

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3765984号

(P3765984)

(45) 発行日 平成18年4月12日(2006.4.12)

(24) 登録日 平成18年2月3日(2006.2.3)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>HO4Q</b>	<b>7/34</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4Q	7/04 C
<b>HO4B</b>	<b>1/707</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4J	13/00 D
			HO4B	7/26 106B

請求項の数 12 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2000-607432 (P2000-607432)	(73) 特許権者	596008622
(86) (22) 出願日	平成11年9月3日(1999.9.3)		インターデジタル テクノロジー コーポレーション
(65) 公表番号	特表2002-540691 (P2002-540691A)		アメリカ合衆国 デラウェア州 1980
(43) 公表日	平成14年11月26日(2002.11.26)		1、ウィルミントン、デラウェア アヴェニュー 300, スイート 527
(86) 国際出願番号	PCT/US1999/020257	(74) 代理人	100065916
(87) 国際公開番号	W02000/057661		弁理士 内原 晋
(87) 国際公開日	平成12年9月28日(2000.9.28)	(72) 発明者	メーゼッヒャー, デイヴィッド ケイ.
審査請求日	平成15年11月26日(2003.11.26)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 117
(31) 優先権主張番号	09/274,081		46 ハンティントン ステーション, ビヴァリー ロード 9
(32) 優先日	平成11年3月22日(1999.3.22)		審査官 高橋 宣博
(33) 優先権主張国	米国 (US)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CDMA通信システムにおける移動加入者局の位置特定方法およびシステム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

無線CDMA通信システムの中の複数の基地局(36)を用いて加入者局ユニット(40<sub>1</sub>)の地理的位置を特定する方法であって、前記基地局(36)の各々が第1の符号による第1のスペクトラム拡散信号を送信し、前記加入者局ユニット(40<sub>1</sub>)が自局受信の前記第1のスペクトラム拡散信号の各々について第2の符号による第2のスペクトラム拡散信号を前記第1のスペクトラム拡散信号の送信元の基地局(36)に前記自局受信の前記第1のスペクトラム拡散信号と同期させて送信する方法において、

前記自局受信の前記第1のスペクトラム拡散信号の各々について前記加入者局ユニット(40<sub>1</sub>)においてその第1のスペクトラム拡散信号のマルチパス成分のインパルス応答を第1の受信成分の算定のために分析する過程と、

前記基地局(36)の各々において自局受信の前記第2のスペクトラム拡散信号のマルチパス成分のインパルス応答を第1の受信成分の算定のために分析する過程と、

前記基地局(36)の各々についてその基地局(36)と前記加入者局ユニット(40<sub>1</sub>)との間の距離を前記自局受信の第2のスペクトラム拡散信号の前記第2の符号とその基地局からの前記第1のスペクトラム拡散信号との時間差、およびその基地局の自局受信の前記第2のスペクトラム拡散信号についての前記第1の受信成分の算定値に一部基づいて算定する過程と、

前記距離の算定値、前記基地局(36)の各々の固定位置および最尤推定法に一部基づき前記加入者局ユニット(40<sub>1</sub>)の位置を算定する過程と

10

20

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記複数の基地局 (36) が互いに同期しており、前記加入者局 (40<sub>1</sub>) が前記自局受信の第 1 のスペクトラム拡散信号の受信時点の時間差を算定してその時間差の表示信号を送信し、前記最尤推定法が前記加入者局ユニット位置算定のために前記時間差の算定値を用いることをさらに特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記複数の基地局 (36) が互いに同期しており、前記基地局の各々の前記自局受信の前記第 2 のスペクトラム拡散信号の受信時点の時間差を算定し、前記最尤推定法が前記加入者局ユニット位置算定のために前記時間差の算定値を用いることをさらに特徴とする請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 4】

前記時間差の各々に関連する双曲線の式および前記距離の算定値の各々に関連する円の式を前記最尤推定法に用いることをさらに特徴とする請求項 2 または請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

前記第 2 のスペクトラム拡散信号の前記送信を前記自局受信の第 1 のスペクトラム拡散信号の前記算定した第 1 の受信成分に同期させることをさらに特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記加入者 (40<sub>1</sub>) が前記基地局 (36) の各々に対して前記第 1 の受信成分とその基地局 (36) からの前記第 2 のスペクトラム拡散信号の送信時点との間の時間差を表す信号を送信することをさらに特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載の方法。

20

【請求項 7】

複数の基地局 (36) を用いて加入者局ユニット (40<sub>1</sub>) の地理的位置を特定する無線 CDMA 通信システムであって、前記基地局 (36) の各々が第 1 の符号による第 1 のスペクトラム拡散信号を送信し、前記加入者局ユニット (40<sub>1</sub>) が自局受信の前記第 1 のスペクトラム拡散信号の各々について第 2 の符号による第 2 のスペクトラム拡散信号を前記第 1 のスペクトラム拡散信号の送信元の基地局 (36) に前記自局受信の前記第 1 のスペクトラム拡散信号と同期させて送信するシステムにおいて、

30

前記自局受信の前記第 1 のスペクトラム拡散信号の各々について前記加入者局ユニット (40<sub>1</sub>) がその第 1 のスペクトラム拡散信号のマルチパス成分のインパルス応答を第 1 の受信成分の算定のために分析する手段 (82<sub>1</sub>) を含み、

前記基地局 (36) の各々が、自局受信の前記第 2 のスペクトラム拡散信号のマルチパス成分のインパルス応答を第 1 の受信成分の算定のために分析する手段 (66) と、その基地局 (36) と前記加入者局ユニット (40<sub>1</sub>) との間の距離を前記自局受信の第 2 のスペクトラム拡散信号の前記第 2 の符号とその基地局からの前記第 1 のスペクトラム拡散信号との時間差、およびその基地局の自局受信の前記第 2 のスペクトラム拡散信号についての前記第 1 の受信成分の算定値に一部基づいて算定する手段とを含み、

前記距離の算定値、前記基地局 (36) の各々の固定位置および最尤推定法に一部基づき前記加入者局ユニット (40<sub>1</sub>) の位置を算定する手段 (66、68、70) を含むことを特徴とするシステム。

40

【請求項 8】

前記複数の基地局 (36) が互いに同期しており、前記加入者局 (40<sub>1</sub>) が前記自局受信の第 1 のスペクトラム拡散信号の受信時点の時間差を算定してその時間差の表示信号を送信する手段 (60<sub>1</sub>) とを含み、前記最尤推定法が前記加入者局ユニット位置算定のために前記時間差の算定値を用いることをさらに特徴とする請求項 7 記載のシステム。

【請求項 9】

前記複数の基地局 (36) が互いに同期しており、前記基地局の各々の前記自局受信の前記第 2 のスペクトラム拡散信号の受信時点の時間差を算定する手段 (66、68、70)

50

をさらに含み、前記最尤推定法が前記加入者局ユニット位置算定のために前記時間差の算定値を用いることをさらに特徴とする請求項 7 記載のシステム。

【請求項 10】

前記時間差の各々に関連する双曲線の式および前記距離の算定値の各々に関連する円の式を前記最尤推定法に用いることをさらに特徴とする請求項 8 または請求項 9 記載のシステム。

【請求項 11】

前記第 2 のスペクトラム拡散信号の前記送信を前記自局受信の第 1 のスペクトラム拡散信号の前記算定した第 1 の受信成分に同期させることをさらに特徴とする請求項 7、請求項 8、請求項 9 または請求項 10 記載のシステム。

10

【請求項 12】

前記加入者 (40<sub>1</sub>) が前記基地局 (36) の各々に対して見通し線最近似成分とその基地局 (36) からの前記第 2 のスペクトラム拡散信号の送信時点との間の時間差を表す信号を送信する手段 (60<sub>1</sub>) を含むことをさらに特徴とする請求項 7、請求項 8、請求項 9 または請求項 10 記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の分野】

この発明は概括的にはスペクトラム拡散符号分割多元接続 (CDMA) 通信システムに関する。より詳細に言うと、この発明は CDMA 通信システム内にある加入者局の地理的位置を算定するシステムおよび方法に関する。

20

【0002】

【従来技術の説明】

加入者局の位置を特定できる無線システムは既に周知である。無線による一つの手法では衛星測位システム (GPS) を用いる。GPS では、24 基の NAVSTAR 衛星から継続的に送信されるデータをハンドセットで受信する。各衛星はその衛星の識別情報および位置並びに情報送出時刻を表すデータを送信する。ハンドセットは各信号の受信時刻と送信時刻とを比較して各衛星までの距離を算定する。衛星までの距離の算定値と各衛星の位置とに基づいてハンドセットは三角測量により自分の位置を特定し基地局にその情報を供給できる。しかし、加入者局ユニットの中に GPS を組み入れるとコスト上昇を招く。

30

【0003】

加入者局位置特定のもう一つの手法は米国特許第 5,732,354 号に開示されている。時分割多元接続 (TDMA) を無線インタフェースとして用いた移動電話ユニットを複数の基地局の稼働範囲内に位置づける。移動電話ユニットはこれら基地局の各々からの受信信号の信号強度を測定し、それら信号強度測定値を基地局にそれぞれ送信する。基地局の送信したそれら信号強度測定値を移動加入者局の電話交換センターで比較して信号処理する。その結果、移動電話ユニットと各基地局との間の距離が算出される。これらの距離の値から移動電話ユニットの位置を算出する。

【0004】

スペクトラム拡散変調技術を用いた無線通信システムが普及してきた。符号分割多元接続 (CDMA) 通信システムでは、擬似ランダムチップ符号系列でデータを変調することにより、広い帯域 (拡散スペクトラム) を用いてデータを伝送する。それに伴う利点は、CDMA システムが従来型の時分割多元接続 (TDMA) 手法や周波数分割多元接続 (FDMA) 手法による通信システムよりも伝送経路における信号歪および干渉を生じにくいことである。

40

EP 0865 223 A2 はセルラー移動通信システム用の位置推算手法を示す。第 1 および第 2 の信号系列を移動局と基地局との間で交換する。これら信号を CDMA 信号で構成する。これら第 1 および第 2 の信号系列の間の位相差を移動局と基地局との間の距離の算定に用いる。複数の基地局を用いることによって、三角測量により位置を推算できる。

米国特許第 5,600,706 号は CDMA システムにおいて交信範囲算定を用いた位置特定方式

50

を示している。このシステムは、パイロット信号、到達時間差 ( T D O A ) および到達絶対時刻 ( T O A ) を位置特定に用いる。

WO 98/18018 は時分割多元接続通信システムにおいてアレーの二つのアンテナを用いた移動端末位置特定を開示している。これら二つのアンテナで受信した信号の位相差を移動端末に至る二つのアンテナからの中心線に対する角度の算定に用いる。受信信号強度を端末の距離の算定に用いる。これら角度および距離の算定値を用いて端末の位置を算定する。

WO 97/47148 はセルラーシステム内の移動端末の位置の算定を記載している。信号を低い送信電力レベルで送信する。この送信電力レベルを一時的に上げる。送信電力レベルを上げて送信した信号を端末の位置測定に用いる。

米国特許第5,736,964号は送受信ユニットの位置特定のためのC D M Aシステムを記載している。基地局がその送受信ユニット位置特定要求を送る。その送受信ユニットメッセージの受信時刻を基地局に送る。また、一群の基地局で送受信ユニットからの送信信号の中のシンボル系列の受信時刻を算定する。これら時刻算定値を用いて送受信ユニットの位置を算定する。

10

米国特許第5,506,864号はC D M Aシステムにおいて基地局と遠隔ユニットとの間の距離を算定するシステムを開示している。基地局は基地局C D M A信号を遠隔ユニットに送信する。その遠隔ユニットは遠隔C D M A信号を基地局に送る。遠隔C D M A信号は上記受信したC D M A信号と同期している。基地局は、送信した基地局C D M A信号と受信した遠隔C D M A信号のチップ符号系列の比較により遠隔ユニットまでの距離を算定する。

【 0 0 0 5 】

20

既存のC D M A通信システムで既に利用可能になっているデータを用いた高精度の加入者局位置特定システムが求められている。

【 0 0 0 6 】

【 発明の概要 】

加入者局ユニットの地理的位置を無線C D M A通信システムの中の複数の基地局を用いて特定する。それら基地局の各々から第1の符号による第1のスペクトラム拡散信号を送信する。加入者局ユニットは受信した第1のスペクトラム拡散信号の各々について第2の符号による第2のスペクトラム拡散信号を送信する。この第2のスペクトラム拡散信号は加入者局ユニットが受信した第1のスペクトラム拡散信号と同期している。加入者局ユニットが受信した第1のスペクトラム拡散信号の各々のインパルス応答を分析して第1の受信成分を算定する。基地局の各々において、その基地局の受信した第2のスペクトラム拡散信号を分析して第1の受信成分を算定する。各基地局と加入者局との間の距離を算定する。この距離算定は、受信信号と送信信号との間の時間差および上記第2のスペクトラム拡散信号についての第1の受信成分算定値に基づいて行う。加入者局ユニットの位置は上記距離算定値、各基地局の固定位置および最尤値推定法に基づいて算定する。

30

【 0 0 0 7 】

【 好ましい実施の形態 】

同じ構成要素には全図を通じて同じ参照数字を付けて示した図面を参照してこの発明の好ましい実施例を説明する。

【 0 0 0 8 】

40

単純化したC D M Aシステムを図1に示す。所定の帯域幅を有するデータ信号を擬似ランダムチップ符号系列発生器からの拡散符号と混合してデジタルスペクトラム拡散信号を生ずる。受信側で、データの送信に用いたものと同じ擬似ランダムチップ符号系列と相関をとってデータを再生する。伝送帯域幅の中で逆拡散されつつある信号にとって、同帯域幅の中の他の信号はすべて雑音となる。

【 0 0 0 9 】

受信機との同期をとるために送信機の各々に非変調パイロット信号が必要になる。このパイロット信号はそれぞれの受信機が所定の送信機と同期をとることを可能にし、その受信機におけるトラフィック信号の逆拡散を可能にする。

【 0 0 1 0 】

50

通常のCDMAシステムでは、基地局はグローバルパイロット信号をその交信範囲内の加入者局に送って順方向送信を同期させる。また、例えばB-CDMAシステムなどのCDMAシステムでは、各加入者局が自局特有の割当てパイロット信号を送って逆方向送信を同期させる。

【0011】

図2はCDMA通信システム30を示す。この通信システム30は複数の基地局36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、・・・、36<sub>n</sub>を含む。これら基地局36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、・・・、36<sub>n</sub>の各々は固定式または移動式の複数の加入者局ユニット40<sub>1</sub>、40<sub>2</sub>、・・・、40<sub>n</sub>と交信する。加入者局ユニット40<sub>1</sub>、40<sub>2</sub>、...、40<sub>n</sub>の各々は最寄りの基地局36<sub>1</sub>または通信信号強度最大の基地局36<sub>1</sub>と交信する。基地局36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、・・・、36<sub>n</sub>の各々は、図3に示すとおり、通信システム30内の他の構成部分と交信する。

10

【0012】

通信システム30の中心には市内交換機32があり、複数の網インタフェースユニット(NIU)34<sub>1</sub>、34<sub>2</sub>、・・・、34<sub>n</sub>と信号授受する。これらNIUの各々は複数の無線搬送波局(RCS)38<sub>1</sub>、38<sub>2</sub>、・・・、38<sub>n</sub>または基地局36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、・・・、36<sub>n</sub>と信号授受する。RCS38<sub>1</sub>、38<sub>2</sub>、・・・、38<sub>n</sub>または基地局36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、...、36<sub>n</sub>の各々は各々の交信範囲内の複数の加入者局ユニット40<sub>1</sub>、40<sub>2</sub>、...、40<sub>n</sub>と交信する。

【0013】

図4は既存のスペクトラム拡散CDMA通信システムの本発明関連部分のブロック図である。個々の基地局36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、...、36<sub>n</sub>の各々は、グローバルパイロットチップ符号発生手段42<sub>1</sub>およびスペクトラム拡散処理手段44<sub>1</sub>を用いて、その基地局に特有のグローバルパイロット信号を発生する。グローバルパイロットチップ符号発生手段42<sub>1</sub>は特有の擬似ランダムチップ符号系列を発生する。この特有の擬似ランダムチップ符号系列は、B-CDMA無線インタフェースの場合のように帯域幅15MHzまで信号スペクトラムを拡散するのに用いられる。上記スペクトラム拡散処理手段はグローバルパイロットチップ符号系列で所望の中心周波数を変調する。このグローバルパイロット信号による被変調信号は基地局の送信機46<sub>1</sub>によりすべての加入者局40<sub>1</sub>に送信される。

20

【0014】

加入者局ユニット40<sub>1</sub>の中の受信機48<sub>1</sub>は複数の基地局36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、...、36<sub>n</sub>から利用可能な信号を受信する。図5に示すとおり、グローバルパイロット信号50<sub>1</sub>は基地局36<sub>1</sub>から加入者局ユニット40<sub>1</sub>に伝搬し、その伝搬に要する時間 $t_1$ は、

$$t_1 = d_1 / c \quad (\text{式1})$$

で与えられる。ここで $d_1$ は基地局36<sub>1</sub>と加入者局ユニット40<sub>1</sub>との間の距離、 $c$ は光速である。

30

【0015】

図4を参照すると、加入者局ユニット40<sub>1</sub>の中のグローバルパイロットチップ符号再生手段54<sub>1</sub>は、複数の基地局36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、...、36<sub>n</sub>からグローバルパイロットチップ符号系列を受信できる。加入者局ユニット40<sub>1</sub>はグローバルパイロットチップ符号系列のレプリカを発生し、その発生したレプリカを受信グローバルパイロット50<sub>1</sub>と同期させる。加入者局ユニット40<sub>1</sub>はそのユニットの多数の分析機能の達成のためにプロセッサ82<sub>1</sub>も併せ備える。

40

【0016】

加入者局40<sub>1</sub>は割当てパイロットチップ符号発生手段56<sub>1</sub>およびスペクトラム拡散処理手段58<sub>1</sub>を用いて割当てパイロット信号52<sub>1</sub>を発生する。割当てパイロットチップ符号発生器56<sub>1</sub>は再生グローバルパイロット符号系列と同期した擬似ランダムチップ符号系列を発生する。その結果、割当てパイロットチップ符号系列は基地局36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、...、36<sub>n</sub>について $t_1$ だけ遅延を受ける。スペクトラム拡散プロセス手段58<sub>1</sub>は所望の中心周波数を割当てパイロットチップ符号系列で変調して、割当てパイロット信号52<sub>1</sub>による被変調信号を発生する。この割当てパイロット信号52<sub>1</sub>により被変調信号を

50

交信範囲内のすべての基地局  $36_1$ 、 $36_2$ 、...、 $36_n$  に送信する。

【0017】

基地局  $36_1$  は自局の受信機  $62_1$  で上記割当てパイロット信号  $52_1$  による被変調搬送波を受信する。受信したこのパイロット信号  $52_1$  による被変調搬送波は図5に示すとおりグローバルパイロット信号  $50_1$  による被変調搬送波と同じ距離  $d_1$  を伝搬する。したがって、受信した割当てパイロット信号は、移動加入者局ユニット  $40_1$  については  $1$  だけ遅延を受け、基地局  $36_1$  発生 of グローバルパイロット信号  $50_1$  については  $2_1$  だけ遅延を受ける。

【0018】

基地局  $36_1$  で受信した割当てパイロット信号  $52_1$  のチップ符号系列は、基地局  $36_1$  発生 of グローバルパイロット信号  $50_1$  のチップ符号系列に対して  $2_1$  だけ遅延を受けているので、往復伝搬遅延  $2_1$  は上記二つのチップ符号系列のタイミングの比較によって算定できる。上記往復伝搬遅延  $2_1$  を用いて基地局  $36_1$  と加入者局ユニット  $40_1$  との間の距離  $40_1$  は、

$$d_1 = c \cdot 2_1 / 2 \quad (\text{式 } 2)$$

で与えられる。チップ区間少なくとも  $80 \text{ ns}$  の拡散系列を用い、通信システムの追跡分解能がチップ区間の  $1/16$  である場合は、距離  $d_1$  は2メートル以下の精度で測定できる。

【0019】

図6はこの発明の第1の実施例のブロック図である。加入者ユニット  $40_1$  には追加のハードウェアは不要である。必要な変更は加入者局ユニットのプロセッサ  $82_1$  並びに基地局  $36_1$ 、 $NIU34$  または市内交換機  $32_1$ 、警察分署  $74_1$ 、 $74_2$ 、...、 $74_n$  および救急車急派出所  $76$  の中のソフトウェアの変更によって導入する。

【0020】

加入者局ユニット  $40_1$  は、緊急呼出  $911$  発呼があったことを表示し加入者局位置特定プロトコルの起動を指示する信号を基地局  $36_1$  から受ける。加入者局  $40_1$  は、この信号を受けると、自局の送信チップ符号系列を少なくとも三つの基地局のチップ符号系列と逐次同期させる。加入者局ユニットの通常の交信範囲の外側にある基地局  $36_2$ 、 $36_3$ 、...、 $36_n$  に受信できるように、これらの送信は適応型送信電力制御アルゴリズムを一時的に中断させて通常よりも高い送信電力レベルで行う。

【0021】

基地局  $36_1$ 、 $36_2$ 、...、 $36_n$  の各々の中のプロセッサ  $66_1$  は割当てパイロットチップ符号再生手段  $64_1$  およびグローバルパイロットチップ符号発生器  $42_1$  に接続する。プロセッサ  $66_1$  はこれら二つのチップ符号系列を比較して加入者局ユニット  $40_1$  と基地局  $36_1$ 、 $36_2$ 、...、 $36_n$  それぞれとの間の往復伝搬遅延  $1$ 、 $2$ 、...、 $n$  および距離  $d_1$ 、 $d_2$ 、...、 $d_n$  を算定する。

【0022】

$NIU34_1$  または市内交換機  $32$  の内部でプロセッサ  $68$  は基地局  $36_1$ 、 $36_2$ 、...、 $36_n$  全ての内部のプロセッサ  $66_1$ 、 $66_2$ 、...、 $66_n$  からの距離  $d_1$ 、 $d_2$ 、...、 $d_n$  を受ける。プロセッサ  $68$  は距離  $d_1$ 、 $d_2$ 、...、 $d_n$  を用いて加入者局  $40_1$  の位置を次のとおり算定する。

【0023】

三つの基地局  $36_1$ 、 $36_2$ 、 $36_3$  の既知の緯度および経度並びに距離  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$  を用いて、それぞれ半径  $80_1$ 、 $80_2$ 、 $80_3$  の三つの円  $78_1$ 、 $78_2$ 、 $78_3$  を描く。これら円  $78_1$ 、 $78_2$ 、 $78_3$  は基地局  $36_1$ 、 $36_2$ 、 $36_3$  をそれぞれ中心とする。これら三つの円  $78_1$ 、 $78_2$ 、 $78_3$  の交線は加入者局ユニット  $40_1$  の位置にある。

【0024】

デカルト座標を用いると、基地局  $36_1$ 、 $36_2$ 、...、 $36_n$  の各々に対応する経度および緯度はそれぞれ  $X_n$  および  $Y_n$  で表される。加入者局ユニット  $40_1$  の位置を  $X$ 、 $Y$  で

10

20

30

40

50

表すと、距離の式により次式が成立する。

【0025】

$$(X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2 = d_1^2 \quad (\text{式3})$$

$$(X_2 - X)^2 + (Y_2 - Y)^2 = d_2^2 \quad (\text{式4})$$

$$(X_3 - X)^2 + (Y_3 - Y)^2 = d_3^2 \quad (\text{式5})$$

距離  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$  の計算に伴う微小な誤差のために、実際にはこれら式3、式4および式5は慣用の算術では解けない。それら誤差を補正するために、位置の算定に最尤推定法を周知のとおり用いる。精度を上げるために、追加の基地局  $36_4$ 、 $36_5$ 、...、 $36_n$  を推定分析用の追加の距離の計算に用いることができる。

【0026】

加入者局ユニットの位置を通信システム30経由で少なくとも一つの警察分署  $74_1$ 、 $74_2$ 、...、 $74_n$  および救急車急派出所76に送る。これら警察分署  $74_1$ 、 $74_2$ 、...、 $74_n$  および救急車急派出所76の各々の中のプロセッサ  $70_1$  は緊急呼911発呼加入者局ユニットの位置を表すデータを受け、慣用のコンピュータモニタ  $72_1$  にそのデータを表示する。この表示は緊急呼911すべてと所番地とを地図上にリストしたものを含む。

【0027】

代替の手法では、通信システム30経由で未加工データを送りそれら未加工データを単一の地点で処理することによってプロセッサの数を減らす。

【0028】

図8はこの発明の第2の実施例を示す。少なくとも二つの基地局  $36_1$ 、 $36_2$ 、...、 $36_n$  を互いに同期させて配置し、それら基地局からグローバルパイロット信号  $52_1$ 、 $52_2$ 、...、 $52_n$  を互いに同期したチップ符号系列で送る。しかし、受信したグローバルパイロット信号  $52_1$ 、 $52_2$ 、...、 $52_n$  は同期していない。第1の基地局  $36_1$  からのグローバルパイロット信号  $52_1$  は伝搬距離  $d_1$  であり  $t_1$  だけ遅延を受ける。第2の基地局  $36_2$  からのグローバルパイロット  $52_2$  の伝搬距離は  $d_2$  であり  $t_2$  だけ遅延を受ける。加入者局ユニット  $40_1$  は基地局の各々からのグローバルパイロットチップ符号系列をグローバルパイロットチップ符号再生手段  $54_1$  により再生する。加入者局  $40_1$  の中のプロセッサ  $82_1$  はグローバルパイロットチップ符号再生手段  $54_1$ 、 $54_2$ 、...、 $54_n$  の各々に接続する。プロセッサ  $82_1$  はパイロットチップ符号系列の各対のチップ符号系列を比較し、これら系列相互間の時間差  $t_1$ 、 $t_2$ 、...、 $t_n$  を次のとおり計算する。

【0029】

加入者局ユニット  $40_1$  の中で、基地局  $36_1$ 、 $36_2$ 、...、 $36_n$  の各々の用いたチップ符号系列を蓄積する。基地局  $36_1$  パイロット符号と同期させたあと、プロセッサ  $82_1$  は系列同期達成の時点で蓄積する。このプロセスを他の基地局  $36_2$ 、 $36_3$ 、...、 $36_n$  についても反復する。同期プロセスは逐次的に進めることができ（第1の基地局のチップ符号系列への同期、次に第2の基地局の...、以下同様）、同時並行的に進めることもできる（全基地局についての同期を同時に達成）。

【0030】

$t_1$ 、 $t_2$ 、...、 $t_n$  の間の相対的時間差および各基地局のチップ符号系列を用い、各基地局パイロット信号の発信の同期を既知とすると、基地局二つについての時間差は次式で算出される。

【0031】

$$t_1 = t_2 - t_1 \quad (\text{式6})$$

$$t_2 = t_3 - t_2 \quad (\text{式7})$$

これら時間差  $t_1$ 、 $t_2$ 、...、 $t_n$  を少なくとも一つ基地局  $36_1$  に送信する。

【0032】

少なくとも一つの基地局  $36_1$  は時間差再生手段  $84_1$  を用いて受信信号から時間差データを再生する。この時間差データを距離データ  $d_1$  とともに通信システム経由でプロセッサ  $68$  に送る。プロセッサ  $68$  は時間差データ  $t_1$ 、 $t_2$ 、...、 $t_n$  および距離デ

10

20

30

40

50

ータ  $d_1$ 、 $d_2$ 、...、 $d_n$  を用いて加入者局ユニット 40<sub>1</sub> の位置を次に述べるとおり算定する。

【0033】

図9に示すとおり、二つの基地局 36<sub>1</sub> および 36<sub>2</sub> からの情報に基づき、プロセッサは距離  $d_1$ 、 $d_2$  を用いて二つの円 78<sub>1</sub>、78<sub>2</sub> を描く。また、時間差  $t_1$  を用いると双曲線 86<sub>1</sub> を描くことができる。

【0034】

双曲線 86<sub>1</sub> 沿いの点はすべて、互いに同期した基地局 36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub> から同一の時間差  $t_1$  でグローバルパイロット信号 52<sub>1</sub>、52<sub>2</sub> を受ける。この時間差  $t_1$  は、式1の  $t_1$  に  $t_1$  を、 $d_1$  に  $d_1$  をそれぞれ代入することによって距離差  $d_1$  に変換できる。この距離の式を用いると、加入者局ユニット 40<sub>1</sub> の位置  $X$ 、 $Y$  は次式で表される。

$$\Delta d_1 = \sqrt{(X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2} - \sqrt{(X_2 - X)^2 + (Y_2 - Y)^2} \quad \text{Equation (8)}$$

式3および式4を式8とともに最尤値推定法に用いると、加入者局ユニット 40<sub>1</sub> の位置を算定できる。この加入者局ユニット位置情報を最寄りの警察分署 74<sub>1</sub>、74<sub>2</sub>、...、74<sub>n</sub> および救急車急派所 76 に送る。

【0035】

精度を上げるには、追加の基地局を用いる。図10は三つの基地局 36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、36<sub>3</sub> を用いた場合を示す。三つの距離  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$  を用いて三つの円を描く。二つの時間差  $t_1$ 、 $t_2$  を用いて二つの互いに交叉する双曲線 86<sub>1</sub>、86<sub>2</sub> を描く。二つの双曲線 86<sub>1</sub>、86<sub>2</sub> および三つの円 78<sub>1</sub>、78<sub>2</sub>、78<sub>3</sub> を用いた最尤値推定法によってより高い精度が得られる。

【0036】

図8に示すとおり、加入者局ユニット 40<sub>1</sub> は時間差  $t_1$ 、 $t_2$ 、...、 $t_n$  の算定のために各グローバルパイロットチップ符号系列を信号処理する必要がある。代替の手法では加入者局ユニット 40<sub>1</sub> からこの処理を除去する。

【0037】

図6を参照すると、加入者局ユニット 40<sub>1</sub> は遅延  $\tau_1$  の最寄りの基地局 36<sub>1</sub> など一つの基地局のグローバルパイロットチップ符号系列に割当てパイロット信号を同期させる。この割当てパイロット信号 50<sub>1</sub> をすべての基地局 36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、...、36<sub>n</sub> に送信する。この割当てパイロット信号 50<sub>1</sub> はそれぞれの基地局に遅延  $\tau_1 + \tau_1$ 、 $\tau_1 + \tau_2$ 、 $\tau_1 + \tau_3$  で受信される。基地局 36<sub>1</sub>、36<sub>2</sub>、...、36<sub>n</sub> の各々は遅延チップ符号系列と算出済み距離とを NIU 34<sub>1</sub> または市内交換機 32 中のプロセッサ 68 に送る。プロセッサ 68 は受信した割当てパイロットチップ符号系列の相互比較により時間差  $t_1$ 、 $t_2$ 、...、 $t_n$  を算出する。受信した割当てパイロットチップ符号系列はすべて  $\tau_1$  だけ遅延を受けているので、この  $\tau_1$  の遅延は時間差  $t_1$ 、 $t_2$ 、...、 $t_n$  の算出結果では打ち消されている。したがって、上述のとおり双曲線 86<sub>1</sub>、86<sub>2</sub> を用いて加入者局ユニット 40<sub>1</sub> の位置を特定できる。

【0038】

図11、12、13に示したもう一つの実施例は複数のアンテナ 88<sub>1</sub>、88<sub>2</sub>、...、88<sub>n</sub> 付きの基地局 36<sub>1</sub> を用いる。それらアンテナのうち二つ 88<sub>1</sub>、88<sub>2</sub> を図11に示すとおり既知の間隔  $L$  だけ隔てて中心線 92 沿いに配置する。これらアンテナ 88<sub>1</sub>、88<sub>2</sub> は加入者局ユニット 40<sub>1</sub> から割当てパイロット信号 90<sub>1</sub>、90<sub>2</sub> を受信する。しかし、加入者局ユニット 40<sub>1</sub> から遠い方のアンテナ 88<sub>2</sub> は、僅かに長い距離  $d_1$  ' 経路で近い方のアンテナ 88<sub>1</sub> に対し僅かな遅延を伴って信号を受信する。この遅延は図13に示した各アンテナ受信信号間の搬送波位相差の原因となる。この搬送波位相差および各割当てパイロットチップ符号再生手段 96<sub>1</sub>、96<sub>2</sub>、...、96<sub>n</sub> による再生チップ符号系列を用いてプロセッサ 66 は次のとおり加入者局ユニット 40<sub>1</sub> の位置を算定で

10

20

30

40

50



きる。

【 0 0 3 9 】

図 1 2 に示すとおり、加入者局ユニット 4 0<sub>1</sub> はアンテナ 8 8<sub>1</sub>、8 8<sub>2</sub> の中心線から距離 d<sub>1</sub>、角度 θ の点に位置している。図 1 2 に示した尺度から理解されたとおり、受信した二つの割当てパイロット信号 9 0<sub>1</sub>、9 0<sub>2</sub> は見かけ上一致する。しかし、図 1 1 に示すとおり、これら受信した割当てパイロット信号 9 0<sub>1</sub>、9 0<sub>2</sub> は僅かに隔たっている。第 1 のアンテナ 8 8<sub>1</sub> に戻る割当てパイロット信号 9 0<sub>1</sub> は距離 d<sub>1</sub> を伝搬する。第 2 のアンテナ 8 8<sub>2</sub> に戻る割当てパイロット信号 9 0<sub>2</sub> は僅かに長い距離 d<sub>1</sub>' を伝搬する。図 1 1 に示すとおり、これら二つの距離 d<sub>1</sub>、d<sub>1</sub>' の差は距離 m である。

【 0 0 4 0 】

アンテナ 8 8<sub>1</sub>、8 8<sub>2</sub> と加入者局ユニット 4 0<sub>1</sub> との間の距離 d<sub>1</sub>、d<sub>1</sub>' は両アンテナ 8 8<sub>1</sub>、8 8<sub>2</sub> の間の距離  $\underline{l}$  よりもずっと大きいので、受信した割当てパイロット信号 9 0<sub>1</sub>、9 0<sub>2</sub> はほぼ平行な経路をたどる。図 1 1 に示すとおり、加入者局ユニット 4 0<sub>1</sub> から距離 d<sub>1</sub> の点 9 4 で直角三角形を形成すると、角度 θ は次式で算定できる。

【 0 0 4 1 】

$$\theta = \cos^{-1} (m / \underline{l}) \quad (\text{式 9})$$

距離 m は受信した二つの信号 9 0<sub>1</sub>、9 0<sub>2</sub> の間の搬送波位相差 Δφ により次式で与えられる。

【 0 0 4 2 】

$$m = \lambda \cdot \Delta\phi / 2\pi \quad (\text{式 10})$$

すなわち、距離 m は上記二つの信号の搬送波位相差 Δφ (ラジアン) とその信号の波長 λ との積を 2π で除算した値である。波長 λ は割当てパイロット信号の既知の周波数 f から次式で与えられる。

【 0 0 4 3 】

$$\lambda = c / f \quad (\text{式 11})$$

プロセッサ 6 8 はグローバルパイロット信号発生手段 4 2<sub>1</sub> からのチップ符号系列を図 6 に示すとおり割当てパイロットチップ符号系列と比較して距離 d<sub>1</sub> を算定する。プロセッサ 6 6<sub>1</sub> は角度 θ および距離 d<sub>1</sub> の両方を用いて単純な幾何学から加入者局ユニット 4 0<sub>1</sub> の位置を特定する。アンテナ 8 8<sub>1</sub>、8 8<sub>2</sub> に伴う位置特定の曖昧さの消去には多様な手法が当業者に周知である。それら周知の手法の一つはセクタ化に基づくアンテナを用いる。加入者局ユニット位置情報を警察分署 7 4<sub>1</sub>、7 4<sub>2</sub>、...、7 4<sub>n</sub> および救急車急派出所 7 6 に送る。システムの精度を高めるために追加のアンテナを用いることもできる。

【 0 0 4 4 】

代替の実施例では二つ以上の基地局 3 6<sub>1</sub>、3 6<sub>2</sub>、...、3 6<sub>n</sub> を用いる。N I U 3 4<sub>1</sub> または市内交換機 3 2 の内部に配置したプロセッサ 6 8 は二つ以上の基地局 3 6<sub>1</sub>、3 6<sub>2</sub>、...、3 6<sub>n</sub> から距離情報、角度情報およびそれら基地局相互間の時間差 t<sub>1</sub>、t<sub>2</sub>、...、t<sub>n</sub> を収集する。プロセッサ 6 8 は最尤値推定法を用いて加入者局ユニット 4 0<sub>1</sub> の位置をより高精度で特定する。

【 0 0 4 5 】

第 4 の実施例はマルチパスについて補正を行う。図 1 4 はマルチパスを図解する。グローバルパイロット信号などの信号を基地局 3 6<sub>1</sub> から送信する。その信号は基地局 3 6<sub>1</sub> と加入者局ユニット 4 0<sub>1</sub> との間で多数の経路 9 8<sub>1</sub>、9 8<sub>2</sub>、...、9 8<sub>n</sub> を辿る。

【 0 0 4 6 】

図 1 3 は受信信号のマルチパス成分のインパルス応答特性を示す。これらマルチパス成分の各々は独特の経路を辿るので経路 9 8<sub>1</sub>、9 8<sub>2</sub>、...、9 8<sub>n</sub> の長さで定まる伝搬遅延を受けて受信機に到達する。インパルス応答特性 1 0 6 は多様な伝搬遅延を受けて受信されたマルチパス成分全部の信号強度の総和を表す。

【 0 0 4 7 】

上述の加入者局ユニット位置特定手法は、伝搬距離 d<sub>1</sub> の見通し線マルチパス成分 9 8<sub>1</sub> と加入者局ユニット 4 0<sub>1</sub> が同期しているものとした。しかし、加入者局ユニットが見通

10

20

30

40

50

し線成分以外のマルチパス成分 $98_1$ 、 $98_2$ 、...、 $98_n$ と同期する場合は、図15に示す遅延 $MD_1$ によって距離計算に誤差を生ずる。

【0048】

図16はマルチパスに起因する誤差の補正のためのシステムを示す。グローバルパイロット信号 $50_1$ を基地局 $36_1$ から加入者局ユニット $40_1$ に送る。加入者局ユニット $40_1$ はLompほか名義の米国特許出願第08/669,769号記載の受信機のようなマルチパス受信機 $102_1$ により、マルチパス伝搬成分すべてを収集する。加入者局ユニット $40_1$ の中のプロセッサ $82_1$ で受信グローバルパイロット信号 $50_1$ のインパルス応答特性 $100$ を分析する。

【0049】

見通し線経路伝搬成分 $98_1$ は最短距離の伝搬経路を辿るので、その成分が第1の受信成分 $98_1$ となる。見通し線経路伝搬成分が受信されない場合は、第1の受信成分 $98_1$ は見通し線経路伝搬成分に最も近い、すなわち推算値の中の最良の値となる。プロセッサ $82_1$ はこの第1の受信成分 $98_1$ のチップ符号系列を割当てパイロットチップ符号系列の同期に用いたチップ符号系列と比較する。この比較によってマルチパスに伴う遅延 $MD_1$ を算定する。マルチパス遅延 $MD_1$ を基地局 $36_1$ に送る。

【0050】

基地局 $36_1$ の中のプロセッサ $66_1$ およびマルチパス受信機 $104_1$ は受信した割当てパイロット信号について同じ分析を行う。その結果、割当てパイロット信号のマルチパス遅延 $MD_2$ が算定される。また、マルチパス遅延再生手段 $106_1$ でプロセッサ $66_1$ 用のグローバルパイロット信号マルチパス遅延 $MD_1$ を再生する。プロセッサ $66_1$ はこの発生したグローバルパイロットチップ符号系列と再生した割当てパイロットチップ符号系列とを比較して往復伝搬遅延 $2_1$ を算定する。マルチパスについて補正するために、プロセッサ $66_1$ はグローバルパイロット信号のマルチパス遅延 $MD_1$ と割当てパイロット信号マルチパス遅延 $MD_2$ とを往復伝搬遅延算出値 $2_1$ から減算する。この補正済みの往復伝搬遅延を上述のとおり加入者局ユニット位置特定手法の一つで用いる。

【0051】

特定の実施例を詳細に参照してこの発明を上述してきたが、これら詳細な点は例示のために示したものであって限定的なものではない。ここに記載した発明の範囲を逸脱することなくこの発明の構成および動作の態様に多数の変形が可能であることは当業者に認識されよう。

【図面の簡単な説明】

【図1】単純化した従来技術によるCDMA通信システムの説明図。

【図2】従来技術によるCDMA通信システムの説明図。

【図3】従来技術によるCDMA通信システムの中の主な構成部分のブロック図。

【図4】従来技術によるCDMA通信システムの中の構成部分のブロック図。

【図5】基地局と加入者局ユニットとの間で授受されているグローバルパイロット信号および割当てパイロット信号の説明図。

【図6】少なくとも三つの基地局を用いたこの発明の第1の実施例のブロック図。

【図7】少なくとも三つの基地局によるこの発明の第1の実施例を用いた加入者局ユニットの位置特定の説明図。

【図8】加入者局ユニット内構成部分を示すこの発明の第2の実施例のブロック図。

【図9】二つの基地局によるこの発明の第2の実施例を用いた加入者局ユニットの位置特定の説明図。

【図10】三つ以上の基地局によるこの発明の第2の実施例を用いた加入者局ユニットの位置特定の説明図。

【図11】複数アンテナ付きの基地局によるこの発明の第3の実施例の詳細な説明図。

【図12】複数アンテナ付きの基地局による第3の実施例の説明図。

【図13】第3の実施例に用いた構成部分のブロック図。

【図14】マルチパスの説明図。

10

20

30

40

50

【図15】マルチパス成分の通常のインパルス応答特性図。

【図16】マルチパス補正用の第4の実施例の構成部分のブロック図。

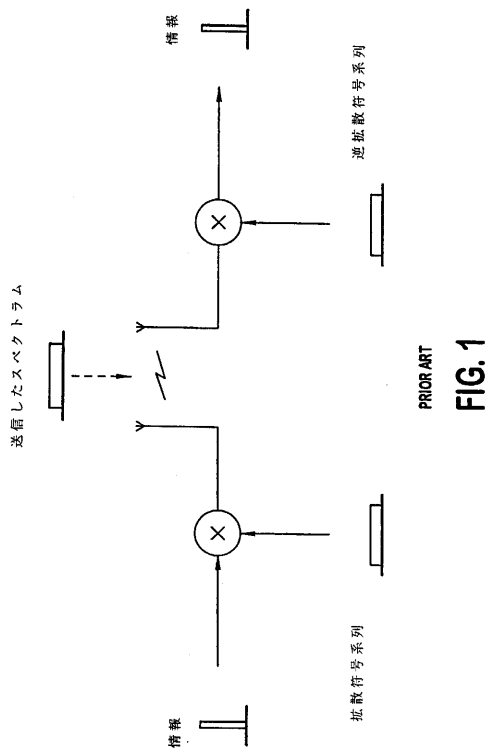
【符号の説明】

- 30 C D M A 通信システム
- 36 基地局
- 40 加入者局ユニット
- 32 市内交換機
- 34 網インタフェースユニット ( N I U )
- 38 無線搬送波局 ( R C S )
- 42 グローバルパイロットチップ符号発生手段
- 44 , 58 スペクトラム拡散処理手段
- 46 基地局送信機
- 48 加入者局ユニット受信機
- 50 グローバルパイロット信号
- 54 グローバルパイロットチップ符号再生手段
- 52 割当てパイロット信号
- 56 割当てパイロットチップ符号発生手段
- 62 基地局受信機
- 82 加入者局ユニットプロセッサ
- 66 , 68 , 70 基地局プロセッサ
- 74 警察分署
- 76 救急車急派出所
- 64 , 96 割当てパイロットチップ符号再生手段
- 88 アンテナ
- 98 伝搬経路

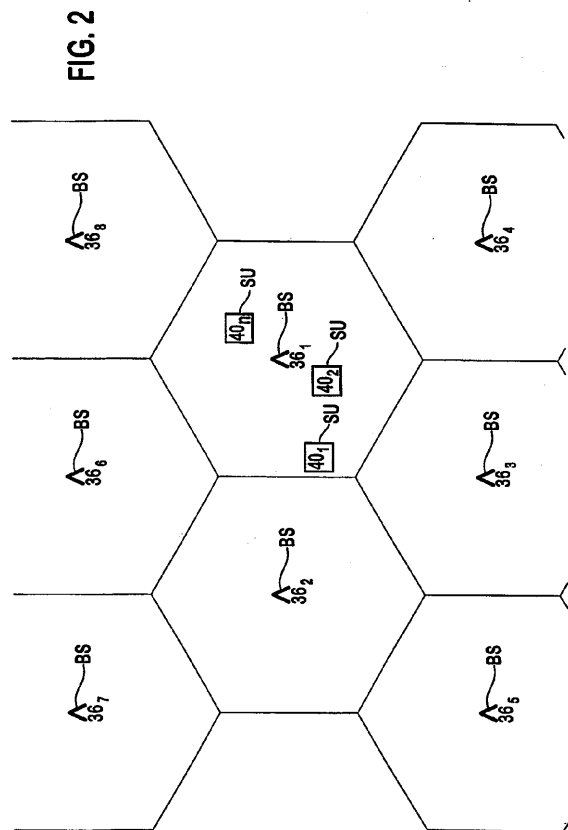
10

20

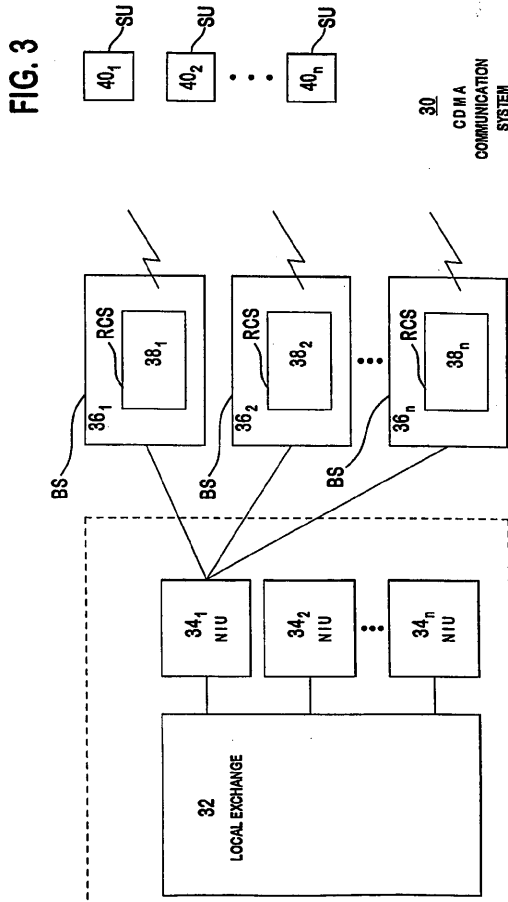
【図1】



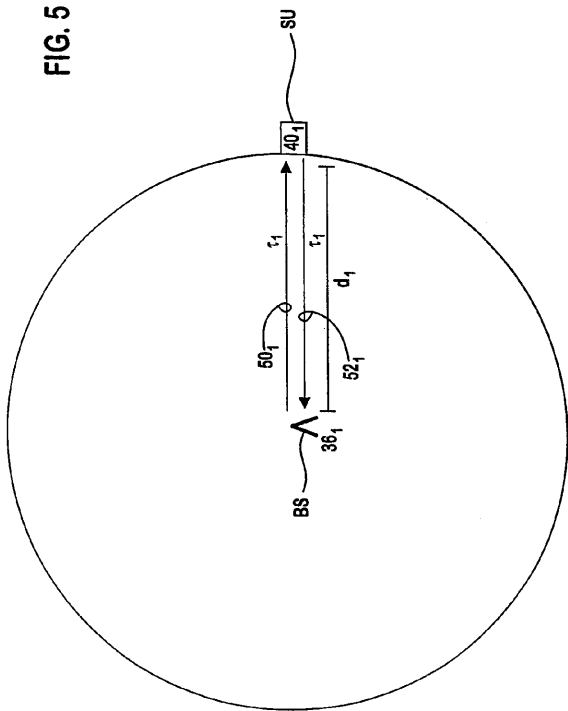
【図2】



【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 4 】

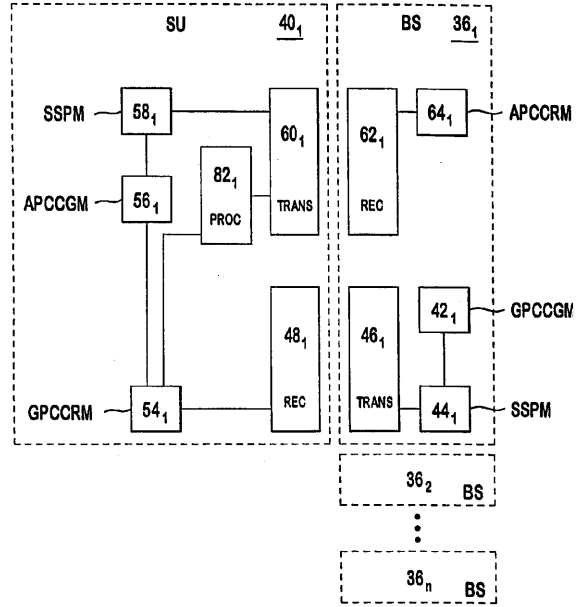


FIG. 4

【 図 6 】

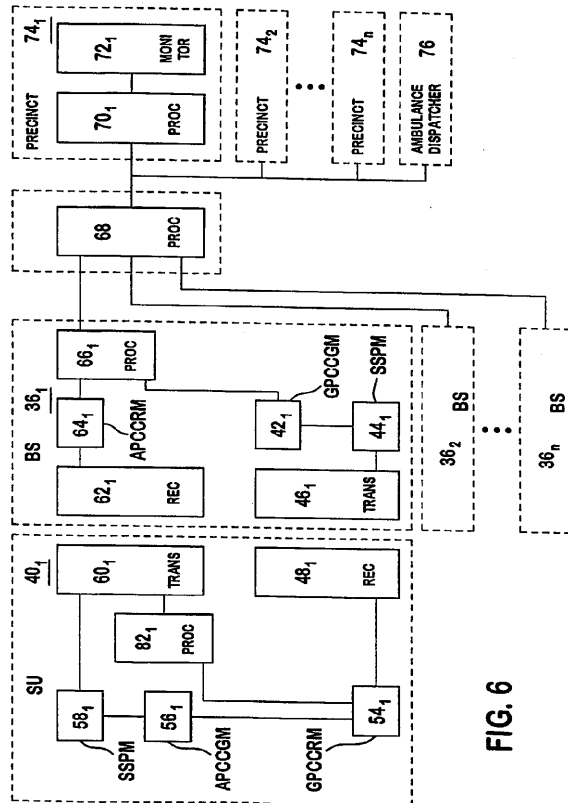


FIG. 6

【 図 7 】

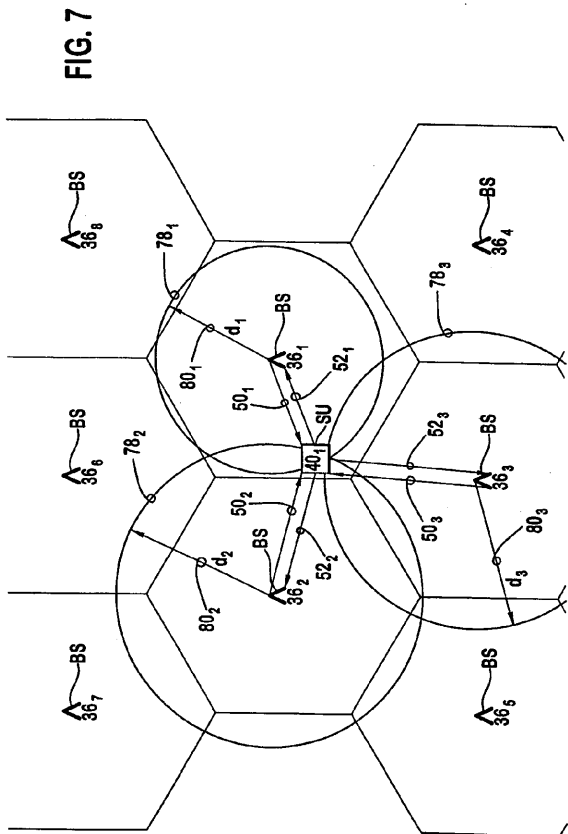


FIG. 7

【 図 9 】

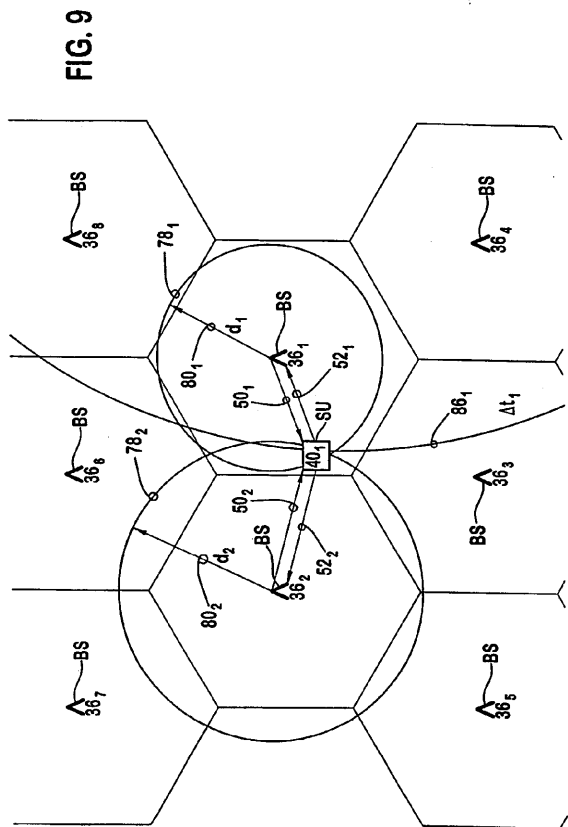


FIG. 9

【 図 8 】

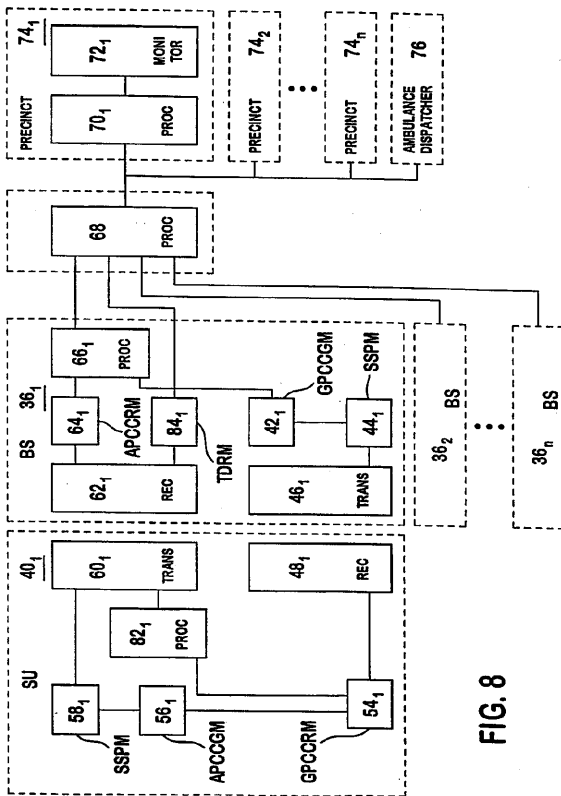


FIG. 8

【 図 10 】

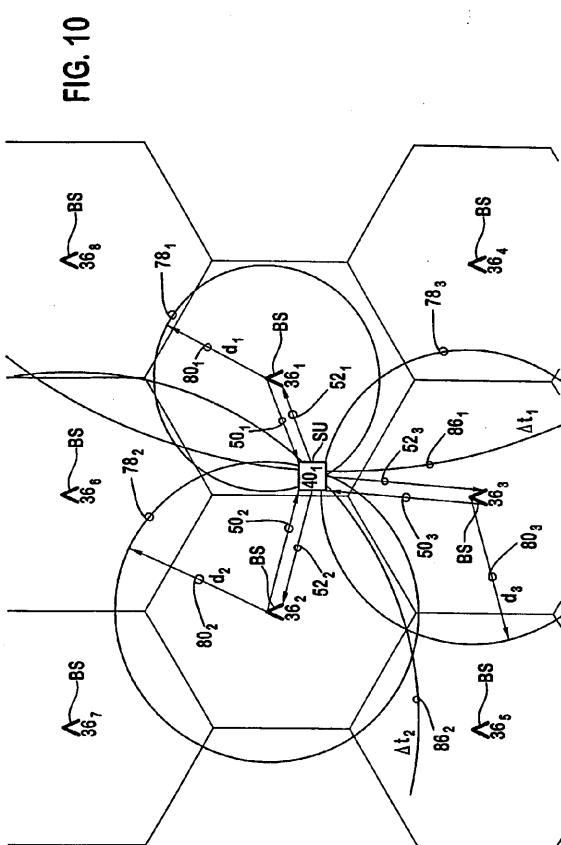


FIG. 10

【 図 1 1 】

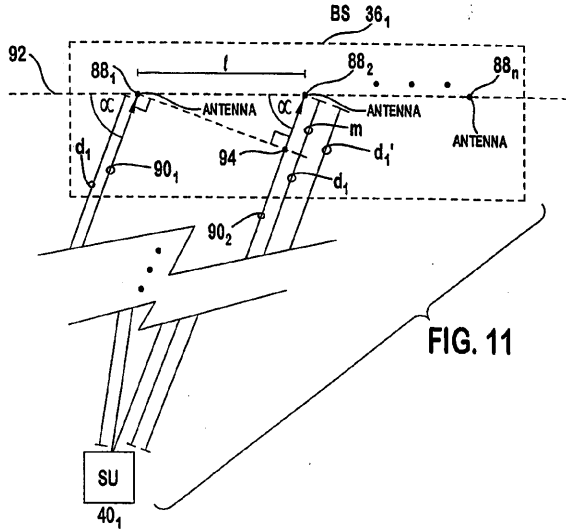


FIG. 11

【 図 1 2 】

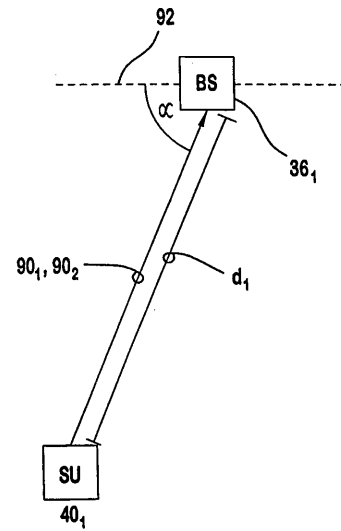
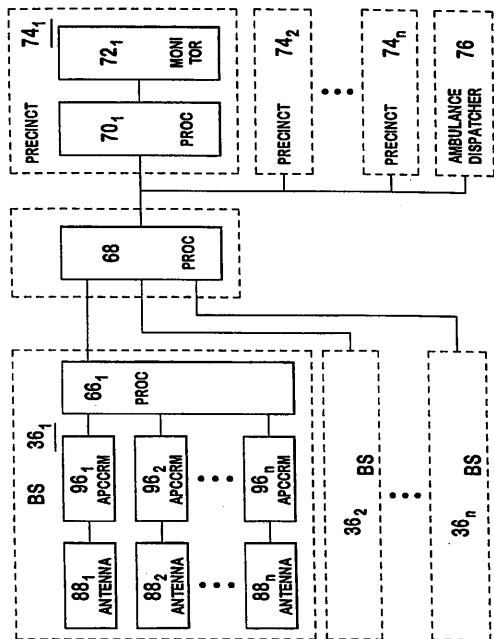


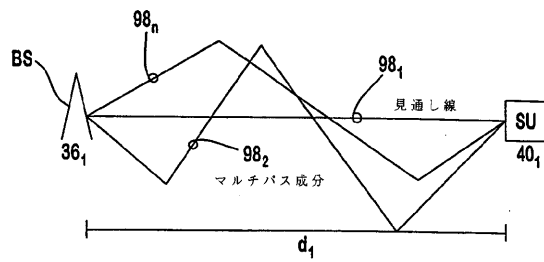
FIG. 12

【 図 1 3 】



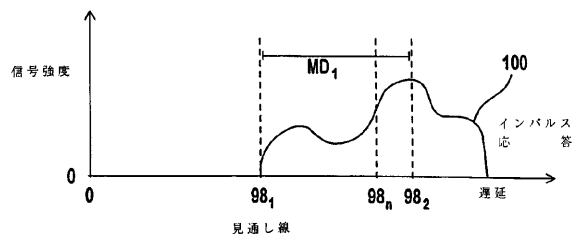
【 図 1 4 】

FIG. 14



【 図 1 5 】

FIG. 15



【 16 】

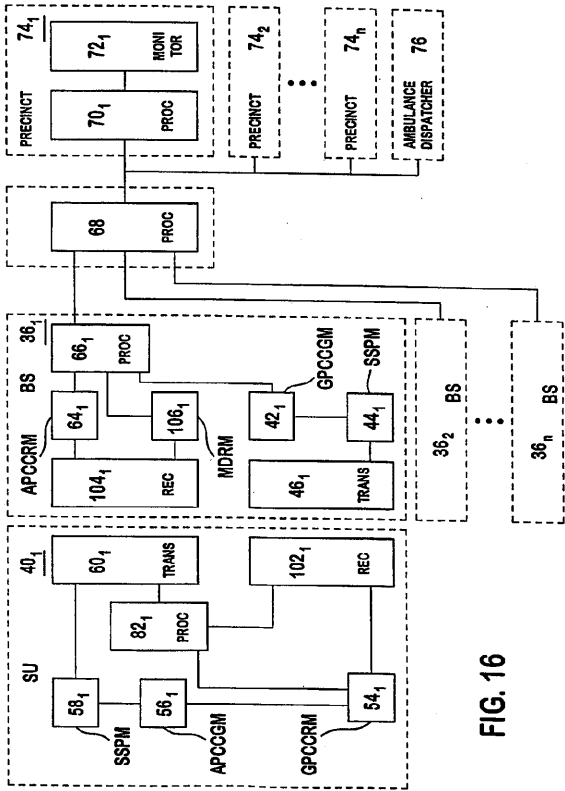


FIG. 16

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-322752(JP,A)  
特表2001-500256(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04B7/24-7/26, H04Q7/00-7/38