

明 細 書

発明の名称： 無線送信装置及び参照信号送信方法

技術分野

[0001] 本発明は、無線送信装置及び参照信号送信方法に関する。

背景技術

[0002] 3GPP LTE(3rd Generation Partnership Project Long-term Evolution)の発展形であるLTE-Advancedの上り回線では、連続帯域送信および非連続帯域送信の双方を用いることが検討されている（非特許文献1参照）。すなわち、各無線通信端末装置（以下、単に端末という）から無線通信基地局装置（以下、単に基地局という）への通信において、連続帯域送信と非連続帯域送信とを切り替える。

[0003] 連続帯域送信は、データ信号および参照信号（RS：Reference Signal）を連続する周波数帯域に割り当てて送信する方法である。例えば、図1に示すように、連続帯域送信では、データ信号および参照信号は、連続する送信帯域に割り当てられる。連続帯域送信では、基地局が各端末での周波数帯域毎の受信品質に基づいて、各端末に対して連続する周波数帯域を割り当て、周波数スケジューリング効果を得ることができる。

[0004] 一方、非連続帯域送信は、データ信号および参照信号を広い帯域に分散された非連続な周波数帯域に割り当てて送信する方法である。例えば、図2に示すように、非連続帯域送信では、データ信号および参照信号は、周波数帯域全体に分散された送信帯域に割り当てることができる。非連続帯域送信では、連続帯域送信に対して、各端末におけるデータ信号および参照信号の周波数帯域割当についての自由度が向上するため、より大きな周波数スケジューリング効果を得ることができる。また、非連続帯域送信は、1つの端末のデータ信号または参照信号のすべてがフェージングの谷にあたってしまう確率を減少させることができる。すなわち、非連続帯域送信によれば周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、受信特性の劣化を抑えることができる。

- [0005] また、LTEでは、端末は、図1および図2に示すように、データ信号と参照信号とを同一の送信帯域で送信する（非特許文献2参照）。そして、基地局は、参照信号を用いて各端末のデータ信号が割り当てられた送信帯域のチャネル推定値を推定し、このチャネル推定値を用いてデータ信号を復調する。
- [0006] また、LTEでは、上り回線の伝搬路推定に用いられる参照信号として、高い干渉抑圧効果を備えた巡回シフト系列という直交符号が適用される（非参考文献3）。各基地局（セル）ごとに割り当てられる1つの符号系列（ZC系列）が異なる巡回シフト量で巡回シフトされることにより、互いに直交する複数の巡回シフト系列が得られる。巡回シフト系列間のシフト量は、マルチパス伝搬路の遅延時間よりも大きく設定される。図3に示すように、端末は、端末毎又はアンテナ毎に異なる巡回シフト量で生成した巡回シフト系列を送信する。基地局は、伝搬路上で多重された複数の巡回シフト系列を受信し、受信信号と基本符号系列との相関演算を行うことにより、各巡回シフト系列に対応した相関値を得る。つまり、図4に示すように、巡回シフト系列（CS#2）に対応する相関値は、巡回シフト系列（CS#1）に対応する相関値が現れる位置から巡回シフト幅 Δ だけずれた位置に現れる。巡回シフト幅 Δ をマルチパス伝搬路の遅延時間より大きく設定することにより、希望波の到来波が存在する区間（検出窓）の相関値を抽出できる。
- [0007] ここで、非連続帯域送信における参照信号の送信方法として、2つの方法が考えられる。まず、図5に示す送信方法（a）では、1つの符号系列から参照信号が生成される。すなわち、1つの符号系列を各連続周波数帯域（以下、クラスタと呼ぶ）の帯域幅に応じた幅で分割し、得られた部分系列を各クラスタに割り当てて送信する。
- [0008] 一方、図6に示す送信方法（b）では、複数の符号系列から参照信号が生成される。すなわち、各クラスタの帯域幅に応じた符号系列が複数生成され、各符号系列をクラスタに割り当てて送信する。

先行技術文献

非特許文献

[0009] 非特許文献1 : R1-090257, Panasonic, "System performance of uplink non-contiguous resource allocation"

非特許文献2 : 3GPP TS 36.212 V8.3.0, "E-UTRA Multiplexing and channel coding (Release 8)," 2008-05

非特許文献3 : 3GPP TS 36.211 V8.3.0, "Physical Channels and Modulation (Release 8)," 2008-05

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、上記した非連続帯域送信における参照信号の送信方法には、次のような課題がある。

[0011] 送信方法 (a) は、送信方法 (b) に比べて、符号系列 (相関長) を長くできる。すなわち、送信方法 (a) には、干渉を低減できる利点がある。具体的には、符号系列としてZC系列が用いられる場合、系列長をNとすると、ZC系列間の相互相関値は $1/\sqrt{N}$ で一定となる。系列長Nが2倍になると、相互相関値は $1/\sqrt{2}$ 倍になり、セル間干渉電力値は3dB低く抑えられる。

[0012] しかしながら、送信方法 (a) には、クラスタ数が多い場合又はクラスタ間の周波数帯域でチャネル変動が大きい場合に、チャネル推定精度が劣化してしまう問題がある。図7に示すように、送信方法 (a) が採用された場合、基地局は、複数のクラスタで受信した参照信号を連結して1つの符号系列に戻した受信参照信号と参照信号レプリカとを周波数領域で複素除算し、除算結果をIDFT処理で時間領域に変換することで相関値 (つまり、遅延プロファイル) を得る。参照信号の連結ポイントではチャネル変動が不連続となり、この不連続性に起因して干渉が発生してしまう。この干渉は、クラスタ数が多いほど不連続点が増えるため、大きくなる。また、クラスタ数が多いとクラスタ当たりの帯域幅が小さくなり、相関長が小さくなるため、干渉抑圧効果が減少して干渉の影響がより大きくなる。このように干渉が増加すると、希望波の検出精度が劣化するとともに、複数の巡回シフト系列の分離が困難になるのでチャネル推定精度も大きく劣化してしまう。

[0013] 一方、送信方法（b）には、クラスタ間でチャネル変動が大きい場合にも、チャネル推定精度の劣化を防止できる利点がある。図8に示すように、送信方法（b）が採用された場合、基地局は、各クラスタの受信参照信号と、参照信号レプリカとを周波数領域で複素除算し、除算結果をIDFT処理で時間領域に変換することで相関値（遅延プロファイル）を得る。送信方法（b）では、送信方法（a）のようなチャネル変動の不連続点は存在しないため、干渉発生を防止できる。

[0014] しかしながら、送信方法（b）では、送信方法（a）に比べて、クラスタ当たりの系列長（相関長）が短くなるため、干渉の抑圧効果が減少してチャネル推定精度が劣化する問題がある。例えば、クラスタ数が2で2つのクラスタの帯域幅が等しい場合、送信方法（b）での干渉レベルは、送信方法（a）での干渉レベルより3dB増加してしまう。

[0015] 本発明の目的は、チャネル推定精度を向上する無線送信装置及び参照信号送信方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0016] 本発明の無線送信装置の一態様は、互いに周波数方向で間隔を空けて配置された n （ n は、2以上の自然数）個の帯域ブロックを用いて参照信号を送信する無線送信装置であって、1つの基本符号系列を各帯域ブロックに合わせた長さに分割することにより、 n 個の部分系列を前記参照信号として形成する第1の形成方法、又は、 n 個の基本符号系列の長さを各帯域ブロックに合わせて調整することにより、 n 個の符号系列を前記参照信号として形成する第2の形成方法に基づいて、前記参照信号を形成する形成手段と、切替閾値及び前記帯域ブロックの数 n に基づいて、前記形成手段の参照信号形成方法を前記第1の形成方法と前記第2の形成方法との間で切り替える切替手段と、を具備する構成を採る。

[0017] 本発明の参照信号送信方法の一態様は、互いに周波数方向で間隔を空けて配置された n （ n は、2以上の自然数）個の帯域ブロックを用いて参照信号を送信する参照信号送信方法であって、1つの基本符号系列を各帯域ブロッ

クに合わせた長さに分割することにより、 n 個の部分系列を前記参照信号として形成する第1の形成方法、又は、 n 個の基本符号系列の長さを各帯域ブロックに合わせて調整することにより、 n 個の符号系列を前記参照信号として形成する第2の形成方法に基づいて、前記参照信号を形成する形成ステップと、切替閾値及び前記帯域ブロックの数 n に基づいて、前記形成手段の参照信号形成方法を前記第1の形成方法と前記第2の形成方法との間で切り替える切替ステップと、を具備する。

発明の効果

- [0018] 本発明によれば、チャネル推定精度を向上する無線送信装置及び参照信号送信方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]連続帯域送信の説明に供する図
[図2]非連続帯域送信の説明に供する図
[図3]巡回シフト系列の説明に供する図
[図4]巡回シフト系列に対応する相関値の説明に供する図
[図5]非連続帯域送信における参照信号送信方法（a）の説明に供する図
[図6]非連続帯域送信における参照信号送信方法（b）の説明に供する図
[図7]参照信号送信方法（a）における問題点の説明に供する図
[図8]参照信号送信方法（b）における問題点の説明に供する図
[図9]本発明の実施の形態1に係る端末の構成を示すブロック図
[図10]本発明の実施の形態1に係る基地局の構成を示すブロック図
[図11]図10におけるチャネル推定部の構成を示すブロック図
[図12]実施の形態1における第1の参照信号形成方法と第2の参照信号形成方法との間の関係性を示す図
[図13]実施の形態1における第1の参照信号形成方法と第2の参照信号形成方法との切替制御の説明に供する図
[図14]参照信号形成方法の切り替えに用いられる閾値の調整の説明に供する図

[図15]実施の形態1における第1の参照信号形成方法と第2の参照信号形成方法との切替制御の説明に供する図

[図16]LTE-Advancedに適用した場合の実施例の説明に供する図

[図17]実施の形態2における第1の参照信号形成方法と第2の参照信号形成方法との間の関係性を示す図

[図18]実施の形態2における第1の参照信号形成方法と第2の参照信号形成方法との切替制御の説明に供する図

[図19]参照信号形成方法の切り替えに用いられる閾値の調整の説明に供する図

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0021] (実施の形態1)

[端末の構成]

図9は、本発明の実施の形態1に係る端末100の構成を示すブロック図である。図9において、端末100は、受信RF部101と、復調部102と、復号部103と、リソース割当情報設定部104と、閾値設定部105と、参照信号制御部106と、参照信号生成部107と、符号化部108と、変調部109と、FFT (Fast Fourier Transform) 部110と、マッピング部111と、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 部112と、送信RF部113とを有する。

[0022] 受信RF部101は、アンテナを介して受信した信号にダウンコンバート、A/D変換等の受信処理を施し、受信処理を施した信号を復調部102に出力する。

[0023] 復調部102は、受信RF部101から受け取る信号に等化処理および復調処理を施し、これらの処理を施した信号を復号部103に出力する。

[0024] 復号部103は、復調部102から受け取る信号に復号処理を施し、受信データおよび制御情報を抽出する。

[0025] 符号化部108は、送信データを符号化し、得られた符号化データを変調

部 1 0 9 に出力する。

[0026] 変調部 1 0 9 は、符号化部 1 0 8 から受け取る符号化データを変調し、変調信号を F F T 部 1 1 0 に出力する。

[0027] F F T 部 1 1 0 は、変調部 1 0 9 から受け取る変調信号に F F T 処理を施し、得られた信号をマッピング部 1 1 1 に出力する。

[0028] マッピング部 1 1 1 は、リソース割当情報設定部 1 0 4 から受け取る周波数割当情報に従って、F F T 部 1 1 0 から受け取るデータ信号、および、参照信号生成部 1 0 7 から受け取る参照信号を周波数領域のリソースにマッピングし、得られた信号を I F F T 部 1 1 2 に出力する。

[0029] 閾値設定部 1 0 5 は、参照信号制御部 1 0 6 の切替閾値を調整する。閾値設定部 1 0 5 は、リソース割当情報設定部 1 0 4 からクラスタに関する情報を受け取り、クラスタ間の周波数間隔に基づいて、参照信号制御部 1 0 6 の切替閾値を調整する。

[0030] 参照信号制御部 1 0 6 は、リソース割当情報設定部 1 0 4 からクラスタに関する情報を受け取り、クラスタ数と切替閾値とを大小比較し、比較結果に基づいて、参照信号生成部 1 0 7 における参照信号形成方法を決定する。参照信号制御部 1 0 6 は、決定した参照信号形成方法の識別情報を参照信号制御部 1 0 6 に出力することで、参照信号制御部 1 0 6 の参照信号形成方法を切り替える。

[0031] リソース割当情報設定部 1 0 4 は、参照信号およびデータ信号についての周波数割当情報（クラスタ数、各クラスタの周波数位置及び帯域幅を含む）を閾値設定部 1 0 5、参照信号制御部 1 0 6、及びマッピング部 1 1 1 へ出力する。リソース割当情報の内容は、後述する基地局 2 0 0 から端末 1 0 0 に通知され、受信 R F 部 1 0 1、復調部 1 0 2、及び復号部 1 0 3 を介してリソース割当情報設定部 1 0 4 に入力される。

[0032] 参照信号生成部 1 0 7 は、参照信号制御部 1 0 6 から受け取る識別情報が示す参照信号形成方法によって参照信号を生成し、マッピング部 1 1 1 へ出力する。参照信号形成方法には、上述の通り、1 つの基本符号系列を各クラ

スタに合わせた長さに分割することにより、クラスタ数分の部分系列を参照信号として形成する第1の形成方法（送信方法（a））と、クラスタ数分の基本符号系列の長さを各クラスタに合わせて調整することにより、クラスタ数分の符号系列を参照信号として形成する第2の形成方法（送信方法（b））とがある。

[0033] IFFT部112は、マッピング部111から受け取る信号にIFFT処理し、得られた信号を送信RF部113に出力する。

[0034] 送信RF部113は、IFFT部112から受け取る信号にD/A変換、アップコンバート、増幅等の送信処理を施し、得られた信号をアンテナを介して基地局200へ無線送信する。

[0035] [基地局の構成]

図10は、本発明の実施の形態1に係る基地局200の構成を示すブロック図である。図10において、基地局200は、受信RF部201と、DFT（Discrete Fourier transform）部202と、デマッピング部203と、リソース割当情報設定部204と、閾値設定部205と、チャネル推定制御部206と、チャネル推定部207と、周波数領域等化部208と、IFFT部209と、復調部210と、復号部211と有する。

[0036] 受信RF部201は、アンテナを介して受信した信号にダウンコンバート、A/D変換等の受信処理を施し、得られた信号をDFT部202に出力する。

[0037] DFT部202は、受信RF部201から受け取る信号にDFT処理を施し、時間領域から周波数領域の信号に変換する。そして、DFT部202は、周波数領域の信号をデマッピング部203に出力する。

[0038] デマッピング部203は、リソース割当情報設定部204から受け取る周波数割当情報に従って、DFT部202から受け取る周波数領域の信号からデータ信号および参照信号を抽出する。そして、デマッピング部203は、抽出したデータ信号を周波数領域等化部208に出力し、参照信号をチャネル推定部207に出力する。

- [0039] リソース割当情報設定部 204 は、端末 100 へ割り当てられた周波数割当情報（クラスタ数、各クラスタの周波数位置及び帯域幅を含む）を閾値設定部 205、チャネル推定制御部 206、及びデマッピング部 203 へ出力する。なお、リソース割当情報の内容は、予め基地局 200 から端末 100 に通知される。
- [0040] 閾値設定部 205 は、チャネル推定制御部 206 の切替閾値を調整する。閾値設定部 205 は、リソース割当情報設定部 204 からクラスタに関する情報を受け取り、クラスタ間の周波数間隔に基づいて、チャネル推定制御部 206 の切替閾値を調整する。
- [0041] チャネル推定制御部 206 は、チャネル推定部 207 におけるチャネル推定方法を、端末 100 の参照信号送信方法に応じたチャネル推定方法に切り替える。すなわち、チャネル推定制御部 206 は、リソース割当情報設定部 204 からクラスタに関する情報を受け取り、クラスタ数と切替閾値とを大小比較し、比較結果に基づいて、チャネル推定部 207 におけるチャネル推定方法を決定する。チャネル推定制御部 206 は、決定したチャネル推定方法の識別情報をチャネル推定部 207 に出力することで、チャネル推定部 207 におけるチャネル推定方法を切り替える。
- [0042] チャネル推定部 207 は、チャネル推定制御部 206 から受け取る識別情報が示すチャネル推定方法によってチャネル推定を行い、チャネル推定結果を周波数領域等化部 208 へ出力する。チャネル推定部 207 の構成については、後に詳しく説明する。
- [0043] 周波数領域等化部 208 は、チャネル推定部 207 から受け取るチャネル推定結果（つまり、伝搬路の周波数応答）を用いて、デマッピング部 203 から受け取るデータ信号に等化処理を施す。そして、周波数領域等化部 208 は、等化処理の結果を IFFT 部 209 に出力する。
- [0044] IFFT 部 209 は、周波数領域等化部 208 から受け取るデータ信号に IFFT 処理を施し、得られた信号を復調部 210 に出力する。
- [0045] 復調部 210 は、IFFT 部 209 から受け取る信号に復調処理を施し、

得られた信号を復号部 211 に出力する。

[0046] 復号部 211 は、復調部 210 から受け取る信号に復号処理を施し、得られた受信データを出力する。

[0047] 図 11 は、チャネル推定部 207 の構成を示すブロック図である。図 11 において、チャネル推定部 207 は、切替スイッチ 220 と、推定処理部 230 と、推定処理部 240 とを有する。

[0048] 切替スイッチ 220 は、デマッピング部 203 から受け取る参照信号の出力先を、チャネル推定制御部 206 から受け取る識別情報に基づいて、推定処理部 230 又は推定処理部 240 に切り替える。

[0049] 推定処理部 230 は、第 1 の参照信号形成方法に対応する第 1 のチャネル推定方法を実行する。推定処理部 230 は、クラスタ合成部 231 と、除算部 232 と、IFFT 部 233 と、マスク処理部 234 と、DFT 部 235 とを有する。

[0050] クラスタ合成部 231 は、端末 100 で参照信号の送信に用いられた複数のクラスタを周波数領域で連結し、これにより得られた受信参照信号を除算部 232 へ出力する。

[0051] 除算部 232 は、クラスタ合成部 231 から受け取る受信参照信号を、参照信号レプリカ（つまり、端末 100 が送信した参照信号）で複素除算する。そして、除算部 232 は、除算結果（つまり、相関値）を IFFT 部 233 に出力する。

[0052] IFFT 部 233 は、除算部 232 から受け取る信号に IFFT 処理を施し、得られた信号をマスク処理部 234 に出力する。

[0053] 所望の希望波の抽出手段としてのマスク処理部 234 は、端末 100 で用いられた巡回シフト量に基づいて、IFFT 部 233 から受け取る信号（遅延プロファイルに相当）にマスク処理を施すことにより、所望の巡回シフト系列の相関値が存在する区間（検出窓）における相関値を抽出する。そして、マスク処理部 234 は、抽出した相関値を DFT 部 235 に出力する。

[0054] DFT 235 部は、マスク処理部 234 から入力される相関値に DFT 処

理を施し、得られた信号を周波数領域等化部 208 に出力する。この DFT 部 235 から出力される信号は、チャネル変動（つまり、伝搬路の周波数応答）を推定したチャネル推定値である。

[0055] 推定処理部 240 は、第 2 の参照信号形成方法に対応する第 2 のチャネル推定方法を実行する。推定処理部 240 は、クラスタ抽出部 241 と、各クラスタに対応した推定値算出部 242-1 ~ n とを有する。推定値算出部 242 は、除算部 243 と、IFFT 部 244 と、マスク処理部 245 と、DFT 部 246 とを有する。

[0056] クラスタ抽出部 241 は、端末 100 で参照信号の送信に用いられた n 個のクラスタを推定値算出部 242-1 ~ n へそれぞれ出力する。推定値算出部 242 では、除算部 232、IFFT 部 233、マスク処理部 234、及び DFT 部 235 で行われた処理と同様の処理が行われる。

[0057] [端末の動作]

以上の構成を有する端末 100 の動作について説明する。

[0058] 上記のように、端末 100 において、参照信号制御部 106 は、参照信号生成部 107 を制御して参照信号形成方法を切り替える。

[0059] 上記した第 1 の参照信号形成方法（送信方法（a））及び第 2 の参照信号形成方法（送信方法（b））には、図 12 に示すような関係性がある。すなわち、第 2 の参照信号形成方法を用いた場合のチャネル推定精度は、クラスタ数に関わらず一定である。一方、第 1 の参照信号形成方法を用いた場合のチャネル推定精度は、クラスタ数が増えるに従って低下する傾向がある。従って、或るクラスタ数 N を境に、第 1 の参照信号形成方法のチャネル推定精度と第 2 の参照信号形成方法のチャネル推定精度とが逆転する。すなわち、クラスタ数が N 以下の場合には、第 1 の参照信号形成方法のチャネル推定値が、第 2 の参照信号形成方法のチャネル推定値を上回る一方、クラスタ数が N より大きい場合には、逆に、第 2 の参照信号形成方法のチャネル推定値が、第 1 の参照信号形成方法のチャネル推定値を上回る。

[0060] 従って、第 1 の参照信号形成方法のチャネル推定精度と第 2 の参照信号形

成方法のチャネル推定精度とが逆転するポイントのクラスタ数を切替閾値として用いることにより、クラスタ数に応じてチャネル推定精度に関してより有利な参照信号形成方法を選択することができる。このような参照信号形成方法の切換制御を行うことにより、基地局 200 では図 13 の実線で示されるチャネル推定精度を得ることができる。

[0061] また、第 1 の参照信号形成方法のチャネル推定精度には、図 14 に示すように、クラスタ間の周波数間隔に対する依存性がある。すなわち、クラスタ間の周波数間隔が狭いほどチャネル推定精度曲線は上方にシフトする。従って、クラスタ間の周波数間隔が変化すると、第 1 の参照信号形成方法のチャネル推定精度と第 2 の参照信号形成方法のチャネル推定精度とが逆転するポイントもシフトする。

[0062] 従って、閾値設定部 105 がクラスタ間の周波数間隔に基づいて参照信号制御部 106 の切替閾値を調整することにより、参照信号形成方法の選択を精度良く行うことができる。

[0063] 以上で説明した端末 100 における送信方法の切替制御をまとめると、図 15 に示すようになる。すなわち、周波数間隔が Y 以上の場合には、 $N1$ が切替閾値として利用され、この閾値とクラスタ数との大小関係によって送信方法 (a) と送信方法 (b) とが切り替えられる。一方、周波数間隔が Y より小さい場合には、 $N2$ が切替閾値として利用される。

[0064] 以上のように本実施の形態によれば、互いに周波数方向で間隔を空けて配置された n (n は、2 以上の自然数) 個の帯域ブロック (ここでは、クラスタに対応) を用いて参照信号を送信する端末 100 において、参照信号制御部 106 が、帯域ブロックの数 n に基づいて、参照信号生成部 107 の参照信号形成方法を第 1 の形成方法と第 2 の形成方法との間で切り替える。

[0065] これにより、チャネル推定精度に関してより有利な参照信号形成方法を選択することができ、この結果としてチャネル推定精度を向上することができる。

[0066] また、端末 100 において、閾値設定部 105 が、切替閾値を帯域ブロッ

ク間の周波数間隔に基づいて調整する。

[0067] これにより、参照信号形成方法の選択を精度良く行うことができ、この結果としてチャネル推定精度をさらに向上することができる。

[0068] なお、以上の説明では、各クラスタを1つの帯域ブロックとして扱う場合について説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、複数のクラスタから成る帯域ブロックを、実施の形態1で説明したクラスタと同等に扱っても良い。すなわち、複数のクラスタから成る帯域ブロックが複数有る場合に、1つの基本符号系列を各帯域ブロックに合わせた長さに分割することにより、帯域ブロック数分の部分系列を参照信号として形成する第1の形成方法と、帯域ブロック数分の基本符号系列の長さを各帯域ブロックに合わせて調整することにより、帯域ブロック数分の符号系列を参照信号として形成する第2の形成方法としても良い。

[0069] 例えば、LTE-Advancedにおける所定のシステム帯域幅であるコンポーネントキャリアが、この帯域ブロックに相当する。コンポーネントキャリアは、シグナリングのフォーマットの制限などにより、含み得るクラスタ数の最大値が定義されている。従って、このような場合には、コンポーネントキャリアの数に応じて、参照信号の送信方法を切り替えることができる。例えば、コンポーネントキャリア内のクラスタ数の最大値が2の場合、図16に示すように、コンポーネントキャリア数が1のときには送信方法(a)が選択される一方、コンポーネントキャリア数が2以上のときには送信方法(b)が選択されることによっても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

[0070] (実施の形態2)

実施の形態2では、「クラスタ帯域幅」に基づいて、参照信号の形成方法を切り替える。すなわち、参照信号の形成方法は、切替閾値及びクラスタの数 n に加えて n 個のクラスタの合計帯域幅に基づいて切り替えられる。なお、本実施の形態に係る端末及び基地局の基本構成は、実施の形態1で説明された端末及び基地局の構成と同じである。従って、本実施の形態に係る端末及び基地局についても、図9及び図10を用いて説明する。

[0071] [端末の構成]

実施の形態 2 の端末 100 における参照信号制御部 106 は、リソース割当情報設定部 104 からクラスタに関する情報を受け取り、まず、「クラスタ帯域幅」を算出する。この「クラスタ帯域幅」は、1 クラスタ当たりの平均帯域幅を意味し、 n 個のクラスタの合計帯域幅をクラスタ数 n で除算することにより得られる。

[0072] そして、参照信号制御部 106 は、クラスタ帯域幅と切替閾値とを大小比較し、比較結果に基づいて、参照信号生成部 107 における参照信号形成方法を決定する。参照信号制御部 106 は、決定した参照信号形成方法の識別情報を参照信号制御部 106 に出力することで、参照信号制御部 106 の参照信号形成方法を切り替える。

[0073] [基地局の構成]

また、実施の形態 2 の基地局 200 におけるチャネル推定制御部 206 は、チャネル推定部 207 におけるチャネル推定方法を、端末 100 の参照信号送信方法に応じたチャネル推定方法に切り替える。すなわち、チャネル推定制御部 206 は、リソース割当情報設定部 204 からクラスタに関する情報を受け取り、参照信号制御部 106 と同様に、まず、「クラスタ帯域幅」を算出する。

[0074] そして、チャネル推定制御部 206 は、クラスタ帯域幅と切替閾値とを大小比較し、比較結果に基づいて、参照信号生成部 107 における参照信号形成方法を決定する。チャネル推定制御部 206 は、決定したチャネル推定方法の識別情報をチャネル推定部 207 に出力することで、チャネル推定部 207 におけるチャネル推定方法を切り替える。

[0075] [端末の動作]

上記のように、端末 100 において、参照信号制御部 106 は、参照信号生成部 107 を制御して参照信号形成方法を切り替える。

[0076] 上記した第 1 の参照信号形成方法（送信方法（a））及び第 2 の参照信号形成方法（送信方法（b））には、横軸にクラスタ帯域幅をとると、図 17

に示すような関係性がある。

[0077] 具体的には、図 17 に示すように、送信方法 (a) の性能は、クラスタ帯域幅に依存し、クラスタ帯域幅が小さいほど劣化する。クラスタ帯域幅が小さい場合、クラスタ数は増える傾向になる。そのため、チャンネル推定算出におけるチャンネル変動の不連続点が増えることで、干渉が増加する。また、送信方法 (b) の性能も、クラスタ帯域幅に依存し、クラスタ帯域幅が小さいほど劣化する。相関長がクラスタ帯域幅に応じて小さくなるので、干渉抑圧効果が低下する。この送信方法 (b) の性能劣化は、送信方法 (a) の性能劣化よりも大きくなる。

[0078] 一方で、送信方法 (b) の性能は、クラスタ帯域幅が大きい場合は、送信方法 (a) の性能を上回る。送信方法 (b) は、クラスタ帯域幅が大きければ、十分な干渉抑圧効果が得られ、雑音レベルにまで抑圧することができる。さらに、送信方法 (b) は、クラスタ数が大きくても性能は劣化しないのに対して、送信方法 (a) は、クラスタ帯域幅が大きい場合でも、チャンネル変動の不連続による大きな干渉が生じる。

[0079] すなわち、ここでも、或るクラスタ帯域幅 M を境に、第 1 の参照信号形成方法のチャンネル推定精度と第 2 の参照信号形成方法のチャンネル推定精度とが逆転する。すなわち、クラスタ帯域幅が M 以下の場合には、第 1 の参照信号形成方法のチャンネル推定値が、第 2 の参照信号形成方法のチャンネル推定値を上回る一方、クラスタ帯域幅が M より大きい場合には、逆に、第 2 の参照信号形成方法のチャンネル推定値が、第 1 の参照信号形成方法のチャンネル推定値を上回る。

[0080] 従って、第 1 の参照信号形成方法のチャンネル推定精度と第 2 の参照信号形成方法のチャンネル推定精度とが逆転するポイントのクラスタ帯域幅を切替閾値として用いることにより、クラスタ帯域幅に応じてチャンネル推定精度に関してより有利な参照信号形成方法を選択することができる。このような参照信号形成方法の切替制御を行うことにより、基地局 200 では図 18 の実線で示されるチャンネル推定精度を得ることができる。

[0081] また、第１の参照信号形成方法のチャネル推定精度には、横軸にクラスタ帯域幅をとっても、図１９に示すように、クラスタ間の周波数間隔に対する依存性がある。すなわち、クラスタ間の周波数間隔が狭いほどチャネル推定精度曲線は上方にシフトする。従って、クラスタ間の周波数間隔が変化すると、第１の参照信号形成方法のチャネル推定精度と第２の参照信号形成方法のチャネル推定精度とが逆転するポイントもシフトする。

[0082] 従って、閾値設定部１０５がクラスタ間の周波数間隔に基づいて参照信号制御部１０６の切替閾値を調整することにより、参照信号形成方法の選択を精度良く行うことができる。

[0083] 以上のように本実施の形態によれば、端末１００において、参照信号制御部１０６が、「クラスタ帯域幅」に基づいて参照信号の形成方法を切り替える。すなわち、参照信号の形成方法は、切替閾値及びクラスタの数 n に加えて n 個のクラスタの合計帯域幅に基づいて切り替えられる。

[0084] これにより、チャネル推定精度に関してより有利な参照信号形成方法を選択することができ、この結果としてチャネル推定精度を向上することができる。

[0085] なお、以上の説明においては、クラスタ帯域幅に基づいて参照信号の形成方法を切り替えたが、クラスタ帯域幅の代わりに、 n 個のクラスタの帯域幅で最小の帯域幅を用いても良い。

[0086] （他の実施の形態）

上記した実施の形態１及び実施の形態２では、クラスタ数又はクラスタ帯域幅に応じて、端末１００における参照信号の送信方法及び基地局２００におけるチャネル推定方法の両方が切り替わる場合について説明した。しかしながら、基地局２００におけるチャネル推定方法だけを切り替えても良い。すなわち、端末１００における参照信号の送信方法は送信方法（ａ）又は送信方法（ｂ）で固定として、クラスタ数又はクラスタ帯域幅に応じて基地局２００におけるチャネル推定方法を切り替えても良い。こうすることでも、実施の形態１及び実施の形態２に近い効果が得られる。

- [0087] また、上記実施の形態では、本発明をハードウェアで構成する場合を例にとって説明したが、本発明はソフトウェアで実現することも可能である。
- [0088] また、上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には集積回路であるＬＳＩとして実現される。これらは個別に１チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように１チップ化されてもよい。ここでは、ＬＳＩとしたが、集積度の違いにより、ＩＣ、システムＬＳＩ、スーパーＬＳＩ、ウルトラＬＳＩと呼称されることもある。
- [0089] また、集積回路化の手法はＬＳＩに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。ＬＳＩ製造後に、プログラムすることが可能なＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）や、ＬＳＩ内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサーを利用してもよい。
- [0090] さらに、半導体技術の進歩または派生する別技術によりＬＳＩに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。
- [0091] ２００９年１月２９日出願の特願２００９－０１８６３２の日本出願に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

産業上の利用可能性

- [0092] 本発明の無線送信装置及び参照信号送信方法は、チャネル推定精度を向上するものとして有用である。

請求の範囲

[請求項1] 互いに周波数方向で間隔を空けて配置された n (n は、2以上の自然数)個の帯域ブロックを用いて参照信号を送信する無線送信装置であって、

1つの基本符号系列を各帯域ブロックに合わせた長さに分割することにより、 n 個の部分系列を前記参照信号として形成する第1の形成方法、又は、 n 個の基本符号系列の長さを各帯域ブロックに合わせて調整することにより、 n 個の符号系列を前記参照信号として形成する第2の形成方法に基づいて、前記参照信号を形成する形成手段と、

切替閾値及び前記帯域ブロックの数 n に基づいて、前記形成手段の参照信号形成方法を前記第1の形成方法と前記第2の形成方法との間で切り替える切替手段と、

を具備する無線送信装置。

[請求項2] 前記切替手段は、前記切替閾値及び前記帯域ブロックの数 n に加えて前記 n 個の帯域ブロックの合計帯域幅に基づいて、前記形成手段の参照信号形成方法を切り替える、

請求項1に記載の無線送信装置。

[請求項3] 前記切替閾値を前記帯域ブロック間の周波数間隔に基づいて調整する調整手段、をさらに具備する請求項1に記載の無線送信装置。

[請求項4] 互いに周波数方向で間隔を空けて配置された n (n は、2以上の自然数)個の帯域ブロックを用いて参照信号を送信する参照信号送信方法であって、

1つの基本符号系列を各帯域ブロックに合わせた長さに分割することにより、 n 個の部分系列を前記参照信号として形成する第1の形成方法、又は、 n 個の基本符号系列の長さを各帯域ブロックに合わせて調整することにより、 n 個の符号系列を前記参照信号として形成する第2の形成方法に基づいて、前記参照信号を形成する形成ステップと、

、

切替閾値及び前記帯域ブロックの数 n に基づいて、前記形成手段の参照信号形成方法を前記第 1 の形成方法と前記第 2 の形成方法との間で切り替える切替ステップと、

を具備する参照信号送信方法。

[請求項5] 前記切替ステップでは、前記切替閾値及び前記帯域ブロックの数 n に加えて前記 n 個の帯域ブロックの合計帯域幅に基づいて、前記形成手段の参照信号形成方法を切り替える、

請求項 4 に記載の参照信号送信方法。

[請求項6] 前記切替閾値を前記帯域ブロック間の周波数間隔に基づいて調整する調整ステップ、をさらに具備する請求項 4 に記載の参照信号送信方法。