

(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2004-236065
(P2004-236065A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04J 11/00	H04J 11/00	5K022
H04L 7/08	H04L 7/08	5K047

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-23165 (P2003-23165)	(71) 出願人	390009597 モトローラ・インコーポレイテッド MOTOROLA INCORPORATED アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、 イースト・アルゴンクイン・ロード1303
(22) 出願日	平成15年1月31日(2003.1.31)	(74) 代理人	100083574 弁理士 池内 義明
		(72) 発明者	秋田 英範 東京都港区南麻布3丁目20番1号 モトローラ株式会社内
		(72) 発明者	池田 哲 東京都港区南麻布3丁目20番1号 モトローラ株式会社内

最終頁に続く

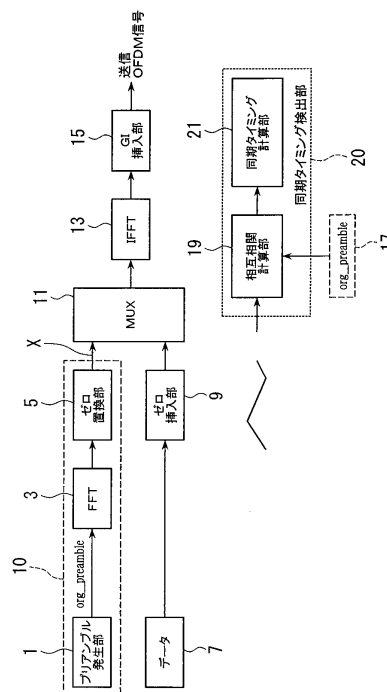
(54) 【発明の名称】 OFDM通信装置

(57) 【要約】

【課題】 OFDM通信装置において同期用プリアンプルの電力を削減した場合にも高品質の通信ができるようにする。

【解決手段】 OFDM通信装置におけるシンボル同期方法において、所定の同期用プリアンプルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンプル信号を送信データと時間多重してOFDM送信信号を生成する。受信機側では、送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンプルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

送信機と受信機との間の同期を同期用プリアンブルを用いて行なう OFDM 通信装置における送信機であって、

所定の同期用プリアンブルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンブル信号を送信データと時間多重して OFDM 送信信号を生成することを特徴とする OFDM 通信装置における送信機。

【請求項 2】

前記理想低域通過フィルタは入力信号を高速フーリエ変換 (FFT) する FFT 部と該 FFT 部の出力の所定周波数以上の成分をゼロ置換するゼロ置換部とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 通信装置における送信機。

10

【請求項 3】

前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されることを特徴とする請求項 2 に記載の OFDM 通信装置における送信機。

【請求項 4】

前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 通信装置における送信機。

20

【請求項 5】

さらに、前記請求項 1 ないし 4 の内のいずれか 1 項に記載の送信機とともに用いられ、送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンブルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する同期タイミング検出部を具備することを特徴とする OFDM 通信装置における受信機。

【請求項 6】

前記相互相関のピーク位置から所定のタイミングだけシフトした位置を同期位置とすることを特徴とする請求項 5 に記載の OFDM 通信装置における受信機。

【請求項 7】

送信機と受信機との間の同期を同期用プリアンブルを用いて行なう OFDM 通信装置であって、

30

所定の同期用プリアンブルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンブル信号を送信データと時間多重して OFDM 送信信号を生成する送信機、および送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンブルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する同期タイミング検出部を備えた受信機、

を具備することを特徴とする OFDM 通信装置。

【請求項 8】

前記理想低域通過フィルタは入力信号を高速フーリエ変換 (FFT) する FFT 部と該 FFT 部の出力の所定周波数以上の成分をゼロ置換するゼロ置換部とを具備することを特徴とする請求項 7 に記載の OFDM 通信装置。

40

【請求項 9】

前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の OFDM 通信装置。

【請求項 10】

前記受信機において前記相互相関のピーク位置から所定のタイミングだけシフトした位置を同期位置とすることを特徴とする請求項 7 に記載の OFDM 通信装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

50

【発明の属する技術分野】

本発明は、直交周波数分割多重（OFDM）通信装置におけるシンボル同期方法に関し、特に送信機と受信機との間のシンボル同期を同期用プリアンブルを使用して行なうOFDM通信装置において、同期用プリアンブルの電力を削減した場合でも通信特性の劣化を防止できるようにする技術に関する。

【0002】**【従来の技術】**

図9は、OFDM通信を行なう場合のシンボル同期を同期用プリアンブルを用いて行なう従来のOFDM通信装置の概略の構成を示す。同図の通信装置は、送信機側にプリアンブル発生部91、データ供給部93、時間多重部95、ゼロ挿入部97、逆高速フーリエ変換（IFFT）部95、ガードインターバル（GI）挿入部101を備えている。

10

【0003】

また、受信機側には、プリアンブル発生部91a、ゼロ挿入部97a、IFFT部99a、GI挿入部101aを備えた時間領域のプリアンブル（tx_preamble）を供給する部分と、同期タイミング検出部107を備えている。同期タイミング検出部107は、相互相関計算部103と同期タイミング計算部105を備えている。

【0004】

このような構成において、送信機側において、プリアンブル発生部91から供給される所定パターンのプリアンブルデータと、データ供給部93から供給される送信用データとが時間多重部（MUX）95において時間多重される。時間多重されたデータは、ゼロ挿入部97において外部信号との干渉を防ぐなどのためにゼロ挿入（ゼロ埋め）を行なった後、IFFT部99において逆高速フーリエ変換を行なう。次に、GI挿入部101において、マルチパス干渉を抑圧するためガードインターバル（GI）を加えて、ガードインターバルおよび情報部分からなるOFDMシンボルからなる送信OFDM信号を生成する。

20

【0005】

受信機側においては、送信機側と同じパターンで生成される時間領域の同期用プリアンブル（tx_preamble）を生成する。この同期用プリアンブルは、プリアンブル発生部91a、ゼロ挿入部97a、IFFT部99aおよびGI挿入部101aによって生成される。このような時間領域の同期用プリアンブル（tx_preamble）は相互相関計算部103において、送信機側から送られた受信信号と相互相関が計算される。同期タイミング計算部105は、このピーク値の位置から所定時間だけシフトした位置を求め、同期タイミングデータを生成する。これによって、OFDM通信装置における、送信機側と受信機側とのシンボル同期を行なうことができる。

30

【0006】

ただし、受信機側で相互相関を求めるために使用する同期用プリアンブル（tx_preamble）は、ガウス分布を有し、ダイナミックレンジが広い分多くのビット数を必要とし、相互相関計算部103における計算量が膨大になる。このため、同期用プリアンブルとして、時間領域の同期用プリアンブルを1ビットに量子化して相互相関計算部103の計算量を減らすことが提案されている。（「周波数選択性フェージング環境におけるOFDM通信システムのタイミング同期方式」、電子情報通信学会論文誌B, Vol. J84-B No. 7, pp. 1255-1264 2001年7月、平ら他。）

40

【0007】**【発明が解決しようとする課題】**

上述のように、従来技術において、時間領域の同期用プリアンブルと受信信号との相互相関の計算は、両信号の振幅分布が平均値0のガウス分布のため、計算量が多く実用的でなく、従って同期用プリアンブルを1ビットに量子化して用いることが提案されている。また、OFDM通信装置においては、相互相関の計算時間、および同期用プリアンブルのデータへの干渉を減らすため、同期用プリアンブルの送信電力をできるだけ低減することが望ましい。しかしながら、上述のように同期用プリアンブルを1ビットに量子化して使用した場合には、同期用プリアンブルの送信電力を減らすとビットエラー率（BER）など

50

の通信特性が劣化してしまうという不都合があった。

【0008】

したがって、本発明は、上記従来技術における問題点に鑑み、同期用プリアンプルの送信電力を低減した場合にも、従来より特性劣化を少なくすることができるOFDM通信装置におけるシンボル同期方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の一態様によれば、送信機と受信機との間の同期を同期用プリアンプルを用いて行なうOFDM通信装置における送信機が提供され、該送信機は所定の同期用プリアンプルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンプル信号を送信データと時間多重してOFDM送信信号を生成することを特徴とする。

10

【0010】

この場合、前記理想低域通過フィルタは入力信号を高速フーリエ変換(FFT)するFFT部と該FFT部の出力の所定周波数以上の成分をゼロ置換するゼロ置換部とを具備すると好都合である。

【0011】

また、前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成することができる。

20

【0012】

さらに、前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されると好都合である。

【0013】

本発明の別の態様では、前記送信機とともに用いられ、送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンプルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する同期タイミング検出部を具備するOFDM通信装置における受信機が提供される。

【0014】

この場合、前記相互相関のピーク位置から所定のタイミングだけシフトした位置を同期位置とすると好都合である。

30

【0015】

本発明のさらに別の態様では、送信機と受信機との間の同期を同期用プリアンプルを用いて行なうOFDM通信装置が提供され、該OFDM通信装置は所定の同期用プリアンプルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンプル信号を送信データと時間多重してOFDM送信信号を生成する送信機、および送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンプルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する同期タイミング検出部を備えた受信機、を具備することを特徴とする。

【0016】

この場合、前記理想低域通過フィルタは入力信号を高速フーリエ変換(FFT)するFFT部と該FFT部の出力の所定周波数以上の成分をゼロ置換するゼロ置換部とを具備すると好都合である。

40

【0017】

また、前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されることができる。

【0018】

さらに、前記受信機において前記相互相関のピーク位置から所定のタイミングだけシフトした位置を同期位置とすると好都合である。

50

【 0 0 1 9 】

【 発明の実施の形態 】

以下図面を参照して本発明の好ましい実施形態につき説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係わる OFDM 通信装置の概略の構成を示す。同図の通信装置は、送信機側にプリアンブル発生部 1 と、高速フーリエ変換 (FFT) 部 3 と、ゼロ置換部 5 とを有する同期信号生成部 10、データ供給部 7、ゼロ挿入部 9、時間多重部 (MUX) 11、逆高速フーリエ変換 (IFFT) 部 13、およびガードインターバル (GI) 挿入部 15 を備えている。

【 0 0 2 0 】

また、受信機側には、相互相関計算部 19 と同期タイミング計算部 21 を備えた同期タイミング検出部 20、および前記送信機側のプリアンブル発生部 1 から出力されるものと同じパターンの同期用プリアンブル (org_preamble) を生成するプリアンブル供給部 17 を備えている。 10

【 0 0 2 1 】

図 1 に示される OFDM 通信装置においては、送信機側において、同期信号生成部 10 がゼロ振幅低減プリアンブル信号を発生する。すなわち、プリアンブル発生部 1 から供給される所定パターンのもとのプリアンブル信号 (org_preamble) が FFT 部 3 およびゼロ置換部 5 からなる理想低域通過フィルタ (理想 LPF) に供給される。この理想 LPF は、もとのプリアンブル信号を FFT 部 3 において、高速フーリエ変換した後、 20
所定の通過帯域より高い周波数の成分をゼロ置換することにより実現される。すなわち、所定の周波数以上の周波数の成分をゼロ置換することにより理想 LPF が実現される。

【 0 0 2 2 】

なお、実用的には、このような理想 LPF は、各入力信号の値に対応して該入力信号を理想 LPF を通した場合に得られる値を記憶したテーブルで構成することができる。このようなテーブルを用いて、ある入力信号に対する出力信号を得よう構成することにより、簡単な構成で応答速度の速い理想 LPF を実現することができる。

【 0 0 2 3 】

このようにして得られたゼロ振幅低減プリアンブル信号 X は、時間多重部 11 に供給される。また、データ供給部 7 から与えられる送信用データはゼロ挿入部 9 において、前述の従来技術と同様に、ゼロ挿入を行なった後時間多重部 11 に供給され、上記ゼロ振幅低減 30
プリアンブル信号 X と時間多重される。この時間多重された信号は、IFFT 部 13 において逆高速フーリエ変換を行ない、かつ GI 挿入部 15 においてガードインターバルを挿入する。これによって、送信 OFDM 信号が得られる。

【 0 0 2 4 】

受信機側では、このようにして得られた送信 OFDM 信号を所望の通信チャネルを介して受信することにより受信信号を得る。この受信信号は、相互相関計算部 19 において、送信側で理想 LPF を通す前の 1 ビットの同期用プリアンブル (org_preamble) との相互相関を計算する。この相互相関値は所定のタイミング部分にピーク値を有する。同期タイミング計算部 21 は、このピーク値の位置から所定タイミングだけシフトした位置を同期位置として算出する。これによって、送信機側と受信機側とのシンボル同期が 40
達成できる。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、本発明の OFDM 通信装置において用いられるゼロ振幅低減プリアンブル信号と、従来技術における同期用プリアンブル信号の振幅対 PDF 特性を示す。ここで、PDF は確率密度関数である。図 2 から明らかなように、本発明に係わる同期用プリアンブルは従来のものと比較してゼロ近傍の信号成分が少なくなっている。したがって、瞬時キャリア対ノイズ比 (CNR) が著しく悪くなる確率が減ると推測され、同期用プリアンブルの送信電力を軽減できる可能性がある。

【 0 0 2 6 】

また、図 3 は、本発明のゼロ振幅低減プリアンブル信号と、従来の同期用プリアンブル信 50

号との電力に対する累積分布関数 (C D F) の関係を示す。この関係から明らかなように、本発明に係わる同期用プリアンブルは電力の小さいものが分布として少なくなっていることが分かる。

【 0 0 2 7 】

本発明の効果を従来技術と比較して確認するため、図 4 および図 5 に示されるシミュレーションモデルを用いて評価を行なった。

図 4 は、本発明に係わる構成を有する通信装置のシミュレーションモデルを示す。図 4 の構成において、送信側は、図 1 に示される通信装置の送信側の構成とほぼ同じであり、プリアンブル発生部 4 1、FFT 部 4 3、ゼロ置換部 4 5、データ供給部 4 7、QPSK 変調部 4 8、ゼロ挿入部 4 9、時間多重部 5 1、IFFT 部 5 3、および GI 挿入部 5 5 を備えている。ただし、データ供給部 4 7 とゼロ挿入部 4 9 との間に QPSK 変調部 4 8 が設けられていることが示されている。

10

【 0 0 2 8 】

以上のような図 4 の送信機側の信号を評価するために、マルチパスフェージングチャンネル 5 7、加算器 5 9、白色雑音 (A W G N) 発生器 6 1、同期タイミング検出部 6 3、GI 除去部 6 5、FFT 部 6 7、QPSK 復調部 6 9、およびアンコードド BER 計算部 7 1 が設けられている。

【 0 0 2 9 】

図 5 の従来例のシミュレーションモデルでは、送信側は前記図 9 の送信機側の構成と同様に、プリアンブル発生部 7 3、データ供給部 7 5、QPSK 変調部 7 7、時間多重部 7 9、ゼロ挿入部 8 1、IFFT 部 8 3、および GI 挿入部 8 5 を備えている。なお、図 5 においては、データ供給部 7 5 と時間多重部 7 9 との間に QPSK 変調部 7 7 が設けられていることが示されている。このような送信機側から信号を受けて評価する部分の構成は図 4 と同じであり、同じ参照数字で示されている。

20

【 0 0 3 0 】

ただし、図 4 および図 5 の、同期タイミング検出部 6 3 は、それぞれ図 1 および図 9 に示される同期タイミング検出部 2 0 および 1 0 7 と同じ構成としている。また、同期用プリアンブルの送信電力を減衰させた場合の符号化されていない情報のビットエラーレート (アンコードド BER) を評価指標とした。

【 0 0 3 1 】

また、図 6 および図 7 はシミュレーション条件を示す。図 6 は、各種シミュレーション条件を示す。なお、図 6 において S C H は同期用プリアンブル送信チャンネルを示し、D T C H はデータ送信チャンネルを示す。

30

【 0 0 3 2 】

図 7 はマルチパスフェージングチャンネルのチャンネルモデルを示す。図 7 の (a) は、インパルス応答波形を示し、12 パスのものを示している。なお、 T_c は、送信 OFDM 信号の 1 サンプルの周期である。また、図 7 の (b) は、各パスの遅延時間および利得を示す。

【 0 0 3 3 】

図 8 は、このようにして得られたシミュレーション結果を示す。同図から明らかなように、本発明によれば、1 ビット量子化した同期用プリアンブルを用いる従来技術に比べて、アンコードド BER = 0 . 0 5 において、約 1 d B だけ同期用プリアンブルの送信電力が小さくて済むことが分かる。なお、アンコードド BER = 0 . 0 5 は、レート 1 / 2 のビタビ符号を用いた場合で、BLER (ブロック誤り率) = 0 . 0 1 となるアンコードド BER を示している。なお、本発明においては、受信機側において相互相関を行なうための同期用プリアンブルは 1 ビットのものを使用しており、相互相関の計算量としては従来の 1 ビット量子化のものと同じでよい。

40

【 0 0 3 4 】**【 発明の効果 】**

以上から明らかなように、本発明によれば、OFDM 通信装置において、送信機側と受信

50

機側のシンボル同期を行なうための同期用プリアンブルに理想LPFを通したプリアンブルを適用することで、同期用プリアンブルの電力を削減した場合にも特性劣化が少なくなる。したがって、計算時間およびデータへの干渉を減らすために同期用プリアンブルを減らしても優れた通信品質を保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係わるOFDM通信装置の概略の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明で使用されるゼロ振幅低減プリアンブルの振幅対PDF特性を、従来技術と比較して示すグラフである。

【図3】本発明に係わる同期用プリアンブルを使用した場合の電力対CDF特性を従来技術と比較して示すグラフである。 10

【図4】本発明の性能評価を行なうために使用したシミュレーションモデルを示すブロック図である。

【図5】従来技術の通信装置の性能評価を行なうために使用したシミュレーションモデルを示すブロック図である。

【図6】性能評価のために行なったシミュレーションの条件を示す説明図である。

【図7】性能評価のために使用したマルチパスフェージングチャネルの特性を示す説明図である。

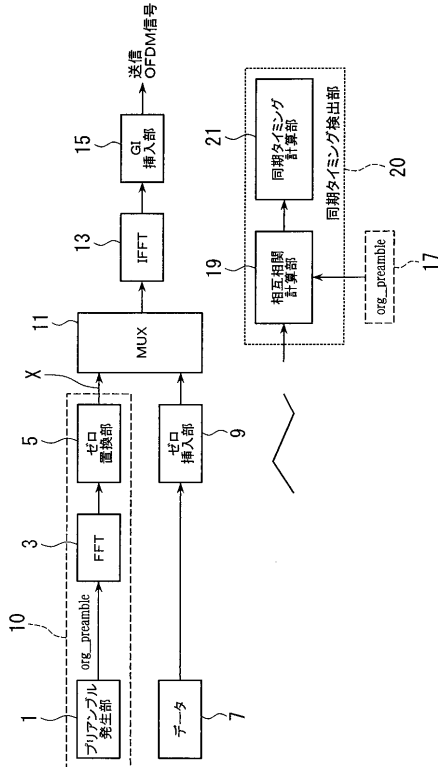
【図8】本発明と従来技術とのシミュレーション結果を比較して示すグラフである。

【図9】従来のOFDM通信装置の概略の構成を示すブロック図である。 20

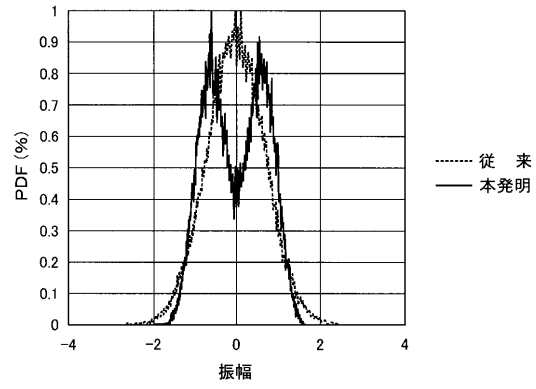
【符号の説明】

- 1 プリアンブル発生部
- 3 FFT部
- 5 ゼロ置換部
- 7 データ供給部
- 9 ゼロ挿入部
- 10 同期信号生成部
- 11 時間多重部
- 13 IFFT部
- 15 GI挿入部
- 17 プリアンブル信号供給部
- 19 相互相関計算部
- 20 同期タイミング検出部
- 21 同期タイミング計算部

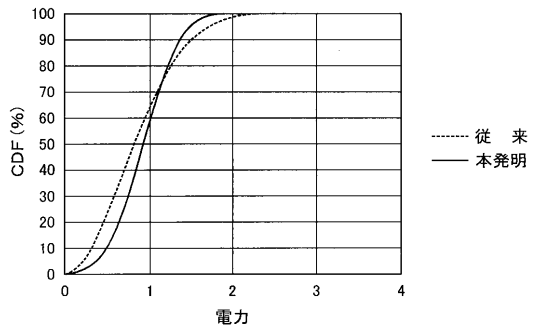
【図1】



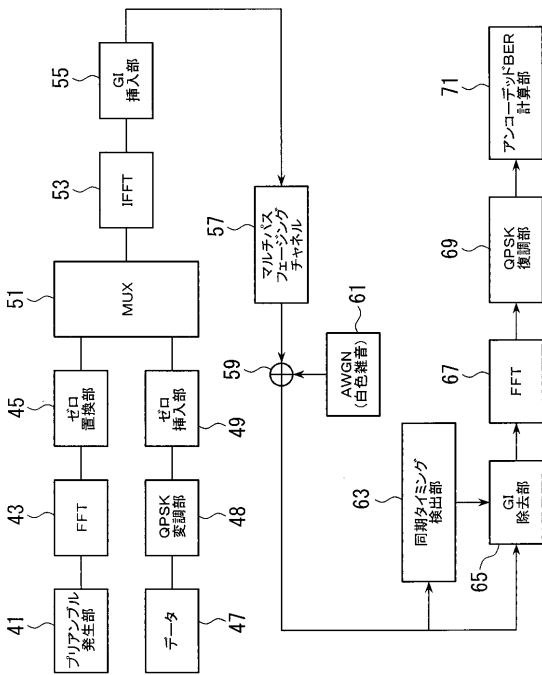
【図2】



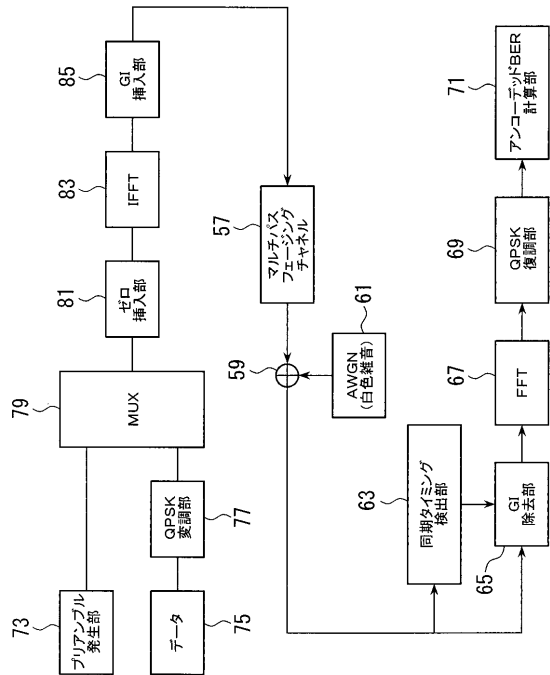
【図3】



【図4】



【図5】

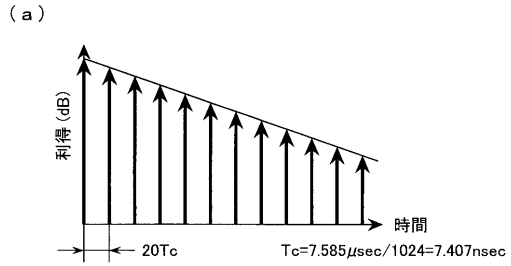


【 図 6 】

帯域幅	101.25MHz
サブキャリア数	768
IFFT/FFTポイント数	1024
OFDMシンボル期間 (実効データ+GI)	9.259 μ sec(1024サンプル+226サンプル) (7.585 μ sec+1.674 μ sec)
フレーム長さ	55 OFDMシンボル(52DTCH,2PICH,1SCH)
変調	QPSK
チャネルモデル	図7参照
他セル妨害	ガウス分布 (CNR=12dB)
チャネル推定	パイロットシンボル補助推定
SCH/DTCH	0, -2, -4, -6, -8, -10dB

シミュレーション条件

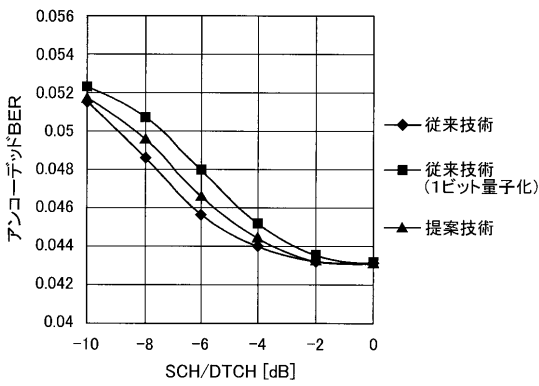
【 図 7 】



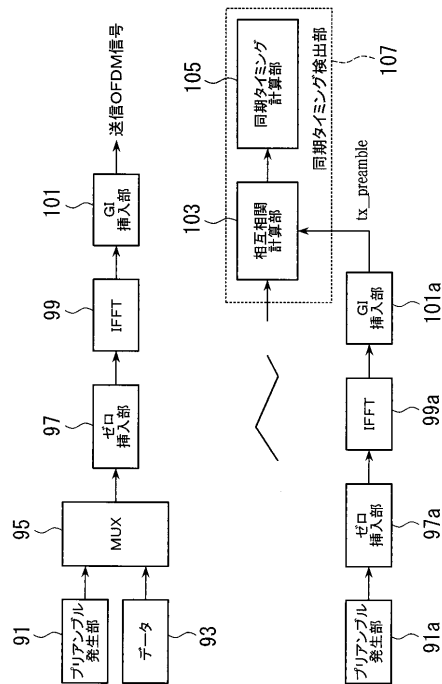
(b)

パス#	遅延 [ns]	利得 [dB]
1	0.000	0.000
2	148.145	-1.000
3	296.289	-2.000
4	444.436	-3.000
5	592.578	-4.000
6	740.723	-5.000
7	888.867	-6.000
8	1037.012	-7.000
9	1185.156	-8.000
10	1333.301	-9.000
11	1481.445	-10.000
12	1629.590	-11.000

【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD18 DD19 DD23 DD33 DD42
5K047 AA15 BB01 HH01 HH15 HH53 MM02 MM11 MM33