

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6419070号
(P6419070)

(45) 発行日 平成30年11月7日 (2018. 11. 7)

(24) 登録日 平成30年10月19日 (2018. 10. 19)

(51) Int. Cl.	F I
H04B 7/06 (2006.01)	H04B 7/06 956
H04W 16/28 (2009.01)	H04W 16/28 130

請求項の数 18 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2015-525355 (P2015-525355)	(73) 特許権者	503447036
(86) (22) 出願日	平成25年7月31日 (2013. 7. 31)		サムスン エレクトロニクス カンパニー
(65) 公表番号	特表2015-530018 (P2015-530018A)		リミテッド
(43) 公表日	平成27年10月8日 (2015. 10. 8)		大韓民国・16677・キョンギード・ス
(86) 国際出願番号	PCT/KR2013/006892		ウォンシ・ヨントンク・サムスンロー
(87) 国際公開番号	W02014/021633		・129
(87) 国際公開日	平成26年2月6日 (2014. 2. 6)	(74) 代理人	100133400
審査請求日	平成28年7月6日 (2016. 7. 6)		弁理士 阿部 達彦
(31) 優先権主張番号	10-2012-0083625	(74) 代理人	100110364
(32) 優先日	平成24年7月31日 (2012. 7. 31)		弁理士 実広 信哉
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	100154922
前置審査			弁理士 崔 允辰
		(74) 代理人	100140534
			弁理士 木内 敬二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおけるビームフォーミングを用いた通信方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信システムにおける基地局がビームフォーミングを用いて信号を送信する方法であって、

ビーム重畳を遂行するか否かを決定するステップと、

前記ビーム重畳を遂行することが決定された場合、前記ビーム重畳に関連する少なくとも一つの予め設定された条件及び移動局から受信されたチャンネル品質情報に基づいて、重畳する単一ビームの個数を決定し、前記決定された個数の単一ビームを前記基地局のアレイアンテナに対応する複数個の単一ビームから選択するステップと、

前記選択された単一ビームを重畳した重畳ビームを形成するように前記アレイアンテナを構成するステップと、

前記重畳ビームを通じて前記移動局と通信を遂行するステップと、
を含み、

前記チャンネル品質情報は、前記移動局が前記複数個の単一ビームのうちの少なくとも2つの単一ビームの組み合わせに対して測定したチャンネル品質に対する情報を含み、

前記少なくとも2つの単一ビームの組み合わせは、前記基地局が前記移動局に送信した、前記重畳ビームを形成するために使用することができる単一ビームの最大個数に基づいて決定されることを特徴とする、信号送信方法。

【請求項 2】

前記少なくとも一つの予め設定された条件を示すビーム重畳情報を前記移動局に転送す

10

20

るステップをさらに含み、

前記少なくとも一つの予め設定された条件は、

前記ビーム重畳のための動作を遂行することを決定するための、前記複数の単一ビームそれぞれのチャンネル品質測定値に対するしきい値を示すビーム重畳割当しきい値と、

前記ビーム重畳のための動作を遂行しないことを決定するための、前記複数の単一ビームそれぞれのチャンネル品質測定値に対するしきい値を示すビーム重畳解除しきい値と、

前記ビーム重畳のための動作を遂行することを決定するための、チャンネル品質を測定するために要求される最小時間を示すビーム重畳割当タイマーと、

前記ビーム重畳のための動作を遂行しないことを決定するための、チャンネル品質を測定するために要求される最小時間を示すビーム重畳解除タイマーと、

前記ビーム重畳を通じて前記移動局と通信を遂行することができる単一ビームの最大個数を示すビーム重畳最大個数のうち、少なくとも1つに基づいて設定された条件を含むことを特徴とする、請求項1に記載の信号送信方法。

【請求項3】

前記ビーム重畳を遂行するか否かを決定するステップは、

前記移動局に対して前記ビーム重畳をスケジューリングするか否かを決定するステップと、

前記少なくとも一つの予め設定された条件に基づいて前記移動局から前記ビーム重畳の遂行または解除が要請されたか否かを判断するステップと、

前記ビーム重畳をスケジューリングするか否かと前記移動局からの前記ビーム重畳の遂行または解除に対する要請のうち、少なくとも1つに基づいて前記ビーム重畳を遂行するか否かを決定するステップと、

を含むことを特徴とする、請求項1に記載の信号送信方法。

【請求項4】

前記受信されたチャンネル品質情報に基づいて前記重畳ビームに対して使用する変調及び符号化方式 (Modulation and Coding Scheme: M C S) レベルを決定する動作を含むリンク適応化動作及び前記重畳ビームを通じて送信されるバーストに関連するバーストスケジューリングを遂行するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載の信号送信方法。

【請求項5】

前記受信されたチャンネル品質情報に基づいて前記重畳ビームに対して使用するM C Sレベルを決定する動作を含むリンク適応化動作及び前記重畳ビームを通じて送信されるバーストに関連するバーストスケジューリングを遂行するステップと、

前記リンク適応化動作及びバーストスケジューリングの結果を前記移動局に転送するステップと、

をさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載の信号送信方法。

【請求項6】

前記選択された単一ビームは、

前記複数の単一ビームのうち、前記移動局に対して最上のチャンネル品質を有する1つの単一ビームと前記1つの単一ビームに隣接した単一ビームを含むことを特徴とする、請求項1に記載の信号送信方法。

【請求項7】

前記重畳する単一ビームの最大個数は、前記基地局に含まれたR F (Radio Frequency) チェーンの個数に対応することを特徴とする、請求項1に記載の信号送信方法。

【請求項8】

前記ビーム重畳を遂行しないことが決定された場合、前記移動局から前記複数の単一ビームのうち、少なくとも一つの単一ビームに対するチャンネル品質情報を受信するステップと、

前記受信された少なくとも一つの単一ビームに対するチャンネル品質情報に基づいて前

10

20

30

40

50

記複数個の単一ビームのうちの一つを選択するステップと、

前記選択された単一ビームを通じて前記移動局と通信を遂行するステップと、
をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の信号送信方法。

【請求項 9】

無線通信システムにおいて、請求項 1 から 8 のうち、いずれか一項に記載の信号送信方法を遂行する信号送信装置。

【請求項 10】

無線通信システムにおける移動局がビームフォーミングを用いて信号を受信する方法であって、

基地局のビーム重畳のための動作を遂行するか否かを判断するステップと、

前記ビーム重畳のための動作を遂行することが判断された場合、前記基地局のアレイアンテナに対応する複数個の単一ビームのうち、少なくとも 2 つの単一ビームに対するチャンネル品質情報を前記基地局に送信するステップと、

前記基地局により形成された重畳ビームを通じて前記基地局と通信を遂行するステップと、
を含み、

前記チャンネル品質情報は、前記移動局が前記少なくとも 2 つの単一ビームの組み合わせに対して測定したチャンネル品質に対する情報を含み、前記少なくとも 2 つの単一ビームの組み合わせは、前記基地局が前記移動局に送信した、前記重畳ビームを形成するために使用することができる単一ビームの最大個数に基づいて決定され、

前記重畳ビームは、前記ビーム重畳に関連する少なくとも一つの予め設定された条件及び前記少なくとも 2 つの単一ビームに対するチャンネル品質情報に基づいて、重畳する単一ビームの個数を決定し、前記決定された個数の単一ビームを前記複数個の単一ビームから選択することにより決定された単一ビームに基づいて形成されることを特徴とする、信号受信方法。

【請求項 11】

前記少なくとも一つの予め設定された条件を示すビーム重畳情報を前記基地局から受信するステップをさらに含み、

前記少なくとも一つの予め設定された条件は、

前記ビーム重畳のための動作を遂行することを決定するための、前記複数個の単一ビームそれぞれのチャンネル品質測定値に対するしきい値を示すビーム重畳割当しきい値と、

前記ビーム重畳のための動作を遂行しないことを決定するための、前記複数個の単一ビームそれぞれのチャンネル品質測定値に対するしきい値を示すビーム重畳解除しきい値と、

前記ビーム重畳のための動作を遂行することを決定するための、チャンネル品質を測定するために要求される最小時間を示すビーム重畳割当タイマーと、

前記ビーム重畳のための動作を遂行しないことを決定するための、チャンネル品質を測定するために要求される最小時間を示すビーム重畳解除タイマーと、

前記ビーム重畳を通じて前記移動局と通信を遂行することができる単一ビームの最大個数を示すビーム重畳最大個数のうち、少なくとも 1 つに基づいて設定された条件を含むことを特徴とする、請求項 10 に記載の信号受信方法。

【請求項 12】

前記ビーム重畳のための動作を遂行するか否かを判断するステップは、

前記基地局から受信されたスケジューリング情報に基づいて、前記基地局が前記移動局に対して前記ビーム重畳をスケジューリングしたか否かを判断するステップと、

前記少なくとも一つの予め設定された条件に基づいて前記ビーム重畳の遂行または解除に対する要請を前記基地局に送信するステップと、

前記ビーム重畳をスケジューリングしたか否かを判断した結果と前記ビーム重畳の遂行または解除に対する要請のうちの少なくとも 1 つに基づいて前記ビーム重畳のための動作を遂行するか否かを決定するステップと、

を含むことを特徴とする、請求項 10 に記載の信号受信方法。

【請求項 13】

前記重畳ビームに対して使用する変調及び符号化方式 (Modulation and Coding Scheme : MCS) レベルを決定する動作を含むリンク適応化動作及び前記重畳ビームを通じて送信されるバーストに関連するバーストスケジューリングの遂行結果を前記基地局から受信するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項 10 に記載の信号受信方法。

【請求項 14】

前記決定された単一ビームは、

前記複数の単一ビームのうち、前記移動局に対して最上のチャンネル品質を有する 1 つの単一ビームと前記 1 つの単一ビームに隣接した単一ビームを含むことを特徴とする、請求項 10 に記載の信号受信方法。

10

【請求項 15】

前記決定された単一ビームの最大個数は、前記基地局に含まれた RF (Radio Frequency) チェーンの個数に対応することを特徴とする、請求項 10 に記載の信号受信方法。

【請求項 16】

前記ビーム重畳のための動作を遂行することが判断された場合、前記移動局のビーム重畳を遂行するか否かを決定するステップと、

前記移動局のビーム重畳を遂行することが決定されれば、前記基地局の単一ビームと前記移動局の単一ビームの対に対するチャンネル品質測定値を推定するステップと、

前記推定されたチャンネル品質測定値に基づいて前記基地局の単一ビームと重畳する前記移動局の単一ビームを選択するステップと、
をさらに含むことを特徴とする、請求項 10 に記載の信号受信方法。

20

【請求項 17】

前記ビーム重畳のための動作を遂行しないことが判断された場合、前記複数の単一ビームから選択された少なくとも一つの単一ビームに対するチャンネル品質情報を前記基地局に送信するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項 10 に記載の信号受信方法。

【請求項 18】

無線通信システムにおいて、請求項 10 から 17 のうち、いずれか一項に記載の信号受信方法を遂行する信号受信装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は通信システムにおける信号の送受信に関し、特に、ビームフォーミング基盤の無線移動通信システムにおける複数のビームを通じて信号を送受信する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムは増加し続けている無線データトラフィック需要を満たすために、より高いデータ転送率をサポートするための方向に発展してきた。既存の無線通信システムはデータ転送率の増加のために主に周波数効率性 (spectral efficiency) を改善する方向に技術開発を追求した。しかしながら、スマートフォン及びタブレット PC に対する需要増加と、これに基づいて多量のトラフィックを要求する応用プログラムの爆発的な増加によってデータトラフィックに対する要求がより加速化するにつれて、このような周波数効率性の改善技術だけでは急増する無線データトラフィック需要を満たすことが困難になった。

40

【0003】

このような問題点を解決するための 1 つの方法は非常に広い周波数帯域を使用することであるが、既存の移動通信セルラーシステムで使用している 10 GHz 未満の周波数帯域では広い周波数帯域の確保が非常に難しいので、より高い周波数帯域でこのような広域周

50

波数を確保しなければならない必要性がある。しかしながら、無線通信のための転送周波数が高まるほど電波経路損失は増加する。これによって、電波到達距離は相対的に短くなってサービス領域 (coverage) の減少をもたらすようになる。これを解決するための、即ち電波経路損失緩和及び電波の伝達距離を増加させるための重要技術のうちの1つがビームフォーミング (beamforming) 技術である。

【0004】

ビームフォーミングは送信端で遂行される送信ビームフォーミング及び受信端で遂行される受信ビームフォーミングに区分できる。送信ビームフォーミングは、一般的に多数のアンテナを用いて各アンテナから送信される信号を特定方向 (即ち、空間) に集中させて指向性 (directivity) を増大させる。多数のアンテナが集合された形態を配列アンテナ (array antenna)、配列アンテナに含まれているアンテナを要素アンテナ (antenna element)、またはアレイ要素 (array element) とする。アンテナアレイは、線形アレイ (linear array)、平面アレイ (planar array) など、多様な形態に構成できる。送信ビームフォーミングを使用すれば、信号の指向性増大を通じて電波到達距離を増加させることができ、また特定方向の以外の他の方向には信号がほとんど転送されないため、他のユーザに及ぼす干渉が非常に減るといった長所がある。

10

【0005】

受信側でも受信配列アンテナを用いて受信ビームフォーミングを遂行することができる。受信ビームフォーミングは電波の受信を特定方向に集中させて上記特定方向に入る受信信号の感度を増加させ、他の方向に入る信号を排除することによって、干渉信号を遮断する。

20

【0006】

広い周波数帯域を確保するために、超高周波、言い換えると、ミリメートル (mm) ウェーブ (wave) システムが導入され、転送周波数が高まるほど電波の波長は短くなる。したがって、半波長間隔でアンテナを構成する場合、同一の面積内に、より多いアンテナで配列アンテナを構成することができる。即ち、超高周波帯域で動作する通信システムは、低い周波数帯域でビームフォーミング技術を使用することによって相対的に一層高いアンテナ利得を得ることができるので、ビームフォーミング技術の適用に有利である。

【0007】

ビームフォーミング技術を使用すれば、ビームフォーミング利得を最大化して受信信号対雑音比 (Signal to Noise Ratio: SNR) のような性能指数 (performance index) を最適化できるが、多重経路電波特性 (multipath propagation) が減ってダイバーシティ利得を得ることができないという限界がある。また、端末の移動性 (mobility) やチャネル状況 (channel condition) 及びビームに対する測定/選択後、実際割当までの遅延に従うビーム情報不一致などによって、ビームフォーミングに対する性能的な感度を発生させることができる。

30

【0008】

これによって、従来の研究も主にビームフォーミングを適用するに当たって、ビームフォーミング利得を最大化して受信 SNR のような性能指数 (performance index) を最適化するビームフォーミング係数 (beamforming weight coefficients) の決定に限定されていたという問題点が存在した。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、通信システムにおける情報を送受信するための方法及び装置を提供する。

本発明は、ビームフォーミングを使用する無線通信システムにおける複数のビームを重畳するための方法及び装置を提供する。

【0010】

本発明は、特定ビーム特性を有するビームを基本単位 (unit) にして運用されるビームフォーミング基盤無線移動通信システムにおける隣接する多数方向のビームを重畳 (supe

50

position) する方法及び装置に関するものである。

【0011】

本発明は、アナログ (analog) とデジタル (digital) ビームフォーミングの組合せからなる複合 (hybrid) ビームフォーミング構造で多数方向のビームを重畳して1つの重畳ビームとして運用する方法及び装置を提供する。

【0012】

本発明は、ビームフォーミング基盤無線移動通信システムにおけるユーザの移動性及びチャンネル状況の変化特性に対する推定に基づいて多数のビームを重畳する方法及び装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

10

【0013】

本発明の好ましい実施形態に従う方法は、無線通信システムにおけるビームフォーミングを用いた信号送信方法であって、所定のトリガー条件と第2ノードのチャンネル状況によって、第1ノードの複数の単位ビームを重畳した重畳ビームを使用するビーム重畳モードをイネーブルするか否かを判断するステップと、上記ビーム重畳モードをイネーブルしないと判断された場合、複数の単位ビームのうちの1つまたはそれ以上の最適ビームを選択するステップと、上記選択された最適ビームを通じて上記第2ノードのための信号を送信するステップと、上記ビーム重畳モードをイネーブルすると判断された場合、上記第1ノードのビームフォーミング部を調節して複数の単位ビームを重畳した重畳ビームを形成するステップと、上記重畳ビームを通じて上記第2ノードのための信号を送信するステップとを含む。

20

【0014】

本発明の好ましい実施形態に従う装置は、無線通信システムにおけるビームフォーミングを用いた信号送信装置であって、所定のトリガー条件と第2ノードのチャンネル状況によって、第1ノードの複数の単位ビームを重畳した重畳ビームを使用するビーム重畳モードをイネーブルするか否かを判断し、上記ビーム重畳モードをイネーブルしないと判断された場合、複数の単位ビームのうちの1つ、またはそれ以上の最適ビームを選択し、上記ビーム重畳モードをイネーブルすると判断された場合、ビームフォーミング係数を調節するビームフォーミング制御器と、上記ビームフォーミング制御器の制御下に上記選択された最適ビームを通じて上記端末のための信号を送信または受信し、上記ビームフォーミング係数によって複数の単位ビームを重畳した重畳ビームを形成し、上記重畳ビームを通じて上記第2ノードのための信号を送信するビームフォーミング部を含む。

30

【0015】

本発明の他の実施形態に従う方法は、無線通信システムにおけるビームフォーミングを用いた信号受信方法であって、所定のトリガー条件と第2ノードにより測定されたチャンネル状況によって、第1ノードの複数の単位ビームを重畳した重畳ビームを使用する上記第1ノードのビーム重畳モードをイネーブルするか否かを判断するステップと、上記ビーム重畳モードをイネーブルしないと判断された場合、上記第1ノードの複数の単位ビームに対するチャンネル品質を測定し、上記チャンネル品質測定値に基づいて1つまたはそれ以上の最適ビームを選択するステップと、上記選択された最適ビームに対するチャンネル品質測定値を示す第1チャンネル品質情報 (CQI) を上記第1ノードに報告するステップと、上記ビーム重畳モードをイネーブルすると判断された場合、所定の個数の隣接した単位ビームに対する統合チャンネル品質測定値を推定するステップと、上記隣接した単位ビームに対する上記統合チャンネル品質測定値を示す第2チャンネル品質情報 (CQI) を上記第1ノードに報告するステップとを含む。

40

【0016】

本発明の他の実施形態に従う装置は、無線通信システムにおけるビームフォーミングを用いた信号受信装置であって、所定のトリガー条件と第2ノードにより測定されたチャンネル状況によって、第1ノードの複数の単位ビームを重畳した重畳ビームを使用する上記第1ノードのビーム重畳モードをイネーブルするか否かを判断し、上記ビーム重畳モード

50

をイネーブルしないと判断された場合、上記第1ノードの複数の単位ビームに対するチャンネル品質を測定し、上記チャンネル品質測定値に基づいて1つまたはそれ以上の最適ビームを選択し、上記ビーム重畳モードをイネーブルすると判断された場合、所定の個数の隣接した単位ビームに対する統合チャンネル品質測定値を推定するビームフォーミング制御器と、上記選択された最適ビームに対するチャンネル品質測定値を示す第1チャンネル品質情報(CQI)を上記第1ノードに報告し、上記隣接した単位ビームに対する上記統合チャンネル品質測定値を示す第2チャンネル品質情報(CQI)を上記第1ノードに報告する送信機とを含む。

【図面の簡単な説明】

【0017】

10

【図1】本発明の一実施形態に従うビームフォーミング基盤の信号送受信シナリオを例示した図である。

【図2】本発明の一実施形態に従ってビームフォーミングをサポートするための基地局送信端物理階層(PHY)のブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態に従うビームフォーミング基盤の基地局と端末間の通信のシナリオの一例を示す図である。

【図4】多数の単位ビームの例を示す図である。

【図5】本発明の一実施形態に従う重畳ビームに対するビームパターンの例を示す図である。

【図6】本発明の一実施形態に従って基準信号転送のためのフレーム構造の一例を示す図である。

20

【図7】本発明の一実施形態に従ってビーム重畳モードを運営する基地局の動作を示すフローチャートである。

【図8】本発明の一実施形態に従ってビーム重畳モードを運営する端末の動作を示すフローチャートである。

【図9A】本発明の一実施形態に従う送／受信ビームフォーミング構造の一例を示す図である。

【図9B】本発明の一実施形態に従う送／受信ビームフォーミング構造の一例を示す図である。

【図10】本発明の一実施形態に従って互いに隣接した2つのビームと互いに隣接した3個のビームが重畳された重畳ビームのビームパターンを示す図である。

30

【図11】本発明の一実施形態に従って互いに隣接した2つのビームと互いに隣接した3個のビームが重畳された重畳ビームのビームパターンを示す図である。

【図12A】本発明の他の実施形態に従ってビーム重畳モードを運営する端末の動作を示すフローチャートである。

【図12B】本発明の他の実施形態に従ってビーム重畳モードを運営する端末の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、添付した図面を参照して本発明の好ましい実施形態を詳細に説明する。本発明を説明するに当たって、関連した公知機能または構成に対する具体的な説明が本発明の要旨を曖昧にすることができると判断される場合、その詳細な説明は省略する。そして、後述する用語は本発明の機能を考慮して定義された用語であって、これは、ユーザ、運用者の意図または慣例などによって変わることがある。したがって、その定義は本明細書の全般に亘る内容に基づいて決定されるべきである。

40

【0019】

ビームフォーミング基盤無線移動通信システムにおいて、特定ビーム特性(即ち、ビーム幅、ビーム利得)を有する基本単位の狭いビームを重畳して運用するための技術を開示する。基本単位の狭いビームはユーザの移動性及びチャンネル状況の変化特性に対する推定に基づいて隣接する多数方向で重畳できる。一例として、アナログ(analog)とディジ

50

タル (digital) ビームフォーミングの組合からなる複合 (hybrid) ビームフォーミング構造で、特定ビーム特性を有する隣接する多数の単位ビーム (unit beams) を重畳して実際信号の送受信に使われるビーム幅を増加させることによって、ビームフォーミングに対する安定性 (reliability) を向上させることができる。ここで、単位ビームは重畳したビームに比べて相対的に狭い (narrow) ビーム幅を有するという点で、狭いビーム (narrow beam) と称することができる。重畳したビームは単位ビームに比べて相対的に広い (wide) ビーム幅を有する、広いビーム (wide beam or broad beam) となる。

【0020】

WiGig (Wireless Gigabit) のような従来の技術では、多重送受信アンテナを用いた多重送受信ビーム運用 (Multiple Input Multiple Output: MIMO) をサポートせず、基本的に1つのRF (Radio Frequency) 経路 (path) で多数個のRF/アンテナ素子を通じてのアナログアレイによりビームフォーミングを運用する。ビームフォーミングは受信側で最も受信信号が強い1つのビームを選択してフィードバックすることによって運用される。これは、主に室内で移動性無しで数メートル以内の近接距離で一般的に可視線 (Line of Sight: LOS) のチャンネル経路を有する環境で適用可能な技術である。一方、数十km/hの移動性や端末の速い回転を有するか、または障害物による非可視線 (Non-LOS: NLOS) 経路特性またはチャンネルフェーディング (fading) による急激なチャンネル状況の変更がなされる室外の無線移動通信では、特定方向へのビーム利得を最大化しながら指向性 (directivity) を有する狭いビーム幅のビームフォーミング運用だけではユーザ環境に従う大きい性能の劣化に従う感度が増大できる。

【0021】

一方、ビームフォーミング構造に対する考慮やシステム運用上の問題点の考慮無しで、単純に1つ以上の互いに異なるビーム幅を運用することができる。しかしながら、この場合、互いに異なる方向の互いに異なるビーム幅のビームに対する各々のチャンネル状況を推定するために別途の基準信号 (reference signal) が必要であり、このような基準信号の送受信によってオーバーヘッド (overhead) が増加する。併せて、各基準信号に対する別途のチャンネル状況推定プロセス (process) によって複雑度が増加し、互いに異なるビーム幅別に各々別個の基準信号及びシンボル/フレーム構造が必要であるという更に他の複雑度の問題が発生する。また、互いに異なるビーム幅を運用するために、互いに異なるアナログ/デジタルビームフォーミング係数に対する互いに異なる設計と各々に対するテーブルの格納及び運用、ビームフォーミング構造 (beamforming structure) のビーム幅に従う可変運用による複雑度の増加が発生する。

【0022】

したがって、後述する本発明では、比較的狭いビーム幅を有する複数の単位ビームを運用するビームフォーミング基盤無線移動通信システムにおいて、与えられたビーム重畳条件によって隣接した単位ビームを重畳して1つの広いビームとして動作するようにする。このような本発明は互いに異なるビーム幅を有する複数のビームを運用するビームフォーミング構造に比べて、同一なビーム特性の単位ビームを使用するので、ビームフォーミング及び基準信号の送受信による複雑度を増加させずにビームフォーミングに対する安定性を向上させることができる。

【0023】

図1は、本発明の一実施形態に従うビームフォーミング基盤の信号送受信シナリオを例示したものである。ここでは、2つの通信ノードの間にビームフォーミングを用いて信号を送信または受信するための構造を図示した。上記通信ノードは、一例に、基地局と端末であってもよい。

【0024】

図1を参照すると、基地局100は1つのセル (cell) 10と、セル10に該当する1つまたはそれ以上のセクタ (sector) 20から構成されたサービス領域を有する。1つセル10に属するセクタ20の数は1つまたはそれ以上で、さまざまな場合が可能である。各セルまたは各セクタ20別に多重ビームが運用できる。基地局100は、ビーム利得 (

beamforming gain) を獲得しながら1つ以上の端末をサポートするためにダウンリンク (Downlink: DL) / アップリンク (Uplink: UL) に対して1つ以上の送信ビーム/受信ビームを互いに異なる方向に同時にまたは時間的に互いに異なる方向にスイーピング (sweeping) しながら形成 (form) する。一例として、基地局100はN個の方向に向かうN個の受信ビームをN個のスロットの間同時に形成する。他の例として、基地局100はN個の方向に向かうN個の受信ビームをN個のスロットの間スイーピングしながら順次に形成する。具体的に、第1受信ビームは第1スロットのみで形成され、第2受信ビームは第2スロットのみで形成され、第i受信ビームは第iスロットのみで形成され、第N受信ビームは第Nスロットのみで形成される。

【0025】

10

端末110は、端末110の構造的な制約によって、一般的に基地局100に比べて小さいビーム利得をサポートする広いビーム幅を運用する。具現によって端末110はダウンリンク/アップリンクに対して1つ以上の受信ビーム/送信ビームをサポート可能である。

【0026】

基地局100と端末110は、1つ以上のビームのうち、互いに相対通信局 (correspondent station) の方向に向かう最適のビームを選択し、選択されたビームを通じて信号を送受信することができる。

【0027】

図2は、本発明の一実施形態に従ってビームフォーミングをサポートするための基地局送信端物理階層 (PHY) のブロック図 (block diagram) を示すものである。ここでは、アナログビームフォーミング及びデジタルビームフォーミングを同時に適用するハイブリッド構造を例として図示した。

20

【0028】

図2を参照すると、L個のレイヤに該当するL個のデジタル信号はレイヤ別に符号化器 (ENC) 202と変調器 (MOD) 204を経てMIMO符号化器206に入力され、MIMO符号化器206から出力された M_t 個のストリームはプリコーダー208によりプリコーディングされて N_f 個のRF経路に対応する N_f 個のプリコーディングされた信号に変換される。プリコーディングされた信号の各々は、IFFT 210、並列/直列変換器 (Parallel to Serial converter: P/S) 212と循環プリフィクス (Cyclic Prefix: CP) 挿入器214及びデジタルアナログ変換器 (Digital to Analog Converter: DAC) 216からなるRF経路を経て出力される。RF経路から出力された信号は周波数変換器218を通じてRF帯域に変換された後、アナログビームフォーミング部220に入力される。

30

【0029】

アナログビームフォーミング部220は、多数個の位相変換器 (Phase Shifter) と電力増幅器 (Power Amplifier: PA) / 可変利得増幅器 (Variable Gain Amplifier: VGA) を通じて、入力されるRF信号を多数個のアンテナ素子 (antenna element) に対する位相 (phase) と振幅 (amplitude) に制御することによって特定ビーム幅を有し、特定方向に転送されるビームを形成する。上記形成されたビームは、ビームフォーミング利得を増加させるために多数のアンテナ素子をグルーピングして構成されたアンテナアレイ (antenna array) 222を通じて転送される。

40

【0030】

また、DAC 216の以前のIFFT 210を含むRF経路とMIMO符号化器206及びプリコーダー208によるデジタルビームフォーミングを通じて、追加的なビームフォーミング利得の確保、多重ユーザ運用、周波数帯域選択的 (frequency selective) 割当、多重ビーム形成などの機能を得ることができる。図1の構造は、多数ブロックの変更と組合を通じて種々の形態に変形できる。

【0031】

このようなハイブリッドビームフォーミング構造に基づいて形成されるビームは、基準

50

信号／データチャンネル (data channel) ／制御チャンネル (control channel) のチャンネル特性に従って、または端末の移動性及びチャンネル特性を考慮して、またはアップリンク (uplink: UL) ／ダウンリンク (downlink: DL) や送信 (transmit) ／受信 (receive) に従って互いに異なるように運用できる。各ビームは特定方向に特定ビーム幅とビーム方向及びビーム利得を有するようにアナログ／デジタル端のビームフォーミング係数 (coefficients) を調節することにより生成される。この際、アンテナ入力電力が同一に設定される場合、ビーム幅を広く生成することによって、該当ビームの指向方向に対する最大ビーム利得が小さくなる相関関係を有するようになる。

【0032】

ハイブリッドビームフォーミング構造において、アナログビームフォーミング部 220 はアンテナ素子別位相及びサイズ加重値 (magnitude weight) を調整して、基地局のセル (cell) またはセクタ (sector) を併せるように (span or cover) 特定ビーム利得を有するビームを多数の方向に均一に形成する。多数のビームは特定方向に同一な最大ビーム利得を有するようにビーム幅及びビーム方向が設定される。本発明の実施形態で各ビームは特定ビーム特性 (即ち、ビーム幅、ビーム利得) を有する単位ビームとなる。

【0033】

一実施形態として、アナログビームフォーミング部 220 は、実際に HPBW (Half Power Beam-Width) が同一なビームがセル／セクタを併せる互いに異なる方向にステアリング (steering) されるように、アンテナ素子別位相及び大きさ加重値 (magnitude weight) に関連したビームフォーミング係数を調節することにより単位ビームを形成する。一例として、アナログビームフォーミング部 220 は、アンテナ素子別に非均一ビーム加重値 (non-uniform beam weight) を設定して互いに異なる方向へのビームが同一なビーム幅 (HPBW) を有するようになる。

【0034】

他の実施形態として、アナログビームフォーミング部 220 は、実際には正確に同一な HPBW を有しないが、特定方向への最大ビーム利得 (array gain) が同一な多数のビームをビームスペース (beam space) で波数 (wave number) が均一であるように形成することができる。一例として、アナログビームフォーミング部 220 は、アンテナ素子の個数に比例するサイズ (size) のデジタルフーリエ変換 (Digital Fourier Transform: DFT) 行列のコラム (column) から同一なビーム利得を有する互いに異なる方向への直交したビームセットを形成することができる。

【0035】

本発明の一実施形態に従って、幾つかの単位ビームは所定の条件下で 1 つの重畳ビームに重畳できる。単位ビームの重畳はアナログ (analog) - デジタル (digital) ハイブリッド (hybrid) ビームフォーミング構造に基づいてアナログ端のビームフォーミングを通じて形成された単位アナログビームに対し、デジタル端の RF 経路に各々マッピング (mapping) されるアナログビームをデジタル端で組み合わせることにより遂行される。一実施形態として、1 つの RF 経路に特定方向への単位ビームがマッピングされることができ、したがって、重畳可能な単位ビームの個数はビームフォーミング構造に従う RF 経路の個数 (N_f) により制限され、単位ビームの重畳を通じて形成される重畳ビームの最大ビーム幅は各単位ビームのビーム幅と送信端の RF 経路の個数によって定まるようになる。

【0036】

具体的に、アナログビームフォーミング部 220 は、アレイアンテナ加重値 (array antenna weights) に該当する係数の調節を通じて特定のビーム幅とビーム利得を有する単位ビームを形成することができ、波数に該当する値に対してオフセット (offset) を与えて各単位ビームをステアリングすることができる。

図 3 は、本発明の一実施形態に従うビームフォーミング基盤の基地局と端末間の通信のシナリオの一例を示すものである。

【0037】

図3を参照すると、基地局300は多数のビームフォーミングされた信号を同時にまたは連続してスイーピング(sweeping)305して転送する。端末310は具現によって受信ビームフォーミングをサポートせず全方向に(omnidirectional)信号を受信するか、または受信ビームフォーミングをサポートし、かつ特定ビームフォーミングパターン(pattern)を一回に1つだけサポートするか、または受信ビームフォーミングをサポートしながら多数のビームフォーミングパターンを互いに異なる方向に同時にサポートすることができる。

【0038】

受信ビームフォーミングをサポートしない場合、端末310は基地局送信ビーム別に送出される基準信号に対するチャンネル品質を測定し、測定結果に基づいて多数の基地局送信ビームのうち、端末310に対する1つまたはそれ以上の最適のビーム302を選択する。選択された最適のビーム302に対する情報及びそれに対するチャンネル品質情報(Channel Quality Information: CQI)は基地局300に報告される。

10

【0039】

受信ビームフォーミングをサポートする場合、端末310は、端末310の受信ビームパターン別に多数の基地局送信ビームに対するチャンネル品質を測定し、基地局送信ビーム302と端末受信ビーム312との組合のうち、全体または上位幾つに対する測定結果を基地局に報告する。基地局300は、端末310の報告に基づいて端末に適切な送信ビームを割り当てる。端末310が同時に多数個の基地局送信ビームを受信可能であるか、または多数個の基地局送信ビームと端末受信ビームとの組合をサポート可能な場合、基地局300は反復転送または同時転送を通じてのダイバーシティ転送を考慮して1つまたはそれ以上のビームを選択することができる。

20

【0040】

アナログビームフォーミングのための単位ビームは、基地局のセル/セクタを併せるように形成された特定ビーム特性を有し、互いに異なる方向に向けるように形成される。ダウンリンク(Downlink)の場合、基地局は多数個の送信ビームに対して端末に対して最適の1つの送信ビームを通じて信号を送信するか、または端末の移動性やチャンネル状況の変更に対する推定に基づいてビーム強靱性(robustness)を増大させるために単位ビームを重ね(superposition)したより広いビーム(以下、重畳ビームと称する)を通じて信号を送信することができる。各単位ビーム及び重畳ビームは、データトラフィックの転送または制御信号の転送のために使用できる。

30

【0041】

図3の例を参照すると、基地局300は端末310に対してi番目ビーム302を選択し、追加的に両側のi-1番目とi+1番目のビームを同時に使用して、同一な信号を端末310に転送する。即ち、3個の単位ビームを重ねることによって、より広いビーム幅を有する重畳ビームが形成される。重畳される単位ビームの最大個数は基地局300のRF経路個数によって制限される。実際にチャンネル変化に強靱な(robust)ビーム形成に必要な重畳されるビームの個数は、端末の移動性やチャンネル状況の変更に基づいて定める。一例に、端末または基地局は、CINR(Carrier to Interference and Noise Ratio)/RSSI(Receive Signal Strength Indicator)のようなチャンネル測定値に対する平均または標準偏差(standard deviation)が特定しきい値(threshold)条件を満たすように所定の個数の単位ビームを重ねることができる。

40

【0042】

図4は、多数の単位ビームの例を示すものである。図4を参照すると、 16×1 ULA(Uniform Linear Array)アンテナ構造に対してDFT行列のようなビーム係数に基づいて180度セクタが均一な波数を有する16個のビーム領域に分けられるように多数の単位ビーム402が形成された。各単位ビームは特定方向に同一な最大ビーム利得を有し、全体180度セクタを各々のビームが同一なビーム利得範囲内で均一にサポートする。

【0043】

図5は、本発明の一実施形態に従う重畳ビームに対するビームパターンの例を示すもの

50

である。ここでは、図4の単位ビームを0度方向を中心に隣接した両側2つずつの単位ビームを追加して重畳した重畳ビームのビームパターン502を図示した。重畳ビームに対する各ビームパターン502は、アナログ端で全体アンテナに対する利得が同一であるように、重畳するビームの個数に従ってビームフォーミング係数に対して正規化(normalization)された。このような正規化の影響で、重畳ビームに対する特定方向への指向性が小さくなりながらビーム幅が増大する一方、特定方向への最大ビーム利得は減少するようになる。したがって、重畳する単位ビームの個数は、指向性とビームフォーミング利得のトレードオフ(trade-off)を考慮して設定されることが好ましい。追加的に、重畳ビームのビーム利得の減少を考慮して、変調及び符号化方式(Modulation and Coding Scheme: MCS)レベルの設定を含むリンク適応化(link adaptation)が遂行できる。言い換えると、リンク適応化は重畳ビームの使用により発生できるビームフォーミング利得の減少を補償するために遂行される。

10

【0044】

重畳ビームの形成、言い換えると、ビーム重畳は端末の移動性及び／又はチャンネル状況によってビームフォーミングに対する安定性の向上が必要であると判断される時に遂行できる。送信機(ダウンリンクの場合は基地局であり、アップリンクの場合は端末である)は、選択された単位ビームに隣接した1つまたはそれ以上の単位ビームを重畳することによって、より広いビーム、即ち重畳ビームを形成する。ビーム重畳モード(Beam Superposition Mode)は重畳ビームを使用して信号を送信するモードを意味し、選択された1つの単位ビームを使用する単位ビームモード(即ち、単一ナロービームモード(single narrow beam mode))と区別される。ビーム重畳モードを実行するか否か(enable/disable)を定義するトリガー条件は、所定の時間の間のチャンネル品質しきい値及び重畳ビームに対するチャンネル品質と選択された1つの最適単位ビームに対するチャンネル品質の比較により定義できる。ここで、チャンネル品質は、一例としてCINR/RSSIのようなチャンネル測定値の平均及び／又は標準偏差を意味する。ビーム重畳モードのトリガー判断のために、端末は一例にドップラー速度の推定値とCINR/RSSIの平均／標準偏差などの報告メトリック(Report Metric)を基地局に周期的またはイベントトリガー(event-triggered)でフィードバックすることができる。

20

【0045】

ビーム重畳モードのトリガーが決定されれば、送信機は重畳を遂行するビームの個数を決定し、重畳するビームを選択する。一実施形態として、送信機はビーム重畳によるチャンネル品質(CINR/RSSIの平均または標準偏差)を考慮する。上記チャンネル品質は受信機から報告される。追加的な実施形態として、送信機はビーム幅の増加(安定性の向上)及びビーム利得減少の間のトレードオフをより考慮することができる。

30

【0046】

ビーム重畳モードのトリガーによる単位ビームと重畳ビームとの間の切換(transition)はビーム重畳モードのトリガー条件と報告メトリックによって遂行できる。ビーム重畳モードは、一例として基地局によりトリガーされるか、または端末によりトリガーできる。基地局によりトリガーされる場合、基地局は所定のトリガー条件と端末からの報告メトリックに基づいてビーム重畳を実行するか否かを決定する。端末によりトリガーされる場合、端末は所定のトリガー条件とチャンネル品質の測定結果によってビーム重畳するか否かを判断し、ビーム重畳のオン/オフ(ON/OFF)を基地局に要請する。

40

【0047】

他の実施形態として、ダウンリンクビームフォーミングにおいて、端末は所定のトリガー条件と基地局送信ビームと端末受信ビーム組合に対するチャンネル品質の測定結果によって端末の受信ビームを重畳するか否かを判断し、端末受信ビーム重畳のオン/オフを遂行することができる。アップリンクビームフォーミングにおいて、基地局は所定のトリガー条件と端末で端末の単位送信ビーム別に転送する基準信号(reference signal)に対するチャンネル品質の測定結果によって端末送信ビーム重畳のオン/オフを端末に要請することができる。他の実施形態として、アップリンクビームフォーミングにおいて、端末は

50

所定のトリガー条件と基地局からのチャンネル品質フィードバックに基づいてビーム重畳を実行するか否かを決定する。更に他の実施形態として、アップリンクビームフォーミングにおいて、基地局は所定のトリガー条件と端末送信ビームと基地局受信ビームとの組合に従うチャンネル品質の測定に基づいてアップリンクに対する基地局の受信ビーム重畳をオン／オフして運用することができる。

【0048】

ビーム重畳モードの実行のために、端末は各单位ビームまたは重畳ビームに対するチャンネル品質を測定しなければならない。端末は各单位ビームにマッピングされる基準信号の組合から重畳ビームに対する統合 (overall) チャンネル品質を推定することができる。または、端末は所定の個数の隣接した単位ビームに各々マッピングされる基準信号のチャンネル品質測定値を組み合わせることによって、上記隣接した単位ビームを含む重畳ビームに対する統合チャンネル品質を推定することができる。

10

図6は、本発明の一実施形態に従って基準信号転送のためのフレーム構造の一例を示すものである。

【0049】

図6を参照すると、所定の時間単位 (例えば、1ms) のサブフレーム602は、各セクタ別にダウンリンク区間のミッドアンプル (midamble) 604を通じて基準信号606を転送する。基準信号606は互いに異なる方向の単位ビームに各々マッピングされる複数のパイロット信号を含む。図示された例において、基準信号606は4個の基準信号シンボルRS-1乃至RS-4で構成され、各基準信号シンボルは周波数により区分される4個のパイロット信号を含み、各パイロット信号は1つの単位ビームにマッピングされる。一例に、4番目の基準信号シンボルはビーム $b_{13} \sim b_{16}$ にマッピングされるパイロット信号を含む。

20

【0050】

端末は、各单位ビームにマッピングされるパイロット信号から特定の1つの単位ビームに対するチャンネル品質を測定するか、または単位ビームにマッピングされるパイロット信号の組合から上記単位ビームの重畳により生成される重畳ビームに対するチャンネル品質を推定することができる。このような測定 (または、推定) に基づいて端末はCINRまたはRSSIのようなチャンネル品質メトリック (metric) に対する瞬時 (instant) または時間的な平均値 (average) / 分散 (variance) / 標準偏差 (standard deviation) を測定してアップデートし、予測 (prediction) する。他の実施形態として、端末はミッドアンプルに対する測定に基づいて時間／周波数に対するチャンネル変化を推定して端末の移動速度に比例するドップラー速度のような移動性値を推定し、推定された値に基づいて端末の移動速度とそれに従うビームに対する感度増加可能性を間接的に予測することもできる。

30

【0051】

端末は、上記したチャンネル品質の測定／推定に基づいて、基地局で設定したトリガー条件に従うビーム重畳モードの可否 (enable/disable) を判断し、その判断結果に従ってビーム重畳モードのオン／オフをUL MAC (Media Access Control) メッセージやUL制御チャンネル (control channel) を用いて基地局に要請 (request) し、またビーム重畳モードの実行に関連したビーム別チャンネル品質情報を基地局に報告 (report) することができる。

40

【0052】

基地局は、端末の要請及び報告に従って端末に対するビーム重畳モードを実行するか否かを判断し、これによってビーム重畳モードで多数ビームの重畳を通じてデータ (または、制御信号) を送信するか、または単位ビームモードで特定の1つの単位ビームを通じてデータ (または、制御信号) を送信することができる。他の実施形態として、基地局により提供されたビーム重畳モードの遷移のためのトリガー条件を使用して端末がビーム重畳モードの遷移をトリガーすることができる。更に他の実施形態として、端末は基地局からのビーム別基準信号から測定／推定したチャンネル品質を周期的／非周期的に基地局に報

50

告し、トリガー条件に従う基地局の指示によってビーム重畳モードのスイッチングを遂行することができる。

【0053】

以下の<表1>に基地局が提供するビーム重畳モードのトリガー条件を示すビーム重畳モード情報の一例を示す。基地局は、以下のビーム重畳モード情報に含まれるパラメータのうちの少なくとも1つをセル内の端末に周期的及び／又はイベントトリガードで放送（broadcast）及び／又はユニキャスト転送（unicast）することができる。

【0054】

【表1】

Parameter	Value
Beam Superposition Allocation Threshold	Value in dB unit
Beam Superposition Release Threshold	Value in dB unit
Beam Superposition Allocation Timer	Value in Subframes or Frame unit
Beam Superposition Release Timer	Value in Subframes or Frame unit
Max Number of Beams Supported for Superposition	Value in number of unit beams

【0055】

ービーム重畳割当しきい値（Beam Superposition Allocation Threshold）は単位ビームモードからビーム重畳モードへの遷移を決定するための、個別単位ビームに対するRSSI/CINRの最大標準偏差に対するしきい値を示すdB単位の値である。一例として、ビーム別RSSI/CINRは単位ビームモードからビーム重畳モードに遷移されるまでの時間の間、または予め定まる所定時間の間、測定できる（Threshold of the maximum of the standard deviations of the individual Unit Beam RSSI/CINR measurements over time to trigger mode transition from single beam to beam superposition）。

【0056】

ービーム重畳解除しきい値（Beam Superposition Release Threshold）は、ビーム重畳モードから単位ビームモードへの遷移を決定するための、個別単位ビームに対するRSSI/CINRの最大標準偏差に対するしきい値を示すdB単位の値である。一例として、ビーム別RSSI/CINRはビーム重畳モードから単位ビームモードに遷移されるまでの時間の間、または予め定まる所定時間の間、測定できる。（Threshold of the maximum of the standard deviations of the individual Unit Beam RSSI/CINR measurements over time to trigger mode transition from beam superposition to single beam）

【0057】

ービーム重畳割当タイマー（Beam Superposition Allocation Timer）は、ビーム重畳モードのトリガーリングイベントのためにチャンネル測定値の平均及び標準偏差を測定するために要求される最小時間を示すサブフレーム、またはフレーム単位の値である。即ち、ビーム重畳割当タイマーはチャンネル測定のために要求されるサブフレーム／フレームの最小個数を示す（Minimum required number of subframes/frames to measure the average and standard deviation for the event of beam superposition triggering）。

【0058】

ービーム重畳解除タイマー（Beam Superposition Release Timer）は、単位ビームモー

ドへのイベントトリガーリングのためにチャンネル測定値の平均及び標準偏差を測定するために要求される最小時間を示すサブフレーム、またはフレーム単位の値である。即ち、ビーム重畳解除タイマーはチャンネル測定のために要求されるサブフレーム／フレームの最小個数を示す (Minimum required number of subframes/frames to measure the average and standard deviation for the event triggering from beam position to single beam)。一実施形態として、ビーム重畳割当タイマーとビーム重畳解除タイマーは同一の1つのパラメータに代替できる。

【0059】

ービーム重畳最大個数 (Max Number of Beam Supported for Superposition) は、ビーム重畳を通じて端末を同時にサポートすることができる隣接ビームの最大個数を意味する (Maximum number of adjacent beams that could be concurrently supported for an MS with beam superposition)。前述したように、ビーム重畳最大個数は基地局のRF経路個数によって制限できる。

10

【0060】

図7は、本発明の一実施形態に従ってビーム重畳モードを運営する基地局の動作を示すフローチャートである。ここでは、ダウンリンク送信ビーム重畳のための基地局の動作を図示したが、アップリンク送信ビーム重畳のための端末の動作やはり同様になされることができることに留意すべきである。

【0061】

図7を参照すると、ステップ702で、基地局はビーム重畳モード情報をセル内の端末に放送またはユニキャスト転送する。一実施形態として、上記ビーム重畳モード情報はシステム情報に含まれて転送されることができ、予め定まるシステム情報の転送周期によって転送されるか、または所定のトリガーリング条件によって非周期的に転送できる。ビーム重畳モード情報は、単位ビームモードとビーム重畳モードとの間のトリガー条件を示す少なくとも1つのパラメータであって、一例に、ビーム重畳割当しきい値、ビーム重畳解除しきい値、ビーム重畳割当タイマー、ビーム重畳解除タイマー、ビーム重畳最大個数のうち、少なくとも1つを含む。ステップ704で、基地局は予め定まる基準信号の転送周期によって端末が単位ビーム別、または重畳ビーム別チャンネル品質を測定することができるように、単位ビーム別に基準信号を持続的に送信する。

20

【0062】

ステップ706で、基地局はスケジューリングを通じて端末に対するビーム重畳モードが決定されたか否かを判断する。一実施形態として、基地局は予め定まるスケジューリング周期によってスケジューリングを遂行して端末に対してビーム重畳モードを遂行するか否かを決定することができる。他の実施形態として、基地局は予め定まるビーム重畳モードの決定周期によって、または予め定まるトリガーリング条件によって端末に対してビーム重畳モードを適用するか否かを判断することができる。ビーム重畳モードの適用決定は、端末に転送するダウンリンクデータ／制御信号が存在するか否か、基地局と端末のビーム重畳サポートの可否、基地局の使用可能なビーム個数、端末から最近所定期間の間報告されたビーム別チャンネル品質に対するトリガー条件の判断などに基づいてなされることができる。

30

40

【0063】

一例として、基地局は単位ビームモードで動作している端末からビーム重畳割当タイマーの間報告されたRSSI/CINR測定値の標準偏差がビーム重畳割当しきい値を超過する場合、上記端末に対してビーム重畳モードをイネーブル、即ち活性化すると決定する。また、基地局はビーム重畳モードで動作している端末からビーム重畳解除タイマーの間報告されたRSSI/CINR測定値の標準偏差がビーム重畳解除しきい値を超過する場合、ビーム重畳モードを解除、即ちディセーブルし、単位ビームモードでサービスすると決定する。

一実施形態として、基地局で使われるビーム重畳モードのトリガー条件は端末で使われるトリガー条件とは相異することがある。

50

【0064】

ビーム重畳モードで端末をサービスすると決定された場合、またはビーム重畳モードで端末を既にサービスしている場合、ステップ708に進行し、単位ビームモードで端末をサービスすると決定されるか、または単位ビームモードで端末を既にサービスしている場合、ステップ718に進行する。

【0065】

ステップ708で、基地局はビーム重畳モードをイネーブルすると決定された端末からビーム重畳モードのオフが要請されたか否かを判断する。一例として、基地局は端末からビーム重畳モードのオフを要請するUL MACメッセージ、またはUL制御チャンネルメッセージが受信されたかを判断する。端末でビーム重畳モードを使用しないと決定した場合、基地局での決定に関わらず、基地局はビーム重畳モードをディセーブルすることができる。ビーム重畳モードのオフが要請された場合、ステップ710に進行し、そうでない場合、ステップ720に進行する。

10

【0066】

選択可能な実施形態として、基地局はステップ706の判断を省略し、端末からの要請によってビーム重畳モードを実行するか否かを判断することができる。即ち、基地局はビーム重畳モードを判断する代わり、端末からビーム重畳モードのオフ要請が受信される時、ステップ710に進行し、ビーム重畳モードのオン要請が受信される時、ステップ720に進行することができる。

【0067】

選択可能な他の実施形態として、基地局は端末からの要請に関わらず、基地局の判断によってビーム重畳モードを実行するか否かを判断することができる。即ち、基地局は、ステップ706で、ビーム重畳モードで端末をサービスすると決定された場合、ステップ720に進行し、単位ビームモードで端末をサービスすると決定された場合、ステップ710に進行する。

20

【0068】

更に他の実施形態として、基地局はステップ706でビーム重畳モードと決定された時、ステップ718に進行して端末からビーム重畳モードのオン要請が受信されたか否かを判断することができる。また、ステップ706で単位ビームモードと決定された時、基地局はステップ708に進行して端末からビーム重畳モードのオフ要請が受信されたかを判断することができる。

30

【0069】

ステップ710からステップ716は、単位ビームモードの動作に対応する。ステップ710からステップ716のうちの少なくとも一部、一例として、ステップ710とステップ712は単位ビームモードのイネーブルが決定される以前に既に完了するか、または単位ビームモードと決定された以後に遂行できる。選択可能な実施形態として、基地局は単位ビームモードと決定された時、端末に単位ビームモードのためのCQIの転送を要請することができる。上記単位ビームモードのためのCQI一例として、複数のビームの各々に対する信号品質を意味する。

【0070】

ステップ710で、基地局は端末から基地局の単位ビームのうち、上位のチャンネル品質を有するN個のビームに対するビームインデックス、即ちN個の最適ビームインデックス及び／又は上記N個の最適ビームに対するチャンネル品質情報(CQI)を受信する。ここで、報告を遂行するビームの個数Nは予め定まるか、または基地局から放送される制御情報により指示できる。上記CQIは、一例として各最適ビームに対するCINR及び／又はRSSIを含むことができる。ステップ712で、基地局は端末の最適ビームインデックスとそのCQIに基づいてデータバーストの転送のために使用する1つの単位ビームを選択する。一例として、基地局は使用可能な単位ビームのうち、端末に対して最上のチャンネル品質を有する1つの単位ビームを選択する。

40

【0071】

50

ステップ714で、基地局は選択された単位ビームを通じてバーストを転送する時に使用するMCSレベルを決定する動作を含むリンク適応化動作と共に、バースト転送のための資源割当を決定するバーストスケジューリングを遂行する。ステップ716で、基地局は選択された単位ビームを通じて端末にデータバーストを転送し、予め定まる転送周期のうち、少なくとも1つによってステップ702、704、706のうち、いずれか1つに進行する。

【0072】

ステップ718で、基地局はビーム重畳モードをディセーブルすると決定された端末からビーム重畳モードのオンが要請されたかを判断する。一例として、基地局は端末からビーム重畳モードのオンを要請するUL MACメッセージ、またはUL制御チャンネルメッセージが受信されたか否かを判断する。端末でビーム重畳モードを使用すると決定した場合、基地局での決定に関わらず、基地局はビーム重畳モードをイネーブルすることができる。ビーム重畳モードのオンが要請された場合、ステップ720に進行し、そうでない場合、単位ビームモードで動作するためにステップ710に進行する。

【0073】

ステップ720からステップ728は、ビーム重畳モードの動作に対応する。ステップ720からステップ728のうちの少なくとも一部、一例としてステップ720とステップ722は、ビーム重畳モードのイネーブルが決定される以前に既に完了するか、またはビーム重畳モードと決定された以後に遂行できる。選択可能な実施形態として、基地局はビーム重畳モードと決定された時、端末にビーム重畳モードのためのCQIの転送を要請することができる。上記ビーム重畳モードのためのCQIの一例として所定の個数のビームに対する信号品質、または信号品質の和（または、平均）を示す。即ち、上記ビーム重畳モードのためのCQIは所定の個数の重畳するビームに対する平均的な信号品質を示すことができる。

【0074】

ステップ720で、基地局は端末から所定のしきい値を満たす隣接ビームの個数(M)に対する情報を受信する。選択可能な実施形態として、ステップ720は省略されることができ、基地局はステップ722を通じて重畳するビームの個数を認識することができる。ステップ722で、基地局は端末から、基地局の単位ビームのうち、最適のチャンネル品質を有する1つの単位ビームとそれを中心とする隣接したビームを含むM個の隣接ビームに対するCQIを受信する。追加的に、端末はM個の隣接ビームに対するビームインデックスを共に報告することができる。一例として、重畳する隣接ビーム個数が3個であり、端末が基地局の単位ビームのうち、ビーム#7が最も良好なチャンネル品質、即ちCINR/RSSIを有すると判断すれば、ビーム#7を中心にビーム#6、7、8に対するインデックスとそれのCQIが基地局に報告される。ここで、CQIはビーム#6、7、8の各々の信号品質を含むか、またはビーム#6、7、8の合計または平均信号品質を含むことができる。

【0075】

ステップ724で、基地局はアナログビームフォーミング部のビームフォーミング係数を調整し、デジタルビームフォーミング部を制御することによって、ステップ722で受信したM個の隣接ビームが重畳するように調整する。具体的な実施形態として、単位ビームの重畳はアナログ-デジタルハイブリッド構造下でアナログビームフォーミング部で生成された単位アナログビームをデジタル部のRFチェーン/経路にマッピングすることによりなされる。選択可能な、または組合可能な実施形態として、アナログビームフォーミング部で重畳対象のアナログ単位ビームに対するビーム係数の和に該当する値を各アンテナ素子別大きさ及び位相加重値(amplitude and phase weight)に設定することによって、単位ビームの重畳が可能である。即ち、単位ビームを生成するための大きさ及び位相加重値の和と全体アンテナ素子が同一な電力を有するようにするための正規化因子(normalization factor)をアナログ-デジタル端に反映してビーム重畳がなされることができる。

【0076】

図2の構成例を参照すると、デジタル端の各RF経路に重畳しようとする単位アナログビームに対する利得に該当するアナログビーム加重値を設定し、デジタルビームフォーミング部からの同一なデータを多数のRF経路にマッピングして転送することによって、ビーム重畳がなされるようになる。

【0077】

ステップ726で、基地局はM個の隣接ビームを重畳することにより形成された重畳ビームを通じてバーストを転送する時に使用するMCSレベルを決定する動作を含むリンク適応化動作と共に、バースト転送のための資源割当を決定するバーストスケジューリングを遂行する。ステップ728で、基地局は形成された重畳ビームを通じて端末にデータバーストを転送し、予め定まる転送周期のうち、少なくとも1つによってステップ702、704、706のうちのいずれか1つに進行する。

10

【0078】

図8は、本発明の一実施形態に従ってビーム重畳モードを運営する端末の動作を示すフローチャートである。ここでは、ダウンリンク受信ビーム重畳のための端末の動作を図示したが、アップリンク受信ビーム重畳のための基地局の動作やはり同様になされることができることに留意すべきである。

【0079】

図8を参照すると、ステップ802で、端末は予め定まるシステム情報の転送周期によって基地局から放送またはユニキャスト転送されるビーム重畳モード情報を受信する。ビーム重畳モード情報は、単位ビームモードとビーム重畳モードとの間のトリガー条件を示す少なくとも1つのパラメータであって、一例に、ビーム重畳割当しきい値、ビーム重畳解除しきい値、ビーム重畳割当タイマー、ビーム重畳解除タイマー、ビーム重畳最大個数のうち、少なくとも1つを含む。ステップ804で、端末は予め定まる基準信号の転送周期によって基地局が単位ビーム別に順次に、または同時に送信する基準信号を受信する。

20

【0080】

ステップ806で、端末は上記基準信号に基づいて単位ビーム及び隣接ビームに対するチャンネル品質を測定または推定する。具体的に、端末は各单位ビームに対するチャンネル品質を測定し、また上位少なくとも1つの単位ビームとそれに隣接した所定の個数の隣接ビームの組合に対するチャンネル品質を推定する。上記ビーム組合に対するチャンネル品質は、該当重畳ビームに対するチャンネル品質となる。

30

【0081】

ステップ808で、端末は基地局から受信されたスケジューリング情報に基づいて、基地局が端末のためにビーム重畳モードを遂行すると決定したか否かを判断する。他の実施形態として、端末は予め定まるビーム重畳モードの決定周期によって、または所定のトリガーリング条件によって基地局から転送されるビーム重畳モードに対する指示信号を受信し、上記指示信号によりビーム重畳モードが決定されたかを判断することができる。ビーム重畳モードと決定された場合、またはビーム重畳モードが既に適用されている場合、ステップ810に進行し、そうでない場合、ステップ816に進行する。

【0082】

選択可能な実施形態として、端末はステップ808を省略し、端末での判断によってビーム重畳モードを実行するか否かを判断することができる。即ち、端末は基地局からビーム重畳モードに対する指示を受信する代わりに、ビーム重畳モードのオフ条件、またはオン条件を満たすか否かを判断し、もしオフ条件を満たす場合、ステップ812に進行し、オン条件を満たす場合、ステップ818に進行することができる。

40

【0083】

選択可能な他の実施形態として、端末は端末での判断に関わらず、基地局の指示によってビーム重畳モードを実行するか否かを判断することができる。即ち、端末はステップ808で、ビーム重畳モードで動作することを基地局から指示を受けた場合、ステップ820に進行し、単位ビームモードで動作することを基地局から指示を受けた場合、ステップ

50

814に進行する。

【0084】

更に他の実施形態として、端末はステップ808でビーム重畳モードと指示された時、ステップ816に進行してビーム重畳モードのオン条件を満たしたか否かを判断することができる。また、ステップ808で単位ビームモードと指示された時、端末はステップ810に進行してビーム重畳モードのオフ条件を満たしたか否かを判断することができる。

【0085】

ステップ810で、端末はステップ802で受信したビーム重畳モード情報に含まれたトリガー条件に基づいてビーム重畳モードのオフ条件を満たしたか否かを決定する。一例として、端末はビーム重畳解除タイマーの間の最適の1つの単位ビーム、または特定チャンネル品質以上を満たす単位ビームのうち、少なくとも1つの単位ビームのRSSI/CINR測定値の標準偏差がビーム重畳解除しきい値以内の場合、ビーム重畳モードを解除、即ちディセーブルし、単位ビームモードで動作すると決定する。他の例として、端末は最適の単一単位ビームに対するチャンネル品質（CINR平均／標準偏差）と、最適の単一単位ビームを中心とする所定の個数の隣接単位ビームに対する重畳ビームのチャンネル品質を比較して、よりよいチャンネル品質を示すビームモードを使用すると決定することができる。

10

【0086】

ビーム重畳モードのオフ条件を満たした場合、端末はビーム重畳モードをディセーブルし、単位ビームモードで動作するためにステップ812に進行し、そうでない場合、ステップ820に進行する。

20

【0087】

ステップ812で、端末はビーム重畳モードのオフを要請する所定のメッセージ、一例として、UL MACメッセージ、またはUL制御チャンネルメッセージを基地局に転送する。選択可能な実施形態として、端末は単位ビームモードと決定された時、基地局から単位ビームモードのためのCQI要請を受信することができる。上記単位ビームモードのためのCQIは、一例として、複数のビームの各々に対する信号品質を意味する。

【0088】

ステップ814で、端末は基地局の全ての単位ビームのうち、上位のチャンネル品質を有するN個のビームに対するビームインデックス、即ちN個の最適ビームインデックスを基地局に報告する。端末はN個の最適ビームインデックスと共に、最適ビームに対するチャンネル品質を示すチャンネル品質情報（CQI）、即ちCINR及び／又はRSSIを追加的に基地局に転送することができる。ここで、報告を遂行するビームの個数Nは予め定まるか、または基地局から放送される制御情報により指示できる。

30

【0089】

ステップ828で、端末は基地局のバーストスケジューリングによってスケジューリングされた場合、ステップ814のN個のビームのうち、選択された1つの単位ビームを通じて基地局から転送されるデータバーストを受信する。以後、端末は予め定まる転送周期のうち、少なくとも1つによってステップ802、804、808のうち、いずれか1つに進行する。

40

【0090】

一方、ステップ816で端末はステップ802で受信したビーム重畳モード情報のトリガー条件に基づいてビーム重畳モードのオン条件を満たしたか否かを決定する。一例として、端末はビーム重畳割当タイマーの間の最適の1つの単位ビームまたは特定チャンネル品質以上を満たす単位ビームのRSSI/CINR測定値の標準偏差がビーム重畳割当しきい値を超過する場合、ビーム重畳モードをイネーブルすると決定する。他の例として、端末は最適の単一単位ビームに対するチャンネル品質（CINR平均／標準偏差）と、最適の単一単位ビームを中心とする所定の個数の隣接単位ビームに対する重畳ビームのチャンネル品質を比較して、よりよいチャンネル品質を示すビームモードを使用すると決定することができる。

50

ビーム重畳モードのオン条件を満たす場合、端末はビーム重畳モードをイネーブルするためにステップ 818 に進行する。

【0091】

ステップ 818 で、端末はビーム重畳モードのオンを要請する UL MAC メッセージ、または UL 制御チャンネルメッセージを基地局に転送する。選択可能な実施形態として、端末はビーム重畳モードと決定された時、基地局からビーム重畳モードのための CQI 要請を受信することができる。上記ビーム重畳モードのための CQI は、一例として、所定の個数のビームに対する信号品質、または信号品質の和（または、平均）を示す。

【0092】

ステップ 820 で、端末は重畳する隣接ビームの個数 (M) を推定する。併せて、端末は上記重畳する隣接ビームを識別する。推定された隣接ビームの個数に対する情報は基地局に報告できる。一例に、端末はチャンネル品質測定値が所定のしきい値を超過する隣接ビームを選択することができ、上記しきい値は予め定まるか、または基地局からシグナルできる。また、端末は基地局からシグナリングされたビーム重畳最大個数以内で上記 M の値を決定することができる。ステップ 824 で、端末は M 個の隣接ビームに対する CQI を測定及び推定する。一例として、端末は基地局の全ての単位ビームのうち、最上のチャンネル品質を有する 1 つのビームとその隣接ビームを含む M 個の隣接ビームの各々に対するチャンネル品質を測定し、全体隣接ビームのチャンネル品質測定値を組み合わせる M 個の隣接ビームの全体に対するチャンネル品質を推定する。ステップ 826 で、端末は M 個の隣接ビームに対するチャンネル品質を示す統合 CQI を基地局に報告する。追加的に、端末は重畳を望む隣接ビームのインデックス及び上記隣接ビームの個数 (M) を基地局に報告することができる。

【0093】

ステップ 828 で、端末は基地局のバーストスケジューリングによってスケジューリングされた場合、ステップ 824 の M 個の隣接ビームが重畳された重畳ビームを通じて基地局から転送されるデータバーストを受信する。以後、端末は予め定まる転送周期のうち、少なくとも 1 つによってステップ 802、804、808 のうち、いずれか 1 つに進行する。

【0094】

図 7 及び図 8 の実施形態では、基地局でビーム重畳モードをスケジューリングし、端末でビーム重畳モードのイネーブル／ディセーブルを決定する動作を図示した。他の実施形態として、基地局が単独にビーム重畳モードを決定するか、または端末が単独にビーム重畳モードを決定することも可能である。

図 9（図 9a 及び図 9b で構成される）は、本発明の一実施形態に従う送／受信ビームフォーミング構造の一例を示すものである。

【0095】

図 9a に示すように、送信機 900 はデジタルビームフォーミング部 910 と、アナログビームフォーミング部 922 とから構成され、これらは IFFT 916、P/S 918、及び DAC 920 で各々構成された $N_{RF, Tx}$ 個の RF 経路により相互接続される。デジタルビームフォーミング部 910 は、MIMO 符号化器 912 と基底帯域 (Base Band: BB) プリコーダー 914 を含み、アナログビームフォーミング部 922 は、周波数変換器 924 と RF 経路別位相変換／電力増幅器 926、928、及び結合器 930 とアンテナアレイ 932 で構成される。他の実施形態として、アナログビームフォーミング部 922 は周波数変換器 924 とアンテナアレイ 932 を除外した構成を有すると定義できる。

【0096】

送信機 900 は、デジタルビームフォーミング部 910 とアナログビームフォーミング部 922 を制御し、ハイブリッドビームフォーミングとビーム重畳のために必要な情報を獲得及び受信機 950 との間で交換し、デジタルビームフォーミング部 910 とアナログビームフォーミング部 922 を制御するために必要な情報、一例としてビームフォー

ミング係数行列などを決定するビームフォーミング制御器 934 をさらに含む。ビームフォーミング制御器 934 は、所定のトリガー条件及び相対通信局、即ち受信機 950 とのシグナリングを通じてビーム重畳モードのイネーブル／ディセーブルを判断し、それによってアナログビームフォーミング部のビームフォーミング係数を調整し、デジタルビームフォーミング部の RF 経路マッピングを制御する。

【0097】

送信機 900 により形成されたビームは、ビーム空間有効チャンネル (Beam Space Effective Channel) H_{eff} を形成する MIMO チャンネル 640 を通じて受信機 950 に到達する。

【0098】

図 9b を参照すると、受信機 950 は送信機 900 と類似するように、アナログビームフォーミング部 952 とデジタルビームフォーミング部 968 とから構成され、これらはアナログデジタル変換器 (Analog to Digital Converter: ADC) 962、直列／並列変換器 (Serial to Parallel Converter: S/P) 964 及び FFT 966 で各々構成された N_{RF} 、 R_x 個の RF 経路により相互接続される。アナログビームフォーミング部 952 は、アンテナアレイ 954 と RF 経路別低雑音増幅 (Low Noise Amplifier: LNA) 956 / 位相変換器 958 及び周波数変換器 960 で構成される。他の実施形態として、アナログビームフォーミング部 952 はアンテナアレイ 954 と周波数変換器 960 を除外した構成を有すると定義できる。デジタルビームフォーミング部 968 は、基底帯域結合器 970 と MIMO 復号化器 972 を含んで構成される。

【0099】

受信機 950 は、デジタルビームフォーミング部 968 とアナログビームフォーミング部 952 を制御し、ハイブリッドビームフォーミングとビーム重畳のために必要な情報を生成及び送信機 934 との間で交換し、デジタルビームフォーミング部 968 とアナログビームフォーミング部 952 を制御するために必要な情報、一例としてビームフォーミング係数行列などを決定するビームフォーミング制御器 974 をさらに含む。ビームフォーミング制御器 974 は、所定のトリガー条件及び相対通信局、即ち送信機 900 とのシグナリングを通じてビーム重畳モードのイネーブル／ディセーブルを判断し、それによってアナログビームフォーミング部のビームフォーミング係数を調整し、デジタルビームフォーミング部の RF 経路マッピングを制御する。

ダウンリンクで送信機 900 は基地局となり、受信機 950 は端末となる。アップリンクで送信機 900 は端末となり、受信機 950 は基地局となる。

【0100】

送信機 900 は、アナログビームフォーミングを通じて指向性を有する互いに異なる方向への特定ビーム幅を有する多数の単位ビームを形成し、特定トリガー条件及び／又は受信機 950 からの要請によって上記多数の単位ビームのうち、隣接した複数のビームを重畳して重畳ビームを生成する。受信機 950 は、送信機 900 から単位ビームを通じて送出される基準信号を受信して測定し、特定トリガー条件及び／又は測定結果によってビーム重畳モードのイネーブル／ディセーブルを決定する。また、受信機 950 はビーム重畳モードの動作に必要なとする情報 (ビーム重畳モードのイネーブル／ディセーブル、チャンネル品質情報など) を送信機 900 に報告することができる。

【0101】

図 10 及び図 11 は、本発明の一実施形態に従って互いに隣接した 2 つのビームと互いに隣接した 3 個のビームが重畳した重畳ビームのビームパターンを示すものである。図 5 と類似するように、重畳ビームに対する各ビームパターンは、アナログ端で全体アンテナに対する利得が同一であるように、重畳するビームの個数によってビームフォーミング係数に対して正規化 (normalization) される。図示したように、重畳ビームは図 4 の単位ビームに比べてより広いビーム幅で安定性ある通信を可能にする。

【0102】

ダウンリンクで基地局が送信ビームを重畳して信号を送信することと類似するように、

10

20

30

40

50

端末はダウンリンク信号に対する受信ハイブリッドビームフォーミングを通じて受信ビームを重畳することができる。この場合、端末は端末の受信ビーム重畳を考慮して基地局の送信ビーム重畳に対してトリガーするか否かを判断する。端末で受信ビーム重畳が可能な場合、端末の移動性やチャンネル変化(channel variation/fluctuation)が大きい場合にも端末は基地局の1つの送信ビームに対して端末の受信ビームを重畳することによって、受信信号の安定性を獲得することができるので、基地局の送信ビーム重畳を必要としないことがある。

【0103】

また、基地局が送信ビーム重畳モードを運用する場合、端末は基地局の1つ以上隣接送信ビームに対する重畳送信だけでなく、端末の1つ以上受信ビームに対する重畳受信までを考慮して、基地局で重畳を遂行するビームのインデックスやビームの個数を決定することができる。この際、端末の受信ビーム重畳は、基地局の送信ビーム重畳と類似するように、隣接した受信ビームを重畳することにより具現されるか、または端末で互いに異なる方向の1つ以上の受信ビームを自体的にダイバーシティ(diversity)受信することにより具現できる。

【0104】

図12(図12a及び図12bで構成される)は、本発明の他の実施形態に従ってビーム重畳モードを運営する端末の動作を示すフローチャートである。以下では、ダウンリンクビーム重畳に対する動作を説明したので、送信ビームは基地局送信ビームを意味し、受信ビームは端末受信ビームを意味する。

【0105】

図12を参照すると、ステップ1202で、端末は基地局から放送またはユニキャスト転送されるビーム重畳モード情報を受信する。ビーム重畳モード情報は、単位ビームモードとビーム重畳モードとの間のトリガー条件を示すパラメータセットであって、一例に、ビーム重畳割りしきい値、ビーム重畳解除しきい値、ビーム重畳割りタイマー、ビーム重畳解除タイマー、ビーム重畳最大個数のうち、少なくとも1つを含む。他の実施形態として、ビーム重畳モード情報は、基地局送信ビーム重畳モードのトリガー条件を示すパラメータセットと端末受信ビーム重畳モードのトリガー条件を示すパラメータセットを全て含むことができる。ステップ1204で、端末は基地局が単位ビーム別に順次に、または同時に送信する基準信号を受信する。

【0106】

ステップ1206で、端末は送信ビーム、隣接送信ビーム、及び隣接受信ビームに対するチャンネル品質を測定または推定する。具体的に、端末は各送信ビームと各受信ビームに対するチャンネル品質を測定し、また上位少なくとも1つの送信ビームとそれに隣接した所定の個数の送信ビームと、上位少なくとも1つの送信ビームとそれに隣接した所定の個数の受信ビームとの組合に対するチャンネル品質を推定する。

【0107】

ステップ1208で、端末は基地局から受信されたスケジューリング情報を通じて、基地局が端末のために基地局送信ビーム重畳モードを遂行すると決定したかを判断する。基地局送信ビーム重畳モードと決定された場合、ステップ1210に進行し、そうでない場合、ステップ1216に進行する。

【0108】

ステップ1210で、端末はステップ1202で受信したビーム重畳モード情報のトリガー条件に基づいて基地局送信ビーム重畳モードのオフ条件を満たしたか否かを決定する。具体的な例として、端末はビーム重畳解除タイマーの間の最適の1つの単位ビームまたは特定チャンネル品質以上を満たす単位ビームのうち、少なくとも1つの単位ビームのRSSI/CINR測定値の標準偏差がビーム重畳解除しきい値以内の場合、ビーム重畳モードを解除、即ちディセーブルし、単位ビームモードで動作すると決定する。ビーム重畳モードのオフ条件を満たす場合、ビーム重畳モードをディセーブルし、単位ビームモードで動作するためにステップ1212に進行し、そうでない場合、ステップ1222に進行

する。

【0109】

ステップ1212で、端末は基地局送信ビーム重畳モードのオフを要請するメッセージを基地局に転送する。ステップ1214で、端末は基地局の全ての送信ビームのうち、上位のチャンネル品質を有するN個の送信ビームに対するビームインデックス、即ちN個の最適送信ビームインデックスを基地局に報告する。端末は、N個の最適送信ビームインデックスと共に、最適送信ビームに対するチャンネル品質を示すチャンネル品質情報（CQI）、即ちCINR及び／又はRSSIを追加的に基地局に転送することができる。ここで、報告を遂行するビームの個数Nは予め定まるか、または基地局から放送される制御情報により指示できる。

10

【0110】

ステップ1232で、端末は基地局のバーストスケジューリングによりスケジューリングされた場合、ステップ1214のN個の送信ビームのうち、選択された1つの送信ビームを通じて基地局から転送されるデータバーストを受信する。

【0111】

ステップ1216で、端末はステップ1202で受信したビーム重畳モード情報のトリガー条件に基づいて基地局送信ビーム重畳モードのオン条件を満たしたかを決定する。具体的な例として、端末はビーム重畳割当タイマーの間のRSSI／CINR測定値の標準偏差がビーム重畳割当しきい値を超過する場合、ビーム重畳モードをイネーブルすると決定する。ビーム重畳モードのオン条件を満たす場合、ステップ1218に進行する。

20

【0112】

ステップ1218で、端末は送信ビーム重畳無しで受信ビームに対する重畳のみで受信信号の安定性を獲得できると判断されれば、言い換えると、送信ビーム重畳無しで受信ビームに対する重畳のみで送信ビーム重畳モードのオフ条件を満たせば、送信ビーム重畳無しで受信ビーム重畳モードを遂行すると決定する。一例として、端末は端末の移動性（一例として、ドップラー速度など）やチャンネル変化が所定のしきい値以内の場合、基地局の送信ビーム重畳を必要としないと判断することができる。基地局の送信ビーム重畳及び端末の受信ビーム重畳を全て遂行しないと判断した場合、ステップ1230で端末は受信ビーム重畳を通じて基地局からのダウンリンク信号を受信するように端末の受信ビームフォーミング部を設定（即ち、制御）し、ステップ1214に進行する。

30

【0113】

ステップ1218で、送信ビーム重畳無しで受信ビーム重畳のみで送信ビーム重畳モードのオフ条件を満たさない場合、端末は基地局の送信ビーム重畳と端末の受信ビーム重畳を全て遂行すると判断してステップ1220に進行する。ステップ1220で、端末はビーム重畳モードのオンを要請するメッセージを基地局に転送する。ステップ1222で、端末は所定のしきい値を満たす隣接ビームの個数（M）を推定する。具体的に、端末はチャンネル品質測定値が所定のしきい値を超過する隣接ビームの個数を決定することができる。ステップ1224で、端末はM個の隣接送信ビーム及びN個の隣接受信ビームに対するCQIを測定及び推定する。具体的に、端末は基地局の全ての送信ビームのうち、最上位のチャンネル品質を有する1つの送信ビームとその隣接送信ビームを含むM個の隣接送信ビームの各々に対するチャンネル品質を測定し、全体隣接送信ビームのチャンネル品質測定値を組み合わせるとM個の隣接送信ビームの全体に対するチャンネル品質を推定する。同様に、端末は端末の全ての受信ビームのうち、最上位のチャンネル品質を有する1つの受信ビームとその隣接受信ビームを含むN個の隣接受信ビームの各々に対するチャンネル品質を測定し、全体隣接受信ビームのチャンネル品質測定値を組み合わせるとN個の隣接受信ビームの全体に対するチャンネル品質を推定する。

40

【0114】

ステップ1226で、端末は所定の安定性条件（reliability criteria）を満たす、送信ビーム重畳のための送信ビーム及び受信ビーム重畳のための受信ビームの対（pair(s））を探索及び選択する。具体的な例として、端末は隣接送信ビーム及び隣接受信ビームの

50

対のうち、最上のチャンネル品質を有する1つまたはそれ以上の対を選択する。ステップ1228で、端末は要求しようとする隣接送信ビームの個数(M)とM個の隣接ビームに対するチャンネル品質を示す統合CQIを基地局に報告する。

【0115】

ステップ1232で、端末は基地局のバーストスケジューリングに従ってスケジューリングされた場合、ステップ1224のM個の隣接送信ビームが重畳された重畳送信ビームを通じて基地局から転送されるデータバーストをN個の隣接受信ビームが重畳された重畳受信ビームを通じて受信する。

【0116】

以上、ダウンリンクに対して基地局送信ビームと端末の受信ビームの重畳について詳細に説明したが、以上の動作や手続きはアップリンクに対して基地局受信ビームと端末の送信ビームを重畳する場合にも類似するように適用可能であることは勿論である。

10

【0117】

一方、本発明の詳細な説明では具体的な実施形態に関して説明したが、本発明の範囲から外れない限度内で種々の変形が可能である。したがって、本発明の範囲は説明された実施形態に限定されて定まってはならず、後述する特許請求範囲だけでなく、この特許請求範囲と均等なものにより定めなければならない。

【符号の説明】

【0118】

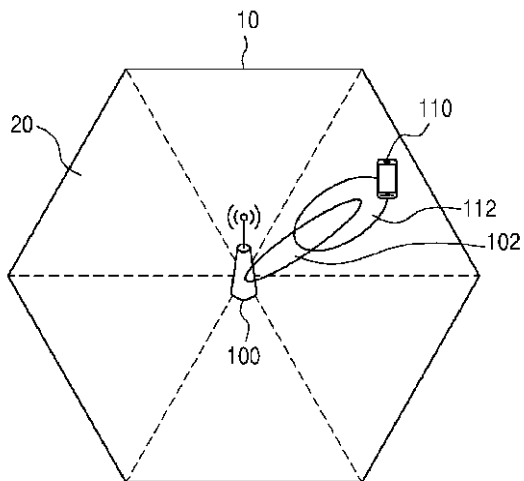
10	セル	20
20	セクタ	
100	基地局	
110	端末	
202	符号化器	
204	変調器	
206	MIMO符号化器	
208	プリコーダー	
210	IFFT	
212	直列変換器	
214	循環プリフィクス	30
216	デジタルアナログ変換器	
218	周波数変換器	
220	アナログビームフォーミング部	
222	アンテナアレイ	
300	基地局	
302	基地局送信ビーム	
305	スweeping	
310	端末	
312	端末受信ビーム	
900	送信機	40
910	デジタルビームフォーミング部	
912	MIMO符号化器	
914	基底帯域	
916	IFFT	
918	P/S	
920	DAC	
922	アナログビームフォーミング部	
924	周波数変換器	
926	電力増幅器	
928	電力増幅器	50

- 9 3 0 結合器
- 9 3 2 アンテナアレイ
- 9 3 4 ビームフォーミング制御器
- 9 5 0 受信機
- 9 5 2 アナログビームフォーミング部
- 9 5 4 アンテナアレイ
- 9 5 6 経路別低雑音増幅
- 9 5 8 位相変換器
- 9 6 0 周波数変換器
- 9 6 2 アナログディジタル変換器
- 9 6 4 並列変換器
- 9 6 6 F F T
- 9 6 8 デジタルビームフォーミング部
- 9 7 0 基底帯域結合器
- 9 7 2 M I M O 復号化器
- 9 7 4 ビームフォーミング制御器

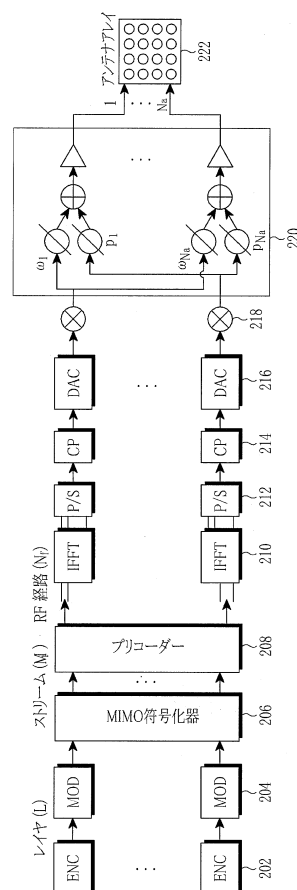
10

【図 1】

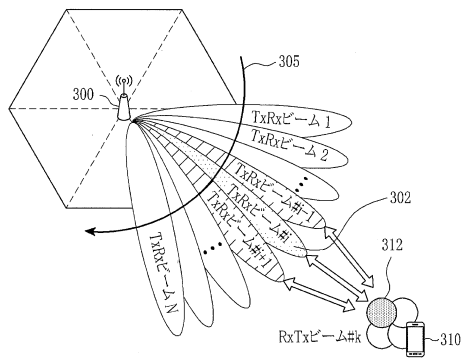
[Fig. 1]



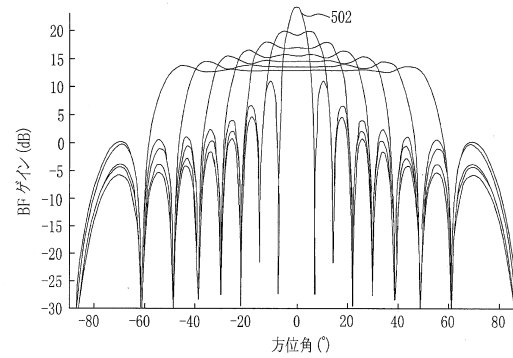
【図 2】



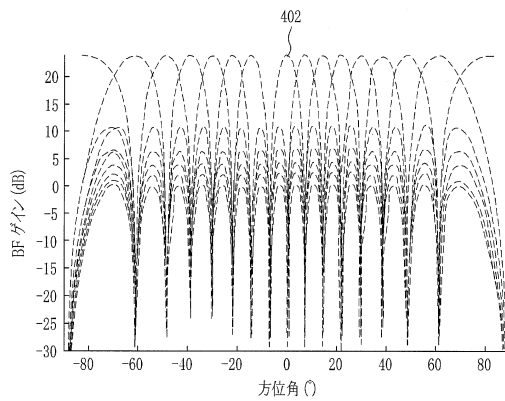
【図 3】



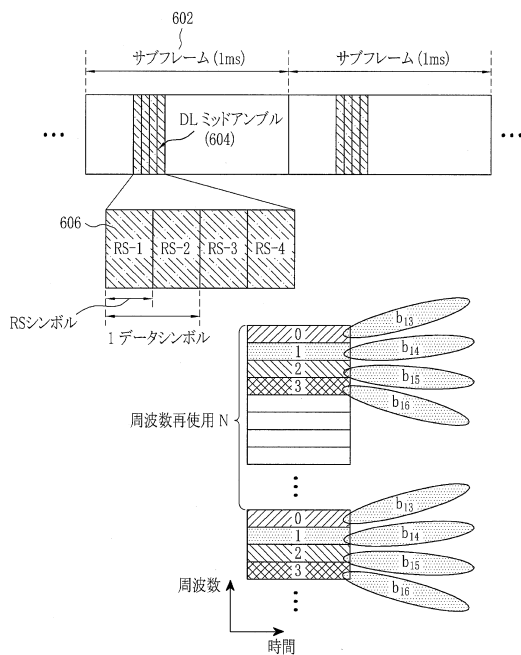
【図 5】



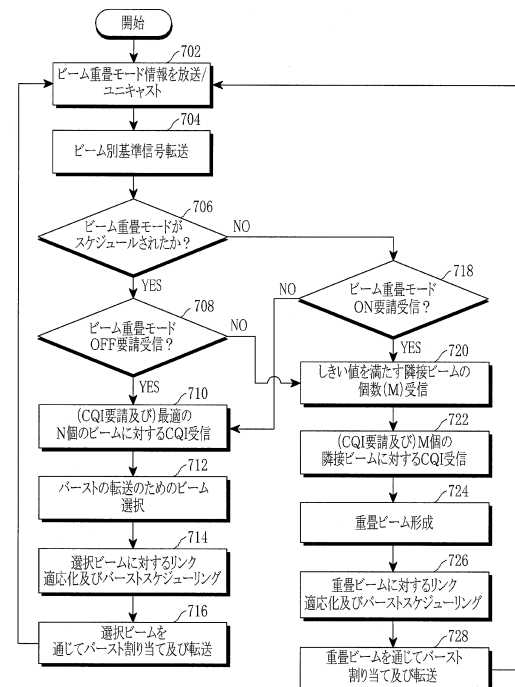
【図 4】



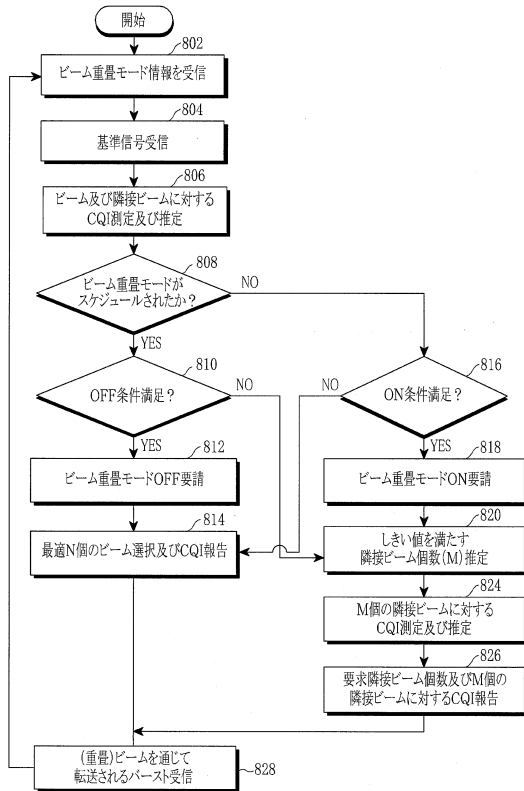
【図 6】



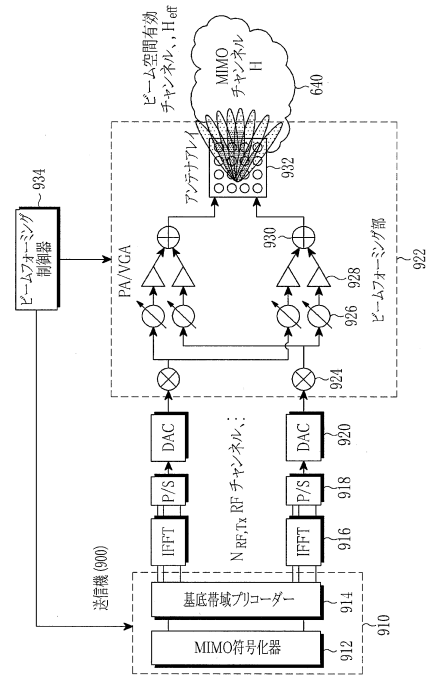
【図 7】



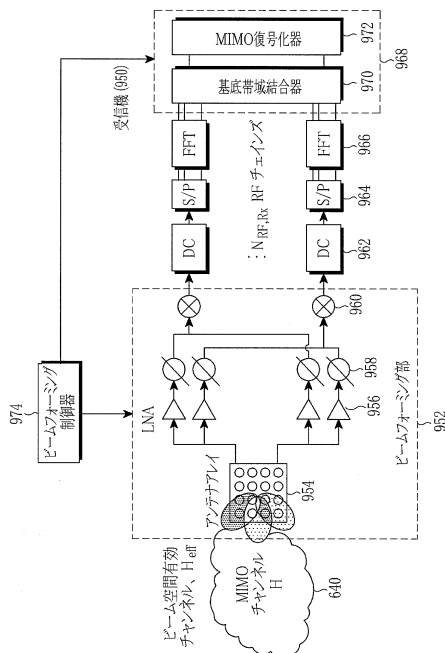
【図 8】



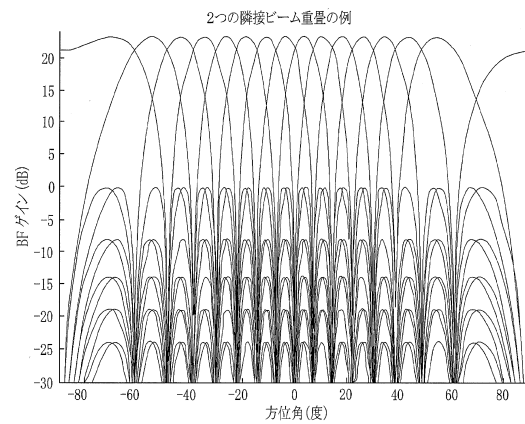
【図 9 A】



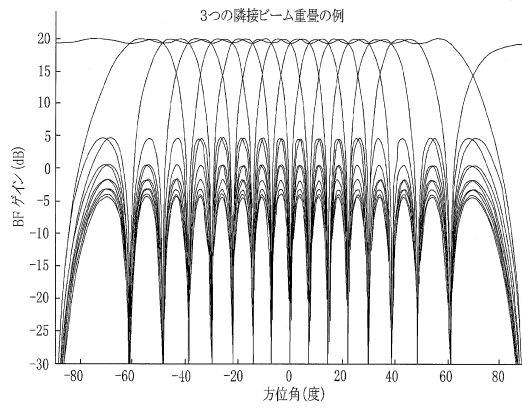
【図 9 B】



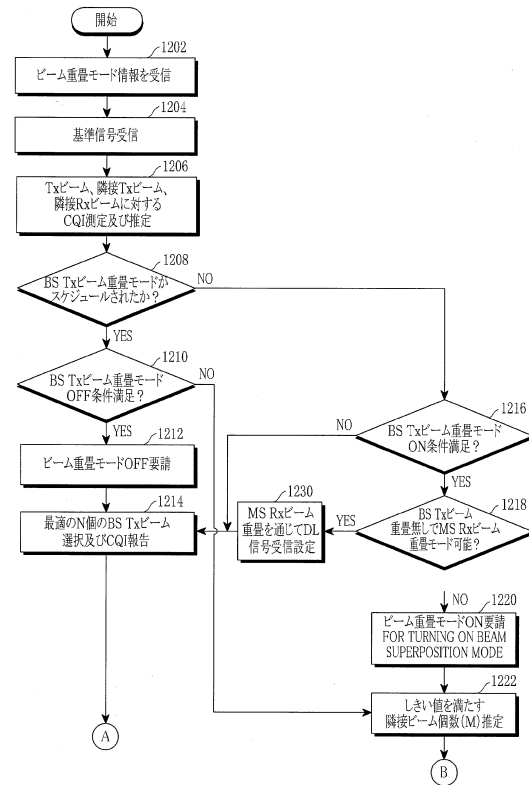
【図 10】



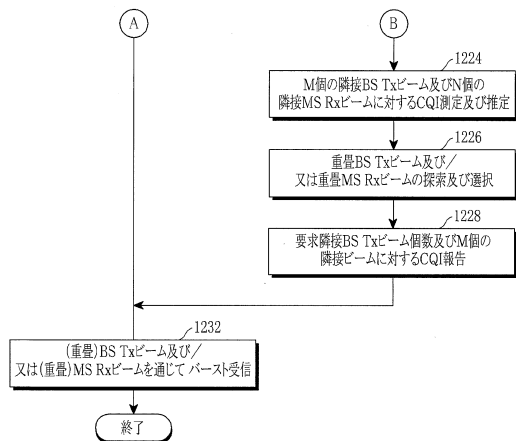
【図 1 1】



【図 1 2 A】



【図 1 2 B】



フロントページの続き

(72)発明者 ジーユン・ソル

大韓民国・キョンギード・463-751・ソンナム-シ・ブンダン-グ・ブルジョン-ロ・179・ジョンドゥンマウル・ドンガ・2-ダンジ・アパート・#208-801

(72)発明者 テーヨン・キム

大韓民国・キョンギード・463-739・ソンナム-シ・ブンダン-グ・ミグム-ロ・177・カチマウル・シンウォン・アパート・#308-103

審査官 吉江 一明

(56)参考文献 特表2008-547283 (JP, A)

特表2009-506729 (JP, A)

特表2001-511969 (JP, A)

米国特許出願公開第2009/0253387 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/06

H04W 16/28

IEEE Explore