

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5597771号
(P5597771)

(45) 発行日 平成26年10月1日 (2014. 10. 1)

(24) 登録日 平成26年8月15日 (2014. 8. 15)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4 W 16/26 (2009. 01)	HO 4 W 16/26
HO 4 J 99/00 (2009. 01)	HO 4 J 15/00
HO 4 W 16/28 (2009. 01)	HO 4 W 16/28 1 3 0
HO 4 W 16/14 (2009. 01)	HO 4 W 16/14

請求項の数 14 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2013-542107 (P2013-542107)	(73) 特許権者	510030995
(86) (22) 出願日	平成23年11月29日 (2011. 11. 29)		インターデジタル パテント ホールデ
(65) 公表番号	特表2014-504076 (P2014-504076A)		ィングス インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成26年2月13日 (2014. 2. 13)		アメリカ合衆国 1 9 8 0 9 デラウェア
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/062432		州 ウィルミントン ベルビュー パーク
(87) 国際公開番号	W02012/075031		ウェイ 2 0 0 スイート 3 0 0
(87) 国際公開日	平成24年6月7日 (2012. 6. 7)	(74) 代理人	110001243
審査請求日	平成25年8月5日 (2013. 8. 5)		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(31) 優先権主張番号	61/419, 163	(72) 発明者	オヌール サヒン
(32) 優先日	平成22年12月2日 (2010. 12. 2)		アメリカ合衆国 1 1 2 1 5 ニューヨー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ク州 ブルックリン プレジデント スト
			リート 6 8 2 アpartment 4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共有ノードを使用して移動局における干渉を最小化するための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

W T R U (ワイヤレス送信／受信ユニット) で干渉を最小化する方法であって、
第 1 の基地局から所望の信号と、第 2 の基地局から干渉信号と、を受信するステップと

、
前記所望の信号および前記干渉信号をバッファリングするステップと、

共有ノードによって送信される信号を受信するステップであって、前記送信される信号は、第 1 のセル内の前記第 1 の基地局によって送信される第 1 の信号と、第 2 のセル内の前記第 2 の基地局によって送信される第 2 の信号とに基づいて生成され、前記第 1 の信号は第 1 のコードワードを含み、前記第 2 の信号は第 2 のコードワードを含む、ステップと

10

、
前記 W T R U における前記干渉信号の電力を最小化し、前記所望の信号の電力を最大化するために前記バッファリングされた信号を、前記共有ノードによって送信される前記信号と組み合わせるステップと

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記第 1 の基地局がリソース使用量情報を前記第 2 の基地局に送信するステップと、

前記第 1 の基地局が前記リソース使用量情報によって指示される時間リソースおよび周波数リソースを使用して前記所望の信号を送信するステップと、

前記第 2 の基地局が前記第 1 の基地局と同じ時間リソースおよび周波数リソースを使用

20

して前記干渉信号を送信するステップと

をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記共有ノードは、特定の伝送時間間隔（TTI）において前記第 1 の信号および前記第 2 の信号を受信および処理し、その後の TTI の間に、前記共有ノードは、前記第 1 の信号および前記第 2 の信号をプリコードして、前記プリコードされた信号を送信することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記共有ノードは、前記特定の TTI において前記第 1 のコードワードおよび前記第 2 のコードワードを復号することを試みることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

10

【請求項 5】

前記 WTRU が前記第 1 のコードワードを復号することを試み、前記第 1 のコードワードに対する肯定応答（ACK）／否定応答（NACK）フィードバックを前記第 1 の基地局に送信するステップであって、前記第 1 の基地局は、前記 WTRU をスケジュールするように構成される、ステップと、

異なる WTRU が前記第 2 のコードワードを復号することを試み、前記第 2 のコードワードに対する ACK／NACK フィードバックを前記第 2 の基地局に送信するステップであって、前記第 2 の基地局は、前記異なる WTRU をスケジュールするように構成される、ステップと

をさらに含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記第 1 の信号および前記所望の信号は、コードワード構成要素の第 1 の集合を含み、前記第 2 の信号および前記干渉信号は、コードワード構成要素の第 2 の集合を含み、前記共有ノードは、コードワード構成要素の前記第 1 の集合および前記第 2 の集合のそれぞれの中の少なくとも 1 つのコードワード構成要素を復号することを試みることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 7】

前記 WTRU がコードワード構成要素の前記第 1 の集合を復号することを試み、コードワード構成要素の前記第 1 の集合に対する肯定応答（ACK）／否定応答（NACK）フィードバックを前記第 1 の基地局に送信するステップであって、前記第 1 の基地局は、前記 WTRU をスケジュールするように構成される、ステップと、

30

前記異なる WTRU がコードワード構成要素の前記第 2 の集合を復号することを試み、コードワード構成要素の前記第 2 の集合に対する ACK／NACK フィードバックを前記第 2 の基地局に送信するステップであって、前記第 2 の基地局は、前記異なる WTRU をスケジュールするように構成される、ステップと

をさらに含むことを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

WTRU（ワイヤレス送信／受信ユニット）であって、
複数のアンテナと、

前記複数のアンテナを介して、第 1 の基地局からの所望の信号、第 2 の基地局からの干渉信号、および共有ノードによって送信された信号を受信するように構成された受信機であって、前記送信される信号は、第 1 のセル内の前記第 1 の基地局によって送信された第 1 の信号および第 2 のセル内の前記第 2 の基地局によって送信された第 2 の信号に基づき生成され、前記第 1 の信号は第 1 のコードワードを含み、前記第 2 の信号は第 2 のコードワードを含む、受信機と、

40

前記所望の信号および前記干渉信号をバッファリングするように構成されたバッファと、

前記 WTRU における前記干渉信号の電力を最小化し、前記所望の信号の電力を最大化するため前記バッファリングされた信号を前記共有ノードによって送信された前記信号と組み合わせるように構成されたプロセッサと

50

を備えることを特徴とするWTRU。

【請求項 9】

前記第 1 の基地局は、前記所望の信号を送信し、前記第 2 の基地局は、同じリソースブロック内で前記干渉信号を送信することを特徴とする請求項 8 に記載のWTRU。

【請求項 10】

前記共有ノードは、特定の伝送時間間隔（TTI）において前記第 1 の信号および前記第 2 の信号を受信し、処理し、その後のTTIにおいて、前記共有ノードは、前記第 1 の信号および前記第 2 の信号をプリコードして、前記プリコードされた信号を送信することを特徴とする請求項 8 に記載のWTRU。

【請求項 11】

前記共有ノードは、前記特定のTTIにおいて前記第 1 のコードワードおよび前記第 2 のコードワードを復号することを試みることを特徴とする請求項 10 に記載のWTRU。

【請求項 12】

前記第 1 のコードワードを復号することを試みるように構成された復号器と、
肯定応答（ACK）／否定応答（NACK）フィードバックを前記第 1 の基地局に送信するように構成された送信機と
をさらに備えることを特徴とする請求項 11 に記載のWTRU。

【請求項 13】

前記第 1 の信号および前記所望の信号は、コードワード構成要素の第 1 の集合を含み、前記第 2 の信号および前記干渉信号は、コードワード構成要素の第 2 の集合を含み、前記共有ノードは、コードワード構成要素の前記第 1 の集合および前記第 2 の集合のそれぞれの中の少なくとも 1 つのコードワード構成要素を復号することを試みることを特徴とする請求項 10 に記載のWTRU。

【請求項 14】

コードワード構成要素の前記第 1 の集合を復号することを試みるように構成された復号器と、
肯定応答（ACK）／否定応答（NACK）フィードバックを前記第 1 の基地局に送信するように構成された送信機と
をさらに備えることを特徴とする請求項 13 に記載のWTRU。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、ワイヤレス通信に関する。

【背景技術】

【0002】

（関連出願の相互参照）

本出願は、参照により本明細書に組み込まれている、2010年12月2日に出願した米国特許仮出願第 61 / 419, 163 号の利益を主張するものである。

【0003】

ワイヤレス通信システムは、ワイヤレスリンクの制限により干渉を受けることがある。例えば、スペクトル効率を高めるために周波数再利用方式を示すセルラーシステムでは、同じ周波数帯域で動作しているノード間の通信速度は、同時伝送の結果生じる干渉のため低下することがある。

【0004】

干渉から生じるワイヤレスリンクの制限を解消するために、SN（共有ノード）（すなわち、ヘルパーノード、中継ノード）を利用してワイヤレスリンクにおける制限に対処してきた。しかし、SNは、セル間干渉を軽減するものとして広く検討されてきてはいない。

【発明の概要】

【0005】

SN（共有ノード）を使用して複数のWTRU（ワイヤレス送信／受信ユニット）でのセル間干渉を最小化するための方法および装置を説明する。それぞれのWTRUは、第1のTTI（伝送時間間隔）において他のセル内の他の基地局によって送信される干渉信号と組み合わせてセル内の基地局によって送信される所望の信号、および第2のTTIにおいてSNによって送信されるプリコードされた信号を受信するように構成されうる。WTRUは、第1のTTIにおいて受信された所望の干渉混合信号をバッファリングし、次いで、バッファリングされた信号を第2のTTIにおいて受信されるプリコードされた信号と組み合わせて、それぞれのWTRUでの干渉信号の電力を最小にし、所望の信号の電力を最大にし、これにより、所望の信号をより高い確率で復号することができる。SNは、同じリソースブロック内の基地局によって送信されるコードワードまたはコードワード構成要素に基づきプリコードされた信号を生成することができる。それぞれのWTRUは、第2のTTIの終わりにコードワードまたはコードワード構成要素を復号する試みの結果に基づきACK（肯定応答）／NACK（否定応答）フィードバックを基地局に送信することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0006】

添付図面と併せて、例として与えられる以下の説明を読むと、さらに詳細に理解することができる。

【図1A】1つまたは複数の説明されている実施形態が実装されうる例示的な通信システムを示す図である。

20

【図1B】図1Aに示されている通信システム内で使用されうる例示的なWTRU（ワイヤレス送信／受信ユニット）を示す図である。

【図1C】図1Aに示されている通信システム内で使用されうる例示的な無線アクセスネットワークおよび例示的なCN（コアネットワーク）を示す図である。

【図2A】SN（共有ノード）を使用する半二重システムの第1の伝送フェーズを示す図である。

【図2B】図2Aの半二重システムの第2の伝送フェーズを示す図である。

【図3】SNにおけるBS（基地局）およびスケジュールされたWTRU（ワイヤレス送信／受信ユニット）によって送信される信号を処理してセル間干渉を軽減するための手順を示すフロー図である。

30

【図4】SNを使用してコードワードを処理するための手順の信号フロー図である。

【図5】SNを使用する部分的DF（復号転送）共有中継手順の信号フロー図である。

【図6】SNを使用するネットワークアーキテクチャを示す図である。

【図7】WTRUのペアリングを行い、プリコード方法を選択するための手順の信号フロー図である。

【図8】CSI（チャネル状態情報）を使用するシステムを示す図である。

【図9】SNの例示的なブロック図である。

【図10】WTRUの例示的なブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

40

これ以降使用する「WTRU（ワイヤレス送信／受信ユニット）」という用語は、限定はしないが、UE（ユーザー装置）、移動局、固定もしくは移動加入者ユニット、ポケベル、携帯電話、PDA（携帯情報端末）、コンピュータ、またはワイヤレス環境で動作することができる他のタイプのユーザーデバイスを含む。

【0008】

これ以降使用する、「BS（基地局）」という用語は、限定はしないが、ノードB、サイトコントローラ、AP（アクセスポイント）、または無線環境で動作することができる他のタイプのインターフェースデバイスを含む。

【0009】

これ以降参照する場合、「SN（共有ノード）」という用語は、少なくとも1つの信号

50

を転送するノード（すなわち、中継ノード、ヘルパーノード、ヘルパーWTRU）を指す。アップリンク伝送の場合、ノードは、少なくとも1つWTRUから受信した少なくとも1つの信号を少なくとも1つの基地局（例えば、ノードB、AP（アクセスポイント）、およびeNB（Evolved Node B）など）に転送する。ダウンリンク伝送の場合、ノードは、少なくとも1つの基地局から受信した少なくとも1つの信号を少なくとも1つのWTRUに転送する。

【0010】

図1Aは、例示的な通信システム100を示し、通信システム100において、1つまたは複数の説明される実施形態が実装可能である。通信システム100は、音声、データ、動画像、メッセージング、および放送などのコンテンツを複数のワイヤレスユーザーに提供する多元接続システムとしてよい。通信システム100は、ワイヤレス帯域を含む、システムリソースを共有することにより複数のワイヤレス（無線）ユーザーがそのようなコンテンツにアクセスすることを可能にする。例えば、通信システム100は、CDMA（符号分割多元接続）、TDMA（時分割多元接続）、FDMA（周波数分割多元接続）、OFDMA（直交FDMA）、およびSC-FDMA（シングルキャリアFDMA）などの1つまたは複数のチャネルアクセス方法を使用することができる。

【0011】

図1Aに示されているように、通信システム100は、WTRU102a、102b、102c、102d、RAN（無線アクセスネットワーク）104、CN（コアネットワーク）106、PSTN（公衆交換電話網）108、インターネット110、および他のネットワーク112を含むものとしてよいが、説明されている実施形態では、任意の数のWTRU、基地局、ネットワーク、および／またはネットワーク要素を企図していることを理解されるであろう。WTRU102a、102b、102c、102dのそれぞれは、ワイヤレス環境において動作し、および／または通信するように構成された任意の種類のデバイスとすることができる。例えば、WTRU102a、102b、102c、102dはワイヤレス信号を送信し、および／または受信するように構成することができ、UE（ユーザー装置）、移動局、固定または移動加入者ユニット、ポケベル、携帯電話、PDA（携帯情報端末）、スマートフォン、ラップトップ、ノートブック、パーソナルコンピュータ、ワイヤレスセンサー、および家庭用電化製品などを含みうる。

【0012】

通信システム100は、基地局114aおよび基地局114bを備えることもできる。基地局114a、114bのそれぞれは、CN106、インターネット110、および／または他のネットワーク112などの、1つまたは複数の通信ネットワークへのアクセスが円滑に行われるようにWTRU102a、102b、102c、102dのうちの少なくとも1つのWTRUとワイヤレス方式でインターフェースする構成をとる任意の種類のデバイスとすることができる。例えば、基地局114a、114bは、BTS（トランシーバ基地局）、ノードB、eNB（evolved Node-B）、HNB（ホームノードB）、HeNB（ホームeNB）、サイトコントローラ、AP（アクセスポイント）、およびワイヤレスルーターなどとすることができる。基地局114a、114bは、それぞれ、単一要素として示されているが、基地局114a、114bは任意の数の相互接続された基地局および／またはネットワーク要素を備えることができることは理解されるであろう。

【0013】

基地局114aは、BSC（基地局制御装置）、RNC（無線ネットワークコントローラ）、および中継ノードなどの、他の基地局および／またはネットワーク要素（図示せず）も備えることができる、RAN104の一部であってもよい。基地局114aおよび／または基地局114bは、セル（図示せず）とも称されうる、特定の地理的領域内でワイヤレス信号を送信し、および／または受信するように構成されうる。セルは、いくつかのセルセクターにさらに分割されうる。例えば、基地局114aに関連付けられているセルは、3つのセクターに分割されうる。従って、一実施形態において、基地局114aは、

3つのトランシーバ、すなわち、セルのセクター毎にトランシーバを1つずつ備えることができる。別の実施形態において、基地局114aは、MIMO（多入力多出力）技術を使用することができ、したがって、セルのそれぞれのセクターに対して複数のトランシーバを使用することができる。

【0014】

基地局114a、114bは、WTRU102a、102b、102c、102dのうちの1つまたは複数と、任意の好適なワイヤレス通信リンク（例えば、RF（無線周波数）、マイクロ波、IR（赤外線）、UV（紫外線）、および可視光など）であるエアインターフェース116を介して通信することができる。エアインターフェース116は、任意の好適なRAT（無線アクセス技術）を使用して設置することができる。

10

【0015】

より具体的には、上記のように、通信システム100は多元接続システムとすることができ、CDMA、TDMA、FDMA、OFDMA、およびSC-FDMAなどの、1つまたは複数のチャネルアクセス方式を使用することができる。例えば、RAN104内の基地局114a、およびWTRU102a、102b、102cでは、WCDMA（登録商標）（広帯域CDMA）を使用してエアインターフェース116を設置可能なUMTS（ユニバーサルモバイル通信システム）UTRA（地上波無線アクセス）などの無線技術を実装することができる。WCDMAは、HSPA（高速パケットアクセス）および／またはHSPA+（発展型HSPA）などの通信プロトコルを備えることができる。HSPAは、HSDPA（高速ダウンリンク（DL）パケットアクセス）および／またはHSUPA（高速アップリンク（UL）パケットアクセス）を含むことができる。

20

【0016】

別の実施形態において、基地局114aおよびWTRU102a、102b、102cは、LTE（ロングタームエボリューション）および／またはLTE-A（LTE-Advanced）を使用してエアインターフェース116を設置することができる、E-UTRA（発展型UTRA）などの無線技術を実装することができる。

【0017】

他の実施形態において、基地局114aおよびWTRU102a、102b、102cは、IEEE802.16（すなわち、WiMAX（Worldwide Interoperability for Microwave Access））、CDMA2000、CDMA20001X、CDMA2000EV-DO（CDMA2000 evolution-data optimized）、IS-2000（Interim Standard 2000）、IS-95（Interim Standard 95）、IS-856（Interim Standard 856）、GSM（登録商標）（Global System for Mobile communications）、EDGE（Enhanced Data rates for GSM Evolution）、およびGERAN（GSM/EDGE RAN）などの無線技術を実装することができる。

30

【0018】

図1Aの基地局114bは、例えば、ワイヤレスルーター、HNB、HeNB、またはAPとすることができ、事業所、家庭、自動車、およびキャンパスなどの、局在化されたエリア内でワイヤレス接続性を円滑にするために任意の好適なRATを利用することができる。一実施形態において、基地局114bおよびWTRU102c、102dは、WLAN（ワイヤレスローカルエリアネットワーク）を設置するためにIEEE802.11などの無線技術を実装することができる。別の実施形態において、基地局114bおよびWTRU102c、102dは、WPAN（ワイヤレスパーソナルエリアネットワーク）を設置するためにIEEE802.15などの無線技術を実装することができる。さらに別の実施形態において、基地局114bおよびWTRU102c、102dは、ピコセルまたはフェムトセルを設置するためにセルラーベースのRAT（例えば、WCDMA、CDMA2000、GSM、LTE、およびLTE-Aなど）を利用することができる。図

40

50

1 Aに示されているように、基地局114bは、インターネット110との直接接続を有することができる。そのため、基地局114bは、CN106を介してインターネット110にアクセスする必要がなくなる。

【0019】

RAN104は、CN106と通信しているものとしてよく、このCN106は、音声、データ、アプリケーション、および／またはVoIP（ボイスオーバーインターネットプロトコル）サービスをWTRU102a、102b、102c、102dのうちの1つまたは複数のWTRUに提供するように構成された任意の種類のネットワークであってよい。例えば、CN106は、呼制御、課金サービス、モバイル位置情報サービス、前払い制通話、インターネット接続性、および映像配信などを提供し、および／またはユーザー認証などの高水準のセキュリティ機能を備えることができる。図1Aには示されていないが、RAN104および／またはCN106は、RAN104と同じRAT、または異なるRATを使用する他のRANと直接的な、または間接的な通信を行うことができる。例えば、E-UTRA無線技術を使用している可能性のある、RAN104に接続されることに加えて、CN106は、GSM無線技術を採用する別のRAN（図示せず）と通信していることもある。

10

【0020】

CN106は、WTRU102a、102b、102c、102dがPSTN108、インターネット110、および／または他のネットワーク112にアクセスするためのゲートウェイとしても機能しうる。PSTN108は、アナログ音声通話のみ可能なPOTS（旧来の電話サービス）を提供する回線交換電話網を含んでもよい。インターネット110は、TCP/IP群に含まれるTCP（伝送制御プロトコル）、UDP（ユーザーデータグラムプロトコル）、およびIP（インターネットプロトコル）などの、共通通信プロトコルを使用する相互接続されたコンピューターネットワークおよびデバイスの地球規模のシステムを含むことができる。ネットワーク112は、他のサービスプロバイダによって所有され、および／または運営される有線もしくはワイヤレス通信ネットワークを含むことができる。例えば、ネットワーク112は、RAN104と同じRAT、または異なるRATを使用することができる、1つまたは複数のRANに接続された別のCNを含むことができる。

20

【0021】

通信システム100内のWTRU102a、102b、102c、102dのうちのいくつか、またはすべてがマルチモード機能を備えることができる。すなわち、WTRU102a、102b、102c、102dは、異なるワイヤレスリンク上で異なるワイヤレスネットワークと通信するための複数のアンテナを備えることができる。例えば、図1Aに示すWTRU102cは、セルラーベースの無線技術を使用しうる基地局114aと、またIEEE802無線技術を使用しうる基地局114bと通信するように構成することができる。

30

【0022】

図1Bは、図1Aに示す通信システム100内で使用されうる例示的なWTRU102を示す。図1Bに示されているように、WTRU102は、プロセッサ118、アンテナ120、送信／受信要素（例えば、アンテナ）122、スピーカー／マイクロホン124、キーパッド126、ディスプレイ／タッチパッド128、取外し不可能なメモリ130、取外し可能なメモリ132、電源134、GPS（全世界測位システム）チップセット136、および他の周辺機器138を備えることができる。WTRU102は、一実施形態との整合性を維持しながら前述の要素の部分的組合せを含むことができることについて、理解されよう。

40

【0023】

プロセッサ118は、汎用プロセッサ、専用プロセッサ、従来型のプロセッサ、DSP（デジタルシグナルプロセッサ）、マイクロプロセッサ、DSPコアとの関連性を持つ1つまたは複数のマイクロプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、ASIC（

50

特定用途向け集積回路)、FPGA(フィールドプログラマブルゲートアレイ)回路、IC(集積回路)、および状態機械などとすることができる。プロセッサ118は、信号符号化、データ処理、電力制御、入出力処理、および/またはWTRU102がワイヤレス環境内で動作することを可能にする任意の他の機能性を実行することができる。プロセッサ118は、送信/受信要素122に結合されうる、トランシーバ120に結合することができる。図1Bは、プロセッサ118およびトランシーバ120を別々のコンポーネントとして表しているが、プロセッサ118およびトランシーバ120は、電子パッケージまたはチップ内にまとめて集積化されうる。

【0024】

送信/受信要素122は、エアーインターフェース116上で基地局(例えば、基地局114a)に信号を送信するか、または基地局(例えば、基地局114a)から信号を受信するように構成されうる。例えば、一実施形態において、送信/受信要素122は、RF信号を送信し、および/または受信するように構成されたアンテナとすることができる。別の実施形態において、送信/受信要素122は、例えば、IR、UV、または可視光信号を送信し、および/または受信するように構成された放射体/検出器とすることができる。さらに別の実施形態において、送信/受信要素122は、RF信号と光信号の両方を送信し、受信するように構成されうる。送信/受信要素122は、ワイヤレス信号の任意の組合せを送信し、および/または受信するように構成されうる。

【0025】

また、図1Bには送信/受信要素122は単一の要素として示されているが、WTRU102は、任意の数の送信/受信要素122を備えることができる。より具体的には、WTRU102は、MIMO技術を採用することができる。そこで、一実施形態において、WTRU102は、エアーインターフェース116上でワイヤレス信号を送信し受信するための2つまたはそれ以上の送信/受信要素122、例えば、複数のアンテナを備えることができる。

【0026】

トランシーバ120は、送信器/受信要素122によって送信されることとなる信号を変調し、送信/受信要素122によって受信された信号を復調するように構成されうる。上記のように、WTRU102は、マルチモード機能を有することができる。そのため、トランシーバ120は、例えば、UTRAおよびIEEE802.11などの複数のRATを介してWTRU102が通信可能となるように、複数のトランシーバを備えることができる。

【0027】

WTRU102のプロセッサ118は、スピーカー/マイクロホン124、キーパッド126、および/またはディスプレイ/タッチパッド128(例えば、LCD(液晶ディスプレイ)表示ユニットまたはOLED(有機発光ダイオード)表示ユニット)に結合され、またそこからユーザー入力データを受け取ることができる。プロセッサ118は、ユーザーデータをスピーカー/マイクロホン124、キーパッド126、および/またはディスプレイ/タッチパッド128に出力することもできる。それに加えて、プロセッサ118は、取外し不可能なメモリ130および/または取外し可能なメモリ132などの、任意の種類の好適なメモリにある情報にアクセスし、データをそのようなメモリに格納することができる。取外し不可能なメモリ130としては、RAM(ランダムアクセスメモリ)、ROM(リードオンリーメモリ)、ハードディスク、または他の種類のメモリストレージデバイスが挙げられる。取外し可能なメモリ132としては、SIM(加入者識別モジュール)カード、メモリスティック、およびSD(セキュアデジタル)メモリカードなどが挙げられる。他の実施形態において、プロセッサ118は、サーバーもしくはホームコンピュータ(図示せず)上など、WTRU102上に物理的に配置されていないメモリにある情報にアクセスし、データをそのようなメモリに格納することができる。

【0028】

プロセッサ118は、電源134から電力を受け取り、その電力をWTRU102内の

10

20

30

40

50

他のコンポーネントに分配し、および／または制御するように構成されうる。電源 134 は、WTRU 102 に給電するための任意の好適なデバイスとすることができる。例えば、電源 134 としては、1 つまたは複数の乾電池（例えば、NiCd（ニッケルカドミウム）電池、NiZn（ニッケル亜鉛）電池、NiMH（ニッケル水素）電池、および Li-ion（リチウムイオン）など）、太陽電池、および燃料電池などが挙げられる。

【0029】

プロセッサ 118 は、WTRU 102 の現在位置に関する位置情報（例えば、経度と緯度）を提供するように構成されうる、GPS チップセット 136 にも結合されうる。GPS チップセット 136 からの情報に加えて、またはその代わりに、WTRU 102 は、基地局（例えば、基地局 114a、114b）からエアインターフェース 116 上で位置情報を受信し、および／または 2 つもしくはそれ以上の付近の基地局から信号を受信するタイミングに基づきその位置を決定することができる。WTRU 102 は、一実施形態との整合性を維持しながら任意の好適な位置決定方法を用いて位置情報を取得することができる。

10

【0030】

プロセッサ 118 は、追加の特徴、機能性、および／または有線もしくはワイヤレス接続性を提供する 1 つまたは複数のソフトウェアおよび／またはハードウェアモジュールを備えうる、他の周辺機器 138 にさらに結合されるものとしてよい。例えば、周辺機器 138 としては、加速度計、電子コンパス、衛星トランシーバ、デジタルカメラ（写真または動画用）、USB（ユニバーサルシリアルバス）ポート、バイブレーションデバイス、テレビジョントランシーバ、ハンズフリーヘッドセット、ブルートゥース（登録商標）モジュール、FM（周波数変調）ラジオユニット、デジタル音楽プレーヤー、メディアプレーヤー、ビデオゲームプレーヤーモジュール、およびインターネットブラウザなどが挙げられる。

20

【0031】

図 1C は、図 1A に例示されている通信システム 100 内で使用されうる例示的な RAN 104 および例示的な CN 106 を示している。上記のように、RAN 104 では、エアインターフェース 116 上で WTRU 102a、102b、102c と通信するために E-UTRA 無線技術を使用することができる。RAN 104 は、CN 106 と通信することもできる。

30

【0032】

RAN 104 は、eNB 140a、140b、140c を備えることができるが、RAN 104 は、一実施形態との整合性を維持しながら任意の数の eNB を備えることができることを理解されるであろう。eNB 140a、140b、140c は、それぞれ、エアインターフェース 116 上で WTRU 102a、102b、102c と通信するための 1 つまたは複数のトランシーバを備えることができる。一実施形態において、eNB 140a、140b、140c は、MIMO 技術を実装することができる。そのため、eNB 140a は、例えば、複数のアンテナを使用して、WTRU 102a にワイヤレス信号を送信し、WTRU 102a からワイヤレス信号を受信することができる。

【0033】

eNB 140a、140b、140c のそれぞれは、特定のセル（図示せず）に関連付けることができ、無線リソース管理決定、ハンドオーバー決定、ならびに UL および／または DL におけるユーザーのスケジューリングなどを処理するように構成されうる。図 1C に示されているように、eNB 140a、140b、140c は、X2 インターフェース上で互いに通信することができる。

40

【0034】

図 1C に示されている CN 106 は、MME（モビリティ管理エンティティ）142、サービングゲートウェイ 144、および PDN（パケットデータネットワーク）GW（ゲートウェイ）146 を含むものとしてよい。前記の要素のそれぞれは、CN 106 の一部として示されているが、これらの要素のうちのどれか 1 つが、CN 事業者以外の事業体に

50

よって所有され、および／または運営されていてもよいことは理解されるであろう。

【0035】

MME142は、S1インターフェースを介してRAN104内のeNB140a、140b、1420cのそれぞれに接続され、制御ノードとして使用されうる。例えば、MME142は、WTRU102a、102b、102cのユーザーの認証、ベアラークティベーション／デアクティベーション、およびWTRU102a、102b、102cなどの初期アタッチ時の特定のサービングゲートウェイの選択を行う役割を有しているものとしてよい。MME142は、RAN104とGSMまたはWCDMAなどの他の無線技術を使用する他のRAN（図示せず）とを切り換えるための制御プレーン機能も備えることができる。

10

【0036】

サービングゲートウェイ144は、S1インターフェースを介してRAN104内のeNB140a、140b、140cのそれぞれに接続されうる。サービングゲートウェイ144は、概して、WTRU102a、102b、102cとの間でデータパケットの経路選択および回送を実行することができる。サービングゲートウェイ144は、eNB間ハンドオーバー時のユーザープレーンのアンカリング、WTRU102a、102b、102cに対してDLデータが利用可能になったときにページングをトリガーすること、およびWTRU102a、102b、102cのコンテキストを管理し、格納することなど、他の機能も実行することができる。

【0037】

20

サービングゲートウェイ144は、PDNゲートウェイ146にも接続することができ、これは、WTRU102a、102b、102cとIP対応デバイスとの間の通信が円滑に行われるように、インターネット110などの、パケット交換ネットワークへのWTRU102a、102b、102cのアクセスを可能にする。

【0038】

CN106は、他のネットワークとの通信を円滑に行えるようにすることができる。例えば、CN106は、WTRU102a、102b、102cと従来の地上通信回線を使用する通信デバイスとの間の通信が円滑に行われるように、PSTN108などの、回路交換ネットワークへのWTRU102a、102b、102cのアクセスを可能にする。例えば、CN106は、CN106とPSTN108との間のインターフェースとして機能するIPゲートウェイ（例えば、IP IMS（マルチメディアサブシステム）サーバー）を備えるか、またはそれと通信することができる。それに加えて、CN106によって、WTRU102a、102b、102cは、他のサービスプロバイダによって所有され、および／または運営されている他の有線もしくはワイヤレスネットワークを含んでいる可能性のある、他のネットワーク112にアクセスすることが可能になる。

30

【0039】

中継オペレーションは、複数のアンテナを備えるSNが互いに干渉する可能性のある1つまたは複数の基地局と通信する場合に実装するとよい。さまざまなプリコーディング方式を使用することによって、SNは、所望の信号を転送し、既存のセル間干渉を軽減するという形でWTRUを補助することができる。1つのTTIにおいて、基地局は、信号を各WTRUに送信することができ、SNは、その伝送の少なくとも一部を監視し、復号することができる。次いで、次のTTIで、SNは、その中継オペレーション（すなわち、プリコード選択）などを計画し、干渉を受けるWTRUが干渉を軽減し、そのパケットを復号することができる。

40

【0040】

一実施形態では、半二重DF（復号転送）SNは、干渉基地局から受信した複数の信号を一緒に同時に復号することができ（すなわち、同じ時間／周波数リソースブロック）、後のタイムスロットにおいて、WTRUにおける干渉を解決し、復号しやすくする最適化されたプリコーディング行列とともに伝送することができる。最適化は、基地局とWTRUとの間の直接的、干渉リンク、さらにはSNとWTRUとの間のリンクに基づく、シス

50

テム内の総合的C S I（チャネル状態情報）に依存しうる。

【0041】

別の実施形態では、干渉アライメントS Nは、W T R Uにおける異なるタイムスロットで受信した信号を適切に組み合わせた後、所望の干渉信号が互いに関して直交部分空間内に置かれるようにプリコーディング演算を使用することができる。

【0042】

部分的D FのS Nを使用する別の実施形態では、干渉基地局は、複数のレイヤを同時に伝送することができる（すなわち、それぞれの基地局は、M I M O演算を使用する重ね合わせ符号化またはマルチレイヤ伝送を採用することができる）。D FのS Nは、すべての基地局からレイヤの選択された部分集合のみを復号し、残りのレイヤを雑音として処理することができる。復号されたレイヤに基づくプリコーディング最適化を使用することができる。次いで、D FのS Nは、異なるタイムスロット内の信号が組み合わされた後、W T R Uにおけるすべてのレイヤの復号が円滑に行われるようにしかるべくプリコードされた信号を送信することができる。

10

【0043】

A F（増幅転送）S Nを使用する別の実施形態では、A FのS Nは、無線で追加された干渉基地局から信号を受信することができる。A FのS Nは、受信信号を（復号なしで）プリコードし、受信信号を後のタイムスロットで転送することができる。プリコーディングは、W T R Uにおける所望の信号電力が最大化されるように最適化されうる。

20

【0044】

共有中継および中継オペレーションに参加するW T R Uに対する選択手順は、チャネル状態に依存しうる。本明細書においては、C S I（チャネル状態情報）フィードバックのシグナリングフローならびにS Nから基地局およびW T R UにW T R Uペアリングおよび中継方式をアクノリッジする手順について説明する。

【0045】

図2 Aは、半二重ワイヤレス通信システム200のシステムモデルの第1の伝送フェーズを示している。システム200は、第1のセル210₁内の第1のBS（基地局）205₁および第2のセル210₂内の第2のBS205₂を備えることができる。2セルダウンリンクシナリオを使用することができ、その場合、セル210₁のBS205₁は、その割り当てられたW T R U215₁をスケジュールして通信する。セル210₂のBS205₂は、その割り当てられたW T R U215₂をスケジュールして、通信する。隣接するセル210₁および210₂は、同じリソースブロック（すなわち、時間および周波数）で動作し、周波数再利用係数1を満たす。i = 1、2について、BS205_iは、コードワードC W_iをその送信先W T R U215_iに送信することができる。2本のアンテナを持つS N220は、セル210の共通RB（リソースブロック）において動作することによってBSとW T R Uの両方のペア205／210を同時に支援することができる。しかし、セル間干渉225が、隣接セル210およびその各W T R U215の近接近により生じうる。

30

【0046】

BS205、W T R U215、およびS N220の間のチャネルは、加法性白色ガウス雑音（A W G N）モデルに従うことができる。図2 Aに示すような第1の伝送フェーズ[0, T₀]における受信信号（信号はt = 0からt = T₀までの間に受信されていると仮定する）は、以下の式で与えられる。

40

【0047】

$$Y_{S N} = h_{1 S N} X_1 + h_{2 S N} X_2 + Z_{S N} \quad \text{式 (1)}$$

$$Y_{1, T 1} = h_{1 1} X_1 + h_{2 1} X_2 + Z_1 \quad \text{式 (2)}$$

$$Y_{2, T 1} = h_{1 2} X_1 + h_{2 2} X_2 + Z_2 \quad \text{式 (3)}$$

X₁は、BS205₁による送信信号であり、X₂は、BS205₂による送信信号であり、Y_{S N}は、S N220における受信信号であり、Y_{1, T 1}は、第1の伝送フェーズのときのW T R U215₁における受信信号であり、Y_{2, T 1}は、第1の伝送フェーズ

50

のときのWTRU 215₂における受信信号であり、 $h_{1\text{SN}} = [h_{1\text{SN},1} \ h_{1\text{SN},2}]$ は、BS 205₁とSN 220の2つのアンテナポートとの間のチャネルであり、 $h_{2\text{SN}} = [h_{2\text{SN},1} \ h_{2\text{SN},2}]$ は、BS 205₂とSN 220の2つのアンテナポートとの間のチャネルであり、 h_{11} は、BS 205₁とWTRU 215₁との間のチャネルであり、 h_{12} は、BS 205₁とWTRU 215₂との間のチャネルであり、 h_{21} は、BS 205₂とWTRU 215₁との間のチャネルであり、 h_{22} は、BS 205₂とWTRU 215₂との間のチャネルである。 Z_{SN} は、SN 220で観察される雑音項であり、 Z_1 は、WTRU 215₁で観察される雑音項であり、 Z_2 は、WTRU 215₂で観察される雑音項である。 $i = 1, 2$ について、 X_i は、BS 205_iの信号であり、電力制約条件

$$E(X_i^2) \leq P_i \quad \text{式(4)}$$

を満たす。ただし、 $E(\cdot)$ は、標準期待値演算に対応し、 P_i は、 $i = 1$ または 2 についてBS 205_iの最大許容送信電力であり、 Z_i は、分散 N_i を持つ互いに独立で同一の分布に従うガウス雑音過程であり、 $Z_{\text{SN}} = [Z_{\text{SN},1} \ Z_{\text{SN},2}]$ で、共分散行列は $K_{Z_{\text{SN}}}$ である。

【0048】

TをBS 205₁および205₂の両方による伝送の全持続時間として $[T_0, T]$ である図2Bに示されているシステム200の第2の伝送フェーズ（例えば、異なるTTI）において、BS 205は、メッセージを送信するのを差し控え、SN 220のみがWTRU 215で受信された信号 X_{SN} を以下のように送信する：

$$Y_{1,T2} = h_{\text{SN}1} X_{\text{SN}} + Z_1' \quad \text{式(5A)、および}$$

$$Y_{2,T2} = h_{\text{SN}2} X_{\text{SN}} + Z_2' \quad \text{式(5B)}$$

ただし、 $Y_{1,T2}$ は、第2の伝送フェーズのときのWTRU 215₁における受信信号であり、 $Y_{2,T2}$ は、第2の伝送フェーズのときのWTRU 215₂における受信信号である。 X_{SN} は、SN 220によって送信される信号ベクトルである。 $h_{\text{SN}1} = [h_{\text{SN}1,1} \ h_{\text{SN}1,2}]$ および $h_{\text{SN}2} = [h_{\text{SN}2,1} \ h_{\text{SN}2,2}]$ は、それぞれSN 220の2つのアンテナポートとWTRU 215の間のチャネルである。 $[h_{\text{SN}i,1} \ h_{\text{SN}i,2}]$ は、WTRU 215_iの受信アンテナとSN 220の2本の送信アンテナとの間のチャネル係数を表す。 Z_i' ($i = 1, 2$)は、互いに独立で同一の分布に従うガウス雑音過程であり、システム200の第2の伝送フェーズのときにWTRU 215において分散 N_i' が生じる。

【0049】

送信ベクトル X_{SN} は、電力制約条件

$$\text{tr}(E(X_{\text{SN}} X_{\text{SN}}^*)) < P_{\text{SN}} \quad \text{式(6)}$$

を満たす。

【0050】

$\text{tr}(\cdot)$ は、標準トレース演算であり、 P_{SN} は、SNの最大許容送信電力である。簡単にするため、 T_0 は、それぞれの実施形態における解析にわたり $T/2$ に等しいものとしてよい。

【0051】

BS 205_iは、SN 220への順方向チャネルのCSI（チャネル状態情報）、すなわち、 h_{ii} 、 $h_{i\text{SN}}$ 、を有すると仮定され、WTRU 215は、BS 205およびSN 220の両方からのリンクの最適なCSIを有することができる。しかし、中継による利点を完全に活かすために、SN 220は、ネットワークの完全なCSIを有すると仮定することができる。

【0052】

本明細書で説明されるような全ての提案される伝送方式に共通するが、WTRU 215は、第1のタイムスロットにおいて両方のBS 205によって送信される信号と第2のタイムスロットにおいてSN 220によって送信される信号とを組み合わせることができる。そして、WTRU 215は、組み合わされた信号を使用して所望の信号を復号すること

10

20

30

40

50

ができる。

【0053】

図3は、SN220におけるBS205およびWTRU215によって送信される信号を処理してセル間干渉を軽減するための手順を示すフロー図である。図2Aおよび図3を参照すると、TTI1（第1の伝送時間間隔）において、第1のセル210₁内の第1のBS205₁および第2のセル210₂内の第2のBS205₂は、同じ（すなわち、共通の）RB（リソースブロック）（305）で信号（例えば、コードワードまたはコードワード構成要素を含む）を送信する。遅延TTI2（310）の後、TTI3において、SN220およびBS205のそれぞれによってスケジュールされた少なくとも1つのWTRU215は、これらの信号を受信することができ、これにより、スケジュールされたWTRU215のそれぞれは、信号をバッファリングすることができ、SN220は、BS205のそれぞれによって送信される信号を処理することができる（例えば、復号手順を実行する）（315）。TTI4において、SN220は、処理された信号をプリコードし、プリコードされた信号を送信する（320）。遅延TTI5の後（325）、TTI6において、スケジュールされたWTRU215のそれぞれは、プリコードされた信号を受信し、そのプリコードされた信号をバッファリングされている信号と組み合わせ、組み合わせられた信号に対して復号演算を実行し、所望の信号電力を最大にし、スケジュールされたWTRUにおいて干渉信号電力を最小にする。

【0054】

図4は、SN220におけるBS205およびWTRU215によって送信されるコードワードを処理し、HARQ（ハイブリッド自動再送要求）フィードバック（すなわち、ACK（肯定応答）／NACK（否定応答）フィードバック）を供給するための手順400の信号フロー図である。第1のBS205₁は第1のコードワードX1（すなわち、所望の信号）を第1のWTRU215₁に送信することができる（405）。しかし、第2のWTRU215₂は、干渉信号として第1のコードワードX1を受信することもある（410）。同時に、第2のBS205₂は第2のコードワードX2（すなわち、所望の信号）を第2のWTRU215₂に送信することができる（415）。しかし、第2のWTRU215₂は、干渉信号として第2のコードワードX2を受信することもある（420）。第1および第2のWTRU215₁および215₂のそれぞれは、コードワードX1およびX2を含む所望の干渉信号をバッファリングする（すなわち、格納する）ことができる（425、430）。SN220は、コードワードX1（435）およびX2（440）を各BS205₁および205₂から受信し、コードワードX1およびX2を復号することを試みる（445）。SN220は、次いで、プリコードされた信号を第1のWTRU215₁に送信することができ（450）、これは、プリコードされた信号をバッファリングされた信号と組み合わせて、第1のコードワードX1を復号することを試みる（455）。SN220は、プリコードされた信号を第2のWTRU215₂に送信することができ（460）、これは、プリコードされた信号をバッファリングされた信号と組み合わせて、第2のコードワードX2を復号することを試みる（465）。第1のWTRU215₁は、次いで、第1のコードワードX1に対するACK／NACKフィードバックを第1のBS205₁に送信することができ（470）、第2のWTRU215₂は、次いで、第2のコードワードX2に対するACK／NACKフィードバックを第2のBS205₂に送信することができる（475）。コードワードX1およびX2のいずれか一方が失敗した場合、対応するBS205は、同じコードワードを再送することができる。元の伝送および再送（複数可）からのソフトビットを組み合わせることは、既存のHARQ機構で実行することができる。

【0055】

分散干渉アライメント方式では、基地局がどのようなタイプの協調も行わずに第1のタイムスロット内で独立してその伝送を実行するときに、送信信号は、送信先において互いに干渉する。伝送のブロードキャストの性質により、SN220は、両方のBS205から信号を受信する。

10

20

30

40

50

【0056】

第1のタイムスロットにおいて、BS205とSN220との間の通信は、多元接続通信として表すことができ、容量は以下を仮定して以下のように書くことができる。

$$E[Z_{SN} Z_{SN}^*] = I \quad \text{式(7)、}$$

$$R_1^{SN} \leq 0.5 \log(1 + (|h_{1SN,1}|^2 + |h_{1SN,2}|^2) P_1) \quad \text{式(8)、}$$

式(8)、

$$R_2^{SN} \leq 0.5 \log(1 + (|h_{2SN,1}|^2 + |h_{2SN,2}|^2) P_2) \quad \text{式(9)、および}$$

式(9)、および

$$R_1^{SN} + R_2^{SN} \leq 0.5 \log \det(I + H K_X H^*) \quad \text{式(10)}$$

ただし、 $H = [h_{1SN}^T \ h_{2SN}^T]$ 、 $K_X = \text{diag}(P_1, P_2)$ であり、 I は恒等行列である。SN220は、第1のタイムスロットにおいてメッセージを復号することができるものと仮定すると、所望の干渉信号が第2のタイムスロットの終わりにWTRU215によって分離されるように伝送戦略（トランスミッション・ストラテジー）を実行することができるものとしてよい。このような伝送戦略は、SN220でプリコーディングを適用し、2つのメッセージの一次結合 X_{SN} を送信するというものである。プリコーディング行列は、2つのタイムスロット上の受信信号が送信先に対して適切にアライメントされるように設計され、受信側に適切な線形フィルタを適用することによって干渉信号を完全に排除することができる。

【0057】

プリコーディングおよび復号演算において、SN220が第1のタイムスロット $[0, T_0]$ でBS205によって送信されたメッセージを正常に復号化する場合、BS205は、コンジョイント信号を送信する前にプリコーディング行列を復号されたメッセージの共役に適用することができる。そこで、第2のタイムスロット $[T_0, T]$ においてSN220によって送信される信号は、

【0058】

【数1】

$$X_{SN} = \begin{bmatrix} t_{11} X_1^* + t_{12} X_2^* \\ t_{21} X_1^* + t_{22} X_2^* \end{bmatrix} = t \begin{bmatrix} X_1^* \\ X_2^* \end{bmatrix}, \quad \text{式(11)}$$

【0059】

と書くことができ、ただし、

【0060】

【数2】

$$t = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix}, \quad \text{式(12)}$$

【0061】

は、対応する要素 t_{11} 、 t_{12} 、 t_{21} 、および t_{22} を持つプリコーディング行列であり、 X_i^* 、 $i=1, 2$ は、メッセージ X_i 、 $i=1, 2$ の複素共役である。WTRU215およびWTRU215で受信された信号は Y_1, T_2 および Y_2, T_2 とそれぞれ表され、その場合、以下のように書くことができる：

$$Y_{1, T_2} = h_{SN1} X_{SN} + Z_1' = (h_{SN1,1} t_{11} + h_{SN1,2} t_{21}) X_1^* + (h_{SN1,1} t_{12} + h_{SN1,2} t_{22}) X_2^* + Z_1' \quad \text{式(13)、}$$

$$Y_{2, T_2} = h_{SN2} X_{SN} + Z_2' = (h_{SN2,1} t_{11} + h_{SN2,2} t_{21}) X_1^* + (h_{SN2,1} t_{12} + h_{SN2,2} t_{22}) X_2^* + Z_2' \quad \text{式(14)}$$

【0062】

2タイムスロットにわたって、送信先は、式(1)、(2)、および(3)で上に示されているような基地局によって送信され、式(13)および(14)で上に示されているようなSN220によって送信される信号を受信する。システムの設計における一目標は、これら2つの信号を適宜組み合わせたときに、干渉信号が完全に除去されるようにプリ

10

20

30

40

50

コーディング行列 t を設計することである。この目標を達成するために、以下の式が成り立つには十分でありうる：

【0063】

【数3】

$$\left. \begin{aligned} h_{SN1,1}t_{11} + h_{SN1,2}t_{21} &= kh_{21} \\ h_{SN1,1}t_{12} + h_{SN1,2}t_{22} &= -kh_{11} \\ h_{SN2,1}t_{11} + h_{SN2,2}t_{21} &= kh_{22} \\ h_{SN2,1}t_{12} + h_{SN2,2}t_{22} &= -kh_{12} \end{aligned} \right\} \text{または} \begin{bmatrix} h_{SN1,1} & h_{SN1,2} \\ h_{SN2,1} & h_{SN2,2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} h_{21} & -h_{11} \\ h_{22} & -h_{12} \end{bmatrix}, \quad \text{式(15)}$$

10

【0064】

ただし、 k は、SN220の総電力制約条件を満たすために使用されるパラメータである。

【0065】

そこで、第2のタイムスロットにおいてWTRU215で受信した信号は、以下のよう

に書くことができる：

$$Y_{1,T2} = kh_{21}X_1^* - kh_{11}X_2^* + Z_1, \quad \text{式(16)、}$$

および

$$Y_{2,T2} = kh_{22}X_1^* - kh_{12}X_2^* + Z_2, \quad \text{式(17)}$$

【0066】

20

式(1)、(2)、(3)、(16)、および(17)を組み合わせると、2タイムスロットにわたる送信先で受信される全体は、以下のように書くことができる：

【0067】

【数4】

$$\begin{bmatrix} Y_{1,T1} \\ Y_{1,T2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & X_2 \\ -kX_2^* & kX_1^* \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{21} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_1' \end{bmatrix} \quad \text{式(18)}$$

【0068】

、および

【0069】

30

【数5】

$$\begin{bmatrix} Y_{2,T1} \\ Y_{2,T2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & X_2 \\ -kX_2^* & kX_1^* \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} h_{12} \\ h_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_2 \\ Z_2' \end{bmatrix}, \quad \text{式(19)}$$

【0070】

復号手順において、受信フィルタを信号全体に適用する前に、WTRU215は、最初に、共役演算を第2のタイムスロットで受信した信号上で適用し、その結果、式(18)および(19)は以下のように修正される。

【0071】

【数6】

40

$$\begin{bmatrix} Y_{1,T1} \\ Y_{1,T2}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ kh_{21}^* & -kh_{11}^* \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_1'^* \end{bmatrix} \quad \text{式(20)}$$

【0072】

、および

【0073】

【数7】

$$\begin{bmatrix} Y_{2,T1} \\ Y_{2,T2}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ kh_{22}^* & -kh_{12}^* \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_2 \\ Z_2'^* \end{bmatrix}, \quad \text{式(21)}$$

50

【0074】

式(20)および(21)から、干渉信号成分が完全にキャンセルされるような線形フィルタを適用することによって、それぞれWTRU 215₁および215₂において干渉を起こすことなくX₁およびX₂を抽出することができることが観察されうる。干渉信号が完全にキャンセルされる信号を得るために、以下の受信処理をWTRU 215₁および215₂でそれぞれ使用することができるが、ただし

【0075】

【数8】

$$\begin{bmatrix} kh_{11}^* & h_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1,T1} \\ Y_{1,T2}^* \end{bmatrix} = k(|h_{11}|^2 + |h_{21}|^2)X_1 + kh_{11}^*Z_1 + h_{21}Z_1^* \quad \text{式(22)} \quad 10$$

【0076】

、および

【0077】

【数9】

$$\begin{bmatrix} kh_{22}^* & -h_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{2,T1} \\ Y_{2,T2}^* \end{bmatrix} = k(|h_{22}|^2 + |h_{12}|^2)X_2 + kh_{22}^*Z_2 - h_{12}Z_2^* \quad \text{式(23)} \quad 20$$

【0078】

である。

【0079】

式(22)および(23)から、干渉信号が完全にキャンセルされ、所望の信号および雑音のみがフィルタ演算の後に残ることを観察することができる。k=1である特別な場合では、伝送はアラモチ符号化方式に類似している。

【0080】

$E[|Z_1'|^2] = E[|Z_2'|^2] = 1$ と仮定し、ガウス入力BS 205において使用されていると仮定すると、達成可能な速度は式(22)および(23)を使用して以下のように書くことができる：

【0081】

【数10】

$$R_1^{WTRU}(k) \leq 0.5 \log \left(1 + \frac{|k|^2 (|h_{11}|^2 + |h_{21}|^2)^2 P_1}{|kh_{11}|^2 N_1 + |h_{21}|^2 N_1'} \right) \quad \text{式(24)} \quad 30$$

【0082】

、および

【0083】

【数11】

$$R_2^{WTRU}(k) \leq 0.5 \log \left(1 + \frac{|k|^2 (|h_{22}|^2 + |h_{12}|^2)^2 P_2}{|kh_{22}|^2 N_2 + |h_{12}|^2 N_2'} \right) \quad \text{式(25)} \quad 40$$

【0084】

この目的は、式(8)、(9)、および(10)mで与えられるSN 220における多元接続速度によって制約される速度の和($R_1 + R_2$)を最大化することであり、式(24)および(25)における受信機で達成可能な速度は、SNの電力制約条件

【0085】

【数 1 2】

$$\max_k \left(\min(R_1^{SN} + R_2^{SN}, \min(R_1^{SN}, R_1^{WTRU}(k)) + \min(R_2^{SN}, R_2^{WTRU}(k))) \right),$$

式 (26A)

【0086】

によって決まり、したがって、

【0087】

【数 1 3】

$$\text{tr}\{E[X_{SN} X_{SN}^*]\} \leq P_{SN}.$$

式 (26B)

10

【0088】

である。

【0089】

速度合計を最大化しながら、第1の制約条件はSN220の最大総電力によるものであり、

$$|t_{11}|^2 P_1 + |t_{12}|^2 P_2 + |t_{21}|^2 P_1 + |t_{22}|^2 P_2 \leq P_{SN} \quad \text{式 (27)}$$

のように書くことができ、第2の制約条件は、式(15)からのプリコーディング行列の設計によるものとしてよく、これは

20

【0090】

【数 1 4】

$$\begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} h_{SN1,1} & h_{SN1,2} \\ h_{SN2,1} & h_{SN2,2} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} h_{21} - h_{11} \\ h_{22} - h_{12} \end{bmatrix}.$$

式 (28)

【0091】

のように書き換えることができる。

【0092】

以下のように干渉のアライメントを行うため所望の条件を満たす閉形式のプリコーディング行列を取得することが可能である。式(24)および(25)から、スループットの式は、kの増加関数であり、したがって、式(27)および(28)を満たす最大のkの値は最適であり、最適なプリコーディング行列を与える。式(28)から、それぞれの t_{ij} 、 $i, j = 1, 2$ は、kの関数として明示的に書くことができ、したがって、式(27)は、最大のkの値をもたらす等式で満たされうる。

30

【0093】

式(26A)における達成可能な速度は、別のところで提案される選択中継を組み込むことによって改善されうる。特に、BS/SN間チャネルがSN220なしの直接的伝送に関してであっても伝送速度を制限する場合については、BSは、SN220を利用しないように選択し、第2のタイムスロットにおいて伝送を再開することができる。しかし、本明細書で説明されている実施形態では、中継が直接通信より有利である場合のみ考慮される。

40

【0094】

上で説明されているように最適化問題をより一般的な問題に拡張することも可能である。最初に、プリコーディング行列 t を以下の式を満たすように設定することができる：

【0095】

【数 1 5】

$$\begin{bmatrix} h_{SN1,1} & h_{SN1,2} \\ h_{SN2,1} & h_{SN2,2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 \\ 0 & k_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{21} & -h_{11} \\ h_{22} & -h_{12} \end{bmatrix}.$$

式 (29)

【0096】

50

ここで、式(15)の中の係数 k は、要素 k_1 および k_2 を持つ対角行列に置き換えられる。次いで、第2の伝送フェーズにおける受信信号は、以下のように表すことができる：

$$Y_{1,T2} = k_1 h_{21} X_1^* - k_1 h_{11} X_2^* + Z_1^*, \quad \text{式(30)}, \text{および}$$

$$Y_{2,T2} = k_2 h_{22} X_1^* - k_2 h_{12} X_2^* + Z_2^*, \quad \text{式(31)}$$

【0097】

両方の伝送フェーズにおける受信信号は、以下のように表すことができる：

【0098】

【数16】

$$\begin{bmatrix} Y_{1,T1} \\ Y_{1,T2}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ k_1 h_{21}^* & -k_1 h_{11}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_1^* \end{bmatrix} \quad \text{式(32)} \quad 10$$

【0099】

、および

【0100】

【数17】

$$\begin{bmatrix} Y_{2,T1} \\ Y_{2,T2}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ k_2 h_{22}^* & -k_2 h_{12}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_2 \\ Z_2^* \end{bmatrix} \quad \text{式(33)} \quad 20$$

【0101】

上記の式をそれぞれ

【0102】

【数18】

$$\begin{bmatrix} k_1 h_{11}^* & -h_{21} \end{bmatrix}$$

【0103】

および

【0104】

【数19】

$$\begin{bmatrix} k_2 h_{22}^* & -h_{12} \end{bmatrix}$$

【0105】

上に投影すると、以下の式が得られる：

【0106】

【数20】

$$\begin{bmatrix} k_1 h_{11}^* & h_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1,T1} \\ Y_{1,T2}^* \end{bmatrix} = k_1 (|h_{11}|^2 + |h_{21}|^2) X_1 + k_1 h_{11}^* Z_1 + h_{21} Z_1^* \quad \text{式(34)} \quad 40$$

【0107】

、および

【0108】

【数21】

$$\begin{bmatrix} k_2 h_{22}^* & -h_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{2,T1} \\ Y_{2,T2}^* \end{bmatrix} = k_2 (|h_{22}|^2 + |h_{12}|^2) X_2 + k_2 h_{22}^* Z_2 - h_{12} Z_2^*, \quad \text{式(35)}$$

【0109】

WTRU 215₁ および 215₂ における達成可能な速度は以下のように表すことができる：

【 0 1 1 0 】

【数 2 2】

$$R_1^{WTRU}(k_1) \leq 0.5 \log \left(1 + \frac{|k_1|^2 (|h_{11}|^2 + |h_{21}|^2)^2 P_1}{|k_1 h_{11}|^2 N_1 + |h_{21}|^2 N_1} \right) \quad \text{式 (36)}$$

【 0 1 1 1 】

、および

【 0 1 1 2 】

【数 2 3】

$$R_2^{WTRU}(k_2) \leq 0.5 \log \left(1 + \frac{|k_2|^2 (|h_{22}|^2 + |h_{12}|^2)^2 P_2}{|k_2 h_{22}|^2 N_2 + |h_{12}|^2 N_2} \right) \quad \text{式 (37)}$$

【 0 1 1 3 】

プリコーディングの公式内で異なる k 個のパラメータを使用する利点は、最適化問題を

【 0 1 1 4 】

【数 2 4】

$$\max_{k_1, k_2} \left(\min(R_1^{SN} + R_2^{SN}, \min(R_1^{SN}, R_1^{WTRU}(k_1)) + \min(R_2^{SN}, R_2^{WTRU}(k_2))) \right) \quad \text{式 (38)}$$

【 0 1 1 5 】

のように総電力の代わりに SN 2 2 0 におけるそれぞれの送信アンテナの電力に対する制約条件を用いて解くことができるという点にあり、したがって、

【 0 1 1 6 】

【数 2 5】

$$E \left[|X_{SN,1}|^2 \right] \leq P_{SN,1} \quad \text{式 (39)}$$

【 0 1 1 7 】

、および

【 0 1 1 8 】

【数 2 6】

$$E \left[|X_{SN,2}|^2 \right] \leq P_{SN,2} \quad \text{式 (40)}$$

【 0 1 1 9 】

ここで、第 1 の制約条件はパラメータ k_1 を設定し、第 2 の制約条件はパラメータ k_2 を設定し、 $X_{SN,1}$ および $X_{SN,2}$ は、それぞれ、 SN 2 2 0 の 2 本のアンテナからの送信信号であり、 $P_{SN,1}$ および $P_{SN,2}$ は、それぞれ、 SN 2 2 0 の 2 本のアンテナに対する電力制約条件である。

【 0 1 2 0 】

SN プリコーディングは、 DF 共有中継を伴う一実施形態において最適化されうる。 SN 2 2 0 は、その信号を、直交部分空間内に干渉および所望の信号を入れるように生成しえない。むしろ、

【 0 1 2 1 】

【数 2 7】

$$X_{SN} = \begin{bmatrix} t_{11}X_1 + t_{12}X_2 \\ t_{21}X_1 + t_{22}X_2 \end{bmatrix} \quad \text{式 (41)}$$

10

20

30

40

50

【0122】

与えられる概括的なプリコーディング行列を使用することができる。

【0123】

そこで、第2のタイムスロットにおいて送信先で受信した信号は、以下のとおりとすることができる：

$$Y_{1,T2} = h_{SN1} X_{SN} + Z_1' = (h_{SN1,1} t_{11} + h_{SN1,2} t_{21}) X_1 + (h_{SN1,1} t_{12} + h_{SN1,2} t_{22}) X_2 + Z_1' \quad \text{式(42)、および}$$

$$Y_{2,T2} = h_{SN2} X_{SN} + Z_2' = (h_{SN2,1} t_{11} + h_{SN2,2} t_{21}) X_1 + (h_{SN2,1} t_{12} + h_{SN2,2} t_{22}) X_2 + Z_2' \quad \text{式(43)}$$

10

【0124】

第2のタイムスロットにおける受信信号とともに、式(1)、(2)、および(3)で与えられるような第1のタイムスロットにおける受信信号を考えると、全体的に受信信号は以下のように書くことができる。

【0125】

$$Y_{1T} = w_{1a} X_1 + w_{2a} X_2 + Z_{1T} \quad \text{式(44)、および}$$

$$Y_{2T} = w_{1b} X_1 + w_{2b} X_2 + Z_{2T} \quad \text{式(45)}$$

ただし、

$$w_{1a} = [h_{11} \quad h_{SN1} t_{11}]^T \quad \text{式(46)、}$$

$$w_{2a} = [h_{21} \quad h_{SN1} t_{21}]^T \quad \text{式(47)、}$$

$$w_{1b} = [h_{12} \quad h_{SN2} t_{11}]^T \quad \text{式(48)、}$$

$$w_{2b} = [h_{22} \quad h_{SN2} t_{21}]^T \quad \text{式(49)、}$$

$$t_1 = [t_{11} \quad t_{21}]^T \quad \text{式(50)、および}$$

$$t_2 = [t_{12} \quad t_{22}]^T \quad \text{式(51)}$$

20

ここで、

$$Y_{1T} = [Y_{1,T1} \quad Y_{1,T2}]^T \quad \text{式(52)、}$$

$$Y_{2T} = [Y_{2,T1} \quad Y_{2,T2}]^T \quad \text{式(53)、}$$

$$Z_{1T} = [Z_1 \quad Z_1']^T \quad \text{式(54)、および}$$

$$Z_{2T} = [Z_2 \quad Z_2']^T \quad \text{式(55)}$$

30

【0126】

復号するために、送信先ではMMSE復号方式を使用して干渉の効果を補償するが、ただし、

$$Z'_{eff1} = w_{2a} X_2 + Z_{1T} \quad \text{式(56)、および}$$

$$Z'_{eff2} = w_{1b} X_1 + Z_{2T} \quad \text{式(57)}$$

これは、それぞれ、 K_{Zeff1} および K_{Zeff2} の共分散行列を有する。

【0127】

次に、MMSEフィルタリングを受信信号に以下のように適用することができ、

【0128】

【数28】

$$K \frac{1}{Z_{eff1}} Y_{1T} = K \frac{1}{Z_{eff1}} w_{1a} X_1 + Z'_{eff1} \quad \text{式(58)}$$

40

【0129】

、および

【0130】

【数29】

$$K \frac{1}{Z_{eff2}} Y_{2T} = K \frac{1}{Z_{eff2}} w_{2b} X_2 + Z'_{eff2}, \quad \text{式(59)}$$

【0131】

50

ただし、 Z'_{eff1} および Z'_{eff2} は、単位共分散行列である。次いで、 X_1 、 X_2 に対する $WTRU_{215_1}$ および 215_2 における受信した SNR （信号対雑音比）をそれぞれ以下のように書き直すことができる：

【0132】

【数30】

$$SNR_{mmse1}^{optbf} = P_1 w_{1a}^* K_{Zeff1}^{-1} w_{1a} \quad \text{式(60)}$$

【0133】

、および

【0134】

【数31】

$$SNR_{mmse2}^{optbf} = P_2 w_{2b}^* K_{Zeff2}^{-1} w_{2b} \quad \text{式(61)}$$

【0135】

$WTRU_{215_1}$ および 215_2 における SNR は、 t_1 および t_2 のプリコーディングベクトルの集合にわたって最大にすることができ、これは

$$\text{tr}\{E[X_{SN} X_{SN}^*]\} = P_{SN} \quad \text{式(62)}$$

を満たす。

【0136】

最大の SNR_{mmsei} 、 $i = 1, 2$ について、全体的な達成可能な速度は以下のよう

10

20

に求めることができる：

$$R_1^{optbf} \leq 0.5 \log(1 + SNR_{mmse1}) \quad \text{式(63)、および}$$

$$R_2^{optbf} \leq 0.5 \log(1 + SNR_{mmse2}) \quad \text{式(64)}$$

【0137】

同様に、全体的な速度は SN_{220} における復号制約条件とともに式(8)、(9)、および(10)で与えられ、以下の速度から $MMSE$ の復号によって達成される全体的な速度が得られる。

【0138】

【数32】

$$\max(\min(R_1^{SN} + R_2^{SN}, \min(R_1^{SN}, R_1^{optbf}) + \min(R_2^{SN}, R_2^{optbf}))) \text{したがって、} \text{tr}\{E[X_{SN} X_{SN}^*]\} \leq P_{SN}.$$

30

式(65)

【0139】

しかし、上で与えられた合計速度は、 SN 電力制約条件に基づく可能な $[t_{11}, t_{12}, t_{21}, t_{22}]$ 集合のうちから探索することによって得られる SN プリコーディング行列 X_{SN} を適切に選択することによって最大化することができる。したがって、チャネル利得およびノード電力が与えられた場合、上記の最適化により、最適な $[t_{11}^*, t_{12}^*, t_{21}^*, t_{22}^*]$ 集合が決定される。しかし、スループットの式の非凸性により、最適な閉形式 SN プリコーディング行列を得ることが可能である。したがって、プリコーディング行列を決定する際に全数探索が使用される。

40

【0140】

次に増幅転送共有中継を伴う別の実施形態について説明する。中継伝送方式は、 SN_{220} において AF 伝送を組み込むように一般化される。 AF において、 SN は、第1の伝送フェーズで基地局から送信された信号を復号することを試みない。第2の伝送フェーズで、電力制約条件に従って第1の伝送フェーズにおいて受信した全体的信号を増幅する。

【0141】

SN_{220} は、基地局のメッセージを復号しなければならないわけではないため、式(8)、(9)、および(10)で与えられているような、送信元メッセージの復号可能性を保証する速度制限は、撤廃される。しかし、全体的な受信信号は、雑音によって破損し

50

ているため、AF方式は雑音の増幅を引き起こす。

【0142】

式(1)、(2)、(3)、(5A)および(5B)で与えられるような受信信号を考えると、SN220は、それぞれのアンテナの受信信号に実 β_1 および β_2 を乗算することによって得られるプリコーディング行列を生成することができ、これはSN送信信号を与える。

【0143】

$$X_{SN} = ([X_{SN1} \ X_{SN2}])^T \quad \text{式(66)}$$

ただし、

$$X_{SN1} = \beta_1 ([h_{1SN,1} \ h_{2SN,1}] [X_1 \ X_2]^T + Z_{SN1,1}) \quad \text{式(67)、および} \quad 10$$

$$X_{SN2} = \beta_2 ([h_{1SN,2} \ h_{2SN,2}] [X_1 \ X_2]^T + Z_{SN2,1}) \quad \text{式(68)}$$

【0144】

ここで β_1 および β_2 は、それぞれ、SN220の2本のアンテナにおける増幅係数である。AF SNプリコーディングを、パフォーマンスがよくなるように、特にダイバーシティ利得が改善されるように拡張することができる。より一般的な増幅演算は、 X_{SN1} および X_{SN2} が以下の式で与えられるように以下のように表すことができる。

$$X_{SN1} = \beta_{11} ([h_{1SN,1} \ h_{2SN,1}] [X_1 \ X_2]^T + Z_{SN1,1}) + \beta_{12} ([h_{1SN,2} \ h_{2SN,2}] [X_1 \ X_2]^T + Z_{SN2,1}) \quad \text{式(69)、および} \quad 20$$

$$X_{SN2} = \beta_{21} ([h_{1SN,2} \ h_{2SN,2}] [X_1 \ X_2]^T + Z_{SN2,1}) + \beta_{22} ([h_{1SN,1} \ h_{2SN,1}] [X_1 \ X_2]^T + Z_{SN1,1}) \quad \text{式(70)}$$

ただし、 β_{11} 、 β_{12} 、 β_{21} 、および β_{22} は、アンテナにおける増幅係数である。

【0145】

したがって、それぞれの送信信号は、2つの受信信号の一次結合であるものとしてよい。 β 値は複素数とすることができ、これは、MU(マルチユーザー)MIMOに似た利得値をもたらさう。しかし、簡単にするため、 $\beta_{11} = \beta_{12}$ 、および $\beta_{21} = \beta_{22}$ と仮定する。

30

【0146】

SNの電力制約条件により、送信信号は、 $\text{tr}(E(X_{SN} X_{SN}^*)) < P_{SN}$ を満たすものとしてよく、これは

$$\beta_1^2 (|h_{1SN,1}|^2 P_1 + |h_{2SN,1}|^2 P_2 + 1) + \beta_2^2 (|h_{1SN,2}|^2 P_1 + |h_{2SN,2}|^2 P_2 + 1) \leq P_{SN} \quad \text{式(71)}$$

に等しく、ただし、 P_1 および P_2 は、送信元送信電力である。

【0147】

式(5A)および(5B)に従って、 X_{SN} をAFとともに使用すると、WTRU215₁および215₂における受信信号は、

【0148】

40

【数33】

$$\begin{bmatrix} Y_{1,T1} \\ Y_{1,T2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{1,eff} & h_{2,eff} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{SN1,1} \\ Z_{1,eff} \end{bmatrix} \quad \text{式(72)}$$

【0149】

、および

【0150】

【数 3 4】

$$\begin{bmatrix} Y_{2,T1} \\ Y_{2,T2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ h_{12,eff} & h_{22,eff} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{SN2,1} \\ Z_{2,eff} \end{bmatrix}, \quad \text{式 (7 3)}$$

【0 1 5 1】

として得られるが、ただし、

$$h_{11,eff} = \beta_1 h_{SN1,1} h_{1SN,1} + \beta_2 h_{SN1,2} h_{1SN,2} \quad \text{式 (7 4)},$$

$$h_{21,eff} = \beta_1 h_{SN1,1} h_{2SN,1} + \beta_2 h_{SN1,2} h_{2SN,2} \quad \text{式 (7 5)},$$

$$Z_{1,eff} = \beta_1 h_{SN1,1} Z_{SN,1} + \beta_2 h_{SN1,2} Z_{SN2,2} + Z_{1,2} \quad \text{式 (7 6)},$$

$$h_{12,eff} = \beta_1 h_{SN2,1} h_{1SN,1} + \beta_2 h_{SN2,2} h_{1SN,2} \quad \text{式 (7 7)},$$

$$h_{22,eff} = \beta_1 h_{SN2,1} h_{2SN,1} + \beta_2 h_{SN2,2} h_{2SN,2} \quad \text{式 (7 8)}, \text{ および}$$

$$Z_{2,eff} = \beta_1 h_{SN2,1} h_{SN,1} + \beta_2 h_{SN2,2} Z_{SN2,2} + Z_{2,2} \quad \text{式 (7 9)}$$

【0 1 5 2】

次いで、

$$v_{2a} = [h_{21} \quad h_{21,eff}]^T, \quad v_{1a} = [h_{11} \quad h_{11,eff}]^T \quad \text{式 (8 0)}, \text{ および}$$

$$Z_{1,mmse} = v_{2a} X_2 + [Z_{R1,1} \quad Z_{1,eff}]^T \quad \text{式 (8 1)}$$

と表すと、WTRU 2 1 5 1 における MMSE 受信機の結果、SNR は

【0 1 5 3】

【数 3 5】

$$SNR_{mmse1}^{AF} = P_1 v_{1a}^* K_{Z1,mmse}^{-1} v_{1a}. \quad \text{式 (8 2)}$$

【0 1 5 4】

となる。

【0 1 5 5】

同様に、WTRU 2 1 5 2 において

$$v_{1b} = [h_{12} \quad h_{12,eff}]^T \quad \text{式 (8 3)},$$

$$v_{2b} = [h_{22} \quad h_{22,eff}]^T \quad \text{式 (8 4)}, \text{ および}$$

$$Z_{2,mmse} = v_{1b} X_1 + [Z_{SN2,1} \quad Z_{2,eff}]^T \quad \text{式 (8 5)}$$

とすると、MMSE による WTRU 2 1 5 2 における SNR は

【0 1 5 6】

【数 3 6】

$$SNR_{mmse2}^{AF} = P_2 v_{2b}^* K_{Z2,mmse}^{-1} v_{2b}. \quad \text{式 (8 6)}$$

【0 1 5 7】

となる。

そこで、AF 伝送に対する全体的な達成可能速度は

$$R_1^{AF} \leq 0.5 \log(1 + SNR_{mmse1}^{AF}) \quad \text{式 (8 7)}, \text{ および}$$

$$R_2^{AF} \leq 0.5 \log(1 + SNR_{mmse2}^{AF}) \quad \text{式 (8 8)}$$

となる。

【0 1 5 8】

AF 伝送によって得られる達成可能な速度は、式 (8)、(9)、および (10) によって与えられる SN における復号制約条件によって制限されず、したがって R_1 および R_2 は、

10

20

30

40

50

$$\max (R_1^{A F} + R_2^{A F}) \text{ s. t. } \text{tr} \{E[X_{S N} X_{S N}^*]\} \leq P_{S N}$$

式(89)

のように最適化された合計速度でエンドツーエンドの達成可能な速度をもたらさう。

【0159】

上で述べたようにAF伝送のスループットの式に基づき、SN220は、その送信電力によって制約される最適なスケーリングベクトル $\beta = [\beta_1, \beta_2]$ を、システム200のチャンネル利得とともに決定することができる。

【0160】

さらに別の実施形態では、部分的DF共有中継機能を実現される。BS205は、メッセージ分割を使用することができる（すなわち、コードワードを2つの断片に分割する）。SN220は、これらの分割のうちの1つのみを復号し、伝送を補助することができるが、他の分割は、SN220を使用することなくWTRU215に直接送信される。それぞれの分割に割り当てられる電力および速度は、ネットワーク内の総チャンネル利得、さらにはノード（すなわち、BS205およびWTRU215）における電力制約条件によって決定されう。

【0161】

図5は、部分的DF共有中継手順500の信号フロー図である。第1のBS205₁はコードワード構成要素 X_{1a} および X_{1b} の第1の集合（すなわち、所望の信号）を第1のWTRU215₁に送信することができる（505）。しかし、第2のWTRU215₂は、干渉信号としてコードワード構成要素 X_{1a} および X_{1b} の第1の集合を受信することもできる（510）。第2のBS205₂はコードワード構成要素 X_{2a} および X_{2b} の第2の集合（すなわち、所望の信号）を第2のWTRU215₂に送信することができる（515）。しかし、第2のWTRU215₂は、干渉信号としてコードワード構成要素 X_{1a} および X_{1b} の第1の集合を受信することもできる（520）。第1および第2のWTRU215₁および215₂のそれぞれは、コードワード構成要素の第1および第2の集合を含む所望の干渉信号をバッファリングする（すなわち、格納する）ことができる（525、530）。SN220は、 X_{1a} および X_{1b} を含むコードワード構成要素の第1の集合（535）、 X_{2a} および X_{2b} を含むコードワード構成要素の第2の集合（540）を各BS205₁および205₂から受信することもでき、コードワード構成要素の2つの集合（例えば、 X_{1b} および X_{2b} ）のそれぞれから1つのコードワード構成要素のみを復号することを試みる（545）。SN220は、次いで、プリコードされた信号を第1のWTRU215₁に送信することができ（550）、これは、プリコードされた信号をバッファリングされた信号と組み合わせて、 X_{1a} および X_{1b} を含むコードワード構成要素の第1の集合を復号することを試みる（555）。SN220は、プリコードされた信号を第2のWTRU215₂に送信することができ（560）、これは、プリコードされた信号をバッファリングされた信号と組み合わせて、 X_{2a} および X_{2b} を含むコードワード構成要素の第2の集合を復号することを試みる（565）。第1のWTRU215₁は、次いで、コードワード構成要素 X_{1a} および X_{1b} に対するACK/NACKフィードバックを第1のBS205₁に送信することができ（570）、第2のWTRU215₂は、次いで、コードワード構成要素 X_{2a} および X_{2b} に対するACK/NACKフィードバックを第2のBS205₂に送信することができる（575）。これらのコードワード構成要素のいずれか一方が失敗した場合、対応するBS205は、同じコードワード構成要素を再送することができる。元の伝送および再送（複数可）からのソフトビットを組み合わせることは、既存のHARQ機構で実行することができる。

【0162】

BS205におけるメッセージは、

$$X_1 = X_{1a} + X_{1b} \quad \text{式(90)、および}$$

$$X_2 = X_{2a} + X_{2b} \quad \text{式(91)}$$

のように分割することができる。

【0163】

X_{1a} および X_{2a} は、SN220を介して送信されるメッセージ分割を表すものとしてよく、 X_{1b} および X_{2b} は、WTRU215に直接送信される分割である。第1の伝送フェーズにおけるシステムの入出力関係は、以下の式で与えることができる。

【0164】

$$Y_{SN} = h_{1SN} (X_{1a} + X_{1b}) + h_{2SN} (X_{2a} + X_{2b}) + Z_{SN}$$

式(92)、

$$Y_{1T,1} = h_{11} (X_{1a} + X_{1b}) + h_{21} (X_{2a} + X_{2b}) + Z_1$$

式(93)、および

$$Y_{2T,1} = h_{12} (X_{1a} + X_{1b}) + h_{22} (X_{2a} + X_{2b}) + Z_2$$

式(94)

SNプリコーディング行列を使用する第1の伝送フェーズにおけるシステムの入出力関係は、

【0165】

【数37】

$$X_{SN} = \begin{bmatrix} t_{11}X_{1a} + t_{12}X_{2a} \\ t_{21}X_{1a} + t_{22}X_{2a} \end{bmatrix}, \quad \text{式(95)}$$

【0166】

で与えることができる。

【0167】

受信信号は、

$$Y_{1,T2} = h_{SN1} X_{SN} + Z_1' = (h_{SN1,1} t_{11} + h_{SN1,2} t_{21}) X_{1a} + (h_{SN1,1} t_{12} + h_{SN1,2} t_{22}) X_{2a} + Z_1' \quad \text{式(96)}$$

、および

$$Y_{2,T2} = h_{SN2} X_{SN} + Z_2' = (h_{SN2,1} t_{11} + h_{SN2,2} t_{21}) X_{1a} + (h_{SN2,1} t_{12} + h_{SN2,2} t_{22}) X_{2a} + Z_2' \quad \text{式(97)}$$

で表すことができる。

【0168】

SNプリコーディングは、メッセージ分割 X_{1a} および X_{2a} によるビームフォーミングを採用するために使用することができ、その場合、行列計数 t_{11} 、 t_{12} 、 t_{21} 、および t_{22} は、システム内のスループットを最大にするように選択される。

【0169】

2つの伝送フェーズにわたって送信される2つの信号を組み合わせることで、以下の関係式が得られる。

【0170】

$$Y_{1T} = w_{1a} X_{1a} + w_{2a} X_{2a} + w_{1b} X_{1b} + w_{2b} X_{2b} + Z_{1T}$$

式(98)、および

$$Y_{2T} = v_{1a} X_{1a} + v_{2a} X_{2a} + v_{1b} X_{1b} + v_{2b} X_{2b} + Z_{2T}$$

式(99)

ただし、

$$w_{1a} = [h_{11} \quad h_{SN1} t_1]^T \quad \text{式(100)、}$$

$$w_{2a} = [h_{21} \quad h_{SN1} t_2]^T \quad \text{式(101)、}$$

$$w_{1b} = [h_{11} \quad 0]^T \quad \text{式(102)、}$$

$$w_{2b} = [h_{21} \quad 0]^T \quad \text{式(103)、}$$

$$v_{1a} = [h_{12} \quad h_{SN2} t_1]^T \quad \text{式(104)、}$$

$$v_{2a} = [h_{22} \quad h_{SN2} t_2]^T \quad \text{式(105)、}$$

$$v_{1b} = [h_{12} \quad 0]^T \quad \text{式(106)、}$$

$$v_{2b} = [h_{22} \quad 0]^T \quad \text{式(107)、}$$

$$t_1 = [t_{11} \quad t_{21}]^T \quad \text{式(108)、および}$$

$$t_2 = [t_{12} \quad t_{22}]^T \quad \text{式(109)}$$

10

20

30

40

50

ここで、

$$Y_{1T} = [Y_{1,T1} \quad Y_{1,T1}]^T \quad \text{式(110)、}$$

$$Y_{2T} = [Y_{2,T1} \quad Y_{2,T2}]^T \quad \text{式(111)、}$$

$$Z_{1T} = [Z_{1,T1} \quad Z_{1,T1}']^T \quad \text{式(112)、および}$$

$$Z_{2T} = [Z_{2,T1} \quad Z_{2,T1}']^T \quad \text{式(113)}$$

【0171】

第1の送信先において、 X_{2a} および X_{2b} は、干渉項であり、同様に、 X_{1a} および X_{1b} は、第2の送信先における干渉項である。簡単のため、受信信号を以下のように書き直すことができる。

【0172】

$$Y_{1T} = w_{1a} X_{1a} + w_{1b} X_{1b} + Z_{eff1} \quad \text{式(114)、}$$

$$Y_{2T} = v_{2a} X_{2a} + v_{2b} X_{2b} + Z_{eff2} \quad \text{式(115)、}$$

$$Z_{eff1} = w_{2a} X_{2a} + w_{2b} X_{2b} + Z_{1T} \quad \text{式(116)、および}$$

$$Z_{eff2} = v_{1a} X_{1a} + v_{1b} X_{1b} + Z_{2T} \quad \text{式(117)}$$

【0173】

送信先の出力を、対応する白色化フィルタによって処理し、干渉の効果 Z_{eff1} および Z_{eff2} をゼロにすることができる。ここで、第1の送信先において、 $Y_{1T} \rightarrow K_{Z_{eff1}}^{-1/2} Y_{1T}^w$ および $Y_{2T} \rightarrow K_{Z_{eff2}}^{-1/2} Y_{2T}^w$ と入力するが、ただし、 $K_{Z_{eff1}}$ および $K_{Z_{eff2}}$ は、それぞれ Z_{eff1} および Z_{eff2} の共分散行列である。

【0174】

次いで白色化信号を以下のように書くことができる。

【0175】

【数38】

$$Y_{1T}^w = w_{1a} X_{1a} + w_{1b} X_{1b} + Z_{eff1}^w \quad \text{式(118)}$$

【0176】

、および

【0177】

【数39】

$$Y_{2T}^w = v_{2a} X_{2a} + v_{2b} X_{2b} + Z_{eff2}^w, \quad \text{式(119)}$$

【0178】

ただし、

【0179】

【数40】

$$w_{1a}^w = K_{Z_{eff1}}^{-1/2} w_{1a}, \quad \text{式(120)}$$

【0180】

、

【0181】

【数41】

$$w_{1b}^w = K_{Z_{eff1}}^{-1/2} w_{1b}, \quad \text{式(121)}$$

【0182】

、

【0183】

10

20

30

40

50

【数 4 2】

$$Z_{eff1}^w = K \frac{1}{2} Z_{eff1}, \quad \text{式 (1 2 2)}$$

【 0 1 8 4 】

、

【 0 1 8 5 】

【数 4 3】

$$v_{2a}^w = K \frac{1}{2} v_{2a}, \quad \text{式 (1 2 3)}$$

【 0 1 8 6 】

、

【 0 1 8 7 】

【数 4 4】

$$v_{2b}^w = K \frac{1}{2} v_{2b}, \quad \text{式 (1 2 4)}$$

【 0 1 8 8 】

、および

【 0 1 8 9 】

【数 4 5】

$$Z_{eff2}^w = K \frac{1}{2} Z_{eff2}. \quad \text{式 (1 2 5)}$$

【 0 1 9 0 】

パラメータ Z_{eff1}^w および Z_{eff2}^w は、恒等共分散行列 I を有する。白色化信号から、SDMA（空間分割多元接続）システムを形成する送信先における達成可能な速度に従って、達成可能なスループットを以下のように決定することができる。

【 0 1 9 1 】

【数 4 6】

$$R_{1a} \leq 0.5 \log(1 + |w_{1a}^w|^2 P_{1a}), \quad \text{式 (1 2 6)}$$

【 0 1 9 2 】

、

【 0 1 9 3 】

【数 4 7】

$$R_{1b} \leq 0.5 \log(1 + |w_{1b}^w|^2 P_{1b}), \quad \text{式 (1 2 7)}$$

【 0 1 9 4 】

、

【 0 1 9 5 】

【数 4 8】

$$R_{2a} \leq 0.5 \log(1 + |v_{2a}^w|^2 P_{2a}), \quad \text{式 (1 2 8)}$$

【 0 1 9 6 】

、

10

20

30

40

50

【 0 1 9 7 】

【数 4 9】

$$R_{2b} \leq 0.5 \log(1 + |v_{2b}^w|^2 P_{2b}),$$

式 (1 2 9)

【 0 1 9 8 】

、

【 0 1 9 9 】

【数 5 0】

$$R_{1a} + R_{1b} \leq 0.5 \log \det(I + H_w K_{x1} H_w^*)$$

式 (1 3 0)

10

【 0 2 0 0 】

、 および

【 0 2 0 1 】

【数 5 1】

$$R_{2a} + R_{2b} \leq 0.5 \log \det(I + H_v K_{x2} H_v^*),$$

式 (1 3 1)

【 0 2 0 2 】

ただし、

【 0 2 0 3 】

【数 5 2】

$$H_w = [w_{1a}^w, w_{1b}^w],$$

式 (1 3 2)

【 0 2 0 4 】

、

【 0 2 0 5 】

【数 5 3】

$$H_v = [v_{2a}^w, v_{2b}^w]$$

式 (1 3 3)

【 0 2 0 6 】

、 および

【 0 2 0 7 】

【数 5 4】

$$K_{x1} = \begin{bmatrix} P_{1a} & 0 \\ 0 & P_{1b} \end{bmatrix}, \text{かつ} K_{x2} = \begin{bmatrix} P_{2a} & 0 \\ 0 & P_{2b} \end{bmatrix}.$$

式 (1 3 4)

【 0 2 0 8 】

その一方で、 X_{1a} および X_{2a} は、SN 2 2 0 で復号されうるので、以下の式は、B S 2 0 5 から SN 2 2 0 への達成可能な速度を表すものとしてよい。

【 0 2 0 9 】

【数 5 5】

$$R_{1a}^{SN} \leq 0.5 \log \left(1 + \frac{|h_{1SV}|^2 P_{1a}}{1 + |h_{1SV}|^2 P_{1b} + |h_{2SV}|^2 P_{2b}} \right),$$

式 (1 3 5)

【 0 2 1 0 】

、

【 0 2 1 1 】

40

【数 5 6】

$$R_{2a}^{SN} \leq 0.5 \log \left(1 + \frac{|h_{2SN}|^2 P_{2a}}{1 + |h_{1SN}|^2 P_{1b} + |h_{2SN}|^2 P_{2b}} \right) \quad \text{式 (136)}$$

【0 2 1 2】

、および

【0 2 1 3】

【数 5 7】

$$R_{1a}^{SN} + R_{2a}^{SN} \leq 0.5 \log \det \left(I + \frac{H K_x H^*}{1 + |h_{1SN}|^2 P_{1b} + |h_{2SN}|^2 P_{2b}} \right), \quad \text{式 (137)}$$

10

【0 2 1 4】

ただし、 $H = [h_{1SN}^T \ h_{2SN}^T]$ 、 $K_x = \text{diag}(P_{1a}, P_{2a})$ であり、 I は恒等行列である。送信先の電力制約条件により、式 $P_{1a} + P_{1b} = P_1$ および $P_{2a} + P_{2b} = P_2$ が得られる。個別の速度は、 $R_1 = R_{1a} + R_{1b}$ および $R_2 = R_{2a} + R_{2b}$ によって与えられる。フーリエーモツキン変数除去法を使用して、合計速度に対する制約条件を

$$R_{tot} = R_1 + R_2 \quad \text{式 (138)}$$

として求めることができる。

【0 2 1 5】

20

以下の最適化問題により、最適な電力分割、 P_{1a} 、 P_{1b} 、 P_{2a} 、および P_{2b} ならびに速度 R_{1a} 、 R_{1b} 、 R_{2a} 、および R_{2b} が得られる。目的は、システム200の合計速度を最大にすること、すなわち、

【0 2 1 6】

【数 5 8】

$$\max_{\substack{P_{1a}+P_{1b} \leq P_1 \\ P_{2a}+P_{2b} \leq P_2}} R_1 + R_2 \text{ s.t. } \{E[X_{SN} X_{SN}^*] \leq P_{SN}, E[X_1 X_1^*] \leq P_1, E[X_2 X_2^*] \leq P_2\},$$

式 (139)

【0 2 1 7】

30

を満たす $R_1 + R_2$ を求めることである。

【0 2 1 8】

上記の最適化問題から、送信元において P_{1a}^* 、 P_{1b}^* 、 P_{2a}^* 、 P_{2b}^* で表される最適なメッセージ分割電力が得られ、さらに、この後分割の速度 R_{1a} 、 R_{1b} 、 R_{2a} 、および R_{2b} を与える最適な $[t_{11}^*, t_{12}^*, t_{21}^*, t_{22}^*]$ 集合を持つ最適なSNプリコーディング行列も得られる。

【0 2 1 9】

前に説明した伝送方式では、SN220が2つのドナーBS205を同時に接続し、補助されるWTRU215がBS205およびSN220に接続する必要がある場合がある。

40

【0 2 2 0】

図6に示されているように、ネットワークは、SN220を使用して、Uuインターフェースを介して2つのBS205（例えば、eNB）に接続し、SN220は、Uuインターフェースを介して2つのWTRU215に接続する。WTRU215のそれぞれは、自BS205に別のUuインターフェースを介して接続することができる。X2インターフェースを使用して、BS205の間で連携のための情報交換を行うことができる。同時にそれぞれがBS210およびSN220のうちの一方によるサービスを受けるWTRU215のペアは、それぞれのBS205によるサービスを受け、それぞれのBS205がSN220を使用して補助しなければならないWTRUのリストをSN220に提供することによって識別されうる。SN220がこのリストを受け取った後、そのようなWTR

50

U 2 1 5 のペアを識別するための手順が S N 2 2 0 によって実行されうる。S N 2 2 0 が W T R U 2 1 5 のペアを選択した後、これらに、ある種の情報を S N 2 2 0 および B S 2 0 5 にフィードバックすることを知らしめるように選択された W T R U 2 1 5 を通知することができる。それに加えて、W T R U 2 1 5 のペアが S N 2 2 0 によって識別された後、周波数領域と時間領域の両方においてリソースを割り当てる際に B S 2 0 5 が同じリソースを使用してペアの W T R U 2 1 5 に対してデータを送信できるようにどの W T R U 2 1 5 をペアにするかを B S 2 0 5 に通知することができる。これは、B S 2 0 5 の一方をマスター B S として、他方をスレーブ B S として設計し、周波数領域と時間領域の両方において同期を維持することによって達成されうる。リソース使用量情報も、ダウンリンク制御チャネルを介してペアとなっている W T R U 2 1 5 に送信することができる。

10

【0 2 2 1】

異なるプリコーディング方式のスループット性能は、異なるチャネル状態の下では異なることがあるため、どのプリコーディング方式を使用すべきかの決定は、図 6 に示されているすべてのインターフェースにおけるチャネルの測定結果、ならびに B S 2 0 5 および各 W T R U 2 1 5 によって引き起こされる干渉に基づき S N 2 2 0 によって実行されうる。プリコーディング方式の選択結果は、選択情報を送信する S N 2 2 0 によって B S 2 0 5 および W T R U 2 1 5 のすべてに送信することもできる。

【0 2 2 2】

図 7 は、W T R U 2 1 5 のペアリングを行い、プリコード方法を選択するための手順 7 0 0 の信号フロー図である。B S 2 0 5₁ および 2 0 5₂ のそれぞれは、特定の Q o S (サービス品質) を得るためにネットワークに接続されるために S N 2 2 0 からの補助を必要とする W T R U のリストを送信する (7 0 5、7 1 0)。W T R U 2 1 5₁ および 2 1 5₂ のそれぞれは、チャネル測定を実行し、チャネル測定結果を S N 2 2 0 に送信することができる (7 1 5、7 2 0)。次いで、S N 2 2 0 は、W T R U ペアおよびプリコーディング方法を選択する (7 2 5)。次いで、S N 2 2 0 は、選択情報を選択された W T R U 2 1 5₁ および 2 1 5₂ のそれぞれに、ならびに B S 2 0 5₁ および 2 0 5₂ に送信することができる (7 3 0、7 3 5、7 4 0、7 4 5)。次いで、B S 2 0 5₁ は、2 つの B S 2 0 5 が自 W T R U 2 1 5 に対してデータを送信するために同じ時間領域および周波数領域を使用できるように B S 2 0 5₂ にリソース使用量情報を送信することができる (7 5 0)。

20

30

【0 2 2 3】

図 8 は、C S I (チャネル状態情報) が定義されるネットワークを示す。S N 2 2 0 は、ノード (例えば、W T R U 2 1 5) のすべてのペアの間の C S I を知る必要がある。これに加えて、部分的 D F 方式では、B S 2 0 5 は、ノードのすべてのペアの間で C S I を必要とする場合がある。W T R U 2 1 5 は、基準信号を使用することによって別々にそれぞれ自体と B S 2 0 5 ($H_{B S \rightarrow W T R U}$) と S N 2 2 0 ($H_{S N \rightarrow W T R U}$) との間の C S I を測定することができ、その出力を対応する B S 2 0 5 にフィードバックする。S N 2 2 0 は、基準信号を使用することによってそれぞれ自体と B S 2 0 5 ($H_{B S \rightarrow S N}$) との間の C S I を測定することができ、その出力を基地局にフィードバックする。S N 2 2 0 は、プリコーディング行列を計算するために W T R U 2 1 5 と B S 2 0 5 ($H_{B S \rightarrow W T R U}$) との間の C S I を知る必要があるものとしてよい。この情報は、B S 2 0 5 によって S N 2 2 0 に送信されうる (例えば、特定の D C I (ダウンリンク制御情報) 形式を使用し P D C C H (物理ダウンリンク制御チャネル) を経由して)。S N 2 2 0 は、C S I 情報を B S 2 0 5 に搬送する、W T R U 2 1 5 のアップリンク制御チャネルを受信し、復号することができる。これは、S N 2 2 0 が、必要な C S I 情報を搬送する正しいリソースを読み取れるように W T R U 2 1 5 のアップリンク制御チャネルのリソース割り当てを知ることが必要とする場合がある。リソース割り当て情報 (すなわち、どのような情報を制御チャネルのどのリソースで搬送するか) は、初期接続設定時に B S 2 0 5 によって構成されうる。

40

【0 2 2 4】

50

復号転送方式では、BS205は、WTRU215とSN220 ($H_{SN-WTRU}$)との間のCSIを知る必要があるものとしてよい。これは、SN220が H_{BS-SN} と一緒にアップリンク制御チャネルでこの情報を送信することによって達成されうる。BS205は、CSI情報をSN220に搬送する、WTRU215のアップリンク制御チャネルを受信し、復号することができる。これは、BS205が、必要なCSI情報を搬送する正しいリソースを読み取れるようにWTRU215のアップリンク制御チャネルのリソース割り当てを知ることを必要とする場合がある。リソース割り当て情報（すなわち、どのような情報を制御チャネルのどのリソースで搬送するか）は、初期接続設定時にBS205によって構成されうる。

【0225】

10

図4および図5に示されているように、WTRU215は、ACK/NACKフィードバックをBS205に供給することができる。その一方で、SN220がBS205の復号に成功したかどうかにより、SN220は、図5に示されているように、Uu接続を利用して追加情報を送信することができる。例えば、2つのビットを使用して、以下のようにSN220における復号条件をWTRU215に指示することができる。

【0226】

00 : SN220は、BS信号を両方とも復号することはできず、AF伝送が実行される。

【0227】

01 : SN220は、第1のBS信号を復号することができないが、第2のBS信号は正常に復号され、SN220は第2のBS信号のみを送信する。

20

【0228】

10 : SN220は、第2のBS信号を復号することができないが、第1のBS信号は正常に復号され、SN220は第1のBS信号のみを送信する。

【0229】

11 : SN220は、BS信号を復号することができ、プリコーディング手順を使用することができる。

【0230】

図9は、複数のアンテナ905Aおよび905B、受信機910、プロセッサ915、送信機920、復号器925、およびプリコーダ930を備えるSN220の例示的なブロック図を示している。プロセッサ915は、受信機910、送信機920、復号器925、およびプリコーダ930と通信し、これらを制御するように構成されうる。

30

【0231】

受信機910は、複数のアンテナ905Aおよび905Bを介して第1のコードワードを含む第1の信号および第2のコードワードを含む第2の信号を受信するように構成されうる。復号器925は、特定のTTIにおいて第1および第2のコードワードを復号することを試みるように構成されうる。

【0232】

あるいは、受信機910は、複数のアンテナ905Aおよび905Bを介してコードワード構成要素の第1の集合を含む第1の信号およびコードワード構成要素の第2の集合を含む第2の信号を受信するように構成されうる。復号器925は、特定のTTIにおいてコードワード構成要素の第1および第2の集合のそれぞれの中の少なくとも1つのコードワード構成要素を復号することを試みるように構成されうる。

40

【0233】

プリコーダ930は、第1および第2の信号をプリコードするように構成されうる。送信機920は、その後TTIにおいて複数のアンテナ905Aおよび905Bを介してプリコードされた信号を送信するように構成されうる。第1の信号は、第1のセル内の第1の基地局によって送信され、第2の信号は、第2のセル内の第2の基地局によって送信されうる。

【0234】

50

受信機 910 は、第 1 および第 2 の信号を送信した基地局から WTRU のリストを受信し、このリスト上の複数の WTRU によって実行されたチャネル測定結果を受信するようにさらに構成されうる。プロセッサ 915 は、チャネル測定結果に基づきリストから WTRU のペアを選択するように構成されうる。送信機は、選択された WTRU ペアに関連付けられている情報を WTRU の選択されたペアに、ならびに第 1 および第 2 の信号を送信した基地局に送信するようにさらに構成されうる。

【0235】

図 10 は、複数のアンテナ 1005A および 1005B、受信機 1010、プロセッサ 1015、送信機 1020、バッファ 1025、および復号器 1030 を備える WTRU 215 の例示的なブロック図を示している。プロセッサ 1015 は、受信機 1010、送信機 1020、バッファ 1025、および復号器 1030 と通信し、これらを制御するように構成されうる。

10

【0236】

受信機 1010 は、複数のアンテナ 1005A および 1005B を介して所望の信号、干渉信号、およびプリコードされた信号を受信するように構成されうる。バッファ 1025 は、所望の信号および干渉信号をバッファリングするように構成されうる。プロセッサは、WTRU 215 における干渉信号の電力を最小にし、所望の信号の電力を最大にするためバッファリングされた信号をプリコードされた信号と組み合わせるようにさらに構成されうる。

20

【0237】

プリコードされた信号は、第 1 のセル内の第 1 の基地局によって送信された第 1 の信号および第 2 のセル内の第 2 の基地局によって送信された第 2 の信号に基づき SN220 によって生成されうる。

【0238】

第 1 の基地局は、所望の信号を送信することができ、第 2 の基地局は、同じリソースブロック内で干渉信号を送信することができる。

【0239】

プリコードされた信号は、特定の TTI（伝送時間間隔）において第 1 および第 2 の信号を受信し、処理する SN220 によって生成され、その後の TTI において、SN220 は、第 1 および第 2 の信号をプリコードして、プリコードされた信号を送信することができる。

30

【0240】

第 1 の信号および所望の信号は、第 1 のコードワードを含むことができ、第 2 の信号および干渉信号は、第 2 のコードワードを含むことができ、SN220 は、特定の TTI において第 1 および第 2 のコードワードを復号することを試みることができる。

【0241】

復号器 1030 は、第 1 のコードワードを復号することを試みるように構成されうる。送信機 1020 は、ACK/NACK フィードバックを第 1 の基地局に送信するように構成されうる。

【0242】

第 1 の信号および所望の信号は、コードワード構成要素の第 1 の集合を含むことができ、第 2 の信号および干渉信号は、コードワード構成要素の第 2 の集合を含むことができ、SN220 は、コードワード構成要素の第 1 および第 2 の集合のそれぞれの中の少なくとも 1 つのコードワード構成要素を復号することを試みることができる。

40

【0243】

復号器 1030 は、コードワード構成要素の第 1 の集合を復号することを試みるように構成されうる。送信機 1020 は、コードワード構成要素の第 1 の集合に対する ACK/NACK フィードバックを第 1 の基地局に送信するように構成されうる。

【0244】

実施形態

50

1. WTRU（ワイヤレス送信／受信ユニット）で干渉を最小化する方法であって、
所望の信号および干渉信号を受信するステップと、
所望の信号および干渉信号をバッファリングするステップと、
プリコードされた信号を受信するステップと、

WTRUにおける干渉信号の電力を最小化し、所望の信号の電力を最大化するためバッファリングされた信号をプリコードされた信号と組み合わせるステップとを含む方法。

【0245】

2. 第1の基地局がリソース使用量情報を第2の基地局に送信するステップと、
第1の基地局がリソース使用量情報によって指示される時間および周波数リソースを使用して所望の信号を送信するステップと、

第2の基地局が第1の基地局と同じ時間および周波数リソースを使用して干渉信号を送信するステップと
をさらに含む実施形態1に記載の方法。

【0246】

3. プリコードされた信号が、第1のセル内の第1の基地局によって送信された第1の信号および第2のセル内の第2の基地局によって送信された第2の信号に基づき共有ノードによって生成される実施形態1に記載の方法。

【0247】

4. プリコードされた信号が、特定のTTI（伝送時間間隔）において第1および第2の信号を受信し、処理する共有ノードによって生成され、その後のTTIにおいて、共有ノードが第1および第2の信号をプリコードして、プリコードされた信号を送信する実施形態3に記載の方法。

【0248】

5. 第1の信号が、第1のコードワードを含み、第2の信号が、第2のコードワードを含み、共有ノードが、特定のTTIにおいて第1および第2のコードワードを復号することを試みる実施形態4に記載の方法。

【0249】

6. WTRUが第1のコードワードを復号することを試み、第1のコードワードに対するACK（肯定応答）／NACK（否定応答）フィードバックを第1の基地局に送信するステップであって、第1の基地局が、WTRUをスケジュールするように構成される、ステップと、

異なるWTRUは第2のコードワードを復号することを試み、第2のコードワードに対するACK／NACKフィードバックを第2の基地局に送信するステップであって、第2の基地局が、異なるWTRUをスケジュールするように構成される、ステップと
をさらに含む実施形態5に記載の方法。

【0250】

7. 第1の信号および所望の信号がコードワード構成要素の第1の集合を含み、第2の信号および干渉信号がコードワード構成要素の第2の集合を含み、共有ノードがコードワード構成要素の第1および第2の集合のそれぞれの中の少なくとも1つのコードワード構成要素を復号することを試みる実施形態4に記載の方法。

【0251】

8. WTRUがコードワード構成要素の第1の集合を復号することを試み、コードワード構成要素の第1の集合に対するACK（肯定応答）／NACK（否定応答）フィードバックを第1の基地局に送信するステップであって、第1の基地局が、WTRUをスケジュールするように構成される、ステップと、

異なるWTRUがコードワード構成要素の第2の集合を復号することを試み、コードワード構成要素の第2の集合に対するACK／NACKフィードバックを第2の基地局に送信するステップであって、第2の基地局が、異なるWTRUをスケジュールするように構成される、ステップと

10

20

30

40

50

をさらに含む実施形態 7 に記載の方法。

【0252】

9. 干渉を最小化するために、共有ノードが W T R U (ワイヤレス送信／受信ユニット) に対するプリコードされた信号を生成する方法であって、
第 1 のコードワードを含む第 1 の信号を受信するステップと、
第 2 のコードワードを含む第 2 の信号を受信するステップと、
特定の T T I (伝送時間間隔) において第 1 および第 2 のコードワードを復号することを試みるステップと、
その後の T T I において、第 1 および第 2 の信号をプリコードして、プリコードされた信号を送信するステップと

10

を含む方法。

【0253】

10. 第 1 および第 2 の信号を送信した基地局から W T R U のリストを受信するステップと、
リスト上の複数の W T R U によって実行されたチャネル測定の結果を受信するステップと、
チャネル測定結果に基づきリストから W T R U のペアを選択するステップと、
選択された W T R U ペアに関連付けられている情報を W T R U の選択されたペアに、および基地局に送信するステップとをさらに含む実施形態 9 に記載の方法。

20

【0254】

11. 干渉を最小化するために、共有ノードが W T R U (ワイヤレス送信／受信ユニット) に対するプリコードされた信号を生成する方法であって、
コードワード構成要素の第 1 の集合を含む第 1 の信号を受信するステップと、
コードワード構成要素の第 2 の集合を含む第 2 の信号を受信するステップと、
特定の T T I (伝送時間間隔) においてコードワード構成要素の第 1 および第 2 の集合のそれぞれの中の少なくとも 1 つのコードワード構成要素を復号することを試みるステップと、
その後の T T I において、第 1 および第 2 の信号をプリコードして、プリコードされた信号を送信するステップと

30

を含む方法。

【0255】

12. 第 1 および第 2 の信号を送信した基地局から W T R U のリストを受信するステップと、
リスト上の複数の W T R U によって実行されたチャネル測定の結果を受信するステップと、
チャネル測定結果に基づきリストから W T R U のペアを選択するステップと、
選択された W T R U ペアに関連付けられている情報を W T R U の選択されたペアに、および基地局に送信するステップとをさらに含む実施形態 11 に記載の方法。

【0256】

13. W T R U (ワイヤレス送信／受信ユニット) であって、
複数のアンテナと、
複数のアンテナを介して所望の信号、干渉信号、およびプリコードされた信号を受信するように構成された受信機と、
所望の信号および干渉信号をバッファリングするように構成されたバッファと、
W T R U における干渉信号の電力を最小化し、所望の信号の電力を最大化するためバッファリングされた信号をプリコードされた信号と組み合わせるように構成されたプロセッサと
を備える W T R U。

40

【0257】

14. プリコードされた信号が、第 1 のセル内の第 1 の基地局によって送信された第

50

1の信号および第2のセル内の第2の基地局によって送信された第2の信号に基づき共有ノードによって生成される実施形態13に記載のWTRU。

【0258】

15. 第1の基地局が所望の信号を送信し、第2の基地局が同じリソースブロック内で干渉信号を送信する実施形態14に記載のWTRU。

【0259】

16. プリコードされた信号が、特定のTTI（伝送時間間隔）において第1および第2の信号を受信し、処理する共有ノードによって生成され、その後のTTIにおいて、共有ノードが第1および第2の信号をプリコードして、プリコードされた信号を送信する実施形態14に記載のWTRU。

10

【0260】

17. 第1の信号および所望の信号が、第1のコードワードを含み、第2の信号および干渉信号が、第2のコードワードを含み、共有ノードが、特定のTTIにおいて第1および第2のコードワードを復号することを試みる実施形態16に記載のWTRU。

【0261】

18. 第1のコードワードを復号することを試みるように構成された復号器と、ACK（肯定応答）／NACK（否定応答）フィードバックを第1の基地局に送信するように構成された送信機とをさらに備える実施形態17に記載のWTRU。

【0262】

20

19. 第1の信号および所望の信号がコードワード構成要素の第1の集合を含み、第2の信号および干渉信号がコードワード構成要素の第2の集合を含み、共有ノードがコードワード構成要素の第1および第2の集合のそれぞれの中の少なくとも1つのコードワード構成要素を復号することを試みる実施形態16に記載のWTRU。

【0263】

20. コードワード構成要素の第1の集合を復号することを試みるように構成された復号器と、

ACK（肯定応答）／NACK（否定応答）フィードバックを第1の基地局に送信するように構成された送信機と

をさらに備える実施形態19に記載のWTRU。

30

【0264】

21. 共有ノードであって、複数のアンテナと、

複数のアンテナを介して第1のコードワードを含む第1の信号および第2のコードワードを含む第2の信号を受信するように構成された受信機と、

特定のTTI（伝送時間間隔）において第1および第2のコードワードを復号することを試みるように構成された復号器と、

その後のTTIにおいて第1および第2の信号をプリコードするように構成されたプリコーダと、

その後のTTIにおいて複数のアンテナを介してプリコードされた信号を送信するように構成された送信機とを備える共有ノード。

40

【0265】

22. 受信機は、第1および第2の信号を送信した基地局からWTRUのリストを受信し、このリスト上の複数のWTRUによって実行されたチャネル測定結果を受信するようにさらに構成され、

共有ノードは、チャネル測定結果に基づきリストからWTRUのペアを選択するように構成されたプロセッサをさらに備え、

送信機は、選択されたWTRUペアに関連付けられている情報をWTRUの選択されたペアに、ならびに第1および第2の信号を送信した基地局に送信するようにさらに構成さ

50

れている

実施形態 2 1 に記載の共有ノード。

【0 2 6 6】

2 3. 共有ノードであって、
複数のアンテナと、

複数のアンテナを介してコードワード構成要素の第 1 の集合を含む第 1 の信号およびコードワード構成要素の第 2 の集合を含む第 2 の信号を受信するように構成された受信機と、

特定の T T I (伝送時間間隔) においてコードワード構成要素の第 1 および第 2 の集合のそれぞれのうちの少なくとも 1 つのコードワード構成要素を復号することを試みるように構成された復号器と、

その後の T T I において第 1 および第 2 の信号をプリコードするように構成されたプリコーダと、

その後の T T I において複数のアンテナを介してプリコードされた信号を送信するように構成された送信機と
を備える共有ノード。

【0 2 6 7】

2 4. 受信機は、第 1 および第 2 の信号を送信した基地局から W T R U のリストを受信し、このリスト上の複数の W T R U によって実行されたチャネル測定結果を受信するようにさらに構成され、

共有ノードは、チャネル測定結果に基づきリストから W T R U のペアを選択するように構成されたプロセッサをさらに備え、

送信機は、選択された W T R U ペアに関連付けられている情報を W T R U の選択されたペアに、ならびに第 1 および第 2 の信号を送信した基地局に送信するようにさらに構成されている

実施形態 2 3 に記載の共有ノード。

【0 2 6 8】

特徴および要素が特定の組合せで上述されているが、当業者であれば、それぞれの特徴もしくは要素は単独で、または他の特徴および要素と組み合わせて使用できることを理解するであろう。それに加えて、本明細書で説明されている実施形態は、コンピュータまたはプロセッサにより実行できるようにコンピュータ可読媒体内に組み込まれたコンピュータプログラム、ソフトウェア、またはファームウェアにより実装されうる。コンピュータ可読媒体の例としては、電子信号 (有線で、またはワイヤレス接続で送信される) およびコンピュータ可読記憶媒体が挙げられる。コンピュータ可読記憶媒体の例としては、限定はしないが、ROM (リードオンリーメモリ)、RAM (ランダムアクセスメモリ)、レジスタ、キャッシュメモリ、半導体メモリデバイス、磁気媒体 (例えば、内蔵ハードディスクまたはリムーバブルディスク)、光磁気媒体、ならびに CD (コンパクトディスク) または DVD (デジタル多用途ディスク) などの光学媒体が挙げられる。ソフトウェアと関連するプロセッサは、W T R U、U E、端末、基地局、ノード B、e N B、H N B、H e N B、A P、R N C、ワイヤレスルーター、または任意のホストコンピュータにおいて使用するための無線周波トランシーバを実装するために使用されうる。

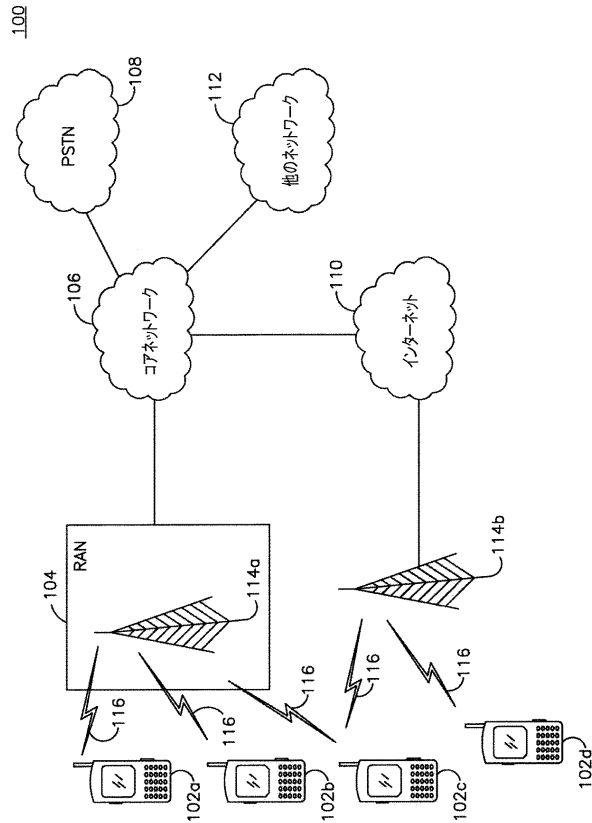
10

20

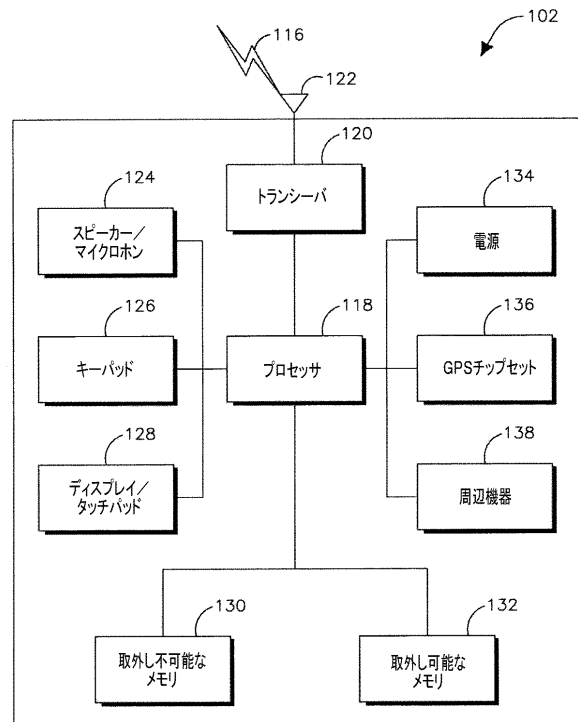
30

40

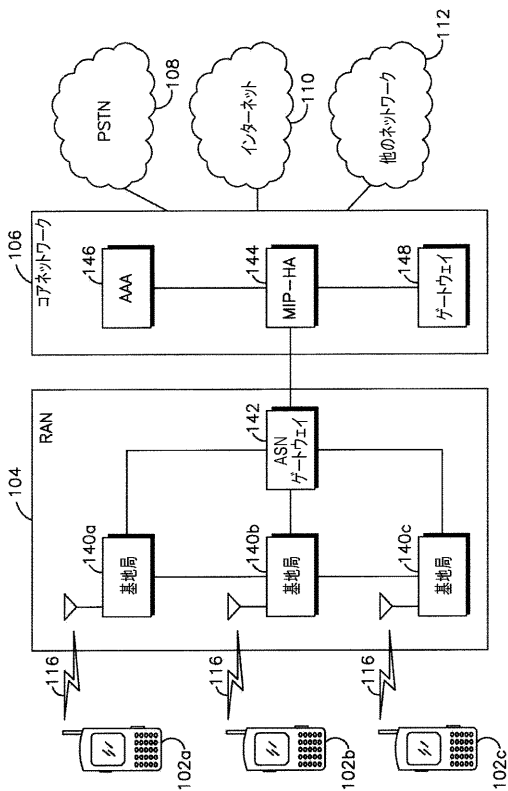
【図 1 A】



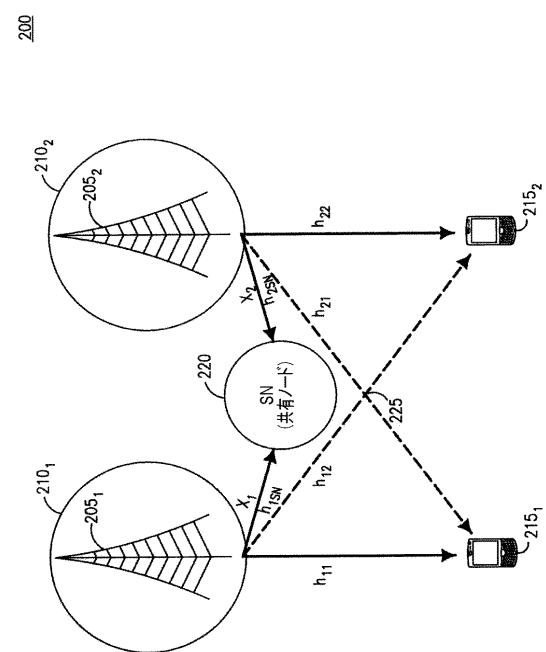
【図 1 B】



【図 1 C】

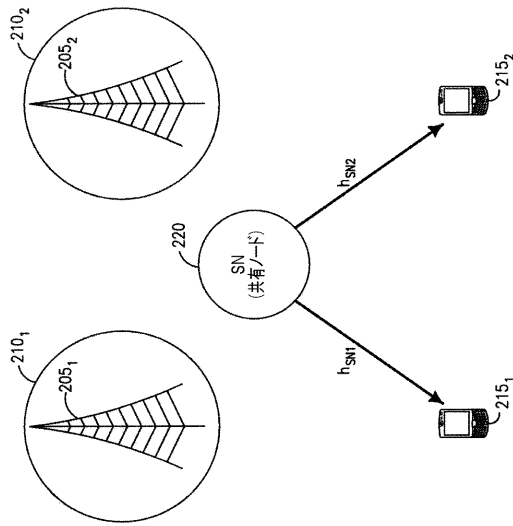


【図 2 A】

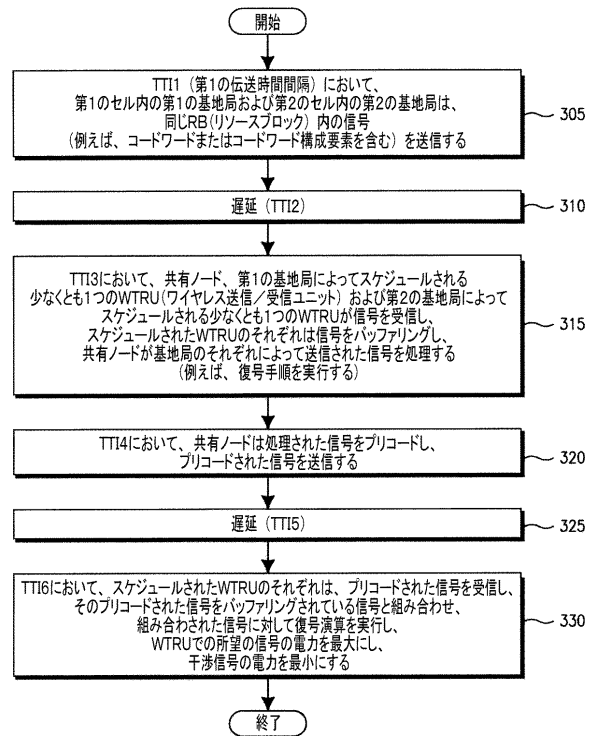


【図 2 B】

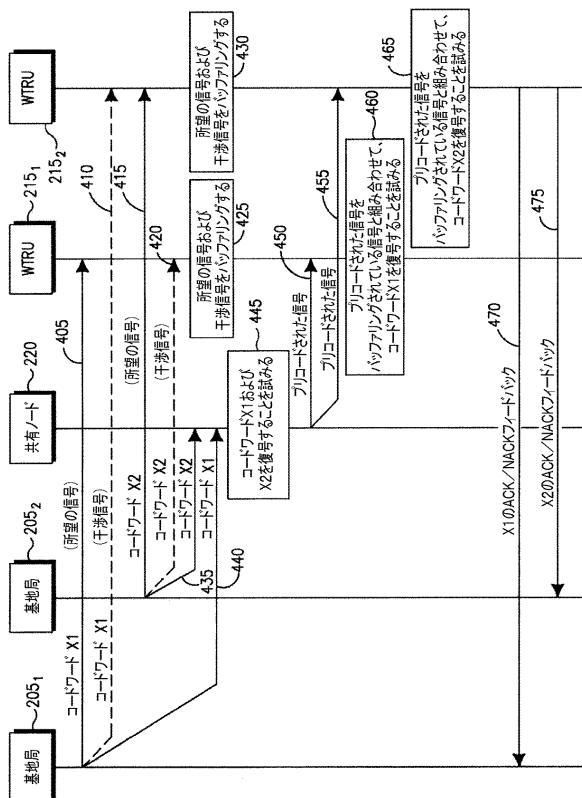
200



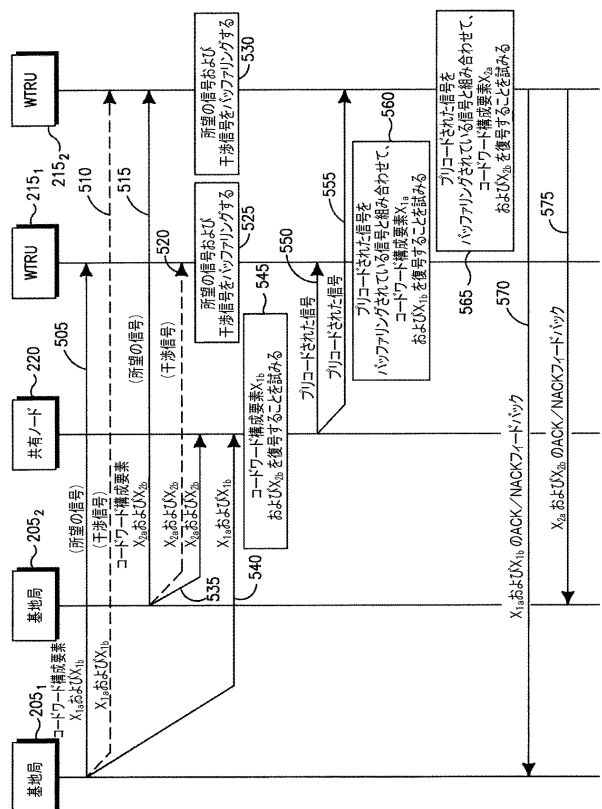
【図 3】



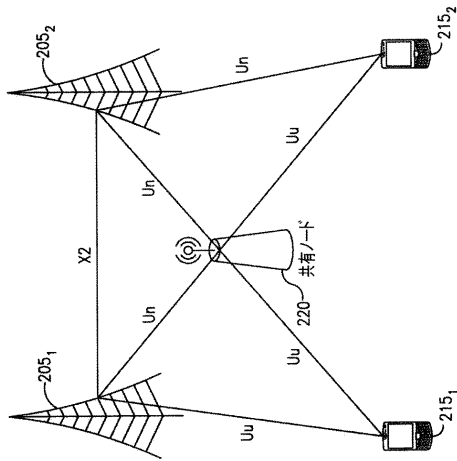
【図 4】



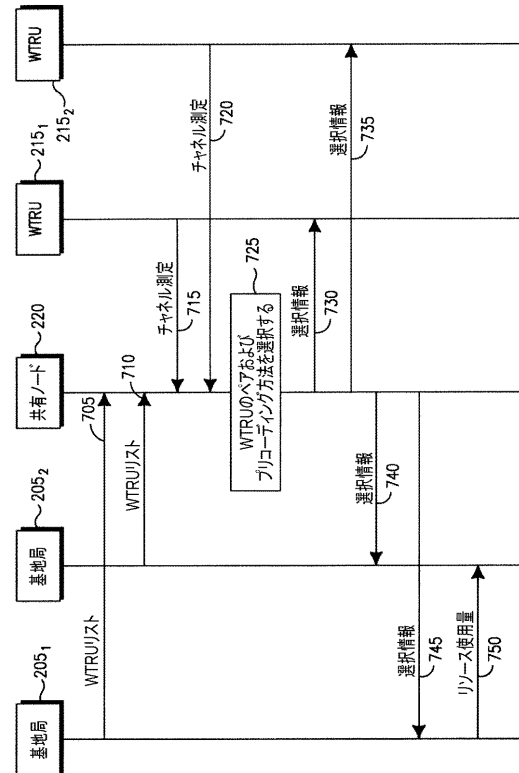
【図 5】



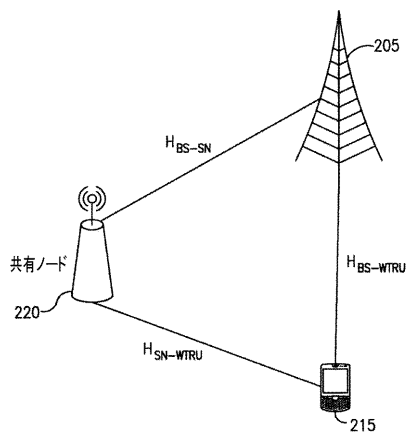
【図 6】



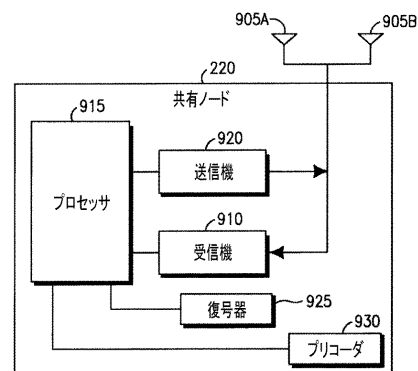
【図 7】



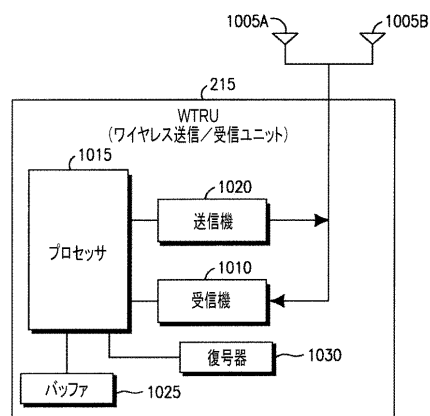
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 エルデム バラ

アメリカ合衆国 11735 ニューヨーク州 ファーミングデール セカトーグ アベニュー
150 アpartment 12ビー

(72)発明者 ヤン ルイ

アメリカ合衆国 11740 ニューヨーク州 グリーンローン バーンズ コート 14

審査官 石井 則之

(56)参考文献 特表2011-504663 (JP, A)

特表2010-520700 (JP, A)

特開2009-105842 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24-26

H04W 4/00-99/00

H04J 99/00