

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-501934
(P2009-501934A)

(43) 公表日 平成21年1月22日(2009.1.22)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
GO 1 S 11/02	(2006.01)	GO 1 S 11/00		A	5 J O 7 O
GO 1 S 7/292	(2006.01)	GO 1 S 7/292		E	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

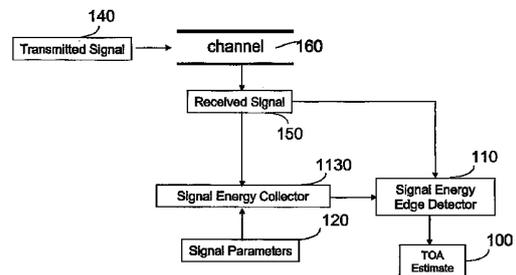
(21) 出願番号	特願2008-522754 (P2008-522754)	(71) 出願人	597067574
(86) (22) 出願日	平成17年7月19日 (2005. 7. 19)		ミツビシ・エレクトリック・リサーチ・ラ ボラトリーズ・インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成20年3月18日 (2008. 3. 18)		アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ケ ンブリッジ、ブロードウェイ 201
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/025476		201 BROADWAY, CAMBR IDGE, MASSACHUSETTS
(87) 国際公開番号	W02007/011357		02139, U. S. A.
(87) 国際公開日	平成19年1月25日 (2007. 1. 25)	(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100084010
			弁理士 古川 秀利
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信無線信号において立ち上がりエッジ期間を識別する方法及び受信機

(57) 【要約】

受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別する方法は、連続する期間における最大エネルギー期間を識別することであって、受信無線信号は最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー期間を識別することを含む。本方法は、連続する期間における最小エネルギー期間を識別することを含む。受信無線信号は最小エネルギー期間において最小平均エネルギーを有する。さらに本方法は、最大平均エネルギー及び最小平均エネルギーに基づいて閾値エネルギーを設定すること、受信無線信号によって使用される無線チャネルの特性に基づいて窓期間の個数を確定すること、及び、最大エネルギー期間に前記個数の窓期間内で先行する最早期間を立ち上がりエッジ期間として識別することを含む。立ち上がりエッジ期間における受信無線信号は、平均エネルギーが閾値エネルギー以上である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別する方法であって、

連続する期間における最大エネルギー期間を識別することであって、前記受信無線信号は前記最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー期間を識別することと、

前記連続する期間における最小エネルギー期間を識別することであって、前記受信無線信号は前記最小エネルギー期間において最小平均エネルギーを有する、最小エネルギー期間を識別することと、

前記最大平均エネルギー及び前記最小平均エネルギーに基づいて閾値エネルギーを設定することと、

前記受信無線信号によって使用される無線チャネルの特性に基づいて、窓期間の個数を確定することと、

前記最大エネルギー期間に前記個数の窓期間内で先行する最早期間を、立ち上がりエッジ期間として識別することであって、前記立ち上がりエッジ期間における前記受信無線信号は、平均エネルギーが前記閾値エネルギー以上である、立ち上がりエッジ期間として識別することと

を含む、受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別する方法。

【請求項 2】

前記設定することは、前記最大平均エネルギーと前記最小平均エネルギーとの間の正規化値に基づいて前記閾値エネルギーを設定することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別する方法であって、

連続する期間における最大エネルギー期間を識別することであって、前記受信無線信号は前記最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー期間を識別することと、

前記最大エネルギー期間に先行する期間であって、かつ、ある数の隣接する低エネルギー期間の直後の期間である、そのような期間のうち最後のものを、前記立ち上がりエッジ期間として識別することと

を含み、

前記受信無線信号は、前記立ち上がりエッジ期間において平均エネルギーが閾値エネルギー以上であり、

前記受信無線信号は、前記隣接する低エネルギー期間の各々において平均エネルギーが前記閾値エネルギーを下回る

受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別する方法。

【請求項 4】

前記受信無線信号によって使用される無線チャネルの、平均雑音エネルギーレベル及び雑音エネルギー分散を識別することと、

無線チャネルの識別された平均雑音エネルギーレベル及び前記雑音エネルギー分散に基づいて、前記閾値エネルギーを設定することと

をさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記設定することは、

以下の式に従って前記閾値エネルギー を設定することをさらに含む、

【数 1】

$$\xi = \sigma_{ed} Q^{-1}(P_{fa}) + \mu_{ed}$$

μ_{ed} は平均雑音エネルギーレベルであり、 σ_{ed} は識別された雑音エネルギー分散であり、 P_{fa} は前記立ち上がりエッジ期間を誤って識別する確率であり、

10

20

30

40

50

【数 2】

Q

は

【数 3】

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2/2} dt$$

である、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記設定することは、

以下の式に従って前記閾値エネルギーを設定することをさらに含み、

【数 4】

$$\xi = \sigma_{ed} Q^{-1} \left(1 - (1 - P_{fa})^{\frac{1}{K}} \right) + \mu_{ed}$$

μ_{ed} は平均雑音エネルギーレベルであり、 σ_{ed} は識別された雑音エネルギー分散であり、 P_{fa} は前記立ち上がりエッジ期間を誤って識別する確率であり、

【数 5】

Q

は

【数 6】

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2/2} dt$$

である、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

前記受信無線信号によって使用される無線チャネルに基づいて、前記最大エネルギー期間に先行する信号クラスタの数を予測することと、

前記信号クラスタの数に基づいて、隣接する低エネルギー期間の数を設定することとをさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 8】

前記受信無線信号によって使用される無線チャネルに基づいて、信号クラスタ間の遅延を予測することと、

前記信号クラスタ間の遅延に基づいて、隣接する低エネルギー期間の数を設定することと

をさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 9】

前記受信無線信号によって使用される無線チャネルに基づいて、信号クラスタ毎の期間の数を予測することと、

前記信号クラスタ毎の期間の数に基づいて、隣接する低エネルギー期間の数を設定することと

をさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 10】

受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される受信機であって、

連続する期間における最大エネルギー期間を識別するように構成される受信部であって、前記受信無線信号は前記最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、受信部と、

前記連続する期間における最小エネルギー期間を識別するように構成される識別部であって、前記受信無線信号は前記最小エネルギー期間において最小平均エネルギーを有する、識別部と、

10

20

30

40

50

前記最大平均エネルギー及び前記最小平均エネルギーに基づいて閾値エネルギーを設定するように構成される設定部と、

前記受信無線信号によって使用される無線チャネルの特性に基づいて、窓期間の個数を確定するように構成される確定部と、

前記最大エネルギー期間に前記個数の窓期間内で先行する最早期間を立ち上がりエッジ期間として識別するように構成される、立ち上がりエッジ識別部であって、前記立ち上がりエッジ期間における前記受信無線信号は、平均エネルギーが前記閾値エネルギー以上である、立ち上がりエッジ識別部と

を具備する、受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される受信機。

【請求項 1 1】

10

前記閾値設定部は、

前記最大平均エネルギーと前記最小平均エネルギーとの間の正規化値に基づいて、前記閾値エネルギーを設定するように構成される、正規化値設定部

をさらに具備する、請求項 1 0 に記載の受信機。

【請求項 1 2】

受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される受信機であって、

連続する期間における最大エネルギー期間を識別するように構成される最大エネルギー識別部であって、前記受信無線信号は前記最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー識別部と、

前記最大エネルギー期間に先行する期間であって、かつ、ある数の隣接する低エネルギー期間の直後の期間である、そのような期間のうち最後のものを、前記立ち上がりエッジ期間として識別するように構成される立ち上がりエッジ識別部と

20

を備え、

前記受信無線信号は、前記立ち上がりエッジ期間において平均エネルギーが閾値エネルギー以上であり、

前記受信無線信号は、前記隣接する低エネルギー期間の各々において平均エネルギーが前記閾値エネルギーを下回る

受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される受信機。

【請求項 1 3】

前記受信無線信号によって使用される無線チャネルによって使用される、平均雑音エネルギーレベル及び雑音エネルギー分散を識別するように構成される雑音識別部と、

30

前記無線チャネルの識別された平均雑音エネルギーレベル及び前記雑音エネルギー分散に基づいて、前記閾値エネルギーを設定するように構成される閾値設定部と

をさらに具備する、請求項 1 2 に記載の受信機。

【請求項 1 4】

前記閾値設定部は、

以下の式に従って前記閾値エネルギーを確定するように構成される閾値確定部をさらに備え、

【数 7】

$$\xi = \sigma_{ed} Q^{-1}(P_{fa}) + \mu_{ed}$$

40

μ_{ed} は平均雑音エネルギーレベルであり、 σ_{ed} は識別された雑音エネルギー分散であり、 P_{fa} は前記立ち上がりエッジ期間を誤って識別する確率であり、

【数 8】

Q

は

【数 9】

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2/2} dt$$

50

である、請求項 13 に記載の受信機。

【請求項 15】

前記閾値設定部は、

以下の式に従って前記閾値エネルギーを確定するように構成される閾値確定部をさらに備え、

【数 10】

$$\xi = \sigma_{ed} Q^{-1} \left(1 - (1 - P_{fa})^{\frac{1}{K}} \right) + \mu_{ed}$$

μ_{ed} は平均雑音エネルギーレベルであり、 σ_{ed} は識別された雑音エネルギー分散であり、 P_{fa} は前記立ち上がりエッジ期間を不正確に識別する確率であり、

10

【数 11】

Q

は

【数 12】

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2/2} dt$$

である、請求項 13 に記載の受信機。

【請求項 16】

20

前記受信無線信号によって使用される無線チャンネルに基づいて、前記最大エネルギー期間に先行する信号クラスタの数を予測するように構成されるクラスタ予測部と、

前記信号クラスタの数に基づいて前記隣接する低エネルギー期間の数を設定するように構成される期間設定部と

をさらに具備する、請求項 12 に記載の受信機。

【請求項 17】

前記受信無線信号によって使用される無線チャンネルに基づいて、信号クラスタ間の遅延を予測するように構成されるクラスタ予測部と、

前記信号クラスタ間の遅延に基づいて、前記隣接する低エネルギー期間の数を設定するように構成される期間設定部と

30

をさらに具備する、請求項 12 に記載の受信機。

【請求項 18】

前記受信無線信号によって使用される無線チャンネルに基づいて、信号クラスタ毎の期間の数を予測するように構成されるクラスタ予測部と、

前記信号クラスタ毎の期間の数に基づいて、前記隣接する低エネルギー期間の数を設定するように構成される期間設定部と

をさらに具備する、請求項 12 に記載の受信機。

【請求項 19】

プログラムを格納するコンピュータプログラム製品であって、

受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される受信機において、プロセッサによって実行されると、前記プロセッサに対し、

40

連続する期間における最大エネルギー期間を識別することであって、前記受信無線信号は前記最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー期間を識別することと、

前記連続する期間における最小エネルギー期間を識別することであって、前記受信無線信号は前記最小エネルギー期間において最小平均エネルギーを有する、最小エネルギー期間を識別することと、

前記最大平均エネルギー及び前記最小平均エネルギーに基づいて、閾値エネルギーを設定することと、

前記受信無線信号によって使用される無線チャンネルの特性に基づいて、窓期間の個数を

50

確定することと、

前記最大エネルギー期間に前記個数の窓期間内で先行する最早期間を、立ち上がりエッジ期間として識別することであって、前記立ち上がりエッジ期間における前記受信無線信号は、平均エネルギーが前記閾値エネルギー以上である、立ち上がりエッジ期間として識別することと

を実行させるプログラムを格納する、コンピュータプログラム製品。

【請求項 20】

プログラムを格納するコンピュータプログラム製品であって、

受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される受信機においてプロセッサによって実行されると、前記プロセッサに対し、

連続する期間における最大エネルギー期間を識別することであって、前記受信無線信号は前記最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー期間を識別することと、

前記最大エネルギー期間に先行する期間であって、かつ、ある数の隣接する低エネルギー期間の直後の期間である、そのような期間のうち最後のものを、前記立ち上がりエッジ期間として識別することと

を実行させるプログラムを格納する、コンピュータプログラム製品であって、

前記受信無線信号は、前記立ち上がりエッジ期間において平均エネルギーが閾値エネルギー以上であり、

前記受信無線信号は、前記隣接する低エネルギー期間の各々において平均エネルギーが前記閾値エネルギーを下回る

コンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[発明の分野]

本発明は、包括的には、受信無線信号の立ち上がりエッジの到着時刻 (time-of-arrival) (TOA) を正確に識別することにより無線送信機と無線受信機との間の距離を確定する方法及び装置に関し、より詳細には、IEEE 802.15 標準規格による無線パーソナルエリアネットワーク (WPAN) において立ち上がりエッジ期間を識別することに関する。

【0002】

[関連出願の相互参照]

本発明は、2005年4月15日に出願された、「METHOD AND SYSTEM FOR ESTIMATING TIME OF ARRIVAL OF SIGNALS USING MULTIPLE DIFFERENT TIME SCALES」と題する国際出願 PCT/US 2005/013035 号明細書、及び2005年4月22日に出願された、「TRANSMITTING SIGNALS FOR TIME OF ARRIVAL ESTIMATION」と題する国際出願 PCT/US 2005/013590 号明細書に関連し、それらの各々の開示内容はすべて参照により本明細書に援用される。

【0003】

[発明の背景]

近距離通信ネットワークにおいて位置認識及び測距に対する需要が高まっており、これらの機能を利用するアプリケーションは、将来の無線市場において重要な役割を果たすことになる。さらに、莫大な数の近距離ネットワーク化無線機器を使用して、種々の制御アプリケーション及びモニタリングアプリケーション (たとえば、ビルディングオートメーション、環境及び構造のモニタリング等) が開発される可能性がある。

【0004】

これらの傾向を認識して、IEEE は、正確な測距能力を有する低複雑度、低レートの物理 (PHY) レイヤ標準規格を開発することを目標に、IEEE 802.15.4 a タスクグループ (TG) を設立した。TG は、基礎となる技術として超広帯域幅 (UWB)

10

20

30

40

50

を採用した。機器の低複雑度（よって低コスト）は、この標準規格の重要な目標であり、したがって、TGは、非コヒーレント（エネルギー検出）受信機によるUWBベース測距を可能にするように選択した。非コヒーレント受信機の性能（すなわち精度又は信頼性）は、コヒーレント機器より低い可能性があるが、非コヒーレント受信機の方がコストが低いということは、多くのアプリケーションに対するトレードオフの正当な理由になり得る。

【0005】

測距アプリケーションにUWB信号を使用する利点は、信号が大きい相対帯域幅を有する場合、送信信号の周波数成分の少なくとも一部が障害物を貫通することができる可能性が高くなるということである。このため、この場合、擬似見通し（quasi-line-of-sight）成分で有意なエネルギーを受け取る確率が高くなる。測距アプリケーションにUWB信号を使用するさらなる利点は、絶対的な帯域幅が大きいことにより、受信信号の時間分解能を細かくすることができ、それが、マルチパス成分の到着時刻（TOA）を識別するのに役立つ、且つ立ち上がり信号エッジ検出性能を向上させるということである。最初に到着するマルチパス成分（擬似見通し）のTOAに基づく測距は、参照により開示内容がすべて本明細書に援用されるS. Gezici他著「Ultra Wideband Geolocation」（John Wiley & Sons, Inc., 2005, Ultrawideband Wireless Communications）において述べられているように、UWBベース測距に対して選択される方法である。

【0006】

自己相関受信機（基準送信（transmitted reference）（TR）方式及び差動（differential）（DF）方式）の検出性能は、参照により開示内容がすべて本明細書に援用される、N.He他著「Performance analysis of non-coherent UWB receivers at different synchronization levels」（Proc. IEEE Int. Conf. Global Comm.(GLOBECOM), Montreal, Canada, Nov.2004, pp.3517-3521）において種々の同期精度レベルに関連して検討されている。さらに、参照により開示内容がすべて本明細書に援用される、A. Rabbahin他著「Synchronization analysis for UWB systems with a low-complexity energy collection receiver」（Proc. IEEE Ultrawideband Syst. Technol.(UWBST), Kyoto, Japan, May 2004, pp.288-292）は、加法性白色ガウス雑音（AWGN）及びSaleh-Vallenzuelaチャンネルモデルの両方に対する非コヒーレントUWB受信機の同期分析を提示し、低コスト無線センサ装置を可能にする非コヒーレント受信機の適合性を指摘する。単一及び複数のエネルギー検出器を使用することによるタイムホッピングUWBシステムの低傍受確率性能については、参照により開示内容がすべて本明細書に援用される、J. Yu他著「Detection performance of time-hopping ultrawideband LPI waveforms」（Proc. IEEE Sarnoff Symp., Princeton, New Jersey, Apr. 2005）において述べられている。

【0007】

ピーク受信信号エネルギーからの後方探索について、コヒーレント受信機に対し、J-Y. Lee及びR.A. Scholtz著「Ranging in a dense multipath environment using an UWB radio link」（IEEE Trans. on Selected Areas in Communications, vol.20, issue 9, pp.1677-1683, Dec. 2002）に述べられており、そこでは、一般化最大尤度（generalized maximum likelihood）（GML）法が、最大エネルギー経路に先立つすべての経路の遅延及び振幅を探索する。しかしながら、この手法は非常に高いサンプリングレートを必要とし、計算コストがかかる。受信機複雑性を低減するために、単純な閾値処理技法が、R.A. Scholtz及びJ.Y.Lee著「Problems in modeling UWB channels」（Proc. IEEE Asilomar Conf. Signals, Syst. Computers, vol.1, Monterey, CA, Nov.2002, pp.706-711）において述べられているが、閾値設定方法に関する詳細については提示されていない。高サンプリングレート及び一般化尤度比を用いるブレークポイント推定アルゴリズムを使用する手法については、C. Mazzucco、U. Spagnolini及びG. Mulas著「A ranging technique for UWB indoor channel based on power delay profile analysis」（Proc. IEEE Vehic. Technol. Conf.(VTC), Milan, Italy, vol.5, May 2004, pp.2595-2599）において述べられている。しかしながら、その技法は、ナイキストレートの桁でのサンプリングレートで

10

20

30

40

50

しか可能でない、パルス形状によって発生する相関行列に基づく。

【 0 0 0 8 】

図 1 1 は、受信無線信号 1 1 5 0 を受信する信号エネルギー収集器 1 1 3 0 及び最高（最大）エネルギー検出器を含むバックグラウンド UWB 測距受信機のブロック図である。信号収集器 1 1 3 0 は、受信信号 1 1 5 0 及び信号パラメータ 1 1 2 0 に基づいて期間平均エネルギー値のシーケンスを生成する。受信無線信号 1 1 5 0 は、無線チャネル 1 1 6 0 によって受信される送信信号 1 1 4 0 から生成される。最大エネルギー検出器 1 1 1 0 は、受信信号 1 1 5 0 の立ち上がりエッジの T O A 推定値 1 1 0 0 を生成する。

【 0 0 0 9 】

図 1 2 は、バックグラウンド信号エネルギー収集器 1 1 3 0 の詳細なブロック図である。信号エネルギー収集器 1 1 3 0 は、受信信号 1 1 5 0 を増幅する低雑音増幅器（L N A）1 2 1 0 と、増幅信号をフィルタリングするバンドパスフィルタ（B P F）1 2 2 0 と、信号相関器 1 2 3 0 と、信号パラメータ 1 1 2 0 によって確定される連続する期間にわたってフィルタリングされた信号の受信エネルギーを収集し平均する積分器 1 2 4 0 とを備える。信号パラメータは、たとえば、受信信号 1 1 5 0 の帯域幅、フレームインターバル及びシンボル長を含む。信号エネルギー収集器 1 1 3 0 はまた、サンブラ回路 1 2 5 0 も備え、このサンブラ回路 1 2 5 0 は、各期間における平均受信エネルギーをサンプリングすると共に、平均受信エネルギーを最大エネルギー検出器 1 1 1 0 に提供する。バックグラウンド最大エネルギー検出器 1 1 1 0 は、受信信号の立ち上がりエッジとして、最大平均受信エネルギーを有する期間を識別する。たとえば、図 1 3（バックグラウンド信号エネルギー収集器 1 1 3 0 によって確定される、期間毎の受信エネルギーを示す）の期間信号図に示すように、バックグラウンド最大エネルギー検出器 1 1 1 0 は、受信信号の立ち上がりエッジであるものとして期間 1 3 1 0 を識別する可能性があり、それは、期間 1 3 1 0 が、他の期間より大きい、たとえば期間 1 3 2 0 より大きい平均エネルギーを有するためである。

【 0 0 1 0 】

[発明の概要]

しかしながら、本発明者らの認識では、典型的な非見通しチャネルでは、最初に到着するマルチパス信号成分（M P C）は、最強受信信号成分よりエネルギーが小さい可能性があり、最強受信信号成分より早く到着する可能性がある。このため、最大平均受信エネルギーを有する期間を受信信号の立ち上がりエッジとして識別することは正確でない可能性がある。

【 0 0 1 1 】

本発明の一実施の形態によると、受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別する新しい方法が提供される。本方法は、連続する期間における最大エネルギー期間を識別することであって、受信無線信号は最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー期間を識別することと、連続する期間における最小エネルギー期間を識別することであって、受信無線信号は最小エネルギー期間において最小平均エネルギーを有する、最小エネルギー期間を識別することと、最大平均エネルギー及び最小平均エネルギーに基づいて閾値エネルギーを設定することと、受信無線信号によって使用される無線チャネルの特性に基づいて窓期間の個数を確定することと、最大エネルギー期間に前記個数の窓期間内で先行する最早期間を立ち上がりエッジ期間として識別することであって、立ち上がりエッジ期間における受信無線信号は、平均エネルギーが閾値エネルギー以上である、立ち上がりエッジ期間として識別することを含む。

【 0 0 1 2 】

本発明の別の実施の形態によれば、受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別する新しい方法が提供される。本方法は、連続する期間における最大エネルギー期間を識別することであって、受信無線信号は最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー期間を識別することと、最大エネルギー期間に先行する期間であって、かつ、ある数の隣接する低エネルギー期間の直後の期間である、そのような期間のうち最

10

20

30

40

50

後のものを、立ち上がりエッジ期間として識別することを含み、受信無線信号は、立ち上がりエッジ期間において平均エネルギーが閾値エネルギー以上であり、受信無線信号は、隣接する低エネルギー期間の各々において平均エネルギーが閾値エネルギーを下回る。

【0013】

本発明の別の実施の形態によれば、受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される新しい受信機が提供される。その受信機は、連続する期間における最大エネルギー期間を識別するように構成される受信部であって、受信無線信号は最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、受信部と、連続する期間における最小エネルギー期間を識別するように構成される識別部であって、受信無線信号は最小エネルギー期間において最小平均エネルギーを有する、識別部と、最大平均エネルギー及び最小平均エネルギーに基づいて閾値エネルギーを設定するように構成される設定部と、受信無線信号によって使用される無線チャネルの特性に基づいて窓期間の個数を確定するように構成される確定部と、最大エネルギー期間に前記個数の窓期間内で先行する最早期間を立ち上がりエッジ期間として識別するように構成される立ち上がりエッジ識別部であって、立ち上がりエッジ期間における受信無線信号は、平均エネルギーが閾値エネルギー以上である、立ち上がりエッジ識別部とを具備する。

10

【0014】

本発明の別の実施の形態によれば、受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される新しい受信機が提供される。その受信機は、連続する期間における最大エネルギー期間を識別するように構成される最大エネルギー識別部であって、受信無線信号は最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー識別部と、最大エネルギー期間に先行する期間であって、かつ、ある数の隣接する低エネルギー期間の直後の期間である、そのような期間のうち最後のものを、立ち上がりエッジ期間として識別するように構成される立ち上がりエッジ識別部であって、受信無線信号は、立ち上がりエッジ期間において平均エネルギーが閾値エネルギー以上であり、受信無線信号は、隣接する低エネルギー期間の各々において平均エネルギーが閾値エネルギーを下回る、立ち上がりエッジ識別部とを具備する。

20

【0015】

本発明の別の実施の形態によれば、プログラムを格納する新しいコンピュータプログラム製品が提供される。このプログラムは、受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される受信機においてプロセッサによって実行されると、プロセッサに対し、連続する期間における最大エネルギー期間を識別することであって、受信無線信号は最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー期間を識別することと、連続する期間における最小エネルギー期間を識別することであって、受信無線信号は最小エネルギー期間において最小平均エネルギーを有する、最小エネルギー期間を識別することと、最大平均エネルギー及び最小平均エネルギーに基づいて閾値エネルギーを設定することと、受信無線信号によって使用される無線チャネルの特性に基づいて窓期間の個数を確定することと、最大エネルギー期間に前記個数の窓期間内で先行する最早期間を立ち上がりエッジ期間として識別することであって、立ち上がりエッジ期間における受信無線信号は、平均エネルギーが閾値エネルギー以上である、立ち上がりエッジ期間として識別することとを実行させる。

30

40

【0016】

本発明の別の実施の形態によれば、プログラムを格納する新しいコンピュータプログラム製品が提供される。このプログラムは、受信無線信号の立ち上がりエッジ期間を識別するように構成される受信機においてプロセッサによって実行されると、プロセッサに対し、連続する期間における最大エネルギー期間を識別することであって、受信無線信号は最大エネルギー期間において最大平均エネルギーを有する、最大エネルギー期間を識別することと、最大エネルギー期間に先行する期間であって、かつ、ある数の隣接する低エネルギー期間の直後の期間である、そのような期間のうち最後のものを、立ち上がりエッジ期間として識別することとを実行させ、受信無線信号は、立ち上がりエッジ期間において平

50

均エネルギーが閾値エネルギー以上であり、受信無線信号は、隣接する低エネルギー期間の各々において平均エネルギーが閾値エネルギーを下回る。

【0017】

本発明及びそれに伴う利点の多くのより完全な理解は、添付図面に関連して考慮する場合、以下の詳細な説明を参照することによってより理解されるように、容易に得られるであろう。

【0018】

[好適な実施形態の説明]

図面(同様の参照符号は、それぞれの図を通じて同一の又は対応する部分を示す)のうちのさらなる図面、より具体的にはその図1を参照すると、図1は、本発明の一実施形態による受信機のブロック図を示す。受信機は、信号エネルギー収集器1130によって確定されるような各期間において受信信号150と受信信号の平均エネルギーとを受け取る信号エネルギーエッジ検出器110を備える。信号エネルギー収集器1130及び信号エネルギーエッジ検出器110は、無線チャネル160での送信信号140の送信からもたらされる受信信号150を受信する。信号エネルギーエッジ検出器は、TOA推定値100を生成する。

10

【0019】

図2は、固定後方探索窓部210、エネルギー閾値部220及び立ち上がりエッジ追跡部230を含む信号エネルギーエッジ検出器110の詳細なブロック図である。エネルギー閾値部220はエネルギー閾値レベルを設定し、固定後方探索窓部210は後方探索窓サイズを設定し、これらの各々は、最初の信号エネルギー成分(すなわち立ち上がりエッジ)と受信信号150の最大エネルギー成分との間の遅延、及び、それらの大きさの比の統計的特性に基づく。後述するように、立ち上がりエッジ追跡部230は、固定後方探索窓210及びエネルギー閾値220からの入力に基づき、立ち上がりエッジ期間を識別し、識別された立ち上がりエッジ期間の時刻となるようにTOAを確定する。

20

【0020】

本実施形態による閾値選択を、最小エネルギーサンプルと最大エネルギーサンプルとの間の正規化値(normalized value)に基づいて閾値を設定することによって達成してもよい。この技法では、閾値は、信号エネルギーレベルと雑音エネルギーレベルとの両方に基づき、いかなるパラメータ推定も必要としない。

30

【0021】

図3は、信号エネルギー収集器1130の一例としての出力期間波形を示す期間波形図である。この例では、固定後方探索窓部210は、固定後方探索窓330を、持続時間中における5つの期間となるように確定する。さらに、エネルギー閾値部220は、受信信号150の最小エネルギーレベルと最大エネルギーレベルとの間の比に基づいてエネルギー閾値340を設定する。たとえば、閾値は、最小エネルギーサンプルと最大エネルギーサンプルとの間の正規化値であってもよい。立ち上がりエッジ追跡部230により、期間310における信号エネルギーが、最大エネルギーを有する期間となるように確定される。立ち上がりエッジ追跡部230により、期間350における信号が、受信信号の立ち上がりエッジとして識別される。それは、期間350における信号が、固定後方探索窓330内の、エネルギーがエネルギー閾値340より大きい最初の(すなわち最も早期の)期間であるためである。

40

【0022】

本発明者らによって確定されるように、TOAの正確な推定には、立ち上がりエッジの推定が含まれる。このため、本発明により、受信信号の最大エネルギー成分を受け取る前のサンプルを探索し、雑音レベルと区別する。しかしながら、典型的な非見通しチャネルにおける立ち上がりエッジ期間の受信信号は、最強成分より6dB低い可能性があり、立ち上がりエッジは、参照により開示内容がすべて本明細書に援用される、A.F. Molisch他著「IEEE 802.15.4a channel model - final report」、IEEE 802.15.4a channel model - final report」(Tech. Rep. Document IEEE 802.15-04-0662-02-004a, 2005)にお

50

いて示されているように、最大60ナノ秒早く到着する可能性がある。

【0023】

図4Aは、立ち上がりエッジエネルギー期間におけるエネルギーの確率密度関数401及び対応する2次曲線当てはめ402を示す。図4Bは、Molish他によって述べられている、商用無線チャンネルCM1に対する立ち上がりエッジブロックのエネルギーの累積分布関数(CDF)403を示す。これらの図は、約10%の時間、立ち上がりエッジのエネルギーが、CM1の送信エネルギーに比較して非常に小さいことを示す。このため、最大エネルギーピークに比較して相対的に弱い立ち上がりエッジは、失われる可能性がある。

【0024】

たとえば、図5は、ピークエネルギー期間510より7期間早く到着し、且つエネルギーがエネルギー閾値540より大きい信号エネルギーを含む期間520の一例を示す。上述した実施形態では、固定後方探索窓部210が後方探索窓530の持続時間をわずか5期間に設定する場合、その実施形態では期間520における信号の真の立ち上がりエッジが失われる可能性があり、期間550が立ち上がりエッジ期間として誤って識別される可能性がある。

10

【0025】

図6Aは、1000CM1チャンネル具現化に対する立ち上がりエッジエネルギーに対する最大エネルギーの比(MER)の累積分布関数(CDF)を示す。立ち上がりエネルギーブロックには立ち上がりパルスエネルギーのわずかな部分しか含まれないため、MERは40dB(プロットには示さず)ほどの大きさである場合もあり、90%の確率で16dBより小さい。したがって、正規化閾値を-16dBに設定することにより、雑音のないチャンネルにおいて立ち上がりエッジブロックの10%が失われることになる。一方、図6Bは、ピークと立ち上がりエッジとの間の遅延が、CM1に対して60ナノ秒ほどの大きさである可能性があることを示す。このため、その例では、固定後方探索窓の持続時間は、立ち上がりエッジ期間を含むように60ナノ秒ほどであることができる。

20

【0026】

このため、本発明のさらなる一実施形態は、上述した実施形態の欠点に対処する。このさらなる実施形態では、エネルギー閾値は、立ち上がりエッジ検出の前に推定され得る雑音レベルに基づいて設定される。 μ_{ed} 及び σ_{ed}^2 が、エネルギー検出器の出力にある雑音サンプルの平均及び分散である場合、雑音サンプルを信号サンプルとして間違っ

30

て解

【0027】

【数1】

$$P_{fa} = Q\left(\frac{\xi - \mu_{ed}}{\sigma_{ed}}\right) \quad (1)$$

【0028】

ここで、 ξ は閾値を示し、 μ_{ed} は雑音のみのサンプルの平均であり、 σ_{ed}^2 は雑音のみのサンプルの分散であり、

【0029】

【数2】

Q

40

【0030】

は式1Aに示すQ関数を示し、それは、参照により開示内容がすべて本明細書に援用される、J.G. Proakis著「Digital Communications」(McGraw-Hill, 4th Edition, NY, 2001)において述べられているように、ガウスPDFのテール(tail)下の領域を記述するために使用される。

【0031】

【数 3】

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2/2} dt \quad (1A)$$

【0032】

シンボル毎の複数のパルスや複数のシンボルによるいかなる処理利得の前にも、これらのパラメータを $\mu_{ed} = M n^2$ 及び $\sigma_{ed}^2 = 2 M n^4$ として表してもよく、ここで、 $M = 2 B t_s$ は、信号帯域幅（バンドパスフィルタによって確定される）及びサンプリングレートによって確定される自由度である。 P_{fa} を固定にすることにより、閾値 ξ を式(1)から以下のように計算することができる。

10

【0033】

【数 4】

$$\xi = \sigma_{ed} Q^{-1}(P_{fa}) + \mu_{ed} \quad (2)$$

【0034】

立ち上がりエッジとピークとの間に空の（すなわち、雑音のみの）サンプルがない場合、本実施形態は、立ち上がりエッジまで正しくサンプルを追跡することができ、立ち上がりブロック推定値は以下の式によって得られる。

【0035】

【数 5】

$$\hat{n} = \min\{n | \tilde{z}_n > \xi \text{ and } \tilde{z}_{n-1} < \xi\} + n_{mx} - w_{sb} \quad (3)$$

20

【0036】

ここで、 n_{mx} はピークエネルギーに対するサンプルインデックスであり、後方探索ベクトルは以下の式によって得られ、

【0037】

【数 6】

$$\tilde{z} = [z_{n_{mx}-w_{sb}}, z_{n_{mx}-w_{sb}+1}, \dots, z_{n_{mx}}] \quad (4)$$

【0038】

w_{sb} は、チャンネルの統計に基づいて設定される後方探索窓である。

30

【0039】

図7は、本発明の一実施形態による受信機のブロック図である。受信機は、図1の先行する実施形態のものに類似する信号エネルギー収集器1130と、受信信号750によって使用されるチャンネル760によって受信されるような送信信号740に基づく受信信号750を受信する信号エネルギーエッジ検出器730とを備える。信号エネルギーエッジ検出器730はまた、信号エネルギー収集器1130及び信号パラメータ120から情報を受け取る。信号エネルギー検出器730はTOA推定値700を生成する。

【0040】

図8は、本実施形態による信号エネルギーエッジ検出器730の詳細なブロック図である。信号エネルギーエッジ検出器730は、信号パラメータ120を受け取る反復後方探索窓部810と、雑音閾値部820と、信号エネルギー収集器1130から情報を受け取る立ち上がりエッジ追跡部830とを含む。本実施形態によれば、雑音閾値部820は、受信信号750の雑音レベルに従ってエネルギー閾値を設定する。上述したように且つさらに後述するように、反復後方探索窓部810は、受信信号によって使用される無線チャンネルの特性と、雑音のみを含む（すなわち信号のない）期間が、最大エネルギーを有し且つ閾値より高いエネルギーレベルを有する期間より前に受け取られる所望の確率とに従って、後方探索窓のサイズを反復的に設定する。

40

【0041】

図9は、本実施形態において信号エネルギー収集器1130によって生成されるような

50

受信信号における期間のエネルギー値を示す期間波形図である。さらに、図9は、反復後方探索窓930を示す。この例では、雑音閾値部820は、受信信号750の雑音レベルに基づいてエネルギー閾値940を設定し、立ち上がりエッジ追跡部830は、最大エネルギーを含む期間として期間910を識別した。反復後方探索窓部810は、最大エネルギー910を有する期間に先行する期間を通して後方探索することにより、受信信号の立ち上がりエッジを有する立ち上がりエッジ期間を見つける。反復探索窓は、 n を反復探索窓のサイズとして、受信エネルギーレベルが閾値エネルギー940より低い n 個の隣接タイムブロックの最初のグループを探索する。サイズは、反復後方探索窓部830によって確定される。その低い隣接する期間グループの直後の、エネルギーが閾値以上のブロックは、立ち上がりエッジ期間として識別される。このため、反復探索窓サイズが3である図9の例では、期間950/952は2つの期間のみから成るグループを形成し、期間960は1つの期間のみから成るグループを形成し、期間970/972/974/976はエネルギーレベルが閾値より低い4つ以上の隣接する期間から成る最初のグループを形成する。したがって、本発明によれば、隣接する期間グループ970/972/974/976の直後の期間920が立ち上がりエッジ期間として識別される。

10

【0042】

典型的な見通しUWBチャネルにおける受信マルチパス成分は、通常、受信機に、複数のクラスタで、すなわち雑音のみのサンプルによって分離されるMPCのグループで、到着する。

20

【0043】

図10Aは、無線チャネルCM1に対するピークサンプルに先行する信号クラスタの数の確率密度関数(PDF)を示し、図10Bは、 $T_p = t_s = 4$ ナノ秒に対し、ピークエネルギーサンプルに先立って少なくとも1つのクラスタがある場合の任意の2つの信号クラスタ間の遅延のPDFを示す。統計が、クラスタ間に20ナノ秒もの遅延があり得ることを示すため、先行する実施形態は、立ち上がりエッジより後に到着するサンプルに固定される可能性がある。

【0044】

このため、本発明のさらなる一実施形態は、上述したクラスタリング問題に対処するために、雑音サンプルの複数の連続した発生を考慮する。 K 個(複数)の連続した雑音サンプルが考慮される場合の誤警報(false alarm)の確率を以下の式に従って求めることができる。

30

【0045】

【数7】

$$P_{fa} = 1 - \left[1 - Q \left(\frac{\xi - \mu_{ed}}{\sigma_{ed}} \right) \right]^K \quad (5)$$

【0046】

これにより、以下の式によって閾値が得られる。

【0047】

40

【数8】

$$\xi = \sigma_{ed} Q^{-1} \left(1 - (1 - P_{fa})^{\frac{1}{K}} \right) + \mu_{ed} \quad (6)$$

【0048】

そして、本実施形態の立ち上がりエッジ推定は以下のように確定される。

【0049】

【数9】

$$\tilde{n} = \min \left\{ n \mid \tilde{z}_n > \xi \text{ and } \max \left\{ \tilde{z}_{n-1}, \tilde{z}_{n-2}, \dots, \tilde{z}_{\max(n-k, 1)} \right\} < \xi \right\} + n_{mx} - w_{sb} \quad (7)$$

50

【 0 0 5 0 】

さらに、最初の真のマルチパス成分 (MPC) の前の期間内の信号が最初の MPC を伝達するものとして間違っ て解釈される場合に問題がある。その期間に含まれる (雑音) エネルギーが高いため、雑音は信号成分として誤って解釈される。この発生の確率は、信号と雑音との間の閾値によって決まる。閾値が平均雑音レベルより高いほど、雑音を信号として誤る確率が低くなる。一方、閾値が高いことは、弱い最初の成分が検出されない確率が増大することも意味する。

【 0 0 5 1 】

マルチパス成分のクラスタリングのために、閾値を設定する際の重要な要素は、信号エネルギーを有する期間どうしの間 に発生する可能性のある、雑音のみの期間の数の確定である。現在の実施形態によれば、立ち上がりエッジの探索は最大信号位置で開始し、その後、時間を遡って探索することにより、雑音のみ (すなわち閾値に満たない) の最初の期間の位置を特定する。伝播チャンネルが「密(dense)」である、すなわち、tau_minとtau_maxとの間の遅延に対応する各期間が信号エネルギーを含む場合、この後方探索において最初の「雑音のみ」の期間を見つけることにより、後方探索において「雑音のみ」の期間の直前に見つかる期間として、最初の信号成分の到着時刻に関する情報がもたらされる。しかしながら、クラスタリングの影響により、tau_minとtau_maxとの間においてさえも雑音のみの期間があり得る。このため、最初の「雑音のみ」の期間を見つけた後でさえ探索を継続する必要がある場合がある。

【 0 0 5 2 】

探索を続ける期間の数は、限られていることが好ましい。その場合、エネルギーが閾値を上回る雑音のみの期間が、信号を含む期間として間違えられることになる可能性がある。このため、本実施形態は、無線チャンネルの統計的特性に従って、この「後方探索窓」の長さを制限する。言い換えれば、本発明は、所定サンプリングレートで異なる信号クラスタ間にある「空の」期間 (すなわち、信号成分のない期間) の最大数を確定する。なお、本実施形態は、最初の MPC を含む信号クラスタと、最強エネルギーを有する期間を含むクラスタとの間で発生する期間のみを検査することに留意されたい。この情報は、チャンネルモデルから得られるか、又は同様のチャンネル環境における先の測定値から得られる。

【 0 0 5 3 】

さらに、本実施形態は、一定の確率、たとえば 90% で最初の MPC を含む期間を探す。これを達成するために、実施形態では、後方探索窓内に「間違っ た」最初の成分 (すなわち、閾値より多くのエネルギーを含む雑音のみの期間) を有する確率が所望の確率の逆数を下回る、たとえば確率が 10% であることを保証する。到着時刻の間違っ た確定をもたらす可能性のある他の要素がある場合、この確率はさらに低く選択される。雑音のみの期間と信号を含む期間との間の閾値は、後方探索窓内の期間のうちのいずれの期間内の閾値を上回る雑音エネルギーの確率も 10% 未満となるように選択してもよい。後方探索窓が長いほど、選択される閾値が高くなる。

【 0 0 5 4 】

信号又はチャンネルの統計特性 (これらに基づいて閾値及び後方探索窓パラメータが選択される) には、信号クラスタの数、信号クラスタ間の遅延及び信号クラスタの持続時間が含まれることができる。

【 0 0 5 5 】

本発明は、受信信号の処理と、受信信号を処理するプログラムとを含む。このようなプログラムは、通常、VLSI に実装される無線受信機においてプロセッサにより格納及び実行される。プロセッサは、通常、コンピュータプログラム製品を含む。コンピュータプログラム製品は、プログラムされた命令を保持すると共に、データ構造、テーブル、レコード又は他のデータを含む。例はコンピュータ可読媒体である。コンピュータ可読媒体は、コンパクトディスク、ハードディスク、フロッピー (登録商標) ディスク、テープ、光磁気ディスク、PROM (EPROM、EEPROM、フラッシュ EPROM)、DRAM、SRAM、SDRAM 若しくは他の任意の磁気媒体、又はプロセッサが読み取ること

10

20

30

40

50

ができる他の任意の媒体等である。

【0056】

本発明のコンピュータプログラム製品は、プロセッサを制御するコンピュータコードデバイスを採用するソフトウェアを格納する1つのコンピュータ可読媒体又はその組合せを含むことができる。コンピュータコードデバイスは、限定されないが、スクリプト、インタプリタ型プログラム、ダイナミックリンクライブラリ(DLL)、Java(登録商標)クラス及び完全実行可能プログラムを含む、任意のインタープリット可能(interpretable)又は実行可能なコードメカニズムとすることができる。さらに、処理の一部を、性能を向上させ、信頼性を向上させ、且つ/又はコストを低減するために分散させることができる。

10

【0057】

本発明を、その例示的な実施形態に関連して説明したが、本発明は例示的な実施形態に決して限定されることはなく、且つ本発明は、当業者が本明細書を読んで理解するであろうさまざまな変更形態及び等価ステップをすべて包含するように意図されているということが理解されなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明の一実施形態による受信機のブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態による信号エネルギーエッジ検出器のブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態による期間波形図である。

20

【図4A】PDF対立ち上がりブロックエネルギーのエネルギーヒストグラム及び2次曲線当てはめの図である。

【図4B】CDF対立ち上がりブロックエネルギーのグラフである。

【図5】本発明の一実施形態による期間波形図である。

【図6A】CDF対MERのグラフである。

【図6B】CDF対遅延のグラフである。

【図7】本発明の別の実施形態による受信機のブロック図である。

【図8】本発明の一実施形態による別の信号エネルギーエッジ検出器のブロック図である。

【図9】本発明の別の実施形態による期間波形図である。

30

【図10A】PDF対信号クラスタ数のヒストグラムである。

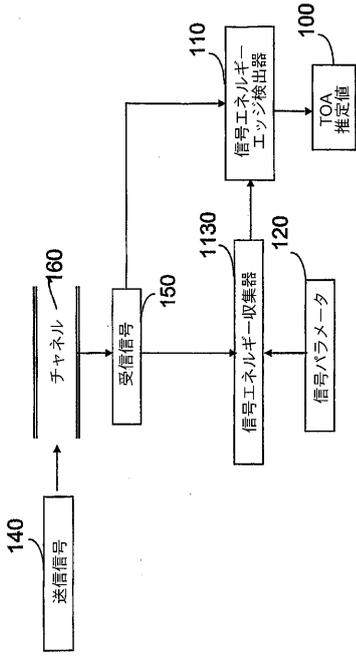
【図10B】PDF対クラスタ間遅延のヒストグラムである。

【図11】バックグラウンド受信機のブロック図である。

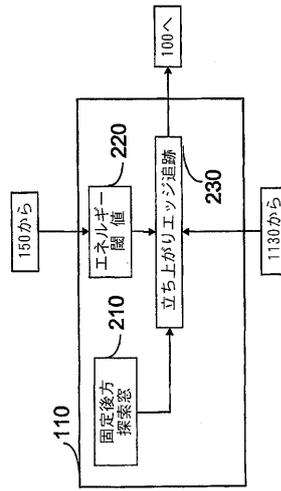
【図12】バックグラウンド信号エネルギー収集器のブロック図である。

【図13】バックグラウンド期間波形図である。

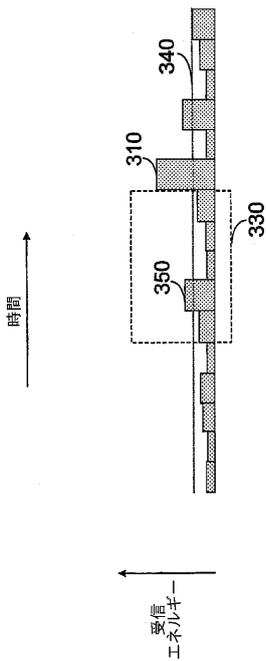
【図 1】



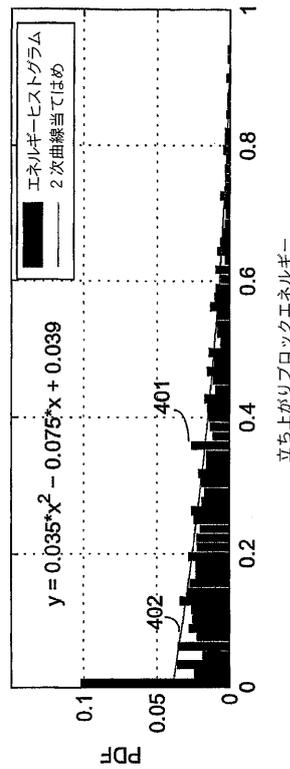
【図 2】



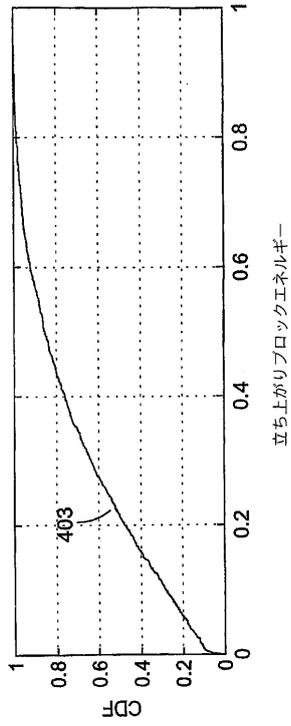
【図 3】



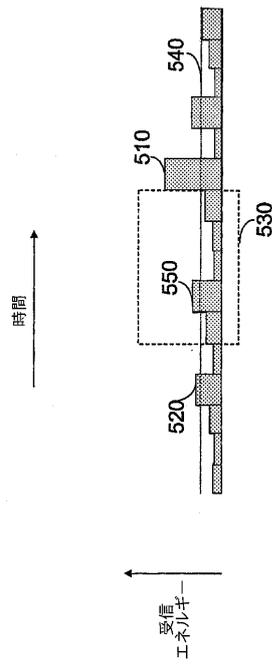
【図 4 A】



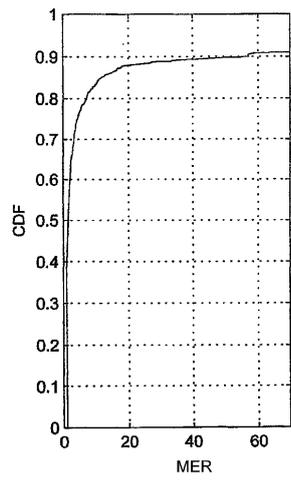
【図 4 B】



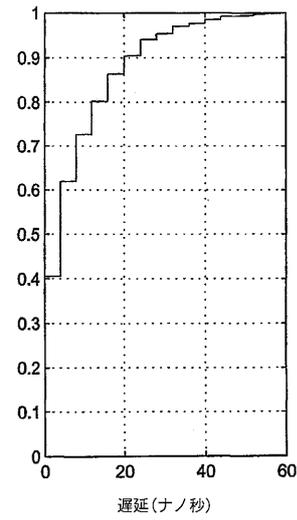
【図 5】



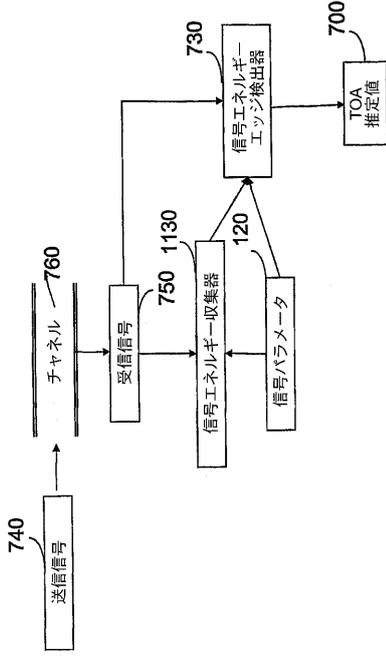
【図 6 A】



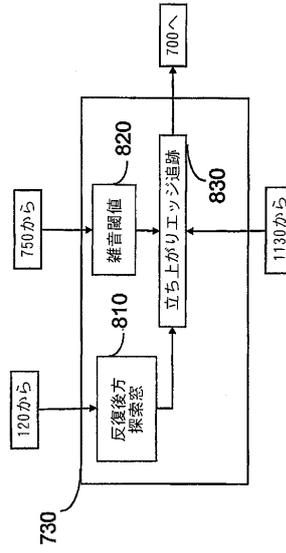
【図 6 B】



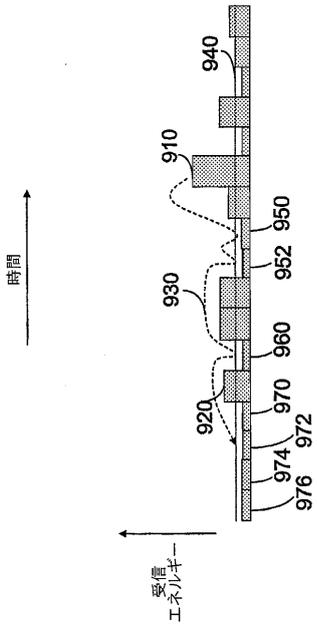
【 図 7 】



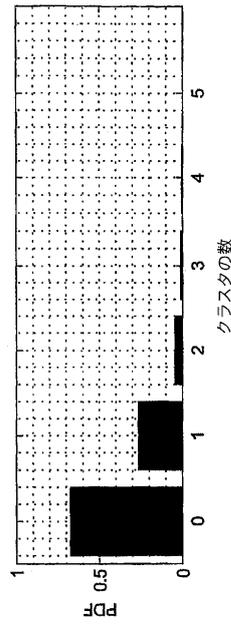
【 図 8 】



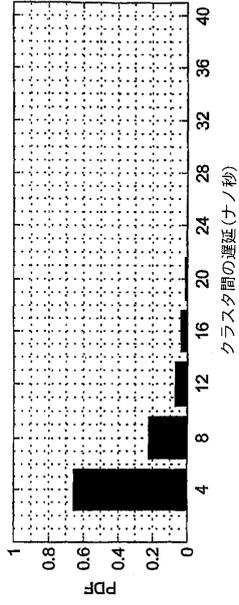
【 図 9 】



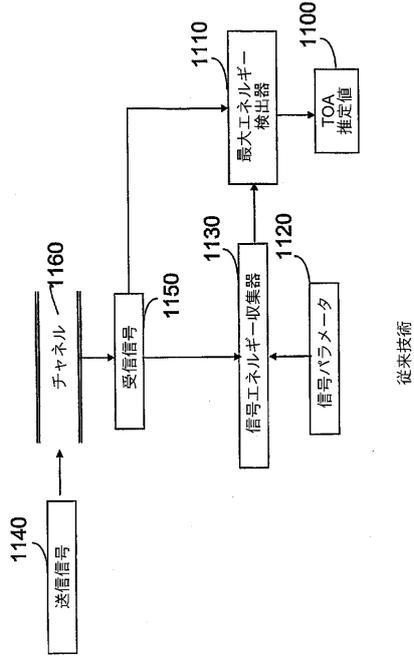
【 図 10 A 】



【図 10B】

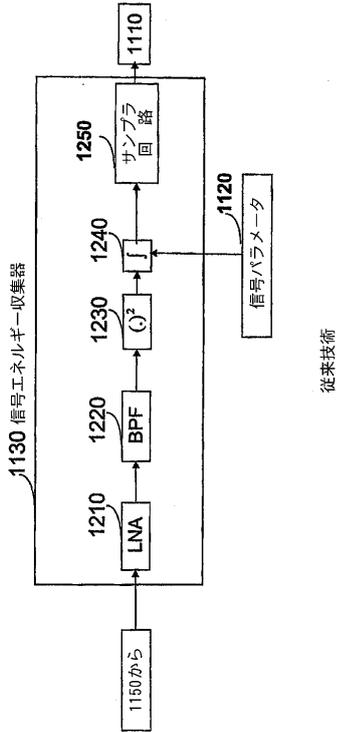


【図 11】



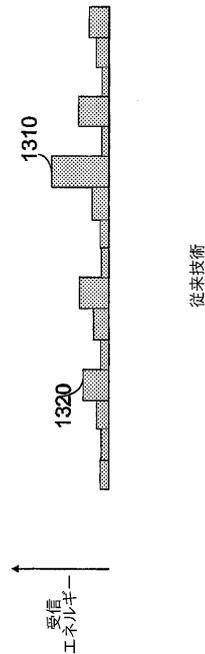
従来技術

【図 12】



従来技術

【図 13】



従来技術

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US05/25476		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER				
IPC(7) : H04L 7/00 US CL : 375/355 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 375/355				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
Y	US 5,020,006 (Sporon-Fiedler) 28 May 1991 (28.05.1991), fig. 1b	3, 12, 20		
Y	US 6301287 B1 (Walley et al.) 09 October 2001 (09.10.2001), figs. 9, 10, 14	3, 12, 20		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>			
Date of the actual completion of the international search 20 November 2005 (20.11.2005)		Date of mailing of the international search report 11 MAY 2006		
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner of Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer Pankaj Kumar Telephone No. (571) 272-3011		

フロントページの続き

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

(74)代理人 100111648

弁理士 梶並 順

(74)代理人 100147500

弁理士 田口 雅啓

(72)発明者 モリッシュ、アンドレアス・エフ

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、アーリントン、マサチューセッツ・アヴェニュー 438
、アパートメント 226

(72)発明者 グヴェンク、イスマイル

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、サマーヴィル、プレザント・アヴェニュー 20、アパー
トメント 1

(72)発明者 サヒノグル、ザファー

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、サマーヴィル、エルム・ストリート 52エイ

Fターム(参考) 5J070 AA02 AC02 AH07 AH14 AH19 AK29