

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4396801号
(P4396801)

(45) 発行日 平成22年1月13日(2010.1.13)

(24) 登録日 平成21年10月30日(2009.10.30)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 S 5/14 (2006.01)

G O 1 S 5/14

請求項の数 26 (全 53 頁)

(21) 出願番号 特願2001-51476 (P2001-51476)
 (22) 出願日 平成13年2月27日(2001.2.27)
 (65) 公開番号 特開2002-250765 (P2002-250765A)
 (43) 公開日 平成14年9月6日(2002.9.6)
 審査請求日 平成18年6月9日(2006.6.9)

(73) 特許権者 000005016
 パイオニア株式会社
 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
 (74) 代理人 100063565
 弁理士 小橋 信淳
 (72) 発明者 野原 学
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ
 イオニア株式会社総合研究所内
 審査官 石井 哲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測位装置と測位方法及び測位システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

通信エリア内に配置された複数の基地局から到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位する前記移動局に設けられる測位装置であって、

前記複数の基地局より到来する各電波を受信して、各電波に対応した受信信号を生成する受信手段と、

前記受信手段で生成された前記受信信号から、前記複数の各基地局より前記移動局に到来した各電波毎に、直接波の候補を複数個ずつ抽出する直接波候補抽出手段と、

前記直接波候補手段で抽出された前記複数個の直接波の候補を各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることによって、直接波の候補から成る複数の組合せを求めると共に、前記複数の各組合せを用いて前記移動局の概略位置と前記概略位置の測位誤差とを求め、前記測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、前記複数の各基地局から移動局に到来した直接波に対応する受信信号として導出する導出手段と

、
 前記導出手段によって導出された前記複数の各基地局から到来した直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位する測位演算手段と、

を備えることを特徴とする測位装置。

【請求項2】

通信エリア内に配置された複数の基地局から到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位する前記移動局に設けられる測位装置であって、

10

20

前記複数の基地局より到来する各電波を受信して、各電波に対応した受信信号を生成する受信手段と、

前記受信手段で生成された前記受信信号から、前記複数の各基地局より前記移動局に到来した各電波毎に、直接波の候補を複数個ずつ抽出する直接波候補抽出手段と、

前記直接波候補手段で抽出された前記複数の直接波の候補を各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることによって、直接波の候補から成る複数の組合せを求めると共に、前記複数の各組合せを用いて前記移動局の概略位置と前記概略位置の測位誤差とを求め、前記測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、前記複数の各基地局から移動局に到来した直接波に対応する受信信号として導出する導出手段と

、

前記導出手段によって導出された前記複数の各基地局から到来した直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位する測位演算手段と、

G P S システムを利用して移動局の現在位置を測位する測位手段と、

前記測位手段によって測位した移動局の現在位置が所定の測位誤差を超えると、前記測位手段による測位から、前記受信手段と直接波候補抽出手段と導出手段及び測位演算手段とによる測位に切り替える制御手段と、

を備えることを特徴とする測位装置。

【請求項 3】

移動局から通信エリア内に配置された複数の基地局に到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位する前記基地局側に設けられる測位装置であって、

前記複数の各基地局に設けられ、前記移動局から到来する電波を受信して、各電波に対応した受信信号を生成する受信手段と、

前記受信手段で生成された前記受信信号から、前記複数の各基地局に到来した各電波毎に、直接波の候補を複数個ずつ抽出する直接波候補抽出手段と、

前記直接波候補手段で抽出された前記複数の直接波の候補を各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることによって、直接波の候補から成る複数の組合せを求めると共に、前記複数の各組合せを用いて前記移動局の概略位置と前記概略位置の測位誤差とを求め、前記測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、前記移動局から前記複数の各基地局に到来した直接波に対応する受信信号として導出する導出手段と、

前記導出手段によって導出された前記複数の各基地局に到来した直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位する測位演算手段と、

を備えることを特徴とする測位装置。

【請求項 4】

前記直接波候補抽出手段は、測位開始時点から所定時間内に前記受信手段へ到来する電波によって生成された受信信号から、前記直接波の候補を抽出すること、

を特徴とする請求項 1 又は 2 記載の測位装置。

【請求項 5】

前記直接波候補抽出手段は、前記所定時間内に前記受信手段へ到来する電波によって生成された受信信号のうち、受信強度の大きい複数の信号を前記直接波の候補として抽出すること、

を特徴とする請求項 1 又は 2 記載の測位装置。

【請求項 6】

前記所定時間は、各基地局の通信エリアの大きさに応じて設定される時間であること、
を特徴とする請求項 4 又は 5 記載の測位装置。

【請求項 7】

前記所定時間は、予め決められた受信強度のレベルに達した受信信号が生じる時間であること、

を特徴とする請求項 4 又は 5 記載の測位装置。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記直接波候補抽出手段は、3つの各基地局より前記移動局に到来した電波毎に直接波の候補を複数個ずつ抽出し、

前記導出手段は、前記3つの基地局のうちの第1, 第2の基地局に対応した各直接波の候補の中から一つずつ選び出した2つの直接波の候補を固定して、残余の第3の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることによって得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記各組合せ毎に前記移動局の概略位置と各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記各組合せ毎に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第3の基地局から前記移動局に到来した直接波に対応する受信信号とする第1回目の直接波導出処理を行い、

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局から到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、前記第1の基地局に対応した各直接波の候補の中から選び出した一つの直接波の候補とを固定して、前記第2の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第2回目の概略位置と第2回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第2回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第2の基地局から前記移動局に到来した直接波に対応する受信信号とする第2回目の直接波導出処理を行い、

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局から到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、前記第2回目の直接波導出処理において前記第2の基地局から到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補とを固定して、前記第1の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第3回目の概略位置と第3回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第3回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第1の基地局から前記移動局に到来した直接波に対応する受信信号とする第3回目の直接波導出処理を行い、

前記測位演算手段は、前記第1, 第2, 第3回目の直接波導出処理により求められた前記第1, 第2, 第3の基地局からの3つの直接波に対応する3つの受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位すること、

を特徴とする請求項1記載の測位装置。

【請求項9】

前記直接波候補抽出手段は、前記移動局より3つの各基地局に到来した電波毎に直接波の候補を複数個ずつ抽出し、

前記導出手段は、前記3つの基地局のうちの第1, 第2の基地局に対応した各直接波の候補の中から一つずつ選び出した2つの直接波の候補を固定して、残余の第3の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることによって得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記各組合せ毎に前記移動局の概略位置と各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記各組合せ毎に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記移動局から第3の基地局に到来した直接波に対応する受信信号とする第1回目の直接波導出処理を行い、

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局に到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、前記第1の基地局に対応した各直接波の候補の中から選び出した一つの直接波の候補とを固定して、前記第2の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第2回目の概略位置と第2回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第2回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記移動局から前記第2の基地局に到来した直接波に対応する受信信号とする第2回目の直接波導出処理を行い、

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局に到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、第2回目の直接波導出処理において前記第2の基地局に到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補とを固定して、前記第1の基地局

10

20

30

40

50

に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第3回目の概略位置と第3回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第3回目求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記移動局から前記第1の基地局に到来した直接波に対応する受信信号とする第3回目の直接波導出処理を行い、

前記測位演算手段は、前記第1,第2,第3回目の直接波導出処理により求められた前記移動局から前記第1,第2,第3の基地局への直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位すること、

を特徴とする請求項3記載の測位装置。

【請求項10】

請求項1に記載された前記受信手段と直接波候補抽出手段と導出手段と測位演算手段とを有して構成された第1の測位手段を備える測位装置であって、

GPSシステムを利用して移動局の現在位置を測位する第2の測位手段と、

前記第1,第2の測位手段に駆動電力を供給する電源手段と、

前記電源手段の蓄電残量を検出し、検出した蓄電残量に応じて、前記第1の測位手段又は前記第2の測位手段への前記電源手段からの駆動電力の供給を切り替える電源制御手段と、

を備えることを特徴とする測位装置。

【請求項11】

通信エリア内に配置された複数の基地局から移動局へ到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位する測位方法であって、

前記複数の基地局より到来する各電波を受信して、各電波に対応した受信信号を生成する第1の工程と、

前記第1の工程で生成された前記受信信号から、前記複数の各基地局より前記移動局に到来した各電波毎に、直接波の候補を複数個ずつ抽出する第2の工程と、

前記第2の工程で抽出された前記複数個の直接波の候補を各基地局当たり一つずつ選出出して組み合わせることによって、直接波の候補から成る複数の組合せを求めると共に、前記複数の各組合せを用いて前記移動局の概略位置と前記概略位置の測位誤差とを求め、前記測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、前記複数の各基地局から移動局に到来した直接波に対応する受信信号として導出する第3の工程と、

前記第3の工程で導出された前記複数の各基地局から到来した直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位する第4の工程と、

を備えることを特徴とする測位方法。

【請求項12】

移動局から通信エリア内に配置された複数の基地局に到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位する測位方法であって、

前記移動局から複数の基地局に到来する電波を、前記複数の基地局で受信して、各電波に対応した受信信号を生成する第1の工程と、

前記第1の工程で生成された前記受信信号から、前記複数の各基地局に到来した各電波毎に、直接波の候補を複数個ずつ抽出する第2の工程と、

前記第2の工程で抽出された前記複数個の直接波の候補を各基地局当たり一つずつ選出出して組み合わせることによって、直接波の候補から成る複数の組合せを求めると共に、前記複数の各組合せを用いて前記移動局の概略位置と前記概略位置の測位誤差とを求め、前記測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、前記移動局から前記複数の各基地局に到来した直接波に対応する受信信号として導出する第3の工程と、

前記第3の工程で導出された前記複数の各基地局に到来した直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位する第4の工程と、

を備えることを特徴とする測位方法。

【請求項13】

前記第 1 の工程において、測位開始時点から所定時間内に受信した電波によって生成した受信信号から、前記直接波の候補を抽出すること、

を特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 記載の測位方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 の工程において、前記所定時間内に受信した電波によって生成した受信信号のうち、受信強度の大きい複数個の信号を前記直接波の候補として抽出すること、

を特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 記載の測位方法。

【請求項 1 5】

前記所定時間は、各基地局の通信エリアの大きさに応じて設定される時間であること、

を特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 記載の測位方法。

10

【請求項 1 6】

前記所定時間は、予め決められた受信強度のレベルに達した受信信号が生じる時間であること、

を特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 記載の測位方法。

【請求項 1 7】

前記第 2 の工程において、3つの各基地局より前記移動局に到来した電波毎に直接波の候補を複数個ずつ抽出し、

前記第 3 の工程において、前記 3 つの基地局のうちの第 1 , 第 2 の基地局に対応した各直接波の候補の中から一つずつ選び出した 2 つの直接波の候補を固定して、残余の第 3 の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることによって得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記各組合せ毎に前記移動局の概略位置と各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記各組合せ毎に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第 3 の基地局から前記移動局に到来した直接波に対応する受信信号とする第 1 回目の直接波導出処理を行い、

20

第 1 回目の直接波導出処理において前記第 3 の基地局から到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、前記第 1 の基地局に対応した各直接波の候補の中から選び出した一つの直接波の候補とを固定して、前記第 2 の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第 2 回目の概略位置と第 2 回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第 2 回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第 2 の基地局から前記移動局に到来した直接波に対応する受信信号とする第 2 回目の直接波導出処理を行い、

30

第 1 回目の直接波導出処理において前記第 3 の基地局から到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、第 2 回目の直接波導出処理において前記第 2 の基地局から到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補とを固定して、前記第 1 の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第 3 回目の概略位置と第 3 回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第 3 回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第 1 の基地局から前記移動局に到来した直接波に対応する受信信号とする第 3 回目の直接波導出処理を行い、

40

前記第 4 の工程において、前記第 1 , 第 2 , 第 3 回目の直接波導出処理により求められた前記第 1 , 第 2 , 第 3 の基地局からの直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位すること、

を特徴とする請求項 1 1 記載の測位方法。

【請求項 1 8】

前記第 2 の工程において、移動局より 3 つの各基地局に到来した電波毎に直接波の候補を複数個ずつ抽出し、

前記第 3 の工程において、前記 3 つの基地局のうちの第 1 , 第 2 の基地局に対応した各直接波の候補の中から一つずつ選び出した 2 つの直接波の候補を固定して、残余の第 3 の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることによって得られる直接波の候補の組合

50

せを用いて測位演算を行うことにより、前記各組合せ毎に前記移動局の概略位置と各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記各組合せ毎に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記移動局から第3の基地局に到来した直接波に対応する受信信号とする第1回目の直接波導出処理を行い、

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局に到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、前記第1の基地局に対応した各直接波の候補の中から選出した一つの直接波の候補とを固定して、前記第2の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第2回目の概略位置と第2回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第2回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第2の基地局に到来した直接波に対応する受信信号とする第2回目の直接波導出処理を行い、

10

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局に到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、第2回目の直接波導出処理において前記第2の基地局に到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補とを固定して、前記第1の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第3回目の概略位置と第3回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第3回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第1の基地局に到来した直接波に対応する受信信号とする第3回目の直接波導出処理を行い、

20

前記第4の工程において、前記第1,第2,第3回目の直接波導出処理により求められた前記移動局から前記第1,第2,第3の基地局への直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位すること、

を特徴とする請求項12記載の測位方法。

【請求項19】

複数の基地局が配置された通信エリア内に位置する移動局の現在位置を測位する測位システムであって、

前記移動局には、

前記複数の基地局より到来する各電波を受信して、各電波に対応した受信信号を生成する受信手段と、

30

前記受信手段で生成された前記受信信号から、前記複数の各基地局より前記移動局に到来した各電波毎に、直接波の候補を複数個ずつ抽出する直接波候補抽出手段と、

前記直接波候補手段で抽出された前記複数個の直接波の候補を各基地局当たり一つずつ選出しておき、組み合わせることによって、直接波の候補から成る複数の組合せを求めると共に、前記複数の各組合せを用いて前記移動局の概略位置と前記概略位置の測位誤差とを求め、前記測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、前記複数の各基地局から移動局に到来した直接波に対応する受信信号として導出する導出手段と

、

前記導出手段によって導出された前記複数の各基地局から到来した直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位する測位演算手段とが備えられ、

40

前記通信エリア内に配置された複数の基地局から前記移動局に到来する電波を利用して前記移動局の現在位置を移動局側で測位すること、

を特徴とする測位システム。

【請求項20】

複数の基地局が配置された通信エリア内に位置する移動局の現在位置を測位する測位システムであって、

前記複数の各基地局に設けられ、前記移動局から到来する電波を受信して、各電波に対応した受信信号を生成する受信手段と、

前記受信手段で生成された前記受信信号から、前記複数の各基地局に到来した各電波毎に、直接波の候補を複数個ずつ抽出する直接波候補抽出手段と、

50

前記直接波候補手段で抽出された前記複数個の直接波の候補を各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることによって、直接波の候補から成る複数の組合せを求めると共に、前記複数の各組合せを用いて前記移動局の概略位置と前記概略位置の測位誤差とを求め、前記測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、前記移動局から前記複数の各基地局に到来した直接波に対応する受信信号として導出する導出手段と、

前記導出手段によって導出された前記複数の各基地局に到来した直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位する測位演算手段とを備え、

前記移動局から前記通信エリア内に配置された複数の基地局に到来する電波を利用して前記移動局の現在位置を基地局側で測位すること、

を特徴とする測位システム。

【請求項 2 1】

前記直接波候補抽出手段は、測位開始時点から所定時間内に前記受信手段へ到来する電波によって生成された受信信号から、前記直接波の候補を抽出すること、

を特徴とする請求項 1 9 又は 2 0 記載の測位システム。

【請求項 2 2】

前記直接波候補抽出手段は、前記所定時間内に前記受信手段へ到来する電波によって生成された受信信号のうち、受信強度の大きい複数個の信号を前記直接波の候補として抽出すること、

を特徴とする請求項 1 9 又は 2 0 記載の測位システム。

【請求項 2 3】

前記所定時間は、各基地局の通信エリアの大きさに応じて設定される時間であること、

を特徴とする請求項 2 1 又は 2 2 記載の測位システム。

【請求項 2 4】

前記所定時間は、予め決められた受信強度のレベルに達した受信信号が生じる時間であること、

を特徴とする請求項 2 1 又は 2 2 記載の測位システム。

【請求項 2 5】

前記直接波候補抽出手段は、3つの各基地局より前記移動局に到来した電波毎に直接波の候補を複数個ずつ抽出し、

前記導出手段は、前記3つの基地局のうちの第1、第2の基地局に対応した各直接波の候補の中から一つずつ選び出した2つの直接波の候補を固定して、残余の第3の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることによって得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記各組合せ毎に前記移動局の概略位置と各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記各組合せ毎に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第3の基地局から前記移動局に到来した直接波に対応する受信信号とする第1回目の直接波導出処理を行い、

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局から到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、前記第1の基地局に対応した各直接波の候補の中から選び出した一つの直接波の候補とを固定して、前記第2の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第2回目の概略位置と第2回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第2回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第2の基地局から前記移動局に到来した直接波に対応する受信信号とする第2回目の直接波導出処理を行い、

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局から到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、前記第2回目の直接波導出処理において前記第2の基地局から到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補とを固定して、前記第1の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第3回目の概略位置と第3回目の各概略

10

20

30

40

50

位置の測位誤差とを求めると共に、前記第3回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第1の基地局から前記移動局に到来した直接波に対応する受信信号とする第3回目の直接波導出処理を行い、

前記測位演算手段は、前記第1,第2,第3回目の直接波導出処理により求められた前記第1,第2,第3の基地局からの直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位すること、

を特徴とする請求項19記載の測位システム。

【請求項26】

前記直接波候補抽出手段は、前記移動局より3つの各基地局に到来した電波毎に直接波の候補を複数個ずつ抽出し、

前記導出手段は、前記3つの基地局のうちの第1,第2の基地局に対応した各直接波の候補の中から一つずつ選び出した2つの直接波の候補を固定して、残余の第3の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることによって得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記各組合せ毎に前記移動局の概略位置と各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記各組合せ毎に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記移動局から第3の基地局に到来した直接波に対応する受信信号とする第1回目の直接波導出処理を行い、

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局に到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、前記第1の基地局に対応した各直接波の候補の中から選び出した一つの直接波の候補とを固定して、前記第2の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第2回目の概略位置と第2回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第2回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第2の基地局に到来した直接波に対応する受信信号とする第2回目の直接波導出処理を行い、

第1回目の直接波導出処理において前記第3の基地局に到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補と、第2回目の直接波導出処理において前記第2の基地局に到来した直接波から得られた受信信号とした直接波の候補とを固定して、前記第1の基地局に対応する各直接波の候補を変数とすることで得られる直接波の候補の組合せを用いて測位演算を行うことにより、前記移動局の第3回目の概略位置と第3回目の各概略位置の測位誤差とを求めると共に、前記第3回目に求めた測位誤差のうち最小値となる測位誤差に対応する直接波の候補を、前記第1の基地局に到来した直接波に対応する受信信号とする第3回目の直接波導出処理を行い、

前記測位演算手段は、前記第1,第2,第3回目の直接波導出処理により求められた前記移動局から前記第1,第2,第3の基地局への直接波に対応する受信信号を用いて、前記移動局の現在位置を測位すること、

を特徴とする請求項20記載の測位システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線通信を利用した通信技術に関するものであり、例えば携帯電話等の移動局の位置を求める測位装置と測位方法及び測位システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、無線通信を利用した通信システムが急速に普及しはじめ、例えば携帯電話やページャ等の移動体通信、人や自動車の移動を補佐するナビゲーションシステム等の分野において更なる発展が期待されている。

【0003】

こうした通信システムの更なる発展を促すため、移動自在な携帯電話やナビゲーション装置等の移動局の位置を正確に測位し、その測位結果に基づいて、基地局との間での安定し

10

20

30

40

50

た通信状態等を確立しつつ、多様化する移動体通信環境やナビゲーションシステム環境への対応を可能にする測位方法等の開発が望まれている。

【 0 0 0 4 】

従来の測位方法として、符号分割多元接続 (Code Division Multiple Access : C D M A) 方式の移動体通信システムにおける測位方法が知られている。

【 0 0 0 5 】

この測位方法では、図 2 5 に示すように、通信エリア内に配置された基地局 A , B , C から発せられた電波を携帯電話である移動局 P が受信し、各基地局 A , B , C から移動局 P まで到達するのに要した各電波の伝搬時間 (又は伝搬距離) を求めて、三角法 (triangulation) を適用した解析を行うことにより、基地局 A , B , C に対する移動局 P の位置を求めている。

10

【 0 0 0 6 】

より具体的に従来の測位方法を述べると、図 2 6 に示すように、移動局 P 内に、受信部 1 に接続された距離測定部 6 と位置演算部 7 とを備えて構成された測位装置が設けられている。

【 0 0 0 7 】

すなわち、基地局との間で通信を行うための受信部 1 と送信部 2 と R F 部 3 及び送受信アンテナ A N T を備えた移動局 P において、基地局 A , B , C からの到来電波を送受信アンテナ A N T で受信すると、その受信によって得られる受信信号を R F 部 3 でダウンコンバートした後、デジタルデータに A / D 変換し、更にそのデジタルデータをロールオフフィルタ 4 に通して復調部 5 で逆拡散することによって受信データ D r x を生成する。そして、移動局 P に設けられている距離測定部 6 と位置演算部 7 が、ロールオフフィルタ 4 の出力データ D d と復調部 5 の受信データ D r x を用いて上記三角法による解析を行うことにより、移動局 P の現在位置を測位する。

20

【 0 0 0 8 】

ここで、距離測定部 6 には、図 2 7 に示すように、相関器 8 と距離演算部 9 が備えられており、相関器 8 は、基地局 A , B , C からの各到来電波と相関性を有する相関用データ D A , D B , D C と、ロールオフフィルタ 4 からの出力データ D d との夫々の相関を求め、距離演算部 9 は、その相関演算によって得られた相関値 C R R A , C R R B , C R R C を解析することによって、各到来電波の伝搬距離 L A , L B , L C を検出する。

30

【 0 0 0 9 】

すなわち、図 2 8 (a) ~ (c) に示すように、相関器 8 が各基地局 A , B , C からの到来電波に対応する相関値 C R R A , C R R B , C R R C を演算すると、距離演算部 9 が、それらの相関値 C R R A , C R R B , C R R C を所定の閾値 T H D と比較することによって、各相関値が最大となる位置 (時点) t A , t B , t C をピーク検出する。そして、夫々の時点 t A , t B , t C までの位相差 ϕ_A , ϕ_B , ϕ_C を伝搬時間とみなして伝搬距離に換算することによって、各到来電波の伝搬距離 L A , L B , L C を求めている。

【 0 0 1 0 】

位置演算部 7 は、伝搬距離 L A , L B , L C を上記の三角法に適用して解析することにより、携帯電話 P の位置を求める。つまり、各基地局 A , B , C は、各基地局 A , B , C の位置 (緯度経度) を示す情報を電波に含めて送信することになっているので、受信に際して位置演算部 7 が受信データ D r x から各基地局 A , B , C の位置情報を抽出し、その抽出した位置情報と伝搬距離 L A , L B , L C とを三角法に適用して解析することによって、移動局 P の現在位置を示す位置データ D p を求めることとしている。

40

【 0 0 1 1 】

【 発明が解決しようとする課題 】

ところが上記従来の測位方法では、マルチパスフェージングやノイズの影響を受けて測位精度の悪化を招いたり、マルチパスフェージングやノイズの影響を受け易いことから測位精度の向上を図ることが困難になるという問題があった。

【 0 0 1 2 】

50

具体的事例を上げて説明すれば、図 29 に示すように、例えば基地局 A と移動局 P の間に建物等の遮蔽物 B L 1 が存在し、その結果、基地局 A から移動局 P に到来する直接波のレベルが低くなり、更に他の建物等の反射物 B L 2 , B L 3 で反射されたマルチパス波が移動局 P に到来したような場合において、図 30 (a) に示すように、相関値 C R R A に直接波とマルチパス波とによる複数のピーク値が閾値 T H D より大きな値で出現すると、どのピーク値を直接波によるものとするべきか判断することができなくなる。このため、マルチパス波によって出現したピーク値を直接波によるものとして誤判断してしまうという問題があった。

【 0 0 1 3 】

また、遮蔽物 B L 1 の影響で移動局 P に到来するマルチパス波のレベルに較べて直接波のレベルが相対的に低くなり、そのため、図 30 (b) に示すように、直接波によるピーク値が閾値 T H D より低く、マルチパス波によるピーク値が閾値 T H D より大きくなった場合に、マルチパス波によるピーク値の出現時点までの位相差 (時間) A_e を直接波によるものと誤判断してしまうという問題があった。

【 0 0 1 4 】

また、図 30 (b) に示すような状況は、マルチパス波の影響だけでなく、基地局 A に対応する相関用データ D A との相関性を有するノイズを受信し、そのノイズによるピーク値が相関値 C R R A 中に出現したような場合にも発生するため、ノイズと直接波との区別が困難になるという問題があった。

【 0 0 1 5 】

このような問題、すなわち基地局 A から移動局 P に到来する直接波の伝搬時間又は伝搬距離を、マルチパス波やノイズによる伝搬時間 A_e 又は伝搬距離 L_{Ae} であると誤判断してしまうような事態を招くと、図 31 に示すように、移動局 P の本来の位置 (真位置) よりもずれた位置 P_e を現在位置として測位してしまうことになるため、測位精度の悪化を招来していた。

【 0 0 1 6 】

また、上記事例では、基地局 A からの直接波を高精度で検出できなかった場合について説明したが、他の基地局 B , C からの直接波についても、マルチパス波の影響等により高精度で検出できない場合が生じるので、測位精度の向上を図ることが困難となっていた。

【 0 0 1 7 】

つまり、三角法によると、基地局 A , B , C の各位置は既知であるので、基地局 A , B , C からの 3 個の直接波の伝搬距離 L_A , L_B , L_C を正確に検出できれば、基地局 A , B , C を中心として伝搬距離 L_A , L_B , L_C を半径とする 3 つの円を描いたと仮定した場合のそれら 3 つの円が 1 点で交差するときの位置を移動局 P の真位置とすることができる。しかし、基地局 A , B , C から移動局 P までの到来電波の伝搬距離がマルチパスフェージングやノイズの影響によってランダムに変化しつつ誤差を含むこととなる実際の通信環境下では、図 31 中の例えばハッチングで示した領域内の様々な位置を移動局 P の真位置であると誤判断してしまうことになり、よって、測位精度の向上を図ることが困難になるという問題があった。

【 0 0 1 8 】

本発明は上記従来の問題に鑑みてなされたものであり、より高精度に移動局の位置を測位すると共に、例えば、多様化する移動体通信環境やナビゲーションシステム環境等への対応を可能にする測位装置と測位方法及び測位システムを提供することを目的とする。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本発明の測位装置と測位方法及び測位システムは、通信エリア内に配置された複数の基地局から到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位するものであり、上記複数の基地局より到来する各電波を受信して、各電波に対応した受信信号を生成し、生成した上記受信信号から、上記基地局より到来した各電波の直接波の候補を複数個抽出し、抽出した上記複数個の直接波の候補から、直接波に相当する受信信号を導出

10

20

30

40

50

し、導出した受信信号を用いて、上記移動局の現在位置を測位することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

かかる発明によれば、複数の基地局から移動局に到来する複数の電波の中から直接波の候補を抽出し、その直接波の候補から直接波に相当する受信信号を導出する。そして、導出した受信信号を用いて移動局の現在位置を測位することによって、移動局の現在位置を高い精度で求める。

【 0 0 2 1 】

また、上記目的を達成するため本発明の測位装置と測位方法及び測位システムは、移動局から通信エリア内に配置された複数の基地局に到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位するものであり、上記移動局から到来する電波を受信して、各電波に対応した受信信号を生成し、生成した上記受信信号から、上記各基地局に到来した各電波の直接波の候補を複数個抽出し、抽出した上記複数個の直接波の候補から、直接波に相当する受信信号を導出し、導出した受信信号を用いて、上記移動局の現在位置を測位することを特徴とする。

10

【 0 0 2 2 】

かかる発明によれば、移動局から複数の各基地局に到来する複数の電波の中から直接波の候補を抽出し、その直接波の候補から直接波に相当する受信信号を導出する。そして、導出した受信信号を用いて移動局の現在位置を測位することによって、移動局の現在位置を高い精度で求める。

【 0 0 2 3 】

また、上記測位装置と測位方法及び測位システムにおいて、測位開始時点から所定時間内に到来する電波によって生成された受信信号から、上記直接波の候補を抽出することを特徴とする。

20

【 0 0 2 4 】

かかる発明によれば、基地局から出力された電波が移動局に到達するのに要する所定時間、若しくは移動局から出力された電波が基地局に到達するのに要する所定時間を設定しておき、測位開始時点からその設定した所定時間内に移動局若しくは基地局に到来する電波の受信信号から、直接波の候補を抽出する。これにより、測位を行うのに必要な直接波の候補を必ず抽出することが可能となり、ひいては、移動局の現在位置を高い精度で求めることを可能にする。

30

【 0 0 2 5 】

また、上記測位装置と測位方法及び測位システムにおいて、上記の所定時間を各基地局の通信エリアの大きさに応じた時間に設定することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

かかる発明によれば、各基地局の通信エリア（別言すれば、「セル」）の大きさに応じた時間を上限時間に設定し、その上限時間内に移動局若しくは基地局に到来する電波の受信信号から、直接波の候補を抽出する。各基地局の通信エリアは、各基地局の通信許容範囲に相当することから、通信エリアの大きさに応じた時間を上限時間に設定することで、測位を行うのに必要な直接波の候補を必ず抽出することが可能となり、ひいては、移動局の現在位置を高い精度で求めることを可能にする。

40

【 0 0 2 7 】

また、上記測位装置と測位方法及び測位システムにおいて、到来する電波によって生成した受信信号のうち、受信強度の大きい複数個の信号を上記直接波の候補として抽出することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

かかる発明によると、受信強度の大きい信号が発生する時点よりも短時間の範囲内に、必ず直接波に相当する受信信号を抽出ことができる。このため、測位を行うのに必要な直接波の候補を必ず抽出することが可能となり、ひいては、移動局の現在位置を高い精度で求めることを可能にする。

【 0 0 2 9 】

50

また、上記の基地局から移動局に到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位する測位装置と測位方法及び測位システムにおいて、複数の各基地局より上記移動局に到来した電波毎に直接波の候補を複数個ずつ抽出し、抽出した上記直接波の候補を各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることによって、直接波の候補から成る複数の組合せを求めると共に、上記複数の各組合せを用いて上記移動局の概略位置と上記概略位置の測位誤差とを求め、上記測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、上記複数の各基地局から移動局に到来した直接波に対応する受信信号として導出し、導出した上記複数の各基地局から到来した直接波に対応する受信信号を用いて、上記移動局の現在位置を測位することを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

10

かかる発明によれば、まず、複数の基地局から移動局に到来した複数の電波から求めた直接波の候補を組み合わせる。この組合せに際して、直接波の候補を、各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることで、複数の組合せを求める。そして、複数の各組合せを用いて移動局の概略位置と概略位置の測位誤差とを求める。次に、測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、各基地局から移動局に到来した直接波に対応する受信信号として導出する。そして、導出した複数の各基地局から到来した直接波に対応する受信信号を用いて、移動局の現在位置を測位する。このように、測位誤差が最も小さくなるときの受信信号に基づいて移動局を測位すると、移動局の現在位置を高い精度で求めることが可能となる。

【 0 0 3 1 】

20

また、上記の移動局から複数の基地局に到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位する測位装置と測位方法及び測位システムにおいて、上記移動局から複数の各基地局に到来した電波毎に直接波の候補を複数個ずつ抽出し、抽出した上記直接波の候補を各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることによって、直接波の候補から成る複数の組合せを求めると共に、上記複数の各組合せを用いて上記移動局の概略位置と上記概略位置の測位誤差とを求め、上記測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、上記移動局から上記複数の各基地局に到来した直接波に対応する受信信号として導出し、導出した上記複数の各基地局に到来した直接波に対応する受信信号を用いて、上記移動局の現在位置を測位することを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

30

かかる発明によれば、まず、移動局から複数の基地局に到来した複数の電波から求めた直接波の候補を組み合わせる。この組合せに際して、直接波の候補を、各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることで、複数の組合せを求める。そして、複数の各組合せを用いて移動局の概略位置と概略位置の測位誤差とを求める。次に、測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、移動局から各基地局に到来した直接波に対応する受信信号として導出する。そして、導出した複数の各基地局に到来した直接波に対応する受信信号を用いて、移動局の現在位置を測位する。このように、測位誤差が最も小さくなるときの受信信号に基づいて移動局を測位すると、移動局の現在位置を高い精度で求めることが可能となる。

【 0 0 3 3 】

40

上記の移動局から複数の基地局に到来する電波を利用して移動局の現在位置を測位する測位装置と測位方法及び測位システムにおいて、GPSシステムを利用して移動局の現在位置を測位する測位手段を移動局側に備えておき、基地局と移動局との間での通信電波に基づいて測位した結果が所定の測位誤差を超えると、上記GPS測位手段による測位に切り替えることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

かかる発明によると、基地局と移動局との間での通信電波によって測位した結果が良好であれば、GPS測位手段による測位を行わない。これにより、移動局の消費電力の低減化を実現する。

【 0 0 3 5 】

50

また、GPSシステムを利用して移動局の現在位置を測位する測位手段と電源手段とを移動局に備えておき、上記電源手段の蓄電残量に応じて、基地局と移動局との間での通信電波に基づいた測位、又は、GPSシステムを利用した測位の何れかに切り替える。このため、電源手段の蓄電残量に応じて、高い測位精度を維持した測位を行うことを可能にする。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。尚、実施形態として、スペクトラム拡散 (Spread Spectrum: SS) 通信方式の一種である、広帯域CDMA方式を利用した移動体通信システムにおける測位装置と測位方法及び測位システムについて説明する。

10

【0037】

(第1の実施の形態)

本発明の第1の実施形態を図1～図15を参照して説明する。

【0038】

図1は、広帯域CDMA方式を利用した移動体通信システムの全体構成を模式的に示した図であり、一例として6角セルの構成を示している。

【0039】

本移動体通信システムでは、予め通信エリアが「セル」と呼ばれる任意数の区画に区切って設定されている。各セルには基地局が設置され、各基地局から出力される電波の届く範囲内に各セルが収まるように設定され、更に、電波の届く範囲をセル間でオーバーラップさせることにより、通信不能エリアが生じるのを未然に防止している。

20

【0040】

そして、携帯電話やナビゲーション装置等の移動局10が利用者に随伴して通信エリア内を移動すると、その移動局10の周囲に位置する例えば基地局A、B、Cとの間で通信が行われる。

【0041】

図2は上記携帯電話やナビゲーション装置等の移動局10に設けられた測位装置の要部構成を示すブロック図、図3は移動局10に備えられている送受信部11の構成を示すブロック図、図4は移動局10に備えられている距離測定部12と位置演算部13及び直接波検出部14の構成を示すブロック図である。尚、以下の説明では、移動局10に設けられた測位装置を、移動局10と同符号で表記して説明することとする。

30

【0042】

図2において、測位装置10は、送受信アンテナANT、送受信部11、距離測定部12、位置演算部13、直接波検出部14の他、複数の押釦スイッチ等からなる操作キーを備えた操作部15と、液晶ディスプレイ等で形成された表示部16と、不揮発性メモリ等で形成された記憶部17と、測位装置10全体の動作を集中制御する制御部18とを備えて構成されている。

【0043】

送受信部11は、図3に示すように、基地局から到来する電波(受信電波)を送受信アンテナANTとRF部19を介して受信する受信部11rxと、RF部19と送受信アンテナANTを介して基地局側へ電波(送信電波)を送信する送信部11txとを備えて構成されている。

40

【0044】

更に受信部11rxは、A/D変換器20、ローloffフィルタ21、逆拡散部22、積分器23及び逆拡散符号系列発生器24を備えて構成され、送信部11txは、D/A変換器25、ローloffフィルタ26、拡散部27及び拡散符号系列発生器28を備えて構成されている。そして、それら受信部11rxと送信部11txとによって基地局との間で通信を行う。

【0045】

すなわち、基地局から到来する電波(受信電波)を受信する際、受信電波である到来電波

50

を送受信アンテナA N Tが受信し、得られた受信信号S_{rx}をR F部19がダウンコンバートした後、A/D変換器20がデジタルデータに変換し、更にそのデジタルデータをローloffフィルタ21に通して逆拡散部22が逆拡散し、得られた逆拡散データD_{rx'}を積分器(デジタル積分器)23が積分することによって、基地局から送られてきた受信データD_{rx}を再生する。

【0046】

尚、逆拡散符号系列発生器24が、制御部18から供給される基地局指定データC H_{rx}に従って、指定された基地局に対応する逆拡散符号系列C O D E_{rx}を生成し、逆拡散部22がその逆拡散符号系列C O D E_{rx}とローloffフィルタ21の出力データD_dとを相関演算することによって、上記の逆拡散データD_{rx'}を生成する。

10

【0047】

更に、逆拡散符号系列発生器24は、積分器23から出力される受信データD_{rx}の受信状態を調べ、調べた受信状態に応じて逆拡散符号系列C O D E_{rx}の位相をチップ区間(Chip Duration)内で微調整する等の処理を行うことで、良好な受信データD_{rx}が得られるようにフィードバック制御する。

【0048】

また、測位装置10から基地局へ送信する際、制御部18から供給される送信データD_{tx}を拡散部27が拡散処理することによって変調し、その変調したデータをローloffフィルタ26に通してD/A変換器25でアナログの送信信号S_{tx}に変換し、更にR F部19が送信信号S_{tx}をアップコンバートし、送受信アンテナA N Tに供給することによって送信電波にして基地局へ送信させる。

20

【0049】

尚、拡散符号系列発生器28が、制御部18から供給される基地局指定データC H_{tx}に従って、送信先の基地局に対応する拡散符号系列C O D E_{tx}を生成し、その拡散符号系列C O D E_{tx}と送信データD_{tx}とを拡散部27が相関演算することにより、上記の変調したデータを生成してローloffフィルタ26に供給する。

【0050】

距離測定部12は、図4に示すように、複数の相関器29a, 29b, 29c...と、距離演算部30a, 30b, 30c...と、相関用データ発生器31a, 31b, 31c...と、閾値生成部32a, 32b, 32c...とによって形成された複数の信号処理系統(符号省略)を備えた構成となっている。

30

【0051】

第1の信号処理系統は、相関器29aと距離演算部30aと相関用データ発生器31a及び閾値生成部32aにより形成され、第2の信号処理系統は、相関器29bと距離演算部30bと相関用データ発生器31b及び閾値生成部32bにより形成され、第3の信号処理系統は、相関器29cと距離演算部30cと相関用データ発生器31c及び閾値生成部32cにより形成され、以下残りの信号処理系統も同様に形成されている。そして、各信号処理系統の相関器29a, 29b, 29c...に、受信部11_{rx}中のローloffフィルタ21によって帯域制限された出力データD_dが制御部18を介して供給される。

【0052】

40

ただし、これらの信号処理系統の数は、少なくとも3系統が必要であり、3系統以上であれば任意の数でよい。尚、説明の便宜上、最も基本的な構成である3個の信号処理系統を備えた場合について以下説明することとする。

【0053】

第1の信号処理系統中の相関器29aは、相関用データ発生器31aで生成される相関用データD_aと出力データD_dとを相互相関演算し、その演算結果である相関値C R R_aを距離演算部30aに供給する。尚、最大のピーク値を基準とした(1とした)正規化相関値C R R_aを求めている。

【0054】

ここで、相関用データ発生器31aは、測位装置10の近傍に配置されている基地局(例

50

えば、図 1 に示した基地局 A) から到来する電波と相関性のある相関用データ D a を制御部 1 8 の指示に従って生成する。

【 0 0 5 5 】

すなわち、図 3 に示した受信部 1 1 rx が受信データ D rx を再生して制御部 1 8 に供給すると、制御部 1 8 がその受信データ D rx 中に含まれている基地局識別データ (符号省略) によって送信元の基地局を判断する。そして、例えばその基地局を図 1 中の基地局 A であると判断すると、基地局 A を特定する指示データ (図示省略) を相関用データ発生器 3 1 a に供給し、相関用データ発生器 3 1 a がその指示データに従って、基地局 A から到来する電波と相関性のある相関用データ D a を生成して、相関器 2 9 a に供給する。

【 0 0 5 6 】

したがって、相関器 2 9 a は、その相関用データ D a と出力データ D d との相関を求めることにより、図 5 (a) に例示するように、基地局 A からの到来電波と相関性の高い相関値 C R R a を生成する。

【 0 0 5 7 】

また、基地局 A からの到来電波が、直接波だけでなくマルチパス波を含んでいる場合があることから、相関値 C R R a には、直接波のみならずマルチパス波等に対応するピーク値が出現することになり、更に、到来電波中に相関用データ D a との相関性を有するノイズが混入していた場合には、そのノイズに起因するピーク値が出現することになる。

【 0 0 5 8 】

距離演算部 3 0 a は、相関値 C R R a を閾値生成部 3 2 a で生成される閾値 T H D a と比較し、最大ピーク値を含む上位 3 個のピーク値の各出現位置を検出する。つまり、閾値生成部 3 2 a が制御部 1 8 の指示に従って閾値 T H D a を可変調整していき、距離演算部 3 0 a がその閾値 T H D a より大きな値となる上位 3 個のピーク値の各出現位置を検出する。

【 0 0 5 9 】

ただし、図 5 (a) に例示したように、最大ピーク値 P K 1 の出現位置よりも右側の範囲に生じるピーク値は検出対象から除外し、最大ピーク値 P K 1 の出現位置より左側の範囲に生じるピーク値を検出対象とすることにより、上記 3 個のピーク値 P K 1 , P K 2 , P K 3 の各出現位置を検出する。

【 0 0 6 0 】

尚、最大ピーク値 P K 1 の出現位置より右側と左側の範囲を、相関値 C R R a の位相差 (時間) で定義するならば、最大ピーク値 P K 1 の出現位置の位相差よりも大きな位相差の範囲に出現するピーク値は検出対象から除外し、最大ピーク値 P K 1 とその最大ピーク値 P K 1 の出現位置の位相差よりも小さな位相差の範囲に出現するピーク値を検出対象として、上記最大ピーク値 P K 1 を含む合計 3 個のピーク値 P K 1 , P K 2 , P K 3 の各出現位置を検出する。

【 0 0 6 1 】

こうして 3 個のピーク値 P K 1 , P K 2 , P K 3 の各出現位置を検出し、各出現位置の位相差 a_1 , a_2 , a_3 を、基地局 A から測位装置 1 0 に到来する直接波やマルチパス波等の伝搬時間であると判断し、更にそれらの伝搬時間 a_1 , a_2 , a_3 に電波の伝搬速度を乗算することによって、伝搬距離 (以下、「疑似距離」という) $P R a_1 (= a_1 \times)$, $P R a_2 (= a_2 \times)$, $P R a_3 (= a_3 \times)$ を算出し位置演算部 1 3 に供給する。

【 0 0 6 2 】

このように、最大ピーク値 P K 1 の出現位置よりも小さな位相差の範囲に出現するピーク値を検出対象とすることで、必ず直接波によるピーク値の出現位置を検出できるようにしている。

【 0 0 6 3 】

つまり、基地局 A と測位装置 1 0 の間に建物等の遮蔽物が存在し、また、建物等の反射物で反射されて来たマルチパス波のレベルが直接波のレベルより高くなったような場合、最大ピーク値 P K 1 はマルチパス波によって出現し、マルチパス波より伝搬時間が短い直接

10

20

30

40

50

波によるピーク値は、その最大ピーク値 $P K 1$ の位置より小さな位相差の範囲内に出現することになる。また、基地局 A と測位装置 10 の間に遮蔽物が存在していない場合には、最大ピーク値 $P K 1$ は直接波によって出現することになる。したがって、最大ピーク値 $P K 1$ とその最大ピーク値 $P K 1$ の出現位置よりも小さな位相差の範囲内に出現するピーク値を検出対象とすることで、直接波によるピーク値の出現位置を適切に検出できるようにしている。

【0064】

第2の信号処理系統と第3の信号処理系統も、上記第1の信号処理系統と同様の処理を行うことで、伝搬距離（疑似距離） $P R b1$ 、 $P R b2$ 、 $P R b3$ と $P R c1$ 、 $P R c2$ 、 $P R c3$ を求めて位置演算部13に供給する。

10

【0065】

つまり、制御部18が受信データ $D r x$ （図3参照）中に含まれている基地局識別データを識別することによって、図1中に例示した基地局Bからの到来電波を受信したと判断すると、第2の信号処理系統中の相関器29bが、相関用データ発生器31bで生成される相関用データ（基地局Bからの到来電波と相関性を有する相関用データ） $D b$ と、出力データ $D d$ との相関演算をすることによって正規化した相関値 $C R R b$ を求める。更に距離演算部30bがその相関値 $C R R b$ と閾値生成部32bからの閾値 $T H D b$ とを比較することによって、図5（b）に例示するように、最大ピーク値を含む上位3個のピーク値の出現位置までの位相差 $b1$ 、 $b2$ 、 $b3$ を検出し、更に位相差 $b1$ 、 $b2$ 、 $b3$ に対応する伝搬距離（疑似距離） $P R b1$ 、 $P R b2$ 、 $P R b3$ を算出する。

20

【0066】

また、制御部18が受信データ $D r x$ 中に含まれている基地局識別データを識別することによって、図1中に例示した基地局Cからの到来電波を受信したと判断すると、第3の信号処理系統中の相関器29cが、相関用データ発生器31cで生成される相関用データ（基地局Cからの到来電波と相関性を有する相関用データ） $D c$ と、出力データ $D d$ とを相関演算することによって正規化した相関値 $C R R c$ を求める。更に距離演算部30cがその相関値 $C R R c$ と閾値生成部32cからの閾値 $T H D c$ とを比較することによって、図5（c）に例示するように、最大ピーク値を含む上位3個のピーク値の出現位置までの位相差 $c1$ 、 $c2$ 、 $c3$ を検出し、更に位相差 $c1$ 、 $c2$ 、 $c3$ に対応する伝搬距離（疑似距離） $P R c1$ 、 $P R c2$ 、 $P R c3$ を算出する。

30

【0067】

尚、上記第1、第2、第3の信号処理系統と基地局A、B、Cとの対応関係は予め固定化されているのではなく、制御部18が任意の3個の基地局から到来した電波を受信したと判断すると、それら3個の基地局と第1、第2、第3の信号処理系統とを適宜に対応付けて、相関器29a、29b、29cに上記の相関演算を行わせる。このため、測位装置10が通信エリア内部の任意の場所に移動して、上記例示した基地局A、B、Cの組み合わせ以外の3個の基地局からの到来電波を受信した場合でも、測位装置10の位置を測位できるようになっている。

【0068】

また、図5（a）～（c）を参照した上記の説明では、最大ピーク値の発生位置を含むそれよりも位相差の小さな範囲内に生じるピーク値を検出することで、伝搬距離（疑似距離） $P R a1 \sim P R a3$ 、 $P R b1 \sim P R b3$ 、 $P R c1 \sim P R c3$ を算出することとしているが、変形例として、次のようにして伝搬距離（疑似距離）を算出するようにしてもよい。

40

【0069】

すなわち、各基地局A、B、Cの各通信エリアは、図1に示した「セル」と呼ばれる区画によって設定されており、各「セル」の外延は、各基地局A、B、Cから射出した各電波が到達し得る許容範囲となっている。そこで、5（a）～（c）中に示すように、各基地局A、B、Cから射出した電波が少なくとも各「セル」の外延まで到達するのに要する時間 $T a$ 、 $T b$ 、 $T c$ を設定し、それらの時間 $T a$ 、 $T b$ 、 $T c$ より位相差の小さな範囲に生じるピーク値を検出することで、伝搬距離（疑似距離）を算出してもよい。

50

【0070】

このように各基地局 A, B, C の各通信エリア（別言すれば、「セル」）の大きさに応じた時間を上限時間 T_a, T_b, T_c に設定して、上限時間 T_a, T_b, T_c より短い範囲内に生じるピーク値を検出すると、各基地局 A, B, C から測位装置 10 に到来する各直接波のピーク値を必ず検出することができる。更に、上記の時間 T_a, T_b, T_c は、各基地局 A, B, C 毎に既知となっている各通信エリアの情報に従って設定することが可能であることから、距離測定部 12 の構成の簡素化等を実現することができる等の効果が得られる。

【0071】

位置演算部 13 は、距離測定部 12 で算出された疑似距離 $P_{Ra1} \sim P_{Ra3}, P_{Rb1} \sim P_{Rb3}, P_{Rc1} \sim P_{Rc3}$ と基地局 A, B, C の各位置 $(x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c)$ とを用いて、三角法により測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) を算出する。すなわち、制御部 18 が受信データ D_{rx} から上記例示した基地局 A, B, C からの到来電波を受信したと判断すると、受信データ D_{rx} に含まれている基地局 A の位置 (x_a, y_a) と基地局 B の位置 (x_b, y_b) と基地局 C の位置 (x_c, y_c) を示す各位置情報を抽出して位置演算部 13 に供給し、位置演算部 13 は、供給された各位置 $(x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c)$ と距離測定部 12 で算出された疑似距離 $P_{Ra1} \sim P_{Ra3}, P_{Rb1} \sim P_{Rb3}, P_{Rc1} \sim P_{Rc3}$ とを用いて、三角法により測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) を算出する。

【0072】

尚、詳細については後述するが、位置演算部 13 は、単なる三角法により移動局 10 の位置 (x_p, y_p) を算出するのではなく、逐次近似法によって測位装置 10 の真位置に近い位置を概略位置 $POSI$ として求め、求めた複数の概略位置 $POSI$ の中から最も精度の高い概略位置を測位装置 10 の位置、すなわち現在位置 (x_p, y_p) とする。更に、逐次近似によって概略位置 $POSI$ を求める際、その概略位置 $POSI$ の精度を表すパラメータとして、位置誤差算出パラメータ $PARA$ を求める。

【0073】

直接波検出部 14 は、位置演算部 13 で生成された位置誤差算出パラメータ $PARA$ から後述の測位誤差 $HDOF$ を求め、測位誤差 $HDOF$ が最小となるときの 3 個の疑似距離を基地局 A, B, C からの直接波によるものと判断し、その判断情報を位置演算部 13 に知らせる。

【0074】

こうして直接波検出部 14 から位置演算部 13 へ上記の判断情報が知られると、位置演算部 13 は、上記の測位誤差 $HDOF$ が最小となるときの 3 個の疑似距離（すなわち、基地局 A, B, C からの直接波と判断された疑似距離）によって求めた概略位置 $POSI$ を測位装置 10 の真位置に最も近い位置、すなわち現在位置 (x_p, y_p) と決め、その現在位置 (x_p, y_p) を表す測位データ Dps を生成して制御部 18 へ供給する。

【0075】

そして、本実施形態では、3 個の基地局 A, B, C から到来する到来電波を受信すると、それらの到来電波から夫々 3 個ずつの上記疑似距離（すなわち、合計 9 個の疑似距離） $P_{Ra1} \sim P_{Ra3}, P_{Rb1} \sim P_{Rb3}, P_{Rc1} \sim P_{Rc3}$ を検出し、それら基地局 A, B, C 毎に対応する 3 個ずつの疑似距離の組合せに基づいて、複数の概略位置 $POSI$ を求め、求めた複数の概略位置 $POSI$ の中から移動局 10 の真位置に最も近い概略位置を現在位置 (x_p, y_p) として求めるのであるが、個々の概略位置 $POSI$ を求めるに際して、逐次近似法を用いることでマルチパスフェージングやノイズの影響を大幅に低減した概略位置 $POSI$ を求めることとしている。

【0076】

再び図 2 において、操作部 15 には、上記した複数の押釦スイッチ等からなる操作キーが備えられており、ユーザー等が所定の操作キーを選択操作すると、制御部 18 に対して測位装置 10 の現在位置を測位するように指示すると共に、測位によって得られた現在位置 (x_p, y_p) の周辺の地図や商店や各種施設に関する情報を基地局側から配信してもらう

10

20

30

40

50

等の指示を行うことが可能となっている。

【0077】

すなわち、ユーザー等の指示に従って距離測定部12と位置演算部13と直接波検出部14が測位装置10の現在位置(x_p, y_p)を測位すると、制御部18がその現在位置(x_p, y_p)を示す測位データDpsを送信データDtxに含めて送信部11txから最寄りの基地局へ送信し、基地局に備えられているデータベースシステムから現在位置周辺の地図や商店や各種施設に関する情報を配信するように要求する。そして、要求した地図等の上記情報が基地局から配信されてくると、受信部11rxが受信して受信データDrxを再生し、更に記憶部17が受信データDrxをダウンロードすることによって記憶し、更に記憶した受信データDrxに基づいて表示部16が測位装置10の現在位置周辺の地図や商店や各種施設に関する情報をディスプレイ表示し、更にディスプレイ表示した地図中に、測位データDpsに基づいて現在位置(x_p, y_p)を示す点滅表示等を行うことで、ユーザー等に提供する。

10

【0078】

表示部16は、制御部18から供給される表示用データに従ってディスプレイ表示するようになっており、地図等の上記情報を表示する他、ユーザー等に所望の操作を促すためのメニュー表示や、操作部15から入力された情報を表示してユーザー等の確認に供するための表示等を行う。

【0079】

記憶部17は、基地局より配信された地図等の上記情報を記憶する他、メニュー表示用のデータを予め記憶したり、ユーザー等が設定した通信先やデータ送信先等の相手先アドレス(電話番号、メール番号等)のデータ等をアドレス帳ファイルとして記憶する等、操作部15から入力された情報の保存を行う。

20

【0080】

また、ユーザー等の指示に従って送信部11txが基地局側へ画像データや音楽データ等のコンテンツ情報の配信を要求し、その要求に応じて基地局側から配信されてきたコンテンツ情報を受信部11rxが受信すると、記憶部17は、それら画像データや音楽データ等のコンテンツ情報をダウンロードして記憶し、更に画像データを表示部16に供給することでディスプレイ表示させたり、図示していないオーディオ再生部で音楽データを再生させて鳴動させる等の利用に供することが可能となっている。また、この記憶部17は、着脱可能な半導体メモリを増設することで、記憶領域の拡大が可能となっている。

30

【0081】

次に、かかる構成を有する測位装置10の動作を図6～図15を参照して説明する。尚、主として、測位装置10の現在位置を測位する際の動作について説明する。

【0082】

まず、図6を参照して用語の定義と本発明の測位原理について説明する。

【0083】

図6は、一般的な場合として、基地局A, B, Cからの到来電波を受信することが可能な場所に測位装置10が位置した場合を示している。基地局A, B, Cの各位置(x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c)は既知であり、基地局A, B, Cから測位装置10に到来した各電波の実際の伝搬距離をそれぞれ疑似距離(pseudo range)PRa, PRb, PRcで示している。

40

【0084】

ここで、3個の基地局A, B, Cを変数 t ($=a, b, c$)で表すこととし、基地局A, B, Cの各位置(x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c)の総称を(x_t, y_t)、疑似距離PRa, PRb, PRcの総称をPRtとする。

【0085】

また、図5(a)～(c)に示したように、本実施形態では、疑似距離PRa, PRb, PRcを夫々3個ずつ検出することとしているので、疑似距離PRaに対応する3個の疑似距離をPRa1, PRa2, PRa3で表すと共に、これらの総称をPRai(但し、 $i=1, 2,$

50

3) で表す。また、疑似距離 PR_b に対応する 3 個の疑似距離を PR_{b1} , PR_{b2} , PR_{b3} で表すと共に、これらの総称を PR_{bj} (但し、 $j = 1, 2, 3$) で表し、疑似距離 PR_c に対応する 3 個の疑似距離を PR_{c1} , PR_{c2} , PR_{c3} で表すと共に、これらの総称を PR_{bk} (但し、 $k = 1, 2, 3$) で表す。

【0086】

更に、本実施形態では、逐次近似法によって複数個の概略位置 $POSI$ を求めることとしているので、夫々の概略位置 $POSI$ を区別するために、基地局 A, B, C との関連性を示すサフィックス a, b, c を付けた $POSI_a, POSI_b, POSI_c$ で表すこととする。

【0087】

更にまた、上記したように各概略位置 $POSI_a, POSI_b, POSI_c$ は、夫々 3 個の疑似距離を用いて算出されるので、疑似距離 $PR_{a1}, PR_{a2}, PR_{a3}$ と $PR_{b1}, PR_{b2}, PR_{b3}$ と $PR_{c1}, PR_{c2}, PR_{c3}$ のうちの何れの 3 個の疑似距離の組み合わせを用いて算出された概略位置であるかを区別するための表記を付して表すこととする。例えば、基地局 B, C からの到来電波より得られた疑似距離 PR_{b1}, PR_{c1} を固定して、基地局 A からの到来電波より得られた 3 個の疑似距離 $PR_{a1}, PR_{a2}, PR_{a3}$ を変数として適用することで得られる概略位置を $POSI_a[a1, b1, c1], POSI_a[a2, b1, c1], POSI_a[a3, b1, c1]$ で表す。

【0088】

同様に、基地局 A, C からの到来電波より得られた疑似距離 PR_{a1}, PR_{c1} を固定して、基地局 B からの到来電波より得られた 3 個の疑似距離 $PR_{b1}, PR_{b2}, PR_{b3}$ を変数として適用することで得られる概略位置を $POSI_b[a1, b1, c1], POSI_b[a1, b2, c1], POSI_b[a1, b3, c1]$ で表す。

【0089】

また、基地局 A, B からの到来電波より得られた疑似距離 PR_{a1}, PR_{b1} を固定して、基地局 C からの到来電波より得られた 3 個の疑似距離 $PR_{c1}, PR_{c2}, PR_{c3}$ を変数として適用することで得られる概略位置を $POSI_c[a1, b1, c1], POSI_c[a1, b1, c2], POSI_c[a1, b1, c3]$ で表すこととし、他の組合せで得られる概略位置についても同様に表すこととする。

【0090】

位置演算部 13 と直接波検出部 14 は、次の測位原理に基づいて、概略位置 $POSI$ を算出し、算出した概略位置 $POSI$ 中から測位装置 10 の位置を決定する。

【0091】

すなわち、三角法によると、距離測定部 12 によって求められる疑似距離 PR_t と各基地局 A, B, C の既知の位置 (x_t, y_t) と測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) は、次式 (1) で表される関係を有することになり、この式 (1) を展開することで現在位置 (x_p, y_p) が求まることになる。

【0092】

【数 1】

$$PR_t = \sqrt{(x_p - x_t)^2 + (y_p - y_t)^2} \quad \cdots (1)$$

(但し、 t は、 $a, b, c \cdots$)

【0093】

しかし、疑似距離 PR_t は、マルチパスフェージングやノイズ等の影響を受けたパラメータであり、また疑似距離 PR_t を求める際に、基地局 A, B, C と移動局 10 に夫々内蔵されているタイムベース (時刻計測回路) に誤差が存在する場合があることから、現在位置 (x_p, y_p) は、測位装置 10 の真位置を表すとは限らない。

【0094】

そこで、受信部 11 rx が到来電波を受信したときの基地局と測位装置 10 内の各タイムベースの時刻計測結果のズレが疑似距離 PR_t に及ぼすこととなる影響量を s とし、更に現在位置 (x_p, y_p) の緯度成分 x_p と経度成分 y_p を次式 (2) のように表すこととする。すなわち、変数 x' と y' と s' は近似値、変数 x と y と s は補正值であり、緯度成分 x_p は近似値 x' と補正值 x との和で表し、経度成分 y_p は近似値 y' と補正值 y との和で表し、影響量 s は近似値 s' と補正值 s との和で表すこととする。

【0095】

【数2】

$$\left. \begin{aligned} x_p &= x' + \Delta x \\ y_p &= y' + \Delta y \\ s &= s' + \Delta s \end{aligned} \right\} \cdots (2) \quad 10$$

【0096】

更に、上記式 (1) に上記式 (2) を適用することで、測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) を、上記式 (1) よりも実際に即した次式 (3) で表すこととする。

【0097】

【数3】

$$PR_t = \sqrt{(x' - x_t)^2 + (y' - y_t)^2} + s \quad \cdots (3)$$

(但し、 t は、 a, b, c)

【0098】

位置検出部 13 は、逐次近似法によってこれら補正值 x, y, s が演算誤差のレベルに収束する (すなわち、限りなく 0 に収束する) まで演算を繰り返し、その演算によって得られた緯度成分の近似値 x' と経度成分の近似値 y' による位置 (x', y') を概略位置 $POSI$ とする。

【0099】

つまり、例えば基地局 A, B, C からの到来電波から求められた疑似距離 $PR_{a1}, PR_{b1}, PR_{c1}$ の組合せと基地局 A, B, C の位置 $(x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c)$ を用いて、逐次近似法によって概略位置 $POSI_{a1, b1, c1}$ を求める場合について例示すれば、最初に上記の補正值を適宜の値に設定することで、最初の緯度経度成分 x_p, y_p を求め、そのときの補正值を近似値に加えてひとまず解とする。次に新たな緯度経度成分 x_p, y_p を求める際、新たな緯度経度成分 x_p, y_p を上記ひとまず求めた解と新たな補正值の和とおき直して最初と同様の処理を行い、そのとき得られた補正值を近似値に加えて次の解とする。そして、未だ補正值 x, y, s が演算誤差のレベルに収束しなければ、3 回目以降においても同様の処理を繰り返す。このように演算を繰り返すと、次第に補正值 x, y, s は演算誤差のレベルに収束して行き、これ以上収束しない (演算誤差のレベルまで小さくなった) ときに演算を停止し、最終的に得られた緯度成分と経度成分の近似値 x', y' による位置 (x', y') を概略位置 $POSI_{a1, b1, c1}$ とする。

【0100】

更に、逐次近似法によって求めた複数個の概略位置 $POSI$ には、基地局 A, B, C と測位装置 10 間の通信環境に応じた様々な誤差 (すなわち、測位精度に悪影響を与える測位誤差) が含まれている場合がある。

【0101】

そこで、次のアルゴリズムを適用することで、複数個の概略位置 $POSI$ の中から測位誤

10

20

30

40

50

差の最も少ない概略位置を決定する。

【 0 1 0 2 】

まず、測位装置 10 の真位置に一致する現在位置は実際には不明であるので、上記式 (3) を次式 (4) に示す偏微分方程式の形で表わす。

【 0 1 0 3 】

【数 4】

$$PR_t = R_t + s + \frac{\partial PR_t}{\partial x_p} \Delta x + \frac{\partial PR_t}{\partial y_p} \Delta y \quad \cdots (4)$$

10

【 0 1 0 4 】

更に上記式 (4) を次式 (5) の行列式で表す。

【 0 1 0 5 】

【数 5】

$$\begin{bmatrix} \alpha_a & \beta_a & 1 \\ \alpha_b & \beta_b & 1 \\ \alpha_c & \beta_c & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta PR_a \\ \Delta PR_b \\ \Delta PR_c \end{bmatrix} \quad \cdots (5)$$

20

【 0 1 0 6 】

ここで、行列式中の項 $a \sim c$, $a \sim c$ は、各基地局 A , B , C から測位装置 10 を見たときの方向余弦になるべき性質を有し、項 x , y は上記式 (2) で述べた補正值であり、項 s は影響量である。項 $PR_a \sim PR_c$ は、次式 (6) の関係で表されるように、上記相関値をピーク検出して得られた疑似距離 PR_t と、逐次近似の過程で得られる真距離 R_t に最も近い疑似距離との差分である。

【 0 1 0 7 】

【数 6】

$$PR_t - R_t = \Delta PR_t \quad \cdots (6)$$

30

(但し、 t は、 a, b, c)

【 0 1 0 8 】

次に、上記式 (5) を便宜上次式 (7) に示すこととし、更に次式 (7) を次式 (8) の形に変形すると、項 x , y , s を求めるための行列式となる。

【 0 1 0 9 】

【数 7】

$$\mathbf{A} \cdot \delta \mathbf{X} = \delta \mathbf{R} \quad \cdots (7)$$

40

【数 8】

$$\delta \mathbf{X} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \delta \mathbf{R} \quad \cdots (8)$$

【 0 1 1 0 】

そして、次式 (9) に示すように、上記式 (8) から共分散行列 $(\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A})^{-1}$ が導き出され、更に共分散行列 $(\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A})^{-1}$ は、次式 (10) で表すことが可能となる。

50

【 0 1 1 1 】

【 数 9 】

$$\text{COV}(\delta \mathbf{X}) = \mathbf{A}^{-1} \cdot \text{COV}(\delta \mathbf{R}) \cdot (\mathbf{A}^{-1})^T \\ \doteq (\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A})^{-1} \quad \cdots (9)$$

【 0 1 1 2 】

【 数 1 0 】

$$(\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A})^{-1} = \begin{bmatrix} \sigma_{xx}^2 & \sigma_{xy}^2 & \sigma_{xs}^2 \\ \sigma_{yx}^2 & \sigma_{yy}^2 & \sigma_{ys}^2 \\ \sigma_{sx}^2 & \sigma_{sy}^2 & \sigma_{ss}^2 \end{bmatrix} \quad \cdots (10)$$

10

【 0 1 1 3 】

このように共分散行列 $(\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A})^{-1}$ を導出すると、上記式 (10) 中の行列を構成する各項 $\sigma_{xx}^2, \sigma_{xy}^2, \sigma_{yx}^2, \sigma_{yy}^2$ は、基地局 A, B, C と測位装置 10 間の通信環境に応じて測位精度に悪影響を及ぼす重み係数といった性質を有する分散を示すこととなる。したがって、 $\sigma_{xx}^2, \sigma_{xy}^2, \sigma_{yx}^2, \sigma_{yy}^2$ が小さな値であれば、求めた概略位置 POSI は測位誤差が小さく且つ測位精度が高いということになる。

20

【 0 1 1 4 】

そこで、次式 (11) に示すように、項 $\sigma_{xx}^2, \sigma_{yy}^2$ の 2 乗加算の平方根の値 HDOP (Horizontal Dilution of Precision) を求めて、その値 HDOP を地平座標面での測位誤差を定量化した値とする。

【 0 1 1 5 】

【 数 1 1 】

$$\text{HDOP} = \sqrt{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2} \quad \cdots (11)$$

30

【 0 1 1 6 】

そして、直接波検出部 14 は、複数求められた疑似距離 PRtの中から、値 HDOP が最も小さくなったときの基地局 A に対応する疑似距離と、基地局 B に対応する疑似距離と、基地局 C に対応する疑似距離とを調べ、それら調べた 3 個の疑似距離を、基地局 A, B, C から測位装置 10 に到来した各直接波と判断する。

【 0 1 1 7 】

更に、位置演算部 13 が、上記各直接波と判断された疑似距離によって求められた概略位置 POSI を、測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) として決定する。そして、現在位置 (x_p, y_p) を示す測位データ Dps を制御部 18 に供給する。

40

【 0 1 1 8 】

尚、上記の共分散行列 $(\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A})^{-1}$ を「重み係数行列」と呼ぶこととし、値 HDOP は、上記したように「測位誤差」と呼ぶこととする。更に、測位誤差 HDOP は、概略位置 POSIa, POSIb, POSIc 毎に得られるので、それら概略位置に対応させて、HDOPa, HDOPb, HDOPc で表すこととする。

【 0 1 1 9 】

更に、上記の測位誤差 HDOPa, HDOPb, HDOPc は、基地局 A, B, C からの到来電波から求めた疑似距離 PRa1 ~ PRa3, PRb1 ~ PRb3, PRc1 ~ PRc3 の組合せと基地局 A, B, C の位置 $(x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c)$ を用いて求められるので、例えば HDOPa [a1, b1, c1] のように、演算に用いられた疑似距離についての表

50

記を付して表すこととする。

【0120】

更に、上記の共分散行列 $(AT \cdot A)^{-1}$ 中の各項 ${}^2_{xx}$, ${}^2_{xy}$, ${}^2_{yx}$, ${}^2_{yy}$ 等を「位置誤差算出用パラメータ」と呼び、記号 P A R A で表すこととする。尚、位置誤差算出用パラメータ P A R A も、基地局 A, B, C からの到来電波より求めた疑似距離 P R a1 ~ P R a3, P R b1 ~ P R b3, P R c1 ~ P R c3 の組合せと基地局 A, B, C の位置 (x_a, y_a) , (x_b, y_b) , (x_c, y_c) を用いて求められるので、例えば P A R A a [a1, b1, c1] のように、演算で用いられた疑似距離についての表記を付して表すこととする。

【0121】

次に、図7～図14に示すフローチャートを参照して測位動作を詳細に説明する。

10

【0122】

図7は、測位動作に際しての測位装置10の全体動作を示したフローチャートである。同図において、ユーザー等の指示に従って測位動作を開始すると、ステップS100において、基地局からの到来電波を受信する。例えば、図6に示したように、基地局A, B, C から発せられた電波が到来した場合には、それらの到来電波を受信することになる。

【0123】

次に、ステップS102において、距離測定部12が、到来電波を受信することによって得られた各基地局A, B, C 毎の出力データDdと相関用データDa, Db, Dcとを相関演算することにより、相関値C R R a, C R R b, C R R cを求める。

【0124】

20

次に、ステップS104において、相関値C R R a, C R R b, C R R cを夫々ピーク検出することにより、夫々3個ずつの疑似距離P R a1, P R a2, P R a3とP R b1, P R b2, P R b3とP R c1, P R c2, P R c3を求める。

【0125】

次に、ステップS106において、上記の疑似距離P R a1, P R a2, P R a3とP R b1, P R b2, P R b3とP R c1, P R c2, P R c3を用いて、測位装置10の現在位置 (x_p, y_p) を測位する。尚、この測位処理は、図8～図14に示す処理に従って行われ、その測位処理が完了すると、ステップS108に移行する。

【0126】

ステップS108では、ユーザー等からの指示によってナビゲーション情報（単に、「ナビ情報」という）の要求がなされたか否か、制御部18が判断し、その要求がなされていた場合（「YES」の場合）には、ステップS110に移行する。

30

【0127】

ステップS110では、測位結果である測位装置10の現在位置 (x_p, y_p) を示す測位データDpsを最寄りの基地局へ送信し、ユーザー等が指示したナビ情報を配信するように要求する。例えば、ユーザー等から要求された上記ナビ情報として、現在位置 (x_p, y_p) を含む周辺の地図情報が要求された場合には、最寄りの基地局に対して地図情報の配信を要求する。また、現在位置 (x_p, y_p) の周辺に存在するレストランや商店等のショッピングに必要な情報や、娯楽施設や公共施設、観光名所等、様々なナビ情報の配信を基地局に対して要求することが可能となっている。

40

【0128】

次に、ステップS112において、基地局からナビ情報を含んだ配信電波が送られてくると、その配信電波を受信してナビ情報を取得する。

【0129】

そして、ステップS114において、取得した上記ナビ情報と測位結果である現在位置 (x_p, y_p) を表示部16にディスプレイ表示し、ユーザー等に提供する。

【0130】

例えば、図15(a)にて例示するように、表示部16に、配信されてきた地図情報の表示と、その地図中に現在位置 (x_p, y_p) を示すための記号「P」を点滅表示することで、ユーザー等の利便性の向上を図る。

50

【0131】

また、現在位置 (x_p, y_p) を決定するに際して求めた、その現在位置 (x_p, y_p) に対応する測位誤差 H D O P の値が予め決められた値より大きい場合には、その測位誤差 H D O P を距離に換算し、図 15 (b) にて例示するように、現在位置 (x_p, y_p) を中心として、測位誤差 H D O P から換算した上記距離を半径とする円 C err を表示する。これにより、現在位置 (x_p, y_p) がどの程度正確なものをユーザー等に確認させる等の対応を行うようになっている。

【0132】

上記ステップ S 1 0 8 において、ユーザー等からナビ情報の要求が無かった場合 (「NO」の場合) には、ステップ S 1 1 0 ~ S 1 1 4 の処理をせずに終了する。ただし、単に処理を終了するのではなく、測位によって得られた現在位置 (x_p, y_p) をナビ情報の要求以外の利用に応用することが可能となっている。例えば、現在位置 (x_p, y_p) の測位データ Dps を基地局に送信し、基地局側でユーザー等の異常の有無を確認するといった介護方法等に利用することが可能となっている。

10

【0133】

次に、上記ステップ S 1 0 6 の測位処理を詳細に説明する。

【0134】

上記ステップ S 1 0 0 ~ S 1 0 4 の処理を行ってステップ S 1 0 6 に移行すると、図 8 の「測位演算処理」が開始される。

【0135】

20

そして、「測位演算処理」の開始に伴って、まず位置演算部 1 3 による第 1 回目の「位置演算処理」が行われる。

【0136】

図 8 中のステップ S 2 0 0 において、基地局 A, B, C からの到来電波を受信した際に再生した受信データ D rx から各基地局 A, B, C の位置 (x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c) の情報を取得する。

【0137】

次に、ステップ S 2 0 2 において、上記ステップ S 1 0 4 で求めた 9 個の疑似距離 P Ra1 ~ P Ra3, P R b1 ~ P R b3, P R c1 ~ P R c3 の中から、基地局 A, B からの到来電波に対応する第 1 番目の疑似距離 P Ra1, P R b1 と、基地局 C からの到来電波に対応する 3 個の疑似距離 P R c1, P R c2, P R c3 を最初の組み合わせの候補として選び出し、疑似距離 P Ra1, P R b1 を固定して、三角法及び逐次近似法による測位演算を開始する。

30

【0138】

尚、本実施形態では、基地局 A, B に関連する上記疑似距離 P Ra1, P R b1 を固定して、基地局 C に関連する上記 3 個の疑似距離 P R c1, P R c2, P R c3 を最初の候補として選び出すこととしているが、他の組合せであってもよい。つまり、基地局 A, C に関連する上記疑似距離 P Ra1, P R c1 を固定して、基地局 B に関連する上記 3 個の疑似距離 P R b1, P R b2, P R b3 を最初の候補として選び出してもよいし、基地局 B, C に関連する上記疑似距離 P R b1, P R c1 を固定して、基地局 A に関連する上記 3 個の疑似距離 P Ra1, P Ra2, P Ra3 を最初の候補として選び出してもよい。

40

【0139】

要は、基地局 A, B, C のうち 2 つの基地局に関連する疑似距離を固定し、残りの基地局に関連する 3 個の疑似距離を所謂変数として選び出せばよい。

【0140】

そこで、本実施形態では、上記したように、基地局 A, B に関連する上記疑似距離 P Ra1, P R b1 を固定して、基地局 C に関連する上記 3 個の疑似距離 P R c1, P R c2, P R c3 を最初の候補として選び出すこととしている。

【0141】

また、固定する疑似距離を基地局 A, B からの到来電波に対応する第 1 番目の疑似距離 P Ra1, P R b1 としているが、第 1 番目の疑似距離 P Ra1, P R b1 でなくともよい。測位装

50

置 10 の現在位置 (x_p, y_p) を求めるのに、基地局 A , B , C に関連する 3 個ずつの疑似距離の組合せ、すなわち複数通りの組合せから現在位置 (x_p, y_p) を求めるための処理を行えばよいので、それらの組合せの順番は特に限定するものではない。

【 0 1 4 2 】

そこで、本実施形態では、測位演算処理の高速化等を考慮した組合せの順番で処理することとしている。

【 0 1 4 3 】

次に、ステップ S 2 0 4 において、基地局 C からの到来電波に対応する 3 個の疑似距離 $P R c1$, $P R c2$, $P R c3$ のうち、最初 ($k = 1$) の疑似距離 $P R c k$ ($= P R c1$) を演算対象として選び、ステップ S 2 0 6 に移行する。

10

【 0 1 4 4 】

ステップ S 2 0 6 では、基地局 A , B , C の位置 (x_a, y_a) , (x_b, y_b) , (x_c, y_c) と、上記固定した疑似距離 $P R a1$, $P R b1$ と、 $k = 1$ 番目の疑似距離 $P R c k$ ($= P R c1$) を用いて、測位装置 10 の概略位置 $P O S I c [a1, b1, c1]$ を演算する。この演算に際して逐次近似法による処理が行われる。

【 0 1 4 5 】

次に、ステップ S 2 0 8 において、上記の概略位置 $P O S I c [a1, b1, c1]$ を求めるに際して得られた位置誤差算出用パラメータ $P A R A c [a1, b1, c1]$ を導出、すなわち、逐次近似によって最終的に概略位置 $P O S I c [a1, b1, c1]$ が得られたときの位置誤差算出用パラメータ $P A R A c [a1, b1, c1]$ を導出する。

20

【 0 1 4 6 】

次に、ステップ S 2 1 0 において、基地局 C からの到来電波に対応する 3 個の疑似距離 $P R c1$, $P R c2$, $P R c3$ の全てを適用して概略位置 $P O S I c$ を演算し終えたか判断する。未だ (「 N O 」) であれば、ステップ S 2 1 2 において次の疑似距離 $P R c k$ を演算対象として選んだ後、ステップ S 2 0 6 からの処理を繰り返す。

【 0 1 4 7 】

したがって、ステップ S 2 0 4 ~ S 2 1 2 の処理を行うことにより、変数 k で指定した疑似距離 $P R c1$, $P R c2$, $P R c3$ と、固定した疑似距離 $P R a1$, $P R b1$ とを組み合わせた演算が行われ、その結果、3 個の概略位置 $P O S I c [a1, b1, c1]$ と $P O S I c [a1, b1, c2]$ と $P O S I c [a1, b1, c3]$ が求まる。更に、各概略位置に対応する位置誤差算出用パラメータ $P A R A c [a1, b1, c1]$ と $P A R A c [a1, b1, c2]$ と $P A R A c [a1, b1, c3]$ が求まる。

30

【 0 1 4 8 】

次に、上記 3 個の概略位置 $P O S I c$ と $P A R A c$ を演算し終わると、ステップ S 2 1 2 に移行し、これら概略位置 $P O S I c [a1, b1, c1]$, $P O S I c [a1, b1, c2]$, $P O S I c [a1, b1, c3]$ と位置誤差算出用パラメータ $P A R A c [a1, b1, c1]$, $P A R A c [a1, b1, c2]$, $P A R A c [a1, b1, c3]$ を直接波検出部 1 4 へ転送した後、図 9 の処理に移行して直接波検出部 1 4 による第 1 回目の「直接波検出処理」が行われる。

【 0 1 4 9 】

図 9 のステップ S 3 0 0 では、位置誤差算出用パラメータ $P A R A c [a1, b1, c1]$, $P A R A c [a1, b1, c2]$, $P A R A c [a1, b1, c3]$ に対応する各重み係数行列 (式 (9) (1 0) 参照) を演算し、更にステップ S 3 0 2 では、各重み係数行列から測位誤差 $H D O P c$ を演算する。すなわち、上記式 (1 1) で述べた演算を行うことによって、概略位置 $P O S I c [a1, b1, c1]$ に対応する測位誤差 $H D O P c [a1, b1, c1]$ と、概略位置 $P O S I c [a1, b1, c2]$ に対応する測位誤差 $H D O P c [a1, b1, c2]$ と、概略位置 $P O S I c [a1, b1, c3]$ に対応する測位誤差 $H D O P c [a1, b1, c3]$ を演算する。

40

【 0 1 5 0 】

次に、ステップ S 3 0 4 において、求めた測位誤差 $H D O P c [a1, b1, c1]$ と $H D O P c [a1, b1, c2]$ と $H D O P c [a1, b1, c3]$ の中から最小値となる測位誤差を検出する。

【 0 1 5 1 】

50

次に、ステップ S 3 0 6 において、上記の概略位置 $POS Ic[a1, b1, c1]$, $POS Ic[a1, b1, c2]$, $POS Ic[a1, b1, c3]$ のうち、最小 $HDO Pc$ (すなわち、最小値となる測位誤差) に対応する概略位置を選択する。ここで、 $k = 3$ 番目の測位誤差 $HDO Pc[a1, b1, c3]$ が最小値であったとすると、それに対応する概略位置 $POS Ic[a1, b1, c3]$ を選択する。更に、 $k = 3$ 番目の疑似距離 $PRck (= PRc3)$ に対応する到来電波を、基地局 C からの直接波であると判断する。

【0152】

次に、ステップ S 3 0 8 において、直接波であると判断した判断情報、すなわち疑似距離 $PRc1$, $PRc2$, $PRc3$ のうち $k = 3$ 番目の疑似距離 $PRc3$ が基地局 C からの直接波によるものであることを示す判断情報を位置演算部 1 3 へ転送する。そして、図 1 0 の処理に移行して位置演算部 1 3 による第 2 回目の「位置演算処理」が行われる。

10

【0153】

図 1 0 において、ステップ S 4 0 0 では、上記した $k = 3$ 番目の疑似距離 $PRc3$ が基地局 C からの直接波によるものであるとの判断情報を受けて、基地局 C に対応する $k = 3$ 番目の疑似距離 $PRc3$ を固定すると共に、基地局 A に対応する疑似距離 $PRa1$ を固定し、基地局 B からの到来電波に対応する 3 個の疑似距離 $PRb1$, $PRb2$, $PRb3$ を第 2 回目の「位置演算処理」の候補の組み合わせとして選び出す。

【0154】

すなわち、図 8 で説明した第 1 回目の「位置演算処理」では、基地局 A , B からの到来電波より求めた疑似距離 $PRa1$, $PRb1$ を固定し、基地局 C からの到来電波より求めた疑似距離 $PRc1$, $PRc2$, $PRc3$ を変数として、概略位置 $POS Ic$ を求めた結果、 $k = 3$ 番目の疑似距離 $PRc3$ が基地局 C からの直接波によるものと判断した。

20

【0155】

そこで、第 2 回目の「位置演算処理」におけるステップ S 4 0 0 では、基地局 C からの直接波により得られた $k = 3$ 番目の疑似距離 $PRc3$ を固定すると共に、基地局 A からの到来電波より得られた疑似距離又は基地局 B からの到来電波より得られた疑似距離の何れか一方を固定する。

【0156】

尚、基地局 A , B に関連する疑似距離は何れでもよいが、本実施形態では、第 2 回目の「位置演算処理」では、基地局 A からの到来電波より得られた疑似距離 $PRa1$ を固定することとしている。

30

【0157】

次に、ステップ S 4 0 2 では、基地局 B からの到来電波に対応する 3 個の疑似距離 $PRb1$, $PRb2$, $PRb3$ のうち、最初 ($j = 1$) の疑似距離 $PRbj (= PRb1)$ を演算対象として選び、ステップ S 4 0 4 に移行する。

【0158】

ステップ S 4 0 4 では、基地局 A , B , C の位置 (xa , ya) , (xb , yb) , (xc , yc) と、上記固定した疑似距離 $PRa1$, $PRc3$ と $j = 1$ 番目の疑似距離 $PRbj (= PRb1)$ を用いて、測位装置 1 0 の概略位置 $POS Ib[a1, b1, c3]$ を演算する。この演算に際して逐次近似法による処理が行われる。

40

【0159】

次に、ステップ S 4 0 6 において、上記の概略位置 $POS Ib[a1, b1, c3]$ を求めるに際して得られた位置誤差算出用パラメータ $PAR Ab[a1, b1, c3]$ を導出、すなわち、逐次近似によって最終的に概略位置 $POS Ib[a1, b1, c3]$ が得られたときの位置誤差算出用パラメータ $PAR Ab[a1, b1, c3]$ を導出する。

【0160】

次に、ステップ S 4 0 8 において、基地局 B からの到来電波に対応する 3 個の疑似距離 $PRb1$, $PRb2$, $PRb3$ の全てを適用して概略位置 $POS Ib$ を演算し終えたか判断し、未だ (「NO」) であれば、ステップ S 4 1 0 において次の疑似距離 $PRbj$ を演算対象として選んだ後、ステップ S 4 0 4 からの処理を繰り返す。

50

【 0 1 6 1 】

したがって、ステップ S 4 0 2 ~ S 4 1 0 の処理を繰り返すことにより、変数 j で指定した疑似距離 $P R b1$, $P R b2$, $P R b3$ と、固定した疑似距離 $P R a1$, $P R c3$ とを組み合わせた演算が行われ、その結果、3 個の概略位置 $P O S I b [a1, b1, c3]$ と $P O S I b [a1, b2, c3]$ と $P O S I b [a1, b3, c3]$ が求まる。更に、各概略位置に対応する位置誤差算出用パラメータ $P A R A b [a1, b1, c3]$ と $P A R A b [a1, b2, c3]$ と $P A R A b [a1, b3, c3]$ が求まる。

【 0 1 6 2 】

次に、ステップ S 4 1 2 に移行し、これら概略位置 $P O S I b [a1, b1, c3]$, $P O S I b [a1, b2, c3]$, $P O S I b [a1, b3, c3]$ と位置誤差算出用パラメータ $P A R A b [a1, b1, c3]$, $P A R A b [a1, b2, c3]$, $P A R A b [a1, b3, c3]$ を直接波検出部 1 4 へ転送した後、図 1 1 の処理に移行して直接波検出部 1 4 による第 2 回目の「直接波検出処理」が行われる。

10

【 0 1 6 3 】

図 1 1 のステップ S 5 0 0 では、位置誤差算出用パラメータ $P A R A b [a1, b1, c3]$, $P A R A b [a1, b2, c3]$, $P A R A b [a1, b3, c3]$ に対応する各重み係数行列を演算し、更にステップ S 5 0 2 では、各重み係数行列から測位誤差 $H D O P b$ を演算する。すなわち、上記式 (1 1) で述べた演算を行うことによって、概略位置 $P O S I b [a1, b1, c3]$ に対応する測位誤差 $H D O P b [a1, b1, c3]$ と、概略位置 $P O S I b [a1, b2, c3]$ に対応する測位誤差 $H D O P b [a1, b2, c3]$ と、概略位置 $P O S I b [a1, b3, c3]$ に対応する測位誤差 $H D O P b [a1, b3, c3]$ を演算する。

20

【 0 1 6 4 】

次に、ステップ S 5 0 4 において、求めた測位誤差 $H D O P b [a1, b1, c3]$ と $H D O P b [a1, b2, c3]$ と $H D O P b [a1, b3, c3]$ の中から最小値となる測位誤差を検出する。

【 0 1 6 5 】

次に、ステップ S 5 0 6 において、上記の概略位置 $P O S I b [a1, b1, c3]$, $P O S I b [a1, b2, c3]$, $P O S I b [a1, b3, c3]$ のうち、最小 $H D O P b$ (すなわち、最小値となる測位誤差) に対応する概略位置を選択する。ここで、 $j = 2$ 番目の測位誤差 $H D O P b [a1, b2, c3]$ が最小値であったとすると、それに対応する概略位置 $P O S I b [a1, b2, c3]$ を選択する。更に、 $j = 2$ 番目の疑似距離 $P R b_j$ ($= P R b2$) に対応する到来電波を、基地局 B からの直接波であると判断する。

30

【 0 1 6 6 】

次に、ステップ S 5 0 8 において、疑似距離 $P R b1$, $P R b2$, $P R b3$ のうち $j = 2$ 番目の疑似距離 $P R b2$ が基地局 B からの直接波によるものであることを示す判断情報を位置演算部 1 3 へ転送する。そして、図 1 2 の処理に移行して位置演算部 1 3 による第 3 回目の「位置演算処理」が行われる。

【 0 1 6 7 】

図 1 2 に示す第 3 回目の「位置演算処理」では、まずステップ S 6 0 0 において、上記 $k = 3$ 番目の疑似距離 $P R c3$ が基地局 C からの直接波によるものであり、且つ上記 $j = 2$ 番目の疑似距離 $P R b2$ が基地局 B からの直接波によるものであるとの判断情報を受けて、 $k = 3$ 番目の疑似距離 $P R c3$ と $j = 2$ 番目の疑似距離 $P R b2$ を固定し、基地局 A からの到来電波に対応する 3 個の疑似距離 $P R a1$, $P R a2$, $P R a3$ を第 3 回目の「位置演算処理」の候補の組み合わせとして選び出す。

40

【 0 1 6 8 】

次に、ステップ S 6 0 2 では、基地局 A からの到来電波に対応する 3 個の疑似距離 $P R a1$, $P R a2$, $P R a3$ のうち、最初 ($i = 1$) の疑似距離 $P R a_i$ ($= P R a1$) を演算対象として選び、ステップ S 6 0 4 に移行する。

【 0 1 6 9 】

ステップ S 6 0 4 では、基地局 A , B , C の位置 (x_a , y_a) , (x_b , y_b) , (x_c , y_c) と、上記固定した疑似距離 $P R b2$, $P R c3$ と $i = 1$ 番目の疑似距離 $P R a_i$ ($= P R a1$)

50

1)を用いて、測位装置10の概略位置 $POS Ia[a1, b2, c3]$ を演算する。この演算に際して逐次近似法による処理が行われる。

【0170】

次に、ステップS606において、上記の概略位置 $POS Ia[a1, b2, c3]$ を求めるに際して得られた位置誤差算出用パラメータ $PAR Aa[a1, b2, c3]$ を導出、すなわち、逐次近似によって最終的に概略位置 $POS Ia[a1, b2, c3]$ が得られたときの位置誤差算出用パラメータ $PAR Aa[a1, b2, c3]$ を導出する。

【0171】

次に、ステップS608において、基地局Aからの到来電波に対応する3個の疑似距離 $PRa1$, $PRa2$, $PRa3$ の全てを適用して概略位置 $POS Ia$ を演算し終えたか判断し、未だ(「NO」)であれば、ステップS610において次の疑似距離 $PRbi$ を演算対象として選んだ後、ステップS604からの処理を繰り返す。

【0172】

したがって、ステップS602～S610の処理を繰り返すことにより、変数*i*で指定した疑似距離 $PRa1$, $PRa2$, $PRa3$ と、固定した疑似距離 $PRb2$, $PRc3$ とを組み合わせた演算が行われ、その結果、3個の概略位置 $POS Ia[a1, b2, c3]$ と $POS Ia[a2, b2, c3]$ と $POS Ia[a3, b2, c3]$ が求まる。更に、各概略位置に対応する位置誤差算出用パラメータ $PAR Aa[a1, b2, c3]$ と $PAR Aa[a2, b2, c3]$ と $PAR Aa[a3, b2, c3]$ が求まる。

【0173】

次に、ステップS612に移行し、これら概略位置 $POS Ia[a1, b2, c3]$, $POS Ia[a2, b2, c3]$, $POS Ia[a3, b2, c3]$ と、位置誤差算出用パラメータ $PAR Aa[a1, b2, c3]$, $PAR Aa[a2, b2, c3]$, $PAR Aa[a3, b2, c3]$ を直接波検出部14へ転送した後、図13の処理に移行して直接波検出部14による第3回目の「直接波検出処理」が行われる。

【0174】

図13のステップS700では、位置誤差算出用パラメータ $PAR Aa[a1, b2, c3]$, $PAR Aa[a2, b2, c3]$, $PAR Aa[a3, b2, c3]$ に対応する各重み係数行列を演算し、更にステップS702では、各重み係数行列から測位誤差 $HDO Pa$ を演算する。すなわち、上記式(11)で述べた演算を行うことによって、概略位置 $POS Ia[a1, b2, c3]$ に対応する測位誤差 $HDO Pa[a2, b2, c3]$ と、概略位置 $POS Ia[a2, b2, c3]$ に対応する測位誤差 $HDO Pa[a2, b2, c3]$ と、概略位置 $POS Ia[a2, b2, c3]$ に対応する測位誤差 $HDO Pa[a3, b2, c3]$ を演算する。

【0175】

次に、ステップS704において、求めた測位誤差 $HDO Pa[a1, b2, c3]$ と $HDO Pa[a2, b2, c3]$ と $HDO Pa[a3, b2, c3]$ の中から最小値となる測位誤差を検出する。

【0176】

次に、ステップS706において、上記の概略位置 $POS Ia[a1, b2, c3]$, $POS Ia[a2, b2, c3]$, $POS Ia[a3, b2, c3]$ のうち、最小 $HDO Pa$ (すなわち、最小値となる測位誤差)に対応する概略位置を選択する。ここで、*i* = 1番目の測位誤差 $HDO Pa[a1, b2, c3]$ が最小値であったとすると、それに対応する概略位置 $POS Ia[a1, b2, c3]$ を選択する。更に、*i* = 1番目の疑似距離 $PRai$ (= $PRa1$)に対応する到来電波を、基地局Aからの直接波であると判断する。

【0177】

次に、ステップS708において、疑似距離 $PRa1$, $PRa2$, $PRa3$ のうち*i* = 1番目の疑似距離 $PRa1$ が基地局Aからの直接波によるものであることを示す判断情報を位置演算部13へ転送する。そして、図14の処理に移行して位置演算部13による「最終判定処理」が行われる。

【0178】

図14の「最終判定処理」では、ステップS800において、基地局Cからの直接波によ

10

20

30

40

50

るものと判断された疑似距離 $P R c k$ (すなわち、 $k = 3$ 番目の疑似距離 $P R c 3$) と、基地局 B からの直接波によるものと判断された疑似距離 $P R b j$ (すなわち、 $j = 2$ 番目の疑似距離 $P R b 2$) と、基地局 A からの直接波によるものと判断された疑似距離 $P R a i$ (すなわち、 $i = 1$ 番目の疑似距離 $P R a 1$) とから求めた概略位置 $P O S I a [a1, b2, c3]$ を測位装置 10 の現在位置 $(x p, y p)$ と決める。

【0179】

そして、この現在位置 $(x p, y p)$ を示す測位データ $D p s$ を位置演算部 13 から制御部 18 へ供給して、測位処理を完了する。つまり、図 7 に示したステップ $S 106$ の処理が完了し、上記ステップ $S 108$ 以降の処理に継続する。

【0180】

このように本実施形態によれば、測位装置 10 の周辺に位置する少なくとも 3 個の例えば基地局 A, B, C からの到来電波を受信し、それらの到来電波から得られる出力データ $D d$ と、基地局 A, B, C 毎の所定の関連データ $D a, D b, D c$ との関連演算によって関連値 $C R R a, C R R b, C R R c$ を求め、更にそれら関連値 $C R R a, C R R b, C R R c$ をピーク検出することにより、それぞれ 3 個ずつの疑似距離 $P R a 1, P R a 2, P R a 3$ と $P R b 1, P R b 2, P R b 3$ と $P R c 1, P R c 2, P R c 3$ を検出する。そして、注目すべきは、それら 3 個ずつの疑似距離を検出するのに、図 5 (a) (b) (c) のそれぞれに示したように、最大ピーク値の出現位置を基準として、それより位相差の小さな範囲に出現するピーク値を検出対象とし、その最大ピーク値を含む合計 3 個のピーク値の出現位置の各位相差を検出することになっている。

【0181】

また、各基地局 A, B, C の各通信エリアに応じた時間の範囲内に生じる疑似距離を検出することとしている。

【0182】

このため、各基地局 A, B, C から測位装置 10 に到来する直接波の疑似距離を適切に検出することができるという優れた効果が得られる。

【0183】

更に、検出した 3 個ずつの疑似距離 $P R a 1, P R a 2, P R a 3$ と $P R b 1, P R b 2, P R b 3$ と $P R c 1, P R c 2, P R c 3$ を基地局 A, B, C に対応づけて、3 個ずつの疑似距離の組み合わせを候補として、三角法により概略位置 $P O S I$ を求め、更にその三角法により概略位置 $P O S I$ を求めるに際し、逐次近似法による処理を行うことによって、より精度の高い概略位置 $P O S I$ を求めることを可能にしている。

【0184】

更に、上記の 3 個ずつの疑似距離の組み合わせに応じて複数個の概略位置 $P O S I$ を求め際に、個々の概略位置 $P O S I$ の測位精度を表すこととなる位置誤差算出用パラメータ $P A R A$ と測位誤差 $H D O P$ を求め、測位誤差 $H D O P$ が最小値となるときに概略位置 $P O S I$ を絞り込んでいき、最終的に得られた概略位置 $P O S I$ を測位装置 10 の現在位置 $(x p, y p)$ であると決定する。

【0185】

このように上記の絞り込みを行うと、疑似距離の中から、マルチパスフェージングやノイズの影響や通信環境下で生じる様々な悪影響の少ない直接波を選択することになり、その選択した直接波によって求めた概略位置 $P O S I$ を測位装置 10 の現在位置 $(x p, y p)$ であると決定することになる。このため、マルチパスフェージングやノイズの影響や、通信環境下で生じる様々な悪影響を抑制した、高精度の測位を可能にしている。

【0186】

更に、図 15 (b) に示したように、測位誤差 $H D O P$ が所定の値より大きいときには、表示部 16 の表示画面上に、現在位置 $(x p, y p)$ を示す表示「P」に加えて測位誤差 $H D O P$ の大きさに相当する円 $C e r r$ 等を表示するので、ユーザー等に対して測位結果がどの程度正確であるか、すなわち測位環境の良否等を知らせることができ、利便性の向上等を図ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 8 7 】

(第 2 の実施の形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態を説明する。本実施形態は、第 1 の実施形態で述べた測位装置 10 の変形例に関するものである。

【 0 1 8 8 】

尚、本実施形態の移動局の構成は、図 2 ~ 図 4 に示した第 1 の実施形態の移動局 10 と同様の構成となっており、更に、図 4 及び図 5 を参照して説明した測位原理と同様の原理に基づいて測位するので、本実施形態の移動局の構成と測位原理についての説明を省略することとする。

【 0 1 8 9 】

ただし、本実施形態の移動局は、図 7 ~ 図 15 に基づいて説明した第 1 の実施形態の測位装置 10 の測位処理工程のうち、図 8 ~ 図 14 に示した測位処理の代わりに、図 16 に示す測位処理に従って動作する。

【 0 1 9 0 】

つまり、既述した第 1 の実施形態の測位装置 10 は、図 7 に示したステップ S 100 ~ S 104 において距離測定部 12 による疑似距離 $P_{Ra1} \sim P_{Ra3}$, $P_{Rb1} \sim P_{Rb3}$, $P_{Rc1} \sim P_{Rc3}$ の検出処理を行った後、ステップ S 106 の測位処理を、図 8 ~ 図 14 に示したフローチャートに従って行う。この測位処理の際、位置演算部 13 による概略位置 $POSI$ 及び位置誤差算出用パラメータ $PARRA$ の演算と、直接波検出部 14 による直接波の判定とを複数回 (3 回) 繰り返すことで、測位誤差 $HDO P$ が小さな値になるときの概略位置 $POSI$ を絞り込んでいき、最終的に得られる概略位置 $POSI$ を測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) として決定することとしている。

【 0 1 9 1 】

これに対し、本実施形態の移動局は、第 1 の実施形態のような測位誤差 $HDO P$ が小さな値になるときの概略位置 $POSI$ を絞り込んでいくという処理は行わず、図 7 に示したステップ S 106 の測位処理を、図 16 のフローチャートに従って行うようになっている。

【 0 1 9 2 】

図 16 において、本実施形態の移動局にあつては、距離測定部 12 による疑似距離 $P_{Ra1} \sim P_{Ra3}$, $P_{Rb1} \sim P_{Rb3}$, $P_{Rc1} \sim P_{Rc3}$ の検出処理を行った後、同図中のステップ S 900 の処理に移行して、位置演算部 13 が受信データ Drx に含まれている基地局 A, B, C の位置 (x_a, y_a) , (x_b, y_b) , (x_c, y_c) を示す情報を取得する。

【 0 1 9 3 】

次に、ステップ S 902 ~ S 916 において、位置演算部 13 が、基地局 A, B, C に対応する変数 i, j, k を順次変更することにより、疑似距離 $P_{Ra1} \sim P_{Ra3}$, $P_{Rb1} \sim P_{Rb3}$, $P_{Rc1} \sim P_{Rc3}$ の中から基地局 A, B, C に対応する 3 個の疑似距離 P_{Rai} , P_{Rbj} , P_{Rck} の組み合わせを選択し、それら選択した 3 個の疑似距離 P_{Rai} , P_{Rbj} , P_{Rck} と基地局 A, B, C の位置 (x_a, y_a) , (x_b, y_b) , (x_c, y_c) に従って、概略位置 $POSIc[ai,bj,ck]$, $POSIb[ai,bj,ck]$, $POSIa[ai,bj,ck]$ と、位置誤差算出用パラメータ $PARRAc[ai,bj,ck]$, $PARRAb[ai,bj,ck]$, $PARRAa[ai,bj,ck]$ 、及び測位誤差 $HDO Pc[ai,bj,ck]$, $HDO Pb[ai,bj,ck]$, $HDO Pa[ai,bj,ck]$ を、逐次近似法によって演算する。

【 0 1 9 4 】

すなわち、ステップ S 902 において変数 i, j, k を最初の値に設定した後、ステップ S 904 において 3 個の疑似距離 P_{Rai} , P_{Rbj} , P_{Rck} の組み合わせと基地局 A, B, C の位置 (x_a, y_a) , (x_b, y_b) , (x_c, y_c) を用いて、最初の概略位置 $POSI$ と位置誤差算出用パラメータ $PARRA$ と測位誤差 $HDO P$ を演算し、次に、ステップ S 906 ~ S 916 において、変数 i, j, k を順次インクリメントし、変数 i, j, k の全てが 3 になるまで、ステップ S 904 の演算処理を繰り返す。これにより、基地局 A, B, C 毎に対応する 3 個ずつの疑似距離 P_{Rai} , P_{Rbj} , P_{Rck} の総組合せ (すなわち、27 通りの組合せ) に対応する、27 個の概略位置 $POSIc[ai,bj,ck]$, $POSIb[ai,bj,ck]$, $POSIa[ai,bj,ck]$ を演算する。

ai, bj, ck , $POS Ia[ai, bj, ck]$ と 27 個の位置誤差算出用パラメータ $PARAc[ai, bj, ck]$, $PARAb[ai, bj, ck]$, $PARAa[ai, bj, ck]$ 及び 27 個の測位誤差 $HDO Pc[ai, bj, ck]$, $HDO Pb[ai, bj, ck]$, $HDO Pa[ai, bj, ck]$ を演算する。

【0195】

こうして 27 個ずつの上記概略位置 $POS I$ と位置誤差算出用パラメータ $PARA$ 及び測位誤差 $HDO P$ を演算し終わると、次に、直接波検出部 14 が、位置ステップ $S918$ において、27 個の測位誤差 $HDO Pc[ai, bj, ck]$, $HDO Pb[ai, bj, ck]$, $HDO Pa[ai, bj, ck]$ のうち最小値となる測位誤差 $HDO P$ を検出し、その検出した測位誤差 $HDO P$ に対応する概略位置 $POS I$ の情報を位置演算部 13 に知らせる。

【0196】

次に、ステップ $S920$ において、位置演算部 13 が、直接波検出部 14 から知らされた上記情報に基づいて、最小値の測位誤差 $HDO P$ に対応する概略位置 $POS I$ を移動局の現在位置 (x_p, y_p) であると決定し、その現在位置 (x_p, y_p) を示す測位データ Dps を制御部 18 に供給すると共に、図 7 に示したステップ $S108$ の処理に移行する。

【0197】

このように、基地局 A, B, C から到来する電波を受信することによって得られる 3 個ずつの疑似距離 $PRa1 \sim PRa3$, $PRb1 \sim PRb3$, $PRc1 \sim PRc3$ の全組み合わせ (27 通りの組み合わせ) に基づいて、予め 27 個の概略位置 $POS Ic[ai, bj, ck]$, $POS Ib[ai, bj, ck]$, $POS Ia[ai, bj, ck]$ と 27 個の位置誤差算出用パラメータ $PARAc[ai, bj, ck]$, $PARAb[ai, bj, ck]$, $PARAa[ai, bj, ck]$ 及び 27 個の測位誤差 $HDO Pc[ai, bj, ck]$, $HDO Pb[ai, bj, ck]$, $HDO Pa[ai, bj, ck]$ を演算した後、測位誤差 $HDO P$ が最小値となるとき概略位置 $POS I$ を移動局の現在位置 (x_p, y_p) を決定しても、マルチパスフェージングやノイズの影響を抑制し、且つ通信環境下で生じる様々な悪影響を抑制することができ、高精度の測位を行うことができる。

【0198】

(第 3 の実施形態)

次に、第 3 の実施形態を図 17 ~ 図 20 を参照して説明する。

【0199】

上記第 1, 第 2 の実施形態は、測位装置 10 が基地局から到来する電波を受信し、測位装置 10 自身が現在位置 (x_p, y_p) を測位するものであるのに対し、本第 3 の実施形態は、基地局側が移動局の現在位置 (x_p, y_p) を測位することにより、マルチパスフェージングやノイズの影響を抑制し、且つ通信環境下で生じる様々な悪影響を抑制して、高精度の測位を行うようにしたものである。

【0200】

すなわち、図 17 に模式的に示すように、測位装置 10 が通信エリア内の任意の位置で、測位を要求するための電波 (以下、「測位用電波」という) を送信すると、その測位装置 10 の周辺に位置する例えば基地局 A, B, C が測位用電波を受信し、基地局 A, B, C とそれら基地局 A, B, C を管理している管理センタ 34 が測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) を測位するものである。そして、測位装置 10 から地図等のナビ情報の要求があった場合には、管理センタ 34 に設けられているデータベース 35 から現在位置 (x_p, y_p) に関連するナビ情報を検索し、基地局 A, B, C の何れか又は他の基地局から測位装置 10 へ、測位した現在位置 (x_p, y_p) と検索したナビ情報を測位装置 10 側へ送信する。

【0201】

図 18 は、測位装置 10 の要部構成を示すブロック図、図 19 (a) (b) は、各基地局に備えられる測位装置 33 と管理センタ 34 の要部構成を示すブロック図である。

【0202】

図 18 において、本実施形態の測位装置 10 の構成を図 2 に示した第 1 の実施形態の測位装置 10 と対比して述べると、本実施形態の測位装置 10 は、基地局との間で通信を行うための送受信アンテナ ANT と送受信部 11、操作部 15、表示部 16、記憶部 17 及び

10

20

30

40

50

制御部 18 が備えられているものの、第 1 の実施形態で既述した距離測定部 12 と位置演算部 13 と直接波検出部 14 は設けられていない。

【0203】

したがって、ユーザー等が測位装置 10 の現在位置を測位したいと欲したような場合には、操作部 15 を操作して、基地局側へ測位要求を行うようになっている。

【0204】

これに対して、各基地局には、図 19 (a) に示す構成の測位装置 33 が備えられており、この測位装置 33 は、測位装置 10 との間で通信を行う送受信アンテナ ANTbs と送受信部 11bs、距離測定部 12bs、及び測位装置 33 全体の動作を集中制御する制御部 18bs が備えられた構成となっている。

10

【0205】

送受信部 11bs は、図 3 に示した受信部 11rx と送信部 11tx を備えた送受信部 11 と基本的に同じ構成となっており、測位装置 10 からの到来電波（すなわち、測位用電波）を受信する際、送受信部 11bs に設けられている逆拡散符号系列発生器 24 が、測位装置 10 に対応する逆拡散符号系列 CODE_{rx} を発生し、逆拡散部 22 がその逆拡散符号系列 CODE_{rx} とロールオフフィルタ 21 から出力される出力データ D_d との相互相関演算を行う。また、測位装置 10 に対して電波を送信する際には、送受信部 11bs に設けられている拡散符号系列発生器 28 が、測位装置 10 に対応する拡散符号系列 COBE_{tx} を発生し、拡散部 27 がその拡散符号系列 COBE_{tx} と送信すべき送信データ D_{tx} とを相互相関演算してロールオフフィルタ 26 に供給する。

20

【0206】

距離測定部 12bs は、図 2 と図 4 に示した距離測定部 12 と同様の構成を有している。

【0207】

ただし、図 3 に示した第 1 の実施形態の距離測定部 12 では、少なくとも 3 つの基地局からの各到来電波に基づいて各基地局毎に対応する相関値を演算すべく、少なくとも 3 個以上の信号処理系統を備えた構成となっているのに対し、図 19 (a) に示す距離測定部 12bs は、測位に際して測位装置 10 からの測位用電波による相関値を求めるべく、少なくとも 1 系統以上の信号処理系統が設けられている。つまり、最少数の信号処理系統として、1 系統の信号処理系統が設けられていればよい構成となっている。

【0208】

したがって、本実施形態を説明するに当たり、説明の便宜上、基地局 A の測位装置 33 には、図 4 に示した相関器 29a と相関用データ発生器 31a と距離演算部 30a 及び閾値生成部 32a から成る 1 系統の信号処理系統を有する距離測定部 12bs が設けられており、基地局 B の測位装置 33 には、図 4 に示した相関器 29b と相関用データ発生器 31b と距離演算部 30b 及び閾値生成部 32b から成る 1 系統の信号処理系統を有する距離測定部 12bs が設けられており、基地局 C の測位装置 33 には、図 4 に示した相関器 29c と相関用データ発生器 31c と距離演算部 30c 及び閾値生成部 32c から成る 1 系統の信号処理系統を有する距離測定部 12bs が設けられているものとして説明する。

30

【0209】

更に、各相関データ発生器 31a、31b、31c は、測位装置 10 からの測位用電波に含まれている移動局識別データに対応する相関用データ D_a、D_b、D_c を生成して、各相関器 29a、29b、29c に供給する。

40

【0210】

そして、基地局 A の測位装置 33 が、図 5 に示したのと同様のピーク検出の処理を行うことにより、相関値 CRR_a から 3 個の疑似距離 P Ra1、P Ra2、P Ra3 を検出し、それら検出した疑似距離 P Ra1、P Ra2、P Ra3 を検出データ D Aps として管理センタ 34 へ転送する。また、基地局 B の測位装置 33 も同様に、相関値 CRR_b から 3 個の疑似距離 P Rb1、P Rb2、P Rb3 を検出し、それら検出した疑似距離 P Rb1、P Rb2、P Rb3 を検出データ D Bps として管理センタ 34 へ転送する。更にまた、基地局 C の測位装置 33 も同様に、相関値 CRR_c から 3 個の疑似距離 P Rc1、P Rc2、P Rc3 を検出し、それら検出

50

した疑似距離 $PRc1$, $PRc2$, $PRc3$ を検出データ $DCps$ として管理センタ 34 へ転送する。また、測位用電波中にナビ情報の要求を示すナビ情報要求情報が含まれていた場合には、各基地局 A , B , C から管理センタ 34 へそのナビ情報要求情報も転送されるようになっている。

【0211】

管理センタ 34 は、図 19 (b) に示すように、通信エリア内の各基地局との間で通信を行うための送受信部 11 cnt と、位置演算部 13 cnt、直接波検出部 14 cnt、データベース 35、及び管理センタ 34 全体を集中制御する制御部 18 cnt を備えて構成されている。

【0212】

ここで、送受信部 11 cnt は、各基地局との間に敷設された光ファイバ通信路を介して高速通信を行い、基地局 A , B , C から転送されてくる検出データ $DAps$, $DBps$, $DCps$ と、ナビ情報の要求を示すナビ情報要求情報も、光ファイバ通信路を経由して受信するようになっている。

【0213】

更に、管理センタ 34 に設けられている位置演算部 13 cnt と直接波検出部 14 cnt は、基地局 A , B , C から転送されてきた検出データ $DAps$, $DBps$, $DCps$ と、既知となっている基地局 A , B , C の各位置 (xa, ya) , (xb, yb) , (xc, yc) とを用いて、三角法及び逐次近似法による測位処理を行う。

【0214】

つまり、位置演算部 13 cnt と直接波検出部 14 cnt は、第 1 の実施形態における図 8 ~ 図 14 に示したフローチャートと同様の測位処理、または、第 2 の実施形態における図 16 に示したフローチャートと同様の測位処理を行うようになっている。

【0215】

データベース 35 は、いわゆる大容量のデータベースサーバによって形成されており、地図や各種施設の情報、各種の催し（イベント）情報、ショッピング情報等の様々な情報が記録されている。そして、ナビ情報の要求がなされていた場合には、制御部 18 cnt が位置演算部 13 cnt と直接波検出部 14 cnt による測位処理の結果得られた測位装置 10 の位置情報 (xp, yp) に関連する情報を検索し、検索した情報をナビ情報とし、位置情報 (xp, yp) と共に、基地局 A , B , C の何れか、又は測位装置 10 との間での通信環境の良好な他の基地局へ転送（返送）し、その転送した基地局から測位装置 10 へ、ナビ情報と位置情報 (xp, yp) とを送信（配信）させる。

【0216】

次に、かかる構成を有する測位装置 10 と基地局 A , B , C 及び管理センタ 34 との間で行われる測位動作について、図 20 に示すフローチャートを参照して説明する。

【0217】

図 20 において、ステップ S 1000 では、ユーザー等が測位装置 10 に備えられている操作部 15（図 18 参照）を操作して測位開始の指示をすると、制御部 18 が測位用電波を送信（発信）すべく送受信部 11 に指令する。また、ユーザー等が測位開始の指示と共にナビ情報の要求を指示すると、そのナビ情報の要求を指示するためのナビ情報要求情報を測位用電波に含めて送信させるように指令する。

【0218】

こうして測位用電波を送信すると、ステップ S 1002 において、測位装置 10 の周辺に位置する上記例示した基地局 A , B , C が測位用電波を個別に受信する。

【0219】

そして、ステップ S 1004 において、基地局 A 中の測位装置 33 に備えられている送受信部 11 bs が測位用電波を受信したことを確認し、また、基地局 B 中の測位装置 33 に備えられている送受信部 11 bs が測位用電波を受信したことを確認し、更に基地局 C 中の測位装置 33 に備えられている送受信部 11 bs が測位用電波を受信したことを確認すると、夫々の測位装置 33 から管理センタ 34 に確認情報が転送され、更に夫々の測位装置 33

10

20

30

40

50

が、ステップ S 1 0 0 6 の処理に移行して個別に疑似距離を検出する。

【 0 2 2 0 】

ステップ S 1 0 0 6 では、基地局 A 中の測位装置 3 3 が、その測位装置 3 3 に備えられている距離測定部 1 2 bs によって測位用電波に対応する相関値 C R R a を演算し、更に相関値 C R R a をピーク検出することによって 3 つの疑似距離 P R a1 , P R a2 , P R a3 を求める。

【 0 2 2 1 】

基地局 B 中の測位装置 3 3 も同様に、その測位装置 3 3 に備えられている距離測定部 1 2 bs によって測位用電波に対応する相関値 C R R b を演算し、その相関値 C R R b をピーク検出することによって 3 つの疑似距離 P R b1 , P R b2 , P R b3 を求める。また、基地局 C 中の測位装置 3 3 も同様に、その測位装置 3 3 に備えられている距離測定部 1 2 bs によって測位用電波に対応する相関値 C R R c を演算し、その相関値 C R R c をピーク検出することによって 3 つの疑似距離 P R c1 , P R c2 , P R c3 を求める。

10

【 0 2 2 2 】

尚、これらの疑似距離 P R a1 , P R a2 , P R a3 と P R b1 , P R b2 , P R b3 と P R c1 , P R c2 , P R c3 を求める際、図 5 を参照して既述したように、最大ピーク値とその最大ピーク値の出現位置の位相差よりも小さな位相差の範囲内のピーク値をピーク検出の対象とする。これにより、測位装置 1 0 からの直接波に対応する疑似距離を漏れなく検出する。

【 0 2 2 3 】

そして、基地局 A , B , C から管理センタ 3 4 へ、それぞれが求めた疑似距離 P R a1 , P R a2 , P R a3 と P R b1 , P R b2 , P R b3 と P R c1 , P R c2 , P R c3 を検出データ D Aps , D Bps , D Cps として転送する。

20

【 0 2 2 4 】

次に、ステップ S 1 0 0 8 において、管理センタ 3 4 中の位置演算部 1 3 cnt と直接波検出部 1 4 cnt が、上記転送されてきた疑似距離 P R a1 , P R a2 , P R a3 と P R b1 , P R b2 , P R b3 と P R c1 , P R c2 , P R c3 と、基地局 A , B , C の既知の位置 (x a , y a) , (x b , y b) , (x c , y c) とを用いて、三角法及び逐次近似法により測位装置 1 0 の現在位置 (x p , y p) を測位する。

【 0 2 2 5 】

ここで、位置演算部 1 3 cnt と直接波検出部 1 4 cnt は、第 1 の実施形態における図 8 ~ 図 1 4 に示した測位処理、または、第 2 の実施形態における図 1 6 に示した測位処理と同様の処理を行うことによって、測位装置 1 0 の現在位置 (x p , y p) を測位する。

30

【 0 2 2 6 】

次に、ステップ S 1 0 1 0 において、測位装置 1 0 側からナビ情報の要求があった場合、管理センタ 3 4 中の制御部 1 8 cnt が、測位結果である現在位置 (x p , y p) に基づいてデータベース 3 5 中の情報を検索し、現在位置 (x p , y p) に関連するナビ情報を取得して、ステップ S 1 0 1 2 へ移行する。また、測位装置 1 0 側からナビ情報の要求がなかった場合には、上記の検索を行わずにステップ S 1 0 1 2 へ移行する。

【 0 2 2 7 】

次に、ステップ S 1 0 1 2 において、制御部 1 8 cnt が、現在位置 (x p , y p) の情報と、上記検索したナビ情報を基地局 A , B , C の何れか、又は測位装置 1 0 との間での通信環境の良好な他の基地局へ転送 (返送) する。また、測位装置 1 0 側からナビ情報の要求がなかった場合には、現在位置 (x p , y p) の情報を基地局側へ転送する。

40

【 0 2 2 8 】

そして、転送されてきた現在位置 (x p , y p) の情報、又は現在位置 (x p , y p) の情報とナビ情報を、基地局が電波にして測位装置 1 0 側へ送信 (配信) する。

【 0 2 2 9 】

次に、上記測位装置 1 0 への送信 (配信) が行われると、ステップ S 1 0 1 4 において、測位装置 1 0 が基地局からの到来電波を受信し、図 1 8 に示した送受信部 1 1 による受信データの再生が行われ、制御部 1 8 が、受信データから現在位置 (x p , y p) の情報、又

50

は現在位置 (x_p, y_p) とナビ情報を取得する。

【 0 2 3 0 】

そして、ステップ S 1 0 1 6 において、上記取得した現在位置 (x_p, y_p) の情報、又は現在位置 (x_p, y_p) とナビ情報を、記憶部 1 7 に記憶させると共に、表示部 1 6 に供給することによって、図 1 5 (a) に例示したようなディスプレイ表示を行わせて処理を終了する。

【 0 2 3 1 】

尚、図 2 0 のフローチャートでは説明していないが、管理センタ 3 4 がステップ S 1 0 0 8 における測位処理を行う際、求めた現在位置 (x_p, y_p) に対応する測位誤差 H D O P を距離に換算し、その換算した距離の情報も基地局から移動局 1 0 側へ送信 (配信) することにより、図 1 5 (b) に例示したように、測位装置 1 0 の表示部 1 6 に、測位精度を知らせるための円 C err 等の表示が行われるようになっている。

10

【 0 2 3 2 】

このように、本実施形態によれば、基地局側で測位が行われるので、測位装置 1 0 側に測位のための装置を設ける必要がない。このため、測位装置 1 0 の構成の簡素化、軽量化等を図ることができる。また、既存の携帯電話やナビゲーション装置を利用しても、現在位置を測位することができる等の効果が得られる。

【 0 2 3 3 】

尚、本実施形態では、図 1 9 (a) (b) に示したように、基地局内の測位装置 3 3 に距離測定部 1 2 bs を設けることによって疑似距離を検出し、位置演算部 1 3 cnt と直接波検出部 1 4 cnt を管理センタ 3 4 に設けることによって現在位置 (x_p, y_p) を測位することとしているが、図 4 に示した複数の信号処理系統を有する距離測定部 1 2 と位置演算部 1 3 及び直接波検出部 1 4 を管理センタ 3 4 に設け、各基地局内には距離測定部 1 2 bs を設けないようにしてもよい。

20

【 0 2 3 4 】

かかるシステム構成によると、上記例示した基地局 A , B , C が測位装置 1 0 からの測位用電波を受信し、夫々の送受信部 1 1 bs 中のロールオフフィルタから出力される出力データ D d を管理センタ 3 4 に転送する。これにより、管理センタ 3 4 は、上記距離測定部 1 2 と位置演算部 1 3 及び直接波検出部 1 4 によって、疑似距離の検出から測位装置 1 0 の現在位置 (x_p, y_p) の測位までの処理を一括して行うことができる。更に、各基地局には、測位のための装置を設ける必要がないので、既存の基地局を援用しても、測位を行うことが可能なシステムを構築することができる。

30

【 0 2 3 5 】

また、各基地局は、測位装置 1 0 からの測位用電波を受信すると、その測位用電波をそのままの管理センタ 3 4 へ転送し、管理センタ 3 4 がその測位用電波を受信して、上記図 4 に示した複数の信号処理系統を有する距離測定部 1 2 と位置演算部 1 3 及び直接波検出部 1 4 によって、測位装置 1 0 の現在位置 (x_p, y_p) を測位するようにしてもよい。かかるシステム構成によっても、既存の基地局を援用して、測位を行うことが可能なシステムを構築することができる。

【 0 2 3 6 】

40

尚、移動局側から各基地局 A , B , C へ到来した電波に基づいて疑似距離を検出する際、第 1 の実施形態で既述したように、各基地局 A , B , C の各通信エリアに応じた時間の範囲内に移動局側から到来した電波によって生じる疑似距離を検出するようにしてもよい。

【 0 2 3 7 】

(第 4 の実施の形態)

次に、第 4 の実施形態を 図 2 1 を参照して説明する。

【 0 2 3 8 】

上記第 1 , 第 2 の実施形態は、基地局から測位装置 1 0 に到来した電波を用いて移動局の現在位置を測位し、また、第 3 の実施形態は、移動局から基地局へ送信した電波を用いて

50

移動局の現在位置を測位することとしているが、これに対し、本第4の実施形態は、基地局から移動局に到来した電波と、移動局から基地局へ送信した電波とを用いて移動局の現在位置を測位するものである。

【0239】

本実施形態では、測位装置10は、図2に示したのと同様の構成となっている。一方、例示した基地局A、B、C及び管理センタ34は、図19(a)(b)に示したのと同様の構成となっている。

【0240】

つまり、図21に模式的に示すように、測位装置10は、図2に示したのと同様の構成により、測位の際に周辺の基地局A、B、Cからの到来電波を受信し、図7～図14のフローチャート（又は図16のフローチャート）に基づいて既述した第1、第2の実施形態の場合と同様の処理を行うことで、疑似距離 P_{Ra} 、 P_{Rb} 、 P_{Rc} の検出と測位処理を行って、現在位置 (x_p, y_p) を求める。

10

【0241】

一方、基地局A、B、C及び管理センタ34は、図19(a)(b)に示したのと同様の構成により、測位装置10から到来した測位用電波を個別に受信し、更に図20のフローチャートに基づいて既述したのと同様の処理を行うことで、疑似距離 $P_{Ra'}$ 、 $P_{Rb'}$ 、 $P_{Rc'}$ の検出と測位処理を行って、現在位置 $(x_p, y_p)'$ を求める。

【0242】

そして、測位装置10が上記の現在位置 (x_p, y_p) を求めると、その現在位置 (x_p, y_p) の情報と共にナビ情報を要求するためのナビ情報要求情報を基地局A、B、C等の最寄りの基地局側へ送信し、その最寄りの基地局を介して、管理センタ34へ転送させる。

20

【0243】

管理センタ34では、測位装置10からの測位用電波を各基地局A、B、Cが受信したことによって得られた上記の現在位置 $(x_p, y_p)'$ と、測位装置10が測位して送ってきた上記現在位置 (x_p, y_p) との2つの現在位置の中から、適切な現在位置（以下、「最適現在位置OPT (x_p, y_p) 」という）を最終判断し、その最適現在位置OPT (x_p, y_p) に基づいてデータベース35を検索することにより、最適現在位置OPT (x_p, y_p) に関連するナビ情報を取得する。そして、最適現在位置OPT (x_p, y_p) の情報とそれに関連するナビ情報を、最寄りの基地局を介して、測位装置10へ配信させる。

30

【0244】

尚、2つの現在位置 (x_p, y_p) と $(x_p, y_p)'$ の中から最適現在位置OPT (x_p, y_p) を判断するのに、現在位置 (x_p, y_p) を求める際に得られた測位誤差HDO Pと、現在位置 $(x_p, y_p)'$ を求める際に得られた測位誤差HDO P'とを対比して、測位誤差HDO Pが測位誤差HDO P'より小さければ、現在位置 (x_p, y_p) を最適現在位置OPT (x_p, y_p) と判断し、逆に、測位誤差HDO P'が測位誤差HDO Pより小さければ、現在位置 $(x_p, y_p)'$ を最適現在位置OPT (x_p, y_p) と判断する。

【0245】

また、現在位置 (x_p, y_p) と現在位置 $(x_p, y_p)'$ との中間位置（例えば、重心位置）を最適現在位置OPT (x_p, y_p) と判断してもよい。

40

【0246】

また、現在位置 (x_p, y_p) と現在位置 $(x_p, y_p)'$ との上記中間位置を求める際、単に現在位置 (x_p, y_p) と現在位置 $(x_p, y_p)'$ との真ん中の位置を最適現在位置OPT (x_p, y_p) と判断するのではなく、測位誤差HDO P'と測位誤差HDO Pの値に応じて、現在位置 (x_p, y_p) 側に寄った位置、又は現在位置 $(x_p, y_p)'$ 側に寄った位置を最適現在位置OPT (x_p, y_p) と判断することことで、より高精度の測位を行うようにしてもよい。

【0247】

次に、測位装置10の最適現在位置OPT (x_p, y_p) を求めるまでの工程をより具体的

50

に説明する。

【0248】

まず、測位装置10が、周辺の基地局A、B、Cからの到来電波を受信し、第1、第2の実施形態において既述したのと同様の処理によって、自ら現在位置(x_p, y_p)を測位する。そして、その測位結果である現在位置(x_p, y_p)の情報と測位精度HDOPの情報と、ユーザー等の指示に応じてナビ情報要求情報と含んだ測位用電波を基地局A、B、C側へ送信する。これに対し、基地局A、B、Cが、測位用電波を個別に受信し、更に基地局A、B、C及び管理センタ34側が、測位用電波から疑似距離を検出すると共に、検出した疑似距離を用いて測位装置10の現在位置(x_p, y_p)'を測位処理する。そして、上記したように管理センタ34が、2つの現在位置(x_p, y_p)と(x_p, y_p)'から最適現在位置OPT(x_p, y_p)を求め、その最適現在位置OPT(x_p, y_p)とそれに関連するナビ情報を最寄りの基地局を介して測位装置10へ配信させ、配信されてきた最適現在位置OPT(x_p, y_p)とそれに関連するナビ情報を測位装置10が受信し、ディスプレイ表示等を行うことによって、ユーザー等に提供する。

10

【0249】

ただし、この工程では、最初に測位装置10が現在位置(x_p, y_p)を測位し、次に、測位装置10から測位用電波が基地局A、B、C側へ送信されると、基地局A、B、C及び管理センタ34側が現在位置(x_p, y_p)'を測位するための処理を開始するものである。しかし、これとは逆に、基地局A、B、C及び管理センタ34側が先に現在位置(x_p, y_p)'を測位し、その測位した現在位置(x_p, y_p)'の情報を基地局A、B、Cを介して測位装置10へ送信すると、次に、測位装置10が自らの現在位置(x_p, y_p)を測位し、更に、得られた2つの現在位置(x_p, y_p)と(x_p, y_p)'から最適現在位置OPT(x_p, y_p)を求めるようにしてもよい。

20

【0250】

つまり、変形例として、次に述べる工程に従って、測位するようにしてもよい。

【0251】

まず、ユーザー等の指示に従って、測位装置10から基地局A、B、C側へ、測位を開始すべき旨の指示情報を含んだ測位用電波を送信する。この測位用電波を基地局A、B、Cが受信すると、図19(a)(b)に示した各基地局A、B、C内の測位装置33と管理センタ34が、受信した測位用電波に基づいて疑似距離 PRa' 、 PRb' 、 PRc' を検出し、更にこれら疑似距離 PRa' 、 PRb' 、 PRc' を用いて、三角法及び逐次近似法により測位装置10の現在位置(x_p, y_p)'を測位する。次に、現在位置(x_p, y_p)'の情報を電波にして基地局A、B、Cから測位装置10側へ送信する。そして、測位装置10が基地局A、B、Cから送信されてきた到来電波を受信することで、管理センタ34の測位処理によって求められた現在位置(x_p, y_p)'の情報を取得し、それと同時に、各到来電波の疑似距離 PRa 、 PRb 、 PRc を検出する。更に測位装置10が、それらの疑似距離 PRa 、 PRb 、 PRc を用いて、三角法及び逐次近似法により自らの現在位置(x_p, y_p)を測位する。次に、測位装置10が2つの現在位置(x_p, y_p)と(x_p, y_p)'から最適現在位置OPT(x_p, y_p)を求める。こうして、測位装置10が、最適現在位置OPT(x_p, y_p)を求めると、ユーザー等の指示に応じて、ナビ情報の要求を示すナビ情報要求情報と最適現在位置OPT(x_p, y_p)とを含んだ電波を基地局A、B、C等の最寄りの基地局へ送信することにより、管理センタ34へユーザー等の要求を知らせる。そして、管理センタ34が最適現在位置OPT(x_p, y_p)に基づいてデータベース35を検索し、その検索によって取得したナビ情報を基地局A、B、C等の最寄りの基地局を介して、測位装置10側へ配信させる。これにより、測位装置10は、配信されてきたナビ情報を取得し、最適現在位置OPT(x_p, y_p)と共にディスプレイ表示等を行うことで、ユーザー等に提供する。

30

40

【0252】

このように、本実施形態によれば、基地局から測位装置10に到来する電波に基づいて測位装置10の現在位置(x_p, y_p)を求め、更に測位装置10から基地局に到来する電波

50

に測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) ' を求め、これらの現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' から、より適切な最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求めるので、マルチパスフェージングやノイズの影響や、通信環境下で生じる様々な悪影響を抑制して、高い精度の測位を行うことができる。

【0253】

尚、本実施形態では、基地局から測位装置 10 に到来する電波に基づいて測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) を 1 つ求め、更に測位装置 10 から基地局に到来する電波に測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) ' を 1 つ求め、これら 2 つの現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' から、より適切な最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求めることとしている。

【0254】

しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、基地局から移動局に到来する電波を複数回受信することによって、現在位置 (x_p, y_p) を複数個求め、更に移動局から基地局に到来する電波を複数回受信することによって、移動局の現在位置 (x_p, y_p) ' を複数個求め、これら複数個の現在位置 (x_p, y_p) と複数個の現在位置 (x_p, y_p) ' から、より適切な最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求めるようにしてもよい。そして、複数個の現在位置 (x_p, y_p) と複数個の (x_p, y_p) ' との重心位置を最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を決めたり、既述したように、各現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' に対応して求まる測位誤差 HDOP を考慮して、最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を決めることにより、測位精度の向上を図ることができる。

【0255】

また、以上に述べた本実施形態では、最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を測位装置 10 が求めることとしているが、管理センタ 34 が最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求めるようにしてもよい。

【0256】

また、以上に述べた本実施形態では、測位装置 10 が測位した現在位置 (x_p, y_p) と、基地局及び管理センタ 34 側が測位した現在位置 (x_p, y_p) ' から最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求める場合を説明したが、基地局及び管理センタ 34 側が現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' を測位して、最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求めてもよいし、移動局側が現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' を測位して、最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求めるようにしてもよい。

【0257】

すなわち、基地局及び管理センタ 34 側が現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' を測位して最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求める場合には、測位装置 10 が基地局 A, B, C からの到来電波を受信すると、それらの到来電波の疑似距離 PRa, PRb, PRc を検出し、その検出した疑似距離 PRa, PRb, PRc を電波にして基地局 A, B, C へ送信し、管理センタ 34 にそれらの疑似距離 PRa, PRb, PRc を用いて測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) を測位処理させる。

【0258】

また、測位装置 10 が現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' を測位して最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求める場合には、測位装置 10 から基地局 A, B, C に到来した電波の疑似距離 PRa', PRb', PRc' を管理センタ 34 が求めると、それらの疑似距離 PRa', PRb', PRc' を基地局 A, B, C の何れかを介して測位装置 10 へ送信し、測位装置 10 にそれらの疑似距離 PRa', PRb', PRc' を用いて測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) ' を測位処理させる。

【0259】

このように、本実施形態は、基地局から移動局に到来した電波と、移動局から基地局へ送信した電波とを用いて移動局の現在位置を測位するものであることから、測位装置 10 側で現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' 及び最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求めたり、基地局側で現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' 及び最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求めたり、移動局側で現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' を求めて、最適現

10

20

30

40

50

在位置OPT (xp, yp)を基地局側が求めるといった様々な態様が可能である。

【0260】

(第5の実施形態)

次に、第5の実施形態を図22を参照して説明する。

【0261】

本実施形態は、携帯電話やナビゲーション装置等の移動局に、GPS受信部を備えることで、GPSシステム(Global Positioning System)を利用して移動局の現在位置を測位することを可能にしたものである。

【0262】

図22は、本実施形態の測位装置10の構成を示すブロック図であり、図2と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

10

【0263】

同図において、本測位装置10は、GPS衛星から送られてくる電波を受信する受信アンテナANTgと、その受信アンテナANTgで受信した電波からGPS信号Sgを生成するGPS受信部36が設けられている。ここで、GPS受信部36は、測位装置10に内蔵されて固定されたり、又は、ユニット化されて測位装置10の筐体に着脱自在に取り付けることが可能な構造となっている。

【0264】

更に、第1の実施形態で既述した、基地局との間で通信を行うための送受信アンテナANT及び送受信部11と、測位を行うための距離測定部12と位置演算部13及び直接波検出部14と、操作部15、表示部16、記憶部17、及び移動局10全体の動作を集中制御する制御部18が備えられている。

20

【0265】

更に、図中、符号37で示すバッテリー電源は、内蔵型或いは着脱自在な充電電池や乾電池等を備え、それらの電池を電力源として測位装置10を動作させるために設けられている。そして、上記充電電池や乾電池等の出力電圧を定電圧回路(図示省略)で安定化し、その定電圧化した電力によって本測位装置10を動作させるようになっている。また、バッテリー電源37から出力される所定の電源電圧VccによってGPS受信部36を動作させるようになっている。

【0266】

30

また、制御部18は、バッテリー電源37の上記充電電池や乾電池等の出力Schkを調べることによって蓄電残量を逐一検出し、検出した蓄電残量を表示部16に表示させるようになっている。更に制御部18は、上記検出の結果、バッテリー電源37の上記蓄電残量が少なくなったと判断すると、制御信号D(ON/OFF)をバッテリー電源37に供給することによって、GPS受信部36への電源電圧Vccの供給を停止させ、消費電力の低減を図る等の処理を行う。尚、この制御部18による処理の詳細については、後述することとする。

【0267】

距離測定部12と位置演算部13及び直接波検出部14は、第1の実施形態において既述したように、基地局A, B, Cから到来する電波に基づいて測位装置10の現在位置(xp, yp)を測位する他、GPS受信部36から制御部18を介して供給されるGPS信号Sgに基づいて測位装置10の現在位置(xp, yp)を測位する機能を併せ持った構成となっている。

40

【0268】

つまり、GPSシステムにおける4機のGPS衛星から到来する電波をGPSアンテナANTgが受信し、それによってGPS受信部36がGPS信号Sgを距離測定部12と位置演算部13及び直接波検出部14に供給すると、まず、距離測定部12が、4機のGPS衛星からの各到来電波の疑似距離をGPS信号Sgの相関値から検出し、次に、位置演算部13及び直接波検出部14が、4機のGPS衛星の既知の位置と、距離測定部12によって検出された上記疑似距離とを用いて、三角法及び逐次近似法による測位処理を行うことによって、測位装置10の現在位置(xp, yp)を測位する。

50

【0269】

次に、かかる構成を有する測位装置10の動作を図23を参照して説明する。尚、典型的な場合として、上記第1の実施形態又は第2の実施形態で既述したように、測位装置10の周辺に位置している基地局A、B、Cから到来する電波を利用して測位装置10の現在位置(x_p, y_p)を測位する動作と、GPSシステムを利用して測位装置10の現在位置(x_p, y_p)を測位する動作について説明する。

【0270】

図23において、ユーザー等が測位装置10に備えられている操作部15を操作して測位開始の指示をすると、制御部18の制御下で測位のための動作を開始する。尚、測位開始の指示がなされると、直ちにGPS受信部36へ電源電圧 V_{cc} を供給して起動させるのではなく、後述のいわゆるバッテリーチェックを行った後、GPS受信部36を起動させるか否かの対応を行うようになっている。

10

【0271】

まず、ステップS1020において、制御部18が、基地局からの到来電波を利用して測位する測位モード(以下、「基地局測位モード」という)に設定し、更に、ステップS1022において、その基地局測位モードによって測位装置10の現在位置(x_p, y_p)を測位する。

【0272】

つまり、基地局測位モードに設定すると、ステップS1022では、基地局との間で通信を行うための送受信部11を起動させ、GPS受信部36への電源電圧 V_{cc} の供給は行わない。

20

【0273】

そして、第1、第2の実施形態において既述したように、測位装置10の周辺に位置する基地局A、B、Cからの到来電波を送受信部11で受信し、距離測定部12と位置演算部13及び直接波検出部14が、その到来電波の疑似距離と基地局A、B、Cの各位置(x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c)を用いて、測位装置10の現在位置(x_p, y_p)を測位する。

【0274】

次に、ステップS1024において、測位装置10の現在位置(x_p, y_p)を測位した際に得られた測位誤差HDOPが、予め決められた規定値より小さいか否か判断する。その測位誤差HDOPが規定値より小さい場合(「YES」の場合)には、高い測位精度で現在位置(x_p, y_p)が求められたと判断し、基地局測位モードによる測位動作を終了した後、ステップS1050に移行する。

30

【0275】

ステップS1024からステップS1050に移行すると、ステップS1050では、ユーザー等からナビ情報の検索要求が指示されているか調べ、その指示がなされている場合には、ステップS1052に移行して、ナビ情報要求情報と、基地局測位モードで得られた現在位置(x_p, y_p)とを電波にして最寄りの基地局へ送信する。

【0276】

次に、ステップS1054において、基地局からナビ情報を含んだ電波が配信されてくるとその電波を受信し、更に、ステップS1056において、測位結果である現在位置(x_p, y_p)とナビ情報とを、図15(a)(b)にて例示したように、表示部16に表示し、一連の測位動作を終了する。

40

【0277】

上記のステップS1024において、基地局測位モードによって得られた現在位置(x_p, y_p)に対応する測位誤差HDOPが、予め決められた規定値より大きい場合(「NO」の場合)には、ステップS1026に移行し、表示部16にて、良好な測位精度が得られなかった旨の表示を行うことで、測位状況をユーザー等に提示する。

【0278】

次に、ステップS1028において、上記測位情報の提示に対して、ユーザー等から測位

50

動作の継続の指示がなされたか調べ、測位動作の継続の指示がなされた場合にはステップ S 1 0 3 0 に移行し、測位動作を継続しない旨の指示がなされた場合には、一連の測位動作を終了する。

【 0 2 7 9 】

次に、ステップ S 1 0 3 0 では、バッテリー電源 3 7 の蓄電残量をバッテリーチェックし、その蓄電残量が予め決められている規定値に比べて十分か否か判断する。蓄電残量が十分な場合（「Y E S」の場合）には、ステップ S 1 0 3 2 に移行して、GPS システムを利用して測位する測位モード（以下、「GPS 測位モード」という）に設定し、更に、ステップ S 1 0 3 4 において、その GPS 測位モードによって測位装置 1 0 の現在位置（ x_p , y_p ）を測位する。

10

【 0 2 8 0 】

一方、ステップ S 1 0 3 0 において、バッテリー電源 3 7 の蓄電残量が少ない場合に（「N O」の場合）には、ステップ S 1 0 3 6 に移行し、表示部 1 6 にて、蓄電残量の状況を提示する。例えば、検出した蓄電残量を表示すると共に、測位動作を継続するか否かの選択を促すための表示等を行う。

【 0 2 8 1 】

次に、ステップ S 1 0 3 8 において、上記蓄電残量の状況の提示に対して、測位動作を継続しない旨の指示がなされた場合には、一連の測位動作を終了する。一方、測位動作の継続の指示がなされた場合には、ステップ S 1 0 3 2 に移行して、GPS 測位モードに設定し、更に、ステップ S 1 0 3 4 において、その GPS 測位モードによって測位装置 1 0 の現在位置（ x_p , y_p ）を測位する。

20

【 0 2 8 2 】

つまり、ステップ S 1 0 3 2 において、GPS 測位モードを設定すると、制御部 1 8 からバッテリー電源 3 7 へ制御信号 D (ON/OFF) を供給することにより、バッテリー電源 3 7 の電源電圧 V_{cc} を GPS 受信部 3 6 へ供給させるように指示する。そして、ステップ S 1 0 3 4 において、GPS 衛星からの到来電波を受信し、GPS 受信部 3 6 から出力される GPS 信号 S_g に基づいて測位装置 1 0 の現在位置（ x_p , y_p ）を測位する。そして、GPS 測位モードによって上記測位装置 1 0 の現在位置（ x_p , y_p ）を測位し終わると、消費電力の軽減化を図るべく、GPS 受信部 3 6 への電源電圧 V_{cc} の供給を直ちに停止して、GPS 測位モードを終了し、ステップ S 1 0 5 0 に移行する。

30

【 0 2 8 3 】

ステップ S 1 0 3 4 からステップ S 1 0 5 0 に移行すると、ステップ S 1 0 5 0 では、ユーザー等からナビ情報の検索要求が指示されているか調べ、その指示がなされている場合には、ステップ S 1 0 5 2 に移行して、ナビ情報要求情報と、GPS 測位モードで得られた現在位置（ x_p , y_p ）とを電波にして最寄りの基地局へ送信する。

【 0 2 8 4 】

次に、ステップ S 1 0 5 4 において、基地局からナビ情報を含んだ電波が配信されてくるとその電波を受信し、更に、ステップ S 1 0 5 6 において、測位結果である現在位置（ x_p , y_p ）とナビ情報とを、図 1 5 (a) (b) にて例示したように、表示部 1 6 に表示し、一連の測位動作を終了する。

40

【 0 2 8 5 】

このように、本実施形態によれば、基地局からの到来電波に基づいて測位装置 1 0 の現在位置を測位する基地局測位モード、すなわち、少ない消費電力でも測位が可能な基地局測位モードが備えられているので、バッテリー電源 3 7 の消費電力を大幅に低減することができる。このため、蓄電池の充電を頻繁に行ったり、新しい乾電池に頻繁に取り替えるといった煩雑な作業をユーザー等に対して強いることがなくなり、利便性の向上を図ることができる。

【 0 2 8 6 】

また、基地局測位モードによって測位した結果、その測位精度が良好でない場合に、高精度の測位が可能な GPS 測位モードによる測位に切り替え、その測位精度が良好な場合に

50

、電力消費の少ない基地局測位モードによって測位を行うようになっている。このため、GPS測位モードによる測位の回数を減らして、いわゆるバッテリー消費量を抑えることができるのに加えて、良好な測位精度を維持することができることから、適切な現在位置をユーザー等に提供することができる。

【0287】

尚、基地局測位モードによる測位を優先させた場合について説明したが、バッテリー電源37の蓄電残量が十分なときや、大容量の蓄電池や乾電池を備えたバッテリー電源37を利用する場合には、GPS測位モードによる測位を優先させるようにしてもよい。つまり、本実施形態の変形例として、図24に示す測位動作を行ってもよい。

【0288】

図24において、ユーザー等が測位装置10に備えられている操作部15を操作して測位開始の指示をすると、制御部18の制御下で測位のための動作を開始する。

【0289】

まず、ステップS1040において、制御部18がバッテリー電源37の蓄電残量を調べ、その蓄電残量が予め決められている規定値に比べて十分か否か判断する。蓄電残量が十分であった場合（「YES」の場合）には、ステップS1042に移行して、GPS測位モードに設定し、更に、ステップS1044において、そのGPS測位モードによって測位装置10の現在位置（ x_p, y_p ）を測位する。

【0290】

上記ステップS1040において、制御部18がバッテリー電源37の蓄電残量が十分でない判断すると（「NO」の場合）、ステップS1046に移行して、基地局測位モードに設定し、更に、ステップS1048において、その基地局測位モードによって測位装置10の現在位置（ x_p, y_p ）を測位する。

【0291】

こうして、GPS測位モード又は基地局測位モードによって、測位装置10の現在位置（ x_p, y_p ）を測位し終わると、次に、ステップS1050～S1056の処理を行うことにより、測位結果である現在位置（ x_p, y_p ）とナビ情報等を、図15（a）（b）にて例示したように、表示部16に表示し、一連の測位動作を終了する。

【0292】

かかる変形例によれば、少ない消費電力でも測位が可能な基地局測位モードが備えられているので、バッテリー電源37の消費電力を大幅に低減することができる他、バッテリー電源37の蓄電残量が十分にあるときには、高精度の測位が可能なGPS測位モードによる測位を行うので、より精度の高い現在位置をユーザー等に提供することができる。

【0293】

尚、以上の本実施形態及び変形例では、基地局測位モードによる測位の際に、第1、第2の実施形態で既述した測位方法によって測位することとして説明した。つまり、基地局から到来する電波を測位装置10が受信して、自らが現在位置（ x_p, y_p ）を測位する場合を説明した。

【0294】

しかし、本実施形態及び変形例は、基地局測位モードによる測位の際に、第3の実施形態又は第4の実施形態の測位方法によって測位することが可能である。

【0295】

つまり、基地局測位モードによる測位の際、第3の実施形態において既述した測位方法を適用する場合には、図23中のステップS1022或いはS1048において、測位装置10から基地局側へ測位用電波を送信し、基地局及び管理センタ側が測位した現在位置（ x_p, y_p ）を測位装置10へ返送させることで、基地局測位モードによる測位を行うことができる。

【0296】

また、基地局測位モードによる測位の際、第4の実施形態において既述した測位方法を適用する場合には、図23中のステップS1022或いはS1048において、基地局から

10

20

30

40

50

到来する電波を測位装置 10 が受信して、自らが現在位置 (x_p, y_p) を測位すると共に、測位装置 10 から基地局側へ測位用電波を送信し、基地局及び管理センタ側で現在位置 (x_p, y_p) ' を測位させ、これら複数の現在位置 (x_p, y_p) と (x_p, y_p) ' から最適現在位置 OPT (x_p, y_p) を求めることができる。したがって、第 4 の実施形態において既述した測位方法を適用すると、GPS 測位モードと相俟って極めて精度の高い現在位置を測位してユーザー等に提供することが可能となる。

【0297】

また、図 22 に示した測位装置 10 は、第 1 ~ 第 4 の実施形態において説明した測位と GPS システムを利用する測位との両方の測位を行うことが可能な、距離測定部 12 と位置演算部 13 及び直接波検出部 14 が設けられているが、第 3 の実施形態において説明した測位と GPS システムを利用する測位とを行う場合には、これらの距離測定部 12 と位置演算部 13 及び直接波検出部 14 を、GPS システムを利用する測位を行うための機能のみを有したものに置き換えることが可能である。

10

【0298】

つまり、第 3 の実施形態において説明した測位方法では、測位装置 10 から出力した電波を基地局側が受信して測位装置 10 の現在位置 (x_p, y_p) を測位するので、距離測定部 12 と位置演算部 13 及び直接波検出部 14 を、GPS システムを利用する測位を行うための機能に特化した距離測定部と位置演算部及び直接波検出部に置き換えることができる。

【0299】

このように、距離測定部 12 と位置演算部 13 及び直接波検出部 14 を、GPS システムを利用する測位を行うための機能に特化した距離測定部と位置演算部及び直接波検出部に置き換えると、測位装置 10 の構成を簡素化し、また、軽量化を図ることが可能となる。

20

【0300】

また、GPS システムを利用する測位を行うための機能に特化した距離測定部と位置演算部及び直接波検出部を、GPS 受信部 36 と共にユニット化し、そのユニットを測位装置 10 や移動局の筐体に着脱自在に接続するようにしてもよい。このように、ユニット化を行うと、既存の携帯電話やナビゲーション装置を援用しても、既述した GPS 測位モードと基地局測定モードを備えた移動局を実現することができ、ユーザー等の利便性の向上を図ることができる。また、基地局測位モードを多用することで、バッテリー電源 37 の電力消費を低減することも可能である。

30

【0301】

尚、以上に説明した第 1 ~ 第 5 の実施形態では、移動局として、携帯電話や車載用のナビゲーション装置について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、携帯情報端末装置 (Personal Digital Assistant: PDA) やパーソナルコンピュータ等の電子機器を移動局として適用することができるものである。

【0302】

【発明の効果】

以上説明したように本発明は、複数の基地局から移動局に到来する複数の電波の中から直接波の候補を抽出し、その直接波の候補から直接波に相当する受信信号を導出し、導出した受信信号を用いて移動局の現在位置を測位することによって、移動局の現在位置を高い精度で求めるので、多様化する移動体通信環境やナビゲーションシステム環境等への対応を可能にする測位装置と測位方法及び測位システムを提供することができる。

40

【0303】

また、移動局から複数の各基地局に到来する複数の電波の中から直接波の候補を抽出し、その直接波の候補から直接波に相当する受信信号を導出し、導出した受信信号を用いて移動局の現在位置を測位することによって、移動局の現在位置を高い精度で求めるので、多様化する移動体通信環境やナビゲーションシステム環境等への対応を可能にする測位装置と測位方法及び測位システムを提供することができる。

【0304】

50

また、基地局から出力された電波が移動局に到達するのに要する所定時間、若しくは移動局から出力された電波が基地局に到達するのに要する所定時間を設定しておき、測位開始時点からその設定した所定時間内に移動局若しくは基地局に到来する電波の受信信号から、直接波の候補を抽出することとしたので、測位を行うのに必要な直接波の候補を必ず抽出することが可能となり、ひいては、移動局の現在位置を高い精度で求めることが可能となる。

【0305】

また、各基地局の通信エリアの大きさに応じた時間を上限時間に設定し、その上限時間内に移動局若しくは基地局に到来する電波の受信信号から、直接波の候補を抽出することとしたので、測位を行うのに必要な直接波の候補を必ず抽出することが可能となり、ひいては、移動局の現在位置を高い精度で求めることが可能となる。

10

【0306】

また、到来する電波によって生成した受信信号のうち、受信強度の大きい複数個の信号を上記直接波の候補として抽出することとするので、受信強度の大きい信号が発生する時点よりも短時間の範囲内に、必ず直接波に相当する受信信号を抽出ことができる。このため、測位を行うのに必要な直接波の候補を必ず抽出することが可能となり、ひいては、移動局の現在位置を高い精度で求めることが可能となる。

【0307】

また、複数の基地局から移動局に到来した複数の電波から求めた直接波の候補を組合わせ、その組合せに際して、直接波の候補を、各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることで、複数個の組合せを求め、複数の各組合せを用いて移動局の概略位置と概略位置の測位誤差とを求め、測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、各基地局から移動局に到来した直接波に対応する受信信号として導出し、導出した複数の各基地局から到来した直接波に対応する受信信号を用いて、移動局の現在位置を測位するようにしたので、測位誤差が最も小さくなるときの受信信号に基づいて移動局を測位すると、移動局の現在位置を高い精度で求めることが可能となる。

20

【0308】

また、移動局から複数の基地局に到来した複数の電波から求めた直接波の候補を組合わせ、この組合せに際して、直接波の候補を、各基地局当たり一つずつ選び出して組み合わせることで、複数個の組合せを求め、複数の各組合せを用いて移動局の概略位置と概略位置の測位誤差とを求め、測位誤差が最小値となったときの組み合わせに含まれる直接波の候補を、移動局から各基地局に到来した直接波に対応する受信信号として導出し、導出した複数の各基地局から到来した直接波に対応する受信信号を用いて、移動局の現在位置を測位するようにしたので、測位誤差が最も小さくなるときの受信信号に基づいて移動局を測位すると、移動局の現在位置を高い精度で求めることが可能となる。

30

【0309】

また、移動局と基地局間の通信電波を利用して移動局の現在位置を測位するので、移動局側の消費電力を低減化することができる。そのため、GPSシステムを利用した測位との併用により、消費電力の低減化を実現しつつ、高い測位精度を維持した測位を行うことを可能にする。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】通信エリアのセル構成を模式的に示した図である。

【図2】第1実施形態の移動局の要部構成を示すブロック図である。

【図3】移動局に設けられた送受信部の構成を示すブロック図である。

【図4】移動局に設けられた距離測定部と位置演算部及び直接波検出部の構成を示すブロック図である。

【図5】距離測定部における疑似距離の測定動作を説明するための図である。

【図6】本実施形態の説明で用いる用語の定義と測位原理とを説明するための図である。

【図7】移動局の測位動作を説明するためのフローチャートである。

【図8】移動局の測位動作、特に第1回目の位置演算処理の動作を説明するためのフロー

50

チャートである。

【図 9】移動局の測位動作、特に第 1 回目の直接波検出処理の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 10】更に移動局の測位動作、特に第 2 回目の位置演算処理の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 11】更に移動局の測位動作、特に第 2 回目の直接波検出処理の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 12】更に移動局の測位動作、特に第 3 回目の位置演算処理の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 13】更に移動局の測位動作、特に第 3 回目の直接波検出処理の動作を説明するためのフローチャートである。 10

【図 14】更に移動局の測位動作、特に最終判定処理の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 15】表示部の表示例を示す図である。

【図 16】第 2 の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 17】第 3 の実施形態における測位原理を説明するための図である。

【図 18】第 3 の実施形態における移動局の構成を示すブロック図である。

【図 19】第 3 の実施形態における基地局に備えられる測位装置及び管理センタの構成を示すブロック図である。

【図 20】第 3 の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。 20

【図 21】第 4 の実施形態における測位原理を説明するための図である。

【図 22】第 5 の実施形態における移動局の構成を示すブロック図である。

【図 23】第 5 の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 24】第 5 の実施形態における変形例の動作を説明するためのフローチャートである。

。

【図 25】従来の移動体通信システムの構成を示す図である。

【図 26】従来の携帯電話の構成を示すブロック図である。

【図 27】従来の携帯電話に設けられた距離測定部と位置演算部の構成を示すブロック図である。

【図 28】従来の伝搬距離検出手法を説明するための図である。 30

【図 29】従来のマルチパスフェージング等の影響によって生じる問題点を説明するための図である。

【図 30】従来の伝搬距離検出手法の問題点を説明するための図である。

【図 31】従来の測位手法の問題点を説明するための図である。

【符号の説明】

A, B, C ... 基地局

10 ... 測位装置 (移動局)

11, 11bs ... 送受信部

12, 12bs ... 距離測定部

13, 13cnt ... 位置演算部 40

14, 14cnt ... 直接波検出部

15 ... 操作部

16 ... 表示部

17 ... 記憶部

18, 18bs, 18cnt ... 制御部

11rx ... 受信部

11tx ... 送信部

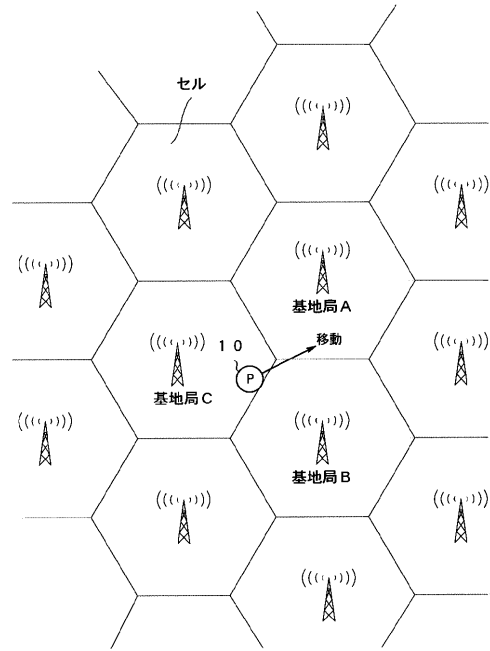
29a ~ 29c ... 相関器

30a ~ 30c ... 距離演算部

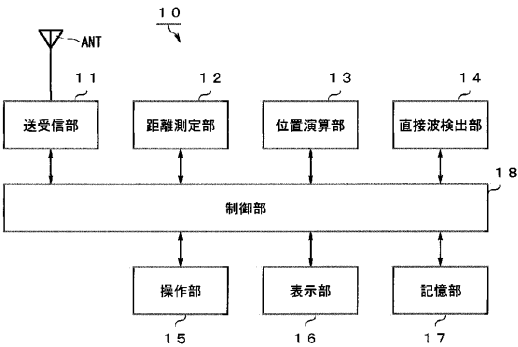
31a ~ 31c ... 相関用データ発生器 50

- 3 2 a ~ 3 2 c ... 閾値生成部
- 3 3 ... 測位装置
- 3 4 ... 管理センタ
- 3 5 ... データベース

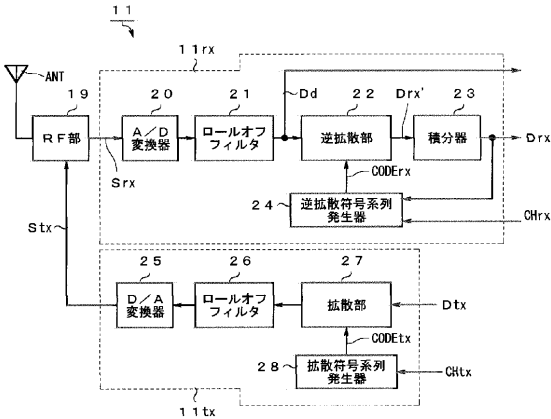
【図 1】



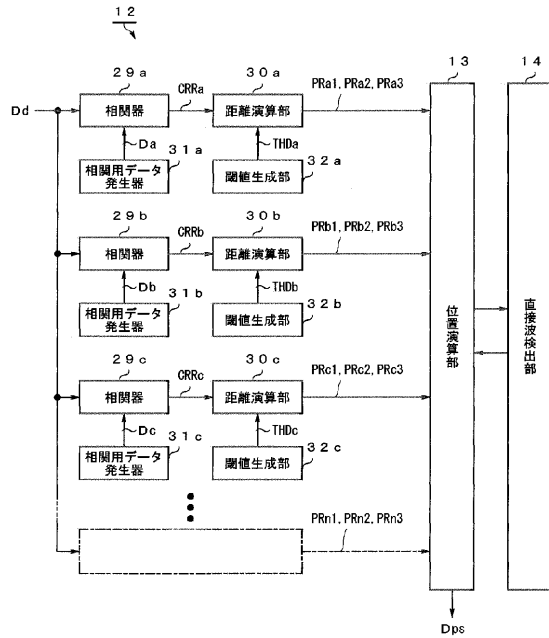
【図 2】



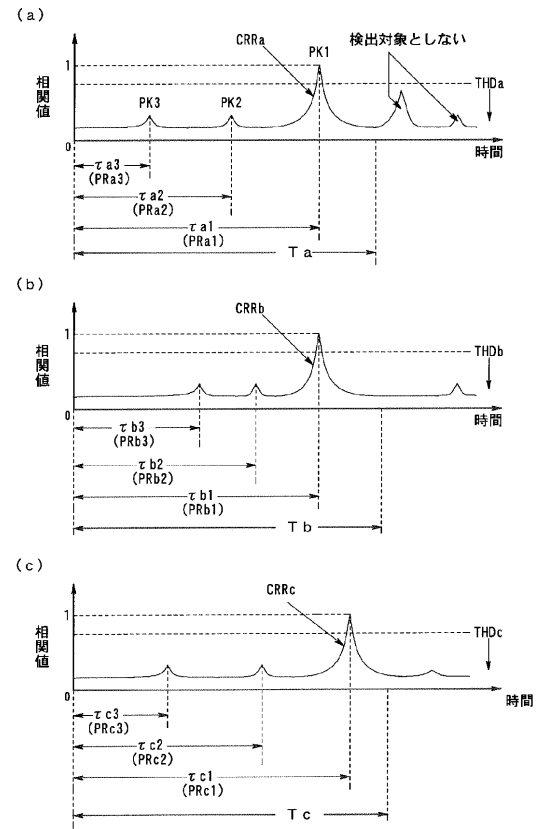
【図 3】



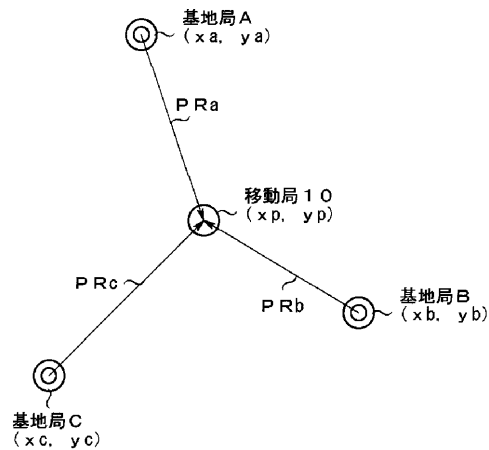
【図 4】



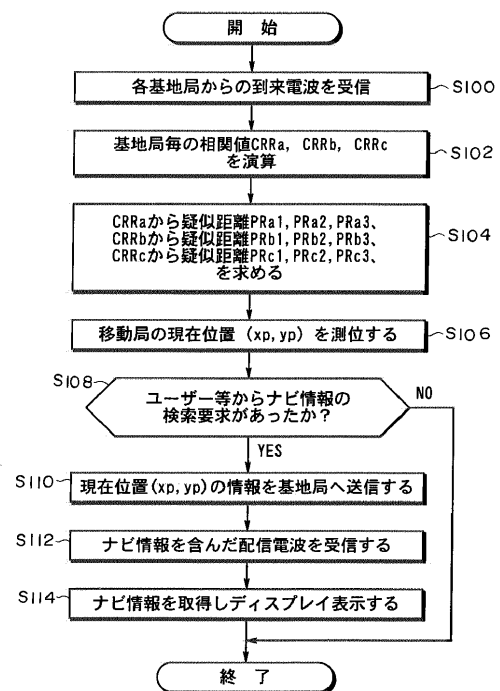
【図 5】



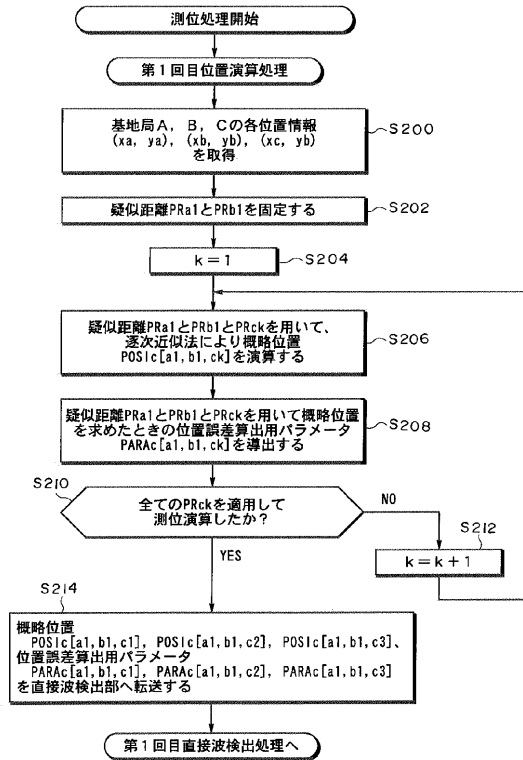
【図 6】



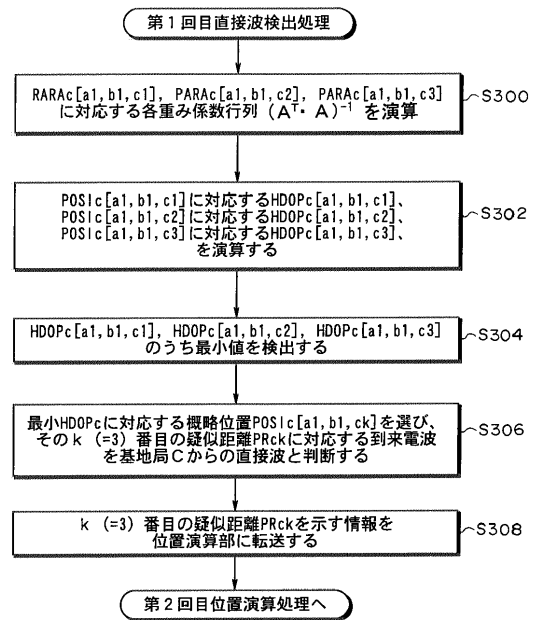
【図 7】



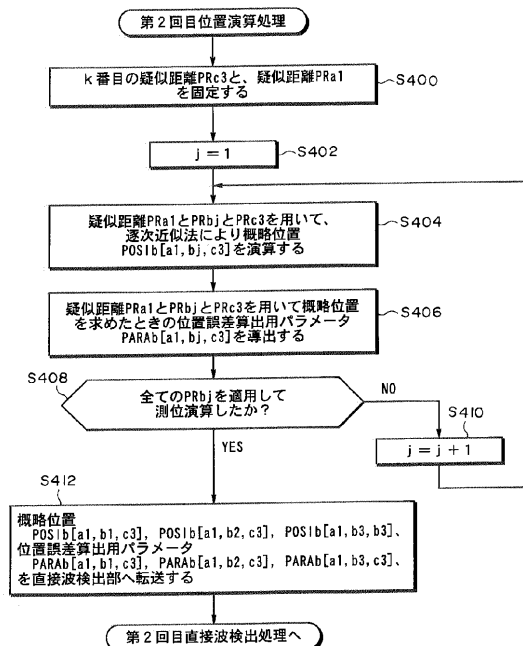
【図 8】



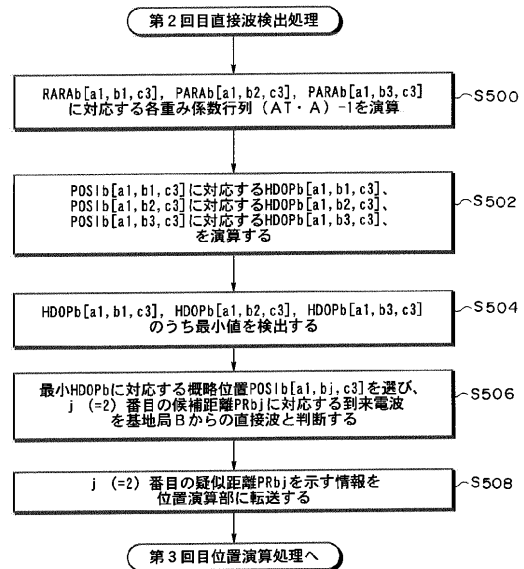
【図 9】



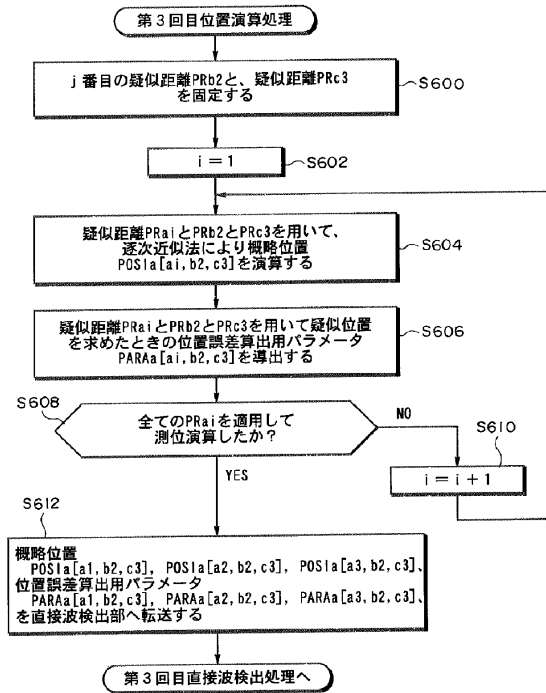
【図 10】



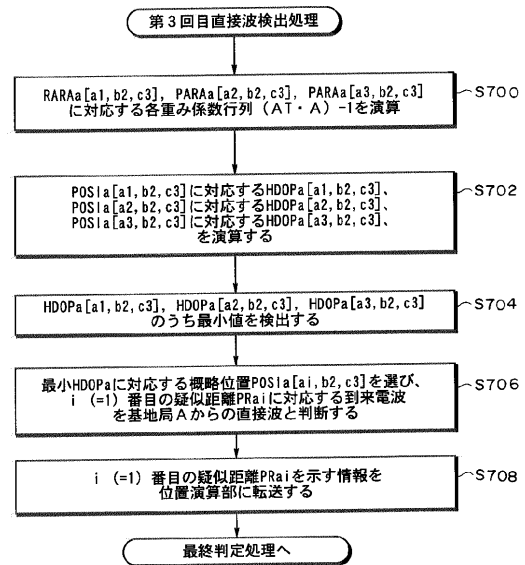
【図 11】



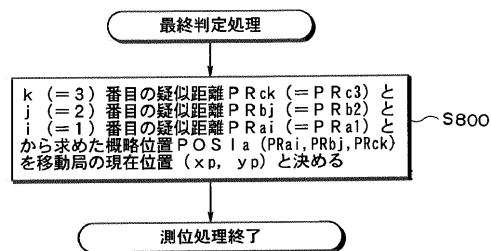
【図 12】



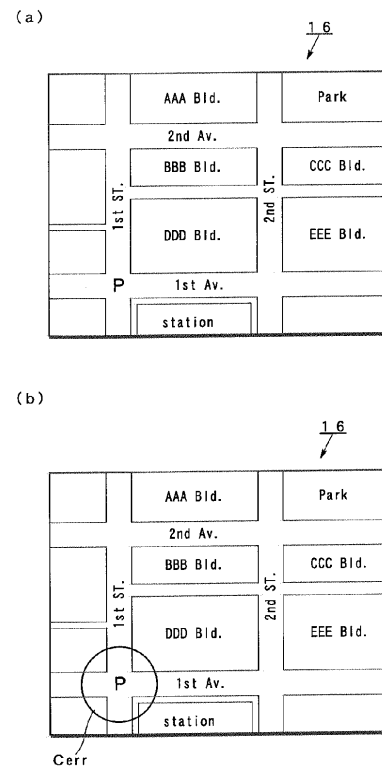
【図 13】



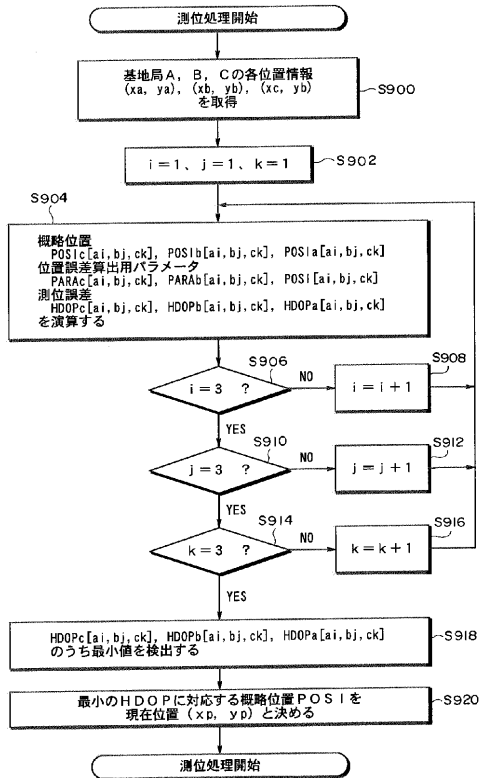
【図 14】



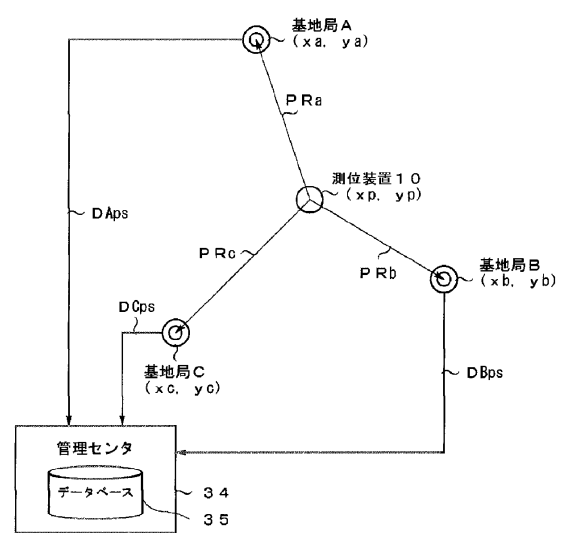
【図 15】



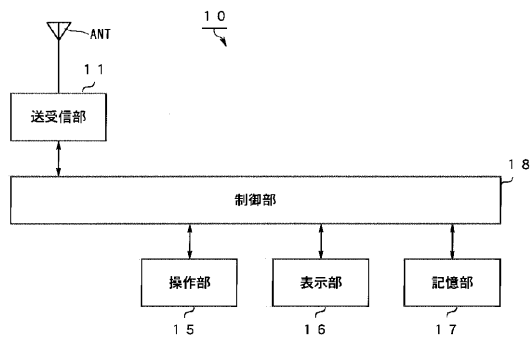
【図 16】



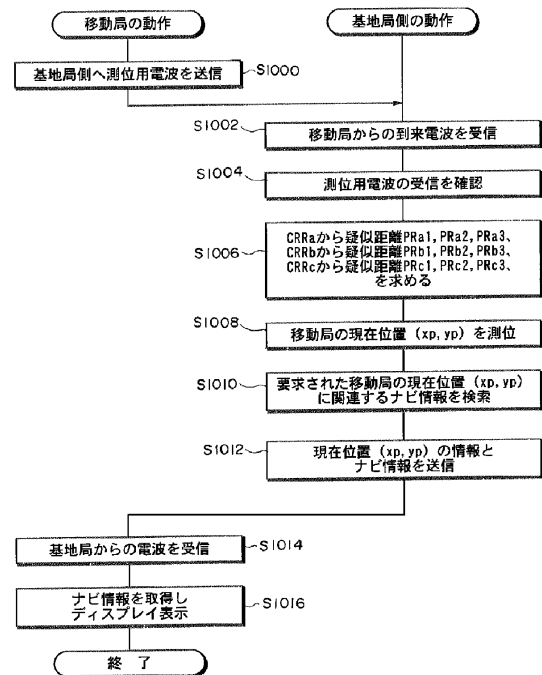
【図 17】



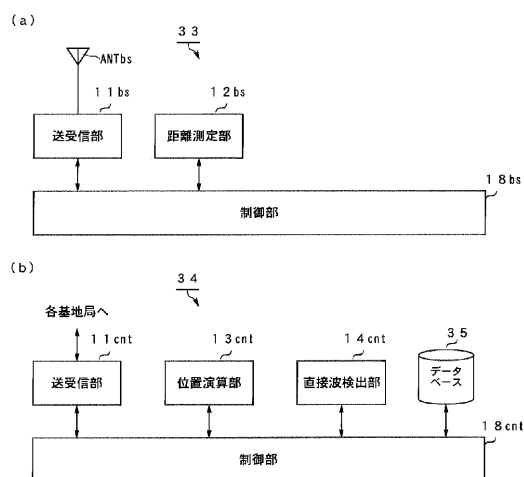
【図 18】



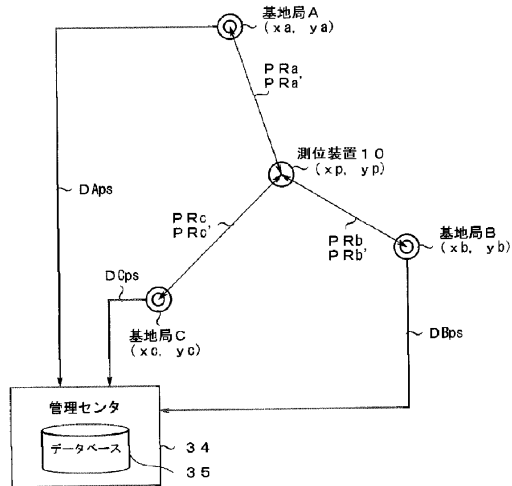
【図 20】



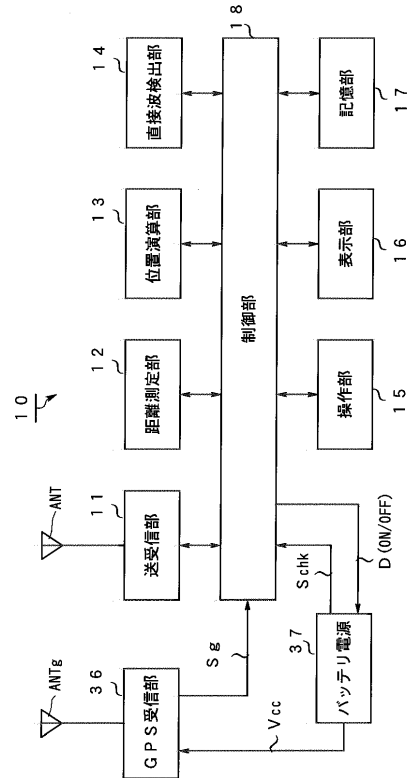
【図 19】



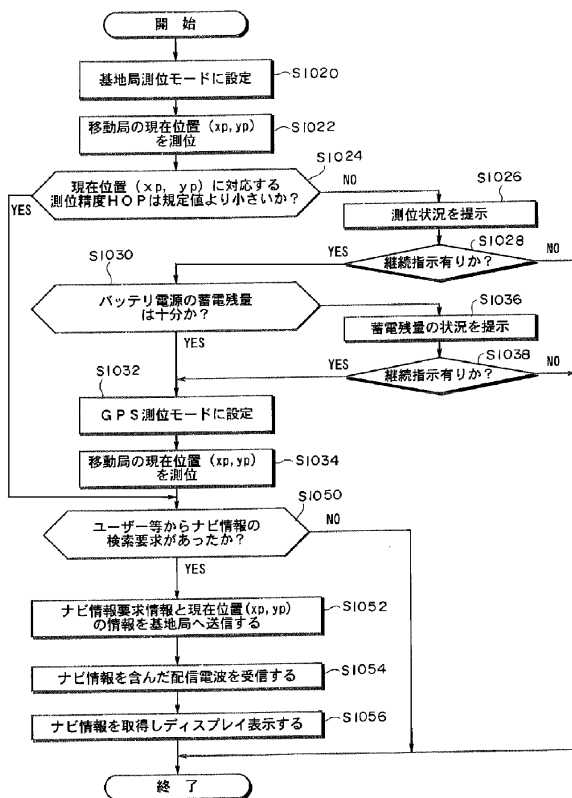
【図 2 1】



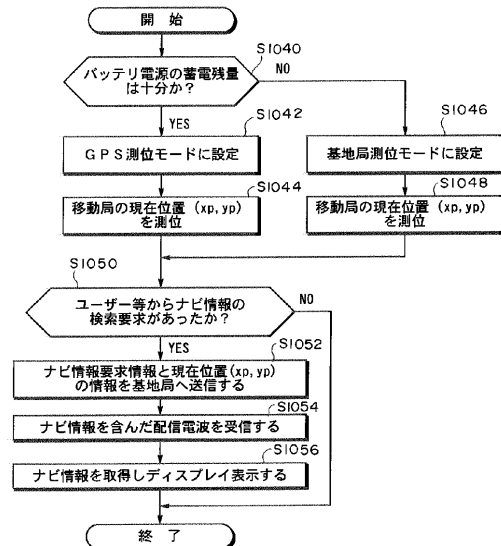
【図 2 2】



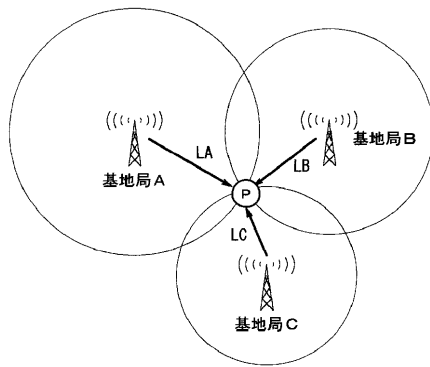
【図 2 3】



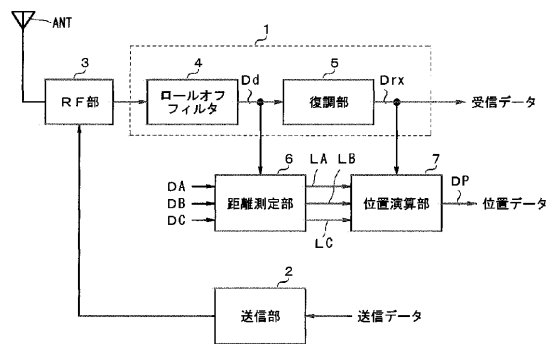
【図 2 4】



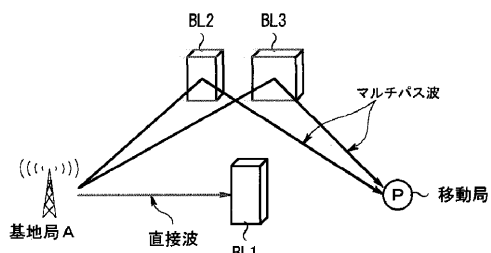
【図 25】



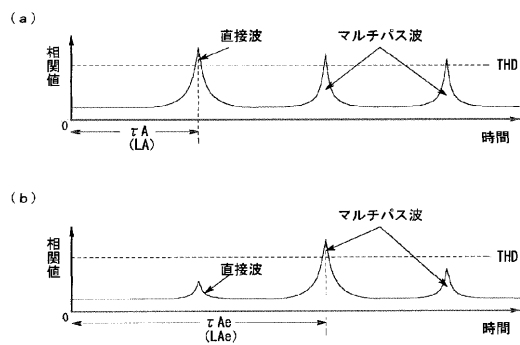
【図 26】



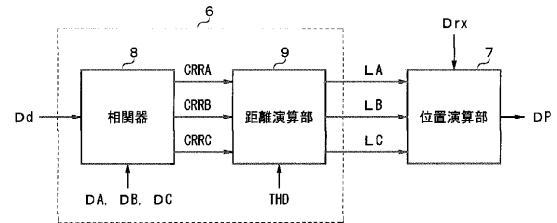
【図 29】



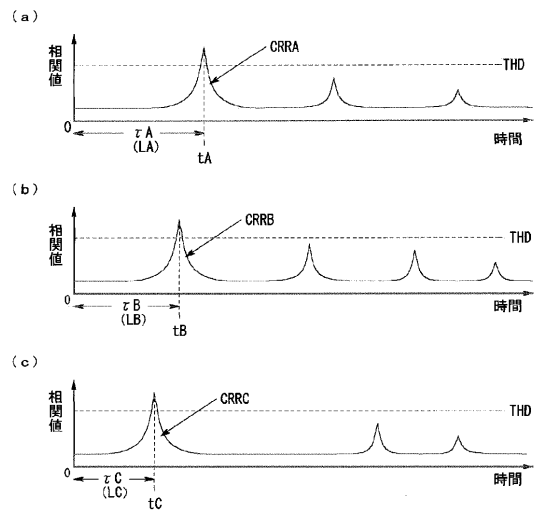
【図 30】



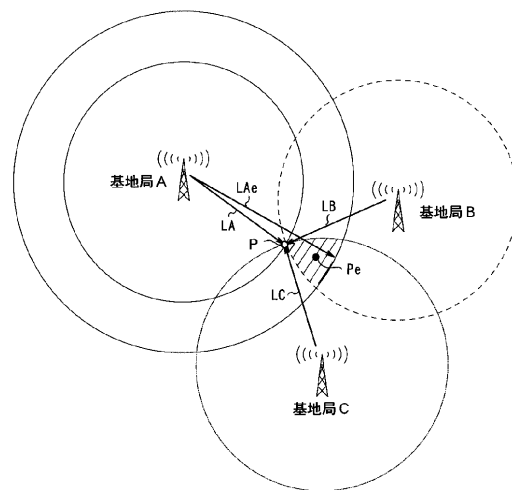
【図 27】



【図 28】



【図 31】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 07 - 181242 (JP, A)
特開 2000 - 050343 (JP, A)
特開平 11 - 326484 (JP, A)
特開 2000 - 249565 (JP, A)
国際公開第 99 / 057932 (WO, A1)
特開 2000 - 244967 (JP, A)
国際公開第 00 / 075684 (WO, A1)
特開平 05 - 333131 (JP, A)
特開平 09 - 312606 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/14