

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6548814号  
(P6548814)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int.Cl.			F I		
<b>HO4B</b>	<b>7/0456</b>	<b>(2017.01)</b>	HO4B	7/0456	400
<b>HO4W</b>	<b>16/28</b>	<b>(2009.01)</b>	HO4W	16/28	130
<b>HO4B</b>	<b>7/0413</b>	<b>(2017.01)</b>	HO4B	7/0413	310
<b>HO4B</b>	<b>7/06</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B	7/06	910

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2018-508190 (P2018-508190)	(73) 特許権者	511134469
(86) (22) 出願日	平成28年8月8日 (2016.8.8)		チャイナ アカデミー オブ テレコミュニケーショ ンズ テクノロジー
(65) 公表番号	特表2018-526908 (P2018-526908A)		中華人民共和国 北京 ハイディア ン デイストリクト シュエユ アン ロード ナンバー40
(43) 公表日	平成30年9月13日 (2018.9.13)	(74) 代理人	100116872
(86) 国際出願番号	PCT/CN2016/093996		弁理士 藤田 和子
(87) 国際公開番号	W02017/032220	(72) 発明者	李 輝
(87) 国際公開日	平成29年3月2日 (2017.3.2)		中華人民共和国北京市海 澱区學院路40號
審査請求日	平成30年3月1日 (2018.3.1)	(72) 発明者	高 秋彬
(31) 優先権主張番号	201510524778.7		中華人民共和国北京市海 澱区學院路40號
(32) 優先日	平成27年8月24日 (2015.8.24)	(72) 発明者	陳 潤華
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		中華人民共和国北京市海 澱区學院路40號

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリコーディング行列確定方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

垂直次元ビームベクトルおよび水平次元ビームベクトルを確定し、前記垂直次元ビームベクトルをグループ化して複数の垂直次元ビームグループを取得し、前記水平次元ビームベクトルをグループ化して複数の水平次元ビームグループを取得し、ここで、隣接する垂直次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない垂直次元ビームを含み、隣接する水平次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない水平次元ビームを含み、

各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得し、ここで、いずれかの垂直次元ビームグループから区分した垂直次元ビームサブグループの個数が、いずれかの水平次元ビームグループから区分した水平次元ビームサブグループの個数と同一であり、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第1レベルコードブックを確定し、

確定した第1レベルコードブックから複数列のビームを、第2レベルコードブックを用いて選択して位相調整をすることによってプリコーディング行列を確定することを含むプリコーディング行列確定方法。

【請求項2】

各垂直次元ビームグループに同一数の垂直次元ビームを含み、

各水平次元ビームグループに同一数の水平次元ビームを含む請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループ同士は、重ならず、

各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループ同士は、重ならない請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第 1 レベルコードブックを確定することは、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から、第 1 行列

## 【数 1】

$$\mathbf{X}_1 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q}]$$

(ここで、 $X_{v,q}$  : 垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループ ;  $X_{h,q}$  : 水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループ) を確定することと、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとから第 2 行列  $X_2$  を確定することと、

第 1 レベルコードブック

## 【数 2】

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}$$

を確定することを含む請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

第 2 行列  $X_2$  は、

$X_2 = X_1$  であるか、

## 【数 3】

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad (\mathbf{X}_{v,2} \mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q}]$$

であるか、

## 【数 4】

$$\mathbf{X}_2 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2} \mathbf{D}_2) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q)]$$

であるか、

## 【数 5】

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q)]$$

である(ここで、 $B_q$  :  $m_q \times m_q$  の対角行列 ;  $D_q$  :  $l_q \times l_q$  の対角行列 ;  $m_q$  : 垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループに含まれる垂直次元ビームの個数 ;  $l_q$  : 水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループに含まれる水平次元ビームの個数) 請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

$B_q$  は、 $X_{v,q}$  によって決められるか所定の値であり、

10

20

30

40

50

$D_q$  は、 $X_{h,q}$  によって決められるか所定の値である請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

垂直次元ビームベクトルおよび水平次元ビームベクトルを確定し、前記垂直次元ビームベクトルをグループ化して複数の垂直次元ビームグループを取得し、前記水平次元ビームベクトルをグループ化して複数の水平次元ビームグループを取得するための第 1 処理モジュールと、ここで、隣接する垂直次元ビームグループ内に少なくとも 1 つの重ならない垂直次元ビームを含み、隣接する水平次元ビームグループ内に少なくとも 1 つの重ならない水平次元ビームを含み、

各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得するための第 2 処理モジュールと、ここで、いずれかの垂直次元ビームグループから区分した垂直次元ビームサブグループの個数が、いずれかの水平次元ビームグループから区分した水平次元ビームサブグループの個数と同一であり、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第 1 レベルコードブックを確定するための第 3 処理モジュールと、および、

確定した第 1 レベルコードブックから複数列のビームを、第 2 レベルコードブックを用いて選択して位相調整をすることによってプリコーディング行列を確定するための第 4 処理モジュールを含むプリコーディング行列確定装置。

【請求項 8】

各垂直次元ビームグループに同一数の垂直次元ビームを含み、

各水平次元ビームグループに同一数の水平次元ビームを含む請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループ同士は、重ならず、

各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループ同士は、重ならない請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記第 3 処理モジュールは、具体的に、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から、第 1 行列

【数 6】

$$\mathbf{X}_1 = \left[ \mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \right]$$

(ここで、 $X_{v,q}$  : 垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループ;  $X_{h,q}$  : 水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループ) を確定することと、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループから第 2 行列  $X_2$  を確定することと、

第 1 レベルコードブック

【数 7】

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}$$

を確定することに用いられる請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

第 2 行列  $X_2$  は、

$X_2 = X_1$  であるか、  
【数 8】

$$X_2 = \left[ (X_{v,1} B_1) \otimes X_{h,1} \quad (X_{v,2} B_2) \otimes X_{h,2} \quad L \quad (X_{v,q} B_q) \otimes X_{h,q} \quad L \quad (X_{v,Q} B_Q) \otimes X_{h,Q} \right]$$

であるか、  
【数 9】

$$X_2 = \left[ X_{v,1} \otimes (X_{h,1} D_1) \quad X_{v,2} \otimes (X_{h,2} D_2) \quad L \quad X_{v,q} \otimes (X_{h,q} D_q) \quad L \quad X_{v,Q} \otimes (X_{h,Q} D_Q) \right]$$

10

であるか、  
【数 10】

$$X_2 = \left[ (X_{v,1} B_1) \otimes (X_{h,1} D_1) \quad L \quad (X_{v,q} B_q) \otimes (X_{h,q} D_q) \quad L \quad (X_{v,Q} B_Q) \otimes (X_{h,Q} D_Q) \right]$$

である（ここで、 $B_q$  :  $m_q \times m_q$  の対角行列； $D_q$  :  $l_q \times l_q$  の対角行列； $m_q$  : 垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループに含まれる垂直次元ビームの個数； $l_q$  : 水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループに含まれる水平次元ビームの個数）請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

20

$B_q$  は、 $X_{v,q}$  によって決められるか所定の値であり、

$D_q$  は、 $X_{h,q}$  によって決められるか所定の値である請求項 11 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2015年8月24日に中国特許庁に提出された中国特許出願201510524778.7の優先権を主張し、その全ての内容が援用により本願に取り込まれる。

【0002】

本発明は、通信技術分野に係り、特にプリコーディング行列確定方法および装置に関する。

30

【背景技術】

【0003】

LTE (Long Term Evolution) システムにおいて、プリコーディングコードブックは、離散フーリエ変換 (DFT) ベクトルに基づいて作成され、両レベルのコードブック構造が用いられる。Rel-12の8アンテナコードブックを例とする場合、第1レベルにおいて、基地局 (eNB) は、端末からフィードバックされるプリコーディング行列インジケータ PMI (Precoding Matrix Indicator) 1に基づいて1つのDFTビームベクトルサブグループを確定する。当該PMIは、すべてのビームベクトルサブグループを含む集合におけるインジケータであり、端末によって基地局 (eNB) にフィードバックされる。第2レベルにおいて、eNBは、端末からフィードバックされるPMI 2に基づいて、第1レベルで確定したビームベクトルサブグループから列の選択をし、そのうちから1列または複数列のビームベクトルを選択して偏波方向での位相調整を行う。eNBは、端末から両レベルでフィードバックされるPMI 1とPMI 2に基づいて、最終のプリコーディング行列を作成してダウンリンクデータ伝送に用いる。

40

【0004】

アンテナ技術の発展に伴い、各素子に対する独立制御ができるアクティブアンテナが現れている。当該設計によって、アンテナアレイは、水平排列から、水平・垂直排列の2次元構造へと強化される。当該2次元構造のアンテナアレイを3次元マルチ入力マルチ出力 (3D MIMO) アンテナアレイという。

50

## 【0005】

3D MIMOアンテナアレイのコードブックは、多種類の設計方法があり、Rel-12の8アンテナコードブックに基づく拡張がその1つの方法である。

## 【0006】

具体的に、第1レベルのDFTビームベクトルサブグループは、垂直次元ビームベクトルサブグループと水平次元ビームベクトルサブグループとのクロネッカー積から算出され、第2レベルでは、第1レベルで取得したビームベクトルサブグループから列の選択と位相調整が行われる。

## 【0007】

ここで、第2レベルの列選択について、下記2種類の方式がある。

方式1：第1レベルで取得したビームベクトルサブグループの垂直次元ビームグループと水平次元ビームグループから複数列の垂直次元ビームと複数列の水平次元ビームをそれぞれ選択し、選択した垂直次元ビームと水平次元ビームのクロネッカー積を算出し、取得した結果に対し位相調整を行う。当該列選択方式は、第2レベルコードブックもクロネッカー積の形式を満足することに等しい。ここで、ビームグループは、ビームサブグループをグループ化して得られる。

## 【0008】

方式2：垂直次元ビームと水平次元ビームの区別をせずに、第1レベルで取得したビームベクトルサブグループにおける各ビームベクトルを1つの全体と見なし、当該ビームベクトルサブグループから複数列を選択して位相調整を行う。プリコーディング行列のランク $R_I > 1$ の場合、当該列選択方式による第2レベルコードブックは、クロネッカー積の形式を満足することができないが、選択した各列のビームベクトルは、それぞれクロネッカー積の形式を満足するので、部分的クロネッカー積という。

## 【0009】

従来技術の3D MIMOアンテナアレイのコードブックにおいて、第1レベルコードブックでは完全クロネッカー積の構造が用いられ、含まれるビーム数が垂直次元ビームグループでのビーム数と水平次元ビームグループでのビーム数との積である。垂直次元ビームグループに複数のビームを含み、かつ水平次元ビームグループにも複数のビームを含むと、両者の乗算結果が大きくなる。すなわち、第1レベルコードブックに含まれるビーム数が増えると、第2レベルの列選択に多種類の組み合わせが存在し、第2レベルコードブックの選択元となるコードブックの数が増える。第2レベルコードブックのフィードバック周期が短い場合、コードブックの数が増えることによって、フィードバックコストが高くなる。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

3D MIMOアンテナアレイのコードブックでは、第1レベルコードブックに完全クロネッカー積の構造が用いられるため第2レベルコードブックの選択元となるコードブックの数が増え、第2レベルコードブックのフィードバックコストが高くなるという問題が存在する。本発明の実施例は、当該問題を解決するために、プリコーディング行列

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明の実施例による具体的な技術手段は、以下である。

## 【0012】

第1態様としてのプリコーディング行列確定方法において、垂直次元ビームベクトルおよび水平次元ビームベクトルを確定し、前記垂直次元ビームベクトルをグループ化して複数の垂直次元ビームグループを取得し、前記水平次元ビームベクトルをグループ化して複数の水平次元ビームグループを取得し、ここで、隣接する垂直次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない垂直次元ビームを含み、隣接する

水平次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない水平次元ビームを含み、

各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得し、ここで、いずれの垂直次元ビームグループから区分した垂直次元ビームサブグループの個数が、いずれの水平次元ビームグループから区分した水平次元ビームサブグループの個数と同一であり、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第1レベルコードブックを確定し、

確定した第1レベルコードブックから複数列のビームを、第2レベルコードブックを用いて選択して位相調整をすることによってプリコーディング行列を確定することを含む。

10

【0013】

実施の際に、各垂直次元ビームグループに同一数の垂直次元ビームを含み、各水平次元ビームグループに同一数の水平次元ビームを含む。

【0014】

実施の際に、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループ同士は、重ならず、

各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループ同士は、重ならない。

【0015】

実施の際に、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第1レベルコードブックを確定することは、

20

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から、第1行列

【数1】

$$\mathbf{X}_1 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q}]$$

(ここで、 $\mathbf{X}_{v,q}$  : 垂直次元ビームグループ  $\mathbf{X}_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループ ;  $\mathbf{X}_{h,q}$  : 水平次元ビームグループ  $\mathbf{X}_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループ) を確定することと、

30

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとから第2行列  $\mathbf{X}_2$  を確定することと、

第1レベルコードブック

【数2】

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}$$

を確定することとを含む。

40

【0016】

実施の際に、第2行列  $\mathbf{X}_2$  は、

$\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_1$  であるか、

【数3】

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad (\mathbf{X}_{v,2} \mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q}]$$

であるか、

【数4】

$$\mathbf{X}_2 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2} \mathbf{D}_2) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q)]$$

50

であるか、

【数5】

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q)]$$

である（ここで、 $\mathbf{B}_q$  :  $m_q \times m_q$  の対角行列； $\mathbf{D}_q$  :  $l_q \times l_q$  の対角行列； $m_q$  : 垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループに含まれる垂直次元ビームの個数； $l_q$  : 水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループに含まれる水平次元ビームの個数）。

【0017】

実施の際に、 $\mathbf{B}_q$  は、 $X_{v,q}$  によって決められるか所定の値であり、

$\mathbf{D}_q$  は、 $X_{h,q}$  によって決められるか所定の値である。

10

【0018】

第2の態様としてのプリコーディング行列確定装置は、

垂直次元ビームベクトルおよび水平次元ビームベクトルを確定し、前記垂直次元ビームベクトルをグループ化して複数の垂直次元ビームグループを取得し、前記水平次元ビームベクトルをグループ化して複数の水平次元ビームグループを取得するための第1処理モジュールと、ここで、隣接する垂直次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない垂直次元ビームを含み、隣接する水平次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない水平次元ビームを含み、

各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得するための第2処理モジュールと、ここで、いずれの垂直次元ビームグループから区分した垂直次元ビームサブグループの個数が、いずれの水平次元ビームグループから区分した水平次元ビームサブグループの個数と同一であり、

20

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第1レベルコードブックを確定するための第3処理モジュールと、および、

確定した第1レベルコードブックから複数列のビームを、第2レベルコードブックを用いて選択して位相調整をすることによってプリコーディング行列を確定するための第4処理モジュールとを含む。

30

【0019】

実施の際に、各垂直次元ビームグループに同一数の垂直次元ビームを含み、

各水平次元ビームグループに同一数の水平次元ビームを含む。

【0020】

実施の際に、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループ同士は、重ならず、

各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループ同士は、重ならない。

【0021】

実施の際に、前記第3処理モジュールは、具体的に、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から、第1行列

40

【数6】

$$\mathbf{X}_1 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q}]$$

（ここで、 $X_{v,q}$  : 垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループ； $X_{h,q}$  : 水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループ）を確定することと、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元

50

ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループから第2行列  $X_2$  を確定することと、

第1レベルコードブック

【数7】

$$W_1 = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix}$$

を確定することに用いられる。

【0022】

実施の際に、第2行列  $X_2$  は、

$X_2 = X_1$  であるか、

【数8】

$$X_2 = \left[ (X_{v,1} B_1) \otimes X_{h,1} \quad (X_{v,2} B_2) \otimes X_{h,2} \quad L \quad (X_{v,q} B_q) \otimes X_{h,q} \quad L \quad (X_{v,Q} B_Q) \otimes X_{h,Q} \right]$$

であるか、

【数9】

$$X_2 = \left[ X_{v,1} \otimes (X_{h,1} D_1) \quad X_{v,2} \otimes (X_{h,2} D_2) \quad L \quad X_{v,q} \otimes (X_{h,q} D_q) \quad L \quad X_{v,Q} \otimes (X_{h,Q} D_Q) \right]$$

であるか、

【数10】

$$X_2 = \left[ (X_{v,1} B_1) \otimes (X_{h,1} D_1) \quad L \quad (X_{v,q} B_q) \otimes (X_{h,q} D_q) \quad L \quad (X_{v,Q} B_Q) \otimes (X_{h,Q} D_Q) \right]$$

である(ここで、 $B_q$  :  $m_q \times m_q$  の対角行列 ;  $D_q$  :  $l_q \times l_q$  の対角行列 ;  $m_q$  : 垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループに含まれる垂直次元ビームの個数 ;  $l_q$  : 水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループに含まれる水平次元ビームの個数)。

【0023】

実施の際に、 $B_q$  は、 $X_{v,q}$  によって決められるか所定の値であり、

$D_q$  は、 $X_{h,q}$  によって決められるか所定の値である。

【0024】

第3の態様としてのプロセッサとメモリを含む機器において、

プロセッサとメモリを含むプリコーディング確定機器であって、

前記プロセッサは、前記メモリに格納されているプログラムを読み取って、当該プログラムに従い、

垂直次元ビームベクトルおよび水平次元ビームベクトルを確定し、前記垂直次元ビームベクトルをグループ化して複数の垂直次元ビームグループを取得し、前記水平次元ビームベクトルをグループ化して複数の水平次元ビームグループを取得プロセスと、ここで、隣接する垂直次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない垂直次元ビームを含み、隣接する水平次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない水平次元ビームを含み、

各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得するプロセスと、ここで、いずれの垂直次元ビームグループから区分した垂直次元ビームサブグループの個数が、いずれの水平次元ビームグループから区分した水平次元ビームサブグループの個数と同一であり、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第1レベルコードブックを確定するプロセスと、

確定した第1レベルコードブックから複数列のビームを、第2レベルコードブックを用いて選択して位相調整をすることによってプリコーディング行列を確定するプロセスとを

10

20

30

40

50

実行する。

【発明の効果】

【0025】

上述した技術手段によれば、本発明の実施例において、各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得し、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から、部分的クロネッカー積構造とする第1レベルコードブックを確定し、完全クロネッカー積構造より第1レベルコードブックに含まれるビームの数を少なくし、第2レベルコードブックのフィードバックコストを低減させる。

10

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の実施例におけるプリコーディング行列確定方法のフローチャートである。

【図2】本発明の実施例におけるプリコーディング行列確定装置の概略構造図である。

【図3】本発明の実施例における機器の概略構造図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

本発明の目的、技術手段及び利点をより明確にするために、以下、図面を参照しながら、本発明をさらに詳細に記載する。明らかに、記載される実施例は、本発明の実施例の一部であり、全てではない。本発明の実施例に基づき、当業者が創造性のある作業を付さずに行える全ての実施例は、いずれも本発明の保護範囲に属するものである。

20

【0028】

3D MIMOアンテナアレイのコードブックでは、第1レベルコードブックに完全クロネッカー積の構造が用いられるため第2レベルコードブックの選択元となるコードブックの数が大きくなり、第2レベルコードブックのフィードバックコストが高くなるという問題が存在するが、それを解決するために、第1レベルコードブックを部分クロネッカー積の構造にすることによって、第1レベルコードブックに含まれるビームの数を少なくすることは、本発明の核心的な思想である。

【0029】

以下の実施例において、具体的な応用シーンに応じてプリコーディング行列を確定する主体は、端末である。

30

【0030】

本発明の実施例において、図1に示すように、プリコーディング行列確定の詳細なプロセスは、以下である。

【0031】

ステップ101において、垂直次元ビームベクトルおよび水平次元ビームベクトルを確定し、垂直次元ビームベクトルをグループ化して複数の垂直次元ビームグループを取得し、水平次元ビームベクトルをグループ化して複数の水平次元ビームグループを取得し、ここで、隣接する垂直次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない垂直次元ビームを含み、隣接する水平次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない水平次元ビームを含む。

40

【0032】

ここで、垂直次元ビームベクトルをグループ化し、同一数の垂直次元ビームを有する複数の垂直次元ビームグループに垂直次元ビームベクトルを区分し、各垂直次元ビームグループに同一数の垂直次元ビームを含む。また、水平次元ビームベクトルをグループ化し、同一数の水平次元ビームを有する複数の水平次元ビームグループに水平次元ビームベクトルを区分し、各水平次元ビームグループに同一数の水平次元ビームを含む。

【0033】

ここで、垂直次元ビームベクトルと水平次元ビームベクトルは、DFTベクトルに基づ

50

いて作成される。当該 D F T ベクトルは、基地局と端末で予め取り決められてもよく、基地局が端末の通知メッセージに基づいて確定したものでよく、端末が基地局の通知メッセージに基づいて確定したものでよい。

【 0 0 3 4 】

具体的に、 $N_v$  個の垂直次元ビームベクトル、 $N_h$  個の水平次元ビームベクトルを有すると仮定する。

【 0 0 3 5 】

垂直次元ビームベクトルのグループ化の具体的なプロセスは、以下である。

【 0 0 3 6 】

$N_v$  個の垂直次元ビームベクトルを  $S_v$  個の垂直次元ビームグループに区分し、各垂直次元ビームグループに  $M_v$  個のビームを含む。隣接する垂直次元ビームグループ内のビームは、一部重なるか完全に重ならない。すなわち、隣接する垂直次元ビームグループ内に少なくとも 1 つの重ならないビームを有する。隣接する垂直次元ビームグループ内の重ならないビームの数を  $N_{pv}$  ( $N_{pv} = 1$  かつ  $N_{pv} = M_v$ ) とすると、 $S_v$  個目の垂直次元ビームグループは、式 ( 1 ) で示される。

【 数 1 1 】

$$\mathbf{X}_v^{(s_v)} = \left[ \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv}}^v \quad \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + 1}^v \quad \dots \quad \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + M_v - 1}^v \right] \quad \text{式 ( 1 )}$$

ここで、 $S_v = 0, 1, 2, \dots, S_v - 1$ 。

【 0 0 3 7 】

ここで、 $i$  個目の垂直次元ビームの定義は、式 ( 2 ) によって示される。

【 数 1 2 】

$$\mathbf{v}_i^v = \frac{1}{\sqrt{K_v}} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j \frac{2\pi}{N_v} i} \\ \dots \\ e^{j \frac{2\pi}{N_v} (k-1)i} \\ \dots \\ e^{j \frac{2\pi}{N_v} (K_v-1)i} \end{bmatrix} \quad \text{式 ( 2 )}$$

ここで、 $K_v$  は、アンテナの垂直次元各偏波方向のポート数を示す。垂直次元ビームグループは、 $K_v \times M_v$  の行列である。

【 0 0 3 8 】

ここで、垂直次元ビームのインジケータ  $s_v \cdot N_{pv} + m > N_v - 1$  の場合、垂直次元ビームのインジケータを式 ( 3 ) に示すモジュロ演算で改めて計算する。

【 数 1 3 】

$$\text{mod}(s_v \cdot N_{pv} + m, N_v - 1) - 1 \quad \text{式 ( 3 )}$$

ここで、 $\text{mod}(m, n)$  は、 $m$  の  $n$  に対するモジュロ演算を示す。

【 0 0 3 9 】

垂直次元ビームベクトルのグループ化と同一の原理に基づいて、水平次元ビームベクトルのグループ化の具体的なプロセスは、以下である。

【 0 0 4 0 】

$N_h$  個の水平次元ビームベクトルを  $S_h$  個の水平次元ビームグループに区分し、各水平

10

20

30

40

50

次元ビームグループに  $M_h$  個のビームを含む。隣接する水平次元ビームグループ内のビームは、一部重なるか完全に重ならない。すなわち、隣接する水平次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならないビームを有する。隣接する水平次元ビームグループ内の重ならないビームの数を  $N_{ph}$  ( $N_{ph} - 1$  かつ  $N_{ph} = M_h$ ) とすると、 $S_h$  個目の水平次元ビームグループは、式(4)で示される。

【数14】

$$\mathbf{X}_h^{(s_h)} = \left[ \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph}}^h \quad \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + 1}^h \quad \text{L} \quad \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + M_h - 1}^h \right] \quad \text{式(4)}$$

【0041】

ここで、 $i$  個目の水平次元ビームの定義は、式(5)によって示される。

【数15】

$$\mathbf{v}_i^h = \frac{1}{\sqrt{K_h}} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j \frac{2\pi}{N_h} i} \\ \text{M} \\ e^{j \frac{2\pi}{N_h} (k-1)i} \\ \text{M} \\ e^{j \frac{2\pi}{N_h} (K_h - 1)i} \end{bmatrix} \quad \text{式(5)}$$

ここで、 $K_h$  は、アンテナの水平次元各偏波方向のポート数を示す。水平次元ビームグループは、 $K_h \times M_h$  の行列である。

【0042】

ここで、水平次元ビームのインジケータ  $S_h \cdot N_{ph} + m > N_h - 1$  の場合、水平次元ビームのインジケータを式(6)に示すモジュロ演算で改めて計算する。

【数16】

$$\text{mod}(s_h \cdot N_{ph} + m, N_h - 1) - 1 \quad \text{式(6)}$$

【0043】

ステップ102において、各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得し、ここで、いずれの垂直次元ビームグループから区分した垂直次元ビームサブグループの個数が、いずれの水平次元ビームグループから区分した水平次元ビームサブグループの個数と同一である。

【0044】

実施の際に、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループ同士は、重ならず、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループ同士は、重ならない。

【0045】

垂直次元ビームグループの  $S_v$  個目のグループを例とし、当該垂直次元ビームグループに含まれる  $M_v$  個のビームをさらに  $Q$  個の垂直次元ビームサブグループに細分化すると、当該垂直次元ビームグループは、式(7)によって示される。

【数17】

$$\mathbf{X}_v^{(s_v)} = \left[ \mathbf{X}_{v,1}^{(s_v)} \quad \mathbf{X}_{v,2}^{(s_v)} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q}^{(s_v)} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q}^{(s_v)} \right] \quad \text{式(7)}$$

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

垂直次元ビームサブグループ  $q$  に  $m_q$  個のビームを含むと仮定すると、

【数 1 8】

$$\sum_{q=1}^Q m_q = M_v$$

である。ここで、 $q$  個目の垂直次元ビームサブグループは、式 ( 8 ) によって示される。

【数 1 9】

$$\mathbf{X}_{v,q}^{(s_v)} = \left[ \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + m_1 + \dots + m_{q-1}}^v \quad \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + m_1 + \dots + m_{q-1} + 1}^v \quad \text{L} \quad \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + m_1 + \dots + m_{q-1} + m_q - 1}^v \right] \quad \text{式 ( 8 )} \quad 10$$

【 0 0 4 7 】

当該垂直次元ビームサブグループは、 $K_v \times M_q$  の行列である。

【 0 0 4 8 】

類似的に、水平次元ビームグループに含まれる  $M_h$  個のビームをさらに  $Q$  個の水平次元ビームサブグループに細分化すると、当該水平次元ビームグループは、式 ( 9 ) によって示される。

【数 2 0】

$$\mathbf{X}_h^{(s_h)} = \left[ \mathbf{X}_{h,1}^{(s_h)} \quad \mathbf{X}_{h,2}^{(s_h)} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{h,q}^{(s_h)} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{h,Q}^{(s_h)} \right] \quad \text{式 ( 9 )} \quad 20$$

【 0 0 4 9 】

水平次元ビームサブグループ  $q$  に  $l_q$  個のビームを含むと仮定すると、

【数 2 1】

$$\sum_{q=1}^Q l_q = M_h$$

である。ここで、 $q$  個目の水平次元ビームサブグループは、式 ( 1 0 ) によって示される。

【数 2 2】

$$\mathbf{X}_{h,q}^{(s_h)} = \left[ \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + l_1 + \dots + l_{q-1}}^h \quad \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + l_1 + \dots + l_{q-1} + 1}^h \quad \text{L} \quad \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + l_1 + \dots + l_{q-1} + l_q - 1}^h \right] \quad \text{式 ( 1 0 )} \quad 30$$

【 0 0 5 0 】

当該水平次元ビームサブグループは、 $K_h \times l_q$  の行列である。

【 0 0 5 1 】

ステップ 1 0 3 において、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第 1 レベルコードブックを確定する。

【 0 0 5 2 】

本発明の実施例において、第 1 レベルコードブックは、部分的クロネッカー積の構造である。

【 0 0 5 3 】

1 つの具体的な実施において、第 1 レベルコードブック確定の具体的なプロセスは、以下である。

【 0 0 5 4 】

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積に基づいて、1 つの垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、1 つの水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー

積から第 1 行列を確定する。第 1 行列は、式 ( 1 1 ) によって示される。

【数 2 3】

$$\mathbf{X}_1 = \left[ \mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \right] \quad \text{式 ( 1 1 )}$$

ここで、 $\mathbf{X}_{v,q}$  は、垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループを示し、 $\mathbf{X}_{h,q}$  は、水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループを示し、ここで、第 1 行列の列数は、

【数 2 4】

$$\sum_{q=1}^Q m_q l_q$$

10

であり、第 1 行列の行数は、 $K_v \times K_h$  である。

【0 0 5 5】

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとから第 2 行列  $X_2$  を確定する。ここで、第 2 行列の列数は、

【数 2 5】

$$\sum_{q=1}^Q m_q l_q$$

20

であり、第 2 行列の行数は、 $K_v \times K_h$  である。

【0 0 5 6】

式 ( 1 2 ) に示す第 1 レベルコードブックを確定する。

【数 2 6】

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix} \quad \text{式 ( 1 2 )}$$

30

【0 0 5 7】

実施の際に、チャネル条件に応じて、1つの垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、1つの水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第 1 行列を確定する。

【0 0 5 8】

ここで、第 2 行列は、第 1 行列に対応する垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループおよび水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループに基づいて確定される。第 2 行列は、以下数種類の実施形態を含むが、それらに限定されない。

1. 第 2 行列は、式 ( 1 3 ) に示される。

$$X_2 = X_1 \quad \text{式 ( 1 3 )}$$

40

2. 第 2 行列は、式 ( 1 4 ) に示される。

【数 2 7】

$$X_2 = \left[ (\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad (\mathbf{X}_{v,2} \mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \right] \quad \text{式 ( 1 4 )}$$

3. 第 2 行列は、式 ( 1 5 ) に示される。

【数 2 8】

$$X_2 = \left[ \mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2} \mathbf{D}_2) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q) \right] \quad \text{式 ( 1 5 )}$$

4. 第 2 行列は、式 ( 1 6 ) に示される。

50

## 【数 2 9】

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,Q}\mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q}\mathbf{D}_Q)] \quad \text{式 (16)}$$

ここで、第 2 ~ 4 の実施形態において、 $\mathbf{B}_q$  は、 $m_q \times m_q$  の対角行列であり、 $\mathbf{D}_q$  は、 $l_q \times l_q$  の対角行列であり、 $m_q$  は、垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループに含まれる垂直次元ビームの個数を示し、 $l_q$  は、水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループに含まれる水平次元ビームの個数を示す。

## 【0059】

実施の際に、 $\mathbf{B}_q$  は、 $X_v, q$  によって決められるか所定の値であり、 $\mathbf{D}_q$  は、 $X_h, q$  によって決められるか所定の値である。 10

## 【0060】

第 1 レベルコードブック  $W_1$  は、その表現式から、部分的クロネッカー積の構造であり、各対角ブロックの列数が

## 【数 3 0】

$$\sum_{q=1}^Q m_q l_q$$

であり、すなわち各  $W_1$  に

## 【数 3 1】

$$\sum_{q=1}^Q m_q l_q$$

個のビームを含むことが分かる。第 1 レベルコードブックに完全クロネッカー積の構造が用いられると、各  $W_1$  に

## 【数 3 2】

$$\sum_{q=1}^Q m_q \cdot \sum_{q=1}^Q l_q$$

個のビームを含む。よって、部分的クロネッカー積の構造の採用によって、第 1 レベルコードブックでのビーム数を少なくする。よって、第 2 レベルコードブックの選択元となるコードブックの数が少なくなり、第 2 レベルコードブックのフィードバックコストが軽減する。 30

## 【0061】

ステップ 104 において、確定した第 1 レベルコードブックから複数列のビームを、第 2 レベルコードブックを用いて選択して位相調整をすることによってプリコーディング行列を確定する。

## 【0062】

ここで、第 2 レベルコードブックの実現は、本発明に注目される重要点ではなく、従来技術によって実現されればよい。第 2 レベルコードブックは、その具体的な応用に応じて、予め設定されるか算出される。 40

## 【0063】

ここで、第 2 レベルコードブックは、各列の各方向が 1 つの単位ベクトルであることを満足する。

## 【0064】

第 2 レベルコードブックは、部分的クロネッカー積の構造を採用することが好ましい。

## 【0065】

1 つの具体的な実施において、第 2 レベルコードブックは、式 (17) によって示される。

## 【数 3 3】

$$W_2 = \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 & \Lambda & Y_r \\ \alpha_1 Y_1 & \alpha_2 Y_2 & \Lambda & \alpha_r Y_r \end{bmatrix} \quad \text{式 (17)}$$

ここで、 $Y_i$  は、長さが

## 【数 3 4】

$$\sum_{q=1}^Q m_q l_q$$

である列選択ベクトルであり、すなわち  $Y_i$  には、1 である元素が 1 つしかなく、他の元素がすべて 0 であり、機能として  $W_1$  行列の対角ブロックから一列を選択する。 $i$  は、2 組の偏波アンテナの間で位相調整を行うことに用いられ、

## 【数 3 5】

$$\alpha_i \in \{e^{j \frac{2\pi}{T} t}, t=0,1,\Lambda T-1\}$$

である。 $W_2$  は、

## 【数 3 6】

$$(2 \cdot \sum_{q=1}^Q m_q l_q) \times r$$

次元行列であり、 $r$  は、プリコーディング行列の列数であり、ランク (rank) ともいう。

## 【0066】

同一の発明思想に基づいて、本発明の実施例は、プリコーディング行列確定装置をさらに提供している。当該装置の具体的な実施は、上述した方法部分の記載が参照され、繰り返して記載しない。

## 【0067】

図 2 に示すように、当該装置は、主に第 1 処理モジュール 201、第 2 処理モジュール 202、第 3 処理モジュール 203、および第 4 処理モジュール 204 を含む。

第 1 処理モジュール 201 は、垂直次元ビームベクトルおよび水平次元ビームベクトルを確定し、前記垂直次元ビームベクトルをグループ化して複数の垂直次元ビームグループを取得し、前記水平次元ビームベクトルをグループ化して複数の水平次元ビームグループを取得するために用いられる。ここで、隣接する垂直次元ビームグループ内に少なくとも 1 つの重ならない垂直次元ビームを含み、隣接する水平次元ビームグループ内に少なくとも 1 つの重ならない水平次元ビームを含む。

## 【0068】

第 2 処理モジュール 202 は、各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得するために用いられる。ここで、いずれの垂直次元ビームグループから区分した垂直次元ビームサブグループの個数が、いずれの水平次元ビームグループから区分した水平次元ビームサブグループの個数と同一である。

## 【0069】

第 3 処理モジュール 203 は、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第 1 レベルコードブックを確定するために用いられる。

## 【0070】

第 4 処理モジュール 204 は、確定した第 1 レベルコードブックから複数列のビームを、第 2 レベルコードブックを用いて選択して位相調整をすることによってプリコーディング行列を確定するために用いられる。

## 【 0 0 7 1 】

実施の際に、各垂直次元ビームグループに同一数の垂直次元ビームを含み、各水平次元ビームグループに同一数の水平次元ビームを含む。

## 【 0 0 7 2 】

実施の際に、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループ同士は、重ならず、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループ同士は、重ならない。

## 【 0 0 7 3 】

実施の際に、前記第3処理モジュール203は、具体的に、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から、第1行列

## 【数37】

$$\mathbf{X}_1 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q}]$$

(ここで、 $X_{v,q}$  : 垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループ;  $X_{h,q}$  : 水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループ) を確定することと、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループから第2行列  $X_2$  を確定することと、

第1レベルコードブック

## 【数38】

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}$$

を確定することに用いられる。

## 【 0 0 7 4 】

ここで、第2行列  $X_2$  は、 $X_2 = X_1$  であるか、

## 【数39】

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad (\mathbf{X}_{v,2} \mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q}]$$

であるか、

## 【数40】

$$\mathbf{X}_2 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2} \mathbf{D}_2) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q)]$$

であるか、

## 【数41】

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q)]$$

である。

ここで、 $B_q$  は、 $m_q \times m_q$  の対角行列であり、 $D_q$  は、 $l_q \times l_q$  の対角行列であり、 $m_q$  は、垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループに含まれる垂直次元ビームの個数を示し、 $l_q$  は、水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループに含まれる水平次元ビームの個数を示す。

## 【 0 0 7 5 】

ここで、 $B_q$  は、 $X_{v,q}$  によって決められるか所定の値であり、 $D_q$  は、 $X_{h,q}$  によって決められるか所定の値である。

## 【 0 0 7 6 】

同一の発明思想に基づいて、本発明の実施例は、一種の機器をさらに提供している。当該機器の具体的な実施は、上述した方法実施例部分の記載が参照され、繰り返して記載し

10

20

30

40

50

ない。図3に示すように、当該機器は、主にプロセッサ301と、所定のプログラムが格納されているメモリ302を含む。

【0077】

プロセッサ301は、メモリ302に格納されているプログラムを読み取って、当該プログラムに従い、下記のプロセスを実行する。垂直次元ビームベクトルおよび水平次元ビームベクトルを確定し、前記垂直次元ビームベクトルをグループ化して複数の垂直次元ビームグループを取得し、前記水平次元ビームベクトルをグループ化して複数の水平次元ビームグループを取得プロセスと、ここで、隣接する垂直次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない垂直次元ビームを含み、隣接する水平次元ビームグループ内に少なくとも1つの重ならない水平次元ビームを含み、

10

さらに、各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得するプロセスと、ここで、いずれの垂直次元ビームグループから区分した垂直次元ビームサブグループの個数が、いずれの水平次元ビームグループから区分した水平次元ビームサブグループの個数と同一であり、

さらに、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から第1レベルコードブックを確定するプロセスと、

確定した第1レベルコードブックから複数列のビームを、第2レベルコードブックを用いて選択して位相調整をすることによってプリコーディング行列を確定するプロセスとを

20

【0078】

実施の際に、各垂直次元ビームグループに同一数の垂直次元ビームを含み、各水平次元ビームグループに同一数の水平次元ビームを含む。

【0079】

実施の際に、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループ同士は、重ならず、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループ同士は、重ならない。

【0080】

実施の際に、プロセッサ301は、具体的に、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から、第1行列

30

【数42】

$$X_1 = [X_{v,1} \otimes X_{h,1} \quad X_{v,2} \otimes X_{h,2} \quad \dots \quad X_{v,q} \otimes X_{h,q} \quad \dots \quad X_{v,q} \otimes X_{h,q}]$$

(ここで、 $X_{v,q}$  : 垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループ;  $X_{h,q}$  : 水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループ) を確定することと、

各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループから第2行列  $X_2$  を確定することと、

40

第1レベルコードブック

【数43】

$$W_1 = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix}$$

を確定することに用いられる。

【0081】

ここで、第2行列  $X_2$  は、 $X_2 = X_1$  であるか、

50

【数 4 4】

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad (\mathbf{X}_{v,2}\mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,\varrho}\mathbf{B}_\varrho) \otimes \mathbf{X}_{h,\varrho}]$$

であるか、

【数 4 5】

$$\mathbf{X}_2 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2}\mathbf{D}_2) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad \mathbf{X}_{v,\varrho} \otimes (\mathbf{X}_{h,\varrho}\mathbf{D}_\varrho)]$$

であるか、

【数 4 6】

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) \quad \text{L} \quad (\mathbf{X}_{v,\varrho}\mathbf{B}_\varrho) \otimes (\mathbf{X}_{h,\varrho}\mathbf{D}_\varrho)]$$

である。

【0082】

ここで、 $\mathbf{B}_q$  は、 $m_q \times m_q$  の対角行列であり、 $\mathbf{D}_q$  は、 $l_q \times l_q$  の対角行列であり、 $m_q$  は、垂直次元ビームグループ  $X_v$  の  $q$  個目の垂直次元ビームサブグループに含まれる垂直次元ビームの個数を示し、 $l_q$  は、水平次元ビームグループ  $X_h$  の  $q$  個目の水平次元ビームサブグループに含まれる水平次元ビームの個数を示す。

【0083】

ここで、 $\mathbf{B}_q$  は、 $X_{v,q}$  によって決められるか所定の値であり、 $\mathbf{D}_q$  は、 $X_{h,q}$  によって決められるか所定の値である。

【0084】

上述した技術手段によれば、本発明の実施例において、各垂直次元ビームグループを区分して垂直次元ビームサブグループを取得し、各水平次元ビームグループを区分して水平次元ビームサブグループを取得し、各垂直次元ビームグループから区分した各垂直次元ビームサブグループと、各水平次元ビームグループから区分した各水平次元ビームサブグループとのクロネッカー積から、部分的クロネッカー積構造とする第1レベルコードブックを確定し、完全クロネッカー積構造より第1レベルコードブックに含まれるビームの数を少なくし、第2レベルコードブックのフィードバックコストを低減させる。

【0085】

本発明の実施例は、方法、システム、またはコンピュータプログラムプロダクトとして提供されうると当業者が理解できる。従って、本発明は、完全にハードウェアの実施例、完全にソフトウェアの実施例、またはソフトウェアとハードウェアを組み合わせた実施例の形態を取り得る。しかも、本発明は、コンピュータ利用可能なプログラムコードを含む1つまたは複数のコンピュータ利用可能な記憶媒体（磁気ディスクメモリ、光学メモリなどを含むが、それらに限らない）で実施されるコンピュータプログラムプロダクトの形態を取り得る。

【0086】

本発明は、本発明の実施例による方法、デバイス（システム）およびコンピュータプログラムプロダクトのフロー図および/またはブロック図を参照にして記載されている。フロー図および/またはブロック図における各フローおよび/またはブロック、およびフロー図および/またはブロック図におけるフローおよび/またはブロックの組み合わせは、コンピュータプログラムコマンドにより実現されうると理解されるべきである。これらのコンピュータプログラムコマンドを汎用コンピュータ、専用コンピュータ、嵌め込み式プロセッサまたは他のプログラマブルデータ処理デバイスのプロセッサに提供して1つの機器を形成し、コンピュータまたは他のプログラマブルデータ処理デバイスのプロセッサにより実行される指令により、フロー図の1つまたは複数のフローおよび/またはブロック図の1つまたは複数のブロックで指定される機能を実現するための装置を形成する。

【0087】

これらのコンピュータプログラムコマンドは、コンピュータまたは他のプログラマブルデータ処理デバイスに特定の方式で動作させることを導けるコンピュータ読み出し可能な

10

20

30

40

50

メモリに格納されてもよく、上記コンピュータ読み出し可能なメモリに格納されるコマンドにより、コマンド装置を含むプロダクトを形成する。上記コマンド装置は、フロー図の1つまたは複数のフローおよび/またはブロック図の1つまたは複数のブロックで指定される機能を実現する。

【0088】

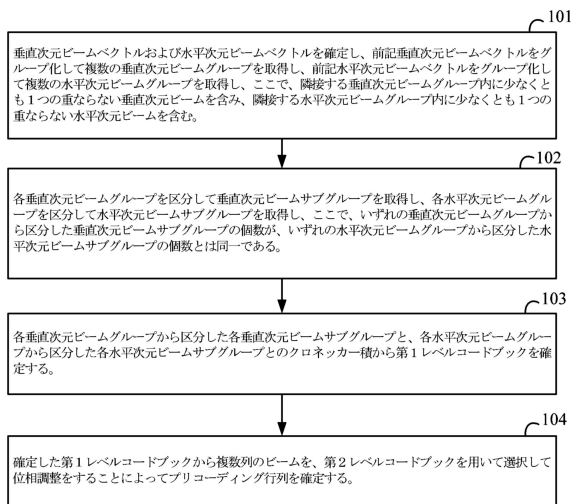
これらのコンピュータプログラムコマンドは、コンピュータまたは他のプログラマブルデータ処理デバイスにロードされてもよく、コンピュータまたは他のプログラマブルデータ処理デバイスで一連の操作工程を実行することにより、コンピュータで実現される処理を形成し、コンピュータまたは他のプログラマブルデータ処理デバイスで実行されるコマンドにより、フロー図の1つまたは複数のフローおよび/またはブロック図の1つまたは

10

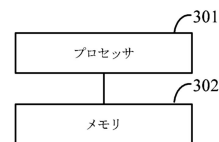
【0089】

明らかに、当業者は、本発明の精神や範囲を逸脱せずに、本発明に対して様々な変更や変形をすることができる。このように、本発明のこれらの修正や変形が本発明の請求項およびその同等の技術範囲に含まれるものであれば、本発明は、これらの変更や変形を含むことを意図する。

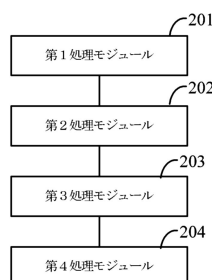
【図1】



【図3】



【図2】



## フロントページの続き

(72)発明者 陳 文洪

中華人民共和国北京市海澱區學院路40號

(72)発明者 タムラカール ラケシュ

中華人民共和国北京市海澱區學院路40號

審査官 北村 智彦

(56)参考文献 国際公開第2015/018030(WO, A1)

国際公開第2015/042986(WO, A1)

国際公開第2014/052806(WO, A1)

LG Electronics, Discussion on codebook design options for EBF/FD-MIMO[online], 3GPP TSG-RAN WG1#82 R1-154277, 2015年 8月15日, [検索日:2019.01.25], インターネット&lt;URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg\_ran/WG1\_RL1/TSGR1\_82/Docs/R1-154277.zip&gt;

Alcatel-Lucent Shanghai Bell, Alcatel-Lucent, Proposals of 2D Codebook Design for 3D MIMO[online], 3GPP TSG-RAN WG1#82 R1-153817, 2015年 8月15日, [検索日:2019.01.25], インターネット&lt;URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg\_ran/WG1\_RL1/TSGR1\_82/Docs/R1-153817.zip&gt;

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/0456

H04B 7/0413

H04B 7/06

H04W 16/28

IEEE Xplore

3GPP TSG RAN WG1-4

SA WG1-2

CT WG1