

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6323193号  
(P6323193)

(45) 発行日 平成30年5月16日(2018.5.16)

(24) 登録日 平成30年4月20日(2018.4.20)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>HO 4 B</b>	<b>10/075</b>	<b>(2013.01)</b>	HO 4 B 10/075
<b>HO 4 B</b>	<b>10/564</b>	<b>(2013.01)</b>	HO 4 B 10/564
<b>GO 2 F</b>	<b>1/01</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 2 F 1/01

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2014-121797 (P2014-121797)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成26年6月12日(2014.6.12)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2016-1849 (P2016-1849A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年1月7日(2016.1.7)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成29年3月9日(2017.3.9)		弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	鶴見 勉
			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】 光送信装置および故障判断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源と、

送信データに応じた電気信号に基づいて前記光源からの光を変調し、前記電気信号に基づく光信号を出力する光変調器と、

前記光変調器から出力された光信号の電力を、変調された光信号の周波数帯域よりも狭い複数の異なる測定帯域毎に測定する測定部と、

前記測定帯域毎に、前記測定部が測定した電力が所定範囲内か否かを判定する判定部と、

前記測定部が測定した電力が前記所定範囲内でない場合に、前記光変調器の故障を示す情報を出力する出力部と

を有することを特徴とする光送信装置。

【請求項2】

前記出力部は、前記測定部が測定した電力が前記所定範囲内でない場合に、前記光変調器の故障を示す情報と共に、前記所定範囲内でない電力が測定された測定帯域の情報を出力することを特徴とする請求項1に記載の光送信装置。

【請求項3】

前記測定部は、

透過させる波長帯域の変更が可能な波長可変フィルタと、

前記波長可変フィルタを透過した光信号の電力に応じた信号を出力する光電変換素子と

10

20

前記波長可変フィルタを透過させる波長帯域を変えながら、前記測定帯域毎に前記光電変換素子が出力した信号に基づいて電力を測定する制御部と  
を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光送信装置。

【請求項 4】

変調方式に対応付けて、前記測定帯域毎の電力の基準値を保持する保持部をさらに有し

前記判定部は、前記保持部を参照して、前記変調器の変調方式に対応する前記測定帯域毎の電力の基準値を特定し、前記測定帯域毎に、前記測定部が測定した電力が、特定した前記基準値から前記所定範囲内にあるか否かを判定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光送信装置。

10

【請求項 5】

前記光変調器から出力された光信号の電力に基づいて、前記光源が発する光の電力を調整する電力調整部をさらに有し、

前記電力調整部は、前記測定部が前記測定帯域毎に測定した電力を合計することにより算出された前記光変調器から出力された光信号の電力に基づいて前記光源が発する光の電力を調整することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の光送信装置。

【請求項 6】

光送信装置における故障判断方法において、

前記光送信装置が、

20

光変調器が送信データに応じた電気信号に基づいて光源からの光を変調した光信号の電力を、前記光信号の周波数帯域よりも狭い複数の異なる測定帯域毎に測定し、

前記測定帯域毎に、測定した電力が所定範囲内か否かを判定し、

測定した電力が、前記所定範囲内でない場合に、前記光変調器の故障を示す情報を出力する

処理を実行することを特徴とする故障判断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光送信装置および故障判断方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年の通信トラフィックの増大に伴い、光通信網等の通信ネットワークの維持管理が重要になっている。例えば、送信側の装置において、光信号の送信電力を測定し、測定した送信電力が所定の範囲となるように、光源からの光の増幅率を制御することで、送信される光信号の品質を一定に保つ技術が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 234703 号公報

40

【特許文献 2】特開 2002 - 023119 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、通信ネットワークの維持管理では、通信ネットワークに異常が発生した場合に、迅速な復旧が求められる。例えば、受信側の装置において、LOS (Loss Of Signal) や LOF (Loss Of Frame) 等の受信不良が発生した場合、伝送路の異常なのか、送信側の装置の異常なのかを迅速に切り分けることが求められる。送信側の装置では、LD (Laser Diode) Back Power や LD Front Power の異常、LD 上位のバイアス異常、LD 波長外れ、および LN (Lithium Niobate) バイアス異常等

50

の検出が可能である。しかし、送信側の装置の光変調器が故障した場合には、送信側の装置では光変調器の故障を検出することができない。

【 0 0 0 5 】

そのため、受信側の装置において、LOS等の受信不良が発生した場合、通信ネットワーク上の伝送路や中継装置の故障なのか、送信側の装置の故障なのかを迅速に切り分けることができない。

【 0 0 0 6 】

本願に開示の技術は、光送信装置の光変調器の故障を迅速に検出する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

1つの側面では、光送信装置は、光源と、光変調器と、測定部と、判定部と、出力部とを有する。光変調部は、送信データに応じた電気信号に基づいて光源からの光を変調する。測定部は、光変調器から出力された光信号の電力を、変調された光信号の周波数帯域よりも狭い複数の異なる測定帯域毎に測定する。判定部は、測定帯域毎に、測定部が測定した電力が所定範囲内か否かを判定する。出力部は、測定部が測定した電力が所定範囲内がない場合に、光変調器の故障を示す情報を入力する。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

1実施形態によれば、光送信装置の光変調器の故障を迅速に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図1】図1は、通信ネットワークの一例を示す図である。

【図2】図2は、通信装置の一例を示すブロック図である。

【図3】図3は、送信部の一例を示すブロック図である。

【図4】図4は、判定テーブルの一例を示す図である。

【図5】図5は、NRZの送信信号の波形の一例を示す図である。

【図6】図6は、NRZにおける測定帯域毎の基準値の一例を示す図である。

【図7】図7は、CS-RZの送信信号の波形の一例を示す図である。

【図8】図8は、CS-RZにおける測定帯域毎の基準値の一例を示す図である。

【図9】図9は、光変調器が故障した場合の測定帯域毎のADCの出力値の一例を示す図である。

【図10】図10は、送信部の動作の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下に、本願の開示する光送信装置および故障判断方法の実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施例は開示の技術を限定するものではない。そして、各実施例は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

【実施例1】

【 0 0 1 1 】

[通信ネットワーク10の構成]

図1は、通信ネットワーク10の一例を示す図である。本実施例における通信ネットワーク10は、OADM(Optical Add-Drop Multiplexer)12-1~nおよび通信装置13-1~2を有する。なお、以下では、OADM12-1~nおよび通信装置13-1~2のそれぞれを区別することなく総称する場合に、それぞれOADM12および通信装置13と記載する。

【 0 0 1 2 】

それぞれのOADM12は、光ファイバ等のケーブル11によって接続される。図1に示す例では、OADM12は、ケーブル11によって接続され、リングネットワークを形成する。それぞれの通信装置13は、いずれかのOADM12に接続される。それぞれの通信装置13は、1つ以上のOADM12を経由して、他の通信装置13との間で、光信

10

20

30

40

50

号を送信および受信する。それぞれの通信装置 13 は、光送信装置の一例である。

【0013】

ここで、図 1 に例示した通信ネットワーク 10 において、通信装置 13 - 1 が送信した光信号は、例えば OADM 12 - 1 ~ 4 を経由して通信装置 13 - 2 によって受信される。通信装置 13 - 2 において、LOS や LOF 等の受信不良が発生した場合、受信不良を迅速に復旧するためには、障害の発生原因を迅速に特定することが求められる。本実施例の通信装置 13 は、自装置内の光変調器が故障した場合に、その旨を通信装置 13 に接続されたコンピュータ等に出力する。これにより、送信側の通信装置 13 の光変調器の故障により受信側の通信装置 13 で受信不良が発生した場合に、通信ネットワーク 10 の管理者等は、その原因を迅速に特定することができる。

10

【0014】

[通信装置 13 の構成]

図 2 は、通信装置 13 の一例を示すブロック図である。通信装置 13 は、クライアントフレーム 14、FEC (Forward Error Correction) フレーム 15、受信部 16、および送信部 20 を有する。

【0015】

クライアントフレーム 14 は、イーサネット (登録商標) 等のクライアントネットワークから受信したデータを、例えば OTN (Optical Transport Network) フレームにフレーム化して FEC フレーム 15 へ送る。また、クライアントフレーム 14 は、FEC フレーム 15 から受け取った OTN フレームを、イーサネット等のクライアントネットワークのデータフォーマットに変換して、クライアントネットワークへ送出する。

20

【0016】

FEC フレーム 15 は、クライアントフレーム 14 から受け取った OTN フレームのデータに、誤り訂正符号を付加して FEC フレームを生成する。そして、FEC フレーム 15 は、生成した FEC フレームを送信部 20 へ送る。また、FEC フレーム 15 は、受信部 16 から受け取った FEC フレームに、FEC フレームに含まれる FEC 符号に基づいて誤り訂正を行う。そして、FEC フレーム 15 は、訂正後のデータを含む OTN フレームをクライアントフレーム 14 へ送る。

【0017】

受信部 16 は、光ファイバ等のケーブルを介して OADM 12 から受信した光信号を電気信号に変換して、FEC フレームを生成する。そして、受信部 16 は、生成した FEC フレームを FEC フレーム 15 へ送る。

30

【0018】

送信部 20 は、FEC フレーム 15 から受け取った FEC フレームを、FEC フレームに含まれるデータに応じた変調が施された光信号に変換する。そして、送信部 20 は、変調された光信号を、ケーブルを介して OADM 12 へ出力する。

【0019】

[送信部 20 の構成]

図 3 は、送信部 20 の一例を示すブロック図である。送信部 20 は、MUX / プリコーダ 200、ドライバ 201、チューナブル送信光源 202、光変調器 203、カプラ 204、測定部 205、判定部 206、出力部 207、保持部 208、制御部 209、電力算出部 210、および電力調整部 211 を有する。

40

【0020】

保持部 208 は、判定テーブル 2080 を保持する。図 4 は、判定テーブル 2080 の一例を示す図である。判定テーブル 2080 には、例えば図 4 に示すように、それぞれの変調方式 2081 に対応付けて、測定帯域毎の電力の基準値 2082 が格納される。「#1」~「#9」は、それぞれの測定帯域を識別する情報である。それぞれの測定帯域は、変調された光信号の周波数スペクトラムの周波数帯域よりも狭い帯域である。本実施例において、測定帯域は、例えば 6 GHz である。

【0021】

50

なお、送信部 20 内に光変調器 203 が一つのみ設けられている場合には、送信部 20 内に設けられた光変調器 203 によって実現される変調方式は 1 つに特定される。そのため、送信部 20 内に光変調器 203 が一つのみ設けられている場合には、判定テーブル 2080 内には、一つの光変調器 203 によって実現される変調方式に対応する測定帯域毎の電力の基準値 2082 が格納されていればよい。その場合には、判定テーブル 2080 内には、他の変調方式に対応する基準値が格納されていなくてもよく、保持部 208 が保持するデータ量を少なくすることができる。

#### 【0022】

MUX/プリコーダ 200 は、FEC フレーム 15 から受け取った FEC フレーム内のデータを多重化して高ビットレートのデータ信号を生成すると共に、データ信号のビットレートに対応した周波数のクロック信号を生成する。そして、MUX/プリコーダ 200 は、生成したデータ信号を用いて、1 ビット前の符号と現在の符号との差分を用いた符号化処理を行い、データに対応した変調信号およびクロック信号をドライバ 201 - 1 ~ 4 へそれぞれ出力する。

#### 【0023】

チューナブル送信光源 202 は、発生させる光の波長および電力の変更が可能な光源である。チューナブル送信光源 202 は、例えばチューナブルレーザダイオードである。チューナブル送信光源 202 は、図示しないチャンネル制御部から指示された波長の光を発生させる。また、チューナブル送信光源 202 は、電力調整部 211 からの制御信号に応じた電力の光を発生させる。

#### 【0024】

本実施例における光変調器 203 は、位相変調器 220 - 1 ~ 4 および PBC (Polarization Beam Combiner) 221 を有する。チューナブル送信光源 202 からの光は、光変調器 203 の内部で二つに分岐され、2 組の位相変調器 220 にそれぞれ入力される。それぞれの位相変調器 220 には、ドライバ 201 から変調電圧が印加される。それぞれの組の位相変調器 220 は、ドライバ 201 からの変調電圧に基づいて、チューナブル送信光源 202 からの光を 4 値位相変調光に変換する。PBC 221 は、それぞれの組の位相変調器 220 によって変調された光信号を、直交する偏波状態に多重化して出力する。なお、図 3 では、QPSK 変調方式を用いた変調を行う光変調器 203 が例示されている。光変調器 203 が他の変調方式を用いた変調を行う場合、光変調器 203 は、用いられる変調方式に応じた構成となる。例えば、BPSK 変調方式を用いた変調を行う光変調器 203 の場合には、2 つのドライバ 201 と、2 つの位相変調器 220 とが光変調器 203 内に設けられる。

#### 【0025】

カプラ 204 は、光変調器 203 から出力された光信号の一部を分岐させて測定部 205 に供給する。

#### 【0026】

測定部 205 は、BPF (Band Pass Filter) 230、PD (Photo Diode) 231、および ADC (Analog to Digital Converter) 232 を有する。BPF 230 は、指定された周波数帯域または波長帯域の波長の光信号を通過させる波長可変フィルタである。BPF 230 は、カプラ 204 から分岐した光信号の中で、制御部 209 から指定された周波数帯域の光信号を PD 231 へ通過させる。BPF 230 が PD 231 へ通過させる光信号の帯域幅は、光変調器 203 によって変調された光信号の周波数帯域よりも狭い。

#### 【0027】

PD 231 は、BPF 230 を通過した光信号の電力に応じた電圧を ADC 232 へ出力する。PD 231 は、光電変換素子の一例である。ADC 232 は、PD 231 が出力した電圧のアナログ値をデジタル値に変換する。そして、PD 231 は、変換したデジタル値を判定部 206 および電力算出部 210 へそれぞれ出力する。

#### 【0028】

制御部 209 は、図示しないチャネル制御部から、送信信号の周波数チャネルを通知された場合に、送信信号の周波数帯域を、送信信号の周波数帯域よりも狭い周波数帯域（例えば 6 GHz）毎の複数の測定帯域に分割する。そして、制御部 209 は、分割した測定帯域を 1 つずつ選択し、選択した測定帯域を BPF 230、判定部 206、および電力算出部 210 へそれぞれ指示する。また、制御部 209 は、光変調器 203 の変調方式の情報を判定部 206 に通知する。

#### 【0029】

判定部 206 は、保持部 208 内の判定テーブル 2080 を参照して、制御部 209 から通知された変調方式に対応付けられている測定帯域毎の基準値を取得する。そして、判定部 206 は、制御部 209 から通知されたそれぞれの測定帯域について、ADC 232 から出力された値が、所定範囲内の値であるか否かを判定する。所定範囲とは、例えば、基準値 - 2 以上、かつ、基準値 + 2 以下の範囲である。

#### 【0030】

ADC 232 から出力された値が所定範囲内の値ではない場合、判定部 206 は、所定範囲外の値が出力された測定帯域の情報を出力部 207 に通知する。出力部 207 は、判定部 206 から受け取った測定帯域の情報を、光変調器 203 の異常を示す情報と共に、ディスプレイ等の出力装置へ出力する。

#### 【0031】

ここで、変調方式が NRZ (Non Return to Zero) である場合、光変調器 203 によって変調された光信号は、例えば図 5 に示すような波形となる。図 5 は、NRZ の送信信号の波形の一例を示す図である。そして、それぞれの測定帯域における基準値は、例えば図 6 のようになる。図 6 は、NRZ における測定帯域毎の基準値の一例を示す図である。

#### 【0032】

変調方式が NRZ である場合、例えば以下の (1) および (2) がいずれも満たされる場合に、判定部 206 は、ADC 232 からの出力値が、基準値から所定範囲内の値と判定する。(1) 測定帯域 # 1 ~ # 4 および # 7 ~ # 9 における ADC 232 からの出力値が、0 以上かつ 2 以下の範囲内である。(2) 測定帯域 # 5 および # 6 における ADC 232 からの出力値が、1 2 以上かつ 1 6 以下の範囲内である。

#### 【0033】

また、変調方式が CS - RZ (Carrier-Suppressed-Return to Zero) である場合、光変調器 203 から送信される光信号は、例えば図 7 に示すような波形となる。図 7 は、CS - RZ の送信信号の波形の一例を示す図である。そして、それぞれの測定帯域における基準値は、例えば図 8 のようになる。図 8 は、CS - RZ における測定帯域毎の基準値の一例を示す図である。

#### 【0034】

変調方式が CS - RZ である場合、例えば、以下の (3) ~ (5) がいずれも満たされる場合に、判定部 206 は、ADC 232 からの出力値が、基準値から所定範囲内の値と判定する。(3) 測定帯域 # 1 および # 9 における ADC 232 からの出力値が、8 以上かつ 1 2 以下の範囲内である。(4) 測定帯域 # 2 ~ # 4 および # 6 ~ # 8 における ADC 232 からの出力値が、0 以上かつ 3 以下の範囲内である。(5) 測定帯域 # 5 における ADC 232 からの出力値が、0 以上かつ 4 以下の範囲内である。

#### 【0035】

電力算出部 210 は、制御部 209 から指示された測定帯域毎に、ADC 232 から出力された電力のデジタル値を取得し、取得したデジタル値を送信信号全体の周波数帯域について合計し、送信信号全体の電力を算出する。そして、電力算出部 210 は、算出した電力のデジタル値を、電力調整部 211 へ送る。

#### 【0036】

電力調整部 211 は、電力算出部 210 から受け取った送信信号全体の電力のデジタル値と、基準となる電力のデジタル値とを比較する。そして、電力調整部 211 は、送

10

20

30

40

50

信信号全体の電力と、基準となる電力との差が小さくなるようにチューナブル送信光源 202 が発生させる光の電力を制御する制御信号を生成する。そして、電力調整部 211 は、生成した制御信号をチューナブル送信光源 202 に供給する。これにより、電力調整部 211 は、送信部 20 から送信される光信号の電力を、所望の値に保つ。

【0037】

なお、電力調整部 211 は、送信電力を調整するための制御信号が正常な動きでないと判定した場合に、送信部 20 の異常を、通信装置 13 に設けられたディスプレイ等の出力装置へ出力したり、通信回線を介して他の装置へ出力する機能を有する。送信電力を調整するための制御信号が正常な動きでない場合とは、例えば、最大値または最小値から変化しなくなった場合などが挙げられる。

10

【0038】

ここで、例えば光変調器 203 が故障し、光変調器 203 から無変調の光信号が出力された場合、測定帯域毎の ADC 232 の出力値は、例えば図 9 のようになる。図 9 は、光変調器 203 が故障した場合の測定帯域毎の ADC 232 の出力値の一例を示す図である。

【0039】

光変調器 203 が故障したとしても、送信信号全体の電力が、電力調整部 211 によって所望の値に制御されていれば、送信電力を調整するための制御信号は正常な動きとなるため、電力調整部 211 は、送信部 20 の異常を検出することができない。

【0040】

20

これに対し、本実施例の判定部 206 は、変調方式毎に、各測定帯域において測定された電力のデジタル値と、基準値とを比較する。そして、測定帯域において測定された電力のデジタル値が、基準値から所定範囲内ないと判定部 206 が判定した場合に、出力部 207 が、その旨を外部に出力する。

【0041】

例えば、測定帯域毎の ADC 232 の出力値が、図 9 に示すような値となった場合、判定部 206 は、いずれの変調方式においても、測定帯域毎の ADC 232 からの出力値が、基準値から所定範囲内ないと判定する。そして、出力部 207 は、光変調器 203 の異常を示す情報を、ディスプレイ等の出力装置へ出力する。

【0042】

30

これにより、通信装置 13 や通信ネットワーク 10 の管理者等は、光変調器 203 が故障した場合に、その事実を迅速に認識することができる。そのため、通信装置 13 や通信ネットワーク 10 の管理者等は、受信側の通信装置 13 における受信不良の原因をより迅速に究明することができる。

【0043】

[送信部 20 の動作]

図 10 は、送信部 20 の動作の一例を示すフローチャートである。例えば、光信号の送信開始時に、送信部 20 は、本フローチャートに示す動作を開始する。

【0044】

まず、制御部 209 は、図示しないチャネル制御部から、周波数チャネルおよび変調方式の情報を取得する (S100)。そして、制御部 209 は、変調方式の情報を判定部 206 に通知する。判定部 206 は、保持部 208 内の判定テーブル 2080 を参照して、制御部 209 から通知された変調方式に対応付けられている測定帯域毎の基準値を取得する (S101)。

40

【0045】

次に、チューナブル送信光源 202 は、図示しないチャネル制御部から指示された周波数チャネルに対応する波長の光を発生させる。光変調器 203 は、チューナブル送信光源 202 からの光を、ドライバ 201 から供給される変調電圧に応じて変調し、変調した光信号の送信を開始する (S102)。

【0046】

50

次に、制御部 209 は、送信信号の周波数帯域を複数の測定帯域に分割する。そして、制御部 209 は、複数の測定帯域の中で、未選択の測定帯域を 1 つ選択し (S103)、選択した測定帯域の情報を判定部 206、電力算出部 210、および BPF 230 へ送る。

【0047】

次に、BPF 230 は、判定部 206 から受け取った測定帯域の情報に基づいて、通過帯域を測定帯域に合わせる (S104)。そして、BPF 230 は、カプラ 204 から分岐した光信号の中で、制御部 209 から指定された測定帯域の光信号を PD 231 へ通過させる。

【0048】

PD 231 は、BPF 230 を通過した光信号の電力に応じた電圧を ADC 232 へ出力することにより、BPF 230 を通過した光信号の電力を測定する (S105)。ADC 232 は、PD 231 が出力した電圧のアナログ値を、アナログ値に応じたデジタル値に変換し、変換したデジタル値を判定部 206 および電力算出部 210 へそれぞれ出力する。

【0049】

次に、判定部 206 は、ステップ S101 において取得した測定帯域毎の基準値の中から、ステップ S103 において制御部 209 から受け取った測定帯域に対応する基準値を取得する。そして、判定部 206 は、ADC 232 からの出力値が、取得した基準値から所定範囲内の値か否かを判定する (S106)。ADC 232 からの出力値が、取得した基準値から所定範囲内の値である場合 (S106: Yes)、電力算出部 210 は、ステップ S108 に示す処理を実行する。

【0050】

一方、ADC 232 からの出力値が、取得した基準値から所定範囲内の値ではない場合 (S106: No)、判定部 206 は、ステップ S103 において制御部 209 から受け取った測定帯域の情報を出力部 207 へ送る。出力部 207 は、判定部 206 から受け取った測定帯域の情報を、光変調器 203 の異常を示す情報と共に、ディスプレイ等の出力装置へ出力することにより、光変調器 203 の異常を通知する (S107)。

【0051】

次に、電力算出部 210 は、ADC 232 からの出力値を積算することにより、送信信号全体の電力のデジタル値を積算する (S108)。そして、制御部 209 は、測定帯域を全て選択したか否かを判定する (S109)。未選択の測定帯域がある場合 (S109: No)、制御部 209 は、ステップ S111 に示す処理を実行する。

【0052】

一方、測定帯域を全て選択した場合 (S109: Yes)、制御部 209 は、送信電力の調整を電力算出部 210 に指示する。電力算出部 210 は、積算した送信信号全体の電力のデジタル値を、電力調整部 211 へ送り、積算値を 0 にリセットする。電力調整部 211 は、電力算出部 210 から受け取った送信信号全体の電力のデジタル値と、基準となる電力のデジタル値との差が小さくなるようにチューナブル送信光源 202 が発生させる光の電力を制御する制御信号を生成する。そして、電力調整部 211 は、生成した制御信号をチューナブル送信光源 202 に供給することにより、チューナブル送信光源 202 からの光の電力を調整する (S110)。

【0053】

次に、制御部 209 は、図示しないチャンネル制御部から周波数チャンネルの変更を指示されたか否かを判定する (S111)。周波数チャンネルの変更を指示された場合 (S111: Yes)、チューナブル送信光源 202 および光変調器 203 は、再びステップ S102 に示した処理を実行する。

【0054】

一方、周波数チャンネルの変更を指示されていない場合 (S111: No)、チューナブル送信光源 202 および光変調器 203 は、図示しないチャンネル制御部から送信終了が指

10

20

30

40

50

示されたか否かを判定する ( S 1 1 2 )。送信終了が指示されていない場合 ( S 1 1 2 : N o )、制御部 2 0 9 は、再びステップ S 1 0 3 に示した処理を実行する。一方、送信終了が指示された場合 ( S 1 1 2 : Y e s )、送信部 2 0 は、本フローチャートに示した処理を終了する。

【 0 0 5 5 】

[ 実施例の効果 ]

上記したように、本実施例の通信装置 1 3 によれば、光変調器 2 0 3 の故障を迅速に検出することができる。また、これにより、通信装置 1 3 や通信ネットワーク 1 0 の管理者等は、受信側の通信装置 1 3 における受信不良の原因をより迅速に究明することができる。

10

【 0 0 5 6 】

また、本実施例の通信装置 1 3 によれば、光変調器 2 0 3 の故障と共に、基準値から所定範囲内にはない電力が送信されている測定帯域の情報が出力されるので、通信装置 1 3 の管理者等は、光変調器 2 0 3 の故障の状態をより詳細に認識することができる。

【 0 0 5 7 】

また、本実施例の通信装置 1 3 によれば、 B P F 2 3 0 の通過帯域を変えながら、それぞれの測定帯域の電力を測定するため、電力を測定するための P D 2 3 1 を複数設けることなく、それぞれの測定帯域の電力を測定することができる。そのため、通信装置 1 3 の部品点数を少なくすることができ、通信装置 1 3 のコストの増加を低く抑えることができる。

20

【 0 0 5 8 】

また、本実施例の通信装置 1 3 によれば、それぞれの変調方式について、測定帯域毎の基準値を保持するため、変調方式が変更されたとしても、変更後の変調方式における送信信号について、光変調器 2 0 3 の故障を判定することができる。

【 0 0 5 9 】

また、本実施例の通信装置 1 3 によれば、測定帯域毎の送信信号の電力の測定値を用いてチューナブル送信光源 2 0 2 からの光の電力を調整するため、送信電力調整用のハードウェアと、光変調器 2 0 3 の故障検出用のハードウェアとを共通化することができる。これにより、通信装置 1 3 の部品点数を少なくすることができ、通信装置 1 3 のコストの増加を低く抑えることができる。

30

【 0 0 6 0 】

[ 変形例 ]

なお、本願に開示の技術は、上記した実施例に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。

【 0 0 6 1 】

例えば、上記した実施例では、通過帯域の変更が可能な B P F 2 3 0 を用いて、測定帯域毎に B P F 2 3 0 の通過帯域を変更し、 B P F 2 3 0 を通過した光信号の電力を P D 2 3 1 が検出したが、開示の技術はこれに限られない。例えば、通過帯域は固定であるが、測定帯域と同じ帯域幅の光信号を通過させる B P F を測定帯域毎に設け、 P D 2 3 1 が、 B P F 毎に、通過した光信号の電力を測定するようにしてもよい。あるいは、測定帯域毎に、測定帯域の光信号の電力を測定可能な狭帯域の P D を複数設け、それぞれの P D により、測定帯域毎の光信号の電力を測定するようにしてもよい。狭帯域の P D を複数設ける場合には、 B P F は不要となる。

40

【 0 0 6 2 】

また、上記した実施例では、例えば 6 G H z 毎の測定帯域において送信信号の電力を測定したが、測定帯域の帯域幅は、送信信号の帯域幅よりも狭ければ、6 G H z より狭くてもよく、広くてもよい。例えば、測定帯域が 6 G H z よりも狭い場合、判定部 2 0 6 は、より高い周波数分解能により、送信信号の周波数スペクトラムの形状をより詳細に分析することができる。

【 0 0 6 3 】

50

また、例えば、測定帯域が6GHzよりも広い(例えば10~20GHz程度)場合であっても、判定部206は、光変調器203の故障により送信信号が無変調信号となっているか否かを判定することは可能である。そのため、通過帯域が比較的広い安価なBPF230を用いることができ、通信装置13のコストの増加を抑えることができる。

【符号の説明】

【0064】

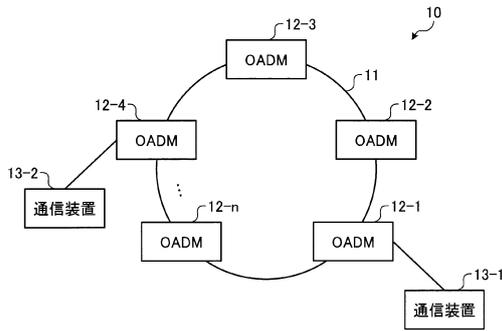
- 12 OADM
- 13 通信装置
- 15 FECフレイマ
- 20 送信部
- 200 MUX/プリコーダ
- 201 ドライバ
- 202 チューナブル送信光源
- 203 光変調器
- 204 カプラ
- 205 測定部
- 206 判定部
- 207 出力部
- 208 保持部
- 209 制御部
- 210 電力算出部
- 211 電力調整部

10

20

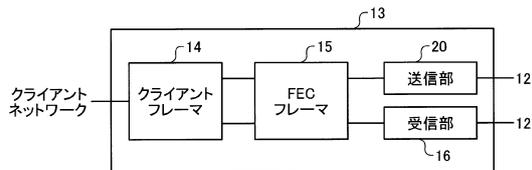
【図1】

通信ネットワークの一例を示す図



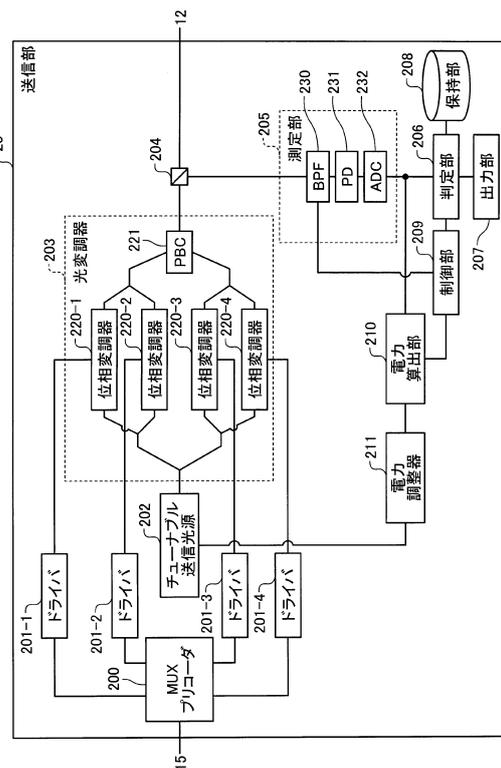
【図2】

通信装置の一例を示すブロック図



【図3】

送信部の一例を示すブロック図



【図4】

判定テーブルの一例を示す図

2080

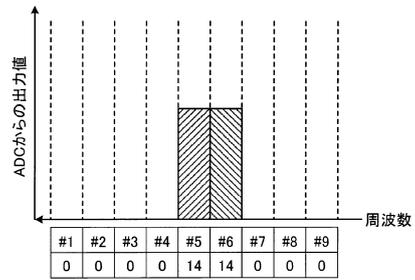
2081

2082

変調方式	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9
NRZ	0	0	0	0	14	14	0	0	0
Duobinary	1	2	4	6	2	6	4	2	1
CS-RZ	10	1	1	1	2	1	1	1	10
RZ-DPSK	1	3	4	4	4	4	4	3	1
RZ-DQPSK	0	1	6	4	6	4	6	1	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

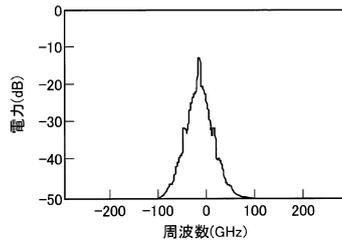
【図6】

NRZにおける測定帯域毎の基準値の一例を示す図



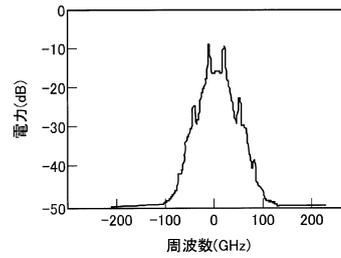
【図5】

NRZの送信信号の波形の一例を示す図



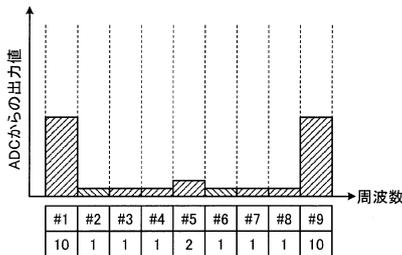
【図7】

CS-RZの送信信号の波形の一例を示す図



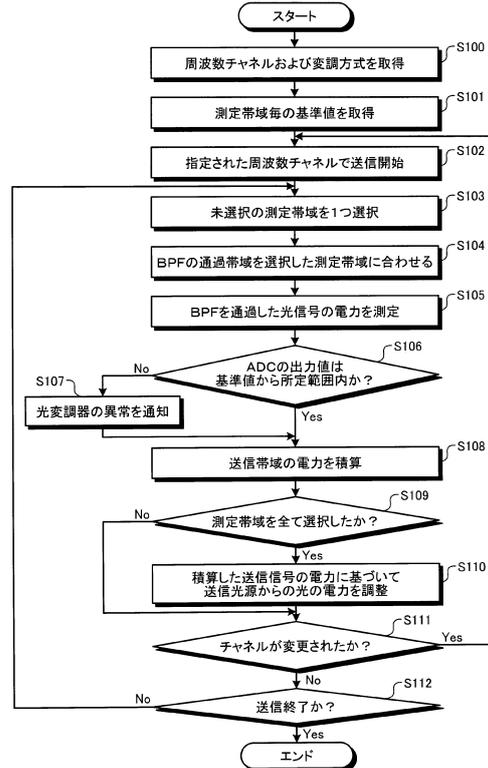
【図8】

CS-RZにおける測定帯域毎の基準値の一例を示す図



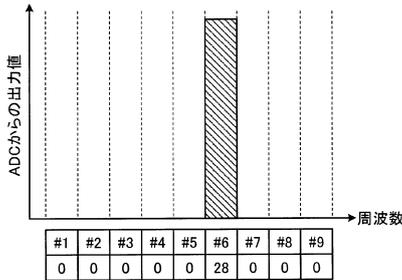
【図10】

送信部の動作の一例を示すフローチャート



【図9】

光変調器が故障した場合の測定帯域毎のADCの出力値の一例を示す図



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平9 - 130332 (JP, A)  
特開2002 - 23119 (JP, A)  
特開2011 - 2640 (JP, A)  
特開2007 - 96954 (JP, A)  
特開平9 - 243972 (JP, A)  
特開平8 - 163049 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 10/00 - 10/90  
H04J 14/00 - 14/08  
G02F 1/01