

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5731005号
(P5731005)

(45) 発行日 平成27年6月10日 (2015. 6. 10)

(24) 登録日 平成27年4月17日 (2015. 4. 17)

(51) Int. Cl. F I
HO 4 J 99/00 (2009. 01) HO 4 J 15/00
HO 4 B 7/04 (2006. 01) HO 4 B 7/04

請求項の数 14 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2013-536785 (P2013-536785)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成23年10月26日 (2011. 10. 26)		クァアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2013-542688 (P2013-542688A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成25年11月21日 (2013. 11. 21)		ED
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/057912		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(87) 国際公開番号	W02012/058327		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開日	平成24年5月3日 (2012. 5. 3)		ハウス・ドライブ 5775
審査請求日	平成25年6月26日 (2013. 6. 26)	(74) 代理人	100108855
(31) 優先権主張番号	13/280, 776		弁理士 蔵田 昌俊
(32) 優先日	平成23年10月25日 (2011. 10. 25)	(74) 代理人	100109830
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 福原 淑弘
(31) 優先権主張番号	61/407, 886	(74) 代理人	100088683
(32) 優先日	平成22年10月28日 (2010. 10. 28)		弁理士 中村 誠
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超高スループットワイヤレスシステムのためのチャネル状態情報フィードバックフレームフォーマットおよびフィードバックルール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワイヤレス通信のための第 1 の装置において、

第 2 の装置が、単一ユーザ複数入力複数出力 (S U - M I M O) またはマルチユーザ M I M O (M U - M I M O) を使用して前記第 1 の装置と通信している場合に、信号対ノイズ比 (S N R) に関連する情報を含むフレームを発生させるように構成されている処理システムと、

前記発生させたフレームに基づく信号を前記第 2 の装置に送信するように構成されている送信機とを具備し、

前記フレームは、前記 S N R の値を表すためのビットの数を含み、前記 S N R の値は、副搬送波、および、副搬送波に対するチャネル推定行列の列に対して決定された S N R と、前記列に対応する空間時間ストリームの平均 S N R との間のデシベル (d B) における差分を含む第 1 の装置。

【請求項 2】

前記フレームは、ギブンス回転角 および のそれぞれに対するビット分解を示す 2 ビットを含む請求項 1 記載の第 1 の装置。

【請求項 3】

前記 S N R の値を表すための前記ビットの数が 4 ビットである請求項 1 記載の第 1 の装置。

【請求項 4】

10

20

前記フレームは、トーングループピングのためのグループパラメータの数 (N_g') を示す 2 ビットを含む請求項 1 記載の第 1 の装置。

【請求項 5】

ワイヤレス通信のための方法において、

第 1 の装置において、第 2 の装置が、単一ユーザ複数入力複数出力 (SU-MIMO) またはマルチユーザ MIMO (MU-MIMO) を使用して前記第 1 の装置と通信している場合に、信号対ノイズ比 (SNR) に関連する情報を含むフレームを発生させることと

、
前記発生させたフレームに基づく信号を前記第 2 の装置に送信することを含み、
前記フレームは、前記 SNR の値を表すためのビットの数を示す 2 ビットを含み、前記 SNR の値は、副搬送波、および、副搬送波に対するチャネル推定行列の列に対して決定された SNR と、前記列に対応する空間時間ストリームの平均 SNR との間のデシベル (dB) における差分を含む方法。

10

【請求項 6】

前記フレームは、ギブンス回転角 および のそれぞれに対するビット分解を示す 2 ビットを含む請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

前記 SNR の値を表すための前記ビットの数が 4 ビットである請求項 5 記載の方法。

【請求項 8】

前記フレームは、トーングループピングのためのグループパラメータの数 (N_g') を示す 2 ビットを含む請求項 5 記載の方法。

20

【請求項 9】

ワイヤレス通信のための第 1 の装置において、

第 2 の装置が、単一ユーザ複数入力複数出力 (SU-MIMO) またはマルチユーザ MIMO (MU-MIMO) を使用して前記第 1 の装置と通信している場合に、信号対ノイズ比 (SNR) に関連する情報を含むフレームを発生させる手段と、

前記発生させたフレームに基づく信号を前記第 2 の装置に送信する手段とを具備し、

前記フレームは、前記 SNR の値を表すためのビットの数を示す 2 ビットを含み、前記 SNR の値は、副搬送波、および、副搬送波に対するチャネル推定行列の列に対して決定された SNR と、前記列に対応する空間時間ストリームの平均 SNR との間のデシベル (dB) における差分を含む第 1 の装置。

30

【請求項 10】

前記フレームは、ギブンス回転角 および のそれぞれに対するビット分解を示す 2 ビットを含む請求項 9 記載の第 1 の装置。

【請求項 11】

前記 SNR の値を表すための前記ビットの数が 4 ビットである請求項 9 記載の第 1 の装置。

【請求項 12】

前記フレームは、トーングループピングのためのグループパラメータの数 (N_g') を示す 2 ビットを含む請求項 9 記載の第 1 の装置。

40

【請求項 13】

ワイヤレス通信のためのコンピュータ可読記憶媒体において、

第 1 の装置において、第 2 の装置が、単一ユーザ複数入力複数出力 (SU-MIMO) またはマルチユーザ MIMO (MU-MIMO) を使用して前記第 1 の装置と通信している場合に、信号対ノイズ比 (SNR) に関連する情報を含むフレームを発生させるようにコンピュータに実行させる命令と、

前記発生させたフレームに基づく信号を前記第 2 の装置に送信するようにコンピュータに実行させる命令とを含み、

前記フレームは、前記 SNR の値を表すためのビットの数を示す 2 ビットを含み、前記 SNR の値は、副搬送波、および、副搬送波に対するチャネル推定行列の列に対して決定

50

された S N R と、前記列に対応する空間時間ストリームの平均 S N R との間のデシベル (d B) における差分を含むコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 1 4】

ワイヤレスノードにおいて、
少なくとも 1 本のアンテナと、

装置が、単一ユーザ複数入力複数出力 (S U - M I M O) またはマルチユーザ M I M O (M U - M I M O) を使用して前記ワイヤレスノードと通信している場合に、信号対ノイズ比 (S N R) に関連する情報を含むフレームを発生させるように構成されている処理システムと、

前記発生されたフレームに基づいて、前記少なくとも 1 本のアンテナを介して、信号を前記装置に送信するように構成されている送信機とを具備し、

前記フレームは、前記 S N R の値を表すためのビットの数を示す 2 ビットを含み、前記 S N R の値は、副搬送波、および、副搬送波に対するチャネル推定行列の列に対して決定された S N R と、前記列に対応する空間時間ストリームの平均 S N R との間のデシベル (d B) における差分を含むワイヤレスノード。

【発明の詳細な説明】

【関連出願への相互参照】

【 0 0 0 1】

本出願は、2010 年 10 月 26 日に提出された米国仮特許出願シリアル番号 61 / 406, 977 (代理人番号 103295P1) と、2010 年 10 月 28 日に提出された米国仮特許出願シリアル番号 61 / 407, 817 (代理人番号 103307P1) と、2010 年 10 月 28 日に提出された米国仮特許出願シリアル番号 61 / 407, 886 (代理人番号 103307P2) の利益を主張し、これらのすべては、参照によりここに組み込まれている。

【分野】

【 0 0 0 2】

本開示のある特定の態様は、一般的に、ワイヤレス通信に関連し、より詳細には、超高速スループット (V H T) ワイヤレスシステムのためのチャネル状態情報 (C S I) フィードバックの統一フォーマットを発生させることに関連している。

【背景】

【 0 0 0 3】

ワイヤレス通信システムに対して求められる増加する帯域幅要件の問題を取り扱うために、複数のユーザ端末が、高データスループットを達成しつつ、チャネルリソースを共有することによって、単一のアクセスポイントと通信することを可能にする異なるスキームが開発されている。複数入力複数出力 (M I M O) 技術は、次世代の通信システムのための普及している技術として近年登場したこのようなアプローチの 1 つを代表する。M I M O 技術は、米国電気電子学会 (I E E E) 802.11 標準規格のような、いくつかの新興のワイヤレス通信標準規格において採用されている。I E E E 802.11 は、(例えば、数十メートルから数百メートルの) 短距離通信のために I E E E 802.11 委員会によって開発された、1 組のワイヤレスローカルエリアネットワーク (W L A N) のエアインターフェース標準規格を指す。

【 0 0 0 4】

M I M O システムは、データ送信のために、複数 (N_T 本) の送信アンテナおよび複数 (N_R 本) の受信アンテナを用いる。 N_T 本の送信アンテナおよび N_R 本の受信アンテナによって形成された M I M O チャネルは、空間チャネルとも呼ばれる N_s 個の独立したチャネルに分解されてもよく、ここで、 $N_s = \min \{ N_T, N_R \}$ である。 N_s 個の独立したチャネルのそれぞれは、次元に対応する。M I M O システムは、複数の送信および受信アンテナにより生成される追加の次元が利用される場合、向上した性能 (例えば、より高いスループットおよび/またはより大きな信頼性) を提供できる。

【 0 0 0 5】

10

20

30

40

50

単一のアクセスポイント（ＡＰ）と複数のユーザ局（ＳＴＡ）とを持つワイヤレスネットワークでは、アップリンクおよびダウンリンク方向の双方において、異なる局に向けた複数のチャネルで平行送信が起こることがある。そのようなシステムには多くの課題が存在する。

【概要】

【０００６】

本開示のある特定の態様は、ワイヤレス通信のための第１の装置を提供する。第１の装置は、一般的に、第２の装置が、単一ユーザ複数入力複数出力（ＳＵ－ＭＩＭＯ）またはマルチユーザＭＩＭＯ（ＭＵ－ＭＩＭＯ）を使用して第１の装置と通信している場合に、信号対ノイズ比（ＳＮＲ）に関連する情報を含むフレームを発生させるように構成されている処理システムと、発生させたフレームに基づく信号を第２の装置に送信するように構成されている送信機とを具備する。

10

【０００７】

本開示のある特定の態様は、ワイヤレス通信のための方法を提供する。方法は、一般的に、第１の装置において、第２の装置がＳＵ－ＭＩＭＯまたはＭＵ－ＭＩＭＯを使用して第１の装置と通信している場合に、ＳＮＲに関連する情報を含むフレームを発生させることと、発生させたフレームに基づく信号を第２の装置に送信することとを含む。

【０００８】

本開示のある特定の態様は、ワイヤレス通信のための第１の装置を提供する。第１の装置は、一般的に、第２の装置がＳＵ－ＭＩＭＯまたはＭＵ－ＭＩＭＯを使用して第１の装置と通信している場合に、ＳＮＲに関連する情報を含むフレームを発生させる手段と、発生させたフレームに基づく信号を第２の装置に送信する手段とを具備する。

20

【０００９】

本開示のある特定の態様は、ワイヤレス通信のためのコンピュータプログラムプロダクトを提供する。コンピュータプログラムプロダクトは、一般的に、第１の装置において、第２の装置がＳＵ－ＭＩＭＯまたはＭＵ－ＭＩＭＯを使用して第１の装置と通信している場合に、ＳＮＲに関連する情報を含むフレームを発生させるために実行可能な命令と、発生させたフレームに基づく信号を第２の装置に送信するために実行可能な命令とを有するコンピュータ読取可能媒体を含む。

【００１０】

30

本開示のある特定の態様は、ワイヤレスノードを提供する。ワイヤレスノードは、一般的に、少なくとも１本のアンテナ；装置がＳＵ－ＭＩＭＯまたはＭＵ－ＭＩＭＯを使用してワイヤレスノードと通信している場合に、ＳＮＲに関連する情報を含むフレームを発生させるように構成されているプロセッサシステム；発生されたフレームに基づいて、少なくとも１本のアンテナを介して、信号を装置に送信するように構成されている送信機を具備する。

【００１１】

本開示のある特定の態様は、ワイヤレス通信のための方法を提供する。方法は、一般的に、装置において、チャネル状態情報（ＣＳＩ）を含む構造を発生させることと、チャネルにわたって構造を送信することとを含み、ＣＳＩは、装置に関係付けられているチャネルの推定を持つ第１の行列、または、第１の行列の特異値分解（ＳＶＤ）に基づいて取得される第２の行列のうちの少なくとも１つを含み、構造は、第１および第２のいずれの行列がＣＳＩ中に含まれているかの表示をさらに含む。

40

【００１２】

本開示のある特定の態様は、ワイヤレス通信のための装置を提供する。装置は、一般的に、ＣＳＩを含む構造を発生させるように構成されている処理システムと、チャネルにわたって構造を送信するように構成されている送信機とを具備し、ＣＳＩは、装置に関係付けられているチャネルの推定を持つ第１の行列、または、第１の行列のＳＶＤに基づいて取得される第２の行列のうちの少なくとも１つを含み、構造は、第１および第２のいずれの行列がＣＳＩ中に含まれているかの表示をさらに含む。

50

【 0 0 1 3 】

本開示のある特定の態様は、ワイヤレス通信のための装置を提供する。装置は、一般的に、C S Iを含む構造を発生させる手段と、チャネルにわたって構造を送信する手段とを具備し、C S Iは、装置に関係付けられているチャネルの推定を持つ第1の行列、または、第1の行列のS V Dに基づいて取得される第2の行列のうちの少なくとも1つを含み、構造は、第1および第2のいずれの行列がC S I中に含まれているかの表示をさらに含む。

【 0 0 1 4 】

ある特定の態様は、ワイヤレス通信のためのコンピュータプログラムプロダクトを提供する。コンピュータプログラムプロダクトは、一般的に、装置において、C S Iを含む構造を発生させるために実行可能な命令と、チャネルにわたって構造を送信するための命令とを有するコンピュータ読取可能媒体を含み、C S Iは、装置に関係付けられているチャネルの推定を持つ第1の行列、または、第1の行列のS V Dに基づいて取得される第2の行列のうちの少なくとも1つを含み、構造は、第1および第2のいずれの行列がC S I中に含まれているかの表示をさらに含む。

【 0 0 1 5 】

ある特定の態様は、アクセス端末を提供する。アクセス端末は、一般的に、少なくとも1本のアンテナと、C S Iを含む構造を発生させるように構成されている処理システムと、少なくとも1本のアンテナを介して、チャネルにわたって構造を送信するように構成されている送信機とを具備し、C S Iは、アクセス端末に関係付けられているチャネルの推定を持つ第1の行列、または、第1の行列のS V Dに基づいて取得される第2の行列のうちの少なくとも1つを含み、構造は、第1および第2のいずれの行列がC S I中に含まれているかの表示をさらに含む。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

上述した本開示の特徴を詳細に理解できるように、上記で簡潔に概要を述べた、より詳細な説明が、そのいくつかが付随した図面中に図示されている態様を参照することにより行われる。しかしながら、付随した図面は、本開示のある典型的な態様のみを図示しており、それゆえ、その範囲を限定するものとして考えられるものではなく、説明のために、他の同等に効果的な態様を認めてもよいことに留意すべきである。

【図1】図1は、本開示のある特定の態様にしたがったワイヤレス通信ネットワークのダイヤグラムを図示している。

【図2】図2は、本開示のある特定の態様にしたがった、例示的なアクセスポイントおよびユーザ端末のブロックダイヤグラムを図示している。

【図3】図3は、本開示のある特定の態様にしたがった例示的なワイヤレスデバイスのブロックダイヤグラムを図示している。

【図4】図4は、本開示のある特定の態様にしたがった例示的なチャネル状態情報(C S I)フィードバックフレームフォーマットを図示している。

【図5】図5は、本開示のある特定の態様にしたがった、図4のC S Iフィードバックフレームフォーマットの例示的な超高スループット(V H T)複数入力複数出力(M I M O)制御フィールドを図示している。

【図6】図6は、本開示のある特定の態様にしたがった例示的な統一C S Iフィードバックフレームフォーマットを図示している。

【図7】図7は、本開示のある特定の態様にしたがった、V H TワイヤレスシステムのためのC S Iフィードバックの統一フレームフォーマットを発生させる例示的な動作を図示している。

【図7A】図7Aは、図7に示しめされている動作を実行することができる例示的な手段を図示している。

【図8】図8は、本開示のある特定の態様にしたがった、図6のC S Iフィードバックフレームフォーマットの例示的なV H T M I M O制御フィールドを図示している。

【図 9 A】図 9 A は、本開示のある特定の態様にしたがった、図 8 の V H T M I M O 制御フィールドのコードブック情報フィールドにより示されるパラメータの例示的な表を図示しており、トーングルーピング、および、デルタ S N R に対するビット数の双方が変化してもよい。

【図 9 B】図 9 B は、本開示のある特定の態様にしたがった、図 8 の V H T M I M O 制御フィールドのコードブック情報フィールドにより示されるパラメータの例示的な表を図示しており、トーングルーピングが変化してもよい。

【図 1 0】図 1 0 は、本開示のある特定の態様にしたがった、異なる C S I フィードバックタイプに対する例示的な性能結果を図示している。

【図 1 1】図 1 1 は、本開示のある特定の態様にしたがった例示的な統一 C S I フィードバックフレームフォーマットを図示している。

10

【図 1 2 A】図 1 2 A は、本開示のある特定の態様にしたがった、図 1 1 の V H T M I M O 制御フィールドのコードブック情報フィールドにより示されるギブンス回転角のそれぞれに対するビット分解の例示的な表を図示しており、ここで、フィードバックタイプは、V ベースの C S I フィードバックである。

【図 1 2 B】図 1 2 B は、本開示のある特定の態様にしたがった、図 1 1 の V H T M I M O 制御フィールドのコードブック情報フィールドにより示される I および Q の双方に対するビット分解の例示的な表を図示しており、ここで、フィードバックタイプは、H ベースの C S I フィードバックである。

【図 1 3】図 1 3 は、本開示のある特定の態様にしたがった、統一 C S I フィードバックフレームを構築し、C S I フィードバックフレームを送信する例示的な動作を図示している。

20

【図 1 3 A】図 1 3 A は、図 1 3 の動作を実行することができる例示的な手段を図示している。

【詳細な説明】

【0 0 1 7】

下記において、添付した図面を参照して、本開示のさまざまな態様がより完全に説明されている。しかしながら、本開示は、多くの異なる形態で具現化され、本開示全体を通して提示される任意の特定の構造または機能に限定されるものとして解釈すべきではない。そうではなく、これらの態様は、本開示を徹底的かつ完全なものとし、本開示の範囲が当業者に十分に伝わるように提供されている。ここでの教示に基づいて、本開示の範囲は、本発明の他の任意の態様と別々に実現するか、または、それらと組み合わせて実現するかにかかわらず、ここで開示した開示の任意の態様をカバーすることを意図していることを、当業者は正しく認識すべきである。例えば、ここで述べる任意の数の態様を使用して、装置を実現してもよく、または、方法を実施してもよい。さらに、ここで示す本開示のさまざまな態様に加えて、あるいは、ここで示す本開示のさまざまな態様以外の、他の構造、機能性、あるいは、構造および機能性を使用して実施される、このような装置または方法をカバーすることを意図している。ここに開示した開示の任意の態様は、請求項のうちの 1 つ以上のエレメントにより具現化されてもよいことを理解すべきである。

30

【0 0 1 8】

40

“例示的な”という用語は、ここでは、“例、事例、または例示として機能すること”を意味するように使用される。“例示的な”ものとして、ここで記述する任意の態様は、他の態様と比較して、必ずしも、好ましいまたは効果的なものと解釈されるものではない。

【0 0 1 9】

特定の態様がここに説明されているが、これらの態様の多くの変形および置換が、本開示の範囲内に含まれる。好ましい態様のいくつかの利益および利点が述べられているが、本開示の範囲は、特定の利益、使用または目的に限定されることを意図しない。そうではなく、本開示の態様は、異なるワイヤレス技術、システム構成、ネットワークおよび伝送プロトコルに広く適用可能であることが意図され、そのうちのいくつかは、図面および好

50

【 0 0 2 0 】

20

【 0 0 2 2 】

30

50

はワイヤレスノードである。そのようなワイヤレスノードは、例えば、ワイヤードまたはワイヤレス通信リンクを介した、ネットワーク（例えば、インターネットまたはセルラネットワークのようなワイドエリアネットワーク）のための接続、または、ネットワークへの接続を提供してもよい。

【0024】

図1は、アクセスポイントとユーザ端末とを持つ多元接続複数入力複数出力（MIMO）システム100を図示している。明瞭にするために、図1には1つのアクセスポイント110のみが示されている。アクセスポイントは、一般的に、ユーザ端末と通信する固定局であり、基地局または他のいくつかの専門用語で呼ばれることがある。ユーザ端末は、固定または移動性であってもよく、移動局、ワイヤレスデバイスまたは他のいくつかの専門用語で呼ばれることもある。アクセスポイント110は、ダウンリンクおよびアップリンクで、任意の所定の瞬間に1つ以上のユーザ端末120と通信してもよい。ダウンリンク（すなわち、フォワードリンク）は、アクセスポイントからユーザ端末への通信リンクであり、アップリンク（すなわち、リバースリンク）は、ユーザ端末からアクセスポイントへの通信リンクである。ユーザ端末はまた、別のユーザ端末とピアツーピアで通信してもよい。システム制御装置130は、アクセスポイントに結合し、アクセスポイントのための調整および制御を提供する。

【0025】

以下の開示の一部では、空間分割多元接続（SDMA）を介して通信することができるユーザ端末120が説明されるが、ある特定の態様では、ユーザ端末120はまた、SDMAをサポートしないいくつかのユーザ端末を含んでもよい。したがって、そのような態様では、AP110は、SDMAユーザ端末および非SDMAユーザ端末の双方と通信するように構成されていてもよい。このアプローチにより、より新しいSDMAユーザ端末が適切であると判断され導入されることを可能にしつつ、より古いバージョンのユーザ端末（“レガシー”局）の耐用年数を延長して、それらが事業において用いられ続けることを有利に可能してもよい。

【0026】

システム100は、ダウンリンクおよびアップリンクでのデータ伝送のために、複数の送信アンテナおよび複数の受信アンテナを用いる。アクセスポイント110は、 N_{ap} 本のアンテナを装備し、ダウンリンク送信のための複数入力（MI）と、アップリンク送信のための複数出力（MO）とを表す。選択されたK個のユーザ端末120のセットは集合的に、ダウンリンク送信のための複数出力と、アップリンク送信のための複数入力とを表す。純粋なSDMAでは、K個のユーザ端末に対するデータシンボルストリームが、いくつかの手段により、コード、周波数または時間で多重化されていない場合に、 $N_{ap} - K - 1$ を有することが望ましい。データシンボルストリームを、TDMA技術、CDMAによる異なるコードチャネル、OFDMによるサブバンドの互いに素なセット等を使用して多重化できる場合に、Kは N_{ap} よりも大きくなってよい。各選択されたユーザ端末は、アクセスポイントにユーザ固有のデータを送信し、および/または、アクセスポイントからユーザ固有のデータを受信する。一般的に、各選択されたユーザ端末は、1本または複数（すなわち、 $N_{ut} - 1$ 本）のアンテナを装備してもよい。選択されたK個のユーザ端末は、同数のまたは異なる数のアンテナを有することができる。本開示のある特定の態様では、ユーザ端末（例えば、ユーザ端末120d）は、フィードバック（FB）フレーム140を発生させ、発生させたFBフレーム140に基づいて、信号をAP110に送信してもよい。

【0027】

SDMAシステムは、時分割デュプレクス（TDD）システムまたは周波数分割デュプレクス（FDD）システムであってもよい。TDDシステムでは、ダウンリンクおよびアップリンクは、同一の周波数帯域を共有する。FDDシステムでは、ダウンリンクおよびアップリンクは、異なる周波数帯域を使用する。MIMOシステム100はまた、伝送のために単一の搬送波または複数の搬送波を利用してもよい。各ユーザ端末は、（例えば、

10

20

30

40

50

コストを低く抑えるために)単一のアンテナを、または、(例えば、さらなるコストをサポート出来る場合には)複数のアンテナを装備してもよい。システム100はまた、ユーザ端末120が、各タイムスロットが異なるユーザ端末120に割り当てられている異なるタイムスロットに、送信/受信を分割することにより、同一の周波数チャネルを共有する場合、TDMASystemであってもよい。

【0028】

図2は、MIMOシステム100における、アクセスポイント110ならびに2個のユーザ端末120mおよび120xのブロックダイアグラムを図示している。アクセスポイント110には、 N_t 本のアンテナ224aないし224apが装備されている。ユーザ端末120mには、 $N_{ut,m}$ 本のアンテナ252maないし252muが装備されており、ユーザ端末120xには、 $N_{ut,x}$ 本のアンテナ252xaないし252xuが装備されている。アクセスポイント110は、ダウンリンクでは送信エンティティであり、アップリンクでは受信エンティティである。各ユーザ端末120は、アップリンクでは送信エンティティであり、ダウンリンクでは受信エンティティである。ここで使用される、“送信エンティティ”は、ワイヤレスチャネルを介してデータを送信できる、独立して動作する装置またはデバイスであり、“受信エンティティ”は、ワイヤレスチャネルを介してデータを受信できる、独立して動作する装置またはデバイスである。以下の説明では、下付きの文字“dn”はダウンリンクを表し、下付きの文字“up”はアップリンクを表し、 N_{up} 個のユーザ端末が、アップリンクでの同時送信のために選択され、 N_{dn} 個のユーザ端末が、ダウンリンクでの同時送信のために選択されるが、 N_{up} は、 N_{dn} と等しくてもよく、または、等しくなくてもよく、 N_{up} および N_{dn} は、各スケジューリング間隔に対して、静的な値であってもよく、または、変化できる。ビームステアリングまたは他のいくつかの空間処理技術が、アクセスポイントおよびユーザ端末において使用されてもよい。

【0029】

アップリンクでは、アップリンク送信のために選択された各ユーザ端末120において、TXデータプロセッサ288は、データソース286からトラフィックデータを、制御装置280から制御データを受け取る。ある特定の態様では、データソース286からのトラフィックデータに基づいて、FBフレーム140を発生させてもよい。TXデータプロセッサ288は、ユーザ端末に対して選択されたレートに関連付けられているコーディングおよび変調スキームに基づいて、ユーザ端末のためのトラフィックデータを処理(例えば、エンコード、インターリーブおよび変調)し、データシンボルストリームを提供する。TX空間プロセッサ290が、データシンボルストリームで空間処理を実行し、 $N_{ut,m}$ 本のアンテナのための $N_{ut,m}$ 個の送信シンボルストリームを提供する。各送信機ユニット(TMT)254が、それぞれの送信シンボルストリームを受け取って処理(例えば、アナログ変換、増幅、フィルタリングおよび周波数アップコンバート)し、アップリンク信号を発生させる。 $N_{ut,m}$ 個の送信機ユニット254は、 $N_{ut,m}$ 本のアンテナ252からアクセスポイントへの送信のために、 $N_{ut,m}$ 個のアップリンク信号を提供する。

【0030】

N_{up} 個のユーザ端末が、アップリンクでの同時送信のためにスケジューリングされてもよい。これらのユーザ端末のそれぞれは、そのデータシンボルストリームでの空間処理を実行し、その送信シンボルストリームのセットを、アクセスポイントにアップリンクで送信する。

【0031】

アクセスポイント110において、 N_{ap} 本のアンテナ224aないし224apは、アップリンクで送信する N_{up} 個すべてのユーザ端末からのアップリンク信号を受信する。各アンテナ224は、受信信号をそれぞれの受信機ユニット(RCVR)222に提供する。各受信機ユニット222は、送信機ユニット254によって実行された処理と相補的な処理を実行し、受信シンボルストリームを提供する。RX空間プロセッサ240は、 N_{ap} 個の受信機ユニット222からの N_{ap} 個の受信シンボルストリームで受信機空間処理を実行し、 N_{up} 個の復元されたアップリンクデータシンボルストリームを提供する。受信機空

10

20

30

40

50

間処理は、チャネル相関行列反転 (CCMI)、最小平均二乗誤差 (MMSE)、ソフト干渉除去 (SIC)、または、他のいくつかの技術にしたがって実行される。各復元されたアップリンクデータシンボルストリームは、それぞれのユーザ端末によって送信されたデータシンボルストリームの推定である。RXデータプロセッサ242が、各復元されたアップリンクデータシンボルストリームを、そのストリームのために使用されたレートにしたがって処理 (例えば、復調、デインターリーブおよびデコード) し、デコードされたデータを取得する。各ユーザ端末のためのデコードされたデータは、記憶のためにデータシンク244に、および/または、さらなる処理のために制御装置230に、提供されてもよい。

【0032】

ダウンリンクでは、アクセスポイント110において、TXデータプロセッサ210は、データソース208から、ダウンリンク送信のためにスケジューリングされた N_{dn} 個のユーザ端末のためのトラフィックデータを受け取り、制御装置230から制御データを受け取り、ことによると、スケジューラ234から他のデータを受け取る。さまざまなタイプのデータが、異なるトランスポートチャネルで送信されてもよい。TXデータプロセッサ210は、各ユーザ端末のためのトラフィックデータを、そのユーザ端末のために選択されたレートに基づいて処理 (例えば、エンコード、インターリーブおよび変調) する。TXデータプロセッサ210は、 N_{dn} 個のユーザ端末のための、 N_{dn} 個のダウンリンクデータシンボルストリームを提供する。TX空間プロセッサ220は、 N_{dn} 個のダウンリンクデータシンボルストリームで空間処理 (例えば、本開示において説明されるプリコーディングまたはビームフォーミング) を実行し、 N_{ap} 本のアンテナに対する N_{ap} 個の送信シンボルストリームを提供する。各送信機ユニット222は、それぞれの送信シンボルストリームを受け取って処理し、ダウンリンク信号を発生させる。 N_{ap} 個の送信機ユニット222は、 N_{ap} 本のアンテナ224からユーザ端末への送信のための、 N_{ap} 個のダウンリンク信号を提供する。

【0033】

各ユーザ端末120において、 $N_{ut,m}$ 本のアンテナ252が、アクセスポイント110から、 N_{ap} 個のダウンリンク信号を受信する。各受信機ユニット254は、関連付けられているアンテナ252からの受信信号を処理し、受信シンボルストリームを提供する。RX空間プロセッサ260が、 $N_{ut,m}$ 個の受信機ユニット254からの $N_{ut,m}$ 個の受信シンボルストリームで受信機空間処理を実行し、ユーザ端末のために復元されたダウンリンクデータシンボルストリームを提供する。受信機空間処理は、CCMI、MMSE、または、他のいくつかの技術にしたがって実行される。RXデータプロセッサ270は、復元されたダウンリンクデータシンボルストリームを処理 (例えば、復調、デインターリーブおよびデコード) し、ユーザ端末のためのデコードされたデータを取得する。

【0034】

各ユーザ端末120において、チャネル推定器278は、ダウンリンクチャネル応答を推定し、ダウンリンクチャネル推定値を提供し、ダウンリンクチャネル推定値は、チャネル利得推定値、SNR推定値、ノイズ分散等を含んでもよい。同様に、チャネル推定器228が、アップリンクチャネル応答を推定し、アップリンクチャネル推定値を提供する。各ユーザ端末のための制御装置280は、典型的に、ユーザ端末のための空間フィルタ行列を、そのユーザ端末のためのダウンリンクチャネル応答行列 $H_{dn,m}$ に基づいて導出する。制御装置230は、有効アップリンクチャネル応答行列 $H_{up,eff}$ に基づいて、アクセスポイントのための空間フィルタ行列を導出する。各ユーザ端末のための制御装置280は、フィードバック情報 (例えば、ダウンリンクおよび/またはアップリンク固有ベクトル、固有値、SNR推定値等) をアクセスポイントに送信してもよい。制御装置230および280はまた、それぞれ、アクセスポイント110およびユーザ端末120における、さまざまな処理ユニットの動作を制御する。

【0035】

図3は、MIMOシステム100のようなワイヤレス通信システム内で用いられてもよ

10

20

30

40

50

ワイヤレスデバイス 302 において利用できるさまざまなコンポーネントを図示している。ワイヤレスデバイス 302 は、ここで説明されるさまざまな方法を実現するように構成されていてもよいデバイスのある例である。ワイヤレスデバイス 302 は、アクセスポイント 110 またはユーザ端末 120 であってもよい。

【0036】

ワイヤレスデバイス 302 は、ワイヤレスデバイス 302 の動作を制御するプロセッサ 304 を備えていてもよい。プロセッサ 304 はまた、中央処理ユニット (CPU) と呼ばれることもある。リードオンリーメモリ (ROM) およびランダムアクセスメモリ (RAM) の双方を含んでもよいメモリ 306 は、命令およびデータをプロセッサ 304 に提供する。メモリ 306 の一部にはまた、不揮発性ランダムアクセスメモリ (NVRAM) が含まれてもよい。プロセッサ 304 は、典型的に、メモリ 306 内に記憶されているプログラム命令に基づいて、論理および演算動作を実行する。メモリ 306 中の命令は、ここで説明される方法を実現するために実行可能であってもよい。

10

【0037】

ワイヤレスデバイス 302 はまた、ハウジング 308 を含んでもよく、ハウジング 308 は、ワイヤレスデバイス 302 と遠隔ロケーションとの間でのデータの送受信を可能にする、送信機 310 および受信機 312 を備えてもよい。送信機 310 および受信機 312 は、トランシーバ 314 に組み合わされてもよい。単数のまたは複数の送信アンテナ 316 が、ハウジング 308 に取り付けられることができ、トランシーバ 314 に電気的に結合されることができる。ワイヤレスデバイス 302 はまた、(示されていない) 複数の送信機、複数の受信機、および、複数のトランシーバを備えてもよい。

20

【0038】

ワイヤレスデバイス 302 はまた、トランシーバ 314 によって受信された信号のレベルを検出して定量化するために使用してもよい信号検出器 318 を備えてもよい。信号検出器 318 は、総エネルギー、シンボル毎の副搬送波毎のエネルギー、電力スペクトル密度、および、他の信号のような、信号を検出してもよい。ワイヤレスデバイス 302 はまた、信号の処理に使用するためのデジタル信号プロセッサ (DSP) 320 を備えてもよい。

【0039】

ワイヤレスデバイス 302 のさまざまなコンポーネントは、バスシステム 322 により一緒に結合されてもよく、バスシステム 322 は、データバスに加えて、電力バス、制御信号バスおよびステータス信号バスを含んでもよい。

30

【0040】

図 1 に図示されているシステム 100 は、IEEE 802.11ac ワイヤレス通信標準規格にしたがって動作してもよい。IEEE 802.11ac は、IEEE 802.11 ワイヤレスネットワークにおけるより高いスループットを考慮する IEEE 802.11 の改正を表す。より高いスループットは、一度の複数の局 (STA) への平行送信、または、より広いチャネル帯域幅 (例えば、80 MHz または 160 MHz) を使用することによってのように、いくつかの測定を通して実現されてもよい。IEEE 802.11ac 標準規格はまた、超高スループット (VHT) ワイヤレス通信標準規格と呼ばれることもある。

40

【0041】

例示的な CSI フィードバックフレームフォーマット

図 4 は、本開示のある特定の態様にしたがった、例示的な CSI フィードバックフレームフォーマット 400 を図示している。例えば、フレームフォーマット 400 は、VHT 圧縮ビームフォーミングフレームのためのフレームフォーマットであってもよい。フレームフォーマット 400 は、カテゴリフィールド 402 (例えば、“VHT”、すなわち、このフレームが VHT フレームであることを示す値を有する) と、アクションフィールド 404 (例えば、“圧縮ビームフォーミング”、すなわち、この VHT フレームが VHT 圧縮ビームフォーミングフレームであることを示す値を有する) と、VHT MIMO 制

50

御フィールド 406 と、圧縮ビームフォーミング報告フィールド 408 と、マルチユーザ (MU) 専用ビームフォーミング報告フィールド 410 とを含んでもよい。フレームフォーマット 400 は、単一ユーザ (SU) フィードバックおよび MU フィードバックの双方に対して使用してもよい。MU 専用ビームフォーミング報告フィールド 410 は、トーン毎の SS (空間ストリーム) 毎の SINR (信号対干渉プラスノイズ比) (例えば、デルタ SNR; Nb = 4 ビット; [-8 : 1 : 7] dB; および Ng' = Ng または 4) を含んでもよい。

【0042】

図 5 は、本開示のある特定の態様にしたがつた、例示的な VHT MIMO 制御フィールド 406 を図示している。ある特定の態様では、VHT MIMO 制御フィールド 406 は、3 オクテット (24 ビット) までを含んでもよい。ビット 502 (例えば、3 ビット) は、圧縮ビームフォーミング行列 V 中の列の数 (Nc) を示してもよく、ビット 504 (例えば、3 ビット) は、行列 V 中の行の数 (Nr) を示してもよい。ビット 506 (例えば、2 ビット) は、帯域幅 (BW) (例えば、行列 V を生成させる測定で生成されたチャンネルの幅) を示してもよい。例えば、0 の値は、20 MHz のチャンネル幅を示してもよく、1 の値は、40 MHz のチャンネル幅を示してもよく、2 の値は、80 MHz のチャンネル幅を示してもよく、3 の値は、160 MHz のチャンネル幅を示してもよい。ビット 508 (例えば、2 ビット) は、トングルーピングのためのグループパラメータの数 (Ng) (CSI フィードバックのサンプリングについての表示) を含んでもよく、ここで、0 の値は、Ng = 1 であることを示してもよく、1 の値は、Ng = 2 であることを示してもよく、2 の値は、Ng = 4 であることを示してもよい。3 の値は、少なくとも一時的に予約されているかもしれない。

【0043】

ビット 510 は、ギブンス回転角 および (これらの角度の学術用語は、IEEE 802.11 標準規格に対する IEEE 802.11n 改正の中の学術用語と同一である) のそれぞれに対するビット分解のような、コードブック情報を含んでもよい。SU モードを伴うある特定の態様では、例えば、MU タイプビット 512 が設定されていない (すなわち、0 の値を有する) とき、コードブック情報ビット 510 に対する 0 の値は、に対する 2 ビットの分解 (すなわち、を定量化するために 2 ビットが使用される)、および、に対する 4 ビットの分解 (すなわち、を定量化するために 4 ビットが使用される) を示してもよく、コードブック情報ビット 510 に対する 1 の値は、に対する 4 ビットの分解と、に対する 6 ビットの分解を示してもよい。MU モードを伴う他の態様では、例えば、MU タイプビット 512 が設定されている (すなわち、1 の値を有する) とき、ビット 510 に対する 0 の値は、に対して 5 ビットの分解、および、に対して 7 ビットの分解を示してもよく、ビット 510 に対する 1 の値は、に対して 7 ビットの分解と、に対して 6 ビットの分解を示してもよい。ビット 514 は、サウンディングシーケンス番号 (すなわち、ヌルデータパケットアナウンスメント (NDPA) 送信請求フィールドバックからのシーケンス番号) を含んでもよい。

【0044】

しかしながら、フレームフォーマット 400 は、状態機械が SU フィードバックと MU フィードバックとの間で実質的に分化するための手段を生成してもよい。例えば、アクセスポイント 110 は、SU フィードバックのために VHT 制御を使用してサブバンド SNR を抽出するかもしれないが、MU フィードバックではトーン毎の SNR を使用する。IEEE 802.11ac は、MU 専用ビームフォーミング報告 410 に追加のフィールド (例えば、H フィードバック) を導入してもよい。これらの開発は MU-MIMO の採用を妨げるかもしれない。

【0045】

これらを緩和するために、CSI フィードバックフレームフォーマットは、SU/MU CSI フレームフォーマットの区別を除いて、シグナリングすることにより、SU および MU モード間で統一されてもよい。言い換えると、CSI フィードバックフレームは、

S U - M I M Oに基づくフレームとM U - M I M Oに基づくフレームとの異なるフォーマット間で区別する指定を含まない。

【 0 0 4 6 】

図 6 は、本開示のある特定の態様にしたがった、統一 C S I フィードバックフレームフォーマット 6 0 0 の例を図示している。“ デルタ S N R ” フィールドは、すべてのユーザに対して追加されてもよいが、デルタ S N R オーバーヘッドは、ギブンス回転角のビット分解 $(b_{\text{rot}}, b_{\text{rot}}) = (2, 4)$ および $(4, 6)$ に対して 5 % よりも少ないかもしれない。各副搬送波 k 、および、ビームフォーミング行列 V の列 i に対して、デルタ S N R $(\Delta S N R_{k,i})$ は、その列に対するその副搬送波の S N R と、対応する空間時間ストリームの平均 S N R とを比較したデシベル (d B) における差分として計算されてもよい。言い換えると、デルタ S N R は、以下の方程式により表されてもよい：

10

【 数 1 】

$$\Delta S N R_{k,i} = 10 \log_{10} \left(\frac{\|H_k V_{k,i}\|^2}{N} \right) - \overline{S N R_i}$$

【 0 0 4 7 】

ここで、 H_k は、副搬送波 k に対する推定された M I M O チャンネルであり、 $V_{k,i}$ は、副搬送波 k に対するビームフォーミング行列 V の列 i であり、

20

【 数 2 】

$$\overline{S N R_i}$$

【 0 0 4 8 】

は、圧縮ビームフォーミング報告フィールド中で報告された空間時間ストリーム i の平均 S N R であり、

N は、

【 数 3 】

30

$$\overline{S N R_i}$$

【 0 0 4 9 】

を計算するために使用された、ビーム末端において測定される平均ノイズプラス干渉電力である。デルタ S N R は、例えば、2 または 4 ビットに定量化されてもよく、1 b B 細分性を持つ -8 d B から 7 d B におよんでもよい $([-8 : 1 : 7] \text{ d B })$ 。クライアントは、 $(b_{\text{rot}}, b_{\text{rot}}) = (2, 4)$ および $(4, 6)$ に対して、デルタ S N R を 0 d B に設定することが許されてもよい。

【 0 0 5 0 】

40

(図 4 中に図示されている) M U 専用ビームフォーミング報告フィールド 4 1 0 は、フレームフォーマット 6 0 0 から除かれてもよい。フレームフォーマット 6 0 0 は、カテゴリフィールド 6 0 2 (例えば、“ V H T ”、すなわち、このフレームが V H T フレームであることを示す値を有する) と、アクションフィールド 6 0 4 (例えば、“ 圧縮ビームフォーミング ”、すなわち、この V H T フレームが V H T 圧縮ビームフォーミングフレームであることを示す値を有する) と、V H T M I M O 制御フィールド 6 0 6 と、圧縮ビームフォーミング報告フィールド 6 0 8 とを含んでもよい。この方法では、C S I フィードバックフレームのエンドにおいて、M U - M I M O フィールドの別々のセットは存在しない。ある特定の態様では、M U 専用ビームフォーミング報告フィールド 4 1 0 のコンテンツは、圧縮ビームフォーミング報告フィールド 6 0 8 内に統合されてもよい。

50

【 0 0 5 1 】

図 7 は、本開示のある特定の態様にしがつた、統一 C S I フィードバックフレームを構築し、C S I フィードバックフレームを送信する例示的な動作 7 0 0 を図示している。動作 7 0 0 は、例えば、ユーザ端末 1 2 0 において実行されてもよい。動作は、7 0 2 において、第 2 の装置（例えば、アクセスポイント 1 1 0）が、単一ユーザ複数入力複数出力（S U - M I M O）またはマルチユーザ M I M O（M U - M I M O）を使用して、ユーザ端末と通信している場合に、S N R に関連する情報を含むフレームを第 1 の装置（例えば、ユーザ端末）において発生させることにより開始してもよい。言い換えると、ユーザ端末は、いずれの M I M O ケースにおいても、デルタ S N R を示すフレームを発生させてもよい。ある特定の態様では、フレームは、S U - M I M O に基づくフレームと M U - M I M O に基づくフレームとの異なるフォーマット間で区別する指定（例えば、M U タイプビット 5 1 2、または、M U 専用のビームフォーミング報告フィールド 4 1 0）を含まない。7 0 4 において、第 1 の装置は、発生させたフレームに基づく信号を第 2 の装置に送信してもよい。

10

【 0 0 5 2 】

図 8 は、本開示のある特定の態様にしがつた、例示的な V H T M I M O 制御フィールド 6 0 6 を図示している。（例えば、2 ビットの増加された）ビット 8 1 0 は、ギブンス回転角 および のそれぞれに対するビット分解を示すコードブック情報、デルタ S N R 情報の値を表すビットの数（D e l t a S N R _ N b または単に N b）、表示されたビットの数を使用するデルタ S N R 情報、および / または、トーングループピングのために修正されたグループパラメータの数（N g'）を含んでもよい。

20

【 0 0 5 3 】

図 9 A の表 9 0 0 において図示されているある特定の態様では、S U / M U C S I フレームフォーマットの区別を除いて、シグナリングする目的で、N b および N g' の双方を、コードブック情報ビット 8 1 0 の値に依存して変化させもよい。例えば、コードブック情報ビット 8 1 0 に対する 0 の値は、に対する 2 ビットの分解（すなわち、を定量化するために 2 ビットが使用される）、および、に対する 4 ビットの分解（すなわち、を定量化するために 4 ビットが使用される）、N b に対する 2 ビット（すなわち、デルタ S N R の値を表すために 2 ビットを使用する）、ならびに、N g と 4 との積に等しい N g'（ $N g' = 4 * N g$ ）を示してもよい。コードブック情報ビット 8 1 0 に対する 1 の値は、に対する 4 ビットの分解、に対する 6 ビットの分解、N b に対する 2 ビット、ならびに、N g と 4 との積に等しい N g' を示してもよい。コードブック情報ビット 8 1 0 に対する 2 の値は、に対する 5 ビットの分解、に対する 7 ビットの分解、N b に対する 4 ビット、ならびに、N g と 2 との積に等しい N g' を示してもよい。コードブック情報ビット 8 1 0 に対する 3 の値は、に対する 7 ビットの分解、に対する 9 ビットの分解、N b に対する 4 ビット、ならびに、N g と 2 との積に等しい N g' を示してもよい。

30

【 0 0 5 4 】

図 9 B の表 9 5 0 に図示されているある特定の態様では、S U / M U C S I フレームフォーマットの区別を除いて、シグナリングする目的で、N g' のみを、コードブック情報ビット 8 1 0 の値に依存して変化させもよい。例えば、コードブック情報ビット 8 1 0 に対する 0 の値は、に対する 2 ビットの分解（すなわち、を定量化するために 2 ビットが使用される）、および、に対する 4 ビットの分解（すなわち、を定量化するために 4 ビットが使用される）、N b に対する 4 ビット（すなわち、デルタ S N R の値を表すために 4 ビットを使用する）、ならびに、N g と 8 との積に等しい N g'（ $N g' = 8 * N g$ ）を示してもよい。コードブック情報ビット 8 1 0 に対する 1 の値は、に対する 4 ビットの分解、に対する 6 ビットの分解、N b に対する 4 ビット、ならびに、N g と 8 との積に等しい N g' を示してもよい。コードブック情報ビット 8 1 0 に対する 2 の値は、に対する 6 ビットの分解、に対する 8 ビットの分解、N b に対する 4 ビット、ならびに、N g と 2 との積に等しい N g' を示してもよい。コードブック情報ビット 8 1 0 に

40

50

対する 3 の値は、 N_g に対する 7 ビットの分解、 N_b に対する 9 ビットの分解、 N_b に対する 4 ビット、ならびに、 N_g と 2 との積に等しい N_g' を示してもよい。

【0055】

別の例示的な C S I フィードバックフレームフォーマット

本開示のある特定の態様は、IEEE 802.11ac (超高スループット (V H T)) ワイヤレス通信標準規格のための統一チャネル状態情報 (C S I) フィードバックフォーマットの構築をサポートする。この構造は、単一ユーザ (S U) およびマルチユーザ (M U) フィードバックに対して効率的に動作してもよい。

【0056】

ある態様では、C S I フィードバックは、ビームフォーミング行列 V の 1 つ以上の列を含んでもよく、行列 V は、ワイヤレスチャネル行列 H の特異値分解 (S V D) を使用して取得されてもよい。例えば、行列 V は、ワイヤレスチャネルの右固有ベクトルの行列を含んでもよい。代替的に、行列 V は、ワイヤレスチャネルの左固有ベクトルの行列を含んでもよい。別の態様では、C S I フィードバックは、行列 V の 1 つ以上の列および行列 S の 1 つ以上の列を含んでもよく、行列 S は、チャネル行列 H の S V D を使用して取得されてもよい。例えば、行列 S は、ワイヤレスチャネルの固有値の行列を含んでもよい。さらに別の態様では、C S I フィードバックは、行列 H の 1 つ以上の列を含んでもよい。

【0057】

ある態様では、行列 V に基づく C S I フィードバックは、S U 送信ビームフォーミングのケースにおいて利用されてもよい。M U - M I M O 送信のケースでは、行列 H に基づく C S I フィードバックは、行列 S および行列 V の双方に基づく C S I フィードバックよりも良好に機能してもよい。本開示では、行列 H に基づく C S I フィードバックが、1 つよりも多い送信空間ストリームの数 (N_{ss})、ならびに、等しい変調およびコーディングスキーム (M C S) 制限に対して、送信ビームフォーミング (T x B F) のための行列 V を含む C S I フィードバックよりも良好に機能することが示されている。

【0058】

アクセスポイント (A P) が、S U および M U 送信モードに対する異なるタイプのフィードバックを収集することを避けることは、インプリメンテーションを簡略化するのに有用であるだろう。このアプローチは、A P における、C S I フィードバック収集および処理を簡略化してもよい。このアプローチはまた、A P が、トラフィックおよび再送信に基づいて、送信ビームフォーミングまたは M U - M I M O 送信を利用するか否かのオンザフライ決定を行うことを可能にしてもよい。

【0059】

図 10 は、本開示のある特定の態様にしたがった、異なる C S I フィードバックタイプに対する例示的な性能結果のグラフ 1000 を図示している。結果は、A P における 4 本の送信アンテナおよび 1 つ以上のユーザ局 (S T A) における 4 本の受信アンテナ、64 Q A M 変調、ならびに、5 / 6 のコーディングレートを使用して発生されたものである。

【0060】

図 10 から、行列 V を持つ C S I フィードバック (すなわち、プロット 1030 および 1040) を利用することが結果として相当なフローリングになることに気付いてもよい。一方で、行列 H を持つ C S I フィードバックを利用することとともに、A P 側における最小平均二乗誤差 (M M S E) プリコーディング (すなわち、プロット 1010 および 1020) は、好ましいエラーレート性能を提供してもよい。

【0061】

例示的な C S I フィードバックルール

V ベースの C S I フィードバック、または、H ベースの C S I フィードバックを利用することの選択とともに、トーングループピニングパラメータ N_g およびコードブックパラメータを選ぶことの選択は、純粹にクライアント側のインプリメンテーション問題 (性能 / 電力 / オーバーヘッド) を表すかもしれない。行列 V は、行列 H から発生させてもよく、それゆえ、行列 H をフィードバックすることはささいなことであることに留意すべきである

10

20

30

40

50

。また、SU/MU区別を持たないことが望ましいかもしれない。

【0062】

行列Vを持つ、または、行列Hを持つCSIフィードバックは、いくつかの異なる例示的なシナリオを提案してもよい。例えば、多くの受信アンテナを持つSU可能なSTAは、行列Vを持つCSIフィードバックを送信して、送信オーバーヘッドおよび送信電力を節約してもよい。 $N_{ss} > 1$ を持つSU可能なSTAは、好ましい性能を達成するために、行列Hを持つCSIフィードバックを送信してもよい。図10から、同等なMCS制限によるVベースのCSIフィードバックは、実際には、パケットエラーレート(PER)性能にネガティブに影響するかもしれないことに気付くことができる。MU可能なSTAは、好ましい性能を取得するために、HベースのCSIフィードバックを送信してもよい。SU可能なSTAは、低いSNRおよび $N_{ss} = 1$ において、V(2, 4)フィードバックを送信してもよいが、高いSNRにおいて、HベースのCSIフィードバックを送信してもよい。

10

【0063】

APは、行列Hおよび行列Vの双方を処理するように設計されているかもしれない。しかしながら、この設計による複雑性の増加はごくわずかである。MU-MIMO送信では、(例えば、MMSE/ZF(ゼロフォーシング)プリコードによる)APプリコード計算は、ユーザ毎のCSIフィードバックがHベースであるか、または、Vベースであるかにかかわらず、同一であってもよい。APは、VベースのCSIフィードバックのケースでは、行列Vを減圧する追加のステップを実行する可能性が最も高いかもしれない。

20

【0064】

$N_{ss} > 1$ および同等なMCS制限によるSU送信ビームフォーミングでは、APは、HベースのCSIフィードバックまたはVベースのCSIフィードバックのいずれに対してもSVDを実行する必要はない。図10から、MMSEプリコードはSVDよりも良好に機能してもよいことに気付くことができる。

【0065】

SU送信ビームフォーミングでは、たとえAPがSVDを実行して、HベースのCSIフィードバックからV行列を発生させたとしても、複雑性は妥当なものであるかもしれない。バッテリーで動作するハンドセットが行列Hから行列Vを発生させることができる場合、壁掛け式のAPもそうすることができる。VベースのCSIフィードバックを発生させることができるSTAはまた、ハードウェアを再利用して、プリコードのための行列Vを発生させてもよい。ある態様では、APは、SUまたはMU送信のいずれかに対するフィードバックを利用してもよい。

30

【0066】

ここに説明したCSIフィードバック構造を適用させることにより、ヌルデータパケットアナウンスメント(NDPA)は、V対H、 N_g およびコードブックパラメータのような、フィードバックパラメータを指示する必要はない。さらに、能力交換は、V/HベースのCSIフィードバック、異なる N_g 、および、異なるコードブックのような、CSIフィードバックパラメータに対するサポートを示す必要はない。

【0067】

例示的なCSIフィードバックフォーマット

図11は、本開示のある特定の態様にしたがった、例示的な統一CSIフィードバックフレームフォーマット1100を図示している。この構造は、CSIフィードバックのためのVHT MIMO制御フィールドを表してもよい。

ビット1102(例えば、3ビット)は、行列VまたはHの列の数(N_c)を示してもよく、ビット1104(例えば、3ビット)は、行列VまたはHの行の数(N_r)を示してもよい。ビット1106(例えば、2ビット)は、帯域幅(BW)(例えば、行列VまたはHを生成させる測定で生成されたチャネルの幅)を示してもよい。例えば、0の値は、20MHzのチャネル幅を示してもよく、1の値は、40MHzのチャネル幅を示してもよく、2の値は、80MHzのチャネル幅を示してもよく、3の値は、160MHzの

50

チャンネル幅を示してもよい。ビット 1 1 0 8 (例えば、2 ビット) は、トーングループピングのためのグループパラメータの数 (N_g) ($C S I$ フィードバックのサンプリングについての表示) を含んでもよく、ここで、1 の値は、 $N_g = 2$ であることを示してもよく、2 の値は、 $N_g = 3$ であることを示してもよく、3 の値は、 $N_g = 4$ であることを示してもよい。

【0068】

ビット 1 1 1 0 (例えば、2 ビット) は、ギブンス回転角 および (これらの角度の学術用語は、 $I E E E 8 0 2 . 1 1$ 標準規格に対する $I E E E 8 0 2 . 1 1 n$ 改正の中の学術用語と同一である) に対するビット分解のような、コードブック情報を含んでもよい。図 1 2 A 中の表 1 2 0 0 において図示されているある特定の態様では、 V ベースの $C S I$ フィードバックのケースにおいて、ビット 1 1 1 0 に対する 0 の値は、に対する 2 ビットの分解 (すなわち、を定量化するために 2 ビットを使用する)、に対する 4 ビットの分解 (すなわち、を定量化するために 4 ビットを使用する) を示してもよく、ビット 1 1 1 0 に対する 1 の値は、に対する 4 ビットの分解、に対する 6 ビットの分解を示してもよく、ビット 1 1 1 0 に対する 2 の値は、に対する 5 ビットの分解、および、に対する 7 ビットの分解を示していてもよく、ビット 1 1 1 0 に対する 3 の値は、に対する 7 ビットの分解、および、に対する 9 ビットの分解を示してもよい。

【0069】

図 1 2 B 中の表 1 2 5 0 において図示されている他の態様では、 H ベースの $C S I$ フィードバックのケースでは、 H ベースの $C S I$ フィードバックの I および Q の値に対して、同一のビット幅分解を使用してもよい。例えば、 H ベースの $C S I$ フィードバックのために、ビット 1 1 1 0 に対する 0 の値は、4 ビットの分解を示してもよく、ビット 1 1 1 0 に対する 1 の値は、6 ビットの分解を示してよく、ビット 1 1 1 0 に対する 2 の値は、8 ビットの分解を示してよい。

【0070】

H ベースの $C S I$ フィードバックと V ベースの $C S I$ フィードバックとの間で区別するために、フィードバックタイプビット 1 1 1 2 が使用されてもよい。例えば、0 の値は、 V ベースの $C S I$ フィードバックを示してもよい一方で、1 の値は、 H ベースの $C S I$ フィードバックを示してもよく、逆もまた同じである。ビット 1 1 1 4 は、サウンディングシーケンス番号 (すなわち、ヌルデータパケットアナウンスメント ($N D P A$) 送信請求フィードバックからのシーケンス番号) を含んでもよい。

【0071】

H ベースの $C S I$ フィードバックは、 S 行列および V 行列の双方を含む $C S I$ フィードバックよりも良好な性能を提供してもよい。たとえ $A P$ およびクライアントが、送信ビームフォーミングのために V ベースの $C S I$ フィードバックを実現したとしても、 V 行列および S 行列による $C S I$ フィードバックをサポートするために伴う余分な複雑性は、 H ベースの $C S I$ フィードバックに対する複雑性より大きいかもしれない。 N_g トーン毎に、 $A P$ は、プリコーダ計算の前に、行列 V 、および、行列 V かける S を復元してもよく、クライアントは、行列 S を計算してもよい。本開示のある特定の態様にしたとすると、チャンネル行列 H が、クライアントにおいて 0 コストで既に利用可能であってもよいことから、 H ベースの $C S I$ フィードバックのために余分な計算を実行する必要はない。

【0072】

図 1 3 は、本開示のある特定の態様にしたとった、 $C S I$ フィードバックフレームのための統一構造 (例えば、フレーム) を構築し、 $C S I$ フィードバック構造を送信する例示的な動作 1 3 0 0 を図示している。ある態様では、動作 1 3 0 0 は、ユーザ端末 1 2 0 のような装置により実行されてもよい。動作 1 3 0 0 は、1 3 0 2 において、チャンネル状態情報 ($C S I$) を含む構造を発生させることにより開始してもよく、 $C S I$ は、装置に係付けられているチャンネルの推定を持つ第 1 の行列、または、第 1 の行列の特異値分解 ($S V D$) に基づいて取得される第 2 の行列のうちの少なくとも 1 つを含んでもよい。構造はさらに、第 1 の行列および第 2 のいずれの行列が $C S I$ 中に含まれているかという表示

10

20

30

40

50

を含んでもよい。1304において、装置は、チャネルにわたって構造を送信してもよい。

【0073】

ある特定の態様では、第1の行列および第2のいずれの行列がC S I中に含まれているかという表示は、ビームフォーミング行列Vを示す第1のタイプ（C S Iが第1の行列を含む場合）、または、チャネル行列Hを示す第2のタイプ（C S Iが第2の行列を含む場合）を含んでもよい。構造はさらに、第1の行列または第2の行列のうちの少なくとも1つの列または行の数、チャネルに関係付けられている帯域幅、C S Iのサンプリングについての表示（例えば、Ng）、あるいは、C S Iを表すために使用されるビットの数についての表示のうちの、少なくとも1つを含んでもよい。構造は、V H T M I M O制御フィールドを含んでもよく、（第1および第2のいずれの行列がC S I中に含まれているかという）表示は、V H T M I M O制御フィールド内のサブフィールド（例えば、フィードバックタイプビット1112により表されるフィードバックタイプサブフィールド）として表されている。

10

【0074】

動作1300はさらに、統一構造の中に含めるものとして、第1の行列、第2の行列、または、1つ以上のパラメータのうちの少なくとも1つを決定することを含んでもよい。1つ以上のパラメータは、C S Iのサンプリングについての表示、または、C S Iを表すために使用されるビットの数についての表示のうちの少なくとも1つを含んでもよい。

【0075】

20

上述した方法のさまざまな動作は、対応する機能を実行することができる任意の適切な手段によって実行されてもよい。手段は、回路、特定用途向け集積回路（ASIC）またはプロセッサを含むが、これらに限定されない、さまざまなハードウェアおよび/またはソフトウェアのコンポーネントおよび/またはモジュールを含んでもよい。一般的に、動作が図中に示されている場合、それらの動作は、同様の参照番号を持つ、対応する対照のミーンズプラスファンクションコンポーネントを有していてもよい。例えば、図7に図示した動作700は、図7Aに図示した手段700Aに対応する。

【0076】

例えば、送信する手段は、図2に図示されているアクセスポイント110の送信機ユニット222、図2に描写されているユーザ端末120の送信機ユニット254、または、図3に示されているワイヤレスデバイス302の送信機310のような、送信機を含んでもよい。フレームまたは構造を発生させる手段、決定する手段、および/または、処理する手段は、図2に図示されているユーザ端末120の、TXデータプロセッサ288および/または制御装置280のような、1つ以上のプロセッサ、ならびに/あるいは、データソース286を含む処理システムを備えていてもよい。

30

【0077】

ここで使用する“決定すること”という用語は、幅広いさまざまなアクションを含んでいる。例えば、“決定すること”は、算出すること、計算すること、処理すること、導出すること、調べること、検索すること（例えば、表、データベース、または、別のデータ構造中において検索すること）、確認すること、および、これらに類するものを含めることができる。また、“決定すること”は、受信すること（例えば、情報を受信すること）、アクセスすること（例えば、メモリ中のデータにアクセスすること）、および、これらに類するものを含めることができる。また、“決定すること”は、解決すること、選択すること、選ぶこと、確立すること、および、これらに類するものを含むことができる。

40

【0078】

ここで使用する、アイテムのリストのうちの“少なくとも1つ”というフレーズは、単一のメンバーを含む、それらのアイテムの任意の組み合わせのことを指す。例として、a、b、またはcのうちの“少なくとも1つ”は：a、b、c、a - b、a - c、b - c、および、a - b - cをカバーすることを意図している。

【0079】

50

本開示に関連して説明した、さまざまな例示的な論理ブロック、モジュールおよび回路は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ（DSP）、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ信号（FPGA）または他のプログラマブル論理デバイス（PLD）、離散ゲートまたはトランジスタ論理、離散ハードウェアコンポーネント、あるいは、ここで記述した機能を実行するように設計されているこれらの任意の組み合わせで、実現または実行できる。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであってもよいが、代替実施形態では、プロセッサは、商品として入手可能な任意のプロセッサ、制御装置、マイクロ制御装置、または、状態機械であってもよい。プロセッサはまた、例えば、DSPとマイクロプロセッサとの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアを伴う1つ以上のマイクロプロセッサ、または、他の任意のこのような構成のよう

10

【0080】

本開示に関連して記述した方法またはアルゴリズムのステップは、ハードウェアで、プロセッサにより実行されるソフトウェアモジュールで、あるいは、2つのものを組み合わせたもので直接的に具現化できる。ソフトウェアモジュールは、技術的に知られている任意の形態の記憶媒体に存在してもよい。使用してもよい記憶媒体のいくつかの例は、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリーメモリ（ROM）、フラッシュメモリ、EPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROM等を含む。ソフトウェアモジュールは、単一の命令または多くの命令を含むことができ、いくつかの異なるコードセグメントにわたって、異なるプログラム間で、および、複数の記憶媒体にわたって、分散されていてもよい。記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取り、記憶媒体に情報を書き込むことができるようにプロセッサに結合させてもよい。代替実施形態では、記憶媒体はプロセッサと一体化してもよい。

20

【0081】

ここで開示した方法は、説明した方法を達成するための1つ以上のステップまたはアクションを含んでいる。方法のステップおよび/またはアクションは、特許請求の範囲から逸脱することなく、相互に入れ替えることができる。言い換えると、ステップまたはアクションの特定の順序が指定されていない限り、特許請求の範囲から逸脱することなく、特定のステップおよび/またはアクションの順序および/または使用を修正できる。

30

【0082】

記述した機能は、ハードウェアで、ソフトウェアで、ファームウェアで、または、これらの任意の組み合わせで実現できる。ハードウェアで実現される場合、例示的なハードウェア構成は、ワイヤレスノードにおける処理システムを備えてもよい。処理システムは、バスアーキテクチャとともに実現されてもよい。バスは、処理システムの特定アプリケーションおよび全体的な設計制約に依存して、任意の数の相互接続バスおよびブリッジを含んでもよい。バスは、プロセッサ、機械読取可能媒体およびバスインターフェースを含むさまざまな回路をともにリンクさせることができる。バスインターフェースは、数ある中で、バスを介して、ネットワークアダプタを処理システムに接続するために使用できる。このネットワークアダプタは、PHYレイヤの信号処理機能を実現するために使用されてもよい。ユーザ端末120（図1を参照）のケースでは、ユーザインターフェース（例えば、キーパッド、ディスプレイ、マウス、ジョイスティック等）もまた、バスに接続されてもよい。バスはまた、タイミングソース、周辺機器、電圧レギュレータ、電力管理回路およびこれらの類するもののような、他のさまざまな回路をリンクさせることができる。これらの回路は、技術的によく知られているので、これ以上説明しない。

40

【0083】

プロセッサは、バスの管理、および、機械読取可能媒体に記憶されたソフトウェアの実行を含む一般的な処理を担うことができる。プロセッサは、1つ以上の汎用および/または特殊用途プロセッサにより実現できる。例は、ソフトウェアを実行できる、マイクロプロセッサ、マイクロ制御装置、DSPプロセッサおよび他の回路を含む。ソフトウェアは

50

、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語、または、その他の名称で呼ばれるかにかかわらず、命令、データ、またはそれらの任意の組み合わせを意味するものとして広く解釈されるべきである。機械読取可能媒体は、例として、RAM（ランダムアクセスメモリ）、フラッシュメモリ、ROM（リードオンリーメモリ）、PROM（プログラマブルリードオンリーメモリ）、EPROM（消去可能なプログラマブルリードオンリーメモリ）、EEPROM（電氣的に消去可能なプログラマブルリードオンリーメモリ）、レジスタ、磁気ディスク、光ディスク、ハードドライブ、または、他の任意の適切な記憶媒体、あるいは、それらの任意の組み合わせを含んでもよい。機械読取可能媒体は、コンピュータプログラムプロダクトに組み込まれてもよい。コンピュータプログラムプロダクトは、パッケージマテリアルを備えてもよい。

10

【0084】

ハードウェアインプリメンテーションでは、機械読取可能媒体は、プロセッサとは別個の処理システムの一部であることができる。しかしながら、当業者が容易に正しく認識するように、機械読取可能媒体、または、そのうちの任意の部分は、処理システムの外部であってもよい。例として、機械読取可能媒体は、伝送回線、データによって変調された搬送波、および/またはワイヤレスノードとは別個のコンピュータプロダクトを含んでもよく、それらはすべて、バスインターフェースを通してプロセッサによりアクセスされてもよい。代替として、または、追加として、機械読取可能媒体、または、そのうちの任意の部分は、キャッシュおよび/または汎用レジスタファイルが用いられるようなケースでは、プロセッサに組み込まれてもよい。

20

【0085】

処理システムは、プロセッサの機能を提供する1つ以上のマイクロプロセッサと、機械読取可能媒体の少なくとも一部を提供する外部メモリとを持ち、外部バスアーキテクチャを通して、すべてが他のサポート回路とともにリンクされている、汎用処理システムとして構成されてもよい。代替として、処理システムは、本開示全体を通して説明したさまざまな機能を実行することができる、単一のチップに組み込まれた、プロセッサと、バスインターフェースと、ユーザインターフェース（アクセス端末の場合）と、サポート回路と、機械読取可能媒体の少なくとも一部とを持つASIC（特定用途向け集積回路）を用いて、または、1つ以上のFPGA（フィールドプログラマブルゲートアレイ）、PLD（プログラマブル論理デバイス）、制御装置、状態機械、ゲート制御された論理、離散ハードウェアコンポーネント、または、他の任意の適切な回路、あるいは、任意の回路の組み合わせを用いて、実現されてもよい。当業者は、特定のアプリケーションおよびシステム全体に課された全体的な設計の制約に依存して、処理システムに対して説明した機能をどのように実現することが最良かを認識するだろう。

30

【0086】

機械読取可能媒体は、多数のソフトウェアモジュールを備えてもよい。ソフトウェアモジュールは、プロセッサによって実行されるとき、さまざまな機能を処理システムに実行させる命令を含む。ソフトウェアモジュールは、送信モジュールおよび受信モジュールを含んでもよい。各ソフトウェアモジュールは、単一の記憶デバイスに存在してもよく、または、複数の記憶デバイスにわたって分散されてもよい。例として、ソフトウェアモジュールは、トリガイベントが生じたとき、ハードドライブからRAMにロードされてもよい。ソフトウェアモジュールの実行の間に、プロセッサは、命令のうちのいくつかをキャッシュにロードして、アクセススピードを増加させてもよい。そして、1つ以上のキャッシュラインが、プロセッサによる実行のために、汎用レジスタファイルにロードされてもよい。下記でソフトウェアモジュールの機能を参照するとき、そのような機能は、そのソフトウェアモジュールからの命令が実行されるときに、プロセッサによって実現されることを理解するだろう。

40

【0087】

ソフトウェアで実現される場合、機能は、1つ以上の命令またはコードとしてコンピュータ読取可能媒体上に記憶されてもよく、あるいは、1つ以上の命令またはコードとして

50

コンピュータ読取可能媒体上に送信されてもよい。コンピュータ読取可能媒体は、ある場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を促進する任意の媒体を含む、コンピュータ記憶媒体および通信媒体の双方を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスできる入手可能な任意の媒体であってもよい。限定ではなく例として、そのようなコンピュータ読取可能媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM、または、他の光ディスク記憶装置、磁気ディスク記憶装置、または、他の磁気記憶デバイス、あるいは、コンピュータによってアクセスでき、命令もしくはデータ構造の形態で所望のプログラムコードを搬送または記憶するために使用できる他の任意の媒体を含むことができる。また任意の接続は、適切にコンピュータ読取可能媒体と呼ばれる。例えば、ソフトウェアが、ウェブサイト、サーバ、または、他の遠隔ソースから、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線(DSL)、あるいは、赤外線(IR)、無線およびマイクロ波のような、ワイヤレス技術を使用して伝送される場合、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、DSL、あるいは、赤外線、無線およびマイクロ波のような、ワイヤレス技術は、媒体の定義に含まれる。ここで使用するようなディスク(diskおよびdisc)は、コンパクトディスク(CD)、レーザディスク、光ディスク、デジタル多用途ディスク(DVD)、フロッピー(登録商標)ディスク、および、ブルーレイディスク(登録商標)を含んでいる。ここで、ディスク(disk)が通常、データを磁氣的に再生する一方で、ディスク(disc)はデータをレーザによって光学的に再生する。したがって、いくつかの態様において、コンピュータ読取可能媒体は、一時的ではないコンピュータ読取可能媒体(例えば、有形の媒体)を含んでもよい。さらに、他の態様では、コンピュータ読取可能媒体は、一時的なコンピュータ読取可能媒体(例えば、信号)を含んでもよい。先のものの組み合わせもまた、コンピュータ読取可能媒体の範囲内に含まれるべきである。

【0088】

したがって、ある特定の態様は、ここに提示した動作を実行するためのコンピュータプログラムプロダクトを含んでいてもよい。例えば、このようなコンピュータプログラムプロダクトは、その上に記憶されている(および/またはエンコードされている)命令を有するコンピュータ読取可能媒体を含んでもよく、命令は、ここで記述した動作を実行するために、1つ以上のプロセッサにより実行可能である。ある特定の態様では、コンピュータプログラムプロダクトは、パッケージマテリアルを含むことができる。

【0089】

さらに、ここで記述した方法および技術を実現するモジュールおよび/または他の適切な手段は、適応されるユーザ端末および/または基地局により、ダウンロード、ならびに/あるいは、そうでなければ取得することができることを正しく認識すべきである。例えば、このようなデバイスは、ここで記述した方法を実行する手段の転送を促進するために、サーバに結合できる。代替的に、ユーザ端末および/または基地局が、記憶手段をデバイスに結合するとき、または、記憶手段をデバイスに提供するとき、さまざまな方法を取得できるように、ここで記述したさまざまな方法は、記憶手段(例えば、RAM、ROM、コンパクトディスク(CD)もしくはフロッピーディスクのような物理記憶媒体等)を介して提供できる。さらに、ここで記述した方法および技術をデバイスに提供する他の任意の適切な技術を利用できる。

【0090】

特許請求の範囲は、上述した厳密な構成およびコンポーネントに限定されないことを理解すべきである。特許請求の範囲から逸脱することなく、上述した方法および装置の、構成、動作および詳細において、さまざまな修正、変更およびバリエーションを行うことができる。

以下に、本願出願時の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] ワイヤレス通信のための第1の装置において、

第2の装置が、単一ユーザ複数入力複数出力(SU-MIMO)またはマルチユーザMIMO(MU-MIMO)を使用して前記第1の装置と通信している場合に、信号対ノイ

10

20

30

40

50

ズ比 (S N R) に関連する情報を含むフレームを発生させるように構成されている処理システムと、

前記発生させたフレームに基づく信号を前記第 2 の装置に送信するように構成されている送信機とを具備する第 1 の装置。

[2] 前記フレームは、ギブンス回転角 および のそれぞれに対するビット分解を示す 2 ビットを含む [1] 記載の第 1 の装置。

[3] 前記フレームは、前記 S N R の値を表すためのビットの数を示す 2 ビットを含む [1] 記載の第 1 の装置。

[4] 前記ビットの数が 4 ビットである [3] 記載の第 1 の装置。

[5] 前記 S N R の値は、副搬送波、および、ビームフォーミング行列の列に対して決定された S N R と、前記列に対応する空間時間ストリームの平均 S N R との間のデシベル (d B) における差分を含む [3] 記載の第 1 の装置。

[6] 前記フレームは、トーングルーピングのためのグループパラメータの数 (N g ') を示す 2 ビットを含む [1] 記載の第 1 の装置。

[7] ワイヤレス通信のための方法において、

第 1 の装置において、第 2 の装置が、単一ユーザ複数入力複数出力 (S U - M I M O) またはマルチユーザ M I M O (M U - M I M O) を使用して前記第 1 の装置と通信している場合に、信号対ノイズ比 (S N R) に関連する情報を含むフレームを発生させることと

前記発生させたフレームに基づく信号を前記第 2 の装置に送信することを含む方法。

[8] 前記フレームは、ギブンス回転角 および のそれぞれに対するビット分解を示す 2 ビットを含む [7] 記載の方法。

[9] 前記フレームは、前記 S N R の値を表すためのビットの数を示す 2 ビットを含む [7] 記載の方法。

[1 0] 前記ビットの数が 4 ビットである [9] 記載の方法。

[1 1] 前記 S N R の値は、副搬送波、および、ビームフォーミング行列の列に対して決定された S N R と、前記列に対応する空間時間ストリームの平均 S N R との間のデシベル (d B) における差分を含む [9] 記載の方法。

[1 2] 前記フレームは、トーングルーピングのためのグループパラメータの数 (N g ') を示す 2 ビットを含む [7] 記載の方法。

[1 3] ワイヤレス通信のための第 1 の装置において、

第 2 の装置が、単一ユーザ複数入力複数出力 (S U - M I M O) またはマルチユーザ M I M O (M U - M I M O) を使用して前記第 1 の装置と通信している場合に、信号対ノイズ比 (S N R) に関連する情報を含むフレームを発生させる手段と、

前記発生させたフレームに基づく信号を前記第 2 の装置に送信する手段とを具備する第 1 の装置。

[1 4] 前記フレームは、ギブンス回転角 および のそれぞれに対するビット分解を示す 2 ビットを含む [1 3] 記載の第 1 の装置。

[1 5] 前記フレームは、前記 S N R の値を表すためのビットの数を示す 2 ビットを含む [1 3] 記載の第 1 の装置。

[1 6] 前記ビットの数が 4 ビットである [1 5] 記載の第 1 の装置。

[1 7] 前記 S N R の値は、副搬送波、および、ビームフォーミング行列の列に対して決定された S N R と、前記列に対応する空間時間ストリームの平均 S N R との間のデシベル (d B) における差分を含む [1 5] 記載の第 1 の装置。

[1 8] 前記フレームは、トーングルーピングのためのグループパラメータの数 (N g ') を示す 2 ビットを含む [1 3] 記載の第 1 の装置。

[1 9] ワイヤレス通信のためのコンピュータプログラムプロダクトにおいて、

コンピュータ読取可能媒体を含み、

前記コンピュータ読取可能媒体は、

第 1 の装置において、第 2 の装置が、単一ユーザ複数入力複数出力 (S U - M I M O)

10

20

30

40

50

またはマルチユーザMIMO (MU-MIMO) を使用して前記第1の装置と通信している場合に、信号対ノイズ比(SNR)に関連する情報を含むフレームを発生させるために実行可能な命令と、

前記発生させたフレームに基づく信号を前記第2の装置に送信するために実行可能な命令とを含むコンピュータプログラムプロダクト。

[20] ワイヤレスノードにおいて、

少なくとも1本のアンテナと、

装置が、単一ユーザ複数入力複数出力(SU-MIMO)またはマルチユーザMIMO (MU-MIMO) を使用して前記ワイヤレスノードと通信している場合に、信号対ノイズ比(SNR)に関連する情報を含むフレームを発生させるように構成されている処理システムと、

前記発生されたフレームに基づいて、前記少なくとも1本のアンテナを介して、信号を前記装置に送信するように構成されている送信機とを具備するワイヤレスノード。

[21] ワイヤレス通信のための装置において、

チャネル状態情報(CSI)を含む構造を発生させるように構成されている処理システムと、

チャネルにわたって前記構造を送信するように構成されている送信機とを具備し、

前記CSIは、前記装置に関係付けられている前記チャネルの推定を持つ第1の行列、または、前記第1の行列の特異値分解(SVD)に基づいて取得される第2の行列のうちの少なくとも1つを含み、前記構造は、前記第1および第2のいずれの行列が前記CSI中に含まれているかの表示をさらに含む装置。

[22] 前記構造は、前記第1の行列または前記第2の行列の列または行の数、前記チャネルに関係付けられている帯域幅、前記CSIのサンプリングについての表示、あるいは、前記CSIを表すために使用されるビットの数についての表示のうちの少なくとも1つをさらに含む[21]記載の装置。

[23] 前記第1および第2のいずれの行列が前記CSI中に含まれているかの表示は

前記CSIが前記第1の行列を含む場合に、ビームフォーミング行列Vを示す第1のタイプ、または、

前記CSIが前記第2の行列を含む場合に、チャネル行列Hを示す第2のタイプを含む[21]記載の装置。

[24] 前記構造は、超高スループット(VHT)複数入力複数出力(MIMO)制御フィールドを含み、前記表示は、前記VHT MIMO制御フィールド中のサブフィールドとして表される[21]記載の装置。

[25] 前記処理システムは、前記第1の行列、前記第2の行列、または、前記構造に含めるための1つ以上のパラメータのうちの少なくとも1つを決定するように構成されている[21]記載の装置。

[26] 前記1つ以上のパラメータは、前記CSIのサンプリングについての表示、または、前記CSIを表すために使用されるビットの数についての表示のうちの少なくとも1つを含む[25]記載の装置。

[27] ワイヤレス通信のための方法において、

装置において、チャネル状態情報(CSI)を含む構造を発生させることと、

チャネルにわたって前記構造を送信することを含み、

前記CSIは、前記装置に関係付けられている前記チャネルの推定を持つ第1の行列、または、前記第1の行列の特異値分解(SVD)に基づいて取得される第2の行列のうちの少なくとも1つを含み、前記構造は、前記第1および第2のいずれの行列が前記CSI中に含まれているかの表示をさらに含む方法。

[28] 前記構造は、前記第1の行列または前記第2の行列の列または行の数、前記チャネルに関係付けられている帯域幅、前記CSIのサンプリングについての表示、あるいは、前記CSIを表すために使用されるビットの数についての表示のうちの少なくとも1

10

20

30

40

50

つをさらに含む [2 7] 記載の方法。

[2 9] 前記第 1 および第 2 のいずれの行列が前記 C S I 中に含まれているかの表示は

、
前記 C S I が前記第 1 の行列を含む場合に、ビームフォーミング行列 V を示す第 1 のタイプ、または、

前記 C S I が前記第 2 の行列を含む場合に、チャンネル行列 H を示す第 2 のタイプを含む [2 7] 記載の方法。

[3 0] 前記構造は、超高スループット (V H T) 複数入力複数出力 (M I M O) 制御フィールドを含み、前記表示は、前記 V H T M I M O 制御フィールド中のサブフィールドとして表される [2 7] 記載の方法。

[3 1] 前記第 1 の行列、前記第 2 の行列、または、前記構造に含めるための 1 つ以上のパラメータのうちの少なくとも 1 つを決定することをさらに含む [2 7] 記載の方法。

[3 2] 前記 1 つ以上のパラメータは、前記 C S I のサンプリングについての表示、または、前記 C S I を表すために使用されるビットの数についての表示のうちの少なくとも 1 つを含む [3 1] 記載の方法。

[3 3] ワイヤレス通信のための装置において、
チャンネル状態情報 (C S I) を含む構造を発生させる手段と、
チャンネルにわたって前記構造を送信する手段とを具備し、

前記 C S I は、前記装置に関係付けられている前記チャンネルの推定を持つ第 1 の行列、または、前記第 1 の行列の特異値分解 (S V D) に基づいて取得される第 2 の行列のうちの少なくとも 1 つを含み、前記構造は、前記第 1 および第 2 のいずれの行列が前記 C S I 中に含まれているかの表示をさらに含む装置。

[3 4] 前記構造は、前記第 1 の行列または前記第 2 の行列の列または行の数、前記チャンネルに関係付けられている帯域幅、前記 C S I のサンプリングについての表示、あるいは、前記 C S I を表すために使用されるビットの数についての表示のうちの少なくとも 1 つをさらに含む [3 3] 記載の装置。

[3 5] 前記第 1 および第 2 のいずれの行列が前記 C S I 中に含まれているかの表示は

、
前記 C S I が前記第 1 の行列を含む場合に、ビームフォーミング行列 V を示す第 1 のタイプ、または、

前記 C S I が前記第 2 の行列を含む場合に、チャンネル行列 H を示す第 2 のタイプを含む [3 3] 記載の装置。

[3 6] 前記構造は、超高スループット (V H T) 複数入力複数出力 (M I M O) 制御フィールドを含み、前記表示は、前記 V H T M I M O 制御フィールド中のサブフィールドとして表される [3 3] 記載の装置。

[3 7] 前記第 1 の行列、前記第 2 の行列、または、前記構造に含めるための 1 つ以上のパラメータのうちの少なくとも 1 つを決定する手段をさらに具備する [3 3] 記載の装置。

[3 8] 前記 1 つ以上のパラメータは、前記 C S I のサンプリングについての表示、または、前記 C S I を表すために使用されるビットの数についての表示のうちの少なくとも 1 つを含む [3 7] 記載の装置。

[3 9] ワイヤレス通信のためのコンピュータプログラムプロダクトにおいて、
コンピュータ読取可能媒体を含み、
前記コンピュータ読取可能媒体は、
装置において、チャンネル状態情報 (C S I) を含む構造を発生させるために実行可能な命令と、

チャンネルにわたって前記構造を送信するために実行可能な命令とを含み、
前記 C S I は、前記装置に関係付けられている前記チャンネルの推定を持つ第 1 の行列、または、前記第 1 の行列の特異値分解 (S V D) に基づいて取得される第 2 の行列のうちの少なくとも 1 つを含み、前記構造は、前記第 1 および第 2 のいずれの行列が前記 C S I

10

20

30

40

50

中に含まれているかの表示をさらに含むコンピュータプログラムプロダクト。

[40] アクセス端末において、

少なくとも 1 本のアンテナと、

チャネル状態情報 (C S I) を含む構造を発生させるように構成されている処理システムと、

前記少なくとも 1 本のアンテナを介して、チャネルにわたって前記構造を送信するように構成されている送信機とを具備し、

前記 C S I は、前記アクセス端末に関係付けられている前記チャネルの推定を持つ第 1 の行列、または、前記第 1 の行列の特異値分解 (S V D) に基づいて取得される第 2 の行列のうちの少なくとも 1 つを含み、前記構造は、前記第 1 および第 2 のいずれの行列が前記 C S I 中に含まれているかの表示をさらに含むアクセス端末。

10

【 図 1 】

図 1

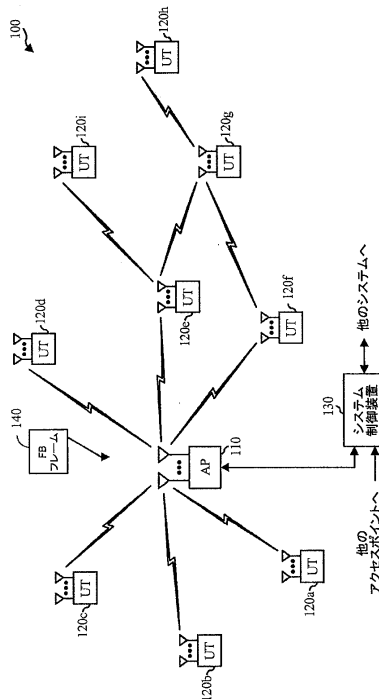


FIG. 1

【 図 2 】

図 2

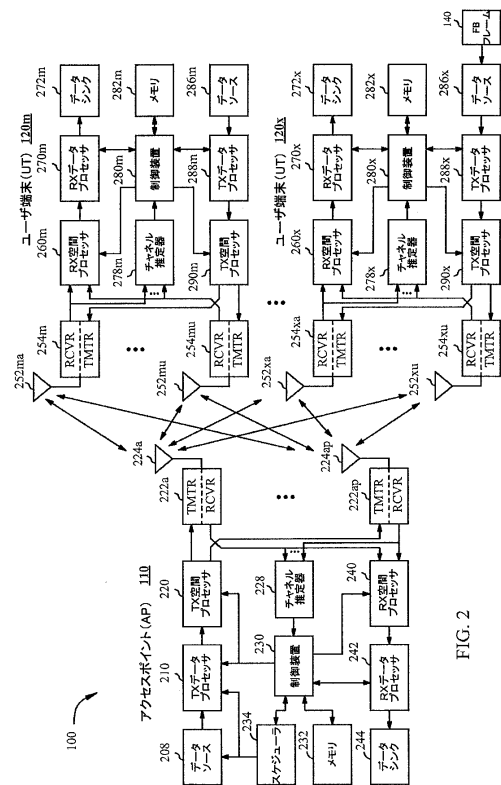


FIG. 2

【図 3】

図 3

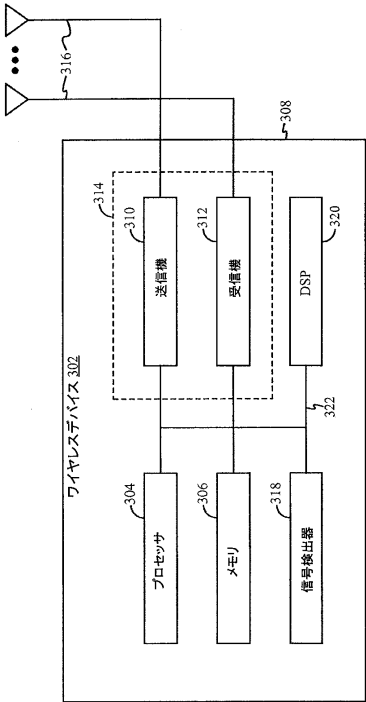


FIG. 3

【図 4】

図 4

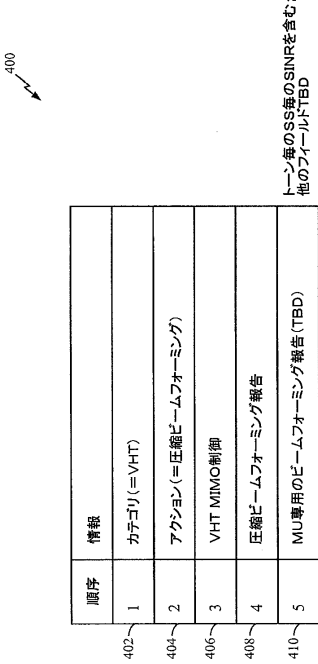


FIG. 4

【図 5】

図 5

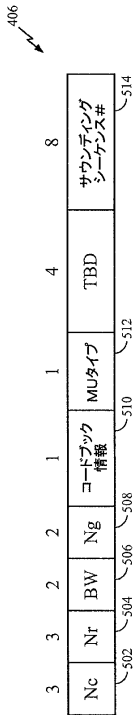


FIG. 5

【図 6】

図 6

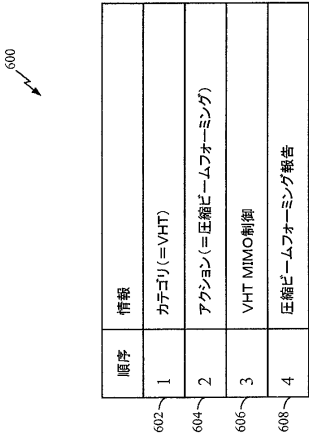


FIG. 6

【図 7】

図 7

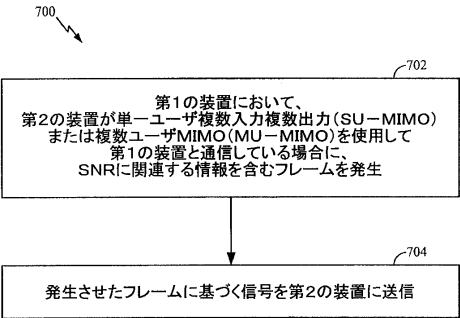


FIG. 7

【図 7 A】

図 7A

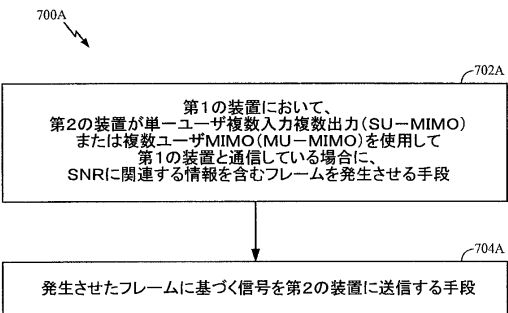


FIG. 7A

【図 8】

図 8

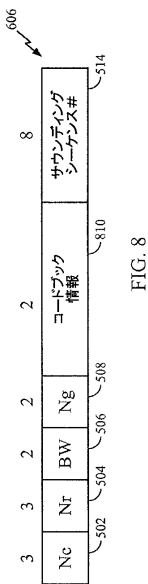


FIG. 8

【図 9 A】

図 9A

900

コードブック 情報	(b _ψ , b _φ)	DeltaSNR_Nb	デルタSNR値	Ng'
0	(2,4)	2ビット	TBD	4*Ng
1	(2,6)	2ビット	TBD	4*Ng
2	(5,7)	4ビット	TBD	2*Ng
3	(7,9)	4ビット	TBD	2*Ng

FIG. 9A

【図 9 B】

図 9B

コードブック 情報	(bψ,bφ)	DeltaSNR_Nb	デルタSNR値	Ng'
0	(2,4)	4ビット	TBD	8*Ng
1	(4,6)	4ビット	TBD	8*Ng
2	(6,8)	4ビット	TBD	2*Ng
3	(7,9)	4ビット	TBD	2*Ng

FIG. 9B

【図 1 0】

図 10

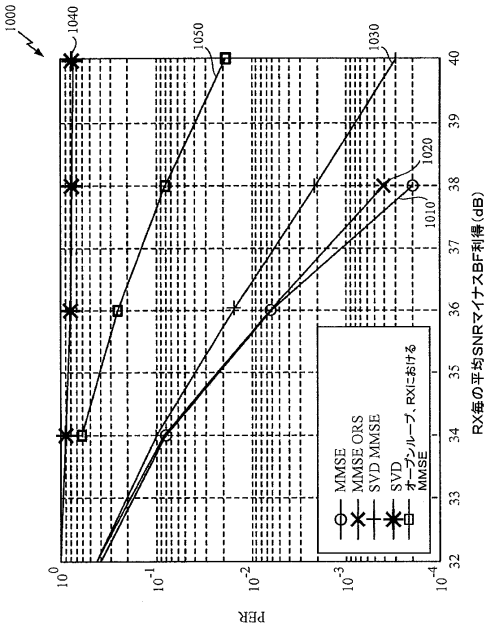


FIG. 10

【図 1 1】

図 11

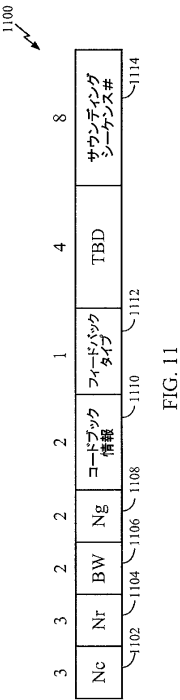


FIG. 11

【図 1 2 A】

図 12A

フィードバックタイプ=0:V

コードブック 情報	(bψ,bφ)
0	(2,4)
1	(4,6)
2	(5,7)
3	(7,9)

FIG. 12A

【図 1 2 B】

図 12B

1250

フィードバックタイプ=1:H

コードブック 情報	(h _i =h _q)
0	(4)
1	(6)
2	(8)
3	RSVD

FIG. 12B

【図 1 3】

図 13

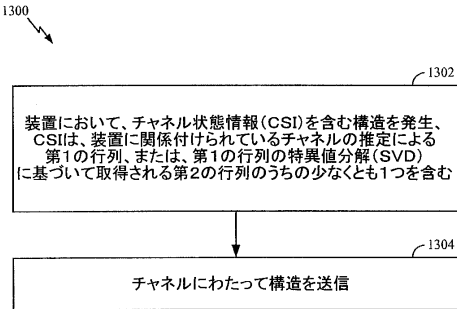


FIG. 13

【図 1 3 A】

図 13A

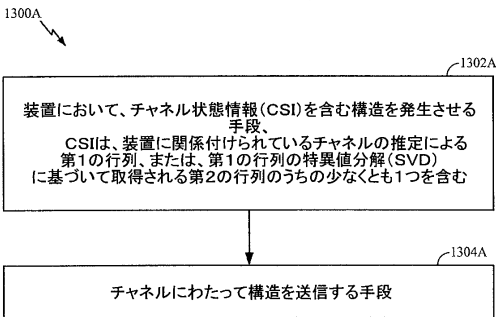


FIG. 13A

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/407,817

(32)優先日 平成22年10月28日(2010.10.28)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 61/406,977

(32)優先日 平成22年10月26日(2010.10.26)

(33)優先権主張国 米国(US)

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100119976

弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051

弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100158805

弁理士 井関 守三

(74)代理人 100172580

弁理士 赤穂 隆雄

(74)代理人 100179062

弁理士 井上 正

(74)代理人 100124394

弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807

弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073

弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290

弁理士 竹内 将訓

(72)発明者 サンパス、ヘマンズ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 ファン・ネー、ディディエー・ヨハネス・リチャルド

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 ベルマニ、サミーア

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 ファン・ゼルス、アルベルト

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 ジョーンズ、ピンセント・ノウレス・ザ・フォース

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

審査官 岡 裕之

(56)参考文献 国際公開第2008/139630(WO,A1)
 国際公開第2007/109635(WO,A1)
 国際公開第2009/027931(WO,A2)
 国際公開第2010/029765(WO,A1)
 国際公開第2007/077599(WO,A1)
 米国特許出願公開第2007/0104288(US,A1)
 国際公開第2012/047855(WO,A3)
 ETRI, Key Technology Issues for IEEE802.11ac Next Gen. WLAN, 2010年 6月28日
 Robert Stacey, Specification Framework for TGac, IEEE 802.11-09/0992r17 [online], 2010年11月10日, pp.1-4,32-34, インターネット、検索日: 2014年12月3日, URL
 , https://mentor.ieee.org/802.11/documents?is_dcn=0992&is_group=00ac
 11ac Explicit Feedback Format, IEEE 802.11-10/1227r0 [online], 2010年11月 9日
 , Slides 1-29, インターネット、検索日: 2014年12月3日, URL , https://mentor.ieee.org/802.11/documents?is_dcn=1227&is_group=00ac
 Hongyuan Zhang et al., 802.11ac Preamble, IEEE 802.11-10/0070r1, 2010年 2月10日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 H04J 99/00
 H04B 7/04
 IEEE Explore
 Cini