

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6123887号
(P6123887)

(45) 発行日 平成29年5月10日(2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日(2017.4.14)

(51) Int. Cl.		F I	
HO4B 17/24	(2015.01)	HO4B 17/24	
HO4W 24/10	(2009.01)	HO4W 24/10	
HO4W 16/28	(2009.01)	HO4W 16/28	130
HO4B 7/04	(2017.01)	HO4B 7/04	
HO4J 99/00	(2009.01)	HO4J 15/00	

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-515712 (P2015-515712)
 (86) (22) 出願日 平成25年5月9日(2013.5.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/063088
 (87) 国際公開番号 W02014/181444
 (87) 国際公開日 平成26年11月13日(2014.11.13)
 審査請求日 平成27年12月1日(2015.12.1)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 実川 大介
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 審査官 大野 友輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動局及び報告方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基地局から送信された既知信号に基づいてチャネル状態情報を前記基地局へ報告し、前記基地局との間で空間多重による無線通信を行う移動局であって、

第1のチャネル状態情報に対応する、前記基地局で水平方向のビーム形成に用いられる第1のプリコーディング情報と、第2のチャネル状態情報に対応する第2のプリコーディング情報と、前記第1のチャネル状態情報及び前記第2のチャネル状態情報の両方に対応する、前記基地局における垂直方向のビーム形成に用いられる第3のプリコーディング情報とを算出する算出手段と、

前記第1のチャネル状態情報の報告では、前記第1のプリコーディング情報及び前記第3のプリコーディング情報を報告し、前記第2のチャネル状態情報の報告では、前記第3のプリコーディング情報を報告せず、前記第2のプリコーディング情報を報告する報告制御手段と、

を具備することを特徴とする移動局。

【請求項2】

前記第1のチャネル状態情報及び前記第2のチャネル状態情報の一方は、1つの移動局向けの空間多重で用いられ、他方は、複数の移動局向けの空間多重で用いられる、

ことを特徴とする請求項1に記載の移動局。

【請求項3】

前記基地局は、2次元に配列された複数のアンテナを有し、

前記第 1 のプリコーディング情報及び第 2 のプリコーディング情報のそれぞれは、前記複数のアンテナがグループ分けされた複数の第 1 種グループの全てで共通であり、

前記第 3 のプリコーディング情報は、前記複数のアンテナがグループ分けされた複数の第 2 種グループの全てで共通である、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の移動局。

【請求項 4】

各第 1 種グループは、前記複数のアンテナが水平方向でグループ分けされたグループであり、

各第 2 種グループは、前記複数のアンテナが垂直方向でグループ分けされたグループである、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の移動局。

【請求項 5】

前記第 1 のチャンネル状態情報及び前記第 2 のチャンネル状態情報は、異なる物理チャンネルで用いられる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の移動局。

【請求項 6】

前記第 1 のチャンネル状態情報及び前記第 2 のチャンネル状態情報の一方は、共有チャンネルで用いられ、他方は、制御チャンネルで用いられる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の移動局。

【請求項 7】

基地局との間で空間多重による無線通信を行う移動局によるチャンネル状態情報の報告方法であって、

第 1 のチャンネル状態情報に対応する、前記基地局で水平方向のビーム形成に用いられる第 1 のプリコーディング情報と、第 2 のチャンネル状態情報に対応する第 2 のプリコーディング情報と、前記第 1 のチャンネル状態情報及び前記第 2 のチャンネル状態情報の両方に対応する、前記基地局における垂直方向のビーム形成に用いられる第 3 のプリコーディング情報とを算出し、

前記第 1 のチャンネル状態情報の報告では、前記第 1 のプリコーディング情報及び前記第 3 のプリコーディング情報を報告し、前記第 2 のチャンネル状態情報の報告では、前記第 3 のプリコーディング情報を報告せず、前記第 2 のプリコーディング情報を報告する、

ことを特徴とする報告方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動局及び報告方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、LTE (Long Term Evolution) の適用された無線通信システムでは、下り回線 (DL: Down Link) において、クローズドループプリコーディング (Closed-loop precoding) と呼ばれる通信制御手順が用いられている。下り回線は、基地局 (eNB: eNodeB) から移動局 (UE: User Equipment) に向かう回線である。クローズドループプリコーディングでは、基地局が複数のアンテナ (つまりマルチアンテナ) を用いて、指向性ビームを形成する。また、クローズドループプリコーディングでは、複数のデータストリームを同時に送信する空間多重と、空間多重するデータストリーム (Spatial layer) の数 (Transmission rank) を適応制御するランクアダプテーション (Rank adaptation) とを併用することがある。移動局は、ランク毎に規定されたプリコーディングコードブック (Precoding codebook) の中から最適なプリコーディングマトリクス (Precoding matrix) を選択し、基地局にフィードバック (報告) する。プリコーディングコードブックは、少なくとも 1 つのプリコーディングマトリクスを含んでいる。

【0003】

10

20

30

40

50

具体的には、クローズドループプリコーディングでは、移動局は、チャンネル状態を示すチャンネル状態情報(CSI: Channel State Information)を基地局にフィードバックする。上記CSIは、推奨する通信ランク(Transmission rank)を示すランク指標(RI: Rank Indicator)と、推奨するプリコーディングマトリクスを示すプリコーディングマトリクス指標(PMI: Precoding Matrix Indicator)と、上記RI及びPMIを仮定した場合の無線チャンネル品質を示すチャンネル品質指標(CQI: Channel Quality Indicator)とを含む。基地局は、上記CSIを移動局から受信すると、上記RI及びPMIに基づいてプリコーディングマトリクスを決定する。そして、基地局は、決定したプリコーディングマトリクスを適用した、各移動局に固有の参照信号(つまり、UE-specific RS (Reference Signals))と共有チャンネル(例えば、PDSCH (Physical Downlink Shared CHannel))とを、移動局宛に送信する。移動局は、UE-specific RSに基づくチャンネル推定値を用いて、PDSCHを復調する。

10

【0004】

上述した様に、従来のCSIのフィードバック方法は、1つの移動局宛の信号の空間多重技術であるSU-MIMO (Single User-Multiple Input Multiple Output)が適用されたPDSCH送信を想定している。すなわち、再送制御により信頼性が確保されることが前提とされている。このため、基地局は、1つの移動局に対する伝送効率を重視し、無線チャンネル品質に応じたランクと、当該ランクに対応するプリコーディングマトリクスとを選択する。

【0005】

20

また、LTEでは、三次元MIMO (3D-MIMO)と呼ばれる技術についての検討が始まっている。3D-MIMOでは、2次元に配列された複数のアンテナ、つまり、2次元アレー配置されたマルチアンテナが用いられる。そして、3D-MIMOでは、2次元に配列された複数のアンテナを用いて、水平方向の指向性ビーム及び垂直方向の指向性ビームが形成される。そして、水平方向の指向性ビーム及び垂直方向の指向性ビームの利用方法がいくつか提案されている。例えば、従来の水平方向の固定的なセクタを、垂直方向の指向性ビームを用いて仰角方向で適応的に分割する利用方法が、提案されている。この提案によれば、セルを多くのセクタに分割することにより、システム全体の通信容量を増加させることができる。また、例えば、存在するビルフロアが異なる等、存在する高さが異なる各移動局に対して、垂直方向の指向性ビームを用いて信号を送信する利用方法が、提案されている。この利用方法により、各移動局の通信特性が向上すると共に、異なる移動局の通信間の干渉を緩和することができる。

30

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group Closed Loop MIMO Precoding (2004-11-04)

【非特許文献2】3GPP TSG-RAN WG1, R1-130302, "Discussion on scenarios for elevation beamforming and FD-MIMO," January 2012

【非特許文献3】3GPP TSG-RAN, RP-122034, "Study on 3D-channel model for Elevation Beamforming and FD-MIMO studies for LTE," December 2012

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、近年では、上述したSU-MIMOと、複数の移動局宛の信号の空間多重技術であるMU-MIMO (Multiple User-Multiple Input Multiple Output)とを動的に切り替える技術が開発されている。また、従来の時間多重に加えて周波数多重にも対応した制御チャンネルであるEPDCH (Enhanced Physical Downlink Control Channel)に対して、クローズドループプリコーディングを適用する技術も開発されつつある。従って、これらの技術に対応するため、移動局から基地局へのCSIフィードバック方

50

法の拡張が望まれている。

【0008】

CSIフィードバックの新たな方法として、例えば、multiple CSIプロセスのフィードバック方法が提案されている。このmultiple CSIプロセスのフィードバック方法では、各CSIプロセスに対して、コードブックのサブセットに関する制限が加えられている。そして、移動局は、上位レイヤの示すビットマップに応じて制限されたRI及びPMIの範囲から、CSIをフィードバックする。適用例として、移動局は、CSIプロセス1において、接続セルの推奨ランクのSU-MIMOを想定したCSIをフィードバックする。また、移動局は、CSIプロセス2において、接続セルのランク1のMU-MIMO及びEPDCHを想定したCSIをフィードバックする。

10

【0009】

この様に、上述のCSIフィードバック方法では、システム性能は向上する。しかしながら、移動局は、従来と比較して、1つのセルについて2倍のサイズのCSI（例えば、12ビット）を基地局に送信することとなる。これに伴い、移動局がCSIのフィードバックに際して基地局に送信する制御情報のオーバーヘッドが、大きく増加してしまう。

【0010】

さらに、3D-MIMOが導入されると、CSIのサイズがさらに大きくなる可能性があり、制御情報のオーバーヘッドがさらに大きく増加してしまう可能性がある。

【0011】

開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、制御情報のオーバーヘッドを削減できる、移動局及び報告方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

開示の態様では、第1のチャネル状態情報に対応する、基地局で水平方向のビーム形成に用いられる第1のプリコーディング情報と、第2のチャネル状態情報に対応する第2のプリコーディング情報と、前記第1のチャネル状態情報及び前記第2のチャネル状態情報の両方に対応する、前記基地局における垂直方向のビーム形成に用いられる第3のプリコーディング情報とを算出し、前記第1のチャネル状態情報の報告では、前記第1のプリコーディング情報及び前記第3のプリコーディング情報を報告し、前記第2のチャネル状態情報の報告では、前記第3のプリコーディング情報を報告せず、前記第2のプリコーディング情報を報告する。

30

【発明の効果】

【0013】

開示の態様によれば、制御情報のオーバーヘッドを削減できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、実施例1の移動局の一例を示すブロック図である。

【図2】図2は、実施例1のCSI算出部の一例を示すブロック図である。

【図3】図3は、実施例1の基地局の一例を示すブロック図である。

【図4】図4は、実施例1の移動局及び基地局の処理動作の一例の説明に供するシーケンス図である。

40

【図5】図5は、2次元アレー配置マルチアンテナの一例を示す図である。

【図6】図6は、プリコーディングマトリクスWの説明に供する図である。

【図7】図7は、プリコーディングマトリクスWの説明に供する図である。

【図8】図8は、クロスポーラライズドアンテナの一例を示す図である。

【図9】図9は、移動局のハードウェア構成を示す図である。

【図10】図10は、基地局のハードウェア構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、本願の開示する移動局及び報告方法の実施形態を図面に基づいて詳細に説明す

50

る。なお、この実施形態により本願の開示する移動局及び報告方法が限定されるものではない。また、実施形態において同一の機能を有する構成には同一の符号を付し、重複する説明は省略される。

【0016】

[実施例1]

[移動局の構成例]

図1は、実施例1の移動局の一例を示すブロック図である。図1において、移動局10は、受信RF(Radio Frequency)部11と、FFT(Fast Fourier Transform)部12と、チャンネル推定部13と、CSI算出部14と、制御信号復調部15と、データ信号復調部16と、報告制御部17と、上り制御信号生成部18と、IFFT(Inversed Fast Fourier Transform)部19と、送信RF部20とを有する。移動局10は、複数のアンテナ(図示せず)を有している。CSI算出部14は、図2に示すように、CSI算出処理部21, 22を有する。図2は、実施例1のCSI算出部の一例を示すブロック図である。これら各構成部分は、一方向又は双方向に、信号やデータの入出力が可能のように接続されている。

10

【0017】

受信RF部11は、後述する基地局30から受信された信号に対し、無線周波数からベースバンドへの変換、直交復調、及びA/D(Analog to Digital)変換を行う。

【0018】

FFT部12は、受信RF部11により受信された信号に対し、FFTタイミングの検出、CP(Cyclic Prefix)の除去、及び、FFT処理を行う。

20

【0019】

チャンネル推定部13は、FFT処理後の受信信号から、データ復調用の参照信号であるUE-specific RSを抽出する。また、チャンネル推定部13は、抽出したUE-specific RSと、既知の参照信号との相互相関から、チャンネル推定値を算出する。

【0020】

制御信号復調部15は、FFT処理後の受信信号から制御信号を抽出し、上記のチャンネル推定値を用いてチャンネル補償を行う。また、制御信号復調部15は、データ復調及び誤り訂正復号を行うことで、制御情報として、適用ランク等の送信形式情報を復元する。

【0021】

データ信号復調部16は、FFT処理後の受信信号からデータ信号を抽出し、上記のチャンネル推定値を用いてチャンネル補償を行う。また、データ信号復調部16は、上記の送信形式情報に基づき、データ復調及び誤り訂正復号を行うことで、情報ビットを復元する。

30

【0022】

CSI算出部14は、FFT処理後の受信信号から、チャンネル品質測定用の参照信号であるCSI(Channel State Information)-RS(Reference Signals)を抽出する。

【0023】

また、CSI算出部14は、抽出したCSI-RSと、既知の参照信号との相互相関から、複素数により表される無線チャンネル歪みであるチャンネル推定値を算出する。

40

【0024】

更に、CSI算出部14は、算出した該チャンネル推定値を用いて、第1のチャンネル状態情報、つまり第1のCSIと、第2のチャンネル状態情報、つまり第2のCSIとを算出する。すなわち、CSI算出部14においてCSI算出処理部21は、第1のチャンネル状態情報を算出し、CSI算出処理部22は、第2のチャンネル状態情報を算出する。

【0025】

例えば、CSI算出処理部21は、算出したチャンネル推定値を用いて、SU-MIMO用の通信ランクと、SU-MIMO用のプリコーディングマトリクスとを決定する。ここで、決定されるSU-MIMO用のプリコーディングマトリクスは、後述する基地局30において水平方向のビーム形成に用いられる第1の水平成分プリコーディングマトリクス

50

と、垂直方向のビーム形成に用いられる垂直成分プリコーディングマトリクスとを含む。

【0026】

そして、CSI算出処理部21は、決定したSU-MIMO用の通信ランクとSU-MIMO用のプリコーディングマトリクスとに基づいて、RI及びPMI (PMI_v及びPMI_h)を決定する。ここで、PMI_vは、垂直成分プリコーディングマトリクスに基づいて決定されたPMIであり、PMI_hは、第1の水平成分プリコーディングマトリクスに基づいて決定されたPMIである。そして、CSI算出処理部21は、決定したRI及びPMIを仮定した各コードワード (Code word) のCQIを決定する。ここで、コードワードとは、PDSCHで送信するデータに関する符号化ビット列の単位であり、1サブフレームで送信するデータはランクに応じて、最大2個のコードワードに分割される。

10

【0027】

そして、CSI算出処理部21は、算出した第1のチャネル状態情報、つまり、RI、CQI及びPMIを報告制御部17へ出力する。また、CSI算出処理部21は、選択した垂直成分プリコーディングマトリクスをCSI算出処理部22へ出力する。

【0028】

CSI算出処理部22は、算出したチャネル推定値と、CSI算出処理部21から受け取った垂直成分プリコーディングマトリクスとを用いて、第2の水平成分プリコーディングマトリクスを決定する。第2の水平成分プリコーディングマトリクスは、MU-MIMO用のプリコーディングマトリクスにおける、水平成分プリコーディングマトリクスである。ここで、MU-MIMO用のプリコーディングマトリクスにおける垂直成分プリコーディングマトリクスとしては、SU-MIMO用のプリコーディングマトリクスにおける垂直成分プリコーディングマトリクスと同じものを用いる。

20

【0029】

そして、CSI算出処理部22は、決定した第2の水平成分プリコーディングマトリクスに基づいて、PMI_h'を決定する。そして、CSI算出処理部22は、算出した第2のチャネル状態情報、つまり、PMI_h'を報告制御部17へ出力する。

【0030】

報告制御部17は、第1のチャネル状態情報の報告タイミングで、第1のチャネル状態情報を上り制御信号生成部18へ出力することにより、後述する基地局30へ第1のチャネル状態情報を報告する。すなわち、報告制御部17は、第1のチャネル状態情報の報告タイミングでは、SU-MIMO用の、RI、CQI及びPMI (PMI_v及びPMI_h)を、後述する基地局30へ報告する。

30

【0031】

また、報告制御部17は、第2のチャネル状態情報の報告タイミングで、第2のチャネル状態情報を上り制御信号生成部18へ出力することにより、後述する基地局30へ第2のチャネル状態情報を報告する。すなわち、報告制御部17は、第2のチャネル状態情報の報告タイミングでは、MU-MIMO用の、PMI_h'を、後述する基地局30へ報告する。なお、ここでは、第1のチャネル状態情報としてPMI_vを後述する基地局30へ報告しているが、これに限定されるものではない。PMI_vは、SU-MIMO及びMU-MIMOの両方で共通なので、第2のチャネル状態情報として後述する基地局30へ報告されてもよい。

40

【0032】

上り制御信号生成部18は、移動局10の接続するセルのチャネル状態情報、つまり、上記第1のチャネル状態情報又は第2のチャネル状態情報を含む制御情報に対し、誤り訂正符号化及びデータ変調等を行う。

【0033】

IFFT部19は、後述する基地局30へ送信する信号に対し、IFFT処理を実行すると共に、CPを付加する。

【0034】

送信RF部20は、送信対象の信号に対し、D/A (Digital to Analog) 変換、直

50

交変調、及びベースバンドから無線周波数への変換を行う。

【 0 0 3 5 】

[基地局の構成例]

図 3 は、実施例 1 の基地局の一例を示すブロック図である。図 3 において、基地局 3 0 は、スケジューラ 3 1 と、データ信号生成部 3 2 と、制御信号生成部 3 3 と、Precoding 決定部 3 4 と、UE - specific RS 生成部 3 5 と、Precoding 処理部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c とを有する。また、基地局 3 0 は、CSI - RS 生成部 3 7 と、物理チャネル多重部 3 8 と、IFFT 部 3 9 と、送信 RF 部 4 0 と、受信 RF 部 4 1 と、FFT 部 4 2 と、上り制御信号復調部 4 3 とを有する。また、基地局 3 0 は、2次元アレー配置マルチアンテナ（図示せず）を有している。これら各構成部分は、一方向又は双方向に、信号やデータの入出力が可能ないように接続されている。

10

【 0 0 3 6 】

スケジューラ 3 1 は、基地局 3 0 に接続する各移動局に対するスケジューリングを行う。例えば、スケジューラ 3 1 は、各移動局に対して無線リソース（時間及び周波数等）を割り当てる。また、スケジューラ 3 1 は、各無線リソースに適用する MIMO 方式（つまり、SU - MIMO 又は MU - MIMO）を決定する。また、スケジューラ 3 1 は、送信形式（例えば、適用ランク等）を選択する。

【 0 0 3 7 】

データ信号生成部 3 2 は、スケジューラ 3 1 から入力されるデータに対し、誤り訂正符号化及びデータ変調を行う。

20

【 0 0 3 8 】

制御信号生成部 3 3 は、適用ランク等の送信形式情報を含む制御情報に対し、誤り訂正符号化及びデータ変調を行う。

【 0 0 3 9 】

Precoding 決定部 3 4 は、移動局 1 0 から報告された、第 1 のチャネル状態情報及び第 2 のチャネル状態情報に基づいて、SU - MIMO 用のプリコーディングマトリクス、MU - MIMO 用のプリコーディングマトリクス、及び、EPDCC 用のプリコーディングマトリクスを決定する。

【 0 0 4 0 】

例えば、Precoding 決定部 3 4 は、第 1 のチャネル状態情報に含まれる、PMI (PMI_v 及び PMI_H) に基づいて、SU - MIMO 用のプリコーディングマトリクスを決定する。そして、Precoding 決定部 3 4 は、決定した SU - MIMO 用のプリコーディングマトリクスを Precoding 処理部 3 6 a , 3 6 c へ出力する。

30

【 0 0 4 1 】

また、Precoding 決定部 3 4 は、第 2 のチャネル状態情報に含まれる PMI_H' と、第 1 のチャネル状態情報に含まれる PMI_v とに基づいて、MU - MIMO 用のプリコーディングマトリクス、及び、EPDCC 用のプリコーディングマトリクスを決定する。そして、Precoding 決定部 3 4 は、MU - MIMO 用のプリコーディングマトリクスを Precoding 処理部 3 6 a , 3 6 c へ出力する。また、Precoding 決定部 3 4 は、EPDCC 用のプリコーディングマトリクスを Precoding 処理部 3 6 b , 3 6 c へ出力する。

40

【 0 0 4 2 】

UE - specific RS 生成部 3 5 は、上記の UE - specific RS を生成する。

【 0 0 4 3 】

各 Precoding 処理部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c は、Precoding 決定部 3 4 から入力された各プリコーディングマトリクスに基づき、Precoding 処理を実行する。

【 0 0 4 4 】

CSI - RS 生成部 3 7 は、上記の CSI - RS を生成する。

【 0 0 4 5 】

物理チャネル多重部 3 8 は、各物理チャネルを周波数多重する。

【 0 0 4 6 】

50

I F F T部 3 9 は、移動局 1 0 へ送信する信号に対し、I F F T処理を実行すると共に、C Pを付加する。

【 0 0 4 7 】

送信 R F部 4 0 は、送信対象の信号に対し、D / A変換、直交変調、及びベースバンドから無線周波数への変換を行う。

【 0 0 4 8 】

受信 R F部 4 1 は、移動局 1 0 から受信された信号に対し、無線周波数からベースバンドへの変換、直交復調、及び A / D変換を行う。

【 0 0 4 9 】

F F T部 4 2 は、受信 R F部 4 1 により受信された信号に対し、F F Tタイミングの検出、C Pの除去、及び、F F T処理を行う。

10

【 0 0 5 0 】

上り制御信号復調部 4 3 は、F F T処理後の受信信号から制御信号と上りリンクの D M - R Sとを抽出し、抽出した D M - R Sより得られたチャネル推定値を用いてチャネル補償を行う。また、上り制御信号復調部 4 3 は、データ復調及び誤り訂正復号を行うことで、上記の制御情報として移動局 1 0 から報告された第 1 のチャネル状態情報及び第 2 のチャネル状態情報を復元する。

【 0 0 5 1 】

[移動局及び基地局の動作例]

以上の構成を有する移動局 1 0 及び基地局 3 0 の処理動作の一例について説明する。図 4 は、実施例 1 の移動局及び基地局の処理動作の一例の説明に供するシーケンス図である。

20

【 0 0 5 2 】

基地局 3 0 は、C S I - R S生成部 3 7 で生成された C S I - R Sを送信し(ステップ S 1 0 1)、移動局 1 0 は、その C S I - R Sを受信する。

【 0 0 5 3 】

移動局 1 0 において C S I算出部 1 4 は、受信した C S I - R Sを用いて、S U - M I M O用の、R I、C Q I、及び P M I (P M I_V 及び P M I_H)を決定する(ステップ S 1 0 2)。

【 0 0 5 4 】

30

また、C S I算出部 1 4 は、受信した C S I - R Sと、ステップ S 1 0 2 で決定した P M I_V とを用いて、M U - M I M O用の P M I_H ' を決定する(ステップ S 1 0 3)。なお、ステップ S 1 0 2 及びステップ S 1 0 3 における P M Iの決定については、後に詳しく説明する。

【 0 0 5 5 】

そして、報告制御部 1 7 は、第 1 のチャネル状態情報の報告タイミングにおいて、第 1 のチャネル状態情報、つまり、R I、C Q I、及び P M I (P M I_V 及び P M I_H)を、基地局 3 0 へ報告する(ステップ S 1 0 4)。この第 1 のチャネル状態情報の報告は、C S Iプロセス # 1 によって行われる。

【 0 0 5 6 】

40

また、報告制御部 1 7 は、第 2 のチャネル状態情報の報告タイミングにおいて、第 2 のチャネル状態情報、つまり、P M I_H ' を、基地局 3 0 へ報告する(ステップ S 1 0 5)。この第 2 のチャネル状態情報の報告は、C S Iプロセス # 2 によって行われる。

【 0 0 5 7 】

基地局 3 0 において Precoding決定部 3 4 は、移動局 1 0 から報告された、第 1 のチャネル状態情報及び第 2 のチャネル状態情報に基づいて、S U - M I M O用のプリコーディングマトリクス、M U - M I M O用のプリコーディングマトリクス、及び、E P D C C H用のプリコーディングマトリクスを決定する(ステップ S 1 0 6)。

【 0 0 5 8 】

スケジューラ 3 1 は、移動局 1 0 に対してスケジューリングを行う(ステップ S 1 0 7

50

)。ここでは、移動局 10 に割り当てられた P D S C H に対して S U - M I M O が適用されると決定されたとする。

【 0 0 5 9 】

Precoding処理部 3 6 a , 3 6 c は、 P D S C H 及び P D S C H の復調に用いる U E - specific R S に対して、ステップ S 1 0 6 で決定された S U - M I M O 用のプリコーディングマトリクスを適用する。また、Precoding処理部 3 6 b , 3 6 c は、 E P D C C H 及び E P D C C H の復調に用いる U E - specific R S に対して、ステップ S 1 0 6 で決定された E P D C C H 用のプリコーディングマトリクスを適用する。そして、送信 R F 部 4 0 は、Precoding処理部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c で対応するプリコーディングマトリクスが適用された、 P D S C H 、 U E - specific R S 、 及び、 E P D C C H を、移動局 10 へ送信する (ステップ S 1 0 8)。 10

【 0 0 6 0 】

移動局 10 においてチャンネル推定部 1 3 は、ステップ S 1 0 8 で送信された U E - specific R S に基づいてチャンネル推定を行う。そして、制御信号復調部 1 5 及びデータ信号復調部 1 6 は、それぞれ、チャンネル推定部 1 3 で得られたチャンネル推定値に基づいて、 P D S C H 及び E P D C C H を復号する (ステップ S 1 0 9)。

【 0 0 6 1 】

また、スケジューラ 3 1 は、移動局 10 に対してスケジューリングを行う (ステップ S 1 1 0)。ここでは、移動局 10 に割り当てられた P D S C H に対して M U - M I M O が適用されると決定されたとする。 20

【 0 0 6 2 】

Precoding処理部 3 6 a , 3 6 c は、 P D S C H 及び P D S C H の復調に用いる U E - specific R S に対して、ステップ S 1 0 6 で決定された M U - M I M O 用のプリコーディングマトリクスを適用する。また、Precoding処理部 3 6 b , 3 6 c は、 E P D C C H 及び E P D C C H の復調に用いる U E - specific R S に対して、ステップ S 1 0 6 で決定された E P D C C H 用のプリコーディングマトリクスを適用する。そして、送信 R F 部 4 0 は、Precoding処理部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c で対応するプリコーディングマトリクスが適用された、 P D S C H 、 U E - specific R S 、 及び、 E P D C C H を、移動局 10 へ送信する (ステップ S 1 1 1)。 30

【 0 0 6 3 】

移動局 10 においてチャンネル推定部 1 3 は、ステップ S 1 1 1 で送信された U E - specific R S に基づいてチャンネル推定を行う。そして、制御信号復調部 1 5 及びデータ信号復調部 1 6 は、それぞれ、チャンネル推定部 1 3 で得られたチャンネル推定値に基づいて、 P D S C H 及び E P D C C H を復号する (ステップ S 1 1 2)。 30

【 0 0 6 4 】

次に、移動局 10 における P M I の決定の具体例について説明する。

【 0 0 6 5 】

まず、基地局 3 0 におけるプリコーディングの前提について説明する。上記の通り、基地局 3 0 は、 2 次元アレー配置マルチアンテナを有している。例えば、基地局 3 0 は、図 5 に示すような 2 次元アレー配置マルチアンテナを有している。図 5 は、 2 次元アレー配置マルチアンテナの一例を示す図である。図 5 では、 4 × 4 の計 1 6 個のアンテナが図示されている。以下では、 2 次元アレー配置マルチアンテナのアンテナセットを、単に「アンテナセット」と呼ぶことがある。 40

【 0 0 6 6 】

基地局 3 0 では、プリコーディングを行う際に、アンテナセットに含まれる各アンテナに対応するウェイトを要素とするプリコーディングマトリクス W を用いる。例えば、図 6 に示すように、アンテナ A N T 1 - 1 6 のそれぞれに対応するウェイト $W_1 - W_{16}$ を要素とするプリコーディングマトリクス W を用いる。図 6 は、プリコーディングマトリクス W の説明に供する図である。

【 0 0 6 7 】

また、プリコーディングマトリクス W は、水平成分プリコーディングマトリクス W_H と、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V とに分離することができる。水平成分プリコーディングマトリクス W_H は、アンテナセットに含まれるアンテナが水平方向でグループ分けされた第1種グループの全てに共通する。図5の例では、アンテナANT1-4が1つの第1種グループであり、アンテナANT5-8が1つの第1種グループであり、アンテナANT9-12が1つの第1種グループであり、アンテナANT13-16が1つの第1種グループである。また、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V は、アンテナセットに含まれるアンテナが垂直方向でグループ分けされた第2種グループの全てに共通する。図5の例では、アンテナANT1, 5, 9, 13が1つの第1種グループであり、アンテナANT2, 6, 10, 14が1つの第1種グループであり、アンテナANT3, 7, 11, 15が1つの第1種グループであり、アンテナANT4, 8, 12, 16が1つの第1種グループである。

10

【0068】

すなわち、水平成分プリコーディングマトリクス W_H を、 $W_H = [W_{h1}, W_{h2}, W_{h3}, W_{h4}]^T$ として表し、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V を、 $W_V = [W_{v1}, W_{v2}, W_{v3}, W_{v4}]^T$ として表すと、プリコーディングマトリクス W は、図7に示す形で表される。図7は、プリコーディングマトリクス W の説明に供する図である。Tは転置行列を表す。すなわち、プリコーディングマトリクス W は、水平成分プリコーディングマトリクス W_H と、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V とを掛け合わせるにより、得られる。なお、図7に示すプリコーディングマトリクス W は、空間レイヤ数が1の場合のものであり、空間レイヤ数が2以上の場合、複数の要素列を有するマトリクスとなる。

20

【0069】

ここで、空間レイヤ数が2以上の場合で複数の要素列となった場合でも、複数の要素列の全てで垂直成分プリコーディングマトリクス W_V は共通し、要素列間で水平成分プリコーディングマトリクス W_H のみが異なる。これは、水平方向ビーム及び垂直方向ビームの役割を次の様に設定することに起因する。すなわち、水平方向ビームでは、従来通り、データストリームの空間多重と、指向性形成とを適応的に使い分ける。つまり、水平方向のビーム及び通信リンクは、MIMO方式や物理チャネル等によって異なる。一方、垂直方向ビームには、鋭い指向性を持たせる。つまり、垂直方向のビームは、MIMO方式や物理チャネル等に関わらず、共通である。

30

【0070】

また、さらに、水平成分プリコーディングマトリクス W_H を、2つの要素に分離することができる。例えば、各第1種グループが、図8の上図に示すようなクロスポーラライズドアンテナの場合を考える。図8は、クロスポーラライズドアンテナの一例を示す図である。クロスポーラライズドアンテナは、2つのユニフォームリニアアレイアンテナに分けることができる。そして、水平成分プリコーディングマトリクス W_H は、マトリクス要素 W_{H1} と、マトリクス要素 W_{H2} とに分離することができる。そして、マトリクス要素 W_{H1} は、ユニフォームリニアアレイアンテナ内のアンテナ間に位相差を与えるものである。また、マトリクス要素 W_{H1} は、指向性形成に影響を与えるものである。一方、マトリクス要素 W_{H2} は、ユニフォームリニアアレイアンテナ間に位相差を与えるものである。従って、マトリクス要素 W_{H1} は、マトリクス要素 W_{H2} に比べると、時間及び周波数に対する変動が小さい。すなわち、マトリクス要素 W_{H1} は、広帯域(wide band)及び長周期(long term)のチャネル特性を対象とし、マトリクス要素 W_{H2} は、周波数選択的(frequency selective)で短周期(short term)のチャネル特性を対象とする。

40

【0071】

以上の内容を前提として、移動局10においてCSI算出部14は、PMIを決定する。以下では、PMIの決定方法の2つの具体例について説明する。

【0072】

具体例1

50

まず、CSI算出部14は、SU-MIMO用のPMIを決定する。

【0073】

すなわち、まず、CSI算出部14は、マトリクス要素 W_{H2} を、マトリクス要素 W_{H2} の複数の候補の中の1つに固定する。

【0074】

そして、CSI算出部14は、マトリクス要素 W_{H2} を固定した状態で、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V とマトリクス要素 W_{H1} との組合せの複数の候補の中から、システム帯域幅全体の通信容量を最大にする組合せを決定する。

【0075】

そして、CSI算出部14は、決定した組合せに固定した状態で、マトリクス要素 W_{H2} の複数の候補の中から、サブバンド毎に、通信容量が最大となるマトリクス要素 W_{H2} を決定する。

10

【0076】

次に、CSI算出部14は、MU-MIMO用のPMIを決定する。

【0077】

すなわち、CSI算出部14は、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V については、SU-MIMO用に決定されたものを用いる。

【0078】

そして、CSI算出部14は、マトリクス要素 W_{H2}' を、マトリクス要素 W_{H2}' の複数の候補の中の1つに固定する。

20

【0079】

そして、CSI算出部14は、固定したマトリクス要素 W_{H2}' と上記の垂直成分プリコーディングマトリクス W_V とを固定した状態で、マトリクス要素 W_{H1}' の複数の候補の中から、システム帯域幅全体の通信容量を最大にするマトリクス要素 W_{H1}' を決定する。

【0080】

そして、CSI算出部14は、決定したマトリクス要素 W_{H1}' と上記の垂直成分プリコーディングマトリクス W_V とを固定した状態で、サブバンド毎に、通信容量が最大となるマトリクス要素 W_{H2}' を決定する。

【0081】

30

以上により、SU-MIMO用のPMI、つまり、 PMI_V 及び PMI_H （つまり、 W_{H1} 及び W_{H2} ）、並びに、MU-MIMO用のPMI、つまり、 PMI_H' （つまり、 W_{H1}' 及び W_{H2}' ）を決定することができる。

【0082】

なお、上記の組合せの決定は、次のように行われてもよい。すなわち、CSI算出部14は、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V とマトリクス要素 W_{H1} との組合せの各候補と、マトリクス要素 W_{H2} の各候補との全組合せについて、システム帯域幅全体の通信容量を算出する。そして、CSI算出部14は、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V とマトリクス要素 W_{H1} との組合せの各候補について、算出した通信容量を合計し、合計値が最大となる組合せを決定する。

40

【0083】

具体例2

SU-MIMO用のPMIの決定については、具体例2は、具体例1と同じである。ただし、MU-MIMO用のPMIの決定について、具体例2は、具体例1と異なる。

【0084】

すなわち、CSI算出部14は、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V 及びマトリクス要素 W_{H1} については、SU-MIMO用に決定されたものを用いる。

【0085】

そして、CSI算出部14は、垂直成分プリコーディングマトリクス W_V 及びマトリクス要素 W_{H1} を固定した状態で、サブバンド毎に、通信容量が最大となるマトリクス要素

50

W_{H2} を決定する。

【0086】

以上のように本実施例によれば、移動局10においてCSI算出部14は、第1のチャンネル状態情報に対応する、基地局30で水平方向のビーム形成に用いられる第1のプリコーディング情報（例えば、 PMI_H ）と、第2のチャンネル状態情報に対応する第2のプリコーディング情報（例えば、 PMI_H' ）とを算出する。また、CSI算出部14は、第1のチャンネル状態情報及び第2のチャンネル状態情報の両方に対応する、基地局30における垂直方向のビーム形成に用いられる第3のプリコーディング情報（例えば、 PMI_V ）を算出する。そして、報告制御部17は、第1のチャンネル状態情報の報告（例えば、CSIプロセス#1）では、第1のプリコーディング情報及び第3のプリコーディング情報を報告し、第2のチャンネル状態情報の報告（例えば、CSIプロセス#2）では、第3のプリコーディング情報を報告せず、第2のプリコーディング情報を報告する。

10

【0087】

この移動局10の構成により、第1のチャンネル状態情報及び第2のチャンネル情報で共通の第3のプリコーディング情報を、第1のチャンネル状態情報の報告時及び第1のチャンネル状態情報の報告時のいずれかで報告することができる。これにより、制御情報のオーバーヘッドを削減できる。

【0088】

[他の実施例]

[1]実施例1では、各アンテナを物理的なアンテナとして説明したが、開示の技術はアンテナポートのような論理的なアンテナにも同様に適用可能である。

20

【0089】

[2]実施例では、Precodingの適用される物理チャンネルとして、EPDCH及びPDSCHを例示した。しかしながら、EPDCHは、例えば、PDCH (Physical Downlink Control Channel)、PCFICH (Physical Control Format Indicator Channel) 等の他の制御用チャンネルであってもよい。また、PDSCHについても、他のデータ用チャンネルであってもよい。

【0090】

[3]実施例1で図示した各部の各構成要素は、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各部の分散・統合の具体的形態は図示のものに限られず、その全部又は一部を、各種の負荷や使用状況等に応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。

30

【0091】

更に、各装置で行われる各種処理機能は、CPU (Central Processing Unit) (又はMPU (Micro Processing Unit)、MCU (Micro Controller Unit) 等のマイクロ・コンピュータ) 上で、その全部又は任意の一部を実行するようにしてもよい。また、各種処理機能は、CPU (又はMPU、MCU等のマイクロ・コンピュータ) で解析実行するプログラム上、又はワイヤードロジックによるハードウェア上で、その全部又は任意の一部を実行するようにしてもよい。

【0092】

実施例1の移動局及び基地局は、例えば、次のようなハードウェア構成により実現することができる。

40

【0093】

図9は、移動局のハードウェア構成例を示す図である。図9に示すように、移動局10は、RF (Radio Frequency) 回路101と、プロセッサ102と、メモリ103とを有する。

【0094】

プロセッサ102の一例としては、CPU (Central Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等が挙げられる。また、メモリ103の一例としては、SDRAM (Synchronous Dynamic Ra

50

andom Access Memory)等のRAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、フラッシュメモリ等が挙げられる。

【0095】

そして、実施例1の移動局で行われる各種処理機能は、不揮発性記憶媒体などの各種メモリに格納されたプログラムを増幅装置が備えるプロセッサで実行することによって実現してもよい。すなわち、FFT部12と、チャンネル推定部13と、CSI算出部14と、制御信号復調部15と、データ信号復調部16と、報告制御部17と、上り制御信号生成部18と、IFFT部19とによって実行される各処理に対応するプログラムがメモリ103に記録され、各プログラムがプロセッサ102で実行されてもよい。また、FFT部12と、チャンネル推定部13と、CSI算出部14と、制御信号復調部15と、データ信号復調部16と、報告制御部17と、上り制御信号生成部18と、IFFT部19とによって実行される各処理は、ベースバンドCPU及びアプリケーションCPU等の複数のプロセッサによって分担されて実行されてもよい。また、受信RF部11及び送信RF部20は、RF回路101によって実現される。

10

【0096】

図10は、基地局のハードウェア構成例を示す図である。図10に示すように、基地局200は、RF回路201と、プロセッサ202と、メモリ203と、ネットワークIF(Inter Face)204とを有する。プロセッサ202の一例としては、CPU、DSP、FPGA等が挙げられる。また、メモリ203の一例としては、SDRAM等のRAM、ROM、フラッシュメモリ等が挙げられる。

20

【0097】

そして、実施例1の基地局で行われる各種処理機能は、不揮発性記憶媒体などの各種メモリに格納されたプログラムを増幅装置が備えるプロセッサで実行することによって実現してもよい。すなわち、スケジューラ31と、データ信号生成部32と、制御信号生成部33と、Precoding決定部34と、UE-specific RS生成部35と、Precoding処理部36と、CSI-RS生成部37と、物理チャンネル多重部38と、IFFT部39と、FFT部42と、上り制御信号復調部43とによって実行される各処理に対応するプログラムがメモリ203に記録され、各プログラムがプロセッサ202で実行されてもよい。また、送信RF部40及び受信RF部41は、RF回路201によって実現される。

30

【0098】

なお、ここでは、基地局200が一体の装置であるものとして説明したが、これに限定されない。例えば、基地局200は、無線装置と制御装置という2つの別体の装置によって構成されてもよい。この場合、例えば、RF回路201は無線装置に配設され、プロセッサ202と、メモリ203と、ネットワークIF204とは制御装置に配設される。

【符号の説明】

【0099】

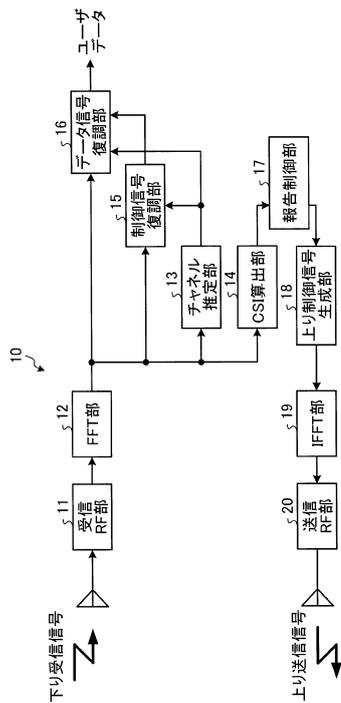
- 10 移動局
- 11, 41 受信RF部
- 12, 42 FFT部
- 13 チャンネル推定部
- 14 CSI算出部
- 15 制御信号復調部
- 16 データ信号復調部
- 17 報告制御部
- 18 上り制御信号生成部
- 19, 39 IFFT部
- 20, 40 送信RF部
- 21, 22 CSI算出処理部
- 30 基地局
- 31 スケジューラ

40

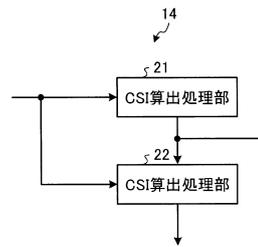
50

- 3 2 データ信号生成部
- 3 3 制御信号生成部
- 3 4 Precoding決定部
- 3 5 UE - specific RS 生成部
- 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c Precoding処理部
- 3 7 CSI - RS 生成部
- 3 8 物理チャネル多重部
- 4 3 上り制御信号復調部

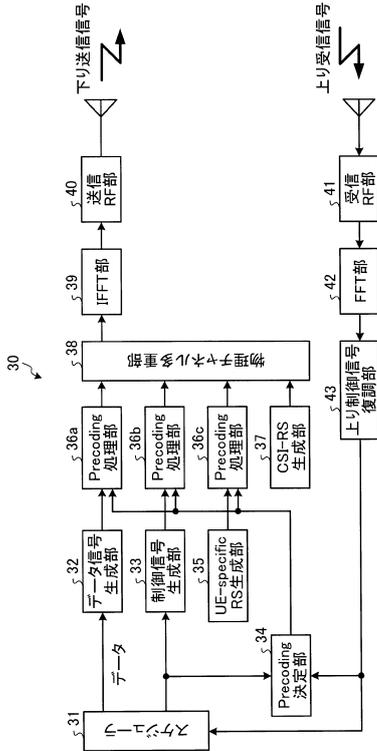
【 図 1 】



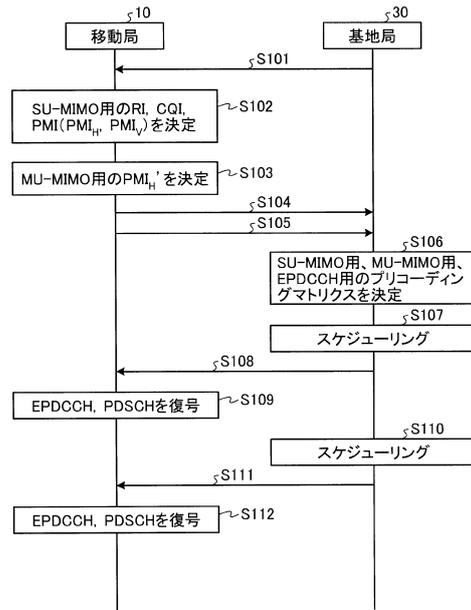
【 図 2 】



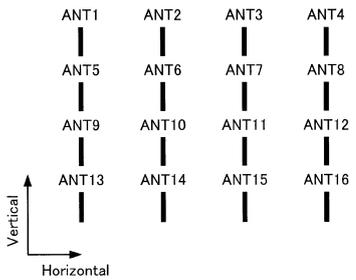
【図3】



【図4】



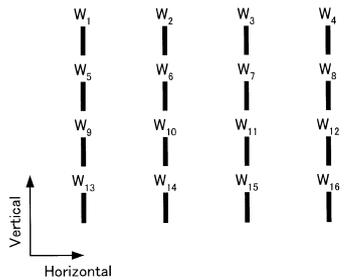
【図5】



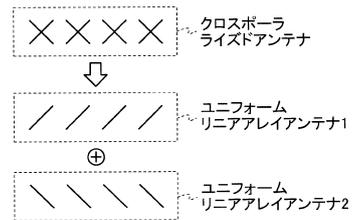
【図7】

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \\ W_5 \\ W_6 \\ W_7 \\ W_8 \\ \dots \\ W_{13} \\ W_{14} \\ W_{15} \\ W_{16} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_{v1} \begin{bmatrix} W_{h1} \\ W_{h2} \\ W_{h3} \\ W_{h4} \end{bmatrix} \\ W_{v2} \begin{bmatrix} W_{h1} \\ W_{h2} \\ W_{h3} \\ W_{h4} \end{bmatrix} \\ \dots \\ W_{v4} \begin{bmatrix} W_{h1} \\ W_{h2} \\ W_{h3} \\ W_{h4} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

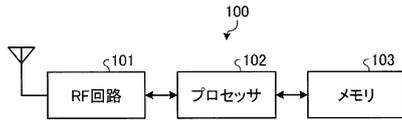
【図6】



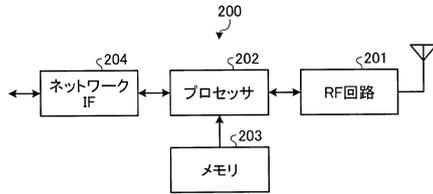
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 中国特許出願公開第102938688(CN, A)
米国特許出願公開第2012/0299774(US, A1)
Alcatel-Lucent Shanghai Bell, Alcatel-Lucent, Considerations on CSI feedback enhancements for high-priority antenna configurations[online], 3GPP TSG-RAN WG1#66 R1-112420, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ra, 2011年 8月
YOSHIHISA KISHIYAMA, ANASS BENJEBBOUR, TAKEHIRO NAKAMURA, HIROYUKI ISHII, Future steps of LTE-A: evolution toward integration of local area and wide area systems, Wireless Communications, 2013年 2月, Volume:20, Issue:1, Pages:12 - 18
NTT DOCOMO, Scenarios for UE-Specific Elevation Beamforming and FD-MIMO, 3GPP TSG-RAN WG1#72bis R1-131428[online], 2013年 4月 6日, インターネット:URL<http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_72b/Docs/>, 検索日2015年10月13日
Samsung, Technologies for Rel-12 and onwards, 3GPP TSG RAN Workshop on Rel-12 and Onwards RWS-120046, 2012年 6月

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 17/24

H04B 7/04

H04J 99/00

H04W 16/28

H04W 24/10

DWPI(Thomson Innovation)