

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4783648号  
(P4783648)

(45) 発行日 平成23年9月28日 (2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日 (2011.7.15)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 B 10/16 (2006.01)

H O 4 B 9/00 J

H O 4 B 10/17 (2006.01)

H O 4 B 9/00 E

H O 4 J 14/00 (2006.01)

H O 4 B 9/00 M

H O 4 J 14/02 (2006.01)

H O 4 B 10/02 (2006.01)

請求項の数 9 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-53228 (P2006-53228)  
 (22) 出願日 平成18年2月28日 (2006.2.28)  
 (65) 公開番号 特開2007-235412 (P2007-235412A)  
 (43) 公開日 平成19年9月13日 (2007.9.13)  
 審査請求日 平成20年7月23日 (2008.7.23)

(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 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (72) 発明者 中島 久雄  
 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 星田 剛司  
 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

審査官 後澤 瑞征

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中継装置及び中継方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光信号を波長分割多重で伝送するための中継装置であって、  
 複数のチャネルを含む前記光信号から個々のチャネルを導出する分波手段と、  
 前記個々のチャネルの少なくとも光パワーを制御信号に応じて調整する調整手段と、  
 前記複数のチャネルが波長多重された波長多重信号を出力する合波手段と、  
 前記光信号の変調方式及びビットレートをチャネル毎に判別し、判別された変調方式及  
 びビットレートに応じた前記制御信号を生成する監視手段と、  
 を有し、前記監視手段は、  
 前記光信号のスペクトルを測定し、測定されたスペクトル波形におけるピークを検出し  
 、前記スペクトル波形から前記ピークが除去された光信号のスペクトル波形の近似波形を  
 導出する手段と、

10

前記ピークを含むスペクトル波形及び前記近似波形を比較することで、前記光信号の変  
 調方式及びビットレートの候補をチャネル毎に判別する手段とを有することを特徴とする  
 中継装置。

【請求項 2】

前記調整手段が、光パワーを減衰させる減衰器を有する  
 ことを特徴とする請求項 1 記載の中継装置。

【請求項 3】

前記分波手段が、個々の光チャネルに所定の分散補償を施す手段を有することを特徴と

20

する請求項 1 記載の中継装置。

【請求項 4】

前記近似波形が、所定の波長範囲内で極値を 1 つしか有しない曲線で表現されることを特徴とする請求項 1 記載の中継装置。

【請求項 5】

前記近似波形が、2 次曲線で表現されることを特徴とする請求項 4 記載の中継装置。

【請求項 6】

前記監視手段が、前記ピークを含むスペクトル波形及び前記近似波形の比較結果と、前記光信号のスペクトル波形の幅とに基づいて、前記光信号の変調方式及びビットレートの候補をチャンネル毎に判別する、ことを特徴とする請求項 1 記載の中継装置。

10

【請求項 7】

前記監視手段が、変調方式、ビットレート、ピーク値及び光パワー積分値の対応関係を記憶する記憶手段

を有することを特徴とする請求項 1 記載の中継装置。

【請求項 8】

前記監視手段が、前記対応関係を参照し、チャンネル毎に判別された変調方式及びビットレート用の制御信号を作成する

ことを特徴とする請求項 7 記載の中継装置。

【請求項 9】

20

光信号を波長分割多重で伝送するための中継方法であって、

複数のチャンネルを含む前記光信号から個々のチャンネルを導出する分波ステップと、

前記光信号のスペクトルを測定し、測定されたスペクトル波形におけるピークを検出し、前記スペクトル波形から前記ピークが除去された光信号のスペクトル波形の近似波形を導出し、前記ピークを含むスペクトル波形及び前記近似波形を比較することと、前記光信号のスペクトル波形の幅とに基づいて、前記光信号の変調方式及びビットレートをチャンネル毎に判別し、判別された変調方式及びビットレートに応じた制御信号を生成し、前記個々のチャンネルの少なくとも光パワーを前記制御信号に応じて調整する調整ステップと、

前記複数のチャンネルが波長多重された波長多重信号を出力する合波ステップと

を有することを特徴とする中継方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般に光通信の技術分に関連し、特に波長分割多重 (Wave Division Multiplexing) 方式の光通信システムにおける中継装置及び中継方法に関連する。

【背景技術】

【0002】

光通信の技術分野ではサービスの多様化及びデータ伝送の高速化等の要請が益々強くなっており、近年では 1 波あたりの伝送速度が 40Gbps を超える波長多重光伝送システムも実現されつつある。現在一般的な 10Gbps 程度の光信号とは異なり、40Gbps のような高速の光信号伝送方式について統一的な方式は未だ決定されていない。10Gbps 以上に高速の光信号では、光増幅器での光雑音による信号品質劣化だけでなく、伝送路中の波長分散、非線形効果、偏波モード分散、光フィルタのスペクトル狭窄等によって光信号特性が制限される。そのため、分散耐力、非線形耐力等が高まるようスペクトル幅の狭い変調方式の研究開発が進んでいる。特に 40Gbps の波長多重光伝送システムでは NRZ だけでなく、CSRZ、DPSK、DQPSK 等の変調方式を用いたシステムも提案されている。このように様々な伝送方式のシステムが将来登場することが予想される。現在一般的な 10Gbps の WDM 伝送システムについては例えば非特許文献 1 に示されている。

40

【非特許文献 1】K.Nakamura et al., "1.28Tbit/s Transmission over 1680 km Standard SMF with 120 km Optical Repeater Spacing Employing Distribut

50

ed Raman Amplification”, OECC2000, PD1-7.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、光信号の伝送方式が異なると、雑音耐性、分散耐力、非線形耐力等のような光信号の特性も異なる。これは必要とされる補償方式が伝送方式毎に異なることを意味する。伝送方式の異なる光信号を送信機から受信機へ伝送する直接的な方法は、伝送方式毎に伝送路（光ファイバ）を用意し、各別に光伝送システムを構築することである。例えば10Gbpsの光信号専用の伝送システムと、40Gbpsの光信号専用の伝送システムとが別々に用意され、別々に管理される。しかしながら40Gbpsの光信号用の光増幅や光分散補償等を行うための装置は高額である。また、40Gbpsのような高速伝送のサービス需要が、10Gbpsのような一般的な光伝送と同程度に大きく期待できないかもしれない。専用システムのサービス需要が少なければ、そのこともコスト高に影響するおそれがある。

10

【0004】

一方、10GbpsのWDM伝送システムに用意されている多数のチャンネルの一部（例えば全40チャンネルの内の5チャンネル）を40Gbps用のチャンネルに割り当てることで、設備投資やコスト高の問題に対処できるかもしれない。しかしながら物理的に同一の伝送路を異なる伝送方式のチャンネルが伝搬する場合に、伝送路途中の中継装置でチャンネルの各々に適切な調整を施す技術は未だ確立されていない。

20

【0005】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その課題は、変調方式やビットレート等のような伝送方式が異なる光信号を波長多重方式で伝送するための中継装置及び中継方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一実施例による中継装置は、  
光信号を波長分割多重で伝送するための中継装置であって、  
複数のチャンネルを含む前記光信号から個々のチャンネルを導出する分波手段と、  
前記個々のチャンネルの少なくとも光パワーを制御信号に応じて調整する調整手段と、  
前記複数のチャンネルが波長多重された波長多重信号を出力する合波手段と、  
前記光信号の変調方式及びビットレートをチャンネル毎に判別し、判別された変調方式及びビットレートに応じた前記制御信号を生成する監視手段と、  
を有し、前記監視手段は、  
前記光信号のスペクトルを測定し、測定されたスペクトル波形におけるピークを検出し、  
前記スペクトル波形から前記ピークが除去された光信号のスペクトル波形の近似波形を導出する手段と、

30

前記ピークを含むスペクトル波形及び前記近似波形を比較することで、前記光信号の変調方式及びビットレートの候補をチャンネル毎に判別する手段とを有することを特徴とする中継装置である。

【発明の効果】

40

【0007】

本発明によれば、変調方式やビットレート等のような伝送方式が異なる光信号を波長多重方式で適切に伝送することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明の一形態では、WDM方式で伝送される光信号の変調方式及びビットレートがチャンネル毎に判別され、制御信号が生成される。この制御信号に応じて、個々のチャンネルの少なくとも光パワーが調整される。変調方式及びビットレートをモニタし、システム制御にフィードバック機構を設けることで、様々な伝送方式のチャンネルが同一の伝送路中に混在する場合であっても、各チャンネルの特性を中継装置で適切に調整することができる。光信

50

号のスペクトルをモニタし、ピークパワーやスペクトル幅を測定することで各チャネルの伝送方式を見分け、各チャネルに適切な信号特性の調整内容を適応的に決定することができる。これにより様々な伝送方式が混在するWDMシステムであっても精度の高いプリエンファシスや利得等化等を実現することができる。

【0009】

信号特性の調整内容は、光パワーを減衰させることでもよい。これによりチャネル毎に異なる光雑音が混入することを抑制することができる。

【0010】

調整を行う手段は、制御信号に応答する波長選択スイッチ手段と、波長選択スイッチ手段で選択された光チャネルに所定の分散補償を施す手段とを備えてもよい。これにより特定の伝送方式の波長（チャネル）について特定の分散補償を行うことができる。

【0011】

本発明の一形態では、光信号のピークが検出され、ピークの除去された光信号を表す近似波形が導出される。ピークを含む波形及び近似波形の比較により、変調方式及びビットレートの候補がチャネル毎に判別されてもよい。これにより測定対象のチャネルが鋭いピークを有するか否かを簡易に見分けることができる。

【0012】

近似波形は所定の波長範囲内で極値を1つしか有しない曲線で表現されてもよい。近似波形は2次曲線で表現されてもよい。これにより簡易に波形を近似することができる。

【0013】

また、光信号のスペクトル幅が測定され、変調方式及びビットレートの候補がチャネル毎に判別されてもよい。これにより測定対象のチャネルの特にビットレートの候補を絞り込むことができる。

【0014】

変調方式、ビットレート、ピーク値及び光パワー積分値の対応関係は記憶手段で記憶されていてもよい。対応関係を適宜参照することで伝送方式を特定し、チャネル毎に判別された伝送方式用の制御信号が作成されてもよい。

【実施例1】

【0015】

図1は本発明の一実施例による中継装置を示す。図1には伝送路12、光増幅器16、24、分波器18、調整部20、合波器22、分岐ノード32、光スペクトルアナライザ34、伝送方式モニタ部36及び調整量制御部38が描かれている。

【0016】

伝送路12は光ファイバで構成され、例えばWDM方式で40種類の波長（40チャネル）が多重伝送されてもよい。伝送される各チャネルの伝送方式（少なくとも変調方式及びビットレートを含む）は互いに同一でもよいし異なってもよい。チャネル数の具体的な数字は単なる一例であり、様々な値が使用されてもよい。

【0017】

光増幅器16、24は伝送路を伝搬する様々な波長（チャネル）の光パワーを一括して増幅する。

【0018】

分波器18は一端から入力された光信号から、そこに含まれている複数のチャネルを導出し、それらを他端から並列的に出力する。

【0019】

調整部20は分波器18から導出されたチャネルの各々に、伝送特性に関する何らかの調整を施す。調整される伝送特性は典型的には光パワーレベルである。更に光パワーレベルの調整は、図示されているように可変減衰器により行われる。光パワーレベルを調整する観点からは、その調整は増幅でも減衰でもよい。しかしながら個々のチャネルに異なる量の雑音をなるべく導入せずに光パワーレベルを調整する観点からは、増幅器でなく減衰器で光パワーレベルが調整されることが望ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

合波器 2 2 は一端に入力された複数のチャンネルを波長多重方式で合成し、波長多重信号を他端から出力する。図示の例では出力された光信号は光増幅器 2 4 で全チャンネルについて一括して光増幅され、伝送される。

## 【 0 0 2 1 】

分岐ノード 3 2 は伝送路 1 2 を伝搬する光信号の一部を光スペクトルアナライザ 3 4 に与える。分岐ノード 3 2 は分岐専用のノードでもよいし、分岐挿 (Add/Drop) ノード又はカプラで構成されてもよい。

## 【 0 0 2 2 】

光スペクトルアナライザ 3 4 は伝送路 1 2 を伝搬する光信号のスペクトルを分析し、光スペクトル情報を出力する。これにより光信号の特徴が抽出される。図示の例では中継装置の入力側の信号が光スペクトルアナライザに入力されているが、出力側の信号が入力されてもよい。その中継装置で導入される光雑音等の影響も含んだ光信号を分析する観点からは、出力側の光信号を分析することが望ましい。但し、伝送路途中に多数の中継装置が用意されている場合には、中継装置の入力側又は出力側を区別する実益に乏しくなるかもしれない。

10

## 【 0 0 2 3 】

伝送方式モニタ部 3 6 は後述されるように光スペクトル情報に基づいて、光信号に含まれているチャンネルの伝送方式を個々に判別する。

## 【 0 0 2 4 】

20

調整量制御部 3 8 は後述されるように伝送方式モニタ部 3 6 で決定された各チャンネルの伝送方式及び光スペクトル情報に基づいて各チャンネルに必要な調整内容を決定する。調整内容は制御信号により調整部 2 0 中の各調整要素 (図示の例では可変減衰器) に通知される。各調整要素は制御信号による指示に応じて光パワーレベルを調整する。

## 【 0 0 2 5 】

図 2 は伝送方式モニタ部 3 6 及び調整量制御部 3 8 の詳細ブロック図を示す。図 2 に示される伝送方式モニタ部 3 6 はピーク検出部 5 2、スペクトル幅測定部 5 4、近似波形算出部 5 6、波形比較部 5 8 及び伝送方式決定部 6 0 を有する。図 2 に示される調整量制御部 3 8 は、ピーク検出部 7 2、トータルパワー測定部 7 4 及び調整量決定部 7 6 を有する。

30

## 【 0 0 2 6 】

ピーク検出部 5 2、7 2 は光スペクトル情報に基づいて各チャンネルのピークを検出する。ピーク検出部 5 2、7 2 は図示のように別々に用意されてもよいし、共通する素子として実現されてもよい。

## 【 0 0 2 7 】

スペクトル幅測定部 5 4 は各チャンネルの波形のスペクトル幅を測定し、測定結果を伝送方式決定部 6 0 に与える。スペクトル幅は典型的には半値全幅で測定されるが、他の量で測定されてもよい。いずれにせよ光パワーの波長の分散の度合い (波形の広がりの広狭) が評価できればよい。

## 【 0 0 2 8 】

40

近似波形算出部 5 6 は光スペクトル情報から得られた波形を近似する曲線を設定する (フィッティングが行われる)。この場合に、ピークの除去された波形に対するフィッティングが行われる。即ち、スペクトル情報から得られた生の (未処理の) 波形からピークを表すデータが除去され、除去された後の波形を近似するような近似曲線が求められる。近似曲線の使用法については後述される。

## 【 0 0 2 9 】

波形比較部 5 8 はピークの除去されていない実際の波形と近似曲線とを比較し、比較結果が伝送方式決定部 6 0 に与えられる。

## 【 0 0 3 0 】

伝送方式決定部 6 0 はスペクトル幅及び波形比較部 5 8 の比較結果に基づいて光信号中

50

のチャンネルに使用されている伝送方式（変調方式及びビットレート）を決定する。

【0031】

調整量制御部38のトータルパワー測定部74はピーク値に基づいて各チャンネルのトータルパワーを測定する。トータルパワーは各チャンネルの波形をピーク値を含む所定の波長範囲にわたって積分することで得られ、送信時には一定値に設定される。しかしながら測定されたトータルパワーには光増幅器の雑音等が含まれ、そのままではトータルパワーを正確に推定することは困難である。トータルパワー測定部74は、ピーク値と伝送方式モニタ部36で決定された伝送方式とを用いてトータルパワーを正確に測定する。

【0032】

調整量決定部76は算出されたトータルパワーに基づいて、各チャンネルに適用すべき調整量（光パワーレベルの調整量）を決定する。

10

図3は本発明の一実施例により光パワーの調整量を決定するためのフローチャートを示す。ステップS12ではスペクトルアナライザ34で光信号のスペクトルが測定され、測定結果はスペクトル情報として伝送方式モニタ36及び調整量制御部38に与えられる。図4は測定結果の一例を示す。図4に示される例では、光信号に3つのチャンネルが多重されている。一例として3つのチャンネルの伝送方式は、

チャンネル1（CH1）：10bps - NRZ（ノンリターントゥゼロ方式）

チャンネル2（CH2）：40Gbps - DQPSK（差分QPSK方式）

チャンネル3（CH3）：10Gbps - NRZ

である。しかし、ステップS12の段階では各チャンネルの波形は判明しているものの、各チャンネルの伝送方式が何であるかは不明である。

20

【0033】

図3のステップS14では各チャンネルのピーク値（及びピーク位置）が測定される。図4に示されているように、伝送方式が同じチャンネル1, 3の波形は同程度のピークを示すべきである。しかしながらチャンネル2は伝送方式が異なることに起因して波形が異なる。従ってチャンネル1, 3の波形と同程度のピークを示す必要はない。このように伝送方式の異なるチャンネルが混在する場合には、単にピークのデータを比較するだけでは適切な補償を中継装置で行うことはできない。

【0034】

ステップS16では各チャンネルを表す波形が、何らかの近似曲線で近似される。この場合において、スペクトル情報から得られた波形（実際の波形）からピークが除去され、除去された後の波形が近似曲線で近似される。近似曲線としては適切な如何なる曲線（折れ線を含む）が使用されてもよい。それは例えば除去前のピークを与える波長を含む所定の波長範囲で極値を1つしか有しない曲線でもよいし、2次曲線でもよい。所定の波長範囲はトータルパワーで規定される波長範囲でもよい。本実施例では、図5はCH1～3に関する実際の波形と近似波形を示す。実際の波形は×印でプロットされ、近似波形は印でプロットされている。

30

【0035】

図3のステップS18では実際の波形と近似波形が比較され、各チャンネルについての伝送方式の候補が絞り込まれる。

40

【0036】

ステップS20では実際の波形の半値全幅に基づいて、各チャンネルについての伝送方式の候補が絞り込まれる。半値全幅は近似曲線から導出されてもよい。ステップS18, S20が実行されることで、各チャンネルの伝送方式が特定される。説明の便宜上ステップS18の後にステップS20が行われるように説明されているが、このことは本発明に必須でない。これらのステップの順序は逆でもよいし、双方のステップの全部又は一部が同時に並列的に行われてもよい。

【0037】

伝送方式（変調方式及びビットレート）と波形との間には一定の関連性がある。図6, 図7は様々な伝送方式A～Fについて、実際の波形（正確にシミュレーションされた波形

50

）及び近似波形（ピークを除去した場合の近似波形）を示す。近似波形は上に凸の２次曲線で表現されている。図６，図７では、トータルパワー（dBm）、実際の波形のピークパワー（dBm）、近似波形のピークパワー（dBm）、半値全幅（GHz）及び大幅に相違するデータ点数が伝送方式の各々について示されている。

【００３８】

伝送方式Ａ，Ｂ，Ｆではこれらが強度変調方式を採用していることに起因して鋭いピークが生じている。このため、ピークを除去した波形を表す近似波形と実際の波形とを比較すると、大幅に相違するデータ点が存在することがわかる。伝送方式Ｃ，Ｄ，Ｅではそのように大幅に相違するデータ点は生じていない。即ち、実際の波形と近似波形を比較し、大幅に相違するデータ点があれば、変調方式はNRZ又はCSRZ等であることが判明する。大幅に相違するデータ点が無ければ、変調方式はデュオバイナリ、RZ-DPSK又はRZ-DQPSK等であることが判明する。

10

【００３９】

一方、伝送方式Ａ，Ｂは同じ変調方式（NRZ）であるがビットレートが４倍異なる。従って伝送方式Ａに要する帯域（9.8GHz）の約４倍の帯域（37.1GHz）が伝送方式Ｂで必要とされる。また、伝送方式Ｄ，Ｅはビットレートは同じであるが変調多値数が２倍異なる。従って伝送方式Ｅに要する帯域（31.5GHz）は伝送方式Ｄに要する帯域（64.5GHz）の約１／２で済む。

【００４０】

一義的ではないが、各伝送方式の特徴は次のように列挙できる：

20

（Ａ）伝送方式Ａでは近似曲線の半値全幅が１０GHz程度である。

【００４１】

（Ｂ）伝送方式Ｂでは大幅に相違するデータ点が１つある。

【００４２】

（Ｃ）伝送方式Ｃでは大幅に相違するデータ点はなく、半値全幅が約２０GHzである。

【００４３】

（Ｄ）伝送方式Ｄでも大幅に相違するデータ点はなく、半値全幅が約４０GHzである。

【００４４】

（Ｅ）伝送方式Ｅでも大幅に相違するデータ点はなく、半値全幅が約３０GHzである。

30

【００４５】

（Ｆ）伝送方式Ｆでは大幅に相違するデータ点が２点ある。

【００４６】

このように伝送方式と波形との間の一定の関連性は事前に調査済みであり、中継装置のメモリ（図示せず）に格納指されていてもよい。このような関連性を適宜参照することで、各チャンネルに含まれている伝送方式が特定される。特定された伝送方式は伝送方式モニタ部３６から出力され、調整量制御部３８に与えられる。

【００４７】

40

図４，図５に示される目下の具体例では、チャンネル１，３は大幅に相違するデータを１つ有し、半値全幅が約１０GHzなので、これらのチャンネルの変調方式はNRZであり、ビットレートは10bpsであることが分かる。チャンネル２については大幅に相違するデータが無く、半値全幅が約４０GHzなので、変調方式はRZ-DQPSKであり、ビットレートは40Gbpsであることが分かる。

【００４８】

図３のステップ２２では特定された変調方式に基づいて、各チャンネルに必要な調整量が決定される。調整量は伝送方式及びピーク値の所定の対応関係から導出されてもよい。おこの対応関係もメモリに格納されていてもよい。図８は所定の対応関係の一例を示す。より一般的にはトータルパワーについての値も所定の対応関係に含められるが、本実施例で

50

はトータルパワーは全て 0 dBm に合わせてあるので図 8 では省略されている。伝送方式 A ~ F の意味は図 6 , 図 7 に現れているものと同じである。この対応関係が参照され、決定された伝送方式に対応するピーク値が導出される。導出されたピーク値から各チャネルの信号光パワーが評価され、その信号光パワーに基づいて制御信号が作成される。調整部 20 中の各調整要素は、この制御信号に応じて、実際の光信号中の各チャネルの光パワーレベルを調整することができる。

【 0 0 4 9 】

ステップ 2 4 では制御信号に基づいて各チャネルの光パワーレベルが調整される。以後、調整済みの各チャネルは合波器で波長多重され、出力され、波長多重信号は光ファイバに沿って伝搬する。

【 実施例 2 】

【 0 0 5 0 】

ところで、伝送方式が異なると、雑音耐性、分散耐力、非線形耐力等のような光信号の特性も異なる。従って各チャネルの光パワーレベルだけでなく、分散補償方式も波長 ( チャネル ) 及び伝送方式毎に変えられてもよい。

【 0 0 5 1 】

図 9 は様々な分散補償を行うための補償要素の一例を示す。このような補償要素が分波器及び合波器の間で各チャネルについて用意される。波長選択スイッチは指示された特定の波長を選択し、それを出力する機能を有する。分散補償器 1 , 2 , . . . の各々は様々な異なる分散補償方式を実現する。1つのチャネルについて分散補償器 1 , 分散補償器 2 , . . . のような補償方式の選択肢が用意され、波長選択信号に従ってそれらの内の何れかの補償方式 ( 最適な補償方式 ) がそのチャネルに施される。波長選択信号の内容は、伝送方式モニタ部 3 6 で特定された伝送方式に基づいて決定可能である。これにより各チャネルの光パワーレベルだけでなく、分散補償方式もチャネル毎に最適に決定できる。

【 0 0 5 2 】

以下、本発明により教示される手段が例示的に列挙される。

【 0 0 5 3 】

( 付記 1 )

光信号を波長分割多重で伝送するための中継装置であって、  
複数のチャネルを含む光信号から個々のチャネルを導出する分波手段と、  
個々のチャネルの少なくとも光パワーを制御信号に応じて調整する調整手段と、  
複数のチャネルが波長多重し、波長多重信号を出力する合波手段と、  
光信号の変調方式及びビットレートをチャネル毎に判別し、前記制御信号を生成する監視手段と、  
を有することを特徴とする中継装置。

【 0 0 5 4 】

( 付記 2 )

前記調整手段が、光パワーを減衰させる減衰器を有することを特徴とする付記 1 記載の中継装置。

【 0 0 5 5 】

( 付記 3 )

前記調整手段が、  
制御信号に応答する波長選択スイッチ手段と、  
前記波長選択スイッチ手段で選択された光チャネルに所定の分散補償を施す手段と、  
を有することを特徴とする付記 1 記載の中継装置。

【 0 0 5 6 】

( 付記 4 )

前記監視手段が、  
光信号のピークを検出し、ピークの除去された光信号を表す近似波形を導出する手段と

10

20

30

40

50

前記ピークを含む波形及び前記近似波形を比較し、変調方式及びビットレートの候補をチャンネル毎に判別する手段と、

を有することを特徴とする付記 1 記載の中継装置。

【 0 0 5 7 】

( 付記 5 )

前記近似波形が、所定の波長範囲内で極値を 1 つしか有しない曲線で表現されることを特徴とする付記 4 記載の中継装置。

【 0 0 5 8 】

( 付記 6 )

前記近似波形が、2 次曲線で表現されることを特徴とする付記 5 記載の中継装置。

10

【 0 0 5 9 】

( 付記 7 )

前記監視手段が、光信号のスペクトル幅を測定し、変調方式及びビットレートの候補をチャンネル毎に判別する手段と、

を有することを特徴とする付記 1 記載の中継装置。

【 0 0 6 0 】

( 付記 8 )

前記監視手段が、変調方式、ビットレート、ピーク値及び光パワー積分値の対応関係を記憶する記憶手段

20

を有することを特徴とする付記 1 記載の中継装置。

【 0 0 6 1 】

( 付記 9 )

前記監視手段が、前記対応関係を参照し、チャンネル毎に判別された変調方式及びビットレート用の制御信号を作成する

ことを特徴とする付記 8 記載の中継装置。

【 0 0 6 2 】

( 付記 1 0 )

チャンネルの変調方式が、強度変調又は位相変調であることを特徴とする付記 1 記載の中継装置。

30

【 0 0 6 3 】

( 付記 1 1 )

チャンネルの変調方式が、NRZ、RZ、デュオバイナリ又はPSKの何れかであることを特徴とする付記 1 0 記載の中継装置。

【 0 0 6 4 】

( 付記 1 2 )

チャンネルのビットレートが、10GHz又は40GHzであることを特徴とする付記 1 記載の中継装置。

【 0 0 6 5 】

( 付記 1 3 )

光信号を波長分割多重で伝送するための中継方法であって、  
複数のチャンネルを含む光信号から個々のチャンネルを導出する分波ステップと、  
個々のチャンネルの少なくとも光パワーを制御信号に応じて調整する調整ステップと、  
複数のチャンネルが波長多重し、波長多重信号を出力する合波ステップと、  
を有し、光信号の変調方式及びビットレートをチャンネル毎に判別することで、前記制御信号が生成される

40

ことを特徴とする中継方法。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 6 】

【図 1】本発明の一実施例による中継装置のブロック図を示す。

50

【図 2】モニタ部及び調整量制御部の詳細ブロック図を示す。

【図 3】光パワーの調整量を決定するための一実施例によるフローチャートを示す。

【図 4】波長多重信号の一例を示す図である。

【図 5】実際の波形と近似波形を示す図である。

【図 6】伝送方式の各々についてスペクトルの特徴を列挙する図表（その 1）を示す。

【図 7】伝送方式の各々についてスペクトルの特徴を列挙する図表（その 2）を示す。

【図 8】伝送方式及びピーク値の所定の対応関係の一例を示す図である。

【図 9】分散補償を行うための要素を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

- 1 2 伝送路
- 1 6 , 2 4 光増幅器
- 1 8 分波器
- 2 0 調整部
- 2 2 合波器
- 3 4 光スペクトルアナライザ
- 3 6 伝送方式モニタ部
- 3 8 調整量制御部
- 5 2 , 7 2 ピーク検出部
- 5 4 スペクトル幅測定部
- 5 6 近似波形算出部
- 5 8 波形比較部
- 6 0 伝送方式決定部
- 7 4 トータルパワー測定部
- 7 6 調整量決定部

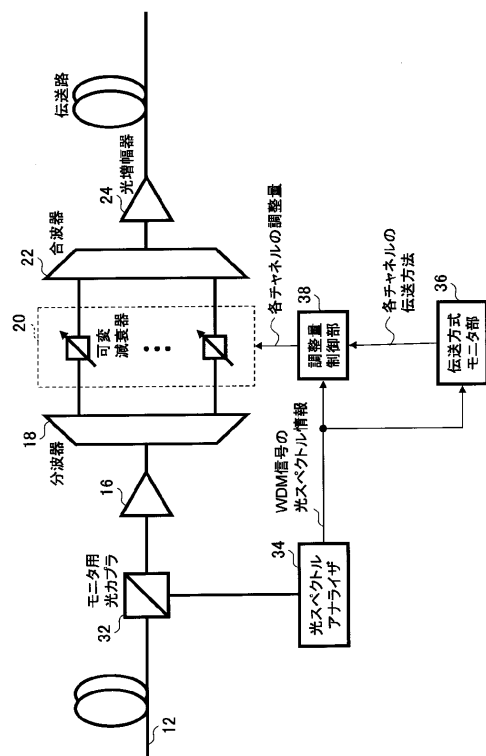
10

20

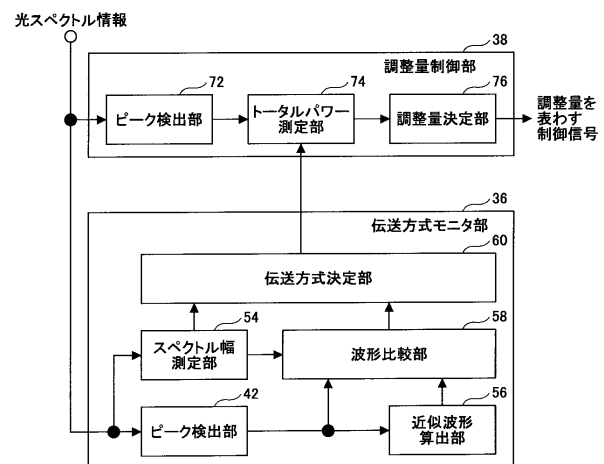
【図 1】

【図 2】

本発明の一実施例による中継装置のブロック図

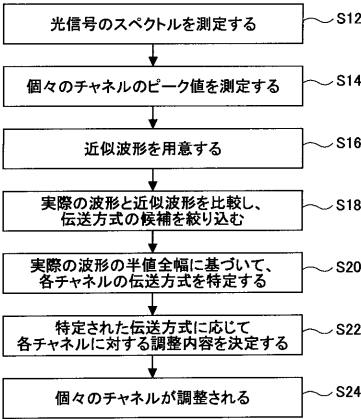


モニタ部及び調整量制御部の詳細ブロック図



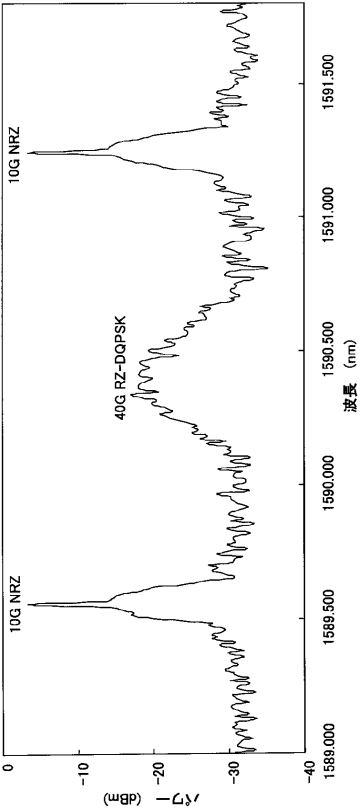
【 図 3 】

光パワーの調整量を決定するための一実施例によるフローチャート



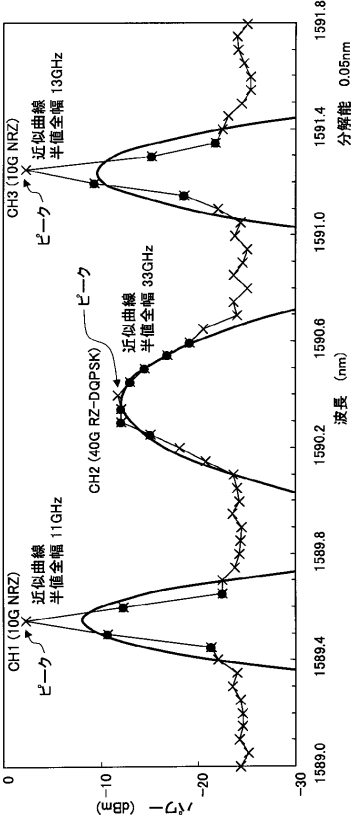
【 図 4 】

波長多重信号の一例を示す図



【 図 5 】

実際の波形と近似波形を示す図



【 図 6 】

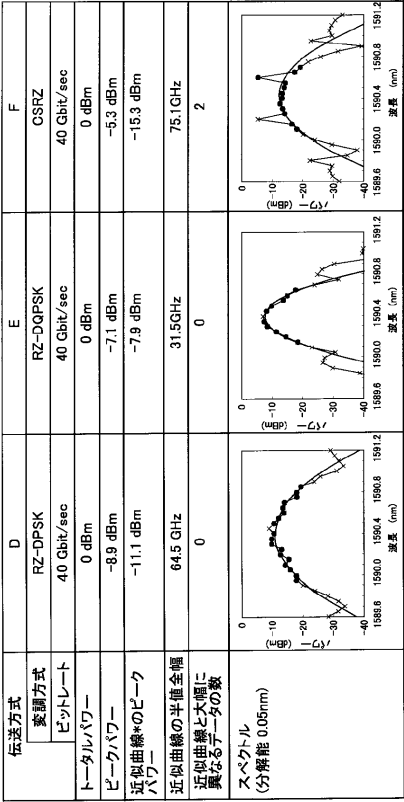
伝送方式の各々についてスペクトルの特徴を列挙する図表(その1)

伝送方式	A			B			C		
	変調方式	ビットレート	ピークパワー	変調方式	ビットレート	ピークパワー	変調方式	ビットレート	ピークパワー
トータルパワー	NRZ	10 Gbit/sec	0 dBm	NRZ	40 Gbit/sec	0 dBm	デュオバイナリ (Duobinary)	40 Gbit/sec	0 dBm
ピークパワー			-1.0 dBm			-2.0 dBm			-4.8 dBm
近似曲線のピーク			-6.1 dBm			-12.0 dBm			-5.3 dBm
近似曲線の半値全幅			9.8 GHz			37.1 GHz			18.2 GHz
近似曲線と大綱に 異なるデータの数			1			1			0
スペクトル (分解能 0.05nm)									

\* 近似曲線：測定されたスペクトルデータから、光パワーが最大となるデータを除き、そのデータに対してフィッティングを行う。  
フィッティング関数は2次曲線である。

【図 7】

伝送方式の各々についてスペクトルの特徴を列挙する図表(その2)を示す



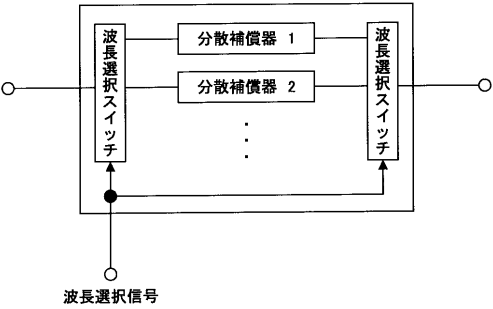
【図 8】

伝送方式及びピーク値の所定の対応関係の一例を示す図

伝送方法	ピーク値 (dBm)
A	-1.0
B	-2.0
C	-4.8
D	-8.9
E	-7.1
F	-5.3

【図 9】

分散補償を行うための要素を示す図



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

**H 0 4 B 10/18 (2006.01)**

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 3 3 3 0 1 6 ( J P , A )

特開平 1 1 - 3 3 1 0 9 3 ( J P , A )

特開平 1 0 - 2 7 6 1 7 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 B 1 0 / 0 0 - 1 0 / 2 8

H 0 4 J 1 4 / 0 0 - 1 4 / 0 8