換器40は、次のような理由で設けられる。すなわち、フォトダイオード38で受信される光信号は、送信局側から送信されてきた、例えば、8つの異なる波長の光信号を多重して送信してきたものであるが、フォトダイオード41で受信される光信号は、ブランチ局側から送られてきたものであり、送信局側から光信号の送信に使用された8つの異なる波長のうち、例えば、4つの波長の光信号を含むものである。従って、フォトダイオード38で受信される光信号は8つの光信号を含んでいるが、フォトダイオード41で受信される光信号は4つの光信号しか含んでいない。これらの光信号のパワーレベルを直接比較すると、当然、フォトダイオード38で受信されたもののほうが大きくなる。しかし、ブランチ局側から送信されてきた光信号の各波長のパワーレベルと送信局側から送信されてきて、ブランチ局側へドロップ（取り出し）されなかった波長の光信号の各波長のパワーレベルとを同じようにする必要があるので、レベル変換器40で4波多重されたブランチ局側からの光信号のパワーレベルを変換して、8波多重された送信局側からの光信号のレベルに相当するように調整してから比較器39に入力するようにする。

30

40

【0030】

比較器39では、このようにして得られた電気信号のパワーレベルを比較し、比較結果を

50

オペアンプ42に入力する。この比較結果と基準値（ref）とを比較して、ブランチ局側からの光信号のパワーレベルと送信局側からのパワーレベルとの差異が生じたら、光アンプ43に制御信号を出して、ブランチ局側からの光信号のパワーレベルを調整し、送信局側から直進してきた光信号の各波長のパワーレベルと光アンプ43から出力される光信号の各波長のパワーレベルとを等しくなるようにする。

【0031】

このようにすることにより、サーキュレータ37とファイバグレーティング36によって光信号が合波されるとき、双方の光信号のパワーレベルを互いに等しくすることができるので、受信局に光信号が送信される間に光アンプによって生じる前述のようなシステムパフォーマンスの劣化を防ぐことができる。

10

【0032】

なお、上記のブランチングユニットの構成は単なる一例であって、この他にも当業者によれば様々な変形が可能であるが、本実施例の技術的思想はこのような変形も含むものである。

【0033】

図4は本発明の第3の実施例を示す図である。

第1の実施例及び、第2の実施例はブランチングユニット内にて、ブランチングユニットを通過する光送信信号と、ブランチ局から挿入する光信号のレベル差を調整する構成を示すのに対し、第3の実施例はブランチングユニットに入力される前の光信号のレベルを端局側の制御によりレベルを調整する発明である。

20

【0034】

具体的には、光端局にて、光送信信号と異なる波長の光のダミー光を伝送し、そのレベルを変化させることにより、送信信号のレベルを調整する。

即ち、ダミー光のレベルを上げることで、光増幅器を通過する際に、光送信信号のレベルが低下、ダミー光のレベルを下げることで、光増幅器を通過する際に、光送信信号のレベルが上昇することになる。

【0035】

構成としては、図4に示すように、光端局1に光送信信号送信手段1-1と、光端局にダミー光を発生するダミー光発生手段1-2と、そのレベルを調整するレベル調整手段1-3とを設け、これらの波長を合波する波長多重手段1-4を設けることで、光送信信号のレベルを調整する。

30

【0036】

図5に第3の実施の形態を示す。

構成としては、図4に示すように、光端局1に光送信信号送信手段1-1と、光端局にダミー光を発生するダミー光発生手段1-2と、そのレベルを調整するレベル調整手段1-3とを設け、これらの波長を合波する波長多重手段1-4を設けることで、光送信信号のレベルを調整する。

【0037】

この光端局1からの信号を光増幅器6を介して光端局2に送信する場合に光増幅器6で増幅されることで、ダミー光のレベルにより、光送信信号レベルを変化させることが可能となる。

40

【0038】

ここで、ダミー光のレベルを上げることで、光増幅器6を通過する際に、光送信信号のレベルが低下出来、ダミー光のレベルを下げることで、光増幅器6を通過する際に、光送信信号のレベルを上昇することが可能となる。

【0039】

すなわち、従来技術の節で説明したように、パワーレベルの異なる波長の光信号が含まれた状態で光アンプに入力すると、光アンプの出力が一定に保たれるので、入力時に高いパワーレベルを有する光信号と低いパワーレベルを有する光信号とで、増幅後にパワーレベルに差が生じる。このことを利用して、ブランチ局から光信号を送出する際に、出力レベ

50

ルを可変にすることのできるダミー光を情報を含む光信号とは異なる波長で一緒に送信するようにする。このようにすることによって、光信号が光アンプ 60-1~60-n 及び 61-1~61-n を通過するのに伴って、光信号のパワーレベルを調整することができる。

【0040】

図4は、本発明の第3の実施例の全体構成図を示した図である。

同図の構成においては、光アドドロップシステムの構成であり、端局Aと端局Bとをブランディングユニット51を介して上り回線と下り回線を設けて接続している。また、ブランディングユニット51からは回線が分岐されており、ブランチ局53が光信号を送受信できるように上り回線と下り回線とが設けられている。端局A、B、ブランチ局53、及びブランディングユニット51を接続する伝送路には、それぞれALC回路を有する光アンプ55-1~55-n、56-1~56-n、57-1~57-n、58-1~58-n、59-1~59-n、60-1~60-n、61-1~61-n、及び62-1~62-nが設けられ、光信号が長距離にわたって伝送される場合に光信号を増幅するように構成されている。ブランディングユニット51は、光端局Aからの光送信信号をファイバグレーティング34に入力し、ファイバグレーティング34からの特定の波長の光送信信号をブランチ局53に送る光サーキュレータ33と、ファイバグレーティング34を通過した光を通過させる光アイソレータ35と、ブランチ局53からの光信号をファイバグレーティング36に入射し、光アイソレータ35とファイバグレーティング36の反射光を光端局Bの側に出力する光サーキュレータ37からなる上り回線と、光端局Bからの光送信信号をファイバグレーティング34'に入力し、ファイバグレーティング34'からの特定の波長の光送信信号をブランチ局53'に送る光サーキュレータ33'と、ファイバグレーティング34'を通過した光を通過させる光アイソレータ35'と、ブランチ局53'からの光信号をファイバグレーティング36'に入射し、光アイソレータ35'とファイバグレーティング36'の反射光を光端局Aの側に出力する光サーキュレータ37'から成る下り回線とがある。

【0041】

ブランチ局53は、下り回線からの光送信信号を受信する受信部1-6と、光送信信号を送信する光送信信号送信手段1-1と、受信部1-6の信号を受けダミー光のレベルを変えるダミー光発生手段1-2と、ダミー光発生手段1-2と光送信信号送信手段1-1の出力を波長多重する波長多重部1-4と、上り回線からの光送信信号を受信する受信部1-6'と、光送信信号を送信する光送信信号送信手段1-1'と、受信部1-6'の信号を受けダミー光のレベルを変えるダミー光発生手段1-2'と、ダミー光発生手段1-2'と光送信信号送信手段1-1'の出力を波長多重する波長多重部1-4'とからなる。

【0042】

ブランチ局53からの光信号のパワーレベルと端局Aまたは端局Bからの光信号のパワーレベルの調整は、ブランチ局53に設けられるダミー光発生手段1-2、1-2'と端局A、Bに設けられる光スペクトルアナライザ65、66を用いて行う。ここで、ダミー光発生手段1-2、1-2'の発生するダミー光は、光信号の波長とは異なるものを用いる。

【0043】

すなわち、ブランチ局53から送信する光信号と一緒にダミー光を多重して送信すると、光アンプを通過する場合、ダミー光のパワーレベルに応じて、光信号の出力を調整することができる。例えば、光信号のほうにダミー光よりもパワーレベルが大きい場合には、光アンプによって増幅されたときに、光信号のほうに大きい出力が得られるが、ダミー光の方が光信号よりもパワーレベルが大きい場合には、ダミー光の方が増幅後のパワーレベルが大きく、光信号の方がパワーレベルが小さくなる。光信号の出力は一定に保たれているので、ダミー光の出力パワーと光信号の出力パワーとを足しあわせたものが一定にならなくてはならない。したがって、ダミー光のパワーレベルを変えることによって、光アンプから出力される光信号のパワーレベルも変化することになる。

【0044】

光信号を受信する端局Aまたは端局Bでは、送信されてきた光信号の各波長の信号のパワーレベルを検出する光スペクトルアナライザ65、66が設けられており、ブランチ局53から送信されてきた光信号と端局Aまたは端局Bから直接送られてきた光信号の各波長のパワーレベルを検出することによって、パワーレベルに差がないかを調べ、その結果を光信号にのせてブランチ局53に送る。ブランチ局53が送った光信号が、端局Aまたは端局Bから直接送信された光信号と異なったパワーレベルを有していることをブランチ局53の受信部で認識すると、ダミー光発生手段1-2、1-2'のダミー光のパワーレベルを調整して、ブランチ局53から送られる光信号の光アンプから出力されるときのパワーレベルを調整するようにする。このように、常に、受信端局側で各波長の光信号のパワーレベルを監視し、ブランチ局53でダミー光のパワーレベルの調整を行うことにより、ブランチ局53から送信される光信号と、端局AまたはBから直接送信される光信号のパワーレベルを、ブランチングユニット51で合波する際にほぼ同じレベルとすることができ、従って、光多重された各波長の光信号のうち、いずれかのパワーレベルが低いためにS/N比が劣化して、システムとしての作動特性を悪くすることがなく、高いシステムパフォーマンスを維持することができる。

10

【0045】

図5は、第3の実施例のブランチングユニットにおける光信号のアド・ドロップのための構成を示す図である。

同図においては、上り回線側は図示を省略してある。第3の実施例のブランチングユニットは光信号のアド・ドロップを行う機能のみを有している。すなわち、送信局側から送信されてきた波長多重された光信号は、サーキュレータ70を通過して、ファイバグレーティング73-1~73-4に入射する。各ファイバグレーティング73-1~73-4は、それぞれ固有の波長の光信号を反射するように機能する。すなわち、ファイバグレーティング73-1は、波長 λ_1 の光信号を、73-2は波長 λ_2 の光信号を、73-3は波長 λ_3 の光信号を、73-4は波長 λ_4 の光信号を、それぞれ送信局側から送信されてきた光信号の中から選択的に反射して、サーキュレータ70に再び入力するように構成されている。ファイバグレーティング73-1~73-4によって反射された光信号は、サーキュレータ70に再び入って、進路を変えられ、ブランチ局側にドロップ光信号として送信される。ファイバグレーティング73-1~73-4で反射されなかった光信号はアイソレータ72、ファイバグレーティング74-1~74-4を通過してサーキュレータ71に入射し、ブランチ局側から送信されてきたアド光信号と合波されて、受信局側へ送信される。

20

30

【0046】

ブランチ局側から送信されてきたアド光信号及びダミー光は、サーキュレータ71に入射したのち、ファイバグレーティング74-1~74-4に送られ、前述と同じように波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の光信号が反射されて再びサーキュレータ71に入射し、受信局側へ送信される。このとき、アド信号として光信号と一緒に送られてきたダミー光はファイバグレーティング74-1~74-4では反射されず、アイソレータ72を通過することもできないので、ほとんどが発散されてしまう。この構成によりダミー光は受信局側に伝送されることはなくなる。

40

【0047】

図6は、図5のブランチングユニットの特性を示す図である。

同図(a)は、送信局側から受信局側への光信号の通過特性を示している。送信局側からの入射光は白色光を使用しており、アイソレータ72(図5)のあたりの光の透過特性が示されている。同図(a)によれば、中心付近の4つの波長で光の透過強度が落ち込んでいることが分かる。これは、ファイバグレーティング73-1~73-4によって、これらの波長の光が反射され、アイソレータ72の方には出力されないことを示している。これら、特定の波長以外の波長は、ほとんど強度が変化せずに通過していることから、図5のような構成によれば、特定の波長の光信号のみを選択的に通過させないようにすること

50

ができることが分かる。

【0048】

同図（b）は、送信局側からブランチ局側への光信号のドロップ作用の特性を示した図である。同じく、送信局側からは白色光を入射している。同図（b）によれば、ちょうど同図（a）で透過率が低くなっている波長の光が逆に取り出されて、ブランチ局側に送られていることが分かる。この4つの異なる波長の光は図5のファイバグレーティング73-1～73-4によって反射され、サーキュレータ70によってブランチ局側へ送られたものである。

【0049】

同図（c）は、ブランチ局側から受信局側への光信号の通過特性を示した図である。この場合には、送信局側からは光を入射せず、ブランチ局側から白色光を入射して、受信局側でどのような波長の光が検出されるかを見たものである。この場合も、ブランチ局側から入射された光はサーキュレータ71でファイバグレーティング74-1～74-4に送られ、同図（b）の場合と同じ波長の光が反射される。そして、再びサーキュレータ71に入射され、受信局側に出力される。同図（c）から明らかなように、確かに、特定の異なる4波長の光が出力され、その他の光は、レベルの低いノイズとしてしか出力されていない。

【0050】

図7は、ブランチングユニットに入射するアド光信号と、アド光信号が合波されたブランチングユニットから受信局側への出力光の様子を示す図である。

同図（a）のように、ブランチ局から4波の多重信号が送られてきたとする。これを従来のように何の制御もしないで、送信局側から来た光信号と合波すると同図（b）に示すようになる。ここで、送信局からは8波の多重信号が送られてきており、そのうち、同図（a）に示される波長の短い方から4波の光信号（1）がブランチングユニットによってアド・ドロップされるとする。

【0051】

何の制御も無しにブランチ局からの同図（a）に示される光信号を送信局側からの光信号（2）と合波すると、ブランチ局からの光信号と送信局からの光信号のパワーレベルが異なるため、同図（b）に示すように、送信局側から直進してきた光信号（2）とブランチ局からの光信号（1）のパワーレベルに差が生じる。同図（b）の場合には、ブランチ局からの光信号の方がパワーレベルが大きくなっている様子が示されている。すなわち、（1）で示される光信号がブランチ局から来た光信号で、（2）で示される光信号がブランチングユニット内を受信局側に向かって直進した光信号である。なお、同図（a）、（b）において、下のほうに山状に盛り上がっている部分がASEノイズである。

【0052】

図8は、本発明の第3の実施例に基づいてダミー光を制御手段として使用した場合を示している。

同図（a）は、ブランチ局側からブランチングユニットに送信されてくるダミー光を含む光信号である。（4）が情報を持った光信号で、（3）がダミー光である。同図（a）と図7（a）とを比較すると良く分かるようにダミー光（3）のパワーレベルを大きくすることにより、情報を持った光信号（4）のパワーレベルが相対的に小さくなっている。図7（b）の場合には、パワーレベルの大きいブランチ局側からの光信号を合波したので、送信局側から直接受信側へ行く光信号のパワーレベルとの間にレベル差が生じた。しかし、同図（a）のように、ダミー光（3）を使うことにより、ブランチ局側からの情報を持った光信号（4）のパワーレベルを下げるができる。従って、同図（b）に示されるように、送信側からブランチングユニット内を直接送信側に出力された光信号（5）とブランチ局側から送信された光信号（4）のレベル差をほとんどなくすように制御する事ができる。なお、同図（b）の（3）に対応する光信号は、ブランチングユニット内で完全には発散されなかったダミー光が受信局側に出てきたものである。

【0053】

上記具体例では、ブランチ局側から送信されてくる情報を持った光信号のパワーレベルが相対的に大きい場合のみを示しているが、逆に、パワーレベルが小さい場合にはダミー光のパワーレベルを小さくすることによって、情報を持った光信号（４）を相対的に大きくすることができる。従って、状況に合わせてダミー光の出力をブランチ局側で調整することにより、送信局側からの光信号（５）とブランチ局側からの光信号（４）のパワーレベルを揃えることができるので、システムパフォーマンスを高いまま維持することができる。

【００５４】

このような技術は８波伝送以外のもっと多重度の大きい光波長多重通信にも、あるいは、もっと多重度の低い光波長多重通信にも適用できる。また、ダミー光の波長は必ずしも波長の短い側でなくてもよく、光アンプの増幅に使用する帯域に含まれる波長であればどのような波長の光を使用しても良い。

10

【００５５】

図９は、送信局及び受信局としての端局の一部構成を示すブロック構成図である。

上り回線を使って、ブランチングユニットから光信号が送信されてくると、カプラ９０で、光信号を一部分岐する。このカプラ９０は、例えば、１０：１の比率で光信号を分岐するものである。大部分の光信号は、このカプラ９０を通過してカプラ９１、９２によって分岐される。分岐されたそれぞれの光信号はそれぞれ固有の通過帯域を有する光フィルタ９３－１～９３－３によって、それぞれの波長の光信号（それぞれのチャネルの光信号）が抽出される。それぞれの波長の光信号はプリアンプ９４－１～９４－３によって増幅されて受光器９５－１～９５－３によって受信され、電気信号に変換されて、デマルチプレクサ９７により情報が取り出され、不図示の情報処理部へと送信される。

20

【００５６】

一方、カプラ９０で分岐された光信号は光スペクトルアナライザ９６に入力されて、各波長の光信号のパワーレベルが測定され、光信号の着信レベル差が情報として取り出される。これを、不図示のデータフォーマット作成部において、光信号の情報通信フォーマット（例えば、SDH/SONETのPOH（パス・オーバーヘッド））に書き込み、その他の情報信号とともにフォーマットに適合するように電気信号を作成する。これは、例えば、同図のマルチプレクサ９８で行う。マルチプレクサ９８から出力されるデータ信号を各チャネル毎に設けられた光送信器９９－１～９９－３でそれぞれ異なる波長の光信号に変換し、各波長の光信号毎にポストアンプ１００－１～１００－３で増幅して送り出す。このようにして生成された各波長の光信号をカプラ１０１、１０２で合波し、下り回線を使って端局あるいはブランチ局に向かって送信する。

30

【００５７】

このように、光信号を受信した端局では、光信号に含まれている情報を取り出すのみではなく、光スペクトルアナライザ９６によって、各波長の光信号のパワーレベル差を検出し、主信号の一部に埋め込まれた情報として再び送出する。

【００５８】

なお、同図の説明では、光信号の波長多重数が３の場合を示したが、多重数はこれに限られるものではない。同図に基づいて説明すると、３つある受光器９５－１～９５－３のうち、例えば２つがブランチ局からの光信号を受光するためのもので、残りの１つが送信局にあたる端局から送信され、ブランチングユニット内を直進してきた光信号を受信するためのものである。同様に、光送信器９９－１～９９－３の内、２つはブランチ局に送信するための波長を有する光信号を送信し、残りの１つは受信局となる端局に送信するための波長を有する光信号を送信するものである。

40

【００５９】

図１０は、ブランチ局の一部構成を示すブロック図である。

下り回線には、ブランチングユニットから２つの異なる波長（２つに限られない）の光信号が送信されてくる。カプラ１１８で光信号を分岐し、光フィルタ１１９－１、１１９－２でそれぞれの波長の光信号が抽出される。それぞれの波長の光信号はプリアンプ１２０

50

ー1、120-2によってそれぞれ増幅された後、受光器121-1、121-2によって電気信号に変換され、デマルチプレクサ122で情報が取り出され、不図示の情報処理部へ送られる。

【0060】

一方、デマルチプレクサ122では、光信号のデータ送信フォーマット内に書き込まれている端局における光スペクトルアナライザの情報（例えば、SDH/SONET内のPOH領域にある、端局から送信されてきた各波長の光信号の着信レベル差）を抽出し、コンピュータ117に送信する。

【0061】

また、コンピュータ117からは送信すべきデータ情報が信号として光送信器114-1、114-2に加えられ、各波長の光信号が生成される。この他にブランチ局ではダミー光発生手段115が設けられており、ダミー光も出力される。それぞれの波長の光信号とダミー光とはポストアンプ113-1～113-3によって増幅され、カプラ112、111によって合波されて送出される。この合波された光信号をカプラ110で分岐する。このカプラ110は例えば、10:1に光を分岐するもので、大部分をそのまま通し、僅かに分岐するものである。カプラ110で分岐された光信号は光スペクトルアナライザ116に入力され、現在ブランチ局から出力されている光信号の各波長のパワーレベル差を検出する。

【0062】

光カプラ116の検出結果はコンピュータ117に入力され、デマルチプレクサ122によって抽出された端局における着信レベル差に関する情報と比較演算し、ダミー光の送信パワーを制御する信号をポストアンプ113-3に送信する。このようにすることによって、常に、ブランチ局から送信された光信号と端局からブランチングユニットでドロップされずに受信局に送信された光信号との着信レベル差を監視することができる。この監視結果に基づいてダミー光の送信パワーレベルを調整することにより、ブランチ局から送信された光信号がブランチングユニットで合波される際の、ドロップされなかった光信号とのパワーレベル差をほとんどなくすように制御することができる。従って、パワーレベル差の存在によるS/N比の劣化を防止することができ、システムパフォーマンスを高く維持することができる。

【0063】

なお、図10では、ブランチ局へ送信される光信号は2つの異なる波長にのせられて来ることを前提に説明したが、このような構成に限られるものではなく、端局から送信される光信号の波長多重数、ブランチ局に送信される光信号の波長多重数は、それぞれ設計段階において、必要に応じて適宜設計されるべきものである。

【0064】

【発明の効果】

本発明によれば、ブランチングユニットにおいてブランチ局から送信されてきた各波長の光信号のパワーレベルとドロップされなかった各波長の光信号のパワーレベルとが合波の際に異なってしまうことを補償することができ、パワーレベルの低いほうのS/N比の劣化によって、システムパフォーマンスが悪くなるのを防ぐことができる。従って、システムパフォーマンスを高く維持した状態で使用できる光アド・ドロップシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例を示す図である。

【図2】 第1の実施例における光アッテネータの一例を示す図である。

【図3】 本発明の第2の実施例の構成を示す図である。

【図4】 本発明の第3の実施例の全体構成図を示した図である。

【図5】 第3の実施例のブランチングユニットにおける光信号のアド・ドロップのための構成を示す図である。

【図6】 図5のブランチングユニットの特性を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 7】ブランチングユニットに入射するアド光信号と、アド光信号が合波されたブランチングユニットから受信局側への出力光の様子を示す図である。

【図 8】本発明の第 3 の実施例に基づいてダミー光を制御手段として使用した場合を示している。

【図 9】送信局及び受信局としての端局の一部構成を示すブロック構成図である。

【図 10】ブランチ局の一部構成を示すブロック図である。

【図 11】従来の光アドドロップシステムとその問題点を説明する図である。

【図 12】光アンプの動作と S/N 比について説明する図（その 1）である。

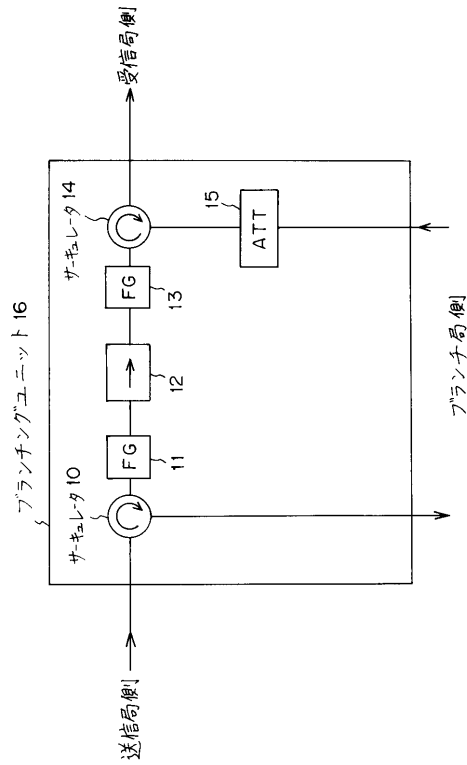
【図 13】光アンプの動作と S/N 比について説明する図（その 2）である。

【符号の説明】

1-1、1-1'	光送信信号送信手段	10
1-2、1-2'	ダミー光発生手段	
1-4、1-4'	波長多重部	
1-6、1-6'	受信部	
10、14、33、33'、37、37'、70、71	(光) サーキュレータ	
11、13、34、34'、36、36'、73-1~73-4、74-1~74-4	ファイバグレーティング	
12、35、35'、72	(光) アイソレータ	
15	光アッテネータ	
16、30、51	ブランチングユニット	20
20、21	シングルモードファイバまたは DSF	
22、24	コア	
23、25	クラッド	
26	融着部	
31、43、55-1~55-n、56-1~56-n、57-1~57-n、58-1~58-n、59-1~59-n、60-1~60-n、61-1~61-n、62-1~62-n	光アンプ	
32、44、90、91、92、101、102、110、111、112、118	カブラ	
38、41	フォトダイオード	30
39	比較器	
40	レベル変換器	
42	オペアンプ	
53	ブランチ局	
65、66、96、116	光スペクトルアナライザ	
93-1~93-3、119-1、119-2	光フィルタ	
94-1~94-3、120-1、120-2	プリアンプ	
95-1~95-3、121-1、121-2	受光器	
97、122	デマルチプレクサ	
98	マルチプレクサ	40
99-1~99-3、114-1、114-2	光送信器	
100-1~100-3、113-1~113-3	ポストアンプ	
115	ダミー光発生手段	
117	コンピュータ	
400	制御回路	

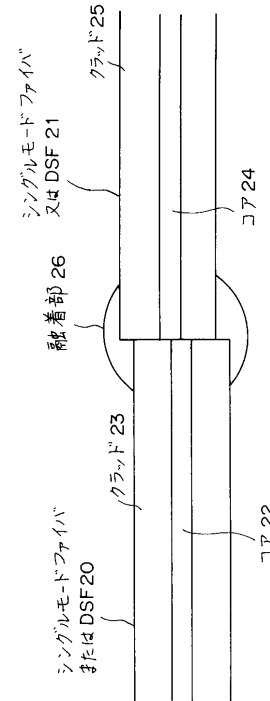
【図 1】

本発明の第1の実施例を示す図



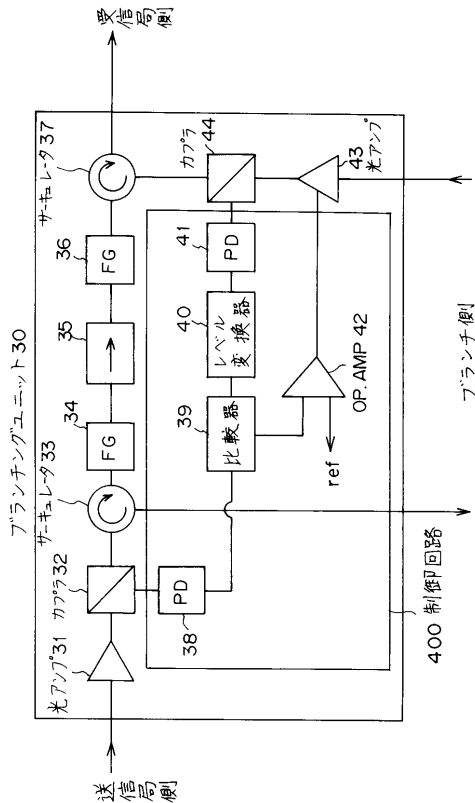
【図 2】

第1の実施例における光アッテネータの一例を示す図



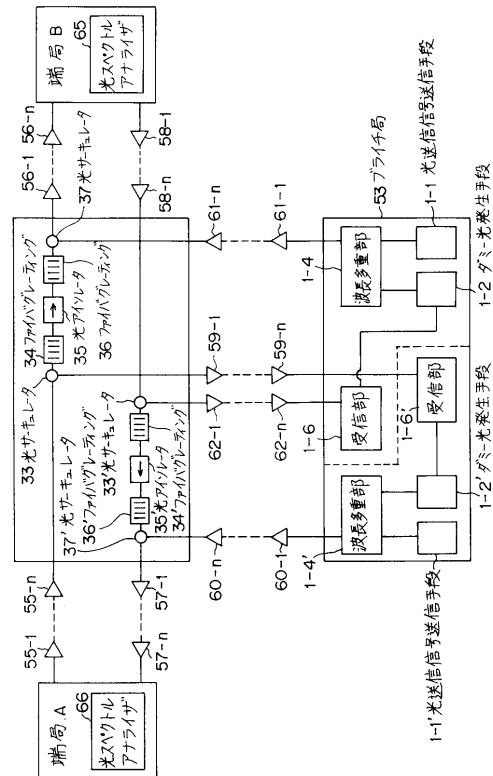
【図 3】

本発明の第2の実施例の構成を示す図



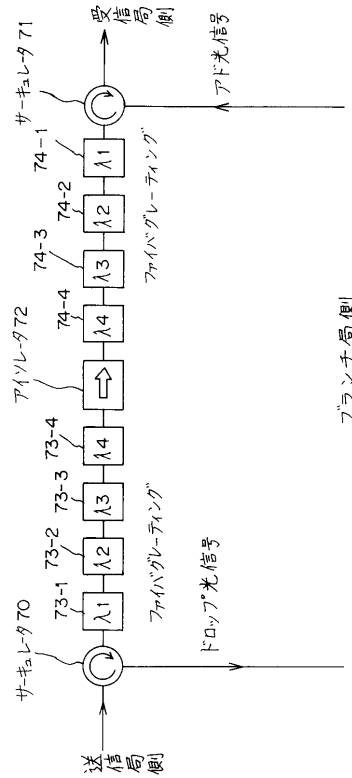
【図 4】

本発明の第3の実施例の全体構成図



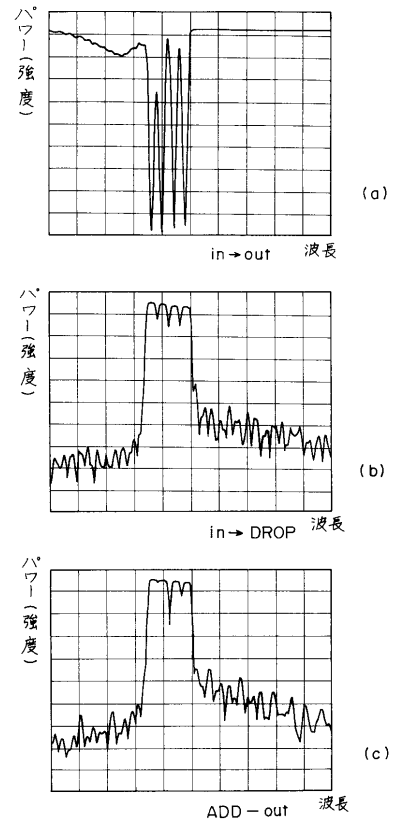
【図 5】

第3の実施例のブランチングユニットにおける
光信号のアド・ドロップのための構成を示す図



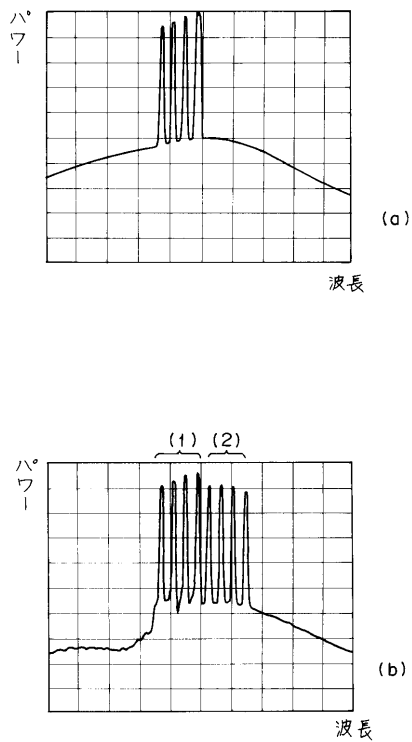
【図 6】

図5のブランチングユニットの特性を示す図



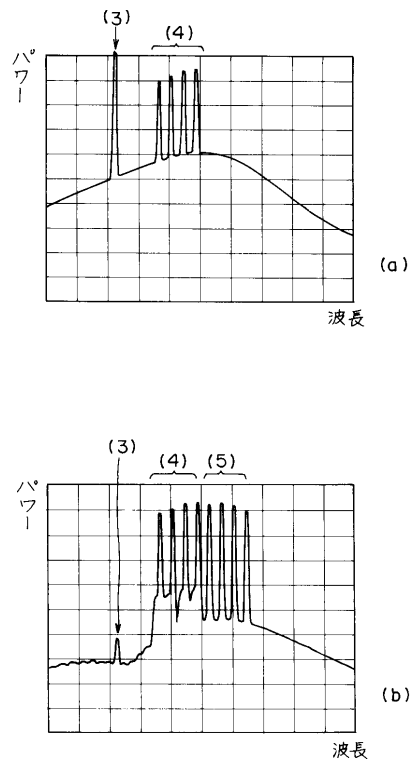
【図 7】

ブランチングユニットに入射するアド光信号と、
アド光信号が合波されたブランチングユニットから
受信局側への出力光の様子を示す図

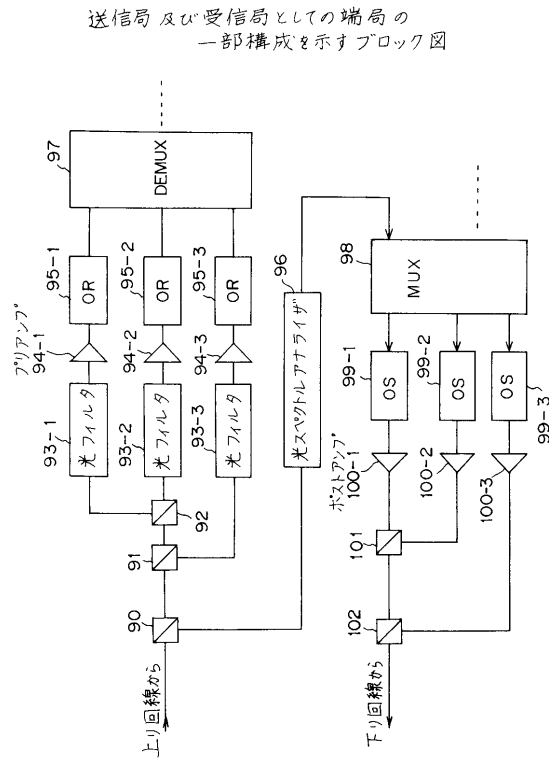


【図 8】

本発明の第3の実施例に基づいてダミー光を
制御手段として使用した場合を示す図

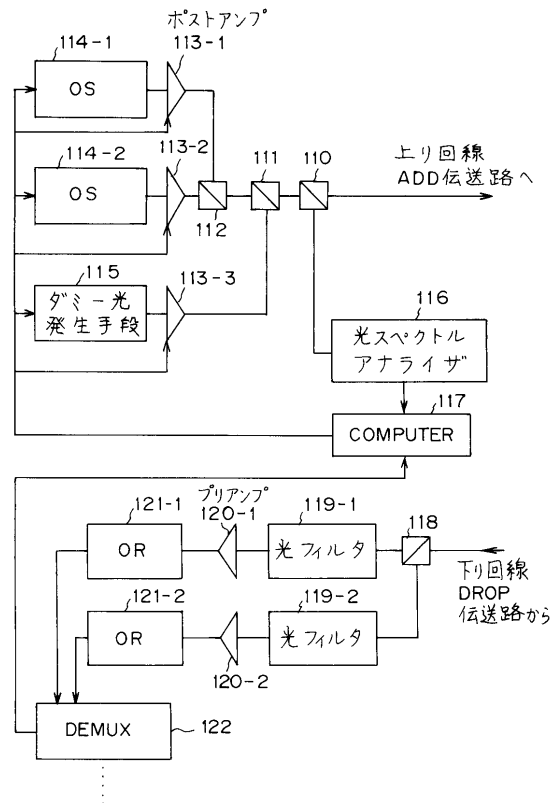


【図 9】



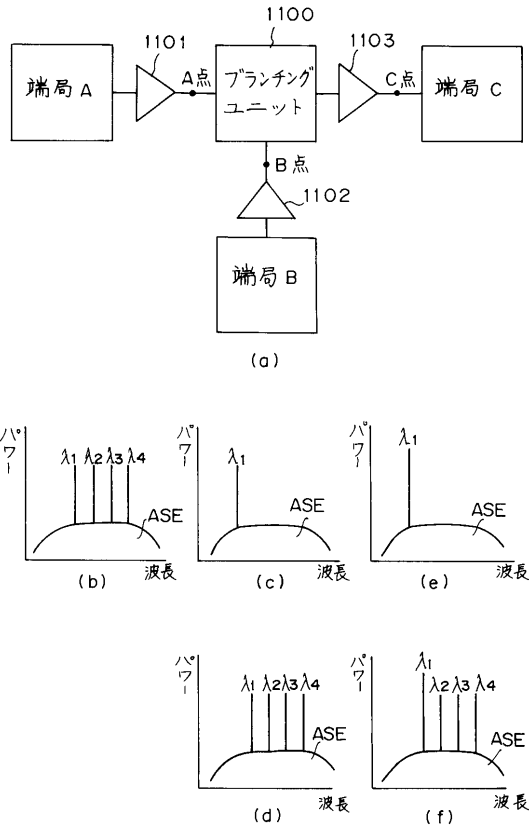
【図 10】

ブランチ局の一部構成を示すブロック図



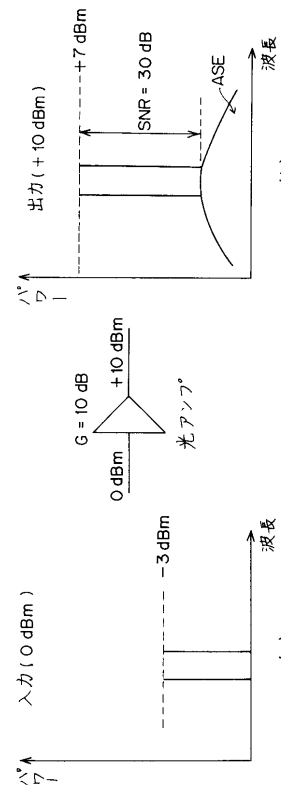
【図 11】

従来の光アドドロップシステムと其の問題点を説明する図



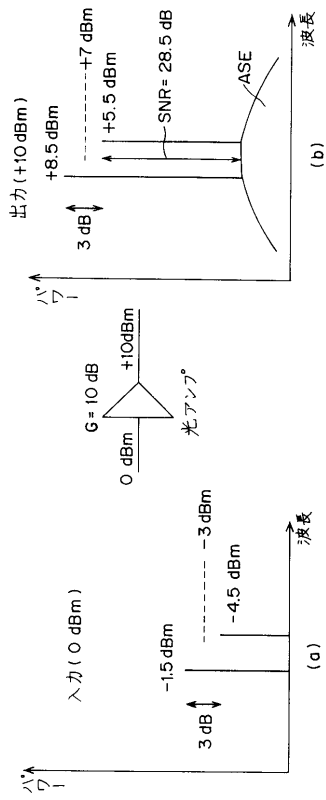
【図 12】

光アンプの動作とS/N比について説明する図(その1)



【図 1 3】

光アンプの動作とS/N比について説明する図(その2)



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H04B 10/06 (2006.01)

H04B 10/14 (2006.01)

審査官 望月 章俊

(56)参考文献 特開平06-164517 (JP, A)

特開平06-216452 (JP, A)

特開平05-226747 (JP, A)

宮川哲之 他3名, ファイバグレーティングを用いた光ADM実験とその制限要因, 電子情報通信学会総合大会予稿集, 日本, 電子情報通信学会, 1996年 3月11日, 通信2, PP.747

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B10/00-10/28

H04J14/00-14/08