

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6250549号
(P6250549)

(45) 発行日 平成29年12月20日 (2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日 (2017.12.1)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4B	7/06	(2006.01)	HO4B 7/06 984
HO4B	7/0452	(2017.01)	HO4B 7/0452 100
HO4L	27/26	(2006.01)	HO4L 27/26 113
HO4W	16/28	(2009.01)	HO4W 16/28
HO4W	72/04	(2009.01)	HO4W 72/04 136

請求項の数 25 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2014-548656 (P2014-548656)
 (86) (22) 出願日 平成24年12月18日 (2012.12.18)
 (65) 公表番号 特表2015-509305 (P2015-509305A)
 (43) 公表日 平成27年3月26日 (2015.3.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2012/011103
 (87) 国際公開番号 W02013/094980
 (87) 国際公開日 平成25年6月27日 (2013.6.27)
 審査請求日 平成27年10月23日 (2015.10.23)
 (31) 優先権主張番号 61/577,533
 (32) 優先日 平成23年12月19日 (2011.12.19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/649,838
 (32) 優先日 平成24年5月21日 (2012.5.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 503447036
 サムスン エレクトロニクス カンパニー
 リミテッド
 大韓民国・16677・キョンギード・ス
 ウォンシ・ヨントンク・サムスンロ
 ・129
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉
 (72) 発明者 コーシク・ジョシウム
 アメリカ合衆国・テキサス・75206・
 ダラス・カウンティー・ダラス・シェイデ
 イー・ブルック・レーン・6541・#1
 204

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直交周波数分割多重システムにおける基準シンボル送信のための装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信ネットワークにおける基地局において、
 空間ビームを送信するように構成された複数のアンテナアレイ；及び
 前記複数のアンテナアレイのうちアレイのそれぞれに接続された (coupled) 複
 数の RF (radio frequency) 処理チェーンを含み、
 前記空間ビームの数は前記複数の RF 処理チェーンの数より大きく、
 前記複数の RF 処理チェーンのうち1つは前記空間ビームのうち1つの特定の空間ビー
 ムに対応する基準シンボルを送信 (transmit) するように構成される基地局。

【請求項2】

前記複数の RF 処理チェーンのうち1つと他の RF 処理チェーンによって使用されない
 副搬送波リソースを介して前記1つの特定の空間ビームに対応する基準シンボルを送信す
 る請求項1に記載の基地局。

【請求項3】

前記複数の RF 処理チェーンそれぞれは、少なくとも1つの時間インスタンス (inst
 tance) で互いに異なる前記空間ビームを互いに異なる方向に送信するように構成さ
 れ、

前記少なくとも1つの時間インスタンスの回数は前記空間ビームの数を前記複数の RF
 処理チェーンの数で割ることによって決定される請求項1に記載の基地局。

【請求項4】

前記少なくとも1つのRFチェーンは、基準シンボルを送信のための第1シンボルのシンボル区間 (duration) がデータ送信のための第2シンボルのシンボル区間より短くなるように、前記第1シンボルのシンボル区間を減少させる請求項1に記載の基地局。

【請求項5】

前記基準シンボルを送信のための第1シンボルは前記データ送信のための第2シンボルに比べて少ない数の副搬送波を含む請求項4に記載の基地局。

【請求項6】

前記基準シンボルを送信のための第1シンボルに対するサイクリックプレフィックスは前記データ送信のための第2シンボルと同じである請求項4に記載の基地局。

10

【請求項7】

前記基準シンボルを送信のための第1複数のシンボルはデータ送信のための第2シンボルのシンボル区間以内に対応 (fit) するように構成された請求項1に記載の基地局。

【請求項8】

前記複数のRF処理チェーンのうちNRF個のRF処理チェーンは少なくともNRF個の空間ビームを有する前記空間ビームに対応する多数の基準シンボルを送信し、

前記多数の基準シンボルのそれぞれは周波数リソース、時間リソース、及び前記複数のRF処理チェーンのうち1つによって識別される請求項1に記載の基地局。

【請求項9】

無線通信ネットワークにおける装置の動作方法において、
空間ビームを前記装置の複数のアンテナアレイによって送信する段階を含み、
前記複数のビームの数は複数のRF (radio frequency) 処理チェーンより大きく、

20

前記複数のRF処理チェーンは前記複数のアンテナアレイのそれぞれと接続され (coupled)、

前記複数のRF処理チェーンのうち1つは前記空間ビームのうち1つの特定の空間ビームに対応する基準シンボルを送信 (transmit) する方法。

【請求項10】

前記送信する段階は、

前記複数のRF処理チェーンのうち第1チェーンによって、前記複数のRF処理チェーンのうち1つと他のRF処理チェーンによって使用されない副搬送波リソースを介して前記1つの特定の空間ビームに対応する基準シンボルを送信する段階を含む請求項9に記載の方法。

30

【請求項11】

前記送信する段階は、少なくとも1つの時間インスタンス (instance) で互いに異なる前記空間ビームを互いに異なる方向に送信する段階を含み、

前記少なくとも1つの時間インスタンスの回数は前記空間ビームの数を前記複数のRF処理チェーンの数で割ることによって決定される請求項9に記載の方法。

【請求項12】

前記少なくとも1つのRFチェーンによって、基準シンボルを伝達する第1シンボルのシンボル区間 (duration) がデータ送信のための第2シンボルのシンボル区間より短くなるように、前記第1シンボルのシンボル区間を減少させる段階をさらに含む請求項9に記載の方法。

40

【請求項13】

前記基準シンボルを送信のための前記第1シンボルは前記データ送信のための第2シンボルに比べて少ない数の副搬送波を含む請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記基準シンボルを送信のための前記第1シンボルに対するサイクリックプレフィックスは前記データ送信のための第2シンボルと同じである請求項12に記載の方法。

【請求項15】

50

前記基準シンボルを送信のための第1複数のシンボルはデータ送信のための第2シンボルの区間以内に対応 (f i t) するように構成される請求項9に記載の方法。

【請求項16】

前記複数のRF処理チェーンのうちNRF個のRF処理チェーンを利用して少なくともNRF個の空間ビームを有する前記空間ビームに対応する多数の基準シンボルを送信し、前記多数の基準シンボルのそれぞれは周波数リソース、時間リソース、及び前記複数のRF処理チェーンのうち1つによって識別される請求項9に記載の方法。

【請求項17】

無線通信ネットワークにおける端末において、
空間ビームを受信するように構成された複数のアンテナアレイ；及び
前記複数のアンテナアレイのそれぞれに接続された複数のRF (r a d i o f r e q u e n c y) 処理チェーンを含み、
前記空間ビームの数は前記複数のRF処理チェーンの数より大きく、
前記複数のRF処理チェーンのうち1つは前記空間ビームのうち1つの特定の空間ビームに対応する基準シンボルを受信するように構成される端末。

10

【請求項18】

前記複数のRF処理チェーンのうち1つと他のRF処理チェーンは使用されない副搬送波リソースを介して前記1つの特定の空間ビームに対応する基準シンボルを受信する請求項17に記載の端末。

【請求項19】

前記複数のRF処理チェーンのそれぞれは少なくとも1つの時間インスタンス (i n s t a n c e) で互いに異なる空間ビームを受信するように構成され、
前記少なくとも1つの時間インスタンスの回数は前記空間ビームの数を前記複数のRF処理チェーンの数で割ることによって決定され、
前記複数のRF処理チェーンは前記端末と少なくとも1つの基地局との間の無線チャネルを推定するために前記互いに異なる空間ビームを介して受信された基準シンボルを使用するように構成された請求項17に記載の端末。

20

【請求項20】

前記少なくとも1つの時間インスタンス (i n s t a n c e) で前記互いに異なる空間ビームは前記少なくとも1つの基地局によって互いに異なる方向に送信された請求項19に記載の端末。

30

【請求項21】

前記空間ビームのうち少なくとも1つに対応する少なくとも1つのシンボルは受信された基準シンボルを伝達する基準シンボルの受信のための第1シンボルを含み、
前記第1シンボルのシンボル区間はデータ受信のための第2シンボルのシンボル区間より短い請求項17に記載の端末。

【請求項22】

前記基準シンボルの受信のための前記第1シンボルは前記データ受信のための第2シンボルに比べて少ない数の副搬送波を含む請求項21に記載の端末。

【請求項23】

前記基準シンボルの受信のための前記第1シンボルに対するサイクリックプレフィックスは前記データ受信のための第2シンボルと同じである請求項21に記載の端末。

40

【請求項24】

前記基準シンボルの受信のためのシンボルの多数はデータ受信のための第2シンボルの区間以内に対応 (f i t) するように構成された請求項17に記載の端末。

【請求項25】

前記複数のRF処理チェーンのうちNRF個のRF処理チェーンは少なくともNRF個の空間ビームを有する前記空間ビームに対応する多数の基準シンボルを受信し、
前記多数の基準シンボルのそれぞれは周波数リソース、時間リソース、及び前記複数のRF処理チェーンのうち1つによって識別される請求項17に記載の端末。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に基準シンボルの送信に関し、より具体的には、OFDMシステムにおける基準シンボル送信のためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

移動通信は、現代史における最も成功した技術革新の一つである。近年、移動通信サービスの加入者の数は50億人を超え、さらに急速に増加している。それとともに、新しい移動通信技術は増加する要求を満足させ、より多くのより良質の移動通信アプリケーション及びサービスを提供するために発展している。このようなシステムのいくつかの例は、3GPP2によって開発されたcdma2000 1xEV-DOシステム、3GPPによって開発されたWCDMA(登録商標)、HSPA及びLTEシステム、そしてIEEEによって開発された移動WiMAXシステムである。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

したがって、本発明の実施形態は、OFDMシステムにおける基準シンボルを送信するための装置及び方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0004】

ビームフォーミング技法を使用して複数の加入者端末と通信できる基地局が提供される。前記基地局は、N個の空間ビームを送信するように構成された複数のアンテナアレイを含む。また、前記基地局は、前記複数のアンテナアレイのうち各アレイに接続された N_{RF} 個の無線周波数(radio frequency、RF)処理チェーンを含む。この時、空間ビームの数NはRF処理チェーンの数 N_{RF} より大きい。

【0005】

ビームフォーミングのための方法が提供される。前記方法は、 N_{RF} 個の無線周波数(radio frequency、RF)処理チェーンによってN個の空間ビームを送信する段階を含む。この時、空間ビームの数NはRF処理チェーンの数 N_{RF} より大きい。

30

【0006】

ビームフォーミング技法を使用して少なくとも1つの基地局と通信できる加入者端末が提供される。前記加入者端末は、M個の空間ビームを受信するように構成された複数のアンテナアレイを含む。また、前記加入者端末は、前記複数のアンテナアレイのうち各アレイに接続された M_{RF} 個の無線周波数(radio frequency、RF)処理チェーンを含む。この時、空間ビームの数MはRF処理チェーンの数 M_{RF} より大きい。

【発明の効果】

【0007】

このような本発明の実施形態は、OFDMシステムで基準シンボルを送信する時、基準シンボルを伝達するOFDMシンボルの区間をデータ送信のために使用されたOFDMシンボルの区間より減少させることによって、少ないFFT/IFFT長さを利用できるようにする。また、本発明の実施形態によれば、基準シンボルに対するOFDMシンボルは、データ送信のために使用されたOFDMシンボルに比べてより少ない副搬送波を有することができるようにする。

40

【0008】

下記の発明の具体的な説明の記載に先立ち、本特許文献全般にわたって用いられるワード(words)及び句(phrases)について定義することが効果的であろう。用語「含む(include)」及び「含む(comprise)」だけでなく、それらの派生語らは制限なく含む(inclusion without limitation)ことを意味する。用語「又は」は包括的な(inclusive)意味であって、「及

50

び/又は」を意味する。「...と関連付けられた (associated with)」、「それとともに関連付けられた (associated therewith)」、及びそれらの派生語らは「含む (include)」、「何かの内部に含まれる (be included within)」、「何かに互いに接続する (interconnect with)」、「含まれる (contain)」、「何かの内部に含まれる (be contained within)」、「何に、あるいは何かと接続される (connect to or with)」、「何かに、あるいは何かと結合される (couple to or with)」、「何かと通信可能である (be communicable with)」、「何かと協力する (cooperate with)」、「挟まれる (interleave)」、「並置される (juxtapose)」、「何かに隣接する (be proximate to)」、「何かに、あるいは何かと縛られる (be bound to or with)」、「持つ (have)」、「ある特性を有する (have a property of)」などを意味し得る。そして、用語「制御器 (controller)」は、少なくとも1つの動作を制御する任意の機器 (device)、システム、またはその一部 (system or part thereof) を意味し、そのような装置は、ハードウェア、ファームウェアもしくはソフトウェア (hardware, firmware or software)、又はそれらの少なくとも2つの組み合わせで具現化することができる。任意の特定の制御部に関連づけられた機能は、ローカル又はリモート (locally or remotely) であるかによって集中化又は分散化する (be centralized or distributed) ことができる。特定の単語及び句に対する定義は、本明細書全般にわたって提供されるものであって、当業者であれば、ほとんどの場合ではないとしても、多くの場合、そのように定義された単語及び句の今後の使用だけでなく、従来にも適用されるということを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0009】

本発明及びその効果に対するより完璧な理解のために、添付される図面を参照して下記の説明が行われ、ここで、同じ符号は同じ部分を示す。

【図1】本発明の実施形態による5Gシステムに対するフレーム構造を示す図である。

【図2】本発明の実施形態による基地局を示す図である。

【図3】本発明の実施形態による基地局を示す図である。

【図4】本発明の実施形態による送信インスタンス (instance) における4個の空間ビームに対応する多重化されたチャネル状態情報 - 基準信号 (Channel State Information - Reference Signal, CSI-RS) シンボルを示す図である。

【図5】本発明の実施形態による短い直交周波数分割多重 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) を示す図である。

【図6】本発明の実施形態によるサイクリックプレフィックス形式 (scheme) 600を示す図である。

【図7】本発明の実施形態によるスーパーフレーム (super-frame)、フレーム、サブフレーム (sub-frame) 及びスロット区間が維持されるフレームにおける短いOFDMシンボルを示す図である。

【図8】本発明の実施形態によるチャネル状態情報 - 基準信号 (CSI-RS) 送信のための短いOFDMシンボルにおける基準シンボル配置を示す図である。

【図9】本発明の実施形態による基準シンボルを符号化して送信できる送信機を示す図である。

【図10】本発明の実施形態による基準シンボルの電力及び帯域幅を可変させることができる送信機を示す図である。

【図11】本発明の実施形態による短いOFDMにおけるチャネル状態情報のための基準

10

20

30

40

50

シンボルの循環動作を示す図である。

【図 1 2】本発明の実施形態による C S I - R S を伝達する短い O F D M シンボルの非隣接配置を示す図である。

【図 1 3】本発明の実施形態によるパイロット多重化のためのロジックを含む送信機を示す図である。

【図 1 4】本発明の実施形態による基地局における C S I - R S シンボルを送信するためのプロセスを示す図である。

【図 1 5】本発明の実施形態によるサンプリング周波数の増加によって O F D M シンボルを短くする動作を示す図である。

【図 1 6】本発明の実施形態による移動端末を示す図である。

10

【図 1 7】本発明の実施形態による基地局と移動端末との間の信号送信動作を示す図である。

【図 1 8】本発明の実施形態による移動端末による C S I - R S 処理のためのプロセスを示す図である。

【図 1 9】本発明の実施形態による基地局から移動端末への多重経路チャネルを示す図である。

【図 2 0】本発明の実施形態による基準シンボルを用いた基準方向の第 1 送信インスタンスを示す図である。

【図 2 1】本発明の実施形態による基地局と移動端末における空間的に差 (s t a g g e r e d) を有する互いに異なる基準シンボルのビームを示す図である。

20

【図 2 2】本発明の実施形態による空間差 (s p a t i a l s t a g g e r i n g) を有するスキャンされた角度の解像度を示す図である。

【図 2 3】本発明の実施形態による周波数、時間及び空間差を用いたチャネルパラメータ推定及び微細調整プロセスを示す図である。

【図 2 4】本発明の実施形態による空間的に差を有するパイロットに対して共有された時間 - 周波数位置を示す図である。

【図 2 5】本発明の実施形態による空間的に差を有する送信及び受信のためのビーム幅を有して基準シンボルを送信する動作を示す図である。

【図 2 6】本発明の実施形態によるチャネル推定プロセスを示す図である。

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 1 0 】

本特許文書で本発明の原理を記述するために使用される、以下で論議される図 1 乃至図 2 6 及び様々な実施形態は単に例示のためのものであって、開示の範囲を制限するものとして解釈されてはならない。当該分野における熟練された者は、本発明の原理が適切に配置された任意の無線通信システムで具現化され得ることを理解するはずである。

【 0 0 1 1 】

ミリ波 (m i l l i m e t e r w a v e s) は、30 GHz - 300 GHz の無線周波数に対応する 1 mm - 10 mm 範囲の波長を有する無線波をいう。このような無線周波数は、ここで参照としてその内容が含まれる (t h e c o n t e n t s o f w h i c h a r e h e r e b y i n c o r p o r a t e d b y r e f e r e n c e) 、 “ M i l l i m e t e r w a v e p r o p a g a t i o n : S p e c t r u m m a n a g e m e n t i m p l i c a t i o n s ” 、 F e d e r a l C o m m u n i c a t i o n C o m m i s s i o n 、 O f f i c e o f E n g i n e e r i n g a n d T e c h n o l o g y 、 B u l l e t i n N u m b e r 7 0 、 J u l y 、 1 9 9 7 で論議されたように独特の電波特性を表す。例えば、低い周波数の無線波に比べ、ミリ波は大きな電波損失が発生し、ビルディング、壁、木の葉のようなオブジェクトを通過する能力に乏しく、空気中の粒子 (例えば、雨粒) によって大気中の吸収、屈折及び吸収により影響を受けやすい。一方、ミリ波は小さい波長を有するため、より多くのアンテナが相対的に少ない領域に構成されることができ (c a n b e p a c k e d) 、その結果、高い利得のアンテナを小さいフォームファクタ (s m a l l f o r m f a c t o

40

50

r) で具現化できる。しかし、上記の不利点が原因で、ミリ波の無線波は低い周波数の無線波に比べあまり使用されてこなかった。これは少ないコストでミリ波帯域のスペクトルを獲得するための新しい事業のための独特な機会があることを意味する。3 GHz - 30 GHzにおける周波数は超高周波 (Super High Frequency, SHF) と定義される。SHF帯域でいくつかの高周波数は大きな電波損失及び高い利得のアンテナを小さいフォームファクタで具現する可能性のように、EHF帯域 (すなわち、ミリ波) における無線波と類似した性質を表す。

【0012】

膨大な量のスペクトルがミリ波帯域で使用可能である。例えば、典型的には60 GHz帯域と呼ばれる約60 GHzにおける周波数が大部分の国で無認可スペクトルとして使用可能である。米国において、60 GHz周辺スペクトルの7 GHz (57 GHz - 64 GHz) は無認可使用領域として割り当てられた。2003年10月16日、連邦通信委員会 (Federal Communications Commission, FCC) は、米国における高密度固定型無線サービスのためのスペクトルに12.9 GHz (71 - 76 GHz、81 - 86 GHz) 及び連邦政府の使用のための94.0 - 94.1 GHzを除く92 - 95 GHz) を割り当てた。71 - 76 GHz、81 - 86 GHz及び92 - 95 GHzにおける周波数割り当てはまとめてE-帯域と呼ばれる。E-帯域はFCCによる最大のスペクトル割り当てであって、全体セルラースペクトルに比べ50倍も大きい。

【0013】

特定のシステムは、コンポーネント電子装置 (component electronics) を用いたミリ波無線通信を使用する。様々なシステムはギガ (giga) - bpsのデータレートを達成することもできる。例えば、特定のシステム (システム1) は、数キロメートルの距離上で10 Gbpsデータの伝達を可能にするミリ波通信システムを含む。このようなシステムで、送受信機は140 GHz (F-band)、94 GHz (W-band)、70/80 GHz (E-band)、及び35 GHz (Ka-band) のような様々なミリ波帯域における動作の柔軟性を提供する光学技術 (photonics) に基づく。別の例として、第2システム (システム2) は、70 GHz及び80 GHz帯域に対するマルチ-ギガビット無線技術を含む。しかし、このような技術はコスト、複雑度及びフォームファクタのような問題のため、商用の移動通信には適しない。例えば、二点間リンク品質のために要求されるアンテナ利得を達成するためには、システム2で2番目の無線高周波数を使用する場合1.25ギガビットデータ送信のためには2フィートのアンテナ (2-foot antenna) が必要である。このようなシステムで使用される、電力増幅器、低雑音増幅器、ミキサ、発振器、周波数合成器、導波管を含むコンポーネント電子装置は、長さが過度に大きく多くの電力を消費するため、移動通信に適用することは容易ではない。

【0014】

近年、短距離 (short-range) の無線通信のためのミリ波を使用するために多くの工学技術及び企業の努力が行われており、投資もされている。特定のシステムで、ギガ-bpsレートでデータを送信するために数メートル内の (最大10メートル) で無認可の60 GHz帯域を利用する技術及び標準が使用されている。Zhouyue Pi、Farooq Khan、"an introduction to millimeter-wave mobile broadband systems"、IEEE Communications Magazine、June 2011 (その内容は全体的に参照として含まれる) で言及される無線HD技術 (Wireless HD technology)、3GPP TS 36.201: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Layer - General Description" (その内容は全体的に参照として含まれる) で言及されるECMA-387、そして、3GPP TS 36.211: "Evolved Universal Terrestrial Rad

10

20

30

40

50

io Access (E-UTRA); Physical channels and modulation” (その内容は全体的に参照として含まれる) で言及される IEEE 802.15.3c のような様々な産業標準が、Wireless Gigabit Alliance (WGA) 及び IEEE 802.11 task group ad (TGad) のような競争の短距離 60 GHz ギガ - bps 接続技術を活発に発展させている複数の機構と共に発展している。集積回路 (Integrated circuit、IC) に基づく送受信機はこのような技術のいくつかのために使用可能である。短距離 60 GHz 接続技術の最も大きなチャレンジは RFIC であるというのが通説である。電力面でより効率的な 60 GHz RFIC を発展させるために多くの工学技術の努力が費やされてきた。多くの設計及び技術は 70 - 80 - 90 GHz 帯域のようなミリ波帯域のための RFIC 設計に移行され得る。現在の 60 GHz RFIC は低効率及び高コストの短所があるが、ミリ波 RFIC 技術は高効率及び低コストの方向に発展しているため、このような発展の推移は窮極的にはミリ波 RFIC を用いた広い距離における通信を可能にするはずである。

10

【0015】

本発明の実施形態は、無線通信のためにミリメートル電波を使用する通信システム並びに関連した装置及び方法を示す。実施形態はミリ波を使用する通信という面において図示されているが、実施形態はミリ波と類似した特性を表す、例えば 10 GHz - 30 GHz の周波数を有する無線電波のような他の通信媒体にも確実に適用され得る。場合によっては、実施形態は、テラヘルツ (terahertz) 周波数を有する電波、赤外線、可視光線及び他の光媒体に適用されることができ、例示の目的上、用語「セルラー帯域 (cellular band)」は、数百メガヘルツから数ギガヘルツ周辺の周波数を意味するものであって、「ミリ波帯域 (millimeter wave band)」は、数十ギガヘルツから数百ギガヘルツ周辺の周波数を意味するものである。セルラー帯域で無線電波は電波損失が少なく、より良好なカバレッジの目的のために使用されることができ、大きなアンテナを必要とする。代わりに、ミリ波帯域における無線電波は大きな電波損失が発生するが、少ないフォームファクタで高利得アンテナ又はアンテナアレイの設計することには非常に適している。

20

【0016】

図1は、本発明の実施形態による5Gシステムに対するフレーム構造を示す。図1に示す5Gフレーム100の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態が本発明の範囲から逸脱することなく使用されることができ、図1に示す例で、数値は単に例示のために提供されるものであって、他の数値が使用されることができ、

30

【0017】

直交周波数分割多重 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing、OFDM) シンボル105は、スケジューリングの単位化 (scheduling granularity) のためにスロット110にグループ化される。例えば、5Gシステムで30個のOFDMシンボル105がスロット110を形成する。8個のスロットはサブフレーム115を形成し、5個のサブフレームがフレーム100を形成する。このようにシンボル105、スロット110、サブフレーム115及びフレーム100の互いに異なる単位化はデータ、制御及び基準シンボルを送信するための単位化を示す。図示の例で、各OFDMシンボル105は4.16マイクロ秒 (μs) の長さを有する。30個のOFDMシンボルで構成されたスロット110は125 μs の長さを有する。サブフレーム115は1ミリ秒 (ms) の長さを有し、フレーム100は5msの長さを有する。ビームフォーミングは5Gシステムを中心になることが期待されているが、これは制御とデータ両方の送信時に指向的な特性を有することを意味する。指向性 (directivity) は、他の様々な特性の中でも基地局 (base station、BS) に対する移動端末 (mobile station、MS) (ここで「加入者端末 (subscriber station)」として言及される) の位置と、シャドーイング (shadowing) の量、そして、近隣の反射器の存在に影響を受ける

40

50

。よって、移動端末と基地局との間の送信のための最適の方向を確認 (i d e n t i f y) するために、いくつかのトレーニング (t r a i n i n g) の形態が要求される。送信のための互いに異なる方向はビームと呼ばれる。移動端末は移動端末と基地局との間の送信をサポートする最適のビーム (b e s t b e a m) を確認すべきである。本発明の実施形態は、最適のビームフォーミング方向に対するトレーニングを示す。基準シンボルは、特定の方向におけるビームフォーミングを使用して送信される。移動端末は基準シンボルを受信し、基準シンボルを処理して、もし前記送信機が最適のビーム / 方向に送信されると送信機が使用すべき最適のビーム / 方向を確認する。

【 0 0 1 8 】

図 2 は、本発明の実施形態による基地局を示す。図 2 の B S 2 0 0 は R F チェーンの数
10
がサポートされる空間ビームの数より少なく、それによって R F が制限される送信方式を使用するように構成される。特定の実施形態が図 2 の B S 2 0 0 の構成要素を参照して提供されるが、より多い、より少ない、または互いに異なる構成要素を含む他の実施形態が具現化できることが理解されるべきである。B S 2 0 0 は、この議論で、R F チェーン又はデジタルチェーンと呼ばれる複数のデジタル処理 ($N_{R F}$) チェーン 2 0 5 を含む。各 R F チェーン 2 0 5 は、各基底帯域 + R F 処理ブロック 2 1 0、ビームフォーミング部 2 1 5 及びアンテナアレイ 2 2 0 を含む。各基底帯域 + R F 処理ブロック 2 1 0 は、送信のための信号を処理するための処理回路を含む。送信されるデータはブロック 2 1 0 でチャネル符号化、変調コンステレーション (c o n s t e l l a t i o n) マッピング、M I M O 処理方式、デジタル - アナログ変換、などのための互いに異なるモジュールを用いて
20
処理される。各基底帯域 + R F 処理ブロック 2 1 0 は、ビームフォーミング部 2 1 5 に結合されるが、ビームフォーミング部 2 1 5 は、アンテナアレイ 2 2 0 にさらに結合される。各ビームフォーミング部 2 1 5 は、各基底帯域 + R F 処理ブロック 2 1 0 から情報を受信するように構成され、アンテナアレイ 2 2 0 を介してビームフォーミング送信を行うための情報を構成する。

【 0 0 1 9 】

実施形態 1 : 制限的な R F ミリ波モバイルブロードバンド (M i l l i m e t e r - w a v e M o b i l e B r o a d b a n d 、 M M B) システムのための基準シンボル送信

【 0 0 2 0 】

特定の実施形態において、基準シンボルは、B S 2 0 0 で周波数と時間の両方で多重化されるが、この B S 2 0 0 は、無線周波数処理チェーン 2 0 5 の数より多くのアンテナ 2 2 0 を具備する O F D M 送受信機システムを含む。基底帯域及び無線周波数 (R F) 処理チェーン 2 0 5 の数は B S 2 0 0 における送受信機システムの処理能力を表す。R F チェーン 2 0 5 の数より多くの送信アンテナ 2 2 0 及び / 又はサポートされる空間方向を所有する送受信機システムで、多重シンボルは受信機におけるチャネル状態情報 (c h a n n e l s t a t e i n f o r m a t i o n 、 C S I) を測定するために使用される基準シンボルを送信するように使用される。C S I は送信機 (例えば、B S 2 0 0) から受信機 (例えば、加入者端末) へのチャネル品質を示し、送信機における送信アンテナ 2 2 0
40
又は空間ビームから受信機における受信アンテナ又は空間ビームへのチャネルを特定したものである。特定の空間ビーム上の又は特定の送信アンテナ 2 2 0 から受信機へのチャネル品質は受信機に知らされ、送信機 B S 2 0 0 と受信機との間に暗黙的に同意された予め定義された時間区間で送信された基準シンボルを用いて測定される。 $N_{R F}$ 個の送信 R F チェーン 2 0 5 及び N 個の空間ビーム 2 2 5 を具備するシステムで、最大 $N_{R F}$ 個の基準シンボルは 1 つの送信インスタンス (t r a n s m i s s i o n i n s t a n c e) で送信され、 $N_{R F}$ 個より大きい基準シンボルは 1 つの送信インスタンスで送信されない。したがって、N 個の全ての空間ビームに対する基準シンボルを送信するために、少なくとも $N / N_{R F}$ 回の送信動作が必要である。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、本発明の実施形態による基地局を示す図である。特定の実施形態が図 3 の B S

10

20

30

40

50

200の構成要素を参照して提供されるが、より多い、より少ない、または互いに異なる構成要素を含む他の実施形態が具現化できることが理解されるべきである。BS200は複数(N_{RF})のチェーン205a-205dを含む。各チェーン205a-205dは、各基底帯域+RF処理ブロック210、ビームフォーミング部215及びアンテナレイ220を含む。各基底帯域+RF処理ブロック210はビームフォーミング部215に結合されるが、ビームフォーミング部215はアンテナレイ220にさらに結合される。図3のBS200は4個の空間ビームに対応する基準シンボルを多重化するように構成される。各RFチェーン205a-205dは他のRFチェーン205a-205dによって使用されない副搬送波リソースを介して特定の空間ビーム310a-301dに対応する基準シンボル305a-305dを伝達する。

10

【0022】

OFDM送受信機システムは、 $N_{RF} = 4$ 個のRF処理チェーン205a-205dを具備し、前記システムは最大 $N = 12$ 個のビーム310をサポートする。与えられた送信インスタント(*instant*)で、RFチェーン1205aは、他のRFチェーンによって使用される場合もあり、使用されない場合もあるいくつかのOFDMシンボルの周波数副搬送波を用いて1つの空間ビーム310aに対応する基準シンボル305aを送信する。同じ送信インスタントで、第2RFチェーン205bは、第1RFチェーン205a又は他のRFチェーン205c及び205dによって使用される場合もあり、使用されない場合もあるいくつかのOFDMシンボルの周波数副搬送波を用いて他の空間ビーム310bに対応する基準シンボル305bを送信する。同様に、他のRFチェーン205c及び205dは他のRFチェーン205a及び205bによって使用されない互いに異なる空間ビーム310c及び310dに対応する基準シンボル305c及び305dを送信する。

20

【0023】

図4は、本発明の実施形態による送信インスタントにおける4個の空間ビームに対応する多重化されたチャネル状態情報-基準信号(Channel State Information-Reference Signal、CSI-RS)シンボルを示す図である。図4に示す多重化されたCSI-RSシンボル400の例は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

30

【0024】

12個の空間ビーム310は、各OFDMシンボルが4個の空間ビーム310に対するCSI-RSシンボル425を伝達する、スロット420の3個のOFDMシンボル405, 410, 415で送信される。代案的な構成において、 N_{RF} 個のRFチェーン205のうち2つのチェーンのみを利用する6個のOFDMシンボルを介して12個の空間ビーム310が送信される。CSI-RSシンボルの構成に関する情報はサポートされたビームの数及び送信されたCSI-RSシンボルの数を含む。このような構成メッセージは、システム構成ブロードキャストメッセージの一部として又は独立的なブロードキャストメッセージとしてBS200によって全てのMSに送信される。システムは複数の構成をサポートできるが、許可された構成のうち、1つの構成のみを使用することができる。したがって、構成が与えられる時、MSは送信されたCSI-RSシンボルの特性(*property*) (拡散符号、等)、及び受信されたCSI-RSシンボルと送信されたビーム方向との間のマッピング規則を決定する。特定の実施形態において、このような情報は受信機に送信されず、事前に協議される、または暗黙的に使用され得る。

40

【0025】

図5は、本発明の実施形態による短い直交周波数分割多重(Orthogonal Frequency Division Multiplexing、OFDM)を示す図である。図5に示す短くなった長さのOFDMシンボルの実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

50

【 0 0 2 6 】

特定の実施形態において、基準シンボルを伝達するOFDMシンボルの区間 (*duration*) は、データ送信のために使用されたFFT/IFFTサイズと異なるより小さいFFT/IFFTサイズを用いることによって減少し得る。基準シンボルに対するOFDMシンボルは、データ送信のために使用されたOFDMシンボルに比べて少ない副搬送波を有する。基準シンボルを送信するために使用されたOFDMシンボル510及び515は、データ送信のために使用された普通のOFDMシンボル505より短い区間を有する。以下、このような短い区間を有するOFDMシンボルを短いOFDMシンボルと呼ぶことにする。短いOFDMシンボル505, 515の副搬送波520と普通のOFDMシンボル505の副搬送波とは、同じ帯域幅525の区間を有する。短いOFDMシンボル510, 515は、データ送信のために使用された普通のOFDMシンボル505に対して使用されたFFTサイズより小さいFFTサイズを用いて得られることができる。短いOFDMシンボル510, 515における時間区間の短縮による直接的な効果は、図5に示すように、副搬送波帯域幅を増加させることである。例えば、第1短いOFDMシンボル510の場合、FFTサイズを半分に減らすことで、もし同じサンプリング区間 T_s (サンプリング周波数 $F_s = 1/T_s$) が維持されると、OFDMシンボル区間530は (普通のOFDMシンボル区間540に比した場合) 半分に減少される。第2短いOFDMシンボル515の場合、FFTサイズ N を $1/4$ に ($N/4$) 減らすことで、OFDMシンボル区間535は (普通のOFDMシンボル区間540に比した場合) $1/4$ に減少される。短いシンボル510, 515に対する2つの例は、単に実際的な例であって、FFTサイズを異なるように減らすことで短いOFDMシンボルのために使用され得る。

10

20

【 0 0 2 7 】

図6は、本発明の実施形態によるサイクリックプレフィックス形式 (*scheme*) 600を示す図である。図6に示すサイクリックプレフィックス600の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【 0 0 2 8 】

実施形態3: 普通のOFDMシンボルと同じサイクリックプレフィックスを短いOFDMシンボルのために維持する

【 0 0 2 9 】

特定の実施形態において、短いOFDMシンボル515のサイクリックプレフィックス605は、普通のOFDMシンボル505と同じ区間を有する。すなわち、短いOFDMシンボル515のサイクリックプレフィックス605は、普通のOFDMシンボル505のサイクリックプレフィックス610と同じ区間を有する。サイクリックプレフィックス605は、チャンネルの遅延拡散よりも長く設計される。遅延拡散はチャンネルを介して移動する送信機からの多重経路が受信機に到着し数秒内に測定される時間区間である。短いOFDMシンボル515は普通のOFDMシンボル505と同じチャンネルで動作するため、短いOFDMシンボル505のサイクリックプレフィックス505は、普通のOFDMシンボル505のサイクリックプレフィックス610と同じ区間を有する。図6に示すように、普通のOFDMシンボル505のサイクリックプレフィックス区間は、短いOFDMシンボル515で同一に維持される。本実施形態において、FFT/IFFTサイズは普通のOFDMシンボル505と短いOFDMシンボル515との間で4倍に減少され、これはOFDMシンボル515の長さに反映される。しかし、図5に示す例で示すように、 $0.46 \mu s$ のサイクリックプレフィックス区間を構成するシンボルの数は、普通のOFDMシンボル505と短いOFDMシンボル515との間で同一に維持される。

30

40

【 0 0 3 0 】

図7は、本発明の実施形態によるスーパーフレーム (*super-frame*)、フレーム、サブフレーム (*sub-frame*) 及びスロット区間が維持されるフレームにおける短いOFDMシンボルを示す図である。図7に示す短いOFDMシンボルの実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく

50

使用されることができる。

【 0 0 3 1 】

実施形態 4 : C S I - R S 送信のためのフレームにおける短い O F D M シンボルの配置

【 0 0 3 2 】

特定の実施形態において、スロット 7 0 5、サブフレーム 7 1 0、フレーム 7 1 5 及びスーパーフレーム 7 2 0 の区間が維持されるようにするために、C S I 推定のための基準シンボル (C S I - R S) を伝達する短い O F D M シンボル 5 1 5 は、普通の O F D M シンボル 5 0 5 の区間又は普通の O F D M シンボル区間の整数倍 (i n t e g r a l m u l t i p l e) に符合するように位置できる。基準シンボルはユーザがチャネルの周波数選択度を推定することを可能にするために短い O F D M シンボル 5 1 5 の全体帯域幅上で位置する。普通の O F D M シンボル 5 0 5 の区間内で位置できる短い O F D M シンボル 5 1 5 の数は短い O F D M シンボル 5 1 5 の長さに依存して決定されることができる。もしスロット 7 0 5 内に含まれた複数の O F D M シンボル全体の区間に該当する全体区間を有する、複数の短い O F D M シンボル 5 1 5 が使用される場合、これらはスロット 7 0 5、サブフレーム 7 1 0 又はフレーム 7 1 5 の境界を侵すことなく配置される。さらに、もしスロット 7 0 5 での短い O F D M シンボル 5 1 5 の配置がスロット 7 0 5 の区間に符合しスロット 7 0 5 の境界を侵さない場合、サブフレーム 7 1 0、フレーム 7 1 5 及びスーパーフレーム 7 1 5 の境界は侵されない。短い O F D M シンボル 5 1 5 は普通の O F D M シンボル 5 0 5 のサイズの約 1 / 4、すなわち短い O F D M シンボル 5 1 5 の区間は 0 . 9 2 6 μ s であるが、これは 3 . 7 7 μ s である普通の O F D M シンボル 5 0 5 のサイズの約 1 / 4 である。0 . 4 6 μ s である普通のサイクリックプレフィックスの区間が短い O F D M シンボル 5 1 5 に追加される時、3 個の短い O F D M シンボル 5 1 5 はサイクリックプレフィックス 7 2 5 を含む普通の O F D M シンボル 5 0 5 の区間に符合する。特定されない場合、3 0 個の普通の O F D M シンボル 5 0 5 を有するスロット 7 2 5 は、2 9 個の普通の O F D M シンボル 5 0 5 及び 3 個の短い O F D M シンボル 5 1 5 を含む 3 2 個の O F D M シンボルを含む。O F D M シンボル 5 0 5、5 1 5 は同じサイクリックプレフィックス区間を有する。特定の実施形態において、互いに異なる帯域幅を有する普通の O F D M シンボル 5 0 5 と短い O F D M シンボル 5 1 5 との両方は、各副搬送波に対して同じ帯域幅を有する。図 7 に示す例で、同じサンプリング周波数で動作する場合、短い O F D M シンボル 5 1 5 の副搬送波帯域幅は普通の O F D M シンボル 5 0 5 の副搬送波帯域幅の 4 倍である。

【 0 0 3 3 】

図 8 は、本発明の実施形態によるチャネル状態情報 - 基準信号 (C S I - R S) 送信のための短い O F D M シンボルにおける基準シンボル配置を示す図である。図 8 に示す基準シンボル配置 8 0 0 の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【 0 0 3 4 】

実施形態 5 : 短い O F D M シンボルにおける C S I - R S シンボルの配置

【 0 0 3 5 】

特定の実施形態において、短いシンボル 5 1 5 の副搬送波は送信機と受信機の両方に知られた基準シンボル 8 1 0 を伝達して送信機と受信機との間の無線チャネルの推定を可能にする。多重アンテナ送信機で、送信アンテナの数と同じ数の基準シンボル 8 1 0 がある。互いに異なるアンテナ 2 2 0 に対応する基準シンボル 8 1 0 は、基準シンボルを伝達するための短い O F D M シンボル 5 1 5 の互いに異なる副搬送波 8 0 5 上に位置する。すなわち、各副搬送波 8 0 5 は特定のアンテナ 2 2 0 に対する基準シンボル 8 1 0 を伝達する。多数の送信アンテナを有する他の無線通信システムにおいて、アンテナの数は過度に多く、C S I - R S シンボルでそれらを受け入れることができない。このような大規模な多重アンテナ送信機で、送信機は協力して動作して特定の方向のビームを形成する。送信機がサポートできるビームの数は重大な特徴であり、各副搬送波は特定の空間方向を指向する特定のビームに対する基準シンボルを伝達する。図 8 に示す例で、3 個の短い O F D M

10

20

30

40

50

シンボル 5 1 5 は 1 2 個のアンテナに対応する基準シンボルを伝達するか、又は 4 個のアンテナ 2 2 0 で 1 2 個の空間ビーム 3 1 0 に対応する基準シンボルを伝達するか、又は OFDM シンボルごとの空間ビーム 3 1 0 に対応する基準シンボルを伝達する。与えられたアンテナ 2 2 0 又は空間ビーム 3 1 0 に対応する基準シンボル 8 1 0 は、MS がチャンネルの周波数選択度も推定できるようにする送信帯域幅の範囲内で繰り返される。別の例によれば、1 つの送信アンテナ 2 2 0 又は空間ビーム 3 1 0 方向に対応する複数の基準シンボルが全体の送信帯域幅の範囲を有するように適切な副搬送波で位置するように配置される。CSI-RS シンボルの構成に関する情報は、サポートされるビームの数及び送信された CSI-RS シンボルの数を含む。このような構成メッセージはシステム構成ブロードキャストメッセージの一部として又は独立的なブロードキャストメッセージとして BS 2 0 0 によって全ての MS に送信される。システムは複数の構成をサポートできるが、許可された構成のうち、1 つの構成のみを使用することができる。したがって、構成が与えられる時、MS は送信された CSI-RS シンボルの特性（拡散符号等）、及び受信された CSI-RS シンボルと送信されたビーム方向との間のマッピング規則を決定する。特定の実施形態において、このような情報は受信機に送信されず、事前に協議される、又は暗黙的に使用され得る。

【 0 0 3 6 】

図 9 は、本発明の実施形態による基準シンボルを符号化して送信できる送信機を示す図である。図 9 に示す送信機 9 0 0 の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【 0 0 3 7 】

実施形態 6：短い OFDM シンボルにおける CSI-RS の符号化

【 0 0 3 8 】

特定の実施形態において、互いに異なるアンテナ又は互いに異なる空間方向に対応する基準シンボルは、送信された基準シンボルの特性によって受信機によって区別され得る。特定の空間ビーム又は送信アンテナに対応する基準シンボルは、符号のファミリー (family of codes) に属することもできる。符号は実数又は複素数のシーケンスで、符号のファミリーは特定の特性を有する符号のセットである。基準シンボルを送信するために使用される符号ファミリーの品質は低い相互相関 (low cross correlation)、低いピーク対平均電力比 (low peak-to-average ratio) 及び一定のモジュラス (constant modulus) を有することが好ましい。以上で言及した特性は他の好ましい品質によって拡大され得る。符号ファミリーに属する符号は特定のビーム又は送信アンテナを示すように使用され、基準シンボルの送信に使用された短い OFDM シンボル 5 1 5 のうち 1 つにおける基準シンボルとして送信される。受信機は最大尤度 (maximum likelihood)、デコラレータ (decorrelator)、及びその他を含むがこれに限定されない様々な受信機アルゴリズムを用いて受信された信号を復号化することによって、符号ファミリーの構成要素を確認する。基準信号における符号は送信された空間ビーム又は空間ビームが送信された送信アンテナを示すので、基準シンボルは符号ファミリーの構成要素を確認するように使用され得る。

【 0 0 3 9 】

図 9 に示すように、時間 t で、短い OFDM CSI-RS シンボル 9 0 5 は、全ての副搬送波で伝達される 4 個のビームに対する基準シンボルと共に送信され、基準シンボルとして送信された符号の特性によって区別される。時間 t で第 1 RF チェーン 9 1 5 a からの短い OFDM シンボル 5 1 5 の全ての副搬送波上の符号シーケンス u_1 は第 1 空間ビーム 9 1 0 a で送信される。同じ t で、符号シーケンス u_1 に比べて低い相関特性を有する他の 3 個の RF チェーン 9 1 5 b, 9 1 5 c 及び 9 1 5 d からの互いに異なる符号 u_2 、 u_3 及び u_4 を用いて、それぞれ第 2 空間ビーム 9 1 0 b、第 3 空間ビーム 9 1 0 c 及び第 4 空間ビーム 9 1 0 d と索引付けられる 3 個の互いに異なる空間ビームはそれぞれ互いに異なる方向に指向されて送信される。送信の無線特性のため、3 個の全ての符号は空

10

20

30

40

50

中に送信され (add up over the air) 合算された信号として受信機に到達する。符号間の低い相互相関特性を利用して、受信機は個別的な基準シンボルを分離して4個の空間方向それぞれにおけるチャンネル状態を測定する。

【0040】

図10は、本発明の実施形態による基準シンボルの電力(パワー)及び帯域幅を可変させることができる送信機を示す図である。図10に示す送信機1000の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【0041】

実施形態7: 短いOFDMシンボルに対するCSI-RS基準シンボルの電力及び帯域幅の変化

10

【0042】

特定の実施形態において、互いに異なる電力を有する帯域幅の互いに異なる部分を占有するようにするために互いに異なる空間方向又は互いに異なる送信アンテナに対応する基準シンボルは短いOFDMシンボル515で送信される。送信機はアクティブな副搬送波を示すために電力及び帯域幅を可変するが、この電力及び帯域幅上におけるチャンネルはチャンネル状態を推定するために測定されるべきである。帯域幅の可変は基準シンボルが伝達されない副搬送波を無効化(nulling)することによって行われる。すなわち、ゼロ(zero)の送信電力は基準シンボルが伝達されない副搬送波に割り当てられる。基準シンボルが伝達される副搬送波上における副搬送波に割り当てられた電力は互いに異なる場合がある。特定の実施形態において、基準シンボルを伝達する全ての副搬送波に同じではない電力を適用する特別な場合として、基準シンボルを伝達する全ての副搬送波に同じ電力が適用される。特定の実施形態において、副搬送波に対する電力割り当てを調節することによって互いに異なる空間ビームに対応する基準シンボルは互いに異なる副搬送波上で伝達される。基準シンボルが図9に示す短いOFDMシンボル515における全ての副搬送波で送信される時、副搬送波ごとの電力は調節され得る。

20

【0043】

図10に示すように、時間tで、短いOFDM CSI-RSシンボル1005は帯域幅の互いに異なる部分で伝達された4個のビームに対する基準シンボルと共に送信される。第1空間ビーム方向1010aに対応する基準シンボルは帯域幅の部分で伝達される。非ゼロ(nonzero)電力割り当てによって指示される、基準シンボル1005が伝達される副搬送波上の、符号 u_1 から基準シンボル1005が得られる(drawn)。同じ時間tで、他のRFチェーン1015は符号 u_2 、 u_3 及び u_4 のそれぞれから得られた基準シンボルを用いて第2空間ビーム方向1010b、第3空間ビーム方向1010c及び第4空間ビーム方向1010dに対応する基準シンボルを送信する。このような基準シンボル1005は陰影処理された副搬送波(shaded subcarriers)によって示される各帯域幅の互いに異なる部分1020、又はサブセットを介しても伝達される。例えば、基準シンボル1005は帯域幅における副搬送波のサブセット1020a上で伝達されることができる。さらに、基準シンボル1005は帯域幅における副搬送波の複数のサブセット1020a及び1020b上で伝達されることができる。空間ビーム方向1010のそれぞれに対して、基準シンボルが伝達される副搬送波の電力は変化し、互いに異なるRFチェーン1015を用いて送信される。

30

40

【0044】

図11は、本発明の実施形態による短い直交周波数分割多重(orthogonal frequency division multiplexing、OFDM)シンボルにおけるチャンネル状態情報のための基準シンボルの循環動作を示す図である。図11に示す基準シンボルの循環の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【0045】

実施形態8: 短いOFDMシンボルにおけるCSI-RSシンボルの周波数循環

50

【 0 0 4 6 】

特定の実施形態において、特別な空間方向又は送信アンテナに対応する基準シンボルは短いOFDMシンボルの互いに異なるリソース（例えば、電力及び帯域幅）を用いて伝達される。互いに異なる送信インスタンスで互いに異なるリソースの使用は所定の規則に基づいて決定される。この規則は空間方向に対応するRSシンボルを伝達するリソースを決定するにあたってサブフレーム番号又はフレーム番号又はスーパーフレーム番号を考慮する。

【 0 0 4 7 】

図11に示すように、空間ビームに対応する基準シンボルは各送信インスタンスにおける互いに異なる副搬送波で伝達される。送信インスタンス (transmission instance) は特定の空間方向又は特定のアンテナに対応する1つの基準シンボルが送信される時間区間 (time duration) として定義される。送信インスタンス1110は、スロット又はサブフレーム又はフレーム又はスーパーフレームによって分離され得る。これは互いに異なるシステム及び配置パラメータを用いて最適化される。互いに異なる空間ビームに対応する基準シンボル1105は、各送信インスタンス1110で隣接する副搬送波の間でシフトされる。特定の場合として、第1送信インスタンス1110aにおける短いOFDMシンボルの第1CSI-RS副搬送波1115aで送信されるビーム#1に対応する基準シンボル1105を考慮する。次の送信インスタンス1110bで、基準シンボル1105は第2CSI-RS副搬送波1115bで送信され、3番目の送信インスタンス1110cで、基準シンボル1105は第3CSI-RS副搬送波1115cで送信され、4番目の送信インスタンスで、基準シンボル1105は第4CSI-RS副搬送波1115dで送信される。5番目の送信インスタンスで、ビーム#1に対応する基準シンボル1105は第1CSI-RS副搬送波で伝達され、かかる互いに異なる副搬送波による循環が続けられる。

【 0 0 4 8 】

実施形態9：CSI-RS推定による (with some flooring of the CSI-RS estimate) 短いOFDMシンボルに対するサイクリックプレフィックスの減少

【 0 0 4 9 】

特定の実施形態において、短いOFDMシンボル515のサイクリックプレフィックス1205は、普通のOFDMシンボル505のサイクリックプレフィックス725に比べ小さく作られることができる。短いOFDMシンボル515のサイクリックプレフィックス1205を減少させることによってシンボル区間をさらに小さくすることができる。これはより多くのCSI-RSシンボルがスロット内に含まれて構成されるようにすることを可能にする。

【 0 0 5 0 】

図12は、本発明の実施形態によるCSI-RSを伝達する短いOFDMシンボルの非隣接配置 (non-contiguous arrangement) を示す図である。図12に示す非隣接配置の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【 0 0 5 1 】

実施形態10：RS送信のためのフレームで短いOFDMシンボルの互いに異なる配置

【 0 0 5 2 】

特定の実施形態において、スロットでCSI-RSを送信するために使用された短いOFDMシンボル515は、普通の区間のOFDMシンボルと非隣接するように配置されるように (non-contiguously interspersed) 位置することができる。スロット、サブフレーム、フレーム及びスーパーフレームの区間が維持されるようにするために、基準シンボルを伝達する複数の短いOFDMシンボル515は、普通のOFDMシンボル505の区間又は普通のOFDMシンボル505区間の整数倍に符合するように位置する。スロットで短いOFDMシンボルの非隣接配置の例が図12に図示

10

20

30

40

50

されている。短いOFDMシンボル515は、普通のOFDMシンボル505のサイズの約1/4、すなわち短いOFDMシンボル515の区間は0.926μsであるが、これは3.77μsである普通のOFDMシンボル505のサイズの約1/4である。0.46μsである普通のサイクリックプレフィックス1205の区間が短いOFDMシンボル515に追加される時、3個の短いOFDMシンボル515のみがサイクリックプレフィックス1205を含む普通のOFDMシンボル505の区間に符合する。特定されない場合、30個の普通の区間のOFDMシンボル505を有するスロット1210は、29個の普通のOFDMシンボル505及び3個の短いOFDMシンボル515を含む32個のOFDMシンボルを含む。全てのOFDMシンボルは同じサイクリックプレフィックス区間を有する。互いに異なる副搬送波帯域幅を有する普通のOFDMシンボル及び短いOFDMシンボルはすべて同じ帯域幅を有する。図12に示す例で、同じサンプリング周波数で動作する場合、短いOFDMシンボル515の副搬送波区間は、普通のOFDMシンボル505の副搬送波区間の4倍である。

10

【0053】

実施形態10.1：スロット/フレーム境界を維持しない短いOFDMシンボルの互いに異なる配置

【0054】

特定の実施形態において、スロットでCSI-RSを送信するために使用された短いOFDMシンボル515は、普通の区間のOFDMシンボルと非隣接するように配置されるように(non-contiguously-interspersed)位置することができる。基準シンボルを伝達する短いOFDMシンボル515の数はシステム区間に基づいて決定され、CSI-RSシンボルの区間はスロット、サブフレーム、フレーム及びスーパーフレームの区間を維持する必要がない。

20

【0055】

実施形態11：データ送信の位相をトレーニングするための短いOFDMシンボルのRS送信

【0056】

特定の実施形態において、スロットでCSI-RSを送信するために使用された短いOFDMシンボル515は、受信機に送信するために用いられる送信機に対する最適の送信方式を確認するために使用されるチャネルを推定するために使用される。大規模な送信アンテナのアレイが特定の空間方向に向かうビーム形成のために使用される場合、CSI-RSは送信機がサポートできる全ての空間方向に対して伝達される。各空間方向はビームによって確認される。このビームは与えられた受信機側の方向にデータをビーム形成するために使用される。基準シンボルがデータを伝達するために設計された各ビームに対して伝達される。特定の実施形態において、特徴的な基準シンボルの数は送信機がサポートするビームの数と同じである。

30

【0057】

図13は、本発明の実施形態によるパイロット多重化のためのロジックを含む送信機を示す図である。図13に示す送信機1300の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

40

【0058】

送信機1300は、基地局200に示すものと同じまたは類似の機能を行う要素(functionality)を含む。さらに、BS200は、送信機1300を含むことができる。各基底帯域+RF処理ブロック210は、各ビームフォーミング部215に結合された送信経路1305を含む。送信経路1305はN/mIFFTブロック1315、スイッチ1320及びサイクリックプレフィックスブロック1325に結合されたCSI-RS送信ロジック1310を含む。送信経路1305は、ソースからデータビットを受信するように構成され、直並列変換器1335及びNIFFTブロック1340に結合された変調及び符号化ブロック1330も含む。送信経路1305は、パイロットシーケンスを受信するように構成され、N/mIFFTブロック1315に結合された第2

50

直並列変換器 1345 をさらに含む。サイクリックプレフィックスブロック 1325 は、並直列変換器 1350、デジタル - アナログ変換器 (digital to analog converter、DAC) 1355 及び RF 処理部 1360 に結合される。

【0059】

実施形態 12：減少されたシンボル区間を有する CSI-RS シンボルに対する互いに異なるサイズを制御するためのロジック

【0060】

特定の実施形態において、CSI-RS シンボルのサイズは送信時点で CSI-RS 送信ロジック 1310 によって柔軟に決定される。CSI-RS 送信ロジック 1310 は、CSI-RS シンボルに対して使用された IFFT のサイズだけでなく CSI-RS シンボルを多重化するためのスイッチング時間を決定する。CSI-RS の送信時に、CSI-RS 送信ロジック 1310 は、CSI-RS シンボルを送信するために使用される IFFT のサイズを示し、スイッチ 1320 を動作させ、送受信機チェーンにおける追加の処理のためのパイロットシーケンスを多重化し、CSI-RS シンボルにおけるサイクリックプレフィックス 1325 のサイズを示すための CSI-RS サイクリックプレフィックスパラメータを設定する。CSI-RS 送信ロジック 1310 は、CSI-RS OFDM シンボルのサイズを決定する。CSI-RS OFDM シンボルのサイズは、シグナリングによって受信機に示される、又は CSI-RS 送信の時間インスタンスに依存して暗黙的である。

【0061】

図 14 は、本発明の実施形態による基地局における CSI-RS シンボルを送信するためのプロセスを示す図である。図 14 に示すプロセス 1400 は、CSI-RS 送信のための処理ロジックを具体化する。CSI-RS 構成情報 (configuration) を含む BS 200 のため構成情報 1405 がメモリに保存される。ブロック 1410 にて、BS 200 における処理ロジック 1310 は、CSI-RS のための構成情報を決定するためにメモリから読み出す (read)。CSI-RS のための 1 つ以上の構成情報が存在できるが、この場合、ロジックは構成情報オプションのうち 1 つを選択するように設定される。ブロック 1415 にて、BS 200 は、メッセージで CSI-RS 構成情報を MS に送信する。このメッセージは、ブロードキャスト制御チャネル、マルチキャスト制御チャネル又はユニキャスト制御チャネルのうち少なくとも 1 つ以上を用いてブロードキャストされる。ブロック 1420 にて、構成情報は、MS によって CSI-RS シンボルの特性、CSI-RS シンボルで送信される CSI-RS に対するビームインデックスだけでなく CSI-RS シンボルの長さを決定するために使用される。ブロック 1425 にて、マッピングが 1 つの OFDM シンボルで送信された複数のビーム方向間の規則に従って行われ、CSI-RS シンボルが生成される。このような規則は送信機と受信機との間で事前に (a priori) 同意された単一の規則であるか、又は調整され得るものであって、構成情報メッセージを用いて受信機に明示的に信号送信され得る。前記構成情報を用いて、BS は選択されたビーム方向に対応する CSI-RS OFDM シンボルを集めて (assemble) 送信する。全てのサポートされるビーム方向に対応する CSI-RS 送信が送信されるまでこのロジックは行われる。

【0062】

図 15 は、本発明の実施形態によるサンプリング周波数の増加によって OFDM シンボルを短くする動作を示す図である。図 15 に示す短い OFDM シンボル 1500 の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【0063】

実施形態 13：CSI-RS 送信のためにサンプリング周波数を増加させることによって減少されたシンボル区間

【0064】

特定の実施形態において、基準シンボルを伝達する OFDM シンボルの区間はデータ送

10

20

30

40

50

信を伝達するOFDMシンボルのために使用されるものとは異なるより高いサンプリング周波数を使用することによって減少される。基準シンボルに対するOFDMシンボルはデータ送信のために使用された普通のOFDMシンボル1505と同じ数の副搬送波を有する。もし、サンプリング周波数が増加した場合、基準シンボルを送信するために使用されたOFDMシンボル1510、1515は、データ送信のために使用された普通のOFDMシンボル1505よりも短い区間であり、以下、短いOFDMシンボルと称する。短いOFDMシンボル1510、1515の副搬送波及び普通のOFDMシンボルの副搬送波は、同じ帯域幅1520の期間を有する(span)。このような実施形態の目的のために、短いOFDMシンボル1510は、データ送信のために使用された普通のOFDMシンボル1505に対して使用されたものよりも大きいサンプリング周波数を用いて派生され得る。短いOFDMシンボル1510における時間区間の短縮の直接的な効果は、増加された副搬送波帯域幅である。もし、サンプリング区間 T_s が半分になった場合(又は等価的にサンプリング周波数 $F_s = 1/T_s$ が2倍になった場合)、サンプリング周波数によって、OFDMシンボル期間1510は半分に減少される。さらに、サンプリング周期を $1/4$ に($T_s/4$)減らすことで、OFDMシンボル1515区間は $1/4$ に減少される。短いシンボルに対する2つの例は実際的な例に過ぎず、サンプリング周波数を増加させるための任意の他の要素(factor)が短いOFDMシンボルのために使用され得る。

10

【0065】

実施形態14: CSI-RS送信のためのユーザ位置に基づくシンボル区間の減少

20

【0066】

特定の実施形態において、特定の空間ビーム方向のために送信されたCSI-RSは、セルにおける受信機の位置に基づいて選択されることができる。これは受信機の位置に基づいてデータを伝達するために使用されるそのような空間ビームのみを機会的に(opportunistically)トレーニングさせることを許可する。例えば、セル中心から遠く離れたユーザはビーム帯域幅がより広い、サポートされるビームのサブセットを使用する。多くのユーザがより広いビームを好ましい状況で、そのようなビームはユーザに好まれなかったビームに優先的により頻繁に送信され得る。

【0067】

実施形態15: ユーザ移動性に基づく適応性のCSI-RS送信

30

【0068】

特定の実施形態において、CSI-RS送信はユーザ移動性に基づいて適応性を有する。空間ビームのビーム幅は受信機の移動性に基づいて調整される。したがって、調整できるビーム幅を有するビームを介してCSI-RSが伝達される。低い移動性のユーザのためのビームは狭くなることができ、CSI-RSは狭いビームを介して伝達されることができる。高い移動性のユーザのためのビームは広くなることができ、CSI-RSは広いビームを介して伝達されることができる。例えば、セルで、もし全てのユーザがほとんど動かない、または非常に低い移動性を有する場合、CSI-RSは狭いビームを介して伝達されることができる。

【0069】

40

特定の実施形態において、CSI-RSを伝達するOFDMシンボルの長さはユーザ移動性に基づく。例えば、セルで、もし、全てのユーザがほとんど動かない、または非常に低い移動性を有する場合、CSI-RSは長いビームを使用することができる。もし、全てのユーザが普通の又は速い速度を有する場合、CSI-RSに対する短いシンボルが使用され得る。このような実施形態における技術はユーザ位置に基づく適応性のCSI-RS送信と結合され得る。

【0070】

実施形態16: CSI-RSのコードブックに基づく多重化

【0071】

特定の実施形態において、互いに異なるコードブックに対応するCSI-RSは、短い

50

OFDMシンボルの互いに異なる送信インスタンスで、短いOFDMシンボルを用いて送信される。互いに異なるコードブックは、各コードブックが互いに異なるビーム幅に対応するマルチ解像度 (multi-resolution) ビームに対応できる。与えられたコードブックの互いに異なるビームに対応するCSI-RSは、短いOFDMシンボルに基づくCSI-RS送信の単一の送信インスタンスで送信される。次の送信インスタンスで、互いに異なるコードブックからのビームに対応するCSI-RSが送信される。全てのコードブックからのビームに対応するCSI-RSが送信される場合、全てのコードブックに対するビームの送信シーケンスは後続するCSI-RSの送信インスタンスで繰り返される。例えば、もし、それぞれが B_i 個 ($i = 1, 2, \dots, N$) のビームを有する N 個のコードブックがあれば、CSI-RSの第1送信インスタンスは、コードブック B_1 におけるビームに対応するCSI-RSの送信に関わる。CSI-RSの第2送信インスタンスで、コードブック B_2 におけるビームに対応するCSI-RSが送信され、CSI-RSの N 番目の送信インスタンスで、コードブック B_N におけるビームに対応するCSI-RSが送信される。 $(N+1)$ 番目の送信インスタンスで、コードブック B_1 におけるビームに対するCSI-RS送信が送信され、送信サイクルは繰り返される。マルチ解像度コードブックが例として示され、他のマルチコードブックに基づくビームフォーミングは、コードブックに対応するCSI-RS短いOFDMシンボルを時間多重化することによってサポートされることができる。

10

【0072】

実施形態17：互いに異なる送信周波数を有するCSI-RSのコードブックに基づく多重化

20

【0073】

特定の実施形態において、互いに異なるコードブックに対応するCSI-RSは、短いOFDMシンボルの互いに異なる送信インスタンスで、短いOFDMシンボルを用いて送信される。特定のコードブックに対応するCSI-RSシンボルの送信周波数は、各コードブックに対して独立的に設定されることができる。例えば、もし、それぞれが B_i 個 ($i = 1, 2, \dots, N$) のビームを有する N 個のコードブックがあれば、コードブック B_j は M_i 回送信され、一方、コードブック B_k は、 M_k 回 ($j \neq k; j, k = 1, 2, \dots, N$) 送信されることもできる。特定のコードブックからのビームに対応するCSI-RSは規定された数だけ送信され、全てのコードブックに対応する全てのCSI-RSが送信された直後に新たな送信サイクルが開始される。各コードブックに対する送信周波数はコードブック利用統計に基づいて、又は要求される性能、又は他のメトリックに基づいて決定され得る。送信周波数を決定するためのメトリックは本発明の範囲外である。

30

【0074】

実施形態17.1：互いに異なるコードブックのための互いに異なるダイナミックな送信周波数

【0075】

特定の実施形態において、互いに異なるコードブックに対応するCSI-RSは、短いOFDMシンボルの互いに異なる送信インスタンスで、短いOFDMシンボルを用いて送信される。特定のコードブックに対応するCSI-RSシンボルの送信周波数は、各コードブックに対して独立的に設定されることができる。このような送信周波数はダイナミックに決定され得る。例えば、送信の第1サイクルで、互いに異なるコードブックに対応するCSI-RSは、送信サイクルで一度送信されることができる。ユーザから受信されたフィードバックに基づいて、BSはいくつかのコードブックが他に比べて頻繁に送信されることもでき、後続する送信サイクルで、このようなコードブックに対する新しい送信周波数がCSI-RSシンボルの送信に使用されるように決定することもできる。

40

【0076】

実施形態18：互いに異なるコードブックを多重化するための互いに異なるシンボル長さ

【0077】

50

特定の実施形態において、互いに異なるコードブックに対応するCSI-RSは互いに異なる長さを有する短いOFDMシンボル上で送信される。例えば、最も広いビーム幅を有するコードブックに対応するCSI-RSは、NポイントFFTを使用する普通のOFDMシンボルを用いて送信され、最も狭いコードブックに対応するCSI-RSは、N/8ポイントFFTを使用する普通のOFDMシンボルを用いて送信され、N/4、N/2FFTの短いOFDMシンボルは最も広いビーム幅と最も狭いビーム幅との間のサポートされるビーム幅を有するコードブックに対応するCSI-RSシンボルを送信するために使用される。したがって、互いに異なるシンボル区間を有するOFDMシンボルを用いるマルチビーム解像度コードブックに対するCSI-RSがサポートされる。

【0078】

実施形態19：BSからMSへのCSI-RSシンボル長さに対するシグナリング

【0079】

特定の実施形態において、CSI-RSシンボルのシンボル長さは構成情報メッセージを用いて基地局から移動端末に示される。CSI-RSシンボルの長さは構成情報メッセージの特定の位置のビットの列によって指示される。

【0080】

図16は、本発明の実施形態による移動端末(MS)を示す図である。図16に示す移動端末1600の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。移動端末1600は基底帯域+RF処理ブロック1605、ビームフォーミング部1610及びアンテナレイ1615を含む。基底帯域+RF処理ブロック1605は、DAC1625、直並列変換器1630及びサイクリックプレフィックス除去ブロック1635に結合されたRF処理ブロック1620を含む。CSI-RS復号化ロジック1640は、サイクリックプレフィックス除去ブロック1635、スイッチ1645及びN/mFFT1650に結合される。CSI-RS復号化ロジック1640は、N/mFFT1650に対する「m」の値を示すように構成される。例えば、CSI-RS復号化ロジック1640は、m=1, 2, 3, ...等を示す。N/mFFT1650は、チャンネル推定ブロック1655に結合される。スイッチは、サイクリックプレフィックス除去ブロック1635とN/mFFT1650及びNFFT1660との間の接続を変更するように構成される。NFFT1660は、他のチャンネル推定ブロック1665、並直列変換器1670及び復調及び復号ブロック1675に結合されるが、復調及び復号ブロック1675は、データビットを出力する。

【0081】

CSIシンボルの位置及び構成情報は単一の規則に基づくことができ、送信機と受信機との間で明示的に信号送信される必要はない。互いに異なる規則を受け入れることができる多くの構成情報がある場合、かかる構成情報は、構成情報メッセージを用いて受信機に明示的に信号送信されなければならない。スロット又はサブフレームにおけるCSI-RSの位置及びCSI-RS送信周波数は、構成情報メッセージ1680の多くのフィールドを使用して指示される。構成情報メッセージ1680を復号化すると、MS1600はサブフレーム及びスロットにおけるCSI-RSシンボルの長さ及び位置を確認する。MS1600は、スイッチングロジックを設定するために構成情報メッセージ1680を復号化するが、これは、受信機チェーンのサイクリックプレフィックス除去1635、CSI-RSスイッチ1645及びFFTサイズブロックのパラメータを設定する。BS200とMS1600との間で構成情報メッセージ1680のやりとりは、基地局200から構成情報メッセージ1680を移動端末1600に送信することによって開始されるが、これはCSI-RS特定パラメータを含む。MS1600は、構成情報メッセージ1680を復号化し、CSI-RS復号化ロジック1640を設定する。CSI-RSはBS200から受信される。MS1600は、CSI-RSを使用してデータ受信に対するチャンネル品質及び好ましいビームインデックスを推定する。MS1600は、アップリンクフィードバックチャンネルを用いて好ましいビームインデックスとともにチャンネル品質指示を

10

20

30

40

50

BS 200に送信する。BS 200は、データ送信のための戦略を決定するにあたって、MS 1600から受信されたフィードバックを使用する。

【0082】

図17は、本発明の実施形態による基地局と移動端末との間の信号送信動作を示す図である。ステップ1705にて、BS 200は、構成情報メッセージ1680をMS 1600に送信する。構成情報メッセージ1680は、CSI-RSシンボル長さ、送信時間及び送信周波数を示す。ステップ1710にて、MS 1600は、構成情報メッセージ1680を復号化し、CSI-RSロジック1640を設定する。ステップ1715にて、BS 200は、CSI-RS送信を行う。MS 1600は、ステップ1720にて、CSI-RS送信を復号化する。応答として、ステップ1725にて、MS 1600は、フィードバックチャンネルを介してチャンネル状態情報及び好ましいビーム指示子を送信する。ステップ1730にて、BS 200は、データ送信を行う。

10

【0083】

表1は、BSから送信された構成情報メッセージ1680におけるCSI-RS構成情報に対する互いに異なるフィールドの例を含む。

【0084】

【表1】

TABLE 1

Attribute/Array of Attributes	Size (bits)	Value/Notes	Conditions
CSI-RS Symbol length	3	0×000->m=1; 0×001->m=4; 0×011->m=8; 0×100-0×111-reserved	
Number of spatial beams supported	variable	Depends upon the codebook used	
Number of CSI-RS symbols	Variable	Depends upon the codebook used	
CSI-RS sub-frame index	4	Last 4 LSBs of the subframe index in which the CSI-RS is first transmitted	
CSI-RS transmission frequency	4	Frequency in units of subframes of CSI-RS transmission	

20

30

40

【0085】

例えば、もし、システムが12個のサポート可能なビーム方向を有する場合、構成情報メッセージ1680は、4ビットを使用して12個のビーム方向がサポートされることを示す。CSI-RSシンボルの数に対するフィールド(the number of CSI-RS symbols field)は、CSI-RS送信専用のサブフレームにおける全体OFDMシンボルを示す。もし、BS 200が3個のOFDMシンボルを使用するように構成される場合、CSI-RSシンボルの数に対するフィールドは3個のビットを使用して3個のOFDMシンボルが使用されたことを示す。サポートされる空間ビームの数(the number of spatial beams supporte

50

d) 及び使用されたCSI-RSシンボルの数 (the number of CSI-RS symbols used) に対する各構成情報の場合、CSI-RSシンボルの位置、そのシンボルへのCSI-RSの配置及びCSI-RSシンボルを有するビームのマッピングは暗黙的に規定される。構成情報の詳細はBS200及びMS1600のメモリに保存され、CSI-RS処理ロジック1310, 1640によって使用される。このようなパラメータを有するMS1600は、図18に示すように、CSI-RS送信モードを決定し、CSI-RSシンボルを復号化する。

【0086】

図18は、本発明の実施形態による移動端末によるCSI-RS処理のためのプロセスを示す図である。ブロック1805にて、もし、MS600が現在のシンボル番号に対応するOFDMシンボルがCSI-RSシンボルであると決定した場合、ステップ1810にて、MS1600は、構成情報メッセージ1680を使用してシンボルでCSI-RSを伝達するための副搬送波を分離するためのロジックを構成する。ブロック1815にて、MS1600は、チャネル推定のためのCSI-RSシンボルを使用するが、これは結果的にチャネル品質指示子(CQI)を推定するために使用される。ブロック1820におけるCSI-RS構成情報に規定されたマッピング規則は、ブロック1825にて、CQIをCSI-RSの送信に使用された空間ビームのインデックスに関連づけるために使用される。ブロック1830にて、全てのサポートされる空間方向に対するCQIが受信される場合、ブロック1835にて、MS1600は、アップリンクフィードバックチャネルを使用して現在CQI及び好ましい(複数の)ビームをBS200に示す。現在のOFDMシンボルがCSI-RSシンボルではないと決定された場合は、ブロック1840にて、MS1600は、データを処理し、ブロック1845にて、制御チャネル処理を行い、ブロック1850にて、CSI-RS構成情報メッセージ1680を抽出する。

【0087】

実施形態20: MS1600からBS200へのCSI-RS構成情報シグナリング

【0088】

特定の実施形態において、CSI-RSシンボルのサイズはMS1600によってフィードバックメッセージを用いて基地局に示される。MS1600は、次の1つ又はそれ以上: その速度、位置及び他のパラメータ、を使用してBS200からCSI-RSを受信するための最適の構成情報を決定する。この構成情報はBS200に送信される。BS200は、MS1600及びその範囲下にある他のMSから受信されたフィードバックを累積し、全てのMS1600及びその範囲下にある他のMSでロバスト性を有するチャネル品質推定をサポートする最上の構成情報を決定する。

【0089】

本発明の実施形態は、アンテナアレイを使用して指向性のビームを形成するシステムを含む。送信機は受信機で送信ビームフォーミング利得と呼ばれる最大パワー利得を提供する複数の指向性のビームのうち1つを用いて送信する。また、受信機はアンテナアレイに適用された適切な重み値を用いて生成された指向ビームを使用して送信機によって送信された信号を受信する。受信機におけるパワー利得は受信ビームフォーミング利得と呼ばれる。指向性のビームはアンテナアレイの個別的なアンテナで送信/受信された信号に適切な重み値を適用することによって生成される。重み値は特定の空間方向で形成されたビームに対応する。2つのパラメータはアンテナアレイによって生成された指向性のビームを定義する: アンテナが配列された平面に対して測定された指向性のビームの角度、並びに重み値及びアレイでアンテナの数によって決定されたビーム幅と呼ばれる指向性ビームの幅。本発明では、焦点が平面形のアレイに当てられるが、本発明で記述された技法は非平面形のアンテナアレイに適用可能である。

【0090】

ダウンリンクで、BS200は送信ビームフォーミングを用いてMS1600にデータを送信する一方、MS1600は受信ビームフォーミングを用いてBS200からデータを受信する。アップリンクで、この関係は逆であり、MS1600は空間ビームを用いて

送信し、BS200は受信ビームフォーミングを用いてデータを受信する。ダウンリンクで、BS200とMS1600との間のチャンネルは個別的な光線経路 (discrete ray paths) の合計で表すことができる：

【0091】

【数1】

$$C(\theta, \phi) = \sum_{k=1}^{K} \beta_{k e^{j\psi_k}} \delta(\phi - \Phi_k, \theta - \Theta_k)$$

【0092】

ここで、 Φ_k 及び Θ_k はそれぞれ送信アレイから受信アレイまでのチャンネルにおける k 番目光線に対する出射角 (departure angle) 及び到来角 (arrival angle) である。 Φ_k 、 Θ_k 、 β_k 、 ψ_k の値は既知の分布 (distributions) でモデル化されたランダム変数である。

10

【0093】

図19は、本発明の実施形態による基地局から移動端末への多重経路チャンネルを示す図である。図19に示す多重経路チャンネルの実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【0094】

基地局200と移動端末1600との間のチャンネルはそれぞれが特定の出射角 Φ_k 及び特定の到来角 Θ_k を有する3つの経路チャンネル1905によって識別される。BS200で、アンテナアレイ220は空間ビーム1910を形成する一方、MS1600で、アンテナアレイ1615は空間ビーム1915を形成する。MS1600への直接経路がない場合、送信された電波は受信機に到達する前に少なくとも一度はオブジェクト1920、1925及び1930によって反射される。

20

【0095】

【数2】

特定の実施形態において、BS200は、1つの送信インスタンスで、方向 $\{\Phi_1^{(0)}, \Phi_2^{(0)}, \dots, \Phi_N^{(0)}\}$ を有するビームを用いて基準シンボルの1つのセットを送信し、他の送信インスタンスで、方向 $\{\Phi_1^{(1)}, \Phi_2^{(1)}, \dots, \Phi_N^{(1)}\}$ を有するビームを用いて基準シンボルの他のセットを送信するが、ここで、 $\Phi_i^{(1)} = \Phi_i^{(0)} + \varepsilon_1$ 、 $\{\Phi_1^{(2)}, \Phi_2^{(2)}, \dots, \Phi_N^{(2)}\}$ で、基準シンボルの p 番目の送信インスタンスが送信されるまで他の送信インスタンスで、 $\Phi_i^{(2)} = \Phi_i^{(1)} + \varepsilon_2$ である。

30

【0096】

図20は、本発明の実施形態による基準シンボルを用いた基準方向の第1送信インスタンス (instance) を示す図である。図20に示す第1送信インスタンスの実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【0097】

【数3】

P 番目の送信インスタンスで、方向 $\{\Phi_1^{(P)}, \Phi_2^{(P)}, \dots, \Phi_N^{(P)}\}$ を有するビーム2005が送信されるが、ここでビーム方向 $\Phi_i^{(P)} = \Phi_i^{(P-1)} + \varepsilon_p$ である。(P+1) 番目の送信インスタンスで、方向 $\{\Phi_1^{(0)}, \Phi_2^{(0)}, \dots, \Phi_N^{(0)}\}$ を有するビーム2005が送信され、再度ビーム方向のこのような変更サイクルが繰り返される。スタガーリング (staggering) パラメータと呼ばれるパラメータ ε_i は、

40

50

【 0 0 9 8 】

ゼロ (z e r o s) 及び実質的な角 (a n g u l a r i n n a t u r e) より同じまたは大きい。1つの動作モードで、BS 200におけるビーム方向はBSセクタの最大角度カバレッジを提供するために各送信インスタンスで微細に変更される。

【 0 0 9 9 】

【 数 4 】

MS 1600は、BS 200から送信された基準シンボルの1セットを1つのインスタンスに受信ビームフォーミングビーム2010 $\{\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)}, \dots, \theta_M^{(0)}\}$ と、基準シンボルの第2セットを受信するための $\{\theta_1^{(1)}, \theta_2^{(1)}, \dots, \theta_M^{(1)}\}$ (ここで、 $\theta_i^{(1)} = \theta_i^{(0)} + \delta_1$) と、基準シンボルの第3セットを受信するための $\{\theta_1^{(2)}, \theta_2^{(2)}, \dots, \theta_M^{(2)}\}$ (ここで、 $\theta_i^{(2)} = \theta_i^{(1)} + \delta_2$) を用いて受信する。基準シンボルのP番目セットの場合、受信機は、そのビームフォーミング重み値を $\{\theta_1^{(P)}, \theta_2^{(P)}, \dots, \theta_M^{(P)}\}$ に設定するが、ここで、ビーム方向は $\theta_i^{(P)} = \theta_i^{(P-1)} + \delta_P$ である。(P+1)番目に送信された基準シンボルを受信するために、方向 $\{\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)}, \dots, \theta_M^{(0)}\}$ を有するビーム2010は、MS 1600によって使用される。

スタガーリング (s t a g g e r i n g) パラメータと呼ばれるパラメータ δ_i は、

【 0 1 0 0 】

ゼロ及び実質的な角 (a n g u l a r i n n a t u r e) より大きいまたは同じである。MS 1600におけるビーム方向は全ての方向がカバーされることができるよう保証するために、各送信インスタンスで変更される。P = 2の場合、BS及びMSにおける空間的に時差を有する (s t a g g e r i n g) 互いに異なる基準シンボルのビームに対する好ましい例の図示が図21に図示されている。空間的に時差を有するスキャンされた角度の解像度における改善が図22に示す2-Dプロット (p l o t) に図示されている。例えば、図22に示すxは1つの送信インスタンスを示し、oは他の送信インスタンスを示し、四角形は第3送信インスタンスを示す。

【 0 1 0 1 】

したがって、BS 200及びMS 1600は(P+1)送信インスタンスで送信された(P+1)時差を有する指向セット (s t a g g e r e d o r i e n t a t i o n s e t s) を有し、各(P+1)送信インスタンスを繰り返す。MS 200は、時差を有するビームを用いて送信及び受信された基準シンボルのすべて又はいくつかを用いてk経路それぞれに対する到来角 θ_k 、出射角 ϕ_k 及び

【 0 1 0 2 】

【 数 5 】

複素チャネル利得 $\beta_k e^{j\psi_k}$

【 0 1 0 3 】

を推定するために、推定プロセスを使用する。

【 0 1 0 4 】

図23は、本発明の実施形態による周波数、時間及び空間差を用いたチャネルパラメータ推定及び微細調整プロセスを示す図である。図23にチャネルパラメータ推定及び微細調整プロセスの実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【 0 1 0 5 】

ステップ2305にて、BS 200は周波数、時間及び空間スタガーリングを有するパイロットを送信する。ステップ2310にて、MS 1600は、チャネルパラメータ到来

10

20

30

40

50

角 (angle of arrival、A o A)、出射角 (angle of departure、A o D) 及び複素チャネル利得を推定する。ステップ 2315 にて、MS 1600 は、アップリンクフィードバックチャネルを用いて A o D、A o A 及び複素チャネル利得を BS に送信する。このようなフィードバックは 2 つの互いに異なる方式を取ることができる。例えば、好ましい送信及び受信ビーム指向がコードブックから選択される暗黙的な方式、又は A o D、A o A 及び複素チャネル利得に対する値が量子化されてアップリンクフィードバックチャネル上で送信される明示的な方式が使用され得る。

【0106】

さらに、ステップ 2315 にて、1 つ又はそれ以上の MS 1600 は、A o A 及び A o D 方向及びチャネル利得をさらに分析するために、ターゲットの空間方向で追加的なトレーニングを要求できる。この基準シンボルのセットは要求する (複数の) MS に対して独占的に送信される。改善された A o A、A o D 及びチャネル利得推定を送信するためのフィードバックチャネルが MS に割り当てられる。

10

【0107】

ステップ 2320 にて、BS 200 は、A o A、A o D 方向をさらに分析するために、(複数の) MS 1600 に特定のトレーニングビームの他のセットを送信することによって、1 つ又はそれ以上の MS に対する MS 特定トレーニングを初期化できる。ステップ 2325 にて、MS 1600 は A o A、A o D 及びチャネル利得を微細調整する。ステップ 2330 にて、MS 1600 は、微細調整された A o A、A o D 及びチャネル利得をフィードバックする。その後、ステップ 2335 にて、BS 200 は、チャネルに敏感なデータ送信を行う。

20

【0108】

特定の実施形態において、チャネルパラメータ A o A 及び A o D が推定され、時差を有するパイロットを用いて各 Q サブフレームで送信される。

【0109】

【数 6】

チャネル利得 $\beta e^{j\psi_k}$

【0110】

が推定され、各 Q' サブフレームで送信される。典型的な構成情報は $Q' < Q$ であるが、これはチャネル利得が推定され、A o A 及び A o D 推定値よりも頻繁に送信されることを意味する。

30

【0111】

図 24 は、本発明の実施形態による空間的に差を有するパイロットに対して共有された時間 - 周波数位置を示す図である。図 24 に共有された時間 - 周波数位置の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【0112】

特定の実施形態において、互いに異なる空間指向及び最小のビームオーバーラップを有する空間的に時差を有するパイロットは OFDM シンボルで同じ時間、周波数リソースで送信される。互いに異なる指向を有するビーム 2410 を用いて CSI 推定のための基準シンボルを伝達する OFDM シンボル 2405 は、与えられた時間 - 周波数リソース位置を共有するように図示されることができる。したがって、CSI - RS に対する与えられたリソース位置で、互いに異なる空間指向を有する 2 つの CSI - RS は 2 つの互いに異なる RF チェーンを用いて多重化される。空間指向はその指向におけるビーム間の干渉が最小になるように選択される。これは空間スタガリングの互いに異なるインスタンスが時間 - 周波数位置を共有するように、すなわち

40

【0113】

【数 7】

空間指向 $\Phi_0^{(0)}$ 及び $\Phi_2^{(2)}$

【0114】

及びその他を有するビームに対する時間周波数位置を共有するようにさらに拡張され得る。

【0115】

特定の実施形態において、ビームの衝突による隣接セル干渉が減少し、チャネル利得及び角度情報のロバスト性を有する (robust) 推定が導出されることができるよう、多重セルにわたる空間スタガリング配置が調整され得る。

10

【0116】

図 25 は、本発明の実施形態による空間的に差を有する送信及び受信のためのビーム幅を有して基準シンボルを送信する動作を示す図である。図 25 に示す可変的なビーム幅を有する空間スタガリングの実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【0117】

特定の実施形態において、BS 200 は、1つの送信インスタンスでは、

【0118】

【数 8】

3-d B ビーム幅 $b_{BS}^{(0)}$ を有するビーム方向 $\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_N\}$ を用いて、他の1つの送信インスタンスでは、3-d B ビーム幅 $b_{BS}^{(1)}$ を有するビーム方向 $\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_N\}$ を用いて、他の1つの送信インスタンスでは、3-d B ビーム幅 $b_{BS}^{(2)}$ を有するビーム方向 $\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_N\}$ を用いて、基準シンボルの1セットを送信する。P番目の送信インスタンスで、ビームは3-d B ビーム幅 $b_{BS}^{(P)}$ を有する同じ方向 $\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_N\}$ で送信される。(P+1)番目の送信インスタンスから、3-d B ビーム幅 $b_{BS}^{(0)}$ を有する同じ方向 $\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_N\}$ を有する基準シンボルが送信され、このサイクルが再度繰り返される。ビーム幅は、基準シンボル送信の各インスタンスで変更される一方、ビームの空間指向は同一に維持される。1つの動作モードにおける、連続する各送信インスタンスで、帯域幅は微細調整、すなわち、 $b_{BS}^{(0)} > b_{BS}^{(1)} > b_{BS}^{(2)} > \dots > b_{BS}^{(P)}$ に調整される。

20

30

【0119】

【数 9】

MS 1600 は、1つのインスタンスで $\{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_M\}$ では固定されるが、その3-d B ビーム幅が $b_{MS}^{(0)}$ である受信ビームフォーミングビームを用いてBS 200 から送信された基準シンボルの1つのセットを受信するが、上記ビームは基準シンボルの第2セットを受信する場合にはビーム幅が $b_{MS}^{(1)}$ で、基準シンボルの第3セットを受信する場合にはビーム幅が $b_{MS}^{(2)}$ である。P番目の基準シンボルのセットの場合、受信機は、そのビームフォーミング重み値をビーム幅 $b_{MS}^{(P)}$ を有する $\{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_M\}$ に設定する。(P+1)番目に送信された基準シンボルを受信するために、ビーム幅 $b_{MS}^{(0)}$ を有する方向 $\{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_M\}$ のビームがMS 1600 によって使用される。

40

【0120】

ビーム幅は基準シンボル受信の各インスタンスで変更される一方、ビームの空間指向は同一に維持される。

【0121】

50

特定の実施形態において、BS200は、1つの送信インスタンスで

【0122】

【数10】

ビーム幅 $b_{BS}^{(0)}$ を有する方向 $\{\phi_1^{(0)}, \phi_2^{(0)}, \dots, \phi_N^{(0)}\}$ のビームを用いて基準シンボルの1セットを送信するが、他の1つの送信インスタンスではビーム幅 $b_{BS}^{(1)}$ を有する方向 $\{\phi_1^{(1)}, \phi_2^{(1)}, \dots, \phi_N^{(1)}\}$ （ここで、 $\phi_i^{(1)} = \phi_i^{(0)} + \varepsilon_1$ ）のビームを用いて送信し、他の1つの送信インスタンスでは、ビーム幅 $b_{BS}^{(2)}$ を有する方向 $\{\phi_1^{(2)}, \phi_2^{(2)}, \dots, \phi_N^{(2)}\}$ （ここで、 $\phi_i^{(2)} = \phi_i^{(1)} + \varepsilon_2$ ）のビームを用いて送信するが、基準シンボルのP番目の送信インスタンスが送信されるまで送信される。P番目の送信インスタンスで、方向 $\{\phi_1^{(P)}, \phi_2^{(P)}, \dots, \phi_N^{(P)}\}$ を有するビームが送信されるが、ここで、ビーム方向は $\phi_i^{(P)} = \phi_i^{(P-1)} + \varepsilon_P$ で、ビーム幅は $b_{BS}^{(P)}$ である。(P+1)番目の送信インスタンスで、方向 $\{\phi_1^{(0)}, \phi_2^{(0)}, \dots, \phi_N^{(0)}\}$ を有しビーム幅が $b_{BS}^{(0)}$ であるビームが送信され、ビーム方向と3-dBビーム幅を変更するこのサイクルは再度繰り返される。スタガリングパラメータと呼ばれるパラメータ ε_i は、ゼロではなく実質的な角（angular in nature）である；3-dBビーム幅は、各送信インスタンスで微細調整又は拡張するように変更されることができ、そうすると、 $b_{BS}^{(0)} > b_{BS}^{(1)} > b_{BS}^{(2)} > \dots > b_{BS}^{(P)}$ である。

10

20

【0123】

BS200でビーム方向及びビーム幅は、各送信インスタンスで微細に変更されてBSセクタの最大角度カバレッジ及びビームフォーミング利得を提供する。

【0124】

MS1600は、1つのインスタンスで、

【0125】

【数11】

3-dBビーム幅 $b_{MS}^{(0)}$ を有する受信ビームフォーミングビーム $\{\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)}, \dots, \theta_M^{(0)}\}$ を用いてBS200からの送信された基準シンボルの1つのセットを受信するが、基準シンボルの第2セットの受信には3-dBビーム幅 $b_{MS}^{(1)}$ を有する受信ビームフォーミングビーム $\{\theta_1^{(1)}, \theta_2^{(1)}, \dots, \theta_M^{(1)}\}$ （ここで、 $\theta_i^{(1)} = \theta_i^{(0)} + \delta_1$ ）を用い、基準シンボルの第3セットの受信には3-dBビーム幅 $b_{MS}^{(2)}$ を有する受信ビームフォーミングビーム $\{\theta_1^{(2)}, \theta_2^{(2)}, \dots, \theta_M^{(2)}\}$ （ここで、 $\theta_i^{(2)} = \theta_i^{(1)} + \delta_2$ ）を用いる。基準シンボルのP番目のセットの場合、受信機は、そのビームフォーミング重み値を $\{\theta_1^{(P)}, \theta_2^{(P)}, \dots, \theta_M^{(P)}\}$ に設定するが、ここで、ビーム方向は $\theta_i^{(P)} = \theta_i^{(P-1)} + \delta_P$ で、3-dBビーム幅は $b_{MS}^{(P)}$ である。(P+1)番目に送信された基準シンボルを受信するために、3-dBビーム幅 $b_{MS}^{(0)}$ を有する方向 $\{\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)}, \dots, \theta_M^{(0)}\}$ のビームはMS1600によって使用される。

30

40

スタガリング（staggering）パラメータと呼ばれるパラメータ δ_i は、

【0126】

ゼロではなく実質的な角（angular in nature）である。3-dBビーム幅は各基準シンボル受信のインスタンスで変更され得る。MS1600におけるビーム

50

方向及び3 - d B ビーム幅は全ての方向がカバーされ得るように保証するために、各送信インスタンスで変更される。

【0127】

特定の実施形態において、MS1600は、基準シンボルがBS200によって送信され、MS1600で受信された方向で調べられた測定を用いてチャネルを推定する。基準シンボルが送信された、各調べられた

【0128】

【数12】

ビーム方向 ϕ_m 及び θ_n

10

【0129】

の場合、受信機で受信された信号は下記式で記述される狭い帯域のチャネル応答からの寄与分 (contributions) を含む：

【0130】

【数13】

$$P(\phi_m, \theta_n) = \sum_{k=1}^K \beta_k e^{j\psi_k} g_{BS}(\Phi_k - \phi_m) g_{MS}(\Theta_k - \theta_n) + \eta(\phi_m, \theta_n) \quad (\text{式1})$$

ここで、 $g_{BS}(\phi)$ 及び $g_{MS}(\theta)$ は、それぞれ角度 ϕ 及び θ におけるBS及びMSビーム応答で、 η は、システム雑音である。 $\phi = 0$ 及び $\theta = 0$ は、主なローブピーク (lobe peaks) に対応する。

20

【0131】

受信機は反復的なビーム減算プロセスを使用して、CLEANアルゴリズムに類似の既知のビーム方向に対して観測されたチャネル測定結果に基づいて到来角、出射角、チャネル利得を推定する。CLEANアルゴリズムは、B. Jeffs, et al., "A wireless MIMO channel probing approach for arbitrary antenna arrays", Proc. Of ICASSP, 2001, March 2001に記載されているが、その内容は全体的に参照としてここに含まれ、これは離散光線角度マップ (discrete ray angle map) のようなデコンボリューションブロードポイントソースイメージ (deconvolving blurred point source images) に対して

30

【0132】

図26は、本発明の実施形態によるチャネル推定プロセスを示す図である。図26に示すチャネル推定プロセス2600の実施形態は単に例示のためのものである。他の実施形態がかかる開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

【0133】

ステップ2605にて、MS1600はチャネル残余マトリックス (Channel Residue Matrix) を初期化する；チャネル残余マトリックスは、

【0134】

【数14】

40

$k = 1, R^1(\phi_n, \phi_m) = P(\phi_n, \phi_m)$ で、ここで、

$$\phi_n \subseteq \{\phi_1^{(0)}, \phi_2^{(0)}, \dots, \phi_N^{(0)}, \phi_1^{(1)}, \phi_2^{(1)}, \dots, \phi_N^{(1)}, \dots, \phi_1^{(P)}, \phi_2^{(P)}, \dots, \phi_N^{(P)}\}$$

$$\theta_m \subseteq \{\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)}, \dots, \theta_M^{(0)}, \theta_1^{(1)}, \theta_2^{(1)}, \dots, \theta_M^{(1)}, \dots, \theta_1^{(P)}, \theta_2^{(P)}, \dots, \theta_M^{(P)}\}$$

【0135】

ステップ2610にて、MS1600は、空間的に時差を有する基準シンボルのP個の送信されたインスタンスのすべて又はいくつかによるチャネル観測値を集めることによってチャネル残余マトリックスを構成する。もし、ステップ2615にて、チャネル残余マ

50

トリックスが基準シンボルの連続した送信インスタンスを介して進化しなかった場合 (does not evolve)、推定プロセスは、ステップ 2620 に進む。

【0136】

ステップ 2620 にて、MS 1600 は、下記式 2 のように

【0137】

【数 15】

$$R^k(n, m)$$

【0138】

におけるピーク値を推定し、ピーク値に対応する N、M を分離する (isolate)。

10

【0139】

【数 16】

$$N, M = \arg \max_{\{m, n\}} |R^k(\phi_n, \theta_m)| \quad (\text{式 2})$$

【0140】

ステップ 2625 にて、MS 1600 は、N、M の近傍にある角度範囲を有する基準シンボルから測定値を抽出する。MS 1600 は、下記式 3 を用いてピークの近傍の残差ベクトルを形成する。

【0141】

【数 17】

20

$$\rho = \text{vec}\{R^k(\phi_n, \theta_m)\}, \forall (n, m) \in N\{N, M\} \quad (\text{式 3})$$

【0142】

ステップ 2630 にて、MS 1600 は、N、M の近傍にある基準シンボルからの測定値に対する最上の最小二乗法 (least squares fit) のパラメータを推定する。MS 1600 は、下記式 4 乃至式 6 のように、シフトされ、複素スケールされた、2-D 探索ビーム応答のための残余ピークに対する最小二乗法を検索する。

【0143】

【数 18】

30

$$\alpha_{opt}, \Delta_\phi, \Delta_\theta = \arg \min_{\{\alpha, \delta_\phi, \delta_\theta\}} \|p - \alpha \hat{p}(\delta_\phi, \delta_\theta)\|^2 \quad (\text{式 4})$$

$$\hat{p}(\delta_\phi, \delta_\theta) = \text{vec}\{g_{BS}(\phi_n - \phi_N - \delta_\phi)_{(60)} \times g_{MS}(\theta_n - \theta_N - \delta_\theta)_{(360)} \forall (n, m) \in N(\{N, M\})\} \quad (\text{式 5})$$

$$\alpha_{opt} = \frac{\hat{p}^H p}{\hat{p}^H \hat{p}} \quad (\text{式 6})$$

【0144】

ステップ 2635 にて、MS 1600 は、A o A、A o D 及びチャネル利得に対する推定値を分離する。すると、ステップ 2640 にて、MS 1600 は、推定されたチャネルパラメータを用いてチャネルマトリックスを構成することによって残余マトリックスをアップデートし、残余マトリックスからチャネルマトリックスを削除し、チャネルマトリックスが削除された残余マトリックスを

40

【0145】

【数 19】

$$R^{k+1}(n, m)$$

【0146】

として保存する。例えば、MS 1600 は、下記式 7 のように、光線パラメータをモデルに追加し、下記式 8 のように残余値から光線ピークから除去する。

【0147】

50

【数 2 0】

$$\hat{C}(\phi, \theta); \hat{\beta}_k = |\alpha|, \hat{\psi}_k = \angle \alpha, \hat{\Phi}_k = \phi_N + \Delta_\phi, \hat{\Theta}_k = \theta_M + \delta_\theta \quad (\text{式 7})$$

$$R^{(k+1)}(\phi_n, \theta_m) = R^k(\phi_n, \theta_m) - \alpha_{opt} g_{BS}(\phi_n - \hat{\Phi}_k)_{(360)} g_{MS}(\theta_m - \hat{\Theta}_k)_{(360)} \quad (\text{式 8})$$

【0 1 4 8】

添字 3 6 0 は、モジユロ 3 6 0 度 (d e g r e e) の周期的な角度の追加を示し、 $N \{ (N, M) \}$ は (N, M) の近傍における 2 - D サンプル (n, m) のセットである。典型的な近傍値は g_{BS} 及び g_{MS} の主な突出部 (l o b e s) を含む。T は、ターミネーションのために決定されたしきい値である。

10

【0 1 4 9】

ステップ 2 6 4 5 にて、もし、

【0 1 5 0】

【数 2 1】

$$\max_{\{n,m\}} |R^k(\phi_n, \theta_m)| > T, k = k + 1$$

【0 1 5 1】

である場合、MS 1 6 0 0 は、ステップ 2 6 5 0 にて、k を 1 だけ増加させ、ステップ 2 6 1 5 に戻る。もし、そうではない場合には、ステップ 2 6 5 5 にて、プロセスを終了する。

20

【0 1 5 2】

上記した図面は様々な実施形態を図示したが、このような図面に多数の変形がなされることができる。例えば、任意の適切なシステムの類型が使用されることができる。また、図 1 4、1 7、2 3 及び 2 6 は様々な一連のステップを図示しているが、図 1 4、1 7、2 3 及び 2 6 で様々なステップは重なる、並列的に行われる、複数回にわたって行われる、または互いに異なる順序で行われることもできる。さらに、装置又はシステムにおける各構成要素は記述された機能を行うことに適切な任意の構造を使用して具現化され得る。

【0 1 5 3】

本発明は、好ましい例を用いて記述されたが、当該分野における熟練した者には様々な変更及び変形が提案されることもできる。本発明は、添付する請求項における保護範囲内に属する変更及び変形を含むものとして意図されたものである。

30

【符号の説明】

【0 1 5 4】

2 0 0 基地局

2 1 5 ビームフォーミング部

9 0 0 送信機

1 0 0 0 送信機

1 1 1 0 送信インスタンス

1 3 0 0 送信機

1 3 1 0 C S I - R S 送信ロジック

1 3 1 5 N / m I F F T ブロック

1 3 2 0 スイッチ

1 3 2 5 サイクリックプレフィックスブロック

1 3 3 0 符号化ブロック

1 3 3 5 直並列変換器

1 3 4 0 N I F F T ブロック

1 3 4 5 第 2 直並列変換器

1 3 5 0 並直列変換器

1 3 5 5 デジタル - アナログ変換器

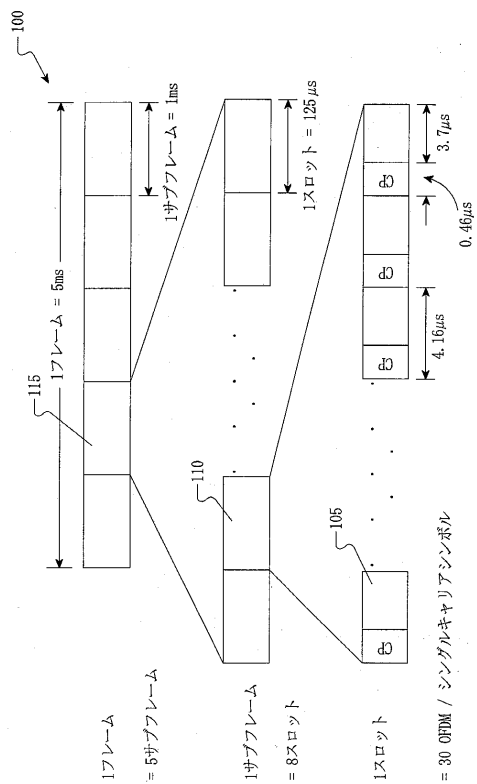
1 3 6 0 R F 処理部

40

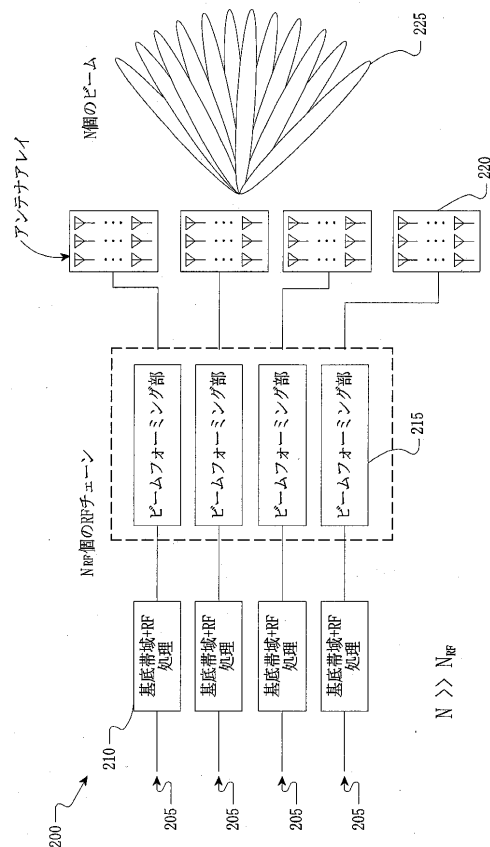
50

- 1 6 0 0 移動端末
- 1 6 0 5 基底帯域 + R F 処理ブロック
- 1 6 1 0 ビームフォーミング部
- 1 6 1 5 アンテナアレイ
- 1 6 2 0 R F 処理ブロック
- 1 6 3 0 直並列変換器
- 1 6 3 5 サイクリックプレフィックス除去ブロック
- 1 6 4 0 C S I - R S 復号化ロジック
- 1 6 4 5 スイッチ
- 1 6 6 5 チャネル推定ブロック
- 1 6 7 0 並直列変換器
- 1 6 7 5 復調及び復号ブロック
- 1 6 8 0 構成情報メッセージ
- B S 2 0 0 送信機
- M S 移動端末

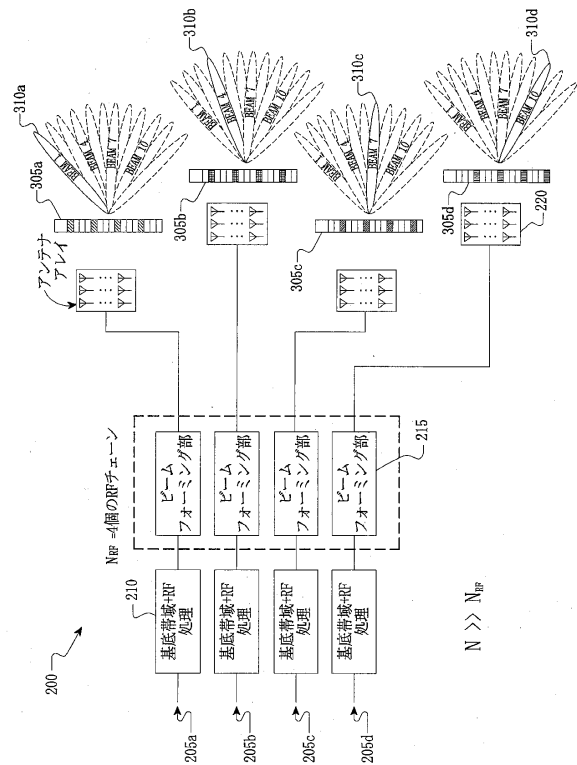
【図 1】



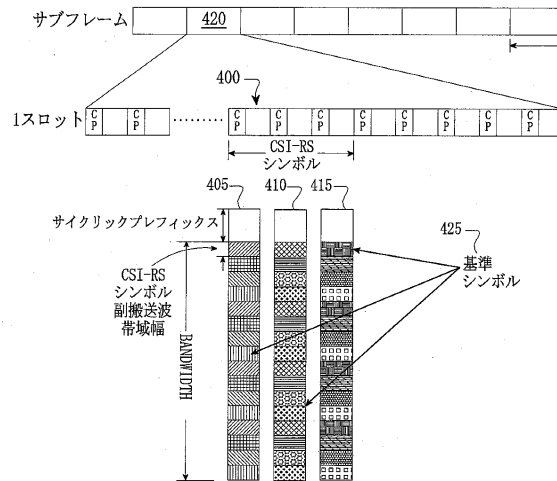
【図 2】



【図3】



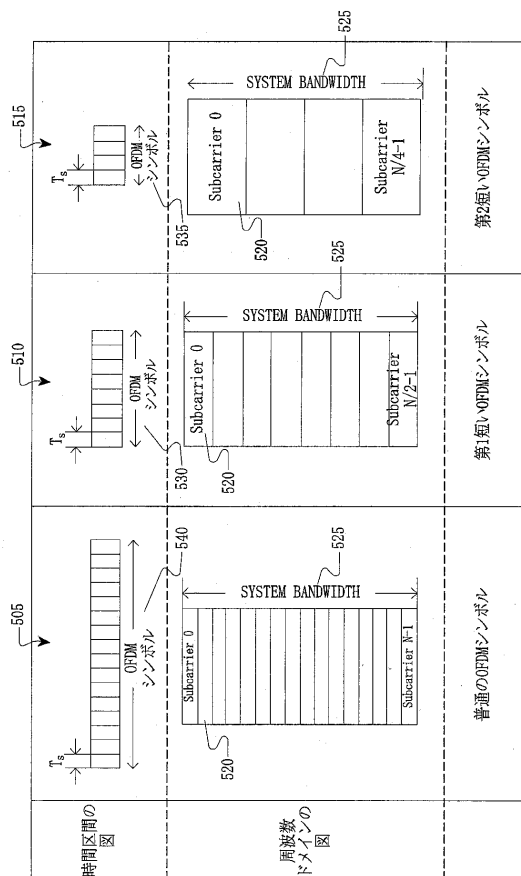
【図4】



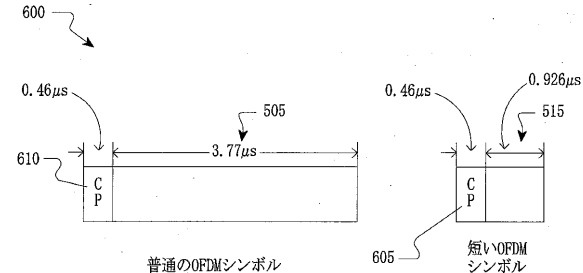
基準シンボルの凡例

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 第1送信アンテナ
または
第1空間ビーム | 第4送信アンテナ
または
第4空間ビーム | 第7送信アンテナ
または
第7空間ビーム | 第10送信アンテナ
または
第10空間ビーム |
| 第2送信アンテナ
または
第2空間ビーム | 第5送信アンテナ
または
第5空間ビーム | 第8送信アンテナ
または
第8空間ビーム | 第11送信アンテナ
または
第11空間ビーム |
| 第3送信アンテナ
または
第3空間ビーム | 第6送信アンテナ
または
第6空間ビーム | 第9送信アンテナ
または
第9空間ビーム | 第12送信アンテナ
または
第12空間ビーム |

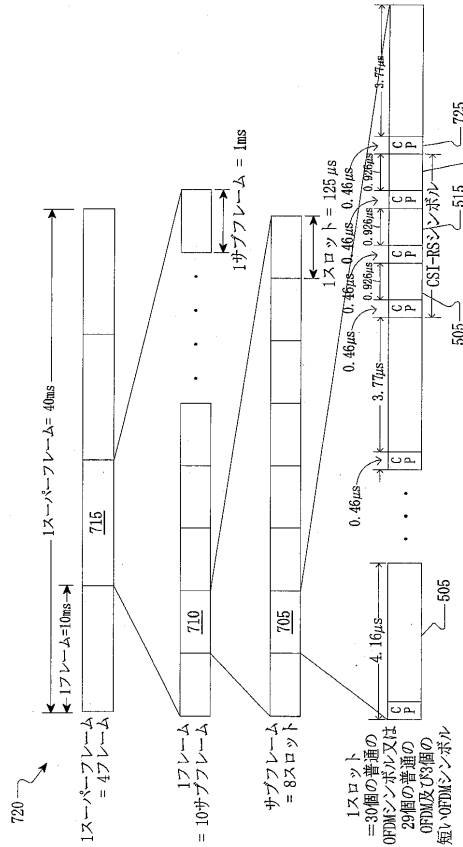
【図5】



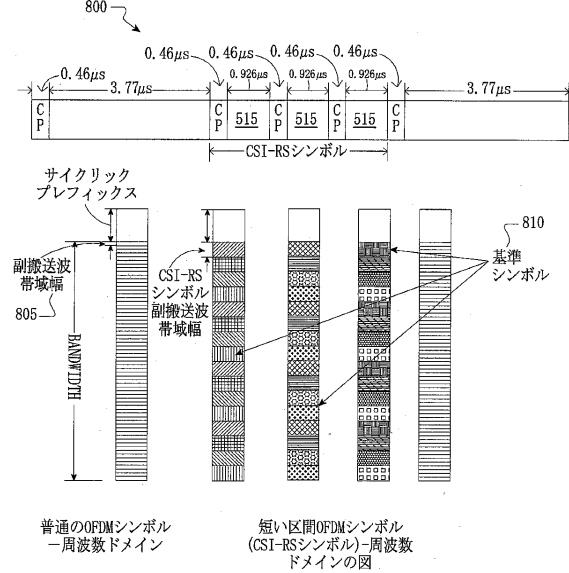
【図6】



【図7】



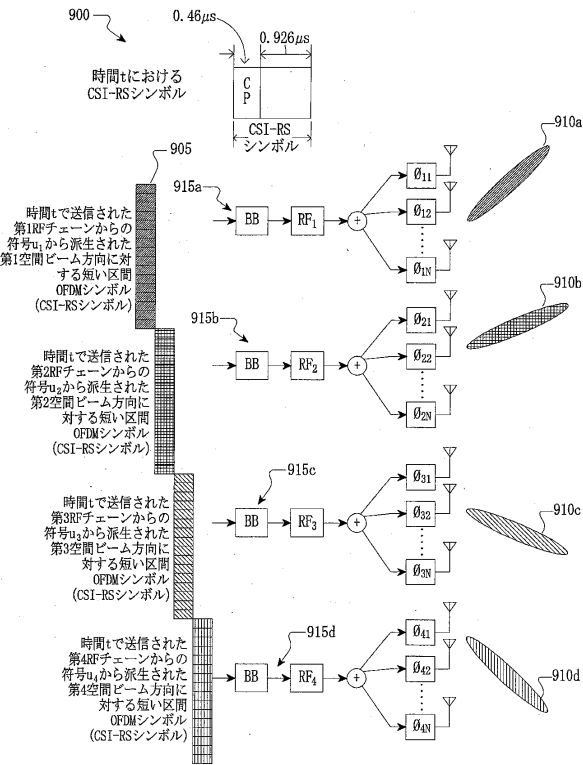
【図8】



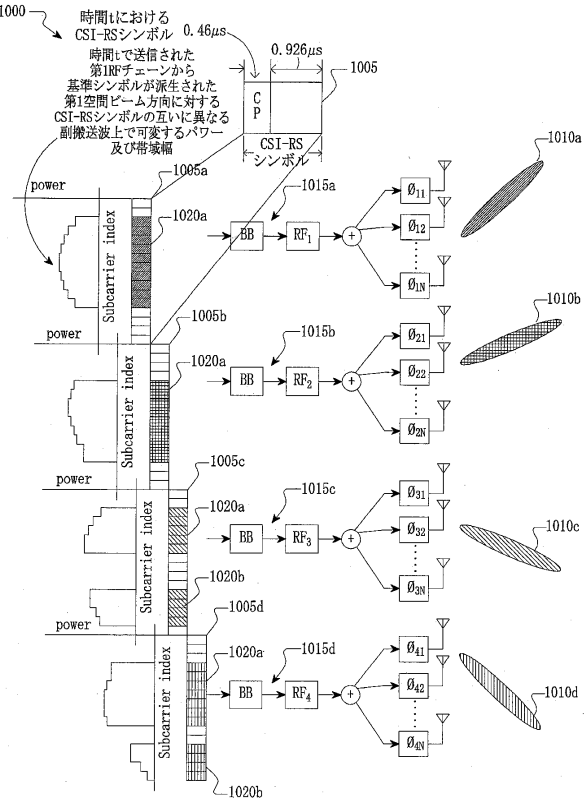
基準シンボルの凡例

- 第1送信アンテナまたは第1空間ビーム
- 第2送信アンテナまたは第2空間ビーム
- 第3送信アンテナまたは第3空間ビーム
- 第4送信アンテナまたは第4空間ビーム
- 第5送信アンテナまたは第5空間ビーム
- 第6送信アンテナまたは第6空間ビーム
- 第7送信アンテナまたは第7空間ビーム
- 第8送信アンテナまたは第8空間ビーム
- 第9送信アンテナまたは第9空間ビーム
- 第10送信アンテナまたは第10空間ビーム
- 第11送信アンテナまたは第11空間ビーム
- 第12送信アンテナまたは第12空間ビーム

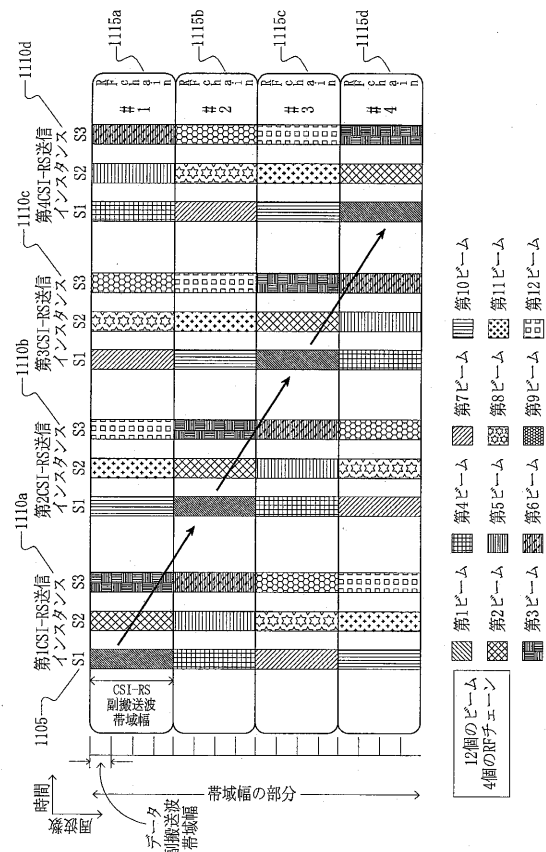
【図9】



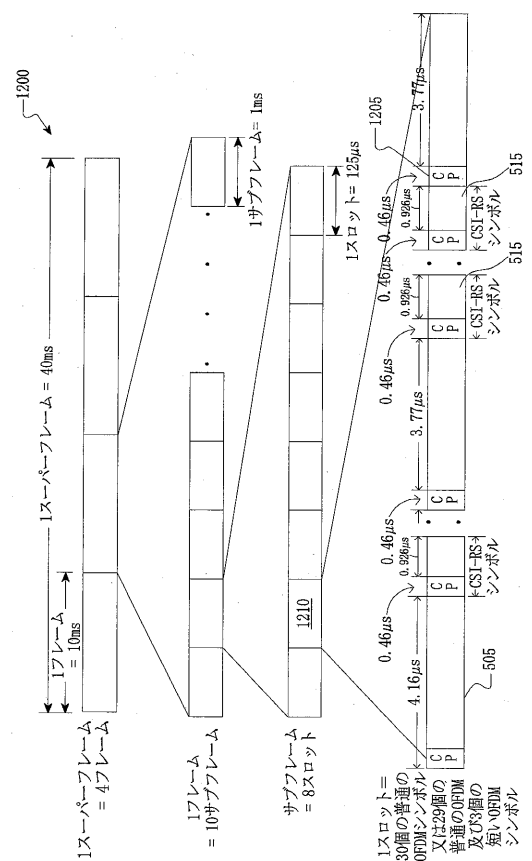
【図10】



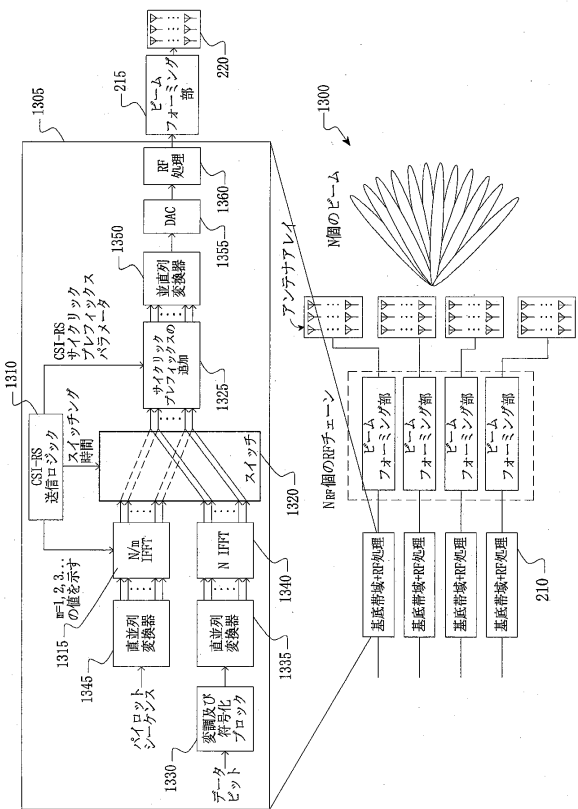
【図11】



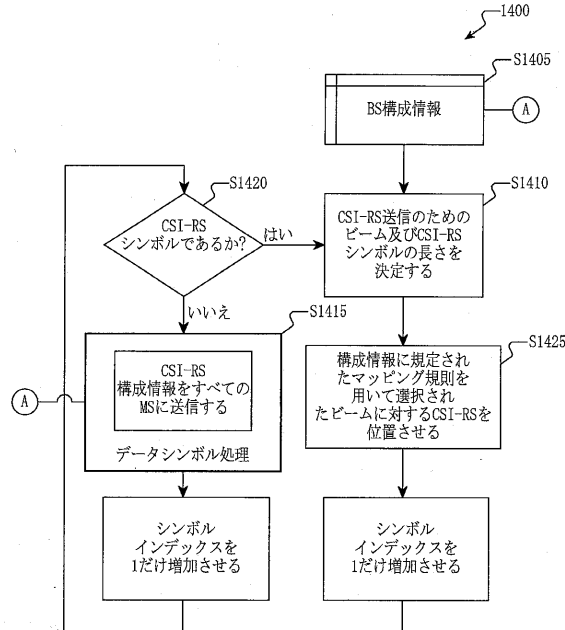
【図12】



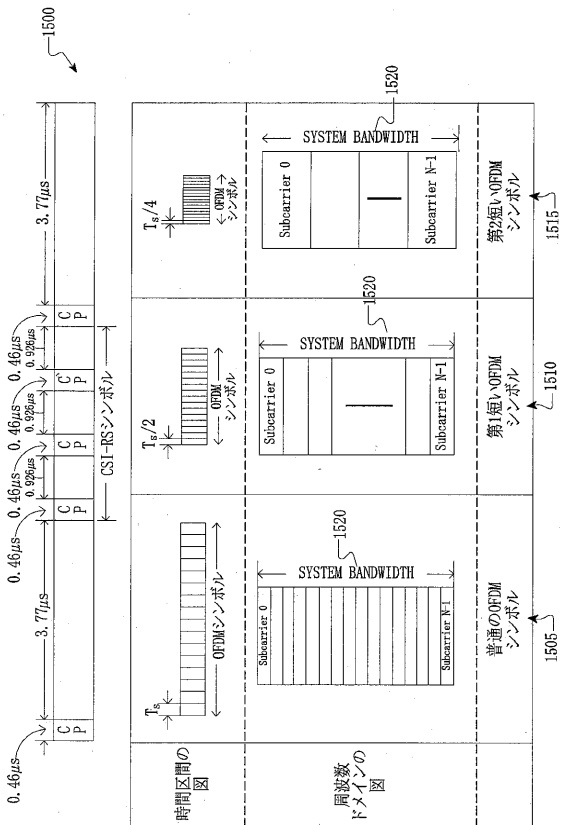
【図13】



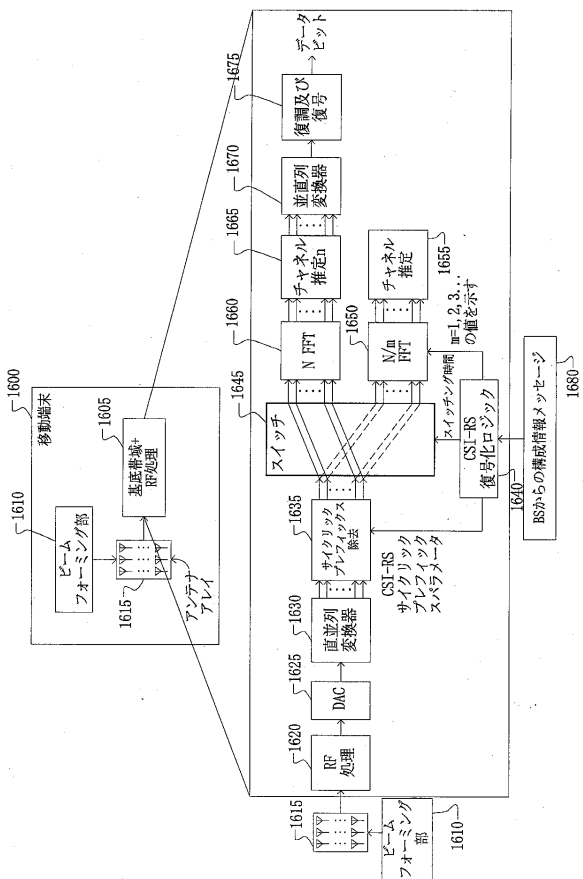
【図14】



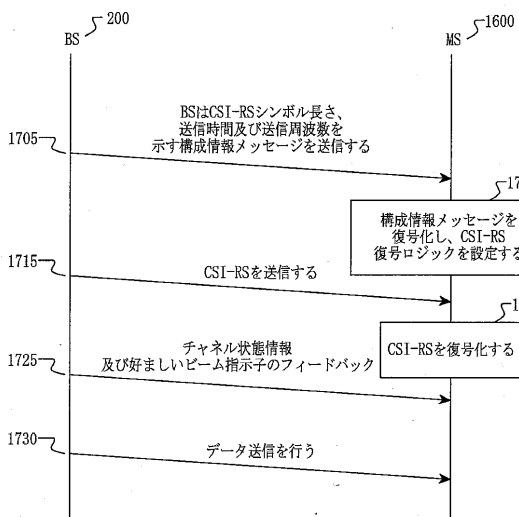
【図15】



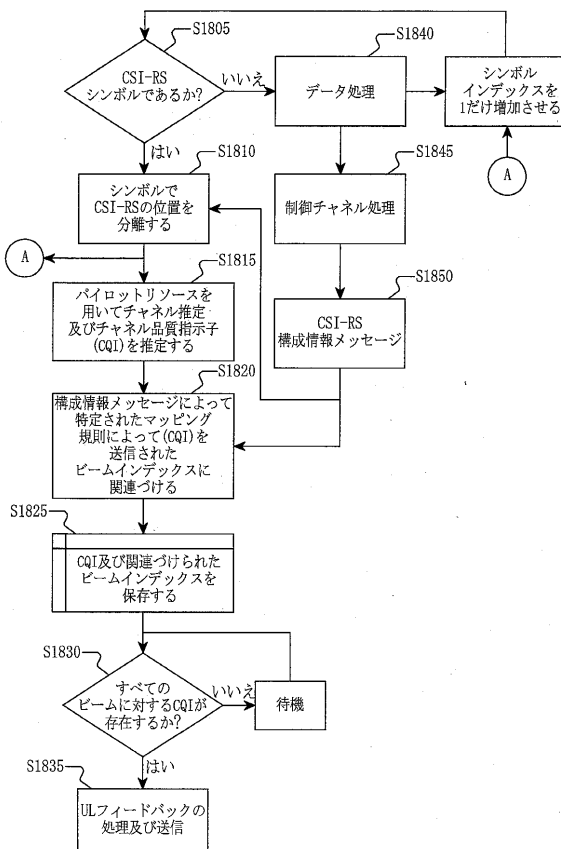
【図16】



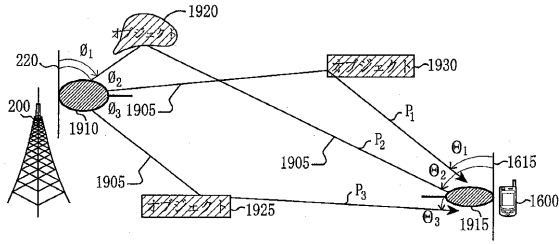
【図17】



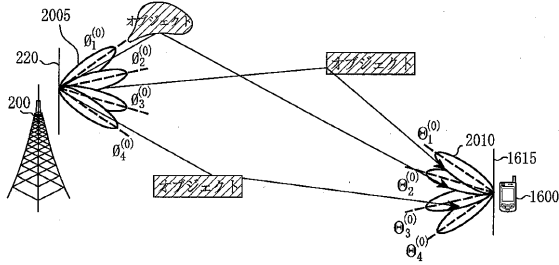
【図18】



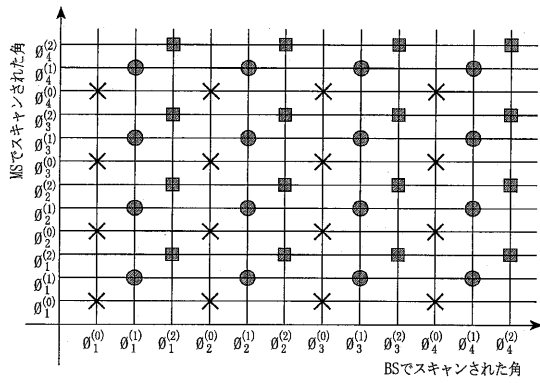
【図19】



【図20】



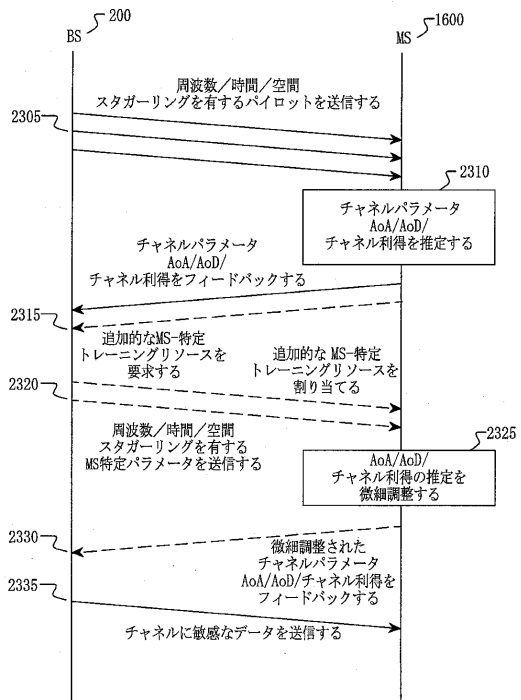
【図22】



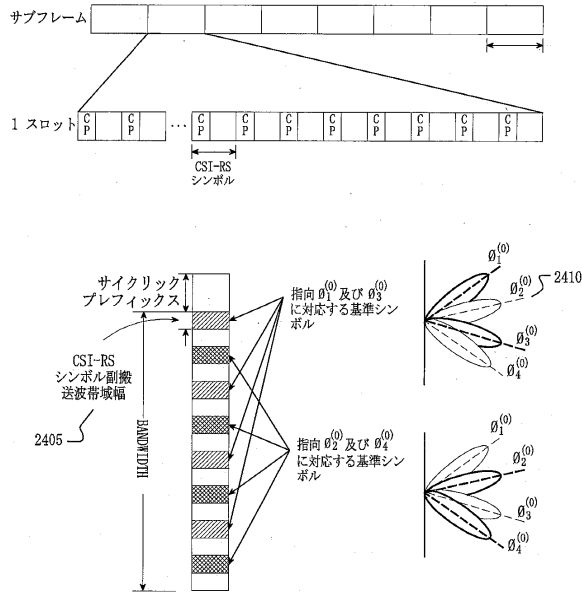
【図21】

	第1送信インスタンス	第2送信インスタンス	第3送信インスタンス
BS			
MS			

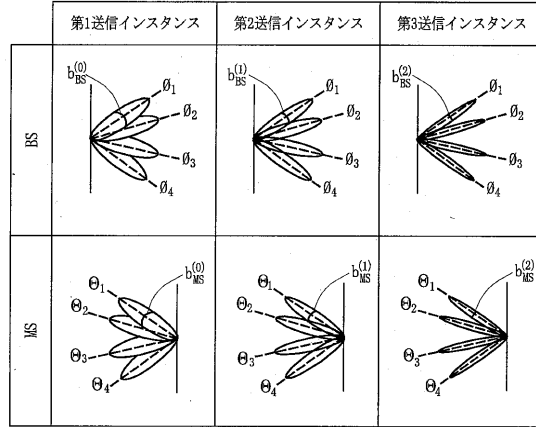
【図23】



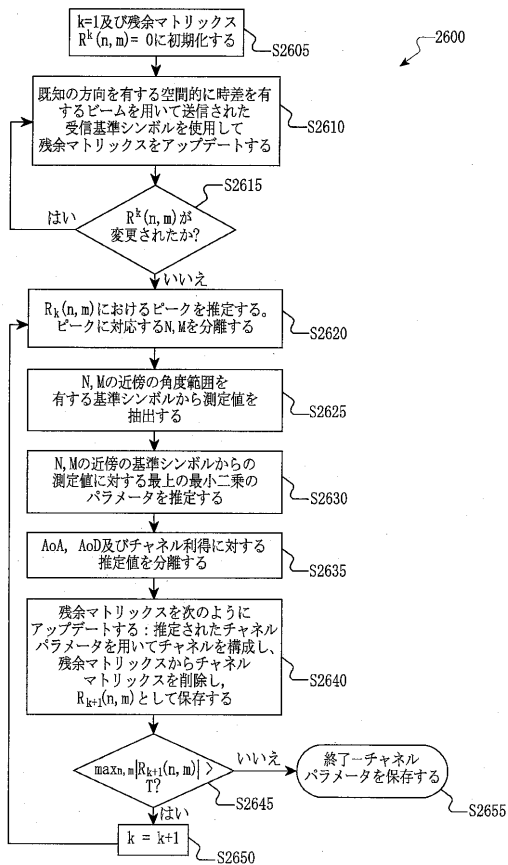
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 13/678,795

(32)優先日 平成24年11月16日(2012.11.16)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 シャディ・アブ - スラ

アメリカ合衆国・テキサス・75024・コリン・カウンティ・プラノ・フェーン・グレン・ドライブ・4600

(72)発明者 イン・リ

アメリカ合衆国・テキサス・75082・ダラス・カウンティ・リチャードソン・ノース・スター・ロード・3500・アパートメント・126

(72)発明者 シュリダール・ラジャゴバル

アメリカ合衆国・テキサス・75025・コリン・カウンティ・プラノ・ヴァーノン・コート・8809

(72)発明者 ジョウユエ・ピ

アメリカ合衆国・テキサス・75013・コリン・カウンティ・アレン・ホット・スプリングス・ドライブ・1051

審査官 和平 悠希

(56)参考文献 国際公開第2010/083451(WO, A2)

米国特許出願公開第2011/0243040(US, A1)

特表2011-523818(JP, A)

特開2010-068482(JP, A)

特開平09-326630(JP, A)

特開2012-249111(JP, A)

特表2009-526434(JP, A)

LG Electronics, Performance Comparison between CDM and FDM Pilot for Uplink SC-FDMA[online], 3GPP TSG-RAN WG1#46b R1-062563, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_46bis/Docs/R1-062563.zip>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/06

H04B 7/0452

H04L 27/26

H04W 16/28

H04W 72/04

IEEE Explore