

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6025430号  
(P6025430)

(45) 発行日 平成28年11月16日(2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日(2016.10.21)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 S 19/07 (2010.01)

G O 1 S 19/07

請求項の数 6 (全 47 頁)

|           |                              |           |                     |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-155716 (P2012-155716) | (73) 特許権者 | 000006013           |
| (22) 出願日  | 平成24年7月11日(2012.7.11)        |           | 三菱電機株式会社            |
| (65) 公開番号 | 特開2014-16315 (P2014-16315A)  |           | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号   |
| (43) 公開日  | 平成26年1月30日(2014.1.30)        | (74) 代理人  | 100099461           |
| 審査請求日     | 平成27年1月19日(2015.1.19)        |           | 弁理士 溝井 章司           |
| 前置審査      |                              | (74) 代理人  | 100152881           |
|           |                              |           | 弁理士 山地 博人           |
|           |                              | (72) 発明者  | 齋藤 雅行               |
|           |                              |           | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 |
|           |                              |           | 菱電機株式会社内            |
|           |                              | (72) 発明者  | 宮 雅一                |
|           |                              |           | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 |
|           |                              |           | 菱電機株式会社内            |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

衛星測位に用いられる誤差のうち衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差を送信した後に、所定の周期で到来する衛星クロック誤差送信タイミングにおいて衛星クロック誤差を送信する送信装置であって、

他要因誤差の時間変化を監視し、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、送信済みの他要因誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の他要因誤差との差を他要因誤差変動量として算出し、送信対象の衛星クロック誤差に、算出した他要因誤差変動量を含める他要因誤差変動量算出部と、

前記他要因誤差変動量算出部により他要因誤差変動量が含められた衛星クロック誤差を送信する送信部と

を備えることを特徴とする送信装置。

【請求項 2】

前記送信部は、

他要因誤差を送信した後に複数回の衛星クロック誤差送信タイミングにおいて複数の衛星クロック誤差を送信し、前記複数の衛星クロック誤差の送信後に、新たな他要因誤差を送信する動作を繰り返し、

前記他要因誤差変動量算出部は、

衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、前記送信部により最後に送信された他要因誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の他要因誤差との差を他要因誤差変

10

20

動量として算出することを特徴とする請求項 1 記載の送信装置。

【請求項 3】

前記送信部は、

複数種類の他要因誤差を送信した後に、衛星クロック誤差送信タイミングにおいて衛星クロック誤差を送信し、

前記他要因誤差変動量算出部は、

他要因誤差の種類ごとに、他要因誤差の時間変化を監視し、

衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、他要因誤差の種類ごとに、送信済みの他要因誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の他要因誤差との差を他要因誤差変動量として算出し、送信対象の衛星クロック誤差に他要因誤差の種類ごとの他要因誤差変動量を含めることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の送信装置。

10

【請求項 4】

前記送信部は、

複数の地域に対する複数の他要因誤差を所定の送信順序に従って送信するとともに、他要因誤差の送信の合間に到来する衛星クロック誤差送信タイミングにおいて衛星クロック誤差を送信し、

前記他要因誤差変動量算出部は、

地域ごとに、他要因誤差の時間変化を監視し、

衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、地域ごとに、送信済みの他要因誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の他要因誤差との差を他要因誤差変動量として算出し、送信対象の衛星クロック誤差に地域ごとの他要因誤差変動量を含めて、地域ごとの衛星クロック誤差を生成し、

20

前記送信部は、

前記他要因誤差変動量算出部により生成された、全地域分の衛星クロック誤差を、衛星クロック誤差送信タイミングごとに送信することを特徴とする請求項 1 ~ 3 いずれか記載の送信装置。

【請求項 5】

前記送信部は、

複数の地域に対する複数の他要因誤差を所定の送信順序に従って送信するとともに、他要因誤差の送信の合間に到来する衛星クロック誤差送信タイミングにおいて衛星クロック誤差を送信し、

30

前記他要因誤差変動量算出部は、

地域ごとに、他要因誤差の時間変化を監視し、

衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、地域ごとに、送信済みの他要因誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の他要因誤差との差を地域ごとの他要因誤差変動量として算出し、さらに、算出した地域ごとの他要因誤差変動量を用いて前記複数の地域全体に共通して用いられる他要因誤差変動量を算出して送信対象の衛星クロック誤差に含め、

前記送信部は、

前記他要因誤差変動量算出部により前記複数の地域全体に共通して用いられる他要因誤差変動量が含められた衛星クロック誤差を、衛星クロック誤差送信タイミングごとに送信することを特徴とする請求項 1 ~ 3 いずれか記載の送信装置。

40

【請求項 6】

前記送信部は、

前記複数の地域に対する複数の他要因誤差の送信が完了すると、各地域の新たな他要因誤差を前記送信順序に従って送信する動作を繰り返し、

前記他要因誤差変動量算出部は、

衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、地域ごとに、前記送信部により最後に送信された他要因誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の他要因誤差との差を算出することを特徴とする請求項 4 または 5 記載の送信装置。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、衛星測位に使用される測位用補正データを送信する送信装置および測位用補正データを用いて衛星測位を行う測位装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

測位衛星を用いた測位である衛星測位では、衛星クロック誤差と、衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差（例えば、衛星軌道誤差）が生ずることが知られている。そして、送信装置は、準天頂衛星を介して、これらの誤差の情報が含まれる測位用補正データを測位装置に送信する。一方、測位装置は、準天頂衛星を介して送信された測位用補正データを受信し、受信した測位用補正データに含まれる衛星クロック誤差と、他要因誤差とを元に補正を行った上で、衛星測位を実施する（例えば、特許文献1）。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2011-112576号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

20

送信装置において、衛星クロック誤差の送信タイミングと、他要因誤差の送信タイミングとは異なり、他要因誤差の送信後に、所定の時間を経て、衛星クロック誤差が送信される。

そして、測位装置では、衛星クロック誤差と、当該衛星クロック誤差の送信時よりも所定の時間前の過去に送信された他要因誤差とが用いられて衛星測位が行われる。しかし、衛星クロック誤差の送信時において、他要因誤差の値は、所定の時間を経たことにより変化しているため、補正が正確に行われず、衛星測位の精度が劣化するという課題がある。

## 【0005】

この発明は前記のような課題を解決することを主な目的とするもので、衛星測位の精度を向上できる送信装置を実現することを主な目的とする。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

この発明に係る送信装置は、

衛星測位に用いられる誤差のうち衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差を送信した後に、所定の周期で到来する衛星クロック誤差送信タイミングにおいて衛星クロック誤差を送信する送信装置であって、

他要因誤差の時間変化を監視し、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、送信済みの他要因誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の他要因誤差との差を他要因誤差変動量として算出し、送信対象の衛星クロック誤差に、算出した他要因誤差変動量を含める他要因誤差変動量算出部と、

40

前記他要因誤差変動量算出部により他要因誤差変動量が含められた衛星クロック誤差を送信する送信部とを備えることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0007】

この発明に係る送信装置は、衛星クロック誤差の送信時における他要因誤差の値の変動量を衛星クロック誤差の値に含めて送信する。

そのため、衛星クロック誤差の値を受信した測位装置では、衛星クロック誤差についての補正とともに、他要因誤差の補正も並行して行うことができ、衛星測位の精度を向上できる。

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0008】

【図1】実施の形態1を示す図で、測位用補正データ伝送システムの構成の例を示す図。

【図2】実施の形態1を示す図で、ブロックの例を示す図。

【図3】実施の形態1を示す図で、分割された地域とグリッドとの関係を示す図。

【図4】実施の形態1を示す図で、グリッドと電子基準点との関係を示す図。

【図5】実施の形態1を示す図で、測位用補正データの例を示す図。

【図6】実施の形態1を示す図で、送信装置の構成の例を示す図。

【図7】実施の形態1を示す図で、ブロックの例を示す図。

【図8】実施の形態1を示す図で、測位用補正データの例を示す図。

10

【図9】実施の形態1を示す図で、生成部と網間同期部と統合部との処理の概要の例を示す図。

【図10】実施の形態1を示す図で、周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部との処理の例を示すフローチャート。

【図11】実施の形態1を示す図で、衛星軌道誤差のコンシステンシー算出の例を示す図。

【図12】実施の形態1を示す図で、対流圏遅延誤差のコンシステンシー算出の例を示す図。

【図13】実施の形態1を示す図で、ブロックごとの修正衛星クロック誤差の例を示す図。

20

【図14】実施の形態1を示す図で、複数種類のコンシステンシーが含まれた修正衛星クロック誤差の第1の例を示す図。

【図15】実施の形態1を示す図で、複数種類のコンシステンシーが含まれた修正衛星クロック誤差の第2の例を示す図。

【図16】実施の形態1を示す図で、測位装置の構成の例を示す図。

【図17】実施の形態1を示す図で、デコード部の処理の例を示すフローチャート。

【図18】実施の形態1を示す図で、測位用補正データの受信の例を示す図。

【図19】実施の形態1を示す図で、測位用補正データの受信の例を示す図。

【図20】実施の形態1を示す図で、共通周期調整部の処理の例を示すフローチャート。

【図21】実施の形態1を示す図で、網周期調整部の処理の例を示すフローチャート。

30

【図22】実施の形態2を示す図で、電離層遅延誤差の例を示す図。

【図23】実施の形態2を示す図で、電離層遅延誤差を送信する場合のデータ構成を示す図。

【図24】実施の形態2を示す図で、グローバル電離層遅延誤差と局所電離層遅延誤差とを送信する場合のデータ構成を示す図。

【図25】実施の形態3を示す図で、送信装置の構成の例を示す図。

【図26】実施の形態3を示す図で、送信装置の構成の例を示す図。

【図27】実施の形態3を示す図で、電子基準点セットの例を示す図。

【図28】実施の形態4を示す図で、電子基準点の移動の例及び送信装置の構成の例を示す図。

40

【図29】実施の形態4を示す図で、縮退運転の処理を示すフローチャート。

【図30】実施の形態4を示す図で、縮退運転に関する数式を示す図。

【図31】実施の形態4を示す図で、縮退運転に関する数式を示す図。

【図32】実施の形態5を示す図で、電離層遅延誤差の位置変化を示す図。

【図33】実施の形態5を示す図で、電離層遅延誤差の時間変化を示す図。

【図34】実施の形態5を示す図で、測位装置の構成の例を示す図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0009】

実施の形態1.

(1) 測位用補正データ伝送システムの構成

50

図 1 は、測位用補正データ伝送システムの構成の例を示す図である。

【 0 0 1 0 】

測位用補正データ伝送システム 5 0 0 は、GPS ( Global Positioning System ) 衛星 3 0 0 a ~ 3 0 0 n と、電子基準点 7 0 2 a ~ 7 0 2 n と、センター局 1 0 0 と、準天頂衛星 4 0 0 と、測位装置 2 0 1 とを備える。

【 0 0 1 1 】

GPS 衛星 3 0 0 は、例えば特許文献 1 と同様に測位情報 7 0 1 を送信する。

電子基準点 7 0 2 は、例えば特許文献 1 と同様に測位情報 7 0 1 を受信して、電子基準点 7 0 2 と GPS 衛星 3 0 0 との疑似距離、ドップラ周波数、搬送波位相などを含む電子基準点情報 7 0 0 を生成してセンター局 1 0 0 に送信する。電子基準点 7 0 2 は、例えば日本各地に約 1 0 0 0 点程度設置されている。

10

【 0 0 1 2 】

センター局 1 0 0 は、送信装置 1 0 1 を備える。

送信装置 1 0 1 は、電子基準点 7 0 2 のそれぞれから電子基準点情報 7 0 0 を受信し、測位用補正データ 6 0 0 を生成する。そして、送信装置 1 0 1 は、例えばセンター局 1 0 0 のアンテナを介し、準天頂衛星 4 0 0 に測位用補正データ 6 0 0 を送信 ( アップリンク ) する。

準天頂衛星 4 0 0 は、受信した測位用補正データ 6 0 0 を測位装置 2 0 1 に送信 ( ダウンリンク ) する。

測位装置 2 0 1 は、例えば自動車などの移動体に搭載される。測位装置 2 0 1 は、ユーザ端末とも称する。測位装置 2 0 1 は、GPS 衛星 3 0 0 から送信される測位情報 7 0 1 と準天頂衛星 4 0 0 から送信される測位用補正データ 6 0 0 とに基づき、衛星測位を行う。

20

【 0 0 1 3 】

( 2 ) ブロックの説明

図 2 は、ブロックの例を示す図である。

図 3 は、分割された地域とグリッドとの関係を示す図である。

図 4 は、グリッドと電子基準点との関係を示す図である。

【 0 0 1 4 】

まず、ブロックについて説明する。

30

例えば日本で測位を行う場合、日本の領土が図 2 の例に示されるように所定の緯度サイズと経度サイズとからなる 1 2 個のブロック ( B 1 ~ B 1 2 ) に分割される。なお、分割されるブロックの数は限定されるものではない。

すなわち、ブロックは「地域」に対応し、以降の説明において「ブロック」は、「地域」とも「網」とも称する。なお、ブロックの形状は、四角形に限定されるものではない。

【 0 0 1 5 】

そして、図 3 に示すように、1つのブロック内は、例えば格子状に複数のグリッドが定義される。グリッド間隔は、例えば 6 0 k m 程度である。なお、グリッドは、ブロック間で重複しないように定義されている。

一方、グリッドは、図 4 に示すように、複数の電子基準点 7 0 2 の間に定義される。

40

図 4 の例の場合、送信装置 1 0 1 は、電子基準点 7 0 2 a ~ c のそれぞれから受信する電子基準点情報に基づき、グリッドにおける対流圏遅延誤差の値と電離層遅延誤差の値とを算出する。なお、以降の説明において、例えば「対流圏遅延誤差の値」は、単に「対流圏遅延誤差」と称する。他の誤差についても同様に「の値」を省略する。

【 0 0 1 6 】

( 3 ) 測位用補正データの説明

図 5 は、測位用補正データの例を示す図である。

図 5 に送信装置 1 0 1 もしくは準天頂衛星 4 0 0 から送信される測位用補正データ 6 0 0 の例を示す。なお、T = 3 0 秒以降の図示は省略する。

測位用補正データ 6 0 0 は、例えば 3 0 秒を 1 周期で構成されている。なお、1 周期の

50

時間は限定されるものではない。

また、この1周期分のデータのセットをデータフレームと称する。

そして、 $T = 30$ 秒以降、送信装置101はデータフレームを繰り返し送信する。

#### 【0017】

測位用補正データ600には、複数の時刻タグ601が含まれている。

時刻タグ601には、送信装置101において修正衛星クロック誤差602や衛星固有誤差603や地域固有誤差604などが生成された時刻が示されている。

#### 【0018】

そして、測位用補正データ600には、時刻タグ601に対応づけられた修正衛星クロック誤差602と地域固有誤差604とのデータセットが1周期の間に複数含まれる。換言すると、時刻タグ601に対応づけられた修正衛星クロック誤差602と地域固有誤差604とのデータセットが1つのデータフレームに複数含まれる。

例えば、図5の例では、時刻タグ601C「 $T = 10$ 」と時刻タグ601D「 $T = 15$ 」との間に、時刻タグ601C「 $T = 10$ 」に対応づけられた修正衛星クロック誤差602Cと地域固有誤差604C「B5、B6」とが配置されている。そして、この時刻タグ601C「 $T = 10$ 」と時刻タグ601C「 $T = 10$ 」に対応づけられた修正衛星クロック誤差602Cと地域固有誤差604C「B5、B6」とが1つのデータセットである。ここで、例えば、図5の時刻タグ601C「 $T = 10$ 」と時刻タグ601C「 $T = 10$ 」に対応づけられた修正衛星クロック誤差602Cと地域固有誤差604Cとのデータセットを「 $T = 10$ のデータセット」と称する。

図5の例では、時刻タグ601と修正衛星クロック誤差602と地域固有誤差604とのデータセットが1周期の間に6セット含まれている。なお、このデータセットの数は限定されるものではない。

#### 【0019】

また、1周期内のデータセットのうちの1つに、衛星固有誤差603が含まれている。

図5の例では、「 $T = 0$ のデータセット」に衛星固有誤差603が含まれている。

#### 【0020】

衛星固有誤差603には、例えば、衛星軌道誤差と周波数間バイアスとがGPS衛星300ごとに含まれる。なお、衛星固有誤差603には、GPS衛星300ごとの衛星軌道誤差もしくは、GPS衛星300ごとの周波数間バイアスとのいずれか一方のみが含まれていてもよい。ここで、衛星固有誤差603は、ブロックによって値が変わらず、GPS衛星300ごとに決定される誤差である。

#### 【0021】

そして、地域固有誤差604には、例えば、対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差とがブロックごとに含まれる。なお、地域固有誤差604には、ブロックごとの対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差とのいずれか一方のみが含まれていてもよい。そして、地域固有誤差604は、ブロックごとの測位補強情報に対応する。

例えば、図5の「 $T = 0$ のデータセット」の地域固有誤差604Aには、図2に示すブロック1(B1)の対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差、及び、図2に示すブロック2(B2)の対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差とが含まれる。

そして、例えば、ブロック1の対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差には、ブロック1内に定義されたグリッドごとの対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差とが示される。

#### 【0022】

修正衛星クロック誤差602は、GPS衛星300ごとの衛星クロック誤差( $t$ )に対し、それぞれコンシステンシー( $C$ )が含まれた複数の修正衛星クロック誤差( $t + C$ )により構成される。ここで「 $t + C$ 」は、衛星クロック誤差( $t$ )にコンシステンシー( $C$ )が加算されていることを示す。

コンシステンシーとは他要因誤差の変動量を示すものである。

そして、他要因誤差とは衛星固有誤差603と地域固有誤差604とである。更に、衛星固有誤差603は例えば、衛星軌道誤差や周波数間バイアスであり、地域固有誤差60

10

20

30

40

50

4 は例えば、対流圏遅延誤差や電離層遅延誤差である。

【 0 0 2 3 】

ここで、コンシステンシーが地域固有誤差 6 0 4 の変動量を示す場合を例に、図 5 を用いてコンシステンシーが用いられることによる効果の概要を説明する。

送信装置 1 0 1 は、例えば修正衛星クロック誤差 6 0 2 C に地域固有誤差 6 0 4 A のコンシステンシーを含ませる。ここで、修正衛星クロック誤差 6 0 2 C における地域固有誤差 6 0 4 A のコンシステンシーは、時刻「 $T = 0$ 」～「 $T = 10$ 」における地域固有誤差 6 0 4 A の変動量となる。

そして、ブロック 1 ( B 1 ) もしくは、ブロック 2 ( B 2 ) に所在する測位装置 2 0 1 は、修正衛星クロック誤差 6 0 2 C を受信時に、受信した修正衛星クロック誤差 6 0 2 C と過去に受信した「 $T = 0$ 」の地域固有誤差 6 0 4 A とを用いて衛星測位を行う。

10

ここで、修正衛星クロック誤差 6 0 2 C に時刻「 $T = 0$ 」～「 $T = 10$ 」における地域固有誤差 6 0 4 A の変動量が含まれている。よって、測位装置 2 0 1 は、修正衛星クロック誤差 6 0 2 C と過去に受信した「 $T = 0$ 」の地域固有誤差 6 0 4 A とから「 $T = 10$ 」における地域固有誤差 6 0 4 A を補正して衛星測位を行うことができる。

【 0 0 2 4 】

なお、コンシステンシー補正が不要の場合には、修正衛星クロック誤差 6 0 2 にコンシステンシー ( C ) が含まれていなくてもよく、単に衛星クロック誤差 (  $t$  ) の情報だけでもよい。

また、衛星クロック誤差 (  $t$  ) は、ブロックによって値が変わらず、GPS 衛星 3 0 0 ごとに決定される誤差である。一方、コンシステンシー ( C ) が例えば対流圏遅延誤差の変動量を示す場合は、ブロックによってコンシステンシー ( C ) の値が変わる場合がある。

20

【 0 0 2 5 】

また、測位装置 2 0 1 は、修正衛星クロック誤差 6 0 2 と衛星固有誤差 6 0 3 と地域固有誤差 6 0 4 とを用いて衛星測位を行うが、衛星固有誤差 6 0 3 は一般的に時間変化の少ない誤差である。その為、例えば、ブロック 3 ( B 3 ) に所在する測位装置 2 0 1 は、図 5 の「 $T = 5$  のデータセット」の修正衛星クロック誤差 6 0 2 B と地域固有誤差 6 0 4 B 、及び図 5 の「 $T = 0$  のデータセット」の衛星固有誤差 6 0 3 を用いて衛星測位を行う。

このように、測位用補正データ 6 0 0 内の衛星固有誤差 6 0 3 を 1 周期内に 1 つとすることでデータ量を節約することが可能である。そして、例えば図 5 の例のように、各データセットが等間隔 ( 図 5 は 5 秒間隔 ) で構成される場合に、衛星固有誤差 6 0 3 が含まれないデータセットの地域固有誤差 6 0 4 ( 図 5 では、「 $T = 5$  のデータセットの地域固有誤差 6 0 4 B 」や「 $T = 10$  のデータセット地域固有誤差 6 0 4 C 」など) の情報量を増やすことが可能となる。

30

【 0 0 2 6 】

換言すると、衛星固有誤差 6 0 3 は、1 周期内の複数の地域固有誤差 6 0 4 のうちのいずれかに付加されている。

すなわち、衛星固有誤差 6 0 3 に衛星軌道誤差が含まれる場合、衛星軌道誤差は、1 周期内の複数の地域固有誤差 6 0 4 のうちのいずれかに付加されることとなる。また、衛星固有誤差 6 0 3 に周波数間バイアスが含まれる場合、周波数間バイアスは、1 周期内の複数の地域固有誤差 6 0 4 のうちのいずれかに付加されることとなる。

40

【 0 0 2 7 】

なお、衛星軌道誤差と周波数間バイアスとが同じ衛星固有誤差 6 0 3 に含まれる場合には、1 周期内の複数の地域固有誤差 6 0 4 のうちのいずれかに衛星軌道誤差と周波数間バイアスとが付加されることとなる。

一方、衛星軌道誤差と周波数間バイアスとが別々の衛星固有誤差 6 0 3 に含まれる場合には、別々の衛星固有誤差 6 0 3 がそれぞれ異なる地域固有誤差 6 0 4 に付加されていてもよい。

【 0 0 2 8 】

50

また、図 5 に示される通り、1 周期内の複数の地域固有誤差 6 0 4 のうち最初に送信される地域固有誤差 6 0 4 に衛星固有誤差 6 0 3 は付加されている。

【 0 0 2 9 】

更に、例えば、図 5 の地域固有誤差 6 0 4 A のように、複数の地域固有誤差 6 0 4 のうちの互いにブロックが異なる 2 つ以上の地域固有誤差 ( B 1 と B 2 ) がまとめて送信される。

【 0 0 3 0 】

( 4 ) 送信装置の説明

ここから、送信装置 1 0 1 の説明を行う。

【 0 0 3 1 】

( 送信装置の構成 )

図 6 は、送信装置の構成の例を示す図である。

図 7 は、ブロックの例を示す図である。

送信装置 1 0 1 は、ブロックごとに生成部 1 1 1 を備える。

ここで、ブロックは、図 7 に示すように B 1 ~ B 3 の 3 つに分割されているものとして以降の説明を進める。

なお、前述の通り、ブロックの数は限定されない為、ブロックの数に対応して変化する要素についても数が限定されるものではない。例えば、図 6 において生成部 1 1 1 がブロックの数に対応して 3 つの場合を示しているが、生成部 1 1 1 の数は限定されない。図 2 のようにブロックが 1 2 個なら、生成部 1 1 1 も 1 2 個となる。測位用補正データ 6 0 0 のデータ構成も同様であり、本実施の形態で説明のブロック数の例に限定されない。

【 0 0 3 2 】

更に、送信装置 1 0 1 は、網間同期部 1 1 2、統合部 1 1 3、周期調整部 1 1 4、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 を備える。そして、周期調整部 1 1 4 は、共通周期調整部 1 1 5 と網周期調整部 1 1 6 とから構成される。

ここで、生成部 1 1 1 は、遅延誤差計測部と収集部とに対応する。また、周期調整部 1 1 4 は、他要因誤差変動量算出部と測位補強情報生成部と近似差算出部とに対応し、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 は送信部と測位補強情報生成部とに対応する。

各部の詳細は、後述する。

【 0 0 3 3 】

( 送信装置における処理 )

図 8 は、測位用補正データの例を示す図である。

図 8 には、データフレーム 2 つ分、すなわち 2 周期分の測位用補正データ 6 0 0 が示されている。

送信装置 1 0 1 が、図 8 に示す例の測位用補正データ 6 0 0 を送信する場合の処理を説明する。

なお、説明を簡単にするために、図 8 の測位用補正データ 6 0 0 は、地域固有誤差 6 0 4 に一つのブロックのみの対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差とが含まれるものとする。すなわち、図 8 の例では、例えば、「 T = 0 のデータセット」と「 T = 3 0 のデータセット」には、ブロック 1 ( B 1 ) のみの対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差とが含まれる。

【 0 0 3 4 】

図 8 に示すように送信装置 1 0 1 は、例えば衛星固有誤差 6 0 3 a 「 S 」や地域固有誤差 6 0 4 a 「 B 1 」を送信した後に、所定の周期 ( 1 0 秒ごと ) で到来する衛星クロック誤差送信タイミングにおいて修正衛星クロック誤差 6 0 2 t ~ u を送信する。

ここで、例えば衛星固有誤差 6 0 3 a 「 S 」や地域固有誤差 6 0 4 a 「 B 1 」は、衛星測位に用いられる誤差のうち衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差である。

また、衛星クロック誤差送信タイミングは 1 0 秒ごととして説明を進めるが、衛星クロック誤差送信タイミングは 1 0 秒ごとに限定されるものではない。例えば、図 5 に示すように、衛星クロック誤差送信タイミングは 5 秒ごとであってもよい。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50



(生成部、網間同期部、統合部における処理の例)

図9は、生成部と網間同期部と統合部との処理の概要の例を示す図である。

各生成部111は、図6に示すようにそれぞれ測位補強情報ストリーム703を生成し、出力する。

そして、例えば、測位補強情報ストリーム703aの生成にあたって、生成部111aは、図7のブロック1(B1)の各電子基準点702から電子基準点情報700を1秒ごとに受信する。

そして、生成部111aは、ブロック1(B1)内に定義された各グリッドの地域固有誤差604(対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差との少なくともいずれか)を1秒ごとに生成する。ここで、図9の測位補強情報ストリーム703aの「B1」のグラフが測位補強情報ストリーム703aのうちの1秒ごとの地域固有誤差604のデータを示すものである。

10

なお、グリッドごとの対流圏遅延誤差、グリッドごとの電離層遅延誤差のデータの図示は省略し、例えば、図9の測位補強情報ストリーム703aに示すように、ブロック1のグリッドごとの対流圏遅延誤差と、グリッドごとの電離層遅延誤差との少なくともいずれかのデータを示すものとして単に「B1」と図示する(以降の説明においても同様である)。

#### 【0036】

更に、生成部111aは、各GPS衛星300の衛星クロック誤差を1秒ごとに生成する。ここで、図9の測位補強情報ストリーム703aの「t」のグラフが測位補強情報ストリーム703aのうちの1秒ごとの衛星クロック誤差のデータを示すものである。

20

なお、GPS衛星300ごとの衛星クロック誤差の図示は省略し、例えば、図9の測位補強情報ストリーム703aに示すように、GPS衛星300ごとの衛星クロック誤差のデータを示すものとして単に「t」と図示する(以降の説明においても同様である)。

#### 【0037】

また、生成部111aは、各GPS衛星300の衛星固有誤差603(衛星軌道誤差と周波数間バイアスとの少なくともいずれか)を1秒ごとに生成する。ここで、図9の測位補強情報ストリーム703aの「S」のグラフが測位補強情報ストリーム703aのうちの1秒ごとの衛星固有誤差603のデータを示すものである。

同様に、例えば、図9の測位補強情報ストリーム703aに示すように、GPS衛星300ごとの衛星軌道誤差と周波数間バイアスとの少なくともいずれかのデータを示すものとして単に「S」と図示する(以降の説明においても同様である)。

30

#### 【0038】

そして、生成部111aにより生成された1秒ごとの地域固有誤差604と衛星クロック誤差と衛星固有誤差603とのデータを測位補強情報ストリーム703a(図6、図9)と称する。

同様に生成部111bは、ブロック2(B2)に対して測位補強情報ストリーム703bを生成し、生成部111cは、ブロック3(B3)に対して測位補強情報ストリーム703cを生成する。

#### 【0039】

網間同期部112は、各生成部111から生成された測位補強情報ストリーム703を入力し、各測位補強情報ストリーム703間の時刻の同期調整を行う。

そして、統合部113は、網間同期部112により時刻が同期された各測位補強情報ストリーム703を入力し、衛星クロック誤差(t)と衛星固有誤差603(S)とを統合する。ここで具体的には、統合部113は、測位補強情報ストリーム703a~cのうちのいずれかの衛星クロック誤差(t)と衛星固有誤差603(S)とを選択してもよいし、測位補強情報ストリーム703a~c間で衛星クロック誤差(t)と衛星固有誤差603(S)との平均値を算出してもよい。

40

#### 【0040】

そして、統合部113は、統合された衛星クロック誤差(t)と衛星固有誤差603

50

( S )とを全網共通補強データストリーム704として出力する(図6、図9)。

また、統合部113は、測位補強情報ストリーム703aに含まれる地域固有誤差604a(B1)を固有補強データストリーム705aとして出力する(図6、図9)。そして、統合部113は、測位補強情報ストリーム703bに含まれる地域固有誤差604b(B2)を固有補強データストリーム705bとして出力し、測位補強情報ストリーム703cに含まれる地域固有誤差604c(B3)を固有補強データストリーム705cとして出力する(図6、図9)。

#### 【0041】

(周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部における処理の第1の例)

図10は、周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部との処理の例を示すフローチャートである。

10

図11は、衛星軌道誤差のコンシステンシー算出の例を示す図である。

ここでは、第1の例として、コンシステンシー補正対象の誤差が衛星軌道誤差である場合を説明する。なお、コンシステンシー補正対象の誤差として、他には、周波数間パイアスや対流圏遅延誤差や電離層遅延誤差などが挙げられる。

#### 【0042】

< T = 0 における処理 >

送信装置101における処理を時刻「T」に対応させて説明を進める。

まず、時刻「T = 0」における処理を説明する。なお、時刻「T = 0」において、送信装置101が処理を開始したものとする。

20

#### 【0043】

共通周期調整部115は、全網共通補強データストリーム704の衛星クロック誤差(t)と衛星固有誤差603(S)との時間変化を1秒ごとに監視する(図10のS1001)。

網周期調整部116は、固有補強データストリーム705a~cの地域固有誤差604(B1~B3)の時間変化を1秒ごとに監視する(図10のS1001)。なお、網周期調整部116が監視を行う周期は1秒ごとに限定されるものではない。

#### 【0044】

そして、共通周期調整部115は、衛星クロック誤差送信タイミングであるか否かを判定する(図10のS1002)。

30

衛星クロック誤差送信タイミングでない場合(図10のS1002の「NO」)、共通周期調整部115と網周期調整部116とは、S1001の処理を行う。

#### 【0045】

衛星クロック誤差送信タイミングは、図8に示す通り「T = 0、10、20、30(以下省略)」であり、共通周期調整部115は、「T = 0」が衛星クロック誤差送信タイミングであると判定する(図10のS1002の「YES」)。

#### 【0046】

次に、共通周期調整部115は、コンシステンシー補正対象の誤差である衛星軌道誤差が送信済であるか否かを判定する(図10のS1003)。

なお、コンシステンシー補正が不要な場合は、図10におけるS1003~S1004及びS1007の処理が省略され、前述の通り修正衛星クロック誤差602は、単に衛星クロック誤差(t)となる。

40

#### 【0047】

時刻「T = 0」においては、送信装置101が衛星軌道誤差を未送信であるため、共通周期調整部115は、コンシステンシー補正対象の誤差が送信済でない判定する(図10のS1003の「NO」)。

#### 【0048】

そして、共通周期調整部115は、「T = 0」において送信対象の衛星クロック誤差605a(t)にコンシステンシー606aを含めて修正衛星クロック誤差602sを生成する(図10のS1005、図11)。

50

ここで、「 $T = 0$ 」では、図10のS1004においてコンシステンシーが算出されていない為、コンシステンシー606a「C」の値はゼロとなる。したがって、修正衛星クロック誤差602s「 $t + C$ 」は、全網共通補強データストリーム704の「 $T = 0$ 」における衛星クロック誤差605a（ $t$ ）と同じになる（図11）。

【0049】

また、共通周期調整部115は、コンシステンシー補正対象の誤差である衛星軌道誤差の送信タイミングであるか否かを判定する（図10のS1006）。

衛星軌道誤差（衛星固有誤差603）の送信タイミングは、図8に示す通り「 $T = 0$ 、30（以下省略）」であり、共通周期調整部115は、「 $T = 0$ 」が衛星軌道誤差の送信タイミングであると判定する（図10のS1006の「YES」）。

10

【0050】

共通周期調整部115は、送信対象である衛星軌道誤差を時間変化モニタ記憶部118に出力し、時間変化モニタ記憶部118は出力された送信対象である衛星軌道誤差を記憶する（図10のS1007）。

例えば、時間変化モニタ記憶部118は、「 $T = 0$ 」における衛星軌道誤差として、図11に示す「a1」を記憶する。

【0051】

そして、空間圧縮\_\_エンコード部117は、時刻「 $T = 0$ 」における修正衛星クロック誤差602s、衛星固有誤差603a、地域固有誤差604a「B1」を図8に示す通り、時刻タグ601a「 $T = 0$ 」に対応付けて送信する（図10のS1008）。ここで、空間圧縮\_\_エンコード部117は、時刻タグ601a「 $T = 0$ 」、修正衛星クロック誤差602s、衛星固有誤差603a、地域固有誤差604a「B1」の順で送信する。

20

なお、時刻「 $T = 0$ 」における地域固有誤差604a「B1」は、網周期調整部116により固有補強データストリーム705aから抽出される。以降の処理において、地域固有誤差604b「B2」、地域固有誤差604c「B3」なども同様である。

【0052】

<  $T = 10$  における処理 >

次に、共通周期調整部115は、「 $T = 10$ 」の時に衛星クロック誤差送信タイミングであると判定する（図10のS1002の「YES」）。

そして、時刻「 $T = 10$ 」においては、衛星軌道誤差を送信済であるため（図10のS1003の「YES」）、共通周期調整部115は、衛星軌道誤差のコンシステンシーを算出する（図10のS1004）。

30

【0053】

具体的には、図11に示す通り、共通周期調整部115は、時間変化モニタ記憶部118に記憶されている衛星軌道誤差「a1」と「 $T = 10$ 」の時の衛星軌道誤差「a2」との差をコンシステンシー606bとして算出する。

すなわち、共通周期調整部115は、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、送信済みの衛星軌道誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の衛星軌道誤差との差をコンシステンシー606として算出する。なお、コンシステンシー606は、修正衛星クロック誤差602以外の誤差である他要因誤差の変動量、すなわち他要因誤差変動量に対応する。

40

【0054】

ここで、図11は、特定のGPS衛星300の衛星軌道誤差を示す例である。衛星軌道誤差は、GPS衛星300ごとに示されるので、共通周期調整部115は、GPS衛星300ごとに衛星軌道誤差のコンシステンシーを算出する。

【0055】

そして、共通周期調整部115は、「 $T = 10$ 」において送信対象の衛星クロック誤差605b（ $t$ ）に算出したコンシステンシー606bを含めて修正衛星クロック誤差602tを生成する（図10のS1005、図11）。

ここで、前述の通り、衛星軌道誤差のコンシステンシーはGPS衛星300ごとに算出

50

されている。そして、共通周期調整部 115 は、GPS 衛星 300 ごとの衛星クロック誤差 605 (t) に対応させて、GPS 衛星 300 ごとの衛星軌道誤差のコンシステンシーを含めて、GPS 衛星 300 ごとの修正衛星クロック誤差 602 を生成する。

一方、時刻「T = 10」は、衛星軌道誤差の送信タイミングではないので(図 10 の S 1006 の「NO」)、図 10 の S 1007 の処理は省略される。

#### 【0056】

そして、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、時刻「T = 10」における修正衛星クロック誤差 602 t、地域固有誤差 604 b「B2」を図 8 に示す通り、時刻タグ 601 b「T = 10」に対応付けて送信する(図 10 の S 1008)。ここで、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、時刻タグ 601 b「T = 10」、修正衛星クロック誤差 602 t、地域固有誤差 604 b「B2」の順で送信する。

10

すなわち、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、共通周期調整部 115 によりコンシステンシー 606 b が含まれた衛星クロック誤差 605 b である修正衛星クロック誤差 602 t を送信する。

なお、時刻「T = 10」においては、前述の通り衛星軌道誤差は送信されない。

#### 【0057】

時刻「T = 20」における処理は、時刻「T = 10」における処理と同様であるため、説明を省略する。

#### 【0058】

< T = 30 における処理 >

20

共通周期調整部 115 は、「T = 30」においても衛星クロック誤差送信タイミングであると判定する(図 10 の S 1002 の「YES」)。

そして、共通周期調整部 115 は、図 10 の S 1003 ~ S 1005 までは、前述の時刻「T = 10」の処理と同様の処理を行う。

#### 【0059】

一方、「T = 30」は、衛星軌道誤差の送信タイミングなので(図 10 の S 1006 の「YES」)、共通周期調整部 115 は、送信対象の衛星軌道誤差「a4」(図 11)を出力し、時間変化モニタ記憶部 118 はその値を記憶する(図 10 の S 1007)。

#### 【0060】

そして、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、時刻「T = 30」における修正衛星クロック誤差 602 v、衛星固有誤差 603 d、地域固有誤差 604 d「B1」を図 8 に示す通り、時刻タグ 601 d「T = 30」に対応付けて送信する(図 10 の S 1008)。

30

#### 【0061】

すなわち、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、図 8 に示すとおり、時刻「T = 0」にて衛星軌道誤差(衛星固有誤差 603 a)を送信した後に、複数回の衛星クロック誤差送信タイミングにおいて複数の修正衛星クロック誤差 602 t ~ v を送信する。更に、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、複数の修正衛星クロック誤差 602 t ~ v の送信後に、時刻「T = 30」にて新たな衛星軌道誤差(衛星固有誤差 603 d)を送信する。そして、図 8 の図示は省略するが、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、時刻「T = 60」以降も送信処理を繰り返す。

40

#### 【0062】

< T = 40 における処理 >

図 10 の S 1002 ~ S 1003 については、T = 10 ~ 30 における処理と同様であるため説明を省略する。

共通周期調整部 115 は、「T = 40」において、時間変化モニタ記憶部 118 に記憶されている衛星軌道誤差「a4」と「T = 40」の時の衛星軌道誤差「a5」との差をコンシステンシー 606 e として算出する(図 11、図 10 の S 1004)。

すなわち、共通周期調整部 115 は、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、空間圧縮\_\_エンコード部 117 により最後に送信された衛星軌道誤差「a4」と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の衛星軌道誤差「a5」との差をコンシステンシー 60

50

6 e として算出する。

以降の処理については、前述と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 6 3 】

また、コンシステンシー補正対象の誤差が周波数間バイアスである場合も、衛星軌道誤差が周波数間バイアスに置き換えられるだけで、周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部における処理の第 1 の例と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 6 4 】

( 周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部における処理の第 2 の例 )

図 1 2 は、対流圏遅延誤差のコンシステンシー算出の例を示す図である。

図 1 3 は、ブロックごとの修正衛星クロック誤差の例を示す図である。

ここでは、第 2 の例として、コンシステンシー補正対象の誤差がブロックごとの対流圏遅延誤差である場合を説明する。

そして、測位用補正データ 6 0 0 の例は図 8 を用い、周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部との処理の例は図 1 0 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 6 5 】

図 8 に示す通り、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 は、複数のブロックに対する複数の地域固有誤差 6 0 4 を所定の送信順序に従って送信する。ここで、所定の順序とは、例えば、図 8 に示す通り、ブロック 1 ( B 1 )、ブロック 2 ( B 2 )、ブロック 3 ( B 3 ) の順序である。

また、ブロックが N 個であった場合、所定の順序は、N ! 通りの順列のうちのいずれかであってもよい。すなわち、1 つのデータフレーム内に全ブロックの地域固有誤差 6 0 4 が配置されればよい。

更に、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 は、地域固有誤差 6 0 4 の送信の合間に到来する衛星クロック誤差送信タイミングにおいて修正衛星クロック誤差 6 0 2 を送信している。

【 0 0 6 6 】

< T = 0 における処理 >

まず、時刻「 T = 0 」における処理を説明する。なお、時刻「 T = 0 」において、送信装置 1 0 1 が処理を開始したものとする。

【 0 0 6 7 】

前述の第 1 の例と同様に、共通周期調整部 1 1 5 は、全網共通補強データストリーム 7 0 4 の衛星クロック誤差 ( t ) と衛星固有誤差 6 0 3 ( S ) との時間変化を 1 秒ごとに監視する ( 図 1 0 の S 1 0 0 1 ) 。

網周期調整部 1 1 6 は、固有補強データストリーム 7 0 5 a ~ c の地域固有誤差 6 0 4 ( B 1 ~ B 3 ) の時間変化を 1 秒ごとに監視する ( 図 1 0 の S 1 0 0 1 ) 。すなわち、網周期調整部 1 1 6 は、ブロックごとに地域固有誤差 6 0 4 ( B 1 ~ B 3 ) の時間変化を 1 秒ごとに監視する。

【 0 0 6 8 】

ここで、前述の通り、1 つのブロックの地域固有誤差 6 0 4 ( 例えば対流圏遅延誤差 ) には、当該ブロック内の複数のグリッドごとの地域固有誤差 6 0 4 ( 例えば対流圏遅延誤差 ) が含まれる。

そして、網周期調整部 1 1 6 は、コンシステンシーの算出にあたって、ブロック内の複数のグリッドの地域固有誤差 6 0 4 ( 例えば対流圏遅延誤差 ) の平均値を算出し、算出した平均値を当該ブロックの地域固有誤差 6 0 4 ( 例えば対流圏遅延誤差 ) として監視してもよい。その場合、例えば対流圏遅延誤差のコンシステンシーとしては、1 つのブロックに対して、1 つの値が算出される。

一方、網周期調整部 1 1 6 は、コンシステンシーの算出にあたって、ブロック内の複数のグリッドの地域固有誤差 6 0 4 ( 例えば対流圏遅延誤差 ) を監視してもよい。その場合、例えば対流圏遅延誤差のコンシステンシーとしては、1 つのブロックに対して、複数のグリッドごとの値が算出される。そして、衛星クロック誤差 6 0 5 もグリッドごとに生成されることとなる。

10

20

30

40

50

ここでは、網周期調整部 116 が、前者のように、コンシステンシーの算出にあたって、ブロック内の複数のグリッドの地域固有誤差 604（例えば対流圏遅延誤差）の平均値を算出する場合を例に説明を進める。

【0069】

そして、網周期調整部 116 は、図 8 に示す通り「 $T = 0$ 、10、20、30（以下省略）」の時刻において、衛星クロック誤差送信タイミングであると判定する（図 10 の S1002 の「YES」）。

なお、第 1 の例と同様に、図 10 の S1002 において、共通周期調整部 115 が衛星クロック誤差送信タイミングを判定してもよい。

【0070】

次に網周期調整部 116 は、「 $T = 0$ 」において、コンシステンシー補正対象の誤差であるブロックごとの対流圏遅延誤差がいずれも送信済でないと判定し（図 10 の S1003 の「NO」）、図 10 の S1004 の処理を省略する。

また、共通周期調整部 115 は、網周期調整部 116 が算出したブロックごとの対流圏遅延誤差のコンシステンシー 606「C1～C3」を入力するが、ここでは、いずれも算出されないので、コンシステンシー 606「C1～C3」はいずれもゼロとなる。

【0071】

そして、共通周期調整部 115 は、「 $T = 0$ 」における衛星クロック誤差 605（ $t$ ）に対し、ブロックごとにコンシステンシー 606 を含め、ブロックごとの修正衛星クロック誤差 602 を生成する（図 10 の S1005）。

ここでは、コンシステンシー 606「C1～C3」はいずれもゼロなので、修正衛星クロック誤差 602 は、「 $T = 0$ 」における衛星クロック誤差 605（ $t$ ）と同じになる。

【0072】

次に網周期調整部 116 は、コンシステンシー補正対象の誤差であるブロック 1（B1）の対流圏遅延誤差（地域固有誤差 604）の送信タイミングであると判定する（図 10 の S1006 の「YES」）。

【0073】

網周期調整部 116 は、送信対象であるブロック 1（B1）の対流圏遅延誤差を出力し、時間変化モニタ記憶部 118 はその値を記憶する（図 10 の S1007）。

例えば、時間変化モニタ記憶部 118 は、「 $T = 0$ 」におけるブロック 1（B1）の対流圏遅延誤差として、図 12 に示す「b1」を記憶する。

【0074】

そして、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、時刻「 $T = 0$ 」における修正衛星クロック誤差 602 s、衛星固有誤差 603 a、地域固有誤差 604 a「B1」を図 8 に示す通り、時刻タグ 601 a「 $T = 0$ 」に対応付けて送信する（図 10 の S1008）。ここで、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、時刻タグ 601 a「 $T = 0$ 」、修正衛星クロック誤差 602 s、衛星固有誤差 603 a、地域固有誤差 604 a「B1」の順で送信する。

なお、時刻「 $T = 0$ 」における衛星固有誤差 603 a は、共通周期調整部 115 により全網共通補強データストリーム 704 から抽出される。また、時刻「 $T = 0$ 」における地域固有誤差 604 a「B1」は、網周期調整部 116 により固有補強データストリーム 705 a から抽出される。以降の処理においても同様である。

【0075】

ここで、修正衛星クロック誤差 602 s には、ブロック（B1～B3）ごとの修正衛星クロック誤差 602 が含まれる。

図 13 に、ブロック（B1～B3）ごとの修正衛星クロック誤差 602 の例を示す。

例えば、「 $t + C1$ 」がブロック 1（B1）の修正衛星クロック誤差 602 である。

すなわち、空間圧縮\_\_エンコード部 117 は、全ブロック分の修正衛星クロック誤差 602 を衛星クロック誤差送信タイミングごとに送信する。

【0076】

10

20

30

40

50

< T = 10 における処理 >

以降の説明において、図 10 の S 1001 と S 1002 との処理の説明は省略する。

網周期調整部 116 は、「T = 10」において、コンシステンシー補正対象の誤差であるブロック 1 (B1) の対流圏遅延誤差は送信済であると判定する (図 10 の S 1003 の「YES」)。一方、網周期調整部 116 は、「T = 10」において、コンシステンシー補正対象の誤差であるブロック 2 (B2) とブロック 3 (B3) との対流圏遅延誤差は送信済でないと判定する (図 10 の S 1003 の「NO」)。

【0077】

よって、網周期調整部 116 は、ブロック 1 (B1) の対流圏遅延誤差に対してのみコンシステンシー 606 を算出する (図 10 の S 1004)。

10

具体的には、図 12 に示す通り、網周期調整部 116 は、時間変化モニタ記憶部 118 に記憶されているブロック 1 (B1) の対流圏遅延誤差「b1」と「T = 10」の時のブロック 1 (B1) の対流圏遅延誤差「b2」との差をコンシステンシー 606 a「C1」として算出する。

【0078】

次に、共通周期調整部 115 は、網周期調整部 116 が算出したブロック 1 (B1) の対流圏遅延誤差のコンシステンシー 606 a「C1」を入力する。

そして、共通周期調整部 115 は、ブロック 1 (B1) に対しては、「T = 10」において送信対象の衛星クロック誤差 605 ( $t$ ) に算出したコンシステンシー 606 a「C1」を含めて修正衛星クロック誤差 602「 $t + C1$ 」を生成する (図 10 の S 1005)。

20

一方、ブロック 2 (B2) とブロック 3 (B3) とに対しては、コンシステンシー 606 が算出されていないので、共通周期調整部 115 は、T = 0 における処理と同様の処理を行う。

【0079】

また、時刻「T = 10」は、コンシステンシー補正対象の誤差であるブロック 2 (B2) の対流圏遅延誤差 (地域固有誤差 604) の送信タイミングである (図 10 の S 1006 の「YES」)。そのため、時間変化モニタ記憶部 118 は、「T = 10」におけるブロック 2 (B2) の対流圏遅延誤差として、「d2」を記憶する (図 12、図 10 の S 1007)。

30

図 10 の S 1008 の処理については説明を省略する。

【0080】

< T = 20 における処理 >

網周期調整部 116 は、「T = 20」において、コンシステンシー補正対象の誤差であるブロック 1 (B1) とブロック 2 (B2) の対流圏遅延誤差は送信済であると判定する (図 10 の S 1003 の「YES」)。一方、網周期調整部 116 は、「T = 20」において、コンシステンシー補正対象の誤差であるブロック 3 (B3) の対流圏遅延誤差は送信済でないと判定する (図 10 の S 1003 の「NO」)。

【0081】

よって、網周期調整部 116 は、ブロック 1 (B1) の対流圏遅延誤差に対して、図 12 に示す通り、時間変化モニタ記憶部 118 に記憶されているブロック 1 (B1) の対流圏遅延誤差「b1」と「T = 20」の時のブロック 1 (B1) の対流圏遅延誤差「b3」との差をコンシステンシー 606 b「C1」として算出する。

40

また、網周期調整部 116 は、ブロック 2 (B2) の対流圏遅延誤差に対して、図 12 に示す通り、時間変化モニタ記憶部 118 に記憶されているブロック 2 (B2) の対流圏遅延誤差「d2」と「T = 20」の時のブロック 2 (B2) の対流圏遅延誤差「d3」との差をコンシステンシー 606 c「C2」として算出する。

【0082】

すなわち、網周期調整部 116 は、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、ブロックごとに、送信済みの対流圏遅延誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の

50

対流圏遅延誤差との差をコンシステンシー 6 0 6 として算出する。

【 0 0 8 3 】

次に、共通周期調整部 1 1 5 は、網周期調整部 1 1 6 が算出したコンシステンシー 6 0 6 b 「 C 1 」とコンシステンシー 6 0 6 c 「 C 2 」とを入力する。

そして、共通周期調整部 1 1 5 は、ブロック 1 ( B 1 ) に対しては、「 T = 2 0 」において送信対象の衛星クロック誤差 6 0 5 ( t ) に算出したコンシステンシー 6 0 6 b 「 C 1 」を含めて修正衛星クロック誤差 6 0 2 「 t + C 1 」を生成する ( 図 1 0 の S 1 0 0 5 ) 。

同様に、共通周期調整部 1 1 5 は、ブロック 2 ( B 2 ) に対しては、「 T = 2 0 」において送信対象の衛星クロック誤差 6 0 5 ( t ) に算出したコンシステンシー 6 0 6 c 「 C 2 」を含めて修正衛星クロック誤差 6 0 2 「 t + C 2 」を生成する ( 図 1 0 の S 1 0 0 5 ) 。

10

【 0 0 8 4 】

すなわち、共通周期調整部 1 1 5 は、送信対象の衛星クロック誤差 6 0 5 にブロックごとのコンシステンシー 6 0 6 を含めて、ブロックごとの修正衛星クロック誤差 6 0 2 を生成する。

一方、ブロック 3 ( B 3 ) に対しては、コンシステンシー 6 0 6 が算出されていないので、共通周期調整部 1 1 5 は、 T = 0 における処理と同様の処理を行う。

【 0 0 8 5 】

また、時刻「 T = 2 0 」は、コンシステンシー補正対象の誤差であるブロック 3 ( B 3 ) の対流圏遅延誤差 ( 地域固有誤差 6 0 4 ) の送信タイミングである ( 図 1 0 の S 1 0 0 6 の「 Y E S 」 ) 。そのため、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 は、「 T = 2 0 」におけるブロック 3 ( B 3 ) の対流圏遅延誤差として、「 e 3 」を記憶する ( 図 1 2 、図 1 0 の S 1 0 0 7 ) 。

20

図 1 0 の S 1 0 0 8 の処理については説明を省略する。

【 0 0 8 6 】

< T = 3 0 における処理 >

図 8 に示す通り、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 は、複数のブロックに対する複数の地域固有誤差 6 0 4 の送信が時刻 T = 0 ~ 2 0 までに完了すると、例えば T = 3 0 ~ 5 0 に示されるように、各ブロックの新たな地域固有誤差 6 0 4 を前述の送信順序に従って送信する動作を繰り返す。

30

【 0 0 8 7 】

網周期調整部 1 1 6 は、ブロック 1 ( B 1 ) の対流圏遅延誤差に対して、図 1 2 に示す通り、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 に記憶されているブロック 1 ( B 1 ) の対流圏遅延誤差「 b 1 」と「 T = 3 0 」の時のブロック 1 ( B 1 ) の対流圏遅延誤差「 b 4 」との差をコンシステンシー 6 0 6 d 「 C 1 」として算出する ( 図 1 0 の S 1 0 0 4 ) 。

また、網周期調整部 1 1 6 は、ブロック 2 ( B 2 ) の対流圏遅延誤差に対して、図 1 2 に示す通り、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 に記憶されているブロック 2 ( B 2 ) の対流圏遅延誤差「 d 2 」と「 T = 3 0 」の時のブロック 2 ( B 2 ) の対流圏遅延誤差「 d 4 」との差をコンシステンシー 6 0 6 e 「 C 2 」として算出する。

40

また、網周期調整部 1 1 6 は、ブロック 3 ( B 3 ) の対流圏遅延誤差に対して、図 1 2 に示す通り、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 に記憶されているブロック 3 ( B 3 ) の対流圏遅延誤差「 e 3 」と「 T = 3 0 」の時のブロック 3 ( B 3 ) の対流圏遅延誤差「 e 4 」との差をコンシステンシー 6 0 6 f 「 C 3 」として算出する。

また、時刻「 T = 3 0 」は、前述の通り、ブロック 1 ( B 1 ) の対流圏遅延誤差 ( 地域固有誤差 6 0 4 ) を新たに送信するタイミングなので ( 図 1 0 の S 1 0 0 6 の「 Y E S 」 ) 、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 は、送信対象のブロック 1 ( B 1 ) の対流圏遅延誤差「 b 4 」を記憶する ( 図 1 0 の S 1 0 0 7 ) 。

なお、図 1 0 の S 1 0 0 1 ~ S 1 0 0 3 及び S 1 0 0 5 及び S 1 0 0 8 の説明は省略する。

50



## 【 0 0 8 8 】

< T = 4 0 における処理 >

網周期調整部 1 1 6 は、ブロック 1 ( B 1 ) の対流圏遅延誤差に対して、図 1 2 に示す通り、T = 3 0 の処理にて新たに時間変化モニタ記憶部 1 1 8 に記憶されたブロック 1 ( B 1 ) の対流圏遅延誤差「b 4」と「T = 4 0」の時のブロック 1 ( B 1 ) の対流圏遅延誤差「b 5」との差をコンシステンシー 6 0 6 g「C 1」として算出する(図 1 0 の S 1 0 0 4)。

コンシステンシー 6 0 6 h「C 2」とコンシステンシー 6 0 6 i「C 3」との説明は省略する。

## 【 0 0 8 9 】

10

すなわち、網周期調整部 1 1 6 は、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、ブロックごとに、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 により最後に送信された対流圏遅延誤差と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の対流圏遅延誤差との差をコンシステンシー 6 0 6 として算出する。

そして、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 は、前述の通り、図 1 3 に示すようなブロックごとの修正衛星クロック誤差 6 0 2 を送信する。

なお、図 1 0 の S 1 0 0 3 及び、以降の処理については、前述と同様であるため、説明を省略する。

なお、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 は、ブロックごとのコンシステンシー 6 0 6 を用いて複数のブロック全体(例えば日本全国)に共通して用いられるコンシステンシー 6 0 6 を算出してもよい。複数のブロック全体(例えば日本全国)に共通して用いられるコンシステンシー 6 0 6 は、例えば、ブロックごとのコンシステンシー 6 0 6 を用いてブロック全体の平均を算出することにより求められてもよい。

20

そして、複数のブロック全体に共通して用いられるコンシステンシー 6 0 6 が算出された場合は、修正衛星クロック誤差 6 0 2 はブロックごとに区別されず、複数のブロック全体(例えば日本全国)に共通する修正衛星クロック誤差 6 0 2 となる。

なお、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 は、ブロックごとの修正衛星クロック誤差 6 0 2 の生成後に、ブロックごとの修正衛星クロック誤差 6 0 2 を用いて(例えばブロックごとの修正衛星クロック誤差 6 0 2 の平均値を算出して)、複数のブロック全体(例えば日本全国)に共通する修正衛星クロック誤差 6 0 2 を生成してもよい。

30

## 【 0 0 9 0 】

( 周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部とにおける処理の第 3 の例 )

図 1 4 は、複数種類のコンシステンシーが含まれた修正衛星クロック誤差の第 1 の例を示す図である。

図 1 5 は、複数種類のコンシステンシーが含まれた修正衛星クロック誤差の第 2 の例を示す図である。

前述の第 1 の例では、コンシステンシー補正対象の誤差が衛星軌道誤差である場合を説明し、第 2 の例では、コンシステンシー補正対象の誤差がブロックごとの対流圏遅延誤差である場合を説明した。

しかし、コンシステンシー補正対象の誤差は複数種類であってもよい。

40

## 【 0 0 9 1 】

例えば、衛星固有誤差 6 0 3 に衛星軌道誤差と周波数間バイアスとが含まれた衛星固有誤差 6 0 3 が空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 により送信され、衛星軌道誤差と周波数間バイアスとの両方がコンシステンシー補正対象とされる場合を想定する。

その場合、共通周期調整部 1 1 5 は衛星軌道誤差のコンシステンシー 6 0 6 ( C ' ) と周波数間バイアスのコンシステンシー 6 0 6 ( C ' ' ) とを算出する。

そして、共通周期調整部 1 1 5 は、図 1 4 の例のように、衛星軌道誤差のコンシステンシー 6 0 6 ( C ' ) と周波数間バイアスのコンシステンシー 6 0 6 ( C ' ' ) とを衛星クロック誤差 6 0 5 ( t ) に含めた修正衛星クロック誤差 6 0 2 を生成する。

この場合、共通周期調整部 1 1 5 により生成された修正衛星クロック誤差 6 0 2 はプロ

50

ックによって値が変わらないが、ブロックごとに修正衛星クロック誤差 6 0 2 が生成されてもよい。

#### 【 0 0 9 2 】

また、例えば、衛星軌道誤差とブロックごとの対流圏遅延誤差とがコンシステンシー補正対象とされる場合を想定する。

その場合、共通周期調整部 1 1 5 は衛星軌道誤差のコンシステンシー 6 0 6 ( C ' ) を算出する。そして、網周期調整部 1 1 6 は、ブロックごとの対流圏遅延誤差のコンシステンシー 6 0 6 ( C 1 ~ C 3 ) を算出する。

そして、共通周期調整部 1 1 5 は、図 1 5 の例のように、ブロックごとの修正衛星クロック誤差 6 0 2 を生成する。

10

例えば、共通周期調整部 1 1 5 は、ブロック 1 の対流圏遅延誤差のコンシステンシー 6 0 6 ( C 1 ) と、衛星軌道誤差のコンシステンシー 6 0 6 ( C ' ) とを衛星クロック誤差 6 0 5 ( t ) に含めて、ブロック 1 ( B 1 ) の修正衛星クロック誤差 6 0 2 ( t + C 1 + C ' ) を生成する。

#### 【 0 0 9 3 】

また、衛星軌道誤差と周波数間バイアスとブロックごとの対流圏遅延誤差とがコンシステンシー補正対象とされる場合を想定する。この場合、図示は省略するが、例えば、共通周期調整部 1 1 5 は、ブロック 1 の対流圏遅延誤差のコンシステンシー 6 0 6 ( C 1 ) と、衛星軌道誤差のコンシステンシー 6 0 6 ( C ' ) と周波数間バイアスのコンシステンシー 6 0 6 ( C ' ' ) とを衛星クロック誤差 6 0 5 ( t ) に含めて、ブロック 1 ( B 1 ) の修正衛星クロック誤差 6 0 2 ( t + C 1 + C ' + C ' ' ) を生成する。

20

#### 【 0 0 9 4 】

##### ( 5 ) 測位装置の説明

ここから、測位装置 2 0 1 の説明を行う。

#### 【 0 0 9 5 】

##### ( 測位装置の構成 )

図 1 6 は、測位装置の構成の例を示す図である。

測位装置 2 0 1 は、測位情報受信部 8 0 0、デコード部 8 0 1、補強情報伸張部 8 0 2、測位計算部 8 0 4、記憶部 8 0 5 を備える。

デコード部 8 0 1 は、受信部とデータファイル生成部と測位部とに対応し、測位計算部 8 0 4 は、測位部に対応する。

30

#### 【 0 0 9 6 】

測位情報受信部 8 0 0 は、各 G P S 衛星 3 0 0 から測位情報 7 0 1 を受信する。なお、測位情報 7 0 1 には、時刻ごとの情報が示されている。

デコード部 8 0 1 は、準天頂衛星 4 0 0 から測位用補正データ 6 0 0 を受信する。ここで、デコード部 8 0 1 は、例えば図 8 に示すように、「時刻タグ 6 0 1 a、修正衛星クロック誤差 6 0 2 s、衛星固有誤差 6 0 3 a、地域固有誤差 6 0 4 a、時刻タグ 6 0 1 b、( 以下省略 )」の順番で測位用補正データ 6 0 0 内のデータを受信する。

なお、デコード部 8 0 1 が受信する測位用補正データ 6 0 0 は、前述の通り、送信装置 1 0 1 により送信された測位用補正データ 6 0 0 を準天頂衛星 4 0 0 が受信して、測位装置 2 0 1 に転送したものである。

40

#### 【 0 0 9 7 】

ここで、測位装置 2 0 1 は、単独測位により当該測位装置 2 0 1 が所在するブロックを特定することが可能である。なお、単独測位の方法は既存の技術によるものであり、説明を省略する。

そして、デコード部 8 0 1 は、測位装置 2 0 1 が所在するブロックにおける衛星測位に必要な誤差情報を時刻タグ 6 0 1 が示す時刻ごとに抽出する。

ここで、誤差情報とは、修正衛星クロック誤差 6 0 2 や、衛星固有誤差 6 0 3 や、地域固有誤差 6 0 4 などである。

#### 【 0 0 9 8 】

50

補強情報伸張部 802 は、デコード部 801 が抽出した時刻ごとの誤差から、衛星測位の補正量を時刻ごとに算出する。

測位計算部 804 は、補強情報伸張部 802 により算出された時刻ごとの補正量と、測位情報受信部 800 により受信された時刻ごとの測位情報 701 とから、所定の時刻における衛星測位を実施する。

#### 【0099】

なお、デコード部 801 は、抽出した誤差情報を用いて所定の記述形式のデータファイルを生成し、外部に出力してもよい。ここで、所定の記述形式とは例えば衛星測位システムにおける国際標準フォーマット RTCM - 104 などである。

そして、出力されたデータファイルは他の測位装置に利用されてもよい。

10

#### 【0100】

(ブロック 1 (B1) に所在する測位装置 201 における処理)

図 17 は、デコード部の処理の例を示すフローチャートである。

図 18 は、測位用補正データの受信の例を示す図である。

ここで、図 18 の測位用補正データ 600 の例を用いて、デコード部 801 の処理の詳細を説明する。

なお、図 18 は、修正衛星クロック誤差 602 が図 13 のようにブロックごとになっている例である。そして、図 8 の修正衛星クロック誤差 602 s が図 18 の修正衛星クロック誤差 602 a ~ c に対応し、図 8 の修正衛星クロック誤差 602 t が図 18 の修正衛星クロック誤差 602 d ~ f に対応する (他の修正衛星クロック誤差 602 も同様)。

20

すなわち、デコード部 801 は、図 18 に示すように、ブロックごとの修正衛星クロック誤差 602 と、ブロックごとの地域固有誤差 604 とを受信する。

そして、測位装置 201 が、ブロック 1 (B1) に所在している場合を説明する。

#### 【0101】

< t = 0 ~ 10 における処理 >

測位装置 201 における処理を時刻「t」に対応させて説明を進める。なお、時刻「t」は、送信装置 101 の処理で説明した時刻「T」とは所定の時間 (例えば、測位用補正データ 600 が送信装置 101 から測位装置 201 に到達する時間) 変位していてもよい。

デコード部 801 は、前述の通り、測位装置 201 が測位用補正データ 600 内の誤差を送信した順番と同じ順番で、測位用補正データ 600 内の誤差を受信する (図 17 の S1701)。

30

#### 【0102】

なお、測位用補正データ 600 内の誤差の送信順序及び送信タイミングは予め決められており、当該送信順序と送信タイミングとを測位装置 201 が所定の記憶領域に記憶していてもよいし、測位用補正データ 600 に測位用補正データ 600 内の誤差の送信順序と送信タイミングとを示す情報が付与されていてもよい。いずれにしても、測位装置 201 は、測位用補正データ 600 内の誤差の送信順序と送信タイミングとを特定することが可能である。

#### 【0103】

40

そして、デコード部 801 は、現在のタイミングが時刻タグ 601 の受信タイミングか否かを判定する (図 17 の S1702)。

時刻「t = 0」において、デコード部 801 は、時刻タグ 601 a (図 18) の受信タイミングと判定し (図 17 の S1702 の「YES」)、受信した時刻タグ 601 a を出力し、記憶部 805 はその時刻タグ 601 a を記憶する (図 17 の S1710)。

なお、デコード部 801 は、時刻タグ 601 の受信に 2 秒間要するものとする (以降の説明も同様)。

#### 【0104】

次に、時刻「t = 2」において、S1701 ~ S1702 を経て、デコード部 801 は、修正衛星クロック誤差 602 a ~ c の受信タイミングと判定する (図 17 の S1703

50

の「YES」)。

【0105】

そして、デコード部801は記憶部805に衛星固有誤差603と地域固有誤差604とが記憶されているか否かを判定する(図17のS1711)。

この時点では、いずれも記憶部805に記憶されていないので(図17のS1711の「NO」)、デコード部801は受信した修正衛星クロック誤差602a~cのうち、ブロック1(B1)の修正衛星クロック誤差602aを出力し、記憶部805はその修正衛星クロック誤差602aを記憶する(図17のS1713)。

ここで、記憶部805は、修正衛星クロック誤差602a~cを記憶してもよい。

なお、デコード部801は、修正衛星クロック誤差602の受信に4秒間要するものとする(以降の説明も同様)。

10

なお、デコード部801が複数のブロック全体(例えば日本全国)で共通の修正衛星クロック誤差602を受信した場合、記憶部は、ブロック間(ブロック全体)で共通の修正衛星クロック誤差602を記憶する(以下同様)。

【0106】

次に、時刻「t=6」において、デコード部801は、S1701~S1703を経て、衛星固有誤差603aの受信タイミングと判定する(図17のS1704の「YES」)。

デコード部801は、受信した衛星固有誤差603aを出力し、記憶部805はその衛星固有誤差603aを記憶する(図17のS1708)。

20

なお、デコード部801は、衛星固有誤差603の受信に2秒間要するものとする(以降の説明も同様)。

【0107】

次に時刻「t=8」において、デコード部801は、S1701~S1704を経て、所在ブロックであるブロック1(B1)の地域固有誤差604aの受信タイミングと判定する(図17のS1705の「YES」)。

デコード部801は、地域固有誤差604の最初の受信か否かを判定する(図17のS1706)。

この時点では、地域固有誤差604の最初の受信であるため(図17のS1706の「YES」、デコード部801は、受信した地域固有誤差604aと、記憶部805に記憶されている時刻タグ601aと修正衛星クロック誤差602aと衛星固有誤差603aとを補強情報伸張部802に出力する(図17のS1707)。

30

なお、デコード部801は、データフレーム内の最初のデータセットの地域固有誤差604(例えば地域固有誤差604aや地域固有誤差604d)の受信に2秒間要するものとする。そして、デコード部801は、データフレーム内の他のデータセットの地域固有誤差604(例えば、地域固有誤差604b~c、地域固有誤差604e~f)の受信に4秒間要するものとする。

【0108】

補強情報伸張部802は出力された地域固有誤差604aと時刻タグ601aと修正衛星クロック誤差602aと衛星固有誤差603aとにより、時刻タグ601aに示された時刻における補正量を算出する。そして、前述の通り、測位計算部804は、算出された補正量を用いて衛星測位を行う。すなわち、測位計算部804は時刻「t=10」において1回目の衛星測位を行う(図18)。

40

一方、デコード部801は、受信した地域固有誤差604aを記憶部805にも出力し、記憶部805はその地域固有誤差604aを記憶する(図17のS1709)。

【0109】

ここで、地域固有誤差604aは、測位装置201の所在するブロック1(B1)の地域固有誤差604であり、修正衛星クロック誤差602aは、同様に測位装置201の所在するブロック1(B1)の修正衛星クロック誤差602である。

すなわち、測位計算部804は、測位装置201の所在するブロックの地域固有誤差6

50

04と、測位装置201の所在するブロックの修正衛星クロック誤差602とを用いて衛星測位を行う。

なお、デコード部801が複数のブロック全体（例えば日本全国）で共通の修正衛星クロック誤差602を受信した場合、測位計算部804は、測位装置201の所在するブロックの地域固有誤差604と、ブロック間（ブロック全体）で共通の修正衛星クロック誤差602とを用いて衛星測位を行う（以下同様）。

【0110】

< t = 10 ~ 20における処理 >

次に、時刻「t = 10」において、デコード部801は、時刻タグ601b（図18）の受信タイミングと判定し（図17のS1702の「YES」）、受信した時刻タグ601bを出力し、記憶部805はその時刻タグ601bを記憶する（図17のS1710）。

10

【0111】

次に、時刻「t = 12」において、デコード部801は、修正衛星クロック誤差602d ~ fの受信タイミングと判定する（図17のS1703の「YES」）。

そして、デコード部801は記憶部805に衛星固有誤差603と地域固有誤差604とが記憶されているか否かを判定する（図17のS1711）。

【0112】

この時点では、衛星固有誤差603aと地域固有誤差604aとが記憶部805に記憶されている（図17のS1711の「YES」）。

20

したがって、デコード部801は受信した修正衛星クロック誤差602d ~ fのうちのブロック1（B1）の修正衛星クロック誤差602dと、記憶部805に記憶されている時刻タグ601bと衛星固有誤差603aと地域固有誤差604aを補強情報伸張部802に出力する（図17のS1712）。

ここで、デコード部801は、修正衛星クロック誤差602d ~ fの受信に4秒間要するので、実際には、時刻「t = 16」において図17のS1712の処理が行われる（以下の説明においても同様である）。

【0113】

すなわち、時刻「t = 16」において、補強情報伸張部802は補正量を算出し、測位計算部804は2回目の衛星測位を行う（図18）。

30

そして、同様に、測位計算部804は、時刻「t = 26」において3回目の衛星測位を行う（図18）。

【0114】

ここで、図18に示すように、時刻「t = 16」でデコード部801が受信完了する修正衛星クロック誤差602dは、送信装置101が地域固有誤差604aを送信した後に、送信されたものである。

そして、前述の通り、修正衛星クロック誤差602dには、送信装置101が修正衛星クロック誤差602dを送信するタイミング（T = 10）におけるコンシステンシー「C1」が含まれている。ここで、コンシステンシー「C1」は、例えば、「T = 10」において送信装置101により計測されたブロック1（B1）の地域固有誤差604と、「T = 0」において送信装置101により送信済みのブロック1（B1）の地域固有誤差604である地域固有誤差604a（図18）との差である。

40

【0115】

すなわち、測位計算部804は、修正衛星クロック誤差602dを用いて衛星測位を行うことで、送信装置101における修正衛星クロック誤差602dの送信タイミング時の地域固有誤差604の補正を行うことが可能である。

そして、測位計算部804は、次のデータフレームの地域固有誤差604dの受信を待つことなく、前述の時刻「t = 16」や時刻「t = 26」において、地域固有誤差604の補正がされた高精度な衛星測位と行うことが可能である。

【0116】

50

また、コンシステンシー 606 は送信装置 101 の説明で前述の通り、地域固有誤差 604（例えば、対流圏遅延誤差）の変動量に限定されるものではなく、例えば、衛星軌道誤差や周波数間バイアスなどの衛星固有誤差 603 であってもよい。

すなわち、デコード部 801 は、前述の図 14～図 15 のような修正衛星クロック誤差 602 を受信してもよい。

#### 【0117】

そして、例えば、測位計算部 804 が、衛星固有誤差 603 の変動量がコンシステンシー 606 として含まれる修正衛星クロック誤差 602 を用いて衛星測位を行う場合、測位計算部 804 は、送信装置 101 における修正衛星クロック誤差 602 d の送信タイミング時の衛星固有誤差 603 の補正を行うことが可能である。

10

#### 【0118】

< t = 30 ~ 40 における処理 >

また、デコード部 801 は、図 18 に示すように、「t = 0 ~ 30」のデータフレームの次に、「t = 30 ~ 60」のデータフレームを受信する。また、デコード部 801 は、「t = 30 ~ 60」のデータフレームの次に「t = 60 ~ 90」のデータフレームを受信するが「t = 60」以降のデータフレームについては図示を省略する。

#### 【0119】

そして、デコード部 801 が新たな「t = 30 ~ 60」のデータフレームを受信すると、前述と同様に、測位計算部 804 は、時刻「t = 36」において、4 回目の衛星測位を行う（図 18）。

20

ここで、デコード部 801 は、図 17 の S1712 において、受信した修正衛星クロック誤差 602 j ~ l のうちのブロック 1 (B1) の修正衛星クロック誤差 602 j と、記憶部 805 に記憶されている時刻タグ 601 d と衛星固有誤差 603 a とブロック 1 (B1) の地域固有誤差 604 a を補強情報伸張部 802 に出力する（途中の処理は、前述と同様であるため説明を省略する）。

#### 【0120】

すなわち、記憶部 805 は、過去にデコード部 801 が受信したデータフレームの衛星固有誤差 603 a 及び、ブロックごとの地域固有誤差 604 を記憶している。

そして、デコード部 801 は、時刻「t = 36」のように、衛星固有誤差 603 d（図 18）の受信前に受信された修正衛星クロック誤差 602 j に対しては、衛星固有誤差 603 d の受信を待つことなく、記憶部 805 で記憶されている過去のデータフレームの衛星固有誤差 603 a を選択して出力する。

30

一方、デコード部 801 は、前述の通り、例えば、時刻「t = 16」のように、衛星固有誤差 603 a（図 18）の受信後に受信された修正衛星クロック誤差 602 d に対しては、修正衛星クロック誤差 602 d に先行して受信された、同じデータフレームに含まれる衛星固有誤差 603 a を選択する。

#### 【0121】

また、デコード部 801 は、図 18 に示す通り、地域固有誤差 604 の合間に修正衛星クロック誤差 602 が含まれるデータフレームを受信する。そして、複数の地域固有誤差 604 のうちの少なくとも 1 つが測位装置 201 の所在するブロックの地域固有誤差 604 となっている。

40

そして、デコード部 801 は、時刻「t = 36」のように、所在ブロックの地域固有誤差 604 d（図 18）の受信前に受信された修正衛星クロック誤差 602 j に対しては、地域固有誤差 604 d の受信を待つことなく、記憶部 805 で記憶されている過去のデータフレームの地域固有誤差 604 a を選択して出力する。ここで記憶部 805 に複数の地域固有誤差 604 が記憶されている場合、デコード部 801 は、測位装置 201 が所在するブロックの地域固有誤差 604 のうち、最後に受信した地域固有誤差 604 を選択する。

一方、デコード部 801 は、前述の通り、例えば、時刻「t = 16」のように、地域固有誤差 604 a（図 18）の受信後に受信された修正衛星クロック誤差 602 d に対して

50

は、修正衛星クロック誤差 6 0 2 d に先行して受信された、同じデータフレームに含まれる地域固有誤差 6 0 4 a を選択する。

【 0 1 2 2 】

また、換言すると、デコード部 8 0 1 は、所在ブロックの地域固有誤差 6 0 4 d ( 図 1 8 ) を含むデータセットを受信した場合に、そのデータセットに含まれる修正衛星クロック誤差 6 0 2 j と一緒に衛星測位に用いられる地域固有誤差として、記憶部 8 0 5 で記憶されている過去のデータフレームの地域固有誤差 6 0 4 a を選択する。

【 0 1 2 3 】

ここで、図 1 8 の「  $t = 0 \sim 30$  」のデータフレームと、「  $t = 30 \sim 60$  」のデータフレームとで衛星測位のタイミングを比較してみる。

「  $t = 0 \sim 30$  」のデータフレームでは、データフレームの受信開始 (  $t = 0$  ) から 10 秒経過した「  $t = 10$  」のタイミングで衛星測位が行われている。一方、「  $t = 30 \sim 60$  」のデータフレームでは、データフレームの受信開始 (  $t = 30$  ) から 6 秒経過した「  $t = 36$  」のタイミングで衛星測位が行われている。

すなわち、「  $t = 30 \sim 60$  」のデータフレームでは、過去の「  $t = 0 \sim 30$  」のデータフレームの地域固有誤差が使用されるために、衛星測位のタイミングが 4 秒間短縮されている。そして、図示は省略するが後続のデータフレームにおいても同様である。

【 0 1 2 4 】

ここで、従来の送信装置における処理を図 1 8 の測位用補正データ 6 0 0 の例を用いて説明する。

従来の送信装置においては、コンシステンシー 6 0 6 が算出されない。その為、図 1 8 の例えば修正衛星クロック誤差 6 0 2 a 「  $t + C1$  」は、単に衛星クロック誤差「  $t$  」となる。他の修正衛星クロック誤差 6 0 2 も同様である。

そして、従来の測位装置は、ブロック 1 における最新の地域固有誤差 6 0 4 を用いて衛星測位を行う為に、2 周期目の「  $t = 30 \sim 60$  」のデータフレームにおいても、地域固有誤差 6 0 4 d の受信を待つ必要があった。すなわち、従来の測位装置は、自身の所在するブロックの地域固有誤差 6 0 4 d が含まれるデータセットを受信する際は、地域固有誤差 6 0 4 d の受信を待ち、「  $t = 40$  」のタイミングにおいて 4 回目の衛星測位を行っていた。

つまり、従来の測位装置は、自身の所在するブロックの地域固有誤差 6 0 4 d が含まれるデータセットの受信開始 (  $t = 30$  ) から 10 秒経過したタイミングで衛星測位を行っていた。

【 0 1 2 5 】

一方、本実施の形態の測位装置 2 0 1 は、前述の通り、2 周期目のデータフレームにおいて、自身の所在するブロックの地域固有誤差 6 0 4 d が含まれるデータセットの受信開始 (  $t = 30$  ) から 6 秒経過したタイミングで衛星測位を行う。

すなわち、本実施の形態の測位装置 2 0 1 は、2 周期目以降のデータフレームにおいて、従来の測位装置よりも、衛星測位のタイミングを早くすることが可能である。

3 周期目以降の例えば、「  $t = 30 \sim 60$  」のデータフレームにおいても同様である。

【 0 1 2 6 】

( ブロック 2 ( B 2 ) に所在する測位装置 2 0 1 における処理 )

図 1 9 は、測位用補正データの受信の例を示す図である。

次に、測位装置 2 0 1 が、ブロック 2 ( B 2 ) に所在している場合を説明する。なお、前述の測位装置 2 0 1 が、ブロック 1 ( B 1 ) に所在している場合と同様の処理については、説明を省略する。

【 0 1 2 7 】

<  $t = 0 \sim 10$  における処理 >

時刻「  $t = 0 \sim 6$  」において記憶部 8 0 5 は、時刻タグ 6 0 1 a と、ブロック 2 ( B 2 ) の修正衛星クロック誤差 6 0 2 b と衛星固有誤差 6 0 3 a とを記憶する ( 図 1 7 の S 1 7 1 0、S 1 7 1 3、S 1 7 0 8 )。

10

20

30

40

50

そして、時刻「 $t = 8$ 」において、デコード部 801 は、所在ブロックであるブロック 2 (B2) の地域固有誤差 604b の受信タイミングでないと判定する (図 17 の S1705 の「NO」)。

そのため、デコード部 801 は、この時点では、補強情報伸張部 802 に対しデータを出力しない。

#### 【0128】

<  $t = 10 \sim 20$  における処理 >

記憶部は、「 $t = 0 \sim 10$ 」において、衛星固有誤差 603a を記憶している。

そして、時刻「 $t = 10 \sim 12$ 」において記憶部 805 は、時刻タグ 601b と、ブロック 2 (B2) の修正衛星クロック誤差 602e とを新たに記憶する (図 17 の S1710、S1713)。

そして、時刻「 $t = 16$ 」において、デコード部 801 は、所在ブロックであるブロック 2 (B2) の地域固有誤差 604b の受信タイミングであると判定する (図 17 の S1705 の「YES」)。

そのため、デコード部 801 は、時刻「 $t = 20$ 」において、受信した地域固有誤差 604b と、記憶部 805 に記憶されている時刻タグ 601b と修正衛星クロック誤差 602e と衛星固有誤差 603a とを補強情報伸張部 802 に出力する (図 17 の S1707)。

そして、測位計算部 804 は時刻「 $t = 20$ 」において 1 回目の衛星測位を行う (図 19)。

#### 【0129】

<  $t = 20 \sim 30$  における処理 >

記憶部は、「 $t = 0 \sim 10$ 」において、衛星固有誤差 603a を記憶し、「 $t = 10 \sim 20$ 」においてブロック 2 (B2) の修正衛星クロック誤差 602e を記憶している。

そして、記憶部 805 は、時刻タグ 601c を新たに記憶する。

一方、デコード部 801 は、時刻「 $t = 26$ 」において、受信した修正衛星クロック誤差 602h と、記憶部 805 に記憶されている時刻タグ 601c と衛星固有誤差 603a と地域固有誤差 604b を補強情報伸張部 802 に出力する (図 17 の S1712)。

そして、測位計算部 804 は時刻「 $t = 26$ 」において 2 回目の衛星測位を行う (図 19)。

#### 【0130】

<  $t = 30 \sim 60$  における処理 >

詳細説明は省略するが、測位装置 201 は、2 周期目の「 $t = 30 \sim 60$ 」のデータフレームにおいて、時刻「 $t = 36$ 」に 3 回目の衛星測位を行う。更に、測位装置 201 は、時刻「 $t = 46$ 」に 4 回目の衛星測位を行い、時刻「 $t = 56$ 」に 5 回目の衛星測位を行う。

ここで、前述のブロック 1 (B1) に所在する測位装置 201 における処理の説明と同様に、ブロック 2 (B2) に所在する従来の測位装置の処理について説明する。

従来の測位装置は、2 周期目のデータフレームにおいて、自身の所在するブロックの地域固有誤差 604e が含まれるデータセットを受信する際は、地域固有誤差 604e の受信を待ち、「 $t = 50$ 」のタイミングにおいて 4 回目の衛星測位を行っていた。

つまり、従来の測位装置は、自身の所在するブロックの地域固有誤差 604e が含まれるデータセットの受信開始 ( $t = 40$ ) から 10 秒経過したタイミングで衛星測位を行っていた。

#### 【0131】

一方、本実施の形態の測位装置 201 は、前述の通り、2 周期目のデータフレームにおいて、自身の所在するブロックの地域固有誤差 604e が含まれるデータセットの受信開始 ( $t = 40$ ) から 6 秒経過したタイミング ( $t = 46$ ) で衛星測位を行う。

すなわち、本実施の形態の測位装置 201 は、所在するブロックに係らず、2 周期目以降のデータフレームにおいて、従来の測位装置よりも、衛星測位のタイミングを早くする

10

20

30

40

50



ことが可能である。

3 周期目以降の例えば、「 $t = 30 \sim 60$ 」のデータフレームにおいても同様である。

#### 【0132】

##### (6) 実施の形態1の効果

実施の形態1の送信装置101は、修正衛星クロック誤差602の送信タイミング時の他要因誤差(衛星固有誤差603や地域固有誤差604)のコンシステンシー606を修正衛星クロック誤差602に含めて送信する。

そして、実施の形態1の測位装置201は、コンシステンシー606が含まれた修正衛星クロック誤差602を受信し、衛星クロック誤差605の補正とともに、他要因誤差(衛星固有誤差603や地域固有誤差604)の補正も並行して行った上で衛星測位を行う。

10

そのため、実施の形態1の送信装置101と測位装置201とは、衛星測位の精度を向上できる。

#### 【0133】

また、測位装置201は、地域固有誤差604の受信前に受信された修正衛星クロック誤差602に対しては、地域固有誤差604の受信を待つことなく、記憶部805に記憶された過去のデータフレームの地域固有誤差604を用いて衛星測位を行う。その為、測位装置201は、衛星測位のタイミングを早くすることが可能である。そして、衛星測位のタイミングが早くなることで、測位装置201が衛星測位を行う時刻が、送信装置101が測位用補正データ600を生成した時刻に近くなる。その為、送信装置101の生成時刻における誤差(例えば衛星軌道誤差など)の値と、衛星測位時刻における当該誤差の値との乖離が少なくなり、測位装置201は衛星測位の精度を向上できる。

20

#### 【0134】

##### (7) 実施の形態1の補足説明

(周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部における処理の第1の例の追加説明)

図20は、共通周期調整部の処理の例を示すフローチャートである。

図20は、前述の周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部における処理の第1の例における共通周期調整部115の処理を、図10のフローチャートとは別の形で示すものである。

前述の図10のフローチャートと対応させて説明を行う。

30

#### 【0135】

共通周期調整部115は、全網共通補強データストリーム704の時間変化を1秒ごとにモニタする(図20のS2001、図10のS1001に対応)。

そして、共通周期調整部115は、モニタした衛星固有誤差603を1秒ごと出力し、時間変化モニタ記憶部118はその値を記憶領域M1に記憶する。ここで記憶領域M1や、後述の記憶領域M2は、時間変化モニタ記憶部118内の記憶領域である。

#### 【0136】

共通周期調整部115は、衛星クロック誤差605の更新時刻か否かを判定する(図20のS2002、図10のS1002に対応)。

そして、 $T = 0$ 、10、20など、衛星クロック誤差605の更新時刻の場合(図20のS2002の「YES」)、共通周期調整部115は、その時刻の時刻タグ601とともに衛星クロック誤差605( $t$ )を全網共通補強データストリーム704から抽出する(図20のS2101)。

40

#### 【0137】

一方、共通周期調整部115は、衛星固有誤差603の更新時刻か否かを判定する(図20のS2006a、図10のS1006に対応)。

そして、 $T = 0$ 、30など、衛星固有誤差603の更新時刻の場合(図20のS2006aの「YES」)、共通周期調整部115は、その時刻の時刻タグ601とともに衛星固有誤差603( $S$ )を全網共通補強データストリーム704から抽出する(図20のS2102)。

50

## 【 0 1 3 8 】

また、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 は、衛星固有誤差 6 0 3 の更新時刻における衛星固有誤差 6 0 3 ( S ) を記憶領域 M 2 に記憶する ( 図 2 0 の S 2 0 0 7 a、図 1 0 の S 1 0 0 7 に対応 )。

そして、共通周期調整部 1 1 5 は、衛星クロック誤差 6 0 5 の更新時刻において、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 の記憶領域 M 1 に記憶されている値と記憶領域 M 2 に記憶されている値とから、衛星固有誤差 6 0 3 のコンシステンシー 6 0 6 を算出する ( 図 2 0 の S 2 0 0 4、図 1 0 の S 1 0 0 4 に対応 )。

共通周期調整部 1 1 5 は、算出したコンシステンシー 6 0 6 ( C ) を、衛星クロック誤差 6 0 5 ( t ) に含めて修正衛星クロック誤差 6 0 2 ( t + C ) を生成する。

10

## 【 0 1 3 9 】

また、衛星固有誤差 6 0 3 の更新時刻の場合 ( 図 2 0 の S 2 0 0 6 b の「 Y E S」、図 1 0 の S 1 0 0 6 の「 Y E S」に対応 )、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 は、記憶領域 M 1 に記憶されている値を、記憶領域 M 2 に記憶する ( 図 2 0 の S 2 0 0 7 b、図 1 0 の S 1 0 0 7 に対応 )。

## 【 0 1 4 0 】

( 周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部における処理の第 2 の例の追加説明 )

図 2 1 は、網周期調整部の処理の例を示すフローチャートである。

図 2 1 は、前述の周期調整部と空間圧縮\_\_エンコード部における処理の第 2 の例における網周期調整部 1 1 6 の処理を、図 1 0 のフローチャートとは別の形で示すものである。

20

前述の図 1 0 のフローチャートと対応させて説明を行う。

## 【 0 1 4 1 】

なお、図 2 1 のフローチャートは、ブロック 1 ( B 1 ) とブロック 3 ( B 3 ) との処理についてのみ図示し、ブロック 2 ( B 2 ) の処理は図示を省略している。

なお、ここでは、ブロック 3 ( B 3 ) の処理も、ブロック 1 ( B 1 ) の処理と同様であるため、ブロック 3 ( B 3 ) の処理の説明も省略する。

## 【 0 1 4 2 】

網周期調整部 1 1 6 は、固有補強データストリーム 7 0 5 a の時間変化を 1 秒ごとにモニタする ( 図 2 1 の S 2 1 0 1 a、図 1 0 の S 1 0 0 1 に対応 )。

30

そして、網周期調整部 1 1 6 は、モニタした地域固有誤差 6 0 4 を 1 秒ごと出力し、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 はその値を記憶領域 M 1 \_\_ 1 に記憶する。

## 【 0 1 4 3 】

網周期調整部 1 1 6 は、衛星クロック誤差 6 0 5 の更新時刻が否かを判定する ( 図 2 1 の S 2 1 0 2、図 1 0 の S 1 0 0 2 に対応 )。

そして、T = 0、1 0、2 0 など、衛星クロック誤差 6 0 5 の更新時刻の場合 ( 図 2 1 の S 2 1 0 2 の「 Y E S」)、網周期調整部 1 1 6 は、算出したコンシステンシー 6 0 6 を共通周期調整部 1 1 5 に出力する。

## 【 0 1 4 4 】

また、網周期調整部 1 1 6 は、B 1 の地域固有誤差 6 0 4 の更新時刻が否かを判定する ( 図 2 1 の S 2 1 0 6 a、図 1 0 の S 1 0 0 6 に対応 )。

40

そして、T = 0、3 0 など、B 1 の地域固有誤差 6 0 4 の更新時刻の場合 ( 図 2 1 の S 2 1 0 6 a の「 Y E S」)、網周期調整部 1 1 6 は、その時刻の時刻タグ 6 0 1 とともに B 1 の地域固有誤差 6 0 4 を固有補強データストリーム 7 0 5 から抽出する ( 図示は省略 )。

## 【 0 1 4 5 】

また、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 は、B 1 の地域固有誤差 6 0 4 の更新時刻における地域固有誤差 6 0 4 ( B 1 ) を記憶領域 M 1 \_\_ 2 に記憶する ( 図 2 1 の S 2 1 0 7 a、図 1 0 の S 1 0 0 7 に対応 )。

そして、網周期調整部 1 1 6 は、衛星クロック誤差 6 0 5 の更新時刻において、時間変

50

化モニタ記憶部 118 の記憶領域 M1\_\_1 に記憶されている値と記憶領域 M1\_\_2 に記憶されている値とから、B1 の地域固有誤差 604 のコンシステンシー 606 a を算出する (図 21 の S2104 a、図 10 の S1004 に対応)。

共通周期調整部 115 は、網周期調整部 116 により算出されたコンシステンシー 606 a (C1) を、衛星クロック誤差 605 ( $t$ ) に含めて修正衛星クロック誤差 602 a ( $t + C1$ ) を生成する。

【0146】

また、B1 の地域固有誤差 604 の更新時刻の場合 (図 21 の S2106 b の「YES」、図 10 の S1006 の「YES」に対応)、時間変化モニタ記憶部 118 は、記憶領域 M1\_\_1 に記憶されている値を、記憶領域 M1\_\_2 に記憶する (図 21 の S2107 b、図 10 の S1007 に対応)。

10

【0147】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 では、送信装置 101 が対流圏遅延誤差としてグローバル対流圏遅延誤差と局所対流圏遅延誤差とを送信する場合と、電離層遅延誤差としてグローバル電離層遅延誤差と局所電離層遅延誤差とを送信する場合との少なくともいずれかの場合について説明する。

そして、実施の形態 2 では、測位装置 201 が対流圏遅延誤差としてグローバル対流圏遅延誤差と局所対流圏遅延誤差とを受信する場合と、電離層遅延誤差としてグローバル電離層遅延誤差と局所電離層遅延誤差とを受信する場合との少なくともいずれかの場合について説明する。

20

なお、本実施の形態の説明で特に述べない部分については、実施の形態 1 と同様である。

【0148】

(送信装置の説明)

図 22 は、電離層遅延誤差の例を示す図である。

図 23 は、電離層遅延誤差を送信する場合のデータ構成を示す図である。

図 24 は、グローバル電離層遅延誤差と局所電離層遅延誤差とを送信する場合のデータ構成を示す図である。

【0149】

30

前述の通り、例えば、生成部 111 a (図 6) は、ブロック 1 (B1) 内の各グリッドにおける地域固有誤差 604 (対流圏遅延誤差と電離層遅延誤差との少なくともいずれか) を生成する。換言すると、生成部 111 a は、各電子基準点 702 からの電子基準点情報 700 に基づき、各グリッドにおける地域固有誤差 604 を計測する。

ここでは、各生成部 111 が地域ごとの電離層遅延誤差を計測する場合について説明する。なお、各生成部 111 が地域ごとの対流圏遅延誤差を計測する場合も同様である為、グローバル対流圏遅延誤差と局所対流圏遅延誤差とについては説明を省略する。

【0150】

ここで、例えば、生成部 111 a がブロック 1 内の各グリッドにおける電離層遅延誤差を計測した例を図 22 に示す。

40

ここで、ブロック内のグリッドの位置は、緯度と経度との 2 変数 ( $x$  と  $y$ ) によって決定されるが、説明を簡略化する為に、ブロック内のグリッドの位置は、1 変数 ( $x$ ) によって決定されるものとする。

また、図 22 において、グリッド 4 以降の図示は省略する。

【0151】

図 22 において、グリッド 1 における電離層遅延誤差の計測値が「 $h1$ 」であり、グリッド 2 における電離層遅延誤差の計測値が「 $h2$ 」である (以下、省略)。

【0152】

そして、網周期調整部 116 は、ブロック 1 (B1) 内の各グリッドの電離層遅延誤差を固有補強データストリーム 705 a として入力すると、任意の座標値 ( $x$ ) における電

50

離層遅延誤差の近似値が求められる近似式 ( $I = f(x)$ ) を生成する。ここで、 $f(x)$  の関数については種類が限定されるものではない。

そして、この近似式 ( $I = f(x)$ ) をグローバル電離層遅延誤差と称する。

【0153】

また、網周期調整部 116 は、ブロック 1 (B1) 内の各グリッドにおける近似値を近似式 ( $I = f(x)$ ) により算出し、算出した近似値と計測値との差を近似差として算出する。

例えば、グリッド 1 における近似差が、図 22 に示される「h1」である。この近似差を局所電離層遅延誤差と称する。

【0154】

そして、網周期調整部 116 は、グローバル電離層遅延誤差を示す情報と、グリッドごとの局所電離層遅延誤差とが電離層遅延誤差として含まれる地域固有誤差 604 をブロックごとに生成する。

【0155】

ここで、例えば図 22 の電離層遅延誤差「a」の値を送信装置 101 が送信するためには、「a」の値の桁数を全て納めるために、例えば 20 bit のデータ容量が必要とされる。

そして、図 23 に示すように、グリッド 100 個分の電離層遅延誤差を送信する為には、地域固有誤差 604 のデータ量は「 $20(\text{bit}) \times 100 = 2000(\text{bit})$ 」となる。

【0156】

一方、グローバル電離層遅延誤差を示す情報を送信装置 101 が送信するためには、例えば 60 bit のデータ容量が必要とされる。

ここで、グローバル電離層遅延誤差を示す情報は、近似式そのものでもよいし、グローバル電離層遅延誤差の関数の種類が予め決定されている場合は、グローバル電離層遅延誤差を示す情報は、係数の情報だけでもよい。

例えば、グローバル電離層遅延誤差の関数が「 $I = ax^3 + bx^2 + cx + d$ 」という 3 次関数であると予め決定されている場合は、グローバル電離層遅延誤差を示す情報は、係数 a、b、c、d の情報だけでもよい。

【0157】

そして、局所電離層遅延誤差は、図 22 に示すように、電離層遅延誤差よりも小さな値となり、送信装置 101 が送信するためには、例えば 5 bit のデータ容量が必要とされる。

そして、図 24 に示すように、グリッド 100 個分の電離層遅延誤差をグローバル電離層遅延誤差と局所電離層遅延誤差とで送信する場合は、地域固有誤差 604 のデータ量は「 $5(\text{bit}) \times 100 + 60 = 560(\text{bit})$ 」となる。

すなわち、送信装置 101 は、地域固有誤差 604 のデータ量を 2000 (bit) から 560 (bit) に削減することが可能である。

【0158】

(測位装置の説明)

一方、測位装置 201 において、デコード部 801 は、グローバル電離層遅延誤差と局所電離層遅延誤差とのデータセットが含まれる地域固有誤差 604 を受信する。ここで、このデータセットには、各グリッドの座標値が含まれていてもよい。あるいは、測位装置 201 が予め各グリッドの座標値を所定の記憶領域に記憶していてもよい。

【0159】

そして、デコード部 801 は、グローバル電離層遅延誤差と各グリッドの座標値とに基づき、各グリッドにおける電離層遅延誤差の近似値を算出する。そして、デコード部 801 は、算出した電離層遅延誤差の近似値に局所電離層遅延誤差を加え、各グリッドにおける電離層遅延誤差を算出する。

そして、測位計算部 804 は、算出された電離層遅延誤差を用いて、衛星測位を行う。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 6 0 】

( 実施の形態 2 の効果 )

実施の形態 2 の送信装置 1 0 1 は、グローバル電離層遅延誤差と局所電離層遅延誤差とを電離層遅延誤差として送信することで、地域固有誤差 6 0 4 のデータ量を削減することが可能となる。

同様に、実施の形態 2 の送信装置 1 0 1 は、グローバル対流圏遅延誤差と局所対流圏遅延誤差とを対流圏遅延誤差として送信することで、地域固有誤差 6 0 4 のデータ量を削減することが可能となる。

なお、対流圏遅延誤差のデータ量は、電離層遅延誤差のデータ量に比べて小さい為、実施の形態 2 の送信装置 1 0 1 は、グローバル電離層遅延誤差と局所電離層遅延誤差とを電離層遅延誤差として送信し、対流圏遅延誤差については、グローバル電離層遅延誤差と局所電離層遅延誤差とを算出することなく、そのまま送信してもよい。

10

## 【 0 1 6 1 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 では、電子基準点 7 0 2 及び、電子基準点 7 0 2 と送信装置 1 0 1 とを繋ぐネットワークが冗長化されている場合を説明する。

なお、本実施の形態の説明で特に述べない部分については、実施の形態 1 または実施の形態 2 と同様である。

## 【 0 1 6 2 】

図 2 5 は、送信装置の構成の例を示す図である。

20

図 2 6 は、送信装置の構成の例を示す図である。

図 2 7 は、電子基準点セットの例を示す図である。

実施の形態 3 の送信装置 1 0 1 には、インターフェース部 ( I / F 部 ) 7 5 0 、タイミングマネージャ部 7 1 3 、データ記憶部 7 1 4 、エラーマネージャ部 7 1 5 が含まれる。

インターフェース部 7 5 0 には、スイッチコントローラ部 7 1 7 とエラー検出部 7 1 6 とが備えられる。

なお、図 2 5 では、図 6 における生成部 1 1 1 b ~ c 、網間同期部 1 1 2 、統合部 1 1 3 、周期調整部 1 1 4 、空間圧縮\_\_エンコード部 1 1 7 、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 の図示は省略している。

また、図 2 6 では、データ記憶部 7 1 4 、エラーマネージャ部 7 1 5 、時間変化モニタ記憶部 1 1 8 の図示は省略している。

30

## 【 0 1 6 3 】

スイッチコントローラ部 7 1 7 は、電子基準点 7 0 2 から送信される電子基準点情報 7 0 0 のうち、生成部 1 1 1 の収集対象となる電子基準点情報 7 0 0 が生成部 1 1 1 に入力されるようにスイッチを制御する。

データ記憶部 7 1 4 は、インターフェース部 7 5 0 の処理内容のログ情報を記憶する。

エラー検出部 7 1 6 は、電子基準点情報 7 0 0 の伝送遅延などのエラーを検出し、検出したエラーをエラーマネージャ部 7 1 5 に通知する。

エラーマネージャ部 7 1 5 は検出されたエラーに基づき、収集対象となる電子基準点情報 7 0 0 をスイッチコントローラ部 7 1 7 に通知する。

40

タイミングマネージャ部 7 1 3 は、複数の電子基準点情報 7 0 0 間の時刻の同期を管理する。

## 【 0 1 6 4 】

まず、電子基準点セット 7 1 0 の説明を行う。

実施の形態 1 において、電子基準点 7 0 2 は、例えば日本各地に約 1 0 0 0 点程度設置されていると説明した。

この約 1 0 0 0 点の電子基準点 7 0 2 のセットを電子基準点セット 7 1 0 と称する。

そして、実施の形態 3 では、電子基準点 7 0 2 の故障などに備え、電子基準点セット 7 1 0 は冗長化され、複数の電子基準点セット 7 1 0 が備えられる。

ここでは、電子基準点セット 7 1 0 が 2 つ ( 2 セット ) の場合を例に説明を進める。例

50

えば日本には、電子基準点セットA 7 1 0 a (図 2 7 で白く示される電子基準点 7 0 2 のセット)と電子基準点セットB 7 1 0 bとの2セットが備えられる(図 2 7 の黒く示される電子基準点 7 0 2 のセット)。そして、電子基準点セットA 7 1 0 aと電子基準点セットB 7 1 0 bとは、それぞれ約 1 0 0 0 点の電子基準点 7 0 2 により構成される。

なお、電子基準点セット 7 1 0 の数は限定されるものではない。

#### 【 0 1 6 5 】

図 2 7 に示すように、電子基準点セットA 7 1 0 aは、例えば、各々の電子基準点 7 0 2 が 6 0 k m 間隔で配置されている。一方、電子基準点セットB 7 1 0 bも、例えば、各々の電子基準点 7 0 2 が 6 0 k m 間隔で配置されている。

そして、電子基準点セットA 7 1 0 aと電子基準点セットB 7 1 0 bとは、各々の電子基準点 7 0 2 が交互となるように配置される。その為、電子基準点セットA 7 1 0 aと電子基準点セットB 7 1 0 bとを合わせると電子基準点 7 0 2 は例えば 3 0 k m 間隔で配置されることになる。すなわち、電子基準点 7 0 2 が 2 倍の密度で配置される。

#### 【 0 1 6 6 】

また、ブロックごとに考えた場合、例えばブロック 1 ( B 1 ) には、約 3 0 0 点の電子基準点 7 0 2 により構成される電子基準点セットA 7 1 0 aと、約 3 0 0 点の電子基準点 7 0 2 により構成される電子基準点セットB 7 1 0 bとが備えられることになる。

#### 【 0 1 6 7 】

次に、図 2 5 を用いて説明を行う。

図 2 5 は、ブロック 1 ( B 1 ) における電子基準点情報 7 0 0 の処理を行う為の送信装置 1 0 1 の構成を示すものである。

インターフェース部 7 5 0 は、例えば、ブロックごとに設けられており、図 2 5 ではブロック 1 ( B 1 ) 用のインターフェース部 7 5 0 a を示している。

なお、インターフェース部 7 5 0 は、ブロックごとに複数備えられず、ブロックごとの機能が集約されて 1 つのインターフェース部 7 5 0 となっていてよい。

#### 【 0 1 6 8 】

ブロックごとに備えられている電子基準点サーバ 7 1 1 は、ブロック内の電子基準点セットA 7 1 0 aと電子基準点セットB 7 1 0 bとからそれぞれの電子基準点情報 7 0 0 を受信する。ここで、電子基準点情報 7 0 0 は、前述の通り、例えば対流圏遅延誤差及び電離層遅延誤差の少なくともいずれかの算出に用いられる情報である。

そして、電子基準点サーバ 7 1 1 は、冗長化されたネットワークを経由して電子基準点情報 7 0 0 を送信装置 1 0 1 に送信する。

#### 【 0 1 6 9 】

ここで、冗長化されたネットワークとは、例えば、図 2 5 に示すようにネットワーク A 7 1 2 a とネットワーク B 7 1 2 b との 2 つのネットワークである。なお、ネットワークの数は限定されるものではない。

ネットワーク A 7 1 2 a とネットワーク B 7 1 2 b とは互いに影響を受けるものではなく、例えばネットワーク A 7 1 2 a が故障した場合でも、ネットワーク B 7 1 2 b は正常に機能するものである。

#### 【 0 1 7 0 】

そして、例えば電子基準点セットA 7 1 0 a 内の 1 つの電子基準点 7 0 2 からの電子基準点情報 7 0 0 は複製されて例えば 2 つの同じ電子基準点情報 7 0 0 となる。そして、2 つの電子基準点情報 7 0 0 のうち、一方はネットワーク A 7 1 2 a を経由し、他方はネットワーク B 7 1 2 b を経由して送信装置 1 0 1 に送信される。

#### 【 0 1 7 1 】

一方、スイッチコントローラ部 7 1 7 は、ネットワーク A 7 1 2 a とネットワーク B 7 1 2 b とを経由して送信された 2 つの同じ電子基準点情報 7 0 0 のうち、最初に到着する電子基準点情報 7 0 0 を検出する。そして、スイッチコントローラ部 7 1 7 は、最初に検出された電子基準点情報 7 0 0 が生成部 1 1 1 a に入力されるようにスイッチを制御する。

そして、生成部 111a は、スイッチコントローラ部 717 によりスイッチが制御された結果、入力される電子基準点情報 700 を収集する。すなわち、生成部 111a は、ネットワーク A 712a とネットワーク B 712b とを経由して送信された 2 つの同じ電子基準点情報 700 のうち、最初に到着する電子基準点情報 700 を収集する。

#### 【0172】

なお、いずれかのネットワークが故障し、一定時間以上電子基準点情報 700 が到着しないとエラー検出部 716 は、伝送遅延のエラーを検出し、検出したエラーをエラーマネージャ部 715 に通知する。

そして、スイッチコントローラ部 717 は、エラーマネージャ部 715 からの通知に基づき、正常に機能しているネットワークを経由した電子基準点情報 700 が生成部 111a に入力されるようにスイッチを制御する。その結果、生成部 111a は、正常に機能しているネットワークを経由した電子基準点情報 700 を収集する。

#### 【0173】

また、電子基準点セット A 710a と電子基準点セット B 710b とのいずれかに、故障した電子基準点 702 が予め設定された所定の個数含まれる場合も、エラー検出部 716 により故障した電子基準点 702 が所定の個数含まれる電子基準点セットが故障電子基準点セットとして特定される。

この場合、スイッチコントローラ部 717 は、故障電子基準点セット以外の電子基準点セットの電子基準点情報 700 が生成部 111a に入力されるようにスイッチを制御する。

そして、生成部 111a は、故障電子基準点セット以外の電子基準点セットの電子基準点情報 700 を収集する。

#### 【0174】

図 26 に示す通り、ブロック 1 (網 1) 用の生成部 111a は、電子基準点セット A 710a 用の処理部と電子基準点セット B 710b 用の処理部とを備える。

そして、インターフェース部 750 によりいずれかの電子基準点セットが選択された場合は、生成部 111a 内のいずれかの処理部のみが機能し、インターフェース部 750 により両方の電子基準点セットが選択された場合は、生成部 111a 内の両方の処理部が並列で機能する。網間同期部 112 も同様である。

#### 【0175】

そして、統合部 113 は、インターフェース部 750 により両方の電子基準点セットが選択された場合、いずれかの電子基準点セットを選択し、全網共通補強データストリーム 704 (図 6) と固有補強データストリーム 705 (図 6) とを生成する。

以降の処理は、説明を省略する。

#### 【0176】

(実施の形態 3 の効果)

実施の形態 3 の送信装置 101 は、電子基準点セットとネットワークとが冗長化されていることにより、ネットワークや電子基準点の故障、及び、ネットワークの伝送遅延などに対する信頼性向上が可能である。

また、生成部 111a は、電子基準点セット A 710a と電子基準点セット B 710b との両方の電子基準点情報 700 を用いて測位補強情報ストリーム 703 を生成してもよい。その場合、電子基準点情報 700 の量が 2 倍となるので、送信装置 101 は、より精度の高い測位用補正データ 600 が生成可能である。

#### 【0177】

実施の形態 4 .

実施の形態 4 では、送信装置 101 が地殻変動を検出した場合に、縮退運転を行う場合を説明する。

なお、本実施の形態の説明で特に述べない部分については、実施の形態 1 または実施の形態 2 または実施の形態 3 と同様である。

#### 【0178】

まず、送信装置 101 の縮退運転の概要を説明する。

縮退運転は、縮退サービスモードとも称する。

地震発生時、地殻変動が生じ、通常移動しないと仮定している電子基準点 702 の位置が急激に移動することにより、生成部 111 で用いられるカルマンフィルタの測位補強情報の生成精度が劣化し、測位補強サービスが提供不可能となるという問題がある。

これを避けるため、電子基準点 702 における観測データと、生成部 111 で算出している電子基準点 702 の位置（座標値）を常にモニタリングし、電子基準点 702 の移動を検出した場合、生成部 111 で用いられるカルマンフィルタに対して、電子基準点 702 の移動を許容させる処理を行う。

【0179】

10

具体的には、生成部 111 で用いられるカルマンフィルタでは、予め非常に小さな誤差共分散と、プロセスノイズと、正確な初期推定値を与えて電子基準点 702 の位置（座標値）を算出している。そして、電子基準点 702 の移動を検出し次第、電子基準点 702 の状態に対して、その移動分を考慮した誤差共分散とプロセスノイズとを  $w$  倍してカルマンフィルタに与え、観測データに重みを置く処理を行う。

このような処理を追加することで、地殻変動による電子基準点 702 の位置の変化をカルマンフィルタで吸収し、生成部 111 で用いられるカルマンフィルタの演算処理への影響を抑えることが出来る。

【0180】

図 28 は、電子基準点の移動の例及び送信装置の構成の例を示す図である。

20

図 29 は、縮退運転の処理を示すフローチャートである。

図 30 は、縮退運転に関する数式を示す図である。

図 31 は、縮退運転に関する数式を示す図である。

例えば、ブロック 1 における処理の例を説明する。

ここで、実施の形態 4 の送信装置 101 は、図 28 に示すように、座標値記憶部 760 を備える。

座標値記憶部 760 は、予め計測された各電子基準点 702 の座標値が記憶されている。すなわち、座標値記憶部 760 は、日本全国（ブロック 1～3）の各電子基準点 702 の座標値を記憶している。

そして、生成部 111（ブロック 1 の生成部 111 なので図 6 の生成部 111 a に対応）は、ブロック 1 内の各電子基準点 702 から電子基準点情報 700 を収集する。ここで電子基準点情報 700 は、前述の通り、対流圏遅延誤差及び電離層遅延誤差の少なくともいずれかの算出に用いられる、更に、各電子基準点 702 の座標値の算出にも用いられる。

30

なお、図 28 の送信装置 101 においては、生成部 111 及び座標値記憶部 760 以外の図示は省略している。ここで、生成部 111 は、収集部と座標値差算出部と地殻変動判定部とに対応する。

【0181】

生成部 111 は、例えば 1 秒ごとに、収集した電子基準点情報 700 とカルマンフィルタにより各電子基準点 702 の座標値を算出する。そして、算出した座標値と座標値記憶部 760 により記憶されている座標値との差を差分値「 $P$ 」として算出する（図 29 の S2801）。カルマンフィルタによる演算については既存の技術であるため、説明を省略する。

40

【0182】

例えば、時刻「 $t-1$ 」において、図 28 の電子基準点 702 a の座標値が「 $P_{t-1}$ 」であり、この「 $P_{t-1}$ 」が座標値記憶部 760 により記憶されている座標値であるとする。

そして、時刻「 $t$ 」において、生成部 111 が算出した座標値が「 $P_t$ 」の場合、差分値「 $P$ 」は、図 30 の数式 1 に示される通りとなる。

【0183】

50



また、生成部 111 は、例えば 1 秒ごとに、補強情報で補正済みの疑似距離残差を  $n$  個の GPS 衛星 300 に対して算出する（図 29 の S2801）。疑似距離残差は、図 30 の数式 2 により算出されるが、ここで図 28 を用いて疑似距離残差の概要を説明する。

時刻「 $t - 1$ 」において、生成部 111 は、時刻「 $t - 1$ 」における GPS 衛星 300「 $S_{t-1}$ 」と電子基準点 702 a の疑似距離を「 $d_{t-1}$ 」と算出する。

そして、生成部 111 は、時刻「 $t$ 」において、時刻「 $t$ 」における GPS 衛星 300「 $S_t$ 」と電子基準点 702 a の疑似距離を「 $d_t$ 」と推定する。しかし、電子基準点 702 a が移動することにより、時刻「 $t$ 」において算出される疑似距離とは、 $\Delta d$  分の差が生じることとなる。この差を疑似距離残差  $\Delta d$  と称する。

10

#### 【0184】

更に、生成部 111 は、例えば 1 秒ごとに、各電子基準点 702 に関する共分散合計値（共分散行列対角項の平方根の合計値）を算出する（図 29 の S2801）。共分散合計値は、図 30 の数式 3 により算出される。共分散行列の生成および共分散合計値の算出については既存の技術であるため、説明を省略する。

#### 【0185】

生成部 111 は、図 29 の S2801 において算出した差分値「 $P$ 」が予め設定された閾値「 $X$ 」よりも大きいかな否かを判定する（図 29 の S2802）。

ここで、生成部 111 は、所定の範囲（例えば 200 km 四方）の複数（ $M$  個）の電子基準点 702 について判定を行う場合、図 31 の数式 4 のように複数（ $M$  個）の電子基準点 702 の差分値「 $P$ 」の合計  $A$  と予め設定された閾値「 $X$ 」とに基づき、判定を行う。

20

そして、生成部 111 は、差分値「 $P$ 」（もしくは差分値の合計値  $A$ ）が予め設定された閾値「 $X$ 」よりも大きい場合（図 29 の S2802 の「YES」）、判定対象の電子基準点 702 の近傍で地殻変動が発生したと判定する。

地殻変動の判定結果は、測位用補正データ 600 に付与され、測位装置 201 に通知されてもよい。

#### 【0186】

また、生成部 111 は、図 31 の数式 5 のように  $n$  個の GPS 衛星 300 ごとの疑似距離残差  $\Delta d$  を、電子基準点 702 の個数（ $M$  個）分合計し、その合計値  $B$  が予め設定された閾値「 $Y$ 」よりも大きいかな否かを判定する（図 29 の S2803）。

30

そして、生成部 111 は、差分値「 $P$ 」（もしくは差分値の合計値  $A$ ）が予め設定された閾値「 $X$ 」よりも大きく（図 29 の S2802 の「YES」）、更に、合計値  $B$  が予め設定された閾値「 $Y$ 」よりも大きい場合に（図 29 の S2803 の「YES」）、判定対象の電子基準点 702 の近傍で地殻変動が発生したと判定してもよい。

#### 【0187】

また、生成部 111 は、図 31 の数式 6 のように共分散合計値  $D$  が予め設定された閾値「 $Z$ 」よりも大きいかな否かを判定する（図 29 の S2804）。

そして、生成部 111 は、図 29 の S2802 ~ S2804 の全てにおいて「YES」と判定した場合に、判定対象の電子基準点 702 の近傍で地殻変動が発生したと判定してもよい。

40

#### 【0188】

また、生成部 111 は、地殻変動が発生したと判定した場合に、カルマンフィルタにおいて、移動した電子基準点 702 の位置に関する共分散とプロセスノイズとを「 $w$  倍」する（図 29 の S2805）。なお、図 29 では、生成部 111 が S2804 において「YES」と判定した場合を、地殻変動の発生とする場合を示している。前述の通り、生成部 111 は、例えば、S2802 において「YES」と判定した場合を、地殻変動の発生と判定してもよい。

ここで「 $w$ 」は、図 31 の数式 7 と数式 8 とにより設定される。すなわち、生成部 111 は、観測データに重みを置く処理を行う。

50

## 【 0 1 8 9 】

ここで、観測データに重みを置く処理について説明する。

生成部 1 1 1 は、地殻変動が発生したと判定しない場合は、電子基準点情報 7 0 0 と、座標値記憶部 7 6 0 により記憶されている電子基準点 7 0 2 の座標値とに基づき測位補強情報ストリーム 7 0 3 ( 図 6 ) を生成する。

一方、生成部 1 1 1 は、地殻変動が発生したと判定した場合は、座標値記憶部 7 6 0 により記憶されている電子基準点 7 0 2 の座標値を測位補強情報ストリーム 7 0 3 の生成には用いない。すなわち、生成部 1 1 1 は、観測データに重みを置き、電子基準点情報 7 0 0 と、収集した電子基準点情報 7 0 0 により算出した電子基準点 7 0 2 の座標値とに基づき測位補強情報ストリーム 7 0 3 を生成する。

10

## 【 0 1 9 0 】

( 実施の形態 4 の効果 )

実施の形態 4 の送信装置 1 0 1 は、縮退運転を行うことで、生成部 1 1 1 で生成する測位補強情報ストリーム 7 0 3 の精度は多少劣化する場合があるが、地震発生時に大きく地殻変動が生じた場合でも測位用補正データ 6 0 0 の送信を継続することが可能となる。

## 【 0 1 9 1 】

実施の形態 5 .

実施の形態 5 では、測位装置 2 0 1 が測位用補正データ 6 0 0 とともに U R A ( U s e r   R a n g e   A c c u r a c y ) を受信する場合を説明する。

なお、本実施の形態の説明で特に述べない部分については、実施の形態 1 または実施の形態 2 または実施の形態 3 または実施の形態 4 と同様である。

20

## 【 0 1 9 2 】

図 3 2 は、電離層遅延誤差の位置変化を示す図である。

図 3 3 は、電離層遅延誤差の時間変化を示す図である。

まず、U R A ( U s e r   R a n g e   A c c u r a c y ) について説明する。なお、電離層遅延誤差を具体例にして説明をするが、対流圏遅延誤差の場合も同様である。

## 【 0 1 9 3 】

( 空間的圧縮誤差 )

前述の通り、送信装置 1 0 1 の生成部 1 1 1 は、グリッドごとに例えば電離層遅延誤差などの測位補強情報を生成する。

30

ここでは、図 3 2 に示す通り、グリッド 1 における電離層遅延誤差が「 e 1 」、グリッド 2 における電離層遅延誤差が「 e 2 」、グリッド 3 における電離層遅延誤差が「 e 3 」である。

そして、生成部 1 1 1 は、電子基準点 7 0 2 からの電子基準点情報 7 0 0 に基づき、グリッド以外の任意の位置の電離層遅延誤差を算出可能である。すなわち、生成部 1 1 1 は、図 3 2 に示す実線「送信装置による算出値」のように、細かいサンプリング間隔で精度良く電離層遅延誤差を算出可能である。

## 【 0 1 9 4 】

一方、測位装置 2 0 1 は、グリッドごとの電離層遅延誤差のみを受信する。すなわち、送信装置 1 0 1 による算出値に比べて、サンプリングされている位置が大幅に間引かれ、データ量が圧縮されている。これを空間的圧縮と称する。

40

そして、例えば、図 3 2 の位置「 x 」に所在する測位装置 2 0 1 の測位計算部 8 0 4 は、衛星測位の際に、グリッド 2 における電離層遅延誤差「 e 2 」とグリッド 3 における電離層遅延誤差「 e 3 」とから線形近似を行う( 図 3 2 に示す点線「測位装置による算出値」)。そして、測位計算部 8 0 4 は、位置「 x 」における電離層遅延誤差を「 e 」と算出する。

そのため、送信装置 1 0 1 による算出値と測位装置 2 0 1 による算出値とでは誤差が生じる。この誤差を「空間的圧縮誤差」と称する。

## 【 0 1 9 5 】

なお、測位装置 2 0 1 は、自身の所在する位置「 x 」を前述の単独測位により測定して

50

もよい。

また、測位装置 201 は、単独測位により近接するグリッド（図 32 の例ではグリッド 2 とグリッド 3）を特定可能である。そして、測位装置 201 は、近接するグリッド（図 32 の例ではグリッド 2 とグリッド 3）の中間地点を自身の所在する位置「x」と設定してもよい。

#### 【0196】

送信装置 101 の生成部 111 は、ブロック内の予め設定された複数のサンプリング位置に対して、空間的圧縮誤差を算出し、算出された各空間的圧縮誤差から平均値を算出する。

この算出された平均値は、電離層遅延誤差の値の精度を示す精度情報であり、この値を URA と称する。なお、平均値が「10 cm」と算出された場合、URA は「10 cm（もしくは±5 cm）」として示される。

例えば、送信装置 101 の生成部 111 は、1 秒ごとに生成される測位補強情報ストリーム 703（図 6）の対流圏遅延誤差のそれぞれに、1 秒ごとの URA を付加する。

#### 【0197】

また、URA は、予め設定されたランクとして示されてもよい。

例えば、生成部 111 は、算出した平均値が「10 cm（もしくは±5 cm）」である場合は「ランク A」、「30 cm（もしくは±15 cm）」である場合は「ランク B」、「50 cm（もしくは±25 cm）」である場合は「ランク C」などに対応づける。そして、例えば、「ランク B」の情報が URA として示されてもよい。

#### 【0198】

（時間的圧縮誤差）

前述の通り、生成部 111 は、1 秒ごとに電離層遅延誤差などの測位補強情報を生成する（図 33 に示す実線「送信装置による算出値」）。

一方、測位装置 201 は、前述の通り、例えばブロック 1 の電離層遅延誤差を 30 秒ごとに受信する。図 33 において「t1」、「t2」、「t3」それぞれの間隔が 30 秒とする。

#### 【0199】

測位装置 201 の測位計算部 804 は、任意の時間「t」で衛星測位の際に、最後に受信した電離層遅延誤差「e2」を時刻「t」における電離層遅延誤差と算出する。

そのため、送信装置 101 による算出値と測位装置 201 による算出値とでは誤差が生じる。この誤差を「時間的圧縮誤差」と称し、この誤差を URA と称する。

送信装置 101 の生成部 111 は、例えば 1 秒ごとに時間的圧縮誤差を算出し、1 秒ごとに算出する電離層遅延誤差に付加してもよい。

#### 【0200】

また、生成部 111 は、空間的圧縮誤差と時間的圧縮誤差とを含めた値を URA としてもよいし、空間的圧縮誤差と時間的圧縮誤差とを含めた値に基づくランクを URA としてもよい。

#### 【0201】

なお、実施の形態 1 で説明の電離層遅延誤差のコンシステンシー 606 を用いて補正を行う場合は、時間的圧縮誤差は、大幅に減少することとなる。

#### 【0202】

図 34 は、測位装置の構成の例を示す図である。

実施の形態 5 の測位装置 201 は、信頼性評価部 803 を備える。

デコード部 801 は、URA を測位用補正データ 600 内の例えば電離層遅延誤差などの地域固有誤差 604 と共に受信する。

#### 【0203】

信頼性評価部 803 は、URA をユーザが予め設定した書式に変換する。

例えば、信頼性評価部 803 は、URA がランクの情報（「ランク A」）として入力された場合に、数値情報（「10 cm（もしくは±5 cm）」）に変換してもよい。

## 【 0 2 0 4 】

測位計算部 8 0 4 は、U R A を、U R A と共に受信された地域固有誤差 6 0 4 に基づく測位結果に対応付け、出力する。

## 【 0 2 0 5 】

そして、U R A がランク A で、測位結果の精度が高いと示される場合は、測位結果を自動車の自動運転に利用し、U R A がランク C で、測位結果の精度が低いと示される場合は、測位結果を自動車のカーナビゲーションのみに利用するなどの測位結果を用いたアプリケーションの例が考えられる。

## 【 0 2 0 6 】

( 実施の形態 5 の効果 )

実施の形態 5 の測位装置 2 0 1 は、測位結果の精度を明らかにすることが可能である。

## 【 0 2 0 7 】

( 実施の形態 1 ～ 5 のハードウェア構成について )

なお、前記実施の形態 ( 実施の形態 1 ～ 5 ) において「～部」として説明しているものは、「～回路」、「～装置」、「～機器」であってもよい。また、前記実施の形態で「～部」( ～記憶部を除く ) として説明しているものは、C P U ( C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t 、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサともいう ) ・素子・デバイス・基板・配線などのハードウェアにより実現される。

## 【 0 2 0 8 】

更に、前記実施の形態において「～記憶部」として説明しているものは、磁気ディスク装置、S S D ( S o l i d S t a t e D r i v e ) 、光ディスク装置、メモリカード ( 登録商標 ) 、R A M ( R a n d o m A c c e s s M e m o r y ) 、R O M ( R e a d O n l y M e m o r y ) などの記憶装置により実現される。

## 【 0 2 0 9 】

また、前記実施の形態の説明において「～部」として説明しているものは、「～ステップ」、「～手順」、「～処理」であってもよい。

すなわち、前記実施の形態で説明したフローチャートに示すステップ、手順、処理により、本発明に係る送信方法と測位方法とを実現することができる。

## 【 0 2 1 0 】

ここで、前記実施の形態で説明した送信方法の例を 2 つ挙げる。

コンピュータが、衛星測位に用いられる誤差のうち衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差の値を送信した後に、所定の周期で到来する衛星クロック誤差送信タイミングにおいて衛星クロック誤差の値を送信する送信方法であって、

前記コンピュータが、他要因誤差の値の時間変化を監視し、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、送信済みの他要因誤差の値と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の他要因誤差の値との差を他要因誤差変動量として算出し、送信対象の衛星クロック誤差の値に、算出した他要因誤差変動量を含める他要因誤差変動量算出ステップと、

前記コンピュータが、前記他要因誤差変動量算出ステップにより他要因誤差変動量が含まれた衛星クロック誤差の値を送信する送信ステップとを備えることを特徴とする送信方法。

## 【 0 2 1 1 】

コンピュータが、複数の地域に対して、対流圏遅延誤差の値及び電離層遅延誤差の値の少なくともいずれかが含まれる測位補強情報を地域ごとに生成し、前記複数の地域に対する複数の測位補強情報とともに送信する衛星軌道誤差の値を、前記複数の測位補強情報のうちのいずれかの測位補強情報に付加する測位補強情報生成ステップと、

前記コンピュータが、前記衛星軌道誤差の値が付加された測位補強情報が含まれる、前記複数の測位補強情報を送信する送信ステップとを備えることを特徴とする送信方法。

## 【 0 2 1 2 】

また、前記実施の形態で説明した測位方法の例を2つ挙げる。

コンピュータが、衛星測位に用いられる誤差のうち衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差の値を送信した後に衛星クロック誤差を送信する送信装置から送信された、他要因誤差の値と衛星クロック誤差の値とを受信する受信ステップと、

前記コンピュータが、前記受信ステップにより受信された他要因誤差の値と衛星クロック誤差の値とを用いて、衛星測位を行う測位ステップとを備え、

前記受信ステップでは、

前記送信装置が前記衛星クロック誤差の値を送信するタイミングにおいて前記送信装置により計測された他要因誤差の値と、前記送信装置により送信済みの他要因誤差の値との差が含まれている衛星クロック誤差の値を、前記コンピュータが受信することを特徴とする測位方法。

10

#### 【0213】

コンピュータが、衛星測位に用いられる誤差のうち衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差の値と、複数の衛星クロック誤差の値とが含まれるデータフレームを繰り返し受信する受信ステップと、

データフレームごとに、前記受信ステップにより受信された他要因誤差の値を、前記コンピュータが所定の記憶領域に記憶する記憶ステップと、

前記コンピュータが、前記受信ステップにより衛星クロック誤差の値を受信する度に、前記受信ステップにより受信した衛星クロック誤差の値と同じデータフレームに含まれる他要因誤差の値及び前記記憶ステップにより記憶されている過去のデータフレームの他要因誤差の値のうちのいずれかを選択し、前記受信ステップにより受信した衛星クロック誤差の値と、選択した他要因誤差の値とを用いて、衛星測位を行う測位ステップとを備えることを特徴とする測位方法。

20

#### 【0214】

また、「～部」として説明しているものは、例えばROMなどの記憶装置に記憶されたファームウェアで実現されていても構わない。

或いは、ソフトウェアのみ、或いは、素子・デバイス・基板・配線などのハードウェアのみ、或いは、ソフトウェアとハードウェアとの組み合わせ、さらには、ファームウェアとの組み合わせで実施されても構わない。

ファームウェアとソフトウェアは、プログラムとして、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD等の記録媒体に記憶される。

30

プログラムはCPUにより読み出され、CPUにより実行される。

すなわち、プログラムは、前記実施の形態の「～部」としてコンピュータを機能させるものである。あるいは、前記実施の形態の「～部」の手順や方法をコンピュータに実行させるものである。

#### 【0215】

ここで、前記実施の形態で説明した送信プログラムの例を2つ挙げる。

衛星測位に用いられる誤差のうち衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差の値を送信した後に、所定の周期で到来する衛星クロック誤差送信タイミングにおいて衛星クロック誤差の値を送信するコンピュータに、

40

他要因誤差の値の時間変化を監視し、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時に、送信済みの他要因誤差の値と、衛星クロック誤差送信タイミングの到来時の他要因誤差の値との差を他要因誤差変動量として算出し、送信対象の衛星クロック誤差の値に、算出した他要因誤差変動量を含める他要因誤差変動量算出ステップと、

前記他要因誤差変動量算出ステップにより他要因誤差変動量が含まれた衛星クロック誤差の値を送信する送信ステップと  
を実行させることを特徴とするプログラム。

#### 【0216】

複数の地域に対して、対流圏遅延誤差の値及び電離層遅延誤差の値の少なくともいずれ

50

かが含まれる測位補強情報を地域ごとに生成し、前記複数の地域に対する複数の測位補強情報とともに送信する衛星軌道誤差の値を、前記複数の測位補強情報のうちのいずれかの測位補強情報に付加する測位補強情報生成ステップと、

前記衛星軌道誤差の値が付加された測位補強情報が含まれる、前記複数の測位補強情報を送信する送信ステップと

をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【0217】

また、前記実施の形態で説明した測位プログラムの例を2つ挙げる。

衛星測位に用いられる誤差のうち衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差の値を送信した後に衛星クロック誤差を送信する送信装置から送信された、他要因誤差の値と衛星クロック誤差の値とを受信する受信ステップと、

前記受信ステップにより受信された他要因誤差の値と衛星クロック誤差の値とを用いて、衛星測位を行う測位ステップとをコンピュータに実行させるとともに、

前記受信ステップでは、

前記コンピュータに、前記送信装置が前記衛星クロック誤差の値を送信するタイミングにおいて前記送信装置により計測された他要因誤差の値と、前記送信装置により送信済みの他要因誤差の値との差が含まれている衛星クロック誤差の値を受信させることを特徴とするプログラム。

【0218】

衛星測位に用いられる誤差のうち衛星クロック誤差以外の誤差である他要因誤差の値と、複数の衛星クロック誤差の値とが含まれるデータフレームを繰り返し受信する受信ステップと、

データフレームごとに、前記受信ステップにより受信された他要因誤差の値を、所定の記憶領域に記憶する記憶ステップと、

前記受信ステップにより衛星クロック誤差の値を受信する度に、前記受信ステップにより受信した衛星クロック誤差の値と同じデータフレームに含まれる他要因誤差の値及び前記記憶ステップにより記憶されている過去のデータフレームの他要因誤差の値のうちのいずれかを選択し、前記受信ステップにより受信した衛星クロック誤差の値と、選択した他要因誤差の値とを用いて、衛星測位を行う測位ステップと

をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【0219】

このように、前記実施の形態に示す送信装置101と測位装置201とは、処理装置たるCPU、記憶装置たるメモリ、磁気ディスク等を備えるコンピュータである。

そして、上記したように「～部」として示された機能をこれら処理装置、記憶装置を用いて実現するものである。

【0220】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、これらの実施の形態のうち、2つ以上を組み合わせても実施しても構わない。あるいは、これらの実施の形態のうち、1つを部分的に実施しても構わない。あるいは、これらの実施の形態のうち、2つ以上を部分的に組み合わせても実施しても構わない。なお、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。

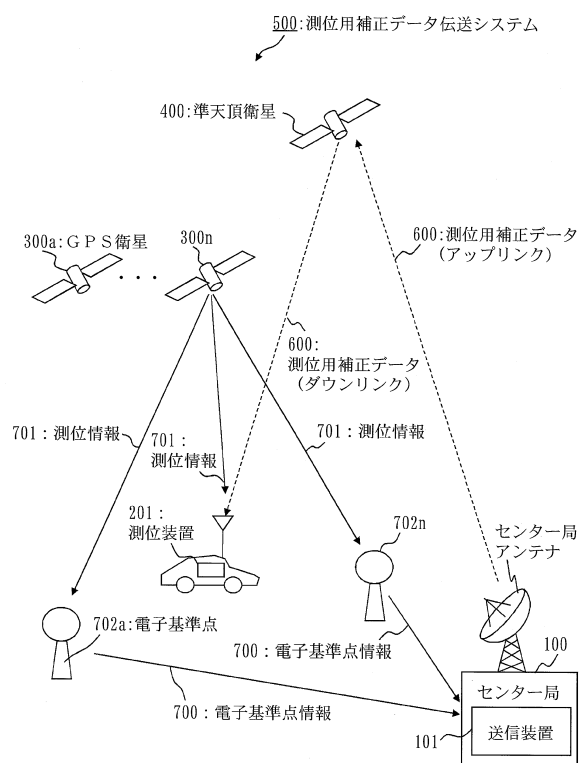
【符号の説明】

【0221】

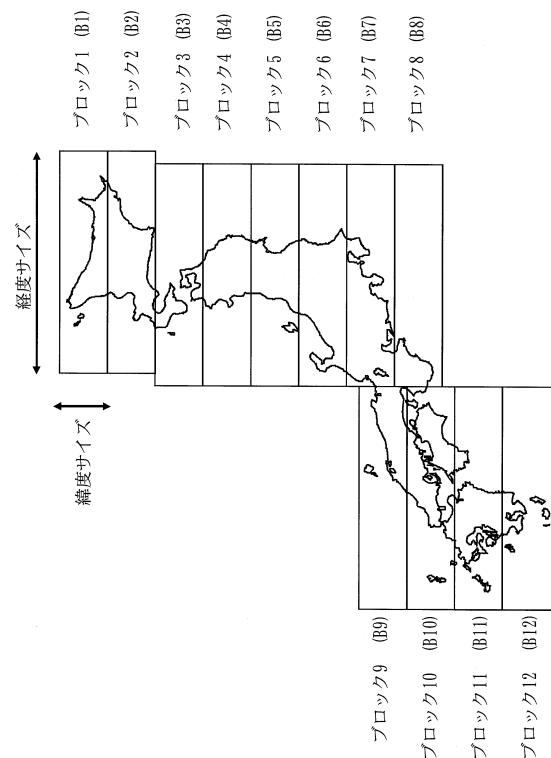
100 センター局、101 送信装置、111 生成部、112 網間同期部、113 統合部、114 周期調整部、115 共通周期調整部、116 網周期調整部、117 空間圧縮\_\_エンコード部、118 時間変化モニタ記憶部、201 測位装置、300 GPS衛星、400 準天頂衛星、500 測位用補正データ伝送システム、600 測位用補正データ、601 時刻タグ、602 修正衛星クロック誤差、603 衛星固有誤差、604 地域固有誤差、605 衛星クロック誤差、606 コンシステンシー、700 電子基準点情報、701 測位情報、702 電子基準点、703 測位

補強情報ストリーム、704 全網共通補強データストリーム、705 固有補強データストリーム、710 電子基準点セット、710a 電子基準点セットA、710b 電子基準点セットB、711 電子基準点サーバ、712a ネットワークA、712b ネットワークB、713 タイミングマネージャ部、714 データ記憶部、715 エラーマネージャ部、716 エラー検出部、717 スイッチコントローラ部、750 インターフェース部、760 座標値記憶部、800 測位情報受信部、801 デコード部、802 補強情報伸張部、803 信頼性評価部、804 測位計算部、805 記憶部。

【図1】



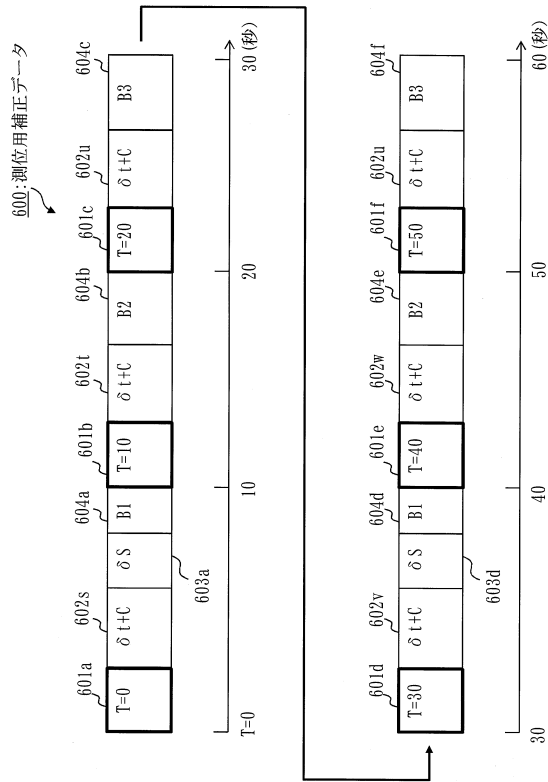
【図2】



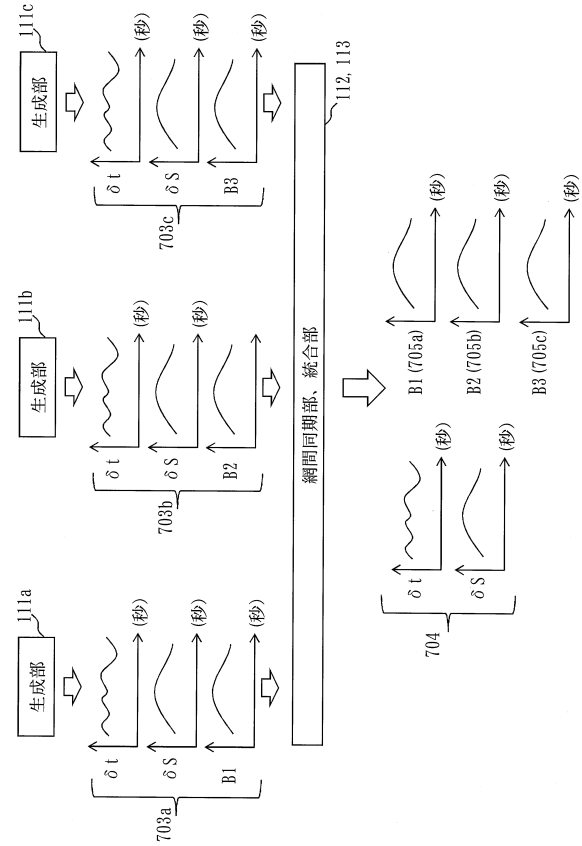




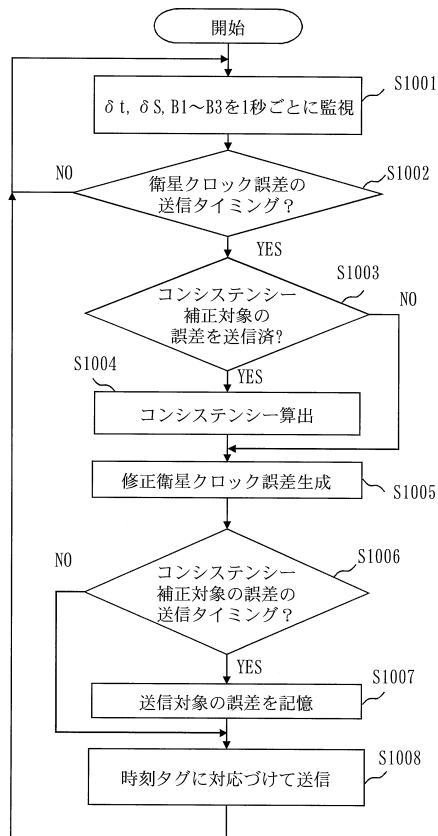
【図 8】



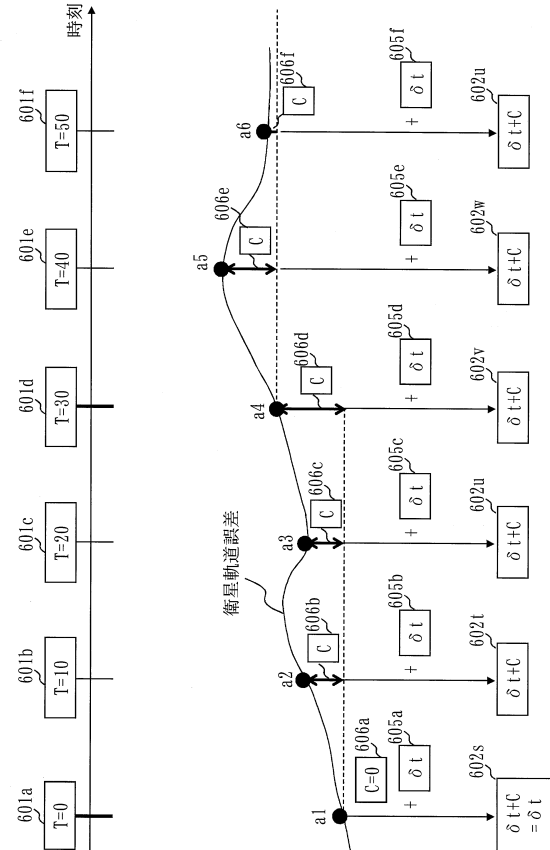
【図 9】



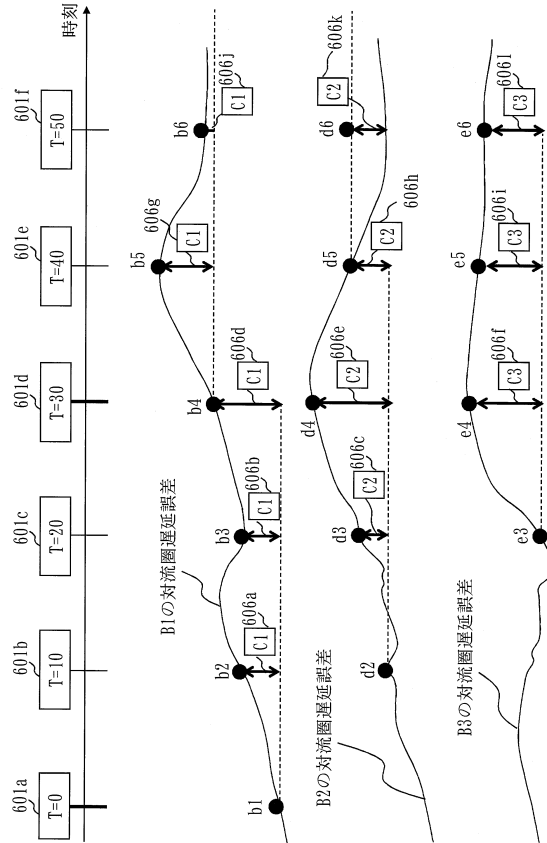
【図 10】



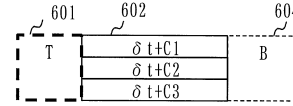
【図 11】



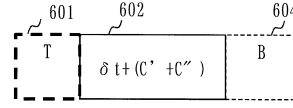
【図 12】



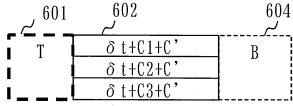
【図 13】



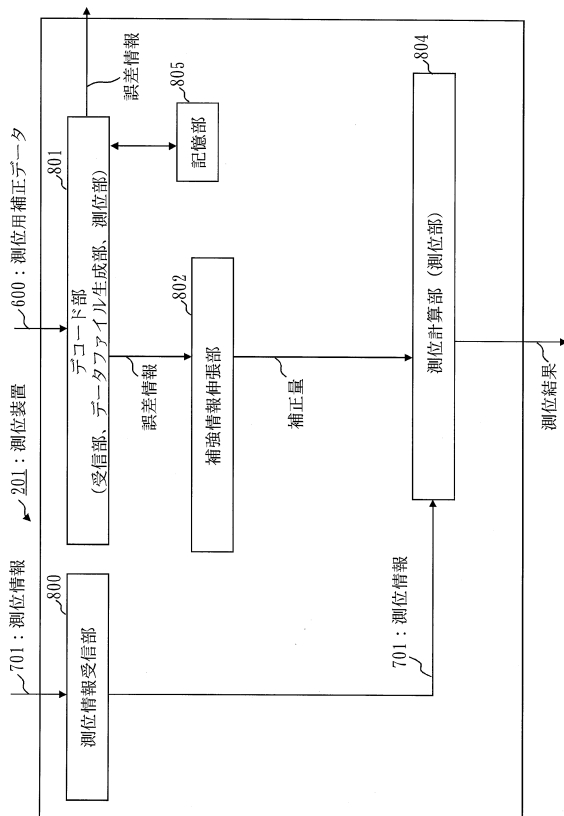
【図 14】



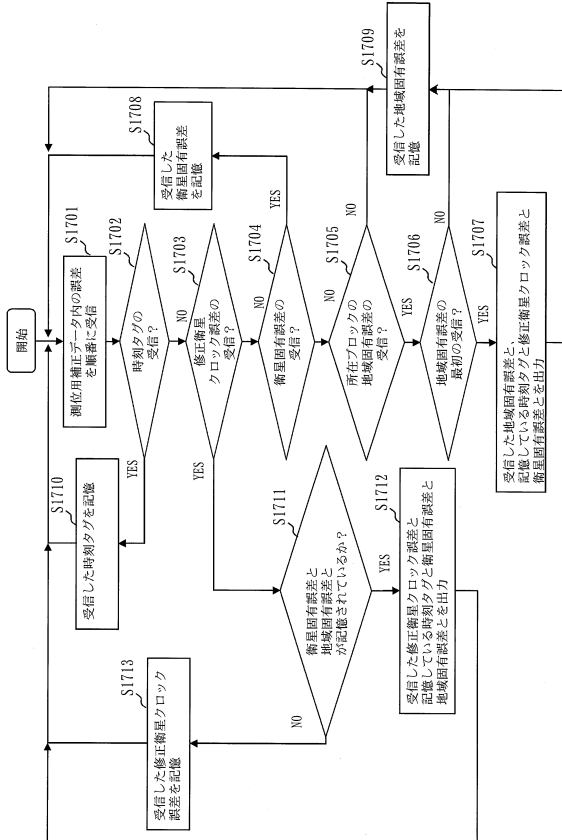
【図 15】



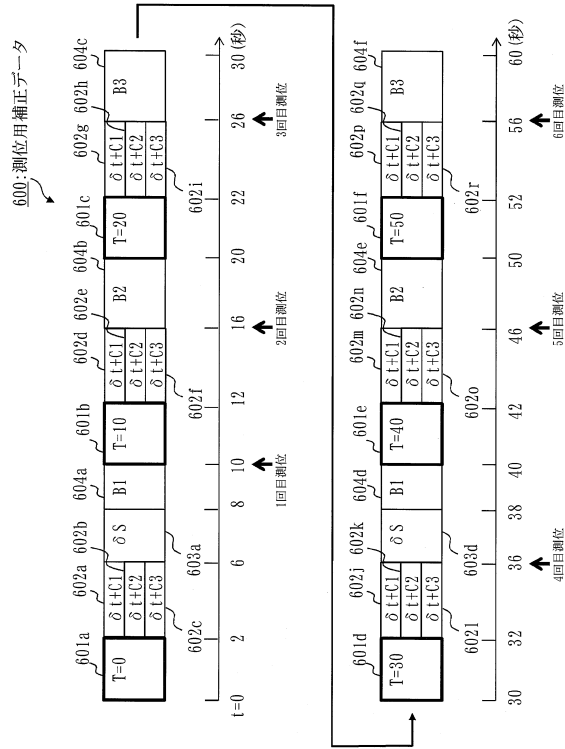
【図 16】



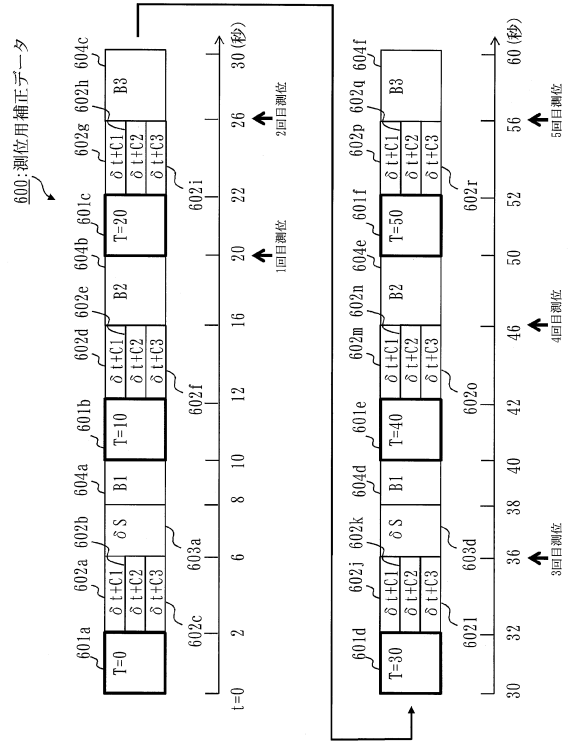
【図 17】



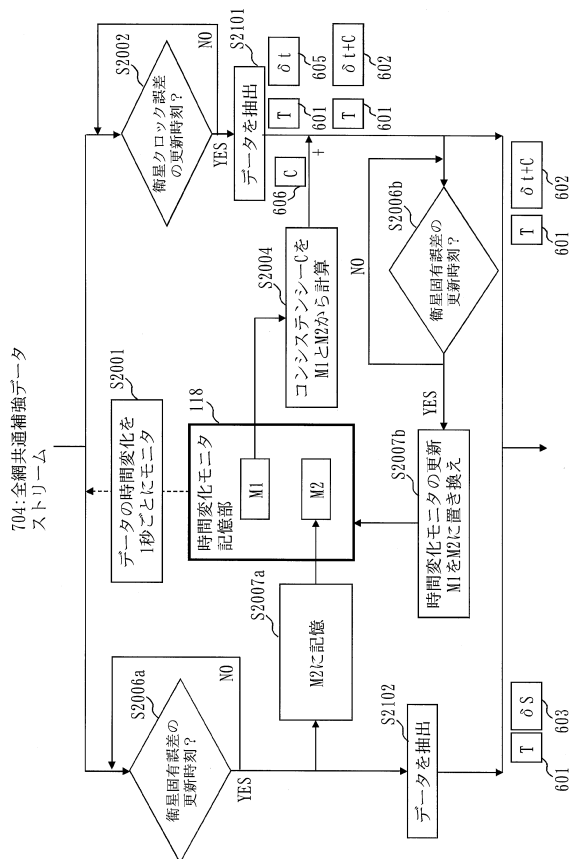
【図 18】



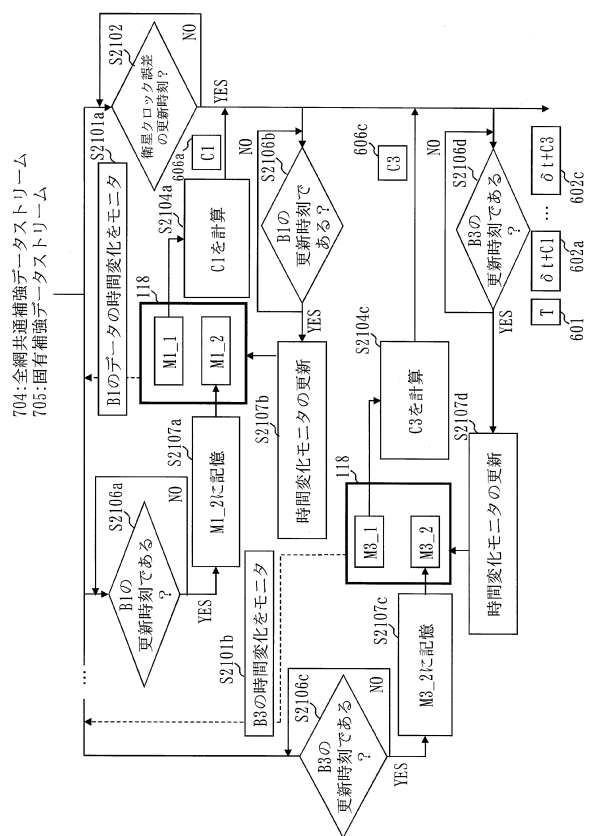
【図 19】



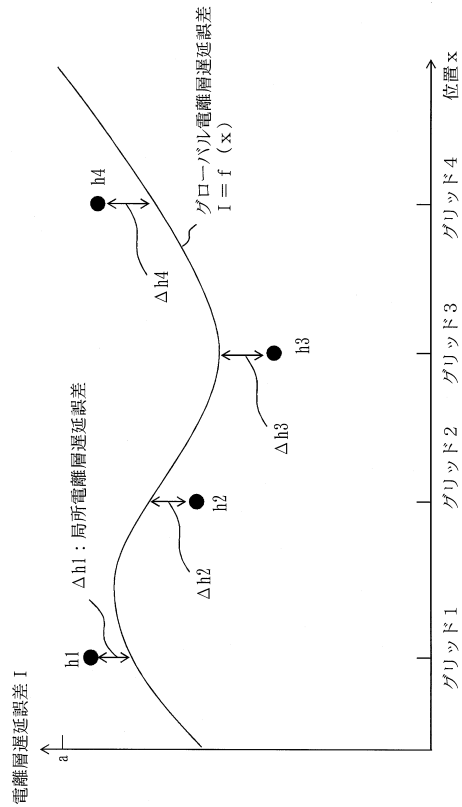
【図 20】



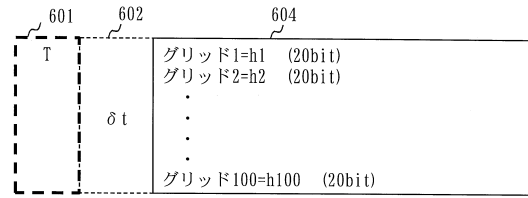
【図 21】



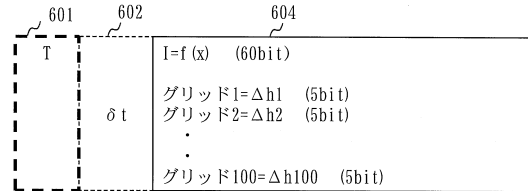
【 図 2 2 】



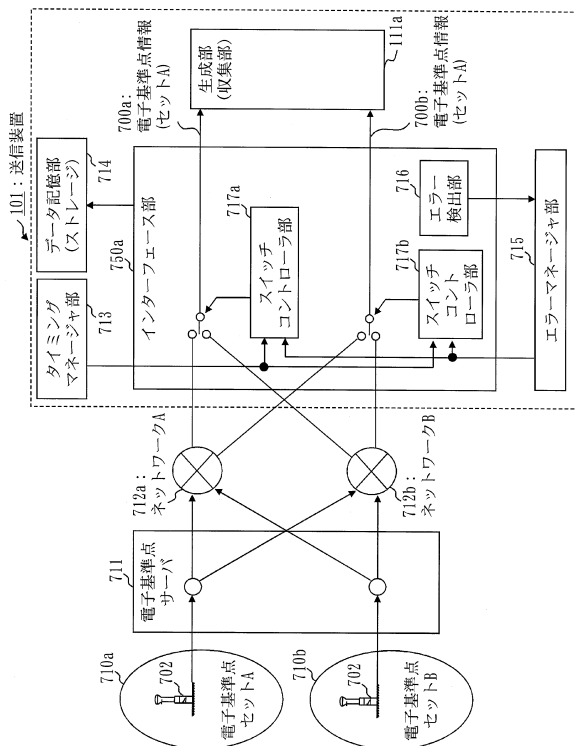
【 図 2 3 】



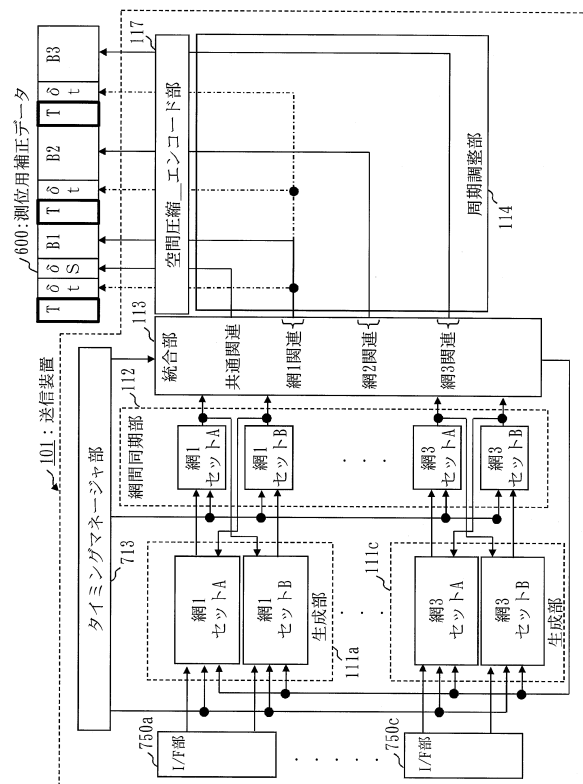
【 図 2 4 】



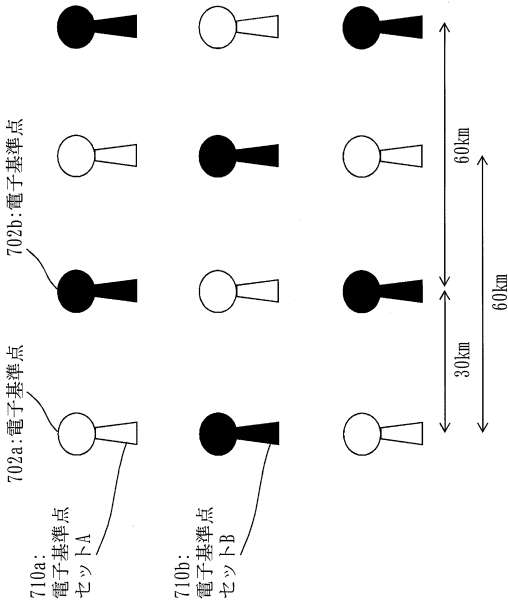
【 図 2 5 】



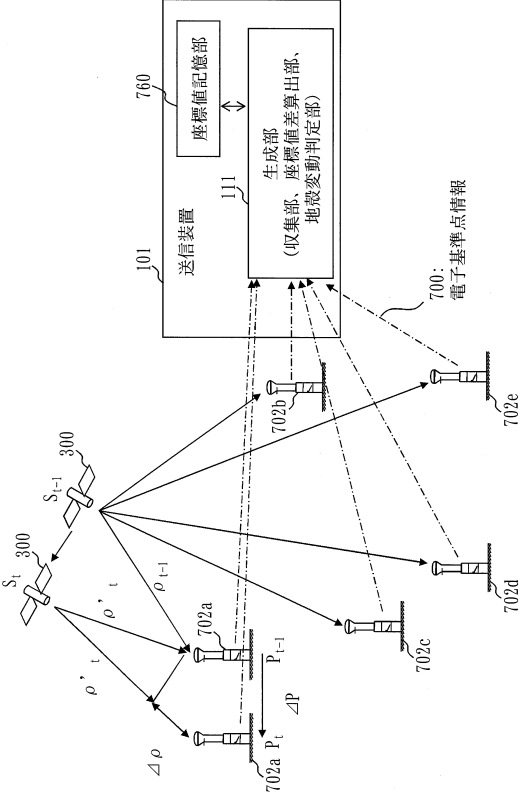
【 図 2 6 】



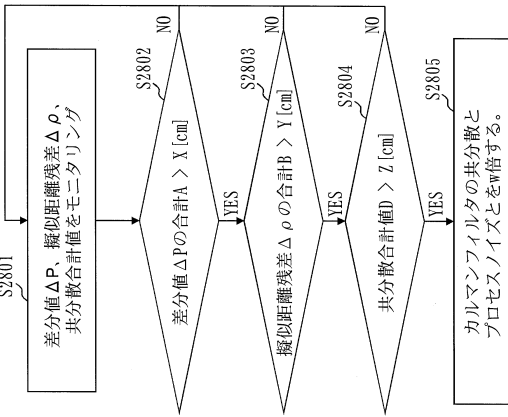
【 図 2 7 】



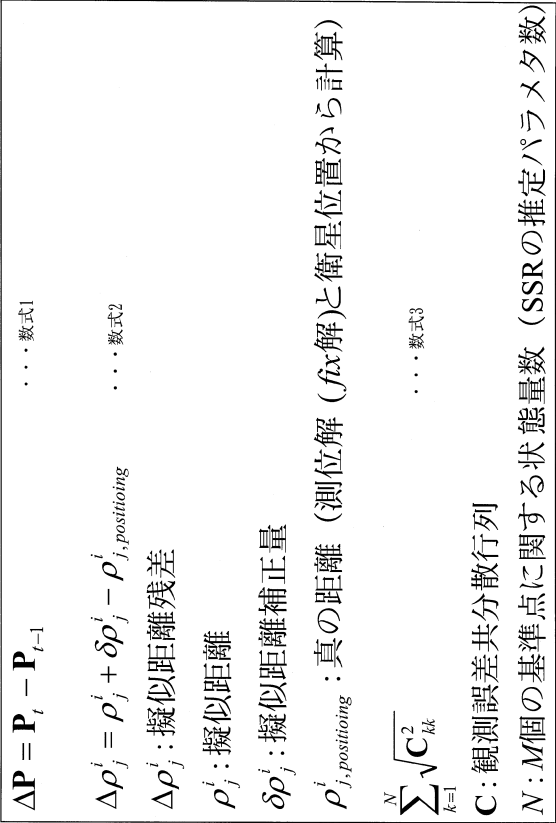
【 図 2 8 】



【 図 2 9 】



【 図 3 0 】





---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 友紀  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 中村 説志

(56)参考文献 特開2009-257802(JP,A)  
特開2006-259207(JP,A)  
特開2011-112576(JP,A)  
特開2007-170900(JP,A)  
特開2011-203100(JP,A)  
特開平11-264864(JP,A)  
米国特許出願公開第2002/0198657(US,A1)  
特開2001-208825(JP,A)  
特開2003-344524(JP,A)  
特開2006-226772(JP,A)  
特開2004-271317(JP,A)  
特表2007-500845(JP,A)  
特開2007-093513(JP,A)  
特開2010-112725(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01S19/00-19/55