

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6983774号

(P6983774)

(45) 発行日 令和3年12月17日(2021. 12. 17)

(24) 登録日 令和3年11月26日(2021. 11. 26)

(51) Int.Cl.	F I
H04B 7/0413 (2017.01)	H04B 7/0413 310
H04W 24/10 (2009.01)	H04W 24/10
H04W 16/28 (2009.01)	H04W 16/28 130
H04B 7/06 (2006.01)	H04B 7/06 956
H04B 7/0456 (2017.01)	H04B 7/0456 100

請求項の数 28 (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2018-524391 (P2018-524391)	(73) 特許権者	503447036
(86) (22) 出願日	平成28年11月10日(2016. 11. 10)		サムスン エレクトロニクス カンパニー
(65) 公表番号	特表2019-503103 (P2019-503103A)		リミテッド
(43) 公表日	平成31年1月31日(2019. 1. 31)		大韓民国・16677・キョンギード・ス
(86) 国際出願番号	PCT/KR2016/012881		ウォンシ・ヨントンク・サムスンロー
(87) 国際公開番号	W02017/082634		・129
(87) 国際公開日	平成29年5月18日(2017. 5. 18)	(74) 代理人	100133400
審査請求日	令和1年11月11日(2019. 11. 11)		弁理士 阿部 達彦
(31) 優先権主張番号	62/253, 911	(74) 代理人	100110364
(32) 優先日	平成27年11月11日(2015. 11. 11)		弁理士 実広 信哉
(33) 優先権主張国・地域又は機関		(74) 代理人	100154922
米国 (US)			弁理士 崔 允辰
(31) 優先権主張番号	62/288, 180	(74) 代理人	100140534
(32) 優先日	平成28年1月28日(2016. 1. 28)		弁理士 木内 敬二
(33) 優先権主張国・地域又は機関			
米国 (US)			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 減少されたフィードバックMIMOのための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザ端末 (user equipment、UE) であって、
 少なくとも1つの送受信機と、
 前記少なくとも1つの送受信機と動作的に結合される少なくとも1つのプロセッサを含み、

前記少なくとも1つのプロセッサは、

コードブックに対する少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第1PMI (first precoding matrix indicator) を決定し、前記コードブックの各プリコーディング行列は前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 及び第2コードブックインデックス i_2 によって特定され、

前記コードブックのプリコーディング行列のセットから1つ以上のPRB (physical resource block) ごとにプリコーディング行列を選択することによってCQI (channel quality indicator) を決定し、前記プリコーディング行列のセットは前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 及び前記第2コードブックインデックス i_2 と関連付けられた1つ以上の値 α に対応し、

前記第2コードブックインデックス i_2 を報告することなく、前記第1PMI及び前記CQIを基地局に伝送するように構成されるユーザ端末。

【請求項2】

前記少なくとも1つのプロセッサは、

RI (rank indicator) を前記基地局に伝送するように追加的に構成され、

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた前記第1PMIは前記RIに基づいて計算される請求項1に記載のユーザ端末。

【請求項3】

前記第1PMI及び前記CQIはCSI-RS (channel state information-reference signal) アンテナポートの個数に基づいて決定され、

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 は2つの偏向グループの各々に対する基底行列のセットを示すように用いられ、

前記第2コードブックインデックス i_2 は前記基底行列のセットの中で1つ及び前記2つの偏向グループの間に適用されるコフェージング (co-phasing) の値を示すように用いられる請求項1に記載のユーザ端末。

【請求項4】

前記少なくとも1つのプロセッサは、

前記基地局からコードブックパラメータを獲得するように追加的に構成され、

前記コードブックパラメータは、

第1次元で第1アンテナポートの個数；

第2次元で第2アンテナポートの個数；

前記第1次元で第1オーバーサンプリングファクタ (oversampling factor) ；

前記第2次元で第2オーバーサンプリングファクタ；及び

複数のコードブックの中の部分集合を示すコードブック構成パラメータを含み、前記部分集合は前記コードブックを含み、

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 は前記第1次元のための第1インデックス $i_{1,1}$ 、1及び前記第2次元のための第2インデックス $i_{1,2}$ を含み、

前記プリコーディング行列のセットの各々は前記コードブックパラメータに基づいて前記複数のコードブックから識別される前記コードブックのプリコーディング行列である請求項1に記載のユーザ端末。

【請求項5】

前記コードブック構成パラメータが1を示す場合、前記コードブックは前記第2コードブックインデックスの0から3までの値及び前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第1PMIに対応し、

前記コードブック構成パラメータが2を示す場合、前記コードブックは前記第2コードブックインデックスの0から15までの値及び前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第1PMIに対応する請求項4に記載のユーザ端末。

【請求項6】

前記少なくとも1つのプロセッサはRI (rank indicator) を計算するように追加的に構成され、

前記第1PMIは前記RIに基づいて広帯域 (wideband) PMIに決定され、

前記CQIは、前記RI及び前記第1PMIに基づいて広帯域CQIに決定される請求項1に記載のユーザ端末。

【請求項7】

前記少なくとも1つのプロセッサは前記第2コードブックインデックス i_2 と関連付けられた値を報告しないように構成する情報を前記基地局から受信するように追加的に構成される請求項1に記載のユーザ端末。

【請求項8】

基地局 (base station、BS) であって、

少なくとも1つの送受信機と、

前記少なくとも1つの送受信機と動作的に結合される少なくとも1つのプロセッサを含み、

前記少なくとも1つのプロセッサは、

ユーザ端末 (user equipment、UE) に CSI-RS (channel state information-reference signal) を送信し

第2コードブックインデックス i_2 を受信することなく、コードブックに対する少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第1PMI (first precoding matrix indicator) 及びCQI (channel quality indicator) を前記ユーザ端末から受信するように構成され、

10

前記コードブックの各プリコーディング行列は前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 及び第2コードブックインデックス i_2 によって特定され、

前記CQIは、前記コードブックのプリコーディング行列のセットから1つ以上のPRB (physical resource block) らごとにプリコーディング行列を選択することによって決定され、

前記プリコーディング行列のセットは前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 及び前記第2コードブックインデックス i_2 と関連付けられた1つ以上の値らに対応する基地局。

【請求項9】

20

前記少なくとも1つのプロセッサは、

RI (rank indicator) を前記ユーザ端末から受信するように追加的に構成され、

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた前記第1PMIは前記RIに基づいて計算される請求項8に記載の基地局。

【請求項10】

前記少なくとも1つのプロセッサは、前記基地局のCSI-RSアンテナポート上で前記CSI-RSを前記ユーザ端末に伝送するように追加的に構成され、

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 は2つの偏向グループの各々に対する基底行列のセットを示すように用いられ、

30

前記第2コードブックインデックス i_2 は前記基底行列のセットの中で1つ及び前記2つの偏向グループの間に適用されるコフェージング (co-phasing) の値を示すように用いられる請求項8に記載の基地局。

【請求項11】

前記少なくとも1つのプロセッサは、

前記ユーザ端末にコードブックパラメータを伝送するように追加的に構成され、

前記コードブックパラメータは、

第1次元で第1アンテナポートの個数；

第2次元で第2アンテナポートの個数；

前記第1次元で第1オーバーサンプリングファクタ (oversampling factor) ；

40

前記第2次元で第2オーバーサンプリングファクタ；及び

複数のコードブックの中の部分集合を示すコードブック構成パラメータを含み、前記部分集合は前記コードブックを含み、

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 は前記第1次元のための第1インデックス $i_{1,1}$ 、1及び前記第2次元のための第2インデックス $i_{1,2}$ を含み、

前記プリコーディング行列のセットの各々は前記コードブックパラメータに基づいて前記複数のコードブックから識別される前記コードブックのプリコーディング行列である請求項8に記載の基地局。

【請求項12】

50

前記コードブック構成パラメータが1を示す場合、前記コードブックは前記第2コードブックインデックスの0から3までの値及び前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第1PMIに対応し、

前記コードブック構成パラメータが2を示す場合、前記コードブックは前記第2コードブックインデックスの0から15までの値及び前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第1PMIに対応する請求項11に記載の基地局。

【請求項13】

前記少なくとも1つのプロセッサは

前記ユーザ端末からRI(rank indicator)を受信するように追加的に構成され、

前記第1PMIは前記RIに基づいて広帯域(wideband)PMIに決定され、

前記CQIは、前記RI及び前記第1PMIに基づいて広帯域CQIに決定される請求項8に記載の基地局。

【請求項14】

前記少なくとも1つのプロセッサは前記第2コードブックインデックス i_2 と関連付けられた値を報告しないように構成する情報を前記ユーザ端末に伝送するように追加的に構成される請求項8に記載の基地局。

【請求項15】

ユーザ端末(user equipment、UE)の方法であって、

コードブックに対する少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第1PMI(first precoding matrix indicator)を決定する過程と、

前記コードブックの各プリコーディング行列は前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 及び第2コードブックインデックス i_2 によって特定され、

前記コードブックのプリコーディング行列のセットから1つ以上のPRB(physical resource block)らごとにプリコーディング行列を選択することによってCQI(channel quality indicator)を決定する過程と、前記プリコーディング行列のセットは前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 及び前記第2コードブックインデックス i_2 と関連付けられた1つ以上の値らに対応し、

前記第2コードブックインデックス i_2 を報告することなく、前記第1PMI及び前記CQIを基地局に伝送する過程と、を含む方法。

【請求項16】

RI(rank indicator)を前記基地局に伝送する過程をさらに含み、

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた前記第1PMIは前記RIに基づいて計算される請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記第1PMI及び前記CQIはCSI-RS(channel state information-reference signal)アンテナポートの個数に基づいて決定され、

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 は2つの偏向グループの各々に対する基底行列のセットを示すように用いられ、

前記第2コードブックインデックス i_2 は前記基底行列のセットの中で1つ及び前記2つの偏向グループの間に適用されるコフェージング(co-phasing)の値を示すように用いられる請求項15に記載の方法。

【請求項18】

前記基地局からコードブックパラメータを獲得する過程をさらに含み、

前記コードブックパラメータは、

第1次元で第1アンテナポートの個数；

第2次元で第2アンテナポートの個数；

前記第 1 次元で第 1 オーバーサンプリングファクタ (oversampling factor) ;

前記第 2 次元で第 2 オーバーサンプリングファクタ ; 及び

複数のコードブックの中の部分集合を示すコードブック構成パラメータを含み、前記部分集合は前記コードブックを含み、

前記少なくとも 1 つの第 1 コードブックインデックス i_1 は前記第 1 次元のための第 1 インデックス $i_{1,1}$, 1 及び前記第 2 次元のための第 2 インデックス $i_{1,2}$ を含み、

前記プリコーディング行列のセットの各々は前記コードブックパラメータに基づいて前記複数のコードブックから識別される前記コードブックのプリコーディング行列である請求項 15 に記載の方法。

10

【請求項 19】

前記コードブック構成パラメータが 1 を示す場合、前記コードブックは前記第 2 コードブックインデックスの 0 から 3 までの値及び前記少なくとも 1 つの第 1 コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第 1 PMI に対応し、

前記コードブック構成パラメータが 2 を示す場合、前記コードブックは前記第 2 コードブックインデックスの 0 から 15 までの値及び前記少なくとも 1 つの第 1 コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第 1 PMI に対応する請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

RI (rank indicator) を計算する過程をさらに含み、

前記第 1 PMI は前記 RI に基づいて広帯域 (wideband) PMI に決定され、

前記 CQI は、前記 RI 及び前記第 1 PMI に基づいて広帯域 CQI に決定される請求項 15 に記載の方法。

20

【請求項 21】

前記第 2 コードブックインデックス i_2 と関連付けられた値を報告しないように構成する情報を前記基地局から受信する過程をさらに含む請求項 15 に記載の方法。

【請求項 22】

基地局 (base station、BS) の方法であって、

ユーザ端末 (user equipment、UE) に CSI-RS (channel state information-reference signal) を送信する過程と、

30

第 2 コードブックインデックス i_2 を受信することなく、コードブックに対する少なくとも 1 つの第 1 コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第 1 PMI (first precoding matrix indicator) 及び CQI (channel quality indicator) を前記ユーザ端末から受信する過程を含み、前記コードブックの各プリコーディング行列は前記少なくとも 1 つの第 1 コードブックインデックス i_1 及び第 2 コードブックインデックス i_2 によって特定され、

前記 CQI は、前記コードブックのプリコーディング行列のセットから 1 つ以上の PRB (physical resource block) ら ごとにプリコーディング行列を選択することによって決定され、

前記プリコーディング行列のセットは前記少なくとも 1 つの第 1 コードブックインデックス i_1 及び前記第 2 コードブックインデックス i_2 と関連付けられた 1 つ以上の値 ら に対応する方法。

40

【請求項 23】

RI (rank indicator) を前記ユーザ端末から受信する過程をさらに含み、

前記少なくとも 1 つの第 1 コードブックインデックス i_1 と関連付けられた前記第 1 PMI は前記 RI に基づいて計算される請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

前記基地局の CSI-RS アンテナポート上で前記 CSI-RS を前記ユーザ端末に伝送する過程をさらに含み、

50

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 は2つの偏向グループの各々に対する基底行列のセットを示すように用いられ、

前記第2コードブックインデックス i_2 は前記基底行列のセットの中で1つ及び前記2つの偏向グループの間に適用されるコフェージング(c o - p h a s i n g)の値を示すように用いられる請求項22に記載の方法。

【請求項25】

前記ユーザ端末にコードブックパラメータを送信する過程をさらに含み、

前記コードブックパラメータは、

第1次元で第1アンテナポートの個数；

第2次元で第2アンテナポートの個数；

前記第1次元で第1オーバーサンプリングファクタ(o v e r s a m p l i n g f a c t o r)；

前記第2次元で第2オーバーサンプリングファクタ；及び

複数のコードブックの中の部分集合を示すコードブック構成パラメータを含み、前記部分集合は前記コードブックを含み、

前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 は前記第1次元のための第1インデックス $i_{1,1}$ 及び前記第2次元のための第2インデックス $i_{1,2}$ を含み、

前記プリコーディング行列のセットの各々は前記コードブックパラメータに基づいて前記複数のコードブックから識別される前記コードブックのプリコーディング行列である請求項22に記載の方法。

【請求項26】

前記コードブック構成パラメータが1を示す場合、前記コードブックは前記第2コードブックインデックスの0から3までの値及び前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第1PMIに対応し、

前記コードブック構成パラメータが2を示す場合、前記コードブックは前記第2コードブックインデックスの0から15までの値及び前記少なくとも1つの第1コードブックインデックス i_1 と関連付けられた第1PMIに対応する請求項25に記載の方法。

【請求項27】

前記ユーザ端末からRI(r a n k i n d i c a t o r)を受信する過程をさらに含み、

前記第1PMIは前記RIに基づいて広帯域(w i d e b a n d)PMIに決定され、

前記CQIは、前記RI及び前記第1PMIに基づいて広帯域CQIに決定される請求項22に記載の方法。

【請求項28】

前記第2コードブックインデックス i_2 と関連付けられた値を報告しないように構成する情報を前記ユーザ端末に送信する過程をさらに含む請求項22に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に2次元アレイを含む複数の送信アンテナに対する送信方法及びチャネル状態情報(c h a n n e l s t a t e i n f o r m a t i o n、CSI)報告に関する。このような2次元アレイは、よく“フルディメンション(f u l l - d i m e n s i o n)”MIMO(FD-MIMO)又はマッシュMIMO又は3D-MIMOと呼ばれるMIMO(m u l t i p l e - i n p u t m u l t i p l e - o u t p u t)システムタイプと関連づけられることができる。

【背景技術】

【0002】

4G通信システム(4 t h g e n e r a t i o n)の商用化以降、増加の趨勢にある無線データトラフィック需要を充足させるために、改善された5G通信システム又はp r e - 5 G通信システムを開発することに努力が注がれている。このような理由で、5G通

10

20

30

40

50

信システム又は pre-5G 通信システムは、「ビヨンド (Beyond) 4G ネットワーク」又は「ポスト (Post) LTE システム」と呼ばれている。

【0003】

高いデータ伝送率を達成するために、5G 通信システムは、超高周波 (mmWave) 帯域 (例えば、60GHz 帯域) での具現が考慮されている。電波の伝搬経路損失を低減し送信カバレッジを増加させるために、5G 通信システムでは、ビームフォーミング (beamforming)、マッシブマイモ (massive MIMO)、FD-MIMO (Full Dimensional MIMO)、アレイアンテナ (array antenna)、アナログビームフォーミング (analog beamforming) 及び大規模アンテナ (large scale antenna) 技術が論議されている。

10

【0004】

また、システムネットワークの改善のために、5G 通信システムでは、改善された小型セル (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 (ultra-dense network)、D2D (Device to Device communication) 通信、無線バックホール (wireless backhaul)、移動ネットワーク、協調通信、CoMP (Coordinated Multi-Points)、受信干渉除去などの技術開発が行われている。

20

【0005】

5G システムでは、進歩したコーディング変調 (Advanced Coding Modulation、ACM) 方式である FQAM (Hybrid FSK and QAM Modulation) 及び SWSC (sliding window superposition coding) と、進歩した接続技術である FBMC (filter bank multi carrier)、NOMA (non-orthogonal multiple access)、及び SCMA (sparse code multiple access) などが開発されている。

【0006】

無線通信は、現代における最も成功した革新の 1 つである。無線データトラフィックの需要はスマートフォン及びタブレット、ノートパッド、コンピュータ、ネットブック、電子ブックリーダー、機械タイプの装置のような他のモバイルデータ装置の消費者とビジネス分野での人気が上がるにつれ急速に増加している。モバイルデータトラフィックの急成長を充足させ、新しい応用及び配置をサポートするためには、無線インタフェースの効率性及びカバレッジ改善が最も重要である。

30

【0007】

モバイル装置又はユーザ装備は、ダウンリンクチャネルの品質を測定し、該品質を基地局に報告することによって、そのモバイル装置と通信する間に各種パラメータが調整されるべきであるか否かに対する決定がなされることができる。無線通信システムにおける既存のチャネル品質報告プロセスは、大型の 2 次元アレイ送信アンテナ、又は、一般に多数のアンテナ要素を収容するアンテナアレイ構造と関連づけられたチャネル状態情報の報告を十分に収容することはできない。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本開示の多様な実施形態は、CSI 報告の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】

【0009】

一実施形態で、ユーザ装備 (UE) が提供される。UE は、送受信機及び送受信機に動作可能に接続されたプロセッサを含む。送受信機は、送信方式構成情報、コードブック構

50

成情報及びe M I M O - タイプ構成情報を受信するように構成される。プロセッサは、開ループダイバーシティ動作を示す構成情報の受信に応じて、コードブックから第1プリコーディングマトリックスインジケータ (precoding matrix indicator、PMI) i_1 を計算するように構成される。コードブックは2つのPMI i_1 及び i_2 を含み、コードブック構成情報に基づいて決定される。送受信機は、アップリンクチャンネルで第1PMI i_1 を送信することによって第1PMI i_1 を報告するように構成される。

【0010】

他の実施形態では、基地局 (B S) が提供される。B S はプロセッサ及び該プロセッサに動作可能に接続された送受信機を含む。プロセッサは、送信方式、コードブック、及びe M I M O - タイプでU E を構成するための構成情報を生成するように構成される。送受信機は、構成情報をU E に送信し；開ループダイバーシティでデータをU E に送信し；アップリンクチャンネルで第1PMI i_1 を含む報告を受信するように構成される。第1PMI i_1 は、2つのPMI i_1 及び i_2 を含みコードブックに対する構成情報に基づいて決定されるコードブックから計算される。

【0011】

他の実施形態では、U E を動作させる方法が提供される。該方法は、U E によって、送信方式構成情報、コードブック構成情報及びe M I M O - タイプ構成情報を受信するステップを含む。また、該方法は、開ループダイバーシティ動作を示す構成情報の受信に応じて、コードブック構成情報に基づいて決定され2つのPMI i_1 及び i_2 を含むコードブックから、U E によって、第1PMI i_1 を計算するステップを含む。また、該方法は、アップリンクチャンネルで第1PMI i_1 を送信することによって第1PMI i_1 を報告するステップを含む。

【発明の効果】

【0012】

本開示による多様な実施形態は、減少されたフィードバックによってチャンネル状態情報 (C S I) 報告を効果的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

本開示及びその利点に対するより完全な理解のために、以下、添付図面と共に行われる次の説明に対する参照がなされ、図面において類似の参照符号は類似の部分を示す。

【0014】

【図1】本開示の多様な実施形態に係る例示的な無線ネットワークを示した図である。

【図2 A】本開示の多様な実施形態に係る例示的な無線送信及び受信経路を示した図である。

【図2 B】本開示の多様な実施形態に係る例示的な無線送信及び受信経路を示した図である。

【図3 A】本開示の多様な実施形態に係る例示的なユーザ装置を示した図である。

【図3 B】本開示の多様な実施形態に係る例示的なe N B (enhanced Node B) を示した図である。

【図4】本開示の多様な実施形態で用いられ得る 4×2 又は 2×4 長方形フォーマットで配列された16つのデュアル偏波要素で構成された例示的な2次元 (2 D) アンテナアレイを示した図である。

【図5】チャンネルが制限されたA o D (angle - of - departure) スプレッドを示すダウンリンク送信の一例を示した図である。

【図6】本開示の多様な実施形態に係る送信方法又は方式の一例を示した図である。

【図7】本開示の多様な実施形態に係る周期的チャンネル状態情報 (C S I) 報告の一例を示した図である。

【図8】本開示の実施形態らによってU E が構成情報を受信してC S I 報告を計算する例示的な方法に対するフローチャートである。

【図9】本開示の多様な実施形態らによってeNBが送信方式、コードブック設定及びeMIMO-タイプでUE(UE-kとラベリングされる)を構成する例示的な方法に対するフローチャートを示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本開示は、LTE(Long Term Evolution)のような4G(4th-Generation)通信システムより高いデータレートをサポートするために提供されるpre-5G(5th-Generation)又は5G通信システムに関する。

【0016】

他の技術的特徴らは、次の図面、説明及び請求範囲から当業者に容易に理解されることができる。

【0017】

以下の詳細な説明の前に、本明細書全体にわたって用いられる特定の単語及び句の定義を記載することが役に立つであろう。用語「結合(couple)」及びその派生語は2つ以上の要素の間のある直接又は間接通信を示したり、それらの要素が互いに物理的に接触しているか否かを示したりする。用語「送信(transmit)」、「受信(receive)」及び「通信(communicate)」、並びにその派生語は直接通信及び間接通信をいずれも含む。用語「含む(include)」及び「構成する(comprise)」、並びにその派生語は制限なく含むことを意味する。用語「又は(or)」は包括的用語で、「及び/又は」を意味する。句「~と関連づけられる(associated with)」及びその派生は~を含む(include)、~に含まれる(be included within)、~と結合する(interconnect with)、~を含有する(contain)、~に含まれる(be contained within)、~に接続する(connect to or with)、~と結合する(couple to or with)、~伝達する(be communicable with)、~と協力する(cooperate with)、~を挟む(interleave)、~を並べる(juxtapose)、~に隣接する(be proximate to)、縛る/縛られる(be bound to or with)、所有する(have)、属性を持つ(have a property of)、~と関係を持つ(have a relationship to or with)などを意味する。用語「制御機(controller)」は、少なくとも1つの動作を制御するある装置、システム又はその一部を意味する。このような制御機は、ハードウェア又はハードウェアとソフトウェアの組み合わせ及び/又はファームウェアで具現されることができる。特定のコントローラと関連づけられた機能はローカル又は遠隔で中央集中式で処理(centralized)されるか、又は分散式で処理(distributed)されることができる。句「少なくとも1つ」は、それが項目のリストと共に用いられる場合、並べられた項目のうち1つ以上の互いに異なる組み合わせが用いられることができることを意味する。例えば、「A、B、及びCのうち少なくとも1つ」は次の組み合わせ、すなわちA、B、C、AとB、AとC、BとC、さらには、AとBとCのうちいずれか1つを含む。

【0018】

また、後述する各種機能はコンピュータ読み取り可能なプログラムコードで形成されコンピュータ読み取り可能な媒体で具現される1つ以上のコンピュータプログラムの各々によって具現又はサポートされることができる。用語「アプリケーション」及び「プログラム」は、1つ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、命令セット、手順、関数、オブジェクト、クラス、インスタンス、関連データ、又は適したコンピュータ読み取り可能なプログラムコードでの具現用に構成されたその一部を示す。句「コンピュータ読み取り可能なプログラムコード」は、ソースコード、オブジェクトコード、及び実行可能なコードを含むコンピュータコードの種類を含む。句「コンピュータ読み取り可能な媒体」は、ROM(read only memory)、RAM(random

10

20

30

40

50

access memory)、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)、又は任意の他のタイプのメモリのような、コンピュータによってアクセスされることができる任意のタイプの媒体を含む。「非一時的な」コンピュータ読み取り可能な媒体は、有線、無線、光学、一時的な電氣的又は他の信号を伝達させる通信リンクを除く。非一時的コンピュータ読み取り可能な媒体は、データが永続的に保存される媒体、そして、再起録が可能な光ディスク又は消去可能なメモリ装置のような、データが保存され後で上書きされる媒体を含む。

【0019】

他の特定の単語及び句に対する定義が本明細書全般にわたって提供される。当業者であれば、大半ではないにしろ、多くの場合、そのような定義は従来だけでなく、そのように定義された単語及び句の将来の使用にも適用されることができることを理解すべきである。

10

【0020】

以下で論議される図1乃至図9及び本明細書における本開示の内容の原理を説明するために用いられる多様な実施形態は例示の方法によるものに過ぎず、本開示の範囲を制限するものと解釈されてはならない。本開示の原理は任意の適切に構成された無線通信システムで具現されることができることを当業者は理解できるであろう。

【0021】

頭字語リスト

2D: two-dimensional
MIMO: multiple-input multiple-output
SU-MIMO: single-user MIMO
MU-MIMO: multi-user MIMO
3GPP: 3rd generation partnership project
LTE: long-term evolution
UE: user equipment
eNB: evolved NodeB or "eNB"
BS: base station
DL: downlink
UL: uplink
CRS: cell-specific reference signal(s)
DMRS: demodulation reference signal(s)
SRS: sounding reference signal(s)
UE-RS: UE-specific reference signal(s)
CSI-RS: channel state information reference signals
SCID: scrambling identity
MCS: modulation and coding scheme
RE: resource element
CQI: channel quality information
PMI: precoding matrix indicator
RI: rank indicator
MU-CQI: multi-user CQI
CSI: channel state information
CSI-IM: CSI interference measurement
CoMP: coordinated multi-point
DCI: downlink control information
UCI: uplink control information
PDSCH: physical downlink shared channel
PDCCH: physical downlink control channel

20

30

40

50

PUSCH: physical uplink shared channel
 PUCCH: physical uplink control channel
 PRB: physical resource block
 RRC: radio resource control
 AoA: angle of arrival
 AoD: angle of departure

【0022】

次の文献ら及び標準説明ら、すなわち、3GPP Technical Specification (TS) 36.211 version 12.4.0、“E-UTRA、Physical channels and modulation”(“REF 1”); 3GPP TS 36.212 version 12.3.0、“E-UTRA、Multiplexing and Channel coding”(“REF 2”); 3GPP TS 36.213 version 12.4.0、“E-UTRA、Physical Layer Procedures”(“REF 3”); 及び3GPP TS 36.331 version 12.4.0、“E-UTRA、Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification”(“REF 4”)は、本明細書で完全に説明されたように参照として本開示に統合される。

10

【0023】

4G通信システムの商用化以降、増加の趨勢にある無線データトラフィック需要を充足させるために、改善された5G通信システム又はpre-5G通信システムを開発するための努力が注がれている。このような理由で、5G通信システム又はpre-5G通信システムは、「ビヨンド(Beyond)4Gネットワーク」又は「ポスト(Post)LTEシステム」と呼ばれる。

20

【0024】

高いデータ伝送率を達成するために、5G通信システムは、超高周波(mmWave)帯域(例えば、60GHz帯域)での具現が考慮されている。無線波の伝搬経路損失を低減し送信距離を増加させるために、5G通信システムでは、ビームフォーミング(beamforming)、マッシブマイモ(massive MIMO)、FD-MIMO(Full Dimensional 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)及び大規模アンテナ(large scale antenna)技術が論議されている。

30

【0025】

また、システムネットワークの改善のために、5G通信システムでは、改善された小型セル(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(ultra-dense network)、D2D(Device to Device communication)通信、無線バックホール(wireless backhaul)、移動ネットワーク、協調通信、CoMP(Coordinated Multi-Points)、受信干渉除去などの技術開発が行われている。

40

【0026】

5Gシステムでは、進歩したコーディング変調(Advanced Coding Modulation、ACM)方式であるFQAM(Hybrid FSK and QAM Modulation)及びSWSC(sliding window superposition coding)と、進歩した接続技術であるFBMC(filter bank multi carrier)、NOMA(non-orthogonal multiple access)、及びSCMA(sparse code multiple access)などが開発されている。

50

【 0 0 2 7 】

図 1 は、本開示の多様な実施形態に係る、例示的無線ネットワーク 1 0 0 を示した図である。図 1 に示す無線ネットワーク 1 0 0 の実施形態は単なる説明のためのものである。無線ネットワーク 1 0 0 に対する他の実施形態らが本開示の範囲から逸脱しない範囲内で用いられることができる。

【 0 0 2 8 】

無線ネットワーク 1 0 0 は、e N B 1 0 1、e N B 1 0 2、及び e N B 1 0 3 を含む。e N B 1 0 1 は、e N B 1 0 2 及び e N B 1 0 3 と通信する。また、e N B 1 0 1 は、少なくとも 1 つのインターネットプロトコル (I P) ネットワーク 1 3 0 (例えば、インターネット)、専用 I P ネットワーク、又は他のデータネットワークとも通信する。「e N B」の代わりに、「g N B」(g e n e r a l N o d e B) という代替用語を用いることもできる。ネットワークタイプによって、「基地局」又は「アクセスポイント」のような他の周知の用語らが「e N B」又は「B S」の代わりに用いられ得るてもよい。便宜上、用語「e N B」及び「B S」は、遠隔端末らに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ーコンポーネントを示すものとして本明細書では用いられる。また、ネットワークタイプによっては、「移動局」、「加入者局」、「遠隔端末」、「無線端末」、又は「ユーザ装置」のような他の周知の用語らが「ユーザ装置」又は「U E」の代わりに用いられ得るてもよい。便宜上、用語「ユーザ装置」及び「U E」は、U E が移動装置 (例えば、携帯電話又はスマートフォン) であろうと一般に考慮される固定式装置 (例えば、デスクトップコンピュータ又は自動販売機) であろうと、e N B に無線でアクセスする遠隔無線端末を示すものとして本明細書では用いられる。

【 0 0 2 9 】

e N B 1 0 2 は、e N B 1 0 2 のカバレッジ領域 1 2 0 内にある第 1 複数のユーザ装置 (U E) らに、ネットワーク 1 3 0 への無線広帯域アクセスを提供する。第 1 複数の U E は、中小企業 (s m a l l b u s i n e s s、S B) に位置し得る U E 1 1 1 ; 大企業 (E) に位置し得る U E 1 1 2 ; ワイファイホットスポット (h o t s p o t、H S) に位置し得る U E 1 1 3 ; 第 1 住居地域 (r e s i d e n c e、R) に位置し得る U E 1 1 4 ; 第 2 住居地域 (r e s i d e n c e、R) に位置し得る U E 1 1 5 ; 及び携帯電話、無線ラップトップ、無線 P D A などのようなモバイル装置 (M) である U E 1 1 6 を含む。e N B 1 0 3 は、e N B 1 0 3 のカバレッジ領域 1 2 5 内にある第 2 複数の U E に、ネットワーク 1 3 0 への無線広帯域アクセスを提供する。第 2 複数の U E は U E 1 1 5 及び U E 1 1 6 を含む。一部の実施形態で、e N B 1 0 1 - 1 0 3 のうち 1 つ以上の e N B らは 5 G、L T T E、L T T E - A、W i M A X、W i F i 又は他の無線通信技術を使用して互いに及び U E 1 1 1 - 1 1 6 と通信できる。

【 0 0 3 0 】

点線は、単なる例示及び説明の目的で略円形で示すカバレッジ領域 1 2 0 及び 1 2 5 の概略的な範囲を示す。e N B らと関連づけられたカバレッジ領域、例えば、カバレッジ領域 1 2 0 及び 1 2 5 は、e N B らの構成、及び自然及び人工障害物らと関連づけられた無線環境の変化によって、不規則な形態を含む他の形態を持つことができることを明確に理解すべきである。

【 0 0 3 1 】

以下、より詳細に説明されるように、e N B 1 0 1、e N B 1 0 2 及び e N B 1 0 3 のうち 1 つ以上はプリコードサイクリングを介して U E 1 1 1 - 1 1 6 と通信して本開示の実施形態で説明された C S I 報告のために U E 1 1 1 - 1 1 6 を構成する。多様な実施形態で、U E 1 1 1 - 1 1 6 のうち 1 つ以上はプリコードサイクリングによって少なくとも 1 つの送信を受信及び復調するだけでなく C S I に対する計算及び報告を行う。

【 0 0 3 2 】

図 1 が無線ネットワーク 1 0 0 の一例を図示したものであるが、多様な変化が図 1 に対して行われることができる。例えば、無線ネットワーク 1 0 0 は、任意の適切な配列で任意の個数の e N B 及び任意の個数の U E を含むことができる。また、e N B 1 0 1 は、任

10

20

30

40

50

意の個数のUEと直接通信し、該UEにネットワーク130への無線広帯域アクセスを提供できる。これと同様に、各eNB102-103は、ネットワーク130と直接通信し、UEらにネットワーク130への直接的に無線広帯域アクセスを提供できる。また、eNB101、102、及び/又は103は、外部電話ネットワークら又は他のタイプのデータネットワークらのような他の又は追加の外部ネットワークらへのアクセスを提供できる。

【 0 0 3 3 】

図 2 A 及び図 2 B は、本開示による例示的な無線送信及び受信経路を示した図である。次の説明で、送信経路 2 0 0 は、e N B（例えば、e N B 1 0 2）で具現されるものとして説明されることができ、受信経路 2 5 0 は、U E（例えば、U E 1 1 6）で具現されるものとして説明されることができる。しかし、受信経路 2 5 0 が e N B で具現されることができ、送信経路 2 0 0 が U E で具現されることができ、このことを理解できるであろう。一部の実施形態で、受信経路 2 5 0 は、本開示の実施形態で説明されたように、プリコードサイクリングで少なくとも 1 つの送信を受信及び復調するだけでなくチャネル品質測定及び報告をサポートするように構成される。

【 0 0 3 4 】

送信経路 200 は、チャネルコーディング及び変調ブロック 205、直列 - 並列 (S - to - P) ブロック 210、サイズ N 逆高速フーリエ変換 (Inverse Fast Fourier Transform、IFFT) ブロック 215、並列 - 直列 (P - to - S) ブロック 220、サイクリックプレフィックス加算ブロック 225、及びアップ - コンバータ (up - converter、UC) 230 を含む。受信経路 250 は、ダウン - コンバータ (down - converter、DC) 255、サイクリックプレフィックス除去ブロック 260、直列 - 並列 (S - to - P) ブロック 265、サイズ N 高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform、FFT) ブロック 270、並列 - 直列 (P - to - S) ブロック 275、及びチャネルデコーディング及び復調ブロック 280 を含む。

【 0 0 3 5 】

送信経路 2 0 0 で、チャネルコーディング及び変調ブロック 2 0 5 は、情報ビットのセツトを受信し、コーディング（例えば、畳み込み、ターボ、又は LDPC (low-density parity check) コーディング）を適用し、その入力ビットを変調（例えば、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 又は QAM (Quadrature Amplitude Modulation)）することで、周波数 - 領域変調シンボルらのシーケンスを生成する。直列 - 並列ブロック 2 1 0 は、直列変調されたシンボルを並列データに変換（逆多重化等）して N 個の並列シンボルストリームを生成し、ここで、N は BS 1 0 2 及び UE 1 1 6 で用いられる IFFT / FFT サイズである。その後、サイズ N IFFT ブロック 2 1 5 は、N 個の並列シンボルストリーム上で IFFT 動作を行い、時間 - 領域出力信号を生成する。並列 - 直列ブロック 2 2 0 は、サイズ N IFFT ブロック 2 1 5 からの並列時間 - 領域出力シンボルを変換（多重化等）して、直列時間 - 領域信号を生成する。その後、「サイクリックプレフィックス加算」ブロック 2 2 5 は、時間 - 領域信号にサイクリックプレフィックスを挿入する。アップ - コンバータ 2 3 0 は、無線チャネルを介した送信のために「サイクリックプレフィックス加算」ブロック 2 2 5 の出力を RF 周波数に変調（例えば、アップコンバート）する。また、該信号は RF 周波数に変換する前に、基底帯域でフィルタリングされることもできる。

【 0 0 3 6 】

eNB102から送信されたRF信号は無線チャネルを通過した後、UE116に到達し、eNB102での動作に対する逆の動作が行われる。ダウンコンバータ255は、受信された信号を基底帯域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除去ブロック260は、そのサイクリックプレフィックスを除去して、直列時間-領域基底帯域信号を生成する。直列-並列ブロック265は、時間-領域基底帯域信号を並列時間

- 領域信号に変換する。サイズ N F F T ブロック 270 は、F F T 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 - 直列ブロック 275 は、並列周波数 - 領域信号を変調されたデータシンボルのシーケンスに変換する。チャネルデコーディング及び復調ブロック 280 は、その変調されたシンボルに対する復調を行った後にデコーディングすることによって、元の入力データストリームを復元する。

【0037】

以下、より詳細に説明されるように、送信経路 200 又は受信経路 250 は、C S I 報告のためのシグナリングを行うことができる。e N B 101 - 103 の各々は、ダウンリンクで U E 111 - 116 に送信する場合と類似した送信経路 200 を具現することができる、U E 111 - 116 からアップリンクで受信する場合と類似した受信経路 250 を具現することができる。これと同様に、U E 111 - 116 の各々は、アップリンクで e N B 101 - 103 に送信するための送信経路 200 を具現することができ、ダウンリンクで e N B 101 - 103 から受信するための受信経路 250 を具現することができる。

【0038】

図 2 A 及び図 2 B のコンポーネントの各々は、ハードウェアのみを用いたり、又はハードウェアとソフトウェア/ファームウェアの組み合わせを用いて具現されることができる。特定例として、図 2 A 及び図 2 B のコンポーネントのうち少なくとも一部がソフトウェアで具現されることができ、一方で、他のコンポーネントは設定可能なハードウェア又はソフトウェアと設定可能なハードウェアの混合によって具現されることもできる。例えば、F F T ブロック 270 及び I F F T ブロック 215 が設定可能なソフトウェアアルゴリズムとして具現されることができ、ここで、サイズ N の値はその具現によって変更されることができ、ことに留意する。

【0039】

また、本開示が F F T 及び I F F T を用いて説明されたが、これは単なる例示によるものにすぎず、本開示の範囲を限定するものと解釈されてはならない。D F T (D i s c r e t e F o u r i e r T r a n s f o r m) 及び I D F T (I n v e r s e D i s c r e t e F o u r i e r T r a n s f o r m) 関数のような他のタイプの変換が用いられることもできる。D F T 及び I D F T 関数の場合、変数 N の値は任意の整数（例えば、1、2、3、4 等）であることができ、F F T 及び I F F T 関数の場合、変数 N の値は 2 の自乗（すなわち、1、2、4、8、16 等）の任意の整数であることができることを理解するであろう。

【0040】

図 2 A 及び図 2 B は、無線送信及び受信経路の例を図示しているが、図 2 A 及び図 2 B に対する多様な変更が行われることができる。例えば、図 2 A 及び図 2 B の多様なコンポーネントが結合されるか、さらに細分化されるか、又は省略されることができ、特定の要求によって追加的な構成要素が付加されることもできる。また、図 2 A 及び図 2 B は、無線ネットワークで用いられ得る送信及び受信経路のタイプに対する例を説明するためのものである。他の適合したアーキテクチャが無線ネットワークで無線通信をサポートするために用いられ得る。

【0041】

図 3 A は、本開示による例示的な U E 116 を示した図である。図 3 A に示す U E 116 の実施形態は単なる説明のためのものであって、図 1 の U E 111 - 115 は同じ又は類似した構成を有することができる。しかし、U E は各種の多様な構成からなり、図 3 A が U E に対する任意の特定の具現で本開示の範囲を制限しない。

【0042】

U E 116 は、アンテナ 305、無線周波数 (r a d i o f r e q u e n c y、R F) 送受信機 310、送信 (T X) 処理回路 315、マイクロホン 320、及び受信 (R X) 処理回路 325 を含む。また、U E 116 は、スピーカ 330、プロセッサ 340、入/出力 (i n p u t / o u t p u t、I / O) インタフェース (I F) 345、入力部 350、ディスプレイ 355、及びメモリ 360 を含む。メモリ 360 は、オペレーティン

グシステム（OS）プログラム361及び1つ以上のアプリケーション362を含む。

【0043】

RF送受信機310は、ネットワーク100のeNBによって送信される受信RF信号をアンテナ305から受信する。RF送受信機310は、受信RF信号をダウンコンバートして、中間周波数（IF）又は基底帯域信号を生成する。IF又は基底帯域信号は、その基底帯域又はIF信号をフィルタリング、デコーディング、及び/又はデジタル化することによって処理された基底帯域信号を生成するRX処理回路325に伝送される。RX処理回路325は、その処理された基底帯域信号を、スピーカ330に送信し（例えば、音声データ）、又は追加処理のためにプロセッサ340に送信する（例えば、ウェブブラウジングデータ）。

10

【0044】

TX処理回路315は、マイクロホン320からアナログ又はデジタル音声データを受信するか、又はプロセッサ340から他の発信基底帯域データ（例えば、ウェブデータ、電子メール、又は双方向ビデオゲームデータ）を受信する。TX処理回路315は、その発信基底帯域データをエンコーディング、マルチプレキシング、及び/又はデジタル化して、処理された基底帯域又はIF信号を生成する。RF送受信機310は、TX処理回路315から発信処理された基底帯域又はIF信号を受信し、その基底帯域又は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。

【0045】

プロセッサ340は、1つ以上のプロセッサ又は他の処理装置を含むことができ、メモリ360に格納されたOSプログラム361を実行することによってUE116の全般的な動作を制御できる。例えば、プロセッサ340は、周知の原理によってRF送受信機310、RX処理回路325、及びTX処理回路315によって順方向チャンネル信号の受信及び逆方向チャンネル信号の送信を制御できる。一部の実施形態で、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制御機を含む。

20

【0046】

また、プロセッサ340は、メモリ360に常駐する他のプロセス及びプログラム、例えば、本開示の実施形態で説明したようなシステムのためのCQI測定及び報告のための動作を実行できる。プロセッサ340は、実行プロセスによる要求によってメモリ360内部又は外部にデータを移動できる。一部の実施形態で、プロセッサ340は、OSプログラム361に基づいて又はeNB又はオペレータから受信された信号によってアプリケーション362を実行するように構成される。また、プロセッサ340は、ラップトップコンピュータ及び携帯用コンピュータのような他の装置に接続される能力をUE116に提供するI/Oインタフェース345にカップリングされている。I/Oインタフェース345は、該周辺機器とプロセッサ340の間の通信経路である。

30

【0047】

また、プロセッサ340は、入力部350（例えば、キーパッド、タッチスクリーン、ボタン等）及びディスプレイ355にカップリングされる。UE116のオペレータは入力部350を使用してUE116にデータを入力できる。ディスプレイ355は、例えば、ウェブサイトからのテキスト及び/又は少なくとも制限されたグラフィックをレンダリングできる液晶表示装置又は他のディスプレイであることができる。

40

【0048】

メモリ360は、プロセッサ340にカップリングされる。メモリ360の一部はランダムアクセスメモリ（random access memory、RAM）を含むことができ、メモリ360の他の一部はフラッシュメモリ又は他の読み出し専用メモリ（read-only memory、ROM）を含むことができる。

【0049】

以下、より詳細に説明されるように、UE116はCSI報告のためのシグナリング及び計算を行うことができる。図3AがUE116の一例を図示しているが、図3Aに対する多様な変更が行われることができる。例えば、図3Aの多様なコンポーネントが結合さ

50

れるか、さらに細分化されるか、又は省略されることができ、特定の要求によって追加的な構成要素が付加されることもできる。特定例として、プロセッサ 340 は、複数のプロセッサ、例えば、1つ以上の中央処理ユニット(CPU)及び1つ以上のグラフィック処理ユニット(GPU)に分割されることができる。また、図3Aがモバイル電話やスマートフォンとして構成されるUE 116を図示しているが、UEは他のタイプのモバイル又は固定式装置として動作するように構成されることができる。

【0050】

図3Bは、本開示による例示的なeNB 102を示した図である。図3Bに示すeNB 102の実施形態は単なる説明のためのものであり、図1の他のeNBは同じ又は類似した構成を有することができる。しかし、eNBは多様な構成を有し、図3Bが本開示の範囲をeNBの特定の具現に制限しない。eNB 101及びeNB 103は、eNB 102と同じ又は類似した構造を含むことができる。

10

【0051】

図3Bに示すように、eNB 102は、複数のアンテナ370a - 370n、複数のRF送受信機372a - 372n、送信(TX)処理回路374、及び受信(RX)処理回路376を含む。特定の実施形態で、複数のアンテナ370a - 370nのうち1つ以上は2Dアンテナアレイを含む。また、eNB 102は、制御機/プロセッサ378、メモリ380及びバックホール又はネットワークインタフェース382を含む。

【0052】

RF送受信機372a - 372nは、アンテナ370a - 370nから、UE又は他のeNBから送信される信号のような受信RF信号を受信する。RF送受信機372a - 372nは、受信RF信号をダウンコンバートして、IF又は基底帯域信号を生成する。IF又は基底帯域信号は、基底帯域又はIF信号をフィルタリング、デコーディング、及び/又はデジタル化することによって処理された基底帯域信号を生成するRX処理回路376に伝送される。RX処理回路376は、該処理された基底帯域信号を、追加的な処理のために制御機/プロセッサ378に送信する。

20

【0053】

TX処理回路374は、制御機/プロセッサ378からアナログ又はデジタルデータ(例えば、音声データ、ウェブデータ、電子メール、又は双方向ビデオゲームデータ)を受信する。TX処理回路374は、発信基底帯域データをエンコーディング、マルチプレキシング、及び/又はデジタル化して、処理された基底帯域又はIF信号を生成する。RF送受信機372a - 372nは、TX処理回路374から、発信処理された基底帯域又はIF信号を受信し、その基底帯域又はIF信号を、アンテナ370a - 370nを介して送信されるRF信号にアップコンバートする。

30

【0054】

制御機/プロセッサ378は、eNB 102の全般的な動作を制御する1つ以上のプロセッサ又は他の処理装置を含むことができる。例えば、制御機/プロセッサ378は、周知の原理によってRF送受信機372a - 372n、RX処理回路376、及びTX処理回路374によって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できる。制御機/プロセッサ378は、より進歩した無線通信機能のような追加機能もサポートできる。一部の実施形態で、制御機/プロセッサ378は、少なくとも1つのマイクロプロセッサ又はマイクロ制御機を含む。

40

【0055】

また、制御機/プロセッサ378は、メモリ380に常駐するプログラム及び他のプロセス、例えば、OSを実行できる。また、制御機/プロセッサ378は、本開示の実施形態で説明したように、2Dアンテナアレイを有するシステムに対するチャネル品質測定及び報告をサポートできる。一部の実施形態で、制御機/プロセッサ378は、ウェブリアルタイム通信(RTC)のようなエンティティ間の通信をサポートする。制御機/プロセッサ378は、実行プロセスによる要求によってデータをメモリ380内部又は外部に移動させることができる。

50

【 0 0 5 6 】

また、制御機 / プロセッサ 3 7 8 は、バックホール又はネットワークインタフェース 3 8 2 にカップリングされる。バックホール又はネットワークインタフェース 3 8 2 は、e N B 1 0 2 がバックホール接続を介して又はネットワークを介して他の装置又はシステムと通信することを可能にする。インタフェース 3 8 2 は、任意の適切な有線又は無線接続 (ら) を介した通信をサポートできる。例えば、e N B 1 0 2 がセルラー通信システム (例えば、5 G、又は新しい無線アクセス技術、又は N R、L T E、又は L T E - A をサポートするもの) の一部として具現される場合、インタフェース 3 8 2 は、e 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 e N B と通信することを可能にすることができる。e N B 1 0 2 がアクセスポイントとして具現される場合、インタフェース 3 8 2 は、e N B 1 0 2 が有線又は無線ローカル領域ネットワークを介して又はより大きなネットワーク (例えば、インターネット) に対する有線又は無線接続を介して通信することを可能にする。インタフェース 3 8 2 は、有線又は無線接続、例えば、イーサネット (登録商標) 又は R F 送受信機を介した通信をサポートする任意の適切な構造を含む。

10

【 0 0 5 7 】

メモリ 3 8 0 は、制御機 / プロセッサ 3 7 8 にカップリングされる。メモリ 3 8 0 の一部は R A M を含むことができ、メモリ 3 8 0 の他の部分はフラッシュメモリ又は他の R O M を含むことができる。特定の実施形態で、B I S アルゴリズムのような複数の命令がメモリに格納される。該複数の命令は制御機 / プロセッサ 3 7 8 に B I S プロセスを行わせることによって、B I S アルゴリズムによって決定された少なくとも 1 つの干渉信号を差し引いた後、受信信号をデコーディングするように構成される。

20

【 0 0 5 8 】

以下、より詳細に説明されるように、(R F 送受信機ら 3 7 2 a - 3 7 2 n、T X 処理回路 3 7 4 及び / 又は R X 処理回路 3 7 6 を使用して具現される) e N B 1 0 2 の送信及び受信経路は、C S I 報告のための構成及びシグナリングを行う。

【 0 0 5 9 】

図 3 B が e N B 1 0 2 の一例を図示しているが、多様な変化が図 3 B に対して行われることができる。例えば、e N B 1 0 2 は、図 3 A に示す各コンポーネントに対する任意の個数を含むことができる。一特定例として、アクセスポイントは多数のインタフェース 3 8 2 を含むことができ、制御機 / プロセッサ 3 7 8 は、互いに異なるネットワークアドレスの間でデータをルーティングするルーティング機能をサポートできる。他の特定例として、単一インスタンスの T X 処理回路 3 7 4 及び単一インスタンスの R X 処理回路 3 7 6 を含むように図示しているが、e N B 1 0 2 は、それぞれに対する複数のインスタンスを含むことができる (例えば、R F 送受信機あたり 1 つ) 。

30

【 0 0 6 0 】

図 4 は、本開示の多様な実施形態で用いられ得る 4×2 又は 2×4 長方形フォーマットで配列された 1 6 つのデュアル偏波要素で構成される例示的な 2 次元 (2 D) アンテナアレイを示した図である。この例示的な実施形態で、2 D デュアル偏波アンテナポートアレイは $(M_a, N_a) = (2, 4)$ 及び $(4, 2)$ である M_a 行及び N_a 列を含む。図 4 に示す 2 D デュアル偏波アンテナポートアレイの実施形態は単なる説明のためのものである。2 D デュアル偏波アンテナポートアレイの他の実施形態が本開示の範囲から逸脱しない範囲内で用いられることができる。

40

【 0 0 6 1 】

例示的な 2 D デュアル偏波アンテナポートアレイ配列は、総 $2 M_a N_a = 16$ つのポートになり、それぞれのポートが 1 つの C S I - R S ポートにマッピングされる。3 つのインデックス 4 0 0、4 1 0、4 2 0 は、アンテナポートをプリコーディングマトリックス要素にマッピングする手段として 1 6 つのアンテナポートをインデキシングする 3 つの例である。行 - 優先インデキシング 4 0 0 の場合、同じ偏波グループと関連づけられたアンテナポートが (M_a, N_a) に関係なく行 - 優先方式でインデキシングされる。より長いもの - 優先インデキシング 4 1 0 の場合、同じ偏波グループと関連づけられたアンテナポ

50

ポートが $M_a > N_a$ の場合は列 - 優先方式でインデキシングされるが、 $M_a = N_a$ の場合は行 - 優先方式でインデキシングされる。より短いもの - 優先インデキシング 4 2 0 の場合、同じ偏波グループと関連づけられたアンテナポートが $M_a > N_a$ の場合は行 - 優先方式でインデキシングされるが、 $M_a = N_a$ の場合は、列 - 優先方式でインデキシングされる。したがって、インデキシング 4 0 0 は、行 - 優先インデキシングと呼ばれ、インデキシング 4 1 0 は、より長いもの - 優先インデキシングと呼ばれ、インデキシング 4 2 0 は、より短いもの - 優先インデキシングと呼ばれる。

【 0 0 6 2 】

このような例示的な実施形態で、 M_a 及び N_a はいずれも $U E$ に対する $e N B$ によって構成されることができる。他の例では、 M_a 及び N_a を長方形アレイのポート又はポートパターン¹⁰の行及び列で定義する代わりに、この2つのパラメータを2次元プリコーディングコードブックパラメータで定義することができる。 M_a 及び N_a の値はコードブック（したがって、コードブックの各プリコーディングマトリックス要素）が1次元又は2次元アンテナアレイのアンテナポートにマッピングされる方式を部分的に決定する。この構成は全体アンテナポートの個数をシグナリングするか、又はシグナリングすることなく行われることができる。 $U E$ が1コードブックで構成される場合、これらのパラメータは対応する $C S I$ プロセス構成又は $N Z P$ (non-zero-power) $C S I - R S$ リソース構成のうち1つに含まれることができる。

【 0 0 6 3 】

$L T E$ システムでは、プリコーディングコードブックが $C S I$ 報告のために用いられる。次のような2つのカテゴリーの $C S I$ 報告モードがサポートされる： $P U S C H$ に基づく非周期的 $C S I$ (A- $C S I$) 及び $P U C C H$ に基づく周期的 $C S I$ (P- $C S I$)。各カテゴリーでは、 $C Q I$ 及び/又は $P M I$ の周波数選択性に基づいて、すなわち、広帯域（“ S 個のサブ帯域セット”の一部又は全部に対して計算された1つの $C S I$ パラメータ）報告が行われるか、又はサブ帯域（それぞれの“ S 個のサブ帯域セット”に対して計算された1つの $C S I$ パラメータ）報告が行われるかに基づいて、互いに異なるモードが定義される。サポートされる $C S I$ 報告モードが表1及び2に与えられる。

【 0 0 6 4 】

【表1】

表1： $P U S C H$ （非周期的） $C S I$ 報告モードに対する $C Q I$ 及び $P M I$ フィードバックタイプ

		PMI Feedback Type		
		No PMI	Single PMI	Multiple PMI
PUSCH CQI Feedback Type	Wideband (wideband CQI)			Mode 1-2
	UE Selected (subband CQI)	Mode 2-0		Mode 2-2
	Higher Layer-configured (subband CQI)	Mode 3-0	Mode 3-1	Mode 3-2

【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

【表 2】

表 2：PUCCH（周期的）CSI 報告モードに対する CQI 及び PMI フィードバック
タイプ

		PMI Feedback Type	
		No PMI	Single PMI
PUCCH CQI Feedback Type	Wideband (wideband CQI)	Mode 1-0	Mode 1-1
	UE Selected (subband CQI)	Mode 2-0	Mode 2-1

10

【0066】

Rel. 12 LTE では、4 個及び 8 個のアンテナポートに対する第 1 及び第 2 PMI 値（それぞれ、 i_1 及び i_2 ）で列挙されるデュアル - ステージプリコーディングコードブックがサポートされる。第 1 PMI 値 i_1 は、4 つの DFT ビーム / プリコーダグループと関連づけられたものである。一方、第 2 PMI 値 i_2 は、2 つの偏波グループの間の QPSK コフェージング (co-phasing) と共に、 i_1 で表示された 4 つのビーム / プリコーダのうち 1 つを選択する。与えられた i_1 値に対する、長期チャネル統計のインジケータは、UE が 1 つのビームを選択してコフェージングを適用する (i_2 値で表示される) 約 20 度の固定された AOD スプレッドにわたる 4 つのビームグループを示す。 i_1 値は変わるので互いに異なる範囲の AOD 値が適用されてもスプレッドは同一に維持される。したがって、Rel. 12 LTE コードブックは、AOD スプレッドの変化に適応する能力がない。このような能力は多数のデジタル制御アンテナポート (Rel. 12 LTE の一般的な使用ケースを超えた) が DL 性能面だけでなく UL フィードバック効率性の面でも活用される場合により重要となる。

20

【0067】

Rel. 13 LTE では、2D CSI-RS ポートパターンを収容する柔軟なコードブック構造が採用され、ここでは (N_1, N_2) が構成可能なだけでなく 2 次元 (ϕ_1, ϕ_2) に対するオーバーサンプリングファクターと 4 つのタイプのコードブックサブセット選択が RRC パラメータ codebook-Config によって構成される。これらの構成のうち 1 つ又は組み合わせを使用して、コードブックは互いに異なる AOD プロファイルを有するチャネルを収容することができる。「クラス A (CLASS A)」CSI 報告のために設計される、ランク - 1 コードブックは下記のように記述されることができる。

30

【0068】

8 個のアンテナポート {15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22}、12 個のアンテナポート {15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26}、16 個のアンテナポート {15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30} に対して、UE が上位層パラメータ eMIMO-タイプで構成され、eMIMO-タイプが「クラス A」に設定される場合、1 - 層 CSI 報告において、それぞれの PMI 値は表 3 - B、3 - C、3 - D 又は 3 - E に与えられた 3 つのコードブックインデックスに該当し、ここで数量

40

【数 1】

$$\varphi_n, u_m \text{ 及び } v_{l,m}$$

は下記のように与えられる。

50

【 0 0 6 9 】

【 数 2 】

$$\begin{aligned} \varphi_n &= e^{j\pi n/2} \\ u_m &= \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi m}{O_2 N_2}} & \dots & e^{j\frac{2\pi m(N_2-1)}{O_2 N_2}} \end{bmatrix} \\ v_{l,m} &= \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{2\pi l}{O_1 N_1}} u_m & \dots & e^{j\frac{2\pi l(N_1-1)}{O_1 N_1}} u_m \end{bmatrix}^T \end{aligned} \quad (\text{式 1})$$

10

【 0 0 7 0 】

N_1 、 N_2 、 O_1 及び O_2 の値は上位層パラメータである `codebook - Config - N1`、`codebook - Config - N2`、`codebook - Over - Sampling - RateConfig - O1` 及び `codebook - Over - Sampling - RateConfig - O2` でそれぞれ構成される。与えられた個数の CSI - RS ポートに対する (O_1, O_2) 及び (N_1, N_2) のサポートされる構成が表 3 - A に提示されている。CSI - RS ポート個数である P は $2N_1N_2$ である。`codebookConfigN2` の値が 1 に設定される場合には、UE が 2 又は 3 に設定された `Codebook - Config` の値で構成されると予想されない。UE は $i_{1,2} = 0$ だけを使用し、`codebookConfigN2` の値が 1 に設定される場合には $i_{1,2}$ を報告しない。第 1 PMI 値 i_1 は、コードブックインデックス対 $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ に対応し、第 2 PMI 値 i_2 は、コードブックインデックス i_2 に対応する。

20

【 0 0 7 1 】

【表 3】

表 3-A : (O_1, O_2) 及び (N_1, N_2) のサポートされる構成

Number of CSI-RS antenna ports, P	(N_1, N_2)	(O_1, O_2)
8	(2,2)	(4,4), (8,8)
12	(2,3)	(8,4), (8,8)
	(3,2)	(8,4), (4,4)
16	(2,4)	(8,4), (8,8)
	(4,2)	(8,4), (4,4)
	(8,1)	(4,-), (8,-)

10

表 3-B : アンテナポート $15-14+P$ 、Codebook-Config = 1 を使用する 1-層 CSI 報告用コードブック

$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		0	1	2	3
$0, 1, \dots, O_1 N_1 - 1$	$0, 1, \dots, O_2 N_2 - 1$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 2}^{(1)}$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 3}^{(1)}$
where $W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$					

20

表 3-C : アンテナポート $15-14+P$ 、Codebook-Config = 2 を使用する 1-層 CSI 報告用コードブック

$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		0	1	2	3
$0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		4	5	6	7
$0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		8	9	10	11
$0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 2}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		12	13	14	15
$0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2}{2} - 1$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 2}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 3}^{(1)}$
where $W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$					

30

40

表 3-D : アンテナポート 15-14+P、Codebook-Config=3 を使用する 1-層 CSI 報告用コードブック

$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		0	1	2	3
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2x,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		4	5	6	7
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2x+2,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		8	9	10	11
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2x+1,2y+1,0}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y+1,1}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y+1,2}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y+1,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		12	13	14	15
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2x+3,2y+1,0}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y+1,1}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y+1,2}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y+1,3}^{(1)}$
where $x=i_{1,1}, y=i_{1,2}, W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}, \text{ if } N_1 \geq N_2$ $x=i_{1,2}, y=i_{1,1}, W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{m,l} \\ \varphi_n v_{m,l} \end{bmatrix}, \text{ if } N_1 < N_2$					

10

表 3-E : アンテナポート 15-14+P、Codebook-Config=4 を使用する 1-層 CSI 報告用コードブック

$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		0	1	2	3
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2x,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		4	5	6	7
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2x+1,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		8	9	10	11
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2x+2,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
		12	13	14	15
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2x+3,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y,3}^{(1)}$
where $x=i_{1,1}, y=i_{1,2}, W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}, \text{ if } N_1 \geq N_2$ $x=i_{1,2}, y=i_{1,1}, W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{m,l} \\ \varphi_n v_{m,l} \end{bmatrix}, \text{ if } N_1 < N_2$					

20

30

【 0 0 7 2 】

上記コードブックに基づいて、生成されるプリコーディングマトリックスは式 2 で記載されることができる。すなわち、第 1 ステージプリコードは、第 1 及び第 2 次元とそれ
 に関連づけられることができる、第 1 及び第 2 プリコーディングベクタ (又はマトリッ
 クス) のクロネッカー積 (Kronecker product) として記載されることが
 できる。このようなタイプを部分クロネッカー積 (部分 KP) コードブックと称する。 $W_{m,n}(i_{m,n})$ での添字 m と n はそれぞれプリコーディングステージ (第 1 又は第 2
 ステージ) と次元 (第 1 又は第 2 次元) を示す。それぞれのプリコーディングマトリッ
 クス $W_{m,n}$ は PMI 成分として作用するインデックスの関数として記載されることが可
 能。結果として、プリコーディングマトリックス W は、3 つの PMI 成分 $i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}$ の関数として記載されることが可
 能。第 1 ステージは長期的成分と関連があ
 る。したがって、第 1 ステージは前述の A o D (angle - of - departure) プロファイル及び A o D スプレッドのような長期チャネル統計と関連づけられたもので

40

50

ある。一方、第2ステージは、第1成分プリコーダ

【数3】

$$W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2})$$

に対する選択、コフェージング又は任意の線形演算を行う短期的成分と関連がある。本開示で、

【数4】

$$A \otimes B$$

10

は2つのマトリックスAとBの間のクロネッカー積を示す。したがって、プリコーダ $W_2(i_2)$ は

【数5】

$$W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2})$$

20

の列ベクタと関連づけられた基底関数又はベクタの集合の線形組み合わせのような長期的成分の線形変換を行う。

【0073】

【数6】

$$W(i_{1,1}, i_{1,2}, i_2) = \underbrace{(W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2}))}_{W_1(i_{1,1}, i_{1,2})} W_2(i_2) \quad (\text{式2})$$

【0074】

30

ここで、UEはCSI-RSを搬送するように指定されたサブフレームでCSI-RSを測定し、該測定に基づいてCSI（これらの3つのCSIパラメータの各々が複数の成分を含むことができるPMI、RI及びCQIを含む）を計算し、計算されたCSIをサービングeNB102に報告する。

【0075】

より一般には、UEへの送信用短期プリコーディングを行うためにeNB（例えば、102）によって使用され、また、CSI報告を導出するためにUEによって仮定されることができるプリコーディングマトリックス又はプリコーダが下記のようなデュアル-ステージプリコーディングマトリックスとして記載されることができる：

【数7】

40

$$W = W_1 W_2 \quad (\text{式3})$$

図4を参照すると、プリコーディングマトリックスWの大きさは $N_{TX} \times N_L$ であり、ここで、 $N_{TX} = 2M_a$ 、 N_a は、アンテナ又はCSI-RSポートの総個数で、 N_L は、送信層（またはランクとも言う）の個数である。第1ステージプリコーダ W_1 は、長期的成分と関連があつて、長期チャネル統計と関連づけられたものである。また、 W_1 は、広帯域（S個のサブ帯域セットの一部又は全部に対して同じ W_1 ）である。第2ステージプリコーダ W_2 は、 W_1 に対する選択、コフェージング又は任意の線形演算を行う短期的成

50

分と関連がある。したがって、 W_1 の列の個数は W_2 に対する基底ベクタの個数 N_b として認識されることができる。また、 W_2 は、広帯域（ S 個のサブ帯域セットの一部又は全部に対して同じ W_2 ）又はサブ帯域（それぞれの S 個のサブ帯域セットに対して1つの W_2 ）であることができる。

【0076】

2D（2次元）長方形ポートアレイの場合、式1に記載の部分KP構造の以外にも、他のプリコーディング構造で、第1及び第2ステージプリコーダの各々が第1及び第2プリコーダのクロネッカー積として記載されることができる。この例示的な実施形態は、フルクロネッカー積（full KP）コードブックと呼ばれる。 $W_{m,n}(i_{m,n})$ での添字 m と n は、それぞれプリコーディングステージ（第1又は第2）及び次元（垂直又は水平のような第1又は第2）を示す。各プリコーダ $W_{m,n}$ は、PMI成分として作用するインデックスの関数である。したがって、プリコーディングマトリックス W は、下記のように4つのPMI成分 $i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}$ で記載されることができる。

【0077】

【数8】

$$\begin{aligned} W(i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}) &= (W_{1,1}(i_{1,1})W_{2,1}(i_{2,1})) \otimes (W_{1,2}(i_{1,2})W_{2,2}(i_{2,2})) \\ &= (W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2})) (W_{2,1}(i_{2,1}) \otimes W_{2,2}(i_{2,2})) \end{aligned} \quad (\text{式4})$$

【0078】

プリコーディングコードブック（プリコーディングマトリックス $W(i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2})$ のセット）が与えられると、UEはCSI-RSを搬送するように指定されたサブフレームでCSI-RSを測定し、該測定に基づいてCSI（これらの3つのCSIパラメータの各々が複数の成分を含むことができるPMI、RI及びCQIを含む）を計算し、計算されたCSIをサービングeNB102に報告する。このPMIは、プリコーディングコードブックでの推薦されたプリコーディングマトリックスのインデックスを示す。RIの互いに異なる値に対して互いに異なるプリコーディングコードブックが用いられることができる。

【0079】

本開示では、前述のRel.13コードブックによる式1のプリコーダ構造が以下の実施形態を説明するために大きく仮定される。式4の構造に対する拡張は当業者にとって簡単なものである。

【0080】

上述のプリコーディング技術は、サービングeNBがプリコーディングされないCSI-RS（NP CSI-RS）を送信する場合に特に適している。すなわち、CSI-RSポートとTXRU（送受信機装置）の間のセル固有の1対1マッピングが用いられる。ここでは、互いに異なるCSI-RSポートが同じワイドビーム幅及び方向を有し、したがって、一般にセルワイドカバレッジを有する。このような使用ケースはeNBがNP CSI-RSに対応する「クラスA」eMIMO-タイプでUEを構成する場合に実現されることができる。CQI及びRIの他にも、「クラスA」又は「非プリコーディング（nonPrecoded）」eMIMO-タイプと関連づけられたCSI報告は、（以上で説明したRel.13コードブックにある部分的KP設計を仮定して）3つの成分PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}\}$ を含む。

【0081】

FD-MIMOに適用可能な他のタイプのCSI-RSは、ビームフォーミング（beamformed）CSI-RS（BF CSI-RS）である。例えば、セル固有の又はUE固有のビームフォーミング動作がNP S（non-zero-power）CSI

10

20

30

40

50

- R S リソース (複数のポートを含む) に適用される。ここで、少なくとも与えられた時間 / 周波数で C S I - R S ポートは狭いビーム幅を持つので、セルワイドカバレッジを持たず、(少なくとも e N B の観点から見て) 少なくとも一部の C S I - R S ポート - リソース組み合わせが互いに異なるビーム方向を有する。このようなビームフォーミング動作は、C S I - R S カバレッジ又は透過性を増加させることを意図する。また、C S I - R S リソース (U E 固有の又は U E 固有にビームフォーミングされた C S I - R S と称する) に U E 固有のビームフォーミングが適用される場合は、時間ドメイン (例えば、非周期的送信)、ビームドメイン (U E 固有のビームフォーミング) 又は動的 C S I - R S リソース (再) 構成で多数の U E に対するリソース共有 (プーリング) によって N S I P C S I - R S リソースを効率的に割り当てる時、C S I - R S オーバーヘッド減少を得ることができる。U E がサービング e N B から B F C S I - R S を受信するように構成される場合、U E は W_1 ($W_1, 1$ 及び / 又は W_1) とは関連がなく W_2 ($W_2, 1$ 及び / 又は $W_2, 2$) と関連づけられた P M I パラメータ、又は、一般には、単一ステージプリコーダ / コードブックと関連づけられた P M I パラメータを報告するように構成されることができる。このような使用ケースは、e N B が B F C S I - R S に対応する「クラス B」e M I M O - タイプで U E を構成する場合に実現されることができる。C Q I 及び R I の他にも、「クラス B」又は「ビームフォーミング」e M I M O - タイプと関連づけられた C S I 報告 (1 つの C S I - R S リソース及び代替コードブックがある) は 1 - 成分 P M I n を含む。固有なコードブックに対して定義された単一の P M I であるが、この P M I は「クラス A」/「非プリコーディングされた (n o n P r e c o d e d)」コードブック i_2 の第 2 ステージ P M I 成分と関連づけられることができる。

【 0 0 8 2 】

したがって、プリコーディングコードブック (プリコーディングマトリックス $W(i_1, 1, i_1, 2, i_2)$ のセット) が与えられると、U E は C S I - R S を搬送するように指定されたサブフレームで C S I - R S を測定し、該測定に基づいて C S I (これらの 3 つの C S I パラメータの各々が複数の成分を含むことができる P M I、R I 及び C Q I を含む) を計算し、この計算された C S I をサービング e N B に報告する。特に、この P M I はプリコーディングコードブックにある推薦されたプリコーディングマトリックスのインデックスである。第 1 タイプに対するものと同様に、互いに異なるプリコーディングコードブックが互いに異なる R I 値に対して用いられることができる。測定された C S I - R S は、2 つのタイプ、すなわち非 - プリコーディング (N P) C S I - R S 及びビームフォーミング (B F) C S I - R S のうちの 1 つであることができる。上述のように、R e l . 1 3 では、これらの 2 つのタイプの C S I - R S のサポートが下記のような 2 つの e M I M O - タイプの面から与えられる：「クラス A」(1 つの C S I - R S リソースを含む) と「クラス B」(1 つ又は複数の C S I - R S リソースを含む)。

【 0 0 8 3 】

上記 C S I - R S 構成の各々は、構成された C S I 報告モードに対して互いに異なる C S I 報告フォーマットを潜在的に使用するか又は必要とする互いに異なる送信戦略を使用するか又は必要とする。このような要因の他にも、C S I - R S ポートにマッピングされるコードブックの 2 D パターンも C S I 報告フォーマットを決定する。特に、サービング e N B がサブフレームに基づいて N P C S I - R S 及び U E 固有の B F C S I - R S によって U E を構成できるようにする柔軟な構成メカニズムが有利である。これは C S I - R S オーバーヘッドの減少、セル間干渉の減少及びカバレッジの改善によってシステム性能を向上させることができる。

【 0 0 8 4 】

また、(C Q I、P M I 及び R I 以外の) 他の C S I パラメータを導入していわゆるセル固有のビームフォーミング C S I - R S (又は強化された垂直又は仮想セクタ化) に対するビーム又は N Z P C S I - R S リソース選択を可能にすることができる。このパラメータは例示的かつ説明的な目的のためにビームインデックス (b e a m i n d e x、B I) と称する。この方式は、1 つの C S I プロセス又は N Z P C S I - R S リソース

10

20

30

40

50

がビーム（又は仮想セクタ）と関連するCSI報告のために、複数のCSIプロセス又は複数のNZP CSI-RSリソースを使用する。ビームはCSI-RSアンテナポートのコレクションと定義される。この方式では、UEがそれぞれのビーム（及び仮想セクタ）を測定し、それぞれのビーム（及びこれによるそれぞれのCSIプロセス又はNZP CSI-RSリソース）に対するCSIを計算して報告する。UEは推薦されたビーム選択をeNBに知らせるビームインデックスBIを報告する。本開示で、このようなビームインデックスは説明の目的のために i_b と表示される。 $K > 1$ であるNZP CSI-RSリソース（1つのCSIプロセスに対して構成されたか、又はこれと関連づけられている）が $K > 1$ であるビーム又は仮想セクタに該当する場合、ビーム選択は本質的にNZP CSI-RSリソース選択である。したがって、ビームインデックス（BI）の代わりに、CSI-RSリソースインデックス（CRI）という用語を用いることができる。この2つの用語は本開示で相互交換的に用いられることができる。

10

【0085】

したがって、PUCCHに基づく周期的CSI報告又はPUSCHに基づく非周期的CSI報告の場合、CSI報告には下記のようなCSIパラメータが含まれることができる：1) RI、2) 1つ（RI = 1の場合）又は2つのコードワード（RI > 1）と関連づけられたCQI、3) PMI値：非-プリコーディングされたCSI-RS（又はセル固有のビームフォーミングCSI-RSでの選択されたビーム又はNZP CSI-RSリソース）の場合 $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}\}$ 又は $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}\}$ 又は $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ；UE固有のビームフォーミングCSI-RSの場合 $\{i_{2,1}, i_{2,2}\}$ 又は $\{i_{2,1}\}$ 、4) BI： i_b 。

20

【0086】

サービングeNBでUL信号を介してDL長期チャネル統計を測定できるシナリオでは、UE固有のBF CSI-RSを容易に使用することができる。これは一般にUL-DLデュプレックス距離が十分に小さい時に実現可能である。しかし、この条件が成立しない場合は、eNBがDL長期チャネル統計（又はそれに対する任意の表現）の推定値を得るために一部のUEフィードバックが必要である。このような手順を容易にするために、第1BF CSI-RSが周期 T_1 （ms）で送信され、第2NP CSI-RSが周期 T_2 （ms）で送信される（ $T_1 < T_2$ ）。このような接近方式をハイブリッドCSI-RSと称する。ハイブリッドCSI-RSの具現は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。

30

【0087】

複数の関連シナリオでは、信頼できるCSI報告がeNBで到達不可能な場合がある。例えば、UEが高い移動性速度で移動したり（効率的なセル間干渉調整がないため）セル間干渉がバーストする場合、UEからのCSIフィードバックはeNBで急速に廃れる。このような状況で、完全閉ループソリューション（すなわち、高速UEフィードバック及び高解像度ビームフォーミング/プリコーディングに依存するソリューション）は、システム性能を大きく低下させる。このような損失はFD-MIMOの2Dアレイのようなより大きなアンテナアレイが用いられる場合に増幅される。

【0088】

40

このようなシナリオの下では、短期プリコーディングが性能損失を招く傾向があるが、関連したPMIがUEでeNBにさらに低いレートで報告されると定義される長期プリコーディングはより大きな安全性及び予測可能性を許可する。これは長期プリコーディングと関連づけられたPMIフィードバックが長期DLチャネル統計に相関されるプリコーディングサブスペース情報を伝達するまで維持される。ここで、プリコーディングサブスペースは（プリコーディングベクタ選択とは対照的に）可能なプリコーディングベクタのグループ又は範囲を示す。図5は、長期DLチャネル多重経路プロファイル（eNB 501とUE 502の間）がDL AODスプレッド（503）の範囲内に含まれる典型的なシナリオ500を示した図である。eNBでこのような長期統計に対する信頼性のある推定値にアクセスできる場合、eNBはチャネルエネルギーが多いDL AODの範囲内での

50

UEへの送信を含むことができる。すなわち、(単一のプリコーディングベクタと関連づけられた)特定のビームに沿ってデータを送信するのではなく、eNBは複数のビームを介して送信する。CSIフィードバック損傷が激しい場合は、このようなアプローチが短期CSI報告を必要とするより強固であると予想される。

【0089】

したがって、主により遅い又は長期PMIフィードバックに依存する柔軟なRel. 13コードブック設計に基づいて減少されたフィードバックMIMO方法を設計する必要がある。この方法は、送信方式及びこれらと関連づけられたCSI報告方式を含む。

【0090】

「非-プリコーディング」(又は「NP」)CSI-RS及び「ビームフォーミング」(又は「BF」)CSI-RSのような用語が本開示の全般にわたって用いられる。互いに異なる用語又は名称がこれらの2つのCSI-RSタイプを示すために用いられる時、本発明の本質は変わらない。例えば、「CSI-RS-A」と「CSI-RS-B」はこれらの2つのCSI-RSタイプを示すためのものであるか、又はこれと関連づけられたものであることができる。本質的にこれらは第1CSI-RS及び第2CSI-RSである。他の例で、CSI-RSリソースタイプはCSI-RSタイプの代わりにこれらの2つの動作モードを区別させるために用いられることができる。このような2つのタイプのCSI-RSと関連づけられたCSI-RSリソースらは、「第1CSI-RSリソース」及び「第2CSI-RSリソース」、又は「CSI-RS-Aリソース」及び「CSI-RS-Bリソース」と称することができる。その後、「NP」及び「BF」(又は「np」及び「bf」)ラベルは例示であって、「1」及び「2」、又は「A」及び「B」、又はTYPE 1及びTYPE 2、又はクラス-A及びクラス-Bのような他のラベルに代えることができる。他の例では、CSI報告動作と関連づけられることができるMIMOタイプ又はeMIMO-タイプがCSI-RSタイプの代わりに、これらの2つの動作モードを区別させるために用いられることができる。例えば、UEはCSI報告動作及びCSI測定動作と関連づけられたMIMOタイプ又はeMIMO-タイプで構成される。本開示で用いられる上位層又はRRCパラメータの名称は、例示及び説明的なものである。同じ機能を行う他の名称らが用いられることもできる。

【0091】

本開示は、少なくとも3つの構成要素、すなわち、送信方式、CSI報告方式及びCSI報告用コードブックを含む。3つのコンポーネントの各々は単独で(他の構成要素なしで)用いられるか、又は他の2つの構成要素のうち少なくとも1つとともに用いられることができる。

【0092】

第1構成要素(すなわち、送信方式)に対して、図6は、本開示の送信方式を示す例示的な送信方式600を示した図である。変調されたデータシンボルのストリーム605がv並列ストリームらに多重化され(図6の610)、ここで、vは送信ランクを示す。v並列ストリーム615は、 $2N_B$ 並列ストリーム625($2N_B \cdot v$)を出力する620で開ループダイバーシティモジュールCに対する入力としての役割を行う。開ループ送信ダイバーシティモジュールは、それぞれのv並列ストリームに対する $2N_B$ レベルダイバーシティを生成する。次いで、開ループダイバーシティモジュールの出力が第1ステージプリコード W_1 630に適用されることによって N_{PORT} 並列ストリーム635を生成するようになる。この例示的な実施形態で、第1ステージプリコードはブロック対角行列であって、該ブロック対角行列では、2つの対角成分の各々が1つの偏波グループと関連づけられた

【数9】

$$\frac{N_{PORT}}{2} \times N_B$$

10

20

30

40

マトリックスである。これらの2つの対角成分は同じであるか ($X_a = X_b$) 又は互いに異なる場合がある ($X_a \neq X_b$)。2D長方形ポートパターンの場合、2つの対角成分の各々は1次元及び2次元プリコードのクロネッカー積で構成される。UEの観点から、DMRS(復調RS)がデータと同じプリコード630でプリコーディングされる場合、第1ステージプリコード630は、復調のために知られる必要がない。一方、開ループ送信モジュールCは周波数ドメインでの開ループ送信グラニュラリティによってデータ復調及び/又はCSI計算のために知られる必要がある場合もある。

【0093】

式1のプリコーディング構造に基づいて、開ループダイバーシティモジュールCは第2ステージプリコード W_2 を代える。本質的には、第1ステージプリコードは、偏波グルー
10 プあたり N_B 個の空間ビームを形成することによって、総 $2N_B$ 個の空間ビームを生成する。開ループダイバーシティモジュールは、これらの $2N_B$ 個の空間ビームを用いて v 個のデータストリームのそれぞれに対するダイバーシティ利得を増大させる。したがって、UEの観点から、全体(半開ループ)プリコーディング動作は、完全閉ループソリューションに対する式1と同様に式5で記載されることができる。Cが開ループダイバーシティモジュールであるので、CはPMIとは関連づけられない。

【0094】

【数10】

$$W(i_{1,1}, i_{1,2}) = \underbrace{(W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2}))}_{W_1(i_{1,1}, i_{1,2})} C = \begin{bmatrix} X_a & 0 \\ 0 & X_b \end{bmatrix} C \quad (\text{式5})$$

【0095】

SFBC(Space-Frequency Block Code)、CDD(large-delay Cyclic Delay Diversity)及びプリコードサイクリングのような他の開ループダイバーシティ方式が用いられることができる。この開示では、プリコードサイクリングに基づく方式が用いられる。与えられた送信層において、サイクリング動作は、REら(サブ-キャリアら)又はPRBら(12個のREグル
30 ープ)又はサブ帯域(複数のPRB)を介して、周波数ドメインで行われる。与えられたPRB割当に対して、サイクリングはまず周波数(有効サブ-キャリアら)を介して行われた後に、時間(有効サブフレームら)を介して行われることができる。

【0096】

この送信方式に対するいくつかの例示的な実施形態が下記のように与えられる。

【0097】

一実施形態(ラベリングされた実施形態A.1)で、プリコードサイクリングパターン及びそれと関連づけられた $C(\lambda, i)$ マトリックスは式6に記載される。このパターンは与えられた層に対して定義される。インデックスパラメータ $I_{\lambda, i}$ は、層 λ 及び
40 0から始まり $2N_B - 1$ で終わると定義されるREインデックス i を送信するためのプリコーディングベクタインデックスである。

【0098】

【数11】

$$I_{\lambda, i} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}, 2N_B), \quad i = 0, 1, \dots$$

$$C(\lambda, i) = e_{I_{\lambda, i}} = [0 \dots 0 \quad 1 \quad 0 \dots 0]^T \quad (\text{式6})$$

【0099】

ここで、

10

20

30

40

50

【数 1 2】

$$e_{I_{\lambda,i}}$$

は、長さ $-2N_B$ 列ベクタであり、この列ベクタの要素は $(I_{\lambda,i} - 1)$ 番目の要素が 1 であることを除けばすべて 0 である。オフセットパラメータ $I_{\lambda,i}$ は互いに異なる送信層を介してプリコードオーバーラップを防止する層固有のインデックスシフトを示す。事実上、このパターンはサイクリングインデックス i (まず周波数を巡回した後、時間を巡回する) が増加するにつれ、 N_B プリコードらと 2 つの偏波グループを介してサイクリング (互いに異なるプリコードを使用) を行う。

10

【0 1 0 0】

他の実施形態 (ラベリングされた実施形態 A . 2) で、 $C(\lambda, i)$ は式 7 で与えられる。しかし、サイクリング演算は、式 6 に記載のように全ての RE 毎ではなく M 個の RE 単位で行われる。例えば、サイクリングは全ての PRB ($M = 12$) 毎に行われることができる。

【0 1 0 1】

【数 1 3】

$$I_{\lambda,i} = \text{mod} \left(\left\lfloor \frac{i}{M} \right\rfloor + \Delta_{\lambda}, 2N_B \right), \quad i = 0, 1, \dots \quad (\text{式 7})$$

20

【0 1 0 2】

プリコードサイクリングパターンらは予め決定されるか (固定) 又は少なくとも 1 つの UE 固有のパラメータ (例えば、 $C - RNTI$ 又は PRB 割当) から暗示的に導出されるか、又は eNB によって UE に対して構成されることができる。

【0 1 0 3】

他の実施形態 (ラベリングされた実施形態 A . 3) では、サイクリング動作が 2 つの偏波グループの各々内の N_B 個のプリコードを介して行われる。この 2 つの偏波グループは共通サイクリングパターンを共有するか、又は 2 つの互いに異なるパターンを用いることができる。共通サイクリングパターンが 2 つの偏波グループに対して用いられる場合、共通プリコード (N_B プリコードらから選択される) が、与えられた RE 又は RE グループに対する 2 つの偏波グループのために用いられる。結果として、互いに異なるサイクリングパターンが 2 つの偏波グループに用いられる場合、(N_B 個のプリコードから選択された) 互いに異なるプリコードが与えられた RE 又は RE グループに対する 2 つの偏波グループのために用いられる。この場合、 $C(\lambda, i)$ は下記のように定義される：

30

【数 1 4】

$$I_{\lambda,i}^{(a)} = \text{mod} \left(i + \Delta_{\lambda}^{(a)}, N_B \right), \quad I_{\lambda,i}^{(b)} = \text{mod} \left(i + \Delta_{\lambda}^{(b)}, N_B \right), \quad i = 0, 1, \dots$$

40

$$C(\lambda, i) = \begin{bmatrix} \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(a)}} \\ \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(b)}} \end{bmatrix} \quad (\text{式 8})$$

【数 1 5】

ここで、 $\tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(a)}}$ は、その要素が $(I_{\lambda,i}^{(a)} - 1)$ 番目の要素が 1 であることを除けばすべて 0 である長さ N_B 列ベクタである。同様に、 $\tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(b)}}$ は、その要素が $(I_{\lambda,i}^{(b)} - 1)$ 番目の要素が 1 であることを除けばすべて 0 であり、その $(I_{\lambda,i}^{(a)} - 1)$ 番目の要素のみがノンゼロである長さ N_B 列ベクタである。共通サイクリングパターンが 2 つの偏波グループに用いられる場合、 $I_{\lambda,i}^{(a)}$ は $I_{\lambda,i}^{(b)}$ と同じである。

10

【0 1 0 4】

実施形態 A . 2 と同様に、サイクリングは全ての R E 毎ではなく M 個の R E 単位で行われることができる。その場合、式 8 の記載は下記のように修正されることができる：

【0 1 0 5】

【数 1 6】

$$I_{\lambda,i}^{(a)} = \text{mod} \left(\left\lfloor \frac{i}{M} \right\rfloor + \Delta_{\lambda}^{(a)}, N_B \right), \quad I_{\lambda,i}^{(b)} = \text{mod} \left(\left\lfloor \frac{i}{M} \right\rfloor + \Delta_{\lambda}^{(b)}, N_B \right), \quad i = 0, 1, \dots$$

$$C(\lambda, i) = \begin{bmatrix} \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(a)}} \\ \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(b)}} \end{bmatrix} \quad (\text{式 9})$$

20

【0 1 0 6】

さらに他の実施形態（ラベリングされた実施形態 A . 4）では、実施形態 A . 3 のプリコードサイクリングパターンが 2 つの偏波グループの間にコフェージングを適用することによってプリコードの総個数を増加させることによって拡張されることができる。すなわち、偏波グループあたりプリコードの個数は 2 つの偏波グループの間に K 値コフェージング

30

【数 1 7】

$$\{\varphi_k = e^{j2\pi k/K}, \quad k = 0, 1, \dots, K-1\}$$

を適用することによって N_B から $K N_B$ に増加する。その結果生成される $W 1(i_{1,1}, i_{1,2})$ プリコードのセットとサイクリングパターンは下記のとおりである：

【0 1 0 7】

【数 1 8】

$$\begin{bmatrix} [X_a & X_a & \dots & X_a] & \mathbf{0} \\ & \mathbf{0} & & [\varphi_0 X_b & \varphi_1 X_b & \dots & \varphi_{K-1} X_b] \end{bmatrix}$$

$$I_{\lambda,i}^{(a)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(a)}, KN_B), \quad I_{\lambda,i}^{(b)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(b)}, KN_B),$$

$$i = 0, 1, \dots$$

$$C(\lambda, i) = \begin{bmatrix} \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(a)}} \\ \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(b)}} \end{bmatrix} \quad (\text{式 1 0})$$

10

【0 1 0 8】

【数 1 9】

ここで、式 (7) の $\tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(a)}}$ は、その要素が $(I_{\lambda,i}^{(a)} - 1)$ 番目の要素が 1 であることを除けばすべて 0 である長さ KN_B 列ベクタである。同様に、式 (7) の $\tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(b)}}$ はその要素が $(I_{\lambda,i}^{(b)} - 1)$ 番目の要素が 1 であることを除けばすべて 0 であり、その $(I_{\lambda,i}^{(a)} - 1)$ 番目の要素のみがノンゼロである長さ KN_B 列ベクタである。共通サイクリングパターンが 2 つの偏波グループに用いられる場合、 $I_{\lambda,i}^{(a)}$ は $I_{\lambda,i}^{(b)}$ と同じである。

20

【0 1 0 9】

QPSK コフェージング ($K = 4$) で、式 10 の記載は下記のとおりである：

【0 1 1 0】

【数 2 0】

$$\begin{bmatrix} [X_a & X_a & X_a & X_a] & \mathbf{0} \\ & \mathbf{0} & & [X_b & jX_b & -X_b & -jX_b] \end{bmatrix}$$

$$I_{\lambda,i}^{(a)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(a)}, 4N_B), \quad I_{\lambda,i}^{(b)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(b)}, 4N_B),$$

$$i = 0, 1, \dots$$

30

$$C(\lambda, i) = \begin{bmatrix} \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(a)}} \\ \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(b)}} \end{bmatrix} \quad (\text{式 1 1})$$

40

【0 1 1 1】

実施形態 A . 2 と同様に、サイクリングは全ての RE 毎ではなく M 個の RE 単位で行われることができる。

【0 1 1 2】

上記送信方法 / 方式の実施形態は、下記のように具現されることができる。第一、データ復調のために DMRS が用いられるので、プリコードサイクリングのために用いられるプリコードセット (ら) の選択が指定される必要がない。したがって、 eNB は UE から CSI 報告に基づいて、該セットを予め決定又は選択することができる。次に、(実施

50

形態 A . 1 及び A . 2 で $2 N_B$ 、実施形態 A . 3 で N_B 、及び実施形態 A . 4 で $K N_B$ のように)、1つのサイクル内でプリコードの個数とともにプリコードサイクリングパターンの選択を指定できる。このパターン及びサイクルあたりプリコードの個数は半開ループ送信に用いられる D M R S ポートパターン (ら) と関連づけられたものである。送信層あたりの用いられるか又は必要な D M R S ポートの個数は 1 サイクル内のプリコード個数と同じである。

【 0 1 1 3 】

このような機能をサポートするために、一実施形態は、データ R E をプリコードインデックスと関連づけ、また、D M R S ポートをプリコードインデックスと関連づける R E マッピングを指定するものである。他の実施形態は、データ R E を D M R S ポートに直接関連づけるものである。この場合、U E は同じプリコードが同じ D M R S ポートインデックスと関連づけられている一部又は全てのデータ R E に適用されると仮定することができる。例えば、利用可能な D M R S ポートのセット $\{ p_0, p_1, \dots, p_{N-1} \}$ を仮定すると、プリコードインデックス I (= 実施形態 A . 1、A . 2、A . 3 又は A . 4 での I

, i 又は

【 数 2 1 】

$$I_{\lambda,i}^{(a)} \text{ 又は } I_{\lambda,i}^{(b)}$$

) が D M R S ポート p_I にマッピングされることができる。代案的には、プリコードインデックス I が D M R S ポート $p_{F(I)}$ にマッピングされることができる。R e l . 1 3 L T E D M R S ポートが用いられる場合、使用可能な D M R S ポートセットは $\{ 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 \}$ である。

【 0 1 1 4 】

D M R S - ポート - トゥー - プリコード - インデックスマッピングの 2 つの実施形態で、サイクルあたりプリコードの個数の観点からいくつかの可能性が存在する。例えば、表 3 - A、3 - B、3 - C、3 - D 及び 3 - E の R e l . 1 3 コードブックに基づいて、第 1 実施形態は、与えられたコードブック - 構成に対して固定された個数のプリコードを使用する。したがって、サイクルあたりプリコードの個数は与えられたコードブック - 構成に対して固定され予め決定される。第 2 実施形態は、e N B に与えられたコードブック - 構成に対してサイクルあたりプリコードの個数を構成するようにするものである。この場合、e N B は必要又は用いられる D M R S ポートの個数を U E が認知することを保証するためにプリコードの個数 (N_B 又は $K N_B$) を U E に通知する。これは L 1 シグナリング (例えば、P D C C H での D L 割当又は U L グラントによって)、L 2 シグナリング (例えば、M A C 制御要素) 又は上位層 (R R C) シグナリングを介して行われることができる。

【 0 1 1 5 】

第 2 構成要素 (すなわち、C S I 報告) に対する、いくつかの例示的な実施形態が下記のように説明される。C S I 報告方式に対する次の実施形態の各々は (任意の送信方式と何らの関連性なく) 単独で存在できるか、又は以前述べた 1 つ又は複数の送信方式らと共に用いられることができる。

【 0 1 1 6 】

一実施形態 (ラベリングされた実施形態 B . 1) で、第 1 ステージ又は第 1 P M I (i_1 と表示される) が報告される。式 1 及び式 2 を参照すると、この P M I は第 1 ステージプリコーディングマトリックス W_1 と関連づけられたものである (したがって W_1 報告と略称する)。この実施形態で、第 1 又は第 1 ステージ P M I 又は W_1 が C Q I 及び R I とともに報告される。第 1 P M I がデュアルステージ R e l . 1 2 コードブックに基づいて定義される場合、この第 1 P M I は、コードブックインデックス i_1 の値又はコードブックインデックス i_1 の関数に対応する。第 1 P M I がクラス A e M I M O - タイプに対す

るデュアルステージ R e l . 1 3 コードブックに基づいて定義される場合（以上でランク - 1 又は 1 - 層送信のための表 3 - A、3 - B、3 - C、3 - D 及び 3 - E で説明される）、第 1 P M I i_1 値は、コードブックインデックス $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ の値又はコードブックインデックス $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ の関数に対応する。どの場合でも、第 2 ステージプリコーダ i_2 と関連づけられた他の P M I は報告されない。

【 0 1 1 7 】

第 1 P M I がデュアルステージ R e l . 1 3 コードブックに基づいて定義される場合（上記表 3 - A、3 - B、3 - C、3 - D 及び 3 - E で説明される）、第 1 P M I 計算は c o d e b o o k - C o n f i g パラメータの構成値の条件に従う。c o d e b o o k - C o n f i g = 1 の場合、与えられた $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ に対して偏波グループあたり $N_B = 1$ D F T ビームのみが用いられる。c o d e b o o k - C o n f i g = 2、3 又は 4 の場合、与えられた $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ に対して偏波グループあたり $N_B = 4$ D F T ビームが用いられる。第 2 又は第 2 ステージ P M I i_2 は報告されず、U E は e N B が N_B 個の D F T ビーム又は 2 つの偏波グループ又は総 $2 N_B$ 個の D F T ビーム（2 つの偏波グループを考慮する）を介して開ループダイバーシティ動作を行うと仮定すべきである。これは、例えば、推薦されたランク（R I）が 1 より大きい、報告された R I（最後に報告された周期的 R I 又は C Q I とともに報告された R I であることができる）の条件によって計算される場合にも、U E が第 1 コードワードに対するチャネル品質を示す C Q I 値の 1 セットを報告すべきであることを明示することによって指定されることができる。報告された R I 以外にも、C Q I 計算は報告された i_1 （最後に報告された周期的 i_1 又は C Q I とともに報告された i_1 であることができる）の条件に従うことができる。この第 1 P M I 値 i_1 は、2 つの成分 $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ を含むことができる。このような 1 セットの C Q I 値は、S 個のサブ帯域セットでの送信を仮定して計算される広帯域 C Q I であるか、又はそのサブ帯域でのみの送信を仮定してサブ帯域 C Q I が計算されるサブ帯域 C Q I であることができる。

【 0 1 1 8 】

（ランク - 1 のためのクラス A e M I M O - タイプに対して）表 3 - A、3 - B、3 - C、3 - D 及び 3 - E で説明されたような R e l . 1 3 コードブックテーブルが本開示の目的のために用いられる場合、例示的なテーブルはランク - 1 に対して下記表 4 - A 又は表 4 - B に記載のように定義されることができる。その後、C S I 計算が下記のように行われる。まず、c o d e b o o k - C o n f i g の構成値に対する、コードワードのサブセットが選択される。これはその各々が $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ を含む第 1 P M I i_1 の関数である N_B 個コードワードのリストを提供する表 4 - A 及び表 4 - B の“関連 i_2 値”列で表している。次に、C S I 計算が、C S I - R S から測定されたチャネルだけでなく N_B 個コードワードのサブセット関数として行われ、ここで、この関数は e N B で用いられる開ループダイバーシティ動作を反映する。プリコーダサイクリングが用いられる場合、C S I 計算は、e N B が N_B 個プリコーダのサブセット（ここで、R I がランク - v 推薦を示す）を介したプリコーダサイクリングを用いてランク - v 送信を行うと仮定して行われる。

【 0 1 1 9 】

例えば、表 4 - A の例示的な実施形態によるランク - 1 の場合、c o d e b o o k - C o n f i g が $\{0, 4, 8, 12\}$ の関連 i_2 値に基づいて 4 で構成されると（ $N_B = 4$ になる）、

【 数 2 2 】

$$\{W_{2i_{1,1}+2i_{1,2},0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1,2i_{1,2},0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2,2i_{1,2},0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3,2i_{1,2},0}^{(1)}\}$$

のプリコーダサブセットがプリコーダサイクリングのために選択される。すなわち、U E は e N B がこれらの 4 つのプリコーダを介してランク - 1 開ループダイバーシティ送信を

行うと仮定する。最終的に生成されるCQIは $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ を含む第1PMI i_1 の関数である。したがって、報告されたRI及び i_1 ($\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ 含む) の条件に従ったことに加え、CQI計算は $i_2 = \{0, 4, 8, 12\}$ に対応するプリコードセットを有する送信を仮定して行われることもできる。一部のUE具現例で、第1PMIは、CQIの前後、又はCQIと共同でUEによって選択されることができる(これはUE具現による)。これはプリコードサイクリングが各偏波グループ内のDFTベクタを介して行われる式8又は9(実施形態A.3)に記載の送信方式に対応する。

【0120】

例えば、表4-Bの例示的な実施形態によるランク-1の場合、codebook-Configが $\{0, 1, 2, \dots, 14, 15\}$ の関連 i_2 値に基づいて4として構成され

10

ると、

【数23】

$$\begin{Bmatrix} W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}, W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}, W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}, \\ W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}, \\ W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}, \\ W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, 3}^{(1)} \end{Bmatrix}$$

のプリコードサブセットがプリコードサイクリングのために選択される。すなわち、UEはeNBがこれらの $4N_B = 16$ プリコードを介してランク-1開ループダイバーシティ送信を行うと仮定する。最終的に生成されるCQIは $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ を含む第1PMI i_1 の関数である。したがって、報告されたRI及び i_1 ($\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ を含む) の条件に従ったことに加えて、CQI計算は $i_2 = \{0, 1, \dots, 15\}$ に対応するプリコードセットを有する送信を仮定して行われることもできる。一部のUE具現例で、第1PMIはCQIの前後、又はCQIと共同でUEによって選択されることができる(これはUE具現による)。これはプリコードサイクリングが各偏波グループ内のDFTベクタを介して行われるだけでなく2つの偏波グループを介したコフェージングで行われる式10(実施形態A.4)に記載の送信方式に対応する。

20

【0121】

上述の説明はcodebook-Configの他の値に拡張されることができる。

30

【0122】

したがって、UEは第1PMI i_1 ($\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ を含むことができる) 及びそれと関連づけられたRIとCQIに対する推薦を報告する。

【0123】

この手順は1以外のランクに拡張されることができる。

【0124】

【表 4】

表 4 - A : 例示的なプリコードサイクリング

codebook- Config	Rank	Range of i_{11}	Range of i_{12}	Pertinent values of i_2
1	1	$0, 1, \dots, N_1 o_1 - 1$	$0, 1, \dots, N_2 o_2 - 1$	0
2	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	0, 4, 8, 12
3	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	0, 4, 8, 12
4	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	0, 4, 8, 12

10

表 4 - B : 例示的なプリコードサイクリング

codebook- Config	Rank	Range of i_{11}	Range of i_{12}	Pertinent values of i_2
1	1	$0, 1, \dots, N_1 o_1 - 1$	$0, 1, \dots, N_2 o_2 - 1$	0, 1, 2, 3
2	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	0, 1, 2, ..., 14, 15
3	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	0, 1, 2, ..., 14, 15
4	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	0, 1, 2, ..., 14, 15

20

【0125】

上述の実施形態で、サイクルあたりプリコードの個数は与えられた `codebook-Config` の値に対して固定されている。代案として、すべての利用可能なプリコードのサブセットが用いられ得る。例えば、`codebook-Config` = 4 である表 4 - B の実施形態に基づいて、{ 0, 1, 8, 9 } のように 16 つのプリコードのうち 4 つのプリコードだけがサイクルごとに用いられることができる。サブセットの選択はプリコードの個数に基づいて予め決定されることができ、又は構成されることができ（したがって、UE にシグナリングされる）。このようなプリコードサブセットのシグナリングは動的に（例えば DL 制御チャネルを介して）又は半静的に（例えば、上位層又は RRC シグナリングを介して）行われることができる。第 2 オプションの場合、 i_2 値のセットを示す新しい RRC パラメータを CSI プロセス構成又は CSI 報告構成内で用いることができる。

30

【0126】

第 1 PMI は、広帯域（S 個サブ帯域のセットの一部又は全部での送信を仮定して計算される）であるため、広帯域 PMI を報告する CSI 報告モードのみが適用可能である。

40

【0127】

非周期的 CSI (A-CSI) の場合、モード 3-1 のみが適用可能である。第 1 PMI (i_1 又は { $i_{1,1}$, $i_{1,2}$ }) は CQI 及び RI とともに報告される。このような第 1 PMI は、CSI プロセスのために RI (CQI 及び第 1 PMI とともに報告された RI) で推薦されるランクの最直近値の条件によって計算される。CQI は CSI プロセスのために RI (CQI 及び第 1 PMI とともに報告された RI) で推薦されるランクの最直近値、CSI プロセスのために推薦される第 1 PMI (CQI 及び RI とともに報告された第 1 PMI) の最直近値の条件によって計算される。CQI 計算のために、推薦されたランク (RI) が 1 より大きい、CSI プロセスのために報告された RI 及び報告された第 1 PMI { $i_{1,1}$, $i_{1,2}$ } の条件によって計算される場合にも、UE は

50

第1コードワードに対するチャネル品質を示す1セットのCQI値を報告しなければならない。

【0128】

上記CSI計算手順で十分であるが、上述のようにCSI正確度を向上させるCQI計算のための少なくとも1つの追加条件が導入されることができる。1つの例示的な実施形態で、CQIは、また、開ループダイバーシティ方式を使用する送信を仮定して計算されることができる。他の例示的な実施形態では、CQIが、報告された第1PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ 及び i_2 値のセットと関連づけられたプリコードのセット（例えば、表4-A又は表4-Bに与えられたもの、又は上位層シグナリングを介して構成されるもの）の条件によって計算されることがさらに指定されることができる。すなわち、CQIは i_2 値のセットと関連づけられたプリコードのセットを使用する送信を仮定して計算されることもできる。

10

【0129】

周期的CSI (P-CSI) の場合、モード1-1のみが適用可能である。第1PMI $i_{1,1}$ ($\{i_{1,1,1}, i_{1,1,2}\}$ を含むことができる) は、CSIプロセスのためにRI (最後に報告された周期的RI) で推薦されるランクの最直近値の条件によって計算される。CQIはCSIプロセスのためにRI (最後に報告された周期的RI) で推薦されるランクの最直近値、最後に報告された周期的第1PMI (RI又はCQIとともに報告される) の条件によって計算される。CQI計算のために、推薦されたランク (RI) が1より大きいが、CSIプロセスのために最後に報告された周期的RI及び最後に報告された周期的第1PMI $\{i_{1,1,1}, i_{1,1,2}\}$ の条件によって計算される場合にも、UEは第1コードワードに対するチャネル品質を示す1セットのCQI値を報告しなければならない。

20

【0130】

この場合、いくつかのオプションがある。

【0131】

第1オプションは、第1PMI $i_{1,1}$ ($\{i_{1,1,1}, i_{1,1,2}\}$ を含むことができる) をCQIと同じサブフレームのセット (セット1) で報告し、一方で、RIをCQI及び第1PMIと互いに異なるサブフレームのセット (セット2) で報告するものである。このような第1オプションで、第1PMIは同じサブフレームオフセットを共有しながらCQIと同じ又は互いに異なる周期を有することができる。

30

【0132】

第2オプションは、第1PMI $i_{1,1}$ ($\{i_{1,1,1}, i_{1,1,2}\}$ を含むことができる) をサブフレームのセット (セット1) で報告し、一方で、それぞれのCQI及びRIを互いに異なるサブフレームのセット (それぞれ、セット2及びセット3) で報告するものである。このような第2オプションで、第1PMIは、CQIと同じ又は互いに異なる報告構成 (サブフレームオフセット及び周期) を有することができる。

【0133】

第3オプションは、第1PMI $i_{1,1}$ ($\{i_{1,1,1}, i_{1,1,2}\}$ を含むことができる) をRIと同じサブフレームのセット (セット1) で報告し、一方で、CQIを互いに異なるサブフレームのセット (セット2) で報告するものである。このような第3オプションで、第1PMIは、同じサブフレームオフセットを共有しながらRIと同じ又は互いに異なる周期を有することができる。このような3つのオプションのすべてで、第1PMI $i_{1,1}$ ($\{i_{1,1,1}, i_{1,1,2}\}$ を含むことができる) は最も直前に報告されたRIの条件によって計算され、これが同じサブフレームのセットで報告されることができる。

40

【0134】

図7は、例示的なUE報告タイミングダイアグラム700の観点からP-CSI報告のためのこれらの3つのオプションを示した図である。図7の700で、RIはCQIに比べて4倍長いインターバルで報告されると仮定する。上段ダイアグラム701は、第1PMIがCQIとともに報告される (これにより同じ周期及びサブフレームオフセットを共

50

有する) オプション 1 の例である。中間ダイアグラム 702 は、第 1 P M I が C Q I 及び R I と別途報告されるオプション 2 の例である。この例で、第 1 P M I は R I インターバルの半分(したがって、C Q I のインターバルの 2 倍)で報告される。下段ダイアグラム 703 は、第 1 P M I が R I とともに報告される(これにより同じ周期及びサブフレームオフセットを共有する)オプション 3 の例である。

【0135】

以上の全てのオプションの場合、可能な R I の値は 1 から U E 能力によって決定される最大レイヤ個数までの範囲になることができる。半開ループ送信方式の使用がランク - 1 及びランク - 2 に限定される場合には、1 ビット R I シグナリングで十分である。

【0136】

第 1 及び第 2 オプションでのいくつかの特徴を共有する他のオプションは、第 1 P M I i_1 ($\{i_1, i_1, i_1, i_2\}$ を含むことができる) を C Q I と同じサブフレームのセット(セット 1)で報告し、一方で、R I を C Q I 及び第 1 P M I とは異なるサブフレームのセット(セット 2)で報告するように U E を構成するものである。しかし、第 1 P M I の報告インターバルが C Q I の報告インターバルの整数倍 H' (> 1) であるため、第 1 P M I 及び C Q I は共に報告されない。第 1 P M I が報告される度に(C Q I を含む全ての H' サブフレームごとに一度)、C Q I 報告は削除される。C Q I に対する報告インスタンスが

【数 2 4】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET}, \text{CQI}}) \bmod (N_{pd}) = 0$$

で記載されることができる場合、第 1 P M I に対する報告インスタンスは

【数 2 5】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET}, \text{CQI}}) \bmod (H' \cdot N_{pd}) = 0$$

で記載されることができる。実際、このオプションを使用した場合、第 1 P M I を報告するための追加的なサブフレームオフセットを導入する必要はなく、C Q I 及び第 1 P M I を個別的に報告できる。

【0137】

大容量 P - C S I 報告が利用可能な場合は、(P U C C H フォーマット 3 又は周期的 P U C C H フォーマット 4 など)他のオプションが可能である。この実施形態で、一部又は全ての C S I パラメータ(C Q I、第 1 P M I 及び R I)が共通のサブフレームのセットのうち 1 つのサブフレームとともに報告される。この実施形態で、一部又は全ての C S I パラメータは下記のような同じ報告インスタンスを共有する:

【数 2 6】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET}, \text{CQI}}) \bmod (N_{pd}) = 0$$

。

【0138】

上述の説明は、クラス A C S I 報告又は「非プリコーディング(non Precoded)」タイプに対する C S I 報告動作と関連づけられたものである。クラス B C S I 報告又は「ビームフォーミング(beamformed)」タイプの場合、C S I 報告パラメータのセットは U E のために構成された C S I - R S リソースの個数に依存する。 $K = 1$

C S I - R S リソースが U E に割り当てられる場合、e N B が C S I - R S で U E 固有

10

20

30

40

50

のビームフォーミングを行うと、第1 PMI i_1 ($\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ を含むことができる)は不要である。したがって、UEによって測定されたビームフォーミングCSI-RSポートと関連づけられたCQI及びRIのみが報告される。ここで、CQIは報告されたRI(同じサブフレームで最後に報告された周期的RI又は報告されたRIであることができる)及びeNBで用いられる開ループダイバーシティ方式の条件によって計算される。

【0139】

他の実施形態(ラベリングされた実施形態B.2)では、2つの偏波グループの間に推薦されたコフェージングを示す追加的なCSI報告パラメータが、実施形態B.1のCSIパラメータと共に報告される。このようなコフェージングは実施形態B.1の第1 PMIとともに報告される。コフェージングは別途のCSIパラメータ(例えば、第2 PMI)として定義され報告されることができる。又はコフェージングは実施形態B.1で定義された第1 PMIの一部又は拡張として報告されることができる。第1 PMI及びコフェージングインデックスに対するUE推薦を受信した後、eNBは各偏波グループに対する N_B コードワードを介して開ループダイバーシティ動作を行い、2つの偏波グループを介してコフェージングできる。

【0140】

この推薦されたコフェージングは、4つの仮説 $\{\pm 1, \pm j\}$ が用いられる表3-A、3-B、3-C、3-D及び3-Eの

【数27】

$$\varphi_n = e^{j\pi n/2}$$

と同様に定義されることができる。したがって、PMI報告に対する仮説の総数は4倍増加する。

【0141】

このコフェージングは、サブ帯域(各S個のサブ帯域セットに対して計算される)又は広帯域(S個のサブ帯域セットの一部又は全部に対して計算される)CSIパラメータとして報告されることができる。コフェージングがサブ帯域CSIパラメータとして報告される場合、このコフェージングは、第1 PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ とは別途の第2 PMI(i_2)として定義されて報告されることができる。この場合、この第2 PMIは同じ又は互いに異なる報告レート及びサブフレームオフセットで構成されることができる。コフェージングが広帯域CSIパラメータで報告される場合、このコフェージングは第2 PMIとして又は第1 PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ の一部として定義されて報告されることができる。この場合、第1 PMIと同じアップデータレート及びサブフレームオフセットを使用し、このようなコフェージング推薦が報告される。

【0142】

表3-A乃至表3-Eに記載のようなRel.13コードブックテーブルが本開示の目的のために用いられる場合、例示的なテーブルはランク1に対して下記表5に記載のように定義されることができる。その後、CSI計算が下記のように行われる。まず、codebook-Configの構成値に対する、コードブックからのコードワードのサブセットが選択される。これはその各々が第1 PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ 及びコフェージングパラメータnの関数である N_B 個コードワードのリストを提供する表5の「関連 i_2 値」列で表している。次に、各々のn値に対して、CSI計算が、CSI-RSから測定されたチャネルだけでなく N_B 個コードワードのサブセット関数として行われ、ここで、この関数はeNBで用いられる開ループダイバーシティ動作を反映する。プリコードサイクリングが用いられる場合、CSI計算は、eNBが N_B 個プリコードのサブセット(ここで、RIがランク-v推薦を示す)を介したプリコードサイクリングを用いてランク-v送信を行うと仮定して行われる。

【 0 1 4 3 】

例えば、ランク - 1 の場合、 n 、 $n + 4$ 、 $n + 8$ 、 $n + 12$ の関連 i_2 値に基づいて、4 として構成されると、

【 数 2 8 】

$$\{W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, n}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, n}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, n}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, n}^{(1)}\}$$

のプリコードサブセットが与えられた $n \in \{0, 1, 2, 3\}$ に対するプリコードサイクリングのために選択される。すなわち、与えられた n 値に対して、UE は eNB がこれらの 4 つのプリコードを介してランク - 1 開ループダイバーシティ送信を行うと仮定する。最終的に生成される CQI は、第 1 PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ 及びコフェージングインデックス n の関数である。推薦された $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ は CQI の前後、又は CQI と共同で UE によって選択されることができる（これは UE 具現による）。

【 0 1 4 4 】

したがって、UE は、第 1 PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ 、コフェージングインデックス n 、及びこれらと関連づけられた RI 及び CQI に対する推薦を報告する。

【 0 1 4 5 】

この手順は 1 以外のランクだけでなく他の codebook - Config 値に拡張されることができる。

【 0 1 4 6 】

【 表 5 】

表 5：例示的なプリコードサイクリング

codebook-Config	Rank	Range of i_{11}	Range of i_{12}	Pertinent values of i_2 for given $n \in \{0, 1, 2, 3\}$
1	1	$0, 1, \dots, N_1 o_1 - 1$	$0, 1, \dots, N_2 o_2 - 1$	n
2	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	$n, n + 4, n + 16, n + 20$
3	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	$n, n + 8, n + 20, n + 28$
4	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	$n, n + 4, n + 8, n + 12$

第 1 PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ （又はその複合要素）が広帯域（ S 個のサブ帯域セットの一部又は全部での送信を仮定して計算される）で、コフェージングインデックス n が広帯域として取り扱われることができるため、広帯域 PMI を報告する CSI 報告モードのみが適用可能である。この場合、 $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ を含む複合 PMI がこの実施形態に対する PMI として定義されて報告されることができる。

【 0 1 4 7 】

非周期的 CSI (A - CSI) の場合、モード 3 - 1 のみが適用可能である。第 1 PMI i_1 ($\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ を含むことができる) は CQI 及び RI とともに報告される。このような第 1 PMI i_1 ($\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ を含むことができる) は、CSI プロセスのために RI (CQI 及び第 1 PMI とともに報告された RI) で推薦されたランクの最直近値の条件によって計算される。CQI は CSI プロセスのために RI (最後に報告された周期的 RI) で推薦されたランクの最直近値、最後に報告された周期的第 1 PMI (RI 又は CQI とともに報告される) の条件によって計算される。CQI 計算のために、推薦されたランク (RI) が 1 より大きい、CSI プロセスのために最後に報告された周期的 RI 及び最後に報告された周期的第 1 PMI i_1 ($\{i_{1,1},$

$i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n$ を含むことができる)の条件によって計算される場合にも、UEは第1コードワードに対するチャネル品質を示す1セットのCQI値を報告しなければならない。

【0148】

上記CSI計算手順で十分であるが、上述のように、CSI正確度を向上させるCQI計算のために少なくとも1つの追加条件が導入されることもできる。1つの例示的な実施形態で、CQIは、また、開ループダイバーシティ方式を使用する送信を仮定して計算されることができる。他の例示的な実施形態では、CQIが、報告された第1PMI i_1 ($\{i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ を含むことができる)及び i_2 値のセットと関連づけられたプリコードのセット(例えば、表4Bに与えられたもの、又は上位層シグナリングを介して構成されるもの)の条件によって計算されることがさらに指定されることができる。すなわち、CQIは i_2 値のセットと関連づけられたプリコードのセットを使用する送信を仮定して計算されることもできる。

10

【0149】

周期的CSI(P-C SI)の場合、モード1-1のみが適用可能である。第1PMI i_1 ($\{i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ を含むことができる)は、CSIプロセスのためにRI(最後に報告された周期的RI)で推薦されたランクの最直近値の条件によって計算される。CQIはCSIプロセスのためにRI(最後に報告された周期的RI)で推薦されたランクの最直近値、最後に報告された周期的第1PMI(RI又はCQIとともに報告される)の条件によって計算される。CQI計算のために、推薦されたランク(RI)が1より大きいが、CSIプロセスのために最後に報告された周期的RI及び最後に報告された周期的第1PMI i_1 ($\{i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ を含むことができる)の条件によって計算される場合にも、UEは第1コードワードに対するチャネル品質を示す1セットのCQI値を報告しなければならない。

20

【0150】

上記CSI計算手順で十分であるが、上述のように、CSI正確度を向上させるCQI計算のために少なくとも1つの追加条件が導入されることもできる。1つの例示的な実施形態で、CQIは、また、開ループダイバーシティ方式を使用する送信を仮定して計算されることができる。他の例示的な実施形態では、CQIが、報告された第1PMI i_1 ($\{i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ を含むことができる)及び i_2 値のセットと関連づけられたプリコードのセット(例えば、表4Bに与えられたもの、又は上位層シグナリングを介して構成されるもの)の条件によって計算されることがさらに指定されることができる。すなわち、CQIは i_2 値のセットと関連づけられたプリコードのセットを使用する送信を仮定して計算されることもできる。

30

【0151】

この場合、いくつかのオプションがある。

【0152】

第1オプションは、 $\{i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ (又はその複合要素)をCQIと同じサブフレームのセット(セット1)で報告し、一方で、RIをCQI及び $\{i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ と互いに異なるサブフレームのセット(セット2)で報告するものである。このような第1オプションで、第1PMIは同じサブフレームオフセットを共有しながらCQIと同じ又は互いに異なる周期を有することができる。

40

【0153】

第2オプションは、 $\{i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ (又はその複合要素)をサブフレームのセット(セット1)で報告し、一方で、それぞれのCQI及びRIを互いに異なるサブフレームのセット(それぞれ、セット2及びセット3)で報告するものである。このような第2オプションで、 $\{i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ (又はその複合要素)はCQIと同じ又は互いに異なる報告構成(サブフレームオフセット及び周期)を有することができる。

【0154】

第3オプションは、 $\{i_1, i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ (又はその複合要素)をRIと同じサ

50

ブフレームのセット（セット１）で報告し、一方で、ＣＱＩを互いに異なるサブフレームのセット（セット２）で報告するものである。このような第３オプションでは、 $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ （又はその複合要素）が同じサブフレームオフセットを共有しながらＲＩと同じ又は互いに異なる周期を有することができる。この３つのオプションのすべてで、 $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ （又はその複合要素）は最も直近に報告された周期的ＲＩの条件によって計算されることができ、これが同じサブフレームのセットで報告されることができる。

【０１５５】

例示的なタイミング図は、実施形態Ｂ．１によって図７に与えられたものと類似している。

10

【０１５６】

第１及び第２オプションでのいくつかの特徴を共有するさらに他の実施形態は、第１ＰＭＩ（ $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ 又はその複合要素）をＣＱＩと同じサブフレームのセット（セット１）で報告し、一方で、ＲＩをＣＱＩ及び第１ＰＭＩとは異なるサブフレームのセット（セット２）で報告するようにＵＥを構成するものである。しかし、第１ＰＭＩの報告インターバルがＣＱＩの報告インターバルの整数倍 $H' (> 1)$ であるため、第１ＰＭＩ及びＣＱＩは共に報告されない。第１ＰＭＩが報告される度に（ＣＱＩを含む全ての H' サブフレームごとに一度）、ＣＱＩ報告は削除される。ＣＱＩに対する報告インスタンスが

【数２９】

20

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET}, \text{CQI}}) \bmod (N_{pd}) = 0$$

で記載されることができる場合、第１ＰＭＩに対する報告インスタンスは

【数３０】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET}, \text{CQI}}) \bmod (H' \cdot N_{pd}) = 0$$

30

で記載されることができる。実際、このオプションを使用した場合、第１ＰＭＩを報告するための追加的なサブフレームオフセットを導入する必要はなく、ＣＱＩ及び第１ＰＭＩを個別的に報告できる。

【０１５７】

大容量Ｐ－ＣＳＩ報告が利用可能な場合には（例えば、ＰＵＣＣＨフォーマット３又は周期的ＰＵＣＣＨフォーマット４）、さらに他の実施形態が可能である。この実施形態で、一部又は全てのＣＳＩパラメータ（ＣＱＩ、第１ＰＭＩ及びＲＩ）が共通のサブフレームのセットのうち１つのサブフレームとともに報告される。この実施形態で、一部又は全てのＣＳＩパラメータは次のような同じ報告インスタンスを共有する：

【数３１】

40

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET}, \text{CQI}}) \bmod (N_{pd}) = 0。$$

。

【０１５８】

上述の説明は、クラスＡＣＳＩ報告又は「非プリコーディング（non Precoded）」タイプに対するＣＳＩ報告動作と関連づけられたものである。クラスＢＣＳＩ報告又は「ビームフォーミング（beamformed）」タイプの場合、ＣＳＩ報告パラメータのセットはＵＥのために構成されたＣＳＩ－ＲＳリソースの個数に依存する。 $K = 1$

50

C S I - R S リソースが U E に割り当てられる場合、e N B が C S I - R S で U E 固有のビームフォーミングを行うと、 $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ は不要である。したがって、U E によって測定されたビームフォーミング C S I - R S ポートと関連づけられた C Q I、R I、及びコフェージング推薦 $\{k\}$ のみが報告される。ここで、C Q I は R I 値、e N B で用いられる開ループダイバーシティ方式、及びコフェージングインデックス $\{k\}$ の推薦された値の条件によって計算される。

【0159】

さらに他の実施形態（ラベリングされた実施形態 B . 3）では、他の C S I 報告パラメータに加えて、コードブックサブセット選択報告が報告される。実施形態 B . 1 及び B . 2 では、e N B がコードブックサブセット選択を有する上位層シグナリングを介して U E を構成すると仮定される。表 3 - A、3 - B、3 - C、3 - D 及び 3 - E に記載のような R e l . 1 3 コードブックテーブルに基づく例示的な方式で、このような構成は表 4 - A、表 4 - B、又は表 5 で明らかなように R R C パラメータ c o d e b o o k - C o n f i g を使用して行われる。この実施形態では、コードブックサブセット選択を推薦する追加的な C S I 報告パラメータが、U E によって報告される。このようなサブセット選択インジケータ（例えば、S S I と略称する）は C Q I、P M I（第 1 P M I 及び / 又はコフェージングインジケータを含む）及び / 又は R I とは別途のパラメータであり、したがって、これらと同時に報告されることができる。したがって、実施形態 B . 3 は、実施形態 B . 1 及び / 又は B . 2 とともに用いられることができる。

【0160】

コードブックサブセット選択が緩やかに変わるため、このコードブックサブセット選択は C Q I、P M I 及び / 又は R I より相当低いアップデートレートで報告される。また、コードブックサブセット選択は広帯域（S 個のサブ帯域セットの一部又は全部に対して計算される）報告である。この場合、U E はチャネル共分散マトリックス又は A o D プロファイルのような長期チャネルプロファイルの推定を利用できる。このような長期チャネルプロファイルは複数のサブフレームに対する C S I 測定から推定されることができる。U E からのサブセット推薦を受信する時、e N B は S S I 報告を考慮して、例えば、R R C パラメータ c o d e b o o k - C o n f i g を介したコードブックサブセット選択で U E を構成する。

【0161】

P U S C H に基づく A - C S I 報告の場合、S S I は e N B によって他の C S I パラメータとは別途にトリガーされるか、又は要求されることができる。したがって、U E は S S I 報告が e N B によって要求される場合、S S I のみを報告する。このような目的のために追加的な C S I 要求仮設が必要である。代案としては、S S I が常に他の C S I パラメータ（C Q I、P M I 及び / 又は R I）と共に報告されることもできる。この場合は、S S I 要求に対する追加の仮設が不要となる。

【0162】

P U C C H に基づく P - C S I 報告の場合には、S S I が周期（アップデートレート）及び / 又はサブフレームオフセットを含む自らの報告構成に割り当てられる。下位実施形態は S S I 報告を、R I 報告に用いられるサブフレームのサブセット又は同じセットに制限することによって考案されることができる。この場合、S S I 報告は別途の周期構成のみが必要である。報告される度に S S I が R I とともに報告されるので、サブフレームオフセットは不要となる。

【0163】

上述の説明は、クラス A C S I 報告又は「非プリコーディング」タイプに対する C S I 報告動作と関連づけられたものである。クラス B C S I 報告又は「ビームフォーミング」タイプの場合、C S I 報告パラメータのセットは U E のために構成された C S I - R S リソースらの個数に依存する。K = 1 C S I - R S リソースが U E に割り当てられる場合、e N B が C S I - R S で U E 固有のビームフォーミングを行うと、 $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ は不要である。したがって、U E によって測定されたビームフォーミング C S I - R

Sポートと関連づけられたCQI、RI、及び、実施形態B.2の場合、コフェージング推薦{*k*}のみがSSIとともに報告される。ここで、CQIはRI値、eNBで用いられる開ループダイバーシティ方式、及び、実施形態B.2の場合、コフェージングインデックス{*k*}の推薦された値の条件によって計算される。しかし、ビームフォーミングCSI-RSにSSIを使用するためには、UEは非プリコーディングCSI-RS及びUE固有のビームフォーミングCSI-RSをいずれも受信及び測定するように構成されるべきである。SSIを計算するためには非プリコーディングCSI-RS(クラスACSI報告と関連する)が必要である。

【0164】

さらに他の実施形態(ラベリングされた実施形態B.4)では、他のCSI報告パラメータに加えて、チャンネルプロファイルインジケータが報告される。実施形態B.1及びB.2では、eNBがコードブックサブセット選択を有する上位層シグナリングを介してUEを構成すると仮定される。表3-A、3-B、3-C、3-D及び3-Eに記載のようなRel.13コードブックテーブルに基づく例示的な方式で、このような構成は、表4-A、表4-B、又は表5で明らかなようにRRCパラメータcodebook-Configを使用して行われる。また、実施形態B.3では、コードブックサブセット選択を推薦するコードブックサブセット選択インジケータ(例えば、SSIと略称する)が報告される。SSIを計算するために、UEはチャンネル共分散マトリックス又はAODプロファイルのような長期チャンネルプロファイルの推定値を利用できる。この実施形態では、コードブックサブセット選択を推薦する追加的なCSI報告パラメータが、UEによって報告される。このようなサブセット選択インジケータ(例えば、SSIと略称する)はCQI、PMI(第1PMI及び/又はコフェージングインジケータを含む)及び/又はRIとは別途のパラメータであり、したがって、これらと同時に報告されることができる。したがって、実施形態B.3は実施形態B.1及び/又はB.2とともに用いられることができる。このような長期チャンネルプロファイルは、複数のサブフレームに対するCSI測定から推定されることができる。この実施形態で、AODスプレッド(例えば、AODパンの量子化された値又はAOD値の量子化された範囲、各量子化されたAODの相対的強度又は大きさ)のような長期DLチャンネルプロファイルパラメータを示す追加的なCSI報告パラメータが報告される。このようなチャンネルプロファイルインジケータ(CPI)は、複数のサブフレームに対するCSI測定からUEによって計算されることができる。したがって、実施形態B.4は、実施形態B.3の代案になり得る。実施形態B.3のように、実施形態B.4は、実施形態B.1及び/又はB.2とともに用いられることができる。

【0165】

UEからCPI報告を受信する時、eNBはCPI報告を考慮して、例えばRRCパラメータcodebook-Configを介したコードブックサブセット選択でUEを構成する。

【0166】

実施形態B.3と同様に、PUSCHに基づくA-CSI報告の場合、CPIはeNBによって他のCSIパラメータとは別途トリガーされるか、又は要求されることができる。したがって、UEはCPI報告がeNBによって要求される場合、CPIのみを報告する。このような目的のために追加的なCSI要求仮設が必要である。代案としては、CPIが常に他のCSIパラメータ(CQI、PMI及び/又はRI)と共に報告されることもできる。この場合は、CPI要求に対する追加の仮設が不要となる。

【0167】

実施形態B.3と同様に、PUSCHに基づくP-CSI報告の場合には、CPIが周期(アップデートレート)及び/又はサブフレームオフセットを含む自らの報告構成に割り当てられる。下位実施形態はCPI報告を、RI報告に用いられるサブフレームのサブセット又は同じセットに制限することによって考案されることができる。この場合、CPI報告は別途の周期構成のみが必要である。報告される度にCPIがRIとともに報告さ

10

20

30

40

50

れるので、サブフレームオフセットは不要となる。

【0168】

上述の説明は、クラスACSI報告又は「非プリコーディング」タイプに対するCSI報告動作と関連づけられたものである。クラスBCSI報告又は「ビームフォーミング」タイプの場合、CSI報告パラメータのセットはUEのために構成されたCSI-RSリソースの個数に依存する。 $K=1$ CSI-RSリソースがUEに割り当てられる場合、 eNB がCSI-RSでUE固有のビームフォーミングを行うと、 $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ は不要である。したがって、UEによって測定されたビームフォーミングCSI-RSポートと関連づけられたCQI、RI、及び、実施形態B.2の場合、コフェージング推薦 $\{k\}$ のみがCPIとともに報告される。ここで、CQIはRI値、 eNB で用いられる開ループダイバーシティ方式、及び、実施形態B.2の場合、コフェージングインデックス $\{k\}$ の推薦された値の条件によって計算される。しかし、ビームフォーミングCSI-RSにCPIを使用するためには、UEは非プリコーディングCSI-RS及びUE固有のビームフォーミングCSI-RSをいずれも受信及び測定するように構成されるべきである。CPIを計算するためには非プリコーディングCSI-RS(クラスACSI報告と関連する)が必要である。

10

【0169】

他の実施形態(ラベリングされた実施形態B.5)では、量子化されたチャネル共分散マトリックスが、他のCSI報告パラメータに追加して報告される。量子化されたチャネル共分散マトリックスから、SSI又はCPIが計算又は導出されることができる。このようなCSIエンティティを報告するためには、より多くのフィードバックリソースが必要である。実施形態B.3又はB.4のように、実施形態B.5は実施形態B.1及び/又はB.2とともに用いられることができる。このような長期チャネルプロファイルは複数のサブフレームに対するCSI測定から推定されることができる。

20

【0170】

第3構成要素(すなわち、CSI報告用コードブック)の場合、報告されたRIが1の場合は(P-CSIに対して最後に報告された周期的RI又はA-CSIに対してCQI及びPMIとともに報告されたRI)、Rel.13クラスAeMIMO-タイプに対するランク-1コードブックが用いられることができる。

【0171】

上位-ランク半開ループダイバーシティ送信をサポートするために、少なくとも2つの互いに異なる実施形態が適用される。

30

【0172】

一実施形態(ラベリングされた実施形態C.1)で、Rel.13クラスA設計と同じランク-1コードブックがランク- v CSI報告に使用され、ここで、 $v>1$ である。特に、実施形態B.1及びB.2でのPMI計算方式が $RI=v>1$ をサポートするように拡張され、したがって、複数の層を介して送信される。プリコードサイクリングが eNB で用いられる場合、(第1PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ 及びコードブックサブセット選択と関連づけられた)偏波グループごとに同じプリコーディングベクタのセットが複数のデータ層を送信するために使用され、互いに異なるプリコードサイクリングパターンが互いに異なる層のために用いられる。同様に、複数のUEに対する送信は互いに異なるUEに対して互いに異なるプリコードサイクリングパターンを割り当てることによって(偏波グループごとに) N_B 又は KN_B プリコードのセット内で共に多重化されることができる。UEとそのプリコードサイクリングパターン(ら)の間の関連は、少なくとも1つのUE固有のパラメータ(例えば、セル無線ネットワーク臨時識別子(C-RNTI)及び/又はPRB割当)を使用して行われることができる。

40

【0173】

他の実施形態(ラベリングされた実施形態C.2)では、Rel.13クラスA設計からのランク- v コードブックが実施形態B.1での第1PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ 又は実施形態B.2でのコフェージング推薦を有する第1PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n$

50

｝でのランク - v C S I 報告に用いられる。プリコーダサイクリングが eNB で用いられる場合、(第1 PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ 及びコードブックサブセット選択と関連づけられた) 偏波グループごとに互いに異なるプリコーディングベクタのセットが、偏波グループあたりビーム個数をはじめ、互いに異なるランクに対して互いに異なることができる。実施形態 C. 1 のように、互いに異なる UE に対して互いに異なるプリコーダサイクリングパターンを割り当てることによって、複数の UE への送信が(偏波グループごとに) N_B 又は $K N_B$ プリコーダのセット内で共に多重化されることができる。 UE とそのプリコーダサイクリングパターン(ら)の間の関連は少なくとも1つの UE 固有のパラメータ(例えば、 $C-RNTI$ 及び ν 又は PRB 割当)を用いて行われることができる。

【0174】

10

上述の実施形態で、 UE は開ループダイバーシティ動作(例えば、プリコーダサイクリング)を用いる DL 送信方式で構成されることができる。このような構成は上位層シグナリング又は $L1/L2$ シグナリング(例えば、 MAC 制御要素又は DL 関連 DCI)を介して UE にシグナリングされることができる。例えば、上位層シグナリングが用いられる場合、 UE は送信方式構成を示す RRC パラメータ(例えば、 $OpenLoop-Enabled$)を受信する。 RRC パラメータの値が開ループダイバーシティ送信を示す場合、 UE はこのような構成によってその CSI パラメータ(例えば、 RI 、第1 PMI 及び ν 又は CQI)を計算する。また、 UE はプリコーダサイクリングのような開ループダイバーシティ動作を仮定してデータ送信を受信及び復調する。

【0175】

20

代案として、 DL 送信方式構成の代わりに、 CSI 関連の構成が、そのような半開ループ又は開ループダイバーシティ送信が UE 透明方式で具現される場合に用いられることもできる。この場合、 UE は $DMRS$ に基づくプリコーディング送信と同じ方式で DL 送信を受信及び復調する。しかし、 UE は CSI 関連構成によって CSI を計算して報告する。

【0176】

図8は、本開示の実施形態によって UE が構成情報を受信して CSI 報告を計算する例示的な方法800に対するフローチャートを示した図である。例えば、方法800は UE 116によって行われることができる。

【0177】

30

方法800は、 UE が送信方式、コードブック及び $eMIMO$ -タイプに対する構成情報を受信することから開始される(ステップ801)。送信方式構成が開ループダイバーシティを示し $eMIMO$ -タイプ構成がクラスAを示す場合(ステップ802)、 UE は、まず、コードブック構成情報から CSI 計算に用いられるコードブックを決定する(ステップ803)。該コードブックは2つの PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ を含む。第1 PMI $i_{1,1}$ は、2つのコードブックインデックス $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ を含むことができる。該コードブックから、 UE は RI 、及び第1 PMI が第1 PMI と同じサブフレームで報告されることができる最後に報告された RI の条件によって計算される第1 PMI $i_{1,1}$ を計算する(ステップ804)。その後、最後に報告された RI 及び第1 PMI $i_{1,1}$ の条件によって CQI が計算される。開ループダイバーシティ方式によって、 CQI 計算は第1 PMI $i_{1,1}$ と関連づけられた複数のプリコーダを介してサイクリングする送信を仮定して行われることができる(ステップ805)。その後、 RI 、第1 PMI $i_{1,1}$ 及び CQI がアップリンクチャンネルで報告される(ステップ806)。

【0178】

40

図9は、本開示の実施形態によって eNB が送信方式、コードブック設定及び $eMIMO$ -タイプで UE ($UE-k$ とラベリングされる)を構成する例示的な方法900に対するフローチャートを示した図である。例えば、方法900は、 eNB 102によって行われることができる。

【0179】

方法900は、 eNB が開ループダイバーシティ送信方式、コードブック設定、及び k

50

ラスAのeMIMO-タイプでUE(UE-kとラベリングされる)を構成することから開始される(ステップ901)。eNBはこのような構成情報をUE-kに送信し(ステップ902)、また、開ループダイバーシティを有するデータをUE-kに送信する(ステップ903)。開ループ送信ダイバーシティの一例は周波数ドメインでプリコードサイクリング動作を行うものである。すなわち、このデータがプリコードによって送信され、ここで、このプリコードは小さなセット/サブセットから取られ、周波数サブキャリア又は周波数サブキャリアグループにわたって変わる。また、eNBはRI、第1PMI_{i1}及びCQIを含むUE-kからCSI報告を受信し(ステップ904)、ここで、第1PMI_{i1}は、コードブック構成情報によって決定される2つのPMIコードブックから計算される。

10

【0180】

図8及び図9が構成情報を受信してUEを構成する方法の例をそれぞれ示すが、図8及び図9に対する多様な変更が行われることができる。例えば、一連のステップとして図示されたが、各図面の多様なステップは1つ以上の実施形態で重なったり、並列で発生したり、他の順序で発生したり、複数回発生したり、行われなかったりすることができる。

【0181】

本開示が例示的な実施形態で説明されたが、多様な変更及び修正が当業者によって又は当業者に提案されることができる。本開示は、添付された請求範囲の範囲内に属するそのような変更及び修正を含むことが意図される。

【符号の説明】

20

【0182】

100 無線ネットワーク

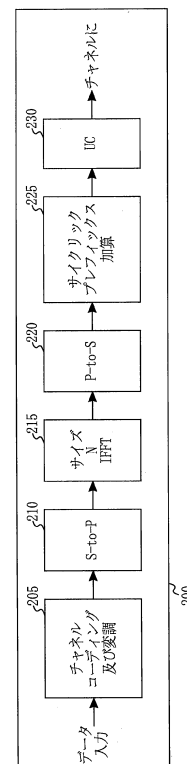
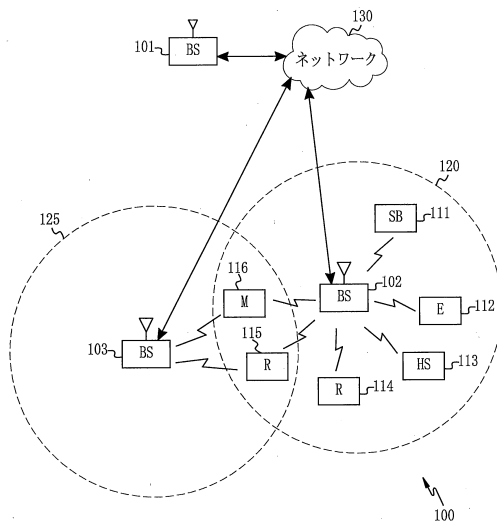
120 カバレッジ領域

125 カバレッジ領域

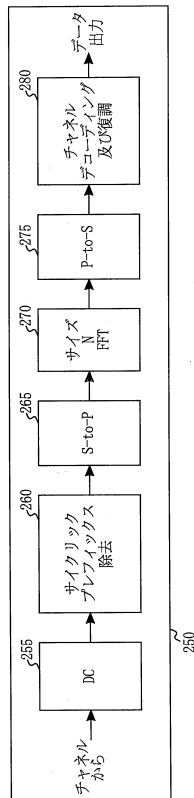
130 ネットワーク

【図1】

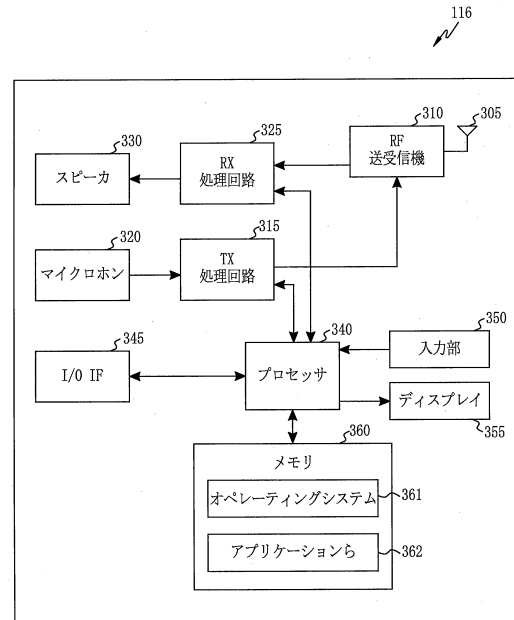
【図2A】



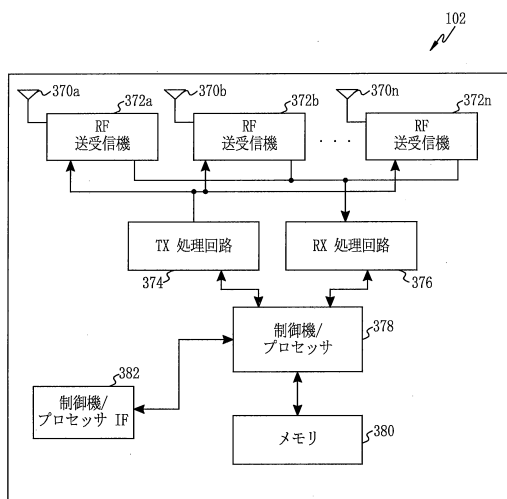
【図 2 B】



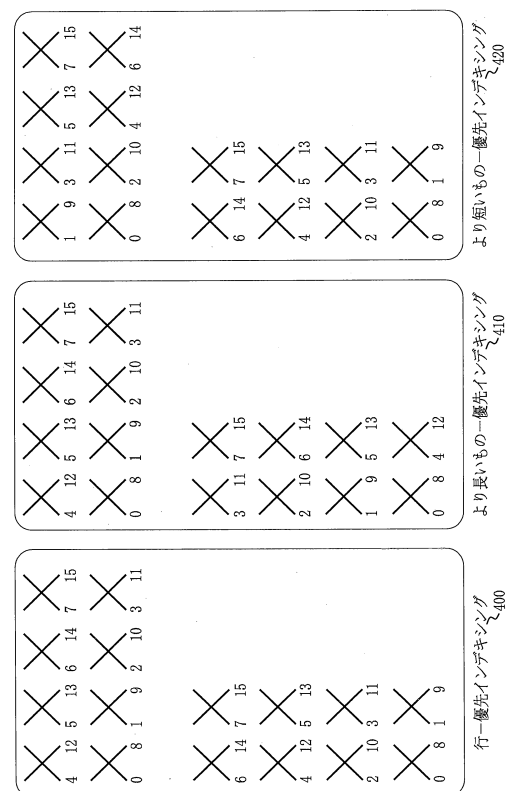
【図 3 A】



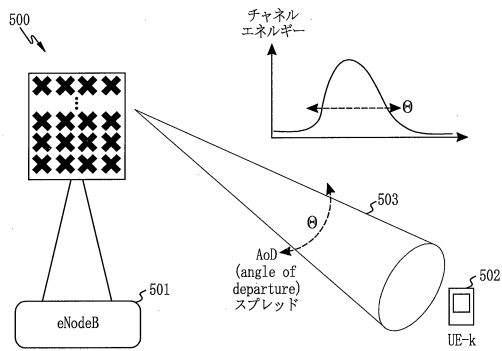
【図 3 B】



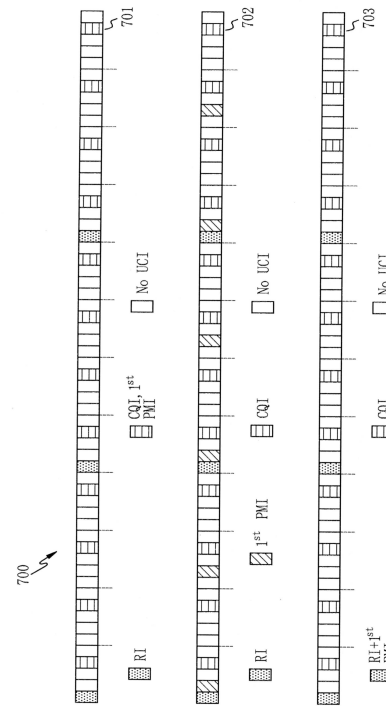
【図 4】



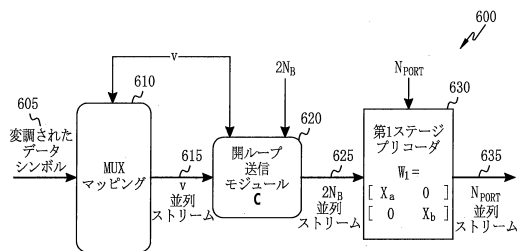
【図5】



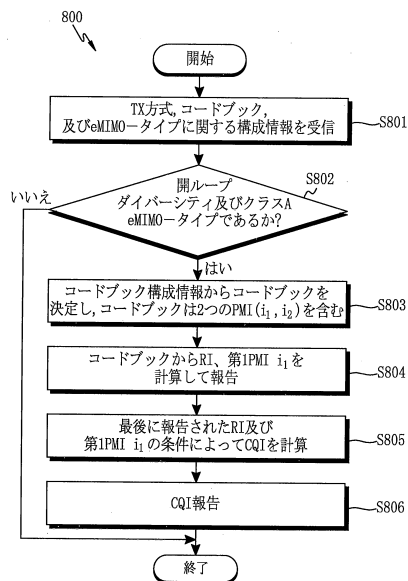
【図7】



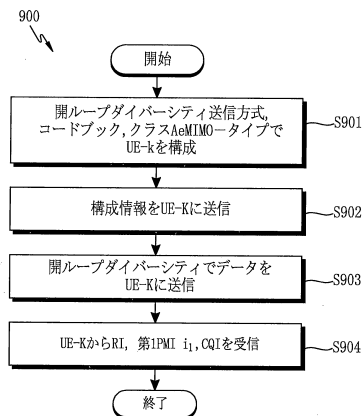
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 62/312,222

(32)優先日 平成28年3月23日(2016.3.23)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(31)優先権主張番号 15/339,482

(32)優先日 平成28年10月31日(2016.10.31)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(72)発明者 エコ・オングゴサヌシ

アメリカ合衆国・カリフォルニア・94043・マウンテン・ビュー・クライド・アヴェニュー・
665

(72)発明者 エムディー・サイフ・ラマン

アメリカ合衆国・カリフォルニア・94043・マウンテン・ビュー・クライド・アヴェニュー・
665

(72)発明者 ヨンウ・カク

大韓民国・キョンギ - ド・16514・スウォン - シ・ヨントン - グ・セントラル・パーク - ロ・
34・#6209 - 1402

審査官 原田 聖子

(56)参考文献 特表2013 - 539312 (JP, A)

国際公開第2014 / 126992 (WO, A2)

AT&T, Beijing Xinwei Telecom Tech., CATR, CATT, CHTTL, CMCC, Deutsche Telekom, Ericsson, ETRI, Huawei, HiSilicon, ITRI, WF on class A and class B CSI reporting for Rel.13 E B/FD-MIMO[online], 3GPP TSG-RAN WG1#82b R1-156217, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_82b/Docs/R1-156217.zip>, 2015年10月07日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7 / 0413

H04W 24 / 10

H04W 16 / 28

H04B 7 / 06

H04B 7 / 0456