

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-537200
(P2015-537200A)

(43) 公表日 平成27年12月24日(2015.12.24)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
GO1M 11/00 (2006.01) GO1M 11/00 R 2G086

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2015-538055 (P2015-538055)
 (86) (22) 出願日 平成25年10月18日(2013.10.18)
 (85) 翻訳文提出日 平成27年6月17日(2015.6.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/065652
 (87) 国際公開番号 WO2014/063034
 (87) 国際公開日 平成26年4月24日(2014.4.24)
 (31) 優先権主張番号 61/715,661
 (32) 優先日 平成24年10月18日(2012.10.18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 515106240
 エヌテスト インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 55438 ミネソタ州
 ミネアポリス ハンプシャーアベニュー
 サウス11201
 (74) 代理人 100095407
 弁理士 木村 満
 (74) 代理人 100109449
 弁理士 毛受 隆典
 (74) 代理人 100132883
 弁理士 森川 泰司
 (74) 代理人 100148633
 弁理士 桜田 圭

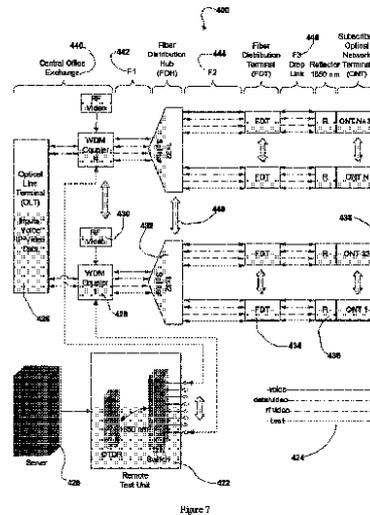
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パッシブ光ネットワーク損失解析システム

(57) 【要約】

パッシブ光ネットワークの特徴付けを可能とするために、反射率データは該データ内の反射事象を定め次に反射事象を特徴付けるために綿密に解析され、ネットワークの状態、動作パラメータおよび効率が監視可能となる。上記反射率データは、反射事象を識別し解析するために統計的手法を用いて解析され、このことはパッシブ光ネットワークの動作を特徴付ける意義深い報告の生成を究極的には可能にする。上記報告は、ネットワークの健全性および修正の必要性を定めるために、オペレータおよび/またはインストーラに提供される。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

パッシブ光ネットワークから、光パルス試験（OTDR）データを取得することと、
前記光パルス試験（OTDR）データからデータ配列を生成することと、
前記パッシブ光ネットワーク内の損失事象の存在を定めるとともに前記損失事象を識別するために、事象解析を実行することと、
前記識別された損失事象のそれぞれと関連する複数のパラメータであって、前記識別された損失事象のそれぞれの損失の種類、損失の状態、および損失値を含む、損失パラメータを特徴付けるために、前記識別された損失事象に関連する損失解析を実行することと、
前記パッシブ光ネットワークの前記損失パラメータを示す報告を準備することと、
を含む、パッシブ光ネットワークを特徴付ける方法。

10

【請求項 2】

前記パッシブ光ネットワークは新たに構成され、該新たに構成された光ネットワークを検証するために前記損失パラメータが使用される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記パッシブ光ネットワークはすでに確立され、該ネットワークを監視するために前記損失パラメータが使用される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記損失解析は、さらに、前記損失事象の位置における前記損失値と対応するファイバ等価メトリックを定めることを含み、

20

事象の前記損失値が予め定められた閾値未満の場合、前記ファイバ等価メトリックは前記位置でのファイバの数に比例し、

前記損失値が前記予め定められた閾値超の場合、前記ファイバ等価メトリックは、前記損失事象の位置における損失のない複数のファイバの集合の中の単一のファイバのモデル化された損失に基づく、それぞれの損失事象のためのファイバ等価計算を含む、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記方法はさらに、

複数の反射事象を識別するとともに前記複数の反射事象のそれぞれと関連する複数のパラメータをまとめるために、前記データ配列の反射解析を実行することと、

30

システムインパルス応答テンプレートと事象確率計算に基づき、前記反射事象のそれぞれをさらに検証し解析するために、反射事象解析を実行することと、

前記反射事象のそれぞれについて反射の種類と反射の状態を定めることと、

前記複数の識別された反射事象のそれぞれについての前記反射の種類と反射の解析とを報告することと、

を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記報告された損失パラメータは、事象損失結果と、個々のファイバチャンネルの欠陥の識別と、前記個々のファイバチャンネルの欠陥のそれぞれについての可能性ある位置の表示と、に関する情報を含む、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 7】

前記事象解析は、前記パッシブ光ネットワーク内のノイズ効果の広いスペクトルからなる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

光パルス試験の反射測定データは、有害なノイズ効果を緩和し、重要な信号の情報を強調し、事象の完全性を検証するために、特異的にフィルタリングされる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記事象解析は、複数の予め定められたスプリッタ事象の識別を提供する、請求項 1 に記載の方法。

50

【請求項 10】

パッシブ光ネットワークから、光パルス試験（OTDR）データを取得することと、
前記光パルス試験（OTDR）データからデータ配列を生成することと、
前記パッシブ光ネットワーク内の反射事象の存在を定めるとともに前記反射事象を識別するために、事象解析を実行することと、
システムインパルス応答テンプレートと事象確率計算に基づき、前記識別された反射事象のそれぞれをさらに検証し解析するために、反射事象解析を実行することと、
前記反射事象のそれぞれについて反射の種類と反射の状態を定めると、
複数の前記識別された反射事象のそれぞれについての前記反射の種類と反射の解析を報告することと、
を含む、パッシブ光ネットワークを特徴付ける方法。

10

【請求項 11】

前記事象解析は、前記パッシブ光ネットワーク内のノイズ効果の広いスペクトルからなる、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記パッシブ光ネットワークは新たに構成され、該新たに構成された光ネットワークを検証するために反射パラメータが使用される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

前記パッシブ光ネットワークはすでに確立され、該ネットワークを監視するために反射パラメータが使用される、請求項 10 に記載の方法。

20

【請求項 14】

光パルス試験の反射測定データは、有害なノイズ効果を緩和し、重要な信号の情報を強調し、事象を検証するために、特異的にフィルタリングされる、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 15】

前記事象解析は、前記パッシブ光ネットワーク内の損失事象の存在をさらに定め、該損失事象を識別し、

前記方法はさらに、

前記識別された損失事象のそれぞれと関連する複数のパラメータであって、前記識別された損失事象のそれぞれの損失の種類、損失の状態、および損失値を含む、損失パラメータを特徴づけるために、前記識別された損失事象に関連する損失解析を実行することと、

30

前記パッシブ光ネットワークの前記損失パラメータを示す報告を準備することと、

を含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 16】

前記損失解析は、さらに、位置における前記損失値と対応するファイバ等価メトリックを定めることを含み、

前記位置における事象の前記損失値が予め定められた閾値未満の場合、前記ファイバ等価メトリックは前記位置でのファイバの数に比例し、

前記損失値が前記閾値超の場合、前記ファイバ等価メトリックは、ファイバ等価計算より定められ、該ファイバ等価計算は、前記損失事象の前記位置における損失のない複数のファイバの集合の中の単一のファイバのモデル化された損失に基づく、

40

請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

光パルス試験（OTDR）データの反射と損失の解析を実行する方法であって、

前記光パルス試験（OTDR）データは、パッシブ光ネットワークから取り出されて予め得られた光パルス試験の反射測定データファイルを使用して、前記パッシブ光ネットワークの状態を特徴づける目的のために得られ、

前記方法は、

前記予め得られた光パルス試験の反射測定データファイルからデータ配列を生成することと、

50

複数の反射事象を識別するとともに前記複数の反射事象のそれぞれと関連する複数のパラメータをまとめるために、前記データ配列の反射解析を実行することと、

システムインパルス応答テンプレートと事象確率計算に基づき、前記反射事象のそれぞれをさらに検証し解析するために、事象解析を実行することと、

前記反射事象のそれぞれについて反射の種類と反射の状態を定めることと、

複数の損失事象を識別するとともに前記複数の損失事象のそれぞれと関連する複数のパラメータをまとめるために、前記データ配列の損失解析を実行することと、

前記損失事象のそれぞれについて、損失の特徴づけとなる、標準損失測定、確率計算、およびファイバ等価メトリックに基づき、前記損失事象のそれぞれをさらに検証し解析するために、事象解析を実行することと、

10

前記損失事象のそれぞれについての損失種類と損失状態を定めることと、

前記パッシブ光ネットワークを特徴づける報告を生成することと、

を含む方法。

【請求項 18】

前記事象解析は、複数の予め定められたスプリッタ事象の識別を提供する、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記事象解析は、前記パッシブ光ネットワーク内のノイズ効果の広いスペクトルからなる、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 20】

20

前記パッシブ光ネットワークは新たに構成され、該新たに構成された光ネットワークを検証するために前記損失と反射のパラメータが使用される、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 21】

前記パッシブ光ネットワークがすでに確立され、該ネットワークを監視するために、前記損失と反射のパラメータが使用される、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 22】

前記光パルス試験の反射測定データは、有害なノイズ効果を緩和し、重要な信号の情報を強調し、検出された事象を検証するために、特異的にフィルタリングされる、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 23】

30

既存の PON ネットワークの構成要素を用いて、解析、検証、または監視が遂行される、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 24】

前記光ネットワークを特徴づける前記報告は、事象の特徴づけの結果と、個々のファイバチャンネルの欠陥の識別と、該個々のファイバチャンネルの欠陥のそれぞれについての可能性のある位置の表示と、に関する情報を含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 25】

前記ファイバ等価メトリックは、位置における事象損失値が予め定められた閾値未満であれば、一定であり、

前記ファイバ等価メトリックは、前記損失事象の前記位置における損失のない複数のファイバの集合の中の単一のファイバの計算された損失に基づく、それぞれの損失事象のためのファイバ等価計算を含む、請求項 17 に記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

本出願は、2012年10月18日に提出された先の米国仮出願 61/715,661 の利益を主張する。

【0002】

本発明は一般的にパッシブ光ネットワークの状態を監視する目的のために得られた、反

50

射の実行と、光パルス試験（OTDR：optical-time-domain-reflectometry：光時間領域反射測定）データの損失解析とに、使用されるシステムと方法に関する。より具体的には、該システムと方法は、パッシブ光ネットワークを解析し、オペレータおよび/またはインストラに対し、任意の事項や問題について警告する。

【0003】

システムの詳細は、以下の図と関連する下記説明により理解される。

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1】パッシブ光ネットワークの反射解析の実行のために遂行されるステップを示すブロック図である。

10

【図2】パッシブ光ネットワークの反射解析の実行のために遂行されるステップを示すブロック図である。

【図3】パッシブ光ネットワークの損失事象検出の実行のために遂行されるステップを示すブロック図である。

【図4】パッシブ光ネットワークの損失事象検出の実行のために遂行されるステップを示すブロック図である。

【図5】発見された損失事象の解析と全解析結果の通知のために遂行されるステップを示す。

【図6】発見された損失事象の解析と全解析結果の通知のために遂行されるステップを示す。

20

【図7】パッシブ光ネットワークの、反射解析と事象検出と損失解析の特定の実施形態を遂行するために利用されるシステムの回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0005】

実施例により実行されるいくつかのステップを以下に記載する。該実施例は、検証および/または課題解決を目的とするパッシブ光ネットワークを特徴付けることができる。当業者に知られているように、記載された実施形態の様々な手段は、新たな光ネットワークを検証しようとする者、従来の光ネットワークの問題を解消する者により、用いられ得るものである。一般的に言えば、以下に述べる方法とシステムの例は、反射事象と損失事象のいずれか又は両方を識別し、解析する。当該解析を実行する能力は、状況に応じて、新たな光ネットワークを検証する能力を提供し、従来の光ネットワークの課題を解決する。加えて、反射事象と損失のいずれか又は両方を特徴付け、解析するために用いられる様々な手段は、様々な状況に応じて有効である。所望の結果に基づき、様々な情報が、必要に応じてユーザに提供される。

30

【0006】

図1, 2に示されるように、開示されたシステムと方法により実行される全体的な反射解析100は、多数のサブモジュールから構成される。これらのいくつかは、より一般的なブロックかステップに組み合わされる。最初に行われる11のブロックとステップは図1に示される。残りのブロックとステップは図2に示される。反射解析100を適応させるために使用されるシステムの例は、図7を参照して後述する。それぞれの図に示されるように、それぞれのブロックとステップへの参照には、参照番号を用いる。同様の番号が同様のステップまたは構成要素を指す。

40

【0007】

図1と2に示される本開示の反射解析100は、ステップ104から開始される。ステップ104において、光パルス試験（OTDR）出力データファイルが開かれ、検証される。一度検証された上記光パルス試験出力データは、フィルタリングされたデータ配列（din）を生成するために使用される。上記フィルタリングされたデータ配列は更なる評価と解析に使用される。同様にして、距離配列（dis）は、用いられる光パルス試験サンプリング率に基づいて、ステップ108にて生成される。上記反射解析100は、ステ

50

ップ110に処理を移行する。ステップ110において、いくつかのパラメータが、ローカルiniファイル(local.ini file)からロードされる。本実施形態における上記パラメータには次のようなものがある。

- a. n a v e : 統計計算のための平均数
- b. p s i g m a : 統計の上限を設定する正方向の総和
- c. n s i g m a : 統計の下限を設定する負方向の総和
- d. r t h r e s : 反射の電力比率の閾値
- e. g u a r d U p : 事象間の正のノイズ抑制のためのフィルタパラメータ
- f. g u a r d D n : 事象間の負のノイズ抑制のためのフィルタパラメータ
- g. n M a r k : 事象検知のためのフィルタパラメータ
- h. t h M i s s : 事象分類閾値
- i. t h G r e y : 事象分類閾値
- j. t h H i g h : 事象分類閾値
- k. s r c C u r v e 標準反射特性

10

【0008】

次のステップ112では、上記の光パルス試験データベクタ(din)が基準スプリックピーク振幅に基づいて正規化される。上記正規化は、電力値に変換された光パルス試験データの振幅のスケーリングである。

【0009】

上記スケーリングと正規化がされた光パルス試験データベクタ(din)は、ステップ114において、特定の特性または事象を識別するために解析される。上記解析は、シーケンス中のそれぞれのデータ値を検査し、マーキング配列(marc)を生成することからなる。上記データベクタ(marc)の値は、以下のように定義される。データベクタ(din)の各増加する値については、同じインデックスのマーキングベクタ(marc)に1を入れる。減少する値については、マーキングベクタ(marc)に0を入れる。上述のようにして、一連の1と0からなるマーキングベクタ(marc)を生成する。該マーキングベクタ(marc)において、連続した1のシーケンスは、スケーリングされた光パルス試験データベクタ(din)に記録される電力値が連続的に増加することを示す。次に、マーキングベクタ(marc)は、少なくとも、「nMark」個の1からなる、連続した1のシーケンスについて検査される。変数nMarkはプログラム可能であり、分析プロセスの初期にロードされたパラメータの一部である。シーケンス中、任意の「1」のベクタ値の数が「nMark」以上の場合、該ベクタ値を「3」に変更する。最終的に、「1」と「3」の、任意の連続するシーケンスは、任意の検証されるシーケンス内において、「1」データ値を「2」に変更することにより、「2」と「3」の文字列に変更される。上記新たな「2」と「3」のシーケンスは、光パルス試験データ中の可能性のある反射事象の位置を、マークまたは表示する。

20

30

【0010】

次のステップである、ステップ116で、新たなデータベクタが生成される。上記データベクタは光パルス試験に係るデータの基準値を反映する。上記新たなデータベクタ(guard)は、ゲートや制御により全計算を行うため、マーキングベクタ(marc)を用いて、計算される。マーキングベクタ(marc)が可能性のある事象を示す場合には、現評価プロセスは、直前の計算で求められた値を維持する。マーキングベクタ(marc)が評価されていない可能性のある事象を指す場合には、統計的变化(ばらつき)の予測において用いられる計算限界値に基づいて、新たなベクタ(guard)のための新たな値が求められる。

40

【0011】

次に、ステップ118において、システムと方法は最初の可能性のある事象を探索する。このセクションは、マーキングデータベクタ(marc)を開き、該データを検査することにより、開始する。探索は、最初の「3」値に対し行われる。最初の「3」を見つけた場合、上述した探索は、同一のシーケンスの中で最後の「3」が見つかるまで繰り返さ

50

れる。これは、現在の可能性のある事象のシーケンス中のピーク値のインデックスを識別する。

【 0 0 1 2 】

ステップ 1 2 0 でマーキングデータベクタ (m a r c) の解析を続け、現在のシーケンスにおける最後の「 3 」のインデックスは、事象のピーク (p o e) パラメータとして識別される。上記データベクタ (d i n) 中の、同一インデックスでの値は、事象の振幅として識別される。それから、「 0 」値が見つかるまで、現在のシーケンス中、探索は後方向になされる。これにより、事象の開始 (b o e) パラメータが識別される。それから、方法は、 p o e インデックスに再び焦点を合わせ、「 0 」値が見つかるまで探索を前方へ継続する。これにより、事象の終了 (e o e) のパラメータが識別される。

10

【 0 0 1 3 】

次に、反射事象表がステップ 1 2 2 にて開かれ初期化される。上記表はステップ 1 2 0 で識別された事象の特性を取り込む。それぞれの事象についての追加的な情報もまた上記表に記録される。それぞれの事象の種類と状態に加え、追加情報には b o e 、 p o e 、 e o e も含まれる (典型的にはメートル値で記録する) 。この記録処理は、最後の事象が否かを解析するための判定ステップ 1 2 4 の決定処理を用いて実行される。

【 0 0 1 4 】

焦点を、見つかった最後の事象のピーク p o e のインデックスにおけるマーキングデータベクタ (m a r c) へと戻す。ステップ 1 2 6 は、再びステップ 1 2 0 から処理を開始し、上記方法を繰り返すための、適切な探索を指示する。このインデックスからの前方方向への探索は最初の「 3 」値に対し行われる。これは、最後の可能性のある事象が識別されるまで、 1 2 0 と 1 2 2 のステップに示されるのと同様のサイクルを開始する。その時点において、図のコネクタ部分 1 2 8 に示されるように、反射解析が続く。

20

【 0 0 1 5 】

次の 9 つのブロックとステップは図 2 において示される。下記示される追加的な情報は、一般的に、上述したように導入された反射解析を継続するために用いられる。

【 0 0 1 6 】

反射解析 1 0 0 のセクションはステップ 1 3 2 において、標準反射曲線 (s r c) に係る処理を開始する。標準反射曲線 (s r c) とは一定の間隔にてサンプルが取得される、正規化された一連の振幅を指定する数のベクタまたは配列である。想定されるサンプリング率はトレースを収集するときに光パルス試験で使用される最大のサンプリング率と等しい。連続したサンプル数をプロットしたとき、一連の正規化された振幅は曲線をたどる。該曲線は、ネットワークを監視する光パルス試験システムにより測定される光回線終点装置 (O N T) のファイバ終端で現れる典型的な不連続と相互作用する光のパルスに対し、特有の反射応答を定義する。該特有の応答曲線は、システムのインパルス応答を測定する時に現れる情報に関連するシステムの応答情報を含む。該特有の応答曲線は、また、整合フィルタリングに用いられるテンプレートまたはモデルと考える。整合フィルタは、反射事象表にて、反射事象を検証するために用いられる。

30

【 0 0 1 7 】

それから方法はステップ 1 3 4 へ移行する。そこでは、データベクタ (d i n) が開かれ、基準スプリッタ事象が識別される。その基準スプリッタ事象は解析され、事象のピークが定義される。基準スプリッタピーク振幅は反射事象表にて更新される。次に、反射事象表に記録された基準スプリッタピーク振幅と基準表に記録された基準スプリッタピーク振幅との比率を計算する。この比率は反射事象表での事象振幅と同様に、データベクタ (d i n) を正規化するのに用いられる。この比率は保存される。

40

【 0 0 1 8 】

他の複合配列またはデータベクタ (r e f l) がステップ 1 3 6 にて生成される。該他の複合配列またはデータベクタ (r e f l) は、基準表に記載されているそれぞれの事象のための光パルス試験のサンプル番号に従い、インデックスされた、標準反射曲線 (s r c) の値にスケールされ、補間される。該スケールはデータベクタ (d i n) 事

50

象ピークより得られる。その振幅値は、srcサンプル間の補間により、修正されたsrc曲線に対して定められる。上記補間された振幅値は光パルス試験データのサンプルの距離を用いて計算される。その光パルス試験データベクタ(din)のピークは、そのピーク値のsrcピークと結びつけられる。それぞれの事象の開始(boe)点はピーク値となる前の、nMark個のサンプルとして仮定する。N個のそれぞれの事象の終了(eoe)点は $boe + (peakN_src_samples - 1) \times (src_intvl)$ として仮定される。これは、それぞれの事象が基準表における事象と一致する「テンプレート」事象に係るリストとなる。

【0019】

ステップ138において、基準表は開かれ、最初の光ネットワーク終端装置に係る種類の事象が検査される。事象開始(boe)のパラメータはロードされる。そして、標準反射曲線(src)を用い、ピークとエンドでの値と一致する値が計算される。サンプル数は事象ピークの近似のために定められる。これは、複合ベクタ(refl)からピーク電力の値を取り出すために用いられる。次に、光パルス試験データベクタ中、一致する電力値が取り出され、上記2つの値の比率が計算される。上記処理は基準表の全事象に対し行われ、ピーク比率は保存される。上記事象ピーク領域は計算され、それらの比率(複合ベクタ(refl)とデータベクタ(din)の間)は定められ、保存される。ピーク比率とピーク領域に係るメトリックは、基準表に記載されているそれぞれの事象毎に指定される。

【0020】

次に、ステップ140にて、「1」に係る上記ピーク比率の近傍が定められる。もっとも大きい近傍数が追跡される。「1」に係る上記領域比率の近傍がまた定められる。最も大きな領域の近傍数が追跡される。上記事象比率の数は分類のために準備される。3つの事象閾値thMiss、thGrey、thHighが用いられる。これらはステップ110にてロードされたパラメータの一部であるプログラム可能な値である。

【0021】

上記ベクタ(refl)値と上記ベクタ(din)値とを比較することにより識別した、それぞれの事象比率をステップ142において分類する。本実施形態では、比率<thMissの場合、上記事象を「Miss」に分類する。同様に、thMiss<比率<thGreyの場合、上記事象を「Grey」に分類する。最後に、thGrey<比率<thHighの場合、上記事象を「OK」に分類する。比率>thHighの場合、上記事象を「High」に分類する。

【0022】

方法の続きとして、ステップ144にて、事象の差を定める。比率<thMissの場合、Missの閾値に関連する差を求める。上記メトリックは、どのように比率が閾値に近づくのかをパーセンテージ値として反映する。比率<thGreyの場合、MissとGreyの双方の閾値に対して差を求める。比率<thHighの場合、GreyとHighの両方の閾値に対する差を求める。

【0023】

反射解析100の最後の部分として、全事象の分類が、ステップ146における差計算により、完成する。最後の分類は、「Miss」、「Grey」、「OK-low」、「OK-high」、「High」として定められる。「Grey」カテゴリーの事象は更に処理される。該処理において、Grey事象の集合が探索される。そしてGrey、Missへの分類に係る決定の検証のため、thGrey、thMissの閾値の最適化が試みられる。最終的な分類は、必要があれば更新される。

【0024】

操作者と光ネットワークの評価者にとっての有用な情報供給のため、反射結果はステップ148においてまとめられ、表記される。表記結果は以下を含む。
a. 欠陥のない光ネットワーク終端装置の数: 「OK-low」+「OK-high」の事象の数

10

20

30

40

50

- b. 見つからない複数の光ネットワーク終端装置：「Miss」の事象数
- c. 高反射を伴う複数の光ネットワーク終端装置：「High」事象数
- d. 小さい損失を伴う複数の光ネットワーク終端装置：「Grey」事象数

【0025】

本実施の形態の次の側面は、図3、4に示されるように、より一般的なブロックへと組み合わされた多数のステップよりなる低解析部200を含む。最初の13のステップまたはブロックは図3に示される。最初に、ステップ210で光パルス試験データファイルを開き確認し、続いて、ステップ212にて関連するデータ配列(Din)を生成することによりこれらのステップは開始される。同様に、ステップ214にて配列(Dist)が光パルス試験サンプリング率を用いて、生成される。これらのステップは、上記で論じた、反射解析100で実行されたことと同様であるので、先に行われた方法を利用する。

10

【0026】

上記基準となる情報を用い、後方散乱発射のy-切片を定めるため、ステップ216において線形曲線フィッティングを用いる。

【0027】

ステップ218において、元の光パルス試験(Din)データを正規化し、正規化ベクタ(Din2)とするため、ステップ216にて定めたy-切片が用いられる。

【0028】

正規化された光パルス試験データベクタ(Din2)は、平均化されたデータベクタ(Ave)を生成するために、安定な可変幅の、平滑化または平均化(ローパス)フィルタを用いて処理される。このフィルタはスライディング-ウィンドウ平均(mean basis)フィルタである。基本的な統計はまたこのステップの間に計算される。

20

【0029】

ステップ222にて、平均化された光パルス試験データベクタ(Ave)はさらに、平滑化フィルタにより導入されるエラーの補償のための正規化補正が適用され、処理される。このベクタは解析準備のため、タイムシフトされる。該結果は平均化され正規化されたデータ(Avef)となる。

【0030】

次に、平均化され正規化された光パルス試験データ(Avef)を取得し、それに予想される変数成分が加算された、新たなデータセットが算出される。この新たなデータセットは、ホールドデータベクタ(Hold)を生成する元の光パルス試験データ(Din)と点毎に比較される。ホールドデータベクタ(Hold)は、元の光パルス試験データが予想される統計的変数値を超える場合における、上記元の光パルス試験データの全領域を指す。これらの領域では、ホールドデータベクタ(Hold)は平均化され正規化された値を保存する。(すなわち、ホールドベクタはクランプ値を保持する。)

30

【0031】

続くステップ226では、ホールドベクタデータ(Hold)が、新たなデータベクタ(E)を生成するため、正規化された元の光パルス試験情報(Din2)と組み合わせられる。

【0032】

新たなデータベクタ(E)は、ステップ228において、スライディング-ウィンドウ平均フィルタにより、フィルタリングされ、平均データベクタ(Ave)が書き換えられる。それから、書き換えられたデータセットはパッシブ光ネットワークの端または終端を定めるのに用いられる。該情報は後でRMSノイズを算出するときに用いられる。該ステップのブロックにおいて、確率質量関数(probability mass function)への変換に先立つ、元の光パルス試験データの解析とヒストグラム作成により、動的範囲の算出がなされる。

40

【0033】

書き換えられたデータベクタ(Ave)はステップ230で、正規化され、タイムシフトされ、新たな書き換えられた平均データベクタ(Avef)が生成される。該ベクタは

50

異常値があれば解析され、統計的限界が課せられ、2乗平均平方根のノイズ振幅を近似する新たなデータベクタとなる。この新たなデータベクタは、このようにしてrmsデータベクタ(Erms)と考えられ、後の使用のために適切に保存される。

【0034】

データrmsベクタ(Erms)はステップ232において、フィルタリングされ、新たなrmsベクタ(Rms)となる。ここで用いられるフィルタは上述したフィルタ同様、別の安定したスライディング・ウィンドウ平均フィルタである。

【0035】

次に、ステップ234で、新たなrmsデータベクタ(Rms)が4段階のスライディング・ウィンドウ平均(median basis)フィルタを用いて再度フィルタリングされる。

10

【0036】

損失解析についての事象検出ブロックは図4に示される。この損失解析のセクションは、再び元の光パルス試験データベクタ(Din)についての処理により開始する。これら複数のステップ250は、さらなる処理において活用可能な計算されたデータベクタを提供するために、データベクタにさらなる調整を行うことにより特徴付けられる。最初のステップ238において、元のデータベクタは正規化された電力値に変換される。次に、該データベクタはガウシアン・フィルタによりフィルタリングされる(ステップ240)。それから、ステップ242において、元のデシベル値(dB)へ変換して戻され、正規化されフィルタリングされたデータベクタ(din2)を生成する。正規化とフィルタリングがされたデータベクタ(din2)はさらに、差分が求められ、ガウシアン・フィルタによりフィルタリングされることにより処理され、差分データベクタ(din4)を生成する。該ベクタ(din4)は、次いで便利な基準を生成する、フィルタリングされたデータベクタ(din2)に正規化される。

20

【0037】

差分データベクタ(din4)は、任意のスプリッタ事象が場合によっては存在しているかを定めるため、ステップ252で解析される。これは、スプリッタ反応差の特徴的形態を(din4)ベクタと比較し、定められる。この特徴的形態は勾配計算と曲線フィッティングにより検出される。可能性のある複数のスプリッタ事象の最初の複数のインデックスについての推定は、さらなる解析のために保存される。

30

【0038】

ステップ254において、事象検出に使用されるデータベクタが解析に先立って用意される。軽度にフィルタリングが行われた光パルス試験データ(din2)は重度にフィルタリングされた基準ベクタ(Avef)へと用心深く正規化される。これは、両方のベクタの非事象部分を選択し、それぞれの選択部分のための線形モデルを計算することによって行われる。この2つのモデルの間において、当該2つのモデルの間のオフセットを最小二乗比較による計算と最小化とにより反復的に減少させる。

【0039】

次に、ステップ260の一般的な処理ステップの組み合わせが実行される。より具体的には、1つの事象表が開かれ、初期化される。当該表は事象の検出、検証、定量化に用いられた全パラメータのトラックを保持する。このブロックはまた可能性のある事象の検知に必要なベクタデータを検査するステップ264での事象検知ソフトウェアループを初期化する。

40

【0040】

下限変動データベクタ(v2)は、アレンジされ、正規化されたデータベクタ(Avef)と、プログラム可能な定数(nsigma)を乗算した新たなrmsベクタ(-Rms)とを加算することにより、ステップ262で生成される。上限変動データベクタ(v1)は、アレンジされ、正規化されたデータベクタ(Avef)と、プログラム可能な定数(psigma)を乗算した新たなrmsベクタ(Rms)とを加算することにより生成される。上記2つの新たなベクタは予想される変動を確立するため、事象検出中に、使

50

用される。

【0041】

ステップ264に移り、可能性のある妥当な事象を探索し識別するために、基本信号処理が行われる。この処理は上記検知を遂行するために5つの異なるベクタを使用する。使用されるベクタは(Avef)、(v1)、(v2)、(din2)、(din4)である。ここで、再び、ベクタ(Avef)は最小変動を伴う基準信号の時間推移(time shift)バージョンである。上述したように、ベクタ(v1)、(v2)は基準周辺の予想される統計的変動を表す。ベクタ(din2)は元の光パルス試験信号を軽度フィルタリングしたものである。ベクタ(din4)は計算され、フィルタリングされたベクタ(din2)の差分である。上記5つのベクタは点毎に比較され、発生するパターンは可能性のある事象を検出するため用いられる。具体的には、互いの曲線の位置を追跡するフラグが作成され、ローカルなインターシグナルとイントラシグナル測定を追跡するメトリックが生成される。これらフラグは、交差する点、交差する勾配、極大値、極小値、正負の近傍等の位置の詳細を追跡する。上記メトリックは交差勾配、部分的勾配、極大値、極小値、正負の近傍、正負の領域等の測定を追跡する。これらフラグ(またはフラグなし)の適当なシーケンスは、これらと連携するメトリックと共に、ベクタデータをマークすることにより記される。マークされたデータから、確率メトリックが計算され、可能性のある事象が定量化される。計算された確率は正規化された値であり、該値は、マークされたデータ値を、時系列の特定の時間(インデックス)における想定される信号変動と関連づける。

10

20

【0042】

上記全ての利用可能な基準となる情報により、反射解析200は一般的な決定ループ270を開始する。本モジュールにて採用される一般的な決定ループは下記の通りである。(a)可能性のある事象の開始は発見されたか(272)?(b)もしそうであれば、該可能性のある事象の追跡、測定、構成を完了する。(c)もしそうでないなら、全データが解析されたかをチェックし(274)、もしされていなければ事象探索開始ウィンドウを増やし(276)、新たな事象を探索する(272)。(d)発見された可能性のある事象の構成後、確率をチェックすることにより、事象を評価する(286)。(e)次に、評価された事象が予想されたスプリッタであるか否かのチェックを行う。(f)評価された事象がスプリッタでない場合は、該事象が、スプリッタ予備走査モジュール(252)にて定義されている予想されたスプリッタの後に発生しているか否かをチェックする。(g)もし、予想されたスプリッタの後に上記事象が発生したときは、スプリッタ発見(splitter_found)フラグがセットされたかをチェックする。(h)もし、上記スプリッタ発見フラグがセットされていれば、該事象を完全に検証する(284)。(i)該事象を事象表に保存し、探索ウィンドウを増やし、次の事象の探索を続ける(286、276)。(j)もし予想されるスプリッタの後に事象が発生し、スプリッタ発見フラグがセットされていなければ、スプリッタ予備走査ウィンドウのインデックスをロードする(290)。(k)スプリッタ検出モジュールと共にベクタデータを解析する(292)。(l)予想されたスプリッタが発見された場合には、スプリッタ事象を検証する(284)。(m)スプリッタ事象を事象表に保存し(286)、探索ウィンドウを増やし、次の事象の探索を続ける(276)。(n)予想されたスプリッタが見つからなければ、エラー操作モジュールへ導き(298)、問題が解決されるまで実行を中止する。(o)全てのベクタデータを解析したとき、事象管理モジュールへ移行する(302)。

30

40

【0043】

289部分にて事象を検証するため、潜在的に事象を識別する検証されたマークのそれぞれのシーケンスと、上記個々の構成確率は加算され、プログラム可能な閾値と比較される一つの確率メトリックが定められる。事象確率メトリックが有利に、必要な閾値と比較されるときは、上記事象の潜在する確率を検証するフラグがセットされる(pflag)。次に整合フィルタ解析が実行される。そこでは(din2)のためのモデルが計算され

50

る。該モデルは全体的な波または部分的波（双方とも特定の光パルス試験応答によりスケールリングされ正規化されている）または特定の光パルス試験反射応答のみの形態を取り得る。次に、事象シグナル対ノイズの比率（SN比：signal-to-noise）を劇的に増加させるために、上記モデルとdin2との間の相関手順が実行される。これは、事象シグナルの完全性と特性を検証するため、可能性のある事象のデータのチェックを実行し、完了するための必要な情報を提供する。チェックがうまく実行されれば、事象は開始され、終端と中間が、インデックスや距離の観点から計算される。事象メトリックは、（始点、終点、中間、確率等について）保存され、該事象はステップ286にてテスト事象表に登録される。また確率の差もまた計算される。このメトリックは、上記事象確率が、上述した方法のステップにより識別された「高重要」、「高確率」事象と比較して、どれほど重要かを示す値を含む。

10

【0044】

ステップ252と300での方法の一部は、より確実にスプリッタの配置を検出するために、スプリッタの予備走査手法を用いる。これは、スプリッタ事象が標準的な損失事象と独立して最適化されるための方法を可能にする。もしスプリッタ事象が標準的な損失/反射事象解析と共に正確に識別されなければ、差分シグナル（din4）に焦点を当てた第2のプロセスを、スプリッタの位置の確認のために用いる。

【0045】

全ての解析プロセスは、スプリッタ検出の正確性に大きく依存する。スプリッタはPONネットワークのための基準境界を生成するなど、特徴づけは重要である。もし解析プロセスがスプリッタを発見する信頼性がなければ、エラー処理システム298に帰着するように制御する。該システムは、拡張された事象検出と必要な場合のスキャンの確認とを通し、状況を自動的に修正するように求める。

20

【0046】

事象管理ステップ310は図5に示される。最初のステップ314として、方法はテスト事象表を探索する（この表には検出検証された事象が取り込まれている）。該方法は、ある事象と組み合わせられそうな、該事象の近傍の事象を識別する。もしそのような事象が識別されれば、ステップ316に概説したように、それら事象は組み合わせられ、新たな事象を生成し、元の事象は廃止されたものとしてマークする。

【0047】

続くステップ318は、それぞれの事象終端のインデックスとそれぞれの事象の距離との改善された推定を計算することから開始される。補正は事象の終端位置と、既知のパルス幅に基づく距離とに対し適用される。次に、事象開始（boe）前の20のサンプルのインデックスにおける最終的な平均データ（din2）がboeバジェット値として、取り出され、指定される。それから事象終了（eoe）後の20のサンプルのインデックスにおける最終平均データ（din2）の値がeoeバジェット値として取り出され、指定される。

30

【0048】

次に、ステップ320で、通常ファイバ損失の事象損失係数を算出する。総事象損失は、バジェット数とファイバ損失係数から計算される。事象損失とバジェット値は保存される。

40

【0049】

ステップ322の開始のために、プログラム可能な最小損失数と損失変動係数とから基準損失値が計算される。基準損失値と比較して計算された事象損失を指し示す損失確率メトリックが計算される。損失確率メトリックは保存される。

【0050】

上述した、計算された事象損失メトリックは、プログラム可能な閾値と比較される。もし、十分に高い場合ならば、フラグが設定される（okL）。事象検出確率（図4を参照して上述された）は取り出され、スケールリングされ、プログラム可能な閾値と比較される。もし十分に高い場合ならば、フラグが設定される（okP）。確率フラグ（okL, o

50

k P) の全組み合わせ (0, 0; 0, 1; 1, 0; 1, 1) は検査され、適切な条件がそれぞれの組み合わせに対し、特定される。

1. もし、(okL, okP) = (1, 1) で、損失確率が事象検出確率より大きい場合は、フラグ (useLoss) を 1 にセットする。フラグ (ok) を 1 に設定する。

2. (okL, okP) = (0, 0) で、事象検出確率が損失確率よりも大きい場合、フラグ (useLoss) を 1 に設定する。

3. (okL, okP) = (0, 1) の場合には、フラグ (useLoss) を 1 に設定する。

4. (okL, okP) = (1, 0) の場合には、フラグ (useLoss) を 0 に設定する。

【0051】

一般的に、それぞれの事象の種類と状態はステップ 326 で指定される。より具体的には、もしフラグ (ok) が 1 に設定されているならば (損失確率と事象検出確率の両方が十分に高い)、事象の状態と種類を検証する (種類 = tProb, tMinL, tEvent)。もしフラグ (ok) が 1 に設定されていないなら、事象の状態を適切に設定する。もしフラグ (useLoss) が 1 に設定されているなら事象の状態を適切に設定する。事象確率メトリックを、損失確率の値と等しくなるように設定する。事象状態と種類を検証する。最後に、検査され、定量化された事象の総数が検証される。

【0052】

最後に、方法は、図 6 に表される比較手順 340 及びそこに示される残りのステップとブロックを実行する。図中に示される追加のブロックの情報は、本開示にて指し示す段落において与えられる。

【0053】

最初に、各事象のため少なくとも以下のフィールドとメトリックとを含むテスト事象表を完成させるため、ステップ 342 が実行される。

a. type : 事象の分類

b. status : 事象の検証

c. boe : 事象開始位置

d. td : 事象の開始までの総距離、m (メートル)

e. eoe : 事象終了位置

f. rd : 相対距離

g. lo : 事象損失、デシベル、光パルス試験

h. lb : バジェットによる事象損失

i. lp : 事象損失、パッシブ光ネットワーク、デシベル

j. bb : boe でのバジェット

k. be : eoe でのバジェット

l. r : 事象反射、デシベル

m. fn : ファイバ番号

n. fe : ファイバ等価

o. ed : 事象指定

p. j : 事象行

q. nf : ファイバの数

r. rw : 事象反射幅

s. pd : 反射ピーク距離

t. pdi : 補間された反射ピークの距離、

u. pdc : 反射ピーク距離、曲線

v. em : 事象メッセージ

w. fault : 最初の欠陥

x. marg : fe 差

y. prob : 事象確率

10

20

30

40

50

z . n e : e o f (ファイバの終点)の数
 a a . f e f t : f e 欠陥種類
 b b . l o e : 損失エラー
 c c . b b e : バジェットエラー、b b
 d d . b e e : バジェットエラー、b e
 e e . i l : 事象開始インデックス
 f f . m : 事象整合フラグ

【0054】

次に、ステップ344において、基準表が、それぞれの事象について、少なくとも以下のフィールドとメトリックとを含むように、完成される。

a . S t a t u s : 事象の検証
 b . t y p e : 事象分類
 c . D e s g n : 指定
 d . F i b e r : ファイバ番号
 e . F a u l t : 欠陥指定
 f . T o t D i s t : 総事象距離
 g . O l o s s : 光パルス試験 損失
 h . P l o s s : パッシブ光ネットワーク 損失
 i . B u d g e t B : 光パルス試験 バジェット 事象開始
 j . B u d g e t E : 光パルス試験 バジェット 事象終了
 k . n E O F : ファイバ終端数
 l . R e f l : デシベルでの振幅
 m . I n d e x : サンプルインデックス
 n . W i d R e f l : 反射幅
 o . P k D i s t : ピーク反射距離
 p . P k I D i s t : 補間されたピーク反射距離
 q . P k C D i s t : ピーク反射距離 曲線
 r . E v e n t _ M s g : 事象情報
 s . m : 事象整合フラグ

【0055】

これらの表が完成されると、方法は比較表を構成するステップ346へ進み、それぞれの事象について、少なくとも次のフィールドとメトリックとを含むように初期化する。

a . j : 事象行
 b . e s : 事象状態
 c . e t : 事象種類
 d . f a u l t : 初期故障種類
 e . l p : 事象損失、d B
 f . p t s : 評価ポイント
 g . e m : 事象メッセージ
 h . f n : ファイバ番号
 i . n e : ファイバ終端数
 j . l o e : 損失エラー
 k . n f : ファイバ数
 l . e o e : 事象終端距離
 m . t d e : 総距離エラー
 n . b b e : 事象開始でのバジェットエラー
 o . b e e : 事象終了でのバジェットエラー
 p . e d : 事象指定
 q . j r : 基準事象フラグ(表の行のフラグ)
 r . t d r : 全事象距離基準

s . e t r : 事象種類の基準
 t . f e f t : f e 欠陥種類
 u . f T y p e : f e 欠陥種類 2
 v . f e : ファイバ等価
 w . b b : 事象開始でのバジェット
 x . j t : テスト事象フラグ (表の行のフラグ)
 y . t d t : テスト表記載の総距離
 z . e t t : テスト事象種類
 a a . m a r g : 確率の差
 b b . t d : 事象への総距離
 c c . f e r : ファイバ等価基準
 d d . f e t : ファイバ等価テスト
 e e . f e r m a r g : ファイバ等価の差

10

【 0 0 5 6 】

次に、ステップ 3 4 8 では、事象種類、損失、位置に基づき、基準スプリッタを配置させるために、基準表は開かれる。テスト事象表もまた開かれ、基準スプリッタは、+ / - のプログラム可能な許容範囲内の、事象損失と位置に従って識別される。基準表とテスト事象表に記録される基準スプリッタ間の、位置の差は検証され記録される。

【 0 0 5 7 】

基準表とテスト事象表の両方を用いて、基準スプリッタ事象を両方の表に関連づけた後に、それぞれの後続の事象はステップ 3 5 0 にて比較される。これら表の各行は、光パルス試験器からの距離の順番に応じて並べられた異なる事象を示す。各行には、単一のインデックス番号でアドレスを指定される。最初に、比較プロセスは、上記表の行のインデックスを初期化し、上述した事象検出と事象損失手順にて「良好」状態として検証され、定性化された、テスト事象表の中の最初の事象を見つける。テスト事象距離 d t が検証される。基準表内の、上記と同じ開始のインデックスが使用され、一致する基準事象距離 d r が検証される。基準事象距離 d r はテスト事象 b o e 、 e o e と比較される。この比較の出力は、「 m a t c h 」か「 m i s s 」のいずれか、または「 n e w 」事象である。「 m i s s 」は、テスト事象は存在しないが、基準事象は存在することを意味する。「 n e w 」は、基準事象は存在しないが、テスト事象は存在することを意味する。

20

30

【 0 0 5 8 】

「 m a t c h 」が見つかった場合、パラメータ m は、両表での整合するインデックスに等しく設定される。フラグ x T e s t と x R e f は両表でのエントリが存在することを示すように設定される。整合するテスト事象種類と状態は検査される。整合する基準事象状態は調べられる。事象種類と状態の検査結果により、比較状態に値が割り当てられる。該比較状態は解析され、検証される。それから事象距離 d r と d t は比較される。当該比較では事象距離 d r と d t の間の差が許容範囲内にあることが検証される。次に、x T e s t が設定され、テスト事象表パラメータが比較表にコピーされる。これらパラメータは、e s 、 e t 、 b o e 、 t d 、 e o e 、 r d 、 l o 、 l b 、 l p 、 b b 、 b e 、 r 、 f n 、 f e 、 e d 、 j 、 n f 、 r w 、 p d 、 p d i 、 p d c 、 e m 、 f a u l t 、 m a r g 、 p r o b 、 n e 、 f e f t 、 f T y p e 、 j t 、 j r 、 t d r 、 t d t 、 t d e 、 e t r 、 e t t 、 l o e 、 b b e 、 b e e 、 p t s 、 i 1 と i 2 である。該比較状態は比較表に保存され、e o e が 0 . 0 に設定される。x R e f と x T e s t の両方が設定され、比較表には新たに求められたエラーパラメータ t d e 、 b b e 、 b e e と l o e が取り込まれる。これらエラーパラメータはテスト事象表と基準表との値の間の差から計算される。該比較表は、それから、基準表の値からのパラメータ e d 、 j r 、 t d r 、 e t 、 e t r 、 f n 、 f e f t と f T y p e の値を用いて更新される。次に、比較表のパラメータ n e および n f が指定される。x T e s t が設定され、比較表パラメータ j t 、 t d t 、 e t t 、 e t 、 e o e がテスト事象表から更新される。テスト事象表のパラメータ p r o b は、該テスト事象表の、正規化されスケールされたバージョンのパラメータ l o と比較され

40

50

る。この比較の結果は、比較表のパラメータ $m a r g$ の計算に用いられる。

【0059】

もし、「new」事象（基準表には対応しないテスト事象）が見つかった場合、比較事象距離は、テスト事象表の値が割り当てられる。フラグ $x R e f$ は設定されず、フラグ $x T e s t$ が設定される。事象状態は、テスト事象表から調べられる。テスト事象表の状態が、「new」または「near」である場合、これは比較表の状態の箇所へコピーされるか、さもなければ該比較表の状態箇所に「bad」を設定する。該比較表の状態はさらに評価され、 $x T e s t$ が設定され、テスト事象表のパラメータが比較表にコピーされる。次に、比較表中の次の値 $e t$ 、 $b b$ 、 $l o$ 、 $t d t$ 、 $e t t$ と $e o e$ がテスト事象表からのそれぞれ次の値により更新される。テスト事象表のパラメータ $p r o b$ は、該テスト事象表の、正規化されスケールされたバージョンのパラメータ $l o$ と比較される。この比較の結果は、比較表のパラメータ $m a r g$ の計算に用いられる。

10

【0060】

$m i s s$ の事象（対応するテスト事象のない基準事象）が見つかった場合、比較事象距離は基準表の値が割り当てられる。そのパラメータ m は両方の表においてマイナス1に等しく設定される。フラグ $x T e s t$ は設定されず、フラグ $x R e f$ が設定される。事象状態は基準表から調べられる。基準表での事象状態「ok」「ref」または「flt」であれば、それぞれ「miss」「ref」または「flt」が比較状態にコピーされるか、さもなければ比較状態に「bad」が設定される。比較状態はさらに評価され、 $x R e f$ が設定されてから、基準表のパラメータが比較表にコピーされる。次に、比較表の次の値、 $e d$ 、 $t d r$ 、 $e t$ 、 $e t r$ 、 $f n$ 、 $f e f t$ 、 $f T y p e$ と $e o e$ が基準表から更新される。次に、比較表のパラメータ、 $n e$ と $n f$ が割り当てられる。比較表のパラメータ $m a r g$ はそれから更新される。

20

【0061】

上述した全処理の最終結果は、「matched」、「new」または「missed」の事象に一致する比較表エントリであり、これらエントリは事象の全特性、比較結果を詳細に示し、最終的に更新、検証された事象状態を含む。この全データは、ステップ352において、比較表の1つの行において、記録され、形式化され、検証される。このプロセスは、テスト事象表と基準表に記録された全事象について繰り返される。

【0062】

方法はそれからステップ354へ移る。ここでは、基準表に記載されたそれぞれの事象についてのファイバ等価番号を計算する。計算は、基準表を開き、該表の基準スプリット事象と最終事象に対し、特定の「fe」番号を割り当てることにより、開始される。他の全ての事象についても、下記のように「fe」番号が計算される。

30

a. 事象損失は取り出され ($L_{o t d r}$)、 $L_{o t d r}$ がプログラム可能な閾値未満の場合、 $f e$ 番号はパラメータ $n f$ のスケールされたバージョンが割り当てられる。

b. $L_{o t d r}$ がプログラム可能な閾値を超えると、 $f e$ 番号は、特定の位置における $N - 1$ の損失無しのファイバの集まりにおける、1本の損失性 ($l o s s y$) ファイバの、算出された損失に基づく。

$$r_f = N (10^{-L_{o t d r} / 5} - 1) + 1$$

$$r_f = f e^*$$

$$f e = (f e^* - 1) \times 100$$

40

c. ファイバ等価 ($f e$) 番号はまた計算され、全ての必要なテスト事象表のエントリに割り当てられる。

【0063】

次のステップ（ステップ356）は、適切な比較表パラメータ ($f e r$) に対し、基準表からの $f e$ の値を割り当てることにより開始される。比較表パラメータ $f e t$ は、テスト事象表からの $f e$ の値を割り当てられる。該割り当ては表内における全事象に対し、なされる。次に、比較表に記載される基準スプリット事象は新たな $f e$ 値に更新される。比較の $f e$ 値はスプリット基準表における損失と、スプリットテスト事象表における損失と

50

の間の差に基づいて計算される。比較表中にテスト事象表のエントリと対応または整合するエントリが存在しなければ、パラメータ f_e はこの条件を示す特定の値が割り当てられる。 f_{et} と f_{er} の両方のパラメータが存在する比較表事象について、これらパラメータの間の差が計算され、一致する事象のための比較テーブルパラメータ f_e として保存される。次に、事象比較表パラメータ f_{emarg} が計算される。この差は、本質的に、パラメータ f_e と、事象種類と状態と f_e 極性とにより決まるプログラム可能な閾値と、の間の差である。

【0064】

代表的な方法における最終ステップとして、ステップ358において、比較表が開かれ、基準スプリッタ事象が探索される。有効なPON（パッシブ光ネットワーク）事象の存在は検証され、光ネットワークの距離と終点は定められる。次に、F1部分（基準スプリッタの上流部分）は欠陥についてチェックされる。これらチェックと検証の後、基準スプリッタに続いて事象解析を開始する。探索は、比較表中にて行われ、基準スプリッタの後に続く妥当な最初の事象から始まり、パッシブネットワーク事象の最後へと向かって続けられる。上記探索の目的は、パラメータ f_e の最初の負のエクスカーションを発見することである。負のエクスカーションとは、プログラム可能な閾値についての侵入（violation）である。もし、負の欠陥が検出された場合には、欠陥の行は $ecFn$ パラメータに保存され、フラグが設定される（ $flagFn$ ）。次に、上記スプリッタに続く事象が、パラメータ f_e の最初の正のエクスカーションのために探索される。もし正の欠陥が検出された場合、その欠陥の行は $ecFp$ パラメータに設定され、フラグが設定される（ $flagFp$ ）。一般的な欠陥は、 $flagFn$ と $flagFp$ とを用いた式に基づく欠陥値を数学的に計算することにより定量化される。上記一般的な欠陥値は解析され、検証される。上記の解析と検証の結果は、基準スプリッタへの最も近い欠陥位置となる。次に、探索は、（比較表の最後から始められ、基準スプリッタへと進み）、パラメータ f_e の最初の正のエクスカーションのためになされる。正の欠陥が発見されれば、その行は、 $ecBp$ パラメータに保存され、フラグが設定される（ $flagBp$ ）。この値は欠陥事象状態に一致する。同方向へのパラメータ f_e の中の最初の負のエクスカーションの探索が次に続く。全ての探索結果は解析され、PONの欠陥状態の詳細を示す最終結果は、 $flagFn$ と $flagBp$ の値に基づいて定義される。全解析過程の出力の概要は、発見された任意の欠陥のスプリッタのブランチと位置を含む。該情報は出力され、必要に応じてリビートされる。

【0065】

PON解析システム400の例は図7に示され、以下述べられる。一般的な配備には、ネットワークサーバ420が含まれる。この420は多数の遠隔テストユニット422を制御する。通常の構成では、サーバの編成により、テストユニットが全ネットワークを監視するように必要に応じて配備され、全メインシステム機能が中央コンピュータと協働し中央コンピュータによって制御される、分散型コンピュータ環境を可能にする。中央サーバと遠隔ユニットの接続には有線と無線がある。上記システムが提供するサービスには、全ネットワークブランチの自動監視、要求に応じた特定のネットワークのテスト、機能を記録する全ネットワークテスト、遠隔ユニットのテストと配置、ネットワークの状態とエラーの条件に関する包括的な報告、トラブルを解消するガイドと診断が含まれる。サーバの配置は、必要であれば、遠隔テストユニットに納められる。上述した様々な方法を実行するために用いられる解析ソフトウェアは、上記実行を最適化するために必要であれば、サーバコンピュータおよび遠隔ユニットのいずれか又は両方にロードされる。

【0066】

図7に示された、例に挙げられる解析システム400について、遠隔テストユニット（RTU）422は一般的に、ユーザインターフェース、制御部（CPU、MCU）、メモリ、拡張バス、USBなど周辺インターフェース、イーサネットなどコミュニケーションインターフェース、光パルス試験器（OTDR）と1×N光スイッチからなる。上記光パルス試験器と上記スイッチはまた、中央コンピュータにより操作される制御機能とは別に

分配される。このような分配のケースでは、インターフェースと必要なメモリは別々に、光パルス試験器と光スイッチに含まれる。

【0067】

図7では、PONネットワークにおいて予想される一般的な多重光信号424が示される。ここに示される測定と監視の方法は通常の通信トラフィックにおいて、混乱や悪影響なしに、実装される。

【0068】

図7に示すシステム400は、さらに光回線終端装置(OLT)426を有する。これは一般には、中央オフィスに配置され、PONにおける単一のチャンネルのための、声、IPビデオ、データの電気的入力部を有する。光回線終端装置(OLT)426はまた電

10

【0069】

光回線終端装置426と組み合わせられるのは多数のチャンネル多重化装置428である。これらのそれぞれは一般的に、中央オフィスの信号(発信ファイバへの、声、IPビデオ/データ)を組み合わせるパッシブデバイスである波長分配多重化装置(WDM)である。上記デバイスはまた、同一の発信ファイバへの、光学的に変換されたRFビデオと光パルス試験テスト信号を多重化する。複数の多重化装置428が存在し、それぞれがシステム400により監視される多重チャンネルの1つと関連する。

20

【0070】

また、複数の多重化装置428と組み合わせられるのは、複数の信号源430であり、これらの信号源はそれぞれRFビデオ情報の信号を伝送する。このRFビデオ信号はチャンネルファイバにおいて多重化するデジタル光信号へ変換される。

【0071】

ブロック432は、スプリッタ構成内で終了する単一のチャンネルファイバの終端を示す。スプリッタ432は、入力多重化信号を、複数の出力多重化信号へと分割するまた別のパッシブデバイスである。スプリッタ432により、単一の情報が、個々の加入者側のファイバへ送信されることが可能となる。多数のスプリッタ432は、一般的には、付属のコネクタと共にキャビネットに収められ、これらは共にファイバ分配ハブ(FDH)として指定される。光学的に、スプリッタ432はF1ファイバ終端を表す距離マーカである。

30

【0072】

システム400の例では、それぞれのファイバがファイバ分配端子(FDT)434を有する。これは最終のドロップファイバ(drop fiber)を個々の加入者先に備え付ける前の、PONネットワークの一般的な終端点である。一般的に、これは物理的に小型の筐体に収納され、この筐体は引込線(drop)へ分配ファイバをつなげるための多数の部位を有している。通常、ファイバ分配端子モデルは4、8または12の部位のいずれかを有する。

【0073】

図7ではさらに、加入者側の光回線終端装置に備えられた、または備えられていないパッシブ反射板部分436が記載される。この反射板部分436は、全加入者信号を通過させ、また、テスト信号波長を反射するよう設計される。反射板部分436を備えることは、光回線終端装置(ONT)において、不十分なSN比(SNR)による光試験器パルスを使用し、加入者の光回線終端装置へのファイバの接続を、光学的に検出するために、時に必要となる。

40

【0074】

最終的な終端点または光回線終端装置438は、PONネットワーク中で、それぞれの加入者側の位置に存在する。光回線終端装置(ONT)438は、全信号のための、必要な、光/電気変換インターフェースを、提供する。物理的に、光終端装置438は加入者

50

宅または仕事場に配置され、インターネット、電話、ビデオサービスのためのインターフェースを提供する。

【0075】

さらなる内容の提供のためと例として挙げられたシステム400について理解を助けるため、図7の上部に記載されているものは、上述したいくつかの構成の、一般的な位置、指定、特性を設定した、いくつかのラベルである。ラベル440は、中央局の環境に、一般的、物理的に、配置されたシステムの機能を示す。この群には、サーバコンピュータが含まれる。

【0076】

ラベル442は、中央局からファイバ分配ハブへの、単一の主なファイバ接続、または、供給リンクを表す。これは一般に、F1リンクとしてラベルされる。

10

【0077】

ラベル444は、特定のファイバ分配端子の一部へ、ファイバ分配ハブスプリッタの出力ポートを接続する単一のファイバ分配リンクを表す。

このファイバは一般的にF2リンクとしてラベルされる。

【0078】

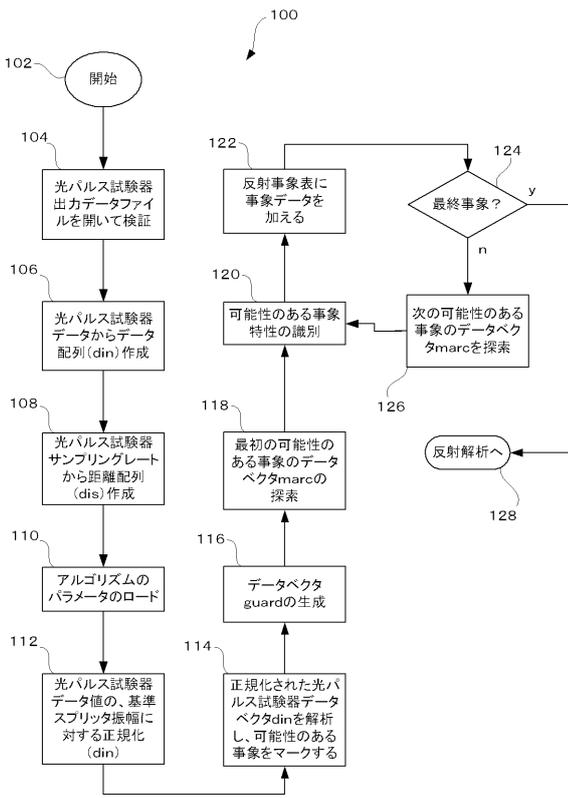
図7のラベル446は、顧客の光回線終端装置に分配リンクを接続する、単一のドロップファイバを表す。このファイバは一般的に、F3リンクとしてラベルされる。

【0079】

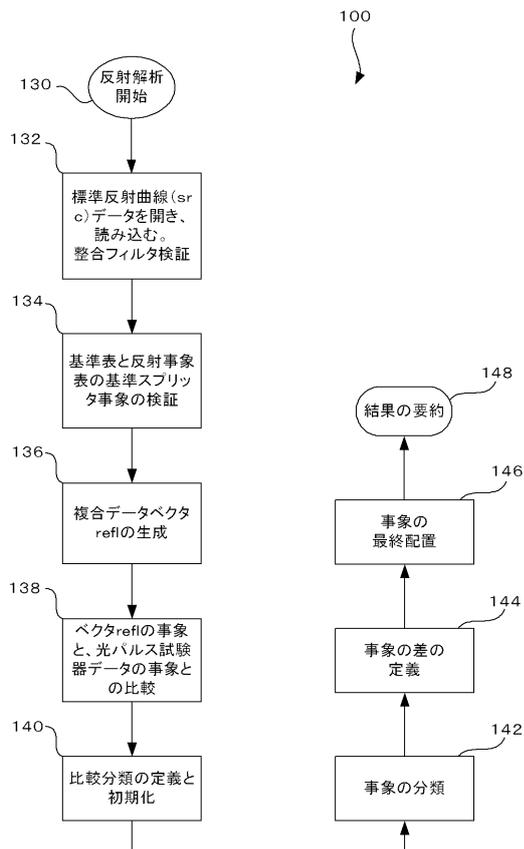
本発明の様々な実施形態は、本発明の詳細を説明する目的のために上述され、当業者による実施を可能とする。本明細書の実施形態の詳細と特徴は、本明細書の記載に限定されず、多くの変形と変更も含まれることは当業者に明らかである。従って、本願発明の範囲は、広く解釈され、付属の請求項と法的な均等物の範囲とその精神において、全ての変形と変更が含まれることが意図される。

20

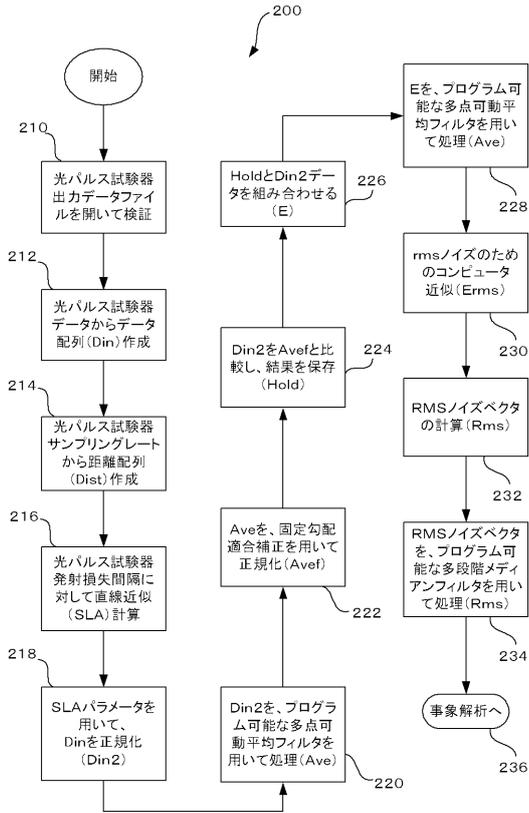
【図1】



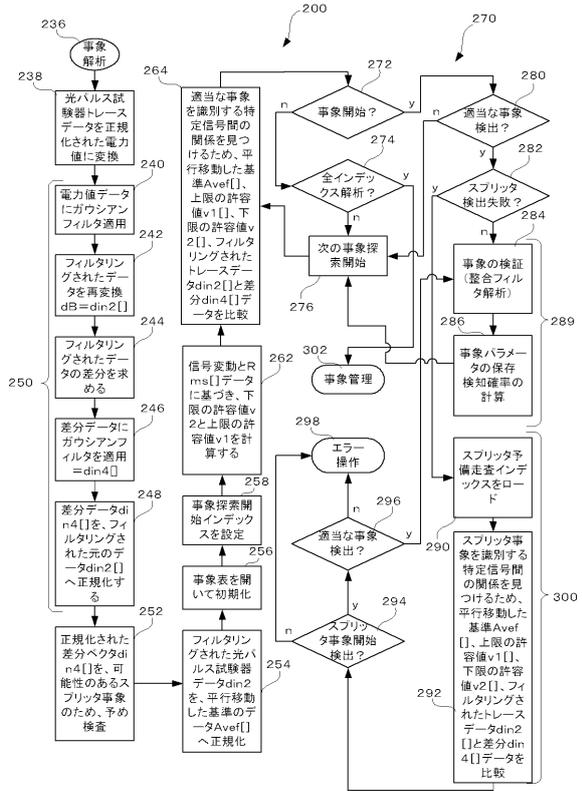
【図2】



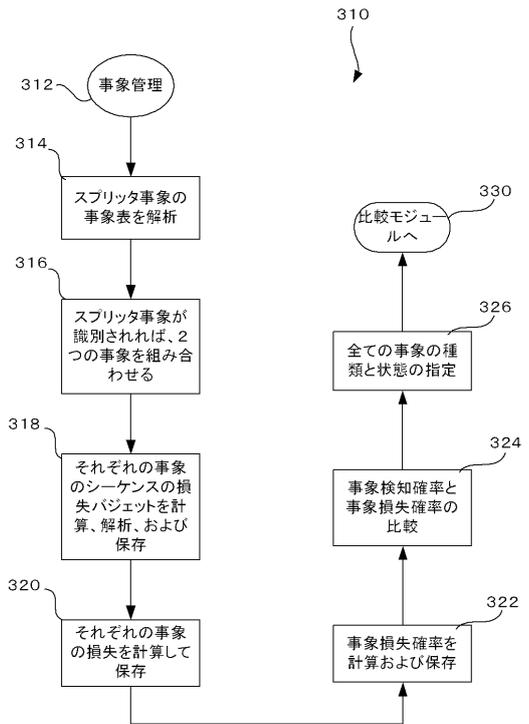
【図3】



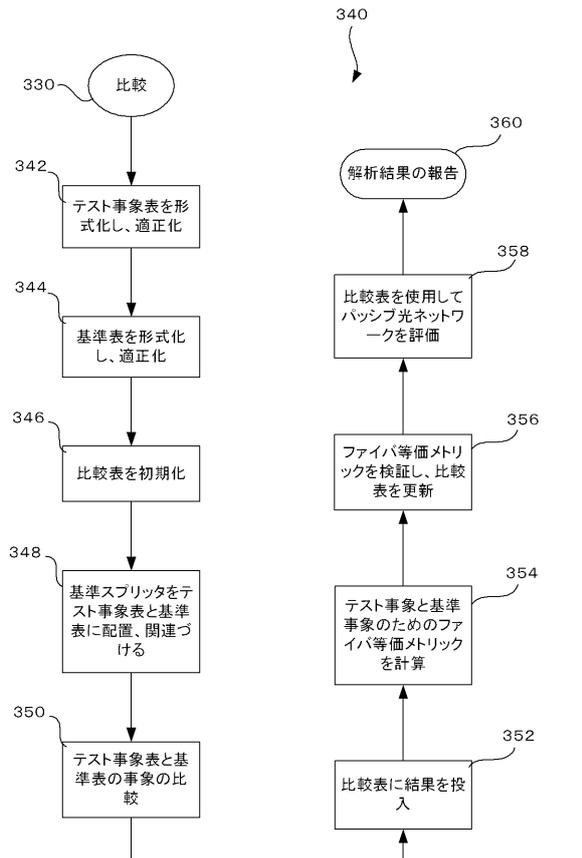
【図4】



【図5】



【図6】



【請求項 3】

前記パッシブ光ネットワークはすでに確立され、該ネットワークを監視するために前記損失パラメータが使用される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記損失解析は、さらに、前記損失事象の位置における前記損失値と対応するファイバ等価メトリックを定めることを含み、

事象の前記損失値が予め定められた閾値未満の場合、前記ファイバ等価メトリックは前記位置でのファイバの数に比例し、

前記損失値が前記予め定められた閾値超の場合、前記ファイバ等価メトリックは、前記損失事象の位置における損失のない複数のファイバの集合の中の単一のファイバのモデル化された損失に基づく、それぞれの損失事象のためのファイバ等価計算を含む、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記方法はさらに、

複数の反射事象を識別するとともに前記複数の反射事象のそれぞれと関連する複数のパラメータをまとめるために、前記データ配列の反射解析を実行することと、

システムインパルス応答テンプレートと事象確率計算に基づき、前記反射事象のそれぞれをさらに検証し解析するために、反射事象解析を実行することと、

前記反射事象のそれぞれについて反射の種類と反射の状態を定めることと、

前記複数の識別された反射事象のそれぞれについての前記反射の種類と反射の解析とを報告することと、

を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記報告された損失パラメータは、事象損失結果と、個々のファイバチャンネルの欠陥の識別と、前記個々のファイバチャンネルの欠陥のそれぞれについての可能性ある位置の表示と、に関する情報を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記事象解析は、前記パッシブ光ネットワーク内のノイズ効果の広いスペクトルからなる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

光パルス試験の反射測定データは、有害なノイズ効果を緩和し、重要な信号の情報を強調し、事象の完全性を検証するために、特異的にフィルタリングされる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記事象解析は、複数の予め定められたスプリッタ事象の識別を提供する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

パッシブ光ネットワークのみから、意図的に内部に設計された損失機能または反射機能を使用することなく取得された散乱データを含む光パルス試験 (OTDR) データを取得することと、

前記光パルス試験 (OTDR) データからデータ配列を生成することと、

前記パッシブ光ネットワーク内の反射事象の存在を定めるとともに前記反射事象を識別するために、事象解析を実行することと、

システムインパルス応答テンプレートと事象確率計算に基づき、前記識別された反射事象のそれぞれをさらに検証し解析するために、反射事象解析を実行することと、

前記反射事象のそれぞれについて反射の種類と反射の状態を定めることと、

複数の前記識別された反射事象のそれぞれについての前記反射の種類と反射の解析を報告することと、

を含む、パッシブ光ネットワークを特徴付ける方法。

【請求項 11】

前記事象解析は、前記パッシブ光ネットワーク内のノイズ効果の広いスペクトルからなる、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記パッシブ光ネットワークは新たに構成され、該新たに構成された光ネットワークを検証するために反射パラメータが使用される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

前記パッシブ光ネットワークはすでに確立され、該ネットワークを監視するために反射パラメータが使用される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

光パルス試験の反射測定データは、有害なノイズ効果を緩和し、重要な信号の情報を強調し、事象を検証するために、特異的にフィルタリングされる、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 15】

前記事象解析は、前記パッシブ光ネットワーク内の損失事象の存在をさらに定め、該損失事象を識別し、

前記方法はさらに、

前記識別された損失事象のそれぞれと関連する複数のパラメータであって、前記識別された損失事象のそれぞれの損失の種類、損失の状態、および損失値を含む、損失パラメータを特徴づけるために、前記識別された損失事象に関連する損失解析を実行することと、前記パッシブ光ネットワークの前記損失パラメータを示す報告を準備することと、を含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 16】

前記損失解析は、さらに、位置における前記損失値と対応するファイバ等価メトリックを定めることを含み、

前記位置における事象の前記損失値が予め定められた閾値未満の場合、前記ファイバ等価メトリックは前記位置でのファイバの数に比例し、

前記損失値が前記閾値超の場合、前記ファイバ等価メトリックは、ファイバ等価計算より定められ、該ファイバ等価計算は、前記損失事象の前記位置における損失のない複数のファイバの集合の中の単一のファイバのモデル化された損失に基づく、

請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

光パルス試験 (OTDR) データの反射と損失の解析を実行する方法であって、

前記光パルス試験 (OTDR) データは、パッシブ光ネットワークのみから取り出されて予め得られた光パルス試験の反射測定データファイルを使用して、前記パッシブ光ネットワークの状態を特徴づける目的のために得られ、意図的に内部に設計された損失機能または反射機能を使用することなく取得された散乱データを含み、

前記方法は、

前記予め得られた光パルス試験の反射測定データファイルからデータ配列を生成することと、

複数の反射事象を識別するとともに前記複数の反射事象のそれぞれと関連する複数のパラメータをまとめるために、前記データ配列の反射解析を実行することと、

システムインパルス応答テンプレートと事象確率計算に基づき、前記反射事象のそれぞれをさらに検証し解析するために、事象解析を実行することと、

前記反射事象のそれぞれについて反射の種類と反射の状態を定めることと、

複数の損失事象を識別するとともに前記複数の損失事象のそれぞれと関連する複数のパラメータをまとめるために、前記データ配列の損失解析を実行することと、

前記損失事象のそれぞれについて、損失の特徴づけとなる、標準損失測定、確率計算、およびファイバ等価メトリックに基づき、前記損失事象のそれぞれをさらに検証し解析するために、事象解析を実行することと、

前記損失事象のそれぞれについての損失種類と損失状態を定めることと、

前記パッシブ光ネットワークを特徴づける報告を生成することと、
を含む方法。

【請求項 18】

前記事象解析は、複数の予め定められたスプリッタ事象の識別を提供する、請求項 17
に記載の方法。

【請求項 19】

前記事象解析は、前記パッシブ光ネットワーク内のノイズ効果の広いスペクトルからなる、
請求項 17 に記載の方法。

【請求項 20】

前記パッシブ光ネットワークは新たに構成され、該新たに構成された光ネットワークを
検証するために前記損失と反射のパラメータが使用される、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 21】

前記パッシブ光ネットワークがすでに確立され、該ネットワークを監視するために、前
記損失と反射のパラメータが使用される、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 22】

前記光パルス試験の反射測定データは、有害なノイズ効果を緩和し、重要な信号の情報を
強調し、検出された事象を検証するために、特異的にフィルタリングされる、請求項 17
に記載の方法。

【請求項 23】

既存の PON ネットワークの構成要素を用いて、解析、検証、または監視が遂行される
、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 24】

前記光ネットワークを特徴づける前記報告は、事象の特徴づけの結果と、個々のファイ
バチャンネルの欠陥の識別と、該個々のファイバチャンネルの欠陥のそれぞれについての
可能性のある位置の表示と、に関する情報を含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 25】

前記ファイバ等価メトリックは、位置における事象損失値が予め定められた閾値未満で
あれば、一定であり、

前記ファイバ等価メトリックは、前記損失事象の前記位置における損失のない複数のフ
ァイバの集合の中の単一のファイバの計算された損失に基づく、それぞれの損失事象のた
めのファイバ等価計算を含む、請求項 17 に記載の方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

13/065652-13.03.2014

International application No.

PCT/US13/65652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G01M 11/00; H04B 17/00 USPC - 398/17, 20, 21 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) Classification(s): G01M 11/00; H04B 17/00 USPC Classification(s): 398/17, 20, 21 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) MicroPatent (US Granted, US Applications, EP-A, EP-B, WO, JP, DE-G, DE-A, DE-T, DE-U, GB-A, FR-A); Proquest; Google; Google Scholar; Search Terms Used: optical time domain reflectometry passive network chance probability fiber ratio percentage loss event reflect split splice		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	EP 0 936 457 A2 (BELLER, J.) August 18, 1999; figures 1a - 1c, and 2a, paragraphs [0002], [0012], [0013], [0019], [0024], [0025] - [0028], [0029]-[0030], and [0035].	1-3, 6-8 — 4, 5, 9, 11-16, 19-22, 24
X — Y	US 2012/0163800 A1 (URBAN, P.) June 28, 2012; abstract, paragraphs [0046], [0051], [0069], [0093], [0103]-[0111]	10, 17, 18, 23, 25 — 4, 5, 9, 11-16, 19-22, 24
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 February 2014 (12.02.2014)		Date of mailing of the international search report 13 MAR 2014
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-1774

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. イーサネット

(72)発明者 バーンハート、アンドリュー

アメリカ合衆国 20882 メリーランド州 ゲイザースバーグ ウッドフィールドスクールロード25012

(72)発明者 グウィン、ロバート

アメリカ合衆国 55437 ミネソタ州 ブルーミントン オーバールックドライブ5016

Fターム(参考) 2G086 CC03