

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3558053号

(P3558053)

(45) 発行日 平成16年8月25日(2004.8.25)

(24) 登録日 平成16年5月28日(2004.5.28)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H O 4 B 1/707

H O 4 J 13/00

D

H O 4 B 7/08

H O 4 B 7/08

D

H O 4 B 7/10

H O 4 B 7/10

A

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2001-170374 (P2001-170374)
 (22) 出願日 平成13年6月6日(2001.6.6)
 (65) 公開番号 特開2002-368652 (P2002-368652A)
 (43) 公開日 平成14年12月20日(2002.12.20)
 審査請求日 平成14年5月28日(2002.5.28)

(73) 特許権者 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100088812
 弁理士 ▲柳▼川 信
 (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 土居 仁士

(56) 参考文献 特開平11-266180 (JP, A)
 特開平11-274976 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 適応アンテナ受信装置

(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、各パスに指向性形成を行う適応アンテナ受信装置であって、
 アンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信する手段と、
 各ユーザでビーム毎の遅延プロファイルを生成して、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎にレベルの大きな1個以上の値を選択して加算することで生成した1個の遅延プロファイルに基づいてパスタイミング検出を行う手段と、
 検出したパスタイミングにおける選択ビームのレベル情報から各パスのビーム選択信号を生成する手段と、
 各ユーザでパス毎にビーム毎の逆拡散出力に重み付け合成を行って位相変動を補正した後、各パスを合成する手段と、
 前記ビーム選択信号に基づいて前記重み付け合成で用いる初期重みを決定する手段と、
 それ以後、前記位相変動の逆補正を施した判定誤差信号と前記ビーム毎逆拡散出力とを用いて重みを適応更新する手段とを有することを特徴とする適応アンテナ受信装置。

【請求項2】

符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、各パスに指向性形成を行う適応アンテナ受信装置であって、アンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信するマルチビームフォーマットと、各ユーザで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、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎にレベルの大きな1個以

上の値を選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成する遅延プロファイル選択/合成手段と、前記遅延プロファイル選択/合成手段の出力に基づいてパスタイミング検出を行うパスタイミング検出手段と、検出したパスタイミングにおける選択ビームのレベル情報から各パスのビーム選択信号を生成するビーム選択信号生成手段と、各ユーザで前記マルチビームフォーマーの出力をパス毎に逆拡散したビーム毎の逆拡散出力に重み付け合成を行う重み付け合成手段と、前記重み付け合成手段の出力の位相変動を補正しかつ最大比合成の重み付けを行うレイク合成重み付け手段と、パス毎の前記レイク合成重み付け手段の出力を加算する合成器と、前記位相変動の逆補正を施した判定誤差信号と前記ビーム毎逆拡散出力とを用いて前記重み付け合成手段の重みを適応更新する重み適応制御手段とを有することを特徴とする適応アンテナ受信装置。

10

【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、各パスに指向性形成を行う適応アンテナ受信装置であって、アンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信するマルチビームフォーマーと、各ユーザで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、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎にレベルの大きな1個以上の値を選択し加算して1個の遅延プロファイルを生成する遅延プロファイル選択/合成手段と、前記遅延プロファイル選択/合成手段の出力に基づいてパスタイミング検出を行うパスタイミング検出手段と、検出したパスタイミングにおける選択ビームのレベル情報から各パスのビーム選択信号を生成するビーム選択信号生成手段と、各ユーザで前記マルチビームフォーマーの出力群から前記ビーム選択信号の中で最大の値を有するビームを含む直交マルチビーム群をパス毎に選択する直交マルチビーム群選択手段と、パス毎に逆拡散したビーム毎の逆拡散出力に重み付け合成を行う重み付け合成手段と、前記重み付け合成手段の出力の位相変動を補正しかつ最大比合成の重み付けを行うレイク合成重み付け手段と、パス毎の前記レイク合成重み付け手段の出力を加算する合成器と、前記位相変動の逆補正を施した判定誤差信号と前記ビーム毎逆拡散出力とを用いて前記重み付け合成手段の重みを適応更新する重み適応制御手段とを有することを特徴とする適応アンテナ受信装置。

20

【請求項4】

前記遅延プロファイル選択/合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値を選択して1個の遅延プロファイルを生成するよう構成したことを特徴とする請求項2または請求項3記載の適応アンテナ受信装置。

30

【請求項5】

前記遅延プロファイル選択/合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、その次にレベルの大きな値とを選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成するよう構成したことを特徴とする請求項2または請求項3記載の適応アンテナ受信装置。

【請求項6】

前記遅延プロファイル選択/合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、その次にレベルの大きな値とが最もレベルの大きな値のビームの隣接ビームである場合にその2個目の値を選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成するよう構成したことを特徴とする請求項2または請求項3記載の適応アンテナ受信装置。

40

【請求項7】

前記遅延プロファイル選択/合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、その次にレベルの大きなN個(Nは1以上の整数)の値とを順次選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成するよう構成したことを特徴とする請求項2または請求項3記載の適応アンテナ受信装置。

【請求項8】

前記遅延プロファイル選択/合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、その値から一定のレベル以内であるレベルの大きなN個(Nは

50

1以上の整数)の値とを順次選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成するよう構成したことを特徴とする請求項2または請求項3記載の適応アンテナ受信装置。

【請求項9】

前記遅延プロファイル選択/合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、その次にレベルの大きなN個(Nは1以上の整数)の値とをその値がビーム毎の遅延プロファイルの平均雑音レベルから一定のレベル範囲を超えて大きい場合に順次選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成するよう構成したことを特徴とする請求項2または請求項3記載の適応アンテナ受信装置。

【請求項10】

前記ビーム選択信号生成手段は、検出したパスタイミングにおいて選択/合成したビームに対するビーム選択信号としてそのレベルに比例した値を生成しかつ選択しなかったビームに対するビーム選択信号として0を生成し、
前記重み適応制御手段は、これらのビーム選択信号を適応制御開始時の初期重みに用いるようにしたことを特徴とする請求項2または請求項3記載の適応アンテナ受信装置。 10

【請求項11】

前記ビーム選択信号生成手段は、検出したパスタイミングにおいて選択/合成したビームに対するビーム選択信号としてそのレベルに比例した値を生成しかつ選択しなかったビームに対するビーム選択信号として0を生成し、
前記重み適応制御手段は、0でないビーム選択信号に選択ビーム出力から推定した位相成分を付加してから適応制御開始時の初期重みに用いるようにしたことを特徴とする請求項2または請求項3記載の適応アンテナ受信装置。 20

【請求項12】

前記ビーム選択信号生成手段は、検出したパスタイミングにおいて選択/合成したビームに対するビーム選択信号としてそのレベルに比例した値を生成しかつ選択しなかったビームに対するビーム選択信号として0を生成し、
前記重み適応制御手段は、0でないビーム選択信号の代わりに選択ビーム出力の伝送路推定値を適応制御開始時の初期重みに用いるようにしたことを特徴とする請求項2または請求項3記載の適応アンテナ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は適応アンテナ受信装置に関し、特にCDMA(Code Division Multiple Access:符号分割多重アクセス)信号をマルチビームで受信し、ビーム毎の拡散信号を用いてパス検出とビーム選択とを行い、ビーム選択信号に基づく初期重みを用いて受信SINR(希望信号電力対干渉雑音電力比)を最大にする適応受信を行う適応アンテナ受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

CDMA方式は加入者容量を増大することができる可能性があり、移動通信セルラシステムの無線アクセス方式として期待されている。しかしながら、基地局受信側では、同時にアクセスする他ユーザ信号が干渉となる問題がある。これらの干渉を除去しながら、希望信号のみを受信する方法に適応アレーアンテナがある。適応アレーアンテナは複数のアンテナで信号を受信し、複素数の重み付け合成を行うことで、各アンテナの受信信号の振幅及び位相を制御して指向性ビームを形成し、希望ユーザ信号を受信するとともに、他ユーザ干渉信号を抑圧している。 40

【0003】

従来の適応アンテナ受信装置の構成例を図11に示す。図11において、従来の適応アンテナ受信装置はCDMA信号をアレーアンテナ(図示せず)で受信し、アンテナ毎の多重拡散信号を入力として各ユーザでマルチパスのタイミングを検出するためのパス検出部200と、検出したパスタイミングを用いて各パスの逆拡散を行い、パス毎に指向性ビーム 50

を適応的に形成して受信し、それらの受信信号を合成して復調信号を出力する受信復調部 100 とから構成されている。

【0004】

パス検出部 200 はスライディング相関器 201 と、アンテナ毎遅延プロファイル生成手段 202 と、遅延プロファイル合成手段 203 と、パスタイミング検出手段 204 とから構成されている。

【0005】

スライディング相関器 201 はアンテナ毎に複数のチップにわたり、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 202 はスライディング相関器 201 のアンテナ毎の信号系列出力を同相でベクトル平均し、そのレベル (振幅あるいは電力) を計算し、さらに任意の時間平均を行うことで、一定周期で平均したアンテナ毎の遅延プロファイルを生成する。

【0006】

遅延プロファイル合成手段 203 はアンテナ毎の遅延プロファイルを合成し、1 個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 204 は 1 個の遅延プロファイルに基づいて受信復調部 100 で用いる複数のパスタイミングを検出する。このパスタイミング検出手段 204 は、一般に、0.75 ~ 1 チップのパス選択間隔をとりながら、遅延プロファイルからレベルの大きなパスのタイミングを順次選択する方法がとられる。

【0007】

受信復調部 100 はマルチパス伝搬路に対応してパス数に相当する L 個 (L は 1 以上の整数) のパス (#1 ~ # L) 受信手段 110 - 1 ~ 110 - L と、合成器 120 と、判定器 130 と、スイッチ 140 と、減算器 150 とを有している。パス (#1 ~ # L) 受信手段 110 - 1 ~ 110 - L は相関器 111 - 1 ~ 111 - L (相関器 111 - 2 ~ 111 - L は図示せず)、ビームフォーマ 112 - 1 ~ 112 - L (ビームフォーマ 112 - 2 ~ 112 - L は図示せず) と、レイク合成重み付け手段 113 - 1 ~ 113 - L (レイク合成重み付け手段 113 - 2 ~ 113 - L は図示せず) と、正規化手段 114 - 1 ~ 114 - L (正規化手段 114 - 2 ~ 114 - L は図示せず) と、乗算器 115 - 1 ~ 115 - L (乗算器 115 - 2 ~ 115 - L は図示せず) と、アンテナ重み適応制御手段 116 - 1 ~ 116 - L (アンテナ重み適応制御手段 116 - 2 ~ 116 - L は図示せず) とを有している。

【0008】

相関器 111 - 1 ~ 111 - L はパスタイミング検出手段 204 で検出されたパスタイミングで拡散信号を逆拡散する。ビームフォーマ 112 - 1 ~ 112 - 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 111 - 1 ~ 111 - L の出力を受信する。

【0009】

レイク合成重み付け手段 113 - 1 ~ 113 - L は各パスのビーム出力に重み付けを行い、位相変動を補正するとともに、パス合成後の $SINR$ (希望信号電力対干渉雑音電力比) が最大 (最大比合成) となるように重み付けを行う。

【0010】

合成器 120 はレイク合成重み付け手段 113 - 1 ~ 113 - L の出力を加算し、パス合成を行うことで、高品質な復調結果を出力する。判定器 130 は復調信号を、送られた可能性の高い送信信号に判定する。スイッチ 140 は既知参照信号がある場合に既知参照信号を、既知参照信号がない場合に判定器 130 の出力を参照信号に用いるように切替える。減算器 150 は参照信号から復調信号を減算し誤差信号を生成する。減算器 150 で生成された誤差信号はパス (#1 ~ # L) 受信手段 110 - 1 ~ 110 - L にそれぞれ分配される。

【0011】

正規化手段 114 - 1 ~ 114 - L はレイク合成重み付け手段 113 - 1 ~ 113 - L で

10

20

30

40

50

推定された伝送路推定値に対して正規化処理を行う。ここで、正規化手段 114 - 1 ~ 114 - L は演算量削減のために省略することができる。乗算器 115 - 1 ~ 115 - L は誤差信号に、正規化した伝送路推定値を乗じる。

【0012】

アンテナ重み適応制御手段 116 - 1 ~ 116 - L は相関器 111 - 1 ~ 111 - L の出力と乗算器 115 - 1 ~ 115 - L の出力とを用いてアンテナ重みを適応的に更新する。アンテナ重み適応制御手段 116 - 1 ~ 116 - L としては、一般に、最小二乗平均誤差制御 (MMSE: Minimum Mean Squared Error) が用いられ、MMSE 制御では希望ユーザにビームを向けるだけでなく、SINR を最大にする制御を行うことができる。

10

【0013】

判定誤差信号を用いた適応更新アルゴリズムには LMS (Least Mean Square)、RLS (Recursive Least Square) アルゴリズムが知られている。

【0014】

図 11 に示す従来の適応アンテナ受信装置では、アレーアンテナの各受信信号に直接に重み付け合成を行い、ビーム形成する一般的な構成である。しかしながら、本構成ではパス検出部 200 ではビーム形成が行われなため、アンテナ利得を活用したパス検出を行うことができない。そのため、アンテナ数が大きくなると、パス検出特性が劣化するという問題がある。

20

【0015】

従来の別の適応アンテナ受信装置としてマルチビーム方式に基づく構成を図 12 に示す。図 12 において、この従来の適応アンテナ受信装置は CDMA 信号をアレーアンテナ (図示せず) で受信し、アンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信するマルチビームフォーマ 301 と、ビーム毎の拡散信号を入力として、パスの到来方向に相当するビームを選択するとともに、マルチパスのタイミングを検出するためのパス検出及びビーム選択部 400 と、選択したビーム出力を入力とし、各パスタイミングで逆拡散を行い、重み付け合成して復調信号を出力する受信復調部 300 とから構成されている。

【0016】

マルチビームフォーマ 301 はアンテナ毎の拡散信号をマルチビームで受信し、ビーム毎の拡散信号を出力する。一般に、マルチビーム方式では演算量を削減するため、マルチビームフォーマ 301 として、各ユーザ毎の逆拡散処理に先立って配置され、全ユーザが多重された信号に対して共通にマルチビーム受信処理を行う。これによって、ユーザ当たりの演算量を大幅に削減することができる。

30

【0017】

パス検出及びビーム選択部 400 はスライディング相関器 401 と、ビーム毎遅延プロファイル生成手段 402 と、ビーム毎パスタイミング検出手段 403 と、ビーム / パスタイミング検出手段 404 とを有している。

【0018】

スライディング相関器 401 はビーム毎に複数のチップにわたり、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。ビーム毎遅延プロファイル生成手段 402 はスライディング相関器 401 のビーム毎の信号系列出力を同相でベクトル平均し、そのレベル (振幅あるいは電力) を計算し、さらに任意の時間平均を行うことで、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。

40

【0019】

ビーム毎パスタイミング検出手段 403 はビーム毎に独立に遅延プロファイルから複数のパスタイミングを検出する。パスタイミング検出は、一般に、0.75 ~ 1 チップのパス選択間隔をとりながら遅延プロファイルからレベルの大きなパスのタイミングを順次選択する方法がとられる。ビーム / パスタイミング検出手段 404 はビーム毎パスタイミング

50

検出手段 403 で検出されたパスタイミングを全て合わせてその中から複数のレベルの大きなパスに関するタイミングとそのタイミングが検出されたビーム番号とを組として選択する。

【0020】

受信復調部 300 はパス数に相当する L 個のパス (# 1 ~ # L) 受信手段 310 - 1 ~ 310 - L と、合成器 320 とを有している。パス (# 1 ~ # L) 受信手段 310 - 1 ~ 310 - L はスイッチ 311 - 1 ~ 311 - L (スイッチ 311 - 2 ~ 311 - L は図示せず) と、相関器 312 - 1 ~ 312 - L (相関器 312 - 2 ~ 312 - L は図示せず) と、レイク合成重み付け手段 313 - 1 ~ 313 - L (レイク合成重み付け手段 313 - 2 ~ 313 - L は図示せず) とを有している。

10

【0021】

スイッチ 311 - 1 ~ 311 - L はビーム / パスタイミング検出手段 404 で選択されたビームの出力を受信するように切替える。相関器 312 - 1 ~ 312 - L はビーム / パスタイミング検出手段 404 で選択されたパスタイミングで拡散信号を逆拡散する。

【0022】

レイク合成重み付け手段 313 - 1 ~ 313 - L は相関器 311 - 1 ~ 311 - L の各出力に重み付けを行って位相変動を補正するとともに、パス合成後の S I N R が最大 (最大比合成) となるように重み付けを行う。合成器 320 はレイク合成重み付け手段 313 - 1 ~ 313 - L の出力を加算し、パス合成を行うことで、高品質な復調結果を出力する。

【0023】

上記のような構成の適応アンテナ受信装置では、パス検出部及びビーム選択部 400 がマルチビームフォーマ 301 によってビーム形成された信号を用いてパス検出を行うため、アンテナ数が大きい場合でもパス検出特性が劣化することがない。

20

【0024】

【発明が解決しようとする課題】

図 11 に示す従来の適応アンテナ受信装置では、パス検出部 200 でビーム形成が行われないため、アンテナ利得を活用したパス検出を行うことができない。そのため、アンテナ数が大きくなるとパス検出特性が劣化するという問題がある。また、パス検出部 200 ではパスタイミング検出と同時に、受信復調部 100 のビームフォーマ 112 - 1 ~ 112 - L で用いる初期アンテナ重みを生成することができないという問題がある。

30

【0025】

また、図 12 に示す従来の別の適応アンテナ受信装置では、上述した問題を解決することができる。しかしながら、この構成では受信復調部 300 がマルチビームフォーマ 301 の出力から選択したビーム出力を受けるため、図 11 に示す受信復調部 100 で実現しているアンテナ毎の信号を直接に受けて受信 S I N R を最大にする適応的なビーム形成の効果が得られないという問題がある。

【0026】

そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、演算量を大幅に削減することができ、優れたパス検出特性と受信復調特性とを実現することができる適応アンテナ受信装置を提供することにある。

40

【0028】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の適応アンテナ受信装置は、符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、各パスに指向性形成を行う適応アンテナ受信装置であって、
アンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信する手段と、
各ユーザでビーム毎の遅延プロファイルを生成して、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎にレベルの大きな 1 個以上の値を選択して加算することで生成した 1 個の遅延プロファイルに基づいてパスタイミング検出を行う手段と、
検出したパスタイミングにおける選択ビームのレベル情報から各パスのビーム選択信号を生成する手段と、

50

各ユーザでパス毎にビーム毎の逆拡散出力に重み付け合成を行って位相変動を補正した後
に各パスを合成する手段と、

前記ビーム選択信号に基づいて前記重み付け合成で用いる初期重みを決定する手段と、
それ以後、前記位相変動の逆補正を施した判定誤差信号と前記ビーム毎逆拡散出力とを用
いて重みを適応更新する手段とを備えている。

【0030】

本発明の第2の適応アンテナ受信装置は、CDMA信号をアレーアンテナで受信し、各パ
スに指向性形成を行う適応アンテナ受信装置において、アンテナ毎の多重拡散信号をマル
チビームで受信するマルチビームフォーマと、各ユーザで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、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミン
グ毎にレベルの大きな1個以上の値を選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生
成する遅延プロファイル選択/合成手段と、遅延プロファイル選択/合成手段の出力に
基づいてパスタイミング検出を行うパスタイミング検出手段と、検出したパスタイミング
における選択ビームのレベル情報から各パスのビーム選択信号を生成するビーム選択信号
生成手段と、各ユーザでマルチビームフォーマの出力をパス毎に逆拡散したビーム毎の逆
拡散出力に重み付け合成を行う重み付け合成手段と、重み付け合成手段の出力の位相変動
を補正するとともに最大比合成の重み付けを行うレイク合成重み付け手段と、パス毎の前
記レイク合成重み付け手段の出力を加算する合成器と、位相変動の逆補正を施した判定誤
差信号とビーム毎逆拡散出力とを用いて重み付け合成手段の重みを適応更新する重み適応
制御手段とを有している。

【0031】

本発明の第3の適応アンテナ受信装置は、CDMA信号をアレーアンテナで受信し、各パ
スに指向性形成を行う適応アンテナ受信装置において、アンテナ毎の多重拡散信号をマル
チビームで受信するマルチビームフォーマと、各ユーザで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、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミン
グ毎にレベルの大きな1個以上の値を選択し加算することで1個の遅延プロファイルを生
成する遅延プロファイル選択/合成手段と、遅延プロファイル選択/合成手段の出力に基
づいてパスタイミング検出を行うパスタイミング検出手段と、検出したパスタイミングに
おける選択ビームのレベル情報から各パスのビーム選択信号を生成するビーム選択信号生
成手段と、各ユーザでマルチビームフォーマの出力群からビーム選択信号の中で最大の値
を有するビームを含む直交マルチビーム群をパス毎に選択する直交マルチビーム群選択手
段と、パス毎に逆拡散したビーム毎の逆拡散出力に重み付け合成を行う重み付け合成手段
と、重み付け合成手段の出力の位相変動を補正するとともに最大比合成の重み付けを行う
レイク合成重み付け手段と、パス毎のレイク合成重み付け手段の出力を加算する合成器と
、位相変動の逆補正を施した判定誤差信号とビーム毎逆拡散出力とによって重み付け合成
手段の重みを適応更新する重み適応制御手段とを有している。

【0032】

本発明の第2または第3の適応アンテナ受信装置において、第1の遅延プロファイル選択
/合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値を選
択して1個の遅延プロファイルを生成している。

【0033】

本発明の第2または第3の適応アンテナ受信装置において、第2の遅延プロファイル選択
/合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、
その次にレベルの大きな値を選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成して
いる。

【0034】

本発明の第2または第3の適応アンテナ受信装置において、第3の遅延プロファイル選択
/合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、
その次にレベルの大きな値が最もレベルの大きな値のビームの隣接ビームである場合にそ
の2個目の値を選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成している。

【 0 0 3 5 】

本発明の第2または第3の適応アンテナ受信装置において、第4の遅延プロファイル選択／合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、その次にレベルの大きなN個（Nは1以上の整数）の値を順次選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成している。

【 0 0 3 6 】

本発明の第2または第3の適応アンテナ受信装置において、第5の遅延プロファイル選択／合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、その値から一定のレベル以内であるレベルの大きなN個（Nは1以上の整数）の値を順次選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成している。

10

【 0 0 3 7 】

本発明の第2または第3の適応アンテナ受信装置において、第6の遅延プロファイル選択／合成手段は、ビーム毎の遅延プロファイルのタイミング毎に最もレベルの大きな値と、その次にレベルの大きなN個（Nは1以上の整数）の値をその値がビーム毎の遅延プロファイルの平均雑音レベルから一定のレベル範囲を超えて大きい場合に順次選択して加算することで1個の遅延プロファイルを生成している。

【 0 0 3 8 】

本発明の第2または第3の適応アンテナ受信装置において、ビーム選択信号生成手段は、検出したパスタイミングにおいて選択／合成したビームに対するビーム選択信号としてそのレベルに比例した値を生成し、選択しなかったビームに対するビーム選択信号として0を生成し、重み適応制御手段がこれらのビーム選択信号を適応制御開始時の初期重みに用いている。

20

【 0 0 3 9 】

また、本発明の第2または第3の適応アンテナ受信装置において、他のビーム選択信号生成手段は、検出したパスタイミングにおいて選択／合成したビームに対するビーム選択信号としてそのレベルに比例した値を生成し、選択しなかったビームに対するビーム選択信号として0を生成し、重み適応制御手段が0でないビーム選択信号に選択ビーム出力から推定した位相成分を付加してから適応制御開始時の初期重みに用いている。

【 0 0 4 0 】

さらに、本発明の第2または第3の適応アンテナ受信装置において、別のビーム選択信号生成手段は、検出したパスタイミングにおいて選択／合成したビームに対するビーム選択信号としてそのレベルに比例した値を生成し、選択しなかったビームに対するビーム選択信号として0を生成し、重み適応制御手段が0でないビーム選択信号の代わりに選択ビーム出力の伝送路推定値を適応制御開始時の初期重みに用いている。

30

【 0 0 4 1 】

上記のように構成し、マルチビームをユーザ毎の逆拡散前に配置し、全ユーザで共通にビーム形成を行うことで、演算量が大幅に削減されるとともに、ビーム毎の拡散信号を用いて、パス検出やビーム選択、及びビーム選択信号に基づく初期重みを用いて受信SINRを最大にする適応受信を行うことで、優れたパス検出特性と受信復調特性とが実現可能となる。

40

【 0 0 4 2 】

【 発明の実施の形態 】

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例による適応アンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。図1において、本発明の一実施例による適応アンテナ受信装置は、従来のように、アンテナ毎信号を直接に受けて適応的なビーム形成を行う方法と同様な効果をマルチビーム方式で実現するために、マルチビームフォーマ1の全ての出力を逆拡散後に重み付け合成する構成をとっている。

【 0 0 4 3 】

すなわち、本発明の一実施例による適応アンテナ受信装置は、CDMA（Code Division Multiple Access：符号分割多重アクセス）信号をアレー

50

アンテナ（図示せず）で受信し、アンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信するマルチビームフォーマ１と、ビーム毎の拡散信号を入力として、各パスタイミングで逆拡散を行い、重み付け合成して復調信号を出力する受信復調部２とから構成されている。

【００４４】

マルチビームフォーマ１はアンテナ毎の拡散信号をマルチビームで受信し、ビーム毎の拡散信号を出力する。一般に、マルチビーム方式では演算量を削減するために、マルチビームフォーマ１が各ユーザ毎の逆拡散処理に先立って配置され、全ユーザが多重された信号に対して共通にマルチビーム受信処理を行う。これによって、ユーザあたりの演算量を大幅に削減することができる。

【００４５】

各ユーザの受信復調部２はマルチパス伝搬路（図示せず）に対応してパス数に相当するＬ個（Ｌは１以上の整数）のパス（＃１～＃Ｌ）受信手段３－１～３－Ｌと、合成器４と、判定器５と、スイッチ６と、減算器７とから構成されている。パス（＃１～＃Ｌ）受信手段３－１～３－Ｌは相関器３１－１～３１－Ｌ（相関器３１－２～３１－Ｌは図示せず）と、重み付け合成手段３２－１～３２－Ｌ（重み付け合成手段３２－２～３２－Ｌは図示せず）と、レイク合成重み付け手段３３－１～３３－Ｌ（レイク合成重み付け手段３３－２～３３－Ｌは図示せず）と、正規化手段３４－１～３４－Ｌ（正規化手段３４－２～３４－Ｌは図示せず）と、乗算器３５－１～３５－Ｌ（乗算器３５－２～３５－Ｌは図示せず）と、重み適応制御手段３６－１～３６－Ｌ（重み適応制御手段３６－２～３６－Ｌは図示せず）とを有している。

【００４６】

相関器３１－１～３１－Ｌは各パスタイミングでビーム毎の拡散信号を逆拡散する。重み付け合成手段３２－１～３２－Ｌは適応的に生成したユーザ固有の重みを用い、相関器３１－１～３１－Ｌの出力を重み付け合成して受信する。

【００４７】

レイク合成重み付け手段３３－１～３３－Ｌは各パス＃１～＃Ｌの適応重み付け合成出力に重み付けを行って位相変動を補正するとともに、パス合成後のＳＩＮＲが最大（最大比合成）となるように重み付けを行う。

【００４８】

合成器４はレイク合成重み付け手段３３－１～３３－Ｌの出力を加算してパス合成を行うことで、高品質な復調結果を出力する。判定器５は復調信号を、送られた可能性の高い送信信号に判定する。スイッチ６は既知参照信号がある場合に既知参照信号を、既知参照信号がない場合に判定器５の出力をそれぞれ参照信号に用いるように切替える。減算器７は参照信号から復調信号を減算し、誤差信号を生成する。減算器７で生成された誤差信号はパス（＃１～＃Ｌ）受信手段３－１～３－Ｌにそれぞれ分配される。

【００４９】

正規化手段３４－１～３４－Ｌはレイク合成重み付け手段３３－１～３３－Ｌで推定された伝送路推定値に対して正規化処理を行う。ここで、正規化手段３４－１～３４－Ｌは演算量削減のため省略することができる。

【００５０】

乗算器３５－１～３５－Ｌは誤差信号に、正規化した伝送路推定値を乗じる。重み適応制御手段３６－１～３６－Ｌは相関器３１－１～３１－Ｌと乗算器３５－１～３５－Ｌの出力とを用いて重みを適応的に更新する。重み適応制御手段３６－１～３６－Ｌでは一般に、最小二乗平均誤差制御（ＭＭＳＥ）が用いられ、希望ユーザの受信ＳＩＮＲを最大にする制御を行うことができる。重み適応制御手段３６－１～３６－Ｌの動作は基本的に、図１１に示す従来の適応アンテナ受信装置におけるアンテナ重み適応制御手段の動作と同様である。重み付け合成される信号がアンテナ毎の信号であるか、ビーム毎の信号であるかの違いがある。

【００５１】

判定誤差信号を用いた適応更新アルゴリズムにはＬＭＳ（Least Mean Squ

10

20

30

40

50

are)、RLS (Recursive Least Square) アルゴリズムが知られている。本実施例ではこれらの適応更新アルゴリズムのうちの任意のアルゴリズムが使用可能である。図 1 に示す構成では判定誤差信号をパス合成後の信号を用いて検出しているが、パス合成前のパス毎に検出する方法も考えられる。

【0052】

また、各パスに共通の重み付けを行うように適応制御を行う方法も考案されている。これらの変形構成は本実施例の特徴である判定誤差信号に位相変動の逆補正を行う点では共通であり、全て本発明に適用可能である。これらの構成については、特開平 11-055216 号公報等に詳しく記載されている。

【0053】

図 2 は図 1 のマルチビームフォーマ 1 の構成を示すブロック図である。図 2 において、マルチビームフォーマ 1 はアンテナ毎拡散信号に 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 $21-1-1 \sim 21-1-N$, $21-2-1 \sim 21-2-N$, $21-M-1 \sim 21-M-N$ と、乗算器 $21-1-1 \sim 21-1-N$, $21-2-1 \sim 21-2-N$, $21-M-1 \sim 21-M-N$ 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 $22-1 \sim 22-M$ とから構成されている。

【0054】

図 3 は図 1 のマルチビームフォーマ 1 のビームパターン例を示す図である。図 3 (a) は 6 個のアンテナを直線配置したアンテナ構成において 6 ビームの直交マルチビームパターンを示し、図 3 (b) は図 3 (a) の各ビームの中間にビームを 1 個ずつ補間した 12 ビームのパターンを示している。

【0055】

図 4 は図 1 のパス # 1 の重み付け合成手段 $32-1$ の構成を示すブロック図である。図 4 において、重み付け合成手段 $32-1$ はパス # 1 の重みの複素共役操作を行う複素共役操作 $41-1-1 \sim 41-1-N$ と、各パスのビーム毎の逆拡散出力と重みの複素共役とを乗じる乗算器 $42-1-1 \sim 42-1-N$ と、乗算器 $42-1-1 \sim 42-1-N$ の各出力を加算する合成器 $43-1$ とから構成されている。尚、図示していないが、他の重み付け合成手段 $32-2 \sim 32-L$ は上記の重み付け合成手段 $32-1$ と同様の構成となっている。

【0056】

本実施例ではマルチビームフォーマ 1 と重み付け合成手段 $32-1 \sim 32-L$ とは、間に相関器 $31-1 \sim 31-L$ を有するものの、線形直列結合であるため、図 11 に示す従来の適応アンテナ受信装置におけるビームフォーマの動作と同様となる。

【0057】

図 5 は図 1 のパス # 1 のレイク合成重み付け手段 $33-1$ の構成を示すブロック図である。図 5 において、レイク合成重み付け手段 $33-1$ はパス # 1 の重み付け合成出力から伝送路情報を推定する伝送路推定手段 $51-1$ と、パス # 1 の伝送路推定値の複素共役操作を行う複素共役操作 $52-1$ と、パス # 1 の重み付け合成出力に複素共役操作 $52-1$ の出力を乗じる乗算器 $53-1$ とから構成されている。

【0058】

尚、図示していないが、他のレイク合成重み付け手段 $33-2 \sim 33-L$ は上記のレイク合成重み付け手段 $33-1$ と同様の構成となっている。また、この図 5 に示すレイク合成重み付け手段 $33-1$ における処理はパス # 1 の信号電力に応じた重み付けである。

【0059】

図 6 は図 1 のパス # 1 のレイク合成重み付け手段 $33-1$ の別の構成を示すブロック図である。図 6 において、レイク合成重み付け手段 $33-1$ はパス # 1 の重み付け合成出力から伝送路情報を推定する伝送路推定手段 $51-1$ と、パス # 1 の伝送路推定値の複素共役操作を行う複素共役操作 $52-1$ と、パス # 1 の重み付け合成出力に複素共役操作 $52-1$ の出力を乗じる乗算器 $53-1$ と、パス # 1 の重み付け合成出力から干渉電力を推定する干渉電力推定手段 $52-1$ と、パス # 1 の干渉電力推定値の逆数を計算する逆数計算操

10

20

30

40

50

作 5 5 - 1 と、乗算器 5 3 - 1 の出力に逆数計算操作 5 5 - 1 の出力を乗じる乗算器 5 6 - 1 とから構成されている。

【 0 0 6 0 】

尚、図示していないが、他のレイク合成重み付け手段 3 3 - 2 ~ 3 3 - L は上記のレイク合成重み付け手段 3 3 - 1 と同様の構成となっている。また、この図 6 に示すレイク合成重み付け手段 3 3 - 1 における処理はパス # 1 の S I N R に応じた重み付けである。

【 0 0 6 1 】

図 7 は本発明の他の実施例による適応アンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。図 7 において、本発明の他の実施例による適応アンテナ受信装置は、パス検出及びビーム選択部 8 を加えた以外は図 1 に示す本発明の一実施例による適応アンテナ受信装置と同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付してある。また、同一構成要素の動作は本発明の一実施例と同様である。

10

【 0 0 6 2 】

すなわち、本発明の他の実施例による適応アンテナ受信装置は C D M A 信号をアレーアンテナ（図示せず）で受信し、アンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信するマルチビームフォーマ 1 と、各パスタイミングで逆拡散を行い、重み付け合成して復調信号を出力する受信復調部 2 と、ビーム毎の拡散信号を入力として、パスタイミング検出と受信復調部 2 で各パス受信に用いる初期重みを生成するためのビーム選択信号の生成を行うパス検出及びビーム選択部 8 とから構成されている。

【 0 0 6 3 】

マルチビームフォーマ 1 はアンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信し、ビーム毎の拡散信号を出力する。

20

【 0 0 6 4 】

パス検出及びビーム選択部 8 はスライディング相関器 8 1 と、ビーム毎遅延プロファイル生成手段 8 2 と、遅延プロファイル選択 / 合成手段 8 3 と、パスタイミング検出手段 8 4 と、ビーム選択信号生成手段 8 5 とから構成されている。

【 0 0 6 5 】

スライディング相関器 8 1 はビーム毎に複数のチップにわたり、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。ビーム毎遅延プロファイル生成手段 8 2 はスライディング相関器 8 1 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。

30

【 0 0 6 6 】

遅延プロファイル選択 / 合成手段 8 3 は M 個の遅延プロファイルのタイミング毎にレベルの大きな 1 個以上の値を選択して加算することで、1 個の遅延プロファイルを生成する。また、遅延プロファイル選択 / 合成手段 8 3 はタイミング毎に選択 / 合成したビームのレベル情報を出力する。

【 0 0 6 7 】

遅延プロファイル選択 / 合成手段 8 3 が本実施例において重要な構成要素である理由を以下に説明する。図 1 2 に示す従来の適応アンテナ受信装置におけるパス検出及びビーム選択部では、ビーム毎に独立に検出したパスタイミングを全て合わせて、その中から複数のレベルの大きなパスに関するタイミングとそのタイミングが検出されたビーム番号とを組として受信復調部へ通知する。

40

【 0 0 6 8 】

受信復調部ではこれらの選択されたビーム出力を合成している。この方法では伝搬路上の物理的パスがビームの中間方向から到来する場合に 1 個の物理的パスに対して複数のパス受信手段を割り当てることになり、各パス受信手段は 1 個の物理的パスの各成分を受信していることになる。

【 0 0 6 9 】

本実施例による適応アンテナ受信装置では、従来のように、1 個の物理的パスに対して複数のパス受信手段を初期値として割り当てた場合、各パス受信手段は適応制御で全てのビ

50

ーム出力を用いて1個の物理的パスを受信しようとするため、収束後には複数のパス受信手段が同じ物理的パスを受信する状態となってしまう。これではパス受信手段の利用効率が著しく劣化してしまう。初期値を割り当てる時に1個の物理的パスに1個のパス受信手段を割り当てるように工夫する必要がある。

【0070】

そこで、遅延プロファイル選択/合成手段83によってビーム毎の遅延プロファイルを1個の遅延プロファイルに合成してからパスタイミングを検出することで、1個の物理的パスに1個のパス受信手段を割り当てることができる。

【0071】

遅延プロファイル選択/合成手段83にはいくつかの方法が考えられる。その方法はマルチビームパターンの形状にも依存する。例えば、図3(b)に示すように、マルチビームが密に配置してある場合には信号がビームの中間方向から到来した時でも1個のビームを選択することでレベルの劣化はほとんどない。したがって、遅延プロファイル選択/合成手段83はM個の遅延プロファイルのタイミング毎にレベルの大きな1個の値を選択すればよい。

10

【0072】

図3(a)に示すように、マルチビームが疎に配置してある場合には信号がビームの中間方向から到来した時に、1個のビーム選択ではレベルの劣化が大きい。図10(a)に示す例ではビームの中間でレベルが約4dB劣化する。そこで、遅延プロファイル選択/合成手段83はM個の遅延プロファイルのタイミング毎にレベルの大きな2個の値を選択して合成し、1個の遅延プロファイルを生成する。

20

【0073】

しかしながら、タイミング毎に常に大きな2個のビームを選択すると、信号がビームのピーク方向から到来する場合やパスがないタイミングでは雑音を加算してしまうことになるため、2個目のレベル値を加算する場合に制限条件を設けることができる。

【0074】

第一の制限条件は信号がビームの中間方向から到来する場合に、レベル値が隣接ビームで高くなるため、2個目のレベル値のビームが1個目のビームの隣接ビームである場合に2個目のレベル値を選択して合成する方法が考えられる。

【0075】

30

第二の制限条件は1個目のレベル値から一定のレベル以内である2個目のレベル値を選択して合成する方法が考えられる。第三の制限条件はM個の遅延プロファイルの平均雑音レベルから一定のレベル範囲を超えている場合に、2個目のレベル値を選択して合成する方法が考えられる。

【0076】

これらの制限条件は任意の組み合わせで用いることができる。また、第二の制限条件または第三の制限条件を用いる方法では、ビーム選択数を3個以上に拡張した場合も2個目の場合と同様の方法で行うことができる。しかしながら、選択/合成ビーム数を増やすと雑音が増加するため、必ずしも有効ではない。

【0077】

40

パスタイミング検出手段84は選択/合成された1個の遅延プロファイルに基づいて受信復調部2で用いる1個以上のパスタイミングを検出する。パスタイミング検出手段84は一般に、0.75~1チップのパス選択間隔をとりながら、遅延プロファイルからレベルの大きなパスのタイミングを順次選択する方法がとられる。

【0078】

ビーム選択信号生成手段85は検出した各パスタイミングにおける選択/合成したビームのレベル情報から各パス受信手段の重み付け合成手段で用いる初期重みの振幅成分を生成する。具体的には、遅延プロファイル選択/合成手段83で1個の遅延プロファイルを選択した場合に、選択したビームに関する重みを1とし、他のビームに関する重みを0とする信号を生成する。

50

【0079】

遅延プロファイル選択 / 合成手段 83 で 2 個の遅延プロファイルを選択して合成した場合には、選択したビームに関する重みをそのレベルに比例した値に設定し、他のビームに関する重みを 0 とする信号を生成する。

【0080】

受信復調部 2 は上記のようにして検出したパスタイミングとビーム選択信号とから初期重みを生成し、各パスの適応的な復調を行う。すなわち、受信復調部 2 は上記のように、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（#1 ~ # L ）受信手段 3-1 ~ 3- L と、合成器 4 と、判定器 5 と、スイッチ 6 と、減算器 7 とから構成されている。

【0081】

パス（#1 ~ # L ）受信手段 3-1 ~ 3- L は、上記のように、相関器 31-1 ~ 31- L と、重み付け合成手段 32-1 ~ 32- L と、レイク合成重み付け手段 33-1 ~ 33- L と、正規化手段 34-1 ~ 34- L と、乗算器 35-1 ~ 35- L と、重み適応制御手段 36-1 ~ 36- L とから構成されている。

【0082】

相関器 31-1 ~ 31- L は各パスタイミングでビーム毎の拡散信号を逆拡散する。重み付け合成手段 32-1 ~ 32- L は適応的に生成したユーザ固有の重みを用い、相関器 31-1 ~ 31- L の出力を重み付け合成して受信する。レイク合成重み付け手段 33-1 ~ 33- L は各パスの適応重み付け合成出力に重み付けを行って位相変動を補正するとともに、パス合成後の $SINR$ が最大（最大比合成）となるように重み付けを行う。

【0083】

合成器 4 はレイク合成重み付け手段 33-1 ~ 33- L の出力を加算し、パス合成を行うことで、高品質な復調結果を出力する。判定器 5 は復調信号を、送られた可能性の高い送信信号に判定する。スイッチ 6 は既知参照信号がある場合に既知参照信号を、既知参照信号がない場合に判定器 5 の出力をそれぞれ参照信号に用いるように切替える。減算器 7 は参照信号から復調信号を減算して誤差信号を生成する。減算器 7 で生成された誤差信号はパス受信手段 3-1 ~ 3- L にそれぞれ分配される。

【0084】

正規化手段 34-1 ~ 34- L はレイク合成重み付け手段 33-1 ~ 33- L で推定された伝送路推定値に対して正規化処理を行う。ここで、正規化手段 34-1 ~ 34- L は演算量削減のために省略することができる。

【0085】

乗算器 35-1 ~ 35- L は誤差信号に、正規化した伝送路推定値を乗じる。重み適応制御手段 36-1 ~ 36- L は相関器 31-1 ~ 31- L と乗算器 35-1 ~ 35- L の出力を用いて重みを適応的に更新する。

【0086】

新しいパスに対して重みの適応更新を開始する場合には、ビーム選択信号生成手段 85 からのビーム選択信号を利用して初期重みを生成する。ビーム選択信号が 1 個のビームの選択を示す場合（すなわち、1 個は 1 で、他は 0 の場合）には、初期重みとしてビーム選択信号をそのまま用いる。ビーム選択信号が複数のビームの選択を示す場合（すなわち、複数 40 は 0 でない値で、他は 0 の場合）には、初期重みとしてビーム選択信号をそのまま用いる方法と位相情報を付加する方法とが考えられる。

【0087】

マルチビームフォーマ 1 のビーム重みを計算する場合にアレーアンテナの幾何学的中心が 0 位相シフトとなるように重みを計算しておけば、1 個の物理的パスに対するマルチビームフォーマ 1 の各出力は同位相となるため、ビーム選択信号をそのまま用いてもよい。しかしながら、選択 / 合成したビーム出力が異なる物理的パスである可能性もあるため、選択ビーム出力の位相を推定してビーム選択信号に位相成分を付加する方法も考えられる。この位相推定は、例えば、相関器 31-1 ~ 31- L の出力を用いて伝送路推定を行うことで実現することができる。さらに、0 でないビーム選択信号の代わりに、伝送路推定値 50

をそのまま用いる方法も考えられる。

【0088】

図8は図7のビーム毎遅延プロファイル生成手段82の構成を示すブロック図である。図8において、ビーム毎遅延プロファイル生成手段82はスライディング相関器81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821と、そのレベル（振幅あるいは電力）を計算するビーム毎レベル検出手段822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823とから構成されている。

【0089】

ビーム毎同相平均手段821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を大幅に改善することができる。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、この操作を行うことができないが、既知パイロット信号を用いれば、シンボル変調を除去して同相加算を行うことができる。同相平均を行うシンボル数は大きいほどSINRを改善することができるが、フェージング等によって速い位相変動がある場合には平均シンボル数が限定される。ビーム毎同相平均手段821の平均シンボル数や平均重み付け方法は任意である。

【0090】

図9は本発明の別の実施例による適応アンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。図9において、本発明の別の実施例による適応アンテナ受信装置は、パス（#1～#L）受信手段9-1～9-Lに直交マルチビーム群選択手段91-1～91-L（直交マルチビーム群選択手段91-2～91-Lは図示せず）を加えた以外は図7に示す本発明の他の実施例による適応アンテナ受信装置と同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付してある。また、同一構成要素の動作は本発明の他の実施例と同様である。

【0091】

すなわち、本発明の別の実施例による適応アンテナ受信装置はCDMA信号をアレーアンテナで受信し、アンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信するマルチビームフォーマ1と、各パスタイミングで逆拡散を行い、重み付け合成して復調信号を出力する受信復調部2と、ビーム毎の拡散信号を入力として、パスタイミング検出と受信復調部で各パス受信に用いる初期重みを生成するためのビーム選択信号の生成を行うパス検出及びビーム選択部8とから構成されている。

【0092】

マルチビームフォーマ1はアンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信し、ビーム毎の拡散信号を出力する。パス検出及びビーム選択部8はスライディング相関器81と、ビーム毎遅延プロファイル生成手段82と、遅延プロファイル選択/合成手段83と、パスタイミング検出手段84と、ビーム選択信号生成手段85とから構成されている。

【0093】

スライディング相関器81はビーム毎に複数のチップにわたり、信号をチップ周期の $1/N_R$ の分解能で逆拡散し、逆拡散信号系列を出力する。ビーム毎遅延プロファイル生成手段82はスライディング相関器81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。

【0094】

遅延プロファイル選択/合成手段83はM個の遅延プロファイルのタイミング毎にレベルの大きな1個以上の値を選択して加算することで、1個の遅延プロファイルを生成する。また、遅延プロファイル選択/合成手段83はタイミング毎に選択/合成したビームのレベル情報を出力する。

【0095】

パスタイミング検出手段84は選択/合成された1個の遅延プロファイルに基づいて受信復調部2で用いる1個以上のパスタイミングを検出する。パスタイミング検出手段84は一般に、0.75～1チップのパス選択間隔をとりながら遅延プロファイルからレベルの大きなパスのタイミングを順次選択する方法がとられる。

【0096】

10

20

30

40

50

ビーム選択信号生成手段 85 は検出した各パスタイミングでの選択 / 合成したビームのレベル情報から受信復調部 2 の各パスの重み付け合成手段で用いる初期重みの振幅成分を生成する。具体的には、遅延プロファイル選択 / 合成手段 83 で 1 個の遅延プロファイルを選択した場合には選択したビームに関する重みを 1 とし、他のビームに関する重みを 0 とする信号を生成する。遅延プロファイル選択 / 合成手段 83 で 2 個の遅延プロファイルを選択して合成した場合には、選択したビームに関する重みをそのレベルに比例した値に設定し、他のビームに関する重みを 0 とする信号を生成する。

【0097】

受信復調部 2 は検出したパスタイミングとビーム選択信号とから初期重みを生成し、各パスの適応的な復調を行う。すなわち、受信復調部 2 はマルチパス伝搬路に対応してパス数 10
に相当する L 個のパス (# 1 ~ # L) 受信手段 9 - 1 ~ 9 - L と、合成器 4 と、判定器 5 と、スイッチ 6 と、減算器 7 とから構成されている。

【0098】

パス (# 1 ~ # L) 受信手段 9 - 1 ~ 9 - L は直交マルチビーム群選択手段 91 - 1 ~ 91 - L と、相関器 31 - 1 ~ 31 - L と、重み付け合成手段 32 - 1 ~ 32 - L と、レイク合成重み付け手段 33 - 1 ~ 33 - L と、正規化手段 34 - 1 ~ 34 - L と、乗算器 35 - 1 ~ 35 - L と、重み適応制御手段 36 - 1 ~ 36 - L とから構成されている。

【0099】

直交マルチビーム群選択手段 91 - 1 ~ 91 - L はマルチビームフォーマ 1 のビーム出力群からビーム選択信号生成手段 85 の出力であるビーム選択信号の中で最大の値を有する 20
ビームを含む直交マルチビーム群を選択する。マルチビームフォーマ 1 が図 3 (a) に示す直交マルチビームのみの配置の場合には、直交マルチビーム群選択手段 91 - 1 ~ 91 - L は不要である。

【0100】

また、図 3 (b) に示すように、直交マルチビームの間にビームが配置されている場合には隣接ビーム出力間で相関が存在するため、全てのビーム出力を用いて重み付け合成を行う時に冗長な構成となる。全てのビーム出力に重み付け合成を行う場合も、選択した直交マルチビーム群に重み付け合成を行う場合も特性は変わらない。直交マルチビーム群選択手段 91 - 1 ~ 91 - L によって以後の演算処理量を大幅に削減することができる。

【0101】

相関器 31 - 1 ~ 31 - L は各パスタイミングで選択したビーム毎の拡散信号を逆拡散する。重み付け合成手段 32 - 1 ~ 32 - L は適応的に生成したユーザ固有の重みを用い、相関器 31 - 1 ~ 31 - L の出力を重み付け合成して受信する。レイク合成重み付け手段 33 - 1 ~ 33 - L は各パスの適応重み付け合成出力に重み付けを行って位相変動を補正するとともに、パス合成後の S I N R が最大 (最大比合成) となるように重み付けを行う。

【0102】

合成器 4 はレイク合成重み付け手段 33 - 1 ~ 33 - L の出力を加算し、パス合成を行うことで、高品質な復調結果を出力する。判定器 5 は復調信号を、送られた可能性の高い送信信号に判定する。スイッチ 6 は既知参照信号がある場合に既知参照信号を、既知参照信号がない場合に判定器 5 の出力をそれぞれ参照信号に用いるように切替える。減算器 7 は参照信号から復調信号を減算して誤差信号を生成する。減算器 7 で生成された誤差信号はパス受信手段 9 - 1 ~ 9 - L にそれぞれ分配される。

【0103】

正規化手段 34 - 1 ~ 34 - L はレイク合成重み付け手段 33 - 1 ~ 33 - L で推定された伝送路推定値に対して正規化処理を行う。ここで、正規化手段 34 - 1 ~ 34 - L は演算量削減のために省略することができる。乗算器 35 - 1 ~ 35 - L は誤差信号に、正規化した伝送路推定値を乗じる。重み適応制御手段 36 - 1 ~ 36 - L は相関器 31 - 1 ~ 31 - L の出力と乗算器 35 - 1 ~ 35 - L の出力とを用いて重みを適応的に更新する。

【0104】

10

20

30

40

50

新しいパスに対して重みの適応更新を開始する場合には、ビーム選択信号生成手段 8 5 からのビーム選択信号を利用して初期重みを生成する。ビーム選択信号が 1 個のビームの選択を示す場合（すなわち、1 個は 1 で、他は 0 の場合）には、初期重みとしてビーム選択信号をそのまま用いる。ビーム選択信号が複数のビームの選択を示す場合（すなわち、複数は 0 でない値で、他は 0 の場合）には、初期重みとしてビーム選択信号をそのまま用いる方法と位相情報を付加する方法とが考えられる。

【0105】

マルチビームフォーマ 1 のビーム重みを計算する場合にアレーアンテナの幾何学的中心が 0 位相シフトとなるように重みを計算しておけば、1 個の物理的パスに対するマルチビームフォーマ 1 の各出力は同位相となるため、ビーム選択信号をそのまま用いてもよい。しかしながら、選択/合成したビーム出力が異なる物理的パスである可能性もあるため、選択ビーム出力の位相を推定してビーム選択信号に位相成分を付加する方法も考えられる。この位相推定は、例えば、相関器 3 1 - 1 ~ 3 1 - L の出力を用いて伝送路推定を行うことで実現することができる。さらに、0 でないビーム選択信号の代わりに伝送路推定値をそのまま用いる方法も考えられる。

【0106】

図 10 は図 9 のパス # 1 の直交マルチビーム群選択手段 9 1 - 1 の構成を示すブロック図である。図 10 において、直交マルチビーム群選択手段 9 1 - 1 はマルチビームフォーマ 1 のビーム出力群（ビーム # 1 ~ # N）からビーム選択信号生成手段 8 5 の出力であるビーム選択信号の中で最大の値を有するビームを含む直交マルチビーム群を選択する選択手段 9 1 1 - 1 を有している。尚、図示していないが、他の直交マルチビーム群選択手段 9 1 - 2 ~ 9 1 - L は上記の直交マルチビーム群選択手段 9 1 - 1 と同様の構成となっている。

【0107】

このように、マルチビームフォーマ 1 をユーザ毎の逆拡散前に配置し、全ユーザで共通にビーム形成を行うことで、演算量を大幅に削減するとともに、ビーム毎の拡散信号を用いてパス検出やビーム選択、及びビーム選択信号に基づく初期重みを用いて受信 SINR を最大にする適応受信を行うことで、優れたパス検出特性と受信復調特性とを実現することができる。

【0108】

また、受信復調部 2 ではマルチビームフォーマ 1 の出力から最もレベルの大きなビームを含む直交マルチビーム群を選択することで、以後の演算処理量を大幅に削減することができる。

【0109】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、各パスに指向性形成を行う適応アンテナ受信装置において、アンテナ毎の多重拡散信号をマルチビームで受信し、各ユーザでパス毎にビーム毎の逆拡散出力に重み付け合成を行って位相変動を補正した後に、各パスを合成するとともに、位相変動の逆補正を施した判定誤差信号とビーム毎逆拡散出力とを用いて重み付け合成で用いる重みを適応更新することによって、演算量を大幅に削減することができ、優れたパス検出特性と受信復調特性とを実現することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例による適応アンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 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】(a) は図 1 のマルチビームフォーマ 1 における 6 個のアンテナを直線配置したアンテナ構成での 6 ビームの直交マルチビームパターンを示す図、(b) は (a) の各ビームの中間にビームを 1 個ずつ補間した 12 ビームのパターンを示す図である。

【図 4】図 1 のパス # 1 の重み付け合成手段の構成を示すブロック図である。

【図 5】図 1 のパス # 1 のレイク合成重み付け手段の構成を示すブロック図である。

【図 6】図 1 のパス # 1 のレイク合成重み付け手段の別の構成を示すブロック図である。

【図 7】本発明の他の実施例による適応アンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】図 7 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 9】本発明の別の実施例による適応アンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。

【図 10】図 9 のパス # 1 の直交マルチビーム群選択手段の構成を示すブロック図である。

【図 11】従来の適応アンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。

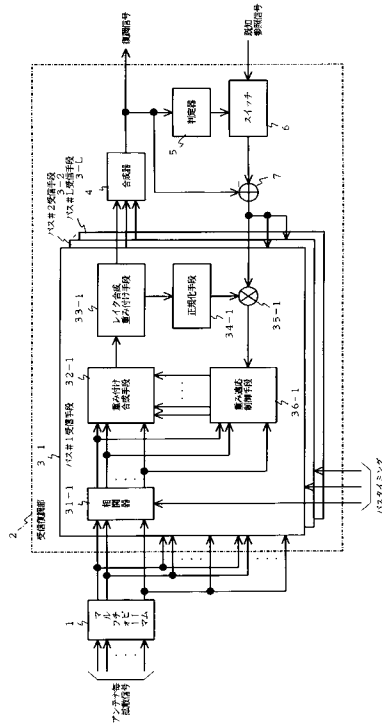
【図 12】従来の適応アンテナ受信装置の別の構成を示すブロック図である。

10

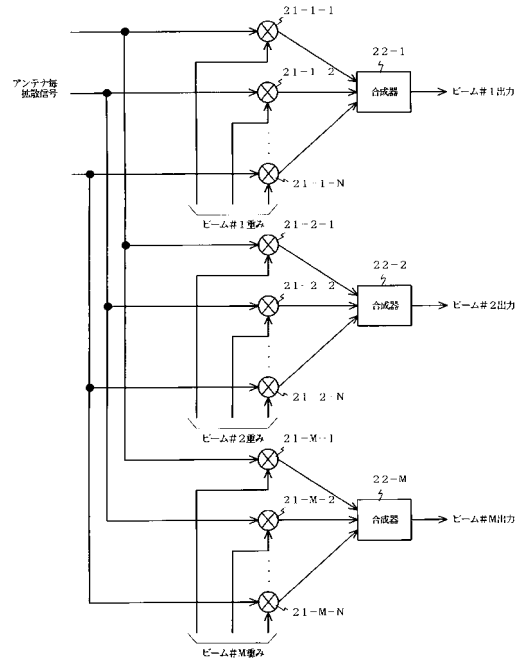
【符号の説明】

1	マルチビームフォーマー	
2	受信復調部	
3 - 1 ~ 3 - L ,		
9 - 1 ~ 9 - L	パス (# 1 ~ # L) 受信手段	
4 , 2 2 - 1 ~ 2 2 - M ,		
4 3 - 1	合成器	
5	判定器	
6	スイッチ	
7	減算器	20
8	パス検出及びビーム選択部	
2 1 - 1 - 1 ~ 2 1 - 1 - N ,		
2 1 - 2 - 1 ~ 2 1 - 2 - N ,		
2 1 - M - 1 ~ 2 1 - M - N ,		
3 5 - 1 ,		
4 2 - 1 - 1 ~ 4 2 - 1 - N ,		
5 3 - 1 , 5 6 - 1	乗算器	
3 1 - 1	相関器	
3 2 - 1	重み付け合成手段	
3 3 - 1	レイク合成重み付け手段	30
3 4 - 1	正規化手段	
3 6 - 1	重み適応制御手段	
4 1 - 1 - 1 ~ 4 1 - 1 - N ,		
5 2 - 1	複素共役操作	
5 1 - 1	伝送路推定手段	
5 4 - 1	干渉電力推定手段	
5 5 - 1	逆数計算操作	
8 1	スライディング相関器	
8 2	ビーム毎遅延プロファイル生成手段	
8 3	遅延プロファイル選択 / 合成手段	40
8 4	パスタイミング検出手段	
8 5	ビーム選択信号生成手段	
9 1 - 1	直交マルチビーム群選択手段	
8 2 1	ビーム毎同相平均手段	
8 2 2	ビーム毎レベル検出手段	
8 2 3	ビーム毎レベル平均手段	
9 1 1 - 1	選択手段	

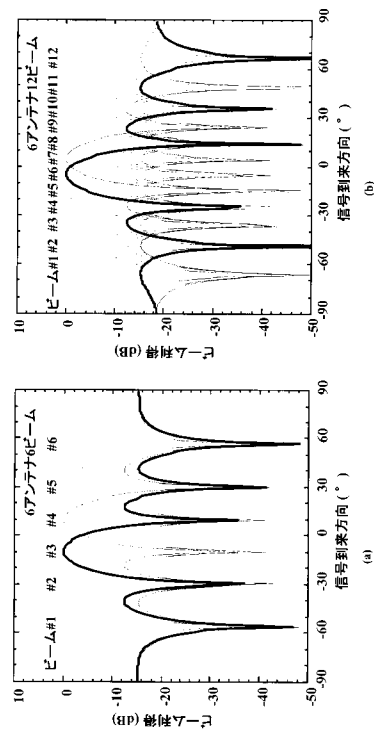
【図 1】



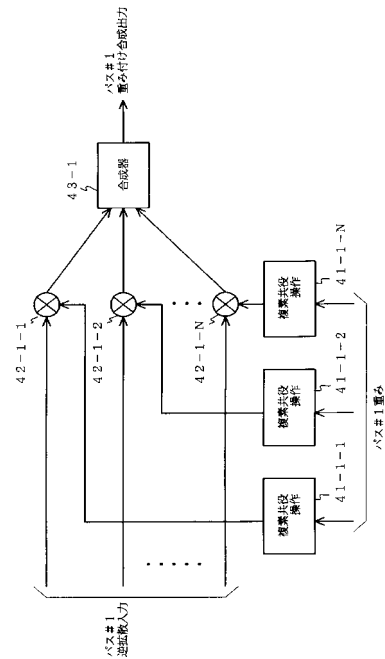
【図 2】



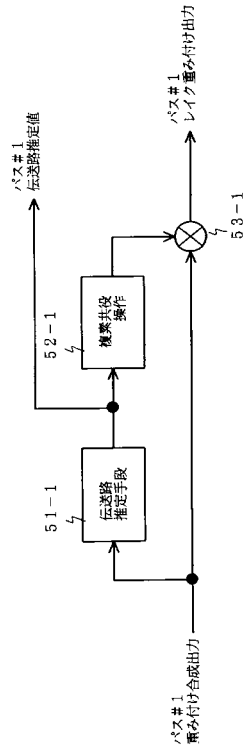
【図 3】



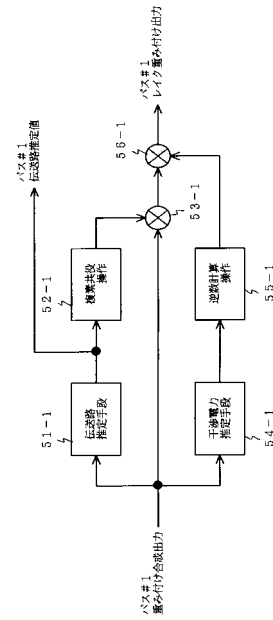
【図 4】



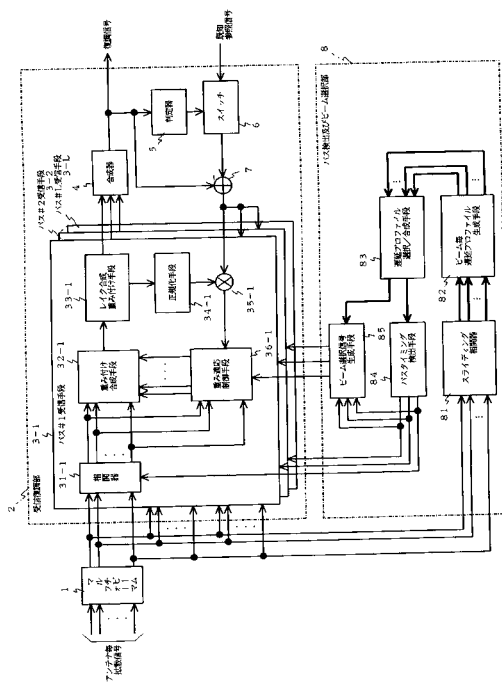
【図 5】



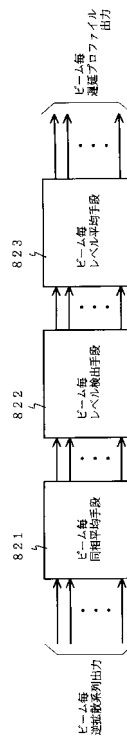
【図 6】



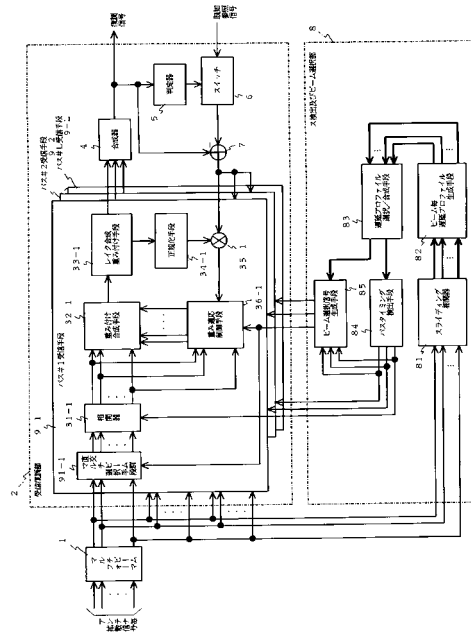
【図 7】



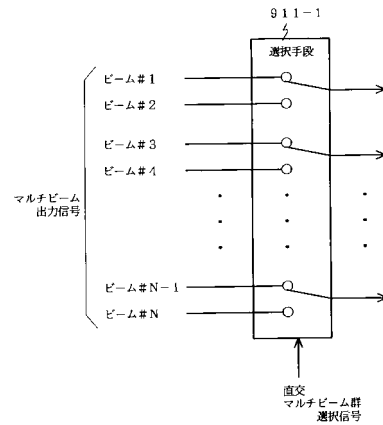
【図 8】



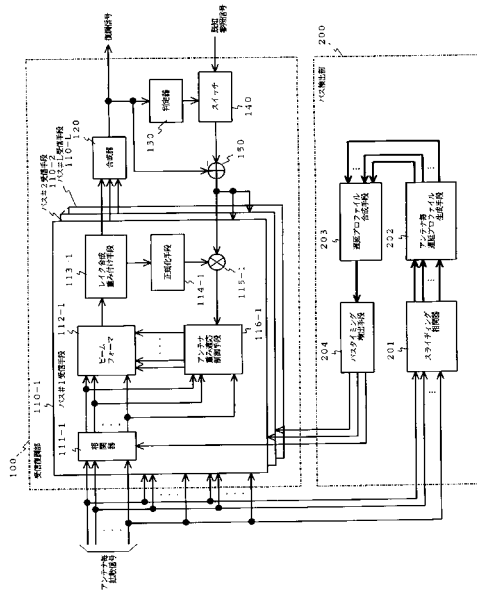
【図 9】



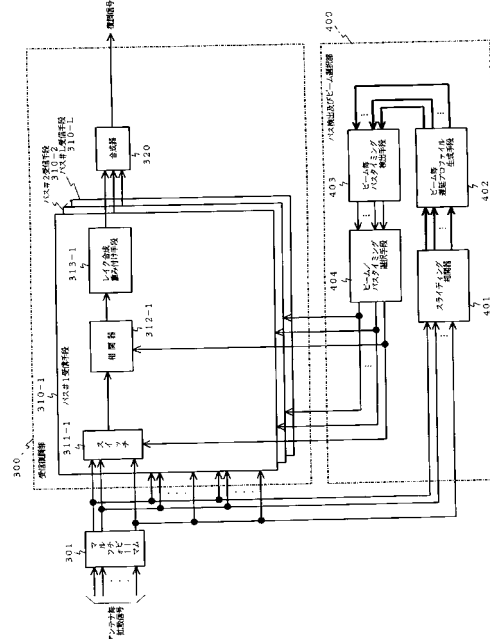
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

H04J 13/00 - 13/06

H04B 1/69 - 1/713

H04B 7/08

H04B 7/10