

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6121931号
(P6121931)

(45) 発行日 平成29年4月26日 (2017. 4. 26)

(24) 登録日 平成29年4月7日 (2017. 4. 7)

(51) Int. Cl.

F I

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

H O 4 W 16/28 1 3 0

H O 4 W 24/10 (2009. 01)

H O 4 W 24/10

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-59180 (P2014-59180)
 (22) 出願日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)
 (65) 公開番号 特開2015-185952 (P2015-185952A)
 (43) 公開日 平成27年10月22日 (2015. 10. 22)
 審査請求日 平成28年7月4日 (2016. 7. 4)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 392026693
 株式会社 N T T ドコモ
 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (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 1 1 番 1 号
 株式会社 N T T ドコモ内
 (72) 発明者 永田 聡
 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
 株式会社 N T T ドコモ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動通信システム、基地局、およびユーザ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のアンテナポートを有する基地局と、前記基地局と無線通信を行うユーザ装置とを含む移動通信システムにおいて、

前記基地局は、前記ユーザ装置に対してプリコードされた複数のチャネル測定用参照信号に対応する複数のビームを含むビームストリームを送信し、

前記ユーザ装置は、前記複数のビームを受信して、前記複数のビームの中から 1 以上のビームを選択して前記基地局に通知する、

ことを特徴とする移動通信システム。

【請求項 2】

前記基地局は、前記複数のチャネル測定用参照信号を、下りリンク共有チャネルのユーザ固有の領域に多重することを特徴とする請求項 1 に記載の移動通信システム。

【請求項 3】

前記基地局は、前記複数のチャネル測定用参照信号ごとに、送信信号系列、時間多重位置又は周期、周波数多重位置又は周期、拡散符号化のための符号分割多重 (C D M) 系列、及びフィードバックすべきビームの数の数の一部または全部を設定して、前記ユーザ装置に通知することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の移動通信システム。

【請求項 4】

前記ユーザ装置は、前記ビームストリームを前記下りリンク共有チャネルで受信したときに選択した前記ビームを、肯定応答または否定応答に多重して送信することを特徴とす

る請求項 2 に記載の移動通信システム。

【請求項 5】

前記基地局は、前記ユーザ装置に対して複数の前記ビームストリームを設定して、前記ビームストリームのそれぞれについてビームトラッキングを実施し、

前記ユーザ装置は、前記複数のビームストリームの追従状態を一括して表す情報をフィードバック情報に含めて送信することを特徴とする請求項 1 に記載の移動通信システム。

【請求項 6】

複数のチャネル測定用参照信号をそれぞれ対応するプリコーディングベクトルで乗算するプリコーディング部と、

複数のアンテナポートを有し、前記複数のチャネル測定用参照信号に対応する複数のビームを含むビームストリームを送信するアンテナ部と、

ユーザ装置から前記複数のビームの受信結果を取得する制御部と、
を有することを特徴とする基地局。

【請求項 7】

前記複数のチャネル測定用参照信号を下りリンク共有チャネルのユーザ固有の領域に多重する多重部、

をさらに有することを特徴とする請求項 6 に記載の基地局。

【請求項 8】

前記制御部は、前記複数のチャネル測定用参照信号ごとに、送信信号系列、時間多重位置又は周期、周波数多重位置又は周期、拡散符号化のための符号分割多重 (C D M) 系列、及びフィードバックすべきビームの数の中の一部または全部を設定して前記ユーザ装置に通知することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の基地局。

【請求項 9】

基地局から送信される、プリコードされた複数のチャネル測定用参照信号に対応する複数のビームを含むビームストリームに含まれる該複数のビームを受信する受信部と、

前記複数のチャネル測定用参照信号を測定する測定部と、

前記測定部の測定結果に基づいて前記複数のビームの中から 1 以上のビームを選択して選択結果を前記基地局に通知する制御部と、

を有することを特徴とするユーザ装置。

【請求項 10】

前記受信部は、前記複数のチャネル測定用参照信号を下りリンク共有チャネルのユーザ固有の領域で受信することを特徴とする請求項 9 に記載のユーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動通信技術の分野に関し、特に、3D-MIMO (Three-Dimensional Multiple Input Multiple Output) 方式の移動通信システムにおけるビーム追従技術に関する。

【背景技術】

【0002】

国際標準化団体である 3GPP (Third Generation Partnership Project) の技術仕様リリース 8 ~ 11 では、LTE (Long Term Evolution) 無線アクセス方式の下りリンクにおいて、基地局が横方向に複数配置したアンテナポート (AP) を用いて、水平方向のビームフォーミングを行う技術が採用されている。

リリース 12 では、基地局に複数のアンテナポートを搭載し、水平方向に加えて垂直方向にビームを形成する三次元 MIMO (3D-MIMO) が検討されつつある (たとえば、非特許文献 1 および 2 参照)。垂直方向 (仰角方向) と水平方向 (方位角方向) にビームを形成することによって、システム特性の改善が期待される。

【0003】

3 G P P 標準化上は、送信アンテナポート数が 8 以下の場合の 3 D - M I M O を「垂直ビームフォーミング (Elevation Beamforming)」と称し、送信アンテナポート数が 8 より大きい場合 (1 6 , 3 2 , 6 4 など) を F D - M I M O (Full-dimensional MIMO と称している。標準化以外では、F D - M I M O は大規模 (Massive) M I M O とも呼ばれ、アンテナ配置は必ずしも 2 次元配置や 3 次元配置でなくてもよい。

【 0 0 0 4 】

F D - M I M O は、非常に多くの基地局アンテナ素子を用いて鋭いビーム (あるいは指向性) を形成することによって周波数利用効率を大きく改善する技術である。垂直ビームフォーミングと同様に、複数のアンテナポートを用いることで、水平及び垂直方向にビーム形成が可能である。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【 0 0 0 5 】

【非特許文献 1】3GPP TSG RAN#58, RP-121994, "Study on Downlink Enhancement for Elevation Beamforming for LTE"

【非特許文献 2】3GPP TSG RAN#58, RP-122015, "New SID Proposal: Study on Full Dimension for LTE"

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

F D - M I M O あるいは大規模 M I M O では、プリコーディングを行うことでビーム利得を大きくできるが、その一方でビーム幅が狭くなる。ビーム幅が狭くなるとビーム追従誤差の影響が大きくなり、カバレッジに穴が生じやすくなる。将来の第 5 世代 (5 G) 以降の移動通信技術を考慮すると、アンテナ数が数百 ~ 数万以上になることも想定され、いかにビームをユーザに追従させるかが重要な課題となる。

【 0 0 0 7 】

そこで、効率的なビーム追従を実現することのできるビームトラッキング技術の提供を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記課題を実現するために、複数のアンテナポートを有する基地局と、前記基地局と無線通信を行うユーザ装置とを含む移動通信システムにおいて、

前記基地局は、前記ユーザ装置に対して プリコードされた複数のチャネル測定用参照信号に対応する複数のビームを含むビームストリームを送信し、

前記ユーザ装置は、前記 複数のビームを受信して、前記複数のビームの中から 1 以上のビームを選択して前記基地局に通知する、
ことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

3 D - M I M O 方式の移動通信において、効率的なビーム追従を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】実施形態のビームトラッキングが適用される移動通信システムの概略図である。

【図 2】複数のアンテナポートの配置例を示す図である。

【図 3】第 1 実施形態のビームトラッキングの手法を示す図である。

【図 4】トラッキング用参照信号の P D S C H (Physical Downlink Shared Channel : 物理下りリンク共有チャネル) への多重例を示す図である。

【図 5】第 2 実施形態のビームトラッキングの手法を示す図である。 R S 信号の送信例を示す図である。

【図 6】基地局で実施されるビームトラッキング方法のフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 7】実施形態で用いられる基地局装置の概略構成図である。

【図 8】ユーザ装置で行われるトラッキング用信号処理のフローチャートである。

【図 9】実施形態で用いられるユーザ装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

実施形態では、基地局はユーザ装置に対して、現在形成しているビーム（適宜、「現在のビーム」と省略する）の他に、一つまたは複数のビーム候補を送信する。ユーザ装置は、現在のビームとビーム候補の中から 1 または複数の適切なビーム番号を選択して基地局にフィードバックする。この構成により、基地局は現在のビーム方向の情報をを用いて効率的に、送信ビームをユーザ装置に追従させることができる。例えば、ビーム候補を現在のビームに近接する部分に限定する事でビーム候補送信およびフィードバックのオーバーヘッドを削減する事が可能となる。

10

【0012】

図 1 は、実施形態のビームトラッキングの技術が適用される移動通信システムの概略図である。図 1 (A) は垂直ビームフォーミングの例を示す。基地局 10A は複数のアンテナポートを構成するアンテナ 21 を有し、自局のサービスエリア 11 内に在圏するユーザ装置 30A、30B に対して、指向性を有する複数のビームでデータ信号と参照信号を送信する。ユーザ装置 30A、30B は、それぞれ自局にとって良好なビーム番号（BI: Beam Index）を選択して、基地局 10A にフィードバックする。垂直ビームフォーミングにより、垂直方向あるいはセルの半径方向（基地局 10A から見たときの遠近方向）への移動に対しても追従が容易になる。

20

【0013】

図 1 (B) は、大規模 MIMO の例を示す。図 1 (B) の例では、基地局 10B に接続されたリモート基地局 10C は、2次元配置された ($N \times M$) アンテナ素子を有するアンテナ装置 22 を有し、指向性を有する複数のビームでデータ信号と参照信号を送信する。ユーザ装置 30 は良好なビーム番号を選択し、選択したビーム番号をリモート基地局 10C 経由で基地局 10B にフィードバックする。リモート基地局 10C は、ユーザ装置 30 との無線 (RF: Radio Frequency) 送受信および RF フロントエンド処理を行い、基地局 10B はベースバンド処理を行う。基地局 10B とリモート基地局 10C を合わせて「基地局 10」としてもよい。

30

【0014】

図 2 は、アンテナ装置 22 の配置例を示す。図 2 (A) では、同一偏波のアンテナ素子 23 を 2次元配置し、各素子がそれぞれアンテナポートを構成して 64 個のアンテナポートを提供する。

【0015】

図 2 (B) では、直交偏波のアンテナ素子 24 を 2次元配置し、各アンテナ素子 24 が直交する 2つの偏波方向に対応して 2つのアンテナポートを構成する。この例では、アンテナポート数は 128 となる。

【0016】

図 2 (C) では、複数の素子群でひとつのアンテナポートを構成する。この例では、図 2 (B) と同様に、直交偏波のアンテナ素子 24 を用いているので、枠で囲まれた素子群 25 は、第 1 の偏波に対応するアンテナポートと、直交する第 2 の偏波に対応するアンテナポートの 2つのアンテナポートを構成する。

40

【0017】

各アンテナポートに供給されるデータにプリコーディングベクトルの重み付けを乗算してアンテナポートごとに位相回転量（及び/または振幅）を調整することで、複数のアンテナポートから送信されるビームに指向性を持たせることができる。プリコーディングによりビーム利得を大きくしてより遠くまで電波を飛ばすことができる一方で、ビーム幅が狭くなる。そこで、基地局 10 は、ビーム幅が狭くなってもカバレッジに穴が生じないように、送信ビームをユーザ装置 30 に追従させるビームトラッキングを実行する。

50

【 0 0 1 8 】

図 3 は、ビームトラッキングを行う際に、基地局 1 0 から送信されるビームストリームの概略図である。図 3 (A) と図 3 (B) はアンテナ装置からみたビームの方向を示し、紙面の横方向が水平または方位角方向、縦方向が垂直または仰俯角方向である。

【 0 0 1 9 】

図 3 (A) を参照すると、基地局 1 0 は、ユーザ装置 3 0 に対してデータ送信のために現在形成しているビーム # 0 の他に、ビーム # 1 ~ # 6 でトラッキング用参照信号 (T R S : Tracking Reference Signal) を送信する。ビーム # 1 ~ # 6 は、現在のビーム # 0 がユーザ装置 3 0 に追従できなくなった場合に用いられるビーム候補である。データ送信用のビーム # 0 とビーム候補 # 1 ~ # 6 を合わせて、ビームトラッキング用のビームストリーム 5 1 A が形成される。図 3 (A) は、あるビームの 6 方向に隣接ビームが配置される細密充填配置を用いているが、図 3 (B) のような格子状配置であってもよい。

10

【 0 0 2 0 】

ユーザ装置 3 0 は、ビームストリーム 5 1 A を受信すると、各ビームの受信強度等を測定して、受信状態の良好なビーム番号を基地局 1 0 にフィードバックする。フィードバックされるビーム番号は最適なビーム番号であってもよいし、上位 X 個のビーム番号であってもよい。または、ビーム # 0 ~ # 6 のすべてについて測定結果をフィードバックしてもよいし、受信品質が良好な順あるいは測定結果が悪い順にフィードバックしてもよい。

【 0 0 2 1 】

一例として、ユーザ装置 3 0 が基地局 1 0 のアンテナから見て右方向へ移動している場合を考える。ユーザ装置 3 0 は現在のビーム # 0 で下りリンクデータを受信しているが、移動につれてビーム # 2 の測定レベルが最も高くなり得る。基地局 1 0 は、ユーザ装置 3 0 からビーム # 2 のフィードバックを受信すると、現在のビームをビーム # 0 からビーム # 2 に変更し、ビーム # 2 の周囲にビーム候補を配置してトラッキング用の参照信号 (T R S) を送信する。

20

【 0 0 2 2 】

データ送信用の現在のビーム # 0 の他にビーム # 1 ~ # 6 で T R S を送信することで、7 通り (3 ビット) のビームを用いたビームトラッキングを実現することができる。ここで、必ずしも T R S という新たな参照信号を規定する必要はなく、たとえばプリコードされた (すなわち指向性を有する) チャネル測定用の参照信号 (C S I - R S : Channel State Information Reference Signal) を用いてもよい。あるいは、既存の L T E システムや、L T E を進化させた L T E -Advanced システムで規定、検討されている参照信号や同期信号を利用してもよい。ビームトラッキングに使用し得る既存あるいは検討中の信号の例として、P S S (Primary Synchronization Signal) , S S S (Secondary Synchronization Signal) 、Enhanced SS等の同期信号や、Discovery signal、復調用参照信号 (D M - R S : Demodulation Reference Signal) などが挙げられるが、これらに限定されない。

30

【 0 0 2 3 】

現在のビーム # 0 に関しては、ユーザ装置は D M - R S 等で受信品質を測定することができるので、必ずしも T R S などのビームトラッキング用の参照信号を別途に送信しなくてもよい。

40

【 0 0 2 4 】

この方法によると、現在形成されているビーム # 0 の周囲で限られた数の C S I - R S (あるいは T R S) が送信されるので、R S オーバーヘッドを抑制することができる。他方、ユーザ装置 3 0 は複数の指向性で到来する T R S の中から受信品質の良好なビームを選択して基地局にフィードバックするので、ユーザ装置 3 0 の移動に追従した良好なビームで下りリンクデータを受信することができる。

【 0 0 2 5 】

ユーザ装置 3 0 における信号の測定と選択は、受信電力レベル、S I N R (Signal to Interference-plus-Noise Ratio) 、T R S で測定した R S R P (Reference Signal Rece

50

ived Power)、RSRQ (Reference Signal Received Quality) など、任意のパラメータに基づいてすることができる。特にRSRPを用いることで、信号の測定と選択を簡易にしてもよい。

【0026】

図3(B)では、隣接ビームが格子状に配置される格子状配置を用いる。現在形成されているビーム#0を中心として、水平方向と垂直方向に十字型にビーム候補#1~#4が配置されたビームストリーム51Bが送信される。この構成でも3ビットで各ビームを識別することができ、RSオーバーヘッドを抑制することができる。

【0027】

図3(A)と図3(B)では、現在形成されているビーム#0に隣接してビーム候補の指向性を形成しているが、ビーム候補の方向は、必ずしも現在のビーム#0に物理的に隣接していなくてもよい。たとえば、ユーザ装置がアンテナ装置からみて右方向に比較的早い速度で移動している場合は、現在のビーム#0の右側のビーム候補#2を、ビーム#0の方向からある程度離れた方向に送信してもよいし、現在のビーム#0の右側にそれぞれ異なる方位角で2以上のビーム候補を配置してもよい。

【0028】

同様に、ユーザ装置がアンテナ装置に近づく方向(俯角方向)または下がる方向に移動している場合は、現在のビーム#0の下方のビーム#3を、ビーム#0の方向からある程度下方に離れた方向に送信してもよいし、現在のビーム#0の下方に向けて異なる俯角で2以上のビーム候補を配置してもよい。

【0029】

図4は、トラッキング用参照信号(TRS)の多重例を示す。従来のユーザ装置(レガシーUE)はTRSの存在を把握できないため、TRSを共有チャネルに多重した場合、レガシーUEの特性劣化が生じる。このため、ユーザ固有(User-specific)な領域に参照信号を多重することが有効であると考えられる。なお、TRSに限らず、従来のユーザ装置への特性劣化を抑圧する目的で参照信号をユーザ固有な領域に多重することは有効である。

【0030】

あるいは、レガシーUEの特性劣化を許容しつつ、共有チャネルに多重することも考えられる。この場合、トラッキング用参照信号(TRS)#0~#6を、物理下りリンク共有チャネル(PDSCH)Physical Downlink Shared Channel)のサブフレームの最終シンボルまたは後半のシンボルに多重することで、TRSによる測定タイミングとデータの送信タイミングの時間的な差を小さくできるため、トラッキング精度を向上することができる。

【0031】

図4の例では、スケジューリングされたPDSCHのサブフレームの最後から3つ目のシンボルでTRS#0~#6が送信されている。この例に限定されず、後半の時間スロットの適切なシンボル位置に多重してもよい。

【0032】

TRSを特にユーザ固有な領域に多重し、周波数的な多重密度を一定とする場合、PDSCHの送信帯域幅が狭い場合は周波数方向のTRSリソース数が減少してトラッキング精度が低下する。逆に、PDSCHの送信帯域幅が広い場合はトラッキング精度が高くなる。そこで、PDSCHの送信帯域が狭い場合にTRS送信の密度を高くし、PDSCHの送信帯域が広い場合にTRS送信の密度を低くなるように調整する。これにより、PDSCHの割り当て頻度や送信帯域に依存しない適度な推定精度を維持することができる。

【0033】

TRSの送信に関し、基地局10にて、送信信号系列、時間多重位置(周期)、周波数多重位置(周期)、拡散符号化のための符号分割多重(CDM)系列、送信するTRSの数、フィードバックすべきビーム番号(BI: Beam Index)の数など、ビームトラッキングに必要な情報の一部または全部を設定(configure)してもよい。

【 0 0 3 4 】

異なる T R S で同一の送信信号系列を用い、時間多重位置、周波数多重位置、あるいは C D M 系列だけを変える構成とすることでシグナリングビット数を削減してもよい。

【 0 0 3 5 】

また、これらの設定情報は複数ビームのトラッキングを目的として、複数設定できてもよい。その場合、configuration 番号として複数のビームを識別できてもよいし、端末に対してフィードバックを行う configuration 番号を例えば動的に指定できてもよい。

【 0 0 3 6 】

これらの設定情報は、物理下りリンク制御チャネル (P D C C H : Physical Downlink Control Channel) あるいは e P D C C H (enhanced Physical Downlink Control Channel) でダイナミックに通知されてもよいし、上位レイヤで準静的 (semi-static) に通知されてもよいし、上位レイヤと下位レイヤの組み合わせにより通知されてもよい。

10

【 0 0 3 7 】

図 5 は、複数のビームストリーム 5 2、5 3 が設定される例を示す。基地局 1 0 は、ビームトラッキング用に複数のビームストリームを設定可能である。基地局 1 0 は、ビームストリーム 5 2 と、ビームストリーム 5 3 のそれぞれについて同時にビームトラッキングを実行してもよい。トラッキング用のビームストリームの数は、送信ランク数に従っていてもよい。

【 0 0 3 8 】

十分なビーム追従精度を有している場合、フィードバック情報は現在のビーム番号 (B I) で連続する可能性がある。そこで、複数のビームストリーム 5 2、5 3 に関して一括してフィードバック報告することによってフィードバックビット数を削減する構成をとることができる。

20

【 0 0 3 9 】

たとえば、フィードバック情報に 1 ビットのストリームインデックスを多重し、ビット値が「 1 」のときにビームストリーム 5 3 の変更要求を、ビット値が「 0 」のときにビームストリーム 5 2 の変更要求を表す構成としてもよい。また、3 ビットを用いたビームトラッキングで " 0 0 0 " は、複数ビーム (T R S) のすべてについて変更不要であることを示す構成としてもよい。

【 0 0 4 0 】

30

次に、ユーザ装置 3 0 によるビーム番号 (B I) のフィードバックについて説明する。ユーザ装置 3 0 は、現在の下りリンクデータ送信用のビームとビーム候補とを含むビームストリーム 5 1 を測定し、選択したビーム番号を基地局に通知する。

【 0 0 4 1 】

図 4 のように、特に基地局 1 0 からのトラッキング用参照信号 (T R S) が P D S C H に多重されている場合は、ビーム番号を P D S C H に対応する A C K / N A C K に多重するのが効率的である。フィードバックは物理上り制御チャネル (P U C C H : Physical Uplink Control Channel) で行ってもよいし、物理上り共有チャネル (P U S C H : Physical Uplink Shared Channel) で行ってもよい。

【 0 0 4 2 】

40

基地局 1 0 から複数のビームストリーム 5 2、5 3 が受信される場合、ユーザ装置 3 0 のフィードバック周期は、ビームストリーム 5 2、5 3 ごとに独立に設定してもよい。たとえば、図 5 のビームストリーム 5 2 が基地局からの直接波としてユーザ装置に届き、ビームストリーム 5 3 が反射波としてユーザ装置に届く場合、ビームストリーム 5 2 は、L O S (Line of Sight) 波として到来するため、変動がそれほど大きくないと思われる。この場合、ビームストリーム 5 2 についてのフィードバック周期を、ビームストリーム 5 3 についてのフィードバック周期より大きく設定してオーバーヘッドを抑制する。

【 0 0 4 3 】

また、基地局 1 0 の主導でフィードバックトリガをユーザ装置 3 0 に送信する構成としてもよい。ユーザ装置 3 0 は、基地局 1 0 によるフィードバックトリガに従うことで、上

50

り送信機会が抑制され、フィードバックのオーバーヘッドを低減できる。

【 0 0 4 4 】

ユーザ装置 3 0 の移動速度が非常に速い場合など、ビームトラッキングが大きくなりすぎたときに、受信品質の劣化が激しく基地局 1 0 にフィードバックすべきビーム番号を選択できない場合がある。この場合、ユーザ装置 3 0 は、3 ビットのフィードバック情報を特定の値、たとえば"1 1 1"に設定して、ビームトラッキングの再設定を要求する構成としてもよい。

【 0 0 4 5 】

図 6 は、基地局 1 0 におけるビームトラッキングのフローチャートである。基地局 1 0 は、ビームトラッキングの開始に先立って、ユーザ装置 3 0 の方向、すなわちビームを形成すべき方向をラフに検出してから (S 1 1)、ビーム方向の絞り込みを行ってもよい (S 1 2)。ラフ検出は、P S S (Primary Synchronization Signal) / S S S (Secondary Synchronization Signal)、D i s c o v e r y S i g n a l、位置検出用の参照信号 (P R S : Positioning Reference Signal) や G P S (Global Positioning System) を用いて行ってもよい。S 1 1 及び S 1 2 は本発明にとって必須ではないが、ある程度のビーム絞り込みを行うことで、ビームトラッキングを円滑に行うことができる。また、図 6 ではデータ送信は S 1 3 の後段のみに記載されているが、S 1 1 または S 1 2 のセルエリア / ビーム選択結果に基づいて S 1 1 または S 1 2 の後段でデータ送信を行うことも可能である。ユーザ装置 3 0 のおおよその位置は、一定間隔またはユーザ装置 3 0 から情報に基づいて繰り返し検出される。同様にビームの絞り込みも、一定間隔またはユーザ装置 3 0 からの情報に基づいて繰り返される。ユーザ位置の変化に応じて、ビーム絞り込み後に、S 1 1 に戻って位置検出から繰り返してもよいし、S 1 2 だけを繰り返してもよい。

【 0 0 4 6 】

基地局 1 0 は、ビームトラッキング用のビームストリームを送信する (S 1 3)。このとき、図 4 または図 5 に示すように、1 または複数のビームストリームが送信されてもよい。ビームストリームを構成する複数の T R S 信号は、それぞれプリコーディングされて所望の指向性が与えられる。図 4 の例に基づく、ビーム # 0 でユーザ装置 3 0 に対するデータ信号が送信されるとともに、ビーム # 1 ~ # 6 でビームトラッキング用の参照信号 (T R S など) が送信される。基地局 1 0 は、ユーザ装置 3 0 からビームストリームの受信結果を取得して、最適なビームを選択する (S 1 4)。基地局 1 0 はビームトラッキング用の参照信号の送信 (S 1 3) と、ユーザ装置 3 0 からの情報に基づく最適ビーム選択 (S 1 4) を繰り返すことで、送信ビームをユーザ装置に追従させることができる。参照信号の送信 (S 1 3) の後、あるいは最適ビーム選択 (S 1 4) の後に、S 1 3 に戻って処理を繰り返してもよいし、S 1 1 または S 1 2 に戻って処理をやり直してもよい。たとえば送信ビームがユーザ装置 3 0 に追従できていない場合に S 1 1 あるいは S 1 2 に戻ってユーザ装置 3 0 の現在の方向を特定し直してもよい。

【 0 0 4 7 】

図 7 は、基地局 1 0 の概略構成図である。基地局 1 0 は、複数のアンテナ 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - N を有し、アンテナ数に応じた無線 (R F) 送信回路 1 0 7 - 1 ~ 1 0 7 - N および無線 (R F) 受信回路 1 1 1 - 1 ~ 1 1 1 - N を有する。

【 0 0 4 8 】

送信データは、直並列変換部 1 0 6 で、たとえば、誤り訂正符号化の単位であり再送単位であるコードワードごとに並列データに変換され、チャネル符号化及び変調を受けて、コードワード対レイヤマッピング部 1 0 2 で対応するレイヤにマッピングされる。レイヤマッピングされた送信データは、リソース割り当て制御の下に、サブキャリアマッピング部 1 0 5 でサブキャリアにマッピングされる。このとき、T R S や C S I - R S などの参照信号も、サブキャリアにマッピングされる。ここで、参照信号はすでにプリコーディングされていてよい。図 4 のように、トラッキング用の参照信号が共有チャネルに多重される場合は、送信フレームの後半部分のシンボル位置にマッピングされるのが望ましい。

【 0 0 4 9 】

サブキャリアにマッピングされた送信データと参照信号は、プリコーディング部 103 に入力される。プリコーディング部 103 は、各アンテナ 110 - 1 ~ 110 - N に供給される送信データ及び参照信号（ビームトラッキング用の T R S を含む）にプリコーディングベクトルを乗算する。ここで、プリコーディングを乗算するのは入力信号の一部であってもよい。たとえば、参照信号はサブキャリアマッピングの前段でプリコードされてもよい。

【0050】

プリコーディングにより重み付け（位相回転量および／あるいは振幅変動量の調整）がされた送信信号は、マルチプレクサ 104 からアンテナ 110 ごとの送信信号として出力される。各送信信号は図示しない離散フーリエ変換（D F T）、逆フーリエ変換（I F F T）、サイクリック・プレフィクスの付加を経て、R F 送信回路 107 - 1 ~ 107 - N で無線周波数の信号に変換される。無線信号は、デュプレクサ 108 - 1 ~ 108 - N を介して対応するアンテナ 111 - 1 ~ 111 - N から送信される。

10

【0051】

ユーザ装置 30 からのフィードバック信号は、アンテナ 110 - 1 ~ 110 - N、デュプレクサ 108 - 1 ~ 108 - N を介して、R F 受信回路 111 - 1 ~ 111 - N に入力されてベースバンド信号に変換される。ベースバンド信号から制御信号とデータチャネル信号が分離され、チャネル推定部 118 の推定値に基づいて、フィードバック情報処理制御部 119 でフィードバック情報が復調される。チャネル推定用の参照信号に基づくチャネル推定部 118 の動作や、データ信号の復調（データチャネル信号復調部 117 の動作）や復号、並直列変換部 126 の動作については、発明と直接関連しないので、説明を省略する。

20

【0052】

フィードバック情報処理制御部 119 は、フィードバック情報にビームインデックスが含まれるか、あるいはビームトラッキング外れが生じていないかを判断する。フィードバック情報にユーザ装置 30 からのビームインデックスが含まれている場合は、ビームインデックスをプリコーディングウェイト生成部 122 に通知する。フィードバック情報に複数のビームインデックスが含まれている場合は、最適なビームインデックスとビーム候補用のビームインデックスを選択してプリコーディングウェイト生成部 122 に通知する。プリコーディングウェイト生成部 122 は、ビームインデックスに応じたプリコーディングベクトルを生成する。

30

【0053】

フィードバック情報がビームトラッキング外れを示す場合（たとえば"111"が示される場合など）は、ビームの絞り込み等を行って、プリコーディングウェイト生成部 122 にプリコーディングウェイトの再設定を指示してもよい。

【0054】

復調されたフィードバック情報は送信ランク選択部 121 にも供給される。プリコーディングウェイト生成部 122 は、送信ランク選択部 121 で選択されたランク数に応じた数のビームストリームを形成するように、プリコーディングウェイトセットを生成してもよい。

40

【0055】

図 8 は、ユーザ装置 30 で行われる処理フローである。ユーザ装置 30 は、ユーザ装置 30 宛ての下りリンクデータとともに、ビーム候補を含むトラッキング用ビームストリームを受信する（S31）。受信したデータ信号及びトラッキング用ビーム候補を測定し（S32）、適切なビーム番号をフィードバック情報に含めて基地局に送信する（S33）。また、受信したビームストリームに閾値を超える受信品質のビームが含まれていない場合は、特定の値（たとえば"111"等）のフィードバック情報を返してもよい。また、受信したビームストリームの品質が良好であり、ビーム変更が不要の場合は、別の特定の値（たとえば"000"）を返してもよい。基地局 10 から複数のビームストリームを受信したときは、変更を要するビームストリームを特定するストリーム番号をフィードバック情

50

報に含めてもよい。

【0056】

図9は、ユーザ装置30の概略構成図である。ユーザ装置30は、基地局10から送信されたデータ信号及びビームトラッキング用の参照信号(TRS)を、アンテナ307-1~307-Mで受信し、デュプレクサ306-1~306-Mを介してRF受信回路308-1~308-Mに入力してベースバンド信号に受信する。ベースバンド信号は図示しないサイクリック・プリフィックスの除去や高速フーリエ変換を経て、データ信号、参照信号、制御信号等に分離される。

【0057】

チャンネル推定部312で推定されたチャンネル状態に基づいて復調された参照信号(CSI-RSやTRSを含む)は、チャンネル品質測定部315に入力され、チャンネル品質が測定される。ランク・プリコーディングウェイト選択部314は、測定されたチャンネル品質に基づいて、ランクインデックスとプリコーディングウェイトを選択する。

【0058】

フィードバック信号生成部316は、受信したビームビームストリームから1つまたは複数の良好なビームインデックスを選択してフィードバック信号を生成する。良好なビーム番号がない場合は、たとえば"111"などの値を含むフィードバック信号を生成し、ビームに変更がない場合は、たとえば"000"などの値を含むフィードバック信号を生成する。複数のTRSビームストリームを受信したときは、複数のビームストリームに関する選択情報を一括して示すストリームインデックス用のビットをフィードバック情報に追加してもよい。

【0059】

生成されたフィードバック情報は、マルチプレクサ302にて、プリコードされた上りリンク送信データや参照信号と合成され、アンテナ307ごとの送信データとして出力される。フィードバック情報を含む送信データは、RF送信回路305-1~305-Mで無線周波数の信号に変換される。無線信号はデュプレクサ306-1~306-Mを介して対応するアンテナ307-1~307-Mから送信される。

【0060】

上記の手法と構成により、プリコーディングによる指向性の強いビームを形成する場合に、効率よく送信ビームユーザ装置に追従させることができる。

【0061】

なお、上述した技術は、マルチユーザ(MU)MIMOにも適用可能である。この場合は、同時多重されているユーザ装置に適用してほしいビーム番号、すなわち、他ユーザからの干渉が小さくなるビーム番号を基地局10にフィードバックしてもよい。

(付記)

以上説明した実施の形態に関し、更に以下の付記のようにも記載できる。

(付記1)

複数のアンテナポートを有する基地局と、前記基地局と無線通信を行うユーザ装置とを含む移動通信システムにおいて、

前記基地局は、前記ユーザ装置に対してデータを送信する第1ビームと、前記第1ビームの周辺方向にプリコードされた参照信号を送信する一つまたは複数の第2ビームとを含むビームストリームを送信し、

前記ユーザ装置は、前記ビームストリームを受信して、前記第1ビームおよび前記第2ビームの中から1以上の適切なビーム番号を選択して前記基地局に通知する、ことを特徴とする移動通信システム。

(付記2)

前記基地局は、前記参照信号を、下りリンク共有チャネルのユーザ固有の領域に多重することを特徴とする付記1に記載の移動通信システム。

(付記3)

前記基地局は、前記参照信号の送信信号系列、時間多重位置(周期)、周波数多重位置

10

20

30

40

50

(周期)、拡散符号化のための符号分割多重(CDM)系列、送信する参照信号の数、フィードバックすべきビーム番号の数の一部または全部を設定して、前記ユーザ装置に通知することを特徴とする付記2に記載の移動通信システム。

(付記4)

前記移動局は、前記ビームストリームを前記下りリンク共有チャネルで受信したときに選択した前記ビーム番号を、肯定応答または否定応答に多重して送信することを特徴とする付記2に記載の移動通信システム。

(付記5)

前記基地局は、前記ユーザ装置に対して複数の前記ビームストリームを設定して、前記ビームストリームのそれぞれについてビームトラッキングを実施し、

10

前記ユーザ装置は、前記複数のビームストリームの追従状態を一括して表す情報をフィードバック情報に含めて送信することを特徴とする付記1に記載の移動通信システム。

(付記6)

データ信号と、前記データとともに送信される一つまたは複数の参照信号をそれぞれ対応するプリコーディングベクトルで乗算するプリコーディング部と、

複数のアンテナポートを有し、前記データ信号を送信する第1ビームと、前記参照信号を前記第1ビームの周辺方向に向けて送信する第2ビームとを空間多重して送信するアンテナ部と、

ユーザ装置から前記第1ビームおよび前記第2ビームの受信結果を取得し、前記受信結果に基づいて前記プリコーディング部を制御して前記第1ビームを前記ユーザ装置に追従させる制御部と、

20

を有することを特徴とする基地局。

(付記7)

前記参照信号を下りリンク共有チャネルのユーザ固有の領域に多重する多重部、

をさらに有することを特徴とする付記6に記載の基地局。

(付記8)

前記制御部は、前記参照信号の送信信号系列、時間多重位置(周期)、周波数多重位置(周期)、拡散符号化のための符号分割多重(CDM)系列、送信する参照信号の数、フィードバックすべきビーム番号の数の一部または全部を設定して前記ユーザ装置に通知することを特徴とする付記7に記載の基地局。

30

(付記9)

基地局からのデータ信号を第1ビームで受信するとともに、前記第1ビームの周辺に向けられる複数の第2ビームでプリコードされた一つまたは複数の参照信号を受信する受信部と、

前記データ信号および前記複数の参照信号を測定する測定部と、

前記測定部の測定結果に基づいて前記第1ビームと前記第2ビームの中から1以上のビームを選択して選択結果を前記基地局に通知する制御部と、

を有することを特徴とするユーザ装置。

(付記10)

前記受信部は、前記参照信号を下りリンク共有チャネルのユーザ固有の領域で受信することを特徴とする付記9に記載のユーザ装置。

40

【符号の説明】

【0062】

10、10A、10B、10C 基地局

30、30A、30B ユーザ装置

51A、51B、52、53 ビームトラッキング用のビームストリーム

103 基地局のプリコーディング部

105 サブキャリアマッピング部

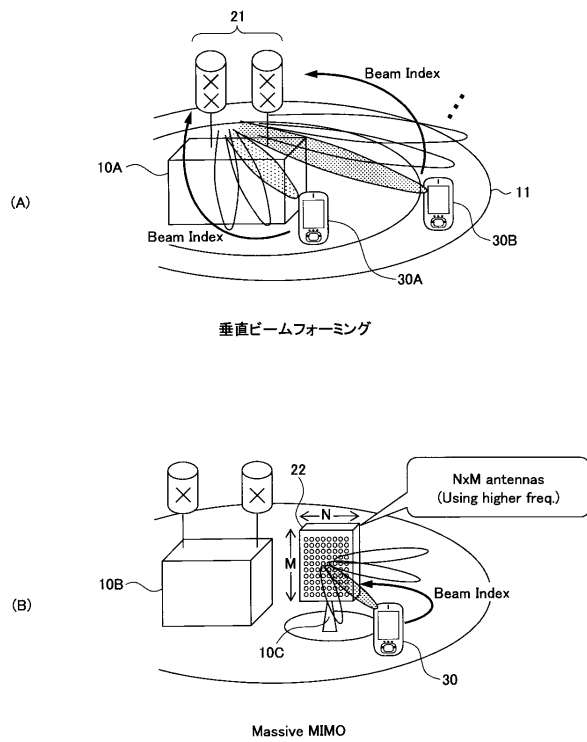
110-1~110-N 基地局のアンテナ

119 フィードバック情報処理制御部

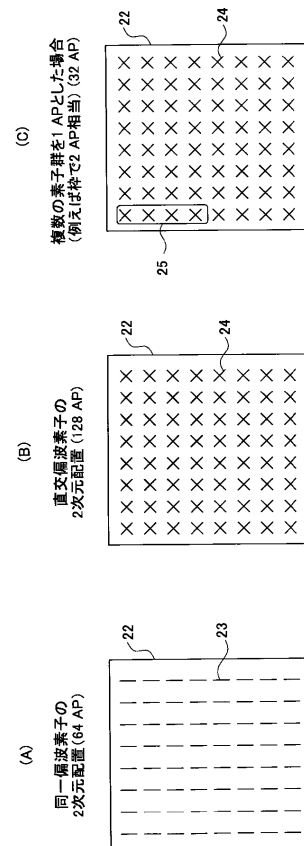
50

- 1 2 2 プリコーディングウェイト生成部
 3 0 1 ユーザ装置のプリコーディング部
 3 0 7 - 1 ~ 2 0 7 - M ユーザ装置のアンテナ
 3 1 6 フィードバック信号生成部

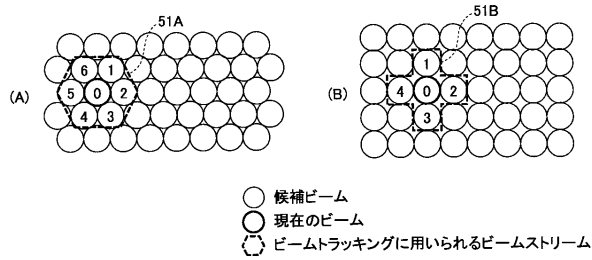
【図 1】



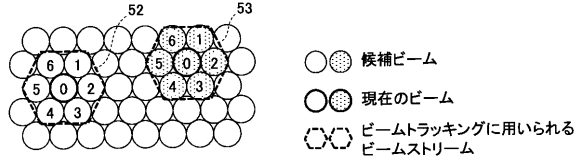
【図 2】



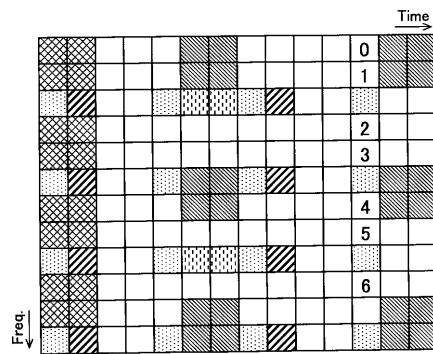
【図 3】



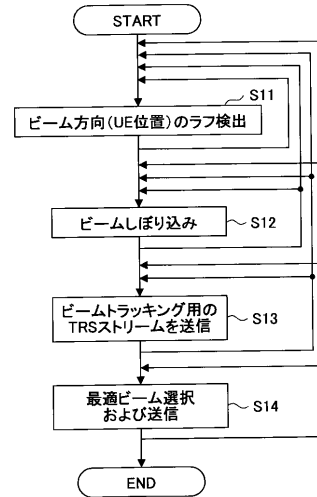
【図 5】



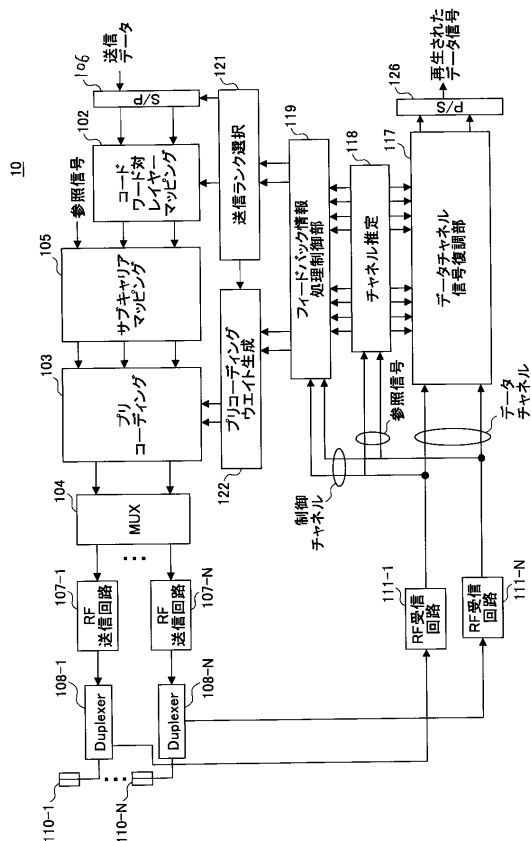
【図 4】



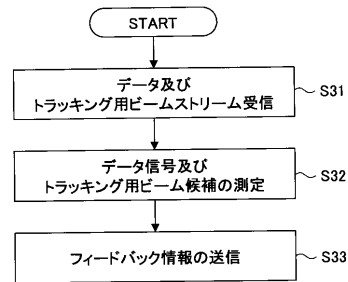
【図 6】



【図 7】



【図 8】



 フロントページの続き

審査官 高 木 裕子

- (56)参考文献 国際公開第2013/032188(WO, A2)
 国際公開第2014/038321(WO, A1)
 特許第5153006(JP, B2)
 国際公開第2014/117748(WO, A1)
 特開2012-217194(JP, A)
 ZTE, Discussion on scenarios of 3D beamforming and Massive MIMO[online], 3GPP TSG-RAN WG1#72 R1-130140, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSG R1_72/Docs/R1-130140.zip>, 2013年 2月 1日, Pages 1-3

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B	7/24	-	7/26
H04W	4/00	-	99/00
3GPP	TSG RAN	WG1-4	
	SA	WG1-4	
	CT	WG1、4	