

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4654560号
(P4654560)

(45) 発行日 平成23年3月23日(2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int.Cl.	F I				
HO4J 14/00	(2006.01)	HO4B 9/00		E	
HO4J 14/02	(2006.01)	HO4B 9/00		J	
HO4B 10/16	(2006.01)	HO4B 9/00		K	
HO4B 10/17	(2006.01)	HO4B 9/00		M	
HO4B 10/08	(2006.01)	HO4B 9/00		U	
請求項の数 8 (全 20 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号 特願2003-32517(P2003-32517)
 (22) 出願日 平成15年2月10日(2003.2.10)
 (65) 公開番号 特開2004-247780(P2004-247780A)
 (43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)
 審査請求日 平成18年1月16日(2006.1.16)

(73) 特許権者 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100083987
 弁理士 山内 梅雄
 (72) 発明者 小澤 公夫
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
 審査官 工藤 一光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光出力制御装置、光出力制御方法および光出力制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アレイ導波路格子によって構成され、各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して、同一の波長の信号光同士を合波した際に本来の導波路を通過した信号光と他の導波路を通過した信号光との間に信号の微妙な遅延が発生する現象としてのコヒーレントクロストークノイズの生じる状態でチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、

この分波手段が各チャンネルに対応する波長の信号光に分波する前の前記多重光を入力して、前記チャンネルごとに信号光の有無を判別するチャンネル別信号光有無判別手段と、

前記分波手段によって分波されたチャンネルごとに設けられ、入力された信号光の挿入損失量をそれぞれ調整する信号レベル調整手段と、

前記信号レベル調整手段のそれぞれに対応して設けられ、前記信号レベル調整手段を通過した後の光パワーレベルを前記チャンネルごとに検出する信号レベル調整手段通過後レベル検出手段と、

前記チャンネル別信号光有無判別手段で信号光が有りとされたチャンネルで前記信号レベル調整手段通過後レベル検出手段が信号光の検出を行わなかったときそのチャンネルの信号レベル調整手段に障害が発生したと検知する信号レベル調整手段障害検出手段と、

前記チャンネル別信号光有無判別手段で信号光が有りとされなかったチャンネルで前記信号レベル調整手段による前記信号光の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増大させる挿入損失量増大手段

10

20

とを具備することを特徴とする光出力制御装置。

【請求項 2】

前記チャンネル別信号光有無判別手段は、前記分波手段が分波する前の前記多重光を入力してチャンネルごとの光パワーレベルを測定するスペクトル分析手段を具備することを特徴とする請求項 1 記載の光出力制御装置。

【請求項 3】

前記チャンネル別信号光有無判別手段は、前記分波手段が分波する前の各チャンネルに対応する波長の信号光の有無をチャンネルアライブ (Channel Alive) 情報として収集する OSC (Optical Service Channel) 終端手段を具備することを特徴とする請求項 1 記載の光出力制御装置。

10

【請求項 4】

前記信号レベル調整手段は、アッテネータであることを特徴とする請求項 1 記載の光出力制御装置。

【請求項 5】

前記アッテネータを通過した各チャンネルの信号光を合波する合波手段を具備することを特徴とする請求項 4 記載の光出力制御装置。

【請求項 6】

前記合波手段はアレイ導波路格子によって構成されていることを特徴とする請求項 5 記載の光出力制御装置。

【請求項 7】

アレイ導波路格子によって構成され、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して、同一の波長の信号光同士を合波した際に本来の導波路を通過した信号光と他の導波路を通過した信号光との間に信号の微妙な遅延が発生する現象としてのコヒーレントクロストークノイズの生じる状態でチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、

20

この分波ステップで各チャンネルに対応する波長の信号光に分波する前の前記多重光を入力して、前記チャンネルごとに信号光の有無を判別するチャンネル別信号光有無判別ステップと、

前記分波ステップによって分波されたチャンネルごとに設けられ、入力された信号光の挿入損失量をそれぞれの信号レベル調整手段で調整する挿入損失量調整ステップと、

30

前記信号レベル調整手段のそれぞれに対応して設けられ、前記信号レベル調整手段を通過した後の光パワーレベルを前記チャンネルごとに検出する信号レベル調整手段通過後レベル検出ステップと、

前記チャンネル別信号光有無判別ステップで信号光が有りとなされたチャンネルで前記信号レベル調整手段通過後レベル検出ステップでは信号光の検出を行わなかったときそのチャンネルの信号レベル調整手段に障害が発生したと検知する信号レベル調整手段障害検出ステップと、

前記チャンネル別信号光有無判別ステップで信号光が有りとなされなかったチャンネルで前記信号レベル調整手段による前記信号光の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増大させる挿入損失量増大ステップ

40

とを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項 8】

アレイ導波路格子によって構成され、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して、同一の波長の信号光同士を合波した際に本来の導波路を通過した信号光と他の導波路を通過した信号光との間に信号の微妙な遅延が発生する現象としてのコヒーレントクロストークノイズの生じる状態でチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、この分波手段で分波されたチャンネルごとに設けられ、入力された信号光の挿入損失量を調整する信号レベル調整手段とを備えた中継装置のコンピュータに、

前記分波手段で各チャンネルに対応する波長の信号光に分波する前の前記多重光について

50

、前記チャンネルごとに信号光の有無を判別するチャンネル別信号光有無判別処理と、
 前記信号レベル調整手段を通過した後の光パワーレベルを前記チャンネルごとに検出する
 信号レベル調整手段通過後レベル検出処理と、
 前記チャンネル別信号光有無判別処理で信号光が有りとなされたチャンネルで前記信号レベル
 調整手段通過後レベル検出処理では信号光の検出を行わなかったときそのチャンネルの信号
 レベル調整手段に障害が発生したと検知する信号レベル調整手段障害検出処理と、
 前記チャンネル別信号光有無判別処理で信号光が有りとなされなかったチャンネルで前記信号
 レベル調整手段による前記信号光の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場
 合よりも増大させる挿入損失量増大処理
 とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光中継局等の光波長多重装置で多重される各波長の信号光のレベルを調整するた
 めの光出力制御装置、光出力制御方法および光出力制御プログラムに係わり、特に一度波
 長ごとに分波した後、信号光のレベルを調整して合波するようにした光出力制御装置、光
 出力制御方法および光出力制御プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

複数の信号光を多重して伝送する通信システムに使用される光中継局では、送られてきた
 信号光を波長ごとに分波し、それぞれの波長の信号光の信号レベルを調整した後多重し
 て伝送路に送り出している。信号光の多重を行う際には、これら多重される各波長ある
 いはチャンネルの光パワーレベルを均一にするためのレベルイコライザ等の光出力制御装置
 が使用されている。

20

【0003】

図10は、従来提案された光出力制御装置の概要を示したものである（たとえば特許文献
 1参照）。この光出力制御装置100は、図示しない増幅器で増幅された後の波長分割多
 重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）光101を第1のアレイ導波路格子（
 AWG：Arrayed Waveguide Grating）111で各波長（チャンネル）の信号光に分波する
 ようになっている。分波後の各チャンネル（CH-1～CH-n）の信号光112₁～11
 2_nは、それぞれアッテネータ（ATT）113₁～113_nのうちの対応するものに入力
 される。アッテネータ113₁～113_nは、挿入損失量を調整することで入力されたチャ
 ネルの信号光のレベルを目標値まで減衰させるもので、制御回路114がチャンネルごと
 にこれらの指示を行うようになっている。

30

【0004】

アッテネータ113₁～113_nの出力側にはそれぞれ光分岐器115₁～115_nが設けら
 れており、分波した一方の信号光をフォトダイオード（PD）116₁～116_nのうちそ
 れぞれ対応するものに導いて、アッテネータ113₁～113_nを経た信号光の光パワーレ
 ベルの検出を行うようになっている。これらの検出結果は制御回路114に入力されて、
 これによりアッテネータ113₁～113_nを経た各波長の信号光が所望のレベルになるよ
 うなフィードバック制御が行われる。光分岐器115₁～115_nによって分波された他方
 の信号光のそれぞれは第2のアレイ導波路格子118に入力されて合波され、波長ごとに
 所望の信号レベルとなった波長分割多重光119がこの光出力制御装置100から出力さ
 れることになる。

40

【0005】

【特許文献1】

特開平11-331093号公報（第0011～0014段落、図4）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、このような光出力制御装置100では第1のアレイ導波路格子111で分波さ

50

れる際に、あるチャンネル（波長）の信号光が他のチャンネルに混入して、第2のアレイ導波路格子118で再び同一のチャンネルで合波されるという現象が発生する。このときに全く同一の信号状態の信号光が合波されるのであれば問題ないが、現実には他の導波路を通過する際に本来の導波路を通過した信号光との間に信号の微妙な遅延等が発生する。このため、第2のアレイ導波路格子118で同一の信号光同士を合波した際に、いわゆるコヒーレントクロストークノイズが発生してしまう。

【0007】

特に、他の信号光が到来していない無信号状態のチャンネルに回り込んだ信号光は、本来の信号光が入力されていない状態なのでアッテネータ113に入力される信号レベル自体が低い。このため、そのアッテネータ自体は入力した信号の減衰を積極的には行わないことになる。したがって、他の信号光が到来しているチャンネルに回り込んだ信号光よりも回り込んだ信号光の信号レベルが大きな状態で第2のアレイ導波路格子118で本来の信号光と合波されることになる。したがって、そのようなチャンネルを経由してきた信号光が合波されるとコヒーレントクロストークノイズの影響が特に大きくなるという問題があった。

【0008】

そこで本発明の目的は、各チャンネルの信号光を少なくとも合波する場合に、同一波長の信号光のコヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした光出力制御装置、光出力制御方法および光出力制御プログラムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明では、（イ）アレイ導波路格子によって構成され、各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して、同一の波長の信号光同士を合波した際に本来の導波路を通過した信号光と他の導波路を通過した信号光との間に信号の微妙な遅延が発生する現象としてのコヒーレントクロストークノイズの生じる状態でチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、（ロ）この分波手段が各チャンネルに対応する波長の信号光に分波する前の前記した多重光を入力して、前記したチャンネルごとに信号光の有無を判別するチャンネル別信号光有無判別手段と、（ハ）前記した分波手段によって分波されたチャンネルごとに設けられ、入力された信号光の挿入損失量をそれぞれ調整する信号レベル調整手段と、（ニ）前記した信号レベル調整手段のそれぞれに対応して設けられ、前記した信号レベル調整手段を通過した後の光パワーレベルを前記したチャンネルごとに検出する信号レベル調整手段通過後レベル検出手段と、（ホ）前記したチャンネル別信号光有無判別手段で信号光が有りとなされたチャンネルで前記した信号レベル調整手段通過後レベル検出手段が信号光の検出を行わなかったときそのチャンネルの信号レベル調整手段に障害が発生したと検知する信号レベル調整手段障害検出手段と、（ヘ）前記したチャンネル別信号光有無判別手段で信号光が有りとなされなかったチャンネルで前記した信号レベル調整手段による前記した信号光の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増大させる挿入損失量増大手段とを光出力制御装置に具備させる。

【0010】

また、本発明では、（イ）アレイ導波路格子によって構成され、各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して、同一の波長の信号光同士を合波した際に本来の導波路を通過した信号光と他の導波路を通過した信号光との間に信号の微妙な遅延が発生する現象としてのコヒーレントクロストークノイズの生じる状態でチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、（ロ）この分波ステップで各チャンネルに対応する波長の信号光に分波する前の前記した多重光を入力して、前記したチャンネルごとに信号光の有無を判別するチャンネル別信号光有無判別ステップと、（ハ）前記した分波ステップによって分波されたチャンネルごとに設けられ、入力された信号光の挿入損失量をそれぞれの信号レベル調整手段で調整する挿入損失量調整ステップと、（ニ）前記した信号レベル調整手段のそれぞれに対応して設けられ、前記した信号レベル調整手段を通過した後の光パワーレベルを前記したチャンネルごとに検出する信号レベル調整手段通過後レベル検出ステップと、（ホ）前記したチャンネル別信号光有無判別ステップで信号

10

20

30

40

50

光が有りとなされたチャンネルで前記した信号レベル調整手段通過後レベル検出ステップでは信号光の検出を行わなかったときそのチャンネルの信号レベル調整手段に障害が発生したと検知する信号レベル調整手段障害検出ステップと、(ヘ)前記したチャンネル別信号光有無判別ステップで信号光が有りとなされたチャンネルで前記した信号レベル調整手段による前記した信号光の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増大させる挿入損失量増大ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0011】

更に本発明では、アレイ導波路格子によって構成され、各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して、同一の波長の信号光同士を合波した際に本来の導波路を通過した信号光と他の導波路を通過した信号光との間に信号の微妙な遅延が発生する現象としてのコヒーレントクロストークノイズの生じる状態でチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、この分波手段で分波されたチャンネルごとに設けられ、入力された信号光の挿入損失量を調整する信号レベル調整手段とを備えた中継装置のコンピュータに、光出力制御プログラムとして、(イ)前記した分波手段で各チャンネルに対応する波長の信号光に分波する前の前記した多重光について、前記したチャンネルごとに信号光の有無を判別するチャンネル別信号光有無判別処理と、(ロ)前記した信号レベル調整手段を通過した後の光パワーレベルを前記したチャンネルごとに検出する信号レベル調整手段通過後レベル検出処理と、(ハ)前記したチャンネル別信号光有無判別処理で信号光が有りとなされたチャンネルで前記した信号レベル調整手段通過後レベル検出処理では信号光の検出を行わなかったときそのチャンネルの信号レベル調整手段に障害が発生したと検知する信号レベル調整手段障害検出処理と、(ニ)前記したチャンネル別信号光有無判別処理で信号光が有りとなされたチャンネルで前記した信号レベル調整手段による前記した信号光の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増大させる挿入損失量増大処理とを実行させることを特徴とする。

【0071】

【発明の実施の形態】

【0072】

【実施例】

以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0073】

<第1の実施例>

【0074】

図1は、本発明の第1の実施例におけるレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたものである。このレベルイコライザ付光中継局150は、入力される波長分割多重光151が図示しない伝送路を経て伝送されてきた際の損失分を一括して増幅するプリアンプ152を備えている。プリアンプ152の出力する波長分割多重光153は、各波長の光パワーレベルを等しくするためのレベルイコライザ部154に入力される。レベルイコライザ部154で各波長の光パワーレベルを等しくした後の波長分割多重光156はポストアンプ157で増幅された後、出力波長分割多重光158としてレベルイコライザ付光中継局150から外部の図示しない伝送路に送出されるようになっている。レベルイコライザ付光中継局150内には局内の各種管理を行うための装置管理部159が設けられている。

【0075】

ところで、レベルイコライザ部154は、プリアンプ152からの波長分割多重光153を入力する第1のアレイ導波路格子(AWG)161を備えており、入力された波長分割多重光151は各波長の信号光に分波されるようになっている。分波後の各波長成分としての各チャンネルCH-1~CH-nの信号光162₁~162_nは、それぞれ第1の光分岐器163₁~163_nによって2方向に分波され、それらの一方が第1のフォトダイオード(PD)164₁~164_nのうちの対応するものに入力されるようになっている。これら第1のフォトダイオード164₁~164_nは、第1のアレイ導波路格子161で分波された後の信号光の信号レベルを検出し、それらの結果を装置管理部159に入力するよう

なっている。装置管理部 159 は、チャンネルごとにこれらの信号レベルを所定のしきい値と比較して、しきい値以下の信号レベルしか検出できないチャンネルについては本来の信号光が到来していないチャンネルであると判別する。また、しきい値を超える信号レベルが検出されたチャンネルについては本来の信号光が到来しているチャンネルであると判別する。

【0076】

第1の光分岐器 163₁ ~ 163_nによって分波された他方の信号光はアッテネータ (ATT) 165₁ ~ 165_nの対応するものに入力されるようになっている。アッテネータ 165₁ ~ 165_nは挿入損失量を調整することで入力された波長の信号光のレベルを目標値まで減衰させるもので、ほぼ減衰の生じない状態から信号光を事実上遮断する状態まで連続的に変化させるようになっている。このようなアッテネータ 165₁ ~ 165_nは、たとえば可変光アッテネータとして各種商品化されており、入力された光を 20 dB あるいはこれ以上減衰することができる。

10

【0077】

これらアッテネータ 165₁ ~ 165_nの出力側には、第2の光分岐器 166₁ ~ 166_nの対応するものが接続されており、それぞれ入力された信号光を2方向に分波し、それらの一方が第2のフォトダイオード (PD) 167₁ ~ 167_nのうちの対応するものに入力されるようになっている。これら第2のフォトダイオード 167₁ ~ 167_nは、アッテネータ 165₁ ~ 165_nを経た信号光の信号レベルを検出するもので、それらの結果は装置管理部 159 に入力され、これによってアッテネータ 165₁ ~ 165_nの挿入損失量のフィードバック制御が行われることになる。第2の光分岐器 166₁ ~ 166_nの他方の出力は、それぞれ第2のアレイ導波路格子 168 に入力され、各波長が多重される。第2のアレイ導波路格子 168 から出力される波長分割多重光 156 は先に説明したようにポストアンプ 157 で増幅された後、出力波長分割多重光 158 としてレベルイコライザ付光中継局 150 から外部に出力されることになる。

20

【0078】

ところで、本実施例のレベルイコライザ付光中継局 150 では、第1のフォトダイオード 164₁ ~ 164_nの中で検出した光パワーレベルが信号光の到来している場合に想定される値以下のものとなっている場合、装置管理部 159 はそのチャンネルが無信号状態であると判別して、アッテネータ 165 の挿入損失量を最大にするようにしている。たとえば第 n のチャンネルについての第1のフォトダイオード 164_nの検出した光パワーレベルが所定の無信号判別レベル L₁以下となっていたとする。この場合、装置管理部 159 は第 n のチャンネルの第2のフォトダイオード 167_nの検出した光パワーレベルによるアッテネータ 165_nを用いたフィードバック制御を行わないようにしている。すなわち、信号光が到来していない第 n のチャンネルについては、その第2の光分岐器 166_nから第2のアレイ導波路格子 168 に出力される信号光を遮断するシャットダウン制御を行う。

30

【0079】

一方、第 n のチャンネルの第1のフォトダイオード 164_nの検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L₁を超えており光入力ありと判定されたにも係わらず、後段の第 n のチャンネルの第2のフォトダイオード 167_nの出力する光パワーレベルが異常に低い状態に保たれる場合がある。この場合には、第 n のチャンネルのアッテネータ 165_nおよび第2のフォトダイオード 167_nによるフィードバック制御が正常に動作せず、挿入損失量の制御を行えない入力断状態となっていると判断される。したがって、装置管理部 159 は第 n のチャンネルの第2のフォトダイオード 167_nの検出出力が入力断検出レベル (LOS レベル) L₂以下となっているときには、第 n のチャンネルのアッテネータ 165_nが故障している結果として光が遮断されていると判定するようになっている。

40

【0080】

ところで、装置管理部 159 は図示しない CPU (中央処理装置) と制御用のプログラムを格納した ROM (リード・オンリ・メモリ) および作業用メモリとしての RAM (ランダム・アクセス・メモリ) を備えている。また、図示しないインターフェイス回路を介してレベルイコライザ部 154 内の第1のフォトダイオード 164₁ ~ 164_nおよび第2の

50

フォトダイオード $167_1 \sim 167_n$ から検出出力を入力し、またアッテネータ $165_1 \sim 165_n$ の挿入損失量の制御して特定チャンネルのシャットダウン制御やアッテネータ 165 の故障検出を行うようになっている。

【0081】

図2は、装置管理部の行うシャットダウン制御の流れを表わしたものである。装置管理部159の前記したCPUはレベルイコライザ付光中継局150が起動すると、まずチャンネルを表わすパラメータ k を“1”に初期化する(ステップS171)。そして、第 k のチャンネル(この場合には第1のチャンネル)についての第1のフォトダイオード 164_1 の検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_1 以下であるかどうかを判別する(ステップS172)。無信号判別レベル L_1 を超えた正常な場合であれば(N)、その第1のチャンネルについてシャットダウン中であるかどうかを前記したRAMに格納されているデータを見てチェックし(ステップS173)、前回も正常でシャットダウン制御が行われていなければ(N)、パラメータ k を“1”だけ加算して“2”にする(ステップS174)。そして、加算後のパラメータ k の値がチャンネル数 n を越えていなければ(ステップS175:N)、ステップS172に戻って第2のチャンネルについて同様の制御を行う。以下同様である。

10

【0082】

ところで、たとえば第 n のチャンネルの信号光が無信号状態となっていたとする。この場合、パラメータ k が“1”に初期化された後の n 回目のステップS172の処理で第1のフォトダイオード 164_n の検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_1 以下となる(Y)。このとき、装置管理部159の前記したCPUは第 n のチャンネルについてシャットダウン制御を行う(ステップS176)。このシャットダウン制御では対応するアッテネータ 165_n の挿入損失量が最大にされるとともに、前記したRAMのシャットダウン領域の対応するチャンネルのフラグが“1”にセットされていない場合にはこれを“1”にセットする。そして、ステップS174でパラメータ k が“1”だけ加算される。この結果パラメータ k は“ n ”を超えるので(Y)、再びステップS171に戻ってパラメータ k が“1”に初期化され、第2サイクル目の制御が開始されることになる。このようにしてある制御サイクルで無信号状態となったチャンネルが出現すると、そのチャンネル k についてシャットダウン制御が行われることになる。

20

【0083】

以上説明した制御はレベルイコライザ付光中継局150(図1)が起動されている間、継続して行われる。このため、たとえば第 n のチャンネルについてある制御サイクルでシャットダウン制御が行われても、その後に関線の障害が復旧する等で信号光が再び流れ始めると、第1のフォトダイオード 164_n の検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_1 を超えることになる(ステップS172:N)。このとき、装置管理部159の前記したCPUは前記したRAMをチェックしてシャットダウン中であると判別したときには(ステップS173:Y)その第 n のチャンネルについて行われていたシャットダウン制御を解除する(ステップS177)。すなわち、第 n のチャンネルのアッテネータ 165_n の挿入損失量を第2のフォトダイオード 167_n の検出した光パワーレベルに応じて制御させることになる。また、前記したRAMのシャットダウン領域の対応する第 n のチャンネルのフラグを“0”にリセットする。

30

40

【0084】

図3は、装置管理部の行うアッテネータの故障検出の制御の内容を示したものである。装置管理部159の前記したCPUはレベルイコライザ付光中継局150が起動すると、まずチャンネルを表わすパラメータ k を“1”に初期化する(ステップS181)。そして、第 k のチャンネル(この場合には第1のチャンネル)についての第2のフォトダイオード 167_1 の検出した光パワーレベルが入力断検出レベル(LOSレベル) L_2 以下であるかどうかを判別する(ステップS182)。LOSレベル L_2 を超えていれば(N)、第1のチャンネルのアッテネータ 165_1 の挿入損失量は少なくとも最大値に固定されていることはない。そこでこの場合にはパラメータ k を“1”だけ加算して“2”にする(ステップS

50

183)。そして、加算後のパラメータ k の値がチャンネル数 n を越えていなければ(ステップS184:N)、ステップS182に戻って第2のチャンネルについて同様の制御を行う。以下同様である。

【0085】

ところで、たとえば第 n のチャンネルの信号光が無信号状態となっていたとする。この場合、パラメータ k が“1”に初期化された後の n 回目の図2のステップS172の処理で第1のフォトダイオード164_nの検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_1 以下となり、図2のステップS176の制御で説明したように前記したRAMのシャットダウン領域の第 n のチャンネルのフラグが“1”にセットされている(あるいはこの図3による第 n のチャンネルの処理の方が図2による処理の前に行われるようなことがあっても、次の処理サイクルでシャットダウン領域の第 n のチャンネルのフラグが“1”にセットされている)。そこで第2のフォトダイオード167_nの検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_2 以下の場合(ステップS182:Y)、CPUは第 n のチャンネルについてのフラグが“1”にセットされているかどうかをチェックすることで第 n のチャンネルがシャットダウン中であるか、すなわち第 n のチャンネルの信号光が無信号状態となっているかどうかを判別する(ステップS185)。

10

【0086】

シャットダウン中であれば(Y)、第 n のチャンネルのアッテネータ165_nの挿入損失量が最大となっているので、第2のフォトダイオード167_nが検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_2 以下となっているのは正常なことである。そこでこの場合には特段の処理を行うことなくステップS183に進んで次の第2サイクル目の制御を開始することになる。

20

【0087】

これに対して第 n のチャンネルがシャットダウン中でなかった場合には(ステップS185:N)、この第 n のチャンネルに信号光が入力されていることになる。これにも係わらず第2のフォトダイオード167_nの検出した光パワーレベルが入力断検出レベル L_2 以下であるとすれば、CPUは第 n のチャンネルのアッテネータ165_nが故障していると判別する(ステップS186)。なお、第2のフォトダイオード167_nが故障しても同様に光パワーレベルが入力断検出レベル L_2 以下となる場合があるので、両者のいずれかが故障しているとする判定も可能である。

30

【0088】

以上説明したように本発明の第1の実施例では第1のアレイ導波路格子161で分波した各チャンネルの信号光の光パワーレベルを第1のフォトダイオード164₁~164_nで検出することにしたので、本来の信号光が到来しないことを検出することができるだけでなく、本来の信号光が到来しない状態で他のチャンネルから回ってきた信号光の光パワーレベルを検出することが可能である。また、それぞれのチャンネルの信号光を第1のフォトダイオード164₁~164_nで検出した光パワーレベルを比較することで、多重光を伝送してきた伝送路の特性をスペクトル分析という形で分析することができる。

【0089】

<第2の実施例>

40

【0090】

図4は本発明の第2の実施例における光出力制御装置を使用したレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたものである。このレベルイコライザ付光中継局200は、入力される波長分割多重光201を増幅するプリアンプ202を備えている。プリアンプ202の出力する波長分割多重光203は、各波長の光パワーレベルを等しくするためのレベルイコライザ部204に入力される他、光スペクトラムの測定を行う光スペクトラム測定部205に入力されるようになっている。レベルイコライザ部204で各波長の光パワーレベルを等しくした後の波長分割多重光206はポストアンプ207で増幅された後、出力波長分割多重光208としてレベルイコライザ付光中継局200から外部に出力されるようになっている。レベルイコライザ付光中継局200内には装置管理部209が設けられて

50

いる。装置管理部 209 はレベルイコライザ部 204 ならびに光スペクトラム測定部 205 と接続されており、レベルイコライザ付光中継局 200 内における各種管理のための制御を行うようになっている。光スペクトラム測定部 205 は、一般には多重した各波長の信号光の光パワーレベルや中心周波数あるいは S/N (信号対雑音比) 等の特性を測定し伝送品質の評価等のために使用される。

【0091】

本実施例のレベルイコライザ部 204 は、プリアンプ 202 からの波長分割多重光 203 を入力する第 1 のアレイ導波路格子 (AWG) 211 を備えており、入力された波長分割多重光 201 は各波長の信号光に分離されるようになっている。分離後の各波長成分としての各チャンネル CH-1 ~ CH-n の信号光 212₁ ~ 212_n は、それぞれアッテネータ (ATT) 214₁ ~ 214_n のうちの対応するものに入力されるようになっている。アッテネータ 214₁ ~ 214_n は、挿入損失量を調整することで入力された波長の信号光のレベルを目標値まで減衰させるもので、装置管理部 209 がそれぞれの調整を行うようになっている。

10

【0092】

これらアッテネータ 214₁ ~ 214_n の出力側にはそれぞれ光分岐器 215₁ ~ 215_n が設けられており、分波した一方の信号光をフォトダイオード (PD) 216₁ ~ 216_n のうちそれぞれ対応するものに導いて、アッテネータ 113₁ ~ 113_n を経た信号光の光パワーレベルの検出を行うようになっている。光分岐器 215₁ ~ 215_n によって分波された他方の信号光のそれぞれは第 2 のアレイ導波路格子 217 に入力され、各波長が多重される。第 2 のアレイ導波路格子 217 から出力される波長分割多重光 206 は先に説明したようにポストアンプ 207 で増幅された後、出力波長分割多重光 208 としてレベルイコライザ付光中継局 200 から外部に出力されることになる。

20

【0093】

本実施例のレベルイコライザ付光中継局 200 では、光スペクトラム測定部 205 で波長分割多重光 203 を測定することにより、各波長の信号光の有無を判別するようになっている。この判別結果はチャンネルアライブ (Channel Alive) 情報 221 として装置管理部 209 が収集し、レベルイコライザ部 204 に渡すことになる。レベルイコライザ部 204 はチャンネルアライブ情報 221 を基にして、たとえば第 n のチャンネルのアッテネータ 214_n が故障しているときにはその挿入損失量を最大にして、その第 n のチャンネルの信号光についてシャットダウン制御を行う。

30

【0094】

また、チャンネルアライブ情報 221 でたとえば第 n のチャンネルの信号光が入力されていると判別された状態で、アッテネータ 214_n の出力側に接続されているフォトダイオード 216_n が光入力断と判定したような場合には、該当する第 n のチャンネルのアッテネータ 214_n が故障した結果として光の遮断が生じたものとみなすことになる。これを次に具体的に説明する。

【0095】

図 5 は、レベルイコライザ ATT 制御部とこれに関連する回路部分を表わしたものである。レベルイコライザ ATT 制御部 231 は、図 4 にはその範囲を直接示していないがレベルイコライザ部内に設けられている。レベルイコライザ ATT 制御部 231 は図 4 に示したアッテネータ 214₁ ~ 214_n と光分岐器 215₁ ~ 215_n ならびにフォトダイオード 216₁ ~ 216_n を含んでいる。ただし、図示を簡略化するために図 5 では第 n のチャンネルのアッテネータ 214_n と同じく第 n のチャンネルのフォトダイオード 216_n のみを示している。レベルイコライザ ATT 制御部 231 は、これらの他に、制御 CPU (中央処理装置) 232 と、この制御 CPU 232 にフォトダイオード 216_n の出力をデジタルデータとして与えるための A/D 変換器 (A/D) 233 と、制御 CPU 232 によって演算された挿入損失の量をアナログデータに変換するためのデジタル・アナログ変換を行う D/A 変換器 (D/A) 234 と、この D/A 変換器 234 の出力するアナログデータを基にして第 n のチャンネルのアッテネータ 214_n の挿入損失の増減を実現する ATT

40

50

駆動回路 2 3 5 とを備えている。アッテネータ 2 1 4₁ ~ 2 1 4_n と光分岐器 2 1 5₁ ~ 2 1 5_n およびフォトダイオード 2 1 6₁ ~ 2 1 6_n はそれぞれチャンネル数だけレベルイコライザ A T T 制御部 2 3 1 に備えられているので、A / D 変換器 2 3 3、D / A 変換器 2 3 4 および A T T 駆動回路 2 3 5 は n のチャンネル分だけ存在することになる。ただし、処理を時分割的に行うことのできる回路では、その分だけ回路数を削減することができる。

【 0 0 9 6 】

アッテネータ 2 1 4_n は、図 4 に示した第 1 のアレイ導波路格子 2 1 1 から第 n のチャンネルの信号光 2 1 2_n を入力して A T T 駆動回路 2 3 5 によって挿入損失を制御される。そして、第 n のチャンネルの信号光 2 3 6_n として光分岐器 2 1 5_n に入力されて分岐され、その一方が図 4 に示す第 2 のアレイ導波路格子 2 1 7 に入力されると共に、他方が第 n のチャンネルのフォトダイオード 2 1 6_n に入力され、光パワーレベルの検出出力が第 n のチャンネルの信号光 2 3 7_n として A / D 変換器 2 3 3 に入力されることになる。制御 C P U 2 3 2 は、図示しない R O M (リード・オンリ・メモリ) に格納された制御プログラムを実行することで、レベルイコライザ A T T 制御部 2 3 1 内の各種制御および情報収集を行うようになっている。図 5 に示した第 n のチャンネルの信号光 2 3 7_n について説明すれば、制御 C P U 2 3 2 は A / D 変換器 2 3 3 で変換後のデジタル信号としての光パワーレベルをチェックすることによって、第 n のチャンネルの信号光 2 3 6_n が先の第 1 の実施例における入力断検出レベル (L O S レベル) L₂ 以下となっているかどうかを判別することになる。

【 0 0 9 7 】

一方、光スペクトラム測定部 2 0 5 は波長分割多重光 2 0 3 (図 4 参照) のスペクトラムを測定する。この例の場合には第 n のチャンネルの波長に相当するスペクトル成分の光パワーレベルと、そのときの S / N (信号対雑音比) の関係からその波長の信号光の有無を判定する。そして、各チャンネルの同様の信号光の有無を表わした判定結果をチャンネルライブ情報 2 2 1 として装置管理部 2 0 9 に送信することになる。

【 0 0 9 8 】

装置管理部 2 0 9 は、図示しない C P U およびこの C P U の実行するプログラムを格納した R O M 等の記憶媒体 (図示せず) によって構成されている。装置管理部 2 0 9 は、図 5 に示すユーザ端末 2 3 8 の他にレベルイコライザ付光中継局 2 0 0 内の各種部品と接続されており、各種情報の収集と設定を行うようになっている。ユーザ端末 2 3 8 を例にとる。ユーザ端末 2 3 8 は図示しないインターフェイス回路を介して装置管理部 2 0 9 と接続されている。ユーザはユーザ端末 2 3 8 を操作することによって装置管理部 2 0 9 を通してレベルイコライザ付光中継局 2 0 0 の各種設定を行うことができる。また、レベルイコライザ付光中継局 2 0 0 内の各種回路装置の状態のうちで必要なものは装置管理部 2 0 9 からユーザ端末 2 3 に送信され、図示しないディスプレイやスピーカを通じてユーザ側に通知されるようになっている。

【 0 0 9 9 】

装置管理部 2 0 9 は、先に説明したようにチャンネルライブ情報 2 2 1 を制御 C P U 2 3 2 に送出するようになっている。制御 C P U 2 3 2 はこのチャンネルライブ情報 2 2 1 における第 n のチャンネルの情報が光入力なしを示しているとき、レベルイコライザ A T T 制御部 2 3 1 からの光出力をこのチャンネルに関してシャットダウンする制御を行う。このため制御 C P U 2 3 2 はアッテネータ 2 1 4_n についての挿入損失量を最大にさせるための A T T 駆動回路制御信号 2 4 1 を D / A 変換器 2 3 4 に送出する。D / A 変換器 2 3 4 はこれを D / A 変換する。変換後のアナログ信号としての A T T 駆動回路制御信号 2 4 2 は A T T 駆動回路 2 3 5 に供給される。A T T 駆動回路 2 3 5 は、A T T 駆動回路制御信号 2 4 2 を受信して第 n のチャンネルの情報が光入力なしのときには信号光 2 1 2_n の挿入損失量が最大となるように制御することになる。

【 0 1 0 0 】

一方、制御 C P U 2 3 2 はチャンネルライブ情報 2 2 1 における第 n のチャンネルの情報が光入力ありを示しており、かつ第 n のチャンネルのフォトダイオード 2 1 6_n の検出した光

10

20

30

40

50

パワーレベルが入力断検出レベル（LOSレベル） L_2 以下のときには、第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ が故障した結果として光レベルが低下しているとみなす。この場合には該当するアッテネータが故障したことを警告するためのアッテネータ故障警告報告244を装置管理部209に対して送出する。装置管理部209はこれを受けて、アッテネータ故障警告報告245をユーザ端末238に対して送信することになる。

【0101】

図6はレベルイコライザATT制御部の動作を各状態の遷移の様子として表わしたものである。図5に示したレベルイコライザATT制御部231は、次に説明する第1の状態251から第5の状態255までの5つの異なった状態をとることができる。なお、図5に示した制御CPU232は、光入力断（LOS）を検出する入力断検出レベル L_2 を閾値として保持しており、この入力断検出レベル L_2 よりも低い値が検出されたときには入力断の判定を行うようになっている。次にレベルイコライザATT制御部231のとり第1の状態251～第5の状態255を順に説明する。

10

【0102】

（第1の状態251）

第1の状態251は、図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が光入力ありの状態であり、対応するチャンネル（以下、第 n のチャンネルを例示する。）のフォトダイオード216 $_n$ が検出する光パワーレベルが光入力断を検出する閾値よりも大きい状態である。また、第1の状態251では第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ の挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われていない。すなわち、第1の状態251のときには、該当するフォトダイオード216 $_n$ の検出する光パワーレベルが設定目標値となるように第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ の挿入損失量の可変制御が行われる。

20

【0103】

（第2の状態252）

第2の状態252では、図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が光入力ありの状態である。この状態で、第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ の挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われている。この結果、第 n のチャンネルのフォトダイオード216 $_n$ の検出する光パワーレベルが、光入力断を検出する閾値としての入力断検出レベル L_2 以下となっている。

30

【0104】

（第3の状態253）

第3の状態253では、図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が光入力なしの状態であり、第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ の挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われている。この結果、第 n のチャンネルのフォトダイオード216 $_n$ の検出する光パワーレベルが、光入力断を検出する閾値としての入力断検出レベル L_2 以下となっている。

【0105】

（第4の状態254）

第4の状態254では、図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が光入力ありの状態であり、第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ の挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われていない。この第4の状態254は過渡状態であり、第 n のチャンネルのフォトダイオード216 $_n$ の検出する光パワーレベルによって、他のどの状態に遷移するかの判定が行われる。

40

【0106】

（第5の状態255）

第5の状態255では、図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が光入力ありの状態であり、第 n のチャンネルのフォトダイオード216 $_n$ の検出する光パワーレベルが、光入力断を検出する閾値としての入力断検出レベル L_2 以下となっている。また、第 n のチャンネルのアッテネータ21

50

4_nの挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われていない。この第5の状態255は第nのチャンネルのアッテネータ214_nの故障とみなされ、アッテネータ故障警告報告244が装置管理部209に対して送出される。

【0107】

次に第1～第5の状態251～255の間における遷移の方向およびそのトリガを図6と共に説明する。

(第1の状態251から第2の状態252への遷移)

第nのチャンネルのフォトダイオード216_nが検出する光パワーレベルが第1の状態251から低下していくと(ステップS261)、遂にはこの検出する光パワーレベルが入力断検出レベルL₂を表わす閾値以下となる。これにより、レベルイコライザATT制御部231は第nのチャンネルのアッテネータ214_nの挿入損失量を最大にすることでその光出力を停止する(第2の状態252へ遷移)。

10

【0108】

(第1の状態251から第3の状態253への遷移)

図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が第nのチャンネルについて光入力ありの状態となっている第1の状態251から光入力なしの状態に変化すると(ステップS262)、レベルイコライザATT制御部231は第nのチャンネルのアッテネータ214_nの挿入損失量を最大にすることでその光出力を停止する(第3の状態253へ遷移)。

【0109】

20

(第2の状態252から第3の状態253への遷移)

図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が第nのチャンネルについて光入力ありの状態となっている第2の状態252から光入力なしの状態に変化すると(ステップS263)、第3の状態253へ遷移する。

【0110】

(第2の状態252から第4の状態254への遷移)

第2の状態252のまま一定時間が過ぎて、チャンネルライブ情報221の取得までの後述する保護期間が経過したとき(ステップS264)、自動的に第4の状態254へ遷移する。図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209にチャンネルライブ情報221が入力されると、装置管理部209はこれをソフトウェアで処理して転送する。このソフトウェア処理によって、レベルイコライザATT制御部231がチャンネルライブ情報221を取得するのに所定の遅延時間が発生する。また、光スペクトラム測定部205は一定の測定周期で測定を行うので、第nのチャンネルの信号光について光入力が見失われたときからこれを反映したチャンネルライブ情報221がレベルイコライザATT制御部231に到達するまでにも遅延が発生する。これらによる遅延時間分を保護期間と称している。この保護期間が経過しても、なおチャンネルライブ情報221が第2の状態252としての光入力ありを示すときには第4の状態254へ遷移させて、シャットダウンを解除することになる。

30

【0111】

40

(第3の状態253から第4の状態254への遷移)

図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が第nのチャンネルの信号光について光入力なしの状態となっている第3の状態253から光入力ありの状態に変化すると(ステップS265)、レベルイコライザATT制御部231は第4の状態254へ遷移させる。そして第nのチャンネルのアッテネータ214_nの挿入損失量を減少させ、光出力を開始させる。

【0112】

(第4の状態254から第1の状態251への遷移)

第4の状態254でシャットダウンを解除すると、第nのチャンネルのフォトダイオード216_nの検出した光パワーレベルを判定した結果が光入力断を検出する閾値よりも大きい

50

ので(ステップS 2 6 6)、第1の状態2 5 1へ遷移する。

【0 1 1 3】

(第4の状態2 5 4から第3の状態2 5 3への遷移)

図5に示した光スペクトラム測定部2 0 5から装置管理部2 0 9を経て得られるチャンネルライブ情報2 2 1が光入力ありの状態となっている第4の状態2 5 4から光入力なしの状態に変化すると(ステップS 2 6 7)、レベルイコライザATT制御部2 3 1は第3の状態2 5 3へ遷移させる。これにより、第nのチャンネルのアッテネータ2 1 4_nの挿入損失量を最大にしてその光出力を停止する。

【0 1 1 4】

(第4の状態2 5 4から第5の状態2 5 5への遷移)

第4の状態2 5 4でシャットダウンを解除したとき、第nのチャンネルのフォトダイオード2 1 6_nの検出する光パワーレベルが光入力断を検出する閾値としての入力断検出レベルL₂以下となっている(ステップS 2 6 8)。そこで第5の状態2 5 5へ遷移する。

【0 1 1 5】

(第5の状態2 5 5から第1の状態2 5 1への遷移)

第nのチャンネルのフォトダイオード2 1 6_nの検出した光パワーレベルを判定した結果が光入力断を検出する閾値よりも小さい第5の状態2 5 5で閾値よりも大きくなると(ステップS 2 6 9)、第1の状態2 5 1へ遷移する。

【0 1 1 6】

(第5の状態2 5 5から第3の状態2 5 3への遷移)

図5に示した光スペクトラム測定部2 0 5から装置管理部2 0 9を経て得られるチャンネルライブ情報2 2 1が第nのチャンネルの信号光について光入力ありの状態となっている第5の状態2 5 5から光入力なしの状態に変化する(ステップS 2 7 0)。これにより、レベルイコライザATT制御部2 3 1は第3の状態2 5 3へ遷移させて、第nのチャンネルのアッテネータ2 1 4_nの挿入損失量を最大にすることでその光出力を停止する。

【0 1 1 7】

以上説明したように本発明の第2の実施例では光スペクトラム測定部2 0 5から装置管理部2 0 9を経て得られるチャンネルライブ情報2 2 1を使用して各波長の信号光の有無を判別し、信号光が到来していない無信号状態のチャンネルについては対応するアッテネータ2 1 4の挿入損失量を最大とする制御を行っている。これによりアッテネータ2 1 4₁~2 1 4_nの前段にフォトダイオードを配置してそれぞれのチャンネル(波長)の光入力断を検出することが不要となる。このため、レベルイコライザATT制御部2 3 1を構成するフォトダイオードの数を半減させることができ、レベルイコライザ部の実装面積を減少させることができる。

【0 1 1 8】

また、第2の実施例では光スペクトラム測定部2 0 5から装置管理部2 0 9を経て得られるチャンネルライブ情報2 2 1と、アッテネータ2 1 4₁~2 1 4_nのそれぞれ出力側に配置されたフォトダイオードが検出する光パワーレベルと光入力断を検出する閾値との比較結果を用いて、制御CPU2 3 2でソフトウェアによる処理を行うことにした。そして、状態遷移の遷移トリガとしてアッテネータ2 1 4₁~2 1 4_nの故障検出を行うようにしたので、これらアッテネータ2 1 4₁~2 1 4_nの前段にアレイ導波路格子で分離された後の信号光の波長の有無を判定するフォトダイオードを用意しなくてもアッテネータ2 1 4₁~2 1 4_nの故障を検出することができる。

【0 1 1 9】

<第3の実施例>

【0 1 2 0】

図7は、本発明の第3の実施例における光出力制御装置を使用したレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたものである。このレベルイコライザ付光中継局3 0 0で図4に示したレベルイコライザ付光中継局2 0 0と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。本実施例のレベルイコライザ付光中継局3 0 0は、図4に示した

10

20

30

40

50

レベルイコライザ付光中継局 200 と同様に、入力される波長分割多重光 201 を増幅するプリアンプ 202 を備えている。プリアンプ 202 の出力側には、レベルイコライザ部 204 が設けられており、各波長の光パワーレベルを等しくするようになっている。レベルイコライザ部 204 を通過した後の波長分割多重光 206 はポストアンプ 207 で増幅され、出力波長分割多重光 208 としてレベルイコライザ付光中継局 300 から外部に出力されるようになっている。

【0121】

一方、本実施例のレベルイコライザ付光中継局 300 内には図 4 に示した光スペクトラム測定部 205 に相当する回路部分は存在せず、代わって O S C 終端部 305 がチャンネルアライブ情報を取得する手段として設けられている。O S C 終端部 305 は、装置管理情報を伝達する O S C (Optical Service Channel) 信号 306 を終端するようになっている。波長分割多重通信方式の通信システムでは、端局で多重前の信号を監視することが可能である。そこで、このような通信システムでは、多重前の各波長の信号光の有無をチャンネルアライブ (Channel Alive) 情報として収集し、これを O S C 信号 306 としてレベルイコライザ付光中継局 300 に送っている。第 3 の実施例ではこの O S C 信号 306 を終端する O S C 終端部 305 から装置管理部 308 にこれらのチャンネルアライブ情報 307 を送出させ、装置管理部 308 はこれをレベルイコライザ部 204 に転送するようになっている。

【0122】

レベルイコライザ部 204 では、チャンネルアライブ情報 307 を基にして、たとえば第 n のチャンネルの信号光の入力がないことを判別すると、図 5 に示した A T T 駆動回路 235 に対して第 n のチャンネルの信号光 212_n の挿入損失量が最大となるように第 n のチャンネルのアッテネータ 214_n の挿入損失量を制御させることで、シャットダウン制御を行う。また、レベルイコライザ部 204 に送出されたチャンネルアライブ情報 307 が第 n のチャンネルの信号光の入力があると判別した場合には、その第 n のチャンネルのフォトダイオード 216_n が検出する光パワーレベルが入力断検出レベル (L O S レベル) L_2 を表わしたしきい値以下であるかどうかを判別する。そして、しきい値以下の場合には、第 n のチャンネルのアッテネータ 214_n が故障してその結果として光信号が遮断されたこととみなすことになる。

【0123】

このように本発明の第 3 の実施例では、光スペクトラム測定部 205 を備えない装置でも光スペクトラムの測定に代えて O S C 終端部 305 がチャンネルアライブ情報を取得するのでチャンネルアライブ情報をレベルイコライザ部 204 に送出することが可能になり、レベルイコライザ部 204 内でのフォトダイオードの個数を半減することが可能になる。

【0124】

なお、以上説明した第 1 ~ 第 3 の実施例ではレベルイコライザ付光中継局 150、200、300 について本発明を適用したが、これに限るものではない。たとえば光ファイバの波長特性との関係で、周波数に応じて光パワーレベルが増加するような特性が要求される場合には、中継局から出力される特性はそれに応じたものとなる。一般に多重光を分波した後のそれぞれの信号光の信号レベルを検出してアッテネータの挿入損失でこれらを所定のレベルに調整すると共に、検出した信号レベルが所定の閾値以下または未満である場合にアッテネータの挿入損失量を最大にしてシャットダウン制御を行うすべての光出力制御装置に本発明を適用することができる。

【0125】

また本発明ではアレイ導波路格子 (A W G) を用いて多重光の分波やその後の多重を行ったが、他の光デバイスを用いる光出力制御装置に対しても本発明を同様に適用することができる。更に分波手段によって分波された後の全チャンネルの信号光は光パワーレベルの調整が行われた後にすべて合波手段に入力される必要はなく、たとえばアド・ドロップ (光信号光の挿入と抜出) を行うチャンネルが存在してもよいことは当然である。

【0126】

また、本発明の実施例では信号レベルを調整するための手段としてアッテネータを使用したが、信号レベルの減衰だけでなく増加を行うように増幅機能を兼ね備えた信号レベル調整手段であっても構わない。更に、信号光の到来していないチャンネルに回ってくる他のチャンネルの信号光を遮断させるという目的からは単に入力された信号光を通過または遮断する光スイッチが信号レベル調整手段の代わりに設けられてよいことも当然である。

【0127】

更に本発明の実施例では分波用および合波用の一対のアレイ導波路格子を用いた場合の合波された導波路に生じる本来同一波長の信号光におけるクロストークを防止する場合を説明したが、複数の導波路の末端に合波手段が備えられている場合にも本発明を同様に適用することができる。

10

【0128】

図8は以上説明した実施例におけるアレイ導波路格子で生じるクロストークの軽減の原理を示したものである。第1のアレイ導波路格子401に波長 λ_1 の信号光402が入力したものとす。この信号光402は分波後の導波路403を進行して第2のアレイ導波路格子404に到達するだけでなく、他の導波路405、406にもわずかな信号レベルで混入する。そして、導波路405を進行した同一波長 λ_1 の信号光407および導波路405を進行した同一波長 λ_1 の信号光408は、第2のアレイ導波路格子404でそれぞれ迂回した信号光として本来の信号光402と合波する。このようなクロストークによって信号光402の品質が劣化する。このため、導波路405、406に本来の波長成分の信号光が存在しないときにはアッテネータあるいはスイッチ等の遮断手段409、410によって信号光の進路を遮断しようとするのが実施例の基本的な考え方である。

20

【0129】

図9は、実施例の考え方を拡張したものである。合波用のアレイ導波路格子411の入力側には導波路412によって波長 λ_1 の信号光413が入力するようになっている。この導波路412には他の導波路414が積層化した状態でクロスしその端部がアレイ導波路格子411の入力端に接続されている。また、更に他の導波路415は導波路412に部分的に近接してその端部が同様にアレイ導波路格子411の入力端に接続されている。これにより、導波路414、415はその始端部分が導波路412と異なった光部品(図示せず)に接続されていても、波長 λ_1 の信号光413の一部を取り込んで伝送し、アレイ導波路格子411でそれぞれ迂回した信号光416、417として本来の信号光413と合波する。このようなクロストーク現象によって信号光413の品質が劣化する。このため、導波路414、415に本来の波長成分の信号光が存在しないときにはアッテネータあるいはスイッチ等の遮断手段421、422によってこれらの信号光416、417の進路を遮断すれば、信号光413の品質を向上させることができる。

30

【0130】

以上説明したように、必ずしも同一の分波手段で分波した信号光の伝送路同士でなくても、合波側が共通し、途中で信号光の回り込みを生じさせる現象を生じさせる要因があれば、本発明を適用して合波時の信号光の品質の劣化を減少あるいは防止することができる。

【0139】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、信号光の入力を検出した状態でレベル調整後の信号光の検出が行われなかったときには途中で不具合が発生したことを検出することができる。中継装置等の装置内の不具合の早期解決を図ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例におけるレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたブロック図である。

【図2】第1の実施例における装置管理部の行うシャットダウン制御の流れを表わした流れ図である。

【図3】第1の実施例における装置管理部の行うアッテネータの故障検出の制御の内容を示した流れ図である。

50

【図4】本発明の第2の実施例における光出力制御装置を使用したレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたブロック図である。

【図5】第2の実施例におけるレベルイコライザATT制御部とこれに関連する回路部分を表わしたブロック図である。

【図6】第2の実施例でレベルイコライザATT制御部の動作を示した状態遷移図である。

【図7】本発明の第3の実施例における光出力制御装置を使用したレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたブロック図である。

【図8】本発明の実施例におけるアレイ導波路格子で生じるクロストークの軽減の原理を示した原理図である。

【図9】本発明の変形例にアレイ導波路格子で生じるクロストークの軽減の原理を示した原理図である。

【図10】従来提案された光出力制御装置の概要を示すブロック図である。

【符号の説明】

150、200、300 レベルイコライザ付光中継局

151、153、156、201、203、206 波長分割多重光

154、204 レベルイコライザ部

159、209、308 装置管理部

161、211、401 第1のアレイ導波路格子

164 第1のフォトダイオード

165、214 アッテネータ

166 第2の光分岐器

167 第2のフォトダイオード

168、217、404 第2のアレイ導波路格子

205 光スペクトラム測定部

216 フォトダイオード

221、307 チャンnelアライブ情報

305 OSC終端部

409、410、421、422 遮断手段

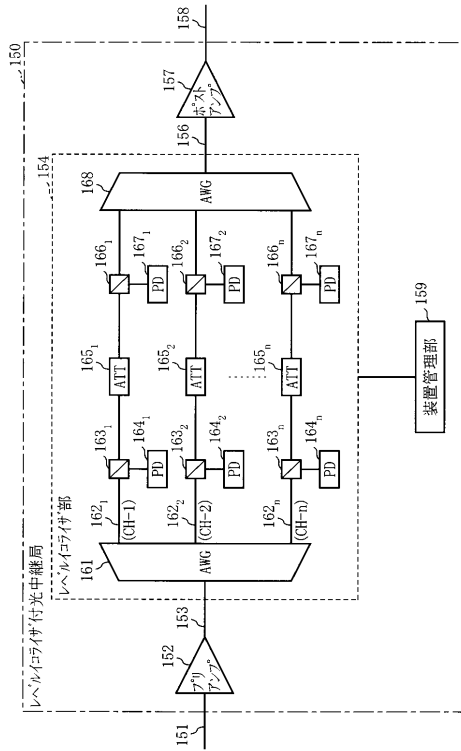
411 アレイ導波路格子

10

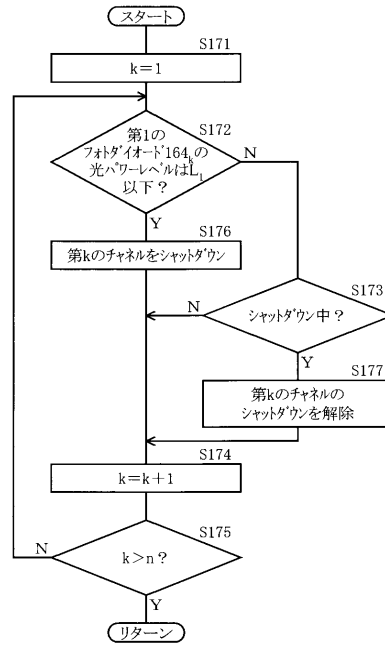
20

30

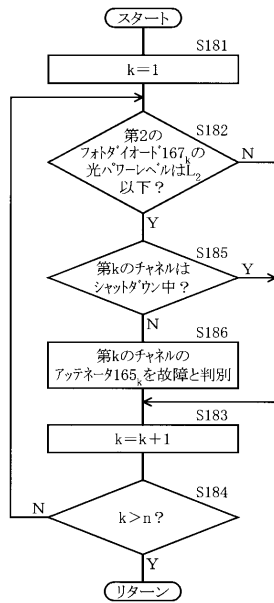
【図1】



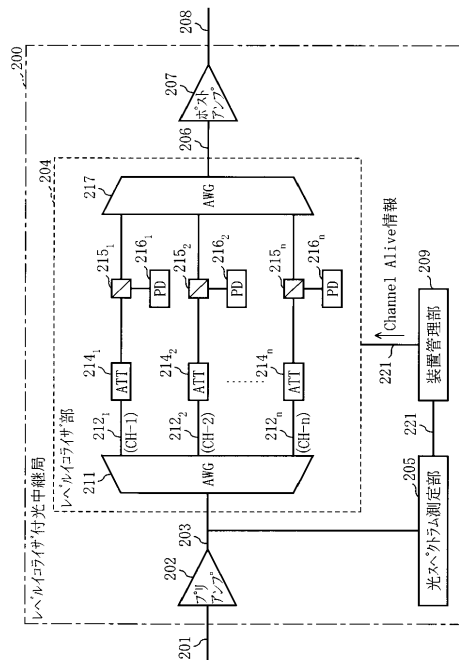
【図2】



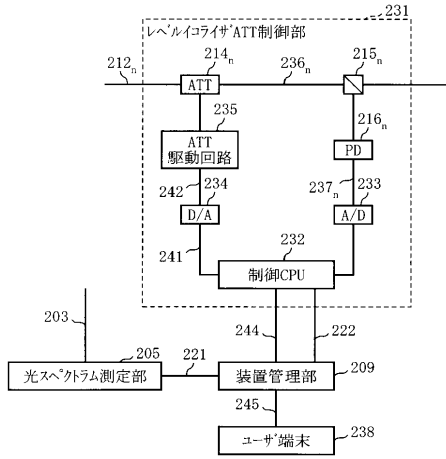
【図3】



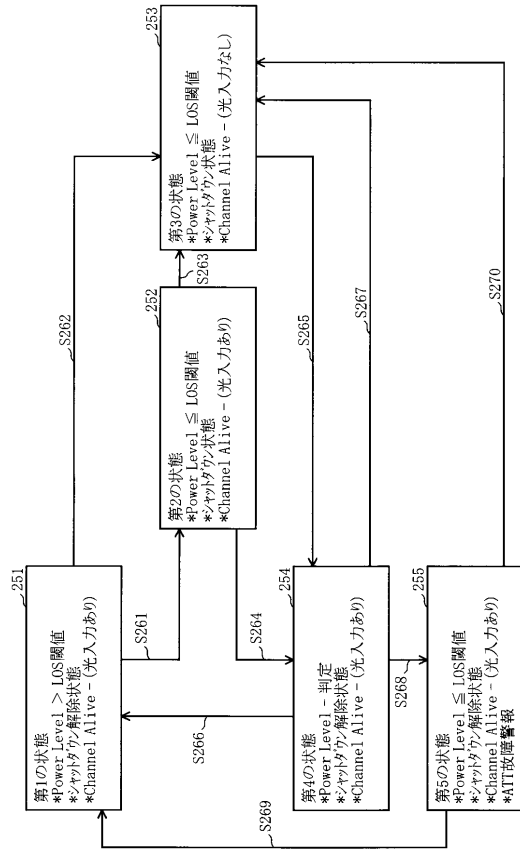
【図4】



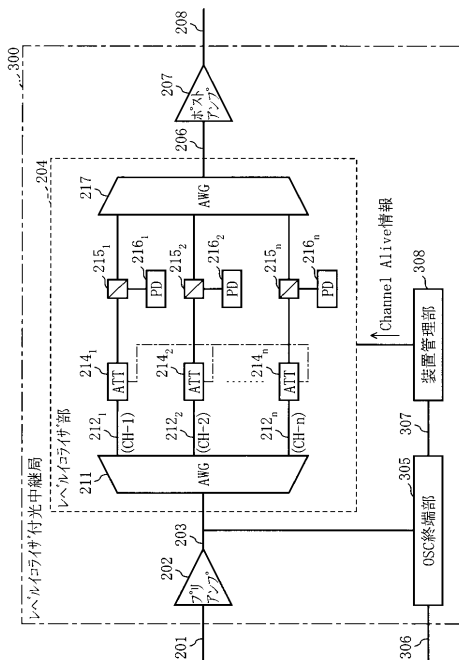
【図5】



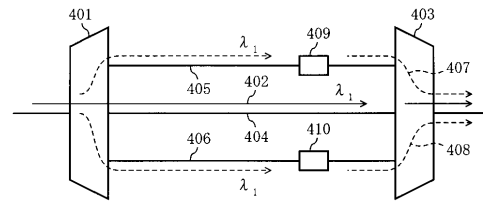
【図6】



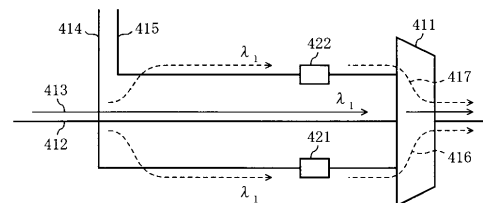
【図7】



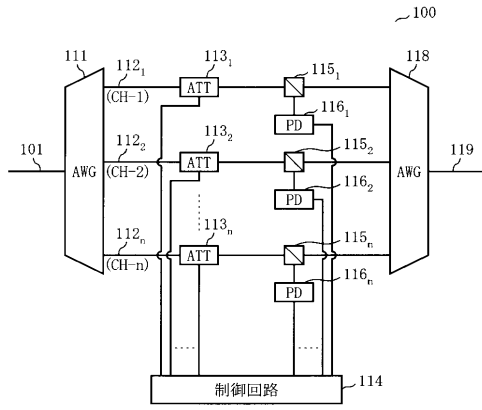
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H 0 4 B 10/02 (2006.01)

H 0 4 B 10/18 (2006.01)

(56)参考文献 特開平 1 1 - 3 3 1 0 9 3 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 1 6 7 3 1 (J P , A)
国際公開第 0 1 / 0 1 5 2 9 1 (W O , A 1)
特開平 1 1 - 1 9 6 0 6 8 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 6 1 2 0 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 1 2 8 4 8 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 7 8 5 2 3 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 3 6 1 1 4 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 1 0 0 0 8 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 1 8 7 9 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04B10/00-10/28

H04J14/00-14/08