

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5151455号
(P5151455)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int. Cl. F 1
HO 4 B 10/293 (2013.01) HO 4 B 9/00 2 9 3
HO 1 S 3/10 (2006.01) HO 1 S 3/10 Z

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-329370 (P2007-329370)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成19年12月20日(2007.12.20)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2009-152903 (P2009-152903A)	(74) 代理人	100074099 弁理士 大菅 義之
(43) 公開日	平成21年7月9日(2009.7.9)	(74) 代理人	100133570 弁理士 ▲徳▼永 民雄
審査請求日	平成22年7月15日(2010.7.15)	(72) 発明者	小林 英樹 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
		(72) 発明者	藤田 武弘 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】 光伝送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光信号を伝送する光伝送装置において、
通過信号が入力され、出力値を一定レベルに調整する自動レベル制御された第1の光アンプと、

該第1の光アンプの後段に設けられ、通過信号と挿入信号の光信号に対して処理を行なう光信号処理手段と、

該光信号処理手段の後段に設けられ、利得を一定に調整する自動利得制御された第2の光アンプと、

該第2の光アンプの出力において光信号のレベルを検出し、該検出された光信号のレベルが最適値と異なる場合、該第2の光アンプの出力における光信号のレベルが最適値となるように、該第1の光アンプの出力値のレベルを調整する制御手段とを備え、

該光信号処理手段におけるロスを補償して、出力光信号のレベルを最適値に維持することを特徴とする光伝送装置。

【請求項2】

前記光信号は、波長多重光信号であり、

前記光信号処理手段は、波長毎に、光信号を通過、分岐、挿入する波長選択スイッチであり、

前記制御手段は、該波長選択スイッチを通過した光信号のレベルを調整することにより、該波長選択スイッチによって挿入された光信号のレベルと、通過した光信号のレベルを

10

20

同じに設定することを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送装置。

【請求項 3】

前記波長選択スイッチで挿入される、各波長の光信号のレベルを調整する光減衰器と、該光減衰器によってレベルが調整された各波長の光信号を波長多重する多重手段と、を更に有することを特徴とする請求項 2 に記載の光伝送装置。

【請求項 4】

前記第 1 の光アンプの出力値のレベルの調整量は、前記第 2 の光アンプの出力値のレベルの最適値からのずれ量であることを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送装置。

【請求項 5】

前記制御手段の前記第 1 の光アンプの出力値のレベルの調整の周期は、前記第 1 の光アンプの自動レベル制御の制御周期より長いことを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送装置。

10

【請求項 6】

通過信号が入力され、出力値を一定レベルに調整する自動レベル制御された第 1 の光アンプと、該第 1 の光アンプの後段に設けられ、通過信号と挿入信号の光信号に対して処理を行なう光信号処理手段と、該光信号処理手段の後段に設けられ、利得を一定に調整する自動利得制御された第 2 の光アンプとを備える光伝送装置の制御方法であって、

該第 2 の光アンプの出力において光信号のレベルを検出し、

該検出された光信号のレベルが最適値と異なる場合、該第 2 の光アンプの出力における光信号のレベルが最適値となるように、該第 1 の光アンプの出力値のレベルを調整することにより、該光信号処理手段におけるロスを補償して、出力光信号のレベルを最適値に維持する、

20

ことを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光波長多重通信システムにおける光伝送装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図 10 は、光波長多重通信におけるROADM(Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexer)伝送装置のROADMノード構成を示す図である。

30

ROADM装置の各ノードは、伝送路ファイバに光信号を送信するPostアンプ 10、伝送路から光信号を受信するPreアンプ 11、ROADMを実現するためのOADM部 12、装置の制御信号(装置制御状態、波長数等の通知)の送受信をおこなうOSC部 13、ノード内の各ユニットに対し、制御をおこなう装置制御部 14 から構成される。OADM部 12 は、入力パワーモニタ用のPD1、光信号をドロップするための光カプラ 16、ROADMを実現するための波長選択スイッチ(WSS: Wavelength Selective Switch) 17、各チャンネルをモニタするための、光チャンネルモニタ 18、出力パワーモニタ用 PD2、各波長の信号光を、光多重信号光(WDM)に合波するためのMUX部 19、WDM信号を各波長の信号光に分波するためのDMUX部 20により構成される。

40

【0003】

図 11 は、インラインアンプノードの構成例である。

図 11 において、図 10 と同じ構成要素には、同じ参照符号を付し、説明を省略する。

ROADM伝送装置において、Add/Dropの必要がない場合は、図 11 に示すように、OADM部 12 を単純に光減衰器 21 に置き換えることで、中継ノード(ILAノード)を構成することが可能である。

【0004】

各アンプは、伝送路ファイバや各構成部品で損失した光信号レベルを、所望の値に補償するためのものである。システムを安定動作させるために、出力信号のレベルを常に一定に保つ必要がある。出力信号レベルの制御方法として、アンプの出力レベル(1波当たりの

50

レベル)を一定に保つALC(Automatic Level Control)制御とアンプのGAIN(入力信号レベルに対する出力信号レベル比)を一定に保つAGC(Automatic Gain Control)制御がある。

【 0 0 0 5 】

ALC制御は、出力光信号のトータルレベル(波長数トータルレベル)、ならびに波長数を監視し、1波当たりのレベルに換算した後、出力にフィードバックをかけることにより実現する。以下に、長所/短所を列挙する。

【 0 0 0 6 】

<長所>・常に出力光信号レベルを監視し、1波あたりに換算した後フィードバックするため、出力信号レベル制御の精度が高い。

<短所>・光レベルの演算処理、ならびにそのフィードバック処理のため制御の即時性が悪く、結果として光信号レベルの過渡的な変動に対し、所望の光信号レベルに合うまで時間がかかる。

【 0 0 0 7 】

・制御回路が複雑となるため、アンプのコスト効率が悪い。

一方、AGC制御は、アンプ入力トータル信号光レベルと出力トータル信号光レベルの比(GAIN)を一定に保つ制御であり、入力信号レベルに対し、常に一定GAINとなるように制御を行う。以下に長所/短所を列挙する。

【 0 0 0 8 】

<長所>・回路での演算時間が無いため、即時性があり、光レベルの過渡的な変動が小さい。

・制御回路の規模が少なくすむために、コスト効率がALC制御に比べ優位である。

【 0 0 0 9 】

<短所>・初期に設定されていたGAINに対して一定制御を行うために、アンプの前段の各構成部品の温度、経時変動が発生した場合、1波当たりの信号光レベル制御の精度が悪くなる。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、アンプをAGC制御した場合、アンプ前段にある構成部品の経時的な変動等が発生した場合、アンプの出力レベルに誤差が生じる。この光信号レベルの所望値からの誤差は、伝送路ファイバやその他の構成部品への信号光入力レベルに変動が生じる。仮に、信号レベルが大きくなった場合、光ファイバや構成部品内で発生する非線形効果が発生する。また、信号レベルが小さくなった場合、各ROADM内部の所要信号レベル不足や、SN比劣化が起こり、伝送性能の劣化を生じる原因となる。

【 0 0 1 1 】

各アンプ制御方法の選択については、以下に述べる変動を考慮して選択される。Postアンプは、波長数変動による過渡応答特性が良いこと、ならびに経済的に優位性があることから、AGC制御が選択されることが多い。しかしながら、Postアンプの前段部は、ROADM部でありADD/DROP/MULTIPLEXをおこなう機能を有するため、さまざまな光部品で構成されるため、この部品の温度や経時的な損失変動が発生する。この変動は、先に述べたPostアンプの入力レベル変動になるために、伝送性能劣化を生じる原因となる。また、このレベル変動を抑えるために、各波長の信号光レベルが一致するように、WSS内で波長ごとに可変光減衰器(VOA)により、個別制御調整が必要となる。このVOAは、個別波長の光レベル制御が必要ないROADMノード(例えば、Addされる信号波長が無く、Dropのみのノード)に関しても、チャンネルごとに挿入されるため、コストアップにつながっている。

【 0 0 1 2 】

Preアンプの前段部は、伝送路光ファイバである。この伝送路光ファイバは、敷設される地理的条件(環境条件)、ならびに敷設形態(地中埋設、海底敷設、大気暴露等)に起因して、経時的な環境温度の変化(日周差、年周差)が発生する場合がある。この経時的な温度変動は、伝送路光ファイバ損失の増減が発生する。このため、Preアンプは、既説のPostアンプに比べ、入力光信号レベルの変動量は大きなものになる。この大きな入力信号レベ

10

20

30

40

50

ルの変動を吸収、補償するためには、光出力レベルを所望の値に制御することが必要であることから、Preアンプでは、ALC制御の選択が有効である。

【 0 0 1 3 】

図 1 2 は、Postアンプのブロック構成図である。

Postアンプは、アンプの入力光信号レベルを検知するための入力モニタPD 2 5、光信号の増幅をおこなうErドープファイバ部 2 6、アンプの出力信号レベルを検知するための出力モニタPD 2 7、これら、モニタPDへアンプの入出力信号の分岐、ならびにErドープファイバ(EDF)へ励起光を注入するための光カプラ 2 8、ならびに入出力の各モニタPDからのアンプの入出力信号レベルを検知し差分を演算子し、初期状態に設定された所望のGAINと一致するように、EDF部へ励起光入力光制御をおこないGAINの制御をおこなうアンプ制御部 2 9、EDFを励起するための励起光を出力する励起LD 3 0 によって構成される。アンプ制御部 2 9 は、装置制御部 (図 1 0、図 1 1 の 1 4) に対し、アンプの動作状態(警報、パフォーマンス、制御ステータス、制御情報情等)や波長数情報の受け渡しも同時におこなう。

10

【 0 0 1 4 】

図 1 3 は、Preアンプのブロック構成図である。

図 1 3 において、図 1 2 と同じ構成要素には、同じ参照符号を付す。

先に述べたPostアンプと同様に、Preアンプは、アンプの入力光信号レベルを検知するための入力モニタPD 2 5、光信号の増幅をおこなうErドープファイバ部 2 6、アンプの出力信号レベルを検知するための出力モニタPD 2 7、これら、モニタPDへアンプの入出力信号の分岐、ならびにErドープファイバ(EDF)へ励起光を注入するための光カプラ 2 8、ならびに入出力の各モニタPDからのアンプの入出力信号レベルを検知し差分を演算子し、初期状態に設定された所望のGAINと一致するように、EDF部へ励起光入力光制御をおこないGAINの制御をおこなうアンプ制御部 2 9、EDFを励起するための励起光を出力する励起LD 3 0 によって構成される。アンプ制御部 2 9 は、装置制御部 (図 1 0、図 1 1 の 1 4) に対し、アンプの動作状態(警報、パフォーマンス、制御ステータス、制御情報情等)や波長数情報の受け渡しも同時におこなう。

20

【 0 0 1 5 】

従来技術としては、特許文献 1 と特許文献 2 がある。特許文献 1 には、前段と後段の光増幅器を備える光増幅器において、これらの間に設けられた分散補償器による信号損失を検出し、その損失を補償する技術が開示されている。特許文献 2 には、波長依存性を除去した 2 段構成の光増幅器が開示されている。

30

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 2 2 6 3 9 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 2 4 8 4 5 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 6 】

ROADM装置では、特性劣化を大きく招く原因は、各アンプの出力変動が生じ、伝送路への入力レベル(Fiber inputレベル: Postアンプの出力)が設計値から変動してしまうことが大きな要因である。この出力変動を抑えるために、ALC制御が有効な事は、述べてきた。しかしながら、Postアンプは、これまで述べた過渡的な応答に対する変動等を考慮した場合、AGC制御させることが有効であるため、Postアンプは、AGC制御、Preアンプは、ALC制御をおこなうのが一般的となっている。これらの方法を用いたときに、経時的なROADM部の損失変動が発生した場合、Postアンプの出力光信号レベルがそのまま変動することになる。現状では、この変動を取り除くために、ROADM部WSSにおいて、各チャンネルに分波した後、各信号レベルが一致するように、レベル調整をおこなっている。

40

【 0 0 1 7 】

この構成では、WSS内の全てのスイッチの後に、VOA機能が必要となるため、特に、Addの機能を必要としないROADMノードにおいては、コスト面での課題が生じる。

また、ILA(In-Line Amplifier)ノードの構成を取った場合、Pre/Postアンプの間にあ

50

る、光減衰器の温度、経年、および個別のばらつきに起因してPostアンプへの入力が所望の値からずれて、Fiber inputレベルに変動が生じる。このFiber inputのレベル変動は、伝送性能に大きく劣化させる要因となる。

【0018】

本発明の課題は、内部の温度変化や経年変化等に起因するファイバインプットのレベル変動を補償する光伝送装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明の一側面における光伝送装置は、光信号を伝送する光伝送装置において、出力値を一定レベルに調整する自動レベル制御された第1の光アンプと、該第1の光アンプの後段に設けられ、光信号に対して処理を行なう光信号処理手段と、該光信号処理手段の後段に設けられ、利得を一定に調整する自動利得制御された第2の光アンプと、該第2の光アンプの出力において光信号のレベルを検出し、該検出された光信号のレベルが最適値と異なる場合、該第2の光アンプの出力における光信号のレベルが最適値となるように、該第1の光アンプの出力値のレベルを調整する制御手段とを備え、該光信号処理手段におけるロスを補償して、出力光信号のレベルを最適値に維持する。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、ファイバインプットのレベル変動を補償可能な光伝送装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明の実施形態においては、アンプ独立でALC制御されているPreアンプと、アンプ独立でAGC制御されているPostアンプにおいて、Postアンプの出力光信号レベルを検出、適性値との差分を補正するように、Preアンプ出力信号レベルに対してフェードバックをおこなう。これにより、ROADMノード全体を見た時に、ROADMノードそのものがALC動作しているように制御されることになり、常に伝送路ファイバの入力光レベルは、適性値に設定されることになり、安定した伝送特性を得られるようになる。

【0022】

図1は、本発明の実施形態が適用されるROADMノードの構成図である。図2は、ROADMノードで構成された光通信システムを示す図である。図3及び図4は、本発明の実施形態に従った光信号のレベルの変化を説明する図である。

【0023】

図1において、図10と同じ構成要素には、同じ参照符号を付し、説明を省略する。

図1においては、波長選択スイッチ17a内の可変減衰器が削除され、MUX部19の各波長の信号のAdd入力に光減衰器35が設けられている。

【0024】

本発明の実施形態では、ROADMノード内で、アンプ独立でALC制御されているPreアンプ11と、アンプ独立でAGC制御されているPostアンプ10において、Postアンプ10の出力光信号レベルを検出し、適性値との差分を補正するように、Preアンプ11の出力信号レベルに対してフェードバックをおこなう。これにより、ROADMノード全体を見た時に、ROADMノードそのものがALC動作しているように制御される(ALC2)る。

【0025】

図2の光通信システムでは、ROADMノード40-1~40-nが伝送路によって接続されている。各ROADMノード40-1~40-nでは、Pre、Postアンプ、ROADM部、OSC部からなる構成の上り回線用と下り回線用の装置が含まれ、装置制御部によって制御される。いずれにおいても、Preアンプは、ALC制御され、Postアンプは、AGC制御される。また、本発明の実施形態にしたがって、Postアンプの出力がモニタされ、Postアンプの出力を一定にするように、Preアンプの出力レベルを調整するALC2制御を行なっている。

【0026】

このALC2制御により、図3、図4に示すレベルダイヤとなり、常に伝送路ファイバの入力光レベルは、適性値に設定されて安定した伝送特性を得られるようになる。

図3は、OADMノードの入力から出力にいたるまでの光レベルの変化を示した図である。

【0027】

OADMノードでは、Addされる信号と、Throughされる信号とがあるが、Addされる信号とThroughの信号は、OADM部内で違う経路を通過して合波されるため、それぞれの信号が受ける損失レベルが一致しない。このため、Addされる信号とThroughの信号のファイバインプットレベルにバラツキが生じる。図3においては、細い線のグラフがAddの信号のレベル変化である。点線のグラフは、Throughの信号のレベルである。図3においては、Throughの信号のレベルである点線のグラフが、Addの信号のレベルのグラフである細い線のグラフより下に来ている。したがって、OADM部において、Throughの信号とAddの信号を合波すると、Throughの信号とAddの信号でレベル差が出来てしまう。このまま、Postアンプに信号を入力すると、Postアンプは、AGCで動作しているので、Through信号とAdd信号との間でレベル差が発生したまま、増幅されてしまう。そこで、Postアンプの出力において、Through信号とAdd信号のレベル差を検出し、ALC制御されているPreアンプの出力レベルを増加する。これにより、Through信号とAdd信号のレベルを一致させることが出来る。

10

【0028】

図4は、上記動作を、光波長多重信号のスペクトルの側面から説明する図である。

Through信号は、OADM部の経年劣化や、温度変化によって、その強度レベルが変化する。強度レベルが変化してしまったままThrough信号とAdd信号を合波すると、Add信号とThrough信号は、OADM部内で違う経路を通過して合波されるため、それぞれの信号が受ける損失レベルが一致しない。このため、Addされる信号とThroughの信号のファイバインプットレベル（Postアンプの出力レベル）にバラツキが発生する。そこで、Through信号とAdd信号のレベル差をPreアンプへフィードバックしてALC2制御を行なう。これにより、Through信号のレベルを調整して、Add信号とThrough信号が合波された場合に、強度レベルを一致させることが出来る。

20

【0029】

図5は、本発明の実施形態に従った処理の流れを示すフローチャートである。

上記制御に至るまでの、各アンプの制御設定手順を以下に説明する。

まずステップS10において、上流ノードにあたるPostアンプからアンプのゲインを調整するための、基準光(Post出力1波相当)を出力する。ステップS11において、装置制御部は、Pre/Postアンプに対し、1波あたりの制御目標値を通知する。ステップS12において、下流NodeのPreアンプは、Postアンプから出力された1波相当の基準光から伝送路損失を受けた1波相当の入力光を受ける。この伝送路損失を補償するために必要となるゲインの値に調整し、結果として、Preアンプの1波あたりの所望の光レベルを出力する。ステップS13において、PreアンプAGC動作を開始する。ステップS14において、Postアンプは、Preアンプから出力された1波相当の基準光からNode内OADM部の損失を受けた1波相当の入力光を受ける。このNode内損失を補償するために必要となるゲインの値に調整し、Postアンプの1波あたりの所望の光レベルを出力する。ステップS15において、PostアンプAGC動作を開始し、ステップS16において、ゲインセットアップ終了ステータスをOSC回線の下流、ならびに対向回線のOSCを使用して、上流のNodeに通知する。ステップS17において、自局の上流Postアンプ、ならびに下流のPreアンプがAGC制御されていることを確認する。ステップS18においては、全アンプがAGC制御されるまで待つ。ステップS19において、上流Nodeから、OSC回線を介して波長数情報を確認する。ステップS20において、上流からの波長数情報に自局でAdd/Dropされる波長情報を加えて、OSC回線を介し下流へ通知する。ステップS21において、上流Postアンプは、基準光発光状態から、信号発光状態へ遷移する。ステップS22において、OADM部のOCM(Optical Channel Monitor)において、実際の伝送波長数を計測する。ステップS23において、上流からの波長数情報に自局のAdd/Drop波長数を加味したものと、ステップS22で計測した波長数とを比較する。ステップS24において、波長数の比較の結果、一致したか否

30

40

50

かを判断する。ステップ S 2 4 で波長数が一致した場合、ステップ S 2 5 において、Pre アンプは、ALC動作へ状態遷移する。ここで、1 波あたりの目標値を とする。ステップ S 2 6 において、自局Postアンプを基準光発光状態から、信号発光状態へ遷移する。ステップ S 2 7 において、Postアンプの目標値に対し目標値からのズレ () を算出し、差分情報を Preアンプへ通知する。ステップ S 2 8 において、ズレがない場合には、ステップ S 2 5 に戻る。ステップ S 2 8 において、ズレがあると判断された場合には、ステップ S 2 9 において、Preアンプは、Postアンプからの差分情報を元に、出力レベルの目標値 と = + と更新して、出力を制御ALC2へ遷移する。ステップ S 3 0 において、以後、ALCに比較して、長周期な周期で、Postアンプの出力変動を補正するようALC2フィードバックをおこなう。

10

【 0 0 3 0 】

図 6 は、WSSの従来の構成と本実施形態に従った構成を示す図である。

図 6 (a) の従来の構成においては、WSS内に可変光減衰器 (VOA) が波長ごとに設けられていた。図 6 (b) の本実施形態においては、WSS内のVOAが取り除かれている。

【 0 0 3 1 】

上記の実施形態によれば、Throughの信号の強度レベルを調整できるので、AddをおこなうMUX部にVOAを持たせ、波長をそろえて、WDM信号として送信し、前のノードから送信されて、次ノードへ伝送される通過信号(Through信号)に対してのVOAを削除することが考えられる。これにより、WSSのVOAを削除することができ無駄なコストを削減することが可能となる。Through信号とそのノードでAddされるAdd信号は、ノード内OADM部で合波されるまでの経路は、部品の種別やバラツキ、接続点の数等の違いにより、それらの部品や接続点から受ける損失の差がある。この損失の差はThrough信号、Add信号でレベルの変動を生じてしまうことになる。

20

【 0 0 3 2 】

この時、ノード内のWSSは、図 6 の (b) に示す、単純にクロスコネク機能に特化した (VOA機能を持たない)WSSで構成される。これにより、ある着目するOADMノード(自ノード)でAddされる各波長の信号は、WDM信号へ多重されるときに、所望のレベルとなるように、調整され多重される。一方、自OADMノードからみて上流(信号の流れ)のノードでAddされ、自ノードではDropされないThrough信号は、特に、1波長単位のレベルに分波されたときに、個別にレベル調整はおこなわれない。また、自局でAddされた信号とTroughの信号は、合波されるまでに、各エレメントから受ける損失が異なるため、信号のレベルに差が生じることになる。

30

【 0 0 3 3 】

この、ThroughとAddのレベル差は、システムとして見た時に伝送性能劣化を生じる原因となる。このレベル差を解消するために、先に述べた方法で、レベル差解消する。

図 7 は、本発明の実施形態をインラインアンプに適用した場合の構成図である。図 8 は、図 7 のインラインアンプを使用した通信システムの図である。図 9 は、図 7 のインラインアンプ内の光信号のレベル変化を示した図である。

【 0 0 3 4 】

図 7 においては、図 1 1 と同じ構成要素には、同じ参照符号を付し、説明を省略する。

インラインアンプ (ILA) ノード内のアンプ独立でALC制御されているPreアンプ 1 1 と、アンプ独立でAGC制御されているPostアンプ 1 0 において、Postアンプ 1 0 の出力光信号レベルを検出、適性値との差分を補正するように、Preアンプ 1 1 の出力信号レベルに対してフェードバックをおこなっている。これにより、ILAノード全体を見た時に、ILAノードそのものがALC動作しているように制御され(ALC2)る。

40

【 0 0 3 5 】

図 7 において、Postアンプ 1 0 の出力光信号レベル (ファイバインプットレベル) が適正值からずれてしまう理由は、たとえば、光減衰器 2 1 の経年劣化や、温度変化による特性変化である。

【 0 0 3 6 】

50

図 8 は、インラインアンプを用いたシステム構成図である。

図 8 においては、ROADM ノード 4 0 - 1 と 4 0 - 2 の間に、ILA ノード 5 0 が設けられ、伝送路で接続される。ILA ノード 5 0 には、Pre アンプ、Post アンプ、減衰器、OSC 部からなる構成が上下回線用にそれぞれ設けられ、上下両方の構成が、装置制御部によって制御される。

【 0 0 3 7 】

図 9 は、インラインアンプノード内の光信号のレベル変動を説明する図である。

図 9 において、細い線のグラフは、光レベルの変化の設計値である。これが、光減衰器の損失の温度変化や、経年劣化、個別のロスのバラツキなどにより、点線のグラフのような光レベルの変化になっている。すると、Post アンプの出力であるファイバインプットのレベルが最適値から変化してしまう。そこで、Post アンプの出力レベルの最適値からのズレを Pre アンプにフィードバックし、Pre アンプの出力レベルを調整する。図 9 の場合、Pre アンプの出力レベルが大きくなっている。これにより、Post アンプの出力レベルも大きくなり、ファイバインプットレベルを最適値に設定することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

以上の ALC2 により、常に伝送路ファイバの入力光レベルは、適性値に設定されて安定した伝送特性を得られるようになる。

以下に、ILA ノードシステムの立ち上げ手順を示す。

【 0 0 3 9 】

1. 上流ノードにあたる Post アンプからアンプのゲインを調整するための、基準光 (Post 出力 1 波相当) を出力する。

2. 最上流 ILA ノードのゲインを調整する。

【 0 0 4 0 】

3. 最上流 IL ノードの AGC 制御を開始する。

5. 下流が ILA であれば、2. 項へ、ROADM なら、図 5 の ROADM の処理手順に従い、各ノードの立上げをおこなう。

【 0 0 4 1 】

上記の実施形態のほかに、以下の付記を開示する。

(付記 1)

光信号を伝送する光伝送装置において、出力値を一定レベルに調整する自動レベル制御された第 1 の光アンプと、該第 1 の光アンプの後段に設けられ、光信号に対して処理を行なう光信号処理手段と、該光信号処理手段の後段に設けられ、利得を一定に調整する自動利得制御された第 2 の光アンプと、

該第 2 の光アンプの出力において光信号のレベルを検出し、該検出された光信号のレベルが最適値と異なる場合、該第 2 の光アンプの出力における光信号のレベルが最適値となるように、該第 1 の光アンプの出力値のレベルを調整する制御手段とを備え、

該光信号処理手段におけるロスを補償して、出力光信号のレベルを最適値に維持することを特徴とする光伝送装置。

(付記 2)

前記光信号処理手段は、光減衰器であることを特徴とする付記 1 に記載の光伝送装置。

(付記 3)

前記光信号は、波長多重光信号であり、

前記光信号処理手段は、波長毎に、光信号を通過、分岐、挿入する波長選択スイッチであり、

前記制御手段は、該波長選択スイッチを通過した光信号のレベルを調整することにより、該波長選択スイッチによって挿入された光信号のレベルと、通過した光信号のレベルを同じに設定することを特徴とする付記 1 に記載の光伝送装置。

(付記 4)

10

20

30

40

50

前期は長選択スイッチで挿入される、各波長の光信号のレベルを調整する光減衰器と、該光減衰器によってレベルが調整された各波長の光信号を波長多重する多重手段と、を更に有することを特徴とする付記 3 に記載の光伝送装置。

(付記 5)

前記第 1 の光アンプの出力値のレベルの調整量は、前記第 2 の光アンプの出力値のレベルの最適値からのずれ量であることを特徴とする付記 1 に記載の光伝送装置。

(付記 6)

前記制御手段の前記第 1 の光アンプの出力値のレベルの調整の周期は、前記第 1 の光アンプの自動レベル制御の制御周期より長いことを特徴とする付記 1 に記載の光伝送装置。

(付記 7)

付記 1 の光伝送装置の上流用と下流用の装置が組になって光通信システムのノードを構成することを特徴とする光通信システム。

(付記 8)

付記 1 の光伝送装置が伝送路で接続され、光信号として波長多重光信号を伝送する光通信システムにおいて、

前記制御手段は、

前記第 1 及び第 2 の光アンプを、出力値が目標値となるように、自動利得制御を行い、該波長多重光信号が含む波長数を、上流及び下流の該光伝送装置に、制御信号を使って送信し、

上流の該光伝送装置の第 2 の光アンプから送信されてくる波長多重光信号に含まれる光信号の波長数と該制御信号によって通達された波長数との一致を確認し、

上流の該光伝送装置の第 2 の光アンプから送信されてくる波長多重光信号の 1 波あたりの光信号のレベルが目標値となるように、自光伝送装置の第 1 の光アンプを自動レベル制御する、

ことを特徴とする通信システム。

(付記 9)

出力値を一定レベルに調整する自動レベル制御された第 1 の光アンプと、該第 1 の光アンプの後段に設けられ、光信号に対して処理を行なう光信号処理手段と、該光信号処理手段の後段に設けられ、利得を一定に調整する自動利得制御された第 2 の光アンプとを備える光伝送装置の制御方法であって、

該第 2 の光アンプの出力において光信号のレベルを検出し、

該検出された光信号のレベルが最適値と異なる場合、該第 2 の光アンプの出力における光信号のレベルが最適値となるように、該第 1 の光アンプの出力値のレベルを調整することにより、該光信号処理手段におけるロスを補償して、出力光信号のレベルを最適値に維持する、

ことを特徴とする制御方法。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】本発明の実施形態が適用される OADM ノードの構成図である。

【図 2】OADM ノードで構成された光通信システムを示す図である。

【図 3】本発明の実施形態に従った光信号のレベルの変化を説明する図(その 1)である。

【図 4】本発明の実施形態に従った光信号のレベルの変化を説明する図(その 2)である。

【図 5】本発明の実施形態に従った処理の流れを示すフローチャートである。

【図 6】WSS の従来の構成と本実施形態に従った構成を示す図である。

【図 7】本発明の実施形態をインラインアンプに適用した場合の構成図である。

【図 8】図 7 のインラインアンプを使用した通信システムの図である。

【図 9】図 7 のインラインアンプ内の光信号のレベル変化を示した図である。

【図 10】光波長多重通信における ROAD M (Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexe

10

20

30

40

50

r) 伝送装置のROADMノード構成を示めす図である。

【図 1 1】インラインアンプノードの構成例である。

【図 1 2】Postアンプのブロック構成図である。

【図 1 3】Preアンプのブロック構成図である。

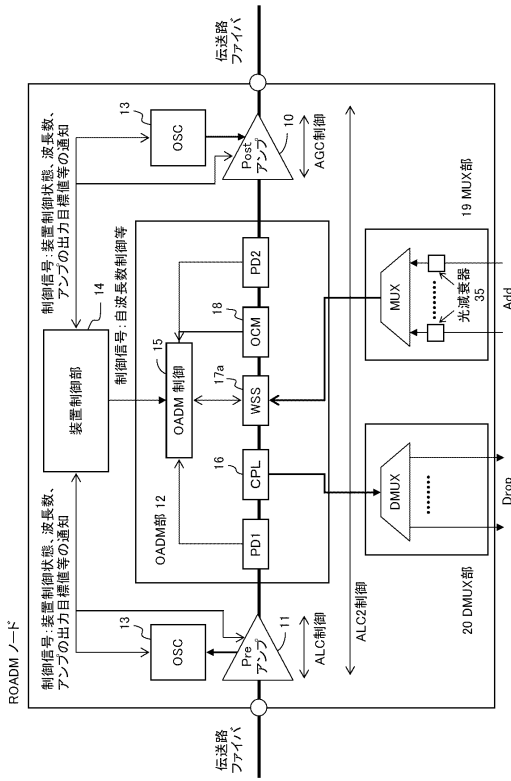
【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

1 0	Postアンプ	
1 1	Preアンプ	
1 2	OADM部	
1 3	OSC部	10
1 4	装置制御部	
1 5	OADM制御部	
1 6	カプラ	
1 7	波長選択スイッチ	
1 8	光チャンネルモニタ	
1 9	MUX部	
2 0	DMUX部	
2 1、3 5	光減衰器	
2 5	入力モニタ	
2 6	E r ドープファイバ	20
2 7	出力モニタ	
2 8	光カプラ	
2 9	アンプ制御部	
3 0	励起LD	
4 0 - 1 ~ 4 0 - n	ROADMノード	
5 0	ILAノード	

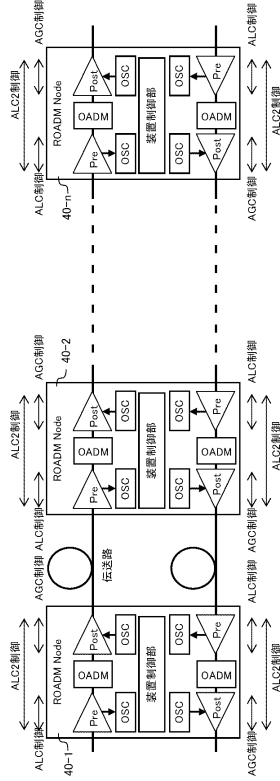
【図1】

本発明の実施形態が適用される
ROADMノードの構成図



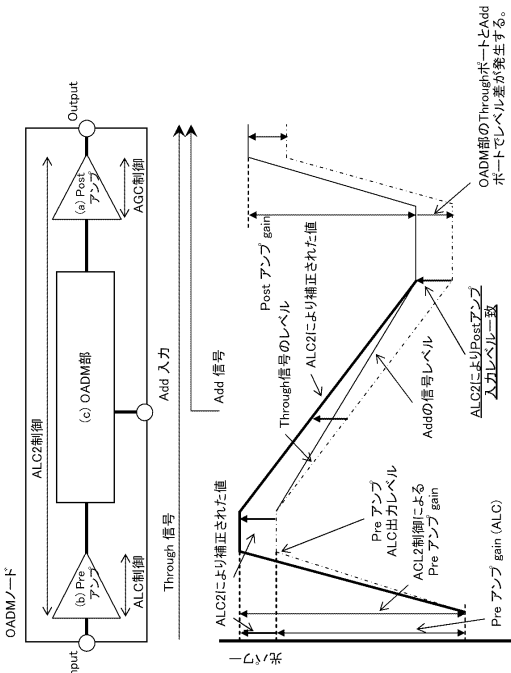
【図2】

ROADMノードで構成された
光通信システムを示す図



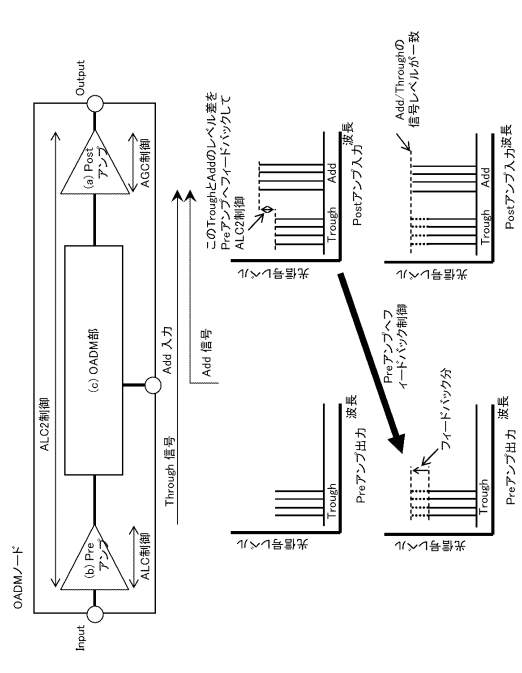
【図3】

本発明の実施形態に従った
光信号のレベルの変化を説明する図(その1)



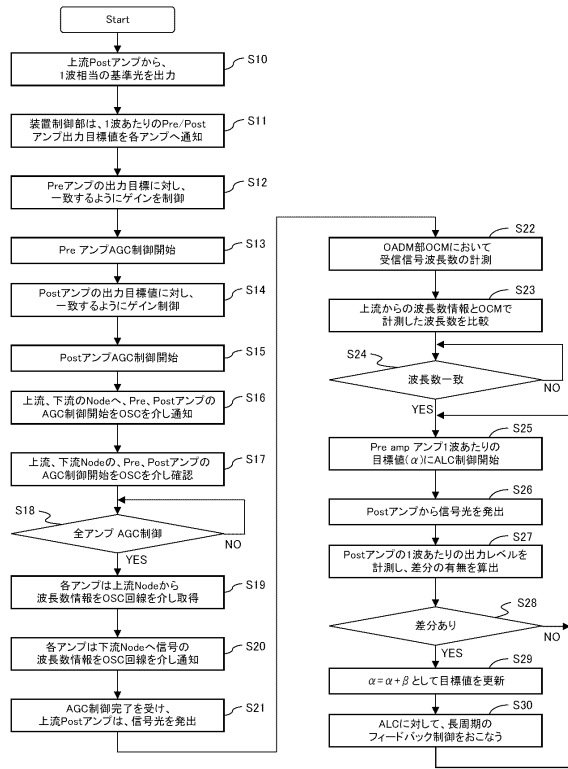
【図4】

本発明の実施形態に従った
光信号のレベルの変化を説明する図(その2)



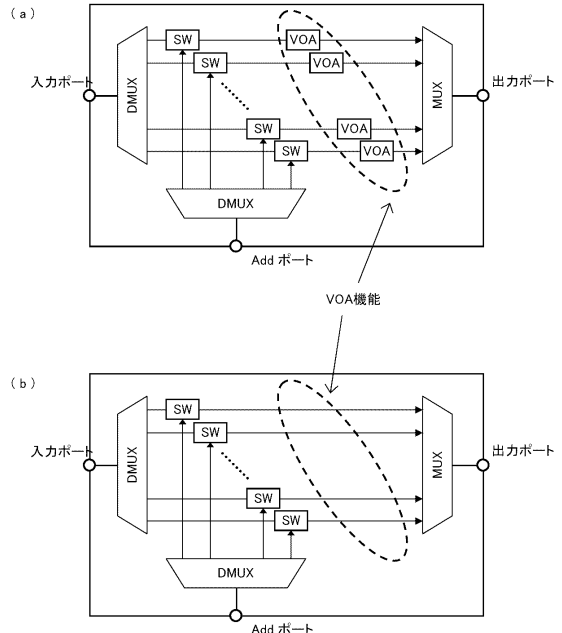
【図5】

本発明の実施形態に従った処理の流れを示すフローチャート



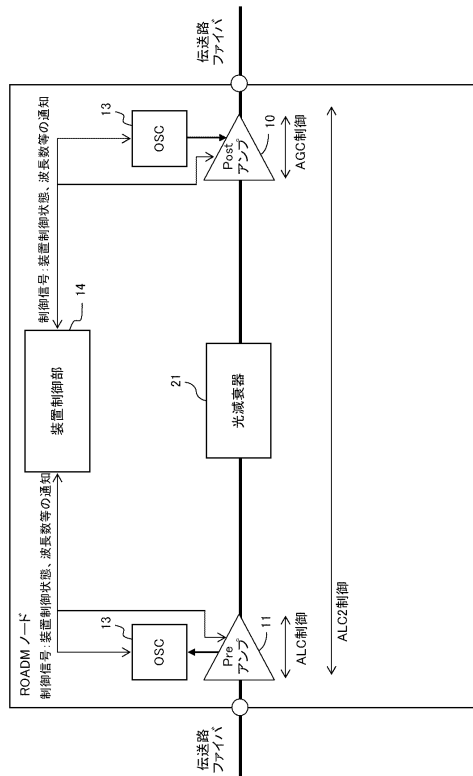
【図6】

WSSの従来の構成と本実施形態に従った構成を示す図



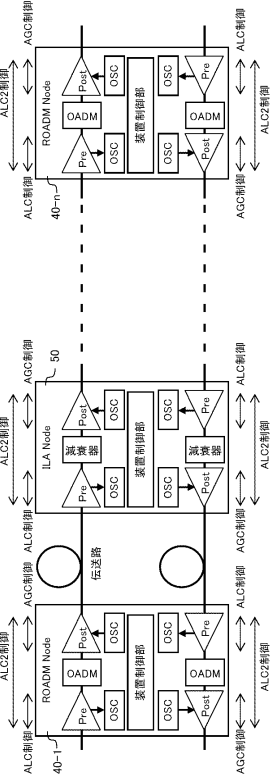
【図7】

本発明の実施形態をインラインアンプに適用した場合の構成図



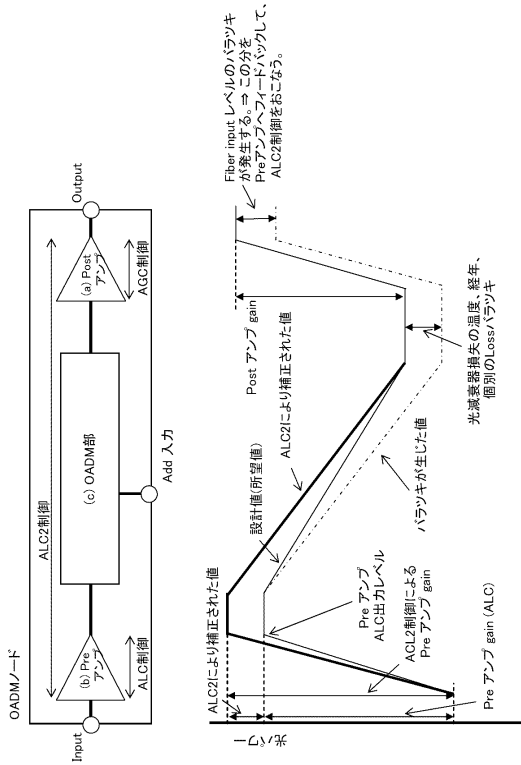
【図8】

図7のインラインアンプを使用した通信システムの図



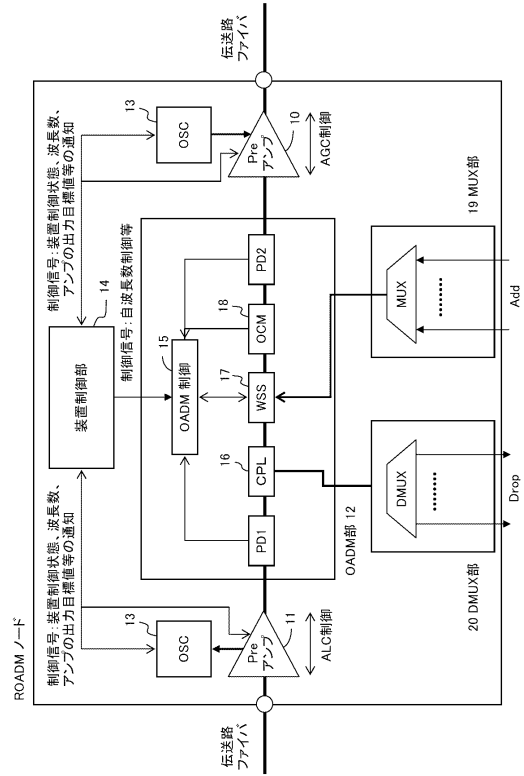
【 図 9 】

図7のインラインアンプ内の光信号のレベル変化を示した図



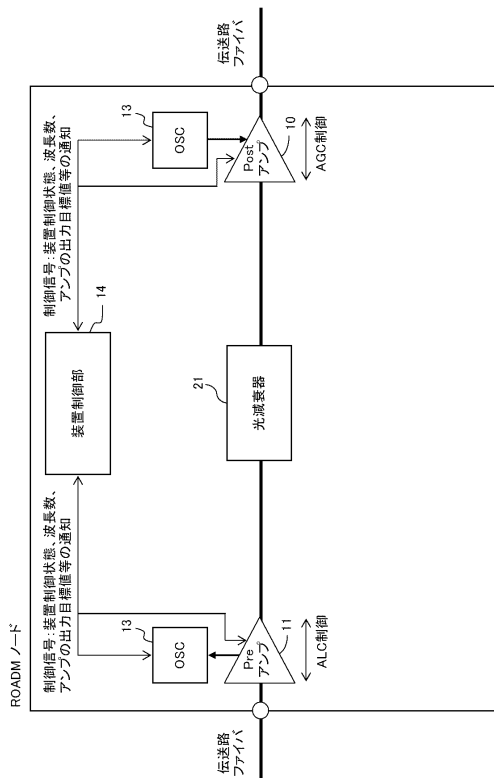
【 図 10 】

光波長多重通信におけるROADM (Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexer) 伝送装置のROADMノード構成を示す図



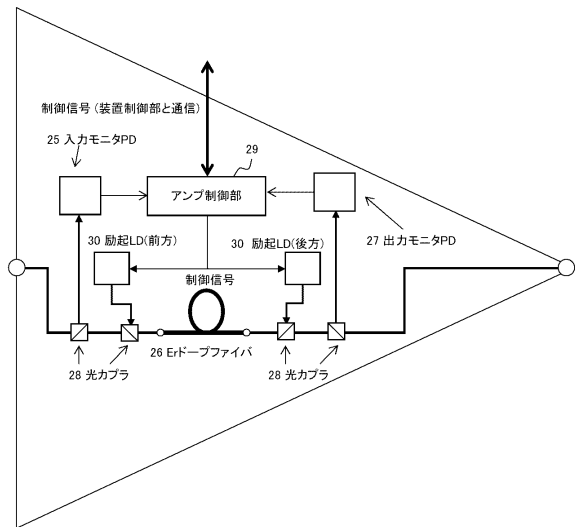
【 図 11 】

インラインアンプノードの構成例



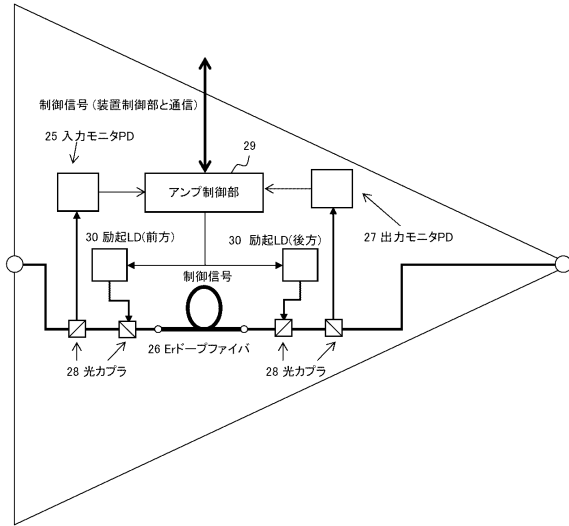
【 図 12 】

Postアンプのブロック構成図



【図13】

Preアンプのブロック構成図



フロントページの続き

審査官 後澤 瑞征

- (56)参考文献 特開平10-051057(JP,A)
特開2007-312155(JP,A)
特開2007-028207(JP,A)
特開2003-174421(JP,A)
特開平11-237520(JP,A)
特開2004-112312(JP,A)
特開2000-114629(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B10/00-10/28
H04J14/00-14/08
H01S 3/10