

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5420767号
(P5420767)

(45) 発行日 平成26年2月19日 (2014. 2. 19)

(24) 登録日 平成25年11月29日 (2013. 11. 29)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 W 28/16 (2009. 01)

H O 4 W 28/16

H O 4 W 16/28 (2009. 01)

H O 4 W 16/28 1 5 0

H O 4 W 72/12 (2009. 01)

H O 4 W 72/12

請求項の数 31 (全 43 頁)

(21) 出願番号 特願2012-524118 (P2012-524118)
 (86) (22) 出願日 平成21年8月14日 (2009. 8. 14)
 (65) 公表番号 特表2013-502117 (P2013-502117A)
 (43) 公表日 平成25年1月17日 (2013. 1. 17)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2009/060568
 (87) 国際公開番号 W02011/018121
 (87) 国際公開日 平成23年2月17日 (2011. 2. 17)
 審査請求日 平成24年2月14日 (2012. 2. 14)

(73) 特許権者 507142063
 ノキア シーメンス ネットワークス オ
 サケユキチュア
 フィンランド エフイー-02610 エ
 スプー カラボルティ 3
 (74) 代理人 100092093
 弁理士 辻居 幸一
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 禎男
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100086771
 弁理士 西島 孝喜
 (74) 代理人 100109070
 弁理士 須田 洋之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多地点協調送信のための改善

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リソース要素上におけるネットワーク制御要素と端末の間の協調送信を制御するステップと、

リソース要素が特定の要素を含むかどうかを検出するステップと、

前記リソース要素が特定の要素を含まないことが検出された場合、選択されるリソース要素が別のセル内でブロックされているか否かに関わらず、前記協調送信のための、セル内で用いるためのリソース要素を選択するステップと、
 を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記特定の要素が基準信号である、
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

協調送信のために選択されていないリソース要素における基準信号の送信により生じる干渉を除去するステップをさらに含む、
 ことを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記除去ステップが、端末において既知の干渉を減じることにより行われる、
 ことを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

10

20

前記方法が、中央ネットワーク制御要素によって、該中央ネットワーク制御要素によって既知の干渉を除去するために用いられる事前補償を適用することにより行われる、
ことを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 6】

選択されるリソース要素のうち 1 以上が別のセルでブロックされているか否かに関わらずネットワーク制御要素によって選択された該リソース要素上における該ネットワーク制御要素からの協調送信をセル内で受け取るステップと、

前記協調送信のために選択されていないリソース要素における基準信号の送信により生じる干渉を、既知の干渉を減じることによって除去するステップと、
を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 7】

前記基準信号が共通基準信号である、
ことを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 8】

前記特定の要素が、制御チャネルに使用される制御チャネルシンボルである、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記検出ステップが、前記セル内の特定のサブフレームに割り当てられた制御チャネルシンボルの数を検出することにより行われる、
ことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

20

【請求項 10】

前記数が、制御フォーマットインジケータを参照することにより検出される、
ことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

リソース要素上における所定数の送信点が前記協調送信のためにスケジュールされ、前記方法が、前記協調送信に使用される送信点の数が前記所定数よりも少ない場合、前記送信の事前補償及び / 又は前記送信のインターリーブングを適用するステップ、及び / 又は前記送信においてシンボルごとに異なる変調及び符号化方式を適用するステップをさらに含み、前記事前補償は前記送信点にとって既知である干渉を除去するために用いられる
ことを特徴とする請求項 8 から請求項 10 の 1 項に記載の方法。

30

【請求項 12】

制御チャネルシンボルを含まないサブフレームにおいて使用される前記リソース要素を共有チャネルに使用してデータを送信する、
ことを特徴とする請求項 8 から請求項 11 の 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

前記リソース要素が全て OFDM シンボルを構成し、前記制御チャネルが物理ダウンリンク制御チャネルであり、前記共有チャネルが物理ダウンリンク共有チャネルである、
ことを特徴とする請求項 8 から請求項 12 の 1 項に記載の方法。

【請求項 14】

リソース要素上におけるネットワーク制御要素と端末の間の協調送信を制御するように構成された送信コントローラと、

40

リソース要素が特定の要素を含むかどうかを検出するように構成された検出器と、

前記リソース要素が特定の要素を含まないことが検出された場合、選択されるリソース要素が別のセル内でブロックされているか否かに関わらず、前記協調送信のための、セル内で用いるためのリソース要素を選択するように構成された選択器と、
を備えることを特徴とする装置。

【請求項 15】

前記特定の要素が基準信号である、
ことを特徴とする請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

50

前記協調送信のために選択されていないリソース要素における基準信号の送信により生じる干渉を除去するように構成された除去ユニットをさらに備える、
ことを特徴とする請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記装置が、事前補償を適用することによって前記除去を行うように構成される、
ことを特徴とする請求項 16 に記載の装置。

【請求項 18】

リソース要素上におけるネットワーク制御要素からの協調送信を受け取るように構成された受信機と、

前記協調送信のために選択されていないリソース要素における共通基準信号の送信により生じる干渉を、既知の干渉を減じることによって除去するように構成されたコントローラと、
を備え、

前記協調送信のための、セル内で用いるための前記リソース要素の選択が、選択されるリソース要素のうち 1 以上が別のセルでブロックされているか否かに関わらず行われることを特徴とする装置。

【請求項 19】

前記基準信号が共通基準信号である、
ことを特徴とする請求項 15 から請求項 17 の 1 項に記載の装置。

【請求項 20】

前記特定の要素が、制御チャネルに使用される制御チャネルシンボルである、
ことを特徴とする請求項 14 に記載の装置。

【請求項 21】

前記検出器が、前記セル内の特定のサブフレームに割り当てられた制御チャネルシンボルの数を検出するように構成される、
ことを特徴とする請求項 20 に記載の装置。

【請求項 22】

前記検出器が、制御フォーマットインジケータを参照することによって前記数を検出するように構成される、
ことを特徴とする請求項 21 に記載の装置。

【請求項 23】

リソース要素上における所定数の送信点が前記協調送信のためにスケジュールされ、前記コントローラが、前記協調送信に使用される送信点の数が前記所定数よりも少ない場合、前記送信点の事前補償及び / 又は前記送信点のインターリーピングを適用し、及び / 又は前記送信点においてシンボルごとに異なる変調及び符号化方式を適用するように構成され、

前記事前補償が、前記送信点にとって既知の干渉を除去するために用いられる
ことを特徴とする請求項 20 から請求項 22 の 1 項に記載の装置。

【請求項 24】

制御チャネルシンボルを含まないサブフレームにおいて使用される前記リソース要素を共有チャネルに使用してデータを送信する、
ことを特徴とする請求項 20 から請求項 23 の 1 項に記載の装置。

【請求項 25】

前記リソース要素が全て OFDM シンボルを構成し、前記制御チャネルが物理ダウンリンク制御チャネルであり、前記共有チャネルが物理ダウンリンク共有チャネルである、
ことを特徴とする請求項 20 から請求項 24 の 1 項に記載の装置。

【請求項 26】

前記協調送信が、多地点協調 (COMP) 送信又はマルチユーザ多入力多出力 (MIMO) 送信である、
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 13 の 1 項に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

前記協調送信が、多地点協調（COMP）送信又はマルチユーザ多入力多出力（MIMO）送信である、
ことを特徴とする請求項 14 から請求項 25 の 1 項に記載の装置。

【請求項 28】

処理装置のためのプログラムを含み、該プログラムが前記処理装置上で実行されたときに請求項 1 から請求項 5、及び請求項 7 から請求項 13 のいずれか 1 項に記載のステップを実行するためのソフトウェアコード部分を含む、
ことを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 29】

前記コンピュータプログラムが、前記ソフトウェアコード部分を記憶するコンピュータ可読媒体を含む、
ことを特徴とする請求項 28 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 30】

前記プログラムが、前記処理装置の内部メモリに直接ロード可能である、
ことを特徴とする請求項 28 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 31】

処理装置のためのプログラムを含み、該プログラムが前記処理装置上で実行されたときに請求項 6 に記載のステップを実行するためのソフトウェアコード部分を含む、
ことを特徴とするコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のネットワーク要素及び／又は端末を必要とする協調送信、特に多地点協調（COMP）送信に伴う改善に関連する装置、方法及びコンピュータプログラム製品に関する。

【背景技術】

【0002】

本明細書で使用する略語には以下の意味を適用する。

A & F：増幅及び転送

AP：アンテナポート

BER：ビット誤り率

BS：基地局

CAS：協調エリア

CCE：制御チャネル要素

CDF：累積分布関数

C-MIMO：協調多入力多出力

COMP：多地点協調

COOPA：協調アンテナ

CQI：チャネル品質インジケータ

CRS：共通基準信号

CSI：チャネル状態情報

D & F：復号及び転送

DL：ダウンリンク

eNB：進化型ノードB（eノードB）

FDD：周波数分割二重複信

GI：ガードインターバル

HARQ：ハイブリッド自動再送要求

LOS：見通し線

MS：移動局

10

20

30

40

50

M C S : 変調及び符号化方式
 M I M O : 多入力多出力
 M U - M I M O : マルチユーザ M I M O
 N B : ノード B
 O F D M : 直交周波数分割多重化
 O F D M A : 直交周波数分割多元接続
 P D C C H : 物理ダウンリンク制御チャネル
 p D R S : 事前符号化専用基準信号
 P D S C H : 物理ダウンリンク共有チャネル
 P R B : 物理リソースブロック
 R 8 : リリース 8
 R B : リソースブロック
 R E : リソース要素
 R N T I : 無線ネットワークー時識別子
 R S : 基準信号
 R R M : 無線リソース管理
 R S : 基準信号
 S C : 副搬送波
 S D M : 空間分割多重化
 S I N R : 信号対雑音及び干渉比
 T D M : 時分割多重化
 T D D : 時分割二重複信
 U E : ユーザ装置
 Z F : ゼロフォーシング

10

【 0 0 0 3 】

本出願は、とりわけ、及び限定されるわけではないが、チャネル推定に関する。U E が高速移動中の場合、無線チャネルの時間変動及び周波数選択性が大きくなるので、一般に広帯域移動無線システムのためのチャネル推定は難題である。異なる送信サイトからのデータ信号をコヒーレントに事前符号化することが意図される協調アンテナ (C O O P A) システムの場合、無線チャネルの数が増え、チャネル状態情報 (C S I) 推定に関して高い精度も要求されるため、この難題はさらに困難となる。

30

【 0 0 0 4 】

近年、3 G P P では、いわゆる L T E - A d v a n c e d において、性能を大幅に向上させるための研究項目技術を調査しており、いわゆる多地点協調送信 (C o M P) が、スペクトル効率を高めるための主要な技術の 1 つであることが分かってきた。様々な C o M P 技術が知られており、より強力な技術では、異なる e N B から複数の U E へ事前符号化データを同じ時間周波数リソース上で同時に送信する。コヒーレントな事前符号化を行うことで、複雑さが増し、チャネル推定、フィードバック及び戻りトラフィックに関するオーバーヘッドがかなり増えるが、最適な干渉除去が可能になり、固有のダイバーシティ利得が得られるため大幅な性能向上が約束される。理論からは、約数百パーセントの大きな利得が予測された。

40

【 0 0 0 5 】

L T E - A d v a n c e d は、L T E リリース 8 からの進化版と見なされるので、一般に完全な後方互換性が求められる。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、C o M P に使用する技術は、L T E リリース 8 など現在使用されている技術と一致しない部分があるので、特に C o M P に関しては、この後方互換性が問題となる。

50

【 0 0 0 7 】

さらに、(チャネル状態情報(CSI)基準信号(RS)、事前復号専用基準信号(pDRS、復調基準信号DM-RSとしても知られている)、及び共通基準信号(CRS)などの)異なる種類の基準信号に関連して大きなオーバーヘッドが生じ、これがCOMPにより実現される改善を損なう可能性があるという問題が生じる。

【 0 0 0 8 】

また、この問題は、MU-MIMO(マルチユーザ多入力多出力)などの、COMP以外の協調送信技術でも発生する可能性がある。

【 0 0 0 9 】

従って、上記の従来技術の問題点を克服することが本発明の目的である。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

第1の態様では、リソース要素上におけるネットワーク制御要素と端末の間の協調送信を制御する。リソース要素が特定の要素を含むかどうかを検出し、リソース要素が特定の要素を含まないことが検出された場合、協調送信のためのリソース要素を選択する。

【 0 0 1 1 】

特定の要素は、(CRS(共通基準信号)などの)基準信号、又は制御チャネルに使用される(PDCH(物理ダウンリンク制御チャネル)シンボルなどの)制御チャネルシンボルとすることができる。

【 0 0 1 2 】

20

さらなる態様では、ネットワーク制御要素と端末の間の協調送信においてリソースブロックのリソース要素における基準信号の送信を制御する。一連の基準信号に対して、全ての端末向けの単一の基準信号を使用し、この単一の基準信号を各端末に対して空間的に事前符号化する。

【 0 0 1 3 】

基準信号は、pDRS(事前符号化専用基準信号)とすることができる。

【 0 0 1 4 】

さらなる態様では、直交事前符号化専用基準信号をネットワーク要素から端末に送信する。端末が、この事前符号化専用基準信号を使用してチャネル推定結果を推定し、ネットワーク要素が、このチャネル推定結果を端末から受け取る。ネットワーク要素は、受け取ったチャネル推定結果に基づいてチャネル情報を特定する。

30

【 0 0 1 5 】

上述した協調送信は、多地点協調(COMP)送信、又はマルチユーザ多入力多出力(MU-MIMO)送信、又は同様のものとすることができる。

【 0 0 1 6 】

添付図面とともに以下の本発明の実施形態の詳細な説明から、これらの及びその他の目標、特徴、詳細及び利点がより完全に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図1】3つの異なる周波数シフトの場合のLTEリリース8のCRSの位置を示す図である。

40

【図2A】第1及び第2の実施形態による方法を示す図である。

【図2B】第1及び第2の実施形態による装置を示す図である。

【図3】CRSが協調する、他のRE上での協調が可能な従来のCOMP方式を示す図である。

【図4】第1の実施形態による、CRSに起因してセル3のREがブロックされた場合のサイズを縮小した協調エリアを示す図である。

【図5】第1の実施形態による、データ認識、CRS(スクランプリング、シードなど)、及び全てのセルの推定される無線チャネルに基づいて、非協調セルのCRSに起因する干渉を事前補償してサイズを縮小した協調エリアに変えることを示す図である。

50

【図 6】第 2 の実施形態による C o M P の基本概念を示す図である。

【図 7】3 セル C o M P 送信の場合の P D C C H 不一致を示す図である。

【図 8 A】第 2 の実施形態による、他のセルにおいて P D C C H 送信が依然として実行されていることによりブロックされるセルの数に依存する異なるサイズの協調エリアを示す図である。

【図 8 B】第 2 の実施形態による、他のセルにおいて P D C C H 送信が依然として実行されていることによりブロックされるセルの数に依存する異なるサイズの協調エリアを示す図である。

【図 8 C】第 2 の実施形態による、他のセルにおいて P D C C H 送信が依然として実行されていることによりブロックされるセルの数に依存する異なるサイズの協調エリアを示す図である。

10

【図 9 A】第 2 の実施形態による、異なる局面の場合の 1 つのユーザ装置 (U E 3) のみの復調を示す図である。

【図 9 B】第 2 の実施形態による、異なる局面の場合の 1 つのユーザ装置 (U E 3) のみの復調を示す図である。

【図 9 C】第 2 の実施形態による、異なる局面の場合の 1 つのユーザ装置 (U E 3) のみの復調を示す図である。

【図 1 0】第 2 の実施形態による、可変数の協調する e N B に起因して 1 つの P R B にわたって変化する干渉及び B E R を示す図である。

【図 1 1 A】第 3 の実施形態による方法を示す図である。

20

【図 1 1 B】第 3 の実施形態による装置を示す図である。

【図 1 2】第 3 及び第 4 の実施形態に関連して異なる数のアンテナ要素を有する 4 つの e N B を含む C o M P エリアを示す図である。

【図 1 3 A】第 4 の実施形態による方法を示す図である。

【図 1 3 B】第 4 の実施形態による方法を示す図である。

【図 1 4 A】第 4 の実施形態による装置を示す図である。

【図 1 4 B】第 4 の実施形態による装置を示す図である。

【図 1 5】第 4 の実施形態による統合 R S 方式を示す図である。

【図 1 6】第 4 の実施形態による手順を適用した場合の、C R S、C S I - R S 及び p D R S の C S I 推定精度の典型的な特徴、並びに見込まれる結合利得の結果を示す図である。

30

【図 1 7】第 4 の実施形態による、2 つの後続するサブフレームを組み合わせた p D R S の考えられる割り当てを示す図である。

【図 1 8】第 4 の実施形態による手順のシミュレーション結果を示す図である。

【図 1 9】第 4 の実施形態による手順のシミュレーション結果を示す図である。

【図 2 0】第 4 の実施形態による手順のシミュレーション結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下では、実施形態の一般例及び特定例を参照することにより、本発明の実施形態を説明する。しかしながら、この説明は一例として行うものにすぎず、決して説明する実施形態により本発明が限定されると理解すべきではない。

40

【 0 0 1 9 】

第 1 の実施形態

本発明の第 1 の実施形態では、(リリース 8 で定義されるような) 周波数シフトと組み合わせた C o M P 送信を検討する。

【 0 0 2 0 】

以下、これに関連する従来技術について説明する。

【 0 0 2 1 】

L T E リリース 8 では、いわゆる共通基準信号 (C R S) のグリッドが定義されている。例えば、アンテナポート A P 1 は、O F D M シンボル 1、5、9 及び 1 2 における 6 番

50

目の副搬送波ごとにRSを有する。LTEは、周波数再利用1のセルラー無線システムであるため、全てのセルは、セル固有のCRSを特定のスクランプリングシーケンスで送信する。異なるセルからのCRS間のセル間干渉を低減するために、さらに3つの異なるいわゆる周波数シフトが定義されており、すなわちセル1のCRSは、例えば対応するOFDMシンボルにおける副搬送波(SC)SC1から開始し、セル2のCRSはSC2から開始し、セル3のCRSはSC3から開始する。周波数シフトは、セルIDに強く連結され、隣接するセルからのCRSが他のセルからの同じRS信号と常に衝突するのを避け、これにより全体的な(マルチ)セルチャネル推定の精度を向上させる。

【0022】

移動体通信事業者(MNO)は、対応するセルIDをサイトに割り当てることにより、周波数シフトを制御することができる。

10

【0023】

LTEリリース8では、個々のセルが、CRSに使用されていない全てのリソース要素(RE)を、いわゆる物理ダウンリンク共有チャネル(PDSCH)を介したデータ送信に使用することができる。

【0024】

上述したように、いわゆる多地点協調送信(CoMP)は、スペクトル効率を高めるための主要な技術の1つであることが分かってきた。LTE-Advancedは、LTEリリース8からの進化版と見なされるので、一般に完全な後方互換性が求められる。これには、CRSを完全にLTEリリース8に沿って送信すべきであることが含まれる。これにより、リリース8からの周波数シフトに関して言えば、CRSを搬送するREの周波数シフトが異なる協調セルにおいて異なる場合、eNB協調の衝突が生じる。これらのREは、1つのセルでデータピンを搬送し、他のCRSでは、全てのセルからの同時送信を避ける。

20

【0025】

今後の手段としてのLTE-Advancedでは、時間的及び周波数的に疎なCSI推定のためのいわゆるCSI-RS、さらにはCoMP又は8個のTXアンテナに使用されるリソース上に復調のためのpDRSが存在することが同意されている。また、リリース8のUEのための完全な後方互換性を有する目的で、リリース8のCRSが存在するようになる。

30

【0026】

上述したように、具体的には、正しく事前符号化されたデータ信号を全てのeNBが同じRE上で同時に送信する必要があるという、リリース8のために定義されたセル固有の周波数シフトがCoMPシステムにとっての課題である。

【0027】

この課題は、図1から明らかになる。図1には、3つの異なる周波数シフトの場合のLTEリリース8のCRSの位置を示している。具体的に言えば、図1には、いわゆる物理リソースブロック(PRB)の一部を3つのセルについて示している。PRBの対が、12個のSC及び14個のOFDMシンボルで構成され、長さ1msのいわゆるサブフレームを形成する。ここでは、十分であるという理由で12個のSCのうちの3つしか示していない。各セルには異なる周波数シフトが与えられており、すなわち1つのSCごとにCRSの位置がシフトしていることがはっきりと分かる。セルの1つでCRSを搬送するREでは、全てのeNBからの共通の同時送信が不可能なので、これらのRE上の協調はブロックされる。

40

【0028】

ここでは、1つのAP、すなわちAP0しか分析していないが、基本的状況は、他のAP、すなわちAP1~3に関しても全く同様である。

【0029】

考慮を要するさらなる問題点は、CoMP送信ではいわゆる透過的な事前符号化の解決策への傾向が強く、すなわちUEがeNBにおいて適用される事前符号器を認識しない点

50

である。このため、例えば、今後の方策では、UEにおける復調にいわゆる事前符号化専用RS (pDRS) を使用し、明確なUEの通知を伴わずにあらゆる事前符号化方式を可能にすることが同意されている。

【0030】

上述したように、周波数シフトの問題の解決策として、ネットワーク内のセルIDを制御して異なる周波数シフトを回避できるようにすることが提案されている。

【0031】

今日では、既にMNOによってネットワーク計画が許可されているため、この解決策は、LTE又はLTE-Advancedへの変更を必要としないという利点がある。にも関わらず、以下のような重大な問題がいくつか存在する。

- シフトされていないCRSに基づくマルチセルチャネル推定の精度が影響を受け、少なくともリリース8のUE性能が低下する可能性がある。
- シフトの不在により、最初の3つのOFDMシンボル内のPDCCHに(干渉ランダム化の低下などの)いくつかの影響が及ぶ可能性がある。
- MNOが、実行中のLTEリリース8のネットワークを有し、対応する周波数シフトが既にセルIDに割り当てられている可能性があり、従ってセルIDを再編成すると、何らかの面倒なRRM(無線リソース管理)の問題が生じることがある。
- 対応する周波数シフトを含むセルIDが、いわゆる一次及び二次同期チャネル(PSS/SSS)のためのコードも定義する。従って、周波数シフトを行わないと、使用するコードが減るので、全体的な同期化処理が影響を受ける可能性がある。
- LOS(見通し線)及びNLOS(非見通し線)が変化する状態で強力なシャドウイングを行う場合、遠方のeNBが最も強力な干渉元として存在する可能性がある。このため、協調エリアのユーザ中心の定義は、UEが体験する最も強力な干渉波に基づいて協調エリアを定義するようなシナリオでより強力なものになる。これにより、セル計画による周波数シフトの回避が複雑になる。これを解決するための唯一の可能性は、ネットワーク全体で同じ周波数シフトを適用することである。

【0032】

この問題を克服するための別の可能性は、隣接する無線セル内のCRSを搬送するREに対してブランキングを使用することである。これは、見事な解決策である。一方、これにより、2つのAPのみをサポートするのに約30%という極めて大きなオーバーヘッドが生じる。このようなオーバーヘッドは、非常に大きいと考えられる。

【0033】

従って、本実施形態の目的は、協調無線セルの周波数シフトが異なるCRSの場合、コヒーレントな事前符号化を可能にするLTE-Advancedに、LTEリリース8後方互換性のあるCOMP送信方式の解決策を提供することである。

【0034】

本実施形態によれば、現在CRSを全く送信していない協調エリアのeNB及びUEに協調が制限される。

【0035】

以下では、第1の実施形態による方法を示す図2A、及び第1の実施形態による装置の例としての制御ユニット(CU)を示す図2Bを参照することにより、第1の実施形態のより一般的な例について説明する。

【0036】

図2Aには、第1の実施形態による、リソース要素上におけるネットワーク制御要素と端末の間の多地点協調送信を制御する方法の一般例を示している。ステップS11において、リソース要素が特定の要素を含むかどうかを検出し、リソース要素が特定の要素を含まないことが検出された場合、ステップS12において、協調移動送信のためのリソース要素を選択する。

【0037】

図2Bには、第1の実施形態による装置の例を示している。ここでは、この装置を中央

10

20

30

40

50

ユニット（ＣＵ）又はその一部とするが、代わりにこの装置を他の適当な要素、例えばノードＢ又はｅノードＢ、又はその一部とすることもできる。装置は、送信コントローラ（送信制御手段）１１を備え、リソース要素上におけるネットワーク制御要素と端末の間の多点協調送信を制御する。さらに、この装置は、リソース要素（ＲＥ）が特定の要素を含むかどうかを検出する検出器（検出手段）１２を備える。さらに、装置は、リソース要素が特定の要素を含まないことが検出された場合に協調移動送信のためのリソース要素を選択する選択器１３を備える。

【００３８】

なお、送信コントローラ１１、検出器１２及び選択器１３を１つのユニットとして提供することもできる。すなわち、例えば、ＣＵのプロセッサ又はｅノードＢ（図示せず）を、これらの要素の機能を実行するように構成することができる。

10

【００３９】

従って、第１の実施形態によれば、特定の要素を含まないリソース要素のみが実際に協調移動送信（ＣｏＭＰ）に使用される。

【００４０】

第１の実施形態のより特定例によれば、特定の要素が、上述した共通基準信号（ＣＲＳ）などの基準信号を含む。

【００４１】

以下、さらに良く理解するために図３及び図４を参照する。図３には、ＣＲＳが協調し、他のＲＥに基づいて連携できる従来のＣｏＭＰ方式を示している。図４には、本実施形態による、ＣＲＳに起因してセル３におけるＲＥがブロックされた場合のサイズを縮小した協調エリアを示している。以下で説明するように、ｅＮＢ３からＵＥ１及びＵＥ２への既知の無線チャネルに関しては、セルのＣＲＳに起因するこのＣＲＳからの干渉を補正することができる。

20

【００４２】

図３では、例えば対応するネットワーク計画により保証できる周波数シフトを想定しておらず、上述した不都合については無視する。この場合、ＣｏＭＰの観点から見れば状況は容易であり、３つのＵＥ全てが、ＣＲＳを含まない全てのＲＥに基づいてサービスを受ける。ＣＲＳを含むＲＥが協調に使用されることはなく、リリース８対応のＣＲＳの送信にのみ使用される。

30

【００４３】

図４では、周波数シフトが導入されている。従来、このことは、これらのＲＥ上に協調が全く存在しないことを意味する（例えば、セル３がＣＲＳ信号を送信するＲＥ２を参照）。

【００４４】

ここでは、このＲＥに関して協調をセル１及びセル２に制限し、これによりできる限り多くの協調利得を達成できるようにすることを提案する。一方、従来の解決策に比べ、セル３からのＣＲＳ信号送信に起因して干渉が増加するという不都合が生じるようになる。

【００４５】

しかしながら、発明者らはここで、既知の干渉は干渉でないことを思い出す必要がある。これにより、２つの異なる選択肢が広がる。

40

a) セル３からＵＥ１及びＵＥ２への既知の無線チャネル、並びに対応するセル固有のスクランプリングシーケンスや周波数シフトなどを含む既知のＣＲＳに基づき、ＵＥにおいて干渉除去を行うこと。この選択肢では、ＵＥが、対応するＣＲＳ送信信号を計算し、これらに対応する無線チャネル h_{13} 及び h_{23} で乗算するために、ＵＥにサービスを提供する全てのセルＩＤを知る必要がある。非透過的な解決策が導かれる。また、事前符号化を知る必要もある。この場合、ＵＥは、その復号信号から $h_{13} * T \times CRS_{cell3}$ （ $T \times CRS_{cell3}$ は、セル３のＣＲＳの送信信号である）を減算して干渉の無いバージョンを得る。なお、コヒーレントな事前符号化では、協調に参加しているセルに関する無線チャネルの報告をまとめる必要がある。対応するこれらのセルのＩＤはＵＥにおいてなんとか分

50

かるが、事前符号化は非常に速く変化することがある。

b) セル3からのCRSに起因する中央ユニット(CU)内の干渉に、対応する事前補償によって対処することにより、完全にUE透過的な解決策が可能となる。CUでは、少なくともここで調査するコヒーレントな事前符号化の解決策に、全てのeNBから全ての協調するUEへの無線チャネル、周波数シフト、セルID、スクランプリングシーケンス、現在のPRBのための協調セルなどのとにかく全ての情報が利用可能になる。これにより、UE1に関しては $h_{13} * T \times \text{CRS}_{\text{cell}3}$ を、及びUE2に関しては $h_{23} * T \times \text{CRS}_{\text{cell}3}$ をCUにおいて減算しておくことが可能になる。

【0046】

図5は、提案する事前補償の概略図であり、データの認識、CRS(スクランプリング、シードなど)、及び全てのセルの推定される無線チャネルに基づいて、非協調セルのCRSに起因する干渉を事前補償して、サイズを縮小した協調エリアに変えることを示している。図5に示すように、セル1及びセル2のみがCOMP送信に参加している。 h_{13} 及び h_{23} によって示す破線の二重矢印は、セル3からUE1及びUE2へのCRSに起因する干渉を示している。

【0047】

本実施形態による方式にはいくつかの利点がある。

- セル固有の周波数シフトを示すリリース8のCRSと完全に後方互換性のある解決策が可能になる。
- 周波数シフトの不在及びマルチセルチャネル推定の性能低下に起因する、PDCCH、又はPSS/SSSに基づく同期に伴うあらゆる複雑さが回避される。
- 特定のセルIDの計画が必要ない。
- 解決策が完全に透過的であり、これが主な利点である。上述したように、UEに対して非透過的な解決策も可能である。UEは、周波数シフトの問題を全く知ることなく、追加の処理要件もない。
- 通常は十分に考えられるような、協調エリアのサイズが制限されることによる性能劣化がない。これを理解するには、セル間干渉を克服するためにコヒーレントな事前符号化を適用し、この協調エリア内の干渉を、協調エリア間干渉のみが残るように除去することを踏まえる必要がある。この意味では、CRS送信に起因する干渉に対応する事前補償によって除去すると、このセルとの実際の協調と同じ効果が得られる。
- また、提案するレートマッチングを単純化する方式では、周波数シフトを行う場合の使用可能なリソースの全体数と、周波数シフトを行わない場合の使用可能なリソースの全体数が変化しない。周波数シフトを伴わない従来の協調の場合、PDSCHでは3つのREのうち、いずれのセルによっても使用されないREが1つ存在する。従って、3つのUEにサービスを提供するREは全体として2つ存在し、すなわち9個のデータピンのうち全体として6個をデータ送信に使用することができる。周波数シフトの場合、サービスを受けるUEが 3×2 個存在し、この場合もデータピンは9個のうちの6個である。
- コヒーレントな事前符号化の場合、追加のフィードバック又はチャネル推定は必要なく、全体的な方式がこれに沿って設計されている場合、全ての必要な情報が既に利用可能である。

【0048】

第2の実施形態

第2の実施形態では、第1の実施形態と同様に、特定の要素を含む基準要素をCOMPに使用しないことも検討する。しかしながら、本実施形態によれば、このような特定の要素の例として、PDCCHシンボルなどの制御チャネルシンボルが挙げられる。以下、このことについてより詳細に説明する。

【0049】

すなわち、以下で説明するように、第2の実施形態は、PDCCHが不一致の場合のCOMPの解決策に関する。

【0050】

10

20

30

40

50

以下では、まずこれに関する従来技術について説明する。

【0051】

本出願の導入部で既に述べたように、LTE-Advancedでは、研究項目の中でいわゆる多地点協調送信(CoMP)が調査され、時間的及び周波数的に疎であるべきCSI推定のためのRS、並びに復調のための事前符号化専用基準信号(pDRS)が存在するという今後の方策が同意済みである。pDRSは復調のためのものであり、データ送信を伴うPRB上でのみ送信され、不必要なオーバーヘッドを抑える。pDRSは、対応するデータ信号と同じ事前符号器で事前符号化される。

【0052】

CoMP UE(すなわち、CoMP送信に参加しているUE)は、いわゆるアンカーセルから物理ダウンリンクトランスポートチャネル(PDCCCH)を通じて制御される。個々のUEは、最も強い受信力に基づいて選択されたアンカーセルに接続される。

10

【0053】

コヒーレントに事前符号化されたデータのPDSCCH送信では、全ての協調するeNBが同じリソース上で同時に送信を行う。

【0054】

これは、全ての協調セル内のPDCCCHシンボルの数が同じである限り良好に機能する(LTEリリース8によれば、PCFICHが、OFDMシンボルの数を1と3の間で変更することができる)。一般に、個々のセルは、サブフレームごとに異なる数のPDCCCH OFDMシンボルを有することができ、これにより各サブフレームの最初の3つのシンボルに関する協調が困難になる。協調が、最初の3つのOFDMシンボルに続く11個のOFDMシンボルに常に制限される場合、極めて重大なオーバーヘッドが生じる。

20

【0055】

従って、本実施形態の目的は(これに限定されるわけではないが)、コヒーレントな事前符号化CoMPの解決策を透過的かつ効率的にサポートできるようにし、協調エリアの各セルに対して異なる数のPDCCCH OFDMシンボルを可能にすることである。

【0056】

すなわち、解決すべき課題は、サブフレーム当たりのOFDMシンボルの数が変化して明確に異なる協調エリア内のPDSCCHをコヒーレントに事前符号化することである。なお、サブフレームの長さは1msであり、14個又は12個のOFDMシンボルで構成され、PDCCCHのためのOFDMシンボルは1~3個であり、PCFICHは、現在のサブフレームのPDCCCHの長さを示す。

30

【0057】

図6に、CoMPに関する原理を示す。詳細には、図6にはCoMPの基本概念を示しており、PDSCCH及び各UEに関する協調は、そのアンカーセルのPDCCCHのみをリッスンし、すなわちPDCCCH上には協調がない。実線を含む二重矢印によってPDCCCHを示し、単一矢印によってCoMP送信を示している(実線矢印はUE A用、大きな網掛け矢印はUE B用、及び小さな網掛けはUE C用)。

【0058】

上述したように、リリース8の概念をできるだけ持ち続けること、すなわち後方互換性を維持することが目的である。さらに、物理層(PHY)を上位層から分離すべきである。

40

【0059】

従って、各UEがそのアンカーセル(サービングセルと呼ばれることもあり、信号電力が最も強いためハンドオーバー(HO)中に選択される)のみをリッスンすることを提案する。さらに、このPDCCCHはリリース8と同様のものであり、UEのC-MIMO(協調多入力多出力)モードを半静的に選択するための、及びUEの報告モード(セルID、時間フレームなど)を定義するためのいくつかのさらなるCCE(制御チャネル要素)を含む。C-MIMOと単一セルTxの間の高速切り替えが可能であること、リリース8の特徴をできる限り再使用できること、UE透過的な事前符号化の解決策が可能であること

50

、セル及びUE固有のスクランブリングとの混乱が起きないことが達成される利点である。

【0060】

pDRSについて留意すべきは、これらが少なくとも8つのストリームに関して直交すること、ストリームごとにFDM/TDM/CDMが可能なこと、及びストリームごとにシーケンス番号の上位層シグナリング(RRC)が可能なことである。さらに、C-MIMOモードとの半静的適応が可能である。或いは、固定されたセルからストリームへのマッピングが可能である。

【0061】

図6に、アンカーセルの概念を示しており、各アンカーセルがそのUEを制御する。この結果、PDCCHは、LTEリリース8とほぼ完全に一致して協調を伴わずに送信される。LTE-Advancedでは、例えばUEを半静的にCOMPモードに設定するために、ほんのわずかな新しいメッセージしか必要でなく、従って既に機能している同じ制御メカニズムを再使用できると仮定される。これには、PDCCHメッセージに対する十分な保護、及び十分なセル間干渉の強固性が含まれる。

10

【0062】

PDSCH信号のデータ送信では、アンカーセル及び協調エリアのアンカーセルが同時に送信を行って、コヒーレントな事前符号化から願わくは大きな性能向上を達成する。コヒーレントな事前符号化では、PHY層と上位層が容易に分離される。すなわち、異なるセルから協調的に事前符号化(PHY)が行われると同時に、セル及びUE固有のスクランブリングコード及びインターリーバ、UEのRNTI(無線ネットワーク時識別子)などがアンカーセルに基づいて定義され、これに沿って協調送信を調整することがネットワークのタスクになる。

20

【0063】

上述したように、LTE-Advancedのリリース8との完全な後方互換性を達成すべきである。リリース8では、いわゆる共通基準信号(CRS)が定義されており、完全な後方互換性のためにはこれらのCRSを継続的に送信する必要があるという点が共通理解である。CRSがアンカーセルのみから送信されたものである場合、これらのCRSをPDCCH信号の復調に使用することができる。最初のOFDMシンボルは常にPDCCHシンボルになり、常にこのシンボルにCRSを使用できるようになる。

30

【0064】

上述したように、今後の方策であるLTE-Advancedでは、時間的及び周波数的に疎なCSI推定のためのCSI-RSが存在し、復調のためにCOMP又は8個のTXアンテナにリソース上の事前符号化専用基準信号(pDRS)が使用される。

【0065】

pDRS及びデータは、同じCOMP事前符号器によって事前符号化され、これにより事前符号化がUEに対して透過的になり、すなわちUEが復調のための事前符号器を知る必要がなくなる。これらのpDRSを、サブフレームの少なくとも11個のOFDMシンボルにおけるコヒーレントに事前符号化された信号の復調に使用することができ/使用する必要がある。

40

【0066】

OFDMシンボル#2及び#3に関しては、PDCCH信号を送信したいと望むセル(1つのセルのみ)もあれば、PDSCHデータを協調的に送信したいと望むセルもあるため、これらのシンボルは重要なエリアである。

【0067】

従来技術では、COMP送信を最後の11個のOFDMシンボル(又は拡張サイクリックプレフィクスでは9個のOFDMシンボル)に制限すること、PFCICHをセルごとに高速シグナリングすること、及びこれに対応して同じ長さのCOMP送信に共通制御ゾーンを使用して送信を適合させることなどの、上述した問題に対処する方法の様々な選択肢が識別されていた。

50

【 0 0 6 8 】

特に興味深いのは、1又はそれ以上のセルが、このOFDMシンボル上に依然としていくつかのPDCCH信号を有している場合には、PDSCH信号の非COMP送信を使用するという提案である。

【 0 0 6 9 】

この解決策の不利点は、最初の非COMP PDSCH OFDMシンボルではCRSを使用する必要があり、サブフレームの残りでは復調のためにpDRSを使用する必要がある点である。従って、この提案では、UEの複雑さが増し、第2及び第3のOFDMをCRS又はpDRSに基づいて復調する必要があるかどうかをUEに通知する必要がある。10
ので非透過的であり、COMPモードにあるOFDMシンボルをサブフレームごとにシグナリングするための多くの制御オーバーヘッドが生じる。

【 0 0 7 0 】

本実施形態では、シンボルがPDCCHに使用されていないセルのみをCOMPに使用するという、最初の3つのシンボルのための特別な手順を提案する。従って、最初の3つのシンボルもCOMPに使用することができる。以下、このことについてより詳細に説明する。

【 0 0 7 1 】

具体的には、本実施形態に基づくより一般的な形態は、図2A及び図2Bに示した第1の実施形態に関連して上述した形態に類似する。すなわち、基本的には、特定の要素を含まない、第2の実施形態の場合には制御チャンネルに使用した、上述したPDCCHシンボルのような制御チャンネルシンボルであるリソース要素のみをCOMPに使用する。20

【 0 0 7 2 】

従って、第2の実施形態に基づく一般的な形態は第1の実施形態による形態に類似しており、従ってここではこれについての詳細な説明は繰り返さない。なお、第2の実施形態によれば、検出器を、(PDCCHなどの)制御チャンネルのOFDMシンボルの数を示すPCFICH(物理制御フォーマットインジケータチャンネル)などの制御フォーマットインジケータを参照することにより、リソース要素が特定の要素を含むかどうかを検出するように構成することができる。このようにして、検出器は、制御チャンネルシンボルを含むリソース要素又はシンボルを明確に検出できるようになる。

【 0 0 7 3 】

図7を参照することにより、この実施形態をより詳細に説明する。

【 0 0 7 4 】

具体的に言えば、図7には、異なる協調セルにおけるPDCCH長の不一致に関する問題をより詳細に示している。最後の11個のOFDMシンボルでは、協調が容易に可能であり、最初の3つのOFDMシンボルでは、協調セルの1又はそれ以上がPDCCH送信によって依然としてブロックされている可能性がある。

【 0 0 7 5 】

図では、1つのPDCCH OFDMシンボルを有するセルが1つ、2つのPDCCH OFDMシンボルを有するセルが1つ、及び3つのPDCCH OFDMシンボルを有する第3のセルが存在すると仮定している。40

【 0 0 7 6 】

ここでは、できる限り多くの協調を適用すること、すなわち、他の全てのセルが未だPDCCHモードにある間は単一のセル送信(第2のOFDMシンボル、垂直に網掛けしたブロックセル3)から開始し、複数のセルがPDCCHを送信しない場合には、OFDMシンボル上でセル1とセル3の部分的な協調(第3のOFDMシンボル、横方向に網掛けしたブロック)を行うことを提案する。

【 0 0 7 7 】

この基本的概念を図8Aから図8Cに示しており、これらの図には、他のセルにおいてPDCCH送信が依然として実行されていることによりブロックされるセルの数に応じてサイズが異なる協調エリアを示している。図8Aには、セル1及びセル2がPDCCHを 50

ブロードキャストし、セル 3 が P D S C Hを送信する局面 1 を示す。図 8 B には、セル 2 及びセル 3 が協調を開始する一方で、セル 3 が P D C C Hの送信を終了する、すなわち 2 つのセル C o M P 送信が存在する局面 2 を示す。図 8 C には、最後の局面、すなわち全ての U E が協調的にサービスを受ける局面 3 を示す。

【 0 0 7 8 】

一見したところ、この概念はかえって複雑に見え、制御のためのオーバヘッドがさらに増しているように見える。また、2 つの e N B が協調する場合と 3 つの e N B が協調する場合とで異なる p D R S が必要になり、全てが複雑になる。この主題をより深く見てみると、e N B が容易に状況に対処して、U E が協調セルの数とは無関係に p D R S 信号に基づいてその P D S C H データを全て変調できるようにすることが明らかになる。この目的のために、図 9 A ~ 図 9 C において単一の U E U E 3 の無線チャネルを分析する。

10

【 0 0 7 9 】

図 9 A ~ 図 9 C には、U E 3 の復調についての分析を、図 8 A ~ 図 8 C に関連して上述したような局面 1 (単一セルの送信) から局面 3 (完全な C o M P) のみに関して示しており、この場合、図 9 A は局面 1 を示し、図 9 B は局面 2 を示し、図 9 C は局面 3 を示す。図によれば、局面 1 では、無線チャネル h_{33} (単一セルの送信) に対して復調を行う必要があり、局面 2 では、結合されたチャネル h_{31} 及び h_{33} に対して復調を行う必要があり、最後の局面では、この復調に全ての無線チャネル h_{31} 、 h_{32} 及び h_{33} が含まれる。

【 0 0 8 0 】

第 3 の局面は従来の C o M P 送信であり、復調には、しかるべく事前符号化された p D R S が使用される。U E は、事前符号化重み w_{31} 、 w_{32} 及び w_{33} を使用して、事前符号化された無線チャネルの全体的振幅を a 、その対応する局面を φ とする $w_{31} * h_{31} + w_{32} * h_{32} + w_{33} * h_{33} = a * e^{j\varphi}$ に基づいて推定を行う。データ信号は、復調が容易に可能になるように同じ事前符号化及び無線チャネルを参照する。

20

【 0 0 8 1 】

単一セルの送信の場合、p D R S に基づく復調は、チャネル不一致が原因でうまくいかない。P D S C H データは、事前符号化を伴わずに ($w_{33, \text{single cell}} = 1$) 無線チャネル h_{33} を介して送信される。しかしながら、コヒーレントな事前符号化では、e N B が、全ての U E の量子化されたフィードバックに基づく全ての関連する (仮想) 無線チャネルを認識している必要があることに留意する必要がある。

30

【 0 0 8 2 】

全ての無線チャネルを認識していれば、e N B は、単一セルの送信中に $w_{33, \text{single cell, pDRS}} = h_{33} / a * e^{j\varphi}$ によって P D S C H のための事前補償を容易に適用し、P D S C H が 1 つのセル、2 つのセル、又は全てのセルのいずれから送信されるかに関わらず、U E が p D R S を直接復調に再使用できるようにすることができる。なお、2 つのセルの送信の場合の事前補償重みは、単一セルの送信の場合と同様に得ることができる。

【 0 0 8 3 】

単一セルの送信中には、当然ながら部分的な又は完全な協調に関してより多くの協調エリア内干渉が存在する。この結果、シンボル当たりの B E R (ビット誤り率) は、時間とともに変化するようになる。図 1 0 には、協調セルの数全体にわたる結果として得られる B E R を、シンボル番号に関して概略的に示している。すなわち、図 1 0 には、協調する e N B の数が可変であることに起因して、干渉 (I) 及び B E R が 1 つのサブフレームにわたって変化することを示している。このため、本実施形態では、バースト誤りを防ぐために、対応するインターリーピングを適用することを提案する。別の選択肢は、O F D M シンボルごとに異なる M C S (変調及び符号化方式) を使用することであるが、これには対応するシグナリングが必要であり、従って解決策の透過性が反故になる。

40

【 0 0 8 4 】

e N B は既に他のセルを認識しており、又は P D C C H 信号及び関連する無線チャネルに基づいてこれらのセルを推定できるので、さらなる改善として、これらのセルの P D C C H 干渉をさらに事前補償又は除去することを考えることができる。

50

【 0 0 8 5 】

従って、本実施形態は、以下の利点を提供する。

- 協調エリアの異なるセルの P D C C H の長さに完全な柔軟性が与えられる。
- アンカーセルの P D C C H シグナリングに基づいて、(R 8 のように) 全ての利用可能なリソースを P D S C H データ送信に使用することができる。
- U E のための完全に透過的な解決策により、あらゆるさらなる制御又はシグナリングオーバーヘッドが避けられる。
- 複雑な U E 処理が不要である。
- 全ての複雑性が e N B 側に移される。さらなる解決策として、e N B は、提案する方式に基づく事前補償を行っているかどうか、又は最後の 1 1 個の O F D M シンボル上のデータ送信を制限するような、より単純な方式を行っているかどうかを U E に通知して、e N B 側での処理オーバーヘッドを避けることができる。これは、容量限界がそれほど厳しくない場合には有用になり得る。

10

【 0 0 8 6 】

なお、上述した第 1 及び第 2 の実施形態では、リソース要素に含めることができる特定の要素の例として、基準信号 (C R S など) 及び制御チャネルシンボル (P D C C H) について言及した。しかしながら、これらの実施形態はこれらの例に限定されるものではない。すなわち、C o M P 送信に負の効果を与える可能性がある限り、あらゆる種類の信号又はシンボルが、このような「特定の要素」になり得る。

20

【 0 0 8 7 】

第 3 の実施形態

第 3 の実施形態は、以下に限定されるわけではないが、最小オーバーヘッド p D R S 設計のための空間分割多重化 (S D M) に関する。詳細には、第 3 の実施形態によれば、多地点協調送信 (C o M P) のための事前復号基準信号 (p D R S) の最適な割り当てを達成することができる。

【 0 0 8 8 】

以下、このことをより詳細に説明し、まずこれに関連する従来技術について説明する。

【 0 0 8 9 】

既に述べたように、L T E - A d v a n c e d では、研究項目 (S I) の中で多地点協調送信 (C o M P) が調査され、時間的及び周波数的に疎であるべき C S I 推定のための R S、並びに復調のための事前符号化専用基準信号 (p D R S) が存在するという今後の方策が同意済みである。p D R S は復調のためのものであり、データ送信を伴う P R B 上でのみ送信され、不必要なオーバーヘッドを抑える。p D R S は、対応するデータ信号と同じ事前符号器で事前符号化される。p D R S は、5 / 6 Q A M 6 4 などの最も高い変調及び符号化方式の復調をサポートする必要があるため、非常に正確なチャネル推定を提供する必要があり、P R B ごとの R S に対して対応する大きなオーバーヘッドを伴う。

30

【 0 0 9 0 】

別の関連する問題点は、L T E - A d v a n c e d が、セル当たり最大 8 個の T x アンテナをサポートし、C o M P システムの場合には、5 つさらにはそれ以上のセルが容易に協調する場合があるという点である。チャネル推定の観点からすれば、このことは、単純な実施構成の場合に $5 \times 8 = 40$ 個のチャネルを推定する必要があることを意味し、これは U E の能力を超えることに加え、特に p D R S に対して極めて高いチャネル推定及び基準信号オーバーヘッドをもたらす。

40

【 0 0 9 1 】

p D R S 及びデータは、U E にとって事前符号化が透過的になるように同じ C o M P 事前符号器によって事前符号化され、すなわち U E は、復調のための事前符号器を知る必要がない。現在では、この種の透過性が好まれている。

【 0 0 9 2 】

p D R S は、p D R S のための十分なリソースに基づいて非常に良好な推定精度を提供する。p D R S は、コヒーレントな事前符号化に使用した場合、ビーム形成利得から恩恵

50

を受け、ストリーム又はUEごとに直交事前符号化RSが必要になる。直交化は、時間領域、周波数領域、又はコード領域(TDM/FDM又はCDM)において行うことができる。例えば、協調エリアが5つのセルで形成され、各々が1つのストリームで4つのUEをサポートする場合、最低限4つの直交pDRSが存在する。各pDRSを、約4~6個のリソース要素によってサポートすることができる。Txアンテナが4~8個の場合、pDRSに対するオーバーヘッドは、スケジュールされたPRBにつき20~30%まで容易に増加する。COMPは過負荷状態を対象としているため、UEの80%がCOMPモードにあり、すなわちpDRSに対する全体的なオーバーヘッドは、わずかに約20%しか減少しないことになる。

【0093】

10

CSI推定には、追加のRS(aRS)(CSI-RSとも呼ばれる)が意図される。このCSI推定は、UEによりeNBにフィードバックされて、これらが正しい事前符号化を適用できるようにする。

【0094】

CSI-RS密度は、無線チャネルのコヒーレンス時間及び周波数の選択性に適用される必要があるとともに、マルチセルのRS干渉を十分に抑制する必要がある。CSI推定の必要な性能は、意図される事前符号化精度に合致する必要がある、従って全体的な事前符号化方式に依存する。単一の協調エリアのシミュレーションでは、高度にコヒーレントな事前符号化方式には0.1~0.01の範囲の平均平方誤差MSEが求められ、容易に数10%のCSI-RSオーバーヘッドが加わることが示される。

20

【0095】

CSI-RSなどのCRSでは、全体的なオーバーヘッドがUEの数と無関係になるように、全てのUEが同じCSI-RSをチャネル推定に使用することができる。一方、8個のTxアンテナ及び例えば5つのセルと組み合わせたCOMPでは、CSI-RSオーバーヘッドが容易に爆発的増加を見せる。

【0096】

今後の方策から、全体的なRSオーバーヘッドを最小化するための考えられる方向は2つあると思われる、すなわち、i)CSI-RSに対するオーバーヘッドを最小化すること、又はii)pDRSに同じことを行うこと、である。

【0097】

30

なお、本実施形態では第2の方向をとり、すなわち、この実施形態によれば、CSI-RSに基づく正確なチャネル推定という前提の下で、コヒーレントな事前符号化COMPの解決策に対するpDRSオーバーヘッドが、性能を犠牲にすることなく大幅に最小化される。

【0098】

現在では、直交pDRSを提供するために、PRBごとのRSのTDM/FDM及びCDM割り当ての多くの異なる変形が調査されている。

【0099】

つい最近、他の方法ではオーバーヘッドが高くなってしまう場合、複数のサブフレーム又はPRBにわたってpDRSに基づくチャネル推定を可能にすることが提案された。これにより、オーバーヘッドが複数のPRBにわたって広がり、PRB当たりのRSの数を減らすことができるようになる。

40

【0100】

本実施形態の目的は、以下に限定されるわけではないが、協調する拡張ノードB(eNB)が多数存在する場合にも、コヒーレントな事前符号化解決策のpDRSオーバーヘッドを大幅に低減することである。

【0101】

以下、図11A及び図11Bを参照することにより、本実施形態の一般例による方法について説明する。図11Aに、本実施形態の一般例による方法を示す。この方法は、ネットワーク制御要素と端末の間の多地点協調送信においてリソースブロックのリソース要素

50

における基準信号の送信を制御するものである。ステップ S 2 1 において、一連の基準信号に対して全ての端末向けの (p D R S などの) 単一の基準信号を使用し、ステップ S 2 2 において、この単一の基準信号を各端末に対して空間的に事前符号化する。

【 0 1 0 2 】

図 1 1 B に、本実施形態の一般例による装置を示す。この装置は、中央ユニット (C U) 又はノード B (又は e ノード B) などのネットワーク制御要素、又はその一部とすることができる。図 6 B の例では、装置を中央ユニットの一部とする。装置は、ネットワーク制御要素と端末の間の多地点協調送信においてリソースブロックのリソース要素における (p D R S などの) 基準信号の送信を制御し、一連の基準信号に対して全ての端末向けの単一の基準信号を使用するように構成されたコントローラ 2 1 を備える。さらに、装置は、この単一の基準信号を各端末に対して空間的に事前符号化するように構成された事前符号化ユニット 2 2 を備える。

10

【 0 1 0 3 】

従って、複数のサブフレームにわたる一連の基準信号の中の p D R S が、空間的事前符号化とともにのみ復調に使用される。

【 0 1 0 4 】

この結果、 p D R S オーバヘッドを大幅に低下させることができる。

【 0 1 0 5 】

なお、送信コントローラ 2 1 及び事前符号化ユニット 2 2 は、1つのユニットとして提供することができる。すなわち、例えば、C U 又は e ノード B (図示せず) のプロセッサを、これらの要素の機能を実行するように構成することができる。

20

【 0 1 0 6 】

この実施形態によれば、最初のサブフレームにおいて (p D R S などの) 直交基準信号を使用することができ、これにより完璧な事前符号化が不可能な場合、干渉の推定を行えることが好ましい。

【 0 1 0 7 】

従って、本実施形態では、全ての U E に直交パイロットを使用する代わりに、p D R S の空間的事前符号化 (U E に対するビーム形成) を使用する。すなわち、干渉の推定などを可能にするためにシーケンスの最初の p D R S を直交にすることができ、シーケンス内の以下の p D R S を (空間的事前符号化とともに) 復調にのみ使用する。この結果、p D R S オーバヘッドを大幅に低減することができる。

30

【 0 1 0 8 】

より詳細には、本実施形態では、協調する U E を、同じ P R B 上の複数のサブフレームにわたってスケジュールする。すなわち、この実施形態では、P R B 当たりの p D R S のための R E を減らす代わりに、まず全ての利用可能な空間層のための p D R S を含む P R B を有することを提案する。これにより、最初のサブフレームを正確にチャネル推定できるようになり、高い C o M P 利得が提供される。

【 0 1 0 9 】

後続するサブフレームでは、コヒーレントに事前符号化された協調の特定の特性が引き出され、すなわち、事前符号化などの Z F (ゼロフォーシング) の場合、協調内の全ての干渉が除去され、又は少なくとも所定の値に低減される。これにより、T D M、F D M 又は C D M によって復調基準信号を直交化する必要はなく、空間分割多重化 (S D M) を適用することにより、1つの p D R S の組を全ての U E に再使用することができる。

40

【 0 1 1 0 】

これにより、p D R S のオーバヘッドが、例えば 5 又はそれ以上のストリームから単一ストリームのオーバヘッドに減少する。原則として、L T E リリース 8 からの既に標準化されている A P 5 を、この目的に再利用することができる。

【 0 1 1 1 】

完璧な事前符号化の場合、ストリーム又は U E ごとに直交 p D R S を搬送する最初のサブフレームを避けることもでき、最初から S D M を適用してオーバヘッドをさらに低減す

50

ることができる。

【0112】

他の方向に進めば、さらなる何らかのLTE-AdvancedのpDRS PRBを適宜追加してシステムをより強固にし、又はストリーム間干渉の推定のための強力なチャネル変動に対処することができる。これは、例えばeNBにより、及び場合によってはより上位層のシグナリングにより構成することができる。SDMが継続的に実行され、追加されたpDRSが他のRE上に存在する場合、UE透過的な解決策が可能になると思われる。

【0113】

さらに別の方法として、いくつかのリソース要素上のみでpDRSを使用することができる。すなわち、1つ又は2つのみの干渉ストリームのために直交基準信号を送信することができる。このような方式では、わずかなストリームのみのためにTDM、FDM又はCDMに基づいて追加の直交RSを送信し、UEが複数のサブフレームにわたって全てのストリーム間干渉を学習できるようにすることができる。このようにして、オーバーヘッドをさらに最小化する一方で、送信の強固性を向上させることができる。

【0114】

図12に、本実施形態による協調するUEのためのpDRSのSDM多重化の基本概念を、4つのeNBを含むCOMPエリアを示すことによって示す。1つのコヒーレントに事前符号化された空間層xのUE_xへの送信(斜線の網掛けで示す)、及びUE_kに対するその干渉(点の網掛けで示す)を概略的に示している。

【0115】

まず、図12に関連して及び本実施形態で使用する記号について簡単に説明する。

K: UE当たり1つのストリームの場合のストリーム又はUEの数

k: UEインデックス; $k = 1 \dots K$

$V_{nc \times nt}$: 仮想アンテナのための事前符号器

$W_{ntv \times k}$: 事前符号化マトリクス

$H_{k \times ntv}$: チャネルマトリクス

P: 事前符号化訂正マトリクス

RS_i : 空間層iの基準信号

【0116】

図12には、中央ユニット(CU)(この中に事前符号化ユニットの関数を $W * V$ によって示している)を示しており、これに複数の基準信号(RS_1 、 RS_2 、 $\dots$ 、 RS_k)及びデータ信号(d_1 、 d_2 、 $\dots$ 、 d_k)が与えられる。CUからは、それぞれ異なる数の(横線で網掛けした矢印で示す)アンテナ要素を含むNB₁~NB₄によって示す異なるノードBへ異なる信号が送信される。これらは、エリア内のUE₂、UE₄、UE_k及びUE_xで示す複数のUEにサービスを提供する。

【0117】

なお、縦線で網掛けした矢印は、ノードBとUE_xの間の接続を示す層xから、ノードBとUE_kの間の接続を示す層kへの干渉を示す。

【0118】

以下、図12を参照することにより、本実施形態によるpDRS CSI推定手順を要約する。

- 他のUEからの干渉($I'^k_{pDRS,i}$)は、 $W * V$ によるほぼ完璧な事前符号化によりゼロ又は非常に低いと仮定される。

- 何らかの残留干渉がある場合、一連のPRBの最初のPRBを使用してこれらの干渉を推定し、例えば最小平均平方誤差(MMSE)受信機を、ストリーム間干渉を最小にするように適合させる。

- MMSE受信機は、このPRBの流れの総送信時間にわたって一定に保たれる。

- 以降のPRBに関しては、全ての空間ストリームについて同じセル固有のpDRS $R_1 = R_i = R_k$ がUEに提供されるが、空間的事前符号化は異なる。この目的のために、

10

20

30

40

50

各UEのRS及びデータは、同じ事前符号器 $W * V$ を使用する。

- 完璧な事前符号化の場合、UEは、TDM、FDM又はCDMの場合のように複数のREを必要とすることなく、他のUEからの干渉を伴わずに復調pDRSを受け取る。
- 中間解によれば、 x 番目のサブフレームごとに、1つ（又はそれ以上）のデータストリームに対して1つ（又はそれ以上）の追加の直交（TDM、FDM、CDM）pDRS信号が存在する。直交pDRSを送信するストリームを変更することにより、UEは、他のデータストリームからの完全な干渉を時間とともに学習することができる。これにより、（MMSE UEビーム形成器を適合させる）強固性とオーバーヘッドの間のトレードオフが可能になる。

【0119】

10

なお、pDRSは復調のみを意図されているので、pDRSにSDMを適用することは、LTE-Advancedのための今後の方策に合致する。ストリームごとに直交するpDRSにより、UEにおける干渉の推定、及び全体的な無線チャネル状態に関するより多くの学習が可能になるが、この情報は使用されていないので、これにオーバーヘッドを費やしても意味がない。

【0120】

従って、第3の実施形態は、以下の利点を提供する。

- 提案する解決策によれば、コヒーレントな事前符号化COMPの解決策に関するpDRSオーバーヘッドが大幅に低減され、これが高性能のための最も期待できる候補と考えられる。
- pDRSのオーバーヘッドは、20～30%の範囲であることが容易に計算されており、これが効率的なCOMPの解決策の実際的な負担となる。この範囲は、SDMを適用するという提案により、LTEリリース8のAP5の場合と同様に数パーセントまで低減することができる。
- この解決策は非常に実施しやすく、UEに対して完全に透過的にすることができる。
- 全体の時間を通じてSDMを適用した場合、この解決策にAP5を再使用してさらなる標準化の必要性を避けることができる。従って、この解決策は容易に実施することができる。
- より強固かつ柔軟な設計のために、SDMを使用するPRBに干渉認識PRBを組み合わせ、オーバーヘッドと強固性及び恐らくは性能との間のトレードオフを可能にすることができる。
- 最初のPRBが直交pDRSを使用する場合、全体的なオーバーヘッドは、UE当たりのPRBの流れの長さとともに減少する。通常、協調するUEは、送信すべきデータを大量に有しており、従ってこのような流れを容易に生成できると想定される。
- 事前符号化エラーによってストリーム間干渉が生じると、復調性能が低下する。これらのエラーは、時間とともに及び移動速度が増加するにつれて増加する。これが、CDMのコード間干渉について知られている性能劣化に類似することに留意する必要がある。また、pDRSの事前符号化エラーは、データ送信の場合と全く同じものになる。この意味で、本実施形態による概念は自己スケーリングであり、すなわち事前符号化の精度のレベルと、復調のためにチャネル推定に必要なもののレベルが同じになる。

20

30

40

【0121】

第4の実施形態

第4の実施形態は、LTE-Advanced及びCOMPのための統合基準信号（RS）設計に関する。具体的には、第4の実施形態によれば、LTE-Aにおける多地点協調送信（COMP）のためのチャネル状態情報に関する基準信号（CSI-RS）のオーバーヘッドが減少する。

【0122】

以下、これに関連するいくつかの従来技術の説明から、このことについてより詳細に説明する。

【0123】

50

既に述べたように、現在では多地点協調送信 (C o M P) が調査され、時間的及び周波数的に疎であるべき C S I 推定のための R S、並びに復調のための事前符号化専用基準信号 (p D R S) が存在するという今後の方策が同意済みである。p D R S は復調のためのものであり、データ送信を伴う P R B 上でのみ送信され、不必要なオーバーヘッドを抑える。p D R S は、対応するデータ信号と同じ事前符号器によって事前符号化され、これにより事前符号化が U E に対して透過的になり、すなわち U E が復調のための事前符号器を知る必要がなくなる。p D R S は、5 / 6 Q A M 6 4 などの最も高い変調及び符号化方式の復調をサポートする必要があるため、非常に正確なチャネル推定を提供する必要があり、P R B 当たりの R S に対して対応する大きなオーバーヘッドを伴う。

【 0 1 2 4 】

10

さらに、第 3 の実施形態に関して上述したように、L T E - A d v a n c e d は、セル当たり最大 8 個の T x アンテナをサポートし、C o M P システムの場合には、5 つさらにはそれ以上のセルが容易に協調する場合があり、これにより最大 $5 \times 8 = 40$ 個のチャネルを推定する必要が生じる。

【 0 1 2 5 】

事態をさらに複雑化する別の問題点として、L T E 又は L T E - A d v a n c e d などのセルラー無線システムでは、マルチセル干渉が C S I 推定の性能を大幅に低減させ、例えばセル固有の C D M シーケンスを適用することによりセル間の効果的な直交化が必要になるという点がある。これにより、R S オーバヘッドがさらに増加する。

【 0 1 2 6 】

20

第 1 から第 3 の実施形態に関連して上述したように、L T E - A d v a n c e d のリリース 8 との後方互換性を実現すべきである。リリース 8 では共通基準信号 (C R S) が定義されており、この結果、2 / 4 個のアンテナ構成では 10 / 15 % のオーバーヘッドが生じる。完全な後方互換性のためには、これらの C R S を (少なくともアンテナポート A P 0 及び 1 に関して) 継続して送信する必要があるということが共通理解である。

【 0 1 2 7 】

p D R S は、p D R S のための十分なリソースに基づいて非常に良好な推定精度を提供する。p D R S は、コヒーレントな事前符号化に使用した場合、ビーム形成利得から恩恵を受け、ストリーム又は U E ごとに直交事前符号化 R S が存在するようになる。直交化は、時間領域、周波数領域又はコード領域 (T D M / F D M 又は C D M) において行うことができる。例えば、協調エリアが 5 つのセルで形成され、各々が 1 つのストリームで 4 つの U E をサポートする場合、最低限 4 つの直交 p D R S が存在する。各 p D R S を、約 4 ~ 6 個のリソース要素によってサポートすることができる。従って、全体的なオーバーヘッドは、スケジュールされた P R B につき 20 ~ 30 % まで容易に増加する。

30

【 0 1 2 8 】

C S I 推定には、追加の R S (a R S) (C S I - R S と呼ばれる) が意図される。C S I 推定値は、U E により e N B にフィードバックされ、これらが正しい事前符号化を適用できるようにする。

【 0 1 2 9 】

C S I - R S 密度は、無線チャネルのコヒーレンス時間及び周波数の選択性に適用される必要があるとともに、マルチセルの R S 干渉を十分に抑制する必要がある。C S I 推定の必要な性能は、意図される事前符号化精度に合致する必要があるため、従って全体的な事前符号化方式に依存する。単一の協調エリアのシミュレーションでは、高度にコヒーレントな事前符号化方式には 0 . 1 ~ 0 . 0 1 の範囲の平均平方誤差 M S E が求められ、容易に数 10 % の C S I R S オーバヘッドが加わることが示される。

40

【 0 1 3 0 】

一般に、C S I - R S などの C R S の利点は、全ての U E が同じ C S I - R S をチャネル推定に使用することにより、全体的なオーバーヘッドが U E の数と無関係になる点である。一方、8 個の T x アンテナ及び例えば 5 つのセルと組み合わせた C o M P では、C S I R S オーバヘッドが爆発的に増加を見せる。

50

【0131】

今後の方策からは、時間的及び周波数的に疎であることの意味が未だ明らかではないが、KORAKシミュレータによる最初のシミュレーションでは、物理リソースブロック(PRB)当たり1つの値を提供し、フレーム当たり10msごとにCSI-RSを含む約2つのサブフレームを提供するCSI-RSが可能と思われることが示されている。なお、1つのフレームは、1msごとに10個のサブフレームで構成される。

【0132】

さらなる周知の技術は、通常はダイバーシティ方式として巡回遅延ダイバーシティ(CDD)と組み合わせられる複数の物理アンテナの上部に仮想アンテナを適用して、CRSなどのブロードキャスト信号に対するビーム形成効果を避けることである。ダイバーシティを得ることはできるが、全体的なシステム性能を向上させるために使用できるいくらかの空間的自由度が(具体的には8個のTxアンテナの場合に)失われる。

10

【0133】

本実施形態の目的は、LTE-Advancedの性能を最大化すると同時に全体的なRSオーバーヘッドを最小化した統合的解決策を提供することである。

【0134】

従って、本実施形態によれば、コヒーレントな事前符号化などの進化したCOMPの解決策に関する全体的なRSオーバーヘッドを最小化すると同時に最高の性能を可能にする統合的解決策を発見することが望ましい。CRS、CSI-RS、さらにpDRSの全体的なオーバーヘッドは、約15~20%であれば最適である。オーバーヘッドが高いと、COMP利得が追加のRSオーバーヘッドを克服する必要があるので、意図する大きなシステム利得を提供するのが極めて困難になることが予想され、しかもCOMP利得が全体的な送信時間のわずかな部分に制限されるようになる。

20

【0135】

より詳細には、以下の目標を達成すべきである。

- リリース8後方互換性
 - リリース8CRSの連続送信
- 今後の方策である「疎なCRS+正確なpDRS」に対処すること
- コヒーレントな事前符号化が正確なFBを必要とすること
 - 正確なマルチセルCSI
- 通常、COMPは、8個のTxの場合にも1~2個の空間層をサポートすべきであること
- CSI推定器の利得を最大化すること
 - 全てのRSをCSI推定に利用すること
- eNB当たりのアンテナ要素の数が異なるセルのためのCOMPシステム

30

【0136】

本実施形態の一般例では、図13Aに示すように、eノードBなどのネットワーク制御要素によって実施できる方法を提供する。具体的には、ステップS31において、(pDRSなどの)直交事前符号化専用基準信号を端末に送信する。ステップS32において、直交事前符号化専用基準信号を使用して端末により立証されたチャネル推定の結果を受け取り、ステップS33において、受け取ったチャネル推定結果に基づいてチャネル情報を特定する。

40

【0137】

本実施形態の一般例では、ユーザ装置(UE)などの端末により実施できるさらなる方法を図13Bに示す。ステップS41において、直交事前符号化専用基準信号を受け取り、ステップS42において、直交事前符号化専用基準信号を使用してチャネル推定を行い、ステップS43において、チャネル推定の結果をネットワーク制御要素に送信する。

【0138】

図14Aには、本実施形態の一般例による、eノードBなどのネットワーク制御要素とすることができる装置を示している。この装置は、直交事前符号化専用基準信号を端末に

50

送信する送信機 3 1 を備える。さらに、直交事前符号化専用基準信号を使用して端末が推定したチャネル推定の結果を受信機 3 3 が受け取る。さらに、装置は、受け取ったチャネル推定の結果に基づいてチャネル情報を特定するコントローラ 3 2 を備える。

【 0 1 3 9 】

図 1 4 B には、本実施形態の一般例による、ユーザ装置 (U E) などの端末とすることができる装置を示している。この装置は、直交事前符号化専用基準信号を受け取る受信機 4 3 と、直交事前符号化専用基準信号を使用してチャネル推定を行うコントローラ 4 2 と、チャネル推定の結果をネットワーク制御要素へ送信する送信機 4 1 とを備える。

【 0 1 4 0 】

なお、両装置において、送信機 3 1 (又は 4 1) 、コントローラ 3 2 (又は 4 2) 及び受信機 3 3 (又は 4 3) を 1 つのユニットとして提供することもできる。すなわち、例えば、 C U 又は e ノード B 又は U E のプロセッサを、これらの要素の機能又はその一部を実行するように構成することができる。

【 0 1 4 1 】

すなわち、ネットワーク制御要素が、 (p D R S などの)直交事前符号化専用基準信号を端末に送信し、この端末が、この直交事前符号化専用基準信号に基づいてチャネル (又は受け取った信号) を推定して結果をネットワーク制御要素へ送信し、このネットワーク制御要素がチャネルを計算する。

【 0 1 4 2 】

従って、チャネル推定は、現行の規格では復調のみを意図された直交事前符号化専用基準信号に基づいて行われる。このように、復調に使用する基準信号によってチャネル推定に影響を与え、これにより従来チャネル状態の推定に使用されている C R S 信号を大幅に減少させることができるようになる。この結果、オーバーヘッドを低減することができる。

【 0 1 4 3 】

従って、本実施形態によれば、 C R S 、 C S I - R S 及び p D R S からの全ての利用可能な C S I 推定を可能な限り組み合わせることができ、 C S I - R S に基づくチャネル推定及び p D R S に基づく復調に関する二重のオーバーヘッドを避けることができる。

【 0 1 4 4 】

a) リリース 8 に対する後方互換性に起因して、 C R S を完全に避けることはできない。これらのオーバーヘッドを最小化するために、 A P 0 及び 1 にのみ C R S を使用し、 A P が 2 つよりも多い場合にはアンテナ仮想化を適用することを提案する。これを最新技術と見なすことができるが、 C R S に関する避けられないオーバーヘッドを約 1 0 % に最小化する。 A P 0 のみの場合には、約 5 % へのさらなる最小化が可能になるが、この結果、基準として 2 × 2 システムが想定されている場合にはリリース 8 の U E 性能が制限される可能性がある。

【 0 1 4 5 】

b) p D R S は、良好な復調精度を達成すべき場合にかなりのオーバーヘッドをもたらすので、 C S I - R S に関する追加のオーバーヘッドを最小化する必要がある。このため、時間的に非常に疎であり周波数的に疎な C S I - R S を提供することを提案する。時間的に非常に疎であるとは、例えばフレームごとに L T E - A d v a n c e d サブフレームが 1 つしか存在しないことを意味し、この結果、無線チャネルの時間差異に起因してコヒーレントな事前符号化性能が大幅に制限される。周波数的に疎であるとは、例えば P R B ごとに周波数方向の推定場所が 1 つ (1 2 個の S C ごとに 1 つの C S I - R S) しか存在しないことを意味する。このことは、 P R B ごとに 1 つのフィードバックという予想されるフィードバック制限に適している。

【 0 1 4 6 】

L T E - A d v a n c e d サブフレームは時間的に非常に疎であるため、 C S I 推定精度が良好であり、対応するセル固有の C D M シーケンスによってマルチセル直交化が行われると仮定すると、 L T E - A d v a n c e d のサブフレーム当たりの C S I R S の数を極めて多くすることが可能である。これにより、フレームごとに 1 回の非常に正確な C

10

20

30

40

50

ＳＩ推定が可能になる。

【 0 1 4 7 】

c) p D R S は、L T E - A d v a n c e d の研究項目の今後の方策に示されているような復調に使用される。8 個の T x アンテナで M I M O 送信を行う場合、対応する T D M / F D M 及び / 又は C D M が最大 8 個の直交 p D R S を提供する必要がある。C o M P の場合、ほとんどの U E に 1 又はそれ以上のめったに 2 つを含まないデータストリームが提供され、一般的な協調エリアのサイズが約 5 であり、すなわち 5 つのセルが協調するので、C o M P の観点からすれば、直交 p D R S のパターンを、通常は 3 ~ 5 個のみのストリームである無線送信中のストリームの数にスケールアップすることが最適である。

【 0 1 4 8 】

d) 協調エリア内の物理アンテナ要素の数 (#) (より長い実行では数十分の 1 とすることができる) と、無線送信中のデータストリームの数 (#) (上述したように約 3 ~ 5 個) との適合では、空間的自由度 (S D F) をできる限り活用する、C o M P にとって便利なアンテナ仮想化概念が必要になる。最も単純な事例では、C D D を仮想化技術として使用することができるが、これには、i) C D D のダイバーシティ効果により S D F が失われ、i i) C D D により周波数選択性が増えるという 2 つの不利点がある。周波数選択性が高いと、C S I 推定努力が増し、フィードバックが増え、周波数選択的マルチユーザ (M U) スケジューリング利得の活用が困難になるので、C o M P にとっては望ましくない。

【 0 1 4 9 】

d) C o M P の場合、協調ビーム形成が、協調間干渉を低減させるための貴重な手段と見なされる。適切なビームの選択には、各 e N B アンテナへ向かう各 U E の個々の無線チャネルの認識が必要である。同時に、半静的にビーム選択を行うことができる。このため、アンテナ固有の C S I - R S を含む L T E - A d v a n c e d のフレームを n 番目のフレームごとに与えて、適切なビームパターンの選択を可能にすべきである。中間の L T E - A d v a n c e d のサブフレーム (例えば、全てのフレーム) では、C S I R S が、選択したビームに制限される。e N B が 8 個の T x アンテナを有する場合、8 の倍数を確保することができる。

【 0 1 5 0 】

e) 各協調エリアには、固有の事前選択したビームの組が必要とされるので、通常はビームを時間及び周波数とともに変更する必要がある、e N B は、U E がそれぞれの固有のリソース上でスケジュールされることを保証する必要がある。そうでなければ、各 U E が、関連するビームの無線チャネルを推定できるように、ビームごとに C S I - R S が存在する必要がある。

【 0 1 5 1 】

f) このように、アンテナ仮想化によって S D F が減少し、又は協調ビーム形成によってかなりの C S I 推定オーバーヘッドが生じる。また、通常、コヒーレントな事前符号化の場合、Z F の解決策のために電力が上昇するのを避けることを含め、何らかの T x ダイバーシティが存在すべきである。一例として、サイズ 5 の協調エリアは、通常は 4 つ未満の U E にサービスを提供すべきである。この結果、仮想アンテナの場合でも、無線送信中の空間ストリームの数 (例えば 4) と仮想無線チャネルの数 (例えば 1 0) の間に不一致が存在する。また、このとき、C S I R S オーバヘッドは、実際に C o M P モードにある U E の数と無関係になる。

【 0 1 5 2 】

発明者らは、透過的な事前符号化の解決策を想定しているので、U E は、p D R S 信号に基づいて全ての無線チャネルを直接推定できない可能性がある。しかしながら、第 3 の実施形態に関連して上述した図 1 2 を再び参照されたい。図 1 2 によれば、U E が、(ストリームごとの直交 p D R S に関して) U E 固有の信号の他に事前符号化エラーに起因するストリーム間干渉を推定できることが導き出せる。以下でより詳細に説明するように、e N B は、このフィードバックを使用してこれらの事前符号化マトリクスを更新すること

10

20

30

40

50

により、残りの干渉を除去することができる。また、図 15 に示すように、協調する eNB は、直交事前符号化マトリクスの認識に基づいて無線チャネルを再構築することができる。

【0153】

以下、本実施形態による pDRS CSI 推定手順について説明する。

【0154】

まず変数の定義について説明する（第 3 の実施形態に関連して示す図 12 の説明も参照）。

K : UE 当たり 1 つのストリームの場合のストリーム又は UE の数

k : UE インデックス ; $k = 1 \dots K$

$V_{nc \times nt}$: 仮想アンテナのための事前符号器

$W_{ntv \times k}$: 事前符号化マトリクス

$H_{k \times ntv}$: チャネルマトリクス

P : 事前符号化訂正マトリクス

RS_i : 空間層 i の基準信号

【0155】

本実施形態の具体例による pDRS CSI 推定手順は以下の通りである。

- eNB が、チャネルマトリクス $H : H * W * V * R_i$ にわたる事前符号器 $W * V$ による直交 pDRS R_i を個々のアクティブな UE へ送信する。

- 各 UE k が、固有のチャネルの受信信号 (S'^k_{pDRS}) 及び他の UE からの干渉 $U E_i (I'^k_{pDRS,i})$ を R_i に基づいて推定する。

- UE が、 $ePMI_{i,k}$ によって量子化した推定値 S'^k_{pDRS} 及び $I'^k_{pDRS,i}$ をフィードバックする。

- eNB が、全ての UE のフィードバック $ePMI_{i,k}$ を新しいマトリクス ($H * W * V$) $'_{pDRS}$ に組み合わせ、事前符号化訂正マトリクス P を計算する : ZF の場合 $P = pinv((H * W * V)'_{pDRS})$ 。

- eNB が、さらなる送信に、 $H * W * V$ の代わりに $H * W * V * P$ を使用する。

- 或いは、eNB が、 $H'_{pDRS} = (H * W * V)'_{pDRS} / W$ によって、 H'_{pDRS} を抽出する。これにより、他の UE との柔軟な組み合わせが可能になる。

【0156】

以下、第 4 の実施形態による統合 RS 方式を示す図 15 を参照することにより、上記について説明する。図の上部には、サブフレーム 1 ~ サブフレーム 10 までの 10 個のサブフレームを示しており、サブフレーム 1 においてのみ aRS 及び CRS がブロードキャストされる。

【0157】

図 15 の下半分には、e ノード B ($eNB 1 \dots L$) と UE ($UE 1 \dots k$) の間の処理シーケンスを示している。ステップ S1 において、aRS 及び CRS のブロードキャストが準備され、この場合、PRB の長さにつき 1 CDM シーケンスが使用され、これはアンテナ当たり 4 ~ 8 ($MSE : \sim 0.1$) に相当する。ステップ S152 において、aRS 及び CRS がブロードキャストされる。ステップ S153 において、UE が、aRS 及び CRS に基づいてチャネルマトリクス $H'_{0,k}$ を推定する。 $H'_{0,k}$ に基づいて $ePMIO_{k}$ が生成され、ステップ S154 において e ノード B にフィードバックされる。ステップ S155 において、e ノード B が、全ての UE の $ePMIO_{1,k}$ を組み合わせ、量子化された $H'_{0,q}$ が得られるようにする。さらに、この結果に基づいて、CAS、UE グループ及び PRB に関するスケジューリング決定が行われる。

【0158】

ステップ S156 において、e ノード B が、pDRS 及び事前符号化されたデータ : $W * V$ を UE へ送信する。ステップ S157 において、UE が、pDRS に基づいて $H'_{1,k} * W * V$ を推定し、 $H'_{0,k}$ を含む MRC を特定してデータを復号する。UE は、 $H'_{1,k} + W * V$ の $ePMIO_{1,k}$ を決定し、これをステップ S158 において e ノード B へ送信す

10

20

30

40

50

る。

【0159】

ステップS159において、eノードBが、全てのUEのePMI_{1,k}を組み合わせ、訂正マトリクスPを計算し、CAS、UEグループ、及びPRBSをできる限り維持する。ステップS160において、eノードBが、pDRS及び事前符号化されたデータ： $W * V * P$ をUEへ送信する。

【0160】

ステップS161において、UEが、pDRSに基づいて $H'_{2,k} * W * V * P$ を推定してデータを復号し、ステップS162において、 $H'_{2,k}$ のePMI_{2,k}をeノードBにフィードバックする。その後、ステップS159からS162の処理を繰り返すことができる。

10

【0161】

選択肢として、将来的なスケジューリング決定に向けてこれらの無線チャネルのサウンディングを可能にするために（「広帯域サウンディング」とも呼ばれる）、時には現在スケジュールされていないリソース要素でpDRSを送信することもできる。

【0162】

このようにして送信されるpDRSを、図中に破線のボックスで示している。

【0163】

この結果、上述した本実施形態の具体例の主な項目を以下のように説明することができる。

20

- 通常あつという間に古くなるCSI推定を（正確ではあるが）めったに行わないという条件で、時間的に疎なCSI-RSの代わりに非常に疎なCSI-RSを使用すること。これを使用して、最初のスケジューリング決定及び最初のほぼ正確な事前符号化が可能になるが、RSオーバーヘッドに対する全体的貢献が数パーセントになる。

- pDRSを（今後の方策に示されるように）復調のためだけでなく特定のフィードバックとしても使用し、eNBがこれらのeNBの事前符号器を適合させ、又は主要な（仮想）無線チャネルを再構築できるようにすること。最初の事例では、同じ協調を継続する必要があり、2番目の事例では、ユーザの新しいグループ化が可能である。

- pDRSフィードバックは断続的であり、（現在のスケジューリング決定に応じて）全てのPRBに対して行われるわけではないので、eNBは、全ての利用可能な情報を収集し、事前符号化マトリクスを計算するために常に最も正確かつ最も新しいCSI情報を使用する。事前符号化は、開始点としてCSI-RS推定に基づき、各pDRSフィードバックによって適宜改善される。同時にこの解決策は強固であるとともに、無線送信中の全てのRS信号エネルギーを活用して性能を統計的に最大化する。

30

- また、全ての物理アンテナ要素に対する完全なCSI推定を可能にする半静的LTE-Advancedサブフレームが存在することができ、これは、eNBが4つ以上のアンテナ要素を有する場合に関連する。

【0164】

以下、CRS、CSI-RS及びpDRSの一般的特徴を挙げる。

CRS：

40

- CRSは、主にリリース8のUEをサポートするためのものである。
- 全体的なオーバーヘッドを最小化するために、リリース8の目標構成は、 2×2 システム（約10%のオーバーヘッド）にすべきである。
- 全てのRS能力を活用するために、aRS及びpDRS推定を含むMRCを検討すべきである。
- 考えられるCAS内の周波数シフトは、セルIDを正しく選択することによって避けるべきである。

aRS：

- aRSは、フレームごとに1回などの、アンテナ要素ごとの正確なCSIを可能にする（8個のTx要件）。

50

- 最適な仮想事前符号器の選択を可能にする（半静的）。
- a R S の上部の C D M が、マルチセルチャネル干渉を最小化する。
- $M S E < 0.1 \dots 0.01$ の場合、C D M の長さは約 4 ~ 8 にすべきである。
- フィードバック粒度 $\geq 1 P R B$ 。
 - アンテナ及び P R B 当たり 1 つの値で十分である。
 - a R S は、リリース 8 C R S よりも周波数的に疎である。
- U E は、仮想アンテナの最初のチャネル推定値を計算し、仮想 A E ごとの P M I をフィードバックする。
- e N B は、P M I を使用してスケジューリング決定及び事前符号化マトリクス W の計算を行う。

10

p D R S :

- U E は、p D R S を復調に使用する。
- p D R S は、最大 M C S → 約 0.01 の M S E をサポートする必要がある。
- p D R S は、ストリーム (U E) ごとに直交する → 各 U E は、自身の及び全ての干渉ストリームを推定することができる。
- ストリームの最大数は約 5 であり、将来的な保証設計の場合にはさらに多い。
 - p D R S 推定に基づいて P M I を更新し、又は追加 P M I を送信する。
- e N B は、全ての U E からのフィードバックを組み合わせる訂正事前符号化マトリクス P を計算する。
- p D R S は、時間とともにビーム形成利得及び補間を活用する → ビーム形成推定器利得。
- p D R S の C A S 間干渉は直交する必要がある → x 個のスロット / サブフレームにわたる W H シーケンス。

20

【0165】

図 16 に、C R S、C S I - R S 及び p D R S の C S I 推定精度の典型的な特徴、並びに考えられる結合利得の結果を示す。詳細には、図 16 では、C R S、C S I - R S 及び p D R S の達成可能な M S E という観点から異なる特徴を比較している。約 0.01 という低い M S E に起因して、p D R S に基づいて（最も高い M C S の復調に必要な）最適性能が可能になるはずである。同時に、特定の U E のためのデータが存在する場合にのみ p D R S が送信される。また、U E がスケジュールされている P R B 上にのみ p D R S が存在する。

30

【0166】

以下、図 16 に関連して上述した主な目標を要約する。

- ・ C R S の M S E : 約 0.1
- ・ a R S の M S E : < 0.1 (理想的には 0.01、C D M 長に依存する)
- ・ p D R S の M S E : $0.01 \dots < 0.1$
- ・ C A S 当たり 4 つ以上のストリーム (U E) を含む 5 以上の C A S サイズをサポートすべきである

【0167】

問題を克服するための 1 つの選択肢として、十分な C S I 情報を収集するために意図的に多くの P R B 上で U E をスケジュールすることが考えられる。

40

【0168】

逆の方法は、利用可能なフィードバックがスケジューリングの決定に適するように、同じ P R B 上でできるだけ長く / 有用な U E をスケジュールすることである。通常、P R B は、良好な無線チャネル上で選択されるので、長時間にわたって一定を保つという固有の傾向を有し、この結果、この種のスケジューリングに適した機会が存在するようになる。

【0169】

第 3 の解決策は、いわゆるモデルベースのフィードバックを使用したチャネル予測の組み合わせにある。この場合、e N B は、長期にわたって p D R S フィードバックを収集し、T x 時間にチャネル予測を適用し、全ての利用可能なフィードバックを組み合わせるこ

50

とができる。

【0170】

COMPは、送信すべきデータを大量に有するUEを対象としていることを強調しておくが、これは、そうでなければ編成、チャネル推定及びフィードバックオーバーヘッドに関する全体的なオーバーヘッドが恐らくは精算されないからである。このため、多くのPRB上でUEをスケジュールして、非常に良好な総合的CSI情報を提供する良い機会が存在する。

【0171】

図17に、FDM及びCDMに基づく、2つの連続するサブフレームにおける直交pDRSの考えられる割り当てを示す。なお、図の右側部分の4つの矢印は、長さ4のCDMシーケンスを示している。CDMには、UEが現在の無線送信中の空間ストリームの数を知る必要がなく、従ってeNBが完全なスケジューリングの自由を有するという利点がある。UEは、現在送信を行っていないストリームを推定しようとする場合、干渉を測定することはない。同時に、使われていないCDMシーケンスを、以下のような特定の最適化に使用することができる。

UEは、利用可能なCDMシーケンスを全て復号することができる。関連するデータ送信のないCDMシーケンスが存在することができる(pDRSのみが送信される)。これらのCDMシーケンスを使用して、マルチユーザ及びマルチストリームスケジューリングにおいてCQIを推定し、及び/又は事前符号化重みを最適化することができる。

- pDRSは、PRBの割り当てが重なる別のUE又は別のストリームに使用するように意図された重みによって事前符号化されたCDMシーケンスにより拡散される。UEは、CDMシーケンス間の能力の違いに基づいて、干渉レベル又はCQIを報告することができる。次に、eNBは、UE又はストリーム間の干渉を推定して、最適なMCSパラメータを発見し、マルチユーザ又はマルチストリームスケジューリングを実行できるかどうかを見出すことができる。

- pDRSは、次のスケジューリングイベントにおいて同じUEに使用するように意図された重みによって事前符号化されたCDMシーケンスにより拡散される。UEは、既存のCDMシーケンスと、CDMシーケンスの候補との間の能力/品質の差に基づいてCSI又はCQIを報告することができる。次に、eNBは、事前符号化の重みを更新すべきかどうかを判定することができる。無線チャネルが十分に静的である場合、検索アルゴリズムを使用して最適な事前符号化重みを発見することができる。

【0172】

以下、2つのサブフレームにわたってCDMシーケンスを拡散するという提案に関する主な問題点について説明する。

- ・制限されたオーバーヘッド
- ・CAS(協調エリア)当たり4つの直交ストリームをサポートすること
- ・8つのストリームを有する8つのTxの場合、送信に周波数解像度の低いFDMを使用すること
- ・復調のための良好な周波数割り当て
- ・UEにとって透過的なより高いストリーム送信
- ・低モビリティ条件 → コード間干渉を抑えること

【0173】

なお、CDMの代わりに、FDM(周波数分割多重)又はTDM(時分割多重)を適用してもよい。

【0174】

本実施形態により提案する概念に関して、以下の利点及びさらなる問題点を理解することができる。

主な利点は、復調及びCSI推定にpDRSを同時使用することによるRSオーバーヘッドの最小化である。また、CSI推定オーバーヘッドは、スケジュールされたユーザ及び使用するPRBに制限される。これにより、少なくともサブ帯域ごとにフィードバックを必

10

20

30

40

50

要とするはずのフィードバックオーバーヘッドがさらに制限される。

【0175】

C S I - R S が時間的に非常に疎であることにより、C S I - R S に関するわずかなオーバーヘッドが存在するが、同時に、最初のスケジューリング決定及び最初の事前符号化に非常に正確な C S I 情報を利用することができる。従って、全体的な設計が非常に強固であり、p D R S のフィードバックがなくても少なくとも適度な性能が可能になる。U E がスケジュールされるとすぐに、C S I 及び事前符号化がさらに改善され、達成可能な性能が最大化される。

【0176】

標準化の観点から見れば、わずかな変化しか必要とされず、すなわち、C S I - R S に基づくフィードバックの代わりに、或いはこれに加えて p D R S 推定に基づくフィードバックが可能になる。

【0177】

図18、図19及び図20と同様の C o M P S I N R 後のシミュレーション結果に基づいて、全体的な R S オーバヘッドが推定され、C R S + C S I - R S + p D R S に関して目標である 15 ~ 20 % の R S と同時に良好な性能を達成できそうなことが判明した。同時に、例えば最適化されたフィードバック圧縮方式によっては、より注意深い分析及び最適化が必要になるとしても、U E の予想される上限値近くにフィードバックを保持することができる。U E の 80 % が C o M P モードにあると仮定した場合でも、制限された R S オーバヘッドを達成することができる。

【0178】

詳細には、図18に、異なる C S I 推定エラー (M S E) の場合の C o M P の S I N R (信号対雑音及び干渉比) 後に達成可能な C D F (累積分布関数) を示す。点線曲線は、5 m s のフィードバック遅延を示す。図18から導き出せるように、50 % における S I R はほぼ M S E に類似する。大きな M S E では何らかの推定器利得が存在し、非常に低い M S E では P M I 量子化に起因する何らかの制限が存在する。

【0179】

図19に、C R S (点線) 、 p D R S (破線) 、及び両方を組み合わせた M R C (実線) の場合の 0 . 1 の M S E に関する C o M P の S I N R 後の C D F を示す。C S I 精度を向上させるために、4つの連続するサブフレームにわたる平均化を適用した。図19から導き出せるように、サブフレームにわたる平均化が可能である場合、良好な利得が得られる。

【0180】

図20に、C R S の場合の 0 . 1 の M S E (図の左側の曲線) 、及び p D R S と M R C の両方を組み合わせた 0 . 0 1 の M S E に関する C o M P の S I N R の後の C D F を示す。図20から導き出せるように、p D R S 性能により C S I 推定の全体的な M S E が定まる。

【0181】

なお、上述した実施形態、及びその一般例又は具体例は、任意に組み合わせることができる。

【0182】

以下、本発明のいくつかの実施形態を、いくつかの態様を参照することにより一般用語で説明する。

【0183】

本発明のいくつかの実施形態の第1の態様によれば、
リソース要素上におけるネットワーク制御要素と端末の間の協調送信を制御するステップと、
リソース要素が特定の要素を含むかどうかを検出するステップと、
リソース要素が特定の要素を含まないことが検出された場合、協調送信のためのリソース要素を選択するステップと、

を含む方法が提供される。

【0184】

第1の態様は以下のように修正することができる。

特定の要素を基準信号とすることができる。

【0185】

方法は、協調送信のために選択されていないリソース要素における基準信号の送信により生じる干渉を除去するステップをさらに含むことができる。

【0186】

この除去ステップは、端末において既知の干渉を減じることにより行うことができる。

【0187】

方法は、中央ネットワーク制御要素によって事前補償を適用することにより行うことができる。

【0188】

本発明のいくつかの実施形態の第2の態様によれば、

リソース要素上におけるネットワーク制御要素からの協調送信を受け取るステップと、協調送信のために選択されていないリソース要素における基準信号の送信により生じる干渉を、既知の干渉を減じることによって除去するステップと、を含む方法が提供される。

【0189】

第1及び第2の態様を以下のように修正することができる。

基準信号を共通基準信号とすることができる。

【0190】

特定の要素を、制御チャネルに使用される制御チャネルシンボルとすることができる。

【0191】

検出ステップは、セル内の特定のサブフレームに割り当てられた制御チャネルシンボルの数を検出することにより行うことができる。

【0192】

この数は、制御フォーマットインジケータを参照することにより検出することができる。

【0193】

リソース要素上における所定数の送信点を協調送信のためにスケジューリングすることができる。方法は、

協調送信に使用される送信点の数が所定数よりも少ない場合、送信の事前補償及び/又は送信のインターリーピングを適用するステップ、及び/又は送信においてシンボルごとに異なる変調及び符号化方式を適用するステップをさらに含むことができる。

【0194】

本発明のいくつかの実施形態の第3の態様によれば、

リソース要素上におけるネットワーク制御要素と端末の間の協調送信を制御するように構成された送信コントローラと、

リソース要素が特定の要素を含むかどうかを検出するように構成された検出器と、

リソース要素が特定の要素を含まないことが検出された場合、協調送信のためのリソース要素を選択するように構成された選択器と、を備えた装置が提供される。

【0195】

第3の態様を以下のように修正することができる。

特定の要素を基準信号とすることができる。

【0196】

装置は、協調送信のために選択されていないリソース要素における基準信号の送信により生じる干渉を除去するように構成された除去ユニットをさらに備えることができる。

【0197】

10

20

30

40

50

この装置は、事前補償を適用することによって除去を行うように構成することができる。

【0198】

第4の態様によれば、

リソース要素上におけるネットワーク制御要素からの協調送信を受け取るように構成された受信機と、

協調送信のために選択されていないリソース要素における共通基準信号の送信により生じる干渉を、既知の干渉を減じることによって除去するように構成されたコントローラと、
を備えた装置が提供される。

10

【0199】

第3及び第4の態様を以下のように修正することができる。

基準信号を共通基準信号とすることができる。

【0200】

特定の要素を、制御チャンネルに使用される制御チャンネルシンボルとすることができる。

【0201】

検出器を、セル内の特定のサブフレームに割り当てられた制御チャンネルシンボルの数を検出するように構成することができる。

【0202】

検出器を、制御フォーマットインジケータを参照することによって上記数を検出するように構成することができる。

20

【0203】

リソース要素上における所定数の送信点を協調送信のためにスケジュールすることができ、コントローラを、協調送信に使用される送信点の数が所定数よりも少ない場合、送信点の事前補償及び/又は送信点のインターリーブングを適用し、及び/又は送信点においてシンボルごとに異なる変調及び符号化方式を適用するように構成することができる。

【0204】

第5の態様によれば、

リソース要素上におけるネットワーク制御要素と端末の間の協調送信を制御するための手段と、

30

リソース要素が特定の要素を含むかどうかを検出するための手段と、

リソース要素が特定の要素を含まないことが検出された場合、協調送信のためのリソース要素を選択するための手段と、
を備えた装置が提供される。

【0205】

第5の態様を以下のように修正することができる。

特定の要素を基準信号とすることができる。

【0206】

装置は、協調送信のために選択されていないリソース要素における基準信号の送信により生じる干渉を除去するための手段をさらに備えることができる。

40

【0207】

装置は、事前補償を適用することによって除去を行うための手段をさらに備えることができる。

【0208】

第6の態様によれば、

リソース要素上におけるネットワーク制御要素からの協調送信を受け取るための手段と、

協調送信のために選択されていないリソース要素における共通基準信号の送信により生じる干渉を、既知の干渉を減じることによって除去するための手段と、
を備えた装置が提供される。

50

【 0 2 0 9 】

第 5 及び第 6 の態様を以下のように修正することができる。

基準信号を共通基準信号とすることができる。

【 0 2 1 0 】

特定の要素を、制御チャネルに使用される制御チャネルシンボルとすることができる。

【 0 2 1 1 】

装置は、セル内の特定のサブフレームに割り当てられた制御チャネルシンボルの数を検出するための手段をさらに備えることができる。

【 0 2 1 2 】

装置は、制御フォーマットインジケータを参照することによって上記数を検出するための手段をさらに備えることができる。

10

【 0 2 1 3 】

リソース要素上における所定数の送信点を協調送信のためにスケジューリングすることができる、装置は、協調送信に使用される送信点の数が所定数よりも少ない場合、送信点の事前補償及び／又は送信点のインターリーピングを適用し、及び／又は送信点においてシンボルごとに異なる変調及び符号化方式を適用するための手段をさらに含むことができる。

【 0 2 1 4 】

第 1 から第 6 の態様によれば、制御チャネルシンボルを含まないサブフレームにおいて使用されるリソース要素を共有チャネルに使用してデータを送信する。

【 0 2 1 5 】

20

第 1 から第 6 の態様によれば、リソース要素が全て OFDM シンボルを構成することができ、制御チャネルを物理ダウンリンク制御チャネルとすることができ、共有チャネルを物理ダウンリンク共有チャネルとすることができる。

【 0 2 1 6 】

本発明のいくつかの実施形態の第 7 の態様によれば、
ネットワーク制御要素と端末の間の協調送信においてリソースブロックのリソース要素における基準信号の送信を制御するステップと、
一連の基準信号に対して、全ての端末向けの単一の基準信号を使用するステップと、
単一の基準信号を各端末に対して空間的に事前符号化するステップと、
を含む方法が提供される。

30

【 0 2 1 7 】

第 7 の態様を以下のように修正することができる。

基準信号を事前符号化専用基準信号とすることができる。

【 0 2 1 8 】

方法は、一連の基準信号の最初のリソースブロック内の最初の基準信号に対して直交基準信号を使用するステップをさらに含むことができる。

【 0 2 1 9 】

送信中、所定のリソース要素及び／又は所定のリソースブロックにおいて直交基準信号を使用することができる。

【 0 2 2 0 】

40

直交基準信号を、直交事前符号化専用基準信号とすることができる。

【 0 2 2 1 】

協調送信において、事前符号化などのゼロフォースを使用することができる。

【 0 2 2 2 】

空間的に事前符号化するステップを、ビーム形成によって行うことができる。

【 0 2 2 3 】

方法を、ネットワーク制御要素の 1 つ又は中央ユニットによって実施することができる。

【 0 2 2 4 】

本発明のいくつかの実施形態の第 8 の態様によれば、

50

ネットワーク制御要素と端末の間の協調送信においてリソースブロックのリソース要素における基準信号の送信を制御し、一連の基準信号に対して、全ての端末向けの単一の基準信号を使用するように構成されたコントローラと、

単一の基準信号を各端末に対して空間的に事前符号化するように構成された事前符号化ユニットと、
を備えた装置が提供される。

【0225】

第8の態様を以下のように修正することができる。

基準信号を、事前符号化専用基準信号とすることができる。

【0226】

コントローラを、一連の基準信号の最初のリソースブロック内の最初の基準信号に対して直交基準信号を使用するように構成することができる。

【0227】

コントローラを、送信中、所定のリソース要素及び/又は所定のリソースブロックにおいて直交基準信号を使用するように構成することができる。

【0228】

直交基準信号を、直交事前符号化専用基準信号とすることができる。

【0229】

事前符号化ユニットを、協調送信において事前符号化などのゼロフォースを使用するように構成することができる。

【0230】

事前符号化ユニットを、空間的に事前符号化するステップをビーム形成によって行うように構成することができる。

【0231】

本発明のいくつかの実施形態の第9の態様によれば、

ネットワーク制御要素と端末の間の協調送信においてリソースブロックのリソース要素における基準信号の送信を制御するための手段と、

一連の基準信号に対して、全ての端末向けの単一の基準信号を使用するための手段と、

単一の基準信号を各端末に対して空間的に事前符号化するための手段と、

を備えた装置が提供される。

【0232】

第9の態様を以下のように修正することができる。

基準信号を、事前符号化専用基準信号とすることができる。

【0233】

装置は、一連の基準信号の最初のリソースブロック内の最初の基準信号に対して直交基準信号を使用するための手段を備えることができる。

【0234】

装置は、送信中、所定のリソース要素及び/又は所定のリソースブロックにおいて直交基準信号を使用するための手段を備えることができる。

【0235】

直交基準信号を、直交事前符号化専用基準信号とすることができる。

【0236】

装置は、協調送信において、事前符号化などのゼロフォースを使用するための手段を備えることができる。

【0237】

装置は、空間的に事前符号化するステップをビーム形成によって行うための手段を備えることができる。

【0238】

第8及び第9の態様によれば、装置を、ネットワーク制御要素の1つ又はネットワーク制御要素の1つの一部であり、或いは中央ユニット又は中央ユニットの一部とすることが

10

20

30

40

50

できる。

【0239】

本発明のいくつかの実施形態の第10の態様によれば、
直交事前符号化専用基準信号を端末に送信するステップと、
事前符号化専用基準信号を使用して前記端末が推定したチャンネル推定結果を受け取るステップと、

受け取ったチャンネル推定結果に基づいてチャンネル情報を特定するステップと、
を含む方法が提供される。

【0240】

第10の態様を以下のように修正することができる。

10

直交事前符号化専用基準信号を複数の端末に送信することができ、複数のチャンネル推定結果を受け取ることができ、チャンネル情報を、複数のチャンネル推定結果に基づいて特定することができる。

【0241】

方法は、直交事前符号化専用基準信号に基づいて推定される他の端末からの干渉に関する干渉情報を端末から受け取るステップをさらに含むことができ、チャンネル情報は、受け取ったチャンネル推定結果及び受け取った干渉情報に基づいて特定される。

【0242】

チャンネル情報の特定において事前符号化訂正マトリクスを計算することができ、この事前符号化訂正マトリクスをさらなる送信に使用することができる。

20

【0243】

チャンネル状態を推定するために最初のチャンネル状態情報基準信号を使用することができ、推定されたチャンネル状態を、直交事前符号化専用基準信号の送信を繰り返し実行し、チャンネル推定結果を受け取り、チャンネル情報を特定することにより訂正することができる。

【0244】

複数の直交事前符号化専用基準信号が複数の端末に送信することができ、直交事前符号化専用基準信号を、周波数分割多重及び/又は符号分割多重及び/又は時分割多重に基づいて少なくとも1つのサブフレームに割り当てることができる。

【0245】

方法は、リソースブロック割り当てが重複する他の端末に使用される重みにより事前符号化された、又は次のスケジューリングイベントで同じ端末に使用される重みにより事前符号化された符号分割多重、周波数分割多重又は時分割多重を使用することにより、少なくとも1つのサブフレーム上の各端末に直交事前符号化専用基準信号を割り当てするステップをさらに含むことができる。

30

【0246】

将来的なスケジューリング決定に向けてリソース要素に対応するサウンディング無線チャンネルを可能にするために、現在スケジュールされていないリソース要素上で事前符号化専用基準信号を送信することができる。

【0247】

本発明のいくつかの実施形態の第11の態様によれば、
直交事前符号化専用基準信号を受け取るステップと、
事前符号化専用基準信号を使用してチャンネル推定を行うステップと、
チャンネル推定結果をネットワーク制御要素に送信するステップと、
を含む方法が提供される。

40

【0248】

第11の態様による方法は、
事前符号化専用基準信号に基づいて他の端末からの干渉を推定するステップと、
干渉情報をネットワーク制御要素に送信するステップとをさらに含むことができる。

【0249】

本発明のいくつかの実施形態の第12の態様によれば、

50

直交事前符号化専用基準信号を端末に送信するように構成された送信機と、
直交事前符号化専用基準信号を使用して端末が推定したチャネル推定結果を受け取るように構成された受信機と、
受け取ったチャネル推定結果に基づいてチャネル情報を特定するように構成されたコントローラと、
を備えた装置が提供される。

【0250】

第12の態様を以下のように修正することができる。

送信機を、直交事前符号化専用基準信号を複数の端末に送信するように構成し、受信機を、複数のチャネル推定結果を受け取るように構成し、コントローラを、複数のチャネル推定結果に基づいてチャネル情報を特定するように構成することができる。

10

【0251】

受信機を、直交事前符号化専用基準信号に基づいて推定される他の端末からの干渉に関する干渉情報を端末から受け取るように構成することができ、コントローラを、受け取ったチャネル推定結果及び受け取った干渉情報に基づいてチャネル情報を特定するように構成することができる。

【0252】

コントローラを、事前符号化訂正マトリクスを計算するように構成することができ、この事前符号化訂正マトリクスをさらなる送信に使用することができる。

【0253】

20

コントローラを、チャネル状態を推定するために最初のチャネル状態情報基準信号を使用し、この推定されたチャネル状態を、直交事前符号化専用基準信号の送信を繰り返し実行し、チャネル推定結果を受け取り、チャネル情報を特定することにより訂正するように構成することができる。

【0254】

送信機を、複数の直交事前符号化専用基準信号を複数の端末に送信するように構成することができ、コントローラを、周波数分割多重及び/又は符号分割多重に基づいて、直交事前符号化専用基準信号を少なくとも1つのサブフレームに割り当てるように構成することができる。

【0255】

30

コントローラを、リソースブロック割り当てが重複する他の端末に使用される重みにより事前符号化された、又は次のスケジューリングイベントで同じ端末に使用される重みにより事前符号化された符号分割多重、周波数分割多重又は時分割多重を使用することにより、少なくとも1つのサブフレーム上の各端末に直交事前符号化専用基準信号を割り当てるように構成することができる。

【0256】

コントローラを、将来的なスケジューリング決定に向けてリソース要素に対応するサウンディング無線チャネルを可能にするために、現在スケジュールされていないリソース要素上で事前符号化専用基準信号を送信するように構成することができる。

【0257】

40

本発明のいくつかの実施形態の第13の態様によれば、
直交事前符号化専用基準信号を受け取るように構成された受信機と、
直交事前符号化専用基準信号を使用してチャネル推定を行うように構成されたコントローラと、
チャネル推定結果をネットワーク制御要素に送信するように構成された送信機と、
を備えた装置が提供される。

【0258】

第13の態様の修正によれば、コントローラを、直交事前符号化専用基準信号に基づいて少なくとも1つの他の端末からの干渉を推定するように構成することができ、送信機を、干渉情報をネットワーク制御要素に送信するように構成することができる。

50

【 0 2 5 9 】

本発明のいくつかの実施形態の第 1 4 の態様によれば、
直交事前符号化専用基準信号を端末に送信するための手段と、
直交事前符号化専用基準信号を使用して端末が推定したチャネル推定結果を受け取るための手段と、

受け取ったチャネル推定結果に基づいてチャネル情報を特定するための手段と、
を備えた装置が提供される。

【 0 2 6 0 】

第 1 4 の態様を以下のように修正することができる。

装置は、直交事前符号化専用基準信号を複数の端末に送信するための手段と、複数のチャネル推定結果を受け取るための手段と、複数のチャネル推定結果に基づいてチャネル情報を特定するための手段とを備えることができる。

10

【 0 2 6 1 】

装置は、直交事前符号化専用基準信号に基づいて推定される他の端末からの干渉に関する干渉情報を端末から受け取るための手段と、受け取ったチャネル推定結果及び受け取った干渉情報に基づいてチャネル情報を特定するための手段を備えることができる。

【 0 2 6 2 】

装置は、事前符号化訂正マトリクスを計算するための手段を備えることができ、この事前符号化訂正マトリクスをさらなる送信に使用することができる。

【 0 2 6 3 】

装置は、チャネル状態を推定するために最初のチャネル状態情報基準信号を使用するための手段と、推定されたチャネル状態を、直交事前符号化専用基準信号の送信を繰り返し実行し、チャネル推定結果を受け取り、チャネル情報を特定することにより訂正するための手段とを備えることができる。

20

【 0 2 6 4 】

装置は、複数の直交事前符号化専用基準信号を複数の端末に送信するための手段と、周波数分割多重及び / 又は符号分割多重に基づいて、直交事前符号化専用基準信号を少なくとも 1 つのサブフレームに割り当てるための手段とを備えることができる。

【 0 2 6 5 】

装置は、リソースブロック割り当てが重複する他の端末に使用される重みにより事前符号化された、又は次のスケジューリングイベントで同じ端末に使用される重みにより事前符号化された符号分割多重、周波数分割多重又は時分割多重を使用することにより、少なくとも 1 つのサブフレーム上の各端末に直交事前符号化専用基準信号を割り当てるための手段を備えることができる。

30

【 0 2 6 6 】

装置は、将来的なスケジューリング決定に向けてリソース要素に対応するサウンディング無線チャネルを可能にするために、現在スケジュールされていないリソース要素上で事前符号化専用基準信号を送信するための手段を備えることができる。

【 0 2 6 7 】

本発明のいくつかの実施形態の第 1 5 の態様によれば、
直交事前符号化専用基準信号を受け取るための手段と、
直交事前符号化専用基準信号を使用してチャネル推定を行うための手段と、
チャネル推定結果をネットワーク制御要素に送信するための手段と、を備えた装置が提供される。

40

【 0 2 6 8 】

第 1 5 の態様の修正によれば、装置は、直交事前符号化専用基準信号に基づいて少なくとも 1 つの他の端末からの干渉を推定するための手段と、干渉情報をネットワーク制御要素に送信するための手段とを備えることができる。

【 0 2 6 9 】

上述した態様及びその修正において、協調送信を、多地点協調 (C o M P) 送信、又は

50

マルチユーザ多入力多出力 (M U - M I M O) 送信、又は同様のものとすることができる。

【 0 2 7 0 】

本発明のいくつかの実施形態の第 1 6 の態様によれば、処理装置のためのプログラムを含み、このプログラムが処理装置上で実行されたときに請求項 1 から請求項 1 3、請求項 2 6 から請求項 3 3、又は請求項 4 2 から請求項 5 1 のいずれか 1 項に記載のステップを実行するためのソフトウェアコード部分を含むコンピュータプログラム製品が提供される。

【 0 2 7 1 】

本発明のいくつかの実施形態の第 1 0 の態様によれば、処理手段又はモジュールで上実行されたときに上記第 1、第 2、第 7、第 1 0 及び第 1 1 の態様又はその修正のいずれかによる方法を実施するためのコード手段を含むコンピュータプログラム製品が提供される。

【 0 2 7 2 】

このコンピュータプログラム製品は、ソフトウェアコード部分を記憶するコンピュータ可読媒体を含むことができる。

【 0 2 7 3 】

このプログラムは、処理装置の内部メモリに直接ロードすることができる。

【 0 2 7 4 】

上記の修正が参照するそれぞれの態様及び / 又は実施形態が代替物を排除すると明示的に示していない限り、これらの修正は、いずれも単独で、又は組み合わせてこれらの態様及び / 又は実施形態に適用できると理解されたい。

【 0 2 7 5 】

以上、本明細書に記載した本発明に関しては、以下の点に留意されたい。

- (機器、装置及び / 又はこれらのモジュールの例として、或いは装置及び / 又はそのモジュールを含むエンティティの例として) ソフトウェアコード部分として実装される可能性が高く、ネットワーク制御要素又は端末においてプロセッサを使用して実行される方法ステップは、ソフトウェアコードに依存せず、これらの方法ステップにより定義される機能が保持される限り、いずれかの公知の又は将来開発されるプログラミング言語を使用して設定することができる。

- 一般に、いずれの方法ステップも、実施される機能の面から実施形態及びその修正の発想を変更することなくソフトウェアとして又はハードウェアにより実装するのに適している。

- 上記で定義した装置、又はそのいずれかの (単複の) モジュールにおいてハードウェア構成要素として実装される可能性が高い方法ステップ及び / 又は機器、ユニット、又は (上述したような、上述した実施形態による装置、 U E、 e ノード B などの機能を実施する機器などの) 手段はハードウェアに依存せず、 M O S (金属酸化膜半導体)、 C M O S (相補型 M O S)、 B i M O S (バイポーラ M O S)、 B i C M O S (バイポーラ C M O S)、 E C L (エミッタ結合型論理)、 T T L (トランジスタ - トランジスタ論理) などのいずれかの公知の又は将来開発されるハードウェア技術又はこれらのいずれかの雑種を使用して、例えば A S I C (特定用途向け I C (集積回路)) 構成要素、 F P G A (フィールドプログラマブルゲートアレイ) 構成要素、 C P L D (結合プログラムマブル論理回路) 構成要素又は D S P (デジタルシグナルプロセッサ) 構成要素を使用して実現することができる。

- 機器、ユニット、又は (上記で定義した装置、又はこれらのそれぞれの手段のいずれか 1 つなどの) 手段は、個々の機器、ユニット又は手段として実現することができるが、これは、これらの機器、ユニット又は手段の機能が維持される限り、これらがシステム全体を通じて分散方式で実現されることを除外するものではない。

- 装置は、半導体チップ、チップセット、又はこれらのチップ又はチップセットを含む (ハードウェア) モジュールによって表すことができるが、これは、装置又はモジュール

10

20

30

40

50

の機能が、ハードウェアで実現される代わりに、プロセッサ上における実行／動作のための実行可能ソフトウェアコード部分を含むコンピュータプログラム又はコンピュータプログラム製品などの（ソフトウェア）モジュール内のソフトウェアとして実現される可能性を除外するものではない。

- 例えば、機器は、互いに機能的に連携しているか、又は互いに機能的には独立しているが同じ装置のハウジング内に存在するかどうかにより、1つの装置として、或いは複数の装置の組立品として見なすことができる。

【0276】

従って、上述した第1から第15の態様はいずれも、第1から第15の態様において上述した異なる機能／処理をプロセッサが実行できるようにする命令を記憶するメモリ及び

10

プロセッサを備えた装置により実現することができる。

【0277】

なお、上述した実施形態及び一般例及び具体例は、例示目的でのみ提供したものであり、決して本発明をこれらに限定することを意図するものではない。むしろ、添付の特許請求の範囲の思想及び範囲内にある全ての変形例及び修正例を含むことが意図される。

【符号の説明】

【0278】

S11 REがCRSを含むかどうかを検出

S12 REがCRSを含まない場合、COMPのためのREを選択

【図1】

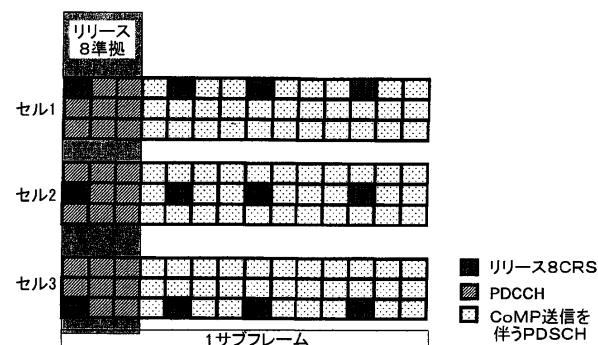


Fig. 1

【図2B】

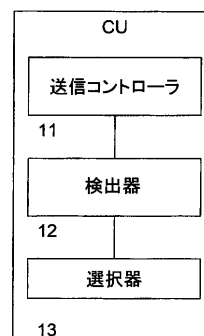


Fig. 2B

【図2A】

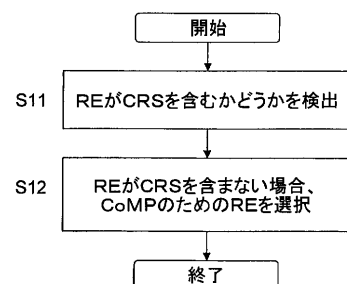


Fig. 2A

【図3】

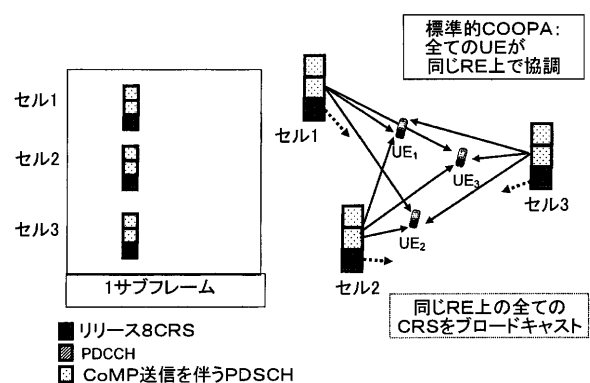


Fig. 3

【図 4】

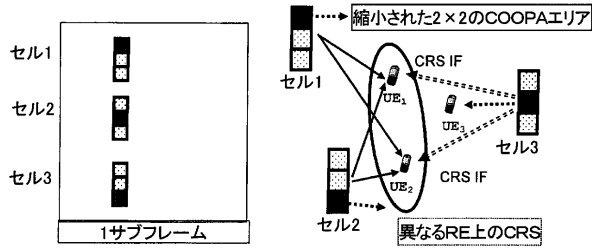


Fig. 4

【図 5】

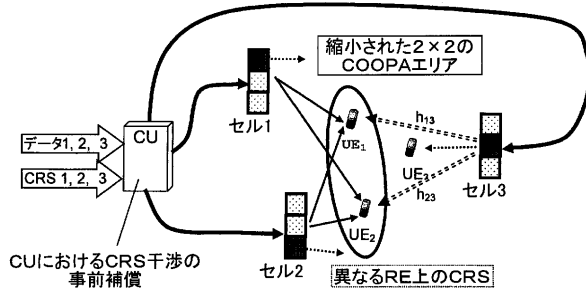


Fig. 5

【図 6】

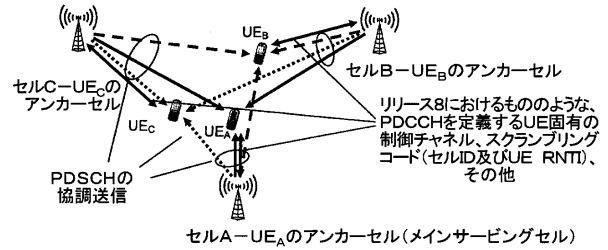


Fig. 6

【図 7】

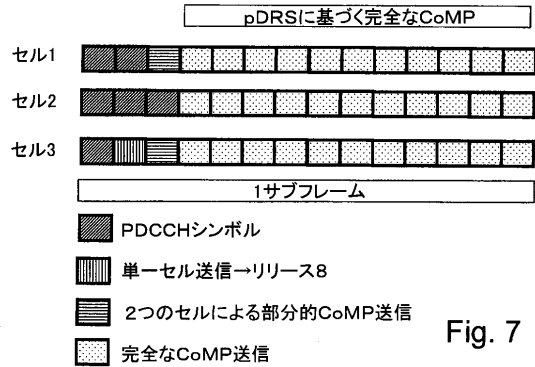


Fig. 7

【図 8 A】

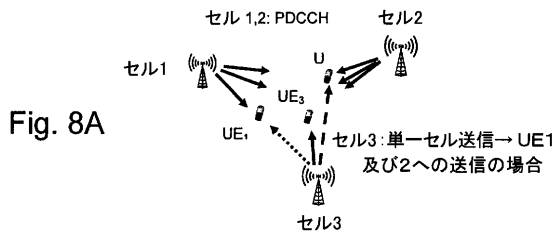


Fig. 8A

【図 8 B】

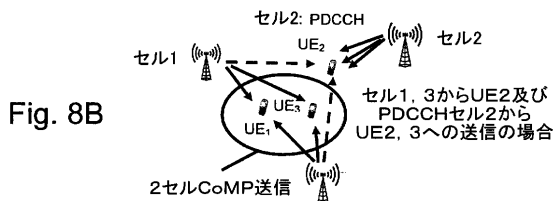


Fig. 8B

【図 8 C】

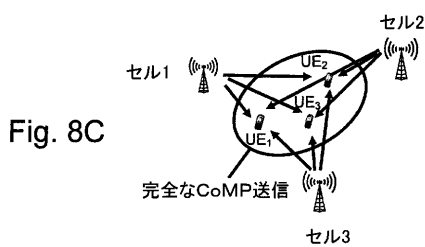
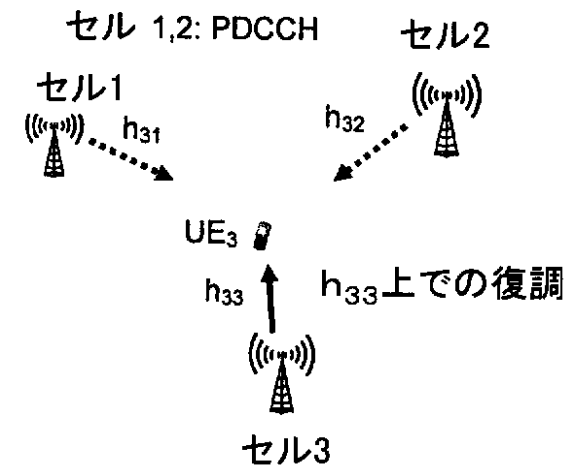


Fig. 8C

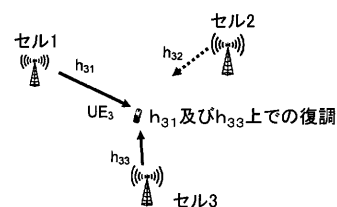
【図 9 A】

Fig. 9A



【図 9 B】

Fig. 9B



【図 9 C】

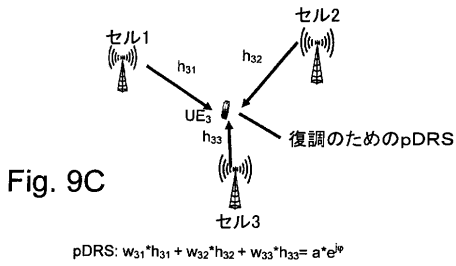


Fig. 9C

【図 1 0】

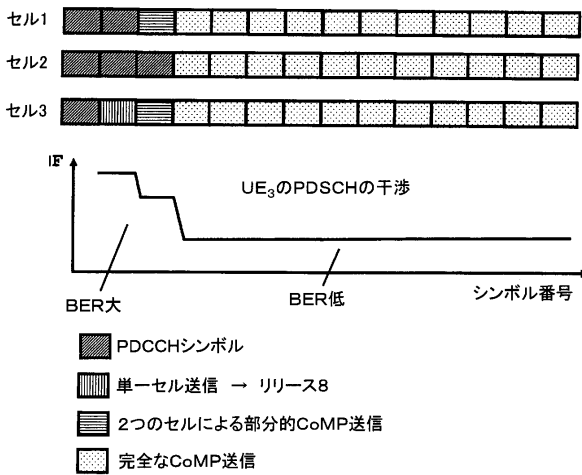


Fig. 10

【図 1 2】

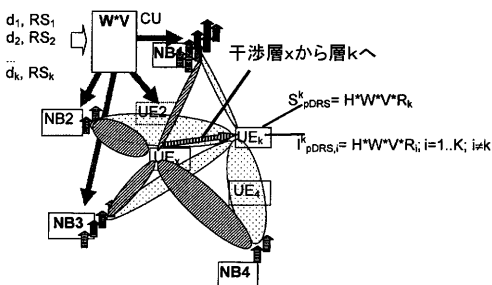


Fig. 12

【図 1 1 A】

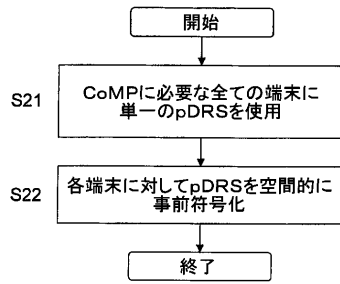


Fig. 11A

【図 1 1 B】

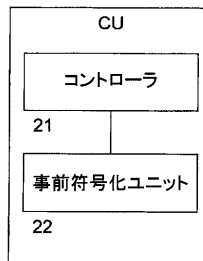


Fig. 11B

【図 1 3 B】

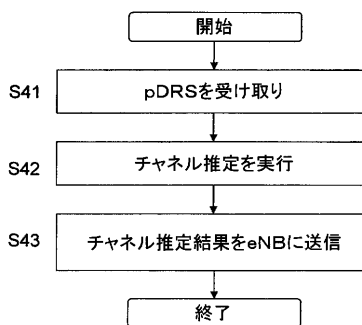


Fig. 13B

【図 1 3 A】

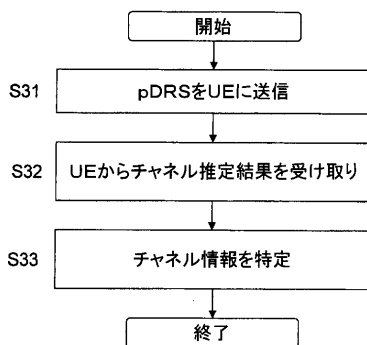


Fig. 13A

【図 14 A】

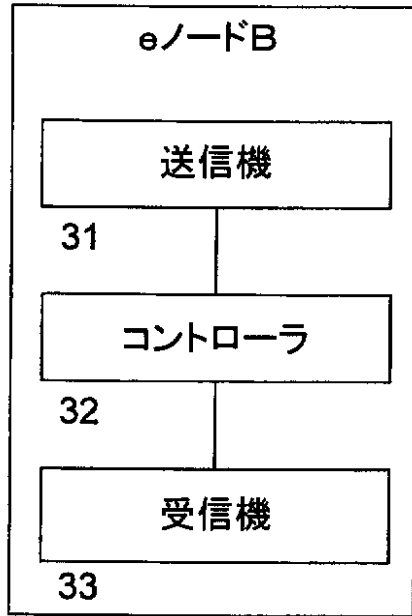


Fig. 14A

【図 14 B】

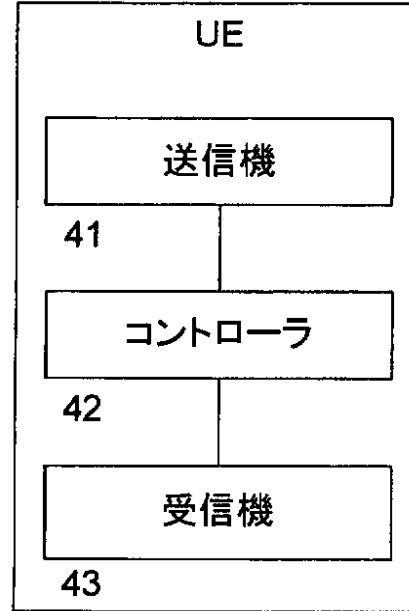


Fig. 14B

【図 15】

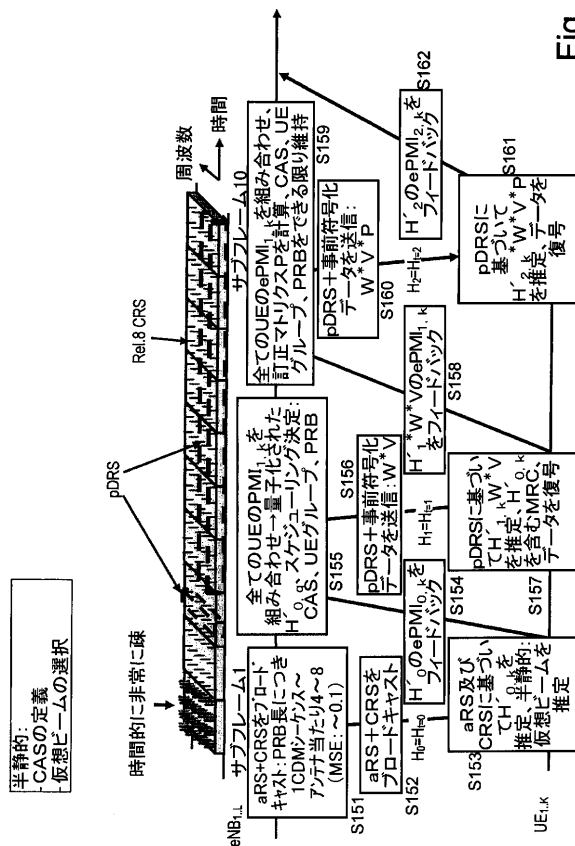


Fig. 15

【図 16】

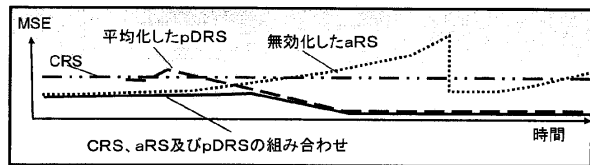


Fig. 16

【図 17】

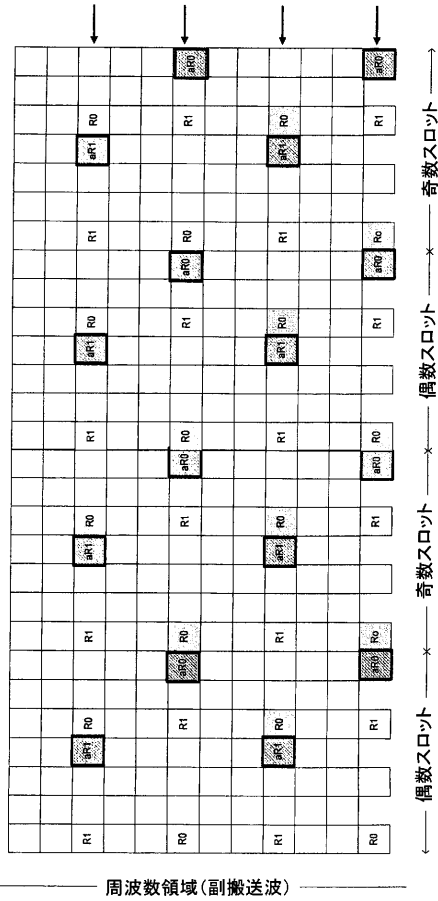
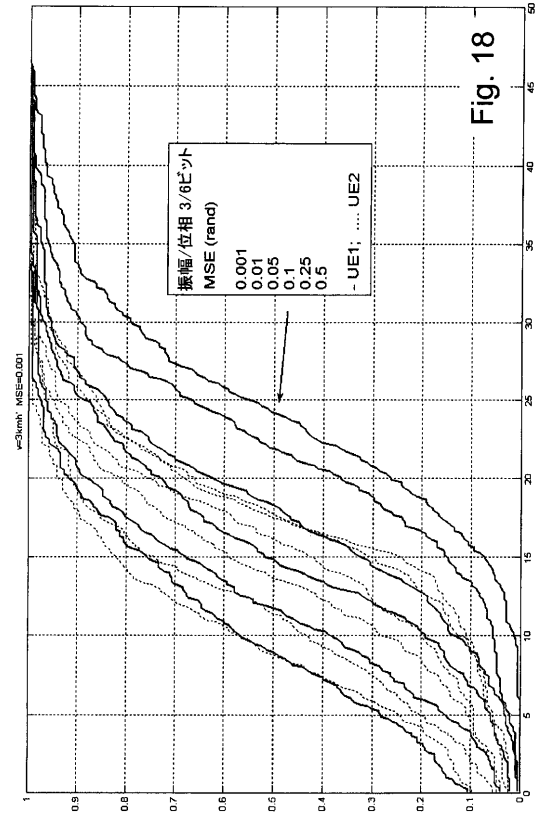
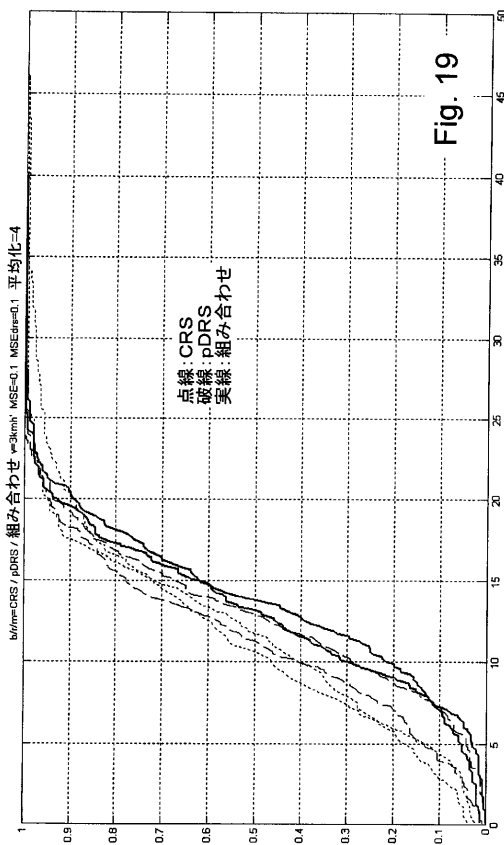


Fig. 17

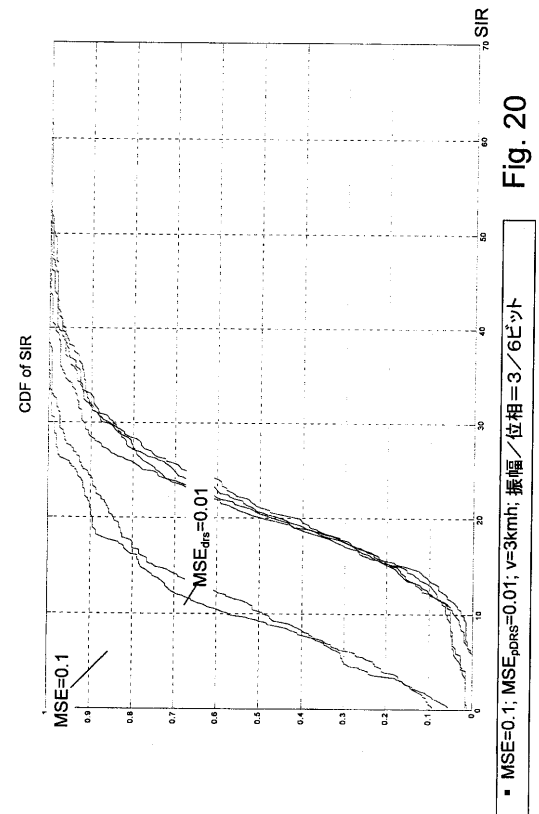
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

(74)代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(74)代理人 100158469

弁理士 大浦 博司

(72)発明者 ジルワス ヴォルフガング

ドイツ連邦共和国 8 1 2 4 9 ミュンヘン ロアシェンガーブラッツ 7 ベー

(72)発明者 ケミール ミェシュコ

ポーランド ペーエル - 4 8 - 3 4 0 グウホワジ ポフスタンツフ シロンスキフ 5 0 / 2 3

(72)発明者 キースキ マッティ タパニ

フィンランド エフィー 9 0 4 6 0 オウルンサロ ムスタリンウンティエ 2 1

(72)発明者 シュルツ エゴン

ドイツ連邦共和国 8 0 9 9 3 ミュンヘン ヴィッテンベルガー シュトラーセ 3

審査官 伊東 和重

(56)参考文献 ZTE , Resource Mapping Issues on JP transmission in CoMP , TSG-RAN WG1 Meeting #55bis , 3

GPP , 2 0 0 9 年 1 月 1 6 日 , R1-090070

Huawei,CMCC , Further Discussions on the Downlink Coordinated Transmission -Impact on
the Radio Interface , 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #55bis , 3GPP , 2 0 0 9 年 1 月 1 6 日 , R
1-090129

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 B 7 / 2 4 - 7 / 2 6

H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0