

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5345956号
(P5345956)

(45) 発行日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月23日(2013.8.23)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4B 10/079 (2013.01)
HO4B 10/69 (2013.01)HO4B 9/00 179
HO4B 9/00 690

請求項の数 12 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-8865 (P2010-8865)
 (22) 出願日 平成22年1月19日 (2010.1.19)
 (65) 公開番号 特開2010-166567 (P2010-166567A)
 (43) 公開日 平成22年7月29日 (2010.7.29)
 審査請求日 平成24年6月5日 (2012.6.5)
 (31) 優先権主張番号 12/355,919
 (32) 優先日 平成21年1月19日 (2009.1.19)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 506076606
 アバゴ・テクノロジーズ・ジェネラル・アイピー(シンガポール)プライベート・リミテッド
 シンガポール国シンガポール768923,イーシュン・アベニュー・7・ナンバー1
 (74) 代理人 100087642
 弁理士 古谷 聰
 (74) 代理人 100076680
 弁理士 溝部 幸彦
 (74) 代理人 100121061
 弁理士 西山 清春
 (74) 代理人 100099623
 弁理士 奥山 尚一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光受信機で自動利得制御を用いて光変調振幅の診断モニタリングを行うシステム及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自動利得制御を備えたトランスインピーダンス増幅器を使用する光受信機において、光変調振幅に関する診断用評価値を提供する方法であって、

光検出器の出力の表示を、第1の平均信号レベルと第2の平均信号レベルとの間の差の絶対値を測定する回路に与えるステップと、

前記回路から受信された前記第1の平均信号レベルと前記第2の平均信号レベルとの間の前記差の絶対値をバッファリングするステップと、
を含む方法。

【請求項 2】

前記第1の平均信号レベルと前記第2の平均信号レベルとの間の前記差の絶対値に、前記トランスインピーダンス増幅器により与えられる利得係数を掛けるステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記トランスインピーダンス増幅器の出力を信号制限ポストアンプの入力に与えるステップを、さらに含む、請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

前記光検出器からの出力の表示に対応する差動出力を発生するステップをさらに含む、請求項3に記載の方法。

【請求項 5】

10

20

前記光検出器の出力に信号ミラーを挿入するステップと、
前記トランスインピーダンス増幅器の入力、及び、前記信号ミラーと前記回路との間に
挿入された固定利得増幅器の入力に、前記信号ミラーの第1の出力を与えるステップであ
って、前記固定利得増幅器が、前記光受信機のダイナミックレンジにわたって制限されな
い前記光検出器の出力の増幅された表示を提供する、前記信号ミラーの第1の出力を与え
るステップと

を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記第1の平均信号レベルと前記第2の平均信号レベルとの間の前記差の絶対値をバッ
ファリングするステップが、光変調振幅信号を発生するステップを含む、請求項1に記載
の方法。 10

【請求項7】

前記光変調振幅信号を1つ以上のしきい値と比較する外部装置に該光変調振幅信号を接
続するステップをさらに含む、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

電圧レベルを絶対光変調振幅に関連付ける情報を提供するステップをさらに含む、請求
項6に記載の方法。

【請求項9】

光検出器に接続された入力であって、該光検出器が該入力の光信号に応じて電流を発生
する、入力と。 20

トランスインピーダンス増幅器入力において電流を受け取るように構成されると共に、
増幅された電圧を発生するように構成されたトランスインピーダンス増幅器と、

前記増幅された電圧を受け取り、及び第1の平均信号レベルと該第1の平均信号レベル
とは異なる第2の平均信号レベルとの間の差の絶対値を測定するように構成された回路であ
って、該回路が光変調振幅の診断用評価値を該回路の出力に提供する、回路と
を具備する光受信機システム。

【請求項10】

前記回路の出力に接続されたバッファをさらに備えており、該バッファが、前記光変調
振幅の前記診断用評価値の表示を該光受信機システムの信号出力以外の場所に提供する、
請求項9に記載の光受信機システム。 30

【請求項11】

前記トランスインピーダンス増幅器が前記電流に対して自動利得制御を適用する、請求
項9に記載の光受信機システム。

【請求項12】

前記トランスインピーダンス増幅器から前記増幅された電圧を受け取り及び前記光信号
の制限された表示を発生するように構成されたポストアンプをさらに備える、請求項9に
記載の光受信機システム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

従来の光通信システムが図1に例示されている。この光通信システム1は、送信機10
、光媒体20（例えば、光ファイバー、導波路、自由空間、など）、及び受信機30から
構成されている。光通信システム1は、接続部5の入力データを受け取り、接続部35に
与えられた出力データを発生する。送信機10は、データ入力12と光出力14を備え
ている。受信機30は、光入力32とデータ出力34を備えている。光媒体20は、光出力
14に接続されている第1の端部22と、光入力32に接続されている第2の端部24を
有している。送信機10は電気的フォーマットでデータを受け取り、光媒体20上で振幅
変調された光表示(optical representation)データと結合している。受信機30は、振
幅変調された光表示データを光媒体20から受け取り、そのデータを受信されたデータの
電気的表現あるいは表示(representation)に変換する。 50

【0002】

データ信号の光変調振幅 (OMA: optical modulation amplitude) は、ディジタル通信システムで使用される光リンクの性能を規定する場合に用いられる重要なパラメータである。所定の受信機の雑音レベル (noise floor) では、OMA は通信システムのビットエラー率 (BER) に直接関係する。

【0003】

バイポーラの非ゼロ復帰 (NRZ) 光信号方式では、わずか 2 つの別個の光パワーレベル、ハイレベルすなわち P_H 及びローレベルすなわち P_L 、しか使用されない。図 2 は、図 1 の送信機 10 と受信機 30 の両方に対する光パワー対時間のプロット 200 を示している。図 2 に例示されているように、OMA はハイとローのパワーレベル間の差として定義され、これは数学的に下記のように表すことができる。

$$OMA = P_H - P_L \quad \text{式 1}$$

平均信号パワーは、ハイ及びローのパワーレベルを単純に平均したものである。すなわち

$$P_{AVG} = (P_H + P_L) / 2 \quad \text{式 2}$$

消光比 (ER: extinction ratio) は、ハイ及びローのパワーレベル間の比である。

$$ER = P_H / P_L \quad \text{式 3}$$

式 1、式 2、及び式 3 から、次の関係式を引き出すことができる。

$$OMA = 2 P_{AVG} [(ER - 1) / (ER + 1)] \quad \text{式 4}$$

【0004】

OMA と ER は、それらがそれぞれパワーレベルの差と比率を規定するため、それら自身は相対的な数値である。OMA 又は ER から絶対数値を得るためにには、 P_{AVG} 、 P_H 、又は P_L などの付加的な基準点が必要である。式 3 及び式 4 によって定義されたそれぞれの関係式は、これらの付加的な基準点の 1 つに依存する。

【0005】

例えば、100 μW の OMA は、 P_{AVG} 、 P_H 、又は P_L に対して無数の可能な値に対応することができる。 P_H は、 P_L が 0 μW に等しい場合は 100 μW、又は P_L が 50 μW の場合は、 P_H は 150 μW、又は P_L が 99.9 mW の場合は、 P_H は 100 mW とすることができます。

【0006】

ER の代わりの場合には、ER = 10 を用いる同様の実施例が、 P_{AVG} 、 P_H 、又は P_L に対して無数の可能な値に対応することができる。 P_L が 10 μW の場合、 P_H は 100 μW、又は P_L が 15 μW の場合、 P_H は 150 μW、又は P_L が 10 mW の場合、 P_H は 100 mW にすることができます。

【0007】

OMA 及び ER に加えて $P_{AVG} = 100 \mu W$ の基準点が指定される場合、あいまいさが取り除かれる。OMA が 100 μW かつ $P_{AVG} = 100 \mu W$ の場合、 P_H は 150 μW、 P_L は 50 μW の値しか取ることができない。ER が 10 で、かつ $P_{AVG} = 100 \mu W$ の場合、 P_H は 182 μW、 P_L は 18.2 μW の値しか取ることができない。

【0008】

OMA と ER はほぼ等価であることが明白のように思えるが、相違が存在する。これらの相違の 1 つは、信号が光通信システムを通って伝搬するときに、OMA と ER が変化する方法である。光通信システムが 2 点間で線形の減衰を示すと仮定すると、ER は信号が減衰されるため一定にとどまるが、OMA は減衰に等しいファクタで変化する。例えば、減衰が 0.3 dB/km で 10 km 以上の光ファイバーの場合、10 km の全減衰量は 3 dB であり、これは 1/2 に相当する。 P_H が 1 mW 及び P_L が 0.1 mW で開始する光ファイバーを通って送信される信号は、光ファイバーの入力では、ER は 1/0.1 = 10 であり、 $OMA = 1 - 0.1 = 0.90 mW$ である。光ファイバーの出力では、 P_H は 0.5 mW であり、 P_L は 0.05 mW である（両方とも 1/2 に減少される）。このため、ER は 0.5 / 0.05 = 10 であり、 $OMA = 0.5 - 0.05 = 0.45 mW$ で

10

20

30

40

50

ある。従って、ERは同じ値であるが、OMAは1/2に低減される。一旦ERが分かると、光通信システム内のどこからでも、平均電力を測定することにより、 P_H 、 P_L 及びOMAを計算するための十分な情報がもたらされる。他方においては、システム内の任意の点におけるOMAを測定しても、減衰の大きさを知ること又は付加的なパラメータ(P_{AVG} 、 P_H 、又は P_L など)を測定することを行わない場合は、システム内の別の点におけるOMAを決定するための十分な情報は提供されない。

【0009】

光通信リンクのBER性能を最適化するためには、OMAはできるだけ大きくなればならない。光通信リンクでは、 P_{AVG} とOMAに上限と下限がある。光受信機では、受け取ることができる光パワーには上限がある。受信された光パワーがこの上限を超えると、飽和効果がBER性能を劣化することになる。最適な受信機のBER性能に関して、OMAはパワーの上限を避けながら、できるだけ大きいことが必要であり、これは P_L がゼロで、かつ P_H がパワーの上限の直ぐ下にある場合に発生する。光源にレーザを使用する光送信機に関しては、 P_L をゼロに低減することは困難である。レーザが完全にオフ状態からオン状態に切り換えられる場合、ターンオン遅延と弛張発振が通信リンクに悪影響を与える。レーザがそのしきい値レベル以上にバイアスされて、それが常にオンである場合、ターンオン遅延と弛張発振の問題は減少される。このため、実際的なレーザ送信機は、 P_L で幾つかの光パワーを放射する。複雑にする要素は、レーザのしきい値が温度で大きく変化するため、バイアスとしきい値との間の差を一定に維持することが困難になることがある。広い温度範囲にわたってバイアス電流を正確に制御することは、光送信機に対して相当な複雑性と費用を加えることになる。

10

20

【0010】

比較的低損失のマルチモード・ファイバーを通信媒体として使用する従来の光通信リンクに対して、送信機におけるERと平均パワーの組合せにより、通信リンクの品質に適切な基準が提供されてきた。コアが大きいファイバー(例えば、ポリマー光ファイバー(POF))を使用する光通信用アプリケーションに対して、送信機におけるERと平均パワーの組合せは、光通信リンクの品質に対して十分な手段を提供していない。 POF は安価であり、一般的なツールや普通の研磨紙を用いて容易に終端させることができるが、シリカで作られた同じ長さの光ファイバーと比較すると、 POF は減衰量が大きくかつ帯域幅が狭い。 POF を用いる通信リンクは、信号速度が高速電気通信用アプリケーションで使用されるものよりも遙かに遅い産業用制御アプリケーション、ロボット、及び自動車用アプリケーションで使用されている。単純で安価な発光ダイオード(LED)ベースの送信機を可能にする比較的遅い信号速度は、 POF 通信ベースのシステムを市場が受け入れる及び市場に浸透する場合の重要な要因となることが証明されている。しかしながら、産業用オートメーションの用途では、最大長さ50メートルの POF リンク及び最大長さ100メートルのハード・クラッデド・シリカ(HCS: hard cladded silica)リンクに対して、ファースト・イーサネット(登録商標)・データ送信プロトコル(Fast Ethernet data transfer protocol)(100Mbps)を使用するという要求がある。これらの距離を超える場合、標準的な開口数(NA: numerical aperture)が0.5の POF 及びNAが0.37のHCSリンクの帯域幅は、ファースト・イーサネット(登録商標)通信に対応していない。 POF 及びHCSを用いる通信リンクの帯域幅が限定されているため、望ましい最大の距離においてさえ、送信機におけるERと平均パワーの組合せが、通信リンクの品質の指標(measure)として役に立たないものにされてしまう。これは、受信された平均光パワーは公称値とすることができますが、通信媒体におけるモード分散(modal dispersion)が、受信機におけるハイとローの信号レベル間の差を減少させることがあるためである。ハイとローの信号レベル間の差がそのように減少することにより、通信リンクのBER性能がひどく劣化される可能性がある。

30

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0011】

50

光受信機システムの実施形態が、受信機の信号出力以外の場所で OMA の診断用評価値 (diagnostic measure) を提供する。この光受信機システムは、入力の光信号に対応する電流を発生する光検出器に接続された入力を備えている。光受信機システムは、トランスインピーダンス増幅器及び回路をさらに備えている。このトランスインピーダンス増幅器は電流を受け取り、増幅された電圧を発生する。トランスインピーダンス増幅器は、自動利得制御を用いてトランスインピーダンス増幅器の出力が確実に制限されないようにする。すなわち、この自動利得制御は、トランスインピーダンス増幅器が確実に飽和されないようにする。回路は、トランスインピーダンス増幅器によって与えられた増幅された電圧と利得に関する指示を受け取る。この回路は、トランスインピーダンス増幅器によって与えられた電流と利得の関数として、第 1 の信号レベルと第 2 の信号レベルとの差を発生する。この回路は、OMA の診断用評価値を提供する。

【 0 0 1 2 】

光受信機システムの別の実施形態は、受信機の信号出力以外の場所で OMA に関する診断用評価値を提供する。この光受信機システムは、入力の光信号に対応する電流を発生する光検出器に接続された入力を備えている。この光受信機システムは、信号ミラー (signal mirror)、トランスインピーダンス増幅器及び回路をさらに備えている。信号ミラーは電流に接続され、電流の第 1 及び第 2 の表示あるいは表現 (representation) を信号ミラーのそれぞれの出力に転送する。トランスインピーダンス増幅器は電流を受信して、増幅された電圧を発生する。回路は、回路の入力で電流の表示を受け取り、第 1 の信号レベルの平均と第 2 の信号レベルの第 2 の平均との間の差を発生する。この差が、回路の出力において OMA の診断用評価値を提供する。

【 0 0 1 3 】

自動利得制御を利用する光受信機において、OMA の診断用評価値を提供する方法の実施形態には、光検出器の出力の表示 (representation) を、第 1 の信号レベルと第 2 の信号レベルとの間の差を測定する回路に与えるステップ、及び回路から受信された第 1 の信号レベルと第 2 の信号レベルとの間の差をバッファリングするステップが含まれる。

【 0 0 1 4 】

下記の図面及び詳細な説明は完全なものではない。開示された実施形態は例示されまた説明されて、当業者が光受信機及び OMA の評価値を提供する方法を作りかつ使用することができるようになる。光受信機及び方法の他の実施形態、特徴及び利点は、下記の図面及び詳細な説明を考察すれば、当業者には明らかになるであろう。全てのそのような付加的な実施形態、特徴及び利点は、添付した特許請求の範囲の中で定義されたシステム及び方法の範囲の中に含まれる。

【 0 0 1 5 】

自動利得制御を使用する光受信機において OMA の診断モニタリングを行うシステム及び方法は、下記の図面を参照することによりより良く理解することができる。図面内の構成要素は、必ずしも寸法どおりではなく、トランスインピーダンス増幅器が飽和することを避けるために、自動利得制御を用いる光受信機の出力において、OMA の評価値を提供する原理を明確に例示することに重点を置いている。さらに、図面において、同じ参照番号は種々の図面全体を通して対応する部品を示している。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】従来の光通信システムの簡略化された機能ブロック図である。

【 図 2 】図 1 の光通信システムの送信機と受信機に対する光パワー対時間のプロットの一例である。

【 図 3 】改良された光受信機の実施形態の概略図である。

【 図 4 】改良された光受信機の別の実施形態の概略図である。

【 図 5 】自動利得制御を使用する受像機において OMA の診断用評価値を提供する方法を例示するフロー チャートである。

【 図 6 】自動利得制御を使用する受像機において OMA の診断用評価値を提供する方法の

10

20

30

40

50

実施形態のフローチャートである。

【図7】自動利得制御を使用する受像機においてOMAの診断用評価値を提供する方法の別の実施形態のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

光受信機は、受信された光信号のOMAを示す電圧をモニタ及び出力する。この電圧は、上流の送信機、光媒体及び光受信機によって定義された光通信リンクの品質の診断用評価値である。この電圧は、通信リンクの品質を特徴付けるために、基準点の1つ以上の測定値や上流の送信機のBERを使用する間接的な計算ではなく、信号強度の直接的な測定値を提供する。通信リンクの品質の直接的な測定値は、送信機の立上り/立下り時間の増加、送信機のBERの減少及びファイバー媒体の拡散効果の増加などによって引き起こされるシンボル間干渉 (ISI: inter-symbol interference) による垂直アイクロージャ (vertical eye closure) を追跡する能力を提供する。前述されたように、OMAに基づいた診断モニタリングは、平均光入力パワーの測定を用いるモニタよりも、光通信リンクのBER性能に、より良く相關する。これは特に、帯域幅が限定された送信機、帯域幅が限定された及び/又はポリマー光ファイバー (POF) やハード・クラッシュド・シリカ (HCS) ファイバーのような損失が比較的高いファイバー媒体を使用する光通信リンクに当てはまる。

【0018】

光受信機は自動利得制御を使用して、POFやHCS通信媒体のダイナミックレンジをサポートし (1mW ~ 1μW 又は 0dBm ~ -30dBm)、また信号出力以外の場所でOMAの診断用評価値を提供する。2つの実施形態が提示される。第1の実施形態では、実際のトランスインピーダンス利得設定と組み合わせた入力における信号制限増幅器 (signal-limiting amplifier) (又は、ポストアンプ (post amplifier)) に対する信号スイング (signal swing) に基づいて、OMAが専用の受信機出力に提供される。低速回路 (すなわち、kHzの範囲以下の速度で動作する回路) がハイ信号ピークの平均とロー信号ピークの平均を記録する。これにより、この低速回路は、入力における信号制限増幅器に対するピークツーピーク信号スイングの大きさを提供する。この低速回路は、ピークツーピーク信号スイングの大きさをトランスインピーダンス増幅器の利得と組み合わせて、受信機におけるOMAの絶対的な評価値を発生する。

【0019】

例えば、光検出器における光度が極めて低い場合、トランスインピーダンス利得の設定は最大利得の設定になる。これらの動作状態のもとでは、トランスインピーダンス増幅器の出力における信号スイングは光検出器における光信号スイングを示すことになる。光度が増加して、トランスインピーダンス増幅器の自動利得制御が始動し、トランスインピーダンス増幅器の出力が確実に制限を受けない (すなわち、トランスインピーダンス増幅器が飽和されない) ように信号を減衰させる点に達すると、低速回路の出力がトランスインピーダンス増幅器で与えられた利得によって調整されて、光検出器の光信号スイングに正確に追従するようになる。ドライバは、受信機の非データ出力 (non-data output) においてアナログ電圧を与える。このアナログ電圧は、リンク品質の評価値に関係付けることができる。このため、特定の受信機に関し、アナログ電圧とOMAスイングとの間の関係を設定することができる。さらに、受信機のノイズレベルの大きさが記録又は特徴付けられると、通信リンクに対するOMAスイングとBERとの間の関係を提供することができる。

【0020】

第2の実施形態では、入力におけるトランスインピーダンス増幅器に対する信号スイングによるOMAが、専用の受信機の出力において提供される。信号ミラーすなわち電流ミラーが、光検出器とトランスインピーダンス増幅器との間に挿入される。ここで、トランスインピーダンス増幅器は自動利得制御を利用して、自身の出力が確実に制限されないようにしている。信号ミラーの第1の出力は、トランスインピーダンス増幅器に接続される

。信号ミラーの第2の出力は、固定利得増幅器に接続される。この固定利得増幅器は、自身の出力が受信機と平均ピークツーピーク信号スイングを発生する低速回路のダイナミックレンジにわたって飽和しないようにする利得を有している。この第2の実施形態による光受信機は、1つの基板上に成形された信号ミラー、トランスインピーダンス増幅器、固定利得増幅器、低速回路及びバッファから構成されることが好ましい。低速回路は、固定利得増幅器の出力におけるピークツーピーク信号スイングの大きさを規定する。低速回路の出力に接続されたドライバは、受信機の非データ出力におけるアナログ電圧を提供する。このアナログ電圧は、リンク品質の評価値に関係付けることができる。

【0021】

ここで図面に戻ると、同じ参照番号は図面の全体にわたって対応する部品を指定している。図3を参照すると、この図には改良された光受信機300の実施形態の概略図が示されている。この光受信機300は、光検出器310、プリアンプ320、及びポストアンプ(post-amplifier)330の一連の配列を備えている。光受信機300は、光媒体20の第2の端部すなわち出力端部24で光信号を受け取り、接続体333上でDATAと名付けられた第1の電気信号を発生する。この電気信号は、入力302で受信された光データ信号の増幅バージョンである。接続体333上の第1の電気信号と接続体335上の相補信号は、論理ハイ電圧と論理ロー電圧との間に制限すなわちクランプされる。第1及び第2の電気信号に加えて、光受信機300は接続体339(OMAとラベル表示されている)上に電圧を発生する。この電圧は、入力302における光変調振幅の大きさである。

【0022】

光検出器310は、光結合機構305を介して入力302に接続されている。この光結合機構305は、突き合わせ結合、屈折結合、ファイバー・スタブ(fiber stub)などとすることができます。光検出器310は、接続体315を介してプリアンプ320にさらに接続される。この光検出器310は、光-電気信号変換器である。すなわち、接続体315上の電流は、入力302及び光結合機構305を介して受け取られた時間変動する光信号に対応する。

【0023】

トランスインピーダンス増幅器322は接続体315上の電流を受け取り、この電流をプリアンプ出力接続体325上で時間変動する電圧に変換する。この接続体325は、ポストアンプ330の信号入力に接続される。利得の指示(indication)は、接続体323上でポストアンプ330に対して与えられる。このプリアンプ320は、自動利得制御を備えたトランスインピーダンス増幅器322を具備する。プリアンプ320は、プリアンプの出力における接続体325上の増幅された電圧が、トランスインピーダンス増幅器322を飽和させずに、入力302における時間変動する光信号スイングを正確に反映することを確実にするように自動利得制御を動的に適合させるように構成される。

【0024】

信号制限ポストアンプ332は接続体325上で増幅された電圧を受け取り、DATAと名付けられた第1の電気信号を接続体333上に発生し、またその相補信号(すなわち、第2の電気信号)を接続体335上に発生する。比較的低速の回路336は、増幅された電圧を接続体325上で受け取り、またトランスインピーダンス増幅器322によって与えられた利得の指示を接続体323上で受け取る。低速回路336は、第1の信号レベルと第2の信号レベルとの差を発生する。この第1の信号レベルと第2の信号レベルとの差は、接続体337を介して接続体339に接続されたドライバすなわちバッファ338に転送される。低速回路336は、kHzの範囲以下で動作する。この低速回路336は、プリアンプ320の出力における平均ハイ信号レベルと平均ロー信号レベルを決定して、これらの平均信号レベルの差をその出力に転送する。光受信機300の入力302における光信号スイングを正確に示すようにするために、低速回路336の出力がトランスインピーダンス増幅器322で適用された利得によって調整される。例えば、出力電圧が確実に制限されないように、0.1の利得係数がトランスインピーダンス増幅器322において適用され、また回路336によって測定された平均ピークツーピーク電圧スイングが

10

20

30

40

50

40 mVの場合、回路336は利得の逆数にピークツーピーク電圧スイングを掛けて、接続体337上に400 mVの出力信号を発生する。バッファ338が設けられて、外部のモニタリング装置が接続体339上でOMAの診断用評価値に確実に悪影響を与えないようにする。

【0025】

図4は、改良された光受信機の別の実施形態の回路図である。光受信機400は、光検出器310、信号ミラー410、プリアンプ420及びポストアンプ430の配列を備えている。この光受信機400は、光媒体20の第2の端部すなわち出力端部24で光信号を受け取り、接続体433でDATAと名付けられた第1の電気信号を発生する。この第1の電気信号は、入力302で受け取られた光データ信号の増幅されたバージョンである。接続体433上の第1の電気信号と接続体435上の相補信号は、論理ハイ電圧と論理ロー電圧との間に制限すなわちクランプされる。第1及び第2の電気信号に加えて、光受信機400は接続体429(OMAとラベル表示されている)上に、入力302における光変調振幅の大きさの電圧を発生する。

10

【0026】

光検出器310は、光結合機構305を介して入力302に接続されている。この光検出器310は、接続体315を介して信号ミラー410にさらに接続される。この光検出器310は、光-電気信号変換器である。すなわち、接続体315上の電流は、入力302及び光結合機構305を介して受け取られた時間変動する光信号に対応する。

20

【0027】

信号ミラーすなわち電流ミラー410は、接続体413上に第1のプリアンプ用入力を、接続体415上に第2のプリアンプ用入力を提供する。この信号ミラー410は、回路の別の能動素子の電流を制御することによって、1つの能動素子を通して電流をコピーするように設計された回路である。信号ミラー410は、接続体413及び接続体415上の出力電流を、プリアンプ及びポストアンプの負荷(例えあるとしても)に関係なく一定に維持する。信号ミラー410は、光検出器310によって与えられた電流表示(representation)を接続体413及び接続体415上に提供する。

【0028】

接続体413上の第1のプリアンプ入力はトランスインピーダンス増幅器422に接続され、トランスインピーダンス増幅器422は接続体413上の電流を受け取り、この電流をプリアンプ出力接続体423上の時間変動する電圧に変換し、プリアンプ出力接続体423はポストアンプ430の単一入力に接続される。トランスインピーダンス増幅器422は動的に自動利得制御を用いて、プリアンプ420の出力における接続体423上の増幅された電圧が確実に、トランスインピーダンス増幅器422を飽和させることなく、入力302において時間変動する光信号スイングを正確に反映するようとする。

30

【0029】

プリアンプ420内の光信号モニタリング経路は、固定利得増幅器424、低速回路426、及びドライバすなわちバッファ428の配列を備えている。固定利得増幅器424は、接続体415上で第2のプリアンプ入力を受け取り、時間変動する増幅された電圧を接続体425に転送する。この固定利得増幅器424は、光受信機400のダイナミックレンジにわたって制限されない、時間変動する増幅された電圧を提供するように構成される。低速回路は接続体425上の増幅された電圧を受け取り、平均ハイ信号レベルと平均ロー信号レベルの差を発生する。この平均ハイ信号レベルと平均ロー信号レベルの差は接続体427を経由して、接続体427に接続されたバッファ428に転送される。低速回路426は、kHzの範囲以下で動作する。バッファ428は、光受信機400の信号出力以外の場所にOMAの評価値を提供する。バッファ428はさらに、どのような外部モニタリング装置も接続体429上で確実にOMAの診断用評価値に悪影響を与えないようする。

40

【0030】

信号制限ポストアンプ432は接続体423上で増幅された電圧を受け取り、DATA

50

と名付けられた第1の電気信号を接続体433上に及びその相補信号(すなわち、第2の電気信号)を接続体435上に発生する。この方法では、ポストアンプ430は、入力302で受け取られた光信号に対する制限された、すなわちクランプされたバージョンを発生する。接続体433及び接続体435上の第1及び第2の電気信号は、それぞれ論理ハイ及び論理ローに対応する電圧レベルに制限すなわちクランプされる。

【0031】

図5は、自動利得制御を使用する光受信機において、OMAの診断用評価値を提供する方法500を例示するフローチャートである。この方法500はブロック502で開始する。このブロック502では、光検出器の出力の表示が第1の信号レベルと第2の信号レベルとの間の差を測定する回路に与えられる。その後、ブロック504に示されているように、回路によって与えられた第1の信号レベルと第2の信号レベルとの間の差がバッファリングされる。このバッファリングされた第1の信号レベルと第2の信号レベルの差がOMAの診断用評価値である。

10

【0032】

図6は、自動利得制御を使用する光受信機において、OMAの診断用評価値を提供する方法600の実施形態を例示するフローチャートである。この方法600は、ブロック602で開始する。このブロック602では、光検出器の出力が、自動利得制御を用いるトランシングインピーダンス増幅器に与えられる。ブロック604では、光受信機は、トランシングインピーダンス増幅器の出力を第1の信号レベルと第2の信号レベルとの間の差を測定する回路に与えることによって、OMAの評価値を発生する。さらに、この回路は、トランシングインピーダンス増幅器で使用された利得と第1の信号レベルと第2の信号レベルとの間の差の関数として、OMAの評価値を発生する。前述されたように、利得係数と差の積が、受信機の光検出器におけるOMAの評価値である。

20

【0033】

その後、ブロック606に示されているように、アナログ電圧で示されたOMAがバッファリングされる。ブロック608では、バッファリングされたOMA信号が、バッファに入力されたOMA信号を1つ以上のしきい値と比較する外部装置に接続される。ブロック610では、電圧レベルを絶対OMAに関連付けるキャリブレーション情報が提供される。

【0034】

30

図7は、自動利得制御を使用する光受信機において、OMAの診断用評価値を提供する方法700の別の実施形態のフローチャートである。この方法700は、ブロック702に示されるように開始する。このブロック702では、光受信機で受け取られた光に対応する電気信号が、第1及び第2の信号ミラー用出力信号を発生する信号ミラーに送られる。ブロック704では、第1の信号ミラー用出力信号の第1の表示が、光受信機のダイナミックレンジにわたって飽和されないようにする固定利得増幅器を用いて発生される。ブロック706では、第1の信号ミラーの第1の表示の中で、平均ハイ信号レベルと平均ロー信号レベルの差が測定される。この後で、ブロック708に示されているように、OMAの評価値が、平均ハイ信号レベルと平均ロー信号レベルの差をバッファリングすることによって発生される。ブロック710では、第2の信号ミラー用出力信号の第2の表示が、自動利得制御を使用するトランシングインピーダンス増幅器を用いて発生される。ブロック712では、第2の表示を信号制限増幅器に与えることによって、電気信号に対応する差動出力信号が発生される。ブロック714では、OMAの評価値が1つ以上しきい値を使用する外部装置(すなわち、光受信機以外の装置)に接続されて、光通信リンクの品質の評価値を発生する。ブロック716では、OMAの評価値を光受信機における絶対OMAに関連付けるキャリブレーション情報が提供される。ブロック702～712内のステップ又は機能の特定のシーケンスは、例証するために示されている。ブロック702～712内のステップ又は機能の順序は、他の任意の適当な順序で実行できることに理解されたい。ブロック714及びブロック716のステップ又は機能は、選択自由である。

40

【0035】

50

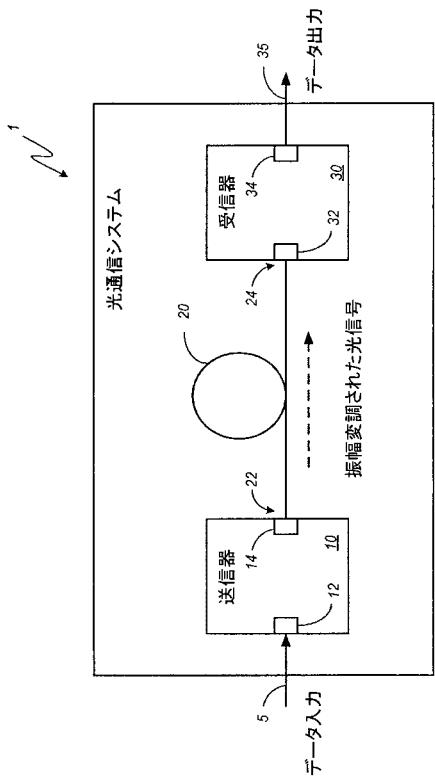
自動利得制御を使用する光受信機において OMA の評価値を提供する光受信機のシステム及び方法に関する種々の実施形態が説明されたが、本開示内容の範囲に入るさらに多くの実施形態や具体例が考えられることは当業者には明らかであろう。従って、自動利得制御を使用する光受信機において OMA の診断用評価値を提供する説明された光受信機のシステム及び方法は、添付された特許請求の範囲やそれらと等価なものに照らし合わせる場合を別にすれば、制限されたり限定されることはない。

【符号の説明】

【0036】

| | | |
|---|----------------|----|
| 1 | 光通信システム | |
| 5、35 | 接続部 | 10 |
| 10 | 送信機 | |
| 12 | データ入力 | |
| 14 | 光出力 | |
| 20 | 光媒体 | |
| 22 | 第1の端部 | |
| 24 | 第2の端部 | |
| 30 | 受信機 | |
| 32 | 光入力 | |
| 34 | データ出力 | |
| 300 | 光受信機 | 20 |
| 305 | 光結合機構 | |
| 310 | 光検出器 | |
| 315、323、325、333、335、337、339、413、415、425 | | |
| 、427、429、433、435 | 接続体 | |
| 320、420 | プリアンプ | |
| 322、422 | トランスインピーダンス増幅器 | |
| 330、430 | ポストアンプ | |
| 332、432 | 信号制限ポストアンプ | |
| 336、426 | 低速回路 | |
| 338、428 | バッファ | 30 |
| 410 | 信号ミラー | |
| 423 | プリアンプ出力接続体 | |
| 424 | 固定利得増幅器 | |

【 四 1 】



【図2】

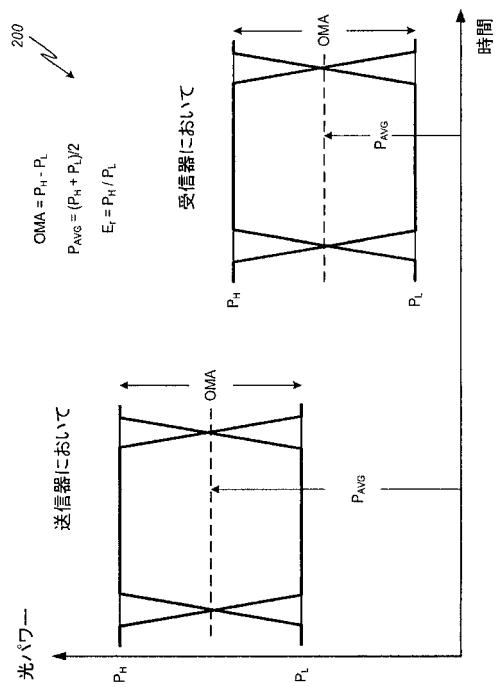


FIG. 1

【 义 3 】

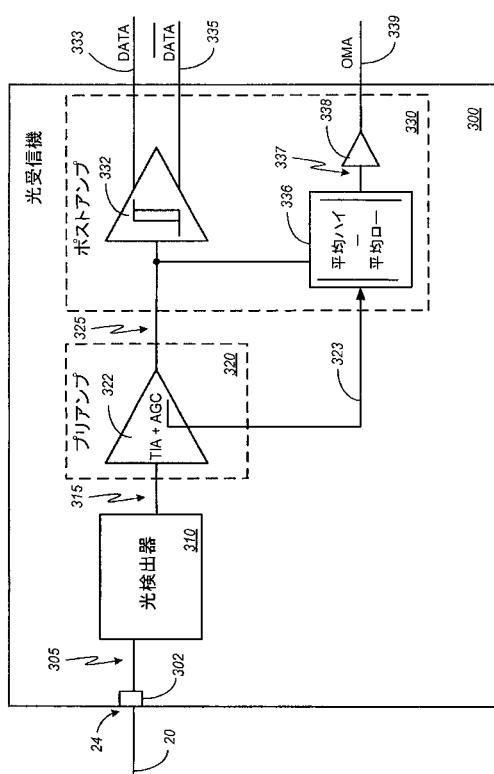


FIG. 3

【 図 4 】

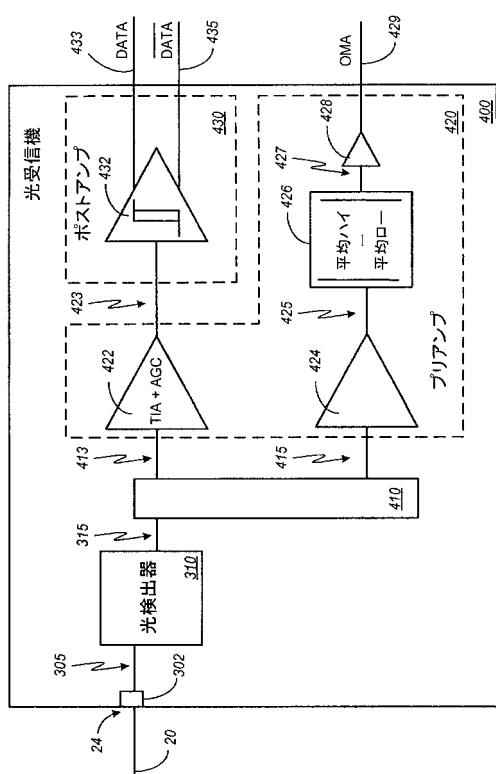


FIG. 2

【図5】

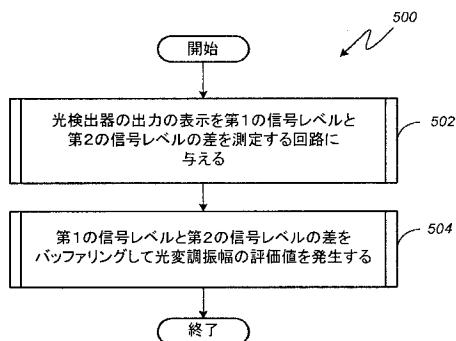


FIG. 5

【図6】

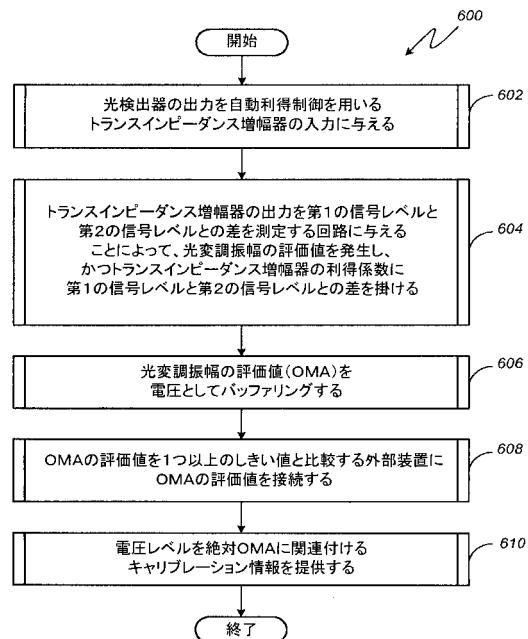


FIG. 6

【図7】

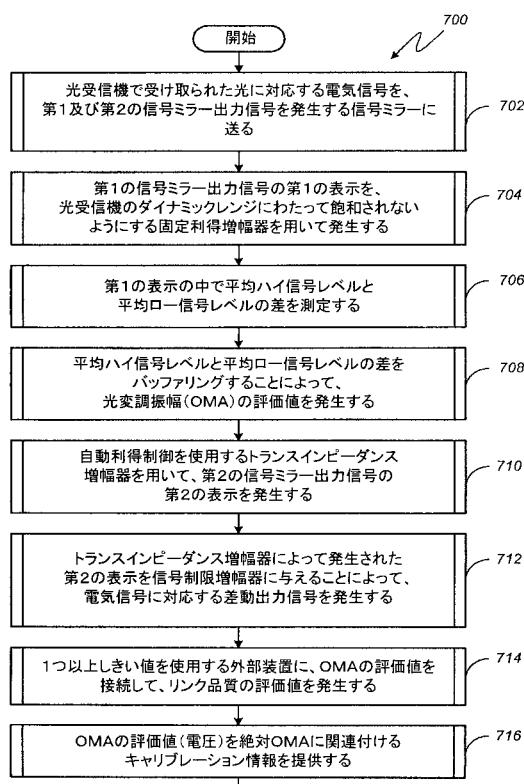


FIG. 7

フロントページの続き

(74)代理人 100096769
弁理士 有原 幸一
(74)代理人 100107319
弁理士 松島 鉄男
(74)代理人 100114591
弁理士 河村 英文
(74)代理人 100118407
弁理士 吉田 尚美
(74)代理人 100125380
弁理士 中村 綾子
(74)代理人 100125036
弁理士 深川 英里
(74)代理人 100142996
弁理士 森本 聰二
(74)代理人 100154298
弁理士 角田 恭子
(74)代理人 100156443
弁理士 松崎 隆
(74)代理人 100162330
弁理士 広瀬 幹規
(72)発明者 ジョス・デ・ランゲン
シンガポール国シンガポール 650385, ブキット・バトック・ウェスト・アヴェニュー・5
385
(72)発明者 ズー・ウェイ・リム
シンガポール国シンガポール 670141, ペシャー・ロード, ブロック 141 #03-26
6
(72)発明者 アドリアヌス・ジェイ・ピー・ファン・ハーステレン
シンガポール国シンガポール 596783, トー・タック・ロード 46エイ #06-08

審査官 木下 直哉

(56)参考文献 特開2004-312749 (JP, A)
特開2008-177840 (JP, A)
特開2008-135974 (JP, A)
特開2004-056150 (JP, A)
特開2004-221592 (JP, A)
特開2004-222291 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 10/00-10/90
H04J 14/00-14/08