

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-123121

(P2016-123121A)

(43) 公開日 平成28年7月7日(2016.7.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 4 J 99/00 (2009.01)	HO 4 J 15/00	5 K 1 5 9
HO 4 J 11/00 (2006.01)	HO 4 J 11/00	Z
HO 4 B 7/04 (2006.01)	HO 4 B 7/04	

審査請求 有 請求項の数 20 O L (全 53 頁)

(21) 出願番号	特願2016-28306 (P2016-28306)	(71) 出願人	503447036
(22) 出願日	平成28年2月17日 (2016.2.17)		サムスン エレクトロニクス カンパニー
(62) 分割の表示	特願2013-532719 (P2013-532719)		リミテッド
原出願日	平成23年10月4日 (2011.10.4)		大韓民国・443-742・キョンギード
(31) 優先権主張番号	61/411, 105		・スウォンシー・ヨントンーク・サムスン
(32) 優先日	平成22年11月8日 (2010.11.8)	(74) 代理人	100133400
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 阿部 達彦
(31) 優先権主張番号	61/389, 472	(74) 代理人	100110364
(32) 優先日	平成22年10月4日 (2010.10.4)		弁理士 実広 信哉
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100154922
			弁理士 崔 允辰
		(74) 代理人	100140534
			弁理士 木内 敬二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コードブックサブセット制限ビットマップ送受信方法及び装置

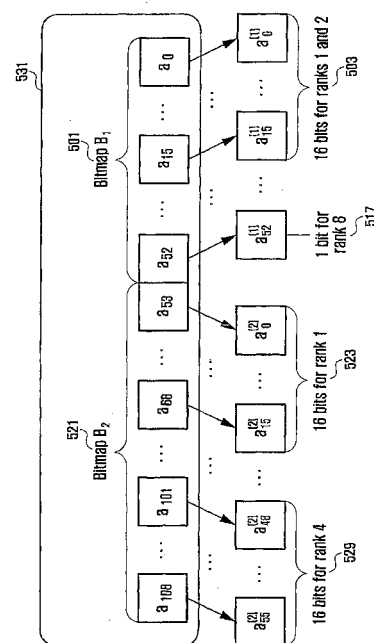
(57) 【要約】

【課題】本発明はコードブックサブセット制限ビットマップ送受信方法及び装置を提供する。

【解決手段】本発明の一実施形態に従う基地局の転送モード9でのアンテナポート8個を用いた通信のためのコードブックサブセット制限ビットマップ送信方法は、報告が許容されないプリコーディング行列指示子及びランク指示子を表示したCSRビットマップを生成するビットマップ生成ステップ、及び上記生成したCSRビットマップを端末 (UE) に送信するステップを含む。上記CSRビットマップは、第1コードブックに相応する53ビット及び第2コードブックに相応する56ビットを含み、上記第1コードブックに相応する上記53ビットは、各8階層のための16、16、4、4、4、4、4、及び1ビットを含み、上記第2コードブックに相応する上記56ビットは、各々第1、第2、第3、及び第4レイヤのための16、16、16、及び8ビットを含む。

【選択図】 図5

【Figure 5】



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

無線通信システムにおいて、コードブックサブセット制限（C S R ; Codebook Subset Restriction）情報を伝送する方法であって、

報告が許容されないように制限されたプリコーディング行列指示子を指示する前記 C S R 情報を生成するステップと、

前記 C S R 情報を端末に伝送するステップと、を含み、

前記 C S R 情報は、第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6、第 7 及び第 8 階層（layer）のための第 1 プリコーディング行列指示子に関する第 1 情報と、第 1、第 2、第 3 及び第 4 階層のための第 2 プリコーディング行列指示子に関する第 2 情報とを含むことを特徴とする C S R 情報伝送方法。 10

【請求項 2】

前記 C S R 情報は、上位階層シグナリング（higher layer signaling）を用いて伝送される、請求項 1 に記載の C S R 情報伝送方法。

【請求項 3】

前記第 1 情報は 5 3 ビットを含み、前記第 2 情報は 5 6 ビットを含む、請求項 1 に記載の C S R 情報伝送方法。

【請求項 4】

前記 C S R 情報を生成するステップは、前記制限されたプリコーディング行列指示子に対応するビットを 0 にセットし、制限されないプリコーディング行列指示子に対応するビットを 1 にセットするステップを含む、請求項 1 に記載の C S R 情報伝送方法。 20

【請求項 5】

前記制限されたプリコーディング行列指示子に含まれないプリコーディング行列指示子を、前記端末から受信するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の C S R 情報伝送方法。

【請求項 6】

無線通信システムにおいて、コードブックサブセット制限（C S R ; Codebook Subset Restriction）情報を受信する方法であって、

報告が許容されないように制限されたプリコーディング行列指示子を指示する前記 C S R 情報を基地局から受信するステップを含み、 30

前記 C S R 情報は、第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6、第 7 及び第 8 階層（layer）のための第 1 プリコーディング行列指示子に関する第 1 情報と、第 1、第 2、第 3 及び第 4 階層のための第 2 プリコーディング行列指示子に関する第 2 情報とを含むことを特徴とする C S R 情報受信方法。

【請求項 7】

前記 C S R 情報は、上位階層シグナリング（higher layer signaling）を用いて受信される、請求項 6 に記載の C S R 情報受信方法。

【請求項 8】

前記第 1 情報は 5 3 ビットを含み、前記第 2 情報は 5 6 ビットを含む、請求項 6 に記載の C S R 情報受信方法。 40

【請求項 9】

前記 C S R 情報は、0 にセットされた、前記制限されたプリコーディング行列指示子に対応するビットと、1 にセットされた、制限されないプリコーディング行列指示子に対応するビットとを含む、請求項 6 に記載の C S R 情報受信方法。

【請求項 10】

前記制限されたプリコーディング行列指示子に含まれないプリコーディング行列指示子を、

前記基地局に伝送するステップをさらに含む、請求項 6 に記載の C S R 情報受信方法。

【請求項 11】

コードブックサブセット制限（C S R ; Codebook Subset Restriction）情報を伝送す 50

る基地局であって、

信号を送受信する送受信部と、

報告が許容されないように制限されたプリコーディング行列指示子を指示する前記 C S R 情報を生成し、前記 C S R 情報を端末に伝送するように制御する制御部と、を含み、

前記 C S R 情報は、第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6、第 7 及び第 8 階層 (layer) のための第 1 プリコーディング行列指示子に関する第 1 情報と、第 1、第 2、第 3 及び第 4 階層のための第 2 プリコーディング行列指示子に関する第 2 情報とを含むことを特徴とする基地局。

【請求項 1 2】

前記 C S R 情報は、上位階層シグナリング (higher layer signaling) を用いて伝送される、請求項 1 1 に記載の基地局。

10

【請求項 1 3】

前記第 1 情報は 5 3 ビットを含み、前記第 2 情報は 5 6 ビットを含む、請求項 1 1 に記載の基地局。

【請求項 1 4】

前記制御部は、前記制限されたプリコーディング行列指示子に対応するビットを 0 にセットし、制限されないプリコーディング行列指示子に対応するビットを 1 にセットするようにさらに制御する、請求項 1 1 に記載の基地局。

【請求項 1 5】

前記制御部は、前記制限されたプリコーディング行列指示子に含まれないプリコーディング行列指示子を、前記端末から受信するようにさらに制御する、請求項 1 1 に記載の基地局。

20

【請求項 1 6】

コードブックサブセット制限 (C S R ; Codebook Subset Restriction) 情報を受信する端末であって、

信号を送受信する送受信部と、

報告が許容されないように制限されたプリコーディング行列指示子を指示する前記 C S R 情報を基地局から受信するように制御する制御部と、を含み、

前記 C S R 情報は、第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6、第 7 及び第 8 階層 (layer) のための第 1 プリコーディング行列指示子に関する第 1 情報と、第 1、第 2、第 3 及び第 4 階層のための第 2 プリコーディング行列指示子に関する第 2 情報とを含むことを特徴とする端末。

30

【請求項 1 7】

前記 C S R 情報は、上位階層シグナリング (higher layer signaling) を用いて受信される、請求項 1 6 に記載の端末。

【請求項 1 8】

前記第 1 情報は 5 3 ビットを含み、前記第 2 情報は 5 6 ビットを含む、請求項 1 6 に記載の端末。

【請求項 1 9】

前記 C S R 情報は、0 にセットされた、前記制限されたプリコーディング行列指示子に対応するビットと、1 にセットされた、制限されないプリコーディング行列指示子に対応するビットとを含む、請求項 1 6 に記載の端末。

40

【請求項 2 0】

前記制御部は、前記制限されたプリコーディング行列指示子に含まれないプリコーディング行列指示子を、前記基地局に伝送するようにさらに制御する、請求項 1 6 に記載の端末。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、3 G P P (3rd Generation Partnership Project) L T E (Long Term Evol

50

ution) システムダウンリンク (Downlink; 以下、“DL”) でフィードバック基盤の MIMO (Multiple Input Multiple Output) を適用するための送受信方法に関するものであって、LTE Rel-10 からサポートされる 8 送信アンテナ用 MIMO の PMI (Precoding Matrix Indication) フィードバック制限に関するものである。

【背景技術】

【0002】

移動通信システムは、初期の音声中心のサービスを提供していたものから外れてデータサービス及びマルチメディアサービス提供のために、高速、高品質の無線パケットデータ通信システムに発展している。3GPP の HSPA (High Speed Packet Access)、LTE、3GPP 2 の HRPD (High Rate Packet Data)、UMB (Ultra Mobile Broadband)、そして IEEE の 802.16e など、多様な移動通信標準が高速、高品質の無線パケットデータ転送サービスをサポートするために開発された。

【0003】

このような最新の移動通信システムは、転送効率を改善するために適応変調及び符号 (Adaptive Modulation and Coding; 以下、“AMC”) 方法とチャネル感応スケジューリング方法などの技術を用いる。上記の AMC 方法を活用すれば、基地局はチャネル状態によって基地局 (base station) または端末機 (user equipment; 以下、“UE”) が転送するデータの量を調節することができる。即ち、チャネル状態がよくなければ、転送するデータの量を減らして受信誤謬確率を所望の水準に合せて、チャネル状態がよければ転送するデータの量を増やして受信誤謬確率は所望の水準に合せながらも多い情報を効果的に転送することができる。上記のチャネル感応スケジューリング資源管理方法を活用すれば、基地局は多数のユーザのうち、チャネル状態が優れるユーザを選択的にサービスするため、1 ユーザにチャネルを割り当ててサービスしてくれることに比べて、システム容量が増加する。要するに、上記の ACM 方法とチャネル感応スケジューリング方法は、チャネル状態情報を用いて最も効率的であると判断される時点に適切な変調及び符号技法を適用する方法である。

【0004】

最近、2 世代と 3 世代の移動通信システムで使われていた多重接続方式である CDMA (Code Division Multiple Access) を次世代システムで OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) に変えようとする研究が活発に進められている。3GPP、3GPP 2、IEEE などの標準団体は OFDMA または変形された OFDMA を使用する進化システムに関する標準化を進行している。CDMA 方式に比べて OFDMA 方式で容量増大を期待することができることと知られている。OFDMA 方式で容量増大をもたらすさまざまな原因のうちの 1 つが周波数軸上でのスケジューリング (Frequency Domain Scheduling) を遂行することができるということである。チャネルの経時変化特性によって、チャネル感応スケジューリング方法を通じて容量利得を得たように、チャネルが周波数に従って異なるという特性を活用すれば、より多い容量利得を得ることができる。

【0005】

LTE システムでは、ダウンリンク (Downlink; 以下、“DL”) では OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式を採用しており、アップリンクでは SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 方式を採用しているが、両方とも周波数軸上でのスケジューリングを遂行することができる特徴を有している。

【0006】

上記の AMC 方法とチャネル感応スケジューリング方法は、送信機が送信チャネルに関する充分の情報を獲得した状態で転送効率を改善することができる技術である。LTE システム DL では、FDD (Frequency Division Duplex) 方式のように基地局が DL チャネルの状態を UL 受信チャネルを介して類推できない場合、端末機が基地局に DL チャネルに関する情報を報告するように設計されており、TDD (Frequency Divisi

on Duplex) 方式では、U L 受信チャンネルを介してD L 送信チャンネルの状態を知ることができる特性を活用して端末機が基地局にD L チャンネルに関する情報を報告することを省略することができる。一方、L T E システムU L では端末機がサウンディング基準信号 (Sounding Reference Signal ; 以下、“ S R S ”) を送信し、基地局がS R S 受信を通じてU L チャンネルを推定するように設計されている。

【0007】

一方、L T E システムのD L では多重アンテナ送信技法であるM I M O をサポートする。L T E システムの基地局は送信アンテナを1個、2個、または4個を具備することができる。複数の送信アンテナを具備した場合、プリコーディング (precoding) を適用してビーム成形利得と空間多重化 (spatial multiplexing) 利得を得ることができる。L T E システムの進化標準であるL T E R e l - 1 0 からは基地局が送信アンテナを8個まで具備することができる。

【0008】

図1は、D L M I M O をサポートするL T E 基地局の装置図を示すものである。図1の装置図は、従来のL T E システムの動作だけでなく、8送信アンテナをサポートするL T E R e l - 1 0 システムの動作にも適用される。D L M I M O を通じて基地局は最大2つのコードワード101を転送する。各コードワードは各自の転送フォーマット (Transmission Format) を有する。各コードワードは、スクランプリング (103a、103b) の過程を経た後、変調信号に変換 (105a、105b) される。変調信号は、階層マッピング (107) の過程を通じて同一な周波数-時間資源に転送される1つまたは1つ以上の信号列に変換される。個別信号列は、プリコーディング (111) を通じて生成される階層に転送される。変換された階層信号列は周波数-時間資源であるR E (resource element) に割当 (113a、113b) された後、O F D M 信号発生器115a、115bを経て送信アンテナポート117に転送される。制御器123は、D L チャンネル状態を端末機が報告したフィードバック情報を受信 (119) した後、フィードバック情報に基づいて変調方式、転送階層数、プリコーディング方式、割当R E など、転送方式及び資源を統制する。フィードバック情報を解釈するに当たって、基地局は事前に設定した情報を記憶するメモリ121を活用する。

【0009】

図2は、D L M I M O をサポートするL T E 端末機の装置図を示すものである。図2の装置図は、従来のL T E システムの動作だけでなく、8送信アンテナをサポートするL T E R e l - 1 0 システムの動作にも適用される。端末機は、受信アンテナ201からR F (Radio Frequency) 信号を受信 (203a、203b) してベースバンド信号に変換する。変換されたベースバンド信号のうち、D L チャンネル情報を含んだ基準信号 (Reference Signal ; 以下、“ R S ”) 受信信号は、チャンネル推定器205を通じてD L チャンネルを推定することに使われ、P D C C H (Physical Downlink Control CHannel) とP D S C H (Physical Downlink Shared CHannel) 等のデータ信号はP D C C H / P D S C H 受信機207を経て復元される。P D C C H やP D S C H を介して基地局が端末機動作を制御するために転送したシグナリング情報は制御器211に伝達され、記録しておかなければならない基地局命令はメモリ213に格納される。一方、チャンネル推定器205を通じて得たチャンネル推定値は、P D S C H / P D C C H 復調に使われるか、フィードバック情報生成 (209) に使われる。C Q I (Channel Quality Indication)、P M I、R I などのフィードバックは、フィードバック情報生成器209を通じて生成されてP U C C H (Physical Uplink Control CHannel) に転送 (215) される。L T E システムでは、アップリンクでS C - F D M A (Single Carrier Frequency Domain Multiple Access) を採用するため、P U S C H (Physical Uplink Shared CHanel) が転送される時点ではフィードバック情報がP U S C H に挿入されて転送される。

【0010】

<表1>は、L T E R e l - 8 とR e l - 9 で定義しているD L 転送モードを羅列したものである。

10

20

30

40

50

【0011】

L T E R e l - 8 と R e l - 9 でサポートする D L 転送モード

【表 1】

転送モード	説明
1	シングルアンテナポート、ポート 0
2	転送ダイバーシティー
3	開ループ空間多重化
4	閉ループ空間多重化
5	マツチューザ M I M O
6	シングル転送レイヤを使用する 開ループ空間多重化
7	シングルアンテナポート、ポート 5
8	デュアルレイヤ転送；ポート 7 または 8、または両方とも

10

【0012】

L T E システムで転送ポートは復調に使用する R S により定義される。L T E D L で転送ポート p と関連した R S はアンテナポート p に転送される。転送／アンテナポート p の集合は該当基地局の R S 設定によって異なるように適用される。

20

【0013】

－ C R S (Cell-specific RS) は、送信アンテナが 1、2、または 4 の基地局に定義され、各々 $p = 0$ 、 $p = \{0, 1\}$ 、 $p = \{0, 1, 2, 3\}$ のアンテナポートに対応する。

【0014】

－ M B S F N (Multicast Broadcast Single Frequency network) R S は、 $p = 4$ のアンテナポートに対応する。

【0015】

－ D M - R S (DeModulation RS) と呼ばれるユーザ転送 R S は転送モード 7 で $p = 5$ 、転送モード 8 で $p = 7$ 、 $p = 8$ 、または $p = \{7, 8\}$ のアンテナポートに対応する。

30

【0016】

転送モード 1 から 6 は C R S 基盤の転送方式をサポートする。例えば、転送モード 3 と 4 は空間多重化をサポートすることに C R S が復調用基準信号として使われる。一方、転送モード 7 と 9 は D M - R S が復調用基準信号として使われる。閉ループ M I M O 動作をサポートするために、端末機は C R S を通じて D L M I M O チャンネルを推定し、C Q I、P M I、R I などを基地局に報告する。C Q I は、基地局が M C S (Modulation and Coding Scheme) を決定することにより参考となり、P M I と R I は基地局がプリコーディング及び M I M O 転送階層数を決定することにより参考となる。基地局は、C Q I、P M I、R I などのフィードバック情報に基づいて D L データチャンネルである P D S C H 転送の転送方式及びプリコーディング、転送資源などを最終決定する。

40

【0017】

端末機と基地局は、フィードバック情報を同一に理解しなければ、閉ループ動作が正常に遂行されない。特に P M I と R I のフィードバック情報を定義するために、L T E システムはプリコーディングコードブックを標準化して使用している。

【0018】

<表 2> は、2 つの送信アンテナを具備した L T E システムが使用するコードブックである。

【0019】

2 つの送信アンテナを具備した L T E システム用プリコーディングコードブック

50

【表 2】

コードブック インデックス	レイヤの数・	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	—

10

【0 0 2 0】

プリコーディング行列Wは<表 2>から選択される。但し、

【数 1】

$$W = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

20

はopen-loop空間多重化のみで使用するプリコーディング行列である。

【0 0 2 1】

<表 3>は、4 個の送信アンテナを具備したLTEシステムが使用するコードブックである。

【数 2】

$$W_n^{(s)}$$

30

は、以下の数式のように集合 {s} により与えられた列ベクトルにより定義される行列である。

【数 3】

$$W_n = I - 2 \frac{u_n u_n^H}{u_n^H u_n}$$

【0 0 2 2】

但し、I は 4 × 4 単位行列であり、

【数 4】

$$u_n$$

40

は<表 3>に与えられた値である。

【0 0 2 3】

4 個の送信アンテナを具備したLTEシステム用プリコーディングコードブック

【表 3】

コードブ ックイン デックス	u_n	レイヤの数 ν			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \ -1 \ -1 \ -1]^T$	$W_0^{(1)}$	$W_0^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(124)} / \sqrt{3}$	$W_0^{(1234)} / 2$
1	$u_1 = [1 \ -j \ 1 \ j]^T$	$W_1^{(1)}$	$W_1^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_1^{(1234)} / 2$
2	$u_2 = [1 \ 1 \ -1 \ 1]^T$	$W_2^{(1)}$	$W_2^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_2^{(3214)} / 2$
3	$u_3 = [1 \ j \ 1 \ -j]^T$	$W_3^{(1)}$	$W_3^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_3^{(3214)} / 2$
4	$u_4 = [1 \ (-1-j)/\sqrt{2} \ -j \ (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{(1)}$	$W_4^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(124)} / \sqrt{3}$	$W_4^{(1234)} / 2$
5	$u_5 = [1 \ (1-j)/\sqrt{2} \ j \ (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{(1)}$	$W_5^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(124)} / \sqrt{3}$	$W_5^{(1234)} / 2$
6	$u_6 = [1 \ (1+j)/\sqrt{2} \ -j \ (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{(1)}$	$W_6^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(134)} / \sqrt{3}$	$W_6^{(1324)} / 2$
7	$u_7 = [1 \ (-1+j)/\sqrt{2} \ j \ (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{(1)}$	$W_7^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(134)} / \sqrt{3}$	$W_7^{(1324)} / 2$
8	$u_8 = [1 \ -1 \ 1 \ 1]^T$	$W_8^{(1)}$	$W_8^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(124)} / \sqrt{3}$	$W_8^{(1234)} / 2$
9	$u_9 = [1 \ -j \ -1 \ -j]^T$	$W_9^{(1)}$	$W_9^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(134)} / \sqrt{3}$	$W_9^{(1234)} / 2$
1 0	$u_{10} = [1 \ 1 \ 1 \ -1]^T$	$W_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{10}^{(1324)} / 2$
1 1	$u_{11} = [1 \ j \ -1 \ j]^T$	$W_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(134)} / \sqrt{3}$	$W_{11}^{(1324)} / 2$
1 2	$u_{12} = [1 \ -1 \ -1 \ 1]^T$	$W_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{12}^{(1234)} / 2$
1 3	$u_{13} = [1 \ -1 \ 1 \ -1]^T$	$W_{13}^{(1)}$	$W_{13}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{13}^{(1324)} / 2$
1 4	$u_{14} = [1 \ 1 \ -1 \ -1]^T$	$W_{14}^{(1)}$	$W_{14}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{14}^{(3214)} / 2$
1 5	$u_{15} = [1 \ 1 \ 1 \ 1]^T$	$W_{15}^{(1)}$	$W_{15}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{15}^{(1234)} / 2$

【0024】

DL MIMOチャンネルに適応するプリコーディングは、ビーム成形利得と空間多重化利得を得ることに最も核心となる技術である。端末機は、与えられたDL MIMOチャンネルで最も適合したPMIとRI (Rank Indication) を選択して基地局に報告する。PMIは端末機がどのプリコーディングを好むかを表す値であり、RIは端末機が判断した時、現チャンネル状況で最大何個までの階層信号を同時に転送できるかを表す値である。

【0025】

10

20

30

40

50

ところが、端末機が好むPMIやRIを基地局がサポートすることを渋る状況が発生することがある。例えば、特定方向にビームを成形すれば、隣接セルに度外れの干渉を引き起こすため、基地局がこれを回避しようとすることもあり、基地局が送信機複雑度などの理由により一部プリコーディングを初めからサポートしないこともあり、基地局が端末機のフィードバック情報に全的に信頼しないことにより端末機が選択することができるPMIやRI情報を制限しようとすることもある。

【0026】

このように、端末機がフィードバックするPMIやRI情報を基地局が事前に制限するために、LTE Rel-8とRel-9に導入された技術がコードブックサブセット制限(Codebook Subset Restriction; 以下、“CSR”)である。CSR用ビットマップが上位シグナリングで端末機別に転送される。ビットマップ内の特定ビットは、特定プリコーディング行列と一対一対応する。CSRシグナリングで特定ビットが0に設定されれば、該当プリコーディング行列を端末がPMIにフィードバックすることが遮断される。CSR用ビットマップのサイズは標準で定義した総プリコーディング行列の数と同一であり、端末機別に設定された転送モードと基地局のCSRアンテナポート数によってその値が異なる。

【0027】

図3は、CSRを勘案して閉ループプリコーディングの流れ図を示す図である。まず、基地局301は、端末機303にCSRシグナリングを端末機別に転送(305)する。端末機は、基地局のCSR命令を格納してからフィードバック生成(309)ステップでCSRシグナリングを参考にしてCQI、PMI、RIを決定する。即ち、基地局がCSRシグナリングを通じて制限したPMIとRIは端末機が選択しない。ステップ309で決定されたフィードバック情報は、ステップ311で基地局に送信される。基地局は、フィードバック情報に基づいてDLスケジューリング(313)を遂行し、PDCCHとPDSCHを転送(315)する。端末機は、まずPDCCHを受信(317)してPDSCHの受信方法を理解した後、PDSCHを受信(319)する。ステップ309からステップ319までの基地局と端末機の動作(307)は、閉ループ方式のDL転送の一般的な手続きであり、307過程毎にCSRシグナリング(305)の更新を必要としない。基地局の必要によってCSRシグナリングは更新できる。

【0028】

LTE Rel-8とRel-9で、転送モード3、4、5、6と8のみがCSRをサポートする。各転送モードで、CSRビットマップサイズは<表4>に整理されている。

【0029】

転送モード別CSRビットマップサイズ

【表4】

転送モード	ビット A_c の数	
	2 アンテナポート	2 アンテナポート
3	2	4
4	6	6 4
5	4	1 6
6	4	1 6
8	6	3 2

【0030】

10

20

30

40

【数 5】

C S R ビットマップはビット列 $\{a_{A_c-1}, \dots, a_3, a_2, a_1, a_0\}$

で表記される。ここで、 a_0 は L S B (Least Significant Bit) であり、 a_{A_c-1} は M S B (Meast Significant Bit) である。

【0 0 3 1】

転送モード 4 は L T E R e l - 8 から定義された D L C R S 基盤の閉ループ M I M O 転送方式のための転送モードである。転送モード 4 で、2 - T x コードブックに定義されたプリコーディング行列の数は総 6 個であるので、サイズが 6 のビットマップが 2 つの送信アンテナを具備した L T E システムの転送モード 4 用 C S R シグナリングに使われる。転送モード 4 で、4 - T x コードブックに定義されたプリコーディング行列の数は総 6 4 個であるので、サイズが 6 4 のビットマップが 4 個の送信アンテナを具備した L T E システムの転送モード 4 用 C S R シグナリングに使われる。

10

【0 0 3 2】

一方、転送モード 8 は L T E R e l - 9 から定義された D L D M - R S 基盤の二重ビーム成形転送方式のための転送モードである。転送モード 8 では、 $r a n k - 1$ または $r a n k - 2$ 転送のみをサポートする。転送モード 8 で、4 - T x コードブックに定義されたプリコーディング行列の数は総 3 2 個であるので、サイズが 3 2 のビットマップが 4 個の送信アンテナを具備した L T E システムの転送モード 8 用 C S R シグナリングに使われる。

20

【0 0 3 3】

各転送モード別に C S R シグナリングビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 3
- ・ 2 送信アンテナ：ビット

【数 6】

$$a_{v-1}, v=2$$

30

は < 表 2 > のコードブックインデックス i と $r a n k$ 値 2 に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

【数 7】

$$a_0$$

は転送ダイバーシティー用プリコーディングを意味。

- ・ 4 送信アンテナ：ビット

【数 8】

40

$$a_{v-1}, v=2,3,4$$

は < 表 3 > のコードブックインデックス 1 2、1 3、1 4、1 5 と $r a n k$ 値

【数 9】

$$v$$

に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

【数 1 0】

 a_0

は転送ダイバーシティー用プリコーディングを意味。

- ・ 転送モード 4
 - ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照
 - ・ 4 送信アンテナ：ビット

【数 1 1】

 $a_{16(\nu-1)+i}$

10

は＜表 3＞のコードブックインデックス i と rank 値

【数 1 2】

 ν

に対応するプリコーディング行列を指定

- ・ 転送モード 5 と 6
 - ・ 2 送信アンテナ：ビット

20

【数 1 3】

 a_i

は＜表 2＞のコードブックインデックス i と rank 値 1 に対応するプリコーディング行列を指定。

- ・ 4 送信アンテナ：ビット

【数 1 4】

 a_i

30

は＜表 3＞のコードブックインデックス i と rank 値 1 に対応するプリコーディング行列を指定。

- ・ 転送モード 8
 - ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照
 - ・ 4 送信アンテナ：ビット

【数 1 5】

 $a_{16(\nu-1)+i}$

40

は＜表 3＞のコードブックインデックス i と rank 値

【数 1 6】

 ν

に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

【数 1 7】

 $\nu=1,2$

50

【0034】

<表5>は、上記の転送モード4と8で2送信アンテナの場合、CSRビットマップを解釈する方法を整理した表である。

【0035】

2-TxコードブックにおけるCSRビットマップとプリコーディング行列との関係

【表5】

コードブック インデックス	レイヤの数・	
	1	2
0	a_0	—
1	a_1	a_4
2	a_2	a_5
3	a_3	—

10

【0036】

従来の技術によれば、CSRビットマップは特定転送モードで使用可能な全てのプリコーディング行列に対して一対一対応可能に定義された。LTE Rel-8とRel-9では転送モード別にプリコーディングコードブックが1つのみ定義されていたので、従来の方式によりCSRをサポートすることが可能であった。

20

【0037】

しかしながら、LTE Rel-10からは8送信アンテナをサポートし始めて、このために8-Txコードブックを新規定義する。送信アンテナの数が増加すれば、プリコーディングにより成形されるビームの幅が減るようになって、アレイアンテナ利得が増える長所がある。しかしながら、改善されたアレイアンテナ利得はより精巧になったPMIフィードバック情報を基地局が受信できなければ実質的に得ることができない利得である。したがって、LTE Rel-10では、より精巧なPMIフィードバック情報を定義しながらもフィードバックのオーバーヘッドが大きく増えない二重コードブック構造を8-Txコードブックの新たな構造として採択した。

30

【0038】

新たな構造のプリコーディングコードブックが導入されるにつれて、従来CSRビットマップのシグナリング方法をこれ以上再活用できないという問題点が発生した。本発明は、このような問題点を解決するための効率的なCSRシグナリング方法を提案する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0039】

本発明は8送信アンテナを具備したLTE DLシステムにおいて、8-Tx二重コードブック構造に適合したCSRシグナリング方法を提案する。また、本発明はCSRシグナリングのオーバーヘッドを勘案して、効率的にCSRビットマップのサイズを縮める方法を提案する。

40

【課題を解決するための手段】

【0040】

前述した問題点を解決するために、本発明の一実施形態に従う基地局(eNB)の転送モード9でのアンテナポート8個を用いた通信のためのコードブックサブセット制限(CSR; Codebook Subset Restriction)ビットマップ送信方法は、報告が許容されない(reporting is not allowed)プリコーディング行列指示子(precoding matrix indicator)及びランク指示子(rank indicator)を指示するCSRビットマップを生成するビットマップ生成ステップ、及び上記生成したCSRビットマップを端末(UE)に送信するステップを含むことができる。上記CSRビットマップは、第1コードブックに相応す

50

る53ビット及び第2コードブックに相応する56ビットを含み、上記第1コードブックに相応する上記53ビットは、各々第1、第2、第3、第4、第5、第6、第7、及び第8階層(layer)のための16、16、4、4、4、4、4、及び1ビットを含み、上記第2コードブックに相応する上記56ビットは、各々第1、第2、第3、及び第4レイヤのための16、16、16、及び8ビットを含む。

【0041】

前述した問題点を解決するために、本発明の一実施形態に従う転送モード9でのアンテナポート8個を用いた通信のためのコードブックサブセット制限(CSR; Codebook Subset Restriction)ビットマップを送信する基地局(eNB)は、報告が許容されない(reporting is not allowed)プリコーディング行列指示子(precoding matrix indicator)及びランク指示子(rank indicator)を指示するCSRビットマップを生成する制御部及び上記生成したCSRビットマップを端末(UE)に送信する通信部を含むことができる。上記CSRビットマップは、第1コードブックに相応する53ビット及び第2コードブックに相応する56ビットを含み、上記第1コードブックに相応する上記53ビットは、各々第1、第2、第3、第4、第5、第6、第7、及び第8階層(layer)のための16、16、4、4、4、4、4、及び1ビットを含み、上記第2コードブックに相応する上記56ビットは、各々第1、第2、第3、及び第4レイヤのための16、16、16、及び8ビットを含む。

【0042】

前述した問題点を解決するために本発明の一実施形態に従う端末(UE)の転送モード9でのアンテナポート8個を用いた通信のためのコードブックサブセット制限(CSR; Codebook Subset Restriction)ビットマップ受信方法は、基地局(eNB)からCSRビットマップを受信するステップ、及び上記受信したCSRビットマップを分析して報告が許容されない(reporting is not allowed)プリコーディング行列指示子(precoding matrix indicator)及びランク指示子(rank indicator)を抽出するビットマップ抽出ステップを含むことができる。上記CSRビットマップは、第1コードブックに相応する53ビット及び第2コードブックに相応する56ビットを含み、上記第1コードブックに相応する上記53ビットは、各々第1、第2、第3、第4、第5、第6、第7、及び第8階層(layer)のための16、16、4、4、4、4、4、及び1ビットを含み、上記第2コードブックに相応する上記56ビットは、各々第1、第2、第3、及び第4レイヤのための16、16、16、及び8ビットを含む。

【0043】

前述した問題点を解決するために、本発明の一実施形態に従う転送モード9でのアンテナポート8個を用いた通信のためのコードブックサブセット制限(CSR; Codebook Subset Restriction)ビットマップを受信する端末(UE)は、基地局(eNB)からCSRビットマップを受信する通信部、及び上記受信したCSRビットマップを分析して報告が許容されない(reporting is not allowed)プリコーディング行列指示子(precoding matrix indicator)及びランク指示子(rank indicator)を抽出する制御部を含むことができる。上記CSRビットマップは、第1コードブックに相応する53ビット及び第2コードブックに相応する56ビットを含み、上記第1コードブックに相応する上記53ビットは、各々第1、第2、第3、第4、第5、第6、第7、及び第8階層(layer)のための16、16、4、4、4、4、4、及び1ビットを含み、上記第2コードブックに相応する上記56ビットは、各々第1、第2、第3、及び第4レイヤのための16、16、16、及び8ビットを含む。

【発明の効果】

【0044】

本発明の一実施形態によれば、8送信アンテナを具備したLTE DLシステムにおいて、8-Tx二重コードブック構造に適合したCSRシグナリング方法を提供することができる。

【0045】

また、本発明の一実施形態によれば、C S Rシグナリングのオーバーヘッドを勘案して、効率的にC S Rビットマップのサイズを縮める方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】基地局装置図である。

【図2】端末機装置図である。

【図3】閉ループプリコーディングの流れ図である。

【図4】実施形態3-1に従うC S Rビットマップである。

【図5】実施形態3-2に従うC S Rビットマップである。

【図6】実施形態4-1に従うC S Rビットマップである。

【図7】実施形態4-2に従うC S Rビットマップである。

【発明を実施するための形態】

【0047】

以下、本発明の実施形態を添付した図面を参照して詳細に説明する。

【0048】

実施形態を説明するに当たって、本発明が属する技術分野に十分知られており、本発明と直接的に関連のない技術内容に対しては説明を省略する。これは不要な説明を省略することによって本発明の要旨を曖昧にしないで、より明確に伝達するためである。

【0049】

同様の理由により添付図面において一部の構成要素は誇張、省略、または概略的に図示された。また、各構成要素のサイズは実際サイズを全的に反映するものではない。各図面で同一なまたは対応する構成要素には同一な参照番号を与えた。

【0050】

以下、本発明の実施形態によって携帯端末機を説明するための図面を参考にして本発明に対して説明する。

【0051】

本発明の利点及び特徴、そしてそれらを達成する方法は、添付する図面と共に詳細に後述されている実施形態を参照すれば明確になることである。しかしながら、本発明は以下に開示される実施形態に限定されるものでなく、互いに異なる多様な形態に具現されることができ、単に本実施形態は本発明の開示が完全になるようにし、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者に発明の範疇を完全に知らせるために提供されるものであり、本発明は請求項の範疇により定義されるだけである。明細書の全体に亘って同一参照符号は同一構成要素を称する。

【0052】

以下、本発明の実施形態によってコードブックサブセット制限ビットマップ送受信方法及び装置を説明するための図面を参考にして本発明に対して説明する。

【0053】

本発明は、8個の送信アンテナをサポートするL T E進化システムにおいて、効率的にC S Rをかける方法を提供する。基地局の装置図及び端末機の装置図は、各々図1と図2の構造を使用する。但し、本発明に提供する方法によって図1の階層マッピング107、プリコーディング111、フィードバック受信機119、メモリ121、制御器123、及び図2のフィードバック生成器209、制御器211、メモリ213、P U C C H (P U S C H) 送信機215の内部動作は変更されなければならない。

【0054】

3 G P PではL T E進化のためにD L M I M Oの改善に対して議論してきた。最大8階層転送をL T E R e l - 10でサポートするために、C S I - R S (Channel State Indication Reference Signal) の導入と新たな8-T xコードブックが定義された。C S I - R Sは、2個、4個、または8個の送信アンテナポートをサポートする。

10

20

30

40

【数 1 8】

2 個の送信アンテナポートをサポートする基地局は $p=15,16$ のアンテナポート番号を使用し、4 個のアンテナポートをサポートする基地局は $p=15,\dots,18$ のアンテナポート番号を使用し、8 個のアンテナポートをサポートする基地局は $p=15,\dots,22$ のアンテナポート番号を使用する。

改善された DL 多重アンテナ送信信号を端末機端で復調できるように LTE Rel-10 の基地局はプリコーディングされた DM-RS (DeModulation Reference Signal) をサポートするが、RS (Reference Signal) とデータ信号に同一なプリコーディングを適用するので、基地局がどのプリコーディングを使用したかを明示的に知らせる制御信号は別途に必要でない。CRS (Cell-specific Reference Signal) を復調用 RS に使用する場合には、RS にはユーザ別プリコーディングが適用されないが、データ信号にはユーザ別プリコーディングが適用されるので、基地局は既定義されているコードブックの内でプリコーディングを選択してデータ信号に適用し、どのプリコーディングを使用したかを明示的に知らせてくれる制御信号を別途に転送しなければならない。一方、DM-RS を使用する場合には基地局がデータ信号に適用するプリコーディングが必ずコードブックの内に定義されているものでなければならないという制限条件がなくなる。しかしながら、DL MIMO 転送に DM-RS を使用する場合としても、端末機が基地局に DL MIMO チャンネルの特性を知らせてくれるために、PMI (Precoding Matrix Indication) と RI (Rank Indication) フィードバック情報を転送しなければならない。ここで、PMI と RI は端末機が最も好むプリコーディング方式と同時転送階層数を表す。

【0055】

LTE Rel-10 で最大 8 階層転送をサポートしながら、送信アンテナポート数が 8 個の基地局の DL MIMO のために 8-Tx コードブックを新規定義した。送信アンテナの数が増加すれば、プリコーディングにより成形されるビームの幅が減るようになって、アレイアンテナ利得が増える長所がある。しかしながら、改善されたアレイアンテナ利得はより精巧になった PMI フィードバック情報を基地局が受信することができなければ実質的に得ることができない利得である。したがって、LTE Rel-10 では、より精巧な PMI フィードバック情報を定義するために二重コードブック構造を採択した。二重コードブック構造は、フィードバック信号のオーバーヘッドは減らしながら、より多いプリコーディング行列をコードブックに定義することができる方式である。二重コードブック構造を適用した LTE Rel-10 の 8-Tx コードブックの設計原則は以下の通りである。

【0056】

【数 1 9】

ー 全ての rank (rank 1 から 8) に対し、プリコーディング行列 W は 2 行列 W

W_1 と W_2 の積: $W = W_1 W_2$

・ $W_1 \in C_1$, $W_2 \in C_2$

・ $W_1 = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix}$

は block diagonal 行列として定義する。 W_1 は任意のアンテナ間隔 (例えば、1/2 波長間隔や 4 波長間隔) を有する双極性アンテナ構造で空間分散行列に整合する役割をする。

・ W_1 から最小 16 個の DFT (Discrete Fourier Transform) ベクトルを生成し、 W

2を通じて位相を整合する。この方式は、U L A (Uniform Linear Array) の空間共分散に整合する役割をする。

・ このような二重コードブック構造は、D L M I M Oチャネルの共分散相関度と関係無しで良い性能を得るようにする特性を有する。

【0057】

ー r a n k 1から4までのコードブック設計

・ Xは $4 \times N b$ 行列として定義する。各W1で隣接ビームは互いに一部空間的に重複するように設計する。これは、W2を調整して同一なW1で周波数選択プリコーディングに最適になるようにするためのものである。

・ r a n k = 1と2に対する設計

10

> Xは4送信アンテナに適用する32個のD F Tビームで構成する。4送信アンテナに基本になるD F Tビームは4個であるので、32個のビームを生成するために8倍オーバーサンプリング (over sampling) するものである。

・ ビームインデックス: 0, 1, 2, ..., 31

> W1: Nb = 4を適用し、隣接重複ビーム生成

・ 各r a n k当たり16個のW1行列定義: {0, 1, 2, 3}, {2, 3, 4, 5}, {4, 5, 6, 7}, ..., {28, 29, 30, 31}, {30, 31, 0, 1}

> W2: 選択と位相整合役割

20

・ r a n k - 1: 4種類の選択仮設及び4種類のQ P S K (Quadrature Phase Shift Keying) 位相整合仮設を適用して総16種類のプリコーディング生成

・ r a n k - 2: 8種類の選択仮設及び2種類のQ P S K位相整合仮設を適用して総16種類のプリコーディング生成

・ r a n k = 3と4に対する設計

> Xは4送信アンテナに適用する16個のD F Tビームで構成する。即ち、4倍オーバーサンプリングする。

・ ビームインデックス: 0, 1, 2, ..., 15

> W1: Nb = 8を適用し、隣接重複ビーム生成

・ 各r a n k当たり4個のW1行列定義: {0, 1, 2, ..., 7}, {4, 5, 6, ..., 11}, {8, 9, 10, ..., 15}, {12, ..., 15, 0, ..., 3}

30

> W2: 選択と位相整合役割

・ r a n k - 1: 16種類の選択仮設及び1種類のQ P S K位相整合仮設を適用して総16種類のプリコーディング生成

・ r a n k - 2: 4種類の選択仮設及び2種類のQ P S K位相整合仮設を適用して総8種類のプリコーディング生成

【0058】

ー r a n k 5から8までのコードブック設計

・ Xは 4×4 D F T行列として定義する。

・ r a n k = 5, 6, 7に対し4個のW1行列を導入し、r a n k = 8に対し1つのW1行列を導入する。

40

・ W2はr a n k別に1つのみ次の通り定義する。

【数20】

$$W_2 = \begin{bmatrix} I & I \\ I & -I \end{bmatrix} \cdot [\text{a fixed } 8 \times r \text{ column selection matrix}]$$

【0059】

ここで、

【数 2 1】

$$\begin{bmatrix} I & I \\ I & -I \end{bmatrix}$$

は個別転送階層に対して2極性アンテナグループを同一割合で利用できるようなものである。高いrank転送をサポートするチャンネル環境で優れる性能を保証する。

【0 0 6 0】

上記の設計原則によれば、プリコーディング行列W1を定義するコードブックC1はrank-1とrank-2に対し共通的に16元素を持つ1つの集合として定義し、rank-3とrank-4に対し共通的に4元素を持つ1つの集合として定義し、rank-5、rank-6、rank-7に対し共通的に4元素を持つ更に他の1つの集合として定義し、rank-8に対し1つの元素を持つ集合として定義する。一方、プリコーディング行列W2を定義するコードブックC2はrank別に異なるように定義する。

【0 0 6 1】

上記の設計原則に従って導入されたコードブックは、＜表6＞から＜表13＞のようにrank別に定義される。各表で、i1とi2は各々コードブックC1とC2のインデックスを表し、変数

【数 2 2】

$$\varphi_n \text{ と } v_m$$

は＜数式1＞の通りである。

【0 0 6 2】

【数 2 3】

$$\varphi_n = e^{jm/2}$$

$$v_m = [1 \quad e^{j2\pi m/32} \quad e^{j4\pi m/32} \quad e^{j6\pi m/32}]^T$$

【0 0 6 3】

rank-1用コードブック

【表 6】

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0-15	$W_{2i_1,0}^{(1)}$	$W_{2i_1,1}^{(1)}$	$W_{2i_1,2}^{(1)}$	$W_{2i_1,3}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,0}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,1}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,2}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,3}^{(1)}$
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0-15	$W_{2i_1+2,0}^{(1)}$	$W_{2i_1+2,1}^{(1)}$	$W_{2i_1+2,2}^{(1)}$	$W_{2i_1+2,3}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,0}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,1}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,2}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,3}^{(1)}$

$$\text{where } W_{m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_n v_m \end{bmatrix}$$

【0 0 6 4】

rank-2用コードブック

10

20

30

40

50

【表 7】

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0 - 1 5	$W_{2i_1, 2i_1, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1, 2i_1, 1}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+1, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+1, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0 - 1 5	$W_{2i_1+2, 2i_1+2, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1+2, 2i_1+2, 1}^{(2)}$	$W_{2i_1+3, 2i_1+3, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1+3, 2i_1+3, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	1 0	1 1
0 - 1 5	$W_{2i_1, 2i_1+1, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1, 2i_1+1, 1}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+2, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+2, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	1 2	1 3	1 4	1 5
0 - 1 5	$W_{2i_1, 2i_1+3, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1, 2i_1+3, 1}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+3, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+3, 1}^{(2)}$

where $W_{m, m', n}^{(2)} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_n v_m & -\varphi_n v_{m'} \end{bmatrix}$

【0 0 6 5】

rank-3 用コードブック

【表 8】

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0 - 3	$W_{8i_1, 8i_1, 8i_1+8}^{(3)}$	$W_{8i_1+8, 8i_1, 8i_1+8}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1, 8i_1+8, 8i_1+8}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+8, 8i_1, 8i_1}^{(3)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0 - 3	$W_{8i_1+2, 8i_1+2, 4i_1+10}^{(3)}$	$W_{8i_1+10, 8i_1+2, 8i_1+10}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+2, 8i_1+10, 8i_1+10}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+10, 8i_1+2, 8i_1+2}^{(3)}$
i_1	i_2			
	8	9	1 0	1 1
0 - 3	$W_{8i_1+4, 8i_1+4, 8i_1+12}^{(3)}$	$W_{8i_1+12, 8i_1+4, 8i_1+12}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+4, 8i_1+12, 8i_1+12}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+12, 8i_1+4, 8i_1+4}^{(3)}$
i_1	i_2			
	1 2	1 3	1 4	1 5
0 - 3	$W_{8i_1+6, 8i_1+6, 8i_1+14}^{(3)}$	$W_{8i_1+14, 8i_1+6, 8i_1+14}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+6, 8i_1+14, 8i_1+14}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+14, 8i_1+6, 8i_1+6}^{(3)}$

where $W_{m, m', m''}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{24}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} & v_{m''} \\ v_m & -v_{m'} & -v_{m''} \end{bmatrix}, \quad \tilde{W}_{m, m', m''}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{24}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} & v_{m''} \\ v_m & v_{m'} & -v_{m''} \end{bmatrix}$

10

20

30

40

50

【0066】

rank-4用コードブック

【表9】

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0-3	$W_{8i_1, 8i_1+8, 0}^{(4)}$	$W_{8i_1, 8i_1+8, 1}^{(4)}$	$W_{8i_1+2, 8i_1+10, 0}^{(4)}$	$W_{8i_1+2, 8i_1+10, 1}^{(4)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0-3	$W_{8i_1+4, 8i_1+12, 0}^{(4)}$	$W_{8i_1+4, 8i_1+12, 1}^{(4)}$	$W_{8i_1+6, 8i_1+14, 0}^{(4)}$	$W_{8i_1+6, 8i_1+14, 1}^{(4)}$

10

$$\text{where } W_{m, m', n}^{(4)} = \frac{1}{\sqrt{32}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} & v_m & v_{m'} \\ \varphi_n v_m & \varphi_n v_{m'} & -\varphi_n v_m & -\varphi_n v_{m'} \end{bmatrix}$$

【0067】

rank-5用コードブック

【表10】

20

i_1	i_2				
	0				
0-3	$W_i^{(5)} = \frac{1}{\sqrt{40}} \begin{bmatrix} v_{2i_1} & v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} \\ v_{2i_1} & -v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & -v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} \end{bmatrix}$				

【0068】

rank-6用コードブック

【表11】

30

i_1	i_2					
	0					
0-3	$W_i^{(6)} = \frac{1}{\sqrt{48}} \begin{bmatrix} v_{2i_1} & v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+16} \\ v_{2i_1} & -v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & -v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & -v_{2i_1+16} \end{bmatrix}$					

40

【0069】

rank-7用コードブック

【表 1 2】

i_1	i_2
	0
0 - 3	$W_{i_1}^{(7)} = \frac{1}{\sqrt{56}} \begin{bmatrix} v_{2i_1} & v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+24} \\ v_{2i_1} & -v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & -v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & -v_{2i_1+16} & v_{2i_1+24} \end{bmatrix}$

【0 0 7 0】

rank - 8 用コードブック

【表 1 3】

i_1	i_2
	0
0	$W_{i_1}^{(8)} = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} v_{2i_1} & v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+24} & v_{2i_1+24} \\ v_{2i_1} & -v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & -v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & -v_{2i_1+16} & v_{2i_1+24} & -v_{2i_1+24} \end{bmatrix}$

【0 0 7 1】

従来のシステムである LTE Rel - 8 のように、コードブックサブセット技法は LTE Rel - 10 の 8 送信アンテナを使用する DL MIMO にも適用されなければならない。本発明は、8 送信アンテナ用コードブックにコードブックサブセット技法を適用するための効率的なシグナリング方法を提供する。

【0 0 7 2】

LTE Rel - 10 では新規転送モードとして転送モード 9 と転送モード 10 を追加する。転送モード 9 は、DM-RS を用いて最大 8 階層転送をサポートするための転送モードである。転送モード 10 は、DCI のサイズを大幅縮めることができるように 1 つの階層のみを転送するという制限を適用した転送モードである。転送モード 9 と転送モード 10 との関係は LTE Rel - 8 で転送モード 4 と転送モード 6 との関係と同一である。転送モード 6 及び転送モード 10 は 1 つの階層のみ転送するという制限が適用されて、1 つのコードワードのみ転送されるので、2 番目コードワードに対する MCS (Modulation and Coding Scheme)、NDI (New Data Indicator)、RV (Redundancy Version) などの制御信号を定義する必要がない。転送モード 10 では 1 つの階層転送のみ許容するという制限により専ら rank - 1 プリコーディングのみ効力を発揮する。したがって、転送モード 10 用の CSR 用ビットマップは rank - 1 プリコーディングのみから選択することで、サイズを大幅縮めるようになる。

【0 0 7 3】

<表 1 4> は、LTE Rel - 10 の 8 送信アンテナ用コードブックのサイズを rank 別に整理したものである。二重コードブック構造を用いて指定することができるプリコーディングの個数は総 6 2 1 種類となる。

【0 0 7 4】

コードブックサイズ

【表 1 4】

	コードブックサイズ							
r a n k	1	2	3	4	5	6	7	8
$n(C_1)$	1 6	1 6	4	4	4	4	4	1
$n(C_2)$	1 6	1 6	1 6	8	1	1	1	1
$n(C_1 \times C_2)$	2 5 6	2 5 6	6 4	3 2	4	4	4	1

【0 0 7 5】

10

第 1 実施形態

第 1 実施形態は、上記の L T E R e l - 1 0 用 8 - T x コードブックにサブセット制限をかけるために 1 つのビットマップを定義し、定義可能な全てのプリコーディング方式に制限をかけることができるようにするものである。第 1 実施形態に従う C S R ビットマップのサイズは＜表 1 5＞の通りである。

【0 0 7 6】

第 1 実施形態に従う転送モード別 C S R ビットマップのサイズ

【表 1 5】

転送モード	ビット A_C の数		
	2 アンテナポート	4 アンテナポート	8 アンテナポート
3	2	4	—
4	6	6 4	—
5	4	1 6	—
6	4	1 6	—
9	6	6 4	6 2 1
1 0	4	1 6	2 5 6

20

【0 0 7 7】

30

転送モード 9 の場合、全ての r a n k をサポートするため、プリコーディング数は総 6 2 1 個である。

【0 0 7 8】

実施形態 1 - 1 : i 1 優先マッピング

実施形態 1 - 1 は W 1 用コードブック C 1 用ビットマップを先頭に置くものである。この場合、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
- ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 2 4】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(v-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と $r a n k$ 値 v に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{g(v)+i_2 f(v)+i_1}$ は＜表 6＞から＜表 13＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と $r a n k$ 値 v に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$g(v) = \begin{cases} 0 & \text{for } v=1 \\ 256 & \text{for } v=2 \\ 512 & \text{for } v=3 \\ 576 & \text{for } v=4 \\ 608 & \text{for } v=5 \\ 612 & \text{for } v=6 \\ 616 & \text{for } v=7 \\ 620 & \text{for } v=8 \end{cases} \quad f(v) = \begin{cases} 16 & \text{for } v=1,2 \\ 4 & \text{for } v=3,4,5,6,7 \end{cases} \quad 10$$

・ 転送モード 10

・ 2 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 2＞のコードブックインデックス i と $r a n k$ 値 $v=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 4 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 3＞のコードブックインデックス i と $r a n k$ 値 $v=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{16i_2+i_1}$ は＜表 6＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と $r a n k$ 値 $v=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

30

【0079】

【数 2 5】

上記の数式で、関数 $g(v)$ は $r a n k$ が v より小さい総プリコーディング個数を表す関数であり、関数 $f(v)$ はコードブック C_1 のサイズを表す関数である。参考に、上記関数 $f(v)$ の定義によれば、 $f(8)=1$ であるが、 $v=8$ で $i_2=0$ であるほかないので、 $f(8)=1$ を別途に定義する必要がない。

40

【0080】

実施形態 1-2：i 2 優先マッピング

実施形態 1-2 は W 2 用コードブック C 2 用ビットマップを先頭に置くものである。この場合、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

・ 転送モード 9

・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 2 6】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(v-1)+i}$ は<表 3>のコードブックインデックス i と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{g(\nu)+i_1 f(\nu)+i_2}$ は<表 6>から<表 1 3>のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$g(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu = 1 \\ 256 & \text{for } \nu = 2 \\ 512 & \text{for } \nu = 3 \\ 576 & \text{for } \nu = 4 \\ 608 & \text{for } \nu = 5 \\ 612 & \text{for } \nu = 6 \\ 616 & \text{for } \nu = 7 \\ 620 & \text{for } \nu = 8 \end{cases} \quad f(\nu) = \begin{cases} 16 & \text{for } \nu = 1, 2, 3 \\ 8 & \text{for } \nu = 4 \\ 1 & \text{for } \nu = 5, 6, 7 \end{cases} \quad 10$$

・ 転送モード 1 0

・ 2 送信アンテナ：ビット a_i は<表 2>のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定 20

・ 4 送信アンテナ：ビット a_i は<表 3>のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{16i_1+i_2}$ は<表 6>のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定 30

【0 0 8 1】

【数 2 7】

上記の数式で、関数 $g(\nu)$ は実施形態 1-1 のように r a n k が ν より小さい総プリコーディング個数を表す関数であり、関数 $f(\nu)$ はコードブック C_2 のサイズを表す関数である。参考により、上記関数 $f(\nu)$ の定義によれば、 $f(8)=1$ であるが、 $\nu=8$ で $i_1=0$ であるほかないので、 $f(8)$ を別途に定義する必要がない。 40

【0 0 8 2】

第 2 実施形態

第 2 実施形態は、上記の L T E R e l-1 0 用 8-T x コードブックにサブセット制限をかけるためにコードブック C_1 と C_2 各々に別途のビットマップを定義するものである。

【0 0 8 3】

実施形態 2-1：別途ビットマップシグナリング

実施形態 2-1 は、2 つのビットマップ B_1 と B_2 を導入し、各々コードブック C_1 と 50

C 2 にコードブックサブセット制限を加えるように定義するものである。B 1 と B 2 は次のようなビット列で表す。

【数 2 8】

$$B_1 = \{a_{A_c^{(1)}-1}^{(1)}, \dots, a_3^{(1)}, a_2^{(1)}, a_1^{(1)}, a_0^{(1)}\}$$

$$B_2 = \{a_{A_c^{(2)}-1}^{(2)}, \dots, a_3^{(2)}, a_2^{(2)}, a_1^{(2)}, a_0^{(2)}\}$$

【0 0 8 4】

【数 2 9】

10

ここで、 $A_c^{(1)}$ と $A_c^{(2)}$ は各々ビットマップ B_1 と B_2 内のビット数を表す。＜表 1 4＞に整理されたように、 C_1 と C_2 には各々 5 3 個と 4 0 個のプリコーディング行列が含まれている。＜表 1 6＞は各ビットマップのサイズ $A_c^{(1)}$ と $A_c^{(2)}$ を整理したものである。

【0 0 8 5】

実施形態 2-1 に対する転送モード別 C S R ビットマップのサイズ

【表 1 6】

20

転送モード	ビット A_c の数		ビット $A_c^{(1)}$ の数	ビット $A_c^{(2)}$ の数
	2 アンテナポート	4 アンテナポート	8 アンテナポート	
3	2	4	—	—
4	6	6 4	—	—
5	4	1 6	—	—
6	4	1 6	—	—
9	6	6 4	5 3	6 0
1 0	4	1 6	1 6	1 6

30

【0 0 8 6】

実施形態 2-1 で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
 - ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 3 0】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：

○ ビット $a_{f^{(1)}(\nu)+i_1}$ は＜表 6＞から＜表 13＞のコードブックインデックス i_1 と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(1)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 16 & \text{for } \nu=2 \\ 32 & \text{for } \nu=3 \\ 36 & \text{for } \nu=4 \\ 40 & \text{for } \nu=5 \\ 44 & \text{for } \nu=6 \\ 48 & \text{for } \nu=7 \\ 52 & \text{for } \nu=8 \end{cases} \quad 10$$

○ ビット $a_{f^{(2)}(\nu)+i_2}$ は＜表 6＞から＜表 13＞のコードブックインデックス i_2 と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(2)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 16 & \text{for } \nu=2 \\ 32 & \text{for } \nu=3 \\ 48 & \text{for } \nu=4 \\ 56 & \text{for } \nu=5 \\ 57 & \text{for } \nu=6 \\ 58 & \text{for } \nu=7 \\ 59 & \text{for } \nu=8 \end{cases} \quad 20$$

・ 転送モード 1 0

・ 2 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 2＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 4 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：

○ ビット a_{i_1} は＜表 6＞のコードブックインデックス i_1 と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

○ ビット a_{i_2} は＜表 6＞のコードブックインデックス i_2 と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

【0 0 8 7】

【数 3 1】

上記の数式で、関数 $f^{(1)}(\nu)$ と $f^{(2)}(\nu)$ は、各々コードブック C_1 と C_2 で r a n k が ν より小さい総プリコーディング個数を表す関数である。

【 0 0 8 8 】

実施形態 2-2： {B 2, B 1} 方式により単一ビットマップ定義

実施形態 2-2 は、実施形態 2-1 と同一に B 1 と B 2 を定義し、かつ 1 つの統合ビットマップ B を導入するために B 1 と B 2 を接続させる方式である。ビットマップ B は＜数式 2＞のように定義される。

【 0 0 8 9 】

【数 3 2】

$$B = \{a_{A_C-1}, \dots, a_1, a_0\} = \{B_2, B_1\} = \{a_{A_C^{(2)}-1}^{(2)}, \dots, a_1^{(2)}, a_0^{(2)}, a_{A_C^{(1)}-1}^{(1)}, \dots, a_1^{(1)}, a_0^{(1)}\}。$$

10

【 0 0 9 0 】

ビットマップ B のサイズ

【数 3 3】

$$A_C = A_C^{(1)} + A_C^{(2)}$$

は＜表 1 6＞により＜表 1 7＞の通りである。

【 0 0 9 1 】

実施形態 2-2 と実施形態 2-3 に従う転送モード別 CSR ビットマップのサイズ

【表 1 7】

20

転送モード	ビット A_C の数		
	2 アンテナポート	4 アンテナポート	8 アンテナポート
3	2	4	—
4	6	6 4	—
5	4	1 6	—
6	4	1 6	—
9	6	6 4	1 1 3
1 0	4	1 6	3 2

30

【 0 0 9 2 】

実施形態 2-2 で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
 - ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 3 4】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は<表 3>のコードブックインデックス i と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{53(\chi-1)+f^{(\chi)}(\nu)+i_\chi}$ は<表 6>から<表 1 3>のコードブックインデックス i_χ ($\chi=1,2$) と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(1)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 16 & \text{for } \nu=2 \\ 32 & \text{for } \nu=3 \\ 36 & \text{for } \nu=4 \\ 40 & \text{for } \nu=5 \\ 44 & \text{for } \nu=6 \\ 48 & \text{for } \nu=7 \\ 52 & \text{for } \nu=8 \end{cases} \quad f^{(2)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 16 & \text{for } \nu=2 \\ 32 & \text{for } \nu=3 \\ 48 & \text{for } \nu=4 \\ 56 & \text{for } \nu=5 \\ 57 & \text{for } \nu=6 \\ 58 & \text{for } \nu=7 \\ 59 & \text{for } \nu=8 \end{cases} \quad \text{であり、}$$

・ 転送モード 1 0

・ 2 送信アンテナ：ビット a_i は<表 2>のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 4 送信アンテナ：ビット a_i は<表 3>のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{16(\chi-1)+i_\chi}$ は<表 6>のコードブックインデックス i_χ ($\chi=1,2$) と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

【0 0 9 3】

実施形態 2-3：{B 1, B 2} 方式により単一ビットマップ定義

実施形態 2-3 は、実施形態 2-2 のように統合ビットマップ B を導入し、かつ B 1 と B 2 の接続順序を {B 1, B 2} に変更したものである。ビットマップ B は<数式 3>のように定義される。

【0 0 9 4】

【数 3 5】

$$B = \{a_{A_c-1}, \dots, a_1, a_0\} = \{B_1, B_2\} = \{a_{A_c^{(1)}-1}^{(1)}, \dots, a_1^{(1)}, a_0^{(1)}, a_{A_c^{(2)}-1}^{(2)}, \dots, a_1^{(2)}, a_0^{(2)}\}.$$

【0 0 9 5】

【数 3 6】

ビットマップ B のサイズ $A_c = A_c^{(1)} + A_c^{(2)}$ は<表 1 6>により<表 1 7>の通りである。実施形態 2-3 に他のビットマップの各ビットを解釈する方法は、実施形態 2-2 と大きく異ならないので、詳細な説明は省略する。

【0096】

第3実施形態

第3実施形態は、上記のLTE Rel-10用8-Txコードブックにサブセット制限をかけるためにコードブックC1とC2各々に別途のビットマップを定義し、かつコードブックC2用CSRビットマップB2から不要なビットを除去するものである。

【0097】

コードブックC2で、rank-5からrank-8までは1つのプリコーディング行列のみ定義されている。rank-5からrank-8までのうちの1つのrankで、コードブックC1でプリコーディング行列が1つでも制限されなければ、コードブックC2のプリコーディング行列は有効な反面、コードブックC1で全てのプリコーディング行列が制限されたとすれば、コードブックC2のプリコーディング行列は無効である。例えば、rank-7ではC1内にプリコーディング行列W1が4種類が定義されているが、これら全てのW1が制限されれば、端末機はrank-7のプリコーディング行列を選択してフィードバックできないようになるので、rank-7に該当するC2内にプリコーディング行列W2を選択する方法がない。一方、rank-7に該当するC1内にプリコーディング行列W1が1つでも制限されていなければ、端末機は好むrank-7のW1を選択してフィードバックすることだけでもrank-7に該当するC2内にプリコーディング行列W2を選択したこととなる。したがって、コードブックC2でrank-5からrank-8まではCSRのためのビットマップが導入されなくてもよい。

【0098】

<表18>は不要なビットを除外する場合、CSRシグナリングのための必要ビット数を整理したものである。

【0099】

第3実施形態に従うCSRシグナリングのための必要ビット数

【表18】

	CSRシグナリングのための必要ビット数								合計
rank	1	2	3	4	5	6	7	8	
$n(C_1)$	16	16	4	4	4	4	4	1	53
$n(C_2)$	16	16	16	8	—	—	—	—	56

【0100】

実施形態3-1：別途ビットマップシグナリング

実施形態3-1は2つのビットマップB1とB2を導入し、各々コードブックC1とC2にコードブックサブセット制限を加えるように定義するものである。B1とB2は次のようなビット列で表す。

【数37】

$$B_1 = \{a_{A_C^{(1)}-1}^{(1)}, \dots, a_3^{(1)}, a_2^{(1)}, a_1^{(1)}, a_0^{(1)}\}$$

$$B_2 = \{a_{A_C^{(2)}-1}^{(2)}, \dots, a_3^{(2)}, a_2^{(2)}, a_1^{(2)}, a_0^{(2)}\}$$

【0101】

【数 3 8】

ここで、 $A_c^{(1)}$ と $A_c^{(2)}$ は各々ビットマップ B_1 と B_2 内のビット数を表す。＜表 1 8＞に整理された通り、 C_1 と C_2 には各々 5 3 個と 5 6 個のプリコーディング行列が含まれている。

＜表 1 9＞は各ビットマップのサイズ $A_c^{(1)}$ と $A_c^{(2)}$ を整理したものである。

【0 1 0 2】

実施形態 3-1 に対する転送モード別 CSR ビットマップのサイズ

【表 1 9】

10

転送モード	ビット A_c の数		ビット $A_c^{(1)}$ の数	ビット $A_c^{(2)}$ の数
	2 アンテナポート	4 アンテナポート	8 アンテナポート	
3	2	4	—	—
4	6	6 4	—	—
5	4	1 6	—	—
6	4	1 6	—	—
9	6	6 4	5 3	5 6
1 0	4	1 6	1 6	1 6

20

【0 1 0 3】

実施形態 3-1 で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
 - ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 3 9】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}^{(1)}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と rank 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：

○ ビット $a_{f^{(1)}(\nu)+i_1}^{(1)}$ は＜表 6＞から＜表 13＞のコードブックインデックス i_1 と rank 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(1)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 16 & \text{for } \nu=2 \\ 32 & \text{for } \nu=3 \\ 36 & \text{for } \nu=4 \\ 40 & \text{for } \nu=5 \\ 44 & \text{for } \nu=6 \\ 48 & \text{for } \nu=7 \\ 52 & \text{for } \nu=8 \end{cases} \quad 10$$

○ ビット $a_{f^{(2)}(\nu)+i_2}^{(2)}$ は＜表 6＞から＜表 13＞のコードブックインデックス i_2 と rank 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(2)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 16 & \text{for } \nu=2 \\ 32 & \text{for } \nu=3 \\ 48 & \text{for } \nu=4 \end{cases} \quad 20$$

【0 1 0 4】

【数 4 0】

ビットマップ B_2 で、 $\text{rank}-5$ から $\text{rank}-8$ までには CSR ビットが不要であるので、 $\nu=5,6,7,8$ に対する関数 $f^{(2)}(\nu)$ を定義する必要がない。

【0 1 0 5】

一方、第 3 実施形態は第 2 実施形態から $\text{rank}-5$ から $\text{rank}-8$ までのみに変化を与えたものであるので、 $\text{rank}-1$ のみサポートするように設計された転送モード 10 の場合、第 3 実施形態と第 2 実施形態とは差がない。

【0 1 0 6】

図 4 は、実施形態 3-1 に従う CSR ビットマップを図示したものである。501 はコードブック C1 用ビットマップ B1 であり、521 はコードブック C2 用ビットマップ B2 である。B1 は総 53 個のビットで構成され、MSB (517) は $\text{rank}-8$ 用に定義されたプリコーディング行列に対応する。503、505、507、509、511、513、515、517 は、各々 $\text{rank}-1$ 、 $\text{rank}-2$ 、 $\text{rank}-3$ 、 $\text{rank}-4$ 、 $\text{rank}-5$ 、 $\text{rank}-6$ 、 $\text{rank}-7$ 、 $\text{rank}-8$ のプリコーディング行列と対応するビットである。B2 は、総 56 個のビットで構成され、523、525、527、529 は、各々 $\text{rank}-1$ 、 $\text{rank}-2$ 、 $\text{rank}-3$ 、 $\text{rank}-4$ のプリコーディング行列と対応するビットである。

【0 1 0 7】

実施形態 3-2：{B2、B1} 方式により単一ビットマップ定義

実施形態 3-2 は、実施形態 3-1 と同一に B1 と B2 を定義し、かつ 1 つの統合ビッ

30

40

50

トマップ B を導入するために B 1 と B 2 を接続させる方式である。ビットマップ B は＜数式 2＞のように定義される。ビットマップ B のサイズ

【数 4 1】

$$A_c = A_c^{(1)} + A_c^{(2)}$$

は＜表 1 9＞により＜表 2 0＞の通りである。

【0 1 0 8】

実施形態 3-2 と実施形態 3-3 に従う転送モード別 C S R ビットマップのサイズ

【表 2 0】

転送モード	ビット A_c の数		
	2 アンテナポート	4 アンテナポート	8 アンテナポート
3	2	4	—
4	6	6 4	—
5	4	1 6	—
6	4	1 6	—
9	6	6 4	1 0 9
1 0	4	1 6	3 2

【0 1 0 9】

実施形態 3-2 で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
- ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 4 2】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(v-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 v に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{53(x-1)+f^{(x)}(v)+i_x}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス i_x ($x=1,2$) と r a n k 値 v に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(1)}(v) = \begin{cases} 0 & \text{for } v=1 \\ 16 & \text{for } v=2 \\ 32 & \text{for } v=3 \\ 36 & \text{for } v=4 \\ 40 & \text{for } v=5 \\ 44 & \text{for } v=6 \\ 48 & \text{for } v=7 \\ 52 & \text{for } v=8 \end{cases} \text{であり、}$$

$$f^{(2)}(v) = \begin{cases} 0 & \text{for } v=1 \\ 16 & \text{for } v=2 \\ 32 & \text{for } v=3 \\ 48 & \text{for } v=4 \end{cases}$$

【0 1 1 0】

図 5 は、実施形態 3-2 に従う C S R ビットマップを図示したものである。5 3 1 はコードブック C 1 用ビットマップ B 1 (5 0 1) とコードブック C 2 用ビットマップ B 2 (5 2 1) が接続されたビットマップ B である。図面に図示したように、B 2 (5 2 1) が B 1 (5 0 1) の前に配置されている。

【0 1 1 1】

実施形態 3-3：{B 1, B 2} 方式により単一ビットマップ定義

実施形態 3-3 は、実施形態 3-2 のように統合ビットマップ B を導入し、かつ B 1 と B 2 の接続順序を {B 1, B 2} に変更したものである。ビットマップ B は<数式 3> のように定義される。

【0 1 1 2】

ビットマップ B のサイズ

【数 4 3】

$$A_C = A_C^{(1)} + A_C^{(2)}$$

10

は<表 1 9>により<表 2 0>の通りである。実施形態 3-3 に従うビットマップの各ビットを解釈する方法は、実施形態 3-2 と大きく異ならないので、詳細な説明は省略する。

【0 1 1 3】

第 4 実施形態

第 4 実施形態は、上記の L T E R e l - 1 0 用 8 - T x コードブックにサブセット制限をかけるためにコードブック C 1 と C 2 各々に別途のビットマップを定義し、かつコードブック C 1 用 C S R ビットマップ B 1 を二重コードブックの設計原則に従って共通した W 1 を使用する r a n k に共通したビットを使用するようにして、B 1 のサイズを大幅縮めたものである。二重コードブックの設計原則によれば、コードブック C 1 は r a n k - 1 と r a n k - 2 に対して共通、r a n k - 3 と r a n k - 4 に対して共通、r a n k - 5、r a n k - 6、r a n k - 7 に対して共通、r a n k - 8 に対して別途の集合として定義する。このような特性を利用すれば、コードブックのサイズは<表 2 1>の通りである。即ち、コードブック C 1 用 C S R ビットマップ B 1 のサイズは 2 5 に減るようになる。

20

【0 1 1 4】

第 4 実施形態に従うコードブックのサイズ

【表 2 1】

	コードブックのサイズ								合計
r a n k	1	2	3	4	5	6	7	8	
$n(C_1)$	1 6		4		4			1	2 5
$n(C_2)$	1 6	1 6	1 6	8	1	1	1	1	6 0
$n(C_1 \times C_2)$	2 5 6	2 5 6	6 4	3 2	4	4	4	1	6 2 1

30

【0 1 1 5】

実施形態 4-1：別途ビットマップシグナリング

実施形態 4-1 は、2 つのビットマップ B 1 と B 2 を導入し、各々コードブック C 1 と C 2 にコードブックサブセット制限を加えるように定義するものである。B 1 と B 2 は次のようなビット列で表す。

40

【数 4 4】

$$B_1 = \{a_{A_C^{(1)}-1}^{(1)}, \dots, a_3^{(1)}, a_2^{(1)}, a_1^{(1)}, a_0^{(1)}\}$$

$$B_2 = \{a_{A_C^{(2)}-1}^{(2)}, \dots, a_3^{(2)}, a_2^{(2)}, a_1^{(2)}, a_0^{(2)}\}$$

【0 1 1 6】

【数 4 5】

ここで、 $A_c^{(1)}$ と $A_c^{(2)}$ は各々ビットマップ B_1 と B_2 内のビット数を表す。＜表 2 1＞に整理された通り、 C_1 と C_2 には各々 2 5 個と 6 0 個のプリコーディング行列が含まれている。

＜表 2 2＞は各ビットマップのサイズ $A_c^{(1)}$ と $A_c^{(2)}$ を整理したものである。

【0 1 1 7】

実施形態 4－1 に対する転送モード別 C S R ビットマップのサイズ

【表 2 2】

10

転 送 モ ー ド	ビット A_c の数		ビット $A_c^{(1)}$ の数	ビット $A_c^{(2)}$ の 数
	2 アンテナポー ト	4 アンテナポー ト	8 アンテナポート	
3	2	4	—	—
4	6	6 4	—	—
5	4	1 6	—	—
6	4	1 6	—	—
9	6	6 4	2 5	6 0
1 0	4	1 6	1 6	1 6

20

【0 1 1 8】

実施形態 4－1 で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
 - ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 4 6】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と $r a n k$ 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：

○ ビット $a_{f^{(1)}(\nu)+i_1}^{(1)}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス i_1 と $r a n k$ 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(1)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu = 1, 2 \\ 16 & \text{for } \nu = 3, 4 \\ 20 & \text{for } \nu = 5, 6, 7 \\ 24 & \text{for } \nu = 8 \end{cases} \quad 10$$

○ ビット $a_{f^{(2)}(\nu)+i_2}^{(2)}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス i_2 と $r a n k$ 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(2)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu = 1 \\ 16 & \text{for } \nu = 2 \\ 32 & \text{for } \nu = 3 \\ 48 & \text{for } \nu = 4 \\ 56 & \text{for } \nu = 5 \\ 57 & \text{for } \nu = 6 \\ 58 & \text{for } \nu = 7 \\ 59 & \text{for } \nu = 8 \end{cases} \quad 20$$

【0 1 1 9】

一方、 $r a n k - 1$ のみサポートするように設計された転送モード 1 0 の場合、第 4 実施形態と第 2 実施形態とは差がない。

【0 1 2 0】

図 6 は、実施形態 4 - 1 に従う C S R ビットマップを図示したものである。4 0 1 はコードブック C 1 用ビットマップ B 1 であり、4 1 1 はコードブック C 2 用ビットマップ B 2 である。B 1 は総 2 5 個のビットで構成され、M S B (4 0 9) は $r a n k - 8$ 用に定義されたプリコーディング行列に対応する。4 0 3 は、 $r a n k - 1$ と $r a n k - 2$ に共通に定義されたプリコーディング行列に対応するビットである。4 0 5 は、 $r a n k - 3$ と $r a n k - 4$ に共通に定義されたプリコーディング行列に対応するビットである。4 0 7 は、 $r a n k - 5$ から $r a n k - 7$ まで共通に定義されたプリコーディング行列に対応するビットである。B 2 は総 6 0 個のビットで構成され、4 1 3、4 1 5、4 1 7、4 1 9、4 2 1、4 2 3、4 2 5、4 2 7 は、各々 $r a n k - 1$ 、 $r a n k - 2$ 、 $r a n k - 3$ 、 $r a n k - 4$ 、 $r a n k - 5$ 、 $r a n k - 6$ 、 $r a n k - 7$ 、 $r a n k - 8$ のプリコーディング行列に対応するビットである。

【0 1 2 1】

実施形態 4 - 2：{B 2、B 1} 方式により単一ビットマップ定義

実施形態 4 - 2 は、実施形態 4 - 1 と同一に B 1 と B 2 を定義し、かつ 1 つの統合ビットマップ B を導入するために B 1 と B 2 を接続させる方式である。ビットマップ B は＜数式 2＞のように定義される。ビットマップ B のサイズ

30

40

【数 4 7】

$$A_C = A_C^{(1)} + A_C^{(2)}$$

は<表 2 2>により<表 2 3>の通りである。

【0 1 2 2】

実施形態 4-2 と実施形態 4-3 に従う転送モード別 C S R ビットマップのサイズ

【表 2 3】

転送モード	Number of ビット A_C の数		
	2 アンテナポ ート	4 アンテナポ ート	8 アンテナポ ート
3	2	4	—
4	6	6 4	—
5	4	1 6	—
6	4	1 6	—
9	6	6 4	8 5
1 0	4	1 6	3 2

10

【0 1 2 3】

実施形態 4-2 で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
 - ・ 2 送信アンテナ：<表 5> 参照

20

【数 4 8】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は<表 3> のコードブックインデックス i と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{25(\chi-1)+f^{(\chi)}(\nu)+i_\chi}$ は<表 6> から<表 1 3> のコードブックインデックス i_χ ($\chi=1,2$) と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

30

$$f^{(1)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1,2 \\ 16 & \text{for } \nu=3,4 \\ 20 & \text{for } \nu=5,6,7 \\ 24 & \text{for } \nu=8 \end{cases} \quad \text{であり、} \quad f^{(2)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 16 & \text{for } \nu=2 \\ 32 & \text{for } \nu=3 \\ 48 & \text{for } \nu=4 \\ 56 & \text{for } \nu=5 \\ 57 & \text{for } \nu=6 \\ 58 & \text{for } \nu=7 \\ 59 & \text{for } \nu=8 \end{cases}$$

40

【0 1 2 4】

図 7 は、実施形態 4-2 に従う C S R ビットマップを図示したものである。4 3 1 は、コードブック C 1 用ビットマップ B 1 (4 0 1) とコードブック C 2 用ビットマップ B 2 (4 1 1) が接続されたビットマップ B である。図面に図示したように、B 2 (4 1 1) が B 1 (4 0 1) の前に配置されている。

【0 1 2 5】

実施形態 4-3：{B 1, B 2} 方式により単一ビットマップ定義

実施形態 4-3 は、実施形態 4-2 のように統合ビットマップ B を導入し、かつ B 1 と

50

B 2 の接続順序を { B 1 , B 2 } に変更したものである。ビットマップ B は＜数式 3＞のように定義される。

【 0 1 2 6 】

ビットマップ B のサイズ

【数 4 9】

$$A_C = A_C^{(1)} + A_C^{(2)}$$

は＜表 2 2＞により＜表 2 3＞の通りである。実施形態 4－3 に従うビットマップの各ビットを解釈する方法は、実施形態 4－2 と大きく異ならないので、詳細な説明は省略する。

10

【 0 1 2 7 】

第 5 実施形態

第 5 実施形態は、上記の L T E R e l－1 0 用 8－T x コードブックにサブセット制限をかけるためにコードブック C 1 と C 2 各々に別途のビットマップを定義し、かつコードブック C 1 用 C S R ビットマップ B 1 を二重コードブックの設計原則に従って共通した W 1 を使用する r a n k に共通したビットを使用するようにして、B 1 のサイズを大幅縮めながら、コードブック C 2 用 C S R ビットマップ B 2 から不要なビットを除去したものである。即ち、第 3 実施形態と第 4 実施形態の長所を同時に取った方式である。このような特性を利用すれば、コードブックのサイズは＜表 2 4＞の通りである。即ち、コードブック C 1 用 C S R ビットマップ B 1 のサイズは 2 5 に減って、コードブック C 2 用 C S R ビットマップ B 2 のサイズは 5 6 に減る。

20

【 0 1 2 8 】

第 5 実施形態に従うコードブックのサイズ

【表 2 4】

	C S R シグナリングのための必要ビット数								合計
r a n k	1	2	3	4	5	6	7	8	
$n(C_1)$	1	6	4	4	4	4	4	1	2 5
$n(C_2)$	1	6	1 6	8	—	—	—	—	5 6

30

【 0 1 2 9 】

実施形態 5－1：別途ビットマップシグナリング

実施形態 5－1 は、2 つのビットマップ B 1 と B 2 を導入し、各々コードブック C 1 と C 2 にコードブックサブセット制限を加えるように定義するものである。B 1 と B 2 は次のようなビット列で表す。

【数 5 0】

$$B_1 = \{a_{A_C^{(1)}-1}^{(1)}, \dots, a_3^{(1)}, a_2^{(1)}, a_1^{(1)}, a_0^{(1)}\}$$

$$B_2 = \{a_{A_C^{(2)}-1}^{(2)}, \dots, a_3^{(2)}, a_2^{(2)}, a_1^{(2)}, a_0^{(2)}\}$$

40

【 0 1 3 0 】

【数 5 1】

ここで、 $A_C^{(1)}$ と $A_C^{(2)}$ は各々ビットマップ B_1 と B_2 内のビット数を表す。＜表 2 4＞に整理されたように、 C_1 と C_2 には各々 2 5 個と 5 6 個のプリコーディング行列が含まれている。＜表 2 5＞は各ビットマップのサイズ $A_C^{(1)}$ と $A_C^{(2)}$ を整理したものである。

【0 1 3 1】

実施形態 5－1 に対する転送モード別 CSR ビットマップのサイズ

【表 2 5】

転送モード	ビット A_C の数		ビット $A_C^{(1)}$ の数	ビット $A_C^{(2)}$ の数
	2 アンテナポート	4 アンテナポート	8 アンテナポート	
3	2	4	—	—
4	6	6 4	—	—
5	4	1 6	—	—
6	4	1 6	—	—
9	6	6 4	2 5	5 6
1 0	4	1 6	1 6	1 6

【0 1 3 2】

実施形態 5－1 で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
- ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 5 2】

- ・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と rank 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定
- ・ 8 送信アンテナ：

- ビット $a_{f^{(1)}(\nu)+i_1}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス i_1 と rank 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(1)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1,2 \\ 16 & \text{for } \nu=3,4 \\ 20 & \text{for } \nu=5,6,7 \\ 24 & \text{for } \nu=8 \end{cases}$$

- ビット $a_{f^{(2)}(\nu)+i_2}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス i_2 と rank 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(2)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 16 & \text{for } \nu=2 \\ 32 & \text{for } \nu=3 \\ 48 & \text{for } \nu=4 \end{cases}$$

【0133】

一方、rank-1のみサポートするように設計された転送モード10の場合、第5実施形態と第2実施形態とは差がない。

【0134】

実施形態5-2：{B2, B1}方式により単一ビットマップ定義

実施形態5-2は、実施形態5-1と同一にB1とB2を定義し、かつ1つの統合ビットマップBを導入するためにB1とB2を接続させる方式である。ビットマップBは<数式2>のように定義される。ビットマップBのサイズ

【数53】

$$A_c = A_c^{(1)} + A_c^{(2)}$$

10

は<表25>により<表26>の通りである。

【0135】

実施形態5-2と実施形態5-3に従う転送モード別CSRビットマップのサイズ

【表26】

転送モード	ビット A_c の数		
	2 アンテナポート	4 アンテナポート	8 アンテナポート
3	2	4	—
4	6	6 4	—
5	4	1 6	—
6	4	1 6	—
9	6	6 4	8 1
10	4	1 6	3 2

20

【0136】

実施形態5-2で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード9
- ・ 2送信アンテナ：<表5>参照

30

【数54】

・ 4送信アンテナ：ビット $a_{16(v-1)+i}$ は<表3>のコードブックインデックス i と rank 値 v に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8送信アンテナ：ビット $a_{25(\chi-1)+f^{(\chi)}(v)+i_\chi}$ は<表6>から<表13>のコードブックインデックス $i_\chi (\chi=1,2)$ と rank 値 v に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(1)}(v) = \begin{cases} 0 & \text{for } v=1,2 \\ 16 & \text{for } v=3,4 \\ 20 & \text{for } v=5,6,7 \\ 24 & \text{for } v=8 \end{cases} \quad \text{であり、} \quad f^{(2)}(v) = \begin{cases} 0 & \text{for } v=1 \\ 16 & \text{for } v=2 \\ 32 & \text{for } v=3 \\ 48 & \text{for } v=4 \end{cases}$$

40

【0137】

実施形態5-3：{B1, B2}方式により単一ビットマップ定義

実施形態5-3は、実施形態5-2のように統合ビットマップBを導入し、かつB1とB2の接続順序を{B1, B2}に変更したものである。ビットマップBは<数式3>のように定義される。

50

【0138】

ビットマップ B のサイズ

【数55】

$$A_C = A_C^{(1)} + A_C^{(2)}$$

は<表25>により<表26>の通りである。実施形態5-3に従うビットマップの各ビットを解釈する方法は、実施形態5-2と大きく異ならないので、詳細な説明は省略する。

【0139】

第6実施形態

第6実施形態は、上記のLTE Rel-10用8-Txコードブックにサブセット制限をかけるために1つのビットマップを定義し、定義可能な全てのプリコーディング方式に制限をかけることができるようにするものである。第6実施形態が第1実施形態と異なる点は、第6実施形態ではW1とW2との積により生成される最終プリコーディング行列であるWから重複した元素を全て除去したものである。二重コードブック構造は、設計原則上、最終プリコーディング行列であるWで重複を許容している。第6実施形態に従うCSRビットマップのサイズは<表27>の通りである。

【0140】

実施形態6に従う転送モード別CSRビットマップのサイズ

【表27】

転送モード	ビット A_C の数		
	2 アンテナポート	4 アンテナポート	8 アンテナポート
3	2	4	—
4	6	6 4	—
5	4	1 6	—
6	4	1 6	—
9	6	6 4	4 5 9
10	4	1 6	1 2 8

【0141】

実施形態6-1：i1優先マッピング方式1

実施形態6-1は、W1用コードブックC1用ビットマップを先頭に置くものである。この場合、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード9
- ・ 2送信アンテナ：<表5>参照

10

20

30

【数 5 6】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{g(\nu)+h(\nu,i_2)f(\nu)+i}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$g(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 128 & \text{for } \nu=2 \\ 320 & \text{for } \nu=3 \\ 384 & \text{for } \nu=4 \\ 416 & \text{for } \nu=5 \\ 420 & \text{for } \nu=6 \\ 424 & \text{for } \nu=7 \\ 428 & \text{for } \nu=8 \end{cases}, \quad f(\nu) = \begin{cases} 16 & \text{for } \nu=1,2 \\ 4 & \text{for } \nu=2,3,4,5,6 \end{cases}, \quad 10$$

$$h(\nu, i_2) = \begin{cases} i_2 & \text{for } \nu=1,3,4,5,6,7,8 \text{ and for } \nu=2 \text{ and } i_2 \leq 3 \\ i_2 - 4 & \text{for } \nu=2 \text{ and } i_2 \geq 8 \end{cases} \quad \text{であり、} \quad 20$$

i_2 は＜表 6＞で $\{0, \dots, 7\}$ に制限され、＜表 7＞で $\{0, \dots, 3, 8, \dots, 15\}$ に制限される。

・ 転送モード 1 0

・ 2 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 2＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 4 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定 30

・ 8 送信アンテナ：ビット a_{16i_2+i} は＜表 6＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定。但し、 i_2 は＜表 6＞で $\{0, \dots, 7\}$ に制限される。

【0 1 4 2】

【数 5 7】

40

上記の数式で、関数 $g(\nu)$ は r a n k が ν より小さい総プリコーディング個数を表す関数であり、関数 $f(\nu)$ はコードブック C_1 のサイズを表す関数である。参考に、上記関数 $f(\nu)$ の定義によれば、 $f(8)=1$ であるが、 $\nu=8$ で $i_2=0$ であるほかないので、 $f(8)=1$ を別途に定義する必要がない。

【0 1 4 3】

実施形態 6-2 : i 2 優先マッピング方式 1

50

実施形態 6-2 は、W 2 用コードブック C 2 用ビットマップを先頭に置くものである。
この場合、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
- ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 5 8】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{g(\nu)+i_1f(\nu)+h(\nu,i_2)}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$g(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 128 & \text{for } \nu=2 \\ 320 & \text{for } \nu=3 \\ 384 & \text{for } \nu=4 \\ 416 & \text{for } \nu=5 \\ 420 & \text{for } \nu=6 \\ 424 & \text{for } \nu=7 \\ 428 & \text{for } \nu=8 \end{cases} \quad f(\nu) = \begin{cases} 8 & \text{for } \nu=1 \\ 12 & \text{for } \nu=2 \\ 16 & \text{for } \nu=3 \\ 8 & \text{for } \nu=4 \\ 1 & \text{for } \nu=5,6,7,8 \end{cases} \quad (20)$$

$$h(\nu, i_2) = \begin{cases} i_2 & \text{for } \nu=1,3,4,5,6,7,8 \text{ and for } \nu=2 \text{ and } i_2 \leq 3 \\ i_2 - 4 & \text{for } \nu=2 \text{ and } i_2 \geq 8 \end{cases} \quad \text{であり、}$$

i_2 は＜表 6＞で $\{0, \dots, 7\}$ に制限され、＜表 7＞で $\{0, \dots, 3, 8, \dots, 15\}$ に制限される。

- ・ 転送モード 1 0

・ 2 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 2＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 4 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{8i_1+i_2}$ は＜表 6＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定。但し、 i_2 は＜表 6＞で $\{0, \dots, 7\}$ に制限される。

【0 1 4 4】

10

20

30

40

【数 5 9】

上記の数式で、関数 $g(\nu)$ は実施形態 6-1 のように rank が ν より小さい総プリコーディング個数を表す関数であり、関数 $f(\nu)$ はコードブック C_2 のサイズを表す関数である。参考により、上記関数 $f(\nu)$ の定義によれば $f(8)=1$ であるが、 $\nu=8$ で $i_1=0$ であるほかないので、 $f(8)$ を別途に定義する必要がない。

10

【0 1 4 5】

実施形態 6-3：i 1 優先マッピング方式 2

実施形態 6-3 は、W 1 用コードブック C 1 用ビットマップを先頭に置くものである。この場合、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
- ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 6 0】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{g(\nu)+h(\nu,i_2)f(\nu)+i_1}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$g(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 128 & \text{for } \nu=2 \\ 320 & \text{for } \nu=3 \\ 384 & \text{for } \nu=4 \\ 416 & \text{for } \nu=5 \\ 420 & \text{for } \nu=6 \\ 424 & \text{for } \nu=7 \\ 428 & \text{for } \nu=8 \end{cases}, \quad f(\nu) = \begin{cases} 16 & \text{for } \nu=1,2 \\ 4 & \text{for } \nu=2,3,4,5,6 \end{cases}, \quad 10$$

$$h(\nu, i_2) = \begin{cases} i_2 & \text{for } \nu=3,4,5,6,7,8 \\ i_2-8 & \text{for } \nu=1 \\ i_2-4 & \text{for } \nu=2 \end{cases} \quad \text{であり、} \quad 20$$

i_2 は＜表 6＞で $\{8, \dots, 15\}$ に制限され、＜表 7＞で $\{4, \dots, 15\}$ に制限される。

・ 転送モード 1 0

・ 2 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 2＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 4 送信アンテナ：ビット a_i は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{16i_2+i_1}$ は＜表 6＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) と r a n k 値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定。但し、 i_2 は＜表 6＞で $\{8, \dots, 15\}$ に制限される。

【 0 1 4 6 】

【数 6 1】

上記の数式で、関数 $g(\nu)$ は実施形態 6-1 のように r a n k が ν より小さい総プリコーディング個数を表す関数であり、関数 $f(\nu)$ はコードブック C_2 のサイズを表す関数である。参考により、上記関数 $f(\nu)$ の定義によれば、 $f(8)=1$ であるが、 $\nu=8$ で $i_1=0$ であるほかないので、 $f(8)$ を別途に定義する必要がない。

【0147】

実施形態6-4：i2優先マッピング方式2

実施形態6-4はW2用コードブックC2用ビットマップを先頭に置くものである。この場合、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード9
- ・ 2送信アンテナ：＜表5＞参照

【数62】

・ 4送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は＜表3＞のコードブックインデックス*i*とrank値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

10

・ 8送信アンテナ：ビット $a_{g(\nu)+i_1f(\nu)+h(\nu,i_2)}$ は＜表6＞から＜表13＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) とrank値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$g(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 128 & \text{for } \nu=2 \\ 320 & \text{for } \nu=3 \\ 384 & \text{for } \nu=4 \\ 416 & \text{for } \nu=5 \\ 420 & \text{for } \nu=6 \\ 424 & \text{for } \nu=7 \\ 428 & \text{for } \nu=8 \end{cases}$$

20

$$f(\nu) = \begin{cases} 8 & \text{for } \nu=1 \\ 12 & \text{for } \nu=2 \\ 16 & \text{for } \nu=3 \\ 8 & \text{for } \nu=4 \\ 1 & \text{for } \nu=5,6,7,8 \end{cases}$$

$$h(\nu, i_2) = \begin{cases} i_2 & \text{for } \nu=3,4,5,6,7,8 \\ i_2-8 & \text{for } \nu=1 \\ i_2-4 & \text{for } \nu=2 \end{cases}$$

30

であり、

i_2 は＜表6＞で $\{8, \dots, 15\}$ に制限され、＜表7＞で $\{4, \dots, 15\}$ に制限される。

- ・ 転送モード10

・ 2送信アンテナ：ビット a_i は＜表2＞のコードブックインデックス*i*とrank値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

・ 4送信アンテナ：ビット a_i は＜表3＞のコードブックインデックス*i*とrank値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定

40

・ 8送信アンテナ：ビット $a_{8i_1+i_2-8}$ は＜表6＞のコードブックインデックス対 (i_1, i_2) とrank値 $\nu=1$ に対応するプリコーディング行列を指定。但し、 i_2 は＜表6＞で $\{8, \dots, 15\}$ に制限される。

【0148】

【数 6 3】

上記の数式で、関数 $g(\nu)$ は実施形態 6-1 のように rank が ν より小さい総プリコーディング個数を表す関数であり、関数 $f(\nu)$ はコードブック C_2 のサイズを表す関数である。

参考に、上記関数 $f(\nu)$ の定義によれば、 $f(8)=1$ であるが、 $\nu=8$ で $i_1=0$ であるほかはないので、 $f(8)$ を別途に定義する必要がない。

10

【0 1 4 9】

第 7 実施形態

第 7 実施形態は、上記の LTE Rel-10 用 8-Tx コードブックにサブセット制限をかけるためにコードブック C_1 と C_2 各々に別途のビットマップを定義し、かつコードブック C_1 用 CSR ビットマップ B_1 を二重コードブックの設計原則によって共通した W_1 を使用する rank に共通したビットを使用するようにして、 B_1 のサイズを大幅縮めながら、コードブック C_2 用 CSR ビットマップ B_2 から不要なビットを除去する更に他の方式である。即ち、第 3 実施形態と第 4 実施形態の長所を同時に取った方式で、かつ第 5 実施形態と差異がある方式である。第 7 実施形態に従うコードブックのサイズは<表 2 8>の通りである。即ち、コードブック C_1 用 CSR ビットマップ B_1 のサイズは 2 5 に減って、コードブック C_2 用 CSR ビットマップ B_2 のサイズは 5 9 に減る。

20

【0 1 5 0】

第 7 実施形態例従うコードブックのサイズ

【表 2 8】

	CSR シグナリングのための必要ビット数								合計
rank	1	2	3	4	5	6	7	8	
$n(C_1)$	1 6		4		4			1	2 5
$n(C_2)$	1 6	1 6	1 6	8	1	1	1	—	5 9

30

【0 1 5 1】

実施形態 7-1：別途ビットマップシグナリング

実施形態 7-1 は、2つのビットマップ B_1 と B_2 を導入し、各々コードブック C_1 と C_2 にコードブックサブセット制限を加えるように定義するものである。 B_1 と B_2 は次のようなビット列で表す。

【数 6 4】

$$B_1 = \{a_{A_C^{(1)}-1}^{(1)}, \dots, a_3^{(1)}, a_2^{(1)}, a_1^{(1)}, a_0^{(1)}\}$$

$$B_2 = \{a_{A_C^{(2)}-1}^{(2)}, \dots, a_3^{(2)}, a_2^{(2)}, a_1^{(2)}, a_0^{(2)}\}$$

40

【0 1 5 2】

【数 6 5】

ここで、 $A_c^{(1)}$ と $A_c^{(2)}$ は各々ビットマップ B_1 と B_2 内のビット数を表す。＜表 2 8＞に整理された通り、 C_1 と C_2 には各々 2 5 個と 5 9 個のプリコーディング行列が含まれている。

＜表 2 9＞は各ビットマップのサイズ $A_c^{(1)}$ と $A_c^{(2)}$ を整理したものである。

【0 1 5 3】

実施形態 7-1 に対する転送モード別 CSR ビットマップのサイズ

【表 2 9】

10

転 送 モ ー ド	ビット A_c の数		ビット $A_c^{(1)}$ の数	ビット $A_c^{(2)}$ の 数
	2 アンテナポー ト	4 アンテナポー ト	8 アンテナポート	
3	2	4	—	—
4	6	6 4	—	—
5	4	1 6	—	—
6	4	1 6	—	—
9	6	6 4	2 5	5 9
1 0	4	1 6	1 6	1 6

20

【0 1 5 4】

実施形態 7-1 で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
 - ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 6 6】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

・ 8 送信アンテナ：

○ ビット $a_{f^{(1)}(\nu)+i_1}^{(1)}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス i_1 と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(1)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu = 1, 2 \\ 16 & \text{for } \nu = 3, 4 \\ 20 & \text{for } \nu = 5, 6, 7 \\ 24 & \text{for } \nu = 8 \end{cases} \quad 10$$

○ ビット $a_{f^{(2)}(\nu)+i_2}^{(2)}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス i_2 と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(2)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu = 1 \\ 16 & \text{for } \nu = 2 \\ 32 & \text{for } \nu = 3 \\ 48 & \text{for } \nu = 4 \\ 56 & \text{for } \nu = 5 \\ 57 & \text{for } \nu = 6 \\ 58 & \text{for } \nu = 7 \end{cases} \quad 20$$

【0 1 5 5】

一方、r a n k = 1 のみサポートするように設計された転送モード 1 0 の場合、第 7 実施形態と第 2 実施形態とは差がない。

【0 1 5 6】

30

実施形態 7-2：{B 2, B 1} 方式により単一ビットマップ定義

実施形態 7-2 は、実施形態 7-1 と同一に B 1 と B 2 を定義し、かつ 1 つの統合ビットマップ B を導入するために B 1 と B 2 を接続させる方式である。ビットマップ B は＜数式 2＞のように定義される。ビットマップ B のサイズ

【数 6 7】

$$A_C = A_C^{(1)} + A_C^{(2)}$$

は＜表 2 9＞により＜表 3 0＞の通りである。

【0 1 5 7】

40

実施形態 7-2 と実施形態 7-3 に従う転送モード別 C S R ビットマップのサイズ

【表 3 0】

転送モード	ビット A_C の数		
	2 アンテナポ ート	4 アンテナポ ート	8 アンテナポ ート
3	2	4	—
4	6	6 4	—
5	4	1 6	—
6	4	1 6	—
9	6	6 4	8 4
1 0	4	1 6	3 2

10

【0 1 5 8】

実施形態 7-2 で、ビットマップの各ビットを解釈する方法は、次の通りである。

- ・ 転送モード 9
- ・ 2 送信アンテナ：＜表 5＞参照

【数 6 8】

・ 4 送信アンテナ：ビット $a_{16(\nu-1)+i}$ は＜表 3＞のコードブックインデックス i と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定

20

・ 8 送信アンテナ：ビット $a_{25(\chi-1)+f^{(2)}(\nu)+i_\chi}$ は＜表 6＞から＜表 1 3＞のコードブックインデックス i_χ ($\chi=1,2$) と r a n k 値 ν に対応するプリコーディング行列を指定。但し、

$$f^{(1)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1,2 \\ 16 & \text{for } \nu=3,4 \\ 20 & \text{for } \nu=5,6,7 \\ 24 & \text{for } \nu=8 \end{cases} \quad \text{であり、} \quad f^{(2)}(\nu) = \begin{cases} 0 & \text{for } \nu=1 \\ 16 & \text{for } \nu=2 \\ 32 & \text{for } \nu=3 \\ 48 & \text{for } \nu=4 \\ 56 & \text{for } \nu=5 \\ 57 & \text{for } \nu=6 \\ 58 & \text{for } \nu=7 \end{cases}$$

30

【0 1 5 9】

実施形態 7-3：{B 1, B 2} 方式により単一ビットマップ定義

実施形態 7-3 は、実施形態 7-2 のように統合ビットマップ B を導入し、かつ B 1 と B 2 の接続順序を {B 1, B 2} に変更したものである。ビットマップ B は＜数式 3＞のように定義される。

【0 1 6 0】

ビットマップ B のサイズ

40

【数 6 9】

$$A_C = A_C^{(1)} + A_C^{(2)}$$

は＜表 2 9＞により＜表 3 0＞の通りである。実施形態 7-3 に従うビットマップの各ビットを解釈する方法は、実施形態 7-2 と大きく異ならないので、詳細な説明は省略する。

【0 1 6 1】

この際、処理流れ図の図面の各ブロックと流れ図の図面の組合はコンピュータプログラ

50

ムインストラクションにより遂行できることを理解することができる。これらコンピュータプログラムインストラクションは汎用コンピュータ、特殊用コンピュータ、またはその他のプログラム可能なデータプロセッシング装備のプロセッサに搭載できるので、コンピュータまたはその他のプログラム可能なデータプロセッシング装備のプロセッサを通じて遂行されるそのインストラクションが流れ図ブロックで説明された機能を遂行する手段を生成するようになる。これらコンピュータプログラムインストラクションは特定方式により機能を具現するために、コンピュータまたはその他のプログラム可能なデータプロセッシング装備を指向できるコンピュータ利用可能またはコンピュータ読取可能メモリに格納されることも可能であるので、そのコンピュータ利用可能またはコンピュータ読取可能メモリに格納されたインストラクションは流れ図ブロックで説明された機能を遂行するインストラクション手段を内包する製造品目を生産することも可能である。コンピュータプログラムインストラクションは、コンピュータまたはその他のプログラム可能なデータプロセッシング装備の上に搭載されることも可能であるので、コンピュータまたはその他のプログラム可能なデータプロセッシング装備の上で一連の動作ステップが遂行されてコンピュータにより実行されるプロセスを生成してコンピュータまたはその他のプログラム可能なデータプロセッシング装備を遂行するインストラクションは流れ図ブロックで説明された機能を実行するためのステップを提供することも可能である。

10

【0162】

また、各ブロックは特定された論理的機能を実行するための1つ以上の実行可能なインストラクションを含むモジュール、セグメント、またはコードの一部を表すことができる。また、幾つかの代替実行例では、ブロックで言及された機能が順序から外れて発生することも可能であることに注目しなければならない。例えば、相次いで図示されている2つのブロックは実質的に同時に遂行されることも可能であり、またはそのブロックが時々該当する機能に従って逆順に遂行されることも可能である。

20

【0163】

この際、本実施形態で使われる‘～部’という用語は、ソフトウェアまたはFPGAまたはASICのようなハードウェア構成要素を意味し、‘～部’はある役割を遂行する。しかしながら、‘～部’はソフトウェアまたはハードウェアに限定される意味ではない。‘～部’はアドレッシングできる格納媒体にあるように構成されることもでき、1つまたはその以上のプロセッサを再生させるように構成されることもできる。したがって、一例として‘～部’はソフトウェア構成要素、客体指向ソフトウェア構成要素、クラス構成要素、及びタスク構成要素のような構成要素と、プロセス、関数、属性、プロシージャ、サブルーチン、プログラムコードのセグメント、ドライバ、ファームウェア、マイクロコード、回路、データ、データベース、データ構造、テーブル、アレイ、及び変数を含む。構成要素と‘～部’の中で提供される機能は、より小さい数の構成要素及び‘～部’に結合されるか、追加的な構成要素と‘～部’にさらに分離できる。そうではなく、構成要素及び‘～部’はデバイスまたは保安マルチメディアカードの内の1つまたはその以上のCPUを再生させるように具現されることもできる。

30

【0164】

本発明が属する技術分野の通常の知識を有する者は、本発明がその技術的思想や必須な特徴を変更しなくて他の具体的な形態に実施できるということを理解することができる。したがって、以上で記述した実施形態は全ての面で例示的なものであり、限定的でないものとして理解しなければならない。本発明の範囲は、上記詳細な説明よりは後述する特許請求範囲により表われ、特許請求範囲の意味及び範囲、そしてその均等概念から導出される全ての変更または変形された形態が本発明の範囲に含まれるものと解釈されるべきである。

40

【0165】

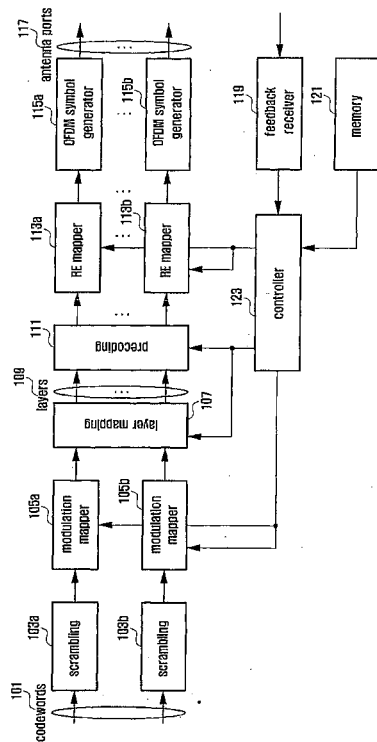
一方、本明細書と図面には本発明の好ましい実施形態に対して開示し、たとえ特定用語が使われたが、これは単に本発明の技術内容を易しく説明し、発明の理解を助けるための一般的な意味として使われたものであり、本発明の範囲を限定しようとするものではない

50

。ここに開示された実施形態の他にも本発明の技術的思想に基づいた他の変形例が実施可能であるということは、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者に自明なものである。

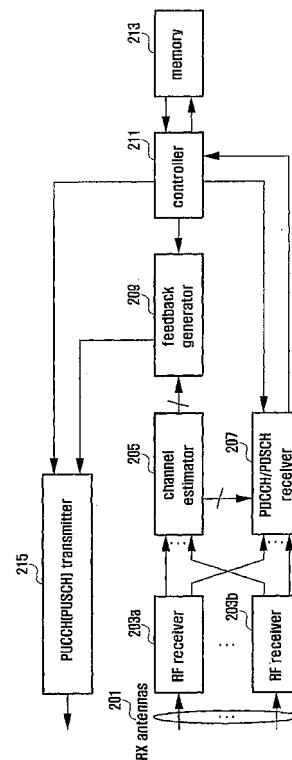
【図 1】

【Figure 1】



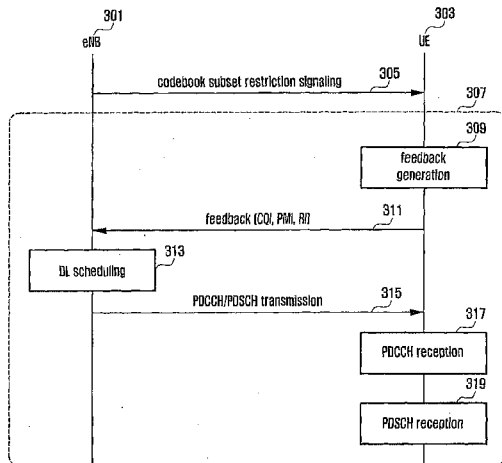
【図 2】

【Figure 2】



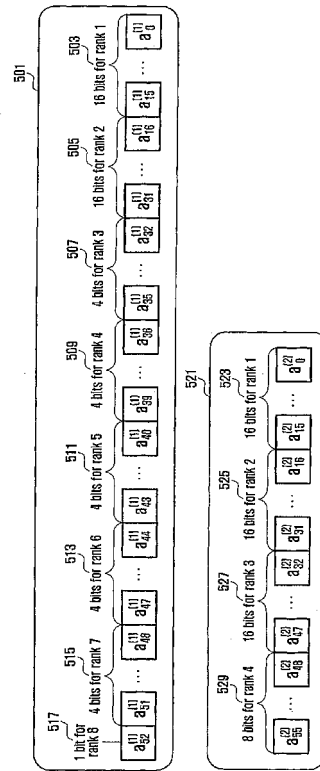
【図 3】

【Figure 3】



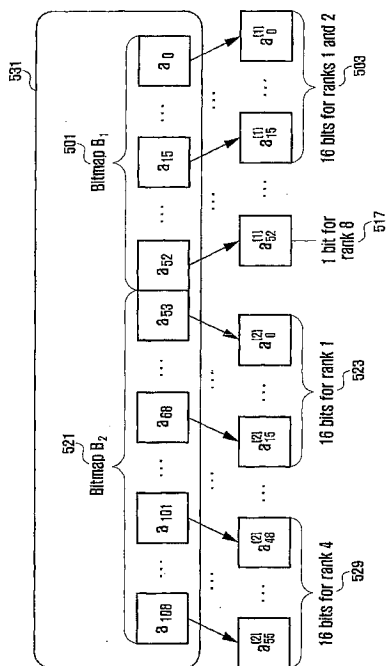
【図 4】

【Figure 4】



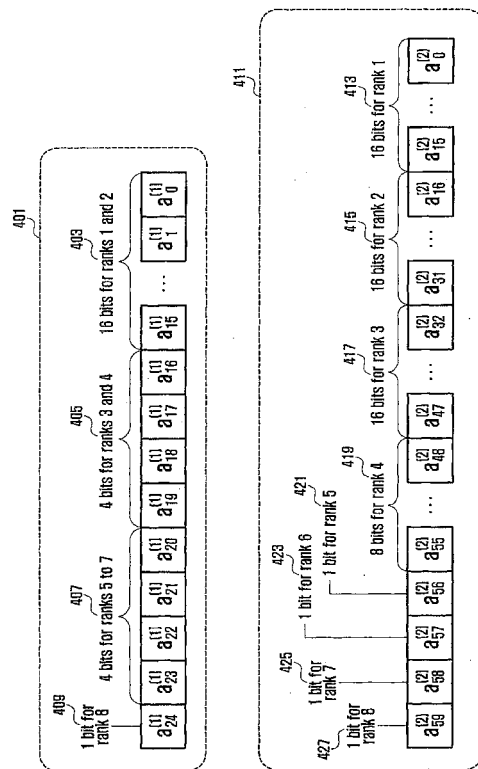
【図 5】

【Figure 5】



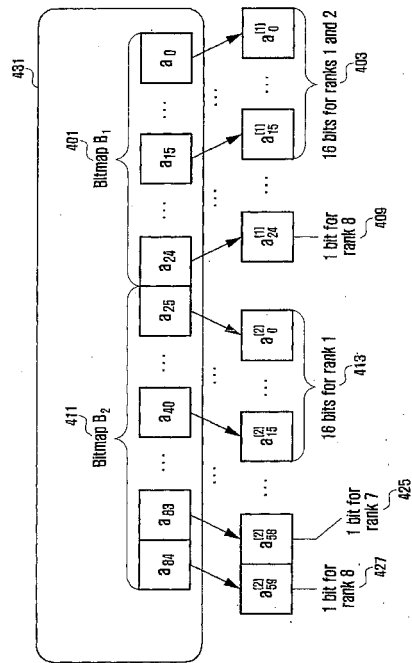
【図 6】

【Figure 6】



【図 7】

【Figure 7】



フロントページの続き

(72)発明者 ジン・キュ・ハン

大韓民国・ソウル・カンナムーグ・デチードン・920-33

(72)発明者 ブルーノ・クレルクス

イギリス・W12・9LA・ロンドン・コッポールド・ロード・27・トップ・フロア

Fターム(参考) 5K159 CC04 EE02 FF02