

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 1 月 8 日(08.01.2015)

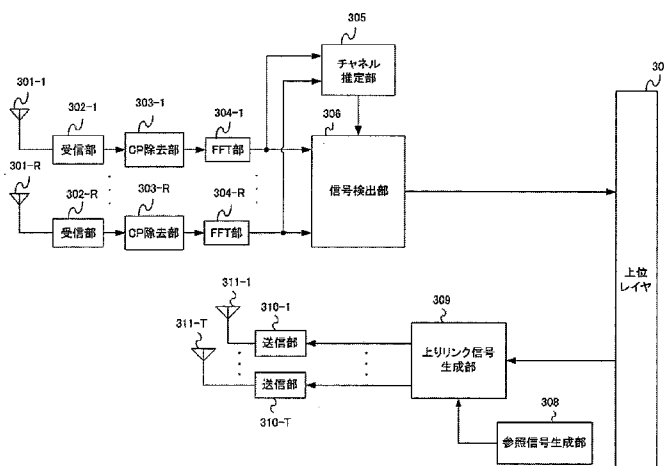


(10) 国際公開番号
WO 2015/001982 A1

- (51) 国際特許分類:
H04J 11/00 (2006.01) H04W 92/10 (2009.01)
H04J 99/00 (2009.01) H04W 92/20 (2009.01)
H04W 16/32 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/066338
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 19 日(19.06.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-139355 2013 年 7 月 3 日(03.07.2013) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 山田 良太(YAMADA Ryota). 横枕 梢(YOKOMAKURA Kozue). 加藤 勝也(KATO Katsuya). 留場 宏道(TOMIBA Hiromichi).
- (74) 代理人: 福地 武雄(FUKUCHI Takeo); 〒1500031 東京都渋谷区桜丘町 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: TERMINAL DEVICE AND RECEIVING METHOD

(54) 発明の名称: 端末装置及び受信方法



302-1, 302-R Receiving unit
303-1, 303-R CP suppression unit
304-1, 304-R FFT unit
305 Channel estimation unit
306 Signal detection unit
307 Upper layer
308 Reference signal generating unit
309 Uplink signal generating unit
310-1, 310-T Transmitting unit

(57) Abstract: An objective of the present invention is, even when receiving a plurality of interference streams, to reduce receiving performance degradation from inter-cell interference and inter-user interference. Provided is a terminal device which is connected to a first base station device, which receives a first interference signal which is inter-user interference from a first base station and a second interference signal which is inter-cell interference from a second base station. At least one interference stream among the first interference signal is demodulated using terminal information which is notified from the first base station, and the second interference signal is canceled using a reception weight.

(57) 要約: 多くの干渉ストリームを受信する場合であっても、セル間干渉、ユーザ間干渉による受信性能の劣化を軽減すること。第1の基地局装置と接続している端末装置であって、第1の基地局装置からのユーザ間干渉である第1の干渉信号と、第2の基地局装置からのセル間干渉である第2の干渉信号とを受信し、前記第1の干渉信号のうち少なくとも1つの干渉ストリームは前記第1の基地局装置から通知される端末情報を用いて復調し、前記第2の干渉信号は受信重みを用いて抑圧すること。

明 細 書

発明の名称： 端末装置及び受信方法

技術分野

[0001] 本発明は、端末装置及び受信方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、スマートフォンやタブレット端末の普及に伴い、モバイル伝送におけるトラフィックは、指数的に増大を続けており、今後もさらに増大することが予想されている。このような無線トラフィック増大の対策の1つとして、ヘテロジーニアスネットワーク（Heterogeneous Network）による基地局の高密度配置の検討が行われている。基地局の高密度配置は、マクロセル内に小電力基地局（LPN: Low Power Node）等を配置し、端末装置が小電力基地局に接続することで、マクロ基地局の負荷を軽減するものである。この時、セル間干渉（Inter-Cell Interference）が問題となる。

[0003] また、セルスループットを向上させるために、複数の端末装置を空間多重するMU-MIMO（Multi-User Multiple Input Multiple Output）の検討も行われている。MU-MIMOでは、端末装置間の干渉（ユーザ間干渉）が問題となる。

[0004] このようなセル間干渉やユーザ間干渉に対して、3GPP（3rd Generation Partnership Project）では、端末装置が干渉信号を抑圧または除去するNAICS（Network Assisted Interference Cancellation and Suppression）の検討が行われている。NAICSでは、端末装置は、干渉となっている他の端末装置に関する情報を受け取り、干渉となっている他の端末装置宛の信号を検出し、干渉除去を行う。NAICSについては、非特許文献1に記載されている。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1：RP-130404、“Study on Network-Assisted Interference Cancellation and Suppression for LTE,” 3GPP TSG RAN Meeting #59、2013年 3月。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、NAICSでは、干渉信号を検出して除去を行うため、精度良く干渉信号を検出するためには、端末装置が備える受信アンテナ数を干渉信号ストリーム数よりも多くする必要がある。従って、受信アンテナ数よりも多くの干渉ストリームを受信する場合や多数の受信アンテナを搭載できない小型端末装置では、高精度に干渉除去が行えず、受信性能が劣化するという問題がある。
- [0007] 本発明はこのような事情を鑑みてなされたものであり、その目的は、多くの干渉ストリームを受信する場合であっても、セル間干渉、ユーザ間干渉による受信性能の劣化を軽減することが可能な端末装置及び受信方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0008] 上述した課題を解決するために本発明に係る端末装置及び受信方法の構成は、次の通りである。
- [0009] 本発明の端末装置は、第1の基地局装置と接続している端末装置であって、
- 第1の基地局装置からのユーザ間干渉である第1の干渉信号と、第2の基地局装置からのセル間干渉である第2の干渉信号とを受信し、
- 前記第1の干渉信号のうち少なくとも1つの干渉ストリームは前記第1の基地局装置から通知される端末情報を用いて復調し、前記第2の干渉信号は受信重みを用いて抑圧することを特徴とする。

- [0010] また、本発明の端末装置において、前記第２の基地局装置は複数であることを特徴とする。
- [0011] また、本発明の端末装置において、前記第２の干渉信号を抑圧した後に前記第１の干渉信号を抑圧することを特徴とする。
- [0012] また、本発明の基地局装置は、複数の基地局装置と協調している基地局装置であって、該基地局装置が接続している端末装置に対して、ユーザ間干渉である第１の干渉信号を復調するための端末情報を通知し、セル間干渉は他の基地局装置と協調して抑圧することを特徴とする。
- [0013] また、本発明の受信方法は、第１の基地局装置と接続している端末装置における受信方法であって、第１の基地局装置からのユーザ間干渉である第１の干渉信号と、第２の基地局装置からのセル間干渉である第２の干渉信号とを受信し、前記第１の干渉信号のうち少なくとも１つの干渉ストリームは前記第１の基地局装置から通知される端末情報を用いて復調し、前記第２の干渉信号は受信重みを用いて抑圧することを特徴とする。

発明の効果

- [0014] 本発明によれば、第１の干渉信号と第２の干渉信号を受信し、前記第１の干渉信号は、前記基地局装置から通知される端末情報を用いて復調し、前記第２の干渉信号は受信重みを用いて抑圧するようにした。従って、多くの干渉ストリームを受信する場合であっても、セル間干渉、ユーザ間干渉による受信性能の劣化を軽減できるため、スループットを向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図１]第１の実施形態に係る通信システムの概略図である。
- [図２]第１の実施形態に係る基地局装置の概略ブロック図である。
- [図３]第１の実施形態に係る端末相違の概略ブロック図である。
- [図４]第１の実施形態に係る信号検出部の概略ブロック図である。
- [図５]第２の実施形態に係る信号検出部の概略ブロック図である。
- [図６]第３の実施形態に係る通信システムのシーケンス図である。

[図7]第3の実施形態に係る基地局装置の概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0016] (第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態について説明する。本実施形態における通信システムは、基地局（送信装置、セル、送信点、送信アンテナ群、送信アンテナポート群、コンポーネントキャリア、eNodeB）および端末（端末装置、移動端末、受信点、受信端末、受信装置、受信アンテナ群、受信アンテナポート群、UE）を備える。

[0017] 図1は、第1の実施形態に係る通信システムの一例を示す図である。図1には、基地局装置（マクロ基地局、第1の基地局ともいう）100-1、マクロ基地局よりも送信電力が低い基地局装置（LPN: Low Power Node、小電力基地局、第2の基地局ともいう）100-2、端末装置101、102を備える。100-1aは、マクロ基地局100-1のカバレッジ（マクロセル）、100-2aは小電力基地局100-2のカバレッジ（ピコセル、スモールセル等）である。カバレッジとは、基地局装置が端末装置と接続可能な範囲（通信エリア）をいう。なお、以下では、マクロ基地局と小電力基地局でマルチセルを構成している例を説明するが、本発明はこれに限らず、マクロ基地局のみでマルチセルを構成しても良いし、小電力基地局のみでマルチセルを構成しても良い。また、マクロ基地局と端末装置が接続している場合を図示していないが、マクロ基地局と端末装置が接続する場合も本発明に含まれる。また、基地局装置間は、無線接続されていても良いし、有線接続されていても良い。

[0018] また、小電力基地局が複数ある場合、小電力基地局毎に送信電力が異なっても良い。また、マクロ基地局と小電力基地局は、送信電力の区別のみならず、既にサービスインしている方式をサポートする後方互換性のある基地局と、新しく定義される後方互換性のない基地局とで区別しても良い。

[0019] また、小電力基地局間でサービスする方式（通信システムのバージョン、オプション等）が異なっても良い。

[0020] また、本発明は、セル数、基地局の数、端末装置の数、セルの種類（例えば、マクロセル、ピコセル、フェムトセル、スモールセル等）、基地局の種類は以下の実施形態に限定されない。また、図1では、スモールセルがマクロセルと完全に重なっているが、部分的に重なっていても良いし、重なっていないだけでも良い。

[0021] 図2は、本実施形態における基地局装置100-2の構成を示す概略ブロック図である。基地局装置100-2は、上位レイヤ201、符号化部202-1～202-U、スクランブル部203-1～203-U、変調部204-1～204-U、レイヤマッピング部205、参照信号生成部206、プレコーディング部207、端末情報生成部208、リソースマッピング209-1～209-T、OFDM信号生成部210-1～210-T、送信部211-1～211-T、送信アンテナ212-1～212-T、受信アンテナ213-1～213-R、受信部214-1～214-R、報告情報検出部215を備える。なお、図中のUは、空間多重するストリーム数を表し、少なくとも1つのストリームは異なる端末装置宛である。また、T、Rはそれぞれ、送信アンテナ数、受信アンテナ数を表す。なお、上記基地局装置100-2の一部あるいは全部をチップ化して集積回路となる場合、各機能ブロックに対して制御を行うチップ制御回路を有する。

[0022] 上位レイヤ201は、OSI参照モデルで定義された通信機能の階層のうち、物理層（Physical Layer）よりも上位の機能の階層、例えばMAC（媒体アクセス制御：Media Access Control）層、データリンク層、ネットワーク層等である。また、上位レイヤ201は、基地局装置100-2を構成する各部位が、機能を発揮するために必要なその他のパラメータも通知する。

[0023] 符号化部202-1～202-Uは、上位レイヤ201から入力された情報データに対して、誤り訂正符号化を行い、符号化ビット（コードワードともいう）を生成する。また、情報データは、例えば、通話に伴う音声信号、撮影した画像を表す静止画像又は動画像信号、文字メッセージ等である。符

号化部202-1~202-Uが誤り訂正符号化を行う際に用いる符号化方式は、例えば、ターボ符号化 (Turbo Coding)、畳み込み符号化 (Convolutional Coding)、低密度パリティ検査符号化 (Low Density Parity Check coding; LDPC) 等である。

[0024] なお、符号化部202-1~202-Uは、誤り訂正符号化したデータ系列の符号化率 (coding rate) をデータ伝送率に対応する符号化率に合わせるために、符号化ビット系列に対してレートマッチング処理を行っても良い。また、符号化部202-1~202-Uは、誤り訂正符号化したデータ系列を並び替えてインターリーブする機能を有しても良い。

[0025] スクランブル部203-1~203-Uは、符号化部202-1~202-Uから入力されるコードワードに対して、それぞれセルIDに基づいたスクランブルを行う。

[0026] スクランブルされたコードワードは、変調部204-1~204-Uにおいて、変調シンボルにマッピングされる。変調部204-1~204-Uが行う変調処理は、例えば、BPSK (Binary Phase Shift Keying; 2相位相変調)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying; 4相位相変調)、M-QAM (M-Quadrature Amplitude Modulation; M値直交振幅変調、例えば、M=16、64、256、1024、4096) などである。なお、変調部204-1~204-Uは、生成した変調シンボルを並び替えてインターリーブする機能を有しても良い。

[0027] 変調シンボルは、レイヤマッピング部205において、空間多重のためにレイヤマッピングされる。例えば、LTE-A (LTE-Advanced) では最大で8レイヤまでサポートされており、1つのコードワードは最大で4レイヤにマッピングされる。

[0028] 参照信号生成部206は、参照信号を生成して、プレコーディングが必要な参照信号をプレコーディング部207に、プレコーディングしない参照信

号をリソースマッピング部209-1~209-Tに出力する。

[0029] プレコーディング部207は、レイマッピング部205の出力に対してプレコーディングを行う。なお、一部の参照信号、例えばDMRS（復調用参照信号：DeModulation Reference Symbol）は、復調するデータ信号と同じプレコーディングされても良い。

[0030] 端末情報生成部208は、空間多重されている各端末装置が干渉信号の検出及び除去を行うための他端末装置の情報（端末情報ともよぶ）を生成する。例えば、端末装置101と端末装置102が空間多重されている場合、端末装置101には端末装置102の端末情報を通知し、端末装置102には端末装置101の端末情報を通知する。端末情報は、例えば、セルID、変調方式、符号化率、参照信号、アンテナポート番号、リソース割り当て情報など、他端末装置宛の信号を復調、復号するために必要な情報である。端末情報は、制御信号とすることができる。

[0031] リソースマッピング部209-1~209-Tはプレコーディング部207の出力、参照信号、端末情報をリソースにマッピングする。

[0032] リソースマッピング部209-1~209-Tの出力は、OFDM（直交周波数分割多重：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）信号生成部210-1~210-Tで、IFFT（逆高速フーリエ変換：Inverse Fast Fourier Transform）、サイクリックプレフィックス（CP：Cyclic Prefix）の挿入が行われ、送信部211-1~211-Tでデジタル・アナログ変換、フィルタリング、周波数変換等が行われ、送信アンテナ212-1~212-Tから送信される。

[0033] 基地局装置100-2は、受信する機能も備える。受信アンテナ213-1~213-Rは、端末装置からの信号を受信し、受信部213-1~213-Rで、周波数変換、フィルタリング、アナログ・デジタル変換等を行う。報告情報検出部215は、端末装置からフィードバックされたCSI（Channel State Information）などランク数、MC

S（変調符号化方式：Modulation and Coding Scheme）の決定に必要な情報や、干渉信号のチャネル情報などを求める。チャネル情報には、チャネル行列、チャネル共分散行列や、チャネル行列やチャネル共分散行列を示す情報など、プレコーディングに必要な情報が含まれる。

[0034] 図3は、本実施形態における端末装置の構成を示す概略ブロック図である。端末装置は、受信アンテナ301-1～301-R、受信部302-1～302-R、CP除去部303-1～303-R、FFT部304-1～304-R、チャネル推定部305、信号検出部306、上位レイヤ307、参照信号生成部308、上りリンク信号生成部309、送信部310-1～310-T、送信アンテナ311-1～311-Tを備える。また、端末装置の一部あるいは全部をチップ化して集積回路となる場合、各機能ブロックに対して制御を行うチップ制御回路（図示せず）を有する。なお、送信アンテナ本数T、受信アンテナ本数Rは、基地局装置100-2と同じ表記をしているが、端末装置と基地局装置のアンテナ本数は同じであっても異なっても良い。

[0035] 端末装置は、受信アンテナ301-1～301-Rで信号を受信し、受信部302-1～302-Rで周波数変換、フィルタリング、アナログ・デジタル変換等を行う。受信部302-1～302-Rの出力は、CP除去部303-1～303-Rでサイクリックプレフィックスの除去が行われ、FFT部304-1～304-Rで時間周波数変換が行われる。チャネル推定部305は、DMRSを用いてチャネル推定値を求める。DMRSがプレコーディングされている場合は、プレコーディングを含んだチャネル推定値が求まる。信号検出部306は、基地局装置100-2から端末情報を通知された干渉信号を除去し、他の干渉信号は線形重みで抑圧し、自己宛に送信された情報データを求め、上位レイヤ307に出力する。

[0036] 端末装置は、送信する機能も備える。参照信号生成部308は、上りリンク用の参照信号を生成する。上りリンク信号生成部309は、上位レイヤか

ら得られる情報データや上りリンク信号を生成するためのパラメータ等や、参照信号生成部308から得られる参照信号、基地局装置100-2に報告する情報等から上りリンク信号を生成する。上りリンク信号はSC-FDMA (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) シンボルやOFDMAシンボルで構成された信号である。上りリンク信号生成部309の出力は、送信部310-1~310-Tでデジタル・アナログ変換、フィルタリング、周波数変換等が行われ、送信アンテナ311-1~311-Tから送信される。

[0037] 図4は信号検出部306の構成を示す概略ブロック図である。信号検出部306は、伝搬路補償部401、406、復調部402、デスクランブル部403、復号部404、干渉除去部405を備える。伝搬路補償部401は、受信重みを用いて伝搬路補償を行い、セル間干渉（及び雑音）を抑圧する。復調部402は、復調処理を行ってビット対数尤度比 (LLR: Log Likelihood Ratio) を求める。他端末装置宛の信号を復調する場合、復調部402は、端末情報を用いて復調を行う。デスクランブル部403は、基地局装置で行われたスクランブルを解き、コードワードのビット対数尤度比を求める。復号部404は、コードワードのビット対数尤度比に対して誤り訂正復号を行い、他端末装置宛に送信された信号の場合は、端末情報を用いて復号を行い、得られた符号化ビット対数尤度比を干渉除去部405に出力する。自端末装置宛の信号であった場合、復号により情報ビットを求めると共に、全てのストリームの復号が終わっていない場合、復号後の符号化ビット対数尤度比を干渉除去部405に出力する。伝搬路補償部406は、干渉除去後の信号に対して伝搬路補償を行う。

[0038] 信号検出部306の処理を、図1の場合を例に数式を用いて説明する。端末装置101のリソースエレメント (k, t) における受信信号 $r(k, t)$ を(1)に示す。なお、 k, t はそれぞれサブキャリアインデックス、OFDMシンボルインデックスである。

[数1]

$$\mathbf{r}(k, t) = \mathbf{H}_{11}(k, t)\mathbf{s}_1(k, t) + \mathbf{H}_{12}(k, t)\mathbf{s}_2(k, t) + \mathbf{H}_{13}(k, t)\mathbf{s}_3(k, t) + \mathbf{n}(k, t) \quad (1)$$

[0039] なお、 $\mathbf{H}_{11}$ は基地局装置100-2と端末装置101との間のチャネル行列、 $\mathbf{s}_1$ は基地局装置100-2から端末装置101宛に送信された信号、 $\mathbf{H}_{12}$ は基地局装置100-2と端末装置101との間の $\mathbf{s}_2$ に関する干渉チャネル行列、 $\mathbf{s}_2$ は基地局装置100-2から端末装置102宛に送信された信号、 $\mathbf{H}_{13}$ は基地局装置100-1と端末装置101との間のチャネル行列、 $\mathbf{s}_3$ は基地局装置100-1から基地局装置100-1と接続している端末装置宛に送信された信号を表す。また、 $\mathbf{n}$ は雑音を表す。つまり、式(1)の右辺第1項は所望信号、第2項はユーザ間干渉(第1の干渉信号ともよぶ)、第3項はセル間干渉(第2の干渉信号ともよぶ)を表す。なお、第1の干渉信号の干渉源となる基地局装置を第1の基地局装置、第2の干渉信号の干渉源となる基地局装置を第2の基地局装置とよぶ。なお、第2の基地局装置は1つの基地局装置であっても複数の基地局装置であっても良い。

[0040] 伝搬路補償部401は、 $\mathbf{H}_{13}$ 及び $\mathbf{n}$ (つまり、セル間干渉及び雑音)を抑圧するように伝搬路補償を行う。これは、例えば、式(2)のような重みを用いることができる。式(2)で求めた重みを式(1)に左から乗算して伝搬路補償を行うことができる。

[数2]

$$\mathbf{W}(k, t)^H = [\hat{\mathbf{H}}_{11}(k, t) \hat{\mathbf{H}}_{12}(k, t)]^H \mathbf{R}^{-1} \quad (2)$$

[0041] ただし、 $\hat{\mathbf{H}}$ はチャネル推定値を表し、チャネル推定部305で推定したものを用いる。また、上付きの $\mathbf{H}$ は複素共役転置行列を表す。なお、 $\mathbf{R}$ は受信信号の自己相関行列であり、参照信号(RS: Reference Signal)が配置されるリソースエレメントやデータチャネル(下りリンク共有チャネル: Physical Downlink Shared Ch

annel) を用いて求めることができる。

[0042] 参照信号を用いて求める場合、 R は次式(3)のように求めることができる。

[数3]

$$R = \hat{H}_{11}(k, t) \hat{H}_{11}(k, t)^H + \hat{H}_{12}(k, t) \hat{H}_{12}(k, t)^H + Q \quad (3)$$

[0043] ただし、 Q は干渉雑音の共分散行列であり、式(4)はCRS(セル固有参照信号: Cell-Specific RS)を用いて Q を求めた場合、式(5)はDM-RSを用いて Q を求めた場合である。

[数4]

$$Q = \frac{1}{N_{CRS}} \sum_{k, t \in CRS} \tilde{r}(k, t) \tilde{r}(k, t)^H \quad (4)$$

$$Q = \frac{1}{N_{DMRS}} \sum_{k, t \in DMRS} \tilde{r}(k, t) \tilde{r}(k, t)^H \quad (5)$$

$$\tilde{r}(k, t) = r(k, t) - \hat{H}_{11}(k, t) s_1(k, t) - \hat{H}_{12}(k, t) s_2(k, t) \quad (6)$$

[0044] N_{CRS} は Q の算出に用いたCRSリソースエレメント数であり、 N_{DMRS} は Q の算出に用いたDMRSリソースエレメント数である。

[0045] また、次式(7)はデータチャネルやDMRSリソースエレメントを用いて R を求める方法である。

[数5]

$$R = \frac{1}{N_{PDSCH, DMRS}} \sum_{k, t \in PDSCH, DMRS} r(k, t) r(k, t)^H \quad (7)$$

[0046] $N_{PDSCH, DMRS}$ は、 R の算出に用いたデータチャネル、DMRSリソースエレメント数の和である。

[0047] 伝搬路補償後、全ストリームを復調、復号することもできるが、以下では、逐次型干渉キャンセラ(SIC: Successive Interference

rence Canceller) を適用した場合を説明する。

[0048] 式(2)を用いた伝搬路補償後、ユーザ間干渉について復調、復号した後、干渉除去を行う。干渉ストリーム全てを一括して除去することも可能であるが、ここでは干渉ストリームを1つずつ逐次的に除去する場合を説明する。なお、以降の説明では、ストリームインデックス1から順番に干渉除去を行っていくが、本発明はこれに限らず、任意の干渉除去順を適用することができる。

[0049] 基地局装置100-2からの第1干渉ストリームを除去する場合、干渉除去部405は式(8)のように干渉除去を行う。なお、式(8)はあるリソースエレメントにおける処理を表す数式であるが、以降では必要なとき以外は(k、t)を省略する。

[数6]

$$\tilde{\mathbf{r}}_{0,1} = \mathbf{r} - (\hat{\mathbf{H}}_{12})_1(\hat{\mathbf{s}}_2)_1 \quad (8)$$

[0050] なお、 $(\cdot)_1$ は、行列の場合は第1列、ベクトルの場合は第1要素を表す。また、 $\hat{s}$ は変調シンボルの期待値であるシンボルレプリカを要素に持つベクトルである。シンボルレプリカは、QPSK変調を例にすると、式(9)のように求めることができる。

[数7]

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \tanh(\lambda_1/2) + \frac{j}{\sqrt{2}} \tanh(\lambda_2/2) \quad (9)$$

[0051] ただし、 λ_1 、 λ_2 はそれぞれQPSKシンボルを構成する第1ビットの対数尤度比、第2ビットの対数尤度比を表す。また、 $\tanh$ は双曲線正接関数を表し、 j は虚数単位を表す。

[0052] このとき、伝搬路補償部406は次のような重みを用いて伝搬路補償を行

う。

[数8]

$$\mathbf{W}_{0,1}^H = (\hat{\mathbf{H}}_{12})_2^H \mathbf{R}_{0,1}^{-1} \quad (10)$$

$$\mathbf{R}_{0,1} = (\hat{\mathbf{H}}_{11} \hat{\mathbf{H}}_{11}^H + \hat{\mathbf{H}}_{12} \Delta_{2,1} \hat{\mathbf{H}}_{12}^H + \mathbf{Q})^{-1} \quad (11)$$

$$\Delta_{2,1} = \text{diag}[E[|(s_2)_1|^2] - |(\hat{s}_2)_1|^2, 1, \dots, 1] \quad (12)$$

[0053] ただし、 $E[\]$ は期待値を表す。また、 $\text{diag}[\]$ は括弧内を対角要素に持つ対角行列である。 $\mathbf{Q}$ は式 (4)、(5) と同様に参照信号を用いて求めることができる。また、データを用いて求める場合は次式 (13) のように干渉除去後の信号から求めることができる。

[数9]

$$\mathbf{R}_{0,1} = \frac{1}{N_{\text{PDSCH,DMRS}}} \sum_{k,t \in \text{PDSCH,DMRS}} \tilde{\mathbf{r}}_{0,1}(k,t) \tilde{\mathbf{r}}_{0,1}(k,t)^H \quad (13)$$

[0054] 伝搬路補償後、第2干渉ストリームの復号を行い、必要な場合は、第2干渉ストリームの除去を行う。第 x (> 1) 干渉ストリームまでの干渉除去は次式 (14) のように行うことができる。

[数10]

$$\tilde{\mathbf{r}}_{0,x} = \tilde{\mathbf{r}}_{0,x-1} - (\hat{\mathbf{H}}_{12})_x (\hat{\mathbf{s}}_2)_x \quad (14)$$

[0055] このとき、伝搬路補償部406は、次式 (15) のような重みを用いて伝搬路補償する。

[数11]

$$\mathbf{W}_{0,x}^H = (\hat{\mathbf{H}}_{12})_{x+1}^H \mathbf{R}_{0,x}^{-1} \quad (15)$$

$$\mathbf{R}_{0,x} = (\hat{\mathbf{H}}_{11} \hat{\mathbf{H}}_{11}^H + \hat{\mathbf{H}}_{12} \Delta_{2,x} \hat{\mathbf{H}}_{12}^H + \mathbf{Q})^{-1} \quad (16)$$

$$\Delta_{2,x} = \text{diag}[E[|(s_2)_1|^2] - |(\hat{s}_2)_1|^2, \dots, E[|(s_2)_x|^2] - |(\hat{s}_2)_x|^2, 1, \dots, 1] \quad (17)$$

[0056] なお、データを用いて $R_{0,x}$ を求める場合は、次式（18）のようにすることができる。

[数12]

$$\mathbf{R}_{0,x} = \frac{1}{N_{\text{PDSCH,DMRS}}} \sum_{k,t \in \text{PDSCH,DMRS}} \tilde{\mathbf{r}}_{0,x}(k,t) \tilde{\mathbf{r}}_{0,x}(k,t)^H \quad (18)$$

[0057] 以降、基地局装置 100-2 からの干渉ストリームを全て除去することができる。また、自端末装置宛の信号であっても、空間多重されている場合はストリーム間干渉が生じているため、同様に SIC により干渉を除去できる。自端末装置宛の第 x (> 0) ストリームまでの干渉除去は次式（19）のようにすることができる。ただし、 S は基地局装置 100-2 からの干渉ストリーム数を表す。

[数13]

$$\tilde{\mathbf{r}}_{x,S} = \tilde{\mathbf{r}}_{x-1,S} - (\hat{\mathbf{H}}_{11})_x (\hat{\mathbf{s}}_1)_x \quad (19)$$

[0058] このとき、伝搬路補償部 406 では次式（20）のような重みを用いることができる。

[数14]

$$\mathbf{W}_{x,S}^H = (\hat{\mathbf{H}}_{11})_{x+1}^H \mathbf{R}_{x,S}^{-1} \quad (20)$$

$$\mathbf{R}_{x,S} = (\hat{\mathbf{H}}_{11} \Delta_{1,x} \hat{\mathbf{H}}_{11}^H + \hat{\mathbf{H}}_{12} \Delta_{2,S} \hat{\mathbf{H}}_{12}^H + \mathbf{Q})^{-1} \quad (21)$$

$$\Delta_{1,x} = \text{diag}[E[|(\mathbf{s}_1)_1|^2] - |(\hat{\mathbf{s}}_1)_1|^2, \dots, E[|(\mathbf{s}_1)_x|^2] - |(\hat{\mathbf{s}}_1)_x|^2, 1, \dots, 1] \quad (22)$$

[0059] また、データを用いる場合、 $R_{x,s}$ は次式（23）のように求めることができる。

[数15]

$$\mathbf{R}_{x,S} = \frac{1}{N_{\text{PDSCH,DMRS}}} \sum_{k,t \in \text{PDSCH,DMRS}} \tilde{\mathbf{r}}_{x,S}(k,t) \tilde{\mathbf{r}}_{x,S}(k,t)^H \quad (23)$$

[0060] このように、自端末装置宛の信号が全て復号されるまで行う。

[0061] このように、本実施形態では、ユーザ間干渉は検出及び除去を行い、セル間干渉は受信重みを用いて干渉抑圧を行った。従って、信号電力の強い同一セル内の干渉のみを精度良く除去しているため、スループットを向上させることができる。

[0062] 上述のように、本実施形態では、干渉ストリームを1つずつ検出及び除去を行っていたが、本発明はこれに限らず、複数の干渉ストリームを検出及び除去を行うことも可能である。また、本実施形態では、干渉ストリームから検出及び除去を行っていたが、本発明はこれに限らず、所望ストリームから検出及び除去しても良い。この場合、所望ストリームを除去した後、干渉ストリームの検出及び除去を行い、再度所望ストリームを求めれば良い。また、所望ストリーム、干渉ストリームの検出及び除去を繰り返し行っても良い。なお、所望ストリーム、干渉ストリームの検出及び除去を繰り返し行う場合、繰り返し回数によって、検出及び除去を行う干渉ストリームを端末装置が設定することも可能である。例えば、1つ前までの繰り返しで、ユーザ間干渉のうち一部の信号が精度良く検出できている場合、再度検出する必要はない。このようにすると、全ての繰り返しでユーザ間干渉の全てを検出及び除去を行う場合と比べて、演算量を削減することができる。

[0063] (第2の実施形態)

本実施形態と第1の実施形態は、信号検出部306のみが異なるため、信号検出部306のみ説明する。

[0064] 図5は本実施形態における信号検出部306の構成を示す概略ブロック図である。信号検出部306は、プレフィルタ部501、最尤検出部502、デスクランブル部503-1～503-N、復号部504-1～504-Nを備える。なお、Nは所望信号と端末装置が復調する干渉信号のストリーム数の和を表す。つまり本実施形態では、Nは、基地局装置100-2からのストリーム数と基地局装置100-1からのストリーム数の和となる。

[0065] プレフィルタ部501は、セル間干渉及び雑音を白色化する重みを受信信号に乗算する。最尤検出部502は、プレフィルタ部501の出力に対し、

最尤検出 (MLD: Maximum Likelihood Detection) を行い、所望信号の符号化ビット対数尤度比を求める。符号化ビット対数尤度比は、デスクランブル部 503-1 ~ 503-N でデスクランブルされ、復号部 504-1 ~ 504-N で誤り訂正復号される。

- [0066] 本実施形態における信号検出部 306 の処理を、数式を用いて説明する。プレフィルタ部 501 は、受信信号 r に対して、式 (24) に示すように、干渉雑音を白色化する重みを乗算する。この白色化重みは、例えば、干渉雑音の共分散行列 Q から $Q^{-1/2}$ として求めることができる。 $Q^{-1/2}$ は、共分散行列 Q のコレスキー分解や固有値分解によって求めることができる。

[数16]

$$Q^{-1/2}r = Q^{-1/2}H_{11}s_1 + Q^{-1/2}H_{12}s_2 + Q^{-1/2}H_{13}s_3 + Q^{-1/2}n \quad (24)$$

- [0067] 式 (25) は、白色化重み乗算後の受信信号、チャネル行列、雑音をそれぞれ r' 、 H_{11}' 、 H_{12}' 、 H_{13}' 、 n' として、式 (24) を書きなおしたものである。

[数17]

$$r' = H_{11}'s_1 + H_{12}'s_2 + H_{13}'s_3 + n' \quad (25)$$

- [0068] なお、式 (25) に対して MMSE 重みを求めると、式 (2) と同様になる。なお、白色化重みを乗算しているので、干渉雑音の共分散行列は改めて求めず、単位行列として良い。最尤検出部 502 は r' に対して式 (26) のように最尤検出を行う。

[数18]

$$\lambda_{q,n} = -\min_{b^+} \|r' - (\hat{H}_{11}'s_{1,b} + \hat{H}_{12}'s_{2,c})\|^2 + \min_{b^-} \|r' - (\hat{H}_{11}'s_{1,b} + \hat{H}_{12}'s_{2,c})\|^2 \quad (26)$$

- [0069] $\lambda_{q,n}$ は、所望信号における第 q ストリームの変調シンボルの第 n ビットの対数尤度比を表す。 $s_{1,b}$ はビット列 $b = [b_{1,1}, \dots, b_{N_1,M_1}]$ で定める

s_1 の送信信号候補を表す。なお、 N_1 は所望信号のストリーム数、 M_1 は所望信号における変調信号のコンスタレーション数であり、QPSKでは $M_1 = 4$ 、16QAMでは $M_1 = 16$ 、64QAMでは $M_1 = 64$ である。また、 $s_{2,c}$ はビット列 $c = [c_{1,1}, \dots, c_{N_2,M_2}]$ で定める s_2 の送信信号候補を表す。なお、 N_2 は端末装置で復調する干渉信号のストリーム数の和、 M_2 は干渉信号における変調信号のコンスタレーション数の和である。また、 b^+ は b のうち $b_{q,n} = 1$ となる集合を表しており、 $b^+ = [b_{1,1}, \dots, b_{q,n=1}, \dots, b_{N_1,M_1}]$ である。 b^- は b のうち $b_{q,n} = 0$ となる集合を表しており、 $b^- = [b_{1,1}, \dots, b_{q,n=0}, \dots, b_{N_1,M_1}]$ である。従って、 $\lambda_{q,n}$ は b^+ を用いて生成される最小メトリックと b^- を用いて生成される最小メトリックの差で求められる。

[0070] なお、最尤検出部502は、全ての送信信号候補を計算しなくても良く、送信信号候補の一部からビット対数尤度比を求めることもできる。送信信号候補を削減する方法としては、例えば、Sphere Decoding、Mアルゴリズム、QRM (QR decomposition and M algorithm) -MLDなどの方法を用いることができる。

[0071] このように上記第2の実施形態では、端末装置が受信するセル間干渉及び雑音を白色化するプレフィルタを乗算後、最尤検出を行った。従って、セル間干渉を抑圧しつつ、同一セル内干渉ストリームに関しては最尤検出を行うことができるようになった。

[0072] (第3の実施形態)

図6は、本実施形態に係る基地局装置と端末装置との間のシーケンス図である。一例として、図1の端末装置101が基地局装置100-2に接続する場合を説明する。端末装置101は、同期信号を用いて通信に利用可能なセル(セルID)を検出してセルサーチを行い、基地局装置100-2に初期接続を行う(ステップs601)。基地局装置100-2は周辺セルを把握する(ステップs602)。基地局装置100-2は、端末装置101に対して周辺セルのチャネル測定を要求する(ステップs603)。端末装置

101は、基地局装置100-2から指示された周辺セルのチャンネルを測定し、基地局装置100-2にCSIをフィードバックする（ステップs604）。このとき、端末装置101は、基地局装置100-2と端末装置101との間のチャンネルもフィードバックする。基地局装置100-1~100-2は、各基地局装置で送受信重みが生成できるように、各基地局装置と端末装置101との間のチャンネル行列を共有する（ステップs605）。基地局装置間の情報共有は、X2インターフェースを用いることもできるし、その他の方法を用いることもできる。基地局装置100-1~100-2は、基地局装置100-1から端末装置101への干渉信号が抑圧されるような送受信重みを算出する（ステップs606-1、s606-2）。基地局装置100-2は端末装置101と干渉となる端末情報を端末装置101に通知する（ステップs607）。基地局装置100-2は、各基地局装置の送信重み、端末装置101における受信重みのうち必要なものを端末装置101に通知する（ステップs608）。重みの通知は、規格のバージョンや送信モードによって変えても良い。例えば、復調にCRSを用いる場合は、送信重みの通知を行うが、RSとデータに同じプレコーディング重みが乗算される場合（例えばDMRSの場合）、重みは通知しない、などを行うことができる。また、受信重みの通知は、端末装置で受信重みを求めるかどうかによって変えることができる。基地局装置100-2は、端末装置101に対して、プレコーディングしたデータを送信する（ステップs609）。端末装置101は、基地局装置100-1からの干渉信号は受信重みを乗算して抑圧し、基地局装置100-2からの干渉信号は検出及び除去を行う（ステップs610）。

[0073] 図7は、本実施形態に係る基地局装置100-1の構成を示す概略ブロック図である。基地局装置100-1は、上位レイヤ701、符号化部702-1~702-S、スクランブル部703-1~703-U、変調部704-1~704-U、レイヤマッピング部705、重み生成部706、参照信号生成部707、プレコーディング部708、端末情報生成部709、リソ

ースマッピング部 710-1~710-T、OFDM信号生成部 711-1~711-T、送信部 712-1~712-T、送信アンテナ 713-1~713-T、受信アンテナ 714-1~714-R、受信部 715-1~715-R、報告情報検出部 716を備える。なお、上記基地局装置 100-2の一部あるいは全部をチップ化して集積回路となる場合、各機能ブロックに対して制御を行うチップ制御回路を有する。

[0074] 上位レイヤ 701は、物理層よりも上位の階層、例えば、MAC層、データリンク層、ネットワーク層等である。また、上位レイヤ 701は、基地局装置 100-2を構成する各部位が、機能を発揮するために必要なその他のパラメータも通知する。

[0075] 符号化部 702-1~702-Uは、上位レイヤ 701から入力された情報データに対して、誤り訂正符号化を行い、符号化ビット（コードワード）を生成する。符号化部 702-1~702-Uは、誤り訂正符号化したデータ系列の符号化率（coding rate）をデータ伝送率に対応する符号化率に合わせるために、符号化ビット系列に対してレートマッチング処理を行っても良い。また、符号化部 702-1~702-Uは、誤り訂正符号化したデータ系列を並び替えてインターリーブする機能を有しても良い。

[0076] スクランブル部 703-1~703-Uは、符号化部 702-1~702-Uから入力されるコードワードに対して、それぞれセルIDに基づいたスクランブルを行う。スクランブルされたコードワードは、変調部 704-1~704-Uで変調シンボルにマッピングされる。なお、変調部 704-1~704-Uは、変調シンボルを並び替えてインターリーブする機能を有しても良い。変調シンボルは、レイヤマッピング部 705で、空間多重のためにレイヤマッピングされる。

[0077] 重み生成部 706は、周辺セルからのチャネル情報を用いて干渉抑圧のための送受信重みを生成する。参照信号生成部 707は、参照信号を生成して、プレコーディングが必要な参照信号をプレコーディング 708に、プレコーディングしない参照信号をリソースマッピング部 710-1~710-T

に出力する。

- [0078] プレコーディング部 708 は、レイマッピング部 705 の出力や入力された参照信号に対して重み生成部 706 が生成した送信重みを用いてプレコーディングを行う。
- [0079] 端末情報生成部 709 は、端末装置 101 が干渉信号の検出及び除去を行うための他端末装置の情報を生成する。
- [0080] リソースマッピング部 710-1 ~ 710-T は、プレコーディング部 708 の出力、参照信号、端末情報を示す情報をリソースにマッピングする。なお、端末装置 102 に送受信重みの通知が必要な場合は、送受信重みを示す情報をリソースにマッピングする。
- [0081] リソースマッピング部 710-1 ~ 710-T の出力は、OFDM 信号生成部 711-1 ~ 711-T で、IFFT、サイクリックプレフィックスの挿入が行われ、送信部 712-1 ~ 712-T でデジタル・アナログ変換、フィルタリング、周波数変換等が行われ、送信アンテナ 713-1 ~ 713-T から送信される。
- [0082] 基地局装置 100-2 は、受信する機能も備える。受信アンテナ 714-1 ~ 714-R は、端末装置 101 からの信号を受信し、受信部 715-1 ~ 715-R で、周波数変換、フィルタリング、アナログ・デジタル変換等を行う。報告情報検出部 716 は、端末装置 101 からフィードバックされた CSI に基づき、基地局装置 100-2 と端末装置 101 との間のチャネル行列や、スケジューリングに必要な情報を求める。
- [0083] 端末装置 101 の概略ブロック構成は、第 1 の実施形態で説明した図 4 と同様であるので、説明は省略する。ただし、信号検出部 306 における処理の詳細は異なるので、図 7 の重み生成部 706 の処理と共に数式を用いて説明する。
- [0084] 本実施形態では、基地局装置で送信重みが乗算されるため、端末装置 101 における受信信号を次式 (27) のようにする。なお、式 (27) は式 (1) と同様にリソースエレメント (k、t) における受信信号であるが、必

要な場合以外、(k、t)は省略する。

[数19]

$$\begin{aligned} \mathbf{r} &= \mathbf{H}_{11} \mathbf{V}_1 \mathbf{s} + \mathbf{H}_{12} \mathbf{V}_2 \mathbf{s}_2 + \mathbf{n} \\ &= \mathbf{H}_{11}^v \mathbf{s} + \mathbf{H}_{12}^v \mathbf{s}_2 + \mathbf{n} \end{aligned} \quad (27)$$

[0085] なお、 $\mathbf{V}_1$ は基地局装置100-2における送信重み、 $\mathbf{V}_2$ は基地局装置100-1における送信重みである。また、 $\mathbf{H}_{11}$ は本実施形態では基地局装置100-2と端末装置101との間のチャネル行列を表す。 $\mathbf{H}_{11}$ には、所望信号チャネルとユーザ間干渉チャネルを含む。また $\mathbf{s}$ は、基地局装置100-2から端末装置101、102への送信信号である。 $\mathbf{H}_{12}$ は基地局装置100-1と端末装置101との間のチャネル行列を表す。また $\mathbf{s}_2$ は、基地局装置100-1から基地局装置100-1と接続している端末装置への送信信号である。なお、各送信重み、受信重みは、サブキャリア毎に異なる重みであっても良いし、例えばリソースブロックなど複数サブキャリアで同じ重みであっても良い。チャネル行列と送信重みを合成した等価チャネルを式(28)、チャネル行列と受信重みを合成した等価チャネルを式(29)のように表す。なお、 $\mathbf{U}_p$ は受信重みである。

[数20]

$$\mathbf{H}_{pq} \mathbf{V}_q = \mathbf{H}_{pq}^v \quad (28)$$

$$\mathbf{H}_{pq} \mathbf{U}_p^H = \mathbf{H}_{pq}^u \quad (29)$$

[0086] このとき、各基地局装置における送信重みは、それぞれ式(30)、(31)の大きい方から接続している端末装置が信号検出するストリーム数個の固有値の固有ベクトルとして求めることができる。つまり、式(30)の固

有ベクトルは V_1 、式 (31) の固有ベクトルは V_2 となる。

[数21]

$$(\hat{\mathbf{H}}_{11}^u)^H \hat{\mathbf{H}}_{11}^u ((\hat{\mathbf{H}}_{21}^u)^H \hat{\mathbf{H}}_{21}^u + \sigma_n^2 \mathbf{I})^{-1} \quad (30)$$

$$(\hat{\mathbf{H}}_{22}^u)^H \hat{\mathbf{H}}_{22}^u ((\hat{\mathbf{H}}_{12}^u)^H \hat{\mathbf{H}}_{12}^u + \sigma_n^2 \mathbf{I})^{-1} \quad (31)$$

[0087] ただし、ここで求めた V_1 、 V_2 は SLNR (Signal to Leakage and Noise power Ratio; 信号対与干渉及び雑音電力比) を最大とするように求めたものであるが、本発明はこれに限らず、ZF (Zero Forcing) 基準やMMSE (Minimum Mean Square Error; 最小平均2乗誤差) 基準で求めても良い。また、式 (30)、(31) では、受信重みを想定して送信重みを求めているが、受信重みを想定せずに送信重みを求めても良い。受信重みを想定しない場合、受信重みを単位行列とすれば良い。

[0088] 各端末装置における受信重みは、式 (32)、(33) の各式において、大きい方からストリーム数個の固有値の固有ベクトルとして求めることができる。

[数22]

$$\hat{\mathbf{H}}_{11}^v (\hat{\mathbf{H}}_{11}^v)^H (\hat{\mathbf{H}}_{12}^v (\hat{\mathbf{H}}_{12}^v)^H + \sigma_n^2 \mathbf{I})^{-1} \quad (32)$$

$$\hat{\mathbf{H}}_{22}^v (\hat{\mathbf{H}}_{22}^v)^H (\hat{\mathbf{H}}_{21}^v (\hat{\mathbf{H}}_{21}^v)^H + \sigma_n^2 \mathbf{I})^{-1} \quad (33)$$

[0089] なお、式 (32) では、端末装置 101 における受信重みを求めることができる。式 (33) では、基地局装置 100-1 に接続している端末装置 (図示せず) における受信重みを求めることができる。

[0090] 基地局装置は、受信重みを想定した送信重みを求めることもできる。このとき、基地局装置は、送信重みを想定した受信重みを求めることもできる。

さらに送信重みと受信重みを交互に求めることを繰り返すと、干渉抑圧性能を向上させることができる。なお、送信重みや受信重みの初期値は、任意に設定して良いし、また、互いの重みを考慮しない場合の重みを用いることもできる。また、送信重み、受信重みは、チャネルの共分散行列を用いて求めることができる。

[0091] なお、本実施形態では、各基地局装置で全ての送信重みと受信重みを求める場合を説明したが、本発明はこれに限らず、1つの基地局装置で全ての送信重みと受信重みを求めてから各基地局装置に必要な重みを通知することもできる。また、基地局装置は、求めた受信重みを端末装置に通知しても良いし、基地局装置が端末装置に通知せずに、端末装置で求めても良い。

[0092] 送受信重みは、基地局装置100-2からの干渉信号を抑圧する。基地局装置100-1からの干渉信号は、第1の実施形態と同様に干渉除去することもできるし、第2の実施形態と同様に最尤検出することもできる。

[0093] このように第3の実施形態では、端末装置は、干渉ストリームのうち、同一セル内のストリームを検出及び除去し、セル間干渉ストリームについては送信重み、又は、送信重み及び受信重みを用いて抑圧する方法を説明した。従って、全ての干渉ストリームが検出できない場合であっても、干渉を抑圧することが可能となり、スループットを向上させることができる。

[0094] なお、上記第1から3の実施形態では、1つの基地局装置からの干渉信号を検出及び除去する場合を説明したが、本発明はこれに限らず、複数の基地局装置から干渉信号が到来する場合であっても本発明を適用することができる。

[0095] なお、上記第1から3の実施形態では、1つの基地局装置からの干渉信号を重みを用いて抑圧していたが、本発明はこれに限らず、複数の基地局装置からの干渉信号を抑圧する場合であっても本発明を適用することができる。

[0096] なお、上記第1から3の実施形態では、1つのセル内で2つ端末装置が空間多重されている場合を説明したが、本発明はこれに限らず、3以上の端末装置が空間多重されていても良い。その場合、端末装置は、セル内で2以上

の端末装置宛信号による干渉を検出及び除去することができる。なお、端末装置は、セル内の全ての干渉ストリームを検出及び除去しなくても良く、一部の干渉ストリームを検出及び除去すれば良い。

[0097] なお、本発明に係る基地局装置及び移動局装置で動作するプログラムは、本発明に関わる上記実施形態の機能を実現するように、CPU等を制御するプログラム（コンピュータを機能させるプログラム）である。そして、これら装置で取り扱われる情報は、その処理時に一時的にRAMに蓄積され、その後、各種ROMやHDDに格納され、必要に応じてCPUによって読み出し、修正・書き込みが行われる。プログラムを格納する記録媒体としては、半導体媒体（例えば、ROM、不揮発性メモリカード等）、光記録媒体（例えば、DVD、MO、MD、CD、BD等）、磁気記録媒体（例えば、磁気テープ、フレキシブルディスク等）等のいずれであっても良い。また、ロードしたプログラムを実行することにより、上述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムの指示に基づき、オペレーティングシステムあるいは他のアプリケーションプログラム等と共同して処理することにより、本発明の機能が実現される場合もある。

[0098] また市場に流通させる場合には、可搬型の記録媒体にプログラムを格納して流通させたり、インターネット等のネットワークを介して接続されたサーバコンピュータに転送したりすることができる。この場合、サーバコンピュータの記憶装置も本発明に含まれる。また、上述した実施形態における移動局装置および基地局装置の一部、または全部を典型的には集積回路であるLSIとして実現しても良い。受信装置の各機能ブロックは個別にチップ化しても良いし、一部、または全部を集積してチップ化しても良い。各機能ブロックを集積回路化した場合に、それらを制御する集積回路制御部が付加される。

[0099] また、集積回路化の手法はLSIに限らず専用回路、または汎用プロセッサで実現しても良い。また、半導体技術の進歩によりLSIに代替する集積回路化の技術が出現した場合、当該技術による集積回路を用いることも可能

である。

[0100] なお、本願発明は上述の実施形態に限定されるものではない。本願発明の端末装置は、移動局装置への適用に限定されるものではなく、屋内外に設置される据え置き型、または非可動型の電子機器、例えば、A V機器、キッチン機器、掃除・洗濯機器、空調機器、オフィス機器、自動販売機、その他生活機器などに適用出来ることは言うまでもない。

[0101] 以上、この発明の実施形態を、図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も特許請求の範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0102] 本発明は、端末装置及び受信方法に用いて好適である。

符号の説明

[0103] 100-1、100-2 基地局装置
101、102 端末装置
201、307、701 上位レイヤ
202-1~202-U、702-1~702-U 符号化部
203-1~203-U、703-1~703-U スクランブル部
204-1~204-U、704-1~704-U 変調部
205、705 レイヤマッピング部
206、308、707 参照信号生成部
207、708 プレコーディング部
208、709 端末情報生成部
209-1~209-T、710-1~710-T リソースマッピング部
210-1~210-T、711-1~711-T OFDM信号生成部
211-1~211-T、310-1~310-T、712-1~712-T 送信部
212-1~212-T、311-1~311-T、713-1~713-T 送信アンテナ

213-1~213-R、301-1~301-R、714-1~714-R
R 受信アンテナ

214-1~214-R、302-1~302-R、715-1~715-R
R 受信部

215、716 報告情報検出部

303-1~303-R CP除去部

304-1~304-R FFT部

305 チャネル推定部

306 信号検出部

309 上りリンク信号生成部

401、406 伝搬路補償部

402 復調部

403 デスクランブル部

404 復号部

405 干渉除去部

501 プレフィルタ部

502 最尤検出部

503-1~503-N デスクランブル部

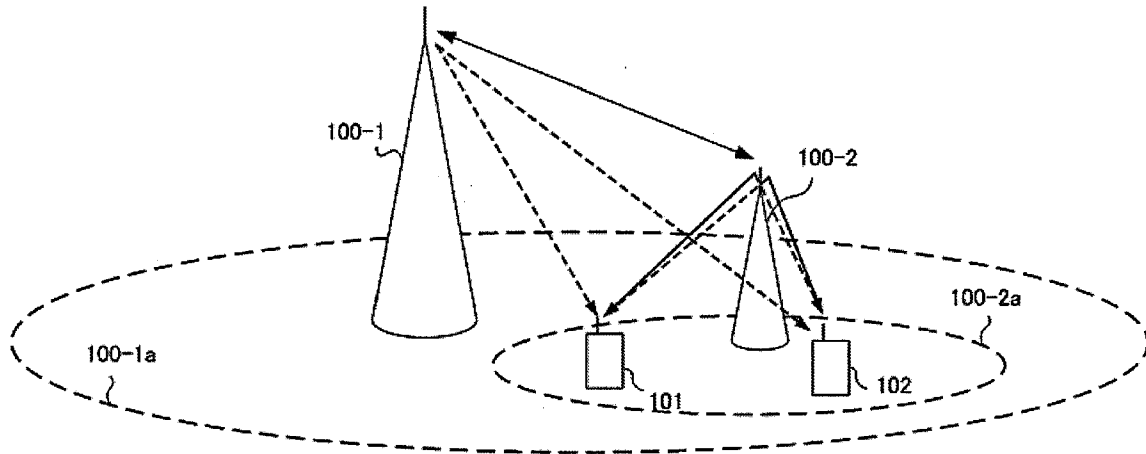
504-1~504-N 復号部

706 重み生成部

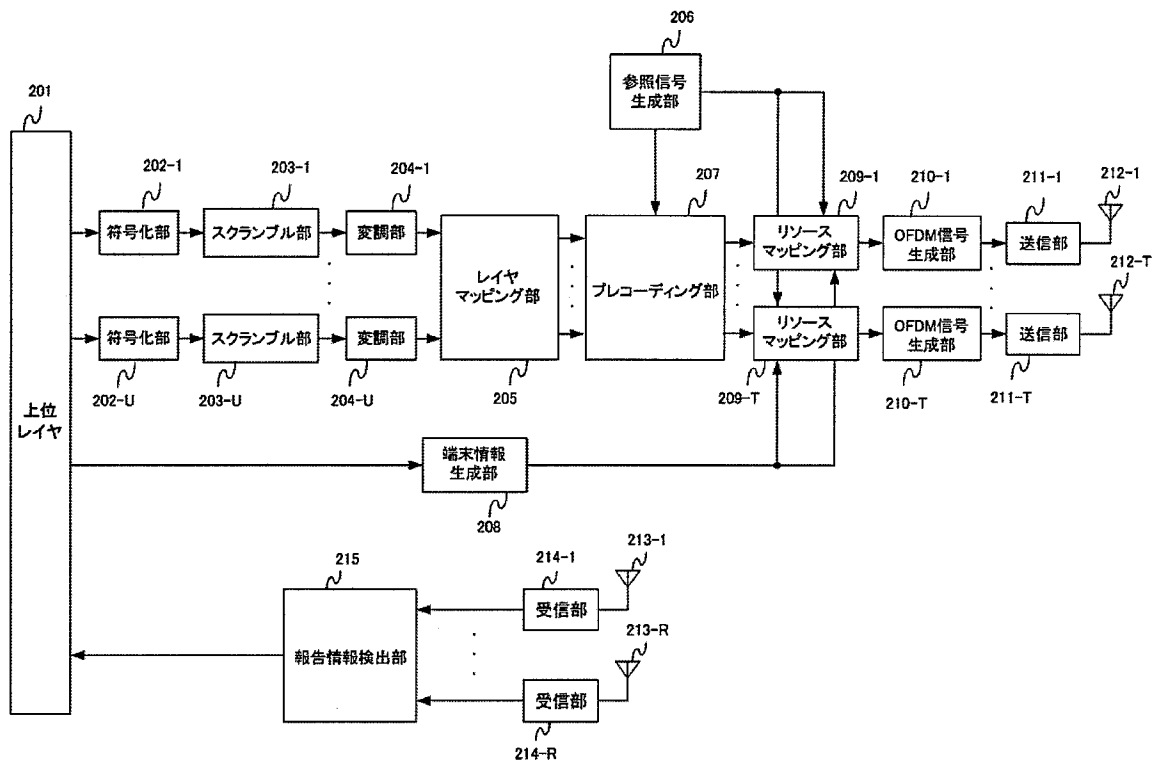
請求の範囲

- [請求項1] 第1の基地局装置と接続している端末装置であって、
第1の基地局装置からのユーザ間干渉である第1の干渉信号と、第2の基地局装置からのセル間干渉である第2の干渉信号とを受信し、
前記第1の干渉信号のうち少なくとも1つの干渉ストリームは前記第1の基地局装置から送信される端末情報を用いて復調し、前記第2の干渉信号は受信重みを用いて抑圧する端末装置。
- [請求項2] 前記第2の基地局装置は複数である請求項1に記載の端末装置。
- [請求項3] 前記第2の干渉信号を抑圧した後に前記第1の干渉信号を抑圧する請求項1に記載の端末装置。
- [請求項4] 第1の基地局装置と接続している端末装置における受信方法であって、
第1の基地局装置からのユーザ間干渉である第1の干渉信号と、第2の基地局装置からのセル間干渉である第2の干渉信号とを受信し、
前記第1の干渉信号のうち少なくとも1つの干渉ストリームは前記第1の基地局装置から送信される端末情報を用いて復調し、前記第2の干渉信号は受信重みを用いて抑圧する受信方法。

[図1]



[図2]

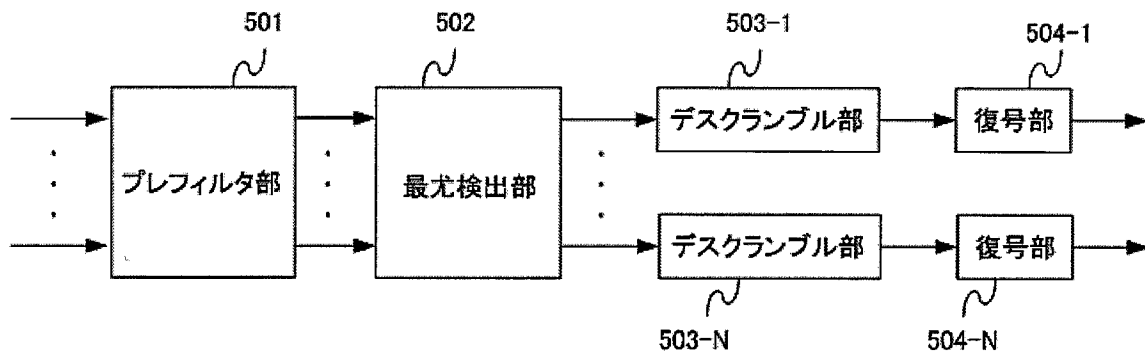


The diagram illustrates a radio base station system (300) with the following components and connections:

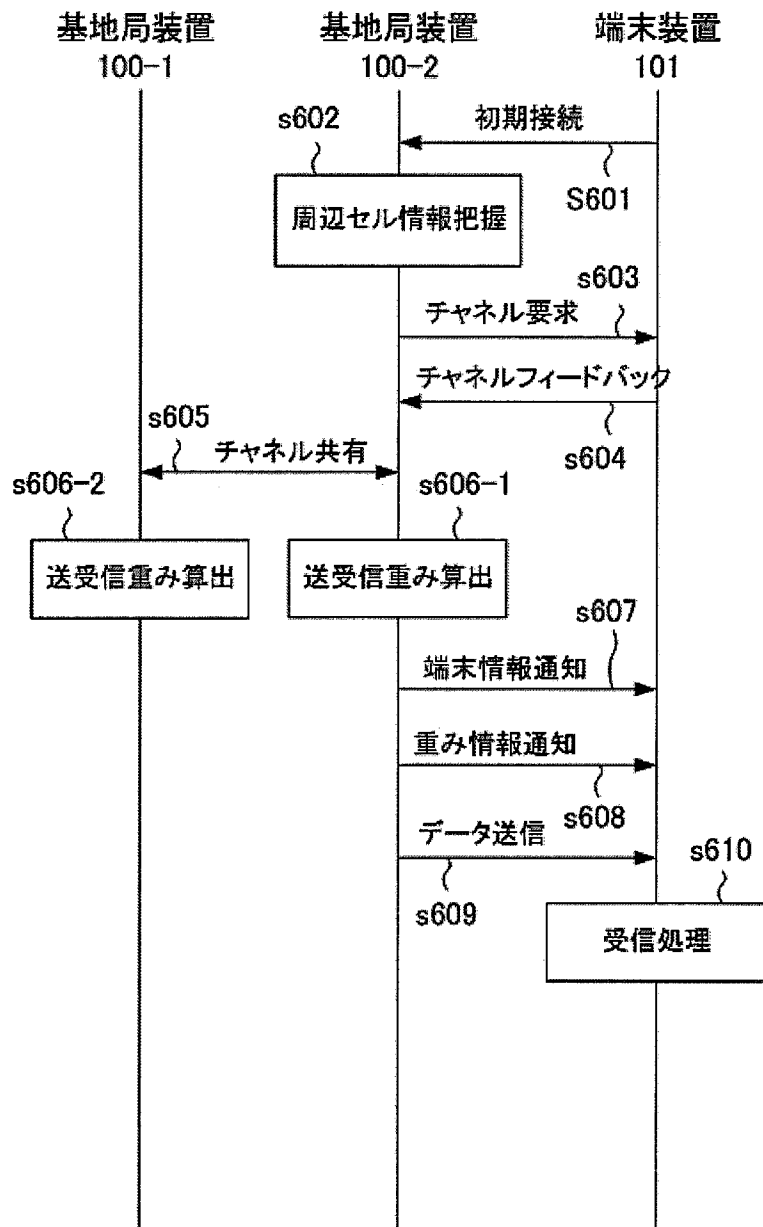
- Reception Path (Top):**
 - Antennas **301-1** and **301-R** receive signals.
 - These signals are processed by receivers **302-1** and **302-R**, then CP removal units **303-1** and **303-R**, and finally FFT processors **304-1** and **304-R**.
 - The outputs of the FFT processors are fed into a **信号検出部** (Signal Detection Unit) **306** and a **チャネル推定部** (Channel Estimation Unit) **305**.
 - The **チャネル推定部** **305** also provides input to the **信号検出部** **306**.
 - The **信号検出部** **306** outputs data to the **上位レイヤ** (Upper Layer) **307**.
- Transmission Path (Bottom):**
 - The **上位レイヤ** **307** provides data to the **上リリンク信号生成部** (Uplink Signal Generation Unit) **309**.
 - A **参照信号生成部** (Reference Signal Generation Unit) **308** also provides input to the **上リリンク信号生成部** **309**.
 - The **上リリンク信号生成部** **309** outputs signals to transmitters **310-1** and **310-T**.
 - These transmitters are connected to antennas **311-1** and **311-T** for transmission.

Figure 1 is a block diagram illustrating a signal processing system. The system consists of multiple parallel processing channels. The top channel includes blocks 401 (伝搬路補償部), 402 (復調部), 403 (デスクランブル部), and 404 (復号部). Below this, there are three more channels, each starting with block 405 (干渉除去部), followed by block 406 (伝搬路補償部), block 402 (復調部), block 403 (デスクランブル部), and block 404 (復号部). Arrows indicate the flow of data between these blocks and between the channels.

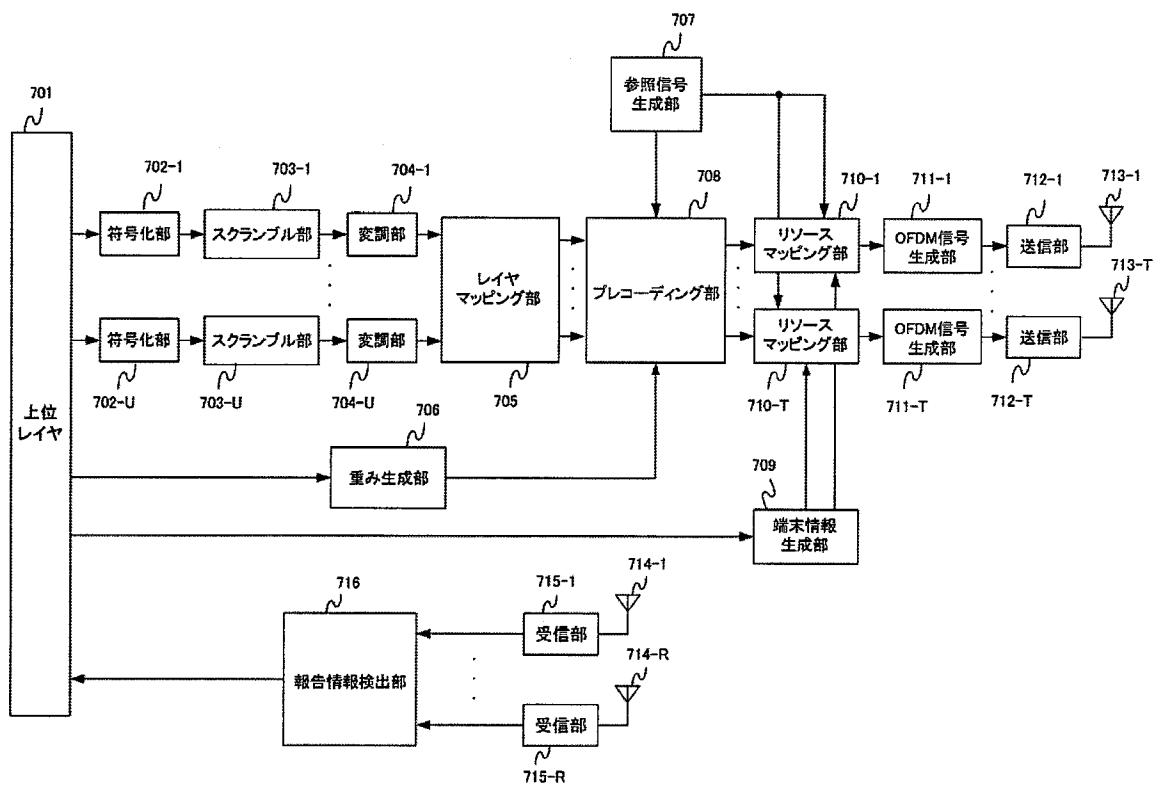
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/066338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J11/00(2006.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04W16/32(2009.01)i, H04W92/10(2009.01)i, H04W92/20(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04J11/00, H04J99/00, H04W16/32, H04W92/10, H04W92/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

IEEE Xplore, CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-204909 A (Sharp Corp.), 22 October 2012 (22.10.2012), paragraphs [0032] to [0034] & US 2014/0016556 A1 & WO 2012/128141 A1 & CN 103503539 A	1-4
A	JP 2012-090269 A (NTT Docomo Inc.), 10 May 2012 (10.05.2012), paragraphs [0042] to [0055] & EP 2442458 A1	1-4
A	JP 2013-009290 A (NTT Docomo Inc.), 10 January 2013 (10.01.2013), paragraphs [0033] to [0035], [0056] to [0058] & WO 2012/161081 A1	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 August, 2014 (14.08.14)

Date of mailing of the international search report
16 September, 2014 (16.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/066338

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Suguru OKUYAMA, Kazuki TAKEDA, Fumiyuki ADACHI, "Iterative MMSE Spatial Filtering for uplink SC-FDMA", IEICE Technical Report, 10 June 2010 (10.06.2010), RCS2010-18	1-4
A	Manabu MIKAMI, Teruya FUJII, "A Study on Multi-cell/Multi-user MIMO Transmission with Whitening Filter at both Base and Mobile Stations", IEICE Technical Report, 17 November 2005 (17.11.2005), SR2005-62	1-4
P,A	Technical Specification Group Radio Access Network; Network-Assisted Interference Cancellation and Suppression for LTE (Release 12), 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #75, 2014.01.16	1-4
A	Mitsuki YAMADA, Tomoaki OTSUKI, "Evaluation of Non-transparent/Transparent MU-MIMO in the Presence of Inter Cell Interference", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Sogo Taikai Koen Ronbunshu, 28 February 2011 (28.02.2011), 2011 Nen Tsushin (1), page 453	1-4
A	WO 2012/144620 A1 (NTT Docomo Inc.), 26 October 2012 (26.10.2012), paragraphs [0004] to [0006]; fig. 1 & US 2014/0050111 A1 & EP 2701453 A1 & CN 102752242 A	1-4
A	Ericsson, ST-Ericsson, NAIC Reference receivers, 3GPP TSG-RAN WG4 Meeting #66bis, R4-131643, 2013.04.15	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04J11/00(2006.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04W16/32(2009.01)i, H04W92/10(2009.01)i, H04W92/20(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04J11/00, H04J99/00, H04W16/32, H04W92/10, H04W92/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

IEEE Xplore, CiNii

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-204909 A（シャープ株式会社）2012.10.22, 段落【0032】－【0034】 & US 2014/0016556 A1 & WO 2012/128141 A1 & CN 103503539 A	1-4
A	JP 2012-090269 A（株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ）2012.05.10, 段落【0042】－【0055】 & EP 2442458 A1	1-4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大野 友輝

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5 K

4 6 8 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-009290 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2013. 01. 10, 段落【0033】－【0035】、【0056】－【0058】 & WO 2012/161081 A1	1-4
A	奥山卓、武田一樹、安達文幸, 上りリンク SC-FDMA における繰り返し MMSE 空間フィルタリング, 電子情報通信学会技術研究報告, 2010. 06. 10, RCS2010-18	1-4
A	三上学、藤井輝也, 送受に白色化フィルタを用いたマルチセル/マルチユーザ MIMO 伝送法の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, 2005. 11. 17, SR2005-62	1-4
P, A	Technical Specification Group Radio Access Network; Network-Assisted Interference Cancellation and Suppression for LTE (Release 12), 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #75, 2014. 01. 16	1-4
A	山田美季、大槻知明, セル間干渉存在時の Non-transparent/Transparent MU-MIMO の評価, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2011. 02. 28, 2011 年 通信(1), p. 453	1-4
A	WO 2012/144620 A1 (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2012. 10. 26, 段落【0004】－【0006】、図1 & US 2014/0050111 A1 & EP 2701453 A1 & CN 102752242 A	1-4
A	Ericsson, ST-Ericsson, NAIC Reference receivers, 3GPP TSG-RAN WG4 Meeting #66bis, R4-131643, 2013. 04. 15	1-4