

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6466415号
(P6466415)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月18日(2019.1.18)

(51) Int.Cl.	F I	
H O 4 B 7/0456 (2017.01)	H O 4 B 7/0456	3 0 0
H O 4 B 7/0417 (2017.01)	H O 4 B 7/0417	
H O 4 B 7/0413 (2017.01)	H O 4 B 7/0413	3 1 0
H O 4 L 27/26 (2006.01)	H O 4 L 27/26	1 1 4
H O 4 B 17/309 (2015.01)	H O 4 B 17/309	2 0 0
請求項の数 16 (全 41 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-515635 (P2016-515635)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成26年5月28日 (2014.5.28)		クァアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2016-524405 (P2016-524405A)		Q U A L C O M M I N C O R P O R A T E D
(43) 公表日	平成28年8月12日 (2016.8.12)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2
(86) 国際出願番号	PCT/CN2014/078633		1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開番号	W02014/190903		ハウス・ドライブ 5 7 7 5
(87) 国際公開日	平成26年12月4日 (2014.12.4)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成29年5月9日 (2017.5.9)		弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	PCT/CN2013/076567	(74) 代理人	100109830
(32) 優先日	平成25年5月31日 (2013.5.31)		弁理士 福原 淑弘
(33) 優先権主張国	中国 (CN)	(74) 代理人	100158805
(31) 優先権主張番号	PCT/CN2013/077277		弁理士 井関 守三
(32) 優先日	平成25年6月14日 (2013.6.14)	(74) 代理人	100194814
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		弁理士 奥村 元宏
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 全次元MIMOシステムにおける線形プリコーディングと動的垂直セクタ化

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

進化型ノードB、eNB、によるワイヤレス通信のための方法において、
より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポート
プリコーディング行列を発生させることと、

前記ポートプリコーディング行列を使用して、ユーザ機器UE特有ポート基準信号をU
Eに送信することと、

前記UE特有ポート基準信号に基づいて前記UEによって測定された、チャネル状態情
報CSIに関するフィードバックを受信することと、

前記CSIに関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤをUE特有アンテ
ナポートにマッピングすることと、

前記UE特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングすることと

前記複数のデータレイヤのマッピングと、前記物理アンテナエレメントへのアンテナポ
ートのマッピングとに基づいて、データを前記UEに送信することとを含み、

前記物理アンテナエレメントは、多次元アレイで配列されている方法。

【請求項 2】

進化型ノードB、eNB、によるワイヤレス通信のための方法において、
より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポート
プリコーディング行列を発生させることと、

10

20

前記ポートプリコーディング行列を使用して、ユーザ機器 U E 特有ポート基準信号を U E に送信することと、

前記 U E 特有ポート基準信号に基づいて前記 U E によって測定された、チャネル状態情報 C S I に関するフィードバックを受信することと、

前記 C S I に関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤを U E 特有アンテナポートにマッピングすることと、

前記 U E 特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングすることと

、
前記複数のデータレイヤのマッピングと、前記物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データを前記 U E に送信することとを含み、

前記アンテナエレメントのサブアレイパーティションに関する情報を、前記 U E に送信することをさらに含む方法。

【請求項 3】

前記情報は、サブアレイパーティションのタイプ、アンテナポートの構造、または、アンテナポートの数、のうちの少なくとも 1 つを含む請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

進化型ノード B、e N B、によるワイヤレス通信のための方法において、
より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させることと、

前記ポートプリコーディング行列を使用して、ユーザ機器 U E 特有ポート基準信号を U E に送信することと、

前記 U E 特有ポート基準信号に基づいて前記 U E によって測定された、チャネル状態情報 C S I に関するフィードバックを受信することと、

前記 C S I に関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤを U E 特有アンテナポートにマッピングすることと、

前記 U E 特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングすることと

、
前記複数のデータレイヤのマッピングと、前記物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データを前記 U E に送信することとを含み、

複数のタイプのサブアレイパーティションと、関係するコードブックとをサポートする、U E の能力にしたがって、U E は複数のカテゴリに分割される方法。

【請求項 5】

あるタイプの U E は、他のタイプの U E よりも、少ないタイプのサブアレイパーティションをサポートするかもしれない請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記ポートプリコーディング行列は、アップリンクチャネル推定に基づいて発生される請求項 1、2、4 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 7】

パイロットシーケンスを U E 特有アンテナポートにマッピングすることをさらに含む請求項 1、2、4 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 8】

前記フィードバックは、好ましい行列インジケータ P M I とランク表示 R I とのうちの少なくとも 1 つを含む、量子化されたフィードバックを含む請求項 1、2、4 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】

ユーザ機器 U E によるワイヤレス通信のための方法において、
より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するロングタームポートプリコーディング行列を使用して進化型ノード B、e N B、によって送信された、U E 特有ポート基準信号を受信することと、

前記 U E 特有ポート基準信号に基づいて、ショートターム C S I を測定および量子化す

10

20

30

40

50

ることと、

前記量子化したショートタームCSIに関するフィードバックを、前記eNBに送信することを含む、

前記アンテナエレメントのサブアレイパーティションに関する情報を受信することと、
前記情報に基づいて、複数の予め規定されたコードブックから1つを選択することと、
前記選択したコードブックを使用して、前記フィードバックを報告することとをさらに含む方法。

【請求項10】

前記フィードバックは、好ましい行列インジケータPMIとランク表示RIとのうちの少なくとも1つを含む、量子化されたフィードバックを含む請求項9記載の方法。

10

【請求項11】

前記量子化されたフィードバックは、予め規定されたコードブックから選択される請求項8または10記載の方法。

【請求項12】

進化型ノードB、eNB、によるワイヤレス通信のための装置において、
より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させる手段と、

前記ポートプリコーディング行列を使用して、ユーザ機器UE特有ポート基準信号をUEに送信する手段と、

前記UE特有ポート基準信号に基づいて前記UEによって測定された、チャネル状態情報CSIに関するフィードバックを受信する手段と、

20

前記CSIに関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤをUE特有アンテナポートにマッピングする手段と、

前記UE特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングする手段と、

前記複数のデータレイヤのマッピングと、前記物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データを前記UEに送信する手段とを具備し、

前記物理アンテナエレメントは、多次元アレイで配列されている装置。

【請求項13】

進化型ノードB、eNB、によるワイヤレス通信のための装置において、
より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させる手段と、

30

前記ポートプリコーディング行列を使用して、ユーザ機器UE特有ポート基準信号をUEに送信する手段と、

前記UE特有ポート基準信号に基づいて前記UEによって測定された、チャネル状態情報CSIに関するフィードバックを受信する手段と、

前記CSIに関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤをUE特有アンテナポートにマッピングする手段と、

前記UE特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングする手段と、

40

前記複数のデータレイヤのマッピングと、前記物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データを前記UEに送信する手段とを具備し、

前記アンテナエレメントのサブアレイパーティションに関する情報を、前記UEに送信する手段をさらに具備する装置。

【請求項14】

進化型ノードB、eNB、によるワイヤレス通信のための装置において、
より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させる手段と、

前記ポートプリコーディング行列を使用して、ユーザ機器UE特有ポート基準信号をUEに送信する手段と、

50

前記 U E 特有ポート基準信号に基づいて前記 U E によって測定された、チャネル状態情報 C S I に関するフィードバックを受信する手段と、

前記 C S I に関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤを U E 特有アンテナポートにマッピングする手段と、

前記 U E 特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングする手段と、

前記複数のデータレイヤのマッピングと、前記物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データを前記 U E に送信する手段とを具備し、

複数のタイプのサブアレイパーティションと、関係するコードブックとをサポートする、U E の能力にしたがって、U E は複数のカテゴリに分割される装置。

10

【請求項 15】

ユーザ機器 U E におけるワイヤレス通信のための装置において、

より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するロングタームポートプリコーディング行列を使用して進化型ノード B、e N B、によって送信された、U E 特有ポート基準信号を受信する手段と、

前記 U E 特有ポート基準信号に基づいて、ショートターム C S I を測定および量子化する手段と、

前記量子化したショートターム C S I に関するフィードバックを、前記 e N B に送信する手段とを具備し、

前記アンテナエレメントのサブアレイパーティションに関する情報を受信する手段と、

前記情報に基づいて、複数の予め規定されたコードブックから 1 つを選択する手段と、

前記選択したコードブックを使用して、前記フィードバックを報告する手段とをさらに具備する装置。

20

【請求項 16】

コンピュータ読取可能媒体において、

請求項 1 ~ 11 のうちのいずれかの方法を実行するための、その上に記憶したプログラムコードを有するコンピュータ読取可能媒体。

【発明の詳細な説明】

【関連出願に対する相互参照】

【0001】

30

【0001】

本出願は、2013 年 5 月 31 日に提出された P C T / C N 2 0 1 3 / 0 7 6 5 6 7 号と、2013 年 6 月 14 日に提出された P C T / C N 2 0 1 3 / 0 7 7 2 7 7 とに対して優先権の利益を主張しており、それらの出願の両方は、その全体が参照によってここで明確に組み込まれている。

【背景】

【0002】

分野

【0002】

本開示は、概して、ワイヤレス通信に関連している。より詳細には、F D - M I M O システム中での処理に、ある態様は関連している。さらに、e N B による動的垂直セクタ化に、態様は関係している。

40

【0003】

背景

【0003】

ワイヤレス通信システムは、電話、ビデオ、データ、メッセージング、およびブロードキャストのような、さまざまな電気通信サービスを提供するように、幅広く配備されている。典型的なワイヤレス通信システムは、利用可能なシステムリソース（例えば、帯域幅、送信電力）を共有することによって複数のユーザとの通信をサポートすることができる、多元接続技術を用いるかもしれない。このような多元接続技術の例には、コード分割多

50

元接続（CDMA）システム、時分割多元接続（TDMA）システム、周波数分割多元接続（FDMA）システム、直交周波数分割多元接続（OFDMA）システム、単一搬送波周波数分割多元接続（SC-FDMA）システム、および時分割同期コード分割多元接続（TD-SCDMA）システムが含まれる。

【0004】

[0004]

これらの多元接続技術は、さまざまな電気通信標準規格において採用されており、都市レベルで、国家レベルで、地域レベルで、およびグローバルレベルでさえ、異なるワイヤレスデバイスが通信することを可能にする、共通のプロトコルを提供している。新興の電気通信標準規格の例は、ロングタームエボリューション（LTE）である。LTEは、第3世代パートナーシッププロジェクト（3GPP）によって公表された、ユニバーサルモバイルテレコミュニケーションシステム（UMTS）移動体標準規格に対する1セットの拡張である。LTEは、スペクトル効率性を改善することによって移動体ブロードバンドインターネット接続をより良くサポートし、コストを下げ、サービスを改善し、新たなスペクトルを使用し、ならびに、ダウンリンク（DL）上でOFDMAを、アップリンク（UL）上でSC-FDMAを、および複数入力複数出力（MIMO）アンテナ技術を使用する他のオープン標準規格とより良く統合されるように設計されている。しかしながら、移動体ブロードバンドアクセスに対する需要が増加し続けるので、LTE技術におけるさらなる改良に対する必要性が存在する。好ましくは、これらの改良が、他のマルチアクセス技術に、および、これらの技術を用いる電気通信標準規格に、適用可能であるべきである。

【概要】

【0005】

[0005]

以下は、1つ以上の態様の基本的な理解を提供するために、このような態様の簡略化した概要を提示する。この概要は、すべての考えられる態様の広範囲にわたる全体像ではなく、すべての態様のキーエレメントまたは重要なエレメントを識別することや、何らかまたはすべての態様の範囲を線引きすることのどちらも意図していない。その唯一の目的は、後に提示するさらに詳細な説明に対する前置きとして、1つ以上の態様のうちのいくつかの概念を、簡略化した形態で提示することである。

【0006】

[0006]

本開示の態様は、進化型ノードB（eNB）によるワイヤレス通信のための方法を提供している。方法は、一般的に、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させることと、ポートプリコーディング行列を使用して、ユーザ機器（UE）特有ポート基準信号をUEに送信することと、UE特有ポート基準信号に基づいてUEによって測定された、チャネル状態情報（CSI）に関するフィードバックを受信することと、CSIに関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤをUE特有アンテナポートにマッピングすることと、UE特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングすることと、複数のデータレイヤのマッピングと、物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データをUEに送信することとを含んでいる。

【0007】

[0007]

本開示の態様は、ワイヤレス通信のための装置を提供している。装置は、一般的に、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させる手段と、ポートプリコーディング行列を使用して、UE特有ポート基準信号をUEに送信する手段と、UE特有ポート基準信号に基づいてUEによって測定された、CSIに関するフィードバックを受信する手段と、CSIに関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤをUE特有アンテナポートにマッピングする

手段と、UE特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングする手段と、複数のデータレイヤのマッピングと、物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データをUEに送信する手段とを備えている。

【0008】

[0008]

本開示の態様は、ワイヤレス通信のための装置を提供している。装置は、一般的に、少なくとも1つのプロセッサと、少なくとも1つのプロセッサに結合されているメモリとを備えている。少なくとも1つのプロセッサは、一般的に、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させ、ポートプリコーディング行列を使用して、UE特有ポート基準信号をUEに送信し、UE特有ポート基準信号に基づいてUEによって測定された、CSIに関するフィードバックを受信し、CSIに関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤをUE特有アンテナポートにマッピングし、UE特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングし、複数のデータレイヤのマッピングと、物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データをUEに送信するように構成されている。

10

【0009】

[0009]

本開示のある態様は、ワイヤレス通信のためのコンピュータプログラムプロダクトを提供している。コンピュータプログラムプロダクトは、その上に記憶されたコードを有する一時的でないコンピュータ読み取り可能媒体を備えていてもよい。コードは、一般的に、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させるための命令と、ポートプリコーディング行列を使用して、UE特有ポート基準信号をUEに送信するための命令と、UE特有ポート基準信号に基づいてUEによって測定された、CSIに関するフィードバックを受信するための命令と、CSIに関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤをUE特有アンテナポートにマッピングするための命令と、UE特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングするための命令と、複数のデータレイヤのマッピングと、物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データをUEに送信するための命令とを含んでいる。

20

30

【0010】

[0010]

本開示の態様は、ユーザ機器(UE)によるワイヤレス通信のための方法を提供している。方法は、一般的に、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するロングタームポートプリコーディング行列を使用して進化型ノードB(eNB)によって送信された、UE特有ポート基準信号を受信することと、UE特有ポート基準信号に基づいて、ショートタームチャネル状態情報(CSI)を測定および量子化することと、量子化したショートタームCSIに関するフィードバックを、eNBに送信することとを含んでいる。

【0011】

[0011]

本開示の態様は、ワイヤレス通信のための装置を提供している。装置は、一般的に、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するロングタームポートプリコーディング行列を使用してeNBによって送信された、UE特有ポート基準信号を受信する手段と、UE特有ポート基準信号に基づいて、ショートタームチャネル状態情報(CSI)を測定および量子化する手段と、量子化したショートタームCSIに関するフィードバックを、eNBに送信する手段とを備えている。

40

【0012】

[0012]

本開示の態様は、ワイヤレス通信のための装置を提供している。装置は、一般的に、少

50

なくとも1つのプロセッサと、少なくとも1つのプロセッサに結合されているメモリとを備えている。少なくとも1つのプロセッサは、一般的に、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するロングタームポートプリコーディング行列を使用してeNBによって送信された、UE特有ポート基準信号を受信し、UE特有ポート基準信号に基づいて、ショートタームチャネル状態情報(CSI)を測定および量子化し、量子化したショートタームCSIに関するフィードバックを、eNBに送信するように構成されている。

【0013】

[0013]

本開示のある態様は、ワイヤレス通信のためのコンピュータプログラムプロダクトを提供している。コンピュータプログラムプロダクトは、その上に記憶されたコードを有する一時的でないコンピュータ読み取り可能媒体を備えていてもよい。コードは、一般的に、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するロングタームポートプリコーディング行列を使用して進化型ノードB(eNB)によって送信された、UE特有ポート基準信号を受信するための命令と、UE特有ポート基準信号に基づいて、ショートタームチャネル状態情報(CSI)を測定および量子化するための命令と、量子化したショートタームCSIに関するフィードバックを、eNBに送信するための命令とを含んでいる。

【0014】

[0014]

本開示のある態様は、ワイヤレス通信のための方法を提供している。方法は、一般的に、進化型ノードB(eNB)において、複数のユーザ機器(UE)からのフィードバックを受信することと、eNBによって、複数のUEの間の相関を決定することと、eNBによって、相関に基づいて、1つ以上のUEクラスターを構成し、1つ以上のUEクラスターの各々は、予め定められたしきい値内の相関を有する、複数のUEのうちの2つ以上のUEを含んでいることと、eNBによって、1つ以上のUEクラスターの各UEクラスターに対して、垂直セクタを動的に構成することと、eNBによって、1つ以上のUEクラスターの各UEクラスターに対して、垂直セクタに対応するエレベーションビームを形成することとを含んでいる。

【0015】

[0015]

本開示のある態様は、ワイヤレス通信のための装置を提供している。装置は、一般的に、進化型ノードB(eNB)において、複数のユーザ機器(UE)からのフィードバックを受信する手段と、eNBによって、複数のUEの間の相関を決定する手段と、eNBによって、相関に基づいて、1つ以上のUEクラスターを構成し、1つ以上のUEクラスターの各々は、予め定められたしきい値内の相関を有する、複数のUEのうちの2つ以上のUEを含んでいる手段と、eNBによって、1つ以上のUEクラスターの各UEクラスターに対して、垂直セクタを動的に構成する手段と、eNBによって、1つ以上のUEクラスターの各UEクラスターに対して、垂直セクタに対応するエレベーションビームを形成する手段とを備えている。

【0016】

[0016]

本開示のある態様は、ワイヤレス通信のための装置を提供している。装置は、一般的に、少なくとも1つのプロセッサと、少なくとも1つのプロセッサに結合されているメモリとを備えている。少なくとも1つのプロセッサは、一般的に、eNBにおいて、複数のUEからのフィードバックを受信し、eNBによって、複数のUEの間の相関を決定し、eNBによって、相関に基づいて、1つ以上のUEクラスターを構成し、1つ以上のUEクラスターの各々は、予め定められたしきい値内の相関を有する、複数のUEのうちの2つ以上のUEを含んでおり、eNBによって、1つ以上のUEクラスターの各UEクラスターに対して、垂直セクタを動的に構成し、eNBによって、1つ以上のUEクラスターの

10

20

30

40

50

各UEクラスターに対して、垂直セクタに対応するエレベーションビームを形成するように構成されている。

【0017】

[0017]

本開示のある態様は、ワイヤレス通信のためのコンピュータプログラムプロダクトを提供している。コンピュータプログラムプロダクトは、その上に記憶されたコードを有する一時的でないコンピュータ読み取り可能媒体を備えていてもよい。コードは、一般的に、eNBにおいて、複数のUEからのフィードバックを受信するための命令と、eNBによって、複数のUEの間の相関を決定するための命令と、eNBによって、相関に基づいて、1つ以上のUEクラスターを構成し、1つ以上のUEクラスターの各々は、予め定められたしきい値内の相関を有する、複数のUEのうちの2つ以上のUEを含んでいるための命令と、eNBによって、1つ以上のUEクラスターの各UEクラスターに対して、垂直セクタを動的に構成するための命令と、eNBによって、1つ以上のUEクラスターの各UEクラスターに対して、垂直セクタに対応するエレベーションビームを形成するための命令とを含んでいる。

10

【0018】

[0018]

先述の目的、および関連する目的を達成するために、1つ以上の態様は、以後で完全に記述する特徴、および、特許請求の範囲中で特に指摘する特徴を含んでいる。以下の記述、および添付した図面により、1つ以上の態様のうちのある例示的な特徴を詳細に明らかにする。しかしながら、これらの特徴は、さまざまな態様の原理を用いることができるさまざまな方法のうちのただいくつかだけを示しており、この記述は、このようなすべての態様およびそれらの均等物を含むことを意図している。

20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】[0019] 図1は、ネットワークアーキテクチャの例を図示するダイアグラムである。

【図2】[0020] 図2は、アクセスネットワークの例を図示するダイアグラムである。

【図3】[0021] 図3は、アクセスネットワーク中で使用するためのフレーム構造の例を図示するダイアグラムである。

30

【図4】[0022] 図4は、LTEにおけるUL用の例示的なフォーマットを示している。

【図5】[0023] 図5は、ユーザプレーンと制御プレーンとに対する無線プロトコルアーキテクチャの例を図示するダイアグラムである。

【図6】[0024] 図6は、アクセスネットワーク中の進化型ノードBとユーザ機器との例を図示するダイアグラムである。

【図7】[0025] 図7は、1次元アンテナアレイによる従来のMIMOの例を図示している。

【図8】[0026] 図8は、本開示の態様にしたがって、2次元アンテナアレイによる例示的なFD-MIMOを図示している。

40

【図9】[0027] 図9は、ここで記述する方法にしたがって使用される、例示的なコンポーネントを図示している。

【図10】[0028] 図10は、ここで記述する方法にしたがって、2ステージブリコーディングシステム中で使用する例示的なコンポーネントを図示している。

【図11】[0029] 図11は、本開示の態様にしたがって、例えばeNBによって実行される例示的な動作を図示している。

【図12】[0030] 図12は、本開示の態様にしたがって、例えばUEによって実行される例示的な動作を図示している。

【図13】[0031] 図13は、本開示の態様にしたがって、アンテナエレメントの

50

例示的なアレイを図示している。

【図 1 4】[0 0 3 2] 図 1 4 は、より大きな数のアンテナエレメントがより小さな数のアンテナポートに圧縮される、例示的なサブアレイパーティションを図示している。

【図 1 5】図 1 5 は、より大きな数のアンテナエレメントがより小さな数のアンテナポートに圧縮される、例示的なサブアレイパーティションを図示している。

【図 1 6】図 1 6 は、より大きな数のアンテナエレメントがより小さな数のアンテナポートに圧縮される、例示的なサブアレイパーティションを図示している。

【図 1 7】図 1 7 は、より大きな数のアンテナエレメントがより小さな数のアンテナポートに圧縮される、例示的なサブアレイパーティションを図示している。

【図 1 8】図 1 8 は、より大きな数のアンテナエレメントがより小さな数のアンテナポートに圧縮される、例示的なサブアレイパーティションを図示している。

10

【図 1 9】図 1 9 は、より大きな数のアンテナエレメントがより小さな数のアンテナポートに圧縮される、例示的なサブアレイパーティションを図示している。

【図 2 0】図 2 0 は、より大きな数のアンテナエレメントがより小さな数のアンテナポートに圧縮される、例示的なサブアレイパーティションを図示している。

【図 2 1】[0 0 3 3] 図 2 1 は、eNBにおける例示的な8×8アンテナアレイを図示している。

【図 2 2】[0 0 3 4] 図 2 2 は、従来の垂直セクタ化カバレッジを提供する2つのeNBを有するワイヤレスネットワークエリアを図示している。

【図 2 3】[0 0 3 5] 図 2 3 は、eNBによってサービスされるワイヤレスカバレッジエリアを図示している。

20

【図 2 4】図 2 4 は、eNBによってサービスされるワイヤレスカバレッジエリアを図示している。

【図 2 5】[0 0 3 6] 図 2 5 は、本開示の態様にしたがって、例えばeNBによって実行される例示的な動作を図示している。

【図 2 6】[0 0 3 7] 図 2 6 は、本開示の態様にしたがって、動的垂直セクタ化に対する送信タイムラインを図示している。

【図 2 7】[0 0 3 8] 図 2 7 は、本開示の態様にしたがって、動的垂直セクタ化用に構成されているeNBのカバレッジエリアを図示している。

【図 2 8】[0 0 3 9] 図 2 8 は、本開示の態様にしたがって、開ループエレベーションフィードバックスキームを実現するための、eNBによって実行される例示的な動作を図示している。

30

【図 2 9】[0 0 4 0] 図 2 9 は、例えば図 2 8 において示される開示の態様にしたがって、開ループエレベーションフィードバック用に構成されているeNBを図示している。

【図 3 0】[0 0 4 1] 図 3 0 は、本開示の態様にしたがって、閉ループエレベーションフィードバックスキームを実現するための、eNBによって実行される例示的な動作を図示している。

【詳細な説明】

【 0 0 2 0 】

40

[0 0 4 2]

添付した図面に関連して以下で述べる詳細な説明は、さまざまなコンフィギュレーションの記述として意図しており、ここで記述する概念を実施できる唯一のコンフィギュレーションを表すことを意図していない。詳細な説明は、さまざまな概念の完全な理解を提供する目的のために、特有な詳細を含んでいる。しかしながら、これらの概念をこれらの特有な詳細なしで実施できることが、当業者に明白となるだろう。いくつかのインスタンスでは、このような概念を曖昧にすることを避けるために、よく知られている構造およびコンポーネントをブロックダイアグラムの形態で示している。

【 0 0 2 1 】

[0 0 4 3]

50

さまざまな装置および方法を参照して、電気通信システムのいくつかの態様をこれから提示する。これらの装置および方法を、（集会的には“エレメント”と呼ばれる）さまざまなブロック、モジュール、コンポーネント、回路、ステップ、プロセス、アルゴリズム等によって、以下の詳細な説明において記述し、添付した図面において図示している。これらのエレメントは、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、またはこれらの何らかの組み合わせを使用して実現することができる。このようなエレメントを、ハードウェアとして、またはソフトウェアとして実現するか否かは、特定のアプリケーションとシステム全体に課せられる設計の制約とに依存している。

【0022】

[0044]

例として、エレメント、または、エレメントの何らかの部分、または、エレメントの何らかの組み合わせを、1つ以上のプロセッサを備える“処理システム”により実現できる。プロセッサの例には、マイクロプロセッサ、マイクロ制御装置、デジタル信号プロセッサ(DSP)、フィールドプログラム可能ゲートアレイ(FPGA)、プログラム可能論理デバイス(PLD)、状態機械、ゲート論理、ディスクリットハードウェア回路、および、本開示全体を通して記述するさまざまな機能性を実行するように構成されている他の適切なハードウェアが含まれる。処理システム中の1つ以上のプロセッサは、ソフトウェアを実行できる。ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語、またはその他のものとして言及されるかに関わらず、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行ファイル、実行のスレッド、手順、関数等を意味するように広く解釈されるものである。

【0023】

[0045]

したがって、1つ以上の例示的な実施形態において、記述する機能は、ハードウェアで、ソフトウェアで、ファームウェアで、または、これらの任意の組み合わせたもので実現してもよい。ソフトウェアで実現した場合、コンピュータ読み取り可能媒体上に、機能を、記憶してもよい、あるいは1つ以上の命令またはコードとしてエンコードしてもよい。コンピュータ読み取り可能媒体はコンピュータ記憶媒体を含んでいる。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスすることができる何らかの利用可能な媒体であってもよい。例として、これらに限定されるものではないが、このようなコンピュータ読み取り可能媒体は、RAM、ROM、EEPROM（登録商標）、CD-ROMまたは他の光ディスク記憶装置、磁気ディスク記憶装置または他の磁気記憶デバイス、あるいは、コンピュータによってアクセスでき、命令またはデータ構造の形態で所望のプログラムコードを運ぶまたは記憶するために使用できる他の何らかの媒体を含むことができる。ここで使用するディスク(diskおよびdisc)には、コンパクトディスク(CD)、レーザディスク（登録商標）、光ディスク、デジタル多用途ディスク(DVD)、フロッピー（登録商標）ディスク、およびブルーレイ（登録商標）ディスクが含まれる。ここで、ディスク(disk)が通常、データを磁氣的に再生する一方で、ディスク(disc)はデータをレーザによって光学的に再生する。上記のものの組み合わせも、コンピュータ読み取り可能媒体の範囲内に含まれるべきである。

【0024】

[0046]

図1は、LTEネットワークアーキテクチャ100を図示するダイアグラムである。LTEネットワークアーキテクチャ100は、進化型パケットシステム(EPS)100と呼んでもよい。EPS100は、1つ以上のユーザ機器(UE)102と、進化型UMTS地上無線アクセスネットワーク(E-UTRAN)104と、進化型パケットコア(EPC)110と、ホーム加入者サーバ(HSS)120と、オペレータIPサービス122とを備えている。EPSは、他のアクセスネットワークと相互接続することができるが

、簡潔にするために、それらのエンティティ/インターフェースは示していない。示しているように、EPSはパケット交換サービスを提供するが、本開示全体を通して提示するさまざまな概念を、回線交換サービスを提供するネットワークに拡張してもよいことを、当業者は容易に認識するだろう。

【0025】

[0047]

E-UTRANは、進化型ノードB(eNB)106と他のeNB108とを備えている。eNB106は、ユーザプレーンおよび制御プレーンのプロトコル終端を、UE102に向けて提供する。eNB106は、X2インターフェース(例えば、バックホール)を介して他のeNB108に接続されていてもよい。eNB106はまた、基地局、基地トランシーバ局、無線基地局、無線トランシーバ、トランシーバ機能、基本サービスセット(BSS)、拡張サービスセット(ESS)、または、他の何らかの適切な専門用語で呼ばれるかもしれない。eNB106は、EPC110へのアクセスポイントを、UE102に対して提供する。UE102の例には、セルラ電話機、スマートフォン、セッション開始プロトコル(SIP)電話機、ラップトップ、パーソナルデジタルアシスタント(PDA)、衛星無線機、グローバルポジショニングシステム、マルチメディアデバイス、ビデオデバイス、デジタルオーディオプレイヤー(例えば、MP3プレイヤー)、カメラ、ゲームコンソール、または、他の何らかの類似する機能デバイスが含まれる。UE102はまた、当業者によって、移動局、加入者局、移動体ユニット、加入者ユニット、ワイヤレスユニット、遠隔ユニット、移動体デバイス、ワイヤレスデバイス、ワイヤレス通信デバイス、遠隔デバイス、移動体加入者局、アクセス端末、移動体端末、ワイヤレス端末、遠隔端末、ハンドセット、ユーザエージェント、移動体クライアント、クライアント、または、他の何らかの適切な専門用語で呼ばれるかもしれない。

【0026】

[0048]

eNB106は、S1インターフェースによって、EPC110に接続される。EPC110は、移動性管理エンティティ(MME)112と、他のMME114と、担当ゲートウェイ116と、パケットデータネットワーク(PDN)ゲートウェイ118とを備えている。MME112は、UE102とEPC110との間のシグナリングを処理する制御ノードである。一般的に、MME112は、ベアラおよび接続の管理を提供する。すべてのユーザIPパケットは担当ゲートウェイ116を通して転送され、担当ゲートウェイ116自体はPDNゲートウェイ118に接続される。PDNゲートウェイ118は、他の機能とともにIPアドレス割り振りをUEに提供する。PDNゲートウェイ118はオペレータIPサービス122に接続される。オペレータIPサービス122には、インターネット、イントラネット、IPマルチメディアサブシステム(IMS)、およびPSSトリミングサービス(PSS)が含まれる。

【0027】

[0049]

図2は、LTEネットワークアーキテクチャにおけるアクセスネットワーク200の例を図示するダイアグラムである。この例では、アクセスネットワーク200は多数のセルラ領域(セル)202に分割されている。1つ以上のより低い電力クラスのeNB208が、セル202の1つ以上とオーバーラップするセルラ領域210を有している。より低い電力クラスのeNB208は、遠隔無線ヘッド(RRH)と呼ばれるかもしれない。より低い電力クラスのeNB208は、フェムトセル(例えば、ホームeNB(HeNB))、ピコセル、またはマイクロセルであってもよい。マクロeNB204は、それぞれのセル202に各々割り当てられており、セル202中のすべてのUE206に対して、EPC110へのアクセスポイントを提供するように構成されている。アクセスネットワーク200のこの例では集中制御装置が存在しないが、代替のコンフィギュレーションにおいて集中制御装置を使用してもよい。eNB204は、担当ゲートウェイ116に対する、無線ベアラ制御、アドミSSION制御、移動性制御、スケジューリング、セキュリティ

、および接続性を含むすべての無線関連機能を担っている。

【 0 0 2 8 】

[0 0 5 0]

アクセスネットワーク 200 によって用いられる変調および多元接続スキームは、配備されている特定の電気通信標準規格に依存して変化してもよい。LTE アプリケーションでは、DL 上で OFDM が使用され、UL 上で SC-FDMA が使用されて、周波数分割デュプレクス (FDD) と時分割デュプレクス (TDD) の両方をサポートする。以下に続く詳細な説明から当業者が容易に認識するように、ここで提示するさまざまな概念は LTE アプリケーションに対してよく適している。しかしながら、他の変調および多元接続技術を用いる他の電気通信標準規格に、これらの概念を容易に拡張することができる。例として、エボリューションデータ最適化 (EV-DO) またはウルトラモバイルブロードバンド (UMB) にこれらの概念を拡張することができる。EV-DO および UMB は、第 3 世代パートナーシッププロジェクト 2 (3GPP2) によって、CDMA 2000 ファミリーの標準規格の一部として公表されたエアインターフェース標準規格であり、CDMA を用いて、ブロードバンドインターネット接続を移動局に提供する。ワイドバンド CDMA (W-CDMA (登録商標))、および、TD-SCDMA のような CDMA の他の変形、を用いるユニバーサル地上無線アクセス (UTRA) や、TDMA を用いるグローバルシステムフォーモバイルコミュニケーション (GSM (登録商標)) や、ならびに、OFDMA を用いる、進化型 UTRA (E-UTRA)、ウルトラモバイルブロードバンド (UMB)、IEEE 802.11 (Wi-Fi (登録商標))、IEEE 802.16 (WiMAX (登録商標))、IEEE 802.20、およびフラッシュ OFDM にも、これらの概念を拡張することができる。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、および GSM は、3GPP 機関による文書中に記述されている。CDMA 2000 および UMB は、3GPP2 機関による文書中に記述されている。用いられる実際のワイヤレス通信標準規格および多元接続技術は、特有なアプリケーションと、システムに課される全体的な設計の制約とに依存するだろう。

【 0 0 2 9 】

[0 0 5 1]

eNB 204 は、MIMO 技術をサポートする複数のアンテナを有していてもよい。MIMO 技術の使用により、eNB 204 が、空間ドメインを活用して、空間多重化、ビーム形成、および送信ダイバーシティをサポートすることが可能になる。空間多重化を使用して、同一の周波数上で、異なるデータのストリームを同時に送信することができる。データストリームを単一の UE 206 に送信してデータレートを増加させてもよい、または、複数の UE 206 に送信して全体的なシステム容量を増加させてもよい。各データストリームを空間的にプリコーディング (すなわち、振幅および位相のスケールを適用) し、その後、空間的にプリコーディングした各ストリームを、複数の送信アンテナを通して DL 上で送信することによって、これは達成される。空間的にプリコーディングしたデータストリームは、異なる空間シグニチャで UE 206 に到着し、これにより、UE 206 の各々が、その UE 206 に宛てられている 1 つ以上のデータストリームを復元することが可能になる。UL 上で、空間的にプリコーディングしたデータストリームを各 UE 206 が送信し、これにより、空間的にプリコーディングされた各データストリームの発信元を、eNB 204 が識別することが可能になる。

【 0 0 3 0 】

[0 0 5 2]

空間多重化は、一般的に、チャネル条件が良好なときに使用される。チャネル条件が好適なものを満たさないときは、ビーム形成を使用して、送信エネルギーを 1 つ以上の方向に集中させてもよい。複数のアンテナを通じた送信のために、データを空間的にプリコーディングすることによって、これを達成してもよい。セルの端において良好なカバレッジを達成するために、単一ストリームビーム形成送信を、送信ダイバーシティと組み合わせて使用してもよい。

【 0 0 3 1 】

[0 0 5 3]

以下に続く詳細な説明において、DL上でのOFDMをサポートするMIMOシステムを参照して、アクセスネットワークのさまざまな態様を記述する。OFDMは、OFDMシンボル内の多数の副搬送波にわたってデータを変調するスペクトル拡散技術である。副搬送波は、正確な周波数だけスペースが空けられている。スペーシングは、受信機が副搬送波からデータを復元することを可能にする“直交性”を提供する。時間ドメインにおいて、各OFDMシンボルにガード間隔（例えば、循環プリフィックス）を付加して、OFDMシンボル間の干渉を抑制してもよい。ULは、DFT拡散OFDM信号の形態でSC-FDMAを使用して、高いピーク対平均電力比（PAPR）を補償してもよい。

10

【 0 0 3 2 】

[0 0 5 4]

図3は、LTEにおけるDLフレーム構造の例を図示するダイアグラム300である。フレーム（10ms）が、10個の等しいサイズのサブフレームに分割されている。各サブフレームは、2個の連続するタイムスロットを含んでいる。リソースグリッドを使用して2個のタイムスロットを表してもよく、各タイムスロットは、リソースブロックを含んでいる。リソースグリッドは、複数のリソースエレメントに分割されている。LTEでは、リソースブロックは、周波数ドメインにおける12個の連続する副搬送波と、各OFDMシンボル中の通常循環プリフィックスに対して、時間ドメインにおける7個の連続するOFDMシンボルとを含んでいる、すなわち、84個のリソースエレメントを含んでいる。R302、304として示しているような、リソースエレメントのいくつかは、DL基準信号（DL-RS）を含む。DL-RSは、セル特有なRS（CRS）（時には共通RSとも呼ばれる）302と、UE特有なRS（UE-RS）304とを含む。UE-RS304は、対応する物理DL共有チャネル（PDSCH）がマッピングされているリソースブロック上でのみ送信される。各リソースエレメントにより運ばれるビットの数は、変調スキームに依存する。したがって、UEが受信するリソースブロックが多ければ多いほど、および、変調スキームが高ければ高いほど、UEに対するデータレートが高くなる。

20

【 0 0 3 3 】

[0 0 5 5]

図4は、LTEにおけるULフレーム構造の例を図示するダイアグラム400である。ULに対して利用可能なリソースブロックは、データセクションと制御セクションとに区分されている。制御セクションは、システム帯域幅の2つの端において形成されており、構成可能なサイズを有している。制御セクション中のリソースブロックが、制御情報の送信のためにUEに割り当てられてもよい。データセクションは、制御セクション中に含まれていないすべてのリソースブロックを含んでいる。ULフレーム構造は、結果として、連続する副搬送波を含むデータセクションとなり、これにより、データセクション中の連続する副搬送波のすべてを単一のUEに割り当てることが可能になる。

30

【 0 0 3 4 】

[0 0 5 6]

制御セクション中のリソースブロック410a、410bを、制御情報をeNBに送信するようにUEに割り当ててもよい。また、データセクション中のリソースブロック420a、420bを、データをeNBに送信するようにUEに割り当ててもよい。制御セクション中の割り当てられたリソースブロック上における物理UL制御チャネル（PUCCH）中で、UEは制御情報を送信することができる。データセクション中の割り当てられたリソースブロック上における物理UL共有チャネル（PUSCH）中で、UEは、データのみを、または、データと制御情報の両方を送信することができる。UL送信は、サブフレームの両方のスロットにまたがっていてもよく、周波数にわたってホッピングしていてもよい。

40

【 0 0 3 5 】

50

[0 0 5 7]

1 セットのリソースブロックを使用して、初期のシステムアクセスを実行し、物理ランダムアクセスチャネル (P R A C H) 4 3 0 中の U L 同期化を達成してもよい。 P R A C H 4 3 0 は、ランダムシーケンスを運び、何らかの U L データ / シグナリングを運ぶことはできない。各ランダムアクセスプリアンプは、6 個の連続するリソースブロックに対応する帯域幅を占有する。開始周波数は、ネットワークによって指定される。すなわち、ランダムアクセスプリアンプの送信は、ある時間および周波数リソースに制限される。 P R A C H に対しては、周波数ホッピングは存在しない。単一のサブフレーム (1 m s) 中で、または、少数しかない連続するサブフレームのシーケンス中で、 P R A C H 試行が運ばれ、 U E は、フレーム (1 0 m s) あたり単一の P R A C H 試行のみを行うことができる。

10

【 0 0 3 6 】

[0 0 5 8]

図 5 は、 L T E における、ユーザプレーンと制御プレーンとに対する無線プロトコルアーキテクチャの例を図示するダイアグラム 5 0 0 である。 U E および e N B に対する無線プロトコルアーキテクチャを、3 つのレイヤ : レイヤ 1、レイヤ 2、およびレイヤ 3 により示している。レイヤ 1 (L 1 レイヤ) は、最下位レイヤであり、さまざまな物理レイヤ信号処理機能を実現する。 L 1 レイヤは、ここでは物理レイヤ 5 0 6 と呼ばれるだろう。レイヤ 2 (L 2 レイヤ) 5 0 8 は、物理レイヤ 5 0 6 より上にあり、物理レイヤ 5 0 6 を通しての U E と e N B との間のリンクを担う。

20

【 0 0 3 7 】

[0 0 5 9]

ユーザプレーンでは、 L 2 レイヤ 5 0 8 は、メディアアクセス制御 (M A C) サブレイヤ 5 1 0 と、無線リンク制御 (R L C) サブレイヤ 5 1 2 と、パケットデータ収束プロトコル (P D C P) 5 1 4 サブレイヤとを含み、これらは、ネットワーク側における e N B において終端する。示してはいないが、 U E は、 L 2 レイヤ 5 0 8 より上にいくつかの上位レイヤを有していてもよい。 L 2 レイヤ 5 0 8 より上のいくつかの上位レイヤには、ネットワーク側における P D N ゲートウェイ 1 1 8 において終端するネットワークレイヤ (例えば、 I P レイヤ)、および、接続のもう一端 (例えば、離れた端の U E、サーバ等) において終端するアプリケーションレイヤが含まれる。

30

【 0 0 3 8 】

[0 0 6 0]

P D C P サブレイヤ 5 1 4 は、異なる無線ベアラと論理チャネルとの間での多重化を提供する。 P D C P サブレイヤ 5 1 4 はまた、無線送信オーバーヘッドを低減させるための、上位レイヤデータパケットに対するヘッダ圧縮と、データパケットを暗号化することによるセキュリティと、 e N B 間での U E に対するハンドオーバーサポートとを提供する。 R L C サブレイヤ 5 1 2 は、上位レイヤデータパケットのセグメント化および再組み立てと、消失データパケットの再送信と、ハイブリッド自動反復要求 (H A R Q) による順序通りでない受信を補償するための、データパケットの再順序付けとを提供する。 M A C サブレイヤ 5 1 0 は、論理チャネルと伝送チャネルとの間での多重化を提供する。 M A C サブレイヤ 5 1 0 は、1 つのセル中で、 U E の間に、さまざまな無線リソース (例えば、リソースブロック) を割り振ることも担う。 M A C サブレイヤ 5 1 0 は、 H A R Q 動作も担う。

40

【 0 0 3 9 】

[0 0 6 1]

制御プレーンでは、制御プレーンに対してはヘッダ圧縮機能が存在しないことを除いて、 U E と e N B とに対する無線プロトコルアーキテクチャは、実質的に、物理レイヤ 5 0 6 と L 2 レイヤ 5 0 8 とに対して同一である。制御プレーンは、レイヤ 3 (L 3 レイヤ) 中の無線リソース制御 (R R C) サブレイヤ 5 1 6 も含む。 R R C サブレイヤ 5 1 6 は、無線リソース (すなわち、無線ベアラ) を取得することと、 e N B と U E との間の R R C

50

シグナリングを使用して、下位レイヤを構成することとを担う。

【 0 0 4 0 】

[0 0 6 2]

図 6 は、アクセスネットワーク中の、UE 6 5 0 と通信する eNB 6 1 0 のブロックダイアグラムである。DL において、コアネットワークからの上位レイヤパケットが、制御装置 / プロセッサ 6 7 5 に提供される。制御装置 / プロセッサ 6 7 5 は、L 2 レイヤの機能性を実現する。DL において、制御装置 / プロセッサ 6 7 5 は、ヘッダ圧縮と、暗号化と、パケットのセグメント化および再順序付けと、論理チャネルと伝送チャネルとの間での多重化と、さまざまな優先メトリックに基づく、UE 6 5 0 への無線リソース割り振りとを提供する。制御装置 / プロセッサ 6 7 5 はまた、HARQ 動作と、消失パケットの再送信と、UE 6 5 0 へのシグナリングとを担う。

10

【 0 0 4 1 】

[0 0 6 3]

TX プロセッサ 6 1 6 は、L 1 レイヤ（すなわち、物理レイヤ）に対するさまざまな信号処理機能を実現する。信号処理機能は、UE 6 5 0 における順方向誤り訂正（FEC）を促進するために、コード化およびインターリーブすることと、さまざまな変調スキーム（例えば、2 進位相シフトキーイング（BPSK）、直角位相シフトキーイング（QPSK）、M 位相シフトキーイング（M - PSK）、M 直角振幅変調（M - QAM））に基づいて、信号配列にマッピングすることとを含む。コード化され変調されたシンボルは、その後、パラレルストリーム中に分けられる。各ストリームは、その後、OFDM 副搬送波にマッピングされ、時間および / または周波数ドメイン中で基準信号（例えば、パイロット）と多重化され、その後、逆高速フーリエ変換（IFFT）を使用して一緒に組み合わせられて、時間ドメイン OFDM シンボルストリームを運ぶ物理チャネルが生成される。OFDM ストリームは、空間的にプリコーディングされて、複数の空間ストリームが生成される。チャネル推定器 6 7 4 からのチャネル推定を使用して、コーディングおよび変調のスキームとともに、空間処理に対するスキームを決定してもよい。UE 6 5 0 によって送信された基準信号および / またはチャネル条件フィードバックからチャネル推定を導出してもよい。各空間ストリームは、その後、別々の送信機 6 1 8 TX を介して、異なるアンテナ 6 2 0 に提供される。各送信機 6 1 8 TX は、RF 搬送波を、送信に対するそれぞれの空間ストリームで変調する。

20

30

【 0 0 4 2 】

[0 0 6 4]

UE 6 5 0 において、各受信機 6 5 4 RX は、そのそれぞれのアンテナ 6 5 2 を通して信号を受信する。各受信機 6 5 4 RX は、RF 搬送波上に変調された情報を復元し、情報を受信機（RX）プロセッサ 6 5 6 に提供する。RX プロセッサ 6 5 6 は、L 1 レイヤのさまざまな信号処理機能を実現する。RX プロセッサ 6 5 6 は、情報上で空間処理を実行して、UE 6 5 0 に宛てられている任意の空間ストリームを復元する。複数の空間ストリームが UE 6 5 0 に宛てられている場合は、RX プロセッサ 6 5 6 によって、これらを単一の OFDM シンボルストリームに合成してもよい。RX プロセッサ 6 5 6 は、その後、高速フーリエ変換（FFT）を使用して、時間ドメインから周波数ドメインに OFDM シンボルストリームをコンバートする。周波数ドメイン信号は、OFDM 信号の各副搬送波に対して、別々の OFDM シンボルストリームを含んでいる。各副搬送波上のシンボル、および基準信号は、eNB 6 1 0 によって送信された可能性が最も高い信号配列点を決定することによって、復元および復調される。これらのソフト判定は、チャネル推定器 6 5 8 によって計算したチャネル推定に基づいていてもよい。その後、ソフト判定をデコードおよびデインターリーブして、物理チャネル上で eNB 6 1 0 によって元々送信されたデータおよび制御信号を復元する。データおよび制御信号は、その後、制御装置 / プロセッサ 6 5 9 に提供される。

40

【 0 0 4 3 】

[0 0 6 5]

50

制御装置／プロセッサ 659 は、L2 レイヤを実現する。制御装置／プロセッサは、プログラムコードおよびデータを記憶するメモリ 660 に関係付けることができる。メモリ 660 は、コンピュータ読み取り可能媒体と呼んでもよい。UL において、制御／プロセッサ 659 は、伝送チャネルと論理チャネルとの間での多重分離化と、パケットの再組み立てと、解読と、ヘッダ伸張と、制御信号処理とを提供して、コアネットワークからの上位レイヤパケットを復元する。上位レイヤパケットは、その後、データシンク 662 に提供される。上位レイヤパケットは、L2 レイヤより上のすべてのプロトコルレイヤを表す。L3 処理のために、さまざまな制御信号もデータシンク 662 に提供されてもよい。制御装置／プロセッサ 659 はまた、肯定応答 (ACK) プロトコルおよび／または否定応答 (NACK) プロトコルを使用する誤り検出を担って、HARQ 動作をサポートする。

10

【0044】

[0066]

UL において、データソース 667 を使用して、上位レイヤパケットを制御装置／プロセッサ 659 に提供する。データソース 667 は、L2 レイヤより上のすべてのプロトコルレイヤを表す。eNB 610 による DL 送信と関連して記述した機能性に類似して、制御装置／プロセッサ 659 は、ヘッダ圧縮と、暗号化と、パケットのセグメント化および再順序付けと、eNB 610 による無線リソース割り振りに基づく、論理チャネルと伝送チャネルとの間での多重化とを提供することによって、ユーザプレーンおよび制御プレーンに対する L2 レイヤを実現する。制御装置／プロセッサ 659 はまた、HARQ 動作と、消失パケットの再送信と、eNB 610 へのシグナリングとを担う。

20

【0045】

[0067]

eNB 610 によって送信された基準信号またはフィードバックから、チャネル推定器 658 によって導出されたチャネル推定を、TX プロセッサ 668 によって使用して、適切なコーディングスキームおよび変調スキームを選択して、空間処理を促進してもよい。TX プロセッサ 668 によって発生された空間ストリームは、別々の送信機 654 TX を介して異なるアンテナ 652 に提供される。各送信機 654 TX は、RF 搬送波を、送信のためのそれぞれの空間ストリームで変調する。

【0046】

[0068]

UL 送信は、UE 650 における受信機機能に関連して記述したものと類似する方法で、eNB 610 において処理される。各受信機 618 RX は、そのそれぞれのアンテナ 620 を通して信号を受信する。各受信機 618 RX は、RF 搬送波上に変調された情報を復元し、情報を RX プロセッサ 670 に提供する。RX プロセッサ 670 が、L1 レイヤを実現する。

30

【0047】

[0069]

制御装置／プロセッサ 675 は、L2 レイヤを実現する。制御装置／プロセッサ 675 は、プログラムコードおよびデータを記憶するメモリ 676 に関係付けることができる。メモリ 676 は、コンピュータ読み取り可能媒体と呼んでもよい。UL において、制御／プロセッサ 675 は、伝送チャネルと論理チャネルとの間での多重分離化と、パケットの再組み立てと、解読と、ヘッダ伸張と、制御信号処理とを提供して、UE 650 からの上位レイヤパケットを復元する。制御装置／プロセッサ 675 からの上位レイヤパケットを、コアネットワークに提供してもよい。制御装置／プロセッサ 675 は、ACK プロトコルおよび／または NACK プロトコルを使用する誤り検出も担って、HARQ 動作をサポートする。

40

【0048】

[0070]

制御装置／プロセッサ 675 および 659 はそれぞれ、eNB 610 および UE 650 における動作を指示する。eNB 610 における、制御装置／プロセッサ 675 および /

50

または他のプロセッサならびにモジュールは、ここで記述する技術に対するさまざまなプロセスを実行する、または、さまざまなプロセスの実行を指示する。UE 650における、制御装置/プロセッサ659および/または他のプロセッサならびにモジュールは、ここで記述する技術に対するさまざまなプロセスを実行する、または、さまざまなプロセスの実行を指示する。例えば、eNB 610の1つ以上のコンポーネントが、図9~11、25、28、および30において図示される動作を、ならびに/あるいは、ここで記述および図示する技術に対する他のプロセスを実行するかもしれない。さらに、UE 650の1つ以上のコンポーネントおよびモジュールが、図12において図示される動作を、ならびに/あるいは、ここで記述および図示する技術に対する他のプロセスを実行するかもしれない。

10

【0049】

[0071]

メモリ676および660はそれぞれ、eNB 610およびUE 650に対するデータおよびプログラムコードを記憶することができる。スケジューラ677は、ダウンリンクおよび/またはアップリンク上のデータ送信に対して、UEをスケジューリングすることができる。

【0050】

FD-MIMOにおける線形プリコーディング

[0072]

全次元MIMO (FD-MIMO) 技術は、64個までのアンテナポートを有する2次元アンテナアレイを、eNB (例えば、図6のeNB 610の1つ以上のモジュールを備えることができる図1のeNB 106、108) において使用することによって、システム容量を大いに改良するかもしれない。64個までのアンテナポートをeNBにおいて使用することの利点は、小さなセル間干渉とともに、大きなビーム形成利得を含んでいるかもしれない。2次元アンテナアレイの使用により、アジマスとエレベーションの両方においてUE特有ビーム形成が可能になる。

20

【0051】

[0073]

FD-MIMOシステムにおいて、eNBにおける送信アンテナの数を、例えば、レガシー8TX MIMOシステムと比較して8~10倍に増加させてもよい。これらの追加の送信アンテナが、より大きなビーム形成利得をもたらし、隣接セルに、より少ない干渉しか広げないかもしれない。

30

【0052】

[0074]

図7は、アンテナエレメントの1次元アレイによる、従来のMIMO技術の例を図示している。図示しているように、UE特有ビーム形成は、アジマスにおいてのみ実行できる。共通のエレベーション傾斜が適用される。

【0053】

[0075]

図8は、本開示の態様にしたがって、2次元アンテナアレイ (d_H および d_V) による、例示的なFD-MIMOを図示している。図示しているように、UE特有ビーム形成を、アジマスとエレベーションの両方において実行することができる。

40

【0054】

[0076]

従来の線形プリコーディングでは、フルチャネルについてのMIMOチャネル状態情報 (CSI) が、eNBによって必要とされる。例えば、従来のワンショットビーム形成/プリコーディング法は、送信次元全体のCSIの利用可能性に依拠する (例えば、各eNB送信アンテナから1つ以上のUE受信アンテナへのチャネルの、瞬間的/統計的な知識が必要とされる)。

【0055】

50

[0 0 7 7]

UE PMI / RI フィードバックによってか、または、チャネル相互関係を活用することによってかのいずれかで、このようなCSIは取得される。TDDシステムでは、主に、双方向チャネル相互関係を活用することによって、eNBにおいてCSIを獲得する。FDDシステムでは、CSIは、普通、UEにおいて測定および量子化され、その後、専用アップリンクチャネルを介してeNBにフィードバックされる。一般的に、eNBにおける送信アンテナの数が増加するにしたがって、CSI量子化に対して使用されるコードブックのサイズが増加する。

【 0 0 5 6 】

[0 0 7 8]

UE PMI / RI 報告は、DLフルチャネルの、パイロット支援による推定に基づいていてもよい。パイロット（または共通基準信号）オーバーヘッドと、DLチャネル推定の複雑さは、eNBアンテナの数に比例する。したがって、eNBアンテナの数が増加するにしたがって、PMI / RI 選択の複雑さが増加する。

【 0 0 5 7 】

[0 0 7 9]

UE能力とULチャネル推定誤りとによって、チャネル相互関係アプローチは制限される。例えば、サウンディングアンテナスイッチングをサポートすることができないローエンドのUEに対しては、フルチャネルについてのショートタームCSIは利用できない。さらに、ULチャネル推定の複雑さと、ビームフォーマ/プリコード情報を算出することの複雑さは、eNBアンテナの数に比例する。

【 0 0 5 8 】

[0 0 8 0]

上述したように、FD-MIMOシステムにおいて、増加された送信アンテナの数が原因で、従来のワンショットビーム形成/プリコーディングは問題を含んでいる。したがって、FD-MIMOをサポートすることの課題は、有効なビーム形成/プリコーディングアルゴリズムと、関係するCSI獲得スキームとを設計することである。FD-MIMOシステムにおいて、各アンテナは、それ自身のRFトランシーバに接続されている。それゆえ、UEフィードバックを介して十分に正確なCSIを提供することは、例えば、チャネル推定およびコードワード選択に関して、UEにおける追加のオーバーヘッドにつながる。

【 0 0 5 9 】

[0 0 8 1]

したがって、ここで記述する態様は、FD-MIMOシステムにおいて、CSIフィードバックによって生じるオーバーヘッドを低減させるために、より有効なビーム形成/プリコーディングアルゴリズムと、関係するCSI獲得スキームとを採用する。ここで記述するように、FD-MIMOシステムにおいて、2ステージプリコーディングシステムを使用して、CSIフィードバックによって生じるオーバーヘッドを低減させることができる。2次元アレイの構造とチャネル相互関係とを活用する。

【 0 0 6 0 】

[0 0 8 2]

態様にしたと、ULチャネル推定を使用して、ロングタームポートプリコーディング行列を獲得する。ポートプリコーディング行列は、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮する。このような圧縮の例は、図14~20において見ることができる。eNBは、ポートプリコーディング行列を使用して、UE特有ポート基準信号を送信する。

【 0 0 6 1 】

[0 0 8 3]

UEは、より大きな数のアンテナエレメントの代わりに、より小さな数のアンテナポートにおいて、ショートタームCSIを測定する。UEは、ショートタームCSIを量子化

10

20

30

40

50

し、それを eNB にフィードバックしてもよい。eNB は、量子化されたショートターム CSI を使用して、（例えば、レイヤプリコードを使用して）複数のデータレイヤを UE 特有アンテナポートにマッピングしてもよい。eNB は、第 2 のステージのプリコード（例えば、ポートプリコード）を使用してよい。第 2 のステージのプリコードは、各アンテナポートをアンテナエレメントにマッピングする。提案する 2 ステージプリコーディングスキームをサポートするために、いくつかの関連シグナリングをここでより詳細に記述する。

【0062】

[0084]

図 9 は、ここで記述する方法にしたがって使用される、例示的なコンポーネント 900 を図示している。本開示の態様は、データおよびパイロットのプリコーディングに対するプリコードを提供するハイブリッド CSI 獲得モジュール 902 と、データストリームをアンテナエレメントにプリコーディングするデータプリコーディングモジュール 906 と、パイロットシーケンスをアンテナエレメントにプリコーディングするパイロットプリコーディングモジュール 904 とを備えている。

10

【0063】

[0085]

本開示の方法にしたがうと、1 セットのアンテナポート上で、データとパイロットの両方が送信される。アンテナポートの数は、アンテナエレメントの数よりずっと少ない。結果として、UE におけるオーバーヘッドと計算の複雑さを、大幅に低減させることができる。

20

【0064】

[0086]

ハイブリッド CSI 獲得モジュール 902 は、2 つのプリコード、ポートプリコードとレイヤプリコードとを発生させてもよい。図 10 は、例示的な 1000 レイヤプリコード 1002 と例示的なポートプリコード 1004 とを図示している。ポートプリコードは、小さな数のアンテナポートを多数のアンテナエレメントにマッピングするのに使用され、（ロングターム）UL チャネル情報を活用することによって取得してもよい。レイヤプリコードは、データレイヤをアンテナポートにマッピングするのに使用される。

【0065】

[0087]

図 10 において詳細に示しているように、図 9 のデータプリコーディング（データストリームプリコーディング）は、2 つの連続するステージにおいて実行される。第 1 のステージは、データストリームが最初にレイヤプリコード 1002 によってプリコーディングされる、レイヤからポートへのマッピングである。レイヤプリコード 1002 は、例えば、L データレイヤを P アンテナポートにマッピングする。

30

【0066】

[0088]

第 2 のステージは、アンテナポートがポートプリコード 1004 によってプリコーディングされる、ポートからエレメントへのマッピングである。ポートプリコード 1004 は、例えば、P アンテナポートを M アンテナエレメントにマッピングする。

40

【0067】

[0089]

図 10 において図示しているように、態様にしたがうと、データストリームに対して使用するのと同じのポートプリコードによって、P アンテナポート上のチャネルを推定するためのパイロットシーケンスがプリコーディングされる。

【0068】

[0090]

図 11 は、本開示の態様にしたがって、例えば eNB によって実行される、例示的な動作 1100 を図示している。図 6 の eNB 610 の 1 つ以上のモジュールを備えることが

50

できる図 1 の e N B 1 0 6 が、記載した動作を実行してもよい。

【 0 0 6 9 】

[0 0 9 1]

1 1 0 2 において、e N B は、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させる。1 1 0 4 において、e N B は、ポートプリコーディング行列を使用して、ユーザ機器 (U E) 特有ポート基準信号を U E に送信する。1 1 0 6 において、e N B は、U E 特有ポート基準信号に基づいて U E によって測定された、C S I に関するフィードバックを受信する。1 1 0 8 において、e N B は、U E によって測定された C S I に関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤを U E 特有アンテナポートにマッピングする。態様にしたがうと、e N B は、パイロットシーケンスを U E 特有アンテナポートにマッピングしてもよい。1 1 1 0 において、e N B は、U E 特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングする。1 1 1 2 において、e N B は、複数のデータレイヤのマッピングと、物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データを U E に送信する。

10

【 0 0 7 0 】

[0 0 9 2]

態様にしたがうと、および上述したように、ポートプリコーディング行列は、U L チャネル推定に基づいて発生される。物理送信アンテナエレメントは、多次元アレイで配列されていてもよい。ここで記述するように、e N B はさらに、パイロットシーケンスを U E 特有アンテナポートにマッピングしてもよい。

20

【 0 0 7 1 】

[0 0 9 3]

態様にしたがうと、C S I に関するフィードバックは、好ましい行列インジケータ (P M I) とランク表示 (R I) とのうちの少なくとも 1 つを含む、量子化されたフィードバックを含んでいてもよい。量子化されたフィードバックは、予め規定されたコードブックから選択されてもよい。

【 0 0 7 2 】

[0 0 9 4]

e N B はまた、アンテナエレメントのサブアレイパーティションに関する情報を、U E に送信してもよい。図 1 4 ~ 2 0 において、例示的なサブアレイパーティションを図示している。情報は、サブアレイパーティションのタイプ、アンテナポートの構造、または、アンテナポートの数、のうちの少なくとも 1 つを含んでいてもよい。

30

【 0 0 7 3 】

[0 0 9 5]

態様にしたがうと、複数のタイプのサブアレイパーティションと、関係するコードブックとをサポートする、U E の能力にしたがって、U E を複数のカテゴリに分割してもよい。あるタイプの U E は、他のタイプの U E よりも、より少ないタイプのサブアレイパーティションをサポートしてもよい。

【 0 0 7 4 】

[0 0 9 6]

図 1 2 は、本開示の態様にしたがって、例えば U E によって実行される、例示的な動作 1 2 0 0 を図示している。図 6 の U E 6 5 0 の 1 つ以上のモジュールを備えることができる図 1 の U E 1 0 6 が、記載した動作を実行してもよい。

40

【 0 0 7 5 】

[0 0 9 7]

1 2 0 2 において、U E は、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するロングタームポートプリコーディング行列を使用して e N B によって送信された、U E 特有ポート基準信号を受信する。1 2 0 4 において、U E は、U E 特有ポート基準信号に基づいて、ショートターム C S I を測定および量子化する。1 2 0 6

50

において、UEは、量子化したショートタームCSIに関するフィードバックを、eNBに送信する。

【0076】

[0098]

態様にしたがうと、フィードバックは、PMIとRIとの中の少なくとも1つを含む、量子化されたフィードバックを含んでいてもよい。量子化されたフィードバックは、予め規定されたコードブックから選択されてもよい。UEは、情報に基づいて、複数の予め規定されたコードブックのうちの1つを選択してもよく、選択したコードブックを使用して、フィードバックを報告してもよい。

【0077】

[0099]

態様にしたがうと、UEは、アンテナエレメントのサブアレイパーティションに関する情報を受信してもよい。情報は、サブアレイパーティションのタイプと、アンテナポートの構造と、アンテナポートの数との中の少なくとも1つを含んでいてもよい。例えば図14~20において、例示的なサブアレイパーティションを図示している。UEは、サブアレイパーティションに関する情報を、例えばeNBから受信してもよい。

【0078】

[00100]

図13は、本開示の態様にしたがった、アンテナエレメントの例示的なアレイを図示している。図13は、64個のアンテナエレメントMと、8個のアンテナポートPとを図示している。図示している交差偏波アンテナエレメントは、8行×8列で並べられている。

【0079】

[00101]

図14~20は、本開示の態様にしたがった、アンテナエレメントの例示的なサブアレイパーティションを提供している。UEは、例えばアンテナエレメントのサブアレイパーティションに関する情報を、eNBから受信してもよい。サブアレイは、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮することができる。

【0080】

[00102]

したがって、64個までのアンテナポートを有する2次元アンテナアレイをeNBにおいて使用することによって、FD-MIMO技術のシステム容量を改善するための技術を、本開示の態様は提供している。2次元アンテナアレイの使用により、アジマスとエレベーションの両方においてUE特有ビーム形成が可能になる。

【0081】

[00103]

ここで記述する2ステージブリコーディングスキームをサポートするために、サブアレイパーティションのタイプとCSIリソースコンフィギュレーションとを含むUE特有パラメータを、準動的に構成してもよい。サブアレイパーティションのタイプは、アンテナポートの構造と、eNBによって使用されるアンテナポートの数とを含んでいてもよい。

【0082】

[00104]

上記のコンフィギュレーションに基づいて、UEは、いくつかの予め規定されたコードブックから1つを選択し、選択したコードブックを使用して、フィードバック、例えばPMI/RIを、レイヤプリコードのために報告してもよい。複数のタイプのサブアレイパーティションと、関係するコードブックとをサポートする、UEの能力にしたがって、UEを複数のカテゴリに分割してもよい。態様にしたがうと、ローエンドのUEは、限定されたタイプのサブアレイパーティションをサポートしてもよい。

【0083】

動的垂直セクタ化

[00105]

10

20

30

40

50

システム容量を増加させるために、3次元(3D)-MIMO技術が考えられている。3D-MIMOでは、eNBは、大きな数のアンテナを有する2次元(2D)アンテナアレイを使用する。このタイプのコンフィギュレーションにより、小さなセル内干渉が、大きなビーム形成利得とともに予想されるだろう。

【0084】

[00106]

ビーム形成は典型的に、水平ディレクショニングのみを使用して実現されている。しかしながら、スマートアンテナ技術における増加により、エレベーションビーム形成が今や、ビーム形成プロセスにおける垂直ディレクショニングを可能にする。エレベーションビーム形成は現在、8個までのアンテナポートをサポートする。

10

【0085】

[00107]

図21は、8×8アンテナアレイ2100を図示している。アンテナアレイ2100は、8行8列のアンテナエレメントを含んでおり、アンテナエレメントの各々は、隣接するアンテナエレメントから $\lambda/2$ の距離だけ離れている。 λ は、アンテナエレメントからの信号の波長である。アンテナアレイ2100は、水平と垂直の両方のビーム形成において使用することができる、方向2102におけるアジマスエレメントと方向2104におけるエレベーションエレメントとを含んでいる。アンテナアレイ2100のさまざまなインプリメンテーションにおいて、各アンテナエレメントは、個々のトランシーバおよび電力増幅器を備えていてもよい。

20

【0086】

[00108]

図22は、従来の垂直セクタ化カバレッジを提供するeNB-A 2202とeNB-B 2204とを有するワイヤレスネットワークエリア2200を図示している。エレベーションビーム形成は現在、カバレッジエリアにわたって固定エレベーションでビームが形成される、垂直セクタ化を用いている。

【0087】

[00109]

例えば、eNB-A 2202は、eNB-Aのカバレッジエリアの垂直セクタ化において、ビームL 2214とビームH 2216とを有するように構成されている。同様に、eNB-B 2204は、eNB-Bのカバレッジエリアの垂直セクタ化において、ビームL 2218とビームH 2220とを有するように構成されている。

30

【0088】

[00110]

ビームL 2214および2218、ならびに、ビームH 2216および2220、のプロビジョンのような、このような従来の垂直セクタ化による問題のいくつかは、固定エレベーションビームが、エレベションドメインにおける自由度(DOF)の損失、および、柔軟性の損失を引き起こすことである。

【0089】

[00111]

ビームH 2216および2220が、UE 2208および2210のようなセル端におけるUEのカバレッジに向けられている一方で、ビームL 2214および2218は、UE 2206および2212のようなセル内部におけるUEのカバレッジに向けられている。

40

【0090】

[00112]

しかしながら、セル端2208および2210におけるUEが存在せず、追加のUEがセル内部に位置している場合に、セル端内にUEが位置していなくても、eNB-A 2202とeNB-B 2204が、ビームH 2216および2220を不必要に維持するので、セル容量が制限される。このようなケースでは、ビーム2216および2220

50

は無駄になるだろう。さらに、エレベーションにおける柔軟性がないと、従来の垂直セクタ化は、異なるエレベーションにUEが位置しているシナリオに対して実行可能ではないかもしれない。

【0091】

[00113]

図23は、eNB2302によってサービスされるワイヤレスカバレッジエリア2300を図示している。eNB2302は、ビーム2306および2304による固定垂直セクタ化を用いている。ビーム2304が、垂直セクタ1のエレベーションカバレッジを提供し、ビーム2306が、垂直セクタ2のエレベーションカバレッジを提供する。

【0092】

[00114]

示しているように、固定垂直セクタでは、少数のUEしか、規定された垂直セクタ（例えば、垂直セクタ1および2）を占有しないときには、ビームが無駄になるかもしれない。例えば、垂直セクタ1は複数のUE2308を含んでいる。しかしながら、垂直セクタ2中には、UE2310のみが位置している。UE2310のみが垂直セクタ2内に存在するカバレッジに対してビーム2306を維持することに、eNB2302は、システムリソースを消費するかもしれない。さらに多くのUE2308が垂直セクタ1内に位置していたとしても、eNBは、垂直セクタ1の容量を増加させるためにビーム2304を拡張することはできないだろう。

【0093】

[00115]

図24は、eNB2402によってサービスされるワイヤレスカバレッジエリア2400を図示している。eNB2402は、ビーム2404および2406による垂直セクタ化を用いている。ビーム2406が、垂直セクタ1のエレベーションカバレッジを提供し、ビーム2404が、垂直セクタ2のエレベーションカバレッジを提供している。図示している固定垂直セクタも、エレベーション差を有するUEをカバーする柔軟性を制限する。

【0094】

[00116]

例えば、ビルディング2408および2410が垂直セクタ1内に位置している一方で、ビルディング2412は垂直セクタ2内に位置している。図示しているように、ビルディングの各々は多層式である。したがって、これらのビルディング内に位置しているUEは、エレベーション差を有しているかもしれない。垂直セクタ2にカバレッジを提供しているビーム2404は、垂直セクタ1内のビルディング2408および2410中の異なるエレベーションにおけるUEに、サービスを提供することができないかもしれない。したがって、図示している固定垂直セクタ化は、おそらく、異なるエレベーションを有するUEをカバーする柔軟性を制限するだろう。

【0095】

[00117]

本開示のさまざまな態様は、エレベーションドメインにおけるUEフィードバックに基づいていくつかの垂直セクタを動的に形成することによって、エレベーションビーム形成を実行することに向けられている。例えば、エレベーションドメインにおける類似するフィードバックを有するUEは、グループ化されて、クラスターを形成してもよい。担当eNBは、受信したフィードバックに基づいて、これらのUEに対してクラスター特有垂直ビームを形成してもよい。ここでより詳細に記述するように、eNBは、類似するフィードバックを提供するUEに対して、クラスター特有垂直ビームを形成してもよい。

【0096】

[00118]

態様にしたと、ある期間の後に、垂直セクタを動的に変化させてもよい。UEがエレベーションを変化させることは遅い統計的特性であるので、垂直セクタを変化させるた

10

20

30

40

50

めの設計期間は、より長い時間期間として規定してもよい。さらに、1つの位置から別の位置へUEが移動するにしたがって、UEのエレベーションドメインフィードバックが別の特定の垂直クラスターに関係付けられるときに、UEは他の垂直クラスターに加わってもよい。

【0097】

[00119]

図25は、本開示の態様にしたがって実行される例示的な動作2500を図示している。動作2500は、eNBの1つ以上のモジュールによって実行してもよい。上述したように、eNBは、2次元アンテナアレイを利用してもよい。

【0098】

[00120]

2502において、eNBは、eNBのカバレッジエリア内の複数のUEからのフィードバックを受信する。ここでより詳細に記述するように、開ループスキーム、閉ループスキーム、または、両方を組み合わせたものにしたがって、UEはフィードバックを受信してもよい。フィードバックは、物理アップリンク制御チャネルおよび/または物理アップリンク共有チャネルから、eNBにおいて受信されてもよい。

【0099】

[00121]

開ループスキームでは、eNBは、複数の直交エレベーションビームを、UEに対して形成してもよい。UEは、ビームを解析し、好ましいビームのインデックスを指定する（例えば、送信する）ことによって、フィードバックをeNBに提供してもよい。

【0100】

[00122]

閉ループスキームでは、基地局によって受信されるフィードバックは、UEによって取得または算出されたメトリックであってもよい。メトリックは、プリコーディング行列インジケータ(PMI)、チャネル固有ベクトル、または、これらに類するものを含んでいてもよい。

【0101】

[00123]

2504において、eNBは、ステップ2502において受信したフィードバックを使用して、エレベーションドメインにおける、UE間の相関を決定する。相関は、論理クラスターにUEをグループ化する、eNBの能力を提供する。論理クラスターは、フィードバックに基づいて形成されるエレベーションビームから利益を得るだろう。

【0102】

[00124]

eNBが開ループスキームを使用して動作するか、または、閉ループスキームを使用して動作するかに依存して、相関は、UEによって報告された好ましいビームインデックスの分布を解析することを含んでいるかもしれない（開ループスキーム）、または、UEの論理グループを決定するために、さまざまなフィードバックメトリックの間の相関を決定することを含んでいるかもしれない（閉ループスキーム）。

【0103】

[00125]

2506において、eNBは、相関に基づいて、1つ以上のUEクラスターを構成する。UEの各クラスターは、類似する相関を有する、すなわち、予め定められたしきい値内で相関している、1セットのUEを含んでいる。

【0104】

[00126]

2508において、eNBは、エレベーションドメインにおける、結果的に得られるUE間の相関に基づいて、UEクラスターの各々に対して垂直セクタを動的に構成する。例えば、多数のUEのフィードバックが互いに相関していて、UEクラスターとして構成さ

10

20

30

40

50

れていることをeNBが決定したとき、eNBは、そのUEクラスター中の関連しているUEの各々にサービスするだろう垂直セクタを規定および構成してもよい。ある類似する相関を有するUEによって形成されたこのような各UEクラスターに対して、eNBは、このような垂直セクタを動的に構成してもよい。

【0105】

[00127]

2510において、eNBは、構成した各UEクラスターに対して、垂直セクタに対応するエレベーションビームを形成する。各エレベーションビームは、他のエレベーションビームと直交していてもよい。各UEクラスターに対して動的垂直セクタを担当するビームを形成するために、eNBは、適切なビーム重みを発生させてもよい。各垂直セクタは、複合チャネルの主固有ベクトルに等しいビーム形成重みを有していてもよい。UEクラスターの各々におけるUEから受信した、エレベーションドメインにおけるフィードバックに基づいて、複合チャネルを形成してもよい。eNBは、1つ以上のクラスターの各々における2つ以上のUEに、エレベーションビームを送信してもよい。エレベーションビームは、時間多重化方式または周波数多重化方式を使用して送信してもよい。

【0106】

[00128]

態様にしたがうと、UEの各クラスターに対するエレベーションビームは、互いに直交していてもよい。さらに、時間多重化方式または周波数多重化方式の1つ以上によって、エレベーションビームを送信してもよい。

【0107】

[00129]

本開示のさまざまな態様はまた、互換性のあるeNBが、UE特有エレベーションビーム形成のために、いくつかのビームを予約することを可能にする。任意の所定のカバレッジエリアに対して、クラスター特有ビームとUE特有ビームとの間でトレードオフが存在する。UE特有ビームが、個々のUEに対して、より強い通信を提供することができる一方で、クラスター特有ビームは、システム容量における著しい増加を提供することができる。クラスター特有ビーム形成に対して利用した開ループスキームおよび閉ループスキームをまた使用して、論理クラスターに分類されず、UE特有ビームから利益を得るかもしれないUEを決定することができる。

【0108】

[00130]

図26は、本開示の態様にしたがって構成されている、動的垂直セクタ化手順を図示する送信タイムライン2600を図示している。図示しているように、数10個のフレームからなる周期的なスーパーフレームが規定されている。“X”個のフレームを含むスーパーフレーム2602を、送信タイムライン2600上に図示している。

【0109】

[00131]

第1のサブフレーム“n”において、eNBが基準信号を送信する。例えば、eNBは、チャネル品質情報 - 基準信号を複数のUEに送信する。各UEは、そのチャネルをCSI-RSにおいて測定し、エレベーションドメインにおけるフィードバックを、eNBに戻すように提供する。eNBおよびUEによって使用するスキームは、開ループ、閉ループ、または、両方を組み合わせたものであってもよい。上述したように、開ループモードでは、UEは、直交エレベーションビームのうち最良のもののインデックスをフィードバックする。閉ループモードでは、UEは、ランク1、PMI、チャネル固有ベクトル、または、これらに類するもののようなメトリックをフィードバックする。

【0110】

[00132]

eNBは、エレベーションドメインにおける、UEからフィードバックされたチャネル情報を収集し、開ループフィードバック、閉ループフィードバック、または、これらを組

10

20

30

40

50

み合わせたものの相関に基づいて、UEのクラスターに対して、動的垂直セクタを形成する。

【0111】

[00133]

上記で着目したように、UEの相関しているクラスター内に収まらないUEに対しては、UE特有ビーム形成が依然として適用可能であるかもしれない。

【0112】

[00134]

その後、フレーム“n+X”における、スーパーフレーム2602の終端まで、形成された垂直セクタは変化しないだろう。この時間において、eNBは再度、RSを送信してもよく、eNBのカバレッジエリア中のUEは、開ループスキームまたは閉ループスキームのいずれかを使用して、エレベーションドメインにおけるフィードバックを、eNBに提供してもよい。

【0113】

[00135]

UEからのエレベーションフィードバックのためにRS（例えば、CSI-RS）を送信するためにeNBによって使用されるオーバーヘッドが、非常に小さいことに着目すべきである。したがって、本開示の図示している態様は、オーバーヘッド、あるいは、基地局またはUEの処理要件を、実質的に増加させないだろう。

【0114】

[00136]

図27は、本開示の態様にしたがって構成されている、eNB2702のカバレッジエリア2700を図示している。eNB2702は、動的垂直セクタ化用に構成されており、カバレッジエリア2700内に位置するUEからのエレベーションフィードバックのためにCSI-RSを送信することによって、セクタ化プロセスを開始する。

【0115】

[00137]

UE2704と、ビルディング2706のさまざまなフロア上のUE2706-A、2706-Bと、ビルディング2708中のUE2708-Aとを含む複数のUEが、eNB2702のカバレッジエリア内に位置している。カバレッジエリア2700内のUEは各々、エレベーションドメインにおけるフィードバックをeNBに提供する。eNBは、フィードバックを相関させて、垂直セクタを動的に決定する。

【0116】

[00138]

ビルディング2706は、第3のフロア上のUE2706-Aと、第1のフロア上のUE2706-Bとを含んでいる。ビルディング2706中のUEに対する、エレベーションフィードバックの相関は、eNBに、第3のフロア上のUEのクラスターに対して垂直セクタ2710を、ビルディング2706の第1のフロア上のUEのクラスターに対して垂直セクタ2718を構成させる。

【0117】

[00139]

eNBは、カバレッジエリア2700中の、屋外の複数のUE間の相関も発見する。eNBは、UEクラスター2712と、UEクラスター2712に関係する垂直セクタ2714とを規定する。ビルディング2708中のUEに対する、エレベーションフィードバックの相関は、eNBに、ビルディング2708の第3のフロア上のUEのクラスターに対して垂直セクタ2716を構成させる。

【0118】

[00140]

最後に、UE2704から受信したエレベーションフィードバックは、カバレッジエリア2700内に位置する他のUEのいずれとも相関しないかもしれない。したがって、e

10

20

30

40

50

NBは、UE特有エレベーションビーム2720を構成して、UE2704を担当してもよい。

【0119】

[00141]

UEのこの分布と、eNB2702によって実現される、結果的に得られる動的垂直セクタ化は、図26において示したように、数10個のフレームに対して同じ場所のままかもしれない。さらに、任意の垂直セクタ中の任意のUEが、別の垂直セクタに移動するとき、UEは、その特定のUEのクラスターの一部になるかもしれない。

【0120】

[00142]

例えば、ビルディング2706の第3のフロア上のUEの1つが、そのビルディングの第1のフロアに移動する場合に、UEは、垂直セクタ2710が構成されているUEのクラスターを離れて、垂直セクタ2718が構成されている、第1のフロア上のUE2706-Bのクラスターに加わるだろう。したがって、エレベーションドメインにおけるUEからのフィードバックに基づいて垂直セクタを動的に構成することによって、固定垂直セクタを通してシステム容量を無駄にすることなく、eNBは、変化するエレベーションを有するUEをより柔軟に取り扱うことができる。

【0121】

[00143]

上記で着目したように、開ループスキーム、閉ループスキーム、あるいは、両方の何らかの組み合わせまたはパリエーションを使用して、本開示のさまざまな態様において、エレベーションフィードバックメカニズムを実現することができる。

【0122】

[00144]

図28は、本開示の態様にしたがって、開ループエレベーションフィードバックスキームを実現するように実行される、例示的な動作2800を図示している。図29は、図28において図示される方法論にしたがって、開ループエレベーションフィードバックメカニズム用に構成されているeNB2902を図示している。

【0123】

[00145]

ブロック2802において、eNB2902は、共通のCSI-RSリソースを使用して、時間および周波数多重化方式において、複数の直交エレベーションビーム、エレベーションビーム1～エレベーションビームKを形成する。

【0124】

[00146]

2804において、eNB2902は、UE2904～2910の各々からのエレベーションフィードバックを受信する。UE2904～2910の各々は、エレベーションドメインにおける各々の最良のビームである、エレベーションビーム1～Kのうちの1つのもののインデックスをフィードバックする。

【0125】

[00147]

例えば、最良のビームに対するインデックスとしてそれぞれ、UE2904が、エレベーションビームKのインデックスKをフィードバックする一方で、UE2908は、エレベーションビーム2のインデックス2をフィードバックするかもしれない。

【0126】

[00148]

2806において、eNB2902は、UE2904～2910の好ましいビームインデックスの分布を解析する。2808において、UEのうちのいくつかが同一または類似の最良のビームインデックスを報告したか否かが決定される。

【0127】

10

20

30

40

50

[0 0 1 4 9]

2 8 1 0において、e N Bは、同一または類似の好ましいビームを有するU Eに対して、エレベーションビームを形成する。態様にしたがうと、隣接するビームをU Eが報告する場合は、それらのU Eはまた、統合されたビームでグループ化されるかもしれない。例えば、U E 2 9 0 6および2 9 0 8の各々が、エレベーションビーム2のインデックス2を、最良のビームとしてフィードバックする一方で、U E 2 9 1 0は、隣接するエレベーションビーム1のインデックス1をフィードバックする。それに応じて、e N B 2 9 0 2は、U E 2 9 0 6、2 9 0 8、および2 9 1 0のクラスターを担当する垂直セクタのために、統合されたビームLを構成するかもしれない。

【 0 1 2 8 】

10

[0 0 1 5 0]

この態様で、e N Bは、複数のU Eの各U Eの好ましいビームの分布を解析することができる。その後、e N Bは、類似するビームの選好を共有する、U Eの2つ以上をグループ化して、1つ以上のU Eクラスターを形成するかもしれない。

【 0 1 2 9 】

[0 0 1 5 1]

U Eに対して、好ましいビームのインデックスが同一でない場合は、2 8 1 2において、e N B 2 9 0 2は、報告されたビームインデックスを使用して、U E特有ビームを形成するだろう。例えば、U E 2 9 0 4がインデックスKを報告し、インデックスKが、U E 2 9 0 6 ~ 2 9 1 0によって報告されたエレベーションビームのうちの任意のものと同一でなく、隣接しない。それに応じて、e N B 2 9 0 2は、U E 2 9 0 4に対して、U E特有ビームMを形成するかもしれない。この態様で、U E特有エレベーションビーム形成のために、ビームのいくつかを予約することができる。

20

【 0 1 3 0 】

[0 0 1 5 2]

統合されたビームLによって担当される垂直セクタ中のU E 2 9 0 6、2 9 0 8、および2 9 1 0は、2 D M I M Oシステム中に存在するかのように、同一の態様で動作するかもしれないことに着目すべきである。

【 0 1 3 1 】

[0 0 1 5 3]

30

図30は、本開示の態様にしたがって、閉ループエレベーションフィードバックスキーム中で実現される、例示的な動作3000を図示している。3002において、e N Bは、e N Bのカバレッジエリア内のU Eから、エレベーションフィードバックメトリックを受信する。エレベーションフィードバックメトリックは、ランク1 P M I、固有ベクトル、および、これらに類するものを含んでいてもよい。

【 0 1 3 2 】

[0 0 1 5 4]

3004において、e N Bは、複数のU Eのペアのすべての組み合わせに対して相関を決定する。例えば、U E 1 ~ Nに対するエレベーションフィードバックメトリックを、 h_1 、 h_2 、 \dots 、 h_N と表す。e N Bは、以下のアルゴリズムにしたがって相関を決定する。

40

【 0 1 3 3 】

[0 0 1 5 5]

f o r i = 1 : N

[0 0 1 5 6]

f o r j = i : N

[0 0 1 5 7]

$$C_{i,j} = (h_i)^H h_j$$

[0 0 1 5 8]

e n d

50

[0 0 1 5 9]

$C_{i,j}$ は、UE のペア (UE_i と UE_j) 間のチャネル類似性を表す行列である。態様にしたがうと、 h_i は、 UE_i のランク 1 PMI またはチャネル固有ベクトルのうちの 1 つであってもよく、 h_j は、 UE_j のランク 1 PMI またはチャネル固有ベクトルのうちの 1 つであってもよい。N は、複数の UE の総数を表す。

【 0 1 3 4 】

[0 0 1 6 0]

3 0 0 6 において、 eNB は、任意の相関の値を、第 1 の予め定められたしきい値 T_1 と比較する。第 1 の予め定められたしきい値との比較は、UE のペアがどのくらい密接に相関しているかを決定する。その後、3 0 1 4 において相関が T_1 より小さい場合、そのペアの UE は、クラスターに対する候補ではないとみなされ、3 0 0 6 において、 eNB が、他の組み合わせの比較を継続する。

【 0 1 3 5 】

[0 0 1 6 1]

ペアの相関が T_1 に等しい、または T_1 より大きい場合は、そのペアの UE は、クラスター候補であると指定され、3 0 0 8 において、相関している UE として eNB によってカウントされる。

【 0 1 3 6 】

[0 0 1 6 2]

3 0 1 0 において、 eNB は、互いに相関しているとしてカウントした UE の数を、第 2 の予め定められたしきい値 T_2 と比較する。動的垂直セクタ化のために、UE のクラスターを形成する前に存在しなければならないマッチングする UE のあるしきい数を、オペレータは、ネットワークの設計に依存して指定してもよい。相関している UE の数が T_2 を超えない場合は、3 0 1 6 において、UE のクラスターに対して、統合されたエレベーションビームは形成されない。

【 0 1 3 7 】

[0 0 1 6 3]

そうではなく、相関している UE の数が、第 2 のしきい値を満たす、または超える場合は、3 0 1 2 において、 eNB は、これらの相関している UE のクラスターに対して、統合されたエレベーションビームにより垂直セクタを形成する。したがって、 eNB は、エレベーションドメインにおける、UE から受信したフィードバックに基づいて、UE のクラスターに対して、エレベーションビームを動的に形成してもよい。

【 0 1 3 8 】

[0 0 1 6 4]

このベクトルに対するビーム重みを、 $w(i) = \text{SVD}([h_i \cdots h_{n(i)}])$ * として選択してもよいことに着目すべきである。ここで、重み $w(i)$ は、相関している UE のエレベーションメトリックの共役の特異値分解 (SVD) である。SVD は、フィードバックメトリックの主固有ベクトルを選択するように機能する。

【 0 1 3 9 】

[0 0 1 6 5]

異なる垂直セクタ間の干渉を緩和させるために、ブロック対角化 (BD) を適用してもよいことにさらに着目すべきである。態様にしたがうと、垂直セクタのエレベーションビームと UE 特有エレベーションビームとの間で、干渉を緩和させることができる。ゼロフォーシング (ZF) 法または BD 法を使用して UE 特有ビームを形成することによって、干渉を緩和させることができる。

【 0 1 4 0 】

[0 0 1 6 6]

開ループスキームと閉ループスキームは各々、インプリメンテーションに利点および不利点を提供する。例えば、開ループフィードバックスキームは、より少ないフィードバックしか必要とせず、したがって、中間の UE スピードによるシナリオに適している。開ル

10

20

30

40

50

ープスキームはまた、eNB側とUE側の両方において、より少ない複雑さしか必要としない。それに引き換え、直交ビームの数が制限される。したがって、UEフィードバックを決定するために、より少ないエレベーションビームが使用される。

【0141】

[00167]

UE特有エレベーションビーム形成と比較して、動的垂直セクタ化は少ないオーバーヘッドしか必要とせず、ビーム形成に関連するシグナリングは、1つのクラスター中のUEへのマルチキャストであってもよく、したがって、UEに1つずつ通知する必要性が回避される。

【0142】

[00168]

さらに、垂直方向またはエレベーションドメインにおける統計的特性は、時間にわたってゆっくり変化するので、垂直セクタは、より長い期間に対して、同じ場所のままかもしれない。典型的な動作において、UEは、普通、アジマスドメインにおいて移動する。より小さいオーバーヘッドと、より長い垂直セクタ期間とのために、UEが中間のスピードで移動する、または、密集したUE分布内で移動するときに、本開示のさまざまな態様は、より良いパフォーマンスを提供する。UEが中間スピードのシナリオにおいては、正確なチャネル情報を取得することができない。密集したUE分布、例えば空港においては、ビームは、異なるUEを分離するのに十分なほど狭くないかもしれない。

【0143】

[00169]

開示したプロセスにおけるステップの特有な順序または階層が、例示的なアプローチの実例であることを理解すべきである。設計選択に基づいて、プロセスにおけるステップの特有な順序または階層は並べ替えてもよいことを理解すべきである。添付している方法の請求項は、さまざまなステップの要素をサンプルの順序で提示しており、提示した特有な順序または階層に限定されることを意味していない。

【0144】

[00170]

先の説明は、任意の当業者が、ここで記述したさまざまな態様を実施できるように提供している。これらの態様に対するさまざまな修正は、当業者に容易に明白となり、ここで規定した一般的な原理を、他の態様に適用してもよい。したがって、特許請求の範囲は、ここで示した態様に限定されることを意図するものではなく、特許請求の範囲の文言と矛盾しない全範囲を与えられるべきである。要素への単数での言及は、“1つおよび1つのみ”と特に述べられていない限り、“1つおよび1つのみ”を意味することを意図しているのではなく、むしろ“1つ以上”を意味することを意図している。そうでないことが特に述べられていない限り、用語“いくつか”は、1つ以上のことを指している。当業者に知られ、または後に知られることになる、本開示全体を通して記述したさまざまな態様の要素に対するすべての構造的および機能的な均等物は、参照によってここで明確に組み込まれ、特許請求の範囲によって含まれることを意図している。さらに、ここで開示したものは、このような開示が特許請求の範囲中に明示的に記載されているか否かにかかわらず、公共に捧げられることを意図していない。どの請求項の要素も、要素がフレーズ“する手段”を使用して明確に記載されていない限り、または、方法の請求項のケースでは、要素がフレーズ“するステップ”を使用して記載されていない限り、米国特許法第112条第6パラグラフの規定の下で解釈すべきではない。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] 進化型ノードB (eNB) によるワイヤレス通信のための方法において、より大きな数のアンテナ要素をより小さな数のアンテナポートに圧縮するポートプリコーディング行列を発生させることと、

前記ポートプリコーディング行列を使用して、ユーザ機器 (UE) 特有ポート基準信号をUEに送信することと、

10

20

30

40

50

前記UE特有ポート基準信号に基づいて前記UEによって測定された、チャネル状態情報(CSI)に関するフィードバックを受信することと、

前記CSIに関するフィードバックに基づいて、複数のデータレイヤをUE特有アンテナポートにマッピングすることと、

前記UE特有アンテナポートの各々を物理アンテナエレメントにマッピングすることと、

前記複数のデータレイヤのマッピングと、前記物理アンテナエレメントへのアンテナポートのマッピングとに基づいて、データを前記UEに送信することを含む方法。

[2] 前記ポートプリコーディング行列は、アップリンクチャネル推定に基づいて発生される[1]記載の方法。

[3] 前記物理アンテナエレメントは、多次元アレイで配列されている[1]記載の方法。

[4] パイロットシーケンスをUE特有アンテナポートにマッピングすることをさらに含む[1]記載の方法。

[5] 前記フィードバックは、好ましい行列インジケータ(PMI)とランク表示(RI)とのうちの少なくとも1つを含む、量子化されたフィードバックを含む[1]記載の方法。

[6] 前記量子化されたフィードバックは、予め規定されたコードブックから選択される[5]記載の方法。

[7] 前記アンテナエレメントのサブアレイパーティションに関する情報を、前記UEに送信することをさらに含む[1]記載の方法。

[8] 前記情報は、サブアレイパーティションのタイプ、アンテナポートの構造、または、アンテナポートの数、のうちの少なくとも1つを含む[7]記載の方法。

[9] 複数のタイプのサブアレイパーティションと、関係するコードブックとをサポートする、UEの能力にしたがって、UEは複数のカテゴリに分割される[1]記載の方法。

[10] あるタイプのUEは、他のタイプのUEよりも、少ないタイプのサブアレイパーティションをサポートするかもしれない[9]記載の方法。

[11] ユーザ機器(UE)によるワイヤレス通信のための方法において、より大きな数のアンテナエレメントをより小さな数のアンテナポートに圧縮するロングタームポートプリコーディング行列を使用して進化型ノードB(eNB)によって送信された、UE特有ポート基準信号を受信することと、

前記UE特有ポート基準信号に基づいて、ショートタームCSIを測定および量子化することと、

前記量子化したショートタームCSIに関するフィードバックを、前記eNBに送信することを含む方法。

[12] 前記フィードバックは、好ましい行列インジケータ(PMI)とランク表示(RI)とのうちの少なくとも1つを含む、量子化されたフィードバックを含む[11]記載の方法。

[13] 前記量子化されたフィードバックは、予め規定されたコードブックから選択される[12]記載の方法。

[14] 前記アンテナエレメントのサブアレイパーティションに関する情報を受信することをさらに含む[11]記載の方法。

[15] 前記情報は、サブアレイパーティションのタイプと、アンテナポートの構造と、アンテナポートの数とのうちの少なくとも1つを含む[14]記載の方法。

[16] 前記情報に基づいて、複数の予め規定されたコードブックから1つを選択することと、

前記選択したコードブックを使用して、前記フィードバックを報告することとをさらに含む[14]記載の方法。

[17] ワイヤレス通信の方法において、

10

20

30

40

50

進化型ノードＢ（ eNB ）において、複数のユーザ機器（ UE ）からのフィードバックを受信することと、

前記 eNB によって、前記複数の UE の間の相関を決定することと、

前記 eNB によって、前記相関に基づいて、１つ以上の UE クラスターを構成することと、

前記 eNB によって、前記１つ以上の UE クラスターの各 UE クラスターに対して、垂直セクタを動的に構成することと、

前記 eNB によって、前記１つ以上の UE クラスターの各 UE クラスターに対して、前記垂直セクタに対応するエレベーションビームを形成することとを含み、

前記１つ以上の UE クラスターの各々は、予め定められたしきい値内の相関を有する、前記複数の UE のうちの２つ以上の UE を含む方法。

[18] 前記１つ以上の UE クラスターの各々における前記２つ以上の UE に対して、前記エレベーションビームを送信することをさらに含む [17] 記載の方法。

[19] チャネル品質情報基準信号を前記複数の UE に送信することをさらに含む [17] 記載の方法。

[20] 前記 eNB において、２次元アンテナアレイを利用することをさらに含む [17] 記載の方法。

[21] 前記受信したフィードバックは、プリコーディング行列インジケータ（ PMI ）と、チャネル固有ベクトルと、好ましいビームのインデックスとのうちの１つ以上を含む [17] 記載の方法。

[22] 前記 PMI と前記チャネル固有ベクトルとのうちの１つまたは両方は、物理アップリンク制御チャネルと物理アップリンク共有チャネルとのうちの１つ以上から、前記 eNB において受信される [21] 記載の方法。

[23] 前記複数の UE の間の相関を決定することは、前記複数の UE の各 UE の好ましいビームの分布を解析することと、

少なくとも類似する好ましいビームを有する２つ以上の UE をグループ化して、前記１つ以上の UE クラスターの各々を形成することとを含む [17] 記載の方法。

[24] 各エレベーションビームは、他のエレベーションビームに直交する [17] 記載の方法。

[25] 前記複数の UE の間の相関を決定することは、エレベーションドメインにおいて、前記複数の UE のうちの UE の各ペアに対して、ペア相関を算出することを含む [17] 記載の方法。

[26] UE の各ペアのすべての組み合わせの前記ペア相関の値は、

$C_{i,j} = (h_i)^H h_j ; 0 < i, j \leq N$
にしたがって示され、

$C_{i,j}$ は、 UE_i と UE_j のペア間のチャネル類似性を示す行列であり、

h_i は、 UE_i のランク１ PMI またはチャネル固有ベクトルのうちの１つであり、

h_j は、 UE_j のランク１ PMI またはチャネル固有ベクトルのうちの１つであり、

N は、前記複数の UE の総数である [25] 記載の方法。

[27] 前記ペア相関の値を第１の予め定められたしきい値と比較し、前記第１の予め定められたしきい値は、前記 UE のペアが互いに相関することを示す、相関の最小値であることと、

互いに相関する UE の数を算出し、前記数を第２の予め定められたしきい値と比較し、前記第２の予め定められたしきい値は、前記１つ以上の UE クラスターの各々を形成するための、 UE の最小数であることと、

前記相関する UE の数が、前記第２の予め定められたしきい値と少なくとも同一であるときに、互いに相関する前記２つ以上の UE をグループ化して、前記１つ以上の UE クラスターの各々を形成することとをさらに含む [25] 記載の方法。

[28] 前記 UE の数の各 UE は、前記１つ以上の UE クラスターのうちの１つの UE クラスターに割当てられる [27] 記載の方法。

10

20

30

40

50

〔 2 9 〕 各垂直セクタは、複合チャネルの主固有ベクトルに等しいビーム形成重みを有しており、

前記複合チャネルは、前記 1 つ以上の U E クラスターの各々における前記 2 つ以上の U E からの、エレベーションドメインにおける前記フィードバックに基づいて形成される〔 1 7 〕記載の方法。

〔 3 0 〕 前記複数の U E のうちの U E からの、エレベーションドメインにおける前記フィードバックに基づいて、U E 特有エレベーションビームを形成することをさらに含む〔 1 7 〕記載の方法。

〔 3 1 〕 前記垂直セクタの前記エレベーションビームと前記 U E 特有エレベーションビームとの間の干渉を緩和させることをさらに含む〔 3 0 〕記載の方法。

〔 3 2 〕 前記干渉を緩和させることは、ゼロフォーシング法とブロック対角化法とのうちの 1 つまたは両方により、前記 U E 特有エレベーションビームを形成することを含む〔 3 1 〕記載の方法。

〔 3 3 〕 周期的なスーパーフレームの時間期間の間、前記エレベーションビームは変化しないままである〔 1 7 〕記載の方法。

〔 3 4 〕 前記 1 つ以上の U E クラスターに関係する 1 つ以上の U E がエレベーションドメインにおいて移動するときに、前記 1 つ以上の U E クラスターの構成は変化する〔 1 7 〕記載の方法。

〔 3 5 〕 前記エレベーションビームは、時間多重化方式と周波数多重化方式とのうちの 1 つ以上によって送信される〔 1 7 〕記載の方法。

10

20

【 図 1 】

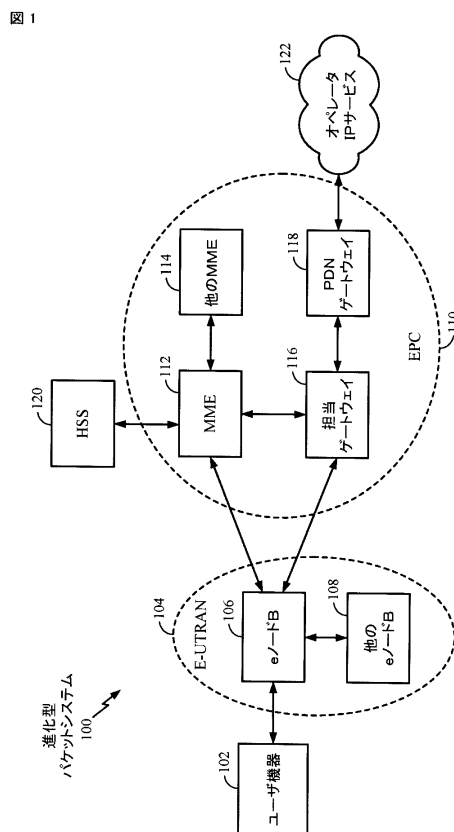


FIG. 1

【 図 2 】

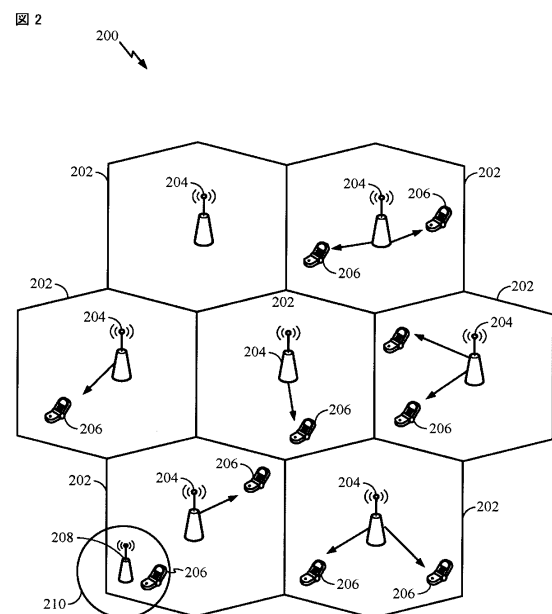


FIG. 2

【図 3】

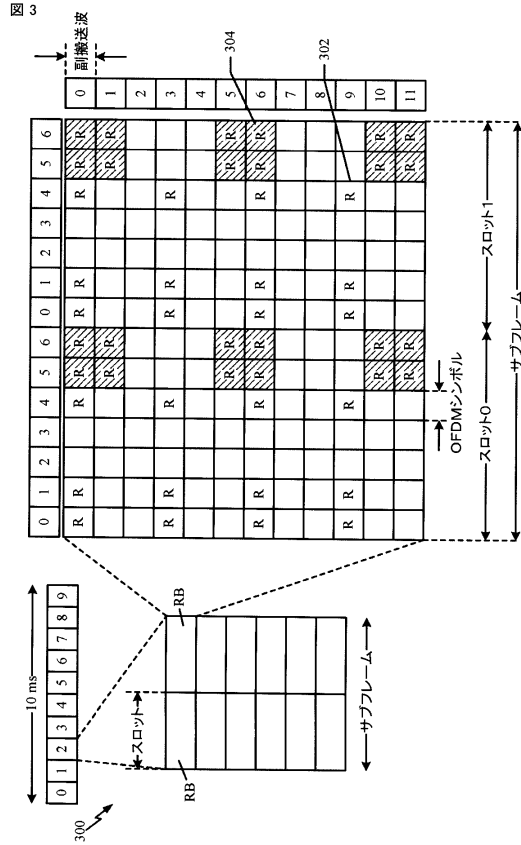


FIG. 3

【図 4】

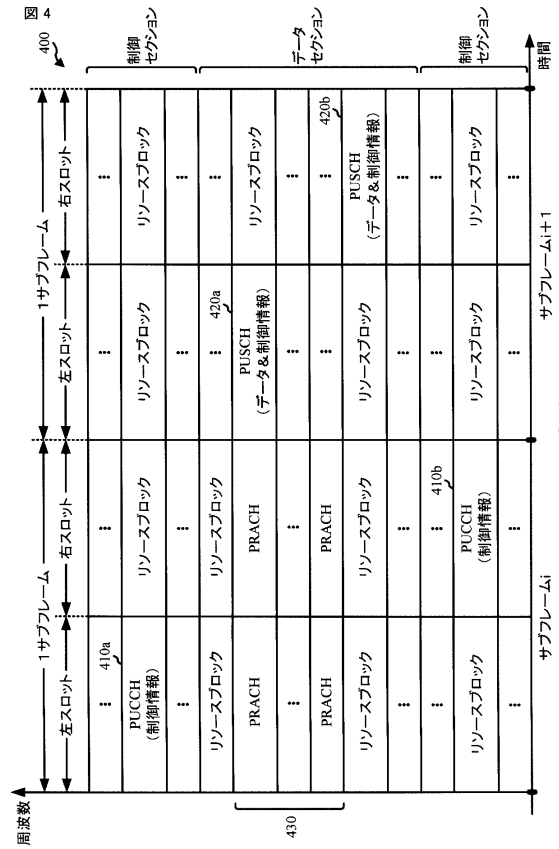


FIG. 4

【図 5】

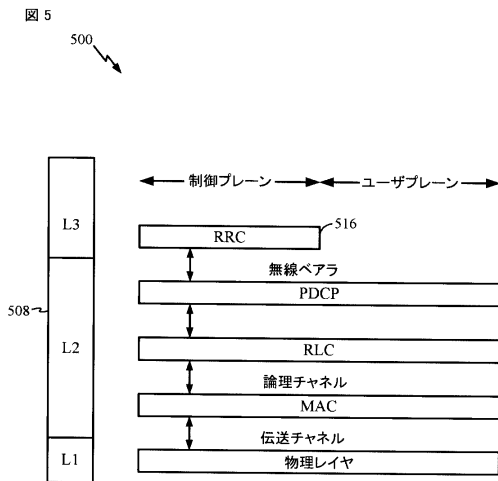


FIG. 5

【図 6】

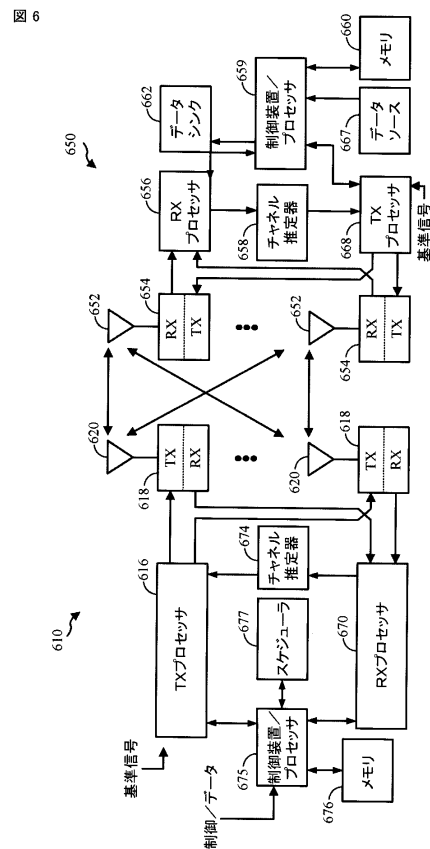


FIG. 6

【図 7】

図 7

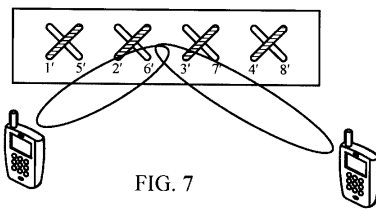


FIG. 7

【図 8】

図 8

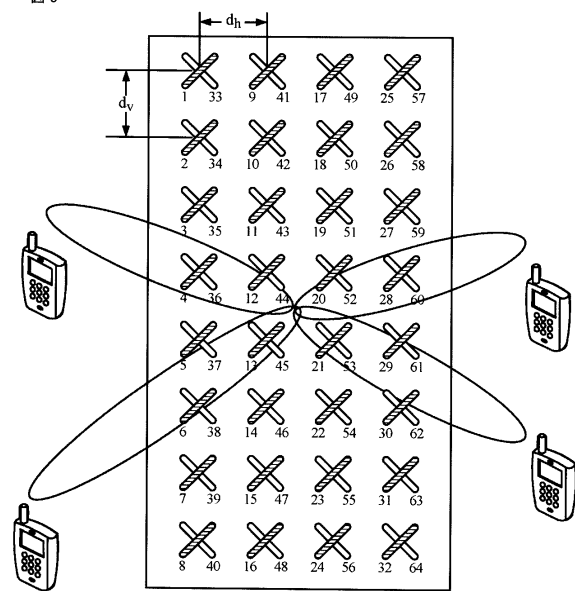


FIG. 8

【図 9】

図 9

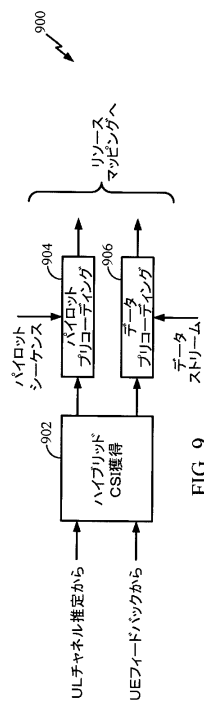


FIG. 9

【図 10】

図 10

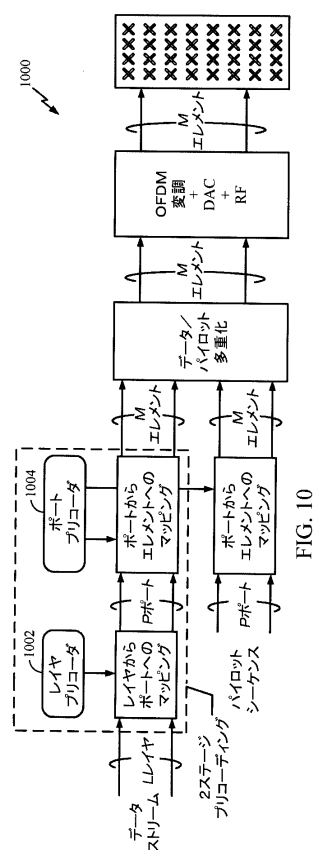


FIG. 10

【図 1 1】

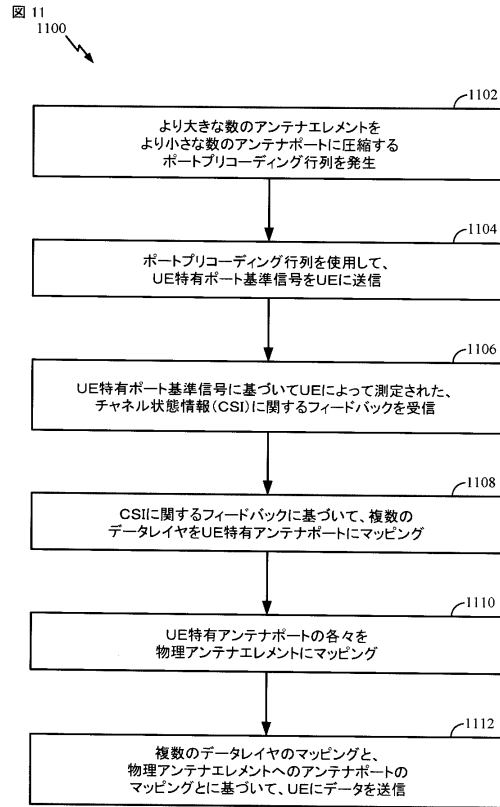


FIG. 11

【図 1 2】

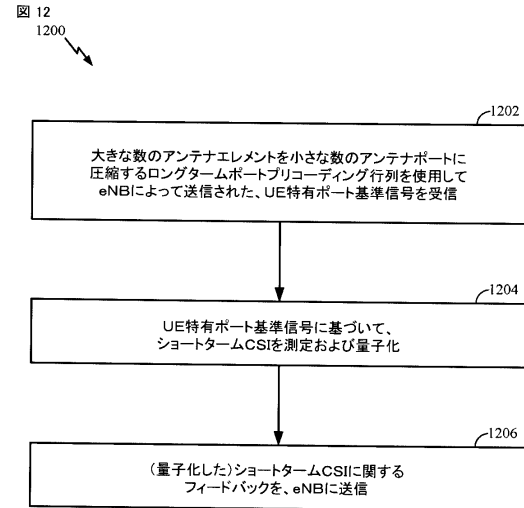


FIG. 12

【図 1 3】

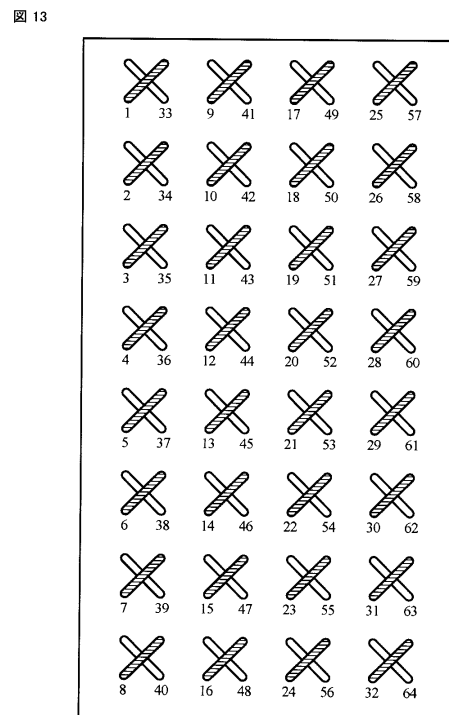


FIG. 13

【図 1 4】

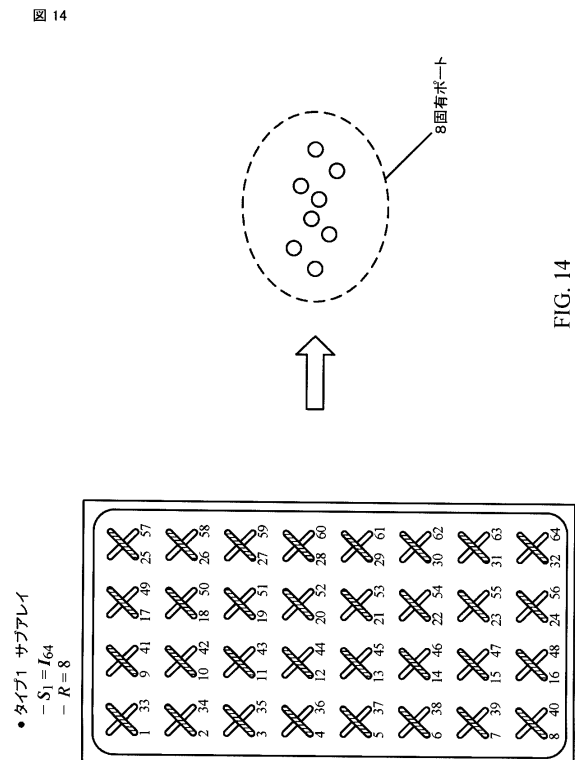


FIG. 14

【図 15】

図 15

- タイプ2 サブアレイ
 $-(S_1, S_2) = I_{64},$
 $- R = 4$

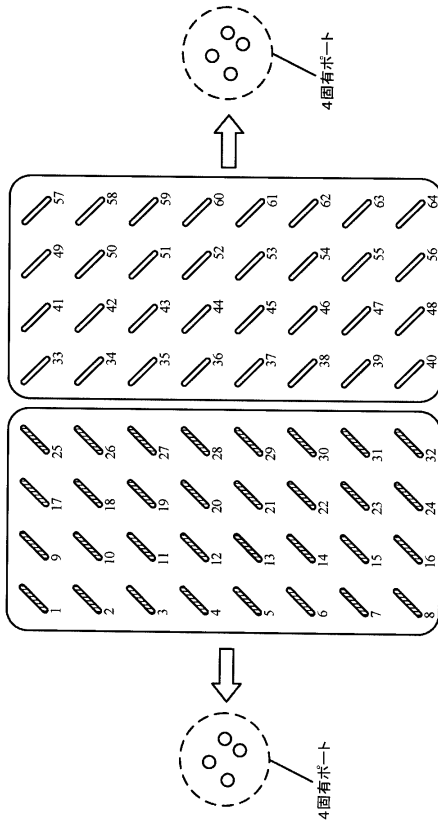


FIG. 15

【図 16】

図 16

- タイプ4a サブアレイ
 $-(S_1, S_2, S_3, S_4) = I_{64},$
 $- R = 2$

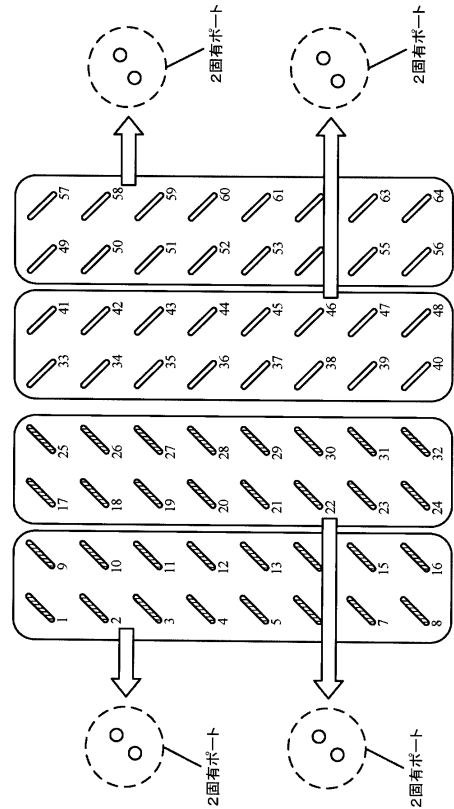


FIG. 16

【図 17】

図 17

- タイプ4b サブアレイ
 $-(S_1, S_2, S_3, S_4) = I_2 \otimes (A, B), A = I_4 \otimes \begin{pmatrix} I_4 \\ 0_4 \end{pmatrix}, B = I_4 \otimes \begin{pmatrix} 0_4 \\ I_4 \end{pmatrix}$
 $- R = 2$

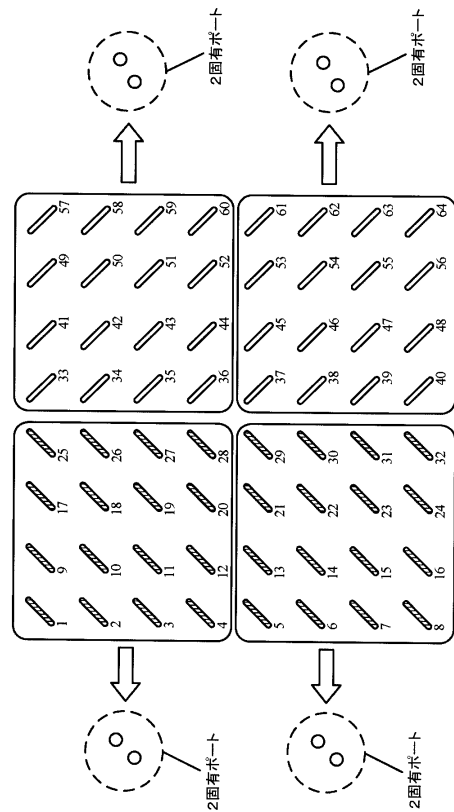


FIG. 17

【図 18】

図 18

- タイプ8a サブアレイ
 $-(S_1, S_2, \dots, S_8) = I_{64},$
 $- R = 2$

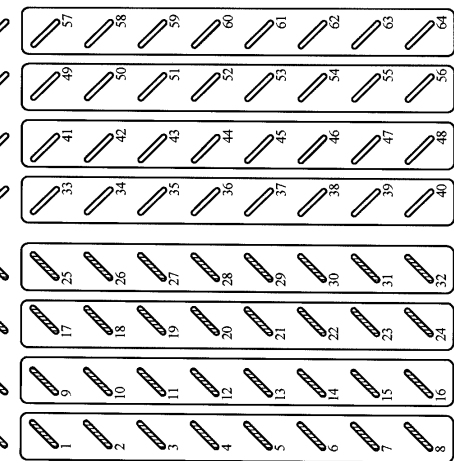


FIG. 18

【図 19】

図 19

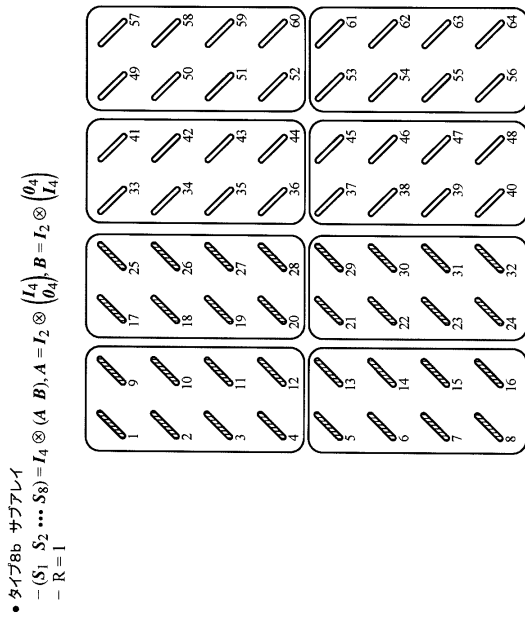


FIG. 19

【図 20】

図 20

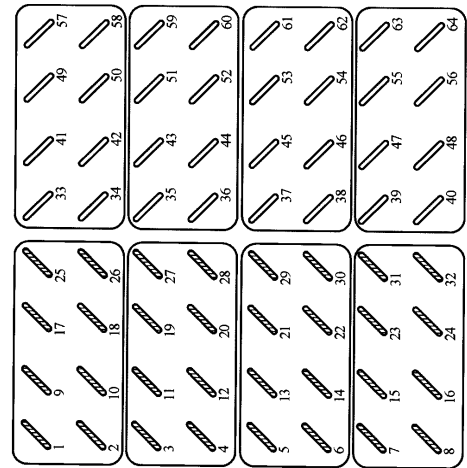


FIG. 20

【図 21】

図 21

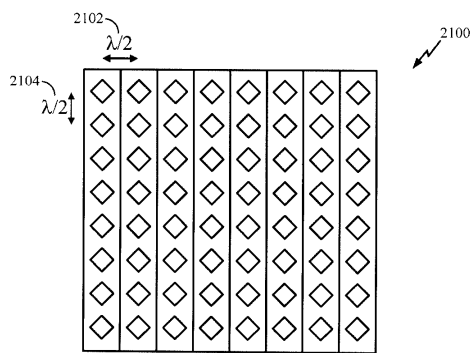


FIG. 21

【図 23】

図 23

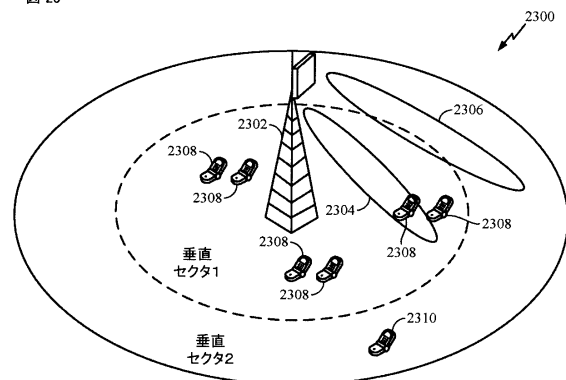


FIG. 23

【図 22】

図 22

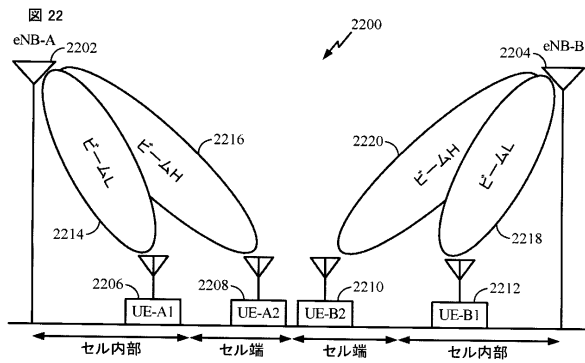


FIG. 22

【図 24】

図 24

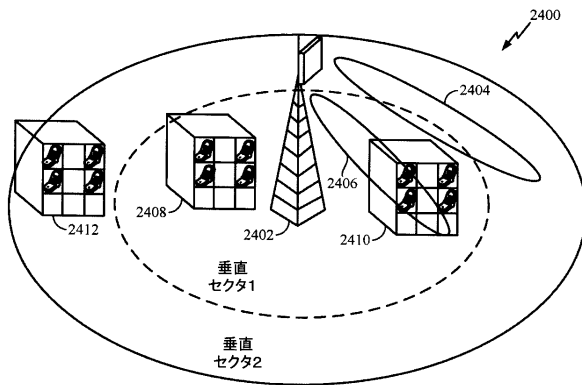


FIG. 24

【図 25】

図 25

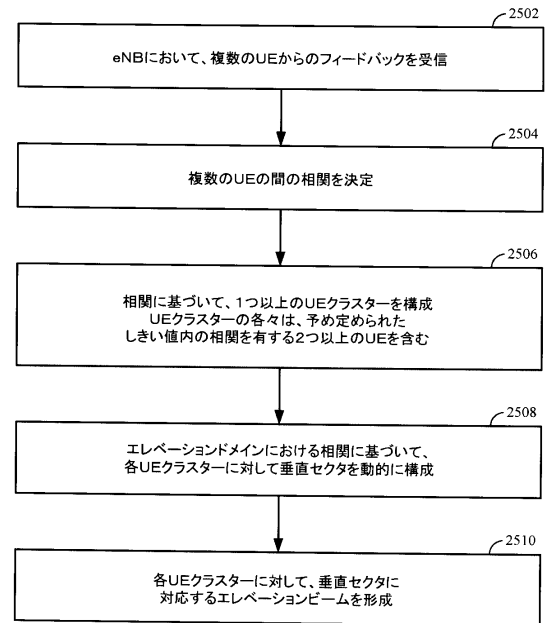


FIG. 25

【図 26】

図 26

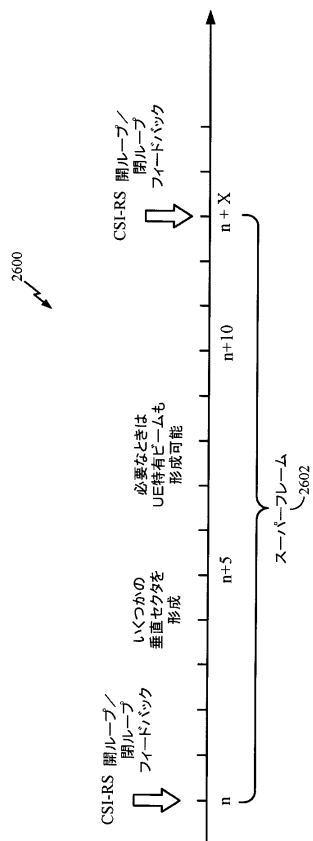


FIG. 26

【図 27】

図 27

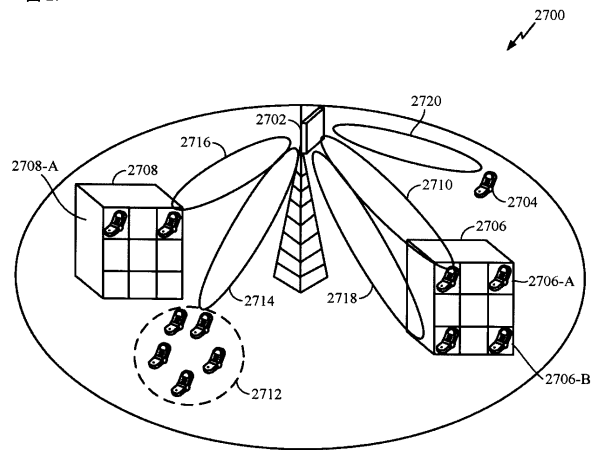


FIG. 27

【図 28】

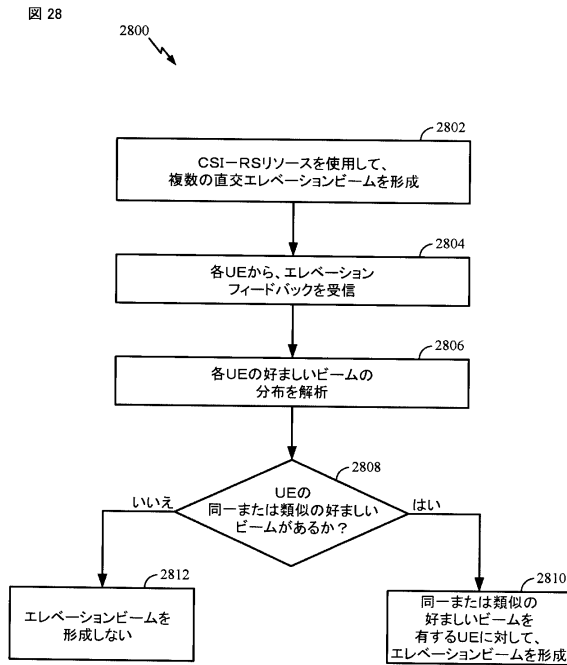


FIG. 28

【図 29】

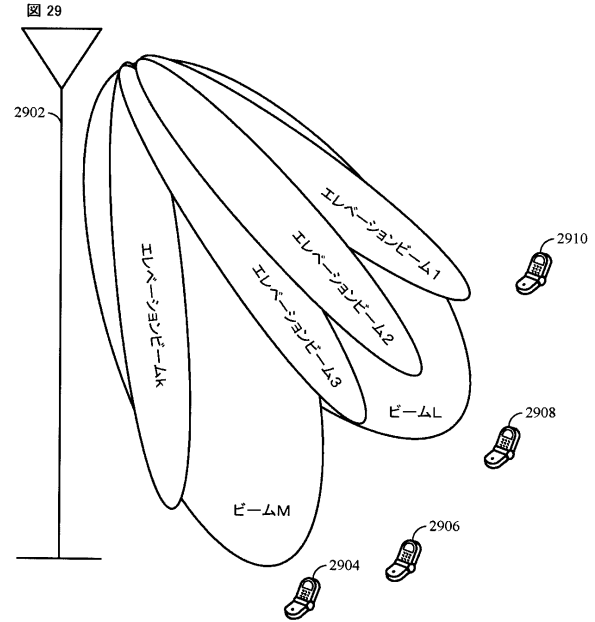


FIG. 29

【図 30】

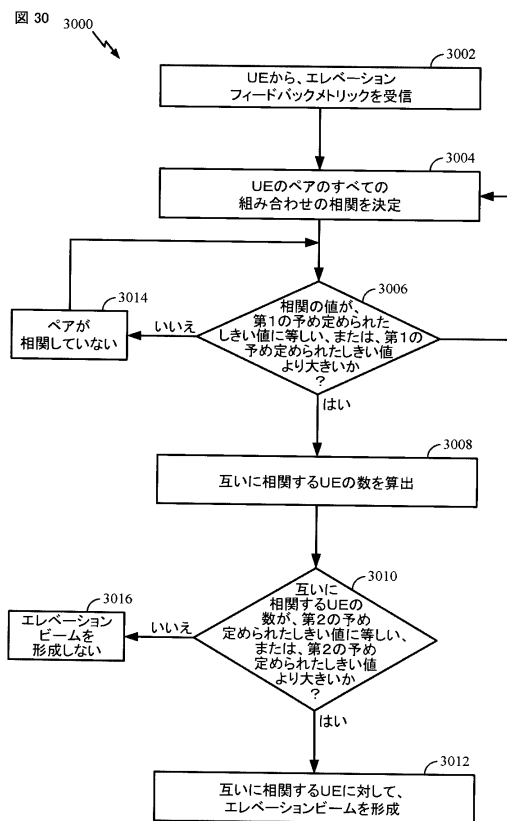


FIG. 30

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 4 B	17/24	(2015.01)	H 0 4 B 17/24
H 0 4 W	16/28	(2009.01)	H 0 4 W 16/28 1 3 0
H 0 4 W	24/10	(2009.01)	H 0 4 W 24/10

(72)発明者 ジャン、ユ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 チャオ、ウェイ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 チェン・ペン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 ワン、ネン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 ホウ、ジレイ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

審査官 吉江 一明

(56)参考文献 米国特許出願公開第2 0 1 3 / 0 0 5 8 4 2 4 (U S , A 1)
国際公開第2 0 1 3 / 0 2 4 8 5 2 (W O , A 1)
特開2 0 1 1 - 0 0 4 2 1 2 (J P , A)
特開2 0 0 4 - 0 8 0 3 5 3 (J P , A)
特表2 0 1 0 - 5 1 8 7 7 8 (J P , A)
国際公開第2 0 1 3 / 0 2 4 3 5 0 (W O , A 2)
特開2 0 1 0 - 2 3 3 2 1 5 (J P , A)

(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 3
H 0 4 B	7 / 0 4 1 7
H 0 4 B	1 7 / 2 4
H 0 4 B	1 7 / 3 0 9
H 0 4 L	2 7 / 2 6
H 0 4 W	1 6 / 2 8
H 0 4 W	2 4 / 1 0