

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-509861  
(P2010-509861A)

(43) 公表日 平成22年3月25日(2010.3.25)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO4J 99/00 (2009.01)		HO4J 15/00		5K022
HO4B 7/04 (2006.01)		HO4B 7/04		5K059

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2009-536433 (P2009-536433)  
 (86) (22) 出願日 平成19年11月6日 (2007.11.6)  
 (85) 翻訳文提出日 平成21年6月15日 (2009.6.15)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/083739  
 (87) 国際公開番号 W02008/058112  
 (87) 国際公開日 平成20年5月15日 (2008.5.15)  
 (31) 優先権主張番号 60/864,581  
 (32) 優先日 平成18年11月6日 (2006.11.6)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

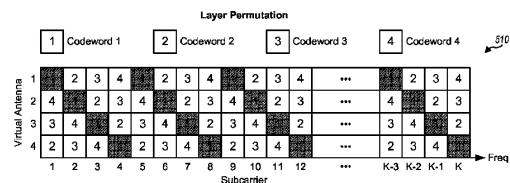
(71) 出願人 595020643  
 クォアルコム・インコーポレイテッド  
 QUALCOMM INCORPORATED  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92  
 121-1714、サン・ディエゴ、モア  
 ハウス・ドライブ 5775  
 (74) 代理人 100058479  
 弁理士 鈴江 武彦  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊  
 (74) 代理人 100091351  
 弁理士 河野 哲  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【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

(57) 【要約】

層置換を用いるMIMO送信をサポートするための技術が記述される。1つの態様では、複数のコード語は、マルチプル・アンテナ（例えば、バーチャル・アンテナ）からの送信のために生成されることができ、コード語の数は、アンテナの数よりも少ない。各コード語は、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。2つのコード語が生成されることができる。ランク3に関して、第1のコード語は、1つの層（又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のコード語は、2つの層（又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、各コード語は、2つの層にマッピングされることができる。別の1つの態様では、平均信号品質を表す基本CQIが決定されることができる。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。さらに別の1つの態様では、選択は、異なるランク又はコード語の数に対して異なるペナルティ係数を用いて実行されることができる。



**【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語を生成するように構成され、前記コード語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語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、前記コード語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語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語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 のコード語を備える 2 つのコード語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 のコード語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 のコード語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 のコード語を備える 2 つのコード語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 のコード語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 のコード語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、プリコーディング行列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、複数の層のうちの少なくとも 1 つに前記複数のコード語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・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、プリコーディング行列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 のコード語を具備する 2 つのコード語を生成するように構成され、3 つの層のうちの 1 つに前記第 1 のコード語をマッピングするように構成され、前記 3 つの層のうちの残りの 2 つに前記第 2 のコード語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、プリコーディング行列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

10

20

30

40

50

、第1及び第2のコード語を具備する2つのコード語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のコード語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のコード語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行列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。

10

【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語を生成すること、前記コード語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語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】

前記複数のコード語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語をマッピングすることを具備する、請求項13の方法。

20

【請求項15】

前記複数のコード語は、第1及び第2のコード語を具備する、そしてここにおいて、前記複数のコード語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のコード語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のコード語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】

30

前記複数のコード語は、第1及び第2のコード語を具備する、そしてここにおいて、前記複数のコード語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のコード語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のコード語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】

前記複数のコード語は、第1及び第2のコード語を具備し、前記マルチプル・アンテナは、プリコーディング行列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、前記複数のコード語のそれぞれを前記マッピングすることは、

40

3つの層のうち1つに前記第1のコード語をマッピングすること、

前記3つの層のうち残りの2つに前記第2のコード語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】

前記複数のコード語は、第1及び第2のコード語を具備し、前記マルチプル・アンテナは、プリコーディング行列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、前記複数のコード語のそれぞれを前記マッピングすることは、

50

4つの層のうちの2つに前記第1のコード語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のコード語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語を生成するための手段、前記  
 コード語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語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。

10

【請求項20】

前記複数のコード語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語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】

前記複数のコード語は、第1及び第2のコード語を具備する、そしてここにおいて、前  
 記複数のコード語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のコード語をマッピングするための手段、及び

20

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のコード語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】

前記複数のコード語は、第1及び第2のコード語を具備する、そしてここにおいて、前  
 記複数のコード語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のコード語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のコード語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。

30

【請求項23】

前記複数のコード語は、第1及び第2のコード語を具備し、そして、前記マルチプル・  
 アンテナは、プリコーディング行列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、前記複数のコード語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のコード語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のコード語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。

40

【請求項24】

前記複数のコード語は、第1及び第2のコード語を具備し、そして前記マルチプル・  
 アンテナは、プリコーディング行列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、前記複数のコード語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のコード語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のコード語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、

50

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語を生成すること、前記コード語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語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語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、各コード語は前記マルチプル・アンテナにわたりマッピングされる、そして前記コード語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語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語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、プリコーディング行列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 のコード語を具備する、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 のコード語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 のコード語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、プリコーディング行列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 つのコード語を具備する、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語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語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 つのコード語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語に関する複数の第 2 のデ

10

20

30

40

50

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つのコード語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語を具備する多入力多出力(MIMO)送信を受信すること、ここで、各コード語は前記マルチプル・アンテナにわたりマッピングされる、そして前記コード語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語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語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、プリコーディング行列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のコード語を具備する、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のコード語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のコード語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、プリコーディング行列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のコード語を具備する、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語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のコード語を具備する、そしてここにおいて、前記デルタCQIは、前記第1のコード語から干渉を除去した後で復元された前記第2のコード語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。

10

20

30

40

50

## 【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行列の中から 1 つのプリコーディング行列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行列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、プリコーディング行列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 のコード語を具備する、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 決定するように構成され、及び前記第 1 のコード語から干渉を除去した後の前記第 2 のコード語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。

10

## 【請求項 41】

前記 MIMO 送信は、プリコーディング行列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 のコード語を具備する、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 決定するように構成され、及び前記第 1 のコード語から干渉を除去した後の前記第 2 のコード語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。

20

## 【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

30

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 44】

前記デルタ CQI を前記決定することは、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 を決定することを具備する、請求項 43 の方法。

## 【請求項 45】

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、前記デルタ CQI を前記決定することは、前記デルタ CQI をヌル値に設定することを具備する、請求項 43 の方法。

40

## 【請求項 46】

前記デルタ CQI を前記決定することは、

複数のプリコーディング行列の中から 1 つのプリコーディング行列を選択すること、及び

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、前記デルタ CQI の代わりに前記選択したプリコーディング行列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 43 の方法。

## 【請求項 47】

50

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ー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語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、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48】

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MIMO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47の装置。

10

【請求項49】

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48の装置。

【請求項50】

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のペナルティー係数は前記第1のペナルティー係数よりも大きい、請求項47の装置。

20

【請求項51】

前記少なくとも1つのプロセッサは、第3のペナルティー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のペナルティー係数は前記第2のペナルティー係数に等しい又はそれよりも大きい、請求項50の装置。

30

【請求項52】

前記少なくとも1つのプロセッサは、第4のペナルティー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のペナルティー係数は前記第3のペナルティー係数に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、異なる数のコード語に対応し、そして、前記少なくとも1つのプロセッサは、異なる数のコード語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語を選択するように構成される、請求項47の装置。

40

【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ー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語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ー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(MIMO)送信のための送信順を選択すること、

50

を具備する方法。

【請求項 5 5】

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 5 4 の方法。

【請求項 5 6】

各送信順は異なる数のコード語に対応し、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、異なる数のコード語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語を選択することを具備する、請求項 5 4 の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【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。

20

【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・リソースを共有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、直交周波数分割多元接続 (OFDMA) システム、及び単一キャリアFDMA (SC-FDMA) を含む。

30

【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て、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て、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。

40

【発明の概要】

【0005】

50

層置換 (layer permutation) を用いる M I M O 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、コード語 (codeword) は、M I M O 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 (S I N R : 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、プリコーディング行列、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。M I M O 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。

**【 0 0 0 6 】**

1つの態様では、複数のコード語は、M I M O 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、コード語の数は、アンテナの数よりも少ない。各コード語は、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、例えば、コード語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、各コード語は、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、1つのデザインでは、2つのコード語が生成されることができ、ランク3に関して、第1のコード語は、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のコード語は、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、ランク4に関して、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、1つのデザインでは、各コード語は、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、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

10

20

**【 0 0 0 7 】**

別の1つの態様では、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 (例えば、平均 S I N R) を表す基本チャネル品質指標 (C Q I : channel quality indicator) が、決定されることができ、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 は、同様に決定されることができ、逐次干渉除去 (S I C : successive interference cancellation) を実行することが可能な U E に関して、デルタ C Q I は、第1のコード語から干渉を除去した後の第2のコード語に関する信号品質改善を表すことができる。S I C を実行することができない U E に関して、そして同様にランクが1である又は1つのコード語だけが送られるとき S I C が可能な U E に関して、デルタ C Q I は、ヌル値に設定されることができ、又はフィードバックの量が、削減されることができ、又はプリコーディング情報及び/又は他の情報は、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る。

30

40

**【 0 0 0 8 】**

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、各送信順は、M I M O 送信のための異なるランク又はコード語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、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ある。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、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、M I M O 送信に関する使用のために選択されることができ

**【 0 0 0 9 】**

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 】**

50

## 【 0 0 1 0 】

【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 5 A】図 5 A は、層置換を用いない送信を示す。

【図 5 B】図 5 B は、層置換を用いる送信を示す。

【図 6 A】図 6 A は、異なるランクを有する 1 つのコード語の送信を示す。

【図 6 B】図 6 B は、別のランクを有する 2 つのコード語の送信を示す。

【図 6 C】図 6 C は、別のランクを有する 2 つのコード語の送信を示す。

【図 6 D】図 6 D は、別のランクを有する 2 つのコード語の送信を示す。

【図 6 E】図 6 E は、別のランクを有する 2 つのコード語の送信を示す。

【図 6 F】図 6 F は、別のランクを有する 2 つのコード語の送信を示す。

【図 7 A】図 7 A は、異なる C Q I 報告方式を示す。

【図 7 B】図 7 B は、別の C Q I 報告方式を示す。

【図 7 C】図 7 C は、別の C Q I 報告方式を示す。

【図 8】図 8 は、送信 ( T X ) データ・プロセッサ及び T X M I M O プロセッサを示す

。 【図 9】図 9 は、受信 ( R X ) M I M O プロセッサ及び R X データ・プロセッサを示す。

【図 1 0】図 1 0 は、別の 1 つの R X M I M O プロセッサ及び R X データ・プロセッサを示す。

【図 1 1】図 1 1 は、M I M O 送信を送るためのプロセスを示す。

【図 1 2】図 1 2 は、M I M O 送信を送るための装置を示す。

【図 1 3】図 1 3 は、M I M O 送信を受信するためのプロセスを示す。

【図 1 4】図 1 4 は、M I M O 送信を受信するための装置を示す。

【図 1 5】図 1 5 は、C Q I を決定するためのプロセスを示す。

【図 1 6】図 1 6 は、C Q I を決定するための装置を示す。

【図 1 7】図 1 7 は、ランク選択を実行するためのプロセスを示す。

【図 1 8】図 1 8 は、ランク選択を実行するための装置を示す。

【詳細な説明】

## 【 0 0 1 1 】

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、C D M A , T D M A , F D M A , O F D M A , S C - F D M A 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。C D M A システムは、ユニバーサル地上波無線接続 ( U T R A : Universal Terrestrial Radio Access )、c d m a 2 0 0 0 等、のようなある無線技術を実装することができる。U T R A は、広帯域 C D M A ( W - C D M A : Wideband-CDMA ) 及び別の C D M A 変形を含む。c d m a 2 0 0 0 は、I S - 2 0 0 0 規格、I S - 9 5 規格、及び I S - 8 5 6 規格をカバーする。T D M A システムは、移動通信のための全世界システム ( G S M : Global System for Mobile Communications ) のような無線技術を実装することができる。O F D M システムは、エボルブド U T R A ( E - U T R A : Evolved-UTRA )、ウルトラ移動ブロードバンド ( U M B : Ultra Mobile Broadband ) , I E E E 8 0 2 . 1 1 ( W i - F i ) , I E E E 8 0 2 . 1 6 ( W i M A X ) , I E E E 8 0 2 . 2 0 , F l a s h - O F D M ( 登録商標 )、等、のような無線技術を実装することができる。U T R A , E - U T R A 及び G S M は、ユニバーサル移動電気通信システム ( U M T S : Universal Mobile Telecommunication System ) の一部である。3 G P P ロング・ターム・エボリューション ( L T E : Long Term Evolution ) は、E - U T R A を使用する U M T S 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 O F D M A を、アップリンクにおいて S C - F D M A を採用する。U T R A , E - U T R A , G S M , U M T S 及び L T E は、「第 3 世代パートナーシップ・プロジェクト」( 3 G P P ) という名前の組織からの文

10

20

30

40

50

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ある。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。

10

#### 【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。

20

#### 【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)自身の出力シンボル・ストリームを処理して、出力チップ・ストリームを得ることができる。各変調器232は、自身の出力チップ・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232aから232tからのT個のダウンリンク信号は、それぞれアンテナ234aから234tを介して送信されることができる。

30

40

#### 【0016】

UE120において、R個のアンテナ252aから252r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

50

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B110からUE120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。

10

#### 【0017】

UE120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254aから254r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252aから252rを介して送信されることができる。ノードB110において、UE120からのR個のアップリンク信号は、アンテナ234aから234tにより受信されることができ、復調器232aから232t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) UE120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UE120へのノードB110からのデータ送信を制御することができる。

20

#### 【0018】

コントローラ/プロセッサ240と290は、それぞれノードB110とUE120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B110とUE120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ノードB110又はアップリンクにおけるデータ送信のためにUE120及びノードB110又は他のUEを選択することができる。

30

#### 【0019】

ノードB110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ができる。ノードB110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。

40

#### 【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、

$$\underline{U} = [\underline{u}_1 \quad \underline{u}_2 \quad \dots \quad \underline{u}_T]$$

50

$\underline{x}(k) = [x_1(k) \ x_2(k) \ \dots \ x_T(k)]^T$  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】

プリコーディング行列  $\underline{U}$  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つの列で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、プリコーディング行列の集合から選択されることができる。

10

【0022】

層置換行列  $P(k)$  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。 $P(k)$  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。

20

【0023】

式(1)に示されるデザインに関して、ノード B 110 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、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。

30

【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  $P_{t, total}$  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 SINR、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。

40

【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行列及びそのプリコーディング行列が使用されることができる方法に依存することがある。例えば、プリコーディング行列のあるセットが、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行列のいずれか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行列に関する全ての仮説

50

に対して決定されることができ、プリコーディング行列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、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行列のセットが、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行列が、使用のために選択されることができ、このケースでは、各プリコーディング行列に対して1つの仮説があり、測定規準値は、各プリコーディング行列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行列が、使用のために選択されることができ、一般に、任意の数のプリコーディング行列が、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行列は、任意の数の仮説を有することができ、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、MIMO送信のランクと呼ばれる。

10

#### 【0027】

MIMO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、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、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ある。例えば、複数のコード語は、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（HARQ: 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、これらのコード語に対して使用されることができ、そして、コード語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語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MIMO検出は、不正確なチャネル推定値のためにより多くの損失の傾向があり得る。

20

#### 【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、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、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ある。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、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、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、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 $P_{F_{05}}$ だけ直線的に増加することがあり、そして $P_{F_{Rm}} = (m - 1) \cdot P_{F_{05}}$ として計算されることができ、ここで、 $P_{F_{Rm}}$ 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、 $P_{F_{R1}} < P_{F_{R2}} \cdot \cdot \cdot P_{F_{RM}}$ 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ネル状態及び/又は別の要因に基づいて変化することがある絶えず変化する値であり得る。

30

40

#### 【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

50

1 から 4 に対して 4 つの処理セクション 4 1 0 a から 4 1 0 d を含む。セクション 4 1 0 a 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 4 1 0 b 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 4 1 0 c 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 4 1 0 d 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。

【 0 0 3 0 】

ランク 1 に関する処理セクション 4 1 0 a 内で、空間マッピング・ユニット 4 1 2 a は、各サブキャリア  $k$  に関する MIMO チャネル応答行列  $\underline{H}(k)$  を受信し、そして下記のように実効 MIMO チャネル応答ベクトル  $\underline{h}_1(k)$  を決定することができる： $\underline{h}_1(k) = \underline{H}(k) \cdot \underline{u}_1$ 、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行列  $\underline{U}$  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 4 1 4 a は、 $\underline{h}_1(k)$ 、UE 1 2 0 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  $\gamma_1(k)$  を決定することができる。能力マップ 4 1 6 a 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  $\gamma_1(k)$  をマッピングすることができる。ユニット 4 1 6 a 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る。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 4 1 8 a 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、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

10

20

【 0 0 3 1 】

ランク 2 に関する処理セクション 4 1 0 b 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 4 1 8 b 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 4 1 0 c 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 4 1 8 c 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 4 1 0 d 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 4 1 8 d 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。

30

【 0 0 3 2 】

ランク・セクタ及び CQI 発生器 4 3 0 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 4 3 0 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、ユニット 4 3 0 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語、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 / 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

40

50

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)異なる数のコード語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、異なるコード語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)コード語の数に関係する。異なる数のコード語に対するペナルティ係数は、 $PF_{c_1} < PF_{c_2} \dots PF_{c_L}$ として与えられることができ、ここで、 $PF_{c_1}$ は、1のコード語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、コード語の数、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。

10

【0034】

UE120は、ノードB110へ(複数のプリコーディング行列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行列及び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個のコード語を送ることができる。ここで、一般に、 $1 \leq L \leq M$ である。コード語は、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ある。コード語は、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ある。L個のデータ・ブロックは、別々にエンコードされて、L個のコード語を得ることができる。データ・ブロックとコード語との間に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語を送ることができる。

20

【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 $L = 4$ のコード語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ある。このデザインでは、コード語1, 2, 3と4は、各バーチャル・アンテナから1つのコード語で、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、そのコード語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語に対して選択されることができる。各コード語は、そのコード語に対して選択したMCSに基づいて送られることができる。

30

【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 $L = 4$ のコード語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-VAP: selective virtual antenna permutation)とも呼ばれることがある。このデザインでは、各コード語は、サブキャリアとバーチャル・アンテナにコード語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5Aに示されたデザインでは、各コード語は、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、コード語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。残りのコード語のそれぞれは、図5B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。各コード語は、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

40

50

・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、そして各コード語に対して使用されることができ。

【 0 0 3 8 】

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ある。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。

10

【 0 0 3 9 】

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 個のコード語に関する 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。

20

【 0 0 4 0 】

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 つのコード語を復元し、次に復元したコード語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語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語は、少ない干渉しか経験しないことがあり、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 個のコード語は、異なる S I N R を達成することができる。各コード語の S I N R は、( i ) 線形 M I M O 検出によるそのコード語の S I N R、( i i ) コード語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語に起因する干渉、に依存することができる。

30

【 0 0 4 1 】

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行列及び 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。チャンネル状態情報は、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 C Q I も備えることができる。図 5 A に示された層置換なしに関して、U E 1 2 0 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 C Q I を送ることができる。U E 1 2 0 が S I C 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 C Q I は、S I C による S I N R 改善を反映することができる。図 5 B に示された層置換に関して、U E 1 2 0 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 C Q I を送ることができる。U E 1 2 0 が S I C をサポートする場合、U E 1 2 0 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 C Q I 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 C Q I は、そのアンテナに対する S I C の使用による S I N R 改善を示すことができる。あるいは、U E 1 2 0 は、各バーチャル・アンテナに関する S I C による平均 S I N R 改善を示すことができる 1 つのデルタ C Q I を送ることができる。デルタ C Q I は、しかも、差分 C Q I、空間的差分 C Q I、増分

40

50

(incremental) C Q I、等、とも呼ばれることがある。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 C Q I 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。

【 0 0 4 2 】

1つの態様では、いずれか1つ又は2つのコード語は、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つのコード語が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

【 0 0 4 3 】

図6Aは、ランク1に関する1つのコード語の送信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つのコード語は、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。

【 0 0 4 4 】

図6Bは、ランク2に関する2つのコード語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る。コード語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。コード語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。

【 0 0 4 5 】

図6Cは、対称層置換を用いてランク3に関する2つのコード語の送信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る。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る。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。コード語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。コード語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。コード語1は1つ

10

20

30

40

50

の層において送られるが、コード語 2 が 2 つの層において送られるので、コード語 2 は、コード語 1 よりも大きなサイズを有することができる。

【 0 0 4 6 】

図 6 D は、非対称層置換を用いてランク 3 に関する 2 つのコード語の送信 6 3 2 を示す。図 6 D 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。コード語 1 は、層 1 において送られることができ、それは図 6 D 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、コード語 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。コード語 2 は、層 2 と 3 において送られることができ、それは図 6 D 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、コード語 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。

10

【 0 0 4 7 】

図 6 E は、対称層置換を用いてランク 4 に関する 2 つのコード語の送信 6 4 0 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 6 E 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。コード語 1 は、層 1 と 2 において送られることができ、それは図 6 E ではシェーディングで示される。コード語 2 は、層 3 と 4 において送られることができ、それは図 6 E ではシェーディングなしで示される。

20

【 0 0 4 8 】

図 6 F は、非対称層置換を用いてランク 4 に関する 2 つのコード語の送信 6 4 2 を示す。図 6 F 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。コード語 1 は、層 1 と 2 において送られることができ、それは図 6 F 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、コード語 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。コード語 2 は、層 3 と 4 において送られることができ、それは図 6 F 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、コード語 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。

30

【 0 0 4 9 】

図 6 F の非対称層置換は、コード語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。コード語 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、そしてコード語 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。

40

【 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。層置換は、そのコード語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ができかに拘わらず、各コー

50

ド語が全ての選択したバーチャル・アンテナに一様にマッピングされるようにすることである。

【0051】

バーチャル・アンテナへのコード語のマッピングは、次のように実行されることができ

1. 例えば、表1に示されるように、M個の層にL個のコード語をマッピングする、
2. 例えば、図6Bから図6F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。

10

【0052】

各コード語が全ての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、各コード語は、線形MIMO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SINRを観測することができる。UE120は、平均SINRに基づいて基本CQIを決定することができる。UE120がSICを実行することができそして2つのコード語がランク2又はより高いランクを用いて送られる場合、UE120は、より最近に復元されたコード語のSINRと平均SINRとの間の差異に基づいてデルタCQIを決定することができる。デルタCQIは、しかもSIC利得とも呼ばれることがあり、そして0dB又はそれより大きいことがある。UE120がSICを実行できない場合、平均SINRは、UEへ送られる全てのコード語に対して適用可能であるはずである。UE120は、ノードB110へ基本CQIと(適用可能であれば)デルタCQIを送ることができる。ノードB110は、基本CQIに基づいて第1のコード語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CQIと(適用可能であれば)デルタCQIに基づいて第2のコード語を処理することができる。

20

【0053】

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

【0054】

図7Aは、SIC能力があるUE及びSIC能力がないUEのためのCQI報告方式を示す。この方式では、同じCQIフォーマット710が両方のタイプのUEに対して使用され、そして基本CQIフィールド712及びデルタCQIフィールド714を含む。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、0dB)を送ることができる。

30

40

【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

50

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CQIFORMATT710又はCQIFORMATT720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CQIFORMATT710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、CQIFORMATT710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。

10

【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、プリコーディング行列のセットから選択されたあるプリコーディング行列を備える。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行列(例えば、DFTR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行列に関する情報を送り返す必要がないことがある。SIC能力がないUEは、プリコーディング行列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行列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行列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行列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、プリコーディング行列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、プリコーディング行列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、プリコーディング行列、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。

20

30

【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個のコード語に関する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ある。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あり、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ある。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。

40

【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

50

いない各コード語に関する全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

10

#### 【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

20

#### 【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、そしてコード語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

30

#### 【0063】

TXデータ・プロセッサ220内の各残りの処理セクション820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つのコード語に関するデータ・シンボルを与えることができる。各処理セクション820は、自身のコード語に対して選択されたMCS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、MCS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

40

#### 【0064】

TX MIMOプロセッサ230内では、乗算器830aから830lは、L個のコード語に関して、それぞれ処理セクション820aから820l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828は、自身のコード語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・シンボルをスケールアップすることができる。コード語マップ832は、例えば、図6Aから図6Fに示されたように、L個のコード語に関するデータ・シンボルをM個の層にマッピングすることができる。層マップ834は、例えば、図6Aから図6F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

50

ンテナへマッピングすることができる。コード語マップ 8 3 2 及び層マップ 8 3 4 は、しかも、1つのマップへと複合されることができる。プリコーダ 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行列  $\underline{U}$  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。プリコーダ 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、RX MIMO プロセッサ 2 6 0 a 及び RX 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 UE 1 2 0 における RX MIMO プロセッサ 2 6 0 及び RX データ・プロセッサ 2 7 0 の 1 つのデザインである。RX MIMO プロセッサ 2 6 0 a 内では、MIMO 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。MIMO 検出器 9 1 0 は、MMSE、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 MIMO 検出を実行することができる。MIMO 検出器 9 1 0 は、 $M$  個の選択したパッチャル・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。層デマップ 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 の層マップ 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。コード語デマップ 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  $L$  個のコード語に関する  $M$  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。層デマップ 9 1 2 及びコード語デマップ 9 1 4 は、同様に、1つのデマップ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、RX データ・プロセッサ 2 7 0 a は  $L$  個のコード語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つのコード語に関する 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る、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。コード語 1 に対する処理セクション 9 2 0 a 内では、シンボルデマップ 9 2 2 a は、例えば、コード語 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語 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 (LLR: 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、コード語 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プ 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、そしてコード語 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。

【0067】

RX 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 l は、 $L$  個のコード語に関する  $L$  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 (Mux) 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。

【0068】

図 10 は、RX MIMO プロセッサ 2 6 0 b 及び RX 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 UE 1 2 0 における RX MIMO プロセッサ 2 6 0 及び RX 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、SIC を実行し、1回に 1つのコード語を復元し、そしてそれぞれの復元したコード語から干渉を推定し、除去する。

【0069】

10

20

30

40

50

最初に復元されるコード語 1 に対するステージ 1 内では、MIMO 検出器 1010a は、R 個の復調器 254a から 254r 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。MIMO 検出器 1010a は、(例えば、MMSE 技術に基づいて) R 個の受信したシンボル・ストリームに MIMO 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。層及びコード語デマッパ 1012a 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、そしてコード語 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 1020a は、図 9 の処理セクション 920a 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る、そしてコード語 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。

10

#### 【0070】

コード語 1 が正しくデコードされる場合、処理セクション 1022a は、図 8 のノード B110 における処理セクション 820a 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、コード語 1 に関するデータ・シンボルを再生成することができる。TX MIMO プロセッサ 1014a は、図 8 の TX MIMO プロセッサ 230 と同じ方法でコード語 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 1016a は、TX MIMO プロセッサ 1014a 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語 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 1018a 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。

20

#### 【0071】

2 番目に復元されるコード語 2 に対するステージ 2 内で、MIMO 検出器 1010b は、ステージ 1 のユニット 1018a 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、MMSE 技術に基づいて) R 個の入力シンボル・ストリームに MIMO 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。層及びコード語デマッパ 1012b 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、そしてコード語 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、そしてコード語 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。

30

#### 【0072】

2 又はそれより多くのコード語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語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。コード語が正しくデコードされる場合、コード語に起因する干渉は、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。

40

#### 【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。複数のコード語は、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、コード語の数は、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、プリコーディング行列、物理アンテナ、等、に基づいて形成

50

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。複数のコード語のそれぞれは、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る(ブロック1114)。各コード語は、マルチプル・アンテナにわたり様にマッピングされることができ、その結果、コード語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、各コード語は、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る。

【0074】

1つのデザインでは、第1及び第2のコード語を備える2つのコード語が、生成されることができる。ランク3に関して、第1のコード語は、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る。第2のコード語は、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る。ランク4に関して、各コード語は、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る。

10

【0075】

1つのデザインでは、各コード語は、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、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る。第1及び第2のコード語を備える2つのコード語が、生成されることができる。ランク3に関して、第1のコード語は、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のコード語は、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る。ランク4に関して、各コード語は、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る。

20

【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語を生成するための手段を含み、コード語の数は、アンテナの数よりも少ない(モジュール1212)、そして複数のコード語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1214)、を含む。

30

【0077】

図13は、MIMO送信を受信するためのプロセス1300のデザインを示す。プロセス1300は、ノードB、UE、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語を備えるMIMO送信が、受信されることができ、各コード語はマルチプル・アンテナにわたりマッピングされ、そしてコード語の数は、アンテナの数よりも少ない(ブロック1312)。デマッピングは、マルチプル・アンテナからの各コード語に対して実行されることができる(ブロック1314)。各デマッピングされたコード語は、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1316)。

40

【0078】

1つのデザインでは、MIMO送信は、第1及び第2のコード語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のコード語、及び(ii)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のコード語、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語に対して実行されることができる。

【0079】

MIMO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

50

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、複数のコード語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る。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る。複数のコード語に関する複数の第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る。1つのコード語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。

10

20

30

40

50

**【0080】**

図14は、MIMO送信を受信するための装置1400のデザインを示す。装置1400は、マルチプル・アンテナを介して送られた複数のコード語を備えるMIMO送信を受信するための手段を含み、各コード語はマルチプル・アンテナにわたりマッピングされ、そしてコード語の数はアンテナの数よりも少ない(モジュール1412)、マルチプル・アンテナからの各コード語をデマッピングするための手段(モジュール1414)、及び各デマッピングされたコード語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1416)を含む。

**【0081】**

図15は、CQIを決定するためのプロセス1500のデザインを示す。プロセス1500は、UE、ノードB、等、により実行されることができる。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を表す基本CQIは、決定されることができる(ブロック1512)。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が、同様に決定されることができる(ブロック1514)。基本CQIは、SINR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CQIは、基本CQIに対する変化を備えることができる。

**【0082】**

SIC能力があるUEに関して、デルタCQIは、MIMO送信の検出のためのSICの使用に基づいて決定されることができる。デルタCQIは、第1のコード語から干渉を除去した後の第2のコード語に関する信号品質の改善を表すことができる。MIMO送信がランク1を有する場合に、デルタCQIは、ヌル値に設定されることができる。SIC能力がないUEに関して、そして同様にランクが1であるときのSIC能力があるUEに関して、SICがMIMO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CQI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、そして複数のプリコーディング行列の中から選択した1つのプリコーディング行列及び/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、MIMO送信は、第1及び第2のコード語を備えることができる。ランク3に関して、基本CQIは、3つのパーティキュラー・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CQIは、4つのパーティキュラー・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CQIは、第1のコード語から干渉を除去した後の第2のコード語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、CQIを決定するための装置1600のデザインを示す。装置1600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/コード語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語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)。

10

【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ある。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ある。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についての複数の第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のペナルティー係数は、第2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ある。性能測定規準値は、第4のペナルティー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のペナルティー係数は、第3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ある。表1に示されたデザインに関して、1つのコード語がランク1に対して送られ、そして2つのコード語がランク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のペナルティー係数は、互いに等しいことがあり、そしてランク1に対する第1のペナルティー係数よりも大きいことがある。このケースでは、ランク選択は、異なる数のコード語に対して異なるペナルティー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、任意の数のコード語が各ランクに対して送られることができる。

20

30

40

【0088】

別の1つのデザインでは、各送信順は、異なる数のコード語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語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語が、M I M O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語に対応するとき、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/コード語選択を実行するための装置1800のデザインを示す。装

50

置 1 8 0 0 は、各送信順に関するペナルティー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ー係数に関係付けられる（モジュール 1 8 1 2）、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 M I M O 送信に関する送信順を選択するための手段（モジュール 1 8 1 4）を含む。

【 0 0 9 0 】

図 1 2、1 4、1 6 及び 1 8 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。

【 0 0 9 1 】

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、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。

【 0 0 9 2 】

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。

【 0 0 9 3 】

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（D S P : digital signal processor）、用途特定集積回路（A S I C : application specific integrated circuit）、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ（F P G A : 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、D S P 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、D S P 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。

【 0 0 9 4 】

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、R A M メモリ、フラッシュ・メモリ、R O M メモリ、E P R O M メモリ、E E P R O M メモリ、レジスタ、ハード・ディスク、脱着可能なディスク、C D - R O M、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、A S I C 中に存在できる。A S I C は、

10

20

30

40

50

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、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、又はそれを介して送信されることができ、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。

10

20

【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きる。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。

30

【 図 1 】

図 1

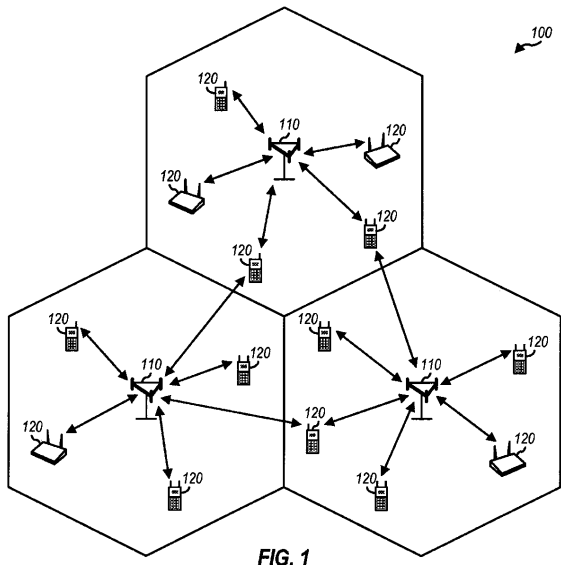


FIG. 1

【 図 2 】

図 2

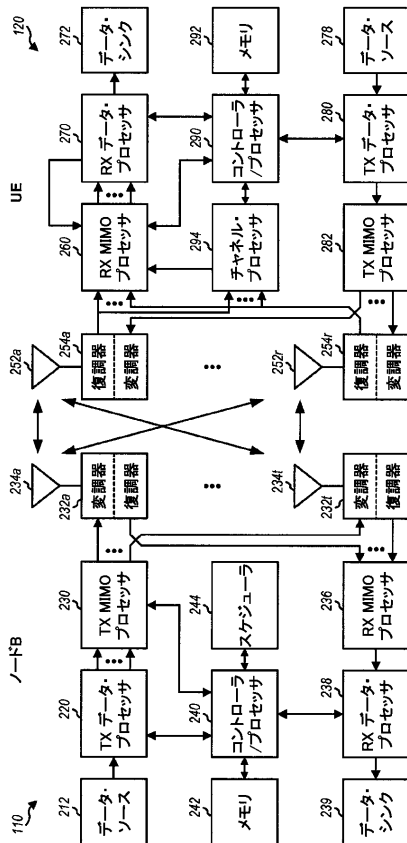


FIG. 2

【 図 3 】

図 3

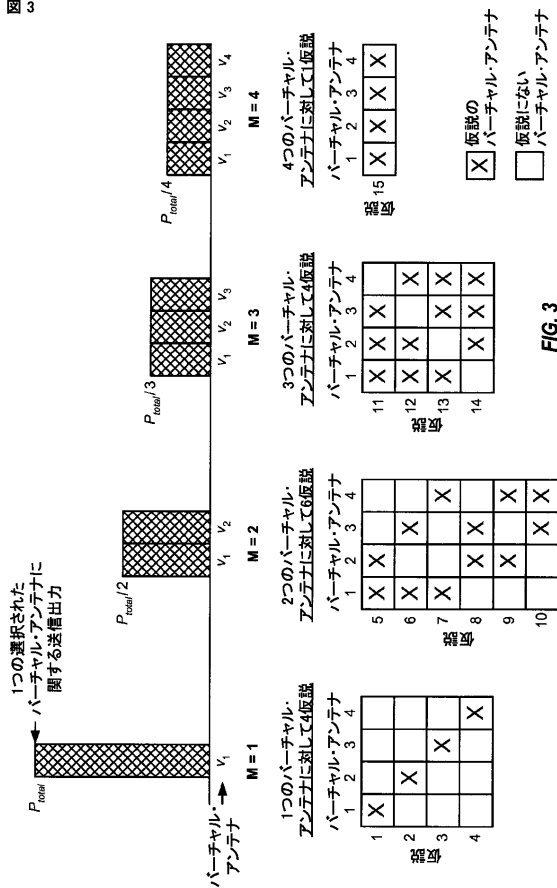


FIG. 3

【 図 4 】

図 4

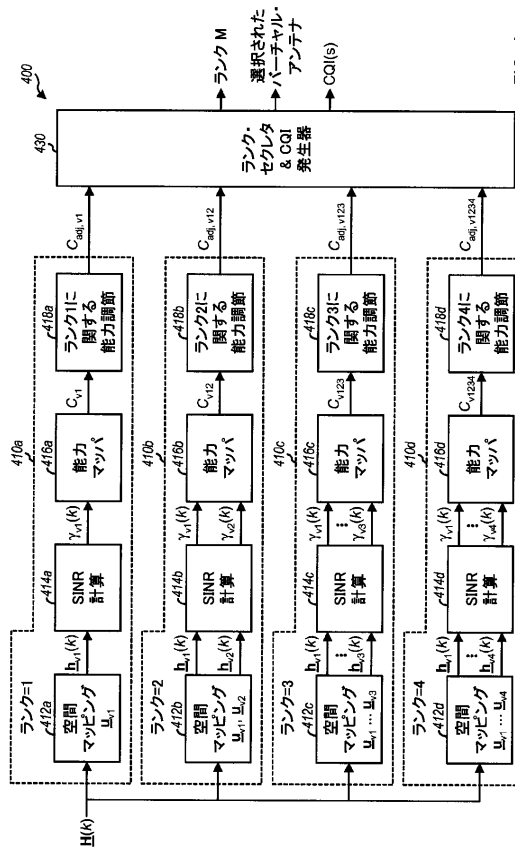
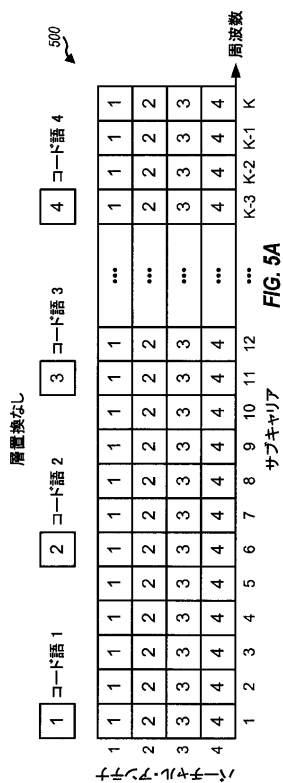


FIG. 4

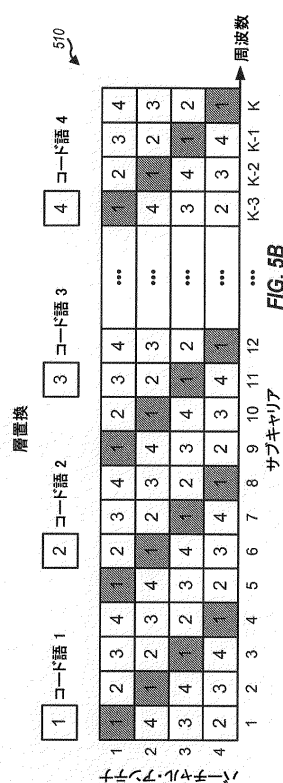
【図 5 A】

図 5A



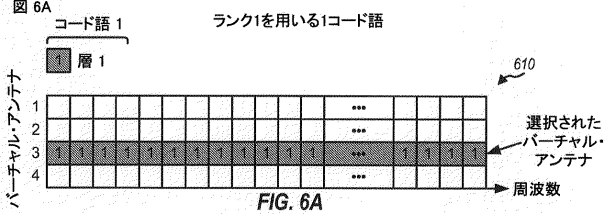
【図 5 B】

図 5B



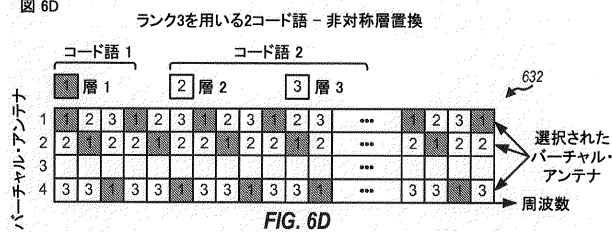
【図 6 A】

図 6A



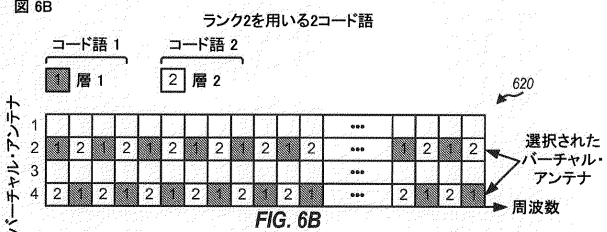
【図 6 D】

図 6D



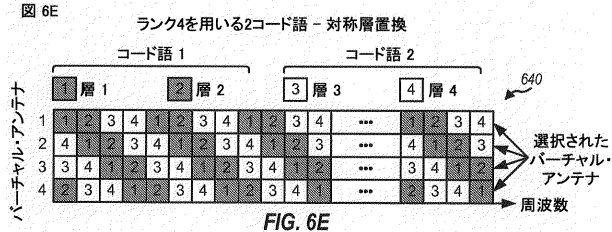
【図 6 B】

図 6B



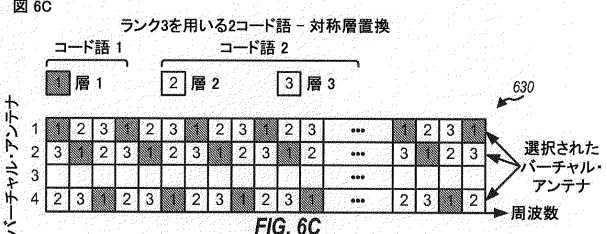
【図 6 E】

図 6E



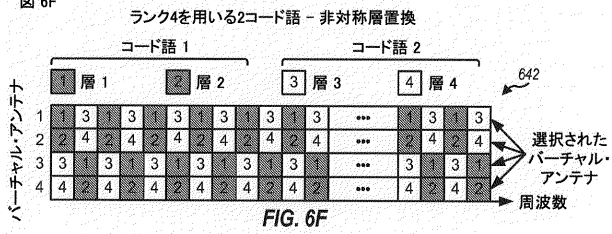
【図 6 C】

図 6C



【図 6 F】

図 6F



【 図 7 A 】

図 7A

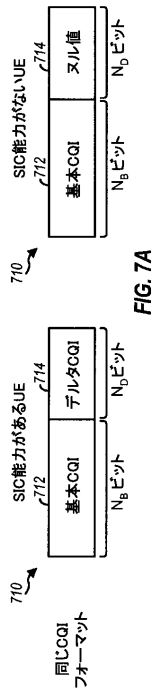


FIG. 7A

【 図 7 C 】

図 7C

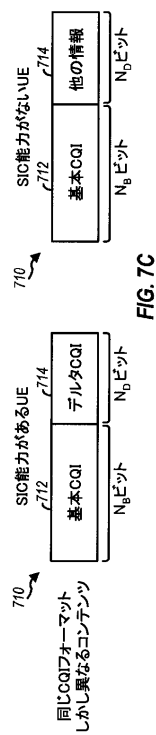


FIG. 7C

【 図 7 B 】

図 7B

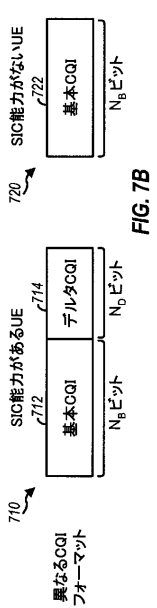


FIG. 7B

【 図 8 】

図 8

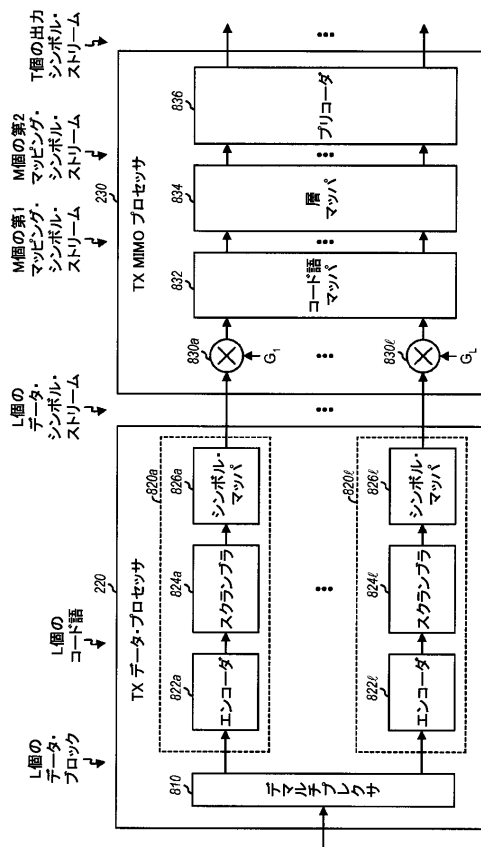


FIG. 8

【 図 9 】

図 9

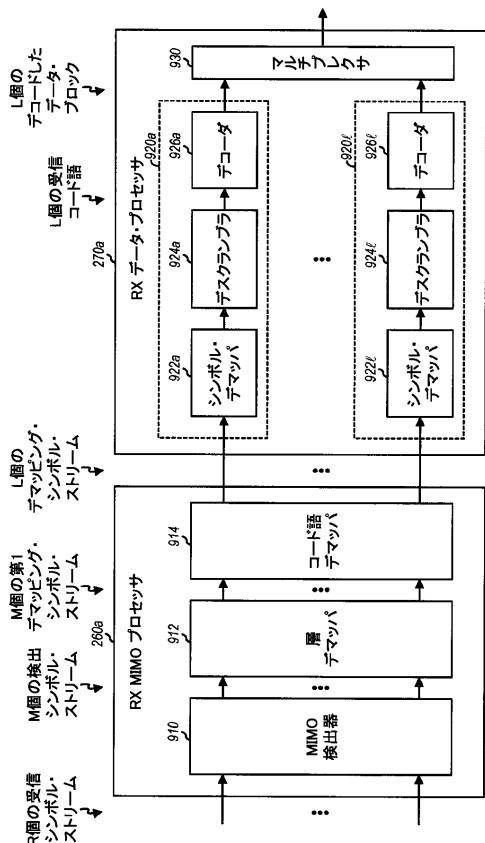


FIG. 9

【 図 10 】

図 10

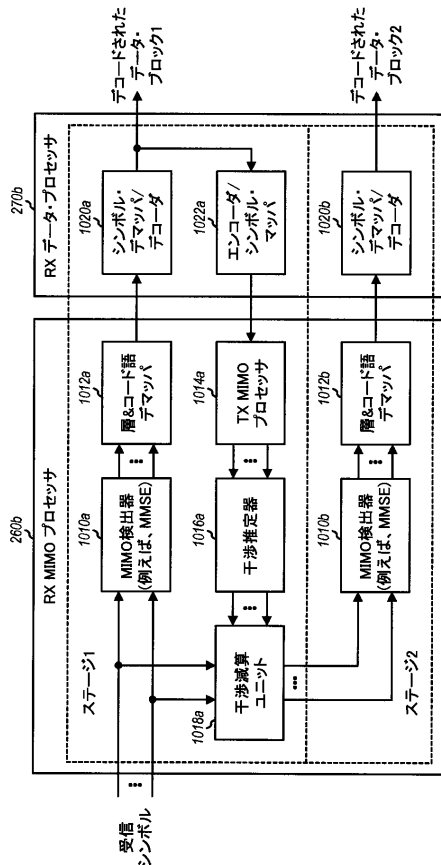


FIG. 10

【 図 11 】

図 11

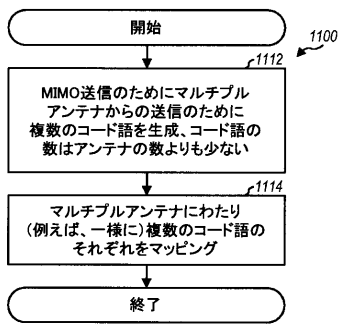


FIG. 11

【 図 13 】

図 13

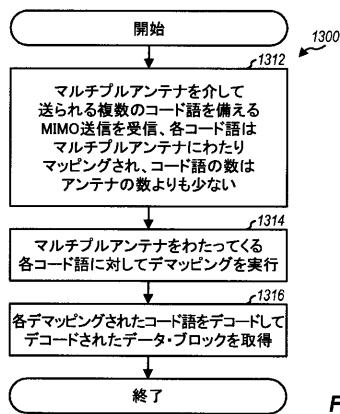


FIG. 13

【 図 12 】

図 12

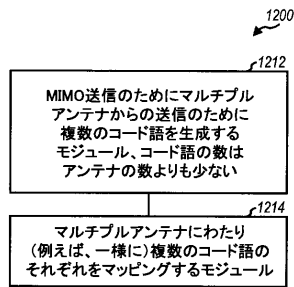


FIG. 12

【 図 14 】

図 14

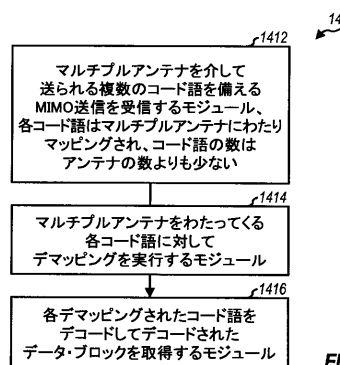


FIG. 14

【 図 1 5 】

図 15

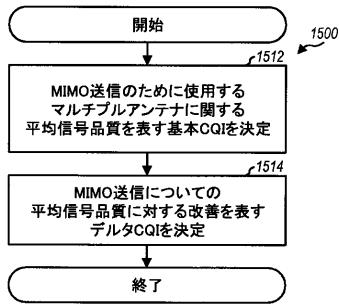


FIG. 15

【 図 1 6 】

図 16

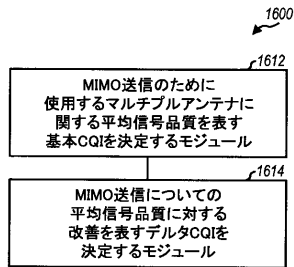


FIG. 16

【 図 1 7 】

図 17

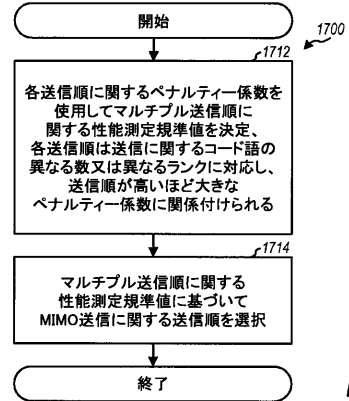


FIG. 17

【 図 1 8 】

図 18

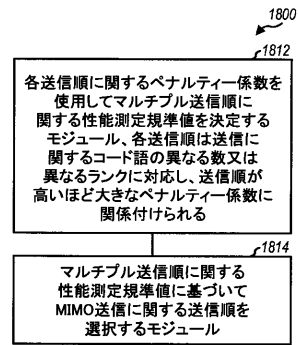


FIG. 18

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2007/083739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04B7/06 H04L1/06 H04B7/04 H04L1/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04B H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/161432 A1 (ZHANG JIANZHONG [US] ET AL) 20 July 2006 (2006-07-20) page 1, paragraph 9 page 2, paragraph 13 table 2	1-33
X	WO 2006/018710 A (NOKIA CORP [FI]; VAN WAES NICO [US]; ZHANG HUA [US]; HEISKALA JUHA [FI]) 23 February 2006 (2006-02-23) page 2, line 29 - page 3, line 29; figure 1 page 4, line 18 - last line page 5, line 24 - last line page 13, line 1 - line 14 page 17, line 1 - last line ; table 1 -/-	1-33
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search  9 October 2008		Date of mailing of the international search report  16/10/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Lustrini, Donato

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2007/083739

C(Continuation)- DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/155533 A1 (LIN XINTIAN E [US] ET AL) 13 July 2006 (2006-07-13) page 1, column 1, paragraph 3 - paragraph 4 page 2, paragraph 17 - paragraph 20 page 5, paragraph 43 - paragraph 48 tables 1-4 figures 1,2,4,5	1-33
X	HESHAM EL GAMAL ET AL: "Universal Space-Time Coding" IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 49, no. 5, May 2003 (2003-05), pages 1097-1119, XP011074756 ISSN: 0018-9448 the whole document	1-33
X	BYOUNG-HOON KIM ET AL: "WLC36-3: Selective Virtual Antenna Permutation for Layered OFDM-MIMO Transmission" GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, 2006. GLOBECOM '06. IEEE, IEEE, PI, 1 November 2006 (2006-11-01), pages 1-6, XP031075827 abstract paragraphs [00I.], [II.D.], [III.B.] - [00C.] figures 2,3	34-46
X	US 2006/223449 A1 (SAMPATH HEMANTH [US] ET AL) 5 October 2006 (2006-10-05) abstract paragraphs [0078] - [0080]	34-46
A	SAMANTA R ET AL: "Codebook Adaptation for Quantized MIMO Beamforming Systems" SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS, 2005. CONFERENCE RECORD OF THE THIRTY-NINTH ASILOMAR CONFERENCE ON, PACIFIC GROVE, CALIFORNIA OCTOBER 28 - NOVEMBER 1, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 28 October 2005 (2005-10-28), pages 376-380, XP010900022 ISBN: 978-1-4244-0131-4 abstract paragraph [00II]	47,54

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2007/083739**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This International search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 8.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

see additional sheet

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International search report covers all searchable claims.
  
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
  
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2007/083739

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

## 1. claims: 1-33

Method for MIMO transmission in which multiple codewords are generated for transmission from multiple antennas, with the number of codewords being less than the number of antennas

## 2. claims: 34-46

Method for MIMO transmission in which a base channel quality indicator (CQI) indicative of an average signal quality for multiple antennas is determined, as well as a delta CQI indicative of improvement over the average signal quality

## 3. claims: 47-56

A method for wireless communication in which transmission order selection is performed by different penalty factors for different transmission orders, each transmission order corresponding to a different rank or a different number of codewords for a MIMO transmission

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/US2007/083739

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006161432	A1	20-07-2006	AU 2006205613	A1 20-07-2006
			CA 2594727	A1 20-07-2006
			EP 1844589	A1 17-10-2007
			WO 2006075220	A1 20-07-2006
			KR 20070102711	A 19-10-2007
WO 2006018710	A	23-02-2006	EP 1779574	A1 02-05-2007
			US 2007280386	A1 06-12-2007
US 2006155533	A1	13-07-2006	CN 101138168	A 05-03-2008
			DE 112006000195	T5 06-03-2008
			GB 2437859	A 07-11-2007
			US 2006155534	A1 13-07-2006
			WO 2006076213	A1 20-07-2006
US 2006223449	A1	05-10-2006	AR 053705	A1 16-05-2007
			AU 2006232359	A1 12-10-2006
			CA 2603071	A1 12-10-2006
			EP 1869811	A1 26-12-2007
			JP 2008536387	T 04-09-2008
			KR 20080005396	A 11-01-2008
			WO 2006107835	A1 12-10-2006

## フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

## 1. GSM

- (74) 代理人 100109830  
弁理士 福原 淑弘
- (74) 代理人 100075672  
弁理士 峰 隆司
- (74) 代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎
- (74) 代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74) 代理人 100103034  
弁理士 野河 信久
- (74) 代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎
- (74) 代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹
- (74) 代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74) 代理人 100100952  
弁理士 風間 鉄也
- (74) 代理人 100101812  
弁理士 勝村 紘
- (74) 代理人 100070437  
弁理士 河井 将次
- (74) 代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志
- (74) 代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志
- (74) 代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子
- (74) 代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓
- (74) 代理人 100127144  
弁理士 市原 卓三
- (74) 代理人 100141933  
弁理士 山下 元
- (72) 発明者 マラディ、ダーガ・ブラサド  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775
- (72) 発明者 キム、ビュン - ホン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7  
7 5

(72)発明者 ヨオ、テサング

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7  
7 5

F ターム(参考) 5K022 FF00

5K059 EE02