

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6719085号
(P6719085)

(45) 発行日 令和2年7月8日(2020.7.8)

(24) 登録日 令和2年6月18日(2020.6.18)

(51) Int.Cl. F I
HO4B 7/0452 (2017.01) HO4B 7/0452
HO4W 16/28 (2009.01) HO4W 16/28 130

請求項の数 8 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-204504 (P2016-204504) (22) 出願日 平成28年10月18日(2016.10.18) (65) 公開番号 特開2018-67774 (P2018-67774A) (43) 公開日 平成30年4月26日(2018.4.26) 審査請求日 令和1年6月19日(2019.6.19)</p>	<p>(73) 特許権者 314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 (74) 代理人 110002952 特許業務法人鷺田国際特許事務所 (72) 発明者 高橋 領 宮城県仙台市泉区明通二丁目5番地 株式会社パナソニックシステムネットワークス 開発研究所内 (72) 発明者 大内 隆志 宮城県仙台市泉区明通二丁目5番地 株式会社パナソニックシステムネットワークス 開発研究所内 審査官 吉江 一明</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 端末及び通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基地局からMU-MIMO (Multi User-Multiple Input Multiple Output) 送信される、空間多重された複数のデータ信号を受信する受信部と、

前記MU-MIMO送信される他の端末の送信ウェイトを用いてユーザ間干渉電力を推定する推定部と、

前記ユーザ間干渉電力を用いて受信ウェイトを生成し、前記受信ウェイトを用いて前記複数のデータ信号を分離する信号分離部と、

を具備する端末。

【請求項2】

分離された前記複数のデータ信号をそれぞれ復調し軟判定値を算出し、前記ユーザ間干渉電力及び前記受信ウェイトを用いて軟判定ウェイトを生成し、前記軟判定ウェイトを用いて、前記軟判定値に対する重みづけを行う復調部、をさらに具備する、

請求項1に記載の端末。

【請求項3】

前記推定部は、前記ユーザ間干渉電力をサブキャリア毎に推定し、

前記信号分離部は、前記受信ウェイトをサブキャリア毎に生成する、

請求項1に記載の端末。

【請求項4】

前記復調部は、前記軟判定ウェイトをサブキャリア毎に生成する、

請求項 2 に記載の端末。

【請求項 5】

前記他の端末の送信ウェイトに関する情報を含む制御信号を前記基地局から取得する取得部、をさらに具備する、

請求項 1 に記載の端末。

【請求項 6】

前記基地局と自機とのチャネル推定値を用いて、前記他の端末の送信ウェイトを生成する生成部、をさらに具備する、

請求項 1 に記載の端末。

【請求項 7】

基地局からMU-MIMO (Multi User-Multiple Input Multiple Output) 送信される、空間多重された複数のデータ信号を受信し、

前記MU-MIMO送信される他の端末の送信ウェイトを用いてユーザ間干渉電力を推定し、

前記ユーザ間干渉電力を用いて受信ウェイトを生成し、前記受信ウェイトを用いて前記複数のデータ信号を分離する、

通信方法。

【請求項 8】

分離された前記複数のデータ信号をそれぞれ復調し軟判定値を算出し、前記ユーザ間干渉電力及び前記受信ウェイトを用いて軟判定ウェイトを生成し、前記軟判定ウェイトを用いて、前記軟判定値に対する重みづけを行う、

請求項 7 に記載の通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、端末及び通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

3GPP (3rd Generation Partnership Project) において規格化されたLTE-Advancedシステムでは、下りリンク (downlink) のMU-MIMO (Multi User-Multiple Input Multiple output) において、送信ビームフォーミングを行うことにより、ユーザ間干渉を回避する方法が検討されている。

【0003】

MU-MIMOでは、まず、複数の端末 (UE (User Equipment) 又はMS (Mobile Station) と呼ぶこともある) において、基地局 (eNB又はBS (Base Station) と呼ぶこともある) が有する複数の送信アンテナと、複数の端末の各々が有する複数の受信アンテナと、の間の伝搬路 (チャネル) について、CSI-RS (Channel State Information Reference Signal : チャネル状態情報参照信号) を用いてチャネル推定を行い、チャネル推定値 (CSI) を基地局へフィードバックする。次に、基地局は、各端末からフィードバックされたCSIに基づいて送信ウェイトを算出する。そして、基地局は、送信ウェイトを用いて、複数の端末向けの下りリンクデータ信号 (PDSCH : Physical Downlink Shared Channel) 及び復調用参照信号 (DM-RS : Demodulation Reference Signal) を空間多重して、各端末へ送信する。

【0004】

端末のチャネル推定処理に用いられるCSI-RSは、時間領域において所定周期 (例えば、最短で5サブフレーム (5msec) 周期) で送信される。

【0005】

また、CSI-RSは、周波数領域において所定の周波数間隔で配置される。よって、例えば、CSI-RSが12サブキャリア間隔で配置される場合、端末が推定するチャネル推定値は12サブキャリア間隔で得られる。

【0006】

10

20

30

40

50

また、端末から基地局へフィードバックする情報量を削減するために、チャンネル推定値は、複数のサブキャリアで平均化されてフィードバックされることがある。例えば、サブバンド単位（10MHzシステム帯域幅では36サブキャリア）で平均したチャンネル推定値がフィードバックされる。

【0007】

上記の場合、基地局では、サブバンド単位でフィードバックされるチャンネル推定値を用いてサブバンド毎に送信ウェイトが生成される。この場合、基地局において、サブバンド内のサブキャリアにおいて同一の送信ウェイトを用いる方法（方法1と呼ぶ）と、サブバンド単位の送信ウェイトに対して線形補間などを行うことにより、サブキャリア毎の送信ウェイトを用いる方法（方法2と呼ぶ）とがある（例えば、特許文献1を参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2014-75679号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1の方法1では、サブバンド単位で送信ウェイト制御を行うので、制御粒度（同一送信ウェイトが適用される区間）に対して、マルチパス環境のように周波数変動が激しい場合には、実際の周波数特性に対する送信ウェイトの精度が低下し、ユーザ間干渉を抑えきれずに受信性能が劣化してしまう。一方、特許文献1の方法2では、サブキャリア単位で送信ウェイト制御を行うので演算量が増加してしまう。

20

【0010】

本開示の一態様に係る発明は、演算量の増加を抑えて、ユーザ間干渉を抑えさせることができる端末及び通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】

【0011】

本開示の一態様に係る端末は、基地局からMU-MIMO（Multi User-Multiple Input Multiple Output）送信される、空間多重された複数のデータ信号を受信する受信部と、前記MU-MIMO送信される他の端末の送信ウェイトを用いてユーザ間干渉電力を推定する推定部と、前記ユーザ間干渉電力を用いて受信ウェイトを生成し、前記受信ウェイトを用いて前記複数のデータ信号を分離する信号分離部と、を具備する。

30

【0012】

本開示の一態様に係る通信方法は、基地局からMU-MIMO（Multi User-Multiple Input Multiple Output）送信される、空間多重された複数のデータ信号を受信し、前記MU-MIMO送信される他の端末の送信ウェイトを用いてユーザ間干渉電力を推定し、前記ユーザ間干渉電力を用いて受信ウェイトを生成し、前記受信ウェイトを用いて前記複数のデータ信号を分離する。

【発明の効果】

【0013】

本開示の一態様によれば、演算量の増加を抑えて、ユーザ間干渉を抑えさせることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施の形態1に係る通信システムの構成例を示す図

【図2】実施の形態1に係る基地局の構成例を示すブロック図

【図3】実施の形態1に係る端末の構成を示すブロック図

【図4】実施の形態1に係るMU-MIMO動作の一例を示す図

【図5】実施の形態1に係る干渉抑圧処理を示すシーケンス図

【図6】実施の形態2に係る端末の構成を示すブロック図

50

【図7】実施の形態2に係る干渉抑圧処理を示すシーケンス図

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本開示の一態様に係る発明の各実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0016】

[実施の形態1]

[通信システムの概要]

図1は、本実施の形態に係る通信システムの構成例を示す。図1に示す通信システムは、少なくとも、基地局100、及び、複数の端末200（図1では端末#1、端末#2）を有する。基地局100は、各端末200からフィードバックされるCSIを用いて送信ウェイトを算出し、送信ウェイトを用いて、各端末200向けの下りリンク信号を空間多重して送信する。なお、端末200は、サブバンド単位でチャネル推定値（CSI）を基地局100へフィードバックし、基地局100は、サブバンド単位で送信ウェイトを生成、つまり、サブバンド単位で送信ビーム制御を行う。各端末200は、基地局100からMU-MIMO送信される、空間多重された複数のデータ信号を受信する。

10

【0017】

図1に示す通信システムにおいて、基地局100から端末#1向けの下りリンク信号は、端末#2に対する干渉信号となる。同様に、基地局100から端末#2向けの下りリンク信号は、端末#1に対する干渉信号となる。

20

【0018】

[基地局100の構成]

図2は、本実施の形態に係る基地局100の構成の一例を示すブロック図である。なお、図2には、基地局100の構成要素のうち、本開示の一態様に係る発明に関連する部分が主に示されている。

【0019】

基地局100は、ベースバンド処理部101と、無線送信部113とを含む構成をとる。また、ベースバンド処理部101は、送信ウェイト生成部102と、送信ウェイト情報生成部103と、誤り訂正符号化部104と、変調部105と、送信データ生成部106と、誤り訂正符号化部107と、変調部108と、プリコーディング制御部109と、物理チャネルマッピング部110と、IFFT（Inverse Fast Fourier Transform）部111と、CP（Cyclic Prefix）挿入部112と、を含む。

30

【0020】

送信ウェイト生成部102は、複数の端末200の各々からフィードバックされるチャネル推定値（CSI）を用いて送信ウェイト（例えば、サブバンド単位の送信ウェイト）を生成する。例えば、送信ウェイトの算出アルゴリズムとしては、チャネル推定値の逆行列を用いるZF（Zero Forcing）法、ZF法に対して雑音電力項を追加したMMSE（Minimum Mean Square Error）法、チャネル推定値を特異値分解して雑音部分空間に対応する固有ベクトルを用いるBD（Block Diagonalization）法などが挙げられる。送信ウェイト生成部101は、生成した送信ウェイトを示す情報（以下、送信ウェイト情報）を、送信ウェイト情報生成部103及びプリコーディング制御部109へ出力する。

40

【0021】

送信ウェイト情報生成部103は、送信ウェイト生成部101から入力される送信ウェイト情報を含む制御信号を生成する。なお、各端末200向けの送信ウェイト情報には、MU-MIMO送信される他の端末200の送信ウェイトが含まれる。送信ウェイト情報生成部103は、送信ウェイト情報を含む制御信号を誤り訂正符号化部104へ出力する。

【0022】

誤り訂正符号化部104は、送信ウェイト情報生成部103から入力される制御信号に対して誤り訂正符号化を行い、符号化後の制御信号を変調部105へ出力する。

【0023】

50

変調部105は、誤り訂正符号化部104から入力される制御信号を変調し、変調後の制御信号を物理チャネルマッピング部110へ出力する。

【0024】

送信データ生成部106は、各端末200向けの送信データ（下りリンクデータ信号）を生成し、生成した送信データを誤り訂正符号化部107へ出力する。

【0025】

誤り訂正符号化部107は、送信データ生成部106から入力される送信データに対して誤り訂正符号化を行い、符号化後の送信データを変調部108へ出力する。

【0026】

変調部108は、誤り訂正符号化部107から入力される送信データを変調し、変調後の送信データをプリコーディング制御部109へ出力する。

【0027】

プリコーディング制御部109は、各端末200に対して、送信ウェイト生成部102から入力される送信ウェイトを用いて、変調部108から入力される送信データ、及び、DM-RSをプリコーディングする。プリコーディング制御部109は、プリコーディング後の信号を物理チャネルマッピング部110へ出力する。

【0028】

物理チャネルマッピング部110は、変調部105から入力される制御信号、及び、プリコーディング制御部109から入力される信号を、所定の物理チャネルリソースへマッピングする。また、物理チャネルマッピング部110は、CSI-RSを所定のリソースへマッピングする（図示せず）。物理チャネルマッピング部110は、マッピング後の信号をIFFT部111へ出力する。

【0029】

IFFT部111は、物理チャネルマッピング部110から入力される信号に対してIFFT処理を行うことにより、周波数領域信号を時間領域信号に変換する。IFFT部111は、時間領域信号をCP挿入部112へ出力する。

【0030】

CP挿入部112は、IFFT部111から入力される信号にCPを挿入し、CP挿入後の信号（例えば、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）信号と呼ぶ）を無線送信部113へ出力する。

【0031】

無線送信部113は、CP挿入部112から入力される信号に対して、D/A変換、アップコンバート等のRF（Radio Frequency）処理を行い、アンテナを介して各端末200へ無線信号を送信する。このように、基地局100から送信される下りリンク信号は、複数のストリームが空間多重されて送信されている。

【0032】

[端末200の構成]

図3は、本実施の形態に係る端末200の構成の一例を示すブロック図である。なお、図3には、端末200の構成要素のうち、本開示の一態様に係る発明に関連する部分が主に示されている。

【0033】

端末200は、無線受信部201と、ベースバンド処理部202とを含む構成をとる。また、ベースバンド処理部202は、CP除去部203と、FFT（Fast Fourier Transform）部204と、物理チャネルデマッピング部205と、CSI-RSチャネル推定部206と、アップリンク送信処理部207と、送信ウェイト情報取得部208と、ユーザ間干渉電力推定部209と、DM-RSチャネル推定部210と、雑音電力推定部211と、信号分離部212と、復調部213と、誤り訂正復号部214と、を含む。

【0034】

無線受信部201は、アンテナを介して受信した無線信号に対して、ダウンコンバート、A/D変換等のRF処理を行い、得られる受信信号をCP除去部203へ出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

CP除去部 2 0 3 は、無線受信部 2 0 1 から入力される受信信号に挿入されているCPを除去し、CP除去後の信号をFFT部 2 0 4 へ出力する。

【 0 0 3 6 】

FFT部 2 0 4 は、CP除去部 2 0 3 から入力される信号に対してFFT処理を行うことにより、時間領域信号を周波数領域信号に変換する。FFT部 2 0 4 は、周波数領域信号を物理チャネルデマッピング部 2 0 5 へ出力する。

【 0 0 3 7 】

物理チャネルデマッピング部 2 0 5 は、FFT部 2 0 4 から入力される信号から、下りリンクデータ信号、制御信号（送信ウェイト情報を含む）、CSI-RS、及び、DM-RSをそれぞれ抽出する。物理チャネルデマッピング部 2 0 5 は、下りリンクデータ信号を信号分離部 2 1 2 へ出力し、制御信号を送信ウェイト情報取得部 2 0 8 へ出力し、CSI-RSをCSI-RSチャネル推定部 2 0 6 へ出力し、DM-RSをDM-RSチャネル推定部 2 1 0 へ出力する。

10

【 0 0 3 8 】

CSI-RSチャネル推定部 2 0 6 は、物理チャネルデマッピング部 2 0 5 から入力されるCSI-RSを用いてチャネル推定値（CSI又はCSIチャネル推定値と呼ぶ）を算出する。CSI-RSチャネル推定部 2 0 6 は、CSIチャネル推定値をアップリンク送信処理部 2 0 7 及びユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 へ出力する。

【 0 0 3 9 】

アップリンク送信処理部 2 0 7 は、CSI-RSチャネル推定部 2 0 6 から入力されるCSIチャネル推定値に対して送信処理を行い、送信処理後のCSIチャネル推定値を基地局 1 0 0 へフィードバックする。

20

【 0 0 4 0 】

送信ウェイト情報取得部 2 0 8 は、物理チャネルデマッピング部 2 0 5 から入力される制御信号から送信ウェイト情報を取得する。そして、送信ウェイト情報取得部 2 0 8 は、取得した送信ウェイト情報をユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 へ出力する。

【 0 0 4 1 】

ユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 は、CSI-RSチャネル推定部 2 0 6 から入力されるCSIチャネル推定値、及び、送信ウェイト情報取得部 2 0 8 から入力される、MU-MIMO送信される他の端末 2 0 0 の送信ウェイトを用いて、他の端末向けの信号が自機向けの信号に与える干渉電力（つまり、ユーザ間干渉電力）を推定する。なお、ユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 は、後述する軟判定ウェイトの生成時に用いるユーザ間干渉電力を推定する際、後述する信号分離部 2 1 2 で生成される受信ウェイトを用いる。ユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 は、推定したユーザ間干渉電力を信号分離部 2 1 2 及び復調部 2 1 3 へ出力する。

30

【 0 0 4 2 】

DM-RSチャネル推定部 2 1 0 は、物理チャネルデマッピング部 2 0 5 から入力されるDM-RSを用いてチャネル推定値（以下、DM-RSチャネル推定値と呼ぶ）を算出する。そして、DM-RSチャネル推定部 2 1 0 は、DM-RSチャネル推定値を、雑音電力推定部 2 1 1、信号分離部 2 1 2 及び復調部 2 1 3 へ出力する。

【 0 0 4 3 】

雑音電力推定部 2 1 1 は、DM-RSチャネル推定部 2 1 0 から入力されるDM-RSチャネル推定値を用いて雑音電力を推定し、推定した雑音電力を信号分離部 2 1 2 及び復調部 2 1 3 へ出力する。

40

【 0 0 4 4 】

信号分離部 2 1 2 は、ユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 から入力されるユーザ間干渉電力、DM-RSチャネル推定部 2 1 0 から入力されるDM-RSチャネル推定値、及び、雑音電力推定部 2 1 1 から入力される雑音電力を用いて、物理チャネルデマッピング部 2 0 5 から入力される受信信号（下りリンクデータ信号）を複数の信号（ストリーム）に分離する。具体的には、信号分離部 2 1 2 は、ユーザ間干渉電力、DM-RSチャネル推定値及び雑音電力を用いて受信ウェイト（例えば、MMSE受信ウェイト）を生成する。そして、信号分離部 2 1

50

2 は、受信ウェイトを受信信号に乗算することにより、信号を分離する。信号分離部 2 1 2 は、分離した信号及び受信ウェイトを復調部 2 1 3 へ出力し、受信ウェイトをユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 へ出力する。

【 0 0 4 5 】

復調部 2 1 3 は、信号分離部 2 1 2 から入力される受信ウェイト、ユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 から入力されるユーザ間干渉電力、DM-RSチャネル推定部 2 1 0 から入力されるDM-RSチャネル推定値、及び、雑音電力推定部 2 1 1 から入力される雑音電力を用いて、復調・軟判定処理を行う。

【 0 0 4 6 】

具体的には、復調部 2 1 3 は、信号分離部 2 1 2 から入力される信号を復調し軟判定値（尤度系列）を算出する。また、復調部 2 1 3 は、受信ウェイト、DM-RSチャネル推定値、ユーザ間干渉電力及び雑音電力を用いて軟判定ウェイト（例えば、SINR（Signal to Interference and Noise Ratio））を生成する。そして、復調部 2 1 3 は、軟判定ウェイトを軟判定値に乗算することにより重みづけを行う。例えば、軟判定ウェイトは、ユーザ間干渉が小さいほど大きい値を採り、ユーザ間干渉が大きいほど小さい値を採る。復調部 2 1 3 は、重みづけ後の軟判定値を誤り訂正復号部 2 1 4 へ出力する。

【 0 0 4 7 】

誤り訂正復号部 2 1 4 は、復調部 2 1 3 から入力される重みづけ後の軟判定値に対して誤り訂正復号を行い、復号後の信号（つまり、希望信号の復号データ）を出力する。

【 0 0 4 8 】

[基地局 1 0 0 及び端末 2 0 0 の動作]

次に、上述した基地局 1 0 0 及び端末 2 0 0 の動作について説明する。

【 0 0 4 9 】

< 受信ウェイト及び軟判定ウェイトの生成方法 >

まず、端末 2 0 0 の信号分離部 2 1 2 及び復調部 2 1 3 において生成される受信ウェイト及び軟判定ウェイトの生成方法について詳細に説明する。

【 0 0 5 0 】

以下では、一例として、図 4 に示すように、基地局 1 0 0 が 4 本の送信アンテナ#1~#4 を有し、各端末 2 0 0（端末#1、端末#2）が 2 本の受信アンテナ#1、#2をそれぞれ有し、4Tx×2Rx×2UEのMU-MIMOによる空間多重を行う場合について説明する。なお、基地局 1 0 0 と複数の端末 2 0 0 との間のMU-MIMO空間多重において使用する送受信アンテナ数はこれに限定されるものではない。

【 0 0 5 1 】

まず、一般的な受信ウェイト及び軟判定ウェイトの生成例について説明する。なお、受信ウェイト及び軟判定ウェイトは、実際には、サブキャリア及びOFDMシンボル単位（つまり、リソースエレメント（RE：Resource Element）単位）で定義されるが、ここでは、説明を簡易化するために省略する。

【 0 0 5 2 】

ユーザ間干渉が無い場合、各端末が基地局から受信する受信信号 r （図 4 の実線矢印に相当）を次式（1）で定義する。

【数 1】

$$r = HW_{TX}S + n = \begin{bmatrix} H^{(1)}W_{TX}^{(1)}s^{(1)} + n^{(1)} \\ H^{(2)}W_{TX}^{(2)}s^{(2)} + n^{(2)} \end{bmatrix} \quad (1)$$

【 0 0 5 3 】

ここで、 $H^{(1)}$ 、 $H^{(2)}$ は基地局と各端末#1、#2との間の伝搬路を表すチャネル応答を示し、 $W_{TX}^{(1)}$ 、 $W_{TX}^{(2)}$ は各端末#1、#2向けの送信ウェイトを示し、 $s^{(1)}$ 、 $s^{(2)}$ は各端末#1、#2向けの送信信号（希望信号）を示し、 $n^{(1)}$ 、 $n^{(2)}$ は各端末#1、#2での雑音を示し、各々、次

10

20

30

40

50

式(2)~(5)で表される。

【数2】

$$H = \left[\begin{array}{c} (H^{(1)})^T \\ (H^{(2)})^T \end{array} \right]^T \quad (2)$$

【数3】

$$W_{TX} = \left[\begin{array}{cc} W_{TX}^{(1)} & W_{TX}^{(2)} \end{array} \right] \quad (3)$$

10

【数4】

$$s = \left[\begin{array}{c} (s^{(1)})^T \\ (s^{(2)})^T \end{array} \right]^T \quad (4)$$

【数5】

$$n = \left[\begin{array}{c} (n^{(1)})^T \\ (n^{(2)})^T \end{array} \right]^T \quad (5)$$

20

【0054】

以下では、式(1)においてチャネル応答 $H' = HW_{TX}$ と表すこともある。 H' は、送信ウェイト W_{TX} が適用されたDM-RSによって推定されるDM-RSチャネル推定値である。以降、 H 、 H' は推定値として説明する。

【0055】

例えば、端末#1の受信ウェイト(MMSE受信ウェイト) $W_{RX}^{(1)}$ は次式(6)で表される。

【数6】

$$W_{RX}^{(1)} = \left((H^{(1)}W_{TX}^{(1)})^H (H^{(1)}W_{TX}^{(1)}) + P_n^{(1)} I_{N_{RX}} \right)^{-1} (H^{(1)}W_{TX}^{(1)})^H \quad (6)$$

30

【0056】

ここで、上添字 H はエルミート転置演算を示し、 P_n は雑音電力(例えば、サブフレーム内の平均値)を示し、 $I_{N_{RX}}$ は端末の受信アンテナ数サイズの単位行列を示す。なお、端末#2の受信ウェイトについても式(6)と同様に算出される。

【0057】

端末#1は、受信ウェイト $W_{RX}^{(1)}$ を受信信号 r (式(1)の端末#1に対応する部分)に乘算して、次式(7)のように2ストリームの信号に分離する。

【数7】

$$\begin{aligned} W_{RX}^{(1)} (H^{(1)}W_{TX}^{(1)} s^{(1)} + n^{(1)}) &= W_{RX}^{(1)} H'^{(1)} s^{(1)} + W_{RX}^{(1)} n^{(1)} \\ &= \begin{bmatrix} wh_{11}'^{(1)} & wh_{12}'^{(1)} \\ wh_{21}'^{(1)} & wh_{22}'^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1^{(1)} \\ s_2^{(1)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} w_{11}^{(1)} & w_{12}^{(1)} \\ w_{21}^{(1)} & w_{22}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_1^{(1)} \\ n_2^{(1)} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} wh_{11}'^{(1)} s_1^{(1)} + wh_{12}'^{(1)} s_2^{(1)} + w_{11}^{(1)} n_1^{(1)} + w_{12}^{(1)} n_2^{(1)} \\ wh_{21}'^{(1)} s_1^{(1)} + wh_{22}'^{(1)} s_2^{(1)} + w_{21}^{(1)} n_1^{(1)} + w_{22}^{(1)} n_2^{(1)} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (7)$$

40

50

【 0 0 5 8 】

なお、式(7)において、 $W_{RX}^{(1)}H^{(1)}$ と wh' との関係は、次式(8)で定義される。

【数8】

$$W_{RX}^{(1)}H^{(1)} = \begin{bmatrix} w_{11}^{(1)} & w_{12}^{(1)} \\ w_{21}^{(1)} & w_{22}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11}^{(1)} & h_{12}^{(1)} \\ h_{21}^{(1)} & h_{22}^{(1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} wh_{11}^{(1)} & wh_{12}^{(1)} \\ wh_{21}^{(1)} & wh_{22}^{(1)} \end{bmatrix} \quad (8)$$

【 0 0 5 9 】

10

また、式(7)に示す2つのストリームの各々に対する軟判定ウェイト(SINR)は次式(9)で表される。

【数9】

$$SINR_1^{(1)} = \frac{|wh_{11}^{(1)}|^2 |s_1^{(1)}|^2}{|wh_{12}^{(1)}|^2 |s_2^{(1)}|^2 + |w_{11}^{(1)}|^2 |n_1^{(1)}|^2 + |w_{12}^{(1)}|^2 |n_2^{(1)}|^2} = \frac{|wh_{11}^{(1)}|^2}{|wh_{12}^{(1)}|^2 + (|w_{11}^{(1)}|^2 + |w_{12}^{(1)}|^2) P_n^{(1)}} \quad (9)$$

$$SINR_2^{(1)} = \frac{|wh_{22}^{(1)}|^2 |s_2^{(1)}|^2}{|wh_{21}^{(1)}|^2 |s_1^{(1)}|^2 + |w_{21}^{(1)}|^2 |n_1^{(1)}|^2 + |w_{22}^{(1)}|^2 |n_2^{(1)}|^2} = \frac{|wh_{22}^{(1)}|^2}{|wh_{21}^{(1)}|^2 + (|w_{21}^{(1)}|^2 + |w_{22}^{(1)}|^2) P_n^{(1)}} \quad 20$$

【 0 0 6 0 】

式(9)では、 $|s_1|^2 = |s_2|^2 = 1$ とし、 $|n_1|^2 = |n_2|^2 = P_n$ としている。

【 0 0 6 1 】

ここで、式(9)に示す軟判定ウェイト $SINR_1^{(1)}$ 及び $SINR_2^{(1)}$ の各々において、 $|wh_{11}^{(1)}|^2$ 及び $|wh_{22}^{(1)}|^2$ は希望信号電力を表し、 $(|w_{11}^{(1)}|^2 + |w_{12}^{(1)}|^2) P_n^{(1)}$ 及び $(|w_{21}^{(1)}|^2 + |w_{22}^{(1)}|^2) P_n^{(1)}$ は雑音電力を表し、 $|wh_{12}^{(1)}|^2$ 及び $|wh_{21}^{(1)}|^2$ は同一端末内での2つのストリーム間の干渉電力を表す。

【 0 0 6 2 】

30

なお、端末#2において受信される2つのストリームについても式(9)と同様に軟判定ウェイト(SINR)が算出される。

【 0 0 6 3 】

次に、本実施の形態における受信ウェイト及び軟判定ウェイトの生成例について説明する。

【 0 0 6 4 】

本実施の形態では、端末200は、上述した一般的な受信ウェイト及び軟判定ウェイトの生成に用いるパラメータに加え、他の端末向けの信号によるユーザ間干渉電力を考慮して受信ウェイト及び軟判定ウェイトを生成する。

【 0 0 6 5 】

40

具体的には、ユーザ間干渉を考慮した場合、各端末200が基地局100から受信する受信信号 r (図4の実線矢印及び点線矢印に相当)を次式(10)で定義する。

【数10】

$$r = HW_{TX}S + n = \begin{bmatrix} H^{(1)}W_{TX}^{(1)}s^{(1)} + H^{(1)}W_{TX}^{(2)}s^{(2)} + n^{(1)} \\ H^{(2)}W_{TX}^{(1)}s^{(1)} + H^{(2)}W_{TX}^{(2)}s^{(2)} + n^{(2)} \end{bmatrix} \quad (10)$$

【 0 0 6 6 】

50

式(10)(図4を参照)において、 $H^{(1)}W_{TX}^{(2)}s^{(2)}$ は、端末#2から端末#1へのユーザ間干渉を表し、 $H^{(2)}W_{TX}^{(1)}s^{(1)}$ は、端末#1から端末#2へのユーザ間干渉を表す。

【0067】

この場合、端末#1の信号分離部212で使用される、第k番目のサブキャリア及び第l番目のOFDMシンボルにおける受信ウェイト $W_{RX}^{(1)}(k,l)$ は次式(11)で表される。

【数11】

$$W_{RX}^{(1)}(k,l) = \left(\left(H^{(1)}(k,l)W_{TX}^{(1)}(k,l) \right)^H \left(H^{(1)}(k,l)W_{TX}^{(1)}(k,l) + P_n^{(1)}I_{N_{RX}} + P_i^{(1)}(k,l) \right)^{-1} \left(H^{(1)}(k,l)W_{TX}^{(1)}(k,l) \right)^H \right) \quad (11)$$

10

【0068】

式(11)において、 $H^{(1)}(k,l)W_{TX}^{(1)}(k,l)$ は、DM-RSチャネル推定部210で推定されるDM-RSチャネル推定値を表し、 $P_n^{(1)}$ は雑音電力推定部211で推定される雑音電力を表す。また、式(11)において、 $P_i^{(1)}(k,l)$ は、ユーザ間干渉電力推定部209で推定されるユーザ間干渉電力(つまり、端末#2の信号から端末#1の信号が受ける干渉電力)であり、次式(12)、式(13)で表される。

【数12】

$$P_i^{(1)}(k,l) = \begin{bmatrix} P_{i_1}^{(1)}(k,l) & 0 \\ 0 & P_{i_2}^{(1)}(k,l) \end{bmatrix} \quad (12)$$

20

【数13】

$$\begin{bmatrix} P_{i_1}^{(1)}(k,l) \\ P_{i_2}^{(1)}(k,l) \end{bmatrix} = \text{diag} \left(\left(H^{(1)}(k,l)W_{TX}^{(2)}(k,l) \right) \left(H^{(1)}(k,l)W_{TX}^{(2)}(k,l) \right)^H \right) \quad (13)$$

30

【0069】

式(13)において、関数diag()は対角行列を表す。また、式(13)において、 $H^{(1)}(k,l)$ はCSI-RSチャネル推定部206で推定されるチャネル推定値(CSI)を表し、 $W_{TX}^{(2)}(k,l)$ は、送信ウェイト情報取得部208において基地局100から取得する、端末#1に対して干渉を与える端末(以下、与干渉端末と呼ぶ。ここでは端末#2)の送信ウェイトを表す。

【0070】

各端末200において、DM-RSチャネル推定値 $H^{(1)}(k,l)W_{TX}^{(1)}(k,l)$ 及びユーザ間干渉電力 P_i は、サブキャリア及びOFDMシンボル単位(つまり、リソースエレメント単位)で推定される。つまり、端末200は、サブキャリア及びOFDMシンボル単位でユーザ間干渉電力を推定し、ユーザ間干渉電力を用いて受信ウェイト $W_{RX}^{(1)}(k,l)$ をサブキャリア及びOFDMシンボル単位で生成する。なお、雑音電力 P_n は例えば、所定のサブキャリア及びOFDMシンボルの平均値でもよい。

40

【0071】

端末#1の信号分離部212は、式(11)に示す受信ウェイト $W_{RX}^{(1)}(k,l)$ を受信信号r(式(1)の端末#1に対応する部分)に乗算して2ストリームの信号に分離する。

【0072】

式(11)より、ユーザ間干渉電力 P_i が小さいほどZF(Zero Forcing)法と同様の特性に近似し、ユーザ間干渉電力 P_i が大きいほどMRC(Maximum Ratio Combining: 最大比合成

50

法と同様の特性に近似すると云える。

【 0 0 7 3 】

また、式 (1 1) に示す受信ウェイト $w_{RX}^{(1)}(k, l)$ を用いて分離された 2 つのストリームの各々に対する軟判定ウェイト (SINR) は次式 (1 4) で表される。

【 数 1 4 】

$$SINR_1^{(1)} = \frac{|wh_{11}^{(1)}(k, l)|^2}{|wh_{12}^{(1)}(k, l)|^2 + \left(|w_{11}^{(1)}(k, l)|^2 + |w_{12}^{(1)}(k, l)|^2 \right) (P_n^{(1)} + P_{i_1}^{(1)}(k, l))} \quad (14)$$

$$SINR_2^{(1)} = \frac{|wh_{22}^{(1)}(k, l)|^2}{|wh_{21}^{(1)}(k, l)|^2 + \left(|w_{21}^{(1)}(k, l)|^2 + |w_{22}^{(1)}(k, l)|^2 \right) (P_n^{(1)} + P_{i_2}^{(1)}(k, l))}$$

【 0 0 7 4 】

式 (1 4) において、 $P_{i_1}^{(1)}(k, l)$ 及び $P_{i_2}^{(1)}(k, l)$ は、ユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 において推定されるユーザ間干渉電力 (つまり、端末 #2 の信号から端末 #1 の信号が受ける干渉電力) であり、次式 (1 5) で表される。なお、軟判定ウェイトの生成に用いられる P_{i_1} は、受信ウェイト $w_{RX}^{(1)}(k, l)$ が考慮されている点で、受信ウェイト $w_{RX}^{(1)}(k, l)$ の生成に用いられるユーザ間干渉電力 P_{i_1} (式 (1 2) 及び式 (1 3)) と異なる。

【 数 1 5 】

$$\begin{bmatrix} P_{i_1}^{(1)}(k, l) \\ P_{i_2}^{(1)}(k, l) \end{bmatrix} = \text{diag} \left(\left(w_{RX}^{(1)}(k, l) H^{(1)}(k, l) W_{TX}^{(2)}(k, l) \right) \left(w_{RX}^{(1)}(k, l) H^{(1)}(k, l) W_{TX}^{(2)}(k, l) \right)^H \right) \quad (15)$$

【 0 0 7 5 】

式 (1 5) より、ユーザ間干渉電力 P_{i_1} が小さいほど軟判定ウェイトは大きくなり、ユーザ間干渉電力 P_{i_1} が大きいほど軟判定ウェイトは小さくなる。すなわち、ユーザ間干渉電力 P_{i_1} が小さいほど、端末 2 0 0 で受信した基地局 1 0 0 からの希望信号の確からしさ (つまり、軟判定結果である尤度) は高くなる。

【 0 0 7 6 】

< 干渉抑圧処理の動作例 >

図 5 は、図 1 に示す通信システムの各装置における動作を示すシーケンス図である。

【 0 0 7 7 】

図 5 において、ステップ (以下、単に「 S T 」と表す) 1 0 1 では、基地局 1 0 0 は、各端末 2 0 0 (端末 #1、#2) に対して CSI-RS を送信する。

【 0 0 7 8 】

S T 1 0 2 では、各端末 2 0 0 の CSI-RS チャネル推定部 2 0 6 は、S T 1 0 1 で受信した CSI-RS を用いて CSI チャネル推定値を算出する。S T 1 0 3 では、各端末 2 0 0 のアップリンク送信処理部 2 0 7 は、算出した CSI チャネル推定値を基地局 1 0 0 へフィードバックする。

【 0 0 7 9 】

S T 1 0 4 では、基地局 1 0 0 の送信ウェイト生成部 1 0 2 は、各端末 2 0 0 からフィードバックされた CSI チャネル推定値を用いて送信ウェイトを生成する。ここで、CSI チャネル推定値は、例えば、サブバンド単位でフィードバックされ、送信ウェイトもサブバンド単位で生成される。

【 0 0 8 0 】

S T 1 0 5 では、基地局 1 0 0 の送信ウェイト情報生成部 1 0 3 は、S T 1 0 4 で生成した送信ウェイトを示す送信ウェイト情報を生成する。具体的には、基地局 1 0 0 は、端末 #1 に対して、与干渉端末である端末 #2 の送信ウェイトを示す送信ウェイト情報を生成し

10

20

30

40

50

、端末#2に対して、与干渉端末である端末#1の送信ウェイトを示す送信ウェイト情報を生成する。

【0081】

ST106では、基地局100は、ST105で生成した送信ウェイト情報を各端末200へ送信する。具体的には、基地局100は、端末#2の送信ウェイトを示す送信ウェイト情報を端末#1へ送信し、端末#1の送信ウェイトを示す送信ウェイト情報を端末#2へ送信する。

【0082】

ST107では、基地局100は、各端末200（端末#1、#2）に対してCSI-RSを送信する。ST108では、基地局100は、各端末200（端末#1、#2）に対して下りリンク信号（下りリンクデータ信号及びDM-RSなどを含む。MU-MIMO送信信号と呼ぶこともある）を送信する。

10

【0083】

ST109では、各端末200の送信ウェイト情報取得部208は、ST106で送信される送信ウェイト情報から与干渉端末向けの送信ウェイトを取得する。ST110では、各端末200のCSI-RSチャネル推定部206は、ST107で送信されるCSI-RS（つまり、ビームフォーミング制御が行われるタイミングで受信したCSI-RS）を用いてCSIチャネル推定値を算出する。

【0084】

ST111では、各端末200のユーザ間干渉電力推定部209は、ST109で取得した与干渉端末の送信ウェイトと、ST110で推定したCSIチャネル推定値とを用いて、ユーザ間干渉電力を推定する（例えば、式（12）、式（13）、式（15）を参照）。

20

【0085】

ST112では、各端末200は、ST111で推定したユーザ間干渉電力を用いて、ST108で受信した下りリンクデータ信号に対する受信処理を行う。具体的には、各端末200の信号分離部212は、ユーザ間干渉電力（例えば、式（12）、式（13）を参照）を用いて受信ウェイトを生成し（例えば、式（11）を参照）、受信ウェイトを受信信号に乗算して信号分離を行う。また、各端末200の復調部213は、ユーザ間干渉電力（例えば、式（15）を参照）を用いて軟判定ウェイトを生成し（例えば、式（14）を参照）、軟判定ウェイトを用いて、軟判定値に対する重みづけを行う。

30

【0086】

このように、端末200は、サブキャリア及びOFDMシンボル毎のユーザ干渉電力を考慮した受信ウェイト及び軟判定ウェイトを用いて希望信号の受信処理を行うことで、ユーザ間干渉を抑圧して、希望信号の受信品質を向上させることができる。

【0087】

[効果の説明]

以上のように、本実施の形態では、端末200において、無線受信部201は、基地局100からMU-MIMO送信される、空間多重された複数のデータ信号を受信し、ユーザ間干渉電力推定部209は、MU-MIMO送信される他の端末200の送信ウェイトを用いてユーザ間干渉電力を推定し、信号分離部212は、ユーザ間干渉電力を用いて受信ウェイトを生成し、受信ウェイトを用いて複数のデータ信号を分離する。また、復調部213は、分離された複数のデータ信号をそれぞれ復調し軟判定値を算出し、ユーザ間干渉電力及び受信ウェイトを用いて軟判定ウェイトを生成し、軟判定ウェイトを用いて、軟判定値に対する重みづけを行う。

40

【0088】

これにより、端末200では、サブキャリア毎に推定されるユーザ間干渉を考慮して受信処理（信号分離及び軟判定値に対する重みづけ処理）を行うことができる。よって、マルチパス環境のように周波数変動が激しい場合でも、端末200は、実際の周波数特性に応じた適切な受信ウェイト及び軟判定ウェイトを用いて受信処理を行うことができるので

50

、受信性能（信号分離性能及び復号性能）を向上させることができる。よって、本実施の形態によれば、端末200においてユーザ間干渉を効果的に抑圧することができる。

【0089】

また、本実施の形態では、CSIチャネル推定値がサブキャリア単位よりも粗い粒度（例えばサブバンド単位）でフィードバックされ、基地局100において使用される送信ウェイトの制御粒度もサブキャリア単位よりも粗い。すなわち、MU-MIMO送信において、受信ウェイトはサブキャリア毎に生成されるのに対して、送信ウェイトは複数のサブキャリア単位（例えば、サブバンド単位）で生成される。これにより、本実施の形態に係る通信システムでは、送信側（基地局100）において送信ウェイト制御の演算量の増加を抑えることができる。

10

【0090】

以上より、本実施の形態によれば、演算量の増加を抑えて、ユーザ間干渉を抑圧することができる。

【0091】

なお、本実施の形態において、基地局100から端末200へ通知される与干渉端末の送信ウェイトの通知方法は、特に限定されない。例えば、基地局100は、送信ウェイトそのものを示す情報を端末200へ通知してもよい。または、基地局100は、送信ウェイトをコードブック化し、生成した送信ウェイトに対応するコードブックを端末200へ通知してもよい。

【0092】

また、本実施の形態において、CSIチャネル推定値のフィードバック粒度及び送信ウェイトの制御粒度としてサブバンド単位を例に挙げて説明したが、上記粒度はサブバンド単位に限定されない。

20

【0093】

また、図5では2台の端末200に対するMU-MIMO処理について説明したが、MU-MIMOの対象となる端末200の数は2台に限定されない。

【0094】

[実施の形態2]

実施の形態1では、ユーザ間干渉電力の推定に用いる与干渉端末の送信ウェイトを基地局から端末へ通知する場合について説明した。これに対して、本実施の形態では、与干渉端末の送信ウェイトを端末が推定する場合について説明する。

30

【0095】

つまり、本実施の形態に係る基地局100a（図示しない）は、与干渉端末の送信ウェイトを各端末に通知しない。よって、本実施の形態に係る基地局100aは、実施の形態1に係る基地局100（図2）における送信ウェイト情報の送信処理に関する構成部（送信ウェイト情報生成部103、誤り訂正符号化部104、変調部105）を備えない。

【0096】

図6は、本実施の形態に係る端末300の構成の一例を示すブロック図である。なお、図6には、端末300の構成要素のうち、本開示の一態様に係る発明に関連する部分が主に示されている。

40

【0097】

また、図6において、実施の形態1（図3）と同様の処理を行う構成部には同一の符号を付し、その説明を省略する。具体的には、端末300は、実施の形態1に係る端末200と比較して、送信ウェイト情報取得部208の代わりに、送信ウェイト生成部301及び送信ウェイト保持部302を備える点が異なる。

【0098】

送信ウェイト生成部301は、CSI-RSチャネル推定部206から入力されるCSIチャネル推定値を用いて、与干渉端末の送信ウェイトを生成する。

【0099】

ただし、端末300は、以下の条件の場合に与干渉端末の送信ウェイトを生成する。

50

条件 1 : 送信ウェイト生成アルゴリズムとしてBD (Block Diagonalization) 法を使用

条件 2 : MU-MIMO送信における端末数が 2 個

【 0 1 0 0 】

BD法では、与干渉端末の送信ウェイトは、ユーザ間干渉を受ける端末（以下、被干渉端末と呼ぶ）のチャネル推定値（つまり、端末 3 0 0 のCSI-RSチャネル推定部 2 0 6 で推定されるCSIチャネル推定値）から算出される。

【 0 1 0 1 】

具体的には、BD法では、与干渉端末の送信ウェイトを算出する場合、被干渉端末のチャネル推定値を特異値分解し、雑音部分空間に対応する固有ベクトルを与干渉端末の送信ウェイトとして用いる。

【 0 1 0 2 】

これにより、端末 3 0 0 の送信ウェイト生成部 3 0 1 は、基地局 1 0 0 a から与干渉端末の送信ウェイトを通知されなくても、自機のチャネル推定値（CSIチャネル推定値）を用いて、与干渉端末の送信ウェイトを生成することができる。

【 0 1 0 3 】

送信ウェイト生成部 3 0 1 は、生成した与干渉端末の送信ウェイトを送信ウェイト保持部 3 0 2 へ出力する。

【 0 1 0 4 】

送信ウェイト保持部 3 0 2 は、送信ウェイト生成部 3 0 1 から入力される与干渉端末の送信ウェイトを保持する。そして、送信ウェイト保持部 3 0 2 は、保持している与干渉端末の送信ウェイトをユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 へ出力する。

【 0 1 0 5 】

なお、送信ウェイト生成部 3 0 1 において与干渉端末の送信ウェイトの生成に使用されるCSIチャネル推定値は、基地局 1 0 0 aへフィードバックされ、送信ウェイトの生成にも使用される。送信ウェイト保持部 3 0 2 は、基地局 1 0 0 aへフィードバックされたCSIチャネル推定値から算出される送信ウェイトによって送信ビーム制御された下りリンクデータの受信タイミングにおいて、当該CSIチャネル推定値によって生成された与干渉端末の送信ウェイトを出力する。これにより、ユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 は、基地局 1 0 0 aから送信された下りリンクデータ信号に対する送信ビーム制御で使用されたCSIチャネル推定値と同様のCSIチャネル推定値を用いて生成された与干渉端末の送信ウェイトを用いてユーザ間干渉電力を推定することができる。

【 0 1 0 6 】

図 7 は、本実施の形態に係る通信システムの各装置における動作を示すシーケンス図である。なお、図 7 において、実施の形態 1（図 5）と同様の処理には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【 0 1 0 7 】

図 7 において、基地局 1 0 0 a は、実施の形態 1 に係る基地局 1 0 0 と異なり、送信ウェイト情報の生成及び送信処理（図 5 に示す S T 1 0 5、S T 1 0 6）を行わない。

【 0 1 0 8 】

一方、各端末 3 0 0（端末#1，端末#2）は、S T 2 0 1 において、与干渉端末の送信ウェイトを生成する。具体的には、端末#1の送信ウェイト生成部 3 0 1 は、S T 1 0 2 で推定したCSIチャネル推定値を用いて、与干渉端末である端末#2の送信ウェイトを生成する。同様に、端末#2の送信ウェイト生成部 3 0 1 は、S T 1 0 2 で推定したCSIチャネル推定値を用いて、与干渉端末である端末#1の送信ウェイトを生成する。

【 0 1 0 9 】

そして、各端末 3 0 0 のユーザ間干渉電力推定部 2 0 9 は、S T 2 0 1 で生成した与干渉端末の送信ウェイトを用いてユーザ間干渉電力を推定する。

【 0 1 1 0 】

このようにして、本実施の形態では、端末 3 0 0 は、自機のCSIチャネル推定値を用いて、与干渉端末の送信ウェイトを生成する。これにより、本実施の形態では、実施の形態

10

20

30

40

50

1 の効果に加え、ユーザ間干渉電力の推定に使用する与干渉端末の送信ウェイトの通知に要するシグナリングを削減することができる。

【 0 1 1 1 】

以上、本開示の一態様に係る各実施の形態について説明した。

【 0 1 1 2 】

なお、上記実施の形態 1 と実施の形態 2 とを適宜組み合わせる実施してもよい。すなわち、各端末（端末 2 0 0 , 3 0 0 ）において、基地局 1 0 0 から与干渉端末の送信ウェイトを受信してもよく、各端末で与干渉端末の送信ウェイトを生成してもよい。

【 0 1 1 3 】

上記実施の形態では、端末 2 0 0 , 3 0 0 においてCSI-RSを用いてチャネル推定する場合について説明したが、チャネルを推定できる参照信号であればよい。例えば、CRS (Cell-specific Reference Signal) を用いてもよい。

10

【 0 1 1 4 】

また、上記実施の形態では、端末 2 0 0 , 3 0 0 が、ユーザ間干渉電力を用いて受信ウェイト及び軟判定ウェイトの双方を生成する場合について説明したが、これに限定されず、例えば、端末 2 0 0 , 3 0 0 は、ユーザ間干渉電力を用いて、受信ウェイト又は軟判定ウェイトの何れか一方を生成してもよい。

【 0 1 1 5 】

また、上記実施の形態では、本開示の一態様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、本開示はハードウェアとの連携においてソフトウェアで実現することも可能である。

20

【 0 1 1 6 】

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、入力端子および出力端子を有する集積回路であるLSIとして実現される。集積回路は、上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックを制御し、入力端子と出力端子を備えてもよい。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と称されることもある。

【 0 1 1 7 】

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・プロセッサを利用してもよい。

30

【 0 1 1 8 】

さらには、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。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 1 9 】

本開示の一態様に係る発明は、無線通信システムに好適である。

40

【 符号の説明 】

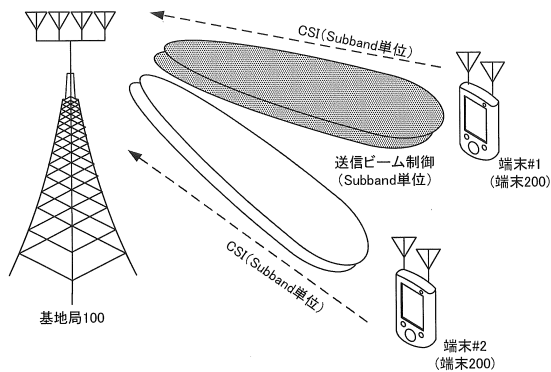
【 0 1 2 0 】

- 1 0 0 , 1 0 0 a 基地局
- 1 0 1 , 2 0 2 ベースバンド処理部
- 1 0 2 , 3 0 1 送信ウェイト生成部
- 1 0 3 送信ウェイト情報生成部
- 1 0 4 , 1 0 7 誤り訂正符号化部
- 1 0 5 , 1 0 8 変調部
- 1 0 6 送信データ生成部
- 1 0 9 プリコーディング制御部

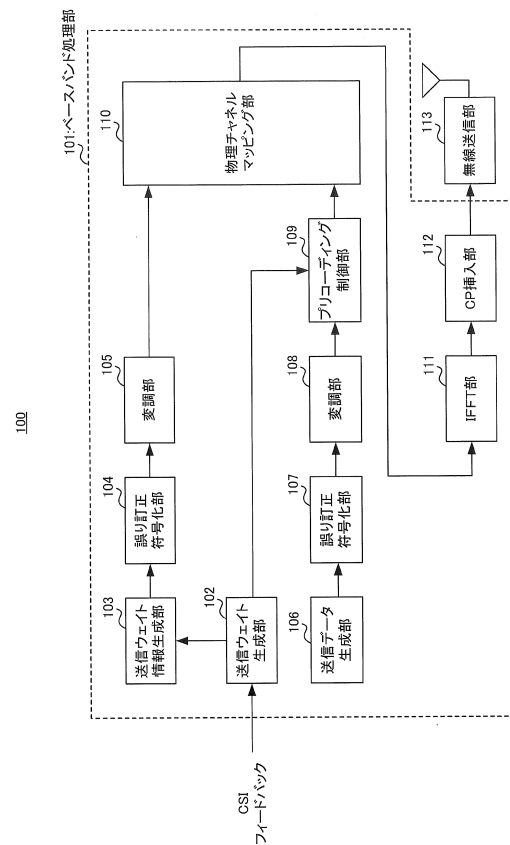
50

- 1 1 0 物理チャネルマッピング部
- 1 1 1 IFFT部
- 1 1 2 CP挿入部
- 1 1 3 無線送信部
- 2 0 0 , 3 0 0 端末
- 2 0 1 無線受信部
- 2 0 3 CP除去部
- 2 0 4 FFT部
- 2 0 5 物理チャネルデマッピング部
- 2 0 6 CSI-RSチャネル推定部
- 2 0 7 アップリンク送信処理部
- 2 0 8 送信ウェイト情報取得部
- 2 0 9 ユーザ間干渉電力推定部
- 2 1 0 DM-RSチャネル推定部
- 2 1 1 雑音電力推定部
- 2 1 2 信号分離部
- 2 1 3 復調部
- 2 1 4 誤り訂正復号部
- 3 0 2 送信ウェイト保持部

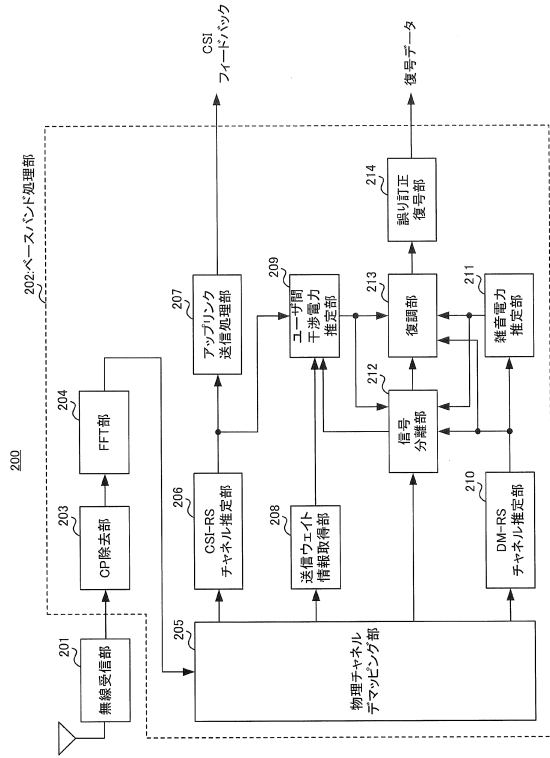
【図1】



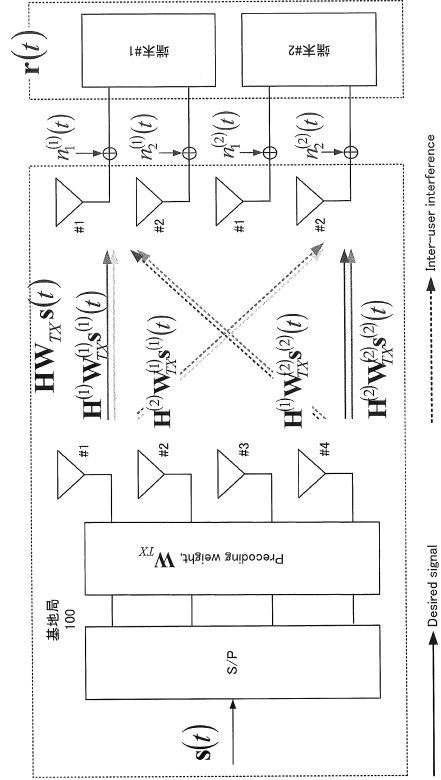
【図2】



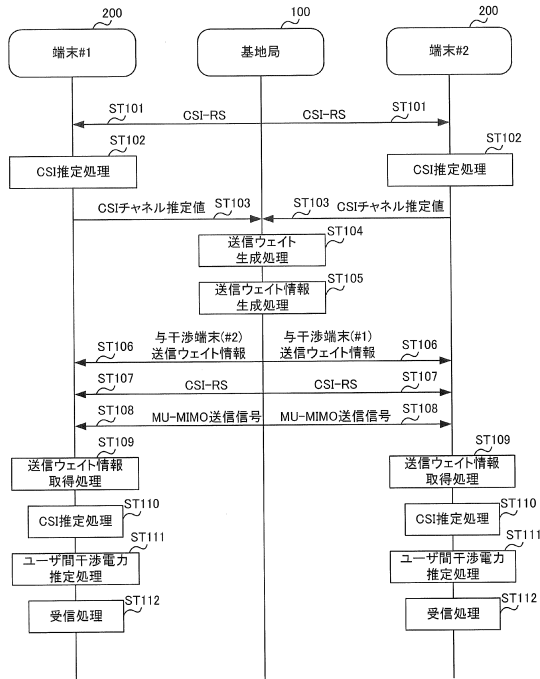
【図3】



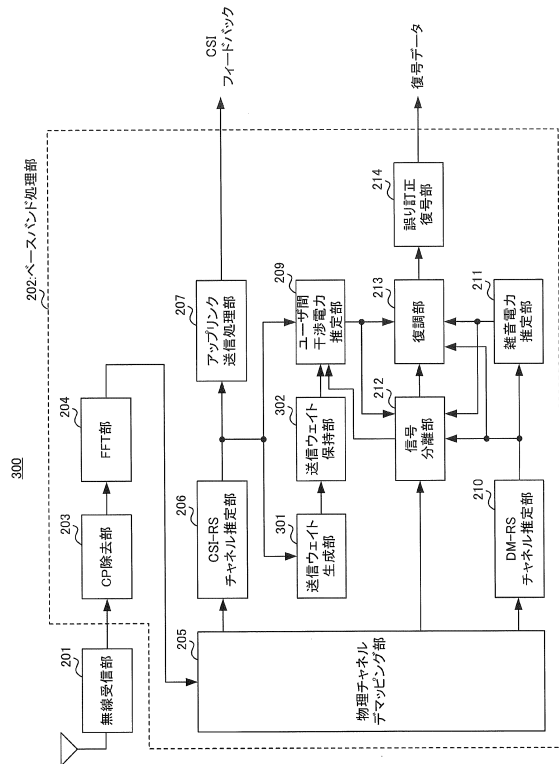
【図4】



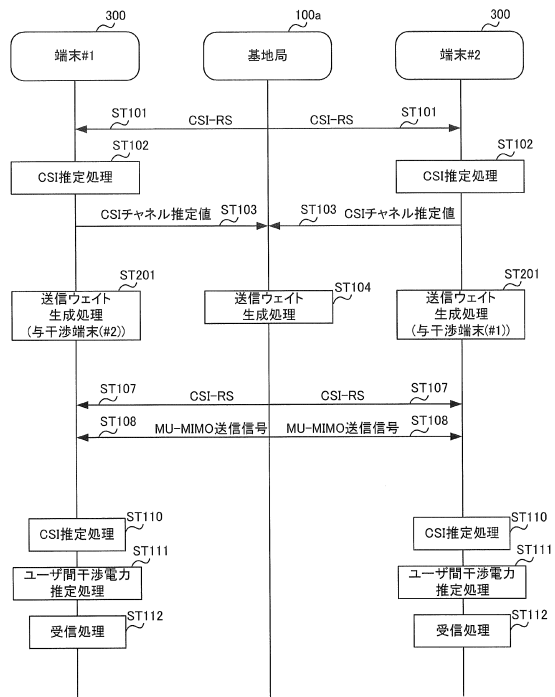
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-27368(JP,A)
特開2009-111926(JP,A)
特開2006-5908(JP,A)
熊谷 慎也 他,上りリンクシングルキャリアMU-MIMOにおける送受信協調MMSEフィルタリング,電子情報通信学会技術研究報告:RCS,無線通信システム 114(395),一般財団法人電子情報通信学会,2015年 1月15日,pp.181-186
- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
H04B 7/0452
H04W 16/28
IEEE Xplore