

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6345679号
(P6345679)

(45) 発行日 平成30年6月20日 (2018. 6. 20)

(24) 登録日 平成30年6月1日 (2018. 6. 1)

(51) Int. Cl.

F I

H04L 27/26 (2006.01)

H04B 7/0413 (2017.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04L 27/26 113

H04L 27/26 310

H04L 27/26 320

H04B 7/0413 200

H04B 7/06 820

請求項の数 34 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2015-536877 (P2015-536877)
 (86) (22) 出願日 平成25年10月10日 (2013. 10. 10)
 (65) 公表番号 特表2015-537434 (P2015-537434A)
 (43) 公表日 平成27年12月24日 (2015. 12. 24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/064217
 (87) 国際公開番号 W02014/062460
 (87) 国際公開日 平成26年4月24日 (2014. 4. 24)
 審査請求日 平成28年9月14日 (2016. 9. 14)
 (31) 優先権主張番号 13/653, 274
 (32) 優先日 平成24年10月16日 (2012. 10. 16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 507364838
 クアルコム, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 921
 21 サン ディエゴ モアハウス ドラ
 イヴ 5775
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100163522
 弁理士 黒田 晋平
 (72) 発明者 ジュビン・ホセ
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・921
 21・サン・ディエゴ・モアハウス・ドラ
 イヴ・5775

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ユーザ機器の選択のための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

サービング基地局のワイヤレス通信の方法であって、

チャネルフィードバックを複数のユーザ機器(UE)から受信するステップであって、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局と少なくとも1つの干渉基地局とによって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、ステップと、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択するステップと、

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするステップと、

第1の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックの前記セット内のリソース要素の第1のサブセットに適用し、かつ第2の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックの前記セット内のリソース要素の第2のサブセットに適用することにより、前記1つまたは複数の所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて、リソースブロックの前記セットを前記少なくとも1つのUEに送信するステップと

を含む、方法。

【請求項 2】

前記1つまたは複数の所定の位相回転が、サブフレームのセットにわたって変化する、請求項1に記載の方法。

10

20

【請求項 3】

前記UEの各々からの前記チャネルフィードバックを閾値と比較するステップであって、前記少なくとも1つのUEの各々は、前記閾値よりも大きな前記チャネルフィードバックに基づいて選択される、ステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

異なる位相回転を送信アンテナからのリソースブロックの前記セットの各同時送信に適用するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

パイロット信号を前記UEに送信するステップであって、前記チャネルフィードバックが前記送信されたパイロット信号にさらに基づく、ステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

10

【請求項 6】

サービング基地局のワイヤレス通信の方法であって、

チャネルフィードバックを複数のユーザ機器(UE)から受信するステップであって、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局によって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、ステップと、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択するステップと、

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするステップと、

20

前記1つまたは複数の所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて、リソースブロックの前記セットを前記少なくとも1つのUEに送信するステップであって、前記サービング基地局によって使用される所定のマッピングが、前記チャネルフィードバックに基づいて前記少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックの前記セットにマッピングするために使用され、前記所定のマッピングが、サブフレームのセットにわたって変化し、前記少なくとも1つのデータストリームが n 個のリソースブロックに対応し、かつ前記所定のマッピングに基づいて m 個のリソースブロックにマッピングされ、 m が n より大きく、リソースブロックの前記セットが前記 m 個のリソースブロックを含む、ステップとを含む、方法。

30

【請求項 7】

m が $2n$ に等しい、請求項6に記載の方法。

【請求項 8】

前記マッピングされたリソースブロックのセットが、同じシンボル上に n 個のリソースブロックの第1のセットと n 個のリソースブロックの第2のセットとを含み、リソースブロックの前記第2のセットがリソースブロックの前記第1のセットと異なる疑似ランダム位相回転を有する、請求項7に記載の方法。

【請求項 9】

所定のホッピング方式に基づいて前記 m 個のリソースブロックを選択するステップをさらに含む、請求項6に記載の方法。

40

【請求項 10】

サービング基地局のワイヤレス通信の方法であって、

チャネルフィードバックを複数のユーザ機器(UE)から受信するステップであって、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局によって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、ステップと、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択するステップと、

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするステップと、

50

所定のマッピングに基づいて送信アンテナのセットを選択するステップと、

前記1つまたは複数の所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて前記少なくとも1つのUEにリソースブロックの前記セットを送信するステップであって、リソースブロックの前記セットは、第1の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第1の送信アンテナから送信され、かつ第2の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第2の送信アンテナから送信される、ステップとを含む、方法。

【請求項 1 1】

前記チャネルフィードバックが、前記送信アンテナを選択するために前記サービング基地局によって使用される前記所定のマッピングにさらに基づく、請求項10に記載の方法。

【請求項 1 2】

ワイヤレス通信のためのサービング基地局であって、

チャネルフィードバックを、複数のユーザ機器(UE)から受信するための手段であって、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局と少なくとも1つの干渉基地局とによって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、手段と、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択するための手段と、

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするための手段と、

第1の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックの前記セット内のリソース要素の第1のサブセットに適用し、かつ第2の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックの前記セット内のリソース要素の第2のサブセットに適用することにより、前記1つまたは複数の所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて、リソースブロックの前記セットを前記少なくとも1つのUEに送信するための手段とを含む、サービング基地局。

【請求項 1 3】

前記1つまたは複数の所定の位相回転が、サブフレームのセットにわたって変化する、請求項12に記載のサービング基地局。

【請求項 1 4】

前記UEの各々からの前記チャネルフィードバックを閾値と比較するための手段であって、前記少なくとも1つのUEの各々は、前記閾値よりも大きな前記チャネルフィードバックに基づいて選択される、手段をさらに含む、請求項12に記載のサービング基地局。

【請求項 1 5】

異なる位相回転を送信アンテナからのリソースブロックの前記セットの各同時送信に適用するための手段をさらに含む、請求項12に記載のサービング基地局。

【請求項 1 6】

パイロット信号を前記UEに送信するための手段であって、前記チャネルフィードバックが前記送信されたパイロット信号にさらに基づく、手段をさらに含む、請求項12に記載のサービング基地局。

【請求項 1 7】

ワイヤレス通信のためのサービング基地局であって、

チャネルフィードバックを複数のユーザ機器(UE)から受信するための手段であって、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局によって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、手段と、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択するための手段と、

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするための手段と、

10

20

30

40

50

前記1つまたは複数の所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて、リソースブロックの前記セットを前記少なくとも1つのUEに送信するための手段であって、前記サービング基地局によって使用される所定のマッピングが、前記チャネルフィードバックに基づいて前記少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックの前記セットにマッピングするために使用され、前記所定のマッピングが、サブフレームのセットにわたって変化し、前記少なくとも1つのデータストリームが n 個のリソースブロックに対応し、かつ前記所定のマッピングに基づいて m 個のリソースブロックにマッピングされ、 m が n より大きく、リソースブロックの前記セットが前記 m 個のリソースブロックを含む、手段とを備える、サービング基地局。

【請求項 18】

m が $2n$ に等しい、請求項17に記載のサービング基地局。

【請求項 19】

前記マッピングされたリソースブロックのセットが、同じシンボル上に n 個のリソースブロックの第1のセットと n 個のリソースブロックの第2のセットとを含み、リソースブロックの前記第2のセットがリソースブロックの前記第1のセットと異なる疑似ランダム位相回転を有する、請求項18に記載のサービング基地局。

【請求項 20】

所定のホッピング方式に基づいて前記 m 個のリソースブロックを選択するための手段をさらに含む、請求項17に記載のサービング基地局。

【請求項 21】

ワイヤレス通信のためのサービング基地局であって、

チャネルフィードバックを複数のユーザ機器(UE)から受信するための手段であって、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局によって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、手段と、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択するための手段と、

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするための手段と、

所定のマッピングに基づいて送信アンテナのセットを選択するための手段と、

前記1つまたは複数の所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて前記少なくとも1つのUEにリソースブロックの前記セットを送信するための手段であって、リソースブロックの前記セットは、第1の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第1の送信アンテナから送信され、第2の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第2の送信アンテナから送信される、手段とを備える、サービング基地局。

【請求項 22】

前記チャネルフィードバックが、前記送信アンテナを選択するために前記サービング基地局によって使用される前記所定のマッピングにさらに基づく、請求項21に記載のサービング基地局。

【請求項 23】

ワイヤレス通信のためのサービング基地局であって、

メモリと、

前記メモリに結合される少なくとも1つのプロセッサであって、

チャネルフィードバックを複数のユーザ機器(UE)から受信することと、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局と少なくとも1つの干渉基地局とによって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、受信することと、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択することと、

10

20

30

40

50

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングすることと、

第1の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックの前記セット内のリソース要素の第1のサブセットに適用し、かつ第2の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックの前記セット内のリソース要素の第2のサブセットに適用することにより、前記1つまたは複数の所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて、リソースブロックの前記セットを前記少なくとも1つのUEに送信することと

を行うように構成されるプロセッサと
を備える、サービング基地局。

【請求項 2 4】

前記1つまたは複数の所定の位相回転が、サブフレームのセットにわたって変化する、請求項23に記載のサービング基地局。

【請求項 2 5】

前記少なくとも1つのプロセッサが、前記UEの各々からの前記チャネルフィードバックを閾値と比較することであって、前記少なくとも1つのUEの各々は、前記閾値よりも大きな前記チャネルフィードバックに基づいて選択される、比較することを行うようにさらに構成される、請求項23に記載のサービング基地局。

【請求項 2 6】

前記少なくとも1つのプロセッサが、異なる位相回転を送信アンテナからのリソースブロックの前記セットの各同時送信に適用するようにさらに構成される、請求項23に記載のサービング基地局。

【請求項 2 7】

前記少なくとも1つのプロセッサが、パイロット信号を前記UEに送信することであって、前記チャネルフィードバックが前記送信されたパイロット信号にさらに基づく、送信することを行うようにさらに構成される、請求項23に記載のサービング基地局。

【請求項 2 8】

ワイヤレス通信のためのサービング基地局であって、
メモリと、

前記メモリに結合される少なくとも1つのプロセッサであって、

チャネルフィードバックを、複数のユーザ機器(UE)から受信することであって、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局によって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、受信することと、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択することと、

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングすることと、

前記1つまたは複数の所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて、リソースブロックの前記セットを前記少なくとも1つのUEに送信することであって、前記サービング基地局によって使用される所定のマッピングが、前記チャネルフィードバックに基づいて前記少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックの前記セットにマッピングするために使用され、前記所定のマッピングが、サブフレームのセットにわたって変化し、前記少なくとも1つのデータストリームが n 個のリソースブロックに対応し、かつ前記所定のマッピングに基づいて m 個のリソースブロックにマッピングされ、 m が n より大きく、リソースブロックの前記セットが前記 m 個のリソースブロックを含む、送信することと

を行うように構成されるプロセッサと
を備える、サービング基地局。

【請求項 2 9】

m が $2n$ に等しい、請求項28に記載のサービング基地局。

10

20

30

40

50

【請求項 3 0】

前記マッピングされたリソースブロックのセットが、同じシンボル上にn個のリソースブロックの第1のセットとn個のリソースブロックの第2のセットとを含み、リソースブロックの前記第2のセットがリソースブロックの前記第1のセットと異なる疑似ランダム位相回転を有する、請求項29に記載のサービング基地局。

【請求項 3 1】

前記少なくとも1つのプロセッサが、所定のホッピング方式に基づいて前記m個のリソースブロックを選択するようにさらに構成される、請求項28に記載のサービング基地局。

【請求項 3 2】

ワイヤレス通信のためのサービング基地局であって、
メモリと、

10

前記メモリに結合される少なくとも1つのプロセッサであって、

チャネルフィードバックを、複数のユーザ機器(UE)から受信することであって、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局によって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、受信することと、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択することと、

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングすることと、

20

所定のマッピングに基づいて送信アンテナのセットを選択することと、

前記1つまたは複数の所定の位相回転を用いて前記少なくとも1つのUEにリソースブロックの前記セットを送信することであって、リソースブロックの前記セットは、リソースブロックの前記セットが、第1の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第1の送信アンテナから送信され、かつ第2の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第2の送信アンテナから送信される、送信することと

を行うように構成されるプロセッサと
を備える、サービング基地局。

【請求項 3 3】

前記チャネルフィードバックが、前記送信アンテナを選択するために前記サービング基地局によって使用される前記所定のマッピングにさらに基づく、請求項32に記載のサービング基地局。

30

【請求項 3 4】

サービング基地局に関連する非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、ワイヤレス通信のためのコンピュータ実行可能コードを記憶し、前記コードは、

チャネルフィードバックを複数のユーザ機器(UE)から受信することであって、前記チャネルフィードバックは、前記サービング基地局と少なくとも1つの干渉基地局とによって使用される1つまたは複数の所定の位相回転に基づき、前記1つまたは複数の所定の位相回転は、前記複数のユーザ機器にあらかじめ知られている、受信することと、

前記受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために前記UEのうちの少なくとも1つのUEを選択することと、

40

少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングすることと、

第1の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックの前記セット内のリソース要素の第1のサブセットに適用し、かつ第2の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックの前記セット内のリソース要素の第2のサブセットに適用することにより、前記1つまたは複数の所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて、リソースブロックの前記セットを前記少なくとも1つのUEに送信することと

のためのものである、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に、通信システムに関し、より詳細には、直交周波数分割多元接続(OFDMA)システムにおける同期してコード化されたサブキャリアに関する。

【背景技術】

【0002】

電話、ビデオ、データ、メッセージング、および放送などの様々な遠隔通信サービスを提供するために、ワイヤレス通信システムが広範囲に配備されている。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(たとえば、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可能な多元接続技術を使用し得る。そのような多元接続技術の例には、符号分割多元接続(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、OFDMAシステム、シングルキャリア周波数分割多元接続(SC-FDMA)システム、および時分割同期符号分割多元接続(TD-SCDMA)システムがある。

【0003】

これらの多元接続技術は、異なるワイヤレスデバイスが地方、国家、領域、および地球規模で通信することを可能にする共通プロトコルを提供するために、様々な電気通信規格において採用されてきた。新興の電気通信規格の一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通信システム(UMTS)モバイル規格に対する拡張のセットである。LTEは、スペクトル効率を改善し、コストを下げ、サービスを改善し、新しいスペクトルを使用し、ダウンリンク(DL)でOFDMAを、アップリンク(UL)でSC-FDMAを、そして多入力多出力(MIMO)アンテナ技術を使用して他のオープンスタンダードとより良く融合することによってモバイルブロードバンドインターネットアクセスをより良くサポートするように設計されている。しかしながら、モバイルブロードバンドアクセスに対する要求が引き続き増大しているので、LTE技術におけるさらなる改善の必要性が存在する。好ましくは、これらの改善は、これらの技術を使用する他の多元接続技術および電気通信規格に適用可能であるべきである。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本開示の一態様では、方法、コンピュータプログラム製品、および装置が提供される。装置は、サービング基地局であってよい。サービング基地局は、複数のユーザ機器(UE)からチャネルフィードバックを受信する。チャネルフィードバックは、サービング基地局によって使用される所定の位相回転に基づく。サービング基地局は、受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のためにUEのうちの少なくとも1つのUEを選択する。サービング基地局は、少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングする。サービング基地局は、所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて、リソースブロックのセットを少なくとも1つのUEに送信する。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】ネットワークアーキテクチャの一例を示す図である。

【図2】アクセスネットワークの一例を示す図である。

【図3】LTEにおけるDLフレーム構造の一例を示す図である。

【図4】LTEにおけるULフレーム構造の一例を示す図である。

【図5】ユーザプレーンおよび制御プレーンの無線プロトコルアーキテクチャの一例を示す図である。

【図6】アクセスネットワーク内の発展型ノードBおよびユーザ機器の一例を示す図である。

【図7】例示的な方法を示す第1の図である。

【図 8】例示的な方法を示す第2の図である。

【図 9】例示的な方法を示す第3の図である。

【図 10】例示的な方法を示すブロック図である。

【図 11 A】第1の例示的な方法を示す図である。

【図 11 B】第2の例示的な方法を示す図である。

【図 12】サービング基地局のワイヤレス通信の方法のフローチャートである。

【図 13】UEのワイヤレス通信の方法のフローチャートである。

【図 14】例示的な基地局装置内の異なるモジュール/手段/構成要素の間のデータフローを示す概念的データフロー図である。

【図 15】処理システムを使用する基地局装置のためのハードウェア実装の一例を示す図である。

10

【図 16】例示的なUE装置内の異なるモジュール/手段/構成要素の間のデータフローを示す概念的データフロー図である。

【図 17】処理システムを使用するUE装置のためのハードウェア実装の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

添付の図面に関する下記の詳細な説明は、様々な構成の説明として意図されており、本明細書で説明される概念が実行され得る唯一の構成を表すように意図されているわけではない。詳細な説明は、様々な概念の完全な理解をもたらす目的で、具体的な詳細を含んで

20

【0007】

次に、様々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について提示する。これらの装置および方法は、以下の発明を実施するための形態で説明され、様々なブロック、モジュール、構成要素、回路、ステップ、プロセス、アルゴリズムなど(集合的に「要素」と呼ばれる)によって添付の図面に示される。これらの要素は、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、またはそれらの任意の組合せを使用して実装することができる。そのような要素をハードウェアとして実装するか、ソフトウェアとして

30

【0008】

例として、要素または要素の任意の部分または要素の任意の組合せを、1つまたは複数のプロセッサを含む「処理システム」で実装することができる。プロセッサの例として、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プログラマブル論理デバイス(PLD)、ステートマシン、ゲート論理、個別ハードウェア回路、および本開示全体にわたって説明される様々な機能を実行するように構成された他の適切なハードウェアがある。処理システム内の1つまたは複数のプロセッサは、ソフトウェアを実行することができる。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と呼ばれるか、他の名称で呼ばれるかを問わず、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、実行可能ファイル、実行スレッド、手順、機能などを意味するよう広く解釈されるべきである。

40

【0009】

したがって、1つまたは複数の例示的な実施形態では、記載された機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組合せで実装され得る。ソフトウェアで実装される場合、機能は、1つまたは複数の命令またはコードとしてコンピュータ可読媒体上に記憶されるか、あるいは符号化され得る。コンピュータ可読媒体は、コ

50

ンピュータ記憶媒体を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスされ得る任意の利用可能な媒体であり得る。限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROMもしくは他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージもしくは他の磁気ストレージデバイス、または、命令もしくはデータ構造の形態の所望のプログラムコードを搬送もしくは記憶するために使用でき、コンピュータによってアクセスできる、任意の他の媒体を含み得る。本明細書で使用する場合、ディスク(disk)およびディスク(disc)は、コンパクトディスク(CD)、レーザーディスク(登録商標)、光ディスク、デジタル多用途ディスク(DVD)、およびフロッピー(登録商標)ディスクを含み、ディスク(disk)は、通常、磁氣的にデータを再生し、ディスク(disc)は、レーザーで光学的にデータを再生する。上記の組合せもコンピュータ可読媒体の範囲内に含めるべきである。

10

【0010】

図1は、LTEネットワークアーキテクチャ100を示す図である。LTEネットワークアーキテクチャ100は、発展型パケットシステム(EPS)100と呼ばれることがある。EPS100は、1つまたは複数のユーザ機器(UE)102、発展型UMTS地上波無線アクセスネットワーク(E-UTRAN)104、発展型パケットコア(EPC)110、ホーム加入者サーバ(HSS)120、および事業者のIPサービス122を含み得る。EPSは、他のアクセスネットワークと相互接続し得るが、簡単のために、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。図示のように、EPSはパケット交換サービスを提供するが、本開示を通して提示する様々な概念が、回線交換サービスを提供するネットワークに拡張され得ることは、当業者には容易に了解されよう。

20

【0011】

E-UTRANは、発展型ノードB(eNB)106および他のeNB108を含む。eNB106は、ユーザおよび制御プレーンに、UE102に向けたプロトコル終端を提供する。eNB106は、バックホール(たとえば、X2インターフェース)を介して他のeNB108に接続され得る。eNB106はまた、基地局、トランシーバ基地局、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)、または何らかの他の適切な用語で呼ばれることがある。eNB106は、UE102に対するEPC110にアクセスポイントを提供する。UE102の例には、携帯電話、スマートフォン、セッション開始プロトコル(SIP)電話、ラップトップ、携帯情報端末(PDA)、衛星ラジオ、全地球測位システム、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ーヤ(たとえば、MP3プレーヤ)、カメラ、ゲーム機、タブレット、または任意の他の類似の機能デバイスなどがある。UE102はまた、当業者によって、移動局、加入者局、モバイルユニット、加入者ユニット、ワイヤレスユニット、リモートユニット、モバイルデバイス、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、モバイル加入者局、アクセス端末、モバイル端末、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、モバイルクライアント、クライアント、またはいくつかの他の適切な用語で呼ばれることもある。

30

【0012】

eNB106は、S1インターフェースによってEPC110に接続される。EPC110は、モビリティ管理エンティティ(MME)112、他のMME114、サービングゲートウェイ116、およびパケットデータネットワーク(PDN)ゲートウェイ118を含む。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。概して、MME112は、ベアラおよび接続管理を提供する。すべてのユーザIPパケットは、サービングゲートウェイ116を通して転送され、サービングゲートウェイ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、IPアドレス割当てならびに他の機能をUEに提供する。PDNゲートウェイ118は、事業者のIPサービス122に接続される。事業者のIPサービス122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PSストリーミングサービス(PSS)を含み得る。

40

【0013】

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の一例を示す図である。この例では、アクセスネットワーク200は、いくつかのセルラー領域(セル)2

50

02に分割される。1つまたは複数のより低い電力クラスのeNB208が、セル202のうちの1つまたは複数と重なるセルラ領域210を有し得る。より低い電力クラスのeNB208は、フェムトセル(たとえば、ホームeNB(HeNB))、ピコセル、マイクロセル、または遠隔無線ヘッド(RRH)であってよい。マクロeNB204は、それぞれのセル202にそれぞれ割り当てられ、セル202内のすべてのUE206に対するEPC110にアクセスポイントを提供するように構成される。アクセスネットワーク200のこの例では集中型コントローラは存在しないが、集中型コントローラは、代替構成において使用され得る。eNB204は、無線ベアラ制御、承認制御、モビリティ制御、スケジューリング、セキュリティ、およびサービングゲートウェイ116への接続性を含むすべての無線関係機能に対する役割を担う。

【0014】

アクセスネットワーク200によって用いられる変調方式および多元接続方式は、導入されている特定の電気通信規格に応じて異なり得る。LTEアプリケーションにおいて、周波数分割複信(FDD)と時分割複信(TDD)の両方をサポートするために、OFDMがDL上で使用され、SC-FDMAがUL上で使用される。当業者が以下の詳細な説明から容易に了解するように、本明細書で提示する様々な概念は、LTEアプリケーションに対して十分に好適である。しかしながら、これらの概念は、他の変調技法および多元接続技法を使用する他の電気通信規格に容易に拡張され得る。例として、これらの概念は、Evolution-Data Optimized(EV-DO)またはUltra Mobile Broadband(UMB)に拡張され得る。EV-DOおよびUMBは、CDMA2000規格ファミリーの一部として第3世代パートナーシッププロジェクト2(3GPP2)によって公表されたエアインターフェース規格であり、CDMAを用いて移動局にブロードバンドインターネットアクセスを提供する。これらの概念はまた、広帯域CDMA(W-CDMA)およびTD-SCDMAなどのCDMAの他の変形形態を用いるUniversal Terrestrial Radio Access(UTRA)、TDMAを用いるGlobal System for Mobile Communications(GSM(登録商標))、ならびにOFDMを用いるEvolved UTRA(E-UTRA)、IEEE802.11(Wi-Fi)、IEEE802.16(WiMAX)、IEEE802.20、およびFlash-OFDMに拡張され得る。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、およびGSMは、3GPP団体による文書に記述されている。CDMA2000およびUMBは、3GPP2団体による文書に記述されている。実際の利用されるワイヤレス通信規格、多元接続技術は、具体的な用途およびシステム全体に課される設計制約に依存する。

【0015】

eNB204は、MIMO技術をサポートする複数のアンテナを有し得る。MIMO技術の使用により、eNB204は空間領域を活用して、空間多重化、ビームフォーミング、および送信ダイバーシティをサポートすることができる。空間多重化は、同じ周波数で同時に様々なデータストリームを送信するために使用され得る。データストリームは、データレートを上げるために単一のUE206に送信されてよく、または全体的なシステム容量を拡大するために複数のUE206に送信されてもよい。これは、(すなわち、振幅および位相のスケールリングを適用して)各データストリームを空間的にプリコーディングし、次いで空間的にプリコードされた各ストリームをDLで複数の送信アンテナを介して送信することによって達成される。空間的にプリコーディングされたデータストリームは、様々な空間シグネチャを伴いUE206に到着し、これによりUE206の各々は、当該UE206に向けられた1つまたは複数のデータストリームを回復することができる。UL上では、各UE206は、空間的にプリコードされたデータストリームを送信し、これによりeNB204は空間的にプリコードされた各データストリームのソースを識別することができる。

【0016】

空間多重化は、一般に、チャネル状態が良好なときに使用される。チャネル状態がそれほど好ましくないときは、ビームフォーミングを使用して送信エネルギーを1つまたは複数の方向に集中させ得る。これは、複数のアンテナを介して送信するデータを空間的にプリコードすることによって達成できる。セルの端において良好なカバレッジを達成するために、シングルストリームビームフォーミング送信を送信ダイバーシティと組み合わせて使用できる。

【0017】

以下の詳細な説明では、アクセスネットワークの様々な態様が、DL上でOFDMをサポートするMIMOシステムを参照して説明される。OFDMは、OFDMシンボル内のいくつかのサブキャリアを介してデータを変調するスペクトラム拡散技法である。サブキャリアは、正確な周波数で離間される。離間は、受信機がサブキャリアからのデータを回復することを可能にする「直交性」をもたらす。時間領域では、ガードインターバル(たとえば、サイクリックプレフィックス)が、OFDMシンボル間干渉(inter-OFDM-symbol interference)に対処するために、各OFDMシンボルに追加され得る。ULは、高いピーク対平均電力比(PAPR)を補償するために、DFT拡散OFDM信号の形態でSC-FDMAを使用することができる。

【0018】

図3は、LTEにおけるDLフレーム構造の一例を示す図300である。フレーム(10ms)は、10の等しいサイズのサブフレームに分割され得る。各サブフレームは、2つの連続するタイムスロットを含むことができる。リソースグリッドは、2つのタイムスロットを表すために使用され、各タイムスロットは、リソースブロックを含むことができる。リソースグリッドは、複数のリソース要素に分割される。LTEでは、リソースブロックは、周波数領域内に12の連続するサブキャリアを含み、各OFDMシンボル内の通常サイクリックプレフィックスに対して、時間領域内に7つの連続するOFDMシンボルを含み、したがって84のリソース要素を含む。拡張サイクリックプレフィックスに対して、リソースブロックは、時間領域内に6つの連続するOFDMシンボルを含み、72のリソース要素を有する。R302、304として示されるリソース要素のいくつかは、DL基準信号(DL-RS)を含む。DL-RSは、セル固有RS(CRS)(時々、共通RSとも呼ばれる)302およびUE固有RS(UE-RS)304を含む。UE-RS304は、対応する物理DL共有チャネル(PDSCH)がマッピングされるリソースブロック上にのみ送信される。各リソース要素によって搬送されるビットの数は、変調方式に依存する。したがって、UEが受信するリソースブロックが多いほど、また変調方式が高いほど、UEに対するデータレートは高くなる。

【0019】

図4は、LTEにおけるULフレーム構造の一例を示す図400である。ULのために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分割され得る。制御セクションは、システム帯域幅の2つの端部に形成されてよく、構成可能なサイズを有し得る。制御セクションのリソースブロックは、制御情報の送信のためにUEに割り当てられ得る。データセクションは、制御セクションに含まれないすべてのリソースブロックを含み得る。ULフレーム構造が、連続するサブキャリアを含むデータセクションをもたらし、これにより、単一のUEが、データセクションの中の連続するサブキャリアのすべてを割り当てられるようになり得る。

【0020】

UEは、eNBに制御情報を送信するために、制御セクションの中のリソースブロック410a、410bを割り当てられ得る。UEには、eNBにデータを送信するためにデータセクション中のリソースブロック420a、420bも割り当てられ得る。UEは、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の物理UL制御チャネル(PUCCH)中で制御情報を送信し得る。UEは、データセクションの中の割り当てられたリソースブロックで、物理UL共有チャネル(PUSCH)で、データのみ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わたってもよく、周波数にまたがってホッピングしてもよい。

【0021】

リソースブロックのセットは、最初のシステムアクセスを実行するために使用され、物理ランダムアクセスチャネル(PRACH)430内でUL同期を達成することができる。PRACH430は、ランダムシーケンスを搬送し、ULデータ/シグナリングを搬送できない。各ランダムアクセスプリアンブルは、6つ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ブルの送信は、一定の時間リソースおよび周波数リソースに限定される。PRACHに対して周波数ホッピングは存在しない。PRACH試行は、単一のサブフレーム(1ms)内またはいくつ

かの連続するサブフレームのシーケンス内で搬送され、UEは、フレーム(10ms)当たり1つだけのPRACH試行を行うことができる。

【 0 0 2 2 】

図5は、LTEにおけるユーザプレーンおよび制御プレーンの無線プロトコルアーキテクチャの一例を示す図500である。UEおよびeNBの無線プロトコルアーキテクチャは、3つの層、すなわち層1、層2、および層3で示される。層1(L1層)は最下層であり、様々な物理層の信号処理機能を実装する。L1層は、本明細書では物理層506と呼ばれる。層2(L2層)508は、物理層506の上にあり、物理層506を通じたUEとeNBとの間のリンクの役割を担う。

【 0 0 2 3 】

ユーザプレーンでは、L2層508は、メディアアクセス制御(MAC)副層510、無線リンク制御(RLC)副層512、およびパケットデータコンバージェンスプロトコル(PDCP)副層514を含み、これらはネットワーク側のeNBで終端する。図示されていないが、UEは、ネットワーク側のPDNゲートウェイ118で終端するネットワーク層(たとえばIP層)と、接続の他の端部(たとえば、遠端のUE、サーバなど)で終端するアプリケーション層とを含めて、L2層508より上にいくつかの上位層を有し得る。

【 0 0 2 4 】

PDCP副層514は、異なる無線ベアラと論理チャネルとの間の多重化を行う。PDCP副層514はまた、無線送信のオーバーヘッドを低減するための上位層データパケットのヘッダ圧縮、データパケットの暗号化によるセキュリティ、および、eNB間のUEのハンドオーバーのサポートを実現する。RLC副層512は、上位層データパケットのセグメント化および再構築、失われたデータパケットの再送信、ならびに、ハイブリッド自動再送要求(HARQ)による順序の狂った受信を補償するためのデータパケットの再順序付けを行う。MAC副層510は、論理チャネルとトランスポートチャネルとの間の多重化を行う。MAC副層510はまた、1つのセルの中の様々な無線リソース(たとえばリソースブロック)の複数のUEへの割当ての役割を担う。MAC副層510はまた、HARQ動作に対する役割を担う。

【 0 0 2 5 】

制御プレーンにおいて、UEおよびeNBの無線プロトコルアーキテクチャは、制御プレーンに対するヘッダ圧縮機能が存在しないことを除いて、物理層506およびL2層508と実質的に同じである。制御プレーンはまた、層3(L3層)内に無線リソース制御(RRC)副層516を含む。RRC副層516は、無線リソース(すなわち、無線ベアラ)を取得することと、eNBとUEとの間のRRCシグナリングを使用してより低い層を構成することとを行う役割を担う。

【 0 0 2 6 】

図6は、アクセスネットワーク内でUE650と通信しているeNB610のブロック図である。DLでは、コアネットワークから上位層パケットが、コントローラ/プロセッサ675に与えられる。コントローラ/プロセッサ675は、L2層の機能を実装する。DLでは、コントローラ/プロセッサ675は、ヘッダ圧縮、暗号化、パケットセグメンテーションおよび再順序付け、論理チャネルとトランスポートチャネルとの間の多重化、ならびに様々な優先度メトリックに基づくUE650への無線リソースの割当てを提供する。コントローラ/プロセッサ675はまた、HARQ動作、失われたパケットの再送信、およびUE650へのシグナリングを行う役割を担う。

【 0 0 2 7 】

送信(TX)プロセッサ616は、L1層(すなわち、物理層)に対して様々な信号処理機能を実装する。信号処理機能は、UE650において前方誤り訂正(FEC)を可能にするためのコーディングおよびインターリーピングするステップと、様々な変調方式(たとえば、2位相偏移変調(BPSK)、4位相偏移変調(QPSK)、M位相偏移変調(M-PSK)、M-直交振幅変調(M-QAM))に基づいて信号コンスタレーションにマッピングするステップとを含む。次いで、コード化され変調されたシンボルは、並列ストリームに分離される。次いで、各ストリームは、OFDMサブキャリアにマッピングされ、時間領域および/または周波数領域内で基準信号(たとえば、パイロット)と多重化され、次いで、時間領域OFDMシンボルストリームを搬送する物理チャネルを作成するために、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

10

20

30

40

50

る。OFDMストリームは、複数の空間ストリームを作成するために空間的にプリコードされる。チャンネル推定器674によるチャンネル推定が、コーディング方式および変調方式を決定するため、ならびに空間処理のために、使用され得る。チャンネル推定は、基準信号および/またはUE650によって送信されるチャンネル状態フィードバックから導出され得る。次いで、各空間ストリームは、それぞれの送信機618TXを介して異なるアンテナ620に供給される。各送信機618TXは、送信のためにそれぞれの空間ストリームでRFキャリアを変調する。

【0028】

UE650において、各受信機654RXは、そのそれぞれのアンテナ652を通じて信号を受信する。各受信機654RXは、RFキャリア上に変調された情報を回復し、受信(RX)プロセッサ656に情報を供給する。RXプロセッサ656は、L1層に対して様々な信号処理機能を実装する。RXプロセッサ656は、情報に対して空間処理を実行して、UE650に向けられたあらゆる空間ストリームを回復する。複数の空間ストリームがUE650に向けられている場合、それらは、RXプロセッサ656によって組み合わされて、単一のOFDMシンボルストリームになる。次いで、RXプロセッサ656は、OFDMシンボルストリームを、高速フーリエ変換(FFT)を使用して時間領域から周波数領域に変換する。周波数領域信号は、OFDM信号のサブキャリアごとに個別のOFDMシンボルストリームを含む。各サブキャリア上のシンボルおよび基準信号は回復され、最も可能性の高い、eNB610によって送信された信号コンスタレーションポイントを判断することによって復調される。これらの軟判定は、チャンネル推定器658によって計算されるチャンネル推定に基づき得る。次いで、軟判定は、復号され、デインターリーブされて、データを回復し、物理チャンネル上でeNB610によって最初に送信された信号を制御する。次に、データおよび制御信号は、コントローラ/プロセッサ659に供給される。

【0029】

コントローラ/プロセッサ659は、L2層を実装する。コントローラ/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に関連付けられ得る。メモリ660は、コンピュータ可読媒体と呼ばれる場合もある。ULにおいて、コントローラ/プロセッサ659は、トランスポートチャンネルと論理チャンネルとの間の逆多重化、パケットリアセンブリ、復号、ヘッダ復元、コアネットワークから上位層パケットを回復するための制御信号処理を提供する。次いで、上位層パケットは、L2層の上のすべてのプロトコル層を表すデータシンク662に供給される。様々な制御信号はまた、L3処理のためにデータシンク662に供給され得る。コントローラ/プロセッサ659はまた、HARQ動作をサポートするために、肯定応答(ACK)プロトコルおよび/または否定応答(NACK)プロトコルを使用して誤り検出を行う役割を担う。

【0030】

ULにおいて、データソース667は、コントローラ/プロセッサ659に上位層パケットを供給するために使用される。データソース667は、L2層の上のすべてのプロトコル層を表す。eNB610によるDL送信に関して説明する機能に類似して、コントローラ/プロセッサ659は、ヘッダ圧縮、暗号化、パケットセグメンテーションおよび再順序付け、ならびにeNB610による無線リソース割当てに基づく論理チャンネルとトランスポートチャンネルとの間の多重化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してL2層を実装する。コントローラ/プロセッサ659はまた、HARQ動作、失われたパケットの再送信、およびeNB610へのシグナリングを行う役割を担う。

【0031】

基準信号またはeNB610によって送信されたフィードバックからチャンネル推定器658によって導出されたチャンネル推定は、適切なコーディングおよび変調方式を選択するため、および空間処理を可能にするために、TXプロセッサ668によって使用され得る。TXプロセッサ668によって生成された空間ストリームは、個別の送信機654TXを介して異なるアンテナ652に供給される。各送信機654TXは、送信のためにそれぞれの空間ストリームでRFキャリアを変調する。

【0032】

UL送信は、UE650において受信機能に関して説明したのと同様の方式で、eNB610におい

10

20

30

40

50

て処理される。各受信機618RXは、そのそれぞれのアンテナ620を通じて信号を受信する。各受信機618RXは、RFキャリア上に変調された情報を回復し、RXプロセッサ670に情報を供給する。RXプロセッサ670は、L1層を実装し得る。

【 0 0 3 3 】

コントローラ/プロセッサ675は、L2層を実装する。コントローラ/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に関連付けられ得る。メモリ676は、コンピュータ可読媒体と呼ばれる場合もある。ULにおいて、コントローラ/プロセッサ675は、トランスポートチャネルと論理チャネルとの間の逆多重化、パケットリアセンブリ、復号、ヘッダ圧縮、UE650から上位層パケットを回復するための制御信号処理を提供する。コントローラ/プロセッサ675からの上位層パケットは、コアネットワークに供給され得る。コントローラ/プロセッサ675はまた、HARQ動作をサポートするために、ACKプロトコルおよび/またはNACKプロトコルを使用して誤り検出を行う役割を担う。

【 0 0 3 4 】

ダウンリンクセルラーシステムなどの伝統的な同期式OFDMAシステムでは、隣接するeNBからのネット干渉は、特にセルエッジUEにとって重大な障害である。干渉を低減するための技法は、一般に、(たとえば、1つまたは複数のeNBによる)いくつかの同時送信を防止して、ネット干渉の低減をもたらすことによって、UEにおける干渉を低減することを伴う。代替の技法は、たとえ同時送信が存在しても、選択されたUEにおいて受信されるネット干渉を低減することである。そのような技法は、隣接eNBからの干渉がUEのうちのいくつかにおいて「整合する」ように送信を制御することと、受信された信号対干渉電力および雑音比(signal to interference plus noise ratio)(SINR)を改善するように適切なUE結合動作を実行することとを伴う。一般に、そのような技法は、すべての送信受信ペア間の詳細なチャネル状態情報の通信を伴うことがあり、それゆえ高いオーバーヘッドを有することになる。現在、干渉を整合させることの著しい利点を依然として提供しながら、著しいチャネル状態通信オーバーヘッドを持たない方式(scheme)の必要性が存在する。

【 0 0 3 5 】

図7は、例示的な方法を示す第1の図700である。UE750は、データをリソースブロックにマッピングするためおよび/またはデータを送信するための送信アンテナまたは送信アンテナの数を選択するために、サービングeNB720および干渉eNB730、740によって使用される所定の線形マッピングを決定する(718)。UE750はまた、所定のマッピングを使用して、サービングeNB720および干渉eNB730、740によって後続のデータ送信に適用される1つまたは複数の所定の疑似ランダム位相回転を決定する(718)。サービングeNB720は、パイロット信号702をUE750、760、770に送信する。UE750、760、770は、パイロット信号702をサービングeNB720から受信し、同じく、干渉eNB730がUE780に送信するパイロット信号714を干渉eNB730から受信し、干渉eNB740がUE790に送信するパイロット信号716を干渉eNB740から受信する。受信されたパイロット信号702、714、716、サービングeNB720および干渉eNB730、740によって使用される決定されたマッピングおよび位相回転、ならびにフィルタ(たとえば、最小自乗平均誤差(MMSE)フィルタ、または最大比合成整合フィルタ(maximal ratio-combining matched filter))に基づいて、UE750はチャネルフィードバックを決定する。チャネルフィードバックは、チャネル品質インジケータ(CQI)、SINR、基準信号受信品質(RSRQ)、基準信号受信電力(RSRP)、受信信号強度インジケータ(RSSI)など、信号強度または信号品質とすることができる。UE750は、チャネルフィードバック710をサービングeNB720に送信する。さらに、UE760は、チャネルフィードバック712をサービングeNB720に送信し、UE770は、チャネルフィードバック708をサービングeNB720に送信する。受信されたチャネルフィードバック708、710、712に基づいて、サービングeNB720は、データ送信704のためにUEのうちの1つを選択する。受信されたチャネルフィードバック708、710、712に基づいて、サービングeNB720は、データ送信704のためにUE750を選択するものと仮定する。

【 0 0 3 6 】

第1の構成では、サービングeNB720は、少なくとも1つのデータストリームをマッピング

し、それは、通常、 n 個のリソースブロックを m 個のリソースブロックにマッピングし、ここで $m > n$ である。したがって、データが変調された後、付加的な冗長性が加えられる。この冗長性は、データがデータシンボルに変調される前にサービングeNB720が加える任意の冗長性に追加される。マッピングは、UE750によってあらかじめ知られている所定のマッピングに基づく。サービングeNB720は、UE750によってあらかじめ知られている所定の位相回転に基づいて、 m 個のリソースブロック内のデータを搬送するリソース要素において被変調シンボルの位相を回転する。続いて、サービングeNB720は、データ送信704の中で m 個のリソースブロックをUE750に送信する。

【0037】

たとえば、サービングeNB720は、少なくとも1つのデータストリームをマッピングしてもよく、それは、通常、2つのリソースブロックを4つのリソースブロックにマッピングする(それゆえ、データを複製する)。サービングeNB720は、第1の位相回転に対応するリソースブロックのうちの2つにおいて被変調シンボルの位相を回転し、第2の位相回転に対応する残りの2つのリソースブロックにおいて被変調シンボルの位相を回転することができる。第1および第2の位相回転は通常異なっており、第1および第2の位相回転のうちの1つはゼロであってよい。サービングeNB720は、次に、データ送信704の中で4つのリソースブロックをUE750に送信し得る。同じく、干渉eNB730はデータ送信734をUE780に、干渉eNB740はデータ送信744をUE790に、同じ m 個のリソースブロック上で(すなわち、同じOFDMシンボルおよびサブキャリアを同時に)送信し得る。干渉eNB730、740は、同じリソースブロック上の同じ所定のマッピングを使用してデータ送信734、744を送信する。干渉eNB730、740は、それら自体の所定の位相回転をデータ送信734、744に適用する。サービングeNB720、干渉eNB730、および干渉eNB740の各々の適用された位相回転は、通常、異なる。干渉eNBによって適用された所定の位相回転もまた、UE750によってあらかじめ知られている。

【0038】

第2の構成では、サービングeNB720は、少なくとも1つのデータストリームを n 個のリソースブロックにマッピングする。したがって、サービングeNB720は、被変調データシンボルをリソースブロックにマッピングするときに、任意の付加的な冗長性を被変調データに加えない。代わりに、UE750にあらかじめ知られている所定のマッピングに基づいて、サービングeNB720は、データ送信704をMIMOを使用して送信するための送信アンテナのセットまたは送信アンテナの数を選択する。選択された送信アンテナの各々において、サービングeNB720は、UE750にあらかじめ知られている所定の疑似ランダム位相回転に対応する n 個のリソースブロックにおいて被変調シンボルの各々の位相を回転する。干渉eNB730、740は、同じ所定のマッピングを使用して、同じ n 個のリソースブロック上のデータ送信734、744を(すなわち、同じOFDMシンボルおよびサブキャリアを同時に)送信する。たとえば、サービングeNB720は、4つのアンテナ A_1 、 A_2 、 A_3 および A_4 を有し、サービングeNB720は、UE750によってあらかじめ知られている所定のマッピングによって与えられるようにデータを複製するものと仮定する。サービングeNB720は、 n 個のリソースブロックにおいて第1の位相回転を被変調データシンボルに適用した後、 n 個のリソースブロックをアンテナ A_1 および A_2 を含む送信アンテナを介して送信し、 n 個のリソースブロックにおいて第2の位相回転を被変調データシンボルに適用した後、同じ n 個のリソースブロックをアンテナ A_3 および A_4 を含む送信アンテナを介して送信することができる。

【0039】

UE750は、データ送信704を、干渉eNB730からのデータ送信734および干渉eNB740からのデータ送信744とともに受信する。受信されたデータ送信704は、データの反復による電力利得を有する。UE750は、フィルタ、受信されたパイロット信号702、714、716、ならびにチャネルフィードバックを決定するために使用されるサービングeNBおよび干渉eNBの所定のマッピングおよび位相回転に基づいてデータを復号する。UE750は、各ストリームを個別に復号してもよく、または受信されたストリームのすべてを一緒に復号するために統合復号(joint decoding)を使用してもよい。統合復号を使用するとき、UE750は線形マップ情報を使用する。直接チャネル推定値と間接チャネル推定値の両方がUE750に対して利用

10

20

30

40

50

可能である場合、UE750は、チャネルフィードバックを計算してデータを復号するためにMSEフィルタを使用し得る。直接チャネル推定値だけがUE750に対して利用可能である場合、UE750は、チャネルフィードバックを計算してデータを復号するために最大比合成整合フィルタを使用し得る。

【0040】

図8は、例示的な方法を示す第2の図である。図8は、被変調シンボルの位相回転を具体的に示す。サービングeNB720がQPSKを使用してデータを変調するものと仮定する。図(800)は、可能なQPSK値を示す。図(850)に示すように、サービングeNB720が位相回転をQPSK値11に適用する場合、サービングeNB720は、被変調シンボルの位相を だけ回転することができる。値 は、UE750によってあらかじめ知られている所定の位相回転である。したがって、第1の構成(非MIMO)では、サービングeNB720は、第1の位相回転 θ_1 をm個のリソースブロックの第1のサブセット内の被変調データシンボルに適用し、第2の位相回転 θ_2 をm個のリソースブロックの第2のサブセット内の被変調データシンボルに適用することができる。より一般的には、サービングeNB720は、第1の位相回転 θ_1 をm個のリソースブロック内のリソース要素の第1のサブセット内の被変調データシンボルに適用し、第2の位相回転 θ_2 をm個のリソースブロック内のリソース要素の(第1のサブセットとは異なる)第2のサブセット内の被変調データシンボルに適用することができる。したがって、任意の特定のリソースブロックにおいて、リソース要素の第1のサブセットおよびリソース要素の第2のサブセットはともに、同じリソースブロック内にリソース要素を含み得るので、位相回転 θ_1 と θ_2 の両方が適用され得る。

【0041】

各eNBは、位相回転を適用するときに異なる疑似ランダムシーケンスまたはシードを使用し得る。したがって、各eNBに対して適用される位相回転は、異なる値に移り変わる(hop around)ことがある。適用される位相回転は、eNBの識別子、使用されるリソースブロックのサブキャリア、またはマッピングまたは位相回転が適合するサブフレームおよび/もしくはシステムフレームの数に依存することがある。適用される位相回転が、マッピングおよび位相回転が適合するサブフレームおよび/またはシステムフレームの数に依存するとき、適用される位相回転は時変(time-varying)であると呼ばれることがある。

【0042】

図9は、例示的な方法を示す第3の図900である。図9に示すように、eNB902、904、906の各々は、方向ベクトル v を被変調データシンボル x に適用し、同じ被変調データシンボル x が2つのリソース要素上にマッピングされる。サービングeNB902は、方向ベクトル v_1 を被変調データシンボル x_1 に適用してもよく、被変調データシンボルが $v_{1,1}$ だけ、および複製された被変調データシンボルが $v_{1,2}$ だけ、ともに位相回転される結果となる。適用された位相回転における差異は、方向矢印910で示すとおりである。干渉eNB904は、方向ベクトル v_2 を被変調データシンボル x_2 に適用してもよく、被変調データシンボルが $v_{2,1}$ だけ、および複製された被変調データシンボルが $v_{2,2}$ だけ、ともに位相回転される結果となる。適用された位相回転における差異は、方向矢印920で示すとおりである。干渉eNB906は、方向ベクトル v_3 を被変調データシンボル x_3 に適用してもよく、被変調データシンボルが $v_{3,1}$ だけ、および複製された被変調データシンボルが $v_{3,2}$ だけ、ともに位相回転される結果となる。適用された位相回転における差異は、方向矢印930で示すとおりである。UE908、910、912は、それぞれ、データ送信942、944、946をeNB902、904、906から受信する。データ送信944、946は、それぞれ、eNB904、906によって、eNB904、906によってサービスされているUEに送信されるが、UE908、910、912による干渉として受信される。受信されたデータ送信の各々の矢印の方向は、(1)適用された位相回転における差異と、(2)eNBとUEとの間のチャネルによる付加的な位相回転との和を表している。

【0043】

UEのうちのいくつかは、干渉eNB904、906から整合された位相またはほぼ整合された位相で、かつサービングeNB902から受信されるデータ送信942からの不整合な位相で、データ送信944、946を受信する。たとえば、UE908は、ほぼ位相整合した状態でデータ送信944

およびデータ送信946を受信し、データ送信944、946の位相は、データ送信942の位相と整合していない。eNB904、906からの干渉の適時的(opportunistic)整合、データ送信942の位相との干渉不整合、および受信された信号の電力利得によって、eNB902がデータ送信942のためにUE908を選択する場合、UE908は、フィルタ(MMSEフィルタ、最大比合成整合フィルタ、または別のタイプのフィルタなど)を使用して、かつサービングeNB902および干渉eNB904、906によって決定されたマッピング、サービングeNB902、干渉eNB904および干渉eNB906の各々によって適用される疑似ランダム位相回転、ならびに受信されたパイロット信号および/または付加的に受信されたパイロット信号に基づいて、データ送信942から干渉するデータ送信944、946を消去することができる。

【0044】

上記で説明したように、1つの被変調データシンボルが、2つの異なるリソース要素内の2つのデータシンボルにマッピングされ得る。一般的に、サービングeNB902は、 x 個の被変調シンボルの線形マッピングを y 個の被変調シンボルに適用してもよく、ここで $y > x$ である。各シンボルは、同じ回数を反復される必要はない。一構成では、 $y = 2x$ であり、それゆえ、被変調データシンボルは複製される。MIMO構成に対して、サービングeNB902は、被変調データシンボルをリソース要素上にマッピングすることによるのではなく、複数の送信アンテナを介して同じ被変調データシンボルを送信することによって、被変調データシンボルを複製し、各送信は、受信するUEにあらかじめ知られている所定の疑似ランダム位相回転を用いる。図9に示すように、UE908は、eNB904、906からの干渉の適時的整合と、データ送信942の位相との干渉不整合とを有する。しかしながら、複数のUEが、そのような適時的干渉整合を有することがある。サービングeNB902は、データ送信944、946からの干渉の最良の適時的整合と、データ送信942の位相との干渉不整合とを達成するUEのセットを選択し得る。代替的にまたは追加として、サービングeNB902は、通常はこの方式を使用することなく低いSINRを有するセルエッジUEなど、適時的整合方式から最も利益を得るUEのセットを選択し得る。したがって、サービングeNB902は、上記で説明した方法を使用して複数のUEに対してデータストリームをマッピングし得る。

【0045】

図10は、例示的な方法を示すブロック図(1000)である。eNBは、UE₁に対してスケジュールされたストリーム-a(1002)およびUE₂に対してスケジュールされたストリーム-b(1004)をリソースブロックのセットにマッピングする(1006)。第1の構成では、eNBは、ストリームをリソースブロックのセットにマッピングするために、UEにあらかじめ知られている所定のマッピングを使用し得る。第2の構成では、eNBは、データストリームを送信するための送信アンテナ(または送信アンテナの数)を選択するために、UEにあらかじめ知られている所定のマッピングを使用し得る。任意の特定のサブフレームに対して、所定のマッピングは、どのリソースブロック(たとえば、サブキャリア範囲)がデータストリームを搬送するかを指示し得る。所定のマッピングはまた、UEによってあらかじめ知られている所定の疑似ランダム位相回転の各々によって、どのリソース要素が調整されるかを指示し得る。eNBは、リソースブロックのセット内で変調され、位相回転されたデータシンボルをUE₁に送信する。チャンネル1008は、さらなる位相回転を送信に適用する。UEは、データ送信を受信し、データ送信をストリーム-aに対する受信フィルタを通して進行させる(1010)。受信フィルタは、MMSEフィルタ、最大比合成整合フィルタ、または別のタイプのフィルタとすることができる。フィルタは、サービングeNBおよび干渉eNBの各々によって使用される所定のマッピングと、サービングeNBおよび干渉eNBの各々によって適用される所定の疑似ランダム位相回転と、サービングeNBおよび干渉eNBの各々から受信されたパイロット信号および/または付加的に受信されたパイロット信号とを含む入力を有し得る。次に、UEは、フィルタリング済みデータストリームを復号する(1012)。

【0046】

図11Aは、第1の例示的な方法を示す図(1100)である。干渉の適時的整合と、データ送信との干渉不整合とを受信することになるサービングeNBからデータ送信のためのUEのセットを選択した後、サービングeNBは、UEのセットに対するデータストリームをリソースブ

10

20

30

40

50

ロック1102、1104のセットにマッピングし得る。UEのセットが1つのUEを含むものと仮定する。通常、サービングeNBは、データストリームをリソースブロック1102だけにマッピングし得る。しかしながら、例示的な方法を使用して、サービングeNBは、データストリームをマッピングするための所定のマッピングを、リソースブロック1102の1つだけでなく、リソースブロック1102、1104の両方に適用する。データストリームをリソースブロック1102にマッピングすると、サービングeNBは、第1の所定の疑似ランダム位相回転1112を被変調データシンボルに適用する。データストリームをリソースブロック1104にマッピングすると、サービングeNBは、第2の所定の疑似ランダム位相回転1114を被変調データシンボルに適用する。次に、サービングeNBは、リソースブロック1102、1104内の被変調データシンボルをUEに送信する。この構成では、サービングeNBは、送信アンテナの各々において同じ線形マップを、異なる適用された位相回転を用いて反復することによって、ビームフォーミング/プリコーディングを実行し得る。UEは、それらのチャネルフィードバックにおいて複数のアンテナを有することの影響を含む。

【0047】

この例では、所定のマッピングは、被変調データシンボルをリソースブロック1102からリソースブロック1104に複製することである。干渉eNBは、同じリソースブロック1102、1104内の同じ線形マッピングを適用する。干渉eNBの各々は、異なる所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロック1102、1104内の被変調データシンボルに適用し得る。どの位相回転がサービングeNBおよび干渉eNBの各々によって適用されることになるかをUEがあらかじめ知っているのので、適用される位相回転はあらかじめ決定されている。適用される位相回転は、サブフレーム数および/またはシステムフレーム数に基づき得る。適用される位相回転は疑似ランダムであり、それによって、干渉が、サービングeNBによってサービスされているUEのうちのいずれかに対するサービングeNBからのデータ送信と不整合でありながら、干渉eNBからの干渉の適時的整合を可能にするために、適用される位相回転が移り変わる。干渉の適時的整合およびデータ送信との干渉不整合は、チャネルフィードバックに基づいて決定される。線形マップはまた、時変であってよく、位相回転と異なる時間スケール上で変更されてよい。線形マップは、所定のシーケンスに依存することがある。

【0048】

図11Bは、第2の例示的な方法を示す図(1150)である。干渉の適時的整合と、データ送信との干渉不整合とを受信することになるサービングeNBからのデータ送信のためのUEのセットを選択した後、サービングeNBは、UEのセットに対するデータストリームをリソースブロック1152のセットにマッピングし得る。UEのセットが1つのUEを含むものと仮定する。通常行われるように、サービングeNBは、データストリームをリソースブロック1152だけにマッピングし得る。しかしながら、例示的な方法を使用して、サービングeNBは、リソースブロック1152内の被変調データシンボルを送信するための送信アンテナの数(または送信アンテナのセット)を選択するために、所定のマッピングを適用する。所定のマッピングがデータストリームを複製することである場合、サービングeNBは、MIMO送信において2つの送信アンテナ(各送信アンテナは複数のアンテナを含む)から被変調データシンボルを送信することを決定し得る。第1の送信アンテナからリソースブロック1152に対する被変調データシンボルを送信するとき、サービングeNBは、第1の位相回転1162を適用し得る。第2の送信アンテナからリソースブロック1152に対する同じ被変調データシンボルを送信するとき、サービングeNBは、第2の位相回転1172を適用し得る。

【0049】

この例では、所定のマッピングは、被変調データシンボルを複製することである。干渉eNBは同じ線形マッピングを適用し、それゆえ同じく、同じ数の送信アンテナを使用してリソースブロック1152上のデータ送信を送信する。どの位相回転が適用されることになるかをUEがあらかじめ知っているのので、適用される位相回転はあらかじめ決定されている。適用される位相回転は、サブフレーム数および/またはシステムフレーム数に基づき得る。適用される位相回転は疑似ランダムであり、それによって干渉が、サービングeNBによってサービスされているUEのうちのいずれかに対するサービングeNBからのデータ送信と

不整合でありながら、干渉eNBからの干渉の適時的整合を可能にするために、適用される位相回転が移り変わる。干渉の適時的整合およびデータ送信との干渉不整合は、チャネルフィードバックに基づいて決定される。

【0050】

適時的干渉整合方式は、CDMAとともに適用されてもよく、そこにおいて、複数のUEが、直交コードまたはほぼ直交するコードを介して同じOFDMトーンを共有する。CDMAは、物理的サブキャリアの代わりに被変調ストリームのドメインにおいて適用され得る。受信機フィードバックは、これのために変更される必要はない。不均一な電力割り当て(固定された総電力を仮定する)が、UEを選択する間のeNBで発生することがある。1つのUEが、各変調方式に対応する各CDMAリソースに対して選択され得る。

10

【0051】

I. 数学的記述

干渉ネットワークに対する適時的干渉整合方式の数学的記述は、以下のとおりである。この方式の顕著な特徴は、明示的な送信機チャネル状態情報の必要性がないことである。代わりに、この方式は、受信機から関連する送信機へのチャネルフィードバック(たとえば、CQI、SINR、RSRP、RSRQ、RSSI)を使用する。このフィードバックは、複数の干渉送信機に対応する整合された干渉方向を用いて受信機を適時的にスケジューリングするために使用される。任意の受信機における任意の干渉ストリームからの干渉方向は、送信機と受信機との間のチャネル行列と、そのストリームに対して送信機によって使用される方向ベクトルとの積である。チャネル行列がゆっくりと変化している場合、干渉方向は、送信機において使用される方向ベクトルに基づいて予測され得る。しかしながら、送信ビームフォーミングなどの伝統的方式では、方向ベクトルはフィードバックに基づいて時間的に変更され、したがって、干渉方向を予測することは困難である。干渉方向を予測することの難しさは、すべての受信機にあらかじめ知られている、送信機における所定のシーケンスの方向ベクトルを使用することによって克服される。送信機における所定の方向ベクトルを用いて、受信機は、適切な受信機結合技法(receiver combining technique)を介して干渉を軽減することを予想される。干渉軽減を実行するために、各受信機は、少なくとも2次元において信号と干渉とを受信する必要がある。受信機は、2つの周波数選択性リソースブロックまたはMIMOを使用することによって少なくとも2つの方向における信号を受信し得る。信号および干渉方向は知られているので、各受信機は、MMSEまたは最小干渉などの標準的な受信機結合技法を使用して受信機が取得し得るネットSINRを計算し得る。このSINRは、チャネルのコヒーレンス時間に応じて複数の将来のサブフレーム/スロットに対して決定され得る。関連する受信機からのSINRフィードバックは、スケジューリングのために各送信機によって使用される。スケジューリング決定は、各送信機によって単独で実行され得る。送信機は、プロポーショナルフェアスケジューリング(proportionally-fair scheduling)など、既存の技法を使用することによってスケジューリングに公平性を導入することができる。

20

30

【0052】

II. システムモデル

K-セルワイヤレスネットワークを考察する。あらゆるセルが、L個の関連する受信機を伴う単一の送信機を有する。各送信機によって使用される次元数をMとし、各受信機によって使用される次元数をNとする。送信機と受信機との間の準静的チャネルを考察する。離散時間、

40

【数1】

$$t \in \mathbb{Z}_+$$

、入力-出力関係は、 $i, j \in K, l \in L$ のすべてに対して、

【数 2】

$$y_{i,l}[t] = \sqrt{P} \mathbf{H}_{i,i,l} x_i[t] + \sqrt{P^\alpha} \sum_{j \neq i} \mathbf{H}_{i,j,l} x_j[t] + z_{i,l}[t] \quad \dots (1)$$

によって与えられる。ここで、

【数 3】

$$x_j \in \mathbb{C}^{M \times 1} \quad 10$$

は、j 番目のセル内の送信機によって送信される信号であり、

【数 4】

$$\mathbf{H}_{i,j,l} \in \mathbb{C}^{N \times M}$$

は、j 番目のセル内の送信機から i 番目のセル内の l 番目の受信機までの複素チャネル行列であり、

【数 5】

$$z_{i,l} \in \mathbb{C}^{N \times 1} \quad 20$$

は、i 番目のセル内の l 番目の受信機における付加的複素ガウス $\text{CN}(0, \sigma^2 I)$ ノイズであり、

【数 6】

$$y_{i,l} \in \mathbb{C}^{N \times 1}$$

は、i 番目のセル内の l 番目の受信機において受信される信号である。このモデルでは、行列チャネルは、OFDMA システム内の周波数または空間 (MIMO) の次元を表し得る。周波数次元は、正方対角チャネル行列によってモデル化される。これは、明示的にモデル化されないサイクリックプレフィックスが十分に長いという仮定に基づく。あらゆる送信機における電力制約は、

【数 7】

$$\mathbb{E}[\|x_j\|^2] \leq 1, \forall j$$

である。

【0053】

III. 適時的干渉整合

このセクションは、適時的干渉整合方式を説明する。任意の干渉ストリームに対応する任意の受信機における干渉方向は、送信機と受信機との間のチャネル行列と、そのストリームに対して送信機によって使用される方向ベクトルとの積である。したがって、干渉方向は、受信機がチャネル行列を推定し得る場合でかつ受信機が方向ベクトルを知っている場合に、受信機によって決定され得る。所定のシーケンスの方向ベクトルが送信機において使用され、それによって、受信機はこの知識を事前に取得し得る。

【0054】

各送信機によって使用されるストリームの数を、 $S = \min\{M, N\}$ とする。j 番目のセル内の送信機によって使用される S 方向ベクトルは、

10

20

30

40

【数 8】

$$v_{j,s}[t] \in \mathbb{C}^{M \times 1}, s \in S$$

で示される。これらの方向ベクトルは、 $\frac{v_{j,s}^*[t]}{\|v_{j,s}[t]\|}$ のように正規化される。これらは、直交するように選択され得る。j 番目のセル内の送信機によって送信される信号は、

$$x_j[t] = \sum_{s \in S} v_{j,s}[t] q_{j,s}[t] \quad (2)$$

によって与えられ、ここで $q_{j,s}$ は、電力制約

10

【数 9】

$$\mathbb{E} \left[|q_{j,s}|^2 \right] = 1/S$$

を有する (j, s) ストリームと関連付けられる被変調シンボルである。これ以降、時間インデックスは簡単のために削除される。

【0 0 5 5】

i 番目のセル内の l 番目の受信機を考察する。受信されるベクトルは、

【数 1 0】

$$y_{i,l} = \sqrt{P} \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s} q_{i,s} + \sum_{s' \neq s} \sqrt{P} \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s'} q_{i,s'} + \sqrt{P^\alpha} \sum_{j \neq i, s'} \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'} q_{j,s'} + z_{i,l} \quad \dots (3)$$

20

と表され得る。これらの受信されたシンボルは、結合されなければならない。結合ベクトルを $u_{i,l,s}$ で示す。次に、i 番目のセル内の l 番目の受信機におけるストリーム (i, s) に対応する SINR は、

【数 1 1】

$$\frac{P |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s}|^2}{P \sum_{s' \neq s} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s'}|^2 + P^\alpha \sum_{j \neq i, s'} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'}|^2 + \sigma^2 |u_{i,l,s}^* u_{i,l,s}|} \quad \dots (4)$$

30

で与えられる。受信機における各ストリームに対応する結合ベクトルを取得するための 2 つの方法が、以下で説明される。

【0 0 5 6】

A. 最小干渉

本題が干渉であることが与えられれば、対象とする方法はネット干渉を最小化する。したがって、このシナリオにおいて対象とする最適化問題は、

【数 1 2】

$$\min_{u_{i,l,s}: |u_{i,l,s}^* u_{i,l,s}|=1} P \sum_{s' \neq s} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s'}|^2 + P^\alpha \sum_{j \neq i, s'} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'}|^2 \quad \dots (5)$$

40

である。上記の最小化のための最適解は、以下の補助定理において特徴づけられる。補助定理 1: (5) における最適化を考察する。この問題に対する最適解は、

【数 1 3】

$$u_{i,l,s}^{\min\text{-int}} = f_N \left(\left(\left[\sqrt{P} \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s'} \right]_{s' \neq s} \left[\sqrt{P^\alpha} \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'} \right]_{j \neq i, s'} \right) \right) \quad \dots (6)$$

50

で与えられ、ここで $[]_{j \rightarrow i}$ は、 $j \rightarrow i$ に対応するすべてのベクトルで形成される行列を示し、 f_N は、 N 番目の左特異ベクトル(特異値を減少させることによって順序付けられる)を示す。証明は、特異値分解の変分法的特徴付け(variational characterization)から理解できる。

【0057】

B. 最大SINR

最適受信機は、そのストリームに対応するSINRを最大化する受信機である。したがって、このシナリオにおいて対象とする最適化問題は、

【数14】

$$\max_{u_{i,l,s}} \frac{P |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,l,l} \mathbf{v}_{i,l}|^2}{P \sum_{s' \neq s} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,l,l} \mathbf{v}_{i,l}|^2 + P^\alpha \sum_{j \neq i, s'} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,j,l} \mathbf{v}_{j,s'}|^2 + \sigma^2 |u_{i,l,s}^* \mathbf{u}_{i,l,s}|^2} \quad \dots (7)$$

である。(7)における最大化に対する最適解(スケーリングを除いて一意(unique up to scaling))は、以下の補助定理によって特徴づけられる。補助定理2:(7)における最適化を考察する。任意の実数値 β に対して、下記は最適解である:

【数15】

$$u_{i,l,s}^{\max\text{-sinr}} = \beta (P \sum_s \mathbf{H}_{i,l,l} \mathbf{v}_{i,l} \mathbf{v}_{i,l}^* \mathbf{H}_{i,l,l}^* + P^\alpha \sum_{j \neq i, s'} \mathbf{H}_{i,j,l} \mathbf{v}_{j,s'} \mathbf{v}_{j,s'}^* \mathbf{H}_{i,j,l}^* + \sigma^2 \mathbf{I})^{-1} \mathbf{H}_{i,l,l} \mathbf{v}_{i,l} \quad \dots (8)$$

証明は、MMSE受信機の最適性から理解できる。

【0058】

任意の受信機結合技法が与えられれば、各受信機は、受信機が将来のタイムスロットのために達成し得る各ストリームに対応するSINRを計算し得る。受信機は、チャネル推定と将来の方向ベクトルの知識とを使用する。次に、受信機は、このチャネルフィードバック情報をその関連する送信機に送信する。各送信機は、チャネルフィードバック情報を、各ストリームに対して1つの受信機をスケジュールするために使用する。スケジューリングは、プロポーションアルファネスなど、任意の公平性基準(fairness criterion)を使用して実行され得る。

【0059】

図12は、サービング基地局のワイヤレス通信の方法のフローチャート1200である。図12に示すように、ステップ1202で、サービング基地局は、パイロット信号を複数のUEに送信し得る。ステップ1204で、サービング基地局は、UEからチャネルフィードバックを受信する。チャネルフィードバックは、送信されたパイロット信号、サービング基地局で使用する所定のマッピング、およびサービング基地局で使用する所定の疑似ランダム位相回転に基づくことができる。同じく、チャネルフィードバックは、干渉基地局の各々で使用する所定の疑似ランダム位相回転に基づくことができる。ステップ1206で、サービング基地局は、受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のためにUEのうちの少なくとも1つのUEを選択する。サービング基地局は、UEの各々からのチャネルフィードバックとしきい値とを比較し、チャネルフィードバックがしきい値より大きいことに基づいて少なくとも1つのUEの各々を選択し得る。サービング基地局は、この方式から最も利益を得るUEを選択し得る。この方式から最も利益を得るUEは、この方式がないと低いSINRを有するがこの方式によって十分に高いSINRを有するUEである。ステップ1208で、サービング基地局は、少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングする。ステップ1210で、サービング基地局は、1つまたは複数の所定の疑似ランダム位相回転を、リソースブロックのセット内のデータを搬送するリソース要素内の被変調データシンボルに適用する。ステップ1212で、サービング基地局は、所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて、リソースブロックのセットを少なくとも1つのUEに送信する。

【0060】

10

20

30

40

50

サービング基地局は、第1の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックのセット内のリソース要素の第1のサブセットに適用し、第2の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックのセット内のリソース要素の第2のサブセットに適用することができる。たとえば、図11Aを参照すると、サービング基地局は、第1の位相回転 ϕ_1 をリソースブロック1102内の被変調データシンボルに適用し、第2の位相回転 ϕ_2 をリソースブロック1104内の被変調データシンボルに適用することができる。サービング基地局は、異なる所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックのセットの複数のサブセットの各々に適用し得る。たとえば、 ϕ_1 は ϕ_2 と等しくなくてもよい。所定の疑似ランダム位相回転は、サブフレームのセットにわたって異なる値に移り変わる/変化するので、サブフレームにおいて ϕ_1 は ϕ_2 に等しくてもよい。

10

【0061】

所定のマッピングは、1つまたは複数のデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするために、サービング基地局によって使用される。一構成では、サービング基地局は、リソースブロックのセットにマッピングするときに、1つまたは複数のデータストリームに冗長性を加える。1つまたは複数のデータストリームは、通常、 n 個のリソースブロックにマッピングされる。しかしながら、サービング基地局は、1つまたは複数のデータストリームを m 個のリソースブロックにマッピングし、ここで $m > n$ である。したがって、第1の構成では、リソースブロックのセットは m 個のリソースブロックを含む。所定のマッピングは、サブフレームのセットにわたって変化することがある。したがって、所定のマッピングのために使用されるサブキャリア、使用されるリソースブロックの数、および/または(たとえば、2つのリソースブロックを3つのリソースブロックにマッピングする、1つのリソースブロックを2つのリソースブロックにマッピング(複製)する)冗長性の量は、サブフレームの周期ごとに変化し得る。周期は、1つまたは複数のサブフレーム/フレームであってよい。

20

【0062】

第1の構成では、1つのリソースブロックが2つのリソースブロックにマッピングされ、それゆえ、被変調データシンボルが複製される。そのような構成では、 $m=2n$ である。被変調データシンボルが複製されるとき、データの半分だけが、リソースブロック内に送信され得る。しかしながら、複製されたデータは、2方向において電力利得を有するデータ送信をUEが受信することを可能にし、そのことは、上記で説明したように、データ送信からの整合された干渉またはほぼ整合された干渉をUEが消去することを可能にする。 $m=2n$ のとき、マッピングされたリソースブロックのセットは、同じOFDMシンボル上に n 個のリソースブロックの第1のセットと n 個のリソースブロックの第2のセットとを含み得る。リソースブロックの第2のセットは、リソースブロックの第1のセットとは異なる疑似ランダム位相回転を有し得る。サービング基地局は、所定のホッピング方式に基づいて m 個のリソースブロックを選択し得る。サービング基地局は、データ送信を送信するためにビームフォーミングを使用し、送信アンテナからリソースブロックのセットの同時送信の各々に異なる位相回転を適用することができる。

30

【0063】

第2の構成では、UEは、MIMOの使用を介して少なくとも2つの方向においてデータ送信を受信する。サービング基地局は、所定のマッピングに基づいて送信アンテナのセットを選択する。リソースブロックのセットは、所定の位相回転に基づく位相回転を用いて送信アンテナのセット内の各送信アンテナから送信される。たとえば、所定のマッピングがデータの複製を要求する場合、サービング基地局は、2つの異なる送信アンテナ(各送信アンテナはアンテナのセットである)を選択し、各送信アンテナを通して同時に、しかし各送信アンテナにおいて異なる所定の疑似ランダム位相回転を用いて、データ送信を送信することができる。リソースブロックのセットは、第1の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第1の送信アンテナから、かつ第2の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第2の送信アンテナから送信され得る。リソースブロックのセットは、異なる所定の疑似ランダム位相回転を用いて送信アンテナのセットの各送信アンテナから送信され得る。この構成では、チ

40

50

チャンネルフィードバックは、送信アンテナを選択するためにサービング基地局によって使用される所定のマッピングにさらに基づき得る。

【 0 0 6 4 】

図13は、UEのワイヤレス通信の方法のフローチャート1300である。図13に示すように、ステップ1302で、UEは、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局からパイロット信号を受信する。ステップ1304で、UEは、リソースブロックを送信するためにサービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用される位相回転を決定する。ステップ1306で、UEは、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを決定する。マッピングは、リソースブロックのセットにマッピングするため、および/または送信アンテナのセットを選択するために使用される。ステップ1308で、UEは、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局の各々に対して、受信されたパイロット信号、決定されたマッピング、および決定された位相回転に基づいてチャンネルフィードバックを決定する。ステップ1310で、UEは、チャンネルフィードバックをサービング基地局に送信する。ステップ1312で、UEは、決定された位相回転および決定されたマッピングに基づいてデータを受信する。ステップ1314で、UEは、決定されたマッピング、決定された位相回転、および受信されたパイロット信号または付加的に受信されたパイロット信号のうちの少なくとも1つに基づいてデータを復号する。

【 0 0 6 5 】

第1の構成では、UEは、同じリソースブロックのセットにマッピングするために、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを決定し得る。UEは、リソースブロックをマッピングするためにサービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを示すマッピング情報をサービング基地局から受信し得る。代替として、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局の各々に対するマッピングおよび/または位相回転は、基地局の識別子(すなわち、送信機識別子)、使用されるリソースブロックのサブキャリア、またはマッピングもしくは位相回転が適用されるサブフレーム数および/もしくはシステムフレーム数のうちの少なくとも1つに基づいて決定され得る。

【 0 0 6 6 】

第2の構成では、UEは、リソースブロックのセットを送信するための送信アンテナのセットを選択するために、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを決定し得る。送信アンテナのセット内の送信アンテナの数は、サービング基地局と少なくとも1つの干渉基地局の両方に対して同じであってよい。UEは、送信アンテナのセットを選択するためにサービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを示すマッピング情報をサービング基地局から受信し得る。代替として、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局の各々に対するマッピングおよび/または位相回転は、基地局の識別子(すなわち、送信機識別子)、使用されるリソースブロックのサブキャリア、またはマッピングもしくは位相回転が適用されるサブフレーム数および/もしくはシステムフレーム数のうちの少なくとも1つに基づいて決定され得る。

【 0 0 6 7 】

上記で提供された適時的干渉整合方式は、電力利得と干渉低減とをスケジュールされたUEに与える。電力利得は、データの反復/複製によるものである。干渉低減は、干渉eNBからの干渉が整合またはほぼ整合されていながら、干渉eNBからの干渉と不整合であるサービングeNBからのデータ送信をUEが受信し得るように、eNBが異なる位相回転を適用することによるものである。特に、チャンネル変動が時変でないかまたはゆっくりとした時変である場合、疑似ランダム位相回転は、適時的サービングeNBが利用してUE間に公平性をもたらすために、変動を導入する。UEは、UEによってあらかじめ知られている方式情報に基づいてチャンネルフィードバックを提供する。eNBは、この方式がないと低いSINRを有するがこの方式によって十分に高いSINRを有するUEなど、この方式から最も利益を得るUEを選択し得る。

【 0 0 6 8 】

図14は、例示的な基地局装置1402における異なるモジュール/手段/構成要素間のデータフローを示す概念データフロー図1400である。装置1402は、UE1450からのチャネルフィードバックを含む複数のUEからのチャネルフィードバックを受信するように構成された受信モジュール1406を含む。チャネルフィードバックは、サービング基地局によって使用される所定の位相回転に基づく。チャネルフィードバックは、干渉基地局の各々によって使用される所定の位相回転にさらに基づくことができる。受信モジュール1406は、チャネルフィードバックをチャネルフィードバック分析モジュール1408に与えるように構成される。チャネルフィードバック分析モジュール1408は、チャネルフィードバックとしきい値とを比較することによるなど、チャネルフィードバックを比較するように構成される。チャネルフィードバック分析モジュール1408は、分析の結果をUE選択モジュール1410に伝達するように構成され、UE選択モジュール1410は、受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のために、UEのうちの少なくとも1つのUEを選択するように構成される。UE選択モジュール1410は、その選択を、マッピングおよび位相回転適用モジュール1412に伝達するように構成される。マッピングおよび位相回転適用モジュール1412は、少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするように構成される。装置は、リソースブロックのセットを、所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて少なくとも1つのUEに送信するように構成された送信モジュール1404をさらに含む。送信モジュール1404は、パイロット信号をUE1450に送信するようにさらに構成されてもよく、同じく、UE1450がチャネルフィードバックを決定するためにこの情報を使用し得るように、マッピングおよび位相回転の情報をUE1450に送信するように構成され得る。

【 0 0 6 9 】

マッピングおよび位相回転適用モジュール1412は、第1の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックのセット内のリソース要素の第1のサブセットに適用し、第2の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックのセット内のリソース要素の第2のサブセットに適用するように構成され得る。マッピングおよび位相回転適用モジュール1412は、異なる所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックのセットの複数のサブセットの各々に適用するように構成され得る。所定の位相回転は、サブフレームのセットにわたって変化することがある。

【 0 0 7 0 】

第1の構成では、チャネルフィードバックは、少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするために、サービング基地局によって使用される所定のマッピングにさらに基づくことができる。同じリソースブロックのセット上の同じ所定のマッピングは、干渉基地局の各々によって使用される。第2の構成では、装置1402は、送信アンテナ選択モジュール1414をさらに含み、送信アンテナ選択モジュール1414は、所定のマッピングに基づいて送信アンテナのセットを選択するように構成される。そのような構成では、送信モジュール1404は、所定の位相回転に基づく位相回転を用いて送信アンテナのセット内の各送信アンテナからリソースブロックのセットを送信する。

【 0 0 7 1 】

装置は、図12の上記のフローチャートにおけるアルゴリズムのステップの各々を実行する追加のモジュールを含み得る。したがって、図12の上記のフローチャートにおける各ステップは、モジュールによって実行することができ、装置は、それらのモジュールのうちの1つまたは複数を含むことができる。モジュールは、特に、上記のプロセス/アルゴリズムを遂行するように構成されるか、上記のプロセス/アルゴリズムを実行するように構成されたプロセッサによって実施されるか、プロセッサによって実施するためにコンピュータ可読媒体内に記憶されるか、またはそれらのいくつかの組合せによる、1つまたは複数のハードウェア構成要素であってよい。

【 0 0 7 2 】

図15は、処理システム1514を使用する装置1402'のハードウェア実装の一例を示す図1500である。処理システム1514は、バス1524によって概略的に表されるバスアーキテクチャ

で実装され得る。バス1524は、処理システム1514の具体的な用途および全体的な設計制約に応じて、任意の数の相互接続するバスおよびブリッジを含み得る。バス1524は、プロセッサ1504によって表される1つまたは複数のプロセッサおよび/またはハードウェアモジュールと、モジュール1404、1406、1408、1410、1412、1414と、コンピュータ可読媒体1506とを含む様々な回路を互いにリンクさせる。バス1524は、タイミングソース、周辺機器、電圧調整器、および電力管理回路など、様々な他の回路をリンクさせることもでき、これらの回路は当技術分野でよく知られており、したがって、これ以上は説明しない。

【0073】

処理ユニット1514は、トランシーバ1510に結合され得る。トランシーバ1510は、1つまたは複数のアンテナ1520に結合される。トランシーバ1510は、送信媒体上の様々な他の装置と通信するための手段を提供する。トランシーバ1510は、1つまたは複数のアンテナ1520から信号を受信し、受信された信号から情報を抽出し、抽出された情報を処理システム1514、具体的には受信モジュール1406に与える。さらに、トランシーバ1510は、処理システム1514、具体的には送信モジュール1404から情報を受信し、受信された情報に基づいて、1つまたは複数のアンテナ1520に印加される信号を生成する。処理システム1514は、コンピュータ可読媒体1506に結合されたプロセッサ1504を含む。プロセッサ1504は、コンピュータ可読媒体1506上に記憶されたソフトウェアの実行を含む全般的な処理を受け持つ。ソフトウェアは、プロセッサ1504によって実行されると、任意の特定の装置に対して上記で説明した様々な機能を処理システム1514に実行させる。コンピュータ可読媒体1506は、ソフトウェアを実行するときにプロセッサ1504によって操作されるデータを記憶するために使用されてもよい。処理システムは、モジュール1404、1406、1408、1410、1412、1414のうちの少なくとも1つをさらに含む。モジュールは、コンピュータ可読媒体1506に常駐する/記憶される、プロセッサ1504で動作しているソフトウェアモジュール、プロセッサ1504に結合された1つもしくは複数のハードウェアモジュール、またはそれらの何らかの組合せとすることができる。処理システム1514は、eNB610の構成要素であってもよく、メモリ676、および/またはTXプロセッサ616、RXプロセッサ670、およびコントローラ/プロセッサ675のうちの少なくとも1つを含み得る。

【0074】

一構成では、ワイヤレス通信のための装置1402/1402'は、複数のUEからチャネルフィードバックを受信するための手段を含む。チャネルフィードバックは、サービング基地局によって使用される所定の位相回転に基づく。装置は、受信されたチャネルフィードバックに基づいてデータ送信のためにUEのうちの少なくとも1つのUEを選択するための手段をさらに含む。装置は、少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするための手段をさらに含む。装置は、リソースブロックのセットを、所定の位相回転に基づいて決定された位相回転を用いて少なくとも1つのUEに送信するための手段をさらに含む。装置は、第1の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックのセット内のリソース要素の第1のサブセットに適用し、第2の所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックのセット内のリソース要素の第2のサブセットに適用するための手段をさらに含む。装置は、異なる所定の疑似ランダム位相回転をリソースブロックのセットの複数のサブセットの各々に適用するための手段をさらに含む。所定の位相回転は、サブフレームのセットにわたって変化することがある。チャネルフィードバックは、少なくとも1つのデータストリームをリソースブロックのセットにマッピングするために、サービング基地局によって使用される所定のマッピングにさらに基づくことができる。少なくとも1つのデータストリームは n 個のリソースブロックに対応し、 m が n より大きい所定のマッピングに基づいて m 個のリソースブロックにマッピングされ得る。リソースブロックのセットは、 m 個のリソースブロックを含み得る。所定のマッピングは、サブフレームのセットにわたって変化することがある。値 m は $2n$ に等しいことがある。マッピングされたリソースブロックのセットは、同じシンボル上に n 個のリソースブロックの第1のセットと n 個のリソースブロックの第2のセットとを含み得る。リソースブロックの第2のセットは、リソースブロックの第1のセットとは異なる疑似ランダム位相回転を有し得る。装置は、

所定のホッピング方式に基づいて m 個のリソースブロックを選択するための手段をさらに含み得る。装置は、UEの各々からのチャネルフィードバックとしきい値とを比較するための手段をさらに含み得る。少なくとも1つのUEの各々は、チャネルフィードバックがしきい値より大きいことに基づいて選択され得る。装置は、異なる位相回転を、送信アンテナからのリソースブロックのセットの同時送信の各々に適用するための手段をさらに含み得る。装置は、パイロット信号をUEに送信するための手段をさらに含んでもよく、チャネルフィードバックは、送信されたパイロット信号にさらに基づく。装置は、所定のマッピングに基づいて送信アンテナのセットを選択するための手段をさらに含み得る。リソースブロックのセットは、所定の位相回転に基づく位相回転を用いて送信アンテナのセット内の各送信アンテナから送信され得る。リソースブロックのセットは、第1の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第1の送信アンテナから、かつ第2の所定の疑似ランダム位相回転を用いて第2の送信アンテナから送信され得る。リソースブロックのセットは、異なる所定の疑似ランダム位相回転を用いて送信アンテナのセットの各送信アンテナから送信され得る。チャネルフィードバックは、送信アンテナを選択するためにサービング基地局によって使用される所定のマッピングにさらに基づくことができる。

【0075】

上記の手段は、装置1402の上記のモジュールおよび/または上記の手段によって記載された機能を実行するように構成された装置1402'の処理システム1514のうちの1つまたは複数であってよい。上記で説明したように、処理システム1514は、TXプロセッサ616、RXプロセッサ670、およびコントローラ/プロセッサ675を含み得る。したがって、一構成では、上記の手段は、TXプロセッサ616、RXプロセッサ670、および上記の手段によって記述される機能を実行するように構成されたコントローラ/プロセッサ675であってよい。

【0076】

図16は、例示的なUE装置1602における異なるモジュール/手段/構成要素間のデータフローを示す概念データフロー図1600である。装置1602は、サービング基地局1650および少なくとも1つの干渉基地局からパイロット信号を受信するように構成された受信モジュール1604を含む。受信モジュール1604は、マッピングおよび位相回転の情報を受信するようにさらに構成され得る。マッピングおよび位相回転の情報は、リソースブロックのセットにマッピングするためにサービング基地局1650および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを含み、サービングeNBおよび少なくとも1つの干渉基地局によってリソースブロックのセット内の被変調データシンボルに適用される位相回転を含む。装置1602は、マッピングおよび位相回転決定モジュール1606をさらに含み、マッピングおよび位相回転決定モジュール1606は、リソースブロックを送信するためにサービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用される位相回転を決定するように構成される。装置1602は、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局の各々に対して、受信されたパイロット信号、決定されたマッピング、および決定された位相回転に基づいてチャネルフィードバックを決定するように構成された、チャネルフィードバック決定モジュール1608をさらに含む。装置1602は、チャネルフィードバックをサービング基地局1650に送信するように構成された送信モジュールをさらに含む。受信モジュール1604は、決定された位相回転に基づいてデータ送信を受信し、受信されたデータ送信をデータ処理モジュール1612に与えるように構成される。データ処理モジュール1612は、フィルタ、決定されたマッピングおよび位相回転の情報、ならびにパイロット信号および/または付加的に受信されたパイロット信号に基づいてデータを復号するように構成される。

【0077】

マッピングおよび位相回転決定モジュール1606は、リソースブロックをマッピングするためにサービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを決定するように構成され得る。サービング基地局1650および少なくとも1つの干渉基地局によるマッピングは、同じリソースブロックのセットに対するものである。一構成では、装置1602は、サービング基地局1650および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを示す明示的な情報を受信する。別の構成では、装置1602は、サービン

グ基地局1650および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを決定する。装置1602は、送信機識別子、サブキャリア、またはサブフレームに基づいてマッピングを決定し得る。

【0078】

マッピングおよび位相回転決定モジュール1606は、リソースブロックのセットを送信するための送信アンテナのセットを選択するために、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを決定し得る。送信アンテナのセット内の送信アンテナの数は、サービング基地局と少なくとも1つの干渉基地局の両方に対して同じであってよい。一構成では、装置1602は、サービング基地局1650および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを示す明示的な情報を受信する。別の構成では、装置1602は、サービング基地局1650および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを決定する。装置1602は、送信機識別子、サブキャリア、またはサブフレームに基づいてマッピングを決定し得る。

【0079】

装置は、図13の上記のフローチャートにおけるアルゴリズムのステップの各々を実行する追加のモジュールを含み得る。したがって、図13の上記のフローチャートにおける各ステップは、モジュールによって実行することができ、装置は、それらのモジュールのうちの1つまたは複数を含むことができる。モジュールは、特に、上記のプロセッサ/アルゴリズムを遂行するように構成されるか、上記のプロセッサ/アルゴリズムを実行するように構成されたプロセッサによって実施されるか、プロセッサによって実施するためにコンピュータ可読媒体内に記憶されるか、またはそれらのいくつかの組合せによる、1つまたは複数のハードウェア構成要素であってよい。

【0080】

図17は、処理システム1714を使用するUE装置1602'のハードウェア実装の一例を示す図1700である。処理システム1714は、バス1724によって概略的に表されるバスアーキテクチャで実装され得る。バス1724は、処理システム1714の具体的な用途および全体的な設計制約に応じて、任意の数の相互接続するバスおよびブリッジを含み得る。バス1724は、プロセッサ1704によって表される1つまたは複数のプロセッサおよび/またはハードウェアモジュールと、モジュール1604、1606、1608、1610、1612と、コンピュータ可読媒体1706とを含む様々な回路を互いにリンクさせる。バス1724は、タイミングソース、周辺機器、電圧調整器、および電力管理回路など、様々な他の回路をリンクさせることもでき、これらの回路は当技術分野でよく知られており、したがって、これ以上は説明しない。

【0081】

処理ユニット1714は、トランシーバ1710に結合され得る。トランシーバ1710は、1つまたは複数のアンテナ1720に結合される。トランシーバ1710は、送信媒体上の様々な他の装置と通信するための手段を提供する。トランシーバ1710は、1つまたは複数のアンテナ1720から信号を受信し、受信された信号から情報を抽出し、抽出された情報を処理システム1714、具体的には受信モジュール1604に与える。さらに、トランシーバ1710は、処理システム1714、具体的には送信モジュール1610から情報を受信し、受信された情報に基づいて、1つまたは複数のアンテナ1720に印加される信号を生成する。処理システム1714は、コンピュータ可読媒体1706に結合されたプロセッサ1704を含む。プロセッサ1704は、コンピュータ可読媒体1706上に記憶されたソフトウェアの実行を含む全般的な処理を受け持つ。ソフトウェアは、プロセッサ1704によって実行されると、任意の特定の装置に対して上記で説明した様々な機能を処理システム1714に実行させる。コンピュータ可読媒体1706は、ソフトウェアを実行するときにプロセッサ1704によって操作されるデータを記憶するために使用されてもよい。処理システムは、モジュール1604、1606、1608、1610、1612のうちの少なくとも1つをさらに含む。モジュールは、コンピュータ可読媒体1706に常駐する/記憶される、プロセッサ1704で動作しているソフトウェアモジュール、プロセッサ1704に結合された1つもしくは複数のハードウェアモジュール、またはそれらの何らかの組合せとすることができる。処理システム1714は、UE650の構成要素であってよく、メモリ660なら

びに/あるいはTXプロセッサ668、RXプロセッサ656、およびコントローラ/プロセッサ659のうちの少なくとも1つを含み得る。

【0082】

一構成では、ワイヤレス通信のための装置1602/1602'は、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局からパイロット信号を受信するための手段と、リソースブロックを送信するためにサービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用される位相回転を決定するための手段と、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局の各々に対して受信されたパイロット信号および決定された位相回転に基づいてチャネルフィードバックを決定するための手段と、チャネルフィードバックをサービング基地局に送信するための手段と、決定された位相回転に基づいてデータを受信するための手段とを含む。装置は、リソースブロックをマッピングするためにサービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを決定するための手段をさらに含み得る。サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によるマッピングは、同じリソースブロックのセットに対するものであってよい。チャネルフィードバックは、決定されたマッピングにさらに基づくことができ、データは、決定されたマッピングに基づいてリソースブロックのセット上で受信される。装置は、決定されたマッピング、決定された位相回転、および受信されたパイロット信号または追加で受信されたパイロット信号のうちの少なくとも1つに基づいてデータを復号するための手段をさらに含み得る。装置は、リソースブロックをマッピングするためにサービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを示すマッピング情報をサービング基地局から受信するための手段をさらに含み得る。サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局の各々に対するマッピングまたは位相回転のうちの少なくとも1つが、送信機識別子、サブキャリア、またはサブフレームのうちの少なくとも1つに基づいて決定され得る。装置は、リソースブロックのセットを送信するための送信アンテナのセットを選択するために、サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを決定するための手段をさらに含み得る。送信アンテナのセット内の送信アンテナの数は、サービング基地局と少なくとも1つの干渉基地局の両方に対して同じであってよい。チャネルフィードバックは、決定されたマッピングにさらに基づくことができ、データは、決定されたマッピングに基づいてリソースブロックのセット上で受信される。装置は、決定されたマッピング、決定された位相回転、および受信されたパイロット信号または付加的に受信されたパイロット信号のうちの少なくとも1つに基づいてデータを復号するための手段をさらに含み得る。装置は、送信アンテナのセットを選択するためにサービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局によって使用されるマッピングを示すマッピング情報をサービング基地局から受信するための手段をさらに含み得る。サービング基地局および少なくとも1つの干渉基地局の各々に対するマッピングまたは位相回転のうちの少なくとも1つが、送信機識別子、サブキャリア、またはサブフレームのうちの少なくとも1つに基づいて決定され得る。サービング基地局に対して決定された位相回転は、少なくとも1つの干渉基地局に対して決定された位相回転と異なってもよい。

【0083】

上記の手段は、装置1602の上記のモジュールおよび/または上記の手段によって記述される機能を実行するように構成された装置1602'の処理システム1714のうちの1つまたは複数であってよい。上記で説明したように、処理システム1714は、TXプロセッサ668、RXプロセッサ656、およびコントローラ/プロセッサ659を含み得る。したがって、一構成では、上記の手段は、TXプロセッサ668、RXプロセッサ656、および上記の手段によって記述される機能を実行するように構成されたコントローラ/プロセッサ659であってよい。

【0084】

開示したプロセスにおけるステップの特定の順序または階層は、例示的な手法の一例であることを理解されたい。設計上の選好に基づいて、プロセスにおけるステップの特定の順序または階層は再構成可能であることを理解されたい。さらに、いくつかのステップが、組み合わされ得るかまたは省略され得る。添付の方法クレームは、様々なステップの要

10

20

30

40

50

素を例示的な順序で提示したものであり、提示された特定の順序または階層に限定されるものではない。

【 0 0 8 5 】

上記の説明は、本明細書で説明される様々な態様を当業者が実施できるようにするために与えられる。これらの態様への様々な変更は当業者には容易に明らかであり、本明細書で定義した一般的原理は他の態様に適用され得る。したがって、特許請求の範囲は本明細書で示す態様に限定されるよう意図されているわけではなく、文言通りの特許請求の範囲と整合するすべての範囲を許容するように意図されており、単数の要素への言及は、そのように明記されていない限り、「唯一無二の」ではなく、「1つまたは複数の」を意味するよう意図されている。別段に明記されていない限り、「いくつかの」という用語は「1つまたは複数の」を意味する。当業者に知られている、または後で知られることになる本開示全体にわたって説明する様々な態様の要素に対するすべての構造的および機能的均等物は、参照により本明細書に明確に組み込まれ、特許請求の範囲によって包含されるものとする。さらに、本明細書で開示する内容は、そのような開示が特許請求の範囲で明示的に記載されているかどうかにかかわらず、公に供することは意図されていない。いかなるクレーム要素も、要素が「ための手段(means for)」という語句を使用して明確に記載されていない限り、ミーンズプラスファンクションとして解釈されるべきではない。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 6 】

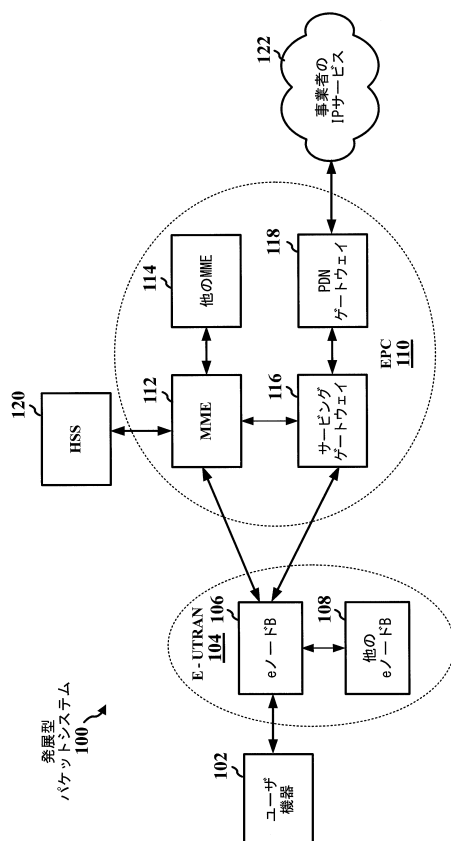
100	LTEネットワークアーキテクチャ、発展型パケットシステム(EPS)	20
102	ユーザ機器(UE)	
104	発展型UMTS地上波無線アクセスネットワーク(E-UTRAN)	
106	発展型ノードB(eNB)	
108	他のeNB	
110	発展型パケットコア(EPC)	
112	モビリティ管理エンティティ(MME)	
114	他のMME	
116	サービングゲートウェイ	
118	パケットデータネットワーク(PDN)ゲートウェイ	
120	ホーム加入者サーバ(HSS)	30
122	事業者のIPサービス	
200	アクセスネットワーク	
202	セル	
204	マクロeNB	
206	UE	
208	低い電力クラスのeNB	
210	セルラー領域	
300	LTEにおけるDLフレーム構造の一例を示す図	
302	セル固有RS(CRS)	
304	UE固有RS(UE-RS)	40
400	LTEにおけるULフレーム構造の一例を示す図	
410a	リソースブロック	
410b	リソースブロック	
420a	リソースブロック	
420b	リソースブロック	
430	物理ランダムアクセスチャネル(PRACH)	
500	LTEにおけるユーザプレーンおよび制御プレーンの無線プロトコルアーキテクチャの一例を示す図	
506	物理層	
508	L2層	50

510	メディアアクセス制御(MAC)副層	
512	無線リンク制御(RLC)副層	
514	パケットデータコンバージェンスプロトコル(PDCP)副層	
516	無線リソース制御(RRC)副層	
610	eNB	
616	送信(TX)プロセッサ	
618TX	送信機	
618RX	受信機	
620	アンテナ	
650	UE	10
652	アンテナ	
654TX	送信機	
654RX	受信機	
656	受信(RX)プロセッサ	
658	チャネル推定器	
659	コントローラ/プロセッサ	
660	メモリ	
662	データシンク	
667	データソース	
668	TXプロセッサ	20
670	RXプロセッサ	
674	チャネル推定器	
675	コントローラ/プロセッサ	
676	メモリ	
700	第1の図	
702	パイロット信号	
704	データ送信	
708	チャネルフィードバック	
710	チャネルフィードバック	
712	チャネルフィードバック	30
714	パイロット信号	
716	パイロット信号	
720	サービングeNB	
730	干渉eNB	
734	データ送信	
740	干渉eNB	
744	データ送信	
750	UE	
760	UE	
770	UE	40
780	UE	
790	UE	
800	図	
850	図	
900	第3の図	
902	eNB	
904	eNB	
906	eNB	
908	UE	
910	UE	50

912	UE	
920	方向矢印	
930	方向矢印	
942	データ送信	
944	データ送信	
946	データ送信	
1000	ブロック図	
1002	UE ₁ に対してスケジュールされたストリーム-a	
1004	UE ₂ に対してスケジュールされたストリーム-b	
1006	UE ₁ に対してスケジュールされたストリーム-aおよびUE ₂ に対してスケジュール されたストリーム-bをリソースブロックのセットにマッピングする	10
1008	チャンネル	
1010	UEは、データ送信を受信し、データ送信をストリーム-aに対する受信フィルタ を通して進行させる	
1100	図	
1102	リソースブロック	
1104	リソースブロック	
1112	第1の所定の疑似ランダム位相回転	
1114	第2の所定の疑似ランダム位相回転	
1150	図	20
1152	リソースブロック	
1162	第1の位相回転	
1172	第2の位相回転	
1400	概念データフロー図	
1402	基地局装置	
1402'	基地局装置	
1404	送信モジュール	
1406	受信モジュール	
1408	チャンネルフィードバック分析モジュール	
1410	UE選択モジュール	30
1412	マッピングおよび位相回転適用モジュール	
1414	送信アンテナ選択モジュール	
1450	UE	
1500	ハードウェア実装の一例を示す図	
1504	プロセッサ	
1506	コンピュータ可読媒体	
1510	トランシーバ	
1514	処理システム	
1520	アンテナ	
1524	バス	40
1600	概念データフロー図	
1602	UE装置	
1604	受信モジュール	
1606	マッピングおよび位相回転決定モジュール	
1608	チャンネルフィードバック決定モジュール	
1610	送信モジュール	
1612	データ処理モジュール	
1650	サービング基地局	
1700	ハードウェア実装の一例を示す図	
1704	プロセッサ	50

- 1706 コンピュータ可読媒体
- 1710 トランシーバ
- 1714 処理システム
- 1720 アンテナ
- 1724 バス

【図 1】



【図 2】

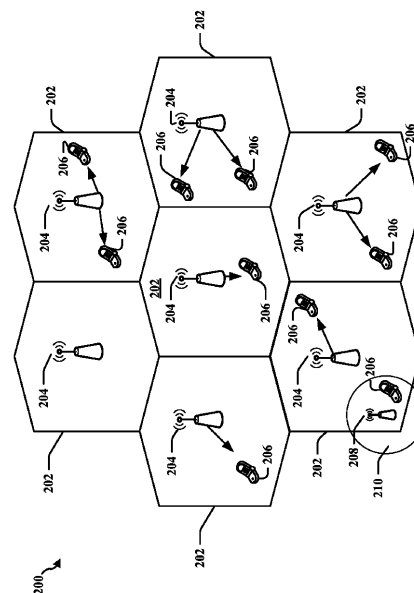
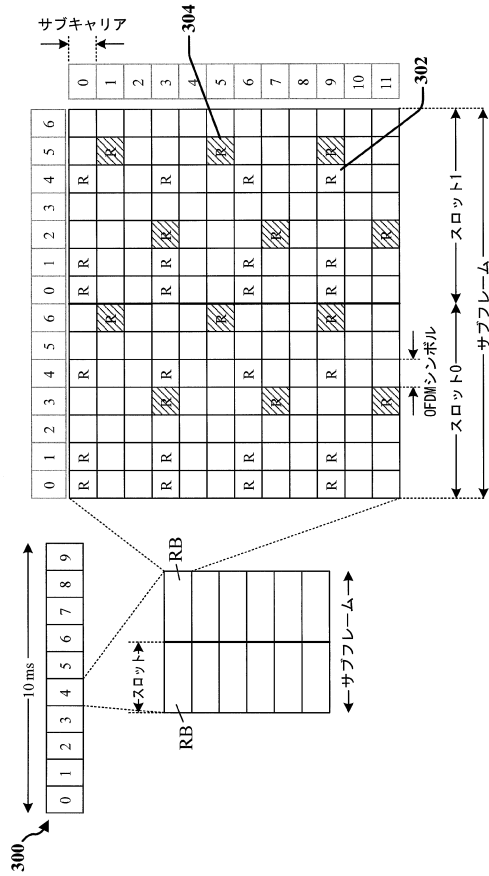
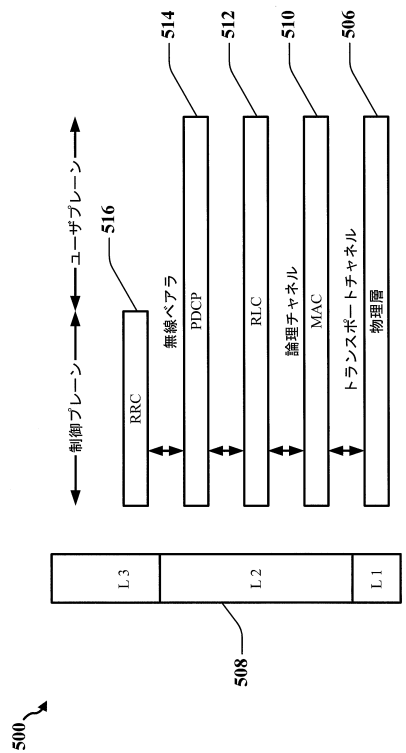


FIG. 2

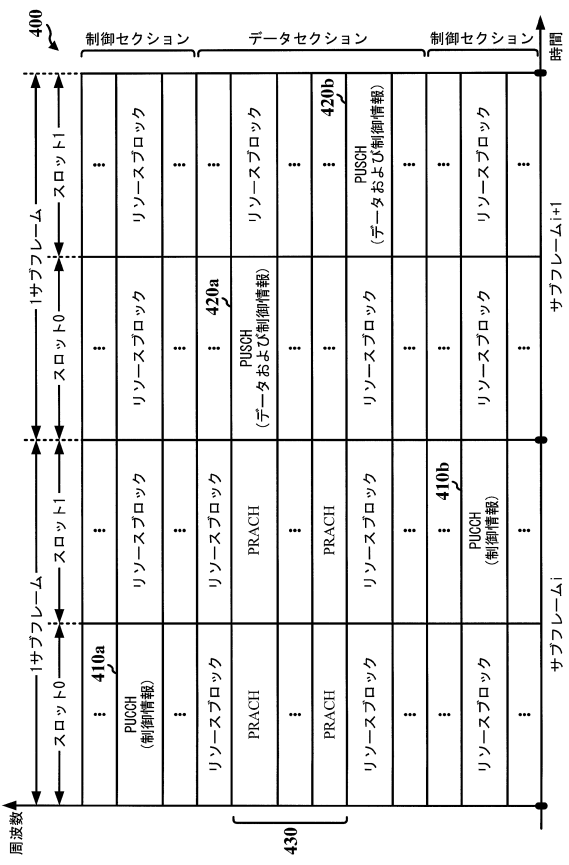
【図 3】



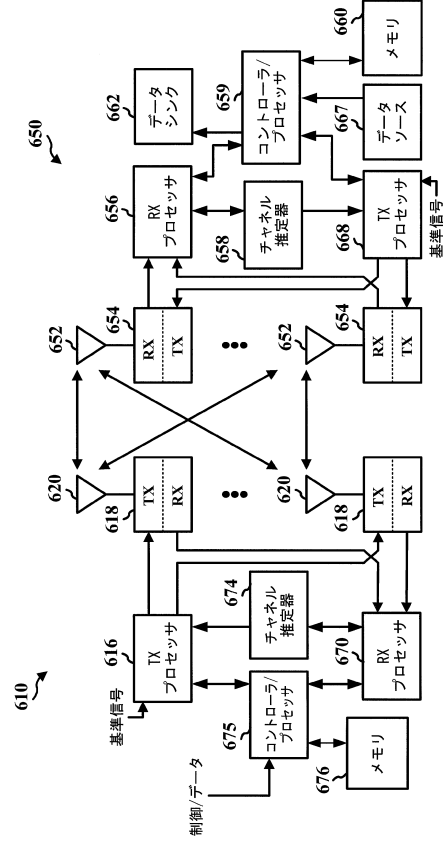
【図 5】



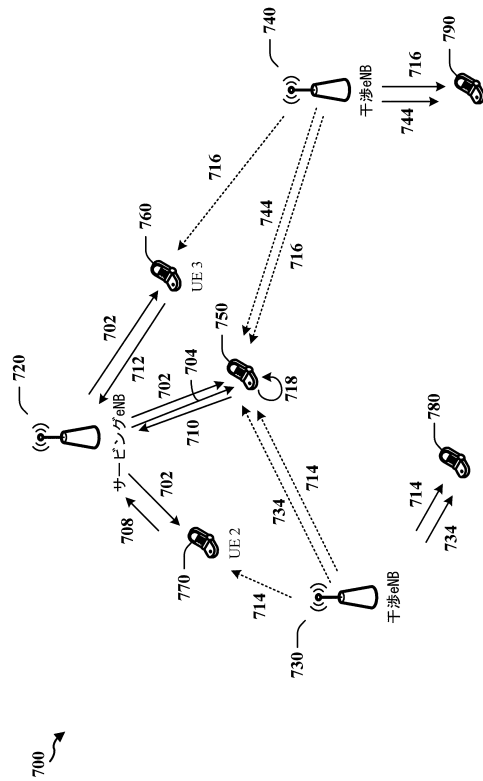
【図 4】



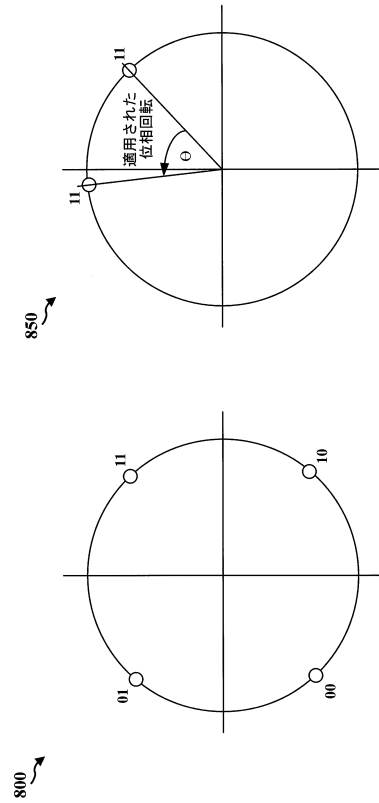
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

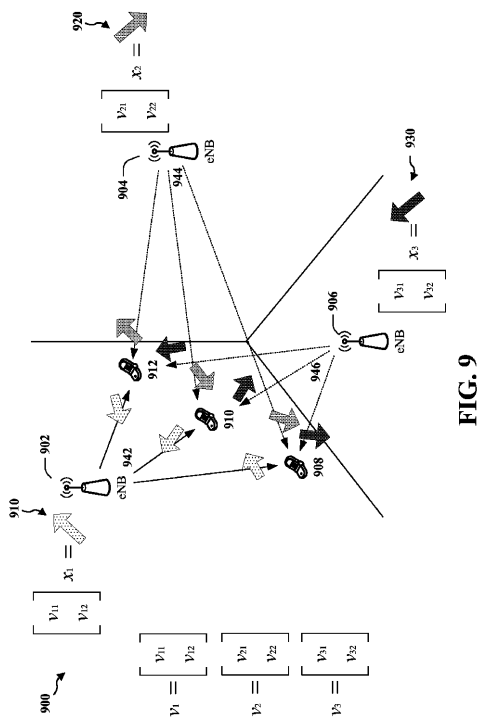
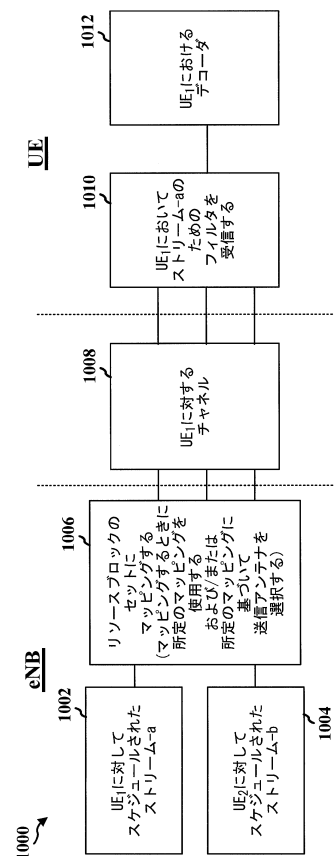
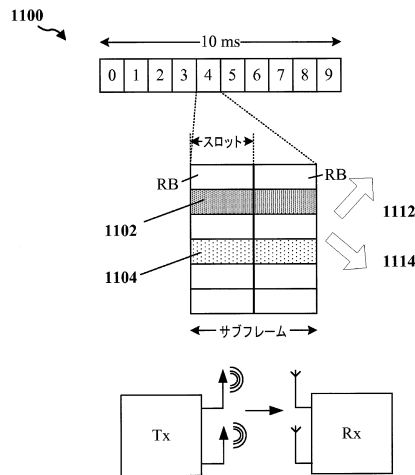


FIG. 9

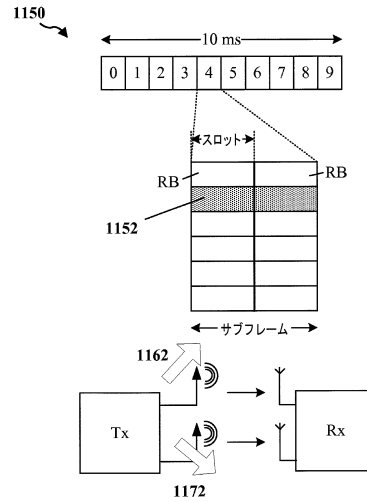
【図 10】



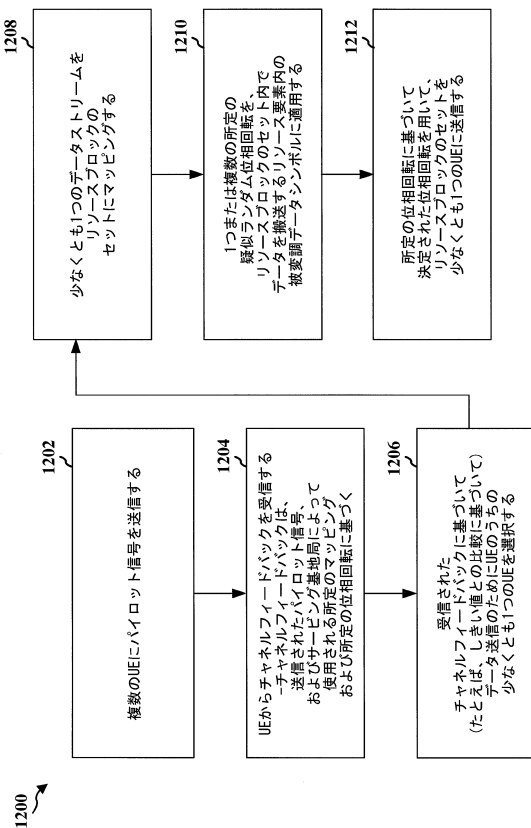
【図 1 1 A】



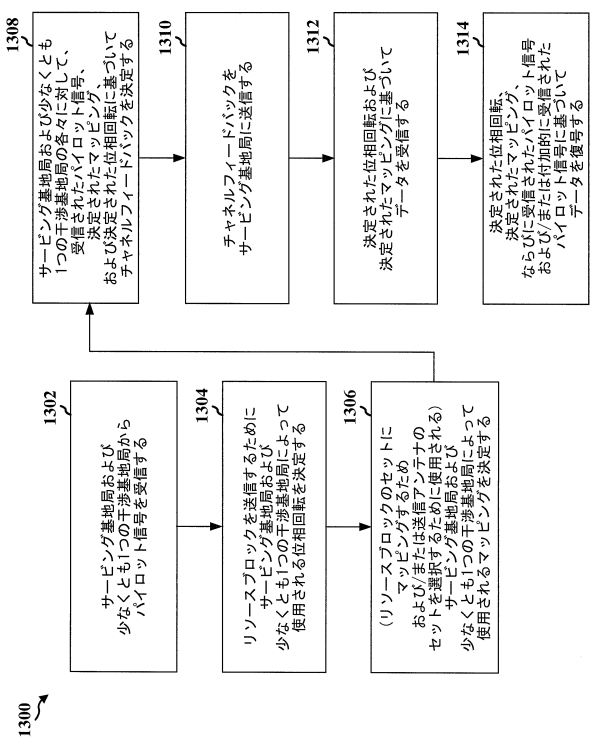
【図 1 1 B】



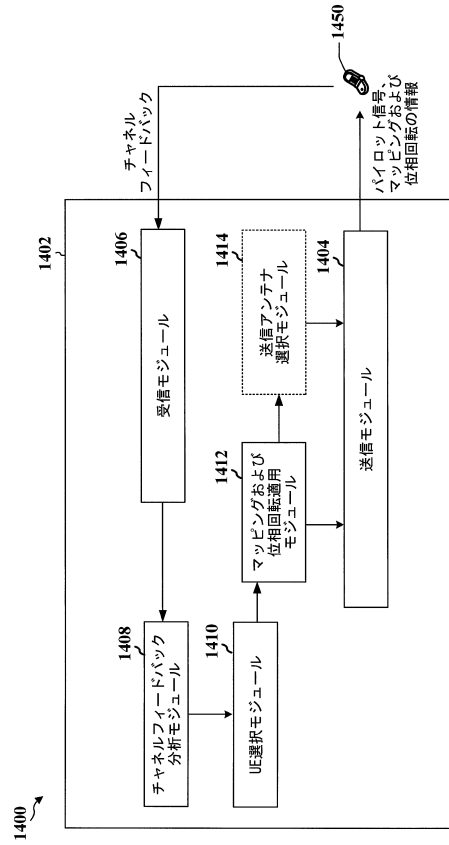
【図 1 2】



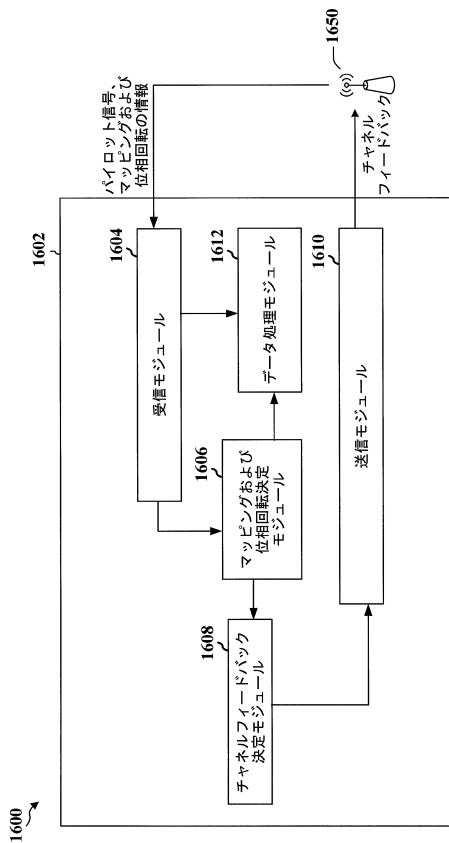
【図 1 3】



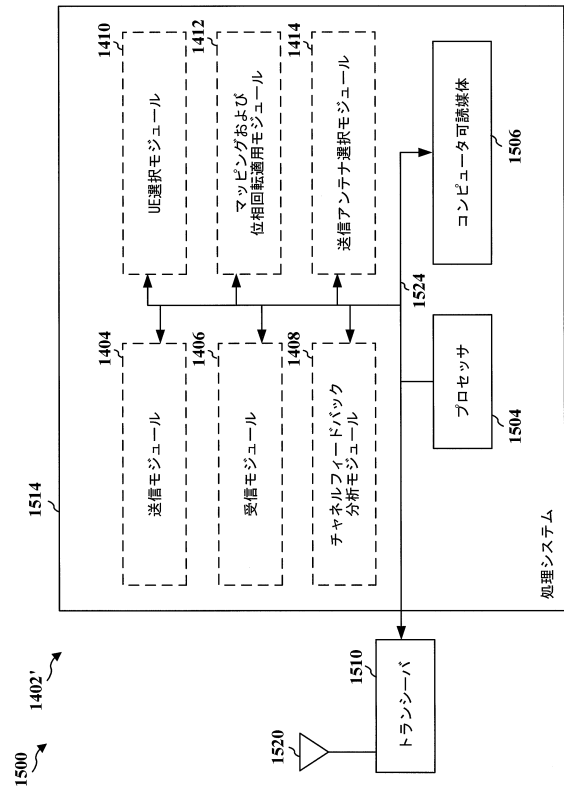
【 図 1 4 】



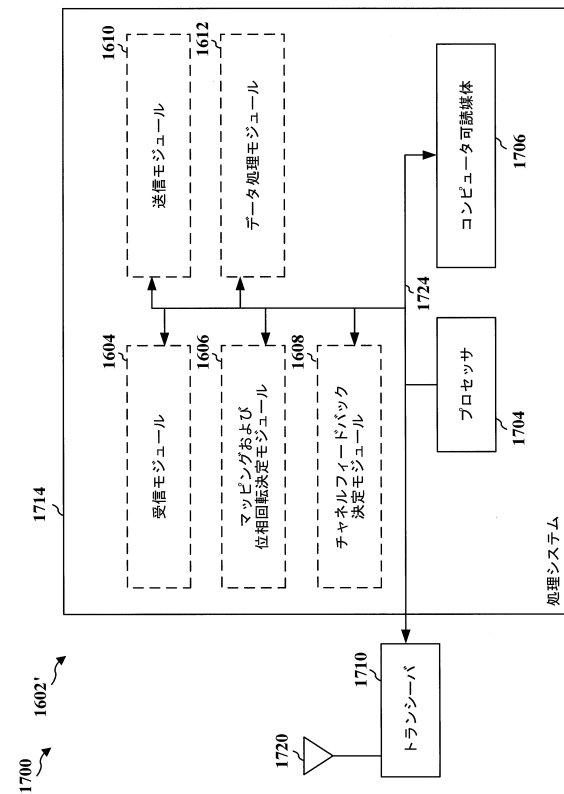
【 ㄨ 1 6 】



【 図 1 5 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 シンジョウ・ウ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5775
- (72)発明者 スンダー・スブラマニアン
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5775
- (72)発明者 ジュンイ・リ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5775
- (72)発明者 トーマス・ジョセフ・リチャードソン
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5775

審査官 北村 智彦

- (56)参考文献 特開2012-169774(JP,A)
特開2008-236383(JP,A)
国際公開第2007/125591(WO,A1)
特表2012-519998(JP,A)
Peter Iarsson, Niklas Johansson, MULTIUSER DIVERSITY FORWARDING IN MULTIHOP PACKET RADIO NETWORKS, 2005 IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS AND NETWORKING CONFERENCE, 米国, IEEE, 2005年 3月13日, Vol.4, pp.2188-2194

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 27/26
H04B 7/0413
H04B 7/06
IEEE Explore
3GPP TSG RAN WG1-4
SA WG1-2
CT WG1