

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6504258号
(P6504258)

(45) 発行日 平成31年4月24日 (2019. 4. 24)

(24) 登録日 平成31年4月5日 (2019. 4. 5)

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 B 7/0456 (2017. 01)	H O 4 B 7/0456 1 0 0
H O 4 B 7/0417 (2017. 01)	H O 4 B 7/0417
H O 4 B 7/0413 (2017. 01)	H O 4 B 7/0413 3 1 0

請求項の数 14 (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2017-542456 (P2017-542456)	(73) 特許権者	000002185
(86) (22) 出願日	平成28年5月12日 (2016. 5. 12)		ソニー株式会社
(65) 公表番号	特表2018-510556 (P2018-510556A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公表日	平成30年4月12日 (2018. 4. 12)	(74) 代理人	100120499
(86) 国際出願番号	PCT/CN2016/081848		弁理士 平山 淳
(87) 国際公開番号	W02016/184344	(74) 代理人	100095957
(87) 国際公開日	平成28年11月24日 (2016. 11. 24)		弁理士 亀谷 美明
審査請求日	平成29年8月15日 (2017. 8. 15)	(72) 発明者	銭 辰
(31) 優先権主張番号	201510250263. 2		中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市
(32) 優先日	平成27年5月15日 (2015. 5. 15)		ハイディアン ディストリクト チンファ
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		ユニバーシティー ローム ビルディン
			グ ルーム 8-2 1 2

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、及び無線通信システムにおける装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信システムにおける装置であって、

第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第1のチャンネル情報に基づいて第1のプリコーディング行列を生成するように配置される第1の生成ユニットと

、
前記第1のプリコーディング行列及び前記チャンネルに関する第2のチャンネル情報に基づいて第2のプリコーディング行列を生成するように配置される第2の生成ユニットと、
前記第1のプリコーディング行列及び前記第2のプリコーディング行列に基づいてデータ信号をプリコーディングするように配置されるプリコーディングユニットと、を備え、
前記プリコーディングユニットは、

前記第1のプリコーディング行列及び前記第2のプリコーディング行列に基づいて第3のプリコーディング行列を生成するように配置される第3のプリコーディング行列生成モジュールと、

前記第3のプリコーディング行列を利用して前記データ信号をプリコーディングするように配置されるプリコーディング実行モジュールと、を備え、

前記第3のプリコーディング行列生成モジュールは、前記第1のプリコーディング行列と前記第2のプリコーディング行列とのクロネッカー積に基づいて前記第3のプリコーディング行列を生成するように配置される、ことを特徴とする装置。

10

20

【請求項 2】

前記第 2 の生成ユニットは、

前記第 1 のプリコーディング行列及び前記第 2 のチャンネル情報に基づいて等価チャンネル行列を生成するように配置される等価チャンネル行列生成モジュールと、

前記等価チャンネル行列に基づいて前記第 2 のプリコーディング行列を生成するように配置される第 2 のプリコーディング行列生成モジュールと、を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記等価チャンネル行列生成モジュールは、前記第 1 のプリコーディング行列と前記第 2 のチャンネル情報との内積に基づいて前記等価チャンネル行列を生成するように配置される、ことを特徴とする請求項 2 に記載の装置。

10

【請求項 4】

前記第 1 のチャンネル情報は前記第 1 の通信機器からの高さ方向でのチャンネル情報であり、前記第 2 のチャンネル情報は前記第 1 の通信機器からの角度方向でのチャンネル情報であるか、または、前記第 1 のチャンネル情報は前記第 1 の通信機器からの角度方向でのチャンネル情報であり、前記第 2 のチャンネル情報は前記第 1 の通信機器からの高さ方向でのチャンネル情報であることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 1 のチャンネル情報は、前記チャンネルに関する予備的信息であり、前記第 2 のチャンネル情報は前記チャンネルに関する追加情報であり、前記予備的信息は、前記追加情報より粗い情報である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 6】

前記第 1 の通信機器は基地局であり、前記第 2 の通信機器はユーザ機器であり、前記装置は基地局側に位置し、

前記ユーザ機器と前記基地局との間の信号送受信を実行するように配置される送受信ユニットをさらに備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

無線通信システムにおける方法であって、

第 1 の通信機器と第 2 の通信機器との間のチャンネルに関する第 1 のチャンネル情報に基づいて第 1 のプリコーディング行列を生成する第 1 の生成ステップと、

30

前記第 1 のプリコーディング行列及び前記チャンネルに関する第 2 のチャンネル情報に基づいて第 2 のプリコーディング行列を生成する第 2 の生成ステップと、

前記第 1 のプリコーディング行列及び前記第 2 のプリコーディング行列に基づいてデータ信号をプリコーディングするプリコーディングステップと、を備え、

前記第 1 の通信機器は前記第 1 のプリコーディング行列及び前記第 2 のプリコーディング行列に基づいて第 3 のプリコーディング行列を生成し、

前記データ信号は前記第 3 のプリコーディング行列を利用してプリコーディングされるものであり、

前記第 3 のプリコーディング行列は前記第 1 のプリコーディング行列と前記第 2 のプリコーディング行列とのクロネッカー積に基づいて生成されるものである、ことを特徴とする方法。

40

【請求項 8】

無線通信システムにおける装置であって、

第 1 のチャンネル情報に応じて第 1 のプリコーディング行列を第 1 の通信機器が生成するように、前記第 1 の通信機器と第 2 の通信機器との間のチャンネルに関する第 1 のチャンネル情報を報告し、

前記第 1 のプリコーディング行列及び第 2 のチャンネル情報に応じて第 2 のプリコーディング行列を前記第 1 の通信機器が生成するように前記チャンネルに関する前記第 2 のチャンネル情報を報告し、

前記第 1 のプリコーディング行列及び前記第 2 のプリコーディング行列に応じて前記第

50

1の通信機器がプリコーディングするデータ信号を前記第1の通信機器が取得するように配置される電気回路を備え、

前記第1の通信機器は前記第1のプリコーディング行列及び前記第2のプリコーディング行列に基づいて第3のプリコーディング行列を生成し、

前記データ信号は前記第3のプリコーディング行列を利用してプリコーディングされるものであり、

前記第3のプリコーディング行列は前記第1のプリコーディング行列と前記第2のプリコーディング行列とのクロネッカー積に基づいて生成されるものであることを特徴とする装置。

【請求項9】

前記第1の通信機器は前記第1のプリコーディング行列及び前記第2のチャンネル情報に応じて等価チャンネル行列を生成し、

前記第2のプリコーディング行列は前記等価チャンネル行列に基づいて生成されるものであることを特徴とする請求項8に記載の装置。

【請求項10】

前記等価チャンネル行列は、前記第1のプリコーディング行列と前記第2のチャンネル情報との内積に基づいて生成されるものであることを特徴とする請求項9に記載の装置。

【請求項11】

前記第1のチャンネル情報は前記第1の通信機器からの高さ方向でのチャンネル情報であり、前記第2のチャンネル情報は前記第1の通信機器からの角度方向でのチャンネル情報であるか、または、前記第1のチャンネル情報は前記第1の通信機器からの角度方向でのチャンネル情報であり、前記第2のチャンネル情報は前記第1の通信機器からの高さ方向でのチャンネル情報であることを特徴とする請求項8に記載の装置。

【請求項12】

前記第1のチャンネル情報は、前記チャンネルに関する予備的信息であり、前記第2のチャンネル情報は前記チャンネルに関する追加情報であり、前記予備的信息は、前記追加情報より粗い情報である、ことを特徴とする請求項8に記載の装置。

【請求項13】

前記第1の通信機器は基地局であり、前記第2の通信機器はユーザ機器であり、前記装置はユーザ機器側に位置し、かつ、

前記ユーザ機器と前記基地局との間の信号送受信を実行するように配置される送受信ユニットをさらに備える、ことを特徴とする請求項8に記載の装置。

【請求項14】

無線通信システムにおける方法であって、

第1のチャンネル情報に応じて第1のプリコーディング行列を第1の通信機器が生成するように、前記第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第1のチャンネル情報を報告するステップと、

前記第1のプリコーディング行列及び第2のチャンネル情報に応じて第2のプリコーディング行列を前記第1の通信機器が生成するように前記チャンネルに関する前記第2のチャンネル情報を報告するステップと、

前記第1のプリコーディング行列及び前記第2のプリコーディング行列に応じて前記第1の通信機器がプリコーディングするデータ信号を前記第1の通信機器が取得するステップとを備え、

前記第1の通信機器は前記第1のプリコーディング行列及び前記第2のプリコーディング行列に基づいて第3のプリコーディング行列を生成し、

前記データ信号は前記第3のプリコーディング行列を利用してプリコーディングされるものであり、

前記第3のプリコーディング行列は前記第1のプリコーディング行列と前記第2のプリコーディング行列とのクロネッカー積に基づいて生成されるものであることを特徴とする方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は無線通信技術分野に関し、より具体的に、アンテナアレイに適用される二段階チャンネル推定、フィードバック技術的案及び2ステップのプリコーディング技術的案を実現した無線通信システム及び無線通信システムにおける装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

大規模の多入力多出力(Multi-input Multi-output, MIMO)システムは、近年、学界及び業界に広く注目されている。理論的研究に示すように、簡単な線形検出及びプリコーディングアルゴリズム、例えば、ゼロ強制(Zero Forcing, ZF)アルゴリズム、最小平均二乗誤差(Minimum Mean Square Error, MMSE)アルゴリズム等を用いることにより、大規模MIMO(Massive MIMO)システムは、システムのスペクトル効率とともにエネルギー効率を著しく向上できるので、主要技術として次世代通信標準に採用される可能性が高い。

【0003】

実際のシステムに、大規模MIMO技術には一連の解決すべき問題がある。その理論的な研究に、一般的に、基地局が均一間隔リニアアレイを採用し、即ち、アンテナが水平方向にしか放置されないとされている。アンテナの数が大きい場合に、このようなリニアアレイによれば基地局のアンテナ規模が過大になってしまい、実現が難しくなる。この問題の解決案の1つとしては、水平と垂直との2方向のいずれもアンテナの3D-MIMOシステムを放置することである。3D-MIMOシステムにとって、水平や垂直の方向での自由度(水平、垂直の方向でのアンテナの数に関わる)のいずれも利用可能である。したがって、アンテナアレイの規模を効果的に降下することができる。また、垂直方向での余分の自由度は、さらに、ユーザ間の干渉、セル間の干渉等を低減することに用いられるので、システム性能を向上することもできる。3D-MIMO技術は、これらのメリットがあるため、業界に注目されており、現在の無線通信標準に取り入れられる可能性が高い。

【0004】

また、ユーザ機器のフィードバック精度が限られるため、従来のチャンネル推定、フィードバックの技術的案は、正確なチャンネル状態情報を取得できない恐れがあり、システム性能を効果的に向上することができないことに係る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

以下は、本発明のある面に関する基本的な理解を提供するように本発明について概略説明を行う。ここで、この概略説明は本発明の網羅的説明ではない。本発明の肝心な部分や重要な部分を特定することを意図しなく、本発明の範囲を制限するものでもない。それは、簡単な形式で本発明の概念を提供し、後続のより具体的な説明の序言とするためのものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記問題に鑑み、本発明は、無線通信システム及びこの無線通信システムにおける装置及び方法を提供するためであり、アンテナアレイに適用する二段階チャンネル推定とフィードバック技術的案及び相応するプリコーディング技術的案を実現し、システム性能を向上させるとともに、操作の複雑さを低下する。

【0007】

本発明の一面は、無線通信システムにおける装置を提供し、この装置は、第1の通信機

10

20

30

40

50

器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第1のチャンネル情報を取得するように配置されるチャンネル情報取得ユニットと、第1のチャンネル情報に基づいて第1の参照信号をプリコーディングするように配置されるプリコーディングユニットと、第2の通信機器に用いる、プリコーディング後の第1の参照信号への測定指示を有する測定構成情報を生成するように配置される測定構成情報生成ユニットと、第2の通信機器が測定構成情報によりプリコーディング後の第1の参照信号に対してフィードバックした第2のチャンネル情報に基づいてデータ信号の伝送を制御するように配置される制御ユニットと、を備えてもよい。

【0008】

本発明の好ましい実施例によれば、プリコーディングユニットは、さらに、その他の通信機器に関わるチャンネル情報に基づいて第1の参照信号をプリコーディングするように配置されてもよい。

10

【0009】

本発明の好ましい実施例によれば、制御ユニットは、さらに、その他の通信機器に関わるチャンネル情報に基づいてデータ信号の伝送を制御するように配置されてもよい。

【0010】

本発明の好ましい実施例によれば、チャンネル情報取得ユニットは、複数の第2の通信機器の第1のチャンネル情報をそれぞれ取得してもよく、この装置は、さらに、複数の第2の通信機器の第1のチャンネル情報に基づいて第1の通信機器がその対応する第2の通信機器にプリコーディング後の第1の参照信号を送信するか否かをそれぞれ判定するように配置される判定ユニットを備えてもよい。好ましくは、プリコーディングユニットは、さらに、判定ユニットの判定結果に基づいて、複数の第2の通信機器のうちの1つ又は複数の第1のチャンネル情報に対して第1の参照信号をプリコーディングするように配置されてもよい。

20

【0011】

本発明の好ましい実施例によれば、プリコーディングユニットは、複数の第2の通信機器のうちの1つ又は複数の第1のチャンネル情報に対して、対応する第2の通信機器のプリコーディング行列をそれぞれ計算し、このプリコーディング行列の重ね合わせを利用して第1の参照信号をプリコーディングしてもよい。

【0012】

30

本発明の好ましい実施例によれば、プリコーディングユニットは、複数の第2の通信機器のうちの1つ又は複数の第1のチャンネル情報に対して、対応する第2の通信機器のプリコーディング行列をそれぞれ計算し、このプリコーディング行列により第1の参照信号をそれぞれプリコーディングしてもよい。好ましくは、この装置は、多重化を行うように、複数の第2の通信機器のうちの1つ又は複数に用いる第1の参照信号に異なるコードワード、時間又は周波数リソースを割り当てるものである。

【0013】

本発明の好ましい実施例によれば、この装置は、さらに、第1のチャンネル情報に基づいてプリコーディング後の第1の参照信号又はデータ信号の伝送に用いる無線リソースを割り当てるように配置される無線リソース割当ユニットを備えてもよい。

40

【0014】

本発明の好ましい実施例によれば、チャンネル情報取得ユニットは、さらに、第1のチャンネル情報として第2の参照信号に対する第2の通信機器のフィードバック情報を取得するように配置されてもよい。

【0015】

本発明の好ましい実施例によれば、第2の参照信号は、第1の通信機器のアンテナアレイにおける一部のアンテナのみで送信される。

【0016】

本発明の好ましい実施例によれば、この装置は、さらに、第2の参照信号に対して静的／半静的なビーム形成を行うように配置されるビーム形成ユニットを備えてもよい。好ま

50

しくは、チャンネル情報取得ユニットは、さらに、第1のチャンネル情報としてビーム形成後の第2の参照信号に対する第2の通信機器のフィードバック情報を取得するように配置されてもよい。

【0017】

本発明の好ましい実施例によれば、第1の参照信号は狭帯域信号であり、第2の参照信号は広帯域信号である。

【0018】

本発明の好ましい実施例によれば、第1の参照信号の送信周期は第2の参照信号の送信周期よりも短くてもよい。

【0019】

本発明の好ましい実施例によれば、チャンネル情報取得ユニットは、さらに、第2の通信機器からの第3の参照信号に基づいてチャンネル推定を行うことにより第1のチャンネル情報を取得するように配置されてもよい。

【0020】

本発明の好ましい実施例によれば、第3の参照信号はアップリンクサウンディング参照信号であってもよい。

【0021】

本発明の好ましい実施例によれば、第1の通信機器は基地局であってもよく、第2の通信機器はユーザ機器であってもよく、この装置は基地局側に位置してもよく、且つこの装置は、さらに、基地局とユーザ機器との間の信号の送受信を実行するように配置される送受信ユニットを備えてもよい。

【0022】

本発明の好ましい実施例によれば、第1のチャンネル情報は第1次元の方向でのチャンネル情報であってもよく、第2のチャンネル情報は、第2次元の方向でのチャンネル情報であってもよい。

【0023】

本発明の好ましい実施例によれば、第1次元の方向は高さ方向であってもよく、第2次元の方向は角度方向であってもよい。

【0024】

本発明の好ましい実施例によれば、第1次元の方向は角度方向であってもよく、第2次元の方向は高さ方向であってもよい。

【0025】

本発明の好ましい実施例によれば、第1のチャンネル情報は、チャンネルに関する予備的情報であってもよく、第2のチャンネル情報はチャンネルに関する追加情報であってもよい。

【0026】

本発明のもう1つの面は、無線通信システムにおける装置を提供し、この装置は、第1の通信機器からの第2の通信機器に用いる、プリコーディング後の第1の参照信号への測定指示を含む測定構成情報に基づいて、第1の通信機器からの前記プリコーディング後の第1の参照信号を測定するように配置される測定ユニットと、第1の通信機器がデータ信号の伝送を制御することに用いるように、プリコーディング後の第1の参照信号に対する測定に基づき、第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第2のチャンネル情報としてフィードバック情報を生成するように配置されるフィードバック情報生成ユニットと、を備えてもよい。

【0027】

本発明のもう1つの面は、無線通信システムにおける装置を提供し、この装置は、第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第1のチャンネル情報に基づいて第1のプリコーディング行列を生成するように配置される第1の生成ユニットと、第1のプリコーディング行列及びチャンネルに関する第2のチャンネル情報に基づいて第2のプリコーディング行列を生成するように配置される第2の生成ユニットと、第1のプリコ

10

20

30

40

50

ーディング行列及び第2のプリコーディング行列に基づいてデータ信号をプリコーディングするように配置されるプリコーディングユニットと、を備えてもよい。

【0028】

本発明のもう1つの面は、無線通信システムを提供し、この無線通信システムは、第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第1のチャンネル情報を取得し、第1のチャンネル情報に基づいて第1の参照信号をプリコーディングし、第2の通信機器に用いる、プリコーディング後の第1の参照信号に対する測定指示を含む測定構成情報を生成し、第2の通信機器が測定構成情報によりプリコーディング後の第1の参照信号に対してフィードバックする第2のチャンネル情報に基づいて、データ信号の伝送を制御するように配置される第1の通信機器と、測定構成情報に基づいてプリコーディング後の第1の参照信号を測定し、プリコーディング後の第1の参照信号に対する測定に基づいて第2のチャンネル情報としてフィードバック情報を生成するように配置される第2の通信機器と、を備えてもよい。

10

【0029】

本発明のもう1つの面は、無線通信システムにおける方法を提供し、この方法は、第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第1のチャンネル情報を取得するチャンネル情報取得ステップと、第1のチャンネル情報に基づいて第1の参照信号をプリコーディングするプリコーディングステップと、第2の通信機器に用いる、プリコーディング後の第1の参照信号に対する測定指示を含む測定構成情報を生成する測定構成情報生成ステップと、第2の通信機器が測定構成情報によりプリコーディング後の第1の参照信号に対してフィードバックした第2のチャンネル情報に基づいて、データ信号の伝送を制御する制御ステップと、を備えてもよい。

20

【0030】

本発明のもう1つの面は、無線通信システムにおける方法を提供し、この方法は、第1の通信機器からの第2の通信機器に用いる、プリコーディング後の第1の参照信号に対する測定指示を含む測定構成情報に基づいて、第1の通信機器からのプリコーディング後の第1の参照信号を測定する測定ステップと、第1の通信機器がデータ信号の伝送を制御することに用いるように、プリコーディング後の第1の参照信号に対する測定に基づいて、第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第2のチャンネル情報としてフィードバック情報を生成するフィードバック情報生成ステップと、を備えてもよい。

30

【0031】

本発明のもう1つの面は、無線通信システムにおける方法を提供し、この方法は、第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第1のチャンネル情報に基づいて第1のプリコーディング行列を生成する第1の生成ステップと、第1のプリコーディング行列及びチャンネルに関する第2のチャンネル情報に基づいて第2のプリコーディング行列を生成する第2の生成ステップと、第1のプリコーディング行列及び第2のプリコーディング行列に基づいてデータ信号をプリコーディングするプリコーディングステップと、を備えてもよい。

【0032】

本発明のもう1つ面は、電子機器を提供し、この電子機器は、1つまたは複数の処理装置を備えてもよく、この1つまたは複数の処理装置は上記本発明に係る無線通信システムにおける方法を実行するように配置されてもよい。

40

【0033】

本発明のその他の面は、上記本発明に係る方法を実現するコンピュータープログラムコード及びコンピュータープログラム製品、並びに上記本発明に係る方法を実現するコンピュータープログラムコードを記録したコンピューター読取可能記憶媒体を提供する。

【0034】

本発明の実施例によれば、例えば大規模3D-MIMOシステム等の大規模アンテナアレイが実装された無線通信システムにおいて、二段階チャンネル推定とフィードバック技術的案及び相応するプリコーディング技術的案を利用することにより、干渉を効果的に解

50

消し、操作の複雑さを低下することができ、システムの全体性能を向上することができる。

【0035】

以下の明細書の部分は、本発明実施例のその他の面を提供し、本発明実施例の好ましい実施例を十分に公開するために具体的に説明するが、それを制限するものではない。

【0036】

本発明は以下の図面を組み合わせる具体的な説明により理解し易くなるが、図面において同じ又は類似の符号を用いて同じ又は類似の部材を表す。前記図面及び後続の具体的な説明は、本明細書に含まれて明細書の一部であり、本発明の好ましい実施例を列挙して説明し、本発明の原理及びメリットを説明するためである。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】図1は、本発明の実施例に係る無線通信システムにおける装置の機能構成の例示を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示を示すブロック図である。

【図3】図3は本発明の実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示を示すブロック図である。

【図4】図4は本発明の実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つ機能構成の例示を示すブロック図である。

【図5】図5は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける装置の機能構成の例示を示すブロック図である。

【図6】図6は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示を示すブロック図である。

【図7】図7は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示を示すブロック図である。

【図8】図8は本発明の実施例に係る無線通信システムにおける交互プロセスの例示を示す概略図である。

【図9】図9は本発明の実施例に係る無線通信システムにおける交互プロセスのもう1つの例示を示す概略図である。

【図10】図10は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける装置の機能構成の例示を示すブロック図である。

【図11】図11は本発明のもう1つの実施例に係る装置における第2の生成ユニットの機能構成の例示を示すブロック図である。

【図12】図12は本発明のもう1つの実施例に係る装置におけるプリコーディングユニットの機能構成の例示を示すブロック図である。

【図13】図13は本発明の実施例に係る無線通信システムにおける交互プロセスの例示を示す概略図である。

【図14】図14は本発明の実施例に係る無線通信システムの構造の例示を示すブロック図である。

【図15】図15は本発明の実施例に係る無線通信システムにおける方法の過程の例示を示すフローチャートである。

【図16】図16は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける方法の過程の例示を示すフローチャートである。

【図17】図17は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける方法の過程の例示を示すフローチャートである。

【図18】図18は本発明の実施例に応用可能な情報処理装置としてのパーソナル - コンピューターの例示的な構造を示すブロック図である。

【図19】図19は本発明の実施例に係る無線通信システム中の機器分布の例示を示す概略図である。

10

20

30

40

50

【図 2 0】図 2 0 は従来技術を応用する無線通信システム中のスペクトル効率と、本発明に係る技術を応用する無線通信システム中のスペクトル効率との比較の例示を示す概略図である。

【図 2 1】図 2 1 は従来技術を応用する無線通信システム中のスペクトル効率と、本発明に係る技術を応用する無線通信システムのスペクトル効率との比較のもう 1 つの例示を示す概略図である。

【図 2 2】図 2 2 は本発明に係る技術を応用可能な進化型基地局（e N B）の概略的な構成の第 1 の例示を示すブロック図である。

【図 2 3】図 2 3 は本発明に係る技術を応用可能な e N B の概略的な構成の第 2 の例示を示すブロック図である。

10

【図 2 4】図 2 4 は本発明に係る技術を応用可能なスマートフォンの概略的な構成の例示的ブロック図である。

【具体的な実施形態】

【0 0 3 8】

以下は図面を組み合わせる本発明の例示的な実施例について説明する。明瞭及び簡潔を図るように、明細書には実際の実施形態の全ての特徴を記載しているわけではない。しかし、このような実際の実施例を開発するときに、開発者の具体的な目標に達成し、例えば、システム及びサービスに関わる制約条件を満足するように、実施形態に特定する決定をしなければならず、且つこれらの制約条件は実施形態によって変更する場合もあることが自明すべきである。また、開発仕事は非常に複雑でかなり時間がかかるが、本発明の内容から利益を得る当業者であれば、この開発仕事は通常の任務に過ぎない。

20

【0 0 3 9】

ここで、不必要な具体的な説明により本発明を混同してしまうことを避けるために、図面では、本発明の技術的案に密接に関連する機器の構造及び／又は処理ステップだけが示されており、本発明とあまり関係しないその他の部分を省略された。

【0 0 4 0】

以下、図 1 ～ 2 4 を参照しながら、本発明の実施例を詳しく説明する。

【0 0 4 1】

本発明の実施例を具体的に説明する前に、従来技術において、3 D - M I M O システムにおけるチャンネル推定及び参照信号送信を行う方法について簡略に説明する。

30

【0 0 4 2】

現在、3 D - M I M O システムに参照信号を送信する方法は、約 2 種類に分ける。第 1 種は全空間チャンネルプリコーディングである。この方法では、余分な処理が行われなく、物理アンテナポートごとに 1 つのチャンネル推定参照信号に対応する。第 1 種の方法の欠点は、大きい参照信号のオーバーヘッドをもたらすことである。第 2 種はクロネッカー（K r o n e c k e r）積に基づく参照信号送信方法であり、1 群の水平のアンテナを選択して参照信号を送信することで水平チャンネル情報を取得し、そして、他の 1 群の垂直アンテナを選択して参照信号を送信することで垂直チャンネル情報を取得し、そして、両者を直交する。第 2 種の方法の欠点は、参照信号が全方向送信なので、ユーザ機器の受信レベルが低い。よって、チャンネル推定精度が高くない。

40

【0 0 4 3】

本発明に係る技術では、システム性能を向上させるように、マルチユーザのチャンネルフィードバック情報を組み合わせる、二段階チャンネル推定及びフィードバックの技術的案により、ユーザ機器側の参照信号の受信レベルを効果的に向上させ、より正確なチャンネル状態情報を取得すると考えられている。

【0 0 4 4】

以下、先ず図 1 を参照して、本発明の実施例に係る無線通信システムにおける基地局側の装置の機能構成の例示を示すブロック図について説明する。

【0 0 4 5】

図 1 に示すように、この例示の装置 1 0 0 は、チャンネル情報取得ユニット 1 0 2、プ

50

リコーディングユニット104、測定構成情報生成ユニット106及び制御ユニット108を備えてもよい。以下、各ユニットの機能構成の例示についてそれぞれ具体的に説明する。若干の実施例では、1つまたは複数の処理装置により上記各ユニットを実現してもよく、別体の部材を設置する必要がない。

【0046】

チャンネル情報取得ユニット102は、第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第1のチャンネル情報を取得するように配置されてもよい。

【0047】

好ましくは、第1の通信機器は基地局であってもよく、第2の通信機器はユーザ機器であってもよい。ここで、本発明の実施例では、第1の通信機器が基地局であり、第2の通信機器がユーザ機器であることを例として説明しているが、本発明はこれに限らず、第1の通信機器はその他のインフラストラクチャー、或いは相応する基地局の機能を有するユーザ機器であってもよく、第2の通信機器は相応するユーザ機器の機能を有する小型基地局又はその他のインフラストラクチャーであってもよく、本発明は、通信機器の間のチャンネル状況を確定して適当なプリコーディング、リソーススケジューリング等の処理を行うことにより通信機器間のより効果的なデータ通信を実現するためである。

【0048】

以下、チャンネル情報取得ユニット102により第1のチャンネルを取得する2種の例示の方式についてそれぞれ説明する。

【0049】

1種の例示の方式としては、周波数分割複信(Frequency Division Duplexing, FDD)システムにおいて、チャンネル情報取得ユニット102は、第1のチャンネル情報として第2の参照信号に対する第2の通信機器のフィードバック情報を取得するように配置されてもよい。

【0050】

具体的には、例えば、第1の通信機器(例えば、基地局)は第2の通信機器(例えば、ユーザ機器)に第2の参照信号(例えば、チャンネル状態指示-参照信号(Cell Status Indicator-Reference Signal, CSI-RS)、セル特定信号(Cell-Specific Reference Signal, CRS)等)を送信可能であり、これにより、ユーザ機器は相応する測定構成情報(第2の参照信号への測定指示を含んでもよい)に応じて第2の参照信号を測定して、例えばチャンネル品質指標(CQI)、プリコーディング行列指標(PMI)、ランク指標(RI)等により、チャンネル状況を反映する第1のチャンネル情報として、測定結果を基地局にフィードバックする。後続は図8に示す交互プロセスの概略図を参照してこの場合の例示を説明する。

【0051】

例示としては、この第2の参照信号は高さ方向(例えば、垂直方向)での参照信号(例えば、CSI-RS、CRS等)であってもよく、この状況は角度方向(例えば、水平方向)でのユーザクラスタが少ない状況に適し、これにより、ユーザの角度方向での参照信号の受信電力が向上され、このとき、取得した第1のチャンネル情報は、例えば、垂直方向でのチャンネル情報である。然し、ここで、実際のアンテナアレイ及び通信機器の分布及び実際の性能要求に応じて、この第2の参照信号は角度方向(例えば、水平方向)での参照信号であってもよく、この状況は高さ方向でのユーザクラスタが少ない状況に適し、これにより、ユーザの高さ方向での参照信号の受信電力が向上され、本発明に記載の技術はこの状況にも適する。

【0052】

好ましくは、アンテナアレイ素子の間の位置関連性を考慮すれば、この第2の参照信号は、第1の通信機器(例えば、基地局)のアンテナアレイのうちの一部のアンテナ(例えば、そのうちのある群のアンテナ)のみにおいて送信され、全てのアンテナアレイ素子において送信されなくてもよい。これは、アンテナアレイ素子の間の距離が小さい場合に、

アンテナアレイのうちの異なる群に対応するチャンネル係数ベクトルの間には高い関連性があるため、1群のアンテナに対応するチャンネル係数のみを推定すれば、プリコーディングに用いる有効な情報を得られるからであり、例えば、基地局は、1列の垂直方向でのアンテナを用いてCSI-RSを送信すれば、チャンネル状態に対するユーザ機器の推定結果を得られる。これにより、参照信号に対するリソース要求を低減することができる。

【0053】

もう1つの例示としては、この第2の参照信号は、ある特定方向での参照信号に限らなくてもよい。この場合、好ましくは、この第2の参照信号に対してビーム形成を行ってもよい。従って、この例示では、装置100は、さらに、第2の参照信号に対して静的／半静的なビーム形成を行うように配置されるビーム形成ユニットを備えてもよく、これはコードブックに基づくプリコーディング過程に異なり、且つチャンネル情報取得ユニット102は、さらに、第1のチャンネル情報としてビーム形成された第2の参照信号に対する第2の通信機器（例えば、ユーザ機器）のフィードバック情報を取得するように配置されてもよい。ここで、この取得した第1のチャンネル情報は、チャンネルに関する予備的推定情報であってもよく、例えば、ユーザ機器の概ねのチャンネル方向を取得する。ここで、チャンネルに関する予備的情報を取得するように、第2の参照信号に対してビーム形成を行う場合、より広い範囲（即ち、より多いユーザ機器をカバーする）に行われてもよい。

10

【0054】

もう1つの例示としては、第2の参照信号は、ダウンリンク帯域をカバーし、かつより長い送信周期を有してもよく、具体的に、第2の参照信号は、全帯域に亘って均一又は大体均一に分布して全帯域をカバーしてもよく、それに応じて、ユーザ機器は、基地局が、狭帯域ダウンリンク帯域をカバーする第1の参照信号を処理するように、予備的な第1のチャンネル情報として第2の参照信号に対して長期／広帯域チャンネル状態情報フィードバックを行うことにより、より精細な第2のチャンネル情報が取得される。

20

【0055】

もう1種の例示方式としては、時分割複信（Time Division Duplexing, TDD）システムにおいて、チャンネル情報取得ユニット102は、さらに、第2の通信機器からの第3の参照信号に基づいてチャンネル推定を行うことにより上記第1のチャンネル情報を取得するように配置されてもよい。好ましくは、例示として、この第3の参照信号は、アップリンクサウンディング参照信号（Sounding Reference Signal, SRS）であってもよい。

30

【0056】

具体的には、例えば、第2の通信機器（例えば、ユーザ機器）は、第1の通信機器（例えば、基地局）に第3の参照信号（例えば、アップリンクSRS）を送信可能であり、これにより、基地局は、この第3の参照信号に基づいてチャンネル推定を行って、このチャンネルに関する第1のチャンネル情報を取得することができる。具体的なチャンネル推定方法は、従来技術における方法と同じであり、ここで具体的に説明しない。後続は図9に示す交互プロセスの概略図を参照してこの場合の例示を具体的に説明する。

【0057】

要するに、第1の通信機器が基地局であり、第2の通信機器がユーザ機器である例示では、基地局は、まず、プリコーディング処理されていないダウンリンク参照信号を送信し、そして、ユーザ機器がダウンリンク参照信号を測定して得られたチャンネル状態情報報告を取得することで、予備的なダウンリンクチャンネル状態情報を確定してもよいし、基地局は、アップ・ダウンリンクチャンネルの相互性（reciprocity）に基づき、ユーザ機器のアップリンク参照信号を受信することで予備的なダウンリンクチャンネル状態情報を推定してもよい。

40

【0058】

プリコーディングユニット104は、第1のチャンネル情報に基づいて第1の参照信号をプリコーディングするように配置されてもよい。例えば、プリコーディングにより第1

50

の参照信号が特定の方向又はビームで送信される。好ましくは、このプリコーディング方法は、第1の参照信号に対するユーザ機器の受信レベルを向上させるように、コードブックに基づかないプリコーディング、例えば、ZFプリコーディング、MMSEプリコーディング等であってもよく、或いは、コードブックに基づくプリコーディングであってもよい。

【0059】

第1のチャンネル情報は高さ方向（例えば垂直方向）でのチャンネル情報の場合、第1の参照信号は角度方向（例えば、水平方向）での参照信号（例えば、CSI-RS、CRS等）であってもよく、且つこのプリコーディング過程は垂直方向でのプリコーディングであってもよく、且つその目的は、水平方向での参照信号に対する各高さにあるユーザ機器の受信レベルを向上させることにある。第2の参照信号に比べ、第1の参照信号は、全部のアンテナアレイ素子で送信される。

10

【0060】

ここで、第1の参照信号及び第2の参照信号は、角度方向及び高さ方向での参照信号に限らず、実際の状況に応じて、任意の方向での参照信号であってもよく、且つこのときのプリコーディング処理は、参照信号に対する相応する方向でのユーザ機器の受信レベルを向上させることに適する。

【0061】

また、上記記載に対応するように、第2の参照信号が広帯域／長期信号の場合、第1の参照信号は、1つ又は若干の狭帯域（例えばサブ帯域）のみで送信され、かつより短い送信周期を有してもよく、具体的に、第1の参照信号は、1つ又は1つ以上の狭帯域（例えばサブ帯域）に分布して全帯域をカバーしなくてもよく、それに応じて、ユーザ機器は、チャンネルに関する追加情報を取得するように、第1の参照信号に対して短期／狭帯域（サブ帯域）フィードバックを行う。

20

【0062】

好ましくは、プリコーディングユニット104は、さらに、その他の通信機器に関するチャンネル情報に基づき第1の参照信号に対してプリコーディングを行うように配置されてもよい。具体的には、例えば、上述した現在のユーザ機器に関する第1のチャンネル情報以外に、プリコーディングユニット104は、さらに、その他の通信機器に関連するチャンネル情報（例えば、上記2種の例示方式によるその他のユーザ機器に関するチャンネルフィードバック情報）に基づいて現在のユーザ機器に関する第1の参照信号に対してプリコーディングを行ってもよい。複数のユーザ機器に関するフィードバックチャンネル情報を組み合わせて検討することで、第1の参照信号に対するユーザ機器の受信レベルをより効果的に向上させ、フィードバック精度を向上させ、及び基地局側のプリコーディング操作の複雑さを低下させることができる。

30

【0063】

測定構成情報生成ユニット106は、第2の通信機器に用いる測定構成情報を生成するように配置されてもよく、この測定構成情報は、プリコーディング後の第1の参照信号に対する測定指示を備えてもよい。

【0064】

40

ここで、上記例示において基地局がユーザ機器に第2の参照信号を送信する場合、ユーザ機器に第2の参照信号に対する測定指示も送信する必要がある。即ち、基地局は、例えば、ダウンリンク制御情報（DCI）等のシグナリングでユーザ機器へ指示してもよく、これにより、ユーザ機器は、この指示に応答して相応する参照信号を測定して相応する測定フィードバックを行うことができる。また、基地局は、例えば、RRCシグナリングにより測定構成情報をキャリアしてもよく、例えば、ユーザ機器に、各参照信号を送信するアンテナポート番号を通知する。

【0065】

制御ユニット108は、第2の通信機器が測定構成情報によりプリコーディング後の第1の参照信号に対してフィードバックした第2のチャンネル情報に基づいてデータ信号の

50

伝送を制御するように配置されてもよい。

【0066】

具体的に、例えば、上記測定構成情報に応答して、第2の通信機器（例えば、ユーザ機器）が、相応する測定を行い、PMI、CQI及びRI等により第1の通信機器（例えば、基地局）に第2のチャンネル情報として測定結果をフィードバックし、これにより、基地局は、受信した第2のチャンネル情報に応じて例えば、チャンネル回復、プリコーディング、スケジューリング、変調コード化技術的案設定等のデータ信号の伝送に関する操作を行うことができる。

【0067】

好ましい例示としては、制御ユニット108は、さらに、その他の通信機器に関するチャンネル情報に基づいてデータ信号の伝送を制御するように配置されてもよい。具体的に、制御ユニット108は、さらに、その他の通信機器（例えば、その他のユーザ機器）が例えば基地局にフィードバックしたプリコーディング後の第1の参照信号に関する測定結果（即ち、その他のユーザ機器がフィードバックした第2のチャンネル情報）に基づいて上記データ信号の伝送に関する操作、例えば、マルチユーザ多入力多出力（MU-MIMO）処理におけるユーザペアリング選択、リソース割り当等を制御してもよい。

【0068】

好ましくは、上記第1のチャンネル情報に対応するように、この第2のチャンネル情報は、角度方向（例えば、水平方向）でのチャンネル情報、或いは、チャンネルに関する追加情報（即ち、より精確な情報）であってもよい。例えば、第2のチャンネル情報が水平方向でのチャンネル情報の場合、後続の操作では、制御ユニット108は、第2のチャンネル情報に応じて水平方向のプリコーディングを行い、この水平方向のプリコーディングは、第1の参照信号に対するユーザ機器の受信レベルをより効果的に向上させ、フィードバック精度を向上させ、基地局側のプリコーディング操作の複雑さを単純化にさせるようにコードブックに基づかないプリコーディング方法（例えば、ZFプリコーディング、MMSEプリコーディング等）を用いてもよく、或いは、コードブックに基づくプリコーディング方法を用いてもよく、且つこのコードブックは、従来の長期進化アドバンスド（LTE-A）システムにおけるコードブックを用いてもよい。

【0069】

本発明の実施例によれば、垂直方向のプリコーディングを行うことにより、垂直方向での自由度を十分に利用でき、水平方向での参照信号に対するユーザ機器の受信レベルを効果的に向上させることができ、操作の複雑さが低下される。また、二段階チャンネル推定及びフィードバック（即ち、まず、チャンネルに関する予備的情報を取得し、そしてチャンネルに関する追加情報を取得する）により、チャンネルに関する、比較的精確な情報が得られ、システム性能を最適化にすることができる。

【0070】

好ましくは、プリコーディングユニットは、プリコーディング操作を行う場合に、異なる無線リソースにおいて全部ではなく一部のユーザ機器によりフィードバックされるチャンネル情報を考慮してもよく、言い換えれば、同一の無線リソースにおいては一部のユーザ機器によってフィードバックされたチャンネル情報を考慮する必要がなければ、プリコーディング後の第1の参照信号をこれらのユーザ機器に送信する必要もない。次に、図2を参照してこの場合の例示について説明する。図2は、本発明の実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示を示すブロック図である。

【0071】

図2に示すように、この例示の装置200は、チャンネル情報取得ユニット202、判定ユニット204、プリコーディングユニット206、測定構成情報生成ユニット208及び制御ユニット210を備えてもよい。ここで、チャンネル情報取得ユニット202、プリコーディングユニット206、測定構成情報生成ユニット208及び制御ユニット210の機能構成の例示は、上記図1を参照して説明した相応するユニットの機能構成の例示と基本的に同じであり、ここで重複説明しない。以下は判定ユニット204の機能構成

の例示のみについて説明する。

【0072】

この例示では、好ましくは、チャンネル情報取得ユニット202は、複数の第2の通信機器の第1のチャンネル情報をそれぞれ取得するように配置されてもよい。

【0073】

判定ユニット204は、複数の第2の通信機器の第1のチャンネル情報に基づいて第1の通信機器がその相応する第2の通信機器にプリコーディング後の第1の参照信号を送信するか否かをそれぞれ判定するように配置されてもよい。こうすれば、判定ユニット204の判定結果に基づき、基地局は、ユーザ機器にプリコーディング後の第1の参照信号を選択的に送信することができる。即ち、フィードバックされたチャンネル情報に応じて、基地局は、どれらのユーザ機器にプリコーディング後の第1の参照信号を送信するかを選択できる。こうすれば、参照信号の伝送に用いるリソースオーバーヘッドをある程度で低減することができる。さらに、好ましい例示としては、判定ユニット204は、さらに、具体的な最適化目標に応じて、第1の通信機器が複数の第2の通信機器のうちどれらのユーザ機器にプリコーディング後の第1の参照信号を送信するかを判定してもよい。

10

【0074】

好ましくは、プリコーディングユニット206は、さらに、判定ユニット204の判定結果に基づき、複数の第2の通信機器のうち1つまたは複数の第1のチャンネル情報に対して第1の参照信号をプリコーディングするように配置されてもよい。

【0075】

例えば、ユーザ機器にフィードバックされたチャンネル情報に基づいてそのうちの若干のユーザ機器と基地局との間のチャンネル品質が悪いと確定すると、判定ユニット204は、続いてこれらのユーザ機器に対してMU-MIMO処理を行わないと判定し、これにより、追加のチャンネル情報が必要なくなり、プリコーディングユニット206は、これらのユーザ機器に対してプリコーディング操作を行わなくてもよい。

20

【0076】

具体的に、例示としては、プリコーディングユニット206は、複数の第2の通信機器のうち1つ又は複数の、第1のチャンネル情報に対して相応する第2の通信機器のプリコーディング行列をそれぞれ計算し、このプリコーディング行列の重ね合わせを用いて第1の参照信号をプリコーディングしてもよい。この例示では、同じ物理伝送リソースを完全に多重化させて複数の方向への指向性伝送を同時に実現するように、選択された第2の通信機器のプリコーディング行列の重ね合わせを用いて1つの総括的なプリコーディング行列を生成し、そして、総括的なプリコーディング行列を用いて送信しようとする第1の参照信号に対して各アンテナにて重み処理を行う。

30

【0077】

選択的に、もう1つの例示としては、プリコーディングユニット206は、複数の第2の通信機器のうち1つ又は複数の第1のチャンネル情報に対して、相応する第2の通信機器のプリコーディング行列をそれぞれ計算し、このプリコーディング行列を用いて第1の参照信号をそれぞれプリコーディングしてもよい。好ましくは、装置200は、多重化のように、複数の第2の通信機器のうち1つ又は複数に用いる第1の参照信号に対して異なるコードワード、時間又は周波数リソースを割り当ててもよい。この例示では、装置200は、符号分割、時分割又は周波数分割の方式により、選択された第2の通信機器に対して第1の参照信号をそれぞれ送信する。追加例示では、装置200は、選択される第2の通信機器に用いて干渉を低下させるように、異なる、例えば直交した参照信号シーケンスを選択してもよい。

40

【0078】

次に、図3を参照して本発明の実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示について説明する。図3は本発明の実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示を示すブロック図である。

【0079】

50

図3に示すように、この実施例に係る装置300は、チャンネル情報取得ユニット302、判定ユニット304、無線リソース割り当ユニット306、プリコーディングユニット308、測定構成情報生成ユニット310及び制御ユニット312を備えてもよい。ここで、チャンネル情報取得ユニット302、判定ユニット304、プリコーディングユニット308、測定構成情報生成ユニット310及び制御ユニット312の機能構成の例示は、上記図2を参照して説明した相応なユニットの機能構成の例示と基本的に同じであり、ここで繰り返して説明しない。以下は無線リソース割り当ユニット306の機能構成の例示だけについて説明する。

【0080】

無線リソース割り当ユニット306は、第1のチャンネル情報に基づいてプリコーディング後の第1の参照信号及び／又はデータ信号の伝送に用いる無線リソースを割り当てるように配置されてもよい。

10

【0081】

具体的に、好ましい例示としては、判定ユニット304の判定結果に基づき、判定ユニット304は幾つのユーザ機器にプリコーディング後の第1の参照信号を送信する必要がないと判定し、即ち、これらのユーザ機器に対しては更らに精細なチャンネル情報が必要ではないなら、無線リソース割り当ユニット306は、このときの第1のチャンネル情報に基づいてこれらのユーザ機器に対してデータ通信を行うリソースを割り当ててもよい。

【0082】

本発明の実施例では、従来技術において最終にフィードバックされたチャンネル情報に基づいて無線リソースの割り当てることに代わりに、チャンネルのある次元の方向に関する情報、又はチャンネルに関する予備的情報に基づいて、ユーザ機器に対して無線リソースを割り当てることにより、リソースの利用効率向上される。

20

【0083】

例示としては、上記実施例に係る装置100～300は基地局側に位置してもよく、このとき、この装置は、例えばユーザ機器との間の通信を実行する送受信ユニットを備えてもよい。次に、図4を参照してこの場合の装置の機能構成の例示について説明する。図4は、本発明の実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示を示すブロック図である。

【0084】

30

図4に示すように、この例示に係る装置400は、送受信ユニット402、チャンネル情報取得ユニット404、プリコーディングユニット406、測定構成情報生成ユニット408及び制御ユニット410を備えてもよい。ここで、チャンネル情報取得ユニット404、プリコーディングユニット406、測定構成情報生成ユニット408及び制御ユニット410の機能構成の例示は、上記図1を参照して説明した相応なユニットの機能構成の例示と基本的に同じであり、ここで、重複して説明しない。以下は送受信ユニット402の機能構成の例示のみについて説明する。

【0085】

送受信ユニット402は、実行基地局とユーザ機器との間の信号送受信を実行するように配置されてもよい。具体的に、例えば、送受信ユニット402は、ユーザ機器に第2の参照信号を送信し、ユーザ機器にフィードバックされた第1のチャンネル情報を受信し、ユーザ機器にプリコーディング後の第1の参照信号及び相応する測定構成情報を送信し、ユーザ機器にフィードバックされた第2のチャンネル情報を受信するものであってもよい。また、送受信ユニット402は、さらに、チャンネル推定に用いるようにユーザ機器からの第3の参照信号を受信するものであってもよい。また、送受信ユニット402は、さらに、その他のユーザ機器からのチャンネルフィードバック情報を受信するものであってもよい。

40

【0086】

図5は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける装置の機能構成の例示を示すブロック図である。この装置は、例えば、ユーザ機器側に位置してもよいが、本

50

発明では、これに限らない。さらに、この装置は、ユーザ機器の機能を有する小型基地局又はその他のインフラストラクチャー側に位置してもよい。

【0087】

図5に示すように、この実施例に係る装置500は、測定ユニット502及びフィードバック情報生成ユニット504を備えてもよい。次に、各ユニットの機能構成の例示について具体的に説明する。

【0088】

測定ユニット502は、第1の通信機器からの第2の通信機器に用いる測定構成情報に基づき、第1の通信機器からのプリコーディング後の第1の参照信号を測定するように配置されてもよく、この測定構成情報は、プリコーディング後の第1の参照信号への測定指示を備えてもよい。例示としては、第1の通信機器は基地局であってもよく、第2の通信機器はユーザ機器であってもよい。

10

【0089】

フィードバック情報生成ユニット504は、第1の通信機器がデータ信号の伝送を制御することに用いるように、プリコーディング後の第1の参照信号への測定に基づき、第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第2のチャンネル情報としてフィードバック情報を生成するように配置されてもよい。具体的に、プリコーディング後の第1の参照信号に基づきチャンネル推定を行なった後、フィードバック情報生成ユニット504は、第2のチャンネル情報を生成するように相応するコードブックに応じて量子化をしてもよい。この第2のチャンネル情報は、例えば、上記角度方向でのチャンネル情報であってもよいし、チャンネルに関する追加情報であってもよい。具体的に、例示としては、上記基地局側の装置に関する記載に対応するように、フィードバック情報生成ユニット504は、プリコーディング後の第1の参照信号に基づき、狭帯域チャンネルを推定して狭帯域（例えばサブ帯域）チャンネル情報をフィードバックしてもよい。

20

【0090】

上記FDDシステムにおける状況に対応するように、好ましくは、測定ユニット502は、さらに、第1の通信機器からの第2の参照信号を測定するように配置されてもよい。この第2の参照信号は、例えば高さ方向での参照信号であってもよく、これにより、基地局がダウンリンク高さ方向でのチャンネル状態情報を取得することに用いられ、そして、水平の参照信号に対してプリコーディング処理を行い、これにより、水平の参照信号に対する第2の通信機器の受信レベルが向上され、第1の通信機器がプリコーディング時に高さ方向での干渉を優先に解消される。ここで、測定ユニット502は、第1の通信機器からの相応な測定構成情報（第2の参照信号への測定指示を備える）に基づいて第2の参照信号を測定する必要もある。

30

【0091】

フィードバック情報生成ユニット504は、さらに、第2の参照信号への測定に基づいて、チャンネルに関する第1のチャンネル情報として、第1の通信機器に用いるフィードバック情報を生成するように配置されてもよい。具体的に、第2の参照信号によりチャンネル推定を行った後、フィードバック情報生成ユニット504は、例えば、基地局側の高さ方向でのプリコーディング、ユーザ機器に対する無線リソースの割り当等に用いるように、相応なコードブックに応じて量子化を行って上記第1のチャンネル情報を生成してもよく、これにより、第2の通信機器の水平の参照信号への受信レベルが向上され、第1の通信機器はプリコーディング時に高さ方向での干渉を優先に解消され、リソースの利用効率が向上される。例示として、上記基地局側の装置に対する記載に対応するように、フィードバック情報生成ユニット504は、第2の参照信号に基づいて広帯域チャンネルを推定して広帯域チャンネル情報をフィードバックしてもよい。

40

【0092】

また、好ましくは、フィードバック情報生成ユニット504では、プリコーディング後の第1の参照信号に基づいてチャンネル推定を行ってチャンネル情報をフィードバックする周期は、第2の参照信号に基づいてチャンネル推定を行ってチャンネル情報をフィード

50

バックする周期よりも短くてもよい。

【0093】

ここで、量子化を行う場合、フィードバック情報生成ユニット504は、プリコーディング後の第1の参照信号及び第2の参照信号に対して異なるコードブックを用いてもよい。例えば、ユーザ機器は、プリコーディングされていない第2の参照信号を測定して予備的チャンネル状態推定を得て、第1のコードブックから第1のプリコーディング行列を確定して基地局へ2ビットのPMI1をフィードバックし、ユーザ機器は、プリコーディングした第1の参照信号を測定して追加のチャンネル状態推定を得て、第2のコードブックから第2のプリコーディング行列を確定して基地局へ2ビットのPMI2をフィードバックし、基地局はPMI1、PMI2（4ビットの指示に相当）及び相応するコードブック

10

【0094】

次に、図6を参照して上記TDDシステムに対応するユーザ機器側の装置の機能構成の例示について説明する。図6は、本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示を示すブロック図である。

【0095】

図6に示すように、この例示の装置600は、参照信号送信ユニット602、測定ユニット604及びフィードバック情報生成ユニット606を備えてもよい。ここで、測定ユニット604及びフィードバック情報生成ユニット606の機能構成の例示は上記図5を参照して説明した対応のユニットの機能構成の例示と基本的に同じであり、ここで重複して説明しない。以下、参照信号送信ユニット602の機能構成の例示のみについて説明する。

20

【0096】

参照信号送信ユニット602は、第1の通信機器がチャンネル推定を行ってチャンネルに関する第1のチャンネル情報を得るように第1の通信機器に第3の参照信号を送信するように配置されてもよい。

【0097】

具体的に、上述の通り、参照信号送信ユニット602は、第1の通信機器（例えば、基地局）に例えばアップリンクSRPを送信し、且つ基地局は受信したアップリンクSRPによってチャンネル推定を行ってもよく、これにより、上記第1のチャンネル情報が得られ、この第1のチャンネル情報は基地局により、例えば垂直方向のプリコーディング、無線リソースの割り当て等に用いられる。

30

【0098】

例示としては、上記実施例に係る装置500及び600は、ユーザ機器側に位置してもよく、このとき、この装置は、さらに、例えば基地局との間の通信を実行する送受信ユニットを備えてもよい。次に、図7を参照してこの場合の装置の機能構成の例示について説明する。図7は、本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける装置のもう1つの機能構成の例示を示すブロック図である。

【0099】

図7に示すように、この例示の装置700は、送受信ユニット702、測定ユニット704及びフィードバック情報生成ユニット706を備えてもよい。ここで、測定ユニット704及びフィードバック情報生成ユニット706の機能構成の例示は、上記図5を参照して説明した相応なユニットの機能構成の例示と基本的に同じであり、ここで重複して説明しない。以下、送受信ユニット702の機能構成の例示のみについて具体的に説明する。

40

【0100】

送受信ユニット702は、ユーザ機器と基地局との間の信号送受信を実行するように配置されてもよい。具体的に、例えば、送受信ユニット702は、基地局からの第2の参照信号及び相応する測定構成情報を受信し、第1のチャンネル情報として第2の参照信号への測定結果を基地局に送信し、基地局からのプリコーディング後の第1の参照信号及び相

50

応する測定構成情報を受信し、第2のチャンネル情報としてプリコーディング後の第1の参照信号への測定結果を基地局に送信する。また、送受信ユニット702は、さらに、基地局がチャンネル推定を行うことのために第3の参照信号を基地局に送信してもよい。この場合、図6を参照して説明した参照信号送信ユニットは送受信ユニット702により実現されてもよい。ここで、この送受信ユニット702は、ユーザ機器とその他の外部機器との間の信号送受信を行うものであってもよい。

【0101】

ここで、ユーザ機器側の装置は、上述した基地局側の装置に対応するものであるため、ここで具体的に説明しない部分については、前述の記載を参照すればよい。ここで繰り返して説明しない。

【0102】

上記過程を理解易くさせるために、以下、図8及び図9に示す概略フローチャートを参照して上記第1の通信機器（例えば、基地局）と第2の通信機器（例えば、ユーザ機器）との間の、チャンネル推定及びフィードバックに関する交互過程について説明する。

【0103】

図8は本発明の実施例に係る無線通信システムの交互プロセスの例示を示す概略図である。この交互プロセスは上記FDDシステムに対応する。ここで、基地局とユーザ機器との間の交互を例として説明するが、本発明はこれに限らない。

【0104】

図8に示すように、ステップS801では、基地局は、垂直方向での物理チャンネルを推定するように、第2の参照信号（例えば、垂直方向でのCSI-RS）及び相応な測定構成情報（第2の参照信号への測定指示を備えてもよい）をユーザ機器に送信する。ステップS802では、ユーザ機器は、第2の参照信号に基づいてチャンネル推定を行い、ステップS803では、第2のコードブックに応じて量子化する。そして、ステップS804では、ユーザ機器は、量子化による第1のチャンネル情報を基地局にフィードバックする。ステップS805では、基地局は、第1のチャンネル情報に応じて、プリコーディング後の第1の参照信号が送信されるユーザ機器（即ち、後続でプリコーディング操作時にそのチャンネルフィードバック情報を考慮すべきユーザ機器）を選択し、ステップS806では、基地局は、水平方向の等価チャンネルを推定するように、この選択の結果に基づき、第1のチャンネル情報を組み合わせて、第1の参照信号（例えば、水平方向でのCSI-RS）をプリコーディング（例えばZFプリコーディング、MMSEプリコーディング等）する。この場合のプリコーディングは垂直方向のプリコーディングであり、例えば異なるユーザ機器の間の垂直方向での干渉を解消することができ、水平方向の等価チャンネルは、垂直方向でプリコーディングした後にユーザに対しては水平方向である場合の等価チャンネルを表すものである。そして、ステップS807では、基地局は、プリコーディング後の第1の参照信号及び相応な測定構成情報（プリコーディング後の第1の参照信号への測定指示を含んでもよい）をユーザ機器に送信する。その後、ステップS808では、ユーザ機器は、プリコーディング後の第1の参照信号に基づいてチャンネル推定を行い、ステップS809では、第1のコードブックに応じて量子化する。ここで、第1のコードブックは上記第2のコードブックと異なってもよい。そして、ステップS810では、ユーザ機器は、基地局により後続のプリコーディング、スケジューリング、変調コード化設定等の操作に用いるように、量子化による第2のチャンネル情報を基地局にフィードバックする。

【0105】

ここで、上記図8を参照して説明した交互の過程は例示に過ぎず、当業者は本発明の原理に従って上記交互の過程を適当に補正することができる。例えば、ステップS801では、基地局は、第2の参照信号をユーザ機器に送信する前に、第2の参照信号に対して静的／半静的なビーム形成を行ってもよく、これにより、ユーザ機器は第1のチャンネル情報としてチャンネルに関する予備的情報をフィードバックすることができる。さらに、例えば、現在のユーザ機器にフィードバックされる第1のチャンネル情報及び第2のchan

10

20

30

40

50

ネル情報を受信する以外に、基地局は、その他のユーザ機器にフィードバックされる第1のチャンネル情報及び第2のチャンネル情報を受信して相応する操作を行ってもよく、これにより、システムの性能を最適化にすることができる。

【0106】

次に、図9を参照して本発明の実施例に係るもう1つの交互過程の例示について説明する。図9は本発明の実施例に係る無線通信システムの交互プロセスのもう1つの例示を示す概略図である。図9に示す交互過程は上記TDDシステムに対応する。

【0107】

第1のチャンネル情報の取得方式以外に、図9に示す交互過程は図8に示す交互過程と基本的に同じであることを見出せるため、ここで、この交互過程の中の第1のチャンネル情報の取得だけについて具体的に説明する。

10

【0108】

図9に示すように、ステップS901では、ユーザ機器は、例えばアップリンクSRSSである第3の参照信号を基地局に送信する。そして、ステップS902では、基地局は、受信した第3の参照信号に応じてチャンネル推定を行い、チャンネルに関する第1のチャンネル情報を取得し、後続のステップS903では、第1のチャンネル情報に応じてプリコーディング後の第1の参照信号をユーザ機器に送信するか否かを判定する。後続のステップの中の処理は上記図8を参照して説明した相応なステップの中の処理と基本的に同じであり、ここで重複して説明しない。

【0109】

20

次に、図10～13を参照して本発明の技術を応用するデータ信号に対する二段階プリコーディング技術的案について説明する。

【0110】

図10は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムにおける装置の機能構成の例示を示すブロック図である。

【0111】

図10に示す、この実施例に係る装置1000は、第1の生成ユニット1002、第2の生成ユニット1004及びプリコーディングユニット1006を備えてもよい。以下は、各ユニットの機能構成の例示についてそれぞれ説明する。

【0112】

30

第1の生成ユニット1002は、第1の通信機器と第2の通信機器との間の第1のチャンネル情報に基づいて第1のプリコーディング行列を生成するように配置されてもよい。

【0113】

例示としては、第1のチャンネル情報は、例えば垂直方向でのチャンネル情報又はチャンネルに関する予備の情報であってもよく、上記本発明の実施例に係る二段階チャンネル推定及びフィードバック技術的案により取得されてもよく、或いは、従来のその他の方式により取得されてもよい。このとき、生成される第1のプリコーディング行列は垂直方向のプリコーディング行列であってもよい。

【0114】

第2の生成ユニット1004は、第1のプリコーディング行列及びチャンネルに関する第2のチャンネル情報に基づいて第2のプリコーディング行列を生成するように配置されてもよい。

40

【0115】

例示としては、第2のチャンネル情報は、例えば、水平方向でのチャンネル情報或いはチャンネルに関する追加情報であってもよく、上記本発明の実施例に係る二段階チャンネル推定及びフィードバック技術的案により取得されても、或いは、従来のその他の方式により取得されてもよい。このとき、生成される第2のプリコーディング行列は水平方向のプリコーディング行列であってもよい。次に、図11を参照して第2のプリコーディング行列の生成を具体的に説明するように第2の生成ユニット1004の具体的な機能構成の例示について具体的に説明する。図11は本発明の実施例に係る装置における第2の生成

50

ユニットの機能構成の例示を示すブロック図である。

【0116】

図11に示すように、第2の生成ユニットは、さらに、等価チャンネル行列生成モジュール1102及び第2のプリコーディング行列生成モジュール1104を備えてもよい。

【0117】

等価チャンネル行列生成モジュール1102は、第1のプリコーディング行列及び第2のチャンネル情報に基づいて等価チャンネル行列を生成するように配置されてもよい。具体的に、等価チャンネル行列生成モジュール1102は、第1のプリコーディング行列と第2のチャンネル情報との内積に基づいて等価チャンネル行列を生成してもよく、この等価チャンネル行列は、例えば、垂直方向のプリコーディング後にユーザに対しての等価チャンネルを表すものである。

10

【0118】

第2のプリコーディング行列生成モジュール1104は、生成した等価チャンネル行列に基づいて第2のプリコーディング行列を生成するように配置されてもよい。この第2のプリコーディング行列は、例えば水平方向のプリコーディング行列であってもよい。

【0119】

ここで、例えば、上記生成した第1のプリコーディング行列及び第2のプリコーディング行列は、垂直方向及び水平方向での異なるユーザ機器の間の干渉をそれぞれ解消するのであってもよく、例えば、ZFプリコーディング、MMSEプリコーディング等のコードブックに基づかないプリコーディングアルゴリズムにより実現されてもよい。

20

【0120】

次に、図10に戻って、プリコーディングユニット1006の機能構成の例示について引き続いて説明する。

【0121】

プリコーディングユニット1006は、第1のプリコーディング行列及び第2のプリコーディング行列に基づいてデータ信号をプリコーディングするように配置されてもよい。

【0122】

具体的に、如何に第1のプリコーディング行列及び第2のプリコーディング行列に基づいてデータ信号をプリコーディングするかについて具体的に説明するように、図12を参照してプリコーディングユニット1006の具体的な機能構成の例示について説明する。図12は、本発明の実施例に係る装置におけるプリコーディングユニットの機能構成の例示を示すブロック図である。

30

【0123】

図12に示すように、プリコーディングユニットは、さらに、第3のプリコーディング行列生成モジュール1202及びプリコーディング実行モジュール1204を備えてもよい。

【0124】

第3のプリコーディング行列生成モジュール1202は、第1のプリコーディング行列及び第2のプリコーディング行列に基づいて第3のプリコーディング行列を生成するように配置されてもよい。具体的に、第3のプリコーディング行列生成モジュール1202は、第1のプリコーディング行列と第2のプリコーディング行列とのクロネッカー積により第3のプリコーディング行列を生成してもよい。

40

【0125】

プリコーディング実行モジュール1204は、第3のプリコーディング行列を用いてデータ信号をプリコーディングするように配置されてもよい。このように生成した第3のプリコーディング行列によりデータ信号をプリコーディングすることにより、ユーザ機器間の例えば水平方向及び垂直方向での干渉を解消することができ、受信側（例えば、ユーザ機器）の信号検出に対する設計を簡単化にすることができ、システム性能も最適化にされる。

【0126】

50

ここで、以上は第1のチャンネル情報及び第2のチャンネル情報はそれぞれ垂直方向及び水平方向でのチャンネル情報であることを例として説明したが、本発明はこれに限らず、第1のチャンネル情報はチャンネルに関する予備的信息であってもよく、第2のチャンネル情報はチャンネルに関する追加情報であってもよく、ある特定方向での情報に限らない。本発明の技術はこの場合にも適する。

【0127】

以下はシングルセルマルチユーザのシナリオの場合のプリコーディング技術的案を例として本発明の実施例に係るプリコーディング技術的案について具体的に説明する。

【0128】

仮に基地局は距離がDの均一間隔を有するリフレクタアンテナアレイを採用すると、シングルセルマルチユーザのシナリオの場合の狭帯域マルチパスモデルは、下記の式で表される。

【0129】

【数1】

$$\mathbf{H}_k = \sum_{p=1}^P \mathbf{H}_k^p$$

【0130】

その中では、ユーザ数はKであり、 $\mathbf{H}_k \in C^{M_y \times M_x}$ は基地局から第k番目のユーザまでのチャンネル行列であり、 M_x と M_y はそれぞれアンテナアレイの水平方向及び垂直方向でのアンテナ数である。Pはマルチパスの数である。 $\mathbf{H}_k^p$ は第p番目のサブパスに対応するチャンネル行列であり、その第m行n列の素子は、下記の式で表す。

【0131】

【数2】

$$h_k^{m,n,p} = \rho_k^p \exp\left\{-j2\pi \frac{D}{\lambda} ((m-1) \cos \theta_k^p \cos \beta_k^p + (n-1) \sin \beta_k^p)\right\},$$

【0132】

それにおいて、 θ_k^p は水平方向の到来角であり、 β_k^p は垂直方向の到来角であり、 λ は信号の波長である。上記サブパスチャンネル行列は下記のクロネッカー積で表されてもよい。

【0133】

【数3】

$$\mathbf{H}_k^p = \rho_k^p \mathbf{h}_{h,k}^p \otimes (\mathbf{h}_{v,k}^p)^T$$

【0134】

その中、水平方向のチャンネルベクトルと垂直方向のチャンネルベクトルはそれぞれ下記の式で表される。

【0135】

10

20

30

40

50

【数 4】

$$\mathbf{h}_{h,k}^p = [1, \dots, \exp\{-j2\pi \frac{mD}{\lambda} \cos \theta_k^p \cos \beta_k^p\}, \dots, \exp\{-j2\pi \frac{(M_x-1)D}{\lambda} \cos \theta_k^p \cos \beta_k^p\}]$$

$$\mathbf{h}_{v,k}^p = [1, \dots, \exp\{-j2\pi \frac{nD}{\lambda} \sin \beta_k^p\}, \dots, \exp\{-j2\pi \frac{(M_y-1)D}{\lambda} \sin \beta_k^p\}]$$

【0 1 3 6】

10

よって、チャンネル行列 $\mathbf{H}_k$ は、下記の式で表される。

【0 1 3 7】

【数 5】

$$\mathbf{H}_k = \sum_{p=1}^P \mathbf{H}_k^p = \sum_{p=1}^P \rho_k^p \mathbf{h}_{h,k}^p \otimes (\mathbf{h}_{v,k}^p)^T$$

【0 1 3 8】

3D-MIMOシステムを用いて余分の自由度を垂直方向に引き入れるために、上記チャンネル行列を下記の式に近似する。

20

【0 1 3 9】

【数 6】

$$\mathbf{H}_k \approx (\sum_{p=1}^P \rho_k^p \mathbf{h}_{h,k}^p) \otimes (\sum_{p=1}^P \mathbf{h}_{v,k}^p)^T$$

【0 1 4 0】

30

$$\bar{\mathbf{h}}_{v,k} = \sum_{p=1}^P \mathbf{h}_{v,k}^p$$

にて垂直方向の近似チャンネルベクトルを表す。上記近似式を用いて、プリコーディング操作をそれぞれ垂直方向及び水平方向で行うことができる。

【0 1 4 1】

1つの例示では、基地局はユーザ機器からのSRSS信号を測定し、アップ・ダウンリンクチャンネルの相互性に基づき、チャンネル行列 $\mathbf{H}_k$ を取得してもよい。また、基地局は、垂直方向でのアンテナだけを用いてSRSS信号を受信することで垂直方向のチャンネルベクトルを取得してもよい。或いは、上記実施例のように、基地局は、ユーザ機器がダウンリンク参照信号の測定に対してフィードバックしたCSI報告により、かかるチャンネル行列を取得してもよい。

40

【0 1 4 2】

本発明に提供される二段階のプリコーディング技術的案について、下記のように概略に説明する。

【0 1 4 3】

まず、垂直方向のプリコーディングを行う。マルチユーザのシナリオでは、垂直方向のチャンネル行列を次の式のように構築する。

【0 1 4 4】

【数 7】

$$\overline{\mathbf{H}}_v = [\overline{\mathbf{h}}_{v,1}^{-T}, \dots, \overline{\mathbf{h}}_{v,K}^{-T}]^T \in \mathbb{C}^{M_y \times K}$$

【0 1 4 5】

このチャンネル行列に対して、垂直方向でのユーザ間の干渉を解消するように異なるプリコーディング方法を用いてもよい。例えば、ゼロ強制プリコーディングアルゴリズムを採用すると、プリコーディング行列（即ち、上記第 1 のプリコーディング行列）は、

$$\mathbf{W}_v = \overline{\mathbf{H}}_v^H (\overline{\mathbf{H}}_v \overline{\mathbf{H}}_v^H)^{-1} \Gamma_v$$

であり、それにおいて、 Γ_v は対角行列であり、送信ベクトルの電力制約を確保するものである。上記プリコーディング行列は $\mathbf{W}_v = [\mathbf{w}_{v,1}, \dots, \mathbf{w}_{v,K}]$ であ

り、その中、 $\mathbf{w}_{v,k} \in \mathbb{C}^{M_y \times 1}$ は、第 k 番目のユーザに対応する垂直方向のプリコーディングベクトルである。

【0 1 4 6】

その後、水平方向の等価チャンネルベクトルを計算する。チャンネル行列 $\mathbf{H}_k$ 及び垂直方向のプリコーディングベクトル $\mathbf{w}_{v,k}$ に基づいて計算すると、第 k 番目のユーザの水平方向の等価チャンネルは、下記の式である。

【0 1 4 7】

【数 8】

$$\mathbf{h}_{h,k}^e = ((\mathbf{H}_k)^T \mathbf{w}_{v,k})^T$$

【0 1 4 8】

最後に、水平方向の等価チャンネルに基づき水平方向のプリコーディング行列（即ち、上記第 2 のプリコーディング行列）を計算する。水平方向の等価チャンネル行列（即ち、上記等価チャンネル行列）を下記の式に構築する。

【0 1 4 9】

【数 9】

$$\mathbf{H}_h^e = [(\mathbf{h}_{h,1}^e)^T, \dots, (\mathbf{h}_{h,K}^e)^T]^T \in \mathbb{C}^{M_x \times K}$$

【0 1 5 0】

この行列に基づきプリコーディング操作を行う。例えば、ゼロ強制プリコーディングを用いる場合、水平方向のプリコーディング行列（即ち、前記第 2 のプリコーディング行列）は

$$\mathbf{W}_h = (\mathbf{H}_h^e)^H (\mathbf{H}_h^e (\mathbf{H}_h^e)^H)^{-1} \Gamma_h$$

であり、その中では、対角行列 Γ_h は、送信ベクトルが電力制約条件を満足することを確保するものである。水平方向のプリコーディング行列

を、 $\mathbf{W}_h = [\mathbf{w}_{h,1}, \dots, \mathbf{w}_{h,K}]$ にして、その中、 $\mathbf{w}_{h,k} \in \mathbb{C}^{M_x \times 1}$ は、第 k 番目のユーザ

の水平方向のプリコーディングベクトルであると、第 k 番目のユーザのプリコーディング行列（即ち、上記第 3 のプリコーディング行列）を下記の式のように構築する。

【0 1 5 1】

【数 10】

$$\mathbf{W}_k = (\mathbf{w}_{h,k})^T \otimes \mathbf{w}_{v,k}$$

【0152】

本発明のプリコーディング技術的案によれば、垂直方向の余分の自由度を十分に利用できるため、従来の技術的案に比べ、ユーザ間の干渉を効果的に低下することができ、全空間プリコーディング技術的案に比べ、プリコーディング操作の複雑さを著しく低下できる。また、上記二段階チャンネル推定及びフィードバック技術的案を組み合わせるとともに、マルチセルのシナリオにも適用できる。後続は図19～21を参照してマルチセルのシナリオの場合のシミュレーション結果について説明する。

10

【0153】

ここで、以上は垂直方向及び水平方向のプリコーディングをそれぞれ行うことを例として本発明のプリコーディング技術的案について説明したが、本発明はこれに限らず、本発明の原理に従って上記二段階のプリコーディング技術的案を、その他の状況、例えば、垂直方向及び水平方向以外の方向の二段階又は複数段階のプリコーディング操作に用いてもよく、或いは、具体的な方向に関わらずに、2回で得たチャンネルフィードバック情報（例えば、予備のチャンネル情報及び追加チャンネル情報）に応じて相応なプリコーディング行列を構築してプリコーディング操作を行ってもよい。

20

【0154】

次に、上記過程を理解し易くするために、図13に示すフローチャートを参照して第1の通信機器と第2の通信機器との間の、チャンネル推定とフィードバック、及び後続のデータ信号プリコーディングに関する交互過程の例示について説明する。図13は本発明の実施例に係る無線通信システムの交互過程の例示を示す概略図である。ここで、基地局とユーザ機器との間の交互を例として説明するが、本発明では、これに限らない。

【0155】

図13に示すように、まず、ステップS1301において、基地局は、上記図8又は図9を参照して説明した何れかの方式により第1のチャンネル情報を取得する。そして、ステップS1302において、基地局は、第1のチャンネル情報に応じてプリコーディング後の第1の参照信号が送信されるユーザ機器を選択し、ステップS1303において、この選択結果に基づいて第1のプリコーディング行列を計算し、ステップS1304において第1のプリコーディング行列を用いて第1の参照信号をプリコーディングする。その後、ステップS1305において、基地局は、プリコーディング後の第1の参照信号及び相応する測定構成情報をユーザ機器に送信する。ステップS1306において、ユーザ機器はこの測定構成情報に回答して、プリコーディング後の第1の参照信号に基づいてチャンネル推定を行い、ステップS1307において、推定して得られた第2のチャンネル情報を基地局にフィードバックする。そして、ステップS1308において、基地局は、上記方法により、第2のチャンネル情報及び第1のプリコーディング行列に基づいて第2のプリコーディング行列を計算し、ステップS1309において、第1のプリコーディング行列と第2のプリコーディング行列とのクロネッカー積により第3のプリコーディング行列を計算し、ステップS1310において、第3のプリコーディング行列を用いてデータ信号をプリコーディングする。

30

40

【0156】

ここで、上記交互過程は例示に過ぎず、当業者は本発明の原理により上記交互過程を補正してもよい。例えば、ステップS1302の中の選択操作を略して、全てのユーザ機器にプリコーディング後の第1の参照信号を直接に送信してもよいが、これによりリソースが浪費される。

【0157】

以下は、図14を参照して本発明の実施例に係る無線通信システムの構造の例示につい

50

て説明する。図 1 4 は、本発明の実施例に係る無線通信システムの構造の例示を示すブロック図である。

【0158】

図 1 4 に示すように、本実施例に係る無線通信システム 1 4 0 0 は、第 1 の通信機器 1 4 0 2 及び第 2 の通信機器 1 4 0 4 を備えてもよい。

【0159】

第 1 の通信機器 1 4 0 2 は、第 1 の通信機器と第 2 の通信機器との間のチャンネルに関する第 1 のチャンネル情報を取得し、第 1 のチャンネル情報に基づいて第 1 の参照信号をプリコーディングし、第 2 の通信機器に用いる、プリコーディング後の第 1 の参照信号に対する測定指示を含む測定構成情報を生成し、第 2 の通信機器が測定構成情報によりプリコーディング後の第 1 の参照信号に対してフィードバックした第 2 のチャンネル情報に基づいて、データ信号伝送を制御する、ように配置されてもよい。この第 1 の通信機器 1 4 0 2 は、例えば基地局であってもよく、例えば上記図 1 ～ 4 を参照して説明した装置を備えてもよい。

10

【0160】

第 2 の通信機器 1 4 0 4 は、測定構成情報に基づいてプリコーディング後の第 1 の参照信号を測定し、プリコーディング後の第 1 の参照信号の測定に基づいて第 2 のチャンネル情報としてフィードバック情報を生成するように配置されてもよい。この第 2 の通信機器 1 4 0 4 は、例えばユーザ機器であってもよく、例えば上記図 5 ～ 図 7 を参照して説明した装置を備えてもよい。

20

【0161】

ここで、以上のように本発明の実施例に係る無線通信システムにおける装置及び無線通信システムの機能構成の例示、並びに相応な通信機器間の交互過程の例示について説明したが、これらは例示に過ぎず、制限ではなく、さらに、当業者は、本発明の原理に従って上記実施例を補正することができ、例えば、各実施例における機能モジュールに対して添加、削除及び／又は組み合わせ等を行うことができ、且つこのような補正は何れも本発明の範囲内に入る。

【0162】

上記装置の実施例に対応するように、本発明の実施例は、さらに、無線通信システムにおける方法を提供する。以下は図 1 5 ～ 図 1 7 を参照して本発明の実施例に係る無線通信システムにおける方法の過程の例示についてそれぞれ具体的に説明する。

30

【0163】

図 1 5 は、本発明の実施例に係る無線通信システムの方法の過程の例示を示すフローチャートである。この実施例に係る方法は上記基地局側の装置に対応する。

【0164】

図 1 5 に示すように、この実施例に係る方法は、チャンネル情報取得ステップ S 1 5 0 2、プリコーディングステップ S 1 5 0 4、測定構成情報生成ステップ S 1 5 0 6 及び制御ステップ S 1 5 0 8 を備えてもよい。以下は各ステップにおける処理について具体的に説明する。

【0165】

チャンネル情報取得ステップ S 1 5 0 2 では、第 1 の通信機器と第 2 の通信機器との間のチャンネルに関する第 1 のチャンネル情報を取得してもよい。この第 1 のチャンネル情報は、上記図 8 又は図 9 を参照して説明した何れかの方式により取得されてもよく、且つこの第 1 のチャンネル情報は、高さ又は角度方向での情報であってもよく、或いはチャンネルに関する予備的情報であってもよい。

40

【0166】

そして、プリコーディングステップ S 1 5 0 4 では、第 1 のチャンネル情報に基づいて第 1 の参照信号をプリコーディングしてもよい。このプリコーディング処理は、例えば異なるユーザ機器の間の干渉を解消するように、コードブックに基づかないプリコーディングアルゴリズム、例えば、ZFプリコーディングアルゴリズム、MMSEプリコーディン

50

グアルゴリズム等を採用してもよい。

【0167】

そして、測定構成情報生成ステップS1506では、第2の通信機器に用いる測定構成情報を生成してもよく、この測定構成情報は、どの参照信号を測定するかを第2の通信機器（例えば、ユーザ機器）に指示するようにプリコーディング後の第1の参照信号に対する測定指示を備えてもよい。

【0168】

そして、制御ステップS1508では、第2の通信機器が測定構成情報によりプリコーディング後の第1の参照信号に対してフィードバックする第2のチャンネル情報に基づいて、データ信号の伝送を制御してもよい。例えば、この第2のチャンネル情報に基づいてデータ信号に対してプリコーディング、スケジューリング等の操作を行ってもよい。

10

【0169】

図16は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムの方法の過程の例示を示すフローチャートである。この実施例に係る方法は、上記ユーザ機器側の装置に対応する。

【0170】

図16に示すように、この実施例に係る方法は、測定ステップS1602及びフィードバック情報生成ステップS1604を備えてもよい。

【0171】

測定ステップS1602では、第1の通信機器からの第2の通信機器に用いる測定構成情報に基づいて、第1の通信機器からのプリコーディング後の第1の参照信号を測定してもよく、この測定構成情報は、プリコーディング後の第1の参照信号に対する測定指示を備えてもよい。例示として、この第1の参照信号は、角度又は高さ方向の参照信号であってもよく、或いは、特定方向に限らない参照信号であってもよい。

20

【0172】

そして、フィードバック情報生成ステップS1604では、第1の通信機器がデータ信号の伝送を制御することに用いるように、プリコーディング後の第1の参照信号への測定に基づいて、第1の通信機器と第2の通信機器との間の第2のチャンネル情報としてフィードバック情報を生成してもよい。この第2のチャンネル情報は、例えば、角度方向又は高さ方向のチャンネル情報であってもよく、或いはチャンネルに関する追加情報であってもよい。

30

【0173】

好ましくは、測定ステップS1602では、さらに、第1の通信機器からの第2の参照信号（例えば、高さ方向又は角度方向の参照信号、或いは、特定方向に限らない参照信号）を測定し、そして、フィードバック情報生成ステップS1604では、第1の通信機器が第1の参照信号をプリコーディングし、ユーザ機器に対して無線リソースを割り当てる等の操作に用いるように、第1のチャンネル情報として第2の参照信号へのフィードバック情報を生成してもよい。

【0174】

図17は本発明のもう1つの実施例に係る無線通信システムの方法の過程の例示を示すフローチャートである。この実施例に係る方法は上記基地局側の、データ信号のプリコーディングに用いられる装置に対応する。

40

【0175】

図17に示すように、この実施例に係る方法は、第1の生成ステップS1702、第2の生成ステップS1704及びプリコーディングステップS1706を備えてもよい。

【0176】

第1の生成ステップS1702では、第1の通信機器と第2の通信機器との間のチャンネルに関する第1のチャンネル情報に基づいて第1のプリコーディング行列を生成してもよい。この第1のチャンネル情報は、上記方法により取得される第1のチャンネル情報であってもよく、或いは、その他の方法により取得されるチャンネル情報であってもよい。

【0177】

50

そして、第2の生成ステップS1704では、第1のプリコーディング行列及びチャンネルに関する第2のチャンネル情報に基づいて第2のプリコーディング行列を生成してもよい。この第2のチャンネル情報は、上記方法により取得される第2のチャンネル情報であってもよく、或いはその他の方法により取得されるチャンネル情報であってもよい。

【0178】

その後、プリコーディングステップS1706では、第1のプリコーディング行列及び第2のプリコーディング行列に基づいてデータ信号をプリコーディングしてもよい。具体的に、第1のプリコーディング行列と第2のプリコーディング行列とのクロネッカー積に基づいて第3のプリコーディング行列を生成し、この第3のプリコーディング行列を用いてデータ信号をプリコーディングしてもよい。

10

【0179】

以上のように本発明の実施例に係る無線通信システムにおける方法の過程の例示について説明したが、これは例示に過ぎず、制限ではなく、さらに、当業者は本発明の原理に従って上記実施例を補正し、例えば各実施例におけるステップに対して添加、削除又は組み合わせ等を行ってもよく、さらに、このような修正は何れも本発明の範囲内に該当する。

【0180】

ここで、この方法実施例は上記装置実施例に対応するものであるので、方法実施例において具体的に説明されていない内容については、装置実施例における相応な記載を参照すればよく、重複して説明しない。

20

【0181】

さらに、本発明に係る実施例は、さらに、電子機器を提供し、この電子機器は、1つ又は複数の処理装置を備えてもよく、この1つ又は複数の処理装置は、上記本発明の実施例に係る無線通信システムにおける方法を実行するように配置されてもよい。

【0182】

ここで、本発明の実施例に係る記憶媒体及びプログラム製品における機器実行可能な指令は、さらに、上記装置実施例に対応する方法を実行するように配置されてもよいので、具体的に説明していない内容については、この前の相応な記載を参照すればよく、繰り返して説明しない。

【0183】

30

それに応じて、上記機器実行可能な指令を含むプログラム製品をキャリアする記憶媒体も、本発明に含まれる。この記憶媒体は、フロッピーディスク、光ディスク、光磁気ディスク、メモリカード、メモリスティック等を含むが、それらに限らない。

【0184】

ここで、上記一連の処理及び装置はソフトウェア及び／又はファームウェアによって実現されてもよい。ソフトウェア及び／又はファームウェアにより実現される場合、記憶媒体又はネットワークから専用ハードウェア構造を有するコンピュータ、例えば図18に示す汎用パーソナル・コンピュータ1800にこのソフトウェアを構成するプログラムをインストールし、このコンピュータは、各種のプログラムがインストールされると、各種の機能等を実行できる。

40

【0185】

図18において、中央処理装置(CPU)1801は、読取専用記憶媒体(ROM)1802に記憶されるプログラム、又は記憶部1808からランダムアクセスメモリ(RAM)1803にローディングされるプログラムにより各種の処理を実行する。RAM 1803において、必要に応じてCPU 1801が各種の処理等を実行する場合に要するデータを記憶してもよい。

【0186】

CPU 1801、ROM 1802及びRAM 1803は、バス1804を介して互いに接続される。入力／出力インタフェース1805もバス1804に接続される。

【0187】

50

キーボード、マウス等を含む入力部 1806、例えば、陰極線管（CRT）、液晶ディスプレイ（LCD）等のディスプレイ、スピーカー等を含む出力部 1807、ハードウェア等を含む記憶部 1808、及びネットワークインタフェースカード、例えば、LANカード、モデム等を含む通信部 1809は、入力／出力インタフェース 1805に接続される。通信部 1809は、ネットワーク、例えば、インターネットを介して通信処理を実行する。

【0188】

駆動装置 1810は必要に応じて入力／出力インタフェース 1805に接続されてもよい。リムーバブルメディア 1811、例えば、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ等は、必要に応じて駆動装置 1810に実装され、これにより、それから読み出されるコンピュータプログラムは必要に応じて記憶部 1808にインストールされる。

10

【0189】

ソフトウェアにより上記一連の処理を実現する場合、ネットワーク、例えば、インターネット、或いは、記憶媒体、例えば、リムーバブルメディア 1811からソフトウェアを構成するプログラムをインストールする。

【0190】

ここで、このような記憶媒体は、図 18に示すプログラムが記憶され、ユーザにプログラムを提供するように装置から分離して配信するリムーバブルメディア 1811に限らない。リムーバブルメディア 1811は、例えば、磁気ディスク（フロッピーディスク（登録商標）を含む）、光ディスク（光ディスク読取専用記憶媒体（CD-ROM）及びデジタル多用途ディスク（DVD））、光磁気ディスク（ミニディスク（MD）（登録商標）を含む）及び半導体メモリを含む。或いは、記憶媒体は、ROM 1802、記憶部 1808に含まれるハードディスク等であってもよく、プログラムを記憶しており、それらを含む機器とともにユーザに配信される。

20

【0191】

以下は、従来技術に対して本発明に係る技術が実現するシステム性能の向上を説明するように、図 19～21を参照して本発明の技術を応用する場合のシステム性能のシミュレーションについて説明する。

【0192】

30

マルチセルマルチユーザの場合を検討する。L=7をセルの数にして、K=8を同一の時間周波数リソース内にサービスするユーザの数にする。各セル内の基地局は中心に位置し、ユーザ機器の位置はランダムに発生する。図 19は1次シミュレーションに通信機器の分布状況の例示を示す概略図である。到来角の広がりに対しては、仮に水平方向の角度の広がりが180度であるが、垂直方向の角度の広がりが5度しかなく、且つ到来角が均一分布に服従する。

【0193】

仮に上記本発明の実施例に係る二段階チャンネル推定及びフィードバック技術的案によ

り、基地局はチャンネル状態情報を既に知っている。 $\mathbf{H}_{kls} \in \mathbb{C}^{M_y \times M_x}$ を第 s 番目のセルの基地局から第 1 番目のセル中の第 k 番目のユーザまでのチャンネル行列にする。シミュレーション中に、下記の狭帯域チャンネルモデルを採用する。

40

【0194】

【数 11】

$$\mathbf{H}_{kls} \in \mathbb{C}^{M_y \times M_x} = \sum_{p=1}^P \mathbf{H}_{kls}^p$$

50

【0195】

そのなか、 $P = 10$ はマルチパスの数である。行列 $\mathbf{H}_{kls}^p$ は第 p 番目のサブパスのチャネル行列である。行列 $\mathbf{H}_{kls}^p$ の第 m 行第 n 列の元素は、下記のようなものである。

【0196】

10

【数12】

$$h_{kls}^{m,n,p} = \rho_{kls}^p \exp\left\{-j2\pi \frac{D}{\lambda} ((m-1) \cos \theta_{kls}^p \cos \beta_{kls}^p + (n-1) \sin \beta_{kls}^p)\right\}$$

【0197】

そのなか、 θ_{kls}^p 及び β_{kls}^p は水平方向及び垂直方向の到来角である。 ρ_{kls}^p は、大規模フェージング係数であり、下記の式により計算する。

20

【0198】

【数13】

$$\rho_{kls}^p = z_{kls}^p / (d_{kls})^\alpha$$

【0199】

そのなか、 d_{kls} は第 s 番目のセルの基地局から第 1 番目のセル中の第 k 番目のユーザまでの距離であり、 α はパスロス係数であり、 z_{kls}^p はシャドウイングフェージング係数であり、且つ分散が σ_z^2 の対数正規分布に服従する。シミュレーション中に、 $\alpha = 3.5$, $\sigma_z = 8$ dBにする。

30

【0200】

第 1 番目のセルにおいて基地局側が得た推定チャネルは、下記の式で表される。

【0201】

40

【数14】

$$\hat{\mathbf{H}}_{kll} = \mathbf{H}_{kll} + \sum_{s \neq l} \mathbf{H}_{kls}$$

【0202】

第 1 番目のセルの中の基地局は、上式の推定チャネルによりプリコーディング行列を取得し、ダウンリンクデータを伝送する。

【0203】

シミュレーションは、従来の技術的案及び本発明に提供される二段階プリコーディング

50

技術的案をそれぞれ用いてプリコーディング操作を行い、これにより、異なるプリコーディング技術的案を採用する場合のシステム性能の差異を比較する。以下は、2つの例示的なシミュレーション結果をそれぞれ検討する。

【0204】

第1種の場合に、セル半径は200mで、基地局の高さは35mである。ユーザの高さについて、この場合では、ユーザの高さは何れも1.5mであると仮設する。図20は、第1種の場合のシミュレーション結果を示す。図20は、従来技術を採用する無線通信システムのスペクトル効率と、本発明の技術を採用する無線通信システムのスペクトル効率との比較の例示を示す概略図である。図20において、垂直方向のアンテナの数を $M_y = 8$ と $M_y = 128$ にして、水平方向のアンテナの数を可変にする。図20に示すように、伝統的な技術的案に比べ、本発明に係る二階段のプリコーディング技術的案はよりよいシステム性能を実現した。例えば、 $M_y = 8$ の場合、二段階のプリコーディング技術的案では、スペクトル効率が約1.6bps/Hzにも到達するが、技術的案では、約0.6bps/Hzにしか到達できない。 $M_y = 128$ の場合、本発明に係る技術的案のゲインは依然として0.2bps/Hzを超える。また、図20に示すように、 M_y （即ち、垂直方向のアンテナの数）が大きいほど、スペクトル効率も大きくなる。例えば、 M_y が8から128まで増大するとき、本発明の技術的案によるスペクトル効率は、2bps/Hz未満から約2.3bps/Hzまで向上する。これは M_y が大きいほど、垂直方向のプリコーディングが精確になるので、全体的な性能も向上するためである。

10

【0205】

第2種の場合では、シミュレーションパラメータは3GPP TR 36.873を参照して選択する。特に、シミュレーション環境は高いユーザ密度を有する都市大セルを採用する。セルの半径は250mである。基地局の高さは25mで、且つユーザの高さは下記の式で発生する。

20

【0206】

【数15】

$$h_{UE} = 3(n_{fl} - 1) + 1.5$$

30

【0207】

そのなか、 h_{UE} はユーザの高さであり、 n_{fl} は、区間 $[1, N_{fl}]$ 内で均一に分布し、且つ N_{fl} は区間 $[4, 8]$ 内で均一に分布する。

【0208】

図21は、第2種の場合のシミュレーション結果を示す。図21は、従来技術を応用する無線通信システムのスペクトル効率と、本発明の技術を応用する無線通信システムのスペクトル効率との比較のもう1つの例示を示す概略図である。セル半径が大きくなると、セル間の干渉を受けるユーザが多くなるので、平均のスペクトル効率が低くなるが、従来の技術的案に比べ、本発明の技術的案は、依然としてより優れたシステム性能を実現した。同様に、上述のように、垂直方向のアンテナが多くなると、本発明の技術的案によるシステム性能も向上される。

40

【0209】

上記シミュレーション結果から分かるように、従来の技術的案に比べ、基地局と全てのユーザとの間のチャンネル状況を考慮に入れることで、垂直方向のプリコーディング技術的案は垂直方向のアンテナによる自由度をより多く利用できるため、セル内の干渉は著しく低下されるとともに、全体的な性能も向上される。その他に、従来のアンテナ傾斜技術とビーム形成技術を組み合わせた後、多重化によるセル間の干渉も低下されるので、システム性能はさらに向上される。

【0210】

ここで、シミュレーション結果によれば、離散フーリエ変換（DFT）ベクトルを垂直

50

方向のコードブックとすることは適当ではなく、大規模3D-MIMOシステムにさらに適するコードブックを設計する必要がある場合もある。

【0211】

以下は、図22～24を参照して本発明に係る応用の例示について説明する。

【0212】

[eNBの応用例示]

【0213】

(第1の応用例示)

【0214】

図22は、本発明における技術を応用可能なeNBの概略的な構成の第1の例示を示すブロック図である。eNB 2200は、1つ又は複数のアンテナ2210及び基地局装置2220を備える。基地局装置2220及び各アンテナ2210はRFケーブルを介して互いに接続されてもよい。

10

【0215】

アンテナ2210の中の何れか1つは、何れも1つ又は複数のアンテナ素子を有し（例えば、多入力多出力(MIMO)アンテナの中の複数のアンテナ素子を有する）、且つ基地局装置2220が無線信号を送受信することに用いられる。図22に示すように、eNB 2200は複数のアンテナ2210を有してもよい。例えば、複数のアンテナ2210は、eNB 2200が用いる複数の周波数帯域に互換してもよい。図22はeNB 2200が複数のアンテナ2210を有する例示を示しているが、eNB 2200は1

20

【0216】

基地局装置2220は、制御装置2221、メモリ2222、ネットワークインターフェース2223及び無線通信インターフェース2225を備える。

【0217】

制御装置2221は例えばCPU又はDSPであってもよく、基地局装置2220の高いレイヤーの各種機能に対して操作する。例えば、制御装置2221は、無線通信インターフェース2225に処理される信号の中のデータに基づいてデータパックを生成して、ネットワークインターフェース2223を介して生成したパケットを伝送する。制御装置2221は、束縛パックを生成するように複数のベースバンド処理装置からのデータを束縛して、生成した束縛パックを伝送してもよい。制御装置2221は、例えば、無線リソース制御、無線ホスト制御、移動管理、受付制御及びスケジューリングを実行する論理機能を有してもよい。この制御は、近傍のeNB又はコアネットワークノードを組み合わせ

30

て実行されてもよい。メモリ2222はRAM及びROMを有し、制御装置2221に実行されるプログラム及び各種の制御データ（例えば端末リスト、伝送電力データ及びスケジューリングデータ）を記憶する。

【0218】

ネットワークインターフェース2223は、基地局装置2220をコアネットワーク2224に接続する通信インターフェースである。制御装置2221はネットワークインターフェース2223を介してコアネットワークノード又はその他のeNBと通信してもよい。この場合、eNB 2200と、コアネットワークノード又はその他のeNBとは、論理インターフェース（例えば、S1インターフェース及びX2インターフェース）を介して互いに接続されてもよい。ネットワークインターフェース2223は、さらに、有線通信インターフェース、又は無線バックホール回線に用いる無線通信インターフェースであってもよい。ネットワークインターフェース2223は無線通信インターフェースであると、無線通信インターフェース2225に用いられる周波数帯域に比べ、ネットワークインターフェース2223は、より高い周波数帯域を無線通信に用いてもよい。

40

【0219】

無線通信インターフェース 2225は任意のセルラ通信方案（例えば、長期進化(LTE)及びLTE-アドバンスド)を何れもサポートし、アンテナ2210によりeNB

50

2200のセルに位置する端末への無線接続を提供する。無線通信インターフェース2225は、一般的に、例えばベースバンド(BB)処理装置2226及びRF回路2227を備えてもよい。BB処理装置2226は、例えば符号化/復号化、変調/復調及び多重化/逆多重化を行なえ、且つレイヤー(例えばL1、媒体アクセス制御(MAC)、無線リンク制御(RLC)及びパケットデータ収斂プロトコル(PDCP))の各種の信号処理を行える。制御装置2221に代えて、BB処理装置2226は上記論理機能の一部又は全部を有してもよい。BB処理装置2226は、通信制御プログラムを記憶するメモリであってもよいし、プログラムを実行する処理装置及び関連回路に配置されるモジュールを有してもよい。プログラムを更新することにより、BB処理装置2226の機能を変化させることができる。このモジュールは、基地局装置2220の溝に挿入されるカード又はブレードであってもよい。このモジュールは、さらに、カード又はブレードに取り付けられるチップであってもよい。RF回路2227は、例えば、ミキサー、フィルタ及び増幅器を有してもよく、アンテナ2210により無線信号を送信及び受信する。

10

【0220】

図22に示すように、無線通信インターフェース2225は、複数のBB処理装置2226を有してもよい。例えば、複数のBB処理装置2226は、eNB2200が用いる複数の周波数帯域に互換してもよい。図22に示すように、無線通信インターフェース2225は、複数のRF回路2227を有してもよい。例えば、複数のRF回路2227は、複数のアンテナ素子に互換してもよい。図22は無線通信インターフェース2225が複数のBB処理装置2226及び複数のRF回路2227を備える例示を示しているが、無線通信インターフェース2225は1つのBB処理装置2226又は1つのRF回路2227を有してもよい。

20

【0221】

(第2の応用例示)

【0222】

図23は、本発明の技術を応用可能なeNBの概略的な構成の第2の例示を示すブロック図である。eNB2330は、1つ又は複数のアンテナ2340、基地局装置2350及びRRH2360を有する。RRH2360及び各アンテナ2340はRFケーブルにより互いに接続されてもよい。基地局装置2350及びRRH2360は、例えば、光ファイバケーブルの高速回線により互いに接続されてもよい。

30

【0223】

アンテナ2340の中の何れか1つは何れも1つ又は複数のアンテナ素子(例えば、MIMOアンテナに含まれる複数のアンテナ素子)を有し、RRH2360が無線信号を送信及び受信することに用いられる。図23に示すように、eNB2330は、複数のアンテナ2340を有してもよい。例えば、複数のアンテナ2340は、eNB2330が用いる複数の周波数帯域に互換してもよい。図23はeNB2330が複数のアンテナ2340を有する例示を示しているが、eNB2330は1つのアンテナ2340を有してもよい。

【0224】

基地局装置2350は、制御装置2351、メモリ2352、ネットワークインターフェース2353、無線通信インターフェース2355及び接続インターフェース2357を有する。制御装置2351、メモリ2352及びネットワークインターフェース2353は、図22を参照して説明した制御装置2221、メモリ2222及びネットワークインターフェース2223と同じである。

40

【0225】

無線通信インターフェース2355は、何れかのセルラ通信方案(例えばLTE及びLTE-アドバンスド)をもサポートし、RRH2360及びアンテナ2340によりRRH2360に対応するセクターに位置する端末への無線通信を提供する。無線通信インターフェース2355は、通常、例えばBB処理装置2356を有してもよい。BB処理装置2356が接続インターフェース2357を介してRRH2360のRF回路2

50

364に接続される以外に、BB処理装置2356は、図22を参照して説明したBB処理装置2226と同じである。図23に示すように、無線通信インターフェース2355は、複数のBB処理装置2356を有してもよい。例えば、複数のBB処理装置2356は、eNB 2330が用いる複数の周波数帯域に互換してもよい。図23は無線通信インターフェース2355が複数のBB処理装置2356を有する例示を示しているが、無線通信インターフェース2355は1つのBB処理装置2356を有してもよい。

【0226】

接続インターフェース2357は基地局装置2350（無線通信インターフェース2355）をRRH 2360に接続するインターフェースである。接続インターフェース2357は、さらに、基地局装置2350（無線通信インターフェース2355）をRRH 2360の上記高速回線の通信に接続する通信モジュールであってもよい。

10

【0227】

RRH 2360は接続インターフェース2361及び無線通信インターフェース2363を有する。

【0228】

接続インターフェース2361は、RRH 2360（無線通信インターフェース2363）を基地局装置2350に接続するインターフェースである。接続インターフェース2361は、さらに、上記高速回線の通信に用いられる通信モジュールであってもよい。

【0229】

無線通信インターフェース2363は、アンテナ2340により無線信号を送信及び受信する。無線通信インターフェース2363は、通常、例えば、RF回路2364を有してもよい。RF回路2364は、例えばミキサ、フィルタ及び増幅器を有してもよく、アンテナ2340により無線信号を送信及び受信する。図23に示すように、無線通信インターフェース2363は、複数のRF回路2364を有してもよい。例えば、複数のRF回路2364は、複数のアンテナ素子をサポートしてもよい。図23は無線通信インターフェース2363が複数のRF回路2364を有する例示を示しているが、無線通信インターフェース2363は単一のRF回路2364を有してもよい。

20

【0230】

図22及び図23に示すeNB 2200及びeNB 2330において、図4に示す送受信ユニット402を用いることで無線通信インターフェース2225及び無線通信インターフェース2355及び／又は無線通信インターフェース2363により実現されてもよい。上記無線通信システムにおける基地局側の装置の機能の少なくとも一部は、制御装置2221及び制御装置2351により実現されてもよい。

30

【0231】

[ユーザ機器の応用例示]

【0232】

図24は、本発明に係る技術を応用可能なスマートフォン2400の概略的な構成の例示を示すブロック図である。スマートフォン2400は、処理装置2401、メモリ2402、記憶装置2403、外部接続インターフェース2404、撮像装置2406、センサ2407、マイクロフォン2408、入力装置2409、表示装置2410、スピーカ2411、無線通信インターフェース2412、1つ又は複数のアンテナスイッチ2415、1つ又は複数のアンテナ2416、バス2417、電池2418及び補助制御装置2419を備える。

40

【0233】

処理装置2401は、例えばCPUまたはシステムオンチップ（SOC）であってもよく、スマートフォン2400のアプリケーションレイヤー及びその他のレイヤーの機能を制御する。メモリ2402は、RAM及びROMを備え、データ及び処理装置2401に実行されるプログラムを記憶する。記憶装置2403は、記憶媒体、例えば、半導体メモリ及びハードウェアを有してもよい。外部接続インターフェース2404は、外部装置（例えば、記憶カード和汎用シリアルバス（USB）装置）をスマートフォン2400に接

50

続するインターフェースである。

【0234】

撮像装置2406は、図像センサ（例えば、電荷結合デバイス（CCD）及び相補形金属酸化膜半導体（CMOS））を備え、キャプチャ図像を生成する。センサ2407は、1群のセンサ、例えば、測定センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ及び加速度センサを有してもよい。マイクロフォン2408は、スマートフォン2400に入力される音声をオーディオ信号に変換する。入力装置2409は、例えば、表示装置2410のスクリーン上のタッチを検出するように配置されるタッチセンサ、キーパッド、キーボード、ボタン又はスイッチを有し、ユーザから入力される操作又は情報を受信する。表示装置2410は、スクリーン（例えば液晶ディスプレイ（LCD）及び有機発光ダイオード（OLED）表示器）を有し、スマートフォン2400の出力図像を表示する。スピーカー2411は、スマートフォン2400から出力するオーディオ信号を音声に変換する。

10

【0235】

無線通信インターフェース2412は、何れかのセルラ通信方案（例えばLTE及びLTE-アドバンスド）をもサポートし、無線通信を行う。無線通信インターフェース2412は、通常、例えばBB処理装置2413及びRF回路2414を備えてもよい。BB処理装置2413は、例えば符号化／復号化、変調／復調及び多重化／逆多重化を行なえ、無線通信に用いる各種の信号処理を実行する。さらに、RF回路2414は、例えばミキサ、フィルタ及び増幅器を有してもよく、アンテナ2416により無線信号を送送及び受信する。無線通信インターフェース2412は、BB処理装置2413及びRF回路2414が集積されたチップモジュールであってもよい。図24に示すように、無線通信インターフェース2412は、複数のBB処理装置2413及び複数のRF回路2414を有してもよい。図24は無線通信インターフェース2412が複数のBB処理装置2413及び複数のRF回路2414を有する例示を示しているが、無線通信インターフェース2412は1つのBB処理装置2413又は1つのRF回路2414を有してもよい。

20

【0236】

また、セルラ通信方案以外に、無線通信インターフェース2412は、その他の種類の無線通信方案、例えば、短距離無線通信方案、近接通信方案及び無線ローカルエリアネットワーク（LAN）方案をサポートできる。この場合、無線通信インターフェース2412は、各種の無線通信方案に対してのBB処理装置2413及びRF回路2414を有してもよい。

30

【0237】

アンテナスイッチ2415の中の何れか1つは無線通信インターフェース2412に含まれる複数の回路（例えば異なる無線通信方案に用いられる回路）の間にアンテナ2416の接続先を切り替える。

【0238】

アンテナ2416の中の何れか1つは何れも1つ又は複数のアンテナ素子（例えば、MIMOアンテナに含まれる複数のアンテナ素子）を有し、無線通信インターフェース2412が無線信号を送送及び受信することに用いられる。図24に示すように、スマートフォン2400は、複数のアンテナ2416を有してもよい。図24は、スマートフォン2400が複数のアンテナ2416を有する例示を示しているが、スマートフォン2400は1つのアンテナ2416を有してもよい。

40

【0239】

また、スマートフォン2400は、各種の無線通信方案に対してのアンテナ2416を備えてもよい。この場合、アンテナスイッチ2415は、スマートフォン2400の構成から省略されてもよい。

【0240】

バス2417は、処理装置2401、メモリ2402、記憶装置2403、外部接続インターフェース2404、撮像装置2406、センサ2407、マイクロフォン2408

50

、入力装置 2 4 0 9、表示装置 2 4 1 0、スピーカー 2 4 1 1、無線通信インターフェース 2 4 1 2 及び補助制御装置 2 4 1 9 を互いに接続する。電池 2 4 1 8 は、フィーダを介して図 2 4 に示すスマートフォン 2 4 0 0 の各ブロックに電力を提供し、フィーダは図において点線として表されることがある。補助制御装置 2 4 1 9 は、例えば、睡眠モードでスマートフォン 2 4 0 0 の最小必須機能を実行する。

【0 2 4 1】

図 2 4 に示すスマートフォン 2 4 0 0 では、図 6 及び図 7 に示す参照信号送信ユニット又は送受信ユニットは無線通信インターフェース 2 4 1 2 により実現されてもよい。上述したユーザ機器側の装置の機能の少なくとも一部は、処理装置 2 4 0 1 又は補助制御装置 2 4 1 9 により実現されてもよい。

10

【0 2 4 2】

以上のように図面を参照して本発明の好ましい実施例について説明したが、当然ながら、本発明は上記例示に限らない。当業者は、特許請求の範囲の範囲内で各種の変更及び補正をすることができ、これらの変更及び補正は本発明の技術の範囲内に該当する。

【0 2 4 3】

例えば、上記実施例において、1つのユニットに含まれる複数の機能は別体の装置により実現されてもよい。上記実施例において複数のユニットにより実現される複数の機能は、別体の装置によりそれぞれ実現されてもよい。また、上記機能の1つは複数のユニットにより実現されてもよい。当然ながら、このような構成は本発明の技術的範囲に含まれる。

20

【0 2 4 4】

この明細書では、フローチャートに示すステップは、上記順番に従って時系列で実行される処理を備えるだけでなく、時系列で実行されないといけないことではなく、並列又は単独で実行される処理を備える。また、時系列で処理されるステップにおいても、無論、この順番を適当に変更してもよい。

【図 1】

【図 2】

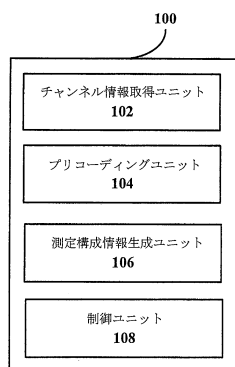


図1

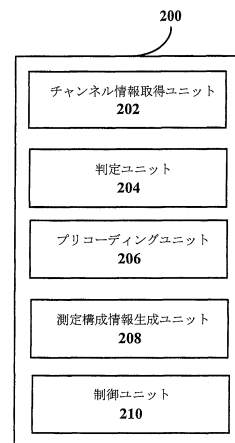


図2

【図 3】

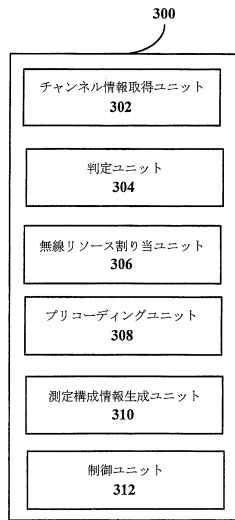


図3

【図 4】

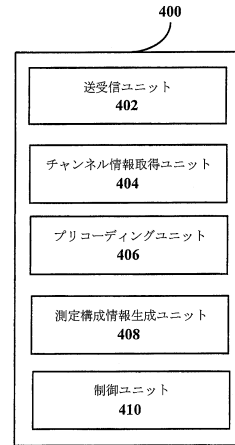


図4

【図 5】

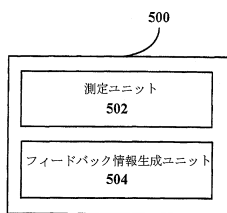


図5

【図 7】

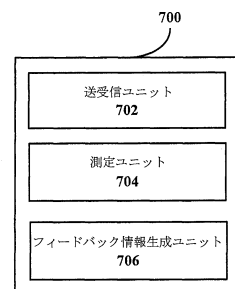


図7

【図 6】

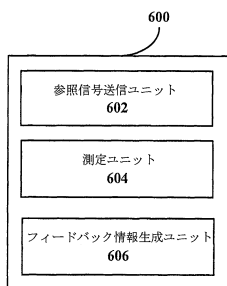


図6

【図 8】

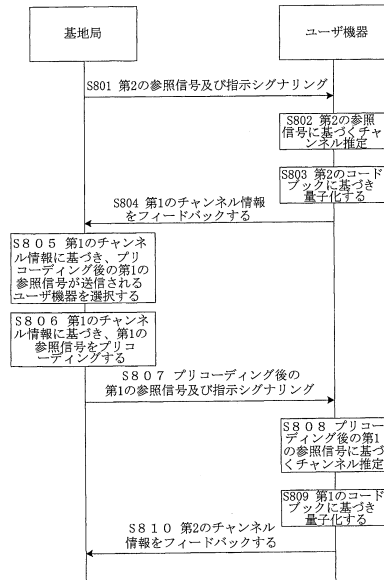


図8

【図 9】

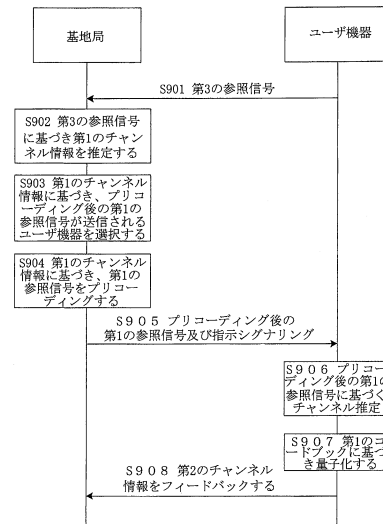


図9

【図 10】

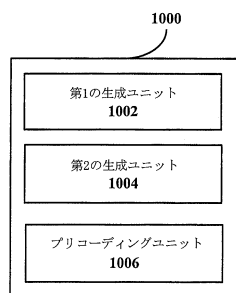


図10

【図 11】

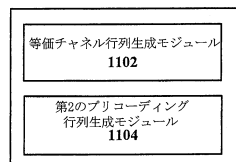


図11

【図 12】

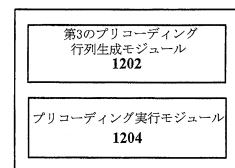


図12

【図 13】

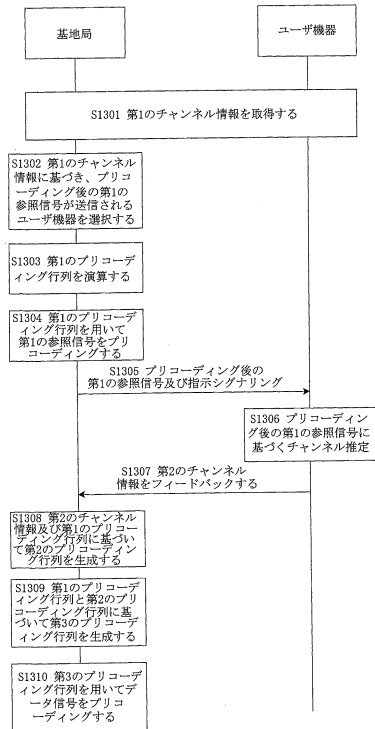


図13

【図 14】

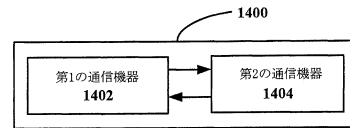


図14

【図 15】

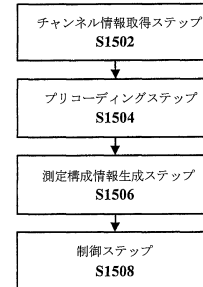


図15

【図 16】

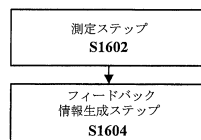


図16

【図 17】

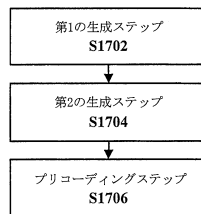


図17

【図 18】

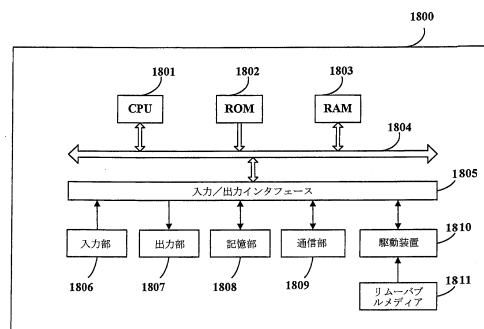


図18

【図 19】

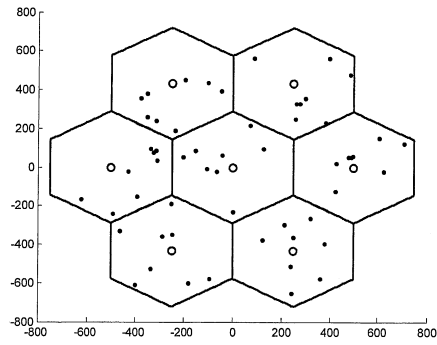


図19

【図 20】

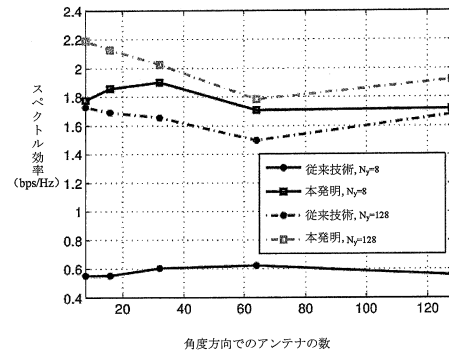


図20

【図 21】

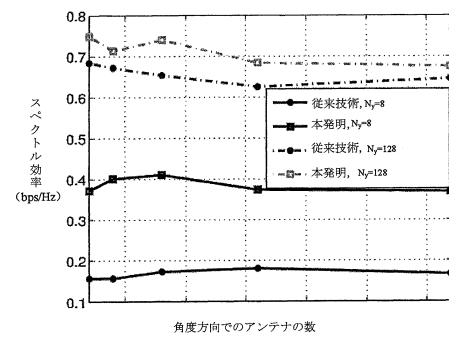


図21

【図 22】

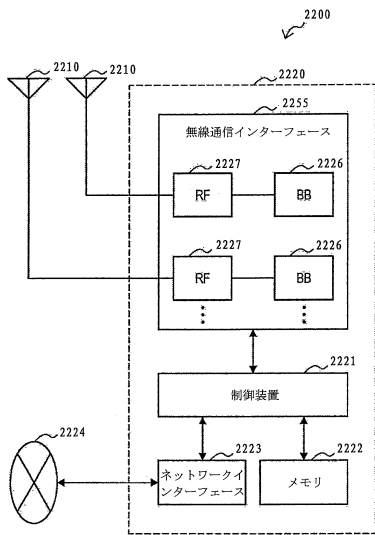


図22

【図 23】

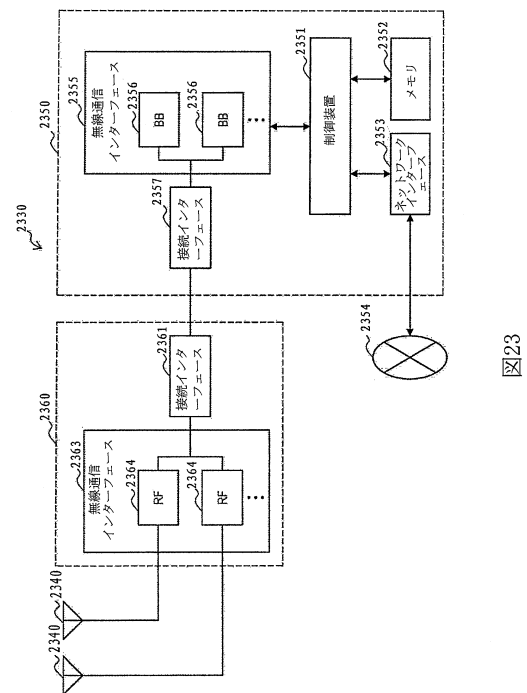


図23

【図 24】

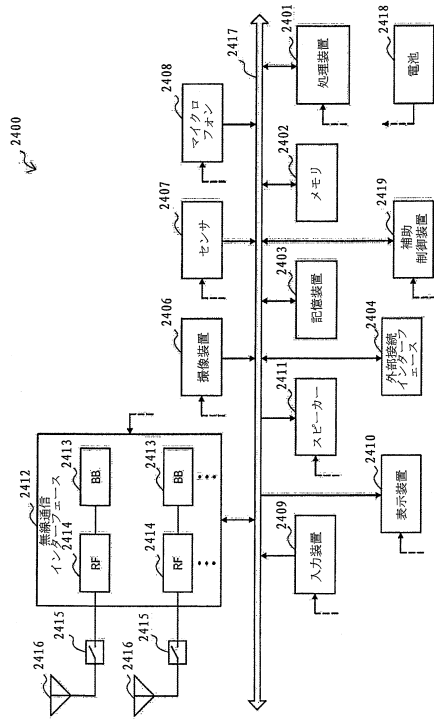


図24

フロントページの続き

- (72)発明者 ワン ジャオチュヨン
中華人民共和国 100084 北京市 ハイディアン ディストリクト チンファ ユニバーシ
ティー ローム ビルディング ルーム 9-207
- (72)発明者 リウ ウェンドン
中華人民共和国 100084 北京市 ハイディアン ディストリクト チンファ ユニバーシ
ティー ローム ビルディング ルーム 8-212
- (72)発明者 チェン ジンホウイ
中華人民共和国 100028 北京市 チャオヤン ディストリクト タイ ヤン クン デョ
ン ルー 12 シティチャンプ ビルディング ルーム 701

審査官 北村 智彦

- (56)参考文献 特開2013-183394 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0163258 (US, A1)
国際公開第2014/117748 (WO, A1)
ZTE, Discussion on Feedback Scheme for Reduced Dimension Channel[online], 3GPP TSG-RAN
WG1#80b R1-152157, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_80b/Docs/R1-152157.zip>, 2015年 4月25日
CATT, Feedback enhancement for FD-MIMO[online], 3GPP TSG-RAN WG1#80b R1-151372, インター
ネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_80b/Docs/R1-151372.zip>, 2015年 4月11日

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B 7/0456
H04B 7/0413
H04B 7/0417
IEEE Explore
3GPP TSG RAN WG1-4
SA WG1-2
CT WG1