

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3998023号
(P3998023)

(45) 発行日 平成19年10月24日(2007.10.24)

(24) 登録日 平成19年8月17日(2007.8.17)

(51) Int.C1.

F 1

GO 1 S	5/14	(2006.01)	GO 1 S	5/14
HO 4 J	13/00	(2006.01)	HO 4 J	13/00
HO 4 Q	7/34	(2006.01)	HO 4 B	7/26
GO 1 S	11/02	(2006.01)	GO 1 S	11/00

A
1 O 6 A
A

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-154877 (P2005-154877)
 (22) 出願日 平成17年5月27日 (2005.5.27)
 (62) 分割の表示 特願2001-225304 (P2001-225304)
 の分割
 原出願日 平成12年6月27日 (2000.6.27)
 (65) 公開番号 特開2005-241658 (P2005-241658A)
 (43) 公開日 平成17年9月8日 (2005.9.8)
 審査請求日 平成19年6月21日 (2007.6.21)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (72) 発明者 恒原 克彦
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内
 (72) 発明者 土居 信数
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内
 (72) 発明者 桑原 幹夫
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スペクトル拡散信号を用いた測距及び位置測定方法、その方法を行う装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の基地局と端末装置との間で送受信される信号の受信タイミングを用いて該端末装置の位置を測定する端末位置測定方法であって、

受信された受信信号と予め定められた符号との相関値を計算して遅延プロファイルを生成する第1のステップと、

上記遅延プロファイルの相関値が雑音レベルから立ち上がるタイミングに基づいて受信タイミングを決定する第2のステップと、

上記複数の基地局について決定される上記受信タイミングを用いて上記端末装置の位置を計算する第3のステップとを有し、

上記立ち上がりタイミングの判定のための所定の閾値を設定し、

測定される最大相関値に基づいて上記所定の閾値よりも大きな値を到来波判定閾値として設定し、

上記遅延プロファイルの値が上記到来波判定閾値と等しくなる到来波判定タイミングを判定し、

上記到来波判定タイミングよりも前で、かつ上記遅延プロファイルの値が上記所定の閾値と等しくなるタイミングを上記立ち上がりタイミングとする

ことを特徴とする端末位置測定方法。

【請求項 2】

請求項1記載の端末位置測定方法であって、

10

20

上記受信タイミングは、上記立ち上がりタイミングから所定の時間後のタイミングであることを特徴とする端末位置測定方法。

【請求項 3】

上記到来波判定閾値は、測定される最大相関値に所定の係数を乗算したものであることを特徴とする請求項 1 記載の端末位置測定方法。

【請求項 4】

複数の基地局からそれぞれ送信される複数の信号の受信タイミングを用いて端末装置の位置測定を行う端末測位システムにおける端末装置であって、

上記複数の基地局から複数の信号を受信する信号受信部と、

上記受信信号と所定の符号との相関値を計算して遅延プロファイルを作成する遅延プロファイル作成部と、

上記遅延プロファイルを用いて該受信信号の受信タイミングを決定する受信タイミング決定部とを有し、

上記受信タイミング決定部は、上記遅延プロファイルの相関値が雑音レベルから立ち上がるタイミングに基づいて上記受信タイミングを決定し、

上記立ち上がりタイミングは、上記遅延プロファイルの値が上記所定の閾値と等しくなり、且つ、測定される最大相関値に基づいて上記所定の閾値よりも大きな値として設定された到来波判定閾値と等しくなるタイミングである到来波判定タイミングよりも前となるタイミングであることを特徴とする端末装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の端末装置であって、

上記受信タイミングは、上記立ち上がりタイミングから所定の時間後のタイミングであることを特徴とする端末装置。

【請求項 6】

請求項 4 記載の端末装置であって、上記複数の基地局からの受信信号について決定された上記受信タイミングを用いて該端末装置の位置を計算する位置測定部を有することを特徴とする端末装置。

【請求項 7】

上記到来波判定閾値は、測定される最大相関値に所定の係数を乗算したものであることを特徴とする請求項 4 記載の端末装置。

【請求項 8】

複数の基地局と端末装置との間で送受信される複数の無線信号の受信タイミングを用いて該端末装置の位置を測定する端末測位システムにおける測定装置であって、

受信された信号と所定の符号との相関値を計算して遅延プロファイルを作成する遅延プロファイル作成部と、

上記遅延プロファイルを用いて該受信信号の受信タイミングを決定する受信タイミング決定部とを有し、

上記受信タイミング決定部は、上記遅延プロファイルの相関値が雑音レベルから立ち上がるタイミングに基づいて上記受信タイミングを決定し、

上記立ち上がりタイミングは、上記遅延プロファイルの値が上記所定の閾値と等しくなり、且つ、測定される最大相関値に基づいて上記所定の閾値よりも大きな値として設定された到来波判定閾値と等しくなるタイミングである到来波判定タイミングよりも前となるタイミングであることを特徴とする測定装置。

【請求項 9】

請求項 8 記載の測定装置であって、

上記受信タイミングは、上記立ち上がりタイミングから所定の時間後のタイミングであることを特徴とする測定装置。

【請求項 10】

請求項 8 記載の測定装置であって、上記複数の無線信号について決定された上記受信タイミングを用いて該端末装置の位置を計算する位置測定部を有することを特徴とする測定

10

20

30

40

50

装置。

【請求項 1 1】

上記到来波判定閾値は、測定される最大相関値に所定の係数を乗算したものであることを特徴とする請求項 8 記載の測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、自己の位置を測定する端末機器に関する。特に、本発明はCDMA基地局等の地上に固定された基地局からの電波を用いて測距及び位置測定を行う装置に関する。

【背景技術】

10

【0 0 0 2】

スペクトル拡散信号を用いて測距を行う場合の原理を図9を用いて説明する。

スペクトル拡散信号の送信局は送信タイミング400にスペクトル拡散信号を送信する。受信局は前記スペクトル拡散信号を受信し、受信タイミング401を得る。

受信タイミング401と送信タイミング400の時間差402がスペクトル拡散信号の伝搬時間となる。前記時間差402に光速を乗算することにより、送信局と受信局との距離を求めることができる。前記原理により、スペクトル拡散信号を用いて測距を行う場合、受信局において受信タイミング401を測定することが必要となる。

【0 0 0 3】

20

次にスペクトル拡散信号を用いて位置測定を行う原理を説明する。受信局は複数の送信局に対してそれぞれ上記原理にて測距を行う。このようにして得られた受信局と各基地局との距離と、各基地局の位置を用いて、受信局の位置を未知数とした方程式を解くことで、受信局の位置を算出することができる。具体的な算出方法として、例えば特開平7-181242がある。

【0 0 0 4】

20

このようにスペクトル拡散信号を用いて測距や位置測定を行う場合、端末装置における前記スペクトル拡散信号の受信タイミングを測定する必要がある。特開平7-181242では前記受信タイミングを測定するために以下の方法が開示されている。スペクトル拡散信号の生成に使用される予め決められた符号系列(以後PN符号と呼ぶ)と受信信号との相関値を受信タイミング毎に計算し、各受信タイミングにおける相関値に応じた値を示すプロファイル(以後遅延プロファイルと呼ぶ)を作成する。遅延プロファイルの模式図を図10中の1に示す。前記遅延プロファイル中で相関値が最大となるタイミングを探し、該タイミングをスペクトル拡散信号の受信タイミングとする。図10の例では t_{prev} が受信タイミングとなる。

30

【0 0 0 5】

【特許文献 1】特開平7-181242公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 6】

40

測距及び位置測定においては、端末装置に最も早く到達した到来波、すなわち伝搬遅延時間最小の到来波の受信タイミングを測定することが重要となる。ここで図11に示すように、スペクトル拡散信号送信局から送信されたスペクトル拡散信号が異なる伝搬路を通過することにより、異なる伝搬遅延時間と異なる信号強度を持つ到来波1と到来波2として端末装置で受信された場合を考える。この場合、受信される遅延プロファイルは到来波1の遅延プロファイル10と到来波2の遅延プロファイル11が合成された遅延プロファイル12の形状となる。この場合、従来の技術では到来波2の受信タイミング22を検出する。一方、図11の例では伝搬遅延時間最小の到来波は到来波1であり、その受信タイミングは21である。従って従来の技術では伝搬遅延時間最小の到来波の受信タイミングを測定することができない。この結果、受信タイミングの測定誤差が生じ、正確に測距や位置測定を行うことができない。

50

【課題を解決するための手段】**【0007】**

そこで、本発明では、信号送信局からの受信波から遅延プロファイルを作成し、該遅延プロファイルの立上がるタイミングを基準タイミングとし、前記基準タイミングから予め定められた値だけ遅れたタイミングを該受信波の受信タイミングとして、距離を測定する。

【0008】

位置を測定する場合には、少なくとも3つの信号送信局について上記基準タイミングを求め、対応する信号送信局の送信タイミングとの時間差を求めて、それら時間差の互いの相対時間差を基に位置を測定する。

【発明の効果】

10

【0009】

本発明により、複数の到来波が重なって受信されるマルチパス環境下において、最も早く到達した到来波の受信タイミングを正確に求めることが可能となる。これによりスペクトル拡散信号を利用して測距及び位置測定を行う端末装置において、測定誤差の低減が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0010】**

本発明で使用する受信タイミング測定のアルゴリズムを図2に示すフローチャートと、図4に示す遅延プロファイルの一例を用いて説明する。

【0011】

20

最初のステップ500では受信波とPN符号の相関を計算し、遅延プロファイル202を作成する。

【0012】

ステップ501では、遅延プロファイル202において、到来波と雑音を区別するために必要な閾値(以下、第一閾値とする)206を算出する。ここで第一閾値206は、遅延プロファイルにおいて相関値が本閾値を超えるか、そのタイミングにおいて到来波が存在すると判定するための閾値であり、雑音レベルよりも十分大きな値となる。

【0013】

ステップ502では、相関値が前記第一閾値206と等しくなるタイミングのうち、最も早い受信タイミング(以下、第一閾値タイミングとする)205を判定する。

30

【0014】

ステップ503では、到来波の遅延プロファイルが立上がるタイミングを判定するために必要な閾値(以下、第二閾値とする)207を算出する。ここで第二閾値207は遅延プロファイルが雑音レベルから立上がってくるタイミングを判定するための閾値であり、雑音レベルと同等程度の値となる。

【0015】

ステップ504では、相関値が前記第二閾値207と等しくなるタイミングのうち、第一閾値タイミング205より早くかつ最も近いタイミング(以下、基準タイミングとする)208を判定する。従って、基準タイミング208は到来波の遅延プロファイルが雑音レベルから立上がるタイミングを示すことになる。

40

【0016】

ステップ505では、前記基準タイミング208から予め定められた値209だけ遅れたタイミング(以下、受信タイミングとする)210を算出する。到来波は受信タイミング210で受信局に到達したことになる。予め定められた値209は、雑音が無い状態では、理論的には1.0チップである。しかし、実際には雑音が存在し、真の立上がりタイミングよりも後ろを立上がりタイミングとして検出してしまう。したがってその分を差し引くと、0.7~1.0程度の値がよい。

【0017】

ここでスペクトル拡散信号を用いた位置測定において、例えば特開平7-181242に示された方法のように、各送信局と受信局との相対距離差を用いた位置測定方法を使用する場合、

50

ステップ505を省略し、ステップ504で得られる基準タイミング208を受信タイミング210としても良い。

【0018】

図1に本発明の実施の形態の端末装置の構成を示す。アンテナ100で受信されたスペクトル拡散信号は信号受信部101で高/中間周波数での受信処理と、ベースバンド信号の復調処理が行われる。信号受信部101で処理を施されたスペクトル拡散信号は、遅延プロファイル生成部102へ入力される。遅延プロファイル102は、受信されたスペクトル拡散信号とPN符号との相関値を受信タイミング毎に計算し、各受信タイミングにおける相関値に応じた値を示す遅延プロファイルを作成する。

【0019】

遅延プロファイル生成部102の構成の一例として、マッチトフィルタを用いた場合の構成を図3に示す。図3でマッチトフィルタ200は、受信されたスペクトル拡散信号とPN符号発生器201から出力されるPN符号との相関値を計算し、相関値に応じた値を信号線110へ出力する。遅延プロファイル生成部102から出力される遅延プロファイルの一例を図4の実線202に示す。図4で横軸212は受信タイミングを表し、左側ほど受信タイミングが早い、すなわち伝搬遅延時間が小さいことを示す。また図4の縦軸213は相関値を表すものとする。

【0020】

遅延プロファイル生成部102で生成された遅延プロファイルは、遅延プロファイル保持部15で保持される。遅延プロファイル保持部115は例えばメモリで構成すれば良い。遅延プロファイル保持部115に保持された遅延プロファイルは第一閾値タイミング検出部103、第一閾値算出部105、基準タイミング算出部106及び第二閾値算出部107へ入力される。

【0021】

第一閾値算出部105は第一閾値タイミング検出部103で使用する閾値を算出する。第一閾値算出部105の構成の第一例を図5に示す。図5で最大値サーチ部300は、信号線110を介して入力される遅延プロファイルの中での最大相関値310（受信タイミング203の時点のもの）を出力する。乗算器320は前記最大相関値310と係数 C_0 の乗算を行い、結果を第一閾値330として、第一閾値タイミング検出部103へ出力する。係数 C_0 の値は0.1程度とした。その理由は、遅延プロファイルを作成する際、信号受信部101内の帯域制限フィルタの特性により、最大相関値310の0.1程度の大きさのサイドローブが発生するが、このサイドローブを誤認しないためである。

【0022】

第一閾値算出部105の構成の第二例を図6に示す。図6で雑音電力推定部301は、信号線110を介して入力される遅延プロファイルを用いて雑音電力の推定を行い、雑音電力311を出力する。雑音電力の測定方法は、以下の2種類を考えた。

【0023】

(1)受信信号の全電力を雑音電力と近似する。

【0024】

(2)プロファイルを何度も作成し、プロファイルのピークの相関値の分散を計算する。

【0025】

(2)は精度が高いものの測定に時間がかかる。ここでは、(1)を用いた。

【0026】

乗算器320は前記雑音電力311と係数 C_1 の乗算を行い、結果を第一閾値330として、第一閾値タイミング検出部103へ出力する。 C_1 の値は10~100程度の値とした。

その理由は以下の通りである。雑音をホワイトノイズと考えると瞬時振幅は正規分布に従って変動する。この場合、雑音電力を σ^2 とした場合、瞬時振幅が 3σ を越える確率は3/1000程度となる。この程度であれば測定が誤る確率としては十分小さい。振幅の 3σ は電力では σ^2 の2乗の9倍なので、従って C_1 は9以上であればよいからである。

【0027】

なお、図6において雑音電力推定部301の入力としては、信号受信部101の出力116を使用しても良い。また、第一閾値算出部105は図5及び図6の構成を共に備え、それぞれから算出

10

20

30

40

50

される閾値のうち値の大きなものを第一閾値330として第一閾値タイミング検出部103へ出力してもよい。あるいは、第一閾値算出部105は図5及び図6の構成を共に備え、それから算出される閾値のうち値の小さなものを第一閾値330として第一閾値タイミング検出部103へ出力してもよい。

【0028】

第一閾値タイミング検出部103は第一閾値算出部105から入力される第一閾値330を利用し、相関値が第一閾値330と等しくなる受信タイミングのうち、最も早い受信タイミングを出力する。第一閾値タイミング検出部102の動作を図4を用いて説明する。図4で破線206は第一閾値算出部105から入力される第一閾値330を表すものとする。第一閾値タイミング検出部103は遅延プロファイル202の中で、相関値が閾値206と等しくなるタイミングのうち最も早い受信タイミング205を信号線111へ出力する。

10

【0029】

第二閾値算出部107は基準タイミング算出部106で使用する閾値を算出する。第二閾値算出部107の構成の第一例を図7に示す。図5に示す第一閾値算出部105の構成の第一例と同一の構成要素には同一の番号を付してある。乗算器320は最大値サーチ部300から出力される最大相関値310と係数 C_2 の乗算を行い、結果を第二閾値331として、基準タイミング算出部106へ出力する。 C_2 の値は実験機で測定したデータを基に0.1程度とした。

【0030】

第二閾値算出部107の構成の第二例を図8に示す。図6に示す第一閾値算出部105の構成の第二例と同一の構成要素には同一の番号を付してある。乗算器320は雑音電力推定部301から出力される雑音電力311と係数 C_3 の乗算を行い、結果を第二閾値331として、基準タイミング算出部106へ出力する。 C_3 の値は実験機で測定したデータを基に7程度とした。

20

【0031】

なお、図8において雑音電力推定部301の入力としては、信号受信部101の出力116を使用してもよい。また、第二閾値算出部107は図7及び図8の構成を共に備え、それから算出される閾値のうち値の大きなものを第二閾値331として、基準タイミング算出部106へ出力してもよい。あるいは、第二閾値算出部107は図7及び図8の構成を共に備え、それから算出される閾値のうち値の小さなものを第二閾値331として、基準タイミング算出部106へ出力してもよい。

【0032】

30

基準タイミング算出部106は第二閾値算出部107から入力される第二閾値331と、第一閾値タイミング検出部103から入力される受信タイミング、及び遅延プロファイル保持部115から入力される遅延プロファイルを用いて、伝搬遅延時間最小の到来波の受信タイミングを求めるための基準タイミングを算出する。基準タイミング算出部106の動作を図4を用いて説明する。図4で一点鎖線207は第二閾値算出部107から入力される第二閾値331を表すものとする。基準タイミング算出部106は、第一閾値タイミング検出部103から入力された受信タイミング205における相関値と閾値207とを比較する。両者が一致しなければ、受信タイミングを早め、該受信タイミングにおける相関値と閾値207を比較する。上記処理を相関値と閾値207が一致するまで繰り返し、一致する受信タイミングを出力する。図4の例では相関値と閾値207が一致する受信タイミング208を基準タイミングとして信号線112へ出力する。

40

【0033】

受信タイミング算出部108は基準タイミング算出部106から信号線112を介して入力される基準タイミングを用いて、端末装置に最も早く到達した到来波、すなわち伝搬遅延時間最小の到来波の受信タイミングを算出する。受信タイミング算出部108の動作を図4を用いて説明する。受信タイミング算出部108は、基準タイミング算出部106から入力された基準タイミング208から予め設定したタイミング209だけ遅れたタイミング210を遅延時間最小の到来波の受信タイミングとし、信号線113へ出力する。

【0034】

以上の手法を図11に示した遅延プロファイル12に適用した場合について説明する。適切な

50

第一閾値330を使用することで、第一閾値タイミング検出部は受信タイミング24を出力することができる。次に適切な第二閾値331を使用することにより、基準タイミング算出部は受信タイミング20を出力することができる。更に予め到来波が1つのみの環境で遅延プロファイルの立上りタイミングから遅延プロファイルの最大値までのタイミング差23を測定しておき、受信タイミング算出部108において該タイミング差23を使用することで、受信タイミング算出部108は受信タイミング21を検出することができる。これは最も早く到達した到来波である到来波1の受信タイミングである。すなわち2つの到来波が重なって受信された場合においても、最も早く到着した到来波の受信タイミングを検出することができる。

【0035】

10

測距/位置測定部114は受信タイミング算出部108から入力される受信タイミング113を元に、測距や位置測定のための計算を行う。測距/位置測定部114としては例えば特開平7-181242で開示された方法を用いれば良い。

【0036】

20

ここでスペクトル拡散信号を用いた位置測定において、例えば特開平7-181242に示された方法のように、各送信局と受信局との相対距離差を用いた位置測定方法を使用する場合、受信タイミング算出部108の処理を省略し、基準タイミング算出部106の出力112を信号線13に接続して測距/位置測定部114へ入力しても良い。この場合、少なくともお3つの信号送信局からの遅延プロファイルを作成し、それぞれの遅延プロファイルについて第一しきい値、第二しきい値を作成する。

そして、それぞれの遅延プロファイルの立ち上がりタイミングを検出し、対応する信号送信局の送信タイミングとの間の時間差を用いて、それらの互いの相対時間差を基に自己の位置を測定する。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の実施例の端末構成図である。

【図2】本発明で使用する受信タイミング測定アルゴリズムフローチャートである。

【図3】遅延プロファイル生成部の構成例である。

【図4】遅延プロファイルの一例である。

【図5】第一閾値算出部の第一の構成例である。

30

【図6】第一閾値算出部の第二の構成例である。

【図7】第二閾値算出部の第一の構成例である。

【図8】第二閾値算出部の第二の構成例である。

【図9】測距の原理説明図である。

【図10】遅延プロファイルの模式図である。

【図11】到来波が二つ存在する場合の遅延プロファイルの模式図である。

【符号の説明】

【0038】

1、10、11、12...遅延プロファイル

21...到来波1の受信タイミング

40

22...到来波2の受信タイミング

100...アンテナ

101...信号受信部

102...遅延プロファイル生成部

103...第一閾値タイミング検出部

105...第一閾値算出部

106...基準タイミング算出部

107...第二閾値算出部

108...受信タイミング算出部

110...遅延プロファイル

50

111... 極大タイミング	
112... 基準タイミング	
113... 伝搬遅延時間最小到来波の受信タイミング	
114... 測距 / 位置測定部	
115... 遅延プロファイル保持部	
116... 受信信号	
200... マッチトフィルタ	
201... PN符号発生器	
202... 遅延プロファイル	
206... 第一閾値	10
207... 第二閾値	
208... 基準タイミング	
210... 受信タイミング	
212... 受信タイミング軸	
213... 相関値軸	
300... 最大値サーチ部	
301... 雑音電力推定部	
310... 相関値最大値	
311... 雑音電力推定値	
320... 乗算器	20
330... 第一閾値	
331... 第二閾値	
400... 送信タイミング	
401... 受信タイミング	
402... 送信タイミングと受信タイミングの時間差	
500、501、502、503、504、505... 受信タイミング測定アルゴリズムのステップ。	

【図1】

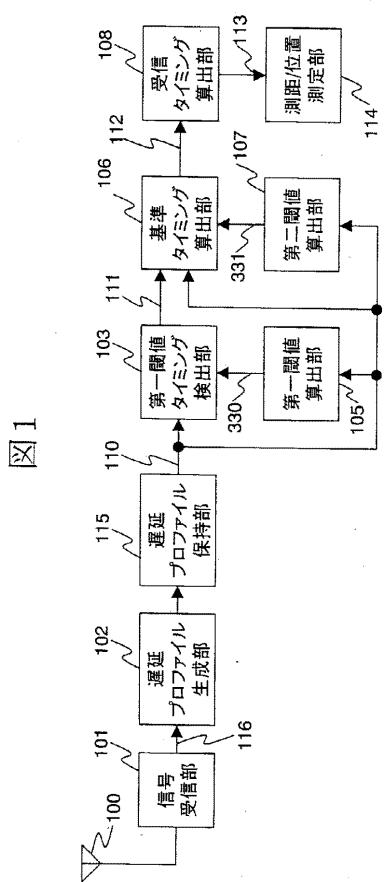


図1

【図2】

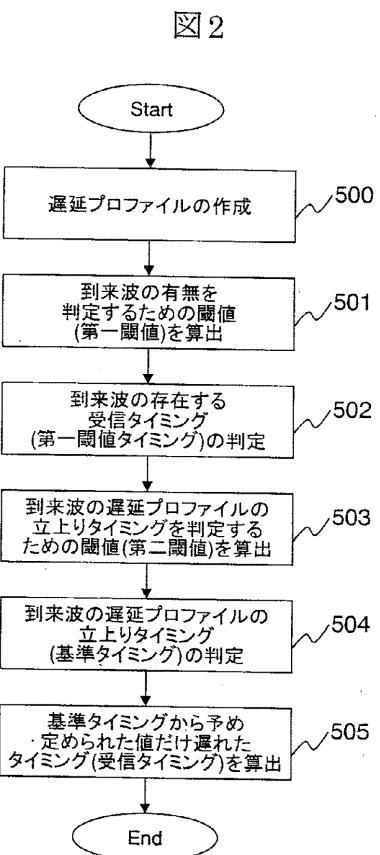
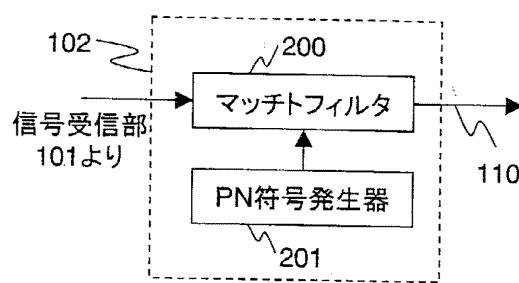


図2

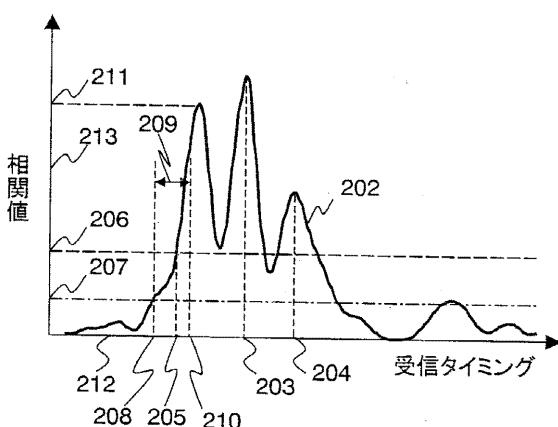
【図3】

図3



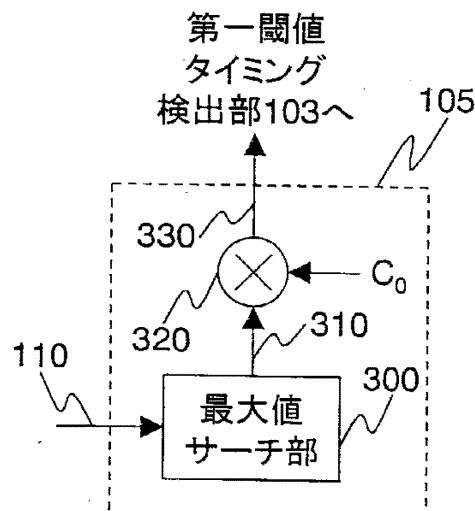
【図4】

図4



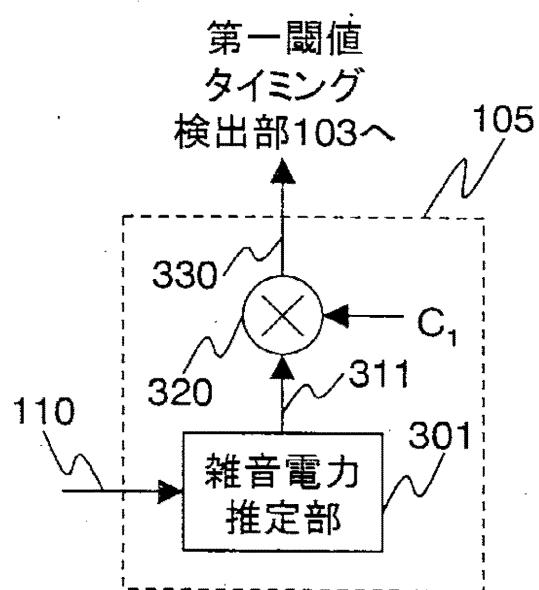
【図5】

図5



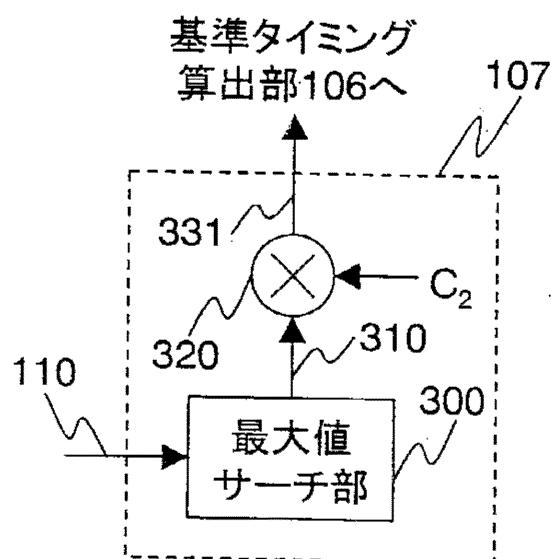
【図6】

図6



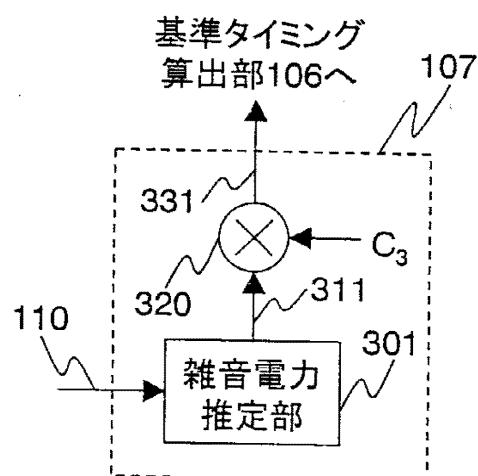
【図7】

図7



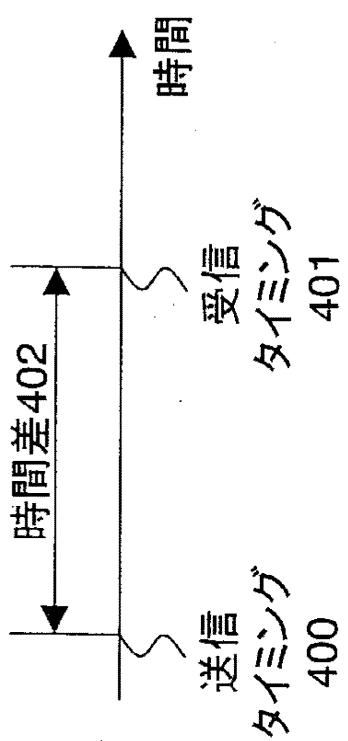
【図8】

図8



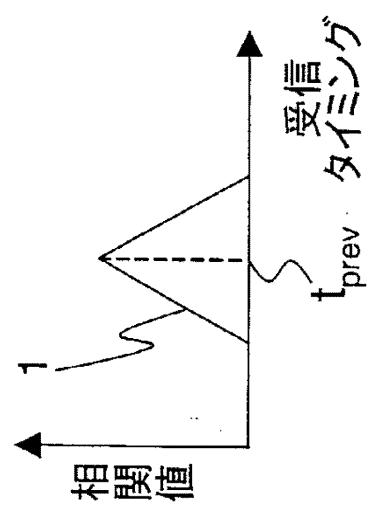
【図 9】

図9



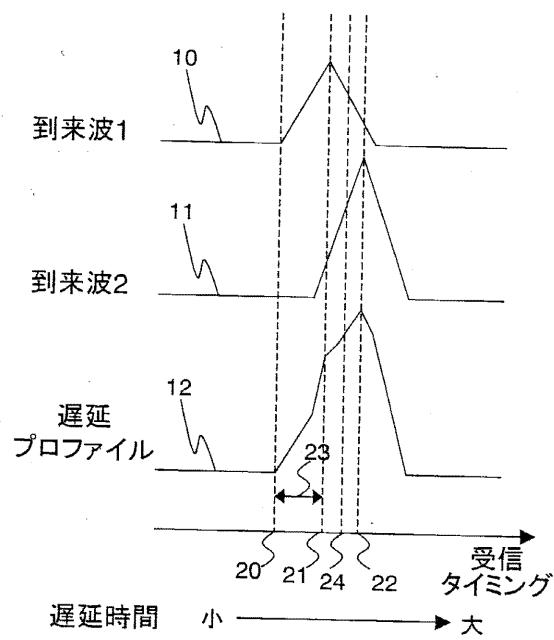
【図 10】

図10



【図 11】

図11



フロントページの続き

(72)発明者 石藤 智昭
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

審査官 有家 秀郎

(56)参考文献 特開2002-116247(JP,A)
特開2000-075012(JP,A)
特開平11-251960(JP,A)
特開平07-181242(JP,A)
特許第3673700(JP,C1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 1/00-17/95
H04J 13/00
H04Q 7/34