

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 S 5/14

F I

G 0 1 S 5/14

請求項の数8 (全16頁)

(21)出願番号 特願2002-231050(P2002-231050)  
 (22)出願日 平成14年8月8日(2002.8.8)  
 (65)公開番号 特開2004-069587(P2004-69587A)  
 (43)公開日 平成16年3月4日(2004.3.4)  
 審査請求日 平成14年8月8日(2002.8.8)

(73)特許権者 390014306  
 防衛庁技術研究本部長  
 東京都新宿区市谷本村町5番1号  
 (74)代理人 100079290  
 弁理士 村井 隆  
 (72)発明者 高橋 克彦  
 埼玉県川口市元郷2-15-1-5108  
 (72)発明者 衛藤 充幸  
 東京都目黒区中目黒2-2-30  
 (72)発明者 佐野 正樹  
 新潟県上越市南城町3-5-306  
 (72)発明者 船田 吉丸  
 神奈川県相模原市小山2-2-34-1  
 審査官 宮川 哲伸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】GPS測位方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

任意の時刻の擬似距離補正值のみ、或いは、任意の時刻の擬似距離補正值及び擬似距離変化率の両方の補正情報を使用できるコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法において、

前記DGPS受信機内又は受信機外部のメモリーに前記補正情報のうちの擬似距離補正值を記録データとして蓄積し、前記記録データの擬似距離補正值の数が設定値に達しているときには、ある時刻以前の前記記録データの擬似距離補正值を基に、前記ある時刻以降の擬似距離補正值を予測する下記擬似距離補正值予測式(1)

$$y = ax + b \dots (1)$$

(x:最後に得られた補正情報の時間からの経過時間、y:予測擬似距離補正值、a,b:係数)

を算出し、該予測式から予測擬似距離補正值を算出し、前記補正情報が使用できなくなった時に、前記擬似距離補正值の代わりに前記予測擬似距離補正值を使用し擬似距離の補正を行い、補正擬似距離を使用した相対測位を行うことを特徴とするコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法。

【請求項2】

任意の時刻の擬似距離補正值のみ、或いは、任意の時刻の擬似距離補正值及び擬似距離変化率の両方の補正情報を使用できるコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法において、

前記 D G P S 受信機内又は受信機外部のメモリーに蓄積した、ある時刻以前の前記補正情報のうちの擬似距離補正値を基に、前記ある時刻以降の擬似距離補正値を予測する擬似距離補正値予測式を算出し、該予測式から予測擬似距離補正値を算出し、前記補正情報が使用できなくなった時に、予め設定された 1 分以内の所定時間を経過しない場合は蓄積された中の最新の擬似距離補正値を使用するか、又は最新の擬似距離補正値と擬似距離変化率とを使用し、また、前記 1 分以内の所定時間を経過した場合は前記予測擬似距離補正値で擬似距離の補正を行い、補正擬似距離を使用した相対測位を行うことを特徴とするコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法。

【請求項 3】

前記ある時刻以前の既知又は測位結果の地点における天空上の視野内の健康な状態の G P S 衛星の記録された擬似距離及び航法メッセージを基に、予め設定した G P S 衛星の数を使って予め単独測位し、さらに G P S 衛星の組み合わせを変えながら単独測位し、それぞれの組み合わせによる単独測位の測位誤差の比較から、擬似距離誤差が大きい G P S 衛星を割り出し、G P S 衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間或いは予め設定した仰角以下の間、割り出した G P S 衛星の使用を禁止し、相対測位精度、或いは、単独測位精度を向上させる請求項 1 又は 2 記載のコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法。

10

【請求項 4】

前記擬似距離補正値予測式を算出し、また、擬似距離誤差が大きい G P S 衛星を割り出す基準局用コードベース型 G P S 受信機が外部にあり、外部の前記 G P S 受信機から前記擬似距離補正値予測式及び G P S 衛星の使用の禁止を無線或いは有線で伝送された場合、移動局側のコードベース型 D G P S 受信機で前記予測擬似距離補正値を算出し、さらに禁止衛星は使用しないで、前記擬似距離補正値と擬似距離変化率が使用できなくなった時に前記予測擬似距離補正値を使用して相対測位の測位精度を向上させる請求項 3 記載のコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法。

20

【請求項 5】

前記ある時刻以前の既知又は測位結果の地点における天空上の視野内の健康な状態の G P S 衛星の記録された擬似距離及び航法メッセージを基に、各 G P S 衛星についての擬似距離誤差を算出し、ある G P S 衛星の擬似距離誤差が予め設定した擬似距離誤差を超えた場合、G P S 衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間或いは予め設定した仰角以下の間、擬似距離誤差の大きい G P S 衛星の使用を禁止することにより、補正擬似距離を使用した相対測位精度、或いは、単独測位精度を向上させる請求項 1 又は 2 記載のコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法。

30

【請求項 6】

前記ある時刻以前の擬似距離変化率が予め設定した擬似距離変化率を超えた場合、G P S 衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間或いは予め設定した仰角以下の間、擬似距離変化率が大きい G P S 衛星の使用を禁止することにより、補正擬似距離を使用した相対測位精度を向上させる請求項 1 又は 2 記載のコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法。

【請求項 7】

各衛星毎の予測擬似距離補正値の使用時間が予め設定した時間を越えた場合、前記予測擬似距離補正値の使用を停止し単独測位を行う請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 記載のコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法。

40

【請求項 8】

任意の数個の G P S 衛星の擬似距離補正値予測式が得られていない場合、その衛星については予測擬似距離補正値の代わりに最新の擬似距離補正値を使用し擬似距離の補正を行う請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6 又は 7 記載のコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

50

**【発明の属する技術分野】**

本発明はカーナビ等のコードベース型DGPS受信機を用いたGPS移動局の測位方法に関し、擬似距離補正值のみ或いは擬似距離補正值及び擬似距離変化率の両方を算出するGPS基準局を使用することができなくなった、又は、擬似距離補正值のみ或いは擬似距離補正值及び擬似距離変化率の両方を放送する無線局の電波を受信できなくなった場合に、蓄積した過去の擬似距離補正值から擬似距離補正值予測式及びその予測式の結果である予測擬似距離補正值を算出し、GPS移動局において各GPS衛星毎の擬似距離を補正し、擬似距離補正值を使用できなくなったからの所定時間（例えば数十分間）は高精度に測位できるようにするGPS測位方法に関する。

**【0002】**

さらに、記録されている天空上の視野内の健康な状態のGPS衛星の擬似距離及び航法メッセージを基に組み合わせを変えながら単独測位を行い、又はある衛星の擬似距離誤差或いは擬似距離変化率がしきい値を超えた場合、測位精度が悪化する要因の衛星を使用しないようにし、所定時間（例えば数十分間）はさらに高精度に測位できるようにするGPS測位方法に関する。

10

**【0003】****【従来の技術】**

GPS衛星を用いた測位方法は近年広く普及するようになってきており、その測位方法の解説書として、新訂版「GPS - 人工衛星による精密測位システム - 」社団法人日本測量協会1989年11月15日発行がある。

20

**【0004】**

従来の一般的なコードベース型の移動局DGPS受信機の高精度測位、即ち相対測位においては、FM放送局から放送された擬似距離補正值及び擬似距離変化率を使用する事により、数秒から数十秒の短い時間、新しい擬似距離補正值が使用できなくなっても高精度の測位ができるようになっているが、新しい擬似距離補正值が使用できなくなってから長い時間が経過すると測位精度が悪くなり、却ってSA(selective availability:精度を低下させる処理)が掛かってない時の単独測位の方が精度は良くなり、この測位精度の逆転が起きるまでの時間が短い。

**【0005】**

さらに、擬似距離補正值の取得が途絶えてしまった後にあるGPS衛星が沈みかけ、又は、地平線から昇り始めた場合、主として電離層による電波の遅延によって起こるが、例えばあるGPS衛星が15度程度の仰角に位置していた場合は擬似距離誤差が小さかったが、10度や5度程度の低仰角に位置したら急に擬似距離誤差が大きくなった場合においては、この拡大した誤差を知る方法がなく、単独測位精度はもちろんのこと、相対測位精度が急速に悪化する。

30

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

従来GPS測位方法にあっては、随時更新される新しい擬似距離補正值が使用できなくなってしまうのは、徐々に測位精度が悪化してゆき遂にはSAが掛かってない時の単独測位の精度より悪くなってしまふ。

40

**【0007】**

さらに、従来GPS測位方法にあっては、擬似距離補正值が得られなくなってしまうのは地平線付近の擬似距離誤差が大きいGPS衛星が現れた場合、その衛星に引っ張られる感じで測位精度が悪くなる。

**【0008】**

本発明は、上記の問題に鑑み、擬似距離補正值と擬似距離変化率の補正情報が使用できなくなった場合、新しい擬似距離補正值が使用できなくなる前の擬似距離補正值から作られる擬似距離補正值予測式を算出し、その予測式から算出される予測擬似距離補正值を使って相対測位することにより、測位精度がSAが掛かってない時の単独測位の精度より悪くなってしまふ点までの時間を延ばす、言い換えれば、新しい擬似距離補正值が使用できな

50

くなり徐々に悪化してゆく測位精度より良い測位精度にすることを目的としている。

【 0 0 0 9 】

さらに、既知の地点（又は測位結果の地点）で、記録されているGPS衛星の擬似距離及び航法メッセージを基に組み合わせを変えながら単独測位を行うことにより、擬似距離誤差が大きくなる衛星を割り出した場合、この衛星を使用しないようにすることで測位精度のさらなる向上を目的としている。

【 0 0 1 0 】

また、擬似距離誤差が予め設定したしきい値を超えた場合、或いは擬似距離変化率が予め設定したしきい値を超えた場合にその超えた衛星を使用しないようにすることで測位精度のさらなる向上を目的としている

10

【 0 0 1 1 】

本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本願請求項1の発明は、任意の時刻の擬似距離補正值のみ、或いは、任意の時刻の擬似距離補正值及び擬似距離変化率の両方の補正情報を使用できるコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法において、

前記DGPS受信機内又は受信機外部のメモリーに前記補正情報のうちの擬似距離補正值を記録データとして蓄積し、前記記録データの擬似距離補正值の数が設定値に達しているときには、ある時刻以前の前記記録データの擬似距離補正值を基に、前記ある時刻以降の擬似距離補正值を予測する下記擬似距離補正值予測式(1)

20

$$y = a x + b \quad \dots (1)$$

( x : 最後に得られた補正情報の時間からの経過時間、 y : 予測擬似距離補正值、 a , b : 係数 )

を算出し、該予測式から予測擬似距離補正值を算出し、前記補正情報が使用できなくなった時に、前記擬似距離補正值の代わりに前記予測擬似距離補正值を使用し擬似距離の補正を行い、補正擬似距離を使用した相対測位を行うことを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

本願請求項2の発明は、任意の時刻の擬似距離補正值のみ、或いは、任意の時刻の擬似距離補正值及び擬似距離変化率の両方の補正情報を使用できるコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法において、

30

前記DGPS受信機内又は受信機外部のメモリーに蓄積した、ある時刻以前の前記補正情報のうちの擬似距離補正值を基に、前記ある時刻以降の擬似距離補正值を予測する擬似距離補正值予測式を算出し、該予測式から予測擬似距離補正值を算出し、前記補正情報が使用できなくなった時に、予め設定された1分以内の所定時間を経過しない場合は蓄積された中の最新の擬似距離補正值を使用するか、又は最新の擬似距離補正值と擬似距離変化率とを使用し、また、前記1分以内の所定時間を経過した場合は前記予測擬似距離補正值で擬似距離の補正を行い、補正擬似距離を使用した相対測位を行うことを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

40

本願請求項3の発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法は、請求項1又は2において、前記ある時刻以前の既知又は測位結果の地点における天空上の視野内の健康な状態のGPS衛星の記録された擬似距離及び航法メッセージを基に、予め設定したGPS衛星の数を使って予め単独測位し、さらにGPS衛星の組み合わせを変えながら単独測位し、それぞれの組み合わせによる単独測位の測位誤差の比較から、擬似距離誤差が大きいGPS衛星を割り出し、GPS衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間或いは予め設定した仰角以下の間、割り出したGPS衛星の使用を禁止し、相対測位精度、或いは、単独測位精度を向上させることを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

本願請求項4の発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法は、請求項3

50

において、前記擬似距離補正值予測式を算出し、また、擬似距離誤差が大きいGPS衛星を割り出す基準局用コードベース型GPS受信機が外部にあり、外部の前記GPS受信機から前記擬似距離補正值予測式及びGPS衛星の使用の禁止を無線或いは有線で伝送された場合、移動局側のコードベース型DGPS受信機で前記予測擬似距離補正值を算出し、さらに禁止衛星は使用しないで、前記擬似距離補正值と擬似距離変化率が使用できなくなった時に前記予測擬似距離補正值を使用して相対測位の測位精度を向上させることを特徴としている。

【0016】

本願請求項5の発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法は、請求項1又は2において、前記ある時刻以前の既知又は測位結果の地点における天空上の視野内の健康な状態のGPS衛星の記録された擬似距離及び航法メッセージを基に、各GPS衛星についての擬似距離誤差を算出し、あるGPS衛星の擬似距離誤差が予め設定した擬似距離誤差を超えた場合、GPS衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間或いは予め設定した仰角以下の間、擬似距離誤差の大きいGPS衛星の使用を禁止することにより、補正擬似距離を使用した相対測位精度、或いは、単独測位精度を向上させることを特徴としている。

10

【0017】

本願請求項6の発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法は、請求項1又は2において、前記ある時刻以前の擬似距離変化率が予め設定した擬似距離変化率を超えた場合、GPS衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間或いは予め設定した仰角以下の間、擬似距離変化率が大きいGPS衛星の使用を禁止することにより、補正擬似距離を使用した相対測位精度を向上させることを特徴としている。

20

【0018】

本願請求項7の発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法は、請求項1、2、3、4、5又は6において、各衛星毎の予測擬似距離補正值の使用時間が予め設定した時間を越えた場合、前記予測擬似距離補正值の使用を停止し単独測位を行うことを特徴としている。

【0019】

本願請求項8の発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法は、請求項1、2、3、4、5、6又は7において、任意の数個の衛星の擬似距離補正值予測式が得られていない場合、その衛星については予測擬似距離補正值の代わりに最新の擬似距離補正值を使用し擬似距離の補正を行うことを特徴としている。

30

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法の実施の形態を図面に従って説明する。

【0021】

図1及び図2はコードベース型DGPS受信機(C/Aコードを利用した相対測位可能なGPS受信機)を用いた場合の測位精度の説明図である。図3から図12は本発明に係るGPS測位方法の各実施の形態を示すフローチャートである。本発明では、カーナビや人が携帯するGPS移動局が擬似距離補正值及び擬似距離変化率を使用できなくなった場合に、予測擬似距離補正值を使用することにより測位精度の劣化を軽減するものである。

40

【0022】

図1はFM放送局から無料で提供されている擬似距離補正值及び擬似距離変化率が得られなくなったからの相対測位の場合の測位精度の推移を示している。但し、単独測位の場合の測位精度及び常時擬似距離補正值及び擬似距離変化率が得られている場合の測位精度も比較の為に示している。

【0023】

擬似距離補正值及び擬似距離変化率が途絶えてからの相対測位精度(最後の擬似距離補正

50

値と擬似距離変化率を使用)は徐々に悪くなっていき、遂には単独測位精度より悪くなっていく。特に地表に近い低高度においては単独測位精度より悪くなる時間が早く来る。これに対して、擬似距離補正值及び擬似距離変化率が途絶えてから本発明の予測擬似距離補正值を使用することにより図1のように単独測位精度より悪くなる時間が遅くなる。

【 0 0 2 4 】

図2はある衛星(衛星1~5)の擬似距離誤差の推移を示している。なお、衛星番号は実際のSV番号とは対比していない仮の番号である。

【 0 0 2 5 】

図2を見るとSAが掛かっていない時の航法メッセージを基に算出された各衛星の擬似距離誤差は、通常0m付近(横軸付近)を推移している。しかし、衛星3や衛星4のように衛星が天空上を沈む或いは昇る時の低仰角時においては、主に電離層による伝搬遅延の影響を受け擬似距離誤差が低仰角ほど悪くなることがまれに起こる。

【 0 0 2 6 】

なお、図2の縦線A及び縦線B(予測擬似距離補正值を使用し始めた時間)は図3以降のフローチャートを理解するための線であり、特に後述する「使用禁止の衛星」に関する説明を理解しやすくするためのものである。

【 0 0 2 7 】

図3は本発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法の第1の実施の形態を示すフローチャートである。この場合、コードベース型DGPS受信機は相対測位のために補正情報としてFM放送局から送信される擬似距離補正值を利用するものとする。図3において、S1(ステップ1)ではGPS衛星から送信されている航法メッセージ、コードベース型DGPS受信機内で算出した擬似距離及びFM放送局から送信される擬似距離補正值(補正情報)を取得する。利用するGPS衛星は、測位地点での天空上の視野内の健康な状態のGPS衛星である。

【 0 0 2 8 】

S2ではS1で取得したデータを前記DGPS受信機内又は受信機外部のメモリーに記録し、S3では記録データのうちの擬似距離補正值の数が予め設定した量に達したか比較する。記録データのうちの擬似距離補正值の数が設定量に達しない時は擬似距離補正值予測式を作れないためS4に進み補正情報を使用した相対測位を行い、S5に進みこの過程を繰り返しデータを蓄積していく(通常、数10分間にわたるデータを蓄積する)。

【 0 0 2 9 】

S3で擬似距離補正值の数が設定量に達した時は、S6に進み、S6で例えば $y = ax + b$ の式(ここでx:最後に得られた補正情報の時間からの経過時間、y:予測擬似距離補正值、a, b:係数とする)である擬似距離補正值予測式を衛星毎に作成しS7で予測擬似距離補正值を算出する。

【 0 0 3 0 】

S8では現在時刻から最後に得られた補正情報の時刻を引いた時間が予め設定した時間を経過していないか比較し、越えていなければS4に戻り補正情報(図3では擬似距離補正值のみ、図4以降では擬似距離補正值及び擬似距離変化率を言う)を使用した相対測位を行う。なお、補正情報の最後の時刻からの時間が予め設定した時間(例えば、1分以下)を経過していない範囲内においては、最後の補正情報をそのまま使い続けても相対測位精度は殆ど悪くならないので支障はない。

【 0 0 3 1 】

また、越えていればS9に進み予測擬似距離補正值を使用した相対測位を行ってS10に進み、次の相対測位に備える。

【 0 0 3 2 】

S11ではFM放送局から送信される電波が受信できなくなり補正情報が得られなかった時はS7に進み予測擬似距離補正值を使用した相対測位を繰り返す。また、補正情報が得られた時はS2に進み、フローチャートには出ていないがコードベース型DGPS受信機の電源スイッチが切られるまでは相対測位を繰り返す。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 3 】

この第 1 の実施の形態の場合、補正情報として少なくとも擬似距離補正值を使用できるコードベース型 D G P S 受信機において、その内部又は外部にメモリーを具備し、補正情報をメモリーに記録すると同時に測位に必要な数の G P S 衛星を捕捉・追尾し測位を開始し、メモリーにデータが一杯になると一番古いデータが消去されて新しいデータに書き換えられていく構成とし、必要データ数が蓄積されると予め設定した間隔で前記擬似距離補正值を基に、擬似距離補正值を予測する擬似距離補正值予測式を自動的に作成し、予測擬似距離補正值を算出し、前記補正情報が使用できなくなった時に前記擬似距離補正值の代わりに前記予測擬似距離補正值を使用し擬似距離の補正を行い、補正擬似距離を使用した相対測位方式としている。このため、補正情報が得られなくなつてからの測位精度の低下を少なくすることができる。

10

## 【 0 0 3 4 】

さらに付加機能として、前記擬似距離補正值予測式の算出に要する処理を軽減するために前記擬似距離補正值予測式の算出間隔を長くすると同時に、予め設定された 1 分以内の所定時間を経過しない場合は最新の擬似距離補正值を使用し、予め設定された前記 1 分以内の所定時間を経過した場合は前記予測擬似距離補正值で擬似距離の補正を行う方式としている。

## 【 0 0 3 5 】

図 4 は本発明に係るコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法の第 2 の実施の形態を示すフローチャートである。この場合、コードベース型 D G P S 受信機は相対測位のために補正情報として F M 放送局から送信される擬似距離補正值及び擬似距離変化率の両方を利用するものとする。フローチャートは図 3 と同様な流れとなっているので、異なった点について説明する。S 1 2 では S 1 の情報の他に補正情報として擬似距離変化率も取得する。S 1 2 での取得データが S 1 4 での設定量に達しなければ、処理の流れは S 1 3 , S 1 4 , S 1 5 及び S 1 6 の順に進む。S 1 2 での取得データが S 1 4 での設定量に達すれば、処理の流れは S 1 7 , S 1 8 , S 1 9 の順に進み、補正情報の最後の取得時刻からの経過時間が設定時間（例えば、1 分以下）を経過しない時は S 1 5 に、経過した時は S 2 0 , S 2 1 の順に流れ、S 2 2 で S 1 3 か S 1 8 に分岐させるか比較する。

20

## 【 0 0 3 6 】

この第 2 の実施の形態の場合、補正情報として擬似距離補正值及び擬似距離変化率の両方を使用できるコードベース型 D G P S 受信機において、その内部又は外部にメモリーを具備し、補正情報をメモリーに記録すると同時に測位に必要な数の G P S 衛星を捕捉・追尾し測位を開始し、メモリーにデータが一杯になると一番古いデータが消去されて新しいデータに書き換えられていく構成とし、必要データ数が蓄積されると予め設定した間隔で前記擬似距離補正值及び擬似距離変化率を基に、擬似距離補正值を予測する擬似距離補正值予測式を自動的に作成し、予測擬似距離補正值を算出し、前記補正情報が使用できなくなった時に前記擬似距離補正值の代わりに前記予測擬似距離補正值を使用し擬似距離の補正を行い、補正擬似距離を使用した相対測位方式としている。その他の作用効果は第 1 の実施の形態と同様である。

30

## 【 0 0 3 7 】

図 5 は本発明に係るコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法の第 3 の実施の形態を示すフローチャートであつて、既知点における単独測位により使用禁止の衛星を見だし、使用禁止以外の衛星よりの擬似距離を使用して相対測位する場合のフローチャートである。S 2 3 では天空上の視野内の健康な状態の G P S 衛星から送信されている航法メッセージ、コードベース型 D G P S 受信機内で算出した擬似距離、及び F M 放送局から送信される補正情報としての擬似距離補正值及び擬似距離変化率を取得する。

40

## 【 0 0 3 8 】

S 2 3 の取得データは S 2 4 で記録され、S 2 4 では補正情報（擬似距離補正值と擬似距離変化率）を使用した相対測位結果も記録する。但し、初回は相対測位をまだ行っていないので相対測位結果は記録しない。

50

## 【 0 0 3 9 】

図 3、図 4 の第 1、第 2 の実施の形態と同様に、取得データが設定量に達しなければ処理の流れは S 2 5、S 2 6 及び S 2 7 の順に進む。取得データが設定量に達した時は S 2 8 で相対測位結果を統計処理して高精度の既知点を算出するか（この場合は、数分間同一地点に静止している必要がある）、最後の相対測位結果を使用し既知点とするか、或いはキーボードから既知点（例えば地図で調べた地点）を手動入力しても良い。

## 【 0 0 4 0 】

S 2 9 では記録されている最新の同一時刻の航法メッセージ及び擬似距離を使用して GPS 衛星の組み合わせを変えながら単独測位を行い擬似距離誤差が大きい衛星を割り出す。例えば、衛星番号 1、3、4、7、8、9 の 6 個の衛星についての航法メッセージと擬似距離が記録されていた場合は、最初は衛星番号 1、3、4 を使って単独測位を行い、S 2 8 での既知点からの誤差を算出する。次に衛星番号 3、4、7 を使い単独測位を行い前述と同様に既知点からの誤差を算出する。S 3 0 では擬似距離誤差の大きい衛星がない時は S 3 2 に進ませ、擬似距離誤差の大きい衛星がある時は S 3 1 に進ませる。S 3 1 では使用禁止の衛星、航法メッセージから算出した使用禁止時間及び使用禁止仰角をメモリーに書き込む。

## 【 0 0 4 1 】

使用禁止時間は衛星が低仰角（一定の仰角以下）に位置する時間とし、使用禁止仰角は衛星が低仰角（一定の仰角以下）に位置する時の仰角である。処理の流れは S 3 2、S 3 3、S 3 4 と進み補正情報の最後の取得時刻からの経過時間が設定時間（例えば 1 分以下）を経過しない時は S 2 6、S 2 7、S 2 4 の順に進み、経過時間が設定時間を経過した時は S 3 5 に進む。

## 【 0 0 4 2 】

S 3 5 ではメモリーから読み出した使用禁止時間又は使用禁止仰角の間は、使用禁止衛星を除いた衛星の予測擬似距離補正值を使い相対測位を行い、S 3 6、S 3 7 に進む。

## 【 0 0 4 3 】

この第 3 の実施の形態では、補正情報が得られた時間の相対測位結果地点又は地図で調べた地点を既知の地点とし、当該既知の地点における天空上の視野内の健康な状態の GPS 衛星についての、メモリーに書き込まれている（記録されている）擬似距離及び航法メッセージを使用し、予め設定した衛星の数を使って単独測位し、そして衛星の組み合わせを変えながらさらに単独測位し、擬似距離誤差が大きい衛星を割り出した場合、GPS 衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間或いは予め設定した仰角以下の間、割り出した衛星の使用を禁止するようにしている。これにより、HDOP や VDOP が良くなるが擬似距離誤差が大きい衛星があるため却って測位精度が悪化する特異的な現象を改善し、相対測位精度を向上させることができる。

## 【 0 0 4 4 】

図 6 は本発明に係るコードベース型 DGPS 受信機の GPS 測位方法の第 4 の実施の形態のフローチャートであり、単独測位の場合のフローチャートである。処理の最初の流れは図 5 と同様で、S 3 8 で天空上の視野内の健康な状態の GPS 衛星から送信されている航法メッセージ、及びコードベース型 DGPS 受信機内で算出した擬似距離を取得し、S 3 9 でこれらをメモリーに記録、S 4 0 で S 4 1 か S 4 3 に分岐させる。なお、S 3 9 では初回は単独測位を行っていないので単独測位結果は記録しない。

## 【 0 0 4 5 】

S 4 3 では単独測位結果を統計処理して高精度の既知点を算出するか（この場合は、数分間同一地点に静止している必要がある）、最後の単独測位結果を使用し既知点とするか、或いはキーボードから既知点を手動入力しても良い。

## 【 0 0 4 6 】

S 4 4、S 4 5、S 4 6 の処理内容は、S 2 9、S 3 0、S 3 1 と同様な処理内容であり、S 4 7 ではメモリーから読み出した使用禁止時間又は使用禁止仰角の間は、使用禁止衛星を除いた衛星を使い単独測位を行い、単独測位の測位精度を向上させている。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 7 】

この第 4 の実施の形態では、単独測位結果を統計処理した地点又は地図で調べた地点を既知の地点とし、当該既知の地点における天空上の視野内の健康な状態の GPS 衛星のメモリーに書き込まれている（記録されている）擬似距離及び航法メッセージを使用し、予め設定した衛星の数を使って単独測位し、そして衛星の組み合わせを変えながらさらに単独測位し、擬似距離誤差が大きい衛星を割り出した場合、GPS 衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間或いは予め設定した仰角以下の間、割り出した衛星の使用を禁止するようにしている。これにより、HDOP や VDOP が良くなるが擬似距離誤差が大きい衛星があるため却って測位精度が悪化する特異的な現象を改善し、単独測位精度を向上させることができる。

10

## 【 0 0 4 8 】

図 7 及び図 8 は本発明に係るコードベース型 DGPS 受信機の GPS 測位方法の第 5 の実施の形態であり、図 7 は DGPS 基準局（コードベース型 DGPS 受信機を備えている）のフローチャート、図 8 は DGPS 移動局（コードベース型 DGPS 受信機を備えている）のフローチャートである。ここで、前記基準局は少なくとも擬似距離補正值、擬似距離変化率及び擬似距離補正值予測式を前記移動局に伝送する機能を持ち、前記移動局はそれらの前記基準局からの伝送情報を利用して相対測位を行うものである。

## 【 0 0 4 9 】

図 7 において、S 4 8 で DGPS 基準局の基準点（地図等で既知）を手（キーボード等）で入力するか、単独測位結果の統計処理の値とするのかを決め、S 4 9 で分岐させる。

20

## 【 0 0 5 0 】

基準点を単独測位結果から算出する時は S 5 0, S 5 1, S 5 2, S 5 4, S 5 5 の順に進み、手入力の時は S 5 3, S 5 4, S 5 5 の順に進む。

## 【 0 0 5 1 】

S 5 5 では既知の基準点を真値として、天空上の見えている衛星毎の擬似距離補正值及び擬似距離変化率を算出する。次に処理は S 5 6, S 5 7, S 5 8, S 5 9 の順に進む。

## 【 0 0 5 2 】

S 5 8 では図 5 の S 2 9 と同様な処理を行い、S 5 9 を経て擬似距離誤差の大きい衛星がある場合は S 6 1、無い場合は S 6 0 に進む。

## 【 0 0 5 3 】

S 6 1 では擬似距離補正值、擬似距離変化率、擬似距離補正值予測式、使用禁止の衛星、禁止時間、禁止仰角を有線又は無線で移動局に伝送する。S 6 0 では擬似距離補正值、擬似距離変化率、擬似距離補正值予測式を有線又は無線で移動局に伝送する。

30

## 【 0 0 5 4 】

図 8 の DGPS 移動局のフローチャートにおいて、S 6 2 では、移動局の地点にて天空上に見えている衛星から送信された航法メッセージ、及び移動局内のコードベース型 DGPS 受信機内で算出した擬似距離を取得するとともに、基準局より有線又は無線で伝送されてきた擬似距離補正值、擬似距離変化率、擬似距離補正值予測式、禁止衛星の情報（使用禁止の衛星番号、禁止時間及び禁止仰角）を取得する。

## 【 0 0 5 5 】

取得したデータは S 6 3 で移動局内のメモリーに記録され、S 6 4 では擬似距離補正值予測式により予測擬似距離補正值を算出し、S 6 5 で経過時間が設定値（1分以内の所定値）を経過していれば S 6 8 に、経過していなければ S 6 6 に進む。

40

## 【 0 0 5 6 】

S 6 8 では使用禁止衛星を除いた衛星で予測擬似距離補正值を使用して相対測位を行う。この時の状況を図 2 の縦線 A 時点で説明すると衛星 3 が電離層による遅延の影響で擬似距離誤差が大きくなっているため、衛星 3 を除いて相対測位を行う。

## 【 0 0 5 7 】

S 6 9 では GPS 衛星から航法メッセージ、擬似距離を取得し、S 7 0 で有線又は無線で図 7 の基準局から擬似距離補正值及び擬似距離変化率を取得し、S 7 1 で基準局から擬似

50

距離補正值予測式及び禁止衛星情報を取得する。なお、S70で伝送路が不通になったため擬似距離補正值等が受信できなかった場合はS64に進む。

**【0058】**

この第5の実施の形態によれば、擬似距離補正值予測式を算出する機能及び擬似距離誤差が大きい衛星を割り出す機能がDGPS基準局にあり、擬似距離補正值予測式及び衛星の使用禁止情報を無線或いは有線でDGPS移動局に伝送しDGPS移動局における測位精度を向上させることができる。

**【0059】**

また、擬似距離変化率或いは予め入力された既知点としての基準点を基に算出した擬似距離誤差の大きいGPS衛星がある場合、擬似距離誤差の大きいGPS衛星の使用をある時間又はある仰角以下になると使用しないようにすることで、測位精度を向上させている。

10

**【0060】**

図9は本発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法の第6の実施の形態のフローチャートである。S72で、天空上に見えている衛星から送信された航法メッセージ、及びコードベース型DGPS受信機内で算出した擬似距離を取得するとともに、FM放送局から送信された補正情報(擬似距離補正值、擬似距離変化率)を取得し、S73では予め入力された既知点又は測位結果点を基に各衛星毎の擬似距離誤差を算出し記録する。

**【0061】**

S74で擬似距離誤差を除く取得データが設定量に達するとS77に、達しなければS75, S76に進む。S77では擬似距離誤差が大きい衛星があるか判断し(しきい値を超えているかどうか判断し)、図2の縦線A時点にある時のように擬似距離誤差の大きい衛星がある場合はS78に、無い場合はS79に進む。S79では使用禁止の衛星がある場合、それを除外して擬似距離補正值予測式を作成する。そして、S80で経過時間が設定値(1分以内の所定値)を経過していればS82に、経過していなければS81に進む。以降はフローチャートから処理の流れが容易に分かるので説明を省略する。

20

**【0062】**

この第6の実施の形態では、予め入力された既知点又は測位結果点で、ある時刻以前の擬似距離と航法メッセージを基に擬似距離誤差を算出し、あるGPS衛星の擬似距離誤差が予め設定した擬似距離誤差のしきい値を超えた場合、GPS衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間或いは予め設定した仰角以下の間、擬似距離誤差の大きい衛星の使用を禁止する。これにより、HDOPやVDOPが良くなるが擬似距離誤差が大きい衛星があるため却って、内蔵されているコードベース型DGPS受信機のクロックの同期誤差を増加させ、また、測位点算出誤差を増加させるため測位精度が悪化する特異的な現象を改善し、前記擬似距離補正值と擬似距離変化率が使用できなくなった時に予測擬似距離補正值で擬似距離の補正を行い、補正擬似距離を使用した相対測位精度を向上させることができる。なお、前記衛星の使用禁止は単独測位を行う場合の単独測位精度向上にも有効である。

30

**【0063】**

図10は本発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法の第7の実施の形態を示すフローチャートである。図10が図9と違う部分は二カ所で、図9のS73の擬似距離誤差を算出しメモリーに記録することが図10のS86では擬似距離誤差を算出しないようになっていること、また、図9のS77の擬似距離誤差が図10のS90では擬似距離変化率になっている。その他は図9の第6の実施の形態と同様である。

40

**【0064】**

この第7の実施の形態の場合、S90では擬似距離変化率を基に使用禁止のGPS衛星を検出し、S91で使用禁止の衛星、禁止時間、禁止仰角をメモリーに記録し、GPS衛星から放送されている航法メッセージから算出した視野内の一定の時間(禁止時間)或いは予め設定した仰角(禁止仰角)以下の間、擬似距離変化率がしきい値より大きいGPS衛星の使用を禁止することによって、相対測位精度を改善している。但し、擬似距離変化率

50

を基に使用禁止の衛星を検出するようになっているので、擬似距離誤差が大きい擬似距離変化率が小さい角度、例えば仰角 $20^\circ$ 付近においては使用禁止の衛星を検出できず、擬似距離変化率が大きい仰角 $15^\circ$ になった時に使用禁止の衛星を検出できるようになる等、図9より使用禁止の衛星の検出精度が悪いため、結局測位精度が若干劣ってしまうことは免れない。

【0065】

図11は本発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法の第8の実施の形態を示すフローチャートである。S98で図9の場合等と同様に航法メッセージ、擬似距離及び補正情報を取得し、S99では擬似距離補正値を算出し記録し、またS98で取得した情報をメモリに記録する。

10

【0066】

S103では擬似距離誤差又は擬似距離変化率のどちらを使うか予め設定しておき、設定したものを使って使用禁止の衛星を検出する。

【0067】

次に、今までの実施の形態と違う点はS108の処理が追加され、S108では予測擬似距離補正値の連続使用時間が設定値を超えたか検出し、例えば予測擬似距離補正値の使用が20分を超えたか検出する。この処理は予測擬似距離補正値を使用した相対測位が長時間にわたると単独測位精度より悪くなるため、この測位精度の悪化を防止する。

【0068】

S108での連続使用時間が設定値を超えると、S109で単独測位を行いS110で補正情報が取得できなければ、単独測位を繰り返す。また、補正情報が取得できればS111に進む。

20

【0069】

この第8の実施の形態によれば、各衛星毎の予測擬似距離補正値の使用時間が予め設定した時間、つまり、単独測位より精度が悪化するような時間を超えた場合は予測擬似距離補正値の使用を停止し単独測位を行うようにし、SAが掛かってない場合の単独測位精度より悪い測位精度にならないようにしている。

【0070】

図12は本発明に係るコードベース型DGPS受信機のGPS測位方法の第9の実施の形態を示すフローチャートである。

30

【0071】

図11と違う点は、図11のS106は天空上の使用する全ての衛星について予測擬似距離補正値を作成するようにしているが、図12のS123では、図2の縦線B付近で説明すると、衛星1, 2, 5については予測擬似距離補正値を作成し、地平線から登ってきた衛星4については図2の縦線B時点の擬似距離補正値を予測擬似距離補正値の代用にするようにしている。

【0072】

上記に伴いS129では予測擬似距離補正値及び予測擬似距離補正値の代用の最新の擬似距離補正値を使い相対測位を行う。

【0073】

40

この第9の実施の形態によれば、図2の縦線Bの時に予測擬似距離補正値を使用する場合のように、予測擬似距離補正値を使用し始める時において、任意の数個の衛星については擬似距離補正値予測式を作るためのデータが足りなくて擬似距離補正値予測式が作れない場合は、任意の数個の衛星については予測擬似距離補正値ではなく最新の擬似距離補正値を使うことで測位精度を向上させることができる。

【0074】

以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なのは当業者には自明であろう。

【0075】

【発明の効果】

50

以上説明したように、本発明に係るコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法によれば、F M 放送局等が送信している擬似距離補正情報が得られなくなって長い時間が経過しても、良い測位精度にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法の測位精度と、本発明によらない G P S 測位方法の測位精度を比較した説明図である。

【図 2】ある時刻における各衛星の擬似距離誤差、また、本発明による測位を開始する時点を示した説明図である。

【図 3】本発明に係るコードベース型 D G P S 受信機の G P S 測位方法の第 1 の実施の形態を示すフローチャートである。

【図 4】本発明の第 2 の実施の形態を示すフローチャートである。

【図 5】本発明の第 3 の実施の形態を示すフローチャートである。

【図 6】本発明の第 4 の実施の形態を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の第 5 の実施の形態であって基準局のフローチャートである。

【図 8】本発明の第 5 の実施の形態であって移動局のフローチャートである。

【図 9】本発明の第 6 の実施の形態を示すフローチャートである。

【図 10】本発明の第 7 の実施の形態を示すフローチャートである。

【図 11】本発明の第 8 の実施の形態を示すフローチャートである。

【図 12】本発明の第 9 の実施の形態を示すフローチャートである。

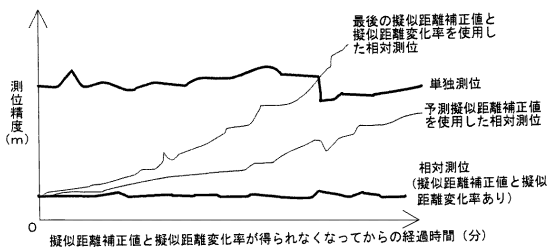
【符号の説明】

S 1 ~ S 1 3 1 ... 各ステップにおけるプログラム処理

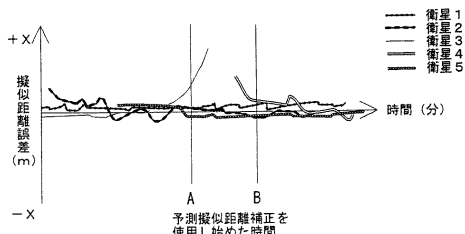
10

20

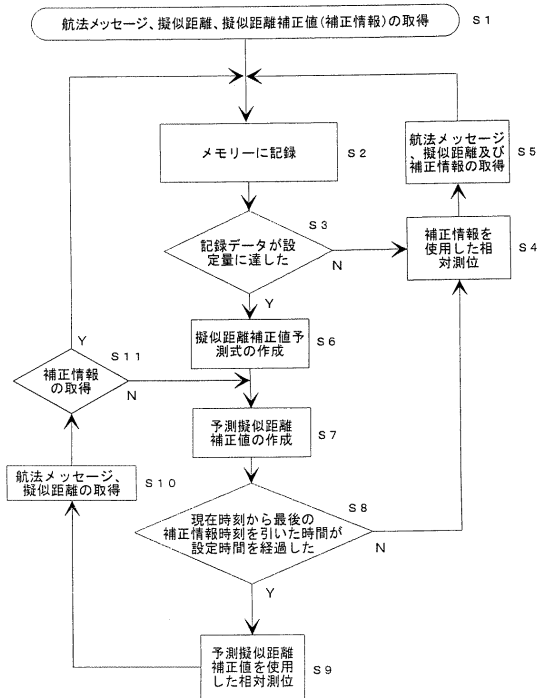
【図 1】



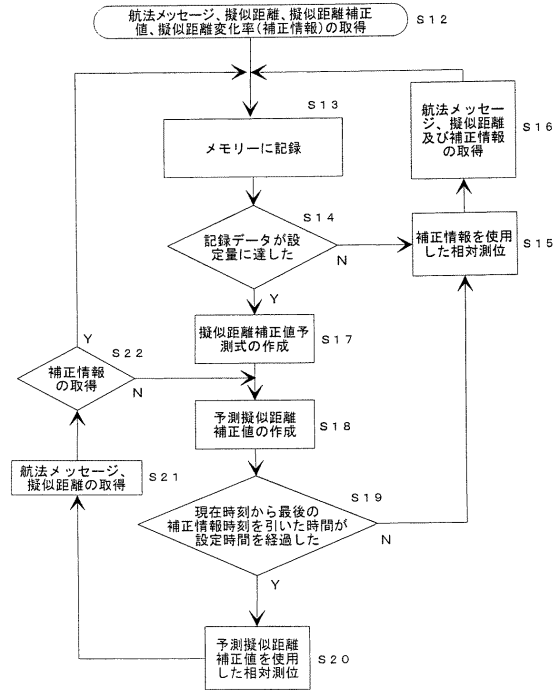
【図 2】



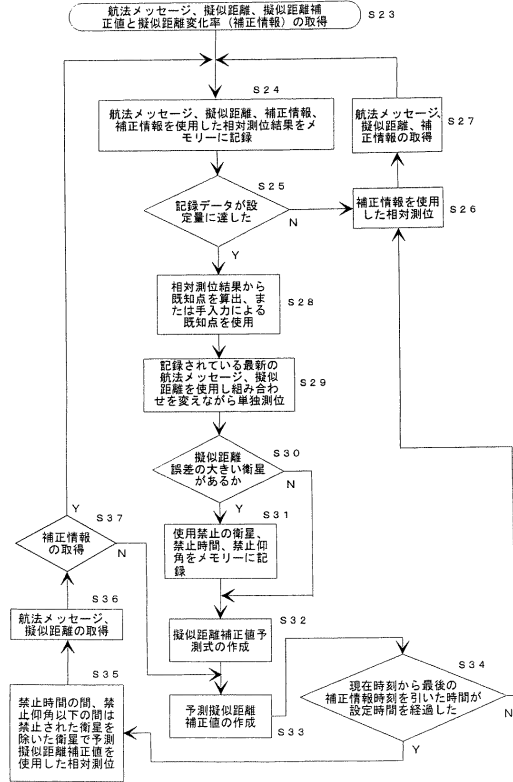
【図 3】



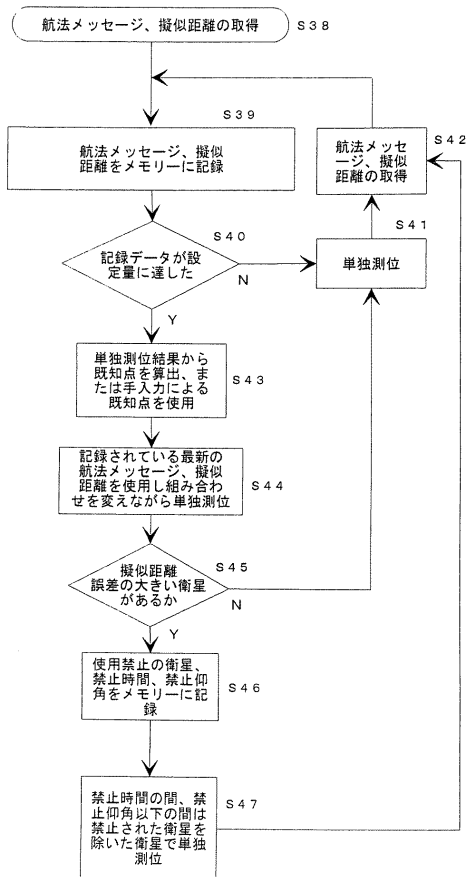
【 図 4 】



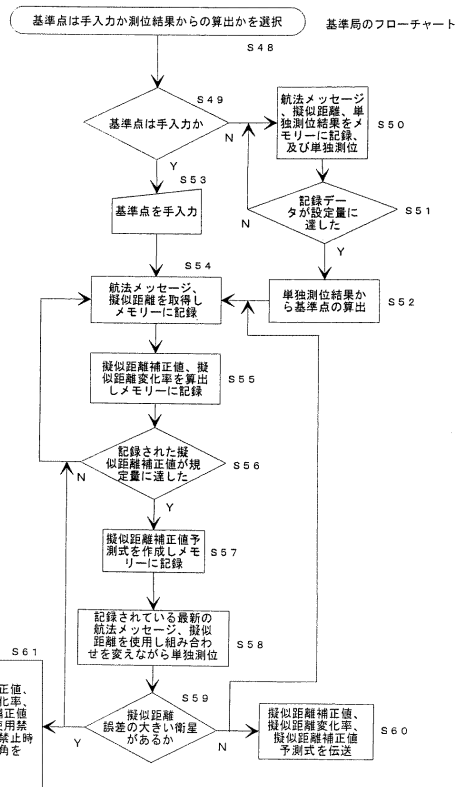
【 図 5 】



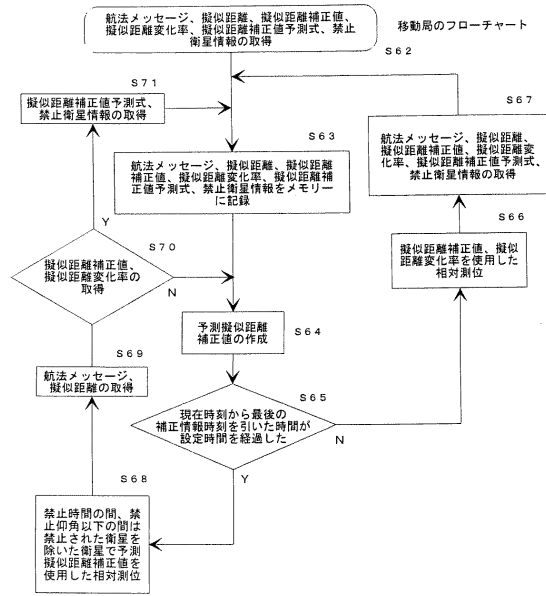
【 図 6 】



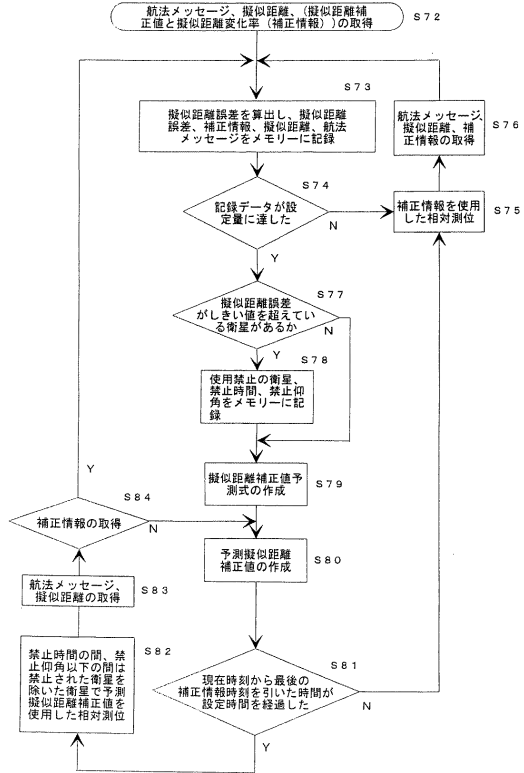
【 図 7 】



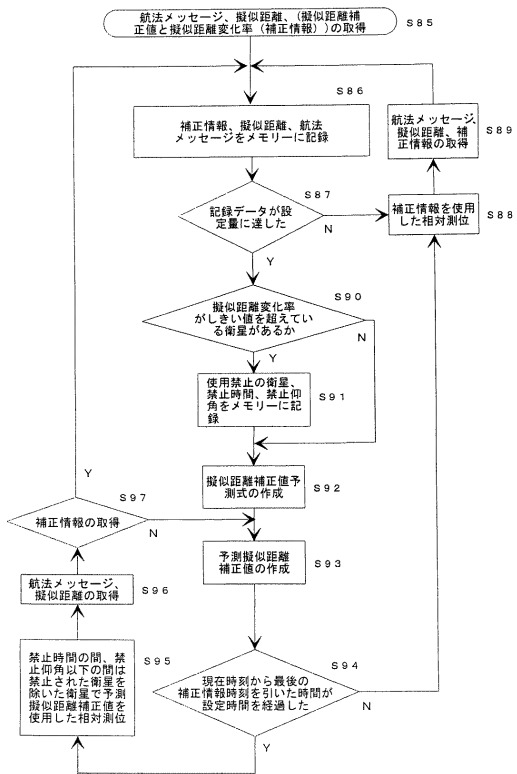
【 図 8 】



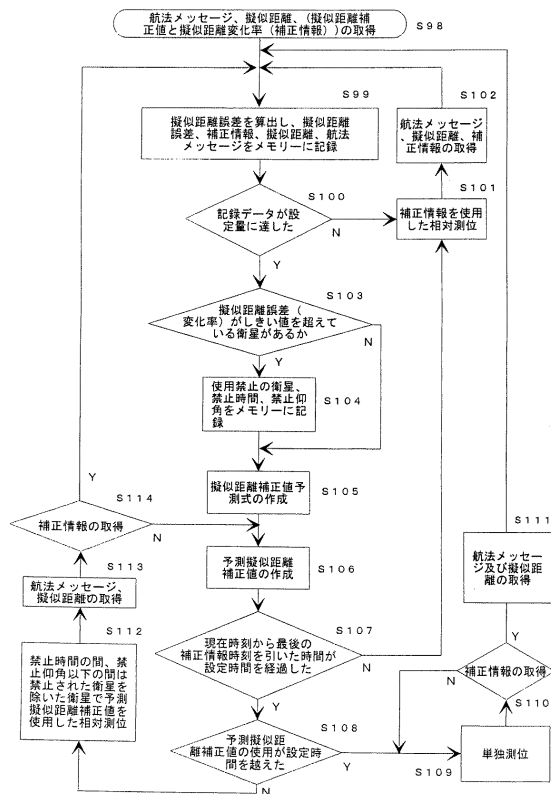
【 図 9 】



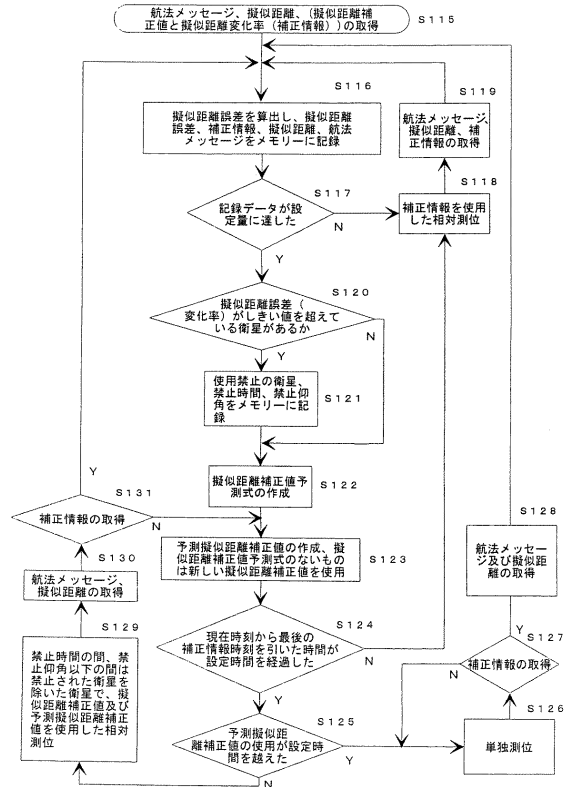
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平3 - 51783 (JP, A)  
特開平8 - 292247 (JP, A)  
特開平8 - 297158 (JP, A)  
特開平8 - 101265 (JP, A)  
特開平7 - 43446 (JP, A)  
特開平3 - 51783 (JP, A)  
特開平5 - 107333 (JP, A)  
特開平7 - 146351 (JP, A)  
特開平8 - 15404 (JP, A)  
特開平7 - 68338 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
G01S 5/00 ~ 5/14