

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7246778号  
(P7246778)

(45)発行日 令和5年3月28日(2023.3.28)

(24)登録日 令和5年3月17日(2023.3.17)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 1 S 19/07 (2010.01) G 0 1 S 19/07  
G 0 1 S 19/43 (2010.01) G 0 1 S 19/43

請求項の数 18 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-539072(P2021-539072)	(73)特許権者	501141253 マゼランシステムズジャパン株式会社 兵庫県尼崎市道意町7丁目1番3号
(86)(22)出願日	平成31年1月31日(2019.1.31)	(74)代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(65)公表番号	特表2022-525581(P2022-525581 A)	(74)代理人	100121511 弁理士 小田 直
(43)公表日	令和4年5月18日(2022.5.18)	(74)代理人	100202751 弁理士 岩堀 明代
(86)国際出願番号	PCT/IB2019/050800	(74)代理人	100208580 弁理士 三好 玲奈
(87)国際公開番号	WO2020/141357	(74)代理人	100191086 弁理士 高橋 香元
(87)国際公開日	令和2年7月9日(2020.7.9)	(72)発明者	岸本 信弘 兵庫県尼崎市道意町 尼崎リサーチ・イ 最終頁に続く
審査請求日	令和4年1月28日(2022.1.28)		
(31)優先権主張番号	62/788,489		
(32)優先日	平成31年1月4日(2019.1.4)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 高精度な単独測位機能を有する自律型基準局

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基準局であって、

複数の全地球航法衛星システム(GNSS)信号を受信するように構成されたGNSSアンテナであって、前記複数のGNSS信号は、センチメートル級の測位補強情報を有するGNSS信号を含む、GNSSアンテナと、

GNSS受信機であって、

他の基準局の位置情報または非GNSS衛星通信回線を介して送信された誤差情報を使用せずに、前記センチメートル級の測位補強情報を含む受信されたGNSS信号に基づいて前記基準局の現在位置を計算する測位プロセッサと、

前記受信されたGNSS信号に基づいて、所定のデータフォーマットで誤差補正情報を生成するように構成された信号プロセッサであって、前記誤差補正情報は、前記測位プロセッサから得られた前記基準局の現在位置を含む、信号プロセッサと、

前記誤差補正情報を通信回線を介して送信するように構成された信号送信機と、を含む、GNSS受信機と、を備える、基準局。

【請求項2】

前記所定のデータフォーマットは、RTCMまたはCMRの標準補正データフォーマットに準拠する、請求項1に記載の基準局。

【請求項3】

前記測位プロセッサは、前記基準局の現在位置を継続的に計算して監視する、請求項 1 に記載の基準局。

【請求項 4】

前記 G N S S 受信機は、  
前記基準局の位置情報を格納する位置メモリ  
を更に備え、

前記測位プロセッサは、前記基準局の現在位置を継続的に計算し、前記メモリ内の位置情報を前記現在位置で更新する、請求項 1 に記載の基準局。

【請求項 5】

前記信号プロセッサは、前記位置メモリに記憶された位置情報を用いて前記誤差補正情報を生成するように構成されている、請求項 4 に記載の基準局。 10

【請求項 6】

前記測位プロセッサは、所定の期間中に得られた複数の現在位置の移動平均を計算し、それによって前記基準局の平均位置を取得し、前記平均位置が前記位置情報として前記メモリに記憶される、請求項 4 に記載の基準局。

【請求項 7】

前記現在位置は、前記基準局の現在座標である、請求項 4 に記載の基準局。

【請求項 8】

前記現在座標は地心座標である、請求項 7 に記載の基準局。

【請求項 9】 20

前記測位プロセッサは、高精度単独測位 ( P P P ) または高精度単独測位 - リアルタイムキネマティック ( P P P - R T K ) を実行する、請求項 1 に記載の基準局。

【請求項 10】

所望の設置場所を測量または測定することなく所望の場所に基準局を設置しながら前記所望の設置場所の正確な位置を得るように基準局を設置するための方法であって、前記基準局は、

アンテナと、

測位プロセッサ、誤差補正信号プロセッサ、および送信機を含む全地球航法衛星システム ( G N S S ) 受信機と、

を備え、 30

前記方法は、

複数の G N S S 衛星からの複数の G N S S 信号を、前記アンテナを介して前記 G N S S 受信機によって受信することであって、前記複数の G N S S 信号は、センチメートル級の測位補強情報を有する G N S S 信号を含むことと、

前記 G N S S 受信機の測位プロセッサを用いて測位を実行し、他の基準局の位置情報または非 G N S S 衛星通信回線を介して送信された誤差情報を使用せずに、前記センチメートル級の測位補強情報を含む受信された G N S S 信号に基づいて前記基準局の現在位置を算出することと、

前記誤差補正信号プロセッサによって、前記測位の結果に基づいて誤差補正情報を所定のデータフォーマットで生成することであって、前記誤差補正情報は、前記基準局の計算された現在位置を含むことと、 40

前記送信機によって、前記誤差補正情報を通信回線を介して送信することと、を含む、方法。

【請求項 11】

前記所定のデータフォーマットは、 R T C M または C M R の標準補正データフォーマットに準拠する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記基準局の現在位置を監視するように、前記測位プロセッサによる測位が連続的に行われる、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】 50

前記基準局は、前記基準局の位置情報を格納する位置メモリを更に備え、前記方法は、前記基準局の現在位置を得るために、前記測位プロセッサによる測位を継続的に行うことと、

前記メモリ内の位置情報を前記現在位置で更新することと、  
を更に含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記誤差補正情報は、前記誤差補正信号プロセッサによって前記位置メモリに記憶された位置情報を用いて生成される、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記測位プロセッサを用いて、所定の期間に得られた複数の現在位置の実行平均を計算し、それによって前記基準局の平均化された位置を得ることと、

10

前記測位プロセッサを用いて、前記平均化された位置を、前記位置情報として前記メモリに格納することと、

を更に含む、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 16】

前記現在位置は、前記基準局の現在座標である、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 17】

前記現在座標は地心座標である、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記測位は、高精度単独測位 (PPP) または高精度単独測位 - リアルタイムキネマティック (PPP - RTK) である、請求項 10 に記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権主張

本出願は、2019年1月4日に提出された米国仮特許出願番号62/788,489について優先権を主張し、その全開示内容は参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

1. 本発明の分野

本発明は、GNSS基準局に関するものである。より具体的には、本発明は、従来の補正データ (RTCM、CMRなど) の出力とともに、高精度単独測位 - リアルタイムキネマティック (PPP - RTK) または高精度単独測位 (PPP) のような高精度の単独測位機能を有するGNSS基準局に関する。

30

【背景技術】

【0003】

2. 関連技術の説明

今日利用可能な全地球航法衛星システム (GNSS) として、米国全地球測位システム (GPS)、ロシア全地球軌道航法衛星システム (GLONASS)、欧州連合のガリレオ (Galileo)、中国の地域ベイドゥー (BeiDou) 衛星航法システム (BD S、旧称コンパス)、及び日本の準天頂衛星システム (QZSS) などがある。

40

【0004】

リアルタイムキネマティック (RTK) 測位やディファレンシャル測位 (DGNS) 技術などの従来の相対測位技術では、測位精度を向上させるための疑似距離補正 (PRC) 情報などの誤差補正情報を生成するために、基準局の正確な位置 (座標) を把握する必要がある。基準局で作成された PRC 情報は、無線ビーコン、インターネットプロトコルを介する RTCM ネットワークトランスポート (NTRIP)、デジタルマルチメディア放送 (DMB)、無線データシステム (RDS)、FM データラジオチャネル (DARC) などの通信回線を介して提供される。例えば、アメリカ船舶電波技術委員会 (RTCM) では、様々な差分補正アプリケーションのための差分補正情報のデータ構造を定義する伝送規格を提供している。

50

## 【 0 0 0 5 】

基準局の位置が正確であればあるほど、基準局によって生成された誤差補正情報を用いた移動局（ローバー受信機）の測位の精度が高くなる。すなわち、その測位解（ソリューション）が絶対位置に近くなる。従って、基準局を設置する前に、その正確な位置（初期座標）を把握するために、精度の高い測量を行う必要がある。なお、「初期座標」とは、基準局設置時の座標や、ある年に行われた前回の測量時の座標を指すことがある。また、基準局の位置は地殻変動などにより変化する可能性があるため、移動局やローバー受信機が基準局のリアルタイムの位置（現在座標）に対する相対位置によって自身の絶対位置を正しく求めるためには、基準局の設置位置を継続的に測定することが必要である。

## 【 0 0 0 6 】

初期座標と現在座標との差を継続的に監視して補正する技術は動的（ダイナミック）補正と呼ばれる。例えば、日本のGNSS地球観測ネットワークシステム（GONET）には、複数（現在は約1,300）の電子基準点（基準局）と単一の主管制局（制御センター）がある。各基準局では、GNSS衛星からの信号を24時間連続して観測し、基準局で取得されたデータは、RINEXと呼ばれる受信機に依存しない共通フォーマットで、生の観測データとして国土地理院の地理観測センターに送られる。複数の基準局からの観測データを地理観測センターのサーバーコンピュータで処理することにより、各基準局の位置が得られる。そして、そのようにして得られた各基準局のリアルタイムの位置は、地理観測センターによってインターネット経由で公開され、移動局やローバー（DGNSユーザー）によって利用される。

## 【 0 0 0 7 】

従来、新しい基準局を設置する場合には、新しい基準局と、正確な位置がわかっている他の既存の基準局とで、同時にリアルタイムのGNSS観測を実行し、DGNSまたはRTK-GNSSを用いて、新しい基準局の位置（正確な位置）を測量する。一般的には、DGNSでは数メートル、RTK-GNSSでは数センチの精度で位置が決定される。測量誤差が距離に依存するため、新しい基準局を設置する場所の近傍に既存の基準局があることが必要である。

## 【 0 0 0 8 】

尚、高精度単独測位 - リアルタイムキネマティック（PPP-RTK）は、リアルタイムキネマティック - 高精度単独測位（RTK-PPP）とも呼ばれる。

## 【 発明の概要 】

## 【 0 0 0 9 】

本発明による基準局は、誤差補正情報を生成し、自己完結型（すなわち単独・自律型）の高精度測位機能を有している。即ち、誤差補正情報を生成する機能に加え、同時に、自身の位置を高精度に計算し、監視する機能を有する。また、本発明に係る基準局は、従来の基準局とは異なり、基準局自身の正確な位置を測量・決定するにおいて、他の近隣基準局を利用する相対測位技術（RTKやDGNSなど）を用いずに、衛星を利用する高精度単独測位技術、例えば、準天頂衛星などのGNSSを用いたPPPを用いるものである。

## 【 0 0 1 0 】

つまり、従来の基準局は、上述されているように、最初に測量・測定された位置が地殻変動などにより時間的に変化するため、現在の正確な位置が分からないが、本発明に係る基準局によれば、GNSS信号に基づいて、正確な現在位置及び更新位置を独立して得ることができるため、設置時の初期測量や相対的測位のプロセス、および更新のための設置位置の再測量や再測定が不要となる。

## 【 0 0 1 1 】

本発明の一実施形態による基準局は、複数のGNSS信号を受信するように構成されたGNSSアンテナを有するGNSS受信機を備える。GNSS受信機は、他の基準局の位置情報を使用せずに、受信されたGNSS信号に基づいて基準局の現在位置を計算することができる測位プロセッサと、受信されたGNSS信号に基づいて、基準局の現在位置を含む誤差補正情報を所定のデータフォーマットで生成するように構成された信号プロセッ

10

20

30

40

50

サと、通信回線を介して誤差補正情報を送信するように構成された信号送信装置とを備える。前記複数のGNSS信号は、センチメートル級の測位補強情報を有するGNSS信号を含んでもよい。また、所定のデータフォーマットは、RTCM規格、CMR規格などに準拠していてもよい。

【0012】

前記測位プロセッサは、基準局の現在位置を継続的に計算することにより、現在位置を監視（モニター）してもよい。

【0013】

本発明の一実施形態によれば、前記基準局のGNSS受信機は、基準局の位置情報を格納する位置メモリをさらに含んでもよい。測位プロセッサは、継続的に基準局の現在位置を計算し、メモリ内の位置情報を現在位置に更新する。信号プロセッサは、さらに、位置メモリに記憶された位置情報を用いて、誤差補正情報を生成するように構成されてもよい。

10

【0014】

本発明の一実施形態によれば、前記測位プロセッサは、所定の期間中に得られた現在位置の移動平均を計算し、それによって基準局の平均位置を取得してもよい。平均化された位置は、位置情報としてメモリに格納される。

【0015】

基準局の現在位置は基準局の現在座標でもよく、現在座標は地心座標であってもよい。

【0016】

本発明の一実施形態によれば、前記測位プロセッサは、高精度単独測位（PPP）または高精度単独測位 - リアルタイムキネマティック（PPP-RTK）を実行してもよい。

20

【0017】

本発明の別の実施形態によれば、基準局を正確な位置に設置するための方法が提供される。この方法において、基準局は、測位プロセッサ、誤差補正信号プロセッサ、及び送信機を有するGNSS受信機を備えている。基準局は、所望の位置の測量や計測を行うことなく所望の場所に設置され、複数のGNSS衛星からの複数のGNSS信号が基準局のアンテナを介して受信される。GNSS受信機を用いて測位が行われ、受信されたGNSS信号に基づいて、非衛星通信回線を介して送信された他の基準局の位置情報または誤差情報を使用せずに、基準局の現在位置が算出される。測位の結果に基づいて、基準局の現在位置を含んだ誤差補正情報が所定のデータフォーマットで生成される。そして、誤差補正情報は通信回線を介して送信される。

30

【0018】

前記複数のGNSS信号は、センチメートル級の測位補強情報を有するGNSS信号を含んでもよい。所定のデータフォーマットは、RTCMまたはCMRの標準補正データフォーマットに準拠するものであってもよい。

【0019】

本発明の一実施形態によれば、基準局の現在位置を監視（モニター）するように、継続的に測位が行われてもよい。

【0020】

本発明の一実施形態によれば、前記基準局の位置情報を記憶する位置メモリがさらに設けられる。基準局の現在位置を得るために測位が継続的に行われ、メモリ内の位置情報が現在位置に更新される。前記誤差補正情報は、位置メモリに格納された位置情報を用いて生成されてもよい。

40

【0021】

本発明の一実施形態によれば、前記基準局の平均化された位置を得るために、所定の間に得られた現在位置に対して移動平均が計算されてもよい。平均化された位置は、前記位置情報としてメモリに格納されてもよい。

【0022】

前記現在位置は、基準局の現在座標であってもよく、現在座標は地心座標であってもよい。また、測位は、高精度単独測位（PPP）または高精度単独測位 - リアルタイムキネ

50

マティック ( P P P - R T K ) であってもよい。

【 0 0 2 3 】

本発明による基準局によれば、常に基準局の現在座標を得ることができるので、セミダイナミック補正やダイナミック補正を行う必要がない。

【 0 0 2 4 】

また、本発明によれば、短時間で新しい基準局を高精度に設置することが可能である。また、周辺に他の基準局がない場合でも、本発明による基準局を設置することが可能であり、その正確な位置を得ることができる。また、一度基準局を設置すれば、位置を再測量するなどのその後のメンテナンスが不要である。

【 0 0 2 5 】

また、本発明による基準局が、複数の作業現場で使用される携帯型基地局として採用される場合、各作業現場において、毎回正確に同じ位置に基準局を設置する必要がない。衛星測位により適する環境にある任意の位置に基準局を設置することが可能である。

【 0 0 2 6 】

また、基準局再設置のための再測量をする必要が無く、基準局を任意の位置に設置できるので、その基準局を利用して自己の G N S S 測位を行うローバーのベースラインがより短くなるような場所に基準局を設置することにより、ローバーの測位精度を向上させることが可能となる。例えば、基準局は、空が開けて障害物が無く、作業現場に近い理想的な場所に設置することができる。

【 0 0 2 7 】

また、基準局を任意の理想的な場所に設置することができるため、仮想基準局 ( V R S ) を使用する必要がなく、運用コストを削減することができる。

【 0 0 2 8 】

本発明は、添付の図面において、限定としてではなく例として示されており、同様の参照番号は同様の構成要素を指している。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態による基準局の実施例を示す概略図である。

【 図 2 A 】 障害となる構造物がある環境でのローバーによる従来の高精度単独測位を示す模式図である。

【 図 2 B 】 障害となる構造物がある環境において、本発明の一実施形態による基準局からの誤差補正情報を用いてローバーが R T K を行う例を示す模式図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態による携帯型基準局が複数の作業現場に使用される例を示す模式図である。

【 図 4 】 本発明の一実施形態による基準局を模式的に示す機能ブロック図である。

【 図 5 】 本発明の一実施形態による、測量や測定を行わずに正確な位置に基準局を設置する方法を示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 0 】

本発明は、自身の位置を高精度に継続的に計算・監視するような、自己完結型の高精度測位機能を備え、さらに誤差補正情報を生成する基準局を提供する。「自己完結型」とは、他の基準局の位置情報 ( 既知の正確な位置 ) を必要とする相対測位技術 ( R T K や D G N S S など ) を採用していないことを意味する。すなわち、本発明に係る基準局は、従来の基準局とは逆に、準天頂衛星 ( Q Z S S ) などの G N S S を用いた P P P や P P P - R T K などの衛星ベースの高精度測位技術を用いており、インターネットなどの非衛星通信回線を介して受信された他の誤差補正情報または位置情報に依存していない。

【 0 0 3 1 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る基準局 1 0 が実施される例を模式的に示す図である。基準局 1 0 は、定位置に設置された電子基準点であってもよい。定位置は、恒久的な場所であってもよいし、一時的な場所であってもよい。また、基準局 1 0 は、必要に応じて

10

20

30

40

50

異なる作業現場で使用される持ち運び可能な携帯型基準局であってもよい。

#### 【0032】

図1に示すように、基準局10は、複数のGNSS衛星20から複数のGNSS信号を受信する。複数のGNSS衛星20は、少なくとも5つのGNSS衛星であり、その中にセンチメートル級測位補強(CLA)情報を有するGNSS信号を送信するGNSS衛星を含んでもよい。例えば、QZSS衛星は、センチメートル級測位補強サービス(CLAS)やMADDOCA(Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis)を用い、このようなセンチメートル級の測位補強情報を有するL6信号を送信する。CLA情報を送信することができるGNSS衛星は、CLAS衛星と呼ばれることがある。

10

#### 【0033】

基準局10は、受信されたGNSS信号に基づいて測位を行い、基準局10の現在位置を含む誤差補正情報30を生成し、通信回線を介して誤差補正情報30を送信する。例えば、かかる誤差補正情報30は、RTCMデータフォーマットやCMRメッセージフォーマットを用いてもよい。また、基準局10は、GNSS観測データを生成して送信してもよい。

#### 【0034】

誤差補正情報30には基準局10の正確な位置(現在の座標)が含まれているので、以下に説明するように、同じくGNSS信号を受信する車両、ドローン、またはトラクターなどのローバー(移動局)40や他の測量機器(GNSSユーザ)は、誤差補正情報30とそれに含まれる基準局10の正確な位置とを用いて、自分の位置を計算して求めることができる。すなわち、このようなGNSSユーザ(ローバー40)は、基準局10の正確な現在位置を用いて相対GNSS測位を実行し、基準局10の正確な現在位置に対する相対的な位置を算出することにより、自分の現在の位置を得ることができる。

20

#### 【0035】

基準局10と各ローバー40との間の距離(ベースライン)は、GNSS衛星20からの距離と比較して無視できるので、各ローバー40は、基準局10の位置における誤差補正情報30と同じ誤差補正情報を使用できると想定されることに留意すべきである。従って、基準局10と各ローバー40との間の距離が大きくなるほど、各ローバー40で行われる相対GNSS測位の精度は低くなる。例えば、センチメートル級の精度は約10kmの距離まで達成され得る。ローバー受信機が1つの信号周波数(例えば、L1)を使用する場合、このような相対GNSS測位は基準局10から5kmの範囲内で行うことが望ましく、また、ローバー受信機が2つの信号周波数(例えば、L1およびL2)を使用する場合には20kmの範囲内で実行することが望ましい。

30

#### 【0036】

基準局10は、各ローバー40に近い場所、例えば、数十メートル程度の場所に容易に設置することができるので、各ローバー40は、インターネットや携帯電話通信システムなどの公衆通信システムの利用に必要なより複雑な受信機を備える必要が無く、簡単な無線またはワイヤレスの受信機を使用して、基準局10からの誤差補正情報30を受信することが可能となる。従って、ローバー40の受信機のコストを低減しつつ、ローバー40のセンチメートル級の高精度測位を実現することができる。

40

#### 【0037】

基準局10は、GNSS衛星20から受信されたGNSS信号のみに基づいて、自身の正確な現在位置(設置位置)を取得することができるので、設置前の設置位置の測量作業や、一定距離内にある既存の基準局を用いた設置位置の初期RTK測位、或いは設置後に現在位置を更新するための設置位置の再測量などを行う必要が無い。初期RTK測位には、既存の基準局の誤差補正情報を受信する(既存の基準局の現在位置を取得する)ためにインターネット接続などが必要である。従って、基準局10は、多くの手続き上や位置的な要件、制限、および負担を解消することができる。

#### 【0038】

50

また、基準局10は、GNSS衛星からの信号経路を遮断する樹木、高い建物、その他の構造物などの障害物を避け、GNSS信号を受信するために理想的な設置場所を選択することが可能である。また、センチメートル級測位補強(CLA)情報を使用するGNSS衛星の数は限られている場合があるので(例えば、CLASの場合は11個)、高精度単独測位を行うためには、CLA情報を含むGNSS信号が良好に受信されるような場所に基準局10を設置することが望ましく、またそうすることが可能である。すなわち、視野内にある全てのGNSS衛星のうち、CLAS用に指定されたGNSS衛星を良好に目視できる位置に基準局10を設置することができる。一方、ローバー40は、基準局10から送信される誤差補正情報30を利用しながら、視野内の全てのGNSS衛星の中から、より多くの利用可能なGNSS衛星(GPS等を含む)を用いて、マルチGNSS-RTK測位を行うことができる。

10

#### 【0039】

例えば、従来、農業や建設現場などで自動運転を行うために、各ローバー(トラクターやブルドーザーなどの建設機械など)が高精度単独測位を行うことにより正確な(センチメートル級の)位置を得ることは可能かもしれない。しかし、図2Aに示すように、高木や建物などの周囲の構造物により、CLA情報を利用するGNSS衛星(例えば、GNSS衛星20a)はの視界が遮られ、ローバーに必要なGNSS信号をフィックスすることが困難になる場合がある。そこで、本発明による基準局10を、図2Bに示すように、農業・建設現場の近傍の空が開けた場所(空き地)に設置することで、ローバーは、基準局10から送信される誤差補正情報(基準局の正確な現在位置を含む)を用いることにより、単独測位からRTK測位に切り替えることができる。このような場合、ローバーは、可視GNSS衛星20からの利用可能なより多くのGNSS信号を利用して相対測位を行うことができ、それにより、センチメートル級測位をより安定して実現することができる。

20

#### 【0040】

基準局10は、空き地などの望ましい場所に設置され得るので、CLA用に指定されたGNSS衛星20aだけでなく、視野内の他のGNSS衛星20からのGNSS信号も受信することができる。基準局10は、視野内GNSS衛星20(CLA用に指定のGNSS衛星20aを含む)の誤差補正情報を生成し、ローバーに送信する。不利な場所にいるローバーは、基準局10から見えるGNSS衛星の全てを見ることができないかもしれないが、その場所で利用可能なGNSS衛星を利用して基準局10に関して満足のいくRTK(相対測位)を行うことができる。従って、本発明の基準局10によれば、基準局10における高精度単独測位(またはPPP-RTK)と、基準局10から送信される誤差補正情報を利用するローバーにおけるRTKとを組み合わせることで、様々な環境に高度に適応させ、また、環境の変化にも対応させて、ローバーにおけるセンチメートル級測位を実現することができる。

30

#### 【0041】

本発明の一実施形態によれば、基準局10は、一時的または携帯型の基準局として使用することができる。例えば、図3に示すように、基準局10をサイトA(例えば、農地や工事現場)に対して適切な場所に設置することにより、サイトAのローバー40aは基準局10からの誤差補正情報と基準局10の正確な現在位置Aとを用いてセンチメートル級測位(RTK)を行うことができる。そして、サイトAでの作業が完了するか、あるいはサイトAで基準局10が使用されていない間、基準局10をサイトB用の位置Bに移動させることにより、サイトBのローバー40bが基準局10とその誤差補正情報を利用してセンチメートル級測位を行うことができる。その他のサイトについても同様である。

40

#### 【0042】

図4は、本発明の一実施形態に係る基準局10の機能的ブロック図である。図4に示すように、基準局10は、GNSSアンテナ12と、GNSS受信機14とを含む。GNSSアンテナ12は、QZSS、GPS、および/またはGLONASSなどの複数のGNSS衛星20から、複数のGNSS信号22を受信するように構成されている。少なくとも5つのGNSS信号22がGNSSアンテナ12によって受信され、GNSS受信機1

50

4によって取得され追跡されることが想定されている。本発明の実施形態は、CPU、メモリ(RAM、ROM)などを含むコンピュータを、例示された機能的ブロックを有するように構成することにより実現できる。これらの機能的ブロックは、その機能を実行するソフトウェア/コンピュータプログラムによって実現することができるが、その一部または全部をハードウェアによって実施してもよい。

【0043】

図4に示すように、GNSS受信機14は、他の基準局の位置情報を用いることなく、受信されたGNSS信号に基づいて基準局10の現在位置を算出することができる測位プロセッサ50を含む。例えば、測位プロセッサ50は、高精度単独測位(PPP)または高精度単独測位-リアルタイムキネマティック(PPP-RTK)を実行する。本発明の一実施形態によれば、複数のGNSS信号22は、測位プロセッサ50が基準局10の現在位置をセンチメートル級の精度で取得できるような、センチメートル級測位補強(CLA)情報を有するGNSS信号を含む。測位プロセッサ50は、基準局の現在位置を連続的に計算し、監視してもよい。測位プロセッサは、当業者によく理解されるように、受信されたGNSS信号を処理するためのフロントエンドおよび他の構成要素(図示せず)を含むことに留意すべきである。

10

【0044】

図4に示すように、GNSS受信機14は、測位プロセッサによって処理された受信GNSS信号に基づいて、所定のデータフォーマットで、基準局の現在位置を含む誤差補正情報を生成するように構成された信号プロセッサ52をさらに含む。例えば、所定のフォーマットは、RTCMまたはCMRの標準的な補正データフォーマットであってもよい。また、信号処理装置52は、従来のGNSS観測データを生成することができる。

20

【0045】

また、GNSS受信機14は、無線ビーコン、インターネットプロトコルを介するRTCMネットワークトランスポート(NTRIP)、デジタルマルチメディア放送(DMB)、無線データシステム(RDS)、FMデータラジオチャネル(DARC)などの通信回線を介して、誤差補正情報を送信するように構成された信号送信機54を含む。なお、信号送信機54は、2つ以上の通信回線を備えていてもよい。

【0046】

本発明の一実施形態によれば、GNSS受信機14は、基準局10の位置情報を記憶するメモリ56をさらに含んでもよい。メモリ56は、測位プロセッサ50の一部または信号プロセッサ52の一部として構成されてもよい。また、メモリ56は、測位プロセッサ50および信号プロセッサ52の両方からアクセス可能である限り、測位プロセッサ50および信号プロセッサ52とは別に設けられてもよい。測位プロセッサ50は、基準局10の位置を継続的に計算することにより、基準局10の現在位置を取得し、メモリ42内の位置情報を現在位置に更新する。なお、基準局10の現在の位置は、基準局10の現在座標であってもよく、現在座標は、基準局10の地心座標であってもよい。信号プロセッサ52は、そのようにしてメモリ56に記憶された位置情報を用いて誤差補正情報を生成するので、生成された誤差補正情報は常に基準局10の更新された現在位置を含むようになる。

30

40

【0047】

本発明の一実施形態によれば、メモリ56は、複数の更新が実行される一定期間、基準局10の更新された位置を複数個記憶してもよい。すなわち、メモリ56は、更新された複数の現在位置を保持し、測位プロセッサ50は、平均化された現在位置(平均化された現在座標)を得るように、複数の更新現在位置の移動平均を計算してもよい。この平均化された位置は、信号プロセッサ52が誤差補正情報を生成する際に使用する基準局10の位置情報としてメモリ56に格納される。また、移動平均であるため、新たな現在位置(座標)が得られるたびに、平均化された位置も更新される。なお、移動平均の期間は、例えば、10分以上、あるいはそれ以下であってもよい。

【0048】

50

図5は、本発明の一実施形態による基準局を設置するための方法100を示す図である。基準局は、上述されている基準局10であってもよい。基準局は、測量作業を行うことなく、正確な位置に容易に設置することができる。図5に示すように、測位プロセッサ、誤差補正信号プロセッサ、および送信部を有するGNSS受信機を含む基準局が設けられる(102)。基準局は、所望の位置を調査または測定することなく、所望の位置に設置され(104)、基準局のアンテナを介して、複数のGNSS衛星からの複数のGNSS信号が受信される(106)。なお、複数のGNSS信号は、センチメートル級の測位補強情報を有するGNSS信号を含んでいてもよい。GNSS受信機を用いて測位を行い、基準局の現在位置を算出する(108)。測位は、高精度単独測位(PPP)または高精度単独測位-リアルタイムキネマティック(PPP-RTK)であってもよい。測位処理108は、非衛星通信回線を介して送信された別の基準局の位置情報または誤差情報を用いることなく、受信されたGNSS信号に基づいて実行される。

10

【0049】

測位の結果に基づいて、所定のデータフォーマットで誤差補正情報が生成される(110)。誤差補正情報は、基準局の現在位置を含む。所定のデータフォーマットは、RTCMまたはCMRの標準補正データフォーマットに従ったのもであってもよい。そして、通信回線を介して誤差補正情報が送信され(112)、それによって、1つあるいは複数のローバーが、基準局の現在位置を有する誤差補正情報を用いてセンチメートル級の測位を行うことができる。

【0050】

本発明の一実施形態によれば、基準局の位置情報(計算された座標)は、位置メモリに格納される。また、測位は、処理時間に応じた一定の時間間隔で基準局の現在位置を取得するために、継続的に実行してもよい。メモリ内の位置情報は、更新された現在位置に置き換えられ、位置メモリに格納された更新された位置情報を用いて誤差補正情報が生成される。

20

【0051】

本発明の一実施形態によれば、位置メモリは、複数の計算された座標を所定の時間の間保持するように構成されてもよい。すなわち、所定の期間に得られた現在位置の複数の更新情報が位置メモリに保持される。本実施形態では、測位プロセス108において、基準局の平均化された位置を生成するように、所定の期間に得られた複数の現在位置(位置メモリに保持された最近の更新情報)について、移動平均を算出してもよい。例えば、位置メモリには、所定の期間に対応する所定数の更新情報が保持され、新たな更新情報が位置メモリに追加されると、最も古い更新情報が破棄されるようにしてもよい。このようにして、基準局の平均化された位置が、最近の所定数の更新情報から生成される。また、平均化された位置は、誤差補正情報を生成する際に使用される位置情報として、メモリに格納される。

30

【0052】

基準局の現在位置は、基準局の現在座標であってもよく、現在座標は、上述されているように、地心座標であってもよい。

【0053】

本発明の一実施形態によれば、信号プロセッサ52は、さらに、基準局10の現在位置を含むGNSS観測データを生成し、信号送信機54を介して1つ以上の制御センターにGNSS観測データを送信してもよい。例えば、基準局10が観測/調査ネットワークの一部として電子基準点として実装されている場合、信号プロセッサ52は、GNSS観測データをそのネットワークに適するデータフォーマットで提供してもよい。

40

【0054】

本発明による基準局によれば、基準局の現在座標を得ることは常に可能であり、従って、半動的(セミダイナミック)補正または動的(ダイナミック)補正を行うことは不要である。

【0055】

50

また、短時間で高精度に新たな基準局を設置することが可能である。周辺に他の基準局がない場合でも、本発明による基準局を設置し、その正確な位置を得ることができる。

【0056】

一旦基準局を設置してしまえば、地殻変動や地殻変動によって設置位置が変わったとしても、その後には再測量するなどのメンテナンスが不要である。

【0057】

特に、本発明による基準局を、例えば、複数の作業現場で使用される可搬型の基地局として採用する場合には、各作業現場において、毎回、全く同じ位置に基準局を設置する必要はない。衛星測位に適する環境にある任意の位置に基準局を設置することが可能である。

【0058】

本発明の基準局は、基準局設置のための再測量が不要であり、任意の適切な位置に設置することができる。従って、基準局を利用するローバーがより短いベースラインを得ることができるような位置に基準局を設置することで、ローバーが行うGNSS測位の測位精度を向上させることができる。例えば、基準局は、空が開けていて、作業現場に近い理想的な場所に設置することができる。

【0059】

また、本発明を用いれば、PPP/PPP-RTKサービスが利用可能な任意の場所に基地局(基準局)を迅速に設置することができ、例えば、基地局を中心とする半径~5kmの範囲において、安価なL1RTKローバーを複数台使用することができる。

【0060】

さらに、基準局は任意の理想的または適切な場所に設置することができるので、仮想基準局(VRS)を使用する必要がなく、運用コストを削減することができる。

【0061】

本発明をいくつかの好ましい実施形態によって説明してきたが、代替物、置換物、修正物、及び様々な代用物があり、それらは本発明の範囲内である。また、本発明の方法及び装置を実施する多くの代替な方法があることにも留意すべきである。従って、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の主旨及び範囲内に含まれるものとして、そのようなすべての代替形態、置換形態、及び様々な代替均等物を含むと解釈されることが意図されている。

10

20

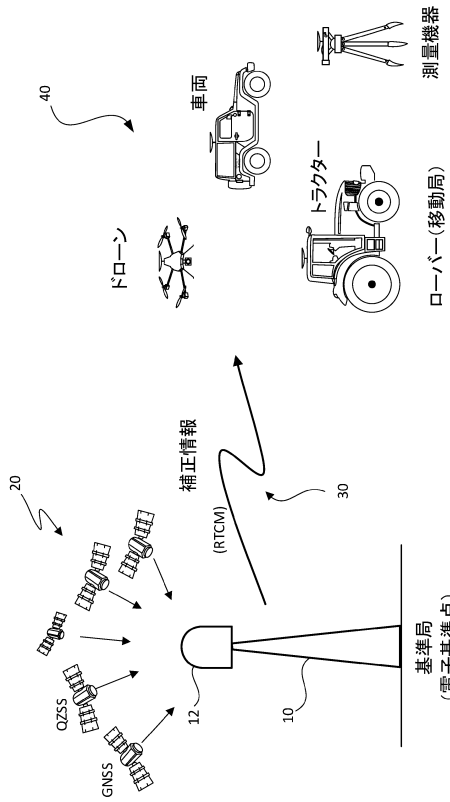
30

40

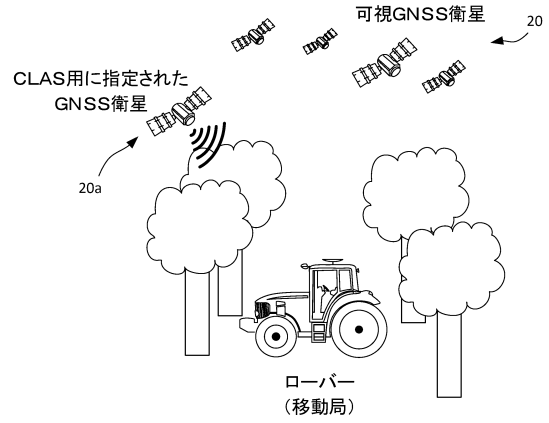
50

【図面】

【図 1】



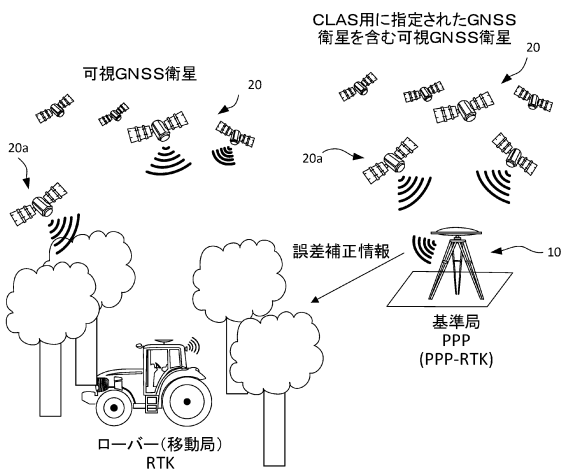
【図 2 A】



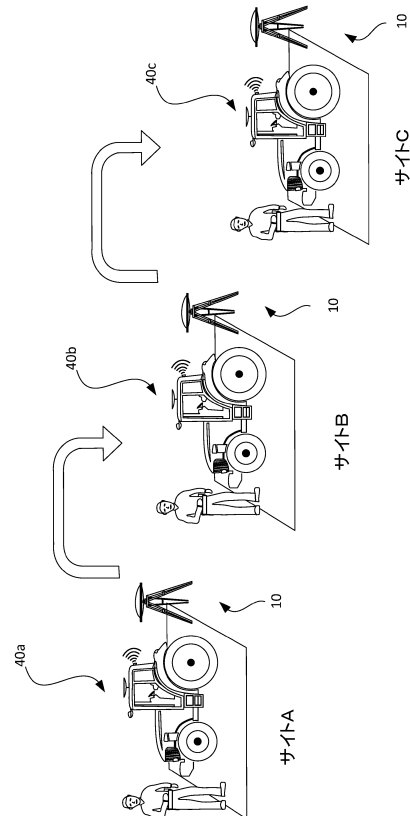
10

20

【図 2 B】



【図 3】

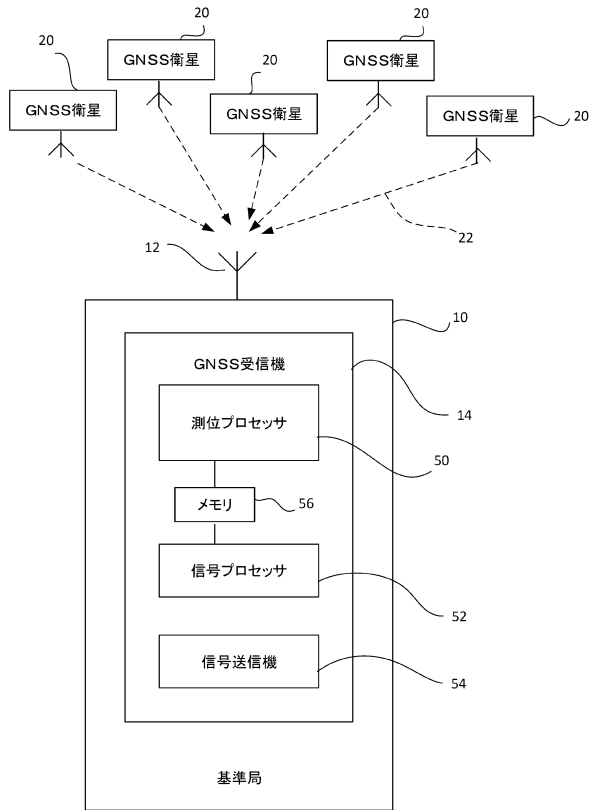


30

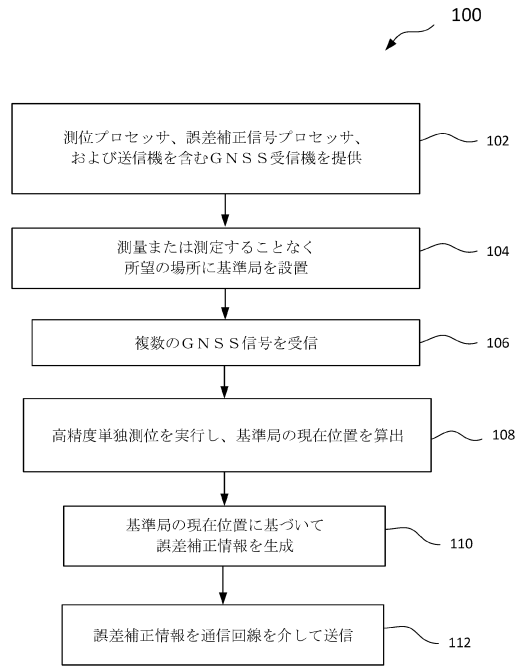
40

50

【図4】



【図5】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

ンキュベーションセンター 315号

審査官 渡辺 慶人

- (56)参考文献 特開2004-271317(JP,A)  
米国特許出願公開第2018/0306928(US,A1)  
米国特許出願公開第2017/0269216(US,A1)  
米国特許出願公開第2012/0029810(US,A1)  
米国特許出願公開第2005/0110676(US,A1)  
韓国公開特許第10-2016-0017216(KR,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G01S 5/00 - 5/14  
19/00 - 19/55