

明 細 書

発明の名称：

移動局装置、無線通信システム、チャネル推定方法及びその制御プログラム

5

技術分野：

本発明は、各参照信号に基づいたチャネル推定を行う移動局装置、無線通信システム、チャネル推定方法及びその制御プログラムに関する。

10 背景技術：

3GPP (3rd Generation Partnership Project) で規定されるLTE (Long Term Evolution) などのOFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiplex Access) を用いた無線通信において利用される送信ビームフォーミングでは、基地局装置 (以下、基地局) は移動局装置 (以下、移動局) 専用の参照信号と送信データストリーム (送信データ信号) とをビームフォーミング処理し、移動局に対して送信ビームフォーミングを行う。このビームフォーミング処理は時間、周波数方向リソースを一定の単位で束ねたリソースブロック単位で行われる。ここで、送信ビームフォーミングとは、基地局が通信する移動局以外への干渉を低減しながら、通信対象の移動局に対してビームを形成し受信特性を向上させるように送信する技術である。

20

移動局は、データ復調のため専用参照信号を利用してチャネル推定処理を行う必要があるが、移動局に対してビームフォーミングパターンが通知されないため、リソースブロックに跨ったチャネル推定処理を行うことができない。そのことから、リソースブロックに閉じた処理になってしまうためチャネル推定の精度が悪く、十分な復調性能を発揮できないという問題があった。

25

このように、送信ビームフォーミングには干渉低減、及び受信特性向上というメリットがあるが、移動局に対してビームフォーミングで適用されるビームフォーミングパターンが通知されない。従って、ビームフォーミングパターン適用単位がリソースブロック単位である場合、移動局で行う必要があるチャネル推定を

リソースブロック単位という非常に少ないリソースを用いた単位でしかできなくなり、チャンネル推定の精度が悪く十分な復調性能を引き出せないという問題があった。

特開 2010-114893 号公報（特許文献 1）は、少なくとも 1 つの共通
5 参照記号と少なくとも 1 つの専用参照記号とを用いてデータ伝送を復調し得るユーザ装置を開示する。詳しくは、特許文献 1 のユーザ装置は、少なくとも 1 つの共通参照記号 402 に基づき第 1 実効チャンネル部分行列を構成することによって、および少なくとも 1 つの専用参照記号 404 に基づき第 2 実効チャンネル部分行列を推定することによって、実効チャンネル行列を構成し、ユーザ装置 102 は、実
10 効チャンネル行列を用いてデータ伝送を復調し得ることを開示している。

特開 2011-510599 号公報（特許文献 2）に記載の逆方向リンクを介する無線周波数通信においては、複数のユーザに利用可能な少なくとも 1 つの共通パイロットと、複数の専用パイロットとを受信するように構成された複数のアンテナを有する受信機において実施されるチャンネル推定のための方法が開示され
15 ている。

先行技術文献：

特許文献：

特許文献 1：特開 2010-114893 号公報

20 特許文献 2：特開 2011-510599 号公報

発明の概要：

発明が解決しようとする課題：

しかしながら、特許文献 1 では、共通参照記号を用いたデータ送信と専用参照
25 記号を用いたデータ送信の双方を復調・復号するための移動局の構成として一般的なものを記載したに過ぎない。また、特許文献 1 では、専用参照記号に基づく復調に共通参照記号を用いることは何ら言及されていない他、共通参照記号を利用して専用参照記号に基づくチャンネル推定を求めることについて言及されていない。

また、特許文献2のチャネル推定方法は、逆方向リンクにおける基地局装置のチャネル推定方法であったため、また複数の移動局から受信する専用参照信号を利用する必要があり、複数の移動局から共通参照信号と専用参照信号を受信しないと効果が得られないという問題があった。

- 5 そこで本発明では、順方向リンクを介する送信ビームフォーミング処理において適用されたビームフォーミングパターンを、ビームフォーミング処理された専用参照信号と、ビームフォーミング処理されていない共通参照信号とを利用して推定することで、チャネル推定に用いることができるリソースを周波数、及び時間方向に増やしてチャネル推定の性能を向上させ、さらに復調性能を高めることを目的とする。
- 10 課題を解決するための手段；

- 上述の課題に鑑み、本発明の一態様は、送信ビームフォーミングの順方向リンクを介した無線周波数送信においてチャネル推定処理を行う移動局装置であって、データ信号と、ビームフォーミング処理された専用参照信号と、ビームフォーミング処理されていない共通参照信号とが多重された信号を分離する信号分離部と、
- 15 上記信号分離部で分離された共通参照信号を用いて、各サブキャリアのチャネル推定値を算出する共通参照信号用チャネル推定部と、上記信号分離部で分離された専用参照信号を用いて、該専用参照信号がマッピングされた各サブキャリアのチャネル推定値を算出する専用参照信号用ゼロフォーミング（ZF）処理部と、
- 20 共通参照信号用チャネル推定部で算出された共通参照信号に基づくチャネル推定値と専用参照信号用ZF処理部で算出された専用参照信号に基づくチャネル推定値の差分を求めることにより、リソースブロック毎のビームフォーミングパターンを推定するビームフォーミングパターン推定部と、を備える移動局装置に関する。

- 25 また、本発明の他の態様は、送信ビームフォーミングの順方向リンクを介した無線周波数送信におけるチャネル推定方法であって、データ信号と、ビームフォーミング処理された専用参照信号と、ビームフォーミング処理されていない共通参照信号とが多重された信号を分離し、分離された上記共通参照信号を用いて、各サブキャリアのチャネル推定値を算出し、分離された上記専用参照信号を用い

て、該専用参照信号がマッピングされた各サブキャリアのチャネル推定値を算出し、上記共通参照信号に基づくチャネル推定値と上記専用参照信号に基づくチャネル推定値の差分を求めることにより、リソースブロック毎のビームフォーミングパターンを推定することを含むチャネル推定方法に関する。

- 5 さらに、本発明の他の態様は、送信ビームフォーミングの順方向リンクを介した無線周波数送信におけるチャネル推定用の制御プログラムであって、データ信号と、ビームフォーミング処理された専用参照信号と、ビームフォーミング処理されていない共通参照信号とが多重された信号を分離する処理と、分離された上記共通参照信号を用いて、各サブキャリアのチャネル推定値を算出する処理と、
- 10 分離された上記専用参照信号を用いて、該専用参照信号がマッピングされた各サブキャリアのチャネル推定値を算出する処理と、上記共通参照信号に基づくチャネル推定値と上記専用参照信号に基づくチャネル推定値の差分を求めることにより、リソースブロック毎のビームフォーミングパターンを推定する処理とをコンピュータに実行させる制御プログラムに関する。

- 15 本発明は上述の問題を解決するためなされたものであり、セル内の移動局全てに対して送信される共通参照信号を利用することで、送信ビームフォーミングで適用されるビームフォーミングパターンを推定する。

- また、共通参照信号は基地局の送信処理でビームフォーミング（プリコーディング）処理が行われなため、共通参照信号を用いたチャネル推定値は、サブキャリアが伝搬路で受けた変動のみをキャンセルする要素を含むものになる。一方、移動局の専用参照信号によるチャネル推定値は、伝搬路で受けた変動とビームフォーミング処理で指向性を与えるために行われた位相回転等の影響とをキャンセルする要素を含むものであるから、共通参照信号を用いたチャネル推定値と専用参照信号を用いたチャネル推定値の差分を求めれば、ビームフォーミングパターン
- 20 を推定することが可能となる。ビームフォーミングパターンが同一であれば、リソースブロックに閉じたチャネル推定に限定されず、チャネル推定に用いることが出来るリソースを増やすことが出来るため、チャネル推定精度を向上させることが可能となる。

発明の効果；

本発明は、LTEなどのOFDMAを用いた無線通信において利用される送信ビームフォーミングにおいて、チャネル復調のために移動局で行われるチャネル推定処理について、ビームフォーミング時に移動局専用の専用参照信号だけでなく、セル内の移動局が共通して受信する共通参照信号を利用することでチャネル推定精度を向上できる。

本発明の更なる利点及び実施形態を、記述と図面を用いて下記に詳細に説明する。

図面の簡単な説明：

10 図1は、本発明の実施形態による移動局装置を含むLTE無線通信システムを示すブロック図である。

図2は、本発明の実施形態によるプリコーディング処理に用いられるコードブックを示す図である。

15 図3は、本発明の実施形態によるサブフレームフォーマットを示す時間／周波数グリッドの図である。

図4は、本発明の実施形態によるリソースブロックの共通参照信号のチャネル推定値と専用参照信号のチャネル推定値を示す図である。

図5は、本発明の実施形態による各リソースブロックのビームフォーミングパターン推定を説明するための図である。

20 図6は、本発明の実施形態による同一リソースブロックについてビームフォーミングパターン推定結果が同一である場合の時間方向に線形補間処理を説明するための図である。

発明を実施するための形態：

25 以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。但し、以下に説明する実施形態によって本発明の技術的範囲は何ら限定解釈されることはない。

図1は本発明の実施の形態であるLTE無線通信装置（無線通信システム）を示すブロック図である。

送信機である基地局は、送信ビームフォーミングのためデータストリームと受

信機である移動局に対する専用参照信号をビームフォーマ部10でリソースブロック単位でプリコーディング処理を行う。その信号とセル内の移動局全てに送信される送信アンテナ毎の共通参照信号とを多重して送信部11で移動局に対して送信アンテナ12を用いて送信する。なお、LTEではコードブックに基づくビームフォーミング処理を行うが、移動局に対して送信側で適用したビームフォーミングパターンの通知は行われ
5 ない。

移動局は、受信アンテナ20で基地局から送信された信号を受信し、信号分離部21で時間領域の信号から周波数領域の信号に変換し、データ信号と共通参照信号、専用参照信号を分離する。取り出された共通参照信号を用いて、伝搬路品質測定などのために共通参照信号用チャネル推定部22で各サブキャリアのチャネル推定値を算出する。また、同様に専用参照信号を用いて、ビームフォーミング復調用に専用参照信号用ゼロフォーシング（専用参照信号用ZF）部23で専用参照信号がマッピングされた各サブキャリアのチャネル推定値を算出する。
10

ビームフォーミング復調用のチャネル推定精度の改善のため、ビームフォーミングパターン推定部24でリソースブロック単位に適用されるビームフォーミングパターンの推定を行う。共通参照信号は基地局でプリコーディング処理が行われていないから、共通参照信号に基づくチャネル推定値は伝搬路で受けた変動をキャンセルする要素のみを含むものである。一方、専用参照信号に基づくチャネル推定値は伝搬路で受けた変動とプリコーディング処理で与えられた位相回転を補正する要素を含むものになるから、専用参照信号がマッピングされたサブキャリアのチャネル推定値について、専用参照信号に基づくチャネル推定値と共通参照信号に基づくチャネル推定値の差分を求めれば、リソースブロック毎のビームフォーミングパターンを推定することが可能になる。
15
20

推定したリソースブロック毎のビームフォーミングパターンを利用して、専用参照信号用チャネル推定部25において専用参照信号ZF部23で算出したチャネル推定値とビームフォーミングパターンに基づいて補間したチャネル推定値を用いて全サブキャリアのチャネル推定値を算出する。
25

リソースブロック単位でプリコーディングが適用されていて移動局はそのビームフォーミングパターンがわからないため、リソースブロックに跨る補間処理な

どを行えず、チャネル推定の精度が問題になるため、リソースブロック単位のビームフォーミングパターン推定結果に基づいて周波数方向及び時間方向で補間処理を行えるようにする。ビームフォーミングパターンが周波数方向で同じと推定できる場合は、周波数方向の外挿により専用参照信号がマッピングされたサブキャリア以外のサブキャリアについてのチャネル推定値を算出することが可能になる。また、ビームフォーミングパターンが時間方向で同じと推定できる場合は、時間方向の補間によりチャネル推定値を算出することができる。

専用参照信号チャネル推定部25で得られたチャネル推定値を用いて、データ復調部26でデータ復調処理を行い、データ復調シンボルを得る。

10 次に、本発明の実施形態による無線通信装置の動作について詳細に説明する。

図1に示した実施例のブロック図に基づいて、LTEのアンテナポート#5を用いた送信ビームフォーミングを実施例として動作の説明を行う。

基地局はビームフォーマ部10で図2に示すコードブックの中からサブフレーム単位、かつリソースブロック単位でランダムにプリコーディング処理を行い送信する。

図3はアンテナポート#5でサイクリックプレフィックス (Cyclic Prefix, CP) がNormalである場合のサブフレームフォーマットを示した図である。R0、R1はアンテナポート#0、アンテナポート#1から送信された共通参照信号で、R5はアンテナポート#5から送信された専用参照信号であるとする。なお、R個のリソースブロックにデータ及び専用参照信号がマッピングされているとする。

移動局は信号分離部21で時間軸上の信号から周波数軸上の信号に変換した後、図3のマッピング位置に基づいて共通参照信号、専用参照信号、データ信号を分離する。共通参照信号用チャネル推定部22で、共通参照信号がマッピングされたサブキャリアについて既知のパターンでゼロフォーシング処理を行い、チャネル推定値 $C_c(r, k)$, $k = 0, \dots, K-1$ (Kはひとつのリソースブロック内に含まれるアンテナポート#0及び#1の共通参照信号の数) を得る。また、専用参照信号用ゼロフォーシング処理部23で専用参照信号のマッピングされたサブキャリアを既知のパターンでゼロフォーシング処理をし、チャネル推定値 $C_d(r, l)$, $l = 0, \dots, L-1$ (Lはひとつのリソースブロック内の含まれるア

ンテナポート#5の専用参照信号の数)を得る。

共通参照信号用チャネル推定部22で算出されたチャネル推定値 $C_c(r, k)$ と専用参照信号用ゼロフォーシング処理部23で算出したチャネル推定値 $C_d(r, 1)$ をビームフォーミングパターン推定部24に入力する。ビームフォーミングパターン推定部24は、データがマッピングされたリソースブロック毎に下式のように入力された二つのチャネル推定値の和の差分 $C_{diff}(r)$, $r = 0, \dots, R-1$ を下記の式1のように算出する。

$$C_{diff}(r) = \sum_{l=0}^{L-1} C_d(r, l) - \sum_{k=0}^{K-1} C_c(r, k) \quad \dots \text{式1}$$

図4はリソースブロック#0の共通参照信号のチャネル推定値 $C_c(0, k)$ と専用参照信号のチャネル推定値 $C_d(0, 1)$ を示したものである。リソースブロック単位で算出された専用参照信号と共通参照信号のチャネル推定値の差分 $C_{diff}(r)$ がビームフォーミング処理で利用された図2に示すコードブック中のどのビームフォーミングマトリックスが与える位相回転量に最も近いか判断しビームフォーミングパターン推定結果を $D(r)$, $r = 0, \dots, R-1$ とする。

推定したビームフォーミングパターン推定結果に基づいて専用参照信号用チャネル推定部25で以下の処理を行い全サブキャリアのチャネル推定値を算出する。

まずリソースブロックを跨る周波数方向の補間処理が可能か判定する処理について説明する。リソースブロック#0について隣接するリソースブロック#1が同一ビームフォーミングパターン推定結果か否か判断する。同一であれば、更に隣接するリソースブロック#2が同一ビームフォーミングパターン推定結果か否か判断する。この処理を隣接するリソースブロック間でビームフォーミングパターンが異なるまで行い、同一パターンとなったりソースブロックの束をチャネル推定単位として確定する。図5に示した各リソースブロックのビームフォーミングパターン推定結果の場合、リソースブロック#0, 1, 2がパターン0で一致して、リソースブロック#3のパターンが1であるから、リソースブロック#0, 1, 2をひとつのチャネル推定単位とする。一つのチャネル推定単位が確定した後、次のチャネル推定単位を確定するため同様の処理を最後のリソースブロックまで行う。図5の場合、

4つのチャネル推定単位が確定される。最終的に確定したチャネル推定単位毎にゼロフォーシング結果をもとに二次元線形最小二乗誤差補間などの方法で全サブキャリアのチャネル推定値を算出する。

- また、時間方向の補間判定処理について説明する。判定処理のため現在受信しているサブフレーム# n の一つ前に受信したサブフレーム# $n-1$ のリソースブロック単位のビームフォーミングパターン推定結果 $D(n-1, r)$ を保持しているとする。同一リソースブロック# r について、 $D(n-1, r)$ と $D(n, r)$ のビームフォーミングパターン推定結果が同一である場合は図6に示すように時間方向に線形補間処理を行い、黒四角の位置のサブキャリアのチャネル推定値を算出する。最後にリソースブロック単位でゼロフォーシング結果及び時間補間で求めた仮推定値をもとに二次元線形最小二乗誤差補間などの方法で全サブキャリアのチャネル推定値を算出する。

専用参照信号用チャネル推定部25で推定された全サブキャリアのチャネル推定値を用いて、データ復調部26でデータ信号の復調処理を行い復調データを得る。

- 15 以上説明したように本発明は、送信ビームフォーミングを用いる無線通信システムにおいて、移動局でのチャネル推定精度を向上させることで受信性能を改善することを可能とする。移動局に通知されないリソースブロック単位でのビームフォーミングパターンを推定することでチャネル推定に利用できるリソースを増やすことが出来るためである。

- 20 なお、本実施例ではチャネル推定の起動単位をサブフレーム単位としたが、必ずしもこれに限るものではなくスロット単位でもよい。

- また、基地局処理における送信ビームフォーミング処理でコードブックに基づくプリコーディング処理を実施例としたが、本発明の移動局における処理はリソースブロック単位で与えられた指向性が同一か否かを判断できれば用いることが出来るのでコードブックに基づいたプリコーディング処理に限定されるものではなく、リソースブロック単位で指向性を与える処理であれば本発明を適用できる。

また、本実施例ではビームフォーミングパターンの推定において、共通参照信号がマッピングされたサブキャリアと専用参照信号がマッピングされたサブキャリアのチャネル推定値の比較をすることでパターンの推定を行ったが、共通参照

信号による補間後のチャネル推定値を用いることで専用参照信号がマッピングされたサブキャリア同士での比較を行っても良い。

なお、上述した実施形態によるビームフォーミングパターンを推定する方法をコンピュータに実行させる制御プログラムも本発明の範疇に含まれる。当該制御

- 5 プログラムに基づいて制御部（CPU）等のハードウェアを動作させることによって、各部を各種手段として機能させる。また、この制御プログラムは、固定的に記録媒体に記録されて頒布されても良い。当該記録媒体に記録されたプログラムは、有線、無線、又は記録媒体そのものを介して、メモリに読込まれ、制御部
- 10 スク、半導体メモリ装置、ハードディスクなどが挙げられる。

以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

- この出願は、2012年3月2日に出願された日本国特許出願第2012-4
- 15 6189号を基礎とする優先権を主張し、その開示のすべてをここに取り込む。

符号の説明：

- 10 ビームフォーマ部
- 11 送信部
- 20 12 送信アンテナ
- 20 受信アンテナ
- 21 信号分離部
- 22 共通参照信号用チャネル推定部
- 23 専用参照信号用ZF処理部
- 25 24 ビームフォーミングパターン推定部
- 25 専用参照信号用チャネル推定部
- 26 データ復調部

請 求 の 範 囲

[請求項 1]

送信ビームフォーミングの順方向リンクを介した無線周波数送信においてチャ
5 ネル推定処理を行う移動局装置であって、

データ信号と、ビームフォーミング処理された専用参照信号と、ビームフォー
ミング処理されていない共通参照信号とが多重された信号を分離する信号分離部
と、

前記信号分離部で分離された共通参照信号を用いて、各サブキャリアのチャネ
10 ル推定値を算出する共通参照信号用チャネル推定部と、

前記信号分離部で分離された専用参照信号を用いて、該専用参照信号がマッピ
ングされた各サブキャリアのチャネル推定値を算出する専用参照信号用 Z F 処理
部と、

共通参照信号用チャネル推定部で算出された共通参照信号に基づくチャネル推
15 定値と専用参照信号用 Z F 処理部で算出された専用参照信号に基づくチャネル推
定値の差分を求めることにより、リソースブロック毎のビームフォーミングパタ
ーンを推定するビームフォーミングパターン推定部と、を備えることを特徴とす
る移動局装置。

[請求項 2]

20 リソースブロック毎のビームフォーミングパターンを用いて、専用参照信号用
Z F 処理部で算出した専用参照信号に基づくチャネル推定値とビームフォーミン
グパターン推定部 2 4 で推定したビームフォーミングパターンに基づいて補間し
たチャネル推定を用いて、全サブキャリアのチャネル推定値を算出する専用参照
信号用チャネル推定部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の移動局
25 装置。

[請求項 3]

前記共通参照信号に基づくチャネル推定値は、サブキャリアが伝搬路で受けた
変動をキャンセルする要素を含み、前記専用参照信号に基づくチャネル推定値は、
伝搬路で受けた変動とビームフォーミング処理で指向性を与えるために行われた

位相回転などの影響とをキャンセルする要素を含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の移動局装置。

[請求項 4]

データ信号と専用参照信号を受け、リソースブロック毎のビームフォーミング
5 処理を行うビームフォーマ部と、

前記ビームフォーマ部でビームフォーミング処理された前記データ信号及び専用参照信号と、共通参照信号とを多重して伝送する送信部と、を備える基地局装置と、

専用参照信号用チャネル推定部で算出した全サブキャリアのチャネル推定値を用いて、データ復調処理を行いデータ復調シンボルを得るデータ復調部と、をさらに備える請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の移動局装置とを含んで構成されることを特徴とする無線通信システム。

[請求項 5]

送信ビームフォーミングの順方向リンクを介した無線周波数送信におけるチャ
15 ネル推定方法であって、

データ信号と、ビームフォーミング処理された専用参照信号と、ビームフォーミング処理されていない共通参照信号とが多重された信号を分離し、

分離された前記共通参照信号を用いて、各サブキャリアのチャネル推定値を算出し、

20 分離された前記専用参照信号を用いて、該専用参照信号がマッピングされた各サブキャリアのチャネル推定値を算出し、

前記共通参照信号に基づくチャネル推定値と前記専用参照信号に基づくチャネル推定値の差分を求めることにより、リソースブロック毎のビームフォーミングパターンを推定することを含むことを特徴とするチャネル推定方法。

25 [請求項 6]

リソースブロック毎のビームフォーミングパターンを用いて、前記専用参照信号に基づくチャネル推定値と前記ビームフォーミングパターンに基づいて補間したチャネル推定を用いて、全サブキャリアのチャネル推定値を算出することを含むことを特徴とする請求項 5 に記載のチャネル推定方法。

[請求項 7]

前記共通参照信号に基づくチャネル推定値は、サブキャリアが伝搬路で受けた変動をキャンセルする要素を含み、前記専用参照信号に基づくチャネル推定値は、伝搬路で受けた変動とビームフォーミング処理で指向性を与えるために行われた

5 位相回転などの影響とをキャンセルする要素を含むことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載のチャネル推定方法。

[請求項 8]

データ信号と専用参照信号を受け、リソースブロック毎のビームフォーミング処理を行い、

- 10 ビームフォーミング処理された前記データ信号及び専用参照信号と、共通参照信号とを多重して伝送し、

算出した全サブキャリアのチャネル推定値を用いて、データ復調処理を行いデータ復調シンボルを得ることを含むことを特徴とする請求項 5 乃至 7 の何れか一項に記載のチャネル推定方法。

15 [請求項 9]

送信ビームフォーミングの順方向リンクを介した無線周波数送信におけるチャネル推定用の制御プログラムであって、

データ信号と、ビームフォーミング処理された専用参照信号と、ビームフォーミング処理されていない共通参照信号とが多重された信号を分離する処理と、

- 20 分離された前記共通参照信号を用いて、各サブキャリアのチャネル推定値を算出する処理と、

分離された前記専用参照信号を用いて、該専用参照信号がマッピングされた各サブキャリアのチャネル推定値を算出する処理と、

- 25 前記共通参照信号に基づくチャネル推定値と前記専用参照信号に基づくチャネル推定値の差分を求めることにより、リソースブロック毎のビームフォーミングパターンを推定する処理とをコンピュータに実行させる制御プログラム。