(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3550085号
(P3550085)
(45)発行日　平成16年8月4日(2004.8.4)　(24)登録日　平成16年4月30日(2004.4.30)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H04J 11/00	H04J	11/00	Z
H04B 1/04	H04B	1/04	J
H04B 7/26	H04J	1/00	
H04J 1/00	H04B	7/26	C
H04Q 7/36	H04B	7/26	105D

請求項の数 11　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2000-334451(P2000-334451)
(22)出願日　平成12年11月1日(2000.11.1)
(65)公開番号　特開2002-141879(P2002-141879A)
(43)公開日　平成14年5月17日(2002.5.17)
審査請求日　平成14年8月6日(2002.8.6)

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
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　北川　恵一
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号　松下通信工業株式会社内
(72)発明者　上杉　充
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号　松下通信工業株式会社内

審査官　高野　洋

最終頁に続く

(54)【発明の名称】無線送信装置および無線送信方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

データを分割した後、分割後のデータをそれぞれ異なる周波数の搬送波で変調する変調手段と、

回線変動量に基づいて前記変調に用いる搬送波数および搬送波1本あたりのシンボルレートを決定する決定手段と、

変調後の信号を送信する送信手段と、を具備し、

前記決定手段は、回線変動量が大きいほど搬送波数を減少させるとともに搬送波1本あたりのシンボルレートを高くする、

ことを特徴とする無線送信装置。

【請求項2】

前記決定手段は、回線変動量および遅延波の遅延時間に基づいて、誤り率が最小となる搬送波数を決定する、

ことを特徴とする請求項1記載の無線送信装置。

【請求項3】

前記決定手段は、回線変動量と遅延波の遅延時間とから搬送波数が特定されるテーブルを参照して搬送波数を決定する、

ことを特徴とする請求項2記載の無線送信装置。

【請求項4】

前記変調手段は、分割後のデータに対して逆フーリエ変換処理を施すことにより前記分割

後のデータをそれぞれ異なる周波数の搬送波で変調する、
ことを特徴とする請求項１から請求項３のいずれかに記載の無線送信装置。
【請求項５】
前記決定手段は、通信相手から送信された信号から搬送波数を示す情報を抽出する、
ことを特徴とする請求項１から請求項４のいずれかに記載の無線送信装置。
【請求項６】
請求項５記載の無線送信装置から自装置に向かう回線の回線変動量を推定する推定手段と、
前記回線変動量に基づいて前記無線送信装置が変調に用いる搬送波数を決定する決定手段と、
前記搬送波数を示す情報を含む信号を前記無線送信装置に送信する送信手段と、
を具備することを特徴とする無線受信装置。
【請求項７】
請求項１から請求項５のいずれかに記載の無線送信装置を搭載することを特徴とする基地局装置。
【請求項８】
請求項６記載の無線受信装置を搭載することを特徴とする基地局装置。
【請求項９】
請求項１から請求項５のいずれかに記載の無線送信装置を搭載することを特徴とする通信端末装置。
【請求項１０】
請求項６記載の無線受信装置を搭載することを特徴とする通信端末装置。
【請求項１１】
マルチキャリア変調を用いた無線送信方法において、回線変動量が大きいほど前記マルチキャリア変調に用いる搬送波数を減少させ、搬送波１本あたりのシンボルレートを高くする、
ことを特徴とする無線送信方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、マルチキャリア変調方式を用いた無線送信装置および無線送信方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
無線通信においては、受信機は送信機から直接到来する信号（直接波）の他に、障害物に反射したのちに到来する信号（遅延波）を同時に受信する。このため、マルチパスによる周波数選択性フェージングが発生して受信品質が劣化してしまう。
【０００３】
これに対し、マルチキャリア変調方式では、送信データ系列を直並列変換によりＮ個のデータに分割した後、各々を異なる周波数の搬送波によって変調する。このように、マルチキャリア変調方式では、送信データを周波数の異なる複数の搬送波に分配して送信するため、マルチパスによる周波数選択性フェージングが発生しても、すべてのデータが失われてしまう確率を低くすることができる。すなわち、マルチキャリア変調方式を用いると、周波数選択性フェージングの影響を受け難くなる。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上記従来のマルチキャリア変調方式では、シンボル周期が長くなるため、シンボル間での位相変動および振幅変動が相対的に大きくなってしまう。このため、高速フェージング等により無線回線の変動が著しく速い場合には、適応等化器等による回線推定が回線の変動に十分に追従できず、誤り率特性が劣化するという問題が生じる。
【０００５】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、マルチキャリア変調を用いた無線送信装置および無線送信方法において、無線回線の変動が著しく速い場合であってもデータの伝送速度を低下させることなく、通信品質を良好に保つことができる無線送信装置および無線送信方法を提供することを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

本発明の無線送信装置は、データを分割した後、分割後のデータをそれぞれ異なる周波数の搬送波で変調する変調手段と、回線変動量に基づいて前記変調に用いる搬送波数および搬送波１本あたりのシンボルレートを決定する決定手段と、変調後の信号を送信する送信手段と、を具備し、前記決定手段は、回線変動量が大きいほど搬送波数を減少させるとともに搬送波１本あたりのシンボルレートを高くする構成を採る。

【０００８】

この構成によれば、回線変動量が大きくなるほど搬送波の本数を減少させてシンボルレートを高くするため、データの伝送速度を低下させることなく相対的に回線変動量を小さくすることができる。これにより、高速フェージング等により無線回線の変動が著しく速い場合であっても通信品質を良好に保つことができる。

【０００９】

本発明の無線送信装置の決定手段は、回線変動量および遅延波の遅延時間に基づいて、誤り率が最小となる搬送波数を決定する構成を採る。

【００１０】

本発明の無線送信装置の決定手段は、回線変動量と遅延波の遅延時間とから搬送波数が特定されるテーブルを参照して搬送波数を決定する構成を採る。

【００１１】

これらの構成によれば、無線受信装置にとって最も復号しやすい最適なシンボルレートとなる搬送波数を決定することができ、無線受信装置における通信品質を良好に保つことができる。

【００１２】

本発明の無線送信装置の変調手段は、分割後のデータに対して逆フーリエ変換処理を施すことにより前記分割後のデータをそれぞれ異なる周波数の搬送波で変調する構成を採る。

【００１３】

この構成によれば、各搬送波のスペクトルを重ねることができるため、通信品質を良好に保つことができるとともに周波数利用効率も向上させることができる。

【００１４】

本発明の無線送信装置の決定手段は、通信相手から送信された信号から搬送波数を示す情報を抽出する構成を採る。そして、本発明の無線受信装置は、前記無線送信装置から自装置に向かう回線の回線変動量を推定する推定手段と、前記回線変動量に基づいて前記無線送信装置が変調に用いる搬送波数を決定する決定手段と、前記搬送波数を示す情報を含む信号を前記無線送信装置に送信する送信手段と、を具備する構成を採る。

【００１５】

これらの構成によれば、無線送信装置から無線受信装置に向かう回線の実際の回線変動量に基づいて搬送波数を決定するため、無線送信装置は、無線受信装置おいて最も復号しやすいシンボルレートとなる搬送波数にてデータを送信することができる。

【００１６】

本発明の基地局装置は、上記いずれかの無線送信装置あるいは無線受信装置を搭載する構成を採る。また、本発明の通信端末装置は、上記いずれかの無線送信装置あるいは無線受信装置を搭載する構成を採る。

【００１７】

これらの構成によれば、高速フェージング等により無線回線の変動が著しく速い場合であっても無線通信システムの通信品質を良好に保つことができる。

【００１９】

本発明の無線送信方法は、マルチキャリア変調を用いた無線送信方法において、回線変動量が大きいほど前記マルチキャリア変調に用いる搬送波数を減少させ、搬送波１本あたりのシンボルレートを高くするようにした。

【００２０】

この方法によれば、回線変動量が大きくなるほど搬送波の本数を減少させてシンボルレートを高くするため、データの伝送速度を低下させることなく相対的に回線変動量を小さくすることができる。これにより、高速フェージング等により無線回線の変動が著しく速い場合であっても通信品質を良好に保つことができる。

【００２１】

【発明の実施の形態】

本発明者らは、マルチキャリア変調における搬送波の本数と搬送波１本あたりのシンボル周期の長さとの関係に着目し、占有帯域幅を一定とした場合、搬送波の本数を少なくするほど搬送波１本あたりのシンボル周期を短くできることを見出し、本発明をするに至った。

【００２２】

すなわち、本発明の骨子は、マルチキャリア変調において、高速フェージング等により回線変動が著しく速い場合には、搬送波の本数を減少させるとともに搬送波１本あたりのシンボルレートを高くしてデータを送信することにより、データの伝送速度を低下させることなく、シンボル間あるいはバースト内での回線変動を相対的に小さくすることである。

【００２３】

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【００２４】

（実施の形態１）

図１は、本発明の実施の形態１に係る送信装置および受信装置の構成を示すブロック図である。

【００２５】

図１に示す送信装置１００において、回線変動推定部１０１は、送信装置１００と受信装置２００との間の回線変動量を推定し、推定結果をキャリア数決定部１０２に出力する。なお、回線変動量の推定方法としては、送信装置１００とともに基地局装置等に搭載される図示しない受信装置に受信された信号の受信レベルを測定し、その測定結果に基づいて推定する方法等が挙げられる。

【００２６】

キャリア数決定部１０２は、推定された回線変動量に基づいて信号の送信に用いる搬送波の本数を決定する。また、キャリア数決定部１０２は、決定した搬送波の本数に応じて搬送波１本あたりのシンボル周期（つまり、シンボルレート）を決定する。具体的には、キャリア数決定部１０２は、回線変動量が大きいほど、搬送波の本数を減少させるとともに搬送波１本あたりのシンボル周期を短く（つまり、シンボルレートを高く）する。そして、キャリア数決定部１０２は、決定した搬送波数を示す信号をシリアル－パラレル変換部１０３およびシンセサイザ１０４に出力するとともに、決定したシンボル周期を示す信号をシリアル－パラレル変換部１０３に出力する。

【００２７】

シリアル－パラレル変換部１０３は、送信データ系列を決定された搬送波数分のデータに分割して乗算部１０５－１～１０５－Ｎに出力する。また、シリアル－パラレル変換部１０３は、決定されたシンボル周期で、送信データを出力する乗算部１０５－１～１０５－Ｎを切り替える。

【００２８】

シンセサイザ１０４は、決定された搬送波数分の搬送波f_1～f_Nを生成して、乗算部１０５－１～１０５－Ｎに出力する。

【００２９】

乗算部１０５－１～１０５－Ｎは、シリアル－パラレル変換部１０３で直並列変換された

送信データと、シンセサイザ１０４から出力された搬送波f_1～f_Nとをそれぞれ乗算して、搬送波乗算後の信号を合成部１０６に出力する。

【００３０】

合成部１０６は、乗算部１０５－１～１０５－Ｎから出力された信号を合成してマルチキャリア信号を生成し、マルチキャリア信号をアンテナ１０７より無線送信する。

【００３１】

すなわち、シリアル－パラレル変換部１０３、シンセサイザ１０４、乗算部１０５－１～１０５－Ｎおよび合成部１０６の一連の動作によって、送信データに対してマルチキャリア変調が行われ、マルチキャリア信号が受信装置２００に送信される。

【００３２】

一方、図１に示す受信装置２００において、乗算部２０２－１～２０２－Ｎは、アンテナ２０１によって受信されたマルチキャリア信号と、シンセサイザ２０６から出力された搬送波f_1～f_Nとをそれぞれ乗算して、搬送波乗算後の信号をＢＰＦ（Ｂａｎｄ　Ｐａｓｓ　Ｆｉｌｔｅｒ）２０３－１～２０３－Ｎに出力する。

【００３３】

ＢＰＦ２０３－１～２０３－Ｎは、乗算部２０２－１～２０２－Ｎから出力された信号成分の中で、特定の周波数帯域内に含まれる成分のみを通過させてパラレル－シリアル変換部２０４に出力する。

【００３４】

パラレル－シリアル変換部２０４は、ＢＰＦ２０３－１～２０３－Ｎから出力された各搬送波に分割されている信号を、キャリア数検出部２０５にて検出された搬送波数分パラレル－シリアル変換して元の送信データ系列に戻す。これにより、受信データが得られる。

【００３５】

キャリア数検出部２０５は、マルチキャリア信号の搬送波数を検出し、パラレル－シリアル変換部２０４およびシンセサイザ２０６に搬送波数を示す信号を出力する。なお、搬送波数の検出方法としては以下の方法が挙げられる。すなわち、１）送信装置１００が搬送波数を変更する前フレームにおいて搬送波数の情報を送信データに多重して送信し、キャリア数検出部２０５が受信データから搬送波数の情報を検出する方法、２）上記１）の方法において搬送波数の情報を送信データとは別チャネルを用いて送信する方法、３）送信装置１００が搬送波数の情報を送信せず、受信装置２００が候補となる搬送波数でマルチキャリア信号を復調し、キャリア数検出部２０５が復調結果（例えば、ＣＲＣ結果）から搬送波数を推定する方法等が挙げられる。

【００３６】

シンセサイザ２０６は、検出された搬送波数分の搬送波f_1～f_Nを生成して、乗算部２０２－１～２０２－Ｎに出力する。

【００３７】

次に、シンボルレートと回線変動量との関係について図２を用いて説明する。図２の横軸は時間であり、縦軸は位相変動量である。また、図２（ａ）はシンボルレートが低い（すなわち、シンボル周期が長い）ときであり、図２（ｂ）はシンボルレートが高い（すなわち、シンボル周期が短い）ときである。

【００３８】

図２（ａ）に示すように、シンボルレートが低いとき、１シンボルの送信時間（すなわち、シンボル周期）Ts_1は長くなるため、その間における位相変動量$\Delta\theta_1$は大きくなる。これに対し、図２（ｂ）に示すように、シンボルレートが高いとき、１シンボルの送信時間Ts_2は短くなり、その間における位相変動量$\Delta\theta_2$は小さくなる。なお、ここでは回線の位相変動量について示したが、振幅に関する時間変動についても同様である。

【００３９】

このように、シンボルレートを高くする（すなわち、シンボル周期を短くする）ことにより相対的に回線変動量が小さくなることから、回線変動量が大きい場合に送信信号の搬送波数を減少させて搬送波１本あたりのシンボルレートを高くすることにより、受信装置２

００での受信信号の振幅変動量および位相変動量を小さくすることができる。

【００４０】

同様に、シンボルレートを高くすることにより回線の時間的変動を相対的に遅くできることから、受信装置２００では周波数オフセットによる位相回転等の時間的変動も補償することができる。

【００４１】

ここで、キャリア数決定部１０２において、搬送波１本あたりのシンボル周期と回線変動量との積が一定値となるように搬送波の本数を決定すれば、簡単な演算処理により適当な搬送波数を決定することができる。

【００４２】

次に、搬送波数と周波数帯域およびシンボルレートとの関係について図３を用いて説明する。図３（１）は搬送波数を４本としたとき、図３（２）は搬送波数を２本としたとき、図３（３）は搬送波数を１本としたときである。すなわち、図３では、下の図になるほどシンボルレートが高くなり（シンボル周期が短くなり）、回線変動に対する耐性が増している。なお、ここでは、送信装置１００がS_1～S_4の４シンボルのデータを送信するものとする。

【００４３】

送信装置１００では、図３（１）（ａ）に示すようにf_{4-1}～f_{4-4}の４本の搬送波を用いて送信を行う際には、搬送波１本あたりのシンボル周期をTs_1とする。よって、シンボルS_1～S_4はそれぞれ、図３（１）（ｂ）に示すようにシンボル周期Ts_1で、搬送波f_{4-1}～f_{4-4}を用いて送信される。

【００４４】

また、送信装置１００では、図３（２）（ａ）に示すようにf_{2-1}とf_{2-2}の２本の搬送波を用いて送信を行う際には、図３（１）の場合に比べ各搬送波あたり２倍の周波数帯域を使用することができるので、搬送波１本あたりのシンボル周期をTs_1／２とする。よって、シンボルS_1～S_4はそれぞれ、図３（２）（ｂ）に示すようにシンボル周期Ts_1／２で、搬送波f_{2-1}とf_{2-2}とを用いて送信される。つまり、図３（１）の場合に比べてシンボルレートが２倍となるので、データの伝送速度は低下しない。

【００４５】

さらに、送信装置１００では、図３（３）（ａ）に示すようにf_{1-1}の１本の搬送波を用いて送信を行う際には、搬送波１本あたりのシンボル周期をTs_1／４とする。よって、シンボルS_1～S_4はそれぞれ、図３（３）（ｂ）に示すようにシンボル周期Ts_1／４で、搬送波f_{1-1}を用いて送信される。つまり、図３（１）の場合に比べてシンボルレートが４倍となるので、データの伝送速度は低下しない。

【００４６】

このように、送信装置１００では、回線変動量が大きくなるほど搬送波の本数を減少させてシンボルレートを高くするとともに、各搬送波の周波数帯域を広げることによって、データの伝送速度を低下させることなく相対的に回線変動量を小さくすることができる。これにより、高速フェージング等により無線回線の変動が著しく速い場合であっても通信品質を良好に保つことができる。

【００４７】

なお、送信装置１００では、搬送波f_{4-1}～f_{4-4}の個々の占有帯域幅を搬送波f_{1-1}の１／４とし、搬送波f_{2-1}およびf_{2-2}の個々の占有帯域幅を搬送波f_{1-1}の１／２とするため、搬送波の本数が増加した場合であっても全体の占有帯域幅は図３に示すように同一に保たれる。

【００４８】

また、図４に示すように、受信装置２００において、回線変動に追従するトラッキング機能を有する等化器２０７－１～２０７－Ｎを各搬送波毎に備えることで、回線変動に対する追従能力がさらに高くなる。これにより、通信品質をさらに良好にすることができる。

【００４９】

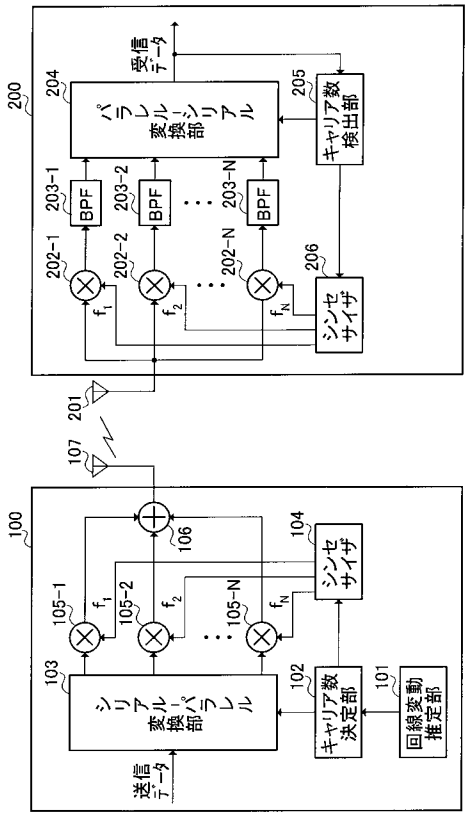
（実施の形態２）
本実施の形態に係る送信装置は、ＯＦＤＭ（Ｏｒｔｈｏｇｏｎａｌ　Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｄｉｖｉｓｉｏｎ　Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘｉｎｇ）変調において、回線変動が大きくなるほど搬送波の本数を少なくして信号を送信するものである。
【００５０】
ここで、ＯＦＤＭとはマルチキャリア変調方式の一種であり、各搬送波が直交関係にある変調方式である。
【００５１】
図５は、本発明の実施の形態２に係る送信装置および受信装置の構成を示すブロック図である。但し、図５に示す送信装置および受信装置において、図１と共通する構成部分には図１と同一符号を付し、その説明を省略する。
【００５２】
図５に示す送信装置１００において、キャリア数決定部１０２は、決定した搬送波数を示す信号をシリアル－パラレル変換部１０３およびＩＦＦＴ（Ｉｎｖｅｒｓｅ　Ｆａｓｔ　Ｆｏｕｒｉｅ　Ｔｒａｎｓｆｏｒｍ）部１０８に出力するとともに、決定したシンボル周期を示す信号をシリアル－パラレル変換部１０３に出力する。
【００５３】
ＩＦＦＴ部１０８は、シリアル－パラレル変換部１０３で直並列変換された送信データに対して搬送波数分のＩＦＦＴ処理を施し、ＯＦＤＭ信号を生成する。生成されたＯＦＤＭ信号は、乗算部１０９に出力される。
【００５４】
乗算部１０９は、ＯＦＤＭ信号に搬送波f_Cを乗算して、搬送波乗算後のＯＦＤＭ信号をアンテナ１０７より無線送信する。
【００５５】
すなわち、シリアル－パラレル変換部１０３、ＩＦＦＴ部１０８および乗算部１０９の一連の動作によって、送信データに対してＯＦＤＭ変調が行われ、ＯＦＤＭ信号が受信装置２００に送信される。
【００５６】
一方、図５に示す受信装置２００において、乗算部２０８は、アンテナ２０１によって受信されたＯＦＤＭ信号と搬送波f_Cとを乗算して、搬送波乗算後のＯＦＤＭ信号をＦＦＴ（Ｆａｓｔ　Ｆｏｕｒｉｅ　Ｔｒａｎｓｆｏｒｍ）部２０９に出力する。
【００５７】
ＦＦＴ部２０９は、ＯＦＤＭ信号に対してキャリア数検出部２０５にて検出された搬送波数分のＦＦＴ処理を施して、ＯＦＤＭ信号を各搬送波毎の信号に分割する。分割後の信号は、パラレル－シリアル変換部２０４に出力される。
【００５８】
キャリア数検出部２０５は、ＯＦＤＭ信号の搬送波数を検出し、パラレル－シリアル変換部２０４およびＦＦＴ部２０９に搬送波数を示す信号を出力する。
【００５９】
このように、マルチキャリア変調方式をＯＦＤＭ変調方式とすることによって各搬送波のスペクトルを重ねることができるため、実施の形態１の効果を得ることができるとともに、周波数利用効率も向上させることができる。
【００６０】
（実施の形態３）
本実施の形態では、送信装置が搬送波数を決定するのではなく、受信装置が決定した搬送波数に従って送信装置がデータを送信する。
【００６１】
図６は、本発明の実施の形態３に係る送信装置および受信装置の構成を示すブロック図である。但し、図６に示す送信装置および受信装置において、図１と共通する構成部分には図１と同一符号を付し、その説明を省略する。

【００６２】
図６に示す受信装置２００において、回線変動推定部２１０は、マルチキャリア信号の回線変動量を推定し、推定結果をキャリア数決定部２１１に出力する。
【００６３】
キャリア数決定部２１１は、推定された回線変動量に基づいて、送信装置１００が信号の送信に用いる搬送波の本数を決定する。具体的には、キャリア数決定部は、回線変動量が大きいほど搬送波の本数を減少させる。そして、キャリア数決定部２１１は、決定した搬送波数を示す信号をパラレル－シリアル変換部２０４、シンセサイザ２０６および変調部２１２に出力する。
【００６４】
変調部２１２は、搬送波数を示す信号を変調して、アンテナ２０１より無線送信する。
【００６５】
一方、図６に示す送信装置１００において、復調部１１０は、アンテナ１０７にて受信された搬送波数を示す信号を復調して、キャリア数抽出部１１１に出力する。
【００６６】
キャリア数抽出部１１１は、復調信号から搬送波数を示す情報を抽出し、搬送波数を示す信号をシリアル－パラレル変換部１０３およびシンセサイザ１０４に出力する。また、キャリア数抽出部１１１は、抽出した搬送波数に応じて搬送波１本あたりのシンボル周期（つまり、シンボルレート）を決定し、決定したシンボル周期を示す信号をシリアル－パラレル変換部１０３に出力する。
【００６７】
このように、受信装置にて搬送波数を決定し、送信装置が受信装置にて決定された搬送波数に従ってデータを送信することにより、送信装置から受信装置に向かう回線の実際の回線変動量に基づいて搬送波数を決定することができる。これにより、送信装置は、受信装置おいて最も復号しやすいシンボルレートとなる搬送波数にてデータを送信することができる。
【００６８】
なお、本実施の形態では、実施の形態２で示したように、マルチキャリア変調としてＯＦＤＭ変調を用いることも可能である。
【００６９】
また、受信装置２００が送信装置１００と一体である場合には、キャリア数決定部２１１から出力された搬送波数を示す情報を送信データに多重して送信してもよい。
【００７０】
また、本実施の形態は、上り回線と下り回線とで異なる周波数帯を用いるために、上り回線と下り回線とで回線変動量が相違するＦＤＤ（Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｄｉｖｉｓｉｏｎ　Ｄｕｐｌｅｘ）方式の移動体通信システムに特に有効である。
【００７１】
（実施の形態４）
実施の形態１～３では、回線変動量のみに基づいて送信に用いる搬送波の本数を決定する場合について説明した。しかし、回線変動量が大きくなるほど搬送波の本数を減少させるとともに搬送波１本あたりのシンボルレートを高くしてデータを送信すると、搬送波１本あたりのシンボル周期が短くなるために、前後の隣接シンボルが重なって受信される期間が相対的に長くなってしまう。
【００７２】
つまり、搬送波の本数を減少させると、受信装置での振幅変動量および位相変動量を小さくすることはできるが、逆にマルチパスによるシンボル間干渉が大きくなってしまう。したがって、回線変動量のみに基づいて送信に用いる搬送波の本数を決定すると、遅延波に対して耐性があるというマルチキャリア変調方式の利点が没却されてしまうという問題が生じる。すなわち、回線変動量のみに基づいて送信に用いる搬送波の本数を決定すると、逆に誤り率が高くなり通信品質が劣化してしまうことがある。

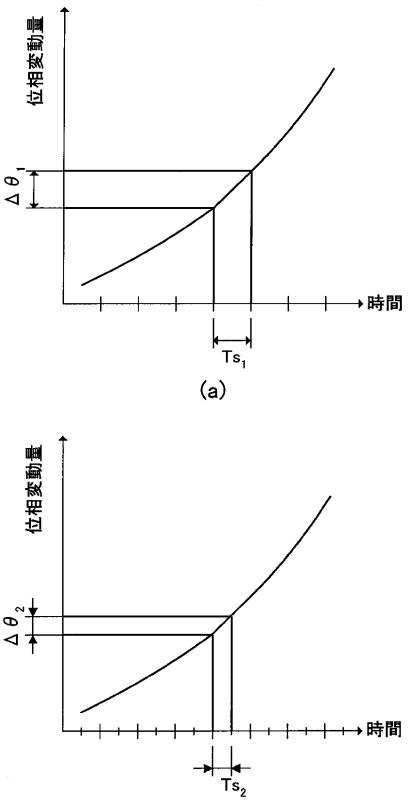
【００７３】
また、図７に示すグラフは、ある遅延時間τの遅延波が存在する場合に各回線変動量ｆＤ（０Ｈｚ、５００Ｈｚ、１０００Ｈｚ、１５００Ｈｚ）に対するシンボルレートと誤り率との関係を示すグラフである。図７では横軸をシンボルレートとしているが、本発明では搬送波の本数を減少させるほど搬送波１本あたりのシンボルレートを高くするので、横軸を搬送波数と見ることができる。つまり、図７において、シンボルレートが高くなるほど搬送波の本数が少なくなると見ることができる。例えば、シンボルレート＝８Ｍｂｐｓを搬送波数＝１本とすると、シンボルレート＝４Ｍｂｐｓは搬送波数＝２本、シンボルレート＝２Ｍｂｐｓは搬送波数＝４本と見ることができる。
【００７４】
図７に示すように、各回線変動量について誤り率を最小とする搬送波数が存在する。例えば図７においては、ｆＤ＝１５００Ｈｚでは搬送波数＝１本、ｆＤ＝１０００ＭＨｚ、５００ＭＨｚ、０Ｈｚでは搬送波数＝２本の場合に、誤り率が最小となる。
【００７５】
また、誤り率特性は遅延波の遅延時間によっても変化するので、図７に示すような誤り率特性は、複数の遅延時間に対応して複数存在する。つまり、遅延波の遅延時間ごとに回線変動量に対して誤り率が最小となる搬送波数が存在する。換言すれば、遅延波の遅延時間と回線変動量とから、誤り率が最小となる最適な搬送波数を決定することができる。
【００７６】
そこで、本実施の形態では、回線変動量および遅延波の遅延時間の両者に基づいて誤り率が最小となる最適な搬送波数を決定する。
【００７７】
図８は、本発明の実施の形態４に係る送信装置および受信装置の構成を示すブロック図である。但し、図８に示す送信装置および受信装置において、図１と共通する構成部分には図１と同一符号を付し、その説明を省略する。
【００７８】
図８において、受信装置２００は図１と全く同じ構成をとり、送信装置１００は、図１に対して遅延プロファイル生成部１１２を追加した構成を採る。
【００７９】
遅延プロファイル生成部１１２は、送信装置１００とともに基地局装置等に搭載される図示しない受信装置に受信された信号の遅延プロファイルを生成し、キャリア数決定部１１３に出力する。
【００８０】
キャリア数決定部１１３は、回線変動量と遅延波の遅延時間とから誤り率が最小となる搬送波数が特定される参照テーブルを保持する。そして、キャリア数決定部１１３は、参照テーブルを参照して、回線変動量と、遅延プロファイルから求めた遅延時間とに基づいて搬送波の本数を決定する。また、キャリア数決定部１１３は、決定した搬送波の本数に応じて搬送波１本あたりのシンボル周期（つまり、シンボルレート）を決定する。そして、キャリア数決定部１１３は、決定した搬送波数を示す信号をシリアル－パラレル変換部１０３およびシンセサイザ１０４に出力するとともに、決定したシンボル周期を示す信号をシリアル－パラレル変換部１０３に出力する。
【００８１】
このようにして決定された搬送波数は、受信装置２００にとって最も復号しやすい最適なシンボルレートとなる搬送波数であるため、受信装置２００における通信品質を良好に保つことができる。
【００８２】
さらに、遅延時間だけでなく、各パスの遅延波の遅延時間ならびにレベルをモデル化したパスモデルを考慮した参照テーブルを用意することにより、受信装置２００にとって最も復号しやすい最適なシンボルレートとなる搬送波数をさらに精度良く決定することができる。

【００８３】
なお、本実施の形態では、実施の形態２で示したように、マルチキャリア変調としてＯＦＤＭ変調を用いることも可能である。
【００８４】
また、本実施の形態では、実施の形態３で示したように、受信装置にて搬送波数を決定し、送信装置が受信装置にて決定された搬送波数に従ってデータを送信することも可能である。
【００８５】
また、上記実施の形態１～４に係る送信装置および受信装置を、無線通信システムにおいて使用される基地局装置や、この基地局装置と無線通信を行う通信端末装置に適用することが可能である。
【００８６】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明によれば、マルチキャリア変調を用いた無線送信装置および無線送信方法において、回線変動量に応じて搬送波数およびシンボルレートを適応的に変化させるため、高速フェージング等により無線回線の変動が著しく速い場合であっても、データの伝送速度を低下させることなく、通信品質を良好に保つことができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施の形態１に係る送信装置および受信装置の構成を示すブロック図
【図２】シンボルレートと回線変動量との関係を示すグラフ
【図３】搬送波数と周波数帯域およびシンボルレートとの関係を示す図
【図４】本発明の実施の形態１に係る送信装置および受信装置の別の構成を示すブロック図
【図５】本発明の実施の形態２に係る送信装置および受信装置の構成を示すブロック図
【図６】本発明の実施の形態３に係る送信装置および受信装置の構成を示すブロック図
【図７】シンボルレートと誤り率との関係を示すグラフ
【図８】本発明の実施の形態４に係る送信装置および受信装置の構成を示すブロック図
【符号の説明】
１０１、２１０　回線変動推定部
１０２、２１１、１１３　キャリア数決定部
１０４、２０６　シンセサイザ
１０８　ＩＦＦＴ部
１１０　復調部
１１１　キャリア数抽出部
１１２　遅延プロファイル生成部
２０５　キャリア数検出部
２０７－１～２０７－Ｎ　等化器
２０９　ＦＦＴ部
２１２　変調部

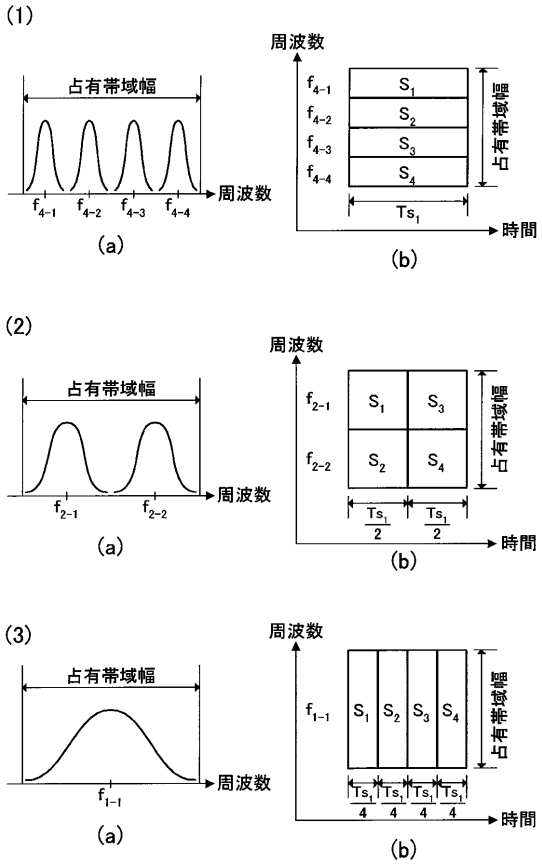
【図１】


200
受信データ
204
パラレル-シリアル変換部
205
キャリア数検出部
203-1
203-2
203-N
BPF
202-1
202-2
202-N
206
シンセサイザ
201
107
100
106
104
105-1
105-2
105-N
103
シリアル-パラレル変換部
102
キャリア数決定部
101
回線変動推定部
送信データ

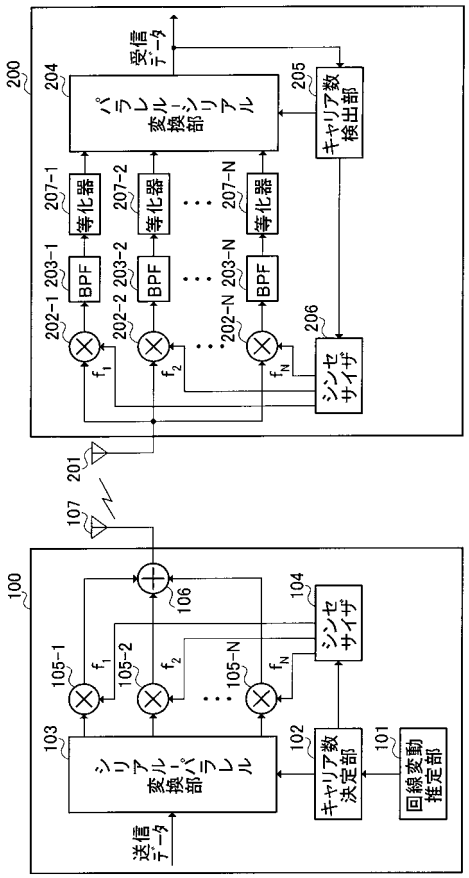
【図２】


位相変動量
Δθ1
時間
Ts1
(a)
位相変動量
Δθ2
時間
Ts2
(b)

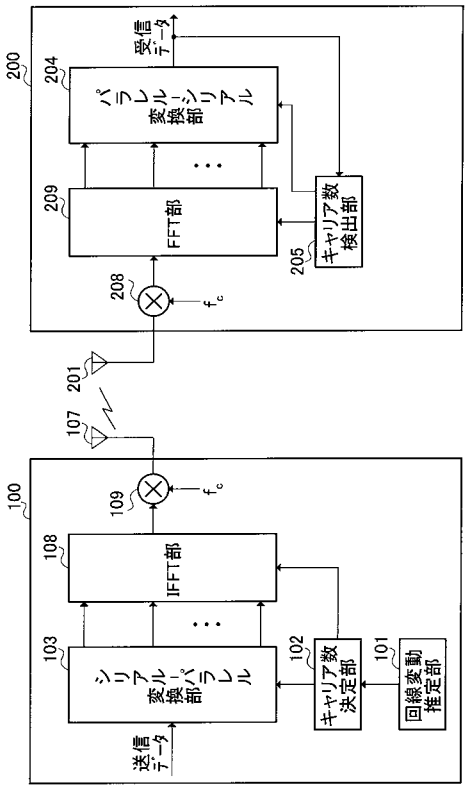
【図３】


(1)
占有帯域幅
周波数
f4-1 f4-2 f4-3 f4-4
(a)
周波数
S1 S2 S3 S4
占有帯域幅
Ts1
時間
(b)
(2)
占有帯域幅
周波数
f2-1 f2-2
(a)
周波数
S1 S3 S2 S4
占有帯域幅
Ts1/2 Ts1/2
時間
(b)
(3)
占有帯域幅
周波数
f1-1
(a)
周波数
S1 S2 S3 S4
占有帯域幅
Ts1/4 Ts1/4 Ts1/4 Ts1/4
時間
(b)

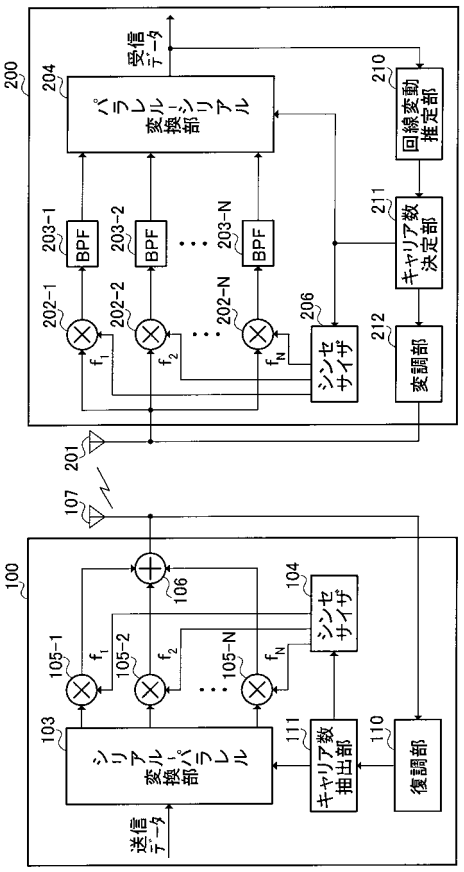
【図４】


200
受信データ
204
パラレル-シリアル変換部
205
キャリア数検出部
207-1
207-2
207-N
等化器
203-1
203-2
203-N
BPF
202-1
202-2
202-N
206
シンセサイザ
201
107
100
106
104
105-1
105-2
105-N
103
シリアル-パラレル変換部
102
キャリア数決定部
101
回線変動推定部
送信データ

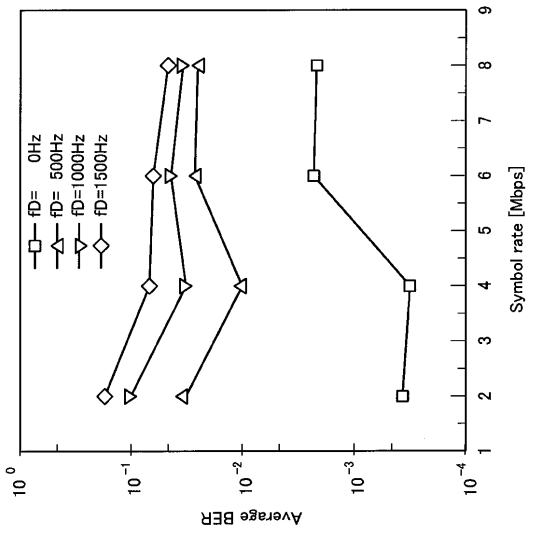
【図５】


200
204
パラレル変換部シリアル
受信データ
209
FFT部
205
キャリア数検出部
208
f_c
201
107
100
109
f_c
108
IFFT部
103
シリアル変換部パラレル
102
キャリア数決定部
101
回線変動推定部
送信データ

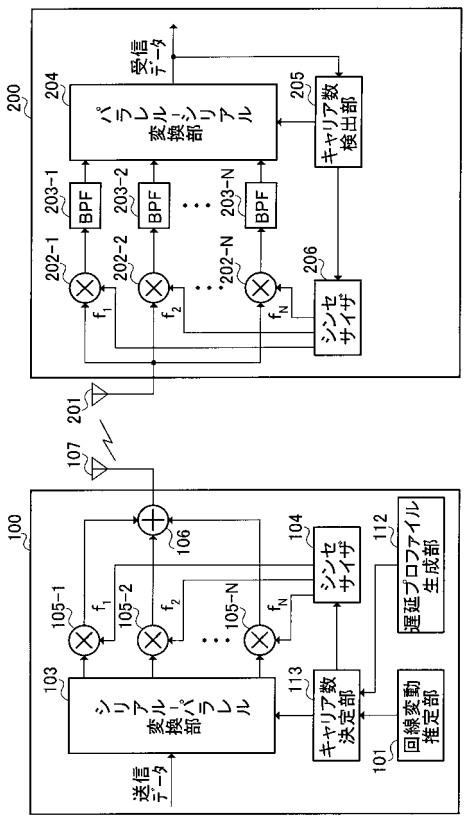
【図６】


200
204
パラレル変換部シリアル
受信データ
210
回線変動推定部
211
キャリア数決定部
212
変調部
203-1
203-2
203-N
BPF
202-1
202-2
202-N
206
シンセサイザ
f_1
f_2
f_N
201
107
100
106
104
シンセサイザ
105-1
105-2
105-N
103
シリアル変換部パラレル
111
キャリア数抽出部
110
復調部
送信データ

【図７】


fD= 0Hz
fD= 500Hz
fD=1000Hz
fD=1500Hz
Average BER
Symbol rate [Mbps]
10^0
10^{-1}
10^{-2}
10^{-3}
10^{-4}
1
2
3
4
5
6
7
8
9

【図８】


200
204
パラレル変換部シリアル
受信データ
205
キャリア数検出部
203-1
203-2
203-N
BPF
202-1
202-2
202-N
206
シンセサイザ
f_1
f_2
f_N
201
107
100
106
104
シンセサイザ
112
遅延プロファイル生成部
105-1
105-2
105-N
103
シリアル変換部パラレル
113
キャリア数決定部
101
回線変動推定部
送信データ

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００２－００９７３４（ＪＰ，Ａ）
茂木誠幸、梅林健太、澤海千恵美、河野隆二，帯域分割型ＯＦＤＭにおける変調方式の最適組み合わせの一検討，電子情報通信学会技術研究報告，日本，社団法人電子情報通信学会，１９９９年 8月26日，Ｖｏｌ．９９ Ｎｏ．２７１，ｐ．４７－５２
柴田伝幸、藤元美俊、鈴木徳祥、西川訓利、山里敬也、小川明，マルチキャリア伝送における無線回線の状態情報を取り入れた回線制御方式，１９９８年電子情報通信学会総合大会講演論文集，日本，社団法人電子情報通信学会，１９９８年 3月 6日，通信2，ｐ．３８７

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H04J 1/00
H04J 11/00