(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 5 月 14 日(14.05.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/068508 A1

(51) 国際特許分類:
H04J 99/00 (2009.01) *H04W 16/28* (2009.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/076581

(22) 国際出願日: 2014 年 10 月 3 日(03.10.2014)

(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 2013-231256 2013 年 11 月 7 日(07.11.2013) 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２２番２２号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 留場 宏道(TOMEBA Hiromichi). 小野寺 毅 (ONODERA Takashi). 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, 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.

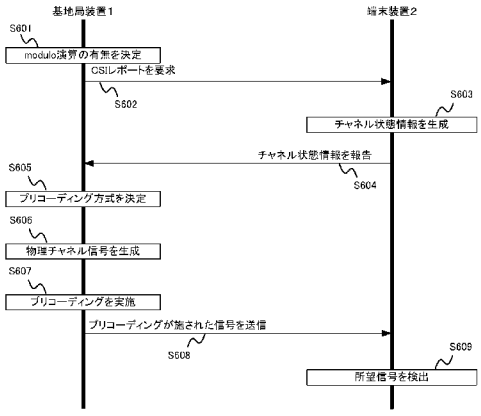
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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)）

WO 2015/068508 A1

(54) **Title**: COMMUNICATIONS SYSTEM, BASE STATION DEVICE, AND TERMINAL DEVICE

(54) 発明の名称 : 通信システム、基地局装置、および端末装置



1 Base station device
2 Terminal device
S601 Determine presence of modulo calculation
S602 Request CSI report
S603 Generate channel state information
S604 Report channel state information
S605 Determine precoding method
S606 Generate physical channel signal
S607 Execute precoding
S608 Send pre-coded signal
S609 Detect desired signal

(57) **Abstract**: A communications system, a base station device, and a terminal device, whereby the base station device and the terminal device highly efficiently exchange channel information on the basis of different channel information norms. The base station device determines the channel information norms required of the terminal device, generates control information including information specifying the channel information norms, and sends the control information to the terminal device. The terminal device receives the control information, estimates a channel between the terminal device and the base station, generates information about the state of the channel between the terminal device and the base station device on the basis of the control information and the channel, and reports the channel state information to the base station device.

(57) 要約: 基地局装置と端末装置とが、異なるチャネル情報規範に基づいたチャネル情報を高効率にやり取りする通信システム、基地局装置、および端末装置を提供する。基地局装置が、端末装置に対して要求するチャネル情報規範を決定し、前記チャネル情報規範を指定する情報を含んだ制御情報を生成し、前記制御情報を端末装置に対して送信し、端末装置は、前記制御情報を受信し、前記基地局との間のチャネルを推定し、前記制御情報と前記チャネルに基づいて、基地局装置との間のチャネル状態情報を生成し、前記チャネル状態情報を前記基地局装置に報告する。

明　細　書

発明の名称 ： 通信システム、基地局装置、および端末装置

技術分野

[0001] 本発明は、多重入力多重出力伝送を行なう技術に関する。

背景技術

[0002] 限られた周波数帯域における高速・大容量の無線通信を実現するために、複数の送受信アンテナを用いて無線伝送を行なう多重入力多重出力（Multiple Input Multiple Output：MIMO）技術が注目を集めており、セルラーシステムや無線ＬＡＮシステムなどで実用化されている。また、基地局装置に同時接続する複数端末装置を仮想的な大規模アレーアンテナとみなし、基地局装置から各端末装置への送信信号を空間多重させるマルチユーザＭＩＭＯ（Multi-User MIMO：MU-MIMO）が周波数利用効率の改善に有効である。

[0003] ＭＵ－ＭＩＭＯでは、各端末装置宛ての送信信号同士のユーザ間干渉（Inter-User-Interference：IUI）を抑圧する必要がある。例えば、第３．９世代および第４世代移動無線通信システムとして知られるＬｏｎｇ　ｔｅｒｍ　ｅｖｏｌｕｔｉｏｎ（LTE）やＬＴＥ－Ａｄｖａｎｃｅｄ（LTE-A）では、線形フィルタを基地局装置にて予め乗算することでＩＵＩを抑圧する線形プリコーディングが採用されている。

[0004] また、非線形処理を基地局装置側で行なう非線形プリコーディングを用いるＭＵ－ＭＩＭＯ技術が注目を集めている。端末装置において、剰余（Modulo、モジュロ）演算が可能である場合、基地局装置は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を送信信号に加算できる。そこで、基地局装置は、複数の端末装置との間のチャネル状態情報（Channel State Information：CSI）に応じて、摂動ベクトルを適切に設定してやれば、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る。非線形プリコーディングとして、Ｖｅｃｔｏｒ　ｐｅｒｔｕｒｂａｔｉｏｎ（VP）やＴｏｍｌｉｎｓｏｎ　Ｈａｒａｓｈ

ｉｍａ　ｐｒｅｃｏｄｉｎｇ（THP）が良く知られている（非特許文献１および２等に記載）。

[0005] ＭＵ－ＭＩＭＯ伝送を基地局装置が行なうためには、端末装置との間のＭＩＭＯチャネル情報が必要である。端末装置が基地局装置にチャネル状態情報を報告（CSIレポート）することで、基地局装置はＭＩＭＯチャネルを把握できる。ＬＴＥシステムでは、周期的に端末装置がチャネル状態情報を報告する周期チャネル状態情報報告（Periodic CSI reporting）と、基地局装置からのチャネル状態情報報告要求（CSIトリガ）に基づいて端末装置がチャネル状態情報を報告する非周期チャネル状態情報報告（Aperiodic CSI reporting）が採用されている（特許文献１等に記載）。

[0006] また、端末装置が、基地局装置に対して自装置の受信品質に関連付けられた情報を併せて通知し、基地局装置は各端末装置宛ての送信信号に適用する符号化率および変調方式（Modulation and Coding Scheme：MCS）を決定する適応変調伝送（Adaptive Modulation and Coding：AMC）が周波数利用効率の改善に有効である。また、受信品質に関連付けられた情報は基地局装置がＭＵ－ＭＩＭＯ伝送を行なうか否かを決定する際にも有用である。

[0007] しかしＬＴＥでは、各端末装置は、基地局装置とシングルユーザＭＩＭＯ（Single user-MIMO：SU-MIMO）伝送を行なうことを想定してＣＳＩレポートを行なうことになる。なぜならば、端末装置はＣＳＩレポートを基地局装置に行なう時点において、自装置宛てにＭＵ－ＭＩＭＯ伝送されるかどうかを判断できないためである。このことは、端末装置はｍｏｄｕｌｏ演算を想定していないＣＳＩレポートを行なうことを示唆している。

先行技術文献

非特許文献

[0008] 非特許文献1：B. M. Hochwald, et. al., “A vector-perturbation technique for near-capacity multiantenna multiuser communication-Part II:Perturbation,” IEEE Trans. Commun., Vol. 53, No. 3, pp.537-544, March 2005.

非特許文献2：M. Joham, et. al., “MMSE approaches to multiuser spatio-temporal Tomlinson- Harashima precoding”, Proc. 5th Int. ITG Conf. on Source and Channel Coding, Erlangen, Germany, Jan. 2004.

特許文献

[0009] 特許文献1：特開２０１２－２３５３５２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 基地局装置は、各端末装置からのＣＳＩレポートに基づいて、各端末装置宛ての信号のＭＣＳを決定する。しかし、従来方式において、各端末装置のＣＳＩレポートにはｍｏｄｕｌｏ演算が考慮されていないため、基地局装置が非線形プリコーディングを行なう場合、各端末装置宛ての信号のＭＣＳを正しく設定できない問題が発生する。

[0011] また、プリコーディング方式に依らず、基地局装置が端末装置にデータ信号を送信するアクセス方式や、搬送波周波数の違いによっても、各端末装置が推定する受信品質に関連付けられた情報は大きく変わるが、端末装置は、常に全ての場合における受信品質に関連付けられた情報を基地局装置に通知することはできないため、基地局装置が各端末装置宛ての信号のＭＣＳを正しく設定できない問題が発生する。

[0012] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、基地局装置と端末装置が複数の技術もしくは無線リソースに基づいて無線通信を行なうシステムにおいて、各端末装置が適切な受信品質に関連付けられた情報を通知できる通信システム、基地局装置、および端末装置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

[0013] （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、本発明の通信システムは、端末装置から基地局装置へチャネル状態情報（CSI）を通知する際の通信システムであって、前記基地局装置が

前記端末装置に対して要求するチャネル状態情報の規範であるチャネル情報規範を複数の候補の中から決定するステップと、前記決定したチャネル情報規範を指定する情報を含んだ制御情報を生成するステップと、前記制御情報を前記端末装置に対して送信するステップと、前記端末装置が前記制御情報を受信するステップと、前記基地局装置との間のチャネルを推定するステップと、前記制御情報と前記推定した基地局装置との間のチャネルに基づいて、前記基地局装置との間のチャネル状態情報を生成するステップと、前記チャネル状態情報を前記基地局装置に報告するステップと、を備え、前記チャネル情報規範は、前記端末装置が摂動ベクトルを考慮してチャネル状態情報を算出する規範と、前記端末装置が摂動ベクトルを考慮せずにチャネル状態情報を算出する規範と、を含むことを特徴とする。

[0014] このような通信システムにより、基地局装置が、端末装置にチャネル状態情報を要求する際に、摂動ベクトルの考慮の有無を指定することができるから、基地局装置は、端末装置より通知されるチャネル状態情報に基づいて、各端末装置宛てのデータ信号を適切に生成できる。また、端末装置は、基地局装置より通知される制御情報に基づいて、チャネル状態情報を算出する際に、摂動ベクトルを考慮するか否かを判断できる。よって、端末装置の受信品質を改善することができる。

[0015] （２）また、本発明の通信システムは、前記基地局装置の通信範囲内に存在する小型基地局装置との間のチャネルを推定するステップと、前記制御情報と前記推定した小型基地局装置との間のチャネルに基づいて、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を生成するステップと、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を前記基地局装置に報告するステップと、前記基地局装置が、前記端末装置より報告された前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を前記小型基地局装置に通知するステップと、前記小型基地局装置が前記基地局装置より通知された前記チャネル状態情報を取得するステップと、を更に備えることを特徴とする。

[0016] このような通信システムにより、基地局装置と小型基地局装置と端末装置

が、異なるチャネル情報規範に基づいてチャネル状態情報のやり取りすることができる。また、基地局装置と小型基地局装置は、端末装置より通知されるチャネル状態情報に基づいて、各端末装置宛てのデータ信号を適切に生成できる。よって、端末装置の受信品質を改善することができる。

[0017] （３）また、本発明の通信システムは、前記制御情報には、前記端末装置が、前記チャネル状態情報を、前記基地局装置と前記小型基地局装置のいずれに報告するかを指定する情報を更に含むことを特徴とする。

[0018] このような通信システムにより、基地局装置は、端末装置に対して、チャネル状態情報の通知先を指定することができ、端末装置は、生成したチャネル状態情報を適切な通知先に通知することができる。よって、端末装置の受信品質を改善することができる。

[0019] （４）また、本発明の基地局装置は、複数の端末装置からチャネル状態情報を受信する基地局装置であって、前記端末装置に対して要求するチャネル状態情報の規範であるチャネル情報規範を複数の候補の中から決定する制御部と、前記決定したチャネル情報規範を指定する情報を含んだ制御情報を生成する制御情報生成部と、前記制御情報を前記端末装置に対して送信する無線送信部と、を備え、前記チャネル情報規範は、前記端末装置が摂動ベクトルを考慮してチャネル状態情報を算出する規範と、前記端末装置が摂動ベクトルを考慮せずにチャネル状態情報を算出する規範と、を含むことを特徴とする。

[0020] このような基地局装置は、端末装置にチャネル状態情報を要求する際に、摂動ベクトルの考慮の有無を指定することができるから、端末装置より通知されるチャネル状態情報に基づいて、各端末装置宛てのデータ信号を適切に生成できる。よって、端末装置の受信品質を改善することができる。

[0021] （５）また、本発明の基地局装置は、前記複数の端末装置の一部より報告された前記チャネル状態情報を、自局の通信範囲内に存在する小型基地局装置に通知することを特徴とする。

[0022] このような基地局装置は、端末装置の一部より報告されたチャネル状態情

報を自局の通信範囲内に存在する小型基地局装置に通知することができるから、小型基地局装置は、通知されるチャネル状態情報に基づいて、小型基地局装置の通信範囲内に存在する端末装置宛てのデータ信号を適切に生成できる。よって、端末装置の受信品質を改善することができる。

[0023] （６）また、本発明の基地局装置は、前記制御情報には、前記複数の端末装置の一部が、前記チャネル状態情報を、前記基地局装置と前記小型基地局装置のいずれに報告するかを指定する情報を更に含むことを特徴とする。

[0024] このような基地局装置は、端末装置の一部に対して、チャネル状態情報を、基地局装置と、小型基地局装置のいずれに報告するかを指定することができる。よって、端末装置は、チャネル状態情報を適切な通知先に通知することができる。よって、端末装置の受信品質を改善することができる。

[0025] （７）また、本発明の基地局装置は、複数の符号化率および変調方式の組み合わせが記載されたチャネル品質インジケータテーブルを複数備え、前記複数のチャネル品質インジケータテーブルは、前記チャネル情報規範にそれぞれ対応していることを特徴とする。

[0026] このような基地局装置は、複数のチャネル情報規範にそれぞれ対応付けられた複数のチャネル品質インジケータテーブルを用いることができるから、端末装置より通知されたチャネル状態情報に基づいて、端末装置宛てのデータ信号を適切に生成できる。よって、端末装置の受信品質を改善することができる。

[0027] （８）また、本発明の端末装置は、基地局装置へチャネル状態情報を通知する端末装置であって、前記基地局装置より送信された、チャネル状態情報の規範であるチャネル情報規範を指定する情報を含む制御情報を受信する無線受信部と、前記基地局装置との間のチャネルを推定する伝搬路推定部と、前記制御情報で指定されたチャネル情報規範と前記推定した基地局装置との間のチャネルに基づいて、前記基地局装置との間のチャネル状態情報を生成するチャネル状態情報生成部と、前記チャネル状態情報を前記基地局装置に送信する無線送信部と、を備え、前記チャネル情報規範は、前記チャネル状

態情報生成部が摂動ベクトルを考慮してチャネル状態情報を算出する規範と、摂動ベクトルを考慮せずにチャネル状態情報を算出する規範と、を含むことを特徴とする。

[0028] このような端末装置は、基地局装置より通知されるチャネル状態情報の規範であるチャネル情報規範を指定する情報を含む制御情報に基づいて、チャネル状態情報を算出する際に、摂動ベクトルを考慮するか否かを判断することができるから、基地局装置に精度よくチャネル状態情報を通知することができる。よって、自装置宛てのデータ信号が適切に生成されるから、端末装置の受信品質を改善できる。

[0029] （９）また、本発明の端末装置は、前記伝搬路推定部は、前記基地局装置の通信範囲内に存在する小型基地局装置との間のチャネルを推定し、前記チャネル状態情報生成部は、前記制御情報で指定されたチャネル情報規範と前記推定した小型基地局装置との間のチャネルに基づいて、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を生成し、前記無線送信部は、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を、前記基地局装置に送信することを特徴とする。

[0030] このような端末装置は、制御情報に基づいて、小型基地局装置との間のチャネル状態情報を算出する際に、摂動ベクトルを考慮するか否かを判断することができるから、精度よくチャネル状態情報を生成することができる。よって、自装置宛てのデータ信号が適切に生成されるから、端末装置の受信品質を改善できる。

[0031] （１０）また、本発明の端末装置は、前記無線送信部は、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を、前記小型基地局装置に送信することが可能であり、前記制御情報には、前記チャネル状態情報を、前記基地局装置と前記小型基地局装置のいずれに報告するかを指定する情報が更に含まれており、前記制御情報に基づいて、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を、前記基地局装置と前記小型基地局装置のいずれに報告するかを決定することを特徴とする。

[0032] このような端末装置は、制御情報に基づいて、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報の通知先を判断することができるから、チャネル状態情報を適切な通知先に通知することができる。よって、自装置宛てのデータ信号が適切に生成されるから、端末装置の受信品質を改善できる。

[0033] （１１）また、本発明の端末装置は、複数の符号化率および変調方式の組み合わせが記載されたチャネル品質インジケータテーブルを複数備え、前記複数のチャネル品質インジケータテーブルは、異なる前記チャネル情報規範にそれぞれ対応し、前記制御情報に基づいて、前記チャネル状態情報生成部が使用するチャネル品質インジケータテーブルを決定することを特徴とする。

[0034] このような端末装置は、複数のチャネル品質インジケータテーブルに基づいて、高精度に、チャネル状態情報を算出し、基地局装置に通知することができる。よって、自装置宛てのデータ信号が適切に生成されるから、端末装置の受信品質を改善できる。

発明の効果

[0035] 本発明によれば、基地局装置と端末装置が異なる複数の技術もしくは無線リソースに基づいて無線通信を行なうシステムにおいて、各端末装置が適切な受信品質に関連付けられた情報を通知できるから、各端末装置宛ての信号のＭＣＳを適切に設定することが可能となり、伝送品質を改善できる。ひいては無線通信システムの周波数利用効率の大幅な改善に寄与できる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]本発明の第１の実施形態に係る無線通信システムの概略の一例を示す図である。

[図2]本発明の第１の実施形態に係るＣＱＩテーブルの一例を示す図である。

[図3]本発明の第１の実施形態に係るＣＳＩリクエストフィールドの一例を示す図である。

[図4]本発明の第１の実施形態に係るＣＳＩリクエストフィールドの一例を示す図である。

[図5]本発明の第１の実施形態に係るＣＳＩリクエストフィールドおよびｍｏｄｕｌｏ演算リクエストフィールドの一例を示す図である。

[図6]本発明の第１の実施形態に係る通信の一例を示すシーケンスチャートである。

[図7]本発明の第１の実施形態に係る基地局装置１の装置構成の一例を示すブロック図である。

[図8]本発明の第１の実施形態に係る基地局装置１の信号処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]本発明の第１の実施形態に係る基地局装置１の信号処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]本発明の第１の実施形態に係る端末装置２の装置構成の一例を示すブロック図である。

[図11]本発明の第１の実施形態に係る端末装置２の信号処理の一例を示すフローチャートである。

[図12]本発明の第１の実施形態に係る端末装置２の信号処理の一例を示すフローチャートである。

[図13]本発明の第２の実施形態に係るＣＱＩテーブルの一例を示す図である。

[図14]本発明の第２の実施形態に係るＣＱＩテーブルの一例を示す図である。

[図15]本発明の第３の実施形態に係る無線通信システムの概略の一例を示す図である。

[図16]本発明の第３の実施形態に係る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

[0037] 以下、図面を参照して本発明の無線通信システムを適用した場合における実施形態について説明する。

[0038] 本発明が対象とするのは、以下のような基地局装置と端末装置を含んだ無

線通信システムである。基地局装置はＣＳＩレポートを要求する情報を含んだ下りリンク制御信号を非周期に端末装置に送信する。端末装置は、受信した下りリンク制御信号よりＣＳＩレポートを要求するトリガビットを検出し、基地局装置にＣＳＩレポートを行なう。

[0039] 本発明は、ＬＴＥ、ＬＴＥ－Ａ及びその後継規格に適用可能である。また、今後、ＬＴＥ、ＬＴＥ－Ａ及びその後継規格の構造やフォーマット形式の変更又は追加が行なわれる可能性もあるが、その場合でも本発明は適用可能である。以下では、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、主に本発明に関係するものについて説明する。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。

[0040] 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。

[0041] 物理報知チャネル（Physical Broadcast Channel：PBCH）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：PDCCH）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：PDSCH）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（Cel

l Global Identifier：CGI）、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：TAI）、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：RRC）層でやり取りされる制御平面（Control-plane）のメッセージであり、ＲＲＣシグナリング又はＲＲＣメッセージと同義の意味で使用される。

[0042] 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：CRS）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。

[0043] 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ＬＴＥ－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：CSI-RS）が利用可能である。

[0044] 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：DM-RS）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。

[0045] 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ＯＦＤＭ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が記載された下りリンク制御情報（Downlink Control information(DCI)）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、自端末装置宛て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ＯＤＦＭ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。

[0046] 物理上りリンク制御チャネル（Physical Uplink Control Channel：PUCCH）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：ACK）及び否定応答（Negative Acknowledgement：NACK又はNAK）、下りリンクの伝搬路（チャネル）状態情報（Channel State Information：CSI）、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：SR）を通知するために使用される。

[0047] 物理下りリンク共有チャネル（Physical Downlink Shared Channel：PDSCH）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。

[0048] 物理上りリンク共有チャネル（Physical Uplink Shared Channel：PUSCH）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ＣＳＩや、下りリンクデータ等に対するＡＣＫ／ＮＡＣＫ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。また、上りリンク制御情報（Uplink control information(UCI)）がＰＵＳＣＨを介して送信されない場合、ＵＣＩはＰＵＣＣＨを介して送信される。

[0049] 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：DM-RS）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：SRS）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 SRS）と非周期的サウンディング参照信号（Aperiodic SRS）とがある。

[0050] 物理ランダムアクセスチャネル（Physical Random Access Channel：PRACH）は、プリアンブ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。プリアンブル系列は、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。

[0051] 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なうために、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。

[0052] 以下において、本発明の実施形態に係る通信技術について、図面を参照しながら説明を行なう。なお、実施形態において説明した事項は、発明を理解するための一態様であり、実施形態に限定して発明の内容が解釈されるものではない。

[0053] ［１．第１の実施形態］

図１は、本発明の第１の実施形態に係る無線通信システムの概略の一例を示す図である。第１の実施形態においては、非線形プリコーディングを含むプリコーディングＭＵ－ＭＩＭＯ伝送が可能な基地局装置１（無線送信装置とも呼ぶ）に対して、端末装置２（無線受信装置とも呼ぶ）が複数個（図１中では端末装置２－１～２－４の４個）接続しているものとする。

[0054] 端末装置２は、基地局装置１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１の各送信アンテナと自端末装置２の各受信アンテナとの間の下りリンクのチャネル状態を推定し、その伝搬路状態に基づいてチャネル状態情報（Channel State Information：CSI）を上りリンク伝送によって基地局装置１にそれぞれ報告する（このことをCSIレポートとも呼ぶ）。基地局装置１は、各端末装置２からのＣＳＩレポート等に基づいて複数の端末装置２を選択し、それら複数の端末装置２宛ての送信データを空間的に多重して同時伝送するＭＵ－ＭＩＭＯ伝送を行なう。

[0055] 端末装置２が基地局装置１にＣＳＩを報告する手段として、ＬＴＥシステムでは、周期フィードバックと非周期フィードバックという２つの方式を有する。２つの方式は、周期チャネル状態情報報告（Periodic CSI reporting）と非周期チャネル状態情報報告（Aperiodic CSI reporting）である。周期チャネル状態情報報告は、端末装置２が基地局装置１に事前に定められた周期に従ってＣＳＩをフィードバックする。

[0056] 非周期チャネル状態情報報告は、基地局装置１が端末装置２に非周期チャ

ネル状態情報報告要求信号（CSIトリガビットもしくは単にCSIトリガとも呼ぶ）を送信する。端末装置２は、下りリンク制御信号に含まれるＣＳＩトリガビットを検出した場合、基地局装置に１回ＣＳＩレポートを行なう。ＬＴＥシステムにおいて、端末装置２はＰＵＳＣＨを介して非周期チャネル状態情報報を基地局装置１に報告する。

[0057] ＣＳＩには、主に以下の情報が含まれる。すなわち、基地局装置１と端末装置２との間のＭＩＭＯチャネルに関する情報と、端末装置２の受信品質に関する情報と、端末装置２の要求データストリーム数に関する情報である。ＭＩＭＯチャネルとは、基地局装置１の各送信アンテナと、端末装置２の各受信アンテナとの間の複素チャネル利得を要素とする行列で表される。

[0058] ＭＩＭＯチャネルに関する情報（MIMOチャネル情報とも呼ぶ）として、ＬＴＥ及びＬＴＥ－Ａでは、端末装置２が推定したＭＩＭＯチャネルに対して、望ましいプリコーディング情報を示すプリコーディング行列インジケータ（Precoding matrix indicator：PMI）が定義されている。なお、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。

[0059] 本実施形態においては、ＭＩＭＯチャネルに関する情報として、端末装置２が推定したＭＩＭＯチャネルそのものを示す情報を用いても良い。ＭＩＭＯチャネルそのものを示す情報として、端末装置２が推定したＭＩＭＯチャネルの値を有限ビット数にて直接量子化したものや、推定したＭＩＭＯチャネルに何らかの信号処理（例えば、平均化、補間、固有値分解、特異値分解、逆離散フーリエ変換及び逆離散個サイン変換）を施すことで得られる値を、有限ビット数にて量子化したものでも良い。

[0060] 端末装置２の要求データストリーム数に関する情報として、ＬＴＥ及びＬＴＥ－Ａでは、端末装置２が推定したＭＩＭＯチャネルに対して、最も望ましいデータストリーム数（ランク数）を示すランクインジケータ（Rank indicator：RI）が定義されている。

[0061] 端末装置２の受信品質に関する情報として、ＬＴＥ及びＬＴＥ－Ａでは、

端末装置２が推定したＭＩＭＯチャネルに基づき、ＰＤＳＣＨで適用されるのに最も適した周波数利用効率を示すチャネル品質インジケータ（Channel quality indicator：CQI）が定義されている。

[0062] 以下では、前述したＬＴＥおよびＬＴＥ－Ａで用いられている言葉を用いて説明を行なうが、異なる無線通信システムでも、同様の意味で定義されている制御が行なわれているのであれば、本発明は適用可能である。

[0063] 図２はＣＱＩテーブルの一例を示す図である。端末装置２は、推定したＭＩＭＯチャネルと、ＰＭＩ、ＲＩ及び受信検出方式に基づいて、データ信号（例えばPDSCHを介して送信される信号）を受信した場合の、受信信号対干渉＋雑音電力比（SINR）を推定する。そして、推定した受信ＳＩＮＲによって所要受信品質を満たす最大の周波数利用効率を与えるＭＣＳを算出する。そして、その周波数利用効率に最も近い値をＣＱＩテーブルより抽出し、そのインデックスを端末装置２は基地局装置１に通知することになる。

[0064] 上記の通り、ＣＱＩは端末装置２の受信検出方式にも依存する。本実施形態における基地局装置１は、各端末装置２宛てのデータ信号に対して、非線形プリコーディングを含むプリコーディングを施すことができる。非線形プリコーディングがデータ信号に施される場合、各端末装置２宛てのデータ信号に予め摂動ベクトルと呼ばれるオフセットベクトルが加算される。摂動ベクトルは、基地局装置１がＭＵ－ＭＩＭＯ伝送を行なう際に発生する所要送信電力の強調を防ぐ効果がある。

[0065] 端末装置２は、非線形プリコーディングが施されたデータ信号を受信した場合、データ信号に加算された摂動ベクトルを考慮した受信検出を行なう必要がある。このときに、一般的に用いられるのがｍｏｄｕｌｏ演算と呼ばれる非線形演算である。

[0066] ｍｏｄｕｌｏ演算は、入力された信号が一定振幅内に収まるように、入力信号に一定間隔のオフセットベクトルを加算する演算である。端末装置２はｍｏｄｕｌｏ演算により、基地局装置１がデータ信号に加算した摂動ベクトルを取り除くことができる。

[0067] また、基地局装置１が摂動ベクトルをデータ信号に加算することは、元々の変調信号候補点が複素平面上に繰り返された信号点空間から、任意の信号候補点を選択することと等価であるから、端末装置２は、受信信号に対して、最尤検出を行なうことで所望信号を検出することが可能である。以下では、摂動ベクトルを考慮して信号検出を行なうことを、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮して信号検出を行なうこととも呼ぶこととする。

[0068] しかし、ｍｏｄｕｌｏ演算は、信号判定面の面積を小さくしてしまう。そのため、ｍｏｄｕｌｏ演算前の受信品質が同一である場合、ｍｏｄｕｌｏ演算を行なった方が、受信検出後の受信品質は劣ってしまう。このことは、ｍｏｄｕｌｏ演算を適用するか否かで、端末装置２が推定する受信品質は大きく異なってしまうことを示唆している。

[0069] 端末装置２が常にｍｏｄｕｌｏ演算を前提としたＣＱＩを算出する方法も考えられるが、基地局装置１は常にデータ信号において非線形プリコーディングを施すとは限らない。それは、基地局装置１が非線形プリコーディングを施すか否かは、端末装置２からのＣＳＩレポートに基づいて決定するからである。

[0070] そこで、本実施形態において、基地局装置１は、端末装置２に対するＣＳＩトリガに、端末装置２がｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するか否かを指定する情報を含める。なお、以下では、本実施形態が対象とするｍｏｄｕｌｏ演算等の、端末装置２がＣＳＩレポートを行なう際に考慮する信号処理や規範のことをチャネル情報規範と呼ぶこととする。

[0071] 例えば、基地局装置１は、端末装置２に対するＣＳＩトリガに１ビットを含める。含めた１ビットが「０」であれば、端末装置２はｍｏｄｕｌｏ演算を考慮せずにＣＳＩを計算し、含めた１ビットが「１」であれば、端末装置２はｍｏｄｕｌｏ演算を考慮してＣＳＩを計算する。

[0072] このように制御することで、端末装置２は、ＣＳＩトリガに基づいて、ｍｏｄｕｌｏ演算の考慮の有無を決定することができる。また、基地局装置１は各端末装置２に対して、所望のチャネル情報規範を要求することができる

から、より高効率に非線形プリコーディングが適用された端末装置２宛てのデータ信号のＭＣＳを決定できる。

[0073] また、ＬＴＥ－Ａでは、異なるコンポーネントキャリアの複数のサービングセルにおいて通信できるように構成されている。そこで、ＤＣＩに含まれるＣＳＩトリガを示すＣＳＩリクエストフィールドの値により、どのサービングセルのＣＳＩを端末装置２が報告するかを基地局装置１は指定することができる。そこで、本実施形態においても、ＣＳＩリクエストフィールドの内容を変更、もしくはＣＳＩリクエストフィールドに新たに情報を追加、もしくはＤＣＩに新たなリクエストフィールドを追加することで、基地局装置１が端末装置２にｍｏｄｕｌｏ演算の有無を指定しても良い。

[0074] 図３は、本実施形態におけるＣＳＩリクエストフィールドの一例を示す図である。図３に示す例においては、２ビットの値が「００」であれば、端末装置２はＣＳＩレポートを行なわない。２ビットの値が「０１」であれば、端末装置２はＣＳＩレポートを行なうが、ｍｏｄｕｌｏ演算は行なわないことを前提としてＣＳＩを算出する。そして、２ビットの値が「１０」であれば、端末装置２はＣＳＩレポートを行なうが、その際に、ｍｏｄｕｌｏ演算を行なうことを前提とする。

[0075] 図３の例によれば、端末装置２はＣＳＩリクエストフィールドの値に従って、ＣＱＩを算出する際のｍｏｄｕｌｏ演算の考慮の有無を決定することができる。また、基地局装置１は各端末装置２に対して、所望のＣＳＩレポートを要求できるから、より高効率に非線形プリコーディングの適用の可否を決定できる。

[0076] 図４は、本実施形態におけるＣＳＩリクエストフィールドの他の一例を示す図である。図４に示す例においては、従来のＬＴＥ－Ａシステムと同様に、複数のサービングセルが利用される環境において、ｍｏｄｕｌｏ演算の考慮の有無を端末装置２が把握することができる。例えば、３ビットの値が「０００」であれば、端末装置２はＣＳＩレポートを行なわない。３ビットの値が「００１」であれば、端末装置２はＰＵＳＣＨに対応する下りコンポー

ネントキャリアのサービングセルに関するＣＳＩを報告するが、ｍｏｄｕｌｏ演算は行なわないことを前提とする。「１１０」であれば、端末装置２は他のシグナリング（例えばRRCシグナリング等のハイヤーレイヤシグナリング）によって第１のセットとして指定された少なくとも一つのサービングセルに関するＣＳＩを報告するが、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮することを前提とする。このようなＣＳＩリクエストフィールドを用いることで、複数のサービングセルが通信に用いられる環境においても、端末装置２は、ＣＳＩリクエストフィールドの値に従って、各サービングセルのＣＱＩを算出する際のｍｏｄｕｌｏ演算の考慮の有無を判断できる。なお、複数のサービングセルは、全て同一の基地局装置１から送信されるものに限定されるわけではない。例えば、第１のセットとして指定された少なくとも一つのサービングセルが別の基地局装置１より送信されるように制御されている場合も含まれる。

[0077] また、既存のＣＳＩリクエストフィールドとは別に、新たにｍｏｄｕｌｏ演算の考慮の有無を指定するフィールドを追加しても良い。図５は、本実施形態におけるＣＳＩリクエストフィールドとｍｏｄｕｌｏ演算リクエストフィールドの一例を示す図である。ＣＳＩリクエストフィールドについては、既存のＬＴＥ－Ａシステムと同様である。端末装置２は、更にｍｏｄｕｌｏ演算リクエストフィールドの値に基づいて、ｍｏｄｕｌｏ演算の有無を判断する。すなわち、「０」が設定されれば、端末装置２はｍｏｄｕｌｏ演算を考慮せずにＣＳＩを推定する。一方で、「１」が設定されれば、端末装置２はｍｏｄｕｌｏ演算を考慮してＣＳＩレポートを行なう。

[0078] また、既存のＣＳＩリクエストフィールドの記載内容の意味が、別のシグナリングによって変更されても良い。例えば、ハイヤーレイヤシグナリングによって、端末装置２がｍｏｄｕｌｏ演算を考慮してＣＳＩを推定するように設定される場合、端末装置２は、ＣＳＩリクエストフィールドの記載に依らず、データ信号にｍｏｄｕｌｏ演算を行なうことを前提として、ＣＳＩレポートを行なう。

[0079] 図６は、本実施形態における基地局装置１と端末装置２との通信の一例を

示すシーケンスチャートである。図６では、ＣＳＩレポートに関する部分だけが示されている。また、端末装置２については１個だけが示されているが、実際のシステムにおいては、複数の端末装置２が同様の通信を行なっている。なお、ＣＲＳやＣＳＩ－ＲＳ等の各端末装置２がＣＳＩを推定するための参照信号は、別の制御により周期的に通信されているものとする。

[0080] はじめに、基地局装置１は、各端末装置２に対して、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮したＣＳＩレポートを要求するか否かを決定する（ステップＳ６０１）。決定方法については、本実施形態において何かに限定されるものではないが、例えば、この時点までのＰＤＳＣＨの送信において比較的高い変調レベルの変調方式が使われてきた端末装置２に対して、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮したＣＳＩレポートを基地局装置１が要求する方法が考えられる。これは、端末装置２におけるｍｏｄｕｌｏ演算による特性劣化は、高い変調レベルの変調方式であるほど小さいためであり、そのような端末装置２宛てのデータ信号に対して非線形プリコーディングを施すことが望ましいためである。

[0081] 次いで、基地局装置１は、各端末装置２に対して、ＣＳＩレポートを要求する信号（CSIトリガ）を送信する（ステップＳ６０２）。例えば、基地局装置１は各端末装置２に対する下りリンク制御信号であるＤＣＩに前述したＣＳＩリクエストフィールドを含めて送信すれば良い。

[0082] 次に、端末装置２は、基地局装置１より通知されるＣＳＩトリガに基づいて、ｍｏｄｕｌｏ演算の有無を判断してチャネル状態情報を生成する（ステップＳ６０３）。そして、端末装置２は、基地局装置１にチャネル状態情報を報告する（ステップＳ６０４）。

[0083] 次に、基地局装置１は端末装置２からのＣＳＩレポートに基づいて、各端末装置２宛てのデータ信号に適用するプリコーディング方式を決定する（ステップＳ６０５）。

[0084] 次に、基地局装置１は、決定されたプリコーディング方式と、端末装置２からのＣＳＩレポートに基づいて、データ信号に適用するＭＣＳを決定し、物理チャネル信号を生成する（ステップＳ６０６）。例えば、物理チャネル

信号とはＰＤＳＣＨを介して送信される信号である。

[0085] 次に、基地局装置１は生成した物理チャネル信号にプリコーディングを施す（ステップＳ６０７）。そして、基地局装置１はプリコーディングが施された信号を、各端末装置２宛てに送信する（ステップＳ６０８）。

[0086] 次に、端末装置２は受信した信号から所望の信号を復調する（ステップＳ６０９）。

[0087] 以上が、本実施形態における基地局装置１と端末装置２との通信の一例である。このような通信により、端末装置２は、ＣＳＩを算出する際に、ｍｏｄｕｌｏ演算の有無を判断することが可能となり、また基地局装置１は、各端末装置２に、ＣＳＩ算出時のｍｏｄｕｌｏ演算の有無を要求することができる。

[0088] ［１．１．基地局装置１］

図７は、本実施形態に係る基地局装置１の１構成例を示すブロック図である。図７に示すように、基地局装置１は、制御部７０１と、制御信号生成部７０２と、無線送信部７０３と、アンテナ７０４と、無線受信部７０５と、ＣＳＩ取得部７０６と、物理チャネル信号生成部７０７と、プリコーディング部７０８と、から構成されている。

[0089] 図８は、本実施形態に係る基地局装置１が端末装置２にＣＳＩレポートを要求する信号処理の一例を示すフローチャートである。

[0090] はじめに、制御部７０１は端末装置２にｍｏｄｕｌｏ演算を考慮したＣＳＩレポートを要求するか否かを決定する（ステップＳ８０１）。制御部７０１は、これまでの端末装置２からのＣＳＩレポートや、ＭＵ－ＭＩＭＯ伝送で多重する最大空間多重端末数等に応じて、各端末装置２にｍｏｄｕｌｏ演算を考慮したＣＳＩレポートを要求するか否かを決定する。

[0091] 次に、制御信号生成部７０２は、制御部７０１で決定されたｍｏｄｕｌｏ演算の要求の有無に基づいて、ＣＳＩトリガを含んだ各端末装置２宛ての制御信号を生成する（ステップＳ８０２）。制御信号生成部７０２は、例えば、図３～図５で示されているようなＣＳＩリクエストフィールドや、ｍｏｄ

ｕｌｏ演算リクエストフィールドを含んだＤＣＩを各端末装置２宛てに生成する。

[0092] 次に、無線送信部７０３は、制御信号生成部７０２が生成した制御信号を含んだ送信信号を生成する（ステップＳ８０３）。無線送信部７０３では、制御信号に対するチャネル符号化、データ変調、リソースアロケーション、直交周波数分割多重変調、Ｒａｄｉｏ ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ（RF）帯へのアップコンバージョン等の処理が行なわれる。そして、無線送信部７０３が生成した送信信号はアンテナ７０４を介して、各端末装置２に向けて送信される（ステップＳ８０４）。以上が、本実施形態に係る基地局装置１が端末装置２にＣＳＩレポートを要求する信号処理の一例である。

[0093] 図９は、本実施形態に係る基地局装置１が端末装置２からのＣＳＩレポートに基づいて、各端末装置２にプリコーディング伝送を行なうための信号処理の一例を示すフローチャートである。なお、図８と図９で行なわれている信号処理は基地局装置１にて排他的に行なわれているとは限らず、一部の信号処理を並列に行なうことも可能である。

[0094] はじめに、基地局装置１はアンテナ７０４を介して、各端末装置２より送信されるＣＳＩを含んだ信号を受信する（ステップＳ９０１）。そして、無線受信部７０５は、アンテナ７０４より入力される信号より、ＣＳＩに関する情報をＣＳＩ取得部７０６に、それ以外の情報を制御部７０１に入力する（ステップＳ９０２）。

[0095] 次に、ＣＳＩ取得部７０６は、無線受信部７０５より入力されるＣＳＩに関する情報から、ＭＩＭＯチャネル情報（例えばPMI）、受信品質情報（例えばCQI）、所望ランク情報（例えばRI）等の情報を取得し、それぞれを制御部７０１およびプリコーディング部７０８に入力する（ステップＳ９０３）。

[0096] 次に、制御部７０１はＣＳＩ取得部７０６および無線受信部７０５より入力される制御信号に基づいて、データ信号（例えばPDSCHを介して各端末装置２に送信されるデータ信号）に適用するＭＣＳ及びプリコーディング方式を決定する（ステップＳ９０４）。

[0097] ここで、プリコーディング方式として、本実施形態においては、線形プリコーディング（第１のプリコーディング）、非線形プリコーディング（第２のプリコーディング）及び線形プリコーディングと非線形プリコーディングが混在したプリコーディング（第３のプリコーディング）が適用可能であるものとする。

[0098] 線形プリコーディングは、ＭＩＭＯチャネルより算出される線形フィルタのみを使ってＩＵＩを抑圧するプリコーディングを指し、ゼロフォーシング（Zero forcing：ZF）規範プリコーディングや、最小平均二乗誤差（Minimum mean square error：MMSE）規範プリコーディング等が例として挙げられる。非線形プリコーディングは、データ信号に予め摂動ベクトルを加算したのち、ＭＩＭＯチャネルより算出される線形フィルタを使ってＩＵＩを抑圧するプリコーディングを指し、ＶＰやＴＨＰが例として挙げられる。線形プリコーディングと非線形プリコーディングが混在したプリコーディングとは、非線形プリコーディングにおいて、一部の端末装置２宛てのデータ信号への摂動ベクトルの加算を行なわないプリコーディングを指す。

[0099] 制御部７０１は、ＣＳＩトリガ送信時に、基地局装置１が各端末装置２にｍｏｄｕｌｏ演算の考慮を要求したか否かに基づいてプリコーディング方式を決定する。具体的には、基地局装置１はｍｏｄｕｏ演算を考慮しないＣＳＩレポートを要求した端末装置２（第１の端末装置）宛てのデータ信号には摂動ベクトルを加算しない。一方で、基地局装置１はｍｏｄｕｏ演算を考慮したＣＳＩレポートを要求した端末装置２（第２の端末装置）宛てのデータ信号には摂動ベクトルの加算を行なう。

[0100] よって、空間多重される端末装置２が、全て第１の端末装置であれば、制御部７０１は第１のプリコーディングを施すことを決定する。また、空間多重される端末装置２が、全て第２の端末装置であれば、制御部７０１は第２のプリコーディングを施すことを決定する。そして、空間多重される端末装置２に、第１の端末装置と第２の端末装置が混在していれば、制御部７０１は第３のプリコーディングを施すことを決定する。

[0101] 次に、物理チャネル信号生成部７０７では、制御部７０１より入力される情報に基づいて、物理チャネル信号を生成する（ステップＳ９０５）。物理チャネル信号とは、例えばＰＤＳＣＨを介して各端末装置２に送信されるデータ信号である。物理チャネル信号生成部７０７は各端末装置２宛ての情報ビット系列に対するチャネル符号化とデータ変調、またＣＲＳ等の参照信号の多重、またデータ信号や参照信号に対するリソースアロケーション等のディジタル信号処理を施す。

[0102] 次に、プリコーディング部７０８が、制御部７０１で決定されたプリコーディング方式と、ＣＳＩ取得部７０６にて取得されたＭＩＭＯチャネル情報に基づいて、少なくとも一部の物理チャネル信号に対してプリコーディングを施す（ステップＳ９０６）。

[0103] 次に無線送信部７０３は、プリコーディングが施された物理チャネル信号を含んだ送信信号を生成する（ステップＳ９０７）。生成された送信信号はアンテナ７０４を介して、各端末装置２に向けて送信される（ステップＳ９０８）。

[0104] ［１．２．端末装置２］

図１０は、本実施形態に係る端末装置２の１構成例を示すブロック図である。図１０に示すように、端末装置２は、アンテナ１００１と、無線受信部１００２と、チャネル推定部１００３と、制御部１００４と、チャネル状態情報（CSI）生成部１００５と、物理チャネル信号生成部１００６と、無線送信部１００７と、物理チャネル信号復調部１００８と、から構成されている。

[0105] 図１１は、本実施形態に係る端末装置２が基地局装置１にＣＳＩレポートを行なう信号処理の一例を示すフローチャートである。

[0106] はじめに、端末装置２はアンテナ１００１を介して、基地局装置１より送信されるＣＳＩトリガを含む信号を受信し（ステップＳ１１０１）、無線受信部１００２は、アンテナ１００１を介して受信される制御信号をベースバンド帯の信号に変換したのち、ＣＳＩトリガを含む信号から、ＣＳＩトリガ

を含む制御情報を取り出し、制御部１００４に入力する。また、無線受信部１００２は、別に受信しているＣＲＳやＣＳＩ－ＲＳ等の参照信号をチャネル推定部１００３に入力する（ステップＳ１１０２）。

[0107] 次に、チャネル推定部１００３は、基地局装置１より周期的に送信されるＣＲＳやＣＳＩ－ＲＳに基づいて、基地局装置１との間のＭＩＭＯチャネルを推定する（ステップＳ１１０３）。

[0108] 次に、制御部１００４は、ＣＳＩを算出する際にｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するか否かを、ＣＳＩトリガに基づいて決定する（ステップＳ１１０４）。例えば、制御部１００４は、ＣＳＩリクエストフィールドの値を読み取って、ｍｏｄｕｌｏ演算の考慮の有無を決定すれば良い。なお、このとき決定したｍｏｄｕｌｏ演算の考慮の有無は、後述する物理チャネル信号の復調時にも用いる。

[0109] 次に、ＣＳＩ生成部１００５は、チャネル推定部１００３が推定したＭＩＭＯチャネルと、制御部１００４が決定したｍｏｄｕｌｏ演算の考慮の有無に基づいて、ＣＳＩを生成する（ステップＳ１１０５）。例えば、ＣＱＩを算出する際にｍｏｄｕｌｏ演算を考慮する場合、ｍｏｄｕｌｏ演算を含んだ受信検出方式を用いるものとしてＭＩＭＯチャネルより受信ＳＩＮＲを推定し、周波数利用効率を求めて、ＣＱＩを決定すれば良い。

[0110] 次に、物理チャネル信号生成部１００６は、ＣＳＩや、基地局装置１に向けて送信するデータ信号を含んだ送信信号を生成する。例えば、物理チャネル信号生成部１００６が生成する信号は、ＰＵＳＣＨを介して送信される信号である。そして、無線送信部１００７は、基地局装置１宛ての送信信号をＲＦ帯の無線送信信号に変換する。そして、端末装置２はアンテナ１００１を介して、基地局装置１に対して、無線送信信号を送信する（ステップＳ１１０６）。

[0111] 図１２は、本実施形態に係る端末装置２が基地局装置１より送信されたプリコーディングが施されたデータ信号を復調する信号処理の一例を示すフローチャートである。例えば、基地局装置１より送信されたプリコーディング

が施されたデータ信号とは、ＰＤＳＣＨを介して送信される信号である。なお、図１１と図１２で行なわれている信号処理は端末装置２にて排他的に行なわれているとは限らず、一部の信号処理を並列に行なうことも可能である。

[0112] はじめに、端末装置２はアンテナ１００１を介して、基地局装置１より送信されたプリコーディングが施されたデータ信号を含む信号を受信し（ステップＳ１２０１）、無線受信部１００２は、アンテナ１００１を介して受信される信号をベースバンド帯の信号に変換したのち、プリコーディングが施されたデータ信号を物理チャネル信号復調部１００８に入力する。また、無線受信部１００２は、別に受信しているＤＭＲＳ等の参照信号をチャネル推定部１００３に入力する（ステップＳ１２０２）。

[0113] 次に、チャネル推定部１００３は、ＤＭＲＳ等に基づいて、プリコーディングが施されたデータ信号を復調するためのＭＩＭＯチャネル情報を推定する（ステップＳ１２０３）。

[0114] 次に、物理チャネル信号復調部１００８は、プリコーディングが施されたデータ信号を復調するためのＭＩＭＯチャネル情報に基づいて、プリコーディングが施されたデータ信号より所望信号を復調する（ステップＳ１２０４）。物理チャネル信号復調部１００８は、線形フィルタリング、干渉キャンセラ、最尤検出、ターボ検出、およびこれらの組み合わせもしくは繰り返しによる空間検出処理、リソースデマッピング、データ復調、チャネル復号等をプリコーディングが施されたデータ信号に施す。このとき、ＣＳＩ生成部１００５が、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮したＣＳＩを生成していた場合、物理チャネル信号復調部１００８は、摂動ベクトルを考慮した信号処理（例えばmodulo演算）を含んだ信号復調を行なう。一方で、ＣＳＩ生成部１００５が、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮しないＣＳＩを生成した場合、物理チャネル信号復調部１００８は、摂動ベクトルを考慮せずに信号復調を行なう。

[0115] 以上説明してきた、通信方法、基地局装置、および端末装置により、基地局装置１は各端末装置２に対して、ＣＳＩレポートを要求する際に、ｍｏｄ

ｕｌｏ演算を考慮するか否かを要求するＣＳＩトリガを送信できる。また、端末装置２はＣＳＩレポートを行なう際に、ＣＳＩトリガによってｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するか否かを判断することができる。よって、基地局装置１は非線形プリコーディングを含むプリコーディングＭＵ－ＭＩＭＯ伝送を行なう際に、適切に、プリコーディング方式やＭＣＳを決定することができるため、伝送品質を改善することができ、ひいては、無線通信システムの周波数利用効率の改善に寄与できる。

[0116] ［２．第２の実施形態］

本実施形態においては、基地局装置１と端末装置２はそれぞれ複数のＣＱＩテーブルもしくはＭＣＳセットテーブルを備える。そして、基地局装置１が端末装置２に通知するＣＳＩトリガによって、複数のＣＱＩテーブルおよびＭＣＳセットを切り替えて用いる。

[0117] 図１３は、本実施形態における第２のＣＱＩテーブルの一例を示す図である。なお、ここでは、図２で示されているＣＱＩテーブルを第１のＣＱＩテーブルとし、基地局装置１と端末装置２は、第１および第２のＣＱＩテーブルを備えているものとする。

[0118] 第２のＣＱＩテーブルは第１のＣＱＩテーブルと異なりＱＰＳＫ変調が含まれない構成となっている。これは、ｍｏｄｕｌｏ演算がＱＰＳＫ変調信号の受信品質に与える影響が大きいためである。本実施形態では、ＣＳＩトリガによってｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するように設定される端末装置２（第２の端末装置）は、第２のＣＱＩテーブルを用いてＣＳＩレポートを行なう。

[0119] このような第２のＣＱＩテーブルを第２の端末装置が用いることで、第２の端末装置は、非線形プリコーディングが比較的高効率に行なえる領域において、柔軟にＣＱＩを選択することができる。一方、第１の端末装置については、第１のＣＱＩテーブルを用いれば良い。

[0120] なお、第２のＣＱＩテーブルの構成は図１３に示した構成に限定されるものではない。第２のＣＱＩテーブルは、第１のＣＱＩテーブルに対して、ＱＰＳＫ変調がＣＱＩテーブルに占める比率が小さければ良い。例えば、１６

ＱＡＭ変調と６４ＱＡＭ変調の割合や、それぞれの符号化率およびＣＱＩテーブル記載のＭＣＳセット数が図１３と異なっていても構わない。

[0121] 図１４は、本実施形態における第３のＣＱＩテーブルの一例を示す図である。基地局装置１と端末装置２は、第１および第３のＣＱＩテーブルを備える構成としても良い。

[0122] 第３のＣＱＩテーブルは第２のＣＱＩテーブルと異なり、高い周波数利用効率を達成できる２５６ＱＡＭ変調が含まれた構成となっている。第１のＣＱＩテーブルと第３のＣＱＩテーブルが用いられた場合、第２の端末装置はＣＳＩレポートを行なう際に、第３のＣＱＩテーブルを用いる。第２の端末装置宛てのデータ信号は、基地局装置１において非線形プリコーディングが施されることが想定されている。そして、非線形プリコーディングは変調多値数が高いほど、線形プリコーディングに対する利得が大きくなる。そのため、第２の端末装置が高い周波数利用効率を示すＭＣＳが記載された第３のＣＱＩテーブルを用いることで、高い周波数利用効率が実現できる。一方、第１の端末装置については、第１のＣＱＩテーブルを用いれば良い。

[0123] なお、第３のＣＱＩテーブルの構成も図１４に示した構成に限定されるものではない。第２のＣＱＩテーブルは、第１のＣＱＩテーブルに対して、より高い周波数利用効率を示すＭＣＳが含まれていれば良い。例えば、１６ＱＡＭ変調、６４ＱＡＭ変調および２５６ＱＡＭ変調の割合、それぞれの符号化率、およびＣＱＩテーブル記載のＭＣＳセット数が図１４と異なっていても構わない。

[0124] なお、ＣＱＩインデックスとして「０」が基地局装置１に通知された場合、基地局装置１は、当該の第２の端末装置を非線形プリコーディングには適さない端末装置と判断できるから、次のＣＳＩトリガの送信タイミングにおいては、基地局装置１は当該の第２の端末装置宛てには、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮せずにＣＳＩレポートを行なうように、ＣＳＩトリガを設定すれば良い。

[0125] なお、基地局装置１は、第２の端末装置より、第２もしくは第３のＣＱＩ

テーブルに基づいたＣＳＩが報告される。基地局装置１は、第２の端末装置宛てのデータ信号に対するＭＣＳを第２もしくは第３のＣＱＩテーブルに記載のＭＣＳに基づいて設定しても良い。また、基地局装置１は、第２もしくは第３のＣＱＩテーブル記載のＭＣＳとは異なるＭＣＳが複数記載された別のＭＣＳテーブルに基づいて、ＭＣＳを設定しても良い。ここで、別のＭＣＳテーブルは、第２および第３のＣＱＩテーブルに記載されている周波数利用効率の範囲と、その近傍の周波数利用効率を、より高い粒度で実現できるＭＣＳが記載されていれば良く、基地局装置１と各端末装置２とで共用されている。

[0126] 本実施形態にはおいては、基地局装置１と端末装置２は、複数のＣＱＩテーブルもしくはＭＣＳテーブルを備える。このような無線通信システムでは、基地局装置１は非線形プリコーディングを施す第２の端末装置宛てのデータ信号のＭＣＳをより高精度に設定することが可能である。よって、端末装置２の受信品質を改善でき、ひいては、無線通信システムの周波数利用効率の改善に寄与できる。

[0127] ［３．第３の実施形態］

第３の実施形態では、基地局装置１の通信範囲内（マクロセルと呼ぶ）に複数の小型基地局装置３が存在する無線通信システムを対象とする。図１５は本実施形態に係る無線通信システムの一例を示す図である。また、マクロセルに存在する端末装置２（端末装置２－１及び端末装置２－２、第３の端末装置とも呼ぶ）と、小型基地局装置３の通信範囲内（スモールセルと呼ぶ）に存在する端末装置２（端末装置２－３及び端末装置２－４、第４の端末装置とも呼ぶ）が混在するが、いずれの端末装置２も基地局装置１とは接続しているものとする。また、基地局装置１と小型基地局装置３はお互いに通信が可能であるものとするが、そのインターフェースは有線通信でも無線通信でも構わない。

[0128] 図１５において小型基地局装置３は１個としているが、当然複数の小型基地局装置３がマクロセル内に存在する場合も本実施形態には含まれる。また

、マクロセルとスモールセルとでは、異なる搬送波周波数を用いるものとし、互いに干渉を与えないシステムを対象とする。なお、スモールセルで用いられる搬送波周波数はマクロセルで用いられる搬送波周波数よりも高い周波数であるものとする。

[0129] なお、本実施形態における小型基地局装置３は、基地局装置１と同様に、接続している端末装置２（第４の端末装置）宛てのデータ信号に、非線形プリコーディングを含むプリコーディングを施すことが可能であり、基地局装置１と同様の装置構成であるものとする。

[0130] 図１６は、本実施形態における基地局装置１と端末装置２（第３の端末装置と第４の端末装置）と小型基地局装置３の通信の一例を示すシーケンスチャートである。図１６では、ＣＳＩレポートに関する部分だけが示されている。また、第３の端末装置と第４の端末装置および小型基地局装置３については１個だけが示されているが、実際のシステムにおいては、それぞれ複数の装置が同様の通信を行なっても良い。なお、ＣＲＳやＣＳＩ－ＲＳ等の各端末装置２がＣＳＩを推定するための参照信号は、別の制御により基地局装置１および小型基地局装置３より周期的に通信されているものとする。また、基地局装置１および小型基地局装置３は、各端末装置２がマクロセルとスモールセルのいずれのセルにいるかを把握しているものとする。

[0131] はじめに、基地局装置１は、各端末装置２に対して、ｍｏｄｕｌｏ演算を想定したＣＳＩレポートを要求するか否かを決定する（ステップＳ１６０１）。本実施形態においては、基地局装置１は第３の端末装置に対してｍｏｄｕｌｏ演算を要求せず、一方で、第４の端末装置に対してはｍｏｄｕｌｏ演算を要求する。これは、比較的受信品質が低くなりがちな第３の端末装置は非線形プリコーディングに適さない一方で、比較的受信品質が高くなる第４の端末装置は非線形プリコーディングに適しているためである。もちろん、他の規範に基づいて、基地局装置１がｍｏｄｕｌｏ演算の要求の有無を決定しても良い。

[0132] 次に、基地局装置１は、各端末装置２に対して、ＣＳＩトリガを送信する

（ステップＳ１６０２）。

[0133] 次に、各端末装置２は、基地局装置１より通知されるＣＳＩトリガに基づいて、ＣＳＩを生成する。第３の端末装置は基地局装置１との間のＣＳＩを生成し（ステップＳ１６０３－１）、第４の端末装置は小型基地局装置３との間のＣＳＩを生成する（ステップＳ１６０３－２）。そして、各端末装置２は、生成したＣＳＩを基地局装置１に報告する（ステップＳ１６０４－１およびステップＳ１６０４－２）。

[0134] 次に、基地局装置１は第４の端末装置からのＣＳＩレポートの内容を小型基地局装置３に通知する（ステップＳ１６０５）。

[0135] 次に、基地局装置１は第３の端末装置からのＣＳＩレポートに基づいて、第３の端末装置宛てのデータ信号に適用するプリコーディング方式を決定する（ステップＳ１６０６）。また、小型基地局装置３は基地局装置１より通知された第４の端末装置からのＣＳＩレポートに基づいて、第４の端末装置宛てのデータ信号に適用するプリコーディング方式を決定する（ステップＳ１６０７）。なお、基地局装置１は線形プリコーディングを用い、小型基地局装置３は非線形プリコーディングを用いるものと予め決められている場合、ステップＳ１６０６およびステップＳ１６０７はスキップしても構わない。

[0136] 次に、基地局装置１は第３の端末装置からのＣＳＩレポートとプリコーディング方式に基づいて、第３の端末装置宛てのデータ信号に適用するＭＣＳを決定し、物理チャネル信号を生成する（ステップＳ１６０８）。同様に小型基地局装置３は第４の端末装置からのＣＳＩレポートとプリコーディング方式に基づいて、第４の端末装置宛てのデータ信号に適用するＭＣＳを決定し、物理チャネル信号を生成する（Ｓ１６０９）。

[0137] 次に、基地局装置１と小型基地局装置３は生成した物理チャネル信号にプリコーディングを施し（ステップＳ１６１０およびＳ１６１１）、プリコーディングが施された信号を、各端末装置２宛てに送信する（ステップＳ１６１２およびＳ１６１３）。

[0138] 各端末装置２は、受信した信号から所望の信号を復調する（ステップＳ１６１４およびＳ１６１５）。

[0139] 以上、説明してきた方法により、各端末装置２は、自装置が接続している基地局装置１および小型基地局装置３に対して、基地局装置１より送信されるＣＳＩトリガに基づいて、適切なＣＳＩレポートを行なうことが可能となる。また、基地局装置１および小型基地局装置３は自装置に接続している端末装置２宛てのデータ信号のＭＣＳを適切に設定することが可能である。

[0140] なお、以上説明してきた方法では、第４の端末装置も、算出したＣＳＩは常に基地局装置１に報告している。しかし、第４の端末装置が小型基地局装置３に直接ＣＳＩレポートを行なっても構わない。このとき、基地局装置１が各端末装置２に通知するＣＳＩトリガに、基地局装置１と小型基地局装置３のいずれにＣＳＩを報告するかを指定する情報を含めても良い。

[0141] なお、第３の端末装置と第４の端末装置とで、ＭＩＭＯチャネルに関する情報が異なる種類の場合もある。例えば、第３の端末装置については、ある程度精度の低い情報（例えばPMI）を基地局装置１に報告し、第４の端末装置は、ある程度精度の高い情報（例えばMIMOチャネルそのものを表す情報）を小型基地局装置３に報告する場合が考えられる。これは。小型基地局装置３が行なう確率が高い非線形プリコーディングでは、高い精度のチャネル状態情報が要求されるためである。このとき、基地局装置１が各端末装置２に通知するＣＳＩトリガに、どのような精度のＭＩＭＯチャネル情報に基づいてＣＳＩレポートを行なうかを指定する情報を含めても良い。

[0142] なお、第２の実施形態と同様に、複数の異なるＣＱＩテーブルを基地局装置１と小型基地局装置３と端末装置２とが共用しても良い。このとき、第４の端末装置が第２および第３のＣＱＩテーブルを用いるものとし、第３の端末装置が第１のＣＱＩテーブルを用いるように制御することが可能である。また、基地局装置１は、ＣＳＩトリガによって、各端末装置２にどのＣＱＩテーブルを用いるかを要求することも可能である。

[0143] 以上説明してきた方法により、基地局装置１は各端末装置２に対して、Ｃ

ＳＩトリガにより、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するか否かを要求できる。また、端末装置２は基地局装置１もしくは小型基地局装置３との間のＣＳＩを生成する際に、ＣＳＩトリガによってｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するか否かを判断することができる。よって、基地局装置１および小型基地局装置３は各端末装置２宛てのデータ信号に適用するＭＣＳを適切に決定することができるため、伝送品質を改善することができる。

[0144] ［４．全実施形態共通］

各実施形態の説明は、非周期チャネル状態情報報告に基づいているが、周期チャネル状態情報報告を行なう場合においても適用可能である。例えば、端末装置２が基地局装置１に周期チャネル状態情報報告する情報を指定するシグナリング（LTEにおいてフィードバックモードを指定するシグナリング等）にｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するか否かを指定する情報を含めれば良い。

[0145] また、本発明では、ＣＳＩトリガに、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するか否かを指定する情報を含めている。このとき、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するか否かにより、端末装置２が報告するＭＩＭＯチャネルに関する情報の内容を変更しても構わない。例えば、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮したＣＳＩレポートを要求された端末装置２は、精度の高いＭＩＭＯチャネル情報（例えばMIMOチャネルそのものを表す情報）を基地局装置１に報告する。そして、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮しないＣＳＩレポートを要求された端末装置２は、精度の低いＭＩＭＯチャネル情報（例えばPMI）を基地局装置１に報告するように制御しても良い。これは、非線形プリコーディングは、線形プリコーディングよりも高い精度のＭＩＭＯチャネル情報が必要であるためである。しかし、全ての端末装置２が高い精度のＭＩＭＯチャネル情報に基づいてＣＳＩレポートを行なうとオーバーヘッドが増加してしまう。よって、ＣＳＩトリガに基づいて、端末装置２が報告するＭＩＭＯチャネルに関する情報を変更することで、オーバーヘッドの増加を抑圧することが可能である。

[0146] また、本発明では、ＣＳＩトリガに含める信号は、ＣＳＩレポートを行なう際に、ｍｏｄｕｌｏ演算を考慮するか否かを指定するためのものである。

しかし、ｍｏｄｕｌｏ演算に限らずに、異なる規範に基づいたＣＳＩレポートを基地局装置１が端末装置２に要求することも本発明では可能である。例えば、基地局装置１は、ＭＩＭＯチャネルに関する情報としてＰＭＩを用いる場合のＣＱＩと、ＭＩＭＯチャネルそのものを表す情報を用いる場合のＣＱＩのいずれかを端末装置２に要求する場合、基地局装置１は、ＣＳＩトリガによって、どちらの規範に基づいたＣＱＩを算出するかを端末装置２に要求しても良い。また、ＭＩＭＯチャネルに関する情報として精度の低い情報（例えばPMI）と精度の高い情報（例えばMIMOチャネルそのものを表す情報）のいずれかを要求する場合においても、基地局装置１は、ＣＳＩトリガによって、どちらのＭＩＭＯチャネルに関する情報を要求するかを端末装置２に通知することが可能である。また、複数の参照信号を受信する端末装置２が、どの参照信号に基づいてＣＳＩレポートを行なうかを基地局装置１がＣＳＩトリガによって端末装置２に要求しても良い。

[0147] また、本発明では、基地局装置１は、線形プリコーディング、非線形プリコーディング、およびその両者が混在したプリコーディングのいずれかを選択し、各端末装置２宛てのデータ信号に適用している。基地局装置１は、各端末装置２宛てのデータ信号への適用が想定されるプリコーディング方式に応じて、各端末装置２宛てのＣＳＩトリガの内容を変更している。ここで、基地局装置１が適用可能なプリコーディング方式は上述したものに限定されるものではなく、例えば、基地局装置１は端末装置２間に送信電力差を与えることで、同時多重伝送を可能とする非直交アクセス（重畳通信とも呼ぶ）も可能である。そして、基地局装置１は各端末装置２に重畳通信によってデータ信号が多重されてくることを想定したＣＳＩレポートを本発明と同様の方法により要求することも可能である。

[0148] 以上、この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。

[0149] 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。本発明の基地

局装置１、端末装置２および小型基地局装置３は、セルラー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、または非可動型の電子機器、たとえば、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。

[0150] 本発明に関わる基地局装置１、端末装置２および小型基地局装置３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・書き込みが行なわれる。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。

[0151] 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１、端末装置２および小型基地局装置３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。基地局装置１、端末装置２および小型基地局装置３の各機能ブロックは個別にプロセッサ化しても良いし、一部、または全部を集積してプロセッサ化しても良い。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。

産業上の利用可能性

[0152] 本発明は、通信システム、基地局装置、および端末装置に用いて好適である。

[0153] なお、本国際出願は、２０１３年１１月７日に出願した日本国特許出願第２０１３－２３１２５６号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願第２０１３－２３１２５６号の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

[0154] １　基地局装置

２、２－１、２－２、２－３、２－４　端末装置

３　小型基地局装置

７０１、１００４　制御部

７０２　制御信号生成部

７０３、１００７　無線送信部

７０４、１００１　アンテナ

７０５、１００２　無線受信部

７０６　ＣＳＩ取得部

７０７、１００６　物理チャネル信号生成部

７０８　プリコーディング部

１００３　チャネル推定部

１００５　ＣＳＩ生成部

１００８　物理チャネル信号復調部

請求の範囲

[請求項1] 端末装置から基地局装置へチャネル状態情報を通知する際の通信システムであって、

前記基地局装置が、

前記端末装置に対して要求するチャネル状態情報の規範であるチャネル情報規範を複数の候補の中から決定するステップと、

前記決定したチャネル情報規範を指定する情報を含んだ制御情報を生成するステップと、

前記制御情報を前記端末装置に対して送信するステップと、

前記端末装置が、

前記制御情報を受信するステップと、

前記基地局装置との間のチャネルを推定するステップと、

前記制御情報と前記推定した基地局装置との間のチャネルに基づいて、前記基地局装置との間のチャネル状態情報を生成するステップと、

前記チャネル状態情報を前記基地局装置に報告するステップと、を備え、

前記チャネル情報規範は、前記端末装置が摂動ベクトルを考慮してチャネル状態情報を算出する規範と、前記端末装置が摂動ベクトルを考慮せずにチャネル状態情報を算出する規範と、を含む通信システム。

[請求項2] 前記端末装置が、

前記基地局装置の通信範囲内に存在する小型基地局装置との間のチャネルを推定するステップと、

前記制御情報と前記推定した小型基地局装置との間のチャネルに基づいて、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を生成するステップと、

前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を前記基地局装置に

報告するステップと、

前記基地局装置が、

前記端末装置より報告された前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を前記小型基地局装置に通知するステップと、

前記小型基地局装置が前記基地局装置より通知された前記チャネル状態情報を取得するステップと、を更に備える請求項１に記載の通信システム。

[請求項3] 前記制御情報には、前記端末装置が、前記チャネル状態情報を、前記基地局装置と前記小型基地局装置のいずれに報告するかを指定する情報を更に含む請求項２に記載の通信システム。

[請求項4] 複数の端末装置からチャネル状態情報を受信する基地局装置であって、

前記端末装置に対して要求するチャネル状態情報の規範であるチャネル情報規範を複数の候補の中から決定する制御部と、

前記決定したチャネル情報規範を指定する情報を含んだ制御情報を生成する制御情報生成部と、

前記制御情報を前記端末装置に対して送信する無線送信部と、を備え、

前記チャネル情報規範は、前記端末装置が摂動ベクトルを考慮してチャネル状態情報を算出する規範と、前記端末装置が摂動ベクトルを考慮せずにチャネル状態情報を算出する規範と、を含む基地局装置。

[請求項5] 前記複数の端末装置の一部より報告された前記チャネル状態情報を、自局の通信範囲内に存在する小型基地局装置に通知する請求項４に記載の基地局装置。

[請求項6] 前記制御情報には、前記複数の端末装置の一部が、前記チャネル状態情報を、前記基地局装置と前記小型基地局装置のいずれに報告するかを指定する情報を更に含む請求項５に記載の基地局装置。

[請求項7] 複数の符号化率および変調方式の組み合わせが記載されたチャネル

品質インジケータテーブルを複数備え、

前記複数のチャネル品質インジケータテーブルは、前記チャネル情報規範にそれぞれ対応している請求項４に記載の基地局装置。

[請求項8] 基地局装置へチャネル状態情報を通知する端末装置であって、

前記基地局装置より送信されたチャネル状態情報の規範であるチャネル情報規範を指定する情報を含む制御情報を受信する無線受信部と、

前記基地局装置との間のチャネルを推定する伝搬路推定部と、

前記制御情報で指定されたチャネル情報規範と前記推定した基地局装置との間のチャネルに基づいて、前記基地局装置との間のチャネル状態情報を生成するチャネル状態情報生成部と、

前記チャネル状態情報を前記基地局装置に送信する無線送信部と、を備え、

前記チャネル情報規範は、前記チャネル状態情報生成部が摂動ベクトルを考慮してチャネル状態情報を算出する規範と、摂動ベクトルを考慮せずにチャネル状態情報を算出する規範と、を含む端末装置。

[請求項9] 前記伝搬路推定部は、前記基地局装置の通信範囲内に存在する小型基地局装置との間のチャネルを推定し、

前記チャネル状態情報生成部は、前記制御情報で指定されたチャネル情報規範と前記推定した小型基地局装置との間のチャネルに基づいて、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を生成し、

前記無線送信部は、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を、前記基地局装置に送信する請求項８に記載の端末装置。

[請求項10] 前記無線送信部は、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を、前記小型基地局装置に送信することが可能であり、

前記制御情報には、前記チャネル状態情報を、前記基地局装置と前記小型基地局装置のいずれに報告するかを指定する情報が更に含まれており、

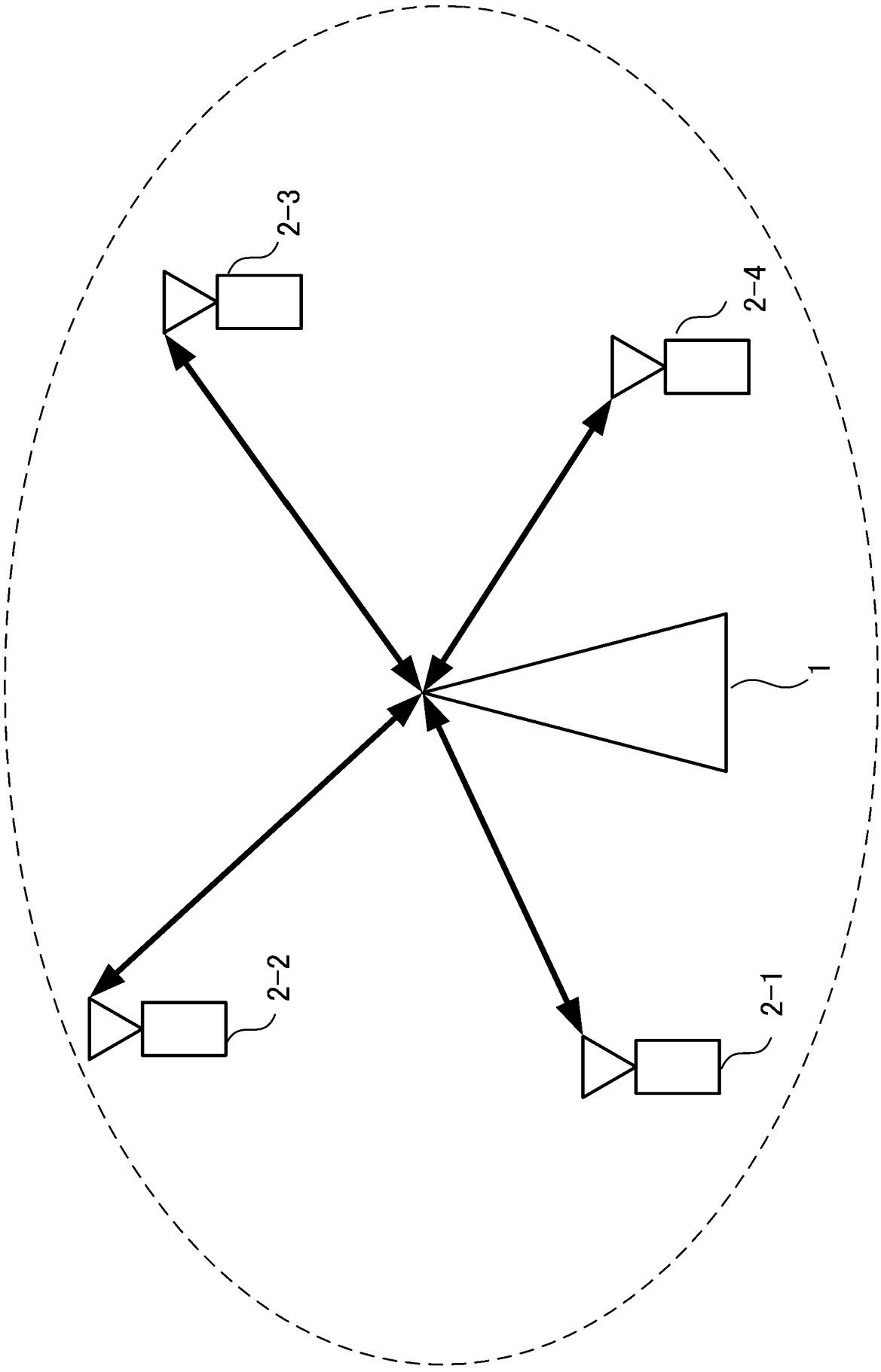
前記制御情報に基づいて、前記小型基地局装置との間のチャネル状態情報を、前記基地局装置と前記小型基地局装置のいずれに報告するかを決定する請求項９に記載の端末装置。

[請求項11] 複数の符号化率および変調方式の組み合わせが記載されたチャネル品質インジケータテーブルを複数備え、

前記複数のチャネル品質インジケータテーブルは、異なる前記チャネル情報規範にそれぞれ対応し、

前記制御情報に基づいて、前記チャネル状態情報生成部が使用するチャネル品質インジケータテーブルを決定する請求項８に記載の端末装置。

[図1]



[図2]

CQI index	変調方式	符号化率	周波数利用効率
0	out of range		
1	QPSK	78/1024	0.1523
2	QPSK	120/1024	0.2344
3	QPSK	193/1024	0.3770
4	QPSK	308/1024	0.6016
5	QPSK	449/1024	0.8770
6	QPSK	602/1024	1.1758
7	16QAM	378/1024	1.4766
8	16QAM	490/1024	1.9141
9	16QAM	616/1024	2.4063
10	64QAM	466/1024	2.7305
11	64QAM	567/1024	3.3223
12	64QAM	666/1024	3.9023
13	64QAM	772/1024	4.5234
14	64QAM	873/1024	5.1152
15	64QAM	948/1024	5.5547

[図3]

Value of CSI request filed	Description
00	No CSI report is triggered
01	CSI report is triggered without modulo operation
10	CSI report is triggered with modulo operation
11	Reserved

[図4]

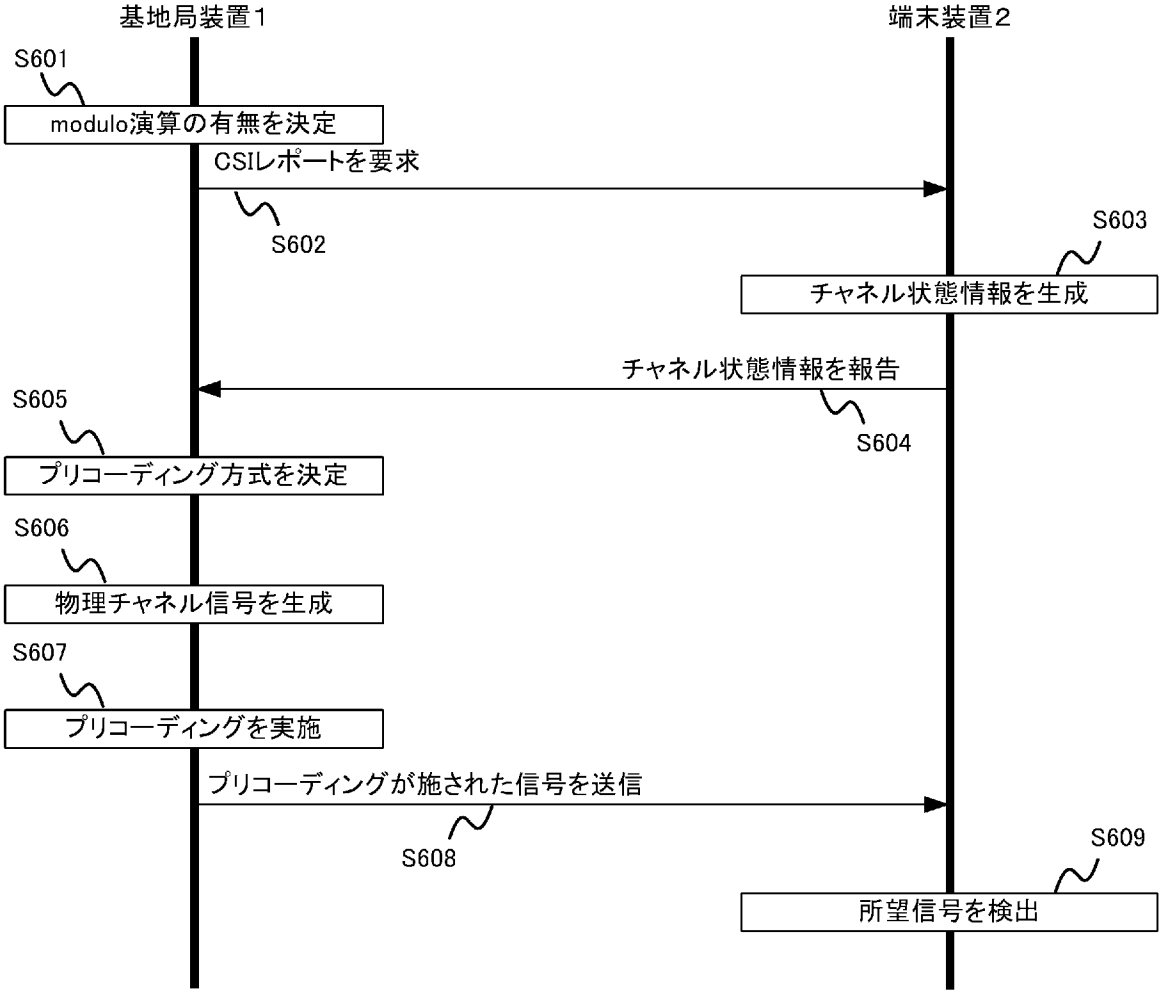
Value of CSI request filed	Description
000	No CSI report is triggered
001	CSI report is triggered for serving cell without modulo operation
010	CSI report is triggered for a 1st set of serving cells configured by higher layers without modulo operation
011	CSI report is triggered for a 2nd set of serving cells configured by higher layers without modulo operation
100	Reserved
101	CSI report is triggered for serving cell with modulo operation
110	CSI report is triggered for a 1st set of serving cells configured by higher layers with modulo operation
111	CSI report is triggered for a 2nd set of serving cells configured by higher layers with modulo operation

[図5]

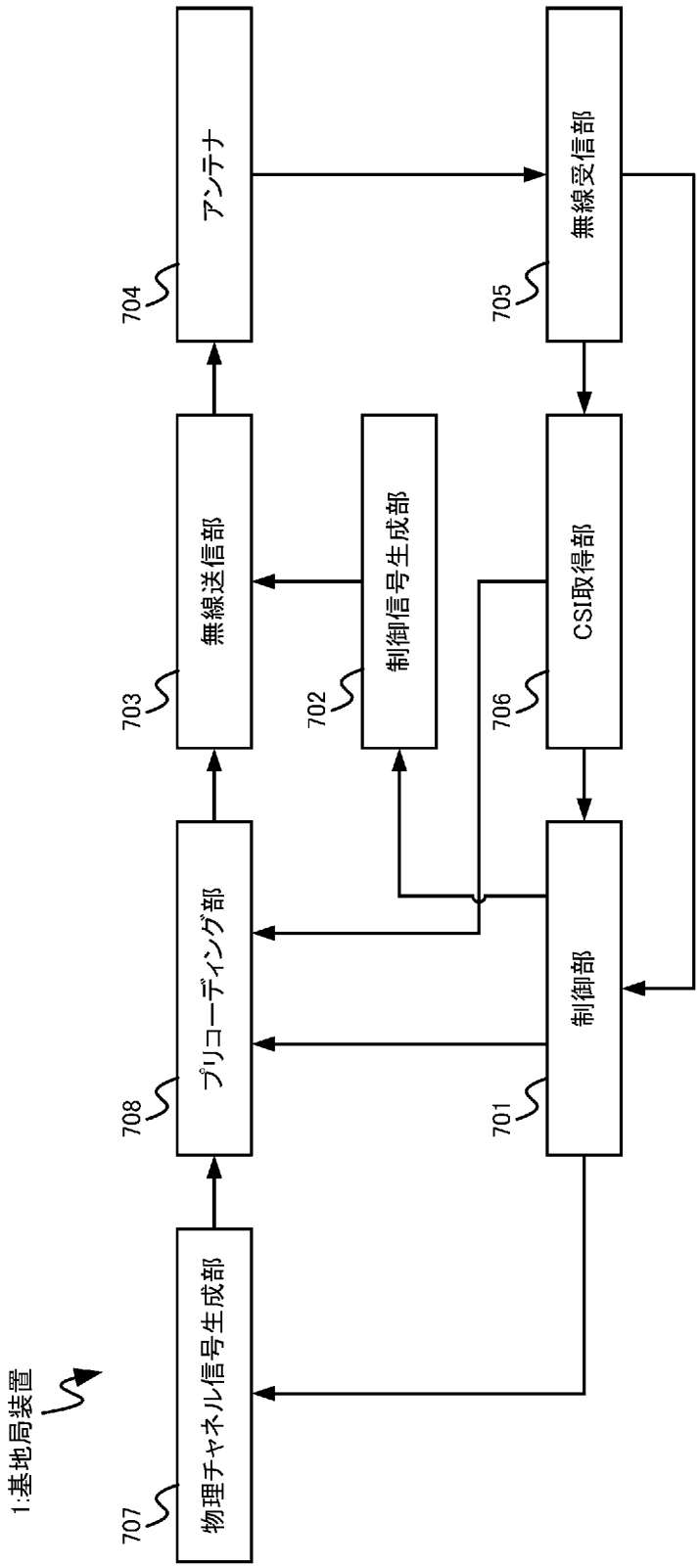
Value of CSI request filed	Description
00	No CSI report is triggered
01	CSI report is triggered for serving cell
10	CSI report is triggered for a 1st set of serving cells configured by higher layers
11	CSI report is triggered for a 2nd set of serving cells configured by higher layers

Value of modulo operation request filed	Description
0	No modulo operation is triggered
1	modulo operation is triggered

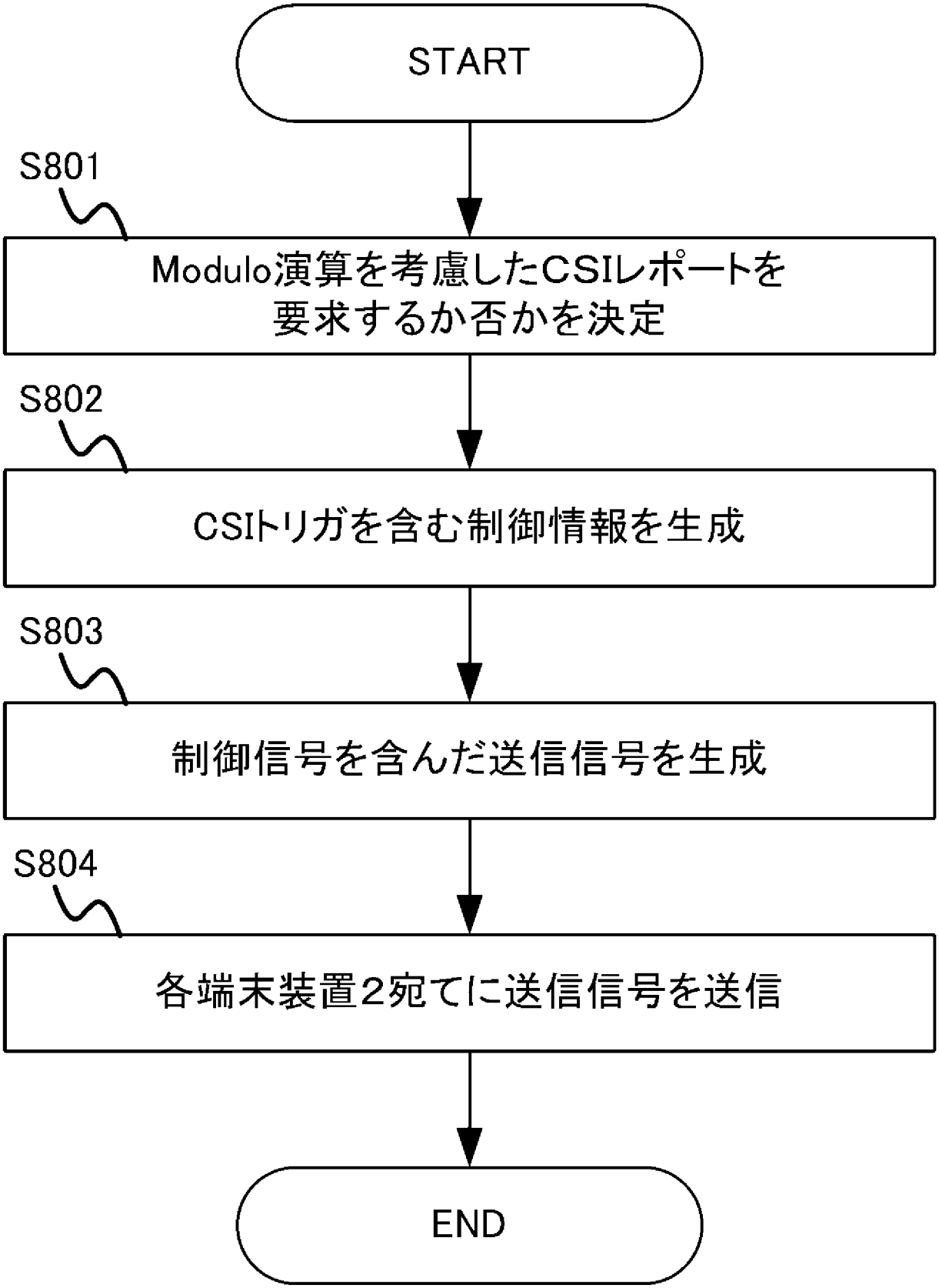
[図6]


基地局装置1
端末装置2
S601
modulo演算の有無を決定
CSIレポートを要求
S602
S603
チャネル状態情報を生成
チャネル状態情報を報告
S604
S605
プリコーディング方式を決定
S606
物理チャネル信号を生成
S607
プリコーディングを実施
プリコーディングが施された信号を送信
S608
S609
所望信号を検出

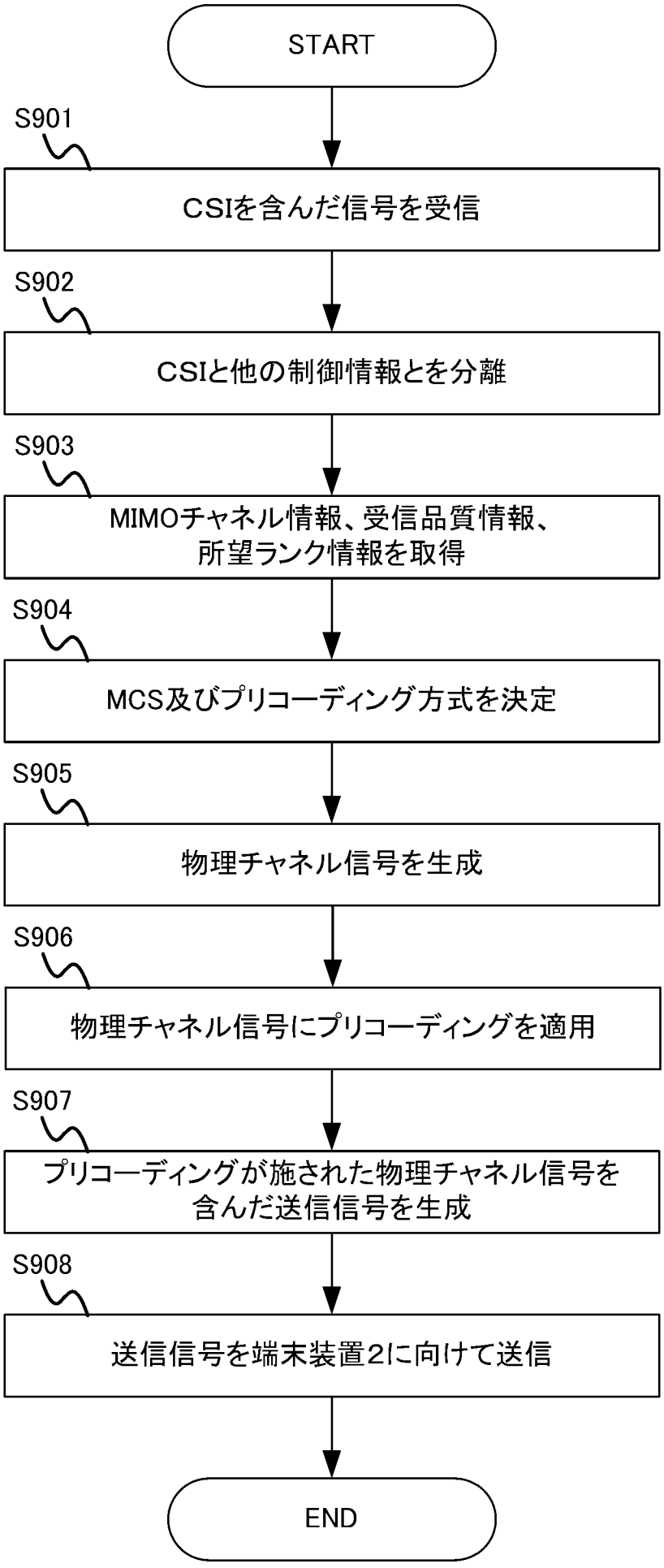
[図7]


1:基地局装置
物理チャネル信号生成部
707
プリコーディング部
708
無線送信部
703
アンテナ
704
制御信号生成部
702
制御部
701
CSI取得部
706
無線受信部
705

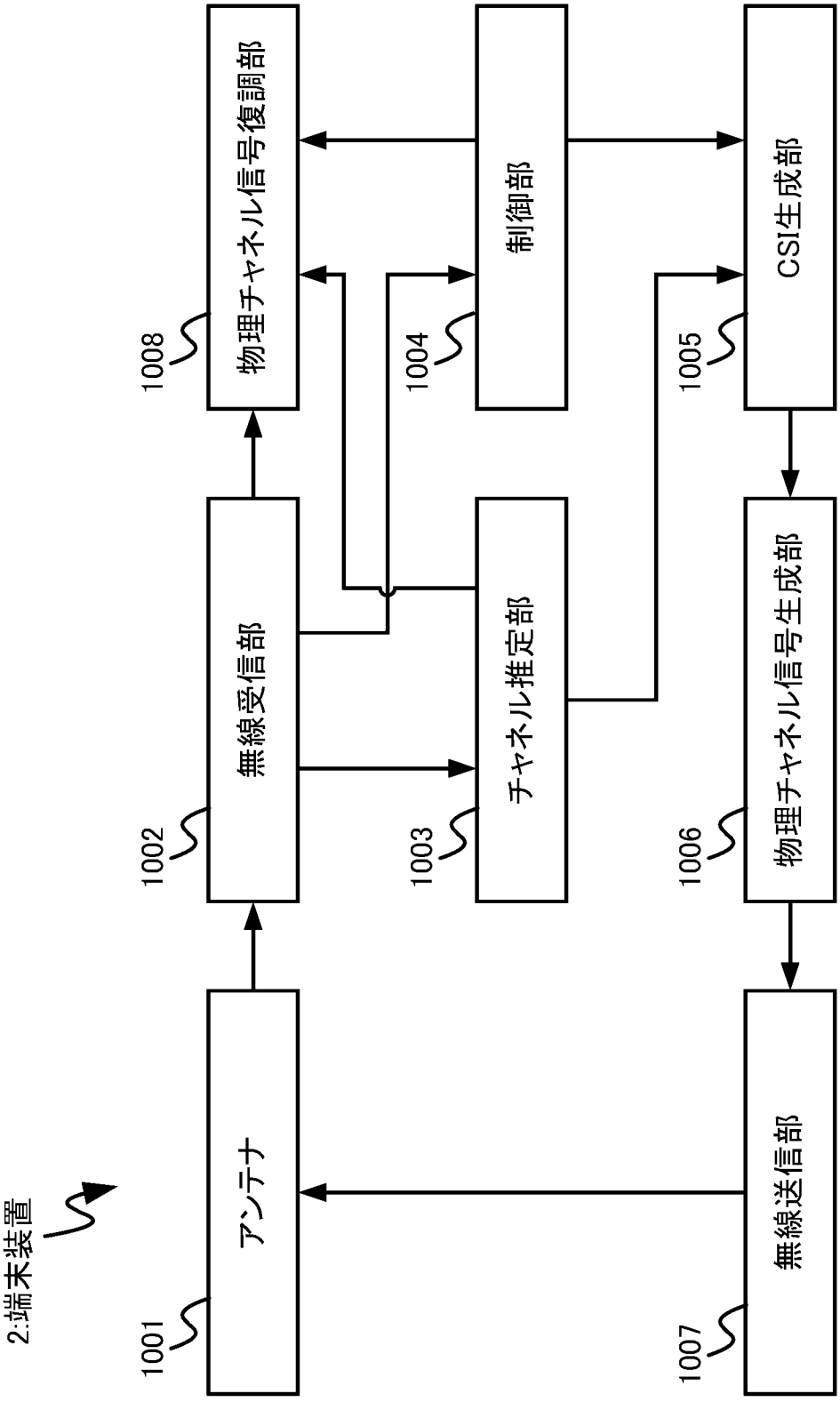
[図8]


START
S801
Modulo演算を考慮したCSIレポートを
要求するか否かを決定
S802
CSIトリガを含む制御情報を生成
S803
制御信号を含んだ送信信号を生成
S804
各端末装置2宛てに送信信号を送信
END

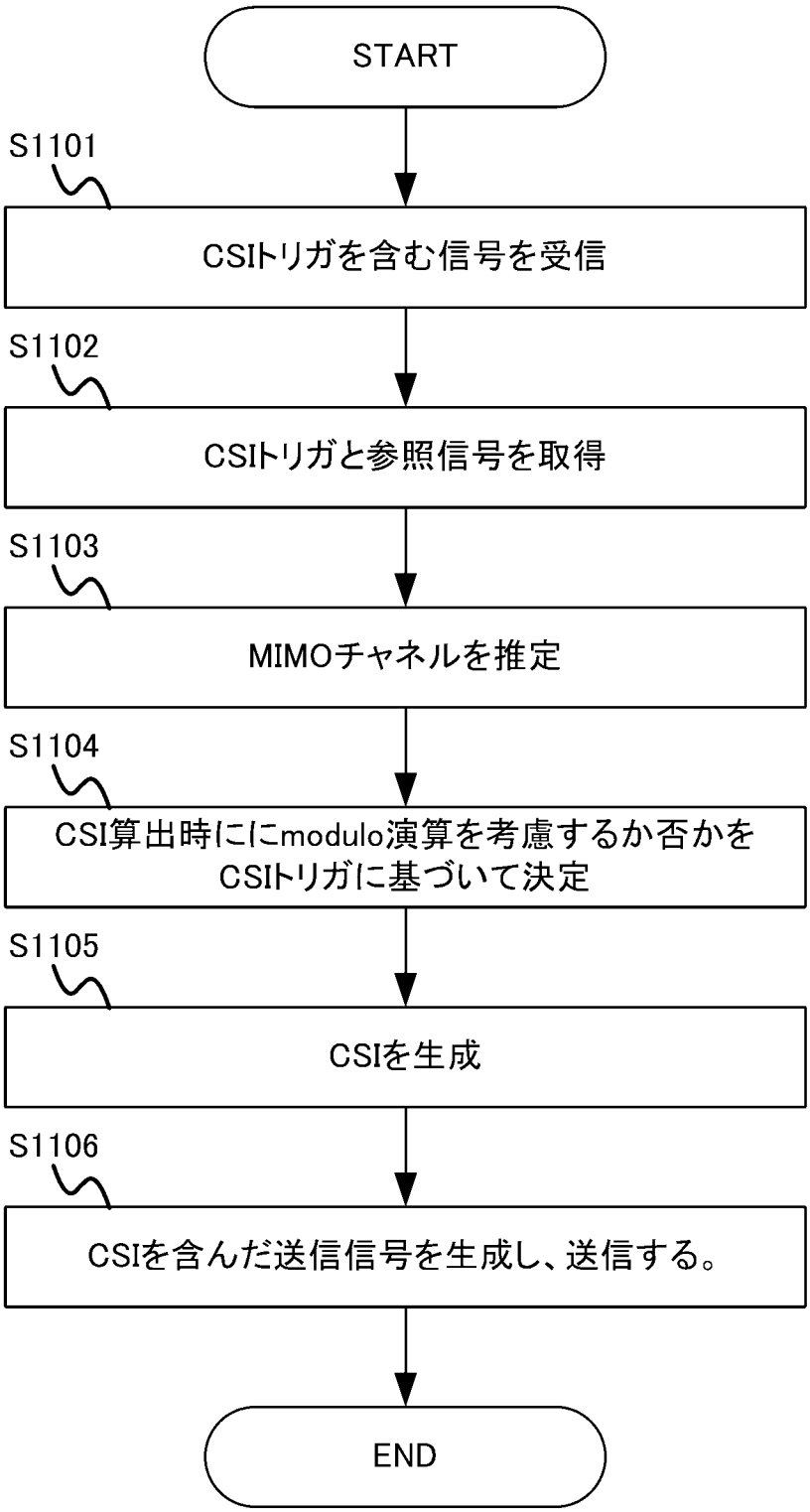
[図9]


START
S901
CSIを含んだ信号を受信
S902
CSIと他の制御情報とを分離
S903
MIMOチャネル情報、受信品質情報、
所望ランク情報を取得
S904
MCS及びプリコーディング方式を決定
S905
物理チャネル信号を生成
S906
物理チャネル信号にプリコーディングを適用
S907
プリコーディングが施された物理チャネル信号を
含んだ送信信号を生成
S908
送信信号を端末装置2に向けて送信
END

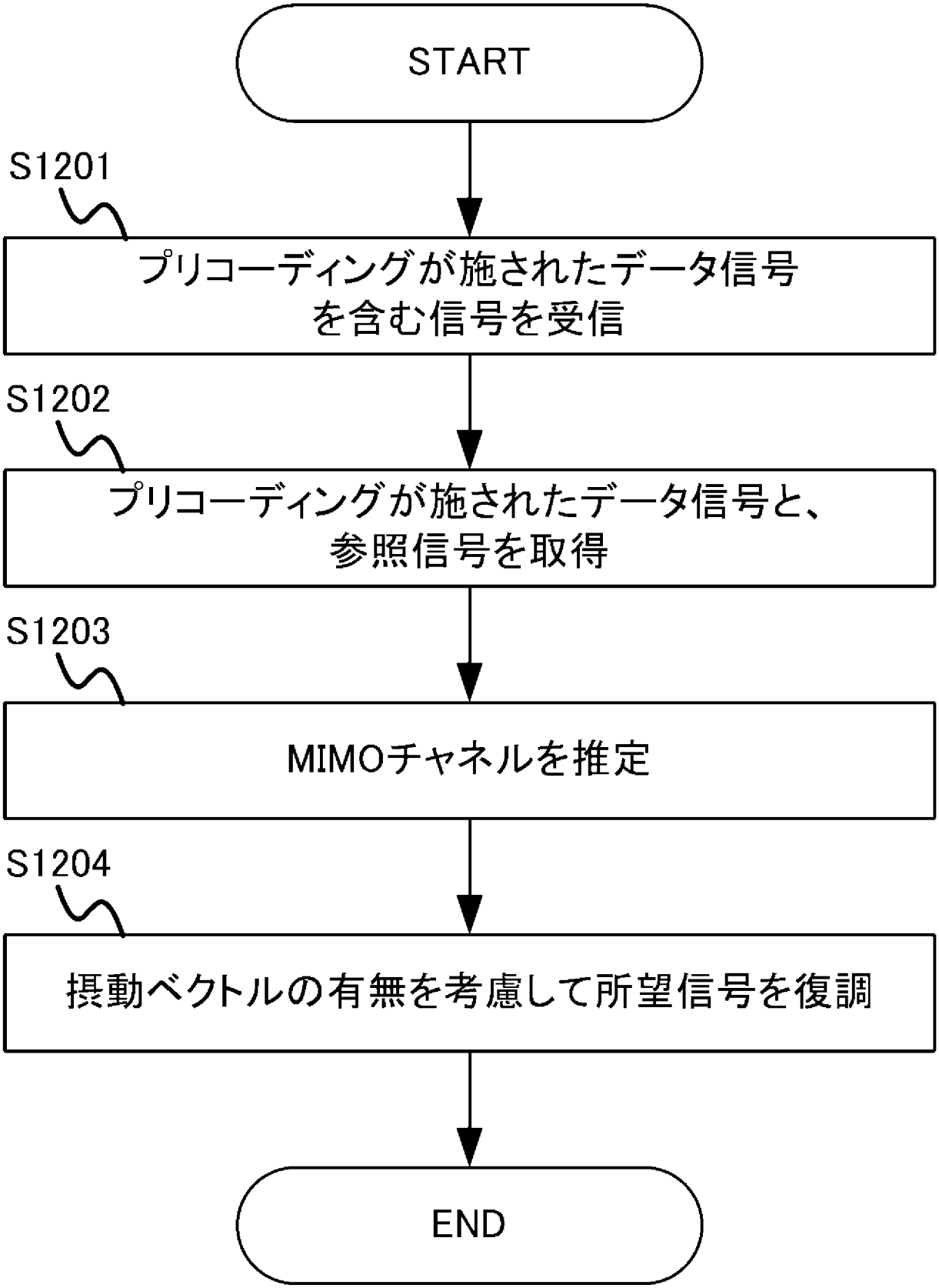
[図10]


2:端末装置
1001
アンテナ
1002
無線受信部
1003
チャネル推定部
1004
制御部
1005
CSI生成部
1006
物理チャネル信号生成部
1007
無線送信部
1008
物理チャネル信号復調部

[図11]


START
S1101
CSIトリガを含む信号を受信
S1102
CSIトリガと参照信号を取得
S1103
MIMOチャネルを推定
S1104
CSI算出時ににmodulo演算を考慮するか否かを
CSIトリガに基づいて決定
S1105
CSIを生成
S1106
CSIを含んだ送信信号を生成し、送信する。
END

[図12]


START
S1201
プリコーディングが施されたデータ信号を含む信号を受信
S1202
プリコーディングが施されたデータ信号と、参照信号を取得
S1203
MIMOチャネルを推定
S1204
摂動ベクトルの有無を考慮して所望信号を復調
END

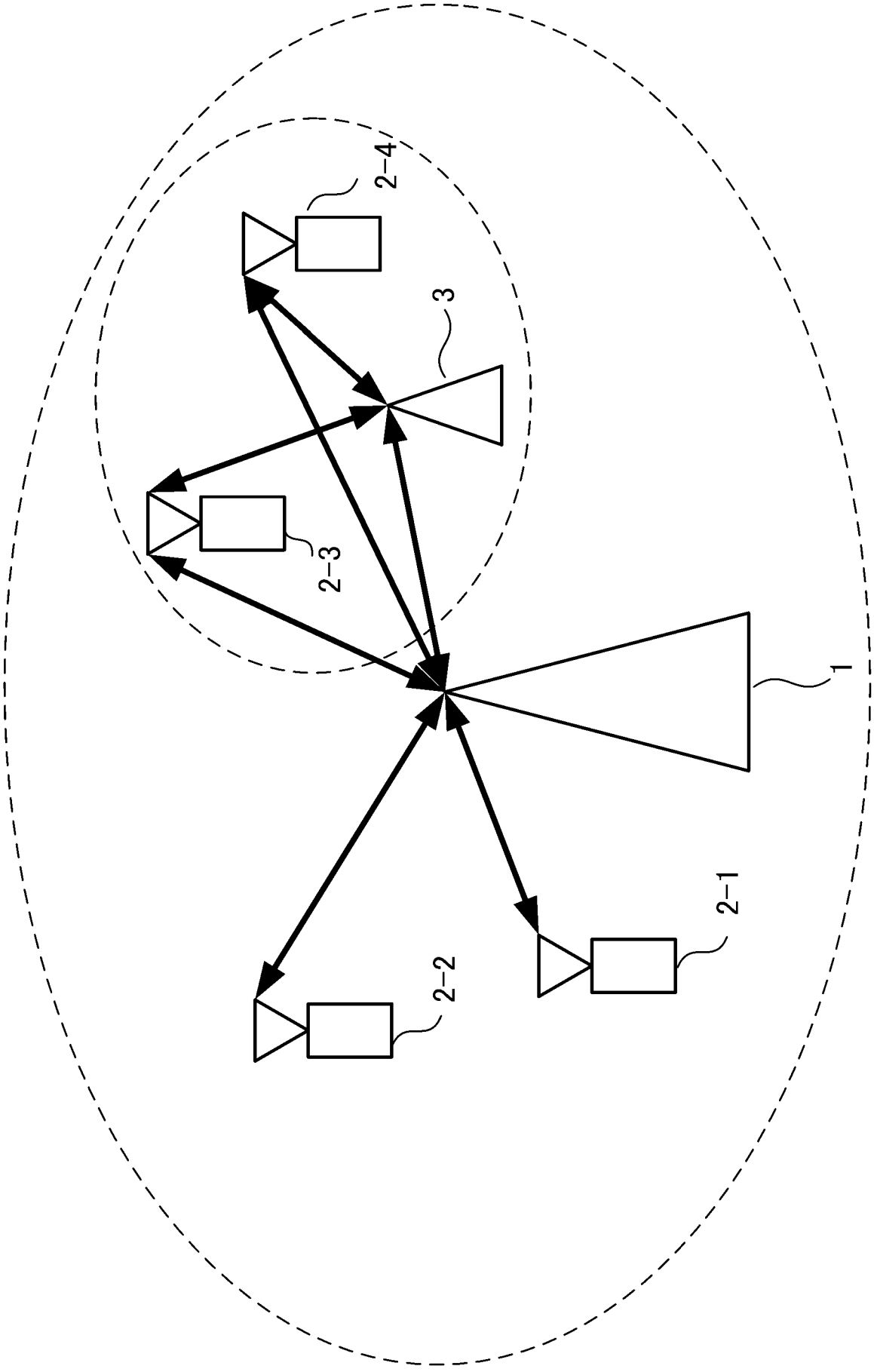
[図13]

CQI index	変調方式	符号化率	周波数利用効率
0	out of range		
1	16QAM	113/1024	0.4414
2	16QAM	215/1024	0.8398
3	16QAM	314/1024	1.2265
4	16QAM	398/1024	1.5546
5	16QAM	511/1024	1.9960
6	16QAM	589/1024	2.3007
7	16QAM	667/1024	2.6054
8	16QAM	789/1024	3.0820
9	64QAM	598/1024	3.5039
10	64QAM	658/1024	3.8554
11	64QAM	716/1024	4.1953
12	64QAM	778/1024	4.5585
13	64QAM	832/1024	4.8750
14	64QAM	889/1024	5.2089
15	64QAM	948/1024	5.5547

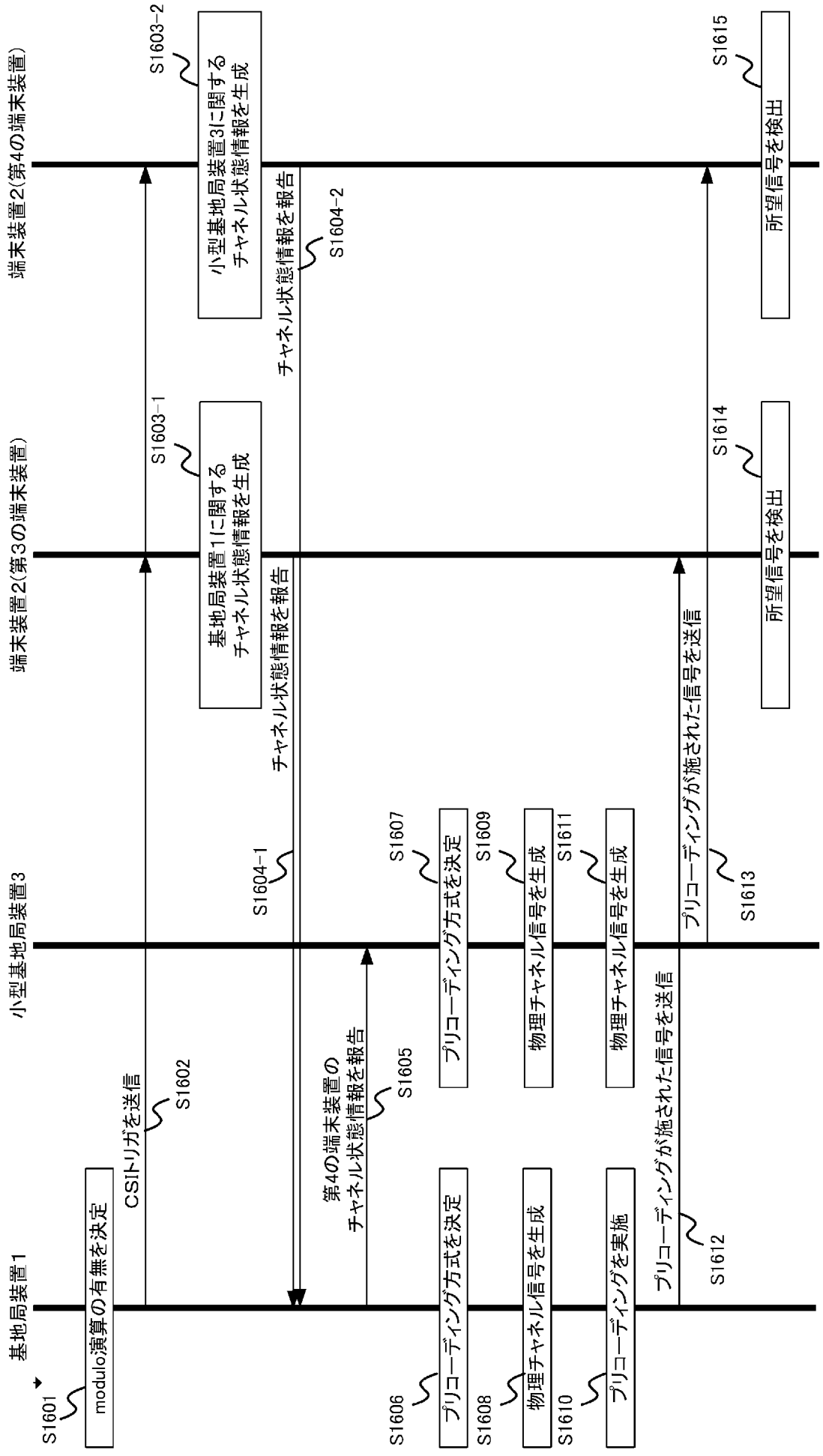
[図14]

CQI index	変調方式	符号化率	周波数利用効率
0	out of range		
1	16QAM	215/1024	0.8398
2	16QAM	314/1024	1.2265
3	16QAM	378/1024	1.4765
4	16QAM	490/1024	1.9140
5	16QAM	616/1024	2.406
6	64QAM	466/1024	2.7304
7	64QAM	567/1024	3.3222
8	64QAM	666/1024	3.9023
9	64QAM	772/1024	4.5234
10	64QAM	873/1024	5.1152
11	64QAM	948/1024	5.5546
12	256QAM	778/1024	6.0781
13	256QAM	832/1024	6.500
14	256QAM	889/1024	6.9453
15	256QAM	948/1024	7.4062

[図15]



[図16]


基地局装置1
小型基地局装置3
端末装置2(第3の端末装置)
端末装置2(第4の端末装置)
S1601
modulo演算の有無を決定
CSIトリガを送信
S1602
S1603-1
基地局装置1に関する
チャネル状態情報を生成
S1603-2
小型基地局装置3に関する
チャネル状態情報を生成
チャネル状態情報を報告
S1604-1
S1604-2
チャネル状態情報を報告
第4の端末装置の
チャネル状態情報を報告
S1605
S1606
プリコーディング方式を決定
S1607
プリコーディング方式を決定
S1608
物理チャネル信号を生成
S1609
物理チャネル信号を生成
S1610
プリコーディングを実施
S1611
物理チャネル信号を生成
プリコーディングが施された信号を送信
S1612
プリコーディングが施された信号を送信
S1613
所望信号を検出
S1614
所望信号を検出
S1615

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/076581

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04J99/00(2009.01)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, 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)
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.
Y A	JP 2013-187612 A (Sharp Corp.), 19 September 2013 (19.09.2013), paragraphs [0039] to [0108] & WO 2013/133192 A1	1-2,4-5,7-9, 11 3,6,10
Y A	WO 2012/020312 A2 (ALCATEL LUCENT), 16 February 2012 (16.02.2012), page 5, lines 14 to 18 & CN 102378275 A	1-2,4-5,7-9, 11 3,6,10
Y A	WO 2012/136269 A1 (NOKIA SIEMENS NETWORKS OY), 11 October 2012 (11.10.2012), page 6, lines 19 to 28 & US 2014/0029558 A1 & EP 2695322 A & CN 103404067 A	2,5,9 1,3-4,6-8, 10-11

☒ 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	Date of mailing of the international search report
07 November, 2014 (07.11.14)	18 November, 2014 (18.11.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/076581

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	JP 2013-062763 A (Sharp Corp.), 04 April 2013 (04.04.2013), paragraph [0123] & WO 2013/038906 A	7,11 1-6,8-10
A	US 2011/0064160 A1 (Thomas Haustein et al.), 17 March 2011 (17.03.2011), whole document & EP 2111006 A1 & WO 2009/127675 A1 & CN 102007738 A	1-11
A	Mediatek, On DL Precoding for 11ac, IEEE 802.11-10/01119r0, 2010.09, pp,1-8	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０７６５８１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04J99/00(2009.01)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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04J99/00, 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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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
Y	JP 2013-187612 A (シャープ株式会社) 2013.09.19, 【００３９】－【０１０８】 & WO 2013/133192 A1	1-2,4-5,7-9,11
A		3,6,10
Y	WO 2012/020312 A2 (ALCATEL LUCENT) 2012.02.16, p.5 lines 14-18 & CN 102378275 A	1-2,4-5,7-9,11
A		3,6,10
Y	WO 2012/136269 A1 (NOKIA SIEMENS NETWORKS OY) 2012.10.11, p.6	2,5,9
A	lines 19-28 & US 2014/0029558 A1 & EP 2695322 A & CN 103404067 A	1,3-4,6-8,10-11

☑　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	国際調査報告の発送日
０７．１１．２０１４	１８．１１．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｋ　３４６５
長谷川　篤男
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５６

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	JP 2013-062763 A (シャープ株式会社) 2013.04.04, 【０１２３】 &	7,11
A	WO 2013/038906 A	1-6,8-10
A	US 2011/0064160 A1 (Thomas Haustein et al.) 2011.03.17, whole document & EP 2111006 A1 & WO 2009/127675 A1 & CN 102007738 A	1-11
A	Mediatek, On DL Precoding for 11ac, IEEE 802.11-10/01119r0, 2010.09, pp,1-8	1-11