

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年11月8日 (08.11.2007)

PCT

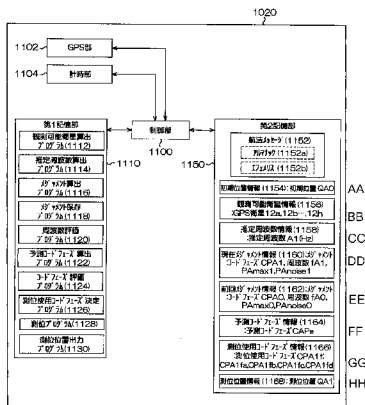
(10) 国際公開番号
WO 2007/125978 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 5/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/059019
- (22) 国際出願日: 2007年4月26日 (26.04.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-123606 2006年4月27日 (27.04.2006) JP
特願2006-126177 2006年4月28日 (28.04.2006) JP
特願2006-137618 2006年5月17日 (17.05.2006) JP
- (71) 出願人: セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1630811 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉岡 宏樹 (YOSHIOKA, Hiroki); 〒3928502 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 黒田 泰, 外 (KURODA, Yasushi et al.); 〒1010041 東京都千代田区神田須田町1丁目2番5号 C-5ビル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[続葉有]

(54) Title: GLOBAL POSITIONING DEVICE, GLOBAL POSITIONING CONTROL METHOD, GLOBAL POSITIONING CONTROL PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 測位装置、測位制御方法、測位制御プログラム及び記録媒体



- 1102 GPS SECTION
- 1104 TIME MEASURING SECTION
- 1100 CONTROL SECTION
- 1110 FIRST STORAGE SECTION
- 1112 OBSERVABLE SATELLITE COMPUTING PROGRAM
- 1114 ESTIMATE FREQUENCY COMPUTING PROGRAM
- 1116 MEASUREMENT COMPUTING PROGRAM
- 1118 MEASUREMENT STORING PROGRAM
- 1120 FREQUENCY EVALUATION PROGRAM
- 1122 PREDICTION CODE PHASE COMPUTING PROGRAM
- 1124 CODE PHASE EVALUATION PROGRAM
- 1126 POSITIONING USE CODE PHASE DETERMINING PROGRAM
- 1128 POSITIONING PROGRAM
- 1130 POSITIONING POSITION OUTPUT PROGRAM
- 1160 SECOND STORAGE SECTION
- 1152 NAVIGATION MESSAGE
- 1152a ALMANAC
- 1152b EPHEMERIS
- 1154 INITIAL POSITION INFORMATION
- AA INITIAL POSITION QA0
- 1156 OBSERVABLE SATELLITE INFORMATION
- BB GPS SATELLITES 12a, 12b, ..., 12h
- 1158 ESTIMATE FREQUENCY INFORMATION
- CC ESTIMATE FREQUENCY A1(Hz)
- 1160 CURRENT MEASUREMENT INFORMATION
- DD MEASUREMENT: CODE PHASE CPA1, FREQUENCY fA1, PAmox1, PAnoise1
- 1162 PREVIOUS MEASUREMENT INFORMATION
- EE MEASUREMENT: CODE PHASE CPA0, FREQUENCY fA0, PAmox0, PAnoise0
- 1164 PREDICTION CODE PHASE INFORMATION
- FF PREDICTION CODE PHASE CApe
- 1166 POSITIONING USE CODE PHASE INFORMATION
- GG POSITIONING USE CODE PHASE CPA1f, CPA1fa, CPA1fb, CPA1fc, CPA1fd
- 1168 POSITIONING POSITION INFORMATION
- HH POSITIONING POSITION QA1

(57) Abstract: A global positioning device comprises a phase computing section for computing the current phase of a positioning basic code by correlating a predetermined replica positioning basic code with a positioning basic code from a predetermined transmission source, a prediction phase computing section for computing a prediction phase when the current phase is predicted from the phase used at the previous positioning, the Doppler shift of the frequency of the radio wave carrying the positioning basic code, and the elapsed time from the previous positioning, a phase difference evaluating section for judging whether or not the phase difference between the computed current phase and the prediction phase is within a predetermined phase difference allowable range, and a positioning section for detecting the current position by using the phase within the phase difference allowable range.

(57) 要約: 位装置 (1020) は、所定のレプリカ測位基礎符号と所定の発信源からの測位基礎符号との相関処理を行って測位基礎符号の現在の位相を算出する位相算出部と、前回測位時に使用された位相と、測位基礎符号を乗せた電波の周波数のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間とに基づいて、現在の位相を予測した場合の予測位相を算出する予測位相算出部と、算出された現在の位相と予測位相との位相差が予め規定した位相差許容範囲内か否かを判断する位相差評価部と、位相差許容範囲内の位相を使用して、現在位置を測位する測位部と、を有する。

WO 2007/125978 A1



SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

測位装置、測位制御方法、測位制御プログラム及び記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、発信源からの電波を利用する測位装置、測位制御方法、測位制御プログラム及び記録媒体に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、衛星航法システムである例えば、GPS(Global Positioning System)を利用してGPS受信機の現在位置を測位する測位システムが実用化されている。

[0003] このGPS受信機は、GPS衛星の軌道等を示す航法メッセージ(概略衛星軌道情報:アルマナック、精密衛星軌道情報:エフェメリス等を含む)に基づいて、GPS衛星からの電波(以後、衛星電波と呼ぶ)に乗せられている擬似雑音符号(以後、PN(Pseudo random noise code)符号と呼ぶ)の一つであるC/A(Clear and AcquisitionまたはCoarse and Access)コードを受信する。C/Aコードは、測位の基礎となる符号である。

[0004] GPS受信機は、そのC/AコードがどのGPS衛星から発信されたものであるかを特定したうえで、例えば、そのC/Aコードの位相(コードフェーズ)に基づいて、GPS衛星とGPS受信機の距離(擬似距離)を算出する。そして、GPS受信機は、3個以上のGPS衛星についての擬似距離と、各GPS衛星の衛星軌道上の位置に基づいて、GPS受信機の位置を測位するようになっている。例えば、C/Aコードは、1.023Mbpsのビット率で、コードの長さは1,023チップである。したがってC/Aコードは、1ミリ秒(ms)間に電波が進む距離である約300キロメートル(km)ごとに、並んで走っていると考えることができる。このため、衛星軌道上のGPS衛星の位置と、GPS受信機の概略位置からGPS衛星とGPS受信機との間にC/Aコードがいくつあるかを算出することで、擬似距離を算出することができる。より詳細には、C/Aコードの1周期(1,023チップ)分(C/Aコードの整数部分)を算出し、さらに、C/Aコードの位相(C/Aコードの小数部分)を特定すれば、擬似距離を算出することができる。ここで、C/Aコードの整数部分は、GPS受信機の概略位置が一定の精度である例えば、150k

m以内であれば推定可能である。このため、GPS受信機は、C/Aコードの位相を特定することにより、擬似距離を算出することができる。

[0005] GPS受信機は、例えば、受信したC/AコードとGPS受信機内部で生成したレプリカC/Aコードの相関をとって積算し、相関積算値が一定のレベルに達した場合に、C/Aコードの位相を特定する。このとき、GPS受信機は、レプリカC/Aコードの位相及び周波数をずらせながら相関処理を行っている。

[0006] ところが、C/Aコードを乗せた衛星電波の電波強度が弱い場合には、十分な信号強度を得られず、C/Aコードの位相を特定することが困難になる。

[0007] これに対して、受信信号のセグメントを処理した結果を、スレシヨルド信号雑音比(SNR)が達成されるまで、コヒーレントに(同期的に)連続して組み合わせる技術が提案されている(例えば、特許文献1)。

特許文献1:特表2004-501352号公報

発明の開示

[0008] しかし、GPS衛星とGPS受信機は相対的に移動するから、GPS受信機に到達する衛星電波の到達周波数はドップラー偏移によって変化する。

[0009] ここで、信号強度が弱い場合には、GPS受信機側の同期用周波数を継続的に変化する到達周波数に同期することが困難な場合がある。

[0010] そして、GPS受信機側の同期用周波数が到達周波数と乖離している場合には、相関積算値が一定のレベルに達したとしても、そのときのC/Aコードの位相の精度は劣化する。このため、その位相を使用して測位すると、測位位置の精度が劣化する場合があるという問題がある。

[0011] そこで、本発明は、電波強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の位相の精度を検証したうえで、精度良く測位することができる測位装置、測位装置の制御方法、その御プログラム及び記録媒体を提供することを目的とする。

[0012] 本発明の一態様は、所定のレプリカ測位基礎符号と所定の発信源からの測位基礎符号との相関処理を行って前記測位基礎符号の現在の位相を算出する位相算出部と、前回測位時に使用された前記位相と、前記測位基礎符号を乗せた電波の周波数のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間とに基づいて、現在の前記位相

を予測した場合の予測位相を算出する予測位相算出部と、前記位相算出部により算出された前記位相と前記予測位相の位相差が所定の位相差許容範囲内か否かを判断する位相差評価部と、前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相を使用して、現在位置を測位する測位部と、を有する測位装置に関する。

- [0013] これによれば、測位装置は、位相差評価部を有するから、位相差が前記位相差許容範囲内か否かを判断することができる。すなわち、測位装置は、位相の精度を検証することができる。
- [0014] また、測位装置は、測位部を有するから、位相差許容範囲内の位相差に対応する位相を使用して、現在位置を測位することができる。
- [0015] これにより、測位装置は、電波強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の位相の精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。
- [0016] また、本発明の一態様では、前記位相算出部は、複数の周波数系列を使用して前記位相を算出し、前記位相差評価部は、前記複数の周波数系列のうち、前記測位基礎符号の信号強度が最も大きい周波数系列を使用して算出された前記位相と前記予測位相との位相差が前記位相差許容範囲内か否かを判断する測位装置を構成しても良い。
- [0017] これによれば、位相算出部は、複数の周波数系列を使用して位相を算出する構成となっている。いずれか1つの周波数系列の受信周波数の精度は、他の周波数系列の受信周波数の精度よりも高いはずである。このため、測位装置は、精度の高い受信周波数において位相を算出することができる可能性が大きい。
- [0018] ここで、一般的には、信号強度が最も大きい周波数系列における受信周波数の精度が最も信頼度が高いと推定することができる。このため、一般的には、信号強度が最も大きい周波数系列において算出された位相が、他の周波数系列の位相よりも精度が高いと推定することができる。
- [0019] しかし、特に弱電界下においては、信号強度が最も大きい周波数系列における受信周波数の精度が最も信頼度が高いとは限らない。
- [0020] この点、測位基礎符号の信号強度が最も大きい周波数系列において算出された位相の精度を検証し、測位から排除することができるから、電波強度が微弱な弱電界下

において精度の悪い測位位置を算出することを防止することができる。

- [0021] また、本発明の一態様では、前記位相算出部は、各発信源ごとに少なくとも1つの周波数系列において所定のレプリカ測位基礎符号と前記発信源からの測位基礎符号との前記相関処理を行って測位基礎符号の位相を算出し、前記測位部は、前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相のうち、各前記発信源ごとに前記位相差が最小の前記位相を選択して選択位相とする位相選択部と、前記選択位相の信号強度が最大か否かを判断する選択位相第1評価部と、前記選択位相が属する前記周波数系列における前記位相が、連続して前記位相差許容範囲内であった回数が予め規定した規定回数範囲内であるか否かを判断する選択位相第2評価部と、を有し、前記選択位相第1評価部による判断結果及び／又は前記選択位相第2評価部による判断結果が肯定的である場合に、前記選択位相を使用して、現在位置を測位する、測位装置を構成しても良い。
- [0022] これによれば、測位装置は、位相差評価部を有するから、位相差が位相差許容範囲内か否かを判断することができる。すなわち、測位装置は、位相の精度を検証することができる。
- [0023] また、測位装置は、位相選択部を有するから、各発信源ごとに選択位相を算出することができる。選択位相は、位相差が最小の位相であるから、他の周波数系列の位相よりも精度が高い。
- [0024] 測位装置は、さらに、選択位相第1評価部を有するから、選択位相の信号強度が最大か否かを判断することができる。選択位相の信号強度が最大であれば、選択位相は、他の位相に比べて精度が高いことが保証されたと考えることができる。そして、測位装置は測位部を有するから、選択位相第1評価部による判断結果が肯定的である場合には、選択位相を使用して、現在位置を測位することができる。
- [0025] これにより、測位装置は、電波強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の位相の精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。
- [0026] ここで、特に弱電界下においては、位相差が最小の位相の信号強度が最大であるとは限らない。すなわち、選択位相の精度が他の位相に比べて高いにもかかわらず、その信号強度は最大ではない場合がある。このため、信号強度が最大ではない場

合であっても、選択位相の精度を確認することができる限り、選択位相を測位に使用することが望ましい。

- [0027] この点、測位装置は選択位相第2評価部を有するから、選択位相が属する周波数系列における位相が、連続して位相差許容範囲内であった回数が規定回数範囲内である場合には、選択位相を使用して、現在位置を測位することができる。
- [0028] これにより、測位装置は、選択位相第1評価部による判断結果が否定的である場合であっても、精度が高い位相を使用して測位をすることができる。
- [0029] また、本発明の一態様では、前記予測位相算出部は、前回測位時の前記位相であって、さらに、前記相関処理の完了時における前記位相を使用して、前記予測位相を算出する測位装置を構成しても良い。
- [0030] 相関処理の過程において、相関処理の開始時よりも完了時の方が、例えば、SNR（信号対雑音比）が向上し、測位基礎符号を雑音から明確に区別することができるから、位相の精度が高い。
- [0031] この点、予測位相算出部は、前回測位時の前記位相であって、さらに、相関処理の完了時における位相を使用して、予測位相を算出する構成となっているから、精度の高い前記予測位相を算出することができる。
- [0032] すなわち、測位装置は、精度よく測位するための基礎となる精度の高い予測位相を算出することができる。
- [0033] また、本発明の一態様では、前記測位基礎符号を乗せた電波を受信したときの受信周波数を特定する受信周波数特定部と、前回測位時の前記受信周波数と現在の前記受信周波数との周波数差が予め規定した周波数差許容範囲内か否かを判断する周波数差評価部と、前記周波数差許容範囲外の前記周波数差に対応する前記測位基礎符号の位相を測位から排除する位相排除部と、を有する測位装置を構成しても良い。
- [0034] これによれば、測位装置は、位相排除部を有するから、周波数差許容範囲外の周波数差に対応する測位基礎符号の位相を測位から排除することができる。
- [0035] これは、測位装置が、測位基礎符号の位相の精度のみならず、位相を算出したときの受信周波数の精度も検証することができることを意味する。そして、受信周波数の

精度が高いほど、位相の精度も高い。

[0036] これにより、測位装置は、電波強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の位相の精度を検証したうえで、一層精度良く測位することができる

また、本発明の一態様では、前記測位基礎符号を乗せた電波を受信したときの受信周波数を特定する受信周波数特定部と、前回測位時の前記受信周波数と現在の前記受信周波数との周波数差が予め規定した周波数差許容範囲内か否かを判断する周波数差評価部と、

前記周波数差許容範囲外の前記周波数差に対応する前記測位基礎符号の位相を測位から排除する位相排除部と、を有し、前記各周波数系列は、互いに予め規定した周波数間隔だけ乖離しており、前記周波数差許容範囲は、前記周波数間隔未満の閾値によって規定される測位装置を構成しても良い。

[0037] これによれば、信号強度が最も大きい前記周波数系列が切り替わった場合には、そのときの位相を測位から排除することができる。これは、信号強度が最も大きい周波数系列が連続していることを位相を測位に使用するための条件とすることを意味する。

[0038] これにより、測位装置に到達する電波の周波数のドップラー偏移に最も良く追従している周波数系列において算出された位相を測位に使用することができるから、電波強度が微弱な弱電界下において、なお一層精度良く測位することができる。

[0039] また、本発明の一態様では、前記測位基礎符号の受信状態に基づいて、前記位相差許容範囲を決定する位相差許容範囲決定部を有し、前記位相差評価部は、前記決定された位相差許容範囲内か否かを判断する、測位装置を構成しても良い。

[0040] これによれば、測位装置は、位相差許容範囲決定部を有するから、測位基礎符号の受信状態に基づいて、位相差許容範囲を決定することができる。

[0041] そして、測位装置は、位相差評価部を有するから、位相差が位相差許容範囲内か否かを判断することができる。このため、測位装置は、位相の精度を検証することができる。

[0042] また、測位装置は、測位部を有するから、位相差許容範囲内の位相差に対応する位相を使用して、現在位置を測位することができる。

- [0043] これにより、測位装置は、電波強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の位相の精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。
- [0044] また、本発明の一態様では、前記受信状態は、前記測位装置が前記測位基礎符号を受信している前記発信源の数を含む測位装置を構成しても良い。
- [0045] これによれば、測位装置は、例えば、測位装置が測位基礎符号を受信している発信源の数が多いほど位相差許容範囲を狭くして、相対的に精度の高い位相のみを測位に使用することができる。
- [0046] これにより、測位装置は、電波強度が微弱な弱電界下において、相対的に精度が高い位相を使用して測位することができる。
- [0047] また、本発明の一態様では、前記受信状態は、前記測位装置が受信している前記測位基礎符号の信号強度を含む測位装置を構成しても良い。
- [0048] これによれば、測位装置は、例えば、測位装置が受信している測位基礎符号の信号強度が強い発信源の数が多いほど、位相差許容範囲を狭くして、相対的に精度の高い位相のみを測位に使用することができる。
- [0049] これにより、測位装置は、電波強度が微弱な弱電界下において、相対的に精度が高い位相を使用して測位することができる。
- [0050] また、本発明の一態様では、前記受信状態は、前記測位装置の基準クロックのドリフトが、予め規定したドリフト許容範囲内か否かを示す情報を含む測位装置を構成しても良い。
- [0051] これによれば、測位装置は、前記ドリフトが小さいほど、前記位相を精度良く算出することができる。
- [0052] 例えば、ドリフトがドリフト許容範囲内である場合に、位相差許容範囲を狭くして、相対的に精度の高い位相のみを測位に使用することができる。
- [0053] これにより、測位装置は、電波強度が微弱な弱電界下において、相対的に精度が高い前記位相を使用して測位することができる。
- [0054] また、本発明の一態様では、前記受信状態は、前記相関処理を開始してからの経過時間を示す情報を含む測位装置を構成しても良い。
- [0055] これによれば、前記経過時間が長いほど、測位基礎符号の前記位相を精密に特定

することができる。例えば、経過時間が長いほど、位相差許容範囲を狭くして、相対的に精度の高い位相のみを測位に使用することができる。

[0056] これにより、測位装置は、電波強度が微弱な弱電界下において、相対的に精度が高い前記位相を使用して測位することができる。

[0057] また、本発明の一態様では、前記位相差許容範囲決定部は、前記測位装置が前記測位基礎符号を受信している前記発信源の数が多いほど前記位相差許容範囲を狭く設定し、前記測位装置が前記測位基礎符号を受信している前記発信源の数が少ないほど前記位相差許容範囲を広く設定する測位装置を構成しても良い。

[0058] これによれば、測位装置は、測位装置が測位基礎符号を受信している発信源の数が多いほど位相差許容範囲を狭く設定するから、精度の高い位相を使用して測位することができる。

[0059] また、測位装置は、測位装置が測位基礎符号を受信している発信源の数が少ないほど位相差許容範囲を広く設定するから、測位位置を算出することができる可能性を高くすることができる。

[0060] 尚、前記発信源は、SPS (Satellite Positioning System) 衛星である測位装置を構成しても良い。

[0061] また、本発明の一態様は、所定のレプリカ測位基礎符号と所定の発信源からの測位基礎符号との相関処理を行って前記測位基礎符号の位相を算出する位相算出ステップと、前回測位時に使用された前記位相と、前記測位基礎符号を乗せた電波の周波数のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間とに基づいて、現在の前記位相を予測した場合の予測位相を算出する予測位相算出ステップと、前記位相算出ステップにおいて算出された前記位相と前記予測位相との位相差が所定の位相差許容範囲内か否かを判断する位相差評価ステップと、前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相を使用して、現在位置を測位する測位ステップと、を有する測位制御方法に関する。

[0062] また、本発明の一態様では、前記位相算出ステップは、各発信源ごとに少なくとも1つの周波数系列において所定のレプリカ測位基礎符号と前記発信源からの測位基礎符号との前記相関処理を行って測位基礎符号の位相を算出するステップであり、

前記測位ステップは、前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相のうち、各前記発信源ごとに前記位相差が最小の前記位相を選択して選択位相とする位相選択ステップと、前記選択位相の信号強度が最大か否かを判断する選択位相第1評価ステップと、前記選択位相が属する前記周波数系列における前記位相が、連続して前記位相差許容範囲内であった回数が予め規定した規定回数範囲内であるか否かを判断する選択位相第2評価ステップと、を有し、前記選択位相第1評価ステップによる判断結果及び／又は前記選択位相第2評価ステップによる判断結果が肯定的である場合に、前記選択位相を使用して、現在位置を測位するステップである、測位制御方法を構成しても良い。

[0063] また、本発明の一態様では、前記測位基礎符号の受信状態に基づいて、前記位相差許容範囲を決定する位相差許容範囲決定ステップを有し、前記位相差評価ステップは、前記決定された位相差許容範囲内か否かを判断するステップである、測位制御方法を構成しても良い。

[0064] また、本発明の一態様は、コンピュータに、所定のレプリカ測位基礎符号と所定の発信源からの測位基礎符号との相関処理を行って前記測位基礎符号の現在の位相を算出する位相算出ステップと、前回測位時に使用された前記位相と、前記測位基礎符号を乗せた電波の周波数のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間とに基づいて、現在の前記位相を予測した場合の予測位相を算出する予測位相算出ステップと、前記位相算出ステップにおいて算出された現在の前記位相と前記予測位相との位相差が所定の位相差許容範囲内か否かを判断する位相差評価ステップと、前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相を使用して、現在位置を測位する測位ステップと、を実行させるための測位制御プログラムに関する。

[0065] また、本発明の一態様では、前記位相算出ステップは、各発信源ごとに少なくとも1つの周波数系列において所定のレプリカ測位基礎符号と前記発信源からの測位基礎符号との前記相関処理を行って測位基礎符号の位相を算出するステップであり、前記測位ステップは、前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相のうち、各前記発信源ごとに前記位相差が最小の前記位相を選択して選択位相とする位相選択ステップと、前記選択位相の信号強度が最大か否かを判断する選択位相

第1評価ステップと、前記選択位相が属する前記周波数系列における前記位相が、連続して前記位相差許容範囲内であった回数が予め規定した規定回数範囲内であるか否かを判断する選択位相第2評価ステップと、を有し、前記選択位相第1評価ステップによる判断結果及び／又は前記選択位相第2評価ステップによる判断結果が肯定的である場合に、前記選択位相を使用して、現在位置を測位するステップである、測位制御プログラムを構成しても良い。

[0066] また、本発明の一態様では、前記測位基礎符号の受信状態に基づいて、前記位相差許容範囲を決定する位相差許容範囲決定ステップを前記コンピュータに実行させ、前記位相差評価ステップは、前記決定された位相差許容範囲内か否かを判断するステップである測位制御プログラムを構成しても良い。

[0067] また、本発明の一態様は、コンピュータに、所定のレプリカ測位基礎符号と所定の発信源からの測位基礎符号との相関処理を行って前記測位基礎符号の現在の位相を算出する位相算出ステップと、前回測位時に使用された前記位相と、前記測位基礎符号を乗せた電波の周波数のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間とに基づいて、現在の前記位相を予測した場合の予測位相を算出する予測位相算出ステップと、前記位相算出ステップにおいて算出された前記位相と前記予測位相との位相差が所定の位相差許容範囲内か否かを判断する位相差評価ステップと、前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相を使用して、現在位置を測位する測位ステップと、を実行させるための測位制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

[0068] また、本発明の一態様では、前記位相算出ステップは、各発信源ごとに少なくとも1つの周波数系列において所定のレプリカ測位基礎符号と前記発信源からの測位基礎符号との前記相関処理を行って測位基礎符号の位相を算出するステップであり、前記測位ステップは、前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相のうち、各前記発信源ごとに前記位相差が最小の前記位相を選択して選択位相とする位相選択ステップと、前記選択位相の信号強度が最大か否かを判断する選択位相第1評価ステップと、前記選択位相が属する前記周波数系列における前記位相が、連続して前記位相差許容範囲内であった回数が予め規定した規定回数範囲内であ

るか否かを判断する選択位相第2評価ステップと、を有し前記選択位相第1評価ステップによる判断結果及び／又は前記選択位相第2評価ステップによる判断結果が肯定的である場合に、前記選択位相を使用して、現在位置を測位するステップである、前記測位制御プログラムを記録した記録媒体を構成しても良い。

- [0069] また、本発明の一態様では、前記測位基礎符号の受信状態に基づいて、前記位相差許容範囲を決定する位相差許容範囲決定ステップを前記コンピュータに実行させ、前記位相差評価ステップは、前記決定された位相差許容範囲内か否かを判断するステップである前記測位制御プログラムを記録した記録媒体を構成しても良い。

図面の簡単な説明

- [0070] [図1]第1の実施の形態の端末等を示す概略図である。
- [図2]第1の実施の形態における測位方法を示す概念図である。
- [図3]第1の実施の形態における相関処理の説明図である。
- [図4]第1の実施の形態における相関積算値とコードフェーズの関係の一例を示す図である。
- [図5]第1の実施の形態における候補コードフェーズと時間経過等との関係の一例を示す図である。
- [図6]第1の実施の形態における候補コードフェーズと時間経過等との関係の一例を示す図である。
- [図7]第1の実施の形態における端末の主なハードウェア構成を示す概略図である。
- [図8]第1の実施の形態におけるGPS装置の構成の一例を示す概略図である。
- [図9]第1の実施の形態における端末の主なソフトウェア構成を示す概略図である。
- [図10]第1の実施の形態における推定周波数算出プログラムの説明図である。
- [図11A]第1の実施の形態におけるメジャメント算出プログラムの説明図である。
- [図11B]第1の実施の形態におけるメジャメント算出プログラムの説明図である。
- [図11C]第1の実施の形態におけるメジャメント算出プログラムの説明図である。
- [図12]第1の実施の形態における予測コードフェーズ算出プログラムの説明図である。
- 。
- [図13]第1の実施の形態における端末の動作例を示す概略フローチャートである。

[図14]第2の実施の形態の端末等を示す概略図である。

[図15]第2の実施の形態における測位方法を示す概念図である。

[図16]第2の実施の形態における相関処理の説明図である。

[図17]第2の実施の形態における相関積算値とコードフェーズの関係の一例を示す図である。

[図18]第2の実施の形態における候補コードフェーズと時間経過等との関係の一例を示す図である。

[図19]第2の実施の形態における候補コードフェーズと時間経過等との関係の一例を示す図である。

[図20]第2の実施の形態における端末の主なハードウェア構成を示す概略図である。

[図21]第2の実施の形態におけるGPS装置の構成の一例を示す概略図である。

[図22]第2の実施の形態における端末の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

[図23]第2の実施の形態における推定周波数算出プログラムの説明図である。

[図24A]第2の実施の形態におけるメジャメント算出プログラムの説明図である。

[図24B]第2の実施の形態におけるメジャメント算出プログラムの説明図である。

[図24C]第2の実施の形態におけるメジャメント算出プログラムの説明図である。

[図25]第2の実施の形態における現在メジャメント情報の一例を示す図である。

[図26]第2の実施の形態における前回メジャメント情報の一例を示す図である。

[図27]第2の実施の形態における予測コードフェーズ算出プログラムの説明図である。

[図28]第2の実施の形態における予測コードフェーズ情報の一例を示す図である。

[図29]第2の実施の形態におけるコードフェーズ選択プログラムの説明図である。

[図30]第2の実施の形態における選択コードフェーズ情報の一例を示す図である。

[図31A]第2の実施の形態における選択コードフェーズ第2評価プログラムの説明図である。

[図31B]第2の実施の形態における選択コードフェーズ第2評価プログラムの説明図である。

[図31C]第2の実施の形態における選択コードフェーズ第2評価プログラムの説明図である。

[図32]第2の実施の形態における測位使用コードフェーズ情報の一例を示す図である。

[図33]第2の実施の形態における端末の動作例を示す概略フローチャートである。

[図34]第2の実施の形態における端末の動作例を示す概略フローチャートである。

[図35]第3の実施の形態の端末等を示す概略図である。

[図36]第3の実施の形態における測位方法を示す概念図である。

[図37]第3の実施の形態における相関処理の説明図である。

[図38]第3の実施の形態における相関積算値とコードフェーズの関係の一例を示す図である。

[図39]第3の実施の形態における候補コードフェーズと時間経過等との関係の一例を示す図である。

[図40]第3の実施の形態における候補コードフェーズと時間経過等との関係の一例を示す図である。

[図41]第3の実施の形態における端末の主なハードウェア構成を示す概略図である。

[図42]第3の実施の形態におけるGPS装置の構成の一例を示す概略図である。

[図43]第3の実施の形態における端末の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

[図44]第3の実施の形態における推定周波数算出プログラムの説明図である。

[図45A]第3の実施の形態におけるメジャメント算出プログラムの説明図である。

[図45B]第3の実施の形態におけるメジャメント算出プログラムの説明図である。

[図45C]第3の実施の形態におけるメジャメント算出プログラムの説明図である。

[図46]第3の実施の形態における予測コードフェーズ算出プログラムの説明図である。

[図47]第3の実施の形態におけるコードフェーズ閾値設定プログラムの説明図である。

[図48]第3の実施の形態における端末の動作例を示す概略フローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

- [0071] 以下、この発明の好適な実施の形態を添付図面等を参照しながら、詳細に説明する。
- [0072] 尚、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。
- [0073] また、以下では大きく3つの実施の形態を説明する。それぞれの実施の形態は共通する事項が含まれる。しかし、それぞれの実施の形態の端末を独立して構成可能であることを明確にするために、共通する事項を敢えて重複的に記載する。
- [0074] [第1の実施の形態]
- 図1は、第1の実施の形態の端末1020等を示す概略図である。
- [0075] 図1に示すように、端末1020は、測位衛星である例えば、GPS(Global Positioning System)衛星12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, 12g及び12hから、電波S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7及びS8を受信することができる。GPS衛星12a等は、発信源の一例でもある。なお、発信源は、SPS(Satellite Positioning System)衛星であればよく、GPS衛星に限らない。
- [0076] 電波S1等には各種のコード(符号)が乗せられている。そのうちの 하나가C/AコードScaである。このC/AコードScaは、1,023Mbpsのビット率、1,023bit(=1msec)のビット長の信号である。C/AコードScaは、1,023チップ(chip)で構成されている。端末1020は、現在位置を測位する測位装置の一例であり、このC/Aコードを使用して現在位置の測位を行う。このC/AコードScaは、測位基礎符号の一例である。
- [0077] また、電波S1等に乗せられる情報として、アルマナックSal及びエフェメリスSehがある。アルマナックSalはすべてのGPS衛星12a等の概略の衛星軌道を示す情報であり、エフェメリスSehは各GPS衛星12a等の精密な衛星軌道を示す情報である。アルマナックSal及びエフェメリスSehを総称して航法メッセージと呼ぶ。
- [0078] 端末1020は、例えば、3個以上の異なるGPS衛星12a等からのC/Aコードの位相を特定して、現在位置を測位することができるようになっている。

- [0079] 図2は、測位方法の一例を示す概念図である。
- [0080] 図2に示すように、例えば、GPS衛星12aと端末1020との間には、C/Aコードが連続的に並んでいると観念することができる。そして、GPS衛星12aと端末1020との間の距離は、C/Aコードの長さ(300キロメートル(km))の整数倍とは限らないから、コード端数部C/Aaが存在する。つまり、GPS衛星12aと端末1020との間には、C/Aコードの整数倍の部分と、端数部分が存在する。C/Aコードの整数倍の部分と端数部分の合計の長さが擬似距離である。端末1020は、3個以上のGPS衛星12a等についての擬似距離を使用して測位を行う。
- [0081] 本実施形態において、C/Aコードの端数部C/Aaをコードフェーズと呼ぶ。コードフェーズは、例えば、C/Aコードの1, 023あるチップの何番目かで示すこともできるし、距離に換算して示すこともできる。擬似距離を算出するときには、コードフェーズを距離に換算している。
- [0082] GPS衛星12aの軌道上の位置はエフェメリスSehを使用して算出可能である。そして、例えば、GPS衛星12aの軌道上の位置と後述の初期位置QA0との距離を算出すれば、C/Aコードの整数倍の部分特定することができる。なお、C/Aコードの長さが300キロメートル(km)であるから、初期位置QA0の位置誤差は、150キロメートル(km)以内である必要がある。
- [0083] そして、図2に示すように、レプリカC/Aコードの位相を例えば、矢印X1方向に移動させながら、相関処理を行う。このとき、端末1020は、同期用周波数も変動させながら、相関処理を行う。この相関処理は、後述のコヒーレント処理及びインコヒーレント処理で構成される。
- [0084] 相関積算値が最大になった位相がコード端数C/Aaである。
- [0085] なお、第1の実施の形態とは異なり、端末1020は、例えば、携帯電話の通信基地局からの電波を使用して測位を行うようにしてもよい。また、第1の実施の形態とは異なり、端末1020は、LAN(Local Area Network)から電波を受信して、測位を行うようにしてもよい。
- [0086] 図3は、相関処理の説明図である。
- [0087] コヒーレントは、端末1020が受信したC/AコードとレプリカC/Aコードとの相関を

とる処理である。レプリカC/Aコードは、端末1020が発生する符号である。レプリカC/Aコードは、レプリカ測位基礎符号の一例である。

[0088] 例えば、図3に示すように、コヒーレント時間が10msecであれば、10msecの時間において同期積算したC/AコードとレプリカC/Aコードとの相関値等を算出する。コヒーレント処理の結果、相関をとった位相(コードフェーズ)と、相関値が出力される。

[0089] インコヒーレントは、コヒーレント結果の相関値を積算することによって、相関積算値(インコヒーレント値)を算出する処理である。

[0090] 相関処理の結果、コヒーレント処理で出力されたコードフェーズと、相関積算値が出力される。

[0091] 図4は、相関積算値とコードフェーズの関係の一例を示す図である。

[0092] 図4の相関積算値の最大値 P_{max} に対応するコードフェーズ $CP1$ が、レプリカC/Aコードのコードフェーズ、すなわち、C/Aコードのコードフェーズである。

[0093] そして、端末1020は、例えば、コードフェーズ $CP1$ から2分の1チップ離れたコードフェーズのうち、相関積算値が小さい方の相関積算値をノイズの相関積算値 P_{noise} とする。

[0094] 端末1020は、 P_{max} と P_{noise} との差分を P_{max} で除した値を信号強度 XPR として規定する。信号強度 XPR は、信号強度の一例である。

[0095] そして、端末1020は、 XPR が例えば、0.2以上である場合に、コードフェーズ $CP1$ を測位に使用するコードフェーズの候補とする。以下、このコードフェーズを、「候補コードフェーズ」と呼ぶ。候補コードフェーズは測位に使用する候補であり、端末1020が実際に測位に使用するとは限らない。

[0096] 図5及び図6は、候補コードフェーズと時間経過等との関係の一例を示す図である。

[0097] 図5は、例えば、GPS衛星12aが端末1020に近づいている状態を示している。

[0098] GPS衛星12aが端末1020に近づくと、GPS衛星12aと端末1020との距離が短くなるから、候補コードフェーズ $C1$ は時間経過とともに、0に近づく。

[0099] また、同期用周波数 $F1$ は、時間経過とともに、高くなるように設定されている。これ

は、GPS衛星12aが端末1020に近づいているために生じるドップラー偏移によって、電波S1が端末1020に到達するときの到達周波数が高くなることに対応するためである。

[0100] 端末1020は、変動する到達周波数に効率的に同期するために、図6に示すように、例えば、3つの周波数系列F1, F2及びF3を使用する。周波数系列F1等は周波数系列の一例である。周波数系列F1とF2は50ヘルツ(Hz)の周波数幅だけ乖離している。また、周波数系列F1とF3は50ヘルツ(Hz)の周波数幅だけ乖離している。50ヘルツ(Hz)の周波数間隔は予め規定されている。すなわち、50ヘルツ(Hz)の周波数間隔は、周波数間隔の一例である。この周波数間隔は、端末1020が実施する相関処理における周波数サーチのステップ間隔未満において規定されている。例えば、周波数サーチのステップ間隔が100ヘルツ(Hz)であれば(図11B参照)、100ヘルツ(Hz)未満において規定される。

[0101] なお、周波数系列F1等は複数であればよく、第1の実施の形態とは異なり、例えば、4個以上でもよい。

[0102] 図6に示すように、各周波数系列F1等は、到達周波数のドップラー偏移を予想して時間経過とともに変化するように設定される。

[0103] そして、各周波数系列F1等のいずれかが、到達周波数のドップラー偏移に最も精度良く追隨しているはずである。

[0104] 周波数系列F1においてはコードフェーズC1が算出される。そして、周波数系列F2においてはコードフェーズC2が算出される。そして、周波数系列F3においてはコードフェーズC3が算出される。

[0105] このように、3つのコードフェーズC1等が並行して算出されるのであるが、信号強度XPRが最も高い状態で算出された候補コードフェーズが最も信頼度が高いと仮定することができる。

[0106] ところが、XPRが最も高い周波数系列F1等が維持されるとは限らない。例えば、図6に示すように、例えば、時刻t1とt2との間においては周波数系列F1で算出した候補コードフェーズC1のXPRが最も高く、時刻t2とt3との間においては周波数系列F2で算出した候補コードフェーズC2のXPRが最も高い。

- [0107] 予想されるドップラー偏移に基づいて、各周波数系列F1等の周波数を変更しているから、いずれか1つの周波数系列で算出した候補コードフェーズは、継続的に、他の周波数系列で算出した候補コードフェーズよりも精度が高いはずである。言い換えると、例えば、周波数系列F1が、他の周波数系列F2及びF3に比べて、実際の到達周波数に最も精度良く追従し続けているはずである。
- [0108] このため、時間経過によって周波数系列が変わる場合には、XPRが高い状態で算出された候補コードフェーズが、精度が最も高いとは限らない。
- [0109] この点、端末1020は、以下のハードウェア構成及びソフトウェア構成によって、弱電界下において、候補コードフェーズの精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。
- [0110] (端末1020の主なハードウェア構成について)
図7は、端末1020の主なハードウェア構成を示す概略図である。
- [0111] 図7に示すように、端末1020は、コンピュータを有し、コンピュータは、バス1022を有する。バス1022には、CPU(Central Processing Unit)1024、記憶装置1026等が接続されている。記憶装置1026は、例えば、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)等である。
- [0112] また、バス1022には、入力装置1028、電源装置1030、GPS装置1032、表示装置1034、通信装置1036及び時計1038が接続されている。
- [0113] (GPS装置1032の構成について)
図8は、GPS装置1032の構成を示す概略図である。
- [0114] 図8に示すように、GPS装置1032は、RF部1032aとベースバンド部1032bで構成される。
- [0115] RF部1032aは、アンテナ1033aで電波S1等を受信する。そして、増幅器であるLNA1033bが、電波S1に乗せられているC/Aコード等の信号を増幅する。そして、ミキサ1033cが、信号の周波数をダウンコンバートする。そして、直交(IQ)検波器1033dが信号をIQ分離する。続いて、A/Dコンバータ1033e1及び1033e2が、IQ分離された信号をそれぞれデジタル信号に変換するように構成されている。
- [0116] ベースバンド部1032bは、RF部1032aからデジタル信号に変換された信号を受

信し、信号をサンプリングして積算し、ベースバンド部1032bが保持しているC/Aコードとの相関をとるように構成されている。ベースバンド部1032bは、例えば、128個の相関器(図示せず)及び積算器(図示せず)を有し、同時に128の位相において、相関処理を行うことができるようになっている。相関器は前述のコヒーレント処理を行うための構成である。積算器は前述のインコヒーレント処理を行うための構成である。

[0117] (端末1020の主なソフトウェア構成について)

図9は、端末1020の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

[0118] 図9に示すように、端末1020は、各部を制御する制御部1100、図7のGPS装置1032に対応するGPS部1102、時計1038に対応する計時部1104等を有している。

[0119] 端末1020は、また、各種プログラムを格納する第1記憶部1110、各種情報を格納する第2記憶部1150を有する。

[0120] 図9に示すように、端末1020は、第2記憶部1150に、航法メッセージ1152を格納している。航法メッセージ1152は、アルマナック1152a及びエフェメリス1152bを含む。

[0121] 端末1020は、アルマナック1152a及びエフェメリス1152bを、測位のために使用する。

[0122] 図9に示すように、端末1020は、第2記憶部1150に、初期位置情報1154を格納している。初期位置QA0は、例えば、前回の測位位置である。

[0123] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、観測可能衛星算出プログラム1112を格納している。観測可能衛星算出プログラム1112は、制御部1100が、初期位置情報1154に示される初期位置QA0を基準として、観測可能なGPS衛星12a等を算出するためのプログラムである。

[0124] 具体的には、制御部1100は、アルマナック1152aを参照して、計時部1104によって計測した現在時刻において観測可能なGPS衛星12a等を判断する。制御部1100は、観測可能なGPS衛星12a等(以下、「観測可能衛星」と呼ぶ)を示す観測可能衛星情報1156を第2記憶部1150に格納する。第1の実施の形態においては、観測可能衛星は、GPS衛星12a乃至12hである(図1及び図9参照)。

[0125] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、推定周波数算出プログラム1

114を格納している。推定周波数算出プログラム1114は、制御部1100が、GPS衛星12a等からの電波S1等の受信周波数を推定するためのプログラムである。

[0126] この受信周波数は、電波S1が端末1020に到達するときの到達周波数である。より詳細には、この受信周波数は、電波S1が端末1020に到達し、さらに端末1020においてダウンコンバートされたときの中間(IF)周波数である。

[0127] 図10は、推定周波数算出プログラム1114の説明図である。

[0128] 図10に示すように、制御部1100は、GPS衛星12a等からの発信周波数H1にドップラー偏移H2を加えて、推定周波数A1を算出する。GPS衛星12a等からの発信周波数H1は既知であり、例えば、1, 575. 42MHzである。

[0129] ドップラー偏移H2は、各GPS衛星12a等と端末1020との相対移動によって生じる。制御部1100は、エフェメリス1152bと初期位置QA0によって現在時刻における各GPS衛星12a等の視線速度(端末1020の方向に対する速度)を算出する。そして、その視線速度に基づいて、ドップラー偏移H2を算出する。

[0130] 制御部1100は、観測可能衛星であるGPS衛星12a等ごとに、推定周波数A1を算出する。

[0131] なお、推定周波数A1には、端末1020のクロック(基準発振器:図示せず)のドリフト分の誤差を含む。ドリフトとは、温度変化による発振周波数の変化である。

[0132] このため、制御部1100は、推定周波数A1を中心として、所定の幅の周波数において電波S1等をサーチする。例えば、 $(A1 - 100)$ kHzの周波数から $(A1 + 100)$ kHzの周波数の範囲を、100Hzごとの周波数で電波S1等をサーチする。

[0133] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、メジャメント算出プログラム1116を格納している。メジャメント算出プログラム1116は、制御部1100が、GPS衛星12a等から受信したC/Aコードと端末1020が生成したレプリカC/Aコードとの相関処理を行って、相関積算値の最大値Pmax、ノイズの相関積算値Pnoise、候補コードフェーズ及び受信周波数を含むメジャメントを算出するためのプログラムである。メジャメント算出プログラム1116と制御部1100は、位相算出部の一例であり、受信周波数特定部の一例でもある。

[0134] 図11A~11Cは、メジャメント算出プログラム1116の説明図である。

- [0135] 図11Aに示すように、制御部1100はベースバンド部1032bによって、C/Aコードの1チップを例えば、等間隔で分割して、相関処理を行う。C/Aコードの1チップは、例えば、32等分される。すなわち、32分の1チップの位相幅(第1位相幅 W_1)間隔で相関処理を行う。そして、制御部1100が相関処理を行うときの第1位相幅 W_1 間隔の位相を第1サンプリング位相 SC_1 と呼ぶ。
- [0136] 第1位相幅 W_1 は、電波 S_1 等が端末1020に到達するときの信号強度が -155dBm 以上である場合に、相関最大値 P_{max} を検出することができる位相幅として規定されている。32分の1チップの位相幅であれば、信号強度が -155dBm 以上であれば弱電界であっても、相関最大値 P_{max} を検出することができることがシミュレーションによって明らかになっている。
- [0137] 図11Bに示すように、制御部1100は、推定周波数 A_1 を中心として、 $\pm 100\text{kHz}$ の周波数範囲を第1位相幅 W_1 ずつずらしながら相関処理を行う。このとき、周波数を 100Hz ずつずらしながら、相関処理を行う。
- [0138] 図11Cに示すように、ベースバンド部1032bからは、2チップ分の位相 C_1 乃至 C_64 に対応する相関値積算 P が出力される。各位相 C_1 乃至 C_64 が、第1サンプリング位相 SC_1 である。
- [0139] 制御部1100はメジャメント算出プログラム1116に基づいて、例えば、C/Aコードの第1チップから第1,023チップまでをサーチする。
- [0140] 制御部1100は、 P_{max} 及び P_{noise} に基づいてXPRを算出し、最もXPRが大きい状態に対応するコードフェーズ CPA_1 、受信周波数 fA_1 、 $PA_{\text{max}1}$ 及び $PA_{\text{noise}1}$ を現在メジャメント情報1160とする。コードフェーズ CPA_1 、受信周波数 fA_1 、 $PA_{\text{max}1}$ 及び $PA_{\text{noise}1}$ を総称して、メジャメントと呼ぶ。端末1020は、各GPS衛星12a等ごとにメジャメントを算出する。
- [0141] なお、コードフェーズ CPA_1 は、距離に換算されている。上述のように、C/Aコードのコード長は、例えば、300キロメートル(km)であるから、C/Aコードの端数部分であるコードフェーズも距離に換算することができる。
- [0142] 制御部1100は、観測可能衛星のうち、例えば、6個のGPS衛星12a等について、それぞれメジャメントを算出する。なお、同一のGPS衛星12a等についてのメジャメント

トを、対応するメジャメントと呼ぶ。例えば、GPS衛星12aについてのコードフェーズC PA1とGPS衛星12aについての周波数fA1は対応するメジャメントである。周波数f A1は、GPS衛星12aからの電波S1を受信したときの受信周波数である。

[0143] なお、第1の実施の形態とは異なり、相関処理の方法としては、ナローコリレータ(例えば、特開2000-312163号公報参照)を採用してもよい。

[0144] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、メジャメント保存プログラム1118を格納している。メジャメント保存プログラム1118は、制御部1100が、メジャメントを第2記憶部1150に保存するためのプログラムである。

[0145] 制御部1100は、新たなメジャメントを現在メジャメント情報1160として第2記憶部1150に格納するとともに、既存の現在メジャメント情報1160を前回メジャメント情報1162として第2記憶部1150に格納する。前回メジャメント情報1162は、前回測位時のコードフェーズCPA0、周波数fA0、PAm_{ax}0及びPAnoise0を含む。

[0146] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、周波数評価プログラム1120を格納している。周波数評価プログラム1120は、制御部1100が、前回測位時の受信周波数fA0と現在測位時の受信周波数fA1との周波数差が周波数閾値 α 1以内であるか否かを判断するためのプログラムである。周波数閾値 α 1以内の範囲は、周波数系列F1、F2及びF3の周波数間隔未満の閾値によって、予め規定されている。上述のように、周波数間隔が50ヘルツ(Hz)であれば、周波数閾値 α 1は、例えば、30ヘルツ(Hz)である。上述の周波数評価プログラム1120及び制御部1100は、周波数差評価部の一例である。そして、周波数閾値 α 1以内の範囲は、予め規定した周波数差許容範囲内の一例である。

[0147] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、予測コードフェーズ算出プログラム1122を格納している。予測コードフェーズ算出プログラム1122は、制御部1100が、前回測位時のコードフェーズCPA0と、電波S1等のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間dtに基づいて、現在の位相を予測して予測コードフェーズCPA_eを算出するためのプログラムである。予測コードフェーズCPA_eは、予測位相の一例である。予測コードフェーズ算出プログラム1122と制御部1100は、予測位相算出部の一例である。

- [0148] なお、予測コードフェーズCPA_eは、距離に換算されている。
- [0149] 図12は、予測コードフェーズ算出プログラム1122の説明図である。
- [0150] 図12に示すように、制御部1100は、例えば、式1によって、予測コードフェーズCPA_eを算出する。
- [0151] 制御部1100は、式1に示すように、前回測位時のコードフェーズCPA₀から、例えば、GPS衛星12aと端末1020の相対移動速度に前回測位時からの経過時間dtを乗じた値を減じることによって、予測コードフェーズCPA_eを算出する。
- [0152] なお、式1において、予測コードフェーズCPA_e、前回コードフェーズCPA₀は、距離に換算されている。
- [0153] ここで、電波S1等は、光速で伝播する。このため、光速を電波S1等の発信周波数H1で除することによって、ドップラー偏移1ヘルツ(Hz)に対応する概略の速度を算出することができる。すなわち、ドップラー偏移がプラス(+)1ヘルツ(Hz)であるということは、GPS衛星12aが秒速0.19メートル(m/s)で端末1020に近づいているということである。このため、予測コードフェーズCPA_eは、前回測位時のコードフェーズCPA₀よりも短くなる。ここで、ドップラー偏移は、例えば、前回測位時の周波数fA₀と発信周波数H1との差分である。
- [0154] これに対して、ドップラー偏移がマイナス(-)1ヘルツ(Hz)であるということは、GPS衛星12aが秒速0.19メートル(m/s)で端末1020から遠ざかっているということである。このため、予測コードフェーズCPA_eは、前回測位時のコードフェーズCPA₀よりも長くなる。
- [0155] なお、式1は、前回測位時からの経過時間が短時間であるという条件において成立するものである。言い換えると、式1は、コードフェーズと経過時間との関係をグラフ上で直線として示せる限りにおいて成立する。
- [0156] また、第1の実施の形態とは異なり、前回測位時の周波数fA₀と発信周波数H1との差分と、現在測位時の周波数fA₁と発信周波数H1との差分との平均値を、ドップラー偏移としてもよい。これにより、予測コードフェーズCPA_eを一層正確に算出することができる。
- [0157] 制御部1100は、算出した予測コードフェーズCPA_eを示す予測コードフェーズ情

報1164を第2記憶部1150に格納する。

- [0158] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、コードフェーズ評価プログラム1124を格納している。コードフェーズ評価プログラム1124は、制御部1100が、現在のコードフェーズCPA1と予測コードフェーズCPAeとのコードフェーズ差がコードフェーズ閾値 $\beta 1$ (以下、「閾値 $\beta 1$ 」と呼ぶ)以下か否かを判断するためのプログラムである。閾値 $\beta 1$ 以下の範囲は、位相差許容範囲内の一例である。コードフェーズ評価プログラム1124と制御部1100は、位相差評価部の一例である。
- [0159] 閾値 $\beta 1$ は、予め規定されている。閾値 $\beta 1$ は、例えば、80メートル(m)である。
- [0160] 制御部1100は、上述の周波数評価プログラム1120によって閾値 $\alpha 1$ 以下の周波数差分であると判断したコードフェーズCPA1を、コードフェーズ評価プログラム1124に基づく判断の対象とする。
- [0161] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、測位使用コードフェーズ決定プログラム1126を格納している。測位使用コードフェーズ決定プログラム1126は、制御部1100が、周波数閾値 $\alpha 1$ 以内の周波数差であって、かつ、閾値 $\beta 1$ 以下のコードフェーズ差であるGPS衛星12a等のコードフェーズCPA1等を、測位使用コードフェーズCPA1fとして決定するためのプログラムである。
- [0162] 周波数閾値 $\alpha 1$ 以内ではない周波数差に対応するGPS衛星12a等のコードフェーズCPA1等を測位使用コードフェーズCPA1fとして決定せず、測位から排除する。そして、周波数閾値 $\alpha 1$ 以内の周波数差に対応し、かつ閾値 $\beta 1$ 以下のコードフェーズ差に対応するコードフェーズCPA1を測位に使用するのである。すなわち、測位使用コードフェーズ決定プログラム1126と制御部1100は、位相排除部の一例である。
- [0163] 第1の実施の形態においては、測位使用コードフェーズCPA1fは、例えば、GPS衛星12a, 12b, 12c及び12dにそれぞれ対応するCPA1fa, CPA1fb, CPA1fc及びCPA1fdとする。
- [0164] 制御部1100は、測位使用コードフェーズCPA1fを示す測位使用コードフェーズ情報1166を第2記憶部1150に格納する。
- [0165] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、測位プログラム1128を格納している。測位プログラム1128は、制御部1100が、測位使用コードフェーズCPA1f

を使用して現在位置を測位するためのプログラムである。測位プログラム1128と制御部1100は、測位部の一例である。

- [0166] 測位使用コードフェーズCPA1fは、上述の閾値 β 1以内のコードフェーズCPA1等である。すなわち、測位使用コードフェーズCPA1fを使用して現在位置を測位することは、閾値 β 1以内のコードフェーズCPA1等を使用して現在位置を測位することと同義である。
- [0167] 制御部1100は、測位使用コードフェーズCPA1fが3個以上ある場合には、それらの測位使用コードフェーズCPA1fを使用して現在位置を測位し、測位位置QA1を算出する。
- [0168] 制御部1100は、算出した測位位置QA1を示す測位位置情報1168を第2記憶部1150に格納する。
- [0169] 図9に示すように、端末1020は、第1記憶部1110に、測位位置出力プログラム1130を格納している。測位位置出力プログラム1130は、制御部1100が、測位位置QA1を表示装置1034(図7参照)に表示するためのプログラムである。
- [0170] 端末1020は、上述のように構成されている。
- [0171] 端末1020は、現在のコードフェーズCPA1と予測コードフェーズCPAeとのコードフェーズ差が予め規定した閾値 β 1以下か否かを判断することができる。このため、端末1020は、コードフェーズCPA1の精度を検証することができる。
- [0172] また、端末1020は、閾値 β 1以下のコードフェーズ差に対応するコードフェーズCPA1を使用して、現在位置を測位することができる。
- [0173] これにより、端末1020は、信号強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号のコードフェーズの精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。
- [0174] また、端末1020は、周波数閾値 α 1以内の範囲外の周波数fA1に対応するコードフェーズCPA1を測位から排除することができる。
- [0175] これは、端末1020が、C/AコードのコードフェーズCPA1の精度を検証するのみならず、コードフェーズCPA1を算出したときの受信周波数fA1の精度も検証することができることを意味する。
- [0176] これにより、端末1020は、信号強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の

コードフェーズの精度を検証したうえで、一層精度良く測位することができる

以上が第1の実施の形態に係る端末1020の構成であるが、以下、その動作例を主に図13を使用して説明する。

[0177] 図13は端末1020の動作例を示す概略フローチャートである。

[0178] まず、端末1020は、電波S1等を受信し、メジャメントを算出する(図13のステップS101)。このステップS101は、位相算出ステップの一例である。

[0179] 続いて、端末1020は、メジャメントを保存する(ステップS102)。

[0180] 続いて、端末1020は、現在周波数 $fA1$ と前回周波数 $fA0$ との周波数差分の絶対値が、周波数閾値 $\alpha 1$ 以下か否かを判断する(ステップS103)。

[0181] 端末1020は、ステップS103において、周波数閾値 $\alpha 1$ 以下ではないと判断した周波数差分に対応するコードフェーズ $CPA1$ を測位に使用しない(ステップS109)。すなわち、測位使用コードフェーズ $CPA1f$ とはしない。

[0182] これに対して、ステップS103において、周波数閾値 $\alpha 1$ 以下であると判断した周波数差分に対応するコードフェーズ $CPA1$ については、対応する予測コードフェーズ $CPAe$ を算出する(ステップS104)。このステップS104は、予測位相算出ステップの一例である。

[0183] 続いて、端末1020は、コードフェーズ $CPA1$ と予測コードフェーズ $CPAe$ とのコードフェーズ差の絶対値が閾値 $\beta 1$ 以下か否かを判断する(ステップS105)。このステップS105は、位相評価ステップの一例である。端末1020は、コードフェーズ差の絶対値が閾値 $\beta 1$ 以下であると判断したコードフェーズ $CPA1$ を測位使用コードフェーズ $CPA1f$ とする。

[0184] 続いて、端末1020は、測位使用コードフェーズ $CPA1f$ が3個以上あるか否かを判断する(ステップS106)。

[0185] ステップS106において、端末1020が、測位使用コードフェーズ $CPA1f$ が3個未満であると判断した場合には、測位不能であるから、測位することなく終了する。

[0186] これに対して、ステップS106において、端末1020が、測位使用コードフェーズ $CPA1f$ が3個以上であると判断した場合には、測位使用コードフェーズ $CPA1f$ を使用して測位する(ステップS107)。このステップS107は、測位ステップの一例である。

[0187] 続いて、端末1020は、測位位置QA1 (図9参照)を出力する(ステップS108)。

[0188] 以上のステップによって、端末1020は、信号強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の位相の精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。

[0189] [第2の実施の形態]

図14は、第2の実施の形態の端末2020等を示す概略図である。

[0190] 図14に示すように、端末2020は、測位衛星である例えば、GPS衛星12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, 12g及び12hから、電波S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7及びS8を受信することができる。GPS衛星12a等は、発信源の一例でもある。なお、測位衛星は、GPS衛星に限らず、広くSPS (Satellite Positioning System)において使用される衛星であってもよい。

[0191] 電波S1等には各種のコード(符号)が乗せられている。そのうちの 하나가C/AコードScaである。このC/AコードScaは、1.023Mbpsのビット率、1,023bit (=1msec)のビット長の信号である。C/AコードScaは、1,023チップ(chip)で構成されている。端末2020は、現在位置を測位する測位装置の一例であり、このC/Aコードを使用して現在位置の測位を行う。このC/AコードScaは、測位基礎符号の一例である。

[0192] また、電波S1等に乗せられる情報として、アルマナックSal及びエフェメリスSehがある。アルマナックSalはすべてのGPS衛星12a等の概略の衛星軌道を示す情報であり、エフェメリスSehは各GPS衛星12a等の精密な衛星軌道を示す情報である。アルマナックSal及びエフェメリスSehを総称して航法メッセージと呼ぶ。

[0193] 端末2020は、例えば、3個以上の異なるGPS衛星12a等からのC/Aコードのコードフェーズ(位相)を特定して、現在位置を測位することができるようになっている。

[0194] 図15は、測位方法の一例を示す概念図である。

[0195] 図15に示すように、例えば、GPS衛星12aと端末2020との間には、C/Aコードが連続的に並んでいると観念することができる。そして、GPS衛星12aと端末2020との間の距離は、C/Aコードの長さ(300キロメートル(km))の整数倍とは限らないから、コード端数部C/Aaが存在する。つまり、GPS衛星12aと端末2020の間には、C/Aコードの整数倍の部分と、端数部分が存在する。C/Aコードの整数倍の部分と

端数部分の合計の長さが擬似距離である。端末2020は、3個以上のGPS衛星12a等についての擬似距離を使用して測位を行う。

- [0196] 本実施形態において、C/Aコードの端数部C/Aaをコードフェーズ(位相)と呼ぶ。コードフェーズは、例えば、C/Aコードの1, 023あるチップの何番目かで示すこともできるし、距離に換算して示すこともできる。擬似距離を算出するときには、コードフェーズを距離に換算している。
- [0197] GPS衛星12aの軌道上の位置はエフェメリスSehを使用して算出可能である。そして、例えば、GPS衛星12aの軌道上の位置と後述の初期位置QB0との距離を算出すれば、C/Aコードの整数倍の部分を知ることができる。なお、C/Aコードの長さが300キロメートル(km)であるから、初期位置QB0の位置誤差は、150キロメートル(km)以内である必要がある。
- [0198] そして、図15に示すように、レプリカC/Aコードの位相を例えば、矢印X1方向に移動させながら、相関処理を行う。このとき、端末2020は、同期用周波数も変動させながら、相関処理を行う。この相関処理は、後述のコヒーレント処理及びインコヒーレント処理で構成される。
- [0199] 相関積算値が最大になった位相がコード端数C/Aaである。
- [0200] なお、第2の実施の形態とは異なり、端末2020は、例えば、携帯電話の通信基地局からの電波を使用して測位を行うようにしてもよい。また、第2の実施の形態とは異なり、端末2020は、LAN(Local Area Network)から電波を受信して、測位を行うようにしてもよい。
- [0201] 図16は、相関処理の説明図である。
- [0202] コヒーレントは、端末2020が受信したC/AコードとレプリカC/Aコードとの相関をとる処理である。レプリカC/Aコードは、端末2020が発生する符号である。レプリカC/Aコードは、レプリカ測位基礎符号の一例である。
- [0203] 例えば、図16に示すように、コヒーレント時間が10msecであれば、10msecの時間において同期積算したC/AコードとレプリカC/Aコードとの相関値等を算出する。コヒーレント処理の結果、相関をとったときのコードフェーズと、相関値が出力される。
- [0204] インコヒーレントは、コヒーレント結果の相関値を積算することによって、相関積算値

(インコヒーレント値)を算出する処理である。

- [0205] 関連処理の結果、コヒーレント処理で出力されたコードフェーズと、関連積算値が出力される。
- [0206] 図17は、関連積算値とコードフェーズの関係の一例を示す図である。
- [0207] 図17の関連積算値の最大値 P_{max} に対応するコードフェーズCP1が、C/Aコードのコードフェーズ(レプリカC/Aコードのコードフェーズと等しい)である。
- [0208] そして、端末2020は、例えば、コードフェーズCP1から2分の1チップ離れたコードフェーズのうち、関連積算値が小さい方の関連積算値をノイズの関連積算値 P_{noise} とする。
- [0209] 端末2020は、 P_{max} と P_{noise} との差分を P_{max} で除した値を信号強度XPRとして規定する。信号強度XPRは、信号強度の一例である。
- [0210] そして、端末2020は、XPRが例えば、0.2以上である場合に、コードフェーズCP1を測位に使用するコードフェーズの候補とする。以下、このコードフェーズを、「候補コードフェーズ」とも呼ぶ。候補コードフェーズは測位に使用する候補であり、端末2020が実際に測位に使用するとは限らない。
- [0211] 図18及び図19は、候補コードフェーズと時間経過等との関係の一例を示す図である。
- [0212] 図18は、例えば、GPS衛星12aが端末2020に近づいている状態を示している。
- [0213] 例えば、GPS衛星12aが端末2020に近づくと、GPS衛星12aと端末2020との距離が短くなるから、候補コードフェーズC1は時間経過とともに、0に近づく。
- [0214] また、周波数系列F1に属する周波数は、時間経過とともに、高くなるように設定されている。これは、GPS衛星12aが端末2020に近づいているために生じるドップラー偏移によって、電波S1が端末2020に到達するときの到達周波数が高くなることに対応するためである。
- [0215] 端末2020は、変動する到達周波数に効率的に同期するために、図19に示すように、例えば、3つの周波数系列F1、F2及びF3を使用する。周波数系列F1等は周波数系列の一例である。周波数系列F1とF2は例えば、50ヘルツ(Hz)の周波数幅だけ乖離している。また、周波数系列F1とF3もまた、50ヘルツ(Hz)の周波数幅だけ

乖離している。50ヘルツ(Hz)の周波数間隔は予め規定されている。すなわち、50ヘルツ(Hz)の周波数間隔は、周波数間隔の一例である。この周波数間隔は、端末2020が実施する相関処理における周波数サーチのステップ間隔未満において規定されている。例えば、周波数サーチのステップ間隔が100ヘルツ(Hz)であれば(図24B参照)、100ヘルツ(Hz)未満において規定される。

- [0216] なお、周波数系列F1等は少なくとも1つであればよく、第2の実施の形態とは異なり、例えば、1つでもよいし、4つ以上でもよい。
- [0217] 図19に示すように、各周波数系列F1等は、到達周波数のドップラー偏移を予想して時間経過とともに変化するように設定される。
- [0218] そして、各周波数系列F1等のいずれかが、到達周波数のドップラー偏移に最も精度良く追随しているはずである。
- [0219] 周波数系列F1においてはコードフェーズC1が算出される。そして、周波数系列F2においてはコードフェーズC2が算出される。そして、周波数系列F3においてはコードフェーズC3が算出される。
- [0220] このように、3つのコードフェーズC1等が並行して算出されるのであるが、信号強度XPRが最も高い状態で算出されたコードフェーズが最も信頼度が高いのが一般的である。
- [0221] ところが、XPRが最も高い周波数系列F1等が維持されるとは限らない。例えば、図19に示すように、例えば、時刻t1とt2との間においては周波数系列F1で算出したコードフェーズC1のXPRが最も高く、時刻t2とt3との間においては周波数系列F2で算出したコードフェーズC2のXPRが最も高い。
- [0222] 各周波数系列F1等の周波数は、予想されるドップラー偏移という共通の要素に基づいて変更されているのであるから、いずれか1つの周波数系列で算出したコードフェーズが精度が高いものであれば、継続的に、他の周波数系列で算出したコードフェーズよりも精度が高いはずである。
- [0223] ここで、「精度が高い」とは、算出したコードフェーズと真のコードフェーズとの乖離が小さいことを意味する。
- [0224] 例えば、周波数系列F1の精度が他の周波数系列F2及びF3よりも精度が高い場

合には、周波数系列F1が他の周波数系列F2及びF3に比べて、実際の到達周波数に最も精度良く追従し続けているはずである。このため、周波数系列F1において、他の周波数系列F2及びF3よりも信号強度XPRが低い時間帯があったとしても、周波数系列F1において算出された候補コードフェーズが、精度が最も高いはずである。

[0225] この点、端末2020は、以下のハードウェア構成及びソフトウェア構成によって、弱電界下において、候補コードフェーズの精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。

[0226] (端末2020の主なハードウェア構成について)

図20は、端末2020の主なハードウェア構成を示す概略図である。

[0227] 図20に示すように、端末2020は、コンピュータを有し、コンピュータは、バス2022を有する。バス2022には、CPU(Central Processing Unit)2024、記憶装置2026等が接続されている。記憶装置2026は、例えば、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)等である。

[0228] また、バス2022には、入力装置2028、電源装置2030、GPS装置2032、表示装置2034、通信装置2036及び時計2038が接続されている。

[0229] (GPS装置2032の構成について)

図21は、GPS装置2032の構成を示す概略図である。

[0230] 図21に示すように、GPS装置2032は、RF部2032aとベースバンド部2032bで構成される。

[0231] RF部2032aは、アンテナ2033aで電波S1等を受信する。そして、増幅器であるLNA2033bが、電波S1に乗せられているC/Aコード等の信号を増幅する。そして、ミキサ2033cが、信号の周波数をダウンコンバートする。そして、直交(IQ)検波器2033dが信号をIQ分離する。続いて、A/Dコンバータ2033e1及び2033e2が、IQ分離された信号をそれぞれデジタル信号に変換するように構成されている。

[0232] ベースバンド部2032bは、RF部2032aからデジタル信号に変換された信号を受信し、信号をサンプリングして積算し、ベースバンド部2032bが保持しているC/Aコードとの相関をとるように構成されている。ベースバンド部2032bは、例えば、128個の相関器(図示せず)及び積算器(図示せず)を有し、同時に128の位相において、

相関処理を行うことができるようになっている。相関器は前述のコヒーレント処理を行うための構成である。積算器は前述のインコヒーレント処理を行うための構成である。

[0233] (端末2020の主なソフトウェア構成について)

図22は、端末2020の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

[0234] 図22に示すように、端末2020は、各部を制御する制御部2100、図20のGPS装置2032に対応するGPS2102、時計2038に対応する計時部2104等を有している。

[0235] 端末2020は、また、各種プログラムを格納する第1記憶部2110、各種情報を格納する第2記憶部2150を有する。

[0236] 図22に示すように、端末2020は、第2記憶部2150に、航法メッセージ2152を格納している。航法メッセージ2152は、アルマナック2152a及びエフェメリス2152bを含む。

[0237] 端末2020は、アルマナック2152a及びエフェメリス2152bを、測位のために使用する。

[0238] 図22に示すように、端末2020は、第2記憶部2150に、初期位置情報2154を格納している。初期位置QB0は、例えば、前回の測位位置である。

[0239] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、観測可能衛星算出プログラム2112を格納している。観測可能衛星算出プログラム2112は、制御部2100が、初期位置情報2154に示される初期位置QB0を基準として、観測可能なGPS衛星12a等を算出するためのプログラムである。

[0240] 具体的には、制御部2100は、アルマナック2152aを参照して、計時部2104によって計測した現在時刻において観測可能なGPS衛星12a等を判断する。制御部2100は、観測可能なGPS衛星12a等(以下、「観測可能衛星」と呼ぶ)を示す観測可能衛星情報2156を第2記憶部2150に格納する。第2の実施の形態においては、観測可能衛星は、GPS衛星12a乃至12hである(図1及び図22参照)。

[0241] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、推定周波数星算出プログラム2114を格納している。推定周波数星算出プログラム2114は、制御部2100が、GPS衛星12a等からの電波S1等の到達受信周波数を推定するためのプログラムで

ある。

- [0242] この到達周波数は、電波S1が端末2020に到達するときの周波数である。より詳細には、この到達周波数は、電波S1が端末2020に到達し、さらに端末2020においてダウンコンバートされたときの中間(IF)周波数である。
- [0243] 図23は、推定周波数算出プログラム2114の説明図である。
- [0244] 図23に示すように、制御部2100は、GPS衛星12a等からの発信周波数H1にドップラー偏移H2を加えて、推定周波数A2を算出する。GPS衛星12a等からの発信周波数H1は既知であり、例えば、1,575.42MHzである。
- [0245] ドップラー偏移H2は、各GPS衛星12a等と端末2020との相対移動によって生じる。制御部2100は、エフェメリス2152bと初期位置QB0によって現在時刻における各GPS衛星12a等の視線速度(端末2020の方向に対する速度)を算出する。そして、その視線速度に基づいて、ドップラー偏移H2を算出する。
- [0246] 制御部2100は、観測可能衛星であるGPS衛星12a等ごとに、推定周波数A2を算出する。
- [0247] なお、推定周波数A2には、端末2020のクロック(基準発振器:図示せず)のドリフト分の誤差を含む。ドリフトとは、温度変化による発振周波数の変化である。
- [0248] このため、制御部2100は、推定周波数A2を中心として、所定の幅の周波数において電波S1等をサーチする。例えば、 $(A2 - 100)$ kHzの周波数から $(A2 + 100)$ kHzの周波数の範囲を、100Hzごとの周波数で電波S1等をサーチする。
- [0249] なお、第2の実施の形態とは異なり、ドリフトを予め推定することができる場合には、推定周波数A2及び推定したドリフトに基づいて、サーチを開始する中心周波数を算出することにもよい。
- [0250] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、メジャメント算出プログラム2116を格納している。メジャメント算出プログラム2116は、制御部2100が、各GPS衛星12a等ごとに各周波数系列F1乃至F3において、GPS衛星12a等から受信したC/Aコードと端末2020が発生するレプリカC/Aコードとの相関処理を行って、相関積算値の最大値Pmax、ノイズの相関積算値Pnoise、候補コードフェーズ及び受信周波数を含むメジャメントを算出するためのプログラムである。メジャメント算出プロ

グラム2116と制御部2100は、位相算出部の一例であり、受信周波数特定部の一例でもある。

[0251] 図24A～24Cは、メジャメント算出プログラム2116の説明図である。

[0252] 図24Aに示すように、制御部2100はベースバンド部2032bによって、C/Aコードの1チップを例えば、等間隔で分割して、相関処理を行う。C/Aコードの1チップは、例えば、32等分される。すなわち、32分の1チップの位相幅(第1位相幅 $W1$)間隔で相関処理を行う。そして、制御部2100が相関処理を行うときの第1位相幅 $W1$ 間隔の位相を第1サンプリング位相 $SC1$ と呼ぶ。

[0253] 第1位相幅 $W1$ は、電波 $S1$ 等が端末2020に到達するときの信号強度が -155dBm 以上である場合に、相関最大値 P_{max} を検出することができる位相幅として規定されている。32分の1チップの位相幅であれば、信号強度が -155dBm 以上であれば弱電界であっても、相関最大値 P_{max} を検出することができるがシミュレーションによって明らかになっている。

[0254] 図24Bに示すように、制御部2100は、推定周波数 $A2$ を中心として、 $\pm 100\text{kHz}$ の周波数範囲を第1位相幅 $W1$ ずつずらしながら相関処理を行う。このとき、周波数を 100Hz ずつずらしながら、相関処理を行う。

[0255] 図24Cに示すように、ベースバンド部2032bからは、2チップ分の位相 $C1$ 乃至 $C64$ に対応する相関値積算 P が出力される。各位相 $C1$ 乃至 $C64$ が、第1サンプリング位相 $SC1$ である。

[0256] 制御部2100はメジャメント算出プログラム2116に基づいて、例えば、C/Aコードの第1チップから第1,023チップまでをサーチする。

[0257] 制御部2100は、各GPS衛星12a等ごとに各周波数系列 $F1$ 乃至 $F3$ において、コードフェーズ $CPB1$ 、受信周波数 $fB1$ 、 $PB_{\text{max}}1$ 及び $PB_{\text{noise}}1$ を算出し、現在メジャメント情報2160とする。コードフェーズ $CPB1$ 、受信周波数 $fB1$ 、 $PB_{\text{max}}1$ 及び $PB_{\text{noise}}1$ を総称して、メジャメントと呼ぶ。

[0258] なお、コードフェーズ $CPB1$ は、距離に換算されている。上述のように、C/Aコードのコード長は、例えば、300キロメートル(km)であるから、C/Aコードの端数部分であるコードフェーズを距離に換算することができる。

- [0259] 図25は、現在メジャメント情報2160の一例を示す図である。
- [0260] 図25に示すように、現在メジャメント情報2160は、例えば、GPS衛星12aについて周波数系列F1における周波数 f_{B11a} 、コードフェーズ CP_{B11a} 、 PB_{max11a} 、 $PB_{noise11a}$ を示している。
- [0261] また、現在メジャメント情報2160は、GPS衛星12aについての周波数系列F2における周波数 f_{B12a} 、コードフェーズ CP_{B12a} 、 PB_{max12a} 、 $PB_{noise12a}$ を示している。
- [0262] また、現在メジャメント情報2160は、GPS衛星12aについての周波数系列F3における周波数 f_{B13a} 、コードフェーズ CP_{B13a} 、 PB_{max13a} 、 $PB_{noise13a}$ を示している。
- [0263] 周波数 f_{B11a} 乃至 f_{B13a} は、GPS衛星12aからの電波S1を受信したときの受信周波数である。
- [0264] 同様に、現在メジャメント情報2160は、GPS衛星12b乃至12fについての周波数系列F1乃至周波数系列F3等における周波数 f_{11b} 等(図示せず)を示す。
- [0265] なお、同一のGPS衛星12a等についての同一の周波数系列F1等におけるメジャメントを、対応するメジャメントと呼ぶ。例えば、GPS衛星12aについての周波数系列F1におけるコードフェーズ CP_{B11a} と周波数 f_{B11a} は対応するメジャメントである。
- [0266] なお、第2の実施の形態とは異なり、相関処理の方法としては、ナローコリレータ(例えば、特開2000-312163号公報参照)を採用してもよい。
- [0267] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、メジャメント保存プログラム2118を格納している。メジャメント保存プログラム2118は、制御部2100が、メジャメントを第2記憶部2150に保存するためのプログラムである。
- [0268] 制御部2100は、新たなメジャメントを現在メジャメント情報2160として第2記憶部2150に格納するとともに、既存の現在メジャメント情報2160を前回メジャメント情報2162として第2記憶部2150に格納する。前回メジャメント情報2162は、前回測位時のコードフェーズ CP_{B0} 、周波数 f_{B0} 、 PB_{max0} 及び PB_{noise0} を含む。
- [0269] 図26は、前回メジャメント情報2162を示す図である。
- [0270] 図26に示すように、前回メジャメント情報2162は、各GPS衛星12a等ごとに各周波

数系列F1乃至F3において算出された周波数fB01a等を示している。なお、図26においては、GPS衛星12aについてのメジャメントのみを図示し、他のGPS衛星12b等のメジャメントについては図示を省略している。

[0271] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、周波数評価プログラム2120を格納している。周波数評価プログラム2120は、制御部2100が、前回測位時の受信周波数fB0と現在測位時の受信周波数fB1との周波数差が周波数閾値 α 2以下であるか否かを判断するためのプログラムである。周波数閾値 α 2以下の範囲は、周波数系列F1、F2及びF3の周波数間隔未満の閾値によって、予め規定されている。上述のように、周波数間隔が50ヘルツ(Hz)であれば、周波数閾値 α 2は、例えば、30ヘルツ(Hz)である。

[0272] 上述の周波数評価プログラム2120及び制御部2100は、周波数差評価部の一例である。そして、周波数閾値 α 2以下の範囲は、予め規定した周波数差許容範囲内の一例である。

[0273] 制御部2100は、現在メジャメント情報2160に示されるすべてのコードフェーズCPB11a等(図25参照)について、上述の判断を行う。例えば、GPS衛星12aについての現在の周波数fB11aと前回の周波数fB01aとの周波数差が周波数閾値 α 2以下であるか否かを判断する。同様に、周波数fB12aと周波数fB02aとの周波数差が周波数閾値 α 2以下であるか否かを判断し、周波数fB13aと周波数fB03aとの周波数差が周波数閾値 α 2以下であるか否かを判断する。同様に、GPS衛星12b乃至12fについても、同様に周波数についての判断を行う。

[0274] 端末2020は、周波数差が周波数閾値 α 2以下ではない場合には、対応するコードフェーズCPB11a等を測位に使用しない。すなわち、周波数評価プログラム2120と制御部2100は、位相排除部の一例である。

[0275] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、予測コードフェーズプログラム2122を格納している。予測コードフェーズプログラム2122は、制御部2100が、前回測位時のコードフェーズCPB0と、電波S1等のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間dtに基づいて、現在の位相を予測して予測コードフェーズCPBeを算出するためのプログラムである。予測コードフェーズCPBeは、予測位相の一例であ

る。予測コードフェーズプログラム2122と制御部2100は、予測位相算出部の一例である。制御部2100は、各GPS衛星12a等についての各周波数系列F1乃至F3について、それぞれ予測コードフェーズCPBeを算出する。

[0276] なお、予測コードフェーズCPBeは、距離に換算されている。

[0277] 図27は、予測コードフェーズプログラム2122の説明図である。

[0278] 図27に示すように、制御部2100は、例えば、式2によって、予測コードフェーズCPBeを算出する。

[0279] 制御部2100は、式2に示すように、前回測位時のコードフェーズCPB0から、例えば、GPS衛星12aと端末2020の相対移動速度に前回測位時からの経過時間dtを乗じた値を減じることによって、予測コードフェーズCPBeを算出する。

[0280] なお、式2において、予測コードフェーズCPBe、前回コードフェーズCPB0は、距離に換算されている。

[0281] ここで、電波S1等は、光速で伝播する。このため、光速を電波S1等の発信周波数H1で除することによって、ドップラー偏移1ヘルツ(Hz)に対応する概略の速度を算出することができる。すなわち、ドップラー偏移がプラス(+) 1 ヘルツ(Hz)であるということは、GPS衛星12aが秒速 0.19 メートル(m/s)で端末2020に近づいているということである。このため、予測コードフェーズCPBeは、前回測位時のコードフェーズCPB0よりも短くなる。ここで、ドップラー偏移は、例えば、前回測位時の周波数fB0と発信周波数H1との差分である。

[0282] これに対して、ドップラー偏移がマイナス(-) 1 ヘルツ(Hz)であるということは、GPS衛星12aが秒速 0.19 メートル(m/s)で端末2020から遠ざかっているということである。このため、予測コードフェーズCPBeは、前回測位時のコードフェーズCPB0よりも長くなる。

[0283] なお、式2は、前回測位時からの経過時間が短時間であるという条件において成立するものである。言い換えると、式2は、コードフェーズと経過時間との関係をグラフ上で直線として示せる限りにおいて成立する。

[0284] また、第2の実施の形態とは異なり、前回測位時の周波数fB0と発信周波数H1との差分と、現在測位時の周波数fB1と発信周波数H1との差分との平均値を、ドップラ

一偏移としてもよい。これにより、予測コードフェーズCPBeを一層正確に算出することができる。

- [0285] また、第2の実施の形態とは異なり、制御部2100は、前回測位時のコードフェーズCPB0であって、さらに、相関処理の完了時におけるコードフェーズCPB0を使用して、予測コードフェーズCPBeを算出するようにしてもよい。相関処理の完了時のコードフェーズCPB0は、積算によってノイズが相殺されているため、相関処理の開始時や相関処理の過程におけるコードフェーズよりも精度が高いから、予測コードフェーズCPBeの精度も高くなる。
- [0286] 制御部2100は、算出した予測コードフェーズCPBeを示す予測コードフェーズ情報2164を第2記憶部2150に格納する。
- [0287] 図28は、予測コードフェーズ情報2164の一例を示す図である。
- [0288] 図28に示すように、予測コードフェーズ情報2164は、例えば、GPS衛星12aについての周波数系列F1における予測コードフェーズCPBe1a、周波数系列F2における予測コードフェーズCPBe2a、周波数系列F3における予測コードフェーズCPBe3aを示す。同様に、予測コードフェーズ情報2164は、GPS衛星12b乃至12fについて各周波数系列F1乃至F3における予測コードフェーズCPBe1b等(図示せず)を示す。
- [0289] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、コードフェーズ評価プログラム2124を格納している。コードフェーズ評価プログラム2124は、制御部2100が、現在のコードフェーズCPB1と予測コードフェーズCPBeとのコードフェーズ差がコードフェーズ閾値 $\beta 2$ (以下、「閾値 $\beta 2$ 」と呼ぶ)以下か否かを判断するためのプログラムである。閾値 $\beta 2$ 以下の範囲は、位相差許容範囲内の一例である。コードフェーズ評価プログラム2124と制御部2100は、位相差評価部の一例である。
- [0290] 制御部2100は、上述の周波数評価プログラム2120によって閾値 $\alpha 2$ 以下であると判断した周波数差分に対応するコードフェーズCPB1を、コードフェーズ評価プログラム2124に基づく判断の対象とする。
- [0291] 制御部2100は、また、コードフェーズ評価プログラム2124に基づいて、各GPS衛星12a等の各周波数系列F1乃至F3ごとに、コードフェーズ差が閾値 $\beta 2$ 以下である

場合には、コードフェーズ差評価パス回数(以下、「パス回数」と呼ぶ)を1つつ加算する。そして、制御部2100は、各GPS衛星12a等の各周波数系列F1乃至F3ごとに、コードフェーズ差が閾値 $\beta 2$ より大きい場合には、パス回数を0にする。

[0292] 制御部2100は、パス回数を示すコードフェーズ評価パス回数情報2166を第2記憶部2150に格納する。

[0293] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、コードフェーズ選択プログラム2126を格納している。コードフェーズ選択プログラム2126は、制御部2100が、上述の閾値 $\beta 2$ 以下のコードフェーズ差に対応するコードフェーズCPB1のうち、各GPS衛星12a等ごとに、コードフェーズ差が最小のコードフェーズCPB1を選択して選択コードフェーズCP1sとするためのプログラムである。選択コードフェーズCP1sは、選択位相の一例である。コードフェーズ選択プログラム2126と制御部2100は、位相選択部の一例である。

[0294] 図29は、コードフェーズ選択プログラム2126の説明図である。

[0295] 図29に示すように、制御部2100は、例えば、GPS衛星12aについて、周波数系列F1におけるコードフェーズCPB11aとCPBe1aとの差分の絶対値dCPB11aを算出する。また、制御部2100は、周波数系列F2におけるコードフェーズCPB12aとCPBe2aとの差分の絶対値dCPB12a、周波数系列F3におけるコードフェーズCPB13aとCPBe3aとの差分の絶対値dCPB13aを算出する。

[0296] そして、例えば、図29に示すように、絶対値dCPB11a乃至絶対値dCPB13aの中で、絶対値dCPB11aが最小である場合には、コードフェーズCPB11aを選択する。

[0297] そして、制御部2100は、コードフェーズCPB11aを選択コードフェーズCP1saとする。

[0298] 制御部2100は、各GPS衛星12a等について、それぞれ上述の選択を行う。

[0299] 制御部2100は、選択した選択コードフェーズCP1sを示す選択コードフェーズ情報2168を第2記憶部2150に格納する。

[0300] 図30は、選択コードフェーズ情報2168の一例を示す図である。

[0301] 選択コードフェーズ情報2168は、各GPS衛星12a等ごとに周波数系列F1乃至F3のうちいずれかにおいて算出されたコードフェーズを示す。

- [0302] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、選択コードフェーズ第1評価プログラム2128を格納している。選択コードフェーズ第1評価プログラム2128は、制御部2100が、選択コードフェーズCP1sa等の信号強度XPRが最大か否かを判断するためのプログラムである。選択コードフェーズ第1評価プログラム2128と制御部2100は、選択位相第1評価部の一例である。
- [0303] 具体的には、制御部2100は、各GPS衛星12a等ごとに、選択コードフェーズCP1saのXPRが、コードフェーズCPB1等のなかで最大か否かを判断する。
- [0304] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、選択コードフェーズ第2評価プログラム2130を格納している。選択コードフェーズ第2評価プログラム2130は、制御部2100が、上述のパス回数が、 γ 回以上であるか否かを判断するためのプログラムである。 γ 回は例えば、3回であり、予め規定されている。 γ 回以上の範囲は、規定回数範囲内の一例である。選択コードフェーズ第2評価プログラム2130と制御部2100は、選択位相第2評価部の一例である。
- [0305] なお、パス回数は、コードフェーズ差が閾値 β 2以下であることが連続しない限り、0にされるから、パス回数が γ 回以上であるということは、連続してコードフェーズが閾値 β 2以下であることが連続して γ 回以上であることを意味する。
- [0306] また、選択コードフェーズ第2評価プログラム2130は、制御部2100が、積算時間中におけるXPRの低下回数が、予め規定した例えば、10回以上か否かを判断するためのプログラムでもある。
- [0307] 具体的には、制御部2100は、上述の選択コードフェーズ第1評価プログラム2128によって、選択コードフェーズCP1sa等の信号強度XPRが最大ではないと判断した場合に、選択コードフェーズ第2評価プログラム2130による判断を行う。
- [0308] 図31A~31Cは、選択コードフェーズ第2評価プログラム2130の説明図である。
- [0309] 図31Aに示すように、例えば、積算時間を16秒(s)とすれば、16秒(s)経過時(積算完了時)におけるXPRが最大である。これは、ノイズは互いに相殺されるのに対して、C/Aコードは積算されるからである。この積算完了時におけるコードフェーズは信頼性が高い。
- [0310] そして、XPRは、理論には、積算開始時から積算完了時にかけて、大きくなってい

く。

- [0311] ところが、実際には、図31Bにおけるように、積算開始直後においてはXPRは低減する場合がある。このため、コードフェーズを正確に算出することができない。
- [0312] そして、端末2020が受信している信号がノイズ(偽信号)である場合には、図31Cに示すように、積算完了時に至っても、XPRは大きくならない。このため、コードフェーズを算出することは困難である。
- [0313] このように、受信している電波がC/Aコードを乗せた電波であってもノイズであっても、積算開始直後においてはXPRが小さく、かつ、XPRが低下する場合がある。そして、受信している電波がC/Aコードを乗せた電波である場合には、積算時間の経過に伴って、XPRが大きくなる。
- [0314] このため、積算開始から相当程度の時間が経過した後に、コードフェーズ差が閾値 $\beta 2$ 以下であるという状態が継続した場合には、受信している信号が、ノイズではないと考えることができる。
- [0315] また、XPRの低下が積算時間開始から相当程度の時間が継続しても発生する場合には、受信している信号がノイズであると考えることができる。言い替えると、XPRの低下が積算時間開始から相当程度の時間が継続した後に発生しない場合には、受信している信号がノイズではないと考えることができることを意味する。
- [0316] そこで、端末2020においては、コードフェーズ差が閾値 $\beta 2$ 以下であるという状態が継続したか否かと、XPRの低下が連続したか否かを、受信している信号がノイズか否かを判断するための基準としている
- 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、測位プログラム2132を格納している。測位プログラム2132は、制御部2100が、選択コードフェーズ第1評価プログラム2128又は選択コードフェーズ第2評価プログラム2130による判断結果が肯定的である場合に、選択コードフェーズCP1sを測位使用コードフェーズCPB1fとして、現在位置を測位するためのプログラムである。すなわち、測位プログラム2132と制御部2100は、測位部の一例である。
- [0317] 制御部2100は、例えば、選択コードフェーズCP1saのXPRが最大である場合には、その選択コードフェーズCP1saを測位使用コードフェーズCPB1faとする。

- [0318] 制御部2100は、選択コードフェーズCP1saのXPRが最大ではない場合であっても、コードフェーズ評価パス回数が γ 回以上であって、かつ、XPRの低減が10回未満である場合には、選択コードフェーズCP1saを測位使用コードフェーズCPB1faとする。
- [0319] これに対して、制御部2100は、選択コードフェーズCP1saのXPRが最大ではない場合において、コードフェーズ評価パス回数が γ 回未満であるか、又は、XPRの低減が10回以上である場合には、選択コードフェーズCP1sa(コードフェーズCPB11a)以外のコードフェーズCPB12a及びCP13aのうち、XPRが大きい方を測位使用コードフェーズCPB1faとする。
- [0320] 制御部2100は、決定した測位使用コードフェーズCPB1fを示す測位使用コードフェーズ情報2170を第2記憶部2150に格納する。
- [0321] 図32は、測位使用コードフェーズ情報2170の一例を示す図である。
- [0322] 図32に示すように、測位使用コードフェーズ情報2170は、例えば、GPS衛星12a、12b、12c及び12dにそれぞれ対応する測位使用コードフェーズCPB1fa、CPB1fb、CPB1fc及びCPB1fdを示す情報である。
- [0323] 制御部2100は、測位使用コードフェーズ情報2170に示される測位使用コードフェーズCPB1fa、CPB1fb、CPB1fc及びCPB1fdを使用して、現在位置Q1を算出する。
- [0324] 制御部2100は、算出した測位位置QB1を示す測位位置情報2172を第2記憶部2150に格納する。
- [0325] 図22に示すように、端末2020は、第1記憶部2110に、測位位置出力プログラム2134を格納している。測位位置出力プログラム2134は、制御部2100が、測位位置QB1を表示装置2034(図20参照)に表示するためのプログラムである。
- [0326] 端末2020は、上述のように構成されている。
- [0327] 端末2020は、コードフェーズ差が閾値 β 2以下か否かを判断することができる。すなわち、端末2020は、コードフェーズCPB1の精度を検証することができる。
- [0328] また、端末2020は、コードフェーズ差が閾値 β 2以下のコードフェーズ差に対応するコードフェーズCPB1のうち、各GPS衛星12a等ごとにコードフェーズ差が最小のコ

ードフェーズCPB1を選択し、選択コードフェーズCP1sとすることができる。選択コードフェーズCP1sは、コードフェーズ差が最小のコードフェーズであるから、他の周波数系列のコードフェーズCPB1よりも精度が高い。

[0329] さらに、端末2020は、選択コードフェーズCP1sの信号強度XPRが最大か否かを判断することができる。選択コードフェーズCP1sのXPRが最大であれば、選択コードフェーズCP1sは、他のコードフェーズCPB1よりも精度が高いことが保証されたと考えることができる。

[0330] そして、端末2020は、選択コードフェーズ第1評価プログラム2128による判断結果が肯定的である場合には、選択コードフェーズCP1sを測位使用コードフェーズCPB1fとして、現在位置を測位することができる。

[0331] これにより、端末2020は、電波強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の位相の精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。

[0332] また、端末2020は選択コードフェーズ第2評価プログラム2130を有するから、選択コードフェーズCP1sが属する周波数系列F1乃至F3におけるコードフェーズが、連続して閾値 $\beta 2$ 以下であった回数が3回以上である場合には、選択コードフェーズCP1sを使用して、現在位置を測位することができる。

[0333] 選択コードフェーズCP1sが属する周波数系列F1等におけるコードフェーズが、連続して閾値 $\beta 2$ 以下であった回数が3回以上であるということは、選択コードフェーズCP1sが属する周波数系列F1等におけるコードフェーズは、他の周波数系列におけるコードフェーズよりも精度が高いことを意味する。

[0334] これにより、端末2020は、選択コードフェーズ第1評価プログラム2128による判断結果が否定的である場合であっても、精度が高いコードフェーズを使用して測位をすることができる。

[0335] また、端末2020は、周波数閾値 $\alpha 2$ 以内の範囲外の周波数fB1に対応するコードフェーズCPB1を測位から排除することができる。

[0336] これは、端末2020が、C/AコードのコードフェーズCPB1の精度を検証するのみならず、コードフェーズCPB1を算出したときの受信周波数fB1の精度も検証することができることを意味する。

- [0337] これにより、端末2020は、信号強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号のコードフェーズの精度を検証したうえで、一層精度良く測位することができる
- 以上が第2の実施の形態に係る端末2020の構成であるが、以下、その動作例を主に図33を使用して説明する。
- [0338] 図33は端末2020の動作例を示す概略フローチャートである。
- [0339] まず、端末2020は、電波S1等を受信し、メジャメントを算出する(図33のステップS201)。このステップS201は、位相算出ステップの一例である。
- [0340] 続いて、端末2020は、メジャメントを保存する(ステップS202)。
- [0341] 続いて、端末2020は、現在周波数 f_{B1} と前回周波数 f_{B0} との周波数差分の絶対値が、周波数閾値 α_2 以下か否かを判断する(ステップS203)。
- [0342] 端末2020は、ステップS203において、周波数閾値 α_2 以下ではないと判断した周波数差分に対応するコードフェーズCPB1を測位に使用しない(ステップS211)。
- [0343] これに対して、ステップS203において、周波数閾値 α_2 以下であると判断した周波数差分に対応するコードフェーズCPB1については、対応する予測コードフェーズCPBeを算出する(ステップS204)。このステップS204は、予測位相算出ステップの一例である。
- [0344] 続いて、端末2020は、コードフェーズCPB1と予測コードフェーズCPBeとのコードフェーズ差の絶対値が閾値 β_2 以下か否かを判断する(ステップS205)。このステップS205は、位相評価ステップの一例である。
- [0345] 端末2020は、ステップS205において、閾値 β_2 以下ではないと判断したコードフェーズ差に対応するコードフェーズCPB1を測位に使用しない(ステップS211)。
- [0346] これに対して、端末2020は、ステップS205において、閾値 β_2 以下ではないと判断したコードフェーズ差に対応するコードフェーズCPB1について、各GPS衛星12a等ごとに、最小のコードフェーズ差に対応するコードフェーズCPB1を選択し、選択コードフェーズCP1sとする(ステップS206)。このステップS206は、位相選択ステップの一例である。
- [0347] 続いて、端末2020は、測位使用コードフェーズCPB1fを決定する(ステップS207)。

- [0348] ここで、図34を使用して、GPS衛星12aの測位系列F1における選択コードフェーズCP1saを測位に使用するか否かを決定する場合を例にして、ステップS207の詳細を説明する。
- [0349] 図34は、ステップS207の詳細を示すフローチャートである。
- [0350] まず、端末2020は、選択コードフェーズCP1saのXPRが最大か否かを判断する(図34のステップS221)。このステップS221は、選択位相第1評価ステップの一例である。
- [0351] 端末2020は、ステップS221における判断が肯定的であった場合には、選択コードフェーズCP1saを測位使用コードフェーズCPB1faに決定する(ステップS224)。
- [0352] これに対して、端末2020は、ステップS221における評価が否定的であった場合には、周波数系列F1におけるコードフェーズ評価のパス回数が3回以上か否かを判断する(ステップS222)。このステップS222は、選択位相第2評価ステップの一例である。
- [0353] 端末2020は、ステップS222における判断が肯定的であった場合には、周波数系列F1のXPR低下回数が10回未満か否かを判断する(ステップS223)。
- [0354] 端末2020は、ステップS223において、周波数系列F1のXPR低下回数が10回未満であると判断した場合には、選択コードフェーズCP1saを測位使用コードフェーズCPB1faに決定する(ステップS224)。
- [0355] これに対して、端末2020は、ステップS222における評価が否定的であった場合、又は、ステップS223において周波数系列F1のXPR低下回数が10回未満ではないと判断した場合には、CP12a又はCP13aのうち、XPRが最大のものを測位使用コードフェーズCPB1faに決定する(ステップS225)。
- [0356] 端末2020は、各GPS衛星12a等ごとに、上述の各ステップS221乃至ステップS225を実施する。
- [0357] 続いて、端末2020は、測位使用コードフェーズCPB1fが3個以上あるか否かを判断する(ステップS208)。
- [0358] ステップS208において、端末2020が、測位使用コードフェーズCPB1fが3個未満であると判断した場合には、測位不能であるから、測位することなく終了する。

- [0359] これに対して、ステップS206において、端末2020が、測位使用コードフェーズCPB1fが3個以上であると判断した場合には、測位使用コードフェーズCPB1fを使用して測位する(ステップS209)。このステップS209は、測位ステップの一例である。
- [0360] 続いて、端末2020は、測位位置QB1(図22参照)を出力する(ステップS210)。
- [0361] 以上のステップによって、端末2020は、信号強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の位相の精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。
- [0362] [第3の実施の形態]
- 図35は、第3の実施の形態の端末3020等を示す概略図である。
- [0363] 図35に示すように、端末3020は、測位衛星である例えば、GPS衛星12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, 12g及び12hから、電波S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7及びS8を受信することができる。GPS衛星12a等は、発信源の一例でもある。なお、発信源は、SPS (Satellite Positioning System)衛星であればよく、GPS衛星に限らない。
- [0364] 電波S1等には各種のコード(符号)が乗せられている。そのうちの 하나가C/AコードScaである。このC/AコードScaは、1.023Mbpsのビット率、1,023bit (=1msec)のビット長の信号である。C/AコードScaは、1,023チップ(chip)で構成されている。端末3020は、現在位置を測位する測位装置の一例であり、このC/Aコードを使用して現在位置の測位を行う。このC/AコードScaは、測位基礎符号の一例である。
- [0365] また、電波S1等に乗せられる情報として、アルマナックSal及びエフェメリスSehがある。アルマナックSalはすべてのGPS衛星12a等の概略の衛星軌道を示す情報であり、エフェメリスSehは各GPS衛星12a等の精密な衛星軌道を示す情報である。アルマナックSal及びエフェメリスSehを総称して航法メッセージと呼ぶ。
- [0366] 端末3020は、例えば、3個以上の異なるGPS衛星12a等からのC/Aコードの位相を特定して、現在位置を測位することができるようになっている。
- [0367] 図36は、測位方法の一例を示す概念図である。
- [0368] 図36に示すように、例えば、GPS衛星12aと端末3020との間には、C/Aコードが連続的に並んでいると観念することができる。そして、GPS衛星12aと端末3020との

間の距離は、C/Aコードの長さ(300キロメートル(km))の整数倍とは限らないから、コード端数部C/Aaが存在する。つまり、GPS衛星12aと端末3020の間には、C/Aコードの整数倍の部分と、端数部分が存在する。C/Aコードの整数倍の部分と端数部分の合計の長さが擬似距離である。端末3020は、3個以上のGPS衛星12a等についての擬似距離を使用して測位を行う。

- [0369] 本実施形態において、C/Aコードの端数部C/Aaをコードフェーズと呼ぶ。コードフェーズは、例えば、C/Aコードの1, 023あるチップの何番目かで示すこともできるし、距離に換算して示すこともできる。擬似距離を算出するときには、コードフェーズを距離に換算している。
- [0370] GPS衛星12aの軌道上の位置はエフェメリスSehを使用して算出可能である。そして、例えば、GPS衛星12aの軌道上の位置と後述の初期位置QC0との距離を算出すれば、C/Aコードの整数倍の部分特定することができる。なお、C/Aコードの長さが300キロメートル(km)であるから、初期位置QC0の位置誤差は、150キロメートル(km)以内である必要がある。
- [0371] そして、図36に示すように、レプリカC/Aコードの位相を例えば、矢印X1方向に移動させながら、相関処理を行う。このとき、端末3020は、同期用周波数も変動させながら、相関処理を行う。この相関処理は、後述のコヒーレント処理及びインコヒーレント処理で構成される。
- [0372] 相関積算値が最大になった位相がコード端数C/Aaである。
- [0373] なお、第3の実施の形態とは異なり、端末3020は、例えば、携帯電話の通信基地局からの電波を使用して測位を行うようにしてもよい。また、第3の実施の形態とは異なり、端末3020は、LAN(Local Area Network)から電波を受信して、測位を行うようにしてもよい。
- [0374] 図37は、相関処理の説明図である。
- [0375] コヒーレントは、端末3020が受信したC/AコードとレプリカC/Aコードとの相関をとる処理である。レプリカC/Aコードは、端末3020が発生する符号である。レプリカC/Aコードは、レプリカ測位基礎符号の一例である。
- [0376] 例えば、図37に示すように、コヒーレント時間が10msecであれば、10msecの時間

において同期積算したC/AコードとレプリカC/Aコードとの相関値等を算出する。コヒーレント処理の結果、相関をとった位相(コードフェーズ)と、相関値が出力される。

- [0377] インコヒーレントは、コヒーレント結果の相関値を積算することによって、相関積算値(インコヒーレント値)を算出する処理である。
- [0378] 相関処理の結果、コヒーレント処理で出力されたコードフェーズと、相関積算値が出力される。
- [0379] 図38は、相関積算値とコードフェーズの関係の一例を示す図である。
- [0380] 図38の相関積算値の最大値 P_{max} に対応するコードフェーズ $CP1$ が、レプリカC/Aコードのコードフェーズ、すなわち、C/Aコードのコードフェーズである。
- [0381] そして、端末3020は、例えば、コードフェーズ $CP1$ から2分の1チップ離れたコードフェーズのうち、相関積算値が小さい方の相関積算値をノイズの相関積算値 P_{noise} とする。
- [0382] 端末3020は、 P_{max} と P_{noise} との差分を P_{max} で除した値を信号強度 XPR として規定する。信号強度 XPR は、信号強度の一例である。
- [0383] そして、端末3020は、 XPR が例えば、0.2以上である場合に、コードフェーズ $CP1$ を測位に使用するコードフェーズの候補とする。以下、このコードフェーズを、「候補コードフェーズ」とも呼ぶ。候補コードフェーズは測位に使用する候補であり、端末3020が実際に測位に使用するとは限らない。
- [0384] 図39及び図40は、候補コードフェーズと時間経過等との関係の一例を示す図である。
- [0385] 図39は、例えば、GPS衛星12aが端末3020に近づいている状態を示している。
- [0386] GPS衛星12aが端末3020に近づくと、GPS衛星12aと端末3020との距離が短くなるから、候補コードフェーズ $C1$ は時間経過とともに、0に近づく。
- [0387] また、同期用周波数 $F1$ は、時間経過とともに、高くなるように設定されている。これは、GPS衛星12aが端末3020に近づいているために生じるドップラー偏移によって、電波 $S1$ が端末3020に到達するときの到達周波数が高くなることに対応するためである。

- [0388] 端末3020は、変動する到達周波数に効率的に同期するために、図40に示すように、例えば、3つの周波数系列F1、F2及びF3を使用する。周波数系列F1等は周波数系列の一例である。周波数系列F1とF2は50ヘルツ(Hz)の周波数幅だけ乖離している。また、周波数系列F1とF3は50ヘルツ(Hz)の周波数幅だけ乖離している。50ヘルツ(Hz)の周波数間隔は予め規定されている。すなわち、50ヘルツ(Hz)の周波数間隔は、周波数間隔の一例である。この周波数間隔は、端末3020が実施する相関処理における周波数サーチのステップ間隔未満において規定されている。例えば、周波数サーチのステップ間隔が100ヘルツ(Hz)であれば(図45B参照)、100ヘルツ(Hz)未満において規定される。
- [0389] なお、周波数系列F1等は複数であればよく、第3の実施の形態とは異なり、例えば、4個以上でもよい。
- [0390] 図40に示すように、各周波数系列F1等は、到達周波数のドップラー偏移を予想して時間経過とともに変化するように設定される。
- [0391] そして、各周波数系列F1等のいずれかが、到達周波数のドップラー偏移に最も精度良く追隨しているはずである。
- [0392] 周波数系列F1においてはコードフェーズC1が算出される。そして、周波数系列F2においてはコードフェーズC2が算出される。そして、周波数系列F3においてはコードフェーズC3が算出される。
- [0393] このように、3つのコードフェーズC1等が並行して算出されるのであるが、信号強度XPRが最も高い状態で算出された候補コードフェーズが最も信頼度が高いと仮定することができる。
- [0394] ところが、XPRが最も高い周波数系列F1等が維持されるとは限らない。例えば、図40に示すように、例えば、時刻t1とt2との間においては周波数系列F1で算出した候補コードフェーズC1のXPRが最も高く、時刻t2とt3との間においては周波数系列F2で算出した候補コードフェーズC2のXPRが最も高い。
- [0395] 予想されるドップラー偏移に基づいて、各周波数系列F1等の周波数を変更しているのであるから、いずれか1つの周波数系列で算出した候補コードフェーズは、継続的に、他の周波数系列で算出した候補コードフェーズよりも精度が高いはずである。

言い換えると、例えば、周波数系列F1が、他の周波数系列F2及びF3に比べて、実際の到達周波数に最も精度良く追従し続けているはずである。

[0396] このため、時間経過によって周波数系列が変わる場合には、XPRが高い状態で算出された候補コードフェーズが、精度が最も高いとは限らない。

[0397] この点、端末3020は、以下のハードウェア構成及びソフトウェア構成によって、弱電界下において、候補コードフェーズの精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。

[0398] (端末3020の主なハードウェア構成について)

図41は、端末3020の主なハードウェア構成を示す概略図である。

[0399] 図41に示すように、端末3020は、コンピュータを有し、コンピュータは、バス3022を有する。バス3022には、CPU(Central Processing Unit)3024、記憶装置3026等が接続されている。記憶装置3026は、例えば、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)等である。

[0400] また、バス3022には、入力装置3028、電源装置3030、GPS装置3032、表示装置3034、通信装置3036及び時計3038が接続されている。

[0401] (GPS装置3032の構成について)

図37は、GPS装置3032の構成を示す概略図である。

[0402] 図37に示すように、GPS装置3032は、RF部3032aとベースバンド部3032bで構成される。

[0403] RF部3032aは、アンテナ3033aで電波S1等を受信する。そして、増幅器であるLNA3033aが、電波S1に乗せられているC/Aコード等の信号を増幅する。そして、ミキサ3033cが、信号の周波数をダウンコンバートする。そして、直交(IQ)検波器3033dが信号をIQ分離する。続いて、A/Dコンバータ3033e1及び3033e2が、IQ分離された信号をそれぞれデジタル信号に変換するように構成されている。

[0404] ベースバンド部3032bは、RF部3032aからデジタル信号に変換された信号を受信し、信号をサンプリングして積算し、ベースバンド部3032bが保持しているC/Aコードとの相関をとるように構成されている。ベースバンド部3032bは、例えば、128個の相関器(図示せず)及び積算器(図示せず)を有し、同時に128の位相において、

相関処理を行うことができるようになっている。相関器は前述のコヒーレント処理を行うための構成である。積算器は前述のインコヒーレント処理を行うための構成である。

[0405] (端末3020の主なソフトウェア構成について)

図43は、端末3020の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

[0406] 図43に示すように、端末3020は、各部を制御する制御部3100、図41のGPS装置3032に対応するGPS部3102、時計3038に対応する計時部3104等を有している。

[0407] 端末3020は、また、各種プログラムを格納する第1記憶部3110、各種情報を格納する第2記憶部3150を有する。

[0408] 図43に示すように、端末3020は、第2記憶部3150に、航法メッセージ3152を格納している。航法メッセージ3152は、アルマナック3152a及びエフェメリス3152bを含む。

[0409] 端末3020は、アルマナック3152a及びエフェメリス3152bを、測位のために使用する。

[0410] 図43に示すように、端末3020は、第2記憶部3150に、初期位置情報3154を格納している。初期位置QC0は、例えば、前回の測位位置である。

[0411] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、観測可能衛星算出プログラム3112を格納している。観測可能衛星算出プログラム3112は、制御部3100が、初期位置情報3154に示される初期位置QC0を基準として、観測可能なGPS衛星12a等を算出するためのプログラムである。

[0412] 具体的には、制御部3100は、アルマナック3152aを参照して、計時部3104によって計測した現在時刻において観測可能なGPS衛星12a等を判断する。制御部3100は、観測可能なGPS衛星12a等(以下、「観測可能衛星」と呼ぶ)を示す観測可能衛星情報3156を第2記憶部3150に格納する。第3の実施の形態においては、観測可能衛星は、GPS衛星12a乃至12hである(図35及び図43参照)。

[0413] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、推定周波数算出プログラム3114を格納している。推定周波数算出プログラム3114は、制御部3100が、GPS衛星12a等からの電波S1等の受信周波数を推定するためのプログラムである。

- [0414] この受信周波数は、電波S1が端末3020に到達するときの到達周波数である。より詳細には、この受信周波数は、電波S1が端末3020に到達し、さらに端末3020においてダウンコンバートされたときの中間(IF)周波数である。
- [0415] 図44は、推定周波数算出プログラム3114の説明図である。
- [0416] 図44に示すように、制御部3100は、GPS衛星12a等からの発信周波数H1にドップラー偏移H2を加えて、推定周波数A3を算出する。GPS衛星12a等からの発信周波数H1は既知であり、例えば、1, 575. 42MHzである。
- [0417] ドップラー偏移H2は、各GPS衛星12a等と端末3020との相対移動によって生じる。制御部3100は、エフェメリス3152bと初期位置QC0によって現在時刻における各GPS衛星12a等の視線速度(端末3020の方向に対する速度)を算出する。そして、その視線速度に基づいて、ドップラー偏移H2を算出する。
- [0418] 制御部3100は、観測可能衛星であるGPS衛星12a等ごとに、推定周波数A3を算出する。
- [0419] なお、推定周波数A3には、端末3020のクロック(基準発振器:図示せず)のドリフト分の誤差を含む。ドリフトとは、温度変化による発振周波数の変化である。
- [0420] このため、制御部3100は、推定周波数A3を中心として、所定の幅の周波数において電波S1等をサーチする。例えば、 $(A3 - 100)$ kHzの周波数から $(A3 + 100)$ kHzの周波数の範囲を、100Hzごとの周波数で電波S1等をサーチする。
- [0421] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、メジャメント算出プログラム3116を格納している。メジャメント算出プログラム3116は、制御部3100が、GPS衛星12a等から受信したC/Aコードと端末3020が生成したレプリカC/Aコードとの相関処理を行って、相関積算値の最大値Pmax、ノイズの相関積算値Pnoise、候補コードフェーズ及び受信周波数を含むメジャメントを算出するためのプログラムである。メジャメント算出プログラム3116と制御部3100は、位相算出部の一例であり、受信周波数特定部の一例でもある。
- [0422] 図45A~45Cは、メジャメント算出プログラム3116の説明図である。
- [0423] 図45Aに示すように、制御部3100はベースバンド部3032bによって、C/Aコードの1チップを例えば、等間隔で分割して、相関処理を行う。C/Aコードの1チップは、

例えば、32等分される。すなわち、32分の1チップの位相幅(第1位相幅 W_1)間隔で相関処理を行う。そして、制御部3100が相関処理を行うときの第1位相幅 W_1 間隔の位相を第1サンプリング位相 SC_1 と呼ぶ。

第1位相幅 W_1 は、電波 S_1 等が端末3020に到達するときの信号強度が -155dBm 以上である場合に、相関最大値 P_{max} を検出することができる位相幅として規定されている。32分の1チップの位相幅であれば、信号強度が -155dBm 以上であれば弱電界であっても、相関最大値 P_{max} を検出することができることがシミュレーションによって明らかになっている。

[0424] 図45Bに示すように、制御部3100は、推定周波数 A_3 を中心として、 $\pm 100\text{kHz}$ の周波数範囲を第1位相幅 W_1 ずつずらしながら相関処理を行う。このとき、周波数を 100Hz ずつずらしながら、相関処理を行う。

[0425] 図45Cに示すように、ベースバンド部3032bからは、2チップ分の位相 C_1 乃至 C_64 に対応する相関値積算 P が出力される。各位相 C_1 乃至 C_64 が、第1サンプリング位相 SC_1 である。

[0426] 制御部3100はメジャメント算出プログラム3116に基づいて、例えば、 C/A コードの第1チップから第1,023チップまでをサーチする。

[0427] 制御部3100は、 P_{max} 及び P_{noise} に基づいて XPR を算出し、最も XPR が大きい状態に対応するコードフェーズ CPC_1 、受信周波数 f_{C_1} 、 $PC_{\text{max}1}$ 及び $PC_{\text{noise}1}$ を現在メジャメント情報3160とする。コードフェーズ CPC_1 、受信周波数 f_{C_1} 、 $PC_{\text{max}1}$ 及び $PC_{\text{noise}1}$ を総称して、メジャメントと呼ぶ。端末3020は、各GPS衛星12a等ごとにメジャメントを算出する。

[0428] なお、コードフェーズ CPC_1 は、距離に換算されている。上述のように、 C/A コードのコード長は、例えば、300キロメートル(km)であるから、 C/A コードの端数部分であるコードフェーズも距離に換算することができる。

[0429] 制御部3100は、観測可能衛星のうち、例えば、6個のGPS衛星12a等について、それぞれメジャメントを算出する。なお、同一のGPS衛星12a等についてのメジャメントを、対応するメジャメントと呼ぶ。例えば、GPS衛星12aについてのコードフェーズ CPC_1 とGPS衛星12aについての周波数 f_{C_1} は対応するメジャメントである。周波数 f_C

1は、GPS衛星12aからの電波S1を受信したときの受信周波数である。

[0430] なお、第3の実施の形態とは異なり、相関処理の方法としては、ナローコリレータ(例えば、特開2000-312163号公報参照)を採用してもよい。

[0431] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、メジャメント保存プログラム3118を格納している。メジャメント保存プログラム3118は、制御部3100が、メジャメントを第2記憶部3150に保存するためのプログラムである。

[0432] 制御部3100は、新たなメジャメントを現在メジャメント情報3160として第2記憶部3150に格納するとともに、既存の現在メジャメント情報3160を前回メジャメント情報3162として第2記憶部3150に格納する。前回メジャメント情報3162は、前回測位時のコードフェーズCPC0、周波数fC0、PCmax0及びPCnoise0を含む。

[0433] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、周波数評価プログラム3120を格納している。周波数評価プログラム3120は、制御部3100が、前回測位時の受信周波数fC0と現在測位時の受信周波数fC1との周波数差が周波数閾値 α 3以内であるか否かを判断するためのプログラムである。周波数閾値 α 3以内の範囲は、周波数系列F1、F2及びF3の周波数間隔未満の閾値によって、予め規定されている。上述のように、周波数間隔が50ヘルツ(Hz)であれば、周波数閾値 α 3は、例えば、30ヘルツ(Hz)である。上述の周波数評価プログラム3120及び制御部3100は、周波数差評価部の一例である。そして、周波数閾値 α 3以内の範囲は、予め規定した周波数差許容範囲内の一例である。

[0434] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、予測コードフェーズ算出プログラム3122を格納している。予測コードフェーズ算出プログラム3122は、制御部3100が、前回測位時のコードフェーズCPC0と、電波S1等のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間dtに基づいて、現在の位相を予測して予測コードフェーズCPCeを算出するためのプログラムである。予測コードフェーズCPCeは、予測位相の一例である。予測コードフェーズ算出プログラム3122と制御部3100は、予測位相算出部の一例である。

[0435] なお、予測コードフェーズCPCeは、距離に換算されている。

[0436] 図46は、予測コードフェーズ算出プログラム3122の説明図である。

- [0437] 図46に示すように、制御部3100は、例えば、式3によって、予測コードフェーズCPCeを算出する。
- [0438] 制御部3100は、式3に示すように、前回測位時のコードフェーズCPC0から、例えば、GPS衛星12aと端末3020の相対移動速度に前回測位時からの経過時間dtを乗じた値を減じることによって、予測コードフェーズCPCeを算出する。
- [0439] なお、式3において、予測コードフェーズCPCe、前回コードフェーズCPC0は、距離に換算されている。
- [0440] ここで、電波S1等は、光速で伝播する。このため、光速を電波S1等の発信周波数H1で除することによって、ドップラー偏移1ヘルツ(Hz)に対応する概略の速度を算出することができる。すなわち、ドップラー偏移がプラス(+)1ヘルツ(Hz)であるということは、GPS衛星12aが秒速0.19メートル(m/s)で端末3020に近づいているということである。このため、予測コードフェーズCPCeは、前回測位時のコードフェーズCPC0よりも短くなる。ここで、ドップラー偏移は、例えば、前回測位時の周波数fC0と発信周波数H1との差分である。
- [0441] これに対して、ドップラー偏移がマイナス(-)1ヘルツ(Hz)であるということは、GPS衛星12aが秒速0.19メートル(m/s)で端末3020から遠ざかっているということである。このため、予測コードフェーズCPCeは、前回測位時のコードフェーズCPC0よりも長くなる。
- [0442] なお、式3は、前回測位時からの経過時間が短時間であるという条件において成立するものである。言い換えると、式3は、コードフェーズと経過時間との関係をグラフ上で直線として示せる限りにおいて成立する。
- [0443] また、第3の実施の形態とは異なり、前回測位時の周波数fC0と発信周波数H1との差分と、現在測位時の周波数fC1と発信周波数H1との差分との平均値を、ドップラー偏移としてもよい。これにより、予測コードフェーズCPCeを一層正確に算出することができる。
- [0444] 制御部3100は、算出した予測コードフェーズCPCeを示す予測コードフェーズ情報3164を第2記憶部3150に格納する。
- [0445] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、コードフェーズ評価プログ

ラム3124を格納している。コードフェーズ評価プログラム3124は、制御部3100が、現在のコードフェーズCPC1と予測コードフェーズCPCeとのコードフェーズ差がコードフェーズ閾値 $\beta 3$ (以下、「閾値 $\beta 3$ 」と呼ぶ)以下か否かを判断するためのプログラムである。閾値 $\beta 3$ 以下の範囲は、位相差許容範囲内の一例である。コードフェーズ評価プログラム3124と制御部3100は、位相差評価部の一例である。

[0446] 閾値 $\beta 3$ は、予め規定されている。閾値 $\beta 3$ は、例えば、80メートル(m)である。

[0447] 制御部3100は、上述の周波数評価プログラム3120によって閾値 $\alpha 3$ 以下の周波数差分であると判断したコードフェーズCPC1を、コードフェーズ評価プログラム3124に基づく判断の対象とする。

[0448] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、測位使用コードフェーズ決定プログラム3126を格納している。測位使用コードフェーズ決定プログラム3126は、制御部3100が、周波数閾値 $\alpha 3$ 以内の周波数差であって、かつ、閾値 $\beta 3$ 以下のコードフェーズ差であるGPS衛星12a等のコードフェーズCPC1等を、測位使用コードフェーズCPC1fとして決定するためのプログラムである。

[0449] 周波数閾値 $\alpha 3$ 以内ではない周波数差に対応するGPS衛星12a等のコードフェーズCPC1等を測位使用コードフェーズCPC1fとして決定せず、測位から排除する。そして、周波数閾値 $\alpha 3$ 以内の周波数差に対応し、かつ閾値 $\beta 3$ 以下のコードフェーズ差に対応するコードフェーズCPC1を測位に使用するのである。すなわち、測位使用コードフェーズ決定プログラム3126と制御部3100は、位相排除部の一例である。

[0450] 第3の実施の形態においては、測位使用コードフェーズCPC1fは、例えば、GPS衛星12a, 12b, 12c及び12dにそれぞれ対応するCPC1fa, CPC1fb, CPC1fc及びCPC1fdとする。

[0451] 制御部3100は、測位使用コードフェーズCPC1fを示す測位使用コードフェーズ情報3166を第2記憶部3150に格納する。

[0452] なお、本実施形態において、コードフェーズCPC1を測位に使用することと、コードフェーズCPC1を測位使用コードフェーズCPC1fにすることは、同義である。

[0453] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、測位プログラム3128を格納している。測位プログラム3128は、制御部3100が、測位使用コードフェーズCPC

1fを使用して現在位置を測位するためのプログラムである。測位プログラム3128と制御部3100は、測位部の一例である。

[0454] 測位使用コードフェーズCPC1fは、上述の閾値 $\beta 3$ 以内のコードフェーズCPC1等である。すなわち、測位使用コードフェーズCPC1fを使用して現在位置を測位することは、閾値 $\beta 3$ 以内のコードフェーズCPC1等を使用して現在位置を測位することと同義である。

[0455] 制御部3100は、測位使用コードフェーズCPC1fが3個以上ある場合には、それらの測位使用コードフェーズCPC1fを使用して現在位置を測位し、測位位置QC1を算出する。

[0456] 制御部3100は、算出した測位位置QC1を示す測位位置情報3168を第2記憶部3150に格納する。

[0457] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、測位位置出力プログラム3130を格納している。測位位置出力プログラム3130は、制御部3100が、測位位置QC1を表示装置3034(図41参照)に表示するためのプログラムである。

[0458] 図43に示すように、端末3020は、第1記憶部3110に、コードフェーズ閾値設定プログラム3132を格納している。コードフェーズ閾値設定プログラム3132は、制御部3100が、C/Aコードの受信状態に基づいて、閾値 $\beta 3$ を決定するためのプログラムである。このコードフェーズ閾値設定プログラム3132と制御部3100は、位相差許容範囲決定部の一例である。

[0459] 図47は、コードフェーズ閾値設定プログラム3132の説明図である。

[0460] 図47の表を、条件表と呼ぶ。

[0461] 条件表は、ドリフト確定性130b、追尾中衛星数130c、強衛星存在性130d、弱衛星存在性130e、強衛星割合130f、弱衛星割合130g及び経過積算時間130h及びコードフェーズ閾値 $\beta 3$ を含む。

[0462] 上述のドリフト確定性130b、追尾中衛星数130c、強衛星存在性130d、弱衛星存在性130e、強衛星割合130f、弱衛星割合130g及び経過積算時間130hは、C/Aコードの受信状態の一例である。ドリフト確定性130b等を総称して受信状態と呼ぶ。

。

- [0463] 上述のように、条件表は、測位モード130aを含む。測位モード130aは、通常モード、高感度モード及び移動モードを含む。
- [0464] 通常モードは、積算時間(インコヒーレント時間)の初期設定が1秒(s)であり、C/Aコードの信号強度が弱い場合に、積算時間を4秒(s)、8秒(s)、24秒(s)というように段階的に長くしていく測位モードである。通常モードは、GPS装置3032のアンテナ3033aへ入力する信号強度が例えば、マイナス(-)150dBm以上の場合に好適な測位モードである。
- [0465] 高感度モードは、積算時間の初期設定が1秒(s)であり、C/Aコードの信号強度が弱い場合に、積算時間を24秒(s)に直ちに長くする測位モードである。高感度モードは、GPS装置3032のアンテナ3033aへ入力する信号強度が例えば、マイナス(-)150dBm未満の場合に好適な測位モードである。
- [0466] 移動モードは、積算時間の初期設定が1秒(s)で固定する測位モードである。移動モードは、端末3020が移動中に好適な測位モードである。
- [0467] 上述のように、条件表は、ドリフト確定性130bを含む。ドリフトとは、端末3020の基準クロック(図示せず)の温度変化による周波数変化である。ドリフトが小さいほど、端末3020が算出するメジャメントの精度は高くなる。このドリフトは、3個以上のGPS衛星12a等を使用して予備測位することによって算出することができる。予備測位によって端末3020の時刻誤差を算出することができる。そして、この時刻誤差に基づいて、ドリフトを算出することができる。
- [0468] ドリフト確定性130bは、端末3020は、周波数の設定値に対する周波数誤差が、プラスマイナス(±)50ヘルツ(Hz)以内か否かを示す情報である。
- [0469] 端末3020は、周波数の設定値に対する周波数誤差が、プラスマイナス(±)50ヘルツ(Hz)以内の場合に、ドリフトが確定している(ドリフト確定性あり)と判断する。
- [0470] これに対して、端末3020は、周波数誤差が、プラスマイナス(±)50ヘルツ(Hz)よりも大きい場合に、ドリフトが確定している(ドリフト確定性あり)と判断する。
- [0471] プラスマイナス(±)50ヘルツ(Hz)以内の周波数範囲は、予め規定したドリフト許容範囲の一例である。
- [0472] 上述のように、端末3020は、周波数の設定値に対する周波数誤差が、プラスマイ

ナス(±)50ヘルツ(Hz)以内である場合にドリフト確定性ありと判断するが、この誤差範囲は、メジャメント算出における周波数ステップ(図45B参照)未満の範囲において規定されている。

- [0473] 上述のように、条件表は、追尾中衛星数130cを含む。追尾中衛星数130cは、端末3020が継続的に電波S1等を受信しているGPS衛星12a等の数である。
- [0474] 上述のように、条件表は、強衛星存在性130dを含む。強衛星存在性130dは、信号強度XPRが0.7以上のGPS衛星12a等(以下、「強衛星」と呼ぶ)が存在するか否かを示す。
- [0475] 端末3020は、強衛星が1個でも存在する場合に、強衛星有りと判断する。
- [0476] これに対して、端末3020は、強衛星が1個も存在しない場合に、強衛星無しと判断する。
- [0477] 上述のように、条件表は、弱衛星存在性130eを含む。弱衛星存在性130eは、信号強度XPRが0.4以下のGPS衛星12a等(以下、「弱衛星」と呼ぶ)が存在するか否かを示す。
- [0478] 端末3020は、弱衛星が1個でも存在する場合に、弱衛星有りと判断する。
- [0479] これに対して、端末3020は、弱衛星が1個も存在しない場合に、弱衛星無しと判断する。
- [0480] 上述のように、条件表は、強衛星多数性130fを含む。強衛星多数性130fは、端末3020が追尾中のGPS衛星12a等がすべて強衛星が否かを示す。
- [0481] 端末3020は、追尾中のGPS衛星12a等がすべて強衛星である場合に、「YES」と判断する。
- [0482] これに対して、端末3020は、追尾中のGPS衛星12a等の1個以上が強衛星ではない場合に、「NO」と判断する。
- [0483] 上述のように、条件表は、弱衛星多数性130gを含む。弱衛星多数性130gは、端末3020が追尾中のGPS衛星12a等がすべて弱衛星が否かを示す。
- [0484] 端末3020は、追尾中のGPS衛星12a等がすべて弱衛星である場合に、「YES」と判断する。
- [0485] これに対して、端末3020は、追尾中のGPS衛星12a等の1個以上が弱衛星では

ない場合に、「NO」と判断する。

- [0486] 上述のように、条件表は、経過積算時間130hを含む。経過積算時間130hは、インコヒーレントの開始から現在時刻までの経過時間(以下、「経過積算時間」と呼ぶ)が、時間閾値である例えば、12秒(s)以下か否かを示す。なお、インコヒーレントの開始から現在時刻までの経過時間は、相関処理を開始してからの経過時間と同義である。
- [0487] 端末3020は、経過積算時間が12秒(s)以下であれば、「YES」と判断する。
- [0488] これに対して、端末3020は、経過積算時間が12秒(s)より長い場合には、「NO」と判断する。
- [0489] なお経過積算時間が長いほど、一般的に、信号強度XPRが大きくなり、コードフェーズCPC1の精度も向上する。このため、時間閾値は、測位精度に対応して必要なコードフェーズCPC1の精度に応じて規定される。
- [0490] 制御部3100は、上述の条件表に含まれる測位モード130a等の条件に基づいて、コードフェーズ閾値 $\beta 3$ を設定する。
- [0491] 例えば、通常モードであって、ドリフト確定性130bが「有り」であって、追尾中衛星数130cが8個以上であって、強衛星存在性130dが「有り」であって、強衛星多数性130fが「YES」であって、経過積算時間130hが「YES」である場合(Cond1)には、コードフェーズ閾値 $\beta 3$ を最小値である例えば、19メートル(m)に設定する。
- [0492] Cond1においては、追尾中のGPS衛星12a等の数が十分に多く、また、信号強度XPRも良好であるから、コードフェーズ閾値 $\beta 3$ を小さく設定することによって、測位精度を向上させるのである。
- [0493] また、Cond7は、Cond1と比べて追尾中衛星数が少ない。この場合、端末3020は、コードフェーズ閾値 $\beta 3$ をCond1よりも大きい例えば、52メートル(m)に設定する。これにより、Cond1に比べて測位精度は劣化するが、測位に使用することができるGPS衛星の数をできるだけ多く確保することができる。
- [0494] このように、端末3020は、同じ受信状態であれば、追尾中のGPS衛星12a等の数が多いほどコードフェーズ閾値 $\beta 3$ を小さく設定し、追尾中のGPS衛星12a等の数が少ないほどコードフェーズ閾値 $\beta 3$ を大きく設定するようになっている。

- [0495] また、例えば、Cond3においては、経過積算時間130hが「NO」であるから、Cond1に比べてコードフェーズCPC1の精度が悪い。このため、端末3020は、コードフェーズ閾値 $\beta 3$ をCond1よりもやや大きい例えば、25メートル(m)に設定することによって、測位精度の劣化を最小限度にしつつ、測位可能な数のコードフェーズCPC1を確保することができる。
- [0496] また、例えば、Cond11においては、追尾中衛星数が、測位をするための最少数である3個である場合があり、しかも、弱衛星多数性130gが「YES」であるから、コードフェーズ閾値 $\beta 3$ を小さく設定すると、GPS衛星12a等の数が測位可能な数に達しない場合がある。このため、端末3020は、Cond1やCond4等よりも大きい例えば、80メートル(m)に設定することによって、測位精度の劣化を許容限度に確保しつつ、測位可能な数のコードフェーズCPC1を確保するようになっている。
- [0497] なお、第3の実施の形態において、コードフェーズ β の最大値は80メートル(m)と設定している。この80メートル(m)という長さは、端末3020が、高速移動部である例えば、新幹線に搭載されて移動しつつ、1秒(s)間隔で測位している場合において、前回測位時と現在時刻との間に、コードフェーズが変化する距離以下の長さとして規定されている。
- [0498] また、例えば、Cond23においては、移動モードであるから、端末3020が移動するために端末3020に到達する電波S1等の到達周波数が継続的に変動する。しかも、その到達周波数の変動を算出することは困難である。このため、端末3020は、コードフェーズ閾値 $\beta 3$ をCond1やCond4等よりも大きい例えば、80メートル(m)に設定することによって、測位精度を許容限度まで劣化させても、測位可能な数のコードフェーズCPC1を確保するようになっている。
- [0499] 端末3020は、上述のように構成されている。
- [0500] 端末3020は、現在のコードフェーズCPC1と予測コードフェーズCPCeとのコードフェーズ差が予め規定した閾値 $\beta 3$ 以下か否かを判断することができる。このため、端末3020は、コードフェーズCPC1の精度を検証することができる。
- [0501] また、端末3020は、閾値 $\beta 3$ 以下のコードフェーズ差に対応するコードフェーズCPC1を使用して、現在位置を測位することができる。

- [0502] これにより、端末3020は、信号強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号のコードフェーズの精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。
- [0503] また、端末3020は、周波数閾値 α 3以内の範囲外の周波数 f_{C1} に対応するコードフェーズCPC1を測位から排除することができる。
- [0504] これは、端末3020が、C/AコードのコードフェーズCPC1の精度を検証するのみならず、コードフェーズCPC1を算出したときの受信周波数 f_{C1} の精度も検証することができることを意味する。
- [0505] これにより、端末3020は、信号強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号のコードフェーズの精度を検証したうえで、一層精度良く測位することができる
また、端末3020は、例えば、追尾中のGPS衛星12a等の数が多いほど、コードフェーズ閾値 β 3を小さくして、相対的に精度の高いコードフェーズCPC1のみを測位に使用することができる。
- [0506] これにより、端末3020は、電波強度が微弱な弱電界下において、相対的に精度が高いコードフェーズCPC1を使用して測位することができる。
- [0507] また、端末3020は、例えば、受信しているC/Aコードの信号強度XPRが大きいGPS衛星12a等の数が多いほど、コードフェーズ閾値 β 3を小さくして、相対的に精度の高いコードフェーズCPC1のみを測位に使用することができる。
- [0508] これにより、端末3020は、電波強度が微弱な弱電界下において、相対的に精度が高いコードフェーズCPC1を使用して測位することができる。
- [0509] また、端末3020は、例えば、ドリフトが例えば、プラスマイナス(±)50ヘルツ(Hz)以内である場合に、コードフェーズ閾値 β 3を小さくして、相対的に精度の高いコードフェーズCPC1のみを測位に使用することができる。
- [0510] これにより、端末3020は、電波強度が微弱な弱電界下において、相対的に精度が高いコードフェーズCPC1を使用して測位することができる。
- [0511] また、端末3020は、例えば、経過積算時間が長いほど、コードフェーズ閾値 β 3を小さくして、相対的に精度の高いコードフェーズCPC1のみを測位に使用することができる。
- [0512] これにより、端末3020は、電波強度が微弱な弱電界下において、相対的に精度が

高いコードフェーズCPC1を使用して測位することができる。

- [0513] また、端末3020は、追尾中のGPS衛星12a等の数が多いほどコードフェーズ閾値 $\beta 3$ を小さく設定するから、精度の高いコードフェーズCPC1を使用して測位することができる。
- [0514] また、端末3020は、追尾中のGPS衛星12a等の数が少ないほどコードフェーズ閾値 $\beta 3$ を大きく設定するから、測位位置を算出することができる可能性を高くすることができる。
- [0515] 以上が第3の実施の形態に係る端末3020の構成であるが、以下、その動作例を主に図48を使用して説明する。
- [0516] 図48は端末3020の動作例を示す概略フローチャートである。
- [0517] まず、端末3020は、電波S1等を受信し、メジャメントを算出する(図47のステップS301)。このステップS301は、位相算出ステップの一例である。
- [0518] 続いて、端末3020は、メジャメントを保存する(ステップS302)。
- [0519] 続いて、端末3020は、現在周波数 $fC1$ と前回周波数 $fC0$ との周波数差分の絶対値が、周波数閾値 $\alpha 3$ 以下か否かを判断する(ステップS303)。
- [0520] 端末3020は、ステップS303において、周波数閾値 $\alpha 3$ 以下ではないと判断した周波数差分に対応するコードフェーズCPC1を測位に使用しない(ステップS310)。すなわち、測位使用コードフェーズCPC1fとはしない。
- [0521] これに対して、ステップS303において、周波数閾値 $\alpha 3$ 以下であると判断した周波数差分に対応するコードフェーズCPC1については、対応する予測コードフェーズCPCeを算出する(ステップS304)。このステップS304は、予測位相算出ステップの一例である。
- [0522] 続いて、端末3020は、コードフェーズ閾値 $\beta 3$ を維持又は変更する(ステップS305)。このステップS305は、位相差許容範囲決定ステップの一例である。
- [0523] 続いて、端末3020は、コードフェーズCPC1と予測コードフェーズCPCeとのコードフェーズ差の絶対値が閾値 $\beta 3$ 以下か否かを判断する(ステップS306)。このステップS306は、位相評価ステップの一例である。端末3020は、コードフェーズ差の絶対値が閾値 $\beta 3$ 以下であると判断したコードフェーズCPC1を測位使用コードフェーズ

CPC1fとする。

- [0524] 続いて、端末3020は、測位使用コードフェーズCPC1fが3個以上あるか否かを判断する(ステップS307)。
- [0525] ステップS307において、端末3020が、測位使用コードフェーズCPC1fが3個未満であると判断した場合には、測位不能であるから、測位することなく終了する。
- [0526] これに対して、ステップS307において、端末3020が、測位使用コードフェーズCPC1fが3個以上であると判断した場合には、測位使用コードフェーズCPC1fを使用して測位する(ステップS308)。このステップS308は、測位ステップの一例である。
- [0527] 続いて、端末3020は、測位位置QC1(図43参照)を出力する(ステップS309)。
- [0528] 以上のステップによって、端末3020は、信号強度が微弱な弱電界下において、測位基礎符号の位相の精度を検証したうえで、精度良く測位することができる。
- [0529] 本発明は、上述の各実施の形態に限定されない。

請求の範囲

- [1] 所定のレプリカ測位基礎符号と所定の発信源からの測位基礎符号との相関処理を行って前記測位基礎符号の現在の位相を算出する位相算出部と、
前回測位時に使用された前記位相と、前記測位基礎符号を乗せた電波の周波数のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間とに基づいて、現在の前記位相を予測した場合の予測位相を算出する予測位相算出部と、
前記位相算出部により算出された前記位相と前記予測位相の位相差が所定の位相差許容範囲内か否かを判断する位相差評価部と、
前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相を使用して、現在位置を測位する測位部と、
を有する測位装置。
- [2] 前記位相算出部は、複数の周波数系列を使用して前記位相を算出し、
前記位相差評価部は、前記複数の周波数系列のうち、前記測位基礎符号の信号強度が最も大きい周波数系列を使用して算出された前記位相と前記予測位相との位相差が前記位相差許容範囲内か否かを判断する請求項1に記載の測位装置。
- [3] 前記位相算出部は、各発信源ごとに少なくとも1つの周波数系列において所定のレプリカ測位基礎符号と前記発信源からの測位基礎符号との前記相関処理を行って測位基礎符号の位相を算出し、
前記測位部は、
前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相のうち、各前記発信源ごとに前記位相差が最小の前記位相を選択して選択位相とする位相選択部と、
前記選択位相の信号強度が最大か否かを判断する選択位相第1評価部と、
前記選択位相が属する前記周波数系列における前記位相が、連続して前記位相差許容範囲内であった回数が予め規定した規定回数範囲内であるか否かを判断する選択位相第2評価部と、
を有し、前記選択位相第1評価部による判断結果及び／又は前記選択位相第2評価部による判断結果が肯定的である場合に、前記選択位相を使用して、現在位置を測位する、

- 請求項1に記載の測位装置。
- [4] 前記予測位相算出部は、前回測位時の前記位相であって、さらに、前記相関処理の完了時における前記位相を使用して、前記予測位相を算出する請求項3に記載の測位装置。
- [5] 前記測位基礎符号を乗せた電波を受信したときの受信周波数を特定する受信周波数特定部と、
前回測位時の前記受信周波数と現在の前記受信周波数との周波数差が予め規定した周波数差許容範囲内か否かを判断する周波数差評価部と、
前記周波数差許容範囲外の前記周波数差に対応する前記測位基礎符号の位相を測位から排除する位相排除部と、
を有する請求項1～4のいずれかに記載の測位装置。
- [6] 前記測位基礎符号を乗せた電波を受信したときの受信周波数を特定する受信周波数特定部と、
前回測位時の前記受信周波数と現在の前記受信周波数との周波数差が予め規定した周波数差許容範囲内か否かを判断する周波数差評価部と、
前記周波数差許容範囲外の前記周波数差に対応する前記測位基礎符号の位相を測位から排除する位相排除部と、
を有し、
前記各周波数系列は、互いに予め規定した周波数間隔だけ乖離しており、
前記周波数差許容範囲は、前記周波数間隔未満の閾値によって規定される請求項2～4のいずれかに記載の測位装置。
- [7] 前記測位基礎符号の受信状態に基づいて、前記位相差許容範囲を決定する位相差許容範囲決定部を有し、
前記位相差評価部は、前記決定された位相差許容範囲内か否かを判断する、
請求項1に記載の測位装置。
- [8] 前記受信状態は、前記測位装置が前記測位基礎符号を受信している前記発信源の数を含む請求項7に記載の測位装置。
- [9] 前記受信状態は、前記測位装置が受信している前記測位基礎符号の信号強度を

含む請求項7又は8に記載の測位装置。

- [10] 前記受信状態は、前記測位装置の基準クロックのドリフトが、予め規定したドリフト許容範囲内か否かを示す情報を含む請求項7～9のいずれかに記載の測位装置。
- [11] 前記受信状態は、前記相関処理を開始してからの経過時間を示す情報を含む請求項7～10のいずれかに記載の測位装置。
- [12] 前記位相差許容範囲決定部は、前記測位装置が前記測位基礎符号を受信している前記発信源の数が多いほど前記位相差許容範囲を狭く設定し、
前記測位装置が前記測位基礎符号を受信している前記発信源の数が少ないほど前記位相差許容範囲を広く設定する請求項7～11のいずれかに記載の測位装置。
- [13] 前記発信源は、SPS (Satellite Positioning System) 衛星である請求項1～12のいずれかに記載の測位装置。
- [14] 所定のレプリカ測位基礎符号と所定の発信源からの測位基礎符号との相関処理を行って前記測位基礎符号の位相を算出する位相算出ステップと、
前回測位時に使用された前記位相と、前記測位基礎符号を乗せた電波の周波数のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間とに基づいて、現在の前記位相を予測した場合の予測位相を算出する予測位相算出ステップと、
前記位相算出ステップにおいて算出された前記位相と前記予測位相との位相差が所定の位相差許容範囲内か否かを判断する位相差評価ステップと、
前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相を使用して、現在位置を測位する測位ステップと、
を有する測位制御方法。
- [15] 前記位相算出ステップは、各発信源ごとに少なくとも1つの周波数系列において所定のレプリカ測位基礎符号と前記発信源からの測位基礎符号との前記相関処理を行って測位基礎符号の位相を算出するステップであり、
前記測位ステップは、
前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相のうち、各前記発信源ごとに前記位相差が最小の前記位相を選択して選択位相とする位相選択ステップと

前記選択位相の信号強度が最大か否かを判断する選択位相第1評価ステップと、
前記選択位相が属する前記周波数系列における前記位相が、連続して前記位相差許容範囲内であった回数が予め規定した規定回数範囲内であるか否かを判断する選択位相第2評価ステップと、

を有し、前記選択位相第1評価ステップによる判断結果及び／又は前記選択位相第2評価ステップによる判断結果が肯定的である場合に、前記選択位相を使用して、現在位置を測位するステップである、

請求項14に記載の測位制御方法。

- [16] 前記測位基礎符号の受信状態に基づいて、前記位相差許容範囲を決定する位相差許容範囲決定ステップを有し、

前記位相差評価ステップは、前記決定された位相差許容範囲内か否かを判断するステップである、

請求項14に記載の測位制御方法。

- [17] コンピュータに、

所定のレプリカ測位基礎符号と所定の発信源からの測位基礎符号との相関処理を行って前記測位基礎符号の現在の位相を算出する位相算出ステップと、

前回測位時に使用された前記位相と、前記測位基礎符号を乗せた電波の周波数のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間とに基づいて、現在の前記位相を予測した場合の予測位相を算出する予測位相算出ステップと、

前記位相算出ステップにおいて算出された現在の前記位相と前記予測位相との位相差が所定の位相差許容範囲内か否かを判断する位相差評価ステップと、

前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相を使用して、現在位置を測位する測位ステップと、

を実行させるための測位制御プログラム。

- [18] 前記位相算出ステップは、各発信源ごとに少なくとも1つの周波数系列において所定のレプリカ測位基礎符号と前記発信源からの測位基礎符号との前記相関処理を行って測位基礎符号の位相を算出するステップであり、

前記測位ステップは、

前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相のうち、各前記発信源ごとに前記位相差が最小の前記位相を選択して選択位相とする位相選択ステップと

、
前記選択位相の信号強度が最大か否かを判断する選択位相第1評価ステップと、
前記選択位相が属する前記周波数系列における前記位相が、連続して前記位相差許容範囲内であった回数が予め規定した規定回数範囲内であるか否かを判断する選択位相第2評価ステップと、

を有し、前記選択位相第1評価ステップによる判断結果及び／又は前記選択位相第2評価ステップによる判断結果が肯定的である場合に、前記選択位相を使用して、現在位置を測位するステップである、

請求項17に記載の測位制御プログラム。

[19] 前記測位基礎符号の受信状態に基づいて、前記位相差許容範囲を決定する位相差許容範囲決定ステップを前記コンピュータに実行させ、

前記位相差評価ステップは、前記決定された位相差許容範囲内か否かを判断するステップである請求項17に記載の測位制御プログラム。

[20] コンピュータに、

所定のレプリカ測位基礎符号と所定の発信源からの測位基礎符号との相関処理を行って前記測位基礎符号の現在の位相を算出する位相算出ステップと、

前回測位時に使用された前記位相と、前記測位基礎符号を乗せた電波の周波数のドップラー偏移と、前回測位時からの経過時間とに基づいて、現在の前記位相を予測した場合の予測位相を算出する予測位相算出ステップと、

前記位相算出ステップにおいて算出された前記位相と前記予測位相との位相差が所定の位相差許容範囲内か否かを判断する位相差評価ステップと、

前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相を使用して、現在位置を測位する測位ステップと、

を実行させるための測位制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[21] 前記位相算出ステップは、各発信源ごとに少なくとも1つの周波数系列において所

定のレプリカ測位基礎符号と前記発信源からの測位基礎符号との前記相関処理を行って測位基礎符号の位相を算出するステップであり、

前記測位ステップは、

前記位相差許容範囲内の前記位相差に対応する前記位相のうち、各前記発信源ごとに前記位相差が最小の前記位相を選択して選択位相とする位相選択ステップと

、

前記選択位相の信号強度が最大か否かを判断する選択位相第1評価ステップと、前記選択位相が属する前記周波数系列における前記位相が、連続して前記位相差許容範囲内であった回数が予め規定した規定回数範囲内であるか否かを判断する選択位相第2評価ステップと、

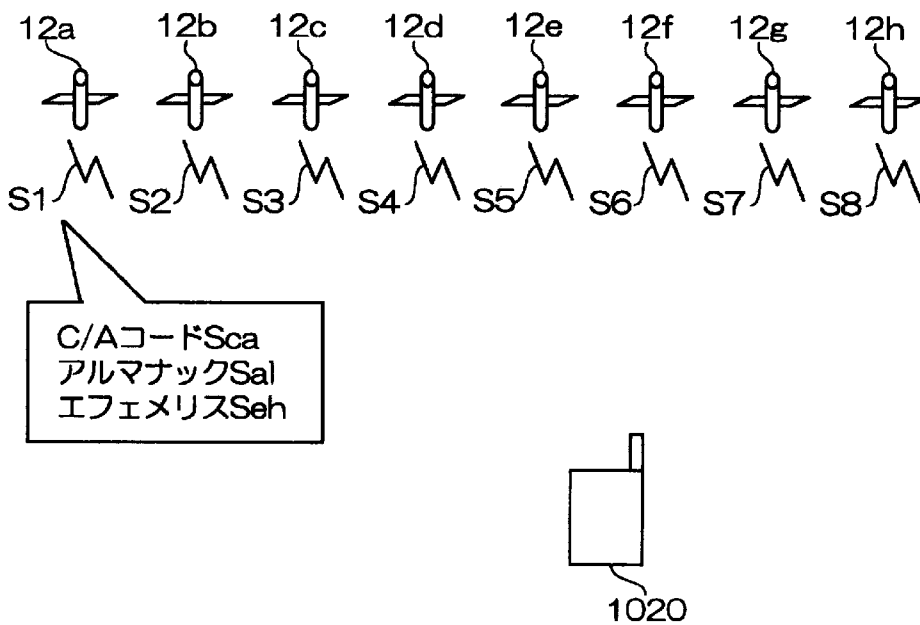
を有し前記選択位相第1評価ステップによる判断結果及び／又は前記選択位相第2評価ステップによる判断結果が肯定的である場合に、前記選択位相を使用して、現在位置を測位するステップである、

前記測位制御プログラムを記録した請求項20に記載の記録媒体。

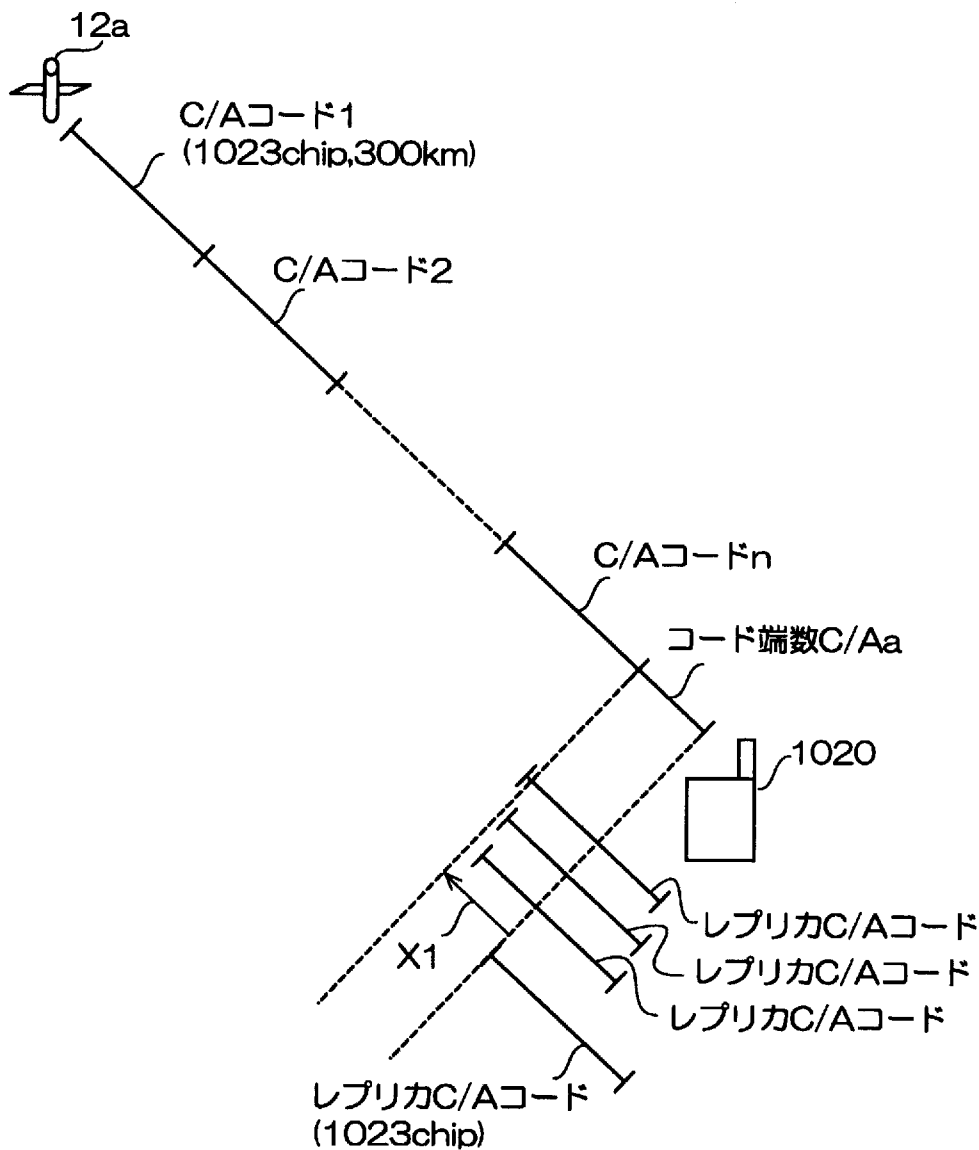
[22] 前記測位基礎符号の受信状態に基づいて、前記位相差許容範囲を決定する位相差許容範囲決定ステップを前記コンピュータに実行させ、

前記位相差評価ステップは、前記決定された位相差許容範囲内か否かを判断するステップである前記測位制御プログラムを記録した請求項20に記載の記録媒体。

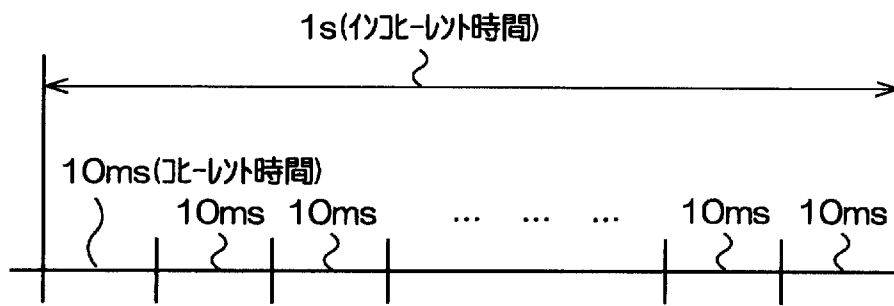
[図1]



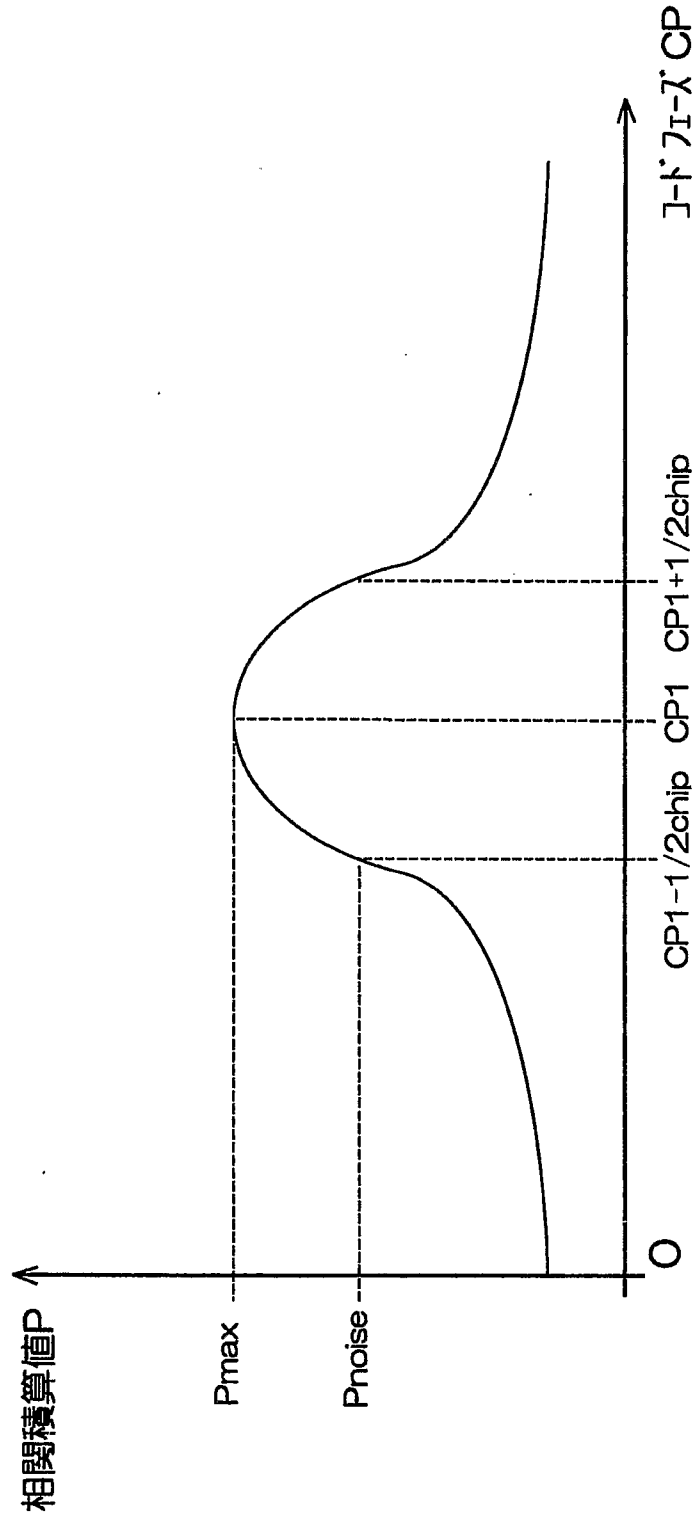
[図2]



[図3]

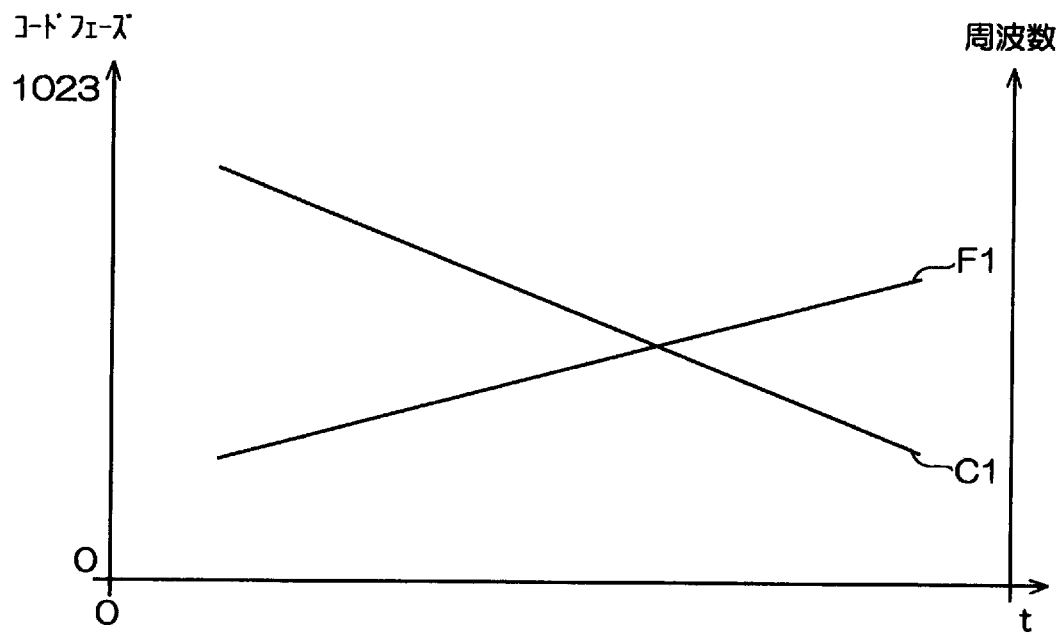


[図4]

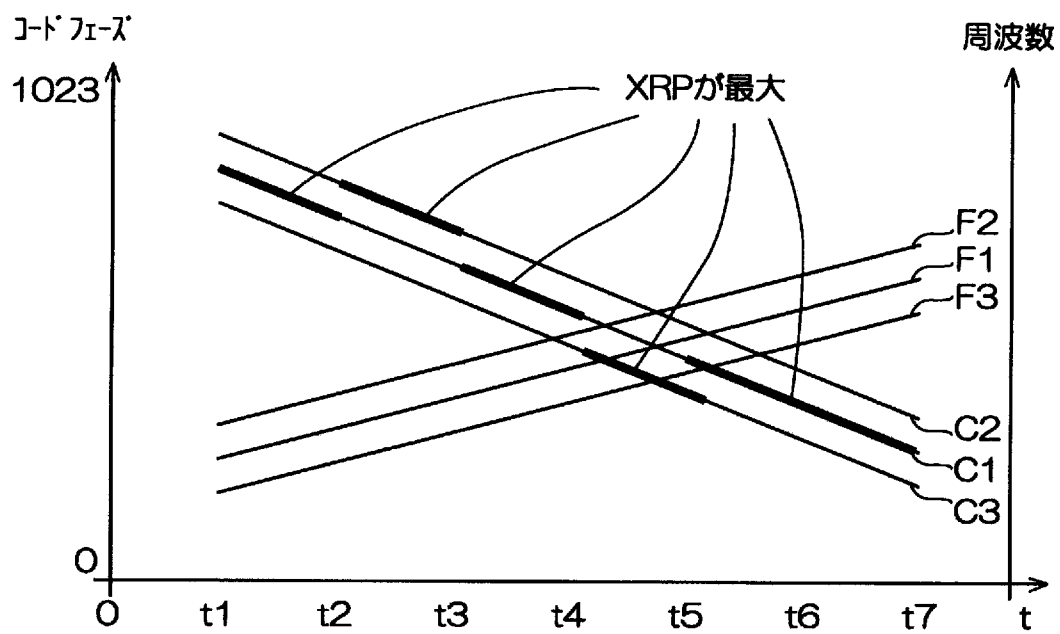


$$\text{信号強度XPR} = (\text{Pmax} - \text{Pnoise}) / \text{Pmax}$$

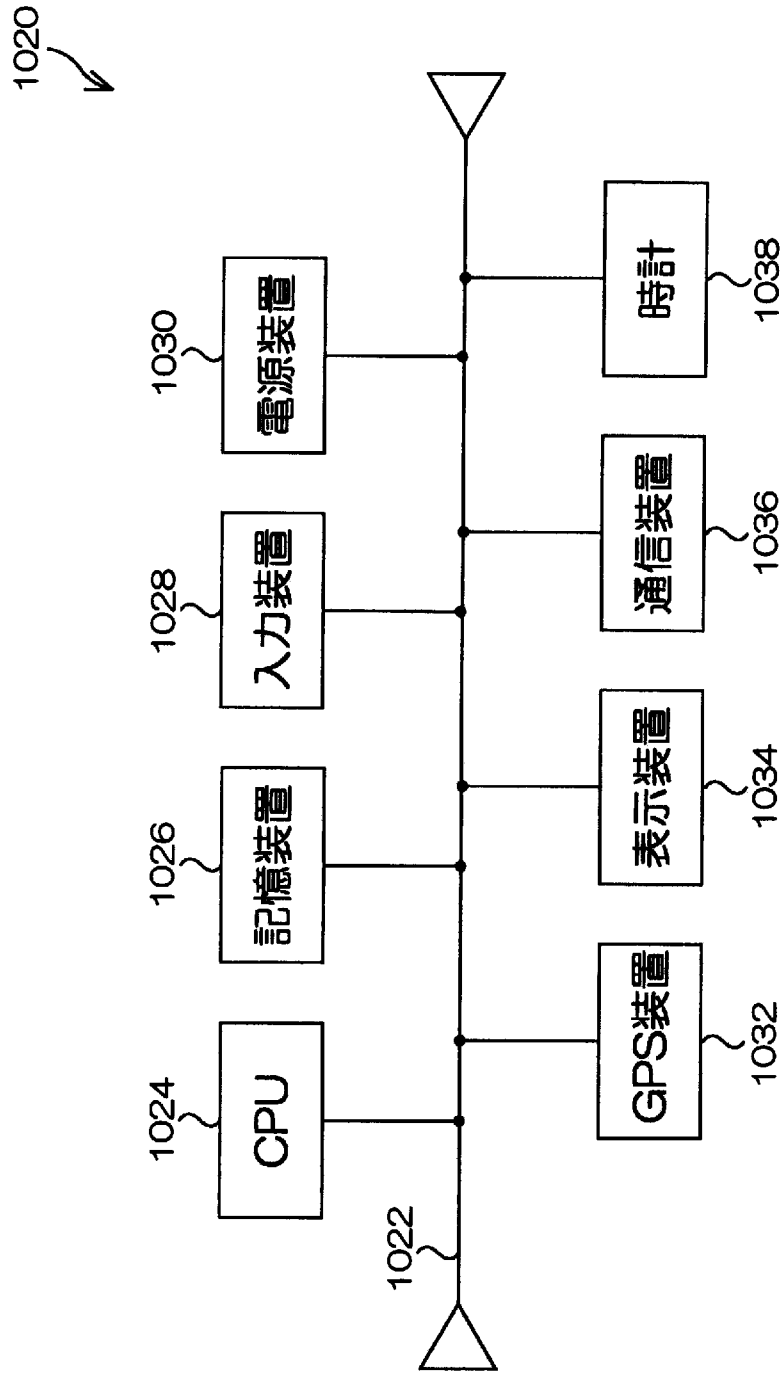
[図5]



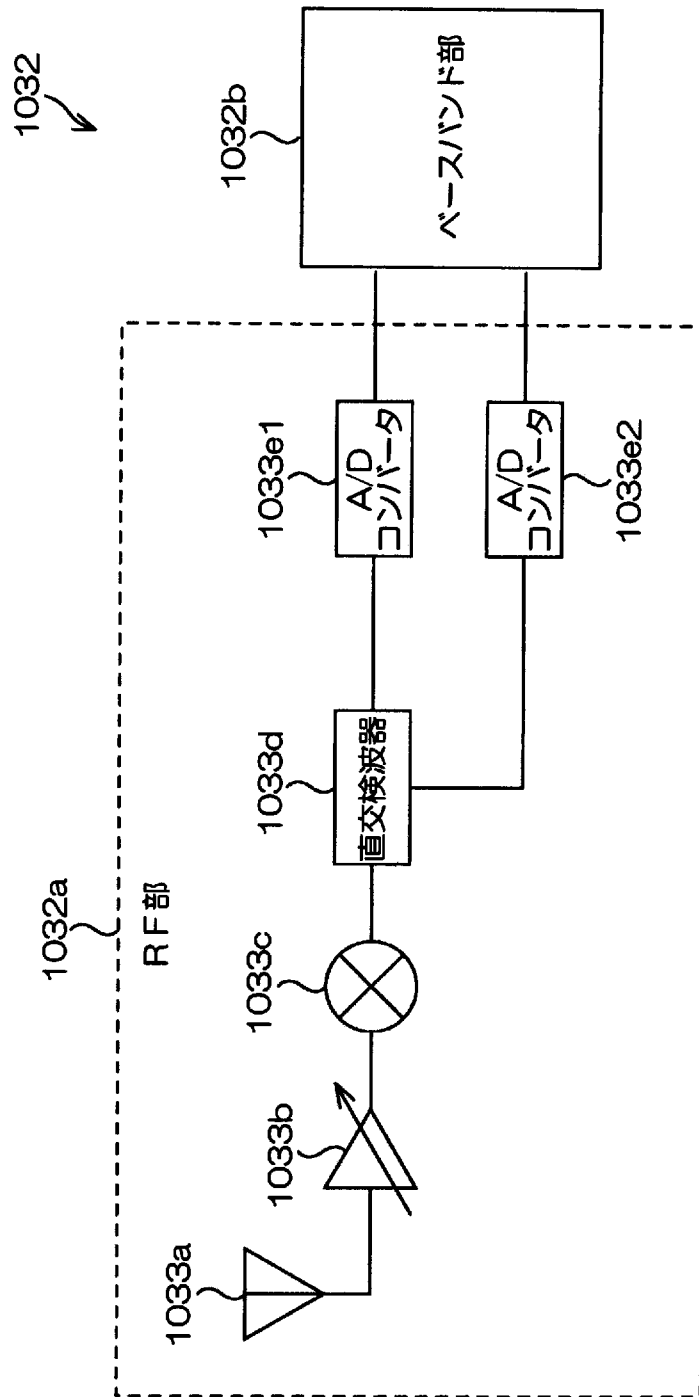
[図6]



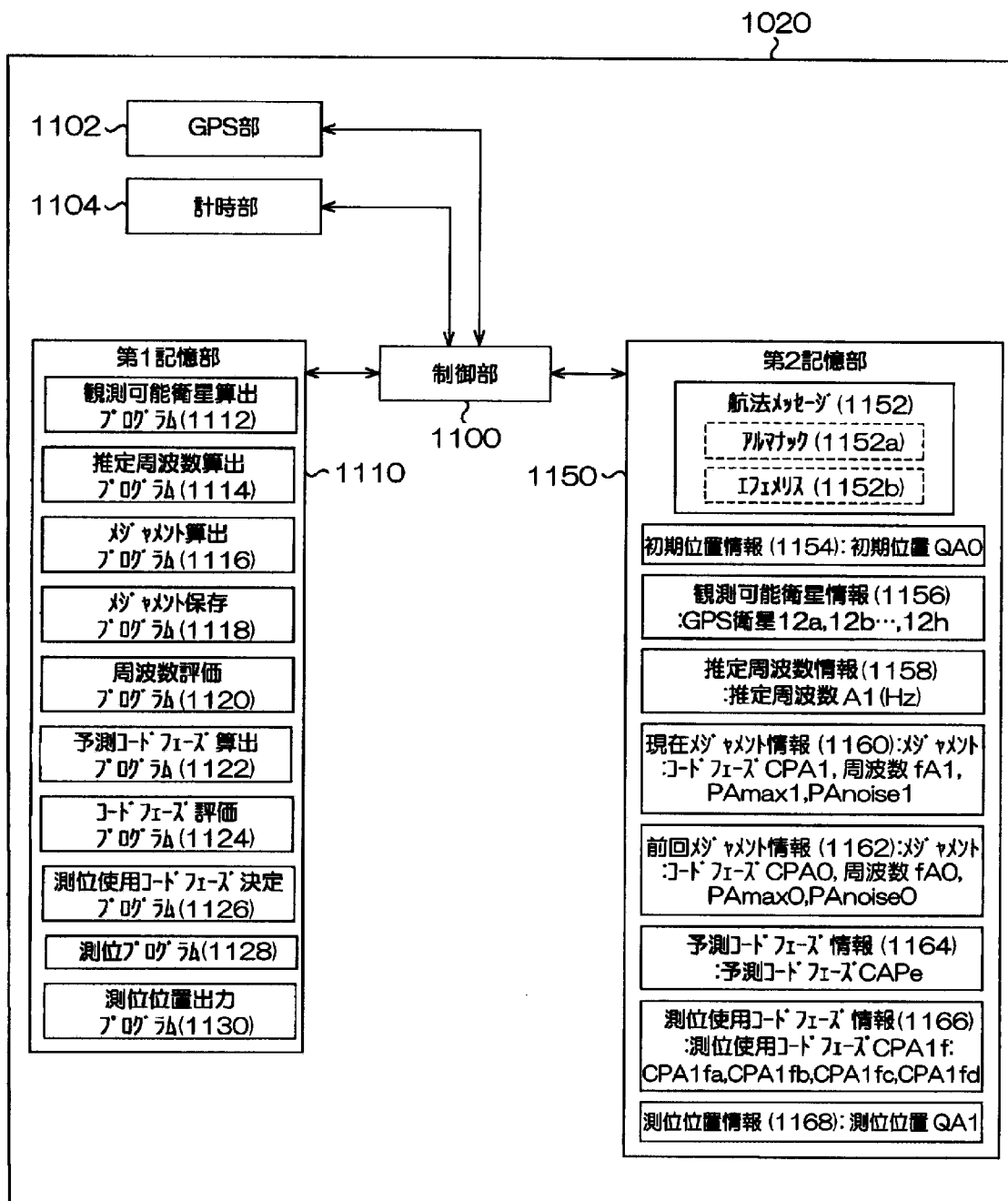
[図7]



[図8]



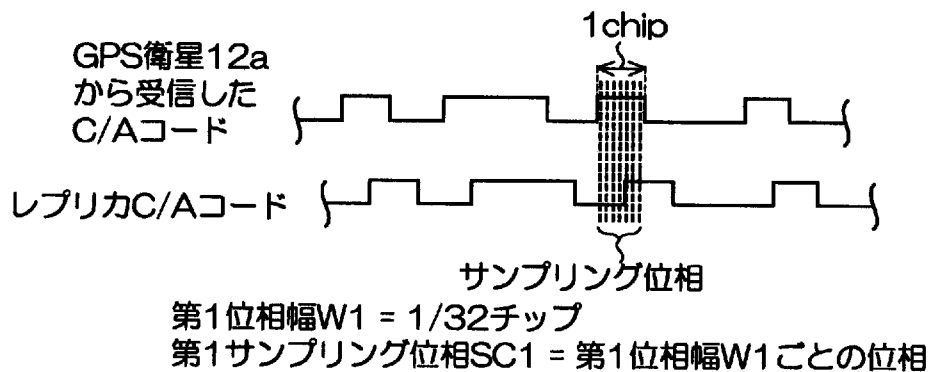
[図9]



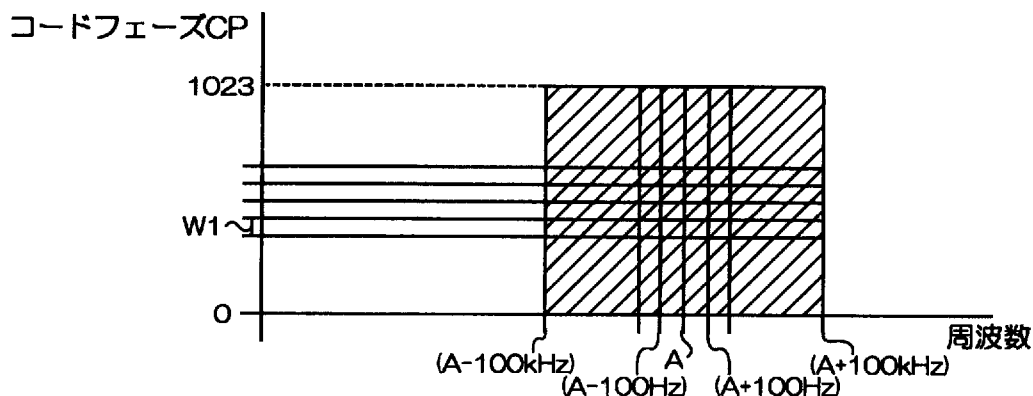
[図10]

$$\text{推定周波数 } A1 = \text{発信周波数 } H1 + \text{ドップラー偏移 } H2$$

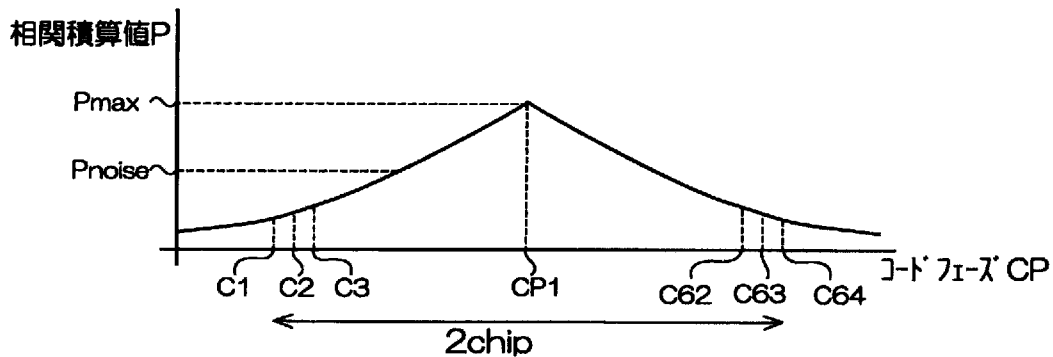
[図11A]



[図11B]



[図11C]



[図12]

式1 : $CPA_e = CPA_0 - (\text{相対移動速度} \times dt)$

光速 : $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

↓

電波S1の発信周波数 $H1 : 1,575.42 \text{ MHz} = 1,575.42 \times 10^6 \text{ Hz}$

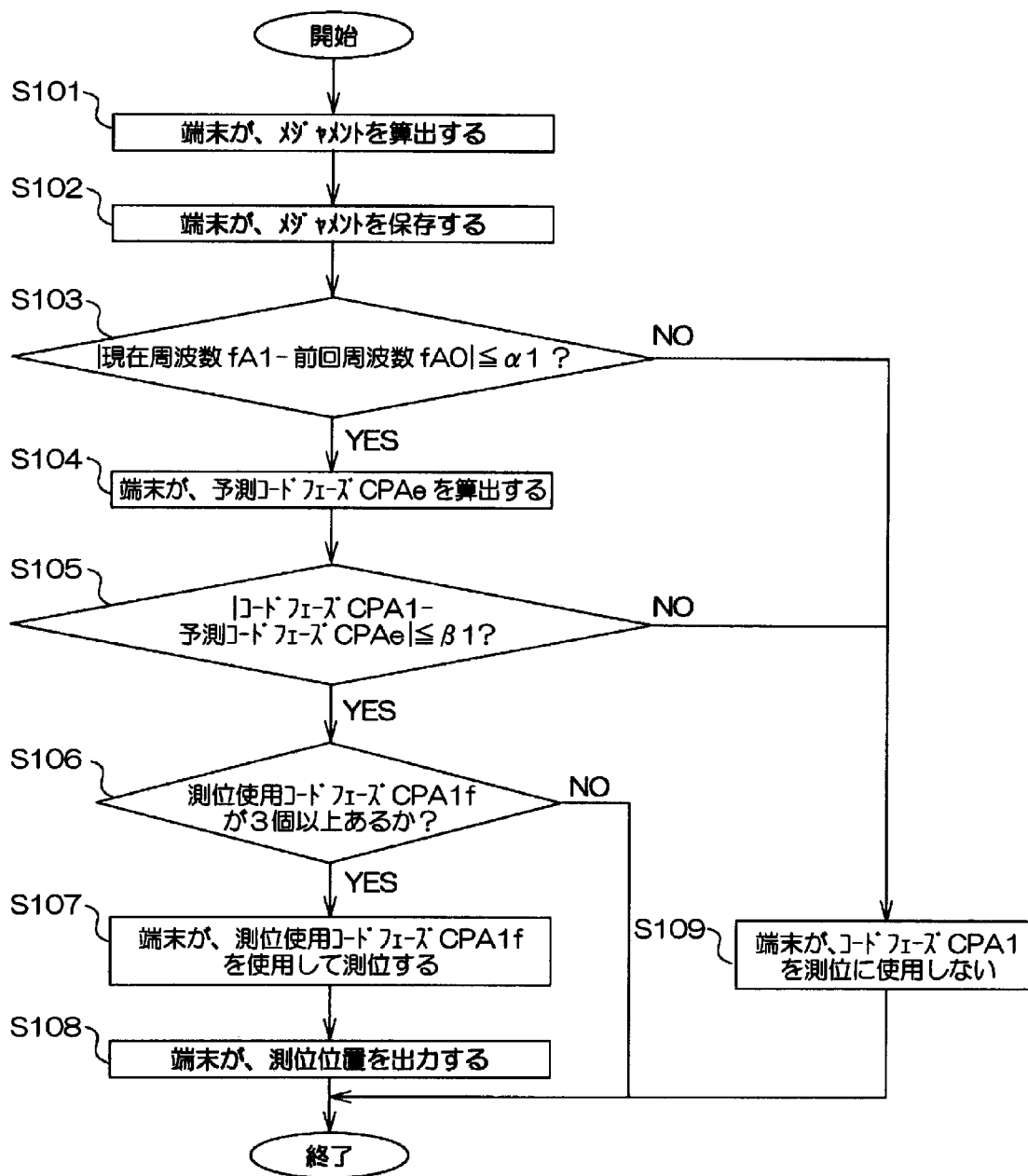
↓

光速/発信周波数 $H1 = a = 0.19$

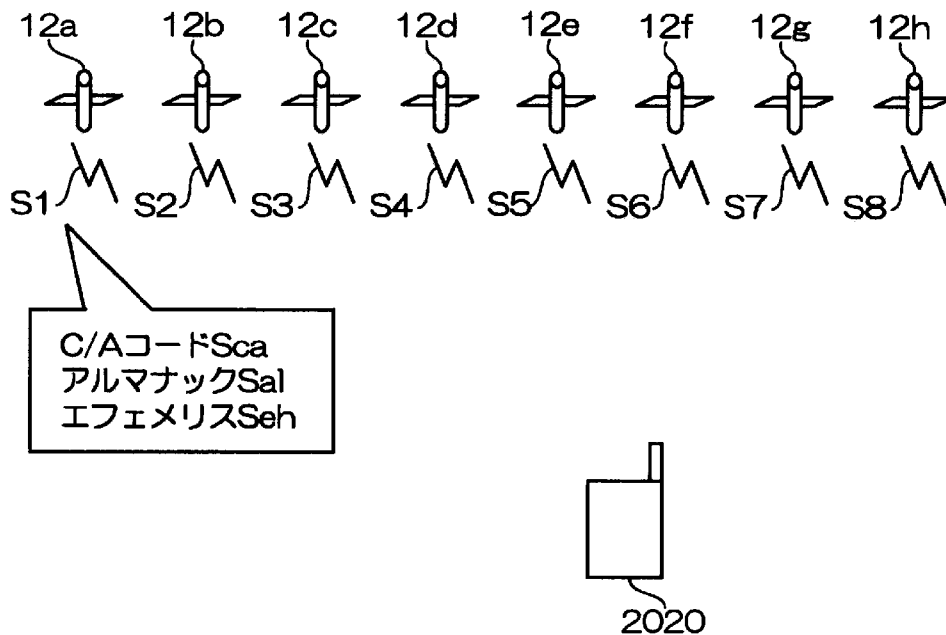
↓

ドップラ-偏移 $1 \text{ Hz} = 0.19 \text{ m/s}$ で、相対移動している

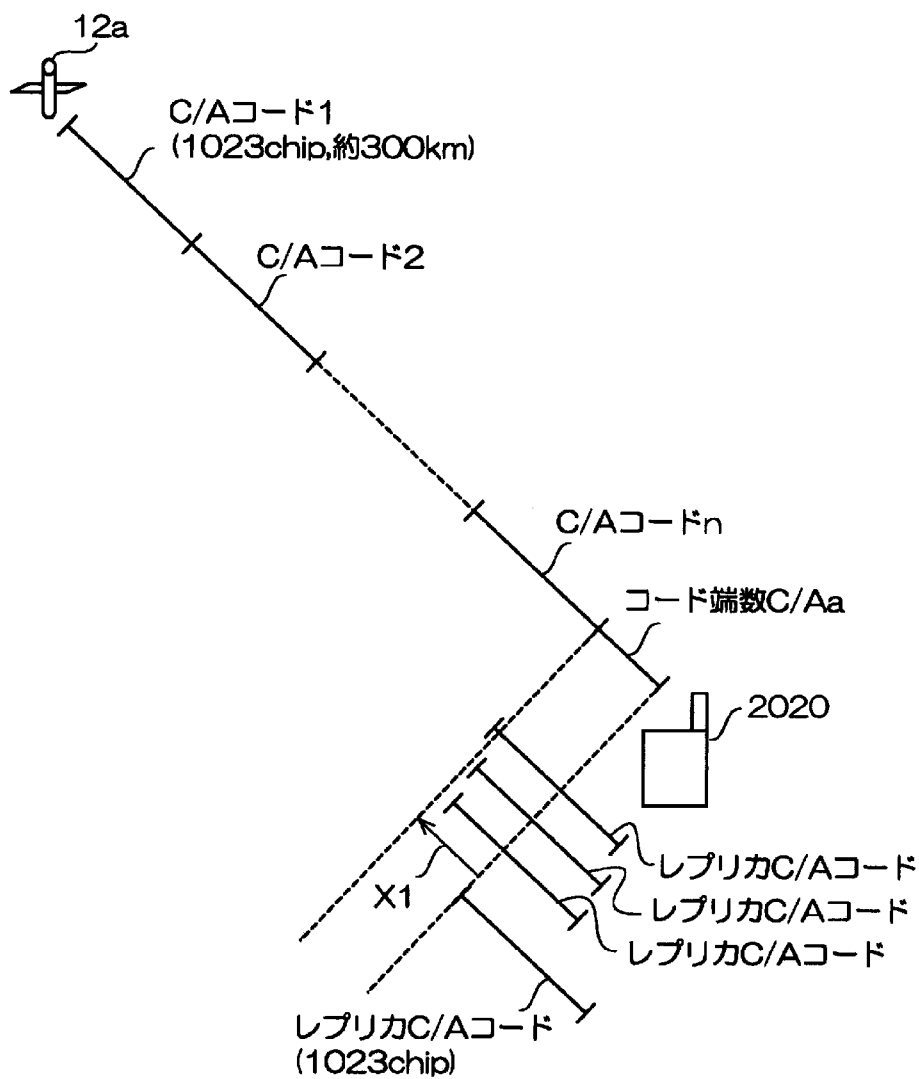
[図13]



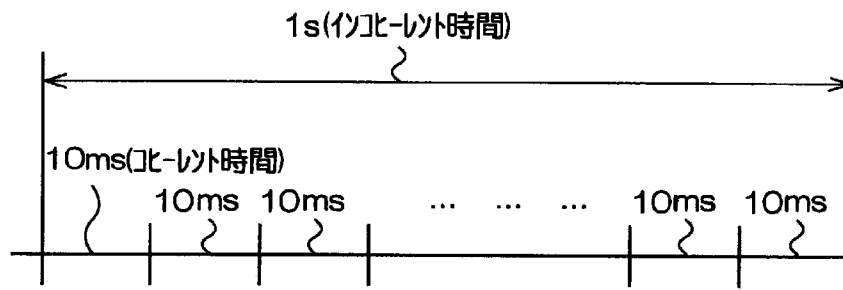
[図14]



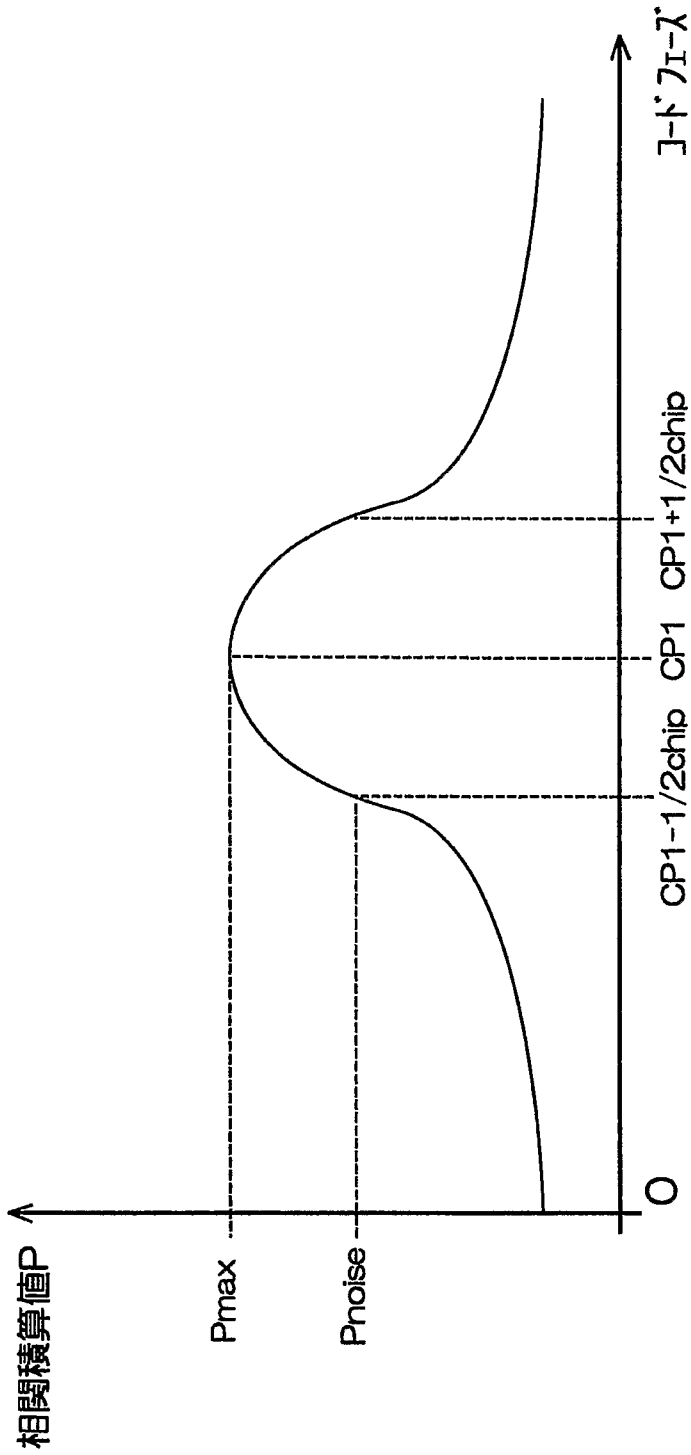
[図15]



[図16]

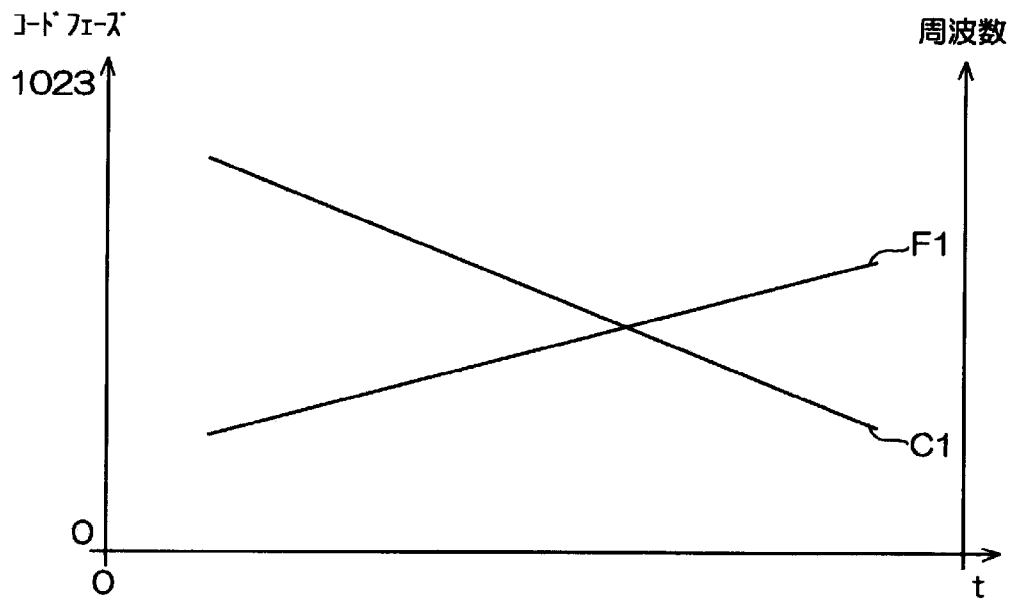


[図17]

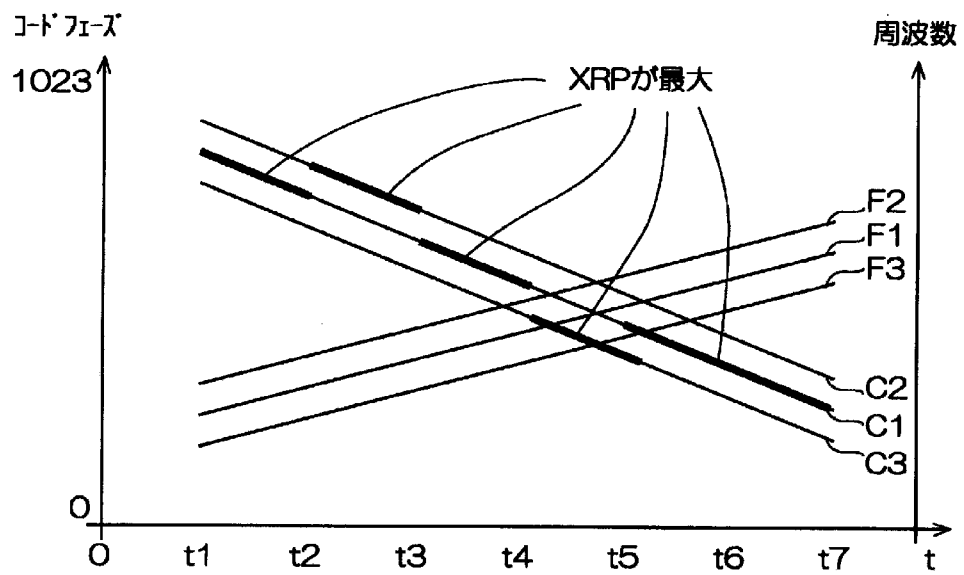


$$\text{信号強度} XPR = (P_{max} - P_{noise}) / P_{max}$$

[図18]

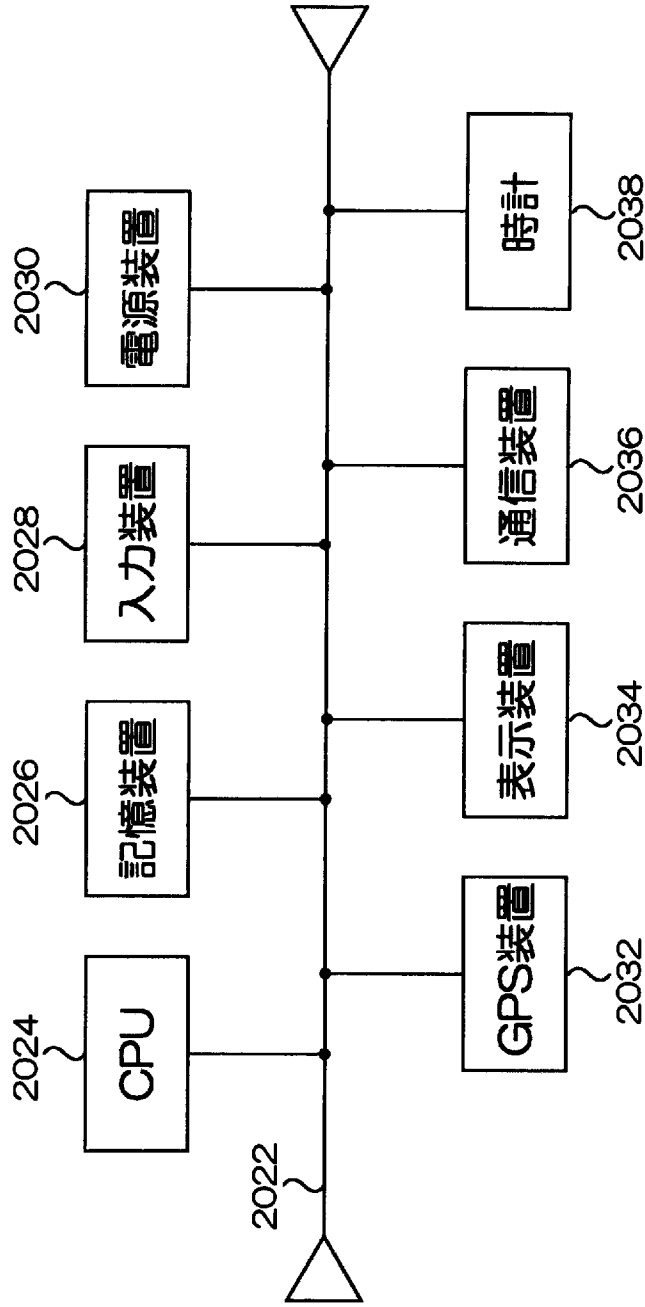


[図19]

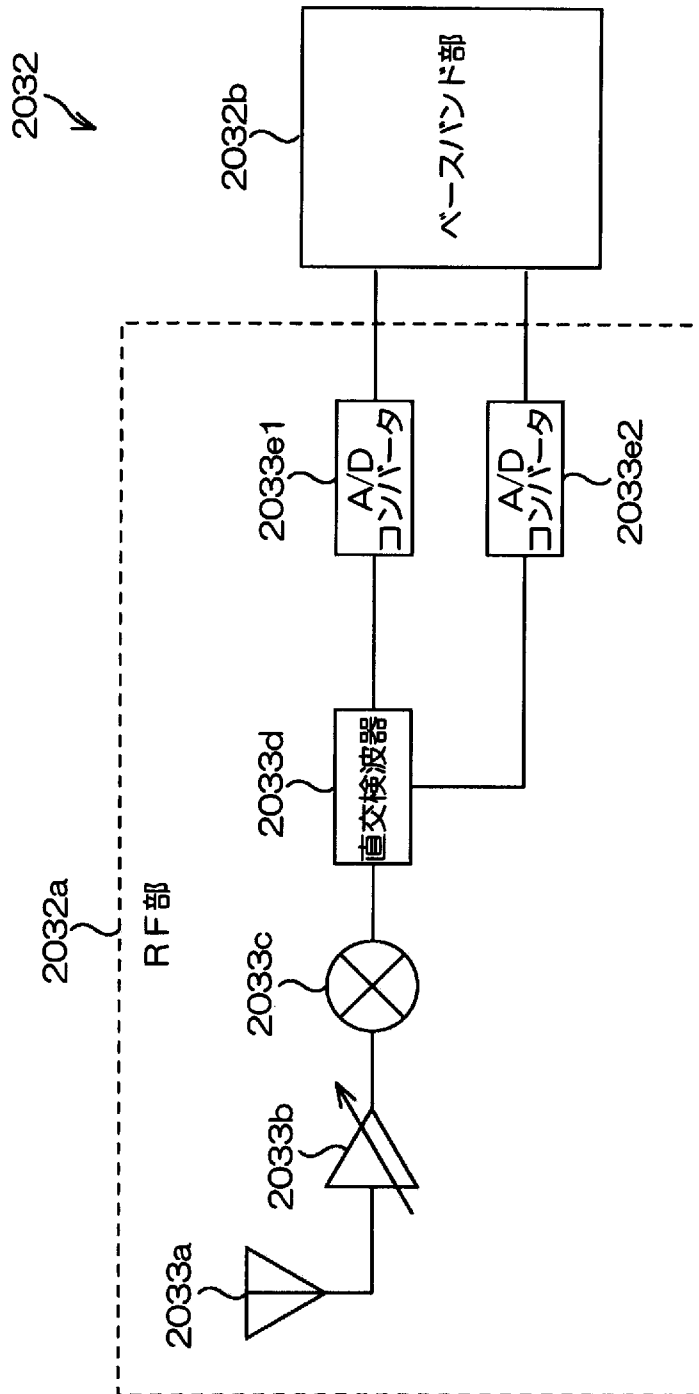


[図20]

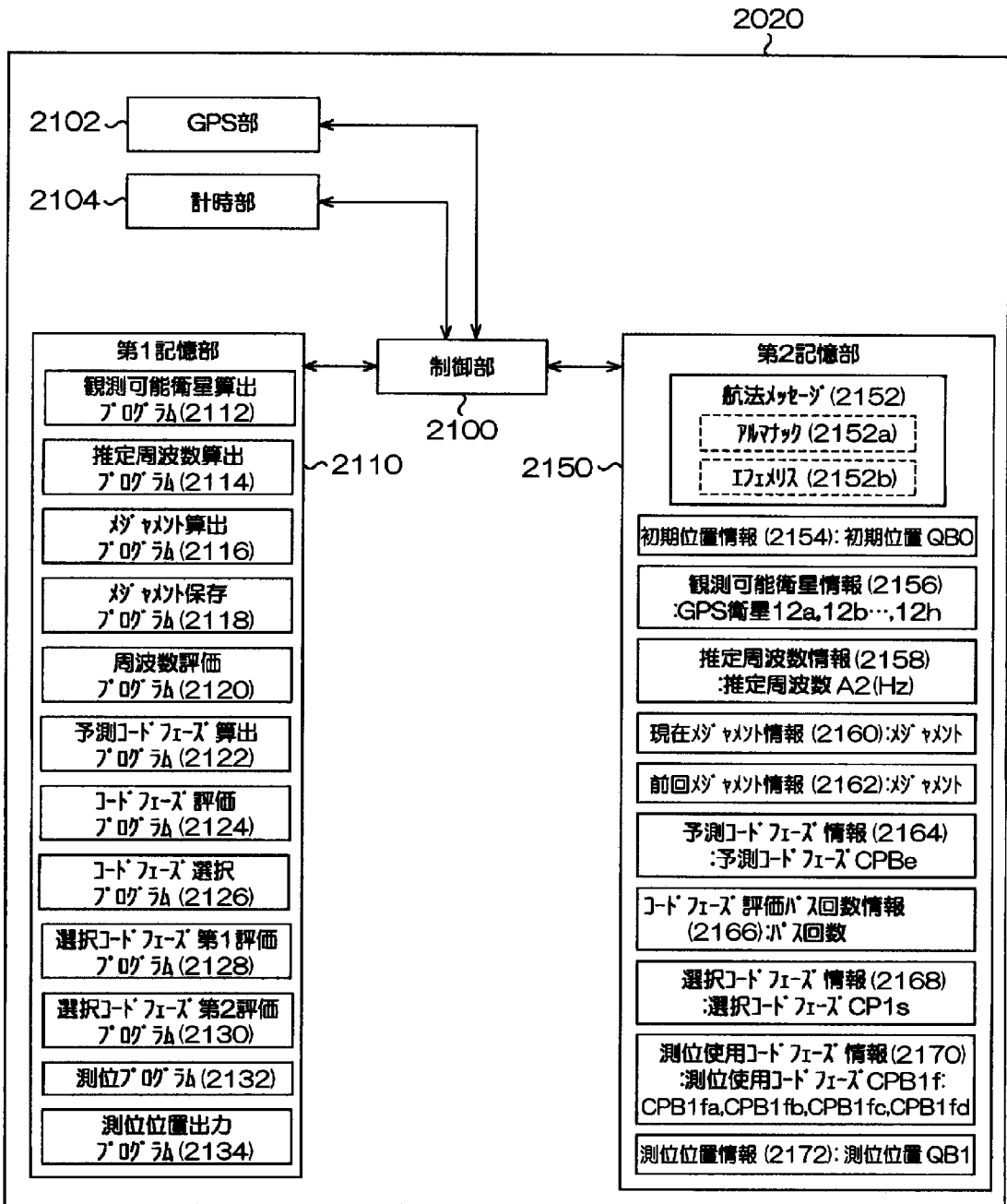
2020 ↙



[図21]



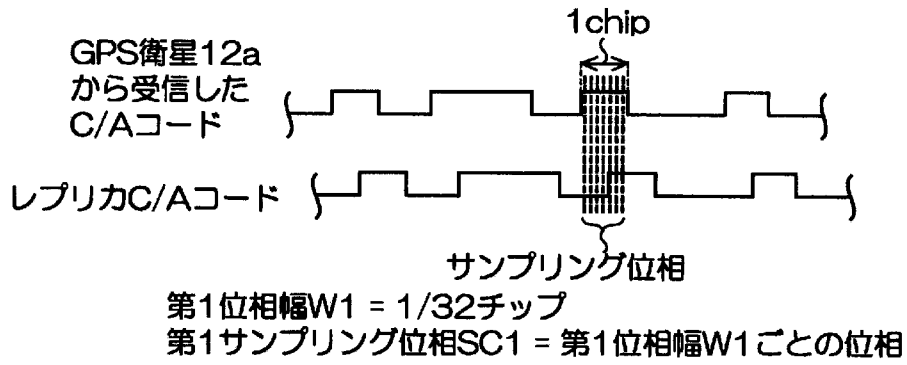
[図22]



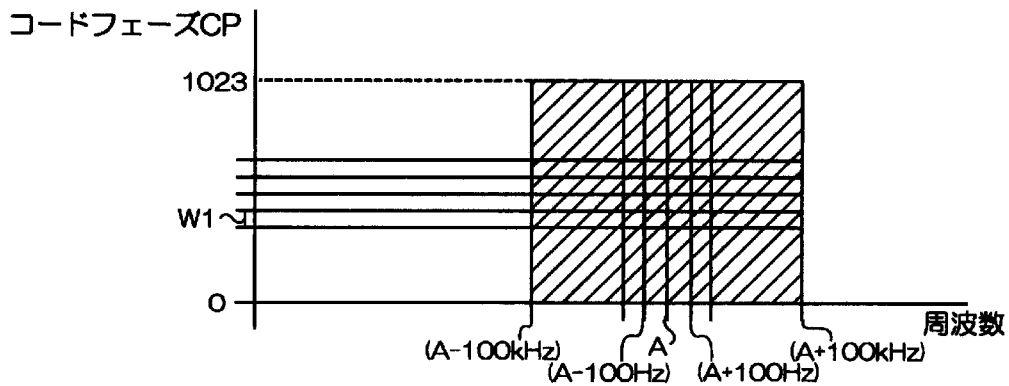
[図23]

$$\text{推定周波数 } A2 = \text{発信周波数 } H1 + \text{ドップラー偏移 } H2$$

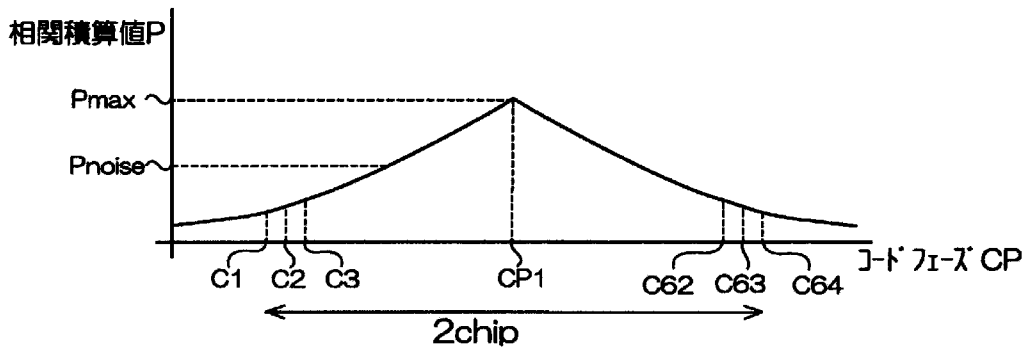
[図24A]



[図24B]



[図24C]



[図25]

2160

GPS衛星12a

	fB1	CPB1	PBmax1	PBnoise1
周波数系列F1	周波数 fB11a	CPB11a	PBmax11a	PBnoise11a
周波数系列F2	周波数 fB12a	CPB12a	PBmax12a	PBnoise12a
周波数系列F3	周波数 fB13a	CPB13a	PBmax13a	PBnoise13a

[図26]

2162

GPS衛星12a

	fB0	CPBO	PBmax0	PBnoise0
周波数系列F1	周波数 fB01a	CPBO1a	PBmax01a	PBnoise01a
周波数系列F2	周波数 fB02a	CPBO2a	PBmax02a	PBnoise02a
周波数系列F3	周波数 fB03a	CPBO3a	PBmax03a	PBnoise03a

[図27]

式2 : $CPBe = CPBO - (\text{相対移動速度} \times dt)$

光速 : $3 \times 10^8 \text{m/s}$

電波S1の発信周波数H1 : $1,575.42 \text{MHz} = 1,575.42 \times 10^6 \text{Hz}$

光速/発信周波数H1 = $a = 0.19$

ドップラー-偏移 $1 \text{Hz} = 0.19 \text{m/s}$ で、相対移動している

[図28]

予測ドップラー-偏移 CPBe : GPS衛星12a

	CPBe
周波数系列F1	CPBe1a
周波数系列F2	CPBe2a
周波数系列F3	CPBe3a

2164

[図29]

GPS衛星12a

$$| \text{CPB11a-CPBe1a} | = \text{dCPB11a}$$

$$| \text{CPB12a-CPBe2a} | = \text{dCPB12a}$$

$$| \text{CPB13a-CPBe3a} | = \text{dCPB13a}$$



$$\text{dCPB11a} < \text{dCPB12a} < \text{dCPB13a}$$



dCPB11a を選択する

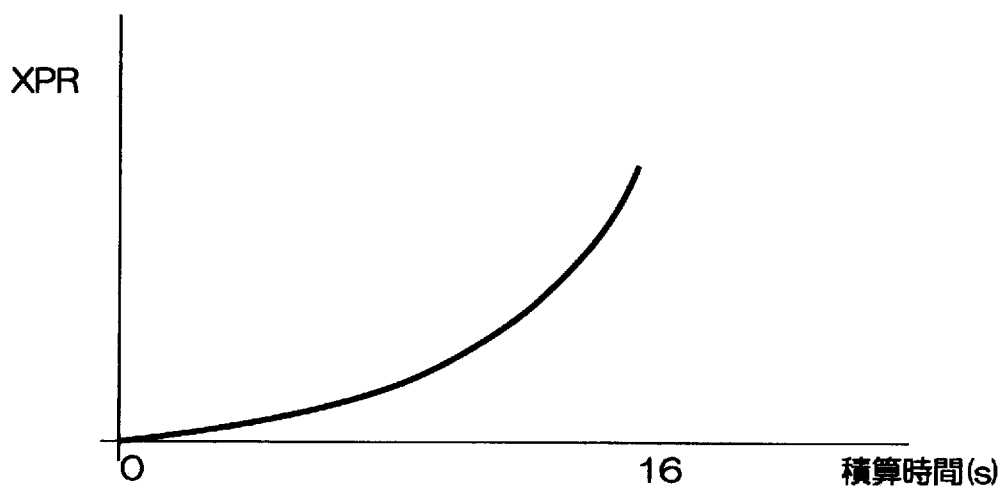
[図30]

2168

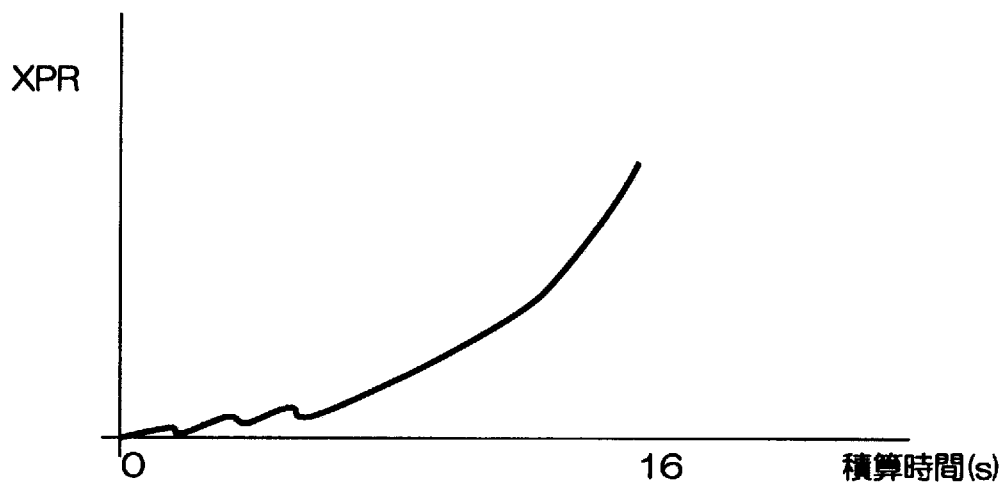


GPS衛星	選択ドメイン CP1s
GPS衛星12a	CP1sa
GPS衛星12b	CP1sb
GPS衛星12c	CP1sc
GPS衛星12d	CP1sd

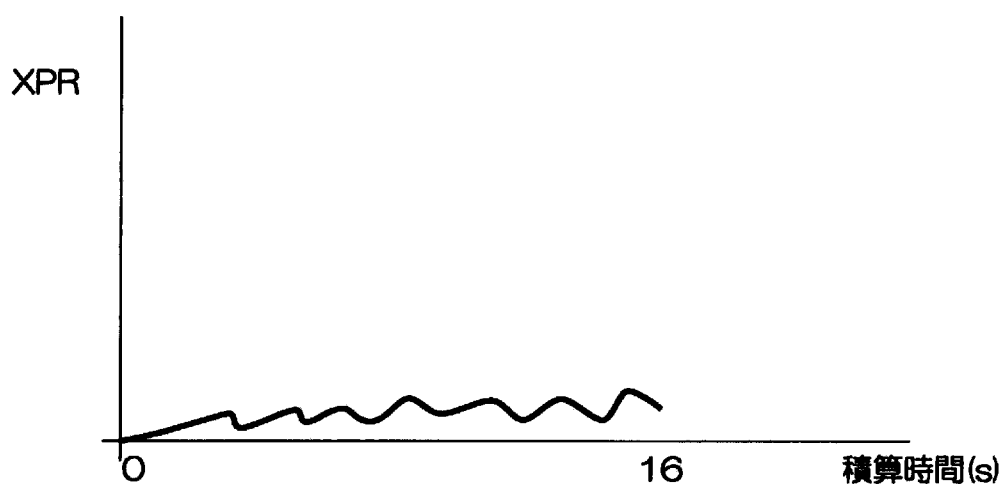
[図31A]



[図31B]



[図31C]

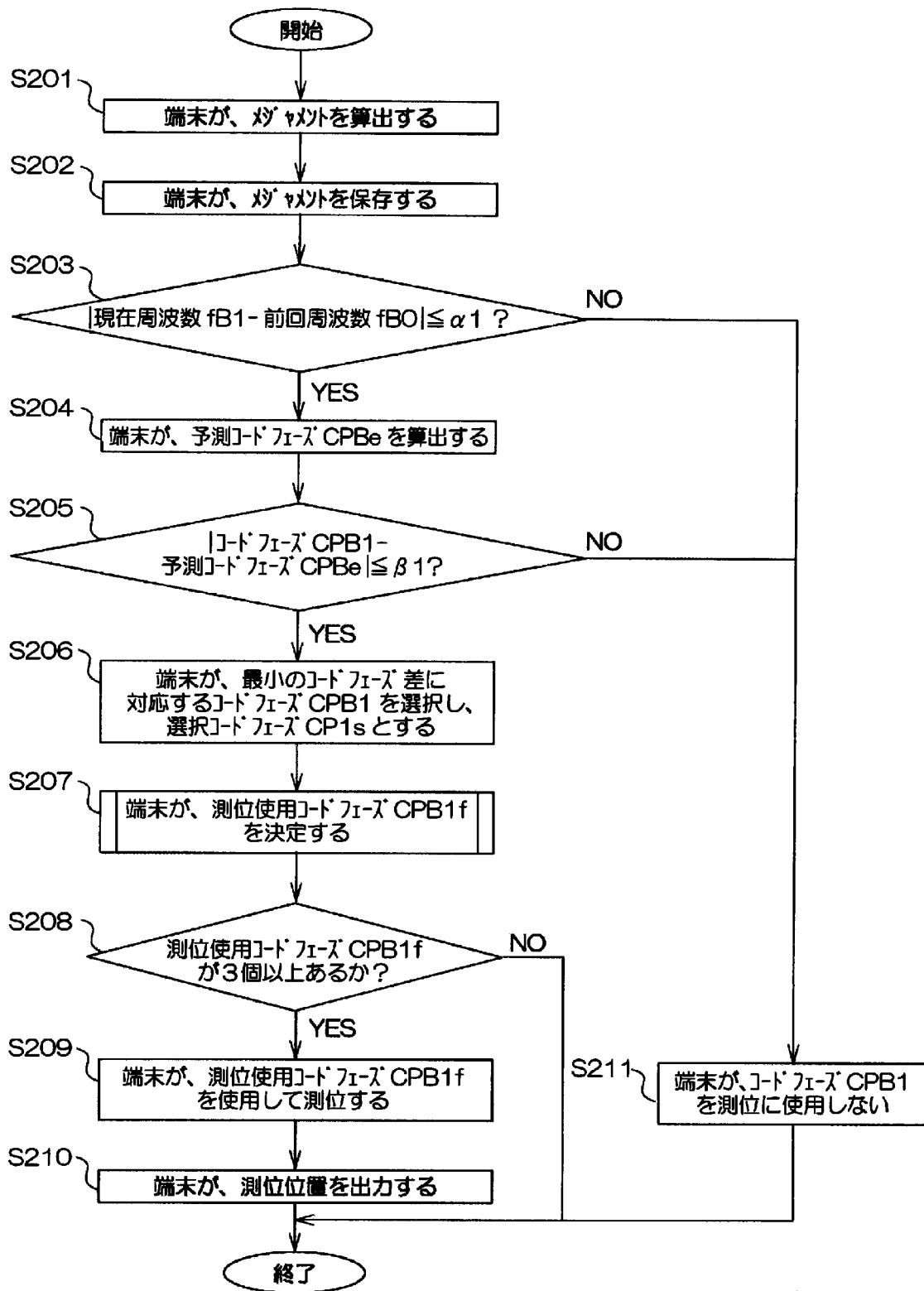


[図32]

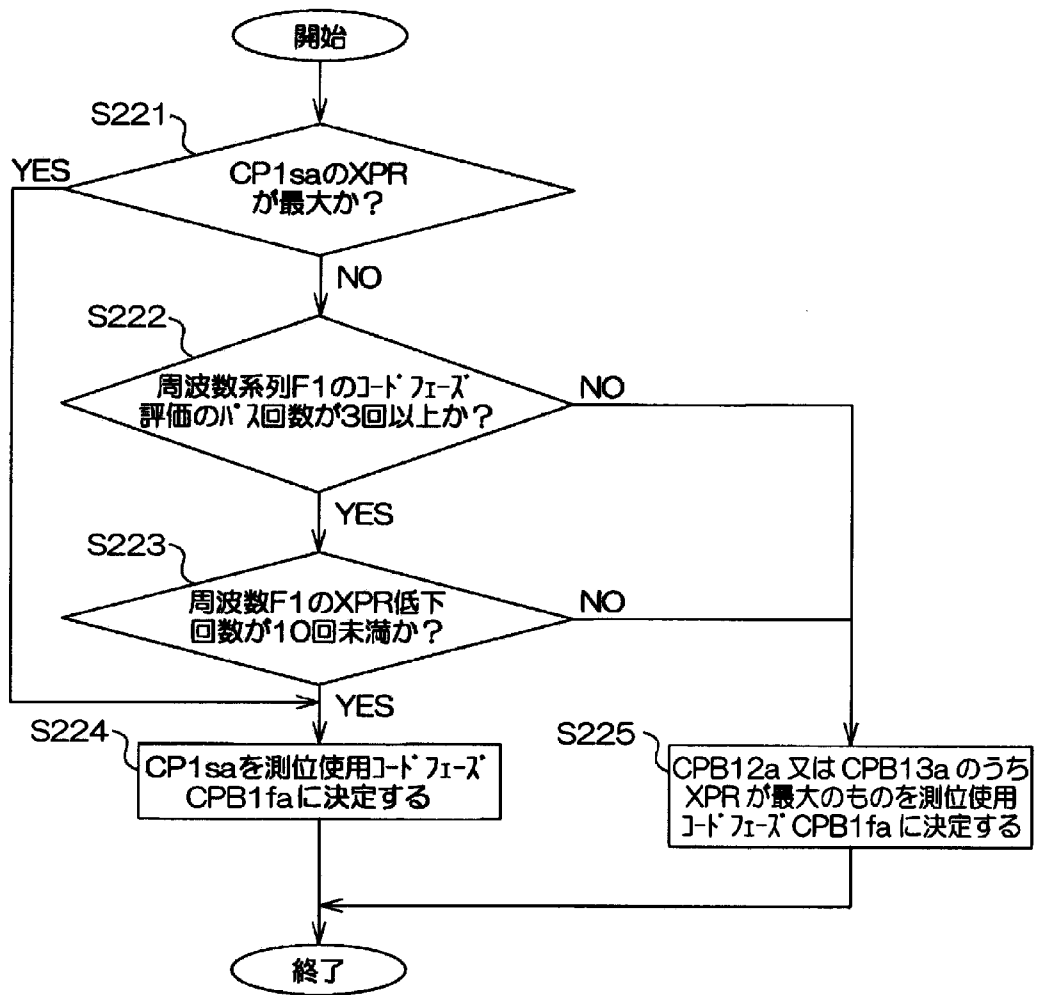
2170
↙

GPS衛星	測位使用ポート名CPB1f
GPS衛星12a	CPB1fa
GPS衛星12b	CPB1fb
GPS衛星12c	CPB1fc
GPS衛星12d	CPB1fd

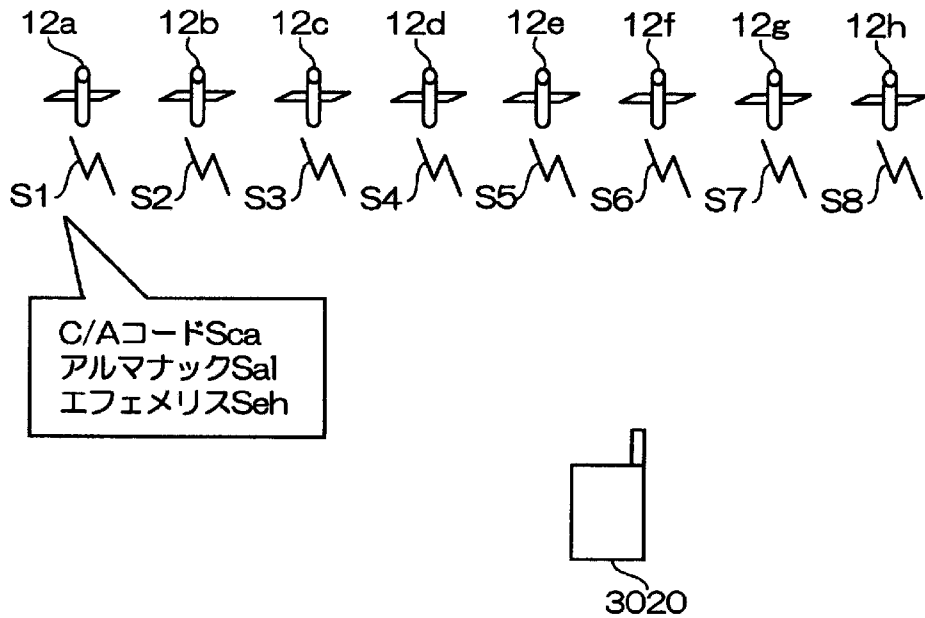
[図33]



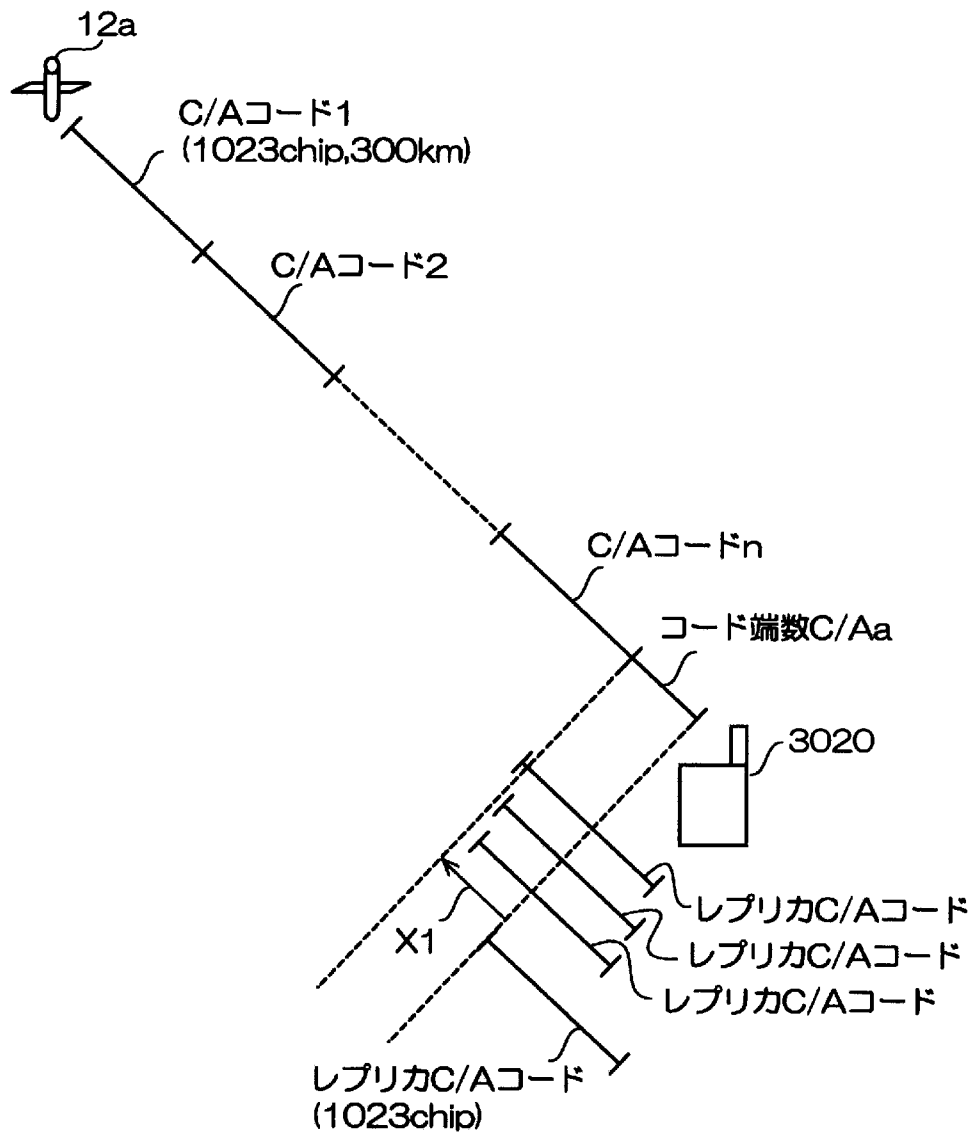
[図34]



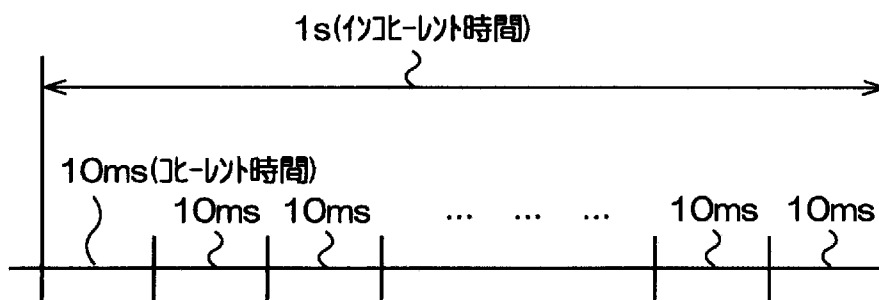
[図35]



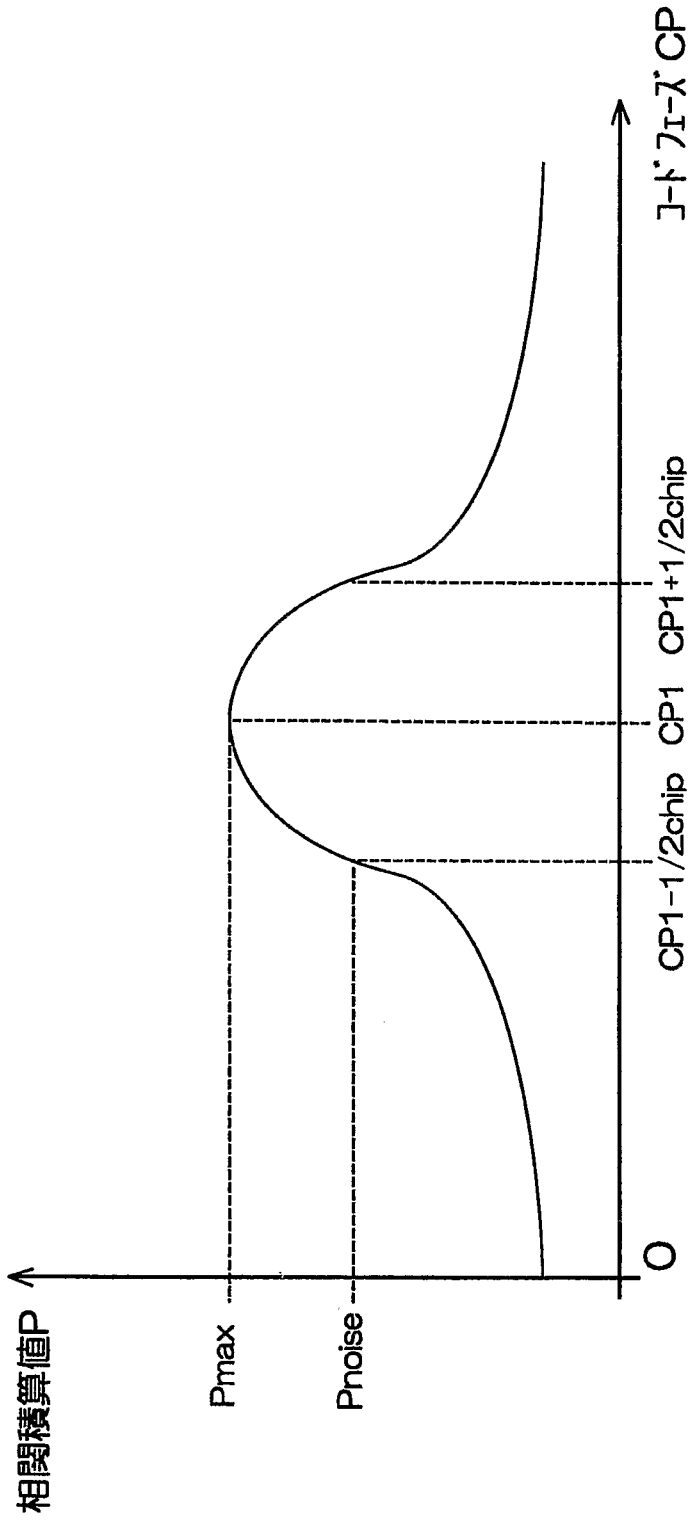
[図36]



[図37]

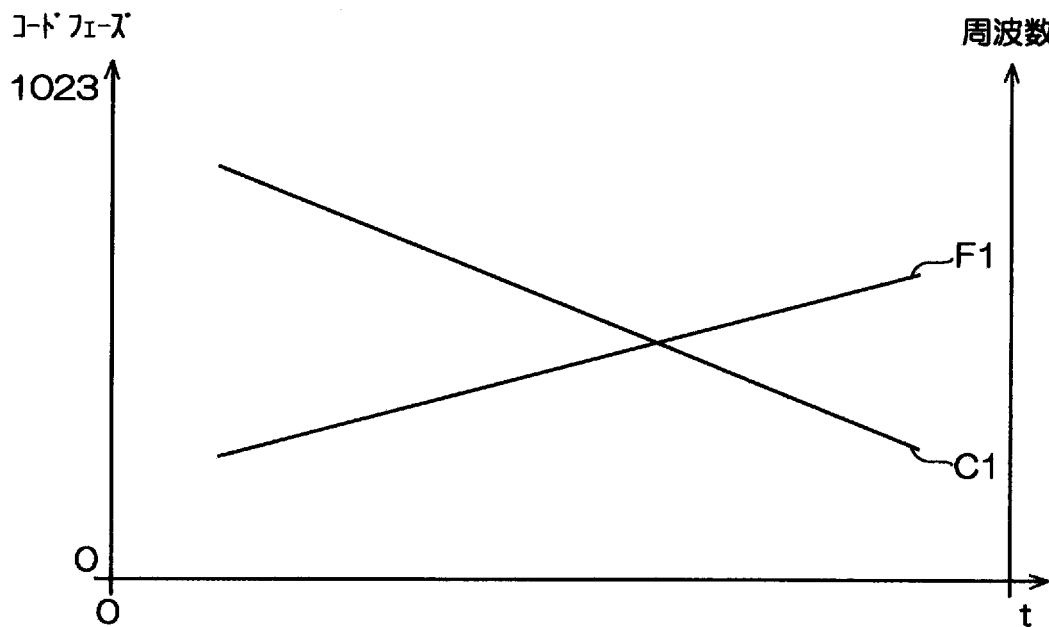


[図38]

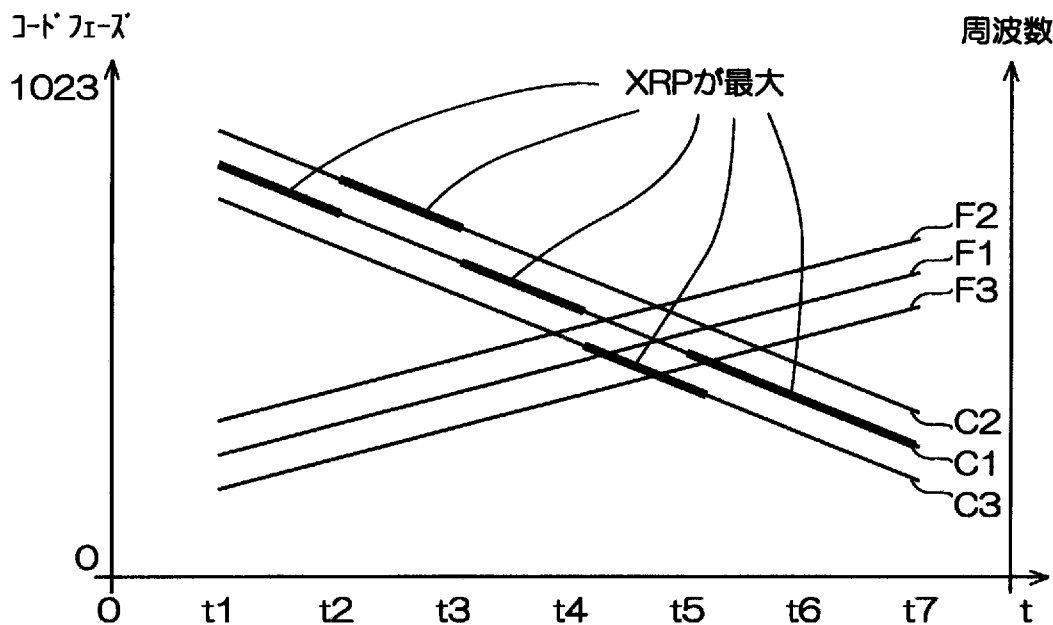


$$\text{信号強度XPR}=(P_{max}-P_{noise})/P_{max}$$

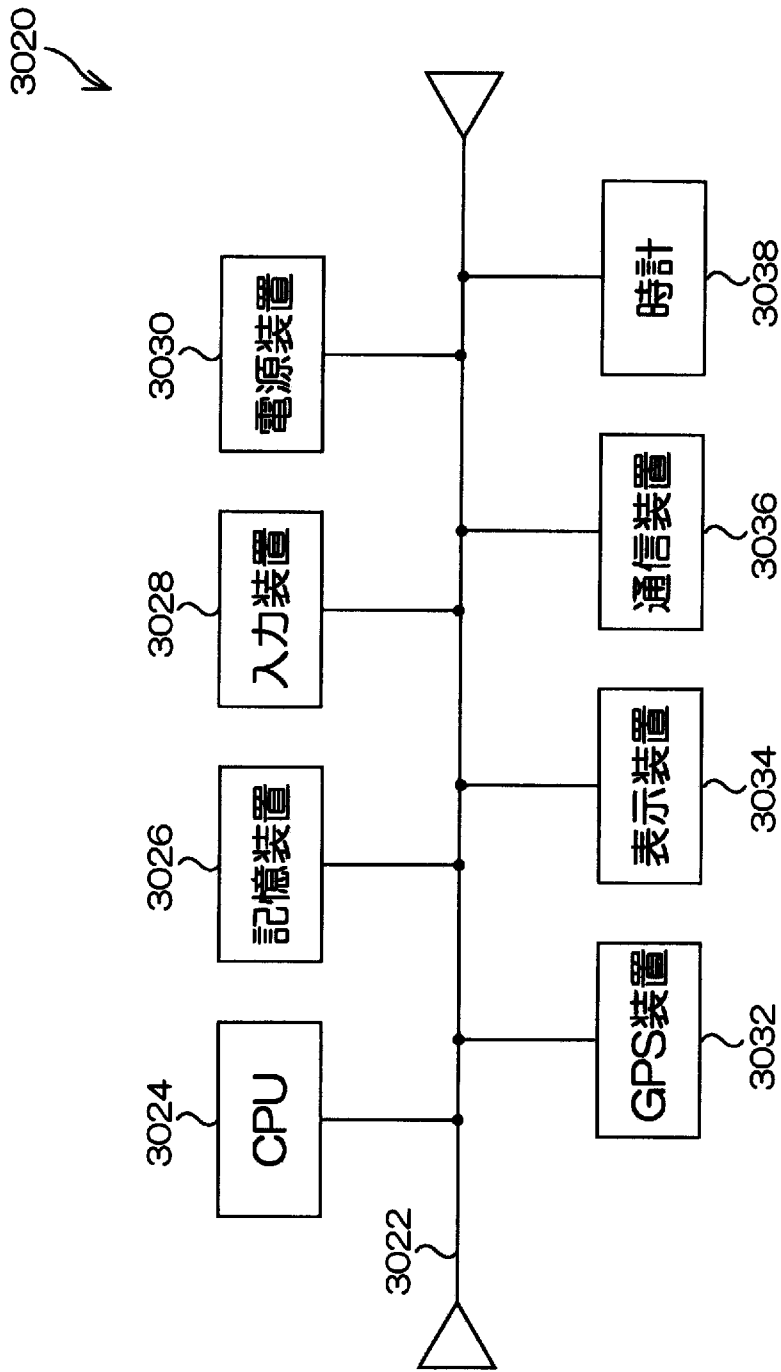
[図39]



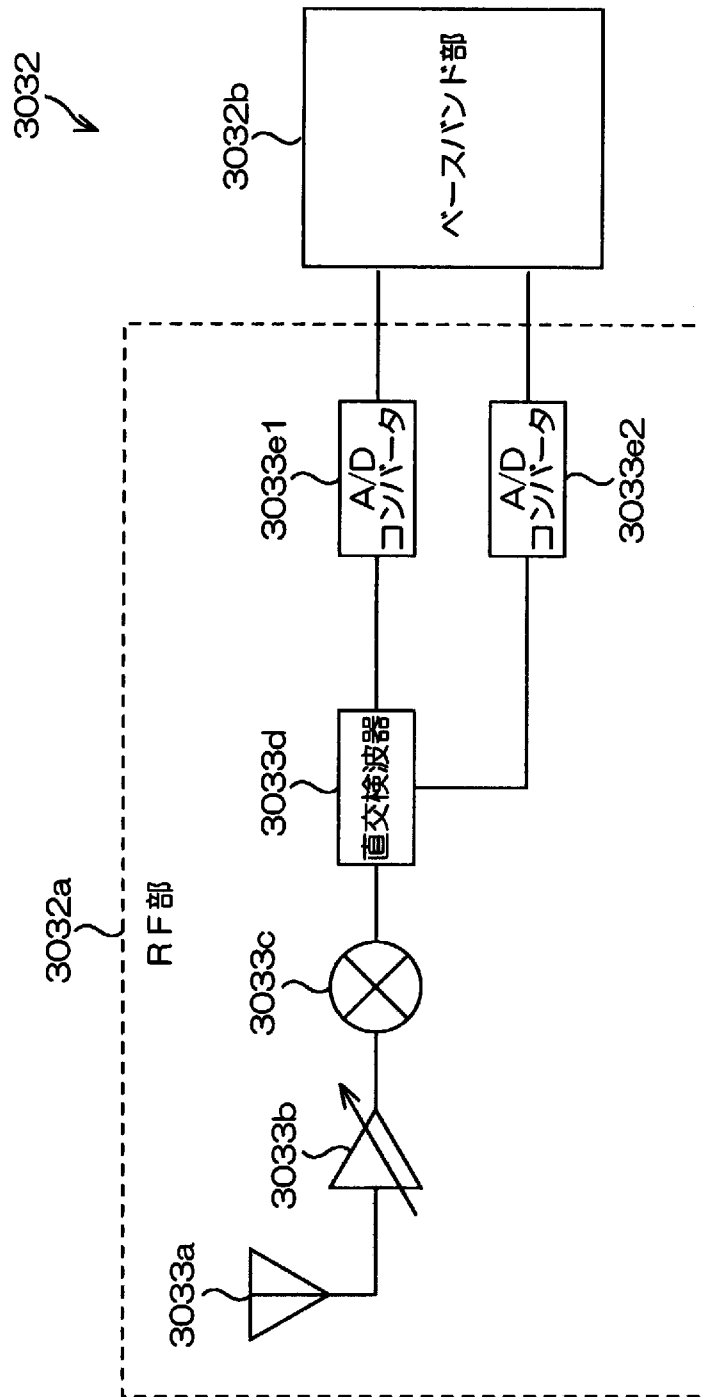
[図40]



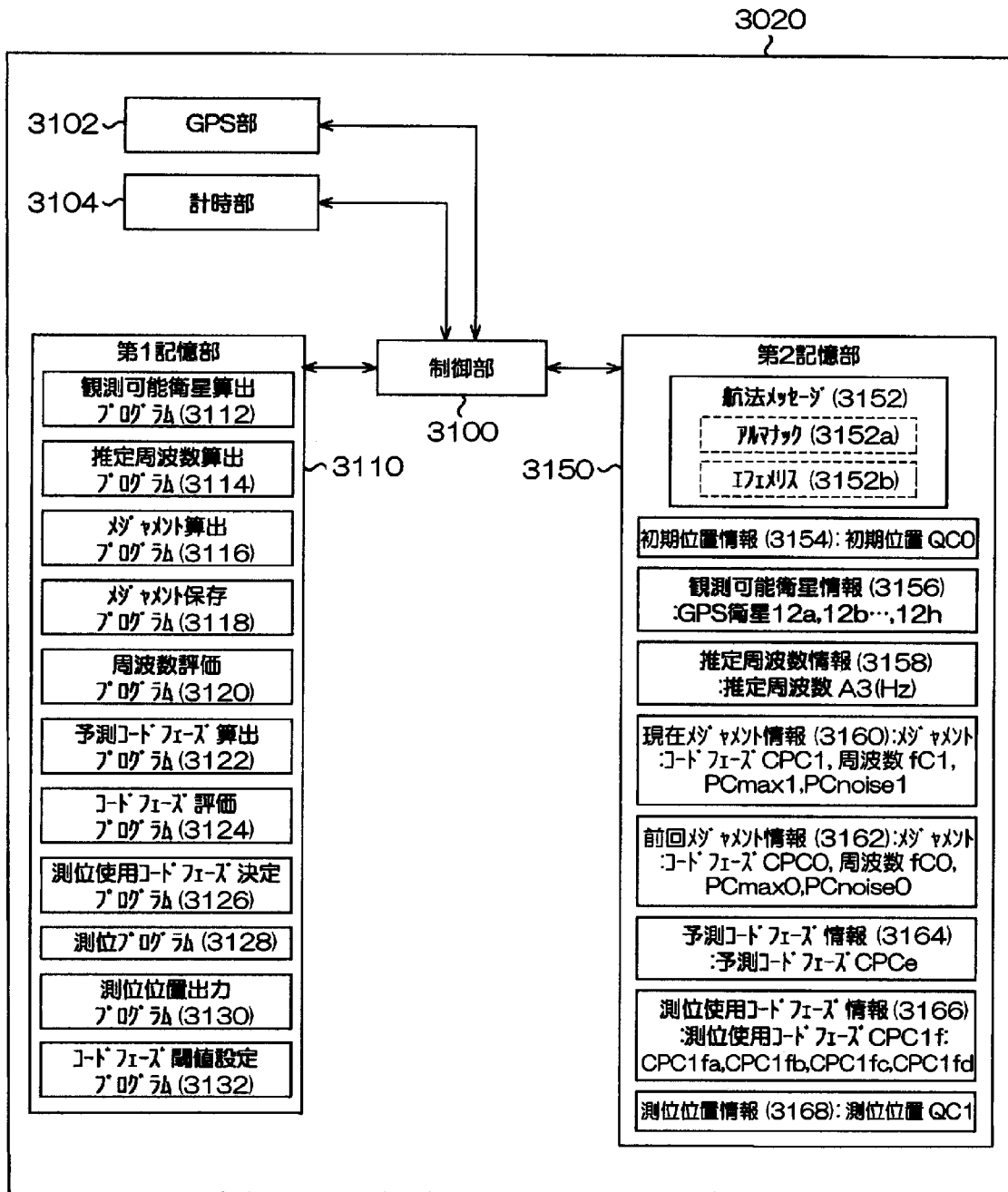
[図41]



[図42]



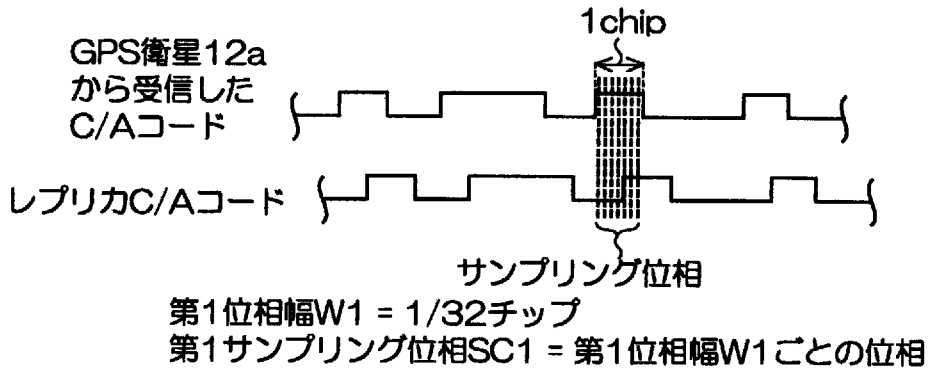
[図43]



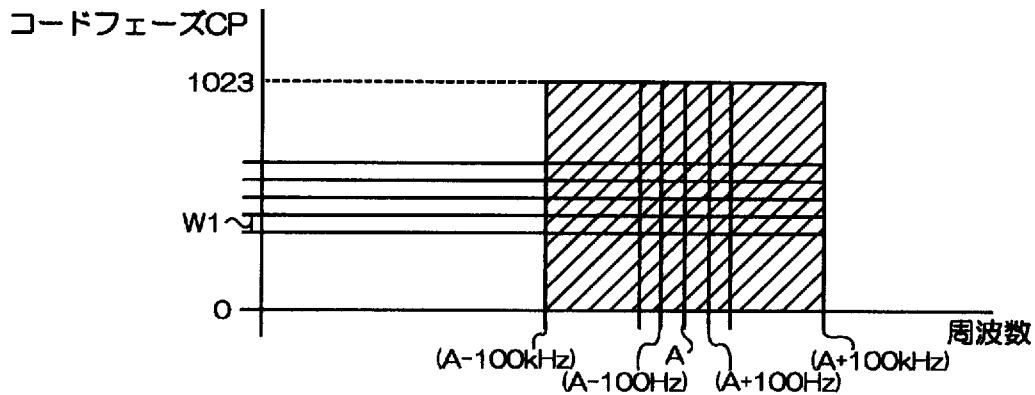
[図44]

$$\text{推定周波数 } A3 = \text{発信周波数 } H1 + \text{ドップラー偏移 } H2$$

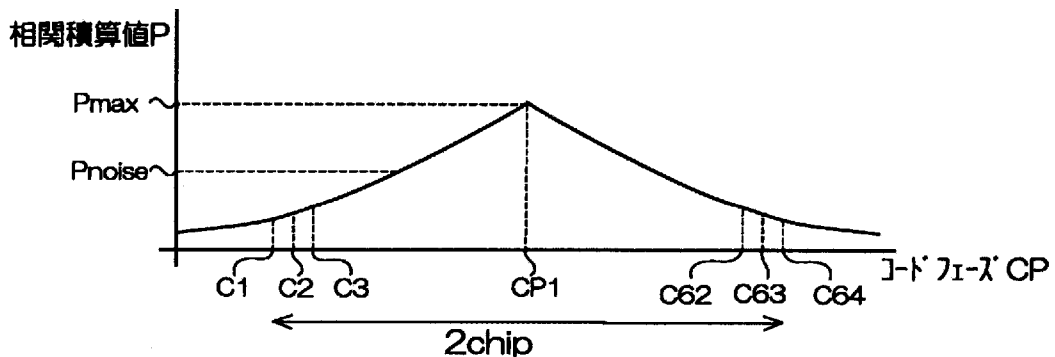
[図45A]



[図45B]



[図45C]



[図46]

式3 : $CPCe = CPCO - (\text{相対移動速度} \times dt)$

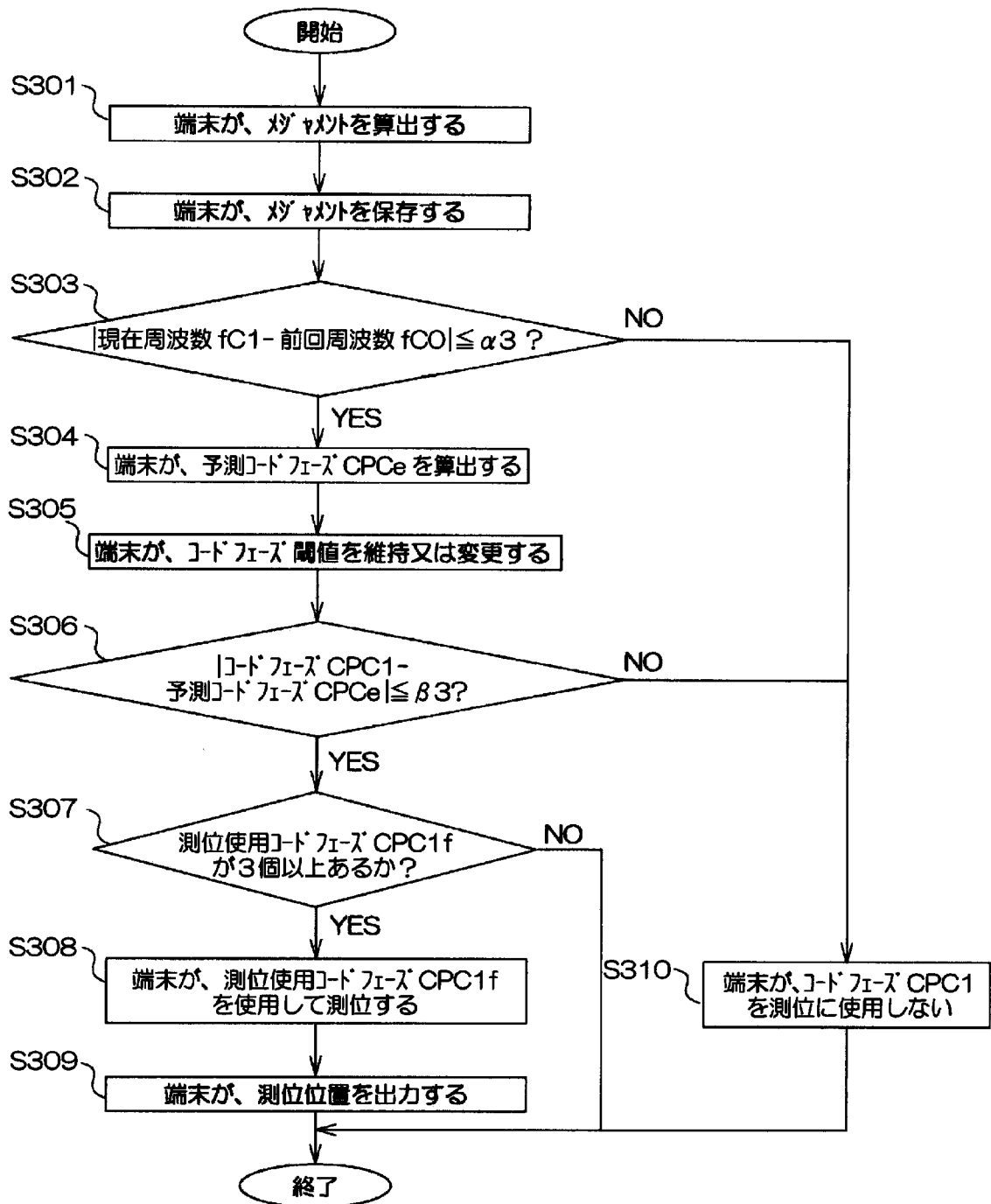
光速 : $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

電波S1の発信周波数 $H1$: $1,575.42 \text{ MHz} = 1,575.42 \times 10^6 \text{ Hz}$

光速/発信周波数 $H1 = a = 0.19$

ドップラー偏移 $1 \text{ Hz} = 0.19 \text{ m/s}$ で、相対移動している

[図48]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S5/14(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S5/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	D.V.Simili, "Code-Carrier Divergence Monitoring for the GPS Local Area Augmentation System", IEEE/ION PLANS 2006, 2006.04.25, pages 483-493	1, 13-14, 17, 20
Y	JP 2004-501352 A (SiRF Technology, Inc.), 15 January, 2004 (15.01.04), Par. No. [0071] & WO 2001/079877 A2 & EP 1301803 A & US 6850557 B	1, 7-14, 16-17, 19-20, 22
Y	JP 2004-085222 A (Pioneer Electronic Corp.), 18 March, 2004 (18.03.04), Par. Nos. [0023], [0028] to [0029], [0033] (Family: none)	1, 7-14, 16-17, 19-20, 22

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 June, 2007 (19.06.07)

Date of mailing of the international search report
03 July, 2007 (03.07.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059019

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-024535 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 January, 2005 (27.01.05), Par. Nos. [0187] to [0188] (Family: none)	1, 7-14, 16-17, 19-20, 22
Y	JP 2002-122652 A (NEC Corp.), 26 April, 2002 (26.04.02), Claim 5; Par. Nos. [0020] to [0021] (Family: none)	1, 7-14, 16-17, 19-20, 22
A	JP 2003-098244 A (Japan Radio Co., Ltd.), 03 April, 2003 (03.04.03), Par. Nos. [0023] to [0035] (Family: none)	1, 7-14, 16-17, 19-20, 22
A	JP 2000-266834 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 29 September, 2000 (29.09.00), Par. No. [0014] (Family: none)	1, 7-14, 16-17, 19-20, 22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059019

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: 2-6, 15, 18, 21
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
See extra sheet.

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No. III of continuation of first sheet (2)

1. Regarding the description and drawings

In all the working examples, the relation between frequency and code phase is odd. In Figs. 5-6, Figs. 18-19, Figs. 39-40, paragraphs [0097] - [0099], paragraphs [0211] - [0214], paragraph [0384] - [0387], decrease of the distance between the receiver and the satellite at a constant rate is associated with increase of the frequency at a constant rate. However, any technical matter that proper operation is possible on such an assumption is not disclosed by the description.

Also in all the working examples, the processings of frequency is unclear, and no compliance making it possible to consider as appropriate is disclosed.

As stated in Figs. 13, 33, 48, and paragraph [0146], the values of the difference from the previous frequency out of the "threshold" of "30 Hz" are all not adopted, and the frequency measurement width is "50 Hz", "100 Hz", and so forth (see paragraphs [0100], [0132]). The technical meaning of trying the measurement value in a wide range such as " ± 100 kHz" and performing comparison while making a selection of about one frequency to be an object under the frequency condition from the very start is unclear. No appropriate specific technical example using a frequency relation different this is present. Any specific technique not performing a processing concerning the above frequency and saving this is not disclosed.

There is a passage stating that frequency measurement width is "50 Hz" or "100 Hz". However, how to predict the next frequency using this and perform measurement is unclear. In the description and drawings of this application, counting the carrier phase and using a PLL loop are not mentioned and shown. The scheme (continuing to use discrete frequencies within a range of a 50 Hz width) shown in Fig. 6 does not comply with that. The description does not disclose the technique of performing frequency measurement and the next prediction with an accuracy having appropriateness fulfilling the requirement of the description itself.

In relation to the above, all the working examples of the application fail to clearly disclose the specific processing about the prediction of code phase using Doppler information.

2. Regarding the claims

The matter concerning "frequency sequence" and frequency "threshold" processing stated in claims 2-6, 15, 18, 21 are not supported by the description, and the matter is completely unclear.

The inventions of claims 1, 7-14, 16-17, 19-20 relate dominant conceptions of unclear specific examples and are not supported by the description. The inventions are unclear.

The inventions of claims 2-6, 15, 18, 21 are not clear within the meaning of PCT Article 5, not disclosed within the meaning of the same, and not supported within the meaning of PCT Article 6. Therefore, any international search of them has not been conducted. The same applies to the inventions of claims 1, 7-14, 16-17, 19-20. However, they have been searched in the scope possible from only the external description of the claims.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01S5/14(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01S5/14		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	D.V.Simili, "Code-Carrier Divergence Monitoring for the GPS Local Area Augmentation System", IEEE/ION PLANS 2006, 2006.04.25, pages 483-493	1, 13-14, 17, 20
Y	JP 2004-501352 A (サーフ テクノロジー、インコーポレイテッド) 2004.01.15, [0071]段 & WO 2001/079877 A2 & EP 1301803 A & US 6850557 B	1, 7-14, 16-17, 19-20, 22
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 19.06.2007	国際調査報告の発送日 03.07.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 有家 秀郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	2S 9402

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-085222 A (パイオニア株式会社) 2004. 03. 18, [0023], [0028]-[0029], [0033]段 (ファミリーなし)	1, 7-14, 16-17 , 19-20, 22
Y	JP 2005-024535 A (三菱電機株式会社) 2005. 01. 27, [0187]-[0188] 段 (ファミリーなし)	1, 7-14, 16-17 , 19-20, 22
Y	JP 2002-122652 A (日本電気株式会社) 2002. 04. 26, 請求項 5, [0020]-[0021]段 (ファミリーなし)	1, 7-14, 16-17 , 19-20, 22
A	JP 2003-098244 A (日本無線株式会社) 2003. 04. 03, [0023]-[0035] 段 (ファミリーなし)	1, 7-14, 16-17 , 19-20, 22
A	JP 2000-266834 A (松下電工株式会社) 2000. 09. 29, [0014]段 (フ ァミリーなし)	1, 7-14, 16-17 , 19-20, 22

1. 明細書及び図面について

全ての実施形態で、周波数とコード位相の関係が奇妙である。第5—6図、第18—19図、第39—40図、[0097]—[0099]段、[0211]—[0214]段、[0384]—[0387]段では、受信機と衛星の距離が一定速度で近づくことと周波数が一定速度で上昇することが対応付けられているが、そのような前提で正しい動作が可能な技術内容の開示は明細書中になされていない。

そして、全ての実施形態で、周波数に関する処理内容が不明確であり、妥当と思量できるだけの整合性を有する開示がされていない。

まず、第13図、第33図、第48図および[0146]段の記述の如く、前回周波数との相違が「30Hz」の「閾値」内に入らない値は全て採用されず、かつ、周波数の計測幅は「50Hz」「100Hz」等である（[0100]段、[0132]段参照）。周波数の条件でもともと対象となり得るのがほぼ1つのみという選定をしながら、「±100kHz」範囲の如く広範な測定値を試して比較する技術的意義は不明である。これと異なる周波数関係を用いた妥当な技術の具体例も存在しない。そして、上記の周波数に関する処理を行わず、これを省いた具体的技術の記載もない。

次に、周波数の計測幅も「50Hz」か「100Hz」であるところ、これを用いてどのように次回の周波数を予測して計測を行うのか不明である。本願明細書及び図面にはキャリア位相をカウントしたり、PLLループを用いることなどは記載されておらず、第6図のような扱い（50Hz幅でバラバラな周波数を用い続ける）もそれに整合しない。周波数の計測と次回の予測を、明細書自体の要請にかなう妥当性を有する精度で行う技術が、明細書には存在しない。

上記の関連で、本願全ての実施形態で、コード位相の予測についても、ドップラー情報を用いた具体的処理の内容が不明確である。

2. 請求の範囲について

請求の範囲2—6, 15, 18, 21は、「周波数系列」や周波数の「閾値」処理に関する事項が、明細書により裏付けられていない。また、該事項の内容が完全に不明瞭である。

請求の範囲1, 7—14, 16—17, 19—20も、不明確な具体例の上位概念化であり、明細書により裏付けられていない。また、発明の内容が不明瞭である。

請求の範囲2—6, 15, 18, 21はPCT第5条の意味において明瞭でなく、同条の意味で開示されておらず、PCT第6条の意味で裏付けられていないため、調査は行われていない。請求の範囲1, 7—14, 16—17, 19—20についても同様であるが、これらについては請求の範囲の外的記載のみから可能な範囲で、調査を行った。

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求の範囲 2-6,15,18,21 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

特別ページを参照。

3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。