

(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2015-514379

(P2015-514379A)

(43) 公表日 平成27年5月18日 (2015.5.18)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>H04M 3/30</b>	<b>(2006.01)</b>	H04M 3/30		5 K 0 1 9
<b>H04M 3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H04M 3/00	E	5 K 2 0 1
<b>H04M 3/26</b>	<b>(2006.01)</b>	H04M 3/26		

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

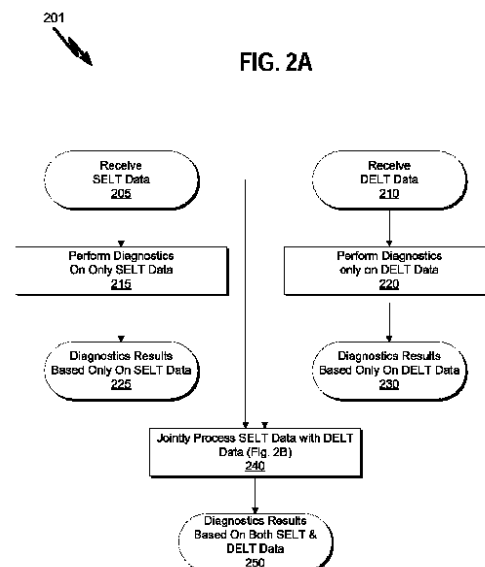
(21) 出願番号	特願2015-505693 (P2015-505693)	(71) 出願人	507293480
(86) (22) 出願日	平成24年4月12日 (2012.4.12)		アダプティブ スペクトラム アンド シグナル アラインメント インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成26年12月5日 (2014.12.5)		アメリカ合衆国 94065 カリフォルニア州 レッドウッド シティ ツインドルフィン ドライブ 333
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/033379	(74) 代理人	100083806
(87) 国際公開番号	W02013/154568		弁理士 三好 秀和
(87) 国際公開日	平成25年10月17日 (2013.10.17)	(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100111235
			弁理士 原 裕子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ツイストペア電話回線のための S E L T および D E L T ベースの診断方法およびシステム

## (57) 【要約】

S E L T データおよび D E L T データの結合処理の少なくとも1つによって、自動化されたライン診断法の精度および故障検出能力を改良する方法およびシステムが開示され、それには、時間領域エコー応答でのピークおよび/またはくぼみとエンベロープおよび/またはくぼみに対するピークの相対的強度の比較; および、信号処理技術によってエコー応答が調節される反復診断法であって、検出アルゴリズムの連続実施の間に、例えば直線ラインの長さを除去する反復診断法が含まれる。精度および故障検出能力を改良するために、本明細書に記載される診断システムおよび診断方法の2つ以上が組み合わされて採用される。例えば、S E L T データおよび D E L T データと一緒に処理され、該 S E L T データの分析では、S E L T 診断ルーチンとして記載されている比試験を採用する。同様に、比試験によってエコー応答でのピークおよびくぼみの相対的強度を評価する該 S E L T 診断方法は、エコー応答の反復調節と組み合わせられる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ツイストペア電話回線の物理的な構成を特徴付ける方法において、  
ラインから収集されたシングルエンドライン試験 ( S E L T ) データの分析に基づいて、  
第 1 のライン構成推定を生成する工程と、  
前記ラインから収集されたダブルエンドライン試験 ( D E L T ) データの分析に基づいて、  
第 2 のライン構成推定を生成する工程と、  
前記第 1 のライン構成推定および前記第 2 のライン構成推定の比較に基づいて、構成推定の少なくとも 1 つの特性に互換性があるか、互換性がないかのいずれかであることを決定する工程と、  
少なくとも 1 つの特性に互換性がないと決定する工程に応答して、それぞれ、 S E L T 分析または D E L T 分析の少なくとも 1 つを修正する工程と、  
修正された前記 S E L T 分析または前記 D E L T 分析に基づいて、前記第 1 のライン構成推定または前記第 2 のライン構成推定の 1 つを見直した後に比較を繰り返す工程を含む方法。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の方法において、  
ここで前記少なくとも 1 つの特性には、  
故障の位置；  
開放故障 ( s e r i e s   f a u l t )、シャント故障、ブリッジタップのいずれかの故障の特定；または  
ブリッジタップの長さの少なくとも 1 つが含まれる方法。

20

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の方法において、  
前記ラインの物理的な構成の推定中に、互換性があると決定される少なくとも 1 つの特性を特定する工程をさらに含む方法。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の方法において、  
互換性がない特性に対して第 1 のライン構成推定または第 2 のライン構成推定のそれぞれの精度を決定する工程と、  
前記精度をお互いに、または、あらかじめ定められた閾値と前記精度を比較する工程と、  
ライン構成のさらなる推定として、あらかじめ定められた閾値を超える優れた精度を有するライン構成推定に基づいて前記互換性がない特性を特定する工程を含む方法。

30

**【請求項 5】**

請求項 1 に記載の方法において、  
前記 S E L T 分析および前記 D E L T 分析のいずれか 1 つだけによって特定されるライン故障の存在を互換性がない特性として決定し、  
前記 S E L T 分析および前記 D E L T 分析のそれぞれはライン故障検出アルゴリズムを含み、  
前記 S E L T 分析または前記 D E L T 分析のいずれか 1 つのライン故障検出閾値を互換性がないことを低減させる方向に修正後に、前記第 1 のライン構成推定または前記第 2 のライン構成推定の少なくとも 1 つが見直される方法。

40

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載の方法において、  
故障を検出する前記 D E L T 分析に応答して前記 S E L T 分析の故障検出感度を増加させた後に、第 1 のライン構成アルゴリズム推定が見直され、または、故障を検出する前記 S E L T 分析に応答して、前記 D E L T 分析の故障検出感度を増加後に第 2 のライン構成アルゴリズム推定が見直される方法。

**【請求項 7】**

50

請求項 1 に記載の方法において、

前記 S E L T 分析および前記 D E L T 分析のいずれか 1 つだけによって特定されるライン故障の存在を互換性がない特性として決定し、

前記第 1 のライン構成推定は信号処理を含む前記 S E L T 分析を修正することによって見直され、前記信号処理は前記第 1 のライン構成推定で特定される直線ラインの長さの影響をキャンセルする処理である方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法において、

前記 S E L T データはエコー応答を含み、および前記信号処理は前記エコー応答に関し、前記直線ラインの長さは、前記第 1 のライン構成推定で特定される、第 1 の反射に対して決定される距離よりも短い、あらかじめ定められた長さである方法。

10

【請求項 9】

請求項 5 に記載の方法において、

前記ライン故障検出閾値は、前記 S E L T 分析の一部として評価される時間領域エコー応答での、相対的な、ピークとエンベロープの比、くぼみとエンベロープの比、あるいは、ピークとくぼみの比の大きさの閾値を含む方法。

【請求項 10】

ツイストペア電話回線の物理的な構成を特徴付けるためのシステムにおいて、

ラインから収集されたシングルエンドライン試験 (S E L T) データおよびダブルエンドライン試験 (D E L T) データの両方を記憶するメモリと、

20

前記 S E L T データの分析に基づいて、第 1 のライン構成推定を生成する、前記メモリに結合する第 1 の分析モジュールと、

前記 D E L T データの分析を実施し、第 2 のライン構成推定を生成する、前記メモリに結合する第 2 の分析モジュールと、

分析モジュールに結合する診断モジュールであって、

前記第 1 のライン構成推定および前記第 2 のライン構成推定の比較に基づいて、構成推定の少なくとも 1 つの特性が、互換性があるか互換性がないかのいずれかであることを決定する診断モジュールを含み、

少なくとも 1 つの特性に互換性がない場合には、前記分析モジュールの少なくとも 1 つが S E L T 分析または D E L T 分析の少なくとも 1 つを修正し、および、見直された分析に基づいて前記第 1 のライン構成推定または前記第 2 のライン構成推定の少なくとも 1 つを見直し、前記診断モジュールは見直した後に、前記第 1 のライン構成推定と前記第 2 のライン構成推定の比較を繰り返すシステム。

30

【請求項 11】

請求項 11 に記載のシステムにおいて、

前記少なくとも 1 つの特性には、

故障の位置；

開放故障、シャント故障、ブリッジタップのいずれかの故障の特定；またはブリッジタップの長さの少なくとも 1 つが含まれるシステム。

【請求項 12】

40

請求項 10 に記載のシステムにおいて、

少なくとも 1 つの特性に互換性があると決定されると、前記診断モジュールは、前記ラインの物理的な構成の推定で互換性がある特性を特定するシステム。

【請求項 13】

請求項 12 に記載のシステムにおいて、

前記診断モジュールは、互換性がない特性に対して、第 1 の分析と第 2 の分析のそれぞれに関する精度を決定し、

前記診断モジュールは前記精度をお互いに比較または閾値と比較し、

前記診断モジュールは、優れた精度、あるいは前記精度の差のいずれかが、あらかじめ定められた閾値を超える場合には、優れた精度によるライン構成推定に基づく前記互換性

50

がない特性を、ライン構成のさらなる推定として特徴付けるシステム。

【請求項 14】

請求項 12 に記載のシステムにおいて、

前記診断モジュールは、前記 S E L T 分析および前記 D E L T 分析のいずれか 1 つだけによって特定されるライン故障の存在を互換性がない特性として決定し、

前記分析モジュールは、前記 S E L T 分析および前記 D E L T 分析のそれぞれにライン故障検出アルゴリズムを適用し、

前記 S E L T 分析または前記 D E L T 分析のいずれか 1 つのライン故障検出閾値を互換性がないことを低減させる方向に修正後に、前記診断モジュールは前記第 1 のライン構成推定または前記第 2 のライン構成推定の少なくとも 1 つを見直すシステム。

10

【請求項 15】

請求項 14 に記載のシステムにおいて、

前記分析モジュールは、故障を検出する前記 D E L T 分析に応答して、前記 S E L T 分析の故障検出感度を低減する、または、前記分析モジュールは、故障を検出する前記 S E L T 分析に応答して、前記 D E L T 分析の故障検出感度を低減するシステム。

【請求項 16】

請求項 12 に記載のシステムにおいて、

前記診断モジュールは、前記 S E L T 分析および前記 D E L T 分析のいずれか 1 つだけによって特定されるライン故障の存在を互換性がない特性として決定し、

前記分析モジュールは前記 S E L T 分析を前記 S E L T データの信号処理を含むように修正し、前記信号処理は前記第 1 のライン構成推定で特定される直線ラインの長さの影響をキャンセルする処理であるシステム。

20

【請求項 17】

請求項 16 に記載のシステムにおいて、

前記 S E L T データはエコー応答を含み、前記信号処理は前記エコー応答に関し、前記直線ラインの長さは、前記第 1 のライン構成推定で第 1 の反射に対して決定される距離よりも短い、あらかじめ定められた長さの量であるシステム。

【請求項 18】

命令を含む少なくとも 1 つの非一時的なコンピューター読み取り可能な記憶媒体であって、前記命令がプロセッサによって実行されると、コンピューターに請求項 1 に記載の方法を実施させるように機能する非一時的なコンピューター読み取り可能な記憶媒体。

30

【請求項 19】

ツイストペア電話回線の物理的な構成を特徴付けるためのシステムにおいて、

シングルエンドライン試験 (S E L T) データを受信する手段と、

ラインから収集されたダブルエンドライン試験 (D E L T) データを受信する手段と、

前記 S E L T データおよび前記 D E L T データの分析を実施する手段と、

前記 S E L T 分析に基づいて第 1 のライン構成推定を生成する手段と、

前記 D E L T 分析に基づいて第 2 のライン構成推定を推定する手段と、

前記第 1 のライン構成推定および前記第 2 のライン構成推定の比較に基づいて、構成推定の少なくとも 1 つの特性に互換性があるか互換性がないかのいずれかであることを決定する手段を含むシステム。

40

【請求項 20】

請求項 19 に記載のシステムにおいて、

少なくとも 1 つ特性に互換性がないと決定することに応答して、それぞれ前記 S E L T 分析または前記 D E L T 分析の少なくとも 1 つを修正することによって、前記第 1 のライン構成推定または前記第 2 のライン構成推定の少なくとも 1 つを見直す手段と、

前記第 1 のライン構成推定または前記第 2 のライン構成推定の 1 つを見直した後に、比較することを繰り返す手段をさらに含むシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【 0 0 0 1 】

本明細書に記載される発明は、一般に、遠隔通信の分野に関し、より詳細にはデジタル加入者回線（DSL）ネットワークのツイストペア電話回線の物理的な構成を自動的に決定および診断するためのシステムおよび方法である。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

デジタル加入者回線（DSL）技術は、一般に、例えば、非対称DSL（ADSL）、高速DSL（HDSL）、対称DSL（SDSL）および/または超高速/超高速ビットレートDSL（VDSL）等のデジタル加入者回線設備およびパケットベースのアーキテクチャを使用するサービスを含む。該DSL技術ツイストペアラインに超広帯域を割り当てることができ、および、バンド幅に集中する用途に対して大きな可能性を提供する。しかしながら、30KHz～30MHzバンドのDSLサービスは、4K未満のバンドで動作するアナログ音声通話のみ可能な旧来の電話サービス（POTS）よりも、ライン状態（例えば、ラインの長さ、品質および環境）に依存する。

## 【 0 0 0 3 】

いくつかのライン（ループ）がDSLを実装するために物理的に良好な状態である（例えば、適切な短い長さであり、動作可能なマイクロフィルタまたはスプリッターが適切に実装され、および、ブリッジタップおよび不良スプライス（bad splice）が無い）場合でも、多くのラインが適切ではない。例えば、ライン長がさまざまに変動する場合、ラインに対するワイヤゲージがラインの全長に対して一致した値でない場合（2つ以上の異なるゲージが一緒に接合されている）、マイクロフィルタが無いまたは動作不能である場合、および、存在する多くのラインに1つ以上のブリッジタップがある（ラインの1つの終端またはラインの長さ方向のいずれかの場所で、タップオフされた長いワイヤペアが未接続または終端不良の場合）がある。

## 【 0 0 0 4 】

ラインの物理的な構成の評価（以下「ライン診断法」と称する）は、いずれかのDSLネットワークを実装するには重要なステップである。ライン診断法によって特徴付けられる物理的ラインパラメータには：上述されたさまざまな故障のいずれかの検出；検出される故障の位置の特定；および、1つ以上の記述子に対する故障の特徴付け（例えば、ブリッジタップの長さ）が挙げられる。所与のタイプのDSL技術によって達成できるビットレートはラインの物理的な構成によって異なるので、該物理的ライン診断法は重要である。例えばクロストーク問題を最小化するための所与のライン群で実施されるスペクトル管理活動も、ラインの物理的な構成によって異なる。

## 【 0 0 0 5 】

本技術分野におけるライン診断には、一般に、第2の終端でのデータ収集を行わず、他の終端で終端処理されるラインの一終端に配置される設備を使用し、ライン伝達関数を推定するシングルエンドライン試験（SELT）技術、および、ラインの両終端に配置される設備でライン伝達関数を直接測定するダブルエンドライン試験（DELT）技術が含まれる。SELT技術は一般に反射法を採用し、これは、信号がメディアを通じて伝搬し、メディアの不連続性に起因してその一部が反射されるという事実に基づいている。反射技術には、掃引周波数の波形（マルチトーン）がラインに沿って送信される周波数領域反射法（FDR）、および、パルス波形がラインに沿って送信される時間領域反射法（TDR）が含まれる。どちらの態様でも、ライン構成を推定（例えば、上述のライン故障の1つ以上を検出）するために、エコー応答が収集され、および、すくなくとも周波数、振幅、および極性の1つ以上に対して分析される。

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

SELTまたはDELTのどちらかに基づくライン診断法は広く研究されてきたが、自動化されたライン診断アルゴリズムには集中して研究すべき課題が残っている。ライン構

10

20

30

40

50

成の正確な推定は、実際の特徴に対するアルゴリズム感度が低すぎる第1のタイプのエラー、または、謝った特徴に対する感度が高すぎる第2のタイプのエラーのいずれかに起因する誤検出を避けることができるか否かに依存する。多くのTDRベースの診断アルゴリズムは、可能性がある一群のテンプレートから、試験中のラインのエコー応答と最も高い相関を持つライン構成テンプレートを特定するように構成される。したがって、一群のテンプレートに依存するTDRベースの診断アルゴリズムの精度は、一群のテンプレートの大きさによって異なる。一群のテンプレートの大きさが大きくなると処理の複雑度が増し処理時間が長くなるので、診断結果は事実上制限される。

【0007】

したがって、自動化されたライン診断法の精度とともに検出能力を向上させる技術も非常に有用である。

【0008】

本発明の実施形態は実施例を使用して説明されているが、これは限定することを意味するものではなく、以下の図を考慮して以下の詳細な説明を参照すればより十分に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施形態が動作できる例示的なネットワークアーキテクチャを示す。

【図2A】本発明の実施形態によるSELTデータおよびDELTデータの結合処理を含むライン診断法方法を示すフローチャートである。

【図2B】実施形態によるラインの物理的な構成を決定するためのSELTデータおよびDELTデータの結合処理の方法を示すフローチャートである。

【図3】実施形態による、図1に示される、例示的なネットワークから収集されるSELTデータおよびDELTデータの結合処理を実施するように構成されるシステムを図示する機能ブロック図を示す。

【図4A】実施形態による比試験を採用する反復SELT診断方法を図示するフローチャートを示す。

【図4B】実施形態による、反復SELT診断方法の一部として実施される図4Aに示される、時間領域エコー応答に応じて実施される例示的なピーク/くぼみ比試験を図示するフローチャートを示す。

【図4C】実施形態による、図4Aに示される反復SELT診断方法の一部として実施される、時間領域エコー応答に応じて実施される例示的なピーク/くぼみ比試験をさらに図示するフローチャートを示す。

【図4D】実施形態による、図4Aに示される反復SELT診断方法の一部として実施される物理的な構成の推定に基づいて、エコー応答を調節するための方法を図示するフローチャートを示す。

【図5A】図4Aに図示される反復SELT診断方法に続いて動作する例示的な時間領域エコー応答である。

【図5B】実施形態による、図4Dに示される方法に続いて調節された例示的な時間領域エコー応答である。

【図6】実施形態による、図1に示される例示的なネットワークから収集されたSELTデータに応じて、図4Aに示される反復SELT診断方法を実施するように構成されたシステムを図示する機能ブロック図を示す。

【図7】本発明の実施形態による、図3および図6に示される機能ブロックの少なくとも1つ、および好ましくはすべてを自動的に実施するように構成された、コンピューターシステムの例示的な形態の装置の図表示である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本明細書には、ツイストペア電話ライン診断法のための方法およびシステムが記載されている。簡潔に言うと、例示的な実施形態はDSLネットワークに関連して記載されてい

10

20

30

40

50

る。本明細書で使用する場合、「ライン診断法」は、これに限定されるわけではないが、開放故障 (series fault)、シャント故障、およびブリッジタップの検出、故障の位置の特定、故障の特徴付け (例えば、ブリッジタップ長さ) などの物理的なライン構成パラメータの検出または決定を示す。本明細書に記載の診断方法は、特定のライン構成パラメータに対して示されているが、当業者であれば、ラインに類似の物理的現象を生じる、当業者に知られているいずれかの他の物理的なライン構成パラメータの診断に容易に適用することができる。例えば、少なくともマイクロフィルタ問題は本明細書に記載される診断法技術によって検出および / または特徴付けられることが想定される。例えば、本明細書に記載されている方法およびシステムのさらなる展開によってワイヤゲージの変化の検出を改良することができる。

10

#### 【0011】

本発明の実施形態は、S E L TデータおよびD E L Tデータの結合処理の以下の少なくとも1つによって、精度および故障検出能力を改良する ; 時間領域エコー応答で、エンベロープに対するピークおよび / またはくぼみ並びにくぼみに対するピークの相対的強度を分析する試験 ; および検出アルゴリズムの連続実施の間に信号処理技術によってエコー応答が調節される反復診断法である。実施形態では、本明細書に記載される診断システムおよび診断方法の2つ以上が、精度および故障検出能力を改良するために組み合わせられて採用される。例えば、S E L TデータおよびD E L Tデータと一緒に処理される1つの実施形態では、S E L Tデータの分析は、S E L T診断法に関連して記載されている比試験を使用できる。同様に、本明細書に記載されている比試験を採用するS E L T診断法は、実施形態では、エコー応答の反復調節と組み合わせられる。さらなる実施形態では、比試験を採用する反復S E L T診断法は、S E L TデータおよびD E L Tデータの結合処理のS E L T分析部分として採用される。

20

#### 【0012】

以下の説明では、数多くの具体的な詳細は、種々の実施形態の完全な理解を提供するために、特定のシステム、言語、構成要素などを例として説明している。しかしながら、当業者にとっては、発明された実施形態を実施するためにこれらの特定の詳細が必ずしも必要ではないことが明らかである。他の事例では、発明された実施形態を不必要に曖昧にすることを避けるために、よく知られた材料または方法が詳細に記載された。

30

#### 【0013】

本明細書に記載され、および、図に表現された多様なハードウェア構成要素に加えて、実施形態は以下に記載された多様な動作をさらに含む。該実施形態に従って記載された動作は、ハードウェア構成要素によって実行され、または、機械が実行可能な命令によって実現されてもよく、該命令は前記動作を実施する命令がプログラムされた汎用プロセッサまたは特定用途プロセッサを実行させるために使用される。または、メモリおよび1つまたは複数のプロセッサのコンピューティング・プラットフォームによって本明細書に記載の動作を実施するソフトウェア命令を含む、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせによって該動作が実行されてもよい。

#### 【0014】

実施形態は、明細書に記載の動作を実施するためのシステムまたは装置にも関する。発明されたシステムまたは装置は、要求された目的のために特別に構成されてもよく、すなわち、コンピューターに記憶される、または、クラウド記憶媒体によってアクセス可能なコンピュータープログラムによって選択的に活性化され、または、再構成されてもよい汎用コンピューターを含んでもよい。該コンピュータープログラムはコンピューター読み取り可能記憶媒体に記憶されてもよく、これに限定されるものではないが、それらには、フロッピー (登録商標) ディスク、光ディスクを含む種類のディスク、フラッシュ、NAND、半導体ドライブ (SSD)、CD-ROM、および、磁気 - 光ディスク、リードオンリーメモリ (ROM)、ランダムアクセスメモリ (RAM)、EPROM、EEPROM、磁気または光カード、または、電子命令を記憶することができる適切なすべて類似の種類の非一時的な媒体であって、それは当業者にとって非一時的であるとみなすのに十分な

40

50

時間スケールを有するものが含まれる。一実施形態では、これらに記憶される命令を含む非一時的なコンピューター読み取り可能記憶媒体が、診断デバイス内の1つまたは複数のプロセッサを動作させ、本明細書に記載の診断方法および動作を実施させる。別の実施形態では、該方法および動作を実施する命令が、後の実行のために非一時的なコンピューター可読の媒体に記憶される。

#### 【0015】

図1は、実施形態がG.997.1標準(G.100とも呼ばれる)に従って動作する例示的なネットワークアーキテクチャ100を示す。スプリッターを含む、または、含まない非対称デジタル加入者回線(ADSL)システム(デジタル加入者回線(DSL)システムの一つの形態)は、多様な適用可能な標準に従って動作し、それらにはADSL1(G.992.1)、ADSL-Lite(G.992.2)、ADSL2(G.992.3)、ADSL2-Lite(G.992.4)、ADSL2+(G.992.5)および超高速デジタル加入者回線または超高速-ビットレートデジタル加入者回線(VDSL)標準であるG.993.x、並びにG.991.1およびG.991.2-対高速デジタル加入者回線(SHDSL)標準、これらのすべてが結合されおよび結合されない形態が挙げられる。

10

#### 【0016】

明確な、G.997.1で規定される組み込み動作チャンネル(EOC)、および、G.992.x標準で定義されるインジケータビットおよびEOCメッセージの使用に基づいて、G.997.1標準はADSL伝送システムのための物理層マネージメントを規定する。さらに、G.997.1は、構成、フォルトおよび性能管理のためのネットワークマネージメント構成要素内容を規定する。開示された機能を実行する場合に、システムはアクセスノード(AN)で利用可能であるさまざまな動作データ(性能データを含む)を使用できる。

20

する。

#### 【0017】

図1では、ユーザの端末装置102(たとえば、加入者宅内機器(CPE)デバイスまたは遠隔ターミナルデバイス、ネットワークノード、LANデバイス等)はホームネットワーク104に結合し、ホームネットワーク104は、次にネットワーク終端(NT)ユニット108と結合する。DSL送受信機ユニットがさらに開示される。例えば、これはDSLループまたはラインを変調するデバイスである。一実施形態では、NTユニット108は、TU-R(TU遠隔)122(たとえば、ADSLまたはVDSL標準のいずれかによって定義される送受信器)あるいは他のいずれかの適切なネットワーク終端モデム、送受信器または他の通信ユニットを含む。NTユニット108は、マネージメントエンティティ(ME)124も含む。マネージメントエンティティ124は、適用される標準および/または他の基準のいずれかによって要求するように実行できるマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、またはファームウェアまたはハードウェアの回路ステートマシンなどの任意の好適なハードウェアデバイスであってもよい。マネージメントエンティティ124は、その管理情報ベース(MIB)に、特に、動作データ、性能データ(例えばSELTおよび/またはDELTデータ)を収集し、および、記憶する。MIBは各MEによって維持される情報のデータベースであって、シンプルネットワークマネージメントプロトコル(SRMP)、管理コンソール/プログラムに提供するようにネットワークデバイスから情報を集めるために使用される管理プロトコルなどのネットワークマネージメントプロトコル、または、中間言語(Transaction Language 1(TL1))コマンドを介してアクセスすることができる。TL1は通信ネットワーク要素間のプログラムレスポンスおよびコマンドに使用されるために長年をかけて確立されたコマンド言語である。

30

40

#### 【0018】

システムの各TU-R122は、本社(CO)または他の中心位置のTU-C(TU中心)に結合されることができる。TU-C142は本社146のアクセスノード(AN)

50



114に位置する。マネージメントエンティティ144は同様にTU-C142に関する動作データのMIBを維持する。当業者であれば理解するように、アクセスノード114は広帯域ネットワーク106または他のネットワークに接続されてもよい。TU-R122およびTU-C142はライン(ループ)112によって一緒に結合される。ループ112がDSLの場合には、電話回線などのツイストペアラインであってもよく、DSLベースの通信に加えて他の通信サービスを伝送する。マネージメントエンティティ124またはマネージメントエンティティ144のいずれも本明細書に記載する診断/管理デバイス170を実装および取り入れることができる。診断/管理デバイス170は、DSLサービスをエンドユーザに提供するエンティティから分離されて、サービスプロバイダーによって操作でき、または、第三者によって操作できる。従って、一つの実施形態による、診断/管理デバイス170は、複数のデジタル通信ラインに対して責任を有する通信事業会社とは分離し、および、異なるエンティティによって動作および管理される。さらに、マネージメントエンティティ124またはマネージメントエンティティ144は、収集されたWAN情報および収集されたLAN情報を関連するMIBの中に記憶できる。

#### 【0019】

図1に示されるインターフェースのいくつかは、プローブデータおよび動作データを収集し、決定するために使用される。Qインターフェース126は、オペレータのネットワークマネージメントシステム(NMS)116とアクセスノード114のME144との間のインターフェースを提供する。G.997.1標準で規定されるパラメータはQインターフェース126に適用する。マネージメントエンティティ144でサポートされる近端パラメータはTU-C142から得ることができ、一方、TU-R122の遠端パラメータはUインターフェース上の二つのインターフェースのどちらか一方によって得ることができる。インジケータビットおよびEOCメッセージは、組み込みチャンネル132を使用して送信でき、および、物理メディア依存(PMD)層で提供され、および、ME144で要求されるTU-R122パラメータを生成するために使用できる。それに代えて、マネージメントエンティティ144によって要求されると、TU-R122からパラメータを得るために、運用・管理・保守(OAM)チャンネルおよび適切なプロトコルを使用できる。同様に、TU-C142の遠端パラメータはUインターフェース上の二つのインターフェースのどちらか一方によって得ることができる。PMD層で提供されるインジケータビットおよびEOCメッセージは、NTユニット108のマネージメントエンティティ124の要求されるTU-C142パラメータを生成するために使用できる。それに代えて、マネージメントエンティティ124によって要求されると、TU-C142からパラメータを得るために、OAMチャンネルおよび適切なプロトコルを使用できる。

#### 【0020】

Uインターフェースには、二つのマネージメントインターフェースがあり、一つはTU-C142(U-Cインターフェース157)であり、一つはTU-R122(U-Rインターフェース158)である。インターフェース157はTU-R122がライン112を介して取得するTU-C近端パラメータを提供する。同様に、U-Rインターフェース158はTU-C142がUインターフェース/ループ/ライン112を介して取得するTU-R近端パラメータを提供する。適用されるパラメータは使用される送信器標準によって異なる(たとえば、G.992.1またはG.992.2)。G.997.1標準は、Uインターフェースでのオプションの運用・管理・保守(OAM)通信チャンネルを規定する。このチャンネルが実装される場合には、TU-CおよびTU-Rペアは物理層OAMメッセージを伝送するためにそれを使用できる。従って、該システムのTU送受信器122および142は、それぞれのMIBで維持される多様な動作データを共有する。

#### 【0021】

一般に、本明細書に記載の診断方法およびシステムは、ネットワークアーキテクチャ100のいずれのポイントでも実施できる。図1に示されるように、ライン112のいずれかの終端または両側の終端で、SELTデータ収集およびDELTデータ収集を実施する。例えば、一つの実施形態では、ライン112の2つの終端の一方で、SELTパラメー

10

20

30

40

50

タを測定するための信号発生器およびデータ収集器は、C Oサイド(T U - C 1 4 2)に配置される。代替実施形態では、ライン1 1 2の2つの終端の一方で、S E L Tパラメータを測定するための信号発生器およびデータ収集器は、C P Eサイド(T U - R 1 2 2)に配置される。ライン1 1 2の反対側の終端からの伝送によって実施される、D E L Tライン伝達関数の測定結果を収集するデータ収集器は、同様にライン1 1 2のいずれかの終端または両側の終端に配置される。さらに図1に示されるように、ライン1 1 2に対して生成されたS E L T / D E L Tデータは、測定データ収集器から診断/管理デバイス1 7 0に中継される。次に、診断/管理デバイス1 7 0は本明細書に記載された1つ以上の方法を実施し、受信されたS E L T / D E L Tデータを解析し、所与のライン1 1 2で、これに限定されるわけではないが、1つ以上のライン故障を検出するなどの1つ以上のラインパラメータを推定するに至る。

10

#### 【0022】

図2 Aは、本発明の実施形態による、S E L TデータおよびD E L Tデータの結合処理を含む自動化されたライン診断法方法2 0 1を図示するフローチャートである。一般に、図2 Aに図示される実施形態は、動作2 0 5、2 1 0で受信されるS E L TデータおよびD E L Tデータの各強度、および、動作2 1 5および2 2 0で実施されるそれぞれの分析を活用し、検出能力および精度を改良する。このように、S E L Tデータだけに基づく動作2 2 5での診断結果出力、D E L Tデータだけに基づく動作2 3 0での診断結果出力、並びに、動作2 4 0でのS E L TデータおよびD E L Tデータの結合処理に基づく動作2 5 0での診断結果出力の分析によって3つの決定がなされる。

20

#### 【0023】

動作2 4 0でのS E L TデータおよびD E L Tデータの結合処理によって、第1に故障検出能力が向上されることによって診断能力が向上される。S E L TデータおよびD E L Tデータの一方又は他方によって、いくつかの故障がよりよく検出されることを理解することで、最小限の結合処理で付加的な検出能力の利益が提供される。例えば、短いブリッジタップはS E L TデータほどにはD E L Tデータに影響をおよぼさないので、S E L TデータとD E L Tデータの結合処理によって、D E L Tベースの診断法だけの検出能力よりも、短いブリッジタップに対する検出能力が向上する。同様に、D E L Tデータと一緒に処理されると、S E L Tの能力を超えて、故障の位置特定(故障が検出されるラインの終端からの距離を推定する動作)能力が向上される。

30

#### 【0024】

しかしながら、明細書の以降に説明するように、S E L TデータおよびD E L Tデータ分析は、結合処理をしなければ発生するであろう程度までは、精度を犠牲にせずにそれぞれの分析技術の検出感度を効果的に高めるように、同一ラインでのそれらの同時分析によってそれぞれが調節されるので、動作2 4 0でのS E L TデータとD E L Tデータの結合処理は、付加的な効果を結果として生じるだけではない。したがって、1つの立場として、類似の検出閾値をD E L T(S E L T)データだけを使用した場合に発生する可能性がある誤検出(すなわち、現実にはない故障を検出すること)を防止するために、結合処理はS E L T(D E L T)データの採用を必要とする。結合処理によって検出感度が向上するので、S E L TデータまたはD E L Tデータのどちらかに重要な影響をおよぼさない故障も検出可能となる。

40

#### 【0025】

図2 Bは、S E L TデータとD E L Tデータの結合処理によって、実施形態によるラインの物理的な構成を決定するための方法2 0 2を図示するフローチャートである。方法2 0 2は、図2 Aの動作2 0 4で実施される結合処理の1つの実施形態を示す。すでに紹介したように、S E L Tデータは動作2 0 5で受信され、および、D E L Tデータは動作2 1 0で受信される。所与の通信ライン(例えば、図1のツイストペアライン1 1 2)では、S E L Tデータは、すくなくとも、T D Rエコー応答、あるいはF D Rエコー応答、エコー応答の精度(分散)、および時間領域応答が決定されるスケール係数を含む。S E L Tデータは、これに限定されるわけではないが、T D RおよびF D Rなどの当業者に知ら

50

れているいずれかの技術によって収集される。D E L Tデータはすくなくとも、伝達関数 ( H ) を測定できる 1 つ以上のパラメータを含む。例えば、D E L Tデータには、ライン挿入損失およびライン減衰の測定値、および、これに限定されるわけではないが、ビット分布、信号対ノイズ比 ( S N R )、パワースペクトル密度 ( P S D )、クワイエット ( q u i e t ) ラインノイズ ( Q L N )、およびファインゲイン ( f i n e g a i n s ) などのトーン毎に報告されている他の測定値が含まれても良い。

#### 【 0 0 2 6 】

動作 2 5 5 で、S E L Tデータは物理的ラインパラメータを診断する目的で分析される。同様に、動作 2 6 0 で、物理的ラインパラメータがD E L Tデータに基づいて決定される。図 2 B に示されるように、動作 2 5 5 および 2 6 0 はそれぞれ独立して実施される。特に、S E L Tデータ診断アルゴリズムおよびD E L Tデータ診断アルゴリズムの少なくとも 1 つが動作 2 5 5 および 2 6 0 で採用され、それぞれ、1 つ以上のライン故障検出アルゴリズムを伴う。該アルゴリズムは、一般に、アルゴリズムの故障検出感度に影響をおよぼす少なくとも 1 つ分析パラメータを含む。さらに説明すると、S E L T分析アルゴリズムが、エコー応答の特徴の分析を伴う (例えば、ピーク) 場合、1 つの例示的な分析パラメータは、ライン故障の特徴に関連する検出基準である。

10

#### 【 0 0 2 7 】

エコー応答の特徴の相対的強度を評価するための比試験に基づく 1 つの例示的な S E L T 検出アルゴリズムが、本明細書の別の部分にさらに記載され、および、これらの比試験のために記載されたそれぞれの閾値は、分析パラメータの別の例である。他の実施形態では、S E L T ベース検出アルゴリズムがエコー応答とテンプレートの集積所に記憶されたテンプレートとを照合する工程を伴う場合、十分な一致によって閾値が決定される特定のテンプレートは例示的な分析パラメータである。同様に、D E L T データベースの診断アルゴリズムに採用されるすべてのライン故障検出基準は、本発明に関連する分析パラメータの実施例である。当業者に知られ、および、アルゴリズムの検出感度に影響をおよぼす 1 つ以上の分析パラメータを備えるすべての S E L T データベースの診断アルゴリズムを動作 2 5 5 で使用できる。同様に、当業者に知られ、および、アルゴリズムの検出感度に影響をおよぼす 1 つ以上の分析パラメータを備えるすべての D E L T データベースの診断アルゴリズムを動作 2 6 0 で使用できる。

20

#### 【 0 0 2 8 】

動作 2 7 0 で、S E L T ベースの診断法動作 2 5 5 で生成された結果が、D E L T ベースの診断法動作 2 6 0 で生成された結果と比較される。動作 2 7 0 は、動作 2 5 5 および 2 6 0 で生成されたラインパラメータ推定値を比較する工程、および、これらの特性を互換性がある、または、互換性がないに基づいてお互いに分類する工程を伴う。一般に、この比較は、S E L T ベースの診断法およびD E L T ベースの診断法の両方によって推定されるラインパラメータのサブセットだけに対して実施される。言い換えれば、2 つの診断法によって同一の結果を生じる可能性がある場合には、同一、すなわち一致した結果が特定のラインに対して生成されたか否かを決定するために比較が実施される。したがって、動作 2 7 0 で比較されるライン特性は、動作 2 6 0 および 2 7 0 で採用される診断アルゴリズムによって異なる。このように、S E L T ベースの診断およびD E L T ベースの診断の両方によって識別でき、当業者に知られているすべての特性が動作 2 7 0 で比較される。該ライン特性には、これに限定されるわけではないが、ライン長、開放故障 ( s e r i e s f a u l t ) ; シャント故障 ; ブリッジタップのいずれかの検出 (例えば、不良スプライス ( b a d s p l i c e ) )、故障したマイクロフィルタ、故障の位置、および、例えば、検出される故障の深刻度または長さなどの故障の追加の特性が挙げられる。

30

40

#### 【 0 0 2 9 】

1 つの例として、2 つのブリッジタップが S E L T ベースの診断動作 2 5 5 によって検出され、および、1 つのブリッジタップの特定の長さがD E L T ベースの診断動作 2 6 0 によって検出されると、両方の診断技術によって検証された 1 つのブリッジタップは、S E L T ベースおよびD E L T ベースライン構成推定の互換性がある特性であると宣言され

50

る。対照的に、D E L Tベースの診断法によって検出されない第2のブリッジタップは、互換性がない特性であると特定される。

【0030】

上述の実施例に記載された第2のブリッジタップの検証されない検出などの、互換性がないと特定されるすべての特性に対して、方法202は、S E L TベースおよびD E L Tベースの診断動作255および260の1つまたは両方の引き続きの反復が実施されるべきであるか否かを決定するように進む。この決定は、方法202の自動化された実行を制御するパラメータを基に実施される。1つの実施形態では、決定は、これまでラインのS E L TおよびD E L Tデータの定められた組に対して実施された多くの反復に基づいて実施される。例えば、閾値となる回数未満の反復が実施されると、追加の反復を実施するための準備で方法202は動作290に進む。別の実施形態では、動作290に進む決定は、動作255、260で実施されるS E L Tベースの診断法またはD E L Tベースの診断法で採用される分析パラメータの1つ以上の値に基づく。例えば、互換性がないと特定される、特性の検出を制御する閾値があらかじめ定められた範囲の限界にまだない場合には、検出閾値があらかじめ定められた範囲内に適切に調節されて、方法202は方法202の反復のために動作290に進む。

【0031】

方法202が動作290に進む場合には、S E L T診断アルゴリズムまたはD E L Tベースの診断アルゴリズムの少なくとも1つに採用される1つ以上の分析パラメータが調節される。該調節はライン互換性がないと特定される複数の特性に対して同時に実施され、または、該調節は互換性がないと特定される特性を連続的に低減するために複数の特性の所与の1つに実施される。どちらの場合にも、反復プロセスは、適切なライン診断による比較的より互換性がある結果および高信頼性で、ライン構成を推定するに至る。

【0032】

分析パラメータの調節は、互換性がないとして特定される特性に依存して異なる形態を取るが、分析パラメータは、例示的な実施形態では、前回の反復で特定された互換性がない特性を低減する方向に調節される。例えば、S E L Tベース分析またはD E L Tベース分析のいずれかが真の故障を検出することに失敗するという潜在的なタイプ-Iエラーを低減するという方向で調節が実施される。1つの該実施形態では、S E L T分析またはD E L T分析で採用されるライン故障検出閾値は、前回の反復の分析で検出されない故障の検出感度を増加するように調節される。実施例では、動作260でのD E L Tベース分析で第2のブリッジタップを検出しない場合には、D E L Tベース分析によって採用されるブリッジタップ検出基準は、ブリッジタップ感度を強めるようにあらかじめ定められた量だけ調節される。この感度の増加は、ブリッジタップ検出感度の限界値に到達するか互換性がある結果が得られるまで、方法202の反復毎に増加的に実施される。

【0033】

または、分析のいずれかで存在しない故障を検出するという潜在的なタイプ-IIエラーを低減するという方向で調節が実施される。1つの該実施形態では、S E L T分析またはD E L T分析のいずれかに採用されたライン故障検出閾値は、前回の反復で検出された故障の検出感度を低減するように調節される。実施例では、動作260でのD E L Tベース分析で第2のブリッジタップを検出しない場合には、S E L Tベース分析で採用されたブリッジタップ検出基準は、ブリッジタップ感度を弱めるためにあらかじめ定められた量だけ調節される。

【0034】

さらなる実施形態では、S E L Tベース分析パラメータまたはD E L Tベース分析パラメータをどのように調節するかを決定することは、既知の互換性がない特性のいずれかに対する、あらかじめ定められたバイアスに依存する。実施例では、動作260でのD E L Tベース分析で第2のブリッジタップを検出しない場合には、S E L Tベースデータが短い長さのブリッジタップをよりよく検出できるように適合されたバイアスによって、動作290のパラメータを、S E L Tベース分析のブリッジタップ検出感度を低減するよりも

D E L T ベース分析のブリッジタップ検出感度を増加する態様で調節するように動作する。

【 0 0 3 5 】

分析パラメータの 1 つ以上を調節すると、方法 2 0 2 は、調節されたパラメータで分析を繰り返すために、分析動作 2 5 5、2 6 0 のいずれか 1 つまたは両方に戻る。D E L T ベース分析パラメータだけが調節される場合には、方法 2 0 2 の反復には動作 2 5 5 だけを伴い（動作 2 6 0 は伴わない）、D E L T ベース分析パラメータだけが調節される場合にはその反対となる。S E L T ベース分析パラメータと D E L T ベース分析パラメータの両方が調節される場合には、方法 2 0 2 の反復は、動作 2 5 5 および 2 6 0 の両方を再び含んで実施する工程を伴う。次に、方法 2 0 2 の反復は、動作 2 7 0 での比較の繰り返し工程を続ける。

10

【 0 0 3 6 】

方法 2 0 2 の反復によって、次第に分析パラメータがあらかじめ定められた範囲内で調節されるようになる。実施形態では、このあらかじめ定められた範囲は、それぞれの分析値が動作 2 7 0 で比較されない場合に、許容される値を超える検出基準閾値におよぶ。動作 2 7 0 での比較によって互換性がある特性が生成されれば、これらの特性は、最終的には、動作 2 8 0 でのライン構成推定の一部として宣言される。本発明の実施形態は報告動作 2 8 0 の装置に特有のものではないが、該報告は、方法 2 0 2 で特性に互換性があると特定する場合には実質的にリアルタイムで実施され、あるいは、互換性がない特性が残っていない場合、またはさらなる反復が実施されるべきでないと決定される場合には、方法 2 0 2 の完了に続いて報告される場合もあることに留意すべきである。

20

【 0 0 3 7 】

さらなる反復が実施されず、および、1 つ以上の互換性がない分析結果（例えば、ライン特性）が残る場合には、動作 2 8 0 の一部として互換性がない結果を報告するが、またはその代わりに動作 2 8 5 で結果を破棄する決定がなされる。例示的な実施形態では、動作 2 7 5 で、所与の互換性がない特性に対して、第 1 のライン構成推定または第 2 のライン構成推定のそれぞれの精度が決定される。S E L T データ分析または D E L T データ分析の 1 つが、互換性がない特性に対して十分に高精度であると考えられる場合、あるいは S E L T データ分析および D E L T データ分析の精度の差が十分に大きい場合には、優れた精度を持つ特性値が、互換性がある結果とともに報告される。もちろん、報告された結果のそれぞれに対する否定的な信頼性の測定によって、互換性がない結果の報告は互換性がある結果の報告と区別される。

30

【 0 0 3 8 】

図 3 は、実施形態による、図 1 に示される例示的なネットワークから収集される S E L T データおよび D E L T データの結合処理を実施するように構成されるシステム 3 0 0 を図示する機能ブロック図である。一般に、システム 3 0 0 は、自動化された態様で本明細書の他の部分に記載される、方法 2 0 1 または方法 2 0 2 の 1 つ以上を実施する。図示される実施形態では、システム 3 0 0 はメモリ 3 9 5 およびプロセッサあるいは複数のプロセッサ 3 9 6 を含む。例えば、メモリ 3 9 5 は実行されるべき命令を記憶でき、およびプロセッサ（単数または複数）3 9 6 は該命令を実施できる。本明細書に記載された診断アルゴリズムを実施するために、プロセッサ（単数または複数）3 9 6 は実施ロジック 3 6 0 を実施または実行することもできる。システム 3 0 0 は、1 つ以上の通信バス 3 1 5 と通信可能に接続する複数の周辺デバイスのシステム 3 0 0 の中のトランザクション、命令、要求、およびデータを伝送するための通信バス（単数または複数）3 1 5 を含む（例えば、さらに図 7 に示される）。システム 3 0 0 は、例えば、分析要求の受信、診断結果の返送をするための管理インターフェース 3 2 5、および、あるいは図 1 に示されるネットワーク構成要素を備えるインターフェースをさらに含む。

40

【 0 0 3 9 】

実施形態では、管理インターフェース 3 2 5 は、D S L ラインベースの通信とは別の帯域外接続を介して情報を通信し、ここで「帯域内」通信は、同一の通信手段で、ネットワ

50

ーク化されたデバイス間で交換されるペイロードデータ（例えば、コンテンツ）を送送する通信である。システム 300 は、接続されたラインを監視するために、LAN ベース接続を介して情報を通信するための DSL ラインインターフェース 330 をさらに含む（例えば、図 1 のライン 112）。システム 300 は、ベクトル化および非ベクトル化ラインの分析にตอบสนองして、そのいずれかが開始される複数の管理イベント 355 をさらに含む。例えば、追加の診断法、SELT および DELT 測定プローブ、および、同様のものが管理イベント 355 によって特定され、および、トリガされる。記憶された履歴情報 350（例えば、SELT / DELT ラインデータ）および管理イベント 355 は、システム 300 内のハードドライブ装置、永久的なデータ記憶装置、データベース、または他のメモリ / 記憶位置に記憶される。

10

#### 【0040】

システム 300 のライン診断および管理デバイス 301 は、ラインから受信される SELT データおよび DELT データを収集するデータ収集モジュール 370、SELT 分析モジュール 375、DELT 分析モジュール 376、および診断モジュール 380 を含む。ライン診断および管理デバイス 301 は、図 3 に示される互換性があるシステム 300 に実装されて形成され、または、適切な実施ロジックまたは他のソフトウェア（システム 600 など）と連動して動作するように分離して設けられる。いずれの構成でも診断および管理デバイス 301 は、例えば管理デバイス 170 の構成要素として、ネットワークアーキテクチャ 100（図 1）の中に実装される。

20

#### 【0041】

1 つの実施形態によれば、収集モジュール 370 は、インターフェース 330 を超えた接続されたデジタル通信ラインから、または、管理インターフェース 325 を介した他のネットワーク構成要素から、SELT データおよび DELT データを収集する。分析モジュール 375 および分析モジュール 376 は、少なくとも 1 つライン故障検出アルゴリズムを適用して、SELT データまたは DELT データに基づいてライン構成推定値を、それぞれ出力するために、収集モジュール 370 を介して取り込まれた情報を、SELT 分析モジュール 375 および DELT 分析モジュール 376 のいずれかをを用いて分析する。

#### 【0042】

前記診断モジュール 380 は、SELT 分析および DELT 分析の結果を受信および比較するために、分析モジュール 375 および分析モジュール 376 とさらに結合し、例えば、少なくとも 1 つの特性に互換性があるか、互換性がないかのいずれかを決定するために、それぞれのライン構成の特性を比較する。互換性がない特性であると特定される場合には、分析モジュールの少なくとも 1 つは、互換性がない特性を低減する方向で、SELT 分析または DELT 分析の少なくとも 1 つを修正する（例えば、実質的に本明細書の他の場所に記載されるようにあらかじめ定められた態様で、検出閾値あるいは他の分析パラメータを修正することによって）。SELT 分析モジュール 375 および DELT 分析モジュール 376 が以下の 1 つ以上の推定で異なる結果を得る場合、分析モジュールはそれらのパラメータの 1 つ以上を調節するように命令され、それらは：ライン長；検出される故障の位置または長さ；若しくは：開放故障；シャント故障；ブリッジタップ；不良スプライス；または故障したマイクロフィルタ等の故障の異なる検出 / カテゴリー化である。さらなる実施形態では、SELT 分析モジュール 375 がエコー応答を処理する場合には、SELT 分析モジュールは、実質的に本明細書の他の場所に記載されるように、ライン構成推定で特定されたラインの直線長などのライン特性の影響をキャンセルするように、エコー応答の信号処理を実施する。

30

40

#### 【0043】

SELT 分析モジュール 375 および DELT 分析モジュール 376 の両方でライン特性が特定される場合には（例えば、それぞれから出力されるライン構成推定には、同一の故障が存在するという推定が含まれる）、診断モジュールは、ラインの物理的な構成の推定で互換性がある特性を特定する。この推定は診断報告として出力され得る、あるいは別の方法でネットワークアーキテクチャ 100 の 1 つ以上のノードでアクセス可能になる（

50

図 1 )。

【 0 0 4 4 】

さらなる実施形態では、前記診断モジュール 3 8 0 は、互換性がない特性に関して、分析モジュール 3 7 5、分析モジュール 3 7 6 によって出力される第 1 の分析または第 2 の分析のそれぞれの精度を比較する。ネットワークアーキテクチャ 1 0 0 あるいは別の方法で外部からアクセス可能になる 1 つ以上のノードに対して発行されるライン推定で、互換性がないと判断されるいずれかの特性をさらに特定するか否かを決定する一環として、例えば、精度はお互いに、または、実質的に本明細書の他の場所に記載される閾値と比較され得る。

【 0 0 4 5 】

図 4 A は、いく列もの構成テンプレートを採用する方法を複雑化させることなく、複数の故障を持つ多くのライン構成を検出するための、時間領域エコー応答の特徴の相対的強度を評価する反復 S E L T 診断方法 4 0 1 を図示するフローチャートである。第 1 の実施形態では、S E L T 診断方法 4 0 1 は、ラインの C O - サイドまたは C P E - サイドから収集されたいずれかの S E L T データに適用される、スタンドアローンライン診断として採用される。例示的な実施形態では、S E L T 診断方法 4 0 1 は、図 2 B の方法 2 0 2 の S E L T 診断動作 2 5 5 で実施される。

【 0 0 4 6 】

1 つの入力として、S E L T 診断方法 4 0 1 は、動作 4 0 5 で伝送ラインデータを受信する。伝送ラインデータは、これに限定されるわけではないが、いずれかの従来の測定技術によるラインに対して決定される A B C D パラメータ等のいずれかの伝送ラインパラメータに起因する。伝送ラインデータには、これに限定されるわけではないが、伝送ラインの特性インピーダンス、および、伝搬定数、および / または R L C G の特徴付けが挙げられ、これらからラインのエンベロップ関数が動作 4 1 5 で演算される。特に、現場データから特定のラインの特性が知られている場合には (例えば、ワイヤゲージ 2 6 等)、エンベロップ関数はラインに対して推定された A B C D パラメータに基づいても決定され得る。

【 0 0 4 7 】

前記エンベロップ関数はライン距離とライン伝搬定数の関係であり、および、方法 4 0 1 の基準 ( r e f e r e n c e ) として機能する。測定ポイントから特定の距離でオープンループ、短い故障、または既知の故障がラインに存在することが予想される場合には、基準 ( r e f e r e n c e ) エンベロップ関数は反射であり得る。1 つの実施形態で、測定ポイントから特定の距離でオープンループがラインに存在することが予想される場合には、エンベロップ関数は反射で示され、エンベロップの演算は以下のように実施される。

$$\text{エンベロップ}(d) = \text{ifft}(e^{-2\gamma d}) \quad (\text{式 1})$$

ここで  $d$  は距離であり、 $\gamma$  は所与のラインに対する伝搬定数であり、および  $\text{ifft}(\cdot)$  は逆フーリエ変換を示す。

【 0 0 4 8 】

さらなる実施形態では、周波数軸への窓関数の適用および / または正規化が、式 1 を調節するためにさらに適用される。一般に、窓関数フィルターおよび / または正規化スケールは、動作 4 3 0 での時間領域エコー応答の演算で同様に適用される。伝送ラインデータへのフィルタリングによって、時間領域に変換され、逆フーリエ変換アーティファクトを低減し、リップルを円滑化する。一般に、当業者に知られているいずれかの周波数フィルター設計手法がこの終端に適用され得る。例えば、エンベロップ関数のダイナミックレンジを調節し、動作 4 3 0 での時間領域エコー応答のダイナミックレンジと一致させるために (例えば、0 と 1 の間である)、正規化が実施され、および、したがって引き続き方法 4 0 1 で実施される比試験を容易にする。

【 0 0 4 9 】

S E L T 診断方法 4 0 1 への第 2 の入力として、チップセット依存校正パラメータが、動作 4 1 0 での入力として受信される。該校正パラメータは、測定デバイス (例えば、C

10

20

30

40

50

Ｏ・モデム)、および、測定ポイントで測定デバイスをラインに結合させる固定されたフロントエンド(例えば、試験リードまたはバス)の周波数挙動を示す。該校正パラメータを決定するための技術は、例えば、短絡測定、負荷測定、および開放測定を通じて、当業者に知られており、および、本発明の実施形態はこの態様に限定されるわけではない。

#### 【 0 0 5 0 】

ＳＥＬＴ診断方法４０１への第３の入力として、測定ポイントでラインに適用される励磁信号に応答して、周波数領域エコー応答が、動作４２０で収集される測定データとして受信される。受信された校正パラメータは、動作４３０で、校正された時間領域エコー応答のために使用される。時間領域では、ラインの特徴に関連するインピーダンス変化を検出できる。周波数領域エコー応答から校正された時間領域エコー応答に至るための多くの技術が当業者に知られている。時間領域エコー応答が方法４０１への入力として直接提供されてもよい。

#### 【 0 0 5 1 】

実施形態では、周波数軸への窓関数の適用および/または正規化が、周波数領域エコー応答(例えば、動作４２０で受信される)に適用され、動作４３０で校正された時間領域エコー応答となる。例示的な実施形態では、窓関数フィルターおよび正規化スケールは、動作４３０で基準(referenc e)エンベロープ関数の演算に同様に適用される。

#### 【 0 0 5 2 】

動作４４０で、ライン構成は、校正された時間領域エコー応答で検出されるピークおよびくぼみの強度と、ピークおよびくぼみの距離に対する推定されるエンベロープ関数、および、それぞれとの比較に基づいて推定される。図４Ａおよび図４Ｂに関連して、さらに本明細書の他の部分に記載されているように、ピークおよびくぼみ、ピークおよびエンベロープ、並びに、エンベロープに対するくぼみの相対的強度が動作４４０で分析され、ラインの構成の推定として、ラインのさまざまな故障が検出、および/または、分類される。

#### 【 0 0 5 3 】

図４Ａに示されるように、動作４４０で少なくとも１つ故障が検出されると、動作４４５でＳＥＬＴベースライン構成推定の一部として故障(単数または複数)を報告するか、または、信号処理によってラインからの特性の結果を除去するように、動作４５０で現在検出されているライン構成に基づいてエコー応答を調節するかを決定する。図４Ｄに関連して本明細書の他の部分にさらに記載されているように、動作４５０で実施される信号処理は、動作４４０で引き続き実施される反復処理での故障検出能力を向上させる取り組みであり、ここで、調節されたエコー応答に対して繰り返しピーク、くぼみ、エンベロープ評価が実施される。例示的な実施形態では、反復を実施するための決定は、第１の検出されたライン状態(すなわち故障)があらかじめ定められた閾値よりも遠くに位置するか否かに基づく。そのような遠くに位置する場合には、エコー応答が調節され、および、そうでない遠くに位置しない場合には、さらなる反復は実施されない。

#### 【 0 0 5 4 】

図４Ｂは、時間領域エコー応答のピークおよびくぼみ強度評価を実施するための方法４０２を図示するフローチャートである。方法４０２は、例えば動作４３０で決定される(図４Ａ)校正された時間領域エコー応答を動作４３５で受信することから開始される。次にあらかじめ定められた回数の検出試行(例えば、２から３回)が同一の時間領域エコー応答に対して実施され、その１つ以上で、必ず必要というわけではないが、ライン状態の検出および分類を結果としてもたらす(故障)。ここで検出試行回数*i*があらかじめ定められた最大値に達すると、方法４０２は、結果を報告するための動作４４５に戻るために(図４Ａ)、動作４９２に進む。

#### 【 0 0 5 5 】

検出試行回数*i*があらかじめ定められた最大値に達しないと、方法４０２は動作４５５に進む。動作４５５で、最も大きい大きさのピークおよびくぼみが、該方法４０２の前回の反復で特定されたライン故障とまだ関連していない、校正された時間領域エコー応答の



ピークおよびくぼみのサブセットから特定される。図 5 A は、測定ポイントからの距離の関数として、時間領域正規化反射をプロットする例示的な時間領域エコー応答である。方法 402 の反復に対して、ポイント 510 は最も低いくぼみの振幅を示し、およびポイント 515 は最も高いピークの振幅を示す。

#### 【0056】

実施形態では、動作 455 で特定されるピーク/くぼみペアに対して、くぼみの強度に対する相対的なピークの強度が決定される。次に、ラインの物理的な構成が、ピーク振幅とくぼみ振幅の相対的強度を閾値化することに基づいて、決定される。例えば、ピークまたはくぼみが、十分に支配的であり、および/または、大きい場合には、ピークまたはくぼみは、特定のライン故障と関連している。図示される実施形態では、ピークおよびくぼみペアの相対的強度は、「ピークとくぼみの比」、本明細書では「PDR」と称し、振幅とは独立した有用な量として評価される。例えば、閾値動作 458 (図 4 B) では、第 1 の PDR は、ピークの振幅の大きさをくぼみの振幅によって除算することによって演算され、数学的には以下のようにあらわされる。

$$PDR = (\text{振幅(ピーク)}) / (\text{振幅(くぼみ)}) \quad \text{式(2)}$$

ピーク/くぼみペア、515/510 (図 5) に対して、動作 458 で決定された PDR は約 0.88 である。

#### 【0057】

実施形態では、十分に支配的であるとみなされたピーク/くぼみペアの 1 つが、ピーク/くぼみの距離に対して見積もられた、例えば図 4 A の動作 415 で決定されたようなラインのエンベロープ関数と比較される。図 4 B によって図示される実施形態では、第 1 の閾値 (すなわち、「閾値 1」) が PDR に適用される。ここで PDR は第 1 のあらかじめ定められた閾値を満たし (例えば、閾値 1 を超え)、ピークは十分に支配的であるとみなされ、および、該ピークの距離 d に対するエンベロープと比較される。PDR が第 1 の閾値を満たさない場合には、第 2 の評価が実施され、くぼみが十分に支配的である (すなわち、ピークよりも十分に大きい) か否かが決定される。例えば、PDR は、第 2 のあらかじめ定められた閾値 (すなわち、「閾値 2」) と比較される。ここで PDR が第 2 の閾値 (例えば、閾値 2 未満である) を満たすと、くぼみはピークに対して十分に支配的であるとみなされ、および、次にくぼみはくぼみの距離 d に対するエンベロープと比較される。例示的な実施形態では、ピーク/くぼみペアの主要なペアは、第 2 の比を閾値化することによって比較される。この第 2 の比は、エンベロープでピーク/くぼみペアの主要なペアを除算することによって演算され、ピーク対エンベロープ比 (「PER」) またはくぼみ対エンベロープ比 (「DER」) が演算される。PER は数式で以下のようにあらわされる：

$$PER = (\text{振幅(ピーク)}) / (\text{エンベロープ(距離(ピーク))}) \quad \text{式(3)}$$

式 (1) のエンベロープ関数で、例えば、反射によって見積もられたピークが、ある距離でオープンループであることが想定されるかを決定するために評価される。くぼみが十分に支配的である (例えば、閾値 1 が満たされていないが閾値 2 が満たされている) 場合には、くぼみに対する類似する機能が推定され、DER が演算される。

#### 【0058】

さらに図 4 B に示されるように、ここで PER があらかじめ定められた閾値を満たし、例えば、PER が第 3 の閾値 (「閾値 3」) よりも大きい場合には、ピークは、ラインの開放故障と関連し、これに限定されるわけではないが、ハイインピーダンスになる不良スプライス、腐食した接続部、またはゲージ変化が開放故障に挙げられる。次に、開放故障は診断されたライン構成のパラメータとして出力することが可能となり、例えば動作 445 で SELT ベースライン構成推定として報告され得る (図 4 A)。次に方法 402 は、最大検出反復回数に達するまで、あるいは、次の最も大きいピーク/くぼみの分析が別のループから抜ける基準を満たすまで、次の最も大きいピーク/くぼみペアの位置に対して、動作 455 を実施するために戻る。

## 【 0 0 5 9 】

ピークが不十分な強度（例えば、前記第 1 の P D R が第 1 の閾値を満たさない）およびくぼみも不十分な強度である（例えば、第 1 の P D R が第 2 の閾値を満たさない、あるいは D E R が 4 番目の閾値を満たさない）場合には、方法 4 0 2 は、動作 4 7 5 で、動作 4 5 5 で特定されるピーク / くぼみペアに基づいて、ブリッジタップに対するさらなる分析を開始する。

## 【 0 0 6 0 】

あるいは、P D R 比較によってくぼみが十分に支配的である（例えば、閾値 1 が満たされていないが、閾値 2 が満たされている）場合、D E R があらかじめ定められた閾値を満たしていれば、例えば、D E R は 4 番目の閾値（「閾値 4」）よりも大きい場合に方法 4 0 2 は動作 4 7 0 に進み、ラインは、これに限定されるわけではないが、インピーダンスが低くなるラインの短絡、不十分な絶縁、ケーブル中の水、またはゲージ変化等の潜在的なシャント故障があると診断される。例示的な実施形態では、図 4 C と関連して本明細書の他の場所に記載されるように、動作 4 7 0 でのくぼみとシャント故障との関連付けは、動作 4 7 5 でのブリッジタップに対するさらなる分析で暫定的に保留される。

## 【 0 0 6 1 】

図 4 C は、時間領域エコー応答で実施される、ピークとくぼみの例示的な相対比較をさらに図示するフローチャートである。該比較は、実施形態による、図 4 A に示される反復 S E L T 診断方法の一部として実施される。動作 4 7 5 でトリガされた後に、方法 4 0 3 は動作 4 8 0 に進み、動作 4 5 5 で特定されるくぼみ（すなわち、第 1 の立ち下がりピーク（*trailing*）の後に時間領域のエコー応答の第 1 のピークに位置させる。図 5 A に示される特定のエコー応答では、ポイント 5 1 0 のくぼみに続くポイント 5 1 5 はピーク振幅であるので、動作 4 8 0 は動作 4 5 5 で特定される同一のピーク / くぼみペアに位置する。しかしながら、もちろん、所与のエコー応答によって異なるように、動作 4 8 0 は、動作 4 5 5 で位置する主要なピークとは異なる、第 1 の立ち下がりピークとして新しいピークを特定する。

## 【 0 0 6 2 】

実施形態では、次に、くぼみの強度が第 1 の立ち下がりピークに対して評価される。くぼみの相対的強度があらかじめ定められた範囲内にある場合には、ラインにブリッジタップを有すると診断され、および、くぼみ / 第 1 の立ち下がりピークペアがブリッジタップと関連付けられる。図 4 C に示される例示的な実施形態では、第 1 の P D R が演算された場合と同様の態様で、最初に第 2 のピークとくぼみの比（P D R）を決定することで、くぼみの強度が第 1 の立ち下がりピークに対して評価される。次に、この第 2 の P D R が第 5 のあらかじめ定められた閾値（「閾値 5」）および第 6 のあらかじめ定められた閾値（「閾値 6」）と比較される。ここで第 2 の P D R が第 5 閾値および第 6 閾値の間にある場合には、D E R は別のあらかじめ定められた閾値（「閾値 7」）と比較される。ここで D E R 閾値が満たされている場合には、くぼみ / 第 1 の立ち下がりピークペアは、動作 4 8 5 のラインのブリッジタップと関連付けられる。そのでない場合には、i 番目の反復検出に対してブリッジタップがないという決定がされ、および、動作 4 7 0 でのくぼみとシャント故障間の暫定的な関連付けは暫定的ではなくなり、および、処理は現在終了した 4 4 0 の少なくとも 1 つの反復とともに方法 4 0 1 に戻る（図 4 A）。次に、動作 4 4 0 の結果は動作 4 4 5 での報告のために準備され、あるいは、動作 4 5 0 でエコー応答が調節される。どちらのイベントでも、次に、方法 4 0 3 は反復回数をインクリメントして動作 4 8 6 で完了し、および、方法 4 0 2 を引き続き反復するために動作 4 4 4 に戻る（図 4 B）。

## 【 0 0 6 3 】

あるいは、ここで第 2 の P D R が第 5 閾値および第 6 閾値で定義される範囲を超える場合には、方法 4 0 3 は動作 4 9 0 に進み、ここで最も大きい立ち下がりピークが検出される。図 5 A に示される特定のエコー応答に対して、ポイント 5 1 5 はポイント 5 1 0 のくぼみに続く最も大きいピークの最大値であるので、動作 4 9 0 は、動作 4 5 5 で特定され

た同一のピーク／くぼみペアに動作４９０で位置する。しかしながら、もちろん、所与のエコー応答に対して異なるように、動作４５５で位置する最も大きいピークとは異なり、および、動作４９０で位置する第１の立ち下がりピークとは異なる、最も大きい立ち下がりピークを新しいピークとして動作４９０は特定してもよい。

#### 【００６４】

次に、実施形態では、最も大きい立ち下がりピークに対してくぼみの強度が評価される。くぼみの相対的強度があらかじめ定められた範囲内である場合には、ラインはブリッジタップを有すると診断され、および、くぼみ／最も大きい立ち下がりピークペアはブリッジタップに関連付けられる。図４Ｃに示される例示的な実施形態では、第１および第２のＰＤＲと同様の態様で、最初に第３のピークとくぼみの比（ＰＤＲ）を決定することによって、くぼみの強度が、最も大きい立ち下がりピークに対して評価される。次に、この第３のＰＤＲは第８のあらかじめ定められた閾値（「閾値８」）および第９のあらかじめ定められた閾値（「閾値９」）と比較される。ここで第３のＰＤＲが第７閾値と第８閾値の間に入る場合には、ＤＥＲは、別のあらかじめ定められた閾値（「閾値１０」）と比較される。ここでＤＥＲ閾値が満たされている場合には、くぼみ／最も大きい立ち下がりピークペアは、動作４９１でラインのブリッジタップと関連付けられる。ＤＥＲ閾値が満たされていない場合には、ｉ番目の反復検出に対してブリッジタップは決定されず、および、動作４７０でのくぼみとシャント故障間の暫定的な関連付けが非暫定的なものとなり、および、処理は現在終了した少なくとも１つ反復４４０とともに方法４０１（図４Ａ）に戻る。次に、動作４４０の結果は動作４４５での報告のために準備され、あるいは、動作４５０でエコー応答が調節される。どちらのイベントでも、次に、方法４０３は反復回数をインクリメントして動作４８６で完了し、および、方法４０２を引き続き反復するために動作４４４に戻る（図４Ｂ）。

#### 【００６５】

あるいは、ここで第３のＰＤＲが第７閾値および第８閾値によって定義される範囲からはずれ、および、最も大きい立ち下がりピークに対するくぼみの強度が十分な場合には、くぼみは、前記エンベロープ（２回目の可能性がある）と比較される。くぼみが十分に支配的であれば、ラインはシャント故障であると診断される。例えば、図４Ｃに示されるように、第３のＰＤＲは、別のあらかじめ定められた閾値（「閾値１１」）と比較され、および、くぼみが十分に支配的である場合には、第９閾値が満足される（例えば、ＰＤＲは第９閾値よりも小さい）。次にくぼみ対エンベロープ比（ＤＥＲ）が、ＰＥＲに関連して実質的に本明細書の他の部分に記載されているように演算され、および別の閾値（「閾値１２」）と比較される。くぼみがこの閾値を満たす（例えば、ＤＥＲが閾値１２を超える）場合には、くぼみは、動作４９３でライン上のシャント故障と関連付けられる。そうでない場合には、特定の検出反復に対してブリッジタップは決定されず、および、動作４７０でのくぼみとシャント故障との間の暫定的な関連付けは暫定的ではなくなり、および、今終了した４４０の少なくとも１つ反復とともにプロセスは方法４０１に戻る（図４Ａ）。次に、動作４４０の結果は動作４４５で報告するために準備され、または、動作４５０でエコー応答が調節される。どちらのイベントでも、次に方法４０３は反復回数を増加させて動作４８６で終了し、および、方法４０２を引き続き反復するために動作４４４に戻る（図４Ｂ）。

#### 【００６６】

図４Ｄは、実施される物理的な構成の推定に基づいて、エコー応答を調節するための方法４０４を図示するフローチャートである。方法４０４は、ＳＥＬＴに基づくいずれかのライン診断との関連の範囲内で適用されることができる。一般に、方法４０４は、ラインを診断する場合に、故障の検出能力を動的に向上するために有用である。このように、例示的な実施形態では方法４０４は、方法４０４の反復中に時間領域エコー応答を処理するために実施される（図４Ａ）。方法４０４では、物理的な構成の前回の推定で特定された、あるいは、物理的な構成の前回の推定に起因するライン特性の影響が除去される。一般に、これに限定されるわけではないが、直線ラインの長さおよび検出される故障（例えば

、方法 402、403 で検出されるいずれかの故障)などのライン構成のいずれかの特性の影響が除去される。しかしながら、検出される故障の除去によって、検出エラーを伝搬させる危険性が比較的高くなる。

#### 【0067】

方法 404 は、動作 431 で、受信された校正された時間領域のエコー応答入力によって始まる。例示的な実施形態ではここで除去されるべき特性は直線ラインの長さであり、動作 496 で第 1 の反射の距離 (d) が特定される。例示的な実施形態では、ここで方法 404 は動作 450 で実施され (図 4A)、方法 401 の現在の反復に対して第 1 の反射は動作 440 で特定される。例えば、図 5A に示されるように、前記第 1 の反射では距離 d が約 2950 フィート (ft) にくぼみ 515 がある。

10

#### 【0068】

動作 497 で、距離 d があらかじめ定められた閾値 (例えば、500 フィート) よりも大きい場合には、距離 d よりも大きくない距離  $D - D_{Zoom}$ 、第 1 の反射があらわれることが望まれる (例えば、閾値距離である 500 フィート) が選択される。動作 498 で、この距離  $D - D_{Zoom}$  よりも、ラインは真っ直ぐである (すなわち、故障が無い) という仮定の下に、長さが  $D - D_{Zoom}$  である直線ラインの影響は時間領域エコー応答から減算される。一般に、直線ラインの長さを除去するための、すべての公知の信号処理技術を適用できる。例えば、例示的な実施形態では、エコー応答では以下のように直線ラインの影響を相殺するように処理される。

$$echo(f) = echo(f) * (1 + \tanh(\quad)) / (1 - \tanh(\quad)) \quad \text{式 (4)}$$

20

ここで  $echo(f)$  は周波数 f でのエコー応答を示し、 $\quad = D - D_{Zoom}$  は相殺される直線ライン影響の長さを示し、 $\quad$  は伝搬定数を示す。

#### 【0069】

図 5B は、図 5A に示される時間領域エコー応答を校正した、約 1500 フィートの直線ラインの影響を除去した後の例示的な図である。図示されるように、ポイント 510、515 にそれぞれ対応するくぼみおよびピークはより明確になり、および、さらなる分析により条件となる。例えば、図 4D に図示されるように、方法 404 は、見直されたエコー応答が、ピーク/くぼみ強度評価および比試験に基づく方法 401 (図 4A) に戻って完了する。

30

#### 【0070】

図 6 は、実施形態による図 1 に示される、例示的なネットワークから収集された SELT データの分析に基づいて、ツイストペア電話回線の物理的な構成を特徴付けるように構成される、システム 600 を図示する機能ブロック図である。一般に、システム 600 は、自動化された態様で本明細書の他の部分に記載される方法 401、方法 402、方法 403 または方法 404 の 1 つ以上を実施する。さらなる実施形態では、システム 600 は、統合されたライン診断システムとして本明細書の他の部分に記載されるシステム 300 と組み合わせられてもよい。

#### 【0071】

図示される実施形態では、システム 600 は、メモリ 695 およびプロセッサあるいは複数のプロセッサ 696 を含む。例えば、メモリ 695 は実行されるべき命令を記憶でき、およびプロセッサ (単数または複数) 696 は該命令を実施できる。プロセッサ (単数または複数) 696 は、本明細書に記載された診断アルゴリズムを実施するための実施ロジック 660 を実施または実行できる。システム 600 は、1 つ以上の通信バス 615 と通信可能に接続される複数の周辺デバイスのシステム 600 中のトランザクション、命令、要求、およびデータを伝送するための通信バス (単数または複数) 615 を含む (例えば、さらに図 7 に示される)。システム 600 は、例えば、分析要求の受信、診断結果の返送のための管理インターフェース 625、および、あるいは図 1 に示されるネットワーク構成要素を備えるインターフェースをさらに含む。

40

#### 【0072】

50

実施形態では、管理インターフェース 625 は、DSL ラインベースの通信とは別の帯域外接続を介して情報を通信し、ここで「帯域内」通信は、同一の通信手段で、ネットワーク化されたデバイス間で交換されるペイロードデータ（例えば、コンテンツ）を送送する通信である。システム 600 は、LAN ベース接続を介して情報を通信するために、接続されたライン（例えば、図 1 のライン 112）を監視する DSL ラインインターフェース 630 をさらに含む。システム 600 は、ベクトル化および非ベクトル化ラインの分析に応答してそのいずれかが開始される複数の管理イベント 655 をさらに含むことができる。例えば、追加の診断法、SELT およびライン伝送測定プローブ、および、同様のものが特定され、および、管理イベント 655 としてトリガされる。記憶された履歴情報 650（例えば、SELT / DELT ラインデータ）および管理イベント 655 は、ハード

10

#### 【0073】

システム 600 では、ライン診断および管理デバイス 601 は、ラインのために受信される SELT データおよびライン伝送データを収集するデータ収集モジュール 670、分析モジュール 675、および診断モジュール 680 を含む。ライン診断および管理デバイス 601 が実装され、および、図 6 に示される互換性があるシステム 600 の中に構成され、または、適切な実施ロジックまたは他のソフトウェアと連動して動作するように分離して供給される（システム 300 等）。

#### 【0074】

20

1 つの実施形態によれば、収集モジュール 670 は、インターフェース 630 を介した接続されるデジタル通信ラインから、または、管理インターフェース 625 を介した他のネットワーク構成要素から SELT データおよびライン伝送データを収集し、および、該データをメモリに記憶する。収集モジュール 670 と通信可能に結合される分析モジュール 675 は、収集モジュール 670 によって取り出された情報を分析する。例えば、実施形態では前記分析モジュール 675 は、分析中のラインのために収集モジュール 670 から受信される周波数領域エコー応答から、校正された時間領域エコー応答を決定する。さらなる実施形態では、前記分析モジュール 675 は、分析中のラインのために、受信された伝送ラインデータからエンベロープ関数を演算する。前記診断モジュール 680 は分析モジュール 675 とさらに結合し、ラインのためにデータを処理することによって特定された特性および / またはパラメータを特徴付け、および、時間領域のエコー応答で、少なくとも 1 つのピークの大きさと少なくとも 1 つのくぼみの大きさとを比較し、およびピークとくぼみのサイズ比較に基づいてラインの物理的な構成を決定する。

30

#### 【0075】

実施形態では、実質的に本明細書の他の場所に記載されるように、前記診断モジュール 680 は、少なくとも 1 つのピークまたは少なくとも 1 つのくぼみの大きさを、分析モジュール 675 によって決定されたエンベロープ関数と比較し、および、エンベロープとピークまたはくぼみとのサイズ比較に基づいてラインの物理的な構成を決定する。例えば、1 つの実施形態では前記診断モジュール 680 は時間領域エコー応答の一組のピークから、ライン特性と関連付けられていない最も高いピークを特定し、エコー応答の一組のくぼみから、ライン特性と関連付けられていない最も低いくぼみを特定し、および、最も低いくぼみのサイズと最も高いピークのサイズに基づいて開放故障とシャント故障とを区別する。別の実施例では、実質的に本明細書の他の場所に記載されるように、診断モジュール 680 は、時間領域エコー応答で、ライン故障と関連付けられていない最も低いくぼみの後の第 1 の立ち下がりピークを特定し、および、最も低いくぼみの大きさと第 1 の立ち下がりピークの大きさを比較するようにさらに構成することができる。次に診断モジュール 380 は、立ち下がりピークと最も低いくぼみとのサイズ比較に基づいて、ブリッジタップあるいはシャント故障の決定を出力できる。

40

#### 【0076】

さらに他の実施形態では、前記診断モジュール 380 は、最も低いくぼみに対する第 1

50

の立ち下がりピークが第 1 のあらかじめ定められた範囲内がないという決定に回答して、最も低いくぼみ後の最も高い立ち下がりピークを特定する。前記診断モジュール 380 は最も低いくぼみに対する最も大きい立ち下がりピークの大きさを決定するように構成され、および、最も低いくぼみに対する最も大きい立ち下がりピークの相対的な大きさがあらかじめ定められた範囲内にある場合には、最も高い立ち下がりピークと最も低いくぼみは、診断モジュール 380 によって、ブリッジタップに対応すると特定される。次に、すべての該診断結果は記憶されるか、ネットワークアーキテクチャ 100 の 1 つ以上のモードがアクセス可能な位置に転送される。

#### 【0077】

さらなる実施形態では、診断モジュール 680 から出力されるラインの物理的な構成の推定に基づいて、分析モジュール 675 は、校正された時間領域エコー応答を反復して調節する。例えばここで前記診断モジュール 680 が方法 401 を実行し、および、所与の距離で故障を特定し、前記分析モジュール 675 は S E L T データを単一の処理技術に従わせて、特定された故障に対応する。エコー応答の反射距離に基づいて、エコー応答の時間領域から直線ラインの長さの影響をキャンセルさせる。次に、分析モジュール 675 によって処理された時間領域エコー応答は、例えば本明細書に記載されている比試験を使用するピークとくぼみの引き続きの反復処理のために、診断モジュール 380 に再び出力される。

#### 【0078】

図 7 は一つの実施形態によるコンピュータシステムの例示的な形態のコンピュータシステム 700 の図表示を示し、該装置では一組の命令によって、該コンピュータシステム 700 に本明細書で説明される手法の 1 つまたは複数のいずれかを実施させるように機能する。代替の実施形態では、該装置は、ローカル領域ネットワーク (LAN)、広域ネットワーク、インターネット、エクストラネット、またはインターネット (登録商標) の他の装置と接続され、ネットワーク化され、インターフェース等される。該コンピュータシステムは、クライアント - サーバネットワーク環境中のサーバまたはクライアント装置の能力の範囲内で動作し、または、ピアツーピア (あるいは分散型) ネットワーク環境のピア装置として動作できる。該装置の特定の実施形態は、パーソナルコンピュータ (PC)、セottoップボックス (STB)、ウェブ装置、サーバ、あるいは、一組の命令を (シーケンシャルに、または) その装置によって実行されるべき動作を特定するように実行できる当該技術分野で知られるすべての装置の形態であってもよい。さらに、単一の装置だけが記載されているが、用語「装置」には、本明細書で説明される手法の 1 つまたは複数のいずれかを実施する一組 (または複数組) の命令単独または共同して実施する装置の集合 (たとえば、複数のコンピュータ) を含むものと解釈されるべきである。

#### 【0079】

例示的なコンピュータシステム 700 は、バス 730 を介してお互いに通信する、プロセッサ 702、メインメモリ 704 (たとえば、リードオンリーメモリ (ROM)、フラッシュメモリ、同期 DRAM (SDRAM) またはランバス DRAM (RDRAM) 等のダイナミックランダムアクセスメモリ (DRAM)、フラッシュメモリ、スタティックランダムアクセスメモリ (SRAM)、揮発性だが高 - データレート RAM 等のスタティックメモリ)、および、二次メモリ 718 (たとえば、ハードディスクドライブを含む永続的な記憶デバイスおよび永続的なデータベース実装) を含む。メインメモリ 704 は、本明細書に記載するシステム、方法、および DSM サーバの種々の実施形態に関する機能を実施および実行するために必要な情報および命令およびソフトウェアプログラム構成要素を含む。最適化命令 723 は、たとえば、近隣情報、SNR データ、PSD データ、緩和機能が活性化されたノイズレベルおよび緩和機能が活性化されていないノイズレベル、およびその他の分析に基づいてトリガされる。収集された S E L T / D E L T、およびライン送信データおよび演算結果 724 は、メインメモリ 704 の中に蓄積される。最適化命令 723 ばかりではなくライン構成結果情報もメインメモリ 704 の中に蓄積され

10

20

30

40

50

る。メインメモリ 704 およびそのサブ - 要素 (たとえば 723 および 724) は、本明細書で説明される手法を実施する処理ロジック 726 および / またはソフトウェア 722 およびプロセッサ 702 とともに動作可能である。

#### 【0080】

プロセッサ 702 は、マイクロプロセッサ、中央処理ユニット、または同種のものなどの 1 つまたは複数の汎用処理デバイスを示す。プロセッサ 702 は、特定用途向け集積回路 (ASIC)、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ (FPGA)、デジタル信号プロセッサ (DSP)、または同種のものなどの 1 つまたは複数の特定目的処理デバイスであってもよい。プロセッサ 702 は、本明細書の他の部分 (例えば、方法 201、202、401、402、403、404 等) に記載された演算および機能を自動的に実施するための処理ロジック 726 を実施するように構成される。

10

#### 【0081】

コンピューターシステム 700 は、インターフェースコンピューターシステム 700 が分析するための情報を収集できる 1 つまたは複数のネットワーク 720 と通信する 1 つまたは複数のネットワークインターフェースカード 708 をさらに含んでもよい。コンピューターシステム 700 は、ユーザーインターフェース 710 (映像表示ユニット、液晶ディスプレイ - (LCD)、英数字入力デバイス 712 (たとえば、キーボード)、カーソル制御デバイス 714 (たとえば、マウス)、および、信号生成デバイス 716 (たとえば、統合されたスピーカー) を含んでもよい。コンピューターシステム 700 は、周辺デバイス 736 (たとえば、無線または有線通信デバイス、メモリデバイス、記憶デバイス、音声処理デバイス、映像処理デバイス等) をさらに含んでもよい。

20

#### 【0082】

コンピューターシステム 700 は、ベクトルおよび非ベクトル化グループのデジタル通信ラインとの接続工程、監視工程、SELECT/DELT データ 724 の収集工程、分析工程、および、検出結果情報 723 報告工程、並びに、収集された SELECT/DELT データ 724 に基づいてラインを診断、および、SELECT データ 724 等から演算された時間領域エコー応答に関する割合試験を実施するためのコマンドおよび命令の実行を含むさまざまな命令 723 の発行工程、トリガリング工程、および実行工程を実施できるラインアナライザー 705 の機能を実施できる。

#### 【0083】

30

二次メモリ 718 は、本明細書に記載の 1 つまたは複数の手法または機能のすべてを具現化できる 1 つまたは複数のセットの命令 (たとえば、ソフトウェア 722) を記憶できる、すくなくとも 1 つの非一時的な機械読み取り可能記憶媒体 (つまりさらに詳しくは非一時的な機械アクセス可能記憶媒体) 731 を含むことができる。ソフトウェア 722 も搭載でき、すなわち代替的に、メインメモリ 704 に搭載でき、および、さらに、コンピューターシステム 700 でソフトウェア 722 を実行する間、完全にまたは少なくとも部分的にプロセッサ 702 に搭載でき、メインメモリ 704 およびプロセッサ 702 は機械読み取り可能記憶媒体を備えることもできる。ソフトウェア 722 は、さらにネットワークインターフェースカード 708 を介して、ネットワーク 720 全体に送受信できる。

40

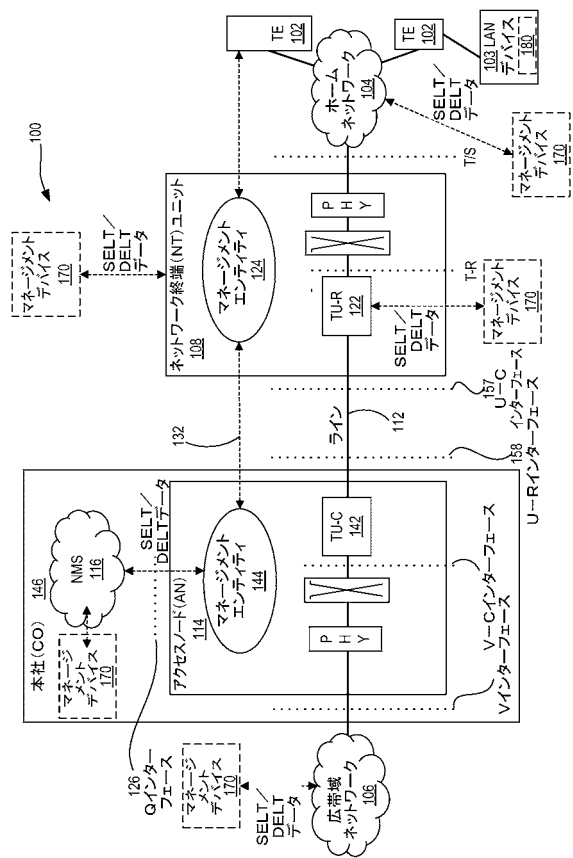
#### 【0084】

上述の記載は説明のためであり、制限的なものではない。例えば、図のフローチャートは本発明の特定の実施形態で実施される動作の特定の順番を示すものであるが、該順番が要求されるものではないことを理解するべきである (例えば、代替実施形態では、異なる順番で、特定の動作と組み合わせられて、特定の動作が重複等して動作が実施されてもよい)。さらに、上述の記載を読んで理解した当業者には多くの他の実施形態が明らかになるであろう。本発明は特定の例示的な実施形態を参照して記載されたが、記載された実施形態に限定されるものではなく、添付の請求項の精神および趣旨の範囲内の修正形態および変形形態で実施できることを認識されるべきである。したがって、本発明の範囲は、添付の請求項に含まれる均等物の全趣旨に沿って、添付の該請求項の記載に基づいて決定され

50

るべきである。

【 図 1 】



【 図 2 A 】

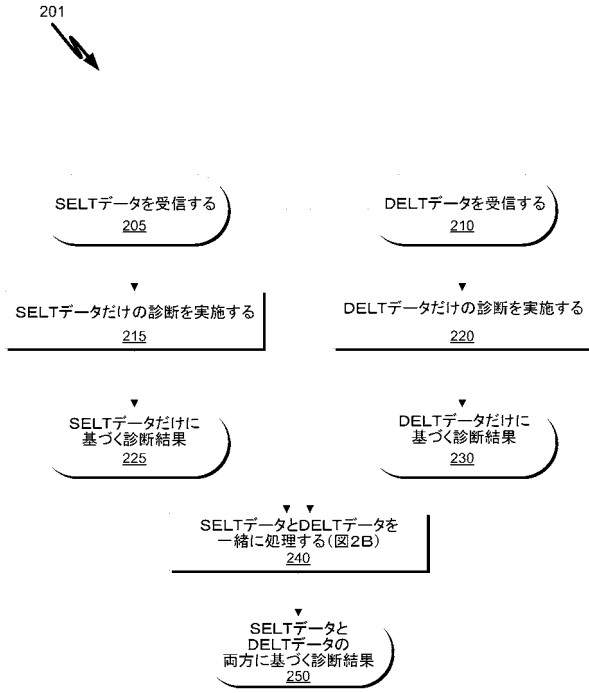
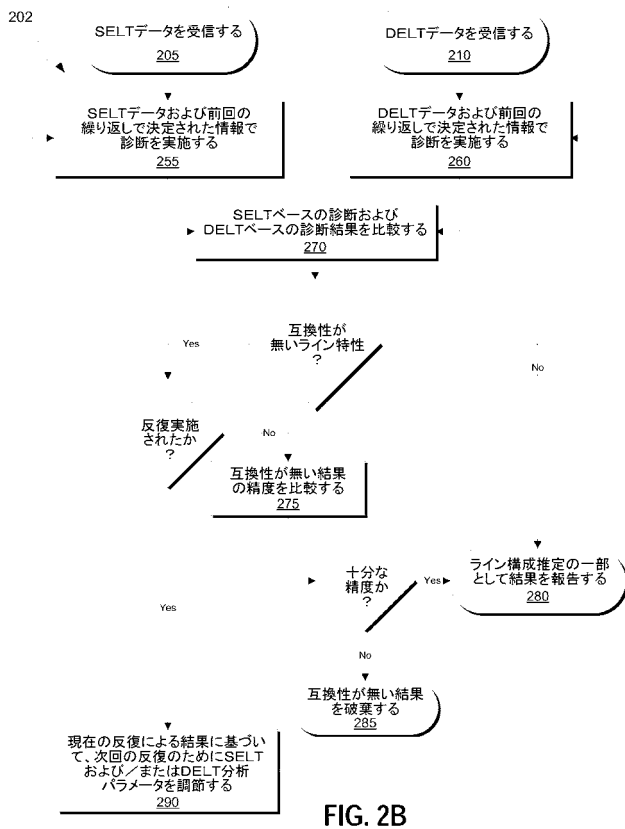


FIG. 1

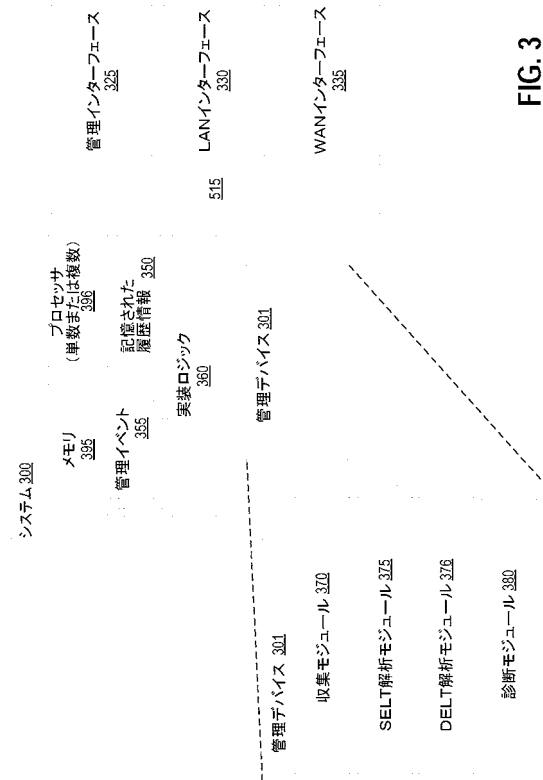
FIG. 2A



【 図 2 B 】

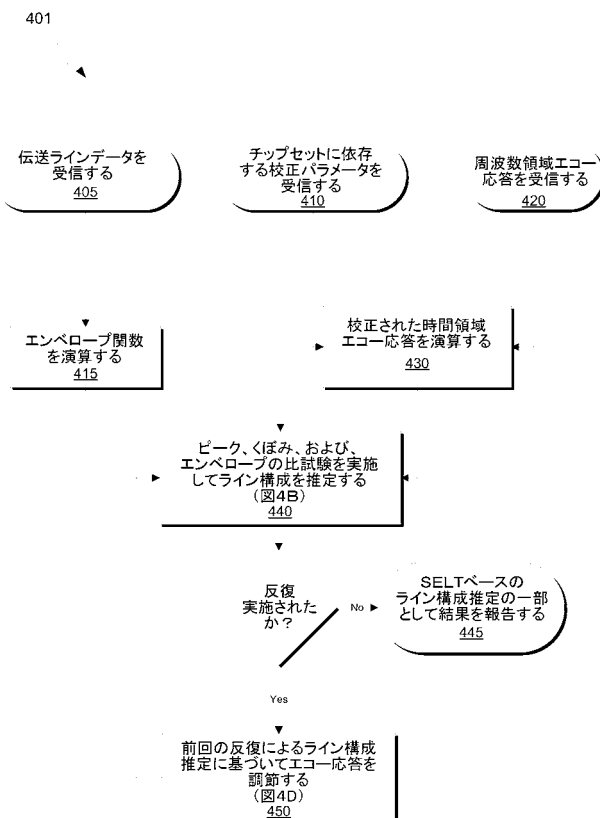


【圖 3】



**FIG. 3**

【 図 4 A 】



**FIG. 4A**

【 図 4 B 】

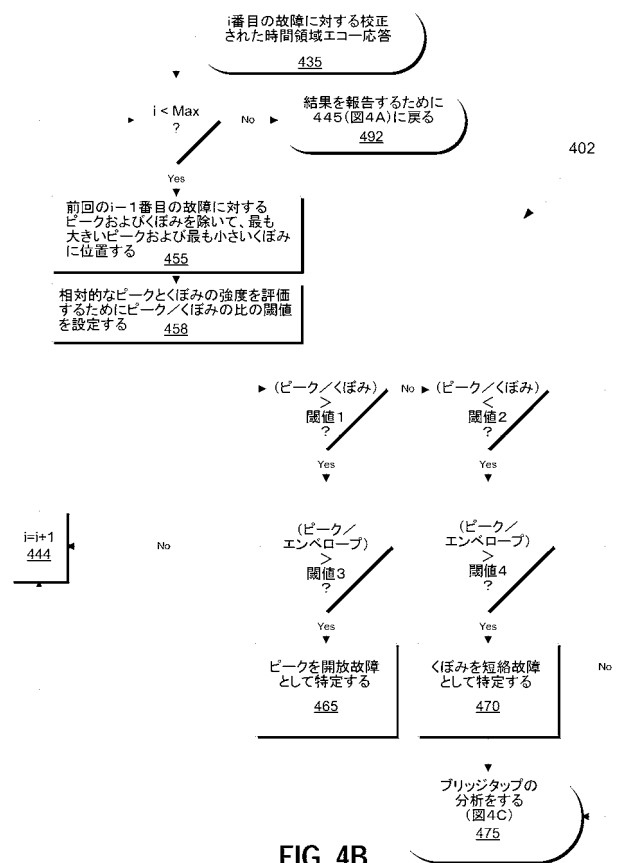


FIG. 4B

【図 4 C】

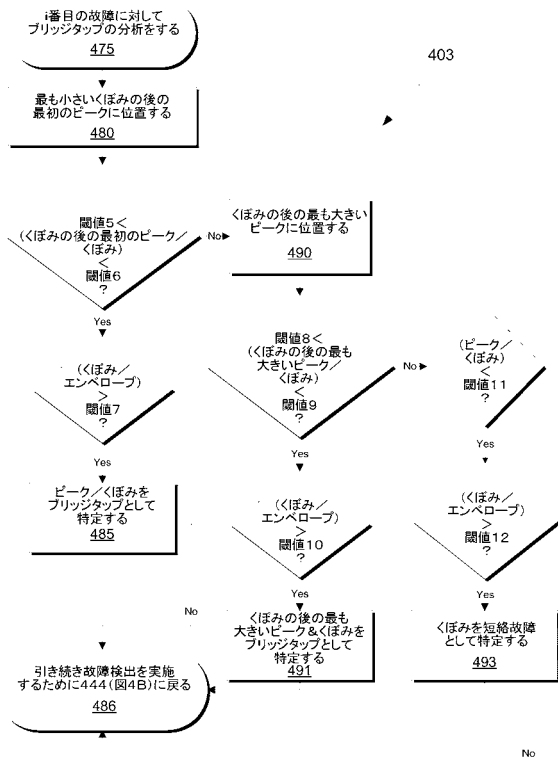


FIG. 4C

【図 4 D】

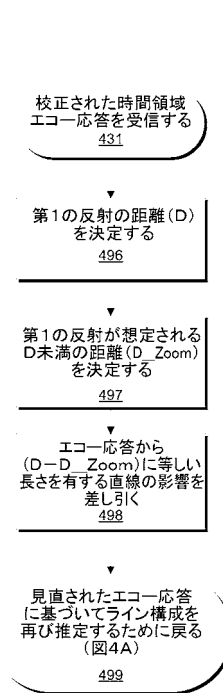


FIG. 4D

【図 5 A】

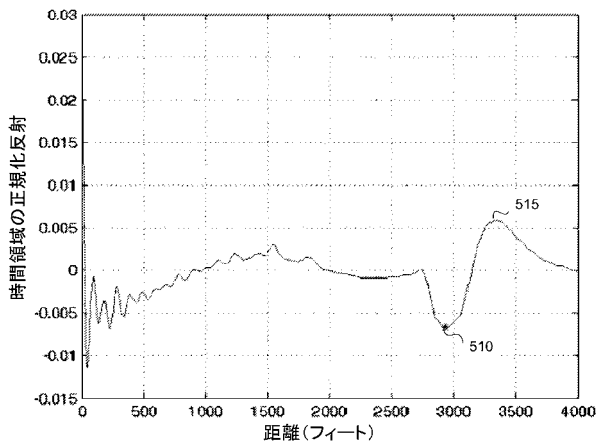


FIG. 5A

【図 5 B】

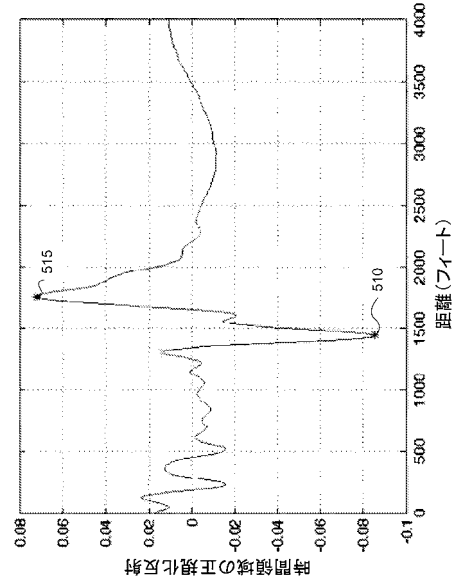


FIG. 5B

【 図 6 】

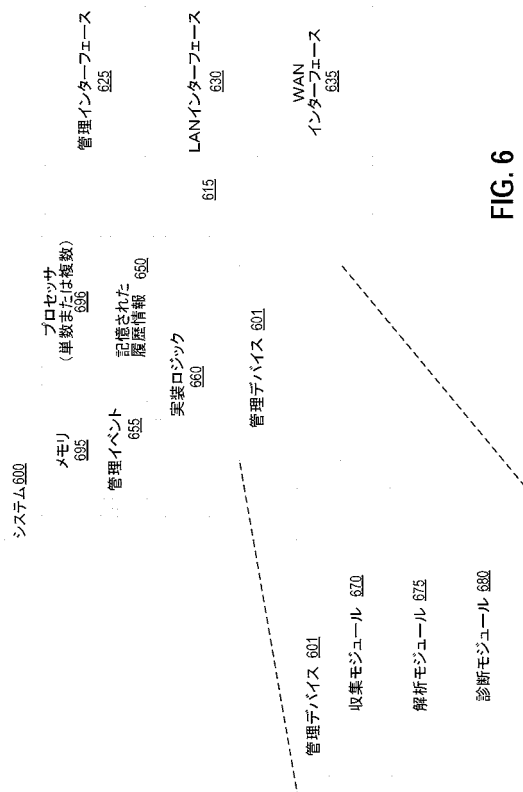


FIG. 6

【 図 7 】

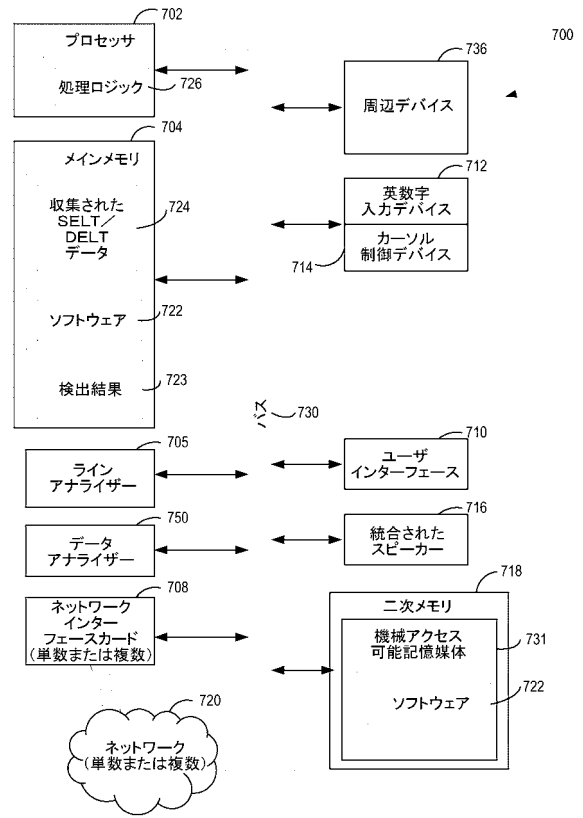


FIG. 7

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2012/033379

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H04M3/30 H04M11/06 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04M		
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) EP0-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/130877 A2 (ASSIA INC [US]; AT & T KNOWLEDGE VENTURES LP [US]; GINIS GEORGE [US];) 15 November 2007 (2007-11-15) paragraph [0018] paragraph [0029] - paragraph [0035] paragraph [0053] - paragraph [0058] paragraph [0070]	1-20
A	WO 2008/048156 A1 (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]; LINDQVIST FREDRIK [SE]; RIUS I RIU JAUME) 24 April 2008 (2008-04-24) page 4, line 25 - page 6, line 3 page 8, line 15 - page 9, line 3 page 11, line 4 - page 12, line 8	1-20
A	US 2012/039187 A1 (YANG CHEN-YUI [US] ET AL) 16 February 2012 (2012-02-16) paragraph [0048]	1-20
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* 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 doubt 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		Date of mailing of the international search report
6 December 2012		14/12/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Agante da Silva, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2012/033379

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>NILSSON M: "Management of a DSL copper network using built-in loop qualification tools", THESIS SUBMITTED IN FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE AWARD OF THE DEGREE MASTER OF ENGINEERING RESEARCH FROM THE UNIVERSITY OF LAUSANNE, SCHOOL OF ELECTRICAL, COMPUTER AND TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING, CH, 1 January 2005 (2005-01-01), pages 1-85, XP003013022, pages 37-49</p> <p>-----</p>	1-20

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2012/033379

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007130877 A2	15-11-2007	AU 2007248256 A1	15-11-2007
		BR PI0709756 A2	26-07-2011
		CA 2651247 A1	15-11-2007
		CN 101517965 A	26-08-2009
		CN 101523804 A	02-09-2009
		CN 101523882 A	02-09-2009
		EP 2025115 A2	18-02-2009
		EP 2033368 A2	11-03-2009
		EP 2036249 A2	18-03-2009
		EP 2388984 A1	23-11-2011
		JP 5023144 B2	12-09-2012
		JP 2009535999 A	01-10-2009
		JP 2009536000 A	01-10-2009
		JP 2009536001 A	01-10-2009
		US 2009161741 A1	25-06-2009
		US 2009168972 A1	02-07-2009
		US 2010166051 A1	01-07-2010
		WO 2007130877 A2	15-11-2007
		WO 2007130878 A2	15-11-2007
		WO 2007130879 A2	15-11-2007
WO 2008048156 A1	24-04-2008	AU 2006350182 A1	24-04-2008
		CN 101548532 A	30-09-2009
		EP 2074808 A1	01-07-2009
		US 2010296633 A1	25-11-2010
		WO 2008048156 A1	24-04-2008
US 2012039187 A1	16-02-2012	NONE	

## 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, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(72)発明者 モーセニ、 メディ

アメリカ合衆国 9 4 0 2 5 カリフォルニア州 メンロパーク コールマン アベニュー 8 0  
6 アpartment 2 4

(72)発明者 アルデスタニ、 イーシャン

アメリカ合衆国 9 4 4 0 4 カリフォルニア州 フォスターシティ イースト ヒルズデール  
ブルバード 1 2 0 0 アpartment 1 0 5

Fターム(参考) 5K019 AA04 AB06 BA52 BA65 BB36 CA03 CB04 CC09 CC15 CC16

CD01 CD14 DA03 DC03 DC05

5K201 AA02 DC02 EB03 EE11 EE19 FA08 FB08