

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-304530

(P2004-304530A)

(43) 公開日 平成16年10月28日(2004.10.28)

(51) Int.Cl.⁷

H04B 7/08
H04B 1/707
H04B 7/10

F I

H04B 7/08 D
H04B 7/10 A
H04J 13/00 D

テーマコード (参考)

5K022
5K059

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-95364 (P2003-95364)

(22) 出願日 平成15年3月31日 (2003.3.31)

(71) 出願人 000208891

KDD I 株式会社
東京都新宿区西新宿二丁目3番2号

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(74) 代理人 100101465

弁理士 青山 正和

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆

(72) 発明者 石 嵩

埼玉県上福岡市大原2丁目1番15号 株
式会社ケイディーディーアイ研究所内
最終頁に続く

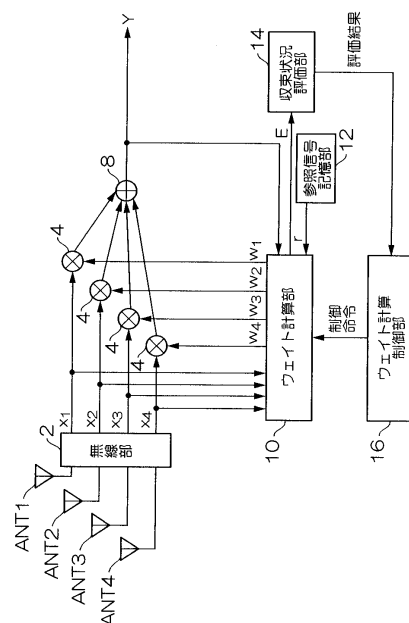
(54) 【発明の名称】 アダプティブアレーアンテナシステムおよび重み係数算出制御方法

(57) 【要約】

【課題】適切な重み係数を得るのに要する計算量を減らすことにより、低消費電力化を図る。

【解決手段】受信信号の重み係数を適応制御により算出するウェイト計算部10と、該適応制御の収束状況の評価する収束状況評価部14と、該収束状況の評価結果に応じてウェイト計算部10による適応制御の動作を制御するウェイト計算制御部16とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナを備え、前記各アンテナ素子で受信された受信信号を重み係数により重み付けして合成し出力するアダプティブアレーアンテナシステムにおいて、

前記受信信号の重み係数を適応制御により算出する重み係数計算手段と、

前記重み係数計算手段による適応制御の収束状況を評価する評価手段と、

前記評価手段による収束状況の評価結果に応じて、前記重み係数計算手段による適応制御の動作を制御する制御手段と、

を備えたことを特徴とするアダプティブアレーアンテナシステム。

10

【請求項 2】

前記重み係数計算手段は、最小 2 乗誤差法に基づく適応アルゴリズムにより、参照信号と出力信号の移動平均二乗誤差が最小となるように適応制御して重み係数を算出し、

前記評価手段は、前記移動平均二乗誤差が所定値を連続して所定回数下回った場合に、前記重み係数計算手段による適応制御が収束したと判断する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアダプティブアレーアンテナシステム。

【請求項 3】

前記重み係数計算手段は、最小 2 乗誤差法に基づく適応アルゴリズムにより、参照信号と出力信号の移動平均二乗誤差が最小となるように適応制御して重み係数を算出し、

前記評価手段は、前記移動平均二乗誤差の変化率が所定値を下回った場合に、前記重み係数計算手段による適応制御が収束したと判断する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアダプティブアレーアンテナシステム。

20

【請求項 4】

前記制御手段は、前記評価手段により前記重み係数計算手段による適応制御が収束したと判断されると、前記重み係数計算手段による適応制御の動作を停止させることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかの項に記載のアダプティブアレーアンテナシステム。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記評価手段により前記重み係数計算手段による適応制御が収束したと判断されると、前記重み係数計算手段による適応制御を間欠的に動作させることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかの項に記載のアダプティブアレーアンテナシステム

30

【請求項 6】

前記制御手段は、前記重み係数計算手段による適応制御を特定の間隔で間欠動作させることを特徴とする請求項 5 に記載のアダプティブアレーアンテナシステム。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記重み係数計算手段による適応制御を間欠動作させている場合に、前記評価手段による適応制御の収束判断条件が満たされなくなると、前記重み係数計算手段による適応制御を定常動作に戻すことを特徴とする請求項 5 に記載のアダプティブアレーアンテナシステム。

【請求項 8】

前記制御手段は、前記重み係数計算手段による適応制御を間欠的に動作させる間隔を適応的に制御することを特徴とする請求項 5 に記載のアダプティブアレーアンテナシステム。

40

【請求項 9】

複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナを備え、前記各アンテナ素子で受信された受信信号を重み係数により重み付けして合成し出力するアダプティブアレーアンテナシステムにおける重み係数算出制御方法であって、

前記受信信号の重み係数を適応制御により算出する重み係数計算過程と、

前記重み係数計算過程による適応制御の収束状況を評価する評価過程と、

前記評価過程による収束状況の評価結果に応じて、前記重み係数計算過程による適応制御の動作を制御する制御過程と、

50

を含むことを特徴とする重み係数算出制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、アダプティブアレーアンテナシステムおよび重み係数算出制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、アダプティブアレーアンテナシステムでは、複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナを備え、各アンテナ素子の受信信号をアレーアンテナの指向性を制御するための重み係数を用いて重み付けした後に合成し出力している。また、その重み係数の算出方法としては、最小2乗誤差法(MMSE; Minimum Mean Square Error)に基づく適応アルゴリズムにより、各アンテナ素子の受信信号と参照信号との二乗誤差が最小になるように適応制御して重み係数を算出するものが知られている(例えば、非特許文献1参照)。上記したMMSEベースの適応アルゴリズムとしては、LMS(Least Mean Square)やRLS(Recursive Least-Squares)などが使用される。

【0003】

また、上記した重み係数の更新のための計算量を削減して演算処理装置(例えばデジタルシグナルプロセッサ(DSP))の消費電力を低減させるシステムが検討されている。このようなシステムとして、受信信号の伝搬路特性を評価し、この評価結果に応じて上記した重み係数の更新回数を制御することにより、重み係数の更新のための計算量を削減するものが知られている(例えば、特許文献1参照)。伝搬路特性を表すものとしては、例えば、移動端末装置のフェージング速度が利用され、フェージング速度が所定値よりも遅ければ、重み係数自体にそれほど変動はないものと判断し、先行するフレームで算出された重み係数をそのまま用いることにより重み係数の更新回数を減らしている。例えば更新回数を所定のフレーム数ごとに1フレームの割合としている。

また、受信信号にCRC(Cyclic Redundancy Check)エラー等の受信エラーが発生するほど重み係数の誤差が広がるまで重み係数の更新処理を行わないものもある。

【0004】

【非特許文献1】

菊間信良著、「アレーアンテナによる適応信号処理」, 株式会社科学技術出版, 1998年11月, p. 13 - 66

【特許文献1】

特開2002-77012号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述した従来の技術では、以下に示す問題がある。

移動端末装置のフェージング速度に基づいて重み係数の更新回数を減らすシステムでは、重み係数の更新回数の低減可否の判断は経験的に得られた条件に頼ることになるので、必ずしも重み係数の変動に対応して更新回数が減らされるとは限らず、受信品質が劣化する虞がある。

また、受信エラーが発生してから重み係数の更新を行うシステムでは、受信品質に重大な悪影響を及ぼす虞があり、好ましくない。

受信信号の伝搬路特性の変動に重み係数を的確に追従させるためには、重み係数の更新回数を減らすことは望ましくない一方、計算量が多いことは移動端末の消費電流を大きくし、電池の大型化や電池寿命の短命化といった悪影響を及ぼす。

【0006】

このような理由から、適切な重み係数を得るとともに、その計算量を減らすことが要望されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、その目的は、適切な重み係数を得るのに要する計算量を減らすことにより、低消費電力化を図ることができるアダプティブアレーアンテナシステムおよび重み係数算出制御方法を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、請求項 1 に記載のアダプティブアレーアンテナシステムは、複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナを備え、前記各アンテナ素子で受信された受信信号を重み係数により重み付けして合成し出力するアダプティブアレーアンテナシステムにおいて、前記受信信号の重み係数を適応制御により算出する重み係数計算手段と、
前記重み係数計算手段による適応制御の収束状況を評価する評価手段と、前記評価手段による収束状況の評価結果に応じて、前記重み係数計算手段による適応制御の動作を制御する制御手段とを備えたことを特徴としている。

10

【 0 0 0 9 】

請求項 2 に記載のアダプティブアレーアンテナシステムにおいては、前記重み係数計算手段は、最小 2 乗誤差法に基づく適応アルゴリズムにより、参照信号と出力信号の移動平均二乗誤差が最小となるように適応制御して重み係数を算出し、前記評価手段は、前記移動平均二乗誤差が所定値を連続して所定回数下回った場合に、前記重み係数計算手段による適応制御が収束したと判断することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 に記載のアダプティブアレーアンテナシステムにおいては、前記重み係数計算手段は、最小 2 乗誤差法に基づく適応アルゴリズムにより、参照信号と出力信号の移動平均二乗誤差が最小となるように適応制御して重み係数を算出し、前記評価手段は、前記移動平均二乗誤差の変化率が所定値を下回った場合に、前記重み係数計算手段による適応制御が収束したと判断することを特徴とする。

20

【 0 0 1 1 】

請求項 4 に記載のアダプティブアレーアンテナシステムにおいては、前記制御手段は、前記評価手段により前記重み係数計算手段による適応制御が収束したと判断されると、前記重み係数計算手段による適応制御の動作を停止させることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 5 に記載のアダプティブアレーアンテナシステムにおいては、前記制御手段は、前記評価手段により前記重み係数計算手段による適応制御が収束したと判断されると、前記重み係数計算手段による適応制御を間欠的に動作させることを特徴とする。

30

【 0 0 1 3 】

請求項 6 に記載のアダプティブアレーアンテナシステムにおいては、前記制御手段は、前記重み係数計算手段による適応制御を特定の間隔で間欠動作させることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 7 に記載のアダプティブアレーアンテナシステムにおいては、前記制御手段は、前記重み係数計算手段による適応制御を間欠動作させている場合に、前記評価手段による適応制御の収束判断条件が満たされなくなると、前記重み係数計算手段による適応制御を定常動作に戻すことを特徴とする。

40

【 0 0 1 5 】

請求項 8 に記載のアダプティブアレーアンテナシステムにおいては、前記制御手段は、前記重み係数計算手段による適応制御を間欠的に動作させる間隔を適応的に制御することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

請求項 9 に記載の重み係数算出制御方法は、複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナを備え、前記各アンテナ素子で受信された受信信号を重み係数により重み付けして合成し出力するアダプティブアレーアンテナシステムにおける重み係数算出制御方法であって、前記受信信号の重み係数を適応制御により算出する重み係数計算過程と、前記重み係数計

50

算過程による適応制御の収束状況を評価する評価過程と、前記評価過程による収束状況の評価結果に応じて、前記重み係数計算過程による適応制御の動作を制御する制御過程とを含むことを特徴としている。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。なお、本実施形態では、無線通信方式として、「cdma2000 1xEV-DO」と呼ばれる符号分割多元接続(CDMA)方式を例に挙げて説明する。

図1は、本発明の実施形態によるアダプティブアレーアンテナシステムの構成を示すブロック図である。図1に示すアダプティブアレーアンテナシステムは、「cdma2000 1xEV-DO」方式の無線通信システムにおいて、例えば移動局(例えば携帯電話機)に具備されるものであり、無線基地局から送信された無線信号を複数(図1の例では4個)のアンテナ素子ANT1~ANT4からなるアレーアンテナを用いて受信し、この受信信号を重み係数で重み付けして合成するものである。

【0018】

図2は、「cdma2000 1xEV-DO」方式の無線通信システムにおいて、無線基地局から移動局へ無線信号を伝送する際に使用されるフレームの構成の一部を示す図である。上記図1のシステムが無線信号を受信する際には図2のフレームが使用される。図2には、フレーム内に時分割で複数多重されているタイムスロットの構成を示している。この図2において、パイロット(Pilot)信号は既知の信号であり、CDMA方式における拡散信号(PN符号)の96個のエLEMENT(96チップ)で構成されている。パイロット信号は適応制御による重み係数の算出に使用される。例えば、パイロット信号101は、後続のMAC信号から次のパイロット信号102までの区間の受信信号用の重み係数 W_k の算出に使用される。

【0019】

図1において、アダプティブアレーアンテナシステムは、4個のアンテナ素子ANT1~ANT4からなるアレーアンテナと無線部2と乗算器4と加算器8とウエイト計算部10と参照信号記憶部12と収束状況評価部14とウエイト計算制御部16とを備える。無線部2は、アンテナ素子ANT1~4からの4個の無線信号を増幅してベースバンド信号へ変換後、A/D変換器(Analog to Digital Converter)によりデジタル信号に変換して受信信号 $x_1 \sim x_4$ を出力する。これら受信信号 $x_1 \sim x_4$ はアンテナ素子ANT1~4にそれぞれ対応している。

【0020】

乗算器4は、アンテナ素子ANT1~4の各々に対応して設けられている。各乗算器4には、該当するアンテナ素子に対応する受信信号が無線部2から入力される。また、各乗算器4には、当該アンテナ素子に対応する重み係数がウエイト計算部10から入力される。

【0021】

乗算器4は、入力された受信信号に対して、ウエイト計算部10からの重み係数を乗ずることにより、重み付けを行う。この重み付け後の受信信号は、加算器8に入力される。加算器8は、各乗算器4から入力された重み付け後の受信信号を加算することにより合成して出力信号Yを生成し出力する。また、この出力信号Yはウエイト計算部10に入力される。

【0022】

ウエイト計算部10(重み係数計算手段)は、MMSEベースの適応アルゴリズムにより、アンテナ素子ANT1~4からなるアレーアンテナの指向性を制御するための重み係数 $w_1 \sim w_4$ を算出する。この適応アルゴリズムとしては、LMS(Least Mean Square)やRLS(Recursive Least Squares)などが利用可能である。

【0023】

ウエイト計算部10には、参照信号記憶部12からの参照信号rと無線部2からの受信信

号 $x_1 \sim x_4$ と出力信号 Y とウエイト計算制御部 16 からの制御命令とが入力される。参照信号記憶部 12 は上記図 2 に示した既知のパイロット信号に対応する参照信号 r を予め記憶している。

【0024】

ウエイト計算部 10 は、入力された参照信号 r と受信信号 $x_1 \sim x_4$ と出力信号 Y を使用して、参照信号 r と出力信号 Y の移動平均二乗誤差 E が最小となるように適応制御して重み係数 $w_1 \sim w_4$ を算出する。この重み係数の算出処理は、96 チップからなるパイロット信号に対して実行される。すなわち、パイロット信号が受信される度に、算出結果の重み係数 $w_1 \sim w_4$ が、それぞれ対応する乗算器 4 に入力され、重み係数が更新される。

【0025】

ウエイト計算部 10 は、重み係数の一回の更新処理において、パイロット信号中の 1 番目のチップから順にチップ単位で、適応制御の演算を実行する。そして、ウエイト計算制御部 16 から制御命令を受けた場合には、この制御命令に従って適応制御の演算を実行する。

【0026】

また、ウエイト計算部 10 は、パイロット信号のチップ単位での適応制御の演算毎に、上記移動平均二乗誤差 E を収束状況評価部 14 へ出力する。移動平均二乗誤差 E は、(1) , (2) 式で定義される。

【0027】

【数 1】

$$e(t) = |r(t) - W_k^H(t)X(t)|^2 \quad \dots (1)$$

【数 2】

$$E(m) = \frac{1}{L} \sum_{n=m-L+1}^m e(t_n) \quad \dots (2)$$

【0028】

但し、 t は 1 番目のチップから 96 番目のチップまでのチップ単位の時刻、

$r(t)$ は時刻 t の参照信号、

$W_k(t)$ は時刻 t における重み係数ベクトル $[w(t)_1 \sim w(t)_4]$ 、

$X(t)$ は時刻 t における受信信号ベクトル $[x(t)_1 \sim x(t)_4]$ 、

$e(t)$ は時刻 t における瞬時の 2 乗誤差、

$E(m)$ は移動平均区間 m における移動平均二乗誤差、

L は移動平均長、

t_n は n 番目のチップに対応する時刻 ($n = 1, 2, 3, \dots, 96$)、

H は複素共役転置の表記、

$*$ は複素共役の表記、

である。

【0029】

収束状況評価部 14 (評価手段) は、ウエイト計算部 10 からの移動平均二乗誤差 E に基づいて、該ウエイト計算部 10 による適応制御の収束状況を評価する。この評価方法につ

10

20

30

40

50

いては後述する。収束状況評価部 14 は、その評価結果をウエイト計算制御部 16 へ出力する。

【0030】

ウエイト計算制御部 16 (制御手段) は、収束状況評価部 14 からの評価結果に応じて、ウエイト計算部 10 による適応制御の動作を制御する。この適応制御の動作制御方法については後述する。

【0031】

次に、上記した適応制御の収束状況の評価方法について説明する。

本実施形態では、移動平均二乗誤差 E に基づいてウエイト計算部 10 による適応制御の収束状況の評価する。この評価方法としては各種の方法が考えられるが、その例を挙げて以下に説明する。 10

初めに、第 1 の評価方法を説明する。図 3 は、第 1 の評価方法を説明するための図である。この第 1 の評価方法では、図 3 に示すように、移動平均二乗誤差 E が、所定の閾値 Th を連続して所定回数下回れば、ウエイト計算部 10 による適応制御が収束したと判断する。あるいは、移動平均二乗誤差 E が、所定の閾値 Th を 1 回でも下回れば適応制御が収束したと判断するようにしてもよい。上記閾値 Th の値には、例えば CIR のダイナミックレンジに基づいて CIR の下限界値に対応する値を選択すればよい。

【0032】

次に、第 2 の評価方法を説明する。この第 2 の評価方法では、移動平均二乗誤差 E の変化率に基づいて、ウエイト計算部 10 による適応制御が収束したか否かを判断する。移動平均二乗誤差 E の変化率 β は (3) 式により定義される。 20

【0033】

【数 3】

$$\beta(m) = \frac{|E(m) - E(m-1)|}{E(m)} \quad \dots \quad (3)$$

30

【0034】

そして、変化率 β が所定の閾値 β_0 よりも小さければ収束したと判断する。

【0035】

収束状況評価部 14 は、ウエイト計算部 10 による適応制御が収束したと判断した時点で、その旨をウエイト計算制御部 16 へ通知する。

【0036】

上記したように本実施形態では、移動平均二乗誤差 E に基づいてウエイト計算部 10 による適応制御が収束したと判断する。移動平均二乗誤差は、CIR (Carrier to Interference Ratio) の改善度と相関があることが知られている。CIR は受信特性を表すものである。従って、良好な CIR に対応する閾値 Th あるいは β_0 を使用することにより、収束したと判断された時点での重み係数は、受信品質を良好に保つことができるものとなる。 40

【0037】

次に、上記した適応制御の動作制御方法について説明する。本実施形態では、ウエイト計算部 10 による 1 パイロット毎の重み係数の更新処理において、上記した評価方法によりウエイト計算部 10 による適応制御が収束したと判断された時点から以降の当該重み係数更新処理における計算量を削減するように、ウエイト計算部 10 による適応制御の動作を制御する。この適応制御の動作制御方法としては各種の方法が考えられるが、その例を挙げて以下に説明する。

【0038】

50

初めに、第1の動作制御方法を説明する。この第1の動作制御方法では、ウエイト計算部10による適応制御が収束したと判断された時点から以降は、適応制御の動作を停止させる。これにより、ウエイト計算部10は、該動作停止命令を受けた時点から以降のチップに対する適応制御の演算を行わない。そしてウエイト計算部10は、重み係数の更新には、該動作停止時点で得られている重み係数を使用する。この結果、ウエイト計算部10における重み係数の更新のための計算量が削減される。

【0039】

次に、第2の動作制御方法を説明する。図4は、第2の動作制御方法を説明するための図である。この第2の動作制御方法では、図4に示すように、ウエイト計算部10による適応制御が収束したと判断された時点から以降は、適応制御を1チップ毎ではなく間欠的に動作させる。これにより、ウエイト計算部10は、該動作開始命令を受けた時点から次の1チップに対してのみ、適応制御の演算を行う。そして、ウエイト計算部10は、重み係数の更新には、最後の適応制御の演算で得られた重み係数を使用する。この結果、ウエイト計算部10における重み係数の更新のための計算量が削減されるとともに、重み係数が適用される受信信号にできる限り近い時間まで適応制御が行われるので、重み係数の精度が向上する。

【0040】

なお、上記した間欠動作の方法としては、特定の間隔で動作させてもよい。

また、ウエイト計算部10による適応制御を間欠動作させている場合に、上記した閾値 T_h あるいは閾値 β_0 による収束判断条件が満たされなくなったら、該適応制御を定常動作に戻すようにしてもよい。

また、動作間隔を適応的に制御するようにしてもよい。この動作間隔を適応的に制御する方法では、収束状況評価部14により、一旦、収束したと判断された時点から以降の移動平均二乗誤差 E を監視させる。そして、移動平均二乗誤差 E が減少している期間では動作間隔を広げるようにし、一方、移動平均二乗誤差 E が増加している期間では動作間隔を狭めるようにする。例えば、(4)式により適応制御する対象のチップ(時刻)を制御する。

【0041】

$$t_{n+1} = t_n + \Delta t_{n+1} \quad \cdots (4)$$

但し、 Δt_{n+1} は、

$\beta(n) < \beta_0$ の場合に、 $\Delta t_{n+1} + 1$ であり、

$\beta(n) \geq \beta_0$ の場合に、1である。

【0042】

図5、図6に、上記(4)により適応制御させる動作間隔を適応的に制御した場合のシミュレーション結果を示す。図5は、適応制御演算回数の累積確立分布を示す図である。図6は、CIR改善度の累積確立分布を示す図である。

図5に示すように、閾値 β_0 の値に応じて適応制御演算回数は減少している。これに対してCIR改善度は、図6に示すように、閾値 β_0 の値が変化しても略同じである。このように、本実施形態によれば、受信品質が維持されるとともに、適切な重み係数を得るまでに要する計算量を減らすことができる。これにより、DSP等の消費電力が低減される。

【0043】

なお、本発明のアダプティブアレーアンテナシステムは、無線基地局にも同様に適用することができる。また、受信信号の重み係数を適応制御により算出するシステムであれば、上記した「cdma2000 1xEV-DO」方式など、各種の無線通信方式に適用可能である。

【0044】

以上、本発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【0045】

【発明の効果】

10

20

30

40

50

以上説明したように、本発明によれば、重み係数の計算における適応制御の収束状況が評価され、この評価結果に応じて該適応制御の動作が制御されるので、適切な重み係数を得るのに要する計算量を減らすことができる。この結果としてD S P等の消費電力が低減されるので、低消費電力化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態によるアダプティブアレーアンテナシステムの構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 のシステムが無線信号を受信する際に使用されるフレームの構成の一部を示す図である。

【図 3】本実施形態における適応制御の収束状況の一評価方法について説明するための図である。 10

【図 4】本実施形態における適応制御の一動作制御方法を説明するための図である。

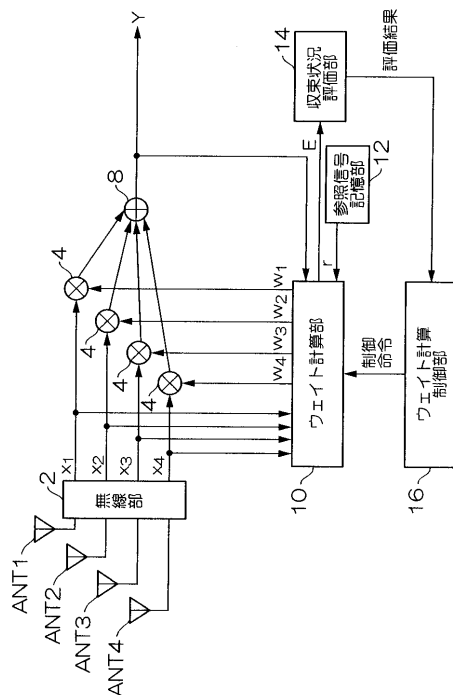
【図 5】本実施形態における適応制御の一動作制御方法によりシミュレーションした結果を示す第 1 の図である。

【図 6】本実施形態における適応制御の一動作制御方法によりシミュレーションした結果を示す第 2 の図である。

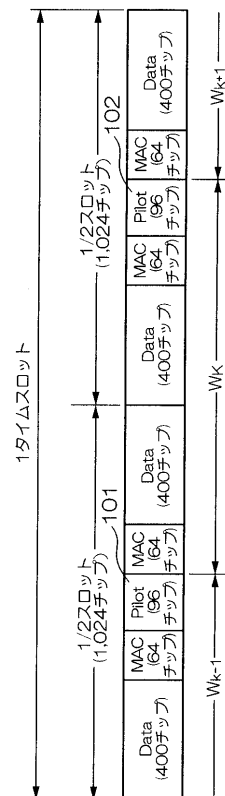
【符号の説明】

2 ... 無線部、4 ... 乗算器、8 ... 加算器、10 ... ウェイト計算部、12 ... 参照信号記憶部、14 ... 収束状況評価部、16 ... ウェイト計算制御部、ANT1 ~ ANT4 ... アンテナ素子

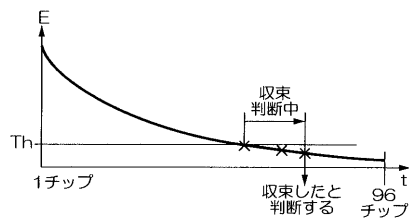
【図 1】



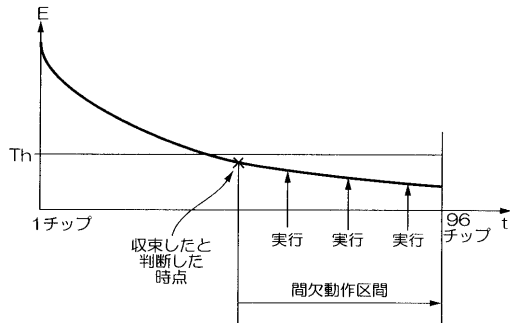
【図 2】



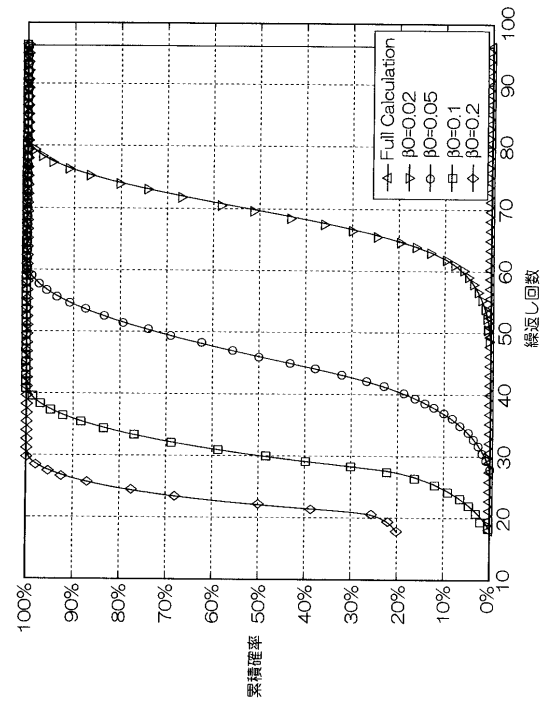
【図 3】



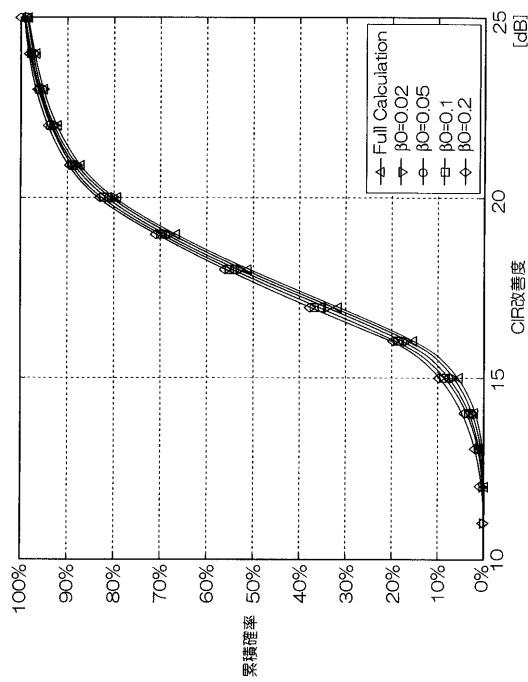
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 須永 徹

埼玉県上福岡市大原 2 丁目 1 番 1 5 号 株式会社ケイディーディーアイ研究所内

F ターム(参考) 5K022 EE01 EE31

5K059 CC03 DD33 DD37 EE02