

(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2010-239272

(P2010-239272A)

(43) 公開日 平成22年10月21日(2010.10.21)

(51) Int.Cl.
H04J 11/00 (2006.01)F I
H04J 11/00テーマコード (参考)
5K022

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-83055 (P2009-83055)
(22) 出願日 平成21年3月30日 (2009. 3. 30)(71) 出願人 000005821
パナソニック株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(74) 代理人 100105050
弁理士 鷲田 公一
(72) 発明者 柴田 純
神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目3番1
号 パナソニックシステムソリューション
ズ株式会社内
(72) 発明者 河合 慶士
神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目3番1
号 パナソニックシステムソリューション
ズ株式会社内

最終頁に続く

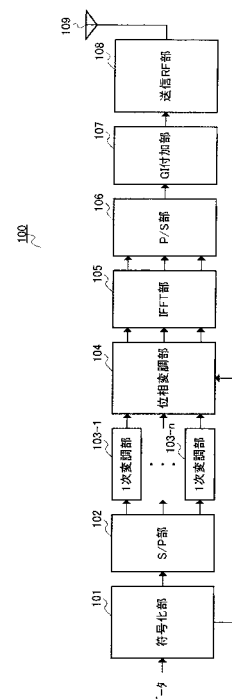
(54) 【発明の名称】 OFDM送信装置、OFDM受信装置、OFDM伝送システム及びOFDM通信方法

(57) 【要約】

【課題】 伝搬環境の改善の程度が変調方式を変更できる程ではない小幅なものであっても、伝送レートを向上させること。

【解決手段】 符号化部101は、入力したデータを符号化し、一部の符号化データをS/P部102に出力し、残りの符号化データを位相変調部104に出力する。S/P部102は、符号化部101から出力されたデータ列に対して直列/並列変換処理を行う。各一次変調部103-1~103-nは、それぞれ、S/P部102から出力されたデータ列を変調してシンボルを生成する。位相変調部104は、各一次変調部103-1~103-nから出力されたシンボルの位相を、直前のシンボルの位相から、符号化部101から出力された符号化データに基づくシフト量だけ回転させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

OFDM（直交周波数分割多重）伝送方式でデータを加工し、得られた信号を無線送信するOFDM送信装置であって、

入力したデータを符号化する符号化手段と、

前記符号化手段が符号化した一部のデータである第1符号化データをサブキャリア毎に変調してシンボルを生成する一次変調手段と、

前記符号化手段が符号化した残りのデータである第2符号化データが表すシフト量だけ、前記一次変調手段が生成したシンボルの位相を、直前のシンボルから回転させる位相変調手段と、

を具備するOFDM送信装置。

【請求項 2】

前記第2符号化データは、誤り訂正符号化処理によって得られる冗長ビットである、請求項1に記載のOFDM送信装置。

【請求項 3】

前記符号化手段は、第1チャンネルのデータを符号化して第1符号化データを生成し、前記第1チャンネルとは異なるチャンネルである第2チャンネルのデータを符号化して第2符号化データを生成する、請求項1記載のOFDM送信装置。

【請求項 4】

前記位相変調手段は、ガードインターバルが付加されたOFDMシンボルに対して位相回転させる処理を行う、請求項1から請求項3のいずれかに記載のOFDM送信装置。

【請求項 5】

請求項1から請求項4のいずれかに記載のOFDM送信装置から送信された無線信号を加工し、データを取り出すOFDM受信装置であって、

受信信号から得られたシンボルと、その直前のシンボルとの位相差から、前記第2符号化データを取り出す遅延検波手段と、

前記遅延検波手段が取り出した前記第2符号化データが表すシフト量だけ、前記受信信号から得られたシンボルの位相を逆回転させる位相補正手段と、

前記位相補正手段が位相を逆回転させたシンボルを復調して前記第1符号化データを取り出す一次復調手段と、

前記一次復調手段が取り出した前記第1符号化データ及び前記遅延検波手段が取り出した前記第2符号化データを復号する復号手段と、

を具備するOFDM受信装置。

【請求項 6】

OFDM（直交周波数分割多重）伝送方式でデータを加工し、得られた信号を無線送信するOFDM送信装置と、前記OFDM送信装置から送信された無線信号を加工し、データを取り出すOFDM受信装置と、を有するOFDM伝送システムであって、

前記OFDM送信装置は、

入力したデータを符号化する符号化手段と、

前記符号化手段が符号化した一部のデータである第1符号化データをサブキャリア毎に変調してシンボルを生成する一次変調手段と、

前記符号化手段が符号化した残りのデータである第2符号化データが表すシフト量だけ、前記一次変調手段が生成したシンボルの位相を、直前のシンボルから回転させる位相変調手段と、を具備し、

前記OFDM受信装置は、

受信信号から得られたシンボルと、その直前のシンボルとの位相差から、前記第2符号化データを取り出す遅延検波手段と、

前記遅延検波手段が取り出した前記第2符号化データが表すシフト量だけ、前記受信信号から得られたシンボルの位相を逆回転させる位相補正手段と、

前記位相補正手段が位相を逆回転させたシンボルを復調して前記第1符号化データを取

10

20

30

40

50

り出す一次復調手段と、

前記一次復調手段が取り出した前記第 1 符号化データ及び前記遅延検波手段が取り出した前記第 2 符号化データを復号する復号手段と、を具備する、

OFDM 伝送システム。

【請求項 7】

基地局装置と、端末装置と、前記端末装置から無線送信された信号を受信し、増幅して前記基地局装置に無線送信する中継局装置と、を有し、前記端末装置は、他の端末装置にも信号を無線送信する、通信システムであって、

前記端末装置は、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の OFDM 送信装置を搭載し、

10

前記中継局装置は、

受信信号から得られたシンボルと、その直前のシンボルとの位相差から、前記第 2 符号化データを取り出す遅延検波手段と、

前記遅延検波手段が取り出した前記第 2 符号化データが表すシフト量に基づいて、前記受信信号が、前記基地局装置に向けたものであるのか、前記他の端末装置に向けたものであるのかを判定する判定手段と、

前記判定手段が、前記基地局装置に向けたものと判定した信号を増幅し、送信アンテナから前記基地局装置に向けて送信する増幅手段と、を具備する、

通信システム。

【請求項 8】

20

OFDM（直交周波数分割多重）送信装置において、データを加工し、得られた信号を無線送信し、OFDM 受信装置において、前記 OFDM 送信装置から送信された無線信号を加工し、データを取り出す、OFDM 通信方法であって、

前記 OFDM 送信装置において、

入力したデータを符号化する符号化工程と、

前記符号化工程で符号化した一部のデータである第 1 符号化データをサブキャリア毎に変調してシンボルを生成する一次変調工程と、

前記符号化工程で符号化した残りのデータである第 2 符号化データが表すシフト量だけ、前記一次変調工程で生成したシンボルの位相を、直前のシンボルから回転させる位相変調工程と、を行い、

30

前記 OFDM 受信装置において、

受信信号から得られたシンボルと、その直前のシンボルとの位相差から、前記第 2 符号化データを取り出す遅延検波工程と、

前記遅延検波工程で取り出した前記第 2 符号化データが表すシフト量だけ、前記受信信号から得られたシンボルの位相を逆回転させる位相補正工程と、

前記位相補正工程で位相を逆回転させたシンボルを復調して前記第 1 符号化データを取り出す一次復調工程と、

前記一次復調工程で取り出した前記第 1 符号化データ及び前記遅延検波工程で取り出した前記第 2 符号化データを復号する復号工程と、を行う、

OFDM 通信方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチキャリア変調信号を用いた OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing：直交周波数分割多元接続）通信を行う OFDM 送信装置、OFDM 受信装置、OFDM 伝送システム及び OFDM 通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、無線通信、特に移動体通信では、音声以外に画像やデータなどの様々な情報が伝

50

送の対象になっている。今後は、さらに高速な伝送に対する必要性がさらに高まるであろうと予想され、高速伝送を行うために、限られた周波数資源をより効率よく利用して、高い伝送効率を実現する無線伝送技術が求められている。

【0003】

このような無線伝送技術の1つにOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) 伝送方式がある。OFDM伝送方式は、高い周波数利用効率、マルチパス環境下のシンボル間干渉低減などの特徴を持ち、伝送効率の向上に有効であることが知られている(特許文献1)。

【0004】

OFDM伝送システムに用いられる送信装置(以下、「OFDM送信装置」という)は、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying: 直交位相変調)、QAM (Quadrature Amplitude Modulation: 直交振幅変調)等の変調方式によってデータを変調してシンボルを生成し、シンボルを複数の直交する副搬送波(サブキャリア)に重畳させてOFDMシンボルを生成する。10

【0005】

さらに、OFDM送信装置は、OFDMシンボルに有効シンボル波形の一部分を巡回させたガードインターバルを付加し、無線周波数に変換してアンテナから無線送信する。ガードインターバルを付加することにより、マルチパスによる受信品質の劣化を低減することができる。20

【0006】

そして、無線通信の分野では、所定の受信品質(誤り率)を維持した上で、さらに伝送レートを向上させることが望まれる。従来のOFDM伝送システムでは、伝搬環境(回線品質)が良好な場合に、シンボル当たりの変調多値数を上げることにより、伝送レートを向上させている。20

【0007】

図10は、伝搬環境を表す指標であるSNR (Signal to Noise Ratio) (横軸)と受信品質を表す指標であるBER (Bit Error Rate) (縦軸)との関係を示す図である。図10に示すように、SNRとBERの間には相関関係がある。また、所定の受信品質 T_{BER} を得るための目標SNRが変調方式毎に決まっており、変調多値数が大きい変調方式ほど、目標SNRが高くなる。例えば、図10において、変調方式がQPSK (変調多値数 $m=2$)であれば目標SNRは A_1 であり、変調方式が16QAM ($m=4$)であれば目標SNR= A_2 である。30

【0008】

従来のOFDM伝送システムでは、受信装置(以下、「OFDM受信装置」という)において定期的にSNRを測定し、測定結果をOFDM送信装置に通知し、OFDM送信装置はSNRが A_2 を超えた場合に、変調方式をQPSKから16QAMに変更してOFDMシンボルを送信し、伝送レートを向上させている。

【特許文献1】特開2001-77789号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、従来の方式では、各変調方式の目標SNRの間隔が大きいため、現在より変調多値数が大きい変調方式において所定の受信品質を得ることができるまで、伝搬環境が大幅に改善されなければ、変調方式を変えることができない。40

【0010】

例えば、図10において、SNRが A_1 と A_2 の間の A_3 であった場合に、SNRが A_1 のときよりも伝搬環境が良好であるにもかかわらず、変調方式をQPSKから16QAMに変えると所定の受信品質 T_{BER} を得ることができないため、変調方式を変えることができず、伝送レートを向上させることができない。

【0011】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、伝搬環境の改善の程度が変調方式を変更できる程ではない小幅なものであっても、伝送レートを向上させることができるOFDM送信装置、OFDM受信装置、OFDM伝送システム及びOFDM通信方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のOFDM送信装置は、OFDM伝送方式でデータを加工し、得られた信号を無線送信するOFDM送信装置であって、入力したデータを符号化する符号化手段と、前記符号化手段が符号化した一部のデータである第1符号化データをサブキャリア毎に変調してシンボルを生成する一次変調手段と、前記符号化手段が符号化した残りのデータである第2符号化データが表すシフト量だけ、前記一次変調手段が生成したシンボルの位相を、直前のシンボルから回転させる位相変調手段と、を具備する構成を採る。

10

【0013】

本発明のOFDM受信装置は、上記のOFDM送信装置から送信された無線信号を加工し、データを取り出すOFDM受信装置であって、受信信号から得られたシンボルと、その直前のシンボルとの位相差から、前記第2符号化データを取り出す遅延検波手段と、前記遅延検波手段が取り出した前記第2符号化データが表すシフト量だけ、前記受信信号から得られたシンボルの位相を逆回転させる位相補正手段と、前記位相補正手段が位相を逆回転させたシンボルを復調して前記第1符号化データを取り出す一次復調手段と、前記一次復調手段が取り出した前記第1符号化データ及び前記遅延検波手段が取り出した前記第2符号化データを復号する復号手段と、を具備する構成を採る。

20

【0014】

本発明のOFDM伝送システムは、OFDM伝送方式でデータを加工し、得られた信号を無線送信するOFDM送信装置と、前記OFDM送信装置から送信された無線信号を加工し、データを取り出すOFDM受信装置と、を有するOFDM伝送システムであって、前記OFDM送信装置は、入力したデータを符号化する符号化手段と、前記符号化手段が符号化した一部のデータである第1符号化データをサブキャリア毎に変調してシンボルを生成する一次変調手段と、前記符号化手段が符号化した残りのデータである第2符号化データが表すシフト量だけ、前記一次変調手段が生成したシンボルの位相を、直前のシンボルから回転させる位相変調手段と、を具備し、前記OFDM受信装置は、受信信号から得られたシンボルと、その直前のシンボルとの位相差から、前記第2符号化データを取り出す遅延検波手段と、前記遅延検波手段が取り出した前記第2符号化データが表すシフト量だけ、前記受信信号から得られたシンボルの位相を逆回転させる位相補正手段と、前記位相補正手段が位相を逆回転させたシンボルを復調して前記第1符号化データを取り出す一次復調手段と、前記一次復調手段が取り出した前記第1符号化データ及び前記遅延検波手段が取り出した前記第2符号化データを復号する復号手段と、を具備する、構成を採る。

30

【0015】

本発明のOFDM通信方法は、OFDM送信装置において、データを加工し、得られた信号を無線送信し、OFDM受信装置において、前記OFDM送信装置から送信された無線信号を加工し、データを取り出す、OFDM通信方法であって、前記OFDM送信装置において、入力したデータを符号化する符号化工程と、前記符号化工程で符号化した一部のデータである第1符号化データをサブキャリア毎に変調してシンボルを生成する一次変調工程と、前記符号化工程で符号化した残りのデータである第2符号化データが表すシフト量だけ、前記一次変調工程で生成したシンボルの位相を、直前のシンボルから回転させる位相変調工程と、を行い、前記OFDM受信装置において、受信信号から得られたシンボルと、その直前のシンボルとの位相差から、前記第2符号化データを取り出す遅延検波工程と、前記遅延検波工程で取り出した前記第2符号化データが表すシフト量だけ、前記受信信号から得られたシンボルの位相を逆回転させる位相補正工程と、前記位相補正工程で位相を逆回転させたシンボルを復調して前記第1符号化データを取り出す一次復調工程と、前記一次復調工程で取り出した前記第1符号化データ及び前記遅延検波工程で取り出

40

50

した前記第2符号化データを復号する復号工程と、を行う。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、符号化されたデータの一部を位相変調のために割り振り、一次変調されたデータを、割り振られたデータに基づいて位相変調することにより、伝搬環境の改善の程度が変調方式を変更できる程ではない小幅なものであっても、伝送レートを向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

10

【0018】

(実施の形態1)

1. 1 OFDM送信装置の構成

図1は、本発明の実施の形態1に係るOFDM送信装置の構成を示すブロック図である。図1に示すOFDM送信装置100は、符号化部101と、S/P（シリアル／パラレル変換）部102と、一次変調部103-1～103-nと、位相変調部104と、IFFT部105と、P/S（パラレル／シリアル変換）部106と、GI（ガードインターバル）付加部107と、送信RF部108と、送信アンテナ109と、から主に構成される。

【0019】

20

符号化部101は、入力したデータに対して誤り検出符号を付加し、誤り訂正符号化処理を行い、符号化したデータをS/P部102あるいは位相変調部104に出力する。なお、符号化部101は、 $m \times n$ ビットのデータをS/P部102に出力した後、 k ビットのデータを位相変調部104に出力することを繰り返す。ここで、 m は変調多値数、 n はサブキャリア数、 k は連続する2つのシンボル間の位相差を表すデータのビット数である。

【0020】

S/P部102は、符号化部101から直列に出力されたデータ列を n 個の並列なデータ列に変換し（直列／並列処理）、各データ列をそれぞれ一次変調部103-1～103-nに出力する。

30

【0021】

各一次変調部103-1～103-nは、それぞれ、S/P部102から出力されたデータ列に対して、 m ビット単位でQPSK（ $m=2$ ）や16QAM（ $m=4$ ）等の変調方式で変調処理を行ってシンボルを生成し、位相変調部104に出力する。

【0022】

位相変調部104は、各一次変調部103-1～103-nから出力されたシンボルに対して、OFDM受信装置で既知であるシンボル（例えば、パイロットシンボル）を挿入する。そして、位相変調部104は、既知シンボルを挿入したシンボルの位相を、直前のシンボルの位相から、符号化部101から出力された k ビットのデータに基づくシフト量だけ回転させる処理（位相変調処理）を行い、IFFT部105に出力する。位相変調処理を行うことにより、直前のシンボルとの位相差に情報を載せることができる。

40

【0023】

IFFT部105は、位相変調部104から出力されたシンボルに対して逆フーリエ変換（IFFT）処理を行うことにより、周波数が互いに異なる n 個のサブキャリアに重畳されるOFDMシンボルを生成し、このOFDMシンボルをP/S部106に出力する。

【0024】

P/S部106は、IFFT部105から出力された n 個のOFDMシンボルを多重し（並列／直列変換処理）、GI付加部107に出力する。

【0025】

GI付加部107は、P/S部106から出力されたOFDMシンボルに対して、有効

50

シンボル波形の一部分を巡回させたガードインターバルを付加し（G I 付加処理）、送信 R F 部 1 0 8 に出力する。

【0026】

送信 R F 部 1 0 8 は、G I 付加部 1 0 7 から出力されたベースバンドの信号である O F D M シンボルに対してアンプコンバート等の所定の無線処理を行い、無線周波数の信号を送信アンテナ 1 0 9 から O F D M 受信装置に対して無線送信する。

【0027】

次に、図 1 に示した O F D M 送信装置から無線送信された O F D M シンボルを受信する O F D M 受信装置について図 2 を用いて説明する。

【0028】

1. 2 O F D M 受信装置の構成

図 2 は、本実施の形態に係る O F D M 受信装置の構成を示すブロック図である。図 2 に示す O F D M 受信装置 2 0 0 は、受信アンテナ 2 0 1 と、受信 R F 部 2 0 2 と、同期検波部 2 0 3 と、G I （ガードインターバル）除去部 2 0 4 と、S / P （シリアル / パラレル変換）部 2 0 5 と、F F T 部 2 0 6 と、遅延検波部 2 0 7 と、バッファ 2 0 8 と、位相補正部 2 0 9 と、一次復調部 2 1 0 - 1 ~ 2 1 0 - n と、P / S （パラレル / シリアル変換）部 2 1 1 と、復号部 2 1 2 と、から主に構成される。

【0029】

受信 R F 部 2 0 2 は、受信アンテナ 2 0 1 に受信された無線周波数の信号に対してダウンコンバート等の所定の無線処理を行い、ベースバンドの信号である O F D M シンボルを同期検波部 2 0 3 に出力する。

【0030】

同期検波部 2 0 3 は、既知シンボルを使って受信 R F 部 2 0 2 から出力された O F D M シンボルの先頭部分を検出し（同期検波処理）、所定のタイミングで O F D M シンボルを G I 除去部 2 0 4 に出力する。

【0031】

G I 除去部 2 0 4 は、同期検波部 2 0 3 から出力された O F D M シンボルからガードインターバルを取り除き（G I 除去処理）、S / P 部 2 0 5 に出力する。

【0032】

S / P 部 2 0 5 は、G I 除去部 2 0 4 から出力された O F D M シンボルを、周波数が互いに異なる n 個の O F D M シンボルに分離し（直列 / 並列変換処理）、F F T 部 2 0 6 に出力する。

【0033】

F F T 部 2 0 6 は、S / P 部 2 0 5 から出力された O F D M シンボルに対して F F T （フーリエ変換）処理を行うことにより、各サブキャリアに重畳されているシンボルを取り出し、シンボル列を遅延検波部 2 0 7 に出力する。

【0034】

遅延検波部 2 0 7 は、F F T 部 2 0 6 から出力されたシンボルの既知シンボル部分とバッファ 2 0 8 に保存されたその直前のシンボルの既知シンボル部分との位相差を検出し（遅延検波処理）、位相差を表す k ビットのデータを位相補正部 2 0 9 及び復号部 2 1 2 に出力する。また、遅延検波部 2 0 7 は、遅延検波処理を行った後、F F T 部 2 0 6 から出力されたシンボルをそのまま、バッファ 2 0 8 及び位相補正部 2 0 9 に出力する。

【0035】

バッファ 2 0 8 は、遅延検波部 2 0 7 から出力されたシンボルを一時的に保存する。なお、バッファ 2 0 8 は、新たなシンボルを入力した時点で、既に保存されているシンボルを消去する。また、バッファ 2 0 8 は、遅延検波部 2 0 7 が遅延検波処理を開始するタイミングで、保存しているシンボルを遅延検波部 2 0 7 に出力する。

【0036】

位相補正部 2 0 9 は、遅延検波部 2 0 7 から出力された位相差を表すデータに基づくシフト量だけ、遅延検波部 2 0 7 から出力されたシンボルの位相を逆回転させる処理（位相

10

20

30

40

50

補正処理)を行い、既知シンボル部分を取り除いたシンボルを一次復調部 210-1 ~ 210-n へ出力する。

【0037】

一次復調部 210-1 ~ 210-n は、それぞれ、位相補正部 209 から出力されたシンボルに対して復調処理を行ってデータを取り出し、P/S 部 211 へ出力する。

【0038】

P/S 部 211 は、一次復調部 210-1 ~ 210-n から出力された n 個のデータを直列に変換し(並列/直列変換処理)、復号部 212 へ出力する。

【0039】

復号部 212 は、P/S 部 211 から出力されたデータに対して誤り訂正復号処理及び誤り検出処理を行い、遅延検波部 207 から出力されたデータと時間多重して最終的なデータを出力する。

【0040】

1. 3 位相変調処理及び遅延検波処理の具体的説明

次に、図 1 に示した位相変調部 104 における位相変調処理、及び、図 2 に示した遅延検波部 207 における遅延検波処理について、図 3 及び図 4 を用いて具体的に説明する。図 3 は位相変調処理されたシンボルのコンスタレーションを示す図であり、図 4 は遅延検波処理されたシンボルのコンスタレーションを示す図である。図 3 及び図 4 には、時刻 t1 から t4 までのシンボルのコンスタレーションが示されている。

【0041】

なお、図 3 及び図 4 では、一次変調方式として QPSK を用い、位相変調方式として DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying: 差動四相位相偏移変調)を用いた場合を示している。DQPSK とは、デジタル信号の変調方式のひとつで、変調された 4 つの位相にそれぞれ 2 ビットのデータを割り当て、直前のデータとの位相差を利用して情報を与える方式のことである。

【0042】

1. 3. 1 第 1 シンボル (時刻 t1) に対する処理

各一次変調部 103-1 ~ 103-n においてデータを変調して得られた時刻 t1 における第 1 シンボルは、コンスタレーション上では、シンボル位置 311 から 314 のいずれかに配置される。例えば、(0, 0) のデータを変調したシンボルは、シンボル位置 311 に配置される。位相変調部 104 は、第 1 シンボルに挿入するパイロットシンボルの位相を 0° とする (図 3 のシンボル位置 310)。

【0043】

遅延検波部 207 は、第 1 シンボルに含まれるパイロットシンボルの位相 (0°) が既知であるので、第 1 シンボルの位相が無線区間において回転した量を計算することができる。図 3 の例では、受信した第 1 シンボルに含まれるパイロットシンボルの位置 410 の位相が 270° であるから、第 1 シンボル (図 4 のシンボル位置 411 から 414 のいずれか) は、無線区間において 270° 回転することが分かる。位相補正部 209 において、この無線区間における回転を元に戻すことにより、一次復調部 210 において第 1 シンボルからデータを正しく復調することができる。

【0044】

1. 3. 2 第 2 シンボル (時刻 t2) に対する処理

次に、位相変調部 104 は、符号化部 101 から出力されたデータに基づくシフト量だけ、時刻 t2 における第 2 シンボルの位相を、第 1 シンボルに対して回転させる (図 3 のシンボル位置 321 から 324 のいずれか)。同様に、位相変調部 104 は、符号化部 101 から出力されたデータに基づくシフト量だけ、第 2 シンボルに挿入するパイロットシンボルの位相を、第 1 シンボルに挿入するパイロットシンボルに対して回転させる (図 3 のシンボル位置 320)。図 3 の例では、符号化部 101 から出力されたデータが (0, 0) であり、この場合には、位相変調部 104 は、パイロットシンボルを含む第 2 シンボルを 45° 回転させる。

【0045】

遅延検波部207は、受信した第2シンボルと第1シンボルに含まれるパイロットシンボルの位相差を検出することにより、位相変調部104が第2シンボルの位相を回転させたシフト量を推定する。図3の例では、受信した第2シンボルに含まれるパイロットシンボルの位置420の位相が 315° であるから、遅延検波部207は、第2シンボルと第1シンボルとの位相差が 45° であり、符号化部101から出力されたデータが(0, 0)であると推定することができる。なお、受信した第2シンボルに含まれるパイロットシンボルの位置420の位相が 315° であるから、第2シンボル(図4のシンボル位置421から424のいずれか)は、位相変調部104で 45° 回転し、さらに、無線区間において 270° 回転することが分かる。位相補正部209において、この位相変調部104による回転及び無線区間における回転を元に戻すことにより、一次復調部210において第2シンボルからデータを正しく復調することができる。

10

【0046】

1. 3. 3 第3シンボル(時刻 t_3)に対する処理

次に、位相変調部104は、符号化部101から出力されたデータに基づくシフト量だけ、時刻 t_3 における第3シンボルの位相を、第2シンボルに対して回転させる(図3のシンボル位置331から334のいずれか)。同様に、位相変調部104は、符号化部101から出力されたデータに基づくシフト量だけ、第3シンボルに挿入するパイロットシンボルの位相を、第2シンボルに挿入するパイロットシンボルに対して回転させる(図3のシンボル位置330)。図3の例では、符号化部101から出力されたデータが(0, 1)であり、この場合には、位相変調部104は、パイロットシンボルを含む第3シンボルを、第2シンボルから 135° 回転させる。

20

【0047】

遅延検波部207は、受信した第3シンボルと第2シンボルに含まれるパイロットシンボルの位相差を検出することにより、位相変調部104が第3シンボルの位相を回転させたシフト量を推定する。図3の例では、受信した第3シンボルに含まれるパイロットシンボルの位置430の位相が 90° であるから、遅延検波部207は、第3シンボルと第2シンボルとの位相差が 135° であり、符号化部101から出力されたデータが(0, 1)であると推定することができる。なお、受信した第3シンボルに含まれるパイロットシンボルの位置430の位相が 90° であるから、第3シンボル(図4のシンボル位置431から434のいずれか)は、位相変調部104で 180° ($45^\circ + 135^\circ$)回転し、さらに、無線区間において 270° 回転することが分かる。位相補正部209において、この位相変調部104による回転及び無線区間における回転を元に戻すことにより、一次復調部210において第3シンボルからデータを正しく復調することができる。

30

【0048】

1. 3. 4 第4シンボル(時刻 t_4)に対する処理

次に、位相変調部104は、符号化部101から出力されたデータに基づくシフト量だけ、時刻 t_4 における第4シンボルの位相を、第3シンボルに対して回転させる(図3のシンボル位置341から344のいずれか)。同様に、位相変調部104は、符号化部101から出力されたデータに基づくシフト量だけ、第4シンボルに挿入するパイロットシンボルの位相を、第3シンボルに挿入するパイロットシンボルに対して回転させる(図3のシンボル位置340)。図3の例では、符号化部101から出力されたデータが(0, 0)であり、この場合には、位相変調部104は、パイロットシンボルを含む第4シンボルを、第3シンボルから 45° 回転させる。

40

【0049】

遅延検波部207は、受信した第4シンボルと第3シンボルに含まれるパイロットシンボルの位相差を検出することにより、位相変調部104が第4シンボルの位相を回転させたシフト量を推定する。図3の例では、受信した第4シンボルに含まれるパイロットシンボルの位置440の位相が 135° であるから、遅延検波部207は、第4シンボルと第3シンボルとの位相差が 45° であり、符号化部101から出力されたデータが(0, 0)

50

）であると推定することができる。なお、受信した第4シンボルに含まれるパイロットシンボルの位置440の位相が 135° であるから、第4シンボル（図4のシンボル位置441から444のいずれか）は、位相変調部104で 225° （ $45^\circ + 135^\circ + 45^\circ$ ）回転し、さらに、無線区間において 270° 回転することが分かる。位相補正部209において、この位相変調部104による回転及び無線区間における回転を元に戻すことにより、一次復調部210において第4シンボルからデータを正しく復調することができる。

【0050】

1. 4 本実施の形態による伝送レートの改善効果の具体的説明

次に、本実施の形態による伝送レートの改善効果について具体的に説明する。例として、一次変調方式がQPSK（変調多値数 $m=2$ ）、サブキャリア数 n が48、位相変調方式がDQPSK（ $k=2$ ）の場合において、各サブキャリアが $s=100$ 個のシンボルを送信する時間に送信可能なデータのビット数について、従来技術と本実施の形態とを比較する。

10

【0051】

上記の場合に、従来技術で送信可能なデータのビット数は、 $n \times m \times s = 48 \times 2 \times 100 = 9600$ ビットである。

【0052】

一方、上記の場合に、本実施の形態で送信可能なデータのビット数は、 $n \times m \times s + k \times (s - 1) = 48 \times 2 \times 100 + 2 \times (100 - 1) = 9798$ ビットであり、本実施の形態によれば、従来技術よりも単位時間に送信可能なデータのビット数を増やす（伝送レートを上げる）ことができる。

20

【0053】

1. 5 本実施の形態の効果

このように、本実施の形態によれば、符号化されたデータの一部を位相変調のために割り振り、一次変調されたデータを、割り振られたデータに基づいて位相変調することにより、伝搬環境の改善の程度が変調方式を変更できる程ではない小幅なものであっても、伝送レートを向上させることができる。

【0054】

また、本実施の形態において、位相変調用のデータとして、ターボ符号のパリティビット等の冗長ビットを割り振るようにすることにより、従来技術に対して送信可能なデータのビット数が増えた分だけ、従来技術よりも冗長ビットを多く送信することができるので、誤り訂正能力の向上を図ることができる。

30

【0055】

なお、図1には、一次変調処理を行った後に位相変調処理を行う場合を示したが、本実施の形態では、図5に示すように、GI付加処理を行った後に位相変調処理を行っても同様の効果を得ることができる。

【0056】

また、本実施の形態では、図6、図7に示すように、2つの符号化部101-1, 101-2及び2つの復号部212-1, 212-2を用意し、2種類のチャネルについて、それぞれ個別に符号化処理、復号処理を行い、一方のチャネルAのデータを一次変調用に割り振り、他方のチャネルBのデータを位相変調用に割り振ってもよい。なお、位相変調用に割り振られるチャネルとして、SACCH（低速付随チャネル）等が挙げられる。

40

【0057】

（実施の形態2）

本発明には、実施の形態1で説明した伝送レートの改善効果に加えて、OFDM受信装置において、一次復調処理を行う前に遅延検波処理において一部のデータを取り出せるという特有の効果がある。実施の形態2は、この特有の効果の中継局装置に活かす場合について説明する。

【0058】

50

2. 1 システム構成

図8は、本実施の形態に係る無線システムの構成を示す図である。図8において、本システムは、基地局装置801と、中継局装置802と、複数の端末装置803-1、803-2と、から構成される。

【0059】

端末装置803-1は、中継局装置802を介して、基地局装置801に向けて信号811を送信する。また、端末装置803-1は、直接、端末装置803-2に向けても信号812を送信することができる。

【0060】

中継局装置802は、端末装置803-1から送信された信号を受信した場合、この受信信号が基地局装置801に向けたもの(811)であるのか、端末装置803-2に向けたもの(812)であるのかを判断しなければならない。そして、中継局装置802は、受信信号が基地局装置801に向けたもの(811)であれば、これを増幅して基地局装置801に送信しなければならない。一方、中継局装置802は、受信信号が端末装置803-2に向けたもの(812)であれば、これを基地局装置801に送信することを停止しなければならない。

【0061】

ここで、端末装置803-1から送信される、基地局装置801に向けた信号811と端末装置803-2に向けた信号812の双方の周波数が同一である場合、従来の中継局装置は、受信信号を一旦復調、復号して、データの中身を確認しなければ、受信信号が基地局装置801に向けたもの(811)であるのか、端末装置803-2に向けたもの(812)であるのかを判断することができなかった。

【0062】

これに対し、本実施の形態によれば、上記の効果により、中継局装置802は、受信信号を復調、復号しなくても、受信信号が基地局装置801に向けたもの(811)であるのか、端末装置803-2に向けたもの(812)であるのかを判断することができる。

【0063】

2. 2 中継局装置の構成

図9は、本実施の形態に係る中継局装置802の構成を示すブロック図である。なお、図9において、図7と共通する構成部分には、図7と同一符号を付し、その詳しい説明を省略する。また、端末装置803-1は、図6に示したOFDM送信装置を備え、基地局装置801に向けて送信する信号811と、端末装置803-2に向けて送信する信号812とで、位相変調におけるシフト量を異ならせるものとする。また、このシフト量は、中継局装置802において既知であるものとする。

【0064】

図9に示す中継局装置802は、受信アンテナ201と、受信RF部202と、同期検波部203と、GI除去部204と、S/P部205と、FFT部206と、遅延検波部207と、バッファ208と、判定部901と、増幅部902と、送信アンテナ903と、から主に構成される。

【0065】

遅延検波部207は、FFT部206から出力されたシンボルの既知シンボル部分とバッファ208に保存されたその直前のシンボルの既知シンボル部分との位相差を検出し(遅延検波処理)、位相差を表すkビットのデータを判定部901に出力する。

【0066】

判定部901は、遅延検波部207から出力されたデータに対応するシフト量に基づいて、受信アンテナ201に受信された無線周波数の信号が、基地局装置801に向けたもの(811)であるのか、端末装置803-2に向けたもの(812)であるのかを判定する。

【0067】

そして、判定部901は、基地局装置801に向けた信号811を増幅部902に出力

10

20

30

40

50

し、端末装置 803-2 に向けた信号 812 を廃棄する。

【0068】

増幅部 902 は、判定部 901 から出力された信号 811 を増幅し、送信アンテナ 903 から基地局装置 801 に向けて送信する。

【0069】

2. 3 本実施の形態の効果

このように、本実施の形態によれば、遅延検波処理において取り出すことができるデータを利用することにより、受信信号を復調、復号しなくても、信号の送信先を判断することができる。

【産業上の利用可能性】

10

【0070】

本発明は、OFDM 伝送方式の移動体通信に用いられる基地局装置、端末装置及び中継局装置に用いるに好適である。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 に係る OFDM 送信装置の構成を示すブロック図

【図 2】 本発明の実施の形態 1 に係る OFDM 受信装置の構成を示すブロック図

【図 3】 本発明の実施の形態 1 に係る OFDM 送信装置によって位相変調処理されたシンボルのコンスタレーションを示す図

【図 4】 本発明の実施の形態 1 に係る OFDM 受信装置によって遅延検波処理されたシンボルのコンスタレーションを示す図

20

【図 5】 本発明の実施の形態 1 に係る OFDM 送信装置の他の構成を示すブロック図

【図 6】 本発明の実施の形態 1 に係る OFDM 送信装置の他の構成を示すブロック図

【図 7】 本発明の実施の形態 1 に係る OFDM 受信装置の他の構成を示すブロック図

【図 8】 本発明の実施の形態 2 に係る中継局装置を含むシステムの構成を示す図

【図 9】 本発明の実施の形態 2 に係る中継局装置の構成を示すブロック図

【図 10】 SNR と BER との関係を示す図

【符号の説明】

【0072】

100 OFDM 送信装置

30

101 符号化部

102 S/P (シリアル/パラレル変換) 部

103 一次変調部

104 位相変調部

105 IFFT 部

106 P/S (パラレル/シリアル変換) 部

107 GI (ガードインターバル) 付加部

108 送信 RF 部

109 送信アンテナ

200 OFDM 受信装置

40

201 受信アンテナ

202 受信 RF 部

203 同期検波部

204 GI (ガードインターバル) 除去部

205 S/P (シリアル/パラレル変換) 部

206 FFT 部

207 遅延検波部

208 バッファ

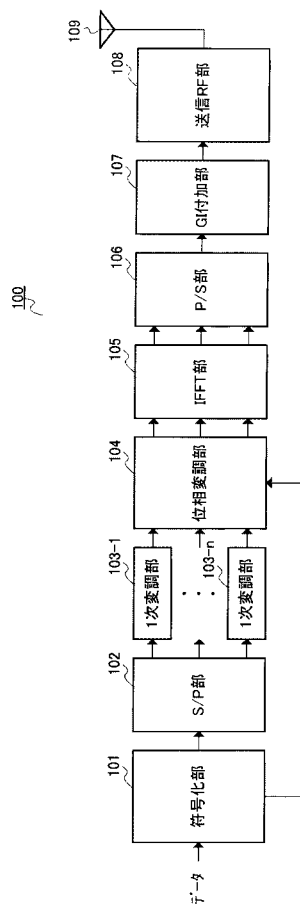
209 位相補正部

210 一次復調部

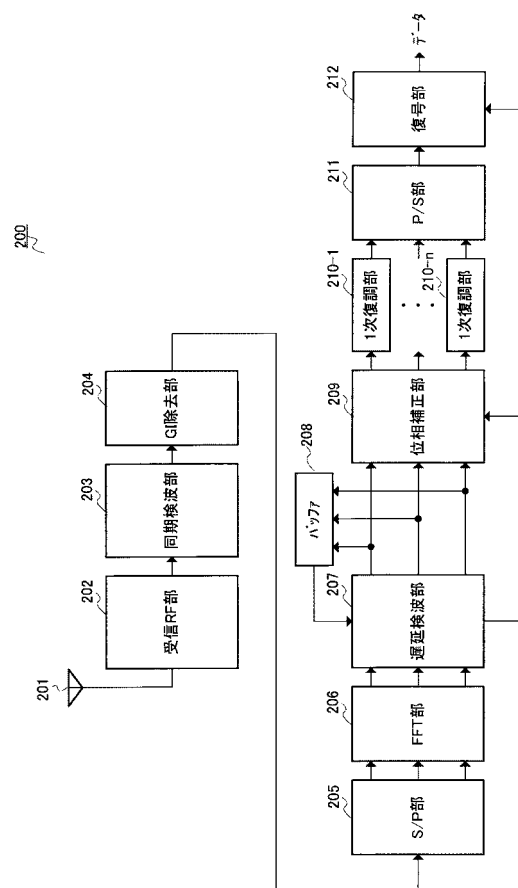
50

- 2 1 1 P / S (パラレル / シリアル変換) 部
- 2 1 2 復号部
- 8 0 1 基地局装置
- 8 0 2 中継局装置
- 8 0 3 端末装置

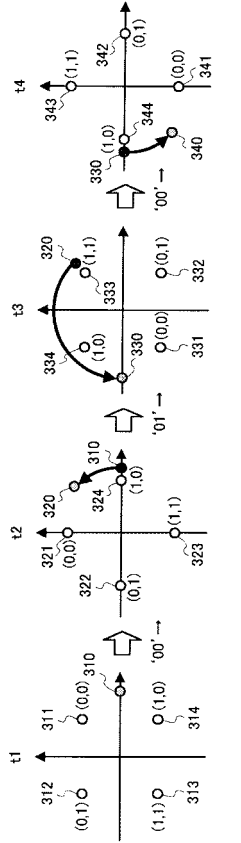
【図 1】



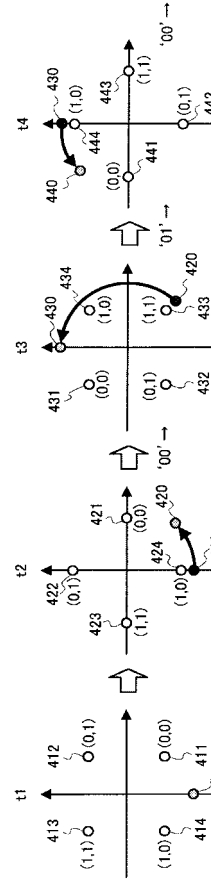
【図 2】



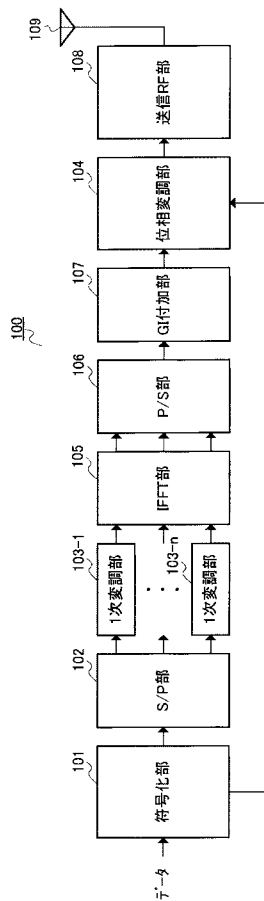
【図 3】



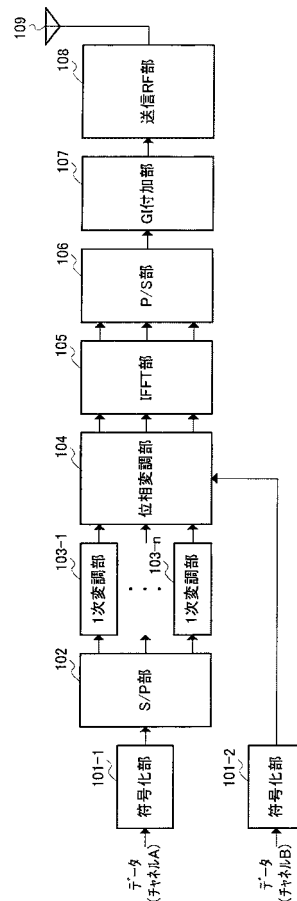
【図 4】



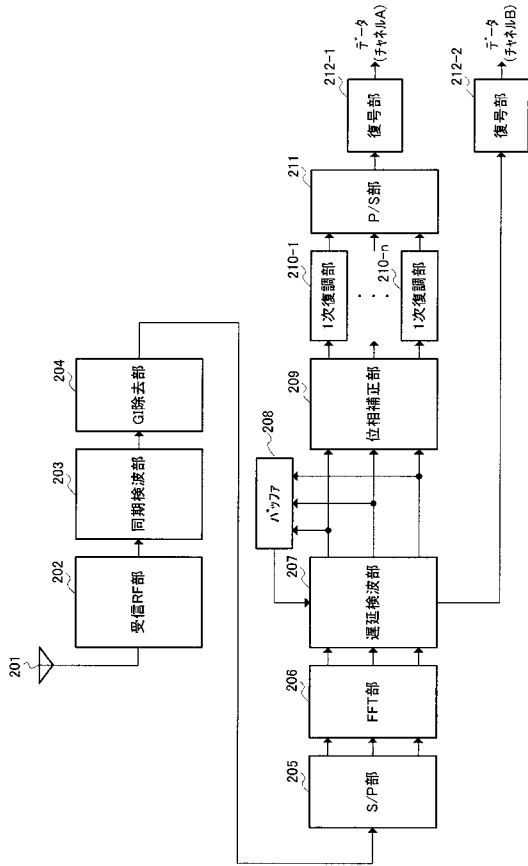
【図 5】



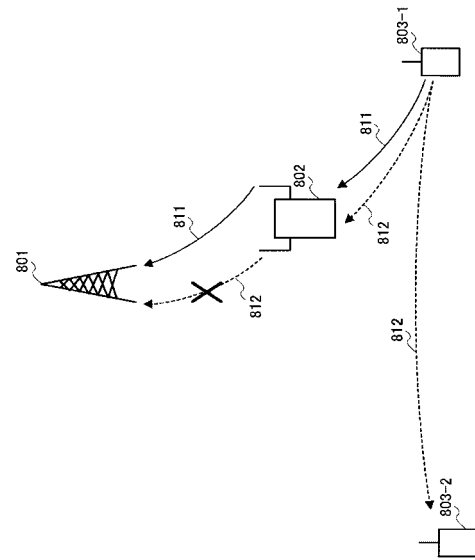
【図 6】



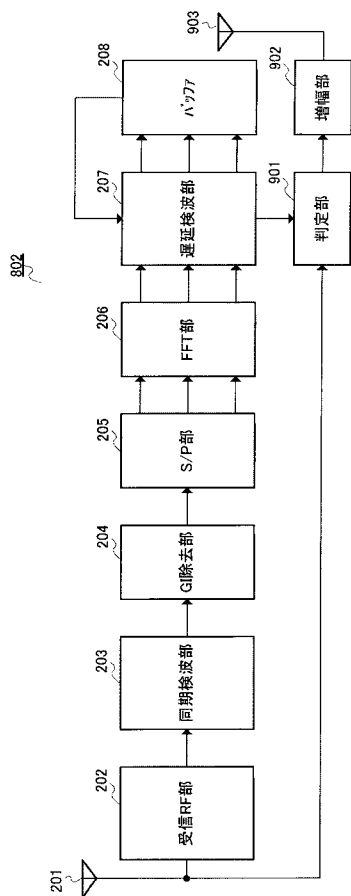
【図 7】



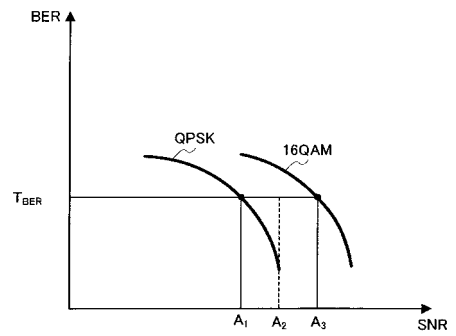
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 苦米地 明孝

神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目3番1号 パナソニックシステムソリューションズ株式会社内

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD23 DD24 DD33 DD34