

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】平成24年3月29日(2012.3.29)

【公表番号】特表2010-509861(P2010-509861A)

【公表日】平成22年3月25日(2010.3.25)

【年通号数】公開・登録公報2010-012

【出願番号】特願2009-536433(P2009-536433)

【国際特許分類】

H 0 4 J 99/00 (2009.01)

H 0 4 B 7/04 (2006.01)

【F I】

H 0 4 J 15/00

H 0 4 B 7/04

【誤訳訂正書】

【提出日】平成24年2月10日(2012.2.10)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】無線通信システムにおいて層置換を用いるMIMO送信

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に通信に係わり、そしてより具体的に、無線通信システムにおいてデータを送信するための技術に関する。

【0002】

本出願は、米国特許仮出願第60/864,581号、名称「MIMO無線通信システムにおける層置換の効率的な動作のための方法及び装置(METHOD AND APPARATUS FOR EFFICIENT OPERATION OF LAYER PERMUTATION IN MIMO WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS)」、2006年11月6日出願、に優先権を主張し、本出願の譲受人に譲渡され、そして引用により本明細書中に取り込まれている。

【背景技術】

【0003】

無線通信システムは、広く展開されており、音声、ビデオ、パケット・データ、メッセージ送信、ブロードキャスト、等のような様々な通信コンテンツを提供する。これらの無線システムは、利用可能なシステム・リソースを共用することにより複数のユーザをサポートすることが可能なマルチ・アクセス・システムであり得る。そのようなマルチ・アクセス・システムの例は、符号分割多元接続(CDMA: code division multiple access)システム、時分割多元接続(TDMA: time division multiple access)システム、周波数分割多元接続(FDMA: frequency division multiple access)システム、直交FDMA(OFDMA)システム、及び単一キャリアFDMA(SC-FDMA)を含む。

【0004】

無線通信システムは、多入力多出力(MIMO: multiple-input multiple-output)送信をサポートすることができる。MIMOに関して、送信側局は、複数の(R個の)受信アンテナを装備した受信側局へのデータ送信のために複数の(T個の)送信アンテナを利用することができる。複数の送信アンテナ及び受信アンテナは、MIMOチャネルを形成

し、それはスループットを増加させるためそして/又は信頼性を向上させるために使用されることができる。例えば、送信側局は、 T 個の送信アンテナから同時に最大 T 個のデータ・ストリームを送信することができ、スループットを向上させることができる。あるいは、送信側局は、全ての T 個の送信アンテナから1つのデータ・ストリームを送信することができ、信頼性を向上させることができる。いずれのケースにおいても、良い性能を実現し、そしてMIMO送信をサポートするフィードバック情報の量を削減することを実現する方法でMIMO送信を送ることが望ましい。

【発明の概要】

【0005】

層置換 (layer permutation) を用いるMIMO送信をサポートするための技術が、本明細書に記述される。層置換を用いると、コードワード (codeword) は、MIMO送信のために使用する全てのアンテナにわたりマッピングされることができ、そして次に全てのアンテナに関する平均信号対干渉及び雑音比 (SINR : signal-to-noise-and-interference ratio) を観測することができる。一般に、アンテナは、プリコーディングマトリクス、物理アンテナ、アンテナ・アレイ、等により形成されるバーチャル (virtual) アンテナであり得る。MIMO送信のために使用するアンテナの数は、ランク (rank) と呼ばれることができる。

【0006】

1つの態様では、複数のコードワードは、MIMO送信に関してマルチプル (multiple) アンテナからの送信のために生成されることができ、コードワードの数は、アンテナの数よりも少ない。各コードワードは、マルチプル・アンテナにわたりマッピングされることができる、例えば、コードワードの相等しい部分が各アンテナにマッピングされるように一様にマッピングされる。例えば、各コードワードは、複数のサブキャリア上でマルチプル・アンテナにわたり巡回してマッピングされることができる。1つのデザインでは、2つのコードワードが生成されることができる。ランク3に関して、第1のコードワードは、各サブキャリア上で1つのアンテナにマッピングされることができ、そして第2のコードワードは、各サブキャリア上で2つのアンテナにマッピングされることができる。ランク4に関して、各コードワードは、各サブキャリア上で2つのアンテナにマッピングされることができる。1つのデザインでは、各コードワードは、複数の層のうちの少なくとも1つにマッピングされることができる。複数の層は、複数のアンテナにマッピングされることができる。例えば各層は、複数のサブキャリア上でマルチプル・アンテナにわたり巡回してマッピングされることができる。

【0007】

別の1つの態様では、MIMO送信のために使用するマルチプル・アンテナに関する平均信号品質 (例えば、平均SINR) を表す基本チャネル品質指標 (CQI : channel quality indicator) が、決定されることができる。MIMO送信に関する平均信号品質に対する改善を表すデルタCQIは、同様に決定されることができる。逐次干渉除去 (SIC : successive interference cancellation) を実行することが可能なUEに関して、デルタCQIは、第1のコードワードから干渉を除去した後の第2のコードワードに関する信号品質改善を表すことができる。SICを実行することができないUEに関して、そして同様にランクが1である又は1つのコードワードだけが送られるときSICが可能なUEに関して、デルタCQIは、ヌル値に設定されることができる、又はフィードバックの量が、削減されることができる、又はプリコーディング情報及び/又は他の情報は、デルタCQIのために通常使用されるビットを使用して送られることができる。

【0008】

さらに別の1つの態様では、送信順選択は、異なる送信順に対して異なるペナルティー係数を用いて実行されることができる。各送信順は、MIMO送信のための異なるランク又はコードワードの異なる数に対応する。マルチプル送信順に関する性能測定規準値は、各送信順に関するペナルティー係数を使用して決定されることができる。より高い送信順は、より大きなペナルティー係数に関係付けられることができ、それはその後、可能性と

してより小さな実行損失を有するより低い送信順の選択に好ましいことができる。MIMO送信に関する送信順は、マルチプル送信順に関する性能測定規準値に基づいて選択されることができる。1つのデザインでは、各送信順は、異なるランクに対応し、そして性能測定規準値は、複数のランクに関する複数の仮説(hypothesis)に対して決定されることができ、各仮説は少なくとも1つのアンテナの別のセットに対応する。最大の性能測定規準値を有する仮説に対応する少なくとも1つのアンテナのセット及びランクは、MIMO送信に関する使用のために選択されることができる。

【0009】

本発明の様々な態様及び構成が、下記にさらに詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、無線多元接続通信システムを示す。

【図2】図2は、ノードB及びUEのブロック図を示す。

【図3】図3は、4つのバーチャル・アンテナを用いるランク選択を示す。

【図4】図4は、ランク・セレクタを示す。

【図5A】図5Aは、層置換を用いない送信を示す。

【図5B】図5Bは、層置換を用いる送信を示す。

【図6A】図6Aは、異なるランクを有する1つのコードワードの送信を示す。

【図6B】図6Bは、別のランクを有する2つのコードワードの送信を示す。

【図6C】図6Cは、別のランクを有する2つのコードワードの送信を示す。

【図6D】図6Dは、別のランクを有する2つのコードワードの送信を示す。

【図6E】図6Eは、別のランクを有する2つのコードワードの送信を示す。

【図6F】図6Fは、別のランクを有する2つのコードワードの送信を示す。

【図7A】図7Aは、異なるCQI報告方式を示す。

【図7B】図7Bは、別のCQI報告方式を示す。

【図7C】図7Cは、別のCQI報告方式を示す。

【図8】図8は、送信(TX)データ・プロセッサ及びTX MIMOプロセッサを示す。

【図9】図9は、受信(RX)MIMOプロセッサ及びRXデータ・プロセッサを示す。

【図10】図10は、別の1つのRX MIMOプロセッサ及びRXデータ・プロセッサを示す。

【図11】図11は、MIMO送信を送るためのプロセスを示す。

【図12】図12は、MIMO送信を送るための装置を示す。

【図13】図13は、MIMO送信を受信するためのプロセスを示す。

【図14】図14は、MIMO送信を受信するための装置を示す。

【図15】図15は、CQIを決定するためのプロセスを示す。

【図16】図16は、CQIを決定するための装置を示す。

【図17】図17は、ランク選択を実行するためのプロセスを示す。

【図18】図18は、ランク選択を実行するための装置を示す。

【詳細な説明】

【0011】

本明細書において記述される技術は、様々な無線通信システム、例えば、CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA及び他のシステム、に対して使用されることができる。用語「システム」及び「ネットワーク」は、多くの場合互換的に使用される。CDMAシステムは、ユニバーサル地上波無線接続(UTRA: Universal Terrestrial Radio Access)、cdma2000等、のようなある無線技術を実装することができる。UTRAは、広帯域CDMA(W-CDMA: Wideband-CDMA)及び別のCDMA変形を含む。cdma2000は、IS-2000規格、IS-95規格、及びIS-856規格をカバーする。TDMAシステムは、移動通信のための全世界システム(GSM(登録商標): Global System for Mobile Communications)のような無線技術を実装する

ことができる。OFDMシステムは、エボルブドUTRA (E-UTRA: Evolved-UTRA)、ウルトラ移動ブロードバンド (UMB: Ultra Mobile Broadband)、IEEE 802.11 (Wi-Fi)、IEEE 802.16 (WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM (登録商標)、等、のような無線技術を実装することができる。UTRA、E-UTRA及びGSMは、ユニバーサル移動電気通信システム (UMTS: Universal Mobile Telecommunication System) の一部である。3GPPロング・ターム・エボリューション (LTE: Long Term Evolution) は、E-UTRAを使用するUMTSの近々公表される新版であり、それはダウンリンクにおいてOFDMAを、アップリンクにおいてSC-FDMAを採用する。UTRA、E-UTRA、GSM、UMTS及びLTEは、「第3世代パートナーシップ・プロジェクト」(3GPP) という名前の組織からの文書に記載されている。cdma2000及びUMBは、「第3世代パートナーシップ・プロジェクト2」(3GPP2) という名前の組織からの文書に記載されている。これらの様々な無線技術及び規格は、この分野において公知である。

【0012】

図1は、複数のノードB110を有する無線多元接続通信システム100を示す。ノードBは、UEと通信するために使用する固定局であることができ、そしてしかもエボルブド・ノードB (eNB)、基地局、アクセス・ポイント、等とも呼ばれることができる。各ノードB110は、特定の地理的領域に関する通信可能範囲を提供する。UE120は、システム全体にわたり分散されることができ、そして各UEは、静止である又は移動可能であり得る。UEは、しかも、移動局、端末、アクセス端末、加入者ユニット、局、等とも呼ばれることができる。UEは、セルラ電話機、個人デジタル補助装置 (PDA: personal digital assistants)、無線モデム、無線通信デバイス、ハンドヘルド・デバイス、ラップトップ・コンピュータ、コードレス電話機、等であり得る。UEは、ダウンリンク及びアップリンク上の伝送を介してノードBと通信することができる。ダウンリンク (すなわち、順方向リンク) は、ノードBからUEへの通信リンクを呼び、そしてアップリンク (すなわち、逆方向リンク) は、UEからノードBへの通信リンクを呼ぶ。

【0013】

本明細書中に記述される技術は、ダウンリンクにおいて同様にアップリンクにおいてMIMO送信のために使用されることができる。明確化のために、下記の記述の多くは、ダウンリンクにおけるMIMO送信に関してである。

【0014】

図2は、ノードB110及びUE120のあるデザインのブロック図を示し、それは図1のノードBのうちの1つ及びUEのうちの1つである。ノードB110は、複数 (T個) のアンテナ234aから234tを装備する。UE120は、複数 (R個) のアンテナ252aから252rを装備する。アンテナ234と254のそれぞれは、物理アンテナ又はアンテナ・アレイであり得る。

【0015】

ノードB110において、TXデータ・プロセッサ220は、データ・ソース212からデータを受信し、1又はそれより多くの変調方式及びコーディング方式に基づいてそのデータを処理し (例えば、エンコードしそしてシンボル・マッピングし)、そしてデータ・シンボルを与えることができる。本明細書中で使用されるように、データ・シンボルは、データに関するシンボルであり、パイロット・シンボルは、パイロットに関するシンボルであり、そしてシンボルは、一般的に複素値である。データ・シンボル及びパイロット・シンボルは、PSK又はQAMのような変調方式からの変調シンボルであり得る。パイロットは、ノードBとUEの両者により事前に知られているデータである。TX MIMOプロセッサ230は、下記に記述されるように、直接MIMOマッピング又はプリコーディング/ビームフォーミングに基づいてデータ・シンボル及びパイロット・シンボルに空間処理を実行することができる。TX MIMOプロセッサ230は、T個の変調器 (MOD) 232aから232tにT個の出力シンボル・ストリームを与えることができる。各変調器232は、(例えば、直交周波数分割多重化 (OFDM)、等、のために) 自

身の出カシンボル・ストリームを処理して、出カチップ・ストリームを得ることができる。各変調器 232 は、自身の出カチップ・ストリームをさらに調整し（例えば、アナログへ変換し、フィルタリングし、増幅し、そしてアップコンバートし）、そしてダウンリンク信号を生成することができる。変調器 232 a から 232 t からの T 個のダウンリンク信号は、それぞれアンテナ 234 a から 234 t を介して送信されることことができる。

【0016】

UE 120 において、R 個のアンテナ 252 a から 252 r は、T 個のダウンリンク信号を受信することができ、そして各アンテナ 252 は、受信した信号を関係する復調器 (DEMOD) 254 へ与えることができる。各復調器 254 は、自身の受信した信号を調整して（例えば、フィルタリングし、増幅し、ダウンコンバートし、そしてデジタル化して）サンプルを得ることができ、そして（例えば、OFDM、等のために）そのサンプルをさらに処理して、受信シンボルを得ることができる。各復調器 254 は、受信したデータ・シンボルを RX MIMO プロセッサ 260 へ与えることができ、そして受信したパイロット・シンボルをチャンネル・プロセッサ 294 へ与えることができる。チャンネル・プロセッサ 294 は、受信したパイロット・シンボルに基づいてノード B 110 から UE 120 への無線チャンネルの応答を推定することができ、そして RX MIMO プロセッサ 260 へチャンネル推定値を与えることができる。RX MIMO プロセッサ 260 は、チャンネル推定値を用いて受信したデータ・シンボルに MIMO 検出を実行することができ、そして検出したシンボルを与えることができる、それは送信したデータ・シンボルの推定値である。RX データ・プロセッサ 270 は、その検出したシンボルを処理し（例えば、シンボル・デマッピングし、そしてデコードし）、そしてデコードしたデータをデータ・シンク 272 に与えることができる。

【0017】

UE 120 は、チャンネル状態を評価することができ、そしてチャンネル状態情報を決定することができる、それは下記に記述されるような様々なタイプの情報を備えることができる。チャンネル状態情報及びデータ・ソース 278 からのデータは、TX データ・プロセッサ 280 により処理され（例えば、エンコードされそしてシンボル・マッピングされ）、TX MIMO プロセッサ 282 により空間処理され、そして変調器 254 a から 254 r によりさらに処理されて、R 個のアップリンク信号を生成することができる、それはアンテナ 252 a から 252 r を介して送信されることことができる。ノード B 110 において、UE 120 からの R 個のアップリンク信号は、アンテナ 234 a から 234 t により受信されることができ、復調器 232 a から 232 t により処理され、RX MIMO プロセッサ 236 により空間処理され、そして RX データ・プロセッサ 238 によりさらに処理されて（例えば、シンボル・デマッピングされ、そしてデコードされて）UE 120 によって送られたチャンネル状態情報及びデータを復元する。コントローラ/プロセッサ 240 は、受信したチャンネル状態情報に基づいて UE 120 への / からのデータ送信を制御することができる。

【0018】

コントローラ/プロセッサ 240 と 290 は、それぞれノード B 110 と UE 120 における動作を管理することができる。メモリ 242 と 292 は、それぞれノード B 110 と UE 120 のためのデータ及びプログラム・コードを記憶することができる。スケジューラ 244 は、UE の全てから受信したチャンネル状態情報に基づいてダウンリンク及び / 又はアップリンクにおけるデータ送信のために UE 120 及び / 又は他の UE を選択することができる。

【0019】

ノード B 110 は、各シンボル期間において各サブキャリア上で T 個の送信アンテナから同時に 1 又はそれより多くのデータ・シンボルを送信することができる。複数 (K 個) のサブキャリアが、送信のために利用可能であり、そして OFDM 又は単一キャリア周波数分割多重化 (SC-FDM) を用いて得られることことができる。ノード B 110 は、様々な送信方式を使用してデータ・シンボルを送信することができる。

【0020】

1つのデザインでは、ノードB110は、下記のように各サブキャリア k に関するデータ・シンボルを処理することができる：

$$\underline{x}(k) = \underline{U} \underline{P}(k) \underline{s}(k) \quad \text{式(1)}$$

ここで、 $\underline{s}(k) = [s_1(k) s_2(k) \dots s_M(k)]^T$ は1つのシンボル期間にサブキャリア k において M 個の層で送られようとしている M 個のデータ・シンボルを含んでいる $M \times 1$ ベクトルであり、

$\underline{P}(k)$ はサブキャリア k に関する $T \times M$ 層置換(layer permutation)行列であり、

$\underline{U} = [\underline{u}_1 \ \underline{u}_2 \ \dots \ \underline{u}_T]$ は $T \times T$ プリコーディングマトリクスであり、

$\underline{x}(k) = [x_1(k) x_2(k) \dots x_T(k)]^T$ は1つのシンボル期間にサブキャリア k において T 個の送信アンテナに関する T 個の出力シンボルを含んでいる $T \times 1$ ベクトルであり、そして

“ T ”は転置を示す。

式(1)は、1つのサブキャリア k についてである。同じ処理は、送信のために使用する各サブキャリアについて実行されることができる。

【0021】

プリコーディングマトリクス \underline{U} は、 T 個の送信アンテナを有する T 個のバーチャル(virtual)アンテナを形成するために使用される。各バーチャル・アンテナは、 \underline{U} の1つの列を用いて形成される。データ・シンボルは、 \underline{U} の1つの列と乗算されることができ、そして次に1つのバーチャル・アンテナと全ての T 個の送信アンテナで送られることができる。 \underline{U} は、離散フーリエ変換(DFT: discrete Fourier transform)行列又は直交列と各列に対してユニット・パワー(unit power)を有するある別の直交行列であり得る。 \underline{U} は、しかも、プリコーディングマトリクスの集合から選択されることができる。

【0022】

層置換行列 $\underline{P}(k)$ は、 T 個の利用可能なバーチャル・アンテナから選択されることができる M 個のバーチャル・アンテナへ、 M 個の層をマッピングする。 $\underline{P}(k)$ は、下記に記述されるように、使用のために選択されたバーチャル・アンテナ・マッピングに対する層に基づいて規定されることができる。一般に、同じ又は異なる置換行列が K 個のサブキャリアに対して使用されることができる。

【0023】

式(1)に示されるデザインに関して、ノードB110は、 T 個の物理アンテナよりもむしろ T 個のバーチャル・アンテナを有するよう見られることができる。 T 個のバーチャル・アンテナは、異なるSINRに関係付けられることができる。ランク選択は、データ送信のために使用する M 個の最善のバーチャル・アンテナを決定するために実行されることができる、ここで、一般に $1 \leq M \leq T$ である。

【0024】

図3は、データ送信のために使用する M 個の最善のバーチャル・アンテナ 1 から M を決定するためのランク選択のデザインを示す。図3に示された例では、 $T = 4$ 、そして4つのバーチャル・アンテナが利用可能である。合計15の仮説(hypothesis)が評価されることができ、4つの仮説1から4は1つのバーチャル・アンテナに対してであり、6つの仮説5から10は2つのバーチャル・アンテナに対してであり、4つの仮説11から14は3つのバーチャル・アンテナに対してであり、そして1つの仮説15は4つのバーチャル・アンテナに対してである。各仮説に対する(複数の)バーチャル・アンテナのセットは、図3に示される。例えば、仮説2は、1つのバーチャル・アンテナ2($i_1 = 2$)に対してであり、仮説6は、2つのバーチャル・アンテナ1と3($i_1 = 1$ と $i_2 = 3$)に対してであり、等である。

【0025】

各仮説の性能は、その仮説に対する全てのバーチャル・アンテナにわたり等しく全送信出力 P_{total} を最初に分配することによって決定されることができる。性能は、平均

S I N R、全能力、総合スループット、等のような測定規準により定量化されることができる。測定規準値は、15の仮説のそれぞれに対して決定されることができる。最大の測定規準値を有する仮説が、識別されることができ、そしてこの仮説に対する(複数の)バーチャル・アンテナのセットが、使用のために選択されることができる。

【0026】

一般に、ランク選択は、使用のために利用可能であるプリコーディングマトリクス及びそのプリコーディングマトリクスが使用されることができる方法に依存することができる。例えば、プリコーディングマトリクスのあるセットが、使用のために利用可能であり得、そして与えられたプリコーディングマトリクスのいずれか1又はそれより多くの列は、使用のために選択されることができる。このケースでは、測定規準値は、各プリコーディングマトリクスに関する全ての仮説に対して決定されることができる。プリコーディングマトリクス及び最大の測定規準値を有する(複数の)バーチャル・アンテナのセットが、その後、使用のために選択されることができる。別の一例として、異なる数の列を有するプリコーディングマトリクスのセットが、使用のために利用可能であり得、そして1つのプリコーディングマトリクスが、使用のために選択されることができる。このケースでは、各プリコーディングマトリクスに対して1つの仮説があり、測定規準値は、各プリコーディングマトリクスに対して決定されることができ、そして最大の測定規準値を有するプリコーディングマトリクスが、使用のために選択されることができる。一般に、任意の数のプリコーディングマトリクスが、使用のために利用可能であり得、そして各プリコーディングマトリクスは、任意の数の仮説を有することができる。いずれのケースにおいても、選択したバーチャル・アンテナの数は、M I M O送信のランクと呼ばれる。

【0027】

M I M O送信のランクは、最大の測定規準値、例えば、最大の全能力、を有する仮説に基づいて選択されることができる。各仮説に関する測定規準値は、データが各バーチャル・アンテナから別々に送信されるという仮定に基づいて計算されることができる。しかしながら、実際のシステムでは、より高いランクは、低いランクよりもより大きな実行損失(implementation loss)に関係付けられることができる。例えば、複数のコードワードは、ランク2又はより高いランクに対してハイブリッド自動反復要求(H A R Q : Hybrid Automatic Repeat Request)を用いて並列に送られることができ、異なる数の再送信が、これらのコードワードに対して使用されることができ、そして、コードワードの次のセットが時間を合わせて送られることができるように最後のコードワードが終わるまで待機する期間、1又はそれより多くの層の送信においてギャップがあり得る。別の例として、より高いランクに対するM I M O検出は、不正確なチャンネル推定値のためにより多くの損失の傾向があり得る。

【0028】

1つの態様では、ランク選択は、ランクに依存する実行損失を考慮する方法で実行されることができる。ランクが高いほど、例えば、上記の理由により、より大きな実行損失に関係付けられることができる。これゆえ、ランクに比例するペナルティー係数が、ランク選択のために使用されることができ、ペナルティー係数が段々に大きくなるほど、測定規準値を計算するために段々に高いランクが使用されることができる。ペナルティー係数は、より低いランクを好むように選択されることができ、それはより少ない実行損失とおそらくより少ないシグナリング・オーバーヘッドに関係付けられることができる。2つのランクが同じような測定規準値を有するとき、これらの2つのランクに関する測定規準値間の差異が高い方のランクの予想される大きい実行損失を補償するに余りある場合にだけ、ペナルティー係数は、高い方のランクが選択されるという結果をもたらすことができる。各ランクに対して予想される実行損失は、コンピュータ・シミュレーション、経験的な測定値、等を介して推定されることができる。各ランクに対するペナルティー係数は、次に、そのランクに対して予想される実行損失に基づいて設定されることができる。1つのデザインでは、異なるペナルティー係数が異なるランクに対して独立に選択されることができる。別の1つのデザインでは、異なるランクに対するペナルティー係数は、事前に決め

られたオフセット PF_{OS} だけ直線的に増加することができ、そして $PF_{Rm} = (m - 1) \cdot PF_{OS}$ として計算されることができ、ここで、 PF_{Rm} はランク m に対するペナルティー係数である。一般に、異なるランクに対するペナルティー係数は、 $PF_{R1} < PF_{R2} \dots PF_{RM}$ として与えられることができる。2つのデザインにおいて、異なるランクに対するペナルティー係数は、変化しない値であり得る又はチャンネル状態及び/又は別の要因に基づいて変化することができる絶えず変化する値であり得る。

【0029】

図4は、ランク・セレクタ400のあるデザインのブロック図を示し、それは最大合計能力基準に基づいてM個の最善のバーチャル・アンテナを選択する。ランク・セレクタ400は、図2のUE120におけるプロセッサ290又はノードB110におけるプロセッサ240により実装されることができ。ランク・セレクタ400は、それぞれランク1から4に対して4つの処理セクション410aから410dを含む。セクション410aは、ランク1についての4つの仮説に対して4つの全能力値を与え、セクション410bは、ランク2についての6つの仮説に対して6つの全能力値を与え、セクション410cは、ランク3についての4つの仮説に対して4つの全能力値を与え、そしてセクション410dは、ランク4についての1つの仮説に対して4つの全能力値を与える。

【0030】

ランク1に関する処理セクション410a内で、空間マッピング・ユニット412aは、各サブキャリア k に関するMIMOチャンネル応答行列 $H(k)$ を受信し、そして下記のように実効MIMOチャンネル応答ベクトル $\underline{h}_1(k)$ を決定することができる： $\underline{h}_1(k) = H(k) \cdot \underline{u}_1$ 、ここで、 \underline{u}_1 はバーチャル・アンテナ₁に関するプリコーディングマトリクス U の列であり、 \underline{u}_1 は評価されようとしている仮説に依存する。SINR計算ユニット414aは、 $\underline{h}_1(k)$ 、UE120により使用されたMIMO検出技術、及びバーチャル・アンテナ₁のサブキャリア k に割り当てられた送信出力に基づいてバーチャル・アンテナ₁に関する各サブキャリアの $SINR_1(k)$ を決定することができる。能力マップ416aは、制約されない能力機能 (capacity function) 又は制約された能力機能に基づいて能力に $SINR_1(k)$ をマッピングすることができる。ユニット416aは、バーチャル・アンテナ₁に関する全ての K 個のサブキャリアの能力を累計し、そしてバーチャル・アンテナ₁に関する全能力 C_1 を与えることができる。全能力は、別の方法で同様に決定されることができ。例えば、 $SINR$ は、全てのサブキャリアにわたり平均されることができ、そして平均 SNR は、能力にマッピングされることができ。いずれにせよ、ユニット418aは、ランク1に対するペナルティー係数 PF_{R1} に基づいてバーチャル・アンテナ₁に関する全能力を調節することができる、そしてバーチャル・アンテナ₁に関する調節された能力 $C_{adj,1}$ を与えることができる。処理は、選択されようとしている、それぞれバーチャル・アンテナ_{1, 2, 3} 又は4に対応する $i = 1, 2, 3, 4$ に対する4つの仮説のそれぞれに対して繰り返されることことができる。

【0031】

ランク2に関する処理セクション410bは、2つのバーチャル・アンテナを有する6つの仮説のそれぞれに関する全能力 C_{12} を決定することができる。ユニット418bは、ランク2に対するペナルティー係数 PF_{R2} に基づいて各仮説に対する全能力を調節することができる。ランク3に関する処理セクション410cは、3つのバーチャル・アンテナを有する4つの仮説のそれぞれに対する全能力 C_{123} を決定することができる。ユニット418cは、ランク3に対するペナルティー係数 PF_{R3} に基づいて各仮説に対する全能力を調節することができる。ランク4に関する処理セクション410dは、4つのバーチャル・アンテナを有する仮説に対する全能力 C_{1234} を決定することができる。ユニット418dは、ランク4に対するペナルティー係数 PF_{R4} に基づいてこの仮説に対する全能力を調節することができる。

【0032】

ランク・セレクタ及びCQI発生器430は、ランク1から4に関する15の仮説のそ

れぞれに対する調節された能力を受け取ることができる。ユニット430は、最大の調節された能力を有する仮説を選択することができ、そしてその選択した仮説に対応するランクと(複数の)バーチャル・アンテナを与えることができる。T = 4に関して、15の全仮説があり、そして選択したランク及び選択した(複数の)バーチャル・アンテナは、選択した仮説の4 - ビット・インデックスにより両方とも伝達されることができる。ユニット430は、選択した(複数の)バーチャル・アンテナに関するSINRに基づいて1又はそれより多くのCQIを同様に決定することができる。一般に、CQIは、1又はそれより多くのアンテナ、1又はそれより多くのコードワード、等に対して生成されることができる。CQIは、平均SINR、変調及びコーディング方式(MCS)、パケット・フォーマット、輸送フォーマット、レート及びノイズ又は信号品質又は伝送能力を表す複数の他の情報を備えることができる。ランク及びアンテナ選択は、別の方法で同様に実行されることができる。

【0033】

別の1つのデザインでは、異なるペナルティ係数が、(ランクの代わりに)異なる数のコードワードに対して使用されることができる。HARQに関して、ブランキング損失(blanking loss)は、異なるコードワードに対する異なる数の再送信のためであり得、そしてそれゆえ(層の数の代わりに)コードワードの数に関係する。異なる数のコードワードに対するペナルティ係数は、 $PF_{c1} < PF_{c2} \dots PF_{cL}$ として与えられることができ、ここで、 PF_{c1} は、1のコードワードに対するペナルティ係数である。一般に、ペナルティ係数は、ランクの関数、コードワードの数、ある別のパラメータ、又はパラメータのいずれかの組み合わせ、としてパラメータ化されることができる。

【0034】

UE120は、ノードB110へ(複数のプリコーディングマトリクスが使用のために利用可能である場合には)選択したプリコーディングマトリクス及びM個の選択したバーチャル・アンテナを送ることができる。ノードB110は、UE120へのデータ送信のためにM個の選択したバーチャル・アンテナの全て又はサブセットを使用することができる。

【0035】

ノードB110は、M個の選択したバーチャル・アンテナを使用してL個のコードワードを送ることができる。ここで、一般に、 $1 \leq L \leq M$ である。コードワードは、送信側局においてデータ・ブロックをエンコードすることにより得ることができ、そして受信側局により別々にデコードされることができる。データ・ブロックは、しかも、コード・ブロック、輸送ブロック、パケット、プロトコル・データ・ユニット(PDU: protocol data unit)、等とも呼ばれることができる。コードワードは、エンコードされたブロック、コード化されたパケット、等、とも同様に呼ばれることができる。L個のデータ・ブロックは、別々にエンコードされて、L個のコードワードを得ることができる。データ・ブロックとコードワードとの間に1対1のマッピングがある。ノードB110は、1又はそれより多くの選択したバーチャル・アンテナを介して各コードワードを送ることができる。

【0036】

図5Aは、層置換を用いないM = 4のバーチャル・アンテナからL = 4のコードワードを送信するデザインを示し、それは、しかもバーチャル・アンテナ当たりの選択的レート制御(S-PVARC: selective per virtual antenna rate control)とも呼ばれることができる。このデザインでは、コードワード1, 2, 3と4は、各バーチャル・アンテナから1つのコードワードで、それぞれバーチャル・アンテナ1, 2, 3と4から送られる。M個のバーチャル・アンテナは、異なるSINRを有することができる。適したMCSは、そのコードワードに対して使用されたバーチャル・アンテナのSINRに基づいて各コードワードに対して選択されることができる。各コードワードは、そのコードワードに対して選択したMCSに基づいて送られることができる。

【0037】

図5Bは、層置換を用いてM = 4のバーチャル・アンテナからL = 4のコードワードを

送信するデザインを示し、それは、しかも選択的バーチャル・アンテナ置換 (S - V A P : selective virtual antenna permutation) と呼ばれることができる。このデザインでは、各コードワードは、サブキャリアとバーチャル・アンテナにコードワードをマッピングするマッピング・パターンに基づいて全ての4つのバーチャル・アンテナから送られることができる。図5 Bに示されたデザインでは、各コードワードは、K個のサブキャリアにわたり4つのバーチャル・アンテナをくまなく巡回する。そのように、コードワード 1は、サブキャリア1, 5, 等においてバーチャル・アンテナ1から、サブキャリア2, 6, 等においてバーチャル・アンテナ2から、サブキャリア3, 7, 等においてバーチャル・アンテナ3から、サブキャリア4, 8, 等においてバーチャル・アンテナ4から、送られる。残りのコードワードのそれぞれは、図5 Bに示されるように、同様に、K個のサブキャリアにわたり4つのバーチャル・アンテナをくまなく巡回する。各コードワードは、層置換を用いて全てのM個の選択したバーチャル・アンテナをわたり送られ、そしてそれゆえM個の選択したバーチャル・アンテナの平均S I N Rを観測することができる。好適なM C Sは、平均S I N Rに基づいて選択されることができ、そして各コードワードに対して使用されることができ。

【0038】

層は、送信のために使用する各サブキャリアに対して1つの空間ディメンジョン (spatial dimension) を備えるように規定されることができ、層は、しかも送信層、等、とも呼ばれることができる。M個の空間ディメンジョンは、M個の選択されたバーチャル・アンテナを有する各サブキャリアに対して利用可能であり得る。図5 Aの層置換を用いないと、M個の層が利用可能であり得て、そして各層は、別のバーチャル・アンテナにマッピングされることができ、図5 Bの層置換を用いると、M個の層が利用可能であり得て、そして各層は、全てのM個のバーチャル・アンテナにわたりマッピングされることができ、一般に、各層は、いずれかのマッピングに基づいてサブキャリア及びバーチャル・アンテナにマッピングされることができ、その2つの例が、図5 Aと図5 Bに示される。

【0039】

U E 1 2 0は、R個の復調器2 5 4 aから2 5 4 rからのR個の受信したシンボル・ストリームについてM I M O検出を実行することができ、M個の検出されたシンボル・ストリームを得ることができ、それはM個の選択したバーチャル・アンテナを介して送られたM個のデータ・シンボル・ストリームの推定値である。M I M O検出は、最小平均二乗誤差 (M M S E : minimum mean square error)、ゼロ - フォーシング (Z F : zero-forcing)、最大比統合 (M R C : maximal ratio combining)、最尤法 (M L : maximum likelihood) 検出、球 (sphere) 検出 / デコーディング、又はある別の技術に基づくことができる。U E 1 2 0は、M個のデータ・シンボル・ストリームを処理することができ、ノードB 1 1 0により送られたL個のコードワードに関するL個のデコードされたデータ・ブロックを得ることができる。

【0040】

U E 1 2 0は、S I Cを有するM I M O検出を同様に実行することができる。このケースでは、U E 1 2 0は、M I M O検出を実行することができ、次に検出したシンボル・ストリームを処理して1つのコードワードを復元し、次に復元したコードワードに起因する干渉を推定しそして除去し、そして次に次のコードワードに対して同じ処理を繰り返すことができる。後の方で復元される各コードワードは、少ない干渉しか経験しないことができ、そしてこれゆえ高いS I N Rを観測することができる。S I Cに関して、L個のコードワードは、異なるS I N Rを達成することができる。各コードワードのS I N Rは、(i) 線形M I M O検出によるそのコードワードのS I N R、(i i) コードワードが復元される特定のステージ、及び(i i i) (もしあるならば) 後の方で復元されるコードワードに起因する干渉、に依存することができる。

【0041】

U E 1 2 0は、チャンネル状態情報を送ることができ、U Eへのデータ送信を有するノードB 1 1 0を支援することができる。チャンネル状態情報は、選択したプリコーディング

マトリクス及びM個の選択したバーチャル・アンテナを備えることができる。チャネル状態情報は、しかもM個の選択したバーチャル・アンテナに関する1又はそれより多くのCQIも備えることができる。図5Aに示された層置換なしに関して、UE120は、M個の選択したバーチャル・アンテナのそれぞれに関するCQIを送ることができる。UE120がSICをサポートする場合、M個の選択したバーチャル・アンテナに関するM個のCQIは、SICによるSINR改善を反映することができる。図5Bに示された層置換に関して、UE120は、全てのM個の選択したバーチャル・アンテナに関する平均CQIを送ることができる。UE120がSICをサポートする場合、UE120は、第1のバーチャル・アンテナの後の各バーチャル・アンテナに関するデルタCQIを同様に送ることができる。各バーチャル・アンテナに関するデルタCQIは、そのアンテナに対するSICの使用によるSINR改善を示すことができる。あるいは、UE120は、各バーチャル・アンテナに関するSICによる平均SINR改善を示すことができる1つのデルタCQIを送ることができる。デルタCQIは、しかも、差分CQI、空間的差分CQI、増分(incremental)CQI、等、とも呼ばれることができる。いずれのケースでも、各選択したバーチャル・アンテナに関するCQIを送ることは、結果として高いフィードバック・オーバーヘッドをもたらすことができる。

【0042】

1つの態様では、いずれか1つ又は2つのコードワードは、層置換を使用して1又はそれより多くのバーチャル・アンテナを介して送られることができる。表1は、1つ又は2つのコードワードが1つのデザインにしたがってランク1, 2, 3と4に関してどのようにして送られることができるかについての説明を与える。層の数は、ランクに等しい。

【表1】

表 1

ランク	コード語の数	説明
1	1	最善のバーチャル・アンテナ、例えば、1, 2, 3又は4、を介して1つのコード語を送る
2	2	バーチャル・アンテナの最善の対を介して2つのコード語を、各層に1つのコード語で送る
3	2	最善の3つのバーチャル・アンテナを介して2つのコード語を、1つの層に1つのコード語、2つの層に別の1つのコード語で送る
4	2	最善の4つのバーチャル・アンテナを介して2つのコード語を、2つの層に各コード語で送る

【0043】

図6Aは、ランク1に関する1つのコードワードの送信610を示す。最善のバーチャル・アンテナは、4つの利用可能なバーチャル・アンテナ1, 2, 3と4の中から使用のために選択されることができる。1つの層が利用可能であり、そして選択したバーチャル・アンテナ、それは図6Aに示された例ではバーチャル・アンテナ3である、にマッピングされる。1つのコードワードは、1つの層において、そして1つの選択したバーチャル・アンテナを介して送られる。

【0044】

図6Bは、ランク2に関する2つのコードワード620の送信を示す。バーチャル・アンテナの最善の対{1, 2}、{1, 3}、{1, 4}、{2, 3}、{2, 4}又は{3, 4}が、4つの利用可能なバーチャル・アンテナの中から使用のために選択されることができる。図6Bに示された例では、バーチャル・アンテナ2と4が、選択したバーチャル・アンテナを介して送られる。

ャル・アンテナである。2つの層が利用可能であり、そして層置換を用いて2つの選択したバーチャル・アンテナにマッピングされることができ、それは図6Bではシェーディングで示される。コードワード1は、層1において送られることができ、それは図6Bではシェーディングで示される。コードワード2は、層2において送られることができ、それは図6Bではシェーディングなしで示される。

【0045】

図6Cは、対称層置換を用いてランク3に関する2つのコードワードの送信630を示す。最善の3つのバーチャル・アンテナのセット{1, 2, 3}、{1, 2, 4}、{1, 3, 4}又は{2, 3, 4}は、4つの利用可能なバーチャル・アンテナの中から使用のために選択されることができ、図6Cに示された例では、バーチャル・アンテナ1, 2と4が、選択したバーチャル・アンテナである。3つの層が利用可能であり、そして層置換を用いて3つの選択したバーチャル・アンテナにマッピングされることができ、図6Cに示された例では、層置換は対称的であり、そして各層は巡回して全ての3つの選択したバーチャル・アンテナにマッピングされる。コードワード1は、層1において送られることができ、それは図6Cではシェーディングで示される。コードワード2は、層2と3において送られることができ、それは図6Cではシェーディングなしで示される。コードワード1は1つの層において送られるが、コードワード2が2つの層において送られるので、コードワード2は、コードワード1よりも大きなサイズを有することができる。

【0046】

図6Dは、非対称層置換を用いてランク3に関する2つのコードワードの送信632を示す。図6Dに示された例では、層1は、全ての3つの選択したバーチャル・アンテナにわたりマッピングされ、層2は、バーチャル・アンテナ1と2にマッピングされることができ、そして層3は、バーチャル・アンテナ1と4にマッピングされることができ、コードワード1は、層1において送られることができ、それは図6Dではシェーディングで示される。層1が全ての3つのバーチャル・アンテナにマッピングされるため、コードワード1は、全ての3つの選択したバーチャル・アンテナをわたり送られることができる。コードワード2は、層2と3において送られることができ、それは図6Dではシェーディングなしで示される。層2と3が3つの選択したバーチャル・アンテナのうち2つだけにそれぞれマッピングされたとしても、コードワード2は、全ての3つの選択したバーチャル・アンテナをわたり送られることができる。

【0047】

図6Eは、対称層置換を用いてランク4に関する2つのコードワードの送信640を示す。全ての4つの利用可能なバーチャル・アンテナが使用のために選択されることができ、4つの層が利用可能であり、そして層置換を用いて4つの選択したバーチャル・アンテナにマッピングされることができ、図6Eに示された例では、層置換は対称的であり、そして各層は巡回して全ての4つの選択したバーチャル・アンテナにマッピングされる。コードワード1は、層1と2において送られることができ、それは図6Eではシェーディングで示される。コードワード2は、層3と4において送られることができ、それは図6Eではシェーディングなしで示される。

【0048】

図6Fは、非対称層置換を用いてランク4に関する2つのコードワードの送信642を示す。図6Fに示された例では、層1は、交互のサブキャリア上でバーチャル・アンテナ1と3にマッピングされ、層2は、交互のサブキャリア上でバーチャル・アンテナ2と4にマッピングされ、層3は、交互のサブキャリア上でバーチャル・アンテナ1と3にマッピングされ、そして層4は、交互のサブキャリア上でバーチャル・アンテナ2と4にマッピングされることができ、コードワード1は、層1と2において送られることができ、それは図6Fではシェーディングで示される。層1と2が4つの選択したバーチャル・アンテナのうち2つだけにそれぞれマッピングされたとしても、コードワード1は、全ての4つの選択したバーチャル・アンテナをわたり送られることができる。コードワード2は、層3と4において送られることができ、それは図6Fではシェーディングなしで示さ

れる。層 3 と 4 が 4 つの選択したバーチャル・アンテナのうち 2 つだけにそれぞれマッピングされたとしても、コードワード 2 は、全ての 4 つの選択したバーチャル・アンテナをわたり送られることができる。

【 0 0 4 9 】

図 6 F の非対称層置換は、コードワード置換の一例として考えられることができる。この例では、第 1 のアンテナ・グループは、バーチャル・アンテナ 1 と 2 を含み、そして第 2 のアンテナ・グループは、バーチャル・アンテナ 3 と 4 を含む。コードワード 1 は、交互のサブキャリア上で第 1 のアンテナ・グループ及び第 2 のアンテナ・グループにマッピングされ、そしてコードワード 2 は、同様に交互のサブキャリア上で第 2 のアンテナ・グループと第 1 のアンテナ・グループにマッピングされる。

【 0 0 5 0 】

図 6 B から図 6 F は、2 つ、3 つ及び 4 つの選択したバーチャル・アンテナに関する対称層置換及び非対称層置換の複数の例を示す。一般に、層は、全ての選択したバーチャル・アンテナに対称的にマッピングされる、又は選択したバーチャル・アンテナの全て又はサブセットに非対称的にマッピングされることができる。層置換は、そのコードワードに対して使用される各層がどのようにしてマッピングされることできるかに拘わらず、各コードワードが全ての選択したバーチャル・アンテナに一樣にマッピングされるようにすることである。

【 0 0 5 1 】

バーチャル・アンテナへのコードワードのマッピングは、次のように実行されることできる：

- 1 . 例えば、表 1 に示されるように、M 個の層に L 個のコードワードをマッピングする、
- 2 . 例えば、図 6 B から図 6 F に示されるように、M 個の層を置換する、そして
- 3 . 1 つの置換された層を各選択したバーチャル・アンテナに、M 個の選択したバーチャル・アンテナに M 個の置換した層をマッピングする。

【 0 0 5 2 】

各コードワードが全ての M 個の選択したバーチャル・アンテナをわたり送られる場合、各コードワードは、線形 M I M O 検出を用いて M 個の選択したバーチャル・アンテナの平均 S I N R を観測することができる。U E 1 2 0 は、平均 S I N R に基づいて基本 C Q I を決定することができる。U E 1 2 0 が S I C を実行することができそして 2 つのコードワードがランク 2 又はより高いランクを用いて送られる場合、U E 1 2 0 は、より最近に復元されたコードワードの S I N R と平均 S I N R との間の差異に基づいてデルタ C Q I を決定することができる。デルタ C Q I は、しかも S I C 利得とも呼ばれることがあり、そして 0 d B 又はそれより大きいことできる。U E 1 2 0 が S I C を実行できない場合、平均 S I N R は、U E へ送られる全てのコードワードに対して適用可能であるはずである。U E 1 2 0 は、ノード B 1 1 0 へ基本 C Q I と (適用可能であれば) デルタ C Q I を送ることができる。ノード B 1 1 0 は、基本 C Q I に基づいて第 1 のコードワードを処理することができ (例えば、エンコードしそして変調することができ)、そして基本 C Q I と (適用可能であれば) デルタ C Q I に基づいて第 2 のコードワードを処理することができる。

【 0 0 5 3 】

層置換を用いると、デルタ C Q I は、S I C をサポートする S I C 能力がある U E に対して適用することができるが、S I C をサポートしない S I C 能力がない U E に対して適用できないことできる。C Q I 情報は、S I C 能力がある U E 及び S I C 能力がない U E により様々な方式で送られることできる。

【 0 0 5 4 】

図 7 A は、S I C 能力がある U E 及び S I C 能力がない U E のための C Q I 報告方式を示す。この方式では、同じ C Q I フォーマット 7 1 0 が両方のタイプの U E に対して使用され、そして基本 C Q I フィールド 7 1 2 及びデルタ C Q I フィールド 7 1 4 を含む。フ

フィールド 712 は、全 CQI 値を搬送することができ、そして N_B ビットの長さを有することができる、ここで、 N_B は、4, 5, 6 又はある別の値に等しい可能性がある。フィールド 714 は、デルタ CQI 値を搬送することができ、そして N_D ビットの長さを有することができる、ここで、 N_D は、2, 3, 4 又はある別の値に等しい可能性がある。SIC 能力がある UE は、フィールド 712 において基本 CQI をそしてフィールド 714 においてデルタ CQI を送ることができる。SIC 能力がない UE は、フィールド 712 において基本 CQI をそしてフィールド 714 においてヌル値（例えば、0 dB）を送ることができる。

【0055】

図 7B は、SIC 能力がある UE 及び SIC 能力がない UE のための別の 1 つの CQI 報告方式を示す。この方式では、異なる CQI フォーマット 710 と 720 が 2 つのタイプの UE に対して使用される。CQI フォーマット 710 は、基本 CQI フィールド 712 及びデルタ CQI フィールド 714 を含む、ところが、CQI フォーマット 720 は、基本 CQI フィールド 722 だけを含む。SIC 能力がある UE は、CQI フォーマット 710 のフィールド 712 において基本 CQI をそしてフィールド 714 においてデルタ CQI を送ることができる。SIC 能力がない UE は、CQI フォーマット 720 のフィールド 722 において基本 CQI を送ることができる。UE は、例えば、通話設定の期間にあるパラメータとして又は UE 識別に基づいて、通話の始めにおいて自身の能力を報告することができる。UE は、自身の能力に基づいて CQI フォーマット 710 又は CQI フォーマット 720 のどちらを使用するかを指示されることができる。

【0056】

図 7C は、SIC 能力がある UE 及び SIC 能力がない UE のための別の 1 つの CQI 報告方式を示す。この方式では、同じ CQI フォーマット 710 が 2 つのタイプの UE に対して使用されるが、SIC 能力がある UE 及び SIC 能力がない UE に対して異なるコンテンツを搬送する。SIC 能力がある UE は、フィールド 712 において基本 CQI をそしてフィールド 714 においてデルタ CQI を送ることができる。SIC 能力がない UE は、フィールド 712 において基本 CQI をそしてフィールド 714 において他の情報を送ることができる。SIC 能力がある UE と SIC 能力がない UE は、両方とも、CQI フォーマット 710 の利用可能なビットをより十分に利用する能力があり得る。UE は、通話の開始時に自身の能力を報告することができる。UE は、(i) UE が SIC 能力がある場合、基本 CQI とデルタ CQI、又は (ii) UE が SIC 能力がない場合、基本 CQI と他の情報、のいずれかを送るように命令されることができる。

【0057】

1 つのデザインでは、フィールド 714 において送られる他の情報は、プリコーディングマトリクスのセットから選択されたあるプリコーディングマトリクスを備える。このデザインでは、SIC 能力がある UE は、1 つの プリコーディングマトリクス（例えば、DFT 行列）を用いて動作することができ、そしてその選択した プリコーディングマトリクスに関する情報を送り返す必要がないことができる。SIC 能力がない UE は、プリコーディングマトリクスのセットを用いて動作することができ、そして最高の性能を与える プリコーディングマトリクスを選択しそして送り返すことが可能であり得る。例えば、 $N_D = 3$ の場合、SIC 能力がない UE は、8 個の可能性がある プリコーディングマトリクスのうちの一つを選択することができ、そして 3 ビットを使用して選択した プリコーディングマトリクスを送り返すことができる。別の 1 つのデザインでは、SIC 能力がある UE は、プリコーディングマトリクスの小さなセットを用いて動作することができ、SIC 能力がない UE は、プリコーディングマトリクスのより大きなセットを用いて動作することができ、そしてそのより大きなセットに関する追加のプリコーディング情報は、フィールド 714 において送られることができる。一般に、フィールド 714 は、プリコーディング情報（例えば、プリコーディングマトリクス、プリコーディング・ベクトル、等に関する）、SINR 情報（例えば、平均 SINR、差分 SINR、等）、及び / 又は他の情報を送るために使用されることができる。SIC 能力がある UE は、ランク 1 が選択されそ

してデルタCQIが利用可能でないとき、フィールド714において他の情報（例えば、SIC能力がないUEにより送られるはずの情報のうちのいずれか）を同様に送ることができる。

【0058】

SIC能力があるUEに関して、基本CQIは、空間チャネル平均化パラメータと考えられることができ、そしてデルタCQIは、SIC利得パラメータと考えられることができる。層置換は、L個のコードワードに関するL個の別個のチャネルに依存するCQIを類似の全能力を有するSIC利得パラメータ及び空間チャネル平均化パラメータへと基本的には変換する。空間チャネル平均化パラメータとSIC利得パラメータは、別個のチャネルに依存するCQIよりも時間及び周波数においてもっとゆっくりと変化することができる。そのうえ、SIC利得パラメータは、狭い範囲で変化することができ、ところが別個のチャネルに依存するCQI間のギャップは、広い範囲で変化することができる。これらの要因は、空間フィードバックの削減及び時間と周波数フィードバックの潜在的削減を可能にすることができる。

【0059】

基本CQIとデルタCQIフィードバックを用いる層置換の使用は、下記を含む様々な利点を与えることができる：

- 1．フィードバック・オーバーヘッドの削減 - 基本CQIとデルタCQIは、層置換を用いない各コードワードに関する全CQIよりも少ないビットと潜在的に少ない頻度で送られることができる、及び
- 2．CQIが時期に遅れて開始する又はエラーで受信されるとき、若しくはスケジュールされた帯域幅がCQIが推定される帯域幅とは異なるとき、等において、層当たりの空間ダイバーシティの増加による性能向上。

【0060】

様々なコンピュータ・シミュレーションは、異なる動作シナリオ、例えば、異なるチャネル・モデル、異なるCQIフォーマット、異なるCQI報告遅延、異なるスケジュールされた帯域幅対CQI報告帯域幅、等、について、層置換を用いる及び用いない2×2及び4×4MIMO送信に対して実行された。コンピュータ・シミュレーションは、同じフィードバック・オーバーヘッド、例えば、5-ビット基本CQIと2-ビット・デルタCQI、に対して、層置換が層置換のないものを凌駕することを示している。チャネル・ドップラーが中又は大のとき、そしてスケジュールされた帯域幅がCQI報告帯域幅に等しくないときに、性能向上は、大きくなり、その両者は、実際のMIMO動作においてよくあるケースである。

【0061】

図8は、図2のノードB110におけるTXデータ・プロセッサ220及びTX MIMOプロセッサ230のデザインのブロック図を示す。TXデータ・プロセッサ220内で、デマルチプレクサ(Dmux)810は、データ・ソース212からデータを受信し、そのデータを並列で送られるようにL個のデータ・ブロックへと逆多重化し、そしてL個のデータ・ブロックをL個の処理セクション820aから820lに与えることができる、ここで、L=1である。

【0062】

処理セクション820a内で、エンコーダ822aは、コーディング方式にしたがって自身のデータ・ブロックをエンコードすることができ、そしてコードワード1を与える。コーディング方式は、畳み込みコード、ターボ・コード、低密度パリティ・チェック(LDPC: low density parity check)コード、巡回冗長チェック(CRC: cyclic redundancy check)コード、ブロック・コード、等、又はそれらの組み合わせ、を含むことができる。エンコーダ822aは、適切なように、パンクチャリング又は繰り返しを同様に実行することができ、所望の数のコード・ビットを得ることができる。スクランブラ824aは、コードワード1に関するスクランプリング・コードに基づいてエンコーダ822aからのコード・ビットをスクランブルすることができる。シンボル・マップ826aは

、変調方式に基づいてスクランブラ 8 2 4 a からのスクランブルされたビットをマッピングすることができ、そしてデータ・シンボルを与えることができる。

【0063】

T X データ・プロセッサ 2 2 0 内の各残りの処理セクション 8 2 0 は、自身のデータ・ブロックを同様に処理することができ、そして1つのコードワードに関するデータ・シンボルを与えることができる。各処理セクション 8 2 0 は、自身のコードワードに対して選択された M C S に基づいてエンコーディング及び変調を実行することができる。一般に、M C S は、コーディング方式又はコード・レート、変調方式、パケット・サイズ、データ・レート、及び/又は他のパラメータを示すことができる。

【0064】

T X M I M O プロセッサ 2 3 0 内では、乗算器 8 3 0 a から 8 3 0 l は、L 個のコードワードに関して、それぞれ処理セクション 8 2 0 a から 8 2 0 l からのデータ・シンボルを受信することができる。各乗算器 8 3 0 は、自身のコードワードに対して所望の送信出力を実現するために選択した利得 G を用いて自身のデータ・シンボルをスケーリングすることができる。コードワードマッパ 8 3 2 は、例えば、図 6 A から図 6 F に示されたように、L 個のコードワードに関するデータ・シンボルを M 個の層にマッピングすることができる。層マッパ 8 3 4 は、例えば、図 6 A から図 6 F に示されたように、M 個の層に関するデータ・シンボル及びパイロット・シンボルを送信のために使用するサブキャリア及びバーチャル・アンテナへマッピングすることができる。コードワードマッパ 8 3 2 及び層マッパ 8 3 4 は、しかも、1つのマッパへと複合されることができる。プリコード 8 3 6 は、各サブキャリアに関するマッピングされたシンボルをプリコーディングマトリクス Uで乗算することができ、そして全てのサブキャリアに関する出力シンボルを与えることができる。プリコード 8 3 6 は、T 個の出力シンボル・ストリームを T 個の変調器 2 3 2 a から 2 3 2 t へ与えることができる。

【0065】

図 9 は、R X M I M O プロセッサ 2 6 0 a 及び R X データ・プロセッサ 2 7 0 a のブロック図を示し、それは、図 2 の U E 1 2 0 における R X M I M O プロセッサ 2 6 0 及び R X データ・プロセッサ 2 7 0 の1つのデザインである。R X M I M O プロセッサ 2 6 0 a 内では、M I M O 検出器 9 1 0 は、R 個の復調器 2 5 4 a から 2 5 4 r から R 個の受信したシンボル・ストリームを得ることができる。M I M O 検出器 9 1 0 は、M M S E、ゼロ・フォーシング、又はある別の技術に基づいて R 個の受信したシンボル・ストリームに M I M O 検出を実行することができる。M I M O 検出器 9 1 0 は、M 個の選択したバーチャル・アンテナのために M 個の検出したシンボル・ストリームを与えることができる。層デマッパ 9 1 2 は、M 個の検出したシンボル・ストリームを受信し、図 8 の層マッパ 8 3 4 により実行されたマッピングと相補的な方法でデマッピングを実行し、そして M 個の層に関する M 個のデマッピングされたシンボル・ストリームを与えることができる。コードワードデマッパ 9 1 4 は、M 個の層に関する M 個のデマッピングされたシンボル・ストリームをデマッピングすることができ、そして L 個のコードワードに関する M 個のデマッピングされたシンボル・ストリームを与えることができる。層デマッパ 9 1 2 及びコードワードデマッパ 9 1 4 は、同様に、1つのデマッパへと複合されることができる。

【0066】

図 9 に示されるデザインでは、R X データ・プロセッサ 2 7 0 a は L 個のコードワードに対する処理セクション 9 2 0 a から 9 2 0 l を含む。各処理セクション 9 2 0 は、1つのコードワードに関する1つのデマッピングされたシンボル・ストリームを受信しそして処理することができ、そして対応するデコードされたデータ・ブロックを与えることができる。コードワード 1 に対する処理セクション 9 2 0 a 内では、シンボルデマッパ 9 2 2 a は、例えば、コードワード 1 に対して使用された変調方式とデマッピングされたシンボルに基づいてコードワード 1 に関する送信されたコード・ビットに対して対数尤度比 (L L R : log-likelihood ratio) を計算することにより、自身のデマッピングされたシンボル・ストリームについてシンボル・デマッピングを実行することができる。デスクランブ

ラ 9 2 4 a は、コードワード 1 に対するスクランプリング・コードに基づいてシンボルデマッパ 9 2 2 a からの LLR をデスクランブルすることができる。デコーダ 9 2 6 a は、デスクランブルされた LLR をデコードすることができ、そしてコードワード 1 に関するデコードされたデータ・ブロックを与えることができる。

【 0 0 6 7 】

R X データ・プロセッサ 2 7 0 a 内の各残りの処理セクション 9 2 0 は、自身のデマッピングされたシンボル・ストリームを同様に処理することができ、そして対応するデコードされたデータ・ブロックを与えることができる。処理セクション 9 2 0 a から 9 2 0 1 は、L 個のコードワード に関する L 個のデコードされたデータ・ブロックを与えることができる。マルチプレクサ (M u x) 9 3 0 は、L 個のデコードされたデータ・ブロックを多重化することができ、そしてデコードされたデータを与えることができる。

【 0 0 6 8 】

図 1 0 は、R X M I M O プロセッサ 2 6 0 b 及び R X データ・プロセッサ 2 7 0 b のブロック図を示し、それは、図 2 の U E 1 2 0 における R X M I M O プロセッサ 2 6 0 及び R X データ・プロセッサ 2 7 0 の別の 1 つのデザインである。プロセッサ 2 6 0 b と 2 7 0 b は、S I C を実行し、1 回に 1 つのコードワード を復元し、そしてそれぞれの復元したコードワード から干渉を推定し、除去する。

【 0 0 6 9 】

最初に復元されるコードワード 1 に対するステージ 1 内では、M I M O 検出器 1 0 1 0 a は、R 個の復調器 2 5 4 a から 2 5 4 r から R 個の受信したシンボル・ストリームを得ることができる。M I M O 検出器 1 0 1 0 a は、(例えば、M M S E 技術に基づいて) R 個の受信したシンボル・ストリームに M I M O 検出を実行することができ、そして M 個の選択したバーチャル・アンテナに対して M 個の検出したシンボル・ストリームを与えることができる。層及びコードワード デマッパ 1 0 1 2 a は、M 個の検出したシンボル・ストリームをデマッピングすることができ、そしてコードワード 1 に関する 1 つのデマッピングされたシンボル・ストリームを与えることができる。処理セクション 1 0 2 0 a は、図 9 の処理セクション 9 2 0 a に関して上に記述したように、デマッピングされたシンボル・ストリームについてシンボル・デマッピング、デスクランプリング、そしてデコーディングを実行することができ、そしてコードワード 1 に関するデコードされたデータ・ブロックを与えることができる。

【 0 0 7 0 】

コードワード 1 が正しくデコードされる場合、処理セクション 1 0 2 2 a は、図 8 のノード B 1 1 0 における処理セクション 8 2 0 a と同じ方法でデコードされたデータ・ブロックをエンコードし、スクランブルし、そしてシンボル・マッピングすることができて、コードワード 1 に関するデータ・シンボルを再生成することができる。T X M I M O プロセッサ 1 0 1 4 a は、図 8 の T X M I M O プロセッサ 2 3 0 と同じ方法でコードワード 1 に関するデータ・シンボルに空間処理を実行することができる。干渉推定器 1 0 1 6 a は、T X M I M O プロセッサ 1 0 1 4 a からのマッピングされたデータ・シンボル及びチャネル推定値に基づいてコードワード 1 に起因する干渉を推定することができる。干渉減算ユニット 1 0 1 8 a は、R 個の受信したシンボル・ストリームから推定した干渉を減算することができ、そして次のステージに対する R 個の入力シンボル・ストリームを与えることができる。

【 0 0 7 1 】

2 番目に復元されるコードワード 2 に対するステージ 2 内で、M I M O 検出器 1 0 1 0 b は、ステージ 1 のユニット 1 0 1 8 a から R 個の入力シンボル・ストリームを得ることができ、(例えば、M M S E 技術に基づいて) R 個の入力シンボル・ストリームに M I M O 検出を実行することができ、そして M 個の選択したバーチャル・アンテナに対して M 個の検出したシンボル・ストリームを与えることができる。層及びコードワード デマッパ 1 0 1 2 b は、M 個の検出したシンボル・ストリームをデマッピングすることができ、そしてコードワード 2 に関する 1 つのデマッピングされたシンボル・ストリームを与えること

ができる。処理セクション 1020b は、デマッピングされたシンボル・ストリームについて、シンボル・デマッピング、デスクランプリング、そしてデコーディングを実行することができ、そしてコードワード 2に関するデコードされたデータ・ブロックを与えることができる。

【0072】

2 又はそれより多くのコードワードが並列に送られる場合、ステージ 1 の後の各ステージは、前のステージから R 個の入力シンボル・ストリームを受信し、ステージ 1 と類似の方法で入力シンボル・ストリームを処理することができ、そしてそのステージにより復元されようとしているコードワードに関するデコードされたデータ・ブロックを与えることができる。コードワードが正しくデコードされる場合、コードワードに起因する干渉は、推定されることができ、そのステージに関する R 個の入力シンボル・ストリームから減算されることができ、次のステージに対する R 個の入力シンボル・ストリームを得ることができる。最終ステージは、干渉推定及び干渉除去を省略することができる。

【0073】

図 11 は、MIMO 送信を送るためのプロセス 1100 のデザインを示す。プロセス 1100 は、ノード B、UE、又はある別の送信側局により実行されることができる。複数のコードワードは、MIMO 送信のためのマルチプル (multiple) アンテナからの送信のために生成されることができ、コードワードの数は、アンテナの数よりも少ない (ブロック 1112)。一般に、アンテナは、プリコーディングマトリクス、物理アンテナ、等、に基づいて形成されるバーチャル・アンテナに対応することができる。マルチプル・アンテナは、複数の利用可能なアンテナから選択されることができる。複数のコードワードのそれぞれは、マルチプル・アンテナにわたりマッピングされることができ (ブロック 1114)。各コードワードは、マルチプル・アンテナにわたり一様にマッピングされることができ、その結果、コードワードの相等しい部分がマルチプル・アンテナのそれぞれにマッピングされる。例えば、各コードワードは、例えば、図 6C 又は図 6E に示されたように、複数のサブキャリア上でマルチプル・アンテナにわたり巡回してマッピングされることができ。

【0074】

1 つのデザインでは、第 1 及び第 2 のコードワードを備える 2 つのコードワードが、生成されることができ。ランク 3 に関して、第 1 のコードワードは、3 つのアンテナにわたり、そして各サブキャリア上で 1 つのアンテナにマッピングされることができ。第 2 のコードワードは、3 つのアンテナにわたり、そして各サブキャリア上で 2 つのアンテナにマッピングされることができ。ランク 4 に関して、各コードワードは、4 つのアンテナにわたり、そして各サブキャリア上で 2 つのアンテナにマッピングされることができ。

【0075】

1 つのデザインでは、各コードワードは、複数の層のうちの少なくとも 1 つにマッピングされることができ。複数の層は、次に、例えば、複数のサブキャリア上でマルチプル・バーチャル・アンテナにわたり巡回して各層をマッピングすることにより、マルチプル・バーチャル・アンテナにマッピングされることができ。第 1 及び第 2 のコードワードを備える 2 つのコードワードが、生成されることができ。ランク 3 に関して、第 1 のコードワードは、3 つの層のうちの 1 つにマッピングされることができ、第 2 のコードワードは、3 つの層のうちの残りの 2 つにマッピングされることができ、そしてその 3 つの層は、3 つのバーチャル・アンテナにマッピングされることができ。ランク 4 に関して、各コードワードは、4 つの層のうちの 2 つにマッピングされることができ、そして 4 つの層は、4 つのバーチャル・アンテナにマッピングされることができ。

【0076】

図 12 は、MIMO 送信を送るための装置 1200 のデザインを示す。装置 1200 は、MIMO 送信のためにマルチプル・アンテナからの送信のための複数のコードワードを生成するための手段を含み、コードワードの数は、アンテナの数よりも少ない (モジュ-

ル 1 2 1 2)、そして複数のコードワードのそれぞれをマルチプル・アンテナにわたりマッピングするための手段 (モジュール 1 2 1 4)、を含む。

【 0 0 7 7 】

図 1 3 は、M I M O 送信を受信するためのプロセス 1 3 0 0 のデザインを示す。プロセス 1 3 0 0 は、ノード B、U E、又はある別の受信側局により実行されることができる。マルチプル・アンテナを介して送られる複数のコードワードを備える M I M O 送信が、受信されることができ、各コードワードはマルチプル・アンテナにわたりマッピングされ、そしてコードワードの数は、アンテナの数よりも少ない (ブロック 1 3 1 2)。デマッピングは、マルチプル・アンテナからの各コードワードに対して実行されることができる (ブロック 1 3 1 4)。各デマッピングされたコードワードは、デコードされることができ、対応するデコードされたデータ・ブロックを得ることができる (ブロック 1 3 1 6)。

【 0 0 7 8 】

1 つのデザインでは、M I M O 送信は、第 1 及び第 2 のコードワードを備えることができる。ランク 3 に関して、デマッピングは、(i) 3 つのバーチャル・アンテナからのそして複数のサブキャリアのそれぞれの上で 1 つのバーチャル・アンテナからの第 1 のコードワード、及び (i i) 3 つのバーチャル・アンテナからのそして各サブキャリア上で 2 つのバーチャル・アンテナからの第 2 のコードワード、に対して実行されることができる。ランク 4 に関して、デマッピングは、4 つのバーチャル・アンテナからのそして各サブキャリア上で 2 つのバーチャル・アンテナからの各コードワードに対して実行されることができる。

【 0 0 7 9 】

M I M O 検出は、複数の受信したシンボル・ストリームに実行されることができて、マルチプル・アンテナに関する複数の検出されたシンボル・ストリームを得ることができる。1 つのデザインでは、複数の検出されたシンボル・ストリームは、複数のコードワードに関する複数のデマッピングされたシンボル・ストリームを得るためにデマッピングされることができる。各デマッピングされたシンボル・ストリームは、次にデコードされることができ、1 つのコードワードに関するデコードされたデータ・ブロックを得ることができる。別の 1 つのデザインでは、複数の検出されたシンボル・ストリームは、デマッピングされることができて、複数の層に関する複数の第 1 のデマッピングされたシンボル・ストリームを得ることができる。複数の第 1 のデマッピングされたシンボル・ストリームは、さらにデマッピングされることができて、複数のコードワードに関する複数の第 2 のデマッピングされたシンボル・ストリームを得ることができる。各第 2 のデマッピングされたシンボル・ストリームは、次に、デコードされることができて、1 つのコードワードに関するデコードされたデータ・ブロックを得ることができる。

【 0 0 8 0 】

図 1 4 は、M I M O 送信を受信するための装置 1 4 0 0 のデザインを示す。装置 1 4 0 0 は、マルチプル・アンテナを介して送られた複数のコードワードを備える M I M O 送信を受信するための手段を含み、各コードワードはマルチプル・アンテナにわたりマッピングされ、そしてコードワードの数はアンテナの数よりも少ない (モジュール 1 4 1 2)、マルチプル・アンテナからの各コードワードをデマッピングするための手段 (モジュール 1 4 1 4)、及び各デマッピングされたコードワードをデコーディングして対応するデコードされたデータ・ブロックを得るための手段 (モジュール 1 4 1 6) を含む。

【 0 0 8 1 】

図 1 5 は、C Q I を決定するためのプロセス 1 5 0 0 のデザインを示す。プロセス 1 5 0 0 は、U E、ノード B、等、により実行されることができる。M I M O 送信のために使用するマルチプル・アンテナに関する平均信号品質を表す基本 C Q I は、決定されることができる (ブロック 1 5 1 2)。M I M O 送信に関する平均信号品質に対する改善を表すデルタ C Q I が、同様に決定されることができる (ブロック 1 5 1 4)。基本 C Q I は、S I N R 値、変調方式及びコーディング方式、パケット・フォーマット、輸送フォーマット、レート、等、を備えることができる。デルタ C Q I は、基本 C Q I に対する変化を備

えることができる。

【0082】

S I C能力があるU Eに関して、デルタC Q Iは、M I M O送信の検出のためのS I Cの使用に基づいて決定されることができる。デルタC Q Iは、第1のコードワードから干渉を除去した後の第2のコードワードに関する信号品質の改善を表すことができる。M I M O送信がランク1を有する場合に、デルタC Q Iは、ヌル値に設定されることができる。S I C能力がないU Eに関して、そして同様にランクが1であるときのS I C能力があるU Eに関して、S I CがM I M O送信の検出のために使用されない場合、又はランクが1である場合に、デルタC Q Iは、ヌル値に設定されることができる。プリコーディング情報及び/又は他の情報は、しかも、デルタC Q Iのために通常使用されるビットを使用して送られることができ、そして複数のプリコーディングマトリクスの中から選択した1つのプリコーディングマトリクス及び/又は他の情報を示すことができる。

【0083】

1つのデザインでは、M I M O送信は、第1及び第2のコードワードを備えることができる。ランク3に関して、基本C Q Iは、3つのバーチャル・アンテナに関する平均信号品質に基づいて決定されることができる。ランク4に関して、基本C Q Iは、4つのバーチャル・アンテナに関する平均信号品質に基づいて決定されることができる。ランク3とランク4の両方に関して、デルタC Q Iは、第1のコードワードから干渉を除去した後の第2のコードワードに関する信号品質の改善に基づいて決定されることができる。

【0084】

図16は、C Q Iを決定するための装置1600のデザインを示す。装置1600は、M I M O送信のために使用するマルチプル・アンテナに関する平均信号品質を表す基本C Q Iを決定するための手段(モジュール1612)、及びM I M O送信に関する平均信号品質に対する改善を表すデルタC Q Iを決定するための手段(モジュール1614)を含む。

【0085】

図17は、ランク/コードワード選択を実行するためのプロセス1700のデザインを示す。プロセス1700は、U E、ノードB、等、により実行されることができる。マルチプル送信順に関する性能測定規準値は、各送信順に関するペナルティー係数を使用して決定されることができ、各送信順は送信に関するコードワードの異なる数又は異なるランクに対応し、そして送信順が高いほど大きなペナルティー係数に関係付けられる(ブロック1712)。M I M O送信に関する送信順は、マルチプル送信順に関する性能測定規準値に基づいて選択されることができる(ブロック1714)。

【0086】

1つのデザインでは、各送信順は、別のランクに対応することができる。このケースでは、性能測定規準値は、複数のランクに関する複数の仮説に対して決定されることができ、例えば、図3に示されるように、各仮説は少なくとも1つのアンテナの異なるセットに対応する。最大の性能測定規準値を有する仮説に対応するランク及び少なくとも1つのアンテナのセットが、M I M O送信のために選択されることができる。各仮説に関する性能測定規準値は、その仮説に対する少なくとも1つのアンテナのセットについての全能力又はある別の測定規準に関係することができる。

【0087】

1つのデザインでは、性能測定規準値は、第1のペナルティー係数を使用してランク1についての複数の第1の仮説のそれぞれに対して決定されることができる。各第1の仮説は、マルチプル・アンテナのうちの異なるアンテナに対応することができる。第1のペナルティー係数は、ゼロである又はゼロでないことができる。性能測定規準値は、第2のペナルティー係数を使用してランク2についての複数の第2の仮説のそれぞれに対して決定されることができる。各第2の仮説は、マルチプル・アンテナの異なる対に対応することができる。第2のペナルティー係数は、第1のペナルティー係数に等しい又はそれよりも大きいことができる。性能測定規準値は、第3のペナルティー係数を使用してランク3に

ついでに複数の第3の仮説のそれぞれに対して決定されることができる。各第3の仮説は、3つのアンテナの異なるセットに対応することができる。第3のペナルティ係数は、第2のペナルティ係数に等しい又はそれよりも大きいことができる。性能測定規準値は、第4のペナルティ係数を使用してランク4についての第4の仮説に対して決定されることができる。第4の仮説は、4つのアンテナのセットに対応することができる。第4のペナルティ係数は、第3のペナルティ係数に等しい又はそれよりも大きいことができる。表1に示されたデザインに関して、1つのコードワードがランク1に対して送られ、そして2つのコードワードがランク2、3又は4に対して送られる。ランク2、3及び4に対する第2、第3及び第4のペナルティ係数は、互いに等しいことがあり、そしてランク1に対する第1のペナルティ係数よりも大きいことができる。このケースでは、ランク選択は、異なる数のコードワードに対して異なるペナルティ係数を用いて基本的に実行される。一般に、各送信順が異なるランクに対応するとき、任意の数のコードワードが各ランクに対して送られることができる。

【0088】

別の1つのデザインでは、各送信順は、異なる数のコードワードに対応することができる。このケースでは、性能測定規準値は、任意の方式を使用して異なる数のコードワードに対して決定されることができる。最大の性能測定規準値を有する複数のコードワードが、MIMO送信のために選択されることができる。一般に、各送信順が異なる数のコードワードに対応するとき、任意のランクがデータ送信のために使用されることができ、そしてデータ送信のために使用するランクは、任意の方法で決定されることができる。

【0089】

図18は、ランク/コードワード選択を実行するための装置1800のデザインを示す。装置1800は、各送信順に関するペナルティ係数を使用してマルチプル送信順に関する性能測定規準値を決定するための手段、ここで、送信順が高いほど大きなペナルティ係数に関係付けられる(モジュール1812)、及びマルチプル送信順に関する性能測定規準値に基づいてMIMO送信に関する送信順を選択するための手段(モジュール1814)を含む。

【0090】

図12、14、16及び18のモジュールは、プロセッサ、電子デバイス、ハードウェア・デバイス、電子コンポーネント、論理回路、メモリ、等、又はそれらの任意の組み合わせ、を備えることができる。

【0091】

情報及び信号が、様々な異なる技術及び技法のいずれかを使用して表わされることができることを、当業者は、理解するはずである。例えば、上記の説明の全体を通して参照されることができる、データ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、及びチップは、電圧、電流、電磁波、磁場又は磁力粒子、光場又は光粒子、若しくはこれらの任意の組み合わせによって表わされることができる。

【0092】

本明細書の開示に関連して説明された様々な例示的な論理ブロック、モジュール、及びアルゴリズムのステップが、電子ハードウェア、コンピュータ・ソフトウェア又は両者の組み合わせとして与えられることができることを、当業者は、さらに認識するはずである。ハードウェアとソフトウェアのこの互換性を明確に説明するために、様々な例示的な複数のコンポーネント、ブロック、モジュール、回路、及びステップが、それらの機能性の面から一般的に上に説明されてきている。そのような機能性が、ハードウェア又はソフトウェアとして与えられるかどうかは、特定のアプリケーション及びシステム全体に課せられた設計の制約に依存する。知識のある者は、説明された機能性をそれぞれの特定のアプリケーションに対して違ったやり方で実行することができる。しかし、そのような実行の判断は、開示された方法の範囲からの逸脱を生じさせるように解釈されるべきではない。

【0093】

本明細書の開示に関連して述べられた、様々な例示的な論理ブロック、モジュール、及

び回路は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ（DSP：digital signal processor）、用途特定集積回路（ASIC：application specific integrated circuit）、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ（FPGA：field programmable gate array）又は他のプログラマブル論理デバイス、ディスクリート・ゲート論理回路又はトランジスタ論理回路、ディスクリート・ハードウェア・コンポーネント、又は本明細書中で説明された機能を実行するために設計されたこれらのいずれかの組み合わせで、与えられる又は実行されることができる。汎用プロセッサは、マイクロプロセッサであり得るが、しかし代わりに、プロセッサは、いずれかの従来型のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、又はステート・マシンであり得る。プロセッサは、しかも、演算装置の組み合わせとして与えられることができ、例えば、DSPとマイクロプロセッサとの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサの組み合わせ、DSPコアとともに1又はそれより多くのマイクロプロセッサの組み合わせ、若しくはいずれかの別のそのような構成の組み合わせ、であり得る。

【0094】

本明細書の開示に関連して説明された方法又はアルゴリズムのステップは、ハードウェアにおいて、プロセッサにより実行されるソフトウェア・モジュールにおいて、又は両者の組み合わせにおいて直接実現されることができる。ソフトウェア・モジュールは、RAMメモリ、フラッシュ・メモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、ハード・ディスク、脱着可能なディスク、CD-ROM、又はこの技術において公知のいずれかの他の記憶媒体の中に存在できる。ある具体例の記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み出し、そこに情報を書き込めることができるようにプロセッサと接続される。プロセッサ及び記憶媒体は、ASIC中に存在できる。ASICは、ユーザ端末中に存在できる。あるいは、プロセッサ及び記憶媒体は、ユーザ端末中に単体素子として存在できる。

【0095】

1又はそれより多くの具体例の設計では、説明された機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はそれらのいずれかの組み合わせにおいて実装されることができる。ソフトウェアで実装される場合、機能は、コンピュータ読取り可能な媒体に1又はそれより多くの命令又はコードとして記憶されることができる、又はそれを介して送信されることができる。コンピュータ読取り可能な媒体は、コンピュータ記憶媒体、及び1つの場所から別の場所へコンピュータ・プログラムの伝達を容易にする任意の媒体を含む通信媒体、の両方を含む。記憶媒体は、汎用コンピュータ又は特殊用途コンピュータによりアクセスされることが可能な任意の利用可能な媒体であり得る。例として、そして限定ではなく、そのようなコンピュータ読取り可能な媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM、若しくは別の光ディスク記憶装置、磁気ディスク記憶装置、又は他の磁気記憶デバイス、あるいは、命令又はデータ構造の形式で所望のプログラム・コード手段を搬送する又は記憶するために使用されることが可能であり、そして汎用又は特殊用途コンピュータ若しくは汎用又は特殊用途プロセッサによりアクセスされることが可能な任意の他の媒体、を備えることができる。しかも、いずれかの接続は、コンピュータ読取り可能な媒体を適正に名付けられる。例えば、ソフトウェアがウェブサイト、サーバ、若しくは、同軸ケーブル、光ファイバ・ケーブル、電線（twisted pair）、デジタル加入者回線（DSL：digital subscriber line）、又は赤外線、無線、及びマイクロ波のような無線技術を使用する他の遠隔ソース、から送信される場合、同軸ケーブル、光ファイバ・ケーブル、電線、DSL、又は赤外線、無線、及びマイクロ波のような無線技術は、媒体の定義に含まれる。本明細書中で使用されるように、ディスク（disk）とディスク（disc）は、コンパクト・ディスク（disc）（CD）、レーザー・ディスク（disc）、光ディスク（disc）、デジタル・バーサタイル・ディスク（disc）（DVD）、フロッピー（登録商標）ディスク（disk）、及びブルー・レイ・ディスク（disc）を含み、ここで、ディスク（disk）は、通常磁氣的にデータを再生する、ところが、ディスク（disc）はレーザーを用いて光学的にデータを再生する。上記の組み合わせは、コンピュータ読取り可能な媒

体の範囲に同様に含まれるはずである。

【0096】

本明細書のこれまでの説明は、当業者が、本発明を作成する又は使用することを可能にするために提供される。本明細書への様々な変形は、当業者に容易に明白にされるであろう。そして、ここで規定された一般的な原理は、本明細書の精神又は範囲から逸脱することなく別の変形に適用されることがでる。それゆえ、本発明は、本明細書中に記述された例及び設計に制限するように意図したものではなく、本明細書中に開示した原理及び新奇的な機能と整合する最も広い範囲に適用されるものである。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信のための装置、前記装置は、

マルチプル(multiple)アンテナからの送信のために複数のコードワードを生成するように構成され、前記コードワードの数は前記アンテナの数よりも少ない、及び前記マルチプル・アンテナにわたり前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングするように構成された少なくとも1つのプロセッサ、

前記少なくとも1つのプロセッサに接続されたメモリ、
を具備する装置。

【請求項2】

前記少なくとも1つのプロセッサは、前記コードワードの相等しい部分が前記マルチプル・アンテナのそれぞれにマッピングされるように、前記マルチプル・アンテナにわたり一様に各コードワードをマッピングするように構成される、請求項1の装置。

【請求項3】

前記少なくとも1つのプロセッサは、複数のサブキャリア上で、前記マルチプル・アンテナにわたり巡回して各コードワードをマッピングするように構成される、請求項1の装置。

【請求項4】

前記少なくとも1つのプロセッサは、第1及び第2のコードワードを備える2つのコードワードを生成するように構成され、3つのアンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で1つのアンテナに前記第1のコードワードをマッピングするように構成され、及び前記3つのアンテナにわたり、そして前記複数のサブキャリアのそれぞれの上で2つのアンテナに前記第2のコードワードをマッピングするように構成される、請求項1の装置。

【請求項5】

前記少なくとも1つのプロセッサは、第1及び第2のコードワードを備える2つのコードワードを生成するように構成され、4つのアンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で2つのアンテナに前記第1のコードワードをマッピングするように構成され、及び前記4つのアンテナにわたり、そして前記複数のサブキャリアのそれぞれの上で2つのアンテナに前記第2のコードワードをマッピングするように構成される、請求項1の装置。

【請求項6】

前記マルチプル・アンテナは、プリコーディングマトリクスに基づいて形成されるマルチプル・バーチャル(virtual)アンテナに対応する、請求項1の装置。

【請求項7】

前記少なくとも1つのプロセッサは、複数の層のうち少なくとも1つに前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングするように構成され、及び前記マルチプル・バーチャル

ル・アンテナに前記複数の層をマッピングするように構成される、請求項 6 の装置。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、複数のサブキャリア上で、前記マルチプル・バーチャル・アンテナにわたり巡回して各層をマッピングするように構成される。請求項 7 の装置。

【請求項 9】

前記マルチプル・アンテナは、プリコーディングマトリクスに基づいて形成される 3 つのバーチャル・アンテナを具備する、そしてここにおいて、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、第 1 及び第 2 のコードワードを具備する 2 つのコードワードを生成するように構成され、3 つの層のうち 1 つに前記第 1 のコードワードをマッピングするように構成され、前記 3 つの層のうち残りの 2 つに前記第 2 のコードワードをマッピングするように構成され、及び前記 3 つのバーチャル・アンテナに前記 3 つの層をマッピングするように構成される、請求項 1 の装置。

【請求項 10】

前記マルチプル・アンテナは、プリコーディングマトリクスに基づいて形成される 4 つのバーチャル・アンテナを具備する、そしてここにおいて、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、第 1 及び第 2 のコードワードを具備する 2 つのコードワードを生成するように構成され、4 つの層のうち 2 つに前記第 1 のコードワードをマッピングするように構成され、前記 4 つの層のうち残りの 2 つに前記第 2 のコードワードをマッピングするように構成され、及び前記 4 つのバーチャル・アンテナに前記 4 つの層をマッピングするように構成される、請求項 1 の装置。

【請求項 11】

前記マルチプル・バーチャル・アンテナは、前記プリコーディングマトリクスに基づいて形成される複数の利用可能なバーチャル・アンテナから選択される、請求項 6 の装置。

【請求項 12】

前記マルチプル・アンテナは、マルチプル物理アンテナに対応する、請求項 1 の装置。

【請求項 13】

無線通信のための方法、前記方法は、

マルチプル・アンテナから送信するために複数のコードワードを生成すること、前記コードワードの数は前記アンテナの数よりも少ない、及び

前記マルチプル・アンテナにわたり前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングすること、
を具備する方法。

【請求項 14】

前記複数のコードワードのそれぞれを前記マッピングすることは、複数のサブキャリア上で前記マルチプル・アンテナにわたり巡回して各コードワードをマッピングすることを具備する、請求項 13 の方法。

【請求項 15】

前記複数のコードワードは、第 1 及び第 2 のコードワードを具備する、そしてここにおいて、前記複数のコードワードのそれぞれを前記マッピングすることは、

3 つのアンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で 1 つのアンテナに前記第 1 のコードワードをマッピングすること、及び

前記 3 つのアンテナにわたり、そして前記複数のサブキャリアのそれぞれの上で 2 つのアンテナに前記第 2 のコードワードをマッピングすること、
を具備する、請求項 13 の方法。

【請求項 16】

前記複数のコードワードは、第 1 及び第 2 のコードワードを具備する、そしてここにおいて、前記複数のコードワードのそれぞれを前記マッピングすることは、

4 つのアンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で 2 つのアンテナに前記第 1 のコードワードをマッピングすること、及び

前記 4 つのアンテナにわたり、そして前記複数のサブキャリアのそれぞれの上で 2 つのアンテナに前記第 2 のコードワードをマッピングすること、
を具備する、請求項 13 の方法。

【請求項 17】

前記複数のコードワードは、第 1 及び第 2 のコードワードを具備し、前記マルチプル・アンテナは、プリコーディングマトリクスに基づいて形成されるマルチプル・バーチャル・アンテナを具備する、そしてここにおいて、前記複数のコードワードのそれぞれを前記マッピングすることは、

3 つの層のうちの 1 つに前記第 1 のコードワードをマッピングすること、

前記 3 つの層のうちの残りの 2 つに前記第 2 のコードワードをマッピングすること、及び
前記 3 つのバーチャル・アンテナに前記 3 つの層をマッピングすること、
を具備する、請求項 13 の方法。

【請求項 18】

前記複数のコードワードは、第 1 及び第 2 のコードワードを具備し、前記マルチプル・アンテナは、プリコーディングマトリクスに基づいて形成される 4 つのバーチャル・アンテナを具備する、そしてここにおいて、前記複数のコードワードのそれぞれを前記マッピングすることは、4 つの層のうちの 2 つに前記第 1 のコードワードをマッピングすること、

前記 4 つの層のうちの残りの 2 つに前記第 2 のコードワードをマッピングすること、及び
前記 4 つのバーチャル・アンテナに前記 4 つの層をマッピングすること、
を具備する、請求項 13 の方法。

【請求項 19】

無線通信のための装置、前記装置は、

マルチプル・アンテナからの送信のために複数のコードワードを生成するための手段、
前記コードワードの数は前記アンテナの数よりも少ない、及び

前記マルチプル・アンテナにわたり前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングするための手段、
を具備する装置。

【請求項 20】

前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングするための前記手段は、複数のサブキャリア上で前記マルチプル・アンテナにわたり巡回して各コードワードをマッピングするための手段を具備する、請求項 19 の装置。

【請求項 21】

前記複数のコードワードは、第 1 及び第 2 のコードワードを具備する、そしてここにおいて、前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングするための前記手段は、

3 つのアンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で 1 つのアンテナに前記第 1 のコードワードをマッピングするための手段、及び

前記 3 つのアンテナにわたり、そして前記複数のサブキャリアのそれぞれの上で 2 つのアンテナに前記第 2 のコードワードをマッピングするための手段、
を具備する、請求項 19 の装置。

【請求項 22】

前記複数のコードワードは、第 1 及び第 2 のコードワードを具備する、そしてここにおいて、前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングするための前記手段は、

4 つのアンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で 2 つのアンテナに前記第 1 のコードワードをマッピングするための手段、及び

前記 4 つのアンテナにわたり、そして前記複数のサブキャリアのそれぞれの上で 2 つのアンテナに前記第 2 のコードワードをマッピングするための手段、
を具備する、請求項 19 の装置。

【請求項 23】

前記複数のコードワードは、第 1 及び第 2 のコードワードを具備し、そして、前記マル

チブル・アンテナは、プリコーディングマトリクスに基づいて形成される3つのバーチャル・アンテナを具備する、そしてここにおいて、前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングするための前記手段は、

3つの層のうちの1つに前記第1のコードワードをマッピングするための手段、

前記3つの層のうちの残りの2つに前記第2のコードワードをマッピングするための手段、及び

前記3つのバーチャル・アンテナに前記3つの層をマッピングするための手段、を具備する、請求項19の装置。

【請求項24】

前記複数のコードワードは、第1及び第2のコードワードを具備し、そして前記マルチプル・アンテナは、プリコーディングマトリクスに基づいて形成される4つのバーチャル・アンテナを具備する、そしてここにおいて、前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングするための前記手段は、

4つの層のうちの2つに前記第1のコードワードをマッピングするための手段、

前記4つの層のうちの残りの2つに前記第2のコードワードをマッピングするための手段、及び

前記4つのバーチャル・アンテナに前記4つの層をマッピングするための手段、を具備する、請求項19の装置。

【請求項25】

機械により実行されるときに、前記機械に下記の動作を実行させる命令を具備するコンピュータ読取り可能な媒体、前記動作は、

マルチプル・アンテナからの送信のために複数のコードワードを生成すること、前記コードワードの数は前記アンテナの数よりも少ない、及び

前記マルチプル・アンテナにわたり前記複数のコードワードのそれぞれをマッピングすること、を含む動作である、コンピュータ読取り可能な媒体。

【請求項26】

無線通信のための装置、前記装置は、

マルチプル・アンテナを介して送られた複数のコードワードを具備する多入力多出力(MIMO)送信を受信するように構成され、各コードワードは前記マルチプル・アンテナにわたりマッピングされる、そして前記コードワードの数は前記アンテナの数よりも少ない、前記マルチプル・アンテナからの各コードワードに関してデマッピングを実行するように構成され、及び各デマッピングされたコードワードをデコードするように構成された、少なくとも1つのプロセッサ、及び

前記少なくとも1つのプロセッサに接続されたメモリ、を具備する装置。

【請求項27】

前記MIMO送信は、プリコーディングマトリクスに基づいて形成される3つのバーチャル・アンテナを介して送られた第1及び第2のコードワードを具備する、そしてここにおいて、前記少なくとも1つのプロセッサは、前記3つのバーチャル・アンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で1つのバーチャル・アンテナからの前記第1のコードワードに関してデマッピングを実行するように構成され、及び前記3つのバーチャル・アンテナにわたり、そして前記複数のサブキャリアのそれぞれの上で2つのバーチャル・アンテナからの前記第2のコードワードに関してデマッピングを実行するように構成される、請求項26の装置。

【請求項28】

前記MIMO送信は、プリコーディングマトリクスに基づいて形成される4つのバーチャル・アンテナを介して送られた2つのコードワードを具備する、そしてここにおいて、前記少なくとも1つのプロセッサは、前記4つのバーチャル・アンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で2つのバーチャル・アンテナからの各コードワード

に関してデマッピングを実行するように構成される、請求項 26 の装置。

【請求項 29】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、複数の受信したシンボル・ストリームについて MIMO 検出を実行して前記マルチプル・アンテナに関する複数の検出されたシンボル・ストリームを取得するように構成され、前記複数の検出されたシンボル・ストリームをデマッピングして前記複数のコードワードに関する複数のデマッピングされたシンボル・ストリームを取得するように構成され、及び各デマッピングされたシンボル・ストリームをデコードして 1 つのコードワードに関するデコードされたデータ・ブロックを取得するように構成される、請求項 26 の装置。

【請求項 30】

前記マルチプル・アンテナは、マルチプル・バーチャル・アンテナに対応する、そしてここにおいて、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、複数の受信したシンボル・ストリームについて MIMO 検出を実行して前記マルチプル・バーチャル・アンテナに関する複数の検出されたシンボル・ストリームを取得するように構成され、前記複数の検出されたシンボル・ストリームをデマッピングして複数の層に関する複数の第 1 のデマッピングされたシンボル・ストリームを取得するように構成され、前記複数の第 1 のデマッピングされたシンボル・ストリームをデマッピングして前記複数のコードワードに関する複数の第 2 のデマッピングされたシンボル・ストリームを取得するように構成され、及び各第 2 のデマッピングされたシンボル・ストリームをデコードして 1 つのコードワードに関するデコードされたデータ・ブロックを取得するように構成される、請求項 26 の装置。

【請求項 31】

無線通信のための方法、前記方法は、

マルチプル・アンテナを介して送られた複数のコードワードを具備する多入力多出力 (MIMO) 送信を受信すること、ここで、各コードワードは前記マルチプル・アンテナにわたりマッピングされる、そして前記コードワードの数は前記アンテナの数よりも少ない、

前記マルチプル・アンテナからの各コードワードに関してデマッピングを実行すること、及び

各デマッピングされたコードワードをデコードすること、を具備する方法。

【請求項 32】

前記 MIMO 送信は、プリコーディングマトリクスに基づいて形成される 3 つのバーチャル・アンテナを介して送られた第 1 及び第 2 のコードワードを具備する、そしてここにおいて、前記デマッピングを実行することは、

前記 3 つのバーチャル・アンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で 1 つのバーチャル・アンテナからの前記第 1 のコードワードに関してデマッピングを実行すること、及び

前記 3 つのバーチャル・アンテナにわたり、そして前記複数のサブキャリアのそれぞれの上で 2 つのバーチャル・アンテナからの前記第 2 のコードワードに関してデマッピングを実行すること、を具備する、請求項 31 の方法。

【請求項 33】

前記 MIMO 送信は、プリコーディングマトリクスに基づいて形成される 4 つのバーチャル・アンテナを介して送られた第 1 及び第 2 のコードワードを具備する、そしてここにおいて、前記デマッピングを実行することは、

前記 4 つのバーチャル・アンテナにわたり、そして複数のサブキャリアのそれぞれの上で 2 つのバーチャル・アンテナからの各コードワードに関してデマッピングを実行すること、を具備する、請求項 31 の方法。

【請求項 34】

無線通信のための装置、前記装置は、

多入力多出力 (MIMO) 送信のために使用されるマルチプル・アンテナに関する平均信号品質を表す基本チャネル品質指標 (CQI) を決定するように構成され、及び前記 MIMO 送信に関する前記平均信号品質に対する改善を表すデルタ CQI を決定するように構成された少なくとも 1 つのプロセッサ、及び

前記少なくとも 1 つのプロセッサに接続されたメモリ、
を具備する装置。

【請求項 35】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記 MIMO 送信の検出のための逐次干渉除去 (SIC) の使用に基づいて前記デルタ CQI を決定するように構成される、請求項 34 の装置。

【請求項 36】

前記 MIMO 送信は、第 1 及び第 2 の コードワード を具備する、そしてここにおいて、前記デルタ CQI は、前記第 1 の コードワード から干渉を除去した後で復元された前記第 2 の コードワード に関する信号品質の改善を表す、請求項 35 の装置。

【請求項 37】

逐次干渉除去 (SIC) が前記 MIMO 送信の検出のために使用されない場合、又は前記 MIMO 送信がランク 1 を有する場合、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記デルタ CQI をヌル値に設定するように構成される、請求項 34 の装置。

【請求項 38】

逐次干渉除去 (SIC) が前記 MIMO 送信の検出のために使用されない場合、又は前記 MIMO 送信がランク 1 を有する場合、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記デルタ CQI の代わりにプリコーディング情報を送るように構成される、請求項 34 の装置。

【請求項 39】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、複数の プリコーディングマトリクス の中から 1 つの プリコーディングマトリクス を選択するように構成され、及び前記プリコーディング情報として前記選択した プリコーディングマトリクス を送るように構成される、請求項 38 の装置。

【請求項 40】

前記 MIMO 送信は、プリコーディングマトリクス に基づいて形成される 3 つのバーチャル・アンテナをわたり送られた第 1 及び第 2 の コードワード を具備する、そしてここにおいて、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記 3 つのバーチャル・アンテナに関する前記平均信号品質に基づいて前記基本 CQI を決定するように構成され、及び前記第 1 の コードワード から干渉を除去した後の前記第 2 の コードワード に関する信号品質の改善に基づいて前記デルタ CQI を決定するように構成される、請求項 34 の装置。

【請求項 41】

前記 MIMO 送信は、プリコーディングマトリクス に基づいて形成される 4 つのバーチャル・アンテナをわたり送られた第 1 及び第 2 の コードワード を具備する、そしてここにおいて、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記 4 つのバーチャル・アンテナに関する前記平均信号品質に基づいて前記基本 CQI を決定するように構成され、及び前記第 1 の コードワード から干渉を除去した後の前記第 2 の コードワード に関する信号品質における改善に基づいて前記デルタ CQI を決定するように構成される、請求項 34 の装置。

【請求項 42】

前記基本 CQI は、信号対雑音及び干渉比 (SINR) 値、変調及びコーディング方式 (MCS)、パケット・フォーマット、伝達フォーマット、及びレートのうち少なくとも 1 つを具備する、請求項 34 の装置。

【請求項 43】

無線通信のための方法、前記方法は、

多入力多出力 (MIMO) 送信のために使用されるマルチプル・アンテナに関する平均信号品質を表す基本チャネル品質指標 (CQI) を決定すること、及び

前記 MIMO 送信に関する前記平均信号品質に対する改善を表すデルタ CQI を決定す

ること、
を具備する方法。

【請求項 4 4】

前記デルタ C Q I を前記決定することは、前記 M I M O 送信の検出のための逐次干渉除去 (S I C) の使用に基づいて前記デルタ C Q I を決定することを具備する、請求項 4 3 の方法。

【請求項 4 5】

逐次干渉除去 (S I C) が前記 M I M O 送信の検出のために使用されない場合、前記デルタ C Q I を前記決定することは、前記デルタ C Q I をヌル値に設定することを具備する、請求項 4 3 の方法。

【請求項 4 6】

前記デルタ C Q I を前記決定することは、
複数の プリコーディングマトリクス の中から 1 つの プリコーディングマトリクス を選択すること、及び

逐次干渉除去 (S I C) が前記 M I M O 送信の検出のために使用されない場合、前記デルタ C Q I の代わりに前記選択した プリコーディングマトリクス を具備するプリコーディング情報を送ること、
を具備する、請求項 4 3 の方法。

【請求項 4 7】

無線通信のための装置、前記装置は、
各送信順に関するペナルティ係数を使用してマルチプル送信順に関する性能測定規準値を決定するように構成され、各送信順は送信のための異なるランク又は異なる数の コードワード に対応しそして送信順が高いほど大きなペナルティ係数に関係付けられる、及び前記マルチプル送信順に関する前記性能測定規準値に基づいて多入力多出力 (M I M O) 送信のための送信順を選択するように構成された少なくとも 1 つのプロセッサ、及び
前記少なくとも 1 つのプロセッサに接続されたメモリ、
を具備する装置。

【請求項 4 8】

各送信順は異なるランクに対応し、そして、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記複数のランクについての複数の仮説 (hypothesis) に関する性能測定規準値を決定するように構成され、各仮説は少なくとも 1 つのアンテナの異なるセットに対応する、及び前記 M I M O 送信に関する最大の性能測定規準値を有する仮説に対応する少なくとも 1 つのアンテナの 1 つのセット及び 1 つのランクを選択するように構成される、請求項 4 7 の装置。

【請求項 4 9】

各仮説に関する前記性能測定規準値は、前記仮説に対する前記少なくとも 1 つのアンテナのセットに関する全能力に関連する、請求項 4 8 の装置。

【請求項 5 0】

各送信順は、異なるランクに対応し、そして、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、第 1 のペナルティ係数を使用してランク 1 についての複数の第 1 の仮説のそれぞれに関する性能測定規準値を決定するように構成され、各第 1 の仮説はマルチプル・アンテナの中で異なるアンテナに対応する、及び第 2 のペナルティ係数を使用してランク 2 についての複数の第 2 の仮説のそれぞれに関する性能測定規準値を決定するように構成され、ここで、各第 2 の仮説は前記マルチプル・アンテナの中で異なるアンテナの対に対応し、前記第 2 のペナルティ係数は前記第 1 のペナルティ係数よりも大きい、請求項 4 7 の装置。

【請求項 5 1】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、第 3 のペナルティ係数を使用してランク 3 についての複数の第 3 の仮説のそれぞれに関する性能測定規準値を決定するように構成される、ここで、各第 3 の仮説は前記マルチプル・アンテナの中で 3 つのアンテナの異なるセッ

トに対応し、前記第3のペナルティ係数は前記第2のペナルティ係수에等しい又はそれよりも大きい、請求項50の装置。

【請求項52】

前記少なくとも1つのプロセッサは、第4のペナルティ係数を使用してランク4についての第4の仮説に関する性能測定規準値を決定するように構成される、ここで、前記第4の仮説は4つのアンテナのセットに対応し、前記第4のペナルティ係数は前記第3のペナルティ係수에等しい又はそれよりも大きい、請求項51の装置。

【請求項53】

各送信順は、異なる数のコードワードに対応し、そして、前記少なくとも1つのプロセッサは、異なる数のコードワードに関する性能測定規準値を決定するように構成され、及び前記MIMO送信のために最大の性能測定規準値を有する複数のコードワードを選択するように構成される、請求項47の装置。

【請求項54】

無線通信のための方法、前記方法は、

各送信順に関するペナルティ係数を使用してマルチプル送信順に関する性能測定規準値を決定すること、各送信順は送信のための異なる数のコードワード又は異なるランクに対応し、そして送信順が高いほどより大きなペナルティ係수에関係付けられる、及び

前記マルチプル送信順に関する前記性能測定規準値に基づいて多入力多出力(MIMO)送信のための送信順を選択すること、
を具備する方法。

【請求項55】

各送信順は異なるランクに対応し、ここにおいて、前記性能測定規準値を前記決定することは、前記複数のランクについての複数の仮説に関する性能測定規準値を決定することを具備する、各仮説は少なくとも1つのアンテナの異なるセットに対応し、そしてここで、前記送信順を前記選択することは、前記MIMO送信のために最大の性能測定規準値を有する仮説に対応する少なくとも1つのアンテナの1つのセット及び1つのランクを選択することを具備する、請求項54の方法。

【請求項56】

各送信順は異なる数のコードワードに対応し、ここにおいて、前記性能測定規準値を前記決定することは、異なる数のコードワードに関する性能測定規準値を決定することを具備する、そしてここにおいて、前記送信順を前記選択することは、前記MIMO送信に関する最大の性能測定規準値を有する複数のコードワードを選択することを具備する、請求項54の方法。