(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3745502号

(P3745502)

(45)発行日　平成18年2月15日(2006.2.15)　(24)登録日　平成17年12月2日(2005.12.2)

(51)Int.Cl.		F I	
H04L 27/34	(2006.01)	H04L 27/00	E
H04L 1/00	(2006.01)	H04L 1/00	B
H04L 27/18	(2006.01)	H04L 27/18	Z
H03M 13/23	(2006.01)	H03M 13/23	

請求項の数 16　(全 33 頁)

(21)出願番号　特願平9-167757
(22)出願日　平成9年6月24日(1997.6.24)
(65)公開番号　特開平11-17761
(43)公開日　平成11年1月22日(1999.1.22)
審査請求日　平成15年10月16日(2003.10.16)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100082740
弁理士　田辺　恵基
(72)発明者　迫田　和之
東京都品川区北品川６丁目７番３５号ソニー株式会社内
(72)発明者　鈴木　三博
東京都品川区北品川６丁目７番３５号ソニー株式会社内

審査官　藤井　浩

最終頁に続く

(54)【発明の名称】受信装置及び送受信装置並びに通信方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、

上記受信シンボル群からそれぞれ上記パイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルの振幅及び位相に基づいて上記受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれ及びシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、

上記受信シンボル群から上記情報シンボル群を抽出すると共に、上記伝送路推定手段の推定結果と上記受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、

上記重み付け手段によつて得られた上記伝送路の信頼性が反映された上記情報シンボル群に対して所定の復調処理を施すことにより上記符号化ビツト群を復元する復調手段と、

上記復調手段によつて得られた符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより上記情報ビツト系列を復元する復号化手段と

を具えることを特徴とする受信装置。

【請求項２】

上記伝送路推定手段は、上記受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれを周波数軸上における位相回転の一次係数として抽出する

ことを特徴とする請求項１に記載の受信装置。

【請求項３】

情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、

上記受信シンボル群からそれぞれ上記パイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、

上記受信シンボル群から上記情報シンボル群を抽出すると共に、上記伝送路推定手段の推定結果と上記受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、

送信側で使用した上記変調処理が８相位相変調の場合、上記重み付け手段によつて得られた上記伝送路の信頼性が反映された上記情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、上記Ｉ成分の絶対値から上記Ｑ成分の絶対値を減算して得た差分値を所定倍することにより第３の軟判定ビツトを取り出し、取り出した上記第１、第２及び第３の軟判定ビツトを上記符号化ビツト群として復元する復調手段と、

上記復調手段によつて得られた符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより上記情報ビツト系列を復元する復号化手段と

を具えることを特徴とする受信装置。

【請求項４】

情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、

上記受信シンボル群からそれぞれ上記パイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、

上記受信シンボル群から上記情報シンボル群を抽出すると共に、上記伝送路推定手段の推定結果と上記受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、

送信側で使用した上記変調処理が16値直交振幅変調の場合、上記情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、上記Ｉ成分の絶対値及び上記Ｑ成分の絶対値からそれぞれ所定の判定閾値を減算することにより第３及び第４の軟判定ビツトを取り出し、取り出した上記第１、第２、第３及び第４の軟判定ビツトを上記符号化ビツト群として復元する復調手段と、

上記復調手段によつて得られた符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより上記情報ビツト系列を復元する復号化手段と

を具えることを特徴とする受信装置。

【請求項５】
上記復調手段は、
上記重み係数とは異なる上記重み付け手段で算出した判定閾値用重み係数に基づいて上記判定閾値を生成する
ことを特徴とする請求項４に記載の受信装置。
【請求項６】
情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、
上記受信シンボル群からそれぞれ上記パイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、
上記受信シンボル群から上記情報シンボル群を抽出すると共に、上記伝送路推定手段の推定結果と上記受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、
送信側で使用した上記変調処理が64値直交振幅変調の場合、上記情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、上記Ｉ成分の絶対値及び上記Ｑ成分の絶対値からそれぞれ第１の判定閾値を減算することにより第３及び第４の軟判定ビツトを取り出し、さらに上記第３の軟判定ビツトの絶対値及び上記第４の軟判定ビツトの絶対値からそれぞれ第２の判定閾値を減算することにより第５及び第６の軟判定ビツトを取り出し、取り出した上記第１、第２、第３、第４、第５及び第６の軟判定ビツトを上記符号化ビツト群として復元する復調手段と、
上記復調手段によつて得られた符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより上記情報ビツト系列を復元する復号化手段と
を具えることを特徴とする受信装置。
【請求項７】
上記復調手段は、
上記重み係数とは異なる上記重み付け手段で算出した判定閾値用重み係数に基づいて上記第１及び第２の判定閾値を生成する
ことを特徴とする請求項６に記載の受信装置。
【請求項８】
情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより送信信号を生成し、当該送信信号を通信相手に対して送信する送信手段と、
通信相手からの上記送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、
上記受信シンボル群からそれぞれ上記パイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルの振幅及び位相に基づいて上記受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれ及びシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、
上記受信シンボル群から上記情報シンボル群を抽出すると共に、上記伝送路推定手段の推定結果と上記受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、

上記重み付け手段によつて得られた上記伝送路の信頼性が反映された上記情報シンボル群に対して所定の復調処理を施すことにより上記符号化ビツト群を復元する復調手段と、
上記復調手段によつて得られた符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより上記情報ビツト系列を復元する復号化手段と
を具えることを特徴とする送受信装置。

【請求項９】
上記伝送路推定手段は、上記受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれを周波数軸上における位相回転の一次係数として抽出する
ことを特徴とする請求項１に記載の受信装置。

【請求項１０】
情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより送信信号を生成し、当該送信信号を通信相手に対して送信する送信手段と、
通信相手からの上記送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、
上記受信シンボル群からそれぞれ上記パイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、
上記受信シンボル群から上記情報シンボル群を抽出すると共に、上記伝送路推定手段の推定結果と上記受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、
通信相手の上記送信手段が上記変調処理として８相位相変調を使用した場合、上記情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、上記Ｉ成分の絶対値から上記Ｑ成分の絶対値を減算して得た差分値を所定倍することにより第３の軟判定ビツトを取り出し、取り出した上記第１、第２及び第３の軟判定ビツトを上記符号化ビツト群として復元する復調手段と、
上記復調手段によつて得られた符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより上記情報ビツト系列を復元する復号化手段と
を具えることを特徴とする送受信装置。

【請求項１１】
情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより送信信号を生成し、当該送信信号を通信相手に対して送信する送信手段と、
通信相手からの上記送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、
上記受信シンボル群からそれぞれ上記パイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、
上記受信シンボル群から上記情報シンボル群を抽出すると共に、上記伝送路推定手段の推定結果と上記受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、
通信相手の上記送信手段が上記変調処理として16値直交振幅変調を使用した場合、上記情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、上記Ｉ成分の絶対値及び上記Ｑ成分の絶対値からそれぞれ所定の判定閾値を減

算することにより第３及び第４の軟判定ビツトを取り出し、取り出した上記第１、第２、第３及び第４の軟判定ビツトを上記符号化ビツト群として復元する復調手段と、
上記復調手段によつて得られた符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより上記情報ビツト系列を復元する復号化手段と
を具えることを特徴とする送受信装置。
【請求項１２】
上記復調手段は、
上記重み係数とは異なる上記重み付け手段で算出した判定閾値用重み係数に基づいて上記判定閾値を生成する
ことを特徴とする請求項１１に記載の送受信装置。
【請求項１３】
情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより送信信号を生成し、当該送信信号を通信相手に対して送信する送信手段と、
通信相手からの上記送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、
上記受信シンボル群からそれぞれ上記パイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、
上記受信シンボル群から上記情報シンボル群を抽出すると共に、上記伝送路推定手段の推定結果と上記受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、
通信相手の上記送信手段が上記変調処理として64値直交振幅変調を使用した場合、上記情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、上記Ｉ成分の絶対値及び上記Ｑ成分の絶対値からそれぞれ第１の判定閾値を減算することにより第３及び第４の軟判定ビツトを取り出し、さらに上記第３の軟判定ビツトの絶対値及び上記第４の軟判定ビツトの絶対値からそれぞれ第２の判定閾値を減算することにより第５及び第６の軟判定ビツトを取り出し、取り出した上記第１、第２、第３、第４、第５及び第６の軟判定ビツトを上記符号化ビツト群として復元する復調手段と、
上記復調手段によつて得られた符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより上記情報ビツト系列を復元する復号化手段と
を具えることを特徴とする送受信装置。
【請求項１４】
上記復調手段は、
上記重み係数とは異なる上記重み付け手段で算出した判定閾値用重み係数に基づいて上記第１及び第２の判定閾値を生成する
ことを特徴とする請求項１３に記載の送受信装置。
【請求項１５】
情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより送信信号を生成し、当該送信信号を通信相手に対して送信し、
受信側では通信相手からの上記送信信号を受信することにより受信シンボル群を得、当該受信シンボル群から抽出した上記パイロツトシンボルの振幅及び位相に基づいて上記受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれ及びシンボル毎の伝送路の特性を推定し、当該推

定結果と上記受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を上記受信シンボル群から抽出した上記情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映し、当該伝送路の信頼性が反映された上記情報シンボル群に対して所定の復調処理を施すことにより復元した上記符号化ビット群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより上記情報ビット系列を復元する

ことを特徴とする通信方法。

【請求項１６】

上記伝送路の特性を推定する際、上記受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれを周波数軸上における位相回転の一次係数として抽出する

ことを特徴とする請求項１５に記載の通信方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【目次】

以下の順序で本発明を説明する。

【０００２】
発明の属する技術分野
従来の技術（図２１～図２４）
発明が解決しようとする課題
課題を解決するための手段
発明の実施の形態
（１）無線通信システムの全体構成（図１）
（２）送信装置の構成（図２～図８）
（３）受信装置の構成（図９）
（４）伝送路推定回路の構成（図１０～図１２）
（５）リファレンスシンボル系列の生成方法（図１３～図１５）
（６）重み付け回路の構成（図１６）
（７）復調回路の構成
（７－１）ＱＰＳＫ変調に対応した復調回路の構成（図１７）
（７－２）８ＰＳＫ変調に対応した復調回路の構成（図１８）
（７－３）16ＱＡＭ変調に対応した復調回路の構成（図１９）
（７－４）64ＱＡＭ変調に対応した復調回路の構成（図２０）
（８）動作及び効果
（９）他の実施の形態
発明の効果

【０００３】

【発明の属する技術分野】

本発明は受信装置及び送受信装置並びに通信方法に関し、例えば携帯電話システムのような無線通信システムに適用して好適なものである。

【０００４】

【従来の技術】

従来、この種の無線通信システムにおいては、通信サービスを提供するエリアを所望の大きさのセルに分割して当該セル内にそれぞれ固定無線局としての基地局を設置し、移動無線局としての携帯電話機は自分が存在するセル内の基地局と無線通信するようになされており、いわゆるセルラーシステムを構築するようになされている。その際、携帯電話機と基地局との間の通信方式としては種々の方式が提案されているが、代表的なものとしてＴＤＭＡ方式（Time Division Multiple Access ）と呼ばれる時分割多元接続方式がある。

【０００５】

このＴＤＭＡ方式は、例えば図２１に示すように、所定の周波数チヤネルを所定時間幅のフレームＦ０、Ｆ１、……によつて時間的に区分けすると共に、そのフレームをそれぞれ

所定時間幅のタイムスロツトＴＳ０～ＴＳ３に分割し、自局に割り当てられたタイムスロツトＴＳ０のタイミングのときにその周波数チヤネルを使用して送信信号を送信するような方式であり、同一周波数チヤネルで複数の通信（いわゆる多重通信）を実現して周波数を効率的に利用するようになされた方式である。なお、以降の説明では、送信用に割り当てられたタイムスロツトＴＳ０を送信スロツトＴＸと呼び、１つの送信スロツトＴＸで送られるデータブロツク（すなわち情報単位）をスロツトと呼ぶ。

【０００６】

ここでこのＴＤＭＡ方式を用いて送受信する無線通信システムの送信装置及び受信装置を図２２及び図２３を用いて説明する。因みに、この図２２及び図２３に示す送信装置及び受信装置は、例えば携帯電話システムの携帯電話機や基地局にそれぞれ搭載され、携帯電話機から基地局への通信（いわゆる上り方向の通信）や基地局から携帯電話機への通信（いわゆる下り方向の通信）に使用される。

【０００７】

図２２に示すように、送信装置１は大きく分けて畳み込み符号化回路２、インターリーブバツフア３、スロツト化処理回路４、変調回路５、パイロツトシンボル付加回路６、送信回路７及びアンテナ８によつて構成されており、送信データである情報ビツト系列Ｓ１をまず畳み込み符号化回路２に入力するようになされている。

【０００８】

畳み込み符号化回路２は所定段数のシフトレジスタとエクスクルーシブオア回路からなり、入力される情報ビツト系列Ｓ１に畳み込み符号化を施し、その結果得られる符号化ビツト系列Ｓ２をインターリーブバツフア３に出力する。インターリーブバツフア３は符号化ビツト系列Ｓ２を順番に内部の記憶領域に格納し、当該記憶領域全体に符号化ビツト系列Ｓ２が格納されると（すなわち符号化ビツト系列Ｓ２が所望量蓄積されると）、符号化ビツト系列Ｓ２の順番をランダムに並び換え（以下、この順番を並び換えることをインターリーブと呼ぶ）、その結果得られる符号化ビツト系列Ｓ３をスロツト化処理回路４に出力する。因みに、インターリーブバツフア３の記憶容量としては、複数の送信スロツトＴＸに符号化ビツト系列が分散されるようにするため、複数スロツト分の記憶容量を有している。

【０００９】

スロツト化処理回路４は、符号化ビツト系列Ｓ３を送信スロツトＴＸに割り当てるために当該符号化ビツト系列Ｓ３を所定ビツト数毎に区分けし、その結果得られる符号化ビツト群Ｓ４を順に変調回路５に出力する。変調回路５は、供給される符号化ビツト群Ｓ４にそれぞれ所定の変調処理（例えばＱＰＳＫ変調等の同期検波系の変調処理）を施し、その結果得られる情報シンボル群Ｓ５をパイロツトシンボル付加回路６に出力する。

【００１０】

パイロツトシンボル付加回路６は、図２４に示すように、送信スロツトＴＸに応じて区分けされた情報シンボル群Ｓ５の各シンボル群の先頭位置（すなわち情報シンボルＩの先頭）にヘツダとしてパイロツトシンボルＰをそれぞれ付加し、その結果得られる送信シンボル群Ｓ６を送信回路７に出力する。因みに、ここで付加されるパイロツトシンボルＰは受信装置側において予め分かつている既知パターンのシンボルであり、当該受信装置側ではこのパイロツトシンボルＰを使用して伝送路の特性（例えばフエージング等の状況）を推定するようになされている。

【００１１】

送信回路７は、このパイロツトシンボルが付加された送信シンボル群Ｓ６に対して順にフイルタリング処理を施した後、当該送信シンボル群Ｓ６にデイジタル・アナログ変換処理を施して送信信号を生成する。そして送信回路７は、その送信信号に周波数変換を施すことによつて所定周波数チヤネルの送信信号Ｓ７を生成し、これを所定電力に増幅した後、アンテナ８を介して送信する。かくして送信装置１からは送信スロツトＴＸのタイミングに同期して送信信号Ｓ７が送信される。

【００１２】

一方、図２３に示すように、受信装置１０は大きく分けてアンテナ１１、受信回路１２、伝送路推定回路１３、復調回路１４、スロツト連結処理回路１５、デインターリーブバツフア１６及びビタビ復号化回路１７によつて構成されており、送信装置１から送信された送信信号Ｓ７をアンテナ１１によつて受け、これを受信信号Ｓ１１として受信回路１２に入力するようになされている。受信回路１２は入力される受信信号Ｓ１１を増幅した後、当該受信信号Ｓ１１に周波数変換を施すことによつてベースバンド信号を取り出し、そのベースバンド信号にフイルタリング処理を施した後、当該ベースバンド信号にアナログ・デイジタル変換処理を施すことによつて上述した送信シンボル群Ｓ６に対応する受信シンボル群Ｓ１２を取り出し、これを伝送路推定回路１３に出力する。

【００１３】

伝送路推定回路１３は伝送路の特性を調べると共にその調査結果に応じた等化処理を行う回路であり、受信シンボル群Ｓ１３に含まれるパイロツトシンボルＰを参照することにより伝送路の特性を推定し、その推定結果に基づいて伝送路の逆特性を算出する。そして伝送路推定回路１３は、イコライザからなる等化回路を使用してその伝送路の逆特性を示す数値を受信シンボル群Ｓ１２の各情報シンボル部分に対して時間領域で畳み込み乗算することにより伝送路において受けたフエージング等の影響を取り除く。この処理により伝送路推定回路１３は、送信された情報シンボル群Ｓ５を復元し、これを受信情報シンボル群Ｓ１３として復調回路１４に出力する。

【００１４】

復調回路１４は受信情報シンボル群Ｓ１３に対して所定の復調処理を施すことにより送信側の符号化ビツト群Ｓ４に対応する符号化ビツト群Ｓ１４を復元し、これをスロツト連結処理回路１５に出力する。因みに、この符号化ビツト群Ｓ１４の各ビツトは値が「０」又は「１」の２値信号ではなく、伝送路上でノイズ成分が加算されたことにより多値信号となつている。スロツト連結処理回路１５は、スロツト単位で断片的に得られる符号化ビツト群Ｓ１４を連続信号となるように連結する回路であり、後段のデインターリーブバツフア１６の記憶容量分だけ符号化ビツト群Ｓ１４が蓄積したら当該符号化ビツト群Ｓ１４を連結し、その結果得られる符号化ビツト系列Ｓ１５をデインターリーブバツフア１６に出力する。

【００１５】

デインターリーブバツフア１６は複数スロツト分の記憶容量を有しており、供給される符号化ビツト系列Ｓ１５を順次内部の記憶領域に格納した後、送信装置１のインターリーブバツフア３で行つた並び換えと逆の手順で当該符号ビツト系列Ｓ１５の順番を並び換えることにより元の並び順に戻し、その結果得られる符号化ビツト系列Ｓ１６をビタビ復号化回路１７に出力する（以下、この元の並びに戻すことをデインターリーブと呼ぶ）。ビタビ復号化回路１７は軟判定ビダビ復号化回路からなり、入力される符号化ビツト系列Ｓ１６に基づいて畳み込み符号のトレリスを考え、データとして取り得る全ての状態遷移の中から最も確からしい状態を推定（いわゆる最尤系列推定）することにより、送信された情報ビツト系列Ｓ１８を復元し、これを出力する。

【００１６】

【発明が解決しようとする課題】

ところでかかる従来の受信装置１０においては、各スロツト内においてシンボルが時間的に並べられて送られてくることにより、イコライザからなる等化回路を使用して時間領域の畳み込み乗算を行うことにより伝送路で受けた影響を取り除くようになされており、このため受信装置の構成が複雑になるといつた問題がある。また上述したようなＴＤＭＡ方式では、送信スロツトＴＸのタイミングによつて通信品質が異なることがあるが、かかる従来の受信装置１０においては、送信スロツトＴＸの通信品質を示す信頼性をそのスロツトによつて送られてきた符号化ビツトに反映させるようなことを行つていないので、ビタビ復号化回路１７の最尤系列推定を高精度化し得ず、送信された情報ビツト系列を高精度に復元し得ないといつた不都合がある。

【００１７】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、簡易な構成で、高精度に最尤系列推定を行つて送信された情報ビツト系列を高精度に復元し得る受信装置及び送受信装置並びにその通信方法を提案しようとするものである。

【００１８】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため本発明においては、情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信することによつて受信シンボル群を得、当該受信シンボル群からそれぞれ抽出したパイロツトシンボルの振幅及び位相に基づいて受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれ及びシンボル毎の伝送路の特性を推定し、受信シンボル群から情報シンボル群を抽出すると共に、伝送路の特性の推定結果と受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映し、その信頼性が反映された情報シンボル群に対して所定の復調処理を施すことにより復元した符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビツト系列を復元するようにしたことにより、伝送路上での影響や受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれによる位相回転を取り除き、シンボル単位で伝送路の信頼性を情報シンボル郡に反映させることができるので、元の情報ビツト系列を高精度に復元することができる。

【００１９】

また本発明においては、情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信することによつて受信シンボル群を得、当該受信シンボル群からそれぞれ抽出したパイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定し、受信シンボル群から抽出した情報シンボル群と伝送路の特性の推定結果とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映し、送信側で使用した変調処理が８相位相変調の場合、伝送路の信頼性が反映された情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、Ｉ成分の絶対値からＱ成分の絶対値を減算して得た差分値を所定倍することにより第３の軟判定ビツトを取り出し、取り出した第１、第２及び第３の軟判定ビツトを符号化ビツト群として復元し、その符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビツト系列を復元するようにしたことにより、送信側の８相位相変調に対応した簡易な構成の復調手段により、第１、第２及び第３の軟判定ビツトを伝送路の信頼性が反映された符号化ビツト郡として高精度に復元することができる。

【００２０】

また本発明においては、情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信することにより受信シンボル群を得、受信シンボル群からそれぞれパイロツトシンボルを抽出し、当該

パイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定し、受信シンボル群から情報シンボル群を抽出すると共に、伝送路の特性の推定結果と受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映し、送信側で使用した変調処理が16値直交振幅変調の場合、情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、Ｉ成分の絶対値及びＱ成分の絶対値からそれぞれ所定の判定閾値を減算することにより第３及び第４の軟判定ビツトを取り出し、取り出した第１、第２、第３及び第４の軟判定ビツトを符号化ビツト群として復元する復調手段と、復調手段によつて得られた符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビツト系列を復元するようにしたことにより、送信側の16値直交振幅変調に対応した簡易な構成の復調手段により、第１、第２、第３及び第４の軟判定ビツトを伝送路の信頼性が反映された符号化ビツト郡として高精度に復元することができる。

【００２１】

さらに本発明においては、情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信することにより受信シンボル群を得、受信シンボル群からそれぞれ抽出したパイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定し、受信シンボル群から情報シンボル群を抽出すると共に、伝送路の特性の推定結果と受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映し、送信側で使用した上記変調処理が64値直交振幅変調の場合、情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、Ｉ成分の絶対値及びＱ成分の絶対値からそれぞれ第１の判定閾値を減算することにより第３及び第４の軟判定ビツトを取り出し、さらに第３の軟判定ビツトの絶対値及び第４の軟判定ビツトの絶対値からそれぞれ第２の判定閾値を減算することにより第５及び第６の軟判定ビツトを取り出し、取り出した第１、第２、第３、第４、第５及び第６の軟判定ビツトを符号化ビツト群として復元し、その符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビツト系列を復元するようにしたことにより、送信側の64値直交振幅変調に対応した簡易な構成の復調手段により、第１、第２、第３、第４、第５及び第６の軟判定ビツトを伝送路の信頼性が反映された符号化ビツト郡として高精度に復元することができる。

【００２２】

【発明の実施の形態】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【００２３】

（１）無線通信システムの全体構成

図１において、２０は全体として本発明を適用した例えば携帯電話システムのような無線通信システムを示し、通信サービスを提供するエリアを分割してなる各セル内に配置される基地局装置２１と、当該基地局装置２１と通信する移動局としての携帯電話機２２とによつて構成される。

【００２４】

基地局装置２１は、所定の周波数チヤネルを使用して携帯電話機２２に向けて情報ビツト系列を送信する送信装置２３と、所定の周波数チヤネルを使用して携帯電話機２２から送信された情報ビツト系列を受信する受信装置２４と、これら送信装置２３及び受信装置２４の動作を制御する制御装置２５とによつて構成される。同様に、携帯電話機２２は、所定の周波数チヤネルを使用して基地局装置２１に向けて情報ビツト系列を送信する送信装

置２６と、所定の周波数チヤネルを使用して基地局装置２１から送信された情報ビツト系列を受信する受信装置２７と、これら送信装置２６及び受信装置２７の動作を制御する制御装置２８とによつて構成される。

【００２５】

この無線通信システム２０の場合、基地局装置２１と携帯電話機２２との間の通信に使用される周波数チヤネルは複数用意されており、基地局装置２１から携帯電話機２２への通信及び携帯電話機２２から基地局装置２１への通信でその中の任意の１対の周波数チヤネルを使用するようになされている。この場合、各周波数チヤネルは、例えば24本のサブキヤリアによつて構成されており、通信時には、送信する情報ビツト系列をこのサブキヤリアに分散させて重畳し、いわゆるマルチキヤリア通信を行うようになされている。その際、この無線通信システム２０の場合には、送信する情報ビツト系列をスロツト単位に区分けし、そのスロツト単位に区分けされた情報ビツト系列を上述したサブキヤリアに分散させて重畳するようになされている。またこの無線通信システム２０の場合には、１スロツト毎に使用する周波数チヤネルを予め決められているパターンに基づいてランダムに変更する、いわゆる周波数ホツピングを行うようになされており、これにより他の通信から受ける干渉波を低減するようになされている。

【００２６】

ここで基地局装置２１及び携帯電話機２２に搭載されている送信装置２３、２６と、受信装置２４、２７について以下に具体的に説明する。但し、送信装置２３と送信装置２６は同じ構成を有していると共に、受信装置２４と受信装置２７は同じ構成を有しているので、ここでは送信装置２３と受信装置２７について説明する。

【００２７】

（２）送信装置の構成

まずこの項では、送信装置２３の構成について説明する。図２２との対応部分に同一符号を付した図２に示すように、送信装置２３は大きく分けて畳み込み符号化回路２、インターリーブバツフア３、スロツト化処理回路４、変調回路５、パイロツトシンボル付加回路３１、逆高速フーリエ変換回路（ＩＦＦＴ）３２、送信回路３３及びアンテナ８によつて構成され、逆高速フーリエ変換回路３２が追加されたこと、及びパイロツトシンボル付加回路３１、送信回路３３の処理内容が変更されたことを除いて、図２２に示した送信装置１とほぼ同様の構成を有している。

【００２８】

まずこの送信装置２３においては、スロツト化処理回路４によつて区分けされた符号化ビツト群Ｓ４は変調回路５に入力される。変調回路５は、この送信装置２３の場合にも、入力される符号化ビツト群Ｓ４に対して同期検波系の変調処理を施す。その変調処理としては種々の変調方式が考えられるが、代表的なものとして、例えばＱＰＳＫ変調（Quadrature Phase Shift Keying ：いわゆる４相位相変調）、８ＰＳＫ変調（8 Phase Shift Keying：いわゆる８相位相変調）、16ＱＡＭ変調（16 Quadrature Amplitude Modulation：いわゆる16値直交振幅変調）、64ＱＡＭ変調（64 Quadrature Amplitude Modulation：いわゆる64値直交振幅変調）等がある。

【００２９】

ここで各変調方式について簡単に説明すると、ＱＰＳＫ変調はその名の通り４つの位相状態が存在する位相変調であり、図３に示すように、π/4、 3π/4、 5π/4又は 7π/4の位相値のところに存在する４通りの信号点（シンボル）によつて２ビツト分の情報を表すようになされた変調方式である。また８ＱＰＳＫ変調はその名の通り８つの位相状態が存在する位相変調であり、図４に示すように、振幅「１」の同心円上であつて位相値がそれぞれπ/4ずつ離れた８通りの信号点によつて３ビツト分の情報を表すようになされた変調方式である。また16ＱＡＭ変調はその名の通り振幅が異なる16通りの信号点が存在する変調であり、図５に示すように、Ｉ成分及びＱ成分の大きさをそれぞれ±√(2/5) の閾値で分けることによつて生成された16通りの信号点によつて４ビツト分の情報を表すようになされた変調方式である。また64ＱＡＭ変調はその名の通り振幅が異なる64通りの信号点が存

在する変調であり、図６に示すように、Ｉ成分及びＱ成分の大きさをそれぞれ±√(2/21)、± 2×√(2/21)及び± 3×√(2/21)の閾値で分けることによつて生成された64通りの信号点によつて６ビツト分の情報を表すようになされた変調方式である。因みに、図３～図６において、信号点に添えられている数値はその信号点が示すビツト情報である。

【００３０】

変調回路５はこのような変調処理のうちいずれかの処理を符号化ビツト群Ｓ４に対してそれぞれ施し、その結果得られた情報シンボル群Ｓ５を続くパイロツトシンボル付加回路３１に出力する。パイロツトシンボル付加回路３１は情報シンボル群Ｓ５の各シンボル群に対してパイロツトシンボルＰを付加する回路であり、この送信装置２３の場合には、シンボル群の先頭位置にパイロツトシンボルＰを付加するのではなく、例えば図７に示すように、シンボル群を構成する情報シンボルＩの合間に等間隔でパイロツトシンボルＰを挿入するようになされている。

【００３１】

因みに、１スロツトのシンボルはそれぞれ上述したように24本のサブキヤリアに分散されるため、ここでは１スロツトはパイロツトシンボルＰと情報シンボルＩとを合わせて24シンボルになつている。なお、パイロツトシンボルＰは受信装置側で予め分かつている既知パターンのシンボルであり、その振幅値は「１」で位相値はランダムになつている。但し、位相値に関しては、他の通信とは異なるようになつている。これは、受信装置側においてはこのパイロツトシンボルＰを使用して伝送路の推定を行うようになされており、他の通信とパイロツトシンボルＰが同じであると他の通信に関する伝送路推定を行つてしまうので、これを避けるためである。

【００３２】

このようにしてパイロツトシンボルＰを付加することにより生成された送信シンボル群Ｓ２０は続く逆高速フーリエ変換回路３２に出力される。逆高速フーリエ変換回路３２は、送信シンボル群Ｓ２０を構成する各シンボルを上述した24本のサブキヤリアに分散させて重畳するため（すなわち送信シンボル群Ｓ２０の各シンボルを周波数軸上に並べて送信するため）、当該送信シンボル群Ｓ２０に対してそれぞれ逆フーリエ変換を施す。これにより時間軸上に並んで入力されたシンボル群を周波数軸上において並べたような信号が生成される。ここで逆フーリエ変換を施すことによつて生成された送信シンボル群Ｓ２１の様子を図８に示す。この図８は送信シンボル群Ｓ２１の様子を周波数を基準にして示しており、逆フーリエ変換を行うことにより、パイロツトシンボルＰや情報シンボルＩからなる24個のシンボルは周波数軸上に並べられ、24本のサブキヤリアに対して１つずつ割り当てられている様子が分かる。

【００３３】

また逆高速フーリエ変換回路３２は、このようにして逆フーリエ変換を施すことによつて生成した送信シンボル群Ｓ２１に対して窓かけ処理いわゆるウインドウ処理を施し、これにより不要な帯域外スプリアスを抑えるようにもなつている。なお、ウインドウ処理の具体的方法としては、送信シンボル群Ｓ２１に対して時間軸上でコサイン・ロールオフ・フイルタをかけることにより実現される。かくしてこのような逆高速フーリエ変換回路３２の処理によつて生成された送信シンボル群Ｓ２１は続く送信回路３３に出力される。

【００３４】

送信回路３３は、送信シンボル群Ｓ２１にフイルタリング処理を施した後、当該送信シンボル群Ｓ２１にデイジタル・アナログ変換処理を施して送信信号を生成する。そして送信回路３３は、その送信信号に周波数変換を施すことによつて所定周波数チヤネルの送信信号Ｓ２２を生成し、これを所定電力に増幅した後、アンテナ８を介して送信する。なお、送信回路３３は、予め決められているパターンに基づいて、スロツト毎に使用する周波数チヤネルをランダムに変更するようになされており、これにより他の通信から受ける干渉波の影響を低減するようになされている。

【００３５】

かくして送信装置２３においては、スロツト単位に区分けした符号化ビツト群を複数のサ

ブキヤリアに分散して重畳することにより送信対象の情報ビツト系列を複数のサブキヤリアで送信するマルチキヤリア通信を行うようになされている。

【００３６】

（３）受信装置の構成

一方、図２３との対応部分に同一符号を付した図９に示すように、受信装置２７は大きく分けてアンテナ１１、受信回路４０、高速フーリエ変換回路（ＦＦＴ）４１、復調部４２、スロツト連結処理回路１５、デインターリーブバツフア１６及びビタビ復号化回路１７によつて構成され、高速フーリエ変換回路４１が追加されたこと、及び受信回路４０、復調部４２の処理内容が変更されたことを除いて、図２３に示した受信装置１０とほぼ同様の構成を有している。

【００３７】

まずアンテナ１１は送信装置２３から送信された送信信号Ｓ２２を受け、これを受信信号Ｓ３０として受信回路４０に入力する。受信回路４０は入力される受信信号Ｓ３０を増幅した後、当該受信信号Ｓ３０に周波数変換を施すことによつてベースバンド信号を取り出し、そのベースバンド信号にフイルタリング処理を施した後、当該ベースバンド信号にアナログ・デイジタル変換処理を施すことによつて受信シンボル群Ｓ３１を取り出し、これを高速フーリエ変換回路４１に出力する。

【００３８】

因みに、受信回路４０は、送信側と同じパターンに基づいて受信する周波数チヤネルを変更するようになされており、これにより送信側が周波数チヤネルを変更した場合でも、当該送信側に追従して正確に受信動作を行い得るようになされている。

【００３９】

高速フーリエ変換回路４１は、入力される受信シンボル群Ｓ３１に窓かけ処理いわゆるウインドウ処理を施すことにより１スロツト分の信号成分を取り出し、その取り出した信号成分に対してフーリエ変換を施す。これにより周波数軸上に並んで取り出されたシンボル群を時間軸上に並べて取り出すことができる。このようにフーリエ変換を施すことによつて取り出された受信シンボル群Ｓ３２は続く復調部４２に入力される。因みに、高速フーリエ変換回路４１は、送信側の逆高速フーリエ変換回路３２と同様に、時間軸上で受信シンボル群Ｓ３１に対してコサイン・ロールオフ・フイルタをかけることにより窓かけ処理を行うようになされている。

【００４０】

復調部４２は伝送路推定回路４３、重み付け回路４４及び復調回路４５によつて構成され、供給される受信シンボル群Ｓ３２を当該伝送路推定回路４３及び重み付け回路４４に入力するようになされている。伝送路推定回路４３は、受信シンボル群Ｓ３２に含まれるパイロツトシンボルＰを抽出し、当該パイロツトシンボルＰの振幅及び位相に基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定し、当該推定結果を示すシンボル系列Ｓ３３を後段の重み付け回路４４に出力する。

【００４１】

重み付け回路４４は、受信した受信シンボル群Ｓ３２と伝送路の特性を示すシンボル系列Ｓ３３とに基づいて伝送路の信頼性（すなわち品質）をシンボル単位で算出し、その算出した信頼性を示す重み係数を受信シンボル群Ｓ３２の各情報シンボルＩに乗算することにより当該受信シンボル群Ｓ３２の情報シンボルＩに対して伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する。そして重み付け回路４４は、その乗算処理により得られた伝送路の信頼性が反映された受信情報シンボル群Ｓ３４を復調回路４５に出力すると共に、シンボル単位で算出した伝送路の信頼性を示す重み係数Ｓ３５を復調回路４５に出力する。

【００４２】

復調回路４５は、受信情報シンボル群Ｓ３４に対してそれぞれ所定の復調処理（すなわち送信側で行つた変調方式に対応した復調処理であつて、例えばＱＰＳＫ変調や８ＰＳＫ変調、或いは16ＱＡＭ変調や64ＱＡＭ変調に対応した復調処理）を施すことにより、当該受信情報シンボル群Ｓ３４から符号化ビツト群Ｓ３６を取り出し、これを後段のスロツト連

結処理回路１５に出力する。因みに、復調回路４５は、16ＱＡＭ変調や64ＱＡＭ変調等の振幅変調系の復調を行うとき、重み付け回路４４から供給された重み係数Ｓ３５を復調時の判定閾値として使用し、これにより符号化ビツト群Ｓ３６を構成する各軟判定ビツトを受信情報シンボル群Ｓ３４から取り出すようになされている。なお、符号化ビツト群Ｓ３６を構成する軟判定ビツトは「０」又は「１」の２値信号ではなく、伝送路上でノイズ成分が加算されたことにより多値信号となつている。

【００４３】

スロツト連結処理回路１５は、スロツト単位で断片的に得られる符号化ビツト群Ｓ３６を連続信号となるように連結する回路であり、後段のデインターリーブバツフア１６の記憶容量分だけ符号化ビツト群Ｓ３６が蓄積したら当該符号化ビツト群Ｓ３６を連結し、その結果得られる符号化ビツト系列Ｓ３７をデインターリーブバツフア１６に出力する。

【００４４】

デインターリーブバツフア１６は複数スロツト分の記憶容量を有しており、供給される符号化ビツト系列Ｓ３７を順次内部の記憶領域に格納した後、送信装置２３のインターリーブバツフア３で行つた並び換えと逆の手順で当該符号化ビツト系列Ｓ３７の順番を並び換えることにより元の並び順に戻し、その結果得られる符号化ビツト系列Ｓ３８をビタビ復号化回路１７に出力する。

【００４５】

ビタビ復号化回路１７は軟判定ビタビ復号化回路からなり、入力される符号化ビツト系列Ｓ３８に対して最尤系列推定を行うことにより送信された情報ビツト系列Ｓ３９を復元する。この場合、前段の重み付け回路４４において、伝送路の信頼性（すなわち品質）をシンボル単位で算出し、その信頼性を示す重み係数を受信した情報シンボルＩに乗算することにより当該情報シンボルＩの信号レベルに伝送路の信頼性を反映している。このためビタビ復号化回路１７に入力される符号化ビツト系列Ｓ３８の信号レベルもその伝送路の信頼性に応じたレベルになつている。従つてこのような符号化ビツト系列Ｓ３８をビタビ復号化回路１７に入力すれば、ビタビ復号化回路１７では伝送路の信頼性をシンボル単位で加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と高精度に最尤系列推定を行つて情報ビツト系列Ｓ４０を一段と精度良く復元し得る。

【００４６】

（４）伝送路推定回路の構成

次にこの項では、上述した伝送路推定回路４３について具体的に説明する。なお、以降の説明では受信した受信シンボル群Ｓ３２に含まれるパイロツトシンボルＰ及び情報シンボルＩをそれぞれパイロツトシンボルＰ′及び情報シンボルＩ′と呼ぶ。図１０に示すように、伝送路推定回路４３においては、まず高速フーリエ変換回路４１から供給される受信シンボル群Ｓ３２を信号分離スイツチ５０に入力するようになされている。この信号分離スイツチ５０は受信シンボル群Ｓ３２がパイロツトシンボルＰ′のタイミングのときにオン状態になることにより当該受信シンボル群Ｓ３２からパイロツトシンボルＰ′を抽出し、これを乗算器５１に出力する。

【００４７】

乗算器５１にはパイロツトシンボル記憶回路５２から読み出されたリファレンス・パイロツトシンボルＰref が入力されており、当該乗算器５１はリファレンス・パイロツトシンボルＰref の共役値をパイロツトシンボルＰ′に対して複素乗算することによりパイロツトシンボルＰ′をリファレンス・パイロツトシンボルＰref で割つた値を求める。因みに、リファレンス・パイロツトシンボルＰref は送信側で送信したパイロツトシンボルＰと同じシンボルであり、その振幅値は「１」で位相値はパイロツトシンボルＰと一致している。従つて乗算器５１における割算処理は、図１１に示すように、原理的には受信したパイロツトシンボルＰ′の位相値を「０」に戻す処理に相当しており、乗算器５１の出力として得られるシンボル系列Ｓ４０は、振幅が「１」で位相値が全て「０」のシンボルとなるはずである。

【００４８】

しかしながら実際には、ノイズやフエージング、干渉波等の影響、或いは高速フーリエ変換回路４１における窓かけ処理のずれ等により、受信シンボル群Ｓ３２には非希望信号成分が含まれており、受信したパイロツトシンボルＰ′が送信されたパイロツトシンボルＰに完全に一致することはない。このため図１２に示すように、乗算器５１から出力されるシンボル系列Ｓ４０も完全に振幅値が「１」で位相値が「０」のシンボルになることはない。

【００４９】

従つて乗算器５１から出力されるシンボル系列Ｓ４５を観測すれば、ノイズやフエージング等の伝送路の特性や干渉波等の影響、或いは窓かけ処理のずれ等を推定することができる。このためこの伝送路推定回路４３では、このシンボル系列Ｓ４０を解析することにより伝送路の特性等を推定するようになされている。

【００５０】

まずこのようにして求められたシンボル系列Ｓ４０は続く乗算器５３及び遅延回路５４に入力される。遅延回路５４はシンボル系列Ｓ４０の各シンボルを順に１シンボル分ずつ遅延し、その結果得られる遅延シンボル系列Ｓ４１を乗算器５３に出力する。乗算器５３は、シンボル系列Ｓ４０として与えられた現シンボルと遅延シンボル系列Ｓ４１として与えられた１つ前の前シンボルの共役値とを複素乗算することにより現シンボルと前シンボルの位相差信号Ｓ４２を算出し、これを続く位相値算出回路５５に出力する。位相値算出回路５５は位相差信号Ｓ４２の逆正接関数いわゆるアークタンジエントを計算することにより現シンボルと前シンボルの位相差Ｓ４３を求め、これを続く加算器５６に出力する。

【００５１】

加算器５６は１つ前に求めた前シンボルの絶対位相値に対して位相差Ｓ４３を加算することにより現シンボルの絶対位相値を算出する回路であり、遅延回路５７によつて遅延した１シンボル前の絶対位相値Ｓ４４に位相差Ｓ４３を加算して現シンボルの絶対位相値Ｓ４５を算出し、これを遅延回路５７、乗算器５８及び累積加算回路５９に出力する。

【００５２】

因みに、上述したように現シンボルと前シンボルの位相差を求め、当該位相差を前シンボルの絶対位相値に加算することによつて現シンボルの絶対位相値を求めるようにしたことにより、シンボル系列Ｓ４０の位相回転が全体として２π以上あつたとしても、シンボル間の位相差が少なくともπ未満であれば位相の回転方向を判断し得るので、各シンボルの絶対位相値を確実に算出することができる。なお、ここで言う絶対位相値とは、実際の回転量を指し示すものであり、例えば 5π/2回転しているのであれば、これをπ/2とするのではなく、実際の回転量である 5π/2とするものである。

【００５３】

累積加算回路５９は１スロツト分のシンボル系列Ｓ４０から得られた絶対位相値を累積加算する回路であり、入力される絶対位相値Ｓ４５を累積加算し、その結果得られる累積位相値Ｓ４６を計算部６０に出力する。これに対して乗算器５８は、後述するシンボルカウンタ６１から供給されるシンボル番号Ｓ４７を加算器５６から供給される絶対位相値Ｓ４５に乗算することにより各シンボルに関して絶対位相値とシンボル番号の乗算値Ｓ４８を得、これを累積加算回路６２に出力する。累積加算回路６２は、１スロツト分のシンボル系列Ｓ４０から得られた乗算値Ｓ４８を累積加算し、その結果得られる累積値Ｓ４９を計算部６０に出力する。

【００５４】

また上述したシンボル系列Ｓ４０は振幅算出回路６３にも入力される。この振幅算出回路６３はシンボル系列Ｓ４０の各シンボルを二乗した後、その二乗結果の平方根を求めることによりシンボル系列Ｓ４０の各シンボルの振幅を算出し、これを振幅値Ｓ５０として累積加算回路６４及び乗算器６５に出力する。

【００５５】

累積加算回路６４は１スロツト分のシンボル系列Ｓ４０から得られた振幅値Ｓ５０を累積加算することにより各シンボルの振幅値を累積し、その結果得られる累積振幅値Ｓ５１を

計算部６０に出力する。これに対して乗算器６５は、後述するシンボルカウンタ６１から供給されるシンボル番号Ｓ４７を振幅算出回路６３から供給される振幅値Ｓ５０に乗算することにより各シンボルに関して振幅値とシンボル番号の乗算値Ｓ５２を得、これを累積加算回路６６に出力する。累積加算回路６６は、１スロツト分のシンボル系列Ｓ４０から得られた乗算値Ｓ５２を累積加算し、その結果得られる累積値Ｓ５３を計算部６０に出力する。

【００５６】

ところでこの伝送路推定回路４３においては、受信シンボル群Ｓ３２をシンボルカウンタ６１にも入力するようになされている。このシンボルカウンタ６１はシンボルクロツクを基準にして受信シンボル群Ｓ３２のシンボル数をカウントすることにより現在入力されているパイロツトシンボルＰ′がスロツト内の何番目のシンボルであるかを調べる回路であり、その調査の結果得られたシンボル番号Ｓ４７を上述したように乗算器５８、６５に出力すると共に、当該シンボル番号Ｓ４７を累積加算回路６７及び二乗回路６８に出力する。

【００５７】

累積加算回路６７は１スロツトの各パイロツトシンボルＰ′から得られたシンボル番号Ｓ４７を累積加算し、その結果得られるシンボル番号の累積値Ｓ５４を計算部６０に出力する。これに対して二乗回路６８は、シンボル番号Ｓ４７の二乗値Ｓ５５を算出し、これを続く累積加算回路６９に出力する。累積加算回路６９はこのシンボル番号の二乗値Ｓ５５を１スロツト分累積加算し、その結果得られるシンボル番号の二乗値の累積値Ｓ５６を計算部６０に出力する。

【００５８】

計算部６０は、このようにして求められた各値（Ｓ４６、Ｓ４９、Ｓ５１、Ｓ５３、Ｓ５４及びＳ５６）を基に上述したような伝送路の特性を示すシンボル系列Ｓ３３を算出し、これを後段の重み付け回路４４に出力する。因みに、この計算部６０によつて算出されるシンボル系列Ｓ３３は、振幅変動が生じている受信シンボル群Ｓ３２の変動振幅値及び受信シンボル群Ｓ３２が受けている位相回転量を示すシンボルからなつている。以降の説明では、このシンボル系列Ｓ３３をリフアレンスシンボル系列Ｓ３３と呼ぶ。

【００５９】

（５）リフアレンスシンボル系列の生成方法

ここで計算部６０におけるリフアレンスシンボル系列の生成方法について以下に説明する。まず具体的なリフアレンスシンボル系列の生成方法を説明する前に、生成方法の原理を説明する。図１３に示すように、送信装置２３は１スロツト分の送信シンボル群Ｓ５をそれぞれ24本のサブキヤリアに１つずつ重畳して送信する。この送信シンボル群Ｓ５が重畳されたサブキヤリアは周波数変換処理等の所定の送信処理が施された後、アンテナ８を介して送信される。アンテナ８から送信された送信信号Ｓ２２は伝送路において周波数選択性フエージング等の影響を受け、受信装置２７に到達する。受信装置２７はこの送信信号Ｓ２２を受信してベースバンド信号を取り出した後、これにフーリエ変換を施すことによつて送信シンボル群Ｓ５に相当する受信シンボル群Ｓ３２を取り出す。

【００６０】

ところでこの受信シンボル群Ｓ３２は、上述したように伝送路で周波数選択性フエージングの影響を受けたり、或いは干渉波の影響を受けたり、さらにはフーリエ変換を施すときの窓かけ処理に誤差がある等の理由により、送信シンボル群Ｓ５に対して振幅が変動していると共に、位相が回転している。ここでこの受信シンボル群Ｓ３２の振幅変動例及び位相回転例を図１４及び図１５に示す。この図１４に示すように、受信シンボル群Ｓ３２の各シンボルは、振幅変動によつてその振幅値がシンボル毎に変化する。

【００６１】

ところで振幅変動が生じた各シンボルの振幅値は一般に振幅関数ｒｎによつて表され、その振幅関数ｒｎは、通常、シンボル番号ｎをパラメータとしたｍ次関数で表される。しかしながらこの振幅関数ｒｎは、実用上十分な範囲で近似すると、１次係数をφｒ、０次係

数（すなわち初期値）をζｒとして、次式

【００６２】

【数１】

$$rn = \phi r \cdot n + \zeta r \qquad \cdots\cdots (1)$$

【００６３】

に示すようなシンボル番号ｎの１次関数で表される。従つてこの（１）式に示される振幅関数ｒｎを実際に受信した受信シンボル群Ｓ３２から求めれば、当該振幅関数ｒｎを使用して、振幅変動が生じている各シンボルの振幅値を示すリファレンスシンボル系列Ｓ３３を生成することができる。そのため上述したように受信シンボル群Ｓ３２に含まれるパイロツトシンボルＰ′から各値（Ｓ５１、Ｓ５３、Ｓ５４及びＳ５６）を求め、これらを使用して振幅関数ｒｎの１次係数φｒ及び０次係数ζｒを求めてリファレンスシンボル系列Ｓ３３を生成するようになされている。

【００６４】

同様に位相回転に関しても、図１５に示すように、受信シンボル群Ｓ３２の各シンボル毎に位相回転量が変化する。各シンボルが受けた位相回転量は一般に位相関数θｎによつて表され、その位相関数θｎは、通常、シンボル番号ｎをパラメータとしたｍ次関数で表される。しかしながらこの位相関数θｎも、実用上十分な範囲で近似すると、１次係数をφθ、０次係数（すなわち初期値）をζθとして、次式

【００６５】

【数２】

$$\theta n = \phi \theta \cdot n + \zeta \theta \qquad \cdots\cdots (2)$$

【００６６】

に示すようなシンボル番号ｎの１次関数で表される。従つてこの（２）式に示される位相関数θｎを実際に受信した受信シンボル群Ｓ３２から求めれば、当該位相関数θｎを使用して、受信シンボル群Ｓ３２の各シンボルが受けている位相回転量を示すリファレンスシンボル系列Ｓ３３を生成することができる。そのため上述したように受信シンボル群Ｓ３２に含まれるパイロツトシンボルＰ′から各値（Ｓ４６、Ｓ４９、Ｓ５４及びＳ５６）を求め、これらを使用して位相関数θｎの１次係数φθ及び０次係数ζθを求めてリファレンスシンボル系列Ｓ３３を生成するようになされている。

【００６７】

ここでリファレンスシンボル系列Ｓ３３の具体的な生成方法を説明する。計算部６０は、各シンボルの絶対位相値を累積した累積位相値Ｓ４６の値をＡ、絶対位相値とシンボル番号の乗算値を累積した累積値Ｓ４９をＢ、各シンボルの振幅値を累積した振幅累積値Ｓ５１をＣ、振幅値とシンボル番号の乗算値を累積した累積値Ｓ５３をＤ、シンボル番号の累積値Ｓ５４をＥ、シンボル番号の二乗値を累積した累積値Ｓ５６をＦとし、さらに１スロツトにおけるパイロツトシンボルＰ′の合計個数をＧとし、最小二乗法による次式

【００６８】

【数３】

$$\phi r = (G \times D - C \times E) / (G \times F - E \times E) \qquad \cdots\cdots (3)$$

【００６９】

【数４】

$$\zeta r - (C - \phi r \times E) / G \quad \cdots\cdots (4)$$

【００７０】
【数５】

$$\phi\theta = (G \times B - A \times E) / (G \times F - E \times E) \quad \cdots\cdots (5)$$

【００７１】
【数６】

$$\zeta\theta = (A - \phi\theta \times E) / G \quad \cdots\cdots (6)$$

【００７２】
にそれぞれの値を代入することにより、振幅関数ｒｎの１次係数φｒ及び０次係数ζｒを求めると共に、位相関数θｎの１次係数φθ及び０次係数ζθを求める。
【００７３】
そして計算部６０は、求めた係数φｒ、ζｒ及びφθ、ζθを使用して（１）式及び（２）式に示す振幅関数ｒｎ及び位相関数θｎを求め、当該振幅関数ｒｎ及び位相関数θｎに対してシンボル番号ｎを順に代入して振幅変動を受けた各シンボルの振幅値及び各シンボルが受けた位相回転量を求め、これら変動振幅値及び位相回転量を示すリファレンスシンボル系列Ｓ３３を生成する。
【００７４】
このようにして受信したパイロツトシンボルＰ′を基に振幅変動や位相回転といつた伝送路の特性を推定することにより、伝送路上で周波数選択性フエージング等が生じた場合でも、そのフエージング特性をシンボル単位で容易に推定することができる。因みに、高速フーリエ変換回路４１の窓かけ処理がずれていた場合には、通常、各シンボルの位相が等間隔に余分に回転するといつた現象が発生するが、上述したように高速フーリエ変換回路４１を介して得たパイロツトシンボルＰ′を基準に推定処理することにより、この位相回転分も同時に推定することができる。
【００７５】
（６）重み付け回路の構成
続いてこの項では、上述した重み付け回路４４について説明する。図１６に示すように、重み付け回路４４においては、まず高速フーリエ変換回路４１によつて取り出された受信シンボル群Ｓ３２を信号分離スイツチ７０に入力するようになされている。この信号分離スイツチ７０は、入力される受信シンボル群Ｓ３２のシンボルが情報シンボルＩ′のタイミングのときにバツフア７１側に切り換わり、パイロツトシンボルＰ′のタイミングのときに減算器７２側に切り換わることにより、受信シンボル群Ｓ３２に含まれる情報シンボルＩ′とパイロツトシンボルＰ′とを分離する。
【００７６】
バツフア７１は１スロツトから得られた各情報シンボルＩ′を蓄積するための記憶回路であり、信号分離スイツチ７０によつて取り出された各情報シンボルＩ′を順次内部の記憶領域に格納して１スロツト分の情報シンボルＩ′を蓄積する。またバツフア７１は１スロツト分の情報シンボルＩ′が蓄積すると、後述する乗算器７３のデータ出力タイミングに同期して情報シンボルＩ′を順に読み出して出力する。一方、信号分離スイツチ７０によつて取り出された各パイロツトシンボルＰ′は減算器７２に入力され、後述するように雑音成分の電力算出に利用される。
【００７７】
また重み付け回路４４においては、伝送路推定回路４３によつて生成されたリファレンス

シンボル系列Ｓ３３を信号分離スイツチ７４に入力するようになされている。この信号分離スイツチ７４は、入力されるリフアレンスシンボル系列Ｓ３３のシンボルが情報シンボルＩ′に対応するシンボルＩｒのタイミングのときにバツフア７５側に切り換わり、パイロツトシンボルＰ′に対応するシンボルＰｒのタイミングのときに乗算器７２側に切り換わることにより、リフアレンスシンボル系列Ｓ３３を情報シンボルＩ′に対応するシンボルＩｒとパイロツトシンボルＰ′に対応するシンボルＰｒに分離する。

【００７８】

バツフア７５は１スロツトのリフアレンスシンボル系列Ｓ３３から得られた各シンボルＩｒを蓄積するための記憶回路であり、信号分離スイツチ７４によつて取り出された各シンボルＩｒを順次内部の記憶領域に格納して１スロツト分のシンボルＩｒを蓄積する。またバツフア７５は１スロツト分のシンボルＩｒが蓄積すると、上述したバツフア７１のデータ出力タイミングに同期してその蓄積したシンボルＩｒを順に読み出して出力する。

【００７９】

一方、信号分離スイツチ７４によつて取り出されたパイロツトシンボルＰ′に対応するシンボルＰｒは減算器７２に入力される。この減算器７２は受信シンボル群Ｓ３２に含まれる雑音成分（すなわち非希望信号成分）を抽出するための回路であり、入力されるパイロツトシンボルＰ′の振幅値から上述したシンボルＰｒの振幅値を減算することによりパイロツトシンボルＰ′に含まれる雑音成分を得、これを受信シンボル群Ｓ３２の雑音成分Ｓ６０として二乗回路７６に出力する。

【００８０】

二乗回路７６はこの雑音成分Ｓ６０をシンボル毎に二乗することによりシンボル毎の雑音電力Ｓ６１を算出し、これを累積加算回路７７に出力する。累積加算回路７７は、このシンボル毎の雑音電力Ｓ６１を累積することにより１スロツトにおける雑音電力の合計値を求め、これを総雑音電力Ｓ６２として逆数算出回路７８に出力する。逆算出回路７８はこの総雑音電力Ｓ６２の逆数値Ｓ６３を求め、これを乗算器７３及び７９に出力する。

【００８１】

乗算器７３には、この総雑音電力の逆数値Ｓ６３の他に、上述したバツフア７５から読み出されたシンボルＩｒが入力されている。乗算器７３は、この総雑音電力の逆数値Ｓ６３をシンボルＩｒの共役値に対して乗算し、その乗算結果を重み係数Ｓ６４として乗算器８０に出力する。乗算器８０はこの重み係数Ｓ６４をバツフア７１から出力される情報シンボルＩ′に乗算することにより当該情報シンボルＩ′が受けた位相回転分を取り除くと共に、当該情報シンボルＩ′に対して伝送路の信頼性を反映する。そして乗算器８０は、その位相回転分が取り除かれ、かつ信頼性が反映された情報シンボルＩ′を受信情報シンボル群Ｓ３４として後段の復調回路４５に出力する。

【００８２】

ここでこの乗算処理により位相回転分が取り除かれると共に、伝送路の信頼性が反映されることの原理を説明する。まずバツフア７５から出力されるシンボルＩｒの位相値は、情報シンボルＩ′が受けている位相回転の位相値を示している。このシンボルＩｒは乗算器７３に入力され、ここで当該シンボルＩｒの共役値が算出される。乗算器８０に供給される重み係数Ｓ６４はこのシンボルＩｒの共役値に対して総雑音電力の逆数値Ｓ６３を乗算した係数であるので、当該重み係数Ｓ６４の位相値としては情報シンボルＩ′が受けている位相回転と逆の位相値になる。従つてこのような重み係数Ｓ６４を情報シンボルＩ′に乗算することにより当該情報シンボルＩ′が受けている位相回転を取り除くことができる。

【００８３】

またバツフア７５から出力されるシンボルＩｒの振幅値は、振幅変動が生じた情報シンボルＩ′の振幅値を示している。重み係数Ｓ６４はこのようなシンボルＩｒに対して総雑音電力の逆数値Ｓ６３を乗算した係数であるので、当該重み係数Ｓ６４の振幅値は情報シンボルＩ′の振幅値を総雑音電力で割つた値となつている。従つてこのような重み係数Ｓ６４を情報シンボルＩ′に乗算すると、乗算処理後の情報シンボルＩ′の振幅値は、乗算処

理前の振幅値を二乗してこれを総雑音電力で割つた値すなわち信号電力を総雑音電力で割つた値となる。その結果、乗算処理後の情報シンボルＩ′の信号レベルは、伝送路の信頼性（品質）を示す信号対雑音電力比Ｓ／Ｎに応じた値となり、伝送路の信頼性が反映された値となる。

【００８４】

ところでこの重み付け回路４４においては、バツフア７５から出力されたシンボルＩｒは二乗回路８１にも入力される。二乗回路８１は供給されるシンボルＩｒの振幅値を順に二乗することによりシンボル毎の信号電力Ｓ６５を算出し、これを乗算器７９に出力する。乗算器７９は、シンボル毎の信号電力Ｓ６５に対して総雑音電力の逆数値Ｓ６３を乗算することによりシンボル毎の信号対雑音電力比Ｓ／Ｎを算出し、これを重み係数Ｓ３５として後段の復調回路４５に供給する。因みに、この重み係数Ｓ３５は後段の復調回路４５において復調時の判定閾値として利用されるが、復調回路４５がＱＰＳＫ変調や８ＰＳＫ変調等の位相変調系の復調回路である場合には、判定閾値は不要になるので二乗回路８１や乗算器７９を省略することができる。

【００８５】

このようにして重み付け回路４４では、受信した受信シンボル群Ｓ３２とリフアレンスシンボル系列Ｓ３３との振幅差によつて雑音電力Ｓ６２を求め、当該雑音電力Ｓ６２とリフアレンスシンボル系列Ｓ３３とに基づいて重み係数Ｓ６４を算出して受信シンボル群Ｓ３２の重み付けを行うようにしたことにより、比較的簡易な構成で、受信シンボル群Ｓ３２が受けている位相回転を取り除くことができると共に、受信シンボル群Ｓ３２に対してシンボル単位で伝送路の信頼性を反映することができる。

【００８６】

（７）復調回路の構成

続いてこの項では、上述した復調回路４５について説明する。この復調回路４５は、送信側で行う変調方式に応じてその構成が変更されるので、ここでは変調方式毎にその構成を説明する。

【００８７】

（７－１）ＱＰＳＫ変調に対応した復調回路の構成

送信側で行う変調方式がＱＰＳＫ変調の場合には、復調回路４５は、図１７に示すように構成され、受信情報シンボル群Ｓ３４として受けた各シンボルのＩ成分及びＱ成分をそれぞれそのまま第１及び第２の軟判定ビツト（Soft Decision Bit ）ｂ１、ｂ２として取り出し、当該第１及び第２の軟判定ビツトｂ１、ｂ２を復元した符号化ビツト群Ｓ３６として出力するようになされている。

【００８８】

（７－２）８ＰＳＫ変調に対応した復調回路の構成

送信側で行う変調方式が８ＰＳＫ変調の場合には、復調回路４５は、図１８に示すように構成され、受信情報シンボル群Ｓ３４として受けた各シンボルのＩ成分及びＱ成分をそれぞれそのまま第１及び第２の軟判定ビツトｂ１、ｂ２として取り出すと共に、当該Ｉ成分及びＱ成分に対して所定の演算処理を施すことにより第３の軟判定ビツトｂ３を取り出すようになされており、その取り出した第１、第２及び第３の軟判定ビツトｂ１、ｂ２及びｂ３を復元した符号化ビツト群Ｓ３６として出力するようになされている。

【００８９】

この復調回路４５においては、第３の軟判定ビツトｂ３を取り出す場合、まずＩ成分及びＱ成分をそれぞれ絶対値回路９０、９１に入力する。絶対値回路９０、９１はそれぞれ入力されたＩ成分、Ｑ成分の絶対値Ｓ７０、Ｓ７１を求め、これを減算器９２に出力する。減算器９２はこのＩ成分の絶対値Ｓ７０からＱ成分の絶対値Ｓ７１を減算し、その差分値Ｓ７２を演算回路９３に出力する。演算回路９３はＩ成分とＱ成分の差分値Ｓ７２を例えば$1/\sqrt{2}$倍し、その演算結果を第３の軟判定ビツトｂ３として出力する。かくしてこの復調回路４５においては、このような処理により第１、第２及び第３の軟判定ビツトｂ１、ｂ２及びｂ３を簡易な構成で容易に得ることができる。

【００９０】
（７－３）16ＱＡＭ変調に対応した復調回路の構成
送信側で行う変調方式が16ＱＡＭ変調の場合には、復調回路４５は、図１９に示すように構成され、受信情報シンボル群Ｓ３４として受けた各シンボルのＩ成分及びＱ成分をそれぞれそのまま第１及び第２の軟判定ビットｂ１、ｂ２として取り出すと共に、当該Ｉ成分及びＱ成分に対して所定の演算処理を施すことにより第３及び第４の軟判定ビットｂ３、ｂ４を取り出すようになされており、その取り出した第１、第２、第３及び第４の軟判定ビットｂ１～ｂ４を復元した符号化ビット群Ｓ３６として出力するようになされている。
【００９１】
この復調回路４５においては、第３及び第４の軟判定ビットｂ３、ｂ４を取り出す場合、まずＩ成分及びＱ成分をそれぞれ絶対値回路９５、９６に入力する。絶対値回路９５、９６はそれぞれ入力されたＩ成分、Ｑ成分の絶対値Ｓ７５、Ｓ７６を求め、これをそれぞれ減算器９７、９８に出力する。減算器９７、９８にはそれぞれ信号レベルの判定閾値Ｓ７７が入力されている。この判定閾値Ｓ７７は重み付け回路４４から供給される重み係数Ｓ３５を演算回路９９によつて√2/5 倍することにより生成される。
【００９２】
因みに、このように重み係数Ｓ３５を基準にして判定閾値Ｓ７７を生成する理由は、上述したような重み付け処理により受信情報シンボル群Ｓ３４の信号レベルが伝送路の信頼性に応じて変わるからである。このためこの復調回路４５では、重み付け回路４４から得た重み係数Ｓ３５を基準にして判定閾値Ｓ７７を生成し、重み付け回路４４の処理に応じてその判定閾値Ｓ７７の信号レベルを変更するようになされている。
【００９３】
減算器９７はＩ成分の絶対値Ｓ７５からこの判定閾値Ｓ７７を減算し、その演算結果を第３の軟判定ビットｂ３として出力する。同様に、減算器９８はＱ成分の絶対値Ｓ７６からこの判定閾値Ｓ７７を減算し、その演算結果を第４の軟判定ビットｂ４として出力する。
【００９４】
このようにしてこの復調回路４５では、Ｉ成分及びＱ成分の値をそのまま第１及び第２の軟判定ビットｂ１、ｂ２とし、第３の軟判定ビットｂ３に関してはＩ成分の絶対値Ｓ７５から判定閾値Ｓ７７を減算することによつて求め、第４の軟判定ビットｂ４に関してはＱ成分の絶対値Ｓ７６から判定閾値Ｓ７７を減算することによつて求めるようにしたことにより、簡易な構成で容易に第１、第２、第３及び第４の軟判定ビットｂ１～ｂ４を得ることができる。さらにこれに加えて重み係数Ｓ３５に基づいて判定閾値Ｓ７７を生成するようにしたことにより、前段の重み付け回路４４によつて受信情報シンボル群Ｓ３４の信号レベルを伝送路の信頼性に応じて変えたとしても、これに追従して正確に軟判定ビットｂ１～ｂ４を復元し得る。
【００９５】
（７－４）64ＱＡＭ変調に対応した復調回路の構成
送信側で行う変調方式が64ＱＡＭ変調の場合には、復調回路４５は、図２０に示すように構成され、受信情報シンボル群Ｓ３４として受けた各シンボルのＩ成分及びＱ成分をそれぞれそのまま第１及び第２の軟判定ビットｂ１、ｂ２として取り出すと共に、当該Ｉ成分及びＱ成分に対して所定の演算処理を施すことにより第３、第４、第５及び第６の軟判定ビットｂ３～ｂ６を取り出すようになされており、その取り出した第１ないし第６の軟判定ビットｂ１～ｂ６を復元した符号化ビット群Ｓ３６として出力するようになされている。
【００９６】
この復調回路４５においては、第３ないし第６の軟判定ビットｂ３～ｂ６を取り出す場合、まずＩ成分及びＱ成分をそれぞれ絶対値回路１００、１０１に入力する。絶対値回路１００、１０１はそれぞれ入力されたＩ成分、Ｑ成分の絶対値Ｓ８０、Ｓ８１を求め、これをそれぞれ減算器１０２、１０３に出力する。減算器１０２、１０３にはそれぞれ信号レベルの第１の判定閾値Ｓ８２が入力されている。この第１の判定閾値Ｓ８２は重み付け回

路４４から供給される重み係数Ｓ３５を演算回路１０４によつて√8/21倍することにより生成される。

【００９７】

減算器１０２はＩ成分の絶対値Ｓ８０からこの第１の判定閾値Ｓ８２を減算し、その演算結果を第３の軟判定ビツトｂ３として出力すると共に、当該演算結果を絶対値回路１０５に出力する。同様に、減算器１０３はＱ成分の絶対値Ｓ８１からこの第１の判定閾値Ｓ８２を減算し、その演算結果を第４の軟判定ビツトｂ４として出力すると共に、当該演算結果を絶対値回路１０６に出力する。

【００９８】

絶対値回路１０５、１０６はそれぞれ入力される第３の軟判定ビツトｂ３、第４の軟判定ビツトｂ４の絶対値Ｓ８３、Ｓ８４を求め、これをそれぞれ減算器１０７、１０８に出力する。この減算器１０７、１０８にはそれぞれ信号レベルの第２の判定閾値Ｓ８５が入力されている。この第２の判定閾値Ｓ８５も重み係数Ｓ３５を基準にして生成されており、当該重み係数Ｓ３５を演算回路１０９によつて√2/21倍することにより生成される。因みに、この第２の判定閾値Ｓ８５や上述した第１の判定閾値Ｓ８２が重み係数Ｓ３５を基準にして生成される理由は、上述の16ＱＡＭ変調の場合と同様の理由からである。

【００９９】

減算器１０７は第３の軟判定ビツトｂ３の絶対値Ｓ８３からこの第２の判定閾値Ｓ８５を減算し、その演算結果を第５の軟判定ビツトｂ５として出力する。同様に、減算器１０８は第４の軟判定ビツトｂ４の絶対値Ｓ８４からこの第２の判定閾値Ｓ８５を減算し、その演算結果を第６の軟判定ビツトｂ６として出力する。

【０１００】

このようにしてこの復調回路４５では、Ｉ成分及びＱ成分の値をそのまま第１及び第２の軟判定ビツトｂ１、ｂ２とし、第３の軟判定ビツトｂ３に関してはＩ成分の絶対値Ｓ８０から第１の判定閾値Ｓ８２を減算することによつて求め、第４の軟判定ビツトｂ４に関してはＱ成分の絶対値Ｓ８１から第１の判定閾値Ｓ８２を減算することによつて求め、第５の軟判定ビツトｂ５に関しては第３の軟判定ビツトｂ３の絶対値Ｓ８３から第２の判定閾値Ｓ８５を減算することによつて求め、第６の軟判定ビツトｂ６に関しては第４の軟判定ビツトｂ４の絶対値Ｓ８４から第２の判定閾値Ｓ８５を減算することによつて求めるようにしたことにより、簡易な構成で容易に第１ないし第６の軟判定ビツトｂ１～ｂ６を得ることができる。さらにこれに加えて重み係数Ｓ３５に基づいて第１及び第２の判定閾値Ｓ８２、Ｓ８５を生成するようにしたことにより、前段の重み付け回路４４によつて受信情報シンボル群Ｓ３４の信号レベルを伝送路の信頼性に応じて変えたとしても、これに追従して正確に軟判定ビツトｂ１～ｂ６を復元し得る。

【０１０１】

（８）動作及び効果

以上の構成において、この無線通信システム２０の場合には、まず送信側においてパイロツトシンボルＰを情報シンボルＩの合間に挿入することにより送信シンボル群Ｓ２０を生成し、当該送信シンボル群Ｓ２０の各シンボルをそれぞれ24本のサブキヤリアに１つずつ重畳して送信する。一方、受信側では、所定の受信処理によつて得た受信シンボル群Ｓ３２を伝送路推定回路４３に入力し、ここで当該受信シンボル群Ｓ３２から受信したパイロツトシンボルＰ′を抽出する。そしてこのパイロツトシンボルＰ′の振幅及び位相情報を基にした所定の演算処理を行うことにより、受信シンボル群Ｓ３２に含まれる振幅変動及び位相回転を示すリフアレンスシンボル系列Ｓ３３を生成する。この場合、送信側においてパイロツトシンボルＰを情報シンボルＩの合間に挿入するようにしたことにより、受信側では、伝送過程で受けたフエージング等の影響をスロツト全体にわたつて推定し得るので、リフアレンスシンボル系列Ｓ３３をより正確に生成することができる。

【０１０２】

このようにして生成されたリフアレンスシンボル系列Ｓ３３は続く重み付け回路４４に入力される。重み付け回路４４は受信シンボル群Ｓ３２からパイロツトシンボルＰ′を抽出

すると共に、リファレンスシンボル系列Ｓ３３からパイロツトシンボルＰ′に対応するシンボルＰｒを抽出し、これらパイロツトシンボルＰ′とシンボルＰｒの振幅差に基づいて雑音電力Ｓ６２を算出する。また重み付け回路４４は、リファレンスシンボル系列Ｓ３３から情報シンボルＩ′に対応するシンボルＩｒを抽出し、このシンボルＩｒの共役値に対して雑音電力Ｓ６２の逆数値を乗算して重み係数Ｓ６４を得、当該重み係数Ｓ６４を受信した情報シンボルＩ′に乗算する。

【０１０３】

この場合、シンボルＩｒは情報シンボルＩ′が受けた位相回転を示しており、当該シンボルＩｒの共役値はその位相回転の逆特性を示している。従つてこのシンボルＩｒの共役値を有する重み係数Ｓ６４を情報シンボルＩ′に乗算すれば、当該情報シンボルＩ′が伝送過程で受けた位相回転を打ち消すことができる。またシンボルＩｒは情報シンボルＩ′の振幅値を示している。従つてこのシンボルＩｒに雑音電力Ｓ６２の逆数値を乗算することによつて生成された重み係数Ｓ６４を情報シンボルＩ′に乗算すると、乗算処理後の情報シンボルＩ′の振幅値は、乗算処理前の振幅値を二乗してこれに雑音電力の逆数値を乗算した値になる。すなわち乗算処理後の情報シンボルＩ′の振幅値は、伝送路の信頼性（品質）を示す信号対雑音電力比Ｓ／Ｎに応じた値になつており、伝送路の信頼性がシンボル単位で反映されている。

【０１０４】

因みに、ここでは情報シンボルＩ′が受けた振幅変動を特に補正していないが、これは伝送路で受けた振幅変動をそのままにしておけばシンボル単位の重み付けが行えるからである。すなわち振幅変動が大きいものは伝送路の信頼性が低いものとして扱え、振幅変動の小さいものは伝送路の信頼性が高いものとして扱えるからである。しかも重み係数Ｓ６４を乗算した後の情報シンボルＩ′は、振幅の二乗値に比例しているので、伝送路の信頼性をシンボル毎により明確にすることができる。

【０１０５】

このようにして位相回転が打ち消され、かつ伝送路の信頼性が反映された情報シンボルＩ′（＝Ｓ３４）は続く復調回路４５に入力される。復調回路４５はこの情報シンボルＳ３４に復調処理を施すことにより符号化ビツト群Ｓ３６を復元する。この符号化ビツト群Ｓ３６はスロツト連結処理回路１５及びデインターリーブバツフア１６を介して所定の処理が施された後、符号化ビツト系列Ｓ３８としてビタビ復号化回路１７に入力される。ビタビ復号化回路１７では、この符号化ビツト系列Ｓ３８に対して最尤系列推定を行つて送信された情報ビツト系列Ｓ３９を復元する。この場合、符号化ビツト系列Ｓ３８の信号レベルには伝送路の信頼性がシンボル単位で反映されていることにより、ビタビ復号化回路１７では、伝送路の信頼性をシンボル単位で加味した上で最尤系列推定を行うことができ、一段と高精度に最尤系列推定を行つて情報ビツト系列Ｓ３９を一段と精度良く復元し得る。

【０１０６】

このようにしてこの無線通信システム２０の場合には、送信シンボル群Ｓ２０の各シンボルを24本のサブキヤリアに分散して重畳し、これを送信するようにしたことにより、すなわち送信シンボル群Ｓ２０の各シンボルを周波数軸上に並べて送信するようにしたことにより、従来のように時間領域で畳み込み乗算処理を行うイコライザを用いなくても受信側ではシンボル毎の乗算処理によつて伝送過程で受けた位相回転を取り除くことができ、その分、受信装置の構成を簡易化し得る。

【０１０７】

またこれに加えてこの無線通信システム２０の場合には、位相回転除去のための乗算処理と伝送路の信頼性を反映させるための乗算処理とを重み付け回路４４において一度に同時に行うようにしたことにより、さらに受信装置の構成を簡易化することができる。

【０１０８】

さらにこの無線通信システム２０の場合には、送信時、使用する周波数チヤネルをスロツト毎にランダムに変更するいわゆる周波数ホツピングを行うようにしたことにより、他の

通信によつて送信された送信信号すなわち干渉波の影響を低減することができる。またこれに加えて複数スロツトにまたがるようにインターリーブを行うようにしたことにより、仮に干渉波の影響を受けたスロツトが生じたとしても、当該干渉波の電力を平均化することができ、干渉波の影響をさらに低減することができる。

【０１０９】

因みに、干渉波の電力は重み付け回路４４において雑音成分として扱われるので、干渉波を受けていた場合には、重み係数Ｓ６４は小さくなり、その結果、干渉波の影響を受けている符号化ビツトの信号レベルも小さくなる。従つて干渉波の影響を受けたとしても信号レベルが小さくなるので、ビタビ復号化回路１７では、高精度に最尤系列推定を行うことができ、送信された情報ビツトを精度良く復元できる。

【０１１０】

以上の構成によれば、受信シンボルからパイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルの振幅及び位相に基づいて伝送路特性を示すリフアレンスシンボルを生成し、そのリフアレンスシンボルと受信シンボルに基づいてシンボル単位の重み係数を算出してこれを受信シンボルの中の情報シンボルに乗算するようにしたことにより、簡易な構成で、情報シンボルが伝送路で受けた位相回転を打ち消すことができると共に、伝送路の信頼性をシンボル単位で情報シンボルに反映させることができ、かくして高精度に最尤系列推定を行つて送信された情報ビツトを精度良く復元し得る。

【０１１１】

（９）他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、パイロツトシンボルＰを情報シンボルＩの合間に等間隔で挿入した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、パイロツトシンボルＰを間隔的にランダムに挿入するようにしても良い。要は、情報シンボルＩにパイロツトシンボルＰを適当に分散させて挿入するようにすれば、上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【０１１２】

また上述の実施の形態においては、周波数チヤネルを既知パターンに基づいてランダムに変更するいわゆる周波数ホツピングを行う場合について述べたが、本発明はこれに限らず、干渉波の影響が生じないような環境であれば、周波数チヤネルを固定化するようにしても良い。

【０１１３】

また上述の実施の形態においては、重み付け回路４４において雑音電力Ｓ６１の合計を求め、その求めた総雑音電力Ｓ６２を基に重み係数Ｓ６４を生成した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、各シンボルに含まれる雑音電力の平均値を求め、その平均雑音電力を基に重み係数Ｓ６４を算出するようにしても良い。

【０１１４】

また上述の実施の形態においては、重み付け回路４４によつて生成した重み係数Ｓ３５を復調回路４５だけに供給した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、重み係数Ｓ３５を制御装置２８に出力し、当該制御装置２８が行う送信電力の制御に利用するようにしても良い。

【０１１５】

また上述の実施の形態においては、位相関数θｎ の１次係数φθを求めてリフアレンスシンボル系列Ｓ３３を生成した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、１次係数φθを制御装置２８に与え、当該１次係数φθを基に高速フーリエ変換回路４１の窓かけ処理を制御するようにしても良い。

【０１１６】

また上述の実施の形態においては、符号化回路として畳み込み符号化回路２を使用し、復号化回路としてビタビ復号化回路１７を使用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ターボコード等、その他の符号化を行う符号化回路や復号化回路を適用するようにしても良い。要は、送信側では系列間距離を大きくするような符号化を使用し、受信側

では符号化ビット系列を最尤系列推定により復号化するような符号化／復号化方法を使用すれば、上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【０１１７】

また上述の実施の形態においては、携帯電話システムのような無線通信システム２０に本発明を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばコードレス電話システム等、その他の無線通信システムに本発明を適用するようにしても良い。

【０１１８】

また上述の実施の形態においては、受信装置２７において、受信回路４０や高速フーリエ変換回路４１からなる受信手段を設けると共に、受信シンボル群Ｓ３２に基づいて伝送路の特性を推定する伝送路推定回路４３、当該伝送路推定回路４３の推定結果Ｓ３３と受信シンボル群Ｓ３２とに基づいて重み係数を算出して受信した情報シンボルＩ′に伝送路の信頼性を反映する重み付け回路４４、その信頼性が反映された情報シンボルＩ′（＝Ｓ３４）から符号化ビット群Ｓ３６を復元する復調回路４５、当該符号化ビット群Ｓ３６から送信された情報ビット系列Ｓ３９を復元するビタビ復号化回路１７等を設けた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、情報ビット系列を符号化してなる符号化ビット系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビット群を生成し、当該符号化ビット群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、受信シンボル群からそれぞれパイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルの振幅及び位相に基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、受信シンボル群から情報シンボル群を抽出すると共に、伝送路推定手段の推定結果と受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を抽出した情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、重み付け手段によつて得られた伝送路の信頼性が反映された情報シンボル群に対して所定の復調処理を施すことにより符号化ビット群を復元する復調手段と、復調手段によつて得られた符号化ビット群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビット系列を復元する復号化手段とを受信装置に設けるようにすれば、上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【０１１９】

また上述の実施の形態においては、基地局装置２１や携帯電話機２２に対して、畳み込み符号化回路２、スロツト化処理回路４、変調回路５、パイロツトシンボル付加回路３１、逆高速フーリエ変換回路３２及び送信回路３３等からなる送信装置を設けると共に、受信回路４０、高速フーリエ変換回路４１、伝送路推定回路４３、重み付け回路４４、復調回路４５及びビタビ復号化回路１７等からなる受信装置を設けるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、情報ビット系列を符号化してなる符号化ビット系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビット群を生成し、当該符号化ビット群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより送信信号を生成し、当該送信信号を通信相手に対して送信する送信手段と、通信相手からの送信信号を受信して、受信シンボル群を出力する受信手段と、受信シンボル群からそれぞれパイロツトシンボルを抽出し、当該パイロツトシンボルの振幅及び位相に基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定する伝送路推定手段と、受信シンボル群から情報シンボル群を抽出すると共に、伝送路推定手段の推定結果と受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を抽出した情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映する重み付け手段と、重み付け手段によつて

得られた情報シンボル群に対して所定の復調処理を施すことにより符号化ビット群を復元する復調手段と、復調手段によつて得られた符号化ビット群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビット系列を復元する復号化手段とを送受信装置に設けるようにすれば、上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【０１２０】

また上述の実施の形態においては、送信側において、情報シンボルＩの合間にパイロットシンボルＰを挿入し、その送信シンボル群Ｓ２０を複数のサブキヤリアを用いて送信し、受信側においては、受信シンボル群Ｓ３２からパイロットシンボルＰ′を抽出し、当該パイロットシンボルＰ′に基づいて伝送路の特性を推定すると共に、伝送路の推定結果Ｓ３３と受信シンボル群Ｓ３２とに基づいて伝送路の信頼性を算出してこれを受信した情報シンボルＩ′に反映した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、情報ビット系列を符号化してなる符号化ビット系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビット群を生成し、当該符号化ビット群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロットシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより送信信号を生成し、当該送信信号を通信相手に対して送信し、受信側では通信相手からの送信信号を受信することにより受信シンボル群を得、当該受信シンボル群から抽出したパイロットシンボルの振幅及び位相に基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定し、当該推定結果と受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を受信シンボル群から抽出した情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映し、当該伝送路の信頼性が反映された情報シンボル群に対して所定の復調処理を施すことにより復元した符号化ビット群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビット系列を復元するようにすれば、上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【０１２１】

【発明の効果】

情報ビット系列を符号化してなる符号化ビット系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビット群を生成し、当該符号化ビット群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロットシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信することによつて受信シンボル群を得、当該受信シンボル群からそれぞれ抽出したパイロットシンボルの振幅及び位相に基づいて受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれ及びシンボル毎の伝送路の特性を推定し、受信シンボル群から情報シンボル群を抽出すると共に、伝送路の特性の推定結果と受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映し、その信頼性が反映された情報シンボル群に対して所定の復調処理を施すことにより復元した符号化ビット群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビット系列を復元するようにしたことにより、伝送路上での影響や受信シンボル郡に対する窓かけ処理のずれによる位相回転を取り除き、シンボル単位で伝送路の信頼性を情報シンボル郡に反映させることができるので、元の情報ビット系列を高精度に復元することができ、かくして高精度に最尤系列推定を行つて元の情報ビット系列を精度良く復元し得る受信装置、送受信装置及び通信方法を実現することができる。

また本発明によれば、情報ビット系列を符号化してなる符号化ビット系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビット群を生成し、当該符号化ビット群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロットシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数

のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信することによつて受信シンボル群を得、当該受信シンボル群からそれぞれ抽出したパイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定し、受信シンボル群から抽出した情報シンボル群と伝送路の特性の推定結果とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映し、送信側で使用した変調処理が８相位相変調の場合、伝送路の信頼性が反映された情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、Ｉ成分の絶対値からＱ成分の絶対値を減算して得た差分値を所定倍することにより第３の軟判定ビツトを取り出し、取り出した第１、第２及び第３の軟判定ビツトを符号化ビツト群として復元し、その符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビツト系列を復元するようにしたことにより、送信側の８相位相変調に対応した簡易な構成の復調手段により、第１、第２及び第３の軟判定ビツトを伝送路の信頼性が反映された符号化ビツト郡として高精度に復元し得る受信装置及び送受信装置を実現することができる。

さらに本発明によれば、情報ビツト系列を符号化してなる符号化ビツト系列を所定の情報単位毎に区分けすることによつて符号化ビツト群を生成し、当該符号化ビツト群に対してそれぞれ所定の変調処理を施すことによつて情報シンボル群を生成し、当該情報シンボル群にそれぞれ振幅及び位相が既知であるパイロツトシンボルを挿入することによつて送信シンボル群を生成し、当該送信シンボル群の各シンボルを周波数チヤネルを形成する複数のサブキヤリアに分散して重畳することにより生成された送信信号を受信することにより受信シンボル群を得、受信シンボル群からそれぞれ抽出したパイロツトシンボルに基づいてシンボル毎の伝送路の特性を推定し、受信シンボル群から情報シンボル群を抽出すると共に、伝送路の特性の推定結果と受信シンボル群とに基づいて伝送路の信頼性をシンボル単位で示す重み係数を算出し、当該重み係数を情報シンボル群の各シンボルに乗算することにより当該伝送路の信頼性をシンボル単位で反映し、送信側で使用した上記変調処理が64値直交振幅変調の場合、情報シンボル群のＩ成分及びＱ成分をそれぞれ第１及び第２の軟判定ビツトとして取り出すと共に、Ｉ成分の絶対値及びＱ成分の絶対値からそれぞれ第１の判定閾値を減算することにより第３及び第４の軟判定ビツトを取り出し、さらに第３の軟判定ビツトの絶対値及び第４の軟判定ビツトの絶対値からそれぞれ第２の判定閾値を減算することにより第５及び第６の軟判定ビツトを取り出し、取り出した第１、第２、第３、第４、第５及び第６の軟判定ビツトを符号化ビツト群として復元し、その符号化ビツト群に対してそれぞれ最尤系列推定を施すことにより情報ビツト系列を復元するようにしたことにより、送信側の64値直交振幅変調に対応した簡易な構成の復調手段により、第１、第２、第３、第４、第５及び第６の軟判定ビツトを伝送路の信頼性が反映された符号化ビツト郡として高精度に復元し得る受信装置及び送受信装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態による無線通信システムの構成を示すブロツク図である。

【図２】その無線通信システムの送信装置の構成を示すブロツク図である。

【図３】ＱＰＳＫ変調の原理説明に供する信号点配置図である。

【図４】８ＰＳＫ変調の原理説明に供する信号点配置図である。

【図５】　16ＱＡＭ変調の原理説明に供する信号点配置図である。

【図６】　64ＱＡＭ変調の原理説明に供する信号点配置図である。

【図７】パイロツトシンボルの配置説明に供する略線図である。

【図８】逆フーリエ変換後の送信シンボルの説明に供する略線図である。

【図９】その無線通信システムの受信装置の構成を示すブロツク図である。

【図１０】伝送路推定回路の構成を示すブロツク図である。

【図１１】伝送路推定回路内の乗算器５１の動作原理の説明に供する略線図である。

【図１２】伝送路推定回路内のシンボル系列Ｓ４０の説明に供する略線図である。

【図１３】伝送路推定回路におけるリフアレンスシンボル系列の生成方法の説明に供する略線図である。

【図１４】伝送路推定回路におけるリファレンスシンボル系列の生成方法の説明に供する略線図である。
【図１５】伝送路推定回路におけるリファレンスシンボル系列の生成方法の説明に供する略線図である。
【図１６】重み付け回路の構成を示すブロック図である。
【図１７】ＱＰＳＫ変調に対応した復調回路の構成を示すブロック図である。
【図１８】８ＰＳＫ変調に対応した復調回路の構成を示すブロック図である。
【図１９】　16ＱＡＭ変調に対応した復調回路の構成を示すブロック図である。
【図２０】　64ＱＡＭ変調に対応した復調回路の構成を示すブロック図である。
【図２１】ＴＤＭＡ方式の原理説明に供する略線図である。
【図２２】従来の送信装置の構成を示すブロック図である。
【図２３】従来の受信装置の構成を示すブロック図である。
【図２４】従来のパイロットシンボルの配置を示す略線図である。
【符号の説明】
１、２３、２６……送信装置、２……畳み込み符号化回路、３……インターリーブバッファ、４……スロット化処理回路、５、３１……パイロットシンボル付加回路、７、３３……送信回路、８、１１……アンテナ、１０、２４、２７……受信装置、１２、４０……受信回路、１３、４３……伝送路推定回路、１４、４５……復調回路、１５……スロット連結処理回路、１６……デインターリーブバッファ、１７……ビタビ復号化回路、２０……無線通信システム、２１……基地局装置、２２……携帯電話機、２５、２８……制御装置、３２……逆高速フーリエ変換回路、４１……高速フーリエ変換回路、４２……復調部、４４……重み付け回路。

【図１】

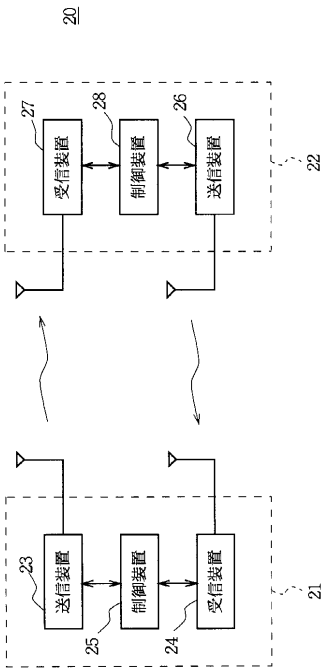


図１　無線通信システムの全体構成

【図２】

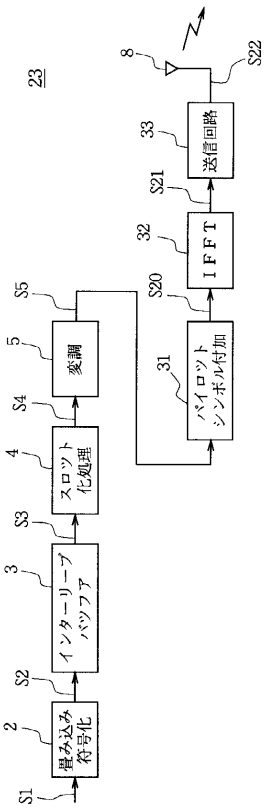


図２　送信装置の構成

【図３】

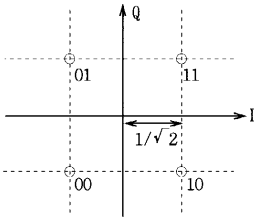


図３　ＱＰＳＫ変調の信号点

【図４】

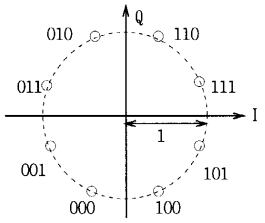


図４　８ＰＳＫ変調の信号点

【図５】

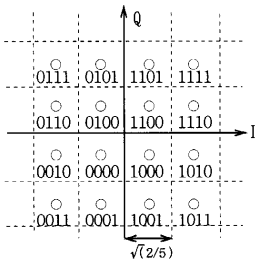


図５　１６ＱＡＭ変調の信号点

【図６】

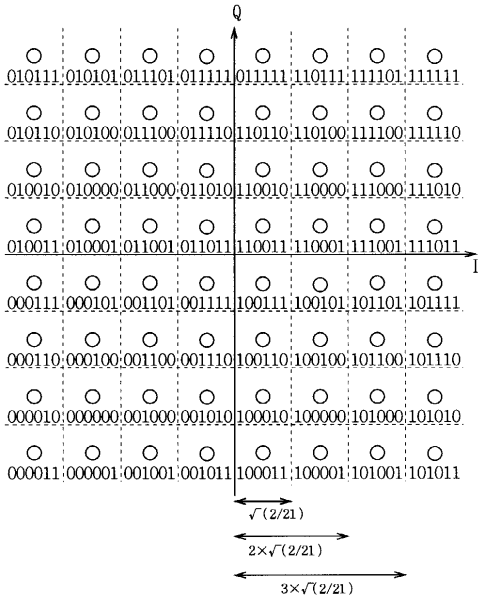


図６　６４ＱＡＭ変調の信号点

【図７】

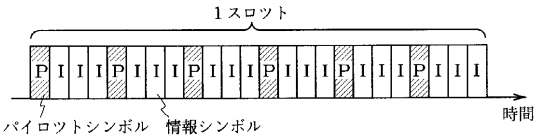


図７　パイロットシンボルの配置

【図８】

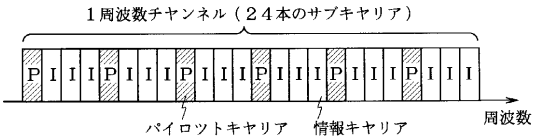


図８　逆フーリエ変換後の送信シンボル

【図９】

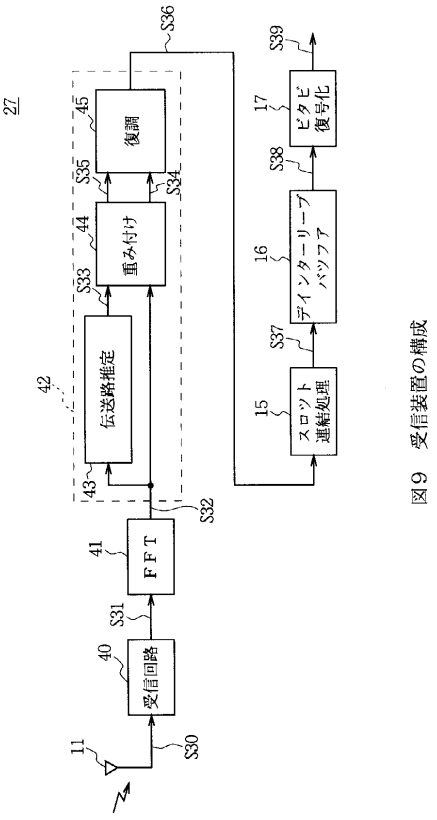


図９　受信装置の構成

【図１０】

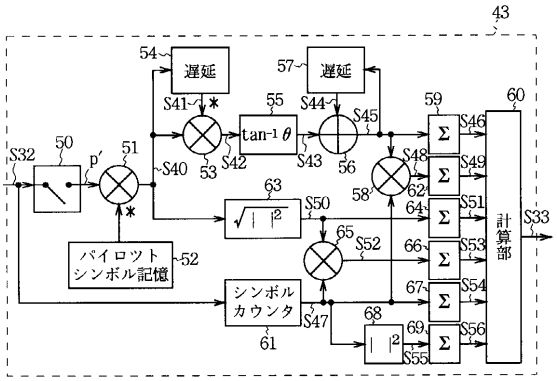


図１０　伝送路推定回路の構成

【図１１】

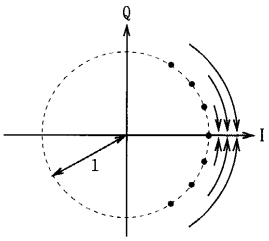


図１１　乗算器５１の動作原理

【図１２】

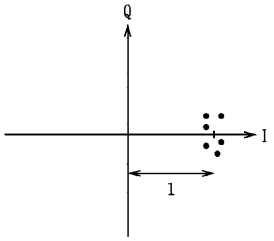


図１２　シンボル系列Ｓ４０の観測例

【図１３】

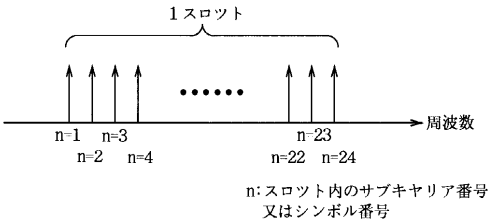


図１３　サブキャリア

【図１４】

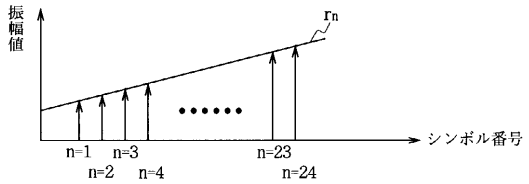


図１４　振幅変動例

【図１５】

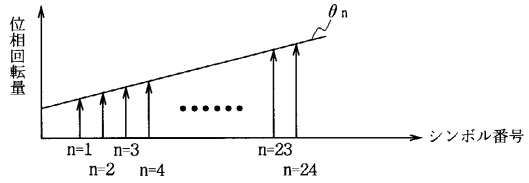


図１５　位相回転例

【図１６】

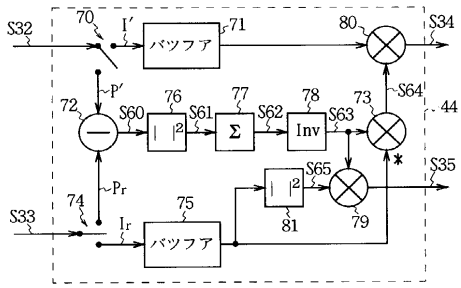


図１６　重み付け回路の構成

【図１７】

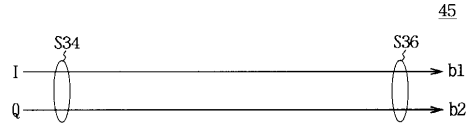


図１７　ＱＰＳＫ変調に対応した復調回路

【図１８】

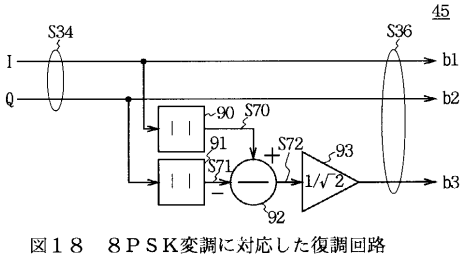


図１８　８ＰＳＫ変調に対応した復調回路

【図１９】

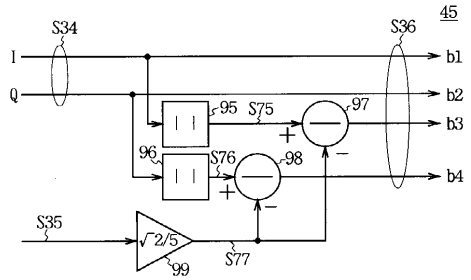


図１９　１６ＱＡＭ変調に対応した復調回路

【図２０】

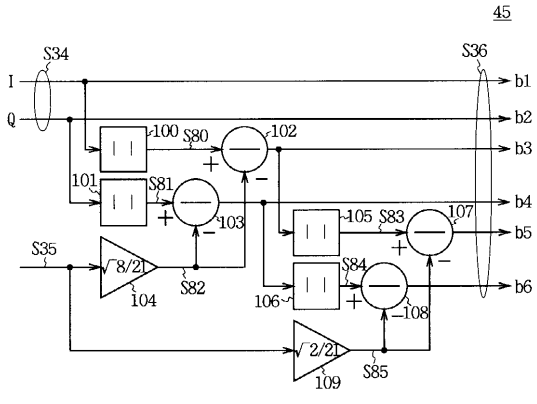


図２０　６４ＱＡＭ変調に対応した復調回路

【図２１】

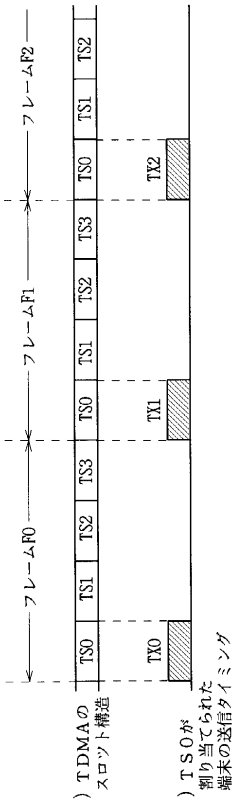


図２１　ＴＤＭＡ方式の原理

【図２２】

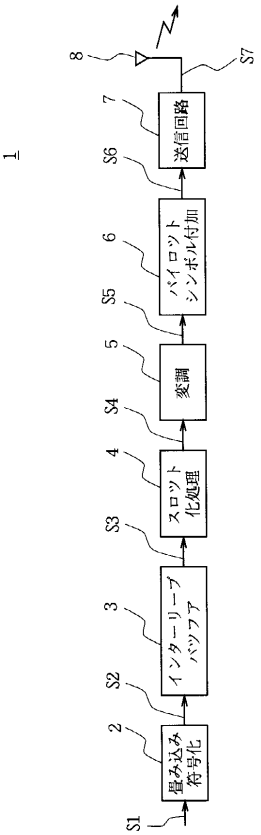


図２２　従来の送信装置の構成

【図２３】

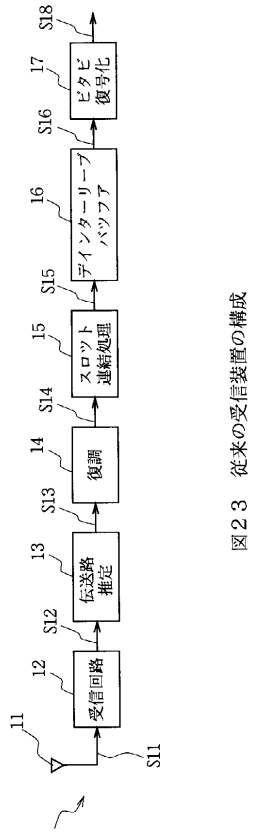


図２３　従来の受信装置の構成

【図２４】

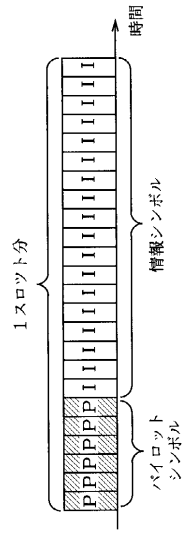


図２４　従来のパイロットシンボルの配置

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－３１７００６（ＪＰ，Ａ）
特表平０５－５０１１９０（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２７４７４７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04L 27/00 - 27/38
H03M 13/00 - 13/53
H04L 1/00 - 1/24