

(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2004-336746

(P2004-336746A)

(43) 公開日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04 J 15/00	H04 J 15/00	5 K O 2 2
H04 B 7/04	H04 B 7/04	5 K O 5 9
H04 B 7/12	H04 B 7/12	
H04 J 11/00	H04 J 11/00	Z

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2004-128830 (P2004-128830)	(71) 出願人	390019839 三星電子株式会社
(22) 出願日	平成16年4月23日 (2004. 4. 23)		大韓民国京畿道水原市靈通區梅灘洞 4 1 6
(31) 優先権主張番号	2003-028275	(71) 出願人	500011023 延世大学校
(32) 優先日	平成15年5月2日 (2003.5.2)		大韓民国ソウル特別市西大門區新村洞 1 3 4 番地
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
		(72) 発明者	南 承勲 大韓民国ソウル特別市陽川區新亭 1 洞 (番地なし) 牧洞アパート 1 0 2 2 棟 5 0 4 號

最終頁に続く

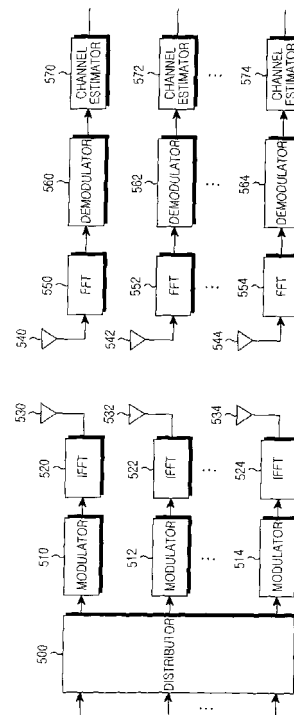
(54) 【発明の名称】 多重アンテナを用いる直交周波分割多重システムにおけるチャンネルの推定装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 多重アンテナを用いる直交周波分割多重システムにおけるチャンネルの推定装置及び方法を提供する。

【解決手段】 訓練シンボル付きで伝送された副搬送波と、訓練シンボル無しで伝送された副搬送波を受信する直交周波数分割多重システムにおいて、前記受信された副搬送波を用いてチャンネル推定を行う方法であって、前記訓練シンボル付きで伝送された副搬送波の信頼度に対する重み付け値と、前記訓練シンボル無しで伝送された副搬送波の信頼度に対する重み付け値を異ならせて指定するステップと、前記受信された副搬送波の各々に対するチャンネル推定誤差を測定するステップと、前記測定されたチャンネル推定誤差及び前記指定された重み付け値を用いてチャンネル推定を行うステップと、を含む方法。

【選択図】 図 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 2 以上の送信アンテナを用いてデータを伝送する直交周波数分割多重システムにおいて、前記送信アンテナの本数に対応するようにチャネル推定のための複数の訓練シンボルを複数の訓練シンボル群に分割し、前記分割された訓練シンボル群を構成する訓練シンボルの各々を副搬送波に載せて伝送する方法であって、

前記複数の訓練シンボル群を生成するステップと、

前記伝達された複数の訓練シンボル群を前記複数の送信アンテナのうちいずれか一本の送信アンテナにより一定の時間間隔をおいて一回ずつ伝送するステップと、を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記複数の訓練シンボル群は、前記訓練シンボル群と同じ数の送信アンテナにより互いに重ならないように同時に伝送されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記複数の訓練シンボルは、前記複数の送信アンテナに順次に割り当てられることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記訓練シンボルは、下記式に基づき前記訓練シンボル群に分割されることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【数 1】

$$x_i^p = \begin{cases} c_i & i = (m-1)N_t + p \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

$$0 \leq p \leq N_t - 1, 1 \leq i \leq N_c N_t$$

20

(式中、

【数 2】

$$x_i^p$$

30

は第 P 訓練シンボル群に含まれた訓練シンボル、

【数 3】

$$N_t$$

は送信アンテナの本数または訓練シンボル群の数、

【数 4】

$$c_i$$

は

【数 5】

$$\sqrt{N_t}$$

40

の大きさを有する任意の複素数、m は

【数 6】

$$N_c$$

より小さい整数、そして

【数 7】

$$N_c$$

は、一本の送信アンテナに割り当てられる訓練シンボルの数である。）

【請求項 5】

前記複数の送信アンテナの各々は、特定の副搬送波を前記送信アンテナの本数と同じ回数に亘って伝送するに当たって、一回だけ割り当てられた訓練シンボルを載せて伝送することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

訓練シンボル付きで伝送された副搬送波と、訓練シンボル無しで伝送された副搬送波を受信する直交周波数分割多重システムにおいて、前記受信された副搬送波を用いてチャンネル推定を行う方法であって、

前記訓練シンボル付きで伝送された副搬送波の信頼度に対する重み付け値と、前記訓練シンボル無しで伝送された副搬送波の信頼度に対する重み付け値を異ならせて指定するステップと、

前記受信された副搬送波の各々に対するチャンネル推定誤差を測定するステップと、

前記測定されたチャンネル推定誤差及び前記指定された重み付け値を用いてチャンネル推定を行うステップと、を含むことを特徴とする方法。

【請求項 7】

前記訓練シンボル付きで伝送された副搬送波に対する重み付け値を、前記訓練シンボル無しで伝送された副搬送波に対する重み付け値よりも高く指定することを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

少なくとも 2 以上の送信アンテナから前記副搬送波が受信される場合、前記各送信アンテナを介して伝送される副搬送波の各々に対してチャンネル推定誤差を測定することを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記チャンネル推定誤差を測定するに当たって、前記副搬送波が伝送される各チャンネルにおいて生じる雑音への影響は考慮しないことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

少なくとも 2 以上の送信アンテナを用いてデータを伝送する直交周波数分割多重システムにおいて、前記送信アンテナの本数に対応するようにチャンネル推定のための複数の訓練シンボルを複数の訓練シンボル群に分割し、前記分割された訓練シンボル群を構成する訓練シンボルの各々を副搬送波に載せて伝送する装置であって、

前記生成された複数の訓練シンボル群を前記複数の送信アンテナのうちいずれか一本の送信アンテナにより一回ずつ伝送されるように一定の時間間隔をおいて伝達する分配器と、

前記分配器から伝達された訓練シンボル群を伝送する送信アンテナと、を備えることを特徴とする装置。

【請求項 11】

前記分配器は、前記複数の訓練シンボル群を、前記訓練シンボル群と同じ数の前記送信アンテナにより互いに重ならないようにして同時に伝達することを特徴とする請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記分配器は、前記複数の送信アンテナに対応するように順次に割り当てられた前記訓練シンボル群を伝達されることを特徴とする請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

前記分配器は、下記式により分割された前記訓練シンボル群を伝達されることを特徴とする請求項 12 に記載の装置。

10

20

30

40

【数 8】

$$x_i^p = \begin{cases} c_i & i = (m-1)N_t + p \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$0 \leq p \leq N_t - 1, 1 \leq i \leq N_c N_t$$

(式中、

【数 9】

$$x_i^p$$

10

は第 P 訓練シンボル群に含まれた訓練シンボル、

【数 10】

$$N_t$$

は送信アンテナの本数、または訓練シンボル群の数、

【数 11】

$$c_i$$

20

は

【数 12】

$$\sqrt{N_t}$$

の大きさを有する任意の複素数、mは

【数 13】

$$N_c$$

より小さい整数、そして

【数 14】

$$N_c$$

30

は、一本の送信アンテナに割り当てられる訓練シンボルの数である。))

【請求項 14】

前記複数の送信アンテナは、特定の副搬送波を前記送信アンテナの本数と同じ回数に亘って伝送するに当たって、一回だけ割り当てられた訓練シンボルを載せて伝送することを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 15】

訓練シンボル付きで伝送された副搬送波と、訓練シンボル無しで伝送された副搬送波を受信する直交周波数分割多重システムにおいて、前記受信された副搬送波を用いてチャンネル推定を行う装置であって、

40

前記副搬送波を受信し、前記受信された副搬送波を伝達する少なくとも 1 以上の受信アンテナと、

前記訓練シンボル付きで伝送された副搬送波の信頼度に対する重み付け値と、前記訓練シンボル無しで伝送された副搬送波の信頼度に対する重み付け値を異ならせて指定し、前記受信された副搬送波の各々に対するチャンネル推定誤差を測定し、前記測定されたチャンネル推定誤差及び前記指定された重み付け値を用いてチャンネル推定を行うチャンネル推定器と、を備えることを特徴とする装置。

【請求項 16】

50

前記チャンネル推定器は、前記訓練シンボル付きで伝送された副搬送波に対する重み付け値を、前記訓練シンボル無しで伝送された副搬送波に対する重み付け値よりも高く指定することを特徴とする請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記チャンネル推定器は、少なくとも 2 以上の送信アンテナから前記副搬送波が受信される場合、前記各送信アンテナを介して伝送される副搬送波の各々に対してチャンネル推定誤差を測定することを特徴とする請求項 16 に記載の装置。

【請求項 18】

前記チャンネル推定器は、前記チャンネル推定誤差を測定するに当たって、前記副搬送波が伝送される各チャンネルにおいて生じる雑音への影響は考慮しないことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の送受信アンテナを用いてデータを伝送する移動通信システムに係り、より詳細には、複数の受信アンテナにおいて正確なチャンネル推定を行う装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無線チャンネルにより信号を伝送する場合、この伝送された信号は送信器と受信器との間に存在する各種の障害物により多重経路干渉(multiple-path interference)を受ける。前記多重経路が存在する無線チャンネルは、最大の遅延拡散と最大の信号伝送周期を有するという特性がある。また、前記最大の遅延拡散よりも信号の伝送周期が長い場合には、連続する信号間に干渉が起こらず、チャンネルの周波数領域の特性は周波数非選択的なフェージング(frequency nonselective fading)として与えられる。しかしながら、広帯域を用いてデータを伝送する高速伝送の場合、前記信号の伝送周期が前記最大の遅延拡散よりも短くて前記連続する信号間に干渉が起こる結果、受信された信号はシンボル間の干渉(inter symbol interference)を受けてしまう。また、この場合には、前記チャンネルの周波数領域の特性は周波数選択的なフェージング(frequency selective fading)として与えられる。コヒーレント変調方式に基づく単一搬送波伝送方式においては、シンボル間の干渉を無くすために等化器が必要となる。前記データの伝送速度が速まるに伴い前記シンボル間の干渉による歪みが増える結果、等化器の複雑度も合わせて高まってしまう。このように、前記単一搬送波伝送方式における等化問題を解消するために、直交周波数分割多重(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 以下、OFDM と称する。)システムが提案されている。

【0003】

通常、OFDM 方式は、時間分割接続(Time Division Access)技術と、周波数分割接続(Frequency Division Access)技術とを結び付ける 2 次元の接続方式として定義することができる。このため、前記 OFDM 方式を用いてデータを伝送する場合、各々の OFDM シンボルは副搬送波に分散されて載せられて所定のサブチャンネルに送られる。

【0004】

このように前記 OFDM 方式は、サブチャンネルのスペクトルが互いに直交性を保ちつつ重なり合っていることからスペクトル効率が高く、OFDM 変復調が逆高速フーリエ変換(Inverse Fast Fourier Transform、以下、“IFFT” と称する。)と高速フーリエ変換(Fast Fourier Transform、以下、“FFT” と称する。)により実現されることから、変復調部の効率よいデジタル構成が可能である。また、この OFDM 方式は、現在周波数選択的なフェージングや狭帯域干渉に対してヨーロッパ・デジタル放送の伝送と、IEEE 802.11a, IEEE 802.16a 及び IEEE 802.16b など大容量の無線通信システムの規格として採択されている高速のデータ伝送に効果的な技術である。

【0005】

10

20

30

40

50

前述の如き OFDM 方式は、シリアル入力されるシンボル列をパラレルに変換し、これらの各々を、相互直交性を有する多数の副搬送波に変調して伝送する多重搬送波変調 (Multi Carrier Modulation: 以下、“MCM” と称する。) 方式の一種である。

【0006】

かかる MCM 方式を適用するシステムは 1950 年代の後半に軍隊向けの高周波無線通信に最初に適用され、多数の直交する副搬送波を重ね合う OFDM 方式は 1970 年代から発展され始めた。このような OFDM 方式は、多重搬送波間の直交変調の具現を解消する必要があり、実際のシステムへの適用には限界があった。しかし、保護区間 (guard interval) の使用と循環前置保護区間 (cyclic prefix guard interval) の挿入方式が知られるに伴い、多重経路及び遅延拡散へのシステムの否定的な影響が一層低減可能になった。これにより、この OFDM 方式は、デジタル・オーディオ放送 (Digital Audio Broadcasting: 以下、“DAB” と称する。) とデジタルテレビ、無線近距離通信網 (Wireless Local Area Network: 以下、“W-LAN” と称する。) 及び無線非同期伝送モード (Wireless Asynchronous Transfer Mode: 以下、“W-ATM” と称する。) などのデジタル伝送技術に広範に適用されてきている。すなわち、ハードウェア的な複雑度のために汎用できなかったものの、近年、FFT 及び IFFT を含む各種のデジタル信号処理技術が発展するに伴い、その実現が可能になっている。この OFDM 方式は、従来の周波数分割多重 (Frequency Division Multiplexing: 以下、“FDM” と称する。) 方式と類似しているが、何よりも多数の副搬送波間の直交性を保たせて伝送することにより、高速データの伝送に際して最適の伝送効率を得られるという特徴を有する。また、周波数の使用効率がよく、多重経路フェージングに強いことから、高速データの伝送に際して最適の伝送効率を得られるという特徴をも有する。特に、周波数スペクトルを重ねて用いるので周波数の使用が効率的であり、周波数選択的なフェージング及び多重経路フェージングに強く、保護区間を用いてシンボル間の干渉 (Inter Symbol Interference: 以下、“ISI” と称する。) の影響を低減できるほか、ハードウェア的に等化器の構造を単純に設計することが可能である。さらに、インパルス性の雑音に強いという長所を有していることから、通信システムの構造に積極的に活用されている傾向にある。

10

20

【0007】

図 1 は、OFDM 方式に基づく通常の移動通信システムの構造を示す図面である。以下、図 1 を参照し、OFDM 方式に基づく通常の移動通信システムの構造について詳細に説明する。

30

入力ビットは、2 進信号としてチャンネル符号器 100 に入力される。前記チャンネル符号器 100 は、入力ビットを符号化して符号化されたシンボルを出力する。前記符号化シンボルは、シリアル/パラレル変換部 (以下、S/P 部) 105 に入力される。前記 S/P 部 105 は、入力されたシリアル符号化シンボルをパラレル符号化シンボルに変換して変調部 110 に伝達する。前記変調部 110 は、入力された符号化シンボルをシンボルマッピングコンステレーション (symbol-mapping constellation) によりシンボルマッピングして出力する。前記変調部 110 の変調方式としては、QPSK, 8PSK, 16QAM, 64QAM などがある。前記シンボルを構成するビット数は、前記各々の変調方式に対応して定義されている。前記 QPSK 変調方式は 2 ビットよりなり、前記 8PSK は 3 ビットよりなる。また、16QAM 変調方式は 4 ビットよりなり、64QAM 変調方式は 6 ビットよりなる。前記変調部 110 から出力された変調シンボルは、IFFT 部 115 に入力される。前記 IFFT の行われた前記変調シンボルは、パラレル/シリアル変換部 (P/S 部) 120 に入力されてシリアルシンボルに変換される。前記シリアルに変換されたシンボルは、送信アンテナ 125 を介して伝送される。

40

【0008】

前記送信アンテナ 125 から伝送されたシンボルは、受信アンテナ 130 により受信される。前記受信アンテナ 130 により受信されたシンボルは、S/P 部 135 によりパラレルシンボルに変換され、前記変換されたシンボルは FFT 部 140 に伝達される。前記 FFT 部 140 に入力された受信信号は、前記 FFT を行った後、復調部 145 に入力さ

50

れる。前記復調部 1 4 5 は、前記変調部 1 1 0 の前記シンボルマッピングコンステレーションと同じ前記シンボルマッピングコンステレーションを有しており、このシンボルマッピングコンステレーションに基づき、前記逆拡散されたシンボルを 2 進ビットを有するシンボルに変換する。すなわち、前記復調方式は、前記変調方式により決められる。前記復調部 1 4 5 により復調された 2 進シンボルは、チャンネル推定器 1 5 0 によりチャンネル推定が行われる前記チャンネル推定は、前記送信アンテナ 1 2 5 から伝送されるデータが伝送中に生じた各種の状況を推定して効率良いデータ受信を可能にする。前記チャンネル推定器 1 5 0 においてチャンネル推定の行われた前記 2 進シンボルは、P / S 部 1 5 5 によりリアルシンボルに変換された後、復号器 1 6 0 により復号される。前記チャンネル復号器 5 2 0 に入力された前記 2 進シンボルは、復号化を行うことにより 2 進ビットを出力する。

10

【 0 0 0 9 】

図 2 は、複数の送受信アンテナを用いて OFDM 方式によりデータを送受信する移动通信システムの構造を示している。以下、図 2 を参照し、複数の送受信アンテナを用いて OFDM 方式によりデータを送受信する移动通信システムについて説明する。

【 0 0 1 0 】

まず、複数の送受信アンテナを用いてデータを送受信する移动通信システムについて説明するに先立って、一本の送受信アンテナを用いてデータを送受信する移动通信システムについて説明する。

【 0 0 1 1 】

【 数 1 】

$$y(n) = x(n)h(n) + n(n) \quad \dots(1)$$

20

【 0 0 1 2 】

ここで、前記 $y(n)$ は受信アンテナにおいて第 n 時間に受信されたデータを意味し、前記 $x(n)$ は送信アンテナにおいて第 n 時間に伝送されたデータを意味する。そして、前記 $h(n)$ は送信アンテナから伝送されるデータが第 n 時間中に伝送チャンネルの環境により受ける影響を意味し、前記 $n(n)$ は第 n 時間における雑音を意味する。以下では、雑音の影響は除いて説明を進める。

【 0 0 1 3 】

前記式 (1) のように、前記受信側において正確なデータを知るためには、前記 $h(n)$ を知っている必要がある。このような問題点を解決するために、移动通信システムの送受信端から既知のデータを伝送することにより、前記 $h(n)$ を知ることができる。以下では、前記既知のデータを訓練シンボル (training symbol) と称する。前記 $h(n)$ が分かれば、移动通信システムの受信側は、送信側から送られるデータを正確に知ることができる。

30

【 0 0 1 4 】

図 2 に基づき説明したように、複数の送信アンテナの各々は特定の周波数を有する複数の副搬送波を用いてデータを送信する。複数の送受信アンテナを用いる前記 OFDM 方式の移动通信システムにおいて、前記複数の副搬送波は前記複数の送信アンテナに割り当てられる。

【 0 0 1 5 】

変調部 2 0 0 ないし 2 0 4 は、入力されたシンボルを変調して IFFT 部 2 1 0 ないし 2 1 4 に伝達する。前記 IFFT 部 2 1 0 ないし 2 1 4 は、入力されたシンボルを IFFT 変換し、各々の送信アンテナ 2 2 0 ないし 2 2 4 を介して伝送する。各送信アンテナ 2 2 0 ないし 2 2 4 から伝送されるデータは、受信アンテナ 2 3 0 ないし 2 3 4 を介して受信される。前記受信アンテナ 2 3 0 ないし 2 3 4 を介して受信されたデータは、FFT 部 2 4 0 ないし 2 4 4 において FFT 変換が行われた後、復調部 2 5 0 ないし 2 5 4 に伝達される。前記復調部 2 5 0 ないし 2 5 4 において復調されたシンボルは、チャンネル推定部 2 6 0 ないし 2 6 4 においてチャンネル推定が行われる。

40

【 0 0 1 6 】

前記受信アンテナ 2 3 0 ないし 2 3 4 の各々は、送信アンテナ 2 2 0 ないし 2 2 4 から

50

伝送されるデータを受信する。すなわち、前記受信アンテナ 230 は、前記送信アンテナ 220 ないし 224 から伝送されるデータを受信し、前記受信アンテナ 232 は、前記送信アンテナ 220 ないし 224 から伝送されるデータを受信する。前記受信アンテナ 234 は、前記送信アンテナ 220 ないし 224 から伝送されるデータを受信する。

【0017】

さらに、前記送信アンテナに割り当てられる特定の周波数を有する各副搬送波は、相異なる送信アンテナに割り当てられる。前記割り当て可能な副搬送波の本数を A とし、送信アンテナの本数を B とした時、通常、一本の送信アンテナには訓練シンボルの伝送のために、A / B 本の副搬送波が割り当てられる。

【0018】

【数 2】

$$x^p(n) = [0 \dots 0 x_1^p x_2^p \dots x_{N_\alpha}^p 0 x_{N_\alpha+1}^p \dots x_{2N_\alpha-1}^p x_{2N_\alpha}^p 0 \dots 0]^T \dots (2)$$

【0019】

前記式(2)は、OFDM方式に基づく移動通信システムに割り当て可能な副搬送波を示している。ここで、前記

【0020】

【数 3】

$$x^p(n)$$

【0021】

は、K本の搬送波を有するOFDM方式に基づくシステムにおける、第pアンテナから第n時間に伝送される訓練シンボルを表わす。前記訓練シンボルは、チャンネル推定のために前記システムの送受信端が知っているシンボルを言い、前述したように、特定の周波数を有する副搬送波に載せられて伝送される。前記式(2)から明らかなように、全ての副搬送波が割り当て可能なものではなく、一部の副搬送波だけが割り当て可能である。また、前記式(2)から、副搬送波のうちDC成分を有する中間の搬送波及び両エッジ部の搬送波は、前記送信アンテナ 220 ないし 224 に割り当てられない。このため、前記訓練シンボルに割り当て可能な副搬送波の本数は、

【0022】

【数 4】

$$2N_\alpha$$

【0023】

である。前記送信アンテナの本数を

【0024】

【数 5】

$$N_t$$

【0025】

としたとき、一本の送信アンテナには

【0026】

【数 6】

$$N_c$$

【0027】

個の前記訓練シンボルを伝送する副搬送波が割り当てられる。

【0028】

10

20

30

40

【数 7】

$$2N_{\alpha} = N_c N_t \quad \dots (3)$$

【0029】

従って、各送信アンテナには下記の如き訓練シンボルが割り当てられ、前記割り当てられた訓練シンボルは副搬送波により伝送される。

【0030】

【数 8】

$$x_i^p = \begin{cases} c_i & i = (m-1)N_t + p \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad \dots (4) \quad 10$$

$$0 \leq p \leq N_t - 1, 1 \leq i \leq N_c N_t$$

【0031】

ここで、前記

【0032】

【数 9】

$$x_i^p \quad 20$$

【0033】

は第 P 訓練シンボル群に含まれた訓練シンボルを意味し、前記

【0034】

【数 10】

$$N_t$$

【0035】

は送信アンテナの本数または訓練シンボル群の数を意味する。また、前記

【0036】

【数 11】

$$c_i \quad 30$$

【0037】

は

【0038】

【数 12】

$$\sqrt{N_t}$$

【0039】

の大きさを有する任意の複素数であり、m は

【0040】

【数 13】

$$N_c \quad 40$$

【0041】

より小さい整数を表わす。そして、前記

【0042】

【数 1 4】

$$N_c$$

【0 0 4 3】

は、一本の送信アンテナに割り当てられる訓練シンボルの数を意味する。

【0 0 4 4】

図 3 は、前記式 (4) により送信アンテナが 3 本である場合、前記送信アンテナの各々から送信される訓練シンボルを示している。前記図 3 から明らかなように、前記各送信アンテナは、仮想の副搬送波領域及び DC 副搬送波領域ではデータが伝送されない。また、前記式 (4) により、前記各送信アンテナは特定の周波数を有する副搬送波に前記訓練シンボルを載せて伝送する。前記特定の周波数を有する訓練シンボルの数が 1 2 である場合、第 1 送信アンテナは、第 1、第 4、第 7、及び第 1 0 訓練シンボルを伝送し、第 2 送信アンテナは、第 2、第 5、第 8、及び第 1 1 訓練シンボルを伝送し、そして、第 3 送信アンテナは、第 3、第 6、第 9、及び第 1 2 訓練シンボルを伝送する。以下、前記各送信アンテナから特定の時間に伝送される訓練シンボル群を訓練シンボル群と称する。前記訓練シンボル群は図 2 の変調部の各々に入力され、以下では、送信アンテナと結び付けて説明する。

10

【0 0 4 5】

前記複数の送信アンテナにより伝送された訓練シンボルは、各々伝送経路 (チャンネル) を経て複数の受信アンテナに受信される。前記複数の受信アンテナの各々は、前記複数の送信アンテナから伝送される訓練シンボルを受信する。このため、一本の受信アンテナは、複数の送信アンテナから訓練シンボルが伝送されるチャンネル状態を推定する必要がある。

20

【0 0 4 6】

【表 1】

	第 1 送信アンテナ	第 2 送信アンテナ	第 3 送信アンテナ	第 N 送信アンテナ
第 1 受信アンテナ	h1 1	h2 1	h3 1	h N 1
第 2 受信アンテナ	h1 2	h2 2	h3 2	h N 2
第 3 受信アンテナ	h1 3	h2 3	h3 3	h N 3
第 M 受信アンテナ	h1 M	h2 M	h3 M	h N M

30

【0 0 4 7】

表 1 は、送信アンテナの各々から伝送される訓練シンボルを受信する受信アンテナの各々において測定すべきチャンネル推定値を表わす。ここで、前記 h 1 1 は、第 1 送信アンテナから伝送される訓練シンボルに基づき第 1 受信アンテナにおいて測定されたチャンネル推定値を意味する。前記 h N M は、第 N 送信アンテナから伝送される訓練シンボルに基づき第 M 受信アンテナにおいて測定されたチャンネル推定値を意味する。また、前記表 1 は、特定の時点における値を示している。前記チャンネル推定値は、2 次元のマトリックスにより表わすことができる。前記特定の時点におけるマトリックスによるチャンネル推定値を空間チャンネル・マトリックスと称する。前記表 1 から明らかなように、一本の受信アンテナは、複数の送信アンテナの各々に対するチャンネル推定値を測定しなければならない。前記特定の受信アンテナが測定するチャンネル推定値は、雑音の影響を減らすために、複数回に亘って前記訓練シンボルを測定する。この場合、前記各送信アンテナは、常時同じ訓練シンボルを有する訓練シンボル群を前記受信アンテナに伝送する。

40

【0 0 4 8】

【表 2】

	第1送信アンテナ	第2送信アンテナ	第3送信アンテナ	第N送信アンテナ
T 1	第1訓練シンボル群	第2訓練シンボル群	第3訓練シンボル群	第N訓練シンボル群
T 2	第1訓練シンボル群	第2訓練シンボル群	第3訓練シンボル群	第N訓練シンボル群
T 3	第1訓練シンボル群	第2訓練シンボル群	第3訓練シンボル群	第N訓練シンボル群
T 4	第1訓練シンボル群	第2訓練シンボル群	第3訓練シンボル群	第N訓練シンボル群

【0049】

前記表 2 から明らかなように、前記特定の送信アンテナは、前記チャネル推定値を測定するために同じ訓練シンボル群を前記受信アンテナに伝送する。もちろん、前記訓練シンボル群は一つの訓練シンボルではなく、前記式(4)により特定の周波数を有する複数の訓練シンボルよりなる。

10

【0050】

前記各受信アンテナは、送信アンテナから伝送される訓練シンボル群を受信し、前記受信された訓練シンボルの値に基づきチャネル推定を行う。また、正確なチャネル推定のために複数回(複数の時間)に亘って測定を行う。前記受信アンテナにおいて正確に測定可能なチャネル推定値は、前記送信アンテナから訓練シンボルを載せて送った特定の周波数を有する搬送波だけである。前記送信アンテナから伝送されていない周波数に対する副搬送波へのチャネル推定値は、分からなくなる。

【0051】

3本の送信アンテナ及び12本の副搬送波を有するシステムにおいて、前記3本の送信アンテナのうち第1送信アンテナは、12本の副搬送波のうちの第1、第4、第7、及び第10副搬送波に訓練シンボルを載せて伝送する。前記受信アンテナは、前記第1送信アンテナから伝送された第1、第4、第7、及び第10副搬送波を用いて前記各チャネル経路に対するチャネル推定値を測定することができる。しかし、前記第2、第3、第5、第6、第8、第9、第11、及び第12副搬送波に対しては、チャネル推定が行われなくなる。

20

【0052】

このような問題点を解決するために、訓練シンボルの伝送された副搬送波のチャネル推定値を用いて訓練シンボルのない副搬送波のチャネルを推定する補間法を用いている。しかし、この場合にも、エッジ部の副搬送波領域では訓練シンボルが割り当てられずに前記補間法が使用できなくなる結果、チャネル推定誤差が高まってしまう。図4A及び図4Bは、従来の補間法によりチャネル推定を行った結果を示す図面である。これを参照すれば、4本の送信アンテナにより訓練シンボルが伝送され、前述したように、両エッジ部においてチャネル推定誤差の増加が見られる。この理由から、訓練シンボルが伝送されていない副搬送波領域においても正確なチャネル推定が行える方法が望まれる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0053】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、訓練シンボルが伝送されていない副搬送波領域においても正確なチャネル推定が行える装置及び方法を提案するところにある。

40

本発明の他の目的は、受信された副搬送波の各々の信頼度に応じて相異なる重み付け値を与えることにより、正確なチャネル推定が行える装置及び方法を提案するところにある。

本発明のさらに他の目的は、チャネル推定のエラーを最小化させることにより、送信側から伝送されるデータを正確に受信することのできる装置及び方法を提案するところにある。

【課題を解決するための手段】

【0054】

50

前記目的を達成するために、本発明は、少なくとも2以上の送信アンテナを用いてデータを伝送する直交周波数分割多重システムにおいて、前記送信アンテナの本数に対応するようにチャンネル推定のための複数の訓練シンボルを複数の訓練シンボル群に分割し、前記分割された訓練シンボル群を構成する訓練シンボルの各々を副搬送波に載せて伝送する方法であって、前記複数の訓練シンボル群を生成するステップと、前記伝達された複数の訓練シンボル群を前記複数の送信アンテナのうちいずれか一本の送信アンテナにより一定の時間間隔をおいて一回ずつ伝送するステップと、を含む。

【0055】

前記目的を達成するために、本発明は、訓練シンボル付きで伝送された副搬送波と、訓練シンボル無しで伝送された副搬送波を受信する直交周波数分割多重システムにおいて、前記受信された副搬送波を用いてチャンネル推定を行う方法であって、前記訓練シンボル付きで伝送された副搬送波の信頼度に対する重み付け値と、前記訓練シンボル無しで伝送された副搬送波の信頼度に対する重み付け値を異ならせて指定するステップと、前記受信された副搬送波の各々に対するチャンネル推定誤差を測定するステップと、前記測定されたチャンネル推定誤差及び前記指定された重み付け値を用いてチャンネル推定を行うステップとを含む。

10

【0056】

前記目的を達成するために、本発明は、少なくとも2以上の送信アンテナを用いてデータを伝送する直交周波数分割多重システムにおいて、前記送信アンテナの本数に対応するようにチャンネル推定のための複数の訓練シンボルを複数の訓練シンボル群に分割し、前記分割された訓練シンボル群を構成する訓練シンボルの各々を副搬送波に載せて伝送する装置であって、前記生成された複数の訓練シンボル群を前記複数の送信アンテナのうちいずれか一本の送信アンテナにより一回ずつ伝送されるように一定の時間間隔をおいて伝送する分配器と、前記分配器から伝達された訓練シンボル群を伝送する送信アンテナとを備える。

20

【発明の効果】**【0057】**

本発明によれば、訓練シンボルが伝送されていない副搬送波領域においても正確なチャンネル推定を行うことができる。

また、本発明によれば、受信された副搬送波の各々の信頼度に応じて相異なる重み付け値を与えることにより、正確なチャンネル推定を行うことができる。

30

さらに、本発明によれば、チャンネル推定のエラーを最小化させることにより、送信側から伝送されるデータを正確に受信することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0058】**

以下、添付した図面に基づき、本発明の好ましい実施の形態を詳細に説明する。また、本発明を説明するにあたって、関連する公知の機能あるいは構成についての具体的な説明が本発明の要旨を不明にすると判断される場合、その詳細な説明は省く。

【0059】

図5は、本発明に係る複数の送受信アンテナを有するOFDM方式の移動通信システムの構造を示す。以下、図5を参照し、本発明が適用されるOFDM方式に基づく移動通信システムの構造について詳細に説明する。

40

【0060】

図5における送信側は、分配器500と、複数の変調部510ないし514と、複数のIFFT部520ないし524、及び複数の送信アンテナ530ないし534を備えてなる。また、受信側は、複数の受信アンテナ540ないし544と、複数のFFT部550ないし554と、複数の復調部560ないし564、及び複数のチャンネル推定器570ないし574を備えてなる。この図5において、前記チャンネル推定器は復調器の数に対応して設けられているが、単一の構成でも受信される全てのチャンネルに対するチャンネル推定を行うことができる。しかしながら、本発明では説明の便宜のために、複数のチャンネル推定

50

器を備えているという仮定下で説明を進める。

【0061】

前記分配器500には、複数の訓練シンボル群が入力される。前記訓練シンボル群は、前記送信アンテナの本数と同じである。以下、まず、前記訓練シンボル群について詳細に説明した後、前記分配器の機能について説明する。

【0062】

前記式(2)のように、前記OFDM方式に基づく移動通信システムにおいて用いる副搬送波の本数をKとし、前記K本の副搬送波のうち実際にシステムに割り当て可能な副搬送波の本数を

【0063】

【数15】

$$2N_{\alpha}$$

【0064】

とし、そして送信アンテナの本数を

【0065】

【数16】

$$N_t$$

【0066】

としたとき、一本の送信アンテナから前記訓練シンボル群を伝送できる副搬送波の数は、

【0067】

【数17】

$$N_c$$

【0068】

である。前記一本の送信アンテナに割り当てられる副搬送波は連続する副搬送波を割り当てず、複数の送信アンテナに対して順次の一つずつ割り当てられる。以下、前記送信アンテナに割り当てられる訓練シンボルを伝送するための副搬送波について説明する。また、前記訓練シンボルの大きさについては前記式(4)に記述されているが、以下の説明では訓練シンボルの有無だけを中心として記述する。前記訓練シンボルが特定の大きさを有する場合の値を1とし、そうでない場合の値を0とする。

【0069】

前記送信アンテナの本数を4とし、前記割り当て可能な副搬送波の本数を64(第1副搬送波ないし第64副搬送波)とした場合、4つの訓練シンボル群が構成され、前記各訓練シンボル群は16個の訓練シンボルよりなる。

【0070】

第1訓練シンボル群：副搬送波の番号=4a+1(0 ≤ a ≤ 15)

第2訓練シンボル群：副搬送波の番号=4a+2(0 ≤ a ≤ 15)

第3訓練シンボル群：副搬送波の番号=4a+3(0 ≤ a ≤ 15)

第4訓練シンボル群：副搬送波の番号=4a+4(0 ≤ a ≤ 15)

【0071】

前記訓練シンボル群は、前記分配器に入力される。前記分配器は、入力された特定の訓練シンボル群を設定された伝送単位時間にて複数の変調器に順次に伝達する。この場合、前記分配器は、前記入力された訓練シンボル群を保存し、前記保存された訓練シンボル群を前記設定された伝送時間単位にて前記複数の変調器に順次に伝達する。また、前記分配器は、伝送時間単位にて前記訓練シンボル群を伝送されて前記複数の変調器に伝達する。この場合、前記分配器は、以前に伝達した訓練シンボル群を除いた他の訓練シンボル群を特定の変調器に伝達する。表3は、前記分配器が前記伝送時間単位により前記複数の変調器に伝達する訓練シンボル群を示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

【 表 3 】

	第1変調器	第2変調器	第3変調器	第4変調器
T1	第1訓練シンボル群	第2訓練シンボル群	第3訓練シンボル群	第4訓練シンボル群
T2	第2訓練シンボル群	第3訓練シンボル群	第4訓練シンボル群	第1訓練シンボル群
T3	第3訓練シンボル群	第4訓練シンボル群	第1訓練シンボル群	第2訓練シンボル群
T4	第4訓練シンボル群	第1訓練シンボル群	第2訓練シンボル群	第3訓練シンボル群

【 0 0 7 3 】

前記表3から明らかなように、前記第1変調器は、伝送時間T1では第1訓練シンボル群が伝達され、伝送時間T2では第2訓練シンボル群が伝達される。また、前記第1変調器は、伝送時間T3では第3訓練シンボル群が伝達され、伝送時間T4では第4訓練シンボル群が伝達される。前記分配器は、4回の伝送により入力される訓練シンボル群を特定の分配器に一回ずつ伝達する。

【 0 0 7 4 】

変調部510ないし514は、入力された訓練シンボルを変調してIFFT部520ないし524に伝達する。前記IFFT部520ないし524は、入力されたシンボルをIFFT変換して各々の送信アンテナ530ないし534を介して伝送する。前記受信アンテナ540ないし540を介して受信されたデータは、FFT部550ないし554においてFFT変換された後、復調部560ないし564に伝達される。前記復調部560ないし564において復調されたシンボルは、チャンネル推定部570ないし574においてチャンネル推定が行われる。

【 0 0 7 5 】

上述したように、本発明においては、複数の送信アンテナの各々に全ての訓練シンボルを伝送することにより、前記補間法により訓練シンボルが伝達されていない副搬送波領域におけるチャンネル推定誤差を減らすことができる。

【 0 0 7 6 】

以下では、前記受信端のチャンネル推定器570ないし574におけるチャンネル推定について説明する。特定の送信アンテナを介して伝送される複数の訓練シンボル群を受信する特定の受信アンテナは、チャンネル推定器を有している。前記特定の受信アンテナに対応するチャンネル推定器は、前記特定の受信アンテナに受信される全てのチャンネルに対するチャンネル推定を行う必要がある。前記送信アンテナが4本存在し、前記各送信アンテナ別16本のチャンネルにシンボルが伝送されれば、前記チャンネル推定器は、特定の時点において64本のチャンネルに対するチャンネル推定を行わなければならない。しかし、本発明では、説明の便宜のために、前記チャンネル推定器は、一本の送信アンテナから送信されるシンボルについて記述する。前記チャンネル推定器は、複数回に亘って受信された訓練シンボル群を用いてチャンネル推定を行う。特定の副搬送波に対応するチャンネルには、訓練シンボル付きで伝送された副搬送波と、前記訓練シンボル無しで伝送された副搬送波がある。前記送信アンテナの本数と同じ伝送回数に亘って訓練シンボルを伝送すれば、前記受信アンテナは、一つの訓練シンボルが含まれた副搬送波を受信する。また、前記受信アンテナは、送信アンテナの本数より一つ少ない数を有する訓練シンボル無し副搬送波を受信する。前記チャンネル推定器に伝達された副搬送波は、同じ信頼度を有しない。前記訓練シンボル付きで伝送された副搬送波は高い信頼度を有し、前記訓練シンボル無しで伝送された副搬送波は、通常、低い信頼度を有する。このため、前記チャンネル推定器は、信頼度に応じて相異なる重み付け値を与えてチャンネル推定をしなければならない。

【 0 0 7 7 】

【数 18】

$$X_{comb}^1(1) = X_{comb}^2(2) = X_{comb}^3(3) = \dots = X_{comb}^{N_t}(N_t)$$

$$X_{comb}^2(1) = X_{comb}^3(2) = X_{comb}^4(3) = \dots = X_{comb}^1(N_t)$$

⋮

$$X_{comb}^{N_t}(1) = X_{comb}^1(2) = X_{comb}^2(3) = \dots = X_{comb}^{N_t-1}(N_t)$$

⋯ (5)

10

【0078】

前記式(5)から明らかなように、特定の時点において第1送信アンテナに送信された訓練シンボルは、次の時点においては第2送信アンテナに送信する。また、前記第1送信アンテナは、次の時点においては前記特定の時点において送信された訓練シンボルを除いた残りの訓練シンボルのうちいずれか一つを選択して送信する。前記送信アンテナの各々は前記送信アンテナの本数と同じ伝送回数に亘って前記訓練シンボルを伝送する。ここで、前記

【0079】

【数19】

$$N_t$$

20

【0080】

は、送信アンテナの本数を意味する。任意の第n時間に第p送信アンテナに伝送される訓練シンボルを

【0081】

【数20】

$$X_{comb}^p(n)$$

【0082】

とした時、前記訓練シンボル

30

【0083】

【数21】

$$X_{comb}^p(n)$$

【0084】

は、第q受信アンテナに下記式(6)のように受信される。

【0085】

【数22】

$$y^{p,q}(n) = X_{comb}^p(n) F_{[1:L]} h_n^{p,q}(n) + w^q(n) \quad \dots (6)$$

40

【0086】

ここで、前記

【0087】

【数23】

$$X_{comb}^p(n)$$

【0088】

は、受信された訓練シンボルをマトリックス状に表わし、前記

【0089】

【数 2 4】

$$F_{[1:L]}$$

【0 0 9 0】

は、 $K \times K$ 次元を有するフーリエ変換マトリックスのうち第 1 列 ~ 第 L 列よりなる $K \times L$ のマトリックスを表わす。上述したように、前記 K は OFDM システムにおける副搬送波の本数を意味し、前記 L はチャンネル長を意味する。前記チャンネル長は、副搬送波の本数より短くなければならないということは、以上の説明から明らかである。そして、前記

【0 0 9 1】

【数 2 5】

$$h_n^{p,q}(n)$$

【0 0 9 2】

は、第 n 時点における第 P 送信アンテナ及び第 Q 送信アンテナ間のチャンネルインパルス応答を表わし、前記

【0 0 9 3】

【数 2 6】

$$w^q(n)$$

【0 0 9 4】

は、第 Q 受信アンテナから各副搬送波に印加された雑音を表わす。前記チャンネルインパルス応答

【0 0 9 5】

【数 2 7】

$$h_n^{p,q}(n)$$

【0 0 9 6】

は、下記式 (7) により求めることができる。

【0 0 9 7】

【数 2 8】

$$\hat{h}_n^{p,q}(n) = (X_{comb}^p(n) F_{[1:L]}^p)^+ y^{p,q}(n) \quad \dots (7)$$

【0 0 9 8】

また、チャンネル等化のために必要なチャンネル周波数の応答は、下記式 (8) により求めることができる。

【0 0 9 9】

【数 2 9】

$$\begin{aligned} \hat{h}_f^{p,q}(n) &= \hat{F}_{[1:L]} \hat{h}_n^{p,q}(n) \\ &= h_f^{p,q}(n) + \hat{F}_{[1:L]} (X_{comb}^p(n) F_{[1:L]}^p)^+ w^q(n) \\ &= h_f^{p,q}(n) + e^{p,q}(n) \end{aligned} \quad \dots (8)$$

【0 1 0 0】

ここで、前記

【0 1 0 1】

10

20

30

40

【数 3 0】

$$\dot{F}_{[1:L]}$$

【0 1 0 2】

は、使用可能な副搬送波に該当する行よりなる

【0 1 0 3】

【数 3 1】

$$2N_{\alpha} \times L$$

10

【0 1 0 4】

マトリックスであり、前記

【0 1 0 5】

【数 3 2】

$$e^{p,q}(n)$$

【0 1 0 6】

は、チャンネル推定誤差を表わす。また、平均 2 乗誤差は、下記式 (9) により求めることができる。

【0 1 0 7】

20

【数 3 3】

$$\sigma_{p,q}^2(n) = \psi(E\{e^{p,q}(n)e^{p,q}(n)^H\}) \dots (9)$$

【0 1 0 8】

ここで、前記

【0 1 0 9】

【数 3 4】

$$\psi(\bullet)$$

30

【0 1 1 0】

は、マトリックスの対角元素だけを取ってベクトル化する演算子を表わし、前記

【0 1 1 1】

【数 3 5】

$$E(\bullet)$$

【0 1 1 2】

は、平均を取る演算記号を意味する。前記

【0 1 1 3】

【数 3 6】

40

$$(\bullet)^H$$

【0 1 1 4】

は、共役転置演算子 (conjugate-transpose operator) である。従来の訓練シンボル構造を受信する受信側は、前記図 4 のように、送信アンテナ別に相異なる平均 2 乗誤差を有する。しかし、本願発明のように、前記訓練シンボル群を循環して伝送する構造においては、一本の送信アンテナにおいて測定する平均 2 乗誤差は、時間に応じて相異なる値を有することになる。このように、時間に応じてチャンネル推定誤差が異なってくる場合、単純に前記測定されたチャンネル推定誤差を測定された時間に応じて平均を取るようにチャンネル推定を行うよりは、測定されたチャンネル推定誤差の信頼度を考慮に入れてチャンネル推定を行

50

わなければならない。このようにして測定されたチャネル推定誤差の信頼度を考慮に入れてチャネル推定を行うことにより、チャネル推定誤差を減らすことができる。従って、前記チャネル推定器は、測定されたチャネル推定誤差の信頼度に応じて相異なる重み付け値を乗じ、前記重み付け値の乗じられたチャネル推定誤差に基づきチャネル推定を行う。前記推定されたチャネル周波数応答は、下記式(10)により求めることができる。

【0115】

【数37】

$$\begin{aligned} \hat{h}_f^{p,q} &= \left(\sum_{n=1}^{N_t} C^{p,q}(n) \right)^{-1} \sum_{n=1}^{N_t} C^{p,q}(n) \hat{h}_f^{p,q}(n) \\ &= h_f^{p,q} + \left\{ \sum_{n=1}^{N_t} C^{p,q}(n) \right\}^{-1} \sum_{n=1}^{N_t} C^{p,q}(n) e^{p,q}(n) \\ &= h_f^{p,q} + \Omega^{p,q} \end{aligned}$$

10

... (10)

【0116】

ここで、前記

【0117】

【数38】

$$C^{p,q}(n)$$

20

【0118】

は、チャネル推定誤差を最小化させるための重み付け値を対角マトリックス状に表わし、前記

【0119】

【数39】

$$\Omega^{p,q}$$

【0120】

は、最適結合された後のチャネル推定誤差を表わす。この時、前記重み付け値対角マトリックスは、下記式(11)に基づき求めることができる。

【0121】

【数40】

$$\min_{C^{p,q}} \{ E \{ \Omega^{p,q} \Omega^{p,qH} \} \} \quad \dots (11)$$

30

【0122】

最適結合された後の平均2乗誤差を最小化させる重み付け値マトリックス

【0123】

【数41】

$$C^{p,q}(n)$$

40

【0124】

は、下記式(12)により求めることができる。

【0125】

【数 4 2】

$$C^{p,q}(n) = (\text{diag}(\sigma_{p,q}^2(n)))^{-1} \dots (12)$$

【0 1 2 6】

前記式(12)から明らかなように、訓練シンボル付きで伝送された副搬送波は高い信頼度を有するため大きい重み付け値を与える。これに対し、前記訓練シンボル無しで伝送された副搬送波は低い信頼度を有するため小さい重み付け値を与える。これにより、前記移動通信システムのチャンネル推定器におけるチャンネル推定誤差を減らすことができる。

【0 1 2 7】

図6は、本発明に係るチャンネル推定器におけるチャンネル推定誤差と、従来の技術によるチャンネル推定誤差を示している。図6から、前記両エッジ部から伝達される副搬送波に対するチャンネル推定誤差が急減していることが分かる。

【図面の簡単な説明】

【0 1 2 8】

【図1】通常の直交周波数分割多重方式に基づく移動通信システムを示す図面である。

【図2】複数の送受信アンテナを用いる直交周波数分割多重方式に基づく移動通信システムを示す図面である。

【図3】送信アンテナが3本である場合、各送信アンテナから送信される訓練シンボルを示す図面である。

【図4A】4本の送信アンテナのうち第1及び第2アンテナから訓練シンボルが伝送されていない副搬送波領域のチャンネル推定誤差を示す図面である。

【図4B】4本の送信アンテナのうち第3及び第4アンテナから訓練シンボルが伝送されていない副搬送波領域のチャンネル推定誤差を示す図面である。

【図5】本発明に係る複数の送受信アンテナを用いる直交周波数分割多重方式に基づく移動通信システムを示す図面である。

【図6】本発明に係るチャンネル推定誤差と、従来の方式によるチャンネル推定誤差を同時に示す図面である。

【符号の説明】

【0 1 2 9】

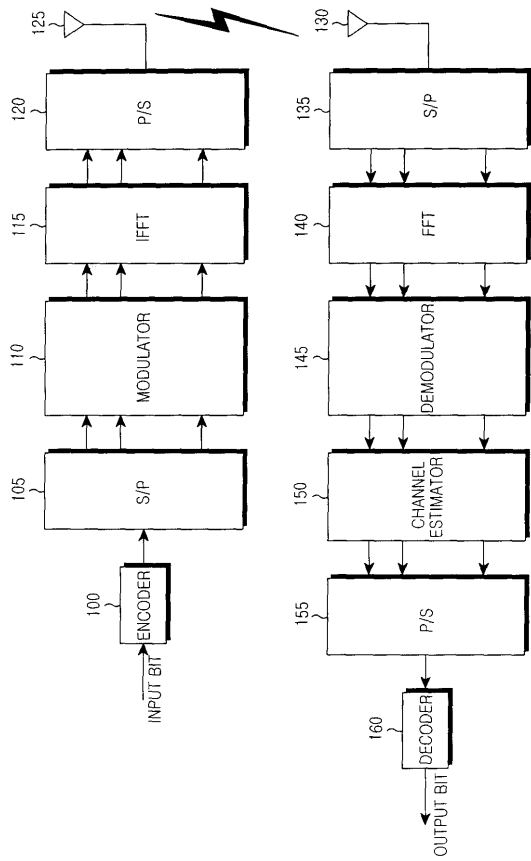
5 0 0	分配器
5 1 0 , 5 1 2 , 5 1 4	変調部
5 2 0 , 5 2 2 , 5 2 4	I F F T部
5 3 0 , 5 3 2 , 5 3 4	送信アンテナ
5 4 0 , 5 4 2 , 5 4 4	受信アンテナ
5 5 0 , 5 5 2 , 5 5 4	F F T部
5 6 0 , 5 6 2 , 5 6 4	復調部
5 7 0 , 5 7 2 , 5 7 4	チャンネル推定器

10

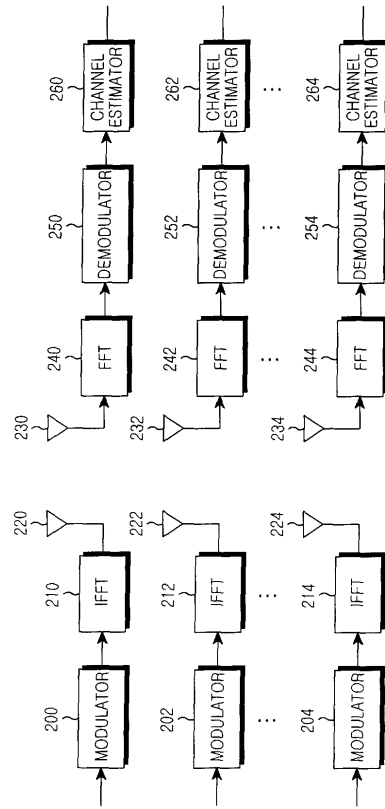
20

30

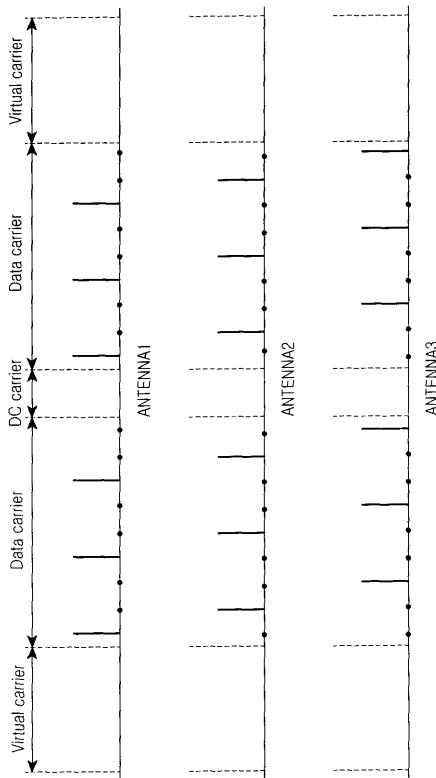
【 図 1 】



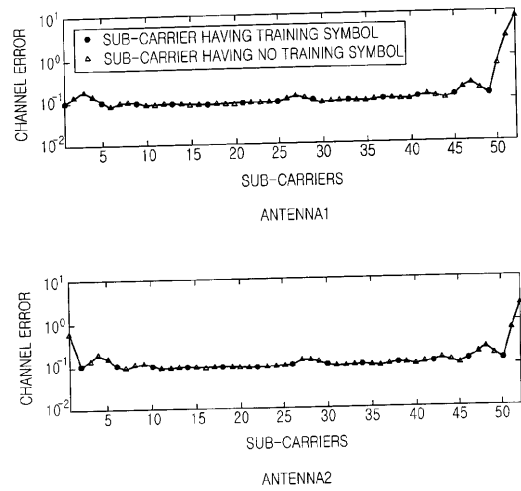
【 図 2 】



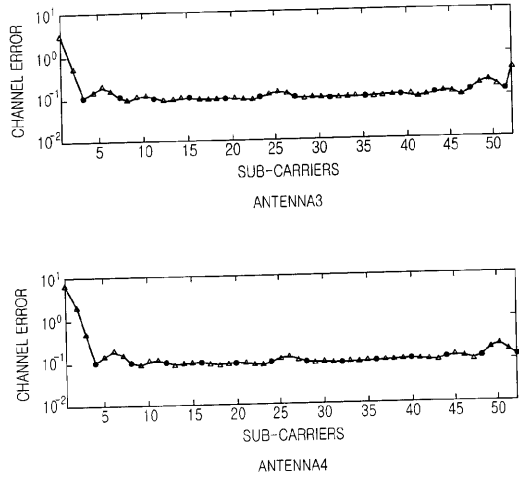
【 図 3 】



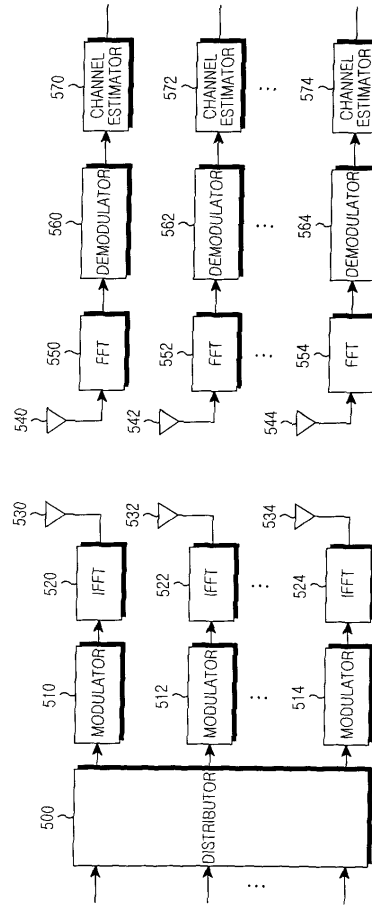
【 図 4 A 】



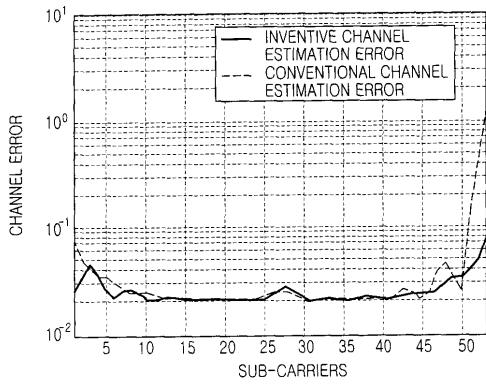
【 図 4 B 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 李 忠容

大韓民国ソウル特別市端草區端草4洞ユウォンアパート104棟1803號

(72)発明者 申 明撤

大韓民国ソウル特別市鐘路區母岳洞母岳聯立2棟12號

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD18 DD19 DD23 DD33 FF00

5K059 CC01 CC06