

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4619536号
(P4619536)

(45) 発行日 平成23年1月26日(2011.1.26)

(24) 登録日 平成22年11月5日(2010.11.5)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 S 5/14 (2006.01)

G O 1 S 5/14

G O 1 S 19/25 (2010.01)

G O 1 S 5/14 5 4 3

G O 1 S 19/30 (2010.01)

G O 1 S 5/14 5 4 8

請求項の数 18 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-569250 (P2000-569250)
 (86) (22) 出願日 平成11年9月2日(1999.9.2)
 (65) 公表番号 特表2002-524744 (P2002-524744A)
 (43) 公表日 平成14年8月6日(2002.8.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/US1999/020341
 (87) 国際公開番号 W02000/014560
 (87) 国際公開日 平成12年3月16日(2000.3.16)
 審査請求日 平成18年9月1日(2006.9.1)
 (31) 優先権主張番号 09/149,428
 (32) 優先日 平成10年9月8日(1998.9.8)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 595020643
 クォアルコム・インコーポレイテッド
 QUALCOMM INCORPORATED
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
 121-1714、サン・ディエゴ、モア
 ハウス・ドライブ 5775
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎
 (74) 代理人 100095441
 弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 グローバルポジショニング衛星受信機の感度を増加させる方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

グローバルポジショニングシステム(GPS)受信機の感度を向上させるための方法において、

- a) GPS衛星からGPS信号を受信するステップと、
- b) 受信機がGPS衛星自体以外にGPS時間への同期のためのソースを有するか否かを決定するステップと、
- c) GPS衛星自体以外にGPS時間への同期のためのソースが存在する場合には、
 - 1) 同期のためのソースから、受信GPS信号中の複数のコード期間の境界を決定し、
 - 2) 複数のコード期間のそれぞれの間に特定の衛星に係付けられた特定のコードを受信GPS信号に適用することにより、受信GPS信号中の電力量を決定し、
 - 3) 各コード期間中に受信した電力を合計して、複数のコード期間の合計にわたる総積分電力を決定し、
 - 4) 総積分電力がしきい値よりも大きい場合には、特定の衛星についての情報を使用して、受信GPS信号を処理するステップとを含む方法。

【請求項 2】

GPS時間への同期のためのソースは、コード分割多元接続(CDMA)基地局からの信号を含む請求項1記載の方法。

【請求項 3】

C D M A 基地局からの信号は、C D M A システム時間と G P S 時間との間のオフセットを調整するために、G P S 受信機から基地局およびその戻りによる往復遅延に基づく情報を含む請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

d) G P S 衛星自体以外に G P S 時間への同期のためのソースが存在しない場合には、

1) 複数のコード期間のそれぞれの間に特定の衛星に関係付けられた特定のコードでエンコードされた受信 G P S 信号中の電力において時間領域から周波数領域への変換を実行し、

2) 周波数領域中の周波数のうちの任意の 1 つ中の電力量が予め定められたしきい値より大きい場合に、特定の衛星についての情報を使用して、受信 G P S 信号を処理するステップをさらに含む請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 5】

G P S 時間への同期のためのソースは、コード分割多元接続 (C D M A) 基地局からの信号を含む請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

C D M A 基地局からの信号は、C D M A システム時間と G P S 時間との間のオフセットを調整するために、G P S 受信機から基地局におよびその戻りによる往復遅延に基づく情報を含む請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

グローバルポジショニングシステム (G P S) 受信機の感度を向上させるための装置において、

20

a) G P S 衛星から G P S 信号を受信する手段と、

b) 受信機が G P S 衛星自体以外に G P S 時間への同期のためのソースを有するか否かを決定する手段と、

c) G P S 衛星自体以外に G P S 時間への同期のためのソースが存在するとの決定に応答して、

1) 同期のためのソースから、受信 G P S 信号中の複数のコード期間の境界を決定し、

2) 複数のコード期間のそれぞれの間に特定の衛星に関係付けられた特定のコードを受信 G P S 信号に適用することにより、受信 G P S 信号中の電力量を決定し、

30

3) 各コード期間中に受信した電力を合計して、複数のコード期間の合計にわたる総積分電力を決定し、

4) 総積分電力がしきい値よりも大きい場合には、特定の衛星についての情報を使用して、受信 G P S 信号を処理する手段とを具備する装置。

【請求項 8】

受信機が G P S 衛星自体以外に G P S 時間への同期のためのソースを有するか否かを決定する手段は、コード分割多元接続 (C D M A) 基地局からの信号に応答するように構成されている請求項 7 記載の装置。

【請求項 9】

受信機が G P S 衛星自体以外に G P S 時間への同期のためのソースを有するか否かを決定する手段は、

40

a) C D M A 基地局からの信号に含まれ、G P S 受信機から基地局およびその戻りによる往復遅延に基づく情報に応答し、

b) それにより、C D M A システム時間と G P S 時間との間のオフセットを調整するように構成されている請求項 8 記載の装置。

【請求項 10】

G P S 衛星自体以外に G P S 時間への同期のためのソースが存在しないとの決定に応答して、

a) 複数のコード期間のそれぞれの間に特定の衛星に関係付けられた特定のコードでエンコードされた受信 G P S 信号中の電力において時間領域から周波数領域への変換を実行

50

し、

b) 周波数領域中の周波数のうちの任意の1つ中の電力量が予め定められたしきい値より大きい場合に、特定の衛星についての情報を使用して、受信GPS信号を処理する手段をさらに具備する請求項7記載の装置。

【請求項11】

受信機がGPS衛星自体以外にGPS時間への同期のためのソースを有するか否かを決定する手段は、コード分割多元接続(CDMA)基地局からの信号に応答するように構成されている請求項10記載の装置。

【請求項12】

受信機がGPS衛星自体以外にGPS時間への同期のためのソースを有するか否かを決定する手段は、

a) CDMA基地局からの信号に含まれ、GPS受信機から基地局およびその戻りによる往復遅延に基づく情報に応答し、

b) それにより、CDMAシステム時間とGPS時間との間のオフセットを調整するように構成されている請求項11記載の装置。

【請求項13】

グローバルポジショニングシステム(GPS)受信機の感度を向上させるための方法において、

a) GPS衛星からGPS信号を受信するステップと、

b) GPS衛星自体以外にGPS時間への同期のためのソースを受信機に提供するステップと、

c) 同期のためのソースから、受信GPS信号中の複数のコード期間の境界を決定するステップと、

d) 複数のコード期間のそれぞれの間に特定の衛星に関係付けられた特定のコードを受信GPS信号に適用することにより、受信GPS信号中の電力量を決定するステップと、

e) 各コード期間中に受信した電力を合計して、複数のコード期間の合計にわたる総積分電力を決定するステップと、

f) 総積分電力がしきい値よりも大きい場合には、特定の衛星についての情報を使用して、受信GPS信号を処理するステップとを含む方法。

【請求項14】

GPS時間への同期のためのソースは、コード分割多元接続(CDMA)基地局からの信号を含む請求項13記載の方法。

【請求項15】

CDMA基地局からの信号は、CDMAシステム時間とGPS時間との間のオフセットを調整するために、GPS受信機から基地局およびその戻りによる往復遅延に基づく情報を含む請求項14記載の方法。

【請求項16】

グローバルポジショニングシステム(GPS)受信機の感度を向上させるための装置において、

a) GPS衛星からGPS信号を受信する手段と、

b) GPS衛星自体以外にGPS時間への同期のためのソースを受信機に提供する手段と、

c) 同期のためのソースから、受信GPS信号中の複数のコード期間の境界を決定する手段と、

d) 複数のコード期間のそれぞれの間に特定の衛星に関係付けられた特定のコードを受信GPS信号に適用することにより、受信GPS信号中の電力量を決定する手段と、

e) 各コード期間中に受信した電力を合計して、複数のコード期間の合計にわたる総積分電力を決定する手段と、

f) 総積分電力がしきい値よりも大きい場合には、特定の衛星についての情報を使用して、受信GPS信号を処理する手段とを具備する装置。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

受信機がGPS衛星自体以外にGPS時間への同期のためのソースを有するか否かを決定する手段は、コード分割多元接続(CDMA)基地局からの信号に応答するように構成されている請求項16記載の装置。

【請求項 18】

受信機がGPS衛星自体以外にGPS時間への同期のためのソースを有するか否かを決定する手段は、

a) CDMA基地局からの信号に含まれ、GPS受信機から基地局およびその戻りによる往復遅延に基づく情報に응答し、

b) それにより、CDMAシステム時間とGPS時間との間のオフセットを調整するように構成されている請求項17記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】

本発明は衛星から放送された情報に基づいて装置の位置を決定する方法および装置に関し、より詳細にはグローバルポジショニングシステムの受信機の感度を増加させる方法および装置に関する。

【0002】

【背景技術】

人および物体の位置を決定するためにグローバルポジショニングシステム(GPS)を用いることが普及し始めた。自動車、ワイヤレス電話機およびその他の装置はグローバルポジショニングシステム受信機を含めるように設計されつつある。これらの受信機は衛星からの信号を受信するために用いられる。これらの受信した信号は、受信機の地上の位置を比較的高い精度で決定することができる情報を提供する。衛星から受信した信号は一般的にかなり弱い。それゆえ、受信機の位置を決定するためには、受信機はこれらの弱い信号を受信し、またそれらによって表される情報を解釈するために、十分高感度でなければならない。

【0003】

1つのそのようなGPSに用いられているフォーマットにしたがうと、各衛星によって送信された信号がエンコードされ、1つの衛星によって送信された信号がシステム中の他の衛星によって送信された信号から区別される。各衛星に割り当てられたコードは、特定の衛星から送信された信号を含む受信信号と特定の衛星に関係付けられた特定のコードとを「相関器」にかけて、その特定のコードでエンコードされた信号のエネルギーだけが相関器から出るように選択される。

【0004】

図1は、今日一般的に用いられているもののような、グローバルポジショニング衛星から送信された信号101の一部のタイミングの図である。図1に示した送信された信号101は、1ミリ秒の持続時間を有する(すなわち、「コード期間」)特定のコードでエンコードされる。信号は各コード期間にコードで変調される(すなわち、コードおよび送信されるべき情報信号は論理的に、排他的論理和がとられる)。最初に、受信機は特定の衛星から送信されている信号が受信されているかどうかを決定する。これは一般的に衛星を「捕捉する」と言われる。これは、その特定の衛星に関係付けられたコードと受信した信号とを「相関」させようと試みる(すなわち、受信信号と特定のコードとを相関器に入力して、受信した信号のエネルギーのどれかが特定のコードでエンコードされているかどうかを調べる)ことによってなされる。入力信号とコードとを相関させるためには、受信している信号のコード期間と、受信した信号が比較されているコードとが極めて緊密に時間的に整列されていなければならない。図1は特定の衛星に関係付けられたコードと受信した信号101とを相関させようとする3つの試みを示す。第1の試みでは、コード102aは受信した信号101のコード期間103が始まった後で開始する。それゆえ、受信した信号と特定のコードとを相関させるこの第1の試みは失敗する。

【 0 0 0 5 】

受信した信号 1 0 1 を特定のコード 1 0 2 a と関連させようとする第 2 の試み（これはコード 1 0 2 a と同一の値を持つが、時間がシフトされている）では、コードはコード期間 1 0 3 の始まりに関して時間的に後ろのポイントにシフトされている。しかし、受信した信号のコード期間の始まりとコード 1 0 2 の始まりとは依然として整列されていない。それゆえ、例え正しいコードが受信した信号と比較されていても、タイミングは整列しない。したがって、受信した信号と特定のコードとを関連させようとする試みは再度失敗する。

【 0 0 0 6 】

第 3 の試みでは、コード 1 0 2 c の始まりがコード期間 1 0 3 の始まりと整列される。特定のコードは受信した信号がエンコードされたコードと同一であり、コード期間 1 0 4 はコード 1 0 2 c と整列される。それゆえ、特定のコードでエンコードされた信号が、相関を検出できるような十分な強さで受信されていると仮定すると、特定のコードと受信した信号との相関は成功する。

【 0 0 0 7 】

しかし、多くのケースでは、衛星から送信されている信号は十分強くはない。このことは干渉の量が大き過ぎるかまたは信号が建物、樹葉などの妨害物によって減衰されるという事実によるものである。それゆえ、例えタイミングが正しく、また正しいコードが選択されている場合でも、相関が検出されないことがある。

【 0 0 0 8 】

受信機の感度を向上させるために提案された 1 つの方法は、いくつかのコード期間で送信される電力を一緒に加えた後、これらのコード期間の合計を関心のある特定のコードと関連させようとするものである。感度の欠如に加えて、コード期間の始まる時はわからない。それゆえ、図 1 に示し、先に記述したのと同じのサーチ機能を実施しなければならない。このサーチは比較的多くの時間を要する。

【 0 0 0 9 】

コード期間の整列を決定するために要する時間の量を取り扱うために提案された 1 つの方法は、多数の「コードサンプル期間」に対して数個のサンプルを取ることを必要とする。コードサンプル期間とは時間期間が持続時間でコード期間と等しいが、コード期間と整列されていないことがある期間である。各コードサンプル期間（例えば 1 ミリ秒）に対して同一数のサンプルを取る。これらの 1 ミリ秒のコードサンプル期間の各々からの対応するサンプルを一緒に合計して 1 ミリ秒の複合コードサンプル期間を形成する。図 3 はそれぞれ 1 5 回サンプリングされた 4 つのコード期間 3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4 の例示である。4 つのコード期間 3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4 のそれぞれからの 1 5 のサンプルを合計して複合コードサンプル期間 3 0 5 を形成する。このような期間 3 0 1、3 0 2、3 0 3、3 0 4 のそれぞれは整数のコード期間離れて始まらなければならない、そしてこのような期間のそれぞれは他のこのような期間の 1 つと時間的に隣接して、サンプルの連続ストリームを形成することが好ましいことを理解すべきである。

【 0 0 1 0 】

複合コードサンプル期間 は時間領域から周波数領域に変換される。すなわち、フーリエ変換のような、時間領域から周波数領域への変換が、複合コードサンプル期間を作り上げるサンプルについて行われる。次に周波数領域の結果は、受信信号が相関される特定のコードの周波数領域表現により乗算される。逆フーリエ変換のような、周波数領域から時間領域への変換は、この積に行われる。受信した信号が特定のコードでエンコードされている十分なエネルギーを持つと仮定して、時間領域の結果は、コードサンプル期間の始まりと受信信号の実際のコード期間の始まりとの間の相対時間差についての指示を与える。

【 0 0 1 1 】

このアプローチの 1 つの問題点は、受信した信号によって表される情報は、コード期間よりも数倍長い規則的な間隔で、受信した信号の状態を変化させるということである。例えば、米国で一般的に用いられている GPS システムでは、衛星から送信された信号の内

10

20

30

40

50

容は20コード期間(すなわち、20ms)のビット長を持っている。これは20ミリ秒毎のコードによって表されるエネルギーの状態を潜在的に逆転させる効果を持つ。図2はコード期間についてのビットのタイミングを表す。もし、ビット値が論理「1」に等しいときのコード期間中に受信した信号のエネルギーが、ビット値が論理「ゼロ」に等しいときに受信したエネルギーに加えられれば、総エネルギーはゼロに等しくなる。それゆえ、1コード期間より多いエネルギーを合計するためには「ビット境界」201が知られていなければならない。その上、もし各コードサンプル期間からいつサンプルを取るかを決定するために用いられるクロック(発振器)が極めて安定したものでないならば、周波数領域では相関関係は非常に良いものとはならない。複合コードサンプル期間は関心のある特定のコードとは良く相関しないので、これによって感度の低下が起こる。

10

【0012】

本発明は、複合コードサンプル期間が発生されるケースで必要とされるものよりも極めて安定したクロックの必要性が少ないGPS受信機の感度を増加させる方法および装置を提供する。さらに、本発明は、受信した信号内のビット境界の位置を決定する方法を提供する。

【0013】

【発明の概要】

開示された方法および装置は、1つの実施形態ではGPS信号のいくつかのコード期間にわたっての相関のコヒーレントな積分ができるようにすることにより、また、第2の実施形態では相関プロセッサからの出力に対して時間から周波数の領域への変換を行うことにより、GPS受信機に増加した感度を与えるものである。

20

【0014】

いくつかのコード期間にわたってコヒーレントな積分が行われるケースでは、この方法および装置は、GPS信号捕捉プロセスを始める前に受信機がGPS時間を決定することができるようにする情報をCDMAセルラ電話基地局が送信するという事実を利用するものである。いったんGPS時間が分かれば、GPS受信機はいつ各コード期間および各ビット期間が始まるかを知る。この情報により、GPS受信機はビット境界の位置が分かるので、GPS受信機は相関器の出力の積分を開始して、いくつかのコード期間にわたっての相関器からの出力を引き続き積分することができる。もしGPS衛星からの送信内の特定の時間に既知のビットパターンが送信されるという事実をGPS受信機が利用するならば、積分は1ビット期間より多いビット期間からのコード期間をさらに含めるように拡張することもできる。

30

【0015】

開示された方法および装置の1つの実施形態では、もしコード分割多元接続(CDMA)セルラ電話基地局が範囲内にあれば、CDMAセルラ電話機を用いてGPS時間を決定する。もし基地局が範囲内に無ければ、GPS衛星信号をサーチする変換プロセスを用いるか、または、より好ましくは、1コード期間にわたる相関を積分する相関器からの出力を用いて、離散フーリエ変換のような、離散時間領域から周波数領域への変換に対する入力である値を発生させることができる。変換からの出力は特定の衛星からの信号の存在、およびローカル的に発生された信号と受信したGPS信号とのオフセットを示す。

40

【0016】

【詳細な説明】

図4は開示された装置の1つの実施形態の簡素化されたブロック図である。図4に開示された実施形態はグローバルポジショニングシステム(GPS)受信機400を表す。GPS受信機400はコード分割多元接続(CDMA)セルラ電話機401、プロセッサ403、グローバルポジショニングシステム(GPS)フロントエンド405、相関器407、およびメモリ409を含む。

【0017】

開示された方法および図4に示した装置の実施形態にしたがうと、GPS信号がGPS衛星(図示せず)からGPSフロントエンド405によって受信される。GPSフロント

50

エンド 405 からの出力は I F スペクトル拡散信号である。あるいは、GPS フロントエンド 405 からの出力はベースバンドスペクトル拡散信号である。そのような GPS フロントエンドは技術的によく知られている。GPS フロントエンド 405 からの出力は相関器 407 に結合されている。

【0018】

相関器 407 は、GPS フロントエンド 405 からの出力と、GPS システム中の衛星の 1 つに関係付けられた予め定められたコードでエンコードされたローカル的に発生された予め定められた信号との間の相関量を決定する相関機能を行う。GPS フロントエンド 405 からの出力とローカル的に発生された信号との間の強い相関は、受信機 400 が衛星からの信号を受信していることを示すものであることが、当業者に理解されるであろう。

10

【0019】

その上、ローカル的に発生させた信号が受信した GPS 信号と「整列している」場合に限り、強い相関が起こる。すなわち、図 2 に示すように、GPS 信号は一連のコード期間 202 を含む。各コード期間は前のコード期間が終了したとき開始する。同様に、ローカル的に発生された信号は、GPS システムの衛星の 1 つに関係付けられたコードでエンコードされるので、ローカル的に発生された信号のコード期間は、そのコードに関係付けられた衛星によって送信された信号のコード期間と長さが等しい。ローカル的に発生された信号のコード期間とそのコードに関係付けられた衛星から受信した信号のコード期間とが互いに対して同時に始まるときは、2 つの信号は整列していると言われる。

20

【0020】

開示された方法および装置の 1 つの実施形態にしたがうと、CDMA セルラ電話機 401 を用いて、CDMA ワイヤレスセルラ電話ネットワークの一部である CDMA 基地局（図示せず）からの情報を受信する。CDMA 基地局は、「GPS 時間」に関係がある「CDMA システム時間」を示す情報を送信する。それゆえ、受信した情報はプロセッサ 403 によって処理されて、各 GPS 衛星から送信された信号のタイミングが決定される。プロセッサは CDMA システム時間を示す情報を受信する。しかし、GPS 時間を正確に決定するには、プロセッサ 403 は基地局から受信した CDMA システム時間を調整して、基地局から GPS 受信機 400 までの GPS 時間の送信の遅れによって加えられるオフセットを除去しなければならない。この調整は、GPS 受信機から基地局までおよび戻りで送信されている信号の往復遅延を測定することによってなされる。GPS 受信機 400 が特定の衛星からの信号を受信しようとしているときには、相関器 407 はプロセッサ 403 から情報を受け取る。情報は、ローカル的に発生された信号をどのコードでエンコードすべきか、またローカル的に発生された信号を所望の衛星から送信されている信号と整列させるためにはローカル的に発生された信号のタイミングはどうなっているべきかを相関器 407 に示す。所望の衛星から送信されている信号のタイミングは知られているので、相関器の出力はいくつかのコード期間にわたって積分することができる。すなわち、プロセッサ 403 が衛星から送信されている信号のタイミングを知っている限り、相関器は相関機能の結果をいくつかのコード期間にわたって（すなわち、現在実現されている GPS システムでは 20 まで）コヒーレントに積分することができる。さらに、衛星の遷移（すなわち、論理状態の変化）によって送信されている信号の情報ビットにビット境界 201（図 2 参照）が生じる時間もまた、CDMA セルラ電話機 401 から受信した情報からプロセッサ 403 によって決定することもできる。それゆえ、コヒーレントに積分することができるコード期間の数は 1「ビット時間」のコード期間の数に等しい。ビット時間はビットの長さに等しい。図 2 は 20 コード期間に等しいビット時間を示す。

30

40

【0021】

もし、衛星から送信される信号に生じることが知られているビットパターンがあるならば、相関器 407 からの出力をコヒーレントに積分するプロセスにおいてビット値を考慮に入れることができるとさらに有利である。こうして、コヒーレントな積分が 1 ビット期間より長い期間にわたって生じることがある。例えば、米国で普通に用いられている GP

50

Sシステムでは、各サブフレームのテレメータワードの8ビットのプリアンプルは良い候補である。これらの8ビットの値は知られているので、それゆえプロセッサ403によるアクセスができるようにメモリ413に記憶させてもよい。同様に、他のそのようなパターンを用いることもできる。

【0022】

図5は開示された装置の別の実施形態の簡素化されたブロック図である。図5に開示された実施形態はGPS受信機500を表す。GPS受信機500はCDMAセルラ電話機501、プロセッサ503、GPSフロントエンド505、相関器507、メモリ509、および時間領域から周波数領域への変換プロセッサ511を含む。

【0023】

図5に示した装置の実施形態は図4に開示した装置の実施形態に関連して上で説明したように本質的に動作する。しかし、図5に示した装置の実施形態では、相関器507からの出力は時間領域から周波数領域への変換プロセッサ511に結合されている。相関器507からの出力を用いて値のベクトルを形成する。ベクトルのサイズNは相関器の出力を作り出すために用いられるコード期間の数に等しい。技術的によく知られているように、高速フーリエ変換を用いるか、またはソフトウェア後処理によるかして、ベクトルのN点離散フーリエ変換がなされる。時間領域から周波数領域への変換を行うための他の何らかの方法も同じく有用であろう。変換プロセッサ511からの出力は、受信した信号がどれほど強くローカル的に発生された信号と相関しているかを示す。さらに、ピーク値が生じる特定の周波数は関心のある衛星（すなわち、ローカル的に発生された信号をエンコードしたコードに関係付けられた衛星）から受信したものである信号からローカル的に発生された周波数のオフセットを示す。このプロセスはNと殆ど等しい処理利得を与える。

【0024】

さらに、図5に示した開示された装置の実施形態では、変換プロセッサ511の出力でピークエネルギーが検出された周波数によって決定された周波数オフセットを用いて、ローカル的に発生された信号の周波数を決定する発振器を調整することができる。

【0025】

さらに、時間領域から周波数領域への変換プロセッサを用いると、ビット遷移が生じた時でも、第1の論理状態中にコード期間のうちいくつかは相関し、第2の論理状態中に他のものが相関するように、相関の強い表示をもたらす。事実、時間領域から周波数領域への変換プロセッサの使用によって、相関されているNコード期間内でいつビット遷移が生じたかについての表示が与えられる。すなわち、変換プロセッサ511からの出力においてピークまわりを形成するサイドローブの特定のパターンが、いつビット遷移が起こったかについての情報を与える。コード期間の正確に半分が相関された後にビット遷移が起こり、コード期間の半分が情報ビット論理状態として論理1と相関され、コード期間の他の半分が情報ビット論理状態として論理0と相関されたような場合、相関器からの出力は本質的に矩形波となることに留意すべきである。したがって、変換プロセッサからの出力は50%デューティサイクルを持つ矩形波の周波数領域表現の特性の場合のように、奇数高周波でサイドローブを持つものとなる。

【0026】

変換プロセッサは、ローカル的に発生された信号と所望のGPS信号との整列を与えるために、GPS時間が利用できるかどうかに関係なく有用であり得る。事実、変換プロセッサはGPS時間が利用できない場合に特に有用である。例えば、図6はGPS受信機600の一部としてCDMA電話機を持たないGPS受信機600の簡素化したブロック図である。GPS受信機600はプロセッサ603、メモリ609、GPSフロントエンド605、相関器607、および時間領域から周波数領域への変換プロセッサ611を含む。

【0027】

GPS受信機600はCDMA電話機を持たないので、GPS受信機600はGPS衛星から信号を捕捉するより前にGPS時間を決定する（すなわち、信号のタイミングを決

10

20

30

40

50

定する)ことはできない。しかし、変換プロセッサ611を用いるとローカル的に発生された信号と受信した衛星信号とを整列させることが不必要になる。これは、ローカル的に発生された信号とGPS衛星から受信した信号との間に少なくともいくつかの周波数の差があるであろうとの仮定があるからである。この差のために、2つの信号の間のオフセットに等しいレートにおいて、衛星から受信した信号と整列および不整列で、ローカル的に発生された信号を「ビート」させるのである。変換プロセッサの出力によって検出されるのはこのオフセット周波数である。これに加えて、以前に着目したように、ビット境界が知られていないという事実は、受信GPS信号の検出を大きく複雑化させることはない。その理由は、ビット境界の相対位置は変換プロセッサ611の出力から決定することができるからである。しかし、ビット遷移の存在のために、この技術は他の実施形態でCDMA電話機からタイミングが知られているときに生じるコヒーレントな積分と比較して多くて2dBの劣化を被ることがある。

10

【0028】

図5に示した装置はGPS時間がCDMA基地局から獲得され得るかどうかを決定することができることに留意すべきである。もしCDMA基地局からの信号が利用できなければ、時間領域から周波数領域への変換プロセッサ511を用いてもよい。しかし、もしGPS受信機500がCDMA信号を受信することができて、そのため、GPS時間を決定することができるならば、時間から周波数への変換を行う必要なく、相関器からの出力を直接使用しうる。その理由は、GPS受信機500はGPS時間を用いて、受信したGPS信号をローカル的に発生された信号と整列させることができるからである。それにも関わらず、変換プロセッサ511の使用によって周波数の不確実性の補正が可能になる。すなわち、ローカル的に発生された信号の周波数が受信したGPS信号の周波数と異なるときは、いくつかのコード期間にわたる相関は後のコード期間に対しては劣ることになる。ローカル的に発生された信号の周波数とGPS衛星から受信した信号の周波数との間のオフセットを決定することによって、ローカル的に発生された信号の周波数を制御することによるか、または相関器内の周期的な補正によるかしてこれを補正することができる。

20

【0029】

図7に示したGPS受信機700の別の実施形態では、CDMAパイロットチャネル、同期チャネル、およびページングチャネル受信機701を用いて、そのような信号を発生された基地局の識別子を示すCDMA信号を検出する。この実施形態もまたプロセッサ703、GPSフロントエンド705、相関器707、メモリ709、および時間領域から周波数領域への変換プロセッサ711を含む。

30

【0030】

GPS受信機700によって受信したそのような信号が送信された基地局の識別子を知ることによって、基地局の位置をGPS受信機700内のルックアップテーブルによって決定することができる。GPS受信機700が基地局によって送信された信号を受信することができる距離に等しい距離内にGPS受信機の位置があることが分かる。

【0031】

CDMAシステム時間は基地局から受信した信号から決定することができることに留意すべきである。しかし、GPS時間は、基地局からGPS受信機への信号の伝播によって課せられる時間のオフセットのために、正確には決定することができない。このオフセットはGPS受信機がCDMA電話機を含む実施形態で往復遅延を測定することによって対処されることに留意すべきである。しかし、GPS受信機700に送信機が無いと、基地局とCDMA受信機との間の往復遅延を測定することはできない。それにも関わらず、基地局からGPS受信機への情報の伝播によって作り出される時間のオフセットは比較的小さい。それゆえ、CDMAシステム時間と、受信できる最も近いCDMA基地局の位置とを受信することによって、GPS受信機700は記憶されている暦をチェックすることができる。暦の情報をを用いてどの衛星が視界に入っている可能性があるか(すなわち、どの衛星からGPS受信機700が信号を受信することができる可能性があるか)を決定することができる。どの衛星が視界に入っているかを決定すると、GPS衛星を捕捉するため

40

50

に必要とされるサーチ時間量を大きく減らすことができる。

【 0 0 3 2 】

図 8 は開示された方法の 1 つの実施形態を示すフローチャートである。信号は G P S 受信機 4 0 0 によって G P S 衛星から受信される (ステップ 8 0 1)。さらに、G P S タイミング情報が G P S 衛星以外のソース (すなわち、C D M A 基地局のような、「非 G P S ソース」) から受信される (ステップ 8 0 3)。G P S タイミング情報が C D M A 基地局から受信されるケースでは、情報は C D M A セルラ電話機 4 0 1 によって受信される。G P S 受信機 4 0 0 によって衛星から受信した受信 G P S 信号はローカルのに発生された信号と相関される (ステップ 8 0 5)。非 G P S ソースから受信したタイミング情報を用いて、ローカルのに発生された信号と受信した G P S 信号との間の相関のタイミングを確立する。いったん G P S 信号のタイミングが分かると、ローカル信号と受信した G P S 信号との間のタイミングを確立することは技術的によく知られている。受信した G P S 信号のタイミングは G P S 衛星を捕捉するより前に知られているので、相関のコヒーレントな積分をいくつかのコード期間にわたって行うことができる。すなわち、各コード期間の相関を他のコード期間の相関に加えて、コヒーレントな積分が行われるコード期間の集合に対してより大きい相関値を提供することができる。

10

【 0 0 3 3 】

いくつかのコード期間にわたるコヒーレントな積分を用いて、受信 G P S 信号に対するローカルのに発生された信号の相関を検出することによって、ローカルのに発生された信号と受信した G P S 信号との間に相関関係があるか否かについて決定を行うことができる。もし相関関係があれば、ローカルのに発生された信号をエンコードするのに用いられた特定のコードに関係付けられた衛星から送信された信号が、受信した G P S 信号に存在するという決定をする (ステップ 8 0 7)。

20

【 0 0 3 4 】

図 9 は開示された方法の別の実施形態を示すフローチャートである。信号が G P S 受信機 6 0 0 によって G P S 衛星から受信される (ステップ 9 0 1)。受信した G P S 信号は 1 コード期間に対して、ローカルのに発生された信号と相関される (ステップ 9 0 3)。このプロセスは予め定められた数のコード期間に対して反復される (ステップ 9 0 5)。相関プロセスからの出力は記憶されるか、または高速フーリエ変換を行うことができるデジタル信号プロセッサのような時間領域から周波数領域への変換プロセッサに直接送られる。時間領域から周波数領域への変換プロセッサは、相関プロセスの各々の結果である出力値に対する離散フーリエ変換のような、時間領域から周波数領域への変換を行う (ステップ 9 0 7)。したがって、相関器からの出力の周波数領域の表現が発生される。この周波数領域の出力は次いで解析されて、ローカルのに発生された信号をエンコードするのに用いた特定のコードに関係付けられた衛星から送信信号が、受信した G P S 信号に存在するか否かが決定される (ステップ 9 0 9)。

30

【 0 0 3 5 】

本発明は産業において活用でき、また持つことを望むときはいつでも、作って使用することができる。本書に示した装置および方法の個々の構成部分は、分離して互いに離すと、まったく通常のものであるかもしれないが、発明者が自分の発明として請求するのはそれらの組合せである。

40

【 0 0 3 6 】

発明者は装置および方法のさまざまなモードを説明したが、我々の発明の真の精神および範囲はそれらに限定されず、特許請求の範囲およびそれらの均等物によってのみ限定されるのであり、そして我々は我々の発明として請求する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は今日普通に用いられているような、グローバルポジショニング衛星から送信された信号の一部のタイミングの図示である。

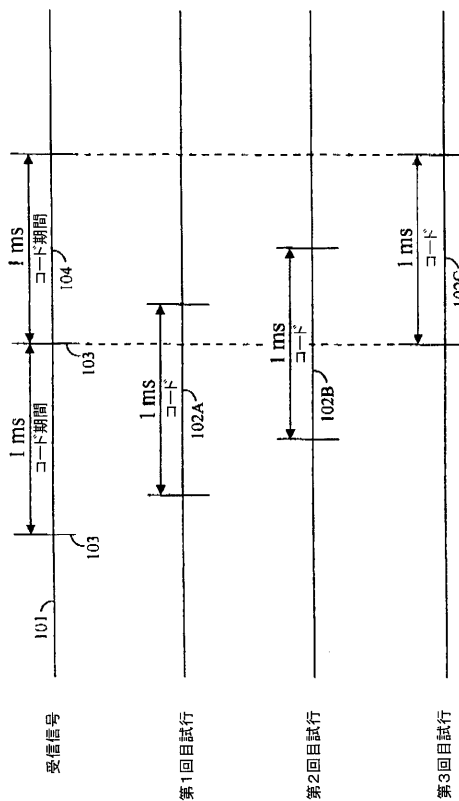
【図 2】 図 2 はコード期間に関するビットのタイミングを示す。

【図 3】 図 3 はそれぞれ 1 5 回サンプリングされた 4 つのコード期間の図示である。

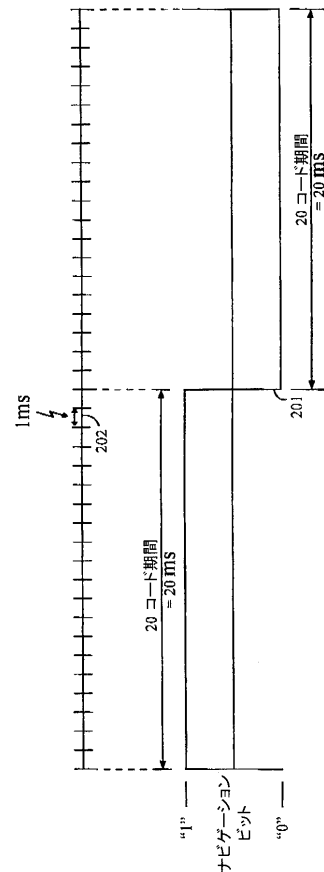
50

- 【図 4】 図 4 は開示された装置の 1 つの実施形態の簡素化されたブロック図である。
- 【図 5】 図 5 は開示された装置の別の実施形態の簡素化されたブロック図である。
- 【図 6】 図 6 は G P S 受信機の一部としての C D M A 電話機を持たない G P S 受信機の簡素化されたブロック図である。
- 【図 7】 図 7 は開示された装置の別の実施形態の簡素化されたブロック図である。
- 【図 8】 図 8 は開示された方法の 1 つの実施形態を説明するフローチャートである。
- 【図 9】 図 9 は開示された方法の別の実施形態を説明するフローチャートである。
- 同様の参照番号は同様の要素に関係していることに留意すべきである。

【図 1】

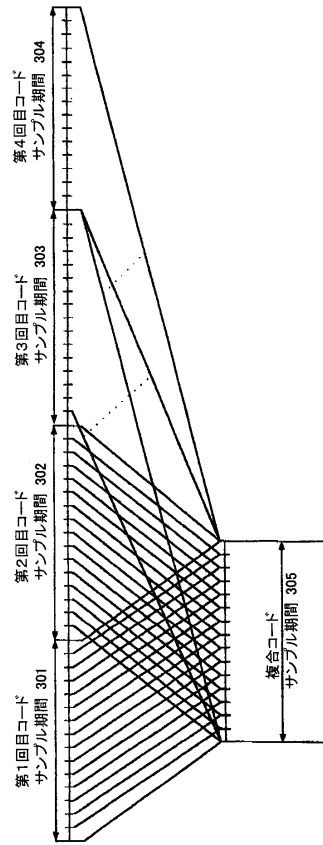


【図 2】

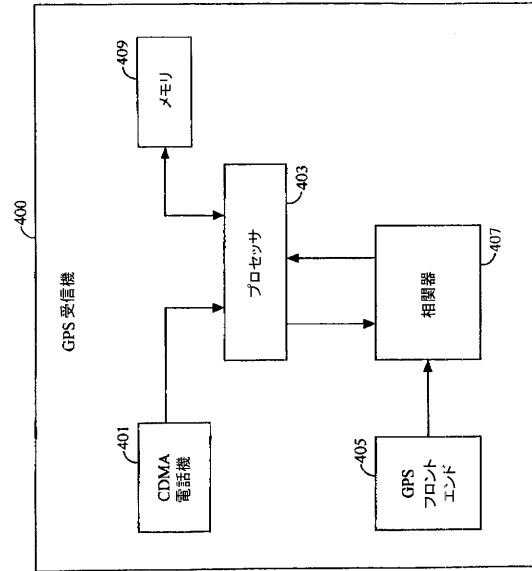


【図 3】

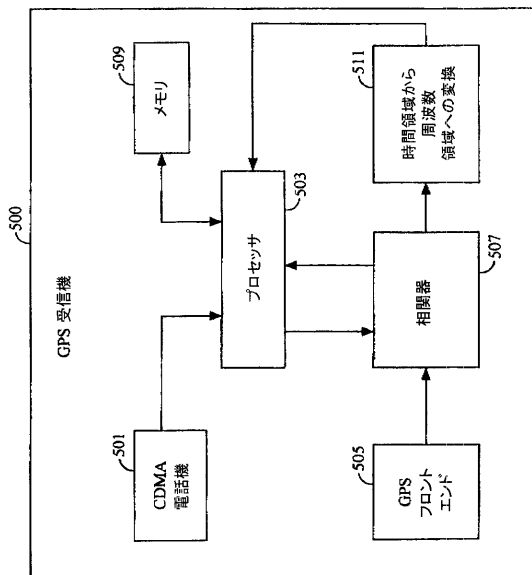
図 3



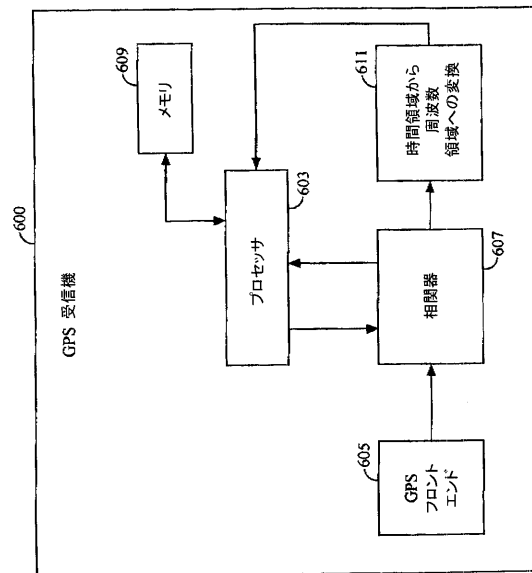
【図 4】



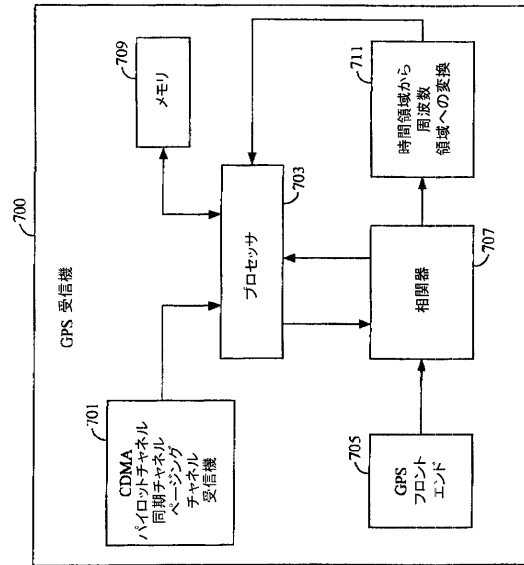
【図 5】



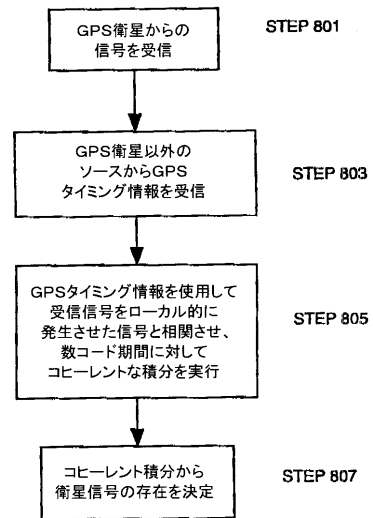
【図 6】



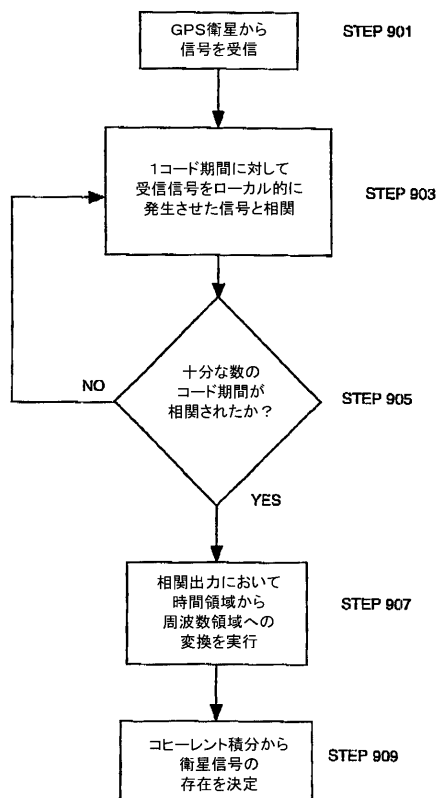
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 ソリマン、サミール・エス
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 2 1 3 1 サン・ディエゴ、サイプレス・キャニオン・パーク・ドライブ 1 1 4 1 2
- (72)発明者 グラツコ、セルゲイ・エー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 2 1 2 9 サン・ディエゴ、ハイト・コート 9 5 3 8
- (72)発明者 アガシェ、パラグ・エー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 2 1 2 6 サン・ディエゴ、カミノ・ルイズ・ナンバー 9 4、1 0 1 7 3

審査官 石井 哲

- (56)参考文献 国際公開第 9 7 / 0 1 4 0 4 9 (WO, A 1)
国際公開第 9 7 / 0 1 4 0 5 6 (WO, A 1)
国際公開第 9 8 / 0 2 5 1 5 8 (WO, A 1)
国際公開第 9 7 / 0 1 4 0 5 7 (WO, A 1)
SOLIMAN S, 1999 IEEE MTT-S INTERNATIONAL TOPICAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGIES FOR WIRELESS APPLICATIONS, 米国, IEEE, 1 9 9 9 年 2 月 2 1 日, P181-186
VAN NEE, D.J.R. et al, "New Fast GPS Code Acquisition Technique Using FFT", Electronics Letters, 1 9 9 1 年 1 月 1 7 日, vol.27, no.2, pp.158-160

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/00-5/14
G01S 19/25
G01S 19/30