

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-520266

(P2016-520266A)

(43) 公表日 平成28年7月11日(2016.7.11)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4J 99/00 (2009.01)	HO4J 15/00	5K067
HO4B 7/04 (2006.01)	HO4B 7/04	5K159
HO4W 16/28 (2009.01)	HO4W 16/28	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 129 頁)

(21) 出願番号 特願2016-512190 (P2016-512190)
 (86) (22) 出願日 平成25年5月10日 (2013.5.10)
 (85) 翻訳文提出日 平成27年12月18日 (2015.12.18)
 (86) 国際出願番号 PCT/CN2013/075488
 (87) 国際公開番号 WO2014/179991
 (87) 国際公開日 平成26年11月13日 (2014.11.13)

(71) 出願人 503433420
 華為技術有限公司
 HUAWEI TECHNOLOGIES
 CO., LTD.
 中華人民共和國 518129 廣東省深
 ▲チェン▼市龍崗區坂田 華為總部▲ベン
 ▼公樓
 Huawei Administration Building, Bantian,
 Longgang District, Shenzhen, Guangdong
 518129, P. R. China
 (74) 代理人 100146835
 弁理士 佐伯 義文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリコーディング行列インジケータを決定するための方法、ユーザ機器、及び、基地局

(57) 【要約】

本発明は、プリコーディング行列インジケータを決定するための方法、ユーザ機器、及び、基地局を提供する。方法は、基地局によって送られる第1の基準信号セットを受けるステップと、第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するとともに、中間行列を示すために使用される第1のインデックスを基地局へ報告するステップと、基地局によって送られる第2の基準信号セットを受けるステップと、第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するとともに、プリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを基地局へ報告するステップであって、プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

$$W_i = \text{diag} \{X_i, X_i\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i = 1, 2$$

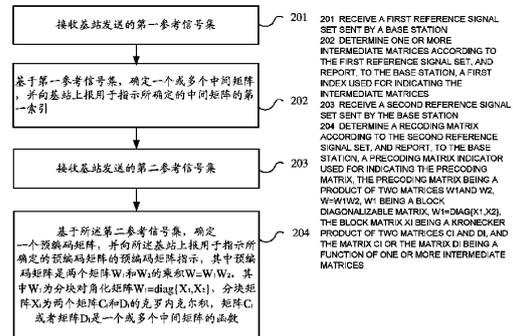


図1 / Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項1】

プリコーディング行列インジケータを決定するための方法であって、
基地局によって送られる第1の基準信号セットを受けるステップと、
前記第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するとともに、決定された前記1つ以上の中間行列を示すために使用される第1のインデックスを前記基地局へ報告するステップと、

前記基地局によって送られる第2の基準信号セットを受けるステップと、

前記第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するとともに、決定された前記プリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを前記基地局へ報告するステップであって、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W 、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【数1】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【数2】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は、前記1つ以上の中間行列の関数である、ステップとを備える方法。

【請求項2】

前記第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを備え、前記基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記第1の基準信号セットが前記第2の基準信号セットのサブセットである請求項2又は請求項3に記載の方法。

【請求項5】

前記第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられる請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数3】

$$c_k = \text{diag}\{\alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}}\} a_l$$

を満たす、或いは、前記行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【数4】

$$d_k = \text{diag}\{\beta_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\phi_{k,N_H}}\} a_l$$

を満たすことを含み、ここで、

a_l は前記中間行列 A の l 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

10

20

30

40

50

【数 5】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 6】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

10

【数 7】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 8】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数である請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

【数 9】

20

$$\alpha_{k,p}$$

【数 10】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 11】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

30

【数 12】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 13】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び

 N_C は正の整数であり、或いは、

40

【数 14】

$$\beta_{k,q}$$

【数 15】

$$\varphi_{k,q}$$

及び

【数 16】

$$q = 1, \dots, N_H$$

50

は

【数 1 7】

$$\beta_{k,q} = 1, \varphi_{k,q} = (q-1)\mathcal{G}, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 1 8】

$$\mathcal{G} = 2\pi/N_D$$

10

及び N_D は正の整数である請求項6に記載の方法。

【請求項 8】

前記1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は前記1つ以上の中間行列Aの関数である請求項1から7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記行列Aのl番目の列が

【数 1 9】

$$\mathbf{a}_l = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot l}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot l}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot l}{N}} \right]^T$$

20

であり、ここで、

[]^T は行列転置であり、M及びNは正の整数であり、

【数 2 0】

$$N_C \geq N$$

或いは

【数 2 1】

$$N_D \geq N$$

30

である請求項8に記載の方法。

【請求項 1 0】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i のk番目の列 \mathbf{c}_k が

【数 2 2】

$$\mathbf{c}_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} \mathbf{a}_m$$

40

を満たすとともに、前記行列 D_i のl番目の列 \mathbf{d}_l が

【数 2 3】

$$\mathbf{d}_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\phi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\phi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\phi_{l,N_H}} \right\} \mathbf{b}_n$$

を満たすことを含み、ここで、

\mathbf{a}_l は \mathbf{a}_m であり、 \mathbf{a}_m 及び \mathbf{b}_n はそれぞれ、中間行列Aのm番目の列ベクトル及び中間行列Bのn番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 2 4】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 2 5】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 2 6】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 2 7】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数である請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 1】

【数 2 8】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 2 9】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 3 0】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 3 1】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 3 2】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び

 N_C は正の整数であり、或いは、

【数 3 3】

$$\beta_{l,q}$$

【数 3 4】

$$\varphi_{l,q}$$

及び

【数 3 5】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

10

20

30

40

【数 3 6】

$$\beta_{l,q} = 1, \varphi_{l,q} = (q-1)\mathcal{G}, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 3 7】

$$\mathcal{G} = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項10に記載の方法。

10

【請求項 1 2】

前記1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は前記中間行列A、Bの関数である請求項1から5及び請求項10及び請求項11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記行列Aのm番目の列が

【数 3 8】

$$\mathbf{a}_m = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot m}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot m}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot m}{N}} \right]^T$$

20

であり、或いは、前記行列Bのn番目の列が

【数 3 9】

$$\mathbf{b}_n = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N'}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N'}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M'-1) \cdot n}{N'}} \right]^T$$

であり、M、N、M'、及びN'は正の整数であり、

【数 4 0】

$$N_C \geq N$$

30

或いは

【数 4 1】

$$N_D \geq N'$$

である請求項12に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記1つの中間行列或いは前記中間行列A、又は、前記1つの中間行列或いは前記中間行列Aを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項1から10のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 1 5】

前記複数の中間行列或いは前記中間行列A、B、又は、前記複数の中間行列或いは前記中間行列A、Bを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項1から5及び請求項10から13のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 6】

50

プリコーディング行列インジケータを決定するための方法であって、
第1の基準信号セットをユーザ機器へ送るステップと、
前記ユーザ機器によって報告される第1のインデックスを受けるステップであって、前記第1のインデックスは、前記第1の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定される1つ以上の中間行列を示すために使用されるステップと、

第2の基準信号セットを前記ユーザ機器へ送るステップと、
前記ユーザ機器によって報告されるプリコーディング行列インジケータを受けるステップであって、前記プリコーディング行列インジケータは、前記第2の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【数 4 2】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【数 4 3】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は、前記1つ以上の中間行列の関数である、ステップと
を備える方法。

【請求項 1 7】

前記第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナアレイ要素、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する請求項16に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを備え、前記基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する請求項16に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記第1の基準信号セットが前記第2の基準信号セットのサブセットである請求項17又は請求項18に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられる請求項16から19のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 D_i の k 番目の列 c_k が

【数 4 4】

$$c_k = \text{diag}\{\alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}}\} \mathbf{a}_l$$

を満たす、或いは、前記行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【数 4 5】

$$d_k = \text{diag}\{\beta_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\phi_{k,N_H}}\} \mathbf{a}_l$$

10

20

30

40

50

を満たすことを含み、ここで、 a_l は前記中間行列Aのl番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数46】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数47】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

【数48】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数49】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数である請求項16から20のいずれか一項に記載の方法。

【請求項22】

【数50】

$$\alpha_{k,p}$$

【数51】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数52】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数53】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数54】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数55】

$$\beta_{k,q}$$

【数56】

$$\varphi_{k,q}$$

及び

【数57】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

10

20

30

40

【数 5 8】

$$\beta_{k,q} = 1, \phi_{k,q} = (q-1)\mathcal{G}, q=1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 5 9】

$$\mathcal{G} = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項21に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記第1のインデックスにより示される前記1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が
10
離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーH
ouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は前記1つ以
上の中間行列Aの関数である請求項16から22のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記行列Aの l 番目の列が

【数 6 0】

$$\mathbf{a}_l = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot l}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot l}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot l}{N}} \right]^T$$

20

であり、ここで、 M 及び N は正の整数であり、

【数 6 1】

$$N_C \geq N$$

或いは

【数 6 2】

$$N_D \geq N$$

30

である請求項23に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i
の k 番目の列 \mathbf{c}_k が

【数 6 3】

$$\mathbf{c}_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} \mathbf{a}_m$$

を満たすとともに、前記行列 D_i の l 番目の列 \mathbf{d}_l が

【数 6 4】

$$\mathbf{d}_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\phi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\phi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\phi_{l,N_H}} \right\} \mathbf{b}_n$$

40

を満たすことを含み、ここで、

\mathbf{a}_l は \mathbf{a}_m であり、 \mathbf{a}_m 及び \mathbf{b}_n はそれぞれ、中間行列Aの m 番目の列ベクトル及び中間行列Bの n
番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 6 5】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

50

【数 6 6】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 6 7】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 6 8】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

10

は全て実数である請求項16から20のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 6】

【数 6 9】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 7 0】

$$\phi_{k,p}$$

及び

20

【数 7 1】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 7 2】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 7 3】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

30

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 7 4】

$$\beta_{l,q}$$

【数 7 5】

$$\varphi_{l,q}$$

及び

40

【数 7 6】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 7 7】

$$\beta_{l,q} = 1, \varphi_{l,q} = (q-1)\mathcal{G}, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 7 8】

$$\mathcal{G} = 2\pi/N_D$$

50

及び N_D は正の整数である請求項25に記載の方法。

【請求項27】

前記第1のインデックスにより示される前記1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は前記中間行列A、Bの関数である請求項16から25のいずれか一項に記載の方法。

【請求項28】

前記行列Aのm番目の列が

【数79】

$$\mathbf{a}_m = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot m}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot m}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot m}{N}} \right]^T$$

10

であり、或いは、前記行列Bのn番目の列が

【数80】

$$\mathbf{b}_n = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N'}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N'}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M'-1) \cdot n}{N'}} \right]^T$$

であり、M、N、M'、及びN'は正の整数であり、

20

【数81】

$$N_C \geq N$$

或いは

【数82】

$$N_D \geq N'$$

である請求項27に記載の方法。

【請求項29】

前記1つの中間行列或いは前記中間行列A、又は、前記1つの中間行列或いは前記中間行列Aを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる請求項16から25のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項30】

複数の中間行列或いは前記中間行列A、B、又は、前記複数の中間行列或いは前記中間行列A、Bを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる請求項16から20及び請求項25から28のいずれか一項に記載の方法。

【請求項31】

40

基地局により送られる第1の基準信号セットを受信する受信ユニットと、

前記第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するとともに、決定された前記中間行列を示すために使用される第1のインデックスを前記基地局へ報告するフィードバックユニットとを備え、

前記受信ユニットは、前記基地局により送られる第2の基準信号セットを受信するように更に構成され、

前記フィードバックユニットは、前記第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するとともに、決定された前記プリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを前記基地局へ報告するように更に構成され、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 は

50

ブロック対角行列であって、

【数 8 3】

$$\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2\}$$

であり、ブロック行列 \mathbf{X}_i は2つの行列 \mathbf{C}_i 及び \mathbf{D}_i のクロネッカー-kronecker積であって、

【数 8 4】

$$\mathbf{X}_i = \mathbf{C}_i \otimes \mathbf{D}_i, \quad i=1,2$$

であり、前記行列 \mathbf{C}_i 又は前記行列 \mathbf{D}_i は、前記1つ以上の中間行列の関数である、ユーザ機器。

10

【請求項 3 2】

前記第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する請求項31に記載のユーザ機器。

【請求項 3 3】

前記第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを備え、前記基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する請求項31に記載のユーザ機器。

【請求項 3 4】

20

前記第1の基準信号セットが前記第2の基準信号セットのサブセットである請求項32又は請求項33に記載のユーザ機器。

【請求項 3 5】

前記第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられる請求項31から34のいずれか一項に記載のユーザ機器。

【請求項 3 6】

前記行列 \mathbf{C}_i 又は前記行列 \mathbf{D}_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 \mathbf{C}_i の k 番目の列 \mathbf{c}_k が

【数 8 5】

$$\mathbf{c}_k = \text{diag}\{\alpha_{k,1}e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2}e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V}e^{j\phi_{k,N_V}}\} \mathbf{a}_l$$

30

を満たす、或いは、前記行列 \mathbf{D}_i の k 番目の列 \mathbf{d}_k が

【数 8 6】

$$\mathbf{d}_k = \text{diag}\{\beta_{k,1}e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2}e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H}e^{j\phi_{k,N_H}}\} \mathbf{a}_l$$

を満たすことを含み、ここで、

\mathbf{a}_l は前記中間行列 \mathbf{A} の l 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 8 7】

40

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 8 8】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 8 9】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 9 0】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数である請求項31から35のいずれか一項に記載のユーザ機器。

【請求項 3 7】

【数 9 1】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 9 2】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 9 3】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 9 4】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 9 5】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 9 6】

$$\beta_{k,q}$$

【数 9 7】

$$\varphi_{k,q}$$

及び

【数 9 8】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 9 9】

$$\beta_{k,q} = 1, \varphi_{k,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 1 0 0】

$$\vartheta = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項36に記載のユーザ機器。

【請求項 3 8】

前記1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行

10

20

30

40

50

列Aであり、前記行列C_i又は前記行列D_iは前記1つ以上の中間行列Aの関数である請求項31から37のいずれか一項に記載のユーザ機器。

【請求項39】

前記行列Aのl番目の列が

【数101】

$$\mathbf{a}_l = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot l}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot l}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot l}{N}} \right]^T$$

であり、ここで、M及びNは正の整数であり、

【数102】

$$N_C \geq N$$

或いは

【数103】

$$N_D \geq N$$

である請求項38に記載のユーザ機器。

【請求項40】

前記行列C_i又は前記行列D_iが前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列C_iのk番目の列c_kが

【数104】

$$\mathbf{c}_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} \mathbf{a}_m$$

を満たすとともに、前記行列D_iのl番目の列d_lが

【数105】

$$\mathbf{d}_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\phi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\phi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\phi_{l,N_H}} \right\} \mathbf{b}_n$$

を満たすことを含み、ここで、

a_lはa_mであり、a_m及びb_nはそれぞれ、中間行列Aのm番目の列ベクトル及び中間行列Bのn番目の列ベクトルであり、N_V及びN_Hは正の整数であり、

【数106】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数107】

$$\phi_{l,1}, \phi_{l,2}, \dots, \phi_{l,N_H}$$

は全て位相であり、

【数108】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数109】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数である請求項31から35のいずれか一項に記載のユーザ機器。

【請求項41】

10

20

30

40

50

【数 1 1 0】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 1 1 1】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 1 1 2】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 1 1 3】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 1 1 4】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び

【数 1 1 5】

$$N_C$$

は正の整数であり、或いは、

【数 1 1 6】

$$\beta_{l,q}$$

【数 1 1 7】

$$\varphi_{l,q}$$

及び

【数 1 1 8】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 1 1 9】

$$\beta_{l,q} = 1, \varphi_{l,q} = (q-1)\mathcal{G}, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 1 2 0】

$$\mathcal{G} = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項40に記載のユーザ機器。

【請求項 4 2】

前記1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は前記中間行列A、Bの関数である請求項31から35及び請求項40及び請求項41のいずれか一項に記載のユーザ機器。

【請求項 4 3】

前記行列Aのm番目の列が

10

20

30

40

【数 1 2 1】

$$\mathbf{a}_m = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot m}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot m}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot m}{N}} \right]^T$$

であり、或いは、前記行列Bのn番目の列が

【数 1 2 2】

$$\mathbf{b}_n = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N'}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N'}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M'-1) \cdot n}{N'}} \right]^T$$

10

であり、M、N、M'、及びN'は正の整数であり、

【数 1 2 3】

$$N_C \geq N$$

或いは

【数 1 2 4】

$$N_D \geq N'$$

20

である請求項42に記載のユーザ機器。

【請求項 4 4】

前記1つの中間行列或いは前記中間行列A、又は、前記1つの中間行列或いは前記中間行列Aを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項31から40のいずれか一項に記載のユーザ機器。

【請求項 4 5】

前記複数の中間行列或いは前記中間行列A、B、又は、前記複数の中間行列或いは前記中間行列A、Bを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項31から35及び請求項40から43のいずれか一項に記載のユーザ機器。

30

【請求項 4 6】

第1の基準信号セットをユーザ機器へ送信する送信ユニットと、

前記ユーザ機器によって報告される第1のインデックスを受信する受信ユニットであって、前記第1のインデックスが、前記第1の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定される1つ以上の中間行列を示すために使用される受信ユニットとを備え、

前記送信ユニットは、第2の基準信号セットを前記ユーザ機器へ送るよう更に構成され、

40

前記受信ユニットは、前記ユーザ機器によって報告されるプリコーディング行列インジケータを受けよう更に構成され、前記プリコーディング行列インジケータは、前記第2の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【数 1 2 5】

$$\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2\}$$

50

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー-kronecker積であって、
【数 1 2 6】

$$D_i, X_i = C_i \otimes D_i, i=1,2$$

であり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は、前記1つ以上の中間行列の関数である、基地局。
【請求項 4 7】

前記第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナアレイ要素、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する請求項46に記載の基地局。

10

【請求項 4 8】

前記第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを備え、前記基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する請求項46に記載の基地局。

【請求項 4 9】

前記第1の基準信号セットが前記第2の基準信号セットのサブセットである請求項47又は請求項48に記載の基地局。

【請求項 5 0】

前記第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられる請求項46から49のいずれか一項に記載の基地局。

20

【請求項 5 1】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数 1 2 7】

$$c_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} a_l$$

を満たす、或いは、前記行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【数 1 2 8】

$$d_k = \text{diag} \left\{ \beta_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\phi_{k,N_H}} \right\} a_l$$

30

を満たすことを含み、ここで、 a_l は前記中間行列 A の l 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 1 2 9】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 1 3 0】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 1 3 1】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

40

【数 1 3 2】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数である請求項46から50のいずれか一項に記載の基地局。

【請求項 5 2】

【数 1 3 3】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 1 3 4】

$$\phi_{k,p}$$

10

及び

【数 1 3 5】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 1 3 6】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

20

【数 1 3 7】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 1 3 8】

$$\beta_{k,q}$$

【数 1 3 9】

$$\varphi_{k,q}$$

30

及び

【数 1 4 0】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 1 4 1】

$$\beta_{k,q} = 1, \varphi_{k,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

40

【数 1 4 2】

$$\vartheta = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項51に記載の基地局。

【請求項 5 3】

前記第1のインデックスにより示される前記1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は前記1つ以上の中間行列Aの関数である請求項46から52のいずれか一項に記載の基地局。

【請求項 5 4】

前記行列Aの*l*番目の列が

50

【数 1 4 3】

$$\mathbf{a}_l = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot l}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot l}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot l}{N}} \right]^T$$

であり、ここで、M及びNは正の整数であり、

【数 1 4 4】

$$N_C \geq N$$

或いは

【数 1 4 5】

$$N_D \geq N$$

である請求項53に記載の基地局。

【請求項 5 5】

前記行列C_i又は前記行列D_iが前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列C_iのk番目の列c_kが

【数 1 4 6】

$$\mathbf{c}_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} \mathbf{a}_m$$

10

20

を満たすとともに、前記行列D_iのl番目の列d_lが

【数 1 4 7】

$$\mathbf{d}_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\varphi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\varphi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\varphi_{l,N_H}} \right\} \mathbf{b}_n$$

を満たすことを含み、ここで、

a₁はa_mであり、a_m及びb_nはそれぞれ、中間行列Aのm番目の列ベクトル及び中間行列Bのn番目の列ベクトルであり、N_V及びN_Hは正の整数であり、

【数 1 4 8】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 1 4 9】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

【数 1 5 0】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 1 5 1】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 1 5 2】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数である請求項46から50のいずれか一項に記載の基地局。

【請求項 5 6】

30

40

【数 1 5 3】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 1 5 4】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 1 5 5】

$$p=1,\dots,N_V$$

は

【数 1 5 6】

$$\alpha_{k,p}=1, \phi_{k,p}=(p-1)\theta, p=1,\dots,N_V$$

を満たし、

【数 1 5 7】

$$\theta=2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 1 5 8】

$$\beta_{l,q}$$

【数 1 5 9】

$$\varphi_{l,q}$$

及び

【数 1 6 0】

$$q=1,\dots,N_H$$

は

【数 1 6 1】

$$\beta_{l,q}=1, \varphi_{l,q}=(q-1)\vartheta, q=1,\dots,N_H$$

を満たし、

【数 1 6 2】

$$\vartheta=2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項55に記載の基地局。

【請求項 5 7】

前記第1のインデックスにより示される前記1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は前記中間行列A、Bの関数である請求項46から55のいずれか一項に記載の基地局。

【請求項 5 8】

前記行列Aのm番目の列が

10

20

30

40

【数 1 6 3】

$$\mathbf{a}_m = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot m}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot m}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot m}{N}} \right]^T$$

であり、或いは、前記行列Bのn番目の列が

【数 1 6 4】

$$\mathbf{b}_n = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N'}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N'}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M'-1) \cdot n}{N'}} \right]^T$$

10

であり、M、N、M'、及びN'は正の整数であり、

【数 1 6 5】

$$N_C \geq N$$

或いは

【数 1 6 6】

$$N_D \geq N'$$

である請求項57に記載の基地局。

20

【請求項 5 9】

前記中間行列或いは前記中間行列A、又は、前記中間行列或いは前記中間行列Aを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項46から50のいずれか一項に記載の基地局。

【請求項 6 0】

複数の中間行列或いは前記中間行列A、B、又は、前記複数の中間行列或いは前記中間行列A、Bを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項46から50及び請求項55から58のいずれか一項に記載の基地局。

30

【請求項 6 1】

基地局により送られる第1の基準信号セットを受信する受信器と、

前記第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するプロセッサと、

第1のインデックスを前記基地局へ報告する送信器であって、前記第1のインデックスは、前記第1の基準信号セットに基づいて決定される1つ以上の中間行列を示すために使用される、送信器とを備え、

前記受信器は、前記基地局により送られる第2の基準信号セットを受信するように更に構成され、

前記プロセッサは、前記第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するように更に構成され、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

40

【数 1 6 7】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー-kronecker積であって、

【数 1 6 8】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は、前記1つ以上の中間行列の関数であり、

50

前記送信器は、プリコーディング行列インジケータを前記基地局へ報告するように更に構成され、前記プリコーディング行列インジケータは、前記第2の基準信号セットに基づいて決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数 1 6 9】

$$c_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} a_l$$

を満たし、或いは、前記行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【数 1 7 0】

$$d_k = \text{diag} \left\{ \beta_{k,1} e^{j\varphi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\varphi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\varphi_{k,N_H}} \right\} a_l$$

を満たし、ここで、

a_l は中間行列 A の l 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 1 7 1】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 1 7 2】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 1 7 3】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 1 7 4】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数であり、或いは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数 1 7 5】

$$c_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} a_m$$

を満たし、或いは、前記行列 D_i の l 番目の列 d_l が

【数 1 7 6】

$$d_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\varphi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\varphi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\varphi_{l,N_H}} \right\} b_n$$

を満たし、

a_l は a_m 及び b_n であり、それぞれ、中間行列 A の m 番目の列ベクトル及び中間行列 B の n 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 1 7 7】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 1 7 8】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

10

20

30

40

50

は全て位相であり、

【数 1 7 9】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 1 8 0】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数であり、前記送信器は、プリコーディング行列インジケータを前記基地局へ報告するように更に構成される、ユーザ機器。

10

【請求項 6 2】

第1の基準信号セットをユーザ機器へ送信する送信器と、

前記ユーザ機器によって報告される第1のインデックスを受信する受信器であって、前記第1のインデックスが、前記第1の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定される1つ以上の中間行列を示すために使用される受信器とを備え、

前記送信器は、第2の基準信号セットを前記ユーザ機器へ送るように更に構成され、

前記受信器は、前記ユーザ機器によって報告されるプリコーディング行列インジケータを受けよう更に構成され、前記プリコーディング行列インジケータは、前記第2の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

20

【数 1 8 1】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー-kronecker積であって、

【数 1 8 2】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は、前記1つ以上の中間行列の関数であり、

前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

30

【数 1 8 3】

$$c_k = \text{diag}\{\alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}}\} a_l$$

を満たし、或いは、前記行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【数 1 8 4】

$$d_k = \text{diag}\{\beta_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\phi_{k,N_H}}\} a_l$$

を満たし、ここで、

40

a_l は中間行列 A の l 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 1 8 5】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 1 8 6】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 1 8 7】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 1 8 8】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数であり、或いは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数 1 8 9】

$$c_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} a_m$$

10

を満たし、前記行列 D_i の l 番目の列 d_l が

【数 1 9 0】

$$d_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\phi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\phi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\phi_{l,N_H}} \right\} b_n$$

を満たし、

a_l は a_m 及び b_n であり、それぞれ、中間行列 A の m 番目の列ベクトル及び中間行列 B の n 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

20

【数 1 9 1】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 1 9 2】

$$\phi_{l,1}, \phi_{l,2}, \dots, \phi_{l,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 1 9 3】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

30

及び

【数 1 9 4】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数である、基地局。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の実施形態は、無線通信の分野に関し、特に、プリコーディング行列インジケータを決定するための方法、ユーザ機器、及び、基地局に関する。

40

【背景技術】

【0 0 0 2】

MIMO (Multiple-Input Multiple-Output、多入力多出力) 無線システムは、送信BF (Beam Forming、ビームフォーミング) 又はプリコーディング技術と受信信号組み合わせ技術とを使用することによってダイバーシティ利得及びアレイ利得を得ることができる。BF又はプリコーディングを使用するシステムは、一般に、 $y = HVs + n$ として表わされ、ここで、 y は受信信号のベクトルを表わし、 H はチャネル行列を表わし、 V はプリコーディング行列を表わし、 s は送信シンボルのベクトルを表わし、及び、 n は測定雑音を表わす。最適なプリコーディングは、一般に、送信器がCSI (Channel State Information、チャネル状態

50

情報)を完全に知っていることを要する。一般に使用される方法は、ユーザ機器が瞬間CSIを量子化してCSIを基地局へフィードバックすることである。既存のLTE R8システムによってフィードバックされるCSI情報は、RI (Rank Indicator、ランクインジケータ)、PMI (Precoding Matrix Indicator、プリコーディング行列インジケータ)、CQI (Channel Quality Indicator、チャネル品質インジケータ)等を含み、この場合、RI及びPMIはそれぞれ、使用される層の量及びプリコーディング行列を示す。使用されるプリコーディング行列のセットは、一般に、コードブック(時として、コードブック中の各プリコーディング行列がコードワードと称される)と称される。既存のLTE (Long Term Evolution、長期発展) R8の4アンテナコードブックは、ハウスホルダー (Householder) 変換に基づいて設計され、また、LTE R10システムでは、デュアルコードブックの形態が8アンテナコードブックのために更に導入される。前述の2つのコードブックは、主に、従来の基地局のアンテナの設計のために使用される。垂直アンテナビーム方向は、固定されたダウンチルト又は遠隔の電氣的に調整されたダウンチルトを使用することにより従来の基地局によって制御され、また、そのビーム方向は、プリコーディング又は水平方向のみのビームフォーミングによって動的に調整され得る。

10

20

30

40

【0003】

システムコストを低減して、より高いシステム容量及びカバレッジのための要件を満たすために、実際面ではAAS (Active Antenna Systems、能動アンテナシステム)が幅広く展開され、また、AASシステムが導入された後の通信性能の向上は、現在立ち上げられたLTE R12標準規格において考慮される。伝統的な基地局アンテナと比べて、AASは、設計の自由度を垂直方向で更に与える。垂直方向での自由度の導入は、セル分割のために使用される場合があり、或いは、三次元ビームフォーミング (3D-BF) を実施するために使用される場合がある。前述の技術は、シグナリングサポート、コードブック設計、及び、フィードバックサポートなどのエアインタフェース態様において新たな要件を打ち出す。そのような背景では、セル分割利得をどのように取得してシステムスループット性能をどのように向上させるかに関して、新たな設計スキームが打ち出される必要がある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の実施形態は、能動アンテナシステムの送信性能を向上させることができる、プリコーディング行列インジケータを決定するための方法、ユーザ機器、及び、基地局を提供する。

【0005】

第1の態様によれば、プリコーディング行列インジケータを決定するための方法であって、基地局によって送られる第1の基準信号セットを受けるステップと、第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するとともに、中間行列を示すために使用される第1のインデックスを基地局へ報告するステップと、基地局によって送られる第2の基準信号セットを受けるステップと、第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するとともに、プリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを基地局へ報告するステップであって、プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W 、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【0006】

【数1】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0007】

【数2】

$$\mathbf{X}_i = \mathbf{C}_i \otimes \mathbf{D}_i, \quad i=1,2$$

であり、行列 \mathbf{C}_i 又は行列 \mathbf{D}_i は、前記1つ以上の中間行列の関数である、ステップとを含む方法が提供される。

【0008】

第1の態様に関連して、第1の態様の第1の実施形態において、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

10

【0009】

第1の態様及びその前述の実施形態に関連して、第1の態様の第2の実施形態において、第1の基準信号セットは、第2の基準信号セットのサブセットである。

【0010】

第1の態様及びその前述の実施形態に関連して、第1の態様の第3の実施形態において、第1の基準信号セットはセル識別情報と関連付けられる。

【0011】

第1の態様及びその前述の実施形態に関連して、第1の態様の第4の実施形態において、1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列 \mathbf{C}_i 又は行列 \mathbf{D}_i は1つ以上の中間行列Aの関数である。

20

【0012】

第1の態様及びその前述の実施形態に関連して、第1の態様の第5の実施形態において、1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列 \mathbf{C}_i 又は行列 \mathbf{D}_i は中間行列A、Bの関数である。

【0013】

第1の態様及びその前述の実施形態に関連して、第1の態様の第6の実施形態において、中間行列A、又は、中間行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

30

【0014】

第1の態様及びその前述の実施形態に関連して、第1の態様の第7の実施形態において、中間行列A、B、又は、中間行列A、Bを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

【0015】

第2の態様によれば、プリコーディング行列インジケータを決定するための方法であって、第1の基準信号セットをユーザ機器へ送るステップと、ユーザ機器によって報告される第1のインデックスを受けるステップであって、第1のインデックスは、第1の基準信号セットに基づいてユーザ機器により決定される1つ以上の中間行列を示すために使用されるステップと、第2の基準信号セットをユーザ機器へ送るステップと、ユーザ機器によって報告されるプリコーディング行列インジケータを受けるステップであって、プリコーディング行列インジケータは、第2の基準信号セットに基づいてユーザ機器により決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、プリコーディング行列が2つの行列 \mathbf{W}_1 、 \mathbf{W}_2 の積 \mathbf{W} であって、 $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \mathbf{W}_2$ であり、ここで、 \mathbf{W}_1 はブロック対角行列であって、

40

【0016】

【数3】

$$\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2\}$$

50

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0017】

【数4】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、行列 C_i 又は行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数である、ステップとを含む方法が提供される。

【0018】

第2の態様に関連して、第2の態様の第1の実施形態において、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナアレイ要素、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

10

【0019】

第2の態様及びその前述の実施形態に関連して、第2の態様の第2の実施形態において、第1の基準信号セットは、第2の基準信号セットのサブセットである。

【0020】

第2の態様及びその前述の実施形態に関連して、第2の態様の第3の実施形態において、第1の基準信号セットはセル識別情報と関連付けられる。

【0021】

第2の態様及びその前述の実施形態に関連して、第2の態様の第4の実施形態において、第1のインデックスにより示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列 A であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列 A の関数である。

20

【0022】

第2の態様及びその前述の実施形態に関連して、第2の態様の第5の実施形態において、第1のインデックスにより示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列 A 、 B であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列 A 、 B の関数である。

【0023】

第2の態様及びその前述の実施形態に関連して、第2の態様の第6の実施形態において、中間行列 A 、又は、中間行列 A を含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

30

【0024】

第2の態様及びその前述の実施形態に関連して、第2の態様の第7の実施形態において、中間行列 A 、 B 、又は、中間行列 A 、 B を含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

【0025】

第3の態様によれば、基地局により送られる第1の基準信号セットを受信する受信ユニットと、第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するとともに、決定された中間行列を示すために使用される第1のインデックスを基地局へ報告するフィードバックユニットとを含み、受信ユニットは、基地局により送られる第2の基準信号セットを受信するように更に構成され、フィードバックユニットは、第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するとともに、決定されたプリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを基地局へ報告するように更に構成され、プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

40

【0026】

【数5】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0027】

【数6】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

10

であり、行列 C_i 又は行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数である、ユーザ機器が提供される。

【0028】

第3の態様に関連して、第3の態様の第1の実施形態において、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【0029】

第3の態様及びその前述の実施形態に関連して、第3の態様の第2の実施形態において、第1の基準信号セットは、第2の基準信号セットのサブセットである。

20

【0030】

第3の態様及びその前述の実施形態に関連して、第3の態様の第3の実施形態において、第1の基準信号セットはセル識別情報と関連付けられる。

【0031】

第3の態様及びその前述の実施形態に関連して、第3の態様の第4の実施形態において、1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列Aの関数である。

【0032】

第3の態様及びその前述の実施形態に関連して、第3の態様の第5の実施形態において、1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列A、Bの関数である。

30

【0033】

第3の態様及びその前述の実施形態に関連して、第3の態様の第6の実施形態において、中間行列A、又は、中間行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

【0034】

第3の態様及びその前述の実施形態に関連して、第3の態様の第7の実施形態において、中間行列A、B、又は、中間行列A、Bを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

40

【0035】

第4の態様によれば、第1の基準信号セットをユーザ機器へ送信する送信ユニットと、ユーザ機器によって報告される第1のインデックスを受信する受信ユニットであって、第1のインデックスが、第1の基準信号セットに基づいてユーザ機器により決定される1つ以上の中間行列を示すために使用される受信ユニットとを含み、送信ユニットは、第2の基準信号セットをユーザ機器へ送るよう更に構成され、受信ユニットは、ユーザ機器によって報告されるプリコーディング行列インジケータを受けよう更に構成され、プリコーディング行列インジケータは、第2の基準信号セットに基づいてユーザ機器により決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W

50

W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【 0 0 3 6 】

【 数 7 】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【 0 0 3 7 】

【 数 8 】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

10

であり、行列 C_i 又は行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数である、基地局が提供される。

【 0 0 3 8 】

第4の態様に関連して、第4の態様の第1の実施形態において、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナアレイ要素、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【 0 0 3 9 】

第4の態様及びその前述の実施形態に関連して、第4の態様の第2の実施形態において、第1の基準信号セットは、第2の基準信号セットのサブセットである。

20

【 0 0 4 0 】

第4の態様及びその前述の実施形態に関連して、第4の態様の第3の実施形態において、第1の基準信号セットはセル識別情報と関連付けられる。

【 0 0 4 1 】

第4の態様及びその前述の実施形態に関連して、第4の態様の第4の実施形態において、第1のインデックスにより示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列 A であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列 A の関数である。

【 0 0 4 2 】

30

第4の態様及びその前述の実施形態に関連して、第4の態様の第5の実施形態において、第1のインデックスにより示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列 A 、 B であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列 A 、 B の関数である。

【 0 0 4 3 】

第4の態様及びその前述の実施形態に関連して、第4の態様の第6の実施形態において、中間行列 A 、又は、中間行列 A を含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

【 0 0 4 4 】

第4の態様及びその前述の実施形態に関連して、第4の態様の第7の実施形態において、中間行列 A 、 B 、又は、中間行列 A 、 B を含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

40

【 0 0 4 5 】

第5の態様によれば、基地局により送られる第1の基準信号セットを受信する受信器と、第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するプロセッサと、第1のインデックスを基地局へ報告する送信器であって、第1のインデックスは、第1の基準信号セットに基づいて決定される1つ以上の中間行列を示すために使用される、送信器とを含み、受信器は、基地局により送られる第2の基準信号セットを受信するように更に構成され、プロセッサは、第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するように更に構成され、プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり

50

、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【 0 0 4 6 】

【 数 9 】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【 0 0 4 7 】

【 数 1 0 】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

10

であり、行列 C_i 又は行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数であり、送信器は、プリコーディング行列インジケータを基地局へ報告するように更に構成され、プリコーディング行列インジケータは、第2の基準信号セットに基づいて決定されるプリコーディング行列を示すために使用される、ユーザ機器が提供される。

【 0 0 4 8 】

第5の態様に関連して、第5の態様の第1の実施形態において、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

20

【 0 0 4 9 】

第5の態様及びその前述の実施形態に関連して、第5の態様の第2の実施形態において、第1の基準信号セットは、第2の基準信号セットのサブセットである。

【 0 0 5 0 】

第5の態様及びその前述の実施形態に関連して、第5の態様の第3の実施形態において、第1の基準信号セットはセル識別情報と関連付けられる。

【 0 0 5 1 】

第5の態様及びその前述の実施形態に関連して、第5の態様の第5の実施形態において、1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列Aの関数である。

30

【 0 0 5 2 】

第5の態様及びその前述の実施形態に関連して、第5の態様の第5の実施形態において、1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列A、Bの関数である。

【 0 0 5 3 】

第5の態様及びその前述の実施形態に関連して、第5の態様の第6の実施形態において、中間行列A、又は、中間行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

40

【 0 0 5 4 】

第5の態様及びその前述の実施形態に関連して、第5の態様の第7の実施形態において、中間行列A、B、又は、中間行列A、Bを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

【 0 0 5 5 】

第6の態様によれば、第1の基準信号セットをユーザ機器へ送信する送信器と、ユーザ機器によって報告される第1のインデックスを受信する受信器であって、第1のインデックスが、第1の基準信号セットに基づいてユーザ機器により決定される1つ以上の中間行列を示すために使用される受信器とを含み、送信器は、第2の基準信号セットをユーザ機器へ送

50

るように更に構成され、受信器は、ユーザ機器によって報告されるプリコーディング行列インジケータを受けるとともに更に構成され、プリコーディング行列インジケータは、第2の基準信号セットに基づいてユーザ機器により決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【0056】
【数11】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

10

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0057】
【数12】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、行列 C_i 又は行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数である、基地局が提供される。

【0058】

第6の態様に関連して、第6の態様の第1の実施形態において、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナアレイ要素、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

20

【0059】

第6の態様及びその前述の実施形態に関連して、第6の態様の第2の実施形態において、第1の基準信号セットは、第2の基準信号セットのサブセットである。

【0060】

第6の態様及びその前述の実施形態に関連して、第6の態様の第3の実施形態において、第1の基準信号セットはセル識別情報と関連付けられる。

【0061】

第6の態様及びその前述の実施形態に関連して、第6の態様の第5の実施形態において、第1のインデックスにより示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列 A であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列 A の関数である。

30

【0062】

第6の態様及びその前述の実施形態に関連して、第6の態様の第7の実施形態において、第1のインデックスにより示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列 A 、 B であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列 A 、 B の関数である。

【0063】

第6の態様及びその前述の実施形態に関連して、第6の態様の第6の実施形態において、中間行列 A 、又は、中間行列 A を含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

40

【0064】

第6の態様及びその前述の実施形態に関連して、第6の態様の第7の実施形態において、中間行列 A 、 B 、又は、中間行列 A 、 B を含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。

【0065】

本発明のこの実施形態において、ユーザ機器は、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定し、また、中間行列の各列ベクトルが別々にビームに対応する。位置の違いに起因して、ユーザ機器は、異なる中間行列、すなわち、異なるビーム又はビーム群をフ

50

ィードバックし、そのため、基地局は、ユーザ機器によってフィードバックされる中間行列にしたがって、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群を学習することができ、それにより、複数のビームに起因して形成されるセル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉をビームの動的な或いは半静的なスケジューリングによって回避することができ、また、ユーザ機器は、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列の構造における行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、それにより、ユーザ機器は、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群に基づいてプリコーディングを更に最適化する。このようにして、中間行列のプリコーディング行列に基づき、前述のセル分割の利得が都合良く取得されるとともに、CSIフィードバック精度も更に向上され、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上する。

10

【0066】

本発明の実施形態における技術的解決策をより明確に説明するために、以下は、実施形態又は従来技術を説明するために必要とされる添付図面を簡単に取り入れる。明らかに、以下の説明における添付図面は、本発明の幾つかの実施形態を単に示すにすぎず、また、当業者は、創造的労力を伴わずにこれらの添付図面から他の図面を導き出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】本発明の一実施形態に係るプリコーディング行列を決定するための方法のフローチャートである。

20

【図2】本発明の他の実施形態に係るプリコーディング行列を決定するための方法のフローチャートである。

【図3】本発明の一実施形態に係るマルチアンテナ送信方法の概略的なフローチャートである。

【図4】本発明の他の実施形態に係る一実施形態のマルチアンテナ送信方法の概略的なフローチャートである。

【図5】本発明の一実施形態に係るユーザ機器のブロック図である。

【図6】本発明の一実施形態に係る基地局のブロック図である。

【図7】本発明の他の実施形態に係るユーザ機器のブロック図である。

30

【図8】本発明の他の実施形態に係る基地局のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0068】

以下は、本発明の実施形態における添付図面を参照して、本発明の実施形態における技術的解決策を明確に且つ完全に説明する。明らかに、説明される実施形態は、本発明の実施形態の一部であって、全てではない。創造的労力を伴うことなく本発明の実施形態に基づいて当業者により得られる他の実施形態の全ては、本発明の保護範囲内に入るものとする。

【0069】

本発明の技術的解決策は、モバイル通信用グローバルシステム(GSM(登録商標)、Global System of Mobile communication)、符号分割多重アクセス(CDMA、Code Division Multiple Access)システム、広帯域符号分割多重アクセス(WCDMA(登録商標)、Wideband Code Division Multiple Access Wireless)、汎用パケット無線サービス(GPRS、General Packet Radio Service)、及び、長期発展(LTE、Long Term Evolution)などの様々な通信システムに適用されてもよい。

40

【0070】

モバイル端末(Mobile Terminal)とも称されるユーザ機器(UE、User Equipment)、モバイルユーザ機器、及び、同様のものは、無線アクセスネットワーク(例えば、RAN、Radio Access Network)を介して1つ以上のコアネットワークと通信してもよい。ユーザ機器は、携帯電話(「セルラー」フォンとも称される)などのモバイル端末、及び、モバイ

50

ル端末を伴うコンピュータであってもよい。例えば、ユーザ機器は、携帯型の、ポケットサイズの、手持ち式の、コンピュータ内蔵式の、或いは、車載のモバイル装置であってもよく、又は、ユーザ機器は、言語及び/又はデータを無線アクセスネットワークとやりとりするリレー (Relay) であってもよい。

【0071】

基地局は、GSM(登録商標)又はCDMAにおける基地局 (BTS、Base Transceiver Station) であってもよく、WCDMA(登録商標)における基地局 (NodeB) であってもよく、或いは、発展型ノードB (eNB又はe-NodeB、evolutional Node B) 又はLTEにおけるリレー (Relay) であってもよく、これは本発明において限定されない。

【0072】

従来のセル分割技術では、複数のビームを水平方向で或いは垂直方向で形成することによって複数の独立セルが形成され、また、通信を行なうために既存の単一のセルエアーインタフェースプロトコルが独立セルにおいて直接的に再使用される。そのような方法では、垂直空間内の分解能を十分に生み出すことができず、したがって、より良好な干渉管理を行なうことができない。例えば、MU-MIMO送信における適合UE間の干渉をより効果的に抑制することができず、したがって、システム能力の更なる向上に影響が及ぶ。また、そのような解決策では、各セルが複数のセルに分割され、それにより、より頻繁なセルハンドオーバーなどの移動性問題が更に引き起こされ、また、セル間の干渉の更なる増大、特に前述の内部セルと外部セルとの間の干渉の更なる増大などの干渉管理問題が更に引き起こされる。

【0073】

したがって、コードブック及びフィードバックを使用することによりセル分割利得を取得してシステム性能を向上させる方法に関して、新たな設計スキームが提案される必要がある。

【0074】

図1は、本発明の一実施形態に係るプリコーディング行列インジケータを決定するための方法のフローチャートである。図1の方法は、(UEなどの)ユーザ機器によって実行される。

【0075】

201. 基地局によって送られる第1の基準信号セットの受信

【0076】

202. 第1の基準信号セットに基づき、1つ以上の中間行列を決定するとともに、決定された中間行列を示すために使用される第1のインデックスを基地局へ報告する。

【0077】

203. 基地局によって送られる第2の基準信号セットの受信

【0078】

204. 第2の基準信号セットに基づき、プリコーディング行列を決定するとともに、決定されたプリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを基地局へ報告する。ここで、プリコーディング行列は、2つの行列 W_1 及び W_2 の積 W である。すなわち、

$$W = W_1 W_2 \quad (1)$$

である。ここで、 W_1 はブロック対角行列であり、

【0079】

【数13】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\} \quad (2)$$

及び、

【0080】

10

20

30

40

【数 1 4】

$$\mathbf{X}_i = \mathbf{C}_i \otimes \mathbf{D}_i, \quad i=1,2 \quad (3)$$

ここで、行列 \mathbf{C}_i 又は行列 \mathbf{D}_i は1つ以上の中間行列の関数であり、

【0081】

【数 1 5】

⊗

は2つの行列のクロネッカー (kronecker) 積を示し、また、 $\text{diag}\{\}$ は、「 $\{\}$ 」内の要素を対角要素として使用する行列を示し、この場合、ここでの要素は、行列であってもよく、或いは、実数又は複素数などのスカラーであってもよい。

10

【0082】

式(1)～式(3)に示されるプリコーディング行列の構造においてクロネッカー積の形態を成すブロック行列 \mathbf{X}_i は、行列 \mathbf{C}_i 及び行列 \mathbf{D}_i をそれぞれ使用することによってプリコーディングを垂直方向及び水平方向で実施してもよく、したがって、垂直方向及び水平方向における基地局のアンテナの自由度を十分に使用できる。例えば、行列 \mathbf{C}_i が垂直方向で使用されるとともに、行列 \mathbf{D}_i が水平方向で使用されてもよく、或いは、行列 \mathbf{D}_i が水平方向で使用されるとともに、行列 \mathbf{C}_i が垂直方向で使用されてもよい。

【0083】

20

本発明のこの実施形態において、ユーザ機器は、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定し、また、中間行列の各列ベクトルが別々にビームに対応する。位置の違いに起因して、ユーザ機器は、異なる中間行列、すなわち、異なるビーム又はビーム群をフィールドバックし、そのため、基地局は、ユーザ機器によってフィールドバックされる中間行列にしたがって、UEが位置されるビーム又はビーム群を学習することができ、それにより、複数のビームに起因して形成されるセル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉をビームの動的な或いは半静的なスケジューリングによって回避することができ、また、ユーザ機器は、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列の構造における行列 \mathbf{C}_i 又は行列 \mathbf{D}_i は1つ以上の中間行列の関数であり、それにより、ユーザ機器は、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群に基づいてプリコーディングを更に最適化する。このようにして、中間行列のプリコーディング行列に基づき、前述のセル分割の利得が都合良く取得されるとともに、CSIフィールドバック精度も更に向上され、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上する。

30

【0084】

随意的に、一実施形態として、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置された (Quasi-Co-Location、略してQCL) アンテナポートのサブセットに対応する。なお、疑似同一場所に配置されたアンテナポートとは、アンテナポートに対応するアンテナ間の間隔が波長をスケールとして使用する範囲内にあることを意味する。

40

【0085】

随意的に、他の実施形態として、第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを含んでもよい。基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応してもよい。

【0086】

1つの基準信号が1つのアンテナポートに対応することに留意すべきであり、また、1つのアンテナポートが、1つの物理アンテナに対応してもよく、或いは、1つの仮想アンテナに対応してもよく、この場合、仮想アンテナは、複数の物理アンテナの重み付けされた組

50

み合わせである。

【 0 0 8 7 】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットが第2の基準信号セットのサブセットであってもよい。

【 0 0 8 8 】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられてもよい。

【 0 0 8 9 】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 又は行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【 0 0 9 0 】

【 数 1 6 】

$$\mathbf{c}_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} \mathbf{a}_l \quad (4)$$

10

を満たす、或いは、行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【 0 0 9 1 】

【 数 1 7 】

$$\mathbf{d}_k = \text{diag} \left\{ \beta_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\phi_{k,N_H}} \right\} \mathbf{a}_l \quad (5)$$

20

を満たす。ここで、 \mathbf{a}_l は中間行列 A の l 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【 0 0 9 2 】

【 数 1 8 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【 0 0 9 3 】

【 数 1 9 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_H}$$

30

は全て位相であり、 j は単位純虚数であり、すなわち、 $j^2 = -1$ である。

【 0 0 9 4 】

【 数 2 0 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

40

及び

【 0 0 9 5 】

【 数 2 1 】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【 0 0 9 6 】

【数 2 2】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【0 0 9 7】

【数 2 3】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

10

は対称数列である。すなわち、

【0 0 9 8】

【数 2 4】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

【0 0 9 9】

【数 2 5】

$$\beta_{k,1} = \beta_{k,N_H}, \beta_{k,2} = \beta_{k,N_H-1}, \dots$$

20

【0 1 0 0】

【数 2 6】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は、

【0 1 0 1】

【数 2 7】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

30

の値は全て1である。

【0 1 0 2】

また、位相

【0 1 0 3】

【数 2 8】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

40

は

【0 1 0 4】

【数 2 9】

$$\phi_{k,p} = (p-1)\theta, p=1, \dots, N_V$$

(6)

又は

【0 1 0 5】

【数 3 0】

$$\phi_{k,p} = \begin{cases} (p-1)\theta, p=1, \dots, N_V/2 \\ \phi_{k,p-N_V/2} + \theta_{offset}, p=N_V/2+1, \dots, N_V \end{cases} \quad (7)$$

を満たし、ここで、

【0 1 0 6】

【数 3 1】

$$\theta = 2\pi/N_C \quad (8)$$

10

であり、 N_C は正の整数であり、また、

【0 1 0 7】

【数 3 2】

$$\theta_{offset}$$

は、

【0 1 0 8】

【数 3 3】

$$\pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{\pi}{4}, \pm\frac{\pi}{8}$$

20

又は同様のもの等の位相シフトであり、或いは、位相

【0 1 0 9】

【数 3 4】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は

【0 1 1 0】

【数 3 5】

$$\varphi_{k,q} = (q-1)\mathcal{G}, q=1, \dots, N_H \quad (9)$$

30

又は

【0 1 1 1】

【数 3 6】

$$\varphi_{k,q} = \begin{cases} (q-1)\mathcal{G}, q=1, \dots, N_H/2 \\ \phi_{k,q-N_H/2} + \mathcal{G}_{offset}, q=N_H/2+1, \dots, N_H \end{cases} \quad (10)$$

40

を満たし、ここで、

【0 1 1 2】

【数 3 7】

$$\mathcal{G} = 2\pi/N_D \quad (11)$$

であり、 N_D は正の整数であり、また、

【0 1 1 3】

【数 3 8】

$$g_{offset}$$

は、

【0 1 1 4】

【数 3 9】

$$\pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{\pi}{4}, \pm\frac{\pi}{8}$$

又は同様のもの等の位相シフトであり、位相

10

【0 1 1 5】

【数 4 0】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【0 1 1 6】

【数 4 1】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

20

【0 1 1 7】

【数 4 2】

$$\theta_{offset}$$

及び

【0 1 1 8】

【数 4 3】

$$g_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、ここでは1つずつ列挙されない。

30

【0 1 1 9】

異なる行列 C_i に関して、行列 C_i に対応する k 番目の列 c_k が(4)及び(6)~(8)を満たすことは、異なる行列 C_i が同じ k 番目の列 c_k を有することを意味せず、逆に、異なる行列 C_i に関して、行列 C_i に対応する

【0 1 2 0】

【数 4 4】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【0 1 2 1】

【数 4 5】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

が異なる値を有してもよく、また、対応する列ベクトル a_i の添え字 i が異なる値を有してもよいことに留意すべきである。同様に、異なる行列 D_i に関して、行列 D_i に対応する k 番目の列 d_k に関して同様の理解に達するべきである。

40

【0 1 2 2】

随意的に、他の実施形態として、中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換(DFT)ベクトル、又は、アダマール(Hadamard)行列或いはハウスホルダー(Householder)行列の列ベクトルである行列 A であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列

50

Aの関数である。

【 0 1 2 3 】

随意的に、他の実施形態として、

【 0 1 2 4 】

【 数 4 6 】

$$\mathbf{a}_l = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot l}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot l}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot l}{N}} \right]^T \quad (12)$$

であり、ここで、 $[\]^T$ は行列転置であり、M及びNは正の整数であり、また、

10

【 0 1 2 5 】

【 数 4 7 】

$$N_C \geq N$$

或いは

【 0 1 2 6 】

【 数 4 8 】

$$N_D \geq N$$

であり、このとき、式(4)及び式(6)～式(8)に示されるベクトル c_k 、又は、式(5)及び式(9)～式(11)に示される d_k は、 a_l の空間粒度よりも細かい空間粒度を有する。

20

【 0 1 2 7 】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 及び行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i のk番目の列 c_k が

【 0 1 2 8 】

【 数 4 9 】

$$\mathbf{c}_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} \mathbf{a}_l \quad (13)$$

を満たす、及び、行列 D_i のl番目の列 d_l が

30

【 0 1 2 9 】

【 数 5 0 】

$$\mathbf{d}_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\varphi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\varphi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\varphi_{l,N_H}} \right\} \mathbf{b}_n \quad (14)$$

を満たす。ここで、 a_m 及び b_n はそれぞれ、中間行列Aのm番目の列ベクトル及び中間行列Bのn番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、また、

【 0 1 3 0 】

【 数 5 1 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

40

及び

【 0 1 3 1 】

【 数 5 2 】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は全て位相である。

【 0 1 3 2 】

50

【数 5 3】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【0 1 3 3】

【数 5 4】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

10

は全て実数であり、例えば、

【0 1 3 4】

【数 5 5】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【0 1 3 5】

【数 5 6】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

20

は対称数列である。すなわち、

【0 1 3 6】

【数 5 7】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

【0 1 3 7】

【数 5 8】

$$\beta_{l,1} = \beta_{l,N_H}, \beta_{l,2} = \beta_{l,N_H-1}, \dots$$

30

【0 1 3 8】

【数 5 9】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【0 1 3 9】

【数 6 0】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

40

の値は全て1である。

【0 1 4 0】

また、位相

【0 1 4 1】

【数 6 1】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

は

【0 1 4 2】

【数 6 2】

$$\phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V \quad (15)$$

10

又は

【0 1 4 3】

【数 6 3】

$$\phi_{k,p} = \begin{cases} (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V/2 \\ \phi_{k,p-N_V/2} + \theta_{\text{offset}}, p = N_V/2 + 1, \dots, N_V \end{cases} \quad (16)$$

を満たし、ここで、

【0 1 4 4】

【数 6 4】

$$\theta = 2\pi/N_C \quad (17)$$

20

であり、 N_C は正の整数であり、また、

【0 1 4 5】

【数 6 5】

$$\theta_{\text{offset}}$$

は

【0 1 4 6】

【数 6 6】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

30

又は同様のもの等の位相シフトであり、或いは、位相

【0 1 4 7】

【数 6 7】

$$\phi_{l,1}, \phi_{l,2}, \dots, \phi_{l,N_H}$$

は

【0 1 4 8】

【数 6 8】

$$\phi_{l,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H \quad (18)$$

40

又は

【0 1 4 9】

【数 6 9】

$$\phi_{l,q} = \begin{cases} (q-1)\vartheta, q=1, \dots, N_H/2 \\ \phi_{l,q-N_H/2} + \vartheta_{offset}, q=N_H/2+1, \dots, N_H \end{cases} \quad (19)$$

を満たし、ここで、

【0 1 5 0】

【数 7 0】

$$\vartheta = 2\pi/N_D \quad (20)$$

10

である。

 N_D は正の整数であり、また、

【0 1 5 1】

【数 7 1】

$$\vartheta_{offset}$$

は、

【0 1 5 2】

【数 7 2】

20

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

又は同様のもの等の位相シフトであり、位相

【0 1 5 3】

【数 7 3】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【0 1 5 4】

【数 7 4】

30

$$\phi_{l,1}, \phi_{l,2}, \dots, \phi_{l,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【0 1 5 5】

【数 7 5】

$$\theta_{offset}$$

及び

【0 1 5 6】

【数 7 6】

40

$$\vartheta_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、ここでは1つずつ列挙されない。

【0 1 5 7】

異なる行列 C_i に関して、行列 C_i に対応する k 番目の列 c_k が(13)及び(15)~(17)を満たすことは、異なる行列 C_i が同じ k 番目の列 c_k を有することを意味せず、逆に、異なる行列 C_i に関して、行列 C_i に対応する D_i 及び

【0 1 5 8】

【数 7 7】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

が異なる値を有してもよく、また、対応する列ベクトル a_m の添え字 m が異なる値を有してもよいことに留意すべきである。同様に、異なる行列 D_i に関して、行列 D_i に対応する i 番目の列 d_i に関して同様の理解に達するべきである。

【0 1 5 9】

随意的に、他の実施形態として、中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列或いはハウスホルダー（Householder）行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列A、Bの関数である。

10

【0 1 6 0】

随意的に、他の実施形態として、

【0 1 6 1】

【数 7 8】

$$\mathbf{a}_m = \begin{bmatrix} e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot m}{N}} & e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot m}{N}} & \dots & e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot m}{N}} \end{bmatrix}^T \quad (21)$$

及び

【0 1 6 2】

【数 7 9】

$$\mathbf{b}_n = \begin{bmatrix} e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N'}} & e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N'}} & \dots & e^{j\frac{2\pi \cdot (M'-1) \cdot n}{N'}} \end{bmatrix}^T \quad (22)$$

20

であり、ここで、 M 、 N 、 M' 及び、 N' は正の整数であり、また、

【0 1 6 3】

【数 8 0】

$$N_C \geq N$$

30

或いは

【0 1 6 4】

【数 8 1】

$$N_D \geq N'$$

であり、このとき、式（13）及び式（15）～式（17）に示されるベクトル c_k は、 a_i の空間粒度よりも細かい空間粒度を有し、或いは、式（14）及び式（18）～式（20）における d_i は、 b_n の空間粒度よりも細かい空間粒度を有する。

40

【0 1 6 5】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【0 1 6 6】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【0 1 6 7】

実際のネットワーク開発及びアンテナ形態において、特にAASの基地局アンテナ状態に

50

関し、本発明のこの実施形態のユーザ機器は、コードブックスキームにしたがって、プリコーディング行列インジケータPMIを選択して報告し、また、基地局は、ユーザ機器により報告されるPMIに関する情報にしたがってプリコーディングを実行し、それにより、前述したアンテナ形態を伴う、特にAASの基地局アンテナ形態を伴うシステムの性能を向上させる。

【0168】

図2は、本発明の他の実施形態に係るプリコーディング行列インジケータを決定するための方法のフローチャートである。図2の方法は、(eNBなどの)基地局によって実行される。

【0169】

301. 第1の基準信号セットをユーザ機器へ送る。

【0170】

302. ユーザ機器により報告される第1のインデックスを受ける。この場合、第1のインデックスは、ユーザ機器によって第1の基準信号セットに基づいて決定される1つ以上の中間行列を示すために使用される。

【0171】

303. 第2の基準信号セットをユーザ機器へ送る。

【0172】

304. ユーザ機器により報告されるプリコーディング行列インジケータを受ける。この場合、プリコーディング行列インジケータは、ユーザ機器により第2の基準信号セットに基づいて決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、ここで、プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、また、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【0173】

【数82】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0174】

【数83】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数である。

【0175】

本発明のこの実施形態における基地局は、2つの基準信号セットを送り、また、ユーザ機器は、2つの基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であり、行列 W_1 はブロック対角行列であり、ブロック対角行列における各ブロック行列 X_i は、2つの行列、すなわち、行列 C_i 及び行列 D_i のクロネッカー積であり、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、プリコーディング行列の構造においてクロネッカー積の形態を成すブロック行列は、行列 C_i 及び行列 D_i をそれぞれ使用することによってプリコーディングを垂直方向及び水平方向で実施してもよく、したがって、垂直方向及び水平方向における基地局のアンテナの自由度を使用することにより、能動アンテナシステムの送信性能を向上させることができる。

【0176】

また、ユーザ機器は、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定し、また、中間行列の各列ベクトルが別々にビームに対応する。位置の違いに起因して、UEは、異なる中間行列、すなわち、異なるビーム又はビーム群をフィードバックし、そのため、基地局は、UEによってフィードバックされる中間行列にしたがって、UEが位置されるビーム又は

10

20

30

40

50

ビーム群を学習することができ、それにより、複数のビームに起因して形成されるセル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉をビームの動的な或いは半静的なスケジューリングによって回避することができる。

【0177】

また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、それにより、UEは、UEが位置されるビーム又はビーム群に基づいてプリコーディングを更に最適化する。このようにして、中間行列のプリコーディング行列に基づき、前述のセル分割の利得が都合良く取得されるとともに、CSIフィードバック精度更に向上させることもでき、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上する。

【0178】

随意的に、一実施形態として、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【0179】

随意的に、他の実施形態として、第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを含んでもよい。基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応してもよい。

【0180】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットが第2の基準信号セットのサブセットであってもよい。

【0181】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられてもよい。

【0182】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 又は行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i の k 番目の列 c_k が式(4)を満たし、或いは、行列 D_i の k 番目の列 d_k が式(5)を満たす。ここで、

【0183】

【数84】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【0184】

【数85】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【0185】

【数86】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

【0186】

【数87】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

10

20

30

40

50

又は

【 0 1 8 7 】

【 数 8 8 】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【 0 1 8 8 】

【 数 8 9 】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

10

【 0 1 8 9 】

【 数 9 0 】

$$\beta_{k,1} = \beta_{k,N_H}, \beta_{k,2} = \beta_{k,N_H-1}, \dots$$

【 0 1 9 0 】

【 数 9 1 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

20

又は

【 0 1 9 1 】

【 数 9 2 】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

の値は全て1である。

【 0 1 9 2 】

30

また、位相

【 0 1 9 3 】

【 数 9 3 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

は式(6)又は式(7)及び式(8)を満たし、或いは、位相

【 0 1 9 4 】

【 数 9 4 】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

40

は(9)又は(10)及び(11)を満たす。位相シフト

【 0 1 9 5 】

【 数 9 5 】

$$\theta_{offset}$$

及び

【 0 1 9 6 】

【数 9 6】

$$g_{offset}$$

の値は

【0 1 9 7】

【数 9 7】

$$\pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{\pi}{4}, \pm\frac{\pi}{8}$$

又は同様のもの等であってもよく、位相

【0 1 9 8】

【数 9 8】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【0 1 9 9】

【数 9 9】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【0 2 0 0】

【数 1 0 0】

$$\theta_{offset}$$

及び

【0 2 0 1】

【数 1 0 1】

$$g_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、ここでは1つずつ列挙されない。

【0 2 0 2】

随意的に、他の実施形態として、中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換 (DFT) ベクトル、又は、アダマール (Hadamard) 行列或いはハウスホルダー (Householder) 行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列C_i又は行列D_iは1つ以上の中間行列Aの関数である。

【0 2 0 3】

この場合、ステップ304において、行列C_i又は行列D_iが1つ以上の中間行列Aの関数であることは、以下を含む。すなわち、中間行列Aの各列が(12)に示されており、ここで、

【0 2 0 4】

【数 1 0 2】

$$N_C \geq N$$

又は

【0 2 0 5】

【数 1 0 3】

$$N_D \geq N$$

であり、この場合、式(4)及び式(6)～式(8)に示されるベクトルc_k又は式(5)及び

10

20

30

40

50

式(9)～式(11)に示されるベクトル d_k は、 a_i の空間粒度よりも細かい空間粒度を有する。

【0206】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 及び行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i の k 番目の列 c_k が式(13)を満たし、また、行列 D_i の l 番目の列 d_l が式(14)を満たす。ここで、

【0207】

【数104】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

10

及び

【0208】

【数105】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【0209】

【数106】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

20

又は

【0210】

【数107】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【0211】

【数108】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

30

【0212】

【数109】

$$\beta_{l,1} = \beta_{l,N_H}, \beta_{l,2} = \beta_{l,N_H-1}, \dots$$

【0213】

【数110】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【0214】

【数111】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

40

の値は全て1である。

【0215】

また、位相

【0216】

【数112】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

50

は式(15)又は式(16)及び式(17)を満たし、或いは、位相

【0 2 1 7】

【数 1 1 3】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は(18)又は(19)及び(20)を満たす。位相シフト

【0 2 1 8】

【数 1 1 4】

$$\theta_{offset}$$

10

及び

【0 2 1 9】

【数 1 1 5】

$$g_{offset}$$

の値は

【0 2 2 0】

【数 1 1 6】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

20

又は同様のものであってもよい。位相

【0 2 2 1】

【数 1 1 7】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【0 2 2 2】

【数 1 1 8】

30

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【0 2 2 3】

【数 1 1 9】

$$\theta_{offset}$$

及び

【0 2 2 4】

【数 1 2 0】

40

$$g_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、ここでは1つずつ列挙されない。

【0 2 2 5】

随意的に、他の実施形態として、中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列C_i又は行列D_iは中間行列A、Bの関数である。

【0 2 2 6】

50

この場合、ステップ304において、行列 C_i 又は行列 D_i が中間行列A、Bの関数であることは、中間行列A、Bの各列が(21)及び(22)に示されることを含み、ここで、

【0 2 2 7】

【数 1 2 1】

$$N_C \geq N$$

又は

【0 2 2 8】

【数 1 2 2】

$$N_D \geq N'$$

であり、この場合、式(13)及び式(15)～式(17)に示されるベクトル c_k は a_1 の空間粒度よりも細かい空間粒度を有し、又は、式(14)及び式(18)～式(20)に示されるベクトル d_1 は、 b_n の空間粒度よりも細かい空間粒度を有する。

【0 2 2 9】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【0 2 3 0】

随意的に、他の実施形態として、行列A、B又は行列A、Bを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【0 2 3 1】

本発明のこの実施形態における基地局は、2つの基準信号セットを送し、また、UEは、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定して示し、また、基地局は、情報にしたがって適切なビームを決定することができ、それにより、セル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉が回避され、UEは、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であり、行列 W_1 はブロック対角行列であり、ブロック対角行列における各ブロック行列 X_i は、2つの行列、すなわち、行列 C_i 及び行列 D_i のクロネッカー積であり、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、また、プリコーディング行列の構造は、AASの基地局のアンテナの水平方向及び垂直方向の自由度を十分に使用でき、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、したがって、プリコーディング行列インジケータPMIが中間行列に基づいてフィードバックされ、そのため、CSIフィードバック精度を更に向上させることができ、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上される。

【0 2 3 2】

実際のネットワーク開発及びアンテナ形態において、特にAASの基地局アンテナ状態に関し、本発明のこの実施形態におけるユーザ機器は、コードブックスキームにしたがって、プリコーディング行列インジケータPMIを選択して報告し、また、基地局は、ユーザ機器により報告されるPMIに関する情報にしたがってプリコーディングを実行し、それにより、前述したアンテナ形態を伴う、特にAASの基地局アンテナ形態を伴うシステムの性能を向上させる。

【0 2 3 3】

また、1つ以上のインデックスが、チャンネルの時間/周波数領域/空間相関を十分に使用するプリコーディング行列を示すためにサブセットに基づいて報告され、それにより、フィードバックオーバーヘッドが減少される。

10

20

30

40

50

【0234】

以下、特定の例に関連して、本発明のこの実施形態について更に詳しく説明する。以下に記載される実施形態では、eNBが基地局の一例として使用され、また、UEがユーザ機器の一例として使用される。しかしながら、本発明のこの実施形態は、これに限定されず、他の通信システムに適用されてもよい。

【0235】

図3は、本発明の一実施形態に係るマルチアンテナ送信方法の概略的なフローチャートである。図3の実施形態は、第1のインデックスが1つの中間行列を示すシナリオに関する。この場合、プリコーディング行列における行列 C_i 又は D_i は、1つの中間行列の関数である。行列 C_i 又は行列 D_i は、水平方向又は垂直方向におけるプリコーディングのために使用されてもよい。

10

【0236】

401. UEは第1の基準信号セットを受ける。

【0237】

具体的には、UEにより受けられた第1の基準信号セットは、ハイパーレイヤシグナリングを使用することによってeNBにより知らされ、或いは、ダウンリンク制御チャネルを使用することによって動的に知らされ、或いは、UEにより受けられた第1の基準信号セットは、eNBにより知らされる基準信号セットのサブセットであり、例えば、eNBにより知られる基準信号セットは、全部で8個の基準信号、すなわち、 s_1 、 s_2 、 s_3 、...、 s_7 及び s_8 を含む S である。UEにより受けられる基準信号セット中に含まれる基準信号は、 S 中の4つの基準信号、例えば $\{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ 又は $\{s_5, s_6, s_7, s_8\}$ であってもよい。

20

【0238】

また、第1の基準信号セットは、eNBにより知らされる基準信号セットのサブセットであり、主偏波アンテナポートのサブセットに対応してもよく、例えば、前述した第1の基準信号セット $\{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ が主偏波アンテナポートの1グループに対応し、或いは、前述した第1の基準信号セット $\{s_5, s_6, s_7, s_8\}$ が主偏波アンテナポートの他のグループに対応する。

【0239】

或いは、第1の基準信号セットは、eNBにより知らされる基準信号セットのサブセットであり、アンテナアレイ内で同じ方向に対応するアンテナポートのサブセットに対応してもよく、例えば、前述した第1の基準信号セット $\{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ は、アンテナポートアレイ内の垂直方向の同じ列内のアンテナポートのサブセットに対応し、或いは、前述した第1の基準信号セット $\{s_5, s_6, s_7, s_8\}$ は、アンテナアレイ内の水平方向の同じ行内のアンテナポートのサブセットに対応する。

30

【0240】

或いは、第1の基準信号セットは、eNBにより知らされる基準信号セットのサブセットであり、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応してもよく、例えば、前述した第1の基準信号セット $\{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ に対応するアンテナポートのサブセットが疑似同一場所に配置され、例えば、アンテナポート間の間隔は、1波長の半分又は4波長であり、或いは、前述した第1の基準信号セット $\{s_5, s_6, s_7, s_8\}$ に対応するアンテナポートのサブセットが疑似同一場所に配置され、例えば、アンテナポート間の間隔は、1波長の半分又は4波長である。

40

【0241】

前述の基準信号サブセットの実施の複雑さが更に減少されてもよい。

【0242】

また、基準信号セットがセル識別情報と関連付けられてもよい。例えば、eNBにより知らされる基準信号セットは、8個の基準信号、すなわち、 s_1 、 s_2 、 s_3 、...、 s_7 及び s_8 を含む S である。前述の基準信号がセル識別情報ID0と関連付けられ、或いは、UEにより受けられる基準信号セットが2つ以上のサブセットに分割されてもよく、その場合、そのサブセットは特定のセル識別情報と別々に関連付けられる。例えば、UEにより受けられる基準信

50

号セットは、基準信号 {s1, s2, s3, s4} 又は {s5, s6, s7, s8} を別々に含む2つのサブセットに分割されてもよく、このとき、{s1, s2, s3, s4} はセル識別情報ID1及びID2と関連付けられる。前述の基準信号セットとセル識別情報との間の関連性又はマッピング関係は、予め規定されてもよく、或いは、eNBによって知らされてもよい。前述の基準信号セット/サブセットは、セル識別情報とのマッピング関係と関連付けられ或いはマッピング関係を有し、それにより、セル分割又はセル識別を実施できる。なお、前述したセル識別情報は、LTEなどの特定の通信プロトコルでは必ずしもセルIDではなく、前述のセル識別情報は、セル属性を区別するために使用されるセルグループにおけるインデックス又はオフセットなどの特定のパラメータであってもよい。

【0243】

10

具体的には、前述の基準信号は、CRS (Cell-specific Reference Signal、セル固有の基準信号)、CSI-RS、又は、他の基準信号であってもよい。

【0244】

402. UEは、受けられた第1の基準信号セットに基づき、1つ以上の中間行列を決定するとともに、中間行列を示すために使用される第1のインデックスを基地局へ報告する。

【0245】

具体的には、中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル又はアダマール行列の列ベクトルである行列A、すなわち、

【0246】

【数123】

20

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_0 & \mathbf{a}_1 & \cdots & \mathbf{a}_{N_a-1} \end{bmatrix}, \quad (23)$$

であってもよく、この場合、

【0247】

【数124】

$$\mathbf{a}_k \in \{\mathbf{f}_0, \mathbf{f}_1, \dots, \mathbf{f}_{N_f-1}\}, k=0, \dots, N_a-1 \quad (24)$$

又は

30

【0248】

【数125】

$$\mathbf{a}_k \in \{\mathbf{h}_0, \mathbf{h}_1, \dots, \mathbf{h}_{N_h-1}\}, k=0, \dots, N_a-1 \quad (25)$$

であり、ここで、

【0249】

【数126】

$$N_a \geq 1$$

40

であり、これは行列Aの列量であり、また、

【0250】

【数127】

$$N_h \geq 1$$

及び

【0251】

【数 1 2 8】

$$N_f \geq 1$$

はそれぞれアダマール行列の列量及びDFTベクトルの列量であり、

【 0 2 5 2】

【数 1 2 9】

$$\mathbf{h}_m, m=0, \dots, N_h - 1$$

10

はアダマール行列の列ベクトルであり、

【 0 2 5 3】

【数 1 3 0】

$$\mathbf{f}_n, n=0, \dots, N_f - 1$$

はDFTベクトルであり、すなわち、 f_n は

【 0 2 5 4】

【数 1 3 1】

20

$$\mathbf{f}_n = \left[e^{j \frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N}} \quad e^{j \frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N}} \quad \dots \quad e^{j \frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot n}{N}} \right]^T \quad (26)$$

として表わされ、ここで、M及びNはいずれも整数である。例えば、

【 0 2 5 5】

【数 1 3 2】

$$[\mathbf{f}_0 \quad \mathbf{f}_1 \quad \mathbf{f}_2 \quad \mathbf{f}_3] = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -j & -1 & j \end{bmatrix} \quad (27)$$

30

及び

【 0 2 5 6】

【数 1 3 3】

$$[\mathbf{h}_0 \quad \mathbf{h}_1 \quad \mathbf{h}_2 \quad \mathbf{h}_3] = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (28)$$

40

である。

【 0 2 5 7】

また、行列Aは、ハウスホルダー (Householder) 行列、或いは、LTE R8の4アンテナコードブック又はLTE R10の8アンテナコードブックにおけるプリコーディング行列など、他の形式の行列であってもよい。候補行列Aを含むセットは C_A であり、この場合、その各行列が1つ以上のインデックスによって示されてもよい。

【 0 2 5 8】

50

また、前述の中間行列を含むセットは、複数のサブセットへと更に分割されてもよい C_A であり、この場合、各サブセットは、特定のセル識別情報と関連付けられてもよく或いは特定のセル識別情報とのマッピング関係を有してもよい。例えば C_A におけるサブセット

【 0 2 5 9 】
【 数 1 3 4 】

$C_A^{(1)}$

がセル識別情報 ID 1と関連付けられ或いはセル識別情報 ID 1に対してマッピングされ、また、 C_A における他のサブセット

【 0 2 6 0 】
【 数 1 3 5 】

$C_A^{(2)}$

がセル識別情報 ID 2と関連付けられ或いはセル識別情報 ID 2に対してマッピングされる。サブセット

【 0 2 6 1 】
【 数 1 3 6 】

$C_A^{(1)}$

及び

【 0 2 6 2 】
【 数 1 3 7 】

$C_A^{(2)}$

は、交差セットを有してもよく、或いは、交差セットを有さなくてもよい。これに対応して、各行列を示すために使用される第1のインデックスのセットが複数のサブセットに分割されてもよく、この場合、各サブセットは、特定のセル識別情報と関連付けられてもよく或いは特定のセル識別情報とのマッピング関係を有してもよい。例えば、サブセット

【 0 2 6 3 】
【 数 1 3 8 】

$C_A^{(1)}$

における1つの行列を示すために使用される第1のインデックスは、セル識別情報 ID 1と関連付けられ或いはセル識別情報 ID 1に対してマッピングされ、また、サブセット

【 0 2 6 4 】
【 数 1 3 9 】

$C_A^{(2)}$

における1つの行列を示すために使用される第1のインデックスは、セル識別情報 ID 2と関連付けられ或いはセル識別情報 ID 2に対してマッピングされる。前述の行列のサブセット又は第1のインデックスのサブセットとセル識別情報との間の関連性又はマッピング関係は、予め規定されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよく、例えば、eNBは、RRCシグナリング又はダウンリンク制御チャネルなどのハイパーレイヤシグナリングを使用することによって関連性又はマッピング関係をUEに知らせる。前述の各サブセットが

10

20

30

40

50

1つの要素だけを含んでもよい。また、前述したセル識別情報は、LTEなどの特定の通信プロトコルでは必ずしもセルIDではなく、また、前述のセル識別情報は、セル属性を区別するために使用されるセルグループにおけるインデックス又はオフセットなどの特定のパラメータであってもよい。前述の行列のサブセット又は第1のインデックスのサブセットとセル識別情報との間の関連性又はマッピング関係は、セル分割又はセル識別を実施できる。

【0265】

具体的には、受けられた第1の基準信号セットに基づき、UEは、チャネル推定によって対応するチャネル行列を得てもよい。推定によって得られたチャネル行列を使用することにより、また、容量最大化或いは信号対干渉+雑音比(SINR、Signal to Interference plus Noise Ratio)の最大化又は受信信号電力最大化の原理に基づき、最適な行列Aが選択されてもよく、また、行列Aがプリコーディング行列として使用されてもよい。

10

【0266】

第1のインデックスが1つ以上のインデックス値を含んでもよいことに留意すべきである。

【0267】

前述の最適な行列Aに対応する第1のインデックスが、ハイヤーレイヤシグナリングを使用することにより、或いは、物理アップリンク制御チャネル(PUCCH、Physical Uplink Control Channel)又は物理アップリンク共有チャネル(PUSCH、Physical Uplink Shared Channel)を使用することにより、eNBへフィードバックされてもよい。

20

【0268】

また、第1のインデックスを報告することに加えて、SINR、CQI、又は、受信電力などの対応する行列値が付加的に更に報告されてもよい。

【0269】

403. UEが第2の基準信号セットを受け、この場合、第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを含んでもよい。

【0270】

具体的には、例えば、UEにより受けられる第2の基準信号セットは、全部で8個の基準信号、すなわち、 p_1 、 p_2 、 p_3 、...、 p_7 及び p_8 を含むPである。第2の基準信号セットが1つの基準信号サブセットを含んでもよく、このとき、基準信号サブセットは、第2の基準信号

30

セット、すなわち、P中の8個の基準信号 p_1 、 p_2 、...、 s_8 と同じであり、或いは、第2の基準信号セットは、複数の基準信号サブセットを含んでもよく、例えば、第2の基準信号セットは、Pであるとともに、2つの基準信号サブセットP1及びP2を含む。ここで、 $P1 = \{p_1, p_2, p_3, p_4\}$ 、 $P2 = \{s_5, s_6, s_7, s_8\}$ である。

【0271】

また、第2の基準信号セットに含まれる基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセットに対応してもよい。すなわち、例えば、第2の基準信号セットの前述のサブセット $P1 = \{p_1, p_2, p_3, p_4\}$ が主偏波アンテナポートの1グループに対応し、また、第2の基準信号セットのサブセット $P1 = \{p_5, p_6, p_7, p_8\}$ が主偏波アンテナポートの他のグループに対応する。

40

【0272】

或いは、第2の基準信号セットに含まれる基準信号サブセットは、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセットに対応してもよく、例えば、第2の基準信号セットの前述したサブセット $P1 = \{p_1, p_2, p_3, p_4\}$ は、アンテナポートアレイ内の同じ列内のアンテナポートのサブセットに対応し、また、第2の基準信号セットのサブセット $P1 = \{p_5, p_6, p_7, p_8\}$ は、アンテナポートアレイ内の同じ行内のアンテナポートのサブセットに対応する。

【0273】

或いは、第2の基準信号セットに含まれる基準信号サブセットは、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応してもよく、例えば、第2の基準信号セットの

50

前述したサブセット $P1 = \{p1, p2, p3, p4\}$ に対応するアンテナポートのサブセットが疑似同一場所に配置され、例えば、アンテナポート $p1, p2, p3$ 及び $p4$ 間の間隔は、1波長の半分又は4波長であり、また、第2の基準信号セットのサブセット $P1 = \{p5, p6, p7, p8\}$ に対応するアンテナポートのサブセットが疑似同一場所に配置され、例えば、アンテナポート $p5, p6, p7$ 及び $p8$ 間の間隔は、1波長の半分又は4波長である。

【0274】

また、第2の基準信号セットに含まれる複数の基準信号サブセットにおける基準信号は、異なるシンボル/周波数/シーケンスリソースを占めてもよく、同じサブフレームで送信され、或いは、同じシンボル/周波数/シーケンスリソースを占めてもよく、異なるサブフレームで送信される。前述の基準信号サブセットの分割は、実施の複雑さを更に減少させることができる。

10

【0275】

また、第2の基準信号セットが第1の基準信号セットを含んでもよく、すなわち、第1の基準信号セットが第2の基準信号セットのサブセットである。例えば、前述した第2の基準信号セット P は、2つの基準信号サブセット $P1, P2$ を含み、また、第1の基準信号セットは、 $P1, P2, P1$ のサブセット、或いは、 $P2$ のサブセットであってもよい。

【0276】

具体的には、前述の基準信号は、CRS、CSI-RS、又は、他の基準信号であってもよい。

【0277】

404. UEは、第2の基準信号セットに基づき、プリコーディング行列を決定するとともに、プリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを基地局へ報告する。プリコーディング行列は2つの行列 W_1, W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

20

【0278】

【数140】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は、2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0279】

【数141】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数である。

【0280】

随意的に、行列 C_i 又は行列 D_i が1つの中間行列の関数であることは、行列 C_i の k 番目の列 c_k が式(4)を満たし、或いは、行列 D_i の k 番目の列 d_k が式(5)を満たすことを含み、ここで、

【0281】

【数142】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_T}$$

及び

【0282】

【数143】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

30

40

50

は全て実数であり、例えば、

【 0 2 8 3 】

【 数 1 4 4 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【 0 2 8 4 】

【 数 1 4 5 】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

10

は対称数列である。すなわち、

【 0 2 8 5 】

【 数 1 4 6 】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

【 0 2 8 6 】

【 数 1 4 7 】

$$\beta_{k,1} = \beta_{k,N_H}, \beta_{k,2} = \beta_{k,N_H-1}, \dots$$

20

【 0 2 8 7 】

【 数 1 4 8 】

$$\beta_{k,1} = \beta_{k,N_H}, \beta_{k,2} = \beta_{k,N_H-1}, \dots$$

【 0 2 8 8 】

【 数 1 4 9 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

30

又は

【 0 2 8 9 】

【 数 1 5 0 】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

の値は全て1である。

40

【 0 2 9 0 】

また、位相

【 0 2 9 1 】

【 数 1 5 1 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

は、式(6)又は式(7)及び式(8)を満たし、或いは、位相

【 0 2 9 2 】

【数 1 5 2】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は、式(9)又は式(10)及び式(11)を満たし、位相シフト

【0 2 9 3】

【数 1 5 3】

$$\theta_{offset}$$

10

及び

【0 2 9 4】

【数 1 5 4】

$$g_{offset}$$

の値は

【0 2 9 5】

【数 1 5 5】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

20

又は同様のものであってもよく、位相

【0 2 9 6】

【数 1 5 6】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【0 2 9 7】

【数 1 5 7】

30

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【0 2 9 8】

【数 1 5 8】

$$\theta_{offset}$$

及び

【0 2 9 9】

【数 1 5 9】

40

$$g_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、1つずつ列挙されない。

【0 3 0 0】

また、 a_1 が(26)に示される構造を有するとき、 a_1 は

【0 3 0 1】

【数 1 6 0】

$$\mathbf{a}_l = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot l}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot l}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot l}{N}} \right]^T \quad (29)$$

として表わされ、ここで、M及びNはいずれも整数であり、式(4)及び式(6)～式(8)に示されるベクトル \mathbf{c}_k 、又は、式(5)及び式(9)～式(11)に示される \mathbf{d}_k は、 \mathbf{a}_l の空間粒度よりも細かい空間粒度を有してもよく、すなわち、

【0 3 0 2】

【数 1 6 1】

$$N_c \geq N$$

10

又は

【0 3 0 3】

【数 1 6 2】

$$N_D \geq N$$

(30)

である。

20

【0 3 0 4】

本発明の一実施形態として、プリコーディング行列 \mathbf{W} は以下の行列であってもよい。すなわち、

【0 3 0 5】

【数 1 6 3】

$$(2M)^{\frac{1}{2}} \left[1 \quad e^{j\theta} \quad \dots \quad e^{j(M-1)\theta} \quad e^{j\phi} \quad e^{j(\phi+\theta)} \quad \dots \quad e^{j(\phi+(M-1)\theta)} \right]^T \quad (31)$$

又は

30

【0 3 0 6】

【数 1 6 4】

$$(4M)^{\frac{1}{2}} \left[\begin{array}{c} \left[1 \quad e^{j\theta} \quad \dots \quad e^{j(M-1)\theta} \quad e^{j\phi} \quad e^{j(\phi+\theta)} \quad \dots \quad e^{j(\phi+(M-1)\theta)} \right]^T \\ e^{j\phi} \left[1 \quad e^{j\theta} \quad \dots \quad e^{j(M-1)\theta} \quad e^{j\phi} \quad e^{j(\phi+\theta)} \quad \dots \quad e^{j(\phi+(M-1)\theta)} \right]^T \end{array} \right] \quad (32)$$

又は

【0 3 0 7】

【数 1 6 5】

$$(2NM)^{\frac{1}{2}} \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \\ e^{j\phi} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \\ e^{j\phi} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \end{bmatrix} \quad (33) \quad 10$$

であり、ここで、

【 0 3 0 8 】

【数 1 6 6】

$$\phi = 0, \pi/2, \pi, 3\pi/2 \dots \quad 20$$

【 0 3 0 9 】

【数 1 6 7】

$$\theta = \frac{\pi}{16} (2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$$

【 0 3 1 0 】

【数 1 6 8】

$$i_1 = 0, \dots, 15 \quad 30$$

【 0 3 1 1 】

【数 1 6 9】

$$i_2 = 0, \dots, 15$$

シンボル

【 0 3 1 2 】

【数 1 7 0】

$$\lfloor x \rfloor \quad 40$$

は、x、

【 0 3 1 3 】

【数 1 7 1】

$$\phi = \frac{k\pi}{32}$$

【 0 3 1 4 】

【数 1 7 2】

$$k=0, \dots, 15, \dots, 32$$

又は同様のもの、或いは、

【0 3 1 5】

【数 1 7 3】

$$k=0, \pm 1, \dots, \pm 15, \pm 16$$

10

又は同様のものよりも大きくない最大整数を示し、また、Mは正の整数であり、例えば、Mの値は1、2、4、6、8、16、32又は64であってもよく、また、Nは正の整数であり、例えば、Nの値は1、2、4、6、8、16、32又は64であってもよい。

【0 3 1 6】

本発明の他の実施形態として、プリコーディング行列Wは以下の行列であってもよい。

すなわち、

【0 3 1 7】

【数 1 7 4】

$$(4NM)^{-\frac{1}{2}} \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -[1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ -e^{j\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -e^{j(N-1)\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} \end{bmatrix} \tag{34}$$

20

30

又は

【0 3 1 8】

【数 1 7 5】

$$(4NM)^{\frac{1}{2}} \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} j [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ je^{j\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ je^{j(N-1)\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -j [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ -je^{j\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ -je^{j(N-1)\phi} [1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} \end{bmatrix} \quad (35)$$

10

であり、ここで、

【 0 3 1 9 】

【数 1 7 6】

$$\theta = \frac{\pi}{16} (2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$$

20

【 0 3 2 0 】

【数 1 7 7】

$$i_1 = 0, \dots, 15$$

【 0 3 2 1 】

【数 1 7 8】

$$i_2 = 0, \dots, 15$$

30

シンボル

【 0 3 2 2 】

【数 1 7 9】

" $\lfloor x \rfloor$ "

は、 x 、

【 0 3 2 3 】

【数 1 8 0】

$$\phi = \frac{k\pi}{32}$$

40

【 0 3 2 4 】

【数 1 8 1】

$$k = 0, \dots, 15, \dots, 32$$

又は同様のもの、或いは、

【 0 3 2 5 】

【 数 1 8 2 】

$k=0, \pm 1, \dots, \pm 15, \pm 16$

又は同様のものよりも大きくない最大整数を示し、また、Mは正の整数であり、例えば、Mの値は1、2、4、6、8、16、32、又は64であってもよく、また、Nは正の整数であり、例えば、Nの値は1、2、4、6、8、16、32、又は64であってもよい。

【 0 3 2 6 】

前述のプリコーディング行列Wを詳しく調べることによって、前述のプリコーディング行列Wが実際に配備されるアンテナ形態と適合することができ、また、 Δ の値の粒度が $\Delta/16$ であることから、より正確な空間量子化が達成され、CSIフィードバック精度を向上させることができ、また、プリコーディング行列Wの2つの列が互いに直交し、それにより層間干渉を減少できることが学習されてもよい。

10

【 0 3 2 7 】

具体的には、UEにより報告されるプリコーディング行列インジケータが1つのインデックスであってもよい。この場合、インデックスは、プリコーディング行列Wを直接に示す。例えば、16個の異なるプリコーディング行列が存在し、このとき、その基準信号がそれぞれ0、1、...、及び15であるプリコーディング行列Wを示すためにインデックス値 $n=0, \dots, \dots$ 、及び15が使用されてもよい。

20

【 0 3 2 8 】

或いは、

具体的には、UEにより報告されるプリコーディング行列インジケータは、2つのインデックス、例えば i_1, i_2 であってもよく、この場合、 i_1 及び i_2 がプリコーディング行列Wを示すように、式(8)中にある W_1, W_2 が i_1, i_2 によってそれぞれ示される。

【 0 3 2 9 】

また、インデックス i_1 は、 W_1 のサブセットに基づいて報告されてもよい。例えば、 W_1 の全セットがQであり、また、セットQのサブセットが Q_0, \dots 、及び Q_3 である。この場合、インデックス i_1 は、サブセット Q_k 内の行列 W_1 を示すために使用される。 Q_k は、 Q_0, Q_1, \dots 、及び Q_3 におけるサブセットであってもよい。 Q_k は、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。サブセット Q_0, \dots 、及び Q_3 は互いに交差しなくてもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットである。或いは、サブセット Q_0, \dots 、及び Q_3 が互いに交差しなくてもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットではない。互いに交差しないサブセットの形態は比較的低いオーバーヘッドを有し、これは、PUCCHフィードバックの形態にとって更に有益であり、また、互いに交差するサブセットの形態はエッジ効果を克服するのに役立ち、これは、PUSCHフィードバックの形態にとって更に有益である。

30

【 0 3 3 0 】

或いは、

具体的には、UEにより報告されるプリコーディング行列インジケータは、3つのインデックス、例えば i_3, i_4 、及び i_5 であってもよく、この場合、 i_3, i_4 、及び i_5 がプリコーディング行列Wを示すように、式(9)中にある X_1, X_2 が i_3, i_4 によってそれぞれ非明示的に示されるとともに、 W_2 が i_5 によって非明示的に示される。

40

【 0 3 3 1 】

また、インデックス i_3 は、 X_1 のサブセットに基づいて報告されてもよい。例えば、 X_1 の全セットがRであり、また、セットRのサブセットが R_0, \dots 、及び R_7 である。この場合、インデックス i_3 は、サブセット R_k 内の行列 X_1 を示すために使用される。 R_k は、 R_0, R_1, \dots 、及び R_7 におけるサブセットであってもよい。 R_k は、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。サブセット R_0, \dots 、及び R_7 は互いに交差しなくてもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセッ

50

トである。或いは、サブセット R_0 、...、及び R_7 が互いに交差してもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットではない。同様に、 i_4 及び i_5 は、 X_2 及び W_2 のサブセットのそれぞれに基づいて報告されてもよい。 X_2 及び W_2 のサブセットは、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。

【0332】

或いは、

具体的には、UEにより報告されるプリコーディング行列インジケータは、3つの他のインデックス、例えば i_6 、 i_7 、及び i_8 であってもよく、この場合、 i_6 、 i_7 、及び i_8 がプリコーディング行列 W を示すように、式(11)中にある C_1 及び D_1 が i_6 、 i_7 によってそれぞれ非

10

【0333】

また、インデックス i_6 が C_1 のサブセットに基づいて報告されてもよい。例えば、 C_1 の全セットが0であり、また、セット0のサブセットが O_0 、...、及び O_7 である。この場合、インデックス i_6 は、サブセット O_k 内の行列 C_1 を示すために使用される。 O_k は、 O_0 、 O_1 、...、及び O_7 におけるサブセットであってもよい。 O_k は、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。サブセット O_0 、...、及び O_7 は互いに交差しなくてもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットである。或いは、サブセット O_0 、...、及び O_7 が互いに交差してもよい。すなわち、サブ

20

【0334】

具体的には、UEにより報告されるプリコーディング行列インジケータは、4つのインデックス、例えば i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} であってもよく、この場合、 i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} がプリコーディング行列 W を示すように、式(11)中にある C_1 及び C_2 が i_9 、 i_{10} によってそれぞれ非明示的に示されるとともに、 $D_1 = D_2$ 及び W_2 が i_{11} 及び i_{12} によってそれぞれ示される。

30

【0335】

また、インデックス i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} は C_1 、 C_2 、 D_1 、及び W_2 のサブセットにそれぞれ基づいて報告されてもよく、この場合、 C_1 、 C_2 、 D_1 、及び W_2 のサブセットは、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。

【0336】

具体的には、第2の基準信号セットに基づいてUEがプリコーディング行列インジケータを報告するときに、1つ以上の基準信号サブセットに基づいてプリコーディング行列インジケータが計算されてもよく、例えば、ステップ403において前述したインデックス値 n が基準信号サブセット P に基づいて計算され、或いはステップ403において基準信号サブセ

40

ット P に基づいてインデックス値 i_1 及び i_2 、又は i_3 、 i_4 、及び i_5 、又は i_6 、 i_7 、及び i_8 、又は i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} が計算され、
プリコーディング行列インジケータは、複数の基準信号サブセットに基づいて共同で計算されてもよく、例えば、ステップ403において前述のインデックス値 n が基準信号サブセット $P1$ 及び $P2$ に基づいて計算され、或いは、ステップ403において基準信号サブセット $P1$ 及び $P2$ に基づいてインデックス値 i_1 及び i_2 、又は i_3 、 i_4 、及び i_5 、又は i_6 、 i_7 、及び i_8 、又は i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} が計算され、或いは、

プリコーディング行列インジケータは、複数の基準信号サブセットに基づいて別々に計算され、例えば、ステップ403において前述のインデックス値 i_3 が基準信号サブセット $P1$ に基づいて計算され、また、ステップ403においてインデックス値 i_4 及び i_5 が基準信号サ

50

ブセットP2に基づいて計算され、或いは、ステップ403において前述のインデックス値 i_6 が基準信号サブセットP1に基づいて計算され、また、ステップ403においてインデックス値 i_7 及び i_8 が基準信号サブセットP2に基づいて計算され、或いは、ステップ403においてインデックス i_9 及び i_{10} が基準信号サブセットP1に基づいて計算され、また、ステップ403においてインデックス値 i_{11} 及び i_{12} が基準信号サブセットP2に基づいて計算される。

【0337】

具体的には、UEは、測定されたチャネル状態にしたがって、また、予め設定された規則に基づき、1つ以上のインデックスを決定してもよく、その場合、予め設定された規則は、スループット最大化の規則又は容量最大化の規則であってもよい。前述のプリコーディング行列インジケータを得た後、UEは、PUCCH又はPUSCHを使用することによってプリコーディング行列インジケータをeNBへフィードバックしてもよい。

10

【0338】

また、UEは、異なるサブフレームで、PUCCHを使用することにより前述のプリコーディング行列インジケータをeNBへ報告してもよい。

【0339】

更にまた、前述のプリコーディング行列インジケータにおける複数の異なるインデックスは、周波数領域における異なるサブバンドに関し、PUCCHを使用することによって異なるサブフレームでeNBへ報告されてもよい。

【0340】

405. eNBは、得られたプリコーディング行列インジケータに基づき、プリコーディング行列 W を取得し、この場合、プリコーディング行列は、式(1)~式(3)、式(4)~式(12)、又は、式(23)~式(35)に示される構造を有する。

20

【0341】

406. eNBは、プリコーディング行列 W を使用することにより信号のベクトル s を送信する。具体的には、信号のプリコーディング後に送信されるベクトルは Ws である。

【0342】

407. UEは、eNBにより送られる信号を受信して、データ検出を行なう。具体的には、UEにより受信される信号は

$$y = HWs + n \quad (36)$$

であり、ここで、 y は、受信された信号のベクトルであり、 H は、推定によって得られるチャネル行列であり、 n は、測定される雑音及び干渉である。

30

【0343】

プリコーディング行列のコードブック構造においてクロネッカー積の形態を成すブロック行列 X_i は、行列 C_i 及び行列 D_i をそれぞれ使用することによってプリコーディングを垂直方向及び水平方向で実施してもよく、したがって、垂直方向における能動アンテナシステムの自由度を十分に使用することができ、それにより、フィードバック精度が向上されるとともに、MIMOの性能、特にMU-MIMOの性能が向上される。

【0344】

図4は、本発明の他の実施形態に係る一実施形態のマルチアンテナ送信方法の概略的なフローチャートである。図4の実施形態は、第1のインデックスが複数の中間行列を示すシナリオに関する。この場合、プリコーディング行列における行列 C_i 又は行列 D_i は、複数の中間行列の関数である。行列 C_i 又は行列 D_i は、水平方向又は垂直方向におけるプリコーディングのために使用されてもよい。

40

【0345】

601. UEは第1の基準信号セットを受ける。

【0346】

具体的な説明は、図3におけるステップ401の説明と同じであり、したがって、ここでは再びなされない。

【0347】

602. UEは、受けられた第1の基準信号セットに基づき、複数の中間行列を決定するとと

50

もに、中間行列を示すために使用される第1のインデックスを基地局へ報告する。

【 0 3 4 8 】

具体的には、行列が2つの行列A、Bであってもよく、例えば、A及びBの各列は、DFTベクトル又はアダマール行列の列ベクトル、すなわち、

【 0 3 4 9 】

【 数 1 8 3 】

$$\mathbf{A} = [\mathbf{a}_0 \quad \mathbf{a}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{a}_{N_a-1}], \quad (37)$$

であり、ここで、

【 0 3 5 0 】

【 数 1 8 4 】

$$\mathbf{a}_k \in \{\mathbf{f}_0, \mathbf{f}_1, \dots, \mathbf{f}_{N_f-1}\}, k=0, \dots, N_a-1 \quad (38)$$

又は

【 0 3 5 1 】

【 数 1 8 5 】

$$\mathbf{a}_k \in \{\mathbf{h}_0, \mathbf{h}_1, \dots, \mathbf{h}_{N_h-1}\}, k=0, \dots, N_a-1 \quad (39)$$

であり、

【 0 3 5 2 】

【 数 1 8 6 】

$$\mathbf{B} = [\mathbf{b}_0 \quad \mathbf{b}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{b}_{N_b-1}], \quad (40)$$

であり、ここで、

【 0 3 5 3 】

【 数 1 8 7 】

$$\mathbf{b}_k \in \{\mathbf{f}'_0, \mathbf{f}'_1, \dots, \mathbf{f}'_{N_f-1}\}, k=0, \dots, N_b-1 \quad (41)$$

又は

【 0 3 5 4 】

【 数 1 8 8 】

$$\mathbf{b}_k \in \{\mathbf{h}'_0, \mathbf{h}'_1, \dots, \mathbf{h}'_{N_h-1}\}, k=0, \dots, N_b-1 \quad (42)$$

であり、この場合、

【 0 3 5 5 】

【 数 1 8 9 】

$$N_a \geq 1$$

及び

【 0 3 5 6 】

10

20

30

40

【数 1 9 0】

$$N_b \geq 1$$

はそれぞれ、行列A、Bの列量であり、

【 0 3 5 7】

【数 1 9 1】

$$N_h, N'_h \geq 1$$

10

及び

【 0 3 5 8】

【数 1 9 2】

$$N_f, N'_f \geq 1$$

はそれぞれ、異なるアダマール (Hadamard) 行列の列量及びDFTベクトルの列量であり、

【 0 3 5 9】

【数 1 9 3】

$$\mathbf{h}_m, \mathbf{h}'_m$$

20

はアダマール行列の列ベクトルであり、

【 0 3 6 0】

【数 1 9 4】

$$\mathbf{f}_n, \mathbf{f}'_n$$

はDFTベクトルであり、すなわち、

【 0 3 6 1】

【数 1 9 5】

$$\mathbf{f}_n, \mathbf{f}'_n$$

30

は

【 0 3 6 2】

【数 1 9 6】

$$\mathbf{f}_n = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot n}{N}} \right]^T \quad (43)$$

40

及び

【 0 3 6 3】

【数 1 9 7】

$$\mathbf{f}'_n = \left[e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N'}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N'}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M'-1) \cdot n}{N'}} \right]^T \quad (44)$$

を示し、ここで、M、M'、N、N'は全て整数である。

【 0 3 6 4】

50

また、行列Aは、LTE R8の4アンテナコードブック又はLTE R10の8アンテナコードブックにおけるプリコーディング行列など、他の形式の行列であってもよい。候補行列Aを含むセットはC_Aであり、この場合、その各行列が1つ以上のインデックスによって示されてもよい。

【 0 3 6 5 】

本発明の一実施形態として、プリコーディング行列Wは以下の行列であってもよい。すなわち、

【 0 3 6 6 】

【 数 1 9 8 】

$$(2M)^{\frac{1}{2}} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} & e^{j\phi} & e^{j(\phi+\theta)} & \dots & e^{j(\phi+(M-1)\theta)} \end{bmatrix}^T \tag{45}$$

10

又は

【 0 3 6 7 】

【 数 1 9 9 】

$$(4M)^{\frac{1}{2}} \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} & e^{j\phi} & e^{j(\phi+\theta)} & \dots & e^{j(\phi+(M-1)\theta)} \end{bmatrix}^T \\ e^{j\phi} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} & e^{j\phi} & e^{j(\phi+\theta)} & \dots & e^{j(\phi+(M-1)\theta)} \end{bmatrix}^T \end{bmatrix} \tag{46}$$

20

又は

【 0 3 6 8 】

【 数 2 0 0 】

$$(2NM)^{\frac{1}{2}} \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \\ e^{j\phi} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \end{bmatrix} \\ e^{j\phi} \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \\ e^{j\phi} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} & \dots & e^{j(M-1)\theta} \end{bmatrix}^T \end{bmatrix} \end{bmatrix} \tag{47}$$

30

であり、ここで、

40

【 0 3 6 9 】

【 数 2 0 1 】

$$\phi = 0, \pi/2, \pi, 3\pi/2 \dots$$

【 0 3 7 0 】

【 数 2 0 2 】

$$\theta = \frac{\pi}{16} (2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$$

50

【 0 3 7 1 】

【 数 2 0 3 】

$$i_1 = 0, \dots, 15$$

【 0 3 7 2 】

【 数 2 0 4 】

$$i_2 = 0, \dots, 15$$

シンボル

【 0 3 7 3 】

【 数 2 0 5 】

" $\lfloor x \rfloor$ "は、 x 、

【 0 3 7 4 】

【 数 2 0 6 】

$$\phi = \frac{k\pi}{32}$$

【 0 3 7 5 】

【 数 2 0 7 】

$$k = 0, \dots, 15, \dots, 32$$

又は同様のもの、或いは、

【 0 3 7 6 】

【 数 2 0 8 】

$$k = 0, \pm 1, \dots, \pm 15, \pm 16$$

又は同様のものよりも大きくない最大整数を示し、また、 M は正の整数であり、例えば、 M の値は1、2、4、6、8、16、32、又は64であってもよく、また、 N は正の整数であり、例えば、 N の値は1、2、4、6、8、16、32、又は64であってもよい。

【 0 3 7 7 】

本発明の他の実施形態として、プリコーディング行列 W は以下の行列であってもよい。
すなわち、

【 0 3 7 8 】

10

20

30

【数 2 0 9】

$$(4NM)^{\frac{1}{2}} \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -[1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ -e^{j\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ -e^{j(N-1)\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} \end{bmatrix} \quad (48)$$

10

又は

【0 3 7 9】

【数 2 1 0】

$$(4NM)^{\frac{1}{2}} \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ e^{j\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ e^{j(N-1)\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} j[1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ je^{j\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ je^{j(N-1)\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -j[1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ -je^{j\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \\ \dots \\ -je^{j(N-1)\phi} [1 \ e^{j\theta} \ \dots \ e^{j(M-1)\theta}]^T \end{bmatrix} \end{bmatrix} \quad (49)$$

20

30

であり、ここで、

【0 3 8 0】

【数 2 1 1】

$$\theta = \frac{\pi}{16} (2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$$

40

【0 3 8 1】

【数 2 1 2】

$$i_1 = 0, \dots, 15$$

【0 3 8 2】

【数 2 1 3】

$$i_2 = 0, \dots, 15$$

50

シンボル

【 0 3 8 3 】

【 数 2 1 4 】

" $\lfloor x \rfloor$ "

は、 x 、

【 0 3 8 4 】

【 数 2 1 5 】

$$\phi = \frac{k\pi}{32}$$

10

【 0 3 8 5 】

【 数 2 1 6 】

$$k=0, \dots, 15, \dots, 32$$

又は同様のもの、或いは、

【 0 3 8 6 】

【 数 2 1 7 】

$$k=0, \pm 1, \dots, \pm 15, \pm 16$$

20

又は同様のものよりも大きくない最大整数を示し、また、 M は正の整数であり、例えば、 M の値は1、2、4、6、8、16、32、又は64であってもよく、また、 N は正の整数であり、例えば、 N の値は1、2、4、6、8、16、32、又は64であってもよい。

【 0 3 8 7 】

前述のプリコーディング行列 W を詳しく調べることによって、前述のプリコーディング行列 W が実際に配備されるアンテナ形態と適合することができ、また、 ϕ の値の粒度が $\pi/16$ であることから、より正確な空間量子化が達成され、CSIフィードバック精度を向上させることができ、また、プリコーディング行列 W の2つの列が互いに直交し、それにより層間干渉を減少できることが学習されてもよい。

30

【 0 3 8 8 】

また、前述の候補行列を含むセットは、複数のサブセットへと更に分割されてもよい C_A 又は C_B であり、この場合、各サブセットは、特定のセル識別情報と関連付けられてもよく或いは特定のセル識別情報とのマッピング関係を有してもよい。例えば C_A におけるサブセット

【 0 3 8 9 】

【 数 2 1 8 】

$$C_A^{(1)}$$

がセル識別情報 ID_1 と関連付けられ或いはセル識別情報 ID_1 に対してマッピングされ、また、 C_A における他のサブセット

40

【 0 3 9 0 】

【 数 2 1 9 】

$$C_A^{(2)}$$

がセル識別情報 ID_2 と関連付けられ或いはセル識別情報 ID_2 に対してマッピングされる。サブセット

【 0 3 9 1 】

【数 2 2 0】

$$C_A^{(1)}$$

及び

【 0 3 9 2】

【数 2 2 1】

$$C_A^{(2)}$$

は、交差セットを有してもよく、或いは、交差セットを有さなくてもよい。これに対応して、各行列を示すために使用される第1のインデックスのセットが複数のサブセットに分割されてもよく、この場合、各サブセットは、特定のセル識別情報と関連付けられてもよく或いは特定のセル識別情報とのマッピング関係を有してもよい。例えば、 C_B 内のサブセット

10

【数 2 2 2】

$$C_B^{(1)}$$

における1つの行列を示すために使用される第1のインデックスは、セル識別情報 ID_1 と関連付けられ或いはセル識別情報 ID_1 に対してマッピングされ、また、 C_B 内のサブセット

【数 2 2 3】

$$C_B^{(2)}$$

20

における1つの行列を示すために使用される第1のインデックスは、セル識別情報 ID_2 と関連付けられ或いはセル識別情報 ID_2 に対してマッピングされる。前述の行列のサブセット又は1つ以上のインデックスのサブセットとセル識別情報との間の関連性又はマッピング関係は、予め規定されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよく、例えば、eNBは、RRCシグナリング又はダウンリンク制御チャネルなどのハイヤーレイヤシグナリングを使用することによって関連性又はマッピング関係をUEに知らせる。前述の各サブセットが1つの要素だけを含んでもよい。また、前述したセル識別情報は、LTEなどの特定の通信プロトコルでは必ずしもセルIDではなく、また、前述のセル識別情報は、セル属性を区別するために使用されるセルグループにおけるインデックス又はオフセットなどの特定のパラメータであってもよい。前述の行列のサブセット又は1つ以上のインデックスのサブセットとセル識別情報との間の関連性又はマッピング関係は、セル分割又はセル識別を実施できる。

30

【 0 3 9 3】

具体的には、受けられた第1の基準信号セットに基づき、UEは、チャンネル推定によって対応するチャンネル行列を得てもよい。推定によって得られたチャンネル行列を使用することにより、また、容量最大化或いはSINRの最大化又は受信信号電力最大化の原理に基づき、最適な行列A又はBが選択されてもよく、また、行列A又はBがプリコーディング行列として使用されてもよい。

【 0 3 9 4】

40

第1のインデックスが1つ以上のインデックス値を含んでもよいことに留意すべきである。

【 0 3 9 5】

前述の最適な行列A又はBに対応する1つ以上のインデックスは、ハイヤーレイヤシグナリングを使用することにより、或いは、PUCCH又はPUSCHを使用することにより、eNBへフィードバックされてもよい。

【 0 3 9 6】

また、1つ以上のインデックスを報告することに加えて、SINR、CQI、又は、受信電力などの対応する行列値が付加的に更に報告されてもよい。

【 0 3 9 7】

50

603. UEが第2の基準信号セットを受け、この場合、第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを含んでもよい。

【0398】

具体的な説明は、図3におけるステップ403の説明と同じであり、したがって、ここでは繰り返されない。

【0399】

604. UEは、第2の基準信号セットに基づき、プリコーディング行列を決定するとともに、プリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを基地局へ報告する。プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

10

【0400】

【数224】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は、2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0401】

【数225】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

20

であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列の関数である。

【0402】

随意的に、行列 C_i 又は行列 D_i が複数の中間行列の関数であることは、行列 C_i の k 番目の列 c_k が式(13)を満たし、及び、行列 D_i の l 番目の列 d_l が式(14)を満たすことを含み、ここで、

【0403】

【数226】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_T}$$

30

及び

【0404】

【数227】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【0405】

【数228】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_T}$$

40

又は

【0406】

【数229】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【0407】

【数230】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_T}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_T-1}, \dots$$

50

【 0 4 0 8 】

【 数 2 3 1 】

$$\beta_{l,1} = \beta_{l,N_H}, \beta_{l,2} = \beta_{l,N_H-1}, \dots$$

【 0 4 0 9 】

【 数 2 3 2 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【 0 4 1 0 】

【 数 2 3 3 】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

の値は全て1である。

【 0 4 1 1 】

また、位相

【 0 4 1 2 】

【 数 2 3 4 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

は式 (15) 又は式 (16) 及び式 (17) を満たし、或いは、位相

【 0 4 1 3 】

【 数 2 3 5 】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は (18) 又は (19) 及び (20) を満たす。位相シフト

【 0 4 1 4 】

【 数 2 3 6 】

$$\theta_{offset}$$

及び

【 0 4 1 5 】

【 数 2 3 7 】

$$\vartheta_{offset}$$

の値は

【 0 4 1 6 】

【 数 2 3 8 】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

又は同様のものであってもよい。位相

【 0 4 1 7 】

【 数 2 3 9 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【 0 4 1 8 】

10

20

30

40

【数 2 4 0】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【 0 4 1 9】

【数 2 4 1】

$$\theta_{offset}$$

及び

【 0 4 2 0】

【数 2 4 2】

$$g_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、ここでは1つずつ列挙されない。

【 0 4 2 1】

また、 a_m が(43)に示される形態を成すとき、 a_m は、

【 0 4 2 2】

【数 2 4 3】

$$\mathbf{a}_m = \begin{bmatrix} e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot m}{N}} & e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot m}{N}} & \dots & e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot m}{N}} \end{bmatrix}^T \quad (50)$$

10

20

として表わされてもよく、ここで、M及びNはいずれも整数であり、式(13)及び式(15)～式(17)の中のベクトル c_k は、 a_1 の空間粒度よりも細かい空間粒度を有してもよく、すなわち、

【 0 4 2 3】

【数 2 4 4】

$$N_C \geq N \quad (51)$$

30

である。

【 0 4 2 4】

同様に、 b_n が(44)に示される形態を成すとき、 b_n は、

【 0 4 2 5】

【数 2 4 5】

$$\mathbf{b}_n = \begin{bmatrix} e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N'}} & e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N'}} & \dots & e^{j\frac{2\pi \cdot (M'-1) \cdot n}{N'}} \end{bmatrix}^T \quad (52)$$

として表わされ、ここで、M及びNはいずれも整数であり、式(14)及び式(18)～式(20)の中のベクトル d_1 は、 b_n の空間粒度よりも細かい空間粒度を有してもよく、すなわち、

40

【 0 4 2 6】

【数 2 4 6】

$$N_D \geq N' \quad (53)$$

である。

【 0 4 2 7】

具体的には、プリコーディング行列を示すために使用されてUEによって報告される1つのインデックスが存在してもよく、このとき、インデックスはプリコーディング行列Wを

50

直接に示す。例えば、全部で16個の異なるプリコーディング行列が存在し、このとき、その基準信号がそれぞれ0、1、…、及び15であるプリコーディング行列 W を示すためにインデックス値 $n=0$ 、…、及び15が使用されてもよい。

【0428】

或いは、

具体的には、UEにより報告されるプリコーディング行列インジケータは、2つのインデックス、例えば i_1 、 i_2 であってもよく、この場合、 i_1 及び i_2 がプリコーディング行列 W を示すように、式(8)中にある W_1 、 W_2 が i_1 、 i_2 によってそれぞれ示される。

【0429】

また、インデックス i_1 は、 W_1 のサブセットに基づいて報告されてもよい。例えば、 W_1 の全セットが Q であり、また、セット Q のサブセットが Q_0 、…、及び Q_3 である。この場合、インデックス i_1 は、サブセット Q_k 内の行列 W_1 を示すために使用される。 Q_k は、 Q_0 、 Q_1 、…、及び Q_3 におけるサブセットであってもよい。 Q_k は、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。サブセット Q_0 、…、及び Q_3 は互いに交差しなくてもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットである。或いは、サブセット Q_0 、…、及び Q_3 が互いに交差してもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットではない。

10

【0430】

或いは、具体的には、UEにより報告されるプリコーディング行列インジケータは、3つのインデックス、例えば i_3 、 i_4 、及び i_5 であってもよく、この場合、 i_3 、 i_4 、及び i_5 がプリコーディング行列 W を示すように、式(9)中にある X_1 、 X_2 が i_3 、 i_4 によってそれぞれ非明示的に示されるとともに、 W_2 が i_5 によって非明示的に示される。

20

【0431】

また、インデックス i_3 は、 X_1 のサブセットに基づいて報告されてもよい。例えば、 X_1 の全セットが R であり、また、 R のサブセットが R_0 、…、及び R_7 である。この場合、インデックス i_3 は、サブセット R_k 内の行列 X_1 を示すために使用される。 R_k は、 R_0 、 R_1 …、及び R_7 におけるサブセットであってもよい。 R_k は、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。サブセット R_0 、…、及び R_7 は互いに交差しなくてもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットである。或いは、サブセット R_0 、…、及び R_7 が互いに交差してもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットではない。同様に、 i_4 及び i_5 は、 X_2 及び W_2 のサブセットのそれぞれに基づいて報告されてもよい。 X_2 及び W_2 のサブセットは、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。

30

【0432】

或いは、具体的には、UEにより報告されるプリコーディング行列インジケータは、3つ以外のインデックス、例えば i_6 、 i_7 、及び i_8 であってもよく、この場合、 i_6 、 i_7 、及び i_8 がプリコーディング行列 W を示すように、式(11)中にある C_i 及び D_i が i_6 、 i_7 によってそれぞれ非明示的に示されるとともに、 W_2 が i_8 によって非明示的に示され、このとき、 $C_1 = C_2$ 及び $D_1 = D_2$ である。

【0433】

また、インデックス i_6 が C_i のサブセットに基づいて報告されてもよい。例えば、 C_i の全セットが O であり、また、セット O のサブセットが O_0 、…、及び O_7 である。この場合、インデックス i_6 は、サブセット O_k 内の行列 C_i を示すために使用される。 O_k は、 O_0 、 O_1 、…、及び O_7 におけるサブセットであってもよい。 O_k は、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。サブセット O_0 、…、及び O_7 は互いに交差しなくてもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットである。或いは、サブセット O_0 、…、及び O_7 が互いに交差してもよい。すなわち、サブセットの交差セットは空のセットではない。同様に、 i_7 及び i_8 は、 D_i 及び W_2 のサブセットのそれぞれに基づいて報告されてもよい。 D_i 及び W_2 のサブセットは、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよ

40

50

い。

【0434】

具体的には、プリコーディング行列を示すために使用されてUEにより報告される4つのインデックス、例えば i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} が存在してもよく、この場合、 i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} がプリコーディング行列 W を示すように、式(11)中にある C_1 及び C_2 が i_9 、 i_{10} によってそれぞれ非明示的に示されるとともに、 $D_1 = D_2$ 及び W_2 が i_{11} 及び i_{12} によってそれぞれ示される。

【0435】

また、インデックス i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} は C_1 、 C_2 、 D_1 、及び W_2 のサブセットにそれぞれ基づいて報告されてもよく、この場合、 C_1 、 C_2 、 D_1 、及び W_2 のサブセットは、予め規定されてもよく、UEによって決定されて報告されてもよく、或いは、eNBによってUEに知らされてもよい。

10

【0436】

具体的には、第2の基準信号セットに基づいてUEがプリコーディング行列インジケータを報告するときに、基準信号サブセットに基づいてプリコーディング行列インジケータが計算されてもよく、例えば、ステップ603において前述したインデックス値 n が基準信号サブセット P に基づいて計算され、或いはステップ603において基準信号サブセット P に基づいてインデックス値 i_1 及び i_2 、又は i_3 、 i_4 、及び i_5 、又は i_6 、 i_7 、及び i_8 、又は i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} が計算され、或いは

プリコーディング行列インジケータは、複数の基準信号サブセットに基づいて共同で計算されてもよく、例えば、ステップ603において前述のインデックス値 n が基準信号サブセット $P1$ 及び $P2$ に基づいて計算され、或いは、ステップ603において基準信号サブセット $P1$ 及び $P2$ に基づいてインデックス値 i_1 及び i_2 、又は i_3 、 i_4 、及び i_5 、又は i_6 、 i_7 、及び i_8 、又は i_9 、 i_{10} 、 i_{11} 、及び i_{12} が計算され、或いは、

20

プリコーディング行列インジケータは、複数の基準信号サブセットに基づいて別々に計算され、例えば、ステップ603において前述のインデックス値 i_3 が基準信号サブセット $P1$ に基づいて計算され、また、ステップ603においてインデックス値 i_4 及び i_5 が基準信号サブセット $P2$ に基づいて計算され、或いは、ステップ603において前述のインデックス値 i_6 が基準信号サブセット $P1$ に基づいて計算され、また、ステップ603においてインデックス値 i_7 及び i_8 が基準信号サブセット $P2$ に基づいて計算され、或いは、ステップ603においてインデックス i_9 及び i_{10} が基準信号サブセット $P1$ に基づいて計算され、また、ステップ603においてインデックス値 i_{11} 及び i_{12} が基準信号サブセット $P2$ に基づいて計算される。

30

【0437】

具体的には、UEは、測定されたチャネル状態にしたがって、また、予め設定された規則に基づき、1つ以上のインデックスを決定してもよく、その場合、予め設定された規則は、スループット最大化の規則又は容量最大化の規則であってもよい。前述のプリコーディング行列インジケータを得た後、UEは、PUCCH又はPUSCHを使用することによってプリコーディング行列インジケータをeNBへフィードバックしてもよい。

【0438】

また、UEは、異なるサブフレームで、PUCCHを使用することにより前述のプリコーディング行列インジケータをeNBへ報告してもよい。

40

【0439】

更にまた、前述のプリコーディング行列インジケータにおける複数の異なるインデックスは、周波数領域における異なるサブバンドに関し、PUCCHを使用することによって異なるサブフレームでeNBへ報告されてもよい。

【0440】

605. eNBは、得られたプリコーディング行列インジケータに基づき、プリコーディング行列 W を取得し、この場合、プリコーディング行列は、式(1)~式(3)、式(13)~式(22)、又は、式(37)~式(53)に示される構造を有してもよい。

【0441】

50

606. eNBは、プリコーディング行列Wを使用することにより信号のベクトルsを送信する。具体的には、信号のプリコーディング後に送信されるベクトルはWsである。

【0442】

607. UEは、eNBにより送られる信号を受信して、データ検出を行なう。具体的には、UEにより受信される信号は $y = Hws + n$ であり、ここで、yは、受信された信号のベクトルであり、Hは、推定によって得られるチャネル行列であり、nは、測定される雑音及び干渉である。

【0443】

プリコーディング行列のコードブック構造においてクロネッカー積の形態を成すブロック行列 X_i は、行列 C_i 及び行列 D_i をそれぞれ使用することによってプリコーディングを垂直方向及び水平方向で実施してもよく、したがって、水平方向及び垂直方向における能動アンテナシステムの自由度を十分に使用することができ、それにより、フィードバック精度が向上されるとともに、MIMOの性能、特にMU-MIMOの性能が向上される。

【0444】

図5は、本発明の一実施形態に係るユーザ機器のブロック図である。図5のユーザ機器80は、受信ユニット81と、フィードバックユニット82とを含む。

【0445】

受信ユニット81は、基地局によって送られる第1の基準信号セットを受信するように構成される。

【0446】

フィードバックユニット82は、第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するとともに、決定された中間行列を示すために使用される第1のインデックスを基地局へ報告するように構成される。

【0447】

受信ユニット81は、基地局によって送られる第2の基準信号セットを受信するように更に構成される。

【0448】

フィードバックユニット82は、第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するとともに、決定されたプリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを基地局へ報告するように更に構成される。プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積Wであって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【0449】

【数247】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は、2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0450】

【数248】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列の関数である。

【0451】

本発明のこの実施形態において、ユーザ機器は、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定し、また、中間行列の各列ベクトルが別々にビームに対応する。位置の違いに起因して、ユーザ機器は、異なる中間行列、すなわち、異なるビーム又はビーム群をフィードバックし、そのため、基地局は、ユーザ機器によってフィードバックされる中間行列にしたがって、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群を学習することができ、そ

10

20

30

40

50

れにより、複数のビームに起因して形成されるセル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉をビームの動的な或いは半静的なスケジューリングによって回避することができ、また、ユーザ機器は、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列の構造における行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、それにより、ユーザ機器は、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群に基づいてプリコーディングを更に最適化する。このようにして、中間行列のプリコーディング行列に基づき、前述のセル分割の利得が都合良く取得されるとともに、CSIフィードバック精度も更に向上され、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上する。

【0452】

随意的に、一実施形態として、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【0453】

随意的に、他の実施形態として、第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを含み、この場合、基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【0454】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットが第2の基準信号セットのサブセットである。

【0455】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられる。

【0456】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 又は行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i の k 番目の列 c_k が式(4)を満たし、或いは、行列 D_i の k 番目の列 d_k が式(5)を満たす。ここで、

【0457】

【数249】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_Y}$$

及び

【0458】

【数250】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【0459】

【数251】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_Y}$$

又は

【0460】

【数252】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【0461】

10

20

30

40

【数 2 5 3】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_Y}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_Y-1}, \dots$$

【0 4 6 2】

【数 2 5 4】

$$\beta_{k,1} = \beta_{k,N_H}, \beta_{k,2} = \beta_{k,N_H-1}, \dots$$

【0 4 6 3】

【数 2 5 5】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_Y}$$

10

又は

【0 4 6 4】

【数 2 5 6】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

の値は全て1である。

【0 4 6 5】

また、位相

【0 4 6 6】

【数 2 5 7】

20

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_Y}$$

は、式(6)又は式(7)及び式(8)を満たし、或いは、位相

【0 4 6 7】

【数 2 5 8】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は、式(9)又は式(10)及び式(11)を満たし、位相シフト

【0 4 6 8】

【数 2 5 9】

30

$$\theta_{offset}$$

及び

【0 4 6 9】

【数 2 6 0】

$$\vartheta_{offset}$$

の値は

【0 4 7 0】

【数 2 6 1】

40

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

又は同様のものであってもよく、位相

【0 4 7 1】

【数 2 6 2】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_Y}$$

及び

50

【 0 4 7 2 】

【 数 2 6 3 】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【 0 4 7 3 】

【 数 2 6 4 】

$$\theta_{offset}$$

及び

【 0 4 7 4 】

【 数 2 6 5 】

$$g_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、1つずつ列挙されない。

【 0 4 7 5 】

随意的に、他の実施形態として、中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列C_i又は行列D_iは1つ以上の中間行列Aの関数である。

【 0 4 7 6 】

随意的に、他の実施形態として、行列C_i及び行列D_iが1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列C_iのk番目の列c_kが式(13)を満たし、また、行列D_iのl番目の列d_lが式(14)を満たす。ここで、

【 0 4 7 7 】

【 数 2 6 6 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【 0 4 7 8 】

【 数 2 6 7 】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【 0 4 7 9 】

【 数 2 6 8 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【 0 4 8 0 】

【 数 2 6 9 】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【 0 4 8 1 】

【 数 2 7 0 】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

【 0 4 8 2 】

10

20

30

40

【数 2 7 1】

$$\beta_{l,1} = \beta_{l,N_H}, \beta_{l,2} = \beta_{l,N_H-1}, \dots$$

【0 4 8 3】

【数 2 7 2】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【0 4 8 4】

【数 2 7 3】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

10

の値は全て1である。

【0 4 8 5】

また、位相

【0 4 8 6】

【数 2 7 4】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

は式 (15) 又は式 (16) 及び式 (17) を満たし、或いは、位相

20

【0 4 8 7】

【数 2 7 5】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は (18) 又は (19) 及び (20) を満たす。位相シフト

【0 4 8 8】

【数 2 7 6】

$$\theta_{offset}$$

及び

30

【0 4 8 9】

【数 2 7 7】

$$g_{offset}$$

の値は

【0 4 9 0】

【数 2 7 8】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

40

又は同様のものであってもよい。位相

【0 4 9 1】

【数 2 7 9】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【0 4 9 2】

【数 2 8 0】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【 0 4 9 3】

【数 2 8 1】

$$\theta_{offset}$$

及び

【 0 4 9 4】

【数 2 8 2】

$$g_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、ここでは1つずつ列挙されない。

【 0 4 9 5】

随意的に、他の実施形態として、中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列A、Bの関数である。

【 0 4 9 6】

随意的に、他の実施形態として、プリコーディング行列は(31)～(35)に示される行列であってもよい。

【 0 4 9 7】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【 0 4 9 8】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【 0 4 9 9】

本発明のこの実施形態における基地局は、2つの基準信号セットを送し、UEは、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定して示し、また、基地局は、情報にしたがって適切なビームを決定することができ、それにより、セル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉が回避され、UEは、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であり、行列 W_1 はブロック対角行列であり、ブロック対角行列における各ブロック行列 X_i は、2つの行列、すなわち、行列 C_i 及び行列 D_i のクロネッカー積であり、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、また、プリコーディング行列の構造は、AASの基地局のアンテナの水平方向及び垂直方向の自由度を十分に使用でき、また、行列 D_i 又は行列 W_1 は1つ以上の中間行列の関数であり、したがって、プリコーディング行列インジケータPMIが中間行列に基づいてフィードバックされ、そのため、CSIフィードバック精度を更に向上させることができ、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上される。

【 0 5 0 0】

実際のネットワーク開発及びアンテナ形態において、特にAASの基地局アンテナ状態に関し、本発明のこの実施形態のユーザ機器は、コードブックスキームにしたがって、プリコーディング行列インジケータPMIを選択して報告し、また、基地局は、ユーザ機器により報告されるPMIに関する情報にしたがってプリコーディングを実行し、それにより、前述したアンテナ形態を伴う、特にAASの基地局アンテナ形態を伴うシステムの性能を向上させる。

10

20

30

40

50

【0501】

また、1つ以上のインデックスが、チャンネルの時間/周波数領域/空間相関を十分に使用するプリコーディング行列を示すためにサブセットに基づいてフィードバックされ、それにより、フィードバックオーバーヘッドが減少される。

【0502】

図6は、本発明の一実施形態に係る基地局のブロック図である。図6の基地局90は、送信ユニット91と、受信ユニット92とを含む。

【0503】

送信ユニット91は、第1の基準信号セットをユーザ機器へ送るように構成される。

【0504】

受信ユニット92は、第1の基準信号セットに基づいてユーザ機器により決定されて報告される第1のインデックスを受けるとともに構成され、この場合、第1のインデックスは、1つ以上の中間行列を示すために使用される。

【0505】

送信ユニット91は、第2の基準信号セットをユーザ機器へ送るように更に構成される。

【0506】

受信ユニット92は、第2の基準信号セットに基づいてユーザ機器により報告されるプリコーディング行列インジケータを受けるとともに更に構成され、この場合、プリコーディング行列インジケータはプリコーディング行列を示すために使用され、この場合、プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【0507】

【数283】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0508】

【数284】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数である。

【0509】

本発明のこの実施形態において、ユーザ機器は、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定し、また、中間行列の各列ベクトルが別々にビームに対応する。位置の違いに起因して、ユーザ機器は、異なる中間行列、すなわち、異なるビーム又はビーム群をフィードバックし、そのため、基地局は、ユーザ機器によってフィードバックされる中間行列にしたがって、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群を学習することができ、それにより、複数のビームに起因して形成されるセル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉をビームの動的な或いは半静的なスケジューリングによって回避することができ、また、ユーザ機器は、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列の構造における行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、それにより、ユーザ機器は、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群に基づいてプリコーディングを更に最適化する。このようにして、中間行列のプリコーディング行列に基づき、前述のセル分割の利得が都合良く取得されるとともに、CSIフィードバック精度も更に向上され、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上する。

【0510】

随意的に、一実施形態として、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブ

セット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【0511】

随意的に、他の実施形態として、第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを含み、この場合、基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【0512】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットが第2の基準信号セットのサブセットである。

【0513】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられる。

【0514】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 又は行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i の k 番目の列 c_k が式(4)を満たし、或いは、行列 D_i の k 番目の列 d_k が式(5)を満たす。ここで、

【0515】

【数285】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

10

20

及び

【0516】

【数286】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【0517】

【数287】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

30

又は

【0518】

【数288】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【0519】

【数289】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

40

【0520】

【数290】

$$\beta_{k,1} = \beta_{k,N_H}, \beta_{k,2} = \beta_{k,N_H-1}, \dots$$

【0521】

【数291】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

50

【 0 5 2 2 】

【 数 2 9 2 】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

の値は全て1である。

【 0 5 2 3 】

また、位相

【 0 5 2 4 】

【 数 2 9 3 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

は、式(6)又は式(7)及び式(8)を満たし、或いは、位相

【 0 5 2 5 】

【 数 2 9 4 】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は、式(9)又は式(10)及び式(11)を満たし、位相シフト

【 0 5 2 6 】

【 数 2 9 5 】

$$\theta_{offset}$$

及び

【 0 5 2 7 】

【 数 2 9 6 】

$$g_{offset}$$

の値は

【 0 5 2 8 】

【 数 2 9 7 】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

又は同様のものであってもよく、位相

【 0 5 2 9 】

【 数 2 9 8 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【 0 5 3 0 】

【 数 2 9 9 】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【 0 5 3 1 】

【 数 3 0 0 】

$$\theta_{offset}$$

及び

【 0 5 3 2 】

10

20

30

40

【数 3 0 1】

\mathcal{J}_{offset}

の値は、前述の値に限定されず、1つずつ列挙されない。

【0 5 3 3】

随意的に、他の実施形態として、第1のインデックスによって示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列Aの関数である。例えば、行列Aが式(23)~式(30)に示される。

10

【0 5 3 4】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 及び行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i のk番目の列 c_k が式(13)を満たし、及び、行列 D_i のl番目の列 d_l が式(14)を満たす。ここで、

【0 5 3 5】

【数 3 0 2】

$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_Y}$

及び

【0 5 3 6】

【数 3 0 3】

$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$

は全て実数であり、例えば、

【0 5 3 7】

【数 3 0 4】

$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_Y}$

又は

【0 5 3 8】

【数 3 0 5】

$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$

は対称数列である。すなわち、

【0 5 3 9】

【数 3 0 6】

$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_Y}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_Y-1}, \dots$

【0 5 4 0】

【数 3 0 7】

$\beta_{l,1} = \beta_{l,N_H}, \beta_{l,2} = \beta_{l,N_H-1}, \dots$

【0 5 4 1】

【数 3 0 8】

$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_Y}$

又は

【0 5 4 2】

20

30

40

【数 3 0 9】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

の値は全て1である。

【0 5 4 3】

また、位相

【0 5 4 4】

【数 3 1 0】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

10

は式(15)又は式(16)及び式(17)を満たし、或いは、位相

【0 5 4 5】

【数 3 1 1】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は(18)又は(19)及び(20)を満たす。位相シフト

【0 5 4 6】

【数 3 1 2】

$$\theta_{offset}$$

20

及び

【0 5 4 7】

【数 3 1 3】

$$\vartheta_{offset}$$

の値は、

【0 5 4 8】

【数 3 1 4】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

30

又は同様のものであってもよい。位相

【0 5 4 9】

【数 3 1 5】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【0 5 5 0】

【数 3 1 6】

40

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【0 5 5 1】

【数 3 1 7】

$$\theta_{offset}$$

及び

【0 5 5 2】

【数 3 1 8】

$$J_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、ここでは1つずつ列挙されない。

【0 5 5 3】

随意的に、他の実施形態として、第1のインデックスによって示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列A、Bの関数である。例えば、行列A、Bが式(32)~式(43)に示される。

【0 5 5 4】

随意的に、他の実施形態として、プリコーディング行列が(45)~(49)に示される行列であってもよい。

【0 5 5 5】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【0 5 5 6】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【0 5 5 7】

本発明のこの実施形態における基地局は、2つの基準信号セットを送し、また、UEは、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定して示し、また、基地局は、情報にしたがって適切なビームを決定することができ、それにより、セル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉が回避され、UEは、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であり、行列 W_1 はブロック対角行列であり、ブロック対角行列における各ブロック行列 X_i は、2つの行列、すなわち、行列 C_i 及び行列 D_i のクロネッカー積であり、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、また、プリコーディング行列の構造は、AASの基地局のアンテナの水平方向及び垂直方向の自由度を十分に使用でき、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、したがって、プリコーディング行列インジケータPMIが中間行列に基づいてフィードバックされ、そのため、CSIフィードバック精度を更に向上させることができ、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上される。

【0 5 5 8】

実際のネットワーク開発及びアンテナ形態において、特にAASの基地局アンテナ状態に関し、本発明のこの実施形態のユーザ機器は、コードブックスキームにしたがって、プリコーディング行列インジケータPMIを選択して報告し、また、基地局は、ユーザ機器により報告されるPMIに関する情報にしたがってプリコーディングを実行し、それにより、前述したアンテナ形態を伴う、特にAASの基地局アンテナ形態を伴うシステムの性能を向上させる。

【0 5 5 9】

また、1つ以上のインデックスが、チャネルの時間/周波数領域/空間相関を十分に使用するプリコーディング行列を示すためにサブセットに基づいて報告され、それにより、フィードバックオーバーヘッドが減少される。

【0 5 6 0】

図7は、本発明の他の実施形態に係るユーザ機器のブロック図である。図7のユーザ機器1000は、受信器1200、送信器1300、プロセッサ1400、及び、メモリ1500を含む。

【0 5 6 1】

受信器1200は、基地局によって送られる第1の基準信号セットを受信するように構成さ

10

20

30

40

50

れる。

【0562】

メモリ1500は、以下の操作、すなわち、第1の基準信号セットに基づく第1のインデックスの決定及びフィードバックをプロセッサ1400に実行させる命令を記憶し、この場合、第1のインデックスは、1つ以上の中間行列を示すために使用される。

【0563】

送信器1300は、第1のインデックスを基地局に報告するように構成される。

【0564】

受信器1200は、基地局により送られる第2の基準信号セットを受信するように更に構成される。

10

【0565】

メモリ1500は、以下の操作、すなわち、第2の基準信号セットに基づくプリコーディング行列インジケータの決定をプロセッサ1400が実行できるようにする命令を更に記憶し、この場合、プリコーディング行列インジケータは、プリコーディング行列を示すために使用され、ここで、プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、この場合、 W_1 はブロック対角行列であって、

【0566】

【数319】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

20

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0567】

【数320】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数である。

【0568】

送信器1300は、プリコーディング行列インジケータを基地局へフィードバックするように更に構成される。

30

【0569】

本発明のこの実施形態において、ユーザ機器は、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定し、また、中間行列の各列ベクトルが別々にビームに対応する。位置の違いに起因して、ユーザ機器は、異なる中間行列、すなわち、異なるビーム又はビーム群をフィードバックし、そのため、基地局は、ユーザ機器によってフィードバックされる中間行列にしたがって、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群を学習することができ、それにより、複数のビームに起因して形成されるセル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉をビームの動的な或いは半静的なスケジューリングによって回避することができ、また、ユーザ機器は、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列の構造における行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、それにより、ユーザ機器は、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群に基づいてプリコーディングを更に最適化する。このようにして、中間行列のプリコーディング行列に基づき、前述のセル分割の利得が都合良く取得されるとともに、CSIフィードバック精度も更に向上され、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上する。

40

【0570】

受信器1200、送信器1300、プロセッサ1400、及び、メモリ1500は、処理チップに組み込まれてもよい。或いは、図7に示されるように、受信器1200、送信器1300、プロセッサ1400、及び、メモリ1500は、バスシステム1600を使用することにより接続される。

50

【 0 5 7 1 】

また、ユーザ機器1000はアンテナ1100を更に含んでもよい。プロセッサ1400は、ユーザ機器1000の動作を更に制御してもよく、また、プロセッサ1400がCPU (Central Processing Unit、中央処理ユニット) と更に称されてもよい。メモリ1500は、リードオンリーメモリ及びランダムアクセスメモリを含んでもよく、また、命令及びデータをプロセッサ1400に供給してもよい。メモリ1500の一部が不揮発性ランダムアクセスメモリを更に含んでもよい。ユーザ機器1000の構成要素は、バスシステム1600を使用することにより互いに結合され、この場合、バスシステム1600は、データバスを含むだけでなく、電力バス、制御バス、状態信号バス、及び、同様のものも更に含んでもよい。しかしながら、明確な描写のため、図中の様々なバスが全てバスシステム1600としてマーキングされる。

10

【 0 5 7 2 】

随意的に、一実施形態として、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【 0 5 7 3 】

随意的に、他の実施形態として、第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを含み、この場合、基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【 0 5 7 4 】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットが第2の基準信号セットのサブセットである。

20

【 0 5 7 5 】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられる。

【 0 5 7 6 】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 又は行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i の k 番目の列 c_k が式(4)を満たし、或いは、行列 D_i の k 番目の列 d_k が式(5)を満たす。ここで、

【 0 5 7 7 】

【 数 3 2 1 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_T}$$

及び

【 0 5 7 8 】

【 数 3 2 2 】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【 0 5 7 9 】

【 数 3 2 3 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_T}$$

又は

【 0 5 8 0 】

【 数 3 2 4 】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【 0 5 8 1 】

50

【数 3 2 5】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

【0 5 8 2】

【数 3 2 6】

$$\beta_{l,1} = \beta_{l,N_H}, \beta_{l,2} = \beta_{l,N_H-1}, \dots$$

【0 5 8 3】

【数 3 2 7】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

10

又は

【0 5 8 4】

【数 3 2 8】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

の値は全て1である。

【0 5 8 5】

また、位相

【0 5 8 6】

【数 3 2 9】

20

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

は、式(6)又は式(7)及び式(8)を満たし、或いは、位相

【0 5 8 7】

【数 3 3 0】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は、式(9)又は式(10)及び式(11)を満たし、位相シフト

【0 5 8 8】

【数 3 3 1】

30

$$\theta_{offset}$$

及び

【0 5 8 9】

【数 3 3 2】

$$\mathcal{G}_{offset}$$

の値は

【0 5 9 0】

【数 3 3 3】

40

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

又は同様のものであってもよく、位相

【0 5 9 1】

【数 3 3 4】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

50

【 0 5 9 2 】

【 数 3 3 5 】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【 0 5 9 3 】

【 数 3 3 6 】

$$\theta_{offset}$$

及び

【 0 5 9 4 】

【 数 3 3 7 】

$$g_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、1つずつ列挙されない。

【 0 5 9 5 】

随意的に、他の実施形態として、1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列Aの関数である。例えば、行列Aが式(23)～式(30)に示される。

【 0 5 9 6 】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 及び行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i のk番目の列 c_k が式(13)を満たし、及び、行列 D_i のl番目の列 d_l が式(14)を満たす。ここで、

【 0 5 9 7 】

【 数 3 3 8 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【 0 5 9 8 】

【 数 3 3 9 】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【 0 5 9 9 】

【 数 3 4 0 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【 0 6 0 0 】

【 数 3 4 1 】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【 0 6 0 1 】

【 数 3 4 2 】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

【 0 6 0 2 】

10

20

30

40

【数 3 4 3】

$$\beta_{l,1} = \beta_{l,N_H}, \beta_{l,2} = \beta_{l,N_H-1}, \dots$$

【0 6 0 3】

【数 3 4 4】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【0 6 0 4】

【数 3 4 5】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

10

の値は全て1である。

【0 6 0 5】

また、位相

【0 6 0 6】

【数 3 4 6】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

は式(15)又は式(16)及び式(17)を満たし、或いは、位相

20

【0 6 0 7】

【数 3 4 7】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は(18)又は(19)及び(20)を満たす。位相シフト

【0 6 0 8】

【数 3 4 8】

$$\theta_{offset}$$

及び

30

【0 6 0 9】

【数 3 4 9】

$$\mathcal{G}_{offset}$$

の値は

【0 6 1 0】

【数 3 5 0】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

40

又は同様のものであってもよい。位相

【0 6 1 1】

【数 3 5 1】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【0 6 1 2】

【数 3 5 2】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

50

の値、並びに、位相シフト

【0613】

【数353】

θ_{offset}

及び

【0614】

【数354】

φ_{offset}

の値は、前述の値に限定されず、ここでは1つずつ列挙されない。

【0615】

随意的に、他の実施形態として、1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列A、Bの関数である。例えば、行列A、Bが式(37)~式(44)及び式(50)~式(53)に示される。

【0616】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【0617】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【0618】

本発明のこの実施形態において、ユーザ機器は、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定し、また、中間行列の各列ベクトルが別々にビームに対応する。位置の違いに起因して、ユーザ機器は、異なる中間行列、すなわち、異なるビーム又はビーム群をフィードバックし、そのため、基地局は、ユーザ機器によってフィードバックされる中間行列にしたがって、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群を学習することができ、それにより、複数のビームに起因して形成されるセル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉をビームの動的な或いは半静的なスケジューリングによって回避することができ、また、ユーザ機器は、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列の構造における行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、それにより、ユーザ機器は、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群に基づいてプリコーディングを更に最適化する。このようにして、中間行列のプリコーディング行列に基づき、前述のセル分割の利得が都合良く取得されるとともに、CSIフィードバック精度も更に向上され、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上する。

【0619】

実際のネットワーク開発及びアンテナ形態において、特にAASの基地局アンテナ状態に関し、本発明のこの実施形態のユーザ機器は、コードブックスキームにしたがって、プリコーディング行列インジケータPMIを選択して報告し、また、基地局は、ユーザ機器により報告されるPMIに関する情報にしたがってプリコーディングを実行し、それにより、前述したアンテナ形態を伴う、特にAASの基地局アンテナ形態を伴うシステムの性能を向上させる。

【0620】

また、1つ以上のインデックスが、チャネルの時間/周波数領域/空間相関を十分に使用するプリコーディング行列を示すためにサブセットに基づいてフィードバックされ、それにより、フィードバックオーバーヘッドが減少される。

10

20

30

40

50

【0621】

図8は、本発明の他の実施形態に係る基地局のブロック図である。図8の基地局2000は、送信器2200と、受信器2300とを含む。

【0622】

送信器2200は、第1の基準信号セットをユーザ機器へ送るように構成される。

【0623】

受信器2300は、第1の基準信号セットに基づいてユーザ機器により決定されて報告される第1のインデックスを受信するように構成され、この場合、第1のインデックスは、1つ以上の中間行列を示すために使用される。

【0624】

送信器2200は、第2の基準信号セットをユーザ機器へ送信するように更に構成される。

【0625】

受信器2300は、第2の基準信号セットに基づいてユーザ機器により報告されるプリコーディング行列インジケータを受けように更に構成され、この場合、プリコーディング行列インジケータはプリコーディング行列を示すために使用され、この場合、プリコーディング行列は2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【0626】

【数355】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【0627】

【数356】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数である。

【0628】

本発明のこの実施形態において、ユーザ機器は、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定し、また、中間行列の各列ベクトルが別々にビームに対応する。位置の違いに起因して、ユーザ機器は、異なる中間行列、すなわち、異なるビーム又はビーム群をフィードバックし、そのため、基地局は、ユーザ機器によってフィードバックされる中間行列にしたがって、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群を学習することができ、それにより、複数のビームに起因して形成されるセル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉をビームの動的な或いは半静的なスケジューリングによって回避することができ、また、ユーザ機器は、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列の構造における行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、それにより、ユーザ機器は、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群に基づいてプリコーディングを更に最適化する。このようにして、中間行列のプリコーディング行列に基づき、前述のセル分割の利得が都合良く取得されるとともに、CSIフィードバック精度も更に向上され、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上する。

【0629】

送信器2200及び受信器2300が処理チップに組み込まれてもよい。或いは、図8に示されるように、送信器2200及び受信器2300はバスシステム1600を使用することにより接続される。

【0630】

また、基地局2000は、アンテナ2100、プロセッサ2400、及び、メモリ2500を更に含んでもよい。プロセッサ2400は、基地局2000の動作を制御してもよく、また、プロセッサ2400がCPU (Central Processing Unit、中央処理ユニット) と更に称されてもよい。メモリ25

10

20

30

40

50

00は、リードオンリーメモリ及びランダムアクセスメモリを含んでもよく、また、命令及びデータをプロセッサ2400に供給してもよい。メモリ2500の一部が不揮発性ランダムアクセスメモリを更に含んでもよい。ユーザ機器2000の構成要素は、バスシステム2600を使用することにより互いに結合され、この場合、バスシステム2600は、データバスを含むだけでなく、電力バス、制御バス、状態信号バス、及び、同様のものも更に含んでもよい。しかしながら、明確な描写のため、図中の様々なバスが全てバスシステム2600としてマーキングされる。

【0631】

随意的に、一実施形態として、第1の基準信号セットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

10

【0632】

随意的に、他の実施形態として、第2の基準信号セットが1つ以上の基準信号サブセットを含み、この場合、基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセット、アンテナポートアレイ内で同じ方向に配置されるアンテナポートのサブセット、又は、疑似同一場所に配置されたアンテナポートのサブセットに対応する。

【0633】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットが第2の基準信号セットのサブセットである。

【0634】

随意的に、他の実施形態として、第1の基準信号セットがセル識別情報と関連付けられる。

20

【0635】

随意的に、他の実施形態として、行列 C_i 又は行列 D_i が1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列 C_i の k 番目の列 c_k が式(4)を満たし、或いは、行列 D_i の k 番目の列 d_k が式(5)を満たす。ここで、

【0636】

【数357】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

30

及び

【0637】

【数358】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【0638】

【数359】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

40

又は

【0639】

【数360】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【0640】

【数361】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

50

【 0 6 4 1 】

【 数 3 6 2 】

$$\beta_{k,1} = \beta_{k,N_H}, \beta_{k,2} = \beta_{k,N_H-1}, \dots$$

【 0 6 4 2 】

【 数 3 6 3 】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【 0 6 4 3 】

【 数 3 6 4 】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

10

の値は全て1である。

【 0 6 4 4 】

また、位相

【 0 6 4 5 】

【 数 3 6 5 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

20

は、式(6)又は式(7)及び式(8)を満たし、或いは、位相

【 0 6 4 6 】

【 数 3 6 6 】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は、式(9)又は式(10)及び式(11)を満たし、位相シフト

【 0 6 4 7 】

【 数 3 6 7 】

$$\theta_{offset}$$

30

及び

【 0 6 4 8 】

【 数 3 6 8 】

$$g_{offset}$$

の値は

【 0 6 4 9 】

【 数 3 6 9 】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

40

又は同様のものであってもよく、位相

【 0 6 5 0 】

【 数 3 7 0 】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【 0 6 5 1 】

【数 3 7 1】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

の値、並びに、位相シフト

【0 6 5 2】

【数 3 7 2】

$$\theta_{offset}$$

及び

【0 6 5 3】

【数 3 7 3】

$$g_{offset}$$

の値は、前述の値に限定されず、1つずつ列挙されない。

【0 6 5 4】

随意的に、他の実施形態として、第1のインデックスによって示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列或いはハウスホルダー行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列C_i又は行列D_iは中間行列Aの関数である。例えば、行列Aが式(23)～式(30)に示される。

【0 6 5 5】

随意的に、他の実施形態として、行列C_i及び行列D_iが1つ以上の中間行列の関数であることは、以下を含む。すなわち、行列C_iのk番目の列c_kが式(13)を満たし、及び、行列D_iのl番目の列d_lが式(14)を満たす。ここで、

【0 6 5 6】

【数 3 7 4】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【0 6 5 7】

【数 3 7 5】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数であり、例えば、

【0 6 5 8】

【数 3 7 6】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【0 6 5 9】

【数 3 7 7】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は対称数列である。すなわち、

【0 6 6 0】

【数 3 7 8】

$$\alpha_{k,1} = \alpha_{k,N_V}, \alpha_{k,2} = \alpha_{k,N_V-1}, \dots$$

【0 6 6 1】

10

20

30

40

【数 3 7 9】

$$\beta_{l,1} = \beta_{l,N_H}, \beta_{l,2} = \beta_{l,N_H-1}, \dots$$

【0 6 6 2】

【数 3 8 0】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

又は

【0 6 6 3】

【数 3 8 1】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

10

の値は全て1である。

【0 6 6 4】

また、位相

【0 6 6 5】

【数 3 8 2】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

は式(15)又は式(16)及び式(17)を満たし、或いは、位相

20

【0 6 6 6】

【数 3 8 3】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は(18)又は(19)及び(20)を満たす。位相シフト

【0 6 6 7】

【数 3 8 4】

$$\theta_{offset}$$

及び

30

【0 6 6 8】

【数 3 8 5】

$$\vartheta_{offset}$$

の値は

【0 6 6 9】

【数 3 8 6】

$$\pm \frac{\pi}{2}, \pm \frac{\pi}{4}, \pm \frac{\pi}{8}$$

40

又は同様のものであってもよい。位相

【0 6 7 0】

【数 3 8 7】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【0 6 7 1】

【数 3 8 8】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

50

の値、並びに、位相シフト

【 0 6 7 2 】

【 数 3 8 9 】

θ_{offset}

及び

【 0 6 7 3 】

【 数 3 9 0 】

g_{offset}

10

の値は、前述の値に限定されず、ここでは1つずつ列挙されない。

【 0 6 7 4 】

随意的に、他の実施形態として、第1のインデックスによって示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列A、Bの関数である。例えば、行列A、Bが式(37)~式(44)及び式(50)~式(53)に示される。

【 0 6 7 5 】

随意的に、他の実施形態として、プリコーディング行列が(45)~(49)に示される行列であってもよい。

【 0 6 7 6 】

20

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【 0 6 7 7 】

随意的に、他の実施形態として、行列A又は行列Aを含むセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有する。関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる。

【 0 6 7 8 】

本発明のこの実施形態において、ユーザ機器は、第1の基準信号セットにしたがって中間行列を決定し、また、中間行列の各列ベクトルが別々にビームに対応する。位置の違いに起因して、ユーザ機器は、異なる中間行列、すなわち、異なるビーム又はビーム群をフィードバックし、そのため、基地局は、ユーザ機器によってフィードバックされる中間行列にしたがって、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群を学習することができ、それにより、複数のビームに起因して形成されるセル分割により引き起こされる異なるビームにおけるユーザ間の干渉をビームの動的な或いは半静的なスケジューリングによって回避することができ、また、ユーザ機器は、第2の基準信号セットにしたがってプリコーディング行列を決定し、この場合、プリコーディング行列の構造における行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列の関数であり、それにより、ユーザ機器は、ユーザ機器が位置されるビーム又はビーム群に基づいてプリコーディングを更に最適化する。このようにして、中間行列のプリコーディング行列に基づき、前述のセル分割の利得が都合良く取得されるとともに、CSIフィードバック精度も更に向上され、それにより、能動アンテナシステムの送信性能が向上する。

30

40

【 0 6 7 9 】

実際のネットワーク開発及びアンテナ形態において、特にAASの基地局アンテナ状態に関し、本発明のこの実施形態のユーザ機器は、コードブックスキームにしたがって、プリコーディング行列インジケータPMIを選択して報告し、また、基地局は、ユーザ機器により報告されるPMIに関する情報にしたがってプリコーディングを実行し、それにより、前述したアンテナ形態を伴う、特にAASの基地局アンテナ形態を伴うシステムの性能を向上させる。

【 0 6 8 0 】

50

また、1つ以上のインデックスが、チャンネルの時間/周波数領域/空間相関を十分に使用するプリコーディング行列を示すためにサブセットに基づいてフィードバックされ、それにより、フィードバックオーバーヘッドが減少される。

【0681】

当業者であれば気付くように、ユニット及びアルゴリズムステップは、この明細書中に開示される実施形態において説明される例と組み合わせ、電子的なハードウェアによって或いはコンピュータソフトウェアと電子的なハードウェアとの組み合わせによって実施されてもよい。機能がハードウェアによって果たされるか或いはソフトウェアによって果たされるかどうかは、特定の用途と技術的解決策の設計制約条件とによって決まる。当業者は、それぞれの特定の用途に関して説明された機能を実施するために異なる方法を使用してもよいが、その実施が本発明の範囲を越えると思なされるべきでない。

10

【0682】

当業者により明確に理解できるように、便宜のため、及び、簡単な説明のため、前述のシステム、装置、及び、ユニットの詳細な作業プロセスに関しては、前述の方法実施形態における対応するプロセスを参照することができ、そのため、ここでは再び詳しく説明しない。

【0683】

この出願において与えられる幾つかの実施形態では、開示されたシステム、装置、及び、方法が他の態様で実施されてもよいことが理解されるべきである。例えば、記載された装置実施形態は単なる典型例にすぎない。例えば、ユニット分割は、単に論理的な機能分割にすぎず、実際の実施では他の分割であってもよい。例えば、複数のユニット又は構成要素が組み合わせられ或いは他のシステムに組み込まれてもよく、或いは、幾つの特徴が無視され又は実行されなくてもよい。また、示された或いは論じられた相互の結合又は直接的な結合又は通信接続は、幾つかのインターフェースを使用することにより実施されてもよい。装置間又はユニット間の間接的な結合又は通信接続は、電子的形態、機械的形態、又は、他の形態で実施されてもよい。

20

【0684】

別個の部品として説明されるユニットは、物理的に別個であってもよく或いは物理的に別個でなくてもよく、また、ユニットとして示される部品は、物理的なユニットであってもなくともよく、1つの位置に位置されてもよく、或いは、複数のネットワークユニットに分布されてもよい。ユニットの一部又は全部は、実施形態の解決策の目的を達成するように実際のニーズにしたがって選択されてもよい。

30

【0685】

また、本発明の実施形態における機能ユニットが1つの処理ユニットに組み込まれてもよく、或いは、ユニットのそれぞれが物理的に単独で存在してもよく、或いは、2つ以上のユニットが1つのユニットに組み込まれてもよい。

【0686】

機能がソフトウェア機能ユニットの形態で実施されるとともに独立した製品として販売され或いは使用される場合には、機能がコンピュータ可読記憶媒体に記憶されてもよい。そのような理解に基づき、本質的に本発明の技術的な解決策、或いは、従来技術に寄与する部分、或いは、技術的な解決策の一部は、ソフトウェアプロダクトの形態で実施されてもよい。コンピュータソフトウェアプロダクトは、記憶媒体に記憶されるとともに、本発明の実施形態において記載された方法のステップの全部又は一部を実行するようにコンピュータデバイス（パーソナルコンピュータ、サーバ、又は、ネットワークデバイスであってもよい）に命じるための幾つかの命令を含む。前述の記憶媒体は、プログラムコードを記憶できる任意の媒体、例えば、USBフラッシュデバイス、除去可能なハードディスク、リードオンリーメモリ（ROM、Read-Only Memory）、ランダムアクセスメモリ（RAM、Random Access Memory）、磁気ディスク、或いは、光ディスクを含む。

40

【0687】

前述の説明は、単に本発明の特定の実施形態にすぎず、本発明の保護範囲を限定しよう

50

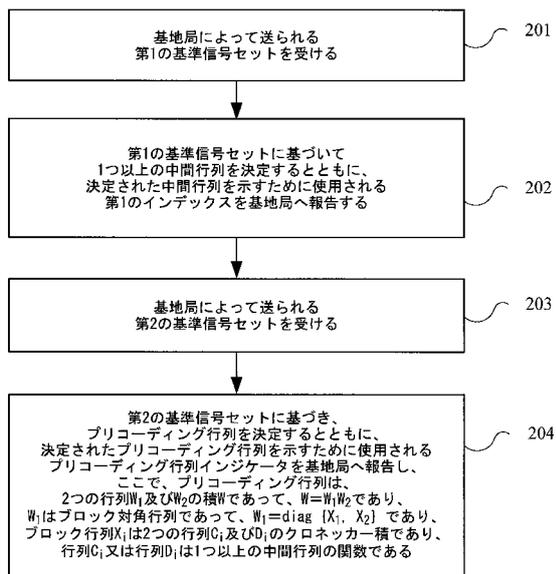
とするものではない。本発明において開示される技術範囲内で当業者により容易に考え出される任意の変形又は置換は、本発明の保護範囲内に入るものとする。したがって、本発明の保護範囲は、特許請求項の保護範囲に制約されるものである。

【符号の説明】

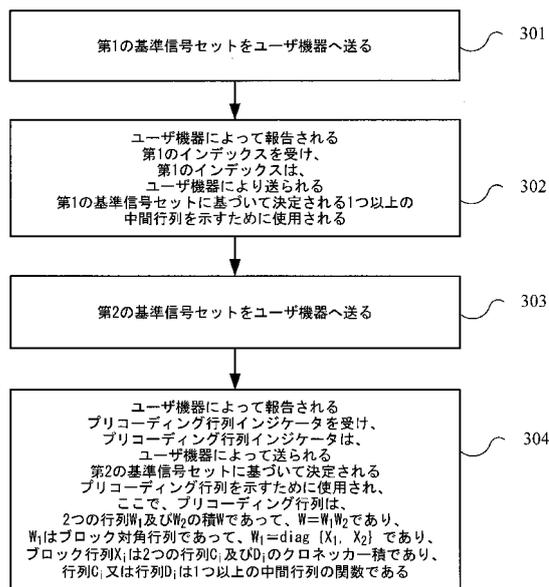
【0688】

80	ユーザ機器	
81	受信ユニット	
82	フィードバックユニット	
90	基地局	
91	送信ユニット	10
92	受信ユニット	
1000	ユーザ機器	
1100	アンテナ	
1200	受信器	
1300	送信器	
1400	プロセッサ	
1500	メモリ	
1600	バスシステム	
2000	ユーザ機器	
2000	基地局	20
2100	アンテナ	
2200	送信器	
2300	受信器	
2400	プロセッサ	
2500	メモリ	
2600	バスシステム	

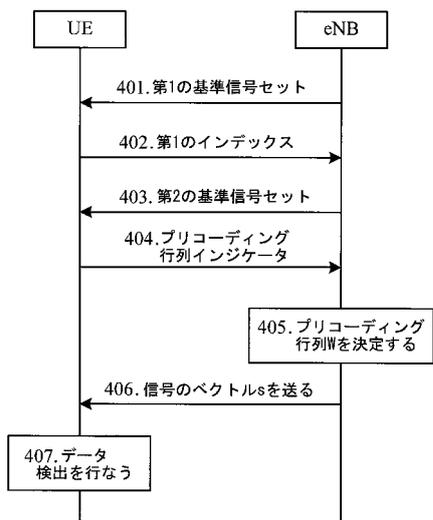
【 図 1 】



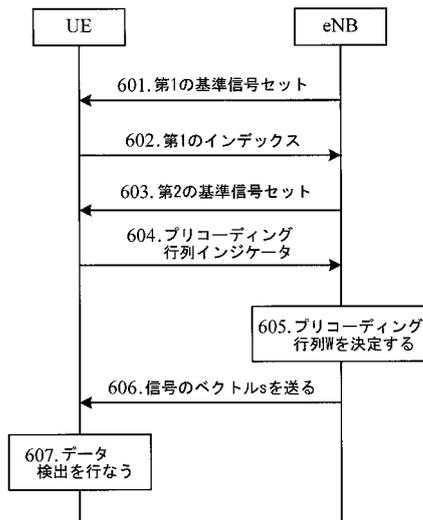
【 図 2 】



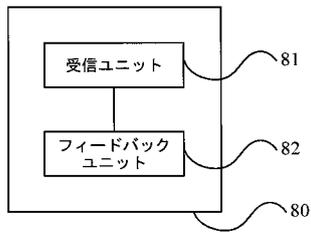
【 図 3 】



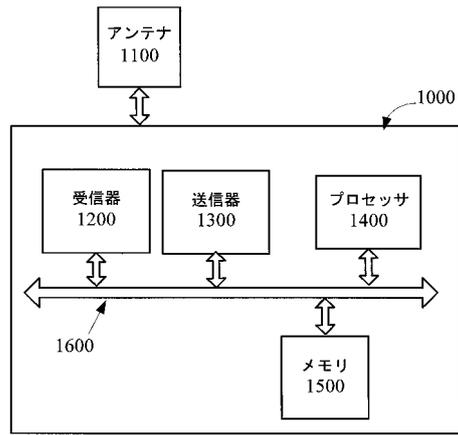
【 図 4 】



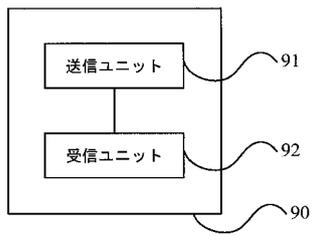
【 図 5 】



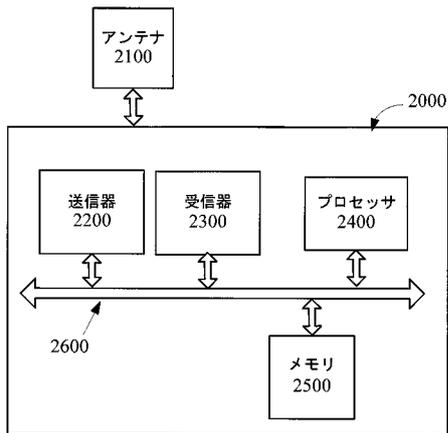
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】



【手続補正書】

【提出日】平成27年12月18日(2015.12.18)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

プリコーディング行列インジケータを決定するための方法であって、
基地局によって送られる第1の基準信号セットを受けるステップと、
前記第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するとともに、決定された前記1つ以上の中間行列を示すために使用される第1のインデックスを前記基地局へ報告するステップと、

前記基地局によって送られる第2の基準信号セットを受けるステップと、

前記第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するとともに、決定された前記プリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを前記基地局へ報告するステップであって、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W 、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【数1】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー-kronecker積であって、

【数2】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は、前記1つ以上の中間行列の関数である、ステップとを備える方法。

【請求項2】

前記第1の基準信号セットが前記第2の基準信号セットのサブセットである請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数3】

$$c_k = \text{diag}\{\alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}}\} a_l$$

を満たす、或いは、前記行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【数4】

$$d_k = \text{diag}\{\beta_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\phi_{k,N_H}}\} a_l$$

を満たすことを含み、ここで、 a_l は前記中間行列 A の l 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 5】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 6】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 7】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 8】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数である請求項1又は請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

【数 9】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 10】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 11】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 12】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 13】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 14】

$$\beta_{k,q}$$

【数 1 5】

$$\varphi_{k,q}$$

及び

【数 1 6】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 1 7】

$$\beta_{k,q} = 1, \varphi_{k,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 1 8】

$$\vartheta = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項3に記載の方法。

【請求項 5】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数 1 9】

$$c_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} a_m$$

を満たす、及び、前記行列 D_i の l 番目の列 d_l が

【数 2 0】

$$d_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\varphi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\varphi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\varphi_{l,N_H}} \right\} b_n$$

を満たすことを含み、ここで、

a_l は a_m であり、 a_m 及び b_n はそれぞれ、中間行列 A の m 番目の列ベクトル及び中間行列 B の n 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 2 1】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 2 2】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 2 3】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 2 4】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数である請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

【数 2 5】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 2 6】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 2 7】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 2 8】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 2 9】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 3 0】

$$\beta_{l,q}$$

【数 3 1】

$$\varphi_{l,q}$$

及び

【数 3 2】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 3 3】

$$\beta_{l,q} = 1, \varphi_{l,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 3 4】

$$\vartheta = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

前記1つの中間行列或いは前記中間行列A、又は、前記1つの中間行列或いは前記中間行列Aを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前

記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

プリコーディング行列インジケータを決定するための方法であって、

第1の基準信号セットをユーザ機器へ送るステップと、

前記ユーザ機器によって報告される第1のインデックスを受けるステップであって、前記第1のインデックスは、前記第1の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定される1つ以上の中間行列を示すために使用されるステップと、

第2の基準信号セットを前記ユーザ機器へ送るステップと、

前記ユーザ機器によって報告されるプリコーディング行列インジケータを受けるステップであって、前記プリコーディング行列インジケータは、前記第2の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【数35】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー-kronecker積であって、

【数36】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は、前記1つ以上の中間行列の関数である、ステップとを備える方法。

【請求項9】

前記第1の基準信号セットが前記第2の基準信号セットのサブセットである請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 D_i の k 番目の列 c_k が

【数37】

$$c_k = \text{diag}\{\alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}}\} a_l$$

を満たす、或いは、前記行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【数38】

$$d_k = \text{diag}\{\beta_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\phi_{k,N_H}}\} a_l$$

を満たすことを含み、ここで、 a_l は前記中間行列 A の l 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数39】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数40】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 4 1】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 4 2】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数である請求項8又は請求項9に記載の方法。

【請求項 1 1】

【数 4 3】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 4 4】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 4 5】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 4 6】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 4 7】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 4 8】

$$\beta_{k,q}$$

【数 4 9】

$$\varphi_{k,q}$$

及び

【数 5 0】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 5 1】

$$\beta_{k,q} = 1, \varphi_{k,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 5 2】

$$\vartheta = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項10に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数 5 3】

$$\mathbf{c}_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} \mathbf{a}_m$$

を満たすとともに、前記行列 D_i の l 番目の列 d_l が

【数 5 4】

$$\mathbf{d}_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\varphi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\varphi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\varphi_{l,N_H}} \right\} \mathbf{b}_n$$

を満たすことを含み、ここで、

a_1 は a_m であり、 a_m 及び b_n はそれぞれ、中間行列 A の m 番目の列ベクトル及び中間行列 B の n 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 5 5】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 5 6】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 5 7】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 5 8】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数である請求項8から11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 3】

【数 5 9】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 6 0】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 6 1】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 6 2】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 6 3】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 6 4】

$$\beta_{l,q}$$

【数 6 5】

$$\varphi_{l,q}$$

及び

【数 6 6】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 6 7】

$$\beta_{l,q} = 1, \varphi_{l,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 6 8】

$$\vartheta = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項12に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記1つの中間行列或いは前記中間行列A、又は、前記1つの中間行列或いは前記中間行列Aを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる請求項8から13のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 5】

複数の中間行列或いは前記中間行列A、B、又は、前記複数の中間行列或いは前記中間行列A、Bを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、基地局によってユーザ機器に知らされる請求項8から14のいずれか一項に記載の方法。

【請求項16】

基地局により送られる第1の基準信号セットを受信する受信ユニットと、

前記第1の基準信号セットに基づいて1つ以上の中間行列を決定するとともに、決定された前記中間行列を示すために使用される第1のインデックスを前記基地局へ報告するフィードバックユニットとを備え、

前記受信ユニットは、前記基地局により送られる第2の基準信号セットを受信するように更に構成され、

前記フィードバックユニットは、前記第2の基準信号セットに基づいてプリコーディング行列を決定するとともに、決定された前記プリコーディング行列を示すために使用されるプリコーディング行列インジケータを前記基地局へ報告するように更に構成され、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【数69】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー-kronecker積であって、

【数70】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は、前記1つ以上の中間行列の関数である、ユーザ機器。

【請求項17】

前記第1の基準信号セットが前記第2の基準信号セットのサブセットである請求項16に記載のユーザ機器。

【請求項18】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数71】

$$c_k = \text{diag}\{\alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}}\} a_l$$

を満たす、或いは、前記行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【数72】

$$d_k = \text{diag}\{\beta_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\phi_{k,N_H}}\} a_l$$

を満たすことを含み、ここで、

a_l は前記中間行列Aの l 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数73】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 7 4】

$$\varphi_{k,1}, \varphi_{k,2}, \dots, \varphi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 7 5】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 7 6】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数である請求項16又は請求項17に記載のユーザ機器。

【請求項 1 9】

【数 7 7】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 7 8】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 7 9】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 8 0】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 8 1】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 8 2】

$$\beta_{k,q}$$

【数 8 3】

$$\varphi_{k,q}$$

及び

【数 8 4】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 8 5】

$$\beta_{k,q} = 1, \varphi_{k,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 8 6】

$$\vartheta = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項18に記載のユーザ機器。

【請求項 20】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数 8 7】

$$c_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} \mathbf{a}_m$$

を満たすとともに、前記行列 D_i の l 番目の列 d_l が

【数 8 8】

$$d_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\varphi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\varphi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\varphi_{l,N_H}} \right\} \mathbf{b}_n$$

を満たすことを含み、ここで、

a_1 は \mathbf{a}_m であり、 \mathbf{a}_m 及び \mathbf{b}_n はそれぞれ、中間行列 A の m 番目の列ベクトル及び中間行列 B の n 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 8 9】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 9 0】

$$\varphi_{l,1}, \varphi_{l,2}, \dots, \varphi_{l,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 9 1】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 9 2】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数である請求項16から19のいずれか一項に記載のユーザ機器。

【請求項 2 1】

【数 9 3】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 9 4】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 9 5】

$$p=1,\dots,N_V$$

は

【数 9 6】

$$\alpha_{k,p}=1, \phi_{k,p}=(p-1)\theta, p=1,\dots,N_V$$

を満たし、

【数 9 7】

$$\theta=2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 9 8】

$$\beta_{l,q}$$

【数 9 9】

$$\varphi_{l,q}$$

及び

【数 1 0 0】

$$q=1,\dots,N_H$$

は

【数 1 0 1】

$$\beta_{l,q}=1, \varphi_{l,q}=(q-1)\mathcal{G}, q=1,\dots,N_H$$

を満たし、

【数 1 0 2】

$$\mathcal{G}=2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項20に記載のユーザ機器。

【請求項 2 2】

前記1つの中間行列或いは前記中間行列A、又は、前記1つの中間行列或いは前記中間行列Aを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項16から21のいずれか一項に記載のユーザ機器。

【請求項 2 3】

第1の基準信号セットをユーザ機器へ送信する送信ユニットと、

前記ユーザ機器によって報告される第1のインデックスを受信する受信ユニットであって、前記第1のインデックスが、前記第1の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定される1つ以上の中間行列を示すために使用される受信ユニットとを備え、

前記送信ユニットは、第2の基準信号セットを前記ユーザ機器へ送るよう更に構成され、

前記受信ユニットは、前記ユーザ機器によって報告されるプリコーディング行列インジケータを受けよう更に構成され、前記プリコーディング行列インジケータは、前記第2の基準信号セットに基づいて前記ユーザ機器により決定されるプリコーディング行列を示すために使用され、前記プリコーディング行列が2つの行列 W_1 、 W_2 の積 W であって、 $W = W_1 W_2$ であり、ここで、 W_1 はブロック対角行列であって、

【数 1 0 3】

$$W_1 = \text{diag}\{X_1, X_2\}$$

であり、ブロック行列 X_i は2つの行列 C_i 及び D_i のクロネッカー積であって、

【数 1 0 4】

$$X_i = C_i \otimes D_i, \quad i=1,2$$

であり、前記行列 C_i 又は前記行列 D_i は、前記1つ以上の中間行列の関数である、基地局。

【請求項 2 4】

前記第1の基準信号セットが前記第2の基準信号セットのサブセットである請求項23に記載の基地局。

【請求項 2 5】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数 1 0 5】

$$c_k = \text{diag}\{\alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}}\} a_i$$

を満たす、或いは、前記行列 D_i の k 番目の列 d_k が

【数 1 0 6】

$$d_k = \text{diag}\{\beta_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \beta_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \beta_{k,N_H} e^{j\phi_{k,N_H}}\} a_i$$

を満たすことを含み、ここで、

a_i は前記中間行列 A の i 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 1 0 7】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 1 0 8】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 1 0 9】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 1 1 0】

$$\beta_{k,1}, \beta_{k,2}, \dots, \beta_{k,N_H}$$

は全て実数である請求項23又は請求項24に記載の基地局。

【請求項 2 6】

【数 1 1 1】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 1 1 2】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 1 1 3】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 1 1 4】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 1 1 5】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 1 1 6】

$$\beta_{k,q}$$

【数 1 1 7】

$$\varphi_{k,q}$$

及び

【数 1 1 8】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 1 1 9】

$$\beta_{k,q} = 1, \varphi_{k,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 1 2 0】

$$\mathcal{G} = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項25に記載の基地局。

【請求項 2 7】

前記行列 C_i 又は前記行列 D_i が前記1つ以上の中間行列の関数であることは、前記行列 C_i の k 番目の列 c_k が

【数 1 2 1】

$$\mathbf{c}_k = \text{diag} \left\{ \alpha_{k,1} e^{j\phi_{k,1}}, \alpha_{k,2} e^{j\phi_{k,2}}, \dots, \alpha_{k,N_V} e^{j\phi_{k,N_V}} \right\} \mathbf{a}_m$$

を満たすとともに、前記行列 D_i の l 番目の列 d_l が

【数 1 2 2】

$$\mathbf{d}_l = \text{diag} \left\{ \beta_{l,1} e^{j\phi_{l,1}}, \beta_{l,2} e^{j\phi_{l,2}}, \dots, \beta_{l,N_H} e^{j\phi_{l,N_H}} \right\} \mathbf{b}_n$$

を満たすことを含み、ここで、

a_l は a_m であり、 a_m 及び b_n はそれぞれ、中間行列 A の m 番目の列ベクトル及び中間行列 B の n 番目の列ベクトルであり、 N_V 及び N_H は正の整数であり、

【数 1 2 3】

$$\phi_{k,1}, \phi_{k,2}, \dots, \phi_{k,N_V}$$

及び

【数 1 2 4】

$$\phi_{l,1}, \phi_{l,2}, \dots, \phi_{l,N_H}$$

【数 1 2 5】

$$\phi_{l,1}, \phi_{l,2}, \dots, \phi_{l,N_H}$$

は全て位相であり、

【数 1 2 6】

$$\alpha_{k,1}, \alpha_{k,2}, \dots, \alpha_{k,N_V}$$

及び

【数 1 2 7】

$$\beta_{l,1}, \beta_{l,2}, \dots, \beta_{l,N_H}$$

は全て実数である請求項23から26のいずれか一項に記載の基地局。

【請求項 2 8】

【数 1 2 8】

$$\alpha_{k,p}$$

【数 1 2 9】

$$\phi_{k,p}$$

及び

【数 1 3 0】

$$p = 1, \dots, N_V$$

は

【数 1 3 1】

$$\alpha_{k,p} = 1, \phi_{k,p} = (p-1)\theta, p = 1, \dots, N_V$$

を満たし、

【数 1 3 2】

$$\theta = 2\pi/N_C$$

及び N_C は正の整数であり、或いは、

【数 1 3 3】

$$\beta_{l,q}$$

【数 1 3 4】

$$\varphi_{l,q}$$

及び

【数 1 3 5】

$$q = 1, \dots, N_H$$

は

【数 1 3 6】

$$\beta_{l,q} = 1, \varphi_{l,q} = (q-1)\vartheta, q = 1, \dots, N_H$$

を満たし、

【数 1 3 7】

$$\vartheta = 2\pi/N_D$$

及び N_D は正の整数である請求項27に記載の基地局。

【請求項 2 9】

前記中間行列或いは前記中間行列A、又は、前記中間行列或いは前記中間行列Aを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項23から28のいずれか一項に記載の基地局。

【請求項 3 0】

複数の中間行列或いは前記中間行列A、B、又は、前記複数の中間行列或いは前記中間行

列A、Bを備えるセットのサブセットは、セル識別情報と関連付けられ、或いは、セル識別情報とのマッピング関係を有し、関連性又はマッピング関係は、予め規定され、或いは、前記基地局によってユーザ機器に知らされる請求項23から29のいずれか一項に記載の基地局。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

MIMO (Multiple-Input Multiple-Output、多入力多出力) 無線システムは、送信BF (Beam Forming、ビームフォーミング) 又はプリコーディング技術と受信信号組み合わせ技術とを使用することによってダイバーシティ利得及びアレイ利得を得ることができる。BF又はプリコーディングを使用するシステムは、一般に、 $y = HVs + n$ として表わされ、ここで、 y は受信信号のベクトルを表わし、 H はチャネル行列を表わし、 V はプリコーディング行列を表わし、 s は送信シンボルのベクトルを表わし、及び、 n は測定雑音を表わす。最適なプリコーディングは、一般に、送信器がCSI (Channel State Information、チャネル状態情報) を完全に知っていることを要する。一般に使用される方法は、ユーザ機器が瞬間CSIを量子化してCSIを基地局へフィードバックすることである。既存のLTE R8システムによってフィードバックされるCSI情報は、RI (Rank Indicator、ランクインジケータ)、PMI (Precoding Matrix Indicator、プリコーディング行列インジケータ)、CQI (Channel Quality Indicator、チャネル品質インジケータ) 等を含み、この場合、RI及びPMIはそれぞれ、使用される層の量及びプリコーディング行列を示す。使用されるプリコーディング行列のセットは、一般に、コードブック(時として、コードブック中の各プリコーディング行列がコードワードと称される)と称される。既存のLTE (Long Term Evolution、長期発展) R8の4アンテナコードブックは、ハウスホルダー (Householder) 変換に基づいて設計され、また、LTE R10システムでは、デュアルコードブックの形態が8アンテナコードブックのために更に導入される。前述の2つのコードブックは、主に、従来の基地局のアンテナの設計のために使用される。垂直アンテナビーム方向は、固定されたダウンチルト又は遠隔の電氣的に調整されたダウンチルトを使用することにより従来の基地局によって制御され、また、そのビーム方向は、プリコーディング又は水平方向のみのビームフォーミングによって動的に調整され得る。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0051】

第5の態様及びその前述の実施形態に関連して、第5の態様の第4の実施形態において、1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フーリエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列Aの関数である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0061】

第6の態様及びその前述の実施形態に関連して、第6の態様の第4の実施形態において、第1のインデックスにより示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列が離散型フー

リエ変換DFTベクトル、又は、アダマールHadamard行列或いはハウスホルダーHouseholder行列の列ベクトルである行列Aであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は1つ以上の中間行列Aの関数である。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

第6の態様及びその前述の実施形態に関連して、第6の態様の第5の実施形態において、第1のインデックスにより示される1つ以上の中間行列は、そのそれぞれの列がDFTベクトル、又は、アダマール行列の列ベクトルである2つの行列A、Bであり、また、行列 C_i 又は行列 D_i は中間行列A、Bの関数である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0067】

【図1】本発明の一実施形態に係るプリコーディング行列インジケータを決定するための方法のフローチャートである。

【図2】本発明の他の実施形態に係るプリコーディング行列インジケータを決定するための方法のフローチャートである。

【図3】本発明の一実施形態に係るマルチアンテナ送信方法の概略的なフローチャートである。

【図4】本発明の他の実施形態に係る一実施形態のマルチアンテナ送信方法の概略的なフローチャートである。

【図5】本発明の一実施形態に係るユーザ機器のブロック図である。

【図6】本発明の一実施形態に係る基地局のブロック図である。

【図7】本発明の他の実施形態に係るユーザ機器のブロック図である。

【図8】本発明の他の実施形態に係る基地局のブロック図である。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0270

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0270】

具体的には、例えば、UEにより受けられる第2の基準信号セットは、全部で8個の基準信号、すなわち、 p_1 、 p_2 、 p_3 、...、 p_7 、及び p_8 を含むPである。第2の基準信号セットが1つの基準信号サブセットを含んでもよく、このとき、基準信号サブセットは、第2の基準信号セット、すなわち、P中の8個の基準信号 p_1 、 p_2 、...、 p_8 と同じであり、或いは、

第2の基準信号セットは、複数の基準信号サブセットを含んでもよく、例えば、第2の基準信号セットは、Pであるとともに、2つの基準信号サブセットP1及びP2を含む。ここで、 $P1 = \{p_1, p_2, p_3, p_4\}$ 、 $P2 = \{p_5, p_6, p_7, p_8\}$ である。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0271

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0271】

また、第2の基準信号セットに含まれる基準信号サブセットは、主偏波アンテナポートのサブセットに対応してもよい。すなわち、例えば、第2の基準信号セットの前述のサブセット $P1 = \{p1, p2, p3, p4\}$ が主偏波アンテナポートの1グループに対応し、また、第2の基準信号セットのサブセット $P2 = \{p5, p6, p7, p8\}$ が主偏波アンテナポートの他のグループに対応する。

【 国际调查报告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CN2013/075488
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H048 7/02 (2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: H04B 7/-		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CPRSABS; CNTXT; CNKI: precoding matrix indication middle matrix antenna port reference signal product function index		
VEN: precode matrix indication intermediate function product reference signal index antenna port		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102291839 A (ACADEMY OF TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY), 211 February 2011 (21.12.2011), description, paragraphs 0043-0107	1-62
A	CN 102845009 A (QUALCOMM INC.), 26 December 2012 (26.12.2012), the whole description	1-62
A	CN 101931512 A (ZTE CORP.), 29 December 2010 (29.12.2010), the whole description	1-62
A	CN 101924606 A (ZTE CORP.), 22 December 2010 (22.12.2010), the whole description	1-62
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 12 November 2013 (12.11.2013)		Date of mailing of the international search report 23 January 2014 (23.01.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451		Authorized officer LING, Lin Telephone No.: (86-10) 62411401

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/075488

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102291839 A	21.12.2011	None	
CN 102845009 A	26.12.2012	US 2012020230 A1	26.01.2012
		CA 2786452 A1	21.07.2011
		JP 2013517707 A	16.05.2013
		KR 20120117871 A	24.10.2012
		EP 2524461 A1	21.11.2012
		TW 201203916 A	16.01.2012
		WO 2011088403 A1	21.07.2011
		US 8599708 B2	03.12.2013
		HK 1180133 A0	11.10.2013
CN 101931512 A	29.12.2010	WO 2011134229 A1	03.11.2011
CN 101924606 A	22.12.2010	WO 2012022198 A1	23.02.2012

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2013/075488
A. 主题的分类		
H04B 7/02 (2006.01) i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: H04B 7/-		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CPRSABS; CNTEXT; CNKI: 预编码矩阵指示 中间矩阵 天线端口 参考信号 乘积 函数 索引		
VEN: precode matrix indication intermediate matrix function product reference signal index antenna port		
C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 102291839 A (电信科学技术研究院) 21.12 月 2011(21.12.2011) 说明书第 0043 段至第 0107 段	1-62
A	CN 102845009 A (高通股份有限公司) 26.12 月 2012(26.12.2012) 说明书全文	1-62
A	CN 101931512 A (中兴通讯股份有限公司) 29.12 月 2010(29.12.2010) 说明书全文	1-62
A	CN 101924606 A (中兴通讯股份有限公司) 22.12 月 2010(22.12.2010) 说明书全文	1-62
<input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型:		“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件		“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利		“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)		“&” 同族专利的文件
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件		
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		
国际检索实际完成的日期 12.11 月 2013(12.11.2013)		国际检索报告邮寄日期 23.1 月 2014 (23.01.2014)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451		受权官员 凌林 电话号码: (86-10) 62411401

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/075488

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102291839 A	21.12.2011	无	
CN 102845009 A	26.12.2012	US 2012020230 A1 CA 2786452 A1 JP 2013517707 A KR 20120117871 A EP 2524461 A1 TW 201203916 A WO 2011088403 A1 US 8599708 B2 HK 1180133 A0	26.01.2012 21.07.2011 16.05.2013 24.10.2012 21.11.2012 16.01.2012 21.07.2011 03.12.2013 11.10.2013
CN 101931512 A	29.12.2010	WO 2011134229 A1	03.11.2011
CN 101924606 A	22.12.2010	WO 2012022198 A1	23.02.2012

フロントページの続き

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

(74)代理人 100140534

弁理士 木内 敬二

(72)発明者 王 建国

中華人民共和国 5 1 8 1 2 9 広東省深 チェン 市龍岗区坂田 華為総部 ベン 公楼

(72)発明者 周 永行

中華人民共和国 5 1 8 1 2 9 広東省深 チェン 市龍岗区坂田 華為総部 ベン 公楼

Fターム(参考) 5K067 KK02 KK03

5K159 EE02

【要約の続き】

であり、行列 C_i 又は前記行列 D_i は、1つ以上の中間行列の関数である、ステップとを含む。このようにすると、能動アンテナシステムの送信性能を向上させることができる。