

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4829983号  
(P4829983)

(45) 発行日 平成23年12月7日(2011.12.7)

(24) 登録日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int.Cl. F I  
**H04B 10/08 (2006.01)** H04B 9/00 K

請求項の数 18 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-557449 (P2008-557449)	(73) 特許権者	500234493
(86) (22) 出願日	平成19年2月20日 (2007.2.20)		ジェネラル・インスツルメント・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2009-528788 (P2009-528788A)		General Instrument Corporation
(43) 公表日	平成21年8月6日 (2009.8.6)		アメリカ合衆国 ペンシルヴェニア州 ホーシャム トーナメント・ドライブ 101
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/062417		101 Tournament Drive, Horsham, Pennsylvania, USA
(87) 国際公開番号	W02007/112161	(74) 代理人	100068755
(87) 国際公開日	平成19年10月4日 (2007.10.4)		弁理士 恩田 博宣
審査請求日	平成20年8月29日 (2008.8.29)	(74) 代理人	100105957
(31) 優先権主張番号	60/785,648		弁理士 恩田 誠
(32) 優先日	平成18年3月24日 (2006.3.24)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	11/610,177		
(32) 優先日	平成18年12月13日 (2006.12.13)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルネットワークにおける光リンクのダイナミックレンジの測定装置、判定方法、およびコンピュータ読取可能な記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ネットワークのヘッドエンド(14)とノード(12)の間の光リンクのダイナミックレンジを測定する測定装置(10)であって、前記ノード(12)は更に、互いに異なるリンクを介して第1ネットワーク要素(NE1)と第2ネットワーク要素(NE2)に接続され、

前記測定装置(10)は、コントローラ(100)と、受信機(2)と、電力監視ユニット(120)とを有し、

前記コントローラ(100)は、前記第1ネットワーク要素(NE1)が第1信号を第1周波数f1で伝送するように当該第1ネットワーク要素(NE1)に命令し、且つ前記第2ネットワーク要素(NE2)が第2信号を第2周波数f2で伝送するように当該第2ネットワーク要素(NE2)に命令するように構成され、その結果、前記第1信号と前記第2信号が同時に前記ノード(12)によって受信され、

前記受信機(2)は、第3周波数f3の通信を受信するように構成され、前記第3周波数f3では、前記第1周波数f1と前記第2周波数f2の干渉によって第3信号が生成され、

前記電力監視ユニット(120)は、前記第3周波数に含まれる前記第3信号の電力を測定することによって電力測定値を得るように構成され、

前記コントローラ(100)は、前記電力測定値に基づき前記光リンクの前記ダイナミックレンジを判定するように構成される

ことを特徴とする、測定装置。

【請求項 2】

前記電力監視ユニット(120)は、前記第3周波数 $f_3$ を中心とする周波数バンドの電力を測定するように構成され、

前記周波数バンドのバンド幅は、前記ネットワークの上流通信チャネルの割当チャネル通信バンド幅未満である、

請求項1記載の測定装置。

【請求項 3】

前記周波数バンドのバンド幅は、前記第3周波数 $f_3$ 周りの1MHzバンド幅である、

請求項2記載の測定装置。

10

【請求項 4】

前記コントローラ(100)は、前記第3周波数 $f_3$ における電力レベルの増加が前記第3周波数の信号のクリッピングを引き起こす場合を判定することによって、前記光リンクの前記ダイナミックレンジの上限を判定するように構成される、

請求項1記載の測定装置。

【請求項 5】

前記コントローラ(100)は、前記ダイナミックレンジが前記上限に達していなかった場合、前記第1信号と前記第2信号の送信電力をそれぞれ増大させるべく前記第1ネットワーク要素(NE1)と前記第2ネットワーク要素(NE2)のうちの少なくとも一つに命令するように構成される、

請求項4記載の測定装置。

20

【請求項 6】

前記第1周波数 $f_1$ と前記第2周波数 $f_2$ は、前記第1周波数 $f_1$ と前記第2周波数 $f_2$ の間の相互作用が前記ノード(12)における送信レーザにおいて前記第3周波数 $f_3$ の相互変調周波数を生成できるように選択される、

請求項1記載の測定装置。

【請求項 7】

ネットワークのヘッドエンド(14)とノード(12)の間の光リンクのダイナミックレンジを判定する判定方法であって、前記ノード(12)は更に、互いに異なるリンクを介して第1ネットワーク要素(NE1)と第2ネットワーク要素(NE2)に接続され、

前記判定方法は、

前記第1ネットワーク要素(NE1)が第1信号を第1周波数 $f_1$ で伝送するように当該第1ネットワーク要素(NE1)に命令し、且つ前記第2ネットワーク要素(NE2)が第2信号を第2周波数 $f_2$ で伝送するように当該第2ネットワーク要素(NE2)に命令する手順であって、その結果、前記第1信号と前記第2信号が同時に前記ノード(12)によって受信されることと；

前記第1周波数 $f_1$ と前記第2周波数 $f_2$ の干渉によって第3信号が生成される第3周波数 $f_3$ の信号を受信する手順と；

前記第3周波数に含まれる前記第3信号の電力を測定することによって電力測定値を得る電力測定手順と；

前記電力測定値に基づき前記光リンクの前記ダイナミックレンジを判定するダイナミックレンジ判定手順と

を有することを特徴とする、判定方法。

30

40

【請求項 8】

前記電力測定手順は、前記第3周波数 $f_3$ を中心とする周波数バンドの電力を測定し、

前記周波数バンドのバンド幅は、前記ネットワークの上流通信チャネルの割当チャネル通信バンド幅未満である、

請求項7記載の判定方法。

【請求項 9】

前記周波数バンドのバンド幅は、前記第3周波数 $f_3$ 周りの1MHzバンド幅である、

50

請求項 8 記載の判定方法。

【請求項 10】

前記ダイナミックレンジ判定手順は、前記第 3 周波数  $f_3$  の電力レベルの増加が前記第 3 周波数の信号のクリッピングを引き起こす場合を判定することによって、前記ダイナミックレンジの上限を判定する、

請求項 7 記載の判定方法。

【請求項 11】

前記判定方法は更に、前記ダイナミックレンジが上限に達していなかった場合、前記第 1 信号と前記第 2 信号の送信電力をそれぞれ増大させるべく、前記第 1 ネットワーク要素 (NE1) と前記第 2 ネットワーク要素 (NE2) のうちの少なくとも一つに命令する手順を備える、

請求項 7 記載の判定方法。

【請求項 12】

前記第 1 周波数  $f_1$  と前記第 2 周波数  $f_2$  は、前記第 1 周波数  $f_1$  と前記第 2 周波数  $f_2$  の間の相互作用がノード (12) における送信レーザにおいて前記第 3 周波数  $f_3$  の相互変調周波数を生成できるように選択される、

請求項 7 記載の判定方法。

【請求項 13】

ネットワークのヘッドエンド (14) とノード (12) の間の光リンクのダイナミックレンジを測定するために、以下の手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体であって、前記ノード (12) は更に、互いに異なるリンクを介して第 1 ネットワーク要素 (NE1) と第 2 ネットワーク要素 (NE2) に接続され、前記手順としては、

前記第 1 ネットワーク要素 (NE1) が第 1 信号を第 1 周波数  $f_1$  で伝送するように当該第 1 ネットワーク要素 (NE1) に命令し、且つ前記第 2 ネットワーク要素 (NE2) が第 2 信号を第 2 周波数  $f_2$  で伝送するように当該第 2 ネットワーク要素 (NE2) に命令する手順であって、その結果、前記第 1 信号と前記第 2 信号が同時に前記ノード (12) ) によって受信されることと；

前記第 1 周波数  $f_1$  と前記第 2 周波数  $f_2$  の干渉によって第 3 信号が生成される第 3 周波数  $f_3$  の信号を受信する手順と；

前記第 3 周波数に含まれる前記第 3 信号の電力を測定することによって電力測定値を得る電力測定手順と；

前記電力測定値に基づき前記光リンクの前記ダイナミックレンジを判定するダイナミックレンジ判定手順と

を有することを特徴とする、コンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 14】

前記電力測定手順は、前記第 3 周波数  $f_3$  を中心とする周波数バンドの電力を測定し、前記周波数バンドのバンド幅は、前記ネットワークの上流通信チャネルの割当チャネル通信バンド幅未満である、

請求項 13 記載の記録媒体。

【請求項 15】

前記周波数バンドのバンド幅は、前記第 3 周波数  $f_3$  周りの 1 MHz バンド幅である、請求項 14 記載の記録媒体。

【請求項 16】

前記ダイナミックレンジ判定手順は、前記第 3 周波数  $f_3$  の電力レベルの増加が前記第 3 周波数の信号のクリッピングを引き起こす場合を判定することによって、前記ダイナミックレンジの上限を判定する、

請求項 13 記載の記録媒体。

【請求項 17】

前記記録媒体は更に、前記ダイナミックレンジが上限に達していなかった場合、前記第

10

20

30

40

50

1 信号と前記第 2 信号の送信電力をそれぞれ増大させるべく前記第 1 ネットワーク要素 (NE1) と前記第 2 ネットワーク要素 (NE2) のうちの少なくとも一つに命令する手順を前記コンピュータに実行させるためのプログラムを記録した、

請求項 13 記載の記録媒体。

【請求項 18】

前記第 1 周波数  $f_1$  と前記第 2 周波数  $f_2$  は、前記第 1 周波数  $f_1$  と前記第 2 周波数  $f_2$  の間の相互作用がノード (12) における送信レーザにおいて前記第 3 周波数  $f_3$  の相互変調周波数を生成するように選択される、

請求項 13 記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本開示は、ハイブリッド光ファイバ同軸ケーブル (HFC) ネットワークにおける光リンクのダイナミックレンジの判定に関する。より詳細には本開示は、レーザクリッピングの発生を含む光リンクのダイナミックレンジの上限を検出する自動化方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルテレビシステムは、長年にわたって広く用いられており、広域ネットワークが開発されている。典型的なハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルネットワークは通常、ハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルネットワークにおける利用者 20 と、インターネットプロトコル / 公衆電話網ネットワーク (IP / PSTN ネットワーク) との間の通信を提供するヘッドエンドを包含する。ヘッドエンドは通常、幾つかの受信機を含むケーブルモデム終端システム (CMTS) を包含する。各々の受信機は、何百個もの末端利用者ネットワーク要素との間の通信を処理する。ヘッドエンドは一般的に、幾つかのノードに接続され、各々のノードは、たとえばデータ・オーバー・ケーブル・システム (DOCSIS) 端末ネットワーク要素 (たとえばメディア端末アダプタ (MTA) またはケーブルモデム) などの多くのネットワーク要素に接続される。たとえば単一ノードは、何百個ものモデムに接続され得る。多くの場合、幾つかのノードが町か市の特定領域のために働く。

【0003】

30

典型的なハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルネットワークは、ヘッドエンドとノードの間の通信用に光ファイバを用いると共に、ノードと末端利用者との間の通信用に同軸ケーブルを用いる。光ファイバによる下流光通信は通常、同軸ケーブルで伝送すべくノードで無線周波数通信 (RF 通信) に変換される。逆に利用者由来の上流 (またはリターンパス) 無線周波数通信は、同軸ケーブルによって提供されると共に、光ファイバによって伝送すべくノードで光通信に変換されるのが一般的である。リターンパス光リンク (たとえば送信レーザ、光受信機および光ファイバなどのハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルネットワークにおける光学要素) は、ハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルネットワークの動作に寄与する。より具体的には光学要素は、利用者からケーブルモデム終端システム (CMTS) によって受信した信号の品質に寄与すると共に、信号を変形させ得るか、でなければ信号の品質を低下させ得る。 40

【0004】

アクティブチャネルの不適切な管理または侵入雑音 (イングレス雑音) の何れかによって、ノード上のリターンパスにおける光送信機を、高すぎる RF 入力電力で駆動する場合がある。この場合、ケーブルモデム終端システムにおける受信信号に過剰な変形がもたらされ、前記受信信号の品質が低下する場合が多い。このようなオーバードライブ状態は、一般的にレーザクリッピングとして知られている。レーザクリッピングの補正は、送信機への RF 入力電力を適切に管理し、更に侵入事象に耐えるべく適当なヘッドルームを考慮に入れることによって行われ得る。

【発明の開示】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかし、オーバードライブ状態とレーザクリッピングの原因は、リターンパス上に通常存在する信号のバースト性によってオーバードライブ状態とレーザクリッピングが生じる場合、検出し難いことが多い。現在のところ、レーザクリッピング原因の診断は、たとえばベクトル信号分析装置と信号発生器などの特殊な試験装置を必要とする。更に、ハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルプラント内の複数の場所に、専門家または技術者を必要とする。しかし、このような手動式診断プロセスは、大きな労働力を要し、多大な時間を費やし、費用も掛かる。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本開示は、ケーブルモデム終端システム装置を介してヘッドエンドで行われる測定と連携して、リターンパス光リンクのダイナミックレンジを判定する自動化プロセスを説明する。前記自動化プロセスは、ハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルプラント内の遠隔位置にトラックを派遣しなくてもよい。

## 【0007】

本発明の原理に従ってネットワークを測定する装置は、第1信号と第2信号が同時に共通ノードによって受信されるように第1周波数 $f_1$ で第1信号を伝送すべく第1ネットワーク要素に命令し、第2周波数 $f_2$ で第2信号を伝送すべく第2ネットワーク要素に命令するように構成されるコントローラを備える。装置は更に、第1ネットワーク要素由来の第1信号と第2ネットワーク要素由来の第2信号に基づき第3周波数 $f_3$ の通信を受信するように構成される受信機を備える。第3周波数 $f_3$ は、第1周波数 $f_1$ の第1ネットワーク要素由来の第1信号と、第2周波数 $f_2$ の第2ネットワーク要素由来の第2信号との組合せである。装置は更に、第3周波数に含まれる信号の電力を測定するように構成される電力監視ユニットを備える。コントローラは、第3周波数に含まれる信号の測定電力に基づき、光リンクのダイナミックレンジを判定するように構成される。

## 【0008】

第3周波数 $f_3$ における電力レベルの増加が予測不可能な場合、光リンクのダイナミックレンジの上限は、判定され得る。

また、本発明に従ってネットワークにおける光リンクのダイナミックレンジを判定する方法は、第1信号と第2信号が同時に共通ノードによって受信されるように第1周波数 $f_1$ で第1信号を伝送する第1ネットワーク要素と、第2周波数 $f_2$ で第2信号を伝送する第2ネットワーク要素とを選択する手順を含む。更に方法は、第3周波数 $f_3$ の通信を受信する手順を含む。第3周波数 $f_3$ は、第1周波数 $f_1$ の第1ネットワーク要素由来の第1信号と、第2周波数 $f_2$ の第2ネットワーク要素由来の第2信号の組合せである。方法は更に、第3周波数に含まれる信号の電力を測定する手順と、第3周波数に含まれる信号の測定電力に基づき光リンクのダイナミックレンジを判定する手順とを備え得る。

## 【0009】

本発明の原理に従って、ネットワークにおける光リンクのダイナミックレンジを判定する方法を、コンピュータに実行させる命令(プログラム)を記録したコンピュータ読取可能な記録媒体が提供される。命令は、第1信号と第2信号が同時に共通ノードによって受信されるように、第1周波数 $f_1$ で第1信号を伝送する第1ネットワーク要素と、第2周波数 $f_2$ で第2信号を伝送する第2ネットワーク要素とを選択する手順と、第3周波数 $f_3$ の通信を受信する手順とを含む。第3周波数 $f_3$ は、第1周波数 $f_1$ の第1ネットワーク要素由来の第1信号と、第2周波数 $f_2$ の第2ネットワーク要素由来の第2信号の組合せである。プログラムは、第3周波数に含まれる信号の電力を測定する手順と、第3周波数に含まれる信号の測定電力に基づき光リンクのダイナミックレンジを判定する手順とを備え得る。

## 【0010】

本発明は、たとえばベクトル信号分析装置などの外部試験装置を用いる必要はなく、且

10

20

30

40

50

ケーブルプラント内の種々の位置に専門家を配備する必要もない。専門家または技術者は、たとえばモトローラ (Motorola) BSR64000 を用いることによって、たとえばヘッドエンドなどの中心位置において、光リンクの上流ダイナミックレンジ (またはヘッドルーム) を遠隔的に特性化できる。本発明は更に、アクティブサービスに影響を与えないようにする。本発明は更に、光リンクのダイナミックレンジの定期的監視を可能にする。その結果、ケーブルオペレータは、将来的な提供と予定に必要なメンテナンスを計画できる。すべての測定は、既存の端末装置 (具体的にはたとえばMTAとケーブルモデムなどのDOCSIS端末装置) と、ヘッドエンド装置 (具体的にはDOCSIS CMTS) とを用いることによって行い得る。

**【0011】**

光リンクのダイナミックレンジ (またはヘッドルーム) の正確な知識は、光リンク由来の信号を途絶させないようにする。更に、信号品質とネットワーク速度を改善すべく、たとえば制限されたダイナミックレンジを備えるネットワークのうちの一部に更に別のネットワーク要素を加える。よってオペレータは、それらのネットワークの利用可能なリソースを、一層効率的に用いることができる。

**【0012】**

本開示は、光リンクのダイナミックレンジ特性と、通信をサポートし得る利用可能な上流周波数領域の特定とを提供する。本発明において記載される方法は、2つのDOCSIS端末装置 (ケーブルモデムまたはMTA) に同時に伝送するように命令すると共に、第3周波数通信チャンネルに及ぼす影響を測定する。次いで、既知の変形周波数位置における非線形挙動が検出されるまで、2つのDOCSIS端末装置の電力が増大される。すなわち前記方法は、通信信号に及ぼすケーブルネットワークのリターンパスにおける増大電力の作用を監視し、電力がもはや予測可能な形で変化しないとき、付加された総電力の記録をとる。本開示において詳述される方法は、2つのDOCSIS端末装置が共通の光ノード上に存在することを求める。共通の光ノードに存在する複数のデバイスを互いに隔離する方法は、2006年9月5日に出願された「端末ネットワーク装置をグループ化する方法と装置」と題する本願と同一譲渡人に譲渡された開示代理人整理番号第BCS04122号で譲渡された米国特許出願第11/470,034号において提供され、本明細書において全体が参考文献によって盛込まれる。好ましくはダイナミックレンジ試験は、たとえば光学的ルーティングの変化、侵入レベル切替え、または無線周波数レベルを不安定にさせ得る任意の他のルーチンまたは事象などのネットワークにおける他の変化と共に、発生すべきでない。

**【0013】**

また好ましくは2つのDOCSISチャンネルの付加を可能にすべく、適切なマージンが、ネットワークにおいて利用できるようにすべきである。ネットワークにおいて利用可能な電力マージンを判定する方法は、2006年10月20日に出願された「ハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルネットワークに利用可能な総電力マージンを判定する方法と装置」と題する本願と同一譲渡人に譲渡された開示代理人整理番号第BCS04121号と譲渡された米国特許出願第11/551,014号において記載され、これらは本明細書においてその全体が参考文献によって盛込まれている。

**【0014】**

アクティブリターンパスは、オペレータが共通の光ノードに従ってネットワーク要素を結合 (グループ化) させたい場合に、サービスを提供していることが好ましい。またこの試験は、アクティブデータサービスにおける二次相互変調の干渉を回避することに基づき、試験周波数位置を選ぶ。我々は、三次生成物がアクティブサービスにとって問題にはならないように、適切なマージンが利用できると想定する。

**【0015】**

以下の図面は、本発明の原理を例示するのに役立つ。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0016】**

図1は、例示的なネットワークを図示する。ネットワークにおいて、複数の端末ネットワーク要素8は、ノード12と一つまたは複数のタップ(図示略)を介して、ケーブルモデム終端システム(CMTS)10に接続される。端末ネットワーク要素8には、たとえばケーブルモデム、セットトップボックス、セットトップボックスを装備したテレビ、またはたとえばハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルネットワークなどのネットワーク上の他の任意の構成要素がある。ケーブルモデム終端システム10は、ヘッドエンド14に配置される。例示的な配置において、ヘッドエンド14は更に、光送受信機16を包含する。光送受信機16は、光ファイバを介して、複数のノード12に光通信を提供する。ケーブルモデム終端システム10は、インターネットプロトコル/公衆電話網ネットワーク6に接続する。

10

## 【0017】

当業者は、ヘッドエンド14に接続されるノード12が複数存在し得ることを十分理解するだろう。更にヘッドエンド14は、複数のケーブルモデム終端システム10のユニットを包含し得る。各々のケーブルモデム終端システム10のユニットは、複数の受信機(たとえば8台の送受信機)を包含し得る。各々の受信機は、複数(たとえば100個)のネットワーク要素8に通信し得る。

## 【0018】

ケーブルモデム終端システム10は更に、ネットワーク要素8に連続するようには構成されないが、ネットワーク要素8に選択的に構成され得る予備受信機を包含し得る。予備受信機の用途は、2005年6月30日に出願された「ネットワークの自動監視」と題する本願と同一譲渡人に譲渡された米国特許出願第11/171,066号において提供され、これらは本明細書においてその全体が参照文献によって盛込まれる。

20

## 【0019】

図2は、本発明を理解し易くすべく、例示的なケーブルモデム終端システム10の論理アーキテクチャを図示する。図2に示すように、ケーブルモデム終端システム10は、CMTS処理ユニット100を包含し得る。CMTS処理ユニット100は、ROM104とRAM106にアクセスし得る。CMTS処理ユニット100は、ケーブルモデム終端システム10の動作を制御し得る。CMTS処理ユニット100は、ネットワーク要素8からケーブルモデム終端システム10に送られるRF通信信号を制御し得る。CMTS処理ユニット100は、ROM104またはRAM106からたとえば命令とデータなどの情報を受信し得るCMTSマイクロプロセッサ102を包含することが好ましい。CMTS処理ユニット100は、たとえばCRTかLCDディスプレイなどのディスプレイ108に接続されることが好ましい。ディスプレイ108は、たとえばステーションメンテナンスが行われているか、または受信機が負荷バランスを必要とするか否かなどの状況情報を表示し得る。入力キーパッド110は、CMTS処理ユニット100に接続され得る。オペレータは入力キーパッド110を使用することによって、命令、処理リクエストおよび/またはデータを、CMTS処理ユニット100に提供できる。

30

## 【0020】

CMTS送受信機ユニット3は、複数のCMTS受信機2とCMTS送信機4を包含するRF送受信機ユニット(無線周波数送受信機ユニット)である。CMTS受信機2はRF受信機であり、CMTS送信機4はRF送信機である。CMTS送受信機ユニット3は、光送受信機16、ノード12および複数のネットワークタップ(図示略)を介して、複数のネットワーク要素8と双方向通信する。当業者は、ケーブルモデム終端システム10が複数のCMTS受信機2、たとえば8台のCMTS受信機2と一台の予備RF受信機を包含し得ることを十分わかっているだろう。各々のCMTS受信機2は100個を超えるネットワーク要素をサポートし得る。たとえばブロードコム(Broadcom)3140受信機などのCMTS受信機2は、受信RF信号を等化器(図示略)に提供することが好ましい。等化器(イコライザ)は、イコライザ値を獲得する。等化器は、変調誤り率(MER)測定値、パケット誤り率(PER)、およびビット誤り率(BER)をバーストすべく用いられる。イコライザは前送りイコライザ(FFE)としても知られ得る複合タ

40

50

ツプリア等化器（たとえば24タップリア等化器）であることが好ましい。等化器は、CMTS受信機2に一体化して含まれ得るイコライザか、または別個のデバイスであり得る。各々のCMTS受信機2の通信特性は、ROM104かRAM106に記憶され得るか、またはたとえばヘッドエンド14などの外部ソースから提供され得る。ROM104とRAM106の少なくとも一方は、CMTSマイクロプロセッサ102用の命令も有し得る。

#### 【0021】

CMTS受信機2は更に、たとえばブロードコム3140受信機FFTなどのFFTモジュール（高速フーリエ変換モジュール）118を含むことが可能である。FFTモジュール118は、受信した光信号の周波数を同定すると共に、所望周波数を電力監視モジュール120に提供する。FFTモジュール118は、互いに異なるウィンドウと周波数が0MHz～81.92MHzの出力を備えた試料長（256, 512, 1024, 2048）をサポートすることが好ましい。最小分解能は2048試料の最大ウィンドウ長から生じ、80kHzのFFTセル分解能をもたらす。

10

#### 【0022】

図3は、本発明を理解し易くすべく一次受信機としてのCMTS受信機2のグループの論理配置を例示する。図3において例示するように、予備受信機204は、非干渉的方法で各々の一次受信機ポート220（たとえばUS0～US7）内にタップされ得る。例示されるように、アムフェノール（Amphenol）コレクタ型であり得るケーブルモデム終端システム10の受信機ポート220は、たとえば同軸ケーブル（図示略）がCMTS受信機2に接続できるように提供される。CMTS受信機2は、ポート212を介してデータ信号をケーブルモデム終端システム10に提供する。予備受信機204は、ポート214を介して、データ信号をケーブルモデム終端システム10に提供する。

20

#### 【0023】

予備受信機204は、信号線222を介して一次受信機ポート220の信号線221にタップすることが好ましく、前記タップはケーブル信号が受信機ポート220によってCMTS受信機2内にもたらされる所に配置されることが好ましい。従って互いに接続されたCMTS受信機2と予備受信機204は共に、同じ信号を受信し得る。当業者は各々のCMTS受信機2（たとえば第1受信機US0～第8受信機US7）が、異なる通信特性、たとえば異なる周波数（無線周波数バンド）の通信と通信プロトコルに従う信号を受信することを十分わかっているだろう。予備受信機204は、各々のCMTS受信機2の無線周波数バンドに同調できることが好ましい。予備受信機204は、（マトリックスを）一度に一つのCMTS受信機2だけに接続することが好ましい。

30

#### 【0024】

ケーブルオペレータは試験動作を開始するとき、自分で選んだ任意の登録ネットワーク要素8を選択し得るか、またはケーブルモデム終端システム10が彼らの代わりにネットワーク要素8を選択し得る。ネットワーク要素8が選択されたら、前記ネットワーク要素8は予備受信機204に移行され（周波数同調される）、試験データは前記ネットワーク要素8に伝えられ、結果が測定される。試験測定が完了したら、ネットワーク要素8は元のCMTS受信機2に戻される（CMTS受信機2の周波数に戻るよう命令される）。この全プロセスは、加入者のサービス、または他の加入者へのCMTS受信機2による他の任意のサービスを中断しないようにすべく、ネットワーク由来のネットワーク要素8の登録を取消すことなく実行されることが好ましい。

40

#### 【0025】

図4は、ヘッドエンド14における例示的な光送受信機16の更なる詳細を図示する。光送受信機16は、ノード12から光ファイバを介して光信号を受信するように構成される光受信機316を包含することが好ましい。レーザ送信機312は、光ファイバを介して、ノード12に下流光通信を提供する。レーザ送信機312は通常、単一ノードに通信するように割当てられる。光受信機316によって受信した信号は、無線周波数信号に変換され、RF送信機322によってCMTS受信機2に伝送される。CMTS受信機2由

50

来の信号は、RF受信機324によって受信される。CMTS受信機2由来の信号は、ノード12に伝送すべく、レーザ送信機312に提供される。ヘッドエンドCPU30は、光受信機316とレーザ送信機312の動作を制御するヘッドエンドマイクロプロセッサ301を包含することが好ましい。ヘッドエンドマイクロプロセッサ301は、RAM306とROM304に相互に作用する。

#### 【0026】

ヘッドエンドCPU30は、ネットワーク要素8への下流通信信号を、ケーブルモデム終端システム10を介して受信すると、ノード12に通信信号を伝送すべく、複数のレーザ送信機312のうちの一つを変調する命令を提供することが好ましい。光受信機316は、たとえば信号のうちの一部を受信することによるなど、ノード12によって伝送される光信号を監視するように構成されることが好ましい。

10

#### 【0027】

図5は、たとえばケーブルモデムなどの例示的なネットワーク要素8を図示する。ネットワーク要素8は、NEマイクロプロセッサ302を包含することが好ましい。NEマイクロプロセッサ302は、RAM316とROM314に通信し得る。NEマイクロプロセッサ302は、ネットワーク要素8の全般的動作を制御する。つまりNEマイクロプロセッサ302は、ケーブルモデム終端システム10からの命令に従って、ネットワーク要素8によって送られる通信のプレ・イコライゼーションパラメータと前置き長などを制御する。ネットワーク要素8は、ケーブルモデム終端システム10との双方向の無線周波数通信を提供する送受信機(送信機と受信機を含む)311も包含する。ネットワーク要素8は更に、等化器ユニット(イコライザユニット)326と減衰器320を包含しうる。等化器ユニット326は、ケーブルモデム終端システム10から送受信される通信を、等化し得る。減衰器320は、伝送される信号を所望電力レベル内に減衰すべく、NEマイクロプロセッサ302によって制御され得る。当業者は、ネットワーク要素8の構成要素が、説明の目的だけに個別に例示されていることと、実際には種々の要素が組合わされ得ることとを、十分に理解するだろう。

20

#### 【0028】

好適実施態様において、本発明はたとえばケーブルモデムなどのDOCSISネットワーク要素を用いることによって、試験信号を生成し得る。従って試験信号はたとえば200kHz, 400kHz, 800kHz, 1600kHz, 3200kHzまたは6400kHzの利用可能な上流DOCSISバンド幅のうちの一つを用いることによって実施され得る。好適実施態様では、狭いバンド幅がリターンパス内で必要なクリーンスpekトル量を最小限にするため、そして多くのモデムが400kHzと200kHz幅で問題があるため、ダイプレクサ・ロールオフが有意な上方バンドエッジでは、狭い800kHzのバンド幅を使用し得る。測定において分解能を改善するため、利用可能なスペクトルが許容する更に広いバンド幅を使用し得る。

30

#### 【0029】

図6は、光ノード上のネットワークにおける光リンクのダイナミックレンジを自動的に判定する例示的なプロセスを図示する。図6のステップS0において例示するように、第1ネットワーク要素NE1と第2ネットワーク要素NE2が、プロセスにおいて使用されるべく選択される。つまり2つのモデムは、共通のハイブリッド光ファイバ同軸ケーブルノードとリターンレーザに接続されることが好ましい。前記モデムは、現在のところアイドル状態である。しかしモデムは、前記モデムの送信電力を15dB上昇させるのに十分な能力を有し、命令によって新周波数に移行すべく、ケーブルモデム終端システム10によって遠隔的に制御されると共に、前記モデムの伝送電力レベルを変化させることが可能である。第1ネットワーク要素NE1と第2ネットワーク要素NE2は、試験周波数に影響を及ぼすチャネルで伝送するように命令されることになる。その電力は、システムにおいて無線周波数デバイス(最も可能性が高いのはリターンレーザ送信機)に負荷(圧縮)をもたらすべく十分増大される。

40

#### 【0030】

50

図6のステップS2において例示されるように、試験周波数バンド、たとえば42MHz～52MHzなどの試験周波数 $f_3$ に対して予測されるバンドの電力(Pbase)が測定され、更に $f_3$ 周りの1MHzバンドにおける電力(Pref)が測定される。図6に示すように、これらの測定は、試験周波数バンドの参照基準電力を提供する。好適実施態様においてこれらの測定は、目的バンド(42MHz～52MHz)の増分電力測定としての役割を果たし得る。更に、ネットワーク上の占有周波数バンドとチャネルの周期性を示し、更に前記測定と全く同じ場合に同時侵入が起こる可能性を排除すべく、少なくとも10回の振幅対周波数を示す測定値が記録され得る。総ネットワークRF電力対単一チャネル電力の推定値は更に、測定データから数学的に推定され得る。

#### 【0031】

それぞれ選択した第1ネットワーク要素NE1の出力電力レベルPL1と、第2ネットワーク要素NE2の出力電力レベルPL2とは、ステップS4において判定される。前記電力は、たとえばFFTモジュール118と電力監視モジュール120で受信RF電力を測定することによって、ケーブルモデム終端システム10によって測定され得る。また電力は、ネットワーク要素8の減衰器320の設定値から、判定され得る。第1ネットワーク要素NE1と第2ネットワーク要素NE2の前記測定電力は、試験におけるPL1とPL2の公称電力設定値として働くことが好ましい。

#### 【0032】

図6のステップS6において例示するように、第1ネットワーク要素NE1は第1周波数 $f_1$ に割当てられ、第2ネットワーク要素NE2は第2周波数 $f_2$ に割当てられる。第1周波数 $f_1$ と第2周波数 $f_2$ のうちの少なくとも一方は、QSPK, 800kS/秒を占め得る空周波数スロットであることが好ましい。第1ネットワーク要素NE1と第2ネットワーク要素NE2それぞれの出力電力レベルPL1, PL2は、新周波数の割当てと共には変化しないと推測される。前記測定電力レベルは、それぞれ初期電力レベルになることが好ましい。

#### 【0033】

理想的には、約42MHz～52MHzの試験周波数バンドにおいて第3周波数 $f_3$ (試験周波数)となる二次相互変調を生成するように、第1ネットワーク要素NE1が割当てられる第1周波数 $f_1$ と、第2ネットワーク要素NE2が割当てられる第2周波数 $f_2$ とを見つきたい。三つの周波数 $f_1$ ～ $f_3$ の各々は、5MHz～42MHzのスペクトル内にあることが好ましい。可能な周波数は、たとえば調査プロセスからQPSK(直角位相シフトキーイング、4QAMとも呼ばれる)送信の有用な周波数領域を実験的に判定することなどによって、複数の技術によって特定され得る。第1周波数 $f_1$ と第2周波数 $f_2$ は更に、これら由来の二次生成物( $f_3$ )が、できればネットワークにおける所望トラフィックに位置しないように選択されることが好ましい。第1周波数 $f_1$ と第2周波数 $f_2$ は、他の何れのアクティブサービスにも何れの有意な害をもたらすことなく、デフォルト上流ケーブルモデム終端システムの受信レベルを備えるDOCSIS上流チャネルとして、アクティブ化され得ることが好ましい。

#### 【0034】

図6のステップS8において例示されるように、第1ネットワーク要素NE1と第2ネットワーク要素NE2は、それぞれ第1電力レベルPL1と第2電力レベルPL2で信号を伝送するように命令される。その結果、第1ネットワーク要素NE1由来の信号と、第2ネットワーク要素NE2由来の信号とは互いに干渉させられ、よって第3周波数 $f_3$ の第3信号が生成される。従って前記信号は同時に伝送され得るか、または一つのネットワーク要素由来の信号の一つの送信がネットワークにおける送信遅延に対応すべく遅延されることによって、第1ネットワーク要素NE1と第2ネットワーク要素NE2由来の各々の信号が同時にそれらの共通ノードによって受信されることを確認し得る。PL1とPL2は、同じ電力レベルであり得ると共に、公称電力レベルとして割当てられたレベルLであり得る。このステップS8において、第1ネットワーク要素NE1と第2ネットワーク要素NE2は、全く同時にステーションメンテナンス(SM)バーストを実行するように

10

20

30

40

50

命令されることが好ましい。当業者にはこれが、ネットワーク要素 A と B に関連した 2 つの上流チャネルの M A P S においてミニスロットを整列させることによって行い得ることは明らかであろう。当業者は更に、M A P または M A P S データが、ケーブルモデム終端システム 10 にデータ伝送することが許される互いに異なるネットワーク要素 8 に、一定タイムインターバルを割付けるタイムスロットの予定表を提供することも十分に理解するだろう。ケーブルモデム終端システム 10 のソフトウェアの観点から、I M ブロードキャスト・インターバルが、単一スペクトルグループ内で全チャネルにわたってすでに整列されているため、これは複雑な問題にすべきでない。F F T モジュール 118 は更に、ネットワーク要素 8 由来の 2 つのステーションメンテナンスバーストが整列し得るとき、M A P ミニスロット・インターバルに基づき試料を誘発するように構成されるべきである。

10

## 【 0 0 3 5 】

ステップ S 10 において例示されるように、たとえば 42 MHz ~ 52 MHz などの試験周波数  $f_3$  に対して、予測されるバンドの試験周波数バンド ( P t b ) の電力が測定され、 $f_3$  周りの 1 MHz バンドにおける電力 ( P f 3 ) が再び測定される。前記電力は、たとえば F F T モジュール 118 と電力監視モジュール 120 で受信 R F 電力を測定することによって、ケーブルモデム終端システム 10 によって測定され得る。また電力は、ネットワーク要素 8 の減衰器 320 の設定値から判定され得る。電力測定に影響を及ぼし得るステーションメンテナンスバーストと全く同じ場合に同時侵入が起こった可能性を排除すべく、ステップ S 8 とステップ S 10 を何度も (たとえば 10 回) 実行することが望ましい。その際に、平均測定電力、中間測定電力または最低測定電力値を用い得る。

20

## 【 0 0 3 6 】

消費者に提供されるサービスに影響を及ぼさないようにすべく、ケーブルモデム終端システム 10 の予備受信機 204 は電力測定を行い得る。また、「オフライン」を取ることによってか、または通常サービスに起因する影響を調整することによって測定を行うべく、別の受信機を用い得る。

## 【 0 0 3 7 】

同時送信が、試験周波数バンドと試験周波数周りの 1 MHz バンド幅における電力レベルを予測可能な形で増加させたなら (たとえば第 1 ネットワーク要素 N E 1 と第 2 ネットワーク要素 N E 2 による電力の増加 3 dB に対して 9 dB )、ステップ S 12 において Y e s である。この場合、光リンクは信号を低下させていないので、電力レベル P L 1 と P L 2 のうちの少なくとも一方は、ステップ S 18 においてたとえば 3 dB 増大される。増大された送信電力レベルで、ステップ S 8 ~ ステップ S 12 は繰返される。一方、同時送信が試験周波数バンドと試験周波数周りの 1 MHz バンド幅における電力レベルを予測可能な形で増加させたなら、ステップ S 12 において N o である。この場合、光リンクは、たとえば信号をクリッピングすることによって、信号を低下させる。付加電力を判定すべく、試験周波数バンドの測定電力レベル ( P t b ) と  $f_3$  周りの 1 MHz バンドの測定電力レベル ( P f 3 ) は、ステップ S 2 由来の試験周波数バンドの初期電力 ( P b a s e ) と  $f_3$  周りの 1 MHz バンドの初期電力 ( P f 3 ) と比較されること。その結果、信号を低下させる前に光リンクにおいて利用可能なヘッドルームが提供される。測定値と算出値は、ステップ S 16 において記録される。

30

40

## 【 0 0 3 8 】

図 6 におけるプロセスは、プロセッサにおける有線デバイス、ファームウェア、またはソフトウェアの稼動によって実施され得る。ソフトウェアまたはファームウェアを実行する処理ユニットは、ケーブルモデム終端システム 10 に包含されることが好ましい。図 6 において例示する何れのプロセスも、C M T S マイクロプロセッサ 102 によって読取られ得るコンピュータ読取可能な記録媒体に含まれ得ることが好ましい。C D ディスク、D V D ディスク、磁気ディスクまたは光ディスク、テープ、シリコン性脱着式メモリまたは非脱着式メモリ、パケット化または非パケット化有線あるいは無線送信信号などのコンピュータ読取可能な記録媒体は、マイクロプロセッサによって実行されるべき命令 (プログラム) を保有できる何れかの媒体であり得る。

50

## 【0039】

本発明は、たとえばベクトル信号分析装置などの外部試験装置を用いる必要なく、更にケーブルプラント内の様々な場所に専門家を配備する必要もない。専門家または技術者は、たとえばヘッドエンド14などの中心の位置においてたとえばモトローラBSR64000を用いることによって、光リンクの上流ダイナミックレンジ（またはヘッドルーム）を遠隔的に特性化できる。本発明は更に、アクティブサービスに影響を及ぼさないようにする。本発明は更に、光リンクのダイナミックレンジを定期的に監視できるようにすることによって、ケーブルオペレータが、将来的な提供と予定に必要なとされるメンテナンスを計画できるようにする。すべての測定は、既存の端末装置（具体的にはたとえばMTAとケーブルモデムなどのDOCSIS端末装置）と、ヘッドエンド14装置（具体的にはDOCSISケーブルモデム終端システム）とを用いることによって、行い得る。

10

## 【0040】

光リンクのダイナミックレンジ（またはヘッドルーム）の正確な知識によって、オペレータは、光リンク由来の信号を途絶させないようにできる。更に、信号品質とネットワーク速度を改善すべく、たとえば小さなヘッドルームを備えたネットワークの一部に、更に別のネットワーク要素8を付加することによって、それらのネットワークの利用可能なリソースを一層効率的に利用できるようになる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0041】

【図1】本発明の原理に従う例示的な、ネットワークのブロック図。

20

【図2】本発明の例示的な、ケーブルモデム終端システムのブロック図。

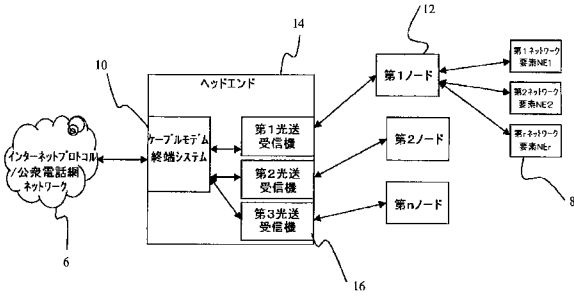
【図3】本発明のケーブルモデム終端システムに通信し得る例示的な、受信機の配置ブロック図。

【図4】本発明のケーブルモデム終端システムを包含し得るヘッドエンドにおける、光送受信機のブロック図。

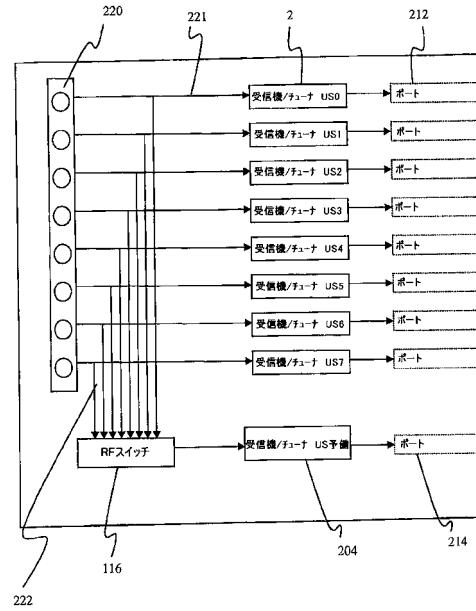
【図5】本発明の例示的なケーブルモデム終端システムに通信し得る、ネットワーク要素のブロック図。

【図6】本発明の原理に従う例示的なプロセスのフローチャート。

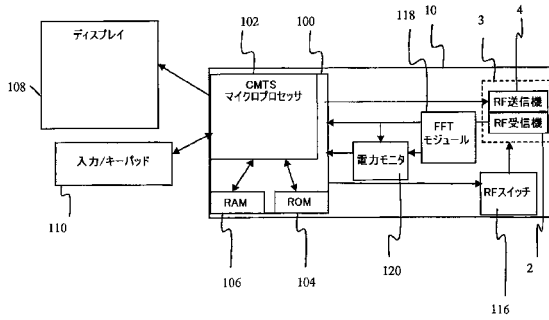
【図1】



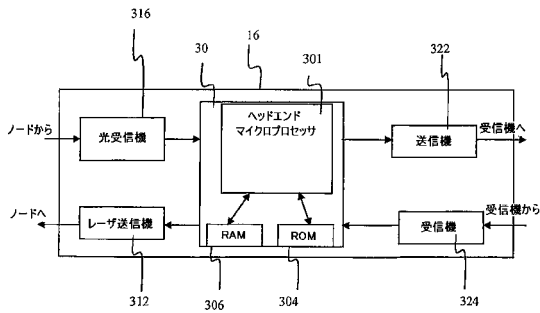
【図3】



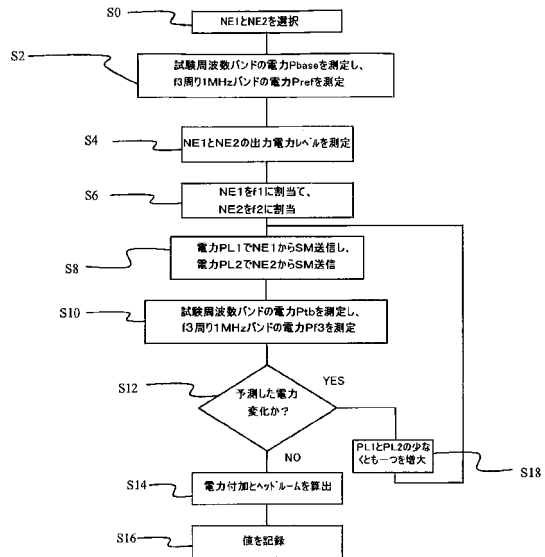
【図2】



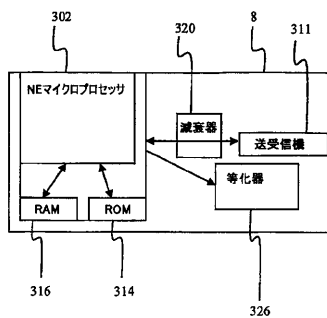
【図4】



【図6】



【図5】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ムーア、チャールズ エス.  
アメリカ合衆国 19047 ペンシルバニア州 ラングホーン ファーンウッド アベニュー  
730
- (72)発明者 トンプソン、ロバート ジェイ.  
アメリカ合衆国 19044 ペンシルバニア州 ホーシャム キャバルリー ドライブ 40
- (72)発明者 クーパー、マイケル ジェイ.  
アメリカ合衆国 30062 ジョージア州 マリエッタ クランボーン チェイス 3402
- (72)発明者 モラン、ジョン エル.  
アメリカ合衆国 01569 マサチューセッツ州 アクスブリッジ マーフィーズ ウェイ 6  
1

審査官 角田 慎治

- (56)参考文献 特表2003-530761(JP, A)  
米国特許第06434583(US, B1)  
米国特許出願公開第2004/0109661(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04B 10/00-10/28  
H04J 14/00-14/08