(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5068671号
(P5068671)

(45)発行日　平成24年11月7日(2012.11.7)　(24)登録日　平成24年8月24日(2012.8.24)

(51)Int.Cl.		F I		
H04M 3/00	(2006.01)	H04M	3/00	D
H04L 12/56	(2006.01)	H04L	12/56	400B
H04B 3/02	(2006.01)	H04B	3/02	

請求項の数 24　(全 43 頁)

(21)出願番号	特願2007-557621 (P2007-557621)
(86)(22)出願日	平成18年2月28日(2006.2.28)
(65)公表番号	特表2008-536350 (P2008-536350A)
(43)公表日	平成20年9月4日(2008.9.4)
(86)国際出願番号	PCT/IB2006/000496
(87)国際公開番号	WO2006/092730
(87)国際公開日	平成18年9月8日(2006.9.8)
審査請求日	平成21年1月30日(2009.1.30)
(31)優先権主張番号	11/069,159
(32)優先日	平成17年3月1日(2005.3.1)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　507293480
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
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
(74)代理人　100083806
弁理士　三好　秀和
(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】既知のＤＳＬ回線走査及び不良スプライス検出機能を含むＤＳＬシステム推定

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

未知の操作ＤＳＬループ（１３０）の構成を推定する方法であって、前記未知の操作ＤＳＬループ（１３０）は、前記ループ（１３０）の各端にアクティブＤＳＬモデム（１２２、１４２）を備え、

（１）１つまたは複数の既知のＤＳＬループ構成のための既知のループ操作データを備えるデータベース（３４８）を提供し、前記データベースを提供することが、前記既知のＤＳＬループ構成で複数の既知のラインプロファイルを実行することによって、前記既知のループ操作データを収集すること（４２０）と、

（２）前記未知の操作ＤＳＬループ（１３０）から未知のループ操作データを収集することと（４２０）、

（３）前記収集された未知のループ操作データを、前記データベース（３４８）内の前記既知のループ操作データと比較することによって、前記未知の操作ＤＳＬループ（１３０）の構成を推定することと（４３０、４４０）、

を備える方法。

【請求項２】

前記収集された既知のループ操作データ及び収集された未知のループ操作データが減衰値を備える請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記既知のラインプロファイルが制御情報の組み合わせを備える請求項１に記載の方法

。
【請求項４】
前記制御情報が、
（１）データレート、
（２）送信電力、
（３）電力スペクトル密度（ＰＳＤ）、
（４）キャリヤマスク情報、
（５）フォワード・エラー・コレクション（ＦＥＣ）設定値、
（６）インパルス・ノイズ・プロテクション（ＩＮＰ）設定値、
（７）ＤＥＬＡＹ設定値、
（８）ターゲットの信号と雑音との比率（ＳＮＲ）マージン設定値、または
（９）最大ＳＮＲマージン設定値
の１つまたは複数を含む請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記未知のＤＳＬループ（１３０）から未知のループ操作データを収集することが（４２０）、繰り返し行われる請求項１に記載の方法。
【請求項６】
前記収集された未知のループ操作データを、前記データベース（３４８）内の前記既知のループ操作データと比較することによって、前記未知のＤＳＬループ（１３０）の構成を推定することが（４３０、４４０）、前記収集された未知のループ操作データと、前記データベース（３４８）内の前記既知のＤＳＬループ構成の内の１つの既知のループ操作データとの間の正確な一致を検索することを備える請求項１に記載の方法。
【請求項７】
前記収集された未知のループ操作データを、前記データベース（３４８）内の前記既知のループ操作データと比較することによって前記未知のＤＳＬループ（１３０）の構成を推定することが（４３０、４４０）、
前記収集された未知のループ操作データと、
前記データベース（３４８）内の前記既知のＤＳＬループ構成の２つ以上の前記既知のループ操作データの補間と、
をマッチングングさせることを備える請求項１に記載の方法。
【請求項８】
前記収集された未知のループ操作データを、前記データベース（３４８）内の前記既知のループ操作データと比較することによって（４３０）、前記未知のＤＳＬループ（１３０）の構成を推定することが（４３０、４４０）、
前記収集された未知のループ操作データと、
前記データベース（３４８）内の前記既知のＤＳＬループ構成の１つの最も近い既知のループ操作データと、
をマッチングングさせることを備える請求項１に記載の方法。
【請求項９】
前記収集された未知のループ操作データを、前記データベース（３４８）内の前記既知のループ操作データと比較することによって（４３０）、前記未知のＤＳＬループ（１３０）の構成を推定することが（４３０、４４０）、前記データベース（３４８）内の前記既知のＤＳＬループ構成の１つまたは複数の前記既知のループ操作データの重み付けを構築することを備える請求項１に記載の方法。
【請求項１０】
前記収集された未知のループ操作データを、前記データベース（３４８）内の前記既知のループ操作データと比較することによって、前記未知の操作ＤＳＬループ（１３０）の構成を推定することが（４３０、４４０）、前記収集された未知のループ操作データと、特定の1つまたは複数の前記既知のラインプロファイルに関連した前記データベース内の前記既知の操作ループデータと比較すること（４３０）を備える請求項１に記載の方法。

【請求項１１】
前記収集された未知のループ操作データを、前記データベース内の前記既知のループ操作データと比較することによって（４３０）、前記未知の操作ＤＳＬループの構成を推定することが（４３０、４４０）、前記収集された未知のループ操作データと、所与の既知のＤＳＬループ構成が前記未知の操作ＤＳＬループに類似する尤度に基づいて前記既知のＤＳＬループ構成の１つまたは複数から選択された前記データベース内の前記既知の操作ループデータと比較すること（４３０）を備える、請求項１に記載の方法。
【請求項１２】
前記収集された未知のループ操作データが、管理情報ベース（ＭＩＢ）によって報告される操作データである請求項１に記載の方法。
【請求項１３】
前記ＭＩＢによって報告される前記操作データが、前記未知の操作ＤＳＬループのための減衰値を備える請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】
1つまたは複数のラインプロファイルを使用して前記未知の操作ＤＳＬループでデータを送信することと、
前記データを送信するために、前記未知のＤＳＬループ応答から操作データを収集することと（４２０）、
をさらに備える請求項１に記載の方法。
【請求項１５】
前記既知のループ構成情報のデータベースを提供することは、
複数のラインプロファイルを使用して既知のループ構成を有する複数の操作ＤＳＬループでデータを送信することと、
既知の構成を有する前記複数の操作ＤＳＬループから操作データを収集することと、
を備える請求項１４に記載の方法。
【請求項１６】
前記既知の構成を含むＤＳＬループから収集された操作データが、減衰値を備え、さらに前記未知のＤＳＬループから収集された操作データが、減衰値を備える請求項１５に記載の方法。
【請求項１７】
前記未知の操作ＤＳＬループの構成を推定すること（４３０、４４０）は、
不良スプライスが前記未知の操作ＤＳＬループに存在するかを検知するために、前記既知のＤＳＬループ操作データと比較して前記未知の操作ＤＳＬループから前記収集された操作データを評価すること（４３０）、
をさらに備える請求項１に記載の方法。
【請求項１８】
前記既知のＤＳＬループ操作データと比較して前記未知の操作ＤＳＬループから前記収集された操作データを評価することが（４３０）、
（１）前記未知のＤＳＬループから前記収集された操作データに最も近い前記既知のＤＳＬループ操作データを識別することと、
（２）前記最も近い既知のＤＳＬループ操作データと、前記未知のＤＳＬループから前記収集された操作データとの間の差異を表す残留値を計算することと、
（３）前記計算された残留値を閾値残余と比較することと、
を備える請求項１７に記載の方法。
【請求項１９】
（１）前記未知のＤＳＬループから前記収集された操作データに基づいて、前記未知の操作ＤＳＬループのチャネル及び雑音スペクトル曲線を推定することと、
（２）前記推定された雑音スペクトル曲線の最小値を閾値と比較することと、
をさらに備える請求項１７に記載の方法。
【請求項２０】

前記未知のＤＳＬループから前記収集された操作データは、ビットテーブル情報を備え、

さらに、不良スプライスが前記未知の操作ＤＳＬループに存在するかを検知するために、前記既知のＤＳＬループ操作データと比較して前記未知の操作ＤＳＬループから前記収集された操作データを評価することが（４３０）、前記ビットテーブル情報が不良スプライスからのエコー影響によって影響を受けるかどうかを検査することを備える請求項１７に記載の方法。

【請求項２１】

前記ビットテーブル情報を検査することは、上りビットテーブル情報と下りビットテーブル情報が、前記未知のＤＳＬループに結合されているＤＳＬ送信機、または前記未知のＤＳＬループに結合されているＤＳＬ受信機の近くの不良スプライスによって生成されるエコー影響によって影響を受けるかどうかを判定するために、未知のＤＳＬループの上りビットテーブル情報と未知のＤＳＬループの下りビットテーブル情報とを検査することを備える請求項２０に記載の方法。

【請求項２２】

前記未知の操作ＤＳＬループから操作データを収集することが（４２０）、前記収集された操作データが前記未知のＤＳＬループからの前記収集された操作データの時間変動を示すように、前記複数のラインプロファイルからの少なくとも１つのラインプロファイルの前記未知の操作ＤＳＬループ上で複数の伝送が行われる、ある期間に渡って操作データを収集すること（４２０）を備え、

さらに、前記既知のＤＳＬループ操作データと比較して前記未知の操作ＤＳＬループから前記収集された操作データを評価することが（４３０）、不良スプライスが経時的に進展したかどうかを検出するために前記未知の操作ＤＳＬループからの前記収集された操作データの前記時間変動を評価すること（４３０）を備える請求項１７に記載の方法。

【請求項２３】

前記未知の操作ＤＳＬループで検出される不良スプライスの場所を決定することをさらに備える請求項１７に記載の方法。

【請求項２４】

未知の操作ＤＳＬループ（１３０）の構成を推定するためのＤＳＬシステム構成推定装置（３００）であって、前記未知の操作ＤＳＬループ（１３０）は、前記ループ（１３０）の各端にアクティブＤＳＬモデム（１２２、１４２）を備え、

（１）１つまたは複数の既知のＤＳＬループ構成で複数の既知のラインプロファイルを実行することにより、１つまたは複数の既知のＤＳＬループ構成のための既知のループ操作データを備えるデータベース（３４８）を提供する手段と、

（２）前記未知の操作ＤＳＬループ（１３０）から未知のループ操作データを収集する手段と（３２０）、

（３）前記収集された未知のループ操作データを、前記データベース（３４８）内の前記既知のループ操作データと比較することによって、前記未知の操作ＤＳＬループ（１３０）の構成を推定する手段と（３４０）、

を備えるＤＳＬシステム構成推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、概して、デジタル通信システムを管理するための方法、システム及び装置に関する。さらに詳細には、本発明はＤＳＬシステム等の通信システムにおけるチャネルまたは回線のグループの構成を推定することに関する。

【０００２】

＜関連出願の相互参照＞

本願は、その開示がすべての目的のために全体として参照することにより本書に組み込まれている、米国特許法第１１９条（ｅ）の元で、通信システムの動的管理（ＤＹＮＡＭ

ＩＣ ＭＡＮＡＧＥＭＥＮＴ ＯＦ ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＳＹＳＴＥＭ）と題される２００３年１２月７日に出願された米国仮出願第６０／５２７，８５３号（代理人整理番号第０１０１－ｐ０１ｐ号）の利点を主張する、ＤＳＬシステム推定及びパラメータ推奨（ＤＳＬ ＳＹＳＴＥＭ ＥＳＴＩＭＡＴＩＯＮ ＡＮＤ ＰＡＲＡＭＥＴＥＲ ＲＥＣＯＭＭＥＮＤＡＴＩＯＮ）と題される２００４年４月２日に出願された米国出願番号第１０／８１７，１２８号（代理人整理番号第０１０１－ｐ０３号）の一部継続出願である。

【０００３】

本願は、その開示がすべての目的のために全体として参照することにより本書に組み込まれている、通信装置識別（ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＤＥＶＩＣＥ ＩＤＥＮＴＩＦＩＣＡＴＩＯＮ）と題される、２００４年１１月４日に出願された米国出願番号第１０／９８１，０６８号（代理人整理番号第０１０１-ｐ０９号）に関連している。

【背景技術】

【０００４】

デジタル加入者回線（ＤＳＬ：Digital Subscriber Line）技術は、既存の加入電話回線（ループ及び／または銅設備と呼ばれている）に優る、デジタル通信用の潜在的に大きな帯域幅を提供する。加入電話回線は、音声専用バンド帯域アナログ通信のためのその元の設計に関係なく、この帯域幅を提供できる。特に、非対称型デジタル加入者回線（ＡＤＳＬ：Asymmetric DSL）は、該加入者線の各端部でモデム（通常は、送信機と受信機の両方として機能するトランシーバ）の訓練及び初期化の間に決定されるようにチャネル状態に適合できる、それぞれのトーン（つまりサブキャリヤ）に多くのビットを割り当てる離散マルチトーン（ＤＭＴ：discrete multitone）回線コードを使用することによって該加入者回線の特徴に適合できる。

【０００５】

「ｘＤＳＬ」及び「ＤＳＬ」は一般的に、ＡＤＳＬ、ＨＤＳＬ、ＳＤＳＬ、ＳＨＤＳＬ、ＩＤＳＬ、ＶＤＳＬ及びＲＡＤＳＬ等のパケットをベースにしたアーキテクチャを含む、デジタル加入者回線の装置とサービスを指すために使用される用語である。ＤＳＬ技術は、埋め込まれているツイストペア、銅ケーブル設備を超えるきわめて高い帯域幅を提供できる。ＤＳＬ技術は、帯域幅集約型の応用に大きな可能性を提供する。

【０００６】

一般的に、ＡＤＳＬ、つまり非対称型デジタル加入者回線サービスは、電話会社の電話局（ＣＯ：central office）から加入者の敷地までの既存の非シールドのツイストペア銅線を使用する。ＣＯと遠隔地両方のＡＤＳＬモデムは、高速デジタル信号を銅線上で送信し、約１．５Ｍｂｐｓから６．１４４Ｍｂｐｓ（ＡＤＳＬ１では８Ｍｂｐｓであり、すでに日本と中国で使用されている）の下り（downstream）帯域幅と、約３２Ｋｂｐｓから６４０Ｋｂｐｓの上り（upstream）帯域幅を、５．５ｋｍに及ぶループ距離で提供できる可能性がある。

【０００７】

ＨＤＳＬ（High-bit-rate DSL）つまり高ビットレートＤＳＬは、より短いループで高性能対称接続を提供し、一般的には２本または３本の銅のツイストペアを必要とし、約３．７ｋｍまでのループ距離でともに約１．５Ｍｂｐｓの上りおよび下りの帯域幅を提供できる。ＳＤＳＬ（Single line DSL）つまり単線ＤＳＬは、単一のツイストペアを使用してＨＤＳＬデータレートに匹敵する対称接続を提供するが、約３．０ｋｍまでのさらに短いループで動作する。ＶＤＳＬ（Very high-bit-rate DSL）、つまり超高ビットレートＤＳＬは、通常、ＡＤＳＬの超高速変形として非常に短いループ上に非対称形式で実現される。具体的には、目標下り性能は、通常、３００ｍの加入回線（local loop）上で約５２Ｍｂｐｓ、１，０００ｍで２６Ｍｂｐｓ、１，５００ｍで１３Ｍｂｐｓである。非対称実現例の上りデータレートは、約１．６Ｍｂｐｓから約２．３Ｍｂｐｓに及ぶ。ＶＤＳＬも、通常１０から２５Ｍｂｐｓの対称データレートを提供する。ＶＤＳＬ２として知られるＤＳＬのより新しいバージョンは、１００Ｍｂｐｓの対称データレートと、非対称構成で

最高１５０Ｍｂｐｓの下りレートを約束している。加えて、ＡＤＳＬのように回線の長さと質に適合する（そして、ＱＡＭまたはＣＡＰと呼ばれる、ＤＳＬでは現在ほぼ現存していない回線伝送方法を使用していた）動的データレートを提供する、少数の標準外のＲＡＤＳＬ（Rate adaptive Asymmetric Digital Subscriber Line）すなわち適応レート非対称ＤＳＬＳがある。ＤＳＬのこれらのバージョンは、回線交換網の回線を掴む（ｌｉｎｅ－ｇｒａｂｂｉｎｇ）慣行を廃止する、パケットをベースにした手法を活用している。このパケットをベースにした手法は、種々の状況でうまく機能する。

【０００８】

ＤＳＬサービスは、１ＭＨｚを超えることもある周波数を含む帯域幅を活用するＤＳＬサービスと比較して最高約４．０ｋＨｚの周波数を含む帯域幅を通常使用する従来の電話サービスよりも、はるかに回線の状態（例えば、銅ループの長さ、質、及び環境）に依存している。いくつかの加入回線がＤＳＬを実現するためにすばらしい状態（例えば、ブリッジタップ(bridged tap)及びスプライス(splice)が最小で、短距離から中距離を有する）にあるのに対して、多くの加入回線は適切ではない。例えば、加入回線の長さは、大きく変化する。さらに、加入回線のための線径（wire gauge）は、ループの全長で一定していない可能性があり、ともに継ぎ合わされた２つ以上の異なる口径(gauge)を有する。なおさらに、多くの既存の加入回線は、１つまたは複数のブリッジタップ（一方の端部でループに接続され、他方の端部では接続されていない、あるいは不完全に終端しているワイヤペアの長さ）を有し、いくつかの加入回線は不良スプライス（例えば、接続がゆるいスプライス）を有する。この種の回線情報（例えば、線径情報、ブリッジタップ情報、セグメント情報、不良スプライス情報、及び負荷コイル(load coil)情報）は、ＤＳＬシステム及び構成の評価にとって重要である。回線状態の別の重要なクラスは、他のＤＳＬからの放射線（「クロストーク(crosstalk)」）、ＡＭまたはアマチュア無線局の無線進入、回線または受信機アナログ構成要素での熱雑音、家庭での多様な電化製品、ループ設備内またはＣＯでの電子装置によって引き起こされることがある、回線上で測定される雑音である。これらの種類の雑音は、ときおり変化することがあり、相対的に固定的で衝撃的であるか、あるいは両方の組み合わせである場合がある。この種の情報は、ＤＳＬシステム及び構成の評価にとっても重要である。

【０００９】

バンドルまたは電話会社のＣＯ及び他の場所からのバインダの中でループがどのようにして配置され、操作されているのかを含むこれらのループの様々な状態及び構成は、ＤＳＬループのあらゆるグループが異なり、したがって違う動作をすることを意味する。個々の回線についての情報が存在する可能性があり、あるいは初期の技法（例えば、音声帯域測定方法及びループ品質認定方法を使用する評価）を使用して決定できる。しかしながら、この情報は、クロストーク（つまり、同じまたは近傍のバンドルの中のワイヤペアが別々の信号伝送に使用されるときのワイヤペア間の結合のために、隣接する回線の間で伝えられる不必要な干渉及び／または信号雑音）等の相互作用を含む回線間の相互作用（アクティブ及びイナクティブ）を考慮に入れることができない。さらに、この情報の精度は一部疑わしい。同じグループの中の回線の間でさえ回線の質が大きく変化することが判明している。さらに音声帯域測定は、ループＤＳＬ環境を反映必ずしも正確にしていない。したがって、例えば各バインダまたは他のグループの単線を評価し、次にその情報をこのようなグループ内のすべての他の回線に推論する技法は、それらの他の回線または該評価される回線自体についても正確な情報を提供しない可能性がある。

【００１０】

他の技法は、所定の試験信号が起始点からＤＳＬ伝送回線に送信される時間領域反射率測定法を使用してＤＳＬ伝送回線を特徴付けることを含み、該回線は該起始点に戻る該信号の一部を反射し、該反射された信号は伝送回線特徴を決定するために分析される。他の状況では、基準ループは、伝達関数を生成するために、及び基準ループ内の減衰、雑音等の信号に対する影響をモデル化するために分析及び／または特徴付けられる可能性がある。通常、１つの基準ループは各バインダまたは回線の他のグループ内で選択され、評価さ

れる。

【００１１】

しかしながら、単一のループまたは回線を評価するためのこれらの技法はこれらの回線の環境の作用を考慮に入れることができない。すなわち、回線の動作だけを超えて回線の性能に影響を及ぼす環境状態がある。単一の基準ループを試験することにより回線自体についての基本的な情報が作成されていよいが、このような情報は、グループ分けされた回線を同時に使用している多くのユーザに対する最適化サービスの理解及び実現を支援していない。

【００１２】

ＤＳＬ配備成功のために必要とされる試験、監視、及び保守にまつわる別の問題は、様々な関係者が隣接しているＤＳＬ回線を頻繁に使用し、操作するという事実である。例えば、ＣＯ内の何本かの回線は、独自の運用使用規則とシステムを活用するＩＬＥＣ（Incumbent Local Exchange Carrier:既存地域電話会社）によって運用されている可能性がある。同じバインダ及び／または他のグルーピングの中の他の回線は、市場でじかにＩＬＥＣと競合し、同様に独自の運用使用規則とシステムを有する１社または複数のＣＬＥＣ（Competitive Local Exchange Carrier:競合地域電話会社）によって運用されている可能性がある。これらの状況または類似の状況の排他的で競合する性質は、ＤＳＬ回線環境について特殊な情報を取得する機会がほとんどないことを意味する。

【００１３】

ＤＳＬバインダ及び他のグループを含むＤＳＬシステムのモデル化を可能にするシステム、方法及び技法は、技術の重大な前進を表すであろう。特に、管理システムは名目上、回線上で制限された情報だけを提供してよく、その限られた情報から実質的にさらに多くの情報を推論できるであろうシステムは、ＤＳＬサービスレートの分野及び関連する範囲でのかなりの前進を示すであろう。

【００１４】

＜発明の簡単な概要＞

所与のｘＤＳＬシステム構成の推定値は、ネットワーク要素管理システムから収集される操作データ、プロトコル、ユーザ等に基づいている。推定値の精度を高めるために様々な操作データが、多様な操作モードを選択することによって（つまり走査によって）、収集されてよい。生成された推定値を使用して、推定器（estimator）及び／またはコントローラ（動的スペクトルマネージャ等）が、例えばユーザのデータレート、送信電力レベル、信号伝送周波数バンド等を設定することによって、ユーザ及び／または通信システムの他の部分のために１つまたは複数の操作モードを制御（または推奨）してよい。本発明を使用して取得される近似値または推定値は、ユーザが、自らのシステムの使用を最適化するのを、またはその性能を回線構成モードまたは操作モードの最小の変更で大幅に改善できる回線を検出するのを支援することを含むが、これに限定されない多様な目的のために貴重である。システムから収集された操作データは、要素管理システムプロトコルを介してＡＤＳＬシステム内で通常利用可能な、性能特徴付け操作データを含み得る。推定器及び／またはコントローラは、該方法を実行し、多様な方法で本発明を実現できる。

【００１５】

推定器、コントローラ、及び／または他の構成要素は、適切な操作データを収集および分析する、コンピュータにより実現されるデバイス、またはデバイスの組み合わせである場合がある。生成される推定値は、システム性能を評価し、該システム上で動作する送信機による動作の変化を直接的にまたは間接的に指示／要求し、あるいはシステム上で動作する送信機による動作の改善を推奨する際に使用できる。コントローラ及び／または推定器は、他のケースではＣＯ外部に配置されるサードパーティによって運用されてよいが、ＤＳＬ　ＣＯ内に常駐することもあるどこかに配置されてもよい。

【００１６】

データは、例えばＧ．９９７．１（Ｇ．ｐｌｏａｍ）規格等によって記述されるデータ及び／または情報を含む、使用可能な手段を介して通信システムから取得されてよい。デ

ータ及び／または他の情報は、所与の通信システムにとって内部の技法を使用して収集されてよく、あるいはｅメール及び／または他の「外部手段」を介してシステム要素及び構成要素から取得されてよい。

【００１７】

推定器及び／またはコントローラは、ＣＯまたは他の場所から多くのＤＳＬ回線を運用するＩＬＥＣまたはＣＬＥＣであってよい。収集手段は、使用可能な操作データを取得し、該コントローラ内のオペレーティングモード命令信号生成手段に結合されてよい推定手段にこのデータを提供する。この信号生成器は、ユーザ及び／または通信システムの他の部分（例えば、ＡＤＳＬトランシーバ）に、オペレーティングモード命令信号を生成および送信するように構成されてよい。これらの命令は、許容データレート、送信電力レベル、コーディング要件及び待ち時間要件等を含んでよい。近似しようとされるシステム構成は、ユーザ数、回線（アクティブ／イナクティブ）数、システムの操作特徴等を含むことがある。データは、例えば、周期的に、要求に応じて、あるいは任意の他の非周期で一度または経時的に収集されてよく、このようにして推定器が、所望される場合にそのシステム構成近似値を更新できるようにする。

【００１８】

本発明による方法は、コントローラ、推定器、動的スペクトルマネージャ、コンピュータ等によって実行できる。１つまたは複数の初期モデルが選択されてよい。これらのモデルは、パラメータ化可能であり、既知のまたはパラメータ化された長さ（及び任意の既知のまたはパラメータ化されたブリッジタップ長及び位置）のためのチャネル挿入損失伝達関数、個々のユーザの電力レベル及び／または彼らの対応するＰＳＤレベルに関する推測されたデータまたは操作データ、ビットエラーまたはエラーの時間平均バージョン（エラー秒及び／または経時的なコード違反のような）、それらの対応するコード設定値及び／または潜在的な雑音のパラメータ化され整形されたＰＳＤ、に基づくかまたはそれらを含む可能性がある。モデルは、プロセスの中で後に選択されてもよい。

【００１９】

データは、使用可能なソース（例えば、ＴＬ１コマンド、ＳＮＭＰ、ＸＭＰまたは他のプロトコルを用いて「内部的に」、あるいはインターネット上で「外部的に」）から収集される。収集されたデータは、評価され、現在検討中のモデル（複数の場合がある）と比較される。初期のモデルまたは潜在的なモデルのグループが、データ収集以前に選択されていなかった場合には、１つまたは複数のモデルが、初期データ収集後に選択されてよい。モデル（複数の場合がある）が改良、修正、または廃棄されてよく、及び／または新しいモデルが評価の結果に応じて選択されてよい。経時的（長い間）に収集されたデータの履歴は、１つまたは複数のモデルの選択及び改変または調整を改良するために調べられてよい。推定器がシステム構成の適切な推定値を達成する場合、該推定器またはコントローラは、トランシーバ、ユーザ、及び／または通信システムの他の部分に推奨策、命令または他の通信を送信できる。これらの命令は、操作モードのための要件であってよく、あるいはそのユーザのための性能及び／またはサービスを改善するための推奨策であってよい。このような命令は、データレート、送信電力レベル、スペクトル整形及び構成等を設定することに関してよく、推定器における既存の、または推察されたモデルに対するさらによい一致を可能にする可能性がある回線（異なるデータレート、ＤＭＴ及び／または異なるＰＳＤにおける異なる開始／最小周波数及び／または終了／最大周波数、あるいは電力レベル等のおそらく様々なデータ条件下での）のその追加の励起を要求または命令してよい。

【００２０】

モデルの確度の尤度（例えば、最大尤度方法論によって決定された）は、通常の動作信号に基づいて操作性能を示す観察された通常の操作データ（ユーザがシステムを「通常」使用することによって生成される）、及び／または操作性能を示す試験データ（該システムで通常実施される試験によって生成される）、及び／または刺激信号に基づいて操作性能を示すプロンプトされる操作データ（ｘＤＳＬシステムを刺激することによって生成さ

れる）等のシステム性能の多様なデータ、情報、及び／またはインジケータに基づくことができる。

【００２１】

このようなプロンプトされるデータの一例は、周波数の所与のセットのＨｌｏｇに近似するために周波数搬送波マスクを使用する。ブリッジタップ、減衰等に関する情報はこのような情報から決定できる。

【００２２】

他の実施形態では、多くのラインプロファイル（line profile）が既知の構成を有するＤＳＬループと関連して使用され、その結果ループ構成情報のデータベースまたはライブラリをアセンブルできる走査が使用される。ラインプロファイルの１つまたは複数は、未知のＤＳＬループから収集できる操作データを生成するために、該未知のＤＳＬと使用できる。この収集された操作データは、データベース内のループ構成と比較され、該未知のＤＳＬループに関するループ構成情報の識別を可能にする。未知のＤＳＬループの構成を推定する多様な方法を使用できる。さらに、未知のＤＳＬループから収集される操作データは、１つまたは複数の不良スプライスが該未知のＤＳＬループ上に存在するのか、及び場合によっては近似のまたは正確な不良スプライス（複数の場合がある）の場所（複数の場合がある）を判断するために使用されてもよい。

【００２３】

本発明の追加の詳細及び優位点は、以下の詳細な説明及び関連する図において提供される。

【００２４】

類似する参照記号が類似する構造上の要素を示す添付図面に関連して、本発明は以下の詳細な説明によって容易に理解される。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２５】

＜発明の詳細な説明＞

本発明の以下の詳細な説明は、本発明の１つまたは複数の実施形態を参照するが、このような実施形態に限定されない。むしろ、詳細な説明は例証的であることだけを目的とする。当業者は、図に関して本書に示されている詳細な説明が、本発明がこれらの限定された実施形態を超えるので、説明のために提供されていることを容易に理解する。

【００２６】

本発明の実施形態は、ネットワーク要素管理システムから収集される操作データ、プロトコル等に基づいて、所与のｘＤＳＬシステムの構成を推定する。このように生成された推定値（estimate）を使用して、コントローラは次に、例えばユーザのデータレート、送信電力レベル（transmit power levels）等を設定することによって、操作モードを制御する（またはモードを推奨してよい）。ｘＤＳＬシステムの正確な構成は決定できないが、本発明を使用して取得される近似値(approximation)または推定値は、それにも関わらず、ユーザが自らのシステムの使用を最適化するのを、あるいは回線構成の最小の変化で性能を大幅に改善できる回線を検出するのを支援することを含むが、これに限定されない多様な目的のためにきわめて貴重である。該システムから収集される操作データは、通常は要素管理システムプロトコルを介してＡＤＳＬシステムで入手できる性能特徴付け操作データを含むことがある。操作データは、ＡＤＳＬシステムに通常含まれないデータも含み得る。そのデータは、特定のモデムモデル及び／または他のソースから出現してよく、したがってチャネル識別及び／または他の目的のために使用されてよい。推定器及び／またはコントローラ（例えば、動的スペクトルマネージャまたは他の独立したエンティティ）は、該方法を実行し、多様なやり方で本発明を実現できる。

【００２７】

さらに詳細に後述されるように、本発明の１つまたは複数の実施形態を実現する推定器は、コントローラ（例えば、動的スペクトルマネージャまたはスペクトル管理センタ）の一部である場合がある。これらの構成要素はコンピュータによって実現されるデバイス、

または適切な操作データを収集、分析するデバイスの組み合わせである場合がある。生成された推定値は、システム性能を評価し、該システムで動作する送信機による動作の変化を直接的または間接的に決定する／必要とするか、あるいは該システムで動作する送信機による動作の改善を推奨する上で使用できる。コントローラ及び／または推定器はどこにでも配置できる。いくつかの実施形態では、コントローラ及び／または推定器はＤＳＬＣＯに備えられ、一方、他のケースではそれらはＣＯの外部に配置されるサードパーティによって操作されてよい。本発明の実施形態に関連して使用可能なコントローラ及び／または推定器の構造、プログラミング及び他の特定の特長は、本開示を検討後に当業者に明らかになる。

【００２８】

本発明の実施形態の以下の例は、例示的な通信システムとしてＡＤＳＬシステムを使用する。これらのＡＤＳＬシステムの中では、ある規約、規則（ルール）、プロトコル等が例示的なＡＤＳＬシステムの動作、及びユーザ及び／または該システム上の装置から入手可能な情報及び／またはデータ、を説明するために使用されてよい。しかしながら、当業者によって理解されるように、本発明の実施形態は、多様な通信システムに適用されてよく、本発明は任意の特定のシステムに限定されない。本発明は、システム構成の知識が貴重となるであろう任意のデータ伝送システムで使用できる。

【００２９】

多様なネットワーク管理要素は、要素がＡＤＳＬモデム対の中のパラメータまたは関数を、集合的に、または個々の端部で参照する、ＡＤＳＬ物理層資源の管理のために使用される。ネットワーク管理フレームワークは、それぞれエージェントを含む１つまたは複数の管理ノードからなる。管理ノードは、ルータ、ブリッジ、スイッチ、ＡＤＳＬモデム等となるであろう。多くの場合マネージャと呼ばれる少なくとも１つＮＭＳ（Network Management System：ネットワーク管理システム）は、管理ノードを監視および制御し、通常は共通のＰＣまたは他のコンピュータに基づく。ネットワーク管理プロトコルは、管理情報及びデータを交換するために該マネージャとエージェントによって使用される。管理情報の単位は、オブジェクトである。関連付けられたオブジェクトの集合体は、管理情報ベース（ＭＩＢ：Management Information Base）として定義される。

【００３０】

図１は、すべての目的のために全体として本書に組み込まれている、Ｇ．９９７．１規格（Ｇ．ｐｌｏａｍ）による参照モデルシステムを示している。このモデルは、すべて結合（bonding）あり及び結合なしで、Ｇ．９９１．１規格とＧ．９９１．２ ＳＨＤＳＬ規格のみならず、ＡＤＳＬ１（Ｇ．９９２．１）、ＡＤＳＬ－Ｌｉｔｅ（Ｇ．９９２．２）、ＡＤＳＬ２（Ｇ．９９２．３）、ＡＤＳＬ２－Ｌｉｔｅ Ｇ．９９２．４、ＡＤＳＬ２＋（Ｇ．９９２．５）及びＶＤＳＬ規格から出現するＧ．９９３ｘ等の、スプリッタ(splitters)を含んでも含まなくてもよい様々な規格を満たすすべてのＡＤＳＬシステムに適用する。

【００３１】

Ｇ．９９７．１規格は、Ｇ．９９７．１に定義される明確な埋め込み動作チャネル（ＥＯＣ：embedded operation channel）及びＧ．９９２．ｘ規格に既定されるインジケータビットとＥＯＣメッセージの使用に基づいて、ＡＤＳＬ伝送システムのために物理層管理を規定する。さらに、Ｇ．９９７．１は、構成、障害、及び性能の管理のために、ネットワーク管理要素コンテンツを指定する。これらの機能を実行する上で、該システムは、アクセスノード（ＡＮ）で入手可能である多岐に渡る操作データを活用する。

【００３２】

図１では、ユーザの端末装置（ＴＥ）１１０は、ネットワーク終端装置（ＮＴ）１２０に結合するホームネットワーク１１２に結合される。ＮＴ１２０は、ＡＴＵ－Ｒ１２２（例えば、ＡＤＳＬ規格の１つによって定義されるトランシーバ）、または任意の他のネットワーク終端モデム、トランシーバ、または他の通信装置を含む。ＮＴ１２０は管理エンティティ（ＭＥ）１２４も含む。ＭＥ１２４は、マイクロプロセッサ、マイクロコントロ

ーラまたは適用可能な規格及び／または他の基準によって必要に応じて実行できるファームウェアまたはハードウェア内の回路状態マシンのような、任意の適したハードウェアデバイスである場合がある。ＭＥ１２４は、性能データ及び／または操作データを収集し、各ＭＥによって維持（メンテナンス）される情報のデータベースであり、ネットワーク管理プロトコルを介してアクセスできるＭＩＢ内に記憶する。ネットワーク管理プロトコルは、ＳＮＭＰ（Simple Network Management Protocol）、ネットワーク装置から情報を収集し、管理者コンソール／プログラムに、あるいはＴＬ１コマンドを介して提供するために使用される管理プロトコル等である。ＴＬ１は、電気通信ネットワーク要素間で応答とコマンドをプログラミングするために使用される長い伝統のあるコマンド言語である。

【００３３】

システム内の各ＡＴＵ－Ｒは、ＣＯまたは他の中心位置の中のＡＴＵ－Ｃに結合されている。図１では、ＡＴＵ－Ｃ１４２はＣＯ１４６内のアクセスノード（ＡＮ）１４０に配置されている。ＭＥ１４４は、同様にＡＴＵ－Ｃ１４２に関する性能データのＭＩＢを維持する。ＡＮ１４０は、当業者によって理解されるように、広帯域ネットワーク（broadband network）１７０または他のネットワークに結合されてよい。ＡＴＵ－Ｒ１２２とＡＴＵ－Ｃ１４２は、ＡＤＳＬのケースでは通常は他の通信サービスも伝搬する電話ツイストペアであるループ１３０によって、ともに結合されている。

【００３４】

図１に示されているインタフェースのいくつかは、性能データを決定し、収集するために使用される。Ｑ－インタフェース１５５は、オペレータのＮＭＳ１５０とＡＮ１４０内のＭＥ１４４との間にインタフェースを提供する。Ｇ．９９７．１規格に指定されているすべてのパラメータは、Ｑ－インタフェース１５５に適合する。ＡＴＵ－Ｒ１２２からの遠端（far-end）パラメータは、Ｕインタフェース上で２つのインタフェースのどちらかによって引き出すことができる一方、ＭＥ１４４でサポートされている近端（near-end）パラメータは、ＡＴＵ－Ｃ１４２から引き出される。埋め込みチャネル１３２を使用して送信され、ＰＭＤ層で提供されるインジケータビット及びＥＯＣメッセージは、ＭＥ１４４で必要とされるＡＴＵ－Ｒ１２２パラメータを生成するために使用できる。代わりに、ＯＡＭチャネル及び適切なプロトコルが、ＭＥ１４４によって要求されるときに、ＡＴＵ－Ｒ１２２から該パラメータを取り出すために使用できる。同様に、ＡＴＵ－Ｃ１４２からの遠端パラメータは、Ｕインタフェース上の２つのインタフェースのどちらかによって引き出すことができる。ＰＭＤ層で提供されるインジケータビット及びＥＯＣメッセージは、ＮＴ１２０のＭＥ１２２で必要とされるＡＴＵ－Ｃ１４２パラメータを生成するために使用できる。代わりにＯＡＭチャネル及び適切なプロトコルは、ＭＥ１２４によって要求されるときに、ＡＴＵ－Ｒ１４２から該パラメータを取り出すために使用できる。

【００３５】

Ｕインタフェース（本質的にループ１３０である）には、２つの管理インタフェース、つまりＡＴＵ－Ｃ１４２での管理インタフェース（Ｕ－Ｃインタフェース１５７）と、ＡＴＵ－Ｒ１２２での管理インタフェース（Ｕ－Ｒインタフェース１５８）がある。インタフェース１５７は、Ｕインタフェース１３０上で取り出すために、ＡＴＵ－Ｒ１２２にＡＴＵ－Ｃ近端パラメータを提供する。同様に、インタフェース１５８は、Ｕ－インタフェース１３０上で取り出すために、ＡＴＵ－Ｃ１４２にＡＴＵ－Ｒ近端パラメータを提供する。適用するパラメータは、使用されているトランシーバ規格（例えば、Ｇ．９９２．１またはＧ．９９２．２）に依存してよい。

【００３６】

Ｇ．９９７．１規格は、Ｕインタフェース全体でオプションのＯＡＭ通信チャネルを指定する。このチャネルが実現されると、ＡＴＵ－ＣとＡＴＵ－Ｒの対が、物理層ＯＡＭメッセージをトランスポートするためにそれを使用できる。したがって、このようなシステムのトランシーバ１２２、１２４が、それぞれのＭＩＢで保持されている多様な操作データと性能データを共有する。

【００３７】

ＡＤＳＬ　ＮＭＳに関するさらに多くの情報が、１９９８年３月付けのＡＤＳＬフォーラムからの「ＡＤＳＬネットワーク要素管理（ＡＤＳＬ　Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｅｌｅｍｅｎｔ　Ｍａｎａｇｅｍｅｎｔ）」と題されている技術レポートＴＲ－００５に記載されている。該技術レポートは、すべての目的のために全体として参照することにより、本書に組み込まれている。また、２００４年１月付けのＤＳＬフォーラムからの「ＣＰＥ　ＷＡＮ管理プロトコル（ＣＰＥ　ＷＡＮ　Ｍａｎａｇｅｍｅｎｔ　Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）」と題されているワーキングテキストＷＴ－８７（改訂６）が、すべての目的のために全体として参照することにより本書に組み込まれている。最後に、２００４年１月５日付けのＤＳＬフォーラムからの「ＬＡＮサイドＤＳＬ　ＣＰＥ構成仕様（ＬＡＮ－Ｓｉｄｅ　ＤＳＬ　ＣＰＥ　Ｃｏｎｆｉｇｕｒａｔｉｏｎ　Ｓｐｅｃｉｆｉｃａｔｉｏｎ）」と題されているワーキングテキストＷＴ－０８２ｖ７が、すべての目的のために全体として参照することによって本書に組み込まれている。これらの文書は、ＣＰＥサイド管理のための様々な状況に対処する。

【００３８】

当業者に理解されるように、これらの文書に説明されているパラメータの少なくともいくつかは、本発明の実施形態と関連して使用できる。さらに、システム説明の少なくともいくつかは、同様に、本発明の実施形態に適用可能である。ＡＤＳＬ　ＮＭＳから入手できる多様なタイプの操作データ及び情報が、その中に記載されている。それ以外の情報も当業者に公知であり得る。

【００３９】

多くのトランシーバ対が動作している、及び／または使用できるＤＳＬ設備の典型的なトポロジーでは、各加入者ループの一部が、マルチペアバインダ（またはバンドル（bundle））の中の他のユーザのループと結び付けられている。加入者宅内機器（ＣＰＥ：Customer Premises Equipment）に非常に近い台座（pedestal）の後で、ループは、ドロップワイヤの形を取り、該バンドルを出る。したがって、加入者ループは、２つの異なる環境を横断する。ループの一部は、該ループが外部電磁干渉から遮断されることがあるが、クロストーク（漏話）にさらされるバインダ内部に配置されてよい。台座の後では、ドロップワイヤは多くの場合、それが該ドロップの大部分、他の対から遠いことによりクロストークの影響を受けないが、該ドロップワイヤが遮蔽されていないために電磁干渉によって送信がさらに大きく減じられることもある。多くのドロップは、それらの中に２本から８本のツイストペアを有し、家庭への多重サービスまたはそれらの回線の結合（単一サービスの多重化及び逆多重化）の状況では、ドロップセグメント内のこれらの回線の間で追加の大きなクロストークが発生することがある。

【００４０】

一般的で例示的なＤＳＬ配備シナリオが、図２に示されている。合計（Ｌ＋Ｍ）人のユーザ２９１、２９２のすべての加入者ループが、少なくとも１つの共通バインダを通過する。各ユーザは、専用回線を通ってＣＯ(Central Office)２１０、２２０に接続されている。しかしながら、各加入者ループが異なる環境及び媒体を通過してよいことがある。図２では、Ｌ人のユーザ２９１が、一般的にファイバからキャビネット（ＦＴＴＣａｂ）またはファイバからカーブ（Curb）と呼ばれている光ファイバ２１３と銅のツイストペア２１７の組み合わせを使用してＣＯ２１０に接続されている。ＣＯ２１０のトランシーバ２１１からの信号は、ＣＯ２１０及び光ネットワーク装置（ＯＮＵ）２１８で光回線端末２１２及び光ネットワーク端末２１５によって、それらの信号を変換させる。ＯＮＵ２１８のモデム２１６は、ＯＮＵ２１８とユーザ２９１の間の信号用のトランシーバとしての機能を果たす。

【００４１】

残りのＭ人のユーザ２９２のループ２２７は、ファイバから交換機（ＦＴＴＥｘ）と呼ばれるシナリオである、銅のツイストペアだけである。これにより加入者ループの銅部分の長さが縮小し、その結果達成可能なレートが上昇するため、可能であり経済的に実行可能なときはいつでも、ＦＴＴＣａｂはＦＴＴＥｘよりも好ましい。ＦＴＴＣａｂループの

存在は、ＦＴＴＥｘループにとって問題を生じさせることがある。さらに、ＦＴＴＣａｂは、将来ますます一般的なトポロジーになると予想されている。この種のトポロジーは多大なクロストーク干渉につながることがあり、多様なユーザの回線が、彼らが動作する特定の環境のために、異なるデータ搬送能力及び実行能力を有することを意味する場合がある。該トポロジーは、ファイバによって供給される「キャビネット」回線及び交換回線が同じバインダ内で混合できるほどである。

【００４２】

図２で分かるように、ＣＯ２２０からユーザ２９２への回線は、ＣＯ２１０とユーザ２９１の間の回線によって使用されていないバインダ２２２を共有する。さらに、別のバインダ２４０が、ＣＯ２１０とＣＯ２２０への／からのすべての回線、及びそれらのそれぞれのユーザ２９１、２９２に共通である。

【００４３】

図３Ａに示されている本発明の一実施形態に従って、推定器（estimator）３００は、ユーザ及び／または一人または複数のシステムオペレータまたはプロバイダが自らの該システムの使用を最適化するのを支援するコントローラ３１０（例えば、ＤＳＬ最適化ツール(DSL optimizer)または動的スペクトルマネージャ）としてＤＳＬシステムを監視する独立したエンティティの一部であってよい。このようなコントローラは、正確なまたは近似のシステム構成を知っていることから大きな利益をえることがある。（ＤＳＬ最適化ツールまたは動的スペクトルマネージャは、また、動的スペクトル管理センター、ＤＳＭセンター、システムメンテナンスセンター、またはＳＭＣと呼ばれてもよい）。推定器３００は、基本ループ構成情報を決定するため、及び他の目的（例えば、不良スプライスの場所を検出し、測定する）のために使用されてよい。いくつかの実施形態では、コントローラ３１０は、ＣＯまたは他の場所から多くのＤＳＬ回線を運用するＩＬＥＣまたはＣＬＥＣであってよい。図３Ａの破線３４６から分かるように、コントローラ３１０は、ＣＯ１４６内にあってよく、あるいはＣＯ１４６及び該システム内で運営する任意の企業の外部で独立してよい。さらに、コントローラ３１０は、複数のＣＯに接続されてよく、及び／または複数のＣＯを制御してよい。図３Ａの例示的なシステムでは、推定手段３４０は、コントローラ３１０のオペレーティングモード命令信号生成手段３５０に結合されている。この信号生成器３５０は、オペレーティングモード命令信号を生成し、通信システム内のユーザ（例えばＡＤＳＬトランシーバ）に送信するように構成される。これらの命令は許容データレート、送信電力レベル、コーディング要件及び待ち時間要件等を含んでよい。

【００４４】

近似しようとされるシステム構成は、ユーザ数、回線（アクティブ／イナクティブ）数、該システムの操作特徴等を含むことがある。当業者によって理解されるように、コントローラ／動的スペクトルマネージャが完全に独立したエンティティ（すなわち、ＣＯ内の回線を所有する及び／または回線を操作している企業によって所有、及び／または運用されていない）である場合、システム構成情報の多くは入手・利用できない。ＣＬＥＣまたはＩＬＥＣが該コントローラ３１０として機能する、及び／または該コントローラ３１０を操作するケースでも、システム構成データの多くは知られていない可能性がある。

【００４５】

推定器３００は、収集手段３２０と推定手段３４０とを含む。図３Ａで分かるように、収集手段３２０は、ＭＥ１４４によって保持されているＡＮ１４０及び／またはＭＩＢ１４８でＮＭＳ１５０、ＭＥ１４４に結合されてよい。データは帯域幅ネットワーク１７０を通して（例えば、ＴＣＰ／ＩＰプロトコルまたは所与のＤＳＬシステム内の通常の内部データ通信の外部の他の手段を介して）収集されてもよい。これらの接続の１つまたは複数によって、推定器は該システムから操作データ及び／または性能データを収集できる。これによって、手段３２０は、ネットワーク要素から入手可能な標準的なＤＳＬデータ（例えば、適用される規格に従った）及び／またはユーザ、システム構成要素、オペレータ等からの特殊データを収集できる。この収集されたデータは、所与の通信システムにおけ

る１つまたは複数のＤＳＬループまたは他の通信回線から生じる、性能特徴付けデータ等の操作データであってよい。データは、一度、または経時的（長い間）に収集されてよい。場合によっては、収集手段３２０は要求に応じてまたは任意の他の非周期でデータを収集することもできるが、周期的に収集し、このようにして推定器３００が所望される場合にそのシステム構成近似値を更新できるようにする。

【００４６】

本発明のいくつかの実施形態では、推定器３００はＰＣ、ワークステーション等のコンピュータで実現されてよい。収集手段３２０及び推定手段３４０は、当業者によって理解されるように、ソフトウェアモジュール、ハードウェアモジュール、または両方の組み合わせであってよい。多数の回線の管理のために、データベースが導入され、該回線によって生成されるデータの量を管理するために使用されてよい。推定されたシステム構成は、最大尤度（ＭＬ：maximum likelihood）方法論を使用して決定されてよい。当業者に周知であるこのような手法では、所定の比較及び他のデータは、１つの構成の別の構成を基準にした尤度に応じてさらに激しく重み付けされてよい。このような尤度は、電話会社の記録、該回線の従前の使用に関して収集された従前のデータ、または経時的にこのようなシステムの大きな本体で収集するデータの塊から推測される一般的な慣行から推測されるループの既知の特徴または有望な特徴に依存できる。最大尤度手法とともに、またはその代わりに使用できる他の方法論も当業者にとって周知である。

【００４７】

本発明の別の実施形態は図３Ｂに示されている。ＤＳＬ最適化ツール３６５は、ＤＳＬＡＭ３８５または他のＤＳＬシステム構成要素で、及び／またはＤＳＬＡＭ３８５または他のＤＳＬシステム構成要素に関連して動作し、そのどちらかまたは両方とも電気通信会社（「電話会社」）の敷地内３９５にあってよい。ＤＳＬ最適化ツール３６５は、ＤＳＬ最適化ツール３６５のための操作データを収集、アセンブル、調整、操作し、ＤＳＬ最適化ツール３６５に対して供給できるデータ収集分析モジュール３８０を含む。モジュール３８０は、ＰＣ等のようなコンピュータである場合がある。モジュール３８０からのデータは、分析（例えば、ループ構成推定、不良スプライス検出、不良スプライス位置等）のために、ＤＳＭサーバ３７０に供給される。また、情報は、電話会社に関連するまたは関連しない可能性があるライブラリまたはデータベース３７５から入手可能でもよい。プロファイルセレクタ３９０は、ループ構成等を推定する際に使用されるあらゆるライブラリ及び／またはデータベースを作成し、維持し、更新するために走査（scan）中に使用されるプロファイルを選択し、実現するために使用されてよい。プロファイルは、当業者によって理解されるように、ＤＳＭサーバ３７０の管理下で、あるいは任意の他の適切な方法によって選択されてよい。セレクタ３９０によって選択されるプロファイルは、ＤＳＬＡＭ３８５及び／または任意の他の適切なＤＳＬシステム構成要素装置で実現される。このような装置は、加入者宅内機器（ＣＰＥ）３９９等のＤＳＬ装置に結合される。図３Ｂのシステムは、本発明の実施形態を依然として実現する一方で差異が達成可能であるが、当業者によって理解されるように、図３Ａのシステムに類似したやり方で動作することがある。

【００４８】

接近の基準を定義する最大尤度は、前提とされているモデルの集合の中で、収集されたデータから最小の差異を有する－あるいはこのように同等に最も有望なシステム構成である－モデルを発見しようと試みる。複数の接近の基準は、チャネルモデルの複数のパラメータ化された集合とともに、該プロセスが進むにつれて定義され、使用されてよく、最もうまく機能するものについてさらに多くが学習される。これはサービスプロバイダの慣行、バインダ製造メーカ、様々な領域での雑音等に依存してよい。

【００４９】

少なくとも該報告されている最大レート、ビットテーブル、カレントレート、そのレートでのマージン及びフィールドで最小限に報告する現在のＡＤＳＬ１システムからの減衰に基づいて予測値または推定値を出すことができる。このような情報は,該推定器によっ

て処理され、一般的には報告されている下り（downstream）と上り（upstream）の減衰及び他の利用可能な情報に一致するであろう、ブリッジタップ及び多様な雑音の可能性があるあるいは可能性がない、多くの前提とされた回線長と比較できる。これらの推定値は、次に、それらが報告されているデータについてどのくらい密接にカレントレート、マージン及び最大レートを再現するのかを確かめるために、報告された値と比較できる。特に重要なことには、現在のビット分布形状に対する近接が、推定器にとって最良のまたは妥当なパラメータ化されたモデルを評価する際に非常に役立ち得る（例えば、穴（holes）によるビット分布はブリッジタップ及び／または狭帯域(narrowband)電波雑音の存在を示すことがある）。

【００５０】

本発明による１つの方法の実施形態が図４に示されている。方法４００は、コントローラ、推定器、動的スペクトルマネージャ、コンピュータ等によって実行できる。起動後、１つまたは複数の初期モデルが、ステップ４１０で選択されてよい。例えば、平均的なクロストークと伝送特性とを備える標準的な５０対のバインダが、選ばれる可能性がある。他のモデルは、多様な雑音モデルを有する単一対または多様な数の対または多様な組み合わせの対、対の長さ、ブリッジタップの位置、及び／または雑音の組み合わせを含むことがあるであろう。代わりに、一連の一般的な、異なるモデルタイプが、ガイドとして選択される可能性がある。これらのモデルは、パラメータ化可能であってよい。パラメータ化されたモデルは、既知のまたはパラメータ化された長さ（及び任意の既知のまたはパラメータ化されたブリッジタップ長と位置）のためのチャネル挿入損失伝達関数、個々のユーザの電力レベル及び／または他の対応するＰＳＤレベルに関する推測されたデータまたは操作データ、ビットエラーまたはエラーの時間平均されたバージョン（エラー秒及び／または経時的なコード違反のような）、それらの対応するコード設定値及び／または潜在的な雑音のパラメータ化され、整形されたＰＳＤ、に基づくか、またはそれらを含む可能性がある。モデルは、プロセスの中で後に選択されてもよい。

【００５１】

データは、次にステップ４２０で使用可能なソースから収集される（例えば、データは、サービスプロバイダのネットワーク管理システムまたはオペレーションセンタを通して、ＴＬ１コマンド、ＳＮＭＰ、または他のプロトコルを用いて、「内部的に」ＡＮ　ＭＥから収集できる。「インターネット上で」または「外部的に」データを送信するために、ＡＮ　ＭＥから伝送が可能である場合も許容できるであろう。あるいは、データは、埋め込み動作チャネルビットを介してリモートＭＥから、あるいは代わりにインターネット上で収集できる）。再び、データのタイプ及びデータ収集の頻度は、当業者によって決定できる（例えば、様々なデータセットが様々なときに収集されてよい）。収集されたデータは、次に評価され、ステップ４３０で現在検討されている該モデル（複数の場合がある）に比較される。初期のモデルまたは潜在的なモデルのグループがデータ収集される以前に選択されなかった場合には、１つまたは複数のモデルがステップ４２５で選択されてよい（言うまでもなく、新しいモデルは、プロセスの任意の時点で選択されてよい）。ステップ４２５でのモデルの選択が、推定器が潜在的なモデルの選択の根拠とするなんらかの初期のデータを必要とするいくつかのケースで、好ましい可能性がある。ステップ４４０では、モデル（複数の場合がある）が改良、修正、廃棄されてよく、及び／または新しいモデルが該評価の結果に応じて選択されてよい。経時的に収集されたデータの履歴は、１つまたは複数のモデルの選択及び改変または調整を改良するために調べられてよい。

【００５２】

推定器がシステム構成の適切な推定値を達成すると、例えばステップ４４０で１つまたは複数のモデルを改良後、推定器またはコントローラは、次にステップ４７０でトランシーバ、ユーザ及び／または該通信システムの他の部分に対して推奨策、命令、または他の通信を送信できる。これらの命令は、操作モードの要件であってよく、あるいはそのユーザのために性能及び／またはサービスを改善するための推奨策であってよい。このような命令は、データレート、送信電力レベル、スペクトル整形、及び構成等を設定することに

関してよい。このような命令は、推定器における既存のまたは推察されたモデルに対するさらによい一致を可能にし得る回線（異なるデータレート、ＤＭＴ及び／または異なるＰＳＤにおける異なる開始／最小周波数及び／または終了／最大周波数あるいは電力レベル等のおそらく様々なデータ条件下での）のその追加の励起（excitation）を要求または命令してよい。

【００５３】

このプロセスは、ステップ４５０でさらに多くのデータが求められる反復プロセスである場合がある。さらに多くのデータがユーザ、試験または他の「通常の」回線活動から入手できる場合、それは再びステップ４２０で収集され、ステップ４３０で評価され、ステップ４４０でモデル（複数の場合がある）を改良するために使用される。追加のデータがステップ４５０で入手できない場合には、推定器はステップ４６０でデータを生成するために該システムを「プロンプトする（prompt）」か、または該システムを刺激(stimulate)してよい。例えば、推定器は、制御信号またはデータセットを提供するために、イナクティブユーザ回線または現在ＤＳＬサービスを搬送していない回線で試験信号を送信し、次にそれらの他の回線の性能に反映されるように他の回線に対する影響を測定できる。該プロセスは、どの回線がどの範囲またはどの程度まで互いに干渉するのかを判断するために、多様な回線で信号（試験、プロンプトされた、または通常のユーザデータ）の励起の時間も表示してよい。収集されるデータは、ユーザが共通のバインダまたはケーブルにあるループレコードに関連して検討されてよい。この種の分析は、特にそれらのレベルが、ケーブル構造及び撚りにおける不完全さのために異なるケーブルの同じ２対の間の広範囲で（例えば、４桁以上）変化する可能性があるため、相互クロストークレベルのさらに正確な評価につながることがある。このような情報は、ＤＳＬ回線上でカスタマに提供されるデータレート及びサービスの以後の評価での劇的な改善につながることがある。

【００５４】

現在のＤＳＬシステム（例えばＡＤＳＬ１システム）で収集され得る操作データは、例えば、（１）チャネル平均減衰測定、（２）チャネルビット分布、（３）チャネル送信電力レベル、（４）報告されている現在データレート、（５）報告されている最大達成可能データレート、（６）報告されているエラー補正パリティ及び／または他のオーバヘッド（報告されていないが、他のデータから推測し得る）、（７）トレリス符号（trellis code）の使用（通常はやはり推測されなければならない）、（８）ＡＴＭまたは他のプロトコルセルカウント（ユーザ活動レベルを示す）、（９）相互影響及び絶対時間依存回線状態を評価するためのタイムスタンプ、（１０）ベンダ識別及びシリアルナンバー、（１１）再訓練におけるような伝送パラメータの主要な変化のタイムスタンプ、（１２）パラメータの主要な変化数またはパラメータ変更試行回数、及び／または（１３）コード違反、ＦＥＣ違反、及び／またはエラー秒カウント、を含むことがある。

【００５５】

さらに、将来のＤＳＬシステムで収集されてもよいデータは、例えば（１４）周波数依存測定チャネル挿入損失、利得（gain）、位相、及び／または対数規模(logarithmic magnitude)、（１５）周波数依存測定静止回線またはアクティブ回線の雑音レベル、（１６）送信済みＰＳＤレベル、（１７）信号対雑音比、（１８）ビットスワッピングからのビット及び利得の量、（１９）エコー反応（装置の製造メーカに応じた）またはインピーダンス測定のような多様な他の量、（２０）最悪のケースの雑音変化及び関連する時間、（２１）詳細なＦＥＣエラー位置表示、（２２）キャリヤマスク（Ｇ．９９７．１または類似のＣＡＲＭＡＳＫ）、（２３）トーン－スペクトル整形パラメータ（例えば、Ｇ．９９７．１のＴＳＳｐｓｄｓ、ＴＳＳｐｓｕｓ及び／またはＰＳＤＭＡＳＫ　ＭＩＢ要素）、（２４）ベクトル化された、または行列チャネル特徴付けデータ、（２５）時間の最新の間隔での最高雑音変化の周波数／トーン指数、（２６）最新の時間間隔で発生するビットスワップの総数、（２７）動的スペクトルマネージャによってプログラミングされる、あるいは別の方法で決定される間隔の複数の連続部分区間上でのＦＥＣエラー、コード違反及び／またはエラー秒違反の分布、（２８）雑音またはＭＳＥ測定値及び／または最新の

時間間隔での変化のピーク対平均比、及び／または（２９）さらに高レベルのプロトコル－スループット基準、をさらに含んでよい。さらに多くのタイプの操作データ及びこのようなデータを獲得するための手段が使用可能になるにつれて、本発明の実施形態は、より正確なシステム推定値及びシステムパラメータ及び動作に関するさらに優れた推奨策を提供するために、アップグレードできる。

【００５６】

前記項目（２５）、最新の時間間隔での最高の雑音変化の周波数／トーン指数は、最新の測定間隔（例えば、３０秒というデフォルト期間またはプログラミングされた期間）の間にどのトーンで雑音が最も変化したのかを示すトーン指数である。このような特長によって、コントローラ（動的スペクトルマネージャ等）は、オン及びオフになるクロストーク等の時間変化する雑音によって特に影響を及ぼされる周波数について知ることができるようになる。コントローラは、この情報を介して１つまたは複数のクロストーカ（ｃｒｏｓｓｔａｌｋｅｒ）がなんらかのバンドで重要であることをＭＬ検出する可能性がある（例えば、このデータがどのように変化するのかを確かめることは、おそらく２つのレベル（高と低）、つまりただ１つの強力なクロストーカがオン／オフすること――あるいは複数のクロストーカが重要であることを示すさらに多くのレベルを示すにすぎない）。他のクロストーカの励起パターン及び電話／バインダ番号をＤＳＭセンタで把握していることは、どの回線が互いに著しくクロストーク（漏話）するのかの最大尤度推測を可能にするであろう。

【００５７】

項目（２６）、最新の時間間隔で発生するビットスワップの総数により、コントローラは、雑音が所定のＤＳＬ回線上で相対的に静止しているのか、あるいはその回線上で経時的に変化しているのかを判断できる。さらに多くの静止回線（経時的にさらなる多くの均一性及び／または一貫性を示す）は、そのＭＡＸＳＮＲＭを削減される等の可能性がある。スワップ数も、どのクロストーカ（複数の場合がある）がオンになったのか等の優れたインジケータである。

【００５８】

最後に、項目（２７）、（例えば、動的スペクトルマネージャによってプログラミングされるか、別の方法で決定される）間隔の複数の連続部分区間上での順方向エラー訂正、コード違反及び／またはエラー秒違反の分布は、コントローラまたは推定器が雑音の間欠性の程度を決定するのに役立つ。当業者に理解されるように、通常、ＡＤＳＬシステムで報告される４つのレベルのエラー、つまり（毎秒報告される）エラー秒、ひどいエラー秒、（ＡＤＳＬ１で１７ｍｓ毎に報告される）コード違反、及び（Ｓ＝１となる場合にエラーが２５０マイクロ秒ごとに報告されるように、Ｓ個のシンボルごとに報告される）ＦＥＣエラーがある。ＦＥＣが短い間隔（例えば、１秒以下）でカウントされる場合には、推定器またはコントローラは、間欠雑音がどの程度分散しているのかが分かる。ある十分に短い間隔（例えば、Ｓパケットが、マージンレベル、電力、及び関連する量等の他の情報の中で該ＦＥＣエラーを含む動的スペクトルマネージャに送達されるデータ情報の「短い」パケットである場合の、Ｓ個のパケットの長さ）で、連続報告ＦＥＣエラーが「集中的（bursty）」であることが判明する場合には、インタリーブがさらに役に立つ。報告ＦＥＣエラーがすべての短い間隔でほぼ同じである場合には、インタリーブは役に立たず、パリティを増加する必要がある。したがって、推定器またはコントローラは、インパルス雑音が「集中的」であるのか、あるいはより一定であるのか、及び事実上、バースト(burst)がどのくらい離れているのかをＭＴ検出できる（雑音が完全に一定である場合には雑音はほぼ静止しており、ビットスワッピングがそれを取得しなければならない）。

【００５９】

このプロセスの間、それぞれの潜在的なモデルの正確度の尤度を評価できる。収集された操作データ及び他の経験的証拠に最も適合する１つまたは複数のモデルを、システムに対する改善及び／または他の変更を検討するためのモデル（または複数のモデル）として役立てるために選ぶことができる。再び、モデルの正確度の尤度は、以下のようなシステ

ム性能の多様なインジケータに基づくことができる。

【００６０】

－通常の動作信号に基づいて操作性能を示す、観察された操作データ（ユーザがシステムを「通常」使用することによって生じる）、及び／または

－操作性能を示す試験データ（システムで通常実施される試験によって生成される）、及び／または

－刺激信号に基づいて操作性能を示すプロンプトされる操作データ（ｘＤＳＬシステムを刺激することによって生じる）

モデル（複数の場合がある）は、収集、評価されたデータに応じて連続的に／周期的に更新、及び改訂できる（あるいは非周期的に及び／またはプロンプトされると更新されてもよい）。

【００６１】

プロンプトされる操作データは、動的スペクトルマネージャが回線間の「因果」関係を表示できるようにするために、（付録で参照されるタイムスタンプフィールドを使用する）時間関連イベントである場合がある。これによりマネージャは互いに漏話している可能性のある回線を決定できる。当業者によって理解されるように、このような知識はＤＳＬ性能のさらなる改善に対する多くの手法を可能にする。ＭＬ推定方法の場合、ＤＳＭセンターの様々な回線でイベントを時間索引付け（time-indexing）することが使用されてよく、ありそうな相互の干渉を究明し、したがってさらに正確に状況をモデル化する。この時間変化及び相互関係概念が、きわめて有用であることがある。例えば、回線がまったく変化しないときでも、どの回線が本当に互いに影響を及ぼしているのかを知っていることは、非常に有用である場合がある。

【００６２】

操作データの生成をプロンプトで促す別の例は、図５から図７に関連して確かめることができる。銅のペアを通って伝達される信号は、ワイヤの抵抗によって引き起こされるワット損（power dissipation）のために減衰される。該減衰つまり挿入損失は、ループの長さに左右され、長いループで高いレートを提供することをさらに厳しくする。例えば、通常、オペレータは、カスタマループが１８ｋｆｔを超える場合にはＡＤＳＬサービスに対する要求を受けつけない。抵抗は、伝送回線における唯一の障害ではない。実際に、当業者によって理解されるように、金属ワイヤは、初歩的なツーポートネットワークのカスケードによって一般的に特徴付けられる。

【００６３】

送信された信号の位相速度及び位相遅延は、キャパシタンス及びインダクタンスの影響の結果として周波数に関して変化する。さらに、信号の減衰は、周波数にも左右され、平らではない減衰特性につながる。７５０メートル、２６線径（０．４ｍｍ）のツイストペア（回線が適切に終端している場合には挿入損失より６ｄＢ低い）の伝達関数の規模は、図７でライン７２０として示されている。

【００６４】

ライン７００は、チャネル特性に対するブリッジタップの「ノッチング（notching）」影響を示している。ブリッジタップは、ループのなんらかのポイントに接続され、他方の端部で未終端のまま残されるツイストペアである。信号の減衰及び結果として生じるノッチチャネル特性のため、ブリッジタップは、レートの損失及びＤＳＬ周波数のシンボル間干渉を引き起こす。残念なことに、既存のデータベースは、電話網の最大部分について必ずしも正確ではなく、ブリッジタップの正確な位置を知ることは不可能である。北米では、ループの約３分の２はブリッジタップを有し、これらの内、半分が２つ以上のタップを有する。オペレータは、ブリッジタップ位置選定方法を開発してきたが、多くのＤＳＰループがそのブリッジタップを保持することが予想されている。運用中のシステムの場合、チャネルは連続して測定され、その伝達関数が変調パラメータを計算し、確実な動作を保証するために推定される。

【００６５】

Ｈｌｏｇ、静止回線雑音（ＱＬＮ）、及び実行時雑音（ＭＳＥ）は、データを送信する際に使用されるすべてのトーンでのチャネル利得及び平均雑音電力に関する情報である。下りＨｌｏｇ及びＱＬＮは、ＡＴＵ－Ｒモデムの訓練中に正確に推定され、それらの推定値はＡＴＵ－Ｒで入手できる。ＭＳＥは、実行時の間に（ＡＤＳＬでは「開始時間（show time）」とも呼ばれることもある）推定される。しかしながら、値はＡＴＵ－Ｃに報告されず、下りＨｌｏｇ、ＱＬＮ及び／またはＭＳＥをＡＴＵ－Ｃで知る方法はない。ＡＤＳＬ１はこれらのパラメータをＡＴＵ－Ｃに渡さないため、下りＨｌｏｇ、ＱＬＮ及び／またはＭＳＥに関する正確な情報は、ＡＴＵ－Ｃでは入手不可能と見なされ、したがって操作意思決定及び／またはパラメータ設定で使用されたことはない。ＡＤＳＬ２はこれらのパラメータをＡＴＵ－Ｃに渡すが、ＡＤＳＬ２は幅広く使用されておらず、ＡＴＵ－ＣとＡＴＵ－Ｒの両方がＡＤＳＬ－２に準拠すること、つまり現在はありそうにない状況を必要とする。そのときも、ＡＤＳＬカスタマは、自分達のＡＤＳＬ２モデムをＡＤＳＬ１モデム（例えば、しばらく前に職場または住居で使用されていたモデム）で置換してよい。現在では１億を超えるＡＤＳＬ１モデムが存在している。

【００６６】

ＱＬＮは、モデムがアクティブではなく、訓練中でもないときに測定される雑音である。ただし、該雑音は、経時的に大きく変化する可能性がある。本書では、動作中の後のこの雑音は、ＭＳＥ雑音（平均平方誤差雑音）またはＭＳＥ関数と呼ばれている。ＭＳＥ雑音は、以下の式（ｄＢを使用）によって、いつでも推定できる。

【００６７】

ＭＳＥ［ｎ］＝ＰＳＤ［ｎ］＋Ｈｌｏｇ［ｎ］－ＳＮＲ［ｎ］

（式中、ｄＢ単位のギャップは（９．５＋ＴＳＮＲＭ－ＣＯＤＥＧＡＩＮ）であり、以下の数式の値がＡＤＳＬ２モデムで報告され、ＡＤＳＬ１モデムの過去のまたは現在の報告ビット分布Ｂ［ｎ］から計算できる。）

【数１】

$$SNR[n] \approx 10^{Gap/10} \times 2^{(2B[n])} - 1$$

【００６８】

ＳＮＲは、初期のＰＳＤ、Ｈｌｏｇ及び／またはＱＬＮを使用して計算または推測され得る。ＰＳＤ［ｎ］＝ＲＥＦＰＳＤ＋Ｇ［ｎ］（式中、Ｇ［ｎ］はｄＢ単位の既知のまたは推定された利得テーブルの値である）であり、ＲＥＦＰＳＤ＝ＮＯＭＰＳＤ－ＰＣＢである。Ｇ［ｎ］はＡＤＳＬ１モデムで通常－２．５ｄＢ＜Ｇ［ｎ］＜２．５ｄＢを満たすが、報告されない可能性があるため、Ｇ［ｎ］は、通常２つの隣接するトーンの間の最高ビット数のあるトーンで－２．５ｄＢに近く、通常２つの隣接するトーンの間の最低ビット数のあるトーンで＋２．５ｄに近い、Ｂ［ｎ］テーブル変更を探すことによって推定できる。

【００６９】

下りＨｌｏｇ及びＱＬＮ（及び／またはＭＳＥ）がＡＴＵ－Ｃに報告されていなくても、下りビット分布、下りマージン、下り送信電力及び下り減衰等の他のデータが、通常ＡＴＵ－Ｃに折り返し報告される。特に、下り減衰は、通常、該情報伝達トーンの平均減衰として計算され（減衰がこのようにして計算されると、それはｘＤＳＬ規格での信号減衰として定義される）、これは情報伝達トーンの間の最低周波数トーンの減衰の妥当な近似値（ビット分布を使用して改良可能な）を提供する。言い換えると、下り伝送では、Ｈｌｏｇの値は使用されたバンド（及び、ある程度までは、f_{min}を超える周波数のいくつか）の最低データ伝達周波数（f_{min}）によって支配され、その下端においてf_{min}で区切られるデータ伝達周波数の相対的に小さなバンドについて測定される減衰がＨｌｏｇ（f_{min}）の優れた近似値になることを意味する。したがって、使用されたトーンの

間のいくつかのトーンのＨｌｏｇは、下り減衰を使用して厳密に推定できる。いくつかのＡＤＳＬシステムでの利用可能なプロファイル及びＴＬ１機能性が、これらの技法で使用できる。

【００７０】

いくつかのＡＴＵ－Ｒモデムは、情報ビットを割り当てるために使用できるすべての下りトーンの平均的な減衰として下り減衰を計算する可能性がある（減衰はこのようにして計算される場合、それはｘＤＳＬ規格における回線減衰として定義される）。モデムの場合、減衰は下りバンド内の最低周波数トーンの減衰の妥当な近似値を提供する。

【００７１】

当業者によって理解されるように、信号減衰がモデムによって計算されているとき、f_{min}は、通常選択されたキャリヤマスク内の最低周波数である。しかしながら、これは必ずしも当てはまらない。（例えば、キャリヤマスクにおける）周波数の選択されたバンドは、多様な理由（この周波数のためのチャネルが非常に質が悪いので、それにビットが割り当てられないとき等）から使用されない（つまり、ビットロード中にビットが割り当てられない）１つまたは複数のより低い周波数を含む可能性がある。このような状況では、したがって一番下の周波数はf_{min}ではない可能性がある。回線の減衰を評価するコントローラは、報告されるビット分布から、（f_{min}が最低のデータ伝達周波数及び／またはトーンである場合に）f_{min}の値がいくつであるのかを知る。本説明及び添付図面では、f_{min}は、選択されたキャリヤマスク内の最低のトーン及び／または周波数となると仮定されてよく、これは大部分の状況では有効な仮定である。しかしながら、本発明の実施形態は、f_{min}がキャリヤマスクでその最低の周波数にならない可能性がある状況を検討した。本発明の実施形態は、特に連続訓練間隔の異なる周波数の集合で減衰を測定するために、f_{min}を意図的に増加することがある。

【００７２】

Ｈｌｏｇ近似値のグループが複数の周波数について取得されると、伝達関数グラフ上にプロットされるポイントは、Ｈｌｏｇを近似するラインを生成するために使用できる。この近似を取得するための２つの方法は、図５と図６に示されている。図７で分かるように、データポイント７０１から７０８の１つまたは複数が図５と図６の方法の１つを使用して取得できる。図７の例では、当業者によって理解されるように、他のトーン及び／または周波数は使用できるであろうが、ポイント７０１、７０２、７０３、７０４、７０５、７０６、７０７及び７０８はトーン３２、４８、６４、８０、９６、１１２、１２８及び１４４に相当する。２つのポイントだけが取得される場合、これらは該２つのポイントを通るラインを定めるであろう。図７に示されるような３つ以上のポイントのケースでは、これらポイントはライン７３０を近似するため、及びそれとの相違を決定するために使用できる。以下に留意されるように、ライン７３０は、チャネル伝達関数のおおよその推定値であり、所与の状況で貴重である場合もあれば、そうでない場合もある。さらに多くのデータポイントが収集されるにつれて、真の伝達関数７００（いくらかでもあれば、ブリッジタップの影響を含む）のより正確な描写を作成できる。図７では、ブリッジタップ影響を含む該真の伝達関数がライン７００として示されている。

【００７３】

そのプロットから分かるように、伝達関数７００（Ｈｌｏｇ）は、いくつかの「落下（dips）」を有し、７２０（ブリッジタップが存在しない場合には、該チャネル伝達関数を表す）からのなんらかの変位を有することがある。伝達関数の正弦関数の落下は、通常、回線のブリッジタップに起因する。このようなタップの数と長さ（図７のケースでは２つのタップ）が、「ブリッジタップなしの」伝達関数７２０を歪め、その結果チャネルは、試験されているＤＳＬ回線の容量の真の表示である関数７００になる。しかしながら、ライン７２０と７３０は、いくつかの状況では有用である。例えば、ライン７２０は、存在するあらゆるブリッジタップが削除された場合のチャネル容量を表す。これはオペレータに、ユーザのＤＳＬ回線を修復する／アップグレードするためにトラックロールが保証されているかどうかを決定するための適切な評価ツールを提供する可能性がある。当業者に

よって理解されるように、図７のライン７００と７２０の間の差異が、ブリッジタップの存在のために失われたデータ容量を表す。さらに、いくつかの遠隔地は、減衰器をその回線に接続される可能性がある（従来の電話会社の問題位置選定作業の残り）。追加の減衰は、同様に、測定されたデータから推定することができ、例えばさらに高速が所望されるケースでは、トラックロールからの回線容量の強化が計算できる。ライン７３０は、該伝達関数のおおよその近似を表す。非常に正確ではない一方、ライン７３０はそれにも関わらず、少数のデータポイントだけがＨｌｏｇを決定する際に該コントローラに使用可能である状況では有用である可能性がある。おおよその推定値データは、システム性能を改善する、及び／または動的スペクトルマネージャ及び／または同種のものによって該システムの構成を推定する際に依然として使用できる。さらに、おおよその推定値は、ビット分布等の情報を活用することによってさらに改善できる。

【００７４】

適切なブリッジタップモデルを使用して、使用可能であるどんなポイント（例えば、図７のポイント７０１から７０８の内の２つ以上）からもライン７００を推定することができる。必要とされる場合、望ましくない影響は、適切な近似、Ｈｌｏｇ７００（またはＨｌｉｎ）に対する影響を使用して取り除くことができる。しかしながら、回線挿入損失の推定の精度に影響を及ぼすであろう影響は、通常取り除いてはならない。動的スペクトルマネージャ及び／またはサービスプロバイダの操作要員がブリッジタップの影響を考慮できることに役立つ。チャネル上のフィルタは、同様に、測定された減衰値に影響を及ぼし、測定されたデータポイントから削除される必要がある可能性がある。モデム内部のフィルタリングが性能を改善するが、測定された伝達関数の出現を真の挿入損失であることから曖昧にする多くの状況について、モデムフィルタ影響の除去が必要になる可能性がある。測定された減衰値に対するすべてのこれらの訂正は、Ｈｌｏｇ値に対するそれらの影響を取り除く及び／または考慮するための技法のように、当業者にとって既知である。様々なトーンでの３つのＨｌｏｇ［ｎ］値に対応する３つ以上のポイントは、傾斜及びブリッジタップ長を理論的に推測するために使用でき、４つ以上の点が考えられる既知の挿入損失曲線に対する適合をさらに有益にし、複数のブリッジタップ長の決定を可能にする。

【００７５】

Ｈｌｏｇの最終的な近似値が決定されると、該ラインはいくつかの方法で使用できる。例えば、ライン７２０の傾きはツイストペア回線の長さに比例している。さらに、該雑音値は、Ｈｌｏｇ値を既知のビット分布及び既知の送信電力－スペクトル密度レベルとともに検討すると求めることができる。したがって、ＡＤＳＬ１技術を使用すると、ＡＤＳＬ２データ及び操作特性は、要素管理システムがこの有用な情報のいくらかまたはすべてを提供しないシステムで、ＡＤＳＬ１システム動作を最適化する、及び／またはそれ以外の場合改善するために決定、使用できる。

【００７６】

本発明のいくつかの実施形態は、ラインプロファイル（line profile）をコントローラ（ＤＳＬ最適化ツール及び／またはＤＳＭサーバ等）によって選び、制御し、ＤＳＬＡＭまたは他の適切な手段を介して実現できる、様々な制御情報から構成される様々なラインプロファイルを選ぶことによって収集できる多様な操作データを使用する。ラインプロファイルは、ＡＤＳＬ２のＩＮＰとＤＥＬＡＹ設定値を含む、（制限なく）最小データレートに関する仕様及び／または制限、計画されたデータレート、最大データレート、送信電力、最大パワースペクトル密度、キャリヤマスク、最大追加ＳＮＲマージン設定値（雑音マージン）、ターゲットＳＮＲマージン設定値（雑音マージン）、最小ＳＮＲマージン設定値（雑音マージン）、及び／またはＦＥＣ（順方向誤り訂正）パラメータ等の、関連付けられたＤＳＬ回線に課される１つまたは複数の制限（制御情報）を指定する。他のプロファイル基準が当業者に明らかとなるであろう。ラインプロファイルごとの操作データは、ラインプロファイルとのＡＴＵ－Ｒモデムの訓練後に収集できる。複数の訓練のある複数のラインプロファイル、及び多岐に渡る操作データを収集するためのデータ収集を使用するプロセスが、本発明の実施形態と関連して「走査（scanning）」と呼ばれる。走査は

、Ｈｌｏｇ推定を含む多様な目的のために使用できる。

【００７７】

Ｈｌｏｇを推定するために、本発明のいくつかの実施形態が、様々なキャリヤマスクのあるラインプロファイルを使用してＡＴＵ－Ｒの複数の訓練を使用する。各個別訓練はＨｌｏｇを示す伝達関数のデータポイントを提供する。これらの伝達関数データポイントを生成するためには、以下を含む（がこれに限定されない）様々な技法を使用できる。

【００７８】

図５－ただ１つのデータ伝達トーンｆを有するキャリヤマスクが選択され（例えば、Ｈｚにおいて、またはＤＳＬトーン番号として指定され）５１０、減衰ＡＴＮ（ｆ）が５２０で求められ、これを適宜繰り返すことができる５３０。ＡＴＮ（ｆ）がプロットされ５４０、望ましくないあらゆる影響を取り除くことができる５５０。次にＨｌｏｇ、ＱＬＮ等を計算することができ５６０、ユーザ及び／または通信システムの他の部分の操作モードに関して推奨策を作成できる５７０。選択された各ｆの報告された下り減衰は、その１つのアクティブなトーンのＨｌｏｇ値に近い、または同じである（使用されるあらゆるトーンのＨｌｏｇ値を提供し、伝達関数プロットの近似値を生成する）。及び／または

図６－f_{min}とf_{max}の間で（例えばＡＤＳＬ１またはＡＤＳＬ２のＣＡＲＭＡＳＫ関数を使用して）トーンのグループを含むキャリヤマスクが、６１０で選択される（バンドの最低周波数がデータを伝送しない場合には、f_{min}は選択されたバンドの最低周波数または最低データ伝達周波数のどちらかであってよい）。ＡＴＮ（f_{min}）は６２０で求められ、追加のバンドが適宜に試験されてよい６３０。該値はプロットされ６４０、望ましくないあらゆる影響が取り除かれる６５０。次にＨｌｏｇ、ＱＬＮ等を計算することができ６６０、ユーザ及び／または通信システムの他の部分の操作モードに関して推奨策を作成できる６７０。この方法では、下り減衰はf_{min}に近いトーンのＨｌｏｇを推定するために使用される。大部分の状況では、トーンのモデムによって選択されたセットの最低周波数はf_{min}であり、したがってステップ６２０のＡＴＮ（f_{min}）の推定は一般的にはきわめて正確である。f_{min}に種々の値を使用し、訓練を繰り返すことによって、帯域幅全体のＨｌｏｇをうまく推定できる。

【００７９】

説明された該２つの例示的な方法のどちらかで、関連する使用可能なスペクトル内で低い方のトーンを使用できる。例えば、図６の方法のＤＳＬ１の周波数のグループのキャリヤマスクの場合、（１３８ｋＨｚを中心とする）トーン３２、４８、６４（頻繁に、いくつかのシステムのパイロットトーン）、１２８、２００がf_{min}を示すために使用されてよい。これらの周波数は同様に図５の方法で使用される個々のトーンとして使用できる。

【００８０】

前記２つの例は、数個のまたは多くの分離された選択肢からどこかでf_{min}を掃引する多様なキャリヤマスクを使用する走査Ｈｌｏｇとして見なすことができる。所与の通信システムがパイロットトーンの使用を必要とする場合、そのパイロットトーンは、Ｈｌｏｇを近似するために使用される任意のキャリヤマスクに含まれなければならない場合がある。これらのケースでは、Ｈｌｏｇ［f_{min}］に等しい減衰を測定した該近似値が使用されなければならない場合、$f_{min} \leqq f_{pilot}$の使用が必要となる可能性がある。当業者によって理解されるように、Ｈｌｏｇを走査する多くの方法があるが、複数のキャリヤマスクを選択し、選択ごとに訓練を繰り返す方法及び技法が、単純且つ効果的である。実際、同様のことが上りに当てはまり、上りキャリヤマスクの集合に対応する上り減衰値が、上りバンドのＨｌｏｇを推定するために収集、使用できる。最終的には、図７の伝達関数７００と７２０の最高の推定値を求めるために、上りと下り両方からのＨｌｏｇ［ｆ］推定値をともに処理できる。

【００８１】

Ｈｌｏｇの妥当な近似値を求めるために使用される訓練の数を最小限に抑えることが望ましい場合（例えば、プロファイルが訓練のために使用され、プロファイル数が制限され

ている場合）には、下り減衰を使用してトーンの部分集合を確実に推定し、キャリヤマスクを選択し、試験されたトーンの中及び／または外部で他のトーンのＨｌｏｇの値を補間及び／または外挿できる。

【００８２】

いったんＨｌｏｇ推定値がＡＴＵ－Ｃで入手できると、ＱＬＮ及び／またはＭＳＥは、ビット分散、Ｈｌｏｇ推定値、及びパワースペクトル密度レベルまたは同等物等のＡＴＵ－Ｃで入手できる他のパラメータを使用して確実に推定できる。ＡＴＵ－ＣでのＨｌｏｇ及びＱＬＮまたはＭＳＥの信頼できる推定値により、コントローラ（例えば動的スペクトルマネージャ）は、操作データがＡＴＵ－ＣとＡＴＵ－Ｒの両方から収集される状況及び技法と比較するときに、ほぼ情報を失うことなくＡＴＵ－Ｃだけから操作データを収集できる。したがって、各回線の所望の操作パラメータの正確な計算は、ＡＴＵ－Ｒから動的スペクトルマネージャや他のデータ収集装置に操作データを直接報告することなく確実に実行できる。

【００８３】

本発明の他の実施形態は、ＤＳＬシステムのツイストペアバインダチャネルから入手できる多様なパラメータの推定値を使用するチャネル識別を可能にする。以下は、２種類のデータ－報告済みＡＤＳＬ１規格ＭＩＢ情報専用（つまり、本書では「ＡＳＭデータ」及び／または「ＡＳＭ情報」とも呼ばれる、特殊なデータプロトコルを使用しないＡＤＳＬ１に準拠するシステムと装置から入手可能な操作データ）及びその例がさらに詳しく後述される特殊データ及び／または情報セット－を使用する、ゼロから２つのブリッジタップのある回線のためのこのようなチャネル識別の例である。ＡＳＭ情報の例は、ＳＢＣ「ＡＤＥＰＴ」と「ＢＢＴ」データ、テレコムイタリア（Ｔｅｌｅｃｏｍ　Ｉｔａｌｉａ）のＣＡＮＴＯデータ、ソフトバンクブロードバンド（Ｓｏｆｔｂａｎｋ　Ｂｒｏａｄｂａｎｄ）の「人工知能」及びコリアテレコム（Ｋｏｒｅａ　Ｔｅｌｅｃｏｍ）のＡＴＬＡＳシステムを含むが、これらに限定されない。

【００８４】

推定された特性及び／または量は、それらの有益な価値、矯正処置に関する推奨策の基礎としてのそれらの実用性等のために選ぶことができる。関連する推定値は、回線長、ブリッジタップ数、ブリッジタップ長、不良スプライス特性、チャネル挿入損失及び雑音スペクトルを含むことがある。他の推定値は当業者に明らかとなるであろう。これらの量から、多くの所望される助言的な推奨策を策定できる。

【００８５】

当業者によって理解されるように、データの様々な量及びタイプが、様々なモデムタイプについて使用可能である場合がある。その結果、利用される推定技法は主に使用可能であるデータに依存する。本発明の説明及び図解のために本書に示される２つの例は、（ｉ）ＡＳＭデータだけが使用可能である状況、及び（ｉｉ）モデムが補足的な挿入損失情報を加えたＡＳＭデータを供給する状況である。標準的なケースが最初に取り扱われ、補足的な挿入損失情報を使用するケースへの拡張はその後説明される。

【００８６】

チャネル識別のために使用される本発明の実施形態は、前記にさらに詳しく説明されたように、ＤＳＬ最適化ツールまたはＤＳＭセンタ等のコントローラに渡されるＡＳＭ情報を使用できる。すべてのＡＳＭデータの内、本書に説明される本発明の推定方法論のいくつかで使用される一次データは、ＡＤＳＬシステムのＭＩＢを通して及びＡＤＳＬシステムのＭＩＢから入手できる、報告される上り減衰値と下り減衰値である。ＤＳＬＡＭ及び個々のＣＰＥモデムがこれらの報告された減衰値を計算するプロセスは、完全に理解される必要はない。しかしながら、特に、ＤＳＬＡＭ側のための推定技法のいくつかの一般的な概念及び特性の知識は、入手可能な場合役立つことがある。

【００８７】

いくつかのＤＳＬＡＭの報告された減衰が、音声と下りから上りバンドを隔離するアナログバンドパスフィルタによって強く影響されるとき、これらのフィルタの影響は、上り

ビットロードを示す代表的な１．５３６Ｍｂｐｓ実験室プロファイル９００を描く、図９に示されるような平坦なＡＷＧＮ実験及び／またはサンプルデータについてロードされたビット分布を調べることによって容易に明らかになる。該データでは０ビットまでのロールオフ９０２が分かる。該チャネルが上りバンドでほとんど平坦であると仮定すると（通常はこの目的には十分であるが、これはおおよその近似である）、ビットあたり３ｄＢという近似値が、該フィルタロールオフが上りバンド端縁近くできわめて厳しいことを確かめるために使用できる。このロールオフ９０２が、理論的な上り減衰と報告された上り減衰の間の差異の原因である場合がある。

【００８８】

類似する影響が、モデムによって報告された下り減衰値について観察される。つまり報告された下り減衰値と理論上のＡＢＣＤモデリングパラメータとの間の大きな変動は、下り減衰値が技術的な意味では正確ではないことを示唆している。やはり報告された値は報告された回線または信号減衰のどちらかの理論的な値とまったく一貫していないが、いくつかのモデムは回線減衰に関連する値を報告し（つまり、プロファイルに関係なく値が本来一定となるように、信号電力割り当てにも関わらず完全な下りバンドの平均的な減衰）、信号減衰（値がプロファイルとともに変化するように情報伝達トーンの平均減衰）に関連する値を報告するものもある。

【００８９】

雑音に依存するパラメータに基づいた推定は、雑音推定を本質的に必要とする。この追加の雑音の推定を回避するために、本発明のいくつかの実施形態は、概して雑音に依存しないデータを使用する。さらに、各モデム及びＤＳＬＡＭによって使用される計算の特定の方法は十分に理解されていない可能性があるため、本発明はその中で使用されるアルゴリズムを近似するために各ハードウェア要素の「リバースエンジニアリング」の必要性を回避する自己設定方法を利用できる。

【００９０】

これらの基準は、操作データ（例えば、報告された上り減衰操作データと下り減衰操作データ）を、検索一致技法（search and match technique） とともに使用することによって満たすことができる。本発明による検索一致方法は、多様なモデムタイプ及び／またはループ構成によって生じる減衰値の間の関係性に関するデータパターニングのデータベース、ライブラリまたは他の収集を活用できる。所与のモデムタイプ及びループ構成の場合、多様なキャリヤマスクのある複数のラインプロファイルが種々の操作データを収集するために使用される。モデムタイプごとに、多種多様のループ構成及びラインプロファイルのための報告された減衰値が収集され、データベース、ライブラリ等の中で保存される。基準（reference）データのこの集合体は、例えば図３Ａのコントローラ３１０の中のライブラリ３４８として記憶され、推定手段３４０及び／または収集手段３２０によって使用されてよい。

【００９１】

その結果、チャネル識別（つまり、ありそうなループ構成及び／またはその操作特性を識別すること）は、利用されているモデムタイプ及びラインプロファイルの集合の観測された減衰値に最も近い減衰値を報告したループ構成のためのデータベースを通して検索することによって実行される。１つまたは複数の候補ループ構成を報告されたデータに一致させる上での「接近（closeness）」は、当業者によって理解されるように、多様な方法で定義されてよい。以下の説明に役立つ実例及び説明がこの概念を解明する。

【００９２】

所与のモデムタイプのチャネル推定データベースの例は、２つのラインプロファイルがデータベースを構築するために使用されている図１４に示されている。データベースは、報告された減衰値を記憶する（他の操作データも、既知のモデムタイプ及び既知のループ構成のための各列で使用できる）。この例では、ループ構成はループ長と、ブリッジタップの長さとを含む（当業者によって理解されるように、他の及び／または追加の情報を使用できる）。未知のループ構成を有する回線（しかし、データベースのモデムタイプに一

致する既知のモデムを使用する）の場合、２つのラインプロファイルが適用でき、４つの減衰値が、たとえあったとしても、ユーザのＤＳＬサービスに対する最小の中断だけで収集できる。例えば、それぞれの特に設計されたラインプロファイルは、２－３分間、非常に早朝に適用することができ、その結果ＤＳＬユーザは、顕著なサービス中断を経験しそうにない。その結果、収集された減衰値とデータベースの各列の減衰値との間で比較を行うことができる。

【００９３】

非常に簡略な推定アルゴリズムは、その減衰値が該収集された減衰値にまさに一致する列を探し、次にデータベースの同じ列のループ構成情報にリンクできる。したがって、測定された減衰値が、ラインプロファイル１を使用する上り減衰、ラインプロファイル２を使用する上り減衰、ラインプロファイル１を使用する下り減衰、及びラインプロファイル２を使用する下り減衰それぞれについて１４、１６、２３及び２６である場合、回線が３，０００フィートのループ長さと２，０００フィートと０フィートのブリッジタップ長を有する回線構成が選択される。しかしながら、データベースに完全な一致がない場合にはこのようなアルゴリズムが機能しない可能性があり、したがってより一般的に適用可能な推定アルゴリズムを必要とする。このような代替アルゴリズムを説明する前に、本発明が減衰データに対してもっぱら制限されないことが留意されなければならない。他のタイプのデータが収集され、及び／または使用可能になり、様々な状況で使用されてよいが、本発明の単純な例示的な実施形態は、収集された及び／または使用可能な操作データとして減衰値を使用する。

【００９４】

このようなライブラリは多くのケースではありそうにないが、ループ長とブリッジタップ長のすべての考えられる組み合わせを含む広範囲のデータベースが望ましいであろう。データベースがパラメータスペースで疎になる可能性が高く、実験室や試験フィールドで既知のループ構成を用いて事前に測定できるよりはるかに多くの構成がオペレータのネットワークにおいて考えられることを意味する。このようなケースでは、様々なデータベースエントリ間の補間が、単に完全な一致を探す代わりに回線パラメータの推定値を形成できる。

【００９５】

以下の例では、Ｎはコントローラ３１０のデータベース３４８内のループ構成の総数である。データベースの所与のループ構成ｎの場合、b_nをＬ次元の列ベクトルとする。列ベクトルb_nは、その要素として各ラインプロファイルについて報告された減衰値のそれぞれを有する。したがって、４つのラインプロファイルが走査のために使用され、各ラインプロファイルが上り減衰と下り減衰を報告している場合には、Ｌ＝４＊２＝８である。推定中の未知のループ構成を有する該回線上で走査ラインプロファイルの集合を適用することによって収集された減衰値をｘで示す。定数ｘ（それは操作データ収集手順の完了時に既知になるために定数と名付けられる）はＬ次元の列ベクトルであり、要素はb_nにおいてと同じ順序である。

【００９６】

データの一部は、不完全なデータ収集のために紛失している可能性がある。この状況で、データ収集を繰り返すことができるか、あるいは対応するデータフィールドを無視することができる。$B=[b_1\ b_2 \ldots b_N]$を定義する。明らかに、Ｂは、少なくともデータベース３２８の一部を表すＬ×Ｎ行列である。場合によっては、ｘがＢの中の列の１つと完全に一致する可能性がある。完全な一致が見つからない場合には、異なるデータベースエントリ間の補間が、推定値を生成するために使用できる。１つの推定方法に従って、θをＮ個の要素のある列ベクトルであると定義し、この場合θは推定値を形成するためにＢの複数の列を直線状に結合するために使用される重み付けベクトルである。以下の例は、補間を実行する際のθの使用を説明している。

【００９７】

１．ＢのＮ個の列について、ｘから各列の距離を求め、この場合、距離はｎ番目の列の

$\| x - b_n \|^2$として定義される。

【００９８】

２．所与の観察ｘから３つの最小距離（つまり、「最良の列」）を示すＢの３つの列を選ぶ。該３つの列及びそれらのそれぞれの距離を、b_{n1}、b_{n2}、b_{n3}及びr_{n1}、r_{n2}、r_{n3}として示す。

【００９９】

３．以下のようにθの要素を計算する。

【数２】

$$\theta_n = \frac{r_{n1} + r_{n2} + r_{n3} - r_n}{2 \times (r_{n1} + r_{n2} + r_{n3})} \qquad \text{for } n = n_1, n_2, n_3$$

$$\theta_n = 0 \qquad \text{for all other n}$$

$$\text{Note that } \theta_n \geq 0, \sum_n \theta_n = 1$$

【０１００】

前記例では、θは観察されたデータのループ構成に多分最も近い３つの事前に測定されたループ構成を使用する。さらにθは、３つの事前に測定されたループ構成に基づいてループ推定値を計算するための重み付けを提供する。３つの選ばれたポイントの対応するループ長がそれぞれ１０００ｆｔ、１２００ｆｔ、及び１４００ｆｔであると仮定すると、推定ループ長は$\theta_{n1} \times 1000 + \theta_{n2} \times 1200 + \theta_{n3} \times 1400$となる。ブリッジタップ長は同様に計算できる。

【０１０１】

データベースＢ及び補間重み付けベクトルθの使用は、一般的且つ数学的な公式化に進展することが可能で、この場合二次計画（ＱＰ：Quadratic Program）技法または方法論が使用できる。他のデータベースエントリの線形補間として説明することのできない観察された減衰値の「残余（residual）」としてｒを定義し、この場合ｒは数学的に以下の数式として定義される。

【数３】

$$r = \sum_n \theta_n b_n - x$$

【０１０２】

ｒが補間重み付けスペクトルθの関数であることは明らかである。その結果、θを求める問題は以下のように明確に表すことができる。

【数４】

$$\begin{aligned} \min_{r,\theta} \quad & r^T r \\ \text{such that} \quad & r = B\theta - x, \\ & \theta \geq 0, \\ & \sum \theta_i = 1 \end{aligned}$$

【０１０３】
この数学的定式化は二次計画として知られ、所与のＢとｘのために数値的に最適解ｒとθを見つけるために多様な既知のアルゴリズムを使用できる。この数学的ＱＰ定式化において、最適解θ（前記に定義された残留誤差を最小限に抑える意味で「最適」）は発見的アルゴリズムを使用する代わりに数学的プログラミングを通して見つけられる。b_nの凸状重み付けとしてｘを説明することができない可能性があることに留意する。数学的には、以下は、存在しない可能性がある。
【数５】

$$\theta \in R^N : \sum_n \theta_n b_n = x, \theta_n \geq 0, \sum_n \theta_n = 1$$

【０１０４】
したがって、ｒは、見つけられる最適θのための非ゼロである可能性がある。
【０１０５】
その結果追加の情報が解に反映できるように、数学的定式化は、二次計画のクラスに問題を保ちながら改変できる。後述される考えられる変更は、後述されるタイプのW及び／またはＰ行列を使用する。
【０１０６】
$r^T r$の代わりに、$r^T W r$がθの適切な選択によって最小限に抑えられる可能性があり、Wはｒという要素の中で相対的な重要性及び／または信頼性を表す対角正定値行列（すなわち、厳密に正の対角要素のある対角行列）である。言い換えると、信頼性重み付けベクトルW（用語「信頼性重み付けベクトル」は補間重み付けベクトルθを区別するために使用される）は、走査のために使用される様々なラインプロファイルにさらに多くの重みを与えるために選ぶことができる設計パラメータである。変数Wは、ｒの成分のそれぞれのペナルティを制御する。したがって、Wは、残余の様々な要素にさらに多くのまたはさらに少ない優先順位を与えるために設定されてよい。例えば、いくつかの報告された減衰値は、所与のモデムのためのループ構成に関わらず常に類似している可能性がある。Wの中のそれらの成分は、相応して削減できるであろう。別の言い方をすると、Wは、様々なループ構成を区別する（したがって識別する）際に最も役立つ操作データを強調するため、及び他のループ構成全体で類似する（したがってあまり際立っていない）データをあまり重視しないために使用できる。データの十分な量を考えると、適応アルゴリズムはWを制御するために使用でき、それをコンピュータ制御できるようにする。Wは、例えばモデムのブランド及び／またはモデルごとに異なってよい。すなわち、重み付けベクトルは、それが最初にどのような種類のモデムがＣＰＥで回線上にあるのか、あるいはさらに一般的にはどのような種類のモデムが両端にあるのかを決定してから、コントローラ（ＤＳＬ最適化ツール及び／またはＤＳＭサーバ等）によって決定できる。
【０１０７】
Wに加えて、別の行列Ｐが最適化ルーチンに追加情報を導入するために使用できる。減衰値以外の操作データ（例えば、ビット分布データ等）が、対象のループが０ｆｔと５００ｆｔの間の長さのブリッジタップをおそらく有することを示す場合には、その対応するブリッジタップ長が０ｆｔと５００ｆｔの間であるすべてのｎに対して$\theta_n > 0$を有することが望ましい。加えて、該推定に最良のθを見つけるときに、２，０００ｆｔというブリッジタップ長のあるループ構成を検討することは妥当ではないであろう。したがって、いくつかの構成を他よりさらに好ましくする技法が利用できる。別の言い方をすると、観察から「遠く離れて」いるループ構成は、ループ構成ごとの「コスト」を宣言することによって除外できるか、あるいはあまり望ましくない候補にすることができる。Ｐに、データベース内のループ構成ごとの「コスト」のこのベクトルを示させ（ＰはＮ次元の行ベク

トルである）、ｘは観察された減衰値（及び／またはループ構成を推定するために使用される他の操作データ）を示す。Ｐが、ｘの関数である場合があり、ビット分布等の他の操作データの関数であることがあり、あるいは追加の情報が入手できない場合にはゼロベクトルである場合があることに留意する。‖Ｗ$^{1/2}$ｒ‖を最小限に抑えることと、以下の値を最小限に抑えることの間にトレードオフがある。

【数６】

$$\sum_n \theta_n P_n$$

【０１０８】

これは以下の最小化問題につながる。

【数７】

$$\begin{aligned} \min_{r,\theta} \quad & r^T W r + P\theta \\ \text{such that} \quad & r = B\theta - x, \\ & \theta \geq 0, \\ & \sum \theta_i = 1 \end{aligned}$$

【０１０９】

この場合、上記変数はｒとθであり、重みＰを拡大縮小することにより‖Ｗ$^{1/2}$ｒ‖を最小限に抑えることと、以下の値を最小限に抑えることの間のトレードオフを制御する。

【数８】

$$\sum_n \theta_n P_n$$

【０１１０】

上記数学的定式化は、ＱＰのクラスにもあり、所与のＷ、Ｂ、Ｐ及びｘのために最適解ｒとθとを数値的に見つけるために、多様な既知のアルゴリズムを使用できる。再び、Ｗがｒの要素の間の相対的な重みを強調するために使用される事前に設計された重み付けベクトルであり、Ｂが所定のラインプロファイルを使用して既知のループ構成の減衰測定値から構築されるデータベースであり、Ｐが操作データの一部から独立して事前に計算されるコストのベクトルであり、ｘが所定のラインプロファイルの観察された減衰値であることを留意する。

【０１１１】

図１０は、Ｌ＝２のときの一例を図解する。実際には、Ｌは通常２よりはるかに大きいが、二次元図の中にＬ＞２である状況を描くことは困難である。さらに、Ｌ＝２のケースからさらに多くのループのある他の状況に対する推論が、当業者には明らかになるであろう。図１０の例では、ｙ軸が同じラインプロファイルの下り減衰を表す一方で、ｘ軸が既知のラインプロファイルのための上り減衰を表すことがある。データベースの各ループ構成は、プロット１０００の中の各データポイント１００２によって表されている。これらのデータは、既知のモデムタイプと関連して作成、記憶されてもよい。識別及び／または推定されるＤＳＬ回線は、観察された操作データ（減衰値等）を表すポイント１００４で描かれている。この例では、観察の「近傍」である該データベースの中のエントリが、求められる（すなわち、観察された操作データから実質的には変化しないエントリ）。理想

的には、観察された値は、ループ構成データベースの１つの要素に厳密に等しい、または一致し、あるいは他のエントリの凸状組み合わせの間または中に入るであろう。プロファイル１００６（$\theta_n > 0$の場合のプロファイル）の内の３つの凸包（convex hull）１００７が破線で描かれている。すなわち、$\theta_n > 0$の場合のそれらのループ構成は破線によって形成される多角形の端点である。包１００７の中のポイント１００８として示されている推定値は、以下に示される。

【数９】

$$\sum_n \theta_n b_n = B\theta$$

【０１１２】

前記に注記されたように、ＱＰ（最適化）の問題は凸最適化の問題のクラスの要素であり、当業者に周知であるように、それらを解くために多数の効率的な数値技法が開発されてきた。上述の実施形態で追跡されている実現例は、該問題の固有の線形代数的構造（ＱＰの解法が一意ではないことを意味する）を利用するニュートンに基づいた内点（interior point）技法である。

【０１１３】

ＱＰ定式化の性能は、報告されている減衰値の粒度によってコントローラの適用に限られてよく、それは減衰値の場合では少なくとも１ｄＢであってよい。このようにして、この技法は、実際に使用されるときにいくつかの問題に直面することがある。さらに、多くの場合、特にデータベースＢがループ長及びブリッジタップ長について非常に小さな粒度の多数のループ構成から構築されているときには、それは後述される簡略な方式より実質的にうまく機能しないことがある。

【０１１４】

ｘに最も近い１つの既知のループ構成が求められる、以下の最適化の問題として表現できるより単純な推定技法を利用することができる。

【数１０】

$$\begin{aligned} \min_{r,\theta,n} \quad & r^T W r + P\theta \\ \text{such that} \quad & r = B\theta - x, \\ & \theta = e_n \end{aligned}$$

【０１１５】

上記では、より一般的なケースとして同じ変数、及び追加の変数としてｎを用いる。e_nが、１であるｎ番目の要素を除き、すべての０の列ベクトルにすぎないことに留意する。したがって、この最適化は、観察ｘに最もよく一致するＢの中で１つの列を探すため、それは、$\theta = e_n$だけが実現可能であるという意味で前記より一般的なケースの制限されたバージョンである。

【０１１６】

この簡略化された検出を実行するには、Ｎ個の考えられるθ（$\theta = e_n$，ｎ＝１，２，．．．，Ｎ）の$r^T W r + P\theta$の計算だけが必要になり、したがって内点アルゴリズムのような凸最適化ルーチンは一般的なＱＰ問題におけるように必要とされない。明らかに、データベースがきわめて大きい場合には、ループ構成ごとに$r^T W r + P\theta$を計算することは、より小さなデータベースに必要となるであろうより多くの時間を要する。しかしながら、このような方法は、１秒以内に数百万のループ構成を含むデータベースで実行でき

る。この問題の解決は非常に高速で、非反復であり、プロファイルごと（各ｎ）の目的を計算してから、該最小値を選択することだけを含む。

【０１１７】

オペレータによる補正処置のために「不良スプライスされた」回線を検出することも望ましい可能性がある。このような「不良スプライスされた」回線は、それらが実質的には、不良スプライスがないときに構築されるループ構成データベース内のエントリと一貫していないために、一般的に識別できる。特に不良スプライスされた回線は、最適解θを検出した後にその大きな計算残留値$\|r\|_m$によって識別されてよく、任意のｍ－距離関数（m-metric）が適用される（例えば、１－norm、２－norm、∞norm）。場合によっては、不良スプライスの容量結合が、上り伝送が発生する低周波範囲内で最も優勢であるため、距離関数は、下り値より激しく上り減衰値に重み付けすることができる。本発明のいくつかの実施形態では、残留値は閾値と比較できる。計算された残留値が閾値を上回ると、不良スプライスが回線上に存在するという妥当な推定を行うことができる。

【０１１８】

残留誤差値に加えて、ビットテーブル、上り及び下りの減衰値、または上り及び下りの最大達成可能データレート等の他の操作データが、不良スプライスを検出するために使用できる。不良スプライスは、信号減衰値に対する影響及び低周波バンドでのエコーも生じさせる明確な方法で、エコー特性だけではなくチャネル特性にも影響を及ぼす（関心のあるモデムの送信信号から生じる、受信機での望ましくない干渉信号、つまり上り送信信号はＡＴＵ－Ｒの場合下り受信機の中で不鮮明になる可能性があり、下り送信信号はＡＴＵ－Ｃの場合上り受信機の中で不鮮明になる可能性がある）。したがって、不良スプライスがある場合、相対的に少数のビットがロードされ、低周波領域では相対的に高い減衰が報告される。チャネル推定が減衰値に基づく場合、低周波バンドでの相対的に高い減衰値によってループ長の過大評価が起こる。その後、推定されたＨｌｏｇ及び雑音スペクトルが高周波バンドで過小評価され、推定された雑音スペクトルの一部は、妥当であると見なされる閾値を下回る可能性がある。このような偏差も、不良スプライスを検出するために使用できる。基本的には、検討中のＤＳＬループのチャネル及び雑音スペクトル曲線を推定するためには、あらゆる収集された操作データを使用できる。推定された雑音スペクトルで検出される最小値は、閾値（不良スプライスが存在しない場合に、ＤＳＬモデムのための通常の最大雑音を定める）と比較される。推定された雑音曲線の最小値が既知の制限から十分に変化する場合は、おそらく不良スプライスが存在する。

【０１１９】

また、不良スプライスはゆっくりと展開し、減衰値、最大達成可能データレート及びビット分布は経時的に大きく変化する可能性がある。特に、減衰値は、不良スプライスが展開するにつれてゆっくりと増加する可能性がある。データ収集が適切な期間で実行されると、データの時間変動（減衰値の増加等）も不良スプライスを検出するために使用できる。

【０１２０】

位置情報は補正処理に必要とされる努力を削減できるため、不良スプライスの検出時、不良スプライスの適切な位置を推定することが望ましい。このような位置推定は、多くの場合、操作データ及び走査に基づいて可能である。不良スプライスはコンデンサ（capacitor）としてモデル化することができ、それはエコーの電力レベルを増大する主要な反射体になる。不良スプライスがＡＴＵ－Ｃに近い場合、該ＡＴＵ－Ｃの下り送信信号から発するエコーは、該信号が、それが不良スプライスによって反射される前にループの短い距離だけ移動し、それがＡＴＵ－Ｃの上り受信機で受信される前に短い距離だけ移動するために、ＡＴＵ－Ｃの上り受信機では相対的に大きくなる。

【０１２１】

他方、不良スプライスがＡＴＵ－Ｒに近い場合、ＡＴＵ－Ｃの下り送信信号は、それがＡＴＵ－Ｒ側に近い不良スプライスによって反射される前に、ＡＴＵ－Ｒ側までずっと下方に移動する。このような状況では、エコーの電力レベルはＡＴＵ－Ｃの上り受信機で相

対的に小さくなる（このケースでは、エコーは通常他の白色雑音及び干渉より小さく、上り最大達成可能レートまたはビット分布に影響を及ぼさない）。したがって、不良スプライスの場所は、雑音スペクトルの形状及び／またはレベルを観察し、それらをエコーのスペクトルの形状及び／またはレベルと比較することによって、推定できる。さらに、ビットロードの差異は、異なる下り送信電力レベルの２つのラインプロファイルについて観察できる。このケースでは、ＡＴＵ－Ｃの近くに位置する不良スプライスは、ＡＴＵ－Ｒの近くに位置する不良スプライスより大きな差異を出す。類似の方法は、ＡＴＵ－Ｒの近くの不良スプライスの検出に当てはまる。

【０１２２】

図１５は、前述されたように、不良スプライス検出及び位置選定に関する本発明の複数の実施形態を説明している。方法１５００は、既知のＤＳＬループデータを提供する１５０２で開始する。１５０３では、操作データ（例えば、前述されたタイプ（複数の場合がある）の）が、調査中のＤＳＬループから収集される。収集されたデータは、回線上であらゆる不良スプライスを検出し、おそらく位置を突き止めるために、１５０４で既知のＤＳＬループ操作データに鑑みて評価される。次に１つの実施形態は、矢印１５０５を介して、１５０６で最も近い既知のループデータを識別する。１５０８では、本書に説明されるように残留値が計算される。最後に１５１０で、残留値は、不良スプライスが存在するかどうかを判断するために、閾値またはまたは限界と比較される。代替実施形態では、矢印１５１１を介して、チャネル及び雑音スペクトル曲線の推定が１５１２で行われる。雑音曲線での最小値は１５１４で計算されてから、１５１６で閾値または、不良スプライスが回線上に存在するかどうかをおそらく示すカットオフと比較される。カウンタ１５１８によって示されるように、該収集及び評価は、進展する不良スプライスに起因する回線劣化があるかどうかを判断するために、ある期間に渡って進行する可能性がある。

【０１２３】

これらのさらに一般的なチャネル識別方法の性能は、通常、本質的にデータ収集のために利用されるラインプロファイルの選択、及び運用のために使用されているＡＴＵ－Ｒモデムの挙動に依存する。様々なモデムが、同じ回線パラメータで違う機能を果たす。したがって、例えば、特定のループ構成を考慮すると、第１のモデムタイプは、ブリッジタップがない場合と、５００ｆｔのブリッジタップがある場合とで走査が実行される際非常に異なった結果（減衰値等の操作データ）を示す。しかしながら、第２のモデムタイプは、両方の場合で同じようなデータを返す可能性がある。したがって、場合によっては性能はモデムタイプに依存する。類似するラインプロファイルが多くの場合基本的に冗長な情報を提供するのに対して、様々なラインプロファイルが、本発明による方法に、分析するためのさらに多くの自由度（つまり、様々な走査のための報告されているパラメータの中のさらに多くの差異）を与える。不十分な自由度と相まって推定される異なる回線パラメータが多すぎると、推定ルーチンの性能に対する根本的な制約が生じる。別の言い方をすると、使用する十分に異なるラインプロファイルが少なすぎると、分析に使用可能なデータが不十分となることを意味する場合があるが、使用する異なるラインプロファイルが多すぎると、効果的に及び／または経済的に分析できる以上のデータが生じ（おそらく、評価を行き詰まらせ）る可能性がある。

【０１２４】

当業者によって理解されるように、動的スペクトル走査は、すべてのプロファイルからモデムごとに減衰情報を最初に収集することによって実現されてよい。前記行列Ｂから行を削除することによって、これらのプロファイルの部分集合に基づいたチャネル識別を実行できる。本発明の一実施形態では、すべてのモデムで当初実行される試験の標準セットで開始し、識別されたモデムタイプ、あるいはループ構成の１つまたは複数のおおよその推定に依存する特殊化された試験のセット集合が後に続く、試験の第１のラウンドを実行できる。次に、該第１のラウンドが決定的ではないか、あるいは結果においてさらに高いレベルの確実性が所望される場合に、試験の第２のラウンドを実行できる。前述されたように、Ｗの選択肢は、性能で役割を果たすが、それは走査のために使用されるラインプロ

ファイルの特性と比較して二次効果となることが観察されている。

【０１２５】

本発明の別の実施形態は、入手可能であるＡＳＭデータを超えた追加の操作データを活用する。例えば数台のモデムの場合、挿入損失情報またはデータのような補足的な操作データは、ＡＳＭデータとともに使用できる。このような場合では、チャネル識別は、ＡＳＭデータ（挿入損失を含まない）だけが使用できる状況とは根本的に異なる。識別の根拠を主に減衰値とする代わりに、モデムによって報告される挿入損失が利用される。第１に、複数の報告されているチャネル減衰値は、対数尺でともに平均化される。平均化動作は、過渡的干渉（推定性能に影響を及ぼすことがある）、及び挿入損失測定誤差を平滑化する。

【０１２６】

モデムが挿入損失バイアス（ＡＢＣＤモデルを基準にして）を有するとき、この影響は、当業者によって容易に理解されるように、定数ｄＢ分、報告される挿入損失全体をシフトすることによって相殺できる。シフト後、報告される挿入損失は、多数の回線構成候補のための理論上の（ＡＢＣＤ）値に比較される。

【０１２７】

チャネル挿入損失が既知であるときには、図１１に描かれているように、本発明の別の実施形態を活用できる。図１１の方法１１００に従って、チャネル識別プロセスは、１１０２で０個のブリッジタップまたは１つのブリッジタップ（「１ＢＴ分析」）を考慮して大まかなブリッジタップ（ＢＴ）分析を実施することで開始する。１ＢＴ分析の一部として、回線長及びＢＴパラメータの大まかなサンプリングが実行され、１ＢＴ第１ラウンド（つまり１ＢＴ－１）プロファイルの集合を生じさせる。残りが廃棄される一方で、平均化されシフトされた挿入損失に最も近いＳ個の１ＢＴ－１プロファイル（例えば、Ｓが２０である場合）が、第２のラウンドに送られる。ここでは、接近の基準が、後述される差異距離関数d_{TOTAL}である場合がある。次に、これらのＳ個のプロファイルのそれぞれに、１ＢＴ－１プロファイルに近いループプロファイルが、回線長及びＢＴパラメータの細かいサンプリングで構築される。これらの新しいプロファイルの集合体が、１ＢＴ第２のラウンド（つまり１ＢＴ－２）プロファイルである。ＩＢＴ－２プロファイルごとに、該距離関数を最小限に抑えるＩＢＴ－２プロファイルを検出するために、差異距離関数が前述のように計算される。

【０１２８】

１１０４では、２つのブリッジタップを検討する分析が、１ＢＴ分析１１０２に類似した２つのブリッジタップ構成の大まかなサンプリングを使用して実行される。同じ差異距離関数d_{TOTAL}を使用して、該平均挿入損失及びシフト挿入損失に最も近い該Ｓ個のプロファイルが検出され、該２ＢＴの第１のラウンド（つまり２ＢＴ－１）候補として次のラウンドに転送される。これらのＳ個のプロファイルのそれぞれに、該２ＢＴ－１候補に近い２ＢＴ－２候補と呼ばれている多くのループプロファイルが構築される。再び、該差異距離関数を最小限に抑える該プロファイルが検出される。

【０１２９】

１１０６では、１ＢＴ－２プロファイルと２ＢＴ－２プロファイルの内の最良のプロファイル（例えば、最小の差異距離関数の該プロファイル）が、最良のプロファイルとして選択される。ＤＳＭセンターＤＳＬ最適化ツール等のコントローラは、次に最良のプロファイルのループ長及びＢＴ長を、チャネル推定の出力として返すことができるであろう。代わりに、ＡＢＣＤモデル及び最良のプロファイルを使用して計算できるチャネル挿入損失は、チャネルの推定値として返すことができる。しかしながら、場合によっては、小さいブリッジタップ長は小さい推定誤差の結果である可能性があるために、１１０８で最終ステップとして、最良プロファイルの中の２００フィート以下というすべてのブリッジタップの長さを０フィートに切り捨てることが好ましい。次に、ブリッジタップに関して決定１１１０を下すことができる。最良のプロファイルのすべてのブリッジタップが２００フィート未満である場合、１１１２で回線上にはブリッジタップがないと推定でき、推定

回線長を公式化するための上り減衰のための以下のＡＤＳＬ１アドホック（ad-hoc）回線長公式を使用することが可能である。

【数１１】

$$loop\ length = \frac{1}{3}\overline{USatten} - \frac{2}{3} \qquad \text{for } \overline{USatten} \geq 11$$

$$loop\ length = \frac{3}{11}\overline{USatten} \qquad \text{for } \overline{USatten} < 11$$

【０１３０】

この場合、結果はキロフィート単位である。下記は、キャリヤマスク制限なしに通常の操作ラインプロファイルについて収集される平均上り減衰である。

【数１２】

$$\overline{USatten}$$

【０１３１】

それ以外の場合、１１１４で、ブリッジタップ推定値は、最良のプロファイルの切り捨てられた値であり、回線長は最良のプロファイルの回線長を推定する。

【０１３２】

ステップ１１０８での切捨ての理由は、短いブリッジタップが短いブリッジタップを有さない回線上で頻繁に誤認されることがあるという点である。この事実は、このようなモデムのためのチャネル識別ルーチンが非常に短いブリッジタップを検出できないことも意味する。前記ＡＤＳＬ１アドホック回線長公式は元はブリッジタップのない回線で使用するために較正（calibrate）されていたため、それは最良のプロファイルの回線長を使用するより、このような回線の回線長の推定値としてわずかにより正確である。また、それは、開示された技法がブリッジタップのない回線の重要な特殊なケースでの確立されたＡＤＳＬ１アドホック回線長技法も同然に機能することを保証するという意味で保守的でもある。したがって、このステップがこのようなケースのＡＤＳＬ１アドホック回線長公式の推定値でＡＢＣＤ推定値を置換する。

【０１３３】

d_{TOTAL}は、観察された挿入損失にどのプロファイルが近いのかを決定するために定義され、該理論上の挿入損失と観察された挿入損失の差異の客観的な数値の定量化を提供する。d_{TOTAL}の選択は、いくつかの物理的な影響によって動機付けされる。最も簡略な基準は、単に観察された（そして偏向調整された）挿入損失H_{IL}と該挿入損失H_{ABCD}の該理論上の値の間の平均平方誤差（mean squared error）である可能性がある。

【数１３】

$$d_{MSE}(H_{ABCD}, H_{IL}) = \sum_{n} \left\| H_{IL,n} - H_{ABCD,n} \right\|^2$$

【０１３４】

しかしながら、このような距離関数は特定の問題を有する。第１に、低周波について報告される挿入損失は、モデムによって利用されるアナログフィルタに起因して理論上のチャネルモデルから逸脱する可能性がある。さらに、高周波の挿入損失は、チャネルの（通常１００ｄＢ超の）高い減衰の結果であるモデム内部測定誤差に起因する誤差を含む可能性がある。例えば、図１３Ａの１３０４は、１３０を超えるトーンの騒々しいチャネル測

定値を示す。高周波範囲においてモデムによって報告される挿入損失値の不一致（variance）は、チャネル減衰が非常に高いときに非常に高くなることがある。また、これは理論上予想されない可能性があるが、雑音影響に起因して低周波領域（１００ｄＢ減衰未満）には浮き沈みがある場合もある。高不一致バンド（higt-variance band）の誤差を最小限に抑えることは、低い方の不一致バンド（lower-variance band）での誤差を最小限に抑えることより重要ではない。また、該低不一致バンドの小さい頂点及び／または窪みを無視することが好ましい。しかしながら、それにも関わらず差異の基準としてのＭＳＥの概念は有用である。

【０１３５】

図１２の方法１２００は、これらの問題点を考慮に入れる。１２０２では、モデムによって報告された平均挿入損失及びバイアス調整挿入損失が、単純なスライドウィンドウメジアンフィルタを使用して取り除かれる。結果はH_{smooth}と呼ばれている。H_{smooth}の下りバンドの第１のいくつかのトーンは、平滑化フィルタによって誘発されるウィンドウイング（windowing）影響を回避するためだけではなく、該モデムからのあらゆるアナログ影響を回避するためにも無視される。挿入損失が周波数で概して減少するのにつれて、１２０３で、H_{smooth}が最初に－１００ｄＢ未満に落ちるポイントが識別される。このカットオフポイントはf_{cut}と呼ばれている。f_{cut}未満のトーンは「低不一致」バンドであり、f_{cut}より高いトーンは「高不一致バンド」である。

【０１３６】

１２０４では、高不一致領域内の不一致がさらに平滑化されるように、別の平滑化がH_{smooth}で実行される。この第２の平滑化の結果が、$H_{verysmooth}$と呼ばれる。低不一致バンド内の誤差、MSE_{low}は、以下のように１２０６で計算される。

【数１４】

$$MSE_{low} = \sum_{n=c}^{f_c} \left\| H_{ABCD,n} - H_{smooth,n} \right\|^2 \qquad (\text{where } f_c \text{ is } f_{cut})$$

【０１３７】

ｃ個の最も低いトーンは、さらに低いトーンのためのモデム誤差影響を説明するために、本実施形態では無視される。

【０１３８】

フィルタリング動作からのウィンドウイング影響を説明するために、ｃ’個の総上部トーンを無視した後に、この高不一致バンドでの誤差、MSE_{high}が以下のように１２０８で計算される。

【数１５】

$$MSE_{high} = \frac{1}{4} \sum_{n=f_c}^{256-c} \left\| H_{ABCD,n} - H_{verysmooth,n} \right\|^2 \qquad (\text{again, where } f_c \text{ is } f_{cut})$$

【０１３９】

高不一致バンドの誤差は、低不一致バンドの誤差より少なく重み付けされる。最後に１２１０で、総差異距離関数d_{TOTAL}は以下のように計算される。

【数１６】

$$d_{TOTAL} = MSE_{low} + MSE_{high}$$

【０１４０】

直前の例でのように、データベース方法論がチャネル識別に適用されない場合、減衰残余によって不良スプライスを検出するための前述された技法は適用できない。しかしなが

ら、不良スプライスは、このような接続の特性－容量結合に起因する低周波数での高減衰－に基づいて検出できる。したがって、ＡＢＣＤモデルと報告された減衰の間の誤差を調べることによって、不良スプライスは、低周波数で予想される減衰より高く、高周波数で予想される減衰より低い大きな誤差を探すことによって検出できる。さらに、挿入損失の形状は、挿入損失が不良スプライスの場所の関数であるときは必ず不良スプライスの該場所を検出するために使用できる。

【０１４１】

本発明の１つまたは複数の実施形態によるチャネル識別手順の一例が、サンプルデータグラフを示す図１３Ａと図１３Ｂのグラフに描かれている。図１３Ａでは、該Ｈｌｏｇ推定値（ＡＢＣＤモデルごと）が、グラフ１３０２に示されている。ループの実際の（報告された）挿入損失１３０４も、図１３Ａに示されている。

【０１４２】

図１３Ｂでは、$H_{verysmooth}$がグラフ１３０８として描かれているが、H_{smooth}はグラフ１３０６に描かれている。高不一致バンドは、ほぼプロットが－１００ｄＢ未満に落下する場合である、約トーン１５０を超えたＡＤＳＬトーンのために使用される。平滑化された報告済みのチャネル挿入損失は、高いトーンと低いトーンでなんらかのエッジ効果（四捨五入）を有する。また、高周波数でのH_{smooth}の中の高速ジャンプも、モデムによって持ち込まれる誤差を示している。ＡＢＣＤモデルは該報告済み挿入損失に完全に一致しないが、一致の全体的な形状は妥当である。報告済み挿入損失１３０４は、予想されるようにH_{smooth}よりなおさらに多くの雑音を有する。

【０１４３】

報告された挿入損失の誤差の特徴は、モデムタイプに依存する可能性がある。これは、モデムの内部測定誤差が多様なモデム設計要因の関数であるためである。このような場合では、例えば、その開示がすべての目的のために全体として参照することにより本書に組み込まれている、通信装置識別（ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ　ＤＥＶＩＣＥ　ＩＤＥＮＴＩＦＩＣＡＴＩＯＮ）と題され、カリフォルニア州、レッドウッドシティー（Ｒｅｄｗｏｏｄ　Ｃｉｔｙ，Ｃａｌｉｆｏｒｎｉａ）のアダプティブスペクトルアンドシグナルアラインメント社（Ａｄａｐｔｉｖｅ　Ｓｐｅｃｔｒｕｍ　Ａｎｄ　Ｓｉｇｎａｌ　Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ，Ｉｎｃ．）によって所有されている、２００４年１１月４日に出願された米国出願番号第１０／９８１，０６８号に記載されている技法を使用するモデム識別が、チャネル推定アルゴリズムをモデムタイプごとに適応調整できるように該モデムタイプを識別するために最初に使用できる。

【０１４４】

一般的には、本発明の実施形態は、１つまたは複数のコンピュータシステムに記憶される、あるいは１つまたは複数のコンピュータシステムを通して転送されるデータを含む多様なプロセスを利用する。本発明の実施形態は、ハードウェア装置またはこれらの動作を実行するための他の装置にも関する。この装置は、必要とされる目的のために特別に構築されてよく、あるいはそれはコンピュータプログラム及び／または該コンピュータに記憶されているデータ構造によって選択的に活性化されるか再構成される汎用コンピュータであってよい。本書に提示されている該プロセスは、本質的にどの特定のコンピュータまたは他の装置にも関連していない。特に、多様な汎用機は、本書の教示に従って作成されたプログラムとともに使用されてよく、あるいは必要とされる方法ステップを実行するためにさらに特殊化された装置を構築する方がより便利である場合がある。種々のこれらの機械の特定の構造は、後述される説明に基づいて当業者に明らかになるであろう。

【０１４５】

前述されたような本発明の実施形態は、コンピュータシステムに記憶されているデータを含む多様なプロセスステップを利用する。これらのステップは、物理的な量の物理的な操作を必要とするステップである。通常、必ずしもではないが、これらの量は記憶、転送、結合、比較およびそれ以外の操作ができる電気信号または磁気信号の形を取る。これらの信号をビット、ビットストリーム、データ信号、制御信号、値、要素、変数、文字、デ

ータ構造等と呼ぶことは主に共通の使用の理由から便利なことがある。しかしながら、これらの及び類似する用語のすべてが適切な物理的な量と関連付けられなければならず、これらの量に適用される便宜的なラベルにすぎないことに留意しなければならない。

【０１４６】

さらに、実行される操作は多くの場合、識別する、適合する、または比較する等の用語で参照される。本発明の一部を形成する、本書に説明されている動作は、いずれも機械動作である。本発明の実施形態の動作を実行するための有効な機械は、汎用デジタルコンピュータまたは他の類似の装置を含む。あらゆる場合に、コンピュータを操作する際の操作方法と、計算自体の方法の間の違いがあることを念頭に置く必要がある。本発明の実施形態は、他の所望される物理信号を発生させるために電気信号または他の物理信号を処理する際にコンピュータを操作するための方法ステップに関する。

【０１４７】

本発明の実施形態は、これらの動作を実行するための装置にも関連する。この装置は必要とされる目的のために特別に構築されてよく、あるいはそれはコンピュータに記憶されているコンピュータプログラムによって選択的に活性化されるか再構成される汎用コンピュータであってよい。本書に提示されるプロセスは、本質的に特定のコンピュータまたは他の装置に関連していない。特に、多様な汎用機械は本書の教示に従って作成されるプログラムとともに使用されてよく、あるいは必要とされている方法ステップを実行するためにさらに特殊化された装置を構築する方が便利な場合がある。種々のこれらの機械の必要とされている構造は前述の説明から明らかになるであろう。

【０１４８】

加えて、本発明の実施形態はさらに、多様なコンピュータによって実現される動作を実行するためのプログラム命令を含むコンピュータ可読媒体（computer readable media）に関する。媒体及びプログラム命令は、本発明の目的のために特別に設計、構築されたものであってよく、あるいはそれらはコンピュータソフトウェア技術の当業者に周知であり、該当業者が利用できる種類であってよい。コンピュータ可読媒体の例は、ハードディスク、フレキシブルディスク及び磁気テープ等の磁気媒体、ＣＤ－ＲＯＭディスク等の光学媒体、フロプティカルディスク等の磁気光学媒体、及び読み取り専用メモリ装置（ＲＯＭ）及びランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）等の、プログラム命令を記憶し、実行するように特別に構成されているハードウェア装置を含むが、これらに限定されない。プログラム命令の例は、コンパイラによって生成されるようなマシンコードとインタープリタを使用するコンピュータにより実行されてよいさらに高水準のコードを含むファイルの両方を含む。

【０１４９】

図８は、本発明の１つまたは複数の実施形態に従ってユーザ及び／またはコントローラによって使用できる典型的なコンピュータシステムを描いている。コンピュータシステム８００は、一次記憶装置８０６（通常、ランダムアクセスメモリ、つまりＲＡＭ）、一次記憶装置８０４（通常、読み取り専用メモリ、つまりＲＯＭ）を含む記憶装置に結合されている、任意の数のプロセッサ８０２（中央演算処理装置、つまりＣＰＵとも呼ばれる）を含む。技術で周知であるように、一次記憶装置８０４は、データと命令を一方向でＣＰＵまで転送するために動作し、一次記憶装置８０６は通常双方向でデータと命令を転送するために使用される。これらの一次記憶装置の両方とも、前述された該コンピュータ可読媒体の任意の適切なものを含んでよい。大容量記憶装置８０８も、ＣＰＵ８０２に双方向で結合され、追加のデータ記憶容量を提供し、前述されたコンピュータ可読媒体のどれかを含んでよい。大容量記憶装置８０８は、プログラム、データ等を記憶するために使用されてよく、通常は一次記憶装置より低速であるハードディスク等の二次記憶媒体である。大容量記憶装置８０８の中に保持されている情報は、適切なケースでは、仮想メモリとして一次記憶装置８０６の一部として標準様式で組み込まれてよいことが理解される。ＣＤ－ＲＯＭ８１４等の特定の大容量記憶装置は、ＣＰＵに一方向でデータを渡してもよい。

【０１５０】

また、ＣＰＵ８０２は、ビデオモニタ、トラックボール、マウス、キーボード、マイクロフォン、タッチセンサ式ディスプレイ、トランスデューサ(transducer)カード読取装置、磁気テープまたは紙テープ読取装置、タブレット、スタイラス(styluse)、音声または手書き認識装置、または言うまでもなく他のコンピュータ等の他の周知の入力装置等の１台または複数の入力／出力装置を含むインタフェース８１０に結合されている。ＣＰＵ８０２は、場合により概して８１２で示されているネットワーク接続を使用してコンピュータまたは電気通信ネットワークに結合されてよい。このようなネットワーク接続を用いると、ＣＰＵがネットワークから情報を受信する可能性があり、あるいは前述の方法ステップを実行する過程でネットワークに情報を出力する可能性があることが意図されている。前述された装置及び材料は、コンピュータハードウェア及びソフトウェア技術で当業者によく知られているであろう。前述されたハードウェア要素は、本発明の動作を実行するための複数のソフトウェアモジュールを定義してよい。例えば、コードワード（codeword）構成コントローラを実行するための命令は、大容量記憶装置８０８または８１４に記憶され、一次記憶装置８０６と関連してＣＰＵ８０２で実行されてよい。好しい実施形態では、コントローラがソフトウェアサブモジュールに分割される。

【０１５１】

本発明の多くの特長及び優位点は、記述された説明から明らかであり、したがって添付の特許請求の範囲は、本発明のすべてのこのような特長及び優位点を保護することを目的としている。さらに、当業者は容易に多数の変型及び変更を思い浮かべることができるため、本発明は、図解され説明されたとおりの正確な構造及び動作に限定されない。したがって、現在または将来に予測可能であるのかあるいは予測不可能であるのかに関係なく、説明された実施形態は制限的ではなく、例証的として解釈されるべきであり、本発明は、本書に示されている詳細に限定されるべきではないが、添付の特許請求の範囲及び同等物のその完全な範囲によって定義される必要がある。

【図面の簡単な説明】

【０１５２】

【図１】Ｇ．９９７．１規格による概略ブロック参照モデルシステムである。

【図２】一般的で例示的なＤＳＬ配備を描く概略ブロック図である。

【図３Ａ】ＤＳＬシステムにおける本発明の一実施形態の概略ブロック図である。

【図３Ｂ】ＤＳＬシステムにおける本発明の別の実施形態の概略ブロック図である。

【図４】本発明の１つまたは複数の実施形態による方法の流れ図である。

【図５】本発明の１つまたは複数の実施形態によるチャネルのＨｌｏｇを獲得、計算するための方法の流れ図である。

【図６】本発明の１つまたは複数の実施形態によるチャネルのＨｌｏｇを獲得、計算するための代替方法の流れ図である。

【図７】本発明の１つまたは複数の実施形態に従って取得、計算される、推定されたＨｌｏｇデータのグラフである。

【図８】本発明の実施形態を実現するのに適した典型的なコンピュータシステムまたは集積回路システムのブロック図である。

【図９】上りビットロードを示す代表的な１．５３６Ｍｂｐｓラボプロファイルである。

【図１０】未知のＤＳＬループ構成が推定される本発明の１つの実施形態のグラフである。

【図１１】未知のＤＳＬループ構成が推定され、チャネル挿入損失情報が既知である本発明の１つまたは複数の実施形態による方法の流れ図である。

【図１２】本発明とともに使用可能な差異測定基準を決定する上で有効な本発明の１つまたは複数の実施形態による方法の流れ図である。

【図１３Ａ】ＡＢＣＤ方法論及びＤＳＬチャネルのための報告されている挿入損失を使用するＨｌｏｇモデル及び／または推定値の１組のグラフ表示である。

【図１３Ｂ】図１３Ａの該報告されている挿入損失の第１の平滑化、及び図１２の方法と一貫する該第１の平滑化の以後の平滑化の１組のグラフ表示である。

【図１４】通信システムのための走査プロファイルの使用からデータベースを構築することに関連して本発明の実施形態とともに使用可能なデータベースまたはライブラリの例である。

【図１５】ＤＳＬループ等の通信回線における不良スプライスの存在及び位置を決定する際に使用可能な本発明の１つまたは複数の実施形態による方法の流れ図である。

【図１】

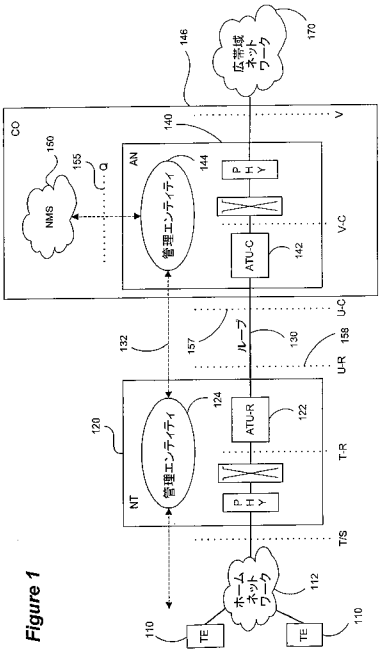


Figure 1

【図２】

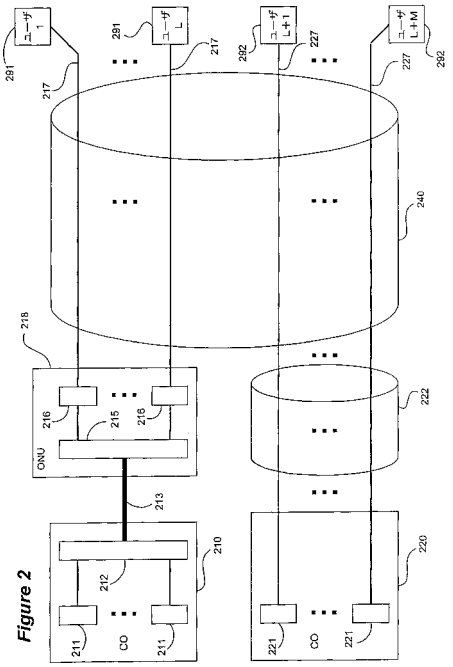
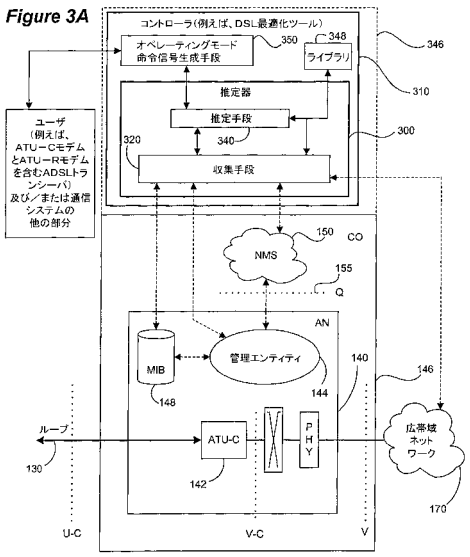
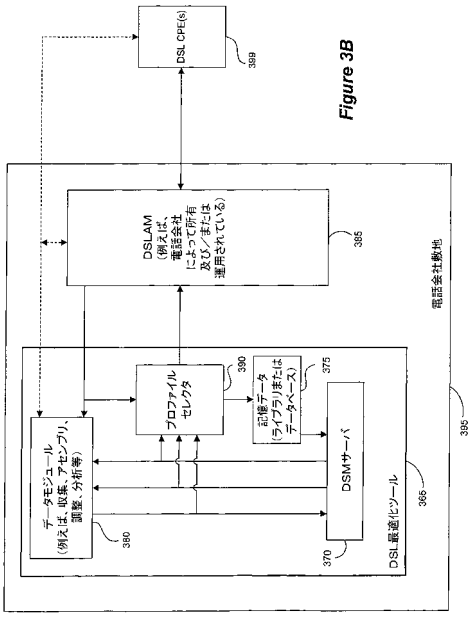


Figure 2

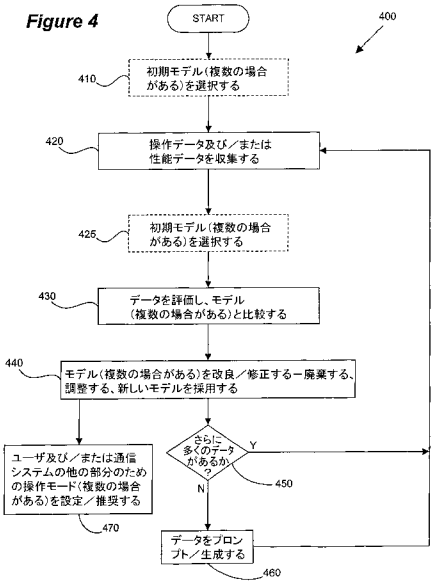
【図３Ａ】


Figure 3A
コントローラ（例えば、DSL最適化ツール）
オペレーティングモード命令信号生成手段
350
348
ライブラリ
346
310
推定器
推定手段
340
300
320
収集手段
ユーザ（例えば、ATU－CモデムとATU－Rモデムを含むADSLトランシーバ）及び／または通信システムの他の部分
150
CO
NMS
155
Q
AN
MIB
148
管理エンティティ
140
144
146
ループ
130
ATU-C
142
ATU-R
広帯域ネットワーク
170
U-C
V-C
V

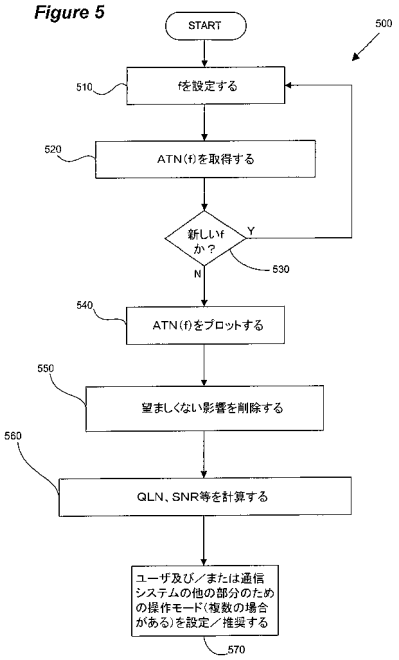
【図３Ｂ】


Figure 3B
DSL CPE(s)
389
DSLAM（例えば、電話会社によって所有及び／または運用されている）
385
電話会社敷地
プロファイルセレクタ
390
記憶データ（ライブラリまたはデータベース）
375
データモジュール（例えば、収集、アセンブリ、調整、分析等）
380
DSMサーバ
370
DSL最適化ツール
395
365

【図４】

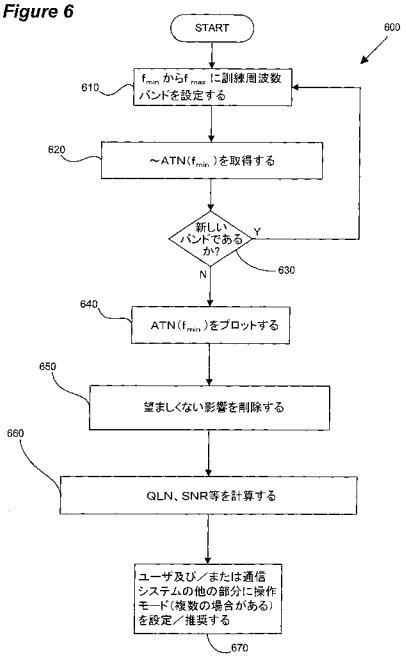

Figure 4
START
400
初期モデル（複数の場合がある）を選択する
410
操作データ及び／または性能データを収集する
420
初期モデル（複数の場合がある）を選択する
425
データを評価し、モデル（複数の場合がある）と比較する
430
モデル（複数の場合がある）を改良／修正する－廃棄する、調整する、新しいモデルを採用する
440
さらに多くのデータがあるか？
Y
N
450
ユーザ及び／または通信システムの他の部分のための操作モード（複数の場合がある）を設定／推奨する
470
データをプロット／生成する
460

【図５】


Figure 5
START
500
fを設定する
510
ATN(f)を取得する
520
新しいfか？
Y
N
530
ATN(f)をプロットする
540
望ましくない影響を削除する
550
QLN、SNR等を計算する
560
ユーザ及び／または通信システムの他の部分のための操作モード（複数の場合がある）を設定／推奨する
570

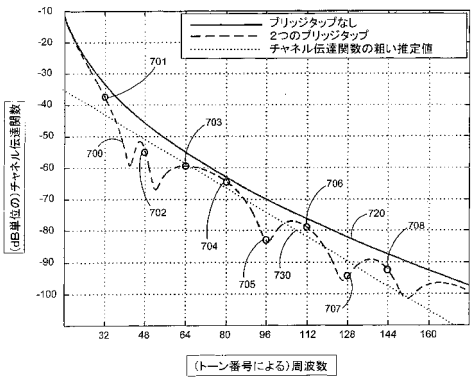
【図６】

Figure 6



【図７】

Figure 7



【図８】

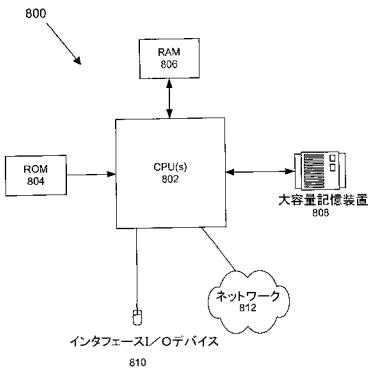


Figure 8

【図９】

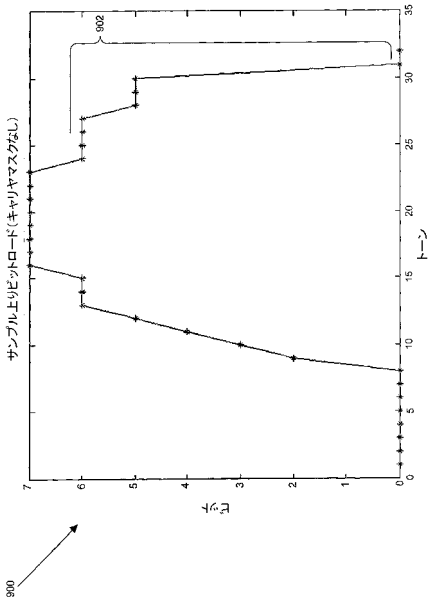


Figure 9

【図１０】

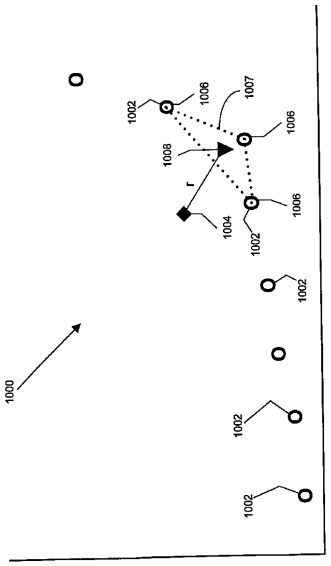
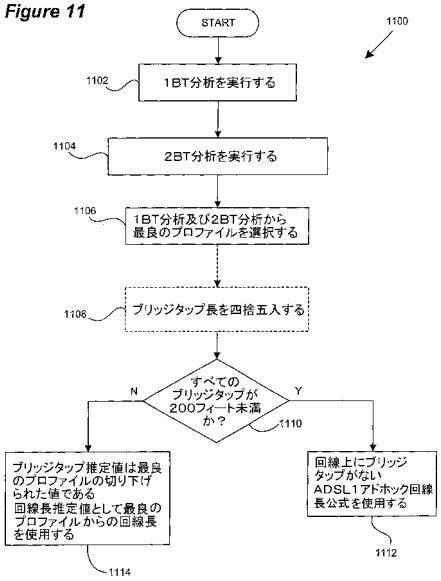


Figure 10

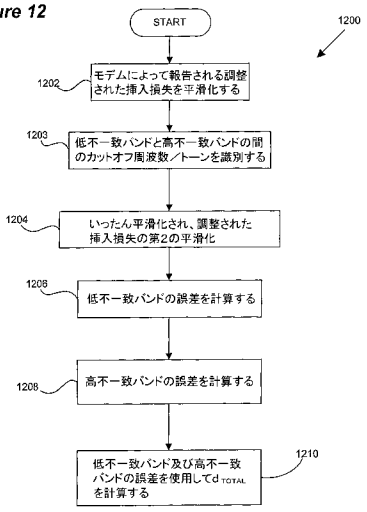
【図１１】

Figure 11



【図１２】

Figure 12



【図１３Ａ】

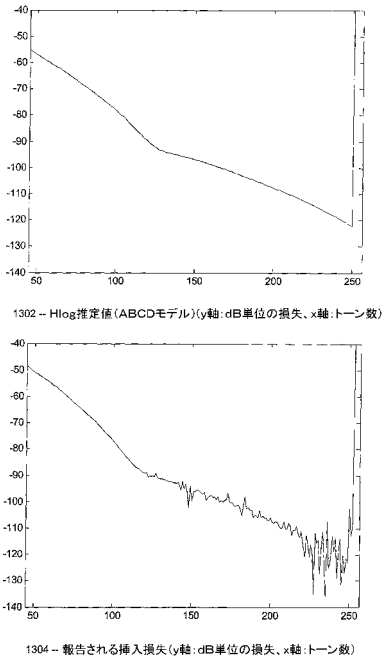


Figure 13A

【図１３Ｂ】

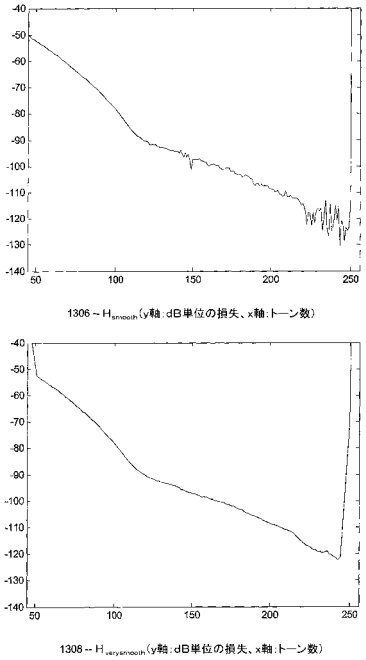


FIGURE 13B

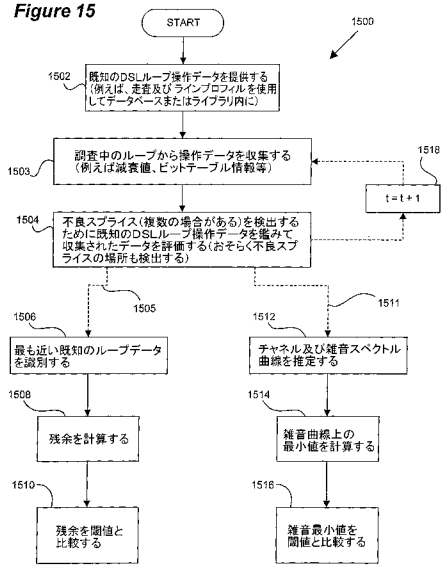
【図１４】

Figure 14

ループ構成	ループ長（ft）	3000	3000	3000	3000	…	3000	3000	…	15000
	ブリッジタップ1の長さ（ft）	0	100	200	300	…	2000	100	…	2000
	ブリッジタップ2の長さ（ft）	0	0	0	0	…	0	100	…	2000
ラインプロファイル1の測定された上り減衰		12	12	12	12	…	14	12	…	56
ラインプロファイル2の測定された上り減衰		14	14	15	15	…	16	14	…	58
ラインプロファイル1の測定された下り減衰		20	20	20	21	…	23	20	…	61
ラインプロファイル2の測定された下り減衰		23	24	24	24	…	26	22	…	61

【図１５】

Figure 15



フロントページの続き

(72)発明者　リー、　ウォンジョン
アメリカ合衆国　９４３０３　カリフォルニア州　パロ　アルト　イー．　チャールストン　ロード　８００　ナンバー１９
(72)発明者　ブラディ、　マーク　エイチ．
アメリカ合衆国　９４３０５　カリフォルニア州　スタンフォード　ダブリュー．　キャンパス　ドライブ　１２１　アパートメント　１１０９エイ．
(72)発明者　チオッフィ、　ジョン　エム．
アメリカ合衆国　９４０２７　カリフォルニア州　アサートン　ストックブリッジ　アベニュー　３２３

審査官　山岸　登

(56)参考文献　特表２００２－５４２７２５（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０８６１９８（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０２３４０２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04M 3/00, 3/16- 3/20, 3/38- 3/58,
7/00- 7/16,11/00-11/10,
H04B 3/02,
H04L 12/56