

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4421770号
(P4421770)

(45) 発行日 平成22年2月24日(2010.2.24)

(24) 登録日 平成21年12月11日(2009.12.11)

(51) Int.Cl.

H04B 7/26 (2006.01)
G01S 5/14 (2006.01)

F 1

H04B 7/26
G01S 5/14

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-510307 (P2000-510307)
 (86) (22) 出願日 平成10年8月18日 (1998.8.18)
 (65) 公表番号 特表2001-516194 (P2001-516194A)
 (43) 公表日 平成13年9月25日 (2001.9.25)
 (86) 國際出願番号 PCT/SE1998/001487
 (87) 國際公開番号 WO1999/009778
 (87) 國際公開日 平成11年2月25日 (1999.2.25)
 審査請求日 平成17年6月8日 (2005.6.8)
 (31) 優先権主張番号 08/917,577
 (32) 優先日 平成9年8月18日 (1997.8.18)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 08/996,937
 (32) 優先日 平成9年12月23日 (1997.12.23)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 598036300
 テレフォンアクチーボラゲット エル エ
 ム エリクソン (パブル)
 スウェーデン国 ストックホルム エスー
 1 6 4 8 3
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】移動体無線端末の位置を決定する方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第2移動体無線端末(108)の位置決定の基準点として利用され得る移動体ユニットであって、

前記移動体ユニットは、該移動体ユニットに含まれる第1移動体無線端末(601)を介してネットワーク制御装置(102)と通信する第1の無線基地局(BS1)を含み、前記第1の無線基地局は、

時間基準ユニット(114)と少なくとも1つの受信アンテナとに接続した測定装置であって、

前記時間基準ユニットに結合しており、複数のトラフィックチャネルにおいてTOAを測定する第1手段と、

測定されるべきチャネルからのデジタルアップリンク情報を前記第1手段へ伝達し、TOAを決定するために前記測定されるべきトラフィックチャネルと該トラフィックチャネルを識別する情報との相関を用いる第2手段と、

少なくとも1つの復調器を含む、少なくとも1つの無線受信機と、

特定のトラフィックチャネルにおける位置決定測定を可能とする周波数を前記少なくとも1つの復調器に結合させる動作を行いうる受信周波数合成器と、

周波数ホッピングトラフィックチャネルにおけるTOA測定を可能とする周波数ホッピングシーケンスを受信し、入力する手段と、

を含む前記測定装置と、

10

20

指定されたチャネルに在る前記第2移動体無線端末(108)により送信された信号のアップリンク到着時間を測定する指示を受信するための手段と、

前記第1移動体無線端末(601)の位置を決定し、報告する手段と、

前記第2移動体無線端末(108)により送信された前記信号のアップリンク到着時間を測定し、報告する手段と、
を含み、

前記第1手段は、前記ネットワーク制御装置(102)と通信し且つ少なくとも第2の無線基地局のTOA計と同期する動作を行うことができる^{こと}を特徴とする移動体ユニット。

【請求項2】

10

前記位置を決定し、報告する手段に、GPS受信機が含まれることを特徴とする請求項1に記載の移動体ユニット。

【請求項3】

前記位置を決定し、報告する手段は、前記第1移動体無線端末の位置に関するあらかじめ決められた知識を有し、該位置をユーザ指示に従って報告することを特徴とする請求項1に記載の移動体ユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の背景)

発明の技術分野

20

本発明は、一般的には移動体無線通信の分野に関し、特に、移動体無線端末の地理的位置の決定に用いられる方法およびシステムに関する。

【0002】

関連技術の説明

移動体無線位置決定は、最近強い関心を引いている新分野であり、将来のセルラ移動体無線システムにおける位置決定能力を含むことが現在望まれている。軍事上の応用から公知である到着時間差(TDOA)位置決定方法は、移動体無線端末の位置決定のために成功裏に用いられてきた。代表的なTDOA位置決定システムは、到着時刻(TOA)の測定が移動局(MS)における「ダウンリンク」で行われる端末ベースのもの、または、ネットワークがTOA測定を無線基地局(BS)における「アップリンク」で行うネットワークベースのもの、でありうる。これらのTOA測定値は、次にTDOAパラメータを計算し、かつMSの位置を推定するために用いられる。

30

【0003】

セルラ移動体無線位置決定のために用いられてきた1つの位置決定システムは、トルーポジションTM(True PositionTM)により市販されている。このシステムは、IS-54規格により動作する標準的なアナログ移動体無線端末の位置を決定するために用いられる。現在においては、これらの端末は、米国において用いられている移動体無線端末の大多数を構成する。トルーポジションシステムは、それ自身の受信する無線基地局を有し、セルラシステムとは無関係に動作せしめられ、同じ地域内のワイヤライン(「A」周波数帯)オペレータおよび非ワイヤライン(「B」周波数帯)オペレータにサービスしうる。そのようにして、これらのオペレータは、同じトルーポジション位置決定システムを共用しうる。要求された時は、トルーポジションシステムは、個々のセルラ移動体無線端末の位置情報を供給する。そうでない時は、位置決定システムは、通常セルラ移動体無線システムと通信しない。

40

【0004】

前述のように、トルーポジションシステムにより用いられる位置決定のTDOA方法は、公知の軍事上の応用に基づいている。本質的に、TDOA方法によれば、移動体無線端末により送信されたアップリンクメッセージの絶対的TOAは、少なくとも3つの固定無線BS内に登録される。この情報は、中央に位置するプロセッサにおいて処理され、このプロセッサは端末の位置を計算する。トルーポジションシステムにおけるアップリンクメッ

50

セージの登録は、主として（アナログ）アクセスチャネル（すなわち、I S - 5 4 規格のもとでの「逆方向制御チャネル」）上のアップリンク制御メッセージへ指示される。あきらかに、I S - 5 4 規格のもとにおいては、これらの制御メッセージのあるもの（例えば、登録メッセージおよびページ応答メッセージ）は、非暗号化コードでの端末識別を含み、それは、トルーポジションシステムが、関係の端末に対し責任のあるセルラネットワークオペレータからの情報を得る必要なく、特定の端末の位置を決定することを可能にする。I S - 5 4 規格は、（例えば、I S - 1 3 6 規格の場合におけるように）トラヒックチャネルにおける広い周波数帯上に分散したアクセスチャネルを用いるのではなく、わずかな、かなり狭い周波数帯に割当てられたアクセスチャネルの全てを用いることにより、位置決定タスクをさらに容易にする。

10

【 0 0 0 5 】

しかし、主としてアクセスチャネルを使用することは、位置決定が空きモードにある移動体無線端末に対しさらに容易に行われることを意味する。そのわけは、アクセスチャネルは、（例えば、登録の時、またはページングの後に）空き端末によってのみ用いられるからである。もし移動端末の位置を、それが会話モードにある間に決定したければ、トルーポジションシステムは、音声チャネルトラッキングのためにわずかなトラヒックチャネルを利用するオプションを用いる。従って、例えば、もしハンドヘルド無線電話機により通話している時の動作中に警官の位置を決定したければ、ネットワークは、その無線電話機を、トルーポジションシステムによりモニタされるトラヒックチャネルへ、ハンドオフまたは新規割当てすることを要求される。

20

【 0 0 0 6 】

スタイルップ（S t i l l p）他に対する米国特許第5,327,144号は、（明らかにトルーポジションシステムに関連する）T D O Aセルラ電話機位置システムを開示している。その特許によれば、移動体無線端末により逆方向（アナログ）制御チャネル上へ周期的に送信されるアップリンク信号（例えば、I S - 5 4 プロトコルにより15分毎に生じうるセルラ登録メッセージ）が、少なくとも3つの無線基地局により受信され、記録される。それぞれの信号のT O Aは、（アップリンクメッセージに含まれる）送信端末の識別と共に、それぞれの無線基地局において記録される。この情報はプロセッサへ転送され、このプロセッサは、3つのT O Aと、無線基地局の既知位置と、から得られるT D O Aを用い、そのようにして識別された移動体無線端末の位置を計算する。

30

【 0 0 0 7 】

（明らかにトルーポジションシステムにも関連する）スタイルップ他に対するP C T出願第W O 9 4 / 2 7 1 6 1号は、移動体送信機の位置を決定するためのT D O Aシステムを開示している。移動体無線端末により、周期的にではなく応答的に送信されるアップリンク信号（例えば、セルラページ受理通知メッセージ）は、（そのアップリンクメッセージ内に含まれる）送信端末の識別と共に、複数のB Sにより受信され、T O Aをタイムスタンプされ、また記録される。この情報はプロセッサへ転送され、このプロセッサは、そのT O Aと、無線B Sの既知位置とを用い、そのようにして識別された移動体無線端末の位置を計算する。

【 0 0 0 8 】

上述の文書は、セルラ位置決定の分野におけるかなりの進歩を示しているが、なお解決されるべき多くの問題が残されている。例えば、上述のT D O A方法は、一般にI S - 5 4システムにおけるアナログ音声チャネルへは適用されえない。そのわけは、音声チャネルの周波数は周波数計画に従って無線B Sへ分配されるからである。もし所定の音声チャネル（周波数）が、所定のアクセスチャネルの代わりに位置決定測定のために用いられるべきであれば、ある無線B Sは、音声チャネルをこれら所定の周波数に割当てえない。そのわけは、B Sのコンバイナは、その所定の周波数を含まないかもしれない基地局特有の周波数に同調せしめられるからである。従って、これらのB Sと通信する端末の位置は、それらの端末が会話モードで動作している時には、上述の方法によっては決定されえない。

【 0 0 0 9 】

40

50

特に上述の位置決定方法が、あるトラヒックチャネルにおける会話モードにある移動体無線端末に適用される時の追加の問題は、その移動体無線端末の電力制御に関連する。もし、その移動体端末がサービス無線基地局の近くにあれば、陸上システムは、低いアップリンク送信電力を要求する電力制御命令を、その移動体無線端末へ送る。T O Aを測定するように命令された、もっと遠い無線基地局がその時受信する信号は、もし移動体無線端末からの距離がある限度を超えていれば、T O A測定を行い且つ端末識別を読み取るのに十分な強度をもたない。

【 0 0 1 0 】

上述の移動体端末の位置決定方法に関するさらにもう1つの問題は、それがI S - 5 4システムにおけるディジタル音声チャネルに対して適用しえず、移動体端末が、複数の所定のアナログ音声チャネルのうちの1つのチャネルへハンドオーバされた後でなければ、位置決定方法が用いられないことである。さらに、上述の位置決定方法は、(なかんずく) I S - 1 3 6システムにおけるような純粋なディジタル規格のもとでは、適用が困難である。そのわけは、制御チャネルが、割当てられた周波数帯内の任意の周波数のものでありえ、位置決定要求を受信し終わる前に、あらかじめ全てのチャネル上の全てのトラヒックを記録することは不可能であるからである。さらに、移動体通信用ディジタルグローバルシステム (G S M) のような、あるセルラ移動体無線システムにおいては、トラヒックチャネルのために周波数ホッピングモードが用いられ、これが、上述の方法により移動体端末の位置を決定することを事実上不可能にする。

【 0 0 1 1 】

結論として、任意のアップリンクトラヒックチャネル、または制御チャネル上の、かつ任意の現在および将来の移動体通信規格による、任意のセルラ移動体無線端末の位置を決定する方法への要求が存在している。

【 0 0 1 2 】

(発明の要約)

本発明が取り組む1つの問題は、通常のディジタルおよびアナログトラヒックチャネル(例えば、音声チャネル)に対しアップリンクT D O A方法を適用するのであるが、トラヒックチャネル上において会話モードで動作しつつある移動体端末が、通常それらの識別をアップリンクへ送信しないこと、およびトラヒックチャネルが周波数ホッピングモードで用いられうこと、を認識しつつ、任意のディジタルまたはアナログ移動体無線端末の地理的位置をどのようにして決定すべきか、ということである。

【 0 0 1 3 】

本発明が取り組むもう1つの問題は、指向性アンテナ(例えば、アンテナアレイ)が無線基地局用として利用可能である時に、標準的なディジタルおよびアナログ移動体無線端末の地理的位置をどのようにして決定すべきか、すなわち、到着方向 (D O A) 測定により、アップリンクT D O A方法をどのようにして補足すべきか、ということである。

【 0 0 1 4 】

本発明が取り組むさらにもう1つの問題は、会話モードで動作している移動体無線端末の地理的位置を、搬送周波数のT D M Aタイムスロットを用いどのようにして決定すべきか、ということである。その場合、それらのタイムスロット内のバーストは、非サービス無線B Sに到着する時に他のタイムスロット内のバーストとオーバラップしうる。そのわけは、タイムアラインメント (T A) システムの機能が、サービス無線B Sにおいてのみそのようなオーバラップを避けるように設計されているからである。

【 0 0 1 5 】

本発明が取り組むさらにもう1つの問題は、移動体無線端末の改善された位置決定を必要とするある地域において、測定の精度をどのようにして改善するか、ということである。例えば、精度に関する要求は、位置決定を必要とする移動体端末の環境(田舎の屋外、都会の屋内、など)に依存して変化しうる。

【 0 0 1 6 】

本発明が取り組むさらにもう1つの問題は、受信される無線エネルギーに関する限りにお

10

20

30

40

50

いて、どのようにして無線基地局により遠隔の移動体無線局から送信されたアップリンク信号のT O Aを測定しうるようとするか、ということである。

【0017】

従って、本発明の目的は、非周波数ホッピングトラヒックチャネルが存在し、かつ周波数ホッピングトラヒックチャネルが存在しうる移動体無線システムの、任意のアナログまたはディジタルトラヒックチャネルにおいて、直接会話モードで動作している移動体無線端末の位置を決定するアップリンクT D O A方法および装置を提供することである。

【0018】

本発明のもう1つの目的は、T D O A測定を補足するために方向測定がシステムの固定部分において行われる移動体無線システムの、任意のアナログまたはディジタルトラヒックチャネルにおいて、直接会話モードで動作している移動体無線端末の位置を決定するアップリンクT D O A方法および装置を提供することである。

10

【0019】

本発明のさらにもう1つの目的は、受信されるバーストのオーバラップが回避されうる移動体無線システムの、任意のアナログまたはディジタルトラヒックチャネルにおいて、直接会話モードで動作している移動体無線端末の位置を決定するアップリンクT D O A方法および装置を提供することである。

【0020】

本発明のさらにもう1つの目的は、必要に応じ局所的に改善された精度が得られる、移動体無線システムの任意のアナログまたはディジタルトラヒックチャネルにおいて、直接会話モードで動作している移動体無線端末の位置を決定するアップリンクT D O A方法および装置を提供することである。

20

【0021】

(遠隔の無線基地局が位置決定に参加する場合を含め)基地局が、信号のT O Aを決定するため十分な受信アップリンク信号エネルギーを供給される移動体無線システムの、任意のアナログまたはディジタルトラヒックチャネルにおいて、直接会話モードで動作している移動体無線端末の位置を決定するアップリンクT D O A方法および装置を提供することである。

【0022】

本発明によれば、以上の目的およびその他の目的は、位置決定機能を、移動体無線端末を扱う移動体無線システムの陸上ネットワーク内に統合することにより達せられる。特に、移動体端末の位置決定に必要なアップリンクT O A(およびオプションとしてのD O A)の測定は、要求があり次第、移動体無線システムの無線B Sにおいて、送信機-受信機(T X - R X)の通常の機能が測定装置の機能により補足された改変受信機(M o d R X)を用いて行われる。実施例においては、M o d R XにおいてT X部分は用いられず、従つて除外されうる。測定命令は、例えば、移動体サービス交換局(M S C)のようなネットワーク制御装置により、1つまたはそれ以上のB Sへ送られ、それらの命令は、測定を行う無線チャネルを識別する。測定は行われるとネットワーク制御装置へ報告され、またそこから、(その特定の時刻における無線チャネルに関連する移動体端末の識別と共に)移動体無線端末の位置を計算するサービスノード(S N)内のプロセッサへ報告される。

30

【0023】

本発明の1つの実施例においては、I S - 1 3 6規格に従って動作するセルラ移動体無線システムにおけるM o d R Xは、トラヒックチャネルの識別用の(関連する周波数と、タイムスロット固有の同期ワードと、に対応する)チャネル番号を用い、指定されたアップリンクトラヒックチャネル上の信号のT O Aを測定するようM S Cにより命令される。この測定動作が完了すると、M o d R Xは、そのT O A測定値をトラヒックチャネル番号(C H N)と共にネットワーク制御装置(M S C)へ送り返す。ネットワーク制御装置は、ルックアップテーブルを用いて、C H Nを、その時刻におけるトラヒックチャネル上で動作している移動体端末の識別(M S - I D)へ翻訳する。前もって、測定が命令された時に、M S - I DおよびC H Nの情報が、セルラシステムにおいて得られる呼セットアップ

40

50

記録からコピーされ、ルックアップテーブル内へ入力されている。T O A測定値は、ネットワーク制御装置により供給される関連する移動体端末識別と共に位置決定計算へ入力として供給され、この計算は、ネットワーク内のS Nにおいて、3つの異なる無線基地局において同じ端末について行われた少なくとも3つの同時測定の結果を利用して行われる。M o d R Xは、該M o d R Xが測定を行うトラヒックチャネルにおけるデジタル情報に同期させられ、T O A測定は、（例えば、衛星に基づく全地球測位システム、すなわちG P S、またはある他の公知の絶対時間基準により与えられる）正確な時間基準に関して行われる。

【0024】

第1実施例のもう1つのバージョンにおいては、G P Sにより与えられる絶対時間基準を、少なくとも1つの基準移動局により与えられる相対時間基準で置換することにより、改善された精度および柔軟性が実現されうる。 10

【0025】

本発明の第2実施例においては、上述の移動体端末位置の決定方法および装置が、D O A測定を行うM o d R Xにより補足され、このD O A測定値は、上述のT O A測定値と同様にして報告される。D O A測定値は、S Nにおける位置決定アルゴリズムへ入力パラメータとして供給される。もしT O AおよびD O Aの測定値の双方が、位置決定アルゴリズムにおける使用のために得られるならば、（例えば、T O A距離の円と、D O Aを表示する線との交点を用いて）あいまいさのない位置決定結果を得るために、無線チャネルの測定値を報告する無線B Sは1つのみ必要となる。 20

【0026】

本発明の第3実施例においては、遠隔のB Sが位置決定測定のために用いられなければならない環境において、M o d R Xにおいて行われるT O A測定が、まずハンドオーバを行った後に行われる所以、同じ搬送波上の、測定されるトラヒックチャネルのタイムスロットに隣接するタイムスロットは、他の移動体接続により使用されない。上述のように、これは、近くに代わりのB Sが得られない場合に、位置決定のために遠隔B Sの使用することを可能にし、最初にハンドオーバを行わずに遠隔B Sを使用すれば、妨害バーストのオーバラップを生ぜしめることになる。

【0027】

本発明の第4実施例においては、T O A測定を行うM o d R Xは、その無線B Sから遠くに位置しているが、なおその無線B Sに接続されている。この実施例によれば、局所的な位置決定の精度は、追加のコストが必要な場合でも、わずかな追加のコストで改善されうる。 30

【0028】

第4実施例の1つのバージョンにおいては、固定接続（例えば、同軸ケーブル、ガラス纖維の光ケーブル、または導線）を経て近くの基地局に接続されたM o d R X装置により、改善された測定精度が実現される。今後「カスケード位置決定」と呼ばれる、この実施例の第2バージョンにおいては、移動体M o d R X装置を自動車両（例えば、救急車、警察のパトロールカー、軍用車両、など）内に配置することにより、改善された測定精度が実現されうる。本発明の教示によれば、自動車両の位置の決定方法は、固定基地局において、自動車両内に置かれた移動局のためにT O A / D O A測定を行うことにより実施されうる。この同じ移動局は、好ましくは、やはりその自動車両内に配置された（M o d R X）基地局に直接接続されたものとする。この移動局は、その自動車両内に配置された基地局のM o d R Xにより行われたT O A / D O A測定を、セルラ移動体無線システム中へ報告する。そのM o d R XはG P S受信機を含むことができ、このG P S受信機は、セルラシステムのみを経ての、または、より良い精度を所望する場合にはG P Sを経ての、その自動車両の位置の決定を可能にする。しかし、測定の報告は、セルラシステムを経て行われる。追加される可能性は、自動車両を、既知位置を有するいくつかの所定の駐車場の1つに駐車させ、その位置を手動で報告することである。 40

【0029】

10

20

30

40

50

本発明の第5実施例においては、サービス無線基地局が、移動体無線端末（MS）の極めて近くにある。TOA測定を、遠くのBS内のModRXにより行われるように命令する前に、移動体無線端末（MS）は、その送信電力を強制的に増加させられる。この増加は、ネットワーク制御装置が、MSに、測定中高電力で送信するように命令することにより、または、MSをもっと遠くのサービスBSへハンドオフすることにより、実現することができ、後者の場合もMSからの送信電力は高くなる。

【0030】

本発明の第6実施例においては、TOAを測定する無線BSのModRXは、信号メッセージについて信頼性のある測定を行いうる十分な信号エネルギーを受信しない。しかし、トラヒックチャネル上の可変情報の読み取りは、本発明により行われるTOA測定に関連しないので、1つより多くのメッセージが受信され、従って、1つのメッセージより長い積分時間にわたり、非可変情報（例えば、同期ワード、CDMAコードパターン、など）の受信エネルギーが蓄積され、これは、TOA測定を受けつつある信号のS/N比を改善する。

10

【0031】

本発明の第7実施例においては、TOAを測定する無線BSのModRXは、信頼性のある測定を行うための、妨害レベルを超える十分な信号エネルギーを受信しない。その遠隔のBS内のModRXによりTOA測定が行われるように命令する前に、移動体無線端末（MS）は、同じサービスBSにおける別のトラヒックチャネルへハンドオフ（BS内ハンドオフ）され、その場合新しいトラヒックチャネルは、TOA測定を行うその遠隔のBSにおける妨害の影響が小さいように選択される。

20

【0032】

本発明の1つの重要な技術的利点は、その位置決定方法が、関係する移動体無線端末が任意のアップリンクデジタル（またはデジタル化）情報を伝達する限り、または伝達せしめられうる限り、任意のアナログおよびデジタルシステムと、回線交換およびパケット交換トラヒックおよび制御チャネルと、へ適用可能であることである。そのわけは、ModRXが、任意の指定されたアップリンク無線チャネル上において、前もって既知であるデジタル情報（例えば、同期ワード）を、そのチャネル上のなんらかの端末識別情報または他の可変情報を読み取る必要なく、受取るからである。

30

【0033】

本発明のもう1つの重要な技術的利点は、いくつかの一般に普及している移動体通信システム（例えば、エリクソン（Ericsson）のCMS88システム）が、ハンドオーバ前に「検査」に関連してアップリンク信号強度を測定する（すなわち、ターゲットBSにおけるアップリンク信号強度をチェックする）モジュールを有し、本発明の測定モジュールが、そのような測定モジュールを改変することにより得ることができ、それにより、位置決定に必要なプロシージャおよび信号プロトコルが、ハンドオーバ機能から容易に得られることである。

【0034】

本発明のさらにもう1つの重要な技術的利点は、本位置決定方法が、移動体端末が空きモードにある時と同様に、呼中においても適用されうることであり、そのわけは、要求が、（上述のように）関係する移動体端末がデジタル情報をアップリンクへ送ることができ、測定が行われつつある間、可変情報を読み取られないことであるからである。この総合的能力は、例えば、警察活動中などの、ある重要な状況において重要でありうる。

40

【0035】

本発明のさらにもう1つの重要な技術的利点は、測定モジュールModRXを無線BSから遠くに設置し、それにより、多数の完全な無線BSを必要とすることなく、多くの異なる位置に使用可能な測定モジュールを有することにより、位置決定測定の局所的精度を改善しうることである。この技術的利点は、移動体測定モジュールModRXが、救助活動、警察活動、または軍事活動に参加する自動車両内に置かれている時には、さらに明らかになる。そのわけは、測定の正確さが最も必要とされる時に、測定精度が局所的に改善さ

50

れるからである。

【0036】

本発明のもう1つの重要な技術的利点は、周波数ホッピングチャネルにおいて測定を行うことである。そのわけは、ホッピングシーケンスについての情報が、移動体無線陸上ネットワークにおいて容易に使用しうるからである。

【0037】

本発明のさらにもう1つの重要な技術的利点は、それが、MSにおける送信電力を増加させることにより（セルラシステムにおける位置決定機能の統合により可能になる）、またはTOA測定を行うBSにおいて、受ける妨害が小さいトラヒックチャネルへのBS内ハンドオフによりMSをハンドオフすることにより（これも、セルラシステムにおける位置決定機能の統合により可能になる）、必要な時に無線BSにおける受信信号エネルギーの増加を、受信機におけるエネルギーを1つより多くのメッセージにわたり積分することにより可能にすることである（メッセージの内容が問題にならないので可能になる）。

【0038】

本発明のもう1つの重要な技術的利点は、移動局の位置決定において、GPSおよび全国無線送信機のような絶対時間基準の代わりに、少なくとも1つの基準移動局を用いるオプションである。GPS全国無線送信機の代わりに基準移動局を用いることの技術的利点は、基準移動局と、配置される移動体無線端末との間では、周波数が同じまたは類似しており、一方、GPS全国無線送信機と、移動局とに関連する周波数は、明らかに異なることから、さらに明らかとなる。

【0039】

本発明の方法および装置のさらに完全な理解は、添付図面と共に以下の詳細な説明を参照することにより得られる。

【0040】

（図面の詳細な説明）

本発明の実施例およびその利点は、図1から図7までを参照することにより最も良く理解され、これらの図の同じ部品および対応する部品に対しては、同じ番号が用いられている。

【0041】

本質的に、本発明は、移動体無線端末の位置決定のためのアップリンクTDOA方法を提供し、これは、実施例においては、IS-54、IS-136、およびパシフィックデジタルセルラ（PDC）規格により動作するエリクソンシステムにおけるハンドオフと共に適用される検査プロシージャのさらなる発展に基づくものである。ハンドオフ要求がMSCへ送られると、MSCは、ターゲットセル内の特定の基地局に、検査を行うように命令する。エリクソンシステムにおいては、そのようなモジュールは、IS-136規格のもとでは位置および検査モジュール（LVM）と呼ばれ、PDC規格のもとでは検査受信機（VRX）と呼ばれる。この機能の目的は、ターゲットセル内における移動体端末の存在を検査することである。検査モジュールは移動体端末に同調し、旧チャネル上における移動体端末の存在を検査する。この検査の結果は、MSCへ送られる。

【0042】

本発明によれば、BSにより行われる位置決定アップリンク測定は、時間的（例えば、TOA）測定と、角測定と、を含みうる。TOA測定は、好ましい測定方法を構成する。しかし、角測定は、特にもしBSが、移動体端末からの信号のDOAの推定を容易に可能にする適応アンテナ（アンテナアレイ）を備えているならば、TOA測定を補足するために用いられる。移動体端末の位置は、1つのBSにおいて行われるTOAおよび/またはDOA測定から推定されうる。あるいは、移動体端末の位置を推定するために、複数のBSのTOAおよびDOA測定を組合わせることもできる。

【0043】

図1は、本発明の実施例による、統合位置決定機能を有するセルラ移動体無線システム100を示す概略ブロック図である。システム100は、複数の無線BS（代表的な3つが

10

20

30

40

50

、 B S 1 、 B S 2 、 B S 3 として示されている）。これらの無線基地局は異なるサイトに位置しており、通信リンク 1 0 1 を経て有線ネットワークに接続されている。この有線ネットワークは、さらに公衆電話交換網すなわち P S T N (明示的には示されていない) を経て、 S N 1 0 3 に接続されている。接続 1 0 4 は、好ましくは中継接続を含む。 M S C 1 0 2 は、チャネル番号 (C H N) を移動体端末識別 (M S - I D) に関連させるためのルックアップテーブル 1 0 9 を含む。

【 0 0 4 4 】

S N 1 0 3 はプロセッサ 1 0 3 a を含み、プロセッサ 1 0 3 a はさらに、受信ユニット 1 0 3 b と、記憶ユニット 1 0 3 c と、送信ユニット 1 0 3 d と、第 1 および第 2 の計算ユニット (1 0 3 e 、 1 0 3 f) のそれぞれと、を含む。第 1 計算ユニット 1 0 3 e は、無線基地局によりアップリンク上で受信された信号の T D O A を計算し、その場合第 1 計算ユニット 1 0 3 e は、報告された T O A を用いる。第 2 計算ユニット 1 0 3 f は、移動体無線端末の位置を、 T D O A 情報と、（オプションとして）利用可能な報告された D O A 情報と、を用い移動体無線端末の位置を計算する。記憶ユニット 1 0 3 c は、無線基地局の既知の地理的位置を保持する。受信ユニット 1 0 3 b および送信ユニット 1 0 3 d は、（例えば、公知の短メッセージサービスのメッセージのような短いテキストメッセージを用いて）位置決定情報を要求 / 受信する顧客との双方向通信を提供する。

【 0 0 4 5 】

図 1 はまた、位置を決定されるべき移動体無線端末 (M S) 1 0 8 をも示している。無線基地局 B S 1 、 B S 2 、および B S 3 は、それぞれの該 B S の 2 つのアンテナ 1 0 6 上に受信されるアップリンク無線接続 1 0 5 を経て、 M S 1 0 8 のトラヒックチャネルを受信する。この 2 アンテナ機能は、無線トラヒックに対し、かつまた本発明により行われる位置決定測定に対し、空間ダイバーシチを提供する。それぞれの無線基地局 (B S 1 、 B S 2 、 B S 3) は、制御部 1 1 0 と、スプリッタ 1 1 2 を経て受信アンテナ 1 0 6 に、またコンバイナ 1 1 3 を経て送信アンテナ 1 0 7 に接続された複数の T X R X 1 1 1 と、を含む。さらに、それぞれの前記 B S は、好ましくは、例えば、宇宙ベース G P S 1 2 0 のような正確な時間基準からの信号を受信する、時間基準ユニット 1 1 4 を含む。その時間基準信号は、時間基準ユニット 1 1 4 から連続的に M o d R X モジュール 1 3 0 へ結合せしめられる。

【 0 0 4 6 】

本発明の B S (例えば、 B S 1) は、時間基準ユニット 1 1 4 と、制御部 1 1 0 と、を含み、制御部 1 1 0 は、 B S 内の、 M o d R X のみでなく、もっと多くのユニットにサービスしうる。好ましくは、 M o d R X 1 3 0 は B S 内に配置されるが、そのような M o d R X はまた、 B S から遠くに配置された自立ユニットでもありえ、しかし、 B S の制御部 1 1 0 および時間基準ユニット 1 1 4 には接続される。もし M o d R X が B S 内に配置されれば、その M o d R X は、 B S の受信アンテナを共有しうる。しかし、もし M o d R X が B S から遠くに配置されれば、その M o d R X は、それ自身の受信アンテナ 1 0 6 を含みうる。

【 0 0 4 7 】

図 2 は、図 1 に示されている M o d R X 1 3 0 の詳細を示す概略ブロック図である。実施例においては、 M o d R X は、無線 B S において T O A 測定を行う。ある B S においては、 M o d R X はまた、 T O A 測定を補足する公知の D O A 測定装置 2 0 7 をも含みうる。

【 0 0 4 8 】

M o d R X 1 3 0 は、計量部 2 0 1 と、無線受信機部 2 0 2 とを含む。計量部 2 0 1 は、 I S - 5 4 および I S - 1 3 6 システムにおける使用のために 3 重化され（図 2 には、明示的に示さず）、フレームの 3 つの最高速タイムスロットを処理するようにされうる。逆に、無線受信機部 2 0 2 は、3 重化された計量部 2 0 1 により共用されうる。もし M o d R X 1 3 0 が、周波数ホッピングシステム（例えば、 G S M ）において用いられるバージョンを含めば、制御部 1 1 0 は、好ましくは、周波数ホッピングシーケンスを受信周波数合成器 2 1 1 へ入力し、受信周波数合成器 2 1 1 は、位置決定が周波数ホッピングトラヒ

10

20

30

40

50

ックチャネル上において行われうるようにする。無線受信機部 202 はまた、2つの受信アンテナ 106 に結合した、受信機 212 と、RF 復調器 213 と、IF 復調器 214 と、をも含む。GSM についてのさらなる詳細は、欧洲電気通信標準化機構 (ETSI) により標準化された GSM 技術仕様と、マイケル・ムーリ (Michel Moully) およびマリー・バーナデット・ポーテット (Marie Bernadette Pautet) 著の「移動体通信のための GSM システム (The GSM System for Mobile Communication)」と題する書籍 (国際標準書籍番号 (International Standard Book Number) 2-9507190-0-7) と、に与えられている。

【0049】

10

図 2において、計量部 201 は、時間基準ユニット 114 からの時間基準信号と、TOA 測定を受ける記号検出器 204 からのアップリンク信号と、を受ける TOA 計 203 を含む。記号検出器 204 は、等化器 205 (または、アナログチャネル用相関器) から入力信号を受ける。同期ワードおよび DVCC (デジタル検査カラーコード) 部 206 は、TOA 測定を受ける無線チャネルを識別する番号を制御部 110 から受ける。例えば、IS-54 または IS-136 システムにおいては、BS のクラスタ内のそれぞれの BS は、特定の DVCC と、それが搬送周波数の特定のタイムスロットに同期することを可能にする 7 つの異なる同期ワードと、を有する。この情報は、制御部 110 から DVCC 部 206 へ入力され、制御部 110 はその情報をさらに MSC (102) から受ける。同期ワードおよび DVCC 部 206 は、このチャネル情報を等化器 205 へ結合させ、この等化器が (好ましくは公知の相関方法を用いて) タイムスロットを見出せるようにする。オプションとして、もし関連する無線 BS が、(2つより多いアンテナ 106 に対応する) アレイアンテナシステムを含むならば、計量部 201 は、制御部 110 のみに接続された DOA 計 207 を含みうる。DOA 計 207 は制御部 110 から、そのような BS における公知のビーム形成機能から得られる方向情報を要求して受ける。従って、DOA 計 207 は、位置測定のために指定されたチャネルに関して得られる情報をリレーするのみである。DOA 情報が得られる時は、それは SN 内の位置決定アルゴリズムにおいて利用され、位置決定精度を改善し、または、関係する 3つより少ない BS により位置決定が行われるようにすることができる。例えば、単一無線基地局からの TOA および DOA のみが得られる時は、DOA により与えられる直線と、TOA 測定により与えられる円 (その半径は、光速度に移動体端末から BS までの信号の伝搬時間を乗じたものに等しい) との交点に、移動体端末の位置が決定されうる。

【0050】

20

図 3 は、本発明による TOA 測定を受ける、(IS-136 規格のもとでの) 逆方向 (アップリンク) タイムスロットのためのフォーマット 301 を示す図である。28 ビット同期ワードの異なる配置を示すために、順方向 (ダウンリンク) タイムスロット フォーマット 302 も示されている。アップリンクにおいては、受信相関器回路 (明示的には示されていない) によりタイムスロットを見出すために用いられる同期ワードは、タイムスロットの始めまたは終りから離して配置される。この配置の理由は、搬送周波数上の連続するタイムスロットのアップリンクタイミングが、異なる移動体無線端末により、同じ搬送波上の異なるタイムスロットを用いて与えられるからである。従って、アップリンクタイムスロットは、それらが異なる移動体無線端末から無線基地局へ到着する時、互いにオーバラップしうる危険がある。同期ワードを多少とも中央に配置すれば、そのようなオーバラップの機会は最小化される。この問題はダウンリンクにおいては存在しない。それにもかかわらず、そのようなオーバラップは、アップリンクにおいて起こりうるので、少なくとも同期ワードを、妨害を受けないように保護することが重要である。

【0051】

40

図 4 は、本発明による TOA 測定を受ける、IS-54 規格のもとでの逆方向 (アップリンク) 音声チャネルメッセージストリームのためのフォーマット 401 を示す図である。絶対 TOA は、メッセージ内の任意の合意された点 (例えば、第 1 ワード同期 402 の終

50

り)に関するものである。等化器 205 は時間ダイバーシティにより助けられ、メッセージ内のいくつかのワード同期を検査し、時間的な公称遅延 403 により補正することにより、メッセージ内の合意された点を見出すことができる。この機能は、例えば、メッセージ内の合意された点 402 がフェージングにより妨害された時に役立つ。アナログ音声チャネルは、ディジタル時間基準を含まないので、移動体端末をして、(例えば、ダウンリンク上の監査命令に応答して) 音声チャネル上へアップリンクメッセージを送らしめることが必要である。

【 0052 】

図 5 は、本発明による、図 1 に示されているシステム 100 と共に用いられる位置決定方法 500 を示すフローチャートである。図 1 および図 5 を参照すると、SN103 へ位置決定要求が来た時 (ステップ 501) 、ステップ 503 において、位置決定されるべき移動体端末 108 が会話モードにあるかどうかについての決定が、中継線 104 を経て MSC102 へ、その移動体端末への呼をセットアップするよう要求することにより行われる。もし移動体端末 108 が空き状態にあれば、ステップ 507 において呼がセットアップされる。もしステップ 503 において、移動体端末がすでに会話モードにあれば、ステップ 505 において、その使用されているトラヒックチャネルがディジタルトラヒックチャネルであるかどうかについて決定が行われる。もしディジタルトラヒックチャネルでなければ (すなわち、そのトラヒックチャネルがアナログであれば) 、MSC102 から移動体端末 108 へ監査メッセージが送られ、その移動体端末がアップリンク応答を (例えば、図 4 に示されているフォーマットに基づく) デジタル形式で受けるようにされる。そうではなく、ステップ 505 において、もしトラヒックチャネルがディジタルであれば、監査メッセージは不要となる。ステップ 509 において、MSC102 は、いずれの (例えば、3 つの) BS が位置決定プロセスに参加すべきかを決定し、接続 101 を経て、BS1 、 BS2 、および BS3 のような、少なくとも 3 つの指定された無線基地局からの TOA 測定を要求し、関係するトラヒックチャネル番号を指示する。3 つの BS のそれにおける制御部 110 は、Mod RX130 に、指定されたチャネル上の移動体無線端末の位置を決定するように要求する。ステップ 511 において、3 つの BS は、公知の TOA 測定方法により測定を行い、得られた測定情報を、関連するチャネル番号 (CHN) と共に MSC102 へ報告する。ステップ 513 において、MSC102 は、該 MSC 内のルックアップテーブル 109 を用い、その CHN を移動体無線端末の識別 (MS-ID) へ翻訳する。ステップ 515 において、MSC は、無線基地局 BS1 、 BS2 、および BS3 からの測定値を、MS-ID と共に、SN103 へ送る。ステップ 517 において、SN103 は、三角測量アルゴリズムにより移動体端末 108 の位置を計算する。その結果得られた位置情報は、関係する移動体端末の位置を要求した位置決定システムの顧客へ伝達される。

【 0053 】

本発明の異なる実施例における、わずかに改変された図 5 のフローダイアグラムは、ステップ 509 において TOA 測定を行う前に、ハンドオフステップを含み、それにより、遠隔の BS が位置決定に参加する時に、隣接するタイムスロットのオーバラップと、TOA 測定の妨害とを回避しうる。

【 0054 】

本発明のさらにもう 1 つの実施例においては、もう 1 つのわずかに改変された図 5 のフローダイアグラムは、無線基地局が該基地局に接続された複数の (例えば、いくつかの) Mod RX を有する時、その無線基地局から 1 つよりも多くの TOA 測定を命令するステップを含みうるが、それらの Mod RX は異なる遠隔位置に設置される。

【 0055 】

本発明のさらにもう 1 つの実施例においては、もう 1 つのわずかに改変された図 5 のフローダイアグラムは、MS の無線カバレージ内に、DOA を決定しうる BS が存在する時、ステップ 509 において、図示されているように「 3 BS からのチャネル上において TOA を測定する」代わりに、「 1 つよりも多くの、または 1 つの BS からのチャネル上にお

10

20

30

40

50

いて T O A および D O A を測定する」、方法の置換を含みうる。その場合、ステップ 511 からステップ 517 までもまた、D O A 測定の処理を含む。

【 0 0 5 6 】

本発明のさらにもう 1 つの実施例においては、もう 1 つのわずかに改変された図 5 のフローダイアグラムは、もしステップ 509 において、指示されたトラヒックチャネルが、ある B S において T O A 測定を行うためには余りにも弱いと決定されたならば、位置決定ステップ 503 ないし 509 を繰返すステップを含みうる。この場合には、ステップ 503 を繰返す前に、もっと遠いサービス B S への B S 間ハンドオフを行うことにより、または、測定を行う B S において受ける妨害が小さいトラヒックチャネルへ B S 内ハンドオフを行うことにより、または、好ましくは M S に送信電力を増加させるように直接命令することにより、M S の送信電力を増加させる（または S / N 比を改善する）ステップが追加される。

【 0 0 5 7 】

図 6 は、図 1 に示されている実施例による位置決定機能を有するセルラ移動体無線システム 600 を示す概略ブロック図であるが、「カスケード位置決定」の新概念を実行するよう改変されている。図 1 および図 6 を参照すると、図 1 に示し、また図 1 に関連して上述した要素に加えて、システム 600 は、少なくとも 1 つの M S 601 を含む。M S 601 は、好ましくは、付属ユニット 602 を経て B S 1 に有線接続される。M S (端末) 601 は、無線エAINタフェース 604 を経、無線基地局 B S 4 (603) を経て、M S C 102 と通信する。図 6 に示されている実施例においては、無線基地局 B S 4 (603) および無線エAINタフェース 604 (移動体接続) は、B S 1 と M S C 102 との間の、（図 1 に示されている）固定接続 101 を置換している。従って、図 6 に示されている代表的な移動体接続のような移動体接続（例えば、B S 4 およびエAINタフェース 604 ）の使用は、移動車両（例えば、救急車、警察のパトロールカー、軍用車両、など）内に B S 1 （または B S 2 または B S 3 ）を置くことを可能にし、1 つまたはそれ以上の B S （例えば、B S 1 、 B S 2 、 B S 3 、など）を重要な領域の比較的近く（例えば、M S 108 を携帯する遭難者の比較的近く）へ移動させることにより、位置決定の精度を動的に改善することができる。もし重要な領域内に固定 B S が 1 つしかなければ、自動車両の、また M S 108 の位置を決定することが困難となりうる。図 6 に示されているよう、本発明によれば、車両は、時間基準ユニット 114 内に、 G P S から制御される「時間基準」に加えて「 G P S 受信機」をも含みうる。従って、車両は、内部 G P S 受信機の使用が有利である場合には、M S 601 を経てその位置を報告しうる。

【 0 0 5 8 】

動作上、図 5 に関連して以上に示され且つ説明された方法は、移動局 601 の位置、従つて B S （例えば、B S 1 、 B S 2 、または B S 3 ）を運搬する自動車両の位置を決定し且つ報告するためにも用いられる。好ましくは、図 6 に示されている実施例における信号妨害を最小化するために、移動体無線 B S （例えば、B S 1 、 B S 2 、または B S 3 ）により行われる T O A / D O A 測定は、自動車両の位置を決定しつつある固定無線基地局 B S 4 (603) の T O A / D O A 測定、または移動体接続（エAINタフェース 604 および B S 4 (603) ）を経て送信される報告と、オーバラップしないようにする。

【 0 0 5 9 】

図 7 は、図 1 に示されている実施例によるセルラ移動体無線システム 700 を示す概略ブロック図であるが、 G P S 120 および時間基準 114 （図 1 ）の代わりに、少なくとも 1 つの基準移動局（ M S R ） 709 を用いるように改変されている。図 1 および図 7 を参照すると、図 1 に示し、また図 1 に関連して上述した要素に加えて、システム 700 は、無線基地局 B S 1 、 B S 2 、および B S 3 対し既知位置を有する M S R 709 を含む。基地局 B S 1 、 B S 2 、および B S 3 は、 M S R 709 から送信されるアップリンク無線接続 705 を受信する動作を行いうる。さらに詳述すると、 M S R 709 は、それぞれの基地局 B S 1 、 B S 2 、および B S 3 へ相対時間基準すなわち「時間ブリップ」を送信し、この「時間ブリップ」は、例えば、特定のフレームの始めから成りうる。

10

20

30

40

50

【0060】

相対時間基準すなわち「時間ブリップ」の受信に応答して、基地局 B S 1、B S 2、および B S 3 内のそれぞれの M o d R X 1 3 0 は、「時間ブリップ」の対応する T O A を決定する。次に、それぞれの T O A は、M S R 7 0 9 と、それぞれの基地局 B S 1、B S 2、または B S 3 と、の間の既知距離を考慮して補正される。

【0061】

その後、それぞれの M o d R X 1 3 0 は、M S 1 0 8 に関連する T O A を決定し、その場合、その T O A は、対応する「時間ブリップ」に関して測定される。（例えば、M S R および M S の）測定された T O A は、次にサービスノード 1 0 3 へ送信され、サービスノード 1 0 3 は、公知の双曲線位置決定アルゴリズムを実行して M S 1 0 8 の地理的位置を確認する。

10

【0062】

さらに、M S R 7 0 9 はまた、M S R 7 0 9 の位置を知っている 1 つ の基地局（例えば、B S 2）内に置かれうる。そのような状況においては、M S 1 0 8 の位置を決定するために要求される必要な T O A 測定の数を得るために、システム 7 0 0 内に第 2 M S R（図示せず）が必要となる。そのわけは、それぞれの基地局 B S 1、B S 2、および B S 3 は、必要な T O A を決定するために、M S R 7 0 9 から少なくとも 1 つの「時間ブリップ」を受けなければならないからである。M S 1 0 8 の位置を決定しうるために必要な T O A が測定されるように、第 2 M S R（図示せず）を、他の基地局の 1 つ（例えば、B S 1 または B S 3）に置くことができる。

20

【0063】

本発明の方法および装置の実施例を、添付図面に示し且つ以上の詳細な説明において説明してきたが、本発明は、開示した実施例へ制限されるものではなく、特許請求の範囲に記載され且つ定められている本発明の精神から逸脱することなく、多くの再配置、改変、および置換が可能であることを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例による、統合位置決定機能を有するセルラ移動体無線システムを示す概略ブロック図である。

【図 2】 図 1 に示されている改変受信機（M o d R X）の詳細を示す概略ブロック図である。

30

【図 3】 本発明による T O A 測定を行う基礎をなす I S - 1 3 6 規格のもとでの逆方向（アップリンク）タイムスロットのためのフォーマットを示す。

【図 4】 本発明による T O A 測定を行う基礎をなす I S - 5 4 規格のもとでの逆方向（アップリンク）音声チャネルメッセージストリームのためのフォーマットを示す。

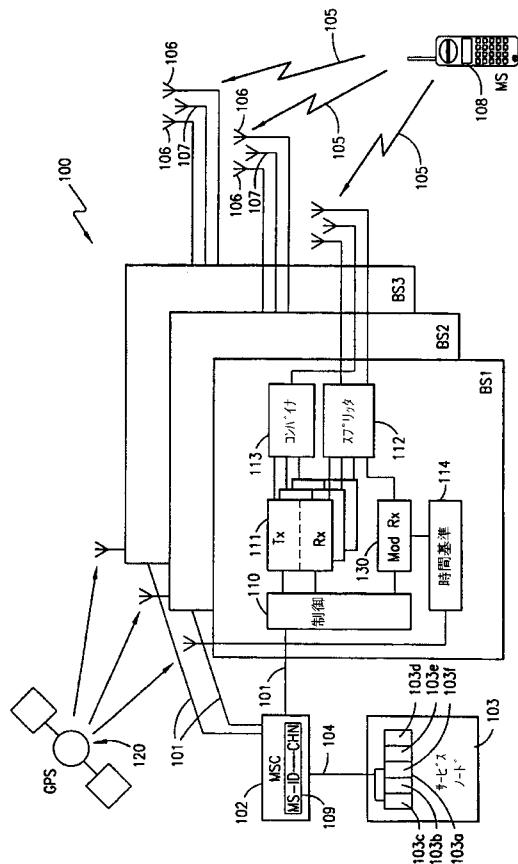
【図 5】 本発明による、図 1 に示されているシステムに関連して用いられる位置決定方法を示すフローチャートである。

【図 6】 「カスケード位置決定」の新概念を実行するように改変された、図 1 に示されている実施例による統合位置決定機能を有するセルラ移動体無線システムを示す概略ブロック図である。

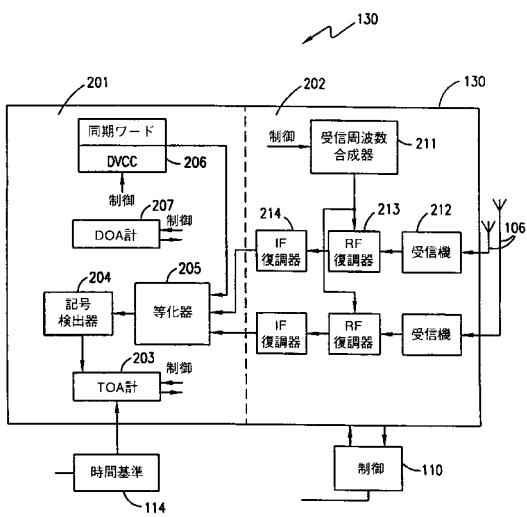
【図 7】 G P S および時間基準ユニットの代わりに基準移動局を用いるように改変された、図 1 に示されている実施例によるセルラ移動体無線システムを示す概略ブロック図である。

40

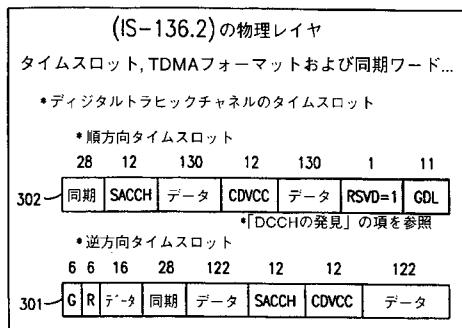
【図1】



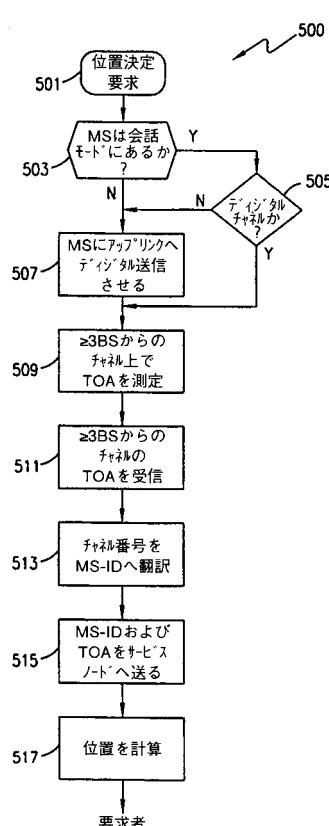
【図2】



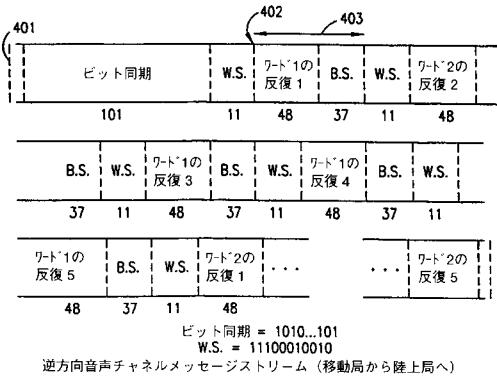
【図3】



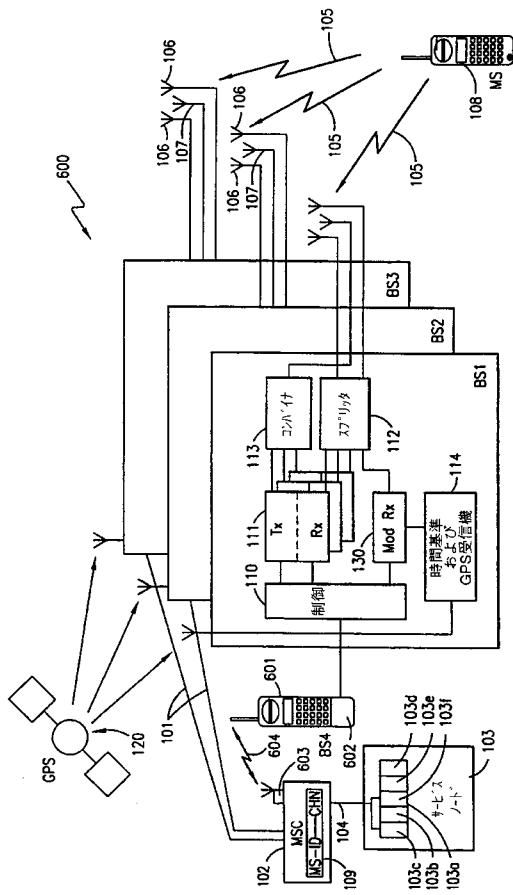
【図5】



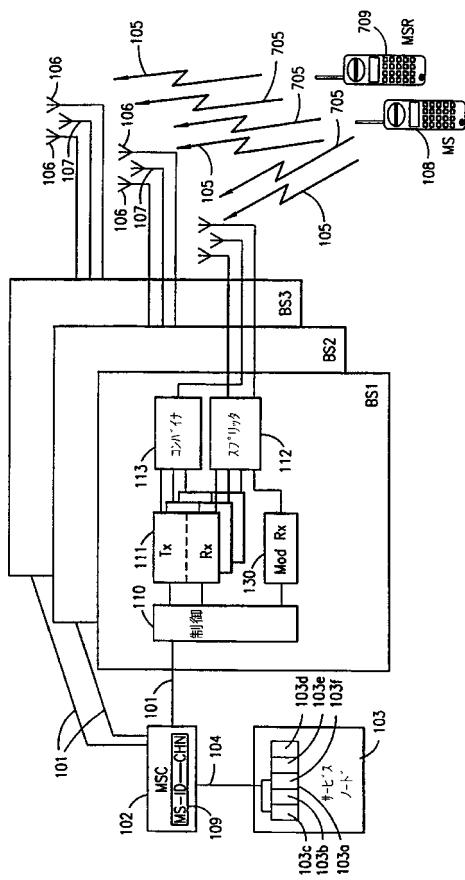
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(74)代理人 100134474
弁理士 坂田 恭弘

(72)発明者 ハゲルマン、ボー
スウェーデン国 ストックホルム、ティヤルホフスガタン 16

(72)発明者 マズル、サラ
スウェーデン国 ブロムマ、スカルデベーゲン 59 エヌ、ビー

(72)発明者 ギスラー、ヴァルター
スウェーデン国 ウップランドス ベースビイ、バトスマンスベーゲン 21

(72)発明者 フォルセン、ウルフ
スウェーデン国 サルトスヨ - ボー、トップベーゲン 6

(72)発明者 ベルグ、ヤン - エリク
スウェーデン国 ソレンツナ、ソレンツナベーゲン 95 エフ

審査官 丹治 彰

(56)参考文献 特表平08-508381 (JP, A)
特開平05-264712 (JP, A)
国際公開第96/035958 (WO, A1)
特開昭63-199528 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 1/00-99/00

H04B 7/26

G01S 5/14