

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年9月12日(12.09.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/171655 A1

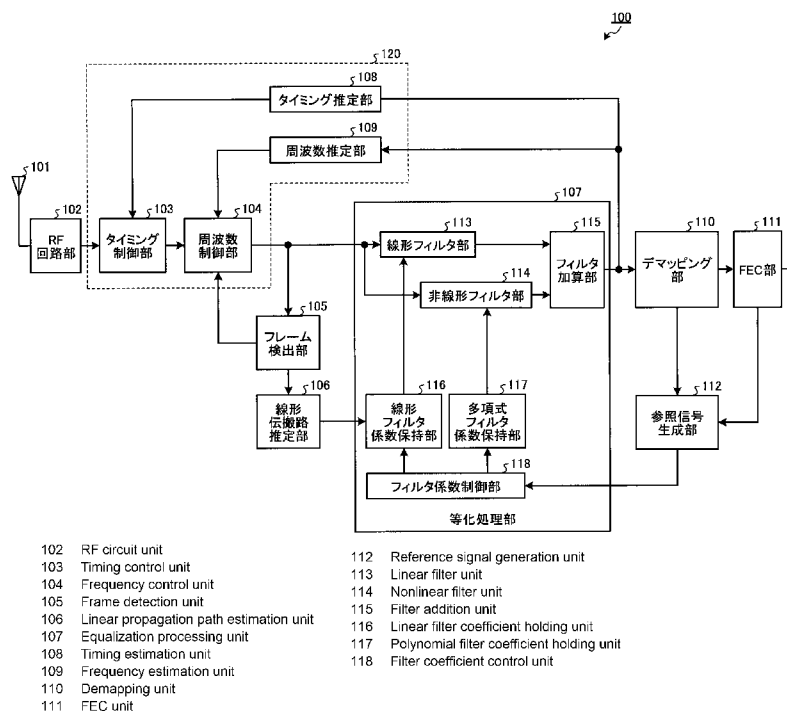
- (51) 国際特許分類:
H04B 1/76 (2006.01) H04B 7/08 (2006.01)
H04B 7/005 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/040872
- (22) 国際出願日: 2018年11月2日(02.11.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
PCT/JP2018/009062 2018年3月8日(08.03.2018) JP
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東

京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

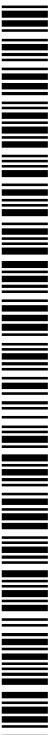
- (72) 発明者:能田 康義(NODA, Yasunori); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 上橋 俊介(UHASHI, Shunsuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 元吉 克幸(MOTOYOSHI, Katsuyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 内田 繁(UCHIDA, Shigeru); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: RECEPTION DEVICE, AND RECEPTION SIGNAL PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 受信装置および受信信号処理方法



(57) Abstract: A reception device (100) is characterized by being provided with: an equalization processing unit (107) that includes a linear filter unit (113) and a nonlinear filter unit (114) and that performs an equalization process for a reception signal; a linear propagation path estimation unit (106) that performs propagation path estimation using a known signal included in the reception signal so as to calculate a filter coefficient of the linear filter unit (113); and a synchronization processing unit (120) that performs a synchronization process for correcting a frequency deviation, on the basis of a



WO 2019/171655 A1

(74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013
東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎
の門三井ビルディング 特許業務法人酒
井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

signal outputted by the equalization processing unit (107), wherein, when a predetermined condition is satisfied after execution of a first equalization process for outputting, to the synchronization processing unit (120), the reception signal on which filtering has been performed by the linear filter unit (113), the equalization processing unit (107) starts a second equalization process that is an adaptive equalization process for outputting, to the synchronization processing unit (120), a result obtained by adding the reception signal on which filtering has been performed by the linear filter unit (113) and the reception signal on which filtering has been performed by the nonlinear filter unit (114).

(57) 要約: 受信装置(100)は、線形フィルタ部(113)と、非線形フィルタ部(114)とを含み、受信信号の等化処理を行う等化処理部(107)と、受信信号に含まれる既知信号を用いて伝搬路推定を行い、線形フィルタ部(113)のフィルタ係数を算出する線形伝搬路推定部(106)と、等化処理部(107)が出力する信号に基づいて、周波数偏差を補正する同期処理を行う同期処理部(120)と、を備え、等化処理部(107)は、線形フィルタ部(113)によりフィルタリングされた受信信号を同期処理部(120)へ出力する第1等化処理を実行した後、予め定められた条件が満たされると、線形フィルタ部(113)によりフィルタリングされた受信信号と非線形フィルタ部(114)によりフィルタリングされた受信信号との加算結果を同期処理部(120)へ出力する適応等化処理である第2等化処理を開始することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：受信装置および受信信号処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、非線形等化処理を行う受信装置および受信信号処理方法に関する。

背景技術

[0002] 無線通信システムにおいて受信装置が受信する信号は、シンボル間干渉などに起因して歪みを受けている場合がある。歪みの主な原因としては、伝搬路におけるマルチパスに起因するシンボル間干渉が挙げられる。また、広帯域でシングルキャリア伝送を行う衛星通信などのシステムでは、バンドパスフィルタなどの装置の群遅延および振幅特性を周波数軸方向に一様とみなすことができず、マルチパスと同様なシンボル間干渉を引き起こすことがある。さらに、一部の無線通信システムでは、電力効率を改善するために増幅器の非線形領域を含む電力で信号を増幅することが多く、非線形歪みが発生することがある。

[0003] 特許文献1には、ボルテラフィルタを使用した適応型非線形等化器が開示されている。この適応型非線形等化器によれば、線形歪みおよび非線形歪みの両方を補償することが可能である。フィルタを使用する等化器では、既知信号を使用して伝搬路推定を行い、フィルタ係数を算出する必要がある。フィルタ係数の数は、フィルタのタップ長に応じた数となる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-258685号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献1に開示された従来の技術によれば、算出するフィルタ係数の数が既知信号のシンボル数よりも多い場合、フィルタ係数

を求めることができないという問題があった。

- [0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、算出するフィルタ係数の数よりも少ないシンボル数の既知信号を用いてフィルタ係数を求めることが可能な受信装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる受信装置は、線形フィルタ部と、非線形フィルタ部とを含み、受信信号の等化処理を行う等化処理部と、受信信号に含まれる既知信号を用いて伝搬路推定を行い、線形フィルタ部のフィルタ係数を算出する線形伝搬路推定部と、等化処理部が出力する信号に基づいて、周波数偏差を補正する同期処理を行う同期処理部と、を備え、等化処理部は、線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号を同期処理部へ出力する第1等化処理を実行した後、予め定められた条件が満たされると、線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号と非線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号との加算結果を同期処理部へ出力する適応等化処理である第2等化処理を開始することを特徴とする。

発明の効果

- [0008] 本発明にかかる受信装置は、算出するフィルタ係数の数よりも少ないシンボル数の既知信号を用いてフィルタ係数を求めることが可能になるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の実施の形態1にかかる受信装置の機能構成を示す図
[図2]図1に示す受信装置が受信する信号のフレーム構成を示す図
[図3]図1に示す線形伝搬路推定部の詳細な機能構成を示す図
[図4]図1に示す受信装置の動作を示すフローチャート
[図5]図4に示す動作の変形例を示すフローチャート
[図6]本発明の実施の形態2にかかる線形伝搬路推定部の構成を示す図
[図7]本発明の実施の形態3にかかる受信装置の機能構成を示す図

[図8]図7に示す受信装置が受信する信号の構成を示す図

[図9]図7に示す受信装置の動作を示すフローチャート

[図10]本発明の実施の形態4にかかる受信装置の機能構成を示す図

[図11]図1, 7, 10に示す受信装置を専用のハードウェアを用いて構成する例を示す図

[図12]図1, 7, 10に示す受信装置をソフトウェアを用いて構成する例を示す図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明の実施の形態にかかる受信装置および受信信号処理方法を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0011] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1にかかる受信装置100の機能構成を示す図である。受信装置100は、受信アンテナ101と、RF (Radio Frequency) 回路部102と、タイミング制御部103と、周波数制御部104と、フレーム検出部105と、線形伝搬路推定部106と、等化処理部107と、タイミング推定部108と、周波数推定部109と、デマッピング部110と、FEC (Forward Error Correction) 部111と、参照信号生成部112とを有する。

[0012] 等化処理部107は、線形フィルタ部113と、非線形フィルタ部114と、フィルタ加算部115と、線形フィルタ係数保持部116と、多項式フィルタ係数保持部117と、フィルタ係数制御部118とを有する。また、タイミング制御部103と、周波数制御部104と、タイミング推定部108と、周波数推定部109とは、同期処理部120を構成する。

[0013] 受信アンテナ101は、図示しない送信装置から伝搬路を介して無線信号を受信する。受信アンテナ101は、受信信号をRF回路部102に入力する。RF回路部102は、受信アンテナ101から入力される受信信号をダウンコンバージョンし、ベースバンド信号に変換する。RF回路部102は

、A/D (Analog/Digital) 変換器を有していてもよく、各種の周波数変換技術に基づいてベースバンド信号を生成し、生成したベースバンド信号をタイミング制御部103に入力する。

[0014] タイミング制御部103は、出力信号が予め定められたオーバサンプル比になるように、サンプリング値の補間処理、リサンプリング処理などを行い、出力信号のシンボルタイミングおよびサンプリングクロックの少なくとも1つを制御する。タイミング制御部103は、後述するタイミング推定部108が生成するタイミング位相情報、シンボルクロック周波数の制御情報などを用いることができる。タイミング制御部103は、出力信号を周波数制御部104に入力する。

[0015] 周波数制御部104は、後述する周波数推定部109から入力される周波数偏差の推定結果に基づき、周波数補正を行う。周波数制御部104は、後述するフレーム検出部105から入力される周波数推定結果に基づいて、周波数偏差を除去することもできる。受信信号に含まれる周波数誤差の大きさによっては、フレーム検出部105からの周波数推定結果の入力を省略することもできる。周波数制御部104は、周波数補正後の受信信号を、フレーム検出部105と、等化処理部107の線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114とに入力する。

[0016] フレーム検出部105は、周波数補正後の受信信号に対して既知信号との相関処理を行って、フレームタイミングを抽出する。図2は、図1に示す受信装置100が受信する信号のフレーム構成を示す図である。受信装置100が受信する信号は、1フレーム内にヘッダ部11と、パイロット部12と、データ部13とを含む。ヘッダ部11は、既知信号を含む。このフレーム構成は、DVB-S2 (Digital Video Broadcasting-Satellite-Second Generation)、DVB-S2Xで使用されるシングルキャリア伝送のフォーマットと同一である。ヘッダ部11は、PL (Physical Layer) ヘッダに相当し、PLヘッダは、既知信号であるSOF (Start Of Frame) を含む。

- [0017] 図1の説明に戻る。フレーム検出部105は、SOFとの相関をとること
で、フレームタイミングを検出し、タイミング推定結果とSOFに相当する
時刻の受信信号を線形伝搬路推定部106に入力する。フレーム検出部10
5は、上述の通り、既知信号との相関処理に基づいて周波数を推定し、周波
数推定結果を周波数制御部104に入力してもよい。なお、図2に示すフレ
ーム構成は一例であり、既知信号を含むシングルキャリア伝送のフレームフ
ォーマットを使用することができる。またフレーム内における既知信号の配
置は、特に制限されない。
- [0018] 線形伝搬路推定部106は、フレーム検出部105から入力される受信信
号に含まれる既知信号に基づいて、伝搬路推定を行い、線形フィルタ部11
3のフィルタ係数の初期値を推定する。線形伝搬路推定部106は、算出し
たフィルタ係数の初期値を、等化処理部107の線形フィルタ係数保持部1
16に入力する。
- [0019] 図3は、図1に示す線形伝搬路推定部106の詳細な機能構成を示す図で
ある。線形伝搬路推定部106は、既知信号抽出部201と、既知信号保持
部202と、逆行列計算部203と、フィルタ係数算出部204とを有する
。
- [0020] 既知信号抽出部201は、フレーム検出部105から入力される受信信号
から既知信号を抽出する。既知信号抽出部201が抽出する既知信号には、
伝搬路の歪み成分の影響が含まれている。既知信号抽出部201は、抽出し
た既知信号を逆行列計算部203に入力する。
- [0021] 逆行列計算部203は、既知信号抽出部201から入力される既知信号か
ら逆行列を生成する。逆行列計算部203は、生成した逆行列をフィルタ係
数算出部204に入力する。既知信号保持部202は、歪み成分の影響が含
まれていない理想的な既知信号を保持しており、この既知信号をフィルタ係
数算出部204に入力する。
- [0022] フィルタ係数算出部204は、逆行列計算部203から入力される逆行列
と、既知信号保持部202から入力される理想的な既知信号とに基づいて、

フィルタ係数を算出する。フィルタ係数算出部 204 が算出するフィルタ係数は、線形フィルタ部 113 のフィルタ係数の初期値になる。

[0023] 図 1 の説明に戻る。等化処理部 107 は、周波数制御部 104 から入力される受信信号と、線形伝搬路推定部 106 から入力されるフィルタ係数とを用いて、等化処理を行い、等化処理後の受信信号をタイミング推定部 108 と、周波数推定部 109 と、デマッピング部 110 とに入力する。等化処理部 107 は、まず、フィルタ係数の初期値が設定された線形フィルタ部 113 によりフィルタリングする第 1 等化処理を行い、その後、予め定められた条件が満たされると、線形フィルタ部 113 および非線形フィルタ部 114 によりフィルタリングする適応等化処理である第 2 等化処理を行う。第 1 等化処理において、等化処理部 107 は、線形フィルタ部 113 によりフィルタリングされた受信信号を同期処理部 120 に出力する。第 2 等化処理において、等化処理部 107 は、線形フィルタ部 113 によりフィルタリングされた受信信号と非線形フィルタ部 114 によりフィルタリングされた受信信号との加算結果を同期処理部 120 に出力する。

[0024] 線形フィルタ部 113 は、畳み込みを行う FIR (Finite Impulse Response) 型のデジタルフィルタである。非線形フィルタ部 114 は、例えば、ボルテラフィルタのうち、線形成分を除いたフィルタ成分である。また非線形フィルタ部 114 は、メモリ多項式による 3 次成分で構成されてもよい。第 n 番目の受信信号サンプリング値を $y(n)$ とした場合、タップ長 $l+1$ の多項式フィルタの出力 $p f_{out}(n)$ は、以下の数式 (1) で表される。

$$p f_{out}(n) = w(0) | y(n) |^2 y(n) + w(1) | y(n-1) |^2 y(n-1) + \dots + w(l) | y(n-l) |^2 y(n-l) \quad \dots (1)$$

[0025] ここで $w(k)$ は第 k 番目の多項式フィルタの係数である。 k は、0 から l の整数である。線形フィルタ部 113 および非線形フィルタ部 114 のそれぞれは、オーバサンプルされた信号をオーバサンプル数分だけ一度に FIR フィルタを構成するシフトレジスタにシフトしていくことで、1 倍オーバサンプルの出力に変換することができる。また 1 サンプルずつシフトレジスタ

タにシフトしていくことで、オーバーサンプルされた状態で出力することも可能である。

[0026] 線形フィルタ部113は、線形フィルタ係数保持部116に保持されるフィルタ係数を用いる。非線形フィルタ部114は、多項式フィルタ係数保持部117に保持されるフィルタ係数を用いる。線形フィルタ係数保持部116に保持されるフィルタ係数は、線形伝搬路推定部106が入力するフィルタ係数が初期値となり、その後、フィルタ係数制御部118によって更新される。多項式フィルタ係数保持部117に保持されるフィルタ係数は、例えば、初期値をゼロとし、その後、フィルタ係数制御部118によって更新される。

[0027] フィルタ加算部115は、線形フィルタ部113の出力と、非線形フィルタ部114の出力とを加算して、等化結果を生成する。フィルタ加算部115は、生成した等化結果をタイミング推定部108、周波数推定部109、およびデマッピング部110のそれぞれに入力する。

[0028] フィルタ係数制御部118は、線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114のそれぞれのフィルタ係数を制御する。具体的には、フィルタ係数制御部118は、最初に信号を検出してから、予め定められた条件が満たされるまでの間は、線形フィルタ部113を使用して非線形フィルタ部114を使用しない状態で、線形フィルタ部113のフィルタ係数を、線形伝搬路推定部106が算出したフィルタ係数とする第1等化処理を等化処理部107に行わせる。第1等化処理は、固定のフィルタ係数を使用する等化処理である。フィルタ係数制御部118は、非線形フィルタ部114のフィルタ係数をゼロに固定することで、非線形フィルタ部114を使用しない状態とすることができる。或いはフィルタ加算部115が、非線形フィルタ部114の出力を加算しないで線形フィルタ部113の出力のみを等化結果として出力することで、非線形フィルタ部114を使用しない状態としてもよい。

[0029] フィルタ係数制御部118は、予め定められた条件が満たされると、線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114の両方を使用する第2等化

処理を開始することができる。第2等化処理は、後述する参照信号生成部112が生成する参照信号に基づいて、適応アルゴリズムによってフィルタ係数を制御する適応等化処理である。適応アルゴリズムとしては、LMS (Least Mean Square)などを適用することができる。

[0030] 第2等化処理を開始する条件は、例えば、同期処理部120が同期処理を開始してからの時間、同期処理を開始してからの処理サンプル数、および等化処理後の信号品質の少なくとも1つに基づくものであってよい。同期処理を開始してからの処理サンプル数は、後述するタイミング推定部108または周波数推定部109が処理したサンプル数とすることができる。処理サンプル数が閾値を超えた場合、フィルタ係数制御部118は、第2等化処理を開始することができる。等化処理後の信号品質は、デマッピング部110が等化処理部107の出力を硬判定した結果から得た参照値と等化処理部107の出力との間の誤差量に基づいて表すことができる。また等化処理後の信号品質は、FEC部111が誤り訂正符号による誤り訂正を行った後、誤りを検出するか否かに基づいて表すことができる。誤差量が閾値以下である場合に第2等化処理を開始することにしてもよいし、誤りを検出しなかった場合に第2等化処理を開始することにしてもよい。

[0031] タイミング推定部108は、シンボルタイミング位相のずれを推定して推定結果を示すタイミング位相情報を生成し、生成したタイミング位相情報をタイミング制御部103に入力する。等化処理部107がフィルタ係数を固定している間、サンプリングクロックのずれにより、シンボルタイミング位相も次第にずれていく現象が発生する場合がある。タイミング推定部108は、逓倍タンク法などを用いてシンボルタイミング位相のずれを推定し、タイミング制御部103が、タイミング推定部108が生成するタイミング位相情報に基づいて、補間によりタイミング位相のずれを補償することで、シンボルタイミング位相のずれの発生を抑制することができる。

[0032] 周波数推定部109は、等化処理部107から入力される受信信号に基づいて、周波数偏差を推定し、推定結果を周波数制御部104に入力する。周

波数推定部 109 は、例えば、受信信号の位相回転を平均化したり、一度硬判定処理をして得られる参照信号を用いて、1 タップの LMS による適応フィルタを利用することで位相回転を観測し、周波数偏差の推定を行うことができる。また周波数推定部 109 は、図 2 に示すように受信信号がパイロット部 12 を含む場合、パイロット部 12 の間の位相変動を観測して、周波数偏差の推定を行ってもよい。等化処理部 107 が出力する受信信号は、オーバサンプルされた受信信号を扱う分数間隔等化方式を利用していれば、理想的には、シンボルタイミング同期がとれた、ナイキスト点をサンプルした信号が出力される。しかしながら実際には、非線形歪み成分、周波数誤差による位相回転が加わっている。非線形歪み成分は、バックオフ値次第では、1 % 程度のビット誤り率で復調可能な程度の受信信号が得られることが多い。周波数偏差は、一般的に、雑音による揺らぎを除くと 1 シンボルあたり数度よりも小さい単位での位相回転として受信信号に観測される。このため、周波数推定部 109 が周波数偏差の推定を行い、この推定結果に基づいて周波数制御部 104 が周波数補正を行うことで、周波数偏差の影響を抑制することができる。

[0033] デマッピング部 110 は、FEC 部 111 が誤り訂正を行うために必要な軟判定処理、硬判定処理、デインタリーブ処理などを行う。以下、デマッピング部 110 は硬判定を行うこととして説明を行うが、デマッピング部 110 は、軟判定処理および硬判定処理の両方を行ってもよいし、軟判定処理および硬判定処理のうちの 1 つを行ってもよい。例えばデマッピング部 110 は、硬判定処理の結果を、FEC 部 111 および参照信号生成部 112 のそれぞれに出力する。

[0034] FEC 部 111 は、デマッピング部 110 から入力される硬判定処理の結果に基づいて、誤り訂正符号を用いた誤り訂正を行い、復号結果として出力する。また FEC 部 111 は、チェックサムなどを用いて正しく復号されたか否かを判定し、正しく復号されたと判定された信号を再符号化したデータ列を参照信号生成部 112 に入力することもできる。

- [0035] 参照信号生成部 112 は、等化処理部 107 が適応等化処理を行うために用いる参照信号を生成し、生成した参照信号を等化処理部 107 のフィルタ係数制御部 118 に入力する。参照信号生成部 112 は、デマッピング部 110 から入力される硬判定結果および FEC 部 111 から入力される再符号化されたデータ列のうち少なくとも 1 つに基づいてマッピングを行い、参照信号に変換して、参照信号をフィルタ係数制御部 118 に入力する。
- [0036] 参照信号生成部 112 が FEC 部 111 から入力されるデータ列に基づいて参照信号を生成する場合、FEC 部 111 が誤り訂正処理を行う時間が長くなり、遅延量が大きくなる。このため、処理遅延が許容できない状態では、参照信号生成部 112 は、FEC 部 111 から入力されるデータ列を使用せずに、デマッピング部 110 から入力される硬判定結果に基づいて参照信号を生成することができる。また、FEC 部 111 が誤り訂正に失敗したデータが存在する区間では、参照信号生成部 112 は、デマッピング部 110 から入力される硬判定結果に基づいて参照信号を生成してもよい。また、パイロット、SOF などの既知信号が含まれる区間では、参照信号生成部 112 は、既知信号をそのまま参照信号として用いることもできる。
- [0037] 図 4 は、図 1 に示す受信装置 100 の動作を示すフローチャートである。まず受信装置 100 のフレーム検出部 105 は、既知信号の一部を検出するフレームタイミングの検出処理を行う（ステップ S101）。フレーム検出部 105 は、検出結果に基づいて既知信号に対応する受信信号を取り出して線形伝搬路推定部 106 に入力する。線形伝搬路推定部 106 は、入力される受信信号を用いて、伝搬路推定処理を行い、線形フィルタ部 113 のフィルタ係数の初期値を算出する（ステップ S102）。
- [0038] 等化処理部 107 は、算出された初期値を使用して、線形フィルタ部 113 を使用して非線形フィルタ部 114 を使用しない状態で行う第 1 等化処理を開始する（ステップ S103）。第 1 等化処理において等化処理部 107 が出力する等化処理後の信号は、ナイキスト点のサンプルデータを含む信号列となる。

- [0039] 周波数推定部109は、ナイキスト点のサンプルデータ列に対して、周波数推定処理を行う（ステップS104）。具体的には、周波数推定部109は、変調方式ごとにデータビットの影響を取り除く処理、例えば変調方式がQPSK (Quadrature Phase Shift Keying) であれば位相4通倍処理を行い、位相の変動から周波数偏差を推定したり、異なる時刻の複数の既知信号の間の位相変動量から周波数偏差を推定したりすることができる。なお図4では図示していないが、タイミング推定部108によるタイミング推定処理などが周波数推定処理と並行して実行されてもよい。
- [0040] 等化処理部107は、予め定められた条件を満たすか否かを判断する（ステップS105）。予め定められた条件が満たされる場合（ステップS105：Yes）、等化処理部107は、線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114を使用する適応等化処理である第2等化処理を開始する（ステップS106）。予め定められた条件が満たされない場合（ステップS105：No）、ステップS104の周波数推定処理を繰り返す。
- [0041] 適応等化処理と周波数推定処理とを同時に行う場合、特にタップ数が大きく制御するフィルタ係数の数が多い場合、フィルタ係数が周波数偏差による位相回転に正しく追従することができないという問題が発生することがある。このため、上記の例では、まず固定のフィルタ係数を用いて周波数推定処理を行い、周波数推定の精度を高めた後に、適応アルゴリズムによるフィルタ係数の更新を開始している。
- [0042] 図5は、図4に示す動作の変形例を示すフローチャートである。フィルタのタップ数が大きい場合、受信装置100に高い同期精度が求められる。このため、本変形例では、線形フィルタ部113のフィルタ係数の適応制御を開始した後、同期精度をさらに高めてから、非線形フィルタ部114のフィルタ係数の適応制御を開始する。図5に示すステップS101からステップS103の処理は図4と同様である。
- [0043] 周波数推定部109は、固定のフィルタ係数を用いて、線形フィルタ部113のみで等化処理を行った受信信号に基づいて、第1周波数推定処理を行

う（ステップS107）。そして、等化処理部107は、予め定められた第1条件が満たされるか否かを判断する（ステップS108）。第1条件が満たされた場合（ステップS108：Yes）、等化処理部107は、線形フィルタ部113のフィルタ係数の更新を開始する（ステップS109）。第1条件が満たされていない場合（ステップS108：No）、ステップS107の第1周波数推定処理が繰り返される。

[0044] 第1条件が満たされ、等化処理部107が線形フィルタ部113のフィルタ係数の更新を開始すると、周波数推定部109は、第2周波数推定処理を行う（ステップS110）。ここで、第2周波数推定処理は、第1周波数推定処理で使用するよりも長いシンボルデータ列を用いて、周波数の推定精度を向上させる。その後、等化処理部107は、第2条件が満たされているか否かを判断する（ステップS111）。第2条件が満たされている場合（ステップS111：Yes）、等化処理部107は、非線形フィルタ部114のフィルタ係数の更新を開始する（ステップS112）。第2条件が満たされていない場合（ステップS111：No）、ステップS110の第2周波数推定処理が繰り返される。

[0045] 図5に示すような動作を行うことで、受信装置100は、同期が不完全である状態から次第に同期精度を高めて、適応アルゴリズムによるフィードバック処理および適応アルゴリズム自体の動作に悪影響を及ぼすことを抑制しながら、最終的に高精度な等化処理を実現することで、受信性能を改善することが可能になる。

[0046] 以上説明したように、本発明の実施の形態1にかかる受信装置100によれば、まず、非線形フィルタ部114のフィルタ係数をゼロにするなど、非線形フィルタ部114を使用せずに線形フィルタ部113を使用する状態で、既知信号を使用した伝搬路推定により求められたフィルタ係数の初期値を使用して第1等化処理が行われ、この第1等化処理後の受信信号を用いて同期処理が行われる。そして、同期精度を高めた後で、適応等化処理である第2等化処理が開始される。したがって、フィルタのタップ数が大きく、算出

するフィルタ係数の数が既知信号のシンボル数よりも多い場合であっても、フィルタ係数を算出することが可能になる。

[0047] またフィルタ係数制御部 118 は、線形フィルタ部 113 のフィルタ係数の適応制御を開始するタイミングと、非線形フィルタ部 114 のフィルタ係数の適応制御を開始するタイミングとのそれぞれを個別に制御することができる。これにより、適応アルゴリズムのフィードバック処理が同期処理や適応アルゴリズム自体の動作に及ぼす悪影響を抑制することが可能になる。

[0048] 実施の形態 2.

図 6 は、本発明の実施の形態 2 にかかる線形伝搬路推定部 106-1 の構成を示す図である。実施の形態 2 にかかる受信装置は、図 1 に示す受信装置 100 の線形伝搬路推定部 106 を図 6 に示す線形伝搬路推定部 106-1 に置き換えたものであり、その他の構成は受信装置 100 と同様であるため、説明を省略する。

[0049] 線形伝搬路推定部 106-1 は、既知信号抽出部 201 と、既知信号保持部 202 と、帯域制限フィルタ情報保持部 301 と、レプリカ生成部 302 と、伝搬路算出部 303 と、伝搬路逆特性計算部 304 と、補間部 305 とを有する。

[0050] 既知信号抽出部 201 および既知信号保持部 202 の機能は実施の形態 1 と同様である。既知信号抽出部 201 は、抽出した既知信号を伝搬路算出部 303 に入力する。既知信号保持部 202 は、保持している既知信号をレプリカ生成部 302 に出力する。

[0051] 帯域制限フィルタ情報保持部 301 は、送信側の帯域制限、ロールオフフィルタの係数に対応した FIR フィルタの係数である帯域制限フィルタ情報を保持する。或いは帯域制限フィルタ情報保持部 301 は、RF 回路部 102、および受信側の帯域制限フィルタの影響をたたみこんだ状態の重みを保持してもよい。帯域制限フィルタ情報保持部 301 は、レプリカ生成部 302 および伝搬路逆特性計算部 304 に、保持している帯域制限フィルタ情報を入力することができる。

- [0052] レプリカ生成部302は、帯域制限フィルタ情報および既知信号保持部202から入力される既知信号を用いて、オーバサンプルされた状態で波形整形された受信信号列であるレプリカを生成する。レプリカ生成部302は、生成したレプリカを補間部305に入力する。
- [0053] 補間部305は、レプリカ生成部302から入力されるレプリカのサンプリングタイミングをずらして、伝搬路算出部303に入力することができる。補間部305は、異なるタイミングオフセットで生成した複数のレプリカを伝搬路算出部303および伝搬路逆特性計算部304に入力することができる。
- [0054] 伝搬路算出部303は、レプリカ生成部302で生成されるレプリカと、受信信号から抽出される既知信号とに基づいて、伝搬路推定を行う。具体的には、伝搬路算出部303は、レプリカの成分で構成された行列の逆行列と、受信信号の成分で構成された行列を乗算して、伝搬路推定を行う。伝搬路算出部303は、伝搬路推定結果を伝搬路逆特性計算部304に入力する。伝搬路算出部303は、このとき、補間部305から入力される複数のレプリカのそれぞれを用いて、複数の伝搬路推定結果を生成し、複数の伝搬路推定結果の中から1つを選択して、選択した伝搬路推定結果を伝搬路逆特性計算部304に入力することができる。例えば伝搬路算出部303は、複数の伝搬路推定結果のうち、フィルタ係数の絶対値の和が最も小さい候補を選択することができる。
- [0055] 伝搬路逆特性計算部304は、帯域制限フィルタ情報保持部301から入力される帯域制限フィルタ情報と、補間部305から入力されるレプリカと、伝搬路算出部303から入力される伝搬路推定結果とに基づいて、伝搬路逆特性である波形整形の影響を考慮した伝搬路推定値を計算する。伝搬路逆特性計算部304は、計算した伝搬路推定値を線形フィルタ部113のフィルタ係数に変換して出力する。
- [0056] 帯域制限フィルタの情報は、予め計算しておくことができる。このため、生成すべき逆特性の情報も予め生成することができる。伝搬路に応じて変動

する成分の情報量を削減しておき、一部の逆特性を事前に計算しておくことで、逆特性計算の計算負荷を削減することができる。

[0057] 以上説明したように、本発明の実施の形態2にかかる線形伝搬路推定部106-1によれば、伝搬路の逆特性を直接計算するのではなく、伝搬路を同定した後に逆特性として等化処理部107のフィルタ係数を生成する。これにより、算出する伝搬路のタップ長を小さくすることができ、逆行列計算処理の構成が容易になる。また、線形伝搬路推定部106-1によれば、送信側の帯域制限フィルタの形状情報に基づいて、帯域制限フィルタの影響を除いて、伝搬路特性を推定することができる。このような構成をとることで、ロールオフ率が小さい場合など、等化処理部107のフィルタのタップ長が長くなりがちな状況であっても、推定すべき変数の数を低減することができ、既知信号のシンボル数が少なくても、等化処理部107のフィルタ係数を決定することが可能になる。

[0058] また、線形伝搬路推定部106-1によれば、補間部305は、異なる複数のタイミングオフセットで生成した複数の既知信号列を生成する。このため、レプリカ生成部302は、複数の既知信号列のそれぞれに基づいた複数のレプリカを生成することになる。レプリカ生成部302が生成するレプリカと既知信号抽出部201で生成した信号とのタイミングがずれていると、伝搬路成分の値のうち、帯域制限フィルタの影響を除く成分の値は変動する。上記のように、異なる複数のタイミングオフセットで生成した複数の既知信号列のそれぞれに基づいて、伝搬路推定を行うことで、このタイミングのずれによる影響を低減することが可能になる。

[0059] 実施の形態3.

図7は、本発明の実施の形態3にかかる受信装置500の機能構成を示す図である。実施の形態3にかかる受信装置500は、時間的に非連続にバースト信号が到来するシステムにおいて用いられる。時間的に非連続にバースト信号が到来するシステムとは、例えばTDMA (Time Division Multiple Access : 時分割多重アクセス) 技術を用いて、同一の端末から定められた

間隔で信号が到来するシステムである。

[0060] 図8は、図7に示す受信装置500が受信する信号の構成を示す図である。受信装置500が受信する信号は、TDMAで時間的に区切られており、フレーム単位で非連続に到来するバースト信号である。図8に示すタイムスロットTS0、TS1、TS2において、受信装置500は信号を受信する。タイムスロットTS1を受信したタイミングにおいて、タイムスロットTS1を現タイムスロットと称すると、タイムスロットTS0は、前回信号を受信したタイムスロットであるため、前タイムスロットと称することができる。また、現タイムスロットがタイムスロットTS1である場合、タイムスロットTS2のことを次タイムスロットと称することができる。同様に、現タイムスロットがタイムスロットTS2である場合、前タイムスロットは、タイムスロットTS1である。以下では、現タイムスロットの受信信号を現在の受信信号、前タイムスロットの受信信号を過去の受信信号などと称することがある。なお、図8では1フレームずつ一定の間隔をあけて信号が受信装置500に到来する例を示したが、複数のフレームがまとまって受信装置500に到来してもよいし、到来間隔は一定でなくてもよい。

[0061] 図7の説明に戻る。受信装置500は、受信アンテナ101と、RF回路部102と、タイミング制御部503と、周波数制御部504と、フレーム検出部505と、線形伝搬路推定部506と、等化処理部507と、タイミング推定部508と、周波数推定部509と、位相制御部510と、制御情報保存部530と、デマッピング部110と、FEC部111と、参照信号生成部112とを有する。タイミング制御部503と、周波数制御部504と、タイミング推定部508と、周波数推定部509と、位相制御部510とは、まとめて同期処理部520と称することもある。等化処理部507は、線形フィルタ部113と、非線形フィルタ部114と、フィルタ加算部115と、線形フィルタ係数保持部116と、多項式フィルタ係数保持部117と、フィルタ係数制御部518とを有する。

[0062] 受信装置500の構成要素のうち、受信装置100と同様の機能および動

作を有する構成要素については、実施の形態 1 と同一の名称および符号を付して重複する説明を省略する。また、受信装置 500 の構成要素のうち、受信装置 100 と同様の機能を有し、動作の一部が異なる構成要素については、実施の形態 1 と同一の名称および異なる符号を付している。以下、受信装置 100 と異なる構成要素について主に説明する。

[0063] 制御情報保存部 530 は、同期処理部 520 が同期処理を行った後の受信信号であって、等化処理部 507 に入力される受信信号の同期状態を示す同期情報と、等化処理部 507 のフィルタ係数とを保存する。同期情報およびフィルタ係数をまとめて制御情報と呼ぶこともできる。同期情報は、同期処理部 520 のタイミング制御部 503 が補正した後の受信信号のサンプリングタイミングを示すタイミング情報と、同期処理部 520 の周波数制御部 504 が受信信号の周波数補正に使用した周波数制御値を示す周波数情報とを含む。同期情報は、等化処理部 507 に入力される受信信号の位相値をさらに含む。フィルタ係数は、線形フィルタ部 113 のフィルタ係数および非線形フィルタ部 114 のフィルタ係数を含む。

[0064] 制御情報保存部 530 が制御情報を保存するタイミングは、例えば、1 フレームに 1 回といった定期的なタイミングであってもよいし、制御情報保存部 530 が要求したタイミングであってもよい。

[0065] 同期処理部 520 は、過去の受信信号を処理する際に保存された同期情報を制御情報保存部 530 から読み出して、過去の同期情報を使用して、現在の受信信号に対する同期処理を行う機能を有する。具体的には、同期処理部 520 は、読み出した過去の同期情報と現在の受信信号の同期情報との差分を求め、求めた差分に基づいて、現在の受信信号を補正する。より具体的には、タイミング制御部 503 は、タイミング制御部 103 の機能に加えて、同期情報に含まれるタイミング情報の差分を求め、差分を補間するように、現在の受信信号のサンプリングタイミングを補正する。位相制御部 510 は、同期情報に含まれる位相情報の差分を求め、差分を補間するように、現在の受信信号の位相を補正する。また、周波数制御部 504 は、周波数制御部

104の機能に加えて、過去の同期情報に含まれる周波数情報が示す周波数制御値を使用して、現在の受信信号の周波数を補正することができる。このように、過去の周波数情報を再利用することによって、周波数推定を行う必要がなくなる。また、タイムスロット間隔に比べて周波数変動が大きく、周波数情報を再利用することが難しい場合には周波数推定を行えばよい。

[0066] 受信装置500が、図8に示すようなバースト信号を受信すると、まず、受信アンテナ101、RF回路部102が生成したベースバンド信号が同期処理部520のタイミング制御部503に入力される。以下、現タイムスロットがタイムスロットTS1である例を用いて説明する。タイミング制御部503に現タイムスロットであるタイムスロットTS1の受信信号が入力された場合、タイミング制御部503は、制御情報保存部530から、過去の制御情報、例えば、前タイムスロットであるタイムスロットTS0の制御情報から、過去のタイミング情報を取り出し、現在のタイミング情報と過去のタイミング情報とを用いて、サンプリングタイミングの差分を求める。タイミング制御部503は、求めた差分を補間するように、サンプリングタイミングを補正する。このような機能によって、前タイムスロットと現タイムスロットとの間で発生するサンプリングタイミングのずれを補正することができ、フィルタ係数を再利用して等化処理を行うことができるようになる。なお、受信信号のサンプリングタイミングを補正するのではなく、保存されているタイミング情報を補正してもよい。この場合、タイミング制御部503は、制御情報保存部530から過去のタイミング情報を読み出して、現在のタイミング情報との差分を補間するように、過去のタイミング情報を補正して、再度、制御情報保存部530に補正後のタイミング情報を保存する。タイミングの補正方法としては、信号のサンプリング点をわずかに変化させる補間フィルタを用いるリサンプリング処理等が挙げられるが、サンプリングタイミングを補正できればどのような手法でもよい。タイミング制御部503は、補正処理を行った後の受信信号を周波数制御部504に入力する。

[0067] 周波数制御部504は、制御情報保存部530に保存されている過去の周

波数情報を読み出して、周波数情報が示す周波数制御値を再利用することができる。この場合、周波数推定処理を省略することができる。周波数制御値を再利用しない場合、周波数制御部504は、周波数推定処理を行えばよい。

[0068] 位相制御部510は、過去のタイムスロット、例えば前タイムスロットであるタイムスロットTS0のフィルタ係数が想定している受信信号の位相値を示す位相情報を制御情報保存部530から読み出して、後述するフレーム検出部505が出力する現タイムスロットにおける受信信号の位相推定値との差分を求める。位相制御部510は、求めた差分に基づいて受信信号の位相を制御する機能を有する。このような機能を用いることで、フィルタ係数を再利用して等化処理を行った際の等化後の受信信号の位相を想定通りとすることが可能になる。また、位相制御部510は、受信信号の位相を補正するのではなく、保存されているフィルタ係数の位相を回転させてもよい。この場合、位相制御部510は、制御情報保存部530から位相情報を読み出して、読み出した位相情報が示す位相を回転させて、回転後の位相を示す位相情報を、再度、制御情報保存部530に保存すればよい。位相制御部510は、位相を制御した後の受信信号を、フレーム検出部505、線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114に入力する。

[0069] フレーム検出部505は、フレーム検出部105の機能に加えて、受信信号と、既知信号であるSOFとの相関値に基づいて、受信信号の位相値を推定する機能を有する。本機能を用いることで、現タイムスロットの受信信号の位相を認識可能となり、位相制御部510が現在の受信信号の位相を補正することが可能になる。また、フレーム検出部505は、現タイムスロットで用いているフィルタ係数が想定するサンプリングタイミングを推定するために、フレーム検出時に求めた、SOFに相当する時刻の受信信号をタイミング推定部508に入力する機能も有する。なお、SOFに相当する時刻の受信信号を線形伝搬路推定部506に入力する機能は、線形伝搬路推定部506が動作する場合にのみ動作する。

[0070] 線形伝搬路推定部506は、線形伝搬路推定部106と同様の機能を有するが、制御情報保存部530に前タイムスロットにおけるフィルタ係数が保存されており、保存されたフィルタ係数を再利用して等化処理が行われる場合には、線形伝搬路推定部506は動作しない。この場合、線形伝搬路推定部506は、線形フィルタ係数保持部116に何も出力しない。なお、非線形フィルタ部114のフィルタ係数のみを再利用するような場合には、線形伝搬路推定部506は、線形伝搬路推定部106と同様に線形フィルタ部113の初期値推定を実行する。

[0071] 等化処理部507は、位相制御部510から入力される受信信号を、線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114を使用したフィルタリング処理である等化処理を行う。このとき、線形フィルタ部113は、線形フィルタ係数保持部116から入力されるフィルタ係数を使用し、非線形フィルタ部114は、多項式フィルタ係数保持部117から入力されるフィルタ係数を使用する。前タイムスロットのタップ係数を再利用する場合には、実施の形態1に示すような第1等化処理と、第2等化処理とに分けることなく、最初から、適応等化処理である第2等化処理を実行することができる。なお、伝搬路の変動が大きい場合、TDMAタイムスロットの間隔が広い場合などは、前タイムスロットのフィルタ係数の再利用が難しい。フィルタ係数の再利用が難しい場合、等化処理部507は、実施の形態1、2と同様に、第1等化処理から順番に実行すればよい。また、現タイムスロットで非線形等化を行う必要がない場合、例えば、変調多値数が少ない場合など、前タイムスロットの線形フィルタ係数のみを再利用し、非線形フィルタ係数は用いずに線形等化だけを実行してもよい。

[0072] フレーム検出部505、タイミング推定部508の推定精度が低い場合、LMS更新のための参照信号を生成することはできるものの、等化出力誤差が大きく、受信信号の先頭部分の復調性能が低下する場合がある。この場合、受信信号の先頭部分のみを複数回等化処理部507に入力して、フィルタ係数を復調対象の受信信号に適応させてから、受信信号全てを復調すること

もできる。このような動作により、フレーム検出部505、タイミング推定部508の推定精度が低く、フィルタ係数を再利用した際に受信信号の先頭部分の復調性能が低下する問題を抑制することが可能になる。等化処理部507は、等化後の受信信号をデマッピング部110、周波数推定部509、およびタイミング推定部508に入力する。

[0073] フィルタ係数制御部518は、線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114のそれぞれのフィルタ係数を制御する。具体的には、フィルタ係数制御部518は、最初に受信信号を検出すると、前タイムスロットで用いていたフィルタ係数を制御情報保存部530から読み込み、読み込んだフィルタ係数を線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114に適用することができる。ただし、上述したように、非線形フィルタ部114を使用しない場合、フィルタ係数制御部518は、線形フィルタ部113のフィルタ係数のみを読み込んで適用することもできる。フィルタ係数制御部518は、次タイムスロットで現タイムスロットのフィルタ係数を使用するために、フィルタ係数を制御情報保存部530に保存する機能も有する。フィルタ係数制御部518がフィルタ係数を保存するタイミングは、例えば、1フレームに1回といった定期的なタイミングであってもよいし、制御情報保存部530から要求されたタイミングであってもよい。

[0074] タイミング推定部508は、タイミング推定部108の機能に加えて、フレーム検出部505から入力されるSOF系列と既知系列とのスライディング相関をとり、現タイムスロットの受信信号のサンプリングタイミングを推定する機能も有する。また、サンプリングタイミングを推定する精度が足りない場合、タイミング推定部508は、受信信号または既知系列をアップサンプルして、推定値の分解能を向上させることもできる。タイミング推定部508は、このような機能で生成したタイミング情報をタイミング制御部503に入力する。

[0075] 周波数推定部509は、等化処理部507から入力される受信信号に基づいて、周波数偏差を推定する周波数推定処理を行い、推定値を示す周波数情

報を周波数制御部504に入力する。周波数推定部509は、周波数推定部109と同様の機能を有するが、上述の通り、前タイムスロットから大きな周波数変動がない場合には、過去の周波数情報を使用することで、上記の周波数推定処理を省略することもできる。

[0076] デマッピング部110、FEC部111、参照信号生成部112の機能は、実施の形態1と同様である。

[0077] 図9は、図7に示す受信装置500の動作を示すフローチャートである。受信装置500のフレーム検出部505は、既知信号の一部を検出するフレームタイミングの検出処理を行う（ステップS501）。フレーム検出部505は、検出結果に基づいて既知信号に対応する受信信号を取り出してタイミング推定部508に入力する。また、フレーム検出部505は、フレーム検出した際に相関値から受信信号の位相を算出し、算出した位相を初期位相値として検出し、検出した初期位相値を位相制御部510に入力する。タイミング推定部508は、入力される受信信号を用いてサンプリングタイミングの推定を行い、推定結果を示すタイミング情報をタイミング制御部503に入力する（ステップS502）。

[0078] 同期処理部520は、制御情報保存部530に保存された前タイムスロットの制御情報を読み出す（ステップS503）。具体的には、タイミング制御部503は、制御情報保存部530に保存された前タイムスロットの制御情報から、過去の受信信号のサンプリングタイミングを示すタイミング情報を読み出す。周波数制御部504は、制御情報保存部530に保存された前タイムスロットの制御情報から、過去の周波数情報を読み出す。位相制御部510は、制御情報保存部530に保存された前タイムスロットの制御情報から、位相情報を読み出す。

[0079] 続いて、同期処理部520は、前タイムスロットの制御情報と現タイムスロットの制御情報との差分を補正する（ステップS504）。具体的には、タイミング制御部503は、読み出したタイミング情報が示す過去のサンプリングタイミングと、タイミング推定部508から入力される推定値との差

分を求め、フィルタ係数を再利用することができるように、受信信号を補間したり、保存されたフィルタ係数をリサンプルしたりして差分を補正する。周波数制御部504は、読み出した周波数情報を用いて、受信信号を補正する。位相制御部510は、読み出した位相情報と、フレーム検出部505から入力される現在の受信信号の位相情報との差分を求め、求めた差分に基づいて、現在の受信信号の位相を制御したり、保存されたフィルタ係数に位相回転を与えることで、フィルタ係数の再利用を可能にする。

[0080] サンプリングタイミング、入力された受信信号の初期位相、および周波数制御量が得られると、等化処理部507は、前タイムスロットで使用された線形フィルタ部113のフィルタ係数、および非線形フィルタ部114のフィルタ係数を用いて、線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114のフィルタ係数を更新する適応等化処理である第2等化処理を開始する(ステップS505)。

[0081] また、例えば、既知信号が受信される周期、フレーム周期などにおいて、同期処理部520および等化処理部507は、フィルタ係数、および同期情報を制御情報として、制御情報保存部530に保存する(ステップS506)。保存した制御情報は、次タイムスロットの処理において使用される。図9に示すステップS501~S506の動作を繰り返し行うことで、TDM Aで用いられるようなバースト信号を受信する場合であっても、信号を受信する度にフィルタ係数を求め直すことなく、非線形等化処理を行うことが可能になる。なお、上述のように、フィルタ係数の誤差が大きい場合には、ステップS505の前に、受信信号の先頭を等化処理部507に入力して、LMSでフィルタ係数を更新した後、再度、先頭から等化処理を実行するステップ(不図示)を実行し、フィルタ係数を受信信号に適応させてからステップS505を実行してもよい。

[0082] 以上説明したように、本発明の実施の形態3によれば、まず、TDM Aなどのバースト信号が到来するシステムにおいて、過去に使用したフィルタ係数、例えば、前タイムスロットで使用したフィルタ係数を再利用することで

、フィルタ係数を再推定することなく、非線形等化処理を実現することが可能になる。

[0083] なお、実施の形態3において説明したように、過去の制御情報を再利用する方法は、バースト信号が到来するシステムにおいて、過去の制御情報が保存された状態であれば適用することができる。例えば、実施の形態1で説明したように、第1等化処理においてフィルタリングされた受信信号に基づき同期処理を行った後、第2等化処理を開始し、フィルタ係数の更新が始まると、等化処理部507および同期処理部520は、更新後のフィルタ係数と、同期情報とを保存するようにしてもよい。ここで保存されたフィルタ係数および同期情報は、以降に到来した受信信号を処理する際に再利用される。

[0084] 実施の形態4.

図10は、本発明の実施の形態4にかかる受信装置500aの機能構成を示すブロック図である。図10に示すように、受信装置500aは、実施の形態3にかかる受信装置500の構成に加えて、線形フィルタ部113、非線形フィルタ部114およびフィルタ加算部115を含む周波数推定用等化処理部507aを有する。受信装置500aの機能構成のうち、受信装置500と同様の部分については同じ符号を付することで説明を省略し、以下では、受信装置500と異なる点について主に説明する。

[0085] 周波数推定用等化処理部507aは、等化処理部507と並列に設けられ、周波数推定用等化処理部507aの線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114には、同期処理部520の位相制御部510が出力する受信信号が入力される。また、周波数推定用等化処理部507aは、等化処理部507が使用しているフィルタ係数をキャプチャする。周波数推定用等化処理部507aは、キャプチャしたフィルタ係数を、周波数推定用等化処理部507aの線形フィルタ部113および非線形フィルタ部114に適用して、このフィルタ係数を固定し、LMSによる更新を実行せずに、位相制御部510から入力された受信信号に対して等化処理を行う。周波数推定用等化処理部507aは、等化処理後の受信信号を、タイミング推定部508およ

び周波数推定部509に入力する。

[0086] 本実施形態の構成は、タイミング制御部503で制御可能な分解能以下の小さなクロック偏差に対して、LMSでサンプリングタイミングを補正しながら復調する場合に有効である。クロック偏差にLMSで追従する場合には、LMSの更新ステップサイズを大きくする必要があるが、一方で周波数推定部509で推定するはずの周波数偏差にも追従してしまうため、周波数推定部509における推定値が本来推定したい値ではなくなる場合がある。そこで、上記のように、周波数推定用等化処理部507aと、クロック偏差に追従しながら等化処理を行って、後段で復調を実行するための等化処理部507とを分けて並列に動作させることで、高い周波数推定精度を得ながらクロック偏差に追従する非線形等化処理を実現することが可能になる。

[0087] ただし、同じフィルタ係数を使い続けると、クロック偏差により等化出力信号の誤差が大きくなり、周波数推定誤差が大きくなる。そこで、周波数推定用等化処理部507aは、等化処理部507のフィルタ係数を定期的にキャプチャすることが好ましい。キャプチャする周期は、予め定められたサンプル数であってもよいし、フレーム先頭または既知信号が含まれている周期であってもよい。或いは、その他の方法で定めたタイミングを使用することができる。

[0088] また、タイミング推定部508に入力する等化出力信号は、図10では、周波数推定用等化処理部507aの出力する受信信号としているが、LMSによるクロック偏差追従で十分な場合には、等化出力信号を用いたタイミング推定は実行しなくてもよい。

[0089] なお、受信装置500aの構成は、周波数推定用等化処理部507aの分だけ回路規模が大きくなり、等化処理に必要な回路規模は、凡そ2倍となる。このため、リソースに余裕がない場合は、時系列で処理を分けて、周波数等化処理と等化処理とを時分割で交互に実行してもよい。この場合、図7に示す受信装置500の構成を用いて、時分割の処理を実現することができる。また、図10では、周波数推定用等化処理部507aと等化処理部507

に同一の信号が入力されているが、周波数推定用等化処理部507aには周波数制御部504に入力する信号を横流しして入力してもよい。本構成にすることで、周波数推定結果で補正された信号が周波数推定用等化処理部507aに入力されるといふフィードバック系の制御構成を回避でき、より安定的な動作を実現できる。ただしこの構成を用いる場合、等化処理部507からキャプチャしたフィルタ係数を周波数推定用等化処理部507aでそのまま用いるため、周波数推定用等化処理部507aの出力信号の位相は不明となる。しかし、周波数推定部509において受信信号の絶対位相を必要としない周波数推定処理を行う場合、たとえば、受信信号に定期的に含まれるパイロット信号の相対的な位相回転量から周波数を推定する等の手法を用いる場合、周波数推定用等化処理部507aの出力信号の位相が不明でも問題なく周波数推定を行うことができる。

[0090] 以上説明したように、本発明の実施の形態4にかかる受信装置500aによれば、周波数推定用等化処理部507aが、クロック偏差に追従する復調用の等化処理部507と分離されるため、クロック偏差に追従しながら、周波数推定精度を維持することが可能になり、結果として、非線形等化の復調性能を向上させることが可能になる。

[0091] 図11は、図1、図7、図10に示す受信装置100、500、500aを専用のハードウェアを用いて構成する例を示す図である。受信装置100、500、500aの機能は、受信データ生成回路401と、処理回路402と、受信結果格納装置403とを用いて実現することができる。

[0092] 受信データ生成回路401は、アンテナから受信信号を取得する。処理回路402は、歪みを補償するベースバンド処理などを行う。処理回路402は、例えば、FPGA (Field Programmable Gate Array)、LSI (Large Scale Integration) などの回路である。受信データ生成回路401が実行する処理と、処理回路402が実行する処理との分担は、必要に応じて変更することもできる。受信結果格納装置403は、処理回路402により復調されたデータを受信結果として記憶する。

- [0093] 図12は、図1、図7、図10に示す受信装置100、500、500aをソフトウェアを用いて構成する例を示す図である。受信装置100、500、500aの機能は、受信データ生成回路401と、プロセッサ404と、メモリ405と、ディスプレイ406とを用いて実現することができる。
- [0094] プロセッサ404は、歪み補償を行うコンピュータプログラムをメモリ405から読み出して実行することにより、上記の受信装置100、500、500aの各機能を実現する。プロセッサ404は、CPU (Central Processing Unit) であり、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSP (Digital Signal Processor) などとも呼ばれる。
- [0095] メモリ405は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリー、EPROM (Erasable Programmable ROM)、EEPROM (登録商標) (Electrically EPROM) などの不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disk) などである。メモリ405は、プロセッサ404が実行する各処理における一時メモリとしても用いられ、プロセッサ404の処理の途中データである波形、フィルタ係数、設定値などが読み書きされる。
- [0096] ディスプレイ406は処理結果を表示する表示装置である。なおここでは受信装置100、500、500aがディスプレイ406を備えることとしたが、本復調結果を取得して動作する、受信装置100、500、500a以外の装置がディスプレイ406を備えてもよい。
- [0097] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。
- [0098] 例えば、誤り訂正符号を用いない通信システムでは、受信装置100、500、500aはFEC部111を省略してもよい。位相雑音が無視するこ

とができない程度に大きい環境では、受信装置100, 500, 500aは、周波数推定部109の前に位相補償機能を設けて、受信信号の位相オフセットの変動に追従して、フィルタ出力またはフィルタ入力に、観測した基準位相からのずれ量を補正する処理を加えてもよい。またロールオフフィルタなど係数が固定された波形整形フィルタをRF回路部102よりも後段に備えてもよい。

[0099] また、上記の非線形歪み補償を伴う受信方式では、特に非線形歪みの大きいアンプの駆動電力で、かつ高いSNR (Signal-Noise Ratio) で動作する多値化、高符号化率の伝送方式では、高い性能改善効果を得られる。これに対して低多値化方式では白色雑音の影響が支配的となり、性能改善効果は限定的となる。DVB-S2伝送のように、変調方式を切り替え可能なシステムでは、フレームに含まれる変調方式情報 (MODCOD)、または符号化率の少なくとも1つを示す情報に基づいて、多値式フィルタの加算処理を停止することができるようにしてもよい。これにより、低いSNRで駆動する変調方式を用いる場合でも不必要な非線形歪み補償を停止することができ、通信性能を向上させることが可能になる。

符号の説明

[0100] 11 ヘッダ部、12 パイロット部、13 データ部、100, 500, 500a 受信装置、101 受信アンテナ、102 RF回路部、103, 503 タイミング制御部、104, 504 周波数制御部、105, 505 フレーム検出部、106, 106-1, 506 線形伝搬路推定部、107, 507 等化処理部、108, 508 タイミング推定部、109, 509 周波数推定部、110 デマッピング部、111 FEC部、112 参照信号生成部、113 線形フィルタ部、114 非線形フィルタ部、115 フィルタ加算部、116 線形フィルタ係数保持部、117 多項式フィルタ係数保持部、118, 518 フィルタ係数制御部、120, 520 同期処理部、201 既知信号抽出部、202 既知信号保持部、203 逆行列計算部、204 フィルタ係数算出部、301 帯域制

限フィルタ情報保持部、302 レプリカ生成部、303 伝搬路算出部、
304 伝搬路逆特性計算部、305 補間部、401 受信データ生成回
路、402 処理回路、403 受信結果格納装置、404 プロセッサ、
405 メモリ、406 ディスプレイ、507a 周波数推定用等化処理
部、510 位相制御部、530 制御情報保存部、TS0, TS1, TS
2 タイムスロット。

請求の範囲

- [請求項1] 線形フィルタ部と、非線形フィルタ部とを含み、受信信号の等化処理を行う等化処理部と、
- 受信信号に含まれる既知信号を用いて伝搬路推定を行い、前記線形フィルタ部のフィルタ係数を算出する線形伝搬路推定部と、
- 前記等化処理部が出力する信号に基づいて、周波数偏差を補正する同期処理を行う同期処理部と、
- を備え、
- 前記等化処理部は、前記線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号を前記同期処理部へ出力する第1等化処理を実行した後、予め定められた条件が満たされると、前記線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号と前記非線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号との加算結果を前記同期処理部へ出力する適応等化処理である第2等化処理を開始することを特徴とする受信装置。
- [請求項2] 前記同期処理部は、シンボルタイミング位相の推定結果に基づいて、タイミング位相を補償するタイミング制御部と、タイミング位相を補償後の信号を用いて周波数補正を行う周波数制御部と、
- を含むことを特徴とする請求項1に記載の受信装置。
- [請求項3] 前記等化処理部は、前記線形フィルタ部のフィルタ係数と、前記非線形フィルタ部のフィルタ係数とを制御するフィルタ係数制御部を有し、
- 前記フィルタ係数制御部は、前記第2等化処理において、前記線形フィルタ部のフィルタ係数の更新を開始した後、前記非線形フィルタ部のフィルタ係数の更新を開始することを特徴とする請求項1または2に記載の受信装置。
- [請求項4] 前記同期処理部は、前記線形フィルタ部がフィルタ係数の初期値を使用している状態で前記周波数偏差を推定する第1の周波数推定処理を行い、前記線形フィルタ部のフィルタ係数の更新が開始された後、

前記非線形フィルタ部のフィルタ係数の更新が開始される前に、前記周波数偏差を推定する第2の周波数推定処理を行う周波数推定部を有することを特徴とする請求項3に記載の受信装置。

[請求項5] 前記非線形フィルタ部は、メモリ多項式を用いた多項式フィルタであることを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

[請求項6] 前記受信信号に含まれる変調方式および符号化率の少なくとも1つを示す情報に基づいて、前記非線形フィルタ部を使用するか否かを切り替えることを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

[請求項7] 前記線形伝搬路推定部は、送信側の帯域制限フィルタの形状情報を用いて前記伝搬路推定を行うことを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

[請求項8] 前記線形伝搬路推定部は、オーバサンプルされた既知信号列を生成し、当該既知信号列に基づいて、前記帯域制限フィルタの影響を除く伝搬路成分を推定することを特徴とする請求項7に記載の受信装置。

[請求項9] 前記線形伝搬路推定部は、異なるタイミングオフセットで生成した複数の前記既知信号列を生成し、複数の前記既知信号列のそれぞれに基づいて、前記帯域制限フィルタの影響を除く伝搬路成分を推定することを特徴とする請求項8に記載の受信装置。

[請求項10] 予め定められた前記条件は、前記同期処理を開始してからの時間、前記同期処理を開始してからの処理サンプル数、および等化処理後の信号品質の少なくとも1つに基づくことを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

[請求項11] 前記受信信号は、時間的に非連続なバースト信号であり、
前記等化処理部に入力される受信信号の同期状態を示す同期情報と、
前記等化処理部のフィルタ係数とを保存する制御情報保存部、
をさらに備え、
前記同期処理部は、過去の受信信号を処理する際に保存された前記同期情報を使用して、現在の受信信号に対する前記同期処理を行い、

前記等化処理部は、過去の受信信号を処理する際に保存された前記フィルタ係数を使用して、現在の受信信号に対する前記第2等化処理を行うことを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載の受信装置。

[請求項12] 前記同期情報は、前記等化処理部に入力される受信信号の位相情報を含み、

前記制御情報保存部に保存されている過去の受信信号の位相情報と、現在の受信信号の位相情報との差分に基づいて、現在の受信信号の位相を制御する機能を有する位相制御部、

をさらに備えることを特徴とする請求項11に記載の受信装置。

[請求項13] 前記同期情報は、前記等化処理部に入力される受信信号のシンボルタイミングを示すタイミング情報を含み、

シンボルタイミングのずれを推定して推定結果を示すタイミング情報を生成するタイミング推定部と、

前記制御情報保存部に保存されている過去の受信信号のタイミング情報と、前記タイミング推定部が出力する現在の受信信号のタイミング情報との差分に基づいて、現在の受信信号のサンプリングタイミングを変化させるタイミング制御部と、

をさらに備えることを特徴とする請求項11または12に記載の受信装置。

[請求項14] 前記等化処理部の前記線形フィルタ部のフィルタ係数と、前記非線形フィルタ部のフィルタ係数とをキャプチャし、キャプチャしたフィルタ係数を用いて、フィルタ係数を固定した状態でフィルタリングした周波数推定用の信号を出力する周波数推定用等化部、

をさらに備えることを特徴とする請求項1から13のいずれか1項に記載の受信装置。

[請求項15] 時間的に非連続に到来するバースト信号を受信する受信装置であって、

線形フィルタ部と非線形フィルタ部とを含み、受信信号の等化処理を行う等化処理部と、

入力される受信信号を補正する同期処理を行う同期処理部と、
前記等化処理部に入力される受信信号の同期状態を示す同期情報と、
前記等化処理部のフィルタ係数とを保存する制御情報保存部と、
を備え、

前記同期処理部は、過去の受信信号を処理する際に前記制御情報保存部に保存された前記同期情報を用いて、現在の受信信号に対する前記同期処理を行い、

前記等化処理部は、過去の受信信号を処理する際に前記制御情報保存部に保存された前記フィルタ係数を使用して、前記線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号と前記非線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号との加算結果を前記同期処理部へ出力する適応等化処理を行うことを特徴とする受信装置。

[請求項16] 前記同期情報は、前記等化処理部に入力される受信信号のサンプリングタイミングを示すタイミング情報、前記受信信号の位相情報、および前記受信信号の周波数情報を含み、

前記フィルタ係数は、前記線形フィルタ部のフィルタ係数と、前記非線形フィルタ部のフィルタ係数とを含むことを特徴とする請求項15に記載の受信装置。

[請求項17] 受信信号を受信する受信装置が、
前記受信信号に含まれる既知信号を用いて伝搬路推定を行い、線形フィルタ部のフィルタ係数を算出するステップと、

算出したフィルタ係数を用いた第1等化処理において線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号に基づき周波数偏差を補正する同期処理を行うステップと、

予め定められた条件が満たされると、前記線形フィルタ部によりフィルタリングされた受信信号と非線形フィルタ部によりフィルタリン

グされた受信信号との加算結果を等化処理の結果として出力する第2等化処理を開始するステップと、

前記線形フィルタ部および前記非線形フィルタ部のフィルタ係数を適応アルゴリズムを用いて更新するステップと、

を実行することを特徴とする受信信号処理方法。

[請求項18]

時間的に非連続なバースト信号を受信する受信装置が、

前記更新するステップを実行した後に、

前記線形フィルタ部および前記非線形フィルタ部を含む等化処理部に入力された信号の同期状態を示す同期情報と、前記等化処理部のフィルタ係数とを制御情報保存部に保存するステップと、

受信信号が入力されると、当該受信信号のサンプリングタイミングおよび位相を推定するステップと、

前記制御情報保存部に保存されている、過去に推定したタイミング位相情報および位相情報を読み込み、現在の受信信号の推定値と比較するステップと、

比較結果に基づいて、受信信号を補正するステップと、

前記制御情報保存部に保存されている過去のフィルタ係数を用いて、補正後の前記受信信号に対して等化処理を行い、前記線形フィルタ部および前記非線形フィルタ部のフィルタ係数を適応アルゴリズムを用いて更新するステップと、

を繰り返し実行することを特徴とする請求項17に記載の受信信号処理方法。

[請求項19]

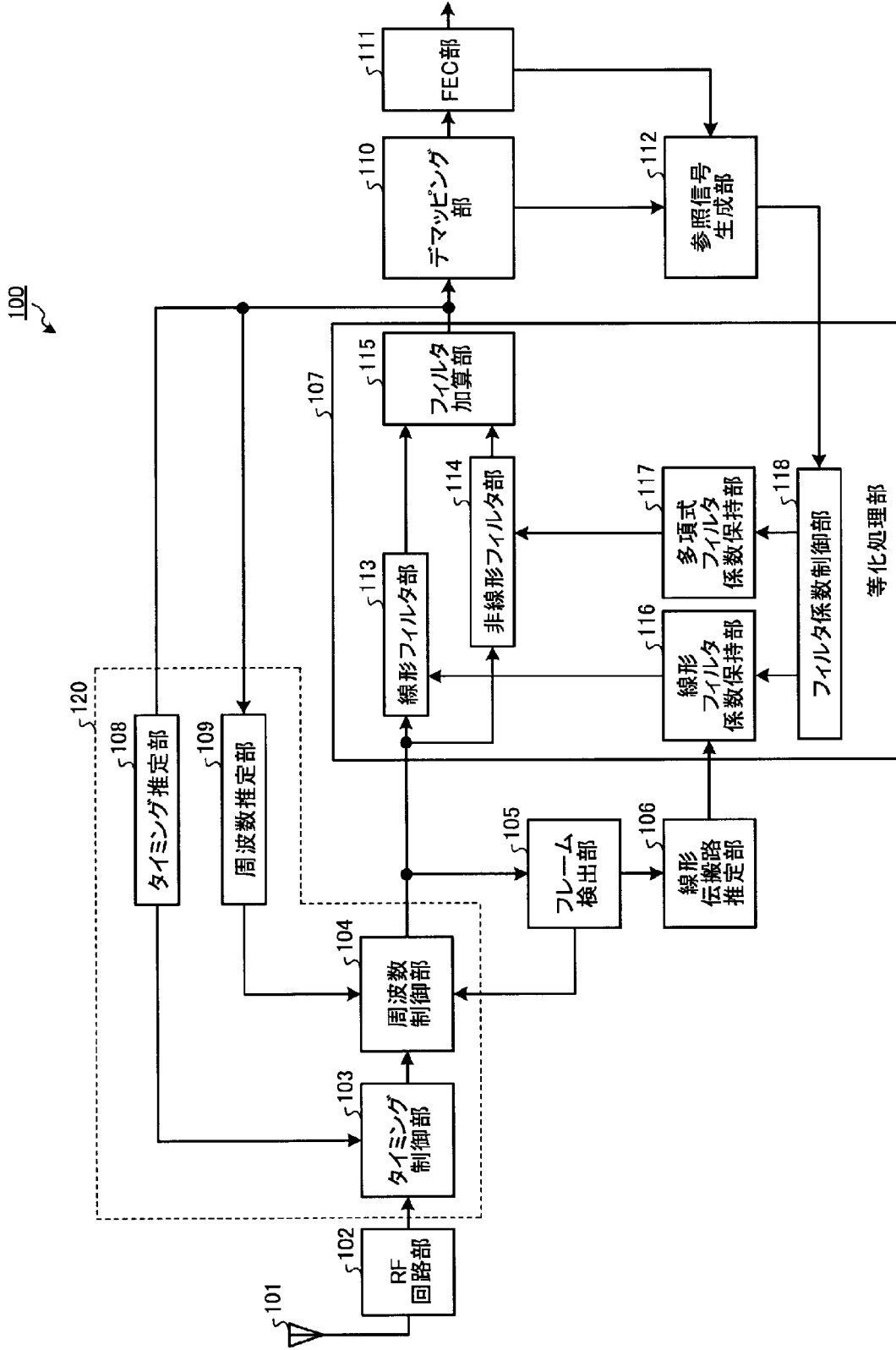
時間的に非連続なバースト信号を受信する受信装置が、

受信信号に含まれる既知信号を用いて受信信号のサンプリングタイミングおよび位相を推定するステップと、

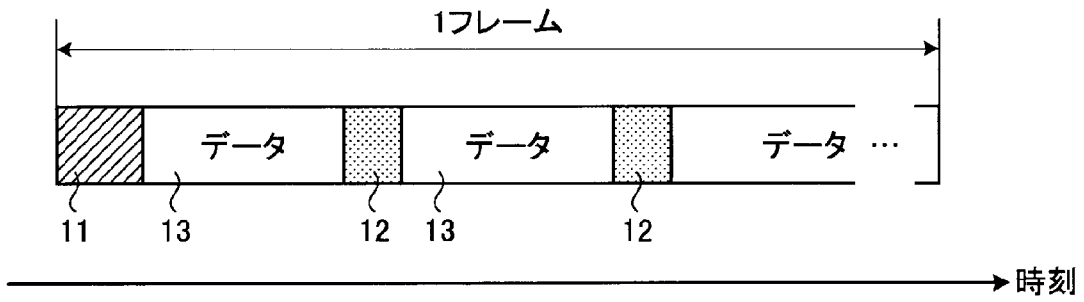
制御情報保存部に保存された、過去に推定したサンプリングタイミングおよび位相を示す情報を読み込み、現在の受信信号のサンプリングタイミングおよび位相の推定結果と比較するステップと、

比較結果に基づいて、受信信号を補正するステップと、
前記制御情報保存部に保存されている過去のフィルタ係数を用いて、補正した前記受信信号に等化処理を行い、線形フィルタ部および非線形フィルタ部のそれぞれのフィルタ係数を適応アルゴリズムを用いて更新するステップと、
前記推定するステップにおいて推定された前記サンプリングタイミングを示すタイミング位相情報および前記位相を示す位相情報と、前記受信信号の周波数情報と、前記フィルタ係数とを前記制御情報保存部に保存するステップと、
を繰り返し実行することを特徴とする受信信号処理方法。

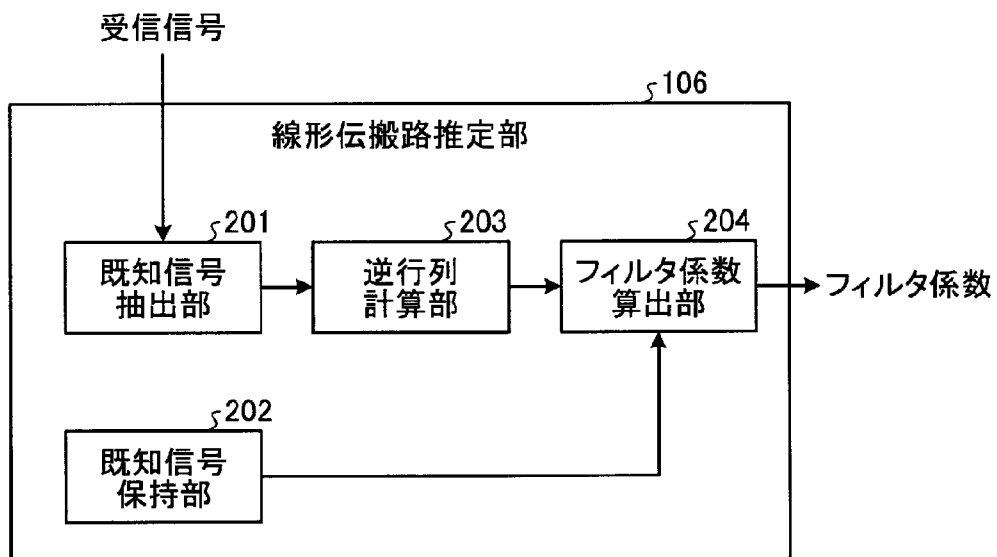
[図1]



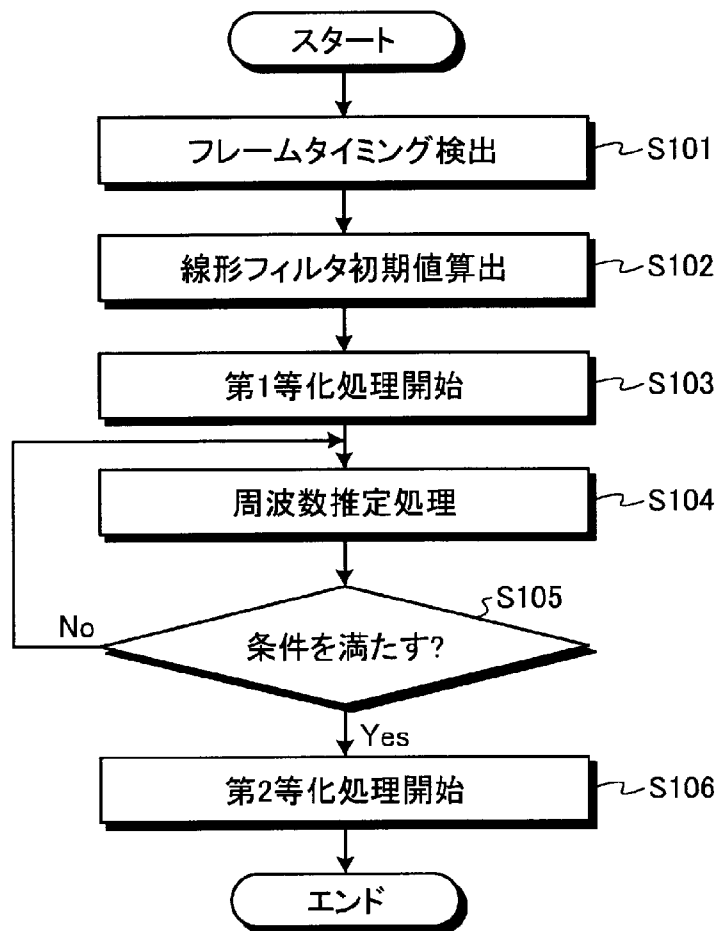
[図2]



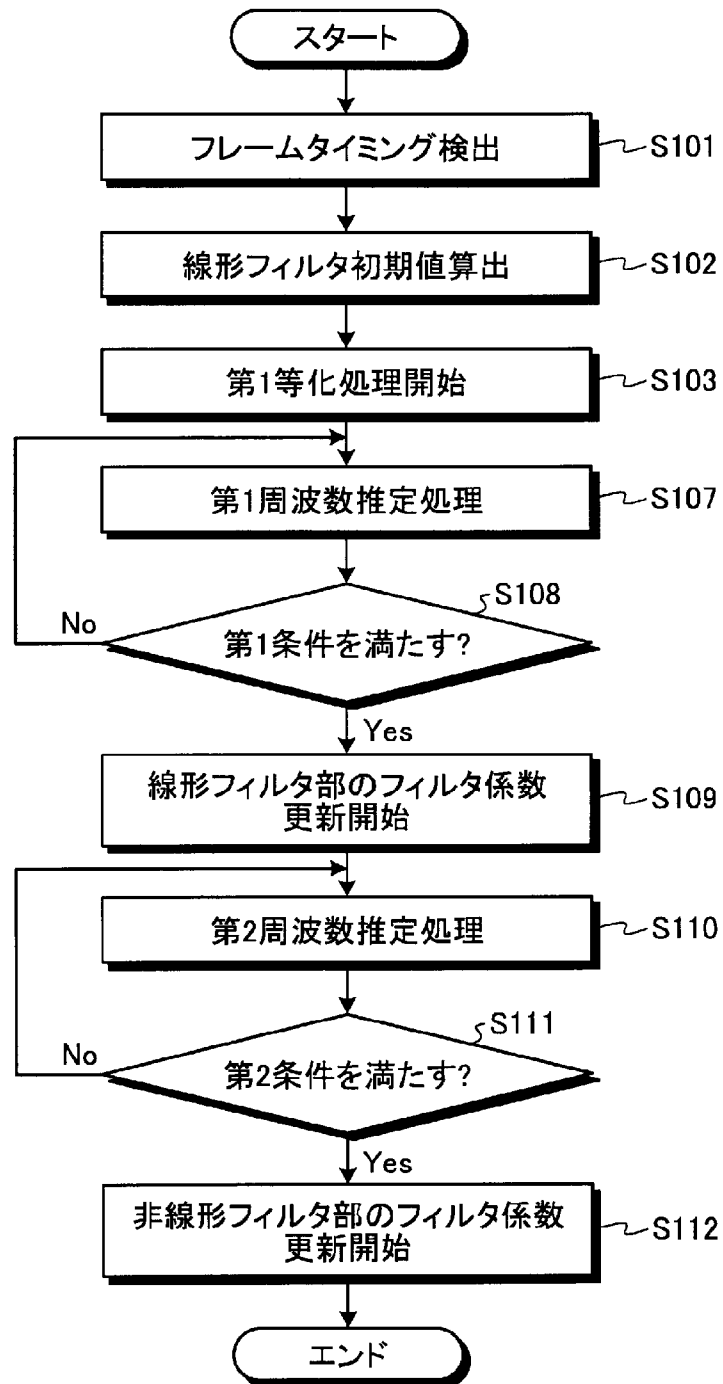
[図3]



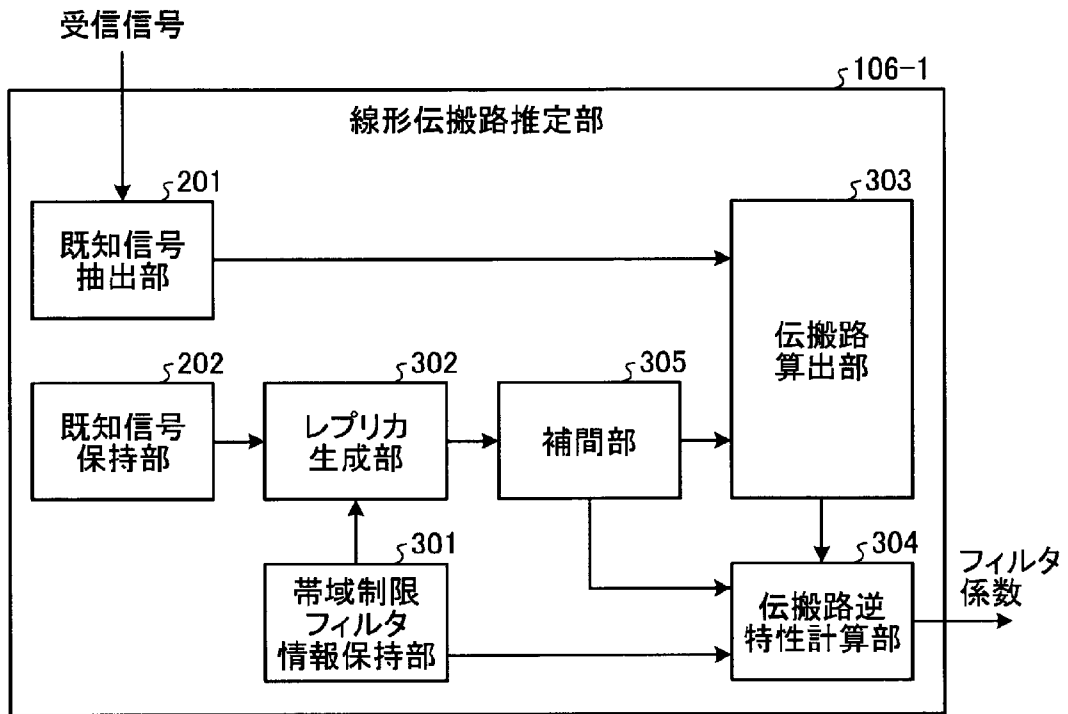
[図4]



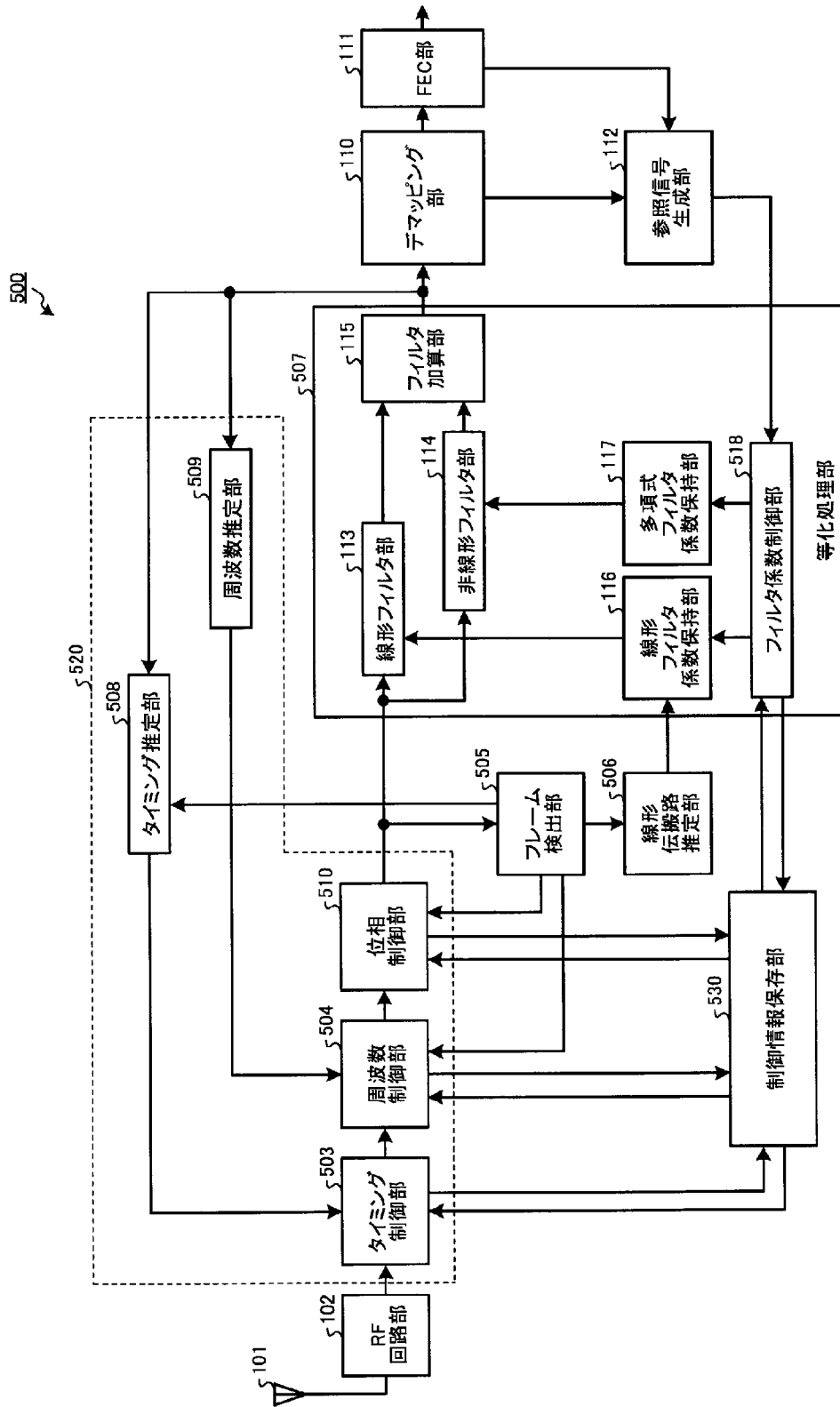
[図5]



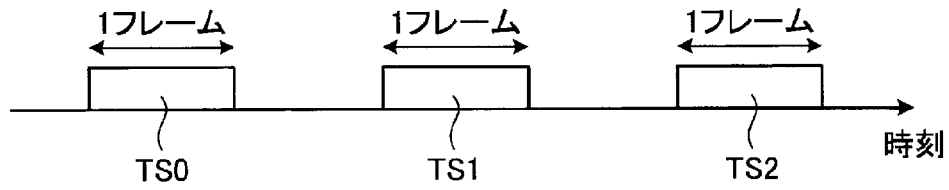
[図6]



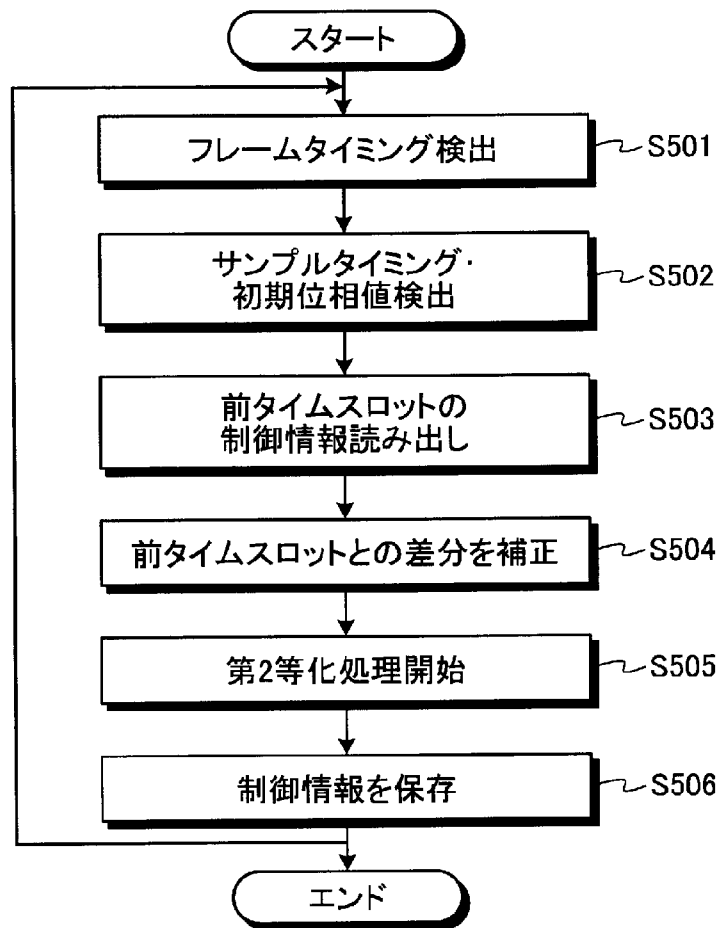
[図7]



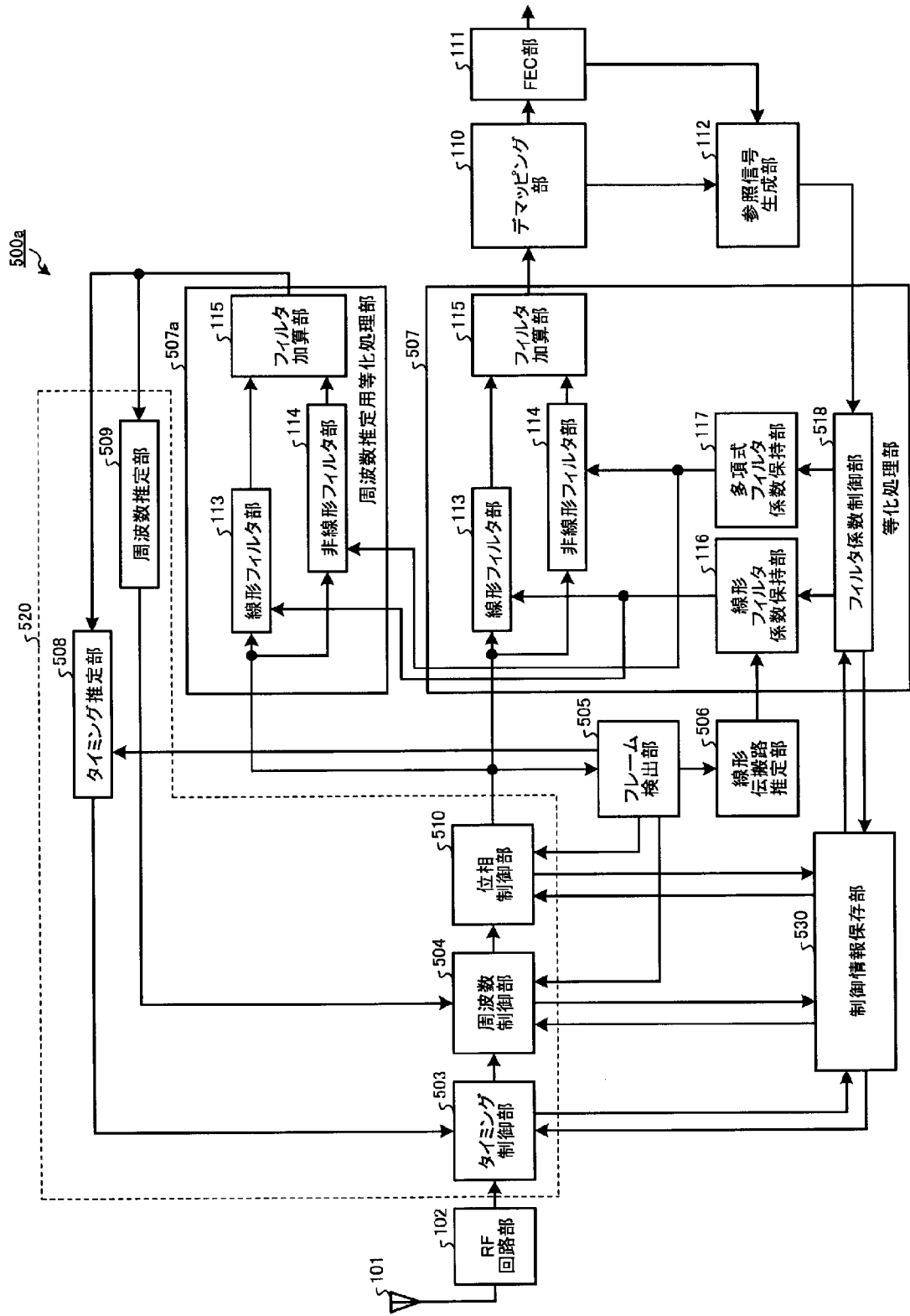
[図8]



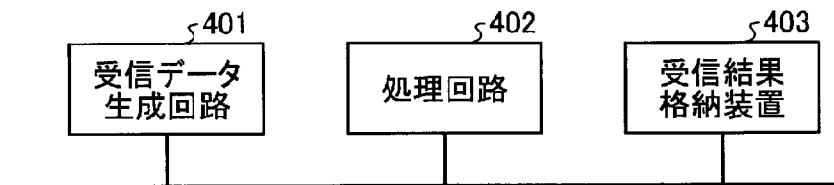
[図9]



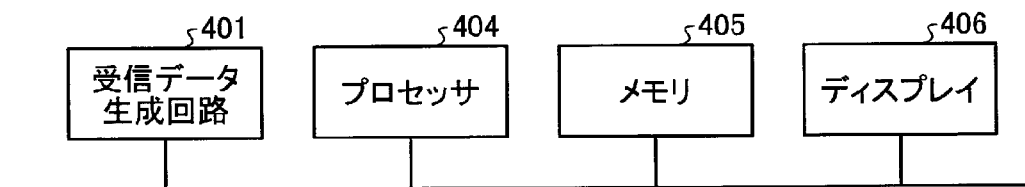
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040872

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. H04B1/76(2006.01)i, H04B7/005(2006.01)i, H04B7/08(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. H04B1/76, H04B7/005, H04B7/08		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996		
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018		
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018		
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-204902 A (NEC CORPORATION) 22 July 1994, entire text & EP 604956 A2, entire text & DE 69334067 T	1-19
A	JP 5-327416 A (SONY CORPORATION) 10 December 1993, entire text (Family: none)	1-19
A	WO 2017/130314 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 03 August 2017, entire text (Family: none)	1-19
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27.11.2018		Date of mailing of the international search report 04.12.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040872

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-336563 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 25 November 2004, entire text & EP 1475896 A2, entire text & CN 1551517 A	6
A	JP 2006-295766 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 26 October 2006, entire text (Family: none)	11-16, 18-19
A	JP 2006-140910 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 01 June 2006, entire text (Family: none)	11-16, 18-19
A	JP 8-274693 A (FUJITSU LIMITED) 18 October 1996, entire text (Family: none)	11-16, 18-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04B1/76(2006.01)i, H04B7/005(2006.01)i, H04B7/08(2006.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04B1/76, H04B7/005, H04B7/08										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018年	日本国実用新案登録公報	1996-2018年	日本国登録実用新案公報	1994-2018年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2018年									
日本国実用新案登録公報	1996-2018年									
日本国登録実用新案公報	1994-2018年									
国際調査で使用了電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 6-204902 A（日本電気株式会社）1994.07.22, 全文 & EP 604956 A2 全文 & DE 69334067 T	1-19								
A	JP 5-327416 A（ソニー株式会社）1993.12.10, 全文（ファミリーなし）	1-19								
A	WO 2017/130314 A1（三菱電機株式会社）2017.08.03, 全文（ファミリーなし）	1-19								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願										
の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 27.11.2018	国際調査報告の発送日 04.12.2018									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 鴨川 学 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	5K 6307								

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-336563 A (松下電器産業株式会社) 2004. 11. 25, 全文 & EP 1475896 A2 全文 & CN 1551517 A	6
A	JP 2006-295766 A (松下電器産業株式会社) 2006. 10. 26, 全文 (ファミリーなし)	11-16, 18-19
A	JP 2006-140910 A (松下電器産業株式会社) 2006. 06. 01, 全文 (ファミリーなし)	11-16, 18-19
A	JP 8-274693 A (富士通株式会社) 1996. 10. 18, 全文 (ファミリーなし)	11-16, 18-19