

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3856126号
(P3856126)

(45) 発行日 平成18年12月13日(2006.12.13)

(24) 登録日 平成18年9月22日(2006.9.22)

(51) Int. Cl.	F I		
HO4B 1/707 (2006.01)	HO4J 13/00	D	
HO4Q 7/38 (2006.01)	HO4B 7/26	I O 9 N	
HO4B 7/26 (2006.01)	HO4B 7/26	B	

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2002-146813 (P2002-146813)	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成14年5月21日(2002.5.21)		日本電気株式会社
(65) 公開番号	特開2003-338776 (P2003-338776A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公開日	平成15年11月28日(2003.11.28)	(74) 代理人	100105511
審査請求日	平成17年4月22日(2005.4.22)		弁理士 鈴木 康夫
		(74) 代理人	100109771
			弁理士 白田 保伸
		(72) 発明者	吉田 尚正
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		審査官	岡 裕之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パスタイミング検出方法、パスタイミング検出装置及び適応アレーアンテナシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、パスタイミングを検出するパスタイミング検出方法において、
アンテナ毎に複数のチップタイミングにわたり信号を逆拡散し逆拡散信号系列を出力するステップと、アンテナ毎の逆拡散信号系列をマルチビームで受信しビーム毎の信号系列を出力するステップと、ビーム毎の信号系列からビーム毎の遅延プロファイルを生成するステップと、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを対象としてパスの信号のチップタイミング方向とビーム方向の両方の広がりを考慮し複数のパスタイミングをレベルの大きなチップタイミングから順次選択して検出するステップと、を含むことを特徴とするパスタイミング検出方法。

10

【請求項2】

複数のパスタイミングを検出するステップは、全てのビームの遅延プロファイルからレベルの大きなチップタイミングを順次選択していく過程で既に選択したチップタイミングを中心に最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングは以降のパスタイミング検出では選択せず、かつ、既に選択したチップタイミングのビームを中心に最小選択ビーム間隔未満のビームで最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングは以降のパスタイミング検出では選択しないことを特徴とする請求項1記載のパスタイミング検出方法。

【請求項3】

符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、パスタイミングを検出するパスタ

20

イミング検出装置において、
各アンテナの逆拡散信号系列毎にマルチビーム受信を行い、ビーム毎の遅延プロファイル
を生成する手段と、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを対象としてパスの信号のチップタイミング方向とビーム方向の両方の広がりを考慮し複数のパスタイミング
をレベルの大きなチップタイミングから順次選択して検出するパスタイミング検出手段
と、を有することを特徴とするパスタイミング検出装置。

【請求項 4】

符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、パスタイミングを検出するパスタ
イミング検出装置において、

アンテナ毎に複数のチップタイミングにわたり信号を逆拡散して逆拡散信号系列を出力す
るスライディング相関器と、アンテナ毎の逆拡散信号系列をマルチビームで受信しビーム
毎の信号系列を出力するマルチビームフォーマと、ビーム毎の信号系列を用いて一定周期
で平均したビーム毎の遅延プロファイルを生成するビーム毎遅延プロファイル生成手段と
、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを対象としてパスの信号のチップ
タイミング方向とビーム方向の両方の広がりを考慮し複数のパスタイミングをレベルの大
きなチップタイミングから順次選択して検出するパスタイミング検出手段と、を有するこ
とを特徴とするパスタイミング検出装置。

10

【請求項 5】

パスタイミング検出手段は、既に選択したチップタイミングを中心とする最小選択タイミ
ング間隔未満のチップタイミング及び既に選択したチップタイミングのビームを中心とす
る最小選択ビーム間隔未満のビームで最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングは
選択しないことを特徴とする請求項 3 又は 4 記載のパスタイミング検出装置。

20

【請求項 6】

符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、パスタイミングを検出するパスタ
イミング検出部と、受信復調を行う受信復調部とからなる適応アレーアンテナシステムに
おいて、

パスタイミング検出部は、各アンテナの逆拡散信号系列毎にマルチビーム受信を行い、ビ
ーム毎の遅延プロファイルを生成する手段と、全てのビームの遅延プロファイルのチップ
タイミングを対象としてパスの信号のチップタイミング方向とビーム方向の両方の広がり
を考慮し複数のパスタイミングをレベルの大きなチップタイミングから順次選択して検出
するパスタイミング検出手段と、

30

を有し、

受信復調部は、パスタイミング検出部で検出したパスタイミングで拡散信号をパス毎に逆
拡散する相関器と、ユーザ固有の指向性ビームで各パスを受信するビームフォーマと、各
ビーム出力に重み付けを行うレイク合成重み付け手段と、重み付け信号を合成する合成器
と、パス毎の逆拡散信号を用いてアンテナ重みを計算するアンテナ重み制御手段と、
を有することを特徴とする適応アレーアンテナシステム。

【請求項 7】

符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、パスタイミングを検出するパスタ
イミング検出部と、受信復調を行う受信復調部とからなる適応アレーアンテナシステムに
おいて、

40

パスタイミング検出部は、アンテナ毎に複数のチップタイミングにわたり信号を逆拡散し
てアンテナ毎の逆拡散信号系列を出力するスライディング相関器と、アンテナ毎の逆拡散
信号系列をマルチビームで受信してビーム毎の信号系列を出力するマルチビームフォーマ
と、ビーム毎の信号系列を用いて一定周期で平均したビーム毎の遅延プロファイルを生成
するビーム毎遅延プロファイル生成手段と、全てのビームの遅延プロファイルのチップタ
イミングを対象としてパスの信号のチップタイミング方向とビーム方向の両方の広がり
を考慮し複数のパスタイミングをレベルの大きなチップタイミングから順次選択して検出
するパスタイミング検出手段と、

を有し、

50

受信復調部は、パスタイミング検出部で検出したパスタイミングで拡散信号をパス毎に逆拡散する相関器と、ユーザ固有の指向性ビームで各パスを受信するビームフォーマと、各ビーム出力に重み付けを行うレイク合成重み付け手段と、重み付け信号を合成する合成器と、パス毎の逆拡散信号を用いてアンテナ重みを計算するアンテナ重み制御手段と、を有することを特徴とする適応アレーアンテナシステム。

【請求項 8】

パスタイミング検出手段は、既に選択したチップタイミングを中心とする最小選択タイミング間隔未満のチップタイミング及び既に選択したチップタイミングのビームを中心とする最小選択ビーム間隔未満のビームで最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングは選択しないことを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の適応アレーアンテナシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は適応アレーアンテナシステムのパスタイミング検出に関し、特に、符号分割多重アクセス (CDMA) 信号をアレーアンテナで受信し、マルチビーム受信を行った信号を用いてパスタイミングを検出するパスタイミング検出方法、パスタイミング検出装置及び適応アレーアンテナシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

符号分割多重アクセス (CDMA) 方式は加入者容量を増大できる可能性があるため、移動通信セルラーシステムの無線アクセス方式として期待されている。しかし、基地局受信側では所望のユーザ信号に対し同時アクセスする他のユーザ信号が干渉となる。これらの干渉を空間領域で除去する技術として適応アレーアンテナがある。

20

【0003】

適応アレーアンテナは複数のアンテナで信号を受信し、それらに複素数の重み付け合成を行うことで指向性ビームを形成し、希望のユーザ号を受信するとともに他のユーザ信号による干渉を抑圧するものである。

【0004】

一方、CDMA 移動通信システムでは、信号の受信復調を行うためには受信復調部において伝搬路で生じるマルチパスのタイミングを知る必要がありパスタイミング検出部を備える。適応アレーアンテナシステムにおいてパスタイミング検出部は、受信復調に先立ち複数のパスタイミングを検出して受信復調部へ通知する。受信復調部は、通知されたパスタイミングで受信信号を逆拡散し、それらをユーザ固有の指向性ビームにより受信して最後に各パス信号を合成 (レイク合成) して復調結果を得る。

30

【0005】

ところが、適応アレーアンテナシステムのような多アンテナシステムでは、アンテナあたりの信号電力対干渉雑音電力比 (Signal to Interference Noise Ratio: SINR という) がアンテナ数に比例して低くなるため、1つのアンテナのみの受信信号を用いてパスタイミング検出を行うとパス検出特性、特に SINR が悪くなる。そこで複数のアンテナの受信信号を用いてパスタイミング検出を行う方法が考えられている。かかるパスタイミング検出を行う例として例えば、特開 2000-22587 号公報「スペクトル拡散信号受信方式および受信機」に記載されている方式がある。この方式はアンテナ毎に遅延プロファイルを生成し、それらを合成することで遅延プロファイルの平滑化を行い、特性改善を図るように構成したものである。

40

【0006】

図 7 は、従来のパスタイミング検出装置及び適応アレーアンテナシステムの構成例を示す図である。

従来の適応アレーアンテナシステムは、パスタイミング検出部 101 と、受信復調部 106 と、を備え、パスタイミング検出部 101 は、符号分割多重アクセス (CDMA) 信号をアレーアンテナで受信しパスタイミングを検出するために、スライディング相関器 10

50

2、アンテナ毎遅延プロファイル生成手段103、遅延プロファイル合成手段104及びパスタイミング検出手段105を有している。

【0007】

スライディング相関器102は、アンテナ毎に複数のチップタイミングにわたり信号をチップ周期の $1/N_R$ (N_R は1以上の整数)の分解能で逆拡散し、逆拡散信号系列を出力する。アンテナ毎遅延プロファイル生成手段103は、スライディング相関器102のアンテナ毎の信号系列出力をそれぞれ一定周期で平均し、アンテナ毎の遅延プロファイルを生成する。遅延プロファイル合成手段104は、アンテナ毎の遅延プロファイルを合成し、1つの遅延プロファイルを生成する。パスタイミング検出手段105は、1つに合成された遅延プロファイルに基づき受信復調部106で用いる複数のパスタイミングを検出する。

10

【0008】

図8は、従来のパスタイミング検出手段105の動作を説明する図である。パスタイミングの検出では、遅延プロファイル合成手段104からの1つの遅延プロファイルからレベルの大きなチップタイミングを選択する検出方法が採用されるが、一般にCDMA方式では狭帯域の周波数帯域制限を行っているため、1つのパスの信号が複数のチップタイミングに広がって現れる。そこでパスタイミング検出手段105は、遅延プロファイルからレベルの大きなチップタイミングを順次選択していく過程で、既に選択したチップタイミングを中心とし次に選択するチップタイミングとして選択可能な最小のチップタイミングの間隔(最小選択タイミング間隔という。)121を設定し、最小選択タイミング間隔121未滿のチップタイミングは以降のパスタイミング検出では選択しない方法をとる。

20

【0009】

つまり、図8において、 N_R を4とし、最小選択タイミング間隔121を±4チップタイミング(1チップ周期)と仮定すると、まず1番目のパスタイミングとしてレベルの最も大きなチップタイミング6を選択する。最小選択タイミング間隔121未滿のチップタイミングはその後のパスタイミング検出では除外する。すなわちチップタイミング6の両側のチップタイミング3、4、5、7、8、9を除外する。次に2番目のパスタイミングとしてチップタイミング13を選択し、その両側のチップタイミング10、11、12、14、15、16を除外する。この処理により例えば、チップタイミング5はチップタイミング13よりレベルは大きいですが、これは1番目のパスの広がりで見なして選択しない。以降は同様のパスタイミング検出処理を繰り返す。最小選択タイミング間隔121として $N_R = 4$ では±3~4チップタイミングが適している。

30

【0010】

受信復調部106は、符号分割多重アクセス(CDMA)信号をアレーアンテナで受信し、検出したパスタイミングで各パス信号の復調を行うために、マルチパス伝搬路に対応してパス数に相当するL個のパス受信手段107-1~107-Lと、1つの合成器111と、を有している。パス受信手段107-1~107-Lは、相関器108-1~108-L、ビームフォーマ109-1~109-L、レイク合成重み付け手段110-1~110-L、アンテナ重み制御手段112-1~112-Lを有している。

【0011】

相関器108-1~108-Lは、パスタイミング検出手段101で検出したパスタイミングで拡散信号をパス毎に逆拡散する。ビームフォーマ109-1~109-Lは、適応的に生成したユーザ固有のアンテナ重みを用い、アンテナ指向性ビームで相関器108-1~108-Lの出力をパス毎に受信する。レイク合成重み付け手段110-1~110-Lは、各パスのビーム出力に重み付けを行いキャリア位相変動を補償するとともに合成後のSINRが最大(最大比合成)となるように重み付けを行う。アンテナ重み制御手段112-1~112-Lは、パス毎の逆拡散信号を用いてアンテナ重みを計算する。

40

【0012】

アンテナ重み制御手段112-1~112-Lとして、各パスの到来角度推定に基づき各パスにビームを向けるようにアンテナ重みを計算する方法、最小二乗平均誤差制御(MM

50

S E) などの適応アルゴリズムを用いる方法がある。M M S E 法については、例えば、特開 2 0 0 2 - 7 7 0 0 8 号公報「適応アンテナ受信装置」に述べられている。合成器 1 1 1 は、レイク合成重み付け手段 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - L の出力を加算し、各パスを合成した高品質な復調結果を出力する。

【 0 0 1 3 】

また、本願の出願前の出願であって本願発明者の発明に係る特願 2 0 0 1 - 2 8 2 1 5 号の明細書において、アレーアンテナの各アンテナの逆拡散信号系列を複数の指向性ビームで受信し、指向性ビーム毎の複数の遅延プロファイルを生成し、遅延プロファイル選択 / 合成部において、各タイミング毎に複数の遅延プロファイルの中からレベル値の大きな 2 個の遅延プロファイルを選択し、それらのレベル値を加算して合成遅延プロファイルを生 10

【 0 0 1 4 】

【発明が解決しようとする課題】

図 7 に示す従来の適応アレーアンテナシステムのパスタイミング検出装置は、各アンテナの遅延プロファイルをレベル合成（振幅、あるいは電力合成）することで遅延プロファイルを平滑化し、パスタイミング識別をよくして検出特性を改善しようとするものである。

【 0 0 1 5 】

しかし、この方法は遅延プロファイルのパスのピークレベルと雑音レベルのそれぞれの分散を低減しているだけであるから、S I N R（ピークレベルと雑音レベルとの差）を直接 20

【 0 0 1 6 】

一方、特願 2 0 0 1 - 2 8 2 1 5 号明細書記載のパス検出方法及び装置の場合は、マルチビーム受信を行って生成したビーム毎の遅延プロファイルを利用しており、パスタイミング検出特性を改善することが可能ではあるものの、遅延プロファイル選択 / 合成部は 2 個のレベル値を加算する処理を行い、パスタイミング検出部は常に 2 個のレベル値を加算した合成遅延プロファイルからパスタイミングを検出するものであり、ある指向性ビームのピーク方向から信号が到来した場合やパスがないタイミングでは遅延プロファイル選択 / 合成部では雑音を加算してしまうこととなり、パスタイミング検出部のパスタイミングの検出特性が劣化する虞がある。このため該明細書では 2 個目の選択に制約条件を設けることを推奨しており（同明細書段落 0 0 6 8 ~ 0 0 7 2）、このためには信号の到来方向の検出、レベル差の検出、複数の遅延プロファイルの平均雑音レベルとの差演算等、全ての遅延プロファイルに対する判断及び演算が必要となるから、パスタイミング検出及びその前処理アルゴリズムが複雑化する可能性があり、パスタイミング検出の処理アルゴリズムの簡略化が望まれる。

【 0 0 1 7 】

（目的）

本発明の目的は、上記の問題点を解決するものであり、簡単な処理により優れたパスタイミング検出特性を実現し、高品質な復調結果を実現するための適応アレーアンテナシステムのパスタイミング検出方法、パスタイミング検出装置及び適応アレーアンテナシステムを提供することにある。 40

【 0 0 1 8 】

本発明の目的は、マルチビーム受信を行って S I N R を改善した信号からビーム毎の遅延プロファイルを生成し、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを対象とするとともにパスの広がりの影響を排除して確実にパスタイミングを検出することで、パスタイミング検出特性の向上を実現し、高品質な復調結果を実現するための適応アレーアンテナシステムのパスタイミング検出方法、パスタイミング検出装置及び適応アレーアンテナシステムを提供することにある。 50

【 0 0 1 9 】

本発明の目的は、マルチビーム受信を行って S I N R を改善した信号からビーム毎の遅延プロファイルを生成し、最小選択タイミング間隔と最小選択ビーム間隔に基づきパスタイミングを検出することで優れたパスタイミング検出特性を実現し、高品質な復調結果を実現するための適応アレーアンテナシステムのパスタイミング検出方法、パスタイミング検出装置及び適応アレーアンテナシステムを提供することにある。

【 0 0 2 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明のパスタイミング検出方法は、符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、パスタイミングを検出するパスタイミング検出方法において、アンテナ毎に複数のチップタイミングにわたり信号を逆拡散し逆拡散信号系列を出力するステップと、アンテナ毎の逆拡散信号系列をマルチビームで受信しビーム毎の信号系列を出力するステップと、ビーム毎の信号系列からビーム毎の遅延プロファイルを生成するステップと、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを対象として パスの信号のチップタイミング方向とビーム方向の両方の広がり を考慮し複数のパスタイミングをレベルの大きなチップタイミングから順次選択して検出するステップと、を含む。

10

【 0 0 2 1 】

本発明のパスタイミング検出方法は、複数のパスタイミングを検出するステップとして、全てのビームの遅延プロファイルからレベルの大きなチップタイミングを順次選択していく過程で既に選択したチップタイミングを中心に最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングは以降のパスタイミング検出では選択せず、かつ、既に選択したチップタイミングのビームを中心に最小選択ビーム間隔未満のビームで最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングは以降のパスタイミング検出では選択しないステップを、含む。

20

【 0 0 2 2 】

本発明の適応アレーアンテナシステムのパスタイミング検出装置は、符号分割多重アクセス (C D M A) 信号をアレーアンテナで受信し、各アンテナの逆拡散信号系列毎にマルチビーム受信を行い、ビーム毎の遅延プロファイルを生成する手段と、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを対象として パスの信号のチップタイミング方向とビーム方向の両方の広がり を考慮し複数のパスタイミングをレベルの大きなチップタイミングから順次選択して検出するパスタイミング検出手段と、を有する。

30

【 0 0 2 3 】

本発明の適応アレーアンテナシステムのパスタイミング検出装置は、符号分割多重アクセス (C D M A) 信号をアレーアンテナで受信し、アンテナ毎に複数のチップタイミングにわたり信号を逆拡散して逆拡散信号系列を出力するスライディング相関器と、アンテナ毎の逆拡散信号系列をマルチビームで受信しビーム毎の信号系列を出力するマルチビームフォーマと、ビーム毎の信号系列出力を用いて一定周期で平均したビーム毎の遅延プロファイルを生成するビーム毎遅延プロファイル生成手段と、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを対象として パスの信号のチップタイミング方向とビーム方向の両方の広がり を考慮し複数のパスタイミングをレベルの大きなチップタイミングから順次選択して検出するパスタイミング検出手段と、を有する。

40

【 0 0 2 4 】

本発明の適応アレーアンテナシステムは、符号分割多重アクセス (C D M A) 信号をアレーアンテナで受信し、パスタイミングを検出するパスタイミング検出部と、受信復調を行う受信復調部とからなり、パスタイミング検出部は、各アンテナの逆拡散信号系列毎にマルチビーム受信を行い、ビーム毎の遅延プロファイルを生成する手段と、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを対象としてパスの信号のチップタイミング方向とビーム方向の両方の広がり を考慮し複数のパスタイミングをレベルの大きなチップタイミングから順次選択して検出するパスタイミング検出手段とを有し、又は、アンテナ毎に複数のチップタイミングにわたり信号を逆拡散して逆拡散信号系列を出力するスライディング相関器と、アンテナ毎の逆拡散信号系列をマルチビームで受信してビーム毎の信号系

50

列を出力するマルチビームフォーマと、ビーム毎の信号系列を用いて一定周期で平均したビーム毎の遅延プロファイルを生成するビーム毎遅延プロファイル生成手段と、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを対象としてパスの信号のチップタイミング方向とビーム方向の両方の広がりを考慮し複数のパスタイミングをレベルの大きなチップタイミングから順次選択して検出するパスタイミング検出手段とを有し、受信復調部は、パスタイミング検出部で検出したパスタイミングで拡散信号をパス毎に逆拡散する相関器と、ユーザ固有の指向性ビームで各パスを受信するビームフォーマと、各ビーム出力に重み付けを行うレイク合成重み付け手段と、重み付け信号を合成する合成器と、パス毎の逆拡散信号を用いてアンテナ重みを計算するアンテナ重み制御手段と、を有する。

【0025】

本発明のパスタイミング検出装置及び適応アレーアンテナシステムのパスタイミング検出手段は、全てのビームの遅延プロファイルからレベルの大きなチップタイミングを順次選択していく過程で既に選択したチップタイミングを中心に最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングは以降のパスタイミング検出では選択せず、かつ、既に選択したチップタイミングのビームを中心に最小選択ビーム間隔未満のビームで最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングは以降のパスタイミング検出では選択しないようにしながら複数のパスタイミングを検出する。つまり、レベルの大きなチップタイミングから順次選択していく過程で、既に選択したチップタイミングを中心とする最小選択タイミング間隔未満のチップタイミング及び既に選択したチップタイミングのビームを中心とする最小選択ビーム間隔未満のビームで前記最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングは選択しないように複数のパスタイミングを検出する。

【0026】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の一実施の形態を示す図である。本発明のパスタイミング検出装置及び適応アレーアンテナシステムは、パスタイミング検出部1と受信復調部106を備え、パスタイミング検出部1は、スライディング相関器2、マルチビームフォーマ3、ビーム毎遅延プロファイル生成手段4、パスタイミング検出手段5を有している。

【0027】

スライディング相関器2は、アンテナ毎に複数のチップタイミングにわたり信号をチップ周期の $1/N_R$ (N_R は1以上の整数)の分解能で逆拡散し、逆拡散信号系列を出力する。マルチビームフォーマ3は、スライディング相関器2のアンテナ毎の信号系列出力をマルチビームで受信し、ビーム毎の信号系列を出力する。

【0028】

図2は、マルチビームフォーマ3の構成を示す図である。マルチビームフォーマ3は、アンテナ毎信号系列にM個(Mは1以上の整数)のビーム重みで重み付けを行う乗算器 $11-1-1 \sim 11-1-N \sim 11-M-1 \sim 11-M-N$ と、乗算器 $11-1-1 \sim 11-1-N \sim 11-M-1 \sim 11-M-N$ の各N個(Nは1以上の整数)の出力を加算するM個の合成器 $12-1 \sim 12-M$ と、を有している。

【0029】

図4は、マルチビームフォーマ3の指向性ビームパターンの例を示す図である。6つのアンテナを直線配置したアンテナ構成において、図4(a)は6ビームの直交マルチビームパターン、図4(b)は図4(a)の各ビームの間にビームを補間した12ビームのパターンを示している。ビーム毎遅延プロファイル生成手段4は、マルチビームフォーマ3のビーム毎の信号系列出力を用いて一定周期で平均したビーム毎の遅延プロファイルを生成する。

【0030】

図3は、ビーム毎遅延プロファイル生成手段4の構成を示す図である。ビーム毎遅延プロファイル生成手段4は、マルチビームフォーマ3のビーム毎の信号系列出力を同相でベクトル平均するビーム毎同相平均手段21と、そのレベル(振幅、あるいは電力)を求めるビーム毎レベル検出手段22と、さらに任意の時間平均を行うビーム毎レベル平均手段2

10

20

30

40

50

3と、を有している。

【0031】

ビーム毎同相平均手段21では、逆拡散されたシンボルの位相を合わせてベクトル加算することでSINRを大幅に改善する。シンボルに変調がかかっている場合には変調を除去しなければこの操作は行えないが、パイロット信号を用いれば既知のパイロットシンボルで変調を除去して同相加算を行える。同相平均を行うシンボル数は大きいほどSINRを改善できるが、フェージングなどにより速い位相変動がある場合には平均シンボル数は限られる。ビーム毎同相平均手段21の平均シンボル数や平均重み付け方法は任意である。

【0032】

また、ビーム毎同相平均手段21は、マルチビームフォーマ3の演算量削減のためマルチビームフォーマ3の前に置き、アンテナ毎に行うことができる。この場合も原理的には同様で本発明に含まれる。一方、ビーム毎レベル平均手段23でのレベル平均は遅延プロファイルの平滑化に効果があり、パスタイミング変化に追従できる範囲でできるだけ長く行う。ビーム毎レベル平均手段23の平均時間や平均重み付け方法は任意である。パスタイミング検出手段5は、ビーム毎の遅延プロファイルに基づき受信復調部106で用いる複数のパスタイミングを検出する。パスタイミング検出手段5は、本発明の特徴をなす構成要素である。

【0033】

図5は、パスタイミング検出手段5の動作を説明する図である。従来のパスタイミング検出手段105の動作で説明したように帯域制限を行うCDMA方式では、1つのパスの信号が複数のチップタイミングに広がって現れる。それに加えてビーム毎に遅延プロファイルを生成する本発明では、1つのパスの信号が複数のビームに広がって現れる。図4(a)に示す直交マルチビームを用いる場合は、ビームの中間方向からパスが到来する場合には2つのビーム出力にパスが現れる。図4(b)の内挿マルチビームを用いる場合は、2~3つのビーム出力にパスが現れる。内挿ビーム数が多いほどパスが現れるビーム数が多くなる。

【0034】

そこでパスタイミング検出手段5では、全てのビームの遅延プロファイルからレベルの大きなチップタイミングを順次選択していくパスタイミング検出を行い、その過程で既に選択したチップタイミングを中心に最小選択タイミング間隔121未満のチップタイミングは以降のパスタイミング検出では選択しない方法をとるとともに、既に選択したチップタイミングのビームを中心とし、次に選択するチップタイミングとして選択可能な遅延プロファイルのパスタイミングに関連する最小のビームの間隔(最小選択ビーム間隔という。)31を設定し、最小選択ビーム間隔31未満のビームで最小選択タイミング間隔121未満のチップタイミングは以降のパスタイミング検出では選択しないパスタイミング検出方法を採用する。

【0035】

このパスタイミング検出方法を図5により説明する。 N_R を4とし、最小選択タイミング間隔121を±4チップタイミング(4チップタイミングの間隔は1チップ周期(PN符号の1符号周期)に相当)、最小選択ビーム間隔を±2ビームとすると、まず1番目のパスタイミングとしてレベルの最も大きなビーム#3のチップタイミング6を選択する。最小選択タイミング間隔121未満のチップタイミングはその後のパスタイミング検出では除外する。すなわちビーム#3のチップタイミング6の両側のチップタイミング3、4、5、7、8、9を除外する。それとともに最小選択ビーム間隔31未満のビームで最小選択タイミング間隔121未満のチップタイミングを除外する。すなわちビーム#2とビーム#4のチップタイミング3、4、5、6、7、8、9を除外する。次に2番目のパスタイミングとしてビーム#2のチップタイミング13を選択し、その両側のチップタイミング10、11、12、14、15、16を除外するとともに、ビーム#1とビーム#3のチップタイミング10、11、12、13、14、15、16を除外する。以下同様な処理により、パス受信手段107-1~107-Lのパスを検出する。

10

20

30

40

50

【0036】

この処理により、例えば図5の場合では、ビーム#3のチップタイミング5はビーム#2のチップタイミング13よりレベルは大きい、これは1番目のパスの広がりを見なして選択しない。同様にビーム#4のチップタイミング5はビーム#2のチップタイミング13よりレベルは大きい、これは1番目のパスのビーム方向の広がりを見なして選択しない。結果として従来のパスタイミング検出手段105と同様にチップタイミング6とチップタイミング13が選択される。以降は同様のパスタイミング検出処理を繰り返す。最小選択タイミング間隔121として $N_R = 4$ では $\pm 3 \sim 4$ チップタイミングが適している。図4(b)の内挿マルチビームを用いる場合は最小選択ビーム間隔31として $\pm 2 \sim 3$ ビームが適している。

10

【0037】

図6は、本発明のパスタイミング検出方法の処理フローの例を示す図である。パスタイミングの検出対象として、全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングを選択し(s1)、一定レベル以上のピークを示すチップタイミングが存在する場合(s2)、最も大きいレベルのチップタイミングをパスタイミングとして選択する(s3)。選択したチップタイミング(パスタイミング)を中心とする最小選択タイミング間隔未満のチップタイミング及び選択したチップタイミング(パスタイミング)のビームを中心とする最小選択ビーム間隔未満のビームで前記最小選択タイミング間隔未満のチップタイミングを除外した全てのビームの遅延プロファイルのチップタイミングをパスタイミングの検出対象として選択し(s4)、s2から処理を繰り返しパス受信手段毎のパスタイミングを検出する。

20

【0038】

受信復調部106は、従来の適応アレーアンテナシステムと同じ構成であり、符号分割多重アクセス(CDMA)信号をアレーアンテナで受信し、検出したパスタイミングで各パス信号の復調を行うために、マルチパス伝搬路に対応してパス数に相当するL個のパス受信手段107-1~107-Lと1つの合成器111を有している。

【0039】

パス受信手段107-1~107-Lは、相関器108-1~108-L、ビームフォーマ109-1~109-L、レイク合成重み付け手段110-1~110-L、アンテナ重み制御手段112-1~112-Lを有している。相関器108-1~108-Lは、パスタイミング検出手段101で検出したパスタイミングで拡散信号をパス毎に逆拡散する。ビームフォーマ109-1~109-Lは、適応的に生成したユーザ固有のアンテナ重みを用い、アンテナ指向性ビームで相関器108-1~108-Lの出力をパス毎に受信する。レイク合成重み付け手段110-1~110-Lは、各パスのビーム出力に重み付けを行いキャリヤ位相変動を補償するとともに合成後のSINRが最大(最大比合成)となるように重み付けを行う。アンテナ重み制御手段112-1~112-Lは、パス毎の逆拡散信号を用いてアンテナ重みを計算する。

30

【0040】

アンテナ重み制御手段112-1~112-Lとして、各パスの到来角度推定に基づき各パスにビームを向けるようにアンテナ重みを計算する方法、最小二乗平均誤差制御(MMSE)などの適応アルゴリズムを用いる方法がある。MMSE法については、例えば、特開2002-77008号公報「適応アンテナ受信装置」に記載されている。合成器111は、レイク合成重み付け手段110-1~110-Lの出力を加算し、各パスを合成した高品質な復調結果を出力する。

40

【0041】

【発明の効果】

本発明によれば、マルチビーム受信により生成したSINRを改善した信号によるビーム毎の全ての遅延プロファイルを直接使用してパスタイミングを検出するように構成しているから、優れたパスタイミング検出特性を実現することが可能である。また、ビーム毎の遅延プロファイルに基づくパスタイミングの検出は、選択したチップタイミングに対しC

50

DMA方式の周波数帯域制限等によるパスの広がりの影響を考慮して行うことによりパスタイミングの誤検出を確実に回避することを可能としている。特に、各チップタイミング間及び各ビーム間における最小選択タイミング間隔と最小選択ビーム間隔とを使用してパスタイミングの検出を行うことにより、パスタイミングの検出を簡易なアルゴリズムにより確実に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の実施の形態を示すブロック図である。
 【図2】 本発明のマルチビームフォーマの構成を示すブロック図である。
 【図3】 本発明のビーム毎遅延プロファイル生成手段の構成を示すブロック図である。
 【図4】 本発明のマルチビームパターンの例を示す図である。
 【図5】 本発明のパスタイミング検出手段の動作を説明する図である。
 【図6】 本発明のパスタイミング検出の処理フローの一例を示す図である。
 【図7】 従来の適応アレーアンテナシステムのパスタイミング検出装置を示す図である。
 【図8】 従来のパスタイミング検出手段の動作を説明する図である。

10

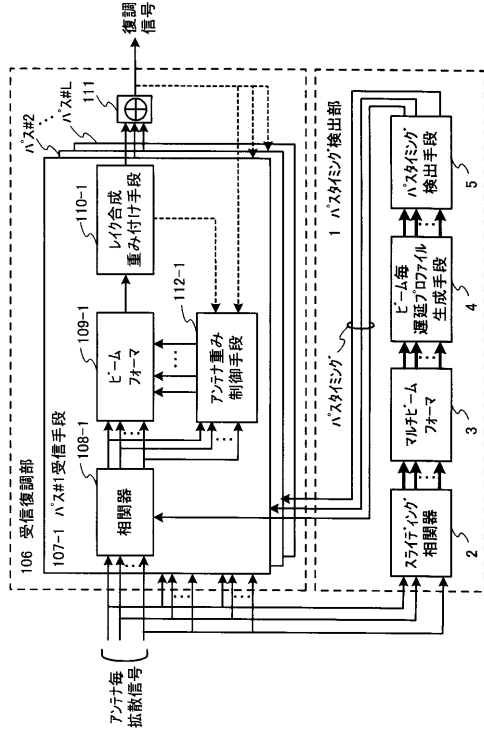
【符号の説明】

- 1、101 パスタイミング検出部
 2、102 スライディング相関器
 3 マルチビームフォーマ
 4 ビーム毎遅延プロファイル生成手段
 5、105 パスタイミング検出手段
 11-1-1～11-1-N～11-M-N 乗算器
 12-1～12-M、111 合成器
 21 ビーム毎同相平均手段
 22 ビーム毎レベル検出手段
 23 ビーム毎レベル平均手段
 31 最小選択ビーム間隔
 103 アンテナ毎遅延プロファイル生成手段
 104 遅延プロファイル合成手段
 106 受信復調部
 107-1～107-L パス受信手段
 108-1～108-L 相関器
 109-1～109-L ビームフォーマ
 110-1～110-L レイク合成重み付け手段
 112-1～112-L アンテナ重み制御手段
 121 最小選択タイミング間隔

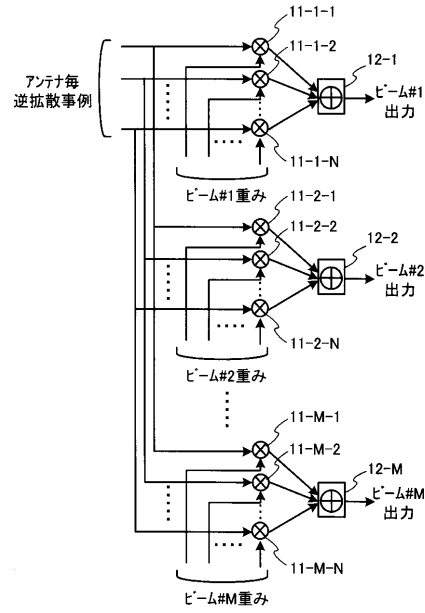
20

30

【 図 1 】



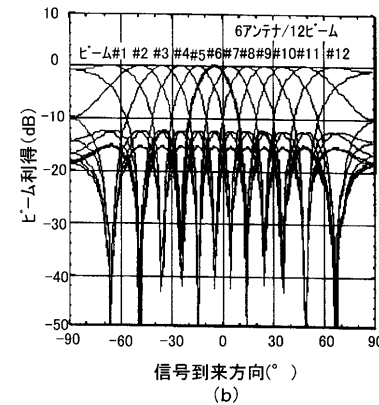
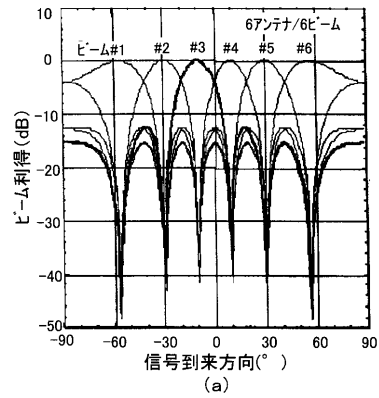
【 図 2 】



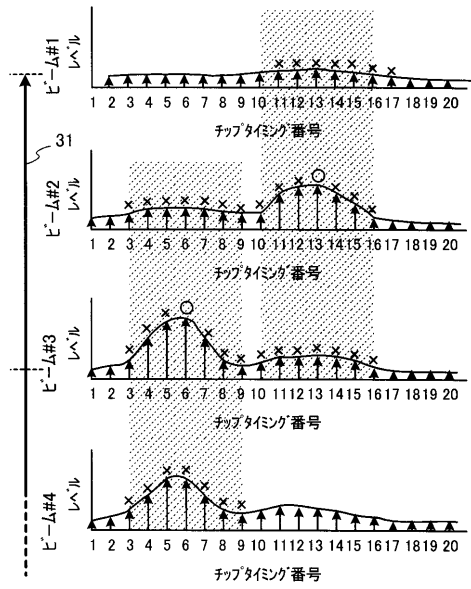
【 図 3 】



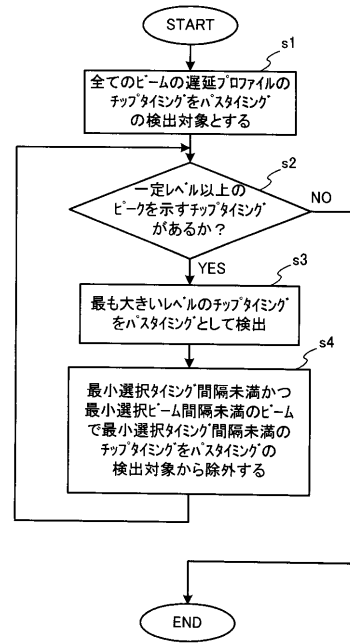
【 図 4 】



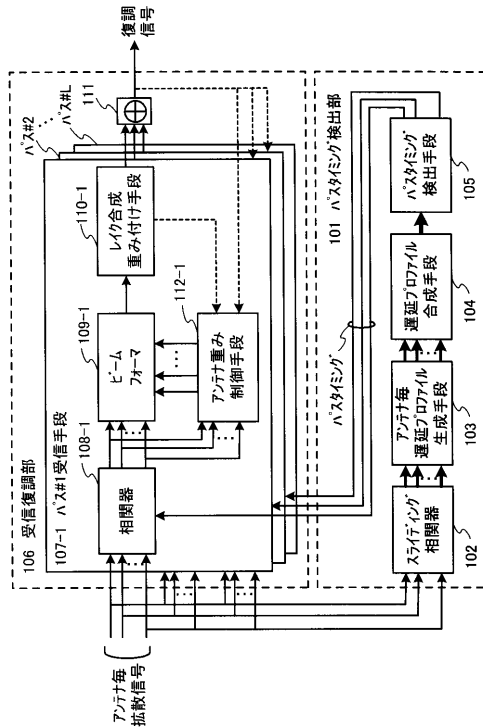
【 図 5 】



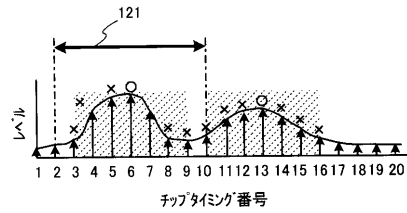
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-036451(JP,A)
特開2000-022587(JP,A)
特開2001-308764(JP,A)
Zheng Zhaohui; Pei Aihua; Hu Jiandong; , A RAKE type receiver structure for CDMA mobile communication systems using antenna arrays , Communications, 1996. ICC 96, Conference Record, Converging Technologies for Tomorrow's Applications. 1996 IEEE International Conference on , IEEE , 1996年 , pp.528-530

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04J 13/00 - 13/06
H04B 1/69 - 1/713
H04B 7/26
H04Q 7/38