

(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2007-507930

(P2007-507930A)

(43) 公表日 平成19年3月29日(2007.3.29)

(51) Int. Cl.
H04L 27/38 (2006.01)F I
H04L 27/00テーマコード (参考)
5K004

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2006-529524 (P2006-529524)
 (86) (22) 出願日 平成16年10月8日 (2004.10.8)
 (85) 翻訳文提出日 平成18年6月9日 (2006.6.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/CA2004/001815
 (87) 国際公開番号 W02005/036762
 (87) 国際公開日 平成17年4月21日 (2005.4.21)
 (31) 優先権主張番号 10/683,062
 (32) 優先日 平成15年10月10日 (2003.10.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

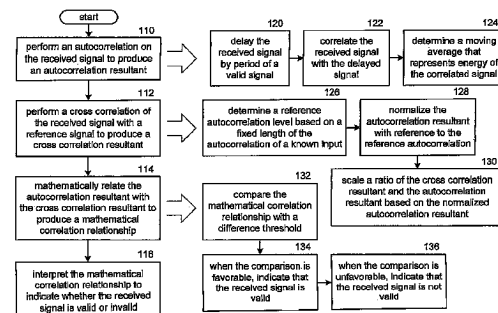
(71) 出願人 503357182
 ビクシズ システムズ インコーポレイテ
 イド
 カナダ国, オンタリオ エム2ジェイ 1
 アール3, トロント, コンシューマーズ
 ロード 245, スイート 301, パ
 ークウェイ プレイス
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100113826
 弁理士 倉地 保幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信信号の有効性を正確に検出する方法および装置

(57) 【要約】

受信信号の有効性を検出する方法が、自己相関結果を発生するために受信信号に対して自己相関を行うことによって開始する。その次に、このプロセスは、相互相関結果を発生するために基準信号に対する受信信号の相互相関を行うことに進む。その次に、このプロセスは、数学的相関関係を発生するために自己相関結果を相互相関結果に数学的に関係付けることに進む。その次に、このプロセスは、受信信号が有効か否かを示すために数学的相関関係を解釈することに進む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信信号の有効性を正確に検出する方法であって、
 自己相関結果を発生するために、前記受信信号に対して自己相関を行うことと、
 相互相関結果を発生するために、基準信号との前記受信信号の相互相関を行うことと、
 数学的な相関関係を発生するために、前記自己相関結果を前記相互相関結果に数学的に
 関係付けることと、
 前記受信信号が有効または無効であるかを示すために、前記数学的相関関係を解釈する
 ことと、
 を含む方法。

10

【請求項 2】

前記受信信号に対して前記自己相関を行うことは、さらに、
 遅延信号を発生するために、有効信号の周期だけ前記受信信号を遅延させることと、
 相関信号を発生するために、前記受信信号を前記遅延信号と相関させることと、
 前記相関信号のエネルギーを表す移動平均を求めることと、
 を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記自己相関結果を数学的に関係付けることは、さらに、
 既知の入力の自己相関の固定された長さに基づいて基準自己相関レベルを求めることと

20

、
 正規化された自己相関結果を発生するために、前記基準自己相関に基づいて前記自己相
 関結果を正規化することと、

前記数学的相関関係を発生するために、前記正規化された自己相関結果に基づいて前記
 相互相関結果と前記自己相関結果との比率を基準化することと、

を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記数学的相関関係を解釈することは、さらに、

前記数学的相関関係を識別閾と比較することと、

前記識別閾に対する前記数学的相関関係の比較が肯定的であるときには、前記受信信号
 が有効であることを示すことと、

30

前記識別閾に対する前記数学的相関関係の比較が非肯定的であるときには、前記受信信
 号が有効ではないことを示すことと、

を含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記自己相関結果を前記相互相関結果に数学的に関係付けることは、さらに、

【数 1】

$$\sqrt{\frac{\text{autocorr}}{\text{refcorr}}} \left(\frac{\text{xcorr}}{\text{autocorr}} \right) > K$$

40

ここで、 autocorr は自己相関結果に相当し、 refcorr は基準自己相関に
 相当し、 xcorr は相互相関結果に相当し、および、 K は有効信号閾値に相当する、
 を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

既知の入力の自己相関の固定された長さに基づいて基準自己相関を求めることをさら
 に含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

50

受信信号の有効性を正確に検出する装置であって、
 処理モジュールと、
 前記処理モジュールに作動的に接続されている記憶装置であって、前記処理モジュールが、
 自己相関結果を発生するために、前記受信信号に対して自己相関を行い、
 相互相関結果を発生するために、基準信号との前記受信信号の相互相関を行い、
 数学的な相関関係を発生するために、前記自己相関結果を前記相互相関結果に数学的に関係付け、
 前記受信信号が有効または無効であることを示すために、前記数学的相関関係を解釈する、
 ことを引き起こす動作命令を含む記憶装置と、
 を備える装置。

10

【請求項 8】

前記記憶装置は、さらに、前記処理モジュールが、
 遅延信号を発生するために、有効信号の周期だけ前記受信信号を遅延させることと、
 相関信号を発生するために、前記受信信号を前記遅延信号と相関させることと、
 前記相関信号のエネルギーを表す移動平均を求めることと、
 によって、前記受信信号に対して前記自己相関を行うことを引き起こす動作命令を含む、
 請求項 7 に記載の装置。

20

【請求項 9】

前記記憶装置は、さらに、前記処理モジュールが、
 既知の入力の自己相関の固定された長さに基づいて基準自己相関レベルを求めることと、
 、
 正規化された自己相関結果を発生するために、前記基準自己相関に基づいて前記自己相関結果を正規化することと、
 前記数学的相関関係を発生するために、前記正規化された自己相関結果に基づいて前記相互相関結果と前記自己相関結果との比率を基準化することと、
 によって、前記自己相関結果を数学的に関係付けることを引き起こす動作命令を含む、
 請求項 7 に記載の装置。

30

【請求項 10】

前記記憶装置は、さらに、前記処理モジュールが、
 前記数学的相関関係を識別閾と比較することと、
 前記識別閾に対する前記数学的相関関係の比較が肯定的であるときには、前記受信信号が有効であることを示すことと、
 前記識別閾に対する前記数学的相関関係の比較が非肯定的であるときには、前記受信信号が有効ではないことを示すことと、
 によって、前記数学的相関関係を解釈することを引き起こす動作命令を含む、請求項 9 に記載の装置。

40

【請求項 11】

前記記憶装置は、さらに、

【数 2】

$$\sqrt{\frac{\text{autocorr}}{\text{refcorr}} \left(\frac{\text{xcorr}}{\text{autocorr}} \right)} > K$$

ここで、 autocorr は自己相関結果に相当し、 refcorr は基準自己相関に相当し、 xcorr は相互相関結果に相当し、および、 K は有効信号閾値に相当する、

50

によって、前記処理モジュールが前記自己相関結果を前記相互相関結果に数学的に関係付けることを引き起こす動作命令を含む、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 1 2】

前記記憶装置は、さらに、前記処理モジュールが既知の入力の自己相関の固定された長さに基づいて前記基準自己相関を求めることを引き起こす動作命令を含む、請求項 1 1 に記載の装置。

【請求項 1 3】

無線受信機であって、

増幅 RF 信号を発生するために無線周波数 (RF) 信号を増幅するように作動的に接続されている低雑音増幅器と、

前記増幅 RF 信号をベースバンド信号に変換するために作動的に接続されているダウンコンバージョンモジュールと、

前記ベースバンド信号からデータを再捕捉するために作動的に接続されているデータ回復モジュールであって、

有効信号の表示を発生するために前記ベースバンド信号の有効性を検出するために作動的に接続されているデータ検出モジュールと、

前記有効信号の表示にしたがって前記データを発生するために前記ベースバンド信号を復調するために作動的に接続されている復調モジュールと、

を備えるデータ回復モジュールと、

を備え、

前記データ検出モジュールは、

処理モジュールと、

前記処理モジュールに作動的に接続されている記憶装置であって、前記処理モジュールが、

自己相関結果を発生するために前記受信信号に対して自己相関を行い、

相互相関結果を発生するために、基準信号との前記受信信号の相互相関を行い、

数学的な相関関係を発生するために、前記自己相関結果を前記相互相関結果に数学的に関係付け、

前記受信信号が有効または無効であるかどうかを示すために、前記数学的相関関係を解釈する、

ことを引き起こす動作命令を含む記憶装置と、

を備える無線受信機。

【請求項 1 4】

前記記憶装置は、さらに、前記処理モジュールが、

遅延信号を発生するために、有効信号の周期だけ前記受信信号を遅延させることと、

相関信号を発生するために、前記受信信号を前記遅延信号と相関させることと、

前記相関信号のエネルギーを表す移動平均を求めることと、

によって、前記受信信号に対して自己相関を行うことを引き起こす動作命令を含む、請求項 1 3 に記載の無線受信機。

【請求項 1 5】

前記記憶装置は、さらに、前記処理モジュールが、

既知の入力の自己相関の固定された長さに基づいて基準自己相関レベルを求めることと

、正規化された自己相関結果を発生するために、前記基準自己相関に基づいて前記自己相関結果を正規化することと、

前記数学的相関関係を発生するために、前記正規化された自己相関結果に基づいて前記相互相関結果と前記自己相関結果との比率を基準化することと、

によって、前記自己相関結果を数学的に関係付けることを引き起こす動作命令を含む、請求項 1 3 に記載の無線受信機。

【請求項 1 6】

前記記憶装置は、さらに、前記処理モジュールが、
 前記数学的相関関係を識別閾と比較することと、
 前記識別閾に対する前記数学的相関関係の比較が肯定的であるときには、前記受信信号が有効であることを示すことと、
 前記識別閾に対する前記数学的相関関係の比較が非肯定的であるときには、前記受信信号が有効ではないことを示すことと、
 によって、前記数学的相関関係を解釈することを引き起こす動作命令を含む、請求項 15 に記載の無線受信機。

【請求項 17】

前記記憶装置は、さらに、

【数 3】

10

$$\sqrt{\frac{\text{autocorr}}{\text{refcorr}}\left(\frac{\text{xcorr}}{\text{autocorr}}\right)} > K$$

ここで、autocorr は自己相関結果に相当し、refcorr は基準自己相関に相当し、xcorr は相互相関結果に相当し、および、K は有効信号閾値に相当する、
 によって、前記処理モジュールが前記自己相関結果を前記相互相関結果に数学的に関係付けることを引き起こす動作命令を含む、請求項 13 に記載の無線受信機。

20

【請求項 18】

前記記憶装置は、さらに、前記処理モジュールが既知の入力の自己相関の固定された長さに基づいて基準自己相関を求めることを引き起こす動作命令を含む、請求項 17 に記載の無線受信機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的にワイヤレス通信システムに関し、さらに特に、こうしたワイヤレス通信システム内で送信を受信することに関する。

30

【背景技術】

【0002】

図 1 は、同調前置増幅器、混合器、同調局所発振器、第 1 の IF フィルタ段、別の混合器、局所発振基準 (LO₀)、第 2 の IF フィルタ、復調器、同期検出モジュール、クロックトラッキングモジュール、および、自動利得制御 (AGC) プロセッサを含む従来技術の無線受信機の略ブロック図である。同調前置増幅器は、RF 信号を発生するために、アンテナを経由して着信 RF 信号を受信する。IEEE 802.11 規格で規定されているマルチチャンネル RF 通信のようなマルチチャンネル RF 通信に関するこの RF 信号の周波数スペクトルが図 2 に示されている。図 2 に示しているように、RF 信号は、複数のチャンネルを含んでよく、この例では 4 つのチャンネルを含む。この RF 信号の中心は、同調局所発振器によって生じさせられる局所発振 (LO₁) の上方の中間周波数である。代替案では、RF 信号の中心が局所発振 (LO₁) の下方の中間周波数であることに留意されたい。

40

【0003】

図 1 の説明に戻ると、混合器は、中間周波数 (IF) 信号を発生するために、RF 信号を同調局所発振 (LO₁) と混合する。この IF 信号の周波数スペクトルが図 3 に示されている。図 3 に示しているように、この IF 信号は、中間周波数 (IF) を中心とした 4 つのチャンネルを含む。これに加えて、IF 信号のイメージが生成され、および、負の IF を中心にさせられる。この例では、所望チャンネルがチャンネル 3 に相当し、および、不要チャンネルがチャンネル 1、チャンネル 2、および、チャンネル 4 である。図 1 の説

50

明に戻ると、第1のIFフィルタ段は、フィルタされたIF信号を発生するためにIF信号をフィルタする。この第1のIFフィルタは、典型的にはSAWフィルタであり、および、図3に示す周波数応答を有する。結果として得られたフィルタされたIF信号の周波数スペクトルが、図4に示されている。図4に示しているように、所望チャンネル3はそのフィルタを通過し、一方、不要チャンネルのチャンネル1とチャンネル4は完全に減衰させられ、および、チャンネル2の一部分が減衰させられる。これは、さらに、フィルタされたIF信号のイメージ側でも生じる。

【0004】

図1の説明に戻ると、その次の混合器は、ベースバンド信号を発生するために、フィルタされたIF信号を第2の局所発振(LO_2)と混合する。その次に、このベースバンド信号は、フィルタされたベースバンド信号を発生するために、第2のIFフィルタ段によってフィルタされる。図5と図6とを参照すると、図5は、所望チャンネル3と、重なる不要チャンネル2のイメージと、不要チャンネル2と重なり合う所望チャンネル3のイメージとを含む、ベースバンド信号の周波数スペクトルを示す。これがフィルタされると、図6に示しているように、結果として得られるフィルタされたベースバンド信号は、所望チャンネル3と、不要チャンネル2のイメージとを含む。

【0005】

所望チャンネル3が実際に有効な信号であるときには、不要チャンネル2のイメージの包含が最小限の問題点を発生する。しかし、所望チャンネル3が存在せずに不要チャンネル2のイメージだけが存在する場合には、同期検出とこれに対応するクロックトラッキングとが有効信号が存在することを表示して、フィルタされたベースバンド信号からそのデータを再捕捉するために受信機全体を起動するだろう。しかし、このデータは不要情報に相当するので、この回復されたデータは無効だろう。

【0006】

一般的に、同期検出は相関であってよく、この相関は、記憶されている有効プリアンプルの表現に対して着信信号を比較する。着信ベースバンド信号の始端部分(例えば、有効信号のプリアンプルに相関する部分)が、記憶されている有効プリアンプルに合致する場合には、相関器がその信号が有効であることを表示する。

【0007】

相関器が有効信号を誤って識別する場合には、受信機による後続の処理が無駄になる。ポータブルワイヤレス通信装置の場合には、無駄な受信機処理は、ワイヤレス通信装置の電池寿命を減少させる無駄な電力と、データスループットの低下とに相当する。こうした誤った識別の発生の頻度は、受信されたRF信号の信号強度が低下するにつれて増大する。したがって、多くのワイヤレス通信装置は、誤った識別の回数を減少させるために最小信号強度の要件を有するが、そのために、ワイヤレス通信装置の到達距離とデータスループットとを制限するという犠牲を払われることになる。

【0008】

したがって、不要な信号を考慮して有効信号の存在を正確に検出するための方法および装置が必要とされている。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の受信信号の有効性を正確に検出する方法および装置が、これらの必要と他の必要とを実質的に満たす。一実施態様では、方法が、自己相関結果を発生するために受信信号に対して自己相関を行うことで開始する。その次に、このプロセスは、相互相関結果を発生するために、基準信号に対する受信信号の相互相関を行う。その次に、このプロセスは、数学的な相関関係を発生するために、自己相関結果を相互相関結果に数学的に関係付ける。その次に、このプロセスは、受信信号が有効か否かを表示するために、その数学的な相関関係を解釈する。この方法および装置を使用することによって、有効信号が存在しない場合には、不要チャンネルのイメージが誤って有効信号の表示を発生することがなく

10

20

30

40

50

、したがって、有効信号の存在の検出においてより高レベルの精度が実現される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図7は、低雑音増幅器12と、ダウンコンバージョンモジュール14と、低域フィルタ16と、アナログ-デジタル変換器20と、局所発振器24と、データ回復モジュール26とを含む無線受信機10の略ブロック図を示す。データ回復モジュール26は、低IF混合器28、30と、低域フィルタ32、34と、復調モジュール36と、データ検出モジュール38とを含む。データ検出モジュール38は、処理モジュール40と記憶装置42とを含む。処理モジュール40は単一の処理装置または複数の処理装置であってよい。こうした処理装置は、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号処理装置、マイクロコンピュータ、中央処理ユニット、フィールドプログラマブルゲートアレイ、プログラム可能論理回路、状態機械、論理回路系、アナログ回路系、デジタル回路系、および/または、動作命令に基づいて信号(アナログおよび/またはデジタル)を操作する任意の装置であってよい。記憶装置42は、単一の記憶装置または複数の記憶装置であってよい。こうした記憶装置は、読取り専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、スタティックメモリ、ダイナミックメモリ、フラッシュメモリ、および/または、デジタル情報を記憶する任意の装置であってよい。処理モジュール40が、状態機械、アナログ回路系、デジタル回路系、および/または、論理回路系によってその機能の1つまたは複数を実現するときには、対応する動作命令を記憶する記憶装置は、状態機械、アナログ回路系、デジタル回路系、および/または、論理回路系を含む回路系と共に組み込まれる。記憶装置42は、図7から図10に示されている段階および/または機能の少なくとも幾つかに対応する動作命令を記憶し、および、処理モジュール40がこれらの動作命令を実行する。

【0011】

動作時には、無線受信機10はアンテナを経由して無線周波数(RF)信号44を受け取り、このアンテナはRF信号44を低雑音増幅器12に提供する。低雑音増幅器12は、増幅されたRF信号46を発生するために、RF信号44を増幅する。当業者には理解できるように、帯域フィルタが、無線受信機を特定の無線周波数に同調させるために低雑音増幅器の前および/または後に配置されてもよい。

【0012】

ダウンコンバージョンモジュール14は、中間周波数(IF)信号48を発生するために、局所発振器24によって提供された局所発振と増幅RF信号28とを混合する。ダウンコンバージョンモジュール14は、搬送周波数を無線周波数の搬送周波数から中間周波数にステップダウンするための1つまたは複数の中間周波数段を含んでもよい。低域フィルタ16は、フィルタされた信号50を発生するためにIF信号48をフィルタする。アナログ-デジタル変換器20は、そのフィルタされたIF信号50をデジタルIF信号に変換する。

【0013】

データ回復モジュール26は、低IF混合器28、30を経由してデジタルIF信号を受信する。複素ベースバンド信号52(すなわち、同相(I)成分と直角位相(Q)成分とを含むベースバンド信号)を発生するために、低IF混合器28、30は、それぞれに、低IF局所発振とその90°位相変移表現と共にデジタルIF信号を混合する。低域フィルタ32、34は、フィルタされた複素ベースバンド信号54を発生するために、その複素ベースバンド信号52をフィルタする。

【0014】

データ検出モジュール38は、フィルタされた複素ベースバンド信号54が有効信号であるかどうかを判定するために、図8から図10を参照してより詳細に後述するように、フィルタされた複素ベースバンド信号54を解釈する。有効信号である場合には、データ検出モジュール38は有効信号表示信号56を生成し、この有効信号表示信号は復調モジュール36に提供される。有効信号表示信号56に応答して、復調モジュール36は、デ

ータ 58 を再捕捉するために、フィルタされた複素ベースバンド信号 54 を復調する。

【0015】

図 8 は、複素共役モジュール 60 と、乗算器 62 と、リアルタイムエネルギーフィルタ 64 と、第 2 の複素共役モジュール 82 と、1 周期遅延モジュール (one-period delay module) 84 と、第 2 の乗算器 86 と、遅延エネルギーフィルタ 80 と、状態機械 66 と、絶対値モジュール 78 と、利得モジュール 72 と、粗相関モジュール (coarse correlation module) 68 と、解釈モジュール 70 と、第 2 の絶対値モジュール 74 と、移動平均モジュール 76 とを含むデータ検出モジュール 38 の機能図を示す。

【0016】

フィルタされたベースバンド信号 54 は、複素共役モジュール 60、82 に提供される複素信号である。複素共役モジュール 60 は、共役値を発生するために、フィルタされたベースバンド信号 54 に対して複素共役関数を行う。乗算器 62 は、実エネルギー入力を発生するために、フィルタされたベースバンド信号 54 に複素共役 60 の出力を乗算する。例えば、フィルタされたベースバンド入力 56 が (実数成分 + 虚数成分) によって表される場合には、複素共役モジュールは、(実数成分 - 虚数成分) の共役値を発生し、および、乗算器 62 は $(R^2 + I^2)$ の実エネルギー入力を発生する。

【0017】

リアルタイムエネルギーフィルタ 64 は乗算器 62 から実エネルギー入力を受け取って、リアルタイムエネルギー値 98 を発生する。リアルタイムエネルギーフィルタ 64 は、本質的には、インパルス応答調整信号 100 にしたがって調整されたインパルス応答を有してよい低域フィルタである。例えば、有効信号の初期検出中には、リアルタイムエネルギーフィルタのインパルス応答が高速であり、および、その次に、その入力がある可能性に応じて減速させられてもよい。このことが、有効信号のために迅速に適切なレベルにリアルタイムエネルギーが達することと、入力が有効である可能性が高まるのに応じてそのレベルの偏差を減少させることを可能にする。リアルタイムエネルギーフィルタ 64 は、リアルタイムエネルギーレベル 98 を状態機械 66 に提供し、および、この状態機械 66 は、後述するように、有効信号表示 56 を決定する。

【0018】

複素共役モジュール 82 は、複素共役入力を発生するために、フィルタされたベースバンド信号 54 に対して複素共役関数を行う。1 周期遅延モジュール 84 は、遅延された複素共役入力を発生するために、複素共役入力を遅延させる。乗算器 86 は、相関された入力 92 を発生するために、フィルタされたベースバンド信号 54 に遅延複素共役入力を乗算する。フィルタされたベースバンド信号 54 が有効である場合には、相関入力 92 は、有効信号のプリアンプル中の反復信号の 1 つの周期だけ遅延させられている、乗算器 48 の出力に類似しているだろう。フィルタされたベースバンド信号 54 が有効信号ではない場合には、相関入力 92 はノイズに類似しているだろう。例えば、IEEE 802.11a 準拠のワイヤレス通信装置の場合には、そのプリアンプルは短いトレーニングシーケンスと長いトレーニングシーケンスとを含む。この短いトレーニングシーケンスは、16 個のサンプル分の長さである反復信号を含み、一方、長いトレーニングシーケンスは、64 個のサンプル分の長さである反復信号を含む。したがって、短いトレーニングシーケンス中に、16 個のサンプルに相当するように 1 周期の遅延が設定され、および、長いトレーニングシーケンスに関しては、64 個のサンプルに相当するように設定される。したがって、短いトレーニングシーケンスの場合には、相関入力 92 は、ノイズ項の追加を伴った乗算器 62 の出力に類似している。

【0019】

乗算器 86 は、移動平均モジュール 76 と遅延エネルギーフィルタ 80 とに相関入力 92 を提供する。遅延エネルギーフィルタ 80 は、相関入力のエネルギーレベルを発生するために、この相関入力 92 をフィルタする。絶対値モジュール 78 は、相関入力のエネルギーレベルに関する絶対値を発生させ、および、この絶対値を利得モジュール 72 に提供する。

【 0 0 2 0 】

利得モジュール 7 2 は、遅延エネルギーレベル 9 6 を発生するために、粗確率 (coarse probability) 9 0 に基づいて、相関入力のエネルギーレベルの大きさを調整する。この粗確率 9 0 の生成に関しては後述する。状態機械 6 6 は、遅延エネルギーレベル 9 6 を受け取り、および、入力信号が有効信号である確率を発生するために、この遅延エネルギーレベル 9 6 をリアルタイムエネルギーレベル 9 8 と比較する。状態機械 6 6 は、さらに、移動平均 9 4 も受け取り、この状態機械 6 6 は、フィルタされたベースバンド信号 5 4 が有効信号であるか否かを最終的に判定するために、その移動平均 9 4 をリアルタイムエネルギー 9 8 との比較に使用する。フィルタされたベースバンド信号 5 4 が有効な信号である場合は、状態機械 6 6 は有効信号表示 5 6 を発生する。フィルタされたベースバンド信号 5 4 が有効信号ではない場合には、状態機械 6 6 は有効信号表示 5 6 を生成せず、および、復調モジュール 3 6 は使用可能にされない。したがって、データ検出モジュール 3 8 が有効信号の誤った表示を著しく減少させ、および / または、取り除いているので、電力消費が低減させられる。

【 0 0 2 1 】

移動平均モジュール 7 6 は、相関入力 9 2 の移動平均を発生する。絶対値モジュール 7 4 は、移動平均 9 4 を発生するために、移動平均モジュール 7 6 の出力の絶対値を提供する。状態機械 6 6 は、初期化シーケンスの終了時 (例えば、8 0 2 . 1 1 a 実装の場合の短いトレーニングシーケンスおよび / または長いトレーニングシーケンスの終了時) にリアルタイムエネルギーレベルを基準として移動平均を解釈する。その次に、状態機械 6 6 は、リアルタイムエネルギーレベル 9 8 を基準とした移動平均 9 4 の解釈が肯定的であるときに、入力信号が有効であることを表示する。これについては、図 9 を参照してさらに詳細に説明する。

【 0 0 2 2 】

粗相関モジュール 6 8 は複素ディジタル信号 7 4 を受け取り、および、粗相関値 8 8 を発生する。粗相関モジュール 6 8 は、信号の有効プリアンプルの記憶された表現に対して複素ディジタル信号 7 4 を比較する単純な相関関数を提供している。解釈モジュール 7 0 は粗相関 8 8 を受け取って、この粗相関 8 8 から粗確率 9 0 を生成する。一般的に、解釈モジュール 7 0 は、フィルタされたベースバンド信号 5 4 が有効である可能性を判定するために、および、この可能性に比例した利得モジュール 7 2 の利得レベルを設定するために、粗相関 8 8 を解釈している。この入力が有効である可能性が高ければ高いほど、粗確率 9 0 が高くなり、したがって、利得モジュール 7 2 の利得レベルが高くなるだろう。

【 0 0 2 3 】

図 9 は、図 8 のデータ検出モジュール 3 8 によって生成される信号の図形的表現を示す。ベースバンド信号 5 4 は、ノイズ部分と有効信号部分とを含む。8 0 2 . 1 1 a 実装の場合の有効信号部分は、短いトレーニングシーケンスと、ガード帯域と、長いトレーニングシーケンスと、第 2 のガード帯域と、データとを含む。ベースバンド信号 5 4 のノイズ部分内、すなわち、データが受け取られていないときには、リアルタイムエネルギーフィルタ 6 4 はリアルタイムエネルギーレベル 9 8 を発生しており、このリアルタイムエネルギーレベル 9 8 は比較的 low、および、ノイズのエネルギーレベルに相当する。同様に、遅延エネルギーレベル 9 6 は、最初は、ノイズのために低い。第 1 の短いトレーニングシーケンス信号 (すなわち、STS の第 1 の 1 6 個のサンプルブロック) が受け取られると、リアルタイムエネルギーフィルタが高速インパルス応答モードの状態にあり、および、第 1 の短いトレーニングシーケンス信号のエネルギーを表示するために急速に増加していく。これと同時に、粗相関信号 8 8 が、有効プリアンプル上の記憶されている表現に相関するベースバンド信号中にエネルギーが存在することを表示することに、生成される。

【 0 0 2 4 】

第 1 の短いトレーニングシーケンス信号の場合には、遅延エネルギー 9 6 は低いままである。これは、IEEE 8 0 2 . 1 1 a 実装の場合に 1 6 個のサンプルに相当する遅延を実現するために最初に設定される 1 周期遅延モジュール 8 4 を原因とする。1 周期遅延

の後に、遅延されたエネルギー 96 は、利得モジュール 72 の利得と、短いトレーニングシーケンス信号中のエネルギーとに対応して増大する。

【0025】

粗相関 88 は、信号が存在することと、記憶されている有効プリアンブルとその信号が相関することとを表示し続ける。したがって、解釈モジュール 70 は粗確率 90 を増大させている。したがって、利得モジュール 72 を経由した遅延エネルギー経路に関する利得が増大しており、および、遅延エネルギー 96 の大きさが増大して、リアルタイムエネルギーレベル 98 の大きさよりも大きくなり、このことが、ベースバンド信号 54 が現時点で有効信号を提供しているという適切な第 1 の表示を提供する。図 9 に示すように、相互相関 88 とクロス確率または粗確率 90 との各々が、実線の波形と点線の波形とを含む。この実線の波形は、所望チャンネルに関連付けられた信号に相当し、および、点線の波形は、所望チャンネルの信号が存在しないときの不要チャンネルに関連付けられた信号に相当する。所望チャンネルと不要チャンネルとの説明に関しては、図 2 から図 6 の説明を参照されたい。

10

【0026】

短いトレーニングシーケンスの終端まで、有効プリアンブルが検出されるにつれて、自己相関を表す移動平均 94 が増大している。その時点で、移動平均 94 は低下し始める。短いトレーニングシーケンスの終了が表示された後の予め決められた時点で、STS の複数の反復信号の累積エネルギーレベルを表す電流の移動平均 94 が、移動平均のピーク値と比較される。移動平均 94 がその予め決められた時間においてそのピークから十分に低下している（このことは、信号が、移動平均の増大の原因であるが、しかし、増大するかまたは少なくとも移動平均を低下させないようにし続けるエネルギーバーストの何らかのランダムな発生の原因ではないことを示す）場合には、その比較が肯定的であり、および、状態機械は、その入力がある有効信号であるという確率を増大させる。移動平均 94 の大きさがそのピーク値から十分に低下していない場合には、状態機械は、信号が無効であることを示し、および、この処理が全体的に開始される。

20

【0027】

入力が有効である確率が発生させられるときには、データ検出モジュールが、有効信号のプリアンブルの長いトレーニングシーケンスを処理することに切り替わる。したがって、遅延モジュール 84 内の 16 個のサンプルから 64 個のサンプルに変化させられた 1 周期の遅延を有する移動平均経路が、新たな移動平均 94 を発生する。この新たな移動平均 94 は、STS の累積エネルギーレベルを表し、および、長いトレーニングシーケンスの終了を決定するために解釈される。長いトレーニングシーケンスの終了時には、状態機械が、移動平均 94 の大きさをリアルタイムエネルギー 98 の大きさと比較する。移動平均 94 がリアルタイムエネルギー 98 よりも大きい場合には、状態機械は、信号が有効であることを最終的に判定する。移動平均 94 がリアルタイムエネルギー 98 よりも小さい場合には、状態機械は信号が有効ではないことを表示する。

30

【0028】

これは、所望チャンネルの信号と所望チャンネルが存在しないときの不要チャンネルの信号とに関して等しく生じる。しかし、図示しているように、相互相関 88 とこれに対応する確率 90 とが、所望チャンネルの信号よりも、所望チャンネルが存在しないときの不要チャンネルの信号の場合に、より小さい大きさを有する。自己相関または移動平均は、所望チャンネルの信号よりも、所望チャンネルが存在しない不要チャンネルの信号の場合に、実質的に同じ大きさを有する。したがって、自己相関に対する相互相関の大きさの差に基づいて、分析される信号が、所望チャンネルからの信号であるか、または、所望チャンネルが存在しないときの不要チャンネルからの信号であるかどうかの判定が行われることが可能である。この判定は、STS の終端における自己相関と相互相関との間の数学的関係に基づいており、この数学的関係は、次式によって表現されてよく、

40

【数 1】

$$\sqrt{\frac{\text{autocorr}}{\text{refcorr}}} \left(\frac{\text{xcorr}}{\text{autocorr}} \right) > K$$

前式中で、autocorrは自己相関結果に相当し、refcorrは基準自己相関に相当し、xcorrは相互相関結果に相当し、および、Kは有効信号閾値に相当する。したがって、データ検出モジュール38は、後続のデジタル処理が起動される前にベースバンド信号54が有効であるかどうかの最終的な判定を提供する。したがって、データ検出モジュール38が到着信号の有効性に対して極めて高感度であり、および、信号強度が低いときにそうである可能性があるので、電力消費が削減され、ワイヤレス通信装置の到達範囲が拡大され、および、データスループットが増大させられる。

【0029】

図10は、受信された信号の有効性を正確に検出する方法の論理図である。このプロセスは、自己相関結果を発生するために受信信号に対して自己相関が行われるステップ110で開始する。これは、ステップ120 - 124に示されているように行われてよい。ステップ120では、受信信号が有効信号の周期だけ遅延させられる。その次に、このプロセスは、受信信号がその遅延信号と相関させられるステップ122に進む。その次に、このプロセスは、相関信号のエネルギーを表す移動平均すなわち自己相関が求められるステップ124に進む。

【0030】

ステップ110から、このプロセスは、相互相関結果を発生するために相互相関が基準信号に対して受信信号に対して行われるステップ112に進む。これは、ステップ126 - 130に示されているように行われてよい。ステップ126では、基準自己相関レベルが、既知の入力の自己相関の固定された長さに基づいて求められる。その次に、このプロセスは、自己相関結果が基準自己相関を基準として正規化されるステップ128に進む。その次に、このプロセスは、相互相関結果と自己相関結果との比率がその正規化された自己相関結果に基づいて基準化されるステップ130に進む。これが、図9に関して図形的に示されている。

【0031】

ステップ112から、このプロセスが、数学的な相関関係を発生するために自己相関結果が相互相関結果に数学的に関係付けられるステップ114に進む。これは、ステップ132 - 136に示されているように行われてよい。ステップ132では、この数学的な相関関係が識別閾(difference threshold)と比較される。この比較が肯定的であり、受信信号が有効であることを示すときには、このプロセスはステップ134に進む。ステップ136では、この比較が肯定的ではなく、受信信号が有効ではないことを示す場合に。あるいは、この数学的関係は、次式として得られてよく、

【数 2】

$$\sqrt{\frac{\text{autocorr}}{\text{refcorr}}} \left(\frac{\text{xcorr}}{\text{autocorr}} \right) > K$$

前式中で、autocorrは自己相関結果に相当し、refcorrは基準自己相関に相当し、xcorrは相互相関結果に相当し、および、Kは有効信号閾値に相当する。

【 0 0 3 2 】

ステップ 1 1 4 から、このプロセスは、受信信号が有効であるか否かを表示するためにその数学的相関関係が解釈されるステップ 1 1 6 に進む。

【 0 0 3 3 】

当業者は、本明細書で使用されてよい術語「実質的に (substantially)」または「およそ (approximately)」が、その対応する術語に対する業界で受け入れられている許容誤差を示すということを理解するだろう。こうした業界で受け入れられている許容誤差は 1 パーセント未満から 2 0 パーセントまでの範囲内であり、および、構成要素値、集積回路プロセスのばらつき、温度のばらつき、立ち上がり時間および立ち下がり時間、および / または、熱雑音に非限定的に対応する。さらに、当業者は、本明細書で使用されてよい術語「作動的に接続されている (operably coupled)」が、直接的な接続と、別の構成要素、要素、回路、または、モジュールを介した間接的な接続とを含み、この間接的な接続の場合には、介在する構成要素、要素、回路、または、モジュールが、信号の情報を変更しないが、その電流レベル、電圧レベル、および / または、電力レベルを調整してもよいということを理解するだろう。当業者は、さらに、推論された接続 (inferred coupling) (すなわち、1 つの要素が推論によって別の要素に接続される場合) が、「作動的に接続されている」と同じ仕方で 2 つの要素の間の直接および間接的な接続を含むということを理解するだろう。当業者は、さらに、本明細書で使用されてよい術語「肯定的に比較する (compares favorably)」が、2 つ以上の要素、項、信号等の間の比較が所望の関係を提供することを示すことを理解するだろう。例えば、所望の関係が、信号 1 が信号 2 よりも大きい大きさを有するということであるときには、肯定的な比較が、信号 1 の大きさが信号 2 の大きさよりも大きいときに、または、信号 2 の大きさが信号 1 の大きさよりも小さいときに得られるだろう。

10

20

【 0 0 3 4 】

上述の説明は、受信信号の有効性を正確に判定するための方法と装置を示してきた。当業者は、特許請求項の範囲から逸脱することなしに、本発明の開示内容から他の実施形態が得られるだろうということを理解するだろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 5 】

【 図 1 】 図 1 は従来技術の無線受信機の略ブロック図である。

30

【 図 2 】 図 2 は、図 1 の従来技術の受信機の中の信号の周波数ドメイン表現を示す。

【 図 3 】 図 3 は、図 1 の従来技術の受信機の中の信号の周波数ドメイン表現を示す。

【 図 4 】 図 4 は、図 1 の従来技術の受信機の中の信号の周波数ドメイン表現を示す。

【 図 5 】 図 5 は、図 1 の従来技術の受信機の中の信号の周波数ドメイン表現を示す。

【 図 6 】 図 6 は、図 1 の従来技術の受信機の中の信号の周波数ドメイン表現を示す。

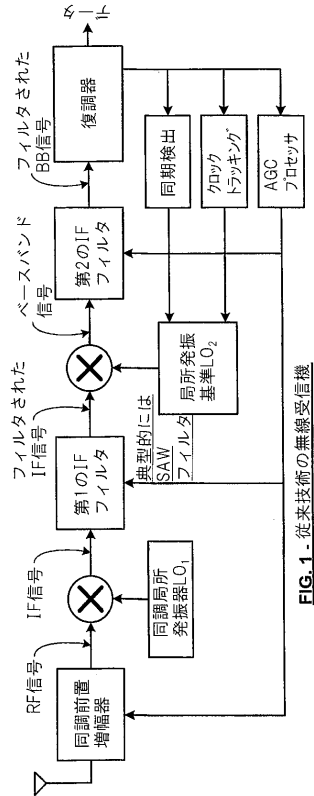
【 図 7 】 図 7 は、本発明による無線受信機の略ブロック図である。

【 図 8 】 図 8 は、図 7 の無線受信機のデータ検出モジュールの機能図である。

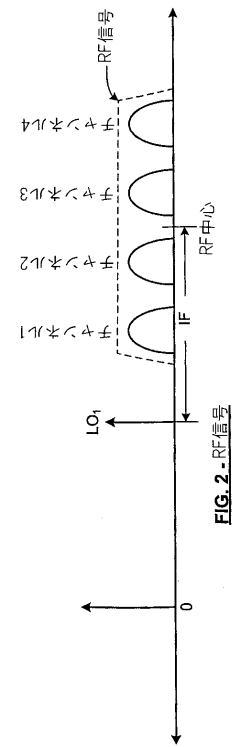
【 図 9 】 図 9 は、図 8 の機能図に対応するタイミング関係である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、受信信号の有効性を正確に検出するための方法の論理図である。

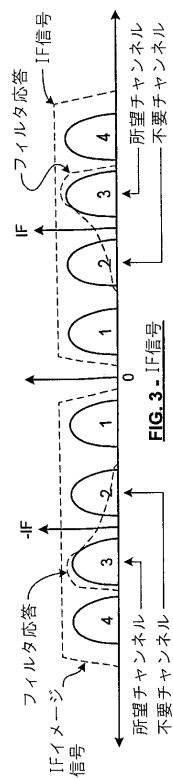
【 図 1 】



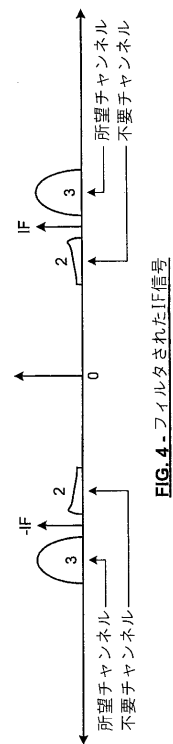
【 図 2 】



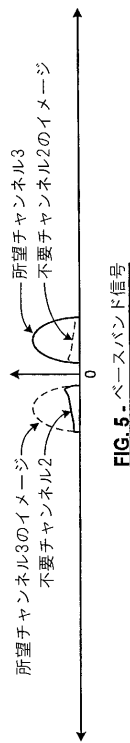
【 図 3 】



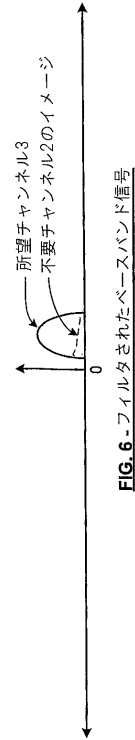
【 図 4 】



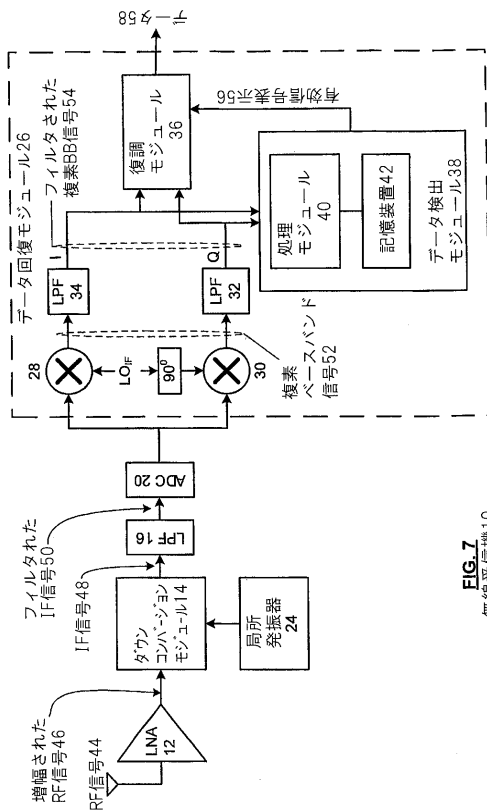
【図 5】



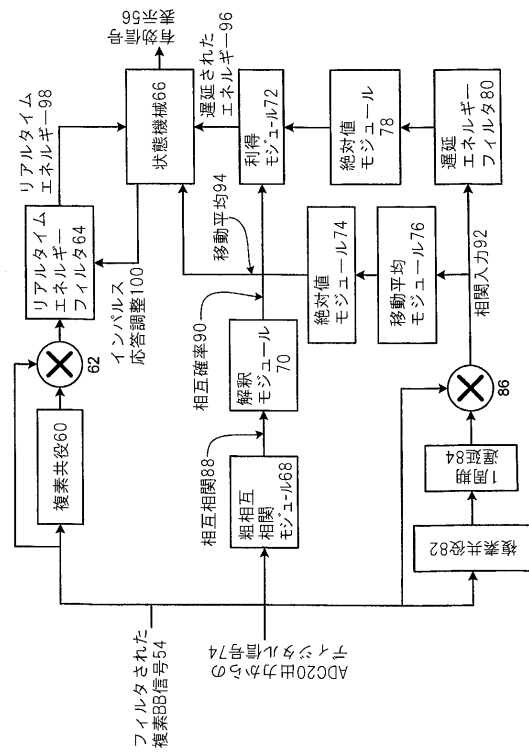
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

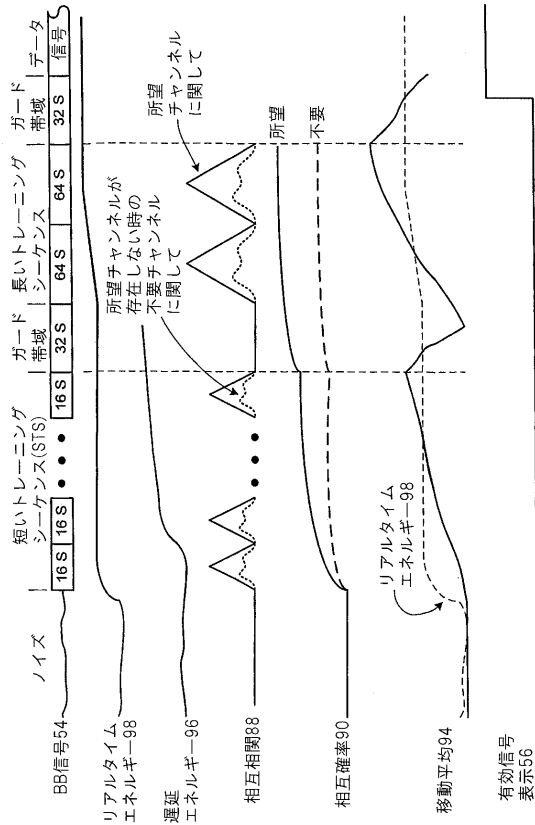


FIG. 9

【図 10】

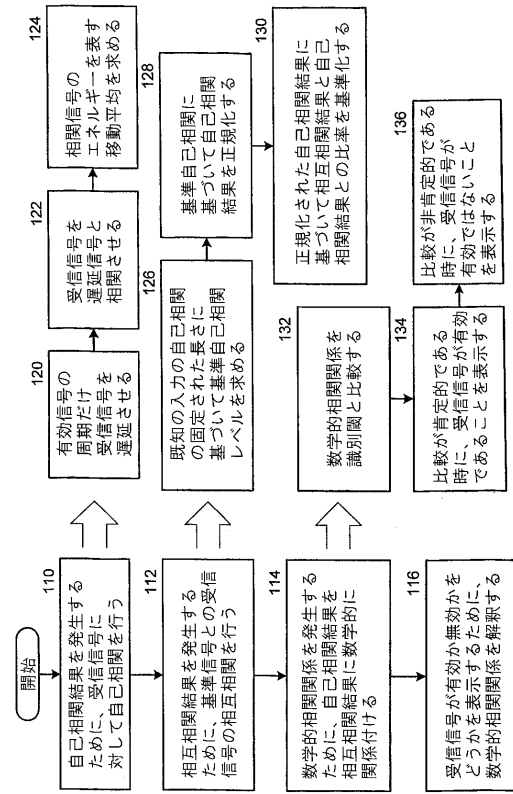


FIG. 10

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CA2004/001815
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC ⁷ H04B-1/00, H04B-1/74, H04B-17/00		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC ⁷ H04B		
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)		
Databases Searched: Delphion, Pluspat, Canadian Patent Database, IEEExplore, Google		
Keywords used: auto-correlation, cross-correlation, reference-correlation, validity, invalid, threshold, radio receiver, mathematical relationship, desired/undesired channel, image.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/0179839 A1 (Astrachan) 25 Sep. 2003 (25-09-2003) **Figures 1-3 and associated text**	1-2, 7-8, 13-14
Y	JP 2002118542 A (MAEKAWA) 19 Apr. 2002 (19-04-2002) **Abstract**	1-2, 7-8, 13-14
P,A	US 6,771,976 B1 (Koyama) 3 Aug. 2004 (03-08-2004) **Figure 13; col. 12, line 56 - col. 13, line 59**	1, 7, 13
Patent family members are listed in annex.		
<p>* Special categories of cited documents : "I" 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>"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 but 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>"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-type search 05 January 2005 (05-01-2005)		Date of mailing of the international-type search report 25 February 2005 (25-02-2005)
Name and mailing address of the ISA/ Commissioner of Patents Canadian Patent Office - PCT Ottawa/Gatineau K1A 0C9 Facsimile No. 1-819-953-9358		Authorized officer Nicholas Tsagaris (819) 953-0790

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family membersInternational application No.
PCT/CA2004/001815

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US2003179839	25-09-2003	US2003179839 A1	25-09-2003
JP2002118542	19-04-2002	JP2002118542 A	19-04-2002
US6771976	03-08-2004	JP2001148679 A US6771976 B1	29-05-2001 03-08-2004

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, IT, LU, 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, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100108383

弁理士 下道 晶久

(72)発明者 アストレイチャン, ポール モリス

アメリカ合衆国, テキサス 78733, オースティン, クリスタル マウンテン 804

Fターム(参考) 5K004 AA08 JG01