

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4743629号
(P4743629)

(45) 発行日 平成23年8月10日 (2011. 8. 10)

(24) 登録日 平成23年5月20日 (2011. 5. 20)

(51) Int. Cl.	F I	
HO4B 7/08 (2006.01)	HO4B 7/08	D
HO4B 7/10 (2006.01)	HO4B 7/10	A
HO4J 11/00 (2006.01)	HO4J 11/00	Z

請求項の数 3 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-241324 (P2006-241324)</p> <p>(22) 出願日 平成18年9月6日 (2006. 9. 6)</p> <p>(65) 公開番号 特開2008-66948 (P2008-66948A)</p> <p>(43) 公開日 平成20年3月21日 (2008. 3. 21)</p> <p>審査請求日 平成21年6月29日 (2009. 6. 29)</p> <p>(出願人による申告) 平成18年度、支出負荷行為担当官、総務省大臣官房会計課企画官、研究テーマ「空間軸上周波数有効利用技術の研究開発」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2</p> <p>(74) 代理人 100112715 弁理士 松山 隆夫</p> <p>(74) 代理人 100085213 弁理士 鳥居 洋</p> <p>(72) 発明者 矢野 一人 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p>(72) 発明者 安 昌俊 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p>
--	---

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受信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信データが格納された複数のデータ区間を含む送信信号を受信処理するアダプティブアレーアンテナ受信装置であって、

複数のアンテナ素子によって前記送信信号を受信するアレーアンテナと、

前記複数のデータ区間に含まれる複数のデータの複数の受信信号を一定時間保持するバッファと、

前記複数の受信信号のうち、前記アレーアンテナによって最初に受信された受信信号を前記バッファから受け、その受けた受信信号を構成する複数のデータ受信信号から複数のテイル信号を検出する第1の検出器と、

前記複数の受信信号から信号電力対干渉電力比または信号電力対雑音電力比を最大化した合成受信信号を生成するための複数のウェイトが前記複数のデータ受信信号にそれぞれ乗算され、かつ、その複数の乗算結果が加算されて得られた合成信号からヘッド信号を検出する第2の検出器と、

前記第1の検出器によって検出された複数のテイル信号を合成して前記第2の検出器によって検出されたヘッド信号と同じ波形からなる合成テイル信号を生成し、その生成した合成テイル信号と前記ヘッド信号との二乗誤差が最小になるように前記複数のウェイトを演算する最適化処理を前記一定時間が経過するまでに基準回数だけ実行して前記複数のウェイトを最適化するウェイト制御器と、

前記一定時間が経過すると、前記複数の受信信号を前記バッファから受け、前記ウェイ

ト制御器によって最適化された複数のウェイトを用いて前記複数の受信信号を処理し、復調信号を出力する信号処理手段とを備え、

前記ウェイト制御器は、前記最適化処理を前記複数のデータ受信信号の区間に相当する同一信号区間で基準回数だけ繰り返し行い、前記複数のウェイトを最適化する、アダプティブアレーアンテナ受信装置。

【請求項 2】

前記送信信号は、前記アレーアンテナにおける受信特性を調整するためのプリアンプルを更に含み、

前記ウェイト制御器は、前記プリアンプルに含まれる同一波形からなる 2 つの信号の受信信号および前記複数のデータ受信信号を用いて前記最適化処理を繰り返し行なう、請求項 1 に記載のアダプティブアレーアンテナ受信装置。

10

【請求項 3】

前記複数の受信信号に対する干渉波の発生と前記干渉波の消滅との少なくとも 1 つを検出する干渉波検出器を更に備え、

前記ウェイト制御器は、前記干渉波検出器が前記干渉波の発生と前記干渉波の消滅との少なくとも 1 つを検出すると、前記最適化処理を繰り返し行なう、請求項 1 または請求項 2 に記載のアダプティブアレーアンテナ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、アダプティブアレーアンテナ受信装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

高速無線伝送システムとして、無線 LAN (Local Area Network) の普及が進んでいる。無線 LAN の規格のうち、IEEE 802.11a および g においては、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 伝送方式が変調方式として採用されている。また、OFDM 方式は、一部でサービスが開始されている地上波デジタル放送において採用されている。

【0003】

OFDM は、直交する多数のキャリアを用いた変調方式であり、マルチキャリアデジタル変調方式の一種である。そして、OFDM は、周波数利用効率が比較的良好であり、FFT (Fast Fourier Transform) による変復調処理が可能である等の多くの特徴を有する。

30

【0004】

各キャリアは、周波数選択性フェージングに対して低い伝送レートに設定されているので、1 つのキャリアをみるとフラットフェージングとなる。また、遅延波の影響を軽減するために、各 OFDM シンボルの先頭にガード区間が設定されている。そのため、特に、マルチパス環境において、単一キャリア方式に対して優れた性能を発揮する。

【0005】

一方、アダプティブアレーアンテナは、干渉波を抑圧することで、良好な通信品質を確保するシステムとして知られている。その動作原理の 1 つである MMSE (Minimum Mean Square Error) アダプティブアレーアンテナは、受信側で用意する参照信号と実際のアレー出力信号との誤差信号を最小にすることによって最適なウェイトを決定するシステムである。厳密には、参照信号として所望波そのものを必要とするが、実際には、所望信号の性質 (周波数帯域、変調方式等) に関する予備知識があるので、アレーの合成出力信号を処理することによって適切な参照信号を得ることができる。

40

【0006】

このようなウェイトを最適化する方法として、OFDM シンボルからヘッドガードインターバルおよびテイルガードインターバルを抽出し、その抽出したヘッドガードインターバルがテイルガードインターバルに一致するようにウェイトを最適化することを 5 ~ 6 個

50

のOFDMシンボル区間にわたって行ない、ウェイトを最終的に最適化させる方法が提案されている（非特許文献1）。

【非特許文献1】堀 智、菊間 信良、稲垣 直樹，“OFDMにおけるガード区間を利用したMMSE)アダプティブアレー”，電子情報通信学会論文誌 B Vol. J85 - B No. 9 pp. 1608 - 1615 2002年9月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、非特許文献1に記載された方法では、1つのシンボル区間においてヘッドガードインターバルがテイルガードインターバルに一致するように調整したウェイトを次のシンボル区間におけるウェイトの調整に用いるため、ウェイトが最終的に最適化されるのに長時間を要するという問題がある。

10

【0008】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、受信処理が開始されるまでにウェイトの最適化を完了するアダプティブアレーアンテナ受信装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明によれば、アダプティブアレーアンテナ受信装置は、送信データが格納された複数のデータ区間を含む送信信号を受信処理するアダプティブアレーアンテナ受信装置であって、アレーアンテナと、ウェイト制御器と、信号処理手段とを備える。アレーアンテナは、複数のアンテナ素子によって複数の受信信号を受信する。ウェイト制御器は、複数のデータ区間のうちの1つのデータ区間に含まれ、かつ、同一波形からなる第1および第2の信号の受信信号に基づいて、複数の受信信号から信号電力対干渉電力比または信号電力対雑音電力比を最大化した合成受信信号を生成するための複数のウェイトを複数のデータ区間の受信信号の受信処理が開始されるまでに最適化させる。信号処理手段は、ウェイト制御器によって最適化された複数のウェイトを用いて複数のデータ区間の受信信号を処理し、復調信号を出力する。そして、ウェイト制御器は、複数のウェイトが乗算される前の第1の信号の受信信号を複数のウェイトが乗算された後の第2の信号の受信信号に近づける複数のウェイトの最適化処理を繰り返し行い、複数のウェイトを最適化させる。

20

30

【0010】

好ましくは、送信信号は、アレーアンテナにおける受信特性を調整するためのプリアンプルを更に含む。ウェイト制御器は、プリアンプルの受信信号および1つのデータ区間の受信信号を用いて最適化処理を繰り返し行なう。

【0011】

好ましくは、アダプティブアレーアンテナ受信装置は、干渉波検出器を更に備える。干渉波検出器は、複数の受信信号に対する干渉波の発生および/または消滅を検出する。ウェイト制御器は、干渉波検出器が干渉波の発生および/または消滅を検出すると、最適化処理を繰り返し行なう。

【発明の効果】

40

【0012】

この発明においては、複数のアンテナ素子によって受信された受信信号の受信処理が開始されるまでに、1つのデータ区間に含まれる同一波形を有する第1および第2の信号の受信信号に基づいて、受信信号から信号電力対干渉電力比または信号電力対雑音電力比を最大化した合成受信信号を生成するための複数のウェイトの最適化処理が繰り返し行なわれ、その最適化処理が行なわれた複数のウェイトを用いて受信信号の受信処理が行なわれる。

【0013】

従って、この発明によれば、受信処理が開始されるまでにウェイトの最適化を完了して受信信号の受信処理を行なうことができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0015】

〔実施の形態1〕

図1は、この発明の実施の形態1によるアダプティブアレーアンテナ受信装置の構成を示す概略ブロック図である。この発明の実施の形態1によるアダプティブアレーアンテナ受信装置100は、アレーアンテナ10と、バッファ20と、乗算器31～3M（Mは2以上の整数）と、加算器40と、テイル検出器50と、ヘッド検出器60と、ウェイト制御器70と、GI（Guard Interval）除去器80と、FFT90と、チャネル推定器110と、復調器120とを備える。

10

【0016】

アレーアンテナ10は、M個のアンテナ素子1～Mからなる。そして、アレーアンテナ10は、到来する電波をアンテナ素子1～Mによって受信し、M個の受信信号RS__1～RS__Mをバッファ20へ出力する。

【0017】

バッファ20は、アレーアンテナ10からのM個の受信信号RS__1～RS__Mを、一定時間、保持するとともに、その保持したM個の受信信号RS__1～RS__Mをテイル検出器50へ出力し、その保持したM個の受信信号RS__1～RS__MをそれぞれM個の乗算器31～3Mへ出力する。

20

【0018】

乗算器31～3Mは、バッファ20からM個の受信信号RS__1～RS__Mを受け、ウェイト制御器70からM個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ を受ける。なお、 i は、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ からなり、M個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ を後述する方法によって好適化する好適化処理の回数を表す。そして、乗算器31～3Mは、それぞれ、受信信号RS__1～RS__Mとウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ とをそれぞれ乗算し、その乗算結果 $RS__1 * w_1(i) \sim RS__M * w_M(i)$ を加算器40へ出力する。

【0019】

加算器40は、乗算器31～3MからM個の乗算結果 $RS__1 * w_1(i) \sim RS__M * w_M(i)$ を受け、その受けたM個の乗算結果 $RS__1 * w_1(i) \sim RS__M * w_M(i)$ を加算して合成出力信号RSを生成する。そして、加算器40は、その生成した合成出力信号RSをヘッド検出器60およびGI除去器80へ出力する。

30

【0020】

テイル検出器50は、バッファ20からM個の受信信号RS__1～RS__Mを受け、その受けたM個の受信信号RS__1～RS__MからM個のテイル信号RS_t__1～RS_t__Mを検出し、その検出したM個のテイル信号RS_t__1～RS_t__Mをウェイト制御器70へ出力する。

【0021】

ヘッド検出器60は、加算器40から合成出力信号RSを受け、その受けた合成出力信号RSからヘッド信号RS_h(i)を検出する。そして、ヘッド検出器60は、その検出したヘッド信号RS_h(i)をウェイト制御器70へ出力する。

40

【0022】

ウェイト制御器70は、テイル検出器50からM個のテイル信号RS_t__1～RS_t__Mを受け、ヘッド検出器60からヘッド信号RS_h(i)を受ける。そして、ウェイト制御器70は、M個のテイル信号RS_t__1～RS_t__MとM個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ との重み付き合成結果とヘッド信号RS_h(i)との二乗誤差が最小になるようにM個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ を調整し、その調整したM個のウェイト $w_1(i+1) \sim w_M(i+1)$ をそれぞれ乗算器31～3Mへ出力する。

【0023】

50

その後、ウェイト制御器70は、M個のウェイト $w_1(i+1) \sim w_M(i+1)$ を用いて合成された合成出力信号RSから検出されたヘッド信号 $RS_h(i+1)$ を受け、その受けたヘッド信号 $RS_h(i+1)$ と合成テイル信号RS_tとの二乗誤差が最小となるようにM個のウェイト $w_1(i+1) \sim w_M(i+1)$ を調整し、その調整したM個のウェイト $w_1(i+1) \sim w_M(i+1)$ をそれぞれ乗算器31~3Mへ出力する。

【0024】

ウェイト制御器70は、調整したM個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ を反映した合成出力信号RSから検出されたヘッド信号 $RS_h(i)$ を用いてM個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ の調整を基準回数(例えば、5~6回)だけ繰り返す。これにより、M個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ は、最適化する。

10

【0025】

GI除去器80は、加算器40から合成出力信号RSを受け、その受けた合成出力信号RSからガードインターバルを除去し、ガードインターバルが除去された合成出力信号RSをFFT90へ出力する。FFT90は、GI除去器80から受けた合成出力信号RSに対して高速フーリエ変換を施し、高速フーリエ変換後の合成出力信号RSをチャンネル推定器110および復調器120へ出力する。

【0026】

チャンネル推定器110は、FFT90から受けた合成出力信号RSに基づいて、各パイロットサブキャリア(PSC: Pilot Sub-Carrier)ごとに伝搬路変動を推定するとともに、その推定した伝搬路変動に基づいて、パイロットサブキャリア間に存在する複数のサブキャリアを一次補間する。そして、チャンネル推定器110は、推定した伝搬路変動と、一次補間の結果とを復調器120へ出力する。

20

【0027】

復調器120は、FFT90から受けた合成出力信号RSと、チャンネル推定器110から受けた伝搬路変動および一次補間の結果に基づいて、合成出力信号RSを復調し、復調信号を出力する。

【0028】

図2は、図1に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置100が受信の対象とするデータの単位を示すタイムスロットの構成図である。タイムスロットTSLは、プリアンプルPREと、ペイロードPLDとを含む。

30

【0029】

プリアンプルPREは、タイムスロットTSLの先頭に設けられている。そして、プリアンプルPREは、同じ信号が2回以上連続して書き込まれており、アレーアンテナ10における利得等の受信特性を調整するために用いられる。

【0030】

ペイロードPLDは、 n (n は2以上の整数)個のシンボル $SYM_1 \sim SYM_n$ からなる。 n 個のシンボル $SYM_1 \sim SYM_n$ の各々は、GIと、データとを含む。GIは、各シンボル $SYM_1 \sim SYM_n$ の先頭に設けられる。

【0031】

図3は、図2に示す1つのシンボルを示す概念図である。GIは、データの後尾のテイル(Tail)をコピーした波形からなる。1つのシンボルは、シンボル長SYMLを有し、データは、有効シンボル長SYMELを有する。このように、1つのシンボルは、データの後尾のテイル(Tail)と同じ波形からなるGIを先頭に含む。

40

【0032】

上述したように、データは、 n 個のシンボル $SYM_1 \sim SYM_n$ に格納されてタイムスロットTSLを単位として送受信される。従って、アダプティブアレーアンテナ受信装置100は、各々がデータを含む n 個のシンボル $SYM_1 \sim SYM_n$ を有するタイムスロットTSLを受信の対象とする。

【0033】

図4は、M個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ の最適化方法を説明するための図であ

50

る。アレーアンテナ10は、アンテナ素子1~Mによって1つのタイムスロットTSLを受信し、n個のシンボルSYM1~SYMnに対する受信信号RS__1(1)~RS__M(1), RS__1(2)~RS__M(2), ..., RS__1(n)~RS__M(n)をバッファ20へ順次出力する。この場合、受信信号RS__1(1)~RS__M(1), RS__1(2)~RS__M(2), ..., RS__1(n)~RS__M(n)は、それぞれ、シンボルSYM1~SYMnの受信信号である。

【0034】

バッファ20は、受信信号RS__1(1)~RS__M(1), RS__1(2)~RS__M(2), ..., RS__1(n)~RS__M(n)をアレーアンテナ10から順次受け、アレーアンテナ10から最初に受けた受信信号RS__1(1)~RS__M(1)を乗算器31~3Mおよびテイル検出器50へ出力する。そして、バッファ20は、M個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ がウェイト制御器70によって最適化される一定時間Tconstだけ受信信号RS__1(1)~RS__M(1), RS__1(2)~RS__M(2), ..., RS__1(n)~RS__M(n)を保持し、一定時間Tconstが経過すると、受信信号RS__1(1)~RS__M(1), RS__1(2)~RS__M(2), ..., RS__1(n)~RS__M(n)を乗算器31~3Mへ順次出力する。

10

【0035】

乗算器31~3Mは、M個のウェイトの初期値 $w_1(0) \sim w_M(0)$ をウェイト制御器70から受け、バッファ20から受信信号RS__1(1)~RS__M(1)をそれぞれ受ける。そして、乗算器31~3Mは、受信信号RS__1(1)~RS__M(1)にそれぞれM個のウェイトの初期値 $w_1(0) \sim w_M(0)$ を乗算し、その乗算結果RS__1(1)* $w_1(0) \sim RS__M(1) * w_M(0)$ を加算器40へ出力する。

20

【0036】

加算器40は、乗算器31~3Mからそれぞれ乗算結果RS__1(1)* $w_1(0) \sim RS__M(1) * w_M(0)$ を受け、その受けた乗算結果RS__1(1)* $w_1(0) \sim RS__M(1) * w_M(0)$ を加算して合成出力信号RS(0)を生成する。そして、加算器40は、合成出力信号RS(0)をヘッド検出器60へ出力する。

【0037】

テイル検出器50は、バッファ20から受信信号RS__1(1)~RS__M(1)を受け、その受けた受信信号RS__1(1)~RS__M(1)からそれぞれテイル信号RSt__1(1)~RSt__M(1)を検出する。そして、テイル検出器50は、その検出したテイル信号RSt__1(1)~RSt__M(1)をウェイト制御器70へ出力する。また、ヘッド検出器60は、合成出力信号RS(0)からヘッド信号RSh(0)を検出し、その検出したヘッド信号RSh(0)をウェイト制御器70へ出力する。

30

【0038】

ウェイト制御器70は、テイル検出器50からテイル信号RSt__1(1)~RSt__M(1)を受け、ヘッド検出器60からヘッド信号RSh(0)を受取る。そして、ウェイト制御器70は、テイル信号RSt__1(1)~RSt__M(1)を合成して合成テイル信号RStを生成する。これによって、図4に示すシンボルSYM1からヘッド信号RShおよび合成テイル信号RStが抽出される。なお、合成テイル信号RStは、M個のテイル信号RSt__1~RSt__MとM個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ との重み付け合成により生成される。

40

【0039】

そうすると、ウェイト制御器70は、抽出したヘッド信号RSh(0)および合成テイル信号RStに基づいて、ヘッド信号RSh(0)と合成テイル信号RStとの二乗誤差が最小になるようにM個のウェイト $w_1(1) \sim w_M(1)$ を演算し、その演算したM個のウェイト $w_1(1) \sim w_M(1)$ をそれぞれ乗算器31~3Mへ出力する。

【0040】

そして、乗算器31~3Mは、ウェイト制御器70からM個のウェイト $w_1(1) \sim w_M(1)$ を受けると、受信信号RS__1(1)~RS__M(1)にそれぞれM個のウェイト

50

ト $w_1(1) \sim w_M(1)$ を乗算し、その乗算結果 $RS_1(1) * w_1(1) \sim RS_M(1) * w_M(1)$ を加算器 40 へ出力する。

【0041】

加算器 40 は、乗算器 31 ~ 3M からそれぞれ乗算結果 $RS_1(1) * w_1(1) \sim RS_M(1) * w_M(1)$ を受け、その受けた乗算結果 $RS_1(1) * w_1(1) \sim RS_M(1) * w_M(1)$ を加算して合成出力信号 $RS(1)$ を生成する。そして、加算器 40 は、合成出力信号 $RS(1)$ をヘッド検出器 60 へ出力する。ヘッド検出器 60 は、合成出力信号 $RS(1)$ からヘッド信号 $RS h(1)$ を検出し、その検出したヘッド信号 $RS h(1)$ をウェイト制御器 70 へ出力する。

【0042】

ウェイト制御器 70 は、ヘッド検出器 60 からヘッド信号 $RS h(1)$ を受けると、ヘッド信号 $RS h(1)$ と合成テイル信号 $RS t$ との二乗誤差が最小になるように M 個のウェイト $w_1(2) \sim w_M(2)$ を演算し、その演算した M 個のウェイト $w_1(2) \sim w_M(2)$ をそれぞれ乗算器 31 ~ 3M へ出力する。

【0043】

以後、ウェイト制御器 70 は、ヘッド信号 $RS h(i)$ と合成テイル信号 $RS t$ との二乗誤差が最小になるように M 個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ を演算する最適化処理を基準回数 i_std (例えば、5 ~ 6 回) だけ繰り返す。そして、ウェイト制御器 70 は、M 個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ の最適化処理の回数が基準回数 t_std に達すると、M 個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ が最適化されたと判定し、M 個のウェイト $w_1(i_std) \sim w_M(i_std)$ をそれぞれ乗算器 31 ~ 3M へ出力する。ウェイト制御器 70 は、この M 個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ の最適化処理を一定時間 $Tconst$ のうちに基準回数 i_std だけ繰り返し行ない、最適化した M 個のウェイト $w_1(i_std) \sim w_M(i_std)$ をそれぞれ乗算器 31 ~ 3M へ出力する。

【0044】

即ち、ウェイト制御器 70 は、バッファ 20 が受信信号 $RS_1(1) \sim RS_M(1)$, $RS_1(2) \sim RS_M(2)$, \dots , $RS_1(n) \sim RS_M(n)$ を保持している一定時間 $Tconst$ の間に、M 個のウェイト $w_1(i_std) \sim w_M(i_std)$ を生成し、バッファ 20 が受信信号 $RS_1(1) \sim RS_M(1)$, $RS_1(2) \sim RS_M(2)$, \dots , $RS_1(n) \sim RS_M(n)$ をそれぞれ乗算器 31 ~ 3M へ出力する時点では、M 個のウェイト $w_1(i_std) \sim w_M(i_std)$ の乗算器 31 ~ 3M への出力を完了している。

【0045】

そうすると、乗算器 31 ~ 3M は、受信信号 $RS_1(1) \sim RS_M(1)$ にそれぞれ M 個のウェイト $w_1(i_std) \sim w_M(i_std)$ を乗算し、その乗算結果 $RS_1(1) * w_1(i_std) \sim RS_M(1) * w_M(i_std)$ を加算器 40 へ出力する。その後、乗算器 31 ~ 3M は、受信信号 $RS_1(2) \sim RS_M(2)$, \dots , $RS_1(n) \sim RS_M(n)$ にそれぞれ M 個のウェイト $w_1(i_std) \sim w_M(i_std)$ を順次乗算し、その乗算結果 $RS_1(2) * w_1(i_std) \sim RS_M(2) * w_M(i_std)$, $RS_1(3) * w_1(i_std) \sim RS_M(3) * w_M(i_std)$, \dots , $RS_1(n) * w_1(i_std) \sim RS_M(n) * w_M(i_std)$ を加算器 40 へ順次出力する。

【0046】

加算器 40 は、乗算器 31 ~ 3M から乗算結果 $RS_1(1) * w_1(i_std) \sim RS_M(1) * w_M(i_std)$, $RS_1(2) * w_1(i_std) \sim RS_M(2) * w_M(i_std)$, $RS_1(3) * w_1(i_std) \sim RS_M(3) * w_M(i_std)$, \dots , $RS_1(n) * w_1(i_std) \sim RS_M(n) * w_M(i_std)$ を順次受ける。そして、加算器 40 は、乗算結果 $RS_1(1) * w_1(i_std) \sim RS_M(1) * w_M(i_std)$ を加算してシンボル $SYM1$ の

10

20

30

40

50

受信信号である合成出力信号 RS_1 を GI 除去器 80 へ出力し、その後、乗算結果 $RS_{1(2)} * w_1(i_{std}) \sim RS_{M(2)} * w_M(i_{std})$ を加算してシンボル SYM_2 の受信信号である合成出力信号 RS_2 を GI 除去器 80 へ出力し、以下、同様にして乗算結果 $RS_{1(n)} * w_1(i_{std}) \sim RS_{M(n)} * w_M(i_{std})$ を加算してシンボル SYM_n の受信信号である合成出力信号 RS_n を GI 除去器 80 へ出力する。

【0047】

このように、この発明においては、受信信号 $RS_{1(1)} \sim RS_{M(1)}$ 、 $RS_{1(2)} \sim RS_{M(2)}$ 、 \dots 、 $RS_{1(n)} \sim RS_{M(n)}$ の受信処理が開始されるまでに、 n 個のシンボル $SYM_1 \sim SYM_n$ のうちの最初のシンボル SYM_1 に含まれるヘッド信号 RS_h および M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ が検出され、その検出された M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ と M 個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ との重み付け合成結果と、ヘッド信号 RS_h との二乗誤差が最小になるように M 個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ が最適化される。そして、最適化された M 個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ を用いて受信信号 $RS_{1(1)} \sim RS_{M(1)}$ 、 $RS_{1(2)} \sim RS_{M(2)}$ 、 \dots 、 $RS_{1(n)} \sim RS_{M(n)}$ の受信処理が行なわれる。

10

【0048】

従って、この発明によれば、受信処理が開始されるまでに M 個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ の最適化を完了して受信信号 $RS_{1(1)} \sim RS_{M(1)}$ 、 $RS_{1(2)} \sim RS_{M(2)}$ 、 \dots 、 $RS_{1(n)} \sim RS_{M(n)}$ の受信処理を行なうことができる。

20

【0049】

図5は、パイロットサブキャリアのタイミングチャートである。OFDM伝送方式においては、相互に異なる周波数を有する複数のサブキャリアが存在する。以下、無線LANの一方式であるIEEE802.11a方式におけるサブキャリア配置を例に説明する。

【0050】

IEEE802.11a方式においては、52個のサブキャリアが設けられている。52個のサブキャリアのうち、14個のサブキャリアごとに1個のパイロットサブキャリアPSCが存在する。その結果、4個のパイロットサブキャリアPSC0～PSC3が存在する。

30

【0051】

52個のサブキャリアの周波数を f_0 を除く $f_{-26} \sim f_{26}$ とすると、パイロットサブキャリアPSC0～PSC3は、それぞれ、周波数 f_{-21} 、 f_{-7} 、 f_7 、 f_{21} を有し、サブキャリアSC0～SC4、SC6～SC18、SC20～SC25、SC27～SC32、SC34～SC46、SC48～SC52は、それぞれ、周波数 $f_{-26} \sim f_{-22}$ 、 $f_{-20} \sim f_{-8}$ 、 $f_{-6} \sim f_{-1}$ 、 $f_1 \sim f_6$ 、 $f_8 \sim f_{20}$ 、 $f_{22} \sim f_{26}$ を有する。

【0052】

パイロットサブキャリアPSC0～PSC3の各々は、振幅が一定の信号であり、時間方向に複数のシンボルを含む。また、4個のパイロットサブキャリアPSC0～PSC3は、既知の位相を有する。そして、図1に示すチャネル推定器110は、4個のパイロットサブキャリアPSC0～PSC3の複素振幅、即ち、振幅および位相を予め知っている。

40

【0053】

図1に示すチャネル推定器110は、FFT90から受けた受信信号に基づいて、4個のパイロットサブキャリアPSC0～PSC3を検出し、その検出した4個のパイロットサブキャリアPSC0～PSC3の複素振幅と予め知っている複素振幅とを用いて各々のサブキャリアにおける伝搬路変動HPS0～HPS3を推定する。そして、チャネル推定器110は、推定した伝搬路変動HPS0～HPS3に基づいて、サブキャリア

50

SC0～SC4, SC6～SC18, SC20～SC25, SC27～SC32, SC34～SC46, SC48～SC52における伝搬路変動の推定結果HSC0～HSC4, HSC6～HSC18, HSC20～HSC25, HSC27～HSC32, HSC34～HSC46, HSC48～HSC52を2つのパイロットサブキャリア間で一次の線形に並ぶように一時補間する。

【0054】

より具体的には、チャンネル推定器110は、サブキャリアSC0～SC4の伝搬路変動の推定結果HSC0～HSC4がパイロットサブキャリアPSC0の伝送路変動の推定結果HPSC0の位相と一次の線形に並ぶように一次補間を行ない、サブキャリアSC6～SC18の伝搬路変動の推定結果HSC6～HSC18がパイロットサブキャリアPSC0の伝搬路変動の推定結果HPSC0とパイロットサブキャリアPSC1の伝搬路変動の推定結果HPSC1との間で一次の線形に並ぶように一次補間する。チャンネル推定器110は、サブキャリアSC20～SC25, SC27～SC32, SC34～SC46, SC48～SC52の伝搬路変動の推定結果HSC20～HSC25, HSC27～HSC32, HSC34～HSC46, HSC48～HSC52についても、同様に一次補間を行なう。

10

【0055】

そして、チャンネル推定器110は、パイロットサブキャリアPSC0～PSC3の伝搬路変動の推定結果HPSC0～HPSC3と、一次補間したサブキャリアSC0～SC4, SC6～SC18, SC20～SC25, SC27～SC32, SC34～SC46, SC48～SC52における伝搬路変動の推定結果HSC0～HSC4, HSC6～HSC18, HSC20～HSC25, HSC27～HSC32, HSC34～HSC46, HSC48～HSC52とを復調器120へ出力する。

20

【0056】

図6は、図1に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置100における受信信号の受信処理を説明するためのフローチャートである。一連の動作が開始されると、アレーアンテナ10は、M個のアンテナ素子1～Mによって、複数のデータ区間(シンボルSYM1～SYMn)を含む送信信号を受信し(ステップS1)、その受信した複数のデータ区間に対する受信信号RS__1(1)～RS__M(1), RS__1(2)～RS__M(2), …, RS__1(n)～RS__M(n)をバッファ20へ順次出力する。

30

【0057】

そして、バッファ20は、受信信号RS__1(1)～RS__M(1), RS__1(2)～RS__M(2), …, RS__1(n)～RS__M(n)のうち、最初のデータ区間の受信信号RS__1(1)～RS__M(1)をそれぞれ乗算器31～3Mへ出力するとともに、テイル検出器50へ出力する。

【0058】

その後、乗算器31～3Mは、ウェイト制御器70から受けたM個のウェイトの初期値 $w_1(0) \sim w_M(0)$ と受信信号RS__1(1)～RS__M(1)とをそれぞれ乗算し、その乗算結果 $RS_1(1) * w_1(0) \sim RS_M(1) * w_M(0)$ を加算器40へ出力する。加算器40は、乗算結果 $RS_1(1) * w_1(0) \sim RS_M(1) * w_M(0)$ を加算して合成出力信号RS(0)を生成してヘッド検出器60へ出力し、ヘッド検出器60は、合成出力信号RS(0)からヘッド信号RSh(0)を検出してウェイト制御器70へ出力する。

40

【0059】

また、テイル検出器50は、受信信号RS__1(1)～RS__M(1)に基づいて、テイル信号RS_t__1(1)～RS_t__M(1)を検出してウェイト制御器70へ出力する。これによって、複数のデータ区間のうちの最初のデータ区間の受信信号RS__1(1)～RS__M(1)に基づいて、ヘッド信号RSh(0)およびM個のテイル信号RS_t__1～RS_t__Mが検出される(ステップS2)。

【0060】

50

その後、ウェイト制御器70は、 $i = 1$ を設定し(ステップS3)、M個のテイル信号 $RS_{t_1}(1) \sim RS_{t_M}(1)$ とM個のウェイト $w_1(0) \sim w_M(0)$ との重み付け合成結果を演算する。そして、ウェイト制御器70は、その演算した重み付け演算結果と、ヘッド信号 $RS_h(i-1)$ ($= RS_h(0)$) との二乗誤差が最小になるように複数のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ を演算し(ステップS4)、その演算した複数のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ をそれぞれ乗算器31~3Mへ出力する。

【0061】

乗算器31~3Mは、ウェイト制御器70から受けたM個のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ と受信信号 $RS_{_1}(1) \sim RS_{_M}(1)$ とをそれぞれ乗算し、その乗算結果 $RS_{_1}(1) * w_1(i) \sim RS_{_M}(1) * w_M(i)$ を加算器40へ出力する。加算器40は、乗算結果 $RS_{_1}(1) * w_1(i) \sim RS_{_M}(1) * w_M(i)$ を加算して合成出力信号 $RS(i)$ を生成してヘッド検出器60へ出力し、ヘッド検出器60は、合成出力信号 $RS(i)$ からヘッド信号 $RS_h(i)$ を検出してウェイト制御器70へ出力する。

10

【0062】

これによって、複数のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ と受信信号 $RS_{_1}(1) \sim RS_{_M}(1)$ とを用いて合成出力信号 $RS(i)$ が生成され、その生成された合成出力信号 $RS(i)$ からヘッド信号 $RS_h(i)$ が検出される(ステップS5)。

【0063】

その後、ウェイト制御器70は、 $i = i_std$ であるか否かを判定し(ステップS6)、 $i = i_std$ でないとき、 $i = i + 1$ を設定する(ステップS7)。

20

【0064】

そして、一連の動作は、ステップS4へ戻り、ステップS6において $i = i_std$ であると判定されるまで、上述したステップS4~ステップS7が繰り返し実行される。その後、ステップS6において、 $i = i_std$ であると判定されると、ウェイト制御器70は、複数のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ が最適化されたと判定し(ステップS8)、M個のウェイト $w_1(i_std) \sim w_M(i_std)$ をそれぞれ乗算器31~3Mへ出力する。

【0065】

ウェイト制御器70が複数のウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ が最適化されたと判定した後に、バッファ20は、一定時間 T_{const} が経過したことを検知し、受信信号 $RS_{_1}(1) \sim RS_{_M}(1)$ 、 $RS_{_1}(2) \sim RS_{_M}(2)$ 、 \dots 、 $RS_{_1}(n) \sim RS_{_M}(n)$ をそれぞれ乗算器31~3Mへ順次出力する。

30

【0066】

そして、乗算器31~3Mは、それぞれ、受信信号 $RS_{_1}(1) \sim RS_{_M}(1)$ 、 $RS_{_1}(2) \sim RS_{_M}(2)$ 、 \dots 、 $RS_{_1}(n) \sim RS_{_M}(n)$ とM個のウェイト $w_1(i_std) \sim w_M(i_std)$ とを乗算し、その乗算結果 $RS_{_1}(1) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(1) * w_M(i_std)$ 、 $RS_{_1}(2) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(2) * w_M(i_std)$ 、 \dots 、 $RS_{_1}(n) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(n) * w_M(i_std)$ を加算器40へ順次出力する。

40

【0067】

加算器40は、乗算結果 $RS_{_1}(1) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(1) * w_M(i_std)$ 、 $RS_{_1}(2) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(2) * w_M(i_std)$ 、 \dots 、 $RS_{_1}(n) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(n) * w_M(i_std)$ を順次受け、その受けた乗算結果 $RS_{_1}(1) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(1) * w_M(i_std)$ 、 $RS_{_1}(2) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(2) * w_M(i_std)$ 、 \dots 、 $RS_{_1}(n) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(n) * w_M(i_std)$ を順次加算し、その合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ をGI除去器80へ順次出力する。この場合、合成出力信号 RS_1 は、乗算結果 $RS_{_1}(1) * w_1(i_std) \sim RS_{_M}(1) * w_M(i_std)$ の加算結果からなり、合成出力信号 RS

50

2 は、乗算結果 $RS_1(2) * w_1(i_std) \sim RS_M(2) * w_M(i_std)$ の加算結果からなり、以下、同様にして、合成出力信号 RS_n は、乗算結果 $RS_1(n) * w_1(i_std) \sim RS_M(n) * w_M(i_std)$ の加算結果からなる。

【0068】

GI 除去器 80 は、合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ を順次受け、その受けた合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ からガードインターバル (GI) を順次除去する。そして、GI 除去器 80 は、ガードインターバル (GI) を除去した合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ を FFT90 へ順次出力し、FFT90 は、GI 除去器 80 から受けた合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ を、順次、高速フーリエ変換し、その高速フーリエ変換した合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ を

10

【0069】

チャンネル推定器 110 は、FFT90 から受けた合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ に基づいて、上述した方法によってチャンネル推定 (パイロットサブキャリア PSC における伝搬路変動の推定とサブキャリア SC の一次補間) を行ない、チャンネル推定の結果を復調器 120 へ出力する。

【0070】

復調器 120 は、FFT90 から受けた合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ と、チャンネル推定器 110 から受けたチャンネル推定の結果とに基づいて、合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ を復調し、復調信号を出力する。これによって、最適化された複数のウェイトを用いて複数の

20

【0071】

図 6 に示すフローチャートにおいては、ウェイト制御器 70 は、ウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ の最適化処理の回数が基準回数 i_std に達したときにウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ が最適化されたと判定すると説明したが、この発明においては、これに限らず、ウェイト制御器 70 は、ヘッド信号 $RS_h(i)$ の電力 $PWh(i)$ と合成テイル信号 RS_t の電力 PWt との誤差 PW がしきい値 PW_{th} 以下のときにウェイト $w_1(i) \sim w_M(i)$ が最適化されたと判定するようにしてもよい。

【0072】

30

図 7 は、図 1 に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置 100 における受信信号の受信処理を説明するための他のフローチャートである。図 7 に示すフローチャートは、図 6 に示すフローチャートのステップ S6 をステップ S5A ~ ステップ S5D に代えたものであり、その他は、図 6 に示すフローチャートと同じである。

【0073】

一連の動作が開始され、上述したステップ S1 ~ ステップ S5 が順次実行されると、ウェイト制御器 70 は、合成テイル信号 RS_t の電力 PWt を検出し (ステップ S5A)、ヘッド信号 $RS_h(i)$ の電力 $PWh(i)$ を検出する (ステップ S5B)。

【0074】

そして、ウェイト制御器 70 は、電力 $PWh(i)$ と電力 PWt との誤差 PW を演算し (ステップ S5C)、誤差 PW がしきい値 PW_{th} 以下であるか否かを判定する (ステップ S5D)。

40

【0075】

ステップ S5D において、誤差 PW がしきい値 PW_{th} 以下でないと判定されたとき、上述したステップ S7 が実行され、一連の動作は、ステップ S4 へ戻る。そして、ステップ S5D において、誤差 PW がしきい値 PW_{th} 以下であると判定されるまで、上述したステップ S4, S5, S5A ~ S5D, S7 が繰り返し実行される。

【0076】

その後、ステップ S5D において、誤差 PW がしきい値 PW_{th} 以下であると判定されると、上述したステップ S8, S9 が順次実行され、一連の動作が終了する。

50

【0077】

なお、上記においては、1つのシンボルSYM1に含まれるヘッド信号RShおよびM個のテイル信号RSt₁~RSt_Mを検出し、M個のテイル信号RSt₁~RSt_MとM個のウェイト $w_1 \sim w_M$ との重み付け合成結果と、ヘッド信号RShとの二乗誤差が最小になるように複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なうと説明したが、この発明においては、これに限らず、タイムスロットTSLのプリアンプルPRE（図2参照）に含まれる2つの信号を用いて複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なうようにしてもよい。

【0078】

プリアンプルPREは、同一波形からなる2つの信号SG1, SG2を含む。バッファ20は、アレーアンテナ10からプリアンプルPREを受けると、信号SG1の受信信号SGR₁(1)~SGR_M(1)と信号SG2の受信信号SGR₁(2)~SGR_M(2)とのうち、受信信号SGR₁(1)~SGR_M(1)をテイル検出器50へ出力し、受信信号SGR₁(2)~SGR_M(2)をそれぞれ乗算器31~3Mへ出力するとともに、受信信号SGR₁(1)~SGR_M(1), SGR₁(2)~SGR_M(2)を、一定時間Tconstだけ保持する。

【0079】

そして、テイル検出器50は、バッファ20から受けた受信信号SGR₁(1)~SGR_M(1)をそのままウェイト制御器70へ出力し、乗算器31~3Mは、受信信号SGR₁(2)~SGR_M(2)にそれぞれウェイト $w_1(0) \sim w_M(0)$ を乗算して乗算結果SGR₁(2)* $w_1(0) \sim$ SGR_M(2)* $w_M(0)$ を加算器40へ出力する。加算器40は、乗算結果SGR₁(2)* $w_1(0) \sim$ SGR_M(2)* $w_M(0)$ を加算して合成出力信号SG2を生成し、その生成した合成出力信号SG2をヘッド検出器60へ出力する。そして、ヘッド検出器60は、加算器40から受けた合成出力信号SG2をそのままウェイト制御器70へ出力する。

【0080】

ウェイト制御器70は、テイル検出器50から受けた受信信号SGR₁(1)~SGR_M(1)に基づいて、信号SG1を合成し、信号SG1と信号SG2との二乗誤差が最小になるように複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なう。

【0081】

ウェイト制御器70がプリアンプルPREに含まれる2つの信号SG1, SG2に基づいて複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なう動作は、図6に示すフローチャートまたは図7に示すフローチャートに従って行なわれる。

【0082】

そして、この発明においては、ウェイト制御器70は、好ましくは、プリアンプルPREに含まれる2つの信号SG1, SG2に基づく複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理と、シンボルSYM1に含まれるヘッド信号RShとM個のテイル信号RSt₁~RSt_Mとに基づく複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理との両方を行なう。

【0083】

[実施の形態2]

図8は、実施の形態2によるアダプティブアレーアンテナ受信装置の構成を示す概略ブロック図である。実施の形態2によるアダプティブアレーアンテナ受信装置100Aは、図1に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置100のウェイト制御器70およびチャネル推定器110をそれぞれウェイト制御器70Aおよびチャネル推定器110Aに代え、干渉波検出器130を追加したものであり、その他は、アダプティブアレーアンテナ受信装置100と同じである。

【0084】

アダプティブアレーアンテナ受信装置100Aにおいては、FFT90は、高速フーリエ変換した合成出力信号RS1~RSnをチャネル推定器110Aおよび復調器120に加え、干渉波検出器130にも出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

干渉波検出器 1 3 0 は、合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ に含まれるパイロットサブキャリア P S C の複素振幅変動に基づいて、干渉波が合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ に重畳されていること、または干渉波が合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ から除去されていることを検出する。即ち、干渉波検出器 1 3 0 は、合成出力信号 $RS_1 \sim RS_n$ に含まれるパイロットサブキャリア P S C の複素振幅の瞬時変動量が一定以上であれば、その時点に干渉波の発生および/または消滅が起こったものと推定する。

【 0 0 8 6 】

そして、干渉波検出器 1 3 0 は、干渉波の発生および/または消滅を検出すると、干渉波が発生および/または消滅したことを示す信号 S G I F を生成してウェイト制御器 7 0 A およびチャンネル推定器 1 1 0 A へ出力する。

10

【 0 0 8 7 】

ウェイト制御器 7 0 A は、干渉波検出器 1 3 0 から信号 S G I F を受けると、上述した方法によって、干渉波の発生および/または消滅が起こった時点におけるシンボルを用いて複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なう。チャンネル推定器 1 1 0 A は、干渉波検出器 1 3 0 から信号 S G I F を受けると、上述した方法によって、干渉波の発生および/または消滅が起こった時点におけるシンボルを用いてチャンネル推定を行なう。

【 0 0 8 8 】

このように、ウェイト制御器 7 0 A は、信号 S G I F をトリガーとして干渉波の発生および/または消滅が起こった時点におけるシンボルを用いて複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行ない、チャンネル推定器 1 1 0 A は、信号 S G I F をトリガーとしてチャンネル推定を行なう。

20

【 0 0 8 9 】

図 9 は、干渉波の発生および/または消滅するタイミングを説明するための図である。実施の形態 1 において説明したように、タイムスロット T S L のペイロード P L D に含まれるシンボル S Y M 1 のヘッド信号 R S h およびテイル信号 R S t に基づいて、複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を最適化し、その最適化された複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を用いてシンボル S Y M 1 ~ S Y M n に含まれるデータの受信処理を行なっている途中で干渉波 I F R が検出されると、既に最適化した複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を用いてシンボル S Y M の正確な受信処理を行なうことができない(図 9 の (a) 参照)。

30

【 0 0 9 0 】

また、実施の形態 1 において説明したように、タイムスロット T S L のペイロード P L D に含まれるシンボル S Y M 1 のヘッド信号 R S h およびテイル信号 R S t に基づいて、干渉波 I F R が重畳された状態で複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を最適化し、その最適化した複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を用いてシンボル S Y M 1 ~ S Y M n に含まれるデータの受信処理を行なっている途中で干渉波 I F R が消滅した場合に、既に最適化された複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を用いると、シンボル S Y M の最適な受信処理を行なうことができない(図 9 の (b) 参照)。

【 0 0 9 1 】

更に、実施の形態 1 において説明したように、タイムスロット T S L のペイロード P L D に含まれるシンボル S Y M 1 のヘッド信号 R S h および合成テイル信号 R S t に基づいて、干渉波 I F R 1 が重畳された状態で複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を最適化し、その最適化した複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を用いてシンボル S Y M 1 ~ S Y M n に含まれるデータの受信処理を行なっている途中で新たな干渉波 I F R 2 が発生するとともに干渉波 I F R 1 が消滅すると、既に最適化した複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を用いてシンボル S Y M の正確な受信処理を行なうことができない(図 9 の (c) 参照)。

40

【 0 0 9 2 】

そこで、実施の形態 2 においては、図 9 の (a) ~ (c) に示すように、干渉波 I F R の発生および/または消滅を検出すると、複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理をやり直すことにしたものである。

50

【 0 0 9 3 】

図 1 0 は、図 8 に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置 1 0 0 A における受信信号の受信処理を説明するためのフローチャートである。図 1 0 に示すフローチャートは、図 6 に示すフローチャートにステップ S 1 0 , S 1 1 を追加したものであり、その他は、図 6 に示すフローチャートと同じである。

【 0 0 9 4 】

上述したステップ S 1 ~ ステップ S 9 が順次実行されると、干渉波検出器 1 3 0 は、上述した方法によって、干渉波の発生および/または消滅を検出すると、信号 S G I F を生成してウェイト制御器 7 0 A へ出力する。そして、ウェイト制御器 7 0 A は、干渉波検出器 1 3 0 から信号 S G I F を受信したか否かによって干渉波が発生および/または消滅したか否かを判定する(ステップ S 1 0)。

10

【 0 0 9 5 】

そして、ステップ S 1 0 において、干渉波が発生および/または消滅したと判定されたとき、一連の動作は、ステップ S 3 へ戻り、上述したステップ S 3 ~ ステップ S 1 0 が順次実行される。この場合、チャンネル推定器 1 1 0 A は、干渉波検出器 1 3 0 から信号 S G I F を受けると、ステップ S 9 において、上述した方法によってチャンネル推定をやり直し、チャンネル推定の結果を復調器 1 2 0 へ出力する。

【 0 0 9 6 】

一方、ステップ S 1 0 において、干渉波が発生および/または消滅しなかったと判定されたとき、最適化した複数のウェイトを用いて複数のデータ区間の受信信号の処理が続行される(ステップ S 1 1)。そして、一連の動作は終了する。

20

【 0 0 9 7 】

図 1 1 は、図 8 に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置 1 0 0 A における受信信号の受信処理を説明するための他のフローチャートである。図 1 1 に示すフローチャートは、図 7 に示すフローチャートにステップ S 1 0 , S 1 1 を追加したものであり、その他は、図 7 に示すフローチャートと同じである。

【 0 0 9 8 】

上述したステップ S 1 ~ S 5 , S 5 A ~ S 5 D , S 7 ~ S 9 が順次実行されると、図 1 0 において説明したステップ S 1 0 , S 1 1 が順次実行される。そして、一連の動作は終了する。

30

【 0 0 9 9 】

このように、実施の形態 2 においては、タイムスロット T S L を受信したときの複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理に加え、干渉波の発生および/または消滅したときに複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なう。

【 0 1 0 0 】

従って、この発明によれば、受信信号 $RS_1(1) \sim RS_M(1)$, $RS_1(2) \sim RS_M(2)$, \dots , $RS_1(n) \sim RS_M(n)$ への干渉波の重畳または受信信号 $RS_1(1) \sim RS_M(1)$, $RS_1(2) \sim RS_M(2)$, \dots , $RS_1(n) \sim RS_M(n)$ からの干渉波の除去が発生した場合にも、受信信号 $RS_1(1) \sim RS_M(1)$, $RS_1(2) \sim RS_M(2)$, \dots , $RS_1(n) \sim RS_M(n)$ から信号電力対干渉電力比または信号電力対雑音電力比を最大化して受信信号 $RS_1(1) \sim RS_M(1)$, $RS_1(2) \sim RS_M(2)$, \dots , $RS_1(n) \sim RS_M(n)$ の受信処理を行なうことができる。

40

【 0 1 0 1 】

その他は、実施の形態 1 と同じである。

【 0 1 0 2 】

なお、上記においては、ペイロード P L D に含まれる複数のシンボル S Y M 1 ~ S Y M n のうち、最初のシンボル S Y M 1 に含まれるヘッド信号 R S h および M 個のテイル信号 R S t _ 1 ~ R S t _ M を検出し、M 個のテイル信号 R S t _ 1 ~ R S t _ M と M 個のウェイト $w_1 \sim w_M$ との重み付け合成結果と、ヘッド信号 R S h との二乗誤差が最小になる

50

ように複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なうと説明したが、この発明においては、これに限らず、複数のシンボル $SYM_1 \sim SYM_n$ のうちの任意の1つのシンボル SYM_j ($1 \leq j \leq n$) に含まれるヘッド信号 RS_h および M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ を検出し、 M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ と M 個のウェイト $w_1 \sim w_M$ との重み付け合成結果と、ヘッド信号 RS_h との二乗誤差が最小になるように複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なってもよい。

【0103】

また、上記においては、ペイロード PLD に含まれる複数のシンボル $SYM_1 \sim SYM_n$ のうちの1つのシンボル SYM_j に含まれるヘッド信号 RS_h および M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ を検出し、 M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ と M 個のウェイト $w_1 \sim w_M$ との重み付け合成結果と、ヘッド信号 RS_h との二乗誤差が最小になるように複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なうと説明したが、この発明においては、これに限らず、ペイロード PLD に含まれる複数のシンボル $SYM_1 \sim SYM_n$ のうちの2つのシンボル SYM_j, SYM_k ($k = j + 1, 2, \dots$ は正の整数) に含まれるヘッド信号 RS_h および M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ を検出し、 M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ と M 個のウェイト $w_1 \sim w_M$ との重み付け合成結果と、ヘッド信号 RS_h との二乗誤差が最小になるように複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なうようにしてもよい。

【0104】

この場合、ウェイト制御器 $70, 70A$ は、シンボル SYM_j に含まれるヘッド信号 RS_h および M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ を検出し、 M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ と M 個のウェイト $w_1 \sim w_M$ との重み付け合成結果と、ヘッド信号 RS_h との二乗誤差が最小になるように複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を行なう処理 A と、シンボル SYM_k に含まれるヘッド信号 RS_h および M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ を検出し、 M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ と M 個のウェイト $w_1 \sim w_M$ との重み付け合成結果と、ヘッド信号 RS_h との二乗誤差が最小になるように複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を行なう処理 B とを順次繰り返し行なう。

【0105】

更に、上記においては、シンボル SYM に含まれるヘッド信号 RS_h およびテイル信号 RS_t 、またはタイムスロット TSL のプリアンプル PRE に含まれる2つの SG_1, SG_2 に基づいて複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なうと説明したが、この発明においては、これに限らず、同一波形を有する2つの信号であれば、任意の同一波形からなる2つの信号に基づいて複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なってもよい。

【0106】

更に、基準回数 i_{std} は、アダプティブアレーアンテナ受信装置 $100, 100A$ の周囲の電波環境に応じて決定されるようにしてもよい。電波環境によって干渉波 IFR の重畳度合が異なり、複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ が最適化される度合が異なるからである。

【0107】

更に、この発明においては、 M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ と M 個のウェイト $w_1 \sim w_M$ との重み付け合成により生成した合成テイル信号 RS_t と、ヘッド信号 RS_h との二乗誤差が最小になるように M 個のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なってもよく、 M 個のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ とヘッド信号 RS_h との二乗誤差が最小になるように M 個のウェイト $w_1 \sim w_M$ の最適化処理を繰り返し行なってもよい。

【0108】

なお、この発明においては、複数のテイル信号 $RS_{t_1} \sim RS_{t_M}$ は、「第1の信号の受信信号」を構成し、ヘッド信号 RS_h は、「第2の信号の受信信号」を構成する。

【0109】

10

20

30

40

50

また、合成出力信号SG2は、「既知の受信信号の所望波」を構成し、合成出力信号RS(1)~RS(n)の各々は、「合成受信信号」を構成する。

【0110】

更に、最適化された複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を用いて受信信号RS__1(1)~RS__M(1), RS__1(2)~RS__M(2), ..., RS__1(n)~RS__M(n)の受信処理を行なう乗算器31~3M、加算器40、GI除去器80、FFT90、チャネル推定器110および復調器120は、「信号処理手段」を構成する。

【0111】

更に、最適化された複数のウェイト $w_1 \sim w_M$ を用いて受信信号RS__1(1)~RS__M(1), RS__1(2)~RS__M(2), ..., RS__1(n)~RS__M(n)の受信処理を行なう乗算器31~3M、加算器40、GI除去器80、FFT90、チャネル推定器110Aおよび復調器120は、「信号処理手段」を構成する。

10

【0112】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0113】

この発明は、受信処理が開始されるまでにウェイトの最適化を完了するアダプティブアレーアンテナ受信装置に適用される。

20

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】この発明の実施の形態1によるアダプティブアレーアンテナ受信装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図2】図1に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置が受信の対象とするデータの単位を示すタイムスロットの構成図である。

【図3】図2に示す1つのシンボルを示す概念図である。

【図4】M個のウェイトの最適化方法を説明するための図である。

【図5】パイロットサブキャリアのタイミングチャートである。

30

【図6】図1に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置における受信信号の受信処理を説明するためのフローチャートである。

【図7】図1に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置における受信信号の受信処理を説明するための他のフローチャートである。

【図8】実施の形態2によるアダプティブアレーアンテナ受信装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図9】干渉波の発生および/または消滅するタイミングを説明するための図である。

【図10】図8に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置における受信信号の受信処理を説明するためのフローチャートである。

【図11】図8に示すアダプティブアレーアンテナ受信装置における受信信号の受信処理を説明するための他のフローチャートである。

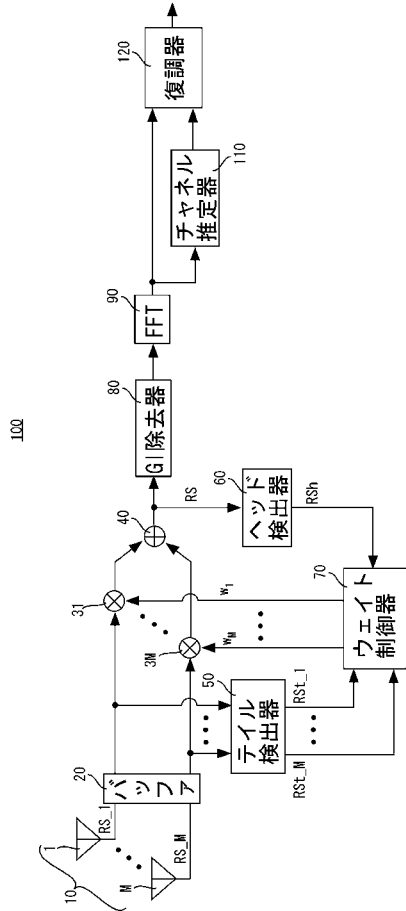
40

【符号の説明】

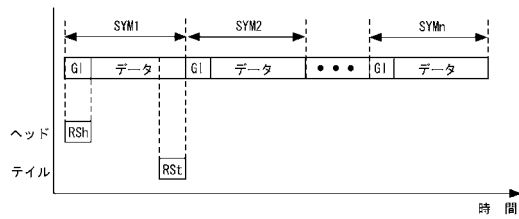
【0115】

1~M アンテナ素子、10 アレーアンテナ、20 バッファ、31~3M 乗算器、40 加算器、50 テイル検出器、60 ヘッド検出器、70 ウェイト制御器、80 GI除去器、90 FFT、100, 100A アダプティブアレーアンテナ受信装置、110, 110A チャネル推定器、120 復調器、130 干渉波検出器。

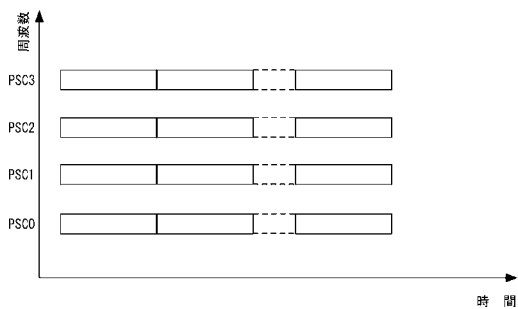
【図1】



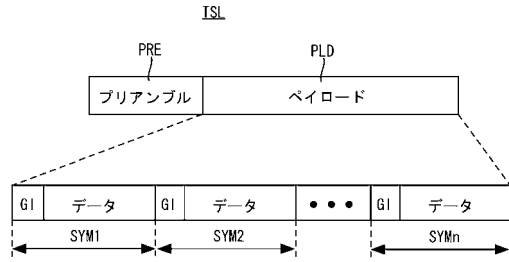
【図4】



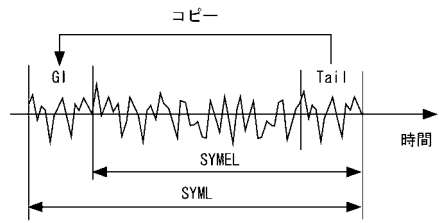
【図5】



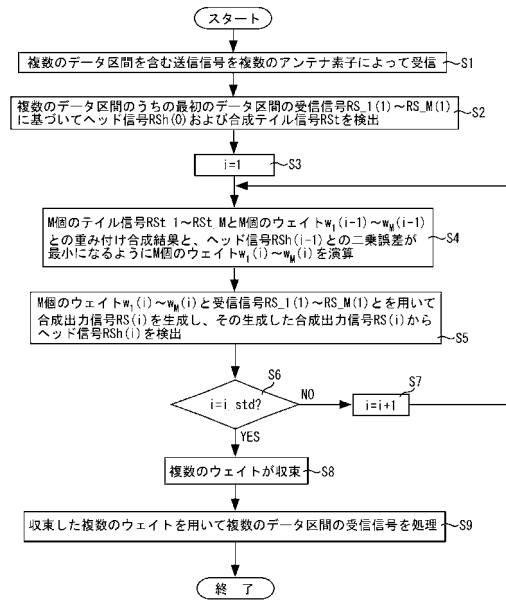
【図2】



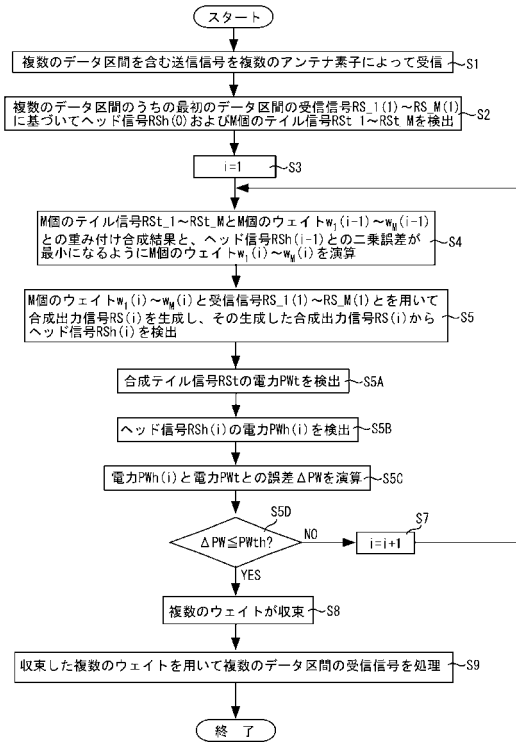
【図3】



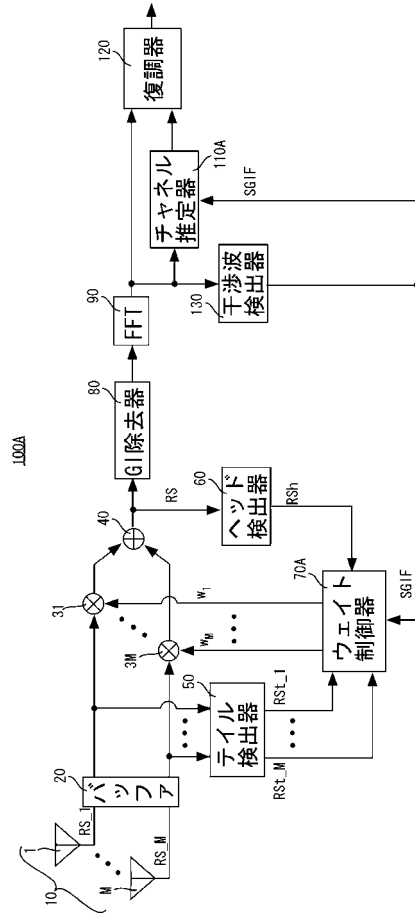
【図6】



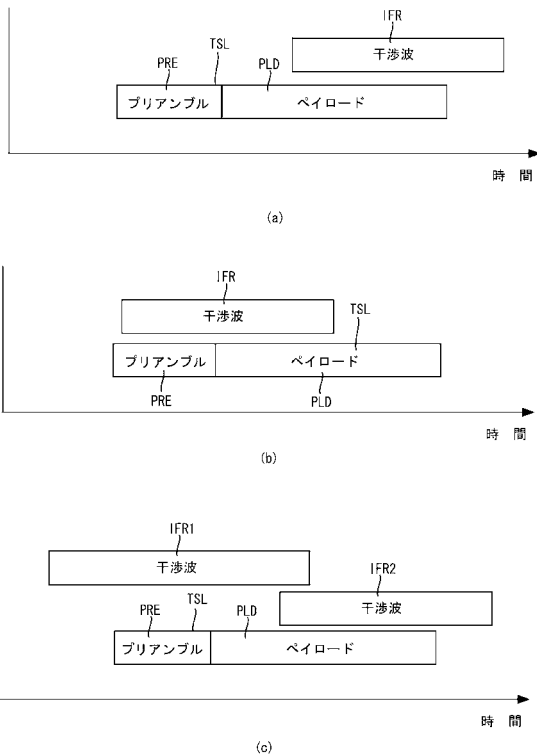
【図7】



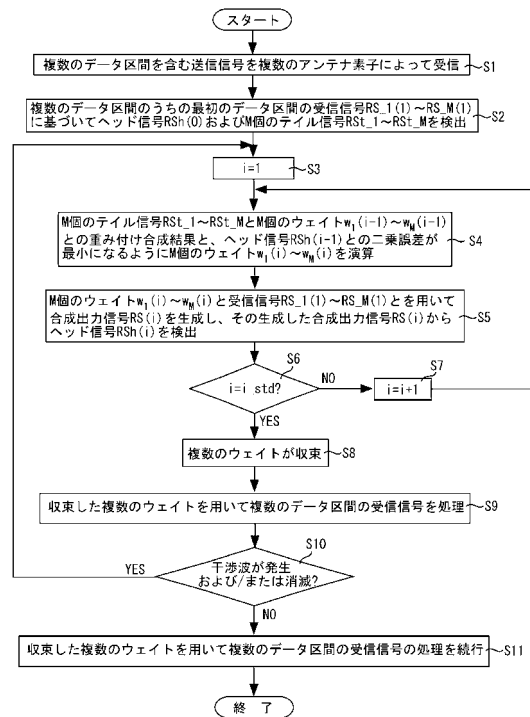
【図8】



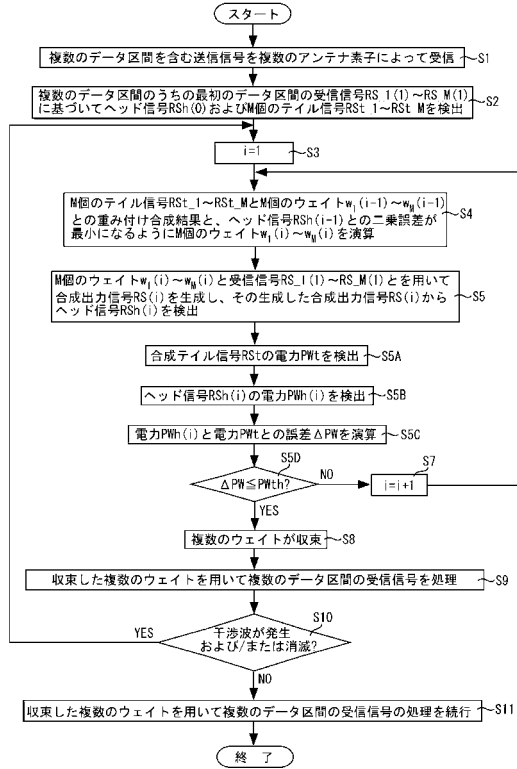
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 太郎丸 眞

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 石田 昌敏

(56)参考文献 特開平11-284530(JP,A)

特開2004-304528(JP,A)

特開2003-037539(JP,A)

特開2006-186421(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/02 - 7/12

H04J 4/00 - 15/00