

(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2008-545299

(P2008-545299A)

(43) 公表日 平成20年12月11日(2008.12.11)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H04B 7/10	(2006.01)	H04B 7/10	A		2 F 1 2 9
G01C 21/00	(2006.01)	G01C 21/00	D		5 J 0 6 2
G01S 5/14	(2006.01)	G01S 5/14			5 K 0 5 9

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-511447 (P2008-511447)	(71) 出願人	595020643
(86) (22) 出願日	平成18年5月11日 (2006.5.11)		クアルコム・インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成20年1月15日 (2008.1.15)		QUALCOMM INCORPORATED
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/018605		
(87) 国際公開番号	W02006/122316		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(87) 国際公開日	平成18年11月16日 (2006.11.16)		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(31) 優先権主張番号	60/680,454		ハウス・ドライブ 5775
(32) 優先日	平成17年5月11日 (2005.5.11)	(74) 代理人	100058479
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 鈴江 武彦
(31) 優先権主張番号	11/165,281	(74) 代理人	100091351
(32) 優先日	平成17年6月22日 (2005.6.22)		弁理士 河野 哲
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊

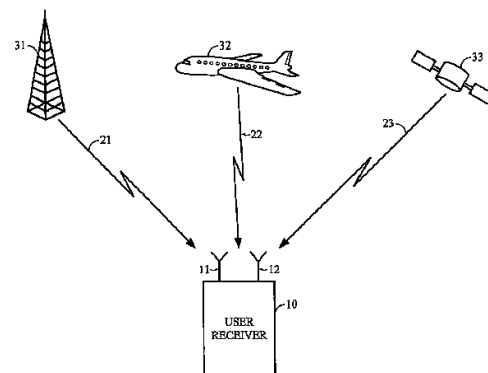
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2つのアンテナまたはその同等物を使用してナビゲーションビーコン信号を検出するための方法

(57) 【要約】

2つのアンテナまたは合成開口アンテナのいずれかを使用して複数の異なる測定値を受信すること、および干渉除去ビームを形成するために複数のアンテナ重み成分を使用して複数の異なる測定値を結合することにより、複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法。一実施形態では、複数のアンテナ重み成分が固有値処理によって決定される。他の実施形態では、複数のアンテナ重み成分が簡略化された処理によって決定される。他の態様では、単一アンテナが最初に受信される測定値を受信するために使用される。最初に受信された測定値のコピーが作成され、空間ダイバーシティをエミュレートするために適切な時間遅延を実現するために処理される。最初に受信された測定値および処理されたコピーが干渉除去ビームを形成するために結合される。

【選択図】 図1A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のナビゲーションビーコン信号を検出する方法であって、
2つの異なる測定値を受信するために2つのアンテナを使用すること、および
干渉除去ビームを形成するために2つのアンテナ重み成分を使用して前記2つの異なる
測定値を結合すること
を具備する方法。

【請求項 2】

前記2つのアンテナ重み成分は固有値処理によって決定される、請求項1に記載の方法

10

【請求項 3】

前記2つのアンテナ重み成分は簡略化された処理によって決定される、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記2つのアンテナ重み成分のそれぞれは最も強いナビゲーションビーコン信号の複素電圧である、請求項3に記載の方法。

【請求項 5】

前記2つのアンテナ重み成分のそれぞれは複数の最も強いナビゲーションビーコン信号の前記複素電圧の合計である、請求項3に記載の方法。

【請求項 6】

複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法であって、
複数の異なる測定値を受信するために1つの合成開口アンテナを使用すること、および
干渉除去ビームを形成するために複数のアンテナ重み成分を使用して前記複数の異なる
測定値を結合すること
を具備する方法。

20

【請求項 7】

前記複数のアンテナ重み成分は固有値処理によって決定される、請求項6に記載の方法

【請求項 8】

前記複数のアンテナ重み成分は簡略化された処理によって決定される、請求項6に記載の方法。

30

【請求項 9】

前記複数のアンテナ重み成分のそれぞれは最も強いナビゲーションビーコン信号の複素電圧である、請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

前記複数のアンテナ重み成分のそれぞれは複数の最も強いナビゲーションビーコン信号の複素電圧の合計である、請求項8に記載の方法。

【請求項 11】

複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法であって、
最初に受信される測定値を受信するために1つのアンテナを使用すること、
前記最初に受信された測定値のコピーを作成し、処理されたコピーになるように空間ダイバーシティをエミュレートするために時間遅延を一致させることにより前記最初に受信された測定値の前記コピーを処理すること、および
干渉除去ビームを形成するために2つのアンテナ重み成分を使用して前記最初に受信された測定値を前記処理されたコピーと結合すること
を具備する方法。

40

【請求項 12】

前記2つのアンテナ重み成分は固有値処理によって決定される、請求項11に記載の方法。

【請求項 13】

50

前記 2 つのアンテナ重み成分は簡略化された処理によって決定される、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記 2 つのアンテナ重み成分のそれぞれは最も強いナビゲーションビーコン信号の複素電圧である、請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記 2 つのアンテナ重み成分のそれぞれは複数の最も強いナビゲーションビーコン信号の前記複素電圧の合計である、請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 6】

複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法を実施するためにコンピュータプログラムによって実行可能な命令のプログラムを組入れたコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、

2 つの異なる測定値を受信するために 2 つのアンテナを使用すること、および
干渉除去ビームを形成するために 2 つのアンテナ重み成分を使用して前記 2 つの異なる測定値を結合すること
を具備する、コンピュータ可読媒体。

【請求項 1 7】

複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法を実施するためにコンピュータプログラムによって実行可能な命令のプログラムを組入れたコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、

複数の異なる測定値を受信するために 1 つの合成開口アンテナを使用すること、および
干渉除去ビームを形成するために複数のアンテナ重み成分を使用して前記複数の異なる測定値を結合すること
を具備する、コンピュータ可読媒体。

【請求項 1 8】

複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法を実施するためにコンピュータプログラムによって実行可能な命令のプログラムを組入れたコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、

最初に受信される測定値を受信するために 1 つのアンテナを使用すること、
前記最初に受信された測定値のコピーを作成し、処理されたコピーになるように空間ダイバーシティをエミュレートするために時間遅延を一致させることにより前記最初に受信された測定値の前記コピーを処理すること、および
干渉除去ビームを形成するために 2 つのアンテナ重み成分を使用して前記最初に受信された測定値を前記処理されたコピーと結合すること
を具備する、コンピュータ可読媒体。

【請求項 1 9】

複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法を実施するための集積回路であって、前記方法は、

2 つの異なる測定値を受信するために 2 つのアンテナを使用すること、および
干渉除去ビームを形成するために 2 つのアンテナ重み成分を使用して前記 2 つの異なる測定値を結合すること
を具備する、集積回路。

【請求項 2 0】

複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法を実施するための集積回路であって、前記方法は、

複数の異なる測定値を受信するために 1 つの合成開口アンテナを使用すること、
干渉除去ビームを形成するために複数のアンテナ重み成分を使用して前記複数の異なる測定値を結合すること
を具備する、集積回路。

【請求項 2 1】

複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法を実施するための集積回路であって、前記方法は、

最初に受信される測定値を受信するために１つのアンテナを使用すること、

前記最初に受信された測定値のコピーを作成し、処理されたコピーになるように、空間ダイバーシティをエミュレートするために時間遅延を一致させることにより前記最初に受信された測定値の前記コピーを処理すること、および

干渉除去ビームを形成するために２つのアンテナ重み成分を使用して前記最初に受信された測定値を前記処理されたコピーと結合すること

を具備する、集積回路。

【発明の詳細な説明】

10

【関連技術】

【０００１】

本出願は、２００５年５月１１日に提出された米国仮特許出願第６０／６８０，４５４号に基づいて優先権を主張するものである。

【技術分野】

【０００２】

本発明は、一般に、位置決定のための方法に関する。

【背景技術】

【０００３】

距離に基づく位置決定システムでは、複数のソースからのナビゲーション(navigation)ビーコン信号の時間遅延測定値が各ナビゲーションビーコン信号のソースに関連する距離情報に変換される。未知のユーザ位置を見いだすために既知の位置に関する様々なソースまでの距離が、たとえば三辺測量または多辺測量として知られている幾何学的技法によって結合される(combined)。ナビゲーションビーコン信号の遅延が(たとえば、ユーザクロックがネットワークに同期されていないシステムで)全然知られることができない場合、位置決定アルゴリズムは、追加の時間遅延測定値を使用して、三辺測量法によって見いだされるために、ユーザクロックの時間バイアスを別の未知のものともみなすこともある。

20

【０００４】

位置決定の正確さを向上させるために、マルチプルの(multiple)ナビゲーションビーコン信号(すなわち信号ソース)を受信することが望ましい。しかし、多くの場合、より弱いビーコン信号(すなわちユーザ受信機からより遠く離れた信号)は、より強いナビゲーションビーコン信号によってマスクされる(masked)ので、検出不可能である(したがって、使用不可能である)。

30

【０００５】

より弱いナビゲーションビーコン信号を捕捉しようとする場合、従来技法はユーザ受信機ごとに単一のアンテナを使用する。より弱いナビゲーションビーコン信号の検出は、より弱いナビゲーションビーコン信号の感度を上げるために増加された信号積分時間を使用することによって試みられる。

【０００６】

したがって、２つのアンテナまたはその同等物を使用することによってナビゲーションビーコン信号を検出するための方法を提供することが望ましい。

40

【発明の開示】

【０００７】

[サマリー]

２つのアンテナまたはその同等物を使用することによってナビゲーションビーコン信号を検出するための方法が開示される。

【０００８】

一態様によれば、複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法は、２つの互いに異なる測定値を受信するために２つのアンテナを使用すること、および干渉除去ビームを形成するために２つのアンテナ重み成分を使用して２つの互いに異なる測定値を結

50

合することを具備する。一実施形態では、2つのアンテナ重み成分が固有値(eigenvalue)処理によって決定される。他の実施形態では、2つのアンテナ重み成分が簡略化された処理によって決定される。

【0009】

他の実施形態によれば、複数のナビゲーションビーコン信号を検出するための方法は、複数の互いに異なる測定値を受信するために1つの合成開口アンテナ(synthetic aperture)を使用すること、および干渉除去ビームを形成するために複数のアンテナ重み成分を使用して複数の互いに異なる測定値を結合することを具備する。一実施形態では、複数のアンテナ重み成分が固有値処理によって決定される。他の実施形態では、複数のアンテナ重み成分が簡略化された処理によって決定される。

10

【0010】

一態様によれば、複数のナビゲーションビーコン信号を検出する方法は、最初に受信される測定値を受信するために1つのアンテナを使用すること、最初に受信された測定値のコピーを作成し、最初に受信された測定値の処理されたコピーになるように、空間ダイバーシティをエミュレートするために時間遅延を一致させることにより最初に受信された測定値のコピーを処理すること、および干渉除去ビームを形成するために2つのアンテナ重み成分を使用して、最初に受信された測定値を最初に受信された測定値の処理されたコピーと結合することを具備する。一実施形態では、2つのアンテナ重み成分が固有値処理によって決定される。他の実施形態では、2つのアンテナ重み成分が簡略化された処理によって決定される。

20

【0011】

他の実施形態は、以下の詳細な説明から当業者には容易に明らかになることが理解され、それは例として図示され説明されている様々な実施形態である。図面および詳細な説明は、本来例示的とみなされるべきであり、制限的とみなされるべきではない。

【詳細な説明】

【0012】

添付の図面に関連して以下に記載される詳細な説明は、本発明の様々な実施形態の説明を意図するものであって、本発明が実施されることができ実施形態だけを示すことを意図するものではない。本開示に記載の各実施形態は、本発明の例または図としてのみ提供されるものであり、必ずしも他の実施形態より好ましいまたは有利であると解釈されるべきではない。本明細書は、本発明の完全な理解を提供するために具体的で詳細な説明を含む。しかし、本発明はこれらの具体的で詳細な説明がなくても実施されることができ当業者には明らかであろう。いくつかの例では、本発明の概念を不明瞭にするのを避けるためによく知られている構造およびデバイスがブロック図形式で示されている。頭字語および他の記述的専門用語は、単に便宜のためにおよび明瞭にするためにのみ使用されることができ、本発明の範囲を限定するものではない。

30

【0013】

本発明は、2つのアンテナまたはその同等物を使用することによってナビゲーションビーコン信号を検出するための方法を開示する。2つのアンテナを使用することは、周囲の無線環境の2つの互いに異なる測定値を受信するための空間ダイバーシティの形態を提供する。空間ダイバーシティは、位置の正確さおよび信頼性を改善するためにより多くのナビゲーションビーコン信号を受信する際に改善された感度を可能にする。2つの互いに異なる測定値が、干渉除去(IC)アルゴリズムの代替形態によってより弱いナビゲーションビーコン信号の検出性を高めるようにユーザ受信機で処理される。本明細書では干渉除去アルゴリズムの2つの実施形態、すなわち固有値処理および簡略化された処理が開示される。本明細書では干渉除去アルゴリズムの2つの実施形態だけが開示されるが、干渉除去アルゴリズムの他の実施形態が本発明の範囲内で使用されることができ当業者は知ることになるであろう。

40

【0014】

空間ダイバーシティを実現するためには、2つの物理的アンテナが必ずしも必要である

50

とは限らないことを当業者は知ることになるであろう。異なる時点に受信された測定値を、それらがあたかも同時に2つの別々のアンテナによって受信された2つの異なる測定値であるかのように捕捉する単一アンテナは、合成開口アンテナとして知られている。合成開口アンテナは、より強いナビゲーションビーコン信号によってマスクされる可能性があるナビゲーションビーコン信号を検出するために干渉除去アルゴリズムを用いて使用されることができる。

【0015】

また、仮想空間ダイバーシティの形態は1つの物理的アンテナを使用する連続除去(successive cancellation)によっても実現される。受信機はそのメモリ内に最も強い受信ナビゲーションビーコン信号のコピーを含む。このメモリは第2の仮想アンテナ、すなわち、雑音も、干渉も、または他のより弱いナビゲーションビーコン信号の存在もない最も強いナビゲーションビーコン信号だけを受信するアンテナとして働く。メモリ内のこのコピーは、適切に計算されたアンテナ重み成分によって最初に受信された測定値から減じられることができる。2番目に強いナビゲーションビーコン信号、3番目に強いナビゲーションビーコン信号などは、所望のレベルの感度のナビゲーションビーコン信号に達するようにこれと同様のやり方で除去されることができることを当業者は理解するであろう。

【0016】

図1a、1bおよび1cは、複数のナビゲーションビーコン信号を検出するシステムを示す。(地上、空中および/または宇宙のソースを含む)マルチプル信号ソース31、32、33は、ナビゲーションビーコン信号21、22、23をユーザ受信機10に送信する。図1aでは、ユーザ受信機10は、ナビゲーションビーコン信号を受信するための2つの物理的アンテナ11、12を含む。図1bでは、合成開口アンテナ14が図1aに示されている2つの物理的アンテナに取って代わる。図1cでは、連続除去を使用する単一物理的アンテナ16が図1aに示されている2つの物理的アンテナに取って代わる。

【0017】

図2a、2bおよび2cは、複数のナビゲーションビーコン信号を検出するためのアルゴリズムの流れ図である。図2a、ステップ210に示されているように、2つの互いに異なる測定値を受信するために2つのアンテナが使用される。ステップ220で、2つの互いに異なる測定値が、干渉除去ビームを形成するために2つのアンテナ重み成分を使用して結合される。図2bでは、合成開口アンテナが使用される。ステップ240で、合成開口アンテナが複数の互いに異なる測定値を受信する。ステップ250で、複数のアンテナ重み成分を使用して、複数の互いに異なる測定値が干渉除去ビームを形成するために結合される。図2cでは、1つのアンテナがナビゲーションビーコン信号を検出するために使用される。ステップ270で、1つのアンテナが最初に受信される測定値を受信する。ステップ280で、最初に受信された測定値のコピーが作成され、結果として最初に受信された測定値の処理されたコピーになるように、空間ダイバーシティをエミュレートするために時間遅延を一致させることにより処理される。ステップ290で、最初に受信された測定値および処理されたコピーが干渉除去ビームを形成するために2つのアンテナ重み成分を使用する。

【0018】

図3aおよび3bは、ユーザ受信機10のブロック図である。相互にすべて電氣的に結合されているアンテナシステム110、トランシーバシステム120、プロセッサ130およびコンピュータ可読媒体140を含むユーザ受信機10の第1実施形態が図3aに示されている。アンテナシステム110は、2つの物理的アンテナ、合成開口アンテナまたは連続除去を利用する単一アンテナを含むことができる。図3bは、アンテナシステム110およびトランシーバシステム120を含むユーザ受信機10の第2実施形態を示す。さらに、集積回路150は、アンテナシステム110およびトランシーバシステム120に電氣的に結合されている。集積回路150は、プロセッサおよびメモリシステム、FPGA(フィールドプログラマブルゲートアレイ)、ASIC(特定用途向け集積回路)またはそれらの同等物を使用して実装されることもできることを当業者は理解するであろう

。

【 0 0 1 9 】

一実施形態では、干渉除去アルゴリズムは、代数固有値(algebraic eigenvalues)を使用して干渉除去のために最適のアンテナ重み成分 w_1 および w_2 を決定する(「固有値処理」)。ここで、2つのアンテナまたはその同等物を有する移動体ユーザなどのユーザシステムのための固有値処理が説明される。アンテナ# 1 およびアンテナ# 2 に関するベースバンド複素(complex)電圧間の複素相関について考察する。複素相関(complex-correlation)は複素値行列(complex valued matrix)を特徴とする：

【 数 1 】

$$\rho(i,j) = \text{sum_time}\{IQdata(\text{time},i)' * IQdata(\text{time},j)\}/N\text{time} \quad (1)$$

10

【 0 0 2 0 】

式中、 i および j はそれぞれ値 1 または 2 を取ることができ、 IQ データ(時間, 1) はアンテナ# 1 に関する複素電圧サンプルの時系列であり、 IQ データ(時間, 2) はアンテナ# 2 に関する複素電圧サンプルの時系列であり、 N 時間は合計の時間サンプルの合計数であり、 sum_time は全時間の複素合計であり、 X' は X の複素共役を示す。

(1, 1)、(1, 2)、(2, 1)、および(2, 2) は全部合わせて 2×2 相関行列を定義する。

は2つの固有ベクトルを有する2つの実数の、正の固有値を有する。2つのアンテナ(アンテナ# 1 およびアンテナ# 2)からの IQ ストリームの「ビーム形成」組合せについて考察する：

20

【 数 2 】

$$IQdataC(\text{time}) = w_1 IQdata(\text{time}, 1) + w_2 IQdata(\text{time}, 2) \quad (2)$$

【 0 0 2 1 】

したがって、 w_1 および w_2 が の正規直交固有ベクトルの成分である場合、 IQ データ C (時間) の平均エネルギーは、 $|w_1|^2 + |w_2|^2 = 1$ という制約の下で最低値および最大値にある。すなわち、最低エネルギーは1つの固有ベクトルから選択された w_1 および w_2 に関して生じ、最大値はもう1つの固有ベクトルから選択された w_1 および w_2 に関して生じる。

30

【 0 0 2 2 】

ビーム形成に関して線形結合について説明すると、1つの固有値がビームを(できるだけ)到来(incoming)無線エネルギーの方に向けるアンテナ重み成分を与え、もう1つの固有値がビームを(できるだけ)到来無線エネルギーから離れた方に向ける直交ビームを与える。低いほうの固有ベクトルは、小さいほうの固有値に対応する固有ビーム(eigenbeam)を表す。高いほうの固有ベクトルは大きいほうの固有値に対応する固有ビームを表す。高いほうの固有ベクトルは2つの単一アンテナ(別々にアンテナ# 1 およびアンテナ# 2)のいずれかに非常に似ているように見える。

40

【 0 0 2 3 】

表 1 は、ベースライン、干渉除去(IC)アルゴリズム(固有値処理を使用)、PNオフセットの探索残余リスト(RE)アルゴリズムおよび高感度パイロット探索(IS)アルゴリズムなど、様々なアルゴリズムの性能を分析するために使用される12組のデータを列挙する。ベースラインアルゴリズムでは、3072のチップコヒーレント積分があり、それらのうちの32が積分された合計98304(3PNロール(rolls))に関してインコヒーレントに合計されている。処理ソフトウェアが $E_c/I_o > -33$ dB のフル探索閾値ごとに 10^{-5} 誤警報レベルを計算する。(E_c はジュール単位のチップごとのエネルギーに等しく、 I_o は1Hzあたりのワット単位の干渉雑音密度に等しい。) IS(高感度パイロット探索)アルゴリズムでは、98304のチップコヒーレント積分があり

50

、フルドップラー探索を伴い、インコヒーレント合計を伴わない。処理ソフトウェアは、 $E_c/I_o > -37\text{ dB}$ のフル探索閾値ごとに 10^{-5} 誤警報レベルを計算する。

【表 1】

表 1

チャンネル	コヒーレント	インコヒーレント	ドップラー	ソース	特徴	使用されたか?
1	3072	32	ノー	内部アンテナ		イエス
2	3072	32	ノー	ホイップアンテナ	ベースライン/RE	イエス
3	3072	32	ノー	低いほうの固有ベクトル		イエス
4	3072	32	ノー	高いほうの固有ベクトル		イエス
5	3072	64	ノー	固有ベクトルのインコヒーレント合計	IC/ IC+RE	イエス
2+3	3072	32	ノー	チャンネル2と3の結合		イエス
6	98304	1	イエス	内部アンテナ		ノー
7	98304	1	イエス	ホイップアンテナ	IS/ IS+RE	イエス
8	98304	1	イエス	低いほうの固有ベクトル		イエス
9	98304	1	イエス	高いほうの固有ベクトル		ノー
10	98304	2	イエス	固有ベクトルのインコヒーレント合計		ノー
7+8	98304	1	イエス	チャンネル7と8の結合	IC+IS/ IC+IS+RE	イエス

10

20

30

40

50

【0024】

ベースライン積分とIS積分は両方とも、80msまたは3PNロールのデータに対応する、同じ数のチップ、98304に関する。信号が（移動体ユーザが移動している場合）それでもなお発見されることができるよう、長いコヒーレント積分によるドップラー探索が必要とされる。インコヒーレント対コヒーレントドップラー探索に関する信号対雑音比（SNR）の改善は理論的に約32または7.5dBであるはずである。しかし、コヒーレント積分とインコヒーレント積分との間の様々な次数の²統計値のため、コヒーレント積分の7.5dB効果は、非常に低い誤警報率でたった4dBまで低減される。

【0025】

高いほうの固有ベクトルは、合計のエネルギーを最大化するようなやり方でアンテナ電圧信号を追加する。対照的に、低いほうの固有ベクトルは、合計のエネルギーを最小化するようなやり方でアンテナ電圧信号を追加する。

【0026】

移動体ユーザが基地局に近い状況について考察する。基地局は、ここではナビゲーションビーコンとして使用されている。2つのアンテナ（アンテナ#1とアンテナ#2）の間の信号の相関は大きく、各アンテナで受信された優勢な近くの基地局ナビゲーションビーコン信号から生じる。高いほうの固有ベクトルは、2つのアンテナ（アンテナ#1およびアンテナ#2）を強いソースに向かってビーム形成する傾向がある。低いほうの固有ベクトルは、対照的に、ビームヌル（たとえばビーム最小）を強い信号ソースの方に向ける傾向がある。高いほうの固有ベクトルは、この組合せからのPPMs（パイロット位相測定値）が各個々のアンテナ（それぞれアンテナ#1およびアンテナ#2）で受信されるものに非常に似ているので、限界便益を有すると予期される。PPMsは、基地局が三辺測量

システムでナビゲーションビーコンとして使用されることができるようになる基地局からの信号の時間遅延測定値を提供する。しかし、低いほうの固有ベクトルは、アンテナビームが優勢な近くの基地局ナビゲーションビーコン信号を最小化するように形成されるようにする。最適組合せによって部分的に除去されたこのナビゲーションビーコン信号によって、より弱いナビゲーションビーコン信号は、優勢な近くの基地局ナビゲーションビーコン信号と移動体ユーザから（ビーム形成の点で）同じ方向にない限り、サーチで分解されることができる。

【 0 0 2 7 】

チャンネル 5 および 1 0 は、2 つの固有ベクトルの解を（等しい雑音レベルに関して基準化した (scaling) 後で）インコヒーレントに合計することにより形成される。これは S N R s を高めないはずである。しかし、非常に低い誤警報率では、² 統計値の次数を上げることによって、検出のより低い閾値が生じる可能性がある。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、チャンネル 7 および 8 の検出された P P M s のヒストグラムである。チャンネル 7 は、単一ホイップアンテナの場合である。チャンネル 8（「干渉除去チャンネル」）は、低いほうの固有ベクトルを使用する。チャンネル 7 の単一ホイップアンテナは、チャンネル 7 および 8 からの P P M s の結合 (union) を含む合成チャンネルを生成するために干渉除去の低いほうの固有ベクトルチャンネル（チャンネル 8）と結合される。両方のチャンネルが特定の P N オフセットで P P M を検出した場合、高いほうの値の E_c / I_o を有する P P M だけが保持される。干渉除去チャンネル（チャンネル 8）は、 $E_c / I_o > -36 \text{ dB}$ に関する改善を有効に有しない。しかし、 -36 dB より下では、干渉除去チャンネルは何百もの P P M s を追加する。干渉除去チャンネル（チャンネル 8）によって追加された P P M s は、隣接リストと残余リストとの間でほぼ等しく分配される。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、チャンネル 5 ならびにチャンネル 2 および 3 の結合セットに関する検出された P P M s のヒストグラムである。図 5 は両方の固有ベクトル（チャンネル 5）に関するインコヒーレント合計を単一アンテナ（チャンネル 2）および低いほうの固有ベクトル「干渉除去」固有ベクトル（チャンネル 3）の組合せと比較する。両方の固有ベクトル（チャンネル 5）に関するインコヒーレント合計を形成する場合、最も強い E_c / I_o 値がシフトダウンされるが、P P M s はそれでもなお含まれる。したがって、様々なチャンネルの最適組合せをどのように得るかは、図 5 からは、はっきりとは明らかではない。表 2 は、合成合計チャンネルを含めて、各チャンネルに関する P P M s の合計数をまとめたものである。表 2 は、両方の固有ベクトル（チャンネル 5）に関するインコヒーレント合計と、単一アンテナ（チャンネル 2）および低いほうの固有ベクトル「干渉除去」固有ベクトル（チャンネル 3）の組合せとの間の P P M s の数における違いは事実上ないことを示す。表 2 に示されている例では、チャンネル 2 の残余リストを追加することは P P M s を 38% 増加させる。

10

20

30

【表 2】

表 2

		PPMsの数			
	チャンネル	合計	NL内	残余	残余/NL
インコヒーレント	1	5102	3824	1278	33%
インコヒーレント	2	5122	3840	1282	33%
インコヒーレント	3	6146	4446	1700	38%
インコヒーレント	4	5107	3822	1285	34%
インコヒーレント	5	6505	4577	1928	42%
インコヒーレント	2+3	6465	4574	1891	41%
コヒーレント+ドップラー	7	6401	4416	1985	45%
コヒーレント+ドップラー	8	7390	4938	2452	50%
コヒーレント+ドップラー	7+8	7920	5114	2806	55%

10

20

【 0 0 3 0 】

表 3 は様々なチャンネルに関するチャンネル 2（インコヒーレント合計を使用する単一ホイップアンテナ）の P P M s の数の改善をまとめたものである。表 3 に示されているように、ベースラインとしてチャンネル 2 で隣接リストだけを使用すると、チャンネル 7（単一ホイップアンテナでのコヒーレント+ドップラー）に関する P P M s の数の改善は 1 5 % である。隣接リストとは、セルラ電話が通信目的で探す基地局のリストのことを表す。残余リストは、電話機が通常は探索しないその他の基地局を表す。残余リストが含まれている場合、改善は 2 5 % である。さらに、表 3 に示されているように、チャンネル 2 をベースラインとして、隣接リストだけを使用すると、チャンネル 5（2 つのアンテナ）に関する P P M s の数の改善は 1 9 % である。残余リストが含まれる場合、改善は 2 7 % である。チャンネル 5 の結果は、チャンネル 2 + 3 の場合と同じである。表 3 に示されているように、チャンネル 2 をベースラインとして、隣接リストだけを使用すると、チャンネル 7 + 8 に関する P P M s の数の改善は 3 3 % である。残余リストが含まれる場合、改善は 5 5 % である。

30

【表 3】

表 3

		チャンネル2に関して		
	チャンネル	合計	NL内	残余
インコヒーレント	1	0%	0%	0%
インコヒーレント	2	0%	0%	0%
インコヒーレント	3	20%	16%	33%
インコヒーレント	4	0%	0%	0%
インコヒーレント	5	27%	19%	50%
インコヒーレント	2+3	26%	19%	48%
コヒーレント+ドップラー	7	25%	15%	55%
コヒーレント+ドップラー	8	44%	29%	91%
コヒーレント+ドップラー	7+8	55%	33%	119%

10

20

【 0 0 3 1 】

表 4 は、様々なチャンネルに関するチャンネル 7（長いコヒーレント + ドップラー探索の単一ホイップアンテナ）に関する P P M s の数の改善をまとめたものである。表 4 に示されているように、隣接リストだけを使用し、2つのアンテナ（チャンネル 7 + 8）を使用すると、P P M s の数の改善は 16 % である。残余リストが含まれる場合、改善は 24 % である。

【表 4】

表 4

		チャンネル7に関して		
	チャンネル	nPPMs	NL内	残余
インコヒーレント	1	-20%	-13%	-36%
インコヒーレント	2	-20%	-13%	-35%
インコヒーレント	3	-4%	1%	-14%
インコヒーレント	4	-20%	-13%	-35%
インコヒーレント	5	2%	4%	-3%
インコヒーレント	2+3	1%	4%	-5%
コヒーレント+ドップラー	7	0%	0%	0%
コヒーレント+ドップラー	8	15%	12%	24%
コヒーレント+ドップラー	7+8	24%	16%	41%

30

40

【 0 0 3 2 】

図 6 は、調査された例示的サブセットのチャンネルに関する定点ごとの P P M s の数の実

50

験上のCDFを示す。表5は、調査された同じ例示的サブセットのチャネルに関する4以下のPPMsのCDFパーセンタイルをリストアップする。図5は、4以下のPPMsを有していた定点の20%の半分より多くが、REおよびISアルゴリズムの単一アンテナ特徴だけを使用して4PPMsより多くにシフトされることを示す。図5に示されているように、ISアルゴリズムだけは、より多くのPPMsを検出する際にREアルゴリズムだけを使用するのに比べて約2倍効果的である。さらに、ISアルゴリズムとREアルゴリズムを合わせたものはそれぞれ別々のものの合計より良い。表5からの顕著な特徴は、2アンテナ干渉除去(IC)アルゴリズムはそれだけで、単一アンテナを使用するその他の2つのアルゴリズム(REまたはIS)のいずれよりも効果的であることである。さらに表5に示されているように、ICアルゴリズムと組み合わされたREアルゴリズムはREアルゴリズムをISアルゴリズムと結合するより多くの改善を追加する。3つすべてのアルゴリズム(IC、REおよびIS)の組合せは、全体で93%の改善をもたらす。

【表5】

表5

4またはそれより多くの
PPMsに関するCDFパーセンタイル:

技法	CDF%	改善, %
ベースライン	20.60%	0%
RE	18.40%	11%
IS	13.80%	33%
RE+IS	9.40%	54%
IC	8.80%	57%
IC+IS	5.30%	74%
IC+RE	3.50%	83%
RE+IS+IC	1.50%	93%

【0033】

PPMsの小さな数から始まる定点に関する定点ごとのPPMsの数の改善は、追加のPPMごとの最大の改善が、非常に少ないPPMsから始まっている場合に得られることが示されているので興味深い。全CDFにわたるプロットは、1つの変数(たとえば、何らかの改善下の定点ごとのPPMsの数)のCDFが、ベースラインフォーマットに関する定点ごとのPPMsの数など何らかの他の変数を条件にそこからプロットされることができるプロットである。図7~10は、RSアルゴリズム、ISアルゴリズムまたはICアルゴリズムだけ、または様々な組合せに関する定点ごとのPPMsの数をベースラインフォーマットの定点ごとのPPMsの数と比較する。図7に示されているように、ICアルゴリズムは、低いPPM数の定点においても、定点ごとのPPMsの最大の改善を追加する。図8では、ICアルゴリズムとISアルゴリズムの両方が利用されている。図8に示されているように、ベースライン定点全体にわたって定点ごとのPPMsの数が非常に顕著に増大している。図9では、ICアルゴリズムとREアルゴリズムの両方が利用されている。定点ごとの低いPPMsでは、改善は約2~3PPMsであるが、定点ごとの高いPPMsでは改善が増大している。図10では、ICアルゴリズム、REアルゴリズムおよびISアルゴリズムが利用されている。図10に示されているように、各定点に追加された平均の改善は約5~6PPMsであり、より高いPPM数の定点において改善が増大している。2アンテナ干渉除去(IC)アルゴリズムは、低いPPM数の定点を50%より大きく改善する。ICアルゴリズムがREアルゴリズムおよびISアルゴリズムと組合せて追加された場合、改善は、表5に示されているように、93%である。

【 0 0 3 4 】

干渉除去アルゴリズムの第2実施形態は、簡略化された処理を使用する。アンテナ重み成分は、最も強いナビゲーションビーコン信号を正確に除去するために各アンテナで受信された最も強いナビゲーションビーコン信号の測定値に基づいて選択される。 a_1 および a_2 が2つのアンテナ（アンテナ#1およびアンテナ#2）のそれぞれでの最も強いナビゲーションビーコン信号の複素電圧とすると、 $w_1 = -a_1$ および $w_2 = a_2$ のような最強ナビゲーションビーコン信号を除去するためにアンテナ重み成分 $w_1 = -a_1$ および $w_2 = a_2$ を設定する。ここで、 $w_1 * a_1 + w_2 * a_2$ はゼロに等しく、最も強いナビゲーションビーコン信号を除去する。マルチプルの強いナビゲーションビーコン信号がある場合、できるだけ多くのマルチプルの強いナビゲーションビーコン信号を除去するように複素アンテナ重み成分を設定する。3つの強いナビゲーションビーコン信号を使用する例では、アンテナ#1によって受信された3つの強いナビゲーションビーコン信号の複素電圧が x_1 、 y_1 および z_1 であり、アンテナ#2によって受信された3つの強いナビゲーションビーコン信号が x_2 、 y_2 および z_2 であると仮定する。アンテナ#1での複素電圧の合計が $S_1 = x_1 + y_1 + z_1$ であり、アンテナ#2での複素電圧の合計が $S_2 = x_2 + y_2 + z_2$ であるとする、アンテナ重み成分 w_1 および w_2 は、他のより弱いナビゲーションビーコン信号がアンテナによって検出可能であるように適当なトレードオフで3つの強いナビゲーションビーコン信号を除去するために $w_1 = -S_2$ および $w_2 = S_1$ に設定されるべきである。例ではアンテナ重み成分を計算するために特定の数式が示されているが、他の数式が本発明の範囲を侵害することなくアンテナ重み成分のために使用されることができ、これを当業者は理解するであろう。さらに、本発明は特定の数の強いナビゲーションビーコン信号だけを除去することに限定されないことを当業者は理解しているであろう。そうではなく、所望の数の強いナビゲーションビーコン信号を除去するためにアンテナ重み成分を複数の強いナビゲーションビーコン信号の複素電圧の合計に適用することが当業者には理解されているであろう。

【 0 0 3 5 】

さらに、2つの物理的アンテナを有する必要はない。異なる時点に受信された測定値を、それらがあたかも同時に2つの別々のアンテナによって受信された2つの異なる測定値であるかのように捕捉する単一アンテナは、合成開口アンテナとして知られている。合成開口アンテナは、より強いナビゲーションビーコン信号によってマスクされる可能性のあるナビゲーションビーコン信号を検出するために干渉除去アルゴリズムを用いて使用されることができる。合成開口アンテナを使用する場合、異なる時点に1つの物理的アンテナによって受信されたナビゲーションビーコン信号は、あたかもそれらが同時に受信されたかのように結合されるので、2つの仮想アンテナ（仮想アンテナ#1および仮想アンテナ#2）があると仮定する。たとえば、仮想アンテナ#1は、時間 t_1 と $t_1 + d$ との間に到着するパイロットバーストから成ることができ、一方仮想アンテナ#2は、しばらく後で--時間 t_3 と $t_3 + d$ との間に到着するパイロットバーストから成ることができる。時間 t_1 および t_3 は、整数のPNロールによって異なる。パイロットバーストは正確にPNロールごとに一度繰り返して起こるので、時間で整数のPNロールによって分離された2つのパイロットバーストからのナビゲーションビーコン信号は、空間で分離された2つのアンテナによって受信された同時のナビゲーションビーコン信号に似ている。2つの時間 t_1 および t_3 が定義されると、（前述のように）2つの物理的アンテナの場合に適用可能なすべての組合せ処理が適用されることができる。

【 0 0 3 6 】

さらに、1つの物理的アンテナを使用する「連続除去」の使用は、ナビゲーションビーコン信号を検出するために干渉除去アルゴリズムを用いて使用されることができる。ここで、受信機がナビゲーションビーコン信号のコピーを記憶する。受信機が非常に強く受信するナビゲーションビーコン信号では、記憶されたナビゲーションビーコン信号の時間遅延が、空間ダイバーシティをエミュレートするために実際に受信された強いナビゲーションビーコン信号の時間遅延に一致するように設定されている限り、受信機は記憶されたナ

ビゲーションビーコン信号をあたかも第2「仮想アンテナ」から来たように扱うことができる。したがって、固有値または簡略化された処理のいずれかを使用して、強いナビゲーションビーコン信号が効果的に除去されることができ、したがって、マスクされたより弱いナビゲーションビーコン信号が受信されることができ、この「連続除去」技法の使用は、最も強いナビゲーションビーコン信号を除去し、次いで第2に強いナビゲーションビーコン信号を、次いで第3に強いナビゲーションビーコン信号を除去し、その他同様に、より弱いナビゲーションビーコン信号に対する所望のレベルの感度が実現されるまで、成功裏に利用されることができ、これが当業者によって理解されるであろう。

【0037】

開示された諸実施形態の前述の説明は、本発明を当業者なら誰でも作成または使用することができるようにするために提供されている。これらの実施形態に対する様々な変更形態が当業者には容易に明らかになるであろうし、本明細書で定義された一般的原理は、本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく、他の諸実施形態に適用されることができ

10

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1a】複数のナビゲーションビーコン信号を検出するためのシステムを示す図である

【図1b】複数のナビゲーションビーコン信号を検出するためのシステムを示す図である

20

【図1c】複数のナビゲーションビーコン信号を検出するためのシステムを示す図である

【図2a】複数のナビゲーションビーコン信号を検出するためのアルゴリズムの流れ図である。

【図2b】複数のナビゲーションビーコン信号を検出するためのアルゴリズムの流れ図である。

【図2c】複数のナビゲーションビーコン信号を検出するためのアルゴリズムの流れ図である。

【図3a】ユーザ受信機のブロック図である。

【図3b】ユーザ受信機のブロック図である。

30

【図4】チャンネル7および8に関する検出されたPPMs（パイロット位相測定値）のヒストグラムである。チャンネル7は単一ホイップアンテナを使用する場合である。

【図5】チャンネル5ならびにチャンネル2および3の結合セットに関する検出されたPPMs（パイロット位相測定値）のヒストグラムである。

【図6】調査されたチャンネルの例示的サブセットに関する定点ごとのPPMs（パイロット位相測定値）の数の実験上のCDFを示すグラフである。

【図7】ICアルゴリズムだけに関する定点ごとのPPMs（パイロット位相測定値）の数をベースラインフォーマットの定点ごとのPPMsの数と比較するグラフである。

【図8】ISアルゴリズムおよびICアルゴリズムに関する定点ごとのPPMs（パイロット位相測定値）の数をベースラインフォーマットの定点ごとのPPMsの数と比較するグラフである。

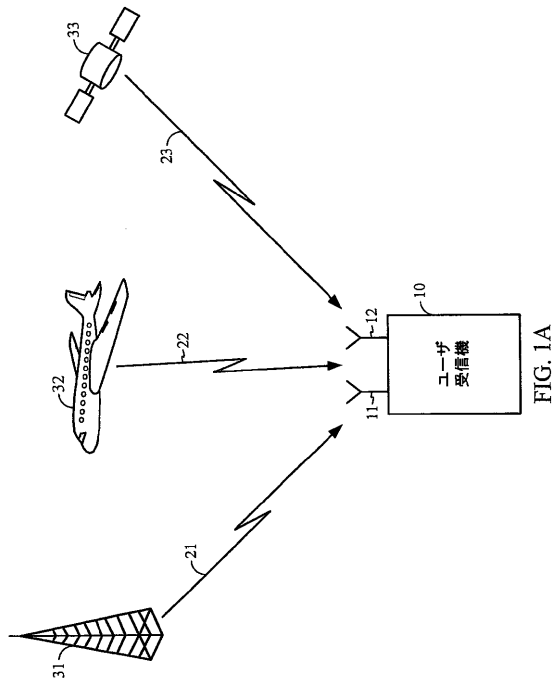
40

【図9】REアルゴリズムおよびICアルゴリズムに関する定点ごとのPPMs（パイロット位相測定値）の数をベースラインフォーマットの定点ごとのPPMsの数と比較するグラフである。

【図10】REアルゴリズム、ISアルゴリズムおよびICアルゴリズムに関する定点ごとのPPMs（パイロット位相測定値）の数をベースラインフォーマットの定点ごとのPPMsの数と比較するグラフである。

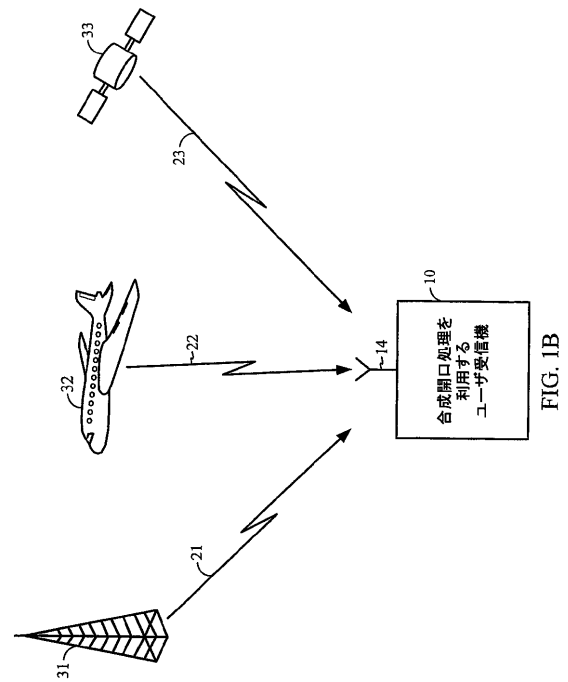
【図 1 A】

図 1A



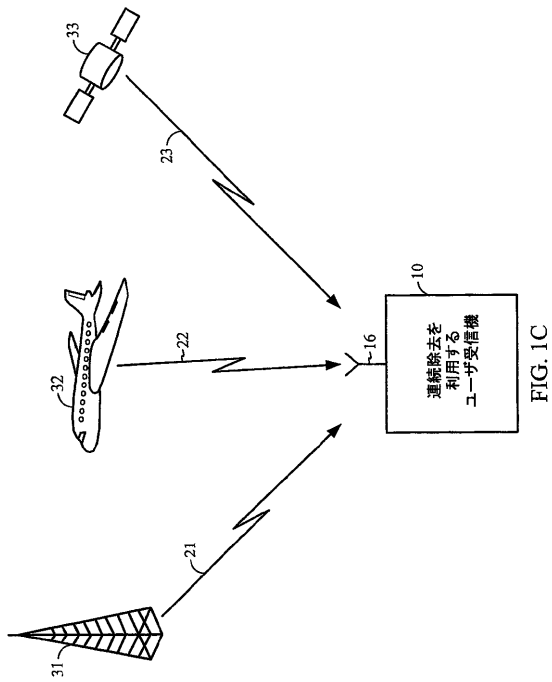
【図 1 B】

図 1B



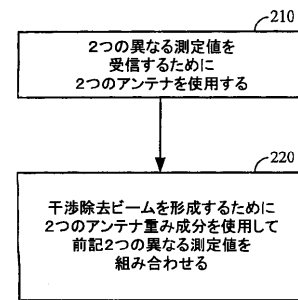
【図 1 C】

図 1C



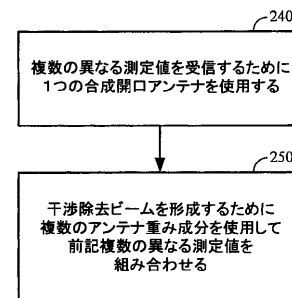
【図 2 A】

図 2A



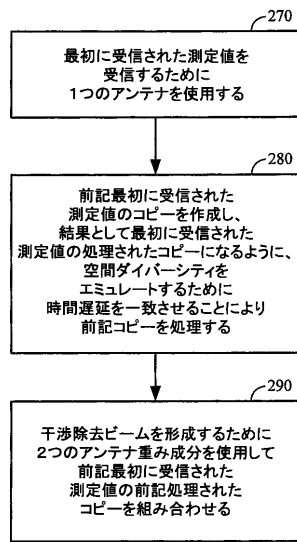
【図 2 B】

図 2B



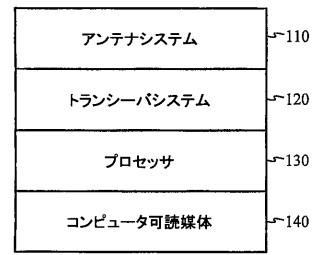
【図 2 C】

図 2C



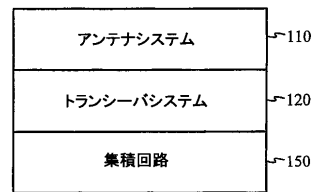
【図 3 A】

図 3A



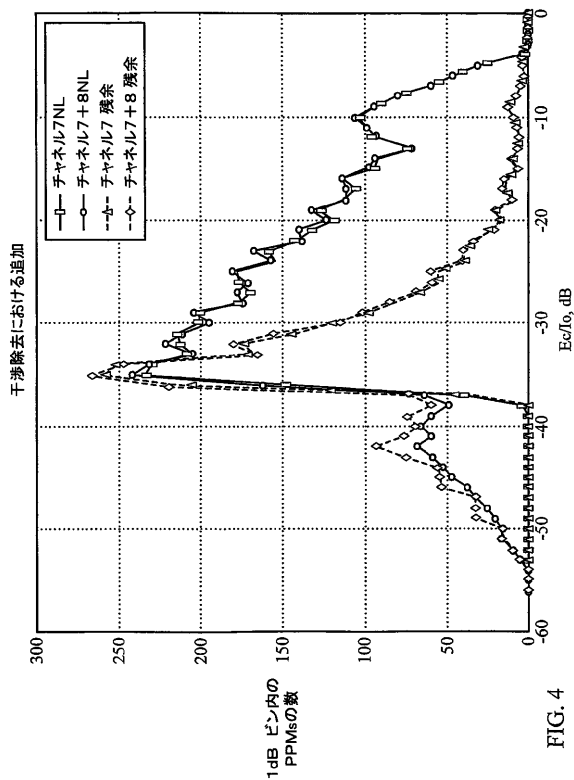
【図 3 B】

図 3B



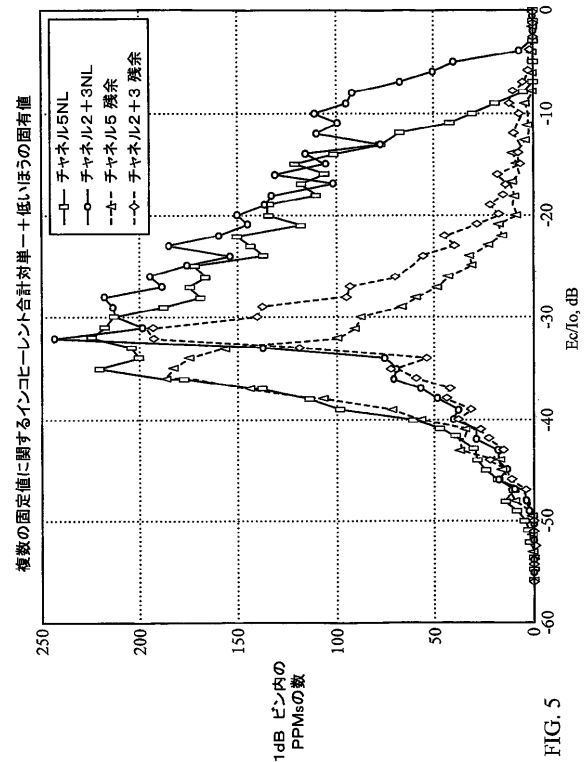
【図 4】

図 4



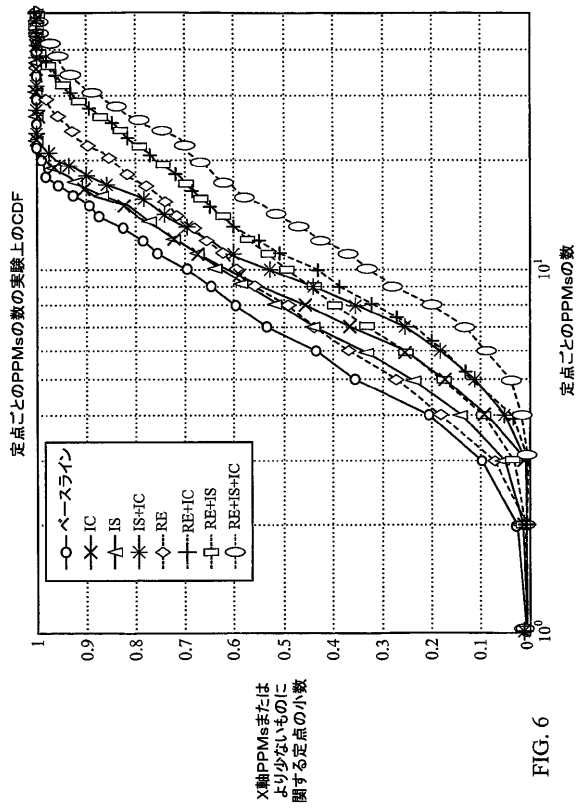
【図 5】

図 5



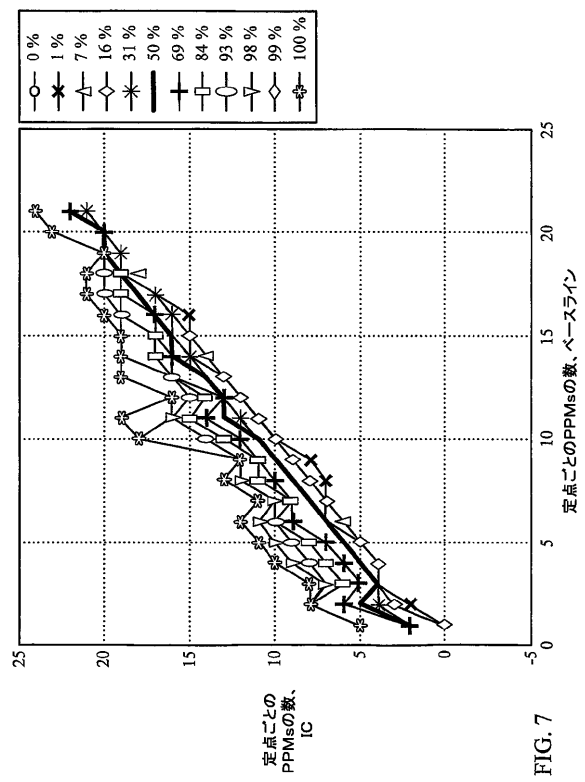
【 図 6 】

図 6



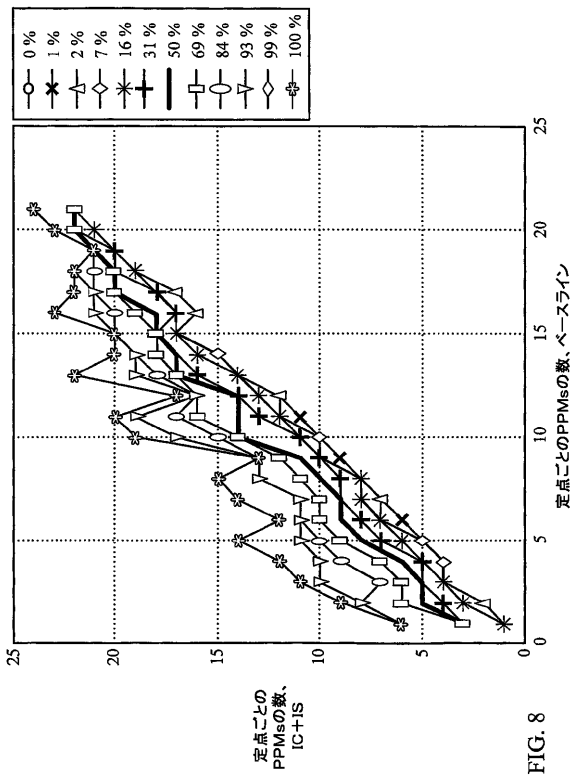
【 図 7 】

図 7



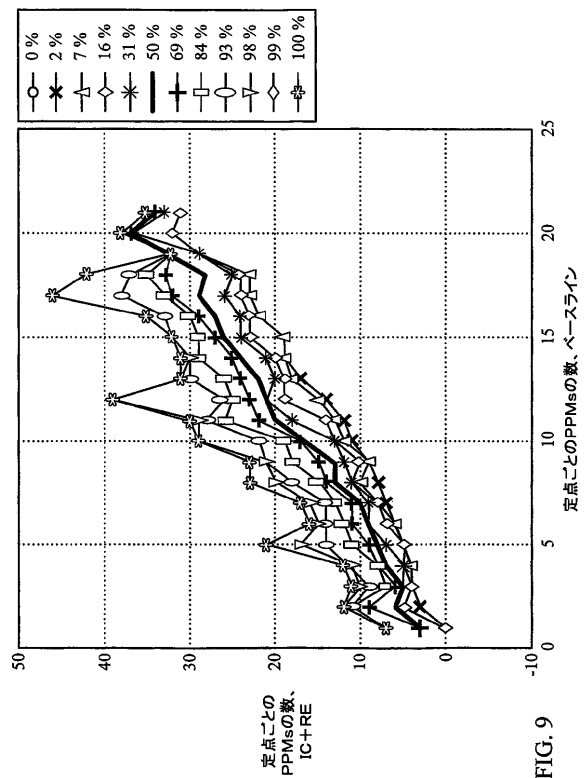
【 図 8 】

図 8



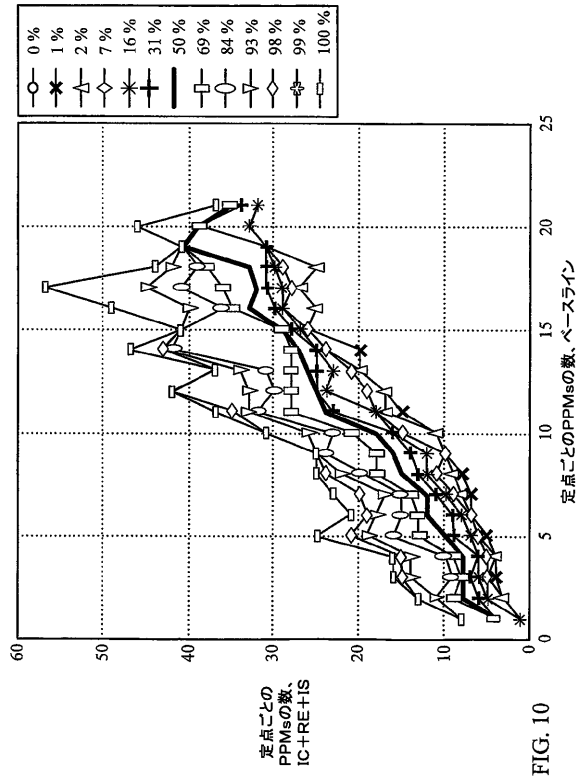
【 図 9 】

図 9



【図 10】

図 10



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, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, 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 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(74)代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72)発明者 ウェングラー、マイケル・ジェームズ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92009、カールスバッド、ボーラ・プレイス 7314

(72)発明者 アーマド、ジャラリ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92067、ランチョ・サンタ・フェ、アベニダ・アマティスタ 17860

Fターム(参考) 2F129 AA01 BB03 BB10 BB33 BB62 HH31

5J062 CC07 GG02

5K059 CC04