

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4401491号  
(P4401491)

(45) 発行日 平成22年1月20日(2010.1.20)

(24) 登録日 平成21年11月6日(2009.11.6)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>HO4B</b>	<b>7/195</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B 7/195
<b>HO4W</b>	<b>84/06</b>	<b>(2009.01)</b>	HO4Q 7/00 626
<b>HO4W</b>	<b>36/00</b>	<b>(2009.01)</b>	HO4Q 7/00 300

請求項の数 2 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-240611                  (22) 出願日 平成11年8月26日(1999.8.26)                  (65) 公開番号 特開2001-69058(P2001-69058A)                  (43) 公開日 平成13年3月16日(2001.3.16)                  審査請求日 平成18年2月10日(2006.2.10)</p>	<p>(73) 特許権者 000006633                  京セラ株式会社                  京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地                  (74) 代理人 100064908                  弁理士 志賀 正武                  (74) 代理人 100089037                  弁理士 渡邊 隆                  (74) 代理人 100101465                  弁理士 青山 正和                  (74) 代理人 100106493                  弁理士 松富 豊                  (74) 代理人 100108453                  弁理士 村山 靖彦</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 衛星移動通信システム、衛星移動通信システムの移動局

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムにおいて、

前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶しておき、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求め、かつ前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定し、前記両衛星の受信電波から測定したドップラー周波数と、前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求め、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波受信開始時からハンドオフする時点までに要する時間と、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出することを特徴とする衛星移動通信システム。

【請求項2】

複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの

移動局において、

前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求める伝播遅延時間演算手段と、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星からの受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第1の演算手段と、前記第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出する第3の演算手段と、を有することを特徴とする衛星移動通信システムの移動局。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、複数の同期している周回衛星を介して通信する陸上移動局（以下、単に移動局という）を有する衛星移動通信システム、衛星移動通信システムの移動局に関する。

【0002】

【従来の技術】

複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムでは、衛星間ハンドオフを行わない限り、長時間の通話は困難である。例えば、イリジュームの場合、地上約780kmを100分で周回するので、一つの衛星と通信できる時間は、せいぜい10分弱である。このためハンドオフは通話を維持するのに必須となる。ハンドオフは、同一衛星内の一のビームから他のビームへハンドオフする、ビーム間ハンドオフと、べつの衛星にハンドオフする衛星間ハンドオフがある。

30

【0003】

ビーム間ハンドオフは、同一衛星内のビーム間におけるハンドオフであり、この場合にはハンドオフしても衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数や、電波の伝播遅延時間は連続的に変化する。しかし、衛星間ハンドオフの場合にはドップラー周波数にしても、電波の伝播遅延時間にしても不連続となる。イリジューム等の衛星移動通信システムでは、複数個の低軌道周回衛星により地球上の全ての領域に対してサービスを行えるようになっている。図5に周回衛星SV1～SV7の配置状態を示す。この図は衛星移動通信システムに使用される一部の周回衛星について示したものであり、矢印は周回衛星の移動方向である。同図において、円は各周回衛星のサービスエリアを示している。図5に示すように一つの衛星で一つのセルを形成していると考えると、基本的には六角形配置で規則的に並んでいる。この場合に通話を維持するためには、移動局は周回する衛星を次々と切り換える、すなわち衛星間ハンドオフする必要がある。

40

【0004】

また衛星間ハンドオフを行う必要が有る時は、周回衛星が低仰角に位置する時であり、通信中の衛星とハンドオフ先の衛星の、両衛星とも、山や建物、木等の影響を受け、電波状態が必ずしも良くない状態にあるときである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の衛星移動通信システムにおいて、衛星間ハンドオフを行う場合において、ハンドオフするタイミングを予測するのに、周回衛星側から通知される伝播遅延時間の時

50

間変化率であるD T O A (Differential Time of Arrival) の最新のものを使用してハンドオフのタイミングを算出する方法や、カルマンフィルタやローパスフィルタなどの予測フィルタを使用して今までの傾向から伝播遅延時間を予測し、ハンドオフのタイミングを算出する方法がある。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、上述した従来技術では、予測フィルタを使用する方法では、いずれもある程度のサンプル数が必要である、という問題がある。また周回衛星側から通知されるD T O Aを使用する方法では、分解能のために精度が制限されてしまうという問題がある。例えば、D T O Aの分解能が $2 \mu\text{sec}$ であったとすると、誤差は最大 $1 \mu\text{sec}$ となり、衛星と通信が途切れている時間(トンネルの中に入っている時間や信号が弱くなっている時間)が長くなると、誤差が大きくなる。

10

【 0 0 0 7 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる衛星移動通信システム、衛星移動通信システムの移動局提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は以下の手段を採用した。

20

【 0 0 1 0 】

本発明は、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムにおいて、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶しておき、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求め、かつ前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定し、前記両衛星の受信電波から測定したドップラー周波数と、前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求め、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間と、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出することを特徴とする。

30

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムにおいて、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶しておき、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求め、かつ前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定し、前記両衛星の受信電波から測定したドップラー周波数と、前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求め、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点ま

40

50

でに要する時間と、前記第 1 の電波伝播遅延時間及び第 2 の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出するようにしたので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明は、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第 1 の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第 2 の電波伝播遅延時間を求める伝播遅延時間演算手段と、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星からの受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第 1 の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第 2 の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第 1 の演算手段と、前記第 1、第 2 の電波伝播遅延時間の時間変化率、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波受信開始時からハンドオフする時点までに要する時間、前記第 1 の電波伝播遅延時間及び第 2 の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出する第 3 の演算手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第 1 の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第 2 の電波伝播遅延時間を求める伝播遅延時間演算手段と、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星からの受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第 1 の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第 2 の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第 1 の演算手段と、前記第 1、第 2 の電波伝播遅延時間の時間変化率、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間、前記第 1 の電波伝播遅延時間及び第 2 の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出する第 3 の演算手段とを有するので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図 1 に本発明が適用される衛星移動通信システムの構成を示す。同図において、衛星移動通信システムは、地表からの高度が 7 0 0 ~ 1 5 0 0 k m の低高度軌道を周回する複数の同期している周回衛星 S V 0、S V 1、S V 2、... と、地表上に設置された関門交換局 1 0 と、衛星移動通信

10

20

30

40

50

サービスを受ける加入者端末としての移動局 14 とを有している。閉門交換局 10 は、周回衛星との間で無線チャネルの接続制御に関連する移動局情報の管理、課金情報の管理等、を行うと共に、公衆交換電話網 12 を介して接続される回線の管理を行う。尚、衛星移動通信のサービスを受ける手順について本発明の要旨とは直接関係ないので、その詳細は省略する。

#### 【0021】

次に図 1 における移動局 14 の構成を図 2 に示す。図 2 は移動局 14 のうち本発明に関連する部分のみを示し、その他の構成は省略してある。同図において、移動局 14 は、アンテナ 1 と、受信系と送信系とを切り換える切換スイッチ 2 とを有している。切換スイッチ 2 は受信時には受信系側 R x 側に、送信時には T x 側に切り換えられるようになっている

10

。受信系は、周回衛星からの電波をアンテナ 1 を介して受信するマスター受信部 20 A と、ハンドオフするために同一衛星内のビームやハンドオフ先の周回衛星を探すための通信を行うスレーブ受信部 20 B とを有している。

#### 【0022】

マスター受信部 20 A の出力端にはマスター受信部 20 A で受信した電波からドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定部 22 A と、マスター受信部 20 A で周回衛星から受信した情報（受信タイミング検出部 30 A からの情報）と送信タイミング設定部 38 で設定された送信タイミングから電波伝播遅延時間（以下、単に伝播遅延時間と記す。） $t_1$  を演算する  $t_1$  演算部 24 A とが設けられている。スレーブ受信部 20 B の出力端にはスレーブ受信部 20 B で受信した電波からドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定部 22 B と、スレーブ受信部 20 B で周回衛星から受信した情報（受信タイミング検出部 30 からの情報）と送信タイミング設定部 38 で設定された送信タイミングから伝播遅延時間を演算する  $t_2$  演算部 24 B とが設けられている。また受信系には伝播遅延時間  $t_2$  と伝播遅延時間  $t_1$  との差  $SR t_1$  を求める（ $t_2 - t_1$ ）演算部 26 が設けられており、更にマスター受信部 20 A の受信タイミングを設定する受信タイミング設定部 25 が設けられている。

20

#### 【0023】

更に受信系はスレーブ受信部 20 B でハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点からの経過時間を計測し、記憶するために受信タイミング検出部 30 と、経過時間を計測するタイマ 32 と、タイマ 32 により計測された経過時間を記憶する経過時間記憶部 34 とを有している。衛星情報記憶部 28 には  $t_1$  演算部 24 A、 $t_2$  演算部 24 B 及び（ $t_2 - t_1$ ）演算部 26 により演算された伝播遅延時間  $t_1$ 、 $t_2$ 、伝播遅延時間差  $SR t_1$  が格納されると共に、ハンドオフのための演算を行うのに必要なデータ、例えば、使用している無線周波数、周回衛星の受信電波から得られるドップラー周波数と、伝播遅延時間の時間変化率である D T O A（Differential Time of Arrival）との関係を示す特性（演算式）、各種定数などが予め格納されている。

30

#### 【0024】

一方、送信系は、送信タイミング設定部 38 と、送信部 40 とを有している。ハンドオフタイミング演算部 36 は、ドップラー周波数測定部 22 A、22 B の出力を取込み、経過時間記憶部 34、衛星情報記憶部 28 に格納されているデータを参照して後に詳述する演算を行い、ハンドオフ先の周回衛星の通信タイミングを算出し、送信タイミング設定部 38 にハンドオフ先の周回衛星に対する送信タイミングを設定する。送信部 40 は、送信タイミング設定部 38 により設定された送信タイミングでハンドオフ先の周回衛星に送信する。

40

#### 【0025】

図 11 に本実施の形態に係る衛星移動通信システムで採用されている通信方式である T D M A（Time Division Multiple Access）方式における周回衛星（S V）のフレーム構成と、周回衛星（S V）と移動局（S U）との間におけるデータの送受信タイミングを示す。同図に示すように周回衛星（S V）の 1 フレームはダウンリンク用の 4 チャネルのタイ

50

ムスロットDL1～DL4と、アップリンク用の4チャンネルのタイムスロットUL1～UL4とから構成されている。

【0026】

周回衛星SV1からの信号の伝播遅延時間Tdが零の場合には、移動局14は、周回衛星SV1からの電波を受信して、それを基準にしてシステムで決められているTDMA方式のタイミングに合わせて送信すればよい。しかし、周回衛星SV1からの伝播遅延がある場合には、時刻t1で周回衛星SV1から送信された電波(データ)を、移動局14では伝播遅延時間Tdだけ遅れて時刻t2で受信する。この時、時間Tdだけ遅延していることを無視して、そのままTDMAのタイミングに合わせて移動局14が送信すると、移動局14の電波が周回衛星SV1に到達した時点で、フレーム構成上、受信すべきタイミングから2Tdだけ遅延することになる。

10

【0027】

したがって、伝播遅延時間がTdの場合には移動局14は、例えば、ダウンリンク用タイムスロットDL1により周回衛星SV1の電波を時刻t2で受信し、その受信タイミングを基準にしてアップリンク用タイムスロットUL1により送信を行う場合に、送信タイミングを本来のTDMAで決められた送信タイミングt4から2Tdだけ、早いタイミングt3で送信する必要がある。このタイミング設定を送信タイミング設定部38により行う。

【0028】

尚、衛星情報記憶部28は本発明の記憶手段に、ドップラー周波数測定部22A, 22Bは本発明のドップラー周波数測定手段に、ハンドオフタイミング演算部36は本発明の第1の演算手段、第2の演算手段、第3の演算手段に、t1演算部24A、t2演算部24Bは本発明の伝播遅延時間演算手段に、それぞれ相当する。

20

【0029】

ここで図2に示した移動局14の動作を説明するに先立ち、周回衛星の移動時間とドップラー周波数との関係、周回衛星の移動時間とD T O Aの関係、ドップラー周波数とD T O Aとの関係についてそれぞれ、説明する。図10は移動局14(ここでは二つの移動局をS U a, S U bの記号で示し、便宜上、移動局を総称として場合によりS Uで示す。)の所在地と周回衛星SVの担当エリアC0について示している。同図に示すように二つの移動局のうち移動局S U aは北緯0度、東経0度に位置しているとする。周回衛星SVは、東経0度の経度線上を南極から北極方向に移動している。図10において、周回衛星SVが赤道に位置するときを0秒とし、この赤道位置を基準として南極側をマイナス、北極側をプラスとする。記号C0は周回衛星SVが経度0度、緯度0度の時、周回衛星SVからの電波が到達する範囲を示している。

30

【0030】

周回衛星の移動時間とドップラー周波数との関係を図6に示す。同図において、aは図7における移動局S U a、bは移動局S U bに相当している。ドップラー周波数は、周回衛星SVと移動局S Uとの相対速度を通信に使用する無線周波数の波長で割ったものである。周回衛星SVと移動局S Uとの相対速度は周回衛星SVと移動局S Uとの距離D(t)を時間で微分したものである。したがって、ドップラー周波数は、それを使用周波数fの波長(=c/f:cは光速)で割ったものであり、図6に示すように周回衛星が移動局S Uに対して近づいてくる場合にドップラー周波数はプラスになるから、次式が成立する。

40

$$\text{ドップラー周波数} = -D(t)' / \lambda = -D(t)' f / c \quad (1)$$

図6はf=1.6GHzで計算したものである。

【0031】

周回衛星SVの軌道真下に位置する移動局S U aは、周回衛星SVの移動時間0秒のときドップラー周波数が0kHz、周回衛星SVの移動時間が±300秒のときドップラー周波数が約±35kHzとなっている。他方、東経10度に位置している移動局S U bは、周回衛星SVの移動時間が0秒のときドップラー周波数が約-2kHz、周回衛星SVの移動時間が±300秒のときドップラー周波数が約±30kHzとなっている。

50

## 【 0 0 3 2 】

図 7 は周回衛星 S V の移動時間と D T O A との関係を示している。周回衛星との伝播遅延時間の時間変換率 D T O A は周回衛星 S V と移動局 S U との距離 D ( t ) を光速 c で割ったものの時間微分したものであるから、次式が成立する。

$$D T O A = D ( t ) ' / c \quad ( 2 )$$

式 ( 2 ) から得られた結果を図 7 に示す。周回衛星 S V と移動局 S U との位置関係、条件は図 6 の場合と同様である。

## 【 0 0 3 3 】

図 7 に示すように、周回衛星 S V の軌道真下に位置する移動局 S U a は、周回衛星の移動時間が 0 秒のとき D T O A が 0 ( μ sec/sec )、周回衛星の移動時間が ± 3 0 0 秒のとき D T O A が ± 2 2 ( μ sec/sec ) となっている。他方、東経 1 0 度に位置している移動局 S U b は、周回衛星の移動時間が 0 秒のとき D T O A が約 2 ( μ sec/sec )、周回衛星の移動時間が ± 3 0 0 秒のとき D T O A が約 ± 2 0 ( μ sec/sec ) となっている。図 6 の周回衛星 S V の移動時間とドップラー周波数との説明図は、図 7 の D T O A の縦軸の符号を逆にしたものと、同じ形をしている事が判る。

## 【 0 0 3 4 】

次に図 8 にドップラー周波数と D T O A との関係を示す。ドップラー周波数と D T O A とは比例関係にあり、周回衛星からのドップラ周波数が判れば、ドップラー周波数を無線通信に使用している周波数で割ることにより、単位時間の伝播遅延時間の時間変化率 D T O A を得ることができる。

すなわち、ドップラー周波数は、

$$\text{ドップラー周波数} = - D ( t ) ' / \lambda = - D ( t ) ' f / c = - D T O A \times f \quad ( 3 )$$

であり、D T O A は既述したように

$$D T O A = D ( t ) ' / c \quad ( 4 )$$

であるから、( 3 )、( 4 ) から、ドップラー周波数を Doppler と書き換えると、D T O A ( μ sec/sec ) = - Doppler ( k H z ) / f ( G H z ) ( 5 ) となる。

周回衛星 S V と移動局 S U との通信に用いる無線周波数 f は、例えばイリジウムシステムの場合には 1 . 6 G H z 帯が用いられているので、( 5 ) 式は次のようになる。

$$D T O A ( \mu \text{sec/sec} ) = - 0 . 6 2 5 \times \text{Doppler} ( \text{kH z} ) \quad ( 6 )$$

## 【 0 0 3 5 】

図 9 は周回衛星 S V の移動時間と D T O A の時間当たりの変化量との関係を示している。衛星が真上を通過するような、D T O A の変化量が最も大きい所でも、0 . 2 2 μ sec/sec 程度であり、1 0 秒間の D T O A の変化は 2 . 2 μ sec/sec である。衛星の受信ウィンド ± 6 5 μ sec と比較しても、D T O A はほとんど変化しない事が判る。

## 【 0 0 3 6 】

次に図 2 に示した移動局 1 4 の動作を図 3 に示すフローチャートを参照して説明する。図 2 において、切換スイッチ 2 は受信系側 ( 接点 R x ) に切り換えられ、移動局 1 4 はマスター受信部 2 0 A により現在周衛星 S V 1 通信中の状態にあるものとする。図 3 において、スレーブ受信部 2 0 B で、例えば、ハンドオフ先の周回衛星 S V 2 ( 図 1 ) からの電波を受信すると ( ステップ 5 0 )、その受信タイミングが受信タイミング検出部 3 0 により検出され、受信タイミング検出部 3 0 はタイマ 3 2 を起動する ( ステップ 5 1 )。次いで t 1 演算部 2 4 A、t 2 演算部 2 4 B ではそれぞれマスター受信部 2 0 A、スレーブ受信部 2 0 B で受信した周回衛星 S V 1、S V 2 からの情報 ( 受信タイミング検出部 3 0 A、3 0 からの情報 ) と送信タイミング設定部 3 8 で設定された送信タイミングから伝播遅延時間 t 1 ( μ sec )、t 2 ( μ sec ) を算出する ( ステップ 5 2 )。

## 【 0 0 3 7 】

また ( t 2 - t 1 ) 演算部 2 6 は、移動局 1 4 と現在通信中の周回衛星 S V 1 との伝播遅延時間 t 1、ハンドオフ先の周回衛星 S V 2 との伝播遅延時間 t 2 との遅延時間差 S R t 1 ( = t 2 - t 1 ) を算出する ( ステップ 5 3 )。伝播遅延時間 t 1 ( μ sec )、t 2 ( μ sec ) 及び遅延時間差 S R t 1 の各データは衛星情報記憶部 2 8 に格納される。図 4 は

移動局 14 と、現在通信中の周回衛星 SV1、ハンドオフ先の周回衛星 SV2 との間における伝播遅延時間  $t_1$ 、 $t_2$ 、遅延時間差  $SRt_1$  との関係を示している。

【0038】

次いでドップラー周波数測定部 22A により現在、通信中の周回衛星 SV1 からの受信電波からドップラー周波数  $Df_1$  (KHz)、ドップラー周波数測定部 22B によりハンドオフ先の周回衛星 SV2 からの受信電波からドップラー周波数  $SDf_1$  (KHz) を測定する (ステップ 54)。ドップラー周波数  $Df_1$  は、まずマスター受信部 20A において周回衛星 SV1 の電波を受信する度に、その周波数  $f_i$  を検出する。例えば、受信した電波の受信周波数を  $f_1$ 、 $f_2$  とし、実際の電波の周波数 (基準周波数) を  $f_0$  とする。ドップラー周波数測定部 22A によりドップラー周波数  $Df_i$  ( $i$  は自然数) の測定が行われ、すなわち、マスター受信部 20A による 1 回目の受信電波の受信周波数  $f_1$  からドップラー周波数  $Df_1$  が  $Df_1 = f_1 - f_0$  として測定される。2 回目以降も同様である。同様にしてドップラー周波数測定部 22B によりドップラー周波数  $SDf_1$  が測定される。ドップラー周波数測定部 22A、22B は、測定したドップラー周波数  $Df_1$ 、 $SDf_1$  をハンドオフタイミング演算部 36 に出力する。

10

【0039】

次にこの時点、すなわちハンドオフ先の周回衛星 SV2 からの電波を受信した時点から所定時間経過後 (N フレーム経過後) に現在通信中の周回衛星 SV1 から周回衛星 SV2 にハンドオフする場合における通信タイミングをハンドオフタイミング演算部 36 により演算する。ハンドオフタイミング演算部 36 は、まず、所定時間経過後、例えば、本実施の形態に係る衛星移動通信システムが採用している通信方式である TDMA 方式におけるフレーム構成において、現在通信中の周回衛星 SV1 との間での伝播遅延時間  $nt_1$ 、ハンドオフ先の周回衛星 SV2 との間での伝播遅延時間  $nt_2$  を算出する (ステップ 55、56)。例えば、1 フレーム FL (sec) である場合を考える。現在通信中の周回衛星 SV1 との N フレーム経過時点における伝播遅延時間  $nt_1$  は、フレーム数 N が大きくない範囲 (N 100、伝播遅延時間がイリジウムシステムでは 10 秒以内) で以下の近似ができる。

20

【0040】

$$nt_1 = t_1 + (Df_1 \times (-0.625) \times N \times FL) \quad (7)$$

またハンドオフ先の周回衛星 SV2 との間での伝播遅延時間  $nt_2$  は、

$$nt_2 = t_2 + SRt_1 + (SDf_1 \times (-0.625) \times N \times FL) + t_2 + (SDf_1 \times (-0.625) \times N \times FL) \quad (8)$$

30

となる。

次にハンドオフタイミング演算部 36 は、ハンドオフ先の周回衛星 SV2 の電波を受信開始時点から N フレーム経過時点における現在通信中の周回衛星 SV1 とハンドオフ先の周回衛星 SV2 との間での伝播遅延時間差  $T (= nt_2 - nt_1)$  を算出する (ステップ 57)。すなわち、伝播遅延時間差  $T$  は

$$nt_2 - nt_1 \cong t_2 - t_1 + (SDf_1 - Df_1) \times (-0.625) \times N \times FL$$

$$\cong SRt_1 + (SDf_1 - Df_1) \times (-0.625) \times N \times FL \quad (9)$$

40

FL

となる。すなわち、ハンドオフ先の周回衛星 SV2 からの電波を受信した時点から N フレーム後では  $(SDf_1 - Df_1) \times (-0.625) \times N \times FL$  だけずれることになる。

【0041】

ここでハンドオフする条件が揃っていると (ステップ 58)、次いでハンドオフタイミング演算部 36 は、経過時間記憶部 34 の記憶内容を参照し、タイマ 32 が起動されてから N フレーム経過するまでに要する時間、すなわち、ハンドオフ先の周回衛星 SV2 からの電波を受信した時点から N フレーム経過するまでに要する時間  $T_0$  を計算し (ステップ 5

50

9)、時間T0が経過した時点でハンドオフ先の周回衛星SV2と通信するためのマスター受信部20Aにおける受信タイミングRxTiming、送信部40における送信タイミングTxTimingを算出する(ステップ60)。

【0042】

マスター受信部20Aにおける受信タイミングは、ハンドオフ先の周回衛星SV2からの電波を受信するためには、現在通信している周回衛星SV1とハンドオフ先の周回衛星SV2の伝播遅延時間差Tだけ、ずらす必要がある。つまり、マスター受信部20Aにおける受信タイミングRxTimingの設定は、Tにしてやればよいから、式(9)より

$$RxTiming = SRt1 + (Sdf1 - Df1) \times (-0.625) \times N \times FL \quad (10)$$

10

となる。また送信部40における送信タイミングTxTimingは、ハンドオフ先の周回衛星SV2との伝播遅延時間の2倍の値に相当するので、式(8)より

$$\begin{aligned} TxTiming &= 2 \times nt2 \\ &= 2 \times (t2 + Sdf1 \times (-0.625) \times N \times FL) \end{aligned} \quad (11)$$

となる。次いで、ステップ61でハンドオフ時の送受信タイミングの設定が行われる。すなわち、送信タイミング設定部38にステップ60で算出された送信タイミングTxTimingが設定され、受信タイミング設定部25にステップ60で算出された受信タイミングRxTimingが設定され、周回衛星SV1から周回衛星SV2にハンドオフされ(ステップ62)、通信が継続される。

20

【0043】

またハンドオフ直前のハンドオフ前の周回衛星SV1との伝播遅延時間nt1がt1演算部24Aにより演算され、得られた場合には、送信タイミングTxTimingを次のように設定することができる。すなわち、式(7)に示したように、nt1 = t1 + (Df1 × (-0.625) × FL)であるから、

$$t1 = nt1 - (Df1 \times (-0.625) \times N \times FL) \quad (12)$$

となる。またt2 = t1 + SRt1であるから、式(12)を式(11)に代入すると、

30

$$\begin{aligned} TxTiming &= 2 \times (t2 + Sdf1 \times (-0.625) \times N \times FL) \\ &= 2 \times (t1 + SRt1 + Sdf1 \times (-0.625) \times N \times FL) \\ &= 2 \times (nt1 - (Df1 \times (-0.625) \times N \times FL) + SRt1 \\ &\quad + Sdf1 \times (-0.625) \times N \times FL) \\ &= 2 \times (nt1 + SRt1 + (Sdf1 - Df1) \times (-0.625) \\ &\quad \times N \times FL) \end{aligned} \quad (13)$$

となる。SRt1 + (Sdf1 - Df1) × (-0.625) × N × FLは、式(10)で示したように受信タイミングRxTimingであるから、送信タイミングTxTimingは、予め計算してある受信タイミングRxTimingを使用して、

40

$$TxTiming = 2 \times (nt1 + RxTiming) \quad (14)$$

として送信タイミングを設定し、ハンドオフすることも可能である。

【0044】

また複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周

50

波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星の受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第1の演算手段と、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間とから前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星についての電波伝播遅延時間の変化量をそれぞれ求め、これらの電波伝播遅延時間の変化量に基づいて前記ハンドオフ先の周回衛星にハンドオフするタイミングを算出する第2の演算手段とを有することを特徴とする衛星移動通信システムの移動局の機能を実現するためのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録してこの記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより移動局の機能を実現するようにしてもよい。

10

**【0045】**

また複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求める伝播遅延時間演算手段と、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星からの受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第1の演算手段と、前記第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信開始時からハンドオフする時点までに要する時間、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出する第3の演算手段とを有することを特徴とする衛星移動通信システムの移動局の機能を実現するためのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより移動局の機能を実現するようにしてもよい。

20

30

**【0046】**

なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、マイクロプロセッサ等による組み込みシステムとして実現する場合や、OSや周辺機器等のハードウェアとして実現する場合を含むものとする。また「コンピュータにより読み取り可能な記録媒体」とは、フロッピーディスク、光磁気ディスク等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるROM、RAM、ハードディスク等の記憶装置のことをいう。

**【0047】**

更に「コンピュータにより読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間、動的にプログラムを保持するもの（伝送媒体ないしは伝送波）、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

40

**【0048】**

また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。更に、前述した機能をコンピュータシステムに既に記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、所謂差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

**【0049】**

50

以上に説明したように本実施の形態に係る衛星移動通信システムによれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムにおいて、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶しておき、ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定し、前記両周回衛星の受信電波から測定したドップラー周波数と、前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求め、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間とから前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星についての電波伝播遅延時間の変化量をそれぞれ求め、これらの電波伝播遅延時間の変化量に基づいて前記ハンドオフ先の周回衛星にハンドオフするタイミングを算出するようにしたので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

10

**【0050】**

また本実施の形態に係る衛星移動通信システムによれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムにおいて、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶しておき、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求め、かつ前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定し、前記両衛星の受信電波から測定したドップラー周波数と、前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求め、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間と、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出するようにしたので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

20

30

**【0051】**

また本実施の形態に係る衛星移動通信システムの移動局によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星の受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第1の演算手段と、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間とから前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星についての電波伝播遅延時間の変化量をそれぞれ求め、これらの電波伝播遅延時間の変化量に基づ

40

50

いて前記ハンドオフ先の周回衛星にハンドオフするタイミングを算出する第2の演算手段とを有するので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【0052】

また本実施の形態に係る衛星移動通信システムの移動局によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求める伝播遅延時間演算手段と、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星からの受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第1の演算手段と、前記第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出する第3の演算手段とを有するので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【0053】

また本実施の形態に係る記録媒体によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星の受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第1の演算手段と、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間とから前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星についての電波伝播遅延時間の変化量をそれぞれ求め、これらの電波伝播遅延時間の変化量に基づいて前記ハンドオフ先の周回衛星にハンドオフするタイミングを算出する第2の演算手段とを有することを特徴とする衛星移動通信システムの移動局の機能を実現するためのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録するようにしたので、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【0054】

また本実施の形態に係る記録媒体によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信す

10

20

30

40

50

る移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求める伝播遅延時間演算手段と、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星からの受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第1の演算手段と、前記第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出する第3の演算手段とを有することを特徴とする衛星移動通信システムの移動局の機能を実現するためのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録するようにしたので、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【0055】

【発明の効果】

以上に説明したように請求項1に記載の発明によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムにおいて、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶しておき、ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定し、前記両周回衛星の受信電波から測定したドップラー周波数と、前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求め、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間とから前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星についての電波伝播遅延時間の変化量をそれぞれ求め、これらの電波伝播遅延時間の変化量に基づいて前記ハンドオフ先の周回衛星にハンドオフするタイミングを算出するようにしたので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【0056】

請求項2に記載の発明によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムにおいて、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶しておき、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求め、かつ前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定し、前記

10

20

30

40

50

両衛星の受信電波から測定したドップラー周波数と、前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求め、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間と、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出するようにしたので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【0057】

請求項3に記載の発明によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星の受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求め第1の演算手段と、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間とから前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星についての電波伝播遅延時間の変化量をそれぞれ求め、これらの電波伝播遅延時間の変化量に基づいて前記ハンドオフ先の周回衛星にハンドオフするタイミングを算出する第2の演算手段とを有するので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【0058】

請求項4に記載の発明によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求める伝播遅延時間演算手段と、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星からの受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求め第1の演算手段と、前記第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出する第3の演算手段とを有するので、通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

【0059】

請求項5に記載の発明によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を

10

20

30

40

50

有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星の受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第1の演算手段と、これら第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率と前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間とから前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星についての電波伝播遅延時間の変化量をそれぞれ求め、これらの電波伝播遅延時間の変化量に基づいて前記ハンドオフ先の周回衛星にハンドオフするタイミングを算出する第2の演算手段とを有することを特徴とする衛星移動通信システムの移動局の機能を実現するためのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録するようにしたので、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

10

【0060】

20

請求項6に記載の発明によれば、複数の同期している周回衛星を介して通信する移動局を有する衛星移動通信システムの移動局において、前記移動局は、周回衛星からの受信電波から得られるドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を示す特性を予め記憶する記憶手段と、現在通信中の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報から現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間を求め、またハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した際に、前記ハンドオフ先の周回衛星から受信した電波伝播遅延時間に関する情報からハンドオフ先の周回衛星に対する該ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時点における第2の電波伝播遅延時間を求める伝播遅延時間演算手段と、前記現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波からそれぞれ、ドップラー周波数を測定するドップラー周波数測定手段と、前記ドップラー周波数測定手段により測定した前記両周回衛星からの受信電波のドップラー周波数と、前記記憶手段から読み出した前記特性とからそれぞれ、現在通信中の周回衛星に対する第1の電波伝播遅延時間の時間変化率及びハンドオフ先の周回衛星に対する第2の電波伝播遅延時間の時間変化率を求める第1の演算手段と、前記第1、第2の電波伝播遅延時間の時間変化率、前記ハンドオフ先の周回衛星からの電波を受信した時からハンドオフする時点までに要する時間、前記第1の電波伝播遅延時間及び第2の電波伝播遅延時間に基づいてハンドオフするタイミングを算出する第3の演算手段とを有することを特徴とする衛星移動通信システムの移動局の機能を実現するためのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録するようにしたので、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星からの受信電波のドップラー周波数に基づいて、ドップラー周波数と電波伝播遅延時間の時間変化率との関係を利用して簡単な演算を行うだけで、ハンドオフ先の周回衛星に対する通信タイミングを決定することができる。

30

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用される衛星移動通信システムの構成を示す構成図。

【図2】図1における移動局の要部の構成を示すブロック図。

【図3】図1における移動局の動作を示すフローチャート。

【図4】移動局と現在通信中の周回衛星及びハンドオフ先の周回衛星との伝播遅延時間の相異について示す説明図。

【図5】本発明が適用される衛星移動通信システムにおける周回衛星の配置状態を示す説

50

明図。

【図6】周回衛星の移動時間とドップラー周波数との関係を示す特性図。

【図7】周回衛星の移動時間とDTOAとの関係を示す特性図。

【図8】ドップラー周波数とDTOAとの関係を示す特性図。

【図9】周回衛星の移動時間とDTOAの時間変化率との関係を示す特性図。

【図10】周回衛星と移動局との位置関係を示す説明図。

【図11】本実施の形態に係る衛星移動通信システムで採用されている通信方式であるTDMA方式における周回衛星のフレーム構成と、周回衛星と移動局との間におけるデータの送受信タイミングを示す説明図。

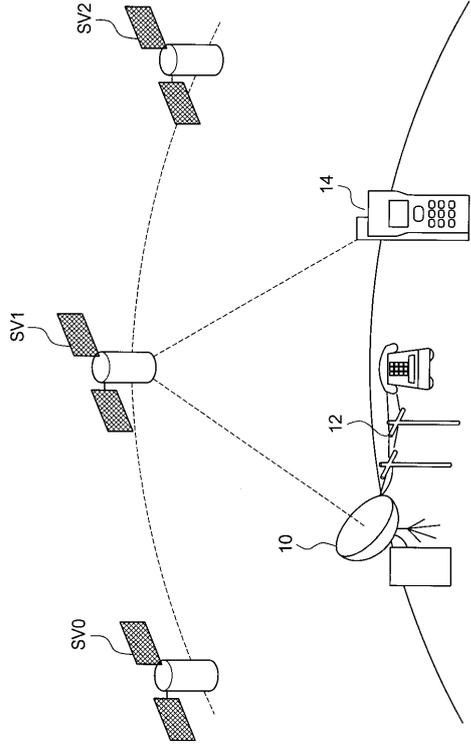
【符号の説明】

- 10 関門交換局
- 12 公衆交換電話網
- 14 移動局
- 20A マスター受信部
- 20B スレーブ受信部
- 22A, 22B ドップラー周波数測定部
- 24A t1演算部
- 24B t2演算部
- 25 受信タイミング設定部
- 26 (t2 - t1)演算部
- 28 衛星情報記憶部
- 30、30A 受信タイミング検出部
- 32 タイマ
- 34 経過時間記憶部
- 36 ハンドオフタイミング演算部
- 38 送信タイミング設定部
- 40 送信部

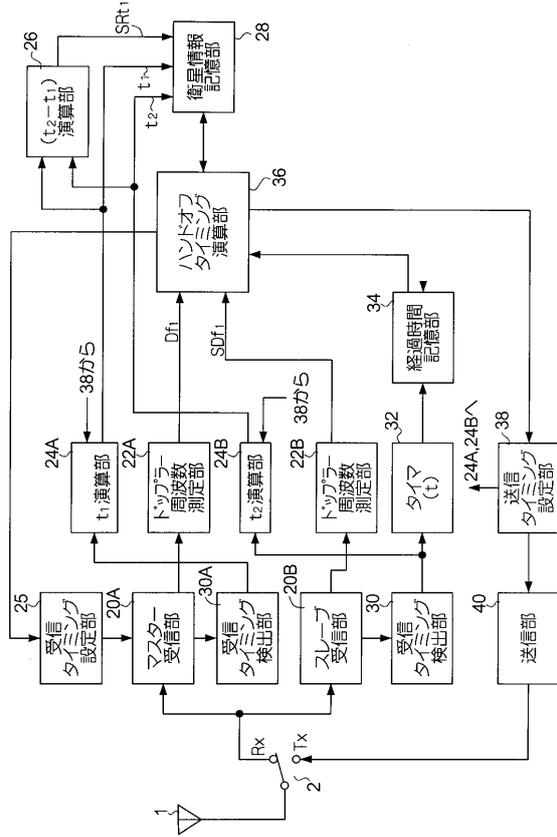
10

20

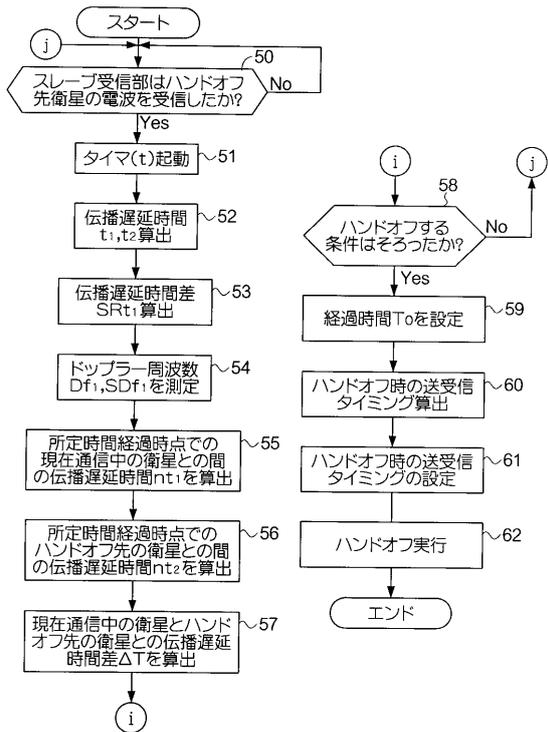
【図1】



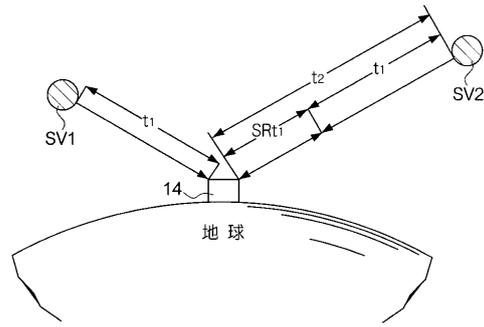
【図2】



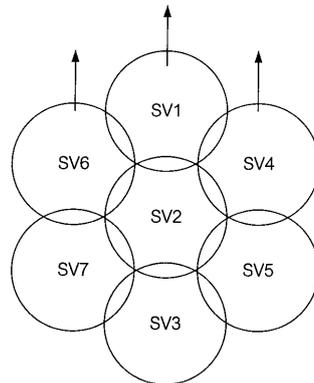
【図3】



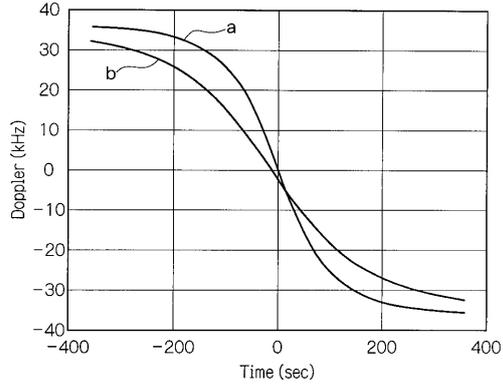
【図4】



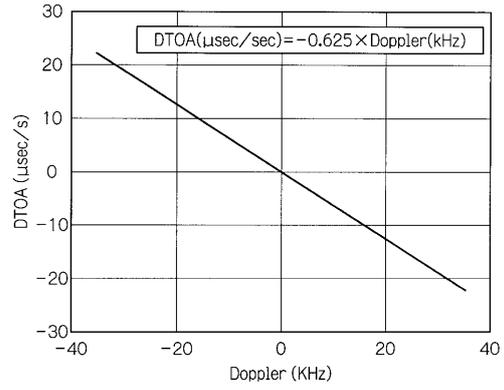
【図5】



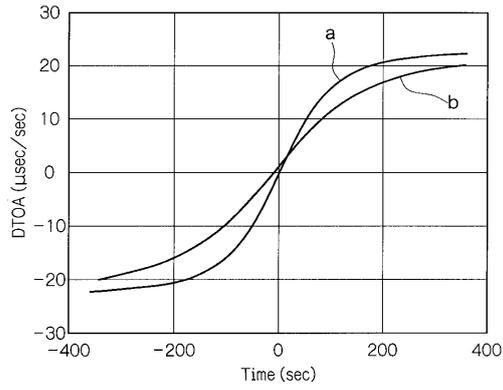
【図6】



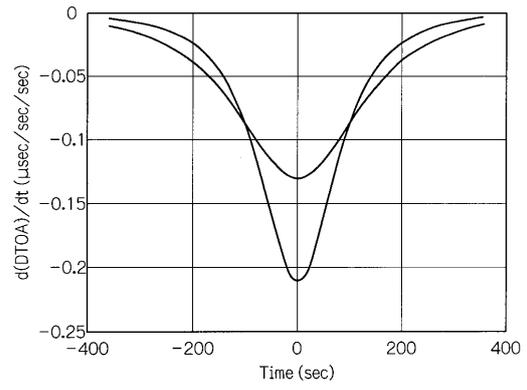
【図8】



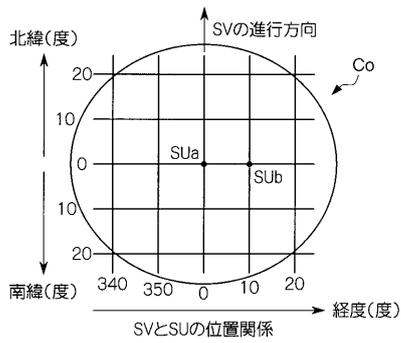
【図7】



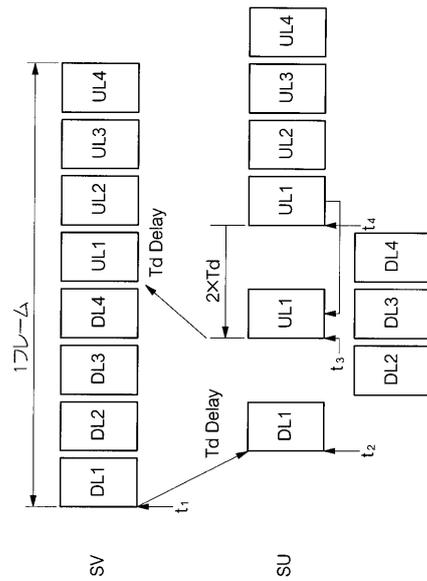
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 木村 滋

神奈川県横浜市都筑区加賀原2丁目1番1号 京セラ株式会社 横浜事業所内

審査官 前田 典之

(56)参考文献 特開平10-271055(JP,A)

Andrew Werth, Communications Handover for Medium Altitude Satellite Systems, IEEE Transactions on Communication Technology, 米国, IEEE, 1965年 9月, Vol.13, No.3, pages.334-340

W.Zhao et.al., Positioning Assisted Inter-segment Handover for Integrated GSM-Satellite Mobile System, Fifth International Conference on Satellite Systems for Mobile Communications and Navigation, 米国, IEE, 1996年 5月13日, Conference Publication No.424, pages.124-128

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/195

H04W 36/00

H04W 84/06