

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5636552号
(P5636552)

(45) 発行日 平成26年12月10日(2014.12.10)

(24) 登録日 平成26年10月31日(2014.10.31)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 S 19/29 (2010.01)

G O 1 S 19/29

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-528334 (P2011-528334)	(73) 特許権者	505157485
(86) (22) 出願日	平成21年9月25日 (2009.9.25)		テールズ
(65) 公表番号	特表2012-503764 (P2012-503764A)		フランス 9 2 2 0 0 ノイリーーシュー
(43) 公表日	平成24年2月9日 (2012.2.9)		ルーセーヌ リュー ドゥ ヴィリエール
(86) 国際出願番号	PCT/EP2009/062426		4 5
(87) 国際公開番号	W02010/034800	(73) 特許権者	511079562
(87) 国際公開日	平成22年4月1日 (2010.4.1)		サントル ナショナル デテュッド スパ
審査請求日	平成24年9月18日 (2012.9.18)		ティアレ - セエヌウエス
(31) 優先権主張番号	0805320		フランス、エフ-75001 パリ、2
(32) 優先日	平成20年9月26日 (2008.9.26)		プラス モーリス、カンタン
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100071054
			弁理士 木村 高久
		(72) 発明者	カブラ、ダミアン
			フランス、エフ-31400 トロサ、1
			3 リュ モンドゥラン
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動受信機による、衛星からの拡散スペクトル信号の取得を最適化する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

移動受信機による、衛星から発生する拡散スペクトル信号の取得を最適化する方法において、

- 少なくとも1つの送信機によって送信される信号であって、疑似ランダム符号によって変調される信号を受信すること(10)と、

- 前記送信される信号の前記疑似ランダム符号の局所複製を生成することと、

- 初期時点 t_0 で受信される信号の周波数 f_i および積分時間に対応する最終時点 t_n までの経時的な前記周波数の傾向に関連する複数の仮定を送信することであって、各仮定は、傾向経路と呼ばれる前記初期時点と前記最終時点との間の前記信号の周波数の前記傾向に関することと、

- 周波数 - 時間仮定 (f_i, t_k) の全ての対の相関関数 $s(f_i, t_k,)$ を計算することと

を含む方法であって、

- 少なくとも1つの慣性センサ(14)から前記時点 t_0 と t_n の間の前記受信機の連続する位置に関する情報を取得することと、

- 前記受信機の連続する位置に関する情報から前記時点 t_0 と t_n の間の前記受信機と前記衛星の間のドップラー効果を推定し、ドップラー効果に対応する前記時点 t_0 と t_n の間の周波数 f_i の傾向を決定することと、

- 前記慣性センサから送られた連続する位置と前記慣性センサの特性に基づいて確立さ

10

20

れる誤差包絡線に含まれた周波数の傾向に関する仮定に対応する周波数 f_1 の傾向経路を選択する際に、前記初期時点 t_0 において受信した信号の周波数に対応する第 1 の初期周波数仮定 f_1 を選択することと、

- 前記時点 t_0 と t_n との間の選択された全ての傾向経路の、相関ピークとも呼ばれる前記相関関数の最大に対応する各総合エネルギーを確定することであって、選択された各傾向経路の総合エネルギーは、前記初期時点 t_0 と前記最終時点 t_n との間の相関結果をコヒーレントに集計することによって得られ、前記周波数は、前記選択された傾向経路上に位置する全ての周波数値を連続してとることと、

- その総合エネルギーが最も強い傾向経路を確定することと、

- 考えられる全ての他の初期周波数仮定を連続して選択し、各初期周波数仮定について、その総合エネルギーが最も強い信号の周波数の傾向経路を確定することと、

- 各周波数仮定に関して確定された全ての経路の中で、最も強いエネルギーを有する経路 (3) が、最も可能性のある経路であり、かつ、前記受信機によって追従される実際の経路に対応すると判定することと

を含むことを同様に特徴とする方法。

【請求項 2】

2 つの測定時点間の、前記センサによって送出される情報の変動が所定の変動閾値より小さいとき、前記受信機が前記 2 つの測定時点間で移動しなかったと判定され、そして、積分中に安定である周波数が仮定されることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動受信機によって実施される、拡散スペクトル信号を取得するプロセスを最適化する方法に関する。本発明は、たとえば、GPS (全地球測位システム (Global Positioning System)) タイプ、ガリレオタイプの衛星の全地球航法システムから発生する任意の航法信号に適用される。

【背景技術】

【0002】

用語「移動受信機 (mobile receiver)」は、可搬型であるかまたは陸、海、または空の乗物に組み込まれる、衛星測位に排他的に専用の装置 (または受信機)、および、たとえば、おそらく通信タイプの、携帯電話、ラップトップコンピュータ、または携帯情報端末 (PDA) などの、衛星測位装置を装備する通信端末の両方を意味すると本明細書で理解されるであろう。

【0003】

GNSS (全地球航法衛星システム (Global Navigation Satellite System)) タイプの受信機を使用する衛星測位システムでは、受信機がその測位を計算することを可能にするデータ信号は、測位衛星のコンステレーションに属する異なる衛星 (地理的座標 x 、 y 、 z および受信機の時間座標 t に対応する 4 つの未知数を確定するために少なくとも 4 つの衛星) から発生する。

【0004】

衛星測位は、2 つのステップのシーケンスを含む。取得と呼ばれる第 1 のステップは、コンステレーションに属する衛星から発生し、基準時間に関連する信号を変調する疑似ランダム拡散符号を、関係する移動受信機上で確定することを含む。その手順は、実際には、衛星から受信される信号を、受信機によって局所的に生成されまた基準時間に関しかつ衛星のペーシング周波数に関する仮定からもたらされる信号の複製と「比較して (compare)」前記受信信号を変調する疑似ランダム符号を前記比較から推定する、または換言すれば、受信機のペーシングクロックを、そして、そのクロック周波数と各衛星の周波数を同期させる。このために、衛星から発生する信号のエネルギーについて時間 - 周波数における探索が実施され、この探索は通常、時間および周波数仮定の対に基づく相関測定によって実行されて、受信信号と受信機の局所複製との間の最大相関が確定される。

【 0 0 0 5 】

第2のステップは、取得された符号および受信信号内に特に含まれる航法データに基づいて移動受信機の位置を確定することを含む。この第2のステップは、より具体的には、3つのサブステップに細分されてもよい。3つのサブステップとは、取得された疑似ランダム符号から、衛星のそれぞれと受信機との間の信号の伝搬時間を確定するサブステップ、信号に含まれる航法データおよび伝搬時間から、受信機と衛星のそれぞれとの間の疑似距離を確定するサブステップ、ならびに、疑似距離から、受信機の位置を確定するサブステップである。例示的な衛星測位システムは、米国特許出願公開第2006/0115022号明細書に記載されている。

【 0 0 0 6 】

各伝搬時間、したがって各疑似距離の精度は、位置の精度を直接決定する。ここで、各伝搬時間の精度は、対応する受信信号の疑似ランダム符号の取得の品質に依存し、取得の品質は、前記受信信号の品質に依存する。その結果、衛星から受信される信号の少なくとも1つが、特に都市地域などの不均等なまたは混雑した環境において品質が低い（これは比較的よくある）とき、確定される位置は、通常、誤差によって影響を受ける。たとえ他の衛星から発生する信号が良好な品質であっても、受信機の位置を一時的に確定できないことさえありうる。

【 0 0 0 7 】

受信機は、3つの周波数不確実性を有し、その不確実性に対して、衛星から発生するエネルギーについて時間的および周波数的な探索を受信機に実施させる日付けに関する未知数が付加される。これらの3つの周波数不確実性は、衛星の移動性に関連するドップラー効果、受信機のクロックの精度に関連する不確実性、および受信機の移動性に関連するドップラー効果である。衛星の移動に関連するドップラー効果は、たとえばAGPS（支援GPS）タイプの位置特定技法で 사용되는ような支援サーバを使用することによって、既知の方法で確定されうる。クロックの局部発振器は、益々効率的になり、益々安定する。受信機の移動に関連するドップラー効果は、相関ピークの場所、したがって受信機の場所に関する不確実性の主な原因となる。

【 0 0 0 8 】

受信機の移動に関連するドップラー効果を考慮しないことは、受信信号が長い期間にわたってコヒーレントに積分されることを必要とする低エネルギー信号の取得の場合に、劇的な効果をもたらす可能性がある。実際には、周波数仮定積分窓の幅が積分時間に反比例しており、コヒーレントな積分時間が長ければ長いほど、周波数仮定積分窓の幅が小さくなる、したがって、周波数仮定の数が多くなる。そして、時間および周波数掃は、受信機にとって非常に重要である計算能力およびデータ処理時間を必要とし、受信機の場所に関する不確実性を増加させる。たとえば文書、米国特許出願公開第2006/0012515号明細書に記載される従来の取得スキームでは、コヒーレントな積分は、受信信号の実際の周波数が積分時間にわたって安定であることを前提とする、積分時間全体を通して同じままである周波数仮定のもとで一般に実施される。長いコヒーレント積分中、ユーザの移動に関連するドップラー効果は、実際の受信周波数を、前記積分時間中に変動させ、安定性仮定のもとで積分が実施される場合、積分を無効にする。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、受信機に関連するドップラー効果を考慮して、移動受信機による、衛星から発生する航法信号の取得を最適化し、信号の相関ピークを探索するときに調査される周波数仮定の数や低減すること、および、受信機内での計算時間を低減することを可能にする方法を提案することによってこの問題を改善することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

このために、本発明の主題は、移動受信機による、衛星から発生する拡散スペクトル信

10

20

30

40

50

号の取得を最適化する方法において、

- 少なくとも1つの送信機によって送信される信号であって、疑似ランダム符号によって変調される、信号を受信することと、
- 送信される信号の疑似ランダム符号の局所複製を生成することと、
- 初期時点 t_0 で受信される信号の周波数 f_i および積分時間に対応する最終時点 t_n までの経時的なこの周波数の傾向に関連する複数の仮定を送信することであって、各仮定は、傾向経路と呼ばれる初期時点と最終時点との間の信号の周波数の傾向に関することと、
- 周波数 - 時間仮定 (f_i, t_k) の全ての対の相関関数 $s(f_i, t_k, \quad)$ を計算すること

を含む方法であって、

- 初期時点 t_0 に対応する第1の初期周波数仮定 f_1 を選択することと、
- 受信機の移動に関する少なくとも1つの情報項目を取得し、初期周波数仮定 f_1 について、少なくとも1つの情報項目から信号の周波数についての経時的な傾向仮定を推定することと、

- 時点 t_0 と t_n との間の信号の周波数の考えられる全ての傾向経路の、相関ピークとも呼ばれる相関関数の最大に対応する各総合エネルギーを確定することであって、考えられる各傾向経路の総合エネルギーは、初期時点 t_0 と最終時点 t_n との間の相関結果をコヒーレントに集計することによって得られ、周波数は、選択された傾向経路上に位置する全ての周波数値を連続してとることと、

- その総合エネルギーが最も強い傾向経路を選択することと、
- 考えられる全ての他の初期周波数仮定を連続して選択し、各初期周波数仮定について、その総合エネルギーが最も強い信号の周波数の傾向経路を選択することと、
- 各周波数仮定をもとに選択された全ての経路の中で、最も強いエネルギーを有する経路が、最も可能性がある経路であり、かつ、受信機によって追従される実際の経路に対応すると判定することと

を含むことを同様に特徴とする方法である。

【0011】

有利には、信号の周波数の考えられる各傾向経路の総合エネルギーは、初期時点 t_0 と最終時点 t_n との間の相関結果をコヒーレントに集計することによって得られ、周波数は、選択された経路上に位置する全ての周波数値を連続的にとる。

【0012】

好ましくは、各初期周波数仮定について、信号の周波数の考えられる傾向経路は、受信機内に位置する少なくとも1つの慣性センサによって送出される情報を考慮することによって確定される。

【0013】

有利には、慣性センサによって送出される情報は、センサの特性に基づいて確立される誤差包絡線において考慮される。

【0014】

任意選択で、2つの測定時点間の、センサによって送出される情報の変動が所定の変動閾値より小さいとき、受信機が2つの測定時点間で移動しなかったと判定され、そして、積分中に安定である周波数が仮定される。

【0015】

本発明の他の特徴および利点は、添付概略図面を参照して、純粹に例証的でかつ非制限的な例として与えられる説明において以降で疑いなく明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明による全地球衛星航法システムの受信機の例示的なアーキテクチャを示す図である。

【図2】所与の積分時間にわたって、取得中に調査される周波数仮定を示す例示的な周波数 - 時間グラフである。

10

20

30

40

50

【図 3】本発明による、所与の初期周波数仮定 f_1 について調査される、考えられる経路の実施例を示す図である。

【図 4】本発明による、慣性センサによって送出される情報を考慮して、所与の初期周波数仮定 f_1 についての考えられる経路の実施例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図 1 に示すアーキテクチャは、衛星によって送信される無線周波数信号を受信する手段 10 と、衛星から発生する信号を変調する疑似ランダム拡散符号を確定するために受信信号を取得する手段 11 と、受信機のダイナミクスを補償することを可能にする信号をトラッキングする手段 12 と、受信機の位置を計算する手段 13 とを備える。さらに、アーキ
10
テクチャは、処理手段 15 による処理後に、衛星に対する受信機の世界速度および姿勢に関連する情報を送出する慣性センサ 14 を備える。

【0018】

図 2 のグラフは、調査される周波数仮定に対応する垂直軸および積分時間に対応する水平軸を有する。調査される周波数仮定は、最小ドップラー効果に関連する最小周波数と最大ドップラー効果に関連する最大周波数との間に存在する。時間軸および周波数軸は、基本継続時間および基本周波数帯域にそれぞれ細分され、各周波数 - 時間対は、図 2 のメッシュの特定のセルに対応する。

【0019】

各周波数仮定は、所与の時点で考えられる、対応する受信機 - 衛星相対位置および受信機クロックオフセットを有する。所与の 2 つの時点 t_0 と t_n との間で、受信機の位置は、考えられる複数の経路に沿って変化する。したがって、各時点で受信機の位置を知るために、本発明は、考えられる経路を調査すること、および、これらの経路のそれぞれについて信号のエネルギーを計算することを含む。最も強いエネルギーを有する経路は、受信機によって追従される経路である。図 2 のグラフの個々のセルに対応する所与の各周波数 f_i でかつ所与の時点 t_k で、信号のエネルギーが計算される。このために、受信機は、受信信号と、信号を送った衛星の疑似ランダム符号の複製との相関をとる。衛星の疑似ランダム符号はわかっており、衛星の寿命を通して変化しない。周波数 f_i でかつ時点 t_k での相関の結果は、
20

【数 1】

$$s(f_i, t_k, \tau) = \int_{kT}^{(k+1)T} r(t) \cdot c\left((t - kT - \tau) \frac{f_i}{f_c} R_c\right) \cdot e^{-2j\pi f_i t} dt$$

と表現される。

【0020】

式中、 $r(t)$ は、受信機によって受信される信号であり、 $c(t)$ は、受信信号の変調において使用される拡散符号であり、 T は、拡散符号 $c(t)$ の周期に通常対応するコヒーレントな積分時間であり、 τ は、受信される拡散符号と送信される拡散符号との間の推定オフセットであり、 f_c は、搬送波の周波数（通常、GPS L1C/A の場合 1575.42 MHz）であり、 R_c は、拡散符号のチップレート（通常、GPS L1C/A の場合 1.023 Mチップ/秒）である。たとえば、GPS C/A 信号の場合、 T は、通常、1 ms に等しい。しかし、 T は、任意の他の値を有する。
40

【0021】

各周波数仮定に対応する全ての基本相関が実行されると、本発明による方法は、初期時点 t_0 に対応する第 1 の初期周波数仮定 f_1 を選択すること、次に、考えられる全ての経路から、 t_0 と t_n との間の信号の周波数について特定の傾向経路を選択すること、経路を構成する各項目 $s(f_i, t_k, \tau)$ を集計することによって、この経路に対応する信
50

号の総合エネルギーを確定することを含む。 t_n は、探索の最終時点に対応する。図3は、時点 t_0 における初期周波数仮定 f_1 に基づき、時点 t_n までの考えられる全ての経路を示す。選択された経路に対応する総合エネルギーは、相関結果 $s(f_1, t_k, \quad)$ をコヒーレントに集計することによって得られ、 t_k は、 t_0 と t_n との間の全ての値を連続的にとり、 f_1 は、選択された経路上に位置する全ての周波数値を連続的にとる。たとえば、時点 t_1 にて、周波数の値は、値 f_2 または f_3 に変わっているか、あるいは、変わらないままである可能性がある。

【0022】

同じ周波数仮定から、考えられる全ての経路が、その後、次から次に連続して選択され、それらの各エネルギーが、同様の方法で計算される。考えられる全ての経路から、図3において太線3で示す、相関結果の非破壊的再結合を可能にする1つだけの経路が存在する。この経路は、とりわけ、衛星と受信機との間の相対的なダイナミクスに依存する。したがって、この経路は、対応する最大信号エネルギーを有する。そして、本発明による方法は、各初期周波数仮定について、その総合エネルギーが最も強い経路を選択すること、および、各周波数仮定において選択される全ての経路の中で、最も強いエネルギーを有する経路が、最も可能性がある経路であり、かつ、受信機によって追従される実際の経路であると判定することを含む。

【0023】

各初期周波数仮定が調査されるために、考えられる全ての経路を必要とするこの方法は、非常にやかいで、かつ、処理時間の観点から非常に長くかかる。有利には、初期時点と最終時点との間で、各初期周波数仮定について調査される経路の数を低減するために、本方法は、たとえばMEMS（微小電気機械システム（Micro-Electro-Mechanical System））タイプの少なくとも1つの慣性センサを使用することを含む中間ステップを含む。慣性センサは、たとえば、受信機上に設置され、たとえば受信機の加速度および/または角度位置ならびに/または磁北に対する方位などの、受信機の位置に関連する情報を送出し、これらの情報項目は、空間内の3つ全ての方向について送出される。このために、慣性センサは、3軸加速度計および/または3軸ジャイロスコープおよび/または3軸磁束計を含んでもよい。慣性センサによって送出される情報は、その後、処理手段によって処理されて、受信機の姿勢および/または位置および/または速度が得られる。これらのデータは、その後、取得手段に送信されて、取得フェーズ中に、慣性センサによって与えられる受信機の連続した位置が考慮され、したがって、経時的な周波数傾向に関する仮定、したがって、取得フェーズ中の処理時間が制限される。実際には、周波数仮定は、ドップラー効果に関する仮定に対応し、ドップラー効果は、ユーザと衛星との間の相対速度に比例する。その結果、慣性センサによって与えられる情報は、取得中のドップラー効果の傾向に関連する情報である。この情報は、初期時点と最終時点との間の考えられる再結合の可能性を制限することを可能にする。

【0024】

図4は、慣性センサによって送出される情報を考慮することによる、所与の初期周波数仮定 f_1 について考えられる経路を示す実施例である。信号の最大エネルギーに対応する実際の経路3は、太線で示され、慣性センサから導出される情報に関する不確実性のために調査される経路2は、点線で誤差包絡線1内に示される。実際には、慣性センサによって送出される情報は、誤差範囲を示し、その誤差範囲は、特にセンサの動作時間と温度と共に増加する。センサの特性は製造業者によって与えられるため、処理後、センサによって送出される情報に関する誤差範囲は、周波数に変換され、所与のセンサに対応する周波数の誤差包絡線は、これらの特性から容易に確定されうる。

【0025】

こうして、図4が示すように、本方法は、各周波数仮定に対応する全ての基本相関が実行されると、初期時点 t_0 に対応する初期周波数仮定 f_1 を選択すること、センサによって送出されるデータがある誤差範囲を示し始める瞬間に対応する時点 t_k まで、その後、時点 t_k と最終時点 t_n との間で、センサによって与えられる情報から抽出される経路に

10

20

30

40

50

追従すること、以前に確立された周波数誤差包絡線内に含まれる、考えられる全ての経路からある経路を選択することを含む一つの選択肢を含む。

【 0 0 2 6 】

有利には、本方法はまた、受信機が移動しなかったことをセンサが指示するときに、センサによって与えられる情報の識別を実行することを含む。識別は、移動閾値を導入することによって実行され、移動閾値未満では、センサによって指示される情報に追従することが決定される。そのため、連続する2つの測定時点間で、受信機が、移動閾値より小さい距離だけ移動したことをセンサが指示する場合、本方法は、受信機、したがって周波数が、これらの2つの測定中に移動しなかったと考える。

【 0 0 2 7 】

本方法は、処理時間、したがって受信機の応答時間に不利益を課すことなく、積分時間全体を通して受信信号の全てのエネルギーを検出することを可能にするという利点を提示する。さらに、方法が、より多くの周波数 - 時間仮定を考慮することを可能にするため、受信機は、低エネルギーを検出する能力において感度が増す。

【 0 0 2 8 】

本発明は特定の実施形態に関して述べられたが、本発明が、いずれの点でも特定の実施形態に限定されないこと、および、本発明の文脈内に入るという条件で、述べられる手段ならびにそれらの組合せの全ての技術的等価物を本発明が含むことが明らかである。

10

【 図 1 】

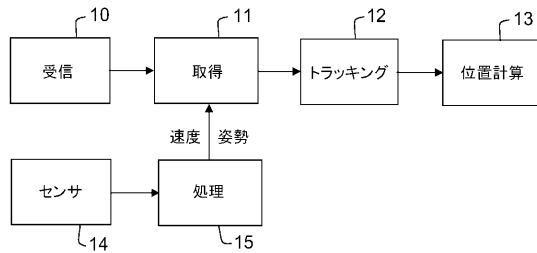


図 1

【 図 3 】

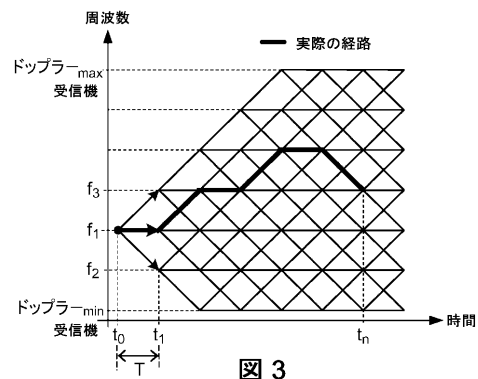


図 3

【 図 2 】

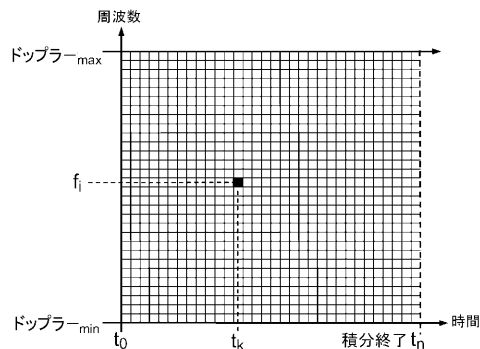
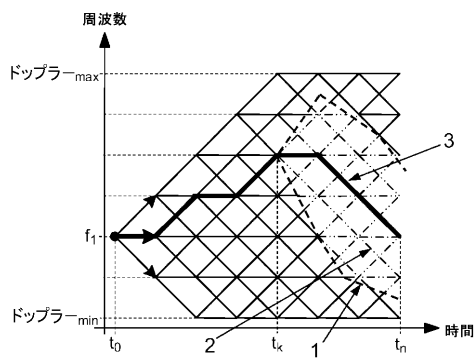


図 2

図 4



フロントページの続き

(72)発明者 モネラート、ミシェル

フランス、エフ - 3 1 2 4 0 サン - ジャン、1 4 アンパッス リュシ オーブラック

(72)発明者 リーズ、リオネル

フランス、エフ - 3 1 4 0 0 トロサ、3 3 リュ アシル ヴィアデュ

(72)発明者 アルトー、ジェラルディン

フランス、エフ - 3 1 5 0 0 トロサ、1 7 アベニュー カミーユ ピュジオル

審査官 中村 説志

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 0 9 0 2 0 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 3 3 3 5 1 5 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 1 9 6 9 8 8 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 0 7 0 2 4 3 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 1 7 7 6 5 6 (J P , A)

特開平 5 - 1 5 7 8 2 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 S 5 / 0 0 - 5 / 1 4

G 0 1 S 1 9 / 0 0 - 1 9 / 5 5