

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-247705

(P2011-247705A)

(43) 公開日 平成23年12月8日(2011.12.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1S 19/42 (2010.01)	GO1S 5/14 574	5J062
GO1S 19/25 (2010.01)	GO1S 5/14 543	
GO1S 19/27 (2010.01)	GO1S 5/14 545	
GO1S 5/02 (2010.01)	GO1S 5/02 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2010-120072 (P2010-120072)
 (22) 出願日 平成22年5月26日 (2010.5.26)

(71) 出願人 000004226
 日本電信電話株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 (74) 代理人 100072718
 弁理士 古谷 史旺
 (74) 代理人 100116001
 弁理士 森 俊秀
 (72) 発明者 山越 公洋
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内
 (72) 発明者 原田 充
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内
 Fターム(参考) 5J062 AA08 AA13 CC07 CC18 DD22
 DD24

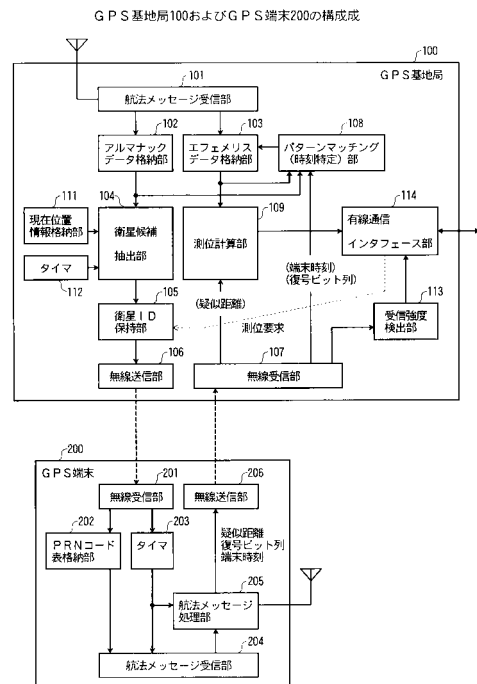
(54) 【発明の名称】 GPS測位システムおよびGPS測位方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 Assisted - GPS技術に関し、十分な測位精度を確保し、かつGPS端末における処理負荷を軽減して消費電力を低減する。

【解決手段】 GPS基地局100のGPS衛星特定手段は、4台の衛星IDをGPS端末200に送信し、GPS端末の航法メッセージ処理手段は、4台の衛星IDに対応するGPS衛星の航法メッセージの相関ピークから疑似距離と、時刻と、航法メッセージの復号ビット列とをGPS基地局100に送信し、航法メッセージの復号ビット列と航法メッセージについて、端末受信時刻近傍においてパターンマッチングを行い、ビット列が一致した位置により航法メッセージをGPS衛星が送信した時刻を特定し、各GPS衛星の位置を算出し、疑似距離と位置とから、GPS端末200の時刻誤差と測位対象位置を未知数とする方程式を解いて位置を算出する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

G P S 衛星から送信される航法メッセージを受信する G P S 基地局と、当該 G P S 基地局のセル内で前記 G P S 衛星から送信される航法メッセージを受信する G P S 端末との間で無線通信を行い、当該 G P S 基地局で当該 G P S 端末の測位を行う G P S 測位システムにおいて、

前記 G P S 基地局は、

前記 G P S 端末への測位要求が発生した時点で、前記 G P S 基地局から航法メッセージを受信可能な G P S 衛星を特定し、仰角の大きい順番に少なくとも 4 台の衛星 I D を前記 G P S 端末に送信する G P S 衛星特定手段と、

前記 G P S 端末が前記衛星 I D に対応する G P S 衛星から一定時間で受信した航法メッセージの復号ビット列と当該 G P S 基地局が保持する航法メッセージについて、前記 G P S 端末が航法メッセージを受信した受信時刻近傍においてパターンマッチングを行い、ビット列が一致した位置により当該航法メッセージを前記 G P S 衛星が送信した時刻を特定し、その送信時刻における前記各 G P S 衛星の位置を算出するとともに、前記各 G P S 衛星に関する疑似距離と G P S 衛星位置とから、前記 G P S 端末の時刻誤差と測位対象位置を未知数とする方程式を解き、前記 G P S 端末の位置を算出する測位処理手段とを備え、

前記 G P S 端末は、

前記少なくとも 4 台の衛星 I D に対応する G P S 衛星の航法メッセージの相関ピークを取り、各 G P S 衛星の相関ピークの時間位相差から得られる前記疑似距離と、そのときの G P S 端末時刻と、前記一定時間で受信した前記航法メッセージの復号ビット列とを生成し、前記 G P S 基地局に送信する航法メッセージ処理手段を備えた

ことを特徴とする G P S 測位システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の G P S 測位システムにおいて、

前記 G P S 基地局の G P S 衛星特定手段は、

前記 G P S 衛星から送信される航法メッセージを受信してアルマナックデータおよびエフェメリスデータを一定時間分蓄積保存する手段と、

取得したアルマナックデータから各 G P S 衛星の概略位置を一定周期で算出し、その G P S 衛星の概略位置をもとに仰角の大きい順番に少なくとも 4 台の G P S 衛星の P D O P (Position Dilution Of Precision) 値を計算し、P D O P 値が所定値以上である場合は次に仰角の大きい G P S 衛星と入れ替えながら、P D O P 値が所定値未満となる少なくとも 4 台の G P S 衛星を特定する手段と、

前記少なくとも 4 台の G P S 衛星の特定を一定周期で更新しながら、その衛星 I D を前記 G P S 端末へ送信する手段と

を備えたことを特徴とする G P S 測位システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の G P S 測位システムにおいて、

前記 G P S 端末の航法メッセージ処理手段は、

前記航法メッセージの受信に必要な G P S 衛星の衛星 I D に対応した P R N (Pseudo Random Noise) コードのコード対応表を保持し、前記 G P S 基地局から通知される前記衛星 I D に対応する P R N コードをコード対応表から特定し、当該 P R N コードと当該 G P S 衛星の航法メッセージとの相関ピークを取り、航法メッセージの伝送速度のビットに同期したタイミングで基準時刻と各 G P S 衛星 i が送信する航法メッセージとの相関ピークの時間差 t_i を計測し、さらに各 G P S 衛星の航法メッセージについて一定時間受信して復調した航法メッセージのビット列と、G P S 衛星毎の当該相関ピークの時間差情報 t_i を生成する構成である

ことを特徴とする G P S 測位システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の G P S 測位システムにおいて、

10

20

30

40

50

前記GPS基地局は、前記GPS衛星が新規に導入されたり既存のGPS衛星が運用を停止した場合はマルチキャスト配信により、また前記GPS端末から送信要求があった場合はユニキャスト配信により前記衛星IDとPRNコードのコード対応表を送信する手段を備えた

ことを特徴とするGPS測位システム。

【請求項5】

請求項1に記載のGPS測位システムにおいて、

前記各GPS基地局が前記GPS端末からの受信強度を検出し、受信強度最大となるGPS基地局を測位処理を担当するGPS基地局とする構成である

ことを特徴とするGPS測位システム。

10

【請求項6】

GPS衛星から送信される航法メッセージを受信するGPS基地局と、当該GPS基地局のセル内で前記GPS衛星から送信される航法メッセージを受信するGPS端末との間で無線通信を行い、当該GPS基地局で当該GPS端末の測位を行うGPS測位方法において、

前記GPS基地局のGPS衛星特定手段は、前記GPS端末への測位要求が発生した時点で、前記GPS基地局から航法メッセージを受信可能なGPS衛星を特定し、仰角の大きい順番に少なくとも4台の衛星IDを前記GPS端末に送信し、

前記GPS端末の航法メッセージ処理手段は、前記少なくとも4台の衛星IDに対応するGPS衛星の航法メッセージの相関ピークを取り、各GPS衛星の相関ピークの時間位相差から得られる疑似距離と、そのときのGPS端末時刻と、前記一定時間で受信した前記航法メッセージの復号ビット列とを生成して前記GPS基地局に送信し、

20

前記GPS基地局の測位処理手段は、前記GPS端末が前記衛星IDに対応するGPS衛星から一定時間で受信した航法メッセージの復号ビット列と当該GPS基地局が保持する航法メッセージについて、前記GPS端末が航法メッセージを受信した受信時刻近傍においてパターンマッチングを行い、ビット列が一致した位置により当該航法メッセージを前記GPS衛星が送信した時刻を特定し、その送信時刻における前記各GPS衛星の位置を算出するとともに、前記各GPS衛星に関する前記疑似距離とGPS衛星位置とから、前記GPS端末の時刻誤差と測位対象位置を未知数とする方程式を解いて前記GPS端末の位置を算出する

30

ことを特徴とするGPS測位方法。

【請求項7】

請求項6に記載のGPS測位方法において、

前記GPS基地局のGPS衛星特定手段は、

前記GPS衛星から送信される航法メッセージを受信してアルマナックデータおよびエフェメリスデータを一定時間分蓄積保存し、

取得したアルマナックデータから各GPS衛星の概略位置を一定周期で算出し、そのGPS衛星の概略位置をもとに仰角の大きい順番に少なくとも4台のGPS衛星のPDOP (Position Dilution Of Precision) 値を計算し、PDOP値が所定値以上である場合は次に仰角の大きいGPS衛星と入れ替えながら、PDOP値が所定値未満となる少なくとも4台のGPS衛星を特定し、

40

前記少なくとも4台のGPS衛星の特定を一定周期で更新しながら、その衛星IDを前記GPS端末へ送信する

ことを特徴とするGPS測位方法。

【請求項8】

請求項6に記載のGPS測位方法において、

前記GPS端末の航法メッセージ処理手段は、

前記航法メッセージの受信に必要なGPS衛星の衛星IDに対応したPRN (Pseudo Random Noise) コードのコード対応表を保持し、前記GPS基地局から通知される前記衛星IDに対応するPRNコードをコード対応表から特定し、当該PRNコードと当該GPS

50

S 衛星の航法メッセージとの相関ピークを取り、航法メッセージの伝送速度のビットに同期したタイミングで基準時刻と各 GPS 衛星 i が送信する航法メッセージとの相関ピークの時間差 t_i を計測し、さらに各 GPS 衛星の航法メッセージについて一定時間受信して復調した航法メッセージのビット列と、GPS 衛星毎の当該相関ピークの時間差情報 t_i を生成する

ことを特徴とする GPS 測位方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の GPS 測位方法において、

前記 GPS 基地局は、前記 GPS 衛星が新規に導入されたり既存の GPS 衛星が運用を停止した場合はマルチキャスト配信により、また前記 GPS 端末から送信要求があった場合はユニキャスト配信により前記衛星 ID と PRN コードのコード対応表を送信する

10

ことを特徴とする GPS 測位方法。

【請求項 10】

請求項 6 に記載の GPS 測位方法において、

前記各 GPS 基地局が前記 GPS 端末からの受信強度を検出し、受信強度最大となる GPS 基地局を測位処理を担当する GPS 基地局とする

ことを特徴とする GPS 測位方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、Assisted - GPS (Global Positioning System : 全地球測位システム) 技術を用い、それぞれ GPS 衛星から航法メッセージを受信する GPS 端末と GPS 基地局との間で、無線通信を介した最小限の補助情報のやり取りにより GPS 端末の測位を行う GPS 測位システムおよび GPS 測位方法に関する。

【背景技術】

【0002】

GPS 端末および GPS 基地局は、4 つの GPS 衛星から送信される航法メッセージ (GPS において測位のための計算等に必要とされる衛星の軌道情報) を元に測位を行う。その中の Assisted - GPS 技術は、GPS 基地局がその位置から受信可能な GPS 衛星を指定する衛星捕捉情報を生成し、GPS 基地局に無線接続された GPS 端末が、GPS 基地局から衛星捕捉情報を受け取り、その衛星捕捉情報を用いて受信対象となる GPS 衛星を特定して測位を行う技術である。これにより、GPS 端末の測位処理の負荷低減が可能となる。

30

【0003】

例えば、特許文献 1 に記載の方法では、GPS 基地局が全ての GPS 衛星の大まかな軌道を示すアルマナックデータを一定頻度で更新しており、アルマナックデータから当該 GPS 基地局から受信可能な GPS 衛星を特定し、その衛星 ID を配下の GPS 端末に向けて同報する。GPS 端末は、受信可能な GPS 衛星の衛星 ID を取得することにより、即座にこの GPS 端末から受信可能な GPS 衛星の正確な軌道を示すエフェメリスデータの受信が可能となる。このように、GPS 端末が即座に測位に用いる GPS 衛星の選択ができることから、GPS 端末における測位処理の負荷軽減が可能になっている。

40

【0004】

GPS 端末は、衛星 ID に対応する PRN (Pseudo Random Noise) コードとの相関ピークを探し、少なくとも 4 つの衛星の航法メッセージに関する相関ピークの時間差を計測する。さらに、受信したエフェメリスデータから送信時刻情報を取得し、データ送信時刻を特定する。データの送信時刻とエフェメリスデータから、データ送信時の GPS 衛星の位置を計算するとともに、少なくとも 4 つ GPS 衛星の相関ピークに関する時間差情報を用いて、GPS 端末の位置 (x, y, z) と、GPS 端末と GPS 衛星間の時刻差 t を未知数とするいわゆる最小二乗法などの方法により計算する。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-43127号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、この従来のAssisted-GPS技術にもいくつかの課題が存在する。

第一の課題は、GPS基地局がアルマナックデータをもとに受信可能なGPS衛星を特定するだけでは、十分な測位精度が得られない、という課題である。この課題は、測位に用いるGPS衛星が特定の方位に集中していたり、あるいは直線上に並んでいたりする場合に発生する。これは、衛星の仰角に関連し、その幾何学的配置を指数化したPDOP値（Position Dilution of Precision値：位置精度劣化度）が大きい場合に相当する。

10

【0007】

第二の課題は、負荷軽減が可能とはいえ、まだAssisted-GPS技術に改善余地があることである。GPS端末が受信した航法メッセージからGPS衛星が送信した送信時刻を特定するために、時刻情報（HOW: handover word）を含む最大で1サブフレーム分の航法メッセージを受信する必要がある。この1サブフレーム分を受信するには6秒の受信時間を必要とするため、GPS端末の処理負荷、特に航法メッセージの長時間受信に伴う消費電力が大きいのが現状である。ここに、Assisted-GPS技術における消費電力低減の余地がある。

20

【0008】

本発明は、Assisted-GPS技術において、十分な測位精度を確保し、かつGPS端末における処理負荷を軽減して消費電力を低減することができるGPS測位システムおよびGPS測位方法に関する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

第1の発明は、GPS衛星から送信される航法メッセージを受信するGPS基地局と、当該GPS基地局のセル内でGPS衛星から送信される航法メッセージを受信するGPS端末との間で無線通信を行い、当該GPS基地局で当該GPS端末の測位を行うGPS測位システムにおいて、GPS基地局は、GPS端末への測位要求が発生した時点で、GPS基地局から航法メッセージを受信可能なGPS衛星を特定し、仰角の大きい順番に少なくとも4台の衛星IDをGPS端末に送信するGPS衛星特定手段と、GPS端末が衛星IDに対応するGPS衛星から一定時間で受信した航法メッセージの復号ビット列と当該GPS基地局が保持する航法メッセージについて、GPS端末が航法メッセージを受信した受信時刻近傍においてパターンマッチングを行い、ビット列が一致した位置により当該航法メッセージをGPS衛星が送信した時刻を特定し、その送信時刻における各GPS衛星の位置を算出するとともに、各GPS衛星に関する疑似距離とGPS衛星位置とから、GPS端末の時刻誤差と測位対象位置を未知数とする方程式を解き、GPS端末の位置を算出する測位処理手段とを備え、GPS端末は、少なくとも4台の衛星IDに対応するGPS衛星の航法メッセージの相関ピークを取り、各GPS衛星の相関ピークの時間位相差から得られる疑似距離と、そのときのGPS端末時刻と、一定時間で受信した航法メッセージの復号ビット列とを生成し、GPS基地局に送信する航法メッセージ処理手段を備える。

30

40

【0010】

第1の発明のGPS測位システムにおいて、GPS基地局のGPS衛星特定手段は、GPS衛星から送信される航法メッセージを受信してアルマナックデータおよびエフェメリスデータを一定時間分蓄積保存する手段と、取得したアルマナックデータから各GPS衛星の概略位置を一定周期で算出し、そのGPS衛星の概略位置をもとに仰角の大きい順番に少なくとも4台のGPS衛星のPDOP値を計算し、PDOP値が所定値以上である場合は次に仰角の大きいGPS衛星と入れ替えながら、PDOP値が所定値未満となる少な

50

くとも4台のGPS衛星を特定する手段と、少なくとも4台のGPS衛星の特定を一定周期で更新しながら、その衛星IDをGPS端末へ送信する手段とを備える。

【0011】

第1の発明におけるGPS測位システムにおいて、GPS端末の航法メッセージ処理手段は、航法メッセージの受信に必要なGPS衛星の衛星IDに対応したPRNコードのコード対応表を保持し、GPS基地局から通知される衛星IDに対応するPRNコードをコード対応表から特定し、当該PRNコードと当該GPS衛星の航法メッセージとの相関ピークを取り、航法メッセージの伝送速度のビットに同期したタイミングで基準時刻と各GPS衛星が送信する航法メッセージとの相関ピークの時間差を計測し、さらに各GPS衛星の航法メッセージについて一定時間受信して復調した航法メッセージのビット列と、GPS衛星毎の当該相関ピークの時間差情報を生成する構成である。

10

【0012】

また、GPS基地局は、GPS衛星が新規に導入されたり既存のGPS衛星が運用を停止した場合はマルチキャスト配信により、またGPS端末から送信要求があった場合はユニキャスト配信により衛星IDとPRNコードのコード対応表を送信する手段を備える。

【0013】

第1の発明におけるGPS測位システムにおいて、各GPS基地局がGPS端末からの受信強度を検出し、受信強度最大となるGPS基地局を測位処理を担当するGPS基地局とする構成である。

【0014】

第2の発明は、GPS衛星から送信される航法メッセージを受信するGPS基地局と、当該GPS基地局のセル内でGPS衛星から送信される航法メッセージを受信するGPS端末との間で無線通信を行い、当該GPS基地局で当該GPS端末の測位を行うGPS測位方法において、GPS基地局のGPS衛星特定手段は、GPS端末への測位要求が発生した時点で、GPS基地局から航法メッセージを受信可能なGPS衛星を特定し、仰角の大きい順番に少なくとも4台の衛星IDをGPS端末に送信し、GPS端末の航法メッセージ処理手段は、少なくとも4台の衛星IDに対応するGPS衛星の航法メッセージの相関ピークを取り、各GPS衛星の相関ピークの時間位相差から得られる疑似距離と、そのときのGPS端末時刻と、一定時間で受信した航法メッセージの復号ビット列とを生成してGPS基地局に送信し、GPS基地局の測位処理手段は、GPS端末が衛星IDに対応するGPS衛星から一定時間で受信した航法メッセージの復号ビット列と当該GPS基地局が保持する航法メッセージについて、GPS端末が航法メッセージを受信した受信時刻近傍においてパターンマッチングを行い、ビット列が一致した位置により当該航法メッセージをGPS衛星が送信した時刻を特定し、その送信時刻における各GPS衛星の位置を算出するとともに、各GPS衛星に関する疑似距離とGPS衛星位置とから、GPS端末の時刻誤差と測位対象位置を未知数とする方程式を解いてGPS端末の位置を算出する。

20

30

【0015】

第2の発明のGPS測位方法において、GPS基地局のGPS衛星特定手段は、GPS衛星から送信される航法メッセージを受信してアルマナックデータおよびエフェメリスデータを一定時間分蓄積保存し、取得したアルマナックデータから各GPS衛星の概略位置を一定周期で算出し、そのGPS衛星の概略位置をもとに仰角の大きい順番に少なくとも4台のGPS衛星のPDOP値を計算し、PDOP値が所定値以上である場合は次に仰角の大きいGPS衛星と入れ替えながら、PDOP値が所定値未満となる少なくとも4台のGPS衛星を特定し、少なくとも4台のGPS衛星の特定を一定周期で更新しながら、その衛星IDをGPS端末へ送信する。

40

【0016】

第2の発明のGPS測位方法において、GPS端末の航法メッセージ処理手段は、航法メッセージの受信に必要なGPS衛星の衛星IDに対応したPRNコードのコード対応表を保持し、GPS基地局から通知される衛星IDに対応するPRNコードをコード対応表から特定し、当該PRNコードと当該GPS衛星の航法メッセージとの相関ピークを取り

50

、航法メッセージの伝送速度のビットに同期したタイミングで基準時刻と各GPS衛星が送信する航法メッセージとの相関ピークの時間差を計測し、さらに各GPS衛星の航法メッセージについて一定時間受信して復調した航法メッセージのビット列と、GPS衛星毎の当該相関ピークの時間差情報を生成する。

【0017】

また、GPS基地局は、GPS衛星が新規に導入されたり既存のGPS衛星が運用を停止した場合はマルチキャスト配信により、またGPS端末から送信要求があった場合はユニキャスト配信により衛星IDとPRNコードのコード対応表を送信するようにしてもよい。

【0018】

第2の発明におけるGPS測位方法において、各GPS基地局がGPS端末からの受信強度を検出し、受信強度最大となるGPS基地局を測位処理を担当するGPS基地局とするようにしてもよい。

【発明の効果】

【0019】

本発明は、GPS端末への測位要求が発生した時点で、GPS端末と無線通信が可能なGPS基地局から航法メッセージを受信可能なGPS衛星を特定し、仰角の大きい順番に少なくとも4台の衛星IDをGPS端末に送信することにより、GPS端末は当該GPS衛星からの航法メッセージによって、精度のよい測位処理を行うことができる。

【0020】

また、本発明は、GPS端末が短時間で受信する航法メッセージのビット列とGPS基地局が保持する航法メッセージについて、GPS端末が航法メッセージを受信した受信時刻近傍においてパターンマッチングを行い、ビット列が一致した位置を手掛りに当該航法メッセージをGPS衛星が送信した時刻を特定することにより、GPS端末で航法メッセージを受信する時間を短縮しながら精度のよい測位処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明のGPS測位システムの全体構成を示す図である。

【図2】GPS基地局100およびGPS端末200の構成例を示す図である。

【図3】測位動作のシーケンスを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1は、本発明のGPS測位システムの全体構成を示す。

図1において、本発明のGPS測位システムは、複数のGPS基地局100と、所定のGPS基地局100と無線通信可能なセル内に位置するGPS端末200と、GPS衛星300とにより構成される。GPS基地局100は、GPS衛星300の航法メッセージの受信機能と、GPS端末200との無線通信機能と、ネットワークとの有線通信機能とを備える。GPS端末200は、GPS衛星300の航法メッセージの受信機能と、GPS基地局100との無線通信機能とを備える。

【0023】

ここで、通常の携帯電話システムなどの場合には、GPS端末200と接続される所定のGPS基地局100が決まる。この所定のGPS基地局100とそのセル内のGPS端末200は、通常は同じGPS衛星300の航法メッセージを受信して測位処理が行われる。

【0024】

また、GPS基地局100とGPS端末200が常時接続されない無線通信システムでは、GPS端末200に接続するGPS基地局100を特定する必要がある。その手順は次の通りである。各GPS基地局100は、ネットワークからの指示により測位を行うGPS端末200に対して測位要求を送信し、当該GPS端末からの受信信号の受信強度をネットワークのマスタ基地局に送信し、マスタ基地局は複数のGPS基地局から通知され

10

20

30

40

50

た当該GPS端末の電波強度値を比較し、最も電波強度が強いGPS基地局を当該GPS端末の測位を担当するGPS基地局を特定し、当該GPS基地局と当該GPS端末とを無線接続する。なお、各GPS基地局間の距離が例えば数km程度であれば、電波強度が最大のGPS基地局を選択する処理は、GPS端末と通信可能な1つのGPS基地局を選択できればよい程度の精度で十分である。

【0025】

また、本実施例では、GPS端末200を所持するユーザAと、GPS端末200の測位を要求するユーザBがあり、ユーザBがGPS端末200の測位要求を発すると、GPS端末200と接続中のGPS基地局100がその測位要求を受けてGPS端末200の測位を補助し、GPS基地局100で得られる測位結果をユーザBに返答する形態を想定している。

10

【0026】

図2は、GPS基地局100およびGPS端末200の構成例を示す。

図2において、GPS基地局100は、GPS航法メッセージ受信部101、アルマナックデータ格納部102、エフェメリスデータ格納部103、衛星候補抽出部104、衛星ID保持部105、無線送信部106、無線受信部107、パターンマッチング(時刻特定)部108、測位計算部109、現在位置情報格納部111、タイマ112、受信強度検出部113、有線通信インタフェース部114とを備える。

【0027】

GPS航法メッセージ受信部101は、GPS衛星の航法メッセージを受信する。

20

アルマナックデータ格納部102およびエフェメリスデータ格納部103は、受信した航法メッセージからアルマナックデータおよびエフェメリスデータをそれぞれ一定時間分蓄積する。

【0028】

衛星候補抽出部104は、現在位置情報格納部111から入力するGPS基地局の現在位置情報とGPS衛星から取得したアルマナックデータを用いてPDOP値を計算し、タイマ112から通知される一定時間ごとに、当該GPS基地局およびそのセル内のGPS端末で測位利用に適する少なくとも4台のGPS衛星の候補を抽出する。

【0029】

衛星ID保持部105は、一定時間ごとに更新される測位利用の候補となる4台のGPS衛星の衛星IDを保持する。また、衛星ID保持部105は、衛星ID保持部105に保持されている4台の衛星IDが更新されるごと、あるいは有線通信インタフェース部114を介して入力する測位要求に応じて無線送信部106に出力する。

30

【0030】

無線送信部106は、事前に衛星IDとGPS衛星固有のPRNコードの対応表(以下、PRNコード対応表)を所定のタイミングで送信するとともに、衛星ID保持部105から出力される4台の衛星IDをGPS端末200に送信する。

【0031】

なお、衛星候補抽出部104は、測位要求をトリガとして測位利用に適するGPS衛星を抽出する処理を行い、その衛星IDをGPS端末200に送信するようにしてもよい。また、衛星候補抽出部104は、定期的に測位利用に適するGPS衛星を抽出する処理を行い、測位要求とは無関係にサブエリア内のGPS端末200に対してブロードキャストしてもよい。その場合には、GPS基地局100からGPS端末200に対して測位要求が別途通知される。

40

【0032】

無線受信部107は、GPS端末200から送信された情報(疑似距離、復号ビット列、端末時刻)を受信する。

【0033】

パターンマッチング(時刻特定)部108は、端末時刻を起点として航法メッセージの復号ビット列とアルマナックデータ格納部102およびエフェメリスデータ格納部103

50

に保持している航法メッセージとの間でパターンマッチングを行い、GPS 端末 200 が測位に用いた航法メッセージの送信時刻を特定し、エフェメリスデータ格納部 103 に通知する。

【0034】

測位計算部 109 は、GPS 端末 200 が計測した疑似距離と、GPS 端末 200 が測位に用いた航法メッセージの送信時刻（衛星時刻）に応じたエフェメリスデータとを用いて GPS 端末 200 の測位を行う。

【0035】

受信強度検出部 113 は、無線受信部 107 に受信する各 GPS 端末からの受信強度を検出する。

10

【0036】

有線通知インタフェース部 114 は、ネットワークから測位要求を受信し、測位計算部 109 で測位計算した GPS 端末 200 の位置をネットワークを介して測位要求者に通知する。

【0037】

GPS 端末 200 は、無線受信部 201、PRNコード対応表格納部 202、タイマ 203、GPS 航法メッセージ受信部 204、GPS 航法メッセージ処理部 205、無線送信部 206 を備える。

【0038】

無線受信部 201 は、GPS 基地局 100 の送信信号を受信する。

20

PRNコード対応表格納部 202 は、GPS 基地局 100 から通知される PRNコード対応表を格納し、GPS 基地局 100 から通知される測位利用に適する衛星 ID に対応する PRNコードを特定する。

【0039】

タイマ 203 は、GPS 基地局 100 から通知される時刻同期情報をもとに端末時刻の同期を行う。

GPS 航法メッセージ受信部 204 は、衛星 ID に対応する PRNコードで特定された GPS 衛星の航法メッセージを受信する。

【0040】

GPS 航法メッセージ処理部 205 は、当該 PRNコードで特定された GPS 衛星の航法メッセージの相関ピークを取り、各 GPS 衛星の相関ピークの時間位相差を計測し、それに光速 c を乗じた疑似距離と、タイマ 203 で得られるそのときの GPS 端末時刻と、一定時間受信して復調した航法メッセージの復号ビット列とを生成する。

30

【0041】

時間位相差の計測は、航法メッセージの伝送速度である 50 bps に同期して行われる。なお、本願発明は伝送速度に時間位相差の計測を同期すればよいものであるが、以下の説明では、現在の航法メッセージの伝送速度である 50 bps で説明を行う。50 bps に同期したタイミングで時間位相差の計測を行うことにより、50 bps のタイミングのオフセット情報が必要なくなり、GPS 基地局 100 へ送信するメッセージ量を抑えることができる。

40

【0042】

無線送信部 206 は、GPS 端末の位置情報として GPS 航法メッセージ処理部 205 で得られた各 GPS 衛星の相関ピークの時間位相差から得られる疑似距離、GPS 端末時刻、航法メッセージの復号ビット列を GPS 基地局 100 に送信する。

【0043】

図 3 は、測位動作のシーケンスを示す。

まず、GPS 基地局 100 は事前に PRNコード対応表を配下の GPS 端末 200 に向けて配信する。PRNコード対応表は共通データであるため、新規衛星の運用開始や既存衛星の運用停止などを契機として、更新版の PRNコード対応表を無線通信のブロードキャスト機能により全 GPS 端末に一斉に配信することができる。PRNコード対応表が更

50

新される毎に、最新のPRNコード対応表がGPS端末200のPRNコード表格納部202の不揮発メモリなどに保持される。

【0044】

GPS基地局100は、GPS衛星300から送信される航法メッセージを継続的に受信しており、過去一定期間分の航法メッセージを蓄積保存している。衛星候補抽出部104は、定期的にGPS基地局100の位置から受信可能なGPS衛星をアルマナックデータから特定する。このとき、なるべくGPS電波の受信に都合のよい仰角の大きいGPS衛星を候補として選択する。そして、衛星候補抽出部104は、候補として選択された上位4つGPS衛星のPDOP値を計算し、所定の値以下かどうか判定する。PDOP値が所定の値以下でない場合は、新たに次に仰角の大きいGPS衛星を候補に加え、新たに選択し直した4台のGPS衛星の組合せでPDOP値を計算する。PDOP値が所定の値以下でない場合は、GPS衛星の候補の組合せを変えてPDOP値を計算する。GPS衛星の組合せを変えてもPDOP値が所定の値以下にならない場合は、新たにGPS衛星を追加してPDOP値を計算する。このように所定のPDOP値が得られるまでGPS衛星の候補の絞り込みを続ける。このようにして絞り込まれた4つのGPS衛星の衛星IDは、衛星ID保持部105に逐次保存され、定期的に更新される。衛星ID保持部105は、測位要求に応じて保存している衛星IDをGPS端末200に通知する。

10

【0045】

GPS端末200は、GPS基地局100から通知された4つGPS衛星の衛星IDに対応するPRNコードをPRNコード対応表から特定し、これら4つのPRNコードを用いて対応するGPS衛星の航法メッセージを受信する。各GPS衛星に対応するPRNコードにより、GPS衛星の航法メッセージを受信して得られる相関ピークの時間差 i の計測を行う。GPS衛星は50bpsで航法メッセージを送信しているが、 i の計測をビット切り替わりの位置で行う。そして、 i を計測した時刻を起点として一定時間、航法メッセージの受信を行う。

20

【0046】

GPS端末200は、相関ピークの時間差 i と、航法メッセージを復号して得られたビット列(数ビットから数10ビット分)、相関ピークの時間差 i を計測したときの端末時刻をGPS基地局100に送信する。

【0047】

GPS基地局100では、相関ピークの時間差 i の計測時のGPS端末の端末時刻を起点として、復号ビット列と測位担当GPS基地局が保持する航法メッセージのビット列との間でパターンマッチングを行うことにより、相関ピークの時間差 i の計測に用いた航法メッセージを送信したGPS衛星の送信時刻を特定できる。航法メッセージのデータレートが50bpsであるから、航法メッセージを仮に10byteを受信した場合、1byte = 8bitとして、受信に要する時間は $10 \times 8 \div 50 = 1.6$ 秒である。サブフレーム全体を受信する場合の受信時間6秒間に比較すると受信時間の縮小が可能となる。

30

【0048】

この衛星時刻から、相関ピークの時間差 i の計測に用いた航法メッセージをGPS衛星が送信した時点でのGPS衛星の位置をエフェメリスデータから計算できる。

40

【0049】

GPS衛星の位置(x_i, y_i, z_i)が特定できれば、GPS端末から送信された4つのGPS衛星に関する相関ピークの時間差の測定値 i_1, i_2, i_3, i_4 に光速 c を乗じた擬似距離から、GPS端末の時刻誤差 t と測位対象座標(x, y, z)の4つを変数とする4元連立方程式を最小二乗法などの方法により解いて、GPS端末の位置座標(x, y, z)を取得することができる。 (x_i, y_i, z_i) は、相関ピークの時間差 i の計測に用いた航法メッセージをGPS衛星が送信した時点の i 番目のGPS衛星の位置を示す。

【0050】

復号データと航法メッセージとパターンマッチングの結果、相関ピークの時間差 i の計測に用いた航法メッセージをGPS衛星が送信した時刻が複数得られた場合は、各々の

50

時刻からGPS衛星の位置を特定し、その結果得られるGPS端末の座標が、当該GPS基地局が管轄とするエリアの範囲内にあるものを正しい解として選択する。

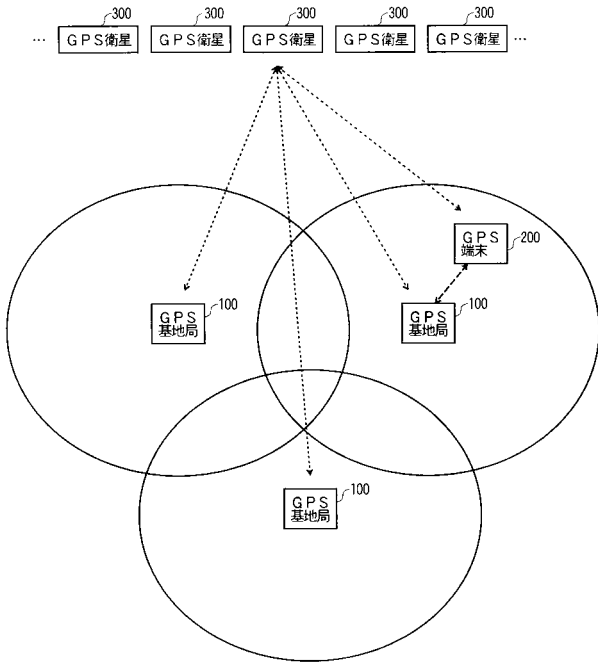
【符号の説明】

【0051】

100	GPS基地局	
101	GPS航法メッセージ受信部	
102	アルマナックデータ格納部	
103	エフェメリスデータ格納部	
104	衛星候補抽出部	
105	衛星ID保持部	10
106	無線送信部	
107	無線受信部	
108	パターンマッチング(時刻特定)部	
109	測位計算部	
111	現在位置情報格納部	
112	タイマ	
113	受信強度検出部	
114	有線通信インタフェース部	
200	GPS端末	
201	無線受信部	20
202	PRNコード対応表格納部	
203	タイマ	
204	GPS航法メッセージ受信部	
205	GPS航法メッセージ処理部	
206	無線送信部	
300	GPS衛星	

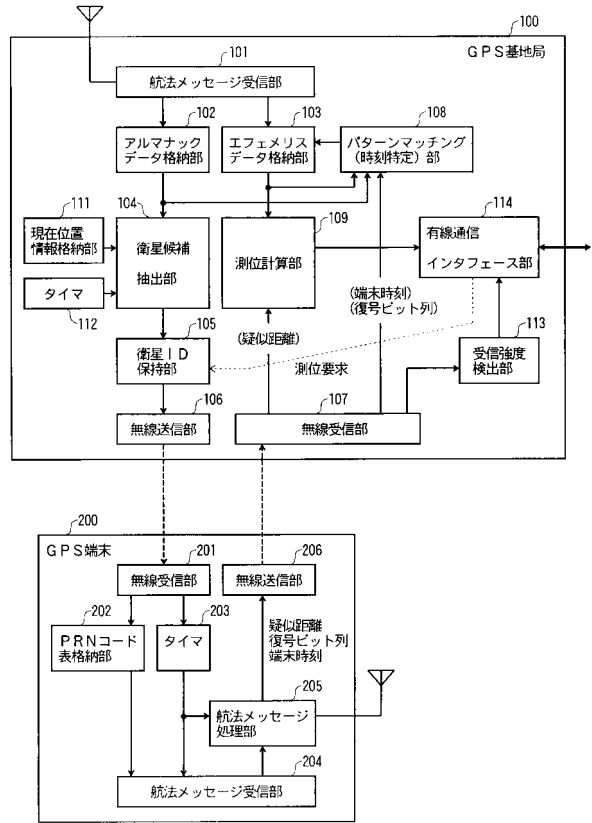
【 図 1 】

本発明のGPS測位システムの全体構成



【 図 2 】

GPS基地局100およびGPS端末200の構成



【 図 3 】

測位動作のシーケンス

