

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-538732  
(P2018-538732A)

(43) 公表日 平成30年12月27日(2018.12.27)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
HO4B	7/06	(2006.01)	HO4B	7/06	956	5K067
HO4W	24/10	(2009.01)	HO4W	24/10		
HO4W	16/28	(2009.01)	HO4W	16/28	130	
HO4B	7/0456	(2017.01)	HO4B	7/0456	100	
HO4B	7/0413	(2017.01)	HO4B	7/0413	300	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2018-522734 (P2018-522734)  
 (86) (22) 出願日 平成28年11月4日 (2016.11.4)  
 (85) 翻訳文提出日 平成30年6月25日 (2018.6.25)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/060511  
 (87) 国際公開番号 WO2017/079544  
 (87) 国際公開日 平成29年5月11日 (2017.5.11)  
 (31) 優先権主張番号 62/251,198  
 (32) 優先日 平成27年11月5日 (2015.11.5)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

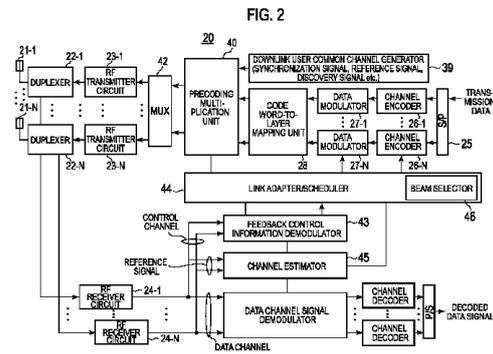
(71) 出願人 392026693  
 株式会社NTTドコモ  
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号  
 (74) 代理人 100121083  
 弁理士 青木 宏義  
 (74) 代理人 100138391  
 弁理士 天田 昌行  
 (74) 代理人 100158528  
 弁理士 守屋 芳隆  
 (74) 代理人 100137903  
 弁理士 菅野 亨

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、無線基地局及びユーザ装置

(57) 【要約】

本発明の無線通信システムは、アンテナ素子を含むアンテナを含み、前記アンテナ素子からの信号を送信する第1の無線基地局と、ユーザ装置を具備する。ユーザ装置は、無線基地局が送信した各信号の受信特性を考慮して、ユーザ装置の所望の信号を選択し、無線基地局に信号選択指標を送信する。無線基地局は、信号選択指標に基づいて、ユーザ装置と通信するための信号を送信するアンテナ素子を決定し、所定のプリコーディングベクトルを用いてプリコーディングされたデータ信号をユーザ装置に送信する。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数のアンテナ素子を備え、複数の信号を送信する第 1 の無線基地局と、ユーザ装置とを具備する無線通信システムであって、

前記ユーザ装置は、前記無線基地局によって送信された前記複数の信号のそれぞれの受信特性に基づいて、前記複数の信号から前記ユーザ装置の所望の信号を選択し、信号選択指標を前記第 1 の無線基地局に送信し、

前記第 1 の無線基地局は、前記信号選択指標に基づいて、前記ユーザ装置との通信に用いるビームを決定し、所定のプリコーディングベクトルを用いてプリコーディングされたデータ信号を前記ユーザ装置に送信する、

ことを特徴とする無線通信システム。

10

**【請求項 2】**

前記ユーザ装置が、前記複数の信号の中から受信特性が最も高い信号に関連する前記信号選択指標を送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

**【請求項 3】**

前記ユーザ装置が、前記複数の信号の中から受信特性が最も高い 2 以上の信号に関連する前記信号選択指標を送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

**【請求項 4】**

前記ユーザ装置が、前記複数の信号の中から受信特性が最も低い信号に関連する前記信号選択指標を送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

20

**【請求項 5】**

前記ユーザ装置が、前記複数の信号の中から受信特性が最も低い 1 以上の信号に関連する前記信号選択指標を送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

**【請求項 6】**

前記ユーザ装置が、前記複数の信号の中から受信特性が最も高い 1 以上の信号と、最も低い信号と、に関連する前記信号選択指標を送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

**【請求項 7】**

前記ユーザ装置は、第 2 の無線基地局から信号を受信し、前記第 2 の無線基地局から受信した受信信号の受信品質に基づいて、前記ユーザ装置への受信信号を選択し、信号選択指標を前記受信信号を選択する前記第 1 の無線基地局へ送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

30

**【請求項 8】**

前記ユーザ装置は、第 2 の無線基地局から信号を受信し、前記第 2 の無線基地局から受信した信号の受信品質を前記第 1 の無線基地局に送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

**【請求項 9】**

前記複数の信号はグループに分けられ、前記グループのそれぞれはグループインデックスに関連付けられ、少なくとも 1 つの前記複数の信号は、少なくとも 1 つの前記グループに関連付けられ、前記ユーザ装置は、前記グループの中で受信特性が最も高いグループのグループインデックスを送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

40

**【請求項 10】**

アンテナ素子と、前記アンテナ素子を介してユーザ装置から上りリンク信号を受信する受信部と、リンクアダプテーションし、前記ユーザ装置から送信されたフィードバック信号に基づいてスケジューリングするリンクアダプタ/スケジューラであって、前記ユーザ装置から受信する信号選択指標に基づいて前記ユーザ装置との通信に使用する信号を選択する信号選択部を備えるリンクアダプタ/スケジューラと、を備えるアンテナと、

前記リンクアダプタ/スケジューラによって選択された信号を用いて、前記ユーザ装置に送信されるデータをプリコーディングするプリコーディング乗算ユニットと、

前記プリコーディングされたデータを送信する送信部と、

50

を具備することを特徴とする無線基地局。

【請求項 1 1】

無線基地局との間で信号を送受信するアンテナと、  
前記無線基地局から受信する信号の受信特性に基づいて自装置に対する信号を選択する信号選択部を具備するプリコーディングベクトル選択部と、  
選択された信号に基づいてフィードバック制御信号を生成するフィードバック生成部と、  
を具備し、  
前記アンテナは、前記フィードバック制御信号を前記無線基地局に送信することを特徴とするユーザ装置。

【請求項 1 2】

前記信号選択部が、前記無線基地局から受信した信号の中から受信特性が最も高い信号を選択することを特徴とする請求項 1 1 記載のユーザ装置。

【請求項 1 3】

前記信号選択部が、前記無線基地局から受信した信号の中から受信特性が最も高い 2 以上の信号を選択することを特徴とする請求項 1 1 記載のユーザ装置。

【請求項 1 4】

前記信号選択部が、前記無線基地局から受信した信号の中から受信特性が最も低い信号を選択することを特徴とする請求項 1 1 記載のユーザ装置。

【請求項 1 5】

無線基地局とユーザ装置とを具備する無線通信システムにおいてチャネル状態情報 (CSI) を推定する方法であって、  
前記ユーザ装置において、前記無線基地局から 1 つ以上の参照信号を受信する工程と、  
前記ユーザ装置において、前記 1 つ以上の参照信号の少なくとも 1 つを送信するために選択する工程と、  
前記ユーザ装置において、前記 1 つ以上の参照信号の少なくとも 1 つの少なくとも一部を送信に使用する工程と、  
を具備することを特徴とする方法。

【請求項 1 6】

前記ユーザ装置において、選択された前記 1 つ以上の参照信号の少なくとも 1 つを前記無線基地局に送信することを特徴とする請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 1 7】

前記 1 つ以上の参照信号が、1 つ以上の、非ゼロパワー (NZP) CSI-RS、ゼロパワー (ZP) CSI-RS、及び干渉測定リソース (IMR) を含むことを特徴とする請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 1 8】

前記 1 つ以上の参照信号に関連する 1 つ以上の干渉信号を計算する工程をさらに具備し、  
前記ユーザ装置において前記 1 つ以上の参照信号の少なくとも 1 つを送信するために選択する工程が、計算された前記 1 つ以上の干渉信号の受信強度の比較に基づいて、前記 1 つ以上の参照信号の少なくとも 1 つを送信するために選択することを特徴とする請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 1 9】

無線基地局とユーザ装置とを具備する無線通信システムにおいてチャネル状態情報 (CSI) を推定する方法であって、  
前記基地局において、1 つ以上の参照信号を構成する工程と、  
前記基地局において、前記 1 つ以上の参照信号を前記ユーザ装置に送信する工程と、  
前記基地局において、1 つ以上の ZP CSI-RS に関連付けられた参照信号のユーザ装置による選択結果を受信する工程と、を具備し、  
前記選択結果は、前記参照信号の選択に使用された 1 つ以上の ZP CSI-RS の少なくとも 1 つの少なくとも一部を示すことを具備することを特徴とする方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 20】

前記 1 つ以上の参照信号が、1 つ以上の、非ゼロパワー (NZP) CSI-RS、ゼロパワー (ZP) CSI-RS、及び干渉測定リソース (IMR) を含むことを特徴とする請求項 19 記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

(関連出願の相互参照)

本発明は、2015年11月5日出願の「WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM、WIRELESS BASE STATION DEVICE、AND USER EQUIPMENT」と題された米国仮出願第62/251198号の優先権を主張し、その内容のすべてを参照によりここに組み込むものとする。

10

## 【0002】

本開示は、無線通信技術に関し、特に、MIMO (Multiple Input Multiple Output) 技術を用いる無線通信システム、無線基地局及びユーザ装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0003】

第3世代パートナーシッププロジェクト (3GPP) のロングタームエボリューション (LTE) 規格 (以下、「標準規格」という)、特にそのリリース8~11では、無線基地局又は evolved Node-B (eNB) において、横方向に配列されているアンテナ素子を用いて水平ビームフォーミングを行う技術が採用されている。

20

## 【0004】

標準規格のリリース13では、eNBに2次元 (例えば垂直及び水平方向) に配列された多数のアンテナ素子が装備された3次元MIMO (3D-MIMO) に関する研究が進められている。配列されたアンテナ素子は、水平方向にビームフォーミングすることに加えて垂直方向にもビームフォーミングすることができる。垂直方向 (仰角/傾斜角方向) 及び水平方向 (方位角方向) のビームフォーミングにより、システム特性が改善されることが期待される。

## 【0005】

3GPP標準規格の用語によれば、8本以下の送信アンテナを有する3D-MIMOは、エレベーションビームフォーミング (elevation beam forming) と呼ばれる。8本以上 (16、32、64又はそれ以上) の送信アンテナを有する3D-MIMOは、Full Dimension MIMO (FD-MIMO) と呼ばれる。FD-MIMOは、マッシブ (Massive) MIMOとも呼ばれる。

30

## 【0006】

マッシブMIMOは、多数のeNBアンテナ素子を使用して鋭いビームを形成することによって、周波数利用効率を改善することができる。マッシブMIMOは、送信ビームフォーミングにおける空間分離性能を改善する。したがって、マッシブMIMOは、マルチユーザMIMO (MU-MIMO) の適用の効果を高めることが期待される。

40

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

LTE標準規格に従って実装されるシステムは、SU-MIMOベースのCSIフィードバックに基づいている。従って、そのようなシステムは、適切なUEペアリング、又はユーザ間干渉 (I<sub>u</sub>) を考慮したCSI推定を実行することができない。一方、マッシブMIMOシステムやその実装では、セル間干渉 (I<sub>c</sub>) に起因するフラッシュライト効果を低減することが、通信品質を向上させる観点から重要である。

## 【0008】

図1は、ユーザ間干渉及びセル間干渉を示す図である。ユーザ装置 (UE) 30が、e

50

N B 2 0 A から信号 S を受信している間、e N B 2 0 A からの他の U E への信号が、U E 3 0 における信号 S の受信を妨げる干渉信号として働く。U E 3 0 が e N B 2 0 A によって他の U E に送信される信号から受ける干渉を、ユーザ間干渉 ( I u ) と呼ぶ。一方、U E 3 0 が e N B 2 0 A から信号 S を受信している間、e N B 2 0 B からの信号が干渉信号として動作する。e N B 2 0 A と e N B 2 0 B との間の干渉を、セル間干渉 ( I c ) と呼ぶ。

【 0 0 0 9 】

一方、M I M O システムの U E は、U E 自体へのデータ送信に使用されるビーム、他の同時に接続されているユーザ ( マルチユーザ ( M U ) M I M O で対となる U E ) 宛のデータに使用されるビーム、及び別のセルで使用されるビーム、を適切に制御することにより大きなシステムゲインを得ることができる。

10

【 0 0 1 0 】

しかしながら、アンテナ数が増加するに従って、送信ビームの幅が狭くなり、プリコード候補の数が増加する。この場合、プリコード選択に必要なフィードバック情報量の増加に応じて、送信ビーム制御のオーバーヘッドが増加する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 ユーザ間干渉及びセル間干渉を示す図である。

【 図 2 】 1 つ以上の実施形態における使用に適した基地局 ( e N B ) のブロック図である

20

【 図 3 】 1 つ以上の実施形態における使用に適した U E を示す構成図である。

【 図 4 】 1 つ以上の実施形態における通信システムのシーケンス図である。

【 図 5 】 1 つ以上の実施形態における通信システムのシーケンス図である。

【 図 6 】 1 つ以上の実施形態における通信システムのシーケンス図である。

【 図 7 】 e N B が具備する 2 次元アンテナアレイを示す図である。

【 図 8 】 ビーム又は参照信号をグループに分割する第 1 の実施例を示す図である。

【 図 9 】 ビーム又は参照信号をグループに分割する第 2 の実施例を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

以下、図面を参照して、実施形態を説明する。図面に示されている同一又は類似の構成要素は、同一又は類似の参照信号によって示される。重複した説明は基本的に省略している。すべての図面は模式的なものであり、図面中の構成要素間の寸法比などは、1 つ以上の実施形態の解釈を限定するものではない。このため、以下の記述を踏まえて具体的な寸法等を定めるものとする。当然のことながら、図面は、次元の関係及び比率が互いに異なる構成要素を含む。

30

【 0 0 1 3 】

1 つ以上の実施形態は、より低いフィードバックオーバーヘッドを有するビームを使用する M I M O システムにおいて、参照信号又は送信ビームの制御を達成する。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、1 つ以上の実施形態における e N B 2 0 のブロック図である。e N B 2 0 は、アンテナ 2 1 - 1 ~ 2 1 - N と、アンテナ数に応じた数の無線周波数 ( R F ) 送信回路 2 3 - 1 ~ 2 3 - N と、アンテナ数に応じた数の無線周波数 ( R F ) 受信回路 2 4 - 1 ~ 2 4 - N と、を具備する。アンテナ 2 1 - 1 ~ 2 1 - N は、2 次元的な形状又は構成で配列されていてもよい。しかしながら、アンテナ 2 1 - 1 ~ 2 1 - N は、代替的又は追加的に、1 次元又は 3 次元の形状又は構成に配列されていてもよい。下りリンクユーザ共通チャネル生成部 3 9 は、e N B 2 0 のセル内に位置するすべてのユーザに送信される下りリンクユーザ共通信号を生成する。下りリンクユーザ共通信号は、同期信号、参照信号、及びディスカバリ信号を含む。リンクアダプタ / スケジューラ 4 4 は、U E 3 0 などのユーザ装置 ( U E ) から送信されたフィードバック信号に基づいて、リンクアダプテーション及び U E に対するスケジューリング処理を行う。この点において、1 つ以上の実施形態にお

40

50

けるリンクアダプタ/スケジューラ 44 はビーム選択部 46 を含む。ビーム選択部 46 は、UE からのビーム選択信号に基づいて、UE との通信に使用されるビームを選択するように構成されてもよい。ビーム選択部 46 のアルゴリズムについては以下で説明される。

【0015】

プリコーディング乗算ユニット 40 は、リンクアダプタ/スケジューラ 44 によって生成されたプリコーディングベクトルを時間、周波数及びアンテナグループに基づいて切り替えることによって、下りリンクユーザ共通信号の信号系列を線形処理する。RF 送信回路 23 - 1 ~ 23 - N は、線形処理された下りユーザ共通信号を高周波信号に変換する。この高周波信号は、デュプレクサ 22 - 1 ~ 22 - N を通過し、アンテナ 21 - 1 ~ 21 - N から所望のビーム形状で所望の方向に送信される。

10

【0016】

RF 受信回路 24 - 1 ~ 24 - N は、アンテナ 21 - 1 ~ 21 - N で受信された上り信号を、デュプレクサ 22 - 1 ~ 22 - N を介して受信する。受信信号が UE 30 によるプリコーディングベクトル(ビーム番号、参照信号番号等)の選択結果等のフィードバック制御情報を表す場合は、フィードバック制御情報はチャンネル推定部 45 とフィードバック制御情報復調部 43 に供給される。復調の結果は、リンクアダプタ/スケジューラ 44 に入力される。プリコーディング乗算部 40 は、選択されたビーム(プリコーディングベクトル)に従って UE 30 に送信されるデータをプリコーディングする。

【0017】

受信信号が UE 30 からの上りリンク参照信号である場合は、例えば、受信信号とチャンネル双対性(duality)とに基づいて、下りリンクチャンネルが推定されてもよい。これに代えて、又はこれに加えて、受信信号から到来方向を推定して、その結果をリンクアダプタ/スケジューラ 44 に供給してもよい。推定された到来方向に応じて、リンクアダプタ/スケジューラ 44 は下りリンクプリコーディングベクトルを選択する。

20

【0018】

送信データ信号は、直列-並列変換部 25、チャンネル符号部 26 - 1 ~ 26 - N、データ変調部 27 - 1 ~ 27 - N、及びコードワード対レイマッピングユニット 28 によって処理される。その後、プリコーディング乗算ユニット 40 が、結果として生じる送信データ信号を適切にプリコーディングする。参照信号がデータ信号に分配されて送信される場合は、マルチプレクサ 42 は、プリコーディングされた参照信号とデータ信号とを多重化し、その信号をアンテナ 21 - 1 ~ 21 - N から所定のビーム形状で送信する。

30

【0019】

なお、受信系列の受信タイミング推定処理、CP(サイクリックプレフィックス:Cyclic Prefix)除去処理、FFT処理及びIDFT処理、並びに、送信系列のIFFT処理及びCP付加処理等についての図及び説明は省略する。

【0020】

図3は、1つ以上の実施形態のUE30のブロック図である。無線周波数(RF)受信回路 52 - 1 ~ 52 - M は、アンテナ 31 - 1 ~ 31 - M 及びデュプレクサ 51 - 1 ~ 51 - M を介して下りリンクユーザ共通信号を受信する。

【0021】

この点に関して、1つ以上の実施形態のプリコーディングベクトル選択部 53 は、ビーム選択部 63 を含む。ビーム選択部 63 の処理アルゴリズムについては以下で説明される。

40

【0022】

フィードバック制御信号生成部 56 は、プリコーディングベクトル選択部 53 により選択されたプリコーディングベクトル(プリコーディング行列番号及びビーム番号)をフィードバックするためのフィードバック制御情報を生成する。フィードバック制御情報は、RF 送信回路 57 - 1 ~ 57 - M 及びデュプレクサ 51 - 1 ~ 51 - M を通過した後、アンテナ 31 - 1 ~ 31 - M から eNB 20 に送信される。

【0023】

50

上りリンク参照信号生成部 6 1 は、e N B 2 0 への初期接続が確立されるときに e N B 2 0 に送信される参照信号、物理ランダムアクセスチャネル ( P R A C H ) などを生成する。マルチプレクサ 6 2 は、参照信号と上りリンク共有チャネル ( P U S C H ) ( 図示せず ) を多重化する。

【 0 0 2 4 】

R F 受信回路 5 2 - 1 ~ 5 2 - M は、e N B 2 0 からの下りデータ信号を受信する。このデータ信号は、フィードバック制御信号又は上りリンク参照信号に基づいてプリコードされ、送信される。チャネル推定部 5 4 のチャネル推定の結果に基づいて、データチャネル信号復調部 5 8 がデータ信号を復調し、チャネル復号部 5 9 が復調されたデータ信号を復号する。

10

【 0 0 2 5 】

図 4 は、1 つ以上の実施形態における通信システムの第 1 のシーケンス図である。e N B は、例えば、アンテナアレイを使用して下りリンク参照信号を送信する。参照信号はビームフォーミングされてもされなくてもよく、単数でも複数でもよい。U E は、下りリンク参照信号を受信した後、その参照信号に基づいて適切なビーム制御プロセスを選択する。U E は、その選択結果を第 1 のビーム選択信号として e N B に送信する。e N B は、U E から第 1 のビーム選択信号を受信すると、その第 1 のビーム選択信号に基づいてその U E に使用されるビームを特定し、特定されたビームを使用して U E との間でデータを送受信する。

20

【 0 0 2 6 】

図 5 は、1 つ以上の実施形態における通信システムの第 2 のシーケンス図である。e N B は、例えば、アンテナアレイを使用して下りリンク参照信号を送信する。参照信号はビームフォーミングされてもされなくてもよく、単数でも複数でもよい。U E は、下りリンク参照信号を受信した後、その参照信号に基づいて適切なビーム制御プロセスを選択する。U E は、その選択結果を第 1 のビーム選択信号として e N B に送信する。第 2 のシーケンス図によれば、U E は、第 1 のビーム選択信号に加えて、第 2 のビーム選択信号を e N B に送信する。この場合、U E は、第 1 の信号及び第 2 の信号を連続して送信してもよいし、第 1 の信号を送信した後、一定間隔をおいて第 2 の信号を送信してもよい。代替的又は追加的に、U E は、第 1 の信号及び第 2 の信号の間に下りリンク参照信号を送信してもよい。e N B は、U E から第 1 のビーム選択信号を受信すると、その第 1 のビーム選択信号に基づいてその U E に使用されるビームを特定し、特定されたビームを使用して U E との間でデータを送受信する。

30

【 0 0 2 7 】

図 6 は、1 つ以上の実施形態における通信システムの第 3 のシーケンス図である。1 つ以上の実施形態において、チャネル双対性を使用するビーム選択がどのように行われるかについての説明が有用であり得る。まず、U E が参照信号を e N B に送信する。e N B は、U E から参照信号を受信すると、参照信号に基づいて U E に使用されるビームを特定し、特定されたビームを用いて U E との間でデータを送受信する。また、図 4 ~ 図 6 は、プリコードをどのように決定するかを示す。これらの例は一緒に組み合わせることができる。例えば、図 4 に示すように、プリコードは、図 6 に示すチャネル双対性を用いたビーム選択後のフィードバックに基づいて決定されてもよい。

40

【 0 0 2 8 】

図 7 は、e N B 2 0 が送信可能な 2 次元ビームの 1 6 個の候補を示す。1 つ以上の実施形態は、4 x 4 行列に配列されたビーム候補を含む。しかしながら、1 つ以上の実施形態では、そのような例に限定されない。ビーム配列は異なってもよく、最密充填配列などであってもよい。ビーム候補は有限 ( 離散 ) である必要はない。説明の便宜上、e N B 2 0 から送信可能なビームを符号 1 ~ 1 5 で示す。図 7 において、ハッチングの種類は受信特性の高低を表している。図 7 において、最も受信特性の良いグループには、ビーム 2 、 3 、 6 、 7 が含まれるものとし、その中でもビーム 6 が最も受信特性が良いものとする。また、受信特性が 2 番目に高いグループには、ビーム 1 、 4 、 9 、 1 5 が含まれるもの

50

とし、3番目に高い受信特性を有するグループにはビーム0、5、10、11が含まれるものとし、受信特性が最も低いグループにはビーム8、12、13、14が含まれるものとする。ビーム12は、これらのビームの中で最も受信特性が低いと仮定する。なお、同一の受信特性グループに属するビームが、必ずしも同一の受信強度を有する必要はない。

#### 【0029】

次に、ビーム選択に基づいてプリコードを決定する方法について説明する。まず、UE 30のビーム選択部63がUE 30との通信にどのビームが望ましいかをeNB 20に伝えるためのアルゴリズムについて説明する。この実施例では、UE 30は、ビームフォーミングされたCSI-RSの中で最も受信特性が良いビームを表す指標を用いて第1のビーム選択信号を送信する。このために、UE 30は、ビーム番号を用いて第1のビーム選択信号を送信してもよい。例えば、受信状況が図7のような場合、UEは、ビーム番号6をeNBに送信する。この場合、16の選択可能なビーム候補があるので、4ビットが必要である。代替的に又は追加的に、UE 30は、ビームフォーミングされたCSI-RSの中で最も受信特性が良好な複数（例えば任意に選択される、2、3、4、5、6など）のビーム番号を送信してもよい。例えば、UE 30は、アンテナ素子に対応するビーム番号2、3、6、7などのビーム番号を使用して、第1のビーム選択情報を送信してもよい。この場合は16の選択可能なビーム候補を表すビーム番号から4つのビーム番号が送信されるので、16ビットを必要とする。代替的に又は追加的に、UE 30が、ビーム番号6、2、7、3等のように、受信特性の高い順に選択される、ビームを表す所定の数（例えば、任意に選択された2、3、4、5、6個などであってもよい）のインデックスを使用して第1のビーム選択情報を送信する方法を採用してもよい。代替的に又は追加的に、UE 30は、ビットマップを使用して第1のビーム選択情報を送信してもよい。例えば、UE 30は、ビーム番号2、3、6、7を送信するためにビットマップ[0011001100000000]を送信する。この場合は16の選択可能なビーム候補があるので、16ビットを必要とする。このようなビットマップの使用は、いくつのビームが選択されているかにかかわらず、CSIフィードバックビットの数を維持することを可能にする。

#### 【0030】

一方、UE 30と同一のアンテナアレイに同時に接続された他のUE（以下、同時接続UEと称する）が存在する状況において、UE 30は、UE 30の通信に望ましいビームをeNBに知らせるのではなく、当該他のUEに望ましいビームを決定する。すなわち、この方法は、UE 30の通信に必要なビームを選択する方法とは逆の方法であり、UE 30は、干渉を低減するためにビームフォーミング利得が低いビームを送信する必要がある。この場合、UE 30は、ビームフォーミングされたCSI-RSの中で受信特性が最も低いビームを表すインデックスを用いて第1のビーム選択信号を送信する。例えば、受信状況が図7のような場合、UEは、ビーム番号12をeNBにフィードバックする。この場合は、16の選択可能なビーム候補があるので、4ビットを必要とする。代替的に又は追加的に、UE 30は、ビームフォーミングされたCSI-RSの中で最も受信特性が低い複数のビームを送信してもよい。例えば、UE 30は、ビーム番号8、12、13、14などのビーム番号を使用して第1のビーム選択情報を送信してもよい。この場合は、4つのビーム番号が16の選択可能なビーム候補を表すビーム番号から送信されるので、16

#### 【0031】

代替的に又は追加的に、UE 30が、受信特性の昇順で選択された、所定の数（例えば、任意に選択された2、3、4、5、6など）のビームを示すインデックスを使用して（ビーム番号12、13、8、14などを使用して）、第1のビーム選択情報を送信する方法を採用してもよい。代替的に又は追加的に、UE 30は、ビットマップを使用して第1のビーム選択情報を送信してもよい。例えば、UE 30は、ビーム番号8、12、13、14を送信するためにビットマップ[0000000010001110]を送信する。この場合は16の選択可能なビーム候補があるので、16ビットを必要とする。このようなビットマップの使用は、いくつのビームが選択されているかにかかわらず、CSIフィード

バックビットの数を維持することを可能にする。

【 0 0 3 2 】

次に、図 5 の第 2 のシーケンス図を用いて説明する。UE 30 が第 1 のビーム選択情報及び第 2 のビーム選択情報を eNB に送信する方法について説明する。この例では、UE 30 は、当該 UE の通信に必要なビームを表すインデックスを用いて第 1 のビーム選択情報を送信し、同時接続 UE に必要なビームを表すインデックスを用いて第 2 のビーム選択情報を送信する。具体的には、UE は、ビームフォーミングされた CSI-RS の中で最も受信特性が良いビームを表すインデックスと、ビームフォーミングされた CSI-RS の中で受信特性が最も低いビームを表すインデックスを送信する。例えば、UE 30 は、ビーム番号を用いて第 1 のビーム選択情報及び第 2 のビーム選択情報を送信してもよい。例えば、受信状況が図 7 の場合、UE 30 は、第 1 のビーム選択情報を最も受信特性の良いビーム番号 6 を用いて eNB に送信し、第 2 のビーム選択情報を、最も受信特性の低いビーム番号 12 を用いて eNB に送信する。この例ではビーム番号（参照信号番号等）を送るには、選択可能なビーム候補が 16 個あるので 8 ビットが必要である。

10

【 0 0 3 3 】

代替的又は追加的に、UE は、ビームフォーミングされた CSI-RS の中で最も受信特性が良いビームと関連する複数のビーム番号（複数のビーム番号は、例えば、2、3、4、5、6 のビーム番号などであり、例えば、任意に決定される）と、ビームフォーミングされた CSI-RS の中で最も受信特性が低いビームと関連する複数のビーム番号（複数のビーム番号は、例えば、2、3、4、5、6 のビーム番号などであり、例えば、任意に決定される）と、を送信してもよい。図 7 に示すように、受信品質が最も高いビーム番号はビーム番号 2、3、6、7 などを用いて示され、受信品質が最も低いビーム番号はビーム番号 8、12、13、14 などを用いて示され、それらはアンテナ素子に対応している。この例では、第 1 の選択情報に関連する 4 つのビーム番号の組と第 2 の選択情報に関連する 4 つのビーム番号の組との合計 8 つのビーム番号が、16 の選択可能なビーム候補の中から送信されるので、32 ビットが必要となる。代替的又は追加的に、UE が、第 1 のビーム選択情報及び第 2 のビーム選択情報を、受信特性の降順又は昇順に選択された所定の数（例えば、任意に決定された 2、3、4、5、6 など）のビームを表示するインデックスを用いて送信する方法を採用してもよい。例えば所定の数のビームが 4 つで、受信特性の降順又は昇順のビームを示すビーム番号が 6、2、7、3 であってもよい。代替的又は追加的に、UE はビットマップを使用して第 1 のビーム選択情報及び第 2 のビーム選択情報を送信してもよい。例えば、第 1 の選択情報及び第 2 の選択情報に対してビーム番号 2、3、6、7 及びビーム番号 8、12、13、14 をそれぞれ送信するために、UE は、ビットマップ [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 ] 及び [ 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 ] を送ってもよい（右端のビットは第 1 ビット、左端のビットは第 16 ビットとする）。この例では、各情報セットに対して 16 の選択可能なビーム候補が存在するので、合計 32 ビットが必要である。このようなビットマップの使用は、いくつのビームが選択されているかにかかわらず、CSI フィードバックビットの数を維持することを可能にする。この点で、複数のユーザにとって必要なビームを認識することは、必要なビームを表すビットセットを有するビットマップを使用することによって達成することができる。

20

30

40

【 0 0 3 4 】

また、各ビームの受信品質は、ビーム選択信号を用いて様々なレベルに従って評価されてもよい。例えば、各ビームに 2 ビットを与えた場合、受信品質を 4 つのレベル（レベル 0 ~ レベル 3）で評価できる。具体的には、レベルは、1 つのビーム選択信号（例えば、第 1 のビーム選択信号）のみを用いて行うなど、ビーム毎の受信品質を表現する。この例では、16 ビーム（第 1 の受信特性に対して 8 ビーム、第 2 の受信特性に対して 8 ビーム）が選択され、各ビームの受信品質を表すために 64 ビットが必要とされる。

【 0 0 3 5 】

さらに、情報は、上記の項目の組み合わせで送信されてもよい。例えば、受信特性が最も良いビームを表すビームインデックス（又は参照信号インデックスなど）と、受信特性

50

が最も低いビームを示すビームインデックスを示すビットマップとを、参照インデックス又は番号及びビットマップを用いて送信してもよい。例えば、最も受信特性が良いビーム（例えば、ビームインデックス6）を表すビーム番号と、最も受信特性が悪いビーム（例えば、ビームインデックス2、3、4及び8）を表すビーム番号とを、参照番号とビットマップを用いて送信してもよい。具体的には、参照番号「6」と、ビットマップ「[000000010001110]」を送信することにより、本例ではデータ量を削減することができる。この場合、「6」を表すための4ビットと、ビットマップのために16ビットが必要であり、合計20ビットとなる。

#### 【0036】

なお、これらの例では、同じビームフォーミングされたCSI-RSを使用して、高い受信特性及び低い受信特性に関するフィードバック情報を決定することができる。

10

#### 【0037】

上述の説明では、1つのセル内にある同時接続UEの例について説明されているが、これらの例は、セル間干渉(Ic)を低減するために適用することができる。例えば、UE30及び/又は1つ以上のUEは、隣接セルからビームフォーミングされたCSI-RSを受信するように構成され、ビームフォーミングされたCSI-RSの受信品質(受信強度)を隣接セルにフィードバックすることができる。例えば、より高い受信強度を有する1つ以上のビームが送信される場合、どのビームがより大きな干渉を引き起こすかを特定することが可能である。さらに、例えば、受信強度の低い1つ以上のビームが送信される場合、干渉が小さいビームを特定することができる。前述の例は、既に説明した1つ以上の実施形態に適用可能であるので、それらの詳細な説明は省略する。

20

#### 【0038】

この点で、端末(例えば、UE)が、端末自体、同時接続端末及び別のセルに対して1つのビームを選択する場合、端末は、上述のように、「所望のビーム」及び「望ましくないビーム」のいずれかを送信することができる。ビーム選択は、NZP(非ゼロパワー: Non Zero Power)CSI-RS、又はゼロパワー(ZP)CSI-RS(干渉測定リソース(IMR))を使用して実行されてもよい。例えば、ビーム選択は、複数の干渉信号の受信強度の比較に基づいて行ってもよい。ゼロパワーリソースにおける受信品質(例えば、受信パワー)に基づいて、「所望のビーム」及び/又は「望ましくないビーム」が選択されてもよい。この例では、CSI又は干渉測定のためのZP CSI-RSリソースを構成し、UEに送信してもよい。複数のZP CSI-RSは、リソースグループとしてグルーピングすることができる。例えば、ZP CSI-RSリソースの一部を、所望のビームを選択するために使用することができる。ZP CSI-RSリソースの一部は、他の同時接続ユーザ(例えば、UE)宛のビームを選択するために使用されてもよい。ZP CSI-RSリソースの一部は、他のセルからのビームを選択するために使用されてもよい。この例では、グルーピングは、上位レイヤ及び/又は下位レイヤでシグナリングされてもよい。当業者であれば、「レイヤ」とは、階層化プロトコルアーキテクチャ(layered protocol architecture)(例えば、OSI7階層アーキテクチャ)における特定のレイヤを指し、「下位(lower)」レイヤは、例えば、物理層(PHY)(レイヤ1)等のアーキテクチャの低レイヤを指し、「上位レイヤ」は下位レイヤより「上位」のレイヤ(例えば、レイヤ2~7、又はより上位)を指すことは、認識されるであろう。フィードバック情報の選択の基準は、グループごとに構成することができる。例えば、ZP CSI-RSにおいて最も高い受信品質のビーム情報を所望のビームに対してフィードバックする指示が構成され得る。別の例として、悪い受信品質ビーム情報をフィードバックする指示が、ユーザ間干渉を決定するのに有用な情報を提供するためのZP CSI-RSメッセージに含まれてもよい。また、上記及び下記の実施例はBI(Beam Index)に基づく送信方法を例に説明したが、PMI(Preferred Matrix Index)に基づく送信方法などを用いてもよい。また、上述の実施例において、ビームフォーミングされたCSI-RSを用いた例を説明したが、プリコーディングされないCSI-RS、他の上り/下り参照信

30

40

50

号、同期信号を用いてもよい。代替的に又は追加的に、実施例は、メジャメントレポート情報及びハンドオーバー関連情報などのセル選択情報に基づく送信方法を使用して実施されてもよい。代替的に又は追加的に、上述の実施例は、チャンネル双対性を用いて得られる情報を用いて実行されてもよい。例えば、同時接続UEが所望するPMIは、ビットマップを使用して送信されてもよい。

#### 【0039】

図8は、ビームや参照信号等をグループに分けた第1の例を示す図である。ビームはグループに分けられ、ビームグループを表すインデックスが送信されるという構成でもよい。図8に示すように、ビーム番号0～3は、ビームグループ1(「BG1」)に属するものとして分類され、ビーム番号4～7は、ビームグループ2(「BG2」)に属するものとして分類され、ビーム番号8～11は、ビームグループ3(「BG3」)に属するものとして分類され、ビーム番号12～15は、ビームグループ4(「BG4」)に属すると分類される。このグルーピングは、フィードバック情報量の削減などを可能にする。第1の例では、グループピングは行に基づいている。しかしながら、グループピングはこのケースに限定されない。例えば、グループピングは列に基づいてもよい。

10

#### 【0040】

図9は、ビームをグループに分けた第2の例を示す図である。第2の例では、ビームは、左上のグループ、右上のグループ、左下のグループ、及び右下のグループの4つのグループに分けられる。図9に示すように、ビーム番号0、1、4、5は、ビームグループ1(「BG1」)に属するものとして分類され、ビーム番号2、3、6、7は、ビームグループ2(「BG2」)に属するものとして分類され、ビーム番号8、9、12、13は、ビームグループ3(「BG3」)に属するものとして分類され、ビーム番号10、11、14、15は、ビームグループ4(「BG4」)に属するものとして分類される。このグルーピングは、フィードバック情報量の削減などを可能にする。

20

#### 【0041】

図8及び図9に示す例では、ビームは4つのグループに分けられる。グループピングはこのケースに限定されない。ビームは、アンテナ素子の数を考慮して、2、3、4、5、6又はそれ以上のグループに分けてもよい。

#### 【0042】

ビームがビームグループに分けられる場合、UEはビームがどのようにビームグループに関連付けられているかを知る必要がある。関連付けは、送信せずに暗黙的に使用されるように予め決定されてもよい。さらに、各グループは、連続するビームインデックスを含んでもよい。代替的に又は追加的に、eNBが関連付けをUEに明示的に送信してもよい。例えば、eNBは、各ビームグループに属するビームの数を送信してもよい。例えば、eNBが各ビームグループに属するビームの数が4であることをUEに知らせた場合、UEは4つのグループから1つのグループを選択する。代替的又は追加的に、eNBはビームグループの総数を送信してもよい。代替的に又は追加的に、eNBは、各ビームについて、グループインデックスを送信してもよい。代替的又は追加的に、eNBは、各グループについて、ビームインデックスを送信してもよい。例えば、eNBは、MIB(Master Information Block)、SIB(System Information Block)、RRC(Radio Resource Control)又はDCI(Downlink Control Information)を用いて関連付けを送信してもよい。

30

40

#### 【0043】

UEによって送信されるCSIは、ビームグループの情報に基づいてフィードバックされてもよい。例えば、フィードバックされる情報には、グループ内の選択可能なビームの数が制限されていることが含まれてもよい。この場合、選択可能なビームの数は、アンテナの構成に応じて、1、2、3、又は4などに固定されていてもよい。さらに、UEは、MIB、SIB、RRC、MAC、CE又はDCIによって選択可能なビームの数を送信することができる。

50

## 【 0 0 4 4 】

また、UEによって送信される情報は、上述したビーム選択に関する情報であってもよく、その情報に付随するCSIを含んでもよい。例えば、UEは、ビームインデックスをeNBに送信するとともに、そのビームインデックスに関するCSIをeNBにフィードバックしてもよい。UEは、CSIを差分（例えば、差分CQI）としてフィードバックしてもよい。ビームは、互いに異なるCSI-RS構成として特定されてもよい。

## 【 0 0 4 5 】

さらに、eNBが、CSIを上位レイヤシグナリング又は下位レイヤシグナリングのどちらで送信するかを特定してもよい。一例として、eNBは、所望のビームに対してCSIを送信するが、ユーザ間干渉及びセル間干渉に対してはCSIを送信しなくてもよい。代替的又は追加的に、ビームは、互いに異なるAPとして特定されてもよい（又は、ビームは、互いに異なるAPにそれぞれ適用されてもよい）。代替的又は追加的に、ビームは異なる方法を用いて特定されてもよい。

10

## 【 0 0 4 6 】

上述した1つ以上の実施形態は、所望のビーム、同時接続ユーザで使用されるビーム、及び別のセルで使用されるビームに関する。UEがどの情報をeNBにフィードバックするかを、eNBがUEに指示してもよい。この例において、eNBは、上位レイヤのみをシグナリングに使用してもよいし、下位レイヤのみをシグナリングに使用してもよいし、上位レイヤと下位レイヤの両方をシグナリングに使用してもよい。上述のように、「レイヤ」は、階層化プロトコルアーキテクチャにおける特定のレイヤ、及びそのレイヤの相対的な位置を指す。

20

## 【 0 0 4 7 】

eNBがUEにフィードバックするように指示する情報は、UEが受信した1つ以上のビーム又は参照信号のビーム品質を含んでもよい。例えば、フィードバックには、1つ以上のビーム若しくは参照信号の良好な受信品質に関する情報、1つ以上のビーム若しくは参照信号の悪い受信品質に関する情報、又はそれらの組み合わせが含まれていてもよい。複数のゼロパワー（ZP）CSI-RSリソースグループが構成されている場合に、eNBは、グループUE測定が行われるグループに関連付けられるUEに、フィードバックするように指示してもよい。リソースグループという用語は、所望のビーム、同時接続ユーザ、及び別のセルを含む。

30

## 【 0 0 4 8 】

次に、UEが送信するビーム又は参照信号の数について説明する。「ビーム」という用語が本明細書で使用されるが、以下の説明では、「ビーム」という用語は、より一般的には参照信号などをも指すことができることを当業者は理解するであろう。いくつかの実施形態では、このように送信されるビームの数は固定の数であってもよい。代替的に又は追加的に、eNBは、MIB、SIB、RRC、MAC CE、及び/又はDCIメカニズムを使用して、UEによって使用されるビームの数を指定して送信してもよい。

## 【 0 0 4 9 】

代替的又は追加的に、UEは、受信品質の閾値に基づいてビームを送信するように構成されてもよい。例えば、UEは、受信されたビームの受信品質を検出し、ある閾値より大きい利得を達成するビームを送信するように構成されてもよい。具体的には、UE及び/又はシステムは、UEがあるデシベル（dB）の閾値以上の利得を達成するビームを受信した場合に、UEがそのビームの全部又は一部を送信するように、構成されてもよい。代替的又は追加的に、UEは、ノイズレベルに基づいてビームを送信するように構成されてもよい。例えば、UE及び/又はシステムは、ビームを受信したとき、ある閾値を超えるノイズレベルを有するビームのすべて又は一部を送信するように構成されてもよい。

40

## 【 0 0 5 0 】

また、送信されるビーム又は参照信号は、最も強いビーム又は最も弱いビームからの閾値範囲に基づいて、決定することができる。例えば、UEは、最も強いビームから20dBの範囲内のすべてのビームを送信してもよい。さらに、UEにとって所望のビームの数

50

は、同時に接続されるユーザにとって所望のビームの数とは異なってもよい。

【0051】

さらに、UEは、広帯域又は狭帯域を用いて送信を実行してもよい。例えば、UEは、UEの信号成分を広帯域で送信し、干渉成分を狭帯域で送信してもよい。さらに、UEは、各サブフレームセットに対してUEによって選択されたビームを送信してもよい。

【0052】

次に、受信特性の定義について説明する。受信特性は、受信された信号の品質関連、強度関連、特性などとして定義できる。ここで、受信特性は、RSRP (参照信号受信パワー: Reference Signal Received Power)、RSRQ (参照信号受信品質: Reference Signal Received Quality)、RSSI (受信信号強度: Received Signal Strength Indicator)、又はCSI-RSRP (チャネル状態情報 - 参照信号受信パワー: Channel State Information - Reference Signal Received Power) で定義されてもよい。代替的又は追加的に、RRM (無線リソースメジャメント: Radio Resource Measurement) のメジャメント結果を受信特性として用いてもよい。代替的に又は付加的に、受信特性は、ビームフォーミングされたCSI-RS、非プリコーディングCSI-RS、他の参照信号、又は同期信号のチャネル推定の結果に基づいて決定されてもよい。例えば、受信特性は、CSI-RSに基づいて算出された、BI (ビームインデックス: Beam Index)、RI (ランク指標: Rank Indicator)、PMI (プリコーディングマトリクス指標: Precoding Matrix Indicator)、CQI (チャネル品質指標: Channel Quality Indicator) などのチャネル品質情報に基づいて決定されてもよい。

10

20

【0053】

この点について、例えば、UEは上記の例に基づいて、当該UE、同時接続ユーザ、及び隣接セルのいずれかのプリコードを決定することができるが、UEは、プリコードが適用される実際の信号又はビームのCSI (例えば、CQI) を知ることはできない。

【0054】

なお、以下に説明する手法は、必ずしも上記手法を適用する手法に限定されるものではない。例えば、プリコードは、チャネル双対性に基づいて、又はPMIベースのフィードバック情報に基づいて決定されてもよい。

30

【0055】

次に、ユーザ間干渉及びセル間干渉の両方又はいずれかを考慮してCSIを推定する例について説明する。前提条件は、図1において、eNB20Aからビーム番号6が所望信号として選択されており、ビーム番号12がユーザ間干渉信号として選択されているものとする。この場合のCSIの推計方法について説明する。

【0056】

この点で、ビーム番号6及びビーム番号12は、空間多重化されて送信されてもよい。例えば、UE30は、TM9 (Transmission Mode 9) と同様に、受信信号からUE30宛のCSI-RS (例えば、ビーム番号6) を減算することにより干渉成分を算出してもよい。代替的又は追加的に、UE30は、ビーム番号12でチャネル推定を実行することによって干渉信号を計算してもよい。本実施例によれば、異なる干渉計算方法を切り替えるために、以下に示す(式1)を使用して干渉ベクトル又は成分

40

$\hat{I}$

を決定することができる。

【数 1】

$$\hat{I} = y - \hat{H}_{Beam6} x_{CSI-RS} \quad (\text{式 1})$$

【0057】

また、例えば、ビーム番号 6 とビーム番号 12 を互いに異なる AP (アンテナポート)、RS (参照信号) として多重化してもよい。言い換えれば、ビーム 6 及びビーム 12 は、AP 15、16 として多重化されてもよい。具体的には、どの AP が信号成分を表し、どの AP が干渉成分を表すかは、構成された CSI-RS (MIB、SIB、RRC、MAC CE 及び / 又は DCI) に対応して送信されてもよい。この点で、複数の所望の信号及び複数の干渉信号を構成することができる。例えば、AP 15 及び 16 が所望の信号として送信され、AP 17 及び 18 が干渉信号として送信されてもよい。例えば、AP 15 及び 16 は、2 つの 1-TxCSI として、又は単一の 2-TxCSI として動作することができる。干渉は、上述したのと同じ方法で処理され、送信されてもよい。さらに、互いに独立した疑似コロケーション情報を各 AP で構成することができる。

【0058】

セル間干渉は、例えば CSI-IM を用いて、推定されたユーザ間干渉と別途推定されたセル間干渉とを加算して総合干渉パワーを算出する方法を用いて推定することができる。上記の例では、AP 16 の推定結果と別途算出されたセル間干渉とを用いて干渉を推定してもよい。

【0059】

一方、空間多重された CSI-RS (複数ストリーム) の伝送は、信号ストリームの伝送よりもストリーム当たりのパワーが小さい可能性がある。パワー差 (変化) は、UE に送信されてもよい。CSI-RS のパワーは、多重化されたストリームの数などの情報に基づいて暗黙的に計算されてもよい。さらに、UE は、パワーに関連する情報に基づいて CSI を計算してもよい。

【0060】

次に、セル間干渉について説明する。eNB 20B からビーム番号 3 が送信された場合に生じるセル間干渉について説明する。例えば、eNB 20A のビーム番号 6 及び 12 に使用されているものと同じ RE (リソースエレメント) を用いることにより、単一の RE 内での干渉パワーを測定することができる。すなわち、TM 9 と同様に、受信信号からビーム番号 6 で表されるビームを減算して干渉成分を算出してよいし、ビーム番号 12 で表されるビームに対してチャンネル推定を行って干渉信号を算出してよい。

【0061】

上述の例では、UE が複数のビームインデックスを送信する例が示されている。しかしながら、実際のデータ伝送では、eNB は必ずしも UE によって送信されるすべてのビームを使用するとは限らない。考えられる 1 つの動作では、UE が良好な特性を有するビームを表す BI をフィードバックし、eNB はそのビームのうちのいずれかを使用する。

【0062】

この例では、CSI フィードバック情報は、UE によってフィードバックされた BI のビームうち、どのビームが関連するかによって異なる。CSI フィードバック情報の計算において、CSI は、eNB が BI によって表されるいくつかのビームを使用すると仮定して計算する。CSI は、フィードバックされたビームの中で仮定される単一のビームに基づいて計算されてもよい。この点において、CSI は、単一の仮定されたビームとして、例えば、最良の特性を有するビームを用いることによって計算されてもよい。さらに、eNB は、CSI 計算のためにどのビームが仮定されているかに関する情報、又は CSI 計算のために仮定されたビームの情報を送信することができる。この場合、シグナリング情報の量を削減する方法としては、UE からの選択情報において、eNB によって指定可能なビームが制限されることが考えられる。さらに、eNB は、どのビームが仮定されて

いるか、又はいくつのビームが仮定されているかの情報を示す固定値を送信してもよい。

【0063】

マッシュMIMOなどの複数のアンテナを使用する技術では、ビーム幅が狭くなると、選択可能なビームの数が必然的に大幅に増加する。言い換えれば、所望のビーム、同時接続ユーザに使用されるビーム、及び他のセルで使用されるビームの組み合わせの数が指数関数的に増加する。このような状況では、さまざまな組み合わせすべてに対してCSIをフィードバックすることは困難である。例えば、3つのビームのそれぞれに対して100個のプリコード候補が存在する状態では、組み合わせ数は1,000,000(=100<sup>3</sup>)になる。さらに、多数のビーム上のチャンネル推定は、端末(例えば、UE)上の信号処理負荷の増加を引き起こす。

10

【0064】

上記の事項を考慮すると、UEは、所望の信号及び干渉信号の受信品質(受信強度)をeNBに離散的にフィードバックすることができる。離散的にフィードバックされた情報に基づいて、eNBはCSIを再計算することができる。

【0065】

フィードバックされる情報には、以下の値が含まれていてもよい。まず、受信レベルをフィードバックする方法の場合、アンカー又はベースラインの受信レベルを表す値と、アンカー又はベースラインの受信レベルとの差を表す値をフィードバックする。これには以下の例が含まれる。(例1)UEは、最大利得を達成するビームの受信レベルと、そのようなビームと別のビームとの間の受信レベル差をフィードバックする。(例2)UEは、

20

【0066】

代替的又は追加的に、UEは、所望の信号の受信品質及び干渉信号の受信品質をフィードバックしてもよい。例えば、UEは、異なるビームが適用される所望の信号の受信強度と、異なるビームが適用される干渉信号の受信強度とをフィードバックしてもよい。さらに、UEが異なるセルから干渉信号を受信した場合、UEは、それぞれの干渉信号の受信強度をフィードバックしてもよい。

【0067】

さらに、干渉信号に関して、UEは、ユーザ間干渉及びセル間干渉の値又はレベルを別々に、及び共同してフィードバックしてもよい。特に、干渉成分に関して、UEは、構成された干渉推定リソースに基づいて単一のフィードバックを生成してもよい。

30

【0068】

さらに、eNBからの信号の計算に適用されるランク、ビームインデックス、PMI、関連するCSI-RS構成番号、ユーザ間干渉信号及びセル間干渉信号をeNBが送信し、UEが対応するCSIをeNBにフィードバックするように、フィードバックが供給され得る。

【0069】

一方、受信品質を容易に測定する方法として、受信強度が利用可能である。従来のシステムでは、eNBはRSシーケンスを端末に送信し、端末は、RSを用いてチャンネル推定値に基づいてチャンネル品質を推定する。この測定を単純化するために、eNBがRSシーケンスをUEに送信することなく、UEは、REの信号強度を推定しフィードバックしてもよい。特に、UEは、受信強度に基づいてUEが所望するビームを選択することができる。例えば、RS(及び関連する情報)を送信するRE位置のみがUEに送信され、UEがREに関する受信強度情報をフィードバックするようなシステムを採用してもよい。この点に関して、UEによってフィードバックされる情報は、受信強度情報、又は最大(最小)受信強度を達成するいくつかのリソースのリソース番号の一部又は全部であってもよい。一方、CSI-IM構成に関する情報のように、UEに送信される情報は、測定RE挿入の時間間隔、時間オフセット、及びサブフレーム内のRE位置を含んでもよい。例えば、受信強度測定リソースは、1-Tx CSI-RSにおけるREマッピングを使用し

40

50

てUEに送信されてもよい。別の例として、受信強度測定リソースは、2 / 4 / 8 / 16 - T x C S I - R SにおけるREマッピングを使用してUEに送信されてもよい。

【0070】

一般に、所望の信号と干渉信号は、受信レベル（及び伝送品質）が大きく異なる。例えば、希望信号の品質と干渉信号の品質をフィードバックする場合、所望信号の品質と干渉信号の品質とを別々に符号化することにより、品質をフィードバックする効率が向上する可能性がある。例えば、所望の信号の品質をアンカー及び差分を用いてフィードバックし、干渉信号の品質も同様にアンカー及び差分を用いてフィードバックしてもよい。場合によっては、異なるタイプの干渉を測定するために、干渉信号を別々に符号化することができる。

10

【0071】

このようにチャネル品質を別々にフィードバックするために、チャネルフィードバックを2つ以上のグループに構成してもよい。例えば、UEは、このように構成された情報のセットを別々に符号化し、フィードバックしてもよい。

【0072】

RE位置に関する情報は、受信品質測定のためのリソースは多重化されるので、PDSCHにレートマッチング又はパルクチャリングが適用される。

【0073】

UEは、情報が所望の信号にあるのか干渉信号にあるのかを意識せずに情報をフィードバックしてもよい。代替的又は追加的に、REが所望の信号に関連するのか又は干渉信号に関連するののかに関する分類情報が送信されてもよい。

20

【0074】

1つ以上の実施形態は、上述したように構成することができるが、MU-MIMOシステム及びSU-MIMOシステム以外の通信システムにも適用可能である。1つ以上の実施形態は、FDD（周波数分割複信）及びTDD（時分割複信）実装にさらに適用可能である。

【0075】

参照信号がビームフォーミングされるか否かは、標準規格に従って明白になり得る。この観点から、ビーム選択という用語は、文字通りビーム選択を意味するだけでなく、RSリソース選択、セル選択、又はポート選択をも意味する。さらに、同期信号又は参照信号は、ビームフォーミングされる必要はない。

30

【0076】

上述した1つ以上の実施形態は、上りリンク及び下りリンクに適用することができ、上りリンク、下りリンク、又は上りリンクと下りリンク両方の送信及び受信に適用することができる。

【0077】

1つ以上の実施形態は、主に、LTE/LTE-A物理チャネル及び信号に基づいて説明されている。しかし、本発明はこれに限定されない。1つ以上の実施形態は、他のチャネル及び信号構造に適用することができる。1つ以上の実施形態は、例えば、無線規格の第5世代であるNew Radio (NR)の新しい参照信号又は同期信号のような新しい物理チャネル又は信号に適用され得る。

40

【0078】

1つ以上の実施形態は、CSI-RSに基づくCSI取得方式を参照して主に説明することができる。代替的に又は追加的に、他の同期信号、参照信号、又は物理チャネル/信号を使用することができる。さらに、メジャメントRS (MRS)、モビリティRS (MRS)及びビームRS (BRS)のようなRRM測定又はビーム測定のための参照信号を使用することができる。

【0079】

1つ以上の実施形態は、主にCSI取得に関して説明されている。しかしながら、代替的又は追加的に、1つ以上の実施形態は、初期セル接続、ハンドオーバーセル（セル再選

50

択)、及びビーム管理に適用されてもよい。

【0080】

なお、1つ以上の実施形態において、用語RBとサブキャリアは交換可能に使用されてもよい。また、用語「サブフレーム」と「シンボル」も交換可能に使用されてもよい。

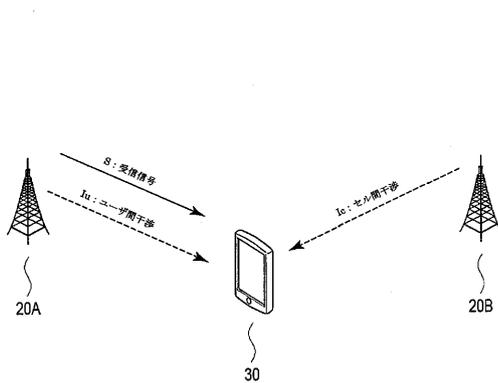
【0081】

以上説明したように、本発明の1つ以上の実施形態に係る無線通信システム、無線基地局及びユーザ装置によれば、開示された実施形態を実装するシステムにおける送信ビーム制御が、より少ないフィードバックオーバーヘッドで実現できる。

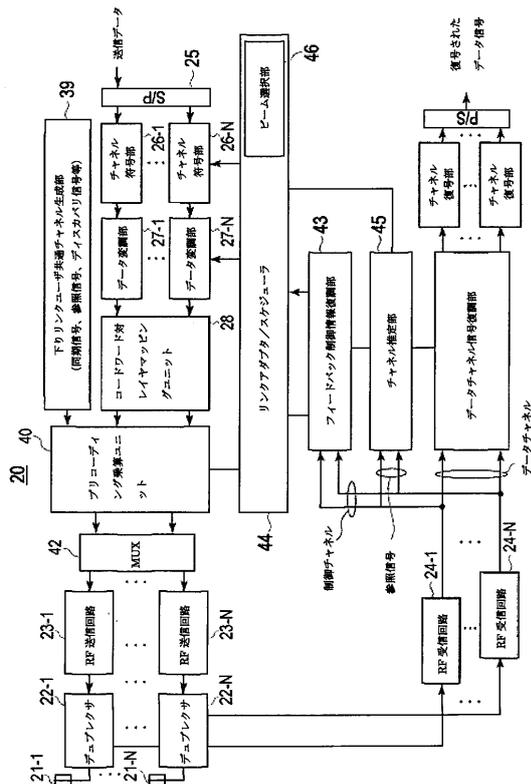
【0082】

前述の1つ以上の実施形態に加えて、本明細書で開示される実施形態の要旨から逸脱しない他の実施形態も包含され得る。本発明は、本明細書において1つ以上の実施形態の開示に関して説明されているが、本発明の範囲は、開示される1つ以上の実施形態にのみ限定されるものではない。本発明の範囲は、本明細書に記載されるものによって限定されるのではなく、添付の特許請求の範囲に記載されるものによって限定される。したがって、本発明は、特許請求の範囲の意味及び範囲内、並びに特許請求の範囲と均等の範囲内に入るすべての形態、配置、構成、実施形態などを網羅することを意図している。

【図1】



【図2】





## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2016/060511

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - H04B 7/04; H04B 7/02; H04B 7/06; H04L 29/08; H04W 72/04; H04W 72/06 (2017.01) CPC - H04B 7/0626; H04B 7/0404; H04B 7/0408; H04B 7/0413; H04B 7/0417; H04B 7/0421; H04B 7/0482; H04B 7/0619; H04B 7/0621; H04J 3/00; H04L 5/0053; H04L 25/0228; H04W 16/28; H04W 24/02; H04W 24/10; H04W 72/04; H04W 72/06; H04W 72/08; H04W 72/082 (2017.01)		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) See Search History document		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 370/329; 455/450; 455/452.2; 455/452.1 (keyword delimited)		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History document		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	US 2014/0177744 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 26 June 2014 (26.06.2014) entire document	1-3, 9, 11-13 — 4-8, 10, 14
X	US 2004/0125773 A1 (WILSON et al) 01 July 2004 (01.07.2004) entire document	15-18
X — Y	US 2014/0036796 A1 (ETEMAD et al) 06 February 2014 (06.02.2014) entire document	19, 20 — 4-8, 14
Y	US 2014/0161093 A1 (HOSHINO et al) 12 June 2014 (12.06.2014) entire document	10
A	US 2013/0286880 A1 (LG ELECTRONICS INC) 31 October 2013 (31.10.2013) entire document	1-20
A	WO 2015/129872 A1 (NTT DOCOMO INC) (US 2016/0381583 A1 relied on for translation) 03 September 2015 (03.09.2015) entire document	1-20
A	US 2014/0016497 A1 (SEO et al) 16 January 2014 (16.01.2014) entire document	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:      "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance      "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date      "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)      "G" document member of the same patent family "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 16 February 2017		Date of mailing of the international search report 13 MAR 2017
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2016/060511

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
See Extra Sheet(s)

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2016/060511

Continued from Box No. III Observations where unity of invention is lacking

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I, claims 1-9, drawn to a radio communication system.

Group II, claims 10-14, drawn to a feedback generator.

Group III, claims 15-20, drawn to a method for estimating a channel state information.

The inventions listed as Groups I, II and III do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: the special technical feature of the Group I invention: determining a beam to be used for communications with the user equipment as claimed therein is not present in the invention of Groups II and III. The special technical feature of the Group II invention: a feedback generator configured to generate a feedback control signal based on the selected signal as claimed therein is not present in the invention of Groups I or III. The special technical feature of the Group III invention: selecting, by the UE, at least one of the one or more reference signals for transmission; and using, by the UE, at least a portion of at least one of the one or reference signals for transmission as claimed therein is not present in the invention of Groups I or II.

Groups I, II and III lack unity of invention because even though the inventions of these groups require the technical feature of a first radio base station comprising an antenna comprising a plurality of antenna elements, and configured to transmit a plurality of signals; and user equipment, wherein the user equipment is configured to perform operations comprising: selecting a desired signal of the plurality of signals for the user equipment based on respective reception characteristics of the plurality of signals transmitted by the radio base station, and transmitting a signal selection indicator to the radio base station, this technical feature is not a special technical feature as it does not make a contribution over the prior art.

Specifically, US 2004/0125773 A1 (WILSON et al) 01 July 2004 (01.07.2004) teaches a first radio base station comprising an antenna comprising a plurality of antenna elements, and configured to transmit a plurality of signals (Para. 25); and user equipment, wherein the user equipment is configured to perform operations comprising: selecting a desired signal of the plurality of signals for the user equipment based on respective reception characteristics of the plurality of signals transmitted by the radio base station (Paras. 27 and 29), and transmitting a signal selection indicator to the radio base station (Para. 27).

Since none of the special technical features of the Group I, II or III inventions are found in more than one of the inventions, unity of invention is lacking.

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA

(72)発明者 柿島 佑一

アメリカ合衆国 94304 カリフォルニア州 パロ アルト ヒルビューアベニュー 324  
0 ドコモイノベーションズ インク内

(72)発明者 安川 真平

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 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 山王パークタワー 株式会社NTTドコモ内

Fターム(参考) 5K067 AA13 AA21 BB04 BB21 DD11 DD19 DD24 DD43 EE02 EE10

FF16 GG01 HH22 JJ12 JJ13 JJ71 KK02 KK03