

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6438203号
(P6438203)

(45) 発行日 平成30年12月12日 (2018.12.12)

(24) 登録日 平成30年11月22日 (2018.11.22)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4W 16/28	(2009.01)	HO4W 16/28	
HO4W 24/10	(2009.01)	HO4W 24/10	
HO4W 72/04	(2009.01)	HO4W 72/04	1 3 6
HO4B 7/04	(2017.01)	HO4B 7/04	

請求項の数 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-59182 (P2014-59182)	(73) 特許権者	392026693 株式会社NTTドコモ
(22) 出願日	平成26年3月20日 (2014.3.20)		東京都千代田区永田町二丁目11番1号
(65) 公開番号	特開2015-185954 (P2015-185954A)	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(43) 公開日	平成27年10月22日 (2015.10.22)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
審査請求日	平成29年3月7日 (2017.3.7)	(74) 代理人	100124844 弁理士 石原 隆治
		(72) 発明者	柿島 佑一 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社NTTドコモ内
		(72) 発明者	永田 聡 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社NTTドコモ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基地局及びユーザ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定のビーム配置に従って複数の指向性ビームを形成するビーム形成部と、
前記形成された複数の指向性ビームによりリファレンス信号を送信する送受信部と、
前記リファレンス信号を受信したユーザ装置からフィードバック情報を取得するフィードバック情報取得部と、
を有し、

前記ユーザ装置が基地局に対して水平方向に移動している場合、前記フィードバック情報取得部は、水平方向の指向性ビームの受信品質の測定結果を相対的に高い頻度で前記ユーザ装置にフィードバックさせ、前記ユーザ装置が基地局に対して垂直方向に移動している場合、前記フィードバック情報取得部は、垂直方向の指向性ビームの受信品質の測定結果を相対的に高い頻度で前記ユーザ装置にフィードバックさせる基地局。

【請求項2】

前記所定のビーム配置は、各指向性ビームが6つの隣接する指向性ビームを有するよう配置された最密充填配置である、請求項1記載の基地局。

【請求項3】

前記所定のビーム配置は、前記複数の指向性ビームが水平方向及び垂直方向の2つの方向又は直交する2つの方向に格子状に配置された格子状配置である、請求項1記載の基地局。

【請求項4】

前記送受信部は、第1段階において前記水平方向及び前記垂直方向の2つの方向の一方の方向又は前記直交する2つの方向の一方の方向に沿って配置された指向性ビームにより前記リファレンス信号を送信し、第2段階において他方の方向に沿って配置された指向性ビームにより前記リファレンス信号を送信する、請求項3記載の基地局。

【請求項5】

前記フィードバック情報取得部は、前記第1段階後に前記一方の方向に沿って配置される指向性ビームにより送信された前記リファレンス信号の受信品質に関するフィードバック情報を受信し、前記第2段階後に前記他方の方向に沿って配置された指向性ビームにより送信された前記リファレンス信号の受信品質に関するフィードバック情報を受信する、請求項4記載の基地局。

10

【請求項6】

前記複数の指向性ビームは、前記所定のビーム配置における複数の指向性ビームの隣接性を示すよう割り当てられたビームインデックスにより特定される、請求項1乃至5何れか一項記載の基地局。

【請求項7】

前記ビーム形成部は、各指向性ビームによりカバーされるカバレッジエリア内のユーザ装置の個数が均等になるよう前記複数の指向性ビームを形成する、請求項1乃至6何れか一項記載の基地局。

【請求項8】

前記ビーム形成部は、各指向性ビームによりカバーされるカバレッジエリアが等しい面積になるよう前記複数の指向性ビームを形成する、請求項1乃至6何れか一項記載の基地局。

20

【請求項9】

所定のビーム配置に従って配置された複数の指向性ビームにより基地局から送信されたリファレンス信号を受信する送受信部と、

前記受信したリファレンス信号の受信品質を測定する測定部と、

前記測定したリファレンス信号の受信品質に関するフィードバック情報を生成するフィードバック情報生成部と、

を有し、

ユーザ装置が前記基地局に対して水平方向に移動している場合、前記フィードバック情報生成部は、水平方向の指向性ビームの受信品質の測定結果を相対的に高い頻度で前記基地局にフィードバックし、ユーザ装置が前記基地局に対して垂直方向に移動している場合、前記フィードバック情報生成部は、垂直方向の指向性ビームの受信品質の測定結果を相対的に高い頻度で前記基地局にフィードバックするユーザ装置。

30

【請求項10】

前記複数の指向性ビームは、前記所定のビーム配置における複数の指向性ビームの隣接性を示すよう割り当てられたビームインデックスにより特定され、

前記フィードバック情報生成部は、隣接する指向性ビームにより送信されたリファレンス信号について測定された受信品質に対して統計処理を実行し、前記統計処理の結果に基づき前記フィードバック情報を生成する、請求項9記載のユーザ装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

3GPP(Third Generation Partnership Project)のRelease 8~11では、水平方向に配置された複数のアンテナポートが搭載された基地局において、水平方向のビームを形成するための技術が採用されている。また、Release 12では、システム特性をさらに向上させるため、このような水

50

平方向の配置をより一般化した任意に配置された複数のアンテナポートを利用したビーム形成技術(3D MIMO(Multiple-Input Multiple-Output))が検討されている。例えば、水平方向及び垂直方向に2次元配置された複数のアンテナポートが搭載された基地局において、水平方向に加えて垂直方向にビームを形成するための技術が検討されている。

【0003】

このような任意に配置されたアンテナポートによる3D MIMOでは、基地局は、所定のビーム配置により配置された複数のアンテナポートを用いて水平方向及び垂直方向に指向性ビームを形成する。図1に示されるように、基地局は、各アンテナポートから指向性ビーム、すなわち、プリコードされた信号を送信する。図示された例では、基地局は、プリコードされた信号として、ユーザ装置による受信品質測定用のPrecoded CSI-RS(Channel State Information-Reference Signal)を送信している。ユーザ装置は、各アンテナポートから送信されたPrecoded CSI-RSの受信品質を測定し、測定した受信品質に基づき受信品質の良好な指向性ビーム(例えば、最大受信電力を有する指向性ビーム)を選択し、選択した指向性ビームのビームインデックスを基地局にフィードバックする。

10

【0004】

3D MIMOの実現形態として、垂直ビームフォーミングとFD(Full Dimension)-MIMOとが知られている。3GPP標準化上、送信アンテナポート数が8以下であるケースは垂直ビームフォーミングとして参照され、送信アンテナポート数が8より大きいケース(16, 32, 64など)はFD-MIMOとして参照される。将来的には、アンテナ数が数百~数万以上になることも想定される(Massive MIMOやHigher-order MIMO)。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】3GPP TS 36.211 V12.0.0(2013-12)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の1つの課題は、3D MIMOにおいて効率的なビーム形成を実現するための技術を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明の一態様は、所定のビーム配置に従って複数の指向性ビームを形成するビーム形成部と、前記形成された複数の指向性ビームによりリファレンス信号を送信する送受信部と、前記リファレンス信号を受信したユーザ装置からフィードバック情報を取得するフィードバック情報取得部とを有する基地局に関する。

【0008】

本発明の他の態様は、所定のビーム配置に従って配置された複数の指向性ビームにより基地局から送信されたリファレンス信号を受信する送受信部と、前記受信したリファレンス信号の受信品質を測定する測定部と、前記測定したリファレンス信号の受信品質に関するフィードバック情報を生成するフィードバック情報生成部とを有するユーザ装置に関する。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によると、3D MIMOにおいて効率的なビーム形成を実現するための技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

50

【図 1】図 1 は、3 D M I M O によるビーム形成を示す概略図である。

【図 2】図 2 は、本発明の一実施例による無線通信システムを示す概略図である。

【図 3】図 3 は、本発明の一実施例による基地局のアンテナ素子の配置例を示す概略図である。

【図 4】図 4 は、本発明の一実施例による基地局の構成を示すブロック図である。

【図 5】図 5 は、本発明の一実施例による最密充填配置によるビーム形成を示す概略図である。

【図 6】図 6 は、本発明の一実施例による格子状配置によるビーム形成を示す概略図である。

【図 7】図 7 は、本発明の一実施例による格子状配置によるビーム形成の変形例を示す概略図である。

【図 8】図 8 は、本発明の一実施例による格子状配置によるビーム形成の変形例を示す概略図である。

【図 9】図 9 は、本発明の一実施例によるユーザ装置の構成を示すブロック図である。

【図 10】図 10 は、本発明の一実施例によるビーム測定結果を示す概略図である。

【図 11】図 11 は、本発明の一実施例による基地局によるビーム送信処理を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

【0012】

3 D M I M O において効率的なビーム形成を実現する基地局が開示される。後述される実施例では、基地局は、所定のビーム配置に従って複数の指向性ビームを形成し、形成した複数の指向性ビームによりリファレンス信号を送信する。所定のビーム配置として、各指向性ビームが 6 つの隣接する指向性ビームを有するよう配置する事で最密充填に配置する方法、複数の指向性ビームを水平方向及び垂直方向に格子状に配置する事で空間を水平・垂直方向、または直交する座標軸上で効率的に分割する格子状配置などが利用される。また、基地局は、リファレンス信号としてプリコードされた C S I - R S を利用することも可能である。

【0013】

リファレンス信号の送信後、基地局は、リファレンス信号を受信したユーザ装置からフィードバック情報を取得する。例えば、フィードバック情報は、リファレンス信号の受信品質の測定結果に基づきユーザ装置により選択された指向性ビームのビームインデックスであってもよい。取得したフィードバック情報に基づき、基地局は、当該ユーザ装置に適した指向性ビームによりユーザ装置にデータ信号や制御信号などの各種信号を送信する。このようにして、3 D M I M O において、基地局は、ユーザ装置の位置に対応した指向性ビームを用いて、効率的にユーザ装置に各種信号を送信することが可能になる。

【0014】

図 2 を参照して、本発明の一実施例による無線通信システムを説明する。後述される実施例による無線通信システムは、3 D M I M O 通信をサポートする。図 2 は、本発明の一実施例による無線通信システムを示す概略図である。

【0015】

図 2 に示されるように、無線通信システム 10 は、基地局 (e N B) 100 とユーザ装置 (U E) 200 とを有する。図示された実施例では、無線通信システム 10 は、1 つの基地局 100 と 1 つのユーザ装置 200 しか有していないが、典型的には、多数の基地局 100 と多数のユーザ装置 200 とを有する。すなわち、多数の基地局 100 が無線通信システム 10 のサービスエリアをカバーするように配置され、各ユーザ装置 200 が何れかの基地局 100 に通信接続し、接続先の基地局 100 との間で M I M O 通信を実行する。

【0016】

10

20

30

40

50

基地局100は、3D MIMOを利用してユーザ装置200と通信する。基地局100は、所定のビーム配置により配置された複数のアンテナポートを用いて指向性ビームを形成する。例えば、基地局100は、図3に示されるように、水平方向及び垂直方向に2次元配置された複数のアンテナポートを用いて水平方向及び垂直方向に指向性ビームを形成する。これらのアンテナポート(AP)は、同一偏波素子や直交偏波素子を利用したアンテナ素子により構成されてもよい。例えば、図3の左側の図では、同一偏波素子が図示されるように2次元配置され、64個のアンテナポートが構成される。また、図3の中央の図では、直交偏波素子が図示されるように2次元配置され、128個のアンテナポートが構成される。さらに、図3の右側の図では、直交偏波素子が図示されるように2次元配置され、複数の素子により1つのアンテナポートが構成される。基地局100は、図示されたアンテナ素子配置に限定されるものでなく、複数のアンテナポートを用いて、基地局100のセルをカバーする複数の指向性ビームを形成可能な何れか適切なアンテナ素子配置が利用されてもよい。例えば、アンテナ素子は、水平方向又は垂直方向のみに配置されてもよい。

10

【0017】

ユーザ装置200は、3D MIMOを利用して基地局100と通信する。ユーザ装置200は、典型的には、携帯電話、スマートフォン、タブレット、モバイルルータなどであるが、これに限定されることなく、無線通信機能を備えた何れか適切なユーザ装置であってもよい。典型的なハードウェア構成では、ユーザ装置200は、プロセッサなどのCPU(Central Processing Unit)、RAM(Random Access Memory)などのメモリ装置、ハードディスク装置などの補助記憶装置、無線信号を通信するための通信装置、ユーザとやりとりするためのインタフェース装置などから構成される。後述されるユーザ装置100の各機能は、通信装置及び/又はインタフェース装置を介し補助記憶装置に格納されているデータやプログラムをメモリ装置にロードし、ロードされたプログラムに従ってCPUがデータを処理することによって実現される。

20

【0018】

基地局100は、各アンテナポートからの指向性ビームによりデータ信号や制御信号などの各種信号をユーザ装置200に送信すると共に、ユーザ装置200からアンテナポートを介しデータ信号や制御信号などの各種信号を受信する。3D MIMOでは、データ伝送効率を向上させるため、基地局100は、ユーザ装置200の位置に対応した適切な指向性ビームを用いてユーザ装置200に信号を送信する。ユーザ装置200に適した指向性ビームを決定するため、基地局100は、各アンテナポートから指向性ビームを発信することによって、ユーザ装置200による受信品質測定用のプリコードされたリファレンス信号を送信する。

30

【0019】

一実施例では、基地局100は、受信品質測定用のプリコードされたリファレンス信号としてPrecoded CSI-RS(Channel State Information-Reference Signal)を送信する。一般に、プリコードされた信号は、ビーム利得を増大させる一方、ビーム幅を狭くする。このため、基地局100の全方向をカバーするため、アンテナ素子数に概ね比例したビーム方向が必要となり(例えば、アンテナ素子数の2倍のビーム方向など)、多数のアンテナ素子を利用する場合、多数の指向性ビーム又はプリコードされたリファレンス信号を形成する必要がある。

40

【0020】

ユーザ装置200は、基地局100の各アンテナポートから送信されたPrecoded CSI-RSの受信品質を測定し、測定した受信品質に基づき受信品質の良好な指向性ビームを選択する。なお、指向性ビームにより送信されるリファレンス信号は、CSI-RSに限定されず、例えば、PSS(Primary Synchronization Signal)、SSS(Secondary Synchronization Signal)、Enhanced SS、Discovery信号、DM-RS(Da

50

t a Demodulation - Reference Signal) などであってもよい。

【 0 0 2 1 】

一実施例では、ユーザ装置 200 は、例えば、最大受信電力や最良の S I N R を有する指向性ビームを選択してもよいし、あるいは、M U (M u l t i U s e r) - M I M O においてユーザ間干渉を低減する(すなわち同時多重される U E に適用されるべき)指向性ビーム、又は他ユーザからの干渉が小さい指向性ビームを選択してもよい。ユーザ装置 200 は、選択した指向性ビームのビームインデックスを基地局 100 にフィードバックする。なお、各指向性ビームのビームインデックスは、基地局 100 から通知され、例えば、各指向性ビームが送信されるタイミング及び/又は周波数と関連付けされる。このフィードバック情報を受信すると、基地局 100 は、通知されたビームインデックスに対応するアンテナポートを利用して、当該ユーザ装置 200 との間の通信を実行する。

10

【 0 0 2 2 】

次に、図 4 を参照して、本発明の一実施例による基地局を説明する。図 4 は、本発明の一実施例による基地局の構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 3 】

図 4 に示されるように、基地局 100 は、ビーム形成部 110、送受信部 120 及びフィードバック情報取得部 130 を有する。

【 0 0 2 4 】

ビーム形成部 110 は、所定のビーム配置に従って複数の指向性ビームを形成する。所定のビーム配置は、典型的には、水平方向と垂直方向との 2 つの方向により規定された平面上のビーム配置である。しかしながら、本発明はこれに限定されるものでなく、例えば、直交方向や 3 次元のビーム配置を利用してもよい。

20

【 0 0 2 5 】

一実施例では、所定のビーム配置は、各指向性ビームが 6 つの隣接する指向性ビームを有するよう配置された最密充填配置であってもよい。例えば、ビーム形成部 110 は、図 5 に示されるように、ビームインデックス 0 の指向性ビームを中心として、これに隣接する 6 つの指向性ビーム(ビームインデックス 1 ~ 6)を形成してもよい。最密充填配置によると、基地局 100 のセルのカバレッジエリアを粗密なくカバーすることが可能であると共に、隣接ビーム数(= 6)を相対的に少なくすることができ、隣接ビームに関する情報を送信するためのビット数を低減することが可能である。

30

【 0 0 2 6 】

他の実施例では、所定のビーム配置は、複数の指向性ビームが水平方向及び垂直方向又は直交する 2 つの方向に格子状に配置された格子状配置であってもよい。例えば、ビーム形成部 110 は、図 6 に示されるような格子状配置により複数の指向性ビームを形成してもよい。この場合、図示されるように、複数の指向性ビームは、垂直方向に関して"1"~"5"の符号が付与され、水平方向に関して"A"~"H"の符号が付与され、これら 2 つの符号の組み合わせにより各指向性ビームが特定される。

【 0 0 2 7 】

ここで、各指向性ビームは、所定の 2 次元配置における複数の指向性ビームの隣接性を示すよう割り当てられたビームインデックスにより特定されてもよい。例えば、格子状配置では、図 5 に示されるように、水平方向の位置と垂直方向の位置とから構成されたビームインデックスによって、各指向性ビームが特定される。この場合、ビームインデックス(X, Y)により特定される指向性ビームに隣接するビームは、ビームインデックス(X - 1, Y - 1), (X - 1, Y), (X - 1, Y + 1), (X, Y - 1), (X, Y + 1), (X + 1, Y - 1), (X + 1, Y), (X + 1, Y + 1)により特定される 8 つの指向性ビームであることがわかる。また、最密充填配置のケースでも、図 4 の上から第 1 行の指向性ビームを左から 1 A, 1 B, ..., 1 H、第 2 行の指向性ビームを左から 2 A, 2 B, ..., 2 I などと番号付けすることによって、ある指向性ビームに隣接する 6 つのビームが特定できることは明らかであろう。

40

50

【 0 0 2 8 】

一実施例では、ビーム形成部 1 1 0 は、各指向性ビームによりカバーされるカバレッジエリア内のユーザ装置 2 0 0 の個数が均等になるよう複数の指向性ビームを形成してもよい。すなわち、ビーム形成部 1 1 0 は、図 5 , 6 に示されるような同一のビーム幅を適用する必要はなく、各アンテナポートに対して異なるビーム幅を適用してもよい。ビーム形成部 1 1 0 は、各アンテナポートのビーム幅を調整することによって、ユーザ装置 2 0 0 が多いエリアには相対的に多数のビーム幅の小さい指向性ビーム、すなわち、相対的に多数の小さなカバレッジエリアを含め、ユーザ装置 2 0 0 が少ないエリアには相対的に少数のビーム幅の大きい指向性ビーム、すなわち、相対的に少数の大きなカバレッジエリアを含めるよう複数の指向性ビームを形成してもよい。例えば、ビーム形成部 1 1 0 は、図 7 に示されるように、上方又は吹き上げ方向に大きなカバレッジエリアとなり、下方又は吹き下し方向に小さなカバレッジエリアとなるよう複数の指向性ビームを形成してもよい。一般に、下方又は吹き下し方向は地上方向であり、上方又は吹き上げ方向より相対的に多くのユーザ装置 2 0 0 があると想定されるためである。

10

【 0 0 2 9 】

他の実施例では、ビーム形成部 1 1 0 は、各指向性ビームによりカバーされるカバレッジエリアが等しい面積になるよう複数の指向性ビームを形成してもよい。基地局 1 0 0 の近傍と遠方とに同一のビーム幅を適用した場合、基地局 1 0 0 の遠方ではカバレッジエリアが相対的に広くなり、ビーム選択率に偏りが生じる可能性がある。すなわち、M U - M I M O を想定した場合、ビーム選択に偏りがあると、ユーザグループの決定が困難になる。このため、図 8 に示されるように、ビーム形成部 1 1 0 は、基地局 1 0 0 の遠方を高精度に分割することによって、概ね均等な面積のカバレッジエリアを提供することが可能である。具体的には、ビーム形成部 1 1 0 は、基地局 1 0 0 からの距離に比例して分割数を増加させてもよい。

20

【 0 0 3 0 】

送受信部 1 2 0 は、形成された複数の指向性ビームによりリファレンス信号を送信する。具体的には、送受信部 1 2 0 は、ビーム形成部 1 1 0 により形成された指向性ビームによって、各アンテナポートから P r e c o d e d C S I - R S を送信する。しかしながら、本発明はこれに限定されず、送受信部 1 2 0 は、例えば、P S S、S S S、E n h a n c e d S S、D i s c o v e r y 信号、D M - R S などをプリコードし、各アンテナポートから送信してもよい。

30

【 0 0 3 1 】

一実施例では、送受信部 1 2 0 は、第 1 段階において水平方向及び垂直方向の一方の方向又は直交する 2 つの方向の一方の方向に沿って配置された指向性ビームによりリファレンス信号を送信し、第 2 段階において他方の方向に沿って配置された指向性ビームによりリファレンス信号を送信してもよい。このように、2 段階でリファレンス信号を送信することによって、基地局 1 0 0 は、各段階でユーザ装置 2 0 0 からフィードバック情報を取得することが可能になり、第 1 段階のフィードバック情報に基づき、第 2 段階で送信するリファレンス信号を絞ることが可能になる。

【 0 0 3 2 】

フィードバック情報取得部 1 3 0 は、リファレンス信号を受信したユーザ装置 2 0 0 からフィードバック情報を取得する。フィードバック情報は、例えば、ユーザ装置 2 0 0 におけるリファレンス信号の受信品質の測定結果に基づき選択された指向性ビームのビームインデックスであってもよい。

40

【 0 0 3 3 】

上述したように、送受信部 1 2 0 が第 1 段階において水平方向及び垂直方向の 2 つの方向の一方の方向又は直交する 2 つの方向の一方の方向に沿って配置された指向性ビームによりリファレンス信号を送信し、第 2 段階において他方の方向に沿って配置された指向性ビームによりリファレンス信号を送信する実施例では、フィードバック情報取得部 1 3 0 は、水平方向及び垂直方向の指向性ビームのそれぞれの測定結果又は直交する 2 つの方向

50

の指向性ビームのそれぞれの測定結果をユーザ装置 200 から独立に取得してもよい。すなわち、フィードバック情報取得部 130 は、第 1 段階後に水平方向及び垂直方向の一方の方向又は直交する 2 つの方向の一方の方向に沿って配置される指向性ビームにより送信されたリファレンス信号の受信品質に関するフィードバック情報を受信し、第 2 段階後に他方の方向に沿って配置された指向性ビームにより送信されたリファレンス信号の受信品質に関するフィードバック情報を受信するようにしてもよい。なお、第 2 段階の指向性ビームは第 1 段階のフィードバックを基に決定する事でビーム選択精度を向上しても良い。

【0034】

例えば、送受信部 120 は、第 1 段階で 3A ~ 3H の Precoded CSI-RS を送信し、ユーザ装置 200 は、3B が最大受信電力であると特定し、基地局 100 に B をフィードバックする。当該フィードバック情報を受信すると、送受信部 120 は、第 2 段階で 1B ~ 5B の Precoded CSI-RS を送信し、ユーザ装置 200 は、2B が最大受信電力であると特定し、基地局 100 に 2 をフィードバックする。当該フィードバック情報を受信すると、基地局 100 は、ユーザ装置 200 がビームインデックス 2B を選択したと判断できる。このように、ユーザ装置 200 は、水平方向及び垂直方向の指向性ビームの受信品質を独立に測定し、水平方向及び垂直方向の測定結果を独立に基地局 100 にフィードバックすることが可能である。これにより、基地局 100 は、第 1 段階のフィードバック情報に基づき、第 2 段階で送信するリファレンス信号を調整することが可能になる。

【0035】

あるいは、送受信部 120 は、第 1 段階で 3A ~ 3H の Precoded CSI-RS を送信し、ユーザ装置 200 は、3B が最大受信電力であると特定し、基地局 100 に B をフィードバックする。当該フィードバック情報を受信すると、送受信部 120 は、フィードバック情報を利用することなく、第 2 段階で 1D ~ 5D などの Precoded CSI-RS を送信してもよい。これは、特定のユーザ装置 200 に着目したリファレンス信号を送信するのではなく、全ユーザ装置 200 にリファレンス信号を利用可能にするためである。ユーザ装置 200 は、2D が最大受信電力であると特定し、基地局 100 に 2 をフィードバックする。当該フィードバック情報を受信すると、基地局 100 は、ユーザ装置 200 がビームインデックス 2B を選択したと判断できる。

【0036】

一実施例では、ユーザ装置 200 が水平方向及び垂直方向の指向性ビームの受信品質の測定結果又は 2 つの直交方向の指向性ビームの受信品質の測定結果を独立に基地局 100 にフィードバックする場合、フィードバック情報取得部 130 は、水平方向及び垂直方向の何れか一方の測定結果又は 2 つの直交方向の何れか一方の測定結果を相対的に高い頻度でユーザ装置 200 にフィードバックさせてもよい。例えば、ユーザ装置 200 が基地局 100 に対して水平方向に移動している場合、フィードバック情報取得部 130 は、水平方向の指向性ビームの受信品質の測定結果を相対的に高い頻度でユーザ装置 200 にフィードバックさせてもよい。他方、ユーザ装置 200 が基地局 100 に対して垂直方向に移動している場合、フィードバック情報取得部 130 は、垂直方向の指向性ビームの受信品質の測定結果を相対的に高い頻度でユーザ装置 200 にフィードバックさせてもよい。

【0037】

フィードバック情報取得部 130 により取得されたフィードバック情報に基づき、ビーム形成部 110 は、形成した複数の指向性ビームを調整してもよい。例えば、相対的に多数のユーザ装置 200 により選択された指向性ビーム又はカバレッジエリアに対して、ビーム形成部 110 は、高密度又は高精細に指向性ビーム又は Precoded CSI-RS を送信してもよい。具体的には、ビーム形成部 110 は、当該カバレッジエリアを分割することによって高密度化又は高精細化してもよい。

【0038】

あるいは、フィードバック情報取得部 130 により取得されたフィードバック情報に基づき、送受信部 120 は、形成した複数の指向性ビームの送信を調整してもよい。例えば

10

20

30

40

50

、ユーザ装置 200 の位置を検出するため、送受信部 120 が、第 1 段階でユーザ装置 200 の大まかな位置を検出するためワイドビームを送信し、第 2 段階でユーザ装置 200 の詳細な位置を検出するためナロービームを送信する場合、送受信部 120 は、第 1 段階に関するフィードバック情報に基づき選択されなかったワイドビームのカバレッジエリアについては、第 2 段階ではナロービームを送信しないようにしてもよい。これにより、不要なリファレンス信号の送信を軽減することが可能になる。

【0039】

次に、図 9 を参照して、本発明の一実施例によるユーザ装置を説明する。図 9 は、本発明の一実施例によるユーザ装置の構成を示すブロック図である。

【0040】

図 9 に示されるように、ユーザ装置 200 は、送受信部 210、測定部 220 及びフィードバック情報生成部 230 を有する。

【0041】

送受信部 210 は、所定のビーム配置に従って配置された複数の指向性ビームにより基地局 100 から送信されたりファレンス信号を受信する。上述したように、所定のビーム配置は、図 5 ~ 8 に示されるような最密充填配置、格子状配置、可変的なビーム幅を有する配置などであってもよい。また、複数の指向性ビームは、所定のビーム配置における複数の指向性ビームの隣接性を示すよう割り当てられたビームインデックスにより特定されてもよい。指向性ビームのビームインデックスは、基地局 100 から予め通知される。

【0042】

測定部 220 は、受信したりファレンス信号の受信品質を測定する。受信品質は、例えば、SINR (Signal - to - Interference plus Noise power Ratio)、RSRP (Reference Signal Received Power)、RSRQ (Reference Signal Received Quality) などにより評価されてもよい。

【0043】

フィードバック情報生成部 230 は、測定したりファレンス信号の受信品質に関するフィードバック情報を生成する。フィードバック情報は、例えば、測定部 220 におけるリファレンス信号の受信品質の測定結果に基づき選択された指向性ビームのビームインデックスであってもよい。

【0044】

上述したような複数の指向性ビームが所定のビーム配置における複数の指向性ビームの隣接性を示すよう割り当てられたビームインデックスにより特定される実施例では、UE 側が複数の指向性ビームの位置関係を把握する事で、フィードバック情報生成部 230 は、隣接する指向性ビームにより送信されたりファレンス信号について測定された受信品質に対して統計処理を実行し、統計処理の結果に基づきフィードバック情報を生成してもよい。例えば、フィードバック情報生成部 230 は、各指向性ビームに対して、当該指向性ビームの測定結果とこれに隣接する指向性ビームの受信品質の測定結果との平均値 (移動平均) を算出し、算出した平均値を当該指向性ビームの受信品質として利用してもよい。例えば、図 10 に示される測定結果に関して、最大の受信品質を実現する指向性ビームは 2C である。このため、単独の受信品質に基づき最適な指向性ビームを選択する場合、フィードバック情報生成部 230 は、ビームインデックス 2C をフィードバック情報として基地局 100 に通知するであろう。他方、隣接する指向性ビームの受信品質の平均値に基づき最適な指向性ビームを選択する場合、フィードバック情報生成部 230 は、受信品質の良好な隣接する指向性ビームをより多く有するビームインデックス 3C を最適な指向性ビームとして選択し、これをフィードバック情報として基地局 100 に通知することになる。このような内挿補間により選択された指向性ビームは、無線状態がある程度変動しても安定的に良好な受信品質を確保することができると予想される。

【0045】

上述した実施例では、フィードバック情報はビームインデックスにより特定され、その

10

20

30

40

50

粒度はビーム数に等しくなる。しかしながら、本発明はこれに限定されず、フィードバック情報生成部 230 は、例えば、より高い又はより低い粒度を有するフィードバック情報を生成してもよい。例えば、測定部 220 により測定結果として、2C と 3C との間が最適なビームであると判断された場合、フィードバック情報生成部 230 は、2.5C などのフィードバックインデックスを基地局 100 に通知してもよい。

【0046】

次に、図 11 を参照して、本発明の一実施例による基地局の動作を説明する。図 11 は、本発明の一実施例による基地局によるビーム送信処理を示すフロー図である。

【0047】

図 11 に示されるように、ステップ S101 において、基地局 100 は、所定のビーム配置に従って複数の指向性ビームを形成する。上述したように、所定のビーム配置は、図 5 ~ 8 に示されるような最密充填配置、格子状配置、可変的なビーム幅を有する配置などであってもよい。

10

【0048】

ステップ S102 において、基地局 100 は、形成した複数の指向性ビームによりリファレンス信号を送信する。上述したように、基地局 100 は、複数の指向性ビームによりリファレンス信号として複数のプリコードされた CSI-RS を送信してもよい。

【0049】

ステップ S103 において、基地局 100 は、リファレンス信号を受信したユーザ装置 200 からフィードバック情報を取得する。上述したように、フィードバック情報は、リファレンス信号の受信品質の測定結果に基づきユーザ装置 200 により選択された指向性ビームのビームインデックスであってもよい。

20

【0050】

ステップ S104 において、基地局 100 は、受信したフィードバック情報に基づき、ステップ S101 において形成した指向性ビームを調整する。

【0051】

以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明は上述した特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【符号の説明】

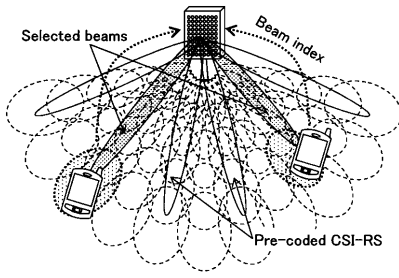
30

【0052】

- 10 無線通信システム
- 100 基地局
- 200 ユーザ装置

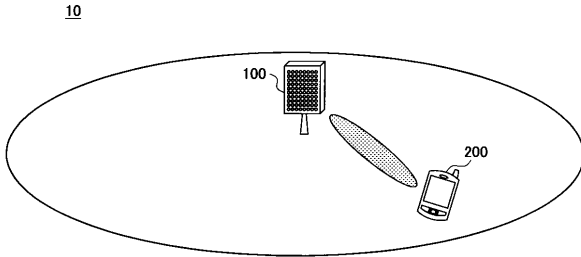
【図1】

3D MIMOによるビーム形成を示す概略図



【図2】

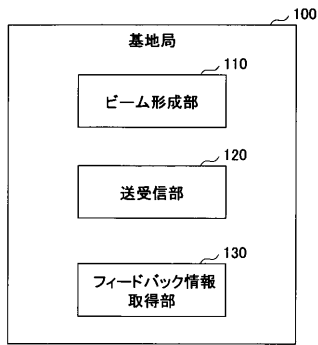
本発明の一実施例による無線通信システムを示す概略図



10

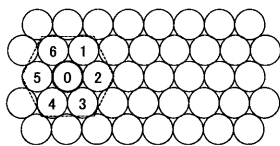
【図4】

本発明の一実施例による基地局の構成を示すブロック図



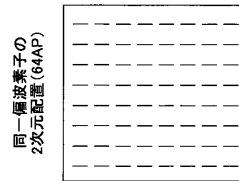
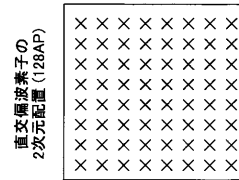
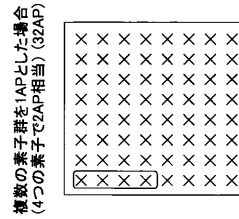
【図5】

本発明の一実施例による最密充填配置によるビーム形成を示す概略図



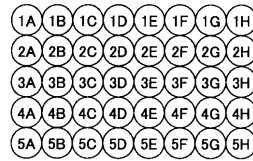
【図3】

本発明の一実施例による基地局のアンテナ素子の配置例を示す概略図



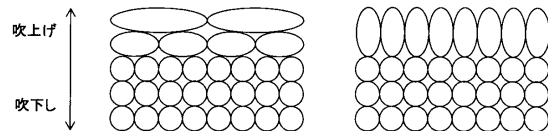
【図6】

本発明の一実施例による格子状配置によるビーム形成を示す概略図



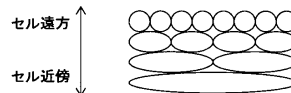
【図7】

本発明の一実施例による格子状配置によるビーム形成の変形例を示す概略図



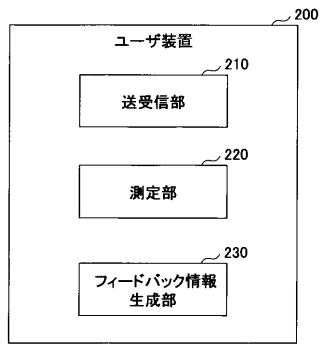
【図8】

本発明の一実施例による格子状配置によるビーム形成の変形例を示す概略図



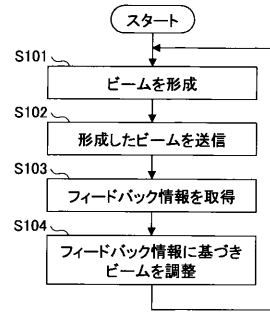
【図 9】

本発明の一実施例によるユーザ装置の構成を示すブロック図



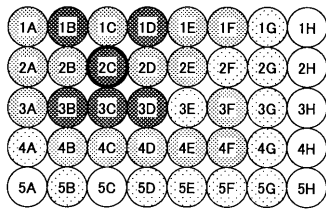
【図 11】

本発明の一実施例による基地局によるビーム送信処理を示すフロー図



【図 10】

本発明の一実施例によるビーム測定結果を示す概略図



フロントページの続き

(72)発明者 岸山 祥久

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社NTTドコモ内

(72)発明者 ナ スウネイ

中華人民共和国 100190 北京市海澱区科学院南路2号融科资讯中心エイ座7層 都科摩(北京)通信技術研究中心内

審査官 望月 章俊

(56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0272151(US, A1)

国際公開第2013/024852(WO, A1)

特開2003-69507(JP, A)

特表2008-518554(JP, A)

特開2013-42340(JP, A)

米国特許出願公開第2013/0315083(US, A1)

特開2006-211366(JP, A)

国際公開第2014/021633(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W4/00 - H04W99/00

H04B7/24 - H04B7/26

H04B7/04