

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4254741号  
(P4254741)

(45) 発行日 平成21年4月15日(2009.4.15)

(24) 登録日 平成21年2月6日(2009.2.6)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4W 64/00	(2009.01)	HO4Q 7/00	504
GO1S 5/14	(2006.01)	HO4Q 7/00	502
GO1C 21/00	(2006.01)	HO4Q 7/00	509
		GO1S 5/14	
		GO1C 21/00	D

請求項の数 2 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2005-129080 (P2005-129080)
(22) 出願日	平成17年4月27日 (2005.4.27)
(65) 公開番号	特開2006-311023 (P2006-311023A)
(43) 公開日	平成18年11月9日 (2006.11.9)
審査請求日	平成18年3月3日 (2006.3.3)

(73) 特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人	100095728 弁理士 上柳 雅善
(74) 代理人	100127661 弁理士 宮坂 一彦
(74) 代理人	100107261 弁理士 須澤 修
(72) 発明者	谷口 誠一 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

審査官 松野 吉宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】測位システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の通信基地局と、前記通信基地局と通信可能であり測位機能を有する複数の携帯電話機と、情報提供装置とを備えた測位システムであって、

前記複数の通信基地局それぞれは、

所定時間間隔でタイミング信号を発信するタイミング信号発信手段と、

前記複数の携帯電話機それぞれに要求信号を送信する要求信号送信手段と、

を有し、

前記複数の携帯電話機それぞれは、

前記複数の通信基地局のうちの通信可能圏内に位置する通信基地局から前記要求信号を受信する要求信号受信手段と、

前記要求信号受信手段の受信に応じて、測位衛星からの信号である衛星信号を受信して現在位置を測位する測位手段と、

前記測位時の前記測位衛星の P D O P (Position Dilution Of precision) 値を判定する P D O P 値判定手段と、

前記受信した要求信号を送信した通信基地局から送信される前記タイミング信号と、前記衛星信号に基づいて前記所定時間間隔と同一の時間間隔で生成した基準タイミング信号との差分に基づいて、当該通信基地局と通信を行う際に生じる当該通信基地局の内部遅延時間及び自携帯電話機の内部遅延時間と、当該通信に係る電波伝搬遅延時間とを含む総遅延時間を算出する総遅延時間算出手段と、

前記受信した要求信号を送信した通信基地局に対して、前記P D O P値と前記測位位置と前記総遅延時間との情報を含む基礎情報を送信する送信手段と、  
を有し、

前記複数の通信基地局それは、

前記携帯電話機から受信した前記基礎情報に更に自通信基地局の基地局位置の情報を含めて前記情報提供装置に送信する手段、

を更に有し、

前記情報提供装置は、

前記複数の通信基地局それぞれから、前記基礎情報を受信する受信手段と、

前記複数の通信基地局それぞれについて、当該通信基地局から受信した基礎情報のうち、当該基礎情報に含まれるP D O P値が一番小さい基礎情報を選択する選択手段と、

前記複数の通信基地局それぞれについて、前記選択手段により選択された基礎情報に含まれる当該通信基地局の基地局位置と前記測位位置とに基づいて、当該通信基地局と、当該通信基地局から前記タイミング信号を受信して当該基礎情報に含まれる総遅延時間を算出した携帯電話機との間の電波伝搬遅延時間を算出する伝搬遅延時間算出手段と、

前記複数の通信基地局それぞれについて、前記選択手段により選択された基礎情報に含まれる総遅延時間から、前記伝搬遅延時間算出手段により算出された電波伝搬遅延時間を減算することにより、当該通信基地局と通信を行う際に生じる当該通信基地局の内部遅延時間及び前記携帯電話機の内部遅延時間を合計した装置固有遅延時間を算出する装置固有遅延時間算出手段と、

前記装置固有遅延時間算出手段により算出された装置固有遅延時間を、対応する通信基地局に送信する装置固有遅延時間送信手段と、

を有し、

前記複数の通信基地局それは、

前記情報提供装置から送信される自通信基地局に関する前記装置固有遅延時間を受信する装置固有遅延時間受信手段と、

通信信号の受信に関して前記携帯電話機と同じ構成を有する携帯電話機であり、自通信基地局からの信号を受信する際に要した正味の伝搬時間を用いて測位を行う測位端末に対して、前記正味の伝搬時間を算出させるために、前記装置固有遅延時間受信手段により受信された前記装置固有遅延時間を送信する測位端末宛送信手段と、

を有する測位システム。

## 【請求項 2】

前記情報提供装置は、所定の基礎情報要求時間間隔で前記複数の通信基地局それぞれに前記基礎情報を要求する信号を送信する手段を有し、

前記通信基地局の要求信号送信手段は、前記情報提供装置からの前記基礎情報の要求信号の受信に応じて前記複数の携帯電話機それぞれに要求信号を送信し、

前記所定の基礎情報要求時間間隔での前記基礎情報の要求信号の送信に応じて前記情報提供装置の前記受信手段が前記受信を行い、前記装置固有遅延時間送信手段が、前記装置固有遅延時間算出手段により算出された最新の装置固有遅延時間を、対応する通信基地局に送信し、

前記複数の通信基地局それぞれの前記測位端末宛送信手段が、前記情報提供装置から受信した最新の装置固有遅延時間を前記測位端末に送信する、

請求項1に記載の測位システム。

## 【発明の詳細な説明】

### 【技術分野】

### 【0 0 0 1】

本発明は、測位衛星からの信号を使用する測位システムに関するものである。

### 【背景技術】

### 【0 0 0 2】

従来、例えば、CDMA (Code Division Multiple Access)

10

20

30

40

50

s s ) 方式のいわゆるデジタル移動通信システムにおいて、複数の基地局間における時刻同期を確保することを前提に、複数の基地局と移動無線端末装置間での受信信号の到達時間差により位置を検出する方法が知られている（例えば、特開平7-181242号公報）。

このような測位方法においては、基地局から信号が送信される時間（送信タイミング）が正確である必要がある。しかし、基地局から信号が送信されるタイミングは、例えば、タイミング信号が生成されてから発信されるまでの間において基地局内部において、遅延が生じる。

これに対して、オフセット測定装置を設置し、複数の観測点において受信した信号に基づいて送信タイミングのオフセット推定値を求め、このオフセット推定値のうち最も小さいものを選択して無線基地局の送信タイミングのオフセット測定値とする技術が提案されている（例えば、特許文献1）。

【特許文献1】特開2002-217824号公報（図5等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、基地局の内部のみならず、オフセット測定装置の内部においても、アンテナ遅延、ケーブル遅延、フィルタ遅延等の信号の遅延が生じる。一方、基地局からの信号に基づいて測位を行うのは一般的の携帯端末であり、その内部における信号の遅延は、上述の従来例のオフセット測定装置と等しいとは限らない。

このため、オフセット測定装置によって生成されたオフセット測定値を使用して、一般的の携帯端末が測位を行うと、測位演算の誤差が拡大する場合がある。

【0004】

そこで、本発明は、通信基地局の大幅なシステム変更を必要とすることなく、測位端末による測位計算の誤差を低減することができる通信基地局からの信号の送信タイミングの補正值を提供することができる測位システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記目的は、第1の発明によれば、通信基地局と、前記通信基地局と通信可能な端末装置と、前記通信基地局及び前記端末装置と通信可能な情報提供装置と、を有する測位システムであって、前記通信基地局は、前記通信基地局が生成する基地局タイミング信号及び通信信号を送信する信号送信手段を有し、前記端末装置は、測位衛星からの信号である衛星信号に基づいて、現在位置を示す現在位置情報を生成する現在位置情報生成手段と、前記衛星信号に基づいて、前記測位衛星の時刻である衛星時刻を示す衛星時刻情報を生成する衛星時刻情報生成手段と、前記衛星時刻情報に基づいて、基準タイミング信号を補正する基準タイミング信号補正手段と、前記基地局タイミング信号と前記基準タイミング信号とのタイミング差分である総遅延を示す総遅延情報を生成する総遅延情報生成手段と、前記情報提供装置に対して、前記現在位置情報及び前記総遅延情報を含む基礎情報を送信する基礎情報送信手段と、を有し、前記情報提供装置は、前記通信基地局の位置を示す基地局位置情報を格納する基地局位置情報格納手段と、前記通信基地局を介して前記端末装置から前記基礎情報を受信する基礎情報受信手段と、前記現在位置情報と前記基地局位置情報に基づいて、前記端末装置の現在位置と前記通信基地局の位置との間の距離を示す距離情報を生成する距離情報生成手段と、前記通信信号が前記距離を伝搬するために必要な伝搬遅延時間を示す伝搬遅延情報を生成する伝搬遅延情報生成手段と、前記総遅延情報と前記伝搬遅延情報に基づいて、前記伝搬遅延時間以外の遅延を示す装置固有遅延情報を生成する装置固有遅延情報生成手段と、前記基地局タイミング信号及び前記通信信号の受信に関して前記端末装置と同じ構成を有し、前記通信基地局からの前記通信信号に基づく測位を行う測位端末に対して、前記装置固有遅延情報を送信する装置固有遅延情報送信手段と、を有することを特徴とする測位システムにより達成される。

【0006】

10

20

30

40

50

第1の発明の構成によれば、前記通信基地局は、前記通信基地局が生成する基地局タイミング信号及び通信信号を送信する信号送信手段を有する。

通信基地局がタイミング信号及び通信信号を送信することは一般的であるから、前記通信基地局は、一般的の通信基地局の大幅なシステム変更を必要としない。

【0007】

そして、前記端末装置は、前記総遅延情報生成手段によって、前記総遅延情報を生成することができる。前記総遅延は、前記基地局タイミング信号と、前記衛星時刻情報に基づいて補正された前記基準タイミング信号とのタイミング差分である。この前記総遅延は、前記通信基地局において前記基地局タイミング信号が生成されるときのドリフトによる遅延、前記通信基地局において前記基地局タイミング信号が生成されてから送信されるまでの前記通信基地局内における遅延を含む。10

また、前記総遅延は、前記基地局タイミング信号が、前記通信基地局から前記端末装置に到達するために必要な伝搬遅延時間を含む。

さらに、前記総遅延は、前記基地局タイミング信号が前記端末装置のアンテナに到達してから、ケーブル、フィルタ等を通過することによる前記端末装置内部の遅延を含む。

さらに、前記総遅延は、前記基準タイミング信号自体の遅延も含む。前記基準タイミング信号は、前記衛星時刻情報によって補正されているのであるが、前記衛星信号自体、前記端末装置の内部において遅延する。この結果、前記基準タイミング信号もまた、真の前記衛星時刻によるタイミングと比べると、遅延を生じている。

【0008】

上述のように、前記総遅延は、前記通信基地局内部における遅延、前記通信基地局と前記端末装置間の伝搬遅延、前記端末装置内部における遅延をすべて含む。前記総遅延の算出のために、例えば、前記通信基地局内部におけるドリフトやケーブルによる遅延等の個々の遅延を計算する必要はないし、前記端末装置内部における個々の遅延を計算する必要もない。このため、前記通信基地局内部及び前記端末装置内部における個々の遅延の計算の誤差の影響及び伝搬遅延計算の誤差の影響を排除することができる。すなわち、前記総遅延は、前記通信基地局内部、前記端末装置内部、前記通信基地局と前記端末装置の間ににおけるすべての遅延を含みつつ、上述の個別の原因による遅延計算の誤差の影響を、排除しているのである。20

【0009】

一方、前記情報提供装置は、前記基礎情報受信手段によって、前記端末装置から前記基礎情報を受信することができる。

そして、前記情報提供装置は、前記距離情報生成手段によって、前記端末装置の現在位置と前記通信基地局の位置との間の距離を示す距離情報を生成することができる。

また、前記情報提供装置は、前記伝搬遅延情報生成手段によって、前記通信信号が前記距離を伝搬するために必要な時間を示す伝搬遅延情報を生成することができる。

そして、前記情報提供装置は、前記装置固有遅延情報生成手段によって、前記伝搬遅延時間以外の遅延を示す装置固有遅延情報を生成することができる。

上述の、前記装置固有遅延情報は、前記伝搬遅延時間以外の遅延であるから、前記通信基地局及び前記端末装置内部における遅延を示す情報である。上述のように、前記総遅延は、前記通信基地局及び前記端末装置の内部の個々の遅延計算誤差を排除して算出されている。そして、前記通信信号は光速で伝搬するから、前記情報提供装置は、前記伝搬遅延時間を正確に算出することができる。40

【0010】

上述のように、前記総遅延は、前記通信基地局内部、前記端末装置内部、前記通信基地局と前記端末装置の間ににおけるすべての遅延を含みつつ、上述の個別の原因による遅延計算の誤差の影響を排除している。

そして、前記情報提供装置は、前記伝搬遅延時間を正確に算出することができるのであるから、前記総遅延から前記伝搬遅延時間を減じることによって、前記通信基地局内部及び前記端末装置内部における個別の原因による遅延計算の誤差の影響を排除して、前記装50

置固有遅延情報を生成することができる。

#### 【0011】

さらに、前記情報提供装置は、前記装置固有遅延情報送信手段によって、前記通信基地局からの前記通信信号に基づく測位を行う測位端末に対して、前記装置固有遅延情報を送信することができる。

ここで、前記測位端末は、前記基地局タイミング信号及び前記通信信号の受信に関して前記端末装置と同じ構成を有するから、前記測位端末の内部における前記基地局タイミング信号の遅延は、前記端末装置と同一範囲の値である。一方、前記通信基地局内部における前記基地局タイミング信号の遅延は、前記測位端末と前記端末装置とで共通である。すなわち、前記装置固有遅延情報は、前記通信基地局内部及び前記測位端末内部における遅延を示す情報である。

このため、前記測位端末は、前記装置固有遅延情報を使用して、前記通信基地局からの前記通信信号に基づく測位を行う場合に、測位計算の誤差を低減することができる。

上述のように、第1の発明の構成によれば、通信基地局の大幅なシステム変更を必要とすることなく、測位端末による測位計算の誤差を低減することができる基地局からの信号の送信タイミングの補正值を提供することができる。

#### 【0012】

前記目的は、第2の発明によれば、通信基地局及び前記通信基地局と通信可能な情報提供装置であって、前記通信基地局の位置を示す基地局位置情報を格納する基地局位置情報格納手段と、前記通信基地局を介して端末装置から、測位衛星からの信号である衛星信号に基づいて生成した現在位置情報を受信する現在位置情報受信手段と、前記通信基地局を介して前記端末装置から、前記通信基地局からの通信信号に含まれる基地局タイミング信号と、測位衛星の時刻である衛星時刻に基づいて補正された前記端末装置のタイミング信号とのタイミング差分である総遅延を示す総遅延情報を受信する総遅延情報受信手段と、前記現在位置情報と前記基地局位置情報に基づいて、前記端末装置の現在位置と前記通信基地局の位置との間の距離を示す距離情報を生成する距離情報生成手段と、前記通信信号が前記距離を伝搬するために必要な伝搬遅延時間を示す伝搬遅延情報を生成する伝搬遅延情報生成手段と、前記総遅延情報と前記伝搬遅延情報に基づいて、前記総遅延のうち前記伝搬遅延時間以外の遅延を示す装置固有遅延情報を生成する装置固有遅延情報生成手段と、前記基地局タイミング信号及び前記通信信号の受信に関して前記端末装置と同じ構成を有し、前記通信基地局からの前記通信信号に基づく測位を行う測位端末に対して、前記装置固有遅延情報を送信する装置固有遅延情報送信手段と、を有することを特徴とする情報提供装置によって達成される。

#### 【0013】

第2の発明の構成によれば、第1の発明の構成と同様に、通信基地局の大幅なシステム変更を必要とすることなく、測位端末による測位計算の誤差を低減することができる基地局からの信号の送信タイミングの補正值を提供することができる。

#### 【0014】

第3の発明は、第2の発明の構成において、前記端末装置から、前記現在位置情報を生成したときの前記衛星信号の受信状態を示す受信状態情報を受信する受信状態情報受信手段と、前記受信状態情報に基づいて、複数の前記端末装置から受信した前記現在位置情報、前記総遅延情報の中から、前記距離情報、前記伝搬遅延情報及び前記装置固有遅延情報の生成に使用する前記現在位置情報及び前記総遅延情報を選択する基礎情報選択手段とを有することを特徴とする情報提供装置である。

#### 【0015】

前記端末装置が、前記現在位置情報を生成するときの前記衛星信号の受信状態は、様々である。例えば、捕捉することができる前記測位衛星が少ない場合や、屋内等前記衛星信号の信号強度が弱く前記受信状態が不良である場合は、前記現在位置情報の誤差が大きい。前記現在位置情報の誤差は、前記情報提供装置が生成する前記距離情報の誤差に反映し、さらに、前記伝搬遅延情報、前記装置固有遅延情報にも反映する。すなわち、前記受信

10

20

30

40

50

状態が不良であり、前記現在位置情報の誤差が大きいと、前記装置固有遅延情報の精度も劣化する。

この点、前記情報提供装置は、前記基礎情報選択手段を有するから、前記受信状態情報に基づいて、複数の前記端末装置から受信した前記現在位置情報、前記総遅延情報の中から、前記距離情報、前記伝搬遅延情報及び前記装置固有遅延情報の生成に使用する前記現在位置情報及び前記総遅延情報を選択することができる。このため、前記情報提供装置は、良好な前記受信状態において生成された前記現在位置情報及び前記総遅延情報を選択することができる。

これにより、前記情報提供装置は、精度が高い前記装置固有遅延情報を生成することができる。

#### 【0016】

第4の発明は、第3の発明の構成において、前記現在位置情報受信手段、前記総遅延情報受信手段及び前記受信状態情報受信手段は、予め規定した規定時間間隔において、前記端末装置から、前記現在位置情報、前記総遅延情報及び前記受信状態情報を受信する構成となっていることを特徴とする情報提供装置である。

#### 【0017】

上述のように、前記装置固有遅延情報は、前記情報提供装置及び前記端末装置内部における前記基地局タイミング信号の遅延を示している。

ここで、例えば、前記情報提供装置のドリフトは温度によって変化し、気象状況や1日における気温の変化の影響も受ける。さらに、前記情報提供装置を構成するケーブルやフィルタ等の部品は経時劣化し、それらの部品による前記基地局タイミング信号の遅延は変化する。この状況は、前記端末装置においても同様である。

このため、前記装置固有遅延情報は更新することが望ましい。

この点、第4の発明の構成によれば、前記情報提供装置の前記現在位置情報受信手段、前記総遅延情報受信手段及び前記受信状態情報受信手段は、予め規定した規定時間間隔において、前記端末装置から、前記現在位置情報、前記総遅延情報及び前記受信状態情報を受信する構成となっているから、前記規定時間間隔において前記装置固有遅延情報を更新することができる。

#### 【0018】

前記目的は、第5の発明によれば、通信基地局と通信可能な端末装置であって、測位衛星からの信号である衛星信号に基づいて、現在位置を示す現在位置情報を生成する現在位置情報生成手段と、前記衛星信号に基づいて、前記測位衛星の時刻である衛星時刻を示す衛星時刻情報を生成する衛星時刻情報生成手段と、前記衛星時刻情報に基づいて、基準タイミング信号を補正する基準タイミング信号補正手段と、前記通信基地局の基地局タイミング信号と前記基準タイミング信号とのタイミング差分である総遅延を示す総遅延情報を生成する総遅延情報生成手段と、前記通信基地局の位置を示す基地局位置情報、前記総遅延情報及び前記現在位置情報に基づいて、前記総遅延のうち前記伝搬遅延時間以外の遅延を示す装置固有遅延情報を生成する情報提供装置に対して、前記現在位置情報及び前記総遅延情報を含む基礎情報を送信する基礎情報送信手段と、を有することを特徴とする端末装置によって達成される。

#### 【0019】

第5の発明の構成によれば、前記端末装置は、前記基礎情報送信手段を有するから、前記情報提供装置に対して、前記装置固有遅延情報を生成する基礎となる、前記現在位置情報及び前記総遅延情報を含む基礎情報を送信することができる。そして、前記情報提供装置は、前記基礎情報に基づいて前記装置固有遅延情報を生成し、前記通信信号に基づく測位を行う測位端末に対して前記装置固有遅延情報を提供することができる。

これにより、通信基地局の大幅なシステム変更を必要とすることなく、測位端末による測位計算の誤差を低減することができる基地局からの信号の送信タイミングの補正值を生成するための基礎となる情報を提供することができる。

#### 【0020】

10

20

30

40

50

前記目的は、第6の発明によれば、通信基地局の位置を示す基地局位置情報を格納する基地局位置情報格納手段を有する情報提供装置が、前記通信基地局を介して端末装置から、測位衛星からの信号である衛星信号に基づいて生成した現在位置情報を受信する現在位置情報受信ステップと、前記情報提供装置が、前記通信基地局を介して前記端末装置から、前記通信基地局の基地局タイミング信号と、測位衛星の時刻である衛星時刻に基づいて補正された前記端末装置の基準タイミング信号とのタイミング差分である総遅延を示す総遅延情報を受信する総遅延情報受信ステップと、前記情報提供装置が、前記現在位置情報と前記基地局位置情報に基づいて、前記端末装置の現在位置と前記通信基地局の位置との間の距離を示す距離情報を生成する距離情報生成ステップと、前記情報提供装置が、前記通信信号が前記距離を伝搬するために必要な伝搬遅延時間を示す伝搬遅延情報を生成する伝搬遅延情報生成ステップと、前記情報提供装置が、前記総遅延情報と前記伝搬遅延情報をに基づいて、前記総遅延のうち前記伝搬遅延時間以外の遅延を示す装置固有遅延情報を生成する装置固有遅延情報生成ステップと、を有することを特徴とする情報提供装置の制御方法によって達成される。

#### 【0021】

第6の発明の構成によれば、第1の発明の構成と同様に、通信基地局の大幅なシステム変更を必要とすることなく、測位端末による測位計算の誤差を低減することができる通信基地局からの信号の送信タイミングの補正值を提供することができる。

#### 【0022】

前記目的は、第7の発明によれば、コンピュータに、通信基地局の位置を示す基地局位置情報を格納する基地局位置情報格納手段を有する情報提供装置が、前記通信基地局を介して端末装置から、測位衛星からの信号である衛星信号に基づいて生成した現在位置情報を受信する現在位置情報受信ステップと、前記情報提供装置が、前記通信基地局を介して前記端末装置から、前記通信基地局の基地局タイミング信号と、測位衛星の時刻である衛星時刻に基づいて補正された前記端末装置の基準タイミング信号とのタイミング差分である総遅延を示す総遅延情報を受信する総遅延情報受信ステップと、前記情報提供装置が、前記現在位置情報と前記基地局位置情報に基づいて、前記端末装置の現在位置と前記通信基地局の位置との間の距離を示す距離情報を生成する距離情報生成ステップと、前記情報提供装置が、前記通信信号が前記距離を伝搬するために必要な伝搬遅延時間を示す伝搬遅延情報を生成する伝搬遅延情報生成ステップと、前記情報提供装置が、前記総遅延情報と前記伝搬遅延情報をに基づいて、前記総遅延のうち前記伝搬遅延時間以外の遅延を示す装置固有遅延情報を生成する装置固有遅延情報生成ステップと、を実行させることを特徴とする情報提供装置の制御プログラムによって達成される。

#### 【0023】

前記目的は、第8の発明によれば、コンピュータに、通信基地局の位置を示す基地局位置情報を格納する基地局位置情報格納手段を有する情報提供装置が、前記通信基地局を介して端末装置から、測位衛星からの信号である衛星信号に基づいて生成した現在位置情報を受信する現在位置情報受信ステップと、前記情報提供装置が、前記通信基地局を介して前記端末装置から、前記通信基地局の基地局タイミング信号と、測位衛星の時刻である衛星時刻に基づいて補正された前記端末装置の基準タイミング信号とのタイミング差分である総遅延を示す総遅延情報を受信する総遅延情報受信ステップと、前記情報提供装置が、前記現在位置情報と前記基地局位置情報に基づいて、前記端末装置の現在位置と前記通信基地局の位置との間の距離を示す距離情報を生成する距離情報生成ステップと、前記情報提供装置が、前記通信信号が前記距離を伝搬するために必要な伝搬遅延時間を示す伝搬遅延情報を生成する伝搬遅延情報生成ステップと、前記情報提供装置が、前記総遅延情報と前記伝搬遅延情報をに基づいて、前記総遅延のうち前記伝搬遅延時間以外の遅延を示す装置固有遅延情報を生成する装置固有遅延情報生成ステップと、を実行させることを特徴とする情報提供装置の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よって達成される。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

## 【0024】

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。

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。

## 【0025】

図1は、本発明の実施の形態に係る測位システム10を示す概略図である。

図1に示すように、測位システム10は、基地局20を有する。この基地局20は、通信基地局の一例である。基地局20は、例えば、携帯電話網の通信基地局である。

基地局20は、通信信号CS1を送信する。通信信号CS1は、通信信号の一例である 10。

基地局20は複数存在する。例えば、基地局20A, 20B及び20Cが互いに異なる位置に存在している。そして、基地局20A等は、それぞれ、通信信号CS1a, CS1b, CS1cを送信する。以後、基地局20と呼ぶときは、基地局20A等を総称するものとする。

## 【0026】

測位システム10は、また、基地局20と通信可能な端末40を有する。この端末40は、端末装置の一例である。

端末40は複数存在する。例えば、端末40A, 40B及び40Cが存在している。以後、端末40と呼ぶときは、端末40A等を総称するものとする。 20

## 【0027】

測位システム10は、また、基地局20及び端末40と通信網である例えば、専用回線網55を介して通信可能な管理サーバ60（以後、サーバ60と呼ぶ）を有する。サーバ60は、情報提供装置の一例である。

なお、本実施の形態とは異なり、通信網は、インターネット網であってもよい。

## 【0028】

測位システム10は、また、測位端末80を有する。測位端末80は、基地局20からの通信信号CS1に基づく測位を行うことができる。すなわち、測位端末80は、測位端末の一例である。

## 【0029】

基地局20、端末40及び測位端末80は、測位衛星である例えば、GPS衛星12a, 12b, 12c及び12dからの、信号S1, S2, S3及びS4を受信することができる。この信号S1等は、衛星信号の一例である。 30

## 【0030】

端末40及び測位端末80は、例えば、携帯電話機、PHS(Personal Handycell phone System)、PDA(Personal Digital Assistant)等であるが、これらに限らない。

## 【0031】

なお、本実施の形態とは異なり、GPS衛星12a等は3個でもよいし、5個以上でもよい。また、本実施の形態とは異なり、基地局20は4個以上でもよく、端末40は4個以上でもよい。 40

## 【0032】

（基地局20の主なハードウェア構成について）

図2は基地局20の主なハードウェア構成を示す概略図である。

図2に示すように、基地局20は、コンピュータを有しており、コンピュータは、バス22を有する。

このバス22には、CPU(Central Processing Unit)23、記憶装置24、外部記憶装置25等が接続されている。記憶装置24は例えば、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)等である。外部記憶装置25は例えば、HD(Hard Disk)である。 50

## 【0033】

また、このバス22には、各種情報等を入力するための入力装置26、基地局GPS装置27が接続されている。基地局GPS装置27は、基地局20が、GPS衛星12a等からの信号S1等を受信するための構成である。

また、バス22には、基地局通信装置28が接続されている。基地局通信装置28は、端末40と通信するための通信信号CS1を送信するための構成である。基地局20は、通信信号CS1とともに、基地局タイミング信号TS1(図8参照)を送信する。この基地局タイミング信号TS1は、基地局タイミング信号の一例である。

## 【0034】

図3は基地局通信装置28の構成を示す概略図である。

10

図3に示すように、基地局通信装置28は、基地局タイミング信号TS1を発生させるタイミング信号発生装置28a、フィルタ28b、増幅器28c等で構成されている。基地局通信装置28はまた、増幅器28cとアンテナ28eを接続するケーブル28dを有する。

タイミング信号発生装置28aは、基地局タイミング信号TS1の基礎となる信号を発生するための、例えば、水晶発振器を有している。この水晶発振器の基準周波数は、温度によって偏移する。以後、温度による水晶発振器の周波数のずれを、ドリフトと呼ぶ。基地局タイミング信号TS1の発信タイミングは、このドリフトによって変動(遅延)する。

また、タイミング信号発生装置28aで発生した基地局タイミング信号TS1には、フィルタ28b、増幅器28c及びケーブル28dにおいて、遅延が発生する。

20

## 【0035】

また、このバス22には、各種情報等を表示するための表示装置29、基地局時計30、基地局第2通信装置31が接続されている。

## 【0036】

(端末40の主なハードウェア構成について)

図4は、端末40の主なハードウェア構成を示す概略図である。

図4に示すように、端末40は、コンピュータを有しており、コンピュータは、バス42を有する。

## 【0037】

30

このバス42には、CPU43、記憶装置44、入力装置45、端末GPS装置46、端末通信装置47、表示装置48及び端末時計49が接続されている。

後述のように、端末時計49は、GPS衛星12a等の時刻(以後、GPS時刻と呼ぶ)と差がない状態に維持することができる。

## 【0038】

(管理サーバ60の主なハードウェア構成について)

図5は、サーバ60の主なハードウェア構成を示す概略図である。

図5に示すように、サーバ60は、コンピュータを有しており、コンピュータは、バス62を有する。

このバス62には、CPU63、記憶装置64、外部記憶装置65、入力装置66、サーバ通信装置67及び表示装置68が接続されている。

40

## 【0039】

(測位端末80の主なハードウェア構成について)

図6は、測位端末80の主なハードウェア構成を示す概略図である。

図6に示すように、測位端末80の主なハードウェア構成は、上述の端末40の主なハードウェア構成と同様である。

この測位端末80は、基地局20からの基地局タイミング信号TS1(図8参照)及び通信信号CS1の受信に関して、端末20と同じ構成を有している。また、GPS衛星12a等からの信号S1の受信に関しても、端末20と同じ構成を有している。

## 【0040】

50

( 基地局 20 の主なソフトウェア構成について )

図 7 は、基地局 20 の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

図 7 に示すように、基地局 20 は、各部を制御する基地局制御部 100 、図 2 の基地局 GPS 装置 27 に対応する基地局 GPS 部 102 、基地局通信装置 28 に対応する基地局通信部 104 等を有する。この基地局通信部 104 は、基地局タイミング信号 TS1 及び通信信号 CS1 を送信する信号送信手段の一例である。

基地局 20 は、また、図 2 の基地局時計 30 に対応する基地局計時部 106 、基地局第 2 通信装置 31 に対応する基地局第 2 通信部 108 等を有する。

基地局 20 は、さらに、各種プログラムを格納する基地局第 1 記憶部 120 、各種情報を格納する基地局第 2 記憶部 150 を有する。

10

【 0041 】

図 7 に示すように、基地局 20 は、基地局第 2 記憶部 150 に、衛星軌道情報 152 を格納している。衛星軌道情報 152 は例えば、すべての GPS 衛星 12a 等の概略軌道情報であるアルマナック ( Almanac ) 及び各 GPS 衛星 12a 等の精密軌道情報であるエフェメリス ( Ephemeris ) を含む。衛星軌道情報 152 は、GPS 衛星 12a 等からの信号 S1 等に基づく測位を行うために使用される。

基地局制御部 100 は、定期的に基地局 GPS 部 102 によって GPS 衛星 12a 等からの信号 S1 等を受信し、信号 S1 等からアルマナック及びエフェメリスを抽出するようになっている。アルマナックは例えば 7 日ごとに、エフェメリスは例えば 4 時間ごとに更新されており、常に有効な状態に維持されている。

20

【 0042 】

図 7 に示すように、基地局 20 は、基地局第 1 記憶部 120 に、基地局位置情報生成プログラム 122 を格納している。基地局位置情報生成プログラム 122 は、基地局制御部 100 が基地局 GPS 部 102 によって受信した信号 S1 等に基づいて、基地局 20 の位置を示す基地局位置情報 154 を生成するためのプログラムである。

具体的には、基地局制御部 100 は、基地局 GPS 部 102 によって、4 個以上の GPS 衛星 12a 等から信号 S1 等を受信する。そして、基地局制御部 100 は、各信号 S1 等が発信された時刻と、各信号 S1 等を受信した時刻との差分を算出し、信号 S1 等の伝搬速度が光速であることに基づいて、各 GPS 衛星 12a 等と基地局 20 との距離 ( 以後、擬似距離と呼ぶ ) を求める。続いて、基地局制御部 100 は、衛星軌道情報 152 に含まれるエフェメリスによって、現在時刻における各 GPS 衛星 12a 等の衛星軌道上の位置を算出する。そして、基地局制御部 100 は、各 GPS 衛星 12a 等の擬似距離と衛星軌道上の位置に基づいて、基地局 20 の位置を例えば、緯度、経度及び高度によって示す基地局位置情報 154 を生成する。

30

基地局制御部 100 は、生成した基地局位置情報 154 を基地局第 2 記憶部 150 に格納する。

【 0043 】

図 7 に示すように、基地局 20 は、基地局第 1 記憶部 120 に、送信フレーム生成プログラム 124 を格納している。送信フレーム生成プログラム 124 は、基地局制御部 100 が、通信信号 CS1 に送信時刻情報 156 を乗せるためのプログラムである。

40

【 0044 】

図 8 は、基地局通信部 104 が送信する送信フレーム FR 等を示す概略図である。

図 8 に示すように、送信フレーム FR は例えば、サブフレーム SF1 乃至 SF7 から構成されており、各サブフレーム SF1 等には、各サブフレーム SF1 等の送信時刻 t1 乃至 t7 を示す情報がそれぞれ含まれている。送信時刻 t1 等は、基地局計時部 106 によって計測される。

基地局 20 は、基地局通信部 104 によって、通信信号 CS1 等とともに、基地局タイミング信号 TS1 を継続的に送信している。基地局タイミング信号 TS1 は、基地局タイミング信号 n 一例である。基地局タイミング信号 TS1 は、例えば、1 秒間隔のパルス信号である。送信時刻 t1 等と基地局タイミング信号 TS1 はともに基地局計時部 106 か

50

ら出力される情報であるから、送信時刻  $t_1$  等の GPS 時刻とのずれは、基地局タイミング信号 TS 1 の送信タイミングのずれに等しい。ここで基地局タイミング信号 TS 1 の送信タイミングのずれとは、基地局タイミング信号 TS 1 が 1 秒間隔のパルス信号であるとすると、実際の基地局タイミング信号 TS 1 のパルス間隔と、GPS 時刻で計測した 1 秒間隔との時間差分である。なお、本明細書では、基地局タイミング信号 TS 1 の送信タイミングのずれも遅延として扱う。

#### 【0045】

図 8 に示すように、基地局 20 は、基地局第 1 記憶部 120 に、基礎情報要求プログラム 126 を格納している。基礎情報要求プログラム 126 は、基地局制御部 100 が、端末 40 に対して、後述の基礎情報 262 (図 9 参照) を要求するためのプログラムである。

10

基地局 20 は、端末 20 から受信した基礎情報 262 を、基地局側基礎情報 158 の一部として基地局第 2 記憶部 150 に格納する。基地局側基礎情報 158 は、端末 20 から受信した基礎情報 262 に含まれる情報のほかに、基地局位置情報 154 を含む。

#### 【0046】

図 7 に示すように、基地局 20 は、基地局第 1 記憶部 120 に、基礎情報送信プログラム 128 を格納している。基礎情報送信プログラム 128 は、基地局制御部 100 が、サーバ 60 に対して、基地局側基礎情報 158 を送信するためのプログラムである。

#### 【0047】

図 7 に示すように、基地局 20 は、基地局第 1 記憶部 120 に、装置固有遅延情報要求プログラム 130 を格納している。装置固有遅延情報要求プログラム 130 は、基地局制御部 100 が、サーバ 60 に対して、例えば、基地局 20 についての装置固有遅延情報 372 (図 10 参照) を要求するためのプログラムである。装置固有遅延情報 372 の詳細については後述する。なお、基地局 20A は、基地局 20A についての装置固有遅延情報 372 を要求し、基地局 20B は、基地局 20B についての装置固有遅延情報 372 を要求し、基地局 20C は、基地局 20C についての装置固有遅延情報 372 を要求するというように、各基地局 20A 等はその各基地局 20A 等自身の装置固有遅延情報 372 を要求するようになっている。

20

基地局制御部 100 は、サーバ 60 から受信した装置固有遅延情報 372 を、基地局側装置固有遅延情報提供プログラム 130 として基地局第 2 記憶部 250 に格納する。

30

#### 【0048】

図 7 に示すように、基地局 20 は、基地局第 1 記憶部 120 に、基地局側装置固有遅延情報提供プログラム 132 を格納している。基地局側装置固有遅延情報提供プログラム 132 は、基地局制御部 100 が、測位端末 80 に対して、基地局側装置固有遅延情報 166 を送信するためのプログラムである。

#### 【0049】

基地局制御部 100 は、上述の基礎情報要求プログラム 126、基礎情報送信プログラム 128、装置固有遅延情報要求プログラム 130 及び基地局側装置固有遅延情報提供プログラム 132 による情報の送受信を、基地局第 2 通信部 108 によって行う。

40

このように、基地局 20 は、上述の基礎情報要求プログラム 126 等による情報の送受信を、基地局第 2 通信部 108 によって行うから、一般的な通信基地局の大幅なシステム変更を必要としない。

#### 【0050】

(端末 40 の主なソフトウェア構成について)

図 9 は、端末 40 の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

図 9 に示すように、端末 40 は、各部を制御する端末制御部 200、図 4 の端末 GPS 装置 46 に対応する端末 GPS 部 202、端末通信装置 47 に対応する端末通信部 204、端末時計 49 に対応する端末計時部 206 等を有する。

端末 40 は、さらに、各種プログラムを格納する端末第 1 記憶部 210、各種情報を格納する端末第 2 記憶部 250 を有する。

50

## 【0051】

図9に示すように、端末40は、端末第2記憶部250に、端末側衛星軌道情報252を格納している。端末側衛星軌道情報252は、アルマナック及びエフェメリスを含み、有効な状態に維持されている。

## 【0052】

図9に示すように、端末40は、端末第1記憶部210に、現在位置情報生成プログラム212を格納している。現在位置情報生成プログラム212は、端末制御部200が、端末GPS部202によって受信したGPS衛星12aからの信号S1等に基づいて、現在位置を示す現在位置情報254を生成するためのプログラムである。この現在位置情報254は、現在位置情報の一例である。そして、現在位置情報生成プログラム212と端末制御部200は、現在位置情報生成手段の一例である。10

現在位置情報254は、例えば、端末40の現在位置を、緯度、経度及び高度で示す情報である。

## 【0053】

図9に示すように、端末40は、端末第1記憶部210に、GPS時刻情報生成プログラム214を格納している。GPS時刻情報生成プログラム214は、端末制御部200が、GPS衛星12a等からの信号S1等に基づいて、GPS時刻を示すGPS時刻情報256を生成するためのプログラムである。このGPS時刻は衛星時刻の一例であり、GPS時刻情報256は衛星時刻情報の一例である。そして、GPS時刻情報生成プログラム214と端末制御部200は、衛星時刻情報生成手段の一例である。20

端末制御部200は、現在位置情報生成プログラム212に基づいて行う測位演算によって、例えば、緯度、経度及び高度を算出するが、このとき端末計時部206の時刻誤差も算出する。そして、端末制御部200は、端末計時部206によって計測した時刻と、測位によって取得して時刻誤差に基づいて、信号S1等の受信時のGPS時刻を算出するのである。

端末制御部200は、生成したGPS時刻情報256を端末第2記憶部250に格納する。

## 【0054】

ここで、端末GPS装置46(図4参照)は、アンテナ、ケーブル、増幅器、フィルタ等の部品で構成されており、信号S1をアンテナによって受信した後、端末40の内部において遅延が発生する。このため、GPS時刻情報256に示されるGPS時刻は、信号CS1を受信した時の真のGPS時刻とは差(以後、GPS時刻差分と呼ぶ)がある。30

端末40A, 40B及び40Cは、信号S1等の受信に関して同じ構成である。このため、端末40A, 40B及び40CのGPS時刻差分は同一範囲内の値である。

## 【0055】

図9に示すように、端末40は、端末第1記憶部210に、受信状態情報生成プログラム216を格納している。受信状態情報生成プログラム216は、端末制御部200が、現在位置情報254の生成のために使用した信号S1等の受信状態を示す受信状態情報258を生成するためのプログラムである。この受信状態情報258は、受信状態情報の一例である。40

受信状態情報258は、例えば、P D O P (Position Dilution of Precision:位置精度劣化率)、信号S1等の信号強度、受信したGPS衛星の数等の全部又は一部を示す情報である。

端末制御部200は、生成した受信状態情報258を、端末第2記憶部250に格納する。

## 【0056】

図9に示すように、端末40は、端末第1記憶部210に、基準タイミング信号補正プログラム218を格納している。基準タイミング信号補正プログラム218は、端末制御部200が、例えば、GPS時刻情報256に示されるGPS時刻による1秒(s)間隔に基づいて、端末計時部206において生成される基準タイミング信号T S 2(図8(b))

50

) 参照) を補正して、GPS 時刻の 1 秒 (s) 間隔のパルス信号に維持するためのプログラムである。端末計時部 206 において生成される基準タイミング信号 TS2 は、基準タイミング信号の一例である。

【0057】

図 9 に示すように、端末 40 は、端末第 1 記憶部 210 に、基地局タイミング信号受信プログラム 220 を格納している。基地局タイミング信号受信プログラム 220 は、端末制御部 200 が端末通信部 204 によって、基地局 20 から基地局タイミング信号 TS1 を受信するためのプログラムである。すなわち、基地局タイミング信号受信プログラム 220 と端末制御部 200 は、基地局タイミング信号受信手段である。

【0058】

図 9 に示すように、端末 40 は、端末第 1 記憶部 210 に、総遅延情報生成プログラム 222 を格納している。総遅延情報生成プログラム 222 は、端末制御部 200 が、基地局タイミング信号 TS1 と基準タイミング信号 TS2t のタイミング差分である総遅延 dt を示す総遅延情報 260 を生成するためのプログラムである。総遅延情報 260 は、総遅延情報の一例である。

具体的には、端末制御部 200 は、図 8 (b) に示すように、例えば、基準タイミング信号 TS2 の立ち上がり時と、基地局タイミング信号 TS1 の立ち上がり時との差分を基地局計時部 106 によって計測し、総遅延 dt を算出する。この総遅延 dt は、基地局通信装置 28 (図 3 参照) におけるドリフトによる遅延 dt1、基地局 20、端末 40 それぞれのケーブル遅延とデバイス遅延 dt2 及び、基地局 20 から端末 40 へ基地局タイミング信号 TS1 が伝搬するための伝搬遅延 dt3 を含む。ここで、ドリフトによる遅延 dt1、ケーブル遅延とデバイス遅延等の基地局 20 及び端末 40 内部の遅延 dt2 を合計した遅延を装置固有遅延 dmt と呼ぶ。装置固有遅延 dmt は、総遅延 dt から伝搬遅延 dt3 を引いたものである。装置固有遅延 dmt は、端末 40A, 40B 及び 40C が、例えば、同じ基地局 20A から基地局タイミング信号 TS1 を受信する場合には、共通である。

ただし、端末 20 が算出するのは総遅延 dt だけである。

端末制御部 200 は、生成した総遅延情報 260 を端末第 2 記憶部 250 に格納する。

そして、端末制御部 200 は、上述の現在位置情報 254、受信状態情報 258 及び総遅延情報 260 を基礎情報 262 の構成要素として端末第 2 記憶部 250 に格納する。

【0059】

図 9 に示すように、端末 40 は、端末第 1 記憶部 210 に、基礎情報送信プログラム 224 を格納している。基礎情報送信プログラム 224 は、端末制御部 200 が、基地局 20 に対して、基礎情報 262 を送信するためのプログラムである。

端末 40 から基礎情報 262 を受信した基地局 20 は、上述のように、その基礎情報 262 を基地局側基礎情報 158 の一部とする。そして、基地局 20 は、サーバ 60 に対して、基地局側基礎情報 158 を送信することができる。すなわち、端末 40 は、基地局 20 を介してサーバ 60 に対して、基礎情報 262 を送信しているということができる。すなわち、この基礎情報送信プログラム 224 と端末制御部 200 は、基礎情報送信手段の一例である。

【0060】

(管理サーバ 60 の主なソフトウェア構成について)

図 10 は、サーバ 60 の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

図 10 に示すように、サーバ 60 は、各部を制御するサーバ制御部 300、図 5 のサーバ通信装置 67 に対応するサーバ通信部 302 等を有する。

サーバ 60 は、さらに、各種プログラムを格納するサーバ第 1 記憶部 310、各種情報を格納するサーバ第 2 記憶部 350 を有する。

【0061】

サーバ 60 は、サーバ通信部 302 によって、基地局 20 から基地局側基礎情報 158 (図 7 参照) を受信する。そして、基地局側基礎情報 158 を、サーバ側基礎情報 354

10

20

30

40

50

として、サーバ第2記憶部350の基礎情報データベース352に格納する。図7の基地局位置情報154は図10のサーバ側基地局位置情報356に、端末現在位置情報160はサーバ側端末現在位置情報358に、受信状態情報162はサーバ側受信状態情報360に、そして、総遅延情報164はサーバ側総遅延情報362に対応している。

上述の基礎情報データベース352は、基地局位置情報格納手段の一例である。

また、上述のように、基地局20は、端末40から受信した基礎情報262を基地局側基礎情報158の構成要素として保持しているから、サーバ通信部302は、通信基地局20を介して、端末40から基礎情報262を受信していると言える。すなわち、サーバ通信部302は、基礎情報受信手段の一例である。

#### 【0062】

サーバ制御部300は、予め規定した例えば、1分間の時間間隔において、基地局20から基地局側基礎情報158を受信するようになっている。この1分間の時間間隔は、予め規定した規定時間間隔の一例である。

具体的には、サーバ制御部300は、1分間の時間間隔において、基地局20に対して基地局側基礎情報158を要求する。サーバ60からの要求を受けた基地局20は、端末40に対して最新の基礎情報262(図9参照)を要求し、その基礎情報262を受信し、新たな基地局側基礎情報158(図7参照)とする。そして、基地局40は、その新たな基地局側基礎情報158をサーバ60に送信する。

このようにして、サーバ60は、1分間の時間間隔において更新された基地局側基礎情報158を受信することができる。

#### 【0063】

図10に示すように、サーバ60は、サーバ第1記憶部310に、通信中基地局特定プログラム312を格納している。通信中基地局特定プログラム312は、サーバ制御部300が、端末40が通信中の例えば、基地局20Aを特定するためのプログラムである。

例えば、サーバ制御部300は、基地局20Aからの通信信号CS1aに乗せられている基地局20Aを識別するための情報に基づいて、端末40が通信中の基地局20Aを特定する。基地局20Aを識別するための情報は、例えば、基地局20Aの識別番号である。

#### 【0064】

図10に示すように、サーバ60は、サーバ第1記憶部310に、基礎情報選択プログラム314を格納している。基礎情報選択プログラム314は、サーバ制御部300が、サーバ側受信状態情報360に基づいて、複数の端末40A等についてのサーバ側現在位置情報358及びサーバ側総遅延情報362の中から、後述の距離情報364、伝搬遅延情報366及び装置固有遅延情報372の生成に使用するサーバ側現在位置情報358及びサーバ側総遅延情報362を選択するためのプログラムである。すなわち、基礎情報選択プログラム314とサーバ制御部300は、基礎情報選択手段の一例である。

サーバ60は、基礎情報データベース352に例えば、端末20A, 20B及び20Cについての各サーバ側受信状態情報360a, 360b及び360cを格納している。また、サーバ60は、基礎情報データベース352に、端末20A等の各サーバ側端末現在位置情報358a, 358b及び358c、各総遅延情報362a, 362b及び362cを格納している。

サーバ側状態情報360がP D O Pを示すものとすれば、サーバ制御部300は、例えば、サーバ側受信状態情報360aが一番小さいP D O Pを示す場合には、端末20Aのサーバ側現在位置情報358a及び総遅延情報362cを選択する。

#### 【0065】

図10に示すように、サーバ60は、サーバ第1記憶部310に、距離情報生成プログラム316を格納している。距離情報生成プログラム316は、サーバ制御部300が、例えば、サーバ側端末現在位置情報358aとサーバ側基地局情報356に基づいて、端末40Aの現在位置と基地局20との位置との間の距離Lを示す距離情報364を生成するためのプログラムである。距離情報364は、距離情報の一例である。そして、距離情

10

20

30

40

50

報生成プログラム316とサーバ制御部300は、距離情報生成手段の一例である。

具体的には、サーバ制御部300は、サーバ側基地局位置情報356に示される基地局20の座標と、サーバ側端末現在位置情報358aに示される端末40Aの座標との距離Lを算出することによって、距離情報364を生成する。

サーバ制御部300は、生成した距離情報364をサーバ第2記憶部350に格納する。

サーバ制御部300は、上述の基礎情報選択プログラム314によって、例えば、サーバ側受信状態情報360aが一番小さいP D O Pを示す場合には、端末20Aのサーバ側現在位置情報358aを選択する。このため、サーバ側現在位置情報358aに示される端末20Aの測位誤差は、端末20B及び20Cの測位誤差よりも小さい。

このため、サーバ制御部300は、誤差が最も小さい距離情報364を生成することができる。

#### 【0066】

図10に示すように、サーバ60は、サーバ第1記憶部310に、伝搬遅延情報生成プログラム318を格納している。伝搬遅延情報生成プログラム318は、サーバ制御部300が、距離情報364に示される距離Lを、通信信号CS1が伝搬するために必要な伝搬遅延時間dt3を示す伝搬遅延情報366を生成するためのプログラムである。すなわち、伝搬遅延情報生成プログラム318とサーバ制御部300は、伝搬遅延情報生成手段の一例である。

具体的には、通信信号CS1が伝搬する速度は光速であるから、サーバ制御部300は、距離Lを光速で除することによって、伝搬遅延時間dt3を算出する。

サーバ制御部300は、生成した伝搬遅延情報366を、サーバ第2記憶部350に格納する。

上述のように、サーバ制御部300は、誤差が最も小さい距離情報364を生成することができるから、伝搬遅延情報366の誤差も最も小さい。

#### 【0067】

図10に示すように、サーバ60は、サーバ第1記憶部310に、装置固有遅延情報生成プログラム320を格納している。装置固有遅延情報生成プログラム320は、サーバ制御部300が、サーバ側総遅延情報362と伝搬遅延情報366に基づいて、伝搬遅延時間dt3以外の遅延を示す装置固有遅延情報372を生成するためのプログラムである。この装置固有遅延情報372は、装置固有遅延情報の一例である。そして、装置固有遅延情報生成プログラム320とサーバ制御部300は、装置固有遅延情報生成手段の一例である。

具体的には、サーバ制御部300は、総遅延dt(図8(b)参照)から伝搬遅延時間dt3を減じることによって、装置固有遅延dm tを算出する。

サーバ制御部300は、生成した装置固有遅延情報372をサーバ第2記憶部350の装置固有遅延情報データベース370に格納する。

サーバ制御部300は、基地局20A, 20B及び20Cについて、それぞれ装置固有遅延情報372a, 372b及び372cを生成する。基地局20A, 20B及び20Cの内部における基地局タイミング信号TS1の送信に関する構成は同一であるとは限らないから、基地局20A, 20B及び20Cの内部における基地局タイミング信号TS1の遅延時間は等しいとは限らない。したがって、各基地局20A, 20B及び20Cについての装置固有遅延情報372a, 372b及び372cに示される装置固有遅延dm t a, dm t b及びdm t cは等しいとは限らない。

これに対して、例えば、端末40A, 40B及び40Cにおいては、基地局タイミング信号TS1の受信に関する構成は同一であるから、端末40A, 40B及び40Cの内部における基地局タイミング信号TS1の遅延時間は等しい。そして、端末40A, 40B及び40Cにおいて異なるのは、伝搬遅延時間dt3(図8(b)参照)だけである。このため、基地局20が共通で、例えば、基地局20Aであれば、総遅延dtから伝搬遅延時間dt3を減じて算出する装置固有遅延dm tは、端末40A, 40B及び40Cにつ

10

20

30

40

50

いて等しい。

【0068】

上述のように、基地局20は、サーバ60から、上述の装置固有遅延情報372を受信し、基地局側装置固有遅延情報166(図7参照)として基地局第2記憶部150に格納することができる。

そして、測位端末80は、基地局20から基地局側装置固有遅延情報166を受信して、複数の基地局20A等からの通信信号CS1a等に基づく測位(以後、基地局測位と呼ぶ)を行うことができる。測位端末80は、例えば、基地局20Bとの通信が、基地局20Aとの通信に切り替わったと判断した場合(ハンドオーバーが発生したと判断した場合)又は起動するための電源が入れられた場合に、基地局20Aから基地局側装置固有遅延情報166(図7参照)を取得するようになっている。

【0069】

図11は、基地局測位方法の一例の説明図である。

図11(a)は、各基地局20A等の位置を示す図である。基地局20A等の位置は、既知である。

図11(b)は、各基地局20A等からの通信信号CS1a等の伝搬時間tb01等を示す図である。伝搬時間tb01等は、未知数である。

図11(c)は、各通信信号CS1a等の送信時刻t1等を示す図である。送信時刻t1等は、既知である。ここで、t1、t2及びt3は、同時刻とは限らない。

図11(d)は、基地局20A等内部の遅延及び端末内部の遅延を合計した装置固有遅延dmta等を示す図である。装置固有遅延dmta等は、既知である。

図11(e)は通信信号CS1a等の伝搬速度を示す図である。通信信号CS1a等は電波に乗せられているから、その伝搬速度は光速Cである。

図11(f)は、通信信号CS1a等の送信時刻t1等と、測位端末80が通信信号CS1a等を受信した時刻との時間差td01等を示す図である。図11(g)に示すように、測位端末80が通信信号CS1a等を受信した時刻をt0とする。

図11(h)に示す測位端末80の位置(X, Y, Z)は、未知数である。

【0070】

以上を前提に、図11(i)乃至図11(k)に示す式(1)乃至(9)について説明する。

まず、各基地局20A等と測位端末80との距離は、通信信号CS1a等の伝搬時間と電波の速度(光速C)を乗算したものに等しいから、図11(i)の式(1)乃至式(3)が成り立つ。

次に、通信信号CS1a等の受信時刻は、送信時刻t1等から伝搬時間tb01等及び装置固有遅延dmta等が経過した時間であるから、図11(j)の式(4)乃至(6)が成り立つ。

さらに、図11(f)の時間差td01等については、図11(c)の送信時刻t1等、図11(b)の伝搬時間tb01及び図11(g)の時刻t0に基づいて、図11(k)の式(7)乃至式(9)が成り立つ。

ここで、未知数が測位端末80の位置を示す、X、Y、Z、伝搬時間tb01、tb02及びtb03の6個であるから、式(1)、(2)、(3)、(7)、(8)及び(9)を連立させて計算することによって、未知数をすべて算出することができる。

なお、上述の基地局測位は、測位端末80が基地局20A等と通信可能であることを前提とするから、基地局20A等の通信圏内に位置する。このため測位端末80の位置する領域の起伏が少なく、基地局20A等の位置の高度成分Z1等(図11(a)参照)がほぼ等しい場合には、例えば、高度成分Z1, Z2及びZ3の平均値を測位端末80の位置の高度成分Zとして、上述の基地局測位を行うことも可能である。

【0071】

また、測位端末80は、通信信号CS1a等と、GPS衛星12a等からの信号S1等の双方に基づく測位(ハイブリッド測位と呼ぶ)を行うことができる。

10

20

30

40

50

測位端末 80 は、図 11 を使用して説明した上述の基地局測位の計算方法において、1 個又は 2 個の基地局 20 を GPS 衛星 12a 等に代替してハイブリッド行う。

なお、一般的には、人工衛星による測位、移動体通信情報による測位、ジャイロなどによる加速度センサ、車速パルスなどのセンサ類を 2 つ以上組み合わせた測位方法をハイブリッド測位と呼ぶが、本実施の形態においては基地局 20A 等の情報と GPS 衛星 12a 等の情報を組み合わせて行う測位をハイブリッド測位と呼ぶ。

#### 【0072】

また、測位端末 80 は、3 個以上の GPS 衛星 12a 等から信号 S1 等を受信することができる場合には、信号 S1 等のみに基づく測位（以後、衛星測位と呼ぶ）を行う。

#### 【0073】

一般に、GPS 衛星 12a 等からの信号 S1 等に基づく測位の測位精度は、通信信号 CS1 に基づく測位の測位精度よりも高い。例えば、衛星測位による場合には、測位誤差は 0 メートル (m) 乃至 20 メートル (m) であるのに対し、基地局測位による場合には、測位誤差が 5 メートル (m) 乃至 400 メートル (m) である。

この点、測位端末 80 は、GPS 衛星 12a 等から信号 S1 等を受信することができるかぎり、信号 S1 等のみ、又は、信号 S1 等と通信信号 CS1 を使用して測位を行うことができる。

このため、測位端末 80 は、上空に位置し、観測可能な GPS 衛星 12a 等の数に応じて、最も高い測位精度において測位をすることができる。

これに対し、例えば、屋内など GPS 衛星 12a 等が 3 個以上観測できない環境においては、屋内でも受信可能な通信信号 CS1 を使用して、ハイブリッド測位又は基地局測位を行うことができる。

#### 【0074】

測位システム 10 は、以上のように構成されている。

上述のように、基地局 20 は、基地局 20 が生成する基地局タイミング信号 TS1 及び通信信号 CS1 を送信することができる。

通信基地局がタイミング信号を含む通信信号を送信することは一般的であるから、通信基地局は、一般的の通信基地局の大幅なシステム変更を必要としない。

#### 【0075】

そして、端末 40 は、総遅延情報 260 を生成することができる。総遅延 dt は、基地局タイミング信号 TS1 と、GPS 時刻に基づいて補正された基準タイミング信号 TS2 とのタイミング差分である。この総遅延 dt は、基地局 20 において基地局タイミング信号 TS1 が生成されるときのドリフトによる遅延、基地局 20 において基地局タイミング信号 TS1 が生成されてから送信されるまでの基地局 20 内における遅延を含む。

また、総遅延 dt は、基地局タイミング信号 TS1 が、基地局 20 から端末 40 に到達するために必要な伝搬遅延時間 dt3 を含む。

さらに、総遅延 dt は、基地局タイミング信号 TS1 が端末 20 のアンテナに到達してから、ケーブル、フィルタ等を通過することによる端末 20 内部の遅延を含む。

さらに、総遅延 dt は、基準タイミング信号 TS2 自体の遅延も含む。基準タイミング信号 TS2 は、GPS 時刻によって補正されているのであるが、GPS 衛星 12a 等からの信号 S1 等自体、端末 20 の内部において遅延する。この結果、基準タイミング信号 TS2 もまた、真の GPS 時刻によるタイミングと比べると、遅延を生じている。

#### 【0076】

上述のように、総遅延 dt は、基地局 20 内部における遅延、基地局 20 と端末 40 間の伝搬遅延 dt3、端末 40 内部における遅延をすべて含む。総遅延 dt の算出に際して、端末 40 は、例えば、基地局 20 内部におけるドリフトやケーブルによる遅延等の個々の遅延を計算する必要はないし、端末 40 内部における個々の遅延を計算する必要もない。これは、基地局 20 内部及び端末 40 内部における個々の遅延計算の誤差の影響及び伝搬遅延計算の誤差の影響を排除することができるこを意味する。すなわち、総遅延 dt は、基地局 20 内部、端末 40 内部、基地局 20 と端末 40 の間ににおけるすべての遅延を

10

20

40

50

含みつつ、上述の個別の原因による遅延計算の誤差の影響を排除しているのである。

【0077】

一方、サーバ60は、基地局20から基地局側基礎情報158(図7参照)を受信することができる。

そして、サーバ60は、距離情報364(図10参照)を生成することができる。

また、サーバ60は、伝搬遅延情報366を生成することができる。

さらに、サーバ60は装置固有遅延情報372を生成することができる。

上述の、装置固有遅延情報372は、伝搬遅延 $d_t3$ 以外の遅延であるから、基地局20及び端末40内部における遅延を示す情報である。上述のように、総遅延 $d_t$ は、基地局20及び端末40の内部の個々の遅延計算誤差を排除して算出されている。そして、通信信号CS1は光速で伝搬するから、サーバ60は、伝搬遅延時間 $d_t3$ を正確に算出することができる。

【0078】

上述のように、総遅延 $d_t$ は、基地局20内部、端末40内部、基地局20と端末40の間ににおけるすべての遅延を含みつつ、上述の個別の原因による遅延の計算誤差の影響を、排除しているのである。

そして、サーバ60は、伝搬遅延時間 $d_t3$ を正確に算出することができるのであるから、総遅延 $d_t$ から伝搬遅延時間 $d_t3$ を減じることによって、基地局20内部及び端末40内部における個別の原因による遅延計算の誤差の影響を排除して、装置固有遅延情報372を生成することができる。

【0079】

さらに、サーバ60は、基地局20からの通信信号CS1に基づく測位を行う測位端末80に対して、基地局20を介して装置固有遅延情報372を送信することができる。

ここで、測位端末80は、通信信号CS1の受信に関して、端末20と同じ構成を有するから、測位端末80の内部における基地局タイミング信号TS1の遅延は、端末20と同一範囲である。一方、基地局20内部における基地局タイミング信号TS1の遅延は、測位端末80と端末20とで共通である。すなわち、装置固有遅延情報372は、基地局20の内部及び測位端末80の内部における遅延を示す情報である。

このため、測位端末80は、装置固有遅延情報372を使用して、複数の基地局20A等からの通信信号CS1a等に基づく測位を行う場合に、測位計算の誤差を低減することができる。

上述のように、測位システム10によれば、通信基地局の大幅なシステム変更を必要とすることなく、測位端末による測位計算の誤差を低減することができる通信基地局からの信号の送信タイミングの補正值を提供することができる。

【0080】

また、端末40が、現在位置情報254(図9参照)を生成するときのGPS信号S1等の受信状態は、様々である。例えば、捕捉することができるGPS衛星12a等が少ない場合や、屋内等においてGPS信号S1等の信号強度が弱く受信状態が不良である場合は、現在位置情報254の誤差が大きい。現在位置情報254の誤差は、サーバ60が生成する距離情報364(図10参照)の誤差に反映し、さらに、伝搬遅延情報366、装置固有遅延情報372にも反映する。すなわち、受信状態が不良であり、現在位置情報254の誤差が大きいと、装置固有遅延情報370の精度も劣化する。

この点、サーバ60は、サーバ側受信状態情報360(図10参照)に基づいて、複数の端末40についてのサーバ側端末現在位置情報358、サーバ側総遅延情報362の中から、距離情報364、伝搬遅延情報366及び装置固有遅延情報372の生成に使用する情報を選択することができる。このため、サーバ60は、良好な受信状態において生成されたサーバ側端末現在位置情報358及びサーバ側総遅延情報362を選択することができる。

これにより、サーバ60は、精度が高い装置固有遅延情報372を生成することができる。この結果、測位端末80が、基地局側装置固有遅延情報166(図7参照)を使用し

10

20

30

40

50

て行う基地局測位及びハイブリッド測位の測位精度を高くすることができる。

【0081】

上述のように、装置固有遅延情報372は、サーバ60及び端末40内部における基地局タイミング信号TS1の遅延を示している。

ここで、例えば、サーバ60のドリフトは温度によって変化し、気象状況や1日における気温の変化の影響も受ける。さらに、サーバ60を構成するケーブルやフィルタ等の部品は経時劣化し、それらの部品による基地局タイミング信号TS1の遅延は変化する。この状況は、端末40においても同様である。

このため、装置固有遅延情報372は更新することが望ましい。

この点、サーバ60は、予め規定した時間間隔である例えは、1分間の時間間隔において、基地局20から更新された基地局側基礎情報158を受信する構成となっているから、予め規定した時間間隔において装置固有遅延情報372を更新することができる。

【0082】

以上が本実施の形態に係る測位システム10の構成であるが、以下、その動作例を主に図12及び図13を使用して説明する。

図12及び図13は本実施の形態に係る測位システム10の動作例を示す概略フローチャートである。

【0083】

まず、端末40が、基地局20から基礎情報262(図9参照)の要求を受信する(図12のステップST1)。

続いて、端末40が、GPS衛星12a等から信号S1等を受信し、現在位置情報254、GPS時刻情報256及び受信状態情報256を生成する(ステップST2)。

【0084】

続いて、端末40が、GPS時刻情報256に基づいて、基準タイミング信号TS2(図8(b)参照)を補正する(ステップST3)。

【0085】

続いて、端末40が、基地局タイミング信号TS1を受信する(ステップST4)。

続いて、端末40が、基地局タイミング信号TS1と基準タイミング信号TS2のタイミング差分を示す総遅延情報260(図9参照)を生成する(ステップST5)。

【0086】

続いて、端末40が、基地局20に対して、現在位置情報254、受信状態情報260及び総遅延情報260を含む基礎情報262を送信する(ステップST6)。

【0087】

続いて、基地局20が、端末40から基礎情報262を受信する(図13のステップST7)。

続いて、基地局20が、サーバ60に対して、基地局側基礎情報158(図7参照)を送信する(ステップST8)。

【0088】

続いて、サーバ60が、基地局20から、基地局側基礎情報158を受信する(ステップST9)。このステップST9は、現在位置情報受信ステップの一例であり、総遅延情報受信ステップの一例でもある。

【0089】

続いて、サーバ60が、サーバ側受信状態情報360(図10参照)に示される受信状態が最も良好な端末40に対応するサーバ側端末現在位置情報358及びサーバ側総遅延情報362を選択する(ステップST10)。

【0090】

続いて、サーバ60が、サーバ側端末現在位置情報358に示される端末40の位置と、サーバ側基地局位置情報356に示される基地局20の位置との距離Lを示す距離情報364(図10参照)を生成する(ステップST11)。このステップST11は、距離情報生成ステップの一例である。

10

20

30

40

50

## 【0091】

続いて、サーバ60が、距離情報364に示される距離 $L$ を光速で除して、伝搬遅延時間 $d_t3$ を示す伝播遅延情報366を生成する(ステップST12)。このステップST12は、伝搬遅延情報生成ステップの一例である。

## 【0092】

続いて、サーバ60が、サーバ側総遅延情報362に示される総遅延 $d_t$ から、伝搬遅延時間 $d_t3$ を減算し、装置固有遅延 $d_{mt}$ (図8(b)参照)を示す装置固有遅延情報372を生成する(ステップST13)。このステップST13は、装置固有遅延情報生成ステップの一例である。

## 【0093】

サーバ60は、このようにして生成した装置固有遅延情報372を、基地局20を介して測位端末80に提供することができる。

## 【0094】

上述のように、測位システム10においては、サーバ60は、基地局20内部の遅延及び端末40内部の遅延の合計の遅延を示す装置固有遅延情報372を生成し、基地局20を介して測位端末80に提供することができる。

そして、測位端末80は、非同期通信の基地局20から送られてきた通信信号C1に基づく測位を行う。この際に、サーバ60から取得した装置固有遅延情報372を使用する。これにより、測位端末80の測位計算の精度を向上することができる。

## 【0095】

以上で説明したように、測位システム10によれば、通信基地局の大幅なシステム変更を必要とすることなく、測位端末による測位計算の誤差を低減することができる通信基地局からの信号の送信タイミングの補正值を提供することができる。

## 【0096】

(プログラム及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体等について)

コンピュータに上述の動作例の現在位置情報受信ステップと、総遅延情報受信ステップと、距離情報生成ステップと、伝搬遅延情報生成ステップと、装置固有遅延情報生成ステップ等を実行させるための情報提供装置の制御プログラムとすることができる。

また、このような情報提供装置の制御プログラム等を記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体等とすることもできる。

## 【0097】

これら情報提供装置の制御プログラム等をコンピュータにインストールし、コンピュータによって実行可能な状態とするために用いられるプログラム格納媒体は、例えばフロッピー(登録商標)のようなフレキシブルディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、CD-R(Compact Disc Recordable)、CD-RW(Compact Disc-Rewritable)、DVD(Digital Versatile Disc)などのパッケージメディアのみならず、プログラムが一時的若しくは永続的に格納される半導体メモリ、磁気ディスクあるいは光磁気ディスクなどで実現することができる。

## 【0098】

本発明は、上述の各実施の形態に限定されない。さらに、上述の各実施の形態は、相互に組み合わせて構成するようにしてもよい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0099】

【図1】本発明の実施の形態に係る測位システムを示す概略図である。

【図2】基地局の主なハードウェア構成を示す概略図である。

【図3】基地局通信装置の構成の一例を示す概略図である。

【図4】端末の主なハードウェア構成を示す概略図である。

【図5】管理サーバの主なハードウェア構成を示す概略図である。

【図6】測位端末の主なハードウェア構成を示す概略図である。

10

20

30

40

50

【図7】基地局の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

【図8】送信フレームF R等を示す概略図である。

【図9】端末の主なソフトウェア構成を示す概略図である。

【図10】管理サーバの主なソフトウェア構成を示す概略図である。

【図11】基地局測位方法の一例の説明図である。

【図12】測位システムの動作例を示す概略フローチャートである。

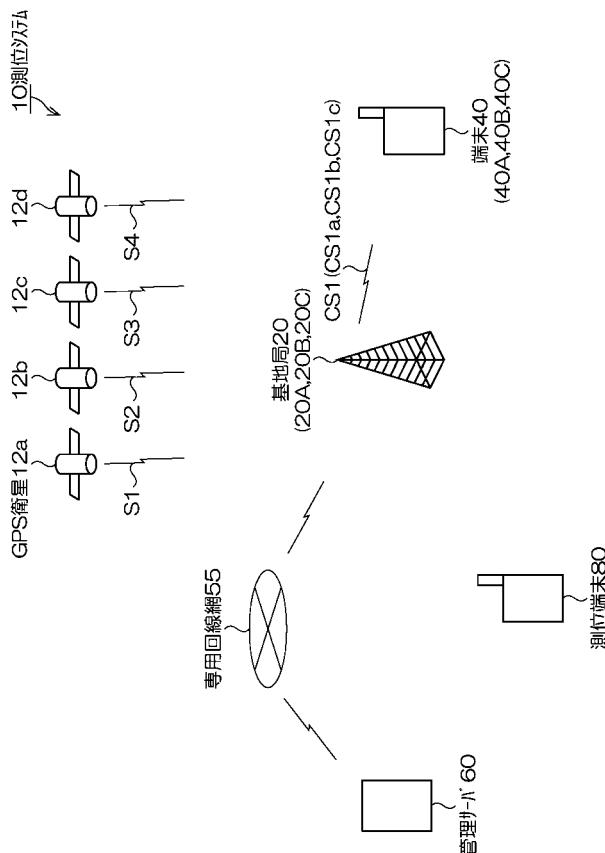
【図13】測位システムの動作例を示す概略フローチャートである。

【符号の説明】

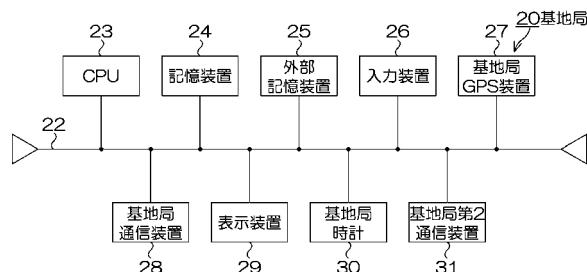
【0100】

10・・・測位システム、12a, 12b, 12c, 12d・・・GPS衛星、20, 20A, 20B, 20C・・・基地局、40, 40A, 40B, 40C...端末、60...管理サーバ、80・・・測位端末、122...基地局位置情報生成プログラム、124...送信フレーム生成プログラム、126...基礎情報要求プログラム、128...基礎情報送信プログラム、130...基地局側装置固有遅延情報要求プログラム、132...装置固有遅延情報提供プログラム、212...現在位置情報生成プログラム、214...GPS時刻情報生成プログラム、216...受信状態情報生成プログラム、218...基準タイミング信号補正プログラム、220...基地局タイミング信号受信プログラム、222...総遅延情報生成プログラム、224...基礎情報送信プログラム、312...通信中基地局特定プログラム、314...基礎情報選択プログラム、316...距離情報生成プログラム、318...伝搬遅延情報生成プログラム、320...装置固有遅延情報生成プログラム、322...サーバ側装置固有遅延情報提供プログラム

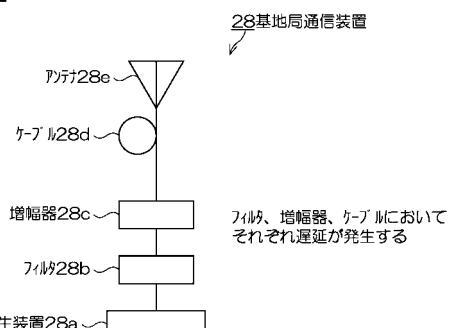
【図1】



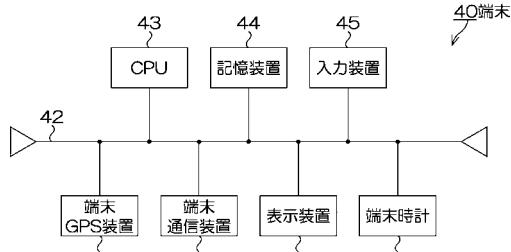
【図2】



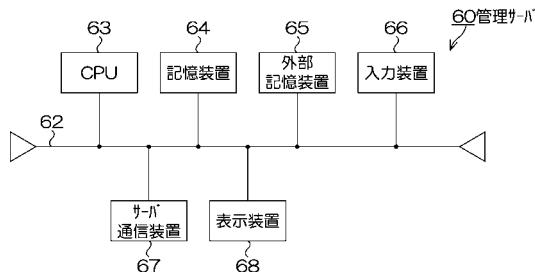
【図3】



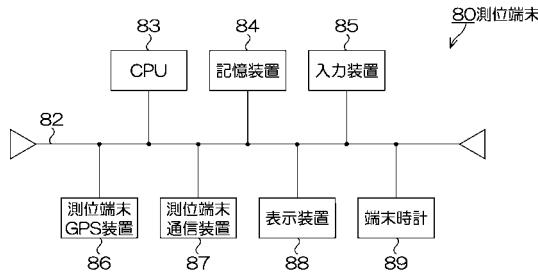
【図4】



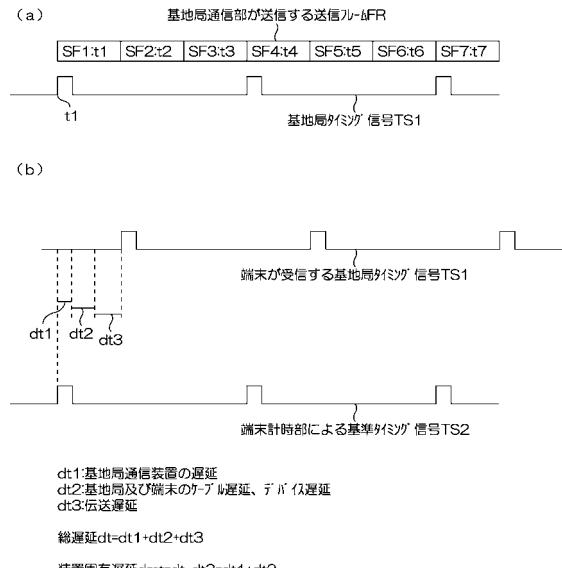
【図5】



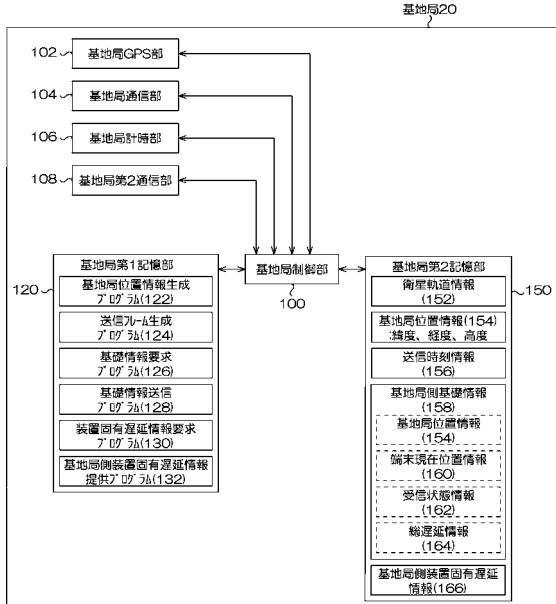
【図6】



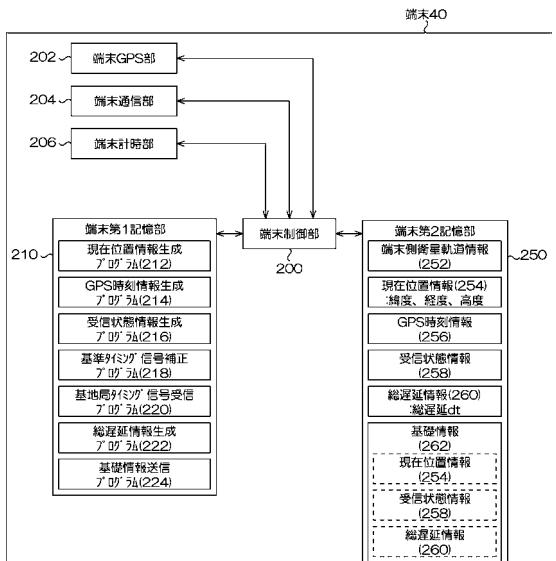
【図8】



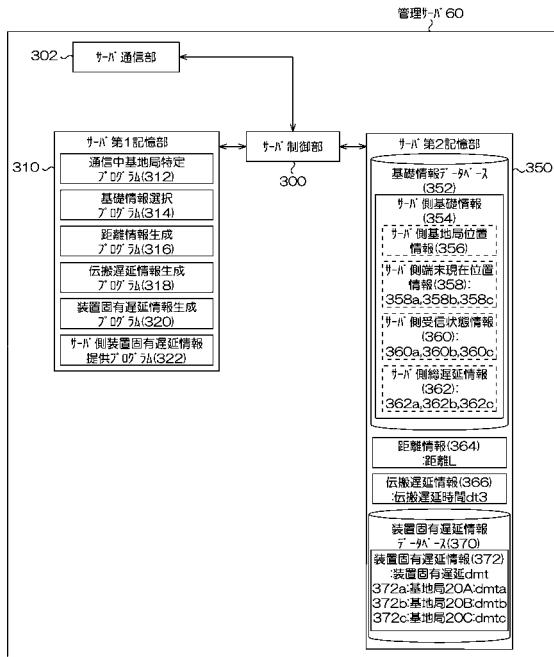
【図7】



【図9】



【図10】



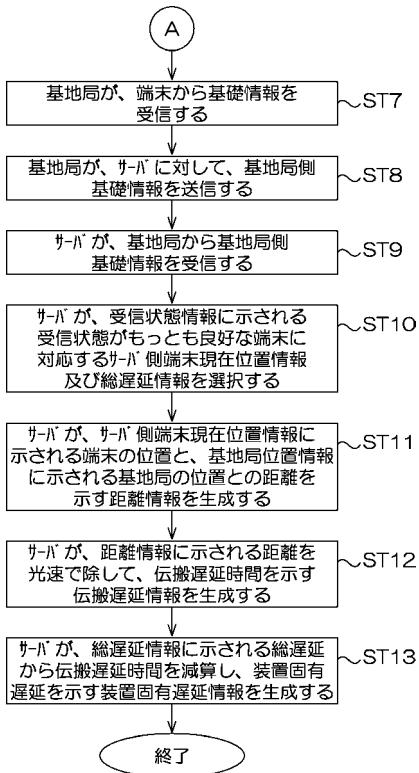
【図11】

- 【図11】 基地局測位方法
- (a) 基地局20Aの位置:  $(X_1, Y_1, Z_1)$   
 基地局20Bの位置:  $(X_2, Y_2, Z_2)$   
 基地局20Cの位置:  $(X_3, Y_3, Z_3)$
- (b) 基地局20Aから測位端末80への通信信号CS1aの伝搬時間:  $t_{\text{tb01}}$   
 基地局20Bから測位端末80への通信信号CS1bの伝搬時間:  $t_{\text{tb02}}$   
 基地局20Cから測位端末80への通信信号CS1cの伝搬時間:  $t_{\text{tb03}}$
- (c) 通信信号CS1aの送信時刻:  $t_1$   
 通信信号CS1bの送信時刻:  $t_2$   
 通信信号CS1cの送信時刻:  $t_3$
- (d) 基地局20A内部の遅延及び端末内部の遅延(装置固有遅延):  $\Delta \text{imta}$   
 基地局20B内部の遅延及び端末内部の遅延(装置固有遅延):  $\Delta \text{imtb}$   
 基地局20C内部の遅延及び端末内部の遅延(装置固有遅延):  $\Delta \text{imtc}$
- (e) 通信信号CS1a, CS1b, CS1cの伝搬速度(光速):  $C$
- (f) 通信信号CS1aの送信時刻と測位端末80が通信信号CS1aを受信した時刻との時間差:  $t_{\text{d01}}$   
 通信信号CS1bの送信時刻と測位端末80が通信信号CS1bを受信した時刻との時間差:  $t_{\text{d02}}$   
 通信信号CS1cの送信時刻と測位端末80が通信信号CS1cを受信した時刻との時間差:  $t_{\text{d03}}$
- (g) 測位端末80が通信信号CS1a, CS1b, CS1cを受信した時刻:  $t_0$
- (h) 測位端末80の位置:  $(X, Y, Z)$
- (i)  $(X-X_1)^2 + (Y-Y_1)^2 + (Z-Z_1)^2 = (t_{\text{tb01}} \times C)^2$   
 $(X-X_2)^2 + (Y-Y_2)^2 + (Z-Z_2)^2 = (t_{\text{tb02}} \times C)^2$   
 $(X-X_3)^2 + (Y-Y_3)^2 + (Z-Z_3)^2 = (t_{\text{tb03}} \times C)^2$
- (j) 式(1):  $t_1 + t_{\text{tb01}} + \Delta \text{imta} = t_0$   
 式(2):  $t_2 + t_{\text{tb02}} + \Delta \text{imtb} = t_0$   
 式(3):  $t_3 + t_{\text{tb03}} + \Delta \text{imtc} = t_0$
- (k) 式(4):  $t_1 + t_{\text{tb01}} + \Delta \text{imta} = t_1$   
 $t_1 + t_{\text{tb01}} + \Delta \text{imta} - t_1 = t_{\text{tb01}} + \Delta \text{imta}$   
 式(5):  $t_2 + t_{\text{tb02}} + \Delta \text{imtb} = t_2$   
 $t_2 + t_{\text{tb02}} + \Delta \text{imtb} - t_2 = t_{\text{tb02}} + \Delta \text{imtb}$   
 式(6):  $t_3 + t_{\text{tb03}} + \Delta \text{imtc} = t_3$   
 $t_3 + t_{\text{tb03}} + \Delta \text{imtc} - t_3 = t_{\text{tb03}} + \Delta \text{imtc}$
- 未知数:  $X, Y, Z, t_{\text{tb01}}, t_{\text{tb02}}, t_{\text{tb03}}$   
 式(1), (2), (3), (7), (8), (9)を連立させて解くことで、6つの未知数を求めることができる。

【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-020216(JP,A)  
特開2002-214320(JP,A)  
特開2004-032124(JP,A)  
特開2004-235827(JP,A)  
特開2002-031675(JP,A)  
特開2002-058058(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 B	7 / 2 4	~	7 / 2 6
H 04 Q	7 / 0 0	~	7 / 3 8
G 01 C	2 1 / 0 0		
G 01 S	5 / 1 4		