

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4449836号  
(P4449836)

(45) 発行日 平成22年4月14日(2010.4.14)

(24) 登録日 平成22年2月5日(2010.2.5)

(51) Int.Cl.	F I				
<b>HO4B 7/10 (2006.01)</b>	HO4B	7/10			A
<b>HO4W 16/28 (2009.01)</b>	HO4Q	7/00	232		
<b>HO4W 28/18 (2009.01)</b>	HO4Q	7/00	282		
<b>HO4B 1/707 (2006.01)</b>	HO4J	13/00			D
<b>HO4B 7/06 (2006.01)</b>	HO4B	7/06			

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-186798 (P2005-186798)	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成17年6月27日(2005.6.27)		日本電気株式会社
(65) 公開番号	特開2007-6365 (P2007-6365A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公開日	平成19年1月11日(2007.1.11)	(74) 代理人	100123788
審査請求日	平成20年4月14日(2008.4.14)		弁理士 官崎 昭夫
		(74) 代理人	100106138
			弁理士 石橋 政幸
		(74) 代理人	100127454
			弁理士 緒方 雅昭
		(72) 発明者	大浦 聡
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(72) 発明者	丸田 靖
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 適応アンテナ送受信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のアンテナにより受信された上り信号と既知のパイロットシンボル系列との相関信号に対してアンテナ重み係数を乗算し、アンテナ間で合成して指向性ビームを形成することにより通信相手である所望ユーザーとの間の複数のパスを検出して到来方向を推定し、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を前記上り信号と乗算しアンテナ間で合成することにより指向性ビームを形成して上り信号を復調すると共に、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を下り信号に乗算することにより指向性ビームを形成して前記所望ユーザーへ下り信号を送信する適応アンテナ送受信装置であって、

前記パス毎のパスレベルが所定のしきい値よりも大きいかがそれぞれ判定し、該しきい値よりも大きいパスレベルを持つパスを識別するための識別情報を出力する下り信号送信用パス選択しきい値処理回路と、

前記下り信号送信用パス選択しきい値処理回路で指定されたパスを選択するパス選択回路と、

前記パス選択回路で選択されたパスの受信信号に含まれる干渉電力をそれぞれ算出する干渉電力計算回路と、

前記干渉電力計算回路で算出された干渉電力のうち、干渉電力が最も小さいパスの方向を前記下り信号の送信方向として決定する最小干渉電力到来方向判定回路と、を有する適応アンテナ送受信装置。

【請求項2】

複数のアンテナにより受信された上り信号と既知のパイロットシンボル系列との相関信号に対してアンテナ重み係数を乗算し、アンテナ間で合成して指向性ビームを形成することにより通信相手である所望ユーザーとの間の複数のパスを検出して到来方向を推定し、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を前記上り信号と乗算しアンテナ間で合成することにより指向性ビームを形成して上り信号を復調すると共に、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を下り信号に乗算することにより指向性ビームを形成して前記所望ユーザーへ下り信号を送信する適応アンテナ送受信装置であって、

前記パス毎の受信信号の信号電力対干渉電力比をそれぞれ算出するSIR計算回路と、  
前記パス毎の前記信号電力対干渉電力比が所定のしきい値よりも大きいか否かをそれぞれ判定し、該しきい値よりも大きい信号電力対干渉電力比を持つパスを識別するための識別情報を出力する下り信号送信用SIRしきい値処理回路と、

10

前記下り信号送信用SIRしきい値処理回路で指定されたパスを選択するパス選択回路と、

前記パス選択回路で選択されたパスの受信信号に含まれる干渉電力をそれぞれ算出する干渉電力計算回路と、

前記干渉電力計算回路で算出された干渉電力のうち、干渉電力が最も小さいパスの方向を前記下り信号の送信方向として決定する最小干渉電力到来方向判定回路と、  
を有する適応アンテナ送受信装置。

#### 【請求項3】

複数のアンテナにより受信された上り信号と既知のパイロットシンボル系列との相関信号に対してアンテナ重み係数を乗算し、アンテナ間で合成して指向性ビームを形成することにより通信相手である所望ユーザーとの間の複数のパスを検出して到来方向を推定し、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を前記上り信号と乗算しアンテナ間で合成することにより指向性ビームを形成して上り信号を復調すると共に、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を下り信号に乗算することにより指向性ビームを形成して前記所望ユーザーへ下り信号を送信する適応アンテナ送受信装置であって、

20

前記パス毎の受信信号の信号電力をそれぞれ算出する信号電力計算回路と、

前記パス毎の前記信号電力が所定のしきい値よりも大きいか否かをそれぞれ判定し、該しきい値よりも大きい信号電力を持つパスを識別するための識別情報を出力する下り信号送信用信号電力しきい値処理回路と、

30

前記下り信号送信用信号電力しきい値処理回路で指定されたパスを選択するパス選択回路と、

前記パス選択回路で選択されたパスの受信信号に含まれる干渉電力をそれぞれ算出する干渉電力計算回路と、

前記干渉電力計算回路で算出された干渉電力のうち、干渉電力が最も小さいパスの方向を前記下り信号の送信方向として決定する最小干渉電力到来方向判定回路と、  
を有する適応アンテナ送受信装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

40

本発明は符号分割多重アクセス(Code Division Multiple Access:以下、CDMAと称す)方式の移動通信システムに用いて好適な適応アンテナ送受信装置に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

CDMAは、各ユーザーに対して固有に割り当てられた拡散符号を用いてユーザー毎の信号を広帯域の信号に拡散(スペクトル拡散)して送信する通信方式である。受信側では、送信側で用いた拡散符号と同じ拡散符号を用いて逆拡散を行うことで送信された情報データ系列を再生する。

#### 【0003】

CDMA方式では、上記拡散符号を利用して各ユーザーを識別するため、複数のユーザー

50

ーが同一の周波数帯を利用して無線通信を行う。そのため、同一の周波数帯で通信するユーザー数が増えると、それにしたがって干渉電力の電力レベルが増大し、移動通信システムの加入者容量を制限する大きな要因となる。この加入者容量をさらに増大させるためには、受信時に通信相手と異なる他ユーザー（以下、干渉ユーザーと称す）からの受信信号を抑制し、送信時に干渉ユーザーの方向への送信を避けて干渉ユーザーの移動端末に与える干渉電力を低減できる適応アンテナ技術が有効である。

【0004】

適応アンテナ技術を採用した送受信装置(適応アンテナ送受信装置)は、一定の間隔で配列された複数のアンテナを備え、各アンテナに対応する受信信号あるいは送信信号の位相及び振幅を制御して通信相手（以下、所望ユーザーと称す）の移動端末方向へビームを指向させることで通信品質を向上させる構成である。

10

【0005】

このような適応アンテナ送受信装置の従来例として、複数のアンテナを用いて指向性を制御する技術が特許文献1に記載されている。特許文献1には、受信時に、複数のアンテナで受信した受信信号にそれぞれ最適な重みベクトルを乗算して合成することで通信相手（以下、所望ユーザーと称す）の移動端末方向へ受信ビームを指向させて通信品質を向上させ、送信時に、受信時の重みベクトルに基づいて生成した送信重みベクトルをアンテナ毎の送信データに乗算することで送信対象の移動端末方向へ送信ビームを指向させることが記載されている。

【0006】

適応アンテナ送受信装置では、通常、上り信号（移動端末から無線基地局へ送信される信号）の到来方向（以下、Direction Of Arrival：DOAと称す）を推定し、その推定結果に基づいて下り信号（無線基地局から移動端末へ送信される信号）の送信方向を決定する。上記特許文献1には、複数の受信信号毎に遅延プロファイルを生成し、該遅延プロファイルに基づき上り信号の到来角度範囲を推定し、推定した到来角度範囲のうち受信電力が最大の方向へ下り信号を送信することが記載されている。ここで、遅延プロファイルは、所望波及びその遅延波の到来する時刻並びに既知のパイロットシンボル系列との相互関連電力をそれぞれ測定したものを示している。

20

【0007】

なお、特許文献1には、干渉ユーザーが存在する方向を検出し、該干渉ユーザーの方向にヌルパターンを向ける指向性ビームを形成して下り信号を送信することも記載されている。このような処理を実行することで、送信時に干渉ユーザーの移動端末に与える干渉電力を低減している。

30

【0008】

また、従来の適応アンテナ送受信装置の他の例として、CDMA方式で用いる適応アンテナ送受信装置において、上り信号を受信するためのパスサーチを低 $E_b/I_o$ （1ビット当たりの信号エネルギー対1Hz当たりの干渉電力比）下でも行うための技術が特許文献2に記載されている。適応アンテナ送受信装置では指向性利得が得られるため、所要通信品質を満たすよう $E_b/I_o$ が制御された場合、アンテナ当たりの $E_b/I_o$ が低くなる。したがって、アンテナ毎にパスサーチを行うことが困難になるという問題がある。特許文献2では、アンテナ毎に上り信号と既知のパイロットシンボル系列（レプリカ信号）との相互相関値を求め、その演算結果（相関信号）にアンテナの指向性を制御するための重み付け係数をそれぞれ乗算して合成することで、ビームの指向方向に対応した遅延プロファイルを生成している。そして、遅延プロファイルを一定期間にわたって平均化し、重み付け平均化された相関信号（アンテナ指向性毎の遅延プロファイルに相当する）からレベルの大きい一つまたは複数のピークを検出し、そのピークに対応する受信レベル及び受信タイミングを受信パスの受信レベル及び受信タイミングとして出力することが記載されている。

40

【0009】

したがって、上記特許文献2に記載された技術を用いて上り信号のパスを検出し、さら

50

に上記特許文献 1 に記載されているように、検出されたパスのうち、受信電力が最大のパスの方向へ下り信号を送信すれば、干渉ユーザーに与える干渉電力を低減しつつ所望ユーザーとの通信品質を向上させることができる。

【特許文献 1】特開 2001-251233

【特許文献 2】特開 2001-036451

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら上述した特許文献 1, 2 に記載された従来の技術では、適応アンテナ送受信装置に対して所望ユーザーと干渉ユーザーとが同一の方向に存在する場合は考慮されていない。したがって、このような場合に上述した特許文献 1, 2 に記載された従来の技術に基づいて所望ユーザーの上り信号から推定した DOA に指向性ビームを形成して下り信号を送信すると、干渉ユーザーに対して干渉波を与えることになり、干渉ユーザーの通信品質を悪化させることになってしまう。

10

【0011】

本発明は上記したような従来の技術が有する問題点を解決するためになされたものであり、所望ユーザーと干渉ユーザーが同一方向に存在する場合でも、干渉ユーザーの通信品質を悪化させることなく、所望ユーザーと良好に通信を行うことが可能な適応アンテナ送受信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0012】

上記目的を達成するため本発明の適応アンテナ送受信装置は、複数のアンテナにより受信された上り信号と既知のパイロットシンボル系列との相関信号に対してアンテナ重み係数を乗算し、アンテナ間で合成して指向性ビームを形成することにより通信相手である所望ユーザーとの間の複数のパスを検出して到来方向を推定し、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を前記上り信号と乗算しアンテナ間で合成することにより指向性ビームを形成して上り信号を復調すると共に、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を下り信号に乗算することにより指向性ビームを形成して前記所望ユーザーへ下り信号を送信する適応アンテナ送受信装置であって、

前記パス毎のパスレベルが所定のしきい値よりも大きいかなんかをそれぞれ判定し、該しきい値よりも大きいパスレベルを持つパスを識別するための識別情報を出力する下り信号送信用パス選択しきい値処理回路と、

30

前記下り信号送信用パス選択しきい値処理回路で指定されたパスを選択するパス選択回路と、

前記パス選択回路で選択されたパスの受信信号に含まれる干渉電力をそれぞれ算出する干渉電力計算回路と、

前記干渉電力計算回路で算出された干渉電力のうち、干渉電力が最も小さいパスの方向を前記下り信号の送信方向として決定する最小干渉電力到来方向判定回路と、を有する構成である。

【0013】

40

または、複数のアンテナにより受信された上り信号と既知のパイロットシンボル系列との相関信号に対してアンテナ重み係数を乗算し、アンテナ間で合成して指向性ビームを形成することにより通信相手である所望ユーザーとの間の複数のパスを検出して到来方向を推定し、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を前記上り信号と乗算しアンテナ間で合成することにより指向性ビームを形成して上り信号を復調すると共に、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を下り信号に乗算することにより指向性ビームを形成して前記所望ユーザーへ下り信号を送信する適応アンテナ送受信装置であって、

前記パス毎の受信信号の信号電力対干渉電力比をそれぞれ算出する SIR 計算回路と、

前記パス毎の前記信号電力対干渉電力比が所定のしきい値よりも大きいかなんかをそれぞれ判定し、該しきい値よりも大きい信号電力対干渉電力比を持つパスを識別するための識

50

別情報を出力する下り信号送信用 S I R しきい値処理回路と、

前記下り信号送信用 S I R しきい値処理回路で指定されたパスを選択するパス選択回路と、

前記パス選択回路で選択されたパスの受信信号に含まれる干渉電力をそれぞれ算出する干渉電力計算回路と、

前記干渉電力計算回路で算出された干渉電力のうち、干渉電力が最も小さいパスの方向を前記下り信号の送信方向として決定する最小干渉電力到来方向判定回路と、

を有する構成である。

【 0 0 1 4 】

または、複数のアンテナにより受信された上り信号と既知のパイロットシンボル系列との相関信号に対してアンテナ重み係数を乗算し、アンテナ間で合成して指向性ビームを形成することにより通信相手である所望ユーザーとの間の複数のパスを検出して到来方向を推定し、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を前記上り信号と乗算しアンテナ間で合成することにより指向性ビームを形成して上り信号を復調すると共に、該到来方向に応じたアンテナ重み係数を下り信号に乗算することにより指向性ビームを形成して前記所望ユーザーへ下り信号を送信する適応アンテナ送受信装置であって、

前記パス毎の受信信号の信号電力をそれぞれ算出する信号電力計算回路と、

前記パス毎の前記信号電力が所定のしきい値よりも大きいか否かをそれぞれ判定し、該しきい値よりも大きい信号電力を持つパスを識別するための識別情報を出力する下り信号送信用信号電力しきい値処理回路と、

前記下り信号送信用信号電力しきい値処理回路で指定されたパスを選択するパス選択回路と、

前記パス選択回路で選択されたパスの受信信号に含まれる干渉電力をそれぞれ算出する干渉電力計算回路と、

前記干渉電力計算回路で算出された干渉電力のうち、干渉電力が最も小さいパスの方向を前記下り信号の送信方向として決定する最小干渉電力到来方向判定回路と、

を有する構成である。

【 0 0 1 5 】

上記のように構成された適応アンテナ送受信装置では、下り信号送信用パス選択しきい値処理回路、下り信号送信用 S I R しきい値処理回路または下り信号送信用信号電力しきい値処理回路により、所定のしきい値よりもパスレベルや信号電力対干渉電力比あるいは信号電力が大きいパスを選択することで、受信品質が良好な複数のパスを選択する。そして、それらのパスの上り受信信号に含まれる干渉電力をそれぞれ干渉電力計算回路で算出し、最小干渉電力到来方向判定回路により干渉電力が最小のパスを選択し、そのパスの D O A を下り信号の送信方向として決定する。したがって、適応アンテナ送受信装置に対して所望ユーザーと干渉ユーザーが同一方向に存在する場合でも、適応アンテナ送受信装置は、例えば所望ユーザーからの直接波の方向ではなく、受信品質が比較的良好な間接波の方向へ下り信号を送信することになる。よって、干渉ユーザーを避けつつ所望ユーザーとの通信が可能になる。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明の適応アンテナ送受信装置によれば、所望ユーザーと干渉ユーザーが同一方向に存在する場合でも、干渉ユーザーを避けつつ所望ユーザーとの通信が可能になる。したがって、干渉ユーザーの通信品質を悪化させることなく、所望ユーザーと良好に通信を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

次に本発明について図面を参照して説明する。

【 0 0 1 8 】

本発明の適応アンテナ送受信装置は、複数のパス（マルチパス）を検出する C D M A 方

10

20

30

40

50

式の移動通信システムの特徴を利用して干渉ユーザーを避けつつ所望ユーザーとの通信を可能にする。例えば、図1に示す移動端末Aが所望ユーザーであり、移動端末Bが干渉ユーザーである場合、適応アンテナ送受信装置は、直接波の方向に第1の指向性ビームを形成し、かつ間接波（建造物からの反射波）の方向に第2の指向性ビームを形成して上り信号をそれぞれ受信し、複数の指向性ビームによって受信した上り信号をRAKE合成することで受信信号を復調する。

【0019】

一方、下り信号については、移動端末Aと移動端末Bとが同一方向に存在するため、移動端末Aに対する直接波の方向へ下り信号を送信するよりも、間接波の方向へ下り信号を送信した方が移動端末Bの通信品質に悪影響を与えない。本発明では、このように適応アンテナ送受信装置から見て所望ユーザーと干渉ユーザーとが同一の方向に存在する場合に、干渉ユーザーの通信品質に与える悪影響が少ない方向に指向性ビームを形成して下り信号を送信することが可能な手法を提案する。具体的には、上り信号のパス毎の到来方向(DOA)を推定し、受信品質が良好なパスを選択すると共に各パスの干渉電力をそれぞれ計算して、干渉電力が最小のパスのDOAに指向性ビームを形成して下り信号を送信する。

10

【0020】

(第1の実施の形態)

図2は本発明の適応アンテナ送受信装置の第1の実施の形態の構成を示すブロック図である。

20

【0021】

図2に示すように、第1の実施の形態の適応アンテナ送受信装置は、アンテナ部100-1~100-N(Nは自然数)、無線送受信回路102-1~102-N、逆拡散相関回路111-1~111-N、第1の上り信号受信用アンテナ重み生成回路114、第1の上り信号受信用指向性ビーム形成回路113、パス検出回路117、逆拡散復調回路104、第2の上り信号受信用指向性ビーム形成回路106、第2の上り信号受信用アンテナ重み生成回路120、RAKE合成回路108、復号回路110、下り信号送信用パス選択しきい値処理回路123、パス選択回路125、干渉電力計算回路127-1~127-H、最小干渉電力到来方向判定回路129、下り信号送信用アンテナ重み生成回路131、下り信号生成回路133、下り信号送信用指向性ビーム形成回路135及び拡散変調回路137を有する構成である。

30

【0022】

アンテナ部100-1~100-Nは、複数の無線信号101-1~101-Nを送受信する。

【0023】

無線送受信回路102-1~102-Nは、アンテナ部100-1~100-Nで受信した上り無線信号101-1~101-Nをベースバンド帯域の上り拡散信号103-1~103-Nに変換し、下り拡散信号138-1~138-Nを下り無線信号101-1~101-Nに変換してアンテナ部100-1~100-Nへ出力する。

40

【0024】

逆拡散相関回路111-1~111-Nは、上り拡散信号103-1~103-Nに対して逆拡散処理及び既知のパイロットシンボル系列との相関値演算を行い、相関信号112-1~112-Nを出力する。

【0025】

第1の上り信号受信用アンテナ重み生成回路114は、上り信号受信用のアンテナ重み係数115-1~115-J(Jは自然数)を生成する。

【0026】

第1の上り信号受信用指向性ビーム形成回路113は、相関信号112-1~112-Nに第1の上り信号受信用アンテナ重み生成回路114で生成されたアンテナ重み係数115-1~115-Jを乗算し、アンテナ数(N)分合成することにより指向性ビームを

50

形成して時間及び角度方向の遅延プロファイル（以下、二次元プロファイルと称す）116を生成する。

【0027】

パス検出回路117は、上記二次元プロファイル116からパスレベルが所定のパス検出しきい値よりも大きい $L$ （ $L$ は自然数）個のパスを検出し、パス毎の到来方向（DOA）119-1～119- $L$ 、パスタイミング118-1～118- $L$ 及びパスレベル122-1～122- $L$ をそれぞれ出力する。

【0028】

逆拡散復調回路104は、パスタイミング118-1～118- $L$ を用いて上り拡散信号103-1～103- $N$ の逆拡散復調処理を行う。

10

【0029】

第2の上り信号受信用指向性ビーム形成回路106は、各パスについてアンテナ毎の逆拡散シンボル信号105-1～105- $K$ （ $K$ は自然数）にアンテナ重み係数121-1～121- $K$ を乗算し、アンテナ数（ $N$ ）分合成することで指向性ビームを形成し、パス毎の指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル信号107-1～107- $L$ を出力する。

【0030】

第2の上り信号受信用アンテナ重み生成回路120は、パス検出回路117から出力されたパス毎のDOA119-1～119- $L$ を基に生成したアンテナ重み係数121-1～121- $K$ を第2の上り信号受信用指向性ビーム形成回路106に出力する。

【0031】

20

RAKE合成回路108は、第2の上り信号受信用指向性ビーム形成回路106から出力された指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル信号107-1～107- $L$ をRAKE合成する。

【0032】

復号回路110は、RAKE合成後のシンボル信号109を復号する。

【0033】

下り信号送信用パス選択しきい値処理回路123は、パス検出回路117から出力されたパスレベル122-1～122- $L$ が所定の下り信号送信用パス選択しきい値より大きいか否かを判定し、該しきい値よりも大きいパスを選択し、該パスを識別するためのパス番号情報124を出力する。

30

【0034】

パス選択回路125は、第2の上り信号受信用指向性ビーム形成回路106から出力された指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル信号（受信信号）107-1～107- $L$ の中からパス番号情報124で指定された $H$ （ $H$ は自然数）個のパスを選択する。

【0035】

干渉電力計算回路127-1～127- $H$ は、パス選択回路125で選択されたパスの指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル信号126-1～126- $H$ に含まれる干渉電力を算出する。

【0036】

最小干渉電力到来方向判定回路129は、干渉電力計算回路127-1～127- $H$ で算出された干渉電力128-1～128- $H$ のうち、最も干渉電力が小さいパスのDOAを判定する。

40

【0037】

下り信号送信用アンテナ重み生成回路131は、最小干渉電力到来方向判定回路129から出力されたDOA130を基に下り信号送信用のアンテナ重み係数132-1～132- $N$ を生成する。

【0038】

下り信号生成回路133は下りシンボル信号134を生成する。

【0039】

下り信号送信用指向性ビーム形成回路135は、下りシンボル信号134をアンテナ数

50

(N)だけ分配し、下り信号送信用アンテナ重み生成回路131で生成されたアンテナ重み係数132-1~132-Nをアンテナ毎の下りシンボル信号に乗算することで指向性ビームを形成する。

【0040】

拡散変調回路137は、指向性ビーム形成後の下りシンボル信号136-1~136-Nに拡散変調処理を行い、下り拡散信号138-1~138-Nを出力する。

【0041】

このような構成において、次に本実施形態の適応アンテナ送受信装置の動作について説明する。

【0042】

上り無線信号101-1~101-Nは、N個のアンテナ部100-1~100-Nで受信され、無線送受信回路102-1~102-Nによってベースバンド帯域の上り拡散信号103-1~103-Nに変換される。

【0043】

逆拡散相関回路111-1~111-Nは、上り拡散信号103-1~103-Nに対して逆拡散処理及び既知のパイロットシンボル系列との相関値演算を行い、その演算結果を示す相関信号112-1~112-Nを第1の上り信号受信用指向性ビーム形成回路113へ出力する。アンテナ毎の相関信号112-1~112-Nは、時間方向に関する受信信号の相関値であり、任意に設定された時間範囲内で受信信号の相関が高いタイミングを示している。この時間範囲は、逆拡散相関回路111-1~111-Nのハードウェア性能等によって決定される。

【0044】

第1の上り信号受信用アンテナ重み生成回路114は、上り信号受信用のJ個のアンテナ重み係数115-1~115-Jを生成し、第1の上り信号受信用指向性ビーム形成回路113へ出力する。ここで、Jは任意に設定された指向性ビーム数×アンテナ数(N)であり、自然数で表される。例えば、正面を中心とした±60°の範囲で1°毎に上り信号受信用の指向性ビームを形成する場合、計121セットのアンテナ重み係数を生成する。このとき、Jは121×アンテナ数(N)となる。

【0045】

第1の上り信号受信用指向性ビーム形成回路113は、上り信号受信用に生成される各指向性ビームの角度に対応したアンテナ重み係数115-1~115-Jをアンテナ毎の相関信号112-1~112-Nに乗算し、アンテナ数(N)分合成することで上り信号受信用の指向性ビームを形成し、二次元プロファイル116を生成する。このように相関信号112-1~112-Nに対してアンテナ重み係数115-1~115-Jを乗算して合成することで、相関信号の各タイミングにおいて計121個の角度方向の相関値が算出され、時間と角度両方向の受信信号の相関情報を含む二次元プロファイルが生成される。

【0046】

ここでは、図3に示す二次元プロファイルが得られるものとする。図3は、時間方向に32chip範囲で0.25chip精度、角度方向に±60°範囲で1°精度の相関値がプロットされたグラフである。

【0047】

パス検出回路117は、第1の上り信号受信用指向性ビーム形成回路113で生成された二次元プロファイル116を用いて、所定のパス検出しきい値よりも大きいレベルを持ち、かつレベルが最も高いものから順にL個のピークをパスとして検出する。このとき、各々のパスに対応したタイミング、角度、レベルをそれぞれパスタイミング、DOA、パスレベルとして検出する。つまり、パスとDOAは関連付けられるため、以降の処理ではパスを選択することでDOAを一意に決めることができる。なお、パス検出しきい値は、二次元プロファイル116から最適に設定することが望ましく、例えば最も大きいパスレベルの0.1倍の値に設定する。Lの数はパス検出回路117のハードウェア性能等によ

10

20

30

40

50

って決定される。図3に示した例では、パス検出しきい値が14.0 dBに設定され、パス検出しきい値よりも大きい6つのピークがパスとして選択される。各パスのパスタイミング、DOA及びパスレベルは表1に示す値であるとする。なお、検出されたパスには、それぞれを識別するためのパス番号(識別情報)が付与されるものとする。

【0048】

【表1】

パス番号	パスタイミング (chip)	DOA (deg)	パスレベル (dB)
1	9.50	-38	19.0
2	22.50	-31	16.2
3	7.25	+12	17.5
4	13.50	+24	14.1
5	17.75	+35	14.3
6	28.00	+47	17.0

10

【0049】

パス検出回路117は、検出されたパスタイミング118-1~118-Lを逆拡散復調回路104へ出力し、DOA119-1~119-Lを第2の上り信号受信用アンテナ重み生成回路120へ出力し、パスレベル122-1~122-Lを下り信号送信用パス選択しきい値処理回路123へ出力する。パスタイミング、DOA、パスレベルは、それぞれパス番号と一対一で対応付けられているため、その数は検出されたパス数(L)に一致する。

20

【0050】

逆拡散復調回路104は、パス検出回路117から出力されたパスタイミング118-1~118-Lを同期タイミングとして用いて、アンテナ毎の上り拡散信号103-1~103-Nを逆拡散復調処理し、パス及びアンテナ毎の逆拡散シンボル信号(受信信号)105-1~105-Kをそれぞれ取得する。このとき、N個の上り拡散信号をL個のパスタイミングで逆拡散復調するため、逆拡散シンボルの数はパス数(L)×アンテナ数(N)となる。なお、Kはアンテナ数(N)×パス数(L)であり、自然数で表される。

30

【0051】

第2の上り信号受信用アンテナ重み生成回路120は、パス検出回路117から出力されたDOA119-1~119-Lに対応するアンテナ重み係数121-1~121-Kを第2の上り信号受信用指向性ビーム形成回路106へ出力する。

【0052】

第2の上り信号受信用指向性ビーム形成回路106は、逆拡散復調回路104から出力されたパス及びアンテナ毎の逆拡散シンボル105-1~105-Kに対して、第2の上り信号受信用アンテナ重み生成回路120で生成されたアンテナ重み係数121-1~121-Kを乗算し、パス毎にアンテナ数(N)分合成することで、パス数(L)の指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル信号107-1~107-Lを求め、RAKE合成回路108及びパス選択回路125へそれぞれ出力する。

40

【0053】

RAKE合成回路108は、L個の指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル107-1~107-LをRAKE合成し、RAKE合成後の逆拡散シンボル109を出力する。

【0054】

復号回路110は、RAKE合成後の逆拡散シンボル109の復号処理を行って原信号を再生する。

【0055】

下り信号送信用パス選択しきい値処理回路123は、パス検出回路117から出力されたL個のパスのパスレベル122-1~122-Lについて、所定の下り信号送信用パス選択しきい値よりも大きいか否かを判定し、該しきい値よりも大きいパスレベルを持つパ

50

スのパス番号をパス番号情報 1 2 4 としてパス選択回路 1 2 5 へ出力する。図 3 に示した例では、下り信号送信用パス選択しきい値を 1 6 d B としているため、該しきい値よりも大きいレベルを持つパスはパス 1, 2, 3, 6 の 4 個となる。なお、下り信号送信用パス選択しきい値処理回路 1 2 3 で選択するパスの数は、下り信号送信用パス選択しきい値よりもパスレベルが大きい複数のパスを選択すればいくつであってもよい。例えば下り信号送信用パス選択しきい値よりもパスレベルが大きい全てのパスを選択してもよく、パスレベルが最も大きいパスから順に予め設定した数 (H 個) のパスを選択してもよい。H の数は下り信号送信用パス選択しきい値処理回路 1 2 3 のハードウェア性能等によって決定される。但し、下り信号送信用パス選択しきい値よりもパスレベルが大きいパスが 1 つも存在しない場合は、例外的に最もパスレベルが大きいパスを選択することとする。

10

**【 0 0 5 6 】**

本実施形態では、上記パスを検出するために用いるパス検出しきい値とは別に下り信号送信用パス選択しきい値を設けることで、受信品質が良好なパスを選別し、下り信号の送信方向の判定に使用する。これにより、受信品質が悪いパスであるにも関わらず、干渉電力が低いために下り信号の送信方向として選択されてしまうことを防止する。なお、下り信号送信用パス選択しきい値は、パス検出しきい値と同様に二次元プロファイル 1 1 6 から最適に設定することが望ましく、例えばパス検出しきい値よりも数 d B 程度大きい値に設定される。

**【 0 0 5 7 】**

パス選択回路 1 2 5 は、L 個の指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル 1 0 7 - 1 ~ 1 0 7 - L の中から、パス番号情報 1 2 4 で指定された、下り信号送信用パス選択しきい値よりも大きいパスレベルを持つ H 個のパスを選択する。図 3 に示した例では H = 4 である。

20

**【 0 0 5 8 】**

干渉電力計算回路 1 2 7 - 1 ~ 1 2 7 - H は、パス選択回路 1 2 5 で選択された指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル 1 2 6 - 1 ~ 1 2 6 - H に含まれる干渉電力をそれぞれ計算する。干渉電力は、例えば逆拡散シンボル中のパイロット信号を測定区間としたフェージング・エンベロップの平均値からの分散として計算することができる。本発明では、逆拡散後の受信信号毎の干渉電力をそれぞれ求めることができればよいため、その計算方法は周知のどのような方法を用いてもよい。

**【 0 0 5 9 】**

最小干渉電力到来方向判定回路 1 2 9 は、干渉電力計算回路 1 2 7 - 1 ~ 1 2 7 - H で算出されたパスの干渉電力 1 2 8 - 1 ~ 1 2 8 - H の中から最も干渉電力が小さいパスを判定し、そのパスの D O A 1 3 0 を出力する。このとき、各パス番号に対応した D O A を参照する必要があるため、第 2 の上り信号受信指向性ビーム形成回路 1 0 6 は、指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル 1 0 7 - 1 ~ 1 0 7 - L に D O A 情報を載せるものとし、以降、最小干渉電力到来方向判定回路 1 2 9 までの各構成回路は D O A 情報を載せた信号を出力するものとする。

30

**【 0 0 6 0 】**

下り信号送信用アンテナ重み生成回路 1 3 1 は、D O A 1 3 0 に対応したアンテナ重み係数 1 3 2 - 1 ~ 1 3 2 - N を下り信号送信用指向性ビーム形成回路 1 3 5 へ出力する。

40

**【 0 0 6 1 】**

下り信号送信用指向性ビーム形成回路 1 3 5 は、下りシンボル信号 1 3 4 をアンテナ数 (N) 分分配し、下り信号送信用アンテナ重み生成回路 1 3 1 から出力されたアンテナ重み係数 1 3 2 - 1 ~ 1 3 2 - N を乗算することで、下り信号を送信する指向性ビームを形成する。

**【 0 0 6 2 】**

例えば、図 3 に示した二次元プロファイルから各パスの干渉電力が表 2 に示すように算出された場合、パスレベルはパス 1 が最も大きい、干渉電力もパス 1 が最も大きくなる。これにより、パス 1 の D O A ( - 3 8 ° ) には干渉ユーザーが多いか、高速パケット等のように大きな電力で通信を行っている干渉ユーザーが存在することが分かる。

50

## 【 0 0 6 3 】

一方、表 2 ではパス 3 が最も小さい干渉電力を持つため、パス 3 の D O A ( + 1 2 ° ) の方向には干渉ユーザーが存在しないか、少ないことが分かる。したがって、本実施形態では、パス 3 の D O A に下り信号を送信する。このようにすることで干渉ユーザーを避けつつ所望ユーザーとの通信が可能になる。

## 【 0 0 6 4 】

## 【表 2】

パス番号	干渉電力 (dBm)	D O A (deg)	パスレベル (dB)
1	-88	-38	19.0
2	-97	-31	16.2
3	-102	+12	17.5
6	-90	+47	17.0

10

## 【 0 0 6 5 】

拡散変調回路 1 3 7 は、指向性ビーム形成後の下りシンボル信号 1 3 6 - 1 ~ 1 3 6 - N に拡散変調処理を行い、下り拡散信号 1 3 8 - 1 ~ 1 3 8 - N を出力する。

## 【 0 0 6 6 】

下り拡散信号 1 3 8 - 1 ~ 1 3 8 - N は、無線送受信回路 1 0 2 - 1 ~ 1 0 2 - N によって下り無線信号 1 0 1 - 1 ~ 1 0 1 - N に変換され、アンテナ部 1 0 0 - 1 ~ 1 0 0 - N から送信される。

20

## 【 0 0 6 7 】

以上説明したように、本実施形態の適応アンテナ送受信装置によれば、上り信号に対して指向性ビームを形成することで検出したパスのうち、受信品質が良好なパスを複数選択し、それらのパス毎に干渉電力を計算し、該干渉電力が最小のパスの D O A に対して指向性ビームを形成して下り信号を送信するため、適応アンテナ送受信装置から見て所望ユーザーと干渉ユーザーが同一方向に存在する場合でも、適応アンテナ送受信装置は、例えば所望ユーザーからの直接波の方向ではなく、受信品質が比較的良好な間接波の方向へ下り信号を送信することになる。よって、干渉ユーザーを避けつつ所望ユーザーとの通信が可能になる。したがって、干渉ユーザーの通信品質を悪化させることなく、所望ユーザーと

30

## 【 0 0 6 8 】

( 第 2 の実施の形態 )

図 4 は本発明の適応アンテナ送受信装置の第 2 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

## 【 0 0 6 9 】

図 4 に示すように、第 2 の実施の形態の適応アンテナ送受信装置は、図 2 に示した下り信号送信用パス選択しきい値処理回路 1 2 3 に代えて S I R 計算回路 2 3 9 - 1 ~ 2 3 9 - L 及び下り信号送信用 S I R しきい値処理回路 2 4 1 を備え、パス検出回路 2 1 7 がパスレベル 1 2 2 - 1 ~ 1 2 2 - L を出力しない点で第 1 の実施の形態の適応アンテナ送受信装置と異なっている。その他の構成は第 1 の実施の形態と同様であるため、その説明は省略する。

40

## 【 0 0 7 0 】

第 1 の実施の形態の適応アンテナ送受信装置では、パス検出回路 1 1 7 によって検出したパスのパスレベルが所定の下り信号送信用パス選択しきい値よりも大きいかなかを判定することで受信品質が良好なパスのみを下り信号の送信方向の判定に利用していた。

## 【 0 0 7 1 】

第 2 の実施の形態の適応アンテナ送受信装置では、検出されたパス毎の逆拡散シンボルから信号電力対干渉電力比 ( 以下、 S I R と称す ) をそれぞれ求め、 S I R が所定の下り信号送信用パス選択しきい値よりも大きいかなかを判定することで受信品質が良好なパス

50

のみを下り信号の送信方向の判定に利用する。

【0072】

図4に示す第2の上り信号受信用指向性ビーム形成回路206から出力されたパス毎の指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル207-1~207-Lは、RAKE合成回路208、パス選択回路225及びSIR計算回路239-1~239-Lにそれぞれ出力される。

【0073】

SIR計算回路239-1~239-Lは、指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル207-1~207-LからSIR240-1~240-Lを計算して出力する。

【0074】

下り信号送信用SIRしきい値処理回路241は、第1の実施の形態で示した下り信号送信用パス選択しきい値処理回路123と同様に、SIR240-1~240-Lが下り信号送信用パス選択しきい値よりも大きいか否かを判定し、該しきい値よりも大きいSIRを持つH個のパスを選択し、それらのパス番号をパス番号情報242としてパス選択回路225へ出力する。

【0075】

パス選択回路225は、指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル207-1~207-Lのうち、パス番号情報242で指定されたH個のパスを選択して出力する。以降の処理については第1の実施の形態の適応アンテナ送受信装置と同様である。

【0076】

本実施形態の適応アンテナ送受信装置においても、第1の実施の形態と同様に、適応アンテナ送受信装置から見て所望ユーザーと干渉ユーザーが同一方向に存在する場合でも、干渉ユーザーを避けつつ所望ユーザーとの通信が可能になる。したがって、干渉ユーザーの通信品質を悪化させることなく、所望ユーザーと良好に通信を行うことができる。

【0077】

(第3の実施の形態)

図5は本発明の適応アンテナ送受信装置の第3の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【0078】

図5に示すように、第3の実施の形態の適応アンテナ送受信装置は、図4に示したSIR計算回路239-1~239-Lに代えて信号電力計算回路339-1~339-Lを備え、下り信号送信用SIRしきい値処理回路241に代えて下り信号送信用信号電力しきい値処理回路341を備えている点で第2の実施の形態の適応アンテナ送受信装置と異なっている。その他の構成は第2の実施の形態と同様であるため、その説明は省略する。

【0079】

第2の実施の形態の適応アンテナ送受信装置では、パス検出回路で検出されたパス毎の逆拡散シンボルについてそれぞれSIRを求め、SIRが所定の下り信号送信用パス選択しきい値よりも大きいパスを選択することで、受信品質が良好なパスのみを下り信号の送信方向の判定に利用していた。

【0080】

第3の実施の形態の適応アンテナ送受信装置では、検出されたパス毎の逆拡散シンボルの信号電力をそれぞれ求め、該信号電力が下り信号送信用パス選択しきい値よりも大きいパスを選択することで受信品質が良好なパスのみを下り信号の送信方向の判定に利用する。

【0081】

図5に示す第2の上り信号受信用指向性ビーム形成回路306から出力されたパス毎の指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル307-1~307-Lは、RAKE合成回路308、パス選択回路325及び信号電力計算回路339-1~339-Lにそれぞれ出力される。

【0082】

10

20

30

40

50

信号電力計算回路 339 - 1 ~ 339 - L は、指向性ビーム形成後の逆拡散シンボル 307 - 1 ~ 307 - L から信号電力 340 - 1 ~ 340 - L を計算して出力する。

【0083】

下り信号送信用信号電力しきい値処理回路 341 は、第 1 の実施の形態で示した下り信号送信用パス選択しきい値処理回路 123 と同様に、L 個の信号電力 340 - 1 ~ 340 - L が下り信号送信用パス選択しきい値よりも大きいか否かを判定し、該しきい値よりも大きい信号電力を持つ H 個のパスを選択し、それらのパスのパス番号をパス番号情報 342 としてパス選択回路 325 へ出力する。以降の処理については第 2 の実施の形態と同様である。

【0084】

本実施形態の適応アンテナ送受信装置においても、第 1 及び第 2 の実施の形態と同様に、適応アンテナ送受信装置から見て所望ユーザーと干渉ユーザーが同一方向に存在する場合でも、干渉ユーザーを避けつつ所望ユーザーとの通信が可能になる。したがって、干渉ユーザーの通信品質を悪化させることなく、所望ユーザーと良好に通信を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図 1】本発明の適応アンテナ送受信装置と所望ユーザーが所有する携帯端末との間で送受信される無線信号の伝搬路を示す模式図である。

【図 2】本発明の適応アンテナ送受信装置の第 1 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 3】本発明で用いる二次元プロファイルの一例を示すグラフである。

【図 4】本発明の適応アンテナ送受信装置の第 2 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 5】本発明の適応アンテナ送受信装置の第 3 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0086】

- 100 - 1 ~ 100 - N     アンテナ部
- 102 - 1 ~ 102 - N     無線送受信回路
- 104     逆拡散復調回路
- 106     第 2 の上り信号受信用指向性ビーム形成回路
- 108     RAKE 合成回路
- 110     復号回路
- 111 - 1 ~ 111 - N     逆拡散相関回路
- 113     第 1 の上り信号受信用指向性ビーム形成回路
- 114     第 1 の上り信号受信用アンテナ重み生成回路
- 117、217     パス検出回路
- 120     第 2 の上り信号受信用アンテナ重み生成回路
- 123     下り信号送信用パス選択しきい値処理回路
- 125     パス選択回路
- 127 - 1 ~ 127 - H     干渉電力計算回路
- 129     最小干渉電力到来方向判定回路
- 131     下り信号送信用アンテナ重み生成回路
- 133     下り信号生成回路
- 135     下り信号送信用指向性ビーム形成回路
- 137     拡散変調回路
- 239 - 1 ~ 239 - L     SIR 計算回路
- 241     下り信号送信用 SIR しきい値処理回路
- 339 - 1 ~ 339 - L     信号電力計算回路

10

20

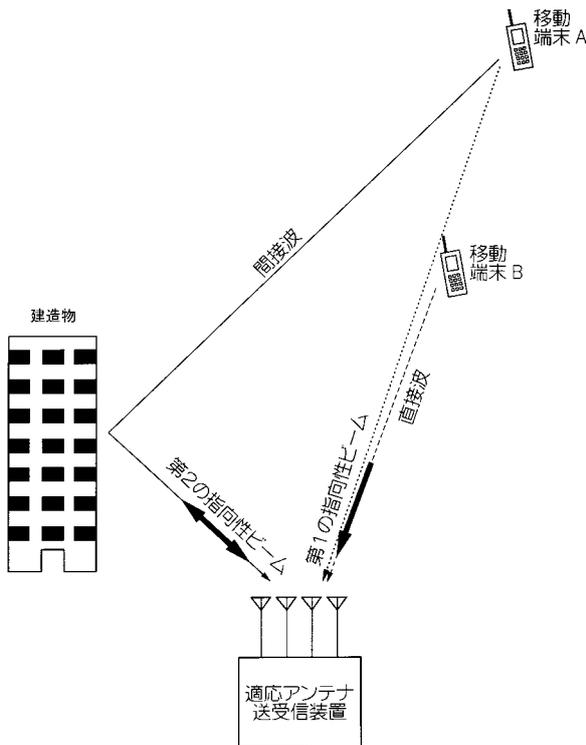
30

40

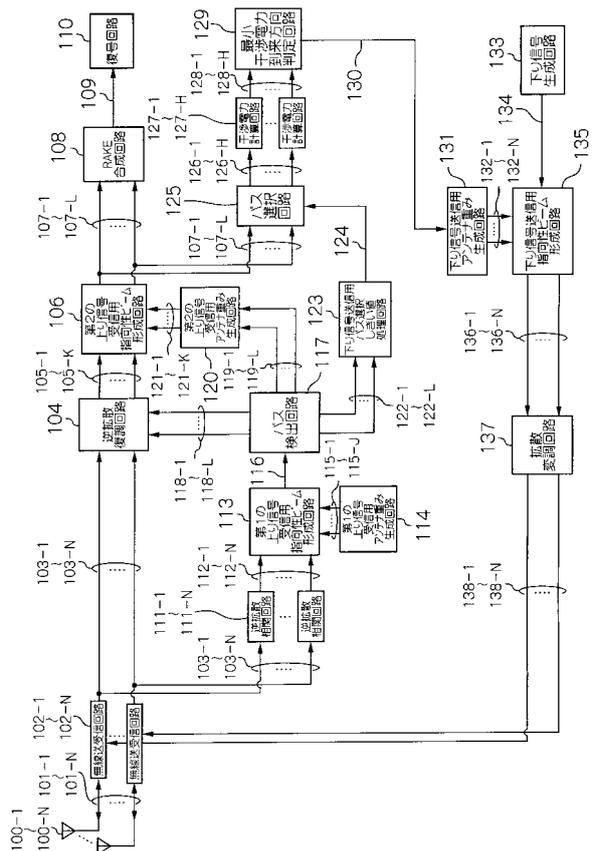
50

3 4 1 下り信号送信用信号電力しきい値処理回路

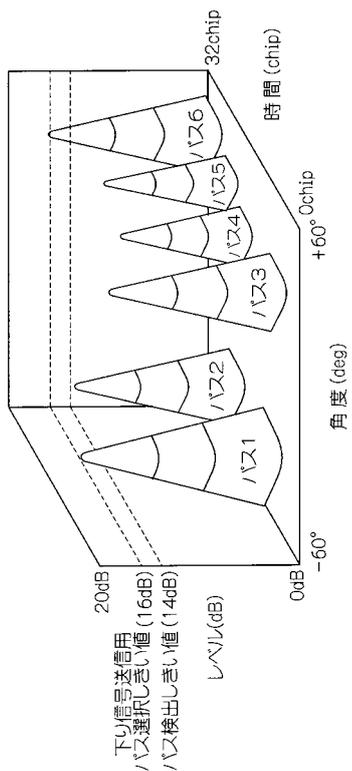
【図1】



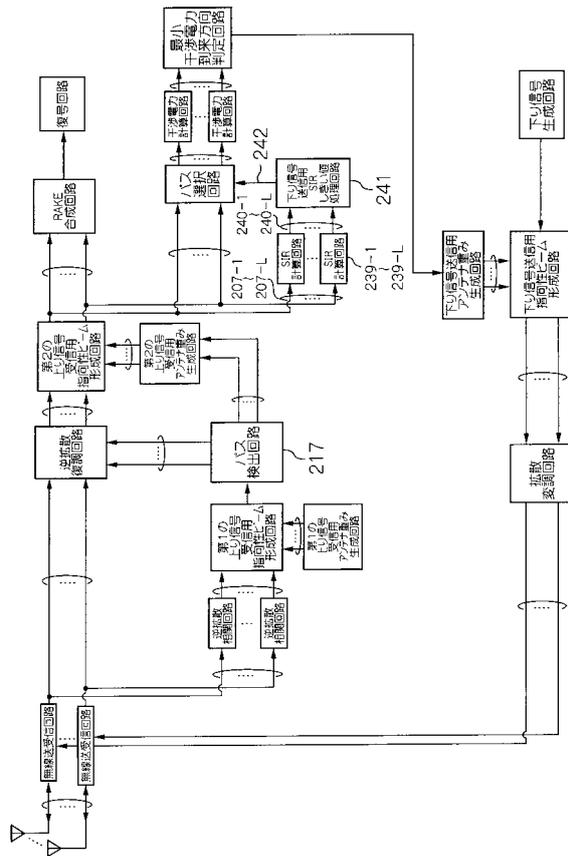
【図2】



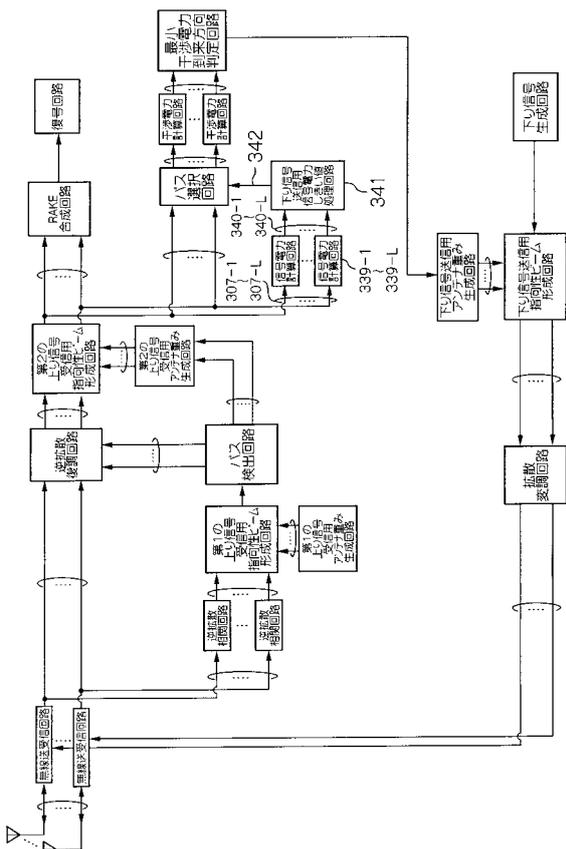
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

審査官 原田 聖子

(56)参考文献 特開2003-283394(JP,A)  
国際公開第03/096560(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04B 7/02  
H04B 7/08  
H04B 7/10