

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7638959号
(P7638959)

(45)発行日 令和7年3月4日(2025.3.4)

(24)登録日 令和7年2月21日(2025.2.21)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 4 B	7/0456(2017.01)	H 0 4 B	7/0456 3 0 0
H 0 4 B	7/0417(2017.01)	H 0 4 B	7/0417
H 0 4 W	16/28 (2009.01)	H 0 4 W	16/28
H 0 4 W	72/231 (2023.01)	H 0 4 W	72/231

請求項の数 19 (全52頁)

(21)出願番号	特願2022-507739(P2022-507739)	(73)特許権者	503447036
(86)(22)出願日	令和2年8月7日(2020.8.7)		サムスン エレクトロニクス カンパニー リミテッド
(65)公表番号	特表2022-543477(P2022-543477 A)		大韓民国・1 6 6 7 7・キョンギ-ド・ スウォン-シ・ヨントン-ク・サムスン -ロ・1 2 9
(43)公表日	令和4年10月12日(2022.10.12)	(74)代理人	110000051
(86)国際出願番号	PCT/KR2020/010507		弁理士法人共生国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2021/025538	(72)発明者	ラーマン, エムディ・サイファー
(87)国際公開日	令和3年2月11日(2021.2.11)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 0 4 3, マウンテン ビュー, クライド アベニュー, 6 6 5
審査請求日	令和5年8月4日(2023.8.4)	(72)発明者	オンゴッサヌシ, エコ
(31)優先権主張番号	62/884,467		アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 0 4 3, マウンテン ビュー, クライド
(32)優先日	令和1年8月8日(2019.8.8)		最終頁に続く
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31)優先権主張番号	62/892,102		
(32)優先日	令和1年8月27日(2019.8.27)		
	最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 無線通信システムにおけるCSIパラメータ構成のための方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信システムにおけるチャネル状態情報(以下、CSI)フィードバックのためのユーザ機器(以下、UE)の操作方法であって、

上位層シグナリングを介して、コードブック(codebook)パラメータの組み合わせを示す無線リソース制御(以下、RRC)パラメータを基地局(以下、BS)から受信するステップと、

アップリンクチャネルを介して、前記RRCパラメータに関連するプリコーディング行列インジケータ(precoding matrix indicator: PMI)を前記BSに送信するステップと、を有し、

前記コードブックパラメータは、第1のベクトルに関連する第1の値(L)、第2のベクトルに関連する第2の値、及び係数に関連する第3の値()を含み、前記第2の値はp又は0であり、前記pは第1のランクセットに関連し、前記0は第2のランクセットに関連し、

前記第1のランクセットはランク値{1, 2}を含み、前記第2のランクセットはランク値{3, 4}を含むことを特徴とする方法。

【請求項2】

前記RRCパラメータの前記コードブックパラメータの組み合わせのマッピングは、次のテーブルに基づいて決定され、

RRCパラメータ値	コードブックパラメータの値			
	L	p (第1のランクセット)	v_0 (第2のランクセット)	β
1	2	1/4	1/8	1/4
2	2	1/4	1/8	1/2
3	4	1/4	1/8	1/4
4	4	1/4	1/8	1/2
5	4	1/4	1/4	3/4
6	4	1/2	1/4	1/2
7	6	1/4	—	1/2
8	6	1/4	—	3/4

ここで、前記UEは、値の集合{1、2、…、8}から構成された前記RRCパラメータの値に設定されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記UEが32個未満のチャンネル状態情報基準信号(CSI-RS)アンテナポートで構成されている場合、前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されないことを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記UEが32個のチャンネル状態情報基準信号(CSI-RS)アンテナポートで構成されている場合、前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項5】

前記UEがランク値 > 2を報告することを許可される場合、前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されないことを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項6】

前記UEがランク値 = 1を報告することを許可される場合、前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項7】

前記UEがR = 2に設定されている場合、
前記R = 2は、前記UEが前記CSIフィードバックに対して設定される各サブバンドで2つまでのプリコーディング行列を報告することが許可されることを示し、
前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されないことを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項8】

前記UEがR = 1に設定されている場合、
前記R = 1は、前記UEが前記CSIフィードバックに対して設定される各サブバンドで1つまでのプリコーディング行列を報告することが許可されることを示し、
前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項9】

前記CSIフィードバックは、各層 $l = 1, \dots,$ について係数行列 C_l 、SD基底行列 A_l 、及びFD基底行列 B_l を示すプリコーディング行列インジケータ(precoding matrix indicator: PMI)を含み、

ここで、合計 N_3 個のFDユニットの各FDユニットのプリコーディング行列は、

$$W = \frac{1}{\sqrt{v}} [w^1 \quad w^2 \quad \dots \quad w^v]$$

10

20

30

40

50

の列 (c o l u m n) によって決定され、ここで、

$$W^l = \begin{bmatrix} A_l & 0 \\ 0 & A_l \end{bmatrix} C_l B_l^H = \begin{bmatrix} \sum_{k=0}^{M_v-1} \sum_{i=0}^{L-1} c_{l,i,k} (\mathbf{a}_{l,i} \mathbf{b}_{l,k}^H) \\ \sum_{k=0}^{M_v-1} \sum_{i=0}^{L-1} c_{l,i+L,k} (\mathbf{a}_{l,i} \mathbf{b}_{l,k}^H) \end{bmatrix}$$

であり、

$$A_l = [\mathbf{a}_{l,0} \ \mathbf{a}_{l,1} \ \dots \ \mathbf{a}_{l,L-1}]$$

は、SDアンテナポートのL個の基底ベクトルを含み、 $\mathbf{a}_{l,i}$ は、 $N_1 N_2 \times 1$ 列ベクトルであり、

ここで、 N_1 及び N_2 は、それぞれアンテナポートの数であり、BSの2次元二重偏波 (d u a l - p o l a r i z e d) チャンネル状態情報 - 基準信号 (C S I - R S) アンテナポートの1次元及び2次元で同じアンテナ偏波を使用し、

$$B_l = [\mathbf{b}_{l,0} \ \mathbf{b}_{l,1} \ \dots \ \mathbf{b}_{l,M_v-1}]$$

は、FDユニットのM個の基底ベクトルを含み、 $\mathbf{b}_{l,k}$ は、 $N_3 \times 1$ 列ベクトルであり、 C_l は、複素係数 $c_{l,i,k}$ を含む $2L \times M$ 行列であり、

前記FDユニットの総数 (N_3) は、Rの値及びCSIフィードバックのために構成されたサブバンドの数に基づいて決定され、

$$M_v = \left\lceil q \times \frac{N_3}{R} \right\rceil$$

であり、

ここで、前記第1のランクセットの場合は、 $q = p$ であり、前記第2のランクセットの場合は、 $q = 0$ であり、

$$[\]$$

は、天井関数 (c e i l i n g f u n c t i o n) であり、

N_3 は、FDユニットの総数であり、

Rは、前記CSIフィードバックのために構成された各サブバンドのFDユニットの最大数であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項10】

無線通信システムにおけるチャンネル状態情報 (C S I) フィードバックのための基地局 (B S) の操作方法であって、

コードブックパラメータの組み合わせを示す無線リソース制御 (R R C) パラメータを生成するステップと、

上位層シグナリングを介して、前記RRCパラメータをユーザ機器 (U E) に送信するステップと、

アップリンクチャンネルを介して、前記RRCパラメータに関連するプリコーディング行列インジケータ (p r e c o d i n g m a t r i x i n d i c a t o r : P M I) を前記UEから受信するステップと、を有し、

前記コードブックパラメータは、第1のベクトルに関連する第1の値 (L) 、第2のベ

10

20

30

40

50

クトルに関連する第2の値、及び係数に関連する第3の値()を含み、前記第2の値は p 又は 0 であり、前記 p は第1のランクセットに関連し、前記 0 は第2のランクセットに関連し、

前記第1のランクセットはランク値 $\{1, 2\}$ を含み、前記第2のランクセットはランク値 $\{3, 4\}$ を含むことを特徴とする方法。

【請求項11】

前記RRCパラメータのコードブックパラメータの組み合わせのマッピングは、以下のテーブルに基づいて決定され、

RRCパラメータ値	コードブックパラメータの値			
	L	p (第1のランクセット)	v_n (第2のランクセット)	β
1	2	1/4	1/8	1/4
2	2	1/4	1/8	1/2
3	4	1/4	1/8	1/4
4	4	1/4	1/8	1/2
5	4	1/4	1/4	3/4
6	4	1/2	1/4	1/2
7	6	1/4	—	1/2
8	6	1/4	—	3/4

ここで、前記UEは、値の集合 $\{1, 2, \dots, 8\}$ から構成された前記RRCパラメータの値に設定されることを特徴とする請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記RRCパラメータは、

前記UEが32個未満のチャンネル状態情報基準信号(CSI-RS)アンテナポートで構成されているか、

前記UEが前記ランク値 > 2 を報告することができるか、又は

前記UEが $R = 2$ に設定されている場合、

前記 $R = 2$ は、前記UEが前記CSIフィードバックに対して設定される各サブバンドで2つまでのプリコーディング行列を報告することが許可されることを示し、

値7又は8を取ることが期待されないことを特徴とする請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記UEが32個のチャンネル状態情報基準信号(CSI-RS)アンテナポートで構成されているか、

前記UEが前記ランク値 $= 1$ を報告することができるか、又は

前記UEが $R = 1$ に設定されている場合、

前記 $R = 1$ は、前記UEが前記CSIフィードバックに対して設定される各サブバンドで1つまでのプリコーディング行列を報告することが許可されることを示し、

前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されることを特徴とする請求項11に記載の方法。

【請求項14】

無線通信システムにおけるチャンネル状態情報(CSI)フィードバックのためのユーザ機器(UE)であって、

トランシーバと、

前記トランシーバに動作可能に接続されるプロセッサと、を有し、

前記プロセッサは、前記RRCパラメータに基づいて、前記CSIフィードバックを生成するように構成され、

前記トランシーバは、

上位層シグナリングを介して、コードブックパラメータの組み合わせを示す無線リソース制御(RRC)パラメータを基地局(BS)から受信し、

アップリンクチャネルを介して、前記RRCパラメータに関連するプリコーディング行列インジケータ (precoding matrix indicator : PMI) を前記BSに送信するように構成され、

前記コードブックパラメータは、第1のベクトルに関連する第1の値 (L)、第2のベクトルに関連する第2の値、及び係数に関連する第3の値 () を含み、前記第2の値は p 又は 0 であり、前記 p は第1のランクセットに関連し、前記 0 は第2のランクセットに関連し、

前記第1のランクセットはランク値 { 1 , 2 } を含み、前記第2のランクセットはランク値 { 3 , 4 } を含むことを特徴とするユーザ機器。

【請求項15】

前記RRCパラメータの前記コードブックパラメータの組み合わせのマッピングは、次のテーブルに基づいて決定され、

RRCパラメータ値	コードブックパラメータの値			
	L	p(第1のランクセット)	v ₀ (第2のランクセット)	β
1	2	1/4	1/8	1/4
2	2	1/4	1/8	1/2
3	4	1/4	1/8	1/4
4	4	1/4	1/8	1/2
5	4	1/4	1/4	3/4
6	4	1/2	1/4	1/2
7	6	1/4	—	1/2
8	6	1/4	—	3/4

ここで、前記UEは、値の集合 { 1、2、...、8 } から構成された前記RRCパラメータの値に設定されることを特徴とする請求項14に記載のUE。

【請求項16】

前記UEが32個未満のチャンネル状態情報基準信号 (CSI - RS) アンテナポートで構成されている場合、前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されないことを特徴とする請求項15に記載のUE。

【請求項17】

前記UEが前記ランク値 > 2 を報告することを許可されている場合、前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されないことを特徴とする請求項15に記載のUE。

【請求項18】

前記UEがR = 2 に設定されている場合、

前記R = 2 は、前記UEが前記CSIフィードバックに対して設定される各サブバンドで2つまでのプリコーディング行列を報告することが許可されることを示し、

前記UEは、7又は8である前記RRCパラメータの値に設定されることが期待されないことを特徴とする請求項15に記載のUE。

【請求項19】

無線通信システムにおけるチャンネル状態情報 (CSI) フィードバックのための基地局 (BS) であって、

トランシーバと、

前記トランシーバに動作可能に接続されるプロセッサと、を有し、

前記プロセッサは、コードブックパラメータの組み合わせを示す無線リソース制御 (RRC) パラメータを生成するように構成され、

前記トランシーバは、

上位層のシグナリングを介して、前記RRCパラメータをユーザ機器 (UE) に送信し、アップリンクチャネルを介して、前記RRCパラメータに関連するプリコーディング行

10

20

30

40

50

列インジケータ (precoding matrix indicator : PMI) を前記 UE から受信するように構成され、

前記コードブックパラメータは、第 1 のベクトルに関連する第 1 の値 (L)、第 2 のベクトルに関連する第 2 の値、及び係数に関連する第 3 の値 () を含み、前記第 2 の値は p 又は ϕ であり、前記 p は第 1 のランクセットに関連し、前記 ϕ は第 2 のランクセットに関連し、

前記第 1 のランクセットはランク値 { 1 , 2 } を含み、前記第 2 のランクセットはランク値 { 3 , 4 } を含むことを特徴とする基地局。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【 0 0 0 1 】

本発明は、一般に、無線通信システムに関し、より具体的には、無線通信システムにおけるチャネル状態情報 (channel state information : CSI) パラメータ構成に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

ユーザ機器 (user equipment : 以下、UE) と基地局 (base station : 以下、BS) (例えば、g ノード B (gNB)) との間のチャネルを理解し、正確に推定することは、効率的かつ効果的な無線通信にとって重要である。

DL チャネル状態を正確に推定するために、gNB は、DL チャネル測定のために、基準信号、例えば、CSI-RS を UE に送信し、UE は、チャネル測定に関する情報、例えば、CSI を gNB に報告 (一例として、フィードバック) する。

20

この DL チャネル測定により、gNB は、適切な通信パラメータを選択して、UE との無線データ通信を、効率的かつ効果的に実行できる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 3 】

本発明の実施形態は、無線通信システムにおけるチャネル状態情報 (CSI) の報告を可能にするための方法及び装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

30

【 0 0 0 4 】

本発明の一態様によれば、無線通信システムにおける CSI 報告のための UE が提供される。

前記 UE は、基地局 (BS) から、単一の無線リソース制御 (radio resource control : RRC) パラメータを介して、共同で (jointly) 構成されたコードブック (codebook) パラメータを含む CSI フィードバック構成情報を受信するように構成されたトランシーバを含み、前記コードブックパラメータは、L、p、 ϕ 、及び α を含み、パラメータ L は、空間領域 (spatial domain : SD) 基底ベクトル (basis vector) の数を決定し、パラメータ α は、係数の最大数を決定し、パラメータ p 及び ϕ は、周波数領域 (frequency domain : FD) 基底ベクトルの数 (M) を決定し、パラメータ p は、第 1 のランクセット用であり、パラメータ ϕ は、第 2 のランクセット用である。

40

UE は、トランシーバに動作可能に接続されたプロセッサをさらに含み、前記プロセッサは、CSI フィードバック構成情報に基づいて、CSI フィードバックを生成するように構成され、ここで、前記 CSI フィードバックは、第 1 のランクセット及び第 2 のランクセットの内の 1 つから、ランク値 λ に対して生成される。

前記トランシーバはさらに、アップリンクチャネルを介して、CSI フィードバックを送信するように構成される。

【 0 0 0 5 】

また、本発明の一態様によれば、無線通信システムにおける BS が提供される。

50

前記BSには、CSIフィードバック構成情報を生成するように構成されたプロセッサが含まれている。

前記BSはさらに、プロセッサに動作可能に接続されたランシーバを含む。

前記ランシーバは、単一の無線リソース制御(RRC)パラメータを介して、共同で構成されたコードブックパラメータを含むCSIフィードバック構成情報を、ユーザ機器(UE)に送信するように構成され、前記コードブックパラメータは、L、p、 ρ 、及び β を含み、

前記ランシーバは、さらに、アップリンクチャネルを介して、UEから、第1及び第2のランクセットの内の1つからのランク値 について生成されたCSIフィードバックを受信するように構成される。

10

ここで、パラメータLは、空間領域(SD)基底ベクトルの数を決定し、パラメータ β は、係数の最大数を決定し、パラメータp及び ρ は、周波数領域(FD)基底ベクトルの数(M)を決定し、パラメータpは、第1のランクセット用であり、パラメータ ρ は、第2のランクセット用である。

【0006】

さらに本発明の一態様によれば、UEを操作するための方法が提供される。

この方法は、以下のステップを含む。

基地局(BS)から、単一の無線リソース制御(RRC)パラメータを介して、共同で構成されたコードブックパラメータを含むCSIフィードバック構成情報を受信するステップと、前記CSIフィードバック構成情報に基づいて、CSIフィードバックを生成するステップと、アップリンクチャネルを介して、CSIフィードバックを基地局に送信するステップとを有する。

20

ここで、前記コードブックパラメータは、L、p、 ρ 、及び β を含み、パラメータLは、空間領域(SD)基底ベクトルの数を決定し、パラメータ β は、係数の最大数を決定し、パラメータp及び ρ は、周波数領域(FD)基底ベクトルの数(M)を決定し、パラメータpは、第1のランクセット用であり、パラメータ ρ は、第2のランクセット用であり、前記CSIフィードバックは、第1のランクセット及び第2のランクセットの内の1つからのランク値 に対して生成される。

【発明の効果】

【0007】

本発明に係る無線通信システムにおけるCSIパラメータ構成のための方法及び装置によれば、DLチャネル測定により、gNBは、適切な通信パラメータを選択して、UEとの無線データ通信を、効率的かつ効果的に実行できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態による例示的な無線ネットワークを示す図である。

【図2】本発明の実施形態による例示的なgNBの概略構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施形態による例示的なUEの概略構成を示すブロック図である。

【図4A】本発明の実施形態による直交周波数分割多元接続の送信経路の上位レベルを示す図である。

40

【図4B】本発明の実施形態による直交周波数分割多元接続の受信経路の上位レベルを示す図である。

【図5】本発明の実施形態によるサブフレーム内のPDSCHの送信機ブロックを説明するためのブロック図である。

【図6】本発明の実施形態によるサブフレーム内のPDSCHの受信機ブロックを説明するためのブロック図である。

【図7】本発明の実施形態によるサブフレーム内のPUSCHの送信機ブロックを説明するためのブロック図である。

【図8】本発明の実施形態によるサブフレーム内のPUSCHの受信機ブロックを説明するためのブロック図である。

50

【図 9】本発明の実施形態による例示的なネットワーク構成を説明するための図である。

【図 10】本発明の実施形態による 2 つのスライスの多重化の例を示す図である。

【図 11】本発明の実施形態による例示的なアンテナブロックの概略構成を示す図である。

【図 12】本発明の実施形態によるアンテナポートレイアウトを説明するための図である。

【図 13】本発明の実施形態による、オーバーサンプリングされた D F T ビームの 3 D グリッドを説明するための図である。

【図 14】本発明の実施形態による U E によって実行され得る無線通信システムにおける C S I 報告のために U E を操作するための方法を説明するためのフローチャートである。

【図 15】本発明の実施形態による B S によって実行され得る C S I フィードバックを受信するための方法を説明するためのフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の技術的特徴は、以下の図面、説明、及び請求項から当業者には、容易に明らかになり得る。

以下の発明のモードを説明する前に、この特許文書全体で使用される特定の単語及び句の定義を説明することが望ましい場合がある。

「接続する (couple)」という用語とその派生語は、2 つ又はそれ以上の要素が、互いに物理的に接触しているかどうかに関係なく、これらの要素間の任意の直接的又は間接的な通信を指す。

「送信する (transmit)」、「受信する (receive)」、及び「通信する (communicate)」という用語、及びそれらの派生語には、直接通信と間接通信の両方が含まれる。

20

「含む (include)」及び「からなる (comprise)」という用語、及びそれらの派生語は、限定されない包含を意味する。

「又は (or)」という用語は、及び / 又は (and / or) を意味する包括的な用語である。

「～に関連付けられる (associated with)」という句、及びその派生語は、含む、～に含まれる (be included within)、～と相互接続する (interconnect with)、含む (contain)、～に含まれる (be contained within)、～に / と接続する (connect to or with)、～に / と接続する (couple to or with)、～と通信できる (be communicable with)、～と協力する (cooperate with)、インターリーブする (interleave)、並置する (juxtapose)、～に近似する (be proximate to)、～に / と束縛される (be bound to or with)、有する (have)、～の特性を有する (have a property of)、～との関係を持つ (have a relationship to or with) 等の意味である。

30

【0010】

「コントローラ (controller)」という用語は、少なくとも 1 つの操作を制御する任意のデバイス、システム、又はその一部を意味する。

40

そのようなコントローラは、ハードウェア、又はハードウェアとソフトウェア及び / 又はファームウェアの組み合わせで実装され得る。

特定のコントローラに関連付けられている機能は、ローカルでもリモートでも、集中化又は分散化できる。

「少なくとも 1 つ (at least one of)」という句は、アイテムのリストと共に使用される場合、リストされたアイテムのうち 1 つ以上の異なる組み合わせが使用され得、そのリスト内の 1 つのアイテムのみが必要とされ得ることを意味する。

例えば、「A、B、及び C の内の少なくとも 1 つ」には、A、B、C、A 及び B、A 及び C、B 及び C、並びに、A 及び B 及び C の組み合わせのいずれかが含まれる。

【0011】

50

さらに、以下に説明する様々な機能は、1つ又はそれ以上のコンピュータプログラムによって実装又はサポートすることができ、それらのそれぞれは、コンピュータ読み取り可能なプログラムコードから形成され、コンピュータ読み取り可能な媒体に具体化される。

「アプリケーション」及び「プログラム」という用語は、1つ又はそれ以上のコンピュータプログラム、ソフトウェアコンポーネント、一連の命令、手順、関数、オブジェクト、クラス、インスタンス、関連データ、又は適切なコンピュータ読み取り可能なプログラムコードでの実装に適合なその一部を指す。

「コンピュータ読み取り可能なプログラムコード」という句には、ソースコード、オブジェクトコード、及び実行可能コードなど、あらゆるタイプのコンピュータコードが含まれる。

10

【0012】

「コンピュータ読み取り可能な媒体」という表現には、読み取り専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、ハードディスクドライブ、コンパクトディスク（CD）、デジタルビデオディスク（DVD）、又はその他のタイプのメモリなど、コンピュータによってアクセス可能なすべての種類の媒体が含まれる。

「非一時的な（non-transitory）」コンピュータ読み取り可能な媒体は、一時的な電気信号又は他の信号を伝送する有線、無線、光、又は他の通信リンクを排除する。

非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体には、データを永続的に記憶できる媒体、及び書き換え可能な光ディスク又は消去可能なメモリデバイスなどのデータを記憶して、後で上書きできる媒体が含まれる。

20

【0013】

他の特定の単語や句の定義は、この明細書全体にわたって提供される。

当業者は、ほとんどの場合ではなく、多くの場合、そのような定義が、そのように定義された単語及び句の以前及び将来の使用に適用されることを理解する必要がある。

本発明及びその利点をより完全に理解するために、添付の図面と併せて以下の説明を参照する。

ここで、同様の参照番号は、同様の部品を表す。

【0014】

以下で論じる図1～図15、及びこの明細書において本発明の原則を説明するために使用される様々な実施形態は、例示のみを目的としており、本発明の範囲を限定するように解釈されるべきではない。

30

当業者は、本発明の原則が、適切に配置された任意のシステム又はデバイスに実装され得ることを理解するであろう。

【0015】

以下の文書及び規格の説明は、本明細書に完全に記載されているかのように、参照により本発明に組み込まれる。

3GPP TS 36.211 v16.1.0, "E-UTRA, Physical channels and modulation;" 3GPP TS 36.212 v16.1.0, "E-UTRA, Multiplexing and Channel coding;" 3GPP TS 36.213 v16.1.0, "E-UTRA, Physical Layer Procedures;" 3GPP TS 36.321 v16.1.0, "E-UTRA, Medium Access Control (MAC) protocol specification;" 3GPP TS 36.331 v16.1.0, "E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) protocol specification;" 3GPP TR 22.891 v14.2.0; 3GPP TS 38.211 v16.1.0, "E-UTRA, NR, Physical channels and modulation;" 3GPP TS 38.213 v16.1.0, "E-UTRA, NR, Physical Layer Procedures for control;" 3GPP TS 38.214 v16.1.0, "E-U

40

50

TRA, NR, Physical layer procedures for data ;" and 3GPP TS 38.212 v16.1.0, "E-UTRA, NR, Multiplexing and channel coding."

【0016】

本発明の態様、特徴、及び利点は、本発明を実行するために企図される最良のモードを含む、いくつかの特定の実施形態及び実装を単に説明することによって、以下の詳細な説明から容易に明らかになる。

本発明はまた、他の異なる実施形態が可能であり、そのいくつかの詳細は、すべて本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、様々な明白な点で修正することができる。

したがって、図面及び説明は、本質的に例示的なものであり、限定的なものではないと見なされるべきである。

本発明は、添付の図面の図によって限定されるものではなく、例として説明される。

【0017】

以下では、簡単にするために、FDDとTDDの両方を、DLとULの両方のシグナリングの二重方式と見なす。

以下の例示的な説明及び実施形態は、直交周波数分割多重方式(orthogonal frequency division multiplexing: OFDM)又は直交周波数分割多重接続(orthogonal frequency division multiple access: OFDMA)を想定しているが、本発明は、他のOFDMベースの伝送波形、又はフィルタリングされたOFDM(filtered OFDM: F-OFDM)などの複数のアクセス方式に拡張することができる。

【0018】

4G通信システムの導入以降に増加している無線データトラフィックの需要を満たすために、改善された5G又は5G以前(pre-5G)の通信システムの開発に取り組んできた。

したがって、5G又は5G以前の通信システムは、「4Gを超えたネットワーク(beyond 4G network)」又は「LTE以降のシステム(post-LTE system)」とも呼ばれる。

5G通信システムは、より高いデータレートを達成するために、より高い周波数(mm Wave)帯域、例えば、60GHz帯域で、又は6GHz未満などのより低い周波数帯域で実装され、堅牢なカバレッジ及びモビリティサポートを実現すると見なされる。

【0019】

電波の伝搬損失を減らし、伝送カバレッジを拡大するために、ビームフォーミング、大規模多入力多出力(MIMO)、全次元MIMO(FD-MIMO)、アレイアンテナ(array antenna)、アナログビームフォーミング(analog beam forming)、大規模アンテナ技術などは、5G通信システムで議論されている。

また、5G通信システムでは、高度なスモールセル(advanced small cell)、クラウド無線アクセスネットワーク(cloud Radio Access Network: cloud RAN)、超高密度ネットワーク、デバイス間(D2D)通信、無線バックホール(wireless backhaul)通信、移動ネットワーク(moving network)、協調通信(cooperative communication)、協調マルチポイント(coordinated multi-points: CoMP)送受信、干渉軽減及び除去などに基づいて、システムネットワーク改善のための開発が進んでいる。

【0020】

5Gシステムでは、適応変調及び符号化(adaptive modulation and coding: AMC)技術としてのハイブリッド周波数シフトキーイング及び直交振幅変調(hybrid frequency shift keying and quadrature amplitude modulation: FQAM)とスライディングウィンドウ重ね合わせ符号化(sliding window superposi

10

20

30

40

50

tion coding: SWSC)、フィルタバンクマルチキャリア(FBMC)、非直交多元アクセス(NOMA)、及び高度なアクセス技術としてのスパースコード多重アクセス(sparse code multiple access: SCMA)が開発されている。

【0021】

以下の図1~図4Bは、無線通信システムにおいて、直交周波数分割多重化(OFDM)又は直交周波数分割多元接続(OFDMA)通信技術を使用して実装された様々な実施形態を示す。

図1~図3の説明は、様々な実施形態を実装できる方法の物理的又はアーキテクチャ上の制限を意味するものではない。

本発明の異なる実施形態は、任意の適切に配置された通信システムで実施され得る。

本発明は、互いに連結して又は組み合わせて使用することができる、又はスタンドアロン方式として動作することができるいくつかのコンポーネントをカバーする。

【0022】

図1は、本発明の実施形態による例示的な無線ネットワークを示す図である。

図1に示される無線ネットワークの実施形態は、例示のみを目的としている。無線ネットワーク100の他の実施形態は、本発明の範囲から逸脱することなく使用することができる。

図1に示すように、無線ネットワークは、gNB101、gNB102、及びgNB103を含む。

gNB101は、gNB102及びgNB103と通信する。

【0023】

gNB101は、また、インターネット、独自のインターネットプロトコル(IP)ネットワーク、又は他のデータネットワークなどの少なくとも1つのネットワーク130と通信する。

gNB102は、gNB102のカバレッジエリア120内の第1の複数のユーザ機器(UE)のためのネットワーク130への無線ブロードバンドアクセスを提供する。

第1の複数のUEは、中小企業に配置され得るUE111、企業(E)内に配置され得るUE112、Wi-Fiホットスポット(HS)に位置できるUE113、第1のレジデンス(R)に配置できるUE114、第2のレジデンス(R)に配置できるUE115、及び携帯電話、無線ラップトップ、無線PDAなどのモバイルデバイス(M)であり得るUE116を含む。

【0024】

gNB103は、gNB103のカバレッジエリア125内の第2の複数のUEのために、ネットワーク130への無線ブロードバンドアクセスを提供する。

第2の複数のUEは、UE115及びUE116を含む。

一実施形態では、1つ又はそれ以上のgNB(101~103)は、5G、LTE、LTE-A、WiMAX、Wi-Fi、又は他の無線通信技術を使用して、互いに通信し、UE(111~116)と通信する。

ネットワークタイプに応じて、「基地局」又は「BS」という用語は、送信ポイント(transmit point: TP)、送受信ポイント(transmit-receive point: TRP)、拡張基地局(eNodeB又はeNB)、5G基地局(gNB)、マクロセル、フェムトセル、Wi-Fiアクセスポイント(AP)、又は他のワイヤレスイーサネットデバイスなどのようなネットワークへのワイヤレスアクセスを提供するように構成された任意のコンポーネント(又はコンポーネントのコレクション)を指す場合がある。

【0025】

基地局は、1つ又はそれ以上の無線通信プロトコル、例えば、5G 3GPP新規無線インタフェース/アクセス(NR)、ロングタームエボリューション(LTE)、LTE advanced(LTE-A)、高速パケットアクセス(HSPA)、Wi-Fi 802

10

20

30

40

50

． 1 1 a / b / g / n / a c などに従って無線アクセスを提供する。

便宜上、この明細書では、「BS」又は「TRP」という用語を交換可能に使用して、リモート端末への無線アクセスを提供するネットワークインフラストラクチャコンポーネントを指す。

また、ネットワークの種類に応じて、「ユーザ機器 (user equipment)」又は「UE」という用語は、「移動局 (mobile station)」、「加入者局 (subscriber station)」、「リモート端末 (remote terminal)」、「無線端末 (wireless terminal)」、「受信ポイント」、又は「ユーザデバイス」などの任意のコンポーネントを指す場合がある。

便宜上、この明細書では、「ユーザ機器」及び「UE」という用語は、UEがモバイルデバイス (携帯電話又はスマートフォンなど) であるか、又は通常、固定デバイス (例えば、デスクトップコンピュータや自動販売機など) と見なされるかどうかに関係なく、BSに無線でアクセスするリモート無線機器を指すために使用される。

【0026】

図中の点線は、カバレッジエリア (120、125) のおおよその範囲を示し、これらは、例示及び説明のみを目的として、略円形として示している。

カバレッジエリア (120、125) などのgNBに関連付けられているカバレッジエリアは、gNBの構成及び自然的な及び人工的な障害に関連する無線環境の変化に応じて、不規則な形状を含む他の形状を有する可能性があることを、明確に理解されたい。

以下でより詳細に説明するように、1つ又はそれ以上のUE (111~116) は、無線通信システムにおいてCSIフィードバックのためのコードブックパラメータを受信するための回路、プログラミング、又はそれらの組み合わせを含む。

特定の実施形態では、1つ又はそれ以上のgNB (101~103) は、無線通信システムにおいてCSIフィードバックのためのコードブックパラメータを送信するための回路、プログラミング、又はそれらの組み合わせを含む。

【0027】

図1は、無線ネットワークの一例を示しているが、図1には、様々な変更を加えることができる。

例えば、無線ネットワークは、任意の数のgNBと、任意の数のUEとを、適切な配置で含み得る。

また、gNB101は、任意の数のUEと直接通信し、それらのUEにネットワーク130への無線ブロードバンドアクセスを提供することができる。

同様に、各gNB (102~103) は、ネットワーク130と直接通信し、UEにネットワーク130への直接的な無線ブロードバンドアクセスを提供することができる。

さらに、gNB (101、102、及び/又は103) は、外部電話ネットワーク又は他の種類のデータネットワークなどの他の又は追加の外部ネットワークへのアクセスを提供することができる。

【0028】

図2は、本発明の実施形態による例示的なgNB102の概略構成を示すブロック図である。

図2に示すgNB102の実施形態は、例示のみを目的としており、図1のgNB101及びgNB103は、同一又は類似の構成を有することができる。

しかしながら、gNBには、様々な構成があり、図2は、この開示の範囲をgNBの特定の実装に限定するものではない。

図2に示すように、gNB102は、複数のアンテナ (205a~205n) と、複数のRFトランシーバ (210a~210n) と、送信 (TX) プロセッシング回路215と、受信 (RX) プロセッシング回路220とを含む。

gNB102は、また、コントローラ/プロセッサ225と、メモリ230と、バックホール又はネットワークインタフェース235とを含む。

【0029】

10

20

30

40

50

R Fトランシーバ(2 1 0 a ~ 2 1 0 n) は、アンテナ(2 0 5 a ~ 2 0 5 n) から、ネットワーク1 0 0 内のU E によって送信された信号などの入力R F 信号を受信する。

R Fトランシーバ(2 1 0 a ~ 2 1 0 n) は、入力されるR F 信号をダウンコンバートして、I F 又はベースバンド信号を生成する。

I F 又はベースバンド信号は、R X プロセッシング回路2 2 0 に送信され、R X プロセッシング回路2 2 0 は、ベースバンド又はI F 信号を、フィルタリング、復号、及び/又はデジタル化することによって、処理されたベースバンド信号を生成する。

R X プロセッシング回路2 2 0 は、処理されたベースバンド信号を、さらなる処理のために、コントローラ/プロセッサ2 2 5 に送信する。

【0 0 3 0】

T X プロセッシング回路2 1 5 は、コントローラ/プロセッサ2 2 5 から、アナログ又はデジタルデータ(音声データ、ウェブデータ、電子メール、又はインタラクティブビデオゲームデータなど)を受信する。

T X プロセッシング回路2 1 5 は、出力されるベースバンドデータを符号化、多重化及び/又はデジタル化して、処理されたベースバンド又はI F 信号を生成する。

R Fトランシーバ(2 1 0 a ~ 2 1 0 n) は、T X プロセッシング回路2 1 5 から出力処理されたベースバンド又はI F 信号を受信し、ベースバンド又はI F 信号を、アンテナ(2 0 5 a ~ 2 0 5 n) を介して送信されるR F 信号にアップコンバートする。

【0 0 3 1】

コントローラ/プロセッサ2 2 5 は、g N B 1 0 2 の全体的な動作を制御する1 つ又はそれ以上のプロセッサ又は他の処理装置を含む。

例えば、コントローラ/プロセッサ2 2 5 は、周知の原理に従って、R F トランシーバ(2 1 0 a ~ 2 1 0 n)、R X プロセッシング回路2 2 0、及びT X プロセッシング回路2 1 5 による順方向チャネル信号の受信及び逆方向チャネル信号の送信を制御する。

コントローラ/プロセッサ2 2 5 は、より高度な無線通信機能などの追加の機能もサポートすることができる。

例えば、コントローラ/プロセッサ2 2 5 は、複数のアンテナ(2 0 5 a ~ 2 0 5 n) からの出力信号が、異なる重みを付けられて、出力信号を所望の方向に効果的に誘導するビームフォーミング又は指向性ルーティング動作をサポートすることができる。

多種多様な他の機能のいずれかが、コントローラ/プロセッサ2 2 5 によってg N B 1 0 2 でサポートされ得る。

【0 0 3 2】

コントローラ/プロセッサ2 2 5 は、また、O S などのメモリ2 3 0 に常駐するプログラム及び他のプロセスを実行することができる。

コントローラ/プロセッサ2 2 5 は、実行中のプロセスによって必要とされるように、メモリ2 3 0 にデータを出し入れすることができる。

コントローラ/プロセッサ2 2 5 は、また、バックホール又はネットワークインタフェース2 3 5 に接続されている。

バックホール又はネットワークインタフェース2 3 5 は、g N B 1 0 2 がバックホール接続又はネットワークを介して、他のデバイス又はシステムと通信することを可能にする。

【0 0 3 3】

ネットワークインタフェース2 3 5 は、任意の適切な有線又は無線接続を介した通信をサポートする。

例えば、g N B 1 0 2 が、セルラー通信システム(5 G、L T E、又はL T E - A をサポートするものなど)の一部として実装される場合、ネットワークインタフェース2 3 5 は、g N B 1 0 2 が、有線又は無線バックホール接続を介して、他のg N B との通信を可能にする。

g N B 1 0 2 が、アクセスポイントとして実施される場合、ネットワークインタフェース2 3 5 は、g N B 1 0 2 が有線又は無線のローカルエリアネットワークを介して、又は大きなネットワーク(インターネットなど)への有線又は無線接続を介して、通信するこ

10

20

30

40

50

とを可能にする。

ネットワークインタフェース 235 は、イーサネット（登録商標）又は RF トランシーバなどの有線又は無線接続を介した通信をサポートする任意の適切な構造を含む。

【0034】

メモリ 230 は、コントローラ/プロセッサ 225 に接続されている。

メモリ 230 の一部は、RAM を含むことができ、メモリ 230 の別の部分は、フラッシュメモリ又は他の ROM を含むことができる。

【0035】

図 2 は、gNB 102 の一例を示しているが、図 2 に様々な変更を加えることができる。

例えば、gNB 102 は、図 2 に示した任意の数の各コンポーネントを含むことができる。

10

特定の例として、アクセスポイントは、いくつかのネットワークインタフェース 235 を含むことができ、コントローラ/プロセッサ 225 は、異なるネットワークアドレス間で、データをルーティングするためのルーティング機能をサポートすることができる。

別の特定の例として、TX プロセッシング回路 215 の単一のインスタンス及び RX プロセッシング回路 220 の単一のインスタンスを含むものとして示しているが、gNB 102 は、それぞれの複数のインスタンス（例えば、RF トランシーバごとに 1 つ）を含むことができる。

また、図 2 の様々なコンポーネントを組み合わせたり、さらに細かく分割したり、省略したりして、特定のニーズに応じて、コンポーネントを追加することができる。

20

【0036】

図 3 は、本発明の実施形態による例示的な UE 116 の概略構成を示すブロック図である。

図 3 に示す UE 116 の実施形態は、例示のみを目的としており、図 1 の UE (111 ~ 115) は、同一又は類似の構成を有することができる。

しかしながら、UE は、様々な構成があり、図 3 は、この開示の範囲を UE の特定の実装に限定するものではない。

【0037】

RF トランシーバ 310 は、アンテナ 305 から、ネットワーク 100 の gNB によって送信された入力 RF 信号を受信する。

30

RF トランシーバ 310 は、入力 RF 信号をダウンコンバートして、中間周波数 (IF) 又はベースバンド信号を生成する。

IF 又はベースバンド信号は、RX プロセッシング回路 325 に送信され、RX プロセッシング回路 325 は、ベースバンド又は IF 信号を、フィルタリング、復号、及び/又はデジタル化することによって、処理されたベースバンド信号を生成する。

RX プロセッシング回路 325 は、処理されたベースバンド信号を、スピーカ 330 (音声データ用のような) 又はプロセッサ 340 (ウェブブラウジングデータ用のような) に送信して、さらなる処理を行う。

【0038】

TX プロセッシング回路 315 は、マイクロフォン 320 からのアナログ又はデジタル音声データ、又はプロセッサ 340 からの他の出力ベースバンドデータ (ウェブデータ、電子メール、又はインタラクティブビデオゲームデータなど) を受信する。

40

TX プロセッシング回路 315 は、出力ベースバンドデータを符号化、多重化、及び/又はデジタル化して、処理されたベースバンド又は IF 信号を生成する。

RF トランシーバ 310 は、TX プロセッシング回路 315 から出力処理されたベースバンド又は IF 信号を受信し、ベースバンド又は IF 信号を、アンテナ 305 を介して送信される RF 信号にアップコンバートする。

【0039】

プロセッサ 340 は、1 つ又はそれ以上のプロセッサ又は他の処理装置を含み得、UE 116 の全体的な動作を制御するために、メモリ 360 に格納されている OS 361 を実

50

行する。

例えば、プロセッサ 340 は、周知の原理に従って、RF トランシーバ 310、RX プロセッシング回路 325、及び TX プロセッシング回路 315 による順方向チャネル信号の受信及び逆方向チャネル信号の送信を制御する。

一実施形態では、プロセッサ 340 は、少なくとも 1 つのマイクロプロセッサ又はマイクロコントローラを含む。

【0040】

プロセッサ 340 は、また、アップリンクチャネル上の CSI フィードバックのためのプロセスのような、メモリ 360 に常駐する他のプロセス及びプログラムを実行することができる。

プロセッサ 340 は、実行中のプロセスによって必要とされるように、メモリ 360 にデータを出し入れすることができる。

一実施形態では、プロセッサ 340 は、OS 361 に基づいて、又は gNB 又はオペレータから受信された信号に応答して、アプリケーション 362 を実行するように構成される。

プロセッサ 340 は、また、I/O インタフェース 345 に接続され、これは、UE 116 にラップトップコンピュータ及びハンドヘルドコンピュータなどの他のデバイスに接続する能力を提供する。

I/O インタフェース 345 は、これらのアクセサリとプロセッサ 340 との間の通信経路である。

【0041】

プロセッサ 340 は、また、タッチスクリーン 350 及びディスプレイ 355 に接続されている。

UE 116 のオペレータは、タッチスクリーン 350 を使用して、UE 116 にデータを入力することができる。

ディスプレイ 355 は、液晶ディスプレイ、発光ダイオードディスプレイ、又はテキスト及び/又はウェブサイトからの少なくとも限定されたグラフィックを、レンダリングすることができる他のディスプレイであり得る。

【0042】

メモリ 360 は、プロセッサ 340 に接続されている。

メモリ 360 の一部は、ランダムアクセスメモリ (RAM) を含み得、メモリ 360 の別の部分は、フラッシュメモリ又は他の読み取り専用メモリ (ROM) を含み得る。

【0043】

図 3 は、UE 116 の一例を示しているが、図 3 に様々な変更を加えることができる。

例えば、図 3 の様々なコンポーネントを組み合わせたか、さらに細かく分割したり、省略したりして、特定のニーズに応じて、コンポーネントを追加することができる。

特定の例として、プロセッサ 340 は、1 つ又はそれ以上の中央処理装置 (CPU) 及び 1 つ又はそれ以上のグラフィック処理装置 (GPU) などの複数のプロセッサに分割することができる。

また、図 3 は、携帯電話又はスマートフォンとして構成された UE 116 を示しているが、UE は、他の種類のモバイル又は固定デバイスとして動作するように構成できる。

【0044】

図 4A は、送信経路回路の上位レベルを示す図である。

例えば、送信経路回路は、直交周波数分割多元接続 (OFDMA) 通信に使用する。

図 4B は、受信経路回路の上位レベルを示す図である。

例えば、受信経路回路は、直交周波数分割多元接続 (OFDMA) 通信に使用する。

図 4A 及び図 4B では、ダウンリンク通信の場合、送信経路回路は、基地局 (gNB) 102 又は中継局 (relay station) に実装され得、受信経路回路は、ユーザ機器 (例えば、図 1 のユーザ機器 116) に実装され得る。

他の例では、アップリンク通信の場合、受信経路回路 450 は、基地局 (例えば、図 1

10

20

30

40

50

のgNB102)又は中継局に実装され得、送信経路回路は、ユーザ機器(例えば、図1のユーザ機器116)に実装され得る。

【0045】

送信経路回路は、チャンネル符号化及び変調ブロック405と、直列対並列(serial-to-parallel:S-to-P)ブロック410と、サイズNの逆高速フーリエ変換(Inverse Fast Fourier Transform:IFFT)ブロック415と、並列対直列(parallel-to-serial:P-to-S)ブロック420と、サイクリックプレフィックス(cyclic prefix)ブロック追加425と、アップコンバータ(UC)430とを含む。

受信経路回路450は、ダウンコンバータ(DC)455と、サイクリックプレフィックスブロック除去460と、直列対並列(S-to-P)ブロック465と、サイズNの高速フーリエ変換(FFT)ブロック470と、並列対直列(P-to-S)ブロック475と、チャンネル復号化及び復調ブロック480とを含む。

【0046】

図4Aの符号400及び図4Bの符号450の中のコンポーネントの内の少なくとも一部は、ソフトウェアで実装することができ、その反面、他のコンポーネントは、構成可能なハードウェア又はソフトウェアと構成可能なハードウェアの組み合わせで実装することができる。

特に、本発明の明細書に記載されているFFTブロック及びIFFTブロックは、構成可能なソフトウェアアルゴリズムとして実装され得、サイズNの値は、実装に従って変更され得ることに留意されたい。

【0047】

さらに、本発明は、高速フーリエ変換及び逆高速フーリエ変換を実施する実施形態を対象としているが、これは、単なる例示であり、本発明の範囲を限定するものと解釈されてはならない。

本発明の代替の実施形態では、高速フーリエ変換関数及び逆高速フーリエ変換関数は、それぞれ、離散フーリエ変換(discrete Fourier transform:DFT)関数及び逆離散フーリエ変換(inverse discrete Fourier transform:IDFT)関数によって容易に置き換えられ得ることが理解できる。

DFT及びIDFT関数の場合、N変数の値は、任意の整数(つまり、1、4、3、4など)である可能性があるが、FFT及びIFFT関数の場合、N変数の値は、2の累乗である任意の整数(即ち、1、2、4、8、16など)にすることができる。

【0048】

送信経路回路400において、チャンネル符号化及び変調ブロック405は、情報ビットのセットを受信し、符号化(例えば、LDPC符号化)を適用し、入力ビットを変調(例えば、直交位相シフトキーイング(quadrature phase shift keying:QPSK)又は直交振幅変調(quadrature amplitude modulation:QAM))周波数領域変調シンボルのシーケンスを生成する。

直列対並列ブロック410は、直列変調シンボルを、並列データに変換(すなわち、逆多重化(de-multiplex))して、N個の並列シンボルストリームを生成する。ここで、Nは、BS102及びUE116で使用されるIFFT/FFTサイズである。

【0049】

次に、サイズNのIFFTブロック415は、N個の並列シンボルストリームに対して、IFFT動作を実行して、時間領域出力信号を生成する。

並列対直列ブロック420は、サイズNのIFFTブロック415からの並列時間領域出力シンボルを変換(すなわち、多重化)して、直列時間領域信号を生成する。

次に、サイクリックプレフィックスブロック追加425をして、サイクリックプレフィックスを、時間領域信号に挿入する。

最後に、アップコンバータ430は、無線チャンネルを介して送信するために、サイクリ

10

20

30

40

50

ックプレフィックスブロック追加 4 2 5 の出力を、RF 周波数に変調する（すなわち、アップコンバートする）。

信号は、RF 周波数に変換する前に、ベースバンドでフィルタリングすることもできる。

【0050】

送信された RF 信号は、無線チャネルを通過した後に、UE 1 1 6 に到着し、gNB 1 0 2 での動作とは逆の動作が実行される。

ダウンコンバータ 4 5 5 は、受信信号をベースバンド周波数にダウンコンバートし、サイクリックプレフィックスブロック除去 4 6 0 を実行し、サイクリックプレフィックスを除去して、直列時間領域ベースバンド信号を生成する。

直列対並列ブロック 4 6 5 は、時間領域ベースバンド信号を、並列時間領域信号に変換する。

10

次に、サイズ N の FFT ブロック 4 7 0 は、FFT アルゴリズムを実行して、N 個の並列周波数領域信号を生成する。

並列対直列ブロック 4 7 5 は、並列周波数領域信号を、一連の変調されたデータシンボルに変換する。

チャネル復号化及び復調ブロック 4 8 0 は、変調されたシンボルを復調してから復号化して、元の入力データストリームを回復する。

【0051】

gNB (1 0 1 ~ 1 0 3) のそれぞれは、ダウンリンクでユーザ機器 (1 1 1 ~ 1 1 6) に送信するのに類似する送信経路を実装することができ、アップリンクで、ユーザ機器 (1 1 1 ~ 1 1 6) から受信するのに類似する受信経路を実装することができる。

20

同様に、ユーザ機器 (1 1 1 ~ 1 1 6) のそれぞれは、gNB (1 0 1 ~ 1 0 3) にアップリンクで送信するためのアーキテクチャに対応する送信経路を実装でき、gNB (1 0 1 ~ 1 0 3) からダウンリンクで受信するためのアーキテクチャに対応する受信経路を実装できる。

【0052】

5 G 通信システムの使用事例が特定され、説明されている。

これらの使用事例は、大きく 3 つのグループに分類できる。

一例では、拡張モバイルブロードバンド (enhanced mobile broadband : eMBB) は、高いビット / 秒の要件に対応し、遅延と信頼性の要件は、それほど厳しくないことが決定されている。

30

別の例では、超高信頼かつ低遅延 (URLL) が、より厳密ではないビット / 秒の要件で決定される。

さらに別の例では、大規模なマシンタイプの通信 (massive machine type communication : mMTC) は、デバイスの数が、 km^2 当たり 1 0 0 , 0 0 0 ~ 1 0 0 万になる可能性がある判断されるが、信頼性 / スループット / 遅延の要件は、それほど厳しくない可能性がある。

このシナリオには、バッテリー消費を可能な限り最小限に抑えることができるという点から、電力効率の要件も含まれる場合がある。

【0053】

40

通信システムには、基地局 (以下、BS) 又はノード B (以下、Node B) などの送信ポイントからユーザ機器 (以下、UE) に信号を伝送するダウンリンク (以下、DL) 、及び UE からノード B などの受信ポイントに信号を伝送するアップリンク (以下、UL) が含まれる。

UE は、一般に、端末又は移動局とも呼ばれ、固定又は移動可能であり得、携帯電話、パーソナルコンピュータ装置又は自動化されたデバイスであり得る。

一般に、固定局である eNode B は、アクセスポイント (access point) 又は他の同等の用語と呼ばれることもある。

LTE システムの場合、Node B は、eNode B と呼ばれることがよくある。

【0054】

50

L T Eシステムなどの通信システムでは、D L信号は、情報内容を伝送するデータ信号、D L制御情報(D C I)を伝送する制御信号、及びパイロット信号としても知られる参照信号(R S)を含むことができる。

e N o d e Bは、物理D L共有チャネル(p h y s i c a l D L s h a r e d c h a n n e l : P D S C H)を介して、データ情報を送信する。

e N o d e Bは、物理D L制御チャネル(P D C C H)又は拡張P D C C H(E n h a n c e d P D C C H : E P D C C H)を介して、D C Iを送信する。

e N o d e Bは、物理ハイブリッドA R Qインジケータチャネル(p h y s i c a l h y b r i d A R Q i n d i c a t o r c h a n n e l : P H I C H)でU Eからのデータトランスポートブロック(t r a n s p o r t b l o c k : T B)送信に
10 応答して、確認応答(a c k n o w l e d g e m e n t)情報を送信する。

【0055】

e N o d e Bは、U E共通R S(C R S)、チャネル状態情報R S(C S I - R S)、又は復調R S(D M R S)を含む複数のタイプのR Sの内の1つ又はそれ以上を送信する。

C R Sは、D Lシステム帯域幅(B W)を介して送信され、U Eが、チャネル推定値を取得して、データ又は制御情報を復調したり、又は測定を実行したりするために使用できる。

C R Sオーバーヘッドを減らすために、e N o d e Bは、C R Sよりも時間及び/又は周波数領域の密度が小さいC S I - R Sを送信する場合がある。

D M R Sは、それぞれのP D S C H又はE P D C C HのB Wでのみ送信することができ
20 、U Eは、D M R Sを使用して、それぞれ、P D S C H又はE P D C C H内のデータ又は制御情報を復調する。

D Lチャネルの送信時区間は、サブフレームと呼ばれ、例えば、1ミリ秒の期間を有する。

【0056】

D L信号には、システム制御情報を伝送する論理チャネルの送信も含まれる。

B C C Hは、D L信号が、マスター情報ブロック(M I B)を伝送する場合は、ブロードキャストチャネル(b r o a d c a s t c h a n n e l : B C H)と呼ばれるトランスポートチャネルに、又はD L信号が、システム情報ブロック(S y s t e m I n f o r m a t i o n B l o c k : S I B)を伝送する場合は、D L共有チャネル(D L s h a r e d c h a n n e l : D L - S C H)にマッピングされる。
30

ほとんどのシステム情報は、D L - S C Hを使用して送信される様々なS I Bに含まれている。

サブフレーム内のD L - S C Hにシステム情報が存在することは、システム情報R N T I(s y s t e m i n f o r m a t i o n R N T I : S I - R N T I)でスクランブルされた巡回冗長検査(c y c l i c r e d u n d a n c y c h e c k : C R C)を使用して、コードワードを伝送する対応のP D C C Hの送信によって示される。

代案的に、S I B送信のスケジューリング情報を、以前のS I Bで提供し、第1のS I B(S I B - 1)のスケジューリング情報を、M I Bで提供することもできる。

【0057】

D Lリソースの割り当ては、サブフレームの単位及び物理リソースブロック(P R B)のグループで実行される。

送信B Wには、リソースブロック(R B)と呼ばれる周波数リソースユニットが含まれる。

各R Bには、

$$N_{sc}^{RB}$$

個のサブキャリア、又は12個のリソース要素(R E)などのR Eが含まれる。

【0058】

10

20

30

40

50

1つのサブフレーム上の1つのRBのユニットは、PRBと呼ばれる。
UEには、PDSCH送信BWの合計

$$M_{sc}^{PDSCH} = M_{PDSCH} \cdot N_{sc}^{RB}$$

個のREに対して M_{PDSCH} 個のRBが割り当てられ得る。

【0059】

UL信号は、データ情報を伝達するデータ信号、UL制御情報(UL control information:UCI)を伝達する制御信号、及び「ULRS」を含むことができる。

「ULRS」には、DMRSとサウンディングRS(Sounding RS:SRS)とが含まれる。

UEは、それぞれのPUSCH又はPUCCHのBWでのみDMRSを送信する。

eNodeBは、DMRSを使用して、データ信号又はUCI信号を復調する。

UEは、SRSを送信して、ULCSIをeNodeBに提供する。

UEは、それぞれの物理UL共有チャネル(PUSCH)又は物理UL制御チャネル(PUCCH)を介して、データ情報又はUCIを送信する。

UEが、同じULサブフレームでデータ情報及びUCIを送信する必要がある場合、UEは、PUSCHで両方を多重化する。

【0060】

UCIには、PDSCH内のデータTBの正しい(ACK)又は誤った(NACK)検出、又はPDCCH検出(DTX)がないことを示す、ハイブリッド自動再送要求確認応答(Hybrid Automatic Repeat request acknowledgement:HARQ-ACK)情報、UEがUEのバッファにデータを有しているかどうかを示すスケジューリング要求(scheduling request:SR)、ランクインジケータ(rank indicator:RI)、及びeNodeBが、UEへのPDSCH送信のリンク適応を実行できるようにするチャネル状態情報(CSI)が含まれている。

HARQ-ACK情報は、半永続的にスケジュールされたPDSCHの解除を示すPDCCH/EPDCCHの検出にตอบสนองして、UEによって送信される。

【0061】

ULサブフレームには、2つのスロットが含まれる。

各スロットには、データ情報、UCI、DMRS、又はSRSを送信するための

$$N_{\text{symb}}^{\text{UL}}$$

個のシンボルが含まれている。

ULシステムBWの周波数リソースユニットは、RBである。

UEには、送信BWの合計

$$N_{RB} \cdot N_{sc}^{RB}$$

個のREに対して N_{RB} 個のRBが割り当てられる。

PUCCHの場合、 $N_{RB} = 1$ である。

最後のサブフレームシンボルは、1つ又はそれ以上のUEからのSRS送信を多重化するために使用され得る。

データ/UCI/DMRS送信に使用できるサブフレームシンボルの数は、

$$N_{\text{symb}} = 2 \cdot (N_{\text{symb}}^{\text{UL}} - 1) - N_{\text{SRS}}$$

10

20

30

40

50

であり、ここで、最後のサブフレームシンボルが、SRSの送信に使用される場合、 $N_{SRS} = 1$ であり、そうでない場合には、 $N_{SRS} = 0$ である。

【0062】

図5は、本発明の実施形態によるサブフレーム内のPDSCHの送信機ブロック500を説明するためのブロック図である。

図5に示す送信機ブロック500の実施形態は、例示のみを目的としている。

図5に示す1つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行するように構成された特殊な回路に実装することができ、又は1つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行する命令を実行する1つ又はそれ以上のプロセッサによって実装することができる。

10

図5は、本発明の範囲を、送信機ブロック500の特定の実装に限定するものではない。

【0063】

図5に示すように、情報ビット510は、ターボエンコーダなどのエンコーダ520によって符号化され、例えば、直交位相シフトキーイング(QPSK)変調を使用して、変調器530によって変調される。

直列/並列(S/P)変換器540は、M変調シンボルを生成し、これは、その後、割り当てられたPDSCH送信BWのために、送信BW選択ユニット555によって選択されたREにマッピングされるマップ550に提供され、ユニット560は、逆高速フーリエ変換(FFT)を適用する。

次に、その出力は、並列/直列(P/S)変換器570によって直列化されて、時間領域信号を生成し、フィルタリングは、フィルタ580によって適用され、信号は送信される(590)。

20

データスクランプリング、サイクリックプレフィックス挿入、タイムウィンドウ処理(time windowing)、インタリーピング、及び他の機能などの追加機能は、当技術分野でよく知られており、簡潔にするために示していない。

【0064】

図6は、本発明の実施形態によるサブフレーム内のPDSCHの受信機ブロック600を説明するためのブロック図である。

図6に示す受信機ブロック600の実施形態は、例示のみを目的としている。

図6に示す1つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行するように構成された特殊な回路に実装することができ、又は1つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行する命令を実行する1つ又はそれ以上のプロセッサによって実装することができる。

30

図6は、本発明の範囲を、受信機ブロック600の特定の実装に限定するものではない。

【0065】

図6に示すように、受信信号610は、フィルタ620によってフィルタリングされ、割り当てられた受信BWのRE630は、BWセクタ635によって選択され、ユニット640は、高速フーリエ変換(FFT)を適用し、出力は、並列対直列変換器650によって直列化される。

続いて、復調器660は、DMRS又はCRS(図示せず)から得られたチャネル推定値を適用することによって、データシンボルをコヒーレントに復調し、ターボデコーダなどのデコーダ670は、復調されたデータを復号して、情報データビット680の推定値を提供する。

40

簡潔にするために、タイムウィンドウ処理、サイクリックプレフィックスの除去、スクランプリング解除、チャネル推定、及びインタリープ解除などの追加機能は、示していない。

【0066】

図7は、本発明の実施形態によるサブフレーム内のPUSCHの送信機ブロック700を説明するためのブロック図である。

図7に示す送信機ブロック700の実施形態は、例示のみを目的としている。

50

図5に示す1つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行するように構成された特殊な回路に実装することができ、又は1つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行する命令を実行する1つ又はそれ以上のプロセッサによって実装することができる。

図7は、本発明の範囲を送信機ブロック700の特定の実装に限定するものではない。

【0067】

図7に示すように、情報データビット710は、ターボエンコーダなどのエンコーダ720によって符号化され、変調器730によって変調される。

離散フーリエ変換(DFT)ユニット740は、変調されたデータビットにDFTを適用し、割り当てられたPUSCH送信BWに対応するRE750は、送信BW選択ユニット755によって選択され、ユニット760は、IFFTを適用し、サイクリックプレフィックス挿入(図示せず)の後、フィルタリングは、フィルタ770によって適用され、信号は送信される(780)。

10

【0068】

図8は、本発明の実施形態によるサブフレーム内のPUSCHの受信機ブロック800を説明するためのブロック図である。

図8に示す受信機ブロック800の実施形態は、例示のみを目的としている。

図8に示す1つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行するように構成された特殊な回路に実装することができ、又は1つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行する命令を実行する1つ又はそれ以上のプロセッサによって実装することができる。

20

図8は、本発明の範囲を受信機ブロック800の特定の実装に限定するものではない。

【0069】

図8に示すように、受信信号810は、フィルタ820によってフィルタリングされる。

続いて、サイクリックプレフィックスが除去された後(図示せず)、ユニット830は、FFTを適用し、割り当てられたPUSCH受信BWに対応するRE840は、受信BWセクタ845によって選択され、ユニット850は、逆DFT(inverse DFT: IDFT)を適用し、復調器860は、DMRS(図示せず)から得られたチャネル推定値を適用することにより、データシンボルをコヒーレントに復調し、ターボデコーダなどのデコーダ870は、復調されたデータを復号して、情報データビット880の推定値を提供する。

30

【0070】

次世代セルラーシステムでは、LTEシステムの機能を越えた、様々な使用事例が予想されている。

5G又は第5世代セルラーシステムと呼ばれる、6GHz未満及び6GHz以上で動作可能なシステム(例えば、mmWave regime)が、要件の一つとなる。

3GPP TR 22.891では、74.5G使用事例が特定され、説明されている。

これらの使用事例は、大きく3つのグループに分類できる。

第1のグループは、「拡張モバイルブロードバンド(enhanced mobile broadband: eMBB)」と呼ばれ、遅延と信頼性の要件が、それほど厳しくない高データレートのサービスを対象としている。

40

第2のグループは、「超高信頼性かつ低遅延(ultra reliable and low latency: URLL)」と呼ばれ、データレート要件が、それほど厳しくないが、遅延に対する耐性が低いアプリケーションを対象としている。

第3のグループは、「大規模MTC(massive MTC: mMTC)」と呼ばれ、信頼性、データレート、及び遅延の要件がそれほど厳しくない、km²当たり100万などの多数の低電力デバイス接続を対象としている。

【0071】

図9は、本発明の実施形態による例示的なネットワーク構成900を説明するための図である。

50

図 9 に示すネットワーク構成 9 0 0 の実施形態は、例示のみを目的としている。

図 9 は、本発明の範囲を構成 9 0 0 の特定の实装に限定するものではない。

5 G ネットワークが、様々なサービス品質 (Q o S) でこのような多様なサービスをサポートするために、ネットワークスライシング (network slicing) と呼ばれる 1 つのスチームが、3 G P P 仕様で識別されている。

【 0 0 7 2 】

図 9 に示すように、オペレータのネットワーク 9 1 0 は、g N B (9 3 0 a、9 3 0 b)、スモールセル基地局 (フェムト / ピコ g N B 又は W i - F i アクセスポイント) (9 3 5 a、9 3 5 b) などのネットワークデバイスに関連付けられたいくつかの無線アクセスネットワーク (R A N) 9 2 0 を含む。

10

ネットワーク 9 1 0 は、それぞれスライスとして表される様々なサービスをサポートすることができる。

この例では、U R L スライス 9 4 0 a は、自動車 9 4 5 b、トラック 9 4 5 c、スマートウォッチ 9 4 5 a、及びスマートグラス 9 4 5 d などの U R L L サービスを必要とする U E にサービスを提供する。

【 0 0 7 3 】

2 つの m M T C スライス (9 5 0 a、9 5 0 b) は、電力計 9 5 5 a 及び温度制御ボックス 9 5 5 b のような m M T C サービスを必要とする U E にサービスを提供する。

1 つの e M B B スライス 9 6 0 a は、携帯電話 9 6 5 a、ラップトップ 9 6 5 b、及びタブレット 9 6 5 c のような e M B B サービスを必要とする U E にサービスを提供する。

20

2 つのスライスで構成されたデバイスも期待できる。

D L - S C H で P H Y リソースを効率的に使用し、様々なスライス (様々なリソース割り当てスキーム、ニューマロジ (n u m e r o l o g y)、及びスケジューリング戦略を使用) を多重化するために、柔軟で自己完結型 (s e l f - c o n t a i n e d) のフレーム又はサブフレームの設計が使用される。

【 0 0 7 4 】

図 1 0 は、本発明の実施形態による 2 つのスライス 1 0 0 0 の多重化の例を示す図である。

図 1 0 に示す 2 つのスライス 1 0 0 0 の多重化の実施形態は、例示のみを目的としている。

30

図 1 0 に示す 1 つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行するように構成された特殊な回路に実装することができ、又は 1 つ又はそれ以上のコンポーネントは、記載の機能を実行する命令を実行する 1 つ又はそれ以上のプロセッサによって実装することができる。

図 1 0 は、本発明の範囲を、2 つのスライス 1 0 0 0 の多重化の特定の实装に限定するものではない。

【 0 0 7 5 】

共通のサブフレーム又はフレーム内で、2 つのスライスを多重化する 2 つの例示的なインスタンスを図 1 0 に示す。

これらの例示的な実施形態では、スライスは、1 つ又は 2 つの送信インスタンスから構成することができ、ここで、一つの送信インスタンスには、制御 (C T R L) コンポーネント (例えば、1 0 2 0 a、1 0 6 0 a、1 0 6 0 b、1 0 2 0 b、又は 1 0 6 0 c) 及びデータコンポーネント (例えば、1 0 3 0 a、1 0 7 0 a、1 0 7 0 b、1 0 3 0 b、又は 1 0 7 0 c) が含まれる。

40

実施形態 1 0 1 0 では、2 つのスライスは、周波数領域で多重化される反面、実施形態 1 0 5 0 では、2 つのスライスは、時間領域で多重化される。

【 0 0 7 6 】

3 G P P N R 仕様は、最大 3 2 の C S I - R S アンテナポートをサポートし、これにより、g N B に複数のアンテナ要素 (6 4 又は 1 2 8 など) を備えることができる。

この場合、複数のアンテナ要素が、1 つの C S I - R S ポートにマッピングされる。

50

5Gなどの次世代セルラーシステムの場合、CSI-RSポートの最大数は、同じままにすることもでき、又は増やすこともできる。

【0077】

図11は、本発明の実施形態による例示的なアンテナブロック1100の概略構成を示す図である。

図11に示すアンテナブロック1100の実施形態は、例示のみを目的としている。

図11は、本発明の範囲を、アンテナブロック1100の特定の実装に限定するものではない。

【0078】

mmWave帯域の場合、アンテナ要素の数は、特定のフォームファクタ(form factor)で大きくなる可能性があるが、CSI-RSポートの数(デジタル的にプリコーディングされたポートの数に対応できる)は、図11に示すように、ハードウェアの制約(mmWave周波数で多数のADC/DACをインストールする可能性など)によって制限される傾向がある。

10

この場合、1つのCSI-RSポートは、アナログ位相シフタのバンクによって制御できる複数のアンテナ要素にマッピングされる。

1つのCSI-RSポートは、アナログビームフォーミングによって、狭いアナログビームを生成する1つのサブアレイに対応できる。

このアナログビームは、シンボル又はサブフレーム全体で、位相シフタバンクを変化させることにより、より広い範囲の角度にわたってスイープ(sweep)ように構成できる。

20

【0079】

サブアレイの数(RFチェーンの数と同じ)は、CSI-RSポートの数 $N_{CSI-PORT}$ と同じである。

デジタルビームフォーミングユニットは、 $N_{CSI-PORT}$ 個のアナログビーム全体で、線形結合(linear combination)を実行して、プリコーディングゲインをさらに向上させる。

アナログビームは、広帯域である一方(したがって、周波数選択的ではないが)、デジタルプリコーディングは、周波数サブバンド又はリソースブロック間で変化させることができる。

30

【0080】

デジタルプリコーディングを可能にするためには、CSI-RSの効率的な設計が重要なファクタである。

このため、3種類のCSI-RS測定の動作に対応する3種類のCSI報告メカニズムがサポートされている。

例えば、非プリコーディングCSI-RS(non-precoded CSI-RS)に対応する「クラスA」CSI報告、UE固有のビームフォーミングされたCSI-RS(UE-specific beamformed CSI-RS)に対応する「 $K=1$ 」CSI-RSリソースを使用した「クラスB」報告、及びセル固有のビームフォーミングされたCSI-RSに対応する「 $K>1$ 」CSI-RSリソースを使用した「CLASS B」報告がサポートされる。

40

【0081】

非プリコーディング(non-precoded: NP)CSI-RSの場合、CSI-RSポートとTXRUとの間のセル固有の1対1のマッピングが利用される。

異なるCSI-RSポートは、同じ広いビーム幅と方向を有しているため、一般にセル全体のカバレッジ(cell wide coverage)を有する。

ビームフォーミングされたCSI-RSの場合、セル固有又はUE固有のビームフォーミング操作は、ノンゼロ電力(non-zero-power: NZP)CSI-RSリソース(例えば、複数のポートを含む)に適用される。

少なくとも特定の時間/周波数では、CSI-RSポートのビーム幅は狭く、したがっ

50

て、少なくとも gNB の観点からは、セル全体のカバレッジを有さない。

少なくとも一部の $CSI-RS$ ポートとリソースの組み合わせでは、ビーム方向が異なる。

【0082】

DL のロングタームチャンネル統計を、サービング eNB で UL 信号を介して測定できるシナリオでは、 UE 固有の「BF」 $CSI-RS$ を簡単に使用できる。

これは通常、 $UL-DL$ デュプレックス距離が、十分に小さい場合に実行可能である。しかしながら、この条件が満たされない場合、 eNB が、 DL ロングタームチャンネル統計（又はその表現のいずれか）の推定値を取得するには、 UE フィードバックが必須である。

このような手順を容易にするために、「第1のBF」 $CSI-RS$ は、周期性 T_1 (ms) で送信され、「第2のNP」 $CSI-RS$ は、周期性 T_2 (ms) で送信され、ここで、 $T_1 > T_2$ である。

このアプローチは、ハイブリッド $CSI-RS$ と呼ばれる。

ハイブリッド $CSI-RS$ の実装は、 CSI プロセス及び「NZP」 $CSI-RS$ リソースの定義に大きく依存する。

【0083】

$3GPP-LTE$ 仕様では、 $MIMO$ は、高いシステムスループット要件を達成するために不可欠な機能として識別されており、 NR でも引き続き同じである。

$MIMO$ 伝送スキームの重要なコンポーネントの1つは、 eNB （又は TRP ）での正確な CSI 取得である。

特に、 $MU-MIMO$ の場合、高い MU 性能を保証するには、正確な CSI の可用性が必要となる。

TDD システムの場合、 CSI は、チャンネルの相互関係 (channel reciprocity) に依存する SRS 送信を使用して取得する。

一方、 FDD システムの場合、 CSI は、 eNB からの $CSI-RS$ 送信、及び UE からの CSI 取得及びフィードバックを使用して取得する。

【0084】

従来の FDD システムでは、 CSI フィードバックフレームワークは、 eNB からの SU 送信を想定したコードブックから派生した $CQI/PMI/RI$ の形で「暗黙的 (implicit)」である。

CSI を導出する際の固有 (inherent) の SU の仮定のため、この暗黙的な CSI フィードバックは、 MU 送信には不十分である。

将来の（例えば、 NR ）システムは、より MU 中心になる可能性が高いため、この「 $SU-MU$ 」 CSI の不一致は、高い MU 性能の向上を達成する上でのボトルネックになる。

暗黙的なフィードバックに関するもう一つの問題は、 eNB のアンテナポートの数が多い場合のスケラビリティ (scalability) である。

アンテナポートの数が多い場合、暗黙的なフィードバックのコードブックの設計は、非常に複雑であり、設計されたコードブックは、実際の展開シナリオで正当な性能上の利点をもたらすことが保証されない（例えば、最大でわずかなパーセンテージのゲインしか表示できない）。

【0085】

$5G$ 又は NR システムでは、 LTE からの前記の CSI 報告パラダイムもサポートされており、「タイプ I」 CSI 報告と呼ばれる。

タイプ I に加えて、「タイプ II」 CSI 報告と呼ばれる、高解像度 CSI 報告 (high-resolution CSI reporting) もサポートされており、高次 $MU-MIMO$ (high-order $MU-MIMO$) のような使用事例で、より正確な CSI 情報を gNB に提供する。

【0086】

図 12 は、本発明の実施形態による例示的なアンテナポートレイアウト 1200 を説明

10

20

30

40

50

するための図である。

図 1 2 に示されるアンテナポートレイアウト 1 2 0 0 の実施形態は、例示のみを目的としている。

図 1 2 は、本発明の範囲をアンテナポートレイアウト 1 2 0 0 の特定の实装に限定するものではない。

【 0 0 8 7 】

図 1 2 に示すように、 N_1 及び N_2 はそれぞれ、1 次元及び 2 次元で同じ偏波を有するアンテナポートの数である。

2 D アンテナポートレイアウトの場合は、 $N_1 > 1$ 、 $N_2 > 1$ であり、1 D アンテナポートレイアウトの場合は、 $N_1 > 1$ 、 $N_2 = 1$ である。

したがって、二重分波アンテナポートレイアウトの場合、アンテナポートの総数は、 $2 N_1 N_2$ である。

【 0 0 8 8 】

2 0 2 0 年 5 月 1 9 日に発行された、「高度な無線通信システムにおける明示的な CSI 報告のための方法及び装置 (Method and Apparatus for Explicit CSI Reporting in Advanced Wireless Communication Systems)」という名称の US 特許第 1 0 , 6 5 9 , 1 1 8 号明細書に記載されているように、これは、参照によりその全体が本明細書に組み込まれ、UE は、高解像度 (例えば、タイプ II) CSI 報告で構成され、線形結合ベースの「タイプ II」CSI 報告フレームワークが拡張され、第 1 及び第 2 のアンテナポートの次元に加えて、周波数の次元が含まれる。

【 0 0 8 9 】

図 1 3 は、オーバーサンプリングされた (oversampled) DFT ビーム (第 1 のポート次元、第 2 のポート次元、周波数の次元) の 3 D グリッド 1 3 0 0 を示し、ここで、

- ・ 1 次元は、第 1 のポート次元に関連付けられ、
- ・ 2 次元は、第 2 のポート次元に関連付けられ、
- ・ 3 次元は、周波数の次元に関連付けられている。

【 0 0 9 0 】

第 1 及び第 2 のポート領域表現のベースセットは、それぞれ長さ「 $- N_1$ 」及び長さ「 $- N_2$ 」のオーバーサンプリングされた DFT コードブックであり、それぞれオーバーサンプリング係数 O_1 及び O_2 を有する。

同様に、周波数領域表現 (即ち、3 次元) のベースセットは、長さ「 $- N_3$ 」のオーバーサンプリングされた DFT コードブックであり、オーバーサンプリング係数 O_3 を有する。

一例では、 $O_1 = O_2 = O_3 = 4$ である。

別の例では、オーバーサンプリング係数 O_i は、 $\{ 2, 4, 8 \}$ に属する。

さらに別の例では、 O_1 、 O_2 、及び O_3 の内の少なくとも 1 つは、(RRC シグナリングを介して) 上位層で構成されている。

【 0 0 9 1 】

UE は、すべてのサブバンド (SB) 及び特定の層 ($l = 1, \dots$) のプリコーダ (pre-coder) が含まれる「拡張タイプ II」CSI 報告の場合、上位層パラメータ「Codebook Type」を、「Type II - Compression」又は「Type III」に設定して構成され、ここで、 β は、関連する RI 値であり、次のいずれかによって与えられる。

【 数 1 】

10

20

30

40

50

$$\mathbf{W}^l = \mathbf{A} \mathbf{C}_l \mathbf{B}^H = [\mathbf{a}_0 \ \mathbf{a}_1 \ \dots \ \mathbf{a}_{L-1}] \begin{bmatrix} c_{l,0,0} & c_{l,0,1} & \dots & c_{l,0,M-1} \\ c_{l,1,0} & c_{l,1,1} & \dots & c_{l,1,M-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{l,L-1,0} & c_{l,L-1,1} & \dots & c_{l,L-1,M-1} \end{bmatrix} [\mathbf{b}_0 \ \mathbf{b}_1 \ \dots \ \mathbf{b}_{M-1}]^H =$$

$$\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{i=0}^{L-1} c_{l,i,m} (\mathbf{a}_i \mathbf{b}_m^H) = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{m=0}^{M-1} c_{l,i,m} (\mathbf{a}_i \mathbf{b}_m^H)$$

・・・数式 1

又は、

【数 2】

$$\mathbf{W}^l = \begin{bmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A} \end{bmatrix} \mathbf{C}_l \mathbf{B}^H$$

$$= \begin{bmatrix} \mathbf{a}_0 \ \mathbf{a}_1 \ \dots \ \mathbf{a}_{L-1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{a}_0 \ \mathbf{a}_1 \ \dots \ \mathbf{a}_{L-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{l,0,0} & c_{l,0,1} & \dots & c_{l,0,M-1} \\ c_{l,1,0} & c_{l,1,1} & \dots & c_{l,1,M-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{l,L-1,0} & c_{l,L-1,1} & \dots & c_{l,L-1,M-1} \end{bmatrix} [\mathbf{b}_0 \ \mathbf{b}_1 \ \dots \ \mathbf{b}_{M-1}]^H$$

$$= \begin{bmatrix} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{i=0}^{L-1} c_{l,i,m} (\mathbf{a}_i \mathbf{b}_m^H) \\ \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{i=0}^{L-1} c_{l,i+L,m} (\mathbf{a}_i \mathbf{b}_m^H) \end{bmatrix}$$

・・・数式 2

【0092】

ここで、

N_1 は、第 1 のアンテナポート次元のアンテナポートの数であり、

N_2 は、第 2 のアンテナポート次元のアンテナポートの数であり、

N_3 は、P M I 報告のための S B 又は周波数領域 (F D) ユニット / コンポーネントの数 (C S I 報告帯域を構成する) であり、C Q I 報告のための S B の数と異なってよく (例えば未満)、

\mathbf{a}_i は、 $2 N_1 N_2 \times 1$ (数式 1) 又は $N_1 N_2 \times 1$ (数式 2) 列ベクトル (c o l u m n v e c t o r) であり、

\mathbf{b}_m は、 $N_3 \times 1$ 列ベクトルであり、

$c_{l,i,m}$ は、複素係数 (c o m p l e x c o e f f i c i e n t) である。

【0093】

変形時に、サブセット「 $K < 2 L M$ 」個の係数 (ここで、 K は、固定されているか、 $g N B$ によって構成されているか、又は $U E$ によって報告されている) の場合、プリコーダ方程式の数式 1 又は数式 2 における係数 $c_{l,i,m}$ は、 $1_{l,i,m} \times c_{l,i,m}$ に置き換えられ、ここで、

・係数 $c_{l,i,m}$ がノンゼロの場合、 $1_{l,i,m} = 1$ であり、したがって、本発明のいくつかの実施形態に従って、 $U E$ によって報告される。

・そうでない場合、 $1_{l,i,m} = 0$ である (即ち、 $c_{l,i,m}$ がゼロの場合、 $U E$ によって報告されない)。

【0094】

$1_{l,i,m} = 1$ 又は 0 であるがどうかの表示は、本発明のいくつかの実施形態による。

10

20

30

40

50

変形時に、プリコーダ方程式、数式 1 又は数式 2 はそれぞれ、下記のように一般化され、
【数 3】

$$W^l = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{m=0}^{M_i-1} c_{l,i,m} (\mathbf{a}_i \mathbf{b}_{i,m}^H)$$

・・・数式 3

【数 4】

10

$$W^l = \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{m=0}^{M_i-1} c_{l,i,m} (\mathbf{a}_i \mathbf{b}_{i,m}^H) \\ \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{m=0}^{M_i-1} c_{l,i+L,m} (\mathbf{a}_i \mathbf{b}_{i,m}^H) \end{bmatrix}$$

・・・数式 4

ここで、与えられた i について、基底ベクトルの数は、 M_i であり、対応する基底ベクトルは、 $\{ \mathbf{b}_{i,m} \}$ である。

20

【0095】

M_i は、特定の i について UE によって報告された係数 $c_{l,i,m}$ の数であり、ここで、 $M_i = M$ (ここで、 $\{ M_i \}$ 又は M_i は、固定されているか、又は gNB によって構成されているか、又は UE によって報告されている) であることに留意すべきである。

W^l の列は、ノルム (norm) 1 に正規化される。

ランク R 又は R 個の階層 ($R = R$) の場合、プリコーディング行列は、

$$W^{(R)} = \frac{1}{\sqrt{R}} [W^1 \quad W^2 \quad \dots \quad W^R]$$

30

で与えられる。

本発明の残りの部分では、数式 2 が想定される。

しかしながら、本発明の実施形態は一般的であり、また、数式 1、数式 3、及び数式 4 にも適用可能である。

【0096】

$L = 2 N_1 N_2$ 及び $K = N_3$ である。

$L = 2 N_1 N_2$ の場合、 A は、恒等行列であり、したがって、報告されない。

同様に、 $K = N_3$ の場合、 B は、恒等行列であり、したがって、報告されない。

一例では、 $L < 2 N_1 N_2$ を仮定すると、 A の列を報告するために、オーバーサンプリングされた DFT コードブックが使用される。

40

例えば、 $a_{i,m} = 1$ であり、数量 $a_{i,m}$ は、次の式で与えられる。

$$u_m = \begin{cases} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi m}{O_2 N_2}} & \dots & e^{j\frac{2\pi m(N_2-1)}{O_2 N_2}} \end{bmatrix} & N_2 > 1 \\ \begin{bmatrix} & & & 1 \end{bmatrix} & N_2 = 1 \end{cases}$$

$$v_{l,m} = \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{2\pi l}{O_1 N_1}} u_m & \dots & e^{j\frac{2\pi l(N_1-1)}{O_1 N_1}} u_m \end{bmatrix}^T \quad 10$$

【0097】

同様に、一例では、Bの列を報告するために、 $K < N_3$ を仮定すると、オーバーサンプルされたDFTコードブックが使用される。

例えば、 $b_k = w_k$ であり、数量 w_k は、次の式で与えられる。

$$w_k = \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi k}{O_3 N_3}} & \dots & e^{j\frac{2\pi k(N_3-1)}{O_3 N_3}} \end{bmatrix} \quad 20$$

【0098】

別の例では、離散コサイン変換 (discrete cosine transform : DCT) 基底を使用して、3次元の基底Bを構築/報告する。

DCT圧縮行列の第m列は、次の式で簡単に与えられる。

$$[W_f]_{nm} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{K}}, & n = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{K}} \cos \frac{\pi(2m+1)n}{2K}, & n = 1, \dots, K-1 \end{cases}, \quad 30$$

そして、 $K = N_3$ 、 $m = 0, \dots, N_3 - 1$ である。

【0099】

DCTは、実数値の係数 (real valued coefficient) に適用されるため、DCTは、(チャンネル又はチャンネル固有ベクトル (eigenvector) の) 実数及び虚数成分に別々に適用される。

代案的に、DCTは、(チャンネル又はチャンネル固有ベクトルの) 振幅及び位相成分に別々に適用される。 40

DFT又はDCTベースの使用は、説明のみを目的としている。

本発明は、A及びBを構築/報告するための別の基底ベクトルに適用される。

【0100】

また、代替として、相互関係 (reciprocity) ベースの「タイプII」CSI報告の場合、UEは、ポート選択による「拡張タイプII」CSI報告のために、上位層パラメータ「Codebook Type」を、「Type II - Port Selection - Compression」又は「Type III - Port Selection」に設定して構成され、「拡張タイプII」CSI報告において、すべてのSB及び特定の層 ($l = 1, \dots, v$) (ここで、 v は、関連するRI値である) のプリコーダが、 W^l 50

$= AC_1 B^H$ によって与えられ、ここで、 N_1 、 N_2 、 N_3 、及び $c_{1,i,m}$ は、行列 A がポート選択ベクトルを含むことを除いて、上記のように定義される。

【0101】

例えば、偏波別の L 個のアンテナポート又は A の列ベクトルは、インデックス q_1 によって選択され、ここで、

$$q_1 \in \left\{ 0, 1, \dots, \left\lceil \frac{P_{\text{CSI-RS}}}{2d} \right\rceil - 1 \right\}$$

10

であり（これは、

$$\left\lceil \log_2 \left\lceil \frac{P_{\text{CSI-RS}}}{2d} \right\rceil \right\rceil$$

個のビットが必要である）、 d の値は、上位層パラメータ「Port Selection Sampling Size」で構成され、ここで、

$$d \in \{1, 2, 3, 4\} \text{ 及び } d \leq \min\left(\frac{P_{\text{CSI-RS}}}{2}, L\right)$$

20

である。

【0102】

例えば、 A の列を報告するには、ポート選択ベクトルが使用される。

例えば、 $a_i = m$ であり、数量 m は、要素

$$(m \bmod P_{\text{CSI-RS}}/2)$$

30

に 1 の値を含み、そうでない場合（ここで、第 1 の要素は、要素 0 である）、ゼロを含む

$$P_{\text{CSI-RS}}/2$$

要素の列ベクトルである。

【0103】

上位レベルでは、プリコーダ W^1 は、以下のように説明することができる。

【数 5】

$$W^l = AC_l B^H = W_1 \widetilde{W}_2 W_f^H$$

・・・数式 5

ここで、 $A = W_1$ は、タイプ I I C S I コードブックの W_1 に対応し、即ち、

$$W_1 = \begin{bmatrix} A & 0 \\ 0 & A \end{bmatrix}$$

50

及び $B = W_f$ である。

$$C = \widetilde{W}_2$$

行列は、必要なすべての線形結合係数（例えば、振幅及び位相、又は、実数及び虚数）から構成される。

$$\widetilde{W}_2$$

で報告される各係数（ $c_{l,i,m} = p_{l,i,m} \cdot \phi_{l,i,m}$ ）は、振幅係数（ $p_{l,i,m}$ ）と位相係数（ $\phi_{l,i,m}$ ）として量子化される。

10

【0104】

一例では、振幅係数（ $p_{l,i,m}$ ）は、 A が { 2 , 3 , 4 } に属する A ビット振幅コードブックを使用して報告される。

A の複数の値がサポートされている場合、1つの値が上位層のシグナリングを介して設定される。

別の例では、振幅係数（ $p_{l,i,m}$ ）は、

$$p_{l,i,m} = p_{l,i,m}^{(1)} p_{l,i,m}^{(2)}$$

20

として報告され、ここで、

$$\cdot p_{l,i,m}^{(1)}$$

は、 A_1 が { 2 , 3 , 4 } に属する A_1 ビット振幅コードブックを使用して報告される基準又は第 1 の振幅であり、

$$\cdot p_{l,i,m}^{(2)}$$

30

は、 A_2 A_1 が { 2 , 3 , 4 } に属する A_2 ビット振幅コードブックを使用して報告される差動又は第 2 の振幅である。

【0105】

層 1 について、空間領域（SD）基底ベクトル（又はビーム）

$$i \in \{0, 1, \dots, 2L_l - 1\}$$

40

及び周波数領域（FD）基底ベクトル（又はビーム）

$$m \in \{0, 1, \dots, M_l - 1\}$$

に関連付けられた線形結合（linear combination: LC）係数を $c_{l,i,m}$ と定義し、最強の係数を

$$c_{l,i^*,m^*}$$

50

と表記する。

ここで、 (L_1, M_1) は、層 1 の S D 及び F D 基底ベクトルの数を示す。

一例では、 $L_1 = L$ である。

【 0 1 0 6 】

最強の係数は、長さ $2L_1M_1$ のビットマップを使用して報告される $K_{NZ, 1}$ 個のノンゼロ (non-zero: NZ) 係数から報告され、ここで、

$$K_{NZ,l} \leq K_{0,l} = \lceil \beta_l \times 2L_lM_l \rceil < 2L_lM_l$$

であり、

10

l_1 は、上位層で構成される。

一例では、ランク 1 - 2 の場合は、 $l_1 =$ である。

一例では、ランク > 2 の l_1 の場合は、固定されるか (ランク 1 - 2 の l_1 に基づく)、又は上位層が構成される。

UE によって報告されない残りの $(2L_1M_1 - K_{NZ, 1})$ 個の係数は、ゼロ (0) であると見なされる。

【 0 1 0 7 】

一例では、次の量子化スキームを使用して、各層 l の $K_{NZ, 1}$ 個の NZ 係数を量子化 / 報告する。

・ UE は、

20

$$\widetilde{W}_2$$

の NZ 係数の量子化について、以下のように報告する。

・ 最強係数インデックス (i^*, m^*) の X_1 - ビット最強係数インジケータ (strongest coefficient indicator) (SCII₁)

* 最強係数

$$c_{l,i^*,m^*} = 1$$

30

(したがって、その振幅 / 位相は、報告されない)。

・ 2 つのアンテナ偏波固有の基準振幅。

* 最強係数

$$c_{l,i^*,m^*} = 1$$

に関連する偏波については、基準振幅

$$p_{l,i,m}^{(1)} = 1$$

40

であるため、それは、報告されない。

* 他の偏波の場合、基準振幅

$$\cdot p_{l,i,m}^{(1)}$$

は、4 ビットに量子化される。

【 0 1 0 8 】

・ 4 ビット振幅のアルファベットは、

50

$$\left\{1, \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{4}}, \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{4}}, \left(\frac{1}{8}\right)^{\frac{1}{4}}, \dots, \left(\frac{1}{2^{14}}\right)^{\frac{1}{4}}, \text{"reserved"}\right\}$$

である。

・ $\{c_{l,i,m}, (i,m) (I^*, m^*)\}$ について。

* 各偏波について、係数の差動振幅

$$\cdot p_{l,i,m}^{(2)}$$

10

は、関連する偏波固有の基準振幅に対して計算され、3ビットに量子化される。

・ 3ビット振幅のアルファベットは、

$$\left\{1, \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2\sqrt{2}}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4\sqrt{2}}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8\sqrt{2}}\right\}$$

である。

20

・ 注：最終の量子化振幅 $(p_{l,i,m})$ は、

$$p_{l,i,m}^{(1)} \times p_{l,i,m}^{(2)}$$

によって与えられる。

* 各位相は、8PSK ($N_{ph} = 8$) 又は 16PSK ($N_{ph} = 16$) (設定可能) のいずれかに量子化される。

【0109】

UE は、M個のFD基底ベクトルを報告するように構成され得る。

30

一例では、

$$M = \left\lceil p \times \frac{N_3}{R} \right\rceil$$

であり、ここで、Rは、{1, 2}から構成された上位層であり、pは

$$\left\{\frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right\}$$

40

から構成された上位層である。

一例では、p値は、ランク1 - 2のCSI報告のために構成された上位層である。

ランク > 2 (例えば、ランク3 - 4) の場合、p値 (0で示される) は異なる場合がある。

【0110】

一例では、ランク1 - 4の場合、 (p, m) は

$$\left\{\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right), \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}\right), \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{8}\right)\right\}$$

50

から共同で構成され、すなわち、ランク 1 - 2 の場合は、

$$M = \left\lceil p \times \frac{N_3}{R} \right\rceil$$

であり、ランク 3 - 4 の場合は、

$$M = \left\lceil v_0 \times \frac{N_3}{R} \right\rceil$$

10

である。

【 0 1 1 1 】

U E は、ランク C S I 報告の各層

$$l \in \{0, 1, \dots, v - 1\}$$

について N_3 直交 D F T 基底ベクトルから自由に (独立して) 1 段階で M 個の F D 基底ベクトルを報告するように構成することができる。

代案的に、U E は、以下のように 2 段階で M 個の F D 基底ベクトルを報告するように構成できる。

20

【 0 1 1 2 】

・ステップ 1 では、

$$N'_3 < N_3$$

個の基底ベクトルを含む中間集合 (i n t e r m e d i a t e s e t : I n S) が選択 / 報告され、ここで、I n S は、すべての層に共通である。

・ステップ 2 では、ランク C S I 報告の各層

30

$$l \in \{0, 1, \dots, v - 1\}$$

について、M 個の F D 基底ベクトルは、I n S の

$$N'_3$$

個の基底ベクトルから自由に (独立して) 選択 / 報告される。

40

一例では、 $N_3 = 19$ の場合は、ステップ 1 の方法が使用され、 $N_3 > 19$ の場合は、ステップ 2 の方法が使用される。

一例では、

$$N'_3 = \lceil \alpha M \rceil$$

であり、ここで、 $\alpha > 1$ は、構成可能である。

【 0 1 1 3 】

D F T ベースの周波数領域圧縮 (数式 5) で使用されるコードブックパラメータは、 (

50

$(L, p, \beta, \alpha, N_{ph})$ である。

一例では、これらのコードブックパラメータの値の集合は、以下の通りである。

・ L : これらの値の集合は、一般的に $\{2, 4\}$ である。

ただし、ランク 1 - 2、3 2 個の CSI-RS アンテナポート、及び $R = 1$ の場合は、

$$L \in \{2, 4, 6\}$$

を除く。

【0114】

・ ランク 1 - 2 の場合は、 p で、ランク 3 - 4 の場合は、 (p, β) であり、

$$p \in \left\{ \frac{1}{4}, \frac{1}{2} \right\}$$

及び

$$(p, \beta) \in \left\{ \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{4} \right), \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{4} \right), \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{8} \right) \right\}$$

である。

$$\cdot \beta \in \left\{ \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4} \right\}$$

$$\cdot \alpha \in \{1.5, 2, 2.5, 3\}$$

$$\cdot N_{ph} \in \{8, 16\}$$

【0115】

本発明は、これらのコードブックパラメータ $(L, p, \beta, \alpha, N_{ph})$ を構成するための例示的な実施形態を提案する。

一例では、この構成は、上位層（例えば、RRC）シグナリングを介する。

実施形態 1 では、UE は、コードブックパラメータごとに別個の構成エンティティ（又はフィールド又は状態又は構成パラメータ）を介して、コードブックパラメータ $(L, p, \beta, \alpha, N_{ph})$ から構成される。

したがって、個別の構成エンティティの数は、コードブックパラメータの数に等しい（6）。

【0116】

個別の構成エンティティ（CE）の例を表 1 に示す。

一例では、CE 1 の値 $L = 6$ は、3 2 個の CSI-RS アンテナポート、ランク 1 又は 2、及び $R = 1$ にのみ制限される。

10

20

30

40

50

【表 1】

<表 1：別個の構成エンティティの例>

構成エンティティ (CE)	コードブック パラメータ	候補値
CE1	L	{2,4,6}
CE2	p	$\left\{\frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right\}$
CE3	v_0	$\left\{\frac{1}{4}, \frac{1}{8}\right\}$
CE4	β	$\left\{\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}\right\}$
CE5	α	{1.5,2}
CE6	N_{ph}	{8,16}

10

20

【0117】

実施形態 2 では、UE は、すべてのコードブックパラメータの単一（ジョイント）の構成エンティティを介して、コードブックパラメータ（ L 、 p 、 v_0 、 β 、 α 、 N_{ph} ）から構成される。

したがって、構成エンティティの数は 1 である。

【0118】

ジョイント構成エンティティ（CE）の一例を表 2 に示す。

一例では、 $L = 6$ を示す CE 値は、32 個の CSI-RS アンテナポート、ランク 1 又は 2、及び $R = 1$ にのみ制限される。

30

40

50

【表 2】

〈表 2：ジョイント構成エンティティの例〉

構成エンティティ(CE) 値	コードブックパラメータ値					
	L	p (ランク 1-2)	v_0 (ランク 3-4)	β	α	N_{ph}
x0	2	1/4	1/8	1/4	1.5	8
x1	2	1/4	1/8	3/4	1.5	8
x2	4	1/4	1/8	1/4	2.5	8
x3	4	1/4	1/8	1/2	2.5	8
x4	4	1/4	1/4	3/4	2.5	8
x5	4	1/2	1/4	1/2	2.5	8
x6	6	1/4	-	1/4	2.5	8
x7	6	1/4	-	1/2	2.5	8
x8	6	1/4	-	3/4	2.5	8
x9 - x15	$N_{ph}=8$ が $N_{ph}=16$ と置き換えられる場合を除き、CE値 x0 - x8 と同じ					

【0119】

ここで、CE 値（又はジョイント RRC パラメータ）は、値の集合 { x0、x1、...、x15 } から構成される。

一例では、x0、x1、...、x15 は、それぞれ 0、1、...、15 に順次マッピングされる。

一例では、x0、x1、...、x15 は、それぞれ 1、2、...、16 に順次マッピングされる。

【0120】

実施形態 3 では、UE は、構成エンティティの 2 つの集合 (S1 及び S2) を介して、コードブックパラメータ (L , p , v_0 , β , α , N_{ph}) から構成され、ここで、

・ S1 : x_1 個の個別の構成エンティティを含み、ここで、各構成エンティティは、単一のコードブックパラメータを構成し、

・ S2 : x_2 個のジョイント構成エンティティを含み、ここで、各構成エンティティは、少なくとも 2 つのコードブックパラメータを構成する。

構成エンティティの数は、 $x_1 + x_2$ に等しい。

【0121】

例 3 - 1 では、S1 は、コードブックパラメータ N_{ph} の $x_1 = 1$ 個の構成エンティティ CE1 を含み、S2 は、コードブックパラメータ (L , p , v_0 , β , α) の $x_2 = 1$ 個の構成エンティティ CE2 を含む。

【0122】

2 セットの構成エンティティの例を表 3 に示す。

一例では、 $L = 6$ を示す CE2 値は、32 個の CSI-RS アンテナポート、ランク 1 又は 2、及び $R = 1$ にのみ制限される。

10

20

30

40

50

【表 3】

〈表 3：2セットの構成エンティティの例〉

CE2 値	コードブックパラメータ値					CE1 値	コードブック パラメータ値
	L	p (ランク1-2)	v_0 (ランク 3-4)	β	α		N_{ph}
x0	2	1/4	1/8	1/4	1.5	0	8
x1	2	1/4	1/8	3/4	1.5	1	16
x2	4	1/4	1/8	1/4	2.5		
x3	4	1/4	1/8	1/2	2.5		
x4	4	1/4	1/4	3/4	2.5		
x5	4	1/2	1/4	1/2	2.5		
x6	6	1/4	-	1/4	2.5		
x7	6	1/4	-	1/2	2.5		
x8	6	1/4	-	3/4	2.5		

10

20

【0 1 2 3】

ここで、CE 2 値 (又はジョイント RRC パラメータ) は、値の集合 { x 0、x 1、...、x 8 } から構成される。

一例では、x 0、x 1、...、x 8 は、それぞれ 0、1、...、8 に順次マップされる。

一例では、x 0、x 1、...、x 8 は、それぞれ 1、2、...、9 に順次マップされる。

30

【0 1 2 4】

例 3 - 2 では、S 1 は、コードブックパラメータ 及び N_{ph} について、それぞれ $x_1 = 2$ 個の構成エンティティ、CE 1 及び CE 2 を含み、S 2 は、コードブックパラメータ (L, p, v_0, β, α) について、 $x_2 = 1$ 個の構成エンティティ CE 3 を含む。

【0 1 2 5】

2 セットの構成エンティティの例を表 4 に示す。

一例では、 $L = 6$ を示す CE 2 値は、3 2 個の CSI - RS アンテナポート、ランク 1 又は 2、及び $R = 1$ にのみ制限される。

40

50

【表 4】

<表 4 : 2 セットの構成エンティティの例>

CE3 値	コードブックパラメータ値				CE1 値	コードブック パラメータ値	CE2 値	コードブック パラメータ値
	L	p (ランク 1-2)	v_0 (ランク 3-4)	β		α		N_{ph}
x0	2	1/4	1/8	1/4	0	1.5	0	8
x1	2	1/4	1/8	3/4	1	2	1	16
x2	4	1/4	1/8	1/4				
x3	4	1/4	1/8	1/2				
x4	4	1/4	1/4	3/4				
x5	4	1/2	1/4	1/2				
x6	6	1/4	-	1/4				
x7	6	1/4	-	1/2				
x8	6	1/4	-	3/4				

10

20

【0 1 2 6】

ここで、CE 3 値 (又はジョイント RRC パラメータ) は、値の集合 { x 0、x 1、...、x 8 } から構成される。

一例では、x 0、x 1、...、x 8 は、それぞれ 0、1、...、8 に順次マップされる。

一例では、x 0、x 1、...、x 8 は、それぞれ 1、2、...、9 に順次マップされる。

【0 1 2 7】

例 3 - 3 では

$$(L, p, \beta) = \left(6, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right)$$

30

を示すジョイント CE 値 (表 3 及び表 4 の CE 3 値 x 7) が、

$$(L, p, \beta) = \left(6, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right)$$

に置き換えられる。

40

例 3 - 4 では、

$$(L, p, \beta) = \left(6, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right)$$

を示す別のジョイント CE 値 (表 3 及び表 4 の CE 3 値 x 9) が追加される。

例 3 - 5 では、表 3 及び表 4 の 値 (1 . 5、2) が、(2、2 . 5) 又は (1 . 5、2 . 5) に置き換えられる。

【0 1 2 8】

実施形態 4 では、UE は、2 つの集合 S 1 及び S 2 を介してコードブックパラメータ (

50

$(L, p, 0, \dots, N_{ph})$ から構成され、ここで、

- ・ S1 : x_1 個のジョイント構成エンティティを含み、ここで、各構成エンティティは、少なくとも 2 つのコードブックパラメータを構成する。
- ・ S2 : 固定されているため、構成する必要はない (又は前記構成に含める) x_2 個のコードブックパラメータを含む。

構成エンティティの数は、 x_1 に等しい。

【 0 1 2 9 】

例 4 - 1 では、S2 は、その値が $N_{ph} = 16$ に固定される $x_2 = 1$ 個のコードブックパラメータ N_{ph} を含み、S1 は、コードブックパラメータ $(L, p, 0, \dots)$ の $x_1 = 1$ 個の構成エンティティを含む。

上記構成エンティティの例は、表 3 の CE2 である。

一例では、 $L = 6$ を示す CE2 値は、32 個の CSI - RS アンテナポート、ランク 1 又は 2、及び $R = 1$ にのみ制限される。

【 0 1 3 0 】

例 4 - 2 では、S2 は、 $x_2 = 2$ 個のコードブックパラメータ 及び N_{ph} を含み、その値は、 $= 2$ 及び $N_{ph} = 16$ に固定され、S1 は、コードブックパラメータ $(L, p, 0, \dots)$ の $x_1 = 1$ 個の構成エンティティを含む。

上記構成エンティティの例は、表 4 の CE3 である。

一例では、 $L = 6$ を示す CE3 値は、32 個の CSI - RS アンテナポート、ランク 1 又は 2、及び $R = 1$ にのみ制限される。

【 0 1 3 1 】

例 4 - 2 A では、S2 は、 $x_2 = 2$ 個のコードブックパラメータ、 及び N_{ph} を含み、その値は、 $= 2$ 及び $N_{ph} = 16$ に固定され (16 PSK 位相の場合)、S1 は、コードブックパラメータ $(L, p, 0, \dots)$ の $x_1 = 1$ 個の構成エンティティを含む。

上記構成エンティティの例は、表 5 の CE である。

一例では、 $L = 6$ を示す CE 値 (x_6 及び x_7) は、32 個の CSI - RS アンテナポート、ランク 1 又は 2、及び $R = 1$ にのみ制限される。

【 0 1 3 2 】

別の例では、 $L = 6$ を示す CE 値 (x_6 及び x_7) は、32 CSI - RS アンテナポート及びランク 1 又は 2 にのみ制限される。

表 5 の CE 値 { x_0 、及び $x_2 - x_7$ } に対応するコードブックパラメータ $(L, p, 0, \dots)$ が、表 4 の CE3 値 { x_0 、及び $x_2 - x_5$ 、 x_7 、 x_8 } に対応するコードブックパラメータに含まれることに留意すべきである。

10

20

30

40

50

【表 5】

〈表 5：2 セットの構成エンティティの例〉

CE値	コードブックパラメータ値			
	L	p (ランク 1-2)	v_0 (ランク 3-4)	β
x0	2	1/4	1/8	1/4
x1	2	1/4	1/8	1/2
x2	4	1/4	1/8	1/4
x3	4	1/4	1/8	1/2
x4	4	1/4	1/4	3/4
x5	4	1/2	1/4	1/2
x6	6	1/4	-	1/2
x7	6	1/4	-	3/4

10

20

【0 1 3 3】

ここで、CE 値 (又はジョイント RRC パラメータ) は、値の集合 { x0、x1、...、x7 } から構成される。

一例では、x0、x1、...、x7 はそれぞれ、0、1、...、7 に順次マップされる。

一例では、x0、x1、...、x7 はそれぞれ、1、2、...、8 に順次マップされる。

【0 1 3 4】

例 4 - 3 では、

$$(L, p, \beta) = \left(6, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right)$$

30

を示すジョイント CE 値 (表 3 及び表 4 の CE 値 x7) が、

$$(L, p, \beta) = \left(6, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right)$$

に置き換えられる。

例 4 - 4 では、

$$(L, p, \beta) = \left(6, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right)$$

40

を示す別のジョイント CE 値 (表 3 及び表 4 の CE 値 x9) が追加される。

例 4 - 5 では、表 3 及び表 4 の 値 (1.5、2) が、(2、2.5) 又は (1.5、2.5) に置き換えられる。

【0 1 3 5】

実施形態 5 では、UE は、2 つの集合 S1 及び S2 を介して、コードブックパラメータ (L, p, v_0, v_1, N_{ph}) から構成され、ここで、

・ S1 : x1 個の個別の構成エンティティを含み、各構成エンティティは、単一のコー

50

ドブックパラメータを構成する。

・ S 2 : 固定されている、したがって構成する必要はない (又は前記構成に含まれている) x_2 個のコードブックパラメータを含む。

構成エンティティの数は、 x_1 に等しい。

【 0 1 3 6 】

実施形態 6 では、U E は、3 つの集合 (S 1、S 2、及び S 3) を介して、コードブックパラメータ (L, p, v_0, β, N_{ph}) から構成され、ここで、

・ S 1 : x_1 個のジョイント構成エンティティを含み、各構成エンティティは、少なくとも 2 つのコードブックパラメータを構成する。

・ S 2 : x_2 個の個別の構成エンティティを含み、各構成エンティティは、単一のコードブックパラメータを構成する。

・ S 3 : 固定されている、したがって構成する必要はない (又は前記構成に含まれている) x_3 個のコードブックパラメータを含む。

構成エンティティの数は、 $x_1 + x_2$ に等しい。

【 0 1 3 7 】

例 6 - 1 では、S 2 は、コードブックパラメータ N_{ph} の場合、 $x_2 = 1$ 個の構成エンティティ C E 2 を含み、S 1 は、コードブックパラメータ (L, p, v_0, β) について、 $x_1 = 1$ 個の構成エンティティ C E 1 を含み、S 3 は、その値が $\beta = 2$ に固定される $x_3 = 1$ 個のコードブックパラメータを含む。

【 0 1 3 8 】

構成エンティティの一例を表 6 に示す。

一例では、 $L = 6$ を示す C E 1 値は、3 2 個の C S I - R S アンテナポート、ランク 1 又は 2、及び $R = 1$ にのみ制限される。

【表 6】

<表 6 : 構成エンティティの一例>

	コードブックパラメータ値				CE2 値	コードブック
	L	p (ランク 1-2)	v_0 (ランク 3-4)	β		パラメータ値
CE1 値						N_{ph}
x0	2	1/4	1/8	1/4	0	8
x1	2	1/4	1/8	3/4	1	16
x2	4	1/4	1/8	1/4		
x3	4	1/4	1/8	1/2		
x4	4	1/4	1/4	3/4		
x5	4	1/2	1/4	1/2		
x6	6	1/4	-	1/4		
x7	6	1/4	-	1/2		
x8	6	1/4	-	3/4		

【 0 1 3 9 】

ここで、C E 1 値 (又はジョイント R R C パラメータ) は、値の集合 { x_0, x_1, \dots, x_8 } から構成される。

一例では、 x_0, x_1, \dots, x_8 はそれぞれ、 $0, 1, \dots, 8$ に順次マップされる。

一例では、 x_0, x_1, \dots, x_8 はそれぞれ、 $1, 2, \dots, 9$ に順次マップされる。

【0140】

例6-2では、S2は、コードブックパラメータ及び N_{ph} のそれぞれ $x_2 = 2$ 個の構成エンティティCE1及びCE2を含み、S1は、コードブックパラメータ(L, p, v_0)の $x_2 = 1$ 個の構成エンティティCE3を含み、S3は、その値が $= 2$ に固定される $x_3 = 1$ 個のコードブックパラメータを含む。

【0141】

構成エンティティの一例を表7に示す。

一例では、 $L = 6$ を示すCE3値は、32個のCSI-RSアンテナポート、ランク1又は2、及び $R = 1$ にのみ制限される。

10

【表7】

〈表7：構成エンティティの例〉

コードブックパラメータ値				コードブックパラメータ値		コードブックパラメータ値	
CE3 値	L	p (ランク 1-2)	v_0 (ランク 3-4)	CE1 値	β	CE2 値	N_{ph}
x_0	2	1/4	1/8	0	1/4	0	8
x_1	4	1/4	1/8	1	1/2	1	16
x_2	4	1/4	1/4	2	3/4		
x_3	4	1/2	1/4				
x_4	6	1/4	-				

20

30

【0142】

ここで、CE3値(又はジョイントRRCパラメータ)は、値の集合 $\{x_0, x_1, \dots, x_4\}$ から構成される。

一例では、 x_0, x_1, \dots, x_4 はそれぞれ、 $0, 1, \dots, 4$ に順次マップされる。

一例では、 x_0, x_1, \dots, x_4 はそれぞれ、 $1, 2, \dots, 5$ に順次マップされる。

【0143】

例6-3では、

$$(L, p) = \left(6, \frac{1}{2}\right)$$

40

を示す別のジョイントCE値(表6及び表7)が追加される。

例6-4では、表6及び表7の値($1.5, 2$)が、($2, 2.5$)又は($1.5, 2.5$)に置き換えられる。

【0144】

図14は、本発明の実施形態によるUE116のようなUEによって実行され得る無線通信システムにおけるチャネル状態情報(CSI)報告のためのユーザ機器(UE)を操作するための方法1400を説明するためのフローチャートである。

図14に示す方法1400の実施形態は、例示のみを目的としている。

50

図 1 3 は、本発明の範囲を特定の実装に限定するものではない。

図 1 4 に示すように、方法 1 4 0 0 は、ステップ 1 4 0 2 で開始する。

【 0 1 4 5 】

ステップ 1 4 0 2 において、UE (例えば、図 1 に示したような符号 1 1 1 ~ 1 1 6) は、基地局 (BS) から、単一の無線リソース制御 (RRC) パラメータを介して、共同で (jointly) 構成されたコードブックパラメータを含むチャネル状態情報 (CSI) フィードバック構成情報を受信し、ここで、コードブックパラメータは、L、p、 v_0 、及び β を含み、ここで、パラメータ L は、空間領域 (SD) 基底ベクトルの数を決定し、パラメータ β は、係数の最大数を決定し、パラメータ p 及び v_0 は、周波数領域 (FD) 基底ベクトルの数 (M) を決定し、パラメータ p は、第 1 のランクセット用で、パラメータ v_0 は、第 2 のランクセット用である。

10

【 0 1 4 6 】

ステップ 1 4 0 4 において、UE は、CSI フィードバック構成情報に基づいて、CSI フィードバックを生成し、ここで、CSI フィードバックは、第 1 及び第 2 のランクセットのうち 1 つからのランク値 r について生成される。

ステップ 1 4 0 6 において、UE は、アップリンクチャネルを介して、CSI フィードバックを BS に送信する。

【 0 1 4 7 】

一実施形態では、単一の RRC パラメータを介して、共同で構成されたコードブックパラメータのマッピングは、以下に与えられるテーブルに基づいて決定される。

20

RRC パラメータ値	コードブックパラメータの値			
	L	p(第 1 のランクセット)	v_0 (第 2 のランクセット)	β
x0	2	1/4	1/8	1/4
x1	2	1/4	1/8	1/2
x2	4	1/4	1/8	1/4
x3	4	1/4	1/8	1/2
x4	4	1/4	1/4	3/4
x5	4	1/2	1/4	1/2
x6	6	1/4	-	1/2
x7	6	1/4	-	3/4

30

ここで、UE は、値の集合 { x 0、x 1、...、x 7 } から構成された単一の RRC パラメータの値で構成される。

【 0 1 4 8 】

一実施形態では、UE が 3 2 個未満のチャネル状態情報基準信号 (CSI-RS) アンテナポートで構成されているか、又は UE が、ランク値 $r > 2$ を報告できるようになっている場合、又は UE が、CSI フィードバック用に設定された各サブバンドで、最大 2 つのプリコーディング行列を報告できることを示す R = 2 で構成されている場合、UE は、パラメータ L = 6 を示す、x 6 又は x 7 である単一の RRC パラメータの値で構成されることが期待されない。

40

【 0 1 4 9 】

一実施形態では、CSI フィードバックは、一連の M 個の FD 基底ベクトルを含み、ここで、M は、ランク値 r が、第 1 のランクセットに属する場合、パラメータ p に基づいて決定され、ランク値 r が、第 2 のランクセットに属する場合、パラメータ v_0 に基づいて決定される。

【 0 1 5 0 】

一実施形態では、第 1 のランクセットは、ランク値 { 1、2 } を含み、第 2 のランクセットは、ランク値 { 3、4 } を含む。

50

一実施形態では、

$$M_v = \left\lceil q \times \frac{N_3}{R} \right\rceil$$

であり、ここで、第1のランクセットについて、 $q = p$ であり、第2のランクセットについて、 $q = 0$ であり、

$$\lceil \cdot \rceil$$

10

は、天井関数 (ceiling function) であり、 N_3 は、FDユニットの総数であり、 R は、CSIフィードバックのために構成される各サブバンドにおけるFDユニットの最大数である。

【0151】

一実施形態では、CSIフィードバックは、各層 ($l = 1, \dots, \cdot$) について係数行列 C_l 、SD基底行列 A_l 、及びFD基底行列 B_l を示すプリコーディング行列インジケータ (PMI) を含み、合計 N_3 個のFDユニットの各FDユニットのプリコーディング行列は、

$$W = \frac{1}{\sqrt{v}} [W^1 \ W^2 \ \dots \ W^v]$$

20

の列 (column) によって決定され、ここで、

$$W^l = \begin{bmatrix} A_l & 0 \\ 0 & A_l \end{bmatrix} C_l B_l^H = \begin{bmatrix} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{i=0}^{L-1} c_{l,i,k} (\mathbf{a}_{l,i} \mathbf{b}_{l,k}^H) \\ \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{i=0}^{L-1} c_{l,i+L,k} (\mathbf{a}_{l,i} \mathbf{b}_{l,k}^H) \end{bmatrix}$$

30

であり、

$$A_l = [\mathbf{a}_{l,0} \ \mathbf{a}_{l,1} \ \dots \ \mathbf{a}_{l,L-1}]$$

は、SDアンテナポートの L 個の基底ベクトルを含み、 $\mathbf{a}_{l,i}$ は、 $N_1 N_2 \times 1$ 列ベクトルであり、ここで、 N_1 及び N_2 はそれぞれ、アンテナポートの数であり、BSの2次元二重偏波チャネル状態情報 - 基準信号 (CSI-RS) アンテナポートの1次元及び2次元で同じアンテナ偏波 (antenna polarization) を使用し、

40

$$B_l = [\mathbf{b}_{l,0} \ \mathbf{b}_{l,1} \ \dots \ \mathbf{b}_{l,M_v-1}]$$

は、FDユニットの M 個の基底ベクトルを含み、 $\mathbf{b}_{l,k}$ は、 $N_3 \times 1$ 列ベクトルであり、 c_l は、複素係数 $c_{l,i,k}$ を含む $2L \times M$ 行列であり、FDユニットの総数 (N_3) は、 R の値及びCSIフィードバックのために構成されたサブバンドの数に基づいて決定される。

【0152】

図15は、本発明の実施形態による基地局 (BS) 102などのBSによって実行される別の方法1500を説明するためのフローチャートである。

50

図 15 に示す方法 1500 の実施形態は、例示のみを目的としている。

図 15 は、本発明の範囲を特定の実装に限定するものではない。

図 15 に示すように、方法 1500 は、ステップ 1502 で開始する。

【0153】

ステップ 1502 において、BS (例えば、図 1 に示したような符号 101 ~ 103) は、CSI フィードバック構成情報を生成する。

ステップ 1504 において、BS は、単一の無線リソース制御 (RRC) パラメータを介して、共同で構成されたコードブックパラメータを含む CSI フィードバック構成情報を、ユーザ機器 (UE) に送信し、コードブックパラメータは、L、p、 v_0 、及び β を含み、ここで、パラメータ L は、空間領域 (SD) 基底ベクトルの数を決定し、パラメータ p は、係数の最大数を決定し、パラメータ v_0 は、周波数領域 (FD) 基底ベクトルの数 (M) を決定し、パラメータ p は、第 1 のランクセット用であり、パラメータ v_0 は、第 2 のランクセット用である。

ステップ 1506 において、BS は、チャンネル状態情報 (CSI) フィードバック構成情報を、ユーザ機器 (UE) に送信する。

【0154】

一実施形態では、単一の RRC パラメータを介して、共同で構成されたコードブックパラメータのマッピングは、以下に与えられるテーブルに基づいて決定される。

RRC パラメータ値	コードブックパラメータの値			
	L	p(第1のランクセット)	v_0 (第2のランクセット)	β
x0	2	1/4	1/8	1/4
x1	2	1/4	1/8	1/2
x2	4	1/4	1/8	1/4
x3	4	1/4	1/8	1/2
x4	4	1/4	1/4	3/4
x5	4	1/2	1/4	1/2
x6	6	1/4	-	1/2
x7	6	1/4	-	3/4

ここで、UE は、値の集合 {x0、x1、...、x7} から構成された単一の RRC パラメータの値から構成される。

【0155】

一実施形態では、CSI フィードバック構成情報が、32 個未満のチャンネル状態情報基準信号 (CSI-RS) アンテナポートを構成するか、又はランク値 > 2 を許可するか、又は UE が、CSI フィードバックのために構成された各サブバンドで最大 2 つのプリコーディング行列を報告できることを示す R = 2 を設定するとき、単一の RRC パラメータは、パラメータ L = 6 を示す値 x6 又は x7 を取ることは期待されない。

一実施形態では、CSI フィードバックは、一連の M 個の FD 基底ベクトルの集合を含み、ここで、M は、ランク値 r が第 1 のランクセットに属する場合、パラメータ p に基づいて決定され、ランク値 r が第 2 のランクセットに属する場合、パラメータ v_0 に基づいて決定される。

【0156】

一実施形態では、第 1 のランクセットは、ランク値 {1、2} を含み、第 2 のランクセットは、ランク値 {3、4} を含む。

一実施形態では、

$$M_v = \left\lceil q \times \frac{N_3}{R} \right\rceil$$

10

20

30

40

50

であり、ここで、第1のランクセットについて、 $q = p$ であり、第2のランクセットについて、 $q = 0$ であり、

$$\left[\begin{array}{c} \\ \\ \end{array} \right]$$

は、天井関数であり、 N_3 は、FDユニットの総数であり、 R は、CSIフィードバックのために構成された各サブバンドのFDユニットの最大数である。

【0157】

一実施形態では、CSIフィードバックは、各層 ($l = 1, \dots, \nu$) について係数行列 C_l 、SD基底行列 A_l 、及びFD基底行列 B_l を示すプリコーディング行列インジケータ (PMI) を含み、ここで、合計 N_3 個のFDユニットの各FDユニットのプリコーディング行列は、

$$W = \frac{1}{\sqrt{\nu}} [W^1 \quad W^2 \quad \dots \quad W^\nu]$$

の列 (column) によって決定され、ここで、

$$W^l = \begin{bmatrix} A_l & 0 \\ 0 & A_l \end{bmatrix} C_l B_l^H = \begin{bmatrix} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{i=0}^{L-1} c_{l,i,k} (a_{l,i} b_{l,k}^H) \\ \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{i=0}^{L-1} c_{l,i+L,k} (a_{l,i} b_{l,k}^H) \end{bmatrix}$$

であり、

$$A_l = [a_{l,0} \quad a_{l,1} \quad \dots \quad a_{l,L-1}]$$

は、SDアンテナポートの L 個の基底ベクトルを含み、 $a_{l,i}$ は、 $N_1 N_2 \times 1$ 列ベクトルであり、ここで、 N_1 及び N_2 はそれぞれ、アンテナポートの数であり、BSの2次元二重偏波 (dual-polarized) チャンネル状態情報 - 基準信号 (CSI-RS) アンテナポートの1次元及び2次元で同じアンテナ偏波を使用し、

$$B_l = [b_{l,0} \quad b_{l,1} \quad \dots \quad b_{l,M-1}]$$

は、FDユニットの M 個の基底ベクトルを含み、 $b_{l,k}$ は、 $N_3 \times 1$ 列ベクトルであり、 c_l は、複素係数 $c_{l,i,k}$ を含む $2L \times M$ 行列であり、FDユニットの総数 (N_3) は、 R の値及びCSIフィードバック用に構成されたサブバンドの数に基づいて決定される。

【0158】

本発明は、例示的な実施形態を参照して説明されてきたが、様々な変更及び修正が当業者に示唆され得る。

本発明は、添付の特許請求の範囲に含まれるような変更及び修正を包含することが意図されている。

この出願の説明はいずれも、特定の要素、プロセス、又は機能が、請求項に含まれなければならない必須の要素であることを意味するものとして読まれるべきではない。

特許取得済みの主題の範囲は、請求項によって定義される。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

【 0 1 5 9 】

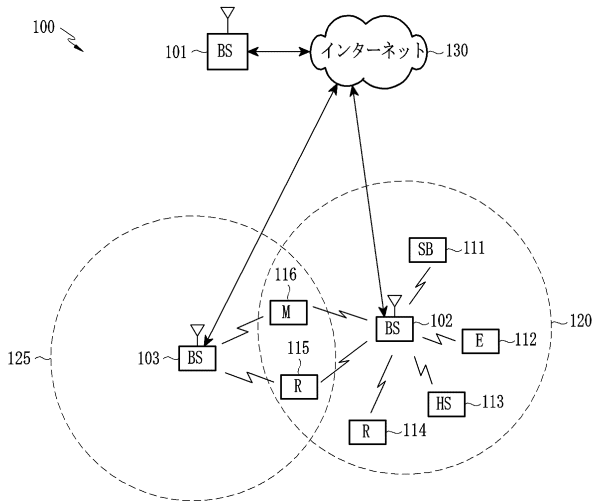
- 1 0 0 無線ネットワーク
- 1 0 1、1 0 2、1 0 3 gNB (B S)
- 1 1 1 ~ 1 1 6 U E (ユーザ機器)
- 1 2 0、1 2 5 カバレッジエリア
- 1 3 0 ネットワーク
- 2 0 5 a、2 0 5 b、...、2 0 5 n、3 0 5 アンテナ
- 2 1 0 a、2 1 0 b、...、2 1 0 n、3 1 0 R F トランシーバ
- 2 1 5、3 1 5 送信 (T X) プロセッシング回路
- 2 2 0、3 2 5 受信 (R X) プロセッシング回路
- 2 2 5 コントローラ / プロセッサ
- 2 3 0、3 6 0 メモリ
- 2 3 5 ネットワークインタフェース
- 3 2 0 マイクロフォン
- 3 3 0 スピーカ
- 3 4 0 プロセッサ
- 3 4 5 I / O インタフェース
- 3 5 0 タッチスクリーン
- 3 5 5 ディスプレイ
- 3 6 1 O S
- 3 6 2 アプリケーション

10

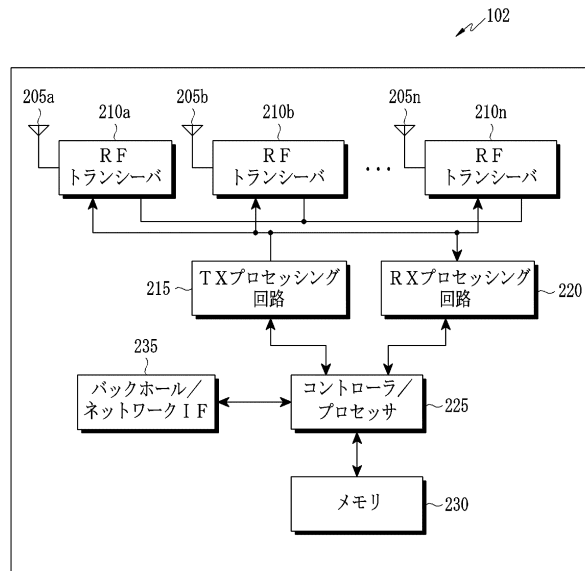
20

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】

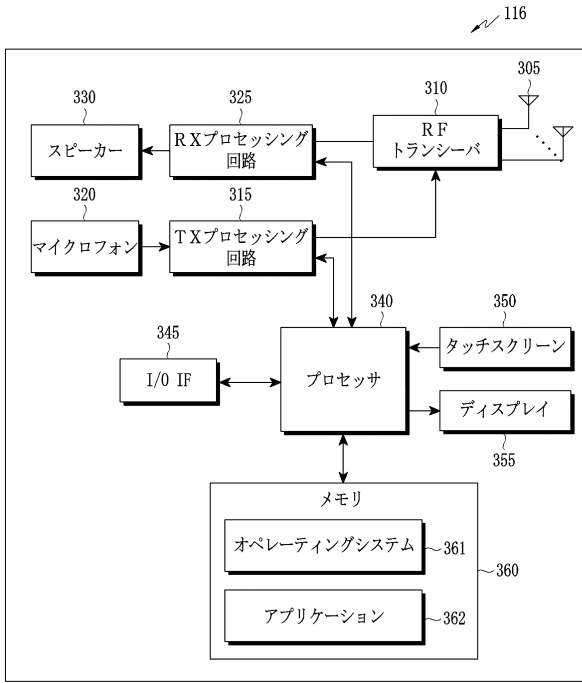


30

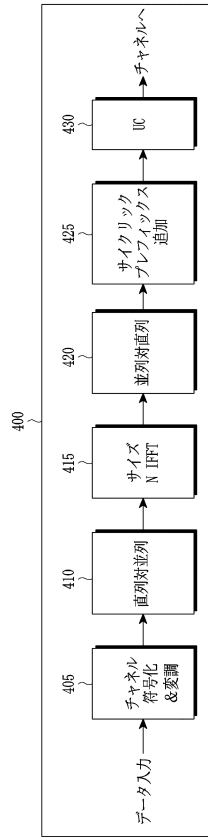
40

50

【図3】



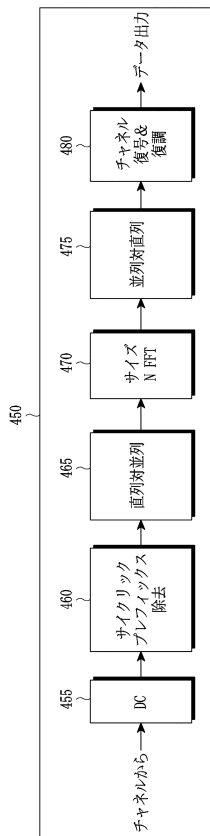
【図4A】



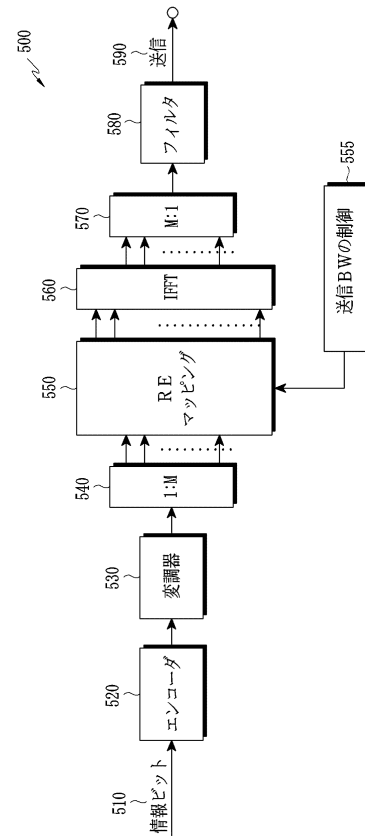
10

20

【図4B】



【図5】

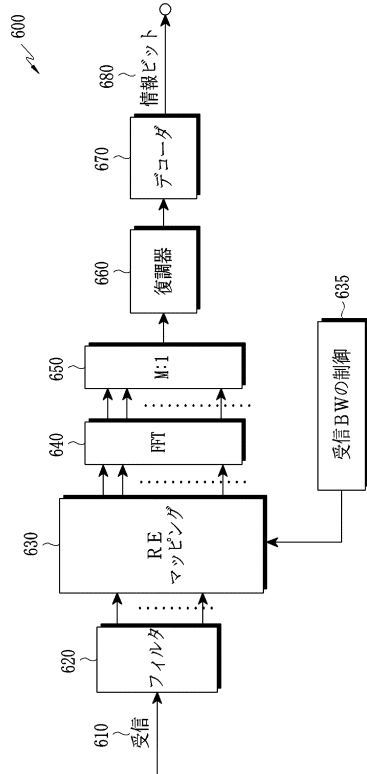


30

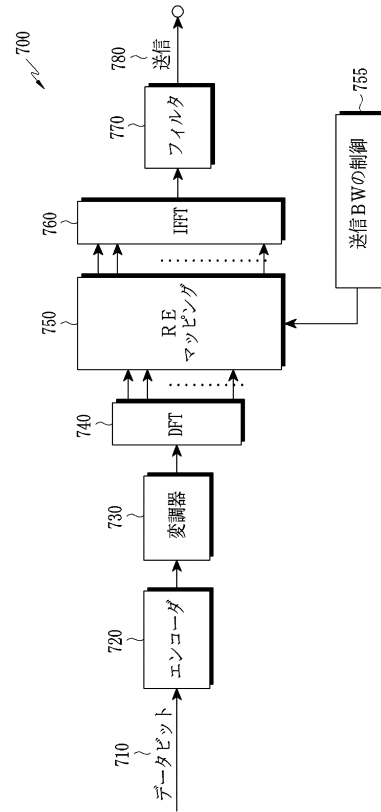
40

50

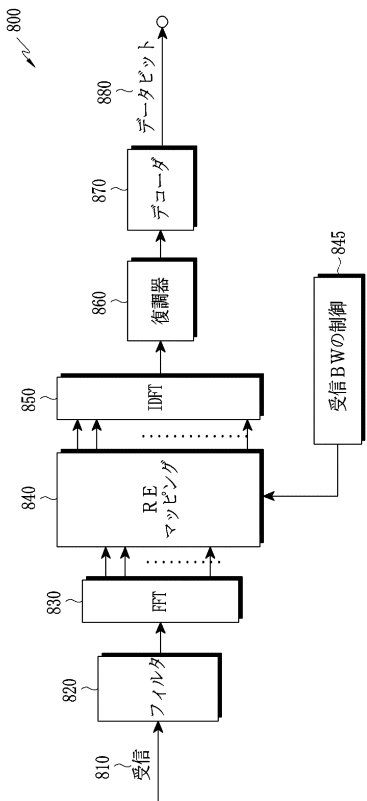
【図6】



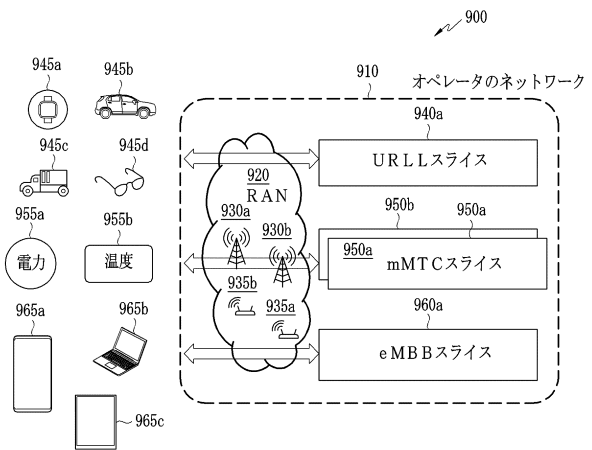
【図7】



【図8】



【図9】



10

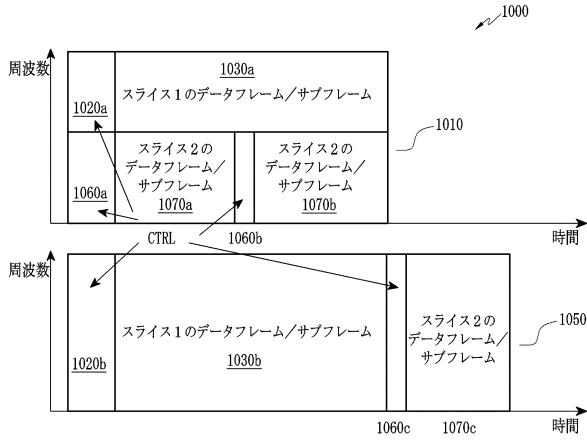
20

30

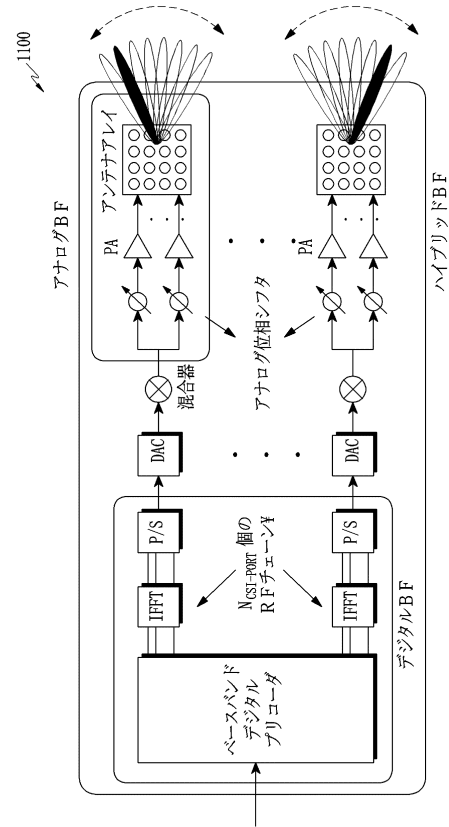
40

50

【図 1 0】



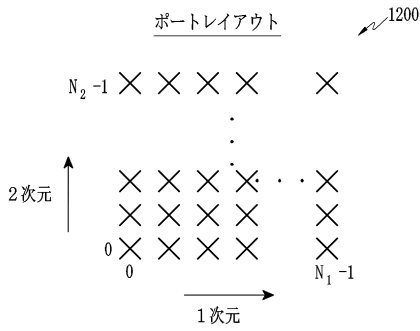
【図 1 1】



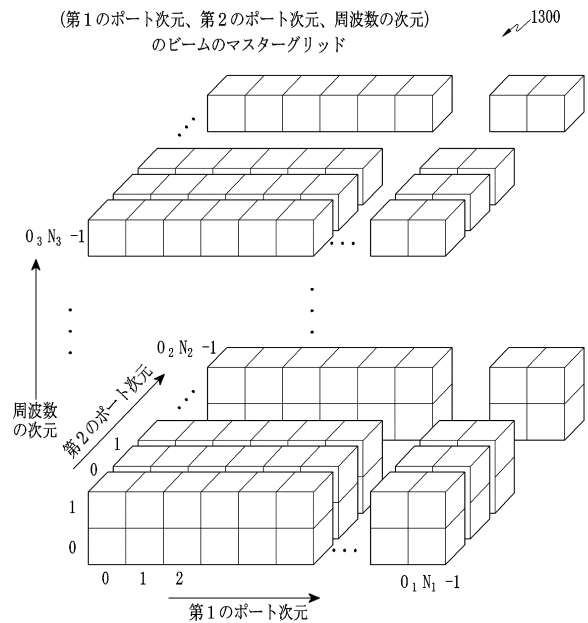
10

20

【図 1 2】



【図 1 3】

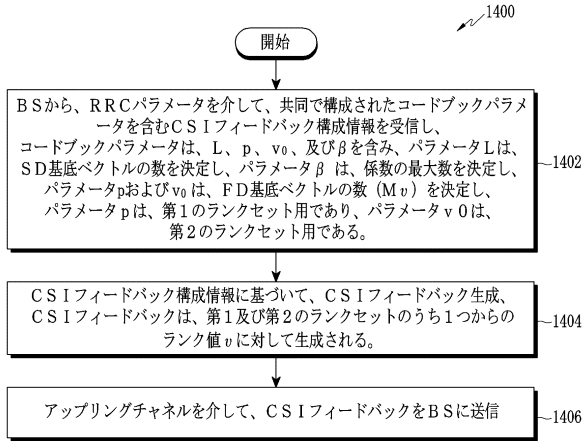


30

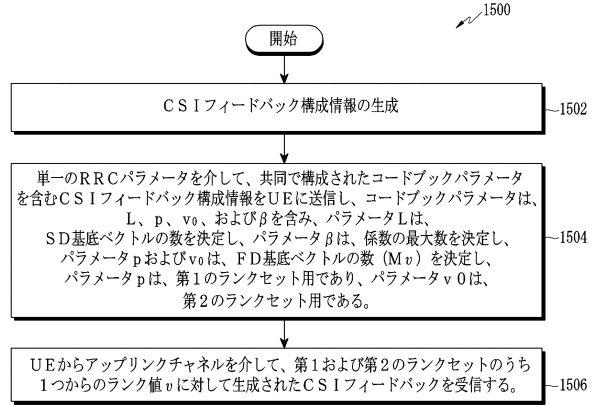
40

50

【図 14】



【図 15】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(31)優先権主張番号 16/947,044

(32)優先日 令和2年7月15日(2020.7.15)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

アベニュー, 665

審査官 原田 聖子

(56)参考文献

LG Electronics, Discussion on overhead reduction for Type II codebook[online], 3GPP TSG RAN WG1 #96b R1-1904207, Internet URL:https://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_96b/Docs/R1-1904207.zip, 2019年03月30日

Huawei, HiSilicon, Discussion on CSI enhancement[online], 3GPP TSG RAN WG1 #97 R1-1906028, Internet URL:https://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_97/Docs/R1-1906028.zip, 2019年05月03日

CATT, Discussions on Type II CSI enhancement[online], 3GPP TSG RAN1 WG #96b R1-1904560, Internet URL:https://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_96b/Docs/R1-1904560.zip, 2019年03月30日

MediaTek Inc., CSI enhancement for MU-MIMO[online], 3GPP TSG RAN WG1 #97 R1-1906535, Internet URL:https://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_97/Docs/R1-1906535.zip, 2019年05月04日

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 0 4 B 7 / 0 4 5 6

H 0 4 B 7 / 0 4 1 7

H 0 4 W 1 6 / 2 8

H 0 4 W 7 2 / 2 3 1

3 G P P T S G R A N W G 1 - 4