

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5103533号  
(P5103533)

(45) 発行日 平成24年12月19日(2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int.Cl.	F 1		
HO4J 99/00	(2009.01)	HO4J 15/00	
HO4J 11/00	(2006.01)	HO4J 11/00	Z
HO4J 1/00	(2006.01)	HO4J 1/00	
HO4W 16/28	(2009.01)	HO4Q 7/00	234
HO4W 72/04	(2009.01)	HO4Q 7/00	551

請求項の数 12 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-546712 (P2010-546712)	(73) 特許権者	502032105 エルジー エレクトロニクス インコーポ レイティド 大韓民国, ソウル 150-721, ヨン ドゥンポーク, ヨイドードン, 20
(86) (22) 出願日	平成21年4月17日 (2009.4.17)	(74) 代理人	100078282 弁理士 山本 秀策
(65) 公表番号	特表2011-514742 (P2011-514742A)	(74) 代理人	100062409 弁理士 安村 高明
(43) 公表日	平成23年5月6日 (2011.5.6)	(74) 代理人	100113413 弁理士 森下 夏樹
(86) 國際出願番号	PCT/KR2009/002023		
(87) 國際公開番号	W02010/002096		
(87) 國際公開日	平成22年1月7日 (2010.1.7)		
審査請求日	平成22年8月17日 (2010.8.17)		
(31) 優先権主張番号	61/078,342		
(32) 優先日	平成20年7月4日 (2008.7.4)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	10-2009-0009389		
(32) 優先日	平成21年2月5日 (2009.2.5)		
(33) 優先権主張国	韓国(KR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】パイロットサブキャリア割当を用いる複数個の送信アンテナを有する無線通信システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

無線通信機器と通信する方法であって、

複数入力複数出力(MIMO)アンテナシステムから送信される直交周波数分割多重接続(OFDMA)信号を受信することであって、前記OFDMA信号は、1つ以上のリソースブロックを用いることによって受信され、各リソースブロックは、18個のサブキャリアと6個のOFDMAシンボルとを表す18\*6行列の形態である、ことと、

4つのアンテナに対応する4つのパイロット信号に基づいてチャンネル推定を行うことであって、前記4つのパイロット信号は、前記6個のOFDMAシンボルの1番目、2番目、5番目及び6番目のOFDMAシンボルにのみわたって分散される、ことと

を含み、パイロットサブキャリアを含む各OFDMAシンボル内において、1番目及び2番目に発生するパイロットサブキャリアは、4個のサブキャリアだけ離れており、前記2番目及び3番目に発生するパイロットサブキャリアは、6個のサブキャリアだけ離れており、前記3番目及び4番目に発生するパイロットサブキャリアは、4個のサブキャリアだけ離れており、

前記パイロットサブキャリアを含む各OFDMAシンボル内において、前記1番目～4番目に発生するパイロットサブキャリアは、前記4つのアンテナに対応する、方法。

## 【請求項 2】

前記4つのパイロットサブキャリアは、パイロットサブキャリアP0、P1、P2及びP3を含み、パイロットサブキャリアP0、P1、P2及びP3は、前記6個のOFDMA

10

20

Aシンボルのうちの1番目に発生するO F D M Aシンボル内の1番目、2番目、3番目、及び4番目に発生するパイロットサブキャリアである、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

パイロットサブキャリアP2、P3、P0、及びP1は、前記6個のO F D M Aシンボルのうちの2番目に発生するO F D M Aシンボル内の1番目、2番目、3番目、及び4番目に発生するパイロットサブキャリアである、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記4つのパイロットサブキャリアは、パイロットサブキャリアP0、P1、P2及びP3を含み、パイロットサブキャリアP1、P0、P3、及びP2は、前記6個のO F D M Aシンボルのうちの5番目に発生するO F D M Aシンボル内の1番目、2番目、3番目、及び4番目に発生するパイロットサブキャリアである、請求項1に記載の方法。 10

【請求項5】

パイロットサブキャリアP3、P2、P1、及びP0は、前記6個のO F D M Aシンボルのうちの6番目に発生するO F D M Aシンボル内の1番目、2番目、3番目、及び4番目に発生するパイロットサブキャリアである、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記チャンネル推定を行うステップの出力をM I M O後処理することをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

移動無線通信機器であって、  
複数入力複数出力(M I M O)アンテナシステムから送信される直交周波数分割多重接続(O F D M A)信号を受信するように構成された受信器であって、前記O F D M A信号は、1つ以上のリソースブロックを用いることによって受信され、各リソースブロックは、18個のサブキャリアと6個のO F D M Aシンボルとを表す18\*6行列の形態である、受信器と、 20

前記受信器に作動可能に連結されており、4つのアンテナに対応する4つのパイロット信号に基づいてチャンネル特性を推定するように構成されるチャンネル推定器であって、前記4つのパイロット信号は、前記6個のO F D M Aシンボルの1番目、2番目、5番目及び6番目のO F D M Aシンボルにのみわたって分散される、チャンネル推定器と 30

を含み、パイロットサブキャリアを含む各O F D M Aシンボル内において、1番目及び2番目に発生するパイロットサブキャリアは、4個のサブキャリアだけ離れており、前記2番目及び3番目に発生するパイロットサブキャリアは、6個のサブキャリアだけ離れており、前記3番目及び4番目に発生するパイロットサブキャリアは、4個のサブキャリアだけ離れている、移動無線通信機器。

【請求項8】

前記4つのパイロットサブキャリアは、パイロットサブキャリアP0、P1、P2及びP3を含み、パイロットサブキャリアP0、P1、P2及びP3は、前記1番目のO F D M Aシンボル内の1番目、2番目、3番目、及び4番目に発生するパイロットサブキャリアである、請求項7に記載の移動無線通信機器。 40

【請求項9】

パイロットサブキャリアP2、P3、P0、及びP1は、前記2番目のO F D M Aシンボル内の1番目、2番目、3番目、及び4番目に発生するパイロットサブキャリアである、請求項8に記載の移動無線通信機器。

【請求項10】

前記4つのパイロットサブキャリアは、パイロットサブキャリアP0、P1、P2及びP3を含み、パイロットサブキャリアP1、P0、P3、及びP2は、前記5番目のO F D M Aシンボル内の1番目、2番目、3番目、及び4番目に発生するパイロットサブキャリアである、請求項7に記載の移動無線通信機器。

【請求項11】

前記パイロットサブキャリアP3、P2、P1、及びP0は、前記6番目のO F D M A 50

シンボル内の 1 番目、 2 番目、 3 番目、 及び 4 番目に発生するパイロットサブキャリアである、 請求項 10 に記載の移動無線通信機器。

#### 【請求項 12】

前記チャンネル推定器に作動可能に連結されており、 前記チャンネル推定器の出力を後処理するように構成された MIMO ポストプロセッサをさらに含む、 請求項 7 に記載の移動無線通信機器。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、 無線通信システムに係り、 特に、 多重アンテナ (Multiple - Input Multiple - Output ; MIMO) システムを含む無線移動通信システムにおいてパイロットサブキャリアを割り当てる方法に関するものである。 10

##### 【背景技術】

##### 【0002】

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.16 標準は、 広帯域無線接続及びプロトコルを支援する技術を提供する。この標準化は、 1999 年から進んできており、 IEEE 802.16 - 2001 が 2001 年に承認された。 IEEE 802.16 - 2001 は、 'WirelessMAN - SC' と呼ばれる単一キャリア物理層 (single carrier physical layer) に基づいて樹立された。 2003 年に承認された IEEE 802.16a で、 'WirelessMAN - SC' に加えて、 'WirelessMAN - OFDM' 及び 'WirelessMAN - OFDMA' が物理層に追加された。 IEEE 802.16a 標準が完成した後、 改正された IEEE 802.16 - 2004 が 2004 年に承認された。 IEEE 802.16 - 2004 のバグ (bug) 及び誤りを修正するために、 2005 年に修正本 (corrigendum) の形態で IEEE 802.16 - 2004 / Cor 1 が完成した。 20

##### 【0003】

MIMO アンテナ技術は、 複数の送信アンテナ及び複数の受信アンテナを使用することによって、 データの伝送 / 受信効率を向上させる。 MIMO 技術は、 IEEE 802.16a 標準に取り込まれて以来、 続けて更新されてきた。 30

##### 【0004】

MIMO 技術は、 空間多重化方法 (spatial multiplexing method) 及び空間ダイバーシティ方法 (spatial diversity method) に区別される。 空間多重化方法では、 それぞれ異なるデータが同時に伝送されるので、 システムの帯域幅を増加させなくても、 データが高速で伝送することができる。 空間ダイバーシティ方法では、 ダイバーシティ利得を得るために複数の伝送アンテナを通じて同一のデータを伝送するので、 データの信頼性が増大する。

##### 【0005】

受信機は、 送信機から送信されるデータを復旧するためにチャンネルを推定する必要がある。 チャンネル推定は、 フェージング (fading) による急激な環境変化により発生する信号の歪みを補償し、 伝送信号 (transmission signal) を復旧する処理過程のことをいう。 一般に、 チャンネル推定のために伝送機及び受信機は、 パイロットを知る必要がある。 40

##### 【0006】

MIMO システムで、 信号は、 各アンテナに対応するチャンネルを経る。 したがって、 複数のアンテナを考慮してパイロットを配列する必要がある。 アンテナの個数が増加するにつれてパイロットの個数を増加させる一方で、 データ伝送率を増加させるためにアンテナの個数を増加させることは不可能である。

##### 【0007】

従来技術において、 パーミュテーション (permutation) 方法 (例えば、 分 50

散 ( dispersion ) / AMC / PUSC / FUSC ) に応じてそれぞれ異なるパイロット割当構造がデザインされて使用されてきた。これは、パーミュテーション方法が IEEE 802.16e システムにおいて時間軸に沿って互いに分離されており、パーミュテーション方法によってそれらの構造がそれぞれ最適化することができたためである。しかし、万一、これらパーミュテーション方法がある時点に共存するとすれば、单一化した ( unified ) 基本データ割当構造が必要とされる。

#### 【 0008 】

従来技術では、多くのパイロットオーバーヘッド ( overhead ) が発生するため、伝送率 ( transfer rate ) が減少する。また、同一のパイロット構造が互いに隣接するセル ( cell ) またはセクター ( sector ) に適用されるため、セル間またはセクター間に衝突 ( collision ) が発生することがある。そこで、MIMO システムにおいてパイロットサブキャリアを効果的に割り当てる方法が要求される。

10

#### 【 発明の概要 】

#### 【 発明が解決しようとする課題 】

#### 【 0009 】

本発明の目的は、アップリンク / ダウンリンク ( uplink / downlink ) 及び特定パーミュテーション ( permutation ) 方式にかかわらずに、MIMO システムを含む無線通信システムでパイロットサブキャリアを効率的に割り当てる方法を提供することにある。本発明は、IEEE 802.16m のような新しい無線通信システムに適用可能である。

20

#### 【 課題を解決するための手段 】

#### 【 0010 】

本発明の目的は、後述する本発明の様々様相によって達成することができる。

#### 【 0011 】

本発明の一様相において、直交周波数分割多重接続 ( Orthogonal Frequency Division Multiple Access ; OFDMA ) 変調を用いる 4 個の送信アンテナを有する広帯域無線移動通信システムのためのリソースブロック内にパイロットサブキャリアを割り当てる方法は、連続したデータサブキャリアからなる一つの隣接したグループから、パイロットサブキャリアによって離れている連続したデータサブキャリアからなる他のグループが、一つの OFDMA シンボル内で偶数個のサブキャリアを有するように、パイロットサブキャリアをリソースブロック内に割り当てる段階を含む。

30

#### 【 0012 】

好適には、前記偶数は、4 または 6 である。好適には、前記リソースブロックは、18 個のサブキャリアと 6 個の OFDMA シンボルとで構成される  $18 \times 6$  大きさの行列構造の形態を有する。好適には、前記 4 個の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアは、1 番目の OFDMA シンボル、2 番目の OFDMA シンボル、5 番目の OFDMA シンボル、及び 6 番目の OFDMA シンボルに割り当てられ、前記 4 個の送信アンテナのための前記パイロットサブキャリアは、前記リソースブロックにおける 3 番目の OFDMA シンボル及び 4 番目の OFDMA シンボルには割り当てられない。好適には、4 個のパイロットサブキャリアは、1 番目の OFDMA シンボル、2 番目の OFDMA シンボル、5 番目の OFDMA シンボル、及び 6 番目の OFDMA シンボルのそれのために割り当たられ、前記 4 個のパイロットサブキャリアは、1 番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリア、2 番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリア、3 番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリア、及び 4 番目の送信アンテナのためのサブキャリアを含む。好適には、前記 4 個の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアの一部は共通パイロット ( common pilot ) のために使われ、前記 4 個の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアの他部は、指定パイロット ( dedicated pilot ) のために使われる。好適には、4 個の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアはいずれも、共通パイロットのために用いることができる。好適には、4 個の送信ア

40

50

ンテナのためのパイロットサブキャリアはいずれも、指定パイロットのために用いることができる。好適には、前記リソースブロックは、時間領域で反復される。好適には、前記リソースブロックは、周波数領域で反復される。

【0013】

本発明の他の様相において、O F D M A変調を用いる4個の送信アンテナを有する広帯域無線移動通信システムのための18\*6大きさのリソースブロック内にパイロットサブキャリアを割り当てる方法は、パイロットサブキャリアを、前記リソースブロックに割り当てる段階を含む。ここで、1番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアは、前記リソースブロックの2次元インデックス(2-dimensional index)(0, 0)、(5, 4)、(12, 1)、及び(17, 5)に割り当てられ、2番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアは、前記リソースブロックの2次元インデックス(0, 4)、(5, 0)、(12, 5)、及び(17, 1)に割り当てられ、3番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアは、前記リソースブロックの2次元インデックス(0, 1)、(5, 5)、(12, 0)、及び(12, 4)に割り当てられ、4番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアは、前記リソースブロックの2次元インデックス(0, 5)、(5, 1)、(12, 4)、及び(17, 0)に割り当てられる。ここで、インデックス(i, j)は、前記リソースブロックにおける(i+1)番目のサブキャリア及び(j+1)番目のO F D M Aシンボルに在るリソース要素の位置を表す。

【0014】

好適には、前記4個の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアの一部は、共通パイロットのために用いられ、前記4個の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアの他部は、指定パイロットのために用いられる。好適には、前記4個の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアはいずれも、共通パイロットのために用いることができる。好適には、前記4個の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアはいずれも、指定パイロットのために用いることができる。好適には、前記リソースブロックは、時間領域で反復される。好適には、前記リソースブロックは、周波数領域で反復される。

【0015】

本発明の他の様相において、ダウンリンク及びアップリンク通信のためにO F D M A変調を用いる4個の送信アンテナを有する無線通信システムは、複数入力複数出力(M u l t i p l e I n p u t M u l t i p l e O u t p u t; M I M O)アンテナ、前記M I M Oアンテナに作動可能に連結されたO F D M A変調器、及び前記O F D M A変調器に作動可能に連結されたプロセッサを含む。ここで、前記プロセッサは、18個のサブキャリアと6個のO F D M Aシンボルとで構成された18\*6大きさのリソースブロックに、パイロットサブキャリアを割り当てるよう構成されており、連結したデータサブキャリアからなる一つの隣接したグループから、前記パイロットサブキャリアによって離れている連結したデータサブキャリアからなる他のグループが、一つのO F D M Aシンボル内で偶数個のサブキャリアを有することとなる。

【0016】

本発明の他の様相において、ダウンリンク及びアップリンク通信のためにO F D M A変調を用いる4個の送信アンテナを有する無線移動通信システムは、M I M Oアンテナ、前記M I M Oアンテナに作動可能に連結されたO F D M A変調器、及び前記O F D M A変調器に作動可能に連結されたプロセッサを含み、前記プロセッサは、18個のサブキャリアと6個のO F D M Aシンボルとで構成される18\*6大きさのリソースブロック内に、パイロットサブキャリアを割り当てるよう構成されている。ここで、1番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアは、前記リソースブロックの2次元インデックス(0, 0)、(5, 4)、(12, 1)、及び(17, 5)に割り当てられ、2番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアは、前記リソースブロックの2次元インデックス(0, 4)、(5, 0)、(12, 5)、及び(17, 1)に割り当てられ、3番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアは、前記リソースブロックの2次元インデッ

10

20

30

40

50

クス(0, 1)、(5, 5)、(12, 0)、及び(12, 4)に割り当てられ、4番目の送信アンテナのためのパイロットサブキャリアは、前記リソースブロックの2次元インデックス(0, 5)、(5, 1)、(12, 4)、及び(17, 0)に割り当てられる。ここで、インデックス(i, j)は、前記リソースブロックにおける(i+1)番目のサブキャリア及び(j+1)番目のOFDMAシンボルに在るリソース要素の位置を表す。例えば、本発明は以下の項目を提供する。

(項目1)

4個のアンテナを有する複数入力複数出力(Multiple Input Multiple Output; MIMO)アンテナシステムから送信される直交周波数分割多重接続(Orthogonal Frequency Division Multiplex Access; OFDMA)変調された信号を受信する段階と、

18個のサブキャリアと6個のOFDMAシンボルを表す18\*6大きさの行列形態のリソースブロック(resource block)を生成するために、上記OFDMA信号を復調する段階と、

上記6個のOFDMAシンボルのうち、4個のOFDMAシンボルにわたってのみ分散された(distributed)4個のパイロットシンボルを検出する段階であって、パイロットシンボルを含むそれぞれのOFDMAシンボル内で、1番目のパイロットシンボルと2番目のパイロットシンボルとは、4個のサブキャリアだけ離れており、上記2番目のパイロットシンボルと3番目のパイロットシンボルとは、6個のサブキャリアだけ離れており、上記3番目のパイロットシンボルと4番目のパイロットシンボルとは、4個のサブキャリアだけ離れている、検出段階と、

上記検出された4個のパイロットシンボルに基づいてチャンネル推定を行う段階と、を含む、無線通信機器と通信する方法。

(項目2)

上記4個のパイロットシンボルは、パイロットシンボルP0、P1、P2、P3を含み、上記パイロットシンボルP0、P1、P2、P3はそれぞれ、上記6個のOFDMAシンボルのうち1番目のOFDMAシンボルにおいて1番目、2番目、3番目、及び4番目のパイロットシンボルである、項目1に記載の無線通信機器と通信する方法。

(項目3)

上記パイロットシンボルP2、P3、P0、及びP1は、上記6個のOFDMAシンボルのうち2番目のOFDMAシンボルにおいて1番目、2番目、3番目、及び4番目のパイロットシンボルである、項目2に記載の無線通信機器と通信する方法。

(項目4)

上記パイロットシンボルP1、P0、P3、及びP2は、上記6個のOFDMAシンボルのうち5番目のOFDMAシンボルにおいて1番目、2番目、3番目、及び4番目のパイロットシンボルである、項目3に記載の無線通信機器と通信する方法。

(項目5)

上記パイロットシンボルP3、P2、P1、及びP0は、上記6個のOFDMAシンボルのうち6番目のOFDMAシンボルにおいて1番目、2番目、3番目、及び4番目のパイロットシンボルである、項目4に記載の無線通信機器と通信する方法。

(項目6)

上記6個のOFDMAシンボルのうち、4個のOFDMAシンボルにわたってのみ分散された上記4個のパイロットシンボルは、時間領域で連続したパイロットシンボルの1番目の対(pair)、及び時間領域で連続したパイロットシンボルの2番目の対を含み、上記2番目の対は、上記1番目の対から、パイロットシンボルを含まない2個のOFDMAシンボルだけ離れている、項目1に記載の無線通信機器と通信する方法。

(項目7)

上記18\*6大きさの行列のインデックスナンバーセット(o, p, q, r)は、上記リソースブロックにおける(o+1)番目のOFDMAシンボル、(p+1)番目のOFDMAシンボル、(q+1)番目のOFDMAシンボル、及び(r+1)番目のOFDM

10

20

30

40

50

Aシンボルに対応し、

上記 6 個の O F D M A シンボルのうち、 4 個の O F D M A シンボルにわたってのみ分散された 4 個のパイロットシンボルを検出する段階は、 インデックスナンバー ( 0 , 1 , 4 , 5 ) に対応する位置のパイロットシンボルを検出する段階を含む、 項目 1 に記載の無線通信機器と通信する方法。

( 項目 8 )

上記チャンネル推定を行う段階の出力を M I M O 後処理 ( M I M O \_ p o s t - p r o c e s s i n g ) する段階と、

入力シンボルを対応するコードワード ( c o d e w o r d ) にデマッピングする段階と、

10

上記コードワードをデコードする段階と、

をさらに含む、 項目 1 に記載の無線通信機器と通信する方法。

( 項目 9 )

4 個のアンテナを有する複数入力複数出力 ( M u l t i p l e I n p u t M u l t i p l e O u t p u t ; M I M O ) アンテナシステムから送信される直交周波数分割多重接続 ( O r t h o g o n a l F r e q u e n c y D i v i s i o n M u l t i p l e A c c e s s ; O F D M A ) 変調された信号を受信するように構成された受信器と、

上記受信器に作動可能に連結されており、 18 個のサブキャリアと 6 個の O F D M A シ

20

ンボルを表す  $18 \times 6$  大きさの行列形態のリソースブロック ( r e s o u r c e b l o c k ) を生成するために、 上記 O F D M A 信号を復調するように構成された復調器と、

上記復調器に作動可能に連結されており、 上記 6 個の O F D M A シンボルのうち、 4 個の O F D M A シンボルにわたってのみ分散された 4 個のパイロットシンボルを検出するように構成されたチャンネル推定器と、

を含む移動無線通信機器であって、

パイロットシンボルを含むそれぞれの O F D M A シンボルにおいて、 1 番目のパイロットシンボルと 2 番目のパイロットシンボルとは、 4 個のサブキャリアだけ離れており、 上記 2 番目のパイロットシンボルと 3 番目のパイロットシンボルとは、 6 個のサブキャリアだけ離れており、 上記 3 番目のパイロットシンボルと 4 番目のパイロットシンボルとは、 4 個のサブキャリアだけ離れている、 移動無線通信機器。

30

( 項目 10 )

上記 4 個のパイロットシンボルは、 パイロットシンボル P 0 、 P 1 、 P 2 、 P 3 を含み、 上記パイロットシンボル P 0 、 P 1 、 P 2 、 P 3 はそれぞれ、 上記 6 個の O F D M A シンボルのうち 1 番目の O F D M A シンボルにおいて 1 番目、 2 番目、 3 番目、 及び 4 番目のパイロットシンボルである、 項目 9 に記載の移動無線通信機器。

( 項目 11 )

上記パイロットシンボル P 2 、 P 3 、 P 0 、 及び P 1 は、 上記 6 個の O F D M A シンボルのうち 2 番目の O F D M A シンボルにおいて 1 番目、 2 番目、 3 番目、 及び 4 番目のパイロットシンボルである、 項目 10 に記載の移動無線通信機器。

40

( 項目 12 )

上記パイロットシンボル P 1 、 P 0 、 P 3 、 及び P 2 は、 上記 6 個の O F D M A シンボルのうち 5 番目の O F D M A シンボルにおいて 1 番目、 2 番目、 3 番目、 及び 4 番目のパイロットシンボルである、 項目 11 に記載の移動無線通信機器。

( 項目 13 )

上記パイロットシンボル P 3 、 P 2 、 P 1 、 及び P 0 は、 上記 6 個の O F D M A シンボルのうち 6 番目の O F D M A シンボルにおいて 1 番目、 2 番目、 3 番目、 及び 4 番目のパイロットシンボルである、 項目 12 に記載の移動無線通信機器。

( 項目 14 )

上記 6 個の O F D M A シンボルのうち、 4 個の O F D M A シンボルにわたってのみ分散された上記 4 個のパイロットシンボルは、 時間領域で連続したパイロットシンボルの 1 番

50

目の対 (pair)、及び時間領域で連続したパイロットシンボルの2番目の対を含み、上記2番目の対は、上記1番目の対から、パイロットシンボルを含まない2個のOFDMAシンボルだけ離れている、項目9に記載の移動無線通信機器。

(項目15)

上記18\*6大きさの行列のインデックスナンバーセット (o, p, q, r) は、上記リソースブロックにおける (o+1) 番目のOFDMAシンボル、(p+1) 番目のOFDMAシンボル、(q+1) 番目のOFDMAシンボル、及び (r+1) 番目のOFDMAシンボルに対応し、

上記検出器は、インデックスナンバー (0, 1, 4, 5) に対応する位置のパイロットシンボルを検出するように構成された、項目9に記載の移動無線通信機器。

10

(項目16)

上記チャンネル推定器に作動可能に連結されており、上記チャンネル推定器の出力を後処理 (post-processing) するように構成されたMIMOポストプロセッサと、

上記MIMOポストプロセッサに作動可能に連結されており、入力シンボルをコードワード (codeword) にデマッピングするように構成されたデマッパーと、

デマッパーに作動可能に連結されており、上記コードワードをデコーディングするよう構成されたチャンネルデコーダと、

をさらに含む、項目9に記載の移動無線通信機器。

【発明の効果】

20

【0017】

本発明によれば、多重アンテナシステムにおいてパイロットサブキャリアを効率的に割り当てることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】複数個のアンテナを有する送信機のブロック図である。

【図2】複数個のアンテナを有する受信機のブロック図である。

【図3】フレーム構造である。

【図4】サブチャンネル部分使用法 (Partial Usage of SubChannels; PUSC) を用いる方法で、2個の送信アンテナのための従来のパイロット配列を示す図である。

30

【図5】サブチャンネル全体使用法 (Full Usage of SubChannels; FUSC) を用いる方法で、2個の送信アンテナのための従来のパイロット配列を示す図である。

【図6】PUSCを用いる方法で、4個の送信アンテナのための従来のパイロット配列を示す図である。

【図7A】FUSCを用いる方法で、4個の送信アンテナのための従来のパイロット配列を示す図である。

【図7B】FUSCを用いる方法で、2個の送信アンテナのための従来のパイロット配列を示す図である。

40

【図8】本発明の一実施例による4-Txシステムのパイロットサブキャリア割当パターンを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の好適な実施形態を、添付の図面を参照しつつ詳細に説明する。添付の図面と共に以下に開示される詳細な説明は、本発明の例示的な実施形態を説明するためのもので、本発明が実施されうる唯一の実施形態を示すためのものではない。以下の詳細な説明は、本発明の完全な理解を助けるために具体的な細部事項を含む。しかし、当業者には、本発明がこのような具体的な細部事項なしにも実施されうることが理解される。例えば、以下の説明では一定用語を中心に説明するが、これらの用語に限定されず、任意の用語で

50

説明される場合にも同じ意味を有することができる。また、本明細書全体を通じて同一または類似の構成要素については、同一の図面符号を使用して説明する。

#### 【0020】

後述する技術は、様々な無線通信システムに用いることができる。音声及びパケットデータ (packet) のような様々な通信サービスを提供するための無線通信システムが提供される。本技術は、ダウンリンクまたはアップリンクで用いることができる。一般に、ダウンリンクは、基地局 (Base Station; BS) からユーザ機器 (User Equipment; UE) への通信を示し、アップリンクは、UE から BS への通信を示す。BS は、通常、UE と通信する固定した局 (station) を指し、ノードB (node-B)、基地送受信システム (Base Transceiver System; BTS)、またはアクセスポイント (access point) と呼ぶこともできる。UE は、固定されたり移動したりすることができ、移動局 (Mobile Station; MS)、ユーザ端末 (User Terminal; UT)、加入局 (Subscriber Station; SS) または無線機器と呼ぶこともできる。

10

#### 【0021】

以下、新しいシステムのための効率的なパイロット構造が記述される。新しいシステムは、IEEE 802.16m システムを中心に記述されるが、本発明の原理は、他のシステムにも適用可能である。

#### 【0022】

通信システムは、複数入力・複数出力システム (Multiple-Input Multiple-Output system; MIMO system) または複数入力・単一出力システム (Multiple Input Single-Output system; MISO system) とすることができます。MIMO システムは、複数の送信アンテナ及び複数の受信アンテナを使用する。MISO システムは、複数の送信アンテナと一つの受信アンテナを使用する。

20

#### 【0023】

図1は、複数のアンテナを有する送信機のブロック図である。図1を参照すると、送信機100は、チャンネルエンコーダ120、マッパー130、MIMOプロセッサ140、サブキャリア割当器150及び直交周波数分割多重化 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: OFDM) 変調器160を含む。チャンネルエンコーダ120、マッパー130、MIMOプロセッサ140、サブキャリア割当器150は、別の構成要素 (component) として具現されることもでき、送信機100の單一プロセッサ内で組み合わせて具現されることもできる。

30

#### 【0024】

チャンネルエンコーダ120は、あらかじめ決定されたコーディング方式によって入力ストリーム (stream) をエンコーディングして、コーディングされたワード (coded word) を生成する。マッパー130は、このコーディングされたワードを、信号コンステレーション (signal constellation) の位置で表現するシンボルにマッピングする。マッパー130の変調方式 (modulation scheme) は、m位相シフトキーイング (m-Phase Shift Keying; m-PSK) 方式またはm-直交振幅変調 (m-Quadrature Amplitude Modulation: m-QAM) 方式を含むことができるが、これに制限されない。

40

#### 【0025】

MIMOプロセッサ140は、複数の送信アンテナ190-1, ..., 90-Ntを使用するMIMO方法によって入力シンボルを処理する。例えば、MIMOプロセッサ140は、コードブック (codebook) に基づいてプリコーディング (precoding) を行うことができる。

#### 【0026】

サブキャリア割当器150は、サブキャリアに入力シンボル及びパイロットを割り当てる

50

る。パイロットは、送信アンテナ  $190 - 1, \dots, 190 - N_t$  によって配列される。パイロット及びこれに対応するパイロット位置は、送信機 100 も受信機 200 も知っている（図 2 参照）。パイロットは、チャンネル推定またはデータ復調（demodulation）のために用いられ、基準信号（reference signal）とも呼ばれる。

#### 【0027】

OFDMA 变調器 160 は、入力シンボルを変調して OFDMA シンボルを出力する。OFDMA 变調器 160 は、入力シンボルに対して逆高速フーリエ変換（Inverse Fast Fourier Transform；IFFT）を行うことができ、IFFT を行った後には、サイクリック-prefix（Cyclic Prefix；CP）をさらに挿入することができる。OFDMA シンボルは、送信アンテナ  $190 - 1, \dots, 190 - N_t$  を通じて伝送される。

#### 【0028】

図 2 は、複数個のアンテナを有する受信機のブロック図である。図 2 を参照すると、受信機 200 は、OFDMA 復調器 210、チャンネル推定器 220、MIMO ポストプロセッサ（MIMO post-processor）230、デマッパー 240、及びチャンネルデコーダ 250 を含み、このような各機能部は、別の構成要素として具現されることもでき、受信機 200 の単一処理器内で互いに組み合わせて具現されることもできる。

#### 【0029】

受信アンテナ  $290 - 1, \dots, 290 - N_r$  を通じて受信された信号は、OFDMA 復調器 210 により高速フーリエ変換（Fast Fourier Transform；FFT）される。チャンネル推定器 220 は、パイロットを用いてチャンネルを推定する。チャンネル推定をする前に、復調器 210 とチャンネル推定器 220 間の別のデバイス（device）、チャンネル推定器 220、または復調器 210 でパイロットシンボルが検出される。MIMO ポストプロセッサ 230 は、MIMO プロセッサ 140 に対応する後処理（post-process）を行う。デマッパー 240 は、入力されたシンボルを、コーディングされたワードにデマッピング（demap）する。チャンネルデコーダ 250 は、コーディングされたワードをデコーディングして本来のデータを復元（restore）する。

#### 【0030】

図 3 は、フレーム構造の一例を示す図である。フレームは、物理記述書（physical specification）で用いられる、特定時区間ににおけるデータシーケンス（data sequence）である。ここで、物理記述書は、IEEE 標準 802.16-2004 “Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems” のセクション 8.4.4.2 を指す。以下、この物理記述書を‘参照文献 1’と呼ぶことができ、その内容は参照としてこの文書に組み込まれる。

#### 【0031】

図 3 を参照すると、図 3 のフレームは、ダウンリンクフレーム（DownLink frame: DL フレーム）及びアップリンクフレーム（UpLink frame: UL フレーム）を含む。時分割二重化（Time Division Duplex；TDD）方式によれば、アップリンク及びダウンリンク送信は、時間領域で互いに分離されるが、同じ周波数を共有する。普通、ダウンリンクフレームはアップリンクフレームに先立つ。ダウンリンクフレームは、プリアンブル（Preamble）、フレーム制御ヘッダー（Frame Control Header；FCH）、ダウンリンクマップ（Downlink MAP；DL MAP）、アップリンクマップ（Uplink MAP；UL MAP）及びバースト領域（burst region）（例えば、DL バースト #1 ~ 5、UL バースト #1 ~ 5）の順序で始まる。ダウンリンクフレーム及びアップリンクフレームを分離するガードタイム（guard time）は、フレームの中間領域

(intermediate portion) 及びフレームの末尾領域 (last portion) に挿入される。中間領域は、ダウンリンクフレームとアップリンクフレームとの間を指し、末尾領域は、アップリンクフレームの後に存在する。送信 / 受信遷移ギャップ (transmit / receive transition gap; TTG) は、アップリンクバースト及び後続する (subsequent) ダウンリンクバーストとの間に存在する。

#### 【0032】

プリアンブルは、BS 及びUE 間の初期同期化、セル検索、周波数オフセット推定及びチャンネル推定に用いられる。FCH は、DL-MAP のコーディング方式 (coding scheme) 及びDL-MAP の長さに関する情報を含む。DL-MAP は、DL-MAP メッセージが送信される領域である。DL-MAP メッセージは、ダウンリンクチャンネルのアクセス (access) を定義する。DL-MAP メッセージは、BS 識別子 (BS identifier; BS ID) 及びダウンリンクチャンネル記述子 (Downlink Channel Descriptor; DCD) の構成変化カウント (configuration change count) を含む。DCD は、現在フレームに適用されるダウンリンクバーストプロファイル (downlink burst profile) を記述する。ダウンリンクバーストプロファイルは、ダウンリンク物理チャンネルの特性を示し、DCD は、DCD メッセージを通じてBS により周期的に送信される。

#### 【0033】

UL-MAP は、UL-MAP メッセージが送信される領域である。UL-MAP メッセージは、アップリンクチャンネルのアクセスを定義する。UL-MAP メッセージは、アップリンクチャンネル記述子 (Uplink Channel Descriptor; UCD) の構成変化カウント及びUL-MAP により定義されるアップリンク割当の実際開始時間を含む。UCD は、アップリンクバーストプロファイルを記述する。アップリンクバーストプロファイルは、アップリンク物理チャンネルの特性を示し、UCD は、UCD メッセージを通じてBS により周期的に送信される。

#### 【0034】

以下、「スロット」は、最小データ割当ユニット (minimum data allocation unit) を表し、時間及びサブチャンネル (subchannel) により定義される。サブチャンネルの個数は、FFT 大きさ及び時間 - 周波数マッピングに従属する。サブチャンネルは、複数のサブキャリアを含み、サブチャンネル当たりのサブキャリアの個数は、パーミュテーション方法によって変化する。「パーミュテーション」は、論理サブチャンネル (logical subchannel) を物理サブキャリアにマッピングする方法を指す。FUSC の場合、サブチャンネルは 48 個のサブキャリアを含み、PUSC の場合、サブチャンネルは 24 個または 16 個のサブキャリアを含む。「セグメント」は、一つ以上のサブチャンネルセットを示す。

#### 【0035】

データを物理層の物理サブキャリアにマッピングするために、主に、2 段階が行われる。第一の段階において、データは、一つ以上の論理サブチャンネル (logical subchannel) 上の一つ以上のデータスロットにマッピングされる。第二の段階において、論理サブチャンネルは、物理サブチャンネルにマッピングされる。これをパーミュテーションと呼ぶ。上記の参考文書 1 は、FUSC、PUSC、最適 - FUSC (Optimal - FUSC; O - FUSC)、最適 - PUSC (Optimal - PUSC; O - PUSC) 及び適応的変調及びコーディング (Adaptive Modulation and Coding; AMC) のようなパーミュテーション方法を開示する。同じパーミュテーション方法を用いる 1 セットのOFDMA シンボルはパーミュテーションゾーン (permutation zone) と呼ばれ、一つのフレームは、少なくとも一つのパーミュテーションゾーンを含む。

#### 【0036】

10

20

30

40

50

F U S C 及び O - F U S C は、ダウンリンク伝送のためにのみ用いられる。F U S C は、全てのサブチャンネルグループを含む一つのセグメントで構成される。サブチャンネルは、全ての物理チャンネルを通じて分散された物理サブキャリアにマッピングされる。マッピングは、O F D M A シンボルによって変更される。スロットは、一つのO F D M A シンボル上の一つのサブチャンネルで構成される。O - F U S C 及び F U S C において、パイロットを割り当てる方法はそれぞれ異なる。

【 0 0 3 7 】

P U S C は、ダウンリンク伝送にも、アップリンク伝送にも用いられる。ダウンリンクにおいて、各物理チャンネルは、2個のO F D M A シンボル上の14個の連続したサブキャリアを含むクラスター ( c l u s t e r ) に分割される。物理チャンネルは6個のグループ単位でマッピングされる。各グループで、パイロットは、固定された位置でクラスターに割り当てられる。アップリンクにおいて、サブキャリアは、3個のO F D M A シンボル上の4個の連続した物理サブキャリアで構成されたタイル ( t i l e ) に分割される。サブチャンネルは6個のタイルを含む。パイロットは、タイルのコーナー ( c o r n e r ) に割り当てられる。O - P U S C は、アップリンク伝送のためにのみ用いられ、タイルは、3個のO F D M A シンボル上の3個の連続した物理サブキャリアで構成される。パイロットは、タイルの中心 ( c e n t e r ) に割り当てられる。

【 0 0 3 8 】

図4及び図5はそれぞれ、P U S C 及び F U S C において、2個の送信アンテナに対する従来のパイロット配列 ( a r r a n g e m e n t ) を示す図である。図6は、P U S C を用いる方法であり、4個の送信アンテナに対する従来のパイロット配列を示す図である。図7 A は、F U S C を用いる方法であり、4個の送信アンテナに対する従来のパイロット配列を示す図である。図7 B は、F U S C において、2個の送信アンテナに対する従来のパイロット配列を示す図である。これらの図面は、I E E E 標準 8 0 2 . 1 6 - 2 0 0 4 / C o r 1 - 2 0 0 5 " P a r t 1 6 : A i r I n t e r f a c e f o r F i x e d a n d M o b i l e B r o a d b a n d W i r e l e s s A c c e s s S y s t e m s ; A m e n d m e n t 2 : P h y s i c a l a n d M e d i u m A c c e s s C o n t r o l L a y e r s f o r C o m b i n e d F i x e d a n d M o b i l e O p e r a t i o n i n L i c e n s e d B a n d s a n d C o r r i g e n d u m 1 " のセクション 8 . 4 . 8 . 1 . 2 . 1 . 1 、セクション 8 . 4 . 8 . 1 . 2 . 1 . 2 、セクション 8 . 4 . 8 . 2 . 1 、及びセクション 8 . 4 . 8 . 2 . 2 を参照すればいい。この文書は、以下、参照文書2と呼ばれ、その全ての内容はここに参照として組み込まれる。

【 0 0 3 9 】

参照文書2には、1個または2個のアンテナを使用するシステムにおける従来のパイロットサブキャリア割当構造が開示されている（図7 B 参照）。

【 0 0 4 0 】

図7 B で、ストリーム1、2に対するパイロットの位置は、下記の数学式1によって特徴付けることができる。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

【数1】

【数1】

$$P(k, m) = 18k + \text{mod}[16 \text{mod}(m, 3), 24] + \text{mod}(i, 2)$$

$$\text{where } \left\{ \begin{array}{l} i \in \{0, 1\}: \text{Antenna index} \\ m \in \{0, 1, \dots\}: \text{OFDMA symbol index} \\ k \in \{0, 1, \dots\}: \text{PRU index} \end{array} \right\}$$

10

図4乃至図7を参照すると、時間領域には、2個のシンボル／サブチャンネル（またはスロット）が存在し、周波数領域には、28個のサブキャリアが存在する。図4乃至図7で、これらのサブチャンネル／スロット及びサブキャリアは、反復されるパターンを有する。

【0042】

図4乃至図7による従来のパイロット割当を参照すると、サブキャリア割当がPUSCまたはFUSCによって行われる時にパイロットオーバーヘッドが大きい。特に、送信アンテナ当たりパイロットオーバーヘッドを考慮すると、少なくとも2個の送信アンテナが使われる時に比べて、1個の送信アンテナが使われる時にオーバーヘッドが大きい。

20

【0043】

表1には、それぞれのパーティション方法において、送信アンテナの個数によるパイロットオーバーヘッドを表す。

【0044】

【表1】

送信アンテナ数	PUSC	FUSC	O-FUSC
1	14.28%(14.28%)	9.75%(9.75%)	11.1%(11.1%)
2	14.28%(7.14%)	9.75%(4.78%)	11.1%(5.55%)
4	28.55%(7.14%)	18.09%(4.52%)	22.21%(5.55%)

30

パイロットオーバーヘッドは、パイロットに割り当てるサブキャリアの個数を、使用される全てのサブキャリアの個数で除算した値である。表1において括弧中の値は、送信アンテナ当たりのパイロットオーバーヘッドを表す。また、参照文書2によれば、もし、3個または4個の送信アンテナが使用されると、データをサブチャンネルにマッピングする段階は、チャンネル符号化されたデータをパンクチャーリング（puncturing）したり切断（truncation）したりした後に行われる。

【0045】

40

以下、本発明の一実施例による効率的なパイロット割当構造を説明される。下記実施例で、水平軸（インデックスシンボル‘j’）は、時間領域における1セットのOFDMAシンボルを表し、垂直軸（インデックスシンボル‘i’）は、周波数領域におけるサブキャリアを表す。P0、P1、P2、P3はそれぞれ、アンテナ1、2、3、4に対応するパイロットサブキャリアを表す。アンテナ1、2、3、4に対するパイロットの位置は、本実施例の原理に違反しない限度内で互いに交換可能である。また、本発明は、ユニキャストサービスシステム（unicast service system）の他に、マルチキャストブロードキャストシステム（multicast broadcast system；MBS）にも適用することができる。

【0046】

50

図8は、本発明の一実施例による4個のアンテナを使用するシステムにおけるパイロットサブキャリア割当構造を示す図である。図8に示す構造のリソースブロックユニットは、18サブキャリア(垂直軸)\*6OFDMAシンボル(水平軸)を表す18\*6行列構造形態であるが、18\*6行列構造の他に、別の構成を有するパイロットサブキャリア割当構造もサブフレームまたは全体フレームに適用することができる。

【0047】

図8のパイロットサブキャリア割当構造は、色々な側面において図4乃至図7における従来の構造と異なる。例えば、本発明は、時間領域で6個のシンボル/基本物理リソースユニット(Physical Resource Unit; PRU)を使用するのに対し、従来技術では、2個のシンボル/PRUを使用する。両方式とも、PRUは反復することができる。また、周波数領域で、本発明は18個のサブキャリアを使用するのに対し、従来技術では28個のサブキャリアを使用する。ここで、PRUは、従来技術のサブチャネル/スロットと実質的に似ている。本発明は、パイロット信号を1番目、2番目、5番目及び6番目のOFDMAシンボルにのみ配置するという点で、従来構造と相違する。1個または2個のアンテナシナリオを有する本発明の一利点は、従来技術ではパイロットシンボルが全てのOFDMAシンボルに含まれたが、本発明ではパイロット信号が1番目、2番目、5番目及び6番目のOFDMAシンボルにのみ含まれるという点である。パイロットシンボルを特定シンボルに制限的に配置することによって、オーバーヘッドが減少する。

【0048】

図8のパイロットサブキャリア割当構造によると、パイロットサブキャリア以外のデータサブキャリアは、連続して割り当てられ、これらデータサブキャリアは2の倍数で連続して対をなす。その結果、空間周波数ブロックコード(Space Frequency Block Code; SFBC)方式のMIMOが容易に適用され、共通パイロット(common pilot)及び指定パイロット(dedicated pilot)が効率的に適用される。

【0049】

それぞれのOFDMAシンボル内で、送信アンテナのためのパイロットは、SFBCを容易に適用するために、周波数軸で2個のサブキャリアの倍数の間隔で割り当てられる(例えば、4サブキャリアまたは6サブキャリアの間隔)。

【0050】

それぞれのOFDMAシンボル内のそれぞれの送信アンテナのためのパイロットは、周波数軸で18サブキャリア間隔で反復して割り当てられる。

【0051】

また、各送信アンテナのためのパイロットは、パイロットサブキャリアのために割り当てられた互いに隣接するOFDMAシンボルごとに、あらかじめ決定された個数のサブキャリアだけシフト(shift)する。例えば、図8を参照すると、パイロットサブキャリアのために割り当てられた互いに隣接するOFDMAシンボルは、インデックスナンバー- $j = 0, 1, 4, 5$ を有する。この実施例のアンテナ1のためのパイロットP0を取り上げると、OFDMAシンボルインデックス $j = 0$ と $j = 1$ との間で、パイロットP0の位置は、12個のサブキャリアだけ下方にシフトし(インデックス $i = 0$ から $i = 12$ へ)、OFDMAシンボルインデックス $j = 1$ と $j = 4$ との間で、パイロットP0の位置は、7個のサブキャリアだけ上方にシフトし(インデックス $i = 12$ から $i = 5$ へ)、OFDMAシンボルインデックス $j = 4$ と $j = 5$ との間で、パイロットP0の位置は、12個のサブキャリアだけ下方にシフトする(インデックス $i = 5$ から $i = 17$ へ)。他の送信アンテナ(アンテナ2、アンテナ3、アンテナ4)のためのそれぞれのパイロットP1、P2、P3に対しても同様の説明を適用することができる。

【0052】

パイロットオーバーヘッドを減らす目的の他に、エッジ(edge)のサブキャリアパイロットの性能(performance)に対する推定性能(estimation)

10

20

30

40

50

performance) を向上させる目的として、リソースユニット(Resource Unit; RU) 中の 3 番目及び 4 番目の OFDMA シンボル(すなわち、OFDMA シンボルインデックス  $j = 2, 3$ ) には、パイロットが割り当てられないということに注目されたい。また、1 番目、2 番目、5 番目、及び 6 番目の OFDMA シンボル(すなわち、OFDMA シンボルインデックス  $j = 0, 1, 4, 5$ ) のそれぞれにおいて、4 個のアンテナのための総 4 個のパイロットが一つずつ割り当てられる。例えば、図 8 の 1 番目の OFDMA シンボルにおいて、アンテナ 1 のためのパイロット  $P_0$  を 1 個、アンテナ 2 のためのパイロット  $P_1$  を 1 個、アンテナ 3 のためのパイロット  $P_2$  を 1 個、アンテナ 4 のためのパイロット  $P_3$  を 1 個、周波数軸に沿って割り当てる。

## 【0053】

10

本実施例において、パイロットサブキャリアの一部は、共通パイロット(common pilot)のために用いることができ、このパイロットサブキャリアの残りの一部は、指定パイロット(dedicated pilot)のために用いることができる。そうしないと、パイロットサブキャリア全体が、共通パイロットまたは指定パイロットのいずれか一つのために用いられることがある。

## 【0054】

図 8 に示すパイロット割当構造において、アンテナのためのパイロット割当インデックスに関する具体的な事項は、下記のように表現することができる。

## 【0055】

20

$l_0 \in \{0, 1, 4, 5\}$  であり、 $l_0 = 1 \bmod 6$  の時に、 $i$  番目のアンテナに割り当てられるパイロットサブキャリア、1 番目の OFDMA シンボル、そして  $k$  番目の物理リソースユニット(PRU) は、数学式 2 のように定義される：

(数 2)

$$\text{Pilot}_i(k, l) = 18k + 12 \cdot \{ (l_0 + \text{floor}(i/2)) \bmod 2 \} + 5 \cdot \{ (i + \text{floor}(l_0/4)) \bmod 2 \}$$

図 8 に示すパイロットパターンは、フレームまたはサブフレーム内の時間 / 周波数領域に同一に、そして繰り返して適用することができる。

## 【0056】

上記の割当方式による利点を、下記の表 2 に表した。

## 【0057】

30

## 【表 2】

【表 2】

アンテナ数	パーティション方法に関わらないパイロット密度 (单一化したパイロットパターン)
1	3.703%
2	7.407%(ストリーム当たり 3.703%)
4	14.81%(ストリーム当たり 3.703%)

40

表 2 で、パイロットオーバーヘッドは、パイロットに割り当てられたサブキャリアの個数を、使用される全てのサブキャリアの個数で除算した値である。括弧中の値は、送信アンテナ当たりのパイロットオーバーヘッドを表す。表 2 と表 1 とを対比すると、本発明の割当方式が、減少したオーバーヘッドを通じてより大きい効率を提供することがわかる。

## 【0058】

上記の議論は、4 個アンテナのシナリオ(scenario)に関する。しかし、本発明は、4 個のアンテナに制限されない。8 個アンテナのシナリオで、図 8 に示す方式を反復して用いることもでき、反復せずに用いることもできる。1 個のアンテナシナリオで、パイロット  $P_0$  は、パイロット信号として使用され、パイロット  $P_1 \sim P_3$  は、データのために使用される。2 個のアンテナシナリオで、パイロット  $P_0, P_1$  は、パイロット信

50

号として使用され、パイロットP2、P3は、データのために使用される。

【0059】

本発明の他の特徴は、パイロット信号が偶数個のサブキャリア（例えば、4または6）により周波数領域において分離されるという点である。このような方式でパイロットシンボルを分離することによって、空間周波数ブロックコード（SFB C）方式を採用することが可能になる。また、本発明で、パイロット信号は、時間領域において偶数個の対（pair）としてグルーピングされる。こういう方式でパイロットシンボルをグループ化することによって、空間時間ブロックコード（STBC）方式を採用することが可能になる。また、単一のOFDMAシンボル内で複数個のアンテナシナリオのためのパイロットシンボルを含む（例えば、4個アンテナのシナリオで、最初のOFDMAシンボルでP0、P1を有し、その次のOFDMAシンボルでP2、P3を有するよりは、共通OFDMAシンボル内にP0～P3を有する）ことによって、向上した電力バランス（power balancing）を得ることができる。  
10

【0060】

上記の論議は、OFDMA変調に基づいて行われた。しかし、本発明は、直交周波数分割多重化（Orthogonal Frequency Division Multiplexing；OFDM）シナリオにも適用することができる。

【0061】

4個アンテナのシナリオに関する上記の議論は、18\*6大きさの行列に基づく。しかし、本発明は、4個アンテナのシナリオのこのような行列の大きさに限定されるものではない。例えば、4個アンテナのシナリオは、20\*6、20\*8またはその他の大きさを有する行列を含むことができる。これらの別の行列において、パイロットシンボルは、一つのリソースブロックに含まれるOFDMAシンボルのうち、4個のOFDMAシンボルにのみ発生するように制限される。また、周波数領域におけるパイロットシンボルの位置は、任意の大きさの行列に対してオフセットを有することによって、パイロットシンボルのパターンが、最初のサブキャリアから始まるものに限定されないようにすることもできる。  
20

【0062】

上記のチャネル推定では、単一PRU内のパイロットシンボル（例えば、各18\*6大きさの各行列内のパイロットシンボル）により測定されるチャネル効果のみを考慮して推定が行われると限定することができる。しかし、別の実施例では、複数のPRUからのパイロットシンボルを同時に共に考慮することもできる。  
30

【0063】

以上の実施例において、パイロットシンボルP0、P1、P2、P3は、同一のビットパターン（bit pattern）を有してもよく、異なるビットパターンを有しても良い。

【0064】

SFB C MIMO方式を効率的に支援するために、SFB C方式により適用されるデータサブキャリアは、周波数領域で連続して対としなければならない。これは、SFB C性能のために周波数領域にわたってコヒーレント（coherent）なチャネル条件を必要とするためである。したがって、パイロットパターンは、与えられたパイロット構造内で偶数個のデータサブキャリアを有する割当を支援しなければならない。STBCの場合に、時間領域に（OFDMAシンボルに）拡張しながら類似の分析が適用されることができる。  
40

【0065】

したがって、本発明の一実施例は、無線通信デバイス（device）と通信する方法を含む。この方法は、4個のアンテナを有するMIMOアンテナシステムから送信される、OFDMA変調された信号を受信する段階、このOFDMA信号を復調して18個のサブキャリアと6個のOFDMAシンボルを表す18\*6大きさの行列形態でリソースブロックを生成する段階、6個のOFDMAシンボルのうち、単に4個のシンボルにわたって  
50

のみ分散された4個のパイロットシンボルを検出する段階、検出された4個のパイロットシンボルに基づいてチャンネル推定を行う段階を含む。この時、パイロットシンボルを含むそれぞれのOFDMAシンボル内で、1番目及び2番目のパイロットシンボルは、4個のサブキャリアだけ離れており、2番目及び3番目のパイロットシンボルは、6個のサブキャリアだけ離れており、3番目及び4番目のパイロットシンボルは、4個のサブキャリアだけ離れている。

#### 【0066】

上記の機能は、これらの機能を行うためにコーディングされたASIC (Application Specific Integrated Circuit)、マイクロプロセッサ、コントローラ、またはマイクロコントローラのようなプロセッサにより行うことができる。そのためのコードの設計、開発及び具現は、本発明の詳細な説明に基づいて当業者なら明白に実行することができる。

10

#### 【0067】

したがって、本発明の他の実施例は、移動無線通信デバイスを含み、この移動無線通信デバイスは、4個のアンテナのためのMIMOアンテナシステムから送信されるOFDMA変調された信号を受信するように構成された受信器、この受信器に作動可能に連結されて、18個のサブキャリアと6個のOFDMAシンボルを表す18\*6大きさの行列形態のリソースブロックを生成するために、このOFDMA信号を復調するように構成された復調器、及び、この復調器に作動可能に連結されて、検出されたパイロットシンボルに基づいてチャンネル特性を推定するように構成されたチャンネル推定器を含む。このチャンネル推定器は、6個のOFDMAシンボルのうち、単に4個のシンボルにわたってのみ分散されている4個のパイロットシンボルを検出するように構成されており、1番目及び2番目のパイロットシンボルは、4個のサブキャリアだけ離れており、2番目及び3番目のパイロットシンボルは、6個のサブキャリアだけ離れており、3番目及び4番目のパイロットシンボルは、4個のサブキャリアだけ離れている。

20

#### 【0068】

本発明によるパイロットサブキャリア割当方法は、IEEE 802.16mシステムに適用可能である。上述したように、送信電力をアンテナに同一に割り当てるためのパイロット配列のような基本原理またはパイロットシフトパターンセッティング (pilot shift pattern setting) は、同一の方法により別の無線通信システムにも適用可能である。

30

#### 【0069】

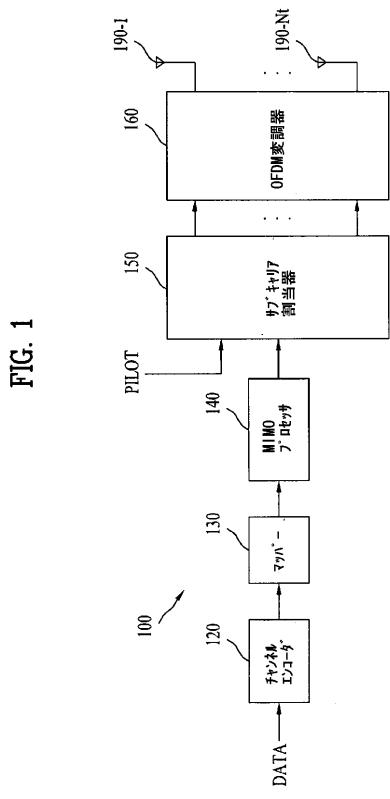
本発明の思想を逸脱しない限度内で本発明に対する様々な変形が可能であるということは、当業者には自明である。したがって、本発明からの様々な変形が、ここに請求された請求の範囲及びその均等範囲に属する限り、本発明により保護されるよう意図した。

#### 【産業上の利用可能性】

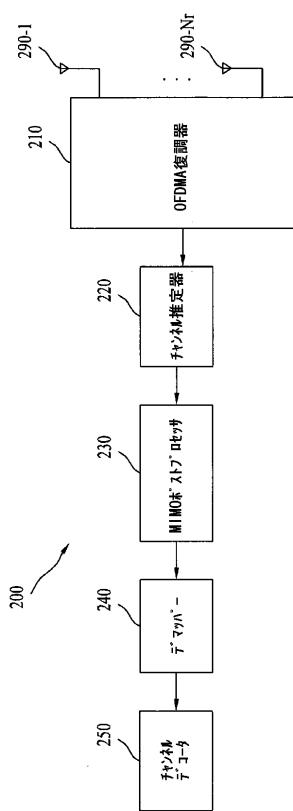
#### 【0070】

本発明は、MIMO方式を用いる無線移動通信システムのネットワーク装置に適用することができる。

【図1】

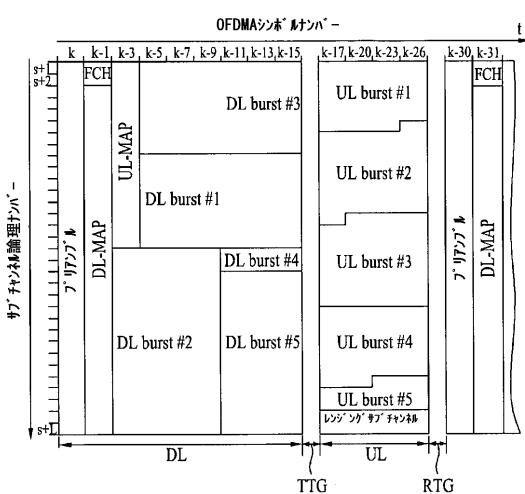


【図2】



【図3】

FIG. 3



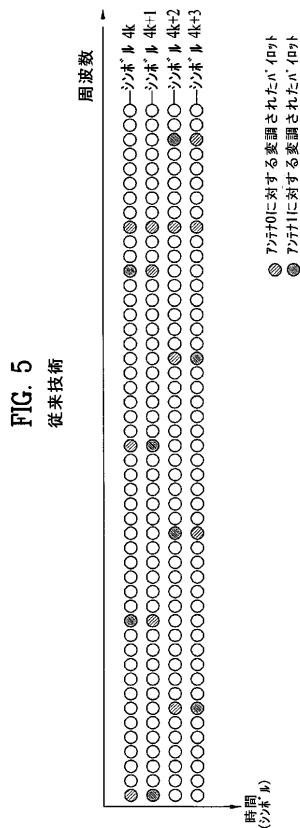
【図4】

FIG. 4

従来技術



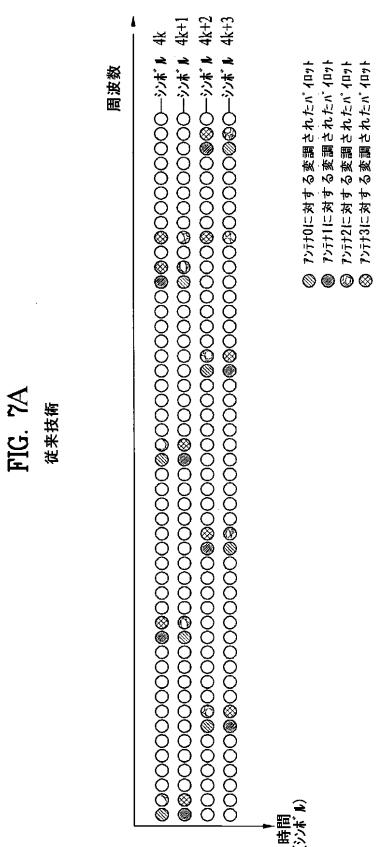
【圖 5】



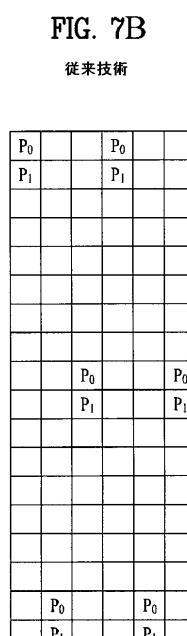
【 図 6 】



### 【図7A】



【図7B】



【図 8】

FIG. 8

時間(j)

周波数(i)

	0	1	2	3	4	5
0	P <sub>0</sub>	P <sub>2</sub>			P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>
1						
2						
3						
4						
5	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>		P <sub>0</sub>	P <sub>2</sub>	
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12	P <sub>2</sub>	P <sub>0</sub>		P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	
13						
14						
15						
16						
17	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>	P <sub>0</sub>	

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 04 B 7/04 (2006.01) H 04 B 7/04  
H 04 Q 7/00 5 4 8

(72)発明者 チョイ, ジン ソー  
大韓民国 431-080 キョンギ-ド, アニヤン-シ, ドンガン-ク, ホグ 1 (イル  
)-ドン, エルジー インスティテュート  
(72)発明者 チョー, ハン ギュ  
大韓民国 431-080 キョンギ-ド, アニヤン-シ, ドンガン-ク, ホグ 1 (イル  
)-ドン, エルジー インスティテュート  
(72)発明者 イム, ピン チヨル  
大韓民国 431-080 キョンギ-ド, アニヤン-シ, ドンガン-ク, ホグ 1 (イル  
)-ドン, エルジー インスティテュート  
(72)発明者 リー, ウク ボン  
大韓民国 431-080 キョンギ-ド, アニヤン-シ, ドンガン-ク, ホグ 1 (イル  
)-ドン, エルジー インスティテュート

審査官 矢頭 尚之

(56)参考文献 特表2010-527165 (JP, A)  
特表2010-539780 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04J 99/00  
H04B 7/04  
H04J 1/00  
H04J 11/00  
H04W 16/28  
H04W 72/04