

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4335279号

(P4335279)

(45) 発行日 平成21年9月30日 (2009. 9. 30)

(24) 登録日 平成21年7月3日 (2009. 7. 3)

(51) Int. Cl.

F 1

HO 4 L 29/14 (2006. 01)

HO 4 L 13/00 3 1 5 Z

HO 4 L 1/24 (2006. 01)

HO 4 L 1/24

HO 4 M 3/26 (2006. 01)

HO 4 M 3/26 A

HO 4 B 3/46 (2006. 01)

HO 4 B 3/46 B

請求項の数 1 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2007-338507 (P2007-338507)
(22) 出願日 平成19年12月28日 (2007. 12. 28)
(62) 分割の表示 特願2002-509216 (P2002-509216)
の分割
原出願日 平成13年7月6日 (2001. 7. 6)
(65) 公開番号 特開2008-219864 (P2008-219864A)
(43) 公開日 平成20年9月18日 (2008. 9. 18)
審査請求日 平成19年12月28日 (2007. 12. 28)
(31) 優先権主張番号 00202378. 6
(32) 優先日 平成12年7月7日 (2000. 7. 7)
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)
(31) 優先権主張番号 01200038. 6
(32) 優先日 平成13年1月8日 (2001. 1. 8)
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 598002040
ネーデルランセ オルハニサチエ フォー
ル トゥーヘパストーナツールウェーテン
シャッペルック オンデルズク テーエヌ
オー
オランダ王国、2 6 2 8 ヴェーカー デ
ルフト、スフーマカーストラート 9 7
(74) 代理人 100071755
弁理士 齊藤 武彦
(74) 代理人 100070530
弁理士 畑 泰之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システム内又は通信システム上で使用するための規定の品質基準を有する信号を生成するための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定のスペクトル振幅の包絡線を有する信号を生成する方法であって、前記方法は、
－それぞれがスペクトル振幅特性及び位相特性を有する、複数の周波数成分からなる第1
信号を表現するステップと、
－前記所定のスペクトル振幅の包絡線に従って、前記スペクトル振幅特性を設定すると共
に、ランダム位相特性を配列することにより、前記表現された第1信号を処理するステッ
プと、
－振幅歪み関数を前記第1信号に適用し、高い振幅ピークを増幅するステップと、
－歪んだ前記第1信号を周波数整形するステップと、
－前記第1信号の振幅分布の試験波形整形により、前記第1信号が波高因子の要求を満足
したことを示すまで、前記振幅歪み関数を適用するステップと周波数整形するステップと
を繰り返すステップと、
を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して通信システムに係わり、詳細には、通信システムとともに使用するた
めの信号、このような信号を生成する方法及びこのような信号を生成するためのシステム
、このような信号を使用して通信システムの動作を試験する方法、このような方法を作動

させるために装置される試験システム及び（電気）通信システムに係わる。

【背景技術】

【0002】

とりわけ、xDSLトランシーバ及びケーブルまたはネットワークなどの通信システム及び通信設備を試験するためには、ケーブルごとに大多数のシステムまたはシステム機器を用いて、実際の配備シナリオにとって典型的となるように、通信システム及び通信装置に応力をかけるための試験信号が必要とされる。

【0003】

現実的な（騒々しい）試験条件下でシステムまたはシステム機器の伝送性能を測定することによって、人はシステムまたは装置の設計を改良する、及び／またはそれらの性能がETSI、ITUまたはANSIあるいは他の（電気）通信団体によって発行されるような規格に準拠していることを証明することができる。

【0004】

このような性能試験を実行する方法は、障害として知られている信号を生成することである。さらに具体的には、障害は以下に細かく分けることができる。

【0005】

（i）スペクトル包絡線及び例えば近隣のxDSLシステムからのスペクトル振幅分布により特徴付けられるノイズプロファイルを有する漏話雑音と、

（ii）数多くのディスクリット周波数成分とスペクトル振幅、例えば、無線及びアマチュア放送から生じる変調深度パラメータと変調幅パラメータによって特徴付けられるノイズプロファイルを有する、rfノイズとも呼ばれる、ディスクリット周波数成分から構成される進入雑音と、

（iii）例えば、切り替え動作及び構成要素により引き起こされる、信号パルスにより特徴付けられるインパルス雑音。

進入雑音のケースでは、周波数は時間が経つと変化する（掃引する）場合がある。

【0006】

障害を発生させるための装置は、障害ジェネレータとして知られており、前記漏話雑音及び進入雑音の少なくとも1つを生成するために、少なくとも1つが特に通信システム内または通信システム上で使用のために装置される。

【0007】

実際には、通信システム及び通信装置が規格に準拠しているかどうかを試験するために、とりわけ、例えば通信ケーブル内のワイヤ組の長さや数、及び伝送データレートなどのシステムパラメータに従って変化する多様なノイズプロファイルが明確にされてきた。

【0008】

さらに、ケーブル、銅ケーブルまたは光ファイバまたは他のケーブル種別などの伝送媒体のそれぞれの異なる種類または長さが、異なる雑音信号を必要とする。

【0009】

ノイズプロファイルを作成するための方法及び装置は、技術で既知である。特にフィルタリング技法及びフィルタが、特定のスペクトル包絡線及びスペクトル振幅分布を有する出力信号を提供する入力信号から雑音を生成するために既知である。

【0010】

しかしながら、フィルタリング技法及びフィルタを使用することにより、入力信号と出力信号の間に因果関係が確立される。当業者は、このような種別の信号が本物の稼働中の通信システムと通信装置の現実的な模倣により適していないことを認識するだろう。

【0011】

特許文献1は、振幅の所定ヒストグラムに近づく不規則時間領域信号を生成するための方法及び装置を開示する。第1ステップでは、信号は、白色雑音信号などの雑音信号をフィルタリングし、それにより規定のスペクトル包絡線を有する信号を生成することにより生じる。次のステップでは、振幅の規定ヒストグラムに近づく、必要な時間領域信号を生じさせるために、非線形関数が該フィルタリングされた雑音信号に適用される。追加のス

テップでは、そのスペクトル包絡線を補正し、必要とされるスペクトル包絡線を有する出力信号を得るために、パルス応答フィルタリングが該時間領域信号に適用される。非線形関数とパルス応答フィルタリング関数の両方とも、提供されるスペクトル包絡線に従って選択される特殊な関数である。

【0012】

特許文献１は、規定のスペクトル包絡線を有する時間領域信号だけが提供されるにすぎないという意味で制限されている。WO第00／16181号は、提供される時間領域信号に関して課される他の品質基準、とりわけ位相特性に関して記述していない。

【特許文献1】国際公開WO00／16181号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

通信システム及び通信装置に使用するための、特に規定の（規格化された）ノイズプロファイルに従ってこのようなシステム及び装置を試験するための改良された信号を提供することが、本発明の目的である。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の第１態様では、好ましくは、通信システム内または通信システム上で使用するために、所定の品質基準を有する信号を準備し配列する方法が開示され、該方法は、
－それぞれがスペクトル振幅特性及び位相特性を有する複数の周波数成分を備える第１信号を表現するステップと、
－該所定品質基準またはそれぞれの所定品質基準に従ってスペクトル振幅特性を配列し、無作為位相特性を配列することによって、該表現される第１信号を処理するステップと、を備える。

【0015】

スペクトルの包絡線を修正する従来の方法は、デジタルフィルタバンクを使用することである。本発明の目的のために、該表現された第１信号と提供される信号間の因果関係を確立する必要はないため、これは、理想的とは程遠い。本発明に従ったこの内容の理解が、周波数波形整形のアプローチを大幅に簡略化する。

無作為な位相特性を有する第１信号から開始し、該表現された第１信号の周波数波形整形は、例えば該規定品質基準を満たす信号を提供するための適切な動作である可能性がある。本発明による周波数波形整形は、複数の方法で実行できる。

【0016】

本発明のある実施形態では、第１信号は、各周波数成分のスペクトル振幅及び位相を指定する数の第１集合で表現される。該信号の該無作為位相特性を維持しながら、該周波数領域内で該表現された信号の周波数波形整形を達成するには、各周波数成分の該スペクトル振幅の基準化で十分である。

【0017】

本発明の追加の実施形態では、該第１信号は、実数部と虚数部分を有する複素数の第２集合により表現され、それらの部分は、組み合わされて各周波数成分のスペクトル振幅及び位相を指定する。周波数波形整形は、該表現された第１信号の基準化後に無作為位相特性を維持するためなどであるが、複素数を適切に基準化することにより達成される。

【0018】

本発明のまだ追加の実施形態では、該第１信号は、該時間領域内の該第１信号の振幅をそれぞれが指定する、数の第３集合によって表現される。例えば高速フーリエ変換（FFT）アルゴリズムを使用して、時間領域から周波数領域にこの数の第３集合を変換することにより、第１信号は、各周波数成分のスペクトル振幅及び位相を指定する数の第４集合によって表現される。この数の第４集合は、数の第１集合と関連して前記に開示されたように、周波数波形整形動作によりさらに処理できる。

【0019】

ただし、数の該第３集合も、実数部と虚数部分を有する複素数の第５集合により第１信号を表現するために、本発明に従って、時間領域から周波数領域に変換されてよい。前記に開示されたように、周波数波形整形の目的のため、複素数の該第５集合は適切に基準化されなければならない。

【0020】

無作為ではない位相特性を有する、表現される第１信号のケースでは、無作為位相特性は、該第２集合、該第４集合及び該第５集合を適切に配列することにより近づくことができる。

【0021】

周波数領域内での基準化は、実数基準化係数または複素数基準化係数を使用して、乗算動作によって呼び出すことができる。ある周波数成分の該スペクトル振幅の乗算のための該基準化係数は、その所望される値をその実際のスペクトル振幅で除算することにより検出される。

【0022】

該品質基準または所定の品質基準に対するより近い一致を達成するために、本発明による方法の追加実施形態に従って、該処理済みの表現された第１信号の事後処理が提供される。

【0023】

しかしながら、本発明による通信システム内または通信システム上での使用のため、該周波数領域にこのようにして配列される該表現された第１信号は、例えば、高速フーリエ逆変換（IFFT）アルゴリズムを使用して、該時間領域に変換されなければならない。

【0024】

さらに、前記に開示された処理ステップは、信号の畳み込みまたは逆重畳または乗算及び付加などの演算も含んでよい。該時間領域では、該所定品質基準またはそれぞれの所定品質基準を満たす該処理済みの表現された第１信号が、とりわけ、該時間領域内の数の第６集合によって表現されてよい。

【0025】

しかしながら、前記アプローチでは、スペクトル振幅特性及び無作為位相特性などの該周波数領域内の品質基準を満たす、提供された該信号が、まだ、所定の時間領域振幅分布などの該時間領域での品質基準を満たさないことがある。

【0026】

本発明による該方法のまだ追加の実施形態では、該所定品質基準またはそれぞれの所定品質基準は、所定の時間領域振幅分布及びスペクトル振幅の所定の包絡線を含むグループのどれかを備える。

【0027】

従って、本発明による該方法の追加実施形態では、該処理済みの表現された第１信号は、所定の時間領域振幅分布に従って配列される。

【0028】

本発明による該方法の依然として追加の実施形態では、該処理済みの表現された第１信号は、スペクトル振幅の所定の包絡線に従って配列される。

【0029】

本発明による該方法の依然として追加の実施形態では、該処理済みの表現された第１信号が、スペクトル振幅の所定の包絡線に従って配列される。

【0030】

本発明に従って、該周波数領域と時間領域の両方で所定の品質基準を正確に満たす信号を提供するために、該時間領域振幅分布及び該スペクトル振幅の包絡線の内の少なくとも１つが、反復プロセスにより取り込まれる。振幅及び周波数波形整形は、両方の形状が妥当な正確度の範囲内で要件を満たすまで必要とされる回数に繰り返されてよい。

【0031】

本発明のある実施形態では、該反復プロセスは、任意の反復ステップ後の、該処理済み

の表現された第１信号の該時間領域振幅分布及びスペクトル振幅の包絡線の何れかと所定の時間領域振幅分布及びスペクトル振幅の所定の包絡線との比較を行う。

【0032】

該時間領域特性が該要件に十分に近いかどうかを見抜くために、周波数波形整形後に常時ドメイン特性チェックを実行する必要はないことが認められた。該反復を停止するのか、あるいは続行するのかの決定を可能にするには、実際には、波高因子要件の簡略なチェックで十分であることが判明している。該信号の該波高因子は、該信号の該トーンの該平均つまり rms 値に比較される、該信号の該トーンの該最大、つまりピーク振幅の関係として定義される。

【0033】

前述されたように本発明による該方法は、特に、とりわけ漏話雑音の生成に適している。

【0034】

本発明による該方法の第２態様において、進入雑音の該特性を有する信号が生成されなければならない場合、該所定品質基準またはそれぞれの所定の品質基準は、少なくとも１つの変調済み搬送波を備え、該変調済み搬送波またはそれぞれの変調済み搬送波は、搬送周波数、搬送振幅、変調深度、及び変調幅から構成されるグループのどれかを含む。

【0035】

前記に示された１つまたは複数の品質基準に従って該表現された第１信号を波形整形することにより、ある特定の時間領域振幅分布、及びスペクトル振幅の所定の包絡線を有する、ある特定の種別の進入雑音を表現する信号は、容易に且つ非常に効率的に提供できる。

【0036】

本発明の該方法に従って、該所定品質基準またはそれぞれの所定の品質基準を満たす該信号は、前記に開示されたように処理される複数の信号を結合することにより提供できる。

【0037】

例えば、通信網または通信装置の試験で該信号を使用する場合、該処理済みの表現された信号は、とりわけ、例えば、FFTアルゴリズムを使用して該周波数領域から該時間領域に変換されなければならない。

【0038】

本発明は、さらに、前記に開示されたように、該第１態様と該第２態様に従って生成される該信号を結合することを提供する。しかしながら、他の信号成分も含まれてよい。

【0039】

特に、本発明の該方法に従って、該所定品質基準またはそれぞれの所定の品質基準を有する該信号は雑音信号である。

【0040】

本発明の第３態様では、通信システムの動作を試験する方法が開示され、該方法は、
—前記に開示された本発明の該方法に従って規定の品質基準を有する信号を生成するステップと、
—試験中の該通信システムを通して該信号を転送するステップと、
を備える。

【0041】

該信号は、コードフォーマットの命令のセットを使用して生成、記憶し、装置上で規定の順序で実行できる。このような命令のセットが、コンピュータでコンパイルされ、該コンピュータまたはコンピュータのネットワーク、フロッピーまたはCD-ROMに、あるいはインターネットを通じて記憶されるソフトウェアコードである場合がある。該ソフトウェア及び／または生成された信号は、任意波信号発生器（AWG）カードに記憶することもでき、該AWGは、信号を生成するため、あるいはメモリから記憶されている信号を再生するために使用できる。従って、本発明による該方法の実行または使用で使用する

データ搬送波に記憶されている使用可能な信号のライブラリを有することができる。

【0042】

該通信システムは、xDSLモデムなどの装置、あるいはこのようなモデム内またはモデム用のチップ、あるいはネットワーク内のケーブル、または（電気）通信用のネットワークである場合がある。

【0043】

本発明の第４態様では、通信システム上または通信システム内で使用するための信号を配列する追加の方法が開示される。好ましくは、該信号は雑音信号である。該信号は、該周波数領域及び該時間領域内の所定の特性を備えた不規則な信号である漏話雑音を備えてよい。該信号は、さらに、ディスクリート周波数スペクトルを有するrfトーンを備えることがある。また、該信号に他の信号成分が含まれることがある。

【0044】

該方法は、
－時間領域振幅分布を有する時間領域内の第１信号を表現し、該信号が該周波数領域にスペクトル密度を有し、それにより表現された信号を達成するステップと、
－非線形変換に従って該表現された信号を処理し、該非線形変換が少なくとも１つの所定の品質基準を達成するステップと、
－該表現された信号の該時間領域振幅分布が、規定の時間領域振幅分布の少なくとも逆関数で処理されるステップと、
を備える。

【0045】

該方法は、さらに、該表現された信号の該時間領域振幅分布を、該規定の時間領域振幅領域と比較し、その後、該規定の時間領域振幅分布に近づく時間領域振幅分布を有する処理済みの表現された信号を達成するために、該非線形変換を配列するステップを備えてよい。

【0046】

本発明の第５態様では、該表現された信号の該時間領域振幅分布を、該規定の時間領域振幅分布と比較し、その後、該規定の時間領域振幅分布に近づく時間領域振幅分布を有する処理済みの表現された信号を達成するために該非線形変換を配列するステップをさらに備える方法が開示される。

【0047】

本発明の該第５態様に従って、該方法は、時間領域内の第１信号を振幅分布で表現し、該信号が該周波数領域内のスペクトル密度を有し、それにより表現された信号を達成するステップと、該周波数領域内の該信号表現の少なくとも部分を評価するステップ及びその後該周波数領域内で該表現された信号を処理するステップとを含む、該周波数領域内で該表現された信号をフィルタリングするステップとを備えることもある。

【0048】

本発明の第４態様と第５態様の該方法を結合することができる。本発明の第４態様と第５態様の該方法は、所定の振幅分布を有する、及び／または所定のスペクトル密度を有する、あるいは１つの振幅分布を有する、及び／または所定の品質基準に従って１つのスペクトル密度を有する信号を、さまざまな反復ステップで作成できる。該所定の品質基準が、該信号の波高因子、すなわち該信号の該トーンの平均値つまりrms値に比較される、該信号のトーンの最大つまりピーク値の関係である場合がある。前記に列挙されたような該処理ステップは、高速フーリエ変換（FFT）または高速フーリエ逆変換（IFFT）のステップを備えることがある。該処理ステップは、信号の畳み込みまたは逆畳み込み、あるいは乗算または付加などの演算を含むこともある。

【0049】

第４態様の該方法では、該表現された信号の該振幅分布は、該規定の振幅分布の逆関数を含むことがある該規定の振幅分布の関数を含めて処理される。

【0050】

本発明の第４態様と第５態様の列挙されるような該方法は、さらに、該周波数領域内で該第１信号を変換するステップと、該周波数ドメイン内の該第１信号をスペクトル包絡線で乗算し、それにより乗算された信号を達成するステップと、その後時間領域内で該乗算された信号を表現するステップとを備えることがある。

【0051】

該方法では、該周波数領域内のその表現の中の該第１信号は乱数、好ましくは、複素数、振幅を特徴付ける該複素数の係数、位相を特徴付ける該複素数の該引数の集合として生成することができ、該複素数の原則的にはそれぞれの実数及び／または虚数部分はガウス分布に従って選ぶことができる。該複素数のそれぞれは、該所定のスペクトル密度の該振幅に実質的には等しいことがある。

【0052】

本発明の第６態様では、少なくとも１つの不規則雑音信号を備える信号が開示され、該不規則信号は、規定の品質基準に従って該時間領域内に振幅分布を、所定の品質基準に従って該周波数領域内にスペクトル密度を有し、該不規則信号は乱数の配列から構成される。該信号は、さらにディスクリット周波数スペクトルを備えることがある。該雑音信号は、コードフォーマットの命令のセットを使用し、規定の順序で実行され、生成できる。このような命令のセットは、コンピュータでコンパイルされ、該コンピュータまたはコンピュータのネットワークまたはフロッピーまたはＣＤ－ＲＯＭに、あるいはインターネットを通して記憶されるソフトウェアコードである場合がある。該ソフトウェアは、任意波信号発生器（ＡＷＧ）カードにも記憶でき、該ＡＷＧは該信号を生成する、あるいは該メモリから記憶されている信号を再生するために使用できる。従って、本発明の第４態様と第５態様の該方法の実行または使用で使用する、使用可能な信号のライブラリを有することが可能である。

【0053】

本発明の第７態様では、少なくとも１つの不規則雑音信号を備える信号を生成する方法が開示され、該不規則信号は、規定の品質基準に従って該時間領域内に振幅分布を有し、規定の品質基準に従って該周波数領域内にスペクトル密度を有し、該不規則信号は乱数の配列から構成され、該方法は、コードフォーマットの命令のセットを使用し、規定の順序で実行され、数の無作為な集合を生じさせるステップを備える。該方法は、さらに、ディスクリット周波数スペクトルを生成するステップを備えることがあり、該ディスクリット周波数スペクトルは角度測定機能を使用し、原則的に雑音特性のある該ディスクリット周波数のそれぞれを変調する。該不規則雑音信号及びディスクリット周波数スペクトルは、コードフォーマットの命令のセットを使用し、規定の順序で実行され、結合できる。

【0054】

本発明の第８態様では、コードフォーマットで、規定の順序で実行可能な命令のセットが開示され、該命令のセットは不規則雑音信号及びディスクリット周波数スペクトルを生成するために配列され、該不規則信号は、所定の品質基準に従って該時間領域に振幅分布を有し、所定の品質基準に従って該周波数領域にスペクトル密度を有する。このような命令のセットは、コンピュータでコンパイルされ、該コンピュータまたはコンピュータのネットワークまたはフロッピーまたはＣＤ－ＲＯＭに、あるいはインターネットを通して記憶されるソフトウェアコードである場合がある。該ソフトウェアは、任意波信号発生器（ＡＷＧ）カードにも記憶でき、該ＡＷＧは、該信号を生成する、または該メモリから記憶されている信号を再生するために使用できる。従って、使用できる、使用可能な信号のライブラリを有することが可能である。該ソフトウェアはＣ－コードであるか、またはＭＡＴＬＡＢ環境でコンパイルできる。

【0055】

本発明の第９態様では、コードフォーマットを取り、規定の順序で実行可能であり、装置上でコンパイルされる命令のセットを備える通信システムの動作を試験するためのシステムが開示され、該命令のセットは、不規則雑音信号及びディスクリット周波数スペクトルの少なくとも１つを備える雑音信号を生成するために配列され、該不規則信号は、規定

の品質基準に従って該時間領域に振幅分布を有し、規定の品質基準に従って該周波数領域にスペクトル密度を有する。本発明の本態様による該試験システムは、該雑音信号を生成するための障害ジェネレータを備えることがある。

【0056】

該障害ジェネレータを試験される該通信システムに接続する該接続要素（変圧器、能動素子、減衰器等）が、不必要な周波数に依存する応答を有することがある。該不必要な周波数に依存する応答は、例えば、該障害ジェネレータ内で特定の試験信号を生成することによって測定できる。該不必要な周波数に依存する応答は、該接続要素の該不必要な周波数に依存する応答で除算される該信号の該所望されるスペクトル密度を乗算することにより補償できる。

【0057】

本発明の第１０態様では、xDSLモデムなどの通信システムの動作を試験する方法が開示される。該方法は、１つの該モデムによって交信される信号に重畳するステップを備え、信号は不規則雑音信号及びディスクリート周波数スペクトルの少なくとも１つを備え、該不規則信号は、規定の品質基準に従って該時間領域に振幅分布を有し、規定の品質基準に従って該周波数領域内にスペクトル密度を有し、該雑音信号は、さらに乱数の配列から構成される。

【0058】

本発明の第１１態様では、通信システムの動作の質を試験する方法が開示される。該方法は、１つの該モデムによって交信される信号に重畳するステップを備え、信号は不規則雑音信号及びディスクリート周波数スペクトルの少なくとも１つを備え、該不規則信号は規定の品質基準に従って該時間領域に振幅分布を有し、規定の品質基準に従って該周波数領域にスペクトル密度を有し、該雑音信号は、さらに乱数の配列から構成され、所定の品質基準に従って該交信される信号を評価する。

【0059】

また本発明の第１２態様では、通信システムの設計及び／または製造を改善する方法が開示され、該方法は、１つの該モデムにより交信される信号上に重畳し、該モデムにより交信される信号上に重畳し、信号は不規則雑音信号及びディスクリート周波数スペクトルの少なくとも１つを備え、該不規則信号が規定の品質基準に従って該時間領域内に振幅分布を有し、規定の品質基準に従って該周波数領域内にスペクトル密度を有し、該雑音信号がさらに乱数の配列から構成されるステップと、規定の品質基準に従って該交信される信号を評価するステップと、該交信される信号を評価するために該品質基準にさらに近く接近するために該モデムの該設計を反復して配列するステップとを備える。

【0060】

本発明の第１３態様では、不規則雑音信号及びディスクリート周波数スペクトルの少なくとも１つを備える信号を含む電気通信網が開示され、該不規則信号は、規定の品質基準に従って該時間領域内に振幅分布を有し、該規定の品質基準に従って該周波数領域内にスペクトル密度を有し、該雑音信号は、さらに乱数の配列から構成される。

【0061】

本発明の前述された態様及び実施形態の該特徴は結合できる。前記に列挙された該信号、該方法及び該命令のセットは、電話線などの媒体または無線媒体上でさらに優れた品質の信号伝送を有することを可能にするだろう。信号のさらに優れた伝送は、通信システムのユーザ向けのさらに多くのサービスのさらに幅広い提供に対処する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0062】

本発明を教示する目的のために、本発明の該信号と方法とシステムの態様及び実施形態が後述される。本発明の他の代替実施形態及び同等な実施形態が、本発明の真の精神から逸脱することなく実践するために考えられ、変形されることは当業者により理解されるだろう。本発明の範囲は、添付請求項によってのみ制限されている。

【0063】

本発明の実施形態では、xDSLトランシーバなどの通信システムの動作を試験するためのシステムが開示される。稼動中のアクセスネットワークにおけるシステムの高い浸透率のシナリオのための試験装置のセットアップが説明される。

【0064】

通信システム上または通信システム内で使用するための信号を配列する方法が開示される。

【0065】

伝送性能試験の目的とは、稼動中のアクセスネットワークでのシステムの高い浸透率のシナリオにとって典型的な方法で、xDSLトランシーバに応力をかけることである。この高浸透アプローチにより、以下が可能になる。

【0066】

（i）構成要素及びシステムの設計者が、性能を定量化し、設計を改良し、規格との準拠を証明するためにそれを使用できるようになる。

【0067】

（i i）オペレータが、大部分の過剰状態に当てはまる配備規則を明示することができる。

【0068】

図1は、考えられる試験セットアップ1の機能上の説明を示す。それは、以下を含む。

【0069】

- ・本物のケーブルまたはケーブルシミュレータである試験ループ2、
- ・障害雑音を該試験ループ2に投入するための追加要素3、
- ・例えば、スペクトラムアナライザまたはrms電圧計（図示されていない）などのレベル検出器5と連結される高インピーダンス、及び釣り合いの良い差動電圧プローブ4、及び
- ・試験中のxDSLトランシーバ（モデム）6、7

（POTS信号及びISDN信号について）試験中のxDSLシステムに外部スプリッタが必要とされるとき、これらのスプリッタを試験中の該モデム6、7の中を含むことができる。

【0070】

試験装置セットアップ1を通る該信号の流れはポートTxからポートRxへであり、上流性能及び下流性能を測定するには、トランシーバ位置と試験「ケーブル」端部の交換が必要とされることを意味する。ポートRxでの該受信信号レベルは、ポートRxだけではなくポートTxも試験中のxDSLトランシーバ（モデム）6、7と成端されるときに、ノードA2とB2間で測定される水準である。該障害ジェネレータ8は、この測定の間オフに切り替えられる。ポートTxでの該伝送信号レベルは、同じ条件下でノードA1とB1間で測定される水準である。

【0071】

該障害ジェネレータ8が該試験セットアップ1の中に投入する必要がある該雑音は、周波数に依存している。該障害ジェネレータ8が該試験セットアップ1の中に投入する該雑音は、本物の（スペクトル汚染された）アクセスネットワークの現実的な表現とならねばならず、

- （a）該試験ループ2の長さに依存し、
- （b）下流性能試験と上流性能試験について異なる。

【0072】

ノードA2とB2間で測定されるこの障害雑音は、通常、不規則雑音、インパルス性の雑音、及び高調波雑音（rfいートン）の混合物である。特性の集合が「ノイズプロファイル」として特定される。

【0073】

信号レベルと雑音レベルは、釣り合いの良い差動電圧プローブ4を用いて厳密に調べら

れる。

【0074】

完全に自動化された試験セットアップ1では、該試験ループ2、3、該電圧プローブ4とレベル検出器5、試験中の該モデム6、7、及び該障害ジェネレータ8は、破線により概略して示されるように、中央演算処理装置(CPU)9に接続してよい。当業者は、該CPU9との該接続が、該CPU9による遠隔試験用のデータリンクを含んでよいことを理解するだろう。

【0075】

該試験装置の使用に関連する定義は、以下のとおりである。

【0076】

・完全信号バンド上で、このセットアップでrms電圧 U_{rms} [V]を厳密に調べることは、 $P = 10 \times \log_{10} (U_{rms}^2 / R_v \times 1000)$ [dBm]に等しいP [dBm]の電力レベルを意味する；

・(ヘルツ単位の) Δf という小周波数バンド内で、このセットアップでrms電圧 U_{rms} [V]を厳密に調べることは、 $P = 10 \times \log_{10} (U_{rms}^2 / R_v \times 1000 / \Delta f)$ [dBm/Hz]に等しいそのフィルタリングされたバンド内のP [dBm/Hz]という電力スペクトル密度レベルを意味する。

【0077】

・帯域幅 Δf は、該-3 dB帯域幅ではなく、該フィルタの該雑音帯域幅を特定する。

【0078】

図2は、本発明による通信システム上または通信システム内で使用するための信号 $U_i(t)$ $i = 1, 2, 3, \dots$ を配列するための該方法の実施形態を概略的に示す。該信号は、漏話雑音、つまり該周波数領域内及び該時間領域内に所定の特性を有する不規則信号を備えてよい。

【0079】

図2のフロー[1]によって表されるように、「第1信号」と記載されたブロック10において、本発明における方法は、それぞれがスペクトル振幅特性及び位相特性を有する複数の周波数成分を備える第1集合である第1信号を表現するステップと、「配列」と表示されているブロック11において、少なくとも一つの所定の品質基準に従ってブロック10において表現された第1信号にスペクトル振幅特性を配列すると共に、ランダム位相特性を付与するように配列処理を実行し、それにより処理済みの表現された信号を得る工程が示されている。

【0080】

該第1信号は、各周波数成分のスペクトル振幅及び位相を指定する数の第1集合によって表現されてよい。さらに、該第1信号は、実数部と虚数部分を有する複素数の第2集合によって表現されてよく、部分は組み合わされて各周波数成分のスペクトル振幅及び位相を指定する。すなわち、複素数の係数はスペクトル振幅を特徴付けるが、該複素数の該引数が該周波数成分の該位相を特徴付ける。

【0081】

本発明に従って、ブロック10で表現される第1信号は、ブロック11において、ランダム位相特性を配列するために処理される。ただし、該規定の品質基準に従って該信号の該周波数を波形整形するために、予めランダム位相特性を有する表現される第1信号から配列処理をすると、それは該周波数成分の該スペクトル振幅を波形整形するのに十分である。

【0082】

本発明におけるブロック10における方法は、該第1信号を時間領域内において表現するステップを含んでも良く、当該ステップでは、該第1信号はそれぞれが該時間領域内の該第1信号の振幅を指定する当該第1信号の複数の数からなる第3集合によって表現されるものである。

そして、当該複数の数からなる第3集合を、例えば、FFTアルゴリズムを使用して、

該時間領域から周波数領域に変換することにより、各周波数成分のスペクトル振幅及び位相を特定する複数の数からなる第4集合が得られる。

当該第4集合は、上記したと同じように、少なくとも1つの所定の品質基準に従ってスペクトル振幅特性を配列すると共に、ランダム位相特性を付与するように配列処理を実行し、そのランダム位相特性を配列するだけでなく、該少なくとも1つの所定の品質基準に従って処理されなければならない。

【0083】

「変換」と表示されたブロック12において、例えば逆FFTアルゴリズムを使用して、該処理済みの表現された信号を周波数領域から時間領域に変換することにより、該少なくとも1つの所定の品質基準を有する該信号 $U1(t)$ が最終的に生成される。

【0084】

該信号 $U1(t)$ は、スペクトル包絡線及び／またはプリエンファシス特性などの該周波数領域内の少なくとも1つの所定の品質基準を満たすが、該時間領域内の所定の品質基準を有する信号を提供することがまだ必要とされる可能性がある。

【0085】

図2のフロー[2]と[3]に示されているように、「振幅波形整形」を行うブロック13と「周波数波形整形」を行うブロック14により、該時間領域内の該品質基準は、所定の振幅分布及び／またはスペクトル振幅の所定の包絡線を備えてもよい。

【0086】

更に、本発明の方法においては、様々な反復ステップを利用して信号を作成するステップを備えることも出来る。

即ち、図2[4]に示すように、「試験波形整形」と表記されているブロック15及び帰還ループ16により、該信号は、規定の時間領域振幅分布及び／又はスペクトル振幅の規定の包絡線及び／又は規定の品質基準に従うスペクトル密度を有することが可能である。

即ち、図2の1のフローは、本発明における雑音信号の基本的な形成方法を示し、図2の2のフローは、図2の1のフローで得られた雑音信号 $U1(t)$ に対して、品質基準に対応するより望ましい雑音信号を得るために振幅波形整形を付加することにより、好ましい振幅分布をもつ雑音信号 $U2(t)$ を形成するものである。

又、図2の3のフローは、図2の2のフローで得られた雑音信号 $U2(t)$ に対して、更に、「周波数波形整形」を付加して、雑音信号 $U3(t)$ を得るものである。

つまり、雑音信号 $U1(t)$ に対して、振幅分布と周波数整形との組合せ処理を行い、品質基準により特定されるスペクトル包絡線をもつ雑音信号 $U3(t)$ を得るものである。

一方、図2の4のフローは、図2の3のフローで得られた雑音信号 $U3(t)$ を当該雑音信号 $U3(t)$ が形成された工程を繰り返すことにより、好ましい振幅分布と好ましいスペクトル包絡線との組合せを有する最終的な雑音信号 $U4(t)$ を得るものである。

【0087】

該少なくとも1つの所定の品質基準が、該信号の該平均つまりrms値に比較される該信号の該トーンの最大つまりピーク値の関係である該信号の波高因子である場合がある。

【0088】

本発明の上記信号は、コードフォーマットを取り、既知の順序で実行可能であり、装置上でコンパイルされる命令のセットを使用して、生成、記憶できる。このような命令のセットは、コンピュータでコンパイルされ、該コンピュータまたはコンピュータのネットワークまたはフロッピーまたはCD-ROMに、またはインターネットを通して記憶されるソフトウェアコードである場合がある。該ソフトウェアは、任意波信号発生器(AWG)カードにも記憶でき、該AWGは該信号を生成する、または該メモリから記憶されている信号を再生するために使用できる。従って、本発明の第1態様と第2態様の該方法の実行または使用で利用できる、使用可能な信号のライブラリを有することが可能である。該通信システムが、xDSLモデム6、7などの装置、またはこのようなモデム6、7内の、

またはモデム 6、7用のチップ、または電気通信用のネットワークである場合がある。

【0089】

図2のブロック13「振幅波形整形」での該処理は、該時間領域特性に対する変更または制御を達成するために行われる。該信号内の高振幅ピークまたはトーンを増幅する振幅歪み(変換)関数 $Q(x)$ が選ばれる。非線形変換関数 $Q(x)$ は、該信号の該実際の振幅分布関数及び該規定の振幅分布関数から再構築できる。

【0090】

$0 \sim T$ の間の該時間期間 t 内での雑音信号 $f(t)$ の場合、該信号の該振幅分布 $F(a)$ は、絶対値の中の該雑音 f が a より大きい該時間の関数として定義される。つまり、該振幅分布 $F(a)$ は、該雑音 $f(t)$ の値の絶対値が a 以上である場合の確率を示している。 $G(a)$ が(機能拡張ガウスなどの、以下参照)該所定の振幅分布であり、 $G^{-1}(a)$ がその逆関数である場合、該雑音信号 $f(t)$ から中間信号または最終信号 $g(t)$ を作成するための該非線形変換関数 $Q(x)$ は、以下のように定義できる。

【0091】

【数1】

$$Q(x) = \text{sign}(x) \cdot G^{-1}(F(|x|)) \quad (1)$$

【0092】

【数2】

$$g(t) = Q\{f(t)\}; \quad (2)$$

$x < 0$ の場合、 $\text{sign}(x) = x / |x|$ 。 $x = 0$ の場合 $\text{sign}(x) = 0$

即ち、上記式(2)は、最終信号 $G(t)$ (図2の2のフローの場合であれば $G(t) = U_2(t)$)が入力信号値 $f(t)$ (図2の2のフローの場合であれば $f(t) = U_1(t)$)からどのように計算されるかを示したものであり、上記式(2)は、この演算が非線形変換関数 $Q(x)$ を使用して実行されることを示している。

一方、上記式(1)は、当該非線形変換関数 $Q(x)$ が振幅分布 F と望ましい振幅分布 G とから如何に計算されるかを示している。

その結果、 $g(t)$ は、該規定の振幅分布 $G(a)$ を有するだろう。多くのケースでの $Q(x)$ は関数である場合があるが、数値的に構築することもできる。機能拡張ガウス関数の例は以下のとおりである。

【0093】

ガウス型雑音の該振幅分布は以下のとおりである。

【0094】

【数3】

$$G(x) = 1 - \text{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2}\sigma}\right) \quad (3)$$

【0095】

【数4】

$$\text{ここで } \operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x dt \exp(-t^2), \quad (4)$$

σ は、該信号の該RMS値である。

【0096】

該「機能拡張」ガウス分布は、以下のとおりに定義される。

【0097】

【数5】

$$G(x) = \begin{cases} 1 - \left(\alpha \frac{x}{A} + \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2}\sigma}\right) \right) / \left(\alpha + \operatorname{erf}\left(\frac{A}{\sqrt{2}\sigma}\right) \right) & 0 \leq x \leq A, \\ 0 & x > A \end{cases}, \quad (5)$$

V_{RMS} が所望された雑音サンプルのRMS値であり、 C_f が所望された波高因子である場合、以下を選択する。

なお、波高因子は、段落0087で既に定義している公知のファクタである。

【0098】

【数6】

$$A = C_f \times V_{\text{RMS}}, \text{ and} \quad (6)$$

【0099】

【数7】

$$\sigma = \sqrt{((1+\alpha) V_{\text{RMS}}^2 - A^2 \cdot \alpha/3)}. \quad (7)$$

有効である事が判明した α の典型的な値は、0.001と0.01の間の規模であり、これが真のガウス分布から分散される機能拡張ガウスの偏差を表す。

【0100】

図2のブロック14、周波数波形整形では、該信号の該周波数領域特性が、該品質基準または各品質基準に対するより近い一致を達成するための提示された処理ステップとして改善される。該補正された周波数曲線は、例えば、該信号 $U_1(t)$ に振幅波形整形を施して得られた信号 $U_2(t)$ の該測定されたスペクトル密度を使って所定のスペクトル密度を比較する(除算する)ことによって達成できる。この例は、FFT関数の畳み込みを用いる続編で説明される最善の態様で示される。

【0101】

図2の部分[4]では、ここに前記に詳説された該ステップの反復手順がどのようにして、通信システム内または通信システム上で使用するための該終了信号または最終信号の追加改善策につながるのかが示されている。該反復手順、つまりブロック15試験波形整形、及び反結合ループ16による周波数波形整形の試験は、該規定の品質基準(複数の場合がある)が達成されるまで実行される。

【0102】

図3は、概略図解で、進入雑音信号の提供のための本発明による該方法の使用を示す。

【0103】

前文(段落0005)に開示されるように、進入雑音は、ディスクリート搬送波周波数 f_{ci} 、 $i = 1, 2, 3, \dots$ での複数の周波数成分により特徴付けられてよい。該搬送波周波数 f_{ci} での該周波数成分は、それぞれ、搬送波振幅 A_{ci} 、 $i = 1, 2, 3, \dots$ を有し、当該周波数成分は、該それぞれの搬送波周波数 f_{ci} と関連付けられる該側周波数の該振幅である変調深度を有するだけでなく、該当する場合、変調幅、つまり該関連付けられる搬送波周波数 f_{ci} の左側と右側にある多数のディスクリート周波数も有する。

ここで、変調幅は、上記スペクトル成分が発生する周波数の範囲を意味し、変調深度は、それぞれの周波数成分の振幅を意味する。

【0104】

図3は、水平の、つまり周波数軸 f 、及び垂直の、つまり振幅軸 A を有する図解で、ほんの一例として、それぞれ搬送波振幅 A_{c1} と A_{c2} を有する2つの搬送波周波数 f_{c1} と f_{c2} から構成される信号を示す。

【0105】

そのそれぞれの側面にある該搬送波周波数 f_{c1} の回りには、それぞれが振幅 A_1 を有する3つの側周波数成分が配列され。そのそれぞれの側面上の搬送波周波数 f_{c2} での該周波数成分について、それぞれが振幅 A_2 を有する2つの側周波数成分が配列される。

【0106】

本発明に従って、少なくとも1つの所定の品質基準を有する信号を提供するために、該周波数成分の該振幅は、当該所定の品質基準が特定する好ましい特定の周波数に従って、図3の点線1と2によって開示されるように、波形整形されなければならない。

【0107】

本発明に従って、無作為位相特性を有する表現される第1信号から開始して、該振幅の該波形整形により、該無作為振幅位相は、該所定の品質基準を有して提供される該信号内に維持される。

【0108】

図4は、通信システム内または通信システム上で使用するため、特に、無作為位相特性がすでに規定されている場合に使用するために、信号を配列する方法の追加実施形態を概略して示す。該信号は、該周波数領域内に、及び該時間領域内に規定の特性を備える不規則信号である漏話雑音を備える。該信号は、さらに、既に段落0005で説明されている公知のディスクリート周波数スペクトルを有する rf ートーンを備えることがある。これは、図3に示す信号でもある。また、該信号には他の信号成分を含むことができる。

【0109】

該方法は、実質的には、図2で示す信号の配列方法と同じであるが、ブロック16の雑音生成工程が追加されているものであり、そのほかのブロックには、図2の同一ブロックと同じ符号が付されている。そして、該方法は、さらに、時間領域内の、振幅分布を有する第1信号を表現し、該信号が該周波数領域にスペクトル密度を有し、それにより表現された信号を達成するステップと、非線形変換に従って該表現された信号を処理し、該非線形変換が規定の品質基準を達成するステップとを備えてよい。これは、図4、フロー[2-4]で振幅波形整形として図示される。

【0110】

該方法は、さらに、時間領域内の、振幅分布を有する第1信号を表現し、該信号が該周波数領域にスペクトル密度を有し、それにより表現された信号を達成するステップと、規定のスペクトル密度品質基準に従ったスペクトル密度を有する信号が達成されるまで、該表現された信号を処理するステップとを備えてよい。これは、図4、フロー[3-4]で周波数波形整形として示される。該周波数波形整形ステップは、該周波数領域内の該信号表現の少なくとも一部(例えば、フィルタリングが適用される周波数成分等)を評価する

ステップと、それ以降該周波数領域内の該信号表現を処理するステップとを含む、該周波数領域内の該表現された信号をフィルタリングするステップも含むことがある。

【0111】

該方法は、さまざまな反復ステップで信号を作成するステップを備えてもよい。図4、フロー[4]を参照すること。このようにして、該信号は、規定の時間領域振幅分布、及び/または所定のスペクトル密度、あるいは所定の品質基準に従った時間領域振幅分布及び/またはスペクトル密度を有することができる。該所定の品質基準は、該信号の波高因子、つまり該信号の該トーンの平均値に比較される該信号の該トーンの最大つまりピーク値の関係である場合がある。該信号は、コードフォーマットを取り、規定順序で実行可能であり、装置上でコンパイルされる命令のセットを使用して、生成、記憶できる。

【0112】

同様に、該命令のセットは、コンピュータでコンパイルされ、該コンピュータ、またはコンピュータのネットワークまたはフロッピーまたはCD-ROMに、あるいはインターネットを通して記憶されるソフトウェアコードである場合がある。該ソフトウェアコードは、任意波信号発生器(AWG)カードに記憶することもでき、該AWGは該信号を生成する、あるいは該メモリから記憶されている信号を再生するために使用できる。従って、本発明の該方法の実行または使用で使用する、使用可能な信号のライブラリを有することが可能である。該通信システムは、xDSLモデムなどの装置、あるいはこのようなモデム内の、またはこのようなモデム用のチップ、あるいは電気通信用ネットワークである場合がある。詳細には、以下の実施形態が図4に示される。

【0113】

ソフトウェアを使用して、乱数が生成される、ブロック16「雑音の生成」。ハードウェアでは、白色雑音を発生できる。該乱数は、規定のスペクトル密度が達成されるまでフィルタリングされる。生成される該乱数は、それぞれ周波数成分を表現する。規定のスペクトル密度を達成するための必要な処理は、該複素数の該振幅を基準化することにより実行され、それ以後、該所望の雑音信号を作成するために、IFFT処理が実行される。該方法を実行する別の方法は、各周波数成分の該位相を表現する乱数を生成することであり、それ以後、該複素数の該振幅は、規定のスペクトル密度に近づくまたは規定のスペクトル密度に等しくなるように配列される。

【0114】

ブロック13、「振幅波形整形」における処理は、該時間領域特性に対する影響または制御を達成するために行われる。図2において説明した非線形変換関数 $Q(x)$ の選択の方法が、本具体例でも使用されるものであり、図5は、その一具体例であって、図示されるような緯軸に示される信号の振幅の内、該信号中の高い振幅ピークまたはトーンを増幅する振幅分布(変換)関数 $Q(x)$ が選ばれる。該非線形変換関数 $Q(x)$ は、該信号の該実際の振幅分布関数、及び等式(1から7)に関連して前記に開示されたような該規定の振幅分布関数から再構築できる。

【0115】

図4のブロック14、「周波数波形整形」では、該信号の該周波数領域特性が改善される。つまり、当該信号のスペクトル包絡線が、好ましいスペクトル包絡線により近くまで接近することを意味する。該補正された周波数曲線は、該(中間)信号の該測定スペクトル密度を通る規定のスペクトル密度を比較する(除算する)ことによって達成される。この例は、FFT関数の逆重畳を用いる続編で説明された最善の態様の実施形態に示される。

【0116】

図4のフロー[4]では、図2のフロー[4]と同様に、再び、前記に詳説されたステップの反復手順がどのようにして、最終的に通信システム内、又は通信システム上で使用するための良い改良につながるのかが示されている。該反復手順は、該規定の品質基準が達成されるまで実行される。

【0117】

前述されたように、本発明による該方法を用いると、漏話雑音及び進入雑音を表現する信号は、漏話雑音信号と進入雑音信号の両方から構成される信号を提供するために装置されてよい障害ジェネレータ8、図1を参照、のような装置を用いて生成できるが、他の信号成分は、必要とされる場合、提供される該出力信号に追加されてよい。

【0118】

提供される該信号は、本発明の実施形態において、例えば数の配列などの該時間領域内の数の第6集合として有利に提供できる。

【0119】

図6は、フロー型図で、パーソナルコンピュータ20上で実行している本発明の例の実施形態を示す。該障害雑音は、ブロック22「白色雑音信号」、FFTにより提供されるブロック23「スペクトル波形整形」、IFFTによりブロック23の出力から生じるブロック24「所望の雑音信号」を備えるSPOCSと呼ばれるブロック21によって生成され、その結果として生じる信号はAWGカード25上に記憶される。漏話シナリオ、つまりブロック26では、さらにブロック23により処理される雑音PSDが作成される、ブロック27。

図6のソフトウェアを実行することによって、白色雑音信号22、スペクトル波形整形信号23及び所望の雑音信号24がそれぞれ生成される。

【0120】

本発明の該命令のセットの最善の態様の実施形態の一例が参考として以下に開示される。ここに以下に示される該コードは、MATLAB環境でコンパイルされる。該コードの機能性に関連するコメントは、%記号の後に示される。当業者にとって、提供される該コードは自明的である。

【0121】

図7から図9は、該最善の態様の実施形態で得られる結果を示す。図8は、該ノイズプロファイルの該PSDが加えられた、生成済みの雑音サンプルのスペクトルのプロットを示す。図9は、該時間領域内の該生成された雑音サンプルのプロットを示す。図10は、該生成された雑音サンプルの該分布関数のプロットを示す。図11は、該生成された雑音サンプルの該累積分布関数のプロットを示す。図7は、グラフィックユーザインタフェース(UI)及び該AWG制御の設定値を示す。

%

関数DemoImpair2;

%

%DemoImpair2

%Matlabプログラミング言語でプログラミングされ、障害ジェネレータの基本アルゴリズムを証明するコード。

【0122】

%該証明されたアルゴリズムは、

%一連続スペクトルで雑音を生成するときの周波数領域特性と時間領域特性(スペクトル、確率分布)

%一離散スペクトルで雑音を生成するときの搬送波振幅、搬送波周波数、変調深度、及び変調幅

%該所定の品質基準を完全に支配する。

【0123】

%両方の種別の雑音は個別に計算され、数を含む配列として該時間領域内で表現される。

【0124】

%両方の種別の雑音は、これらの配列を要素の観点で追加することにより同時に使用可能になる。

【0125】

%(c)2000-2001 KPNリサーチ

```

%
%デモ関数
%DemoXtalkNoise ー連続雑音を作成するプロセスを示す
%DemoIngressNoise ー離散雑音を作成するプロセスを示す
%
%主関数：雑音は、乱数を含む配列として表現される。
【0126】
%DefineShape ー全てのユーザによって定義可能なパラメータを初期化する
%CreateNoiseCont ー連続雑音を生成する
%CreateNoiseDiscr_Fast ー離散雑音を生成、高速アルゴリズム
%CreateNoiseDiscr_Slow ー離散雑音を生成、低速アルゴリズム
%FrequencyShape ー連続雑音のスペクトル密度を修正する
%AmplitudeShape ー連続雑音の振幅分布を修正する
【0127】
%
%サポート関数：
%CalcSpec ー雑音の該スペクトル密度を計算する
%CalcNBSV ー雑音の該狭帯域信号電圧を計算する
%CalcCrest ー雑音の該波高因子を計算する
%CalcDistrib ー雑音の該確率分布を計算する
%CalcCumDistrib ー雑音の該累加分布を計算する
%CalcSmooth ー本物のスペクトルアナライザにおいてのようにスペクトルを平滑化する
%CalcEnhancedGaussDistribution ー近ガウス分布のサンプル
%CalcDemodulation ー搬送波で変調された該雑音を計算する
%-----
Shape=DefineShape;
DemoXtalkNoise(Shape);
DemoIngressNoise(Shape);
%-----
関数[U, t]=DemoXtalkNoise(Shape);
%-----
%連続スペクトルを用いた雑音の該生成を証明する
【0128】
%例えば、漏話試験用
R=Shape.R;
CF_min=Shape.Xtalk.CR_min;
[U, t]=CreateNoiseCont(Shape);plot(t, U);
title('Xtalkmethod1');shg;pause
[X, f]=CalcSpec(U, t);plot(f, X); title('Xtalkmethod1');shg;pause
[X, f]=CalcSpec(U, t);plot(f, dBm(X, R)); title('Xtalkmethod1');shg;pause
[P, u]=CalcCumDistrib(U);plot(u, P); title('Xtalkmethod1');shg;pause
【0129】

```

```

%
U=AmplitudeShape(U, Shape); plot(t, U); title('Xtalkmethod2'); shg; pause
[X, f]=CalcSpec(U, t); plot(f, X) title('Xtalkmethod2'); shg; pause
[X, f]=CalcSpec(U, t); plot(f, dBm(X, R)) title('Xtalkmethod2'); shg; pause
[P, u]=CalcCumDistrib(U); plot(u, P); title('Xtalkmethod2'); shg; pause
【0130】
%
U=FrequencyShape(U, Shape); plot(t, U); title('Xtalkmethod3'); shg; pause
[X, f]=CalcSpec(U, t); plot(f, X) title('Xtalkmethod3'); shg; pause
[X, f]=CalcSpec(U, t); plot(f, dBm(X, R)) title('Xtalkmethod3'); shg; pause
[P, u]=CalcCumDistrib(U); plot(u, P); title('Xtalkmethod3'); shg; pause
【0131】
%
for i=2:10
i
U=AmplitudeShape(U, Shape);
[X, f]=CalcSpec(U, t);
%
U=FrequencyShape(U, Shape);
[X, f]=CalcSpec(U, t);
%
if CalcCrest(U)>CF_min, break; end;
end;
[P, u]=CalcCumDistrib(U);
plot(t, U); title('Xtalkmethod4'); shg; %pause
plot(f, dBm(X, R)); ('Xtalkmethod4'); shg; %pause
plot(u, P); ('Xtalkmethod4'); shg; %pause
【0132】
%-----
関数[U, t]=DemonIngressNoise(Shape);
%-----
%例えば、進入試験のために、離散スペクトルを有する雑音の該生成を証明する
R=Shape.R;
[U, t]=CreateNoiseDiscr_Fast(Shape)
%[U, t]=CreateNoiseDiscr_Slow(Shape):%give result
[X, f]=CalcNBSV(U, t); plot(f, dBm(X, R)); title('Ingressmethod'); shg; pause for ToneNr=
[1:2]
[Usac, Uac_rms]=CalcDemodulation(U, t, Sha

```

```
pe, ToneNr) :
    plot(t, Uac); title('demodulated ingress
noise of one carrier'); shg; pause
    [P, u] = CalcDistrib(Uac/Uac_rms) :
    plot(u, P); title('distribution of demodno
ise'); shg; pause
end;
```

【0133】

```
%-----
関数 [Shape] = DefineShape;
%-----
%-スペクトル密度(この例では、本質的に方形波)
%-確率分布(この例では、ガウス近く)
%-トーン及び変調
%-平方根あたりのボルト単位のスペクトル(Hz)
```

に関して、生成されなければならない雑音のノイズプロファイルを作成する。

【0134】

【数8】

$F_{max}=4E6$; $F_l=300E3$; $F_h=700E3$; $N=2^{18}$; $R=135$;

$cf=5.5$; % 所望の波高因子係数)

$cf_{min}=5.1$; % 所望の波高因子係数)

$m=N/2$;

【0135】

```
%
Shape. N=N;    %時間サンプルの数
Shape. m=m;    %周波数サンプルの数
Shape. dF=Fmax. / (m-1)    %周波数間隔
Shape. dT=1 / (N*Shape. dF);    %時間間隔
Shape. R=R;    %所望される雑音源のインピーダンス
%漏話雑音ターゲットを定める(スペクトル密度及び振幅分布)
```

【0136】

【数9】

```

Shape.Xtalk.freq=[0:m-1]' * Shape.dF;
Shape.Xtalk.spec =(Shape.Xtalk.freq>=Fl).*(Shape.Xtalk.freq<=Fh)*(1/300);
Shape.Xtalk.DistU = 0:cf/1000:cf;
Shape.Xtalk.DistP = CalcEnhancedGaussDistribution(Shape.Xtalk.DistU, cf); %P
Shape.Xtalk.CF_min=cf_min;
% define ingress noise target (RFI-Tones)
P_dBm=[-70;-50;-60;-60;-40;-60;-60;-40;-70;-40]; % dBm @ 135 ohm
P=(10).^(P_dBm/10)*1E-3;
Shape.Ingress.ToneU =sqrt(P*135);           % U=sqrt(P*R); effective value
Shape.Ingress.ToneF =[99;207;333;387;531;603;711;801;909;981]*1E3;
Shape.Ingress.ModDepth = 0.32*ones(10,1);%mod index > 0.8, at CF>2.5 )
Shape.Ingress.ModWidth = 2*4.5E3*ones(10,1);  %=-10 kHz .. +10 kHz)

```

【0137】

```

%-----
関数 [U, t] =CreateNoiseCont (Shape) ;
%-----
%所定の周波数領域特性（スペクトル）であるが、制御されていない時間領域特性（分
布）で雑音電圧U（t）を作成する
N=Shape.N; %生成されるサンプル数
%U=rand(N, 1); %均一分散白色雑音
U=radn(N, 1); %ガウス分散白色雑音
U=FrequencyShape(U, Shape); %波形整形された雑音
t=[0:N-1]' * Shape.dT; %関連時間軸

```

【0138】

```

%-----
関数 [U, t] =CreateNoiseDiscr_Fast (Shape) ;
%-----
%AM変調された搬送波（RFIトーン）で電圧U（t）を作成する。それぞれが、個
々の所定の周波数、振幅、変調幅及び変調深度を有する。各搬送波トーンの下側波帯の
無作為な位相は、任意QAM変調を、さらに制限されたAM変調（完全ミラーリング）に
（ミラーリングなしに）変換するためにミラー化される。

```

【0139】

%このアルゴリズム内でXは、該（近高調波）進入雑音信号の該フーリエ級数の該成分を指すが、それは（擬似ランダム）漏話雑音信号のケースではスペクトル密度を指す。

【0140】

%計算時間は、サンプルの数に伴ないほぼ線形に増加する。
全計算時間の約80%は、フーリエ逆変換により引き起こされる。

【0141】

```

%-----
N=Shape.N; %サンプルの数
m=Shape.m; %この数の半分
Nc=round(Shape.Ingress.ToneF/Shape.dF) +

```

```

1; %搬送波周波数の指数(正のみ)
Nm=round(Shape.Ingress.Modwidth/Shape.d
F/2); %変調成分の数
Xc=0.5*Shape.Ingress.Tone.U;%搬送波振幅の振幅
Xm=Shape.Ingress.ModDepth.*Xc./sqrt(2*N
m); %変調バンドの振幅
【0142】
X=zeros(N,1); %初期化
Xc=Xc.*exp(j*1000*rand(size(Xc)));%無作為搬
送波位相
Xcc=(Xc.*Xc)./abs(Xc.*Xc);
for k=1:length(Nc)%全変調済み搬送波について、以下を実行する
:
Nmp=Nc(k)+[1:Nm(k)]'; %上方側波帯周波数の位置を突き止め
る
Nmn=Nc(k)-[1:Nm(k)]'; %上方側波帯周波数の位置を突き止め
る
Xmp=Xm(k).*exp(j*1000*rand(size(Nmp)));
%上方側波帯を作成する
【0143】
Xmn=conj(Xmp)*Xcc(k); %下方側波帯をミラー化する
X(Nmp)=Xmp; %上方側波帯を挿入する
X(Nmn)=Xmn; %下方側波帯を挿入する
end;
X(Nc)=Xc; %全ての搬送波を挿入する
X(N:-1:m+2)=conj(X(2:ceil(m)));%スペクトルを
付加する
【0144】
%(負の周波数)
%U=real(fft(X))*N; %時間領域に変換する
U=real(fft(X)); %時間領域に変換する
%(10%高速)
t=Shape.dT*[0:N-1]; %関連時間軸
%-----
関数[U,t]=CreateNoiseDiscr_Slow(Shape);
%-----
%所定の周波数でのRFIトーン、振幅と変調帯域幅、及び変調深度で、電圧U(t)
を作成する。
【0145】
このアルゴリズムは単純で、非常に効率的であり、証明目的専用である。
それは、CreatNoiseDiscr_Fastが同じ結果を戻すことを証明できる
。
%-----
N=Shape.N; %生成されるサンプルの数
m=Shape.m;
f=[0:N-1]'.*Shape.dF;
t=[0:N-1]'.*Shape.dT;
Fc=Shape.Ingress.ToneF;
Fc=Shape.dF*round(Fc/Shape.dF); %期間に整数を
強制する

```

```

【0146】
%
U=0;
fork=1:length(Shape.Ingress.ToneF);
%]—create noisy modulate, having U_avg=0
and U_rms=1.
Nm=round(Shape.Ingress.ModWidth(k)/Shape.
dF/2);
Xn0=( [1:N] <= (Nm+1) ) %変調雑音振幅を波形整形する
Xn=Xn0.*exp(j*1000*rand(N,1)); %変調雑音位相を
波形整形する
Xn(1)=0; %DC成分を排除する
Xn(N:-1m+2)=conj(Xn(2:ceil(m))); %スペクトル
を付加する(負の周波数)
【0147】
Noise=real(ifft(Xn)); %時間領域に変換する
Noise=Noise/sqrt(sum(Noise.*Noise)/N) %
rms=1を強制する
%——変調を実行する
Carrier=Shape.Ingress.ToneU(k) *cos(2*pi
i+Fc(k)*t+1000*rand);
Modulate=Shape.Ingress.ModDepth(k)*Nois
e;
U=U+Carrier.*(1+Modulate);
end;
【0148】
%—————
関数[U]=FrequencyShape(U, Shape)
%—————
%ターゲット波形整形により指定されるように、サンプルUのスペクトルを整形し直す
%入力
%U: サンプルの連続値
%fs: 同じ周波数
%スペクトル: 所望のPSD (V/sqrt(Hz) 単位)
【0149】
%—————
N=length(U);
m=length(Shape.Xtalk.spec); %m=N/2
t=[0:N-1]'*Shape.dT;
%周波数基準化を実行する
Scaling=Shape.Xtalk.spec./Calcpec(U,t);
X=fft(U); %周波数領域に変換する
X(1)=0; %DC成分を排除する
X(2:m+1)=X(2:m+1).*Scaling; %スペクトルを基準化す
る(正の周波数)
X(N:-1:m+2)=conj(X(2:ceil(m))); %スペクトルを
付加する(負の周波数)
U=real(ifft(X)); %時間領域に変換する
%—————
関数[U]=AmplitudeShape(U, Shape)

```

%----- %
この関数は、関数Uの該振幅分布を振幅に依存する（非線形）歪み関数 $Q(x)$ で波形整形する。結果は $U(t) = Q\{U(t)\}$ である。

【0150】

%
%FFを該サンプルの実際の累積分布関数とし、GGを所望の累積分布関数とすると、該歪み関数は、以下により示される。

【0151】

【数10】

$$\% \quad Q(x) = GG^{-1}\{FF(x)\}$$

【0152】

$U0 = \sqrt{\text{sum}(U.*U)/\text{length}(U)}$; %基準化factor (正規化用)

%該歪み関数Qを計算する

$[DistP1, DistU1] = \text{CalcCumDistrib}(U/U0)$; %
実際の分布

$Q = \text{interp1}(\text{Shape.Xtalk}, DistP, \text{Shape.Xtalk}.$
 $DistU, DistP1)$; %歪み関数

$U = U0 * \text{interp1}(DistU1, Q, \text{abs}(U/U0)). * \text{sign}(U)$ %歪みを実行する

【0153】

$\text{plot}(DistU1, Q)$; shg; %pause

%-----

%関数 $[X, f] = \text{CalcSpec}(U, t)$;

%-----

%信号の該スペクトル密度を、それが指定解像度帯域幅で「測定される」ときに計算する。

【0154】

$RBW = 153$ %RBW: Uのスペクトルの所望解像度

$N = \text{length}(U)$; $m = N/2$;

$dT = t(2) - t(1)$; %時間間隔

$dF = 1/dt/N$; %周波数間隔

$f = [0:m-1]' * dF$ %全ての正の周波数

$X = \text{fft}(U) * dT$; %周波数領域へ

$X = \text{abs}(X(2:m+1))$; %DCなし、負の周波数なし

$X = \sqrt{\text{CalcSmooth}(X.*X, f, RBW)}$; %帯域幅RBW
でそれを平均化する

【0155】

%-----

関数 $[X, f] = \text{CalcNBSV}(U, t)$;

%-----

%信号の狭帯域信号電圧を、それが指定の解像度帯域幅で「測定される」ときに計算する。

【0156】

$RBW = 1E3$ %RBW: Uのスペクトルの所望解像度

$N = \text{length}(U)$; $m = N/2$;

```

dT=t(2)-t(1) %時間間隔
dF=1/dT/N; %周波数間隔
f=[0:m-1]' * df %全ての正の周波数
%X=fft(U)*dT*sqrt(dF); %周波数領域へ
%Xfft(U)/N; %周波数領域へ
X=fft(U)/N*2; %周波数領域へ
X=abs(X(2:m+1)); %DCなし、負の周波数なし
%X=sqrt(CalcSmooth(X.*X,f,RBW)); 帯域幅RBW
でそれを平均化する

```

【0157】

```

%-----
関数 [CF]=CalcCrest(U)
%-----
%rms値で除算されるピーク値である、信号(U(t))の波高因子を計算する。

```

【0158】

【数11】

```

Urms=sqrt(sum(U.^2)/length(U));
Upeak=max(abs(U));
CF=Upeak/Urms;

```

【0159】

```

%-----
関数 [F]=CalcEnhancedGaussDistribution(x,Cf);
%-----
%機能拡張ガウス分布として定義される蓄積ガウス分布関数F(x)を生成する。
%Cf=波高因子

```

【0160】

【数12】

```

Alpha=1e-3;
Sigma=sqrt((1+Alpha)-Cf^2*Alpha/3);
x=x.*(x>0).*(x<Cf)+Cf*(x>=Cf);
denominator=Alpha+erf(Cf/(sqrt(2)*Sigma));
F=1-(Alpha*x/Cf+erf(x/(sqrt(2)*Sigma)))/denominator;

```

【0161】

```

%-----
関数 [DistP,DistU,P]=CalcDistrib(U)
%-----
%信号Uの振幅分布を計算する。

```

【0162】

```

N=length(U);

```

```

Nbins=100;
[cumbin, xx]=hist(U, Nbins);
dX=xx(3)-xx(2);
DistP=cumbin(:)/NdX %sum(DistP)*dXを強制する

```

【0163】

【数13】

```

DistU = xx(:);
Urms=sqrt(sum(U.*U)/N);
P=exp(-0.5*(DistU/Urms).^2); P=P/sum(P)/dX;
DistU=[DistU,DistU];
DistP=[DistP,P];

```

【0164】

```

%-----
関数 [DistP, DistU]=CalcCumDistrib(U)
%-----
%信号Uの(逆方向)累積振幅分布を計算する
len=length(U);
%——分布関数を評価する
U=abs(U/Ueff);

```

【0165】

```

%関数を評価する
Nbins=min([50, floor(len/10)]);
[cumbin, xx]=hist(U, Nbins);
BinWidth=xx(2)-xx(1);
DistU=xx-BinWidth/2;%shift
for n=[Nbins-1:-1:1]; cumbin(n)=cumbin(
n)+cumbin(n+1);end
DistP=cumbin/lens;
%——他のルーチンのために、それらがこの結果を使用するときに、数値安定性を改善
する。

```

【0166】

```

DistU=[0, DistU(2:end)]; %x=0で開始する
DistP=[DistP, 1/len];
DistU=[DistU, xx(Nbins)+0.999*BinWidth/2
]: %最終(単一)ポイントを追加する
DistP=[DistP, le-100];
DistU=[DistU, xx(Nbins)+(1.001)*BinWidth
/2]; %安定性のための係数1.001

```

【0167】

```

%-----
関数 [PSD, freq]=CalcSmooth(PSD, freq, RBW)
%-----
%有限解像度帯域幅、及びガウス波形整形済み帯域フィルタで、本物のスペクトルアナ
ライザを模倣する。

```

【0168】

%PSD=「スペクトル密度」の dB square である「電力スペクトル密度」。
平方ヘルツあたりボルト単位。

【0169】

```
%
N=length(PSD);
df=freq(2)-freq(1);
br=3*floor(RBW/df);
factor=2*br+1;
if(factor>1)
..ff=df*(-br:br); %平滑化間隔
```

【0170】

【数14】

```
..mask=exp(-ff.*ff/(2*RBW^2));
```

【0171】

```
..mask=mask/sum(mask); %解像度帯域フィルタのガウスマスク
```

```
..xhelp=[PSD;zeros(2*br,1)];
lp=filter(mask,1,xhelp); %スマートな畳み込み
PSD=yhelp(br+1:end-br);
end
%-----
関数[Uac,Uac_rms]=CalcDemodulation(u,t,Shape,TonerNr);
%-----
```

%離散雑音の搬送波で変調された雑音を復調する。それは、離散雑音が該所定のパラメータを満たすことを証明するためだけの証明目的用である。

【0172】

```
%
%復調器は、同相にロックされない同期検出を使用する
%結果は、完全復調バンド上での未知の減衰である
%これは、DCレベルを測定することによって後に補正される。そして、このDCレベルが1ボルトに正規化されるまで復調された信号を増幅する。
```

【0173】

```
%
%証拠(psiは未知である)
let Urf=cos(w*t+psi)*(1+Uac); %「1+Uac」
で変調された搬送波
Uc=cos(w*t); %=搬送波
Ud=Urf*Uc; %=同期検出信号
%then Ud=1/2*(cos(psi+2*w*t)+cos(psi))*(1+Uac);
Ulf=cos(psi)/2*(1+Uac); %低域濾波後
Udc=cos(psi)/2; %=Ulfを平均化することによる
%Uac=(Ulf/Udc)-1;
```

【0174】

```
%-----
N=Shape.N;
```

```

Fc=Shape.Ingress.ToneF(ToneNr); %搬送波周波数
を選択する
Fc=Shape.dF*round(Fc/Shape.dF); %期間の整数を
強制する
ModWidth=Shape.Ingress.ModWidth(ToneNr)
;
ModDepth=Shape.Ingress.ModDepth(ToneNr)
;
【0175】
%
Ud=U.*cos(2*pi*Fc*t); %変調済み搬送波の同期検出
Nm=round(1.1*ModWidth/Shape.dF/2); %フィル
タ周波数を計算する
mask=zeros(N,1);mask([1:Nm,N-Nm:N])=1 %
フィルタを作成する
Ulf=real(ifft(fft(Ud).*mask)); %低域濾波を実行
する
Udc=sum(Ulf)/N; %正規化していないDCレベルを見つける
Uac=Ulf/Udc-1; %全レベルを正規化し、DCを削除する
【0176】
%
Uac_rms=sqrt(sum(Uac.*Uac)/N)); %Udc=1であ
るため、ModDepthに等しくなくてはならない
Scale=Uac_rms/ModDepth; %「1」でなければならない
【図面の簡単な説明】
【0177】
【図1】図1はブロック図で、通信システムにおける、本発明の該方法に従って動作する
障害ジェネレータを使用する性能試験のためのセットアップを示す。
【図2】図2は本発明による該方法の実施形態の流れ図種類を示す。
【図3】図3は進入雑音を生成するための本発明による該方法のある実施形態を図解で示
す。
【図4】図4は本発明による方法の追加実施形態の流れ図を示す。
【図5】図5は信号内の高振幅ピークまたはトーンを増幅する振幅歪み（非線形変換）関
数Q(x)を示す。
【図6】図6は保温発明の例の実施形態の流れ図で示す。
【図7】図7は本発明の実施形態に従って得られる結果を示す。
【図8】図8は本発明の実施形態に従って得られる結果を示す。
【図9】図9は本発明の実施形態に従って得られる結果を示す。
【図10】図10は本発明の実施形態に従って得られる結果を示す。
【図11】図11は本発明の実施形態に従って得られる結果を示す。
【符号の説明】
【0178】
1 試験セットアップ
2 試験ループ
3 追加要素
4 差動電圧プローブ
5 レベル検出器
6、7 試験中のxDSLトランシーバ（モデム）
8 障害ジェネレータ
9 中央演算処理装置（CPU）

```

【図1】

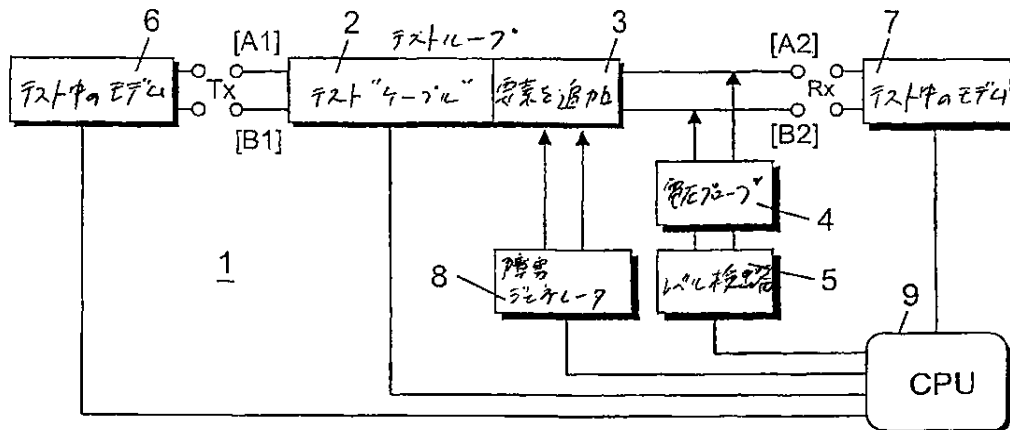


Fig. 1

【図2】

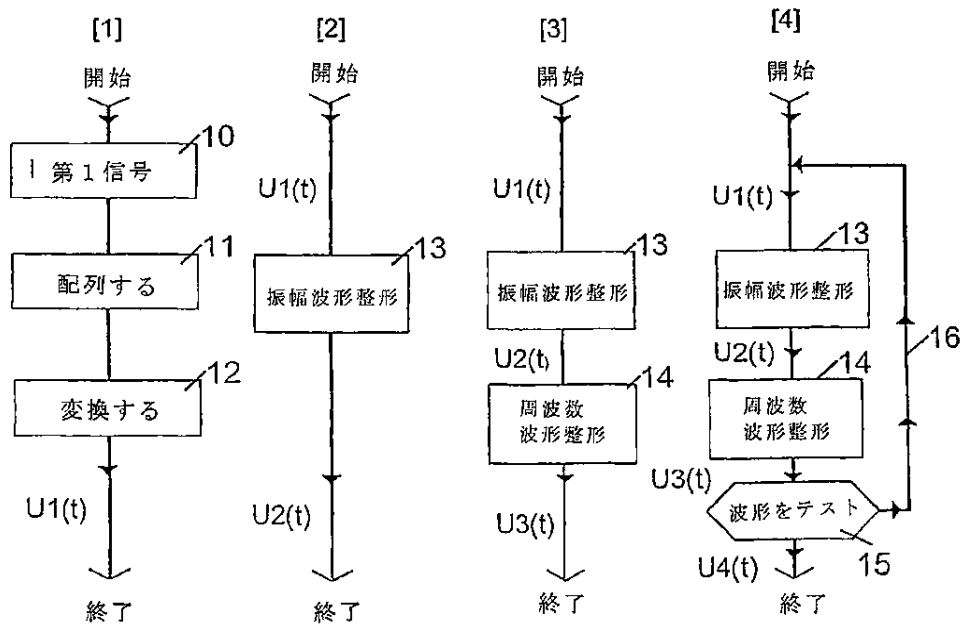


Fig. 2

【図3】

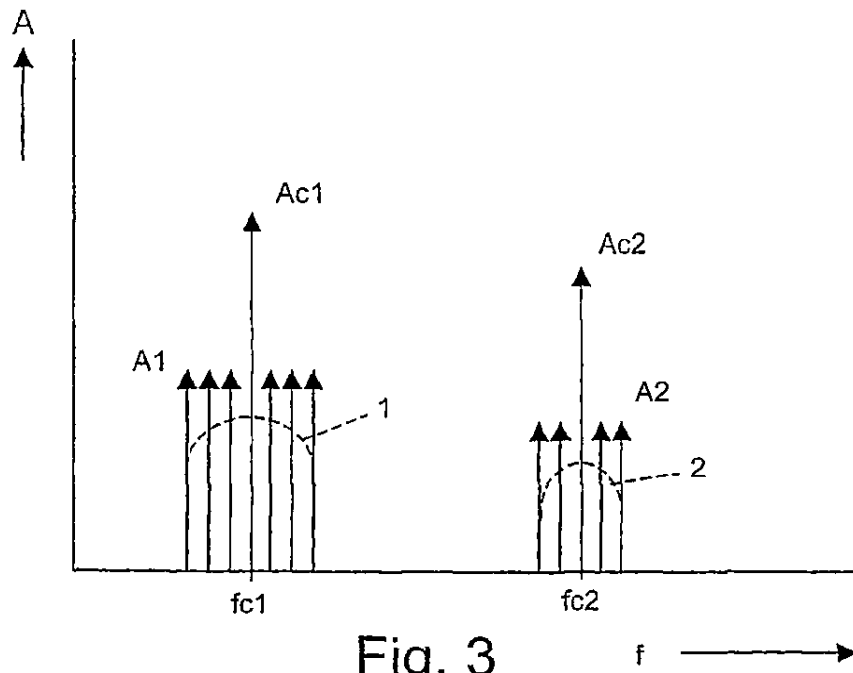


Fig. 3

【図4】

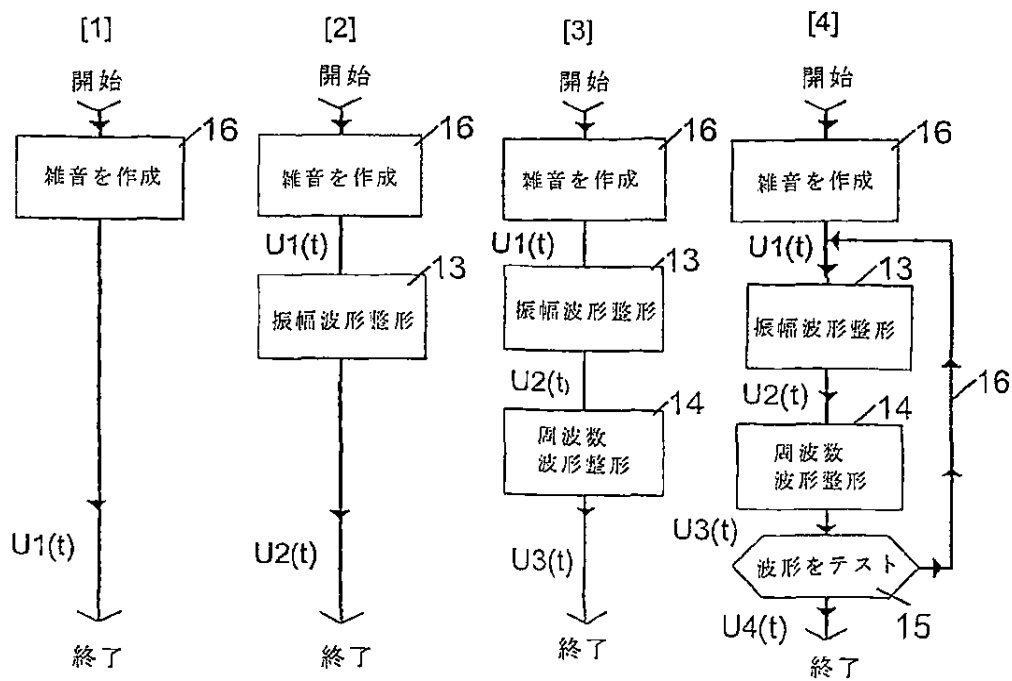


Fig. 4

【図5】

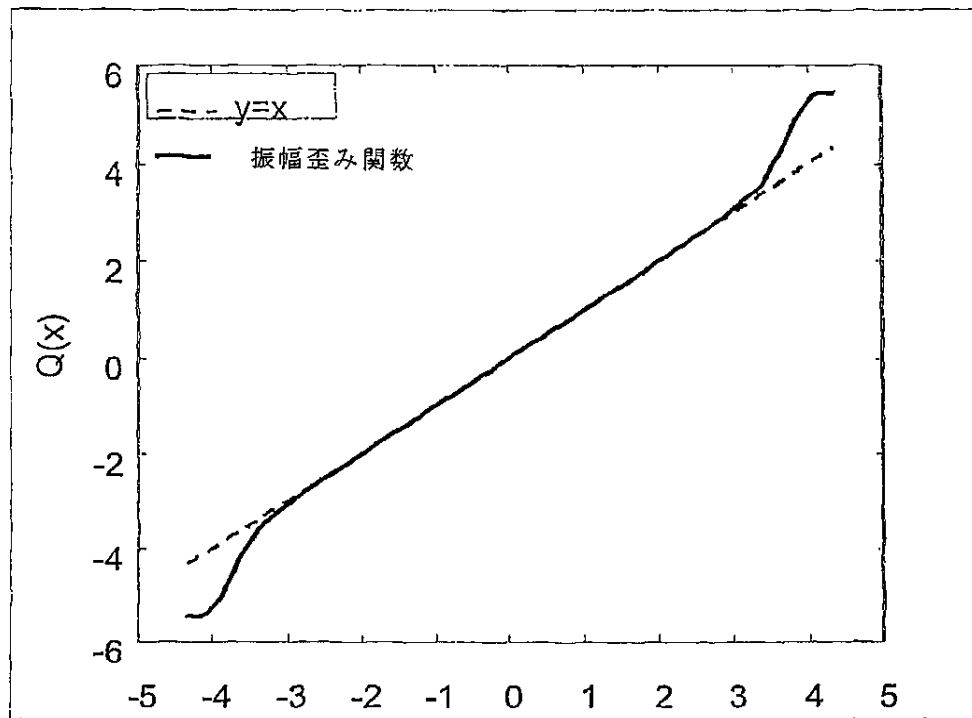


Fig. 5

【図6】

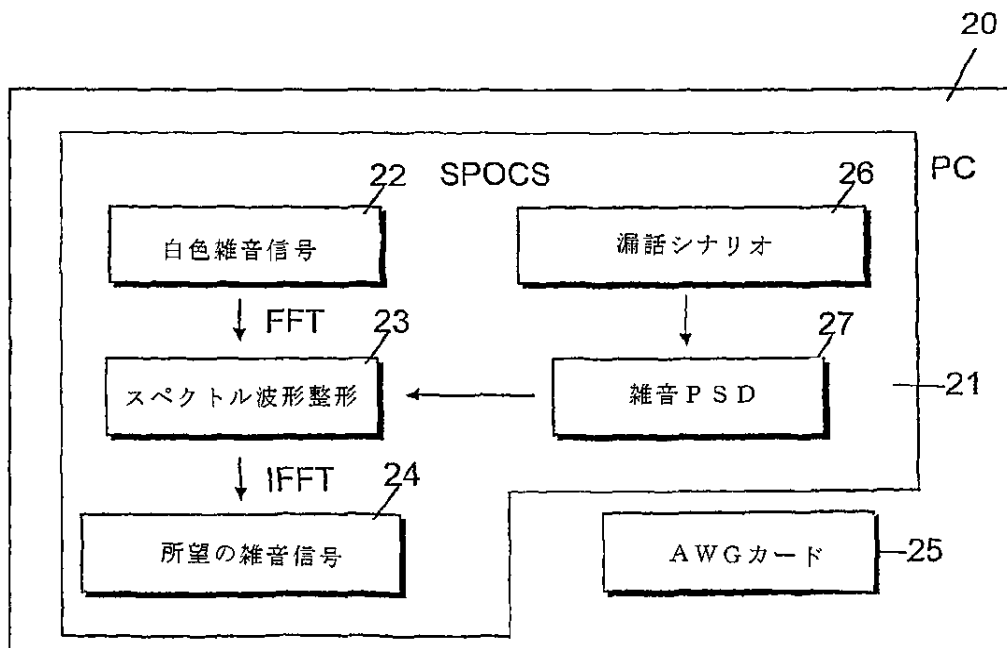


Fig. 6

【図7】

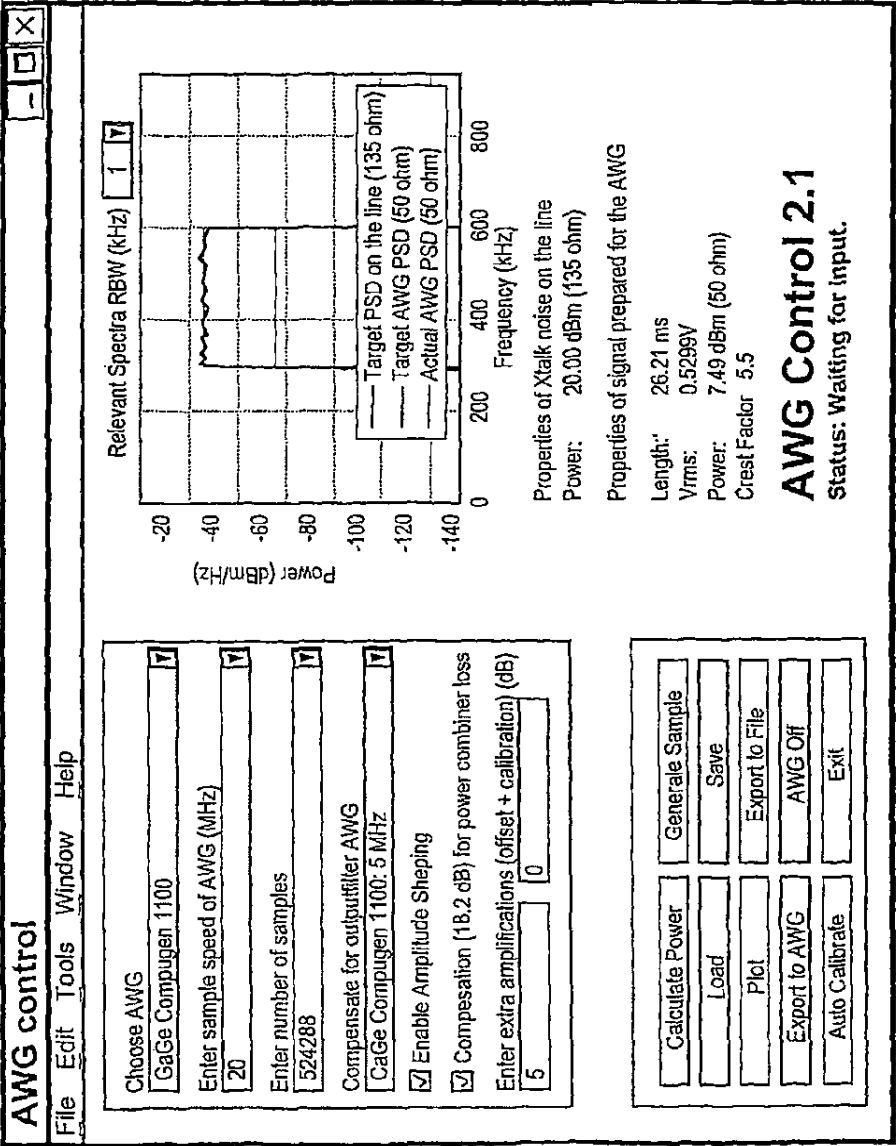


FIG. 7

【図8】

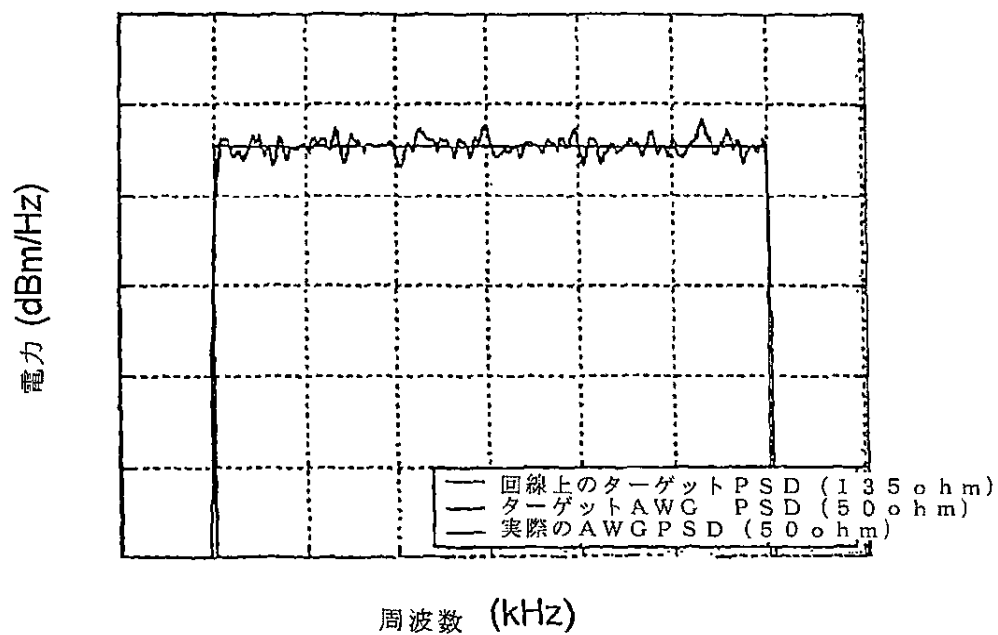


Fig. 8

【図9】

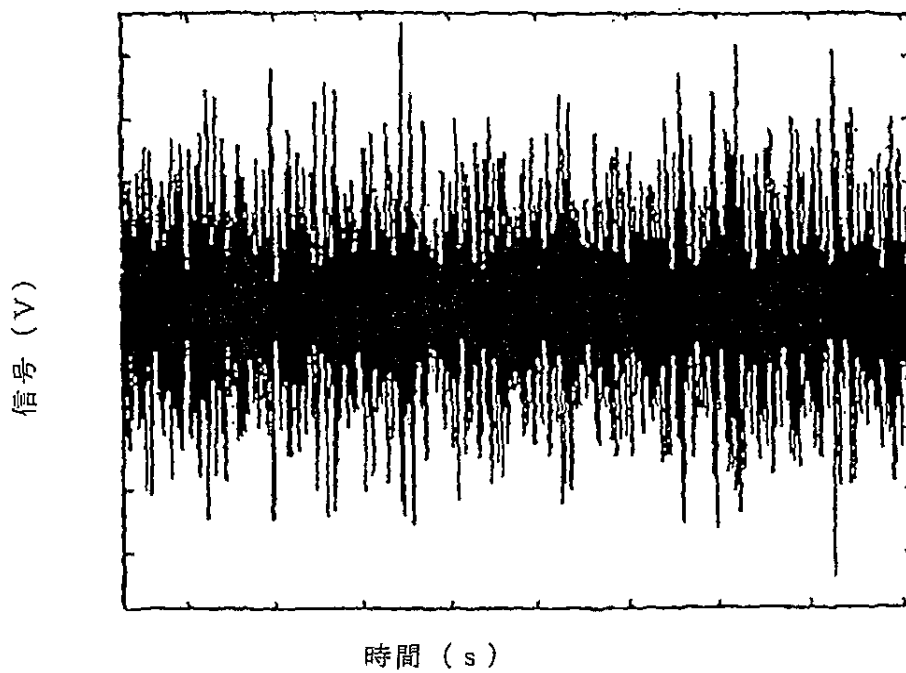


Fig. 9

【図10】

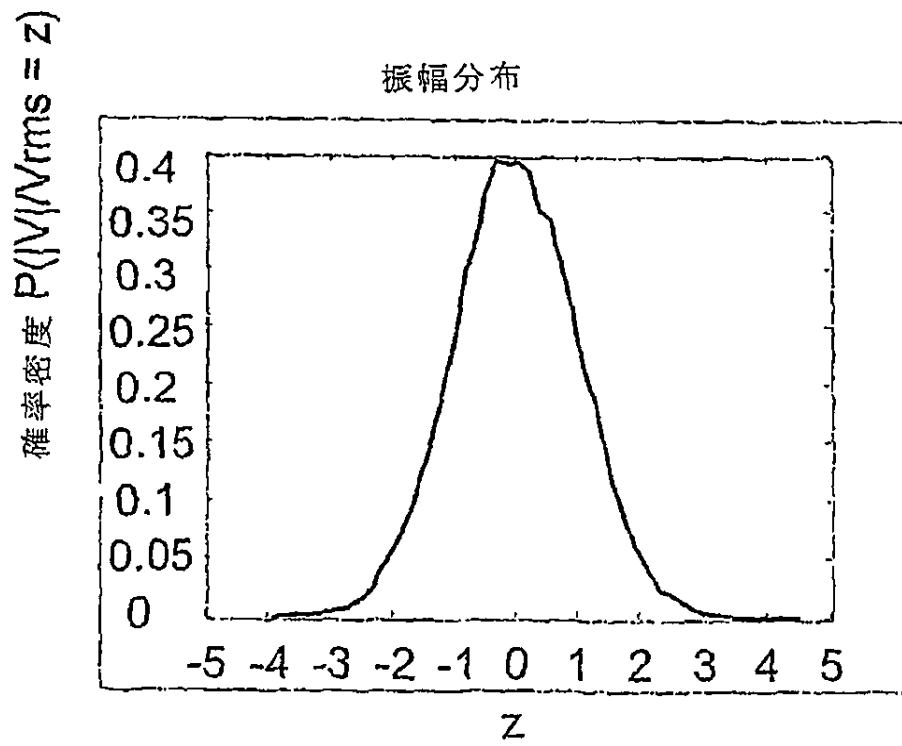


Fig. 10

【図11】

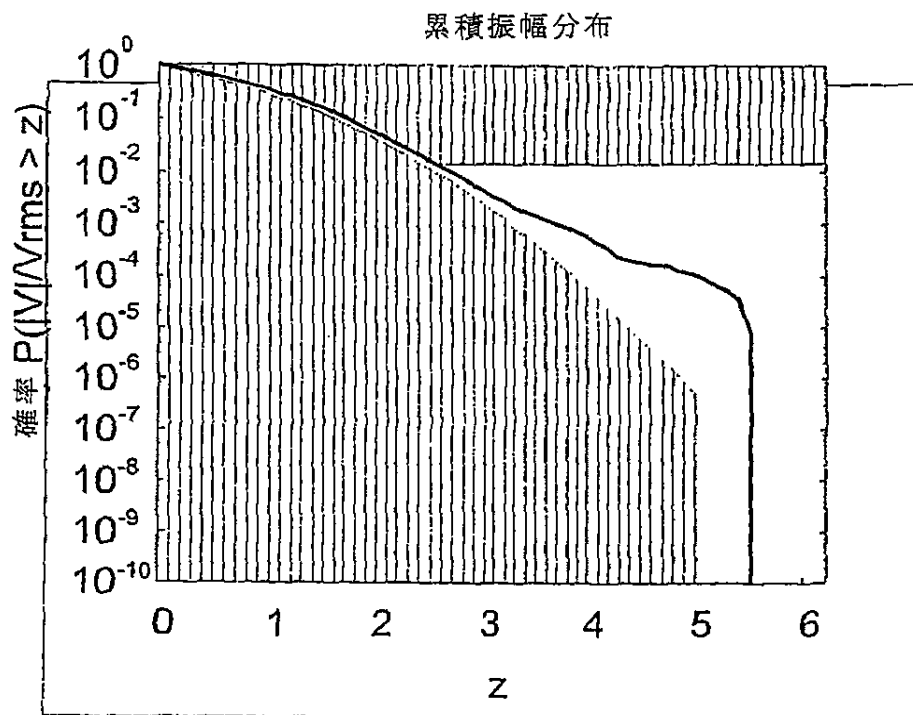


Fig. 11

- (72)発明者 バンデンプリンク, ロバーツス フランシスカス マリア
オランダ国 エヌエル-2331 エヌブイ レイデン マリア ラットゲルスウェグ 73
- (72)発明者 バンデンヒューベル, バスチアン マチューズ
オランダ国 エヌエル-2332 アールダブリュー レイデン ターコイズラール 106ビー

審査官 甲斐 哲雄

- (56)参考文献 特開平11-317710(JP, A)
仏国特許出願公開第2783374(FR, A1)
米国特許第4317214(US, A)
英国特許出願公開第2031197(GB, A)
国際公開第00/025491(WO, A1)
特開2000-041018(JP, A)
特開平09-098146(JP, A)
特開平09-018444(JP, A)
特開平10-032558(JP, A)
特開平11-252023(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L	29/00-29/14
H04L	1/00- 1/24
H04M	3/26
H04B	3/46
H04B	17/00
H04J	11/00