

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4068451号
(P4068451)

(45) 発行日 平成20年3月26日(2008.3.26)

(24) 登録日 平成20年1月18日(2008.1.18)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 B 7/08 (2006.01)

H O 4 B 7/08

D

H O 4 J 11/00 (2006.01)

H O 4 J 11/00

Z

請求項の数 22 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-505407 (P2002-505407)
 (86) (22) 出願日 平成13年6月22日 (2001.6.22)
 (65) 公表番号 特表2004-502327 (P2004-502327A)
 (43) 公表日 平成16年1月22日 (2004.1.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2001/007123
 (87) 国際公開番号 W02002/001749
 (87) 国際公開日 平成14年1月3日 (2002.1.3)
 審査請求日 平成16年3月12日 (2004.3.12)
 (31) 優先権主張番号 0016239.6
 (32) 優先日 平成12年6月30日 (2000.6.30)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(73) 特許権者 399040520
 ノキア コーポレーション
 フィンランド共和国、O 2 1 5 O エスポー、
 ケイララハデンチエ 4
 (74) 代理人 100065226
 弁理士 朝日奈 宗太
 (74) 代理人 100098257
 弁理士 佐木 啓二
 (72) 発明者 ヘンリクソン、ユッカ
 フィンランド共和国、フィン-O 2 1 4 O
 エスポー、クルキヨエンチエ 1 9 セー

審査官 原田 聖子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイバーシティ受信機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各々がマルチ搬送波信号からデータおよび基準信号を抽出すべく作動可能であり、抽出されたデータ信号の第1および第2のセットおよび基準信号の第1および第2のセットを生成する第1および第2のダイバーシティ・ブランチを有し、
 抽出されたデータ信号の前記第1のセットは第1のデータ信号を含み、抽出されたデータ信号の前記第2のセットは第2のデータ信号を含み、前記第1、第2のデータ信号はマルチ搬送波信号の同じ周波数の搬送波から抽出される、
 データおよび基準信号を伝送するマルチ搬送波信号を受信するための受信機であって、前記第1、第2のセットの各々の複数の基準信号に基づく計算プロセスによって、前記第1、第2のセットの基準信号の第1の信号および第2の信号の補正に各々対応する、前記第1および第2のダイバーシティ・ブランチの各々の第1および第2のデータ信号の搬送波の信頼レベルを決定するためのプロセッサと、
 決定された信頼レベルにしたがって、前記第1および第2のデータ信号を結合させるためのコンバイナとを備え、
 前記第1と第2のデータ信号の搬送波が、1つの周波数と関連づけられ、前記複数の基準信号が、前記第1または第2の基準信号と、前記周波数と隣接する周波数を有する搬送波に対する基準信号の第1または第2のセットから追加される複数の基準信号とからなることを特徴とする受信機。

【請求項 2】

前記計算に使用される複数の基準信号の数が 1 ないし 7 である請求項 1 記載の受信機。

【請求項 3】

前記計算プロセスは前記複数の基準信号の中央値を決定する請求項 1 または 2 記載の受信機。

【請求項 4】

前記コンバイナは、結合に先立って抽出された各データ信号に加重を行なう請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の受信機。

【請求項 5】

前記コンバイナは、決定された信頼性の差分が予め決められたしきい値を下回る場合には、抽出されたデータ信号の第 1 および第 2 のセットから第 1 および第 2 のデータ信号を第 1 の方法で結合し、かつ決定された信頼性の差分が予め決められたしきい値を上回る場合には、抽出されたデータ信号の第 1 および第 2 のセットからデータ信号を第 2 の方法で結合する請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の受信機。

【請求項 6】

前記結合の第 1 の方法は最大比率結合 (MRC) である請求項 5 記載の受信機。

【請求項 7】

前記結合の第 1 の方法は等利得結合 (EGC) である請求項 5 記載の受信機。

【請求項 8】

前記結合の第 2 の方法は、信号選択によるものである請求項 5 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の受信機。

【請求項 9】

前記プロセッサはフィルタである請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の受信機。

【請求項 10】

少なくとも 3 つの前記ダイバーシティ・ブランチを備える請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の受信機。

【請求項 11】

直交周波数分割多重 (OFDM) 信号を受信するように適合化された請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の受信機。

【請求項 12】

各々がマルチ搬送波信号からデータおよび基準信号を抽出すべく作動可能であり、抽出されたデータの第 1 および第 2 のセットおよび基準信号の第 1 および第 2 のセットを生成する第 1 および第 2 のダイバーシティ・ブランチを有し、

前記抽出されたデータ信号の第 1 のセットは第 1 のデータ信号を含み、第 2 の抽出されたデータ信号のセットは第 2 のデータ信号を含み、前記第 1、第 2 のデータ信号はマルチ搬送波信号の同じ搬送波から抽出される、

受信機でデータおよび基準信号を伝送するマルチ搬送波信号を受信する方法であって、前記第 1、第 2 のセットの各々から複数の基準信号に基づく計算プロセスによって、第 1 および第 2 のセットの基準信号から各々第 1、第 2 の基準信号の補正に対応する、第 1 および第 2 のダイバーシティ・ブランチの各々の第 1 および第 2 のデータ信号の搬送波の信頼レベルを決定することと、

決定された信頼レベルにしたがって、抽出されたデータ信号の第 1 および第 2 のセットからの第 1 および第 2 のデータ信号を結合させることを含む方法。

【請求項 13】

前記第 1 および第 2 のデータ信号の搬送波が、1 つの周波数と関連づけられ、前記複数の基準信号が、前記第 1 または第 2 の基準信号と、前記周波数と隣接する周波数を有する搬送波に対する基準信号の第 1 または第 2 のセットから追加される複数の基準信号とからなることを特徴とする請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】

前記複数の基準信号の数が、1 ないし 7 個である請求項 12 または 13 記載の方法。

【請求項 15】

前記決定する工程は、前記複数の基準信号の中央値を決定することを含む請求項 1 2 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 6】

結合に先立って抽出された各データ信号に加重を行なうことをさらに含む請求項 1 2 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記結合する工程は、決定された信頼性の差分が予め決められたしきい値を下回る場合には、第 1 および第 2 のデータ信号を第 1 の方法で結合し、かつ決定された信頼性の差分が予め決められたしきい値を上回る場合には、第 1 および第 2 のデータ信号を第 2 の方法で結合する請求項 1 2 ~ 1 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 1 8】

前記結合する第 1 の方法は最大比率結合 (MRC) を実行する請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 1 9】

前記結合する第 1 の方法は等利得結合 (EGC) を実行する請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 2 0】

前記結合する第 2 の方法は信号の選択を実行する請求項 1 7 ~ 1 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記決定する工程は、基準信号を濾波することをさらに含む請求項 1 2 ~ 2 0 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 2 2】

直交周波数分割多重 (OFDM) 信号を受信するための請求項 1 2 ~ 2 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は受信機に関し、より特定のには改良されたダイバーシティ受信機に関する。

【0002】

直交周波数分割多重 (OFDM) 式送受信は、多くのタイプの放送システムで使用されている確立された技術である。OFDM は、多くの地上デジタル・ビデオ放送 (DVB-T) システムにおいて変調方法として採用されている。DVB-T の仕様 (ETSI EN 300 744) はその送信特性のさらなる詳細を提示しており、本明細書に参照用として編入されている。

30

【0003】

OFDM は、情報が多数の別々の周波数の搬送波上で伝送される方式である。送信される情報は分割され、情報の一部が各搬送波上で伝送される。OFDM 受信機は、搬送波の各々から情報の一部を受信し、これらを再度結合してもとの信号を再生する。OFDM 信号は、特に劣悪なチャネル環境において自らを極めて弾性に富むものにするという特性を有している。しかしながら、OFDM 送受信をさらに向上させ得る改良が今も求められている。これは特に、移動式および携帯式受信機の場合に有益である。

【0004】

40

環境によっては、マルチパス反射またはシャドーイングに曝される場合のように、幾分かの搬送波は低電力で受信される可能性がある。こうしたケースでは、ダイバーシティ受信機により約 3 dB ないし 6 dB の改善をもたらすことができる。6 dB という値は、通信チャネルが苛酷なマルチパス・フェージング下にありかつ移動受信状態にあるケースに関連している。ダイバーシティ受信機は、効果的には、各々がその固有のアンテナを有する 2 つ以上の別々の受信機またはダイバーシティ・ブランチを備えている。各ダイバーシティ・ブランチからの受信された各搬送波セットは、つぎに、復調を実行できるようなよりロバストな搬送波セットを生成する試みにおいて、つぎの 3 つの一般的な結合方法、すなわち最大比率結合 (MRC)、搬送波選択 (CS) または等利得結合 (EGC) のうちの 1 方法を使用して結合される。

50

【 0 0 0 5 】

雑音レベルが両ダイバーシティ・ブランチで同じであるか、または高い信頼度で決定されていれば、純粋最大比率結合が理想的である。加えて、各搬送波におけるチャネル・レベルに関する正確な認識も必要とされる。移動端末においては、信号の歪みは付加的雑音のみでなくドップラー効果からももたらされる。また、低レベル搬送波の電力の推定はより高い電力の搬送波の場合ほど正確でない点も問題である。電力推定の誤差は、純粋最大比率結合の性能を低下させる。低電力搬送波の場合は、ドップラー効果による影響もまたより大きくなる。

【 0 0 0 6 】

したがって、本発明の目的の一つは、改良されたダイバーシティ受信機を提供することにある。

10

【 0 0 0 7 】

〔 発明の開示 〕

本発明の第 1 の態様によれば、各々がマルチ搬送波信号からデータおよび基準信号を抽出すべく作動可能であり、これにより抽出されたデータおよび基準信号の第 1 および第 2 のセットを生成する第 1 および第 2 のダイバーシティ・ブランチを有する、データおよび基準信号を伝送するマルチ搬送波信号を受信するための受信機が提供され、本受信機は、抽出された基準信号の各セットから、抽出された基準信号の信頼性の推定値を決定するためのプロセッサと、決定された推定値にしたがって、抽出されたデータ信号の第 1 および第 2 のセットからのデータ信号を結合させるためのコンバイナとを備えている。

20

【 0 0 0 8 】

本発明の第 2 の態様によれば、各々がマルチ搬送波信号からデータおよび基準信号を抽出すべく作動可能であり、これにより抽出されたデータおよび基準信号の第 1 および第 2 のセットを生成する第 1 および第 2 のダイバーシティ・ブランチを有する受信機でデータおよび基準信号を伝送するマルチ搬送波信号を受信する方法が提供され、本方法は、抽出された基準信号の各セットから、抽出された基準信号の信頼性の推定値を決定することと、決定された推定値にしたがって、抽出されたデータ信号の第 1 および第 2 のセットからのデータ信号を結合させることを含んでいる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、ダイバーシティ・ブランチからのデータ信号が結合されることが可能な改良された方法を効果的に提供する。抽出された基準値を濾波することにより、任意の誤った基準値による影響は大幅に低減される。さらに、データ信号の結合は、推定された各搬送波の信頼度に依存して多くの異なる方法で実行される。この方法では、誤った搬送波または妨害された搬送波が、影響を受けていない搬送波に過度に影響を及ぼすことはない。こうしたシステムは、ドップラー効果による性能低下が一般的である移動受信機に特に効果的である。本発明は、先行技術によるダイバーシティ受信機よりも改良された性能を提供する。

30

【 0 0 1 0 】

〔 発明を実施するための最良の形態 〕

つぎに、添付の図面を参照して本発明を例示目的で説明する。

40

【 0 0 1 1 】

図 1 は、先行技術によるダイバーシティ受信機の一例 1 0 0 を示すブロック図である。ダイバーシティ受信機 1 0 0 は、事実上 2 つの別々の OFDM 受信機である 2 つのダイバーシティ・ブランチ 1 1 8 および 1 2 0 を備えている。ブランチ 1 1 8 および 1 2 0 の機能は同等のものであるため、以下、ブランチ 1 1 8 についてのみ説明する。

【 0 0 1 2 】

パイロット値およびデータ値を含む OFDM 信号 1 0 2 は、高速フーリエ変換 (FFT) モジュール 1 0 4 によって受信され、このモジュール 1 0 4 は受信されたパイロット値およびデータ値をデマップ (変換) して抽出されたパイロット (または基準) 値およびデータ値を生成する。チャネル推定器 1 0 8 は、各搬送波ロケーションにおけるチャネル伝達

50

関数の振幅および位相に関する情報を提供する。本チャネル推定器は、基準搬送波のロケーションのみに関する情報を提供する場合もあれば、結果を補間してあらゆる搬送波の位置に関する情報を提供する場合もある。

【 0 0 1 3 】

ソフトビット発生器 1 0 6 は、抽出された記号データからソフトビット・データ値を発生させる。典型的には、抽出されたデータ値の各々について 4 ビットのソフトデータ値が生成される。チャネル推定器 1 0 8 によって供給されたチャネル推定値は、任意のチャネル歪みを補正するためにソフトビット発生器 1 0 6 に供給される。これにより、ソフトビット発生器 1 0 6 はより正確なソフトデータ値を供給することができる。

【 0 0 1 4 】

補正されたチャネルのソフトデータ値は、ダイバーシティ・ブランチ 1 2 0 によって発生されたソフトデータ値と共に加算または最大比率結合 (M R C) モジュール 1 1 0 に入力される。M R C モジュールは、向上した精度を提供するために、ダイバーシティ・ブランチ 1 1 8 および 1 2 0 の各々からの各ソフトデータ値を結合する。

【 0 0 1 5 】

結合されたデータ値は、つぎにデインタリーバ 1 1 2 によってデインタリーブされ、さらにピタビ・デコーダ 1 1 4 で復調されて出力信号 1 1 6 が生成される。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、本発明の第 1 の態様によるダイバーシティ受信機 2 0 0 のブロック図である。ダイバーシティ受信機 2 0 0 は、2 つのダイバーシティ・ブランチ 2 1 8 および 2 2 0 を備えている。これらのダイバーシティ・ブランチは同等のものであるため、以下、ブランチ 2 1 8 についてのみ説明する。

【 0 0 1 7 】

パイロット値およびデータ値を含む O F D M 信号 2 0 2 は、高速フーリエ変換 (F F T) モジュール 2 0 4 によって受信され、このモジュール 2 0 4 は受信されたパイロット値およびデータ値をデマップ (変換) して抽出されたパイロット値およびデータ値を生成する。チャネル推定器 2 0 8 は、抽出されたパイロット値を使用してチャネル歪みの推定値を供給する。ソフトビット発生器 2 0 6 は、抽出された記号データからソフトビット・データ値を発生させる。典型的には、抽出されたデータ値の各々について 4 ビットのソフトデータ値が生成される。チャネル推定器 2 0 8 によって供給されたチャネル推定値はソフトビット発生器 2 0 6 に供給され、任意のチャネル歪みが補正される。これにより、ソフトビット発生器 2 0 6 はより正確なソフトデータ値を供給することができる。

【 0 0 1 8 】

チャネル推定器は、任意のチャネル歪みに関する受信された基準信号を補正し、補間プロセスによって各データ値に対応する基準値を生成する。補間された各基準値は、データ値に対応するチャネルの特性の指示を提供する。

【 0 0 1 9 】

補正されたチャネルの基準値はチャネル推定器 2 0 8 から出力され、フィルタ 2 2 2 によって濾波される。濾波された基準値はルータ 2 2 4 に供給され、ルータ 2 2 4 は、一方または双方の搬送波値をコンバイナ 2 1 0 に経路指定するかどうかを決定する。フィルタ 2 2 2 およびルータ 2 2 4 については、後にさらに詳しく説明する。

【 0 0 2 0 】

コンバイナ 2 1 0 は、ルータ 2 2 4 から受信された搬送波値にしたがってダイバーシティ・ブランチ 2 1 8 および 2 2 0 双方からのソフトデータ値を結合させる。

【 0 0 2 1 】

結合されたデータ値は、つぎにデインタリーバ 2 1 2 によってデインタリーブされ、さらにピタビ・デコーダ 2 1 4 で復調されて出力信号 2 1 6 が生成される。ある代替実施形態では、ソフトビット発生器 2 0 6 はコンバイナ 2 1 0 の後に配置されてもよい。

【 0 0 2 2 】

フィルタ 2 2 2 は、多数の基準値について各基準値の値を「平均する」ことにより、歪曲

10

20

30

40

50

された、または劣化したパイロット値に起因して発生するチャネル推定値における偶発的誤差の影響を低減させる。このような偶発的誤差は、特に、比較的長いマルチパス遅延差に曝されるチャネルのような頻繁な増減変動を有するチャネル伝達関数によって多くの状況で発生する。フィルタは基準値上に移動平均ウィンドウ (sliding window) として効果的に作用し、あらゆる偶発的な誤った基準値を平滑化する。

【 0 0 2 3 】

フィルタ 2 2 2 では、振幅 c_k を有する各搬送波 k について信頼レベル c_k が計算される。ある好適な実施形態では、信頼レベルは下記のように計算される。

$$c_k = \text{メジアン} (c_{k-m}, c_{k-m+1}, \dots, c_k, \dots, c_{k+m}) \quad \text{式 (1)}$$

ただし、 c_{k-1} および c_{k+1} は隣接する搬送波である。これらは、振幅および位相情報の双方を含む複素数値である。さらに、現在の搬送波より上および下の m 個の搬送波も利用される。好適には、 m は 1 から 7 までの小さい値であり、かつ中央値を求めるプロセスを単純にするために奇数であることが好ましい。代替として偶数の使用も可能であるが、フィルタの複雑性は僅かに増大する。濾波の効果は、あらゆる異常値を平滑化することにある。

【 0 0 2 4 】

濾波された基準値は、もう一方のダイバーシティ・ブランチ 2 2 0 からの対応する濾波された基準値と共にルータ 2 2 4 へ供給される。

【 0 0 2 5 】

ルータ 2 2 4 は、各ダイバーシティ・ブランチからの対応する基準値の信頼レベルを比較する。この比較の結果にしたがって、各ダイバーシティ・ブランチからの各基準値に対応するデータ値が、コンバイナ 2 1 0 において多くの方法のうちの 1 つの方法により結合される。

【 0 0 2 6 】

信頼レベルの差が所定のしきい値 T を上回っていれば、低い方の信頼レベルを有するブランチが、例えば送信のあいだにドップラー・シフトに起因して劣化されていたものと思われる。この場合は、2 つのブランチのうちの良質である方のみがコンバイナ 2 1 0 へ経路指定され、コンバイナ 2 1 0 は単により高い信頼レベルを有する信号を選択する。コンバイナ 2 1 0 はまた、選択された信号に付加的な加重 (重要度) を与える場合がある。

【 0 0 2 7 】

信頼レベルの差がしきい値 T を下回っていれば、何れのブランチでも受信された現行基準値が送信のあいだに干渉によって大きくは影響されなかったものと思われる。この場合は、各ダイバーシティ・ブランチからの信号がコンバイナ 2 1 0 へと経路指定され、加重平均を使用して結合される。

【 0 0 2 8 】

加重平均値を計算することのできる一方法は、下記の通りである。

【 0 0 2 9 】

【 数 1 】

$$\text{平均値} = \frac{c_k^{(1)} y_k^{(1)} + c_k^{(2)} y_k^{(2)}}{2} \quad (2)$$

【 0 0 3 0 】

ただし、 $c_k^{(n)}$ はダイバーシティ・ブランチ n からの搬送波 k に関する基準値であり、 $y_k^{(n)}$ はソフトビット・データ値である。

【 0 0 3 1 】

代替として、単に等利得結合 (EGC) を使用し、例えば両ブランチに対して 1 または 0.5 の加重値を使用する方法もある。

【 0 0 3 2 】

したがって、所定の搬送波の信頼レベル差が小値であれば、コンバイナ 210 において、各ダイバーシティ・ブランチからの搬送波の最大比率結合 (MRC) または EGC が実行される。信頼レベルの差が大きければ、搬送波の選択が行なわれ、コンバイナは最強の信号を選択し、これに付加的な加重が加えられる可能性がある。

【0033】

ある代替実施形態では、フィルタ 222 は、多数の基準値の平均値を計算する。さらに他の実施形態では、フィルタ 222 において信頼係数の算出に使用される基準値の数 m がチャネル条件の特性に依存して動的に変えられる。このような特性は、チャネル推定器 208 によって取得されることが可能である。例えば、妨害された送信チャネルでは、使用される基準値の数 m を増加させて任意の歪曲された基準値による影響を広域に拡散させることができる。代替として、極めてクリーンなチャネルでは、基準信号の数 m を減少させることができる。

10

【0034】

当業者には、フィルタ 222 により線形および非線形の両方の濾波操作を含む他の濾波操作が実行され得ることも認識されるであろう。フィルタ 222 は、例えばマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサまたは他の適切なプロセス手段を使用して実施されることが可能である。当業者には、本明細書に説明された発明的概念を逸脱することなく他の加重および結合スキームを使用可能であることも認識されるであろう。また、本発明は OFDM および DVB-T 技術に関連して説明されているが、任意の離散的マルチトーンまたはマルチ搬送波信号にも等しく適用可能であることが認識されるであろう。さらに、さらなるダイバーシティ・ブランチを追加し、上述の通りの本発明にしたがって各ブランチからの結果を結合し、濾波することも可能である。

20

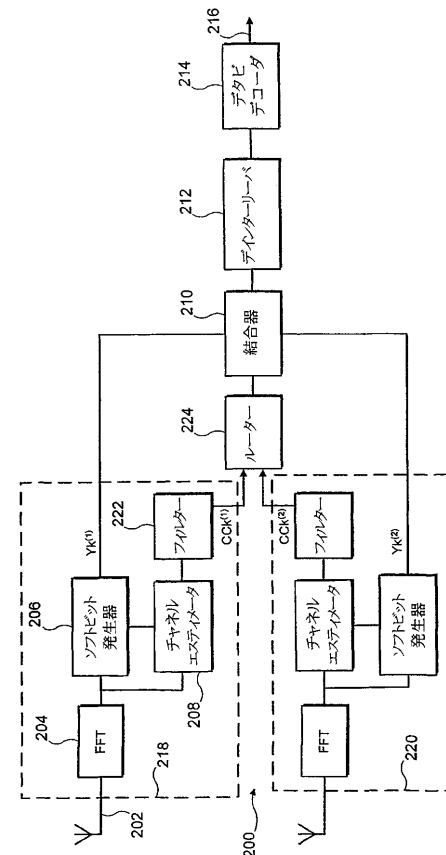
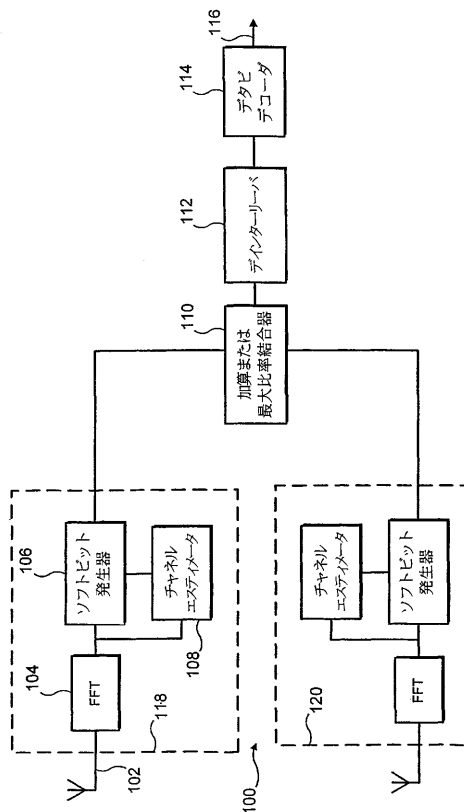
【図面の簡単な説明】

【図 1】 先行技術によるダイバーシティ受信機の一例を示すブロック図である。

【図 2】 本発明の第 1 の態様によるダイバーシティ受信機のブロック図である。

【図 1】

【図 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2002-530933(JP,A)
特表2002-528999(JP,A)
特開平09-321679(JP,A)
特開平11-289212(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B 7/02-7/12
H04J 11/00