

(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
2014 年 10 月 16 日(16.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/167992 A1

- (51) 国際特許分類:
H04J 99/00 (2009.01) H04W 16/28 (2009.01)
H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/058117
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 24 日(24.03.2014)
- (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 2013-082096 2013 年 4 月 10 日(10.04.2013) 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: 小野寺 毅(ONODERA Takashi). 留場 宏道(TOMEBA Hiromichi). 窪田 稔(KUBOTA Minoru).
- (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: BASE STATION APPARATUS, TERMINAL APPARATUS, WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND INTEGRATED CIRCUIT

(54) 発明の名称: 基地局装置、端末装置、無線通信システム及び集積回路

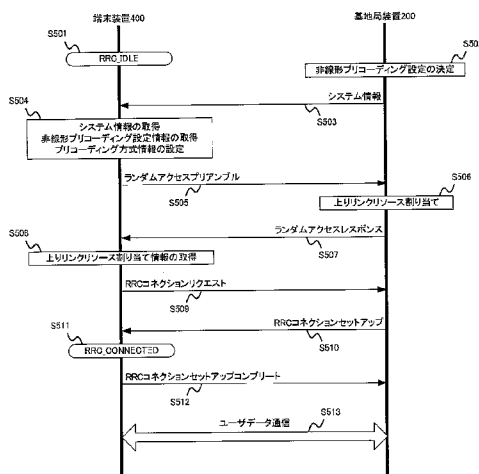


FIG. 5:
S502 Determine a non-linear precoding setting
S503 System information
S504 Acquire the system information, acquire the non-linear precoding setting information and set precoding method information
S505 Random access preamble
S506 Allocate an uplink resource
S507 Random access response
S508 Acquire uplink resource allocation information
S509 RRC connection request
S510 RRC connection setup
S511 RRC connection setup complete
S512 User data communications
200 Base station apparatus
400 Terminal apparatus

(57) Abstract: The objective of the invention is to allow for arranging that efficient signaling be used to notify a terminal apparatus of whether an MU-MIMO signal transmitted from a base station apparatus is of a linear precoding or of a non-linear precoding. According to the present invention, a base station apparatus determines whether to use a non-linear precoding in the local cell, incorporates information of a determined non-linear precoding setting into system information or into a layer-3 message, and then uses a physical broadcast channel, a physical downlink shared channel or the like to notify a terminal apparatus of the system information or layer-3 message. The terminal apparatus then performs, on the basis of the non-linear precoding setting information acquired from the system information or layer-3 message notified of, the demodulation of user data addressed to the local terminal apparatus.

(57) 要約: 基地局装置から送信されたMU-MIMO信号が線形プリコーディングであるか非線形プリコーディングであるのかを、効率的なシグナリングで端末装置に通知することを可能とする。本発明において基地局装置は、自セルにおいて非線形プリコーディングを使用するかどうかを決定し、決定した非線形プリコーディング設定の情報をシステム情報あるいはレイヤ3メッセージに含めて、物理報知チャネルあるいは物理下リリンク共用チャネルなどを用いて通知する。端末装置は、通知されたシステム情報あるいはレイヤ3メッセージから取得した非線形プリコーディング設定情報に基づいて自端末装置宛のユーザデータの復調処理を行う。

明 細 書

発明の名称：

基地局装置、端末装置、無線通信システム及び集積回路

技術分野

[0001] 本発明は、基地局装置、端末装置、無線通信システム及び集積回路に関する。

背景技術

[0002] 送受信に複数のアンテナを使用し、同じ周波数帯域で複数の異なるデータ系列（データストリーム）を空間的に多重して同時通信するMIMO（Multiple-Input Multiple-Output：多入力多出力）伝送技術が、無線LANやセルラシステムなどで実用化されている。複数の異なるデータ系列を空間多重して、ある1つの端末装置（受信装置、UE（User Equipment））に伝送するシングルユーザMIMO（Single User MIMO：SU-MIMO）では、端末装置における複数のデータ系列の分離・検出の性能を向上させるために、基地局装置（送信装置、eNodeB、アクセスポイント）において送信信号にプリコーディングを施してから送信する方法がある。

[0003] また、3GPP（Third Generation Partnership Project）において標準化されているLTE（Long Term Evolution）、LTE-A（LTE-Advanced）などのセルラシステムや、米国電気電子学会（The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.：IEEE）において標準化されているIEEE 802.11acなどの無線LANシステム等において、基地局装置（アクセスポイント）の備える送信アンテナ数が端末装置の備える受信アンテナ数に比べて大幅に多くなるシステムが提案され、基地局装置の多数の送信アンテナを有効に活用してさらにシステムスループットを向上させるために、複数の端末装置（ユーザ）宛のデータ系列をMIMO多重するマルチユーザMIMO（Multi-User MIMO：MU-MIMO）が提案されている。

[0004] MU-MIMOでは、他の端末装置宛の送信信号がユーザ間干渉（Inter-U

ser-Interference : $I U I$) として端末装置に受信されてしまうため、 $I U I$ を抑圧する必要がある。基地局装置の各送信アンテナから各端末装置の各受信アンテナまでの伝搬路状態（チャネル状態）を基地局装置が知っていれば、端末装置に大きな負荷を掛けることなく、端末装置における受信時に発生する $I U I$ を抑圧できる送信信号を生成することができる、幾つかの方法が提案されている（非特許文献 1）。

[0005] 例えば、LTE-A においては、各端末装置が伝搬路状態に基づいてプリコーディング行列の候補（codebook）から 1 つのプリコーディング行列を選択し、そのインデックス（Precoding Matrix Indicator : PMI）を基地局装置に通知し、基地局装置は、それらの PMI に基づいて算出した線形フィルタ（送信ウェイト）を、基地局装置にて送信信号に予め乗算することで $I U I$ を抑圧するビームフォーミング（線形プリコーディング）が採用されている（非特許文献 2）。

[0006] しかし、空間多重される端末装置同士の伝搬路の直交性が高くない限り、 $I U I$ を効果的に抑圧することはできないため、線形プリコーディングに基づく MU-MIMO（線形 MU-MIMO）では周波数利用効率の改善には限界がある。

[0007] そこで近年、非線形処理を基地局装置側で行う非線形プリコーディングを用いる MU-MIMO（非線形 MU-MIMO）技術が注目を集めている。端末装置において、モジュロ（Modulo、剰余）演算が可能である場合、送信信号に対して、任意のガウス整数に一定の実数が乗算された複素数（摂動項）を要素とする摂動ベクトルの加算が可能となる。そこで、基地局装置と複数の端末装置の間の伝搬路状態に応じて、摂動ベクトルを適切に設定して送信信号を生成することによって、例えば空間多重される端末装置同士の伝搬路の直交性が高くなるとも、摂動ベクトルを加算しない線形プリコーディングと比較して、所要送信電力を大幅に削減することが可能となり、伝送効率を大きく向上できる（非特許文献 3）。

先行技術文献

非特許文献

[0008] 非特許文献1: Q. H. Spencer他、「An Introduction to the Multi-User MIMO Downlink」、IEEE Communication Magazine、Vol.42、Issue10、pp.60-67、2004年10月

非特許文献2: 3GPP、「E-UTRA; Physical Channels and Modulation(Release 10)」、TS36.211 V10.5.0、2012年6月

非特許文献3: B. M. Hochwald他、「A vector-perturbation technique for near-capacity multiantenna multiuser communication-Part II: Perturbation」、IEEE Trans. Commun.、Vol. 53、No. 3、pp.537-544、2005年3月

非特許文献4: K. Takeda他、「Single-Carrier HARQ Using Joint THP and FDE」、IEEE VTC-2007 Fall、pp.1188-1192、2007年9月

非特許文献5: 3GPP、「E-UTRA; Radio Resource Control (RRC); Protocol specification (Release 10)」、TS 36.331 V10.4.0、2011年12月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 線形プリコーディングの場合とは異なり、非線形プリコーディングによって干渉抑圧されて送信された信号を受信する端末装置では、受信信号に対してモジュロ演算を施してから復調処理を行うか、あるいは非線形プリコーディングによって摂動ベクトルが加算されて基地局装置から送信されたことを考慮した復調処理（非特許文献4など）を行う必要がある（以下、両者の復調処理を合わせて、モジュロ演算考慮復調処理と呼ぶ）。

[0010] このため、無線通信システムにおいて、基地局装置が線形プリコーディングに加え、非線形プリコーディングを用いたMU-MIMOにも対応する場合、端末装置では、使用されたプリコーディング方式に応じてモジュロ演算考慮復調処理を行うか否かを適切に切り替える必要がある。

[0011] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、基地局装置から送信されたMU-MIMO信号が線形プリコーディングであるか非線形プリコーディングであるのかを、効率的なシグナリングで端末装置に通知するこ

とが可能となる基地局装置、端末装置及び無線通信システム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

- [0012] (1) 上記の目的を達成するために、本発明は、以下のような手段を講じた。すなわち、本発明の基地局装置は、複数の端末装置宛のデータを、マルチユーザMIMO伝送を用いて空間多重して送信する基地局装置であって、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、無線リソース制御層のメッセージに含めて端末装置に通知することを特徴とする。
- [0013] (2) また、本発明の端末装置は、複数のアンテナを備える基地局装置と通信を行う端末装置であって、無線リソース制御層のメッセージに含めて前記基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号が線形プリコーディングによる信号か非線形プリコーディングによる信号かをブラインド推定し、その推定結果に基づいてモジュロ演算を考慮しない復調処理とモジュロ演算を考慮した復調処理とから一方を選択して、前記受信信号に対して前記選択した復調処理を行うことを特徴とする。
- [0014] (3) また、本発明の端末装置は、複数のアンテナを備える基地局装置と通信を行う端末装置であって、無線リソース制御層のメッセージに含めて前記基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする。
- [0015] (4) また、本発明の無線通信システムは、複数の端末装置と、前記複数の端末装置宛のデータを、マルチユーザMIMO伝送を用いて空間多重して送信する基地局装置とから構成される無線通信システムであって、前記基地

局装置は、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、無線リソース制御層のメッセージに含めて前記複数の端末装置に通知し、前記端末装置は、前記基地局装置から通知された前記無線リソース制御層のメッセージを受信して非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記取得した非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号が線形プリコーディングによる信号か非線形プリコーディングによる信号かをブラインド推定し、その推定結果に基づいて、モジュロ演算を考慮しない復調処理とモジュロ演算を考慮した復調処理とから一方を選択して、前記受信信号に対して前記選択した復調処理を行うことを特徴とする。

[0016] (5) また、本発明の無線通信システムは、複数の端末装置と、前記複数の端末装置宛のデータをマルチユーザMIMO伝送を用いて空間多重して送信する基地局装置とから構成される無線通信システムであって、前記基地局装置は、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、無線リソース制御層のメッセージに含めて前記複数の端末装置に通知し、前記端末装置は、前記基地局装置から通知された前記無線リソース制御層のメッセージを受信して非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記取得した非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする。

[0017] (6) また、本発明の集積回路は、基地局装置に実装されることにより、前記基地局装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を生成する機能と、前記非線形プリコーディング設定情報を無線リソース制御層のメッセージとして端末装置に通知する機能と、の一連の機能を、前記基地局装置に発揮させることを特徴とする。

[0018] (7) また、本発明の集積回路は、端末装置に実装されることにより、前記端末装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、無線リソース制御層のメッセージとして前記基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得する機能と、前記非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号が線形プリコーディングによる信号か非線形プリコーディングによる信号かをブラインド推定し、その推定結果に基づいて、モジュロ演算を考慮しない復調処理とモジュロ演算を考慮した復調処理とから一方を選択して、前記受信信号に対して前記選択した復調処理を行う機能と、の一連の機能を、前記端末装置に発揮させることを特徴とする。

発明の効果

[0019] 基地局装置から送信されたM U - M I M O信号が線形プリコーディングであるか非線形プリコーディングであるのかを、効率的なシグナリングで端末装置に通知することが可能とする。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の無線通信システムの構成例を示す概略構成図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る基地局装置200の一構成例を示す機能ブロック図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係るプリコーディング部205の一構成例を示す機能ブロック図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る端末装置400の一構成例を示す機能ブロック図である。

[図5]本発明の第1の実施形態に係る基地局装置200と端末装置400との間の通信の一例を示すシーケンスチャートである。

[図6]本発明の第1の実施形態に係る端末装置400における復調処理のフローの一例を示すフローチャートである。

[図7]本発明の第2の実施形態に係る基地局装置200と端末装置400との

間の通信の一例を示すシーケンスチャートである。

[図8]本発明の第3の実施形態に係る基地局装置200と端末装置400との間の通信の一例を示すシーケンスチャートである。

[図9]本発明の第4の実施形態に係る基地局装置200と端末装置400との間の通信の一例を示すシーケンスチャートである。

発明を実施するための形態

[0021] まず、LTE及びLTE-Aで使用される主な物理チャネル（又は物理信号）について説明する。チャネルとは信号の送信に用いられる媒体を意味し、物理チャネルとは信号の送信に用いられる物理的な媒体を意味する。物理チャネルは、LTE、LTE-A及びその後継規格において、今後、構造やフォーマット形式の変更又は追加が行われる可能性もあるが、その場合でも本発明の各実施形態の説明には影響しない。

[0022] LTE及びLTE-Aでは、物理チャネルのスケジューリングは無線フレームを用いて管理している。1無線フレームは10msであり、1無線フレームは10サブフレームで構成される。さらに、1サブフレームは2スロットで構成される（すなわち、1スロットは0.5msである）。また、物理チャネルを配置するスケジューリングは、最小単位としてリソースブロック（Resource Block：RB）を用いて管理されている。リソースブロックは、周波数軸方向に複数のサブキャリア（例えば12サブキャリア）の集合で構成される一定の周波数領域と、時間軸方向に一定の送信時間間隔（1スロット）で構成される時間領域とで区切られる領域で定義される。

[0023] 同期信号（Synchronization Signals）は、3種類のプライマリ同期信号と、周波数領域で交互に配置される31種類の符号から構成されるセカンダリ同期信号とで構成される。プライマリ同期信号とセカンダリ同期信号の組み合わせによって、基地局装置を識別する504通りのセル識別子（物理セルID（Physical Cell Identity：PCI））と、無線同期のためのフレームタイミングが示される。端末装置は、セルサーチによって受信した同期信号のセルIDを特定する。

- [0024] 物理報知チャネル (Physical Broadcast CHannel : P B C H) は、セル内の端末装置で共通に用いられる制御パラメータ (報知情報 (システム情報) : System information) を通知する目的で基地局装置から送信される。物理報知チャネルで通知されない報知情報は、物理下りリンク制御チャネル (Physical Downlink Control CHannel : P D C C H) において無線リソースが通知された物理下りリンク共有チャネル (Physical Downlink Shared CHannel : P D S C H) を用いて、レイヤ3メッセージ (システムインフォメーション) として送信される。報知情報としては、セル個別の識別子を示すセルグローバル識別子 (Cell Global Identifier : C G I) 、ページングによる待ち受けエリアを管理するトラッキングエリア識別子 (Tracking Area Identifier : T A I) 、ランダムアクセス設定情報 (送信タイミングタイマーなど) 、共通無線リソース設定情報などが通知される。なお、レイヤ3メッセージは、端末装置と基地局装置の無線リソース制御 (Radio Resource Control : R R C) 層でやり取りされる制御平面 (Control-plane) のメッセージであり、R R C シグナリング又は R R C メッセージと同義の意味で使用される。
- [0025] 下りリンク参照信号は、その用途によって複数のタイプに分類される。例えば、セル固有参照信号 (Cell-specific Reference Signals : C R S) は、セル毎に所定の電力で送信されるパイロット信号であり、所定の規則に基づいて周波数領域及び時間領域で周期的に繰り返される下りリンク参照信号である。端末装置は、セル固有参照信号を受信し、セル毎の受信品質を測定する。また、端末装置は、セル固有参照信号と同時に送信される物理下りリンク制御チャネル及び物理下りリンク共有チャネルの復調のために参照する信号としても、セル固有参照信号を使用する。セル固有参照信号に使用される系列は、セル毎に識別可能な系列が用いられる。
- [0026] また、下りリンク参照信号は、下りリンクの伝搬路状態の推定にも用いられる。伝搬路状態の推定には、最大4アンテナに対応したセル固有参照信号が用いられ、これに加えて L T E - A では、最大8アンテナに対応したチャネル状態情報参照信号 (Channel State Information Reference Signals : C

S I - R S) が利用可能である。

[0027] また、端末装置毎に個別に設定される下りリンク参照信号として、端末固有参照信号 (UE-specific reference signals又はDeModulation Reference Signals : D M - R S) がある。端末固有参照信号は、物理下りリンク制御チャネル又は物理下りリンク共有チャネルの復調に用いられる。

[0028] 物理下りリンク制御チャネルは、各サブフレームの先頭から幾つかの O F D Mシンボルを用いて送信され、基地局装置のスケジューリング結果に基づく無線リソース割り当て情報や、上りリンクの送信電力の増減の調整量を端末装置へ指示する情報などを通知する目的で使用される。端末装置は、下りリンクのユーザデータの受信や下りリンクの制御データであるレイヤ3メッセージ (ページング、ハンドオーバーコマンドなど) の受信、あるいは上りリンクのユーザデータなどの送信に先だって、自端末装置宛の物理下りリンク制御チャネルを監視 (モニタ) し、受信することで、上りリンク送信に対する上りリンクグラント、下りリンク受信に対する下りリンクグラント (下りリンクアサインメント) と呼ばれる無線リソース割り当て情報を取得する必要がある。なお、物理下りリンク制御チャネルは、上述した各サブフレームの先頭から幾つかの O D F Mシンボルで送信される以外に、基地局装置から端末装置に対して個別 (dedicated) に割り当てられるリソースブロックの領域で送信されるように構成することも可能である。

[0029] 物理上りリンク制御チャネル (Physical Uplink Control Channel : P U C C H) は、物理下りリンク共有チャネルで送信されたデータの確認応答 (ACKnowledgement : A C K) 及び否定応答 (Negative ACKnowledgement : N A C K又はN A K)、下りリンクの伝搬路 (チャネル) 状態情報 (Channel State Information : C S I)、上りリンクの無線リソース割り当て要求 (無線リソース要求) であるスケジューリングリクエスト (Scheduling Request : S R) を通知するために使用される。C S Iは、チャネル品質インジケータ (Channel Quality Indicator : C Q I)、プリコーディング行列インジケータ (Precoding Matrix Indicator : P M I)、プリコーディングタイピング

ケータ (Precoding Type Indicator : P T I) 、ランクインジケータ (Rank Indicator : R I) を含む。各インジケータは、Indicationと表記される場合もあるが、その用途と意味は同じである。

[0030] 物理下りリンク共有チャネル (Physical Downlink Shared CHannel : P D S C H) は、下りリンクデータの伝送の他、ページングや、物理報知チャネルで通知されない報知情報 (システムインフォメーション) をレイヤ3メッセージとして端末装置に通知するためにも使用される。物理下りリンク共有チャネルの無線リソース割り当て情報は、物理下りリンク制御チャネルで示される。

[0031] 物理上りリンク共有チャネル (Physical Uplink Shared CHannel : P U S C H) は、主に上りリンクデータと上りリンク制御データを伝送し、下りリンクのC S Iや、下りリンクデータ等に対するA C K / N A C Kなどの制御データを含めることも可能である。また、上りリンクデータの伝送の他、上りリンク制御情報をレイヤ3メッセージとして基地局装置に通知するためにも使用される。また、物理上りリンク共有チャネルの無線リソース割り当て情報は、物理下りリンク共有チャネルの無線リソース割り当て情報と同様に、物理下りリンク制御チャネルで示される。

[0032] 上りリンク参照信号 (Uplink Reference Signal、上りリンクパイロット信号、上りリンクパイロットチャネルとも呼称する) は、物理上りリンク制御チャネル及び物理上りリンク共有チャネルを復調するために基地局装置が使用する復調参照信号 (DeModulation Reference Signal : D M - R S) と、主に上りリンクのチャネル状態を推定するために基地局装置が使用するサウンディング参照信号 (Sounding Reference Signal : S R S) が含まれる。また、サウンディング参照信号には、周期的サウンディング参照信号 (Periodic S R S) と非周期的サウンディング参照信号 (Aperiodic S R S) とがある。

[0033] 物理ランダムアクセスチャネル (Physical Random Access CHannel : P R A C H) は、プリアンプル系列を通知するために使用されるチャネルであり

、ガードタイムを有する。プリアンプル系列は、64種類のシーケンスを用意して6ビットの情報を表現するように構成されている。物理ランダムアクセスチャネルは、端末装置から基地局装置へのアクセス手段として用いられる。端末装置は、物理上りリンク制御チャネル未設定時の無線リソース割り当て要求や、上りリンク送信タイミングを基地局装置の受信タイミングウィンドウに合わせるために必要な送信タイミング調整情報（タイミングアドバンス（Timing Advance：TA）とも呼ばれる）を基地局装置に要求するために物理ランダムアクセスチャネルを用いる。

[0034] なお、上記以外の物理チャネルは、本発明の各実施形態に関わらないため詳細な説明は省略する。

[0035] 本発明の実施形態における無線通信システムは、基地局装置（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、eNodeB）及び端末装置（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、基地局装置は、端末装置とデータ通信を行うために、下りリンクを通じて制御情報及び情報データを送信する。

[0036] 下りリンクの制御情報は、誤り検出符号化処理等が施され、物理下りリンク制御チャネルにマッピングされる。物理下りリンク制御チャネルは、誤り訂正符号化処理や変調処理が施され、第1の制御チャネル（第1の物理下りリンク制御チャネル）領域、あるいは第1の制御チャネル領域とは異なる第2の制御チャネル（第2の物理下りリンク制御チャネル）領域を介して送受信される。以下では、第1の制御チャネル領域にマッピングされる制御チャネルは第1の制御チャネルとも呼称され、第2の制御チャネル領域にマッピングされる制御チャネルは第2の制御チャネルとも呼称される。また、第1の制御チャネルはPDCCHとも呼称され、第2の制御チャネルはePDCCH（enhanced PDCCH：拡張物理下りリンク制御チャネル）とも呼称される。

[0037] 1つの観点から見ると、第1の制御チャネルは、セル固有参照信号と同じ送信ポート（アンテナポート）を用いる物理下りリンク制御チャネルである

。また、第2の制御チャネルは、端末固有参照信号と同じ送信ポートを用いる物理下りリンク制御チャネルである。端末装置は、第1の制御チャネルに対して、セル固有参照信号を用いて復調し、第2の制御チャネルに対して、端末固有参照信号を用いて復調する。

[0038] セル固有参照信号は、セル内の全端末装置に共通の参照信号であって、ほぼすべてのリソースブロックに挿入されているため、いずれの端末装置も使用可能な参照信号である。このため、第1の制御チャネルは、いずれの端末装置も復調可能である。

[0039] 一方、端末固有参照信号は、割り当てられたリソースのみに挿入される参照信号であって、データと同じように適応的にプリコーディング処理やビームフォーミング処理を施されることができる。この場合、第2の制御チャネル領域に配置される制御チャネルは、適応的なプリコーディングやビームフォーミングの利得、周波数スケジューリング利得をうることができる。また、端末固有参照信号は、複数の端末装置によって共用されることもできる。例えば、第2の制御チャネル領域に配置される制御チャネルが、複数のリソース（例えば、リソースブロック）に分散されて通知される場合、その第2の制御チャネル領域の端末固有参照信号は、複数の端末装置によって共用されることができる。その場合、第2の制御チャネル領域に配置される制御チャネルは、周波数ダイバーシチ利得をうることができる。

[0040] また、異なる観点から見ると、第1の制御チャネル領域にマッピングされる制御チャネル（第1の制御チャネル）は、物理サブフレームの前部に位置するOFDMシンボル上の物理下りリンク制御チャネルであり、これらのOFDMシンボル上のシステム帯域（コンポーネントキャリア（Component Carrier : CC））全域に配置されうる。

[0041] また、第2の制御チャネル領域にマッピングされる制御チャネル（第2の制御チャネル）は、物理サブフレーム上で第1の制御チャネルよりも後方に位置するOFDMシンボル上の物理下りリンク制御チャネルであり、これらのOFDMシンボル上のシステム帯域幅内のうち、一部の帯域に配置されう

る。

[0042] 第1の制御チャネルは、物理サブフレームの前部に位置する制御チャネル専用のOFDMシンボル上に配置されるため、物理データチャネル用の後部のOFDMシンボルよりも前に受信及び復調することができる。また、制御チャネル専用のOFDMシンボルのみをモニタする端末装置も受信することができる。また、CC全域に拡散されて配置されうするため、セル間干渉をランダム化することができる。また、第1の制御チャネル領域は、基地局装置（セル）固有に設定される領域であり、基地局装置に接続する全ての端末装置に共通の領域である。

[0043] 一方、第2の制御チャネルは、通信中（接続中）の端末装置が通常受信する物理下りリンク共有チャネル（物理データチャネル）用の後部のOFDMシンボル上に配置される。また、周波数分割多重することにより、第2の制御チャネル同士あるいは第2の制御チャネルと物理データチャネルとを直交多重（干渉無しの多重）することができる。また、第2の制御チャネル領域は、端末装置固有に設定される領域であり、基地局装置に接続する端末装置毎に設定される領域である。なお、基地局装置は、第2の制御チャネル領域を複数の端末装置で共用するように設定することができる。また、第1の制御チャネル領域と第2の制御チャネル領域は、同一の物理サブフレームに配置される。ここで、OFDMシンボルは、各チャネルのビットをマッピングする時間方向の単位である。

[0044] また、異なる観点から見ると、第1の制御チャネルは、セル固有の物理下りリンク制御チャネルであり、アイドル状態の端末装置及び接続状態（コネクト状態）の端末装置の両方が取得（検出）できる物理チャネルである。また、第2の制御チャネルは、端末固有の物理下りリンク制御チャネルであり、接続状態の端末装置のみが取得できる物理チャネルである。ここで、アイドル状態とは、基地局装置が無線リソース制御（Radio Resource Control: RRC）の情報を蓄積していない状態（RRC_IDLE状態）や、端末装置が間欠受信（DRX）を行っている状態など、直ちにデータの送受信を行わ

ない状態である。一方、接続状態とは、端末装置がネットワークの情報を保持している状態（RRC_CONNECTED状態、接続状態）や、端末装置が間欠受信（DRX）を行っていない状態など、直ちにデータの送受信を行うことができる状態である。第1の制御チャネルは、端末固有のRRCシグナリングに依存せず端末装置が受信可能なチャネルである。第2の制御チャネルは、端末固有のRRCシグナリングによって設定されるチャネルであり、端末固有のRRCシグナリングによって端末装置が受信可能となるチャネルである。すなわち、第1の制御チャネルは、予め限定された設定により、いずれの端末装置も受信可能なチャネルであり、第2の制御チャネルは端末固有の設定変更が容易なチャネルである。

[0045] 以下において、本発明の実施形態による通信技術について、図面を参照しながら説明を行う。

[0046] （第1の実施形態）

本発明の第1の実施形態による通信技術について以下に説明する。本実施形態では、基地局装置が、自基地局装置と接続状態にある端末装置の中から複数の端末装置を選択して、それら複数の端末装置宛の送信データをMIMOによって空間多重して伝送を行う無線通信システムであって、各端末装置宛の送信データを伝送する空間ストリーム間で生じるユーザ間干渉（IUI）を、線形プリコーディング又は非線形プリコーディングによって予め抑圧して送信するシステムを例として説明する。

[0047] 図1は、本実施形態に係る無線通信システムの概略構成例を示す図である。図1に示すように、本実施形態における無線通信システムは、基地局装置200が複数の端末装置400（例えば、第1から第4までの端末装置400-1～400-4）と上りリンク伝送及び下りリンク伝送を用いて通信し、基地局装置200がこれらの端末装置400から複数の端末装置400（例えば、第1の端末装置400-1と第2の端末装置400-2）を選択し、その下りリンク伝送において、同じ時間、同じ周波数帯域で上記複数の端末装置400宛の送信データ（コードワード）を空間的に多重して同時通信

するMU-MIMO伝送を行う無線通信システムである。

[0048] 各端末装置400-1~400-4は、基地局装置200から送信された、セル固有参照信号及びチャネル状態情報参照信号の少なくとも一方を受信し、基地局装置200の各送信アンテナと自端末装置400の各受信アンテナとの間の下りリンクの伝搬路状態を推定し、その伝搬路状態に基づいて伝搬路状態情報(Channel State Information: CSI)を上りリンク伝送によって基地局装置200にそれぞれ報告する。基地局装置200は、各端末装置400から報告されたCSI等に基づいて複数の端末装置400を選択し、それら複数の端末装置400宛の送信データを空間的に多重して同時伝送するMU-MIMO伝送を行う。

[0049] なお、無線アクセス方式としては、例えばLTE及びLTE-Aでは、下りリンク伝送においては直交周波数分割多元接続(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA)を用い、上りリンク伝送においてはシングルキャリア周波数分割多元接続(Single Carrier Frequency Division Multiple Access: SC-FDMA)を用いており、本実施形態においても上記の無線アクセス方式が用いられる無線通信システムを例として説明するが、これに限られるものではなく、例えば周波数分割の多元接続を行わないOFDMを用いてもよいし、上り下りリンク伝送共にOFDMAを用いてもよい。

[0050] 図2は、本実施形態に係る基地局装置200の一構成例を示す機能ブロック図である。図2において基地局装置200は、符号化部201、スクランブル部202、変調部203、レイマッピング部204、プリコーディング部205、リソースエレメントマッピング部206、OFDM信号生成部207、送信アンテナ部208、参照信号生成部209、制御情報生成部210及び制御部211を含んで構成される物理層部216と、上位層部212を含んで構成される。また、上位層部212は、メディアアクセス制御部213、無線リンク制御部214及び無線リソース制御部215を含む。

[0051] 上位層部212は、各端末装置400宛の送信データの種類及びデータ量

や、所要データレート、優先度、許容遅延時間などのQoS (Quality of Service) と、各端末装置400から通知された伝搬路状態情報などに基づいて、物理下りリンク制御チャネル及び物理下りリンク共有チャネルの無線リソース割り当て（スケジューリング）を決定する。このスケジューリングにおいて上位層部212は、MU-MIMOを用いて空間多重して同時伝送すると判断した複数の端末装置宛の送信データに対して、物理下りリンク共有チャネルの同じ無線リソースを割り当てる。また、上位層部212は、複数の端末装置宛の制御情報を第2の物理下りリンク制御チャネル（ePDCCH）で同じ無線リソースに割り当て、MU-MIMOを用いて空間多重してもよい。

[0052] 本実施形態では、第1の端末装置400-1宛の送信データであるコードワードC1と、第2の端末装置400-2宛の送信データであるコードワードC2をMU-MIMOにより空間多重するものとして、同じ無線リソースに割り当てられた場合を一例として説明する。

[0053] 制御部211は、上位層部212から入力される制御信号に基づいて、物理層部216の各部を制御する。

[0054] 符号化部201は、上位層部212から入力された各コードワードに対して、誤り訂正符号化及びレートマッチング処理（パンクチャリング処理）を行う。

[0055] スクランブル部202は、符号化部201から出力された各コードワードの誤り訂正符号化及びレートマッチング処理の結果に対して、スクランブリング符号を乗算（重畳）するスクランブル処理を行う。

[0056] 変調部203は、スクランブル部202から出力された各スクランブル結果に対して、位相偏移（Phase Shift Keying：PSK）変調や直角位相振幅変調（Quadrature Amplitude Modulation：QAM）変調（直交振幅変調）などの変調処理を行い、各コードワードに対応する変調シンボル系列を出力する。

[0057] レイヤマッピング部204は、上位層部212又は制御部211から入力

されるポート情報を参照して、変調部 203 から出力された変調シンボル系列を、M U - M I M O の各レイヤに分配する。

[0058] 参照信号生成部 209 は、上位層部 212 又は制御部 211 から入力される、セル識別子（セル I D、Physical layer cell identity）及びポート情報を参照して、セル固有参照信号、さらに必要に応じてチャネル状態情報参照信号を生成し、さらに端末識別子（端末 I D、U E - I D、Radio network temporary identifier）も参照して、端末固有参照信号を生成する。参照信号生成部 209 は、生成したアンテナポート毎（レイヤ毎）の端末固有参照信号を、レイヤマッピング部 204 が出力した各レイヤの変調シンボル系列とともに、プリコーディング部 205 に入力する。また、参照信号生成部 209 は、生成したセル固有参照信号及びチャネル状態情報参照信号をリソースエレメントマッピング部 206 に入力する。

[0059] 制御情報生成部 210 は、上位層部 212 から入力されるシステム情報などから報知情報を生成し、上位層部 212 及び制御部 211 から入力されるレイヤ 3 メッセージ、無線リソース割り当て結果（リソース割り当て情報）、送信モード情報及びポート情報などの制御情報から下りリンク制御情報を生成する。

[0060] プリコーディング部 205 は、上位層部 212 又は制御部 211 から入力される、伝搬路状態情報及びプリコーディング方式情報を参照して、レイヤマッピング部 204 から出力された各レイヤの変調シンボル系列に対して線形プリコーディング処理（例えば、プリコーディング行列の乗算）又は非線形プリコーディング処理（例えば、摂動ベクトルの加算及びプリコーディング行列の乗算）を行うとともに、参照信号生成部 209 で生成された端末固有参照信号に対しても、変調シンボル系列と同様のプリコーディング処理を行い、出力する。なお、変調シンボル系列に非線形プリコーディング処理が行われる場合でも、端末固有参照信号に対しては摂動ベクトルの加算は行わず、変調シンボル系列と同じプリコーディング行列の乗算のみを行うことが好ましいが、これに限られるものではない。

- [0061] リソースエレメントマッピング部206は、プリコーディング部205においてプリコーディングされた変調シンボル系列と、参照信号生成部209で生成されたセル固有参照信号及びチャネル状態情報参照信号と、制御情報生成部210で生成された報知情報及び制御情報を、所定のリソースエレメント又は上位層部212における無線リソース割り当て結果のリソースエレメントにマッピングし、リソースエレメント群を出力する。ここで、参照信号をマッピングする場合、ポート毎の参照信号が互いに直交するように、周波数分割多重、時間分割多重、符号分割多重又はそれらの組み合わせによって多重することが好ましい。
- [0062] OFDM信号生成部207は、リソースエレメントマッピング部206から出力されたリソースエレメント群をOFDM信号に変換し、下りリンク送信信号として送信アンテナ部208から送信する。
- [0063] 図3は、本実施形態に係るプリコーディング部205の一構成例を示す機能ブロック図である。
- [0064] 図3においてプリコーディング部205は、線形プリコーディング部301、非線形プリコーディング部302及び選択部303を含んで構成される。
- [0065] 線形プリコーディング部301は、レイヤマッピング部204から出力された各レイヤの変調シンボル系列に対して、伝搬路状態情報に基づいて線形プリコーディングを施して出力する。
- [0066] 非線形プリコーディング部302は、レイヤマッピング部204から出力された各レイヤの変調シンボル系列に対して、伝搬路状態情報に基づいて非線形プリコーディングを施して出力する。
- [0067] 選択部303は、上位層部212又は制御部211から入力されるプリコーディング方式情報に基づいて、線形プリコーディング部301から出力された線形プリコーディング結果と、非線形プリコーディング部302から出力された非線形プリコーディング結果との一方を選択して出力する。なお、プリコーディング部205の構成は上記に限られるものではなく、例えば、

上位層部 2 1 2 又は制御部 2 1 1 から入力されるプリコーディング方式情報に基づいて、線形プリコーディング部 3 0 1 又は非線形プリコーディング部 3 0 2 のいずれか一方のみを選択して動作させる構成としてもよい。

[0068] 図 4 は、本実施形態に係る端末装置 4 0 0 の一構成例を示す機能ブロック図である。図 4 において端末装置 4 0 0 は、受信アンテナ部 4 0 1、OFDM 信号復調部 4 0 2、リソースエレメントデマッピング部 4 0 3、受信フィルタ部 4 0 4、レイヤデマッピング部 4 0 5、復調部 4 0 6、デスクランブル部 4 0 7、復号部 4 0 8、制御情報取得部 4 0 9、伝搬路推定部 4 1 0 及び制御部 4 1 1 を含んで構成される物理層部 4 1 6 と、上位層部 4 1 2 とを含んで構成される。また、上位層部 4 1 2 は、メディアアクセス制御部 4 1 3、無線リンク制御部 4 1 4 及び無線リソース制御部 4 1 5 を含む。

[0069] OFDM 信号復調部 4 0 2 は、受信アンテナ部 4 0 1 で受信した下りリンク受信信号を OFDM 復調処理し、リソースブロック群を出力する。

[0070] リソースエレメントデマッピング部 4 0 3 は、まず、所定の位置のリソースエレメントから報知情報及び下りリンク制御情報を取得（デマッピング）して出力する。ここで、自端末装置に対する制御情報を識別する方法として、様々な方法を用いることができるが、その一例として、ブラインドデコーディングを用いる方法を説明する。この方法では、例えば、各端末装置に対する制御情報に対して、それぞれの端末装置を識別する情報を巡回冗長検査（Cyclic Redundancy Check : CRC）として、基地局装置 2 0 0 側で付加しておき、可能性のある全ての制御情報を復調することで、自端末装置に対する制御情報を識別することができる。

[0071] 次に、リソースエレメントデマッピング部 4 0 3 は、制御情報取得部 4 0 9 で制御情報から取得されたポート情報を参照して、所定の位置のリソースエレメントから参照信号を取得して伝搬路推定部 4 1 0 へ出力する。ここで、参照信号を取得する際は、基地局装置 2 0 0 のリソースエレメントマッピング部 2 0 6 における処理に対応した処理を行う。より具体的には、リソースエレメントマッピング部 2 0 6 においてポート毎の参照信号が互いに直交

するように周波数分割多重、時間分割多重、符号分割多重などが適用されていた場合、これらを考慮したデマッピングあるいは逆拡散を行う。

[0072] さらに、リソースエレメントデマッピング部403は、制御情報取得部409から出力されたリソース割り当て情報に基づいて、自端末装置宛の受信信号を取得する。

[0073] 制御情報取得部409は、リソースエレメントデマッピング部403から出力された報知情報及び下りリンク制御情報から、基地局装置200から通知されたシステム情報、並びにレイヤ3メッセージ、リソース割り当て情報、送信モード情報及びポート情報などの制御情報を取得する。

[0074] 伝搬路推定部410は、リソースエレメントデマッピング部403から出力されたポート毎の参照信号に対して、基地局装置200の参照信号生成部209で生成したポート毎の参照信号系列に対応する系列（参照信号系列の複素共役の系列など）を乗算することにより、ポート毎のチャネル（伝搬路、伝送路）状態を推定する。ここで、参照信号は基地局装置200においてプリコーディングが施されているため、基地局装置200の送信アンテナと端末装置400の受信アンテナとの間のチャネルに加え、プリコーディング処理も含めた等価チャネルの状態を推定することになる。

[0075] 受信フィルタ部404は、伝搬路推定部410から出力されたチャネル状態の推定結果を用いて、リソースエレメントデマッピング部403から出力された受信信号に対してフィルタリング処理（チャネル等化、受信合成、MIMO分離など）を行う。受信フィルタ部404におけるフィルタリング処理は、例えばZero Forcing（ZF）や最小平均二乗誤差（Minimum Mean Square Error : MMSE）や最尤検出（Maximum Likelihood Detection : MLD）などの方法を用いてレイヤ（ポート）毎の信号を検出するMIMO分離が含まれてもよい。

[0076] レイヤデマッピング部405は、受信フィルタ部404から出力されたフィルタリング処理後のレイヤ毎の受信信号に対して、基地局装置200のレイヤマッピング部204の処理に対応する結合処理を施してコードワード毎

の変調シンボル系列に変換し、出力する。

[0077] 復調部406は、レイヤデマッピング部405から出力されたコードワード毎の変調シンボル系列に対して、基地局装置200の変調部203の変調処理に対応した復調処理を施し、符号化系列（又は軟判定ビット系列）を出力する。このとき、復調部406は、上位層部412又は制御部411から入力されるプリコーディング方式情報が非線形プリコーディングを示している場合、上記変調シンボル系列に対して変調方式に対応して予め定められたモジュロ幅によるモジュロ演算を施した後、受信信号点と当該変調方式における信号点配置の候補信号点とから対数尤度比を算出する軟判定による復調処理を行う。あるいは、復調部406は、モジュロ演算を行う代わりに、基地局装置200のプリコーディング部205において摂動ベクトルが加算されたことを考慮して、受信信号点と、モジュロ幅で繰り返された候補信号点とから対数尤度比を算出する軟判定による復調処理を行ってもよい。以下では、これらの復調処理をまとめてモジュロ演算考慮復調処理と記す。

[0078] デスクランブル部407は、復調部406から出力された符号化系列に対して、基地局装置200のスクランブル部202で用いたスクランブリング符号の複素共役を乗算するか、若しくはスクランブリング符号で除算し、デスクランブル後の符号化系列を出力する。

[0079] 復号部408は、デスクランブル部407から出力されたデスクランブル後の符号化系列に対して、レートマッチング処理（デパンクチャリング処理）及び誤り訂正復号処理を行い、受信データ系列を出力する。

[0080] 制御部411は、制御情報取得部409から出力された制御情報や、上位層部412から入力される指示に基づいて、物理層の上記各部を制御する。

[0081] 上位層部412は、制御情報取得部409から出力されたシステム情報及び制御情報に基づいて、物理層を制御するとともに、復号部408から出力された受信データ系列に対して、誤り検出や再送要求などの処理を行う。特に、本実施形態における上位層部412は、制御情報取得部409から出力されたシステム情報に含まれる非線形プリコーディング設定情報に基づいて

、プリコーディング方式情報を生成して出力する。

[0082] 図5は、本実施形態に係る基地局装置200と端末装置400との間の通信の一例を示すシーケンスチャートである。

[0083] まず、端末装置400は、アイドル状態（RRC_IDLE状態）にあるものとする（ステップS501）。

[0084] 基地局装置200は、自基地局装置が構成するセル（自セル）において非線形プリコーディングを使用するかどうか（オンかオフか）の非線形プリコーディング設定を決定し（ステップS502）、決定した非線形プリコーディング設定の情報（非線形プリコーディング設定情報）をシステム情報に含めて、物理報知チャネルなどを用いて報知する（ステップS503）。以下では、非線形プリコーディングを使用する（有効とする）設定を非線形プリコーディング設定がオン、非線形プリコーディングを使用しない（無効とする）設定を非線形プリコーディング設定がオフと表現する。

[0085] 端末装置400は、通信を開始するに当たってセルサーチを行い、接続先候補となる基地局装置200から報知されている物理報知チャネルを受信してシステム情報を取得し、当該セルにおける非線形プリコーディング設定情報を取得し、取得した非線形プリコーディング設定情報に基づいてプリコーディング方式情報を設定する（ステップS504）。

[0086] 端末装置400は、セルサーチにより検出した基地局装置200に対して接続を要求する場合、まず、上りリンクで送信するためのリソース割り当てを要求するために、物理ランダムアクセスチャネルを用いてランダムアクセスプリアンプルを送信する（ステップS505）。

[0087] 基地局装置200は、端末装置400から送信された、上りリンクのリソース割り当て要求のためのランダムアクセスプリアンプルを受信した場合、当該端末装置400に上りリンクのリソース割り当てを行い（ステップS506）、その割り当て情報を含むランダムアクセスレスポンスを物理下りリンク共有チャネルを用いて送信する（ステップS507）。

[0088] 端末装置400は、基地局装置200から送信されたランダムアクセスレ

スポンズを受信し、自端末装置に対する上りリンクのリソース割り当て情報を取得する（ステップS508）。

[0089] 端末装置400は、割り当てられた上りリンクのリソース（物理上りリンク共有チャネルのリソース）を用いて、自端末装置の識別情報を含んだ、基地局装置200へ接続要求するRRCコネクションリクエストメッセージを送信する（ステップS509）。

[0090] 基地局装置200は、端末装置400から送信されたRRCコネクションリクエストメッセージを受信すると、当該端末装置400との間で通信制御メッセージを送受信するためのシグナリング無線ベアラ（Signaling Radio Bearer：SRB）を設定し、そのSRBの情報や、物理チャネルの構成情報、さらには当該端末装置400に対する様々な設定情報を含むRRCコネクションセットアップメッセージを物理下りリンク共有チャネルを用いて送信する（ステップS510）。

[0091] 端末装置400は、基地局装置200から送信されたRRCコネクションセットアップメッセージを受信すると、RRC_IDLE状態からネットワークの情報を保持している状態（RRC_CONNECTED状態、接続状態）へ遷移する（ステップS511）。

[0092] 端末装置400は、接続手順が完了したことを示すRRCコネクションセットアップコンプリートメッセージを物理上りリンク共有チャネルを用いて送信する（ステップS512）。

[0093] その後、基地局装置200と端末装置400との間でユーザデータ通信が行われる（ステップS513）。端末装置400は、下りリンクにおけるユーザデータの受信（物理下りリンク共有チャネルの受信）に際して、ステップS504で設定したプリコーディング方式情報に基づいて、復調処理を行う。

[0094] 図6は、本実施形態に係る端末装置400における復調処理のフローの一例を示すフローチャートである。図6は、端末装置400が、物理下りリンク制御チャネル又は拡張物理下りリンク制御チャネルから取得したリソース

割り当て情報に基づいて、自端末装置宛のユーザデータが物理下りリンク共有チャネルを用いて送信されていることを検出した場合に、当該ユーザデータを受信する際の復調処理のフローの一例である。

[0095] まず、端末装置400は、自端末装置宛のユーザデータに関する送信モード情報を確認する（ステップS601）。

[0096] 端末装置400は、自端末装置宛のユーザデータに関する送信モード情報が、MUEMIMOをサポートする送信モード（例えば、送信モード5、8、9又は10）を示しており（ステップS601でYes）、さらに非線形プリコーディング設定がオンである（プリコーディング方式情報が非線形プリコーディングを示している）場合（ステップS602でYes）、受信した信号に対してモジュロ演算考慮復調処理を行う（ステップS603）。

[0097] 端末装置400は、自端末装置宛のユーザデータに関する送信モード情報が、MUEMIMOをサポートしない送信モードを示している場合（ステップS601でNo）、若しくは非線形プリコーディング設定がオフである場合（ステップS602でNo）、受信した信号に対してモジュロ演算を考慮しない復調処理を行う（ステップS604）。

[0098] なお、端末装置400がチャネル品質インジケータ（CQI）やプリコーディング行列インジケータ（PMI）に代表されるCSIを基地局装置200に向けて通知する場合、端末装置400は、非線形プリコーディング設定情報に基づいて通知する情報を算出する。例えば、非線形プリコーディング設定がオンである場合、端末装置400は、受信した信号に対してモジュロ演算考慮復調処理を行うことを前提としたCQIやPMIを算出し、基地局装置200に向けて通知する。

[0099] また、端末装置400は、予め基地局装置200との間で共有された、複数のCQI値やPMI値が記載されたCQIテーブル（表）やPMIテーブル等に基づいて基地局装置200に向けて通知するCSIを算出することができる。さらに、端末装置400は、複数のCQIテーブルやPMIテーブルを基地局装置200との間で共有することができる。例えば、複数のCQI

1テーブルの1つには、モジュロ演算考慮復調処理を行うことを前提としたCQI値の記載が可能であり、別のCQIテーブルにはモジュロ演算考慮復調処理を行わないことを前提としたCQI値の記載が可能である。端末装置400は非線形プリコーディング設定情報に基づいて、複数のCQIテーブルのうち、基地局装置200へのCSIの通知に用いるCQIテーブルを決定することができる。

[0100] 以上説明したように、本実施形態では、基地局装置200は、自セルにおいて非線形プリコーディングを使用するかどうかを決定し、決定した非線形プリコーディング設定の情報をシステム情報に含めて、物理報知チャネルなどを用いて報知し、端末装置400は、報知されたシステム情報から非線形プリコーディング設定情報を取得して、取得した非線形プリコーディング設定情報に基づいて自端末装置宛のユーザデータの復調処理を行う。これにより、基地局装置200から送信されたMU-MIMO信号が線形プリコーディングであるか非線形プリコーディングであるのかを端末装置400が適切に判定して、受信、復調することが可能となる。

[0101] (第2の実施形態)

本実施形態における無線通信システムの概略構成例は、第1の実施形態と同様に図1で表される。また、基地局装置200の構成は図2と同様であり、端末装置400の構成は図4と同じであり、制御情報と対応する処理が異なる。以下では、本実施形態における無線通信システムについて、第1の実施形態と異なる点について説明し、同じ点については説明を省略する。

[0102] 図7は、本実施形態に係る基地局装置200と端末装置400との間の通信の一例を示すシーケンスチャートである。

[0103] まず、端末装置400は、アイドル状態(RRC_IDLE状態)にあるものとする(ステップS701)。

[0104] 基地局装置200は、自セルに関するシステム情報を、物理報知チャネルなどを用いて報知する(ステップS702)。

[0105] 端末装置400は、通信を開始するに当たってセルサーチを行い、接続先

候補となる基地局装置 200 から報知されている物理報知チャネルを受信してシステム情報を取得する（ステップ S 703）。

[0106] 端末装置 400 は、セルサーチにより検出した基地局装置 200 に対して接続を要求する場合、まず、上りリンクで送信するためのリソース割り当てを要求するために、物理ランダムアクセスチャネルを用いてランダムアクセスプリアンプルを送信する（ステップ S 704）。

[0107] 基地局装置 200 は、端末装置 400 から送信された、上りリンクのリソース割り当て要求のためのランダムアクセスプリアンプルを受信した場合、当該端末装置 400 に上りリンクのリソース割り当てを行い（ステップ S 705）、その割り当て情報を含むランダムアクセスレスポンスを物理下りリンク共有チャネルを用いて送信する（ステップ S 706）。

[0108] 端末装置 400 は、基地局装置 200 から送信されたランダムアクセスレスポンスを受信し、自端末装置に対する上りリンクのリソース割り当て情報を取得する（ステップ S 707）。

[0109] 端末装置 400 は、割り当てられた上りリンクのリソース（物理上りリンク共有チャネルのリソース）を用いて、自端末装置の識別情報を含んだ、基地局装置 200 へ接続要求する RRC コネクションリクエストメッセージを物理上りリンク共有チャネルを用いて送信する（ステップ S 708）。

[0110] 基地局装置 200 は、端末装置 400 から送信された RRC コネクションリクエストメッセージを受信すると、当該端末装置 400 に対して非線形プリコーディングを使用するかどうか（オンかオフか）の非線形プリコーディング設定を決定し（ステップ S 709）、また、当該端末装置 400 との間で通信制御メッセージを送受信するためのシグナリング無線ベアラ（SRB）を設定し、決定した非線形プリコーディング設定の情報（非線形プリコーディング設定情報）、SRB の情報、物理チャネルの構成情報、さらには当該端末装置 400 に対する様々な設定情報を含む接続設定メッセージである RRC コネクションセットアップメッセージを物理下りリンク共有チャネルを用いて送信する（ステップ S 710）。

- [0111] 端末装置400は、基地局装置200から送信されたRRCコネクションセットアップメッセージを受信すると、RRCコネクションセットアップメッセージに含まれる非線形プリコーディング設定情報を取得し、取得した非線形プリコーディング設定情報に基づいてプリコーディング方式情報を設定し（ステップS711）、RRC_IDLE状態からネットワークの情報を保持している状態（RRC_CONNECTED状態、接続状態）へ遷移する（ステップS712）。
- [0112] 端末装置400は、接続手順が完了したことを示すRRCコネクションセットアップコンプリートメッセージを物理上りリンク共有チャネルを用いて送信する（ステップS713）。
- [0113] その後、基地局装置200と端末装置400との間でユーザデータ通信が行われる（ステップS714）。端末装置400は、下りリンクにおけるユーザデータの受信（物理下りリンク共有チャネルの受信）に際して、ステップS711で設定したプリコーディング方式情報に基づいて、復調処理を行う。
- [0114] 本実施形態に係る端末装置400における復調処理のフローの一例は、第1の実施形態における図6と同じである。
- [0115] 以上説明したように、本実施形態では、基地局装置200は、端末装置400との間の接続確立の過程において、各端末装置400に対して非線形プリコーディングを使用するかどうかを決定し、RRCコネクションセットアップメッセージを用いて非線形プリコーディング設定情報を通知し、各端末装置400は、通知されたRRCコネクションセットアップメッセージから非線形プリコーディング設定情報を取得して、取得した非線形プリコーディング設定情報に基づいて自端末装置宛のユーザデータの復調処理を行う。これにより、基地局装置200から送信されたMU-MIMO信号が線形プリコーディングであるか非線形プリコーディングであるのかを端末装置400が適切に判定して、受信、復調することが可能となる。さらに、基地局装置200は、端末装置400毎に異なる非線形プリコーディング設定情報を通

知することも可能となる。

[0116] (第3の実施形態)

本実施形態における無線通信システムの概略構成例は、第1の実施形態と同様に図1で表される。また、基地局装置200の構成は図2と同様であり、端末装置400の構成は図4と同じであり、制御情報と対応する処理が異なる。以下では、本実施形態における無線通信システムについて、第1の実施形態と異なる点について説明し、同じ点については説明を省略する。

[0117] 図8は、本実施形態に係る基地局装置200と端末装置400との間の通信の一例を示すシーケンスチャートである。

[0118] 図8では、端末装置400は既に基地局装置200との接続状態(RRC_CONNECTED状態)にあり(ステップS801)、基地局装置200とユーザデータを通信しているものとする(ステップS802)。この際、第1の実施形態の図5のフロー図、若しくは第2の実施形態の図7のフロー図に基づいて接続が確立され、端末装置400は、(初期状態として)システム情報で報知された非線形プリコーディング設定情報、若しくはRRCコネクションセットアップメッセージで通知された非線形プリコーディング設定情報を取得してプリコーディング方式情報を設定しており、そのプリコーディング方式情報に基づいて復調処理を行っている状態であってもよい。なお、非線形プリコーディング設定情報を取得していない状態の場合は、モジューロ演算を考慮しない復調処理を行うことが好ましい。

[0119] 基地局装置200は、自セル内のトラフィック状態や、端末装置400との間のチャネル状態などに基づいて、端末装置400に対するプリコーディング方式として非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定を決定あるいは再決定し(ステップS803)、決定した非線形プリコーディング設定情報を物理下りリンク共有チャネルを用いてレイヤ3メッセージとして端末装置400へ送信する(ステップS804)。

[0120] 端末装置400は、基地局装置200からレイヤ3メッセージとして非線形プリコーディング設定情報を受信した場合、プリコーディング方式情報を

設定あるいは再設定する（ステップS805）。

[0121] その後、基地局装置200と端末装置400との間でユーザデータ通信が再び行われる（ステップS806）。端末装置400は、下りリンクにおけるユーザデータの受信（物理下りリンク共有チャネルの受信）に際して、ステップS805で設定したプリコーディング方式情報に基づいて、復調処理を行う。

[0122] 本実施形態に係る端末装置400における復調処理のフローの一例は、第1の実施形態における図6と同じである。

[0123] 以上説明したように、本実施形態では、基地局装置200は、接続状態にある各端末装置400に対して非線形プリコーディングを使用するかどうかを決定し、レイヤ3メッセージを用いて非線形プリコーディング設定情報を通知し、各端末装置400は、通知されたレイヤ3メッセージから非線形プリコーディング設定情報を取得して、取得した非線形プリコーディング設定情報に基づいて自端末装置宛のユーザデータの復調処理を行う。これにより、基地局装置200から送信されたMU-MIMO信号が線形プリコーディングであるか非線形プリコーディングであるのかを端末装置400が適切に判定して、受信、復調することが可能となる。さらに、基地局装置200は、自セルのトラフィック状態や各端末装置400のチャネル状態などに応じて非線形プリコーディング設定を変更することが可能となり、また、端末装置400毎に異なる非線形プリコーディング設定情報を通知することも可能となる。

[0124] （第4の実施形態）

本実施形態における無線通信システムの概略構成例は、第1の実施形態と同様に図1で表される。また、基地局装置200の構成は図2と同様であり、端末装置400の構成は図4と同じであり、制御情報と対応する処理が異なる。以下では、本実施形態における無線通信システムについて、第1の実施形態と異なる点について説明し、同じ点については説明を省略する。

[0125] 図9は、本実施形態に係る基地局装置200と端末装置400との間の通

信の一例を示すシーケンスチャートである。

- [0126] 図9では、端末装置400は既に基地局装置200との接続状態（RRC_CONNECTED状態）にあり（ステップS901）、基地局装置200とユーザデータを通信しているものとする（ステップS902）。この際、第1の実施形態の図5のフロー図、若しくは第2の実施形態の図7のフロー図に基づいて接続が確立され、端末装置400は、（初期状態として）システム情報で報知された非線形プリコーディング設定情報、若しくはRRCコネクションセットアップメッセージで通知された非線形プリコーディング設定情報を取得してプリコーディング方式情報を設定しており、そのプリコーディング方式情報に基づいて復調処理を行っている状態であってもよい。なお、非線形プリコーディング設定情報を取得していない状態の場合は、モジュロ演算を考慮しない復調処理を行うことが好ましい。
- [0127] 基地局装置200は、自セル内のトラフィック状態や、端末装置400との間のチャネル状態などに基づいて、端末装置400に対するプリコーディング方式として非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定を再決定し（ステップS903）、ネットワークの接続状態の設定を再構成する接続再構成メッセージであるRRCコネクションリコンフィギュレーションメッセージに、決定した非線形プリコーディング設定情報を含めて端末装置400へ送信する（ステップS904）。
- [0128] 端末装置400は、基地局装置200からRRCコネクションリコンフィギュレーションメッセージを受信した場合、それに含まれる非線形プリコーディング設定情報を取得し、プリコーディング方式情報を再設定する（ステップS905）。
- [0129] 端末装置400は、接続状態の再構成が完了したことを示すRRCコネクションリコンフィギュレーションコンプリートメッセージを物理上りリンク共有チャネルを用いて送信する（ステップS906）。
- [0130] その後、基地局装置200と端末装置400との間でユーザデータ通信が再び行われる（ステップS907）。端末装置400は、下りリンクにおけ

るユーザデータの受信（物理下りリンク共有チャネルの受信）に際して、ステップS905で設定したプリコーディング方式情報に基づいて、復調処理を行う。

[0131] 本実施形態に係る端末装置400における復調処理のフローの一例は、第1の実施形態における図6と同じである。

[0132] 以上説明したように、本実施形態では、基地局装置200は、接続状態にある各端末装置400に対して非線形プリコーディングを使用するかどうかを決定し、ネットワークの接続状態を再構成するRRCコネクションリコンフィギュレーションメッセージを用いて非線形プリコーディング設定情報を通知し、各端末装置400は、通知されたRRCコネクションリコンフィギュレーションメッセージから非線形プリコーディング設定情報を取得して、取得した非線形プリコーディング設定情報に基づいて自端末装置宛のユーザデータの復調処理を行う。これにより、基地局装置200から送信されたMIMO信号が線形プリコーディングであるか非線形プリコーディングであるのかを端末装置400が適切に判定して、受信、復調することが可能となる。さらに、基地局装置200は、自セルのトラフィック状態や各端末装置400のチャネル状態などに応じて非線形プリコーディング設定を変更することが可能となり、また、端末装置400毎に異なる非線形プリコーディング設定情報を通知することも可能となる。

[0133] 上記の各実施形態では、基地局装置200は、非線形プリコーディング設定をオンとした場合、MIMO伝送において必ず非線形プリコーディングを行い、端末装置400は、取得した非線形プリコーディング設定情報に基づいて設定したプリコーディング方式情報が非線形プリコーディングを示している場合に、必ずモジュロ演算考慮復調処理を行う場合の例について説明してきた。

[0134] しかし、本発明の実施の形態はこれに限られるものではなく、例えば、非線形プリコーディング設定がオンである場合、基地局装置200は、MIMO伝送において線形プリコーディングに加えて非線形プリコーディン

グを選択可能であることを表すこととしてもよい。

[0135] このとき、端末装置400は、取得した非線形プリコーディング設定情報に基づいて設定したプリコーディング方式情報が線形プリコーディングを示している場合は、受信した信号が線形プリコーディングによる信号としてモジュロ演算を考慮しない復調処理を行い、プリコーディング方式情報が非線形プリコーディングを示している場合は、受信した信号が線形プリコーディングによる信号か非線形プリコーディングによる信号かをブラインド推定して、モジュロ演算を考慮しない復調処理とモジュロ演算考慮復調処理とを選択して処理してもよい。

[0136] なお、受信した信号が線形プリコーディングによる信号か非線形プリコーディングによる信号かをブラインド推定する方法としては、受信信号をモジュロ演算を考慮しない復調処理とモジュロ演算考慮復調処理とでそれぞれ復調した結果、またはそれらをさらに誤り訂正復号した結果、尤度が高い、あるいはビット誤りが少ない復調処理方法に対応するプリコーディングが行われたと推定する方法がある。別のブラインド推定方法としては、受信信号のサブキャリアの電力を測定し、その電力測定結果が、予め設定した閾値よりも大きい場合には非線形プリコーディングによる信号と推定し、予め設定した閾値以下の場合には線形プリコーディングによる信号と推定する方法がある。さらに別のブラインド推定方法としては、受信信号のサブキャリアの信号点の振幅または電力の分散を測定し、その分散測定結果が、予め設定した閾値よりも大きい場合には非線形プリコーディングによる信号と推定し、予め設定した閾値以下の場合には線形プリコーディングによる信号と推定する方法がある。なお、受信した信号が線形プリコーディングによる信号か非線形プリコーディングによる信号かをブラインド推定する方法は、上記に限られるものではない。

[0137] また、上記の各実施形態において、基地局装置200は、非線形プリコーディング設定に応じて、物理下りリンク共有チャネルにおける変調方式や符号化率の組み合わせによるMCS (Modulation and Coding Scheme) のテ-

ブルを切り替える、すなわち、線形プリコーディング用と非線形プリコーディング用とで異なるMCSテーブルを用意してもよい。

[0138] (1) また、本発明は以下のように表現することもできる。本発明の一態様に係る基地局装置は、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、システム情報に含めて端末装置に通知することを特徴とする。

[0139] (2) また、本発明の一態様に係る基地局装置は、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、端末装置との間で無線リソース制御層の接続を確立する手順における接続設定メッセージに含めて端末装置に通知することを特徴とする。

[0140] (3) また、本発明の一態様に係る基地局装置は、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、無線リソース制御層のメッセージとして端末装置に通知することを特徴とする。

[0141] (4) また、本発明の一態様に係る基地局装置は、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、端末装置との間で無線リソース制御層の接続を再構成する手順における接続再構成メッセージに含めて端末装置に通知することを特徴とする。

[0142] (5) また、本発明の一態様に係る端末装置は、システム情報に含めて基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記非線形プリコーディング設定情報が非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする。

[0143] (6) また、本発明の一態様に係る端末装置は、基地局装置との間で無線リソース制御層の接続を確立する手順における接続設定メッセージに含めて前記基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうか

かの非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記非線形プリコーディング設定情報が非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする。

[0144] (7) また、本発明の一態様に係る端末装置は、無線リソース制御層のメッセージとして基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記非線形プリコーディング設定情報が非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする。

[0145] (8) また、本発明の一態様に係る端末装置は、基地局装置との間で無線リソース制御層の接続を再構成する手順における接続再構成メッセージに含めて前記基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記非線形プリコーディング設定情報が非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする。

[0146] (9) また、本発明の一態様に係る端末装置は、前記非線形プリコーディング設定情報に基づいて、前記基地局装置に通知する、前記基地局装置と自端末装置との間の伝搬路状態に関する制御情報を決定することを特徴とする。

[0147] (10) また、本発明の一態様に係る無線通信システムは、基地局装置が、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、システム情報に含めて前記複数の端末装置に通知し、端末装置が、前記基地局装置から通知されたシステム情報を受信して非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記取得した非線形プリコーディング設定情報が非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を

行うことを特徴とする。

[0148] (11) また、本発明の一態様に係る無線通信システムは、基地局装置が、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、端末装置との間で無線リソース制御層の接続を確立する手順における接続設定メッセージに含めて端末装置に通知し、端末装置が、無線リソース制御層の接続を確立する手順における接続設定メッセージに含めて前記基地局装置から通知された非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記取得した非線形プリコーディング設定情報が非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする。

[0149] (12) また、本発明の一態様に係る無線通信システムは、基地局装置が、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、無線リソース制御層のメッセージとして前記端末装置に通知し、端末装置が、無線リソース制御層のメッセージとして前記基地局装置から通知された非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記取得した非線形プリコーディング設定情報が非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする。

[0150] (13) また、本発明の一態様に係る無線通信システムは、基地局装置が、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、端末装置との間で無線リソース制御層の接続を再構成する手順における接続再構成メッセージに含めて端末装置に通知し、端末装置が、無線リソース制御層の接続を再構成する手順における接続再構成メッセージに含めて前記基地局装置から通知された非線形プリコーディング設定情報を取得し、前記取得した非線形プリコーディング設定情報が非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする。

[0151] (14) また、本発明の一態様に係る集積回路は、基地局装置に実装されることにより、前記基地局装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を生成する機能と、前記非線形プリコーディング設定情報を無線リソース制御層のメッセージとして端末装置に通知する機能と、の一連の機能を、前記基地局装置に発揮させることを特徴とする。

[0152] (15) また、本発明の一態様に係る集積回路は、端末装置に実装されることにより、前記端末装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、無線リソース制御層のメッセージとして前記基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得する機能と、前記非線形プリコーディング設定情報が非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジューロ演算を考慮した復調処理を行う機能と、の一連の機能を、前記端末装置に発揮させることを特徴とする。

[0153] 以上、本発明の実施形態について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。

[0154] なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。本発明の端末装置400は、セルラシステムや無線LANシステム等の端末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、又は非可動型の電子機器、例えば、AV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できることは言うまでもない。

[0155] 本発明に関わる基地局装置200及び端末装置400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よい。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。

[0156] 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基地局装置200及び端末装置400の一部、又は全部を典型的には集積回路であるLSIとして実現してもよい。基地局装置200及び端末装置400の各機能ブロックは個別にプロセッサ化してもよいし、一部、又は全部を集積してプロセッサ化してもよい。また、集積回路化の手法はLSIに限らず専用回路、又は汎用プロセッサで実現してもよい。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。

[0157] 本発明は、基地局装置、端末装置、無線通信システムに用いて好適である。

符号の説明

[0158] 200 基地局装置
201 符号化部
202 スクランブル部
203 変調部
204 レイヤマッピング部

- 205 プリコーディング部
- 206 リソースエレメントマッピング部
- 207 OFDM信号生成部
- 208 送信アンテナ部
- 209 参照信号生成部
- 210 制御情報生成部
- 211 制御部
- 212 上位層部
- 213 メディアアクセス制御部
- 214 無線リンク制御部
- 215 無線リソース制御部
- 216 物理層部
- 301 線形プリコーディング部
- 302 非線形プリコーディング部
- 303 選択部
- 400、400-1~400-4 端末装置
- 401 受信アンテナ部
- 402 OFDM信号復調部
- 403 リソースエレメントデマッピング部
- 404 受信フィルタ部
- 405 レイヤデマッピング部
- 406 復調部
- 407 デスクランブル部
- 408 復号部
- 409 制御情報取得部
- 410 伝搬路推定部
- 411 制御部
- 412 上位層部

4 1 3 メディアアクセス制御部

4 1 4 無線リンク制御部

4 1 5 無線リソース制御部

4 1 6 物理層部

請求の範囲

- [請求項1] 複数の端末装置宛のデータを、マルチユーザMIMO伝送を用いて空間多重して送信する基地局装置であって、
- マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、無線リソース制御層のメッセージに含めて端末装置に通知することを特徴とする基地局装置。
- [請求項2] マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、前記無線リソース制御層のメッセージは、システム情報であることを特徴とする請求項1に記載の基地局装置。
- [請求項3] マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、前記無線リソース制御層のメッセージは、端末装置との間で無線リソース制御層の接続を確立する手順における接続設定メッセージであることを特徴とする請求項1に記載の基地局装置。
- [請求項4] マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、前記無線リソース制御層のメッセージは、端末装置との間で無線リソース制御層の接続を再構成する手順における接続再構成メッセージであることを特徴とする請求項1に記載の基地局装置。
- [請求項5] 複数のアンテナを備える基地局装置と通信を行う端末装置であって、
- 無線リソース制御層のメッセージに含めて前記基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得し、
- 前記非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号が線形プリコーディン

グによる信号か非線形プリコーディングによる信号かをブラインド推定し、その推定結果に基づいてモジュロ演算を考慮しない復調処理とモジュロ演算を考慮した復調処理とから一方を選択して、前記受信信号に対して前記選択した復調処理を行うことを特徴とする端末装置。

[請求項6] 複数のアンテナを備える基地局装置と通信を行う端末装置であって、

無線リソース制御層のメッセージに含めて前記基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得し、

前記非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする端末装置。

[請求項7] 前記無線リソース制御層のメッセージは、システム情報であることを特徴とする請求項5または6に記載の端末装置。

[請求項8] 前記無線リソース制御層のメッセージは、前記基地局装置との間で無線リソース制御層の接続を確立する手順における接続設定メッセージであり、前記非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うであることを特徴とする請求項5または6に記載の端末装置。

[請求項9] 前記無線リソース制御層のメッセージは、前記基地局装置との間で無線リソース制御層の接続を再構成する手順における接続再構成メッセージであり、

前記非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うであることを特徴とする請求項5または6に記載の端末装置。

[請求項10] 前記非線形プリコーディング設定情報に基づいて、前記基地局装置

に通知する、前記基地局装置と自端末装置との間の伝搬路状態に関する制御情報を決定することを特徴とする請求項5から請求項9のいずれかに記載の端末装置。

[請求項11]

複数の端末装置と、前記複数の端末装置宛のデータを、マルチユーザMIMO伝送を用いて空間多重して送信する基地局装置とから構成される無線通信システムであって、

前記基地局装置は、

マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、無線リソース制御層のメッセージに含めて前記複数の端末装置に通知し、

前記端末装置は、

前記基地局装置から通知された前記無線リソース制御層のメッセージを受信して非線形プリコーディング設定情報を取得し、

前記取得した非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号が線形プリコーディングによる信号か非線形プリコーディングによる信号かをブラインド推定し、その推定結果に基づいて、モジュロ演算を考慮しない復調処理とモジュロ演算を考慮した復調処理とから一方を選択して、前記受信信号に対して前記選択した復調処理を行うことを特徴とする無線通信システム。

[請求項12]

複数の端末装置と、前記複数の端末装置宛のデータをマルチユーザMIMO伝送を用いて空間多重して送信する基地局装置とから構成される無線通信システムであって、

前記基地局装置は、

マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を、無線リソース制御層のメッセージに含めて前記複数の端末装置に通知し、

前記端末装置は、

前記基地局装置から通知された前記無線リソース制御層のメッセージを受信して非線形プリコーディング設定情報を取得し、

前記取得した非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うことを特徴とする無線通信システム。

[請求項13] 前記無線リソース制御層のメッセージは、システム情報であることを特徴とする請求項11または12に記載の無線通信システム。

[請求項14] 前記無線リソース制御層のメッセージは、前記基地局装置と前記端末装置との間で無線リソース制御層の接続を確立する手順における接続設定メッセージであり、前記取得した非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うであることを特徴とする請求項11または12に記載の無線通信システム。

[請求項15] 前記無線リソース制御層のメッセージは、前記基地局装置と前記端末装置との間で無線リソース制御層の接続を再構成する手順における接続再構成メッセージであり、

前記取得した非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号に対してモジュロ演算を考慮した復調処理を行うであることを特徴とする請求項11または12に記載の無線通信システム。

[請求項16] 基地局装置に実装されることにより、前記基地局装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、

マルチユーザMIMO伝送において非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を生成する機能と、

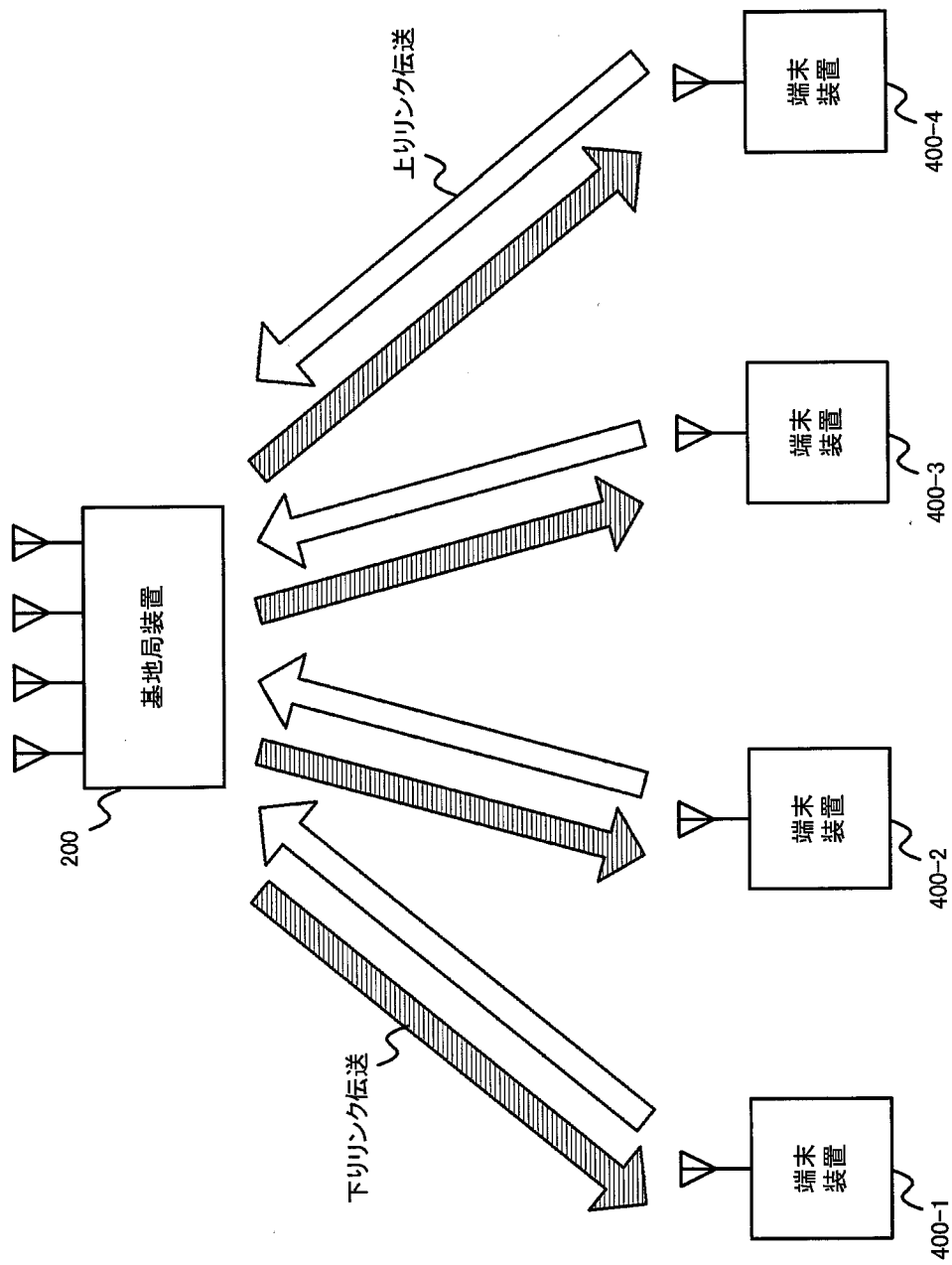
前記非線形プリコーディング設定情報を無線リソース制御層のメッセージとして端末装置に通知する機能と、の一連の機能を、前記基地局装置に発揮させることを特徴とする集積回路。

[請求項17] 端末装置に実装されることにより、前記端末装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、

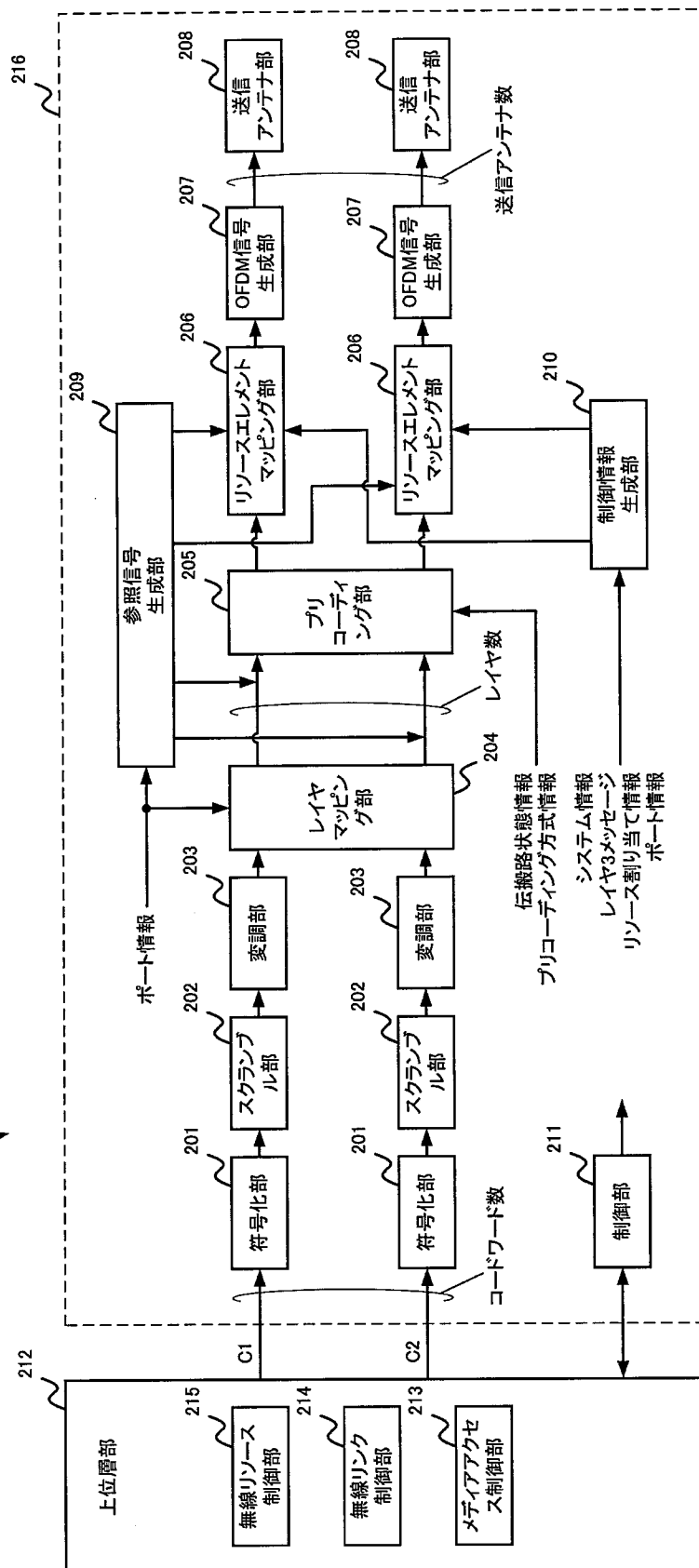
無線リソース制御層のメッセージとして前記基地局装置から通知された、非線形プリコーディングを使用するかどうかの非線形プリコーディング設定情報を取得する機能と、

前記非線形プリコーディング設定情報が、非線形プリコーディングを使用することを示している場合に、受信信号が線形プリコーディングによる信号か非線形プリコーディングによる信号かをブラインド推定し、その推定結果に基づいて、モジュロ演算を考慮しない復調処理とモジュロ演算を考慮した復調処理とから一方を選択して、前記受信信号に対して前記選択した復調処理を行う機能と、の一連の機能を、前記端末装置に発揮させることを特徴とする集積回路。

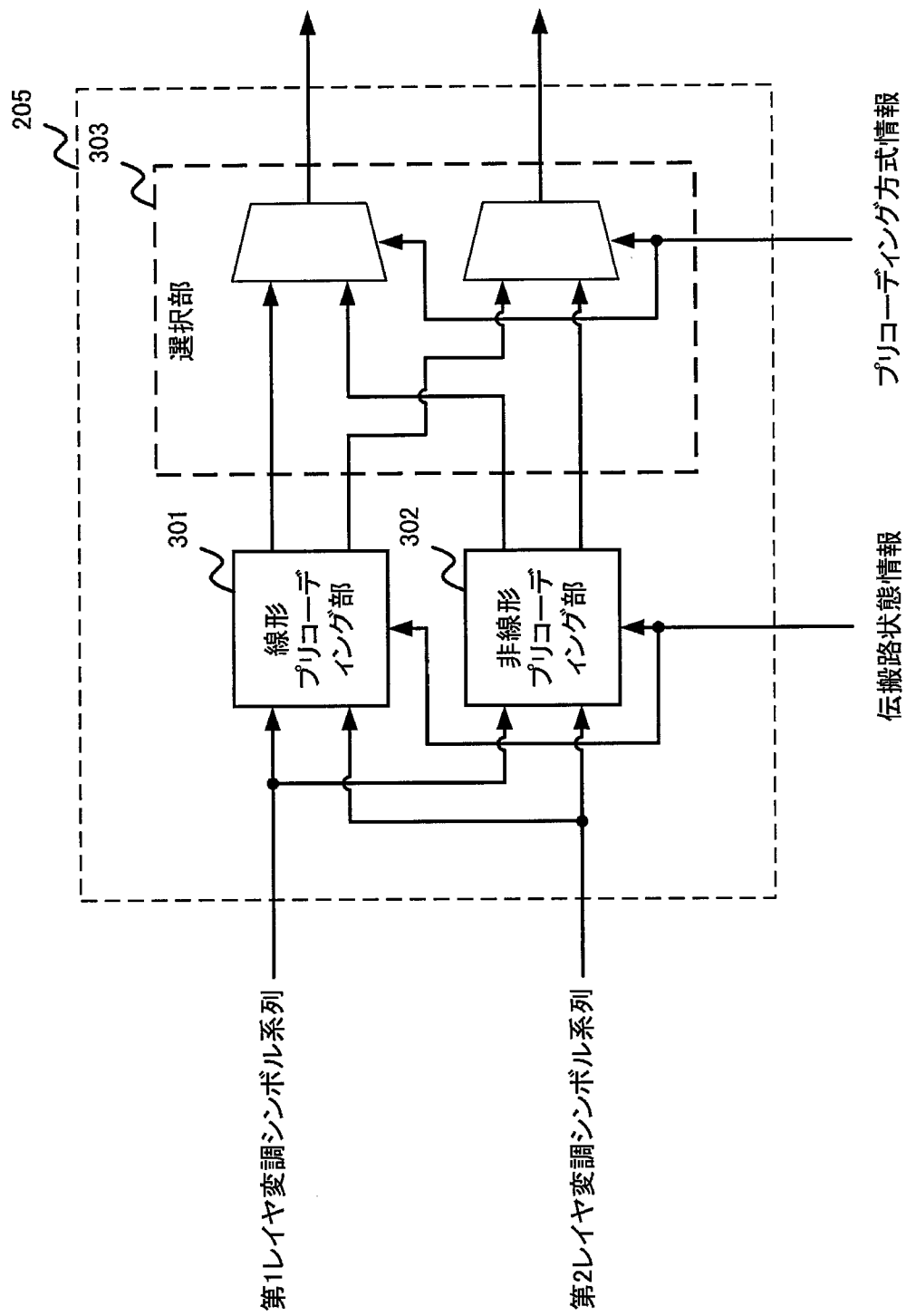
[図1]



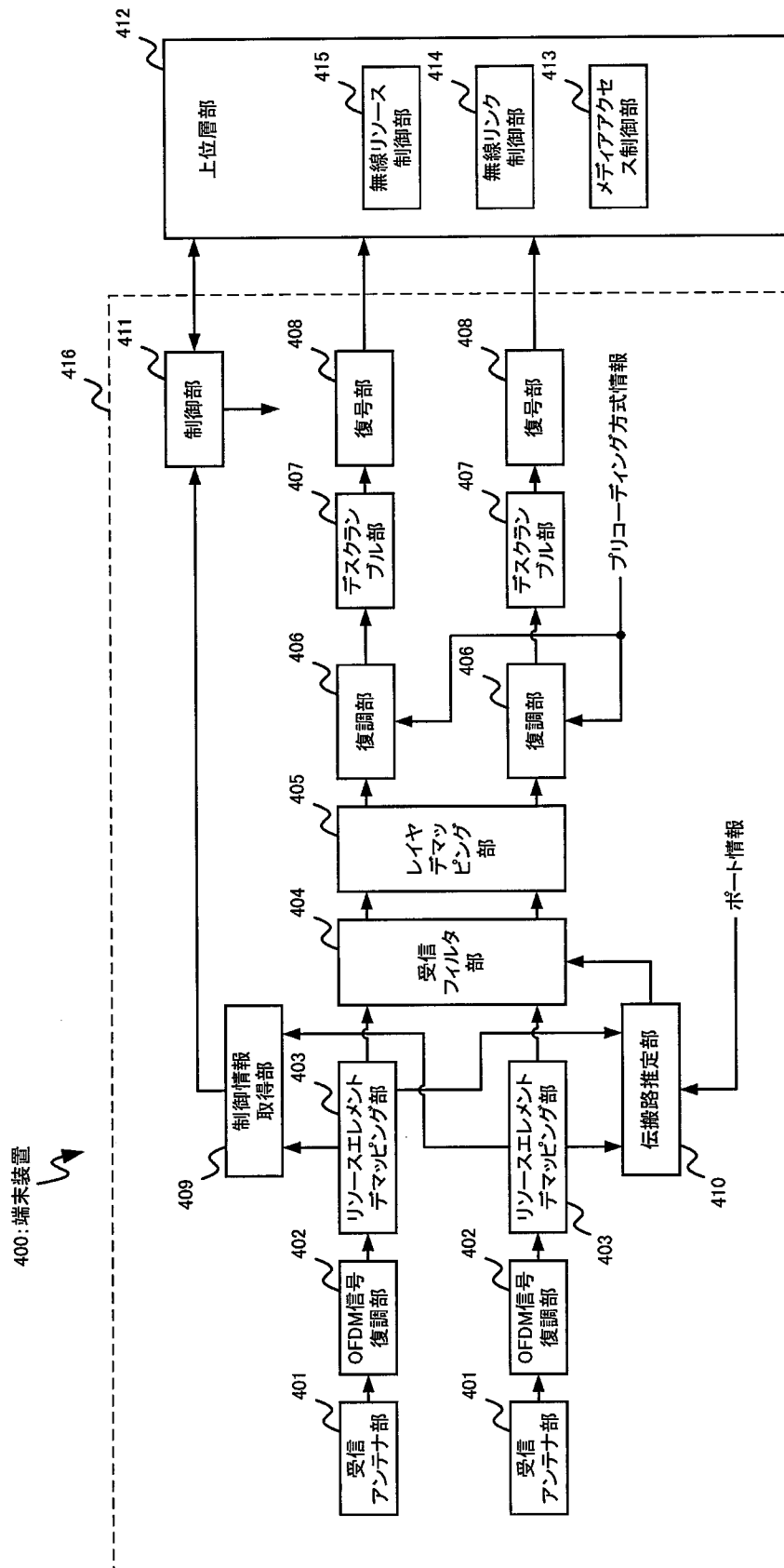
200: 基地局装置



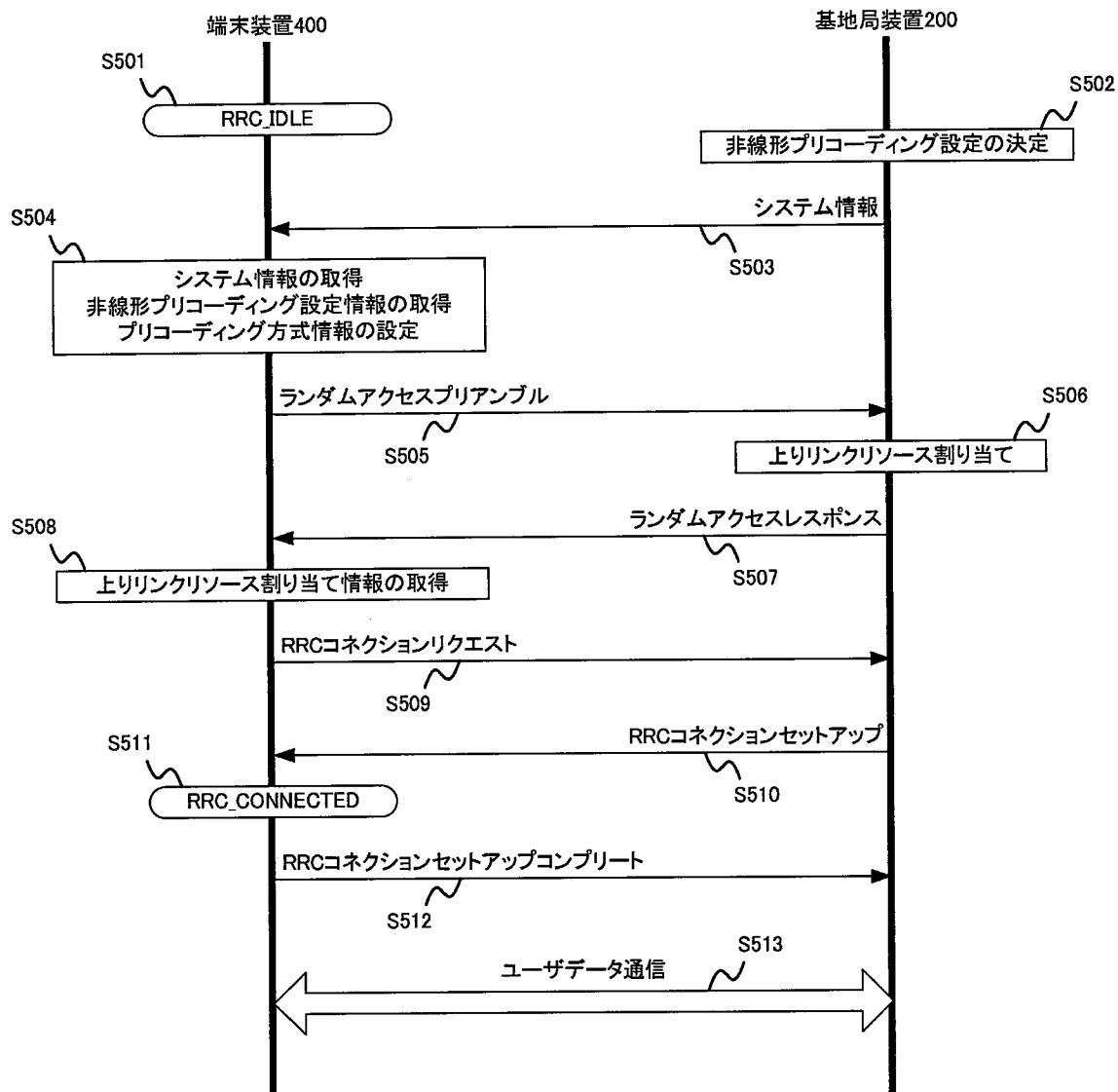
[図3]



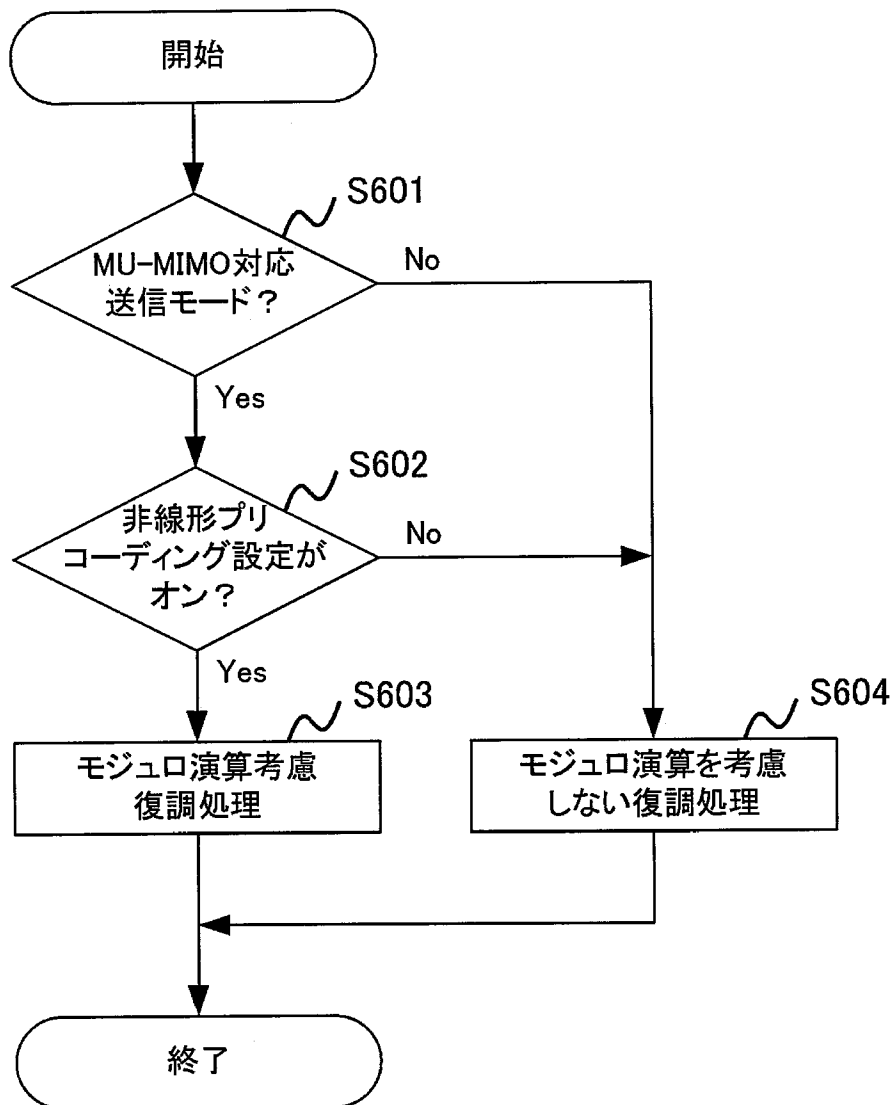
[図4]



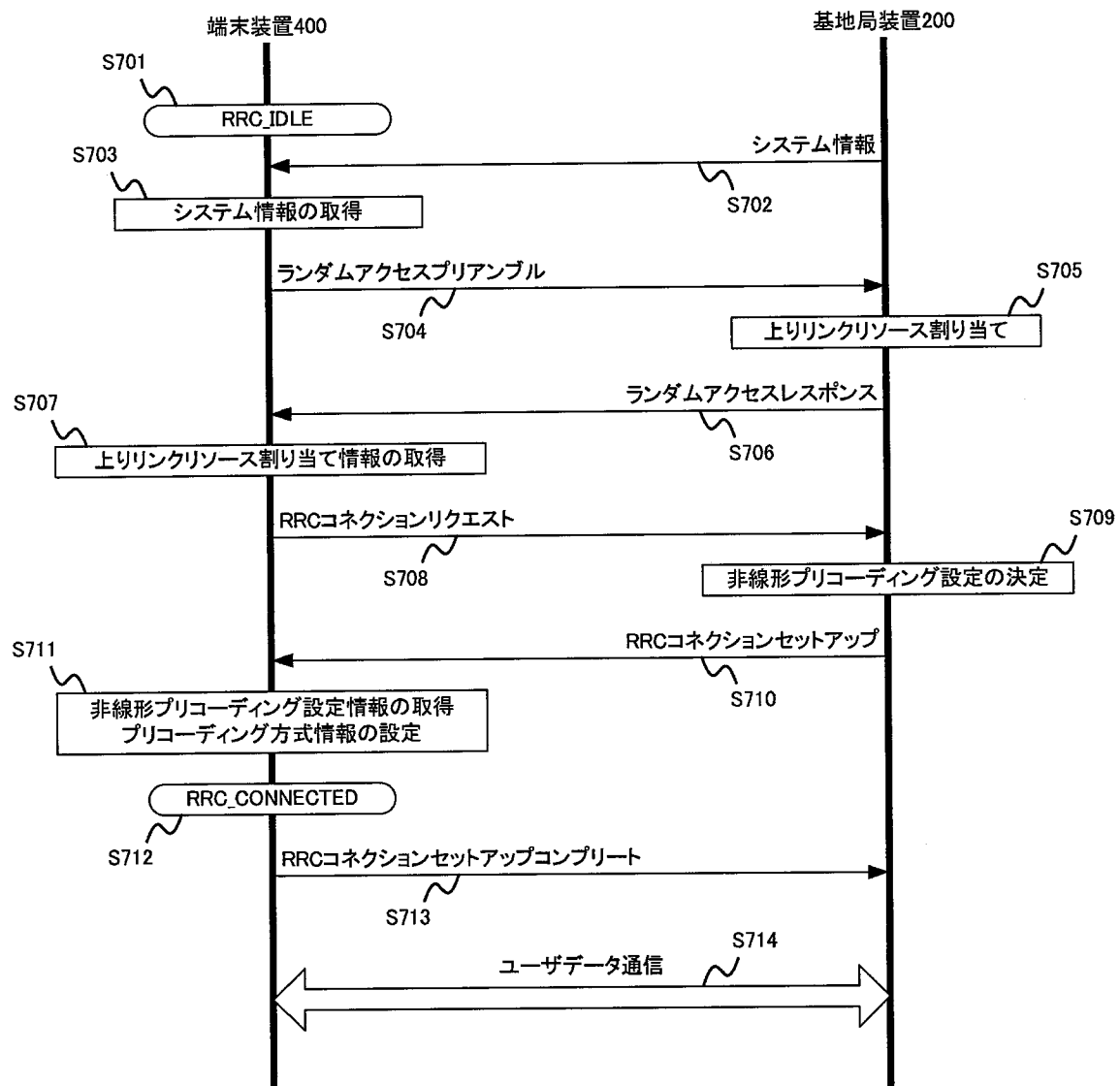
[図5]



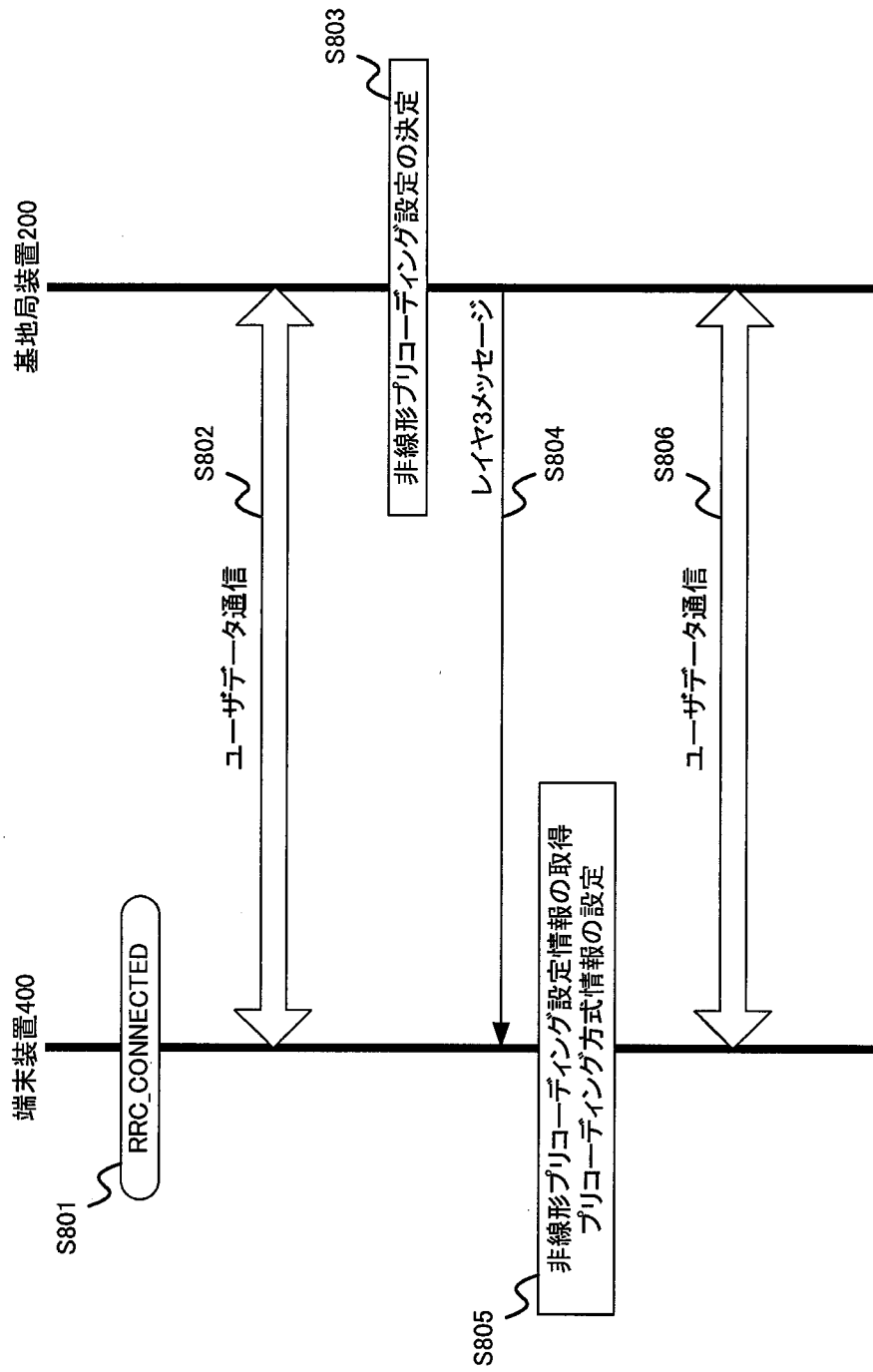
[図6]



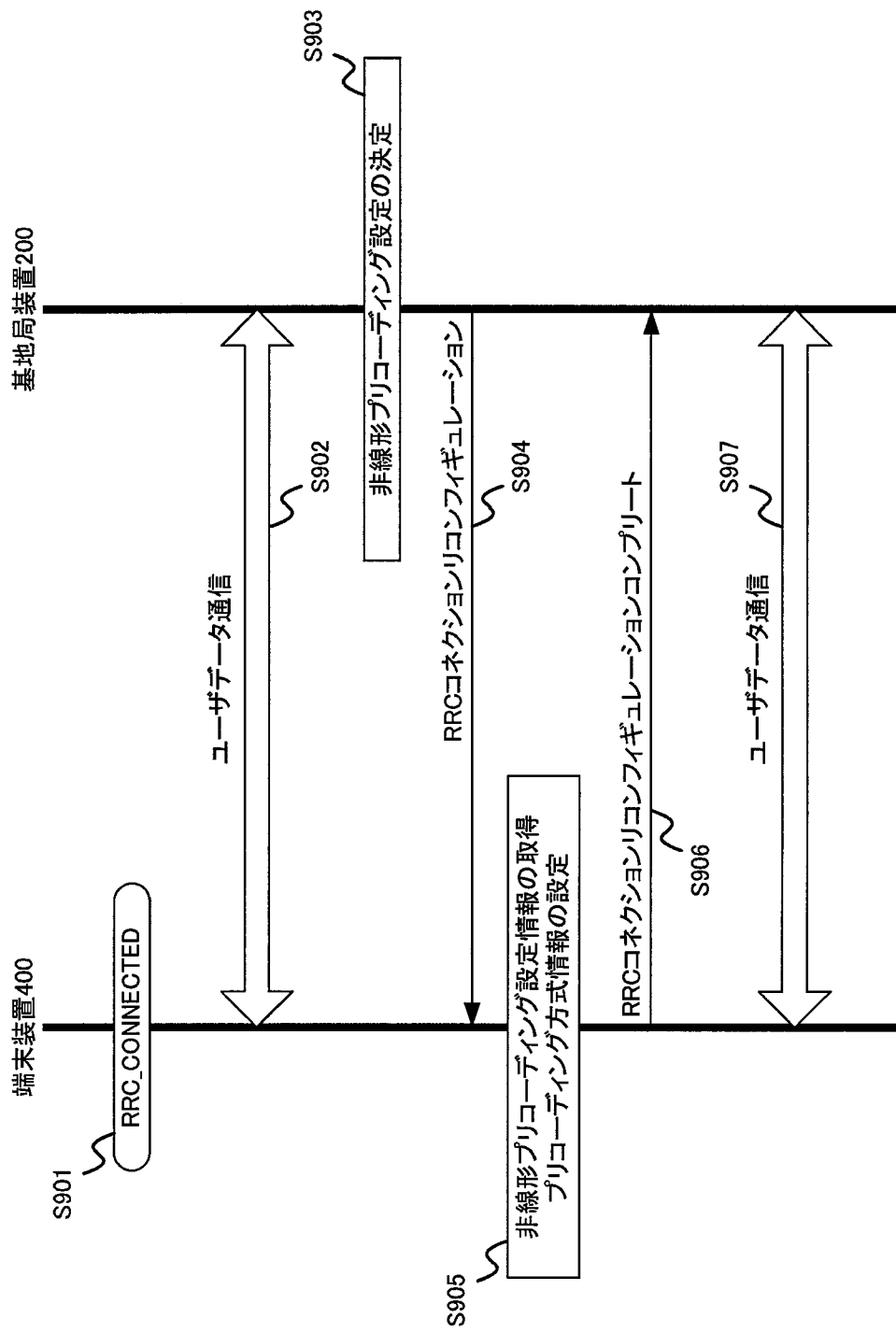
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/058117

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04W16/28(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)

H04J99/00, H04B7/04, H04W16/28

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-42350 A (Sharp Corp.), 28 February 2013 (28.02.2013), paragraphs [0055] to [0058], [0082], [0083], [0091] to [0093] & WO 2013/024838 A1	1-4, 6-10, 12-17 5, 11
Y A	WO 2012/053154 A1 (NEC Corp.), 26 April 2012 (26.04.2012), paragraph [0032] & US 2013/0183990 A1 (paragraph [0059]) & EP 2632226 A1 & CN 103155689 A	1-4, 6-10, 12-17 5, 11

☒ 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
08 April, 2014 (08.04.14)

Date of mailing of the international search report
22 April, 2014 (22.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/058117

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2007/0189236 A1 (NOKIA CORP.), 16 August 2007 (16.08.2007), paragraphs [0092], [0093] & JP 2009-526460 A & GB 2435157 A & EP 1992125 A & WO 2007/091174 A2 & CN 101406100 A	1-4, 6-10, 12-17 5, 11
A	JP 2013-31132 A (Sharp Corp.), 07 February 2013 (07.02.2013), fig. 6 & WO 2013/018555 A	5, 11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04W16/28(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. H04J99/00, H04B7/04, H04W16/28

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）

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
Y A	JP 2013-42350 A（シャープ株式会社）2013.02.28, 【0055】 - 【0058】、【0082】、【0083】、【0091】 - 【0093】 & WO 2013/024838 A1	1-4, 6-10, 12-17 5, 11
Y A	WO 2012/053154 A1（日本電気株式会社）2012.04.26, 【0032】 & US 2013/0183990 A1([0059]) & EP 2632226 A1 & CN 103155689 A	1-4, 6-10, 12-17 5, 11

☒ 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

0 8 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 4 . 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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

藤江 大望

5 K

4 8 7 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

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
Y	US 2007/0189236 A1 (NOKIA CORPORATION) 2007. 08. 16, [0092]、[0093]	1-4, 6-10, 12-17
A	& JP 2009-526460 A & GB 2435157 A & EP 1992125 A & WO 2007/091174 A2 & CN 101406100 A	5, 11
A	JP 2013-31132 A (シャープ株式会社) 2013. 02. 07, 【図 6】 & WO 2013/018555 A	5, 11