

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5281200号
(P5281200)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int.Cl. F I
 HO 4W 72/04 (2009.01) HO 4W 72/04 1 3 6
 HO 4W 16/26 (2009.01) HO 4W 16/26

請求項の数 18 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2012-525488 (P2012-525488)	(73) 特許権者	502032105
(86) (22) 出願日	平成22年8月18日 (2010.8.18)		エルジー エレクトロニクス インコーポ レイティド
(65) 公表番号	特表2013-502812 (P2013-502812A)		大韓民国ソウル、ヨンドンポーク、ヨイ ーデロ、128
(43) 公表日	平成25年1月24日 (2013.1.24)	(74) 代理人	100099759
(86) 国際出願番号	PCT/KR2010/005466		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開番号	W02011/021852	(74) 代理人	100092624
(87) 国際公開日	平成23年2月24日 (2011.2.24)		弁理士 鶴田 準一
審査請求日	平成24年2月29日 (2012.2.29)	(74) 代理人	100114018
(31) 優先権主張番号	61/235,322		弁理士 南山 知広
(32) 優先日	平成21年8月19日 (2009.8.19)	(74) 代理人	100165191
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 河合 章
(31) 優先権主張番号	61/254,744	(74) 代理人	100151459
(32) 優先日	平成21年10月25日 (2009.10.25)		弁理士 中村 健一
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中継局の参照信号利用方法及び前記方法を用いる中継局

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信器において信号を復調する方法であって、
基地局から制御チャンネルを介して制御情報を受信するステップと、
前記制御情報を復調するステップと、
を有し、
前記制御チャンネルを介して受信される前記制御情報は、前記基地局により固定の1つの
アンテナポート上で送信される端末特定の参照信号に基づいて復調される、信号の復調方
法。

【請求項2】

データチャンネルを介して、前記基地局からデータを受信するステップと、
前記データを復調するステップと、
を更に有し、
前記データは、前記制御情報内に含まれるリソース割当情報に基づいて受信される、請
求項1に記載の信号の復調方法。

【請求項3】

前記制御チャンネルの送信ランク値は1である、請求項1に記載の信号の復調方法。

【請求項4】

前記データチャンネルの送信ランク値は1であるか、又は2以上である、請求項1に記載
の信号の復調方法。

【請求項 5】

前記データチャネルの送信ランク値は 2 以上であり、
前記基地局により固定の 1 つのアンテナポート上で送信される前記端末特定の参照信号
が、前記データの復調に使用される、請求項 4 に記載の信号の復調方法。

【請求項 6】

前記端末特定の参照信号が、アンテナポート n 上で送信されて、前記制御情報の復調に
使用され、

アンテナポート n、・・・、(n + k - 1) 上で送信される複数の端末特定の参照信号
が、前記データの復調に使用され、k が前記データチャネルの送信ランク値である、請求
項 4 に記載の信号の復調方法。

10

【請求項 7】

前記データは、前記制御情報により示される端末特定の参照信号を用いて復調される、
請求項 4 に記載の信号の復調方法。

【請求項 8】

前記制御チャネル及び前記データチャネルは、同一サブフレーム内の異なる時間に受信
される、請求項 1 に記載の信号の復調方法。

【請求項 9】

時間領域で複数の OFDM シンボル、及び周波数領域で複数の副搬送波を含むサブフレ
ームにおいて、マクロ端末に前記制御チャネルを送信するために前記基地局により使用さ
れる OFDM シンボル、及び送受信スイッチングを実行するために前記受信器に必要な保
護区間の後に位置した少なくとも一つの OFDM シンボルで、前記制御チャネルが受信さ
れる、請求項 1 に記載の信号の復調方法。

20

【請求項 10】

無線信号を送受信するよう構成された RF 部と、
前記 RF 部に連結されるプロセッサと、
を有する受信器であって、

前記プロセッサは、

基地局から制御チャネルを介して制御情報を受信し、及び、

前記制御情報を復調するよう構成され、

前記制御チャネルを介して受信される前記制御情報は、前記基地局により固定の 1 つの
アンテナポート上で送信される端末特定の参照信号に基づいて復調される、受信器。

30

【請求項 11】

前記プロセッサは、

データチャネルを介して、前記基地局からデータを受信し、及び、

前記データを復調するよう更に構成され、

前記データは、前記制御情報内に含まれるリソース割当情報に基づいて受信される、請
求項 10 に記載の受信器。

【請求項 12】

前記制御チャネルの送信ランク値は 1 である、請求項 10 に記載の受信器。

【請求項 13】

前記データチャネルの送信ランク値は 1 であるか、又は 2 以上である、請求項 10 に記
載の受信器。

40

【請求項 14】

前記データチャネルの送信ランク値は 2 以上であり、

前記基地局により固定の 1 つのアンテナポート上で送信される前記端末特定の参照信号
が、前記データの復調に使用される、請求項 13 に記載の受信器。

【請求項 15】

前記端末特定の参照信号が、アンテナポート n 上で送信されて、前記制御情報の復調に
使用され、

アンテナポート n、・・・、(n + k - 1) 上で送信される複数の端末特定の参照信号

50

が、前記データの復調に使用され、 k が前記データチャネルの送信ランク値である、請求項13に記載の受信器。

【請求項16】

前記データは、前記制御情報により示される端末特定の参照信号を用いて復調される、請求項13に記載の受信器。

【請求項17】

前記制御チャネル及び前記データチャネルは、同一サブフレーム内の異なる時間に受信される、請求項10に記載の受信器。

【請求項18】

時間領域で複数のOFDMシンボル、及び周波数領域で複数の副搬送波を含むサブフレームにおいて、マクロ端末に前記制御チャネルを送信するために前記基地局により使用されるOFDMシンボル、及び送受信スイッチングを実行するために前記受信器に必要な保護区間の後に位置した少なくとも一つのOFDMシンボルで、前記制御チャネルが受信される、請求項10に記載の受信器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信に関し、より詳しくは、中継局を含む無線通信システムにおいて、中継局が基地局から受信した制御情報及びデータを復調する時、どのような参照信号を用い、基地局はどのような方法で参照信号を送信するかに関する。

20

【背景技術】

【0002】

ITU-R(International Telecommunication Union Radio communication sector)では第3世代以後の次世代移動通信システムであるIMT(International Mobile Telecommunication) - Advancedの標準化作業を進行している。IMT - Advancedは、停止及び低速移動状態で1Gbps、高速移動状態で100Mbpsのデータ送信率でIP(Internet Protocol)基盤のマルチメディアサービスサポートを目標とする。

【0003】

30

3GPP(3rd Generation Partnership Project)は、IMT - Advancedの要求事項を満たすシステム標準としてOFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)/SC-FDMA(Single Carrier - Frequency Division Multiple Access)送信方式基盤であるLTE(Long Term Evolution)を改善したLTE - Advanced(LTE - A)を準備している。LTE - Aは、IMT - Advancedのための有力な候補の一つである。LTE - Aの主要技術に中継局(relay station)技術が含まれる。

【0004】

中継局は、基地局と端末との間で信号を中継する装置であり、無線通信システムのセルカバレッジ(cell coverage)を拡張させ、処理量(throughput)を向上させるために使われる。

40

【0005】

このような中継局が基地局から信号を受信する場合、前記信号の復調にどのような参照信号を用いるかが問題になる。例えば、中継局が基地局から送信される制御チャネルの制御情報を復調するためには制御情報が割り当てられる無線リソース領域にどのような参照信号がマッピングされているかを知っていなければならない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

本発明の技術的課題は、中継局が基地局から受信する信号を復調する場合、参照信号の利用方法及びこのような方法を用いる中継局を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一側面による中継局の参照信号利用方法は、中継局が基地局から上位階層シグナリングを介して制御チャネルの復調に使われる専用参照信号(dedicated reference signal:DRS)に対する情報を受信する段階；前記基地局から前記制御チャネルを介して制御情報を受信する段階；前記基地局からデータチャネルを介してデータを受信する段階；及び、前記制御情報及び前記データを復調する段階；を含み、前記制御情報は、前記専用参照信号に対する情報により指示される専用参照信号を用いて復調し、前記データは、前記制御情報により指示される専用参照信号を用いて復調することを特徴とする。

10

【0008】

前記上位階層シグナリングは、RRC(radio resource control)メッセージを含むことができる。

【0009】

前記専用参照信号に対する情報は、専用参照信号が送信されるアンテナポートインデックスまたは専用参照信号生成に用いられるスクランブルIDインデックスのうち少なくとも一つを指示するDRSインデックスである。

【0010】

前記制御チャネルは、時間領域で複数のOFDMシンボルを含み、周波数領域で複数の副搬送波を含むサブフレームで、前記基地局がマクロ端末に制御チャネルを送信するOFDMシンボル及び前記中継局の送受信スイッチングに必要な保護区間後に位置した少なくとも一つのOFDMシンボルで送信される。

20

【0011】

前記制御チャネルが送信される周波数帯域に位置するデータチャネルで送信されるデータの復調に使われる専用参照信号の集合は、前記制御チャネルで送信される制御情報の復調に使われる専用参照信号集合を全部含む。

【0012】

前記制御チャネルが送信される周波数帯域と異なる周波数帯域に位置するデータチャネルで送信されるデータの復調に使われる専用参照信号の集合は、前記制御チャネルで送信される制御情報の復調に使われる専用参照信号集合を全部含むことができる。

30

【0013】

前記制御情報は、前記制御チャネルと前記データチャネルの最大送信ランクに対する専用参照信号が配置されることができるリソース要素と重ならないリソース要素にマッピングされる。

【0014】

前記基地局により前記制御情報が送信されるランクの数と前記データが送信されるランクの数が異なる場合、前記制御チャネルに適用されるプリコーディングベクトルは、前記データチャネルに適用されるプリコーディング行列の列ベクトルで構成される。

40

【0015】

前記制御情報の送信ランク値は固定された値である。前記制御チャネルを介して受信する制御情報は、前記データチャネルのデータが送信される送信ランク値をさらに含む。

【0016】

前記基地局から前記制御情報及び前記データを受信するサブフレームがMBSFNサブフレームか否かを示す情報を受信する段階をさらに含む。

【0017】

前記中継局が前記MBSFNサブフレームか否かを示す情報を介して前記サブフレームをMBSFNサブフレームと判断した場合、前記中継局は、共通参照信号が前記サブフレームで1番目のOFDMシンボル及び2番目のOFDMシンボルにのみ位置すると仮定し、

50

前記制御情報を復調する。本発明の他の側面による中継局は、無線信号を送受信するRF部；及び、前記RF部に連結されるプロセッサ；を含み、前記プロセッサは、基地局から上位階層シグナリングを介して制御チャンネルの復調に使われる専用参照信号(dedicated reference signal)に対する情報を受信し、前記基地局から前記制御チャンネルを介して制御情報を受信し、前記基地局からデータチャンネルを介してデータを受信し、前記制御情報及び前記データを復調し、前記制御情報は、前記専用参照信号に対する情報により指示される専用参照信号を用いて復調し、前記データは、前記制御情報により指示される専用参照信号を用いて復調することを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

10

中継局は、上位階層シグナリングを介して基地局から受信する制御チャンネルに適用する参照信号を知ることができるため、制御チャンネルを正確に復調することができる。また、基地局から受信する制御チャンネルとデータチャンネルの送信ランクが異なる場合にも制御チャンネルを正確に復調することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】中継局を含む無線通信システムを示す。

【図2】中継局を含む無線通信システムに存在するリンクを示す。

【図3】3GPP LTEの無線フレーム(radio frame)構造を示す。

【図4】一つのダウンリンクスロットに対するリソースグリッド(resource grid)を示す例示図である。 20

【図5】ダウンリンクサブフレームの構造を示す。

【図6】アップリンクサブフレームの構造を示す。

【図7】MIMOシステムを示す。

【図8】多重アンテナシステムでチャンネルを示す。

【図9】ノーマルCPで4個のアンテナポートをサポートすることができるRS構造の例を示す。

【図10】拡張CPで4個のアンテナポートをサポートすることができるRS構造の例を示す。

【図11】基地局と中継局との間のバックホールダウンリンクに使われることができるサブフレーム構造の一例を示す。 30

【図12】R-PDCCHとR-PDSCHの両方ともにDM-RSを使用する場合、基地局と中継局との間のシグナリング過程を示す。

【図13】DM-RSインデックスが連続するDM-RS集合がR-PDSCH送信に使われる場合、R-PDCCHのDM-RSインデックスとR-PDSCHのDM-RSインデックスとの関係を示す。

【図14】ノーマルCPでバックホールダウンリンクサブフレーム内に割り当てられることができる参照信号リソース要素の例を示す。

【図15】バックホールダウンリンクサブフレームのR-PDCCH領域で中継局が仮定するDM-RSリソース要素の例を示す。 40

【図16】バックホールダウンリンクサブフレームのDM-RSリソース要素の例を示す。

【図17】本発明の一実施例による送信器構造の一例を示す。

【図18】基地局がR-PDCCH領域とR-PDSCH領域にランクによってDM-RSリソース要素をマッピングする例を示す。

【図19】周波数領域で一つのリソースブロック内に複数のR-PDCCHが多重化される場合、複数のR-PDCCHを互いに異なる空間レイヤを介して送信する例を示す。

【図20】基地局及び中継局を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

50

以下の技術は、CDMA(code division multiple access)、FDMA(frequency division multiple access)、TDMA(time division multiple access)、OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)、SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access)などのような多様な無線通信システムに使われることができる。CDMAは、UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)やCDMA2000のような無線技術(radio technology)で具現されることができる。TDMAは、GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)のような無線技術で具現されることができる。OFDMAは、IEEE802.11(Wi-Fi)、IEEE802.16e(WiMAX)、IEEE802-20、E-UTRA(Evolved UTRA)などのような無線技術で具現されることができる。UTRAは、UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)の一部である。3GPP(3rd Generation Partnership Project)LTE(long term evolution)は、E-UTRAを使用するE-UMTS(Evolved UMTS)の一部であり、ダウンリンクでOFDMAを採用し、アップリンクでSC-FDMAを採用する。LTE-Advanced(LTE-A)は3GPP LTEの進化である。以下、説明を明確にするために、3GPP LTE/LTE-Aを例示して説明するが、発明の技術的思想がこれに制限されるものではない。

【0021】

図1は、中継局を含む無線通信システムを示す。

【0022】

図1を参照すると、中継局を含む無線通信システム10は、少なくとも一つの基地局(eNodeB; eNB)11を含む。各基地局11は、一般的にセル(cell)と呼ばれる特定の地理的領域15に対して通信サービスを提供する。また、セルは複数の領域に分けられ、各々の領域はセクター(sector)と呼ぶ。一つの基地局には一つ以上のセルが存在することができる。基地局11は、一般的に端末13と通信する固定局(fixed station)を意味し、BS(Base Station)、BTS(Base Transceiver System)、アクセスポイント(Access Point)、AN(Access Network)等、他の用語で呼ばれることができる。基地局11は、中継局12と端末14との間の連結性(connectivity)、管理(management)、制御、及びリソース割当のような機能を遂行することができる。

【0023】

中継局(Relay Node; RN)12は、基地局11と端末14との間で信号を中継する機器を意味し、RS(Relay Station)、リピーター(repeater)、中継器(relay)など、他の用語で呼ばれることができる。中継局で使用する中継方式としてAF(amplify and forward)及びDF(decode and forward)等、いずれの方式を使用することができ、本発明の技術的思想はこれに制限されない。

【0024】

端末(User Equipment; UE)13、14は固定されたり移動性を有することができる。MS(Mobile Station)、UT(User Terminal)、SS(Subscriber Station)、無線機器(Wireless Device)、PDA(Personal Digital Assistant)、無線モデム(Wireless Modem)、携帯機器(Handheld Device)、AT(Access Terminal)等、他の用語で呼ばれることができる。以下、マクロ端末(macro UE; Ma-UE)13は、基地局11と直接通信する端末を意味し、中継局端末(

10

20

30

40

50

R N - U E) 1 4 は、中継局と通信する端末を意味する。基地局 1 1 のセル内にあるマク
ロ端末 1 3 であるとしても、ダイバーシティ(d i v e r s i t y)効果による送信速度の
向上のために中継局 1 2 を経て基地局 1 1 と通信することができる。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、中継局を含む無線通信システムに存在するリンクを示す。

【 0 0 2 6 】

基地局と端末との間に中継局が位置する場合、基地局と端末のみ存在する無線通信システ
ムでのリンクと差が発生することができる。基地局と端末との間で、ダウンリンクは、基
地局から端末への通信リンクを意味し、アップリンクは、端末から基地局への通信リンク
を意味する。T D D (T i m e d i v i s i o n d u p l e x) を使用する場合、互いに異なるサブフレームでダウンリンク送信、アップリンク送信が実行される。F D D (f r e q u e n c y d i v i s i o n d u p l e x) を使用する場合、互いに異なる周波数バンドでダウンリンク送信、アップリンク送信が実行される。T D D ではダウンリンク送信とアップリンク送信が互いに異なる時間で実行され、同じ周波数バンドを使用することができる。反面、F D D ではダウンリンク送信とアップリンク送信が同じ時間で実行されることができ、互いに異なる周波数バンドを使用する。

【 0 0 2 7 】

基地局と端末との間に中継局が含まれる場合、前述したアップリンク、ダウンリンクに付
加してバックホールリンクとアクセスリンクが追加されることができ。バックホールリ
ンクは、基地局と中継局との間の通信リンクを意味し、基地局が中継局に信号を送信する
バックホールダウンリンク、中継局が基地局に信号を送信するバックホールアップリンク
を含む。アクセスリンクは、中継局と中継局に連結した端末(以下、このような端末を中
継局端末という)との間の通信リンクを意味し、中継局が中継局端末に信号を送信するア
クセスダウンリンク、中継局端末が中継局に信号を送信するアクセスアップリンクを含む
。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、3 G P P L T E の無線フレーム(r a d i o f r a m e)構造を示す。

【 0 0 2 9 】

図 3 を参照すると、無線フレーム(r a d i o f r a m e)は 1 0 個のサブフレーム(s u b f r a m e)で構成され、一つのサブフレームは 2 個のスロット(s l o t)で構成される。一つのサブフレームの長さは 1 m s であり、一つのスロットの長さは 0.5 m s である。一つのサブフレームの送信にかかる時間を T T I (t r a n s m i s s i o n t i m e i n t e r v a l) という。T T I はスケジューリングの最小単位である。

【 0 0 3 0 】

一つのスロットは時間領域で複数の O F D M (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 x i n g) シンボルを含むことができる。O F D M シンボルは、3 G P P L T E がダウンリンクで O F D M A を使用するため、一つのシンボル区間(s y m b o l p e r i o d)を表現するためのものであり、他の名称で呼ばれることができる。例えば、アップリンク多重接続方式に S C - F D M A が使われる場合、S C - F D M A シンボルと呼ぶことができる。一つのスロットは 7 O F D M シンボルを含むことを例示的に記述するが、C P (C y c l i c P r e f i x) の長さによって一つのスロットに含まれる O F D M シンボルの数は変わることができる。3 G P P T S 3 6 . 2 1 1 V 8 . 5 . 0 (2 0 0 8 - 1 2) によると、ノーマル(n o r m a l) C P で 1 サブフレームは 7 O F D M シンボルを含み、拡張(e x t e n d e d) C P で 1 サブフレームは 6 O F D M シンボルを含む。無線フレームの構造は例示に過ぎず、無線フレームに含まれるサブフレームの数及びサブフレームに含まれるスロットの数は多様に変更されることができ。以下、シンボルは一つの O F D M シンボルまたは一つの S C - F D M A シンボルを意味する。

【 0 0 3 1 】

図 3 を参照して説明した無線フレームの構造は、3 G P P T S 3 6 . 2 1 1 V 8 . 3 . 0

10

20

30

40

50

(2008-05)「Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)」の4.1節及び4.2節を参照することができる。

【0032】

図4は、一つのダウンリンクスロットに対するリソースグリッド(resource grid)を示す例示図である。

【0033】

FDDまたはTDDで使われる無線フレームにおける一つのスロットは、時間領域(time domain)で複数のOFDM(orthogonal frequency division multiplexing)シンボルを含み、周波数領域で複数のリソースブロック(resource block; RB)を含む。リソースブロックは、リソース割当単位に一つのスロットで複数の連続する副搬送波(subcarrier)を含む。

10

【0034】

図4を参照すると、一つのダウンリンクスロットは7OFDMシンボルを含み、一つのリソースブロックは周波数領域で12副搬送波を含むことを例示的に記述するが、これに制限されるものではない。リソースブロックで副搬送波は、例えば、15KHzの間隔を有することができる。

【0035】

リソースグリッド上の各要素(element)をリソース要素(resource element)と呼び、一つのリソースブロック(resource block)は 12×7 個のリソース要素を含む。ダウンリンクスロットに含まれるリソースブロックの数 N^{DL} はセルで設定されるダウンリンク送信帯域幅(bandwidth)に依存する。図4で説明したリソースグリッドはアップリンクでも適用されることができる。

20

【0036】

図5は、ダウンリンクサブフレームの構造を示す。

【0037】

図5を参照すると、サブフレームは2個の連続的な(consecutive)スロットを含む。サブフレーム内で1番目のスロットの前方部の3OFDMシンボルはPDCCH(physical downlink control channel)が割り当てられる制御領域(control region)であり、残りのOFDMシンボルはPDSCH(physical downlink shared channel)が割り当てられるデータ領域(data region)である。制御領域には、PDCCH以外にもPCFICH(physical control format indicator channel)、PHICH(physical HARQ indicator channel)などの制御チャネルが割り当てられることができる。端末は、PDCCHを介して送信される制御情報をデコーディングし、PDSCHを介して送信されるデータ情報を読み込むことができる。ここで、制御領域が3OFDMシンボルを含むことは例示に過ぎず、制御領域には2OFDMシンボルまたは1OFDMシンボルが含まれることができる。サブフレーム内の制御領域が含むOFDMシンボルの数は、PCFICHを介して知ることができる。PHICHは、端末が送信したアップリンクデータに対する受信成功可否を示す情報を運ぶ。

30

40

【0038】

制御領域は、複数のCCE(control channel elements)である論理的なCCE列で構成される。CCE列は一つのサブフレーム内で制御領域を構成する全体CCEの集合である。CCEは、複数のリソース要素グループ(resource element group; REG)に対応される。例えば、CCEは9リソース要素グループに対応されることができる。リソース要素グループは、リソース要素に制御チャネルをマッピングすることを定義するために使われる。例えば、一つのリソース要素グループは

50

、4個のリソース要素で構成されることができる。

【0039】

複数のPDCCHが制御領域内で送信されることができる。PDCCHはスケジューリング割当のような制御情報(control information)を運ぶ。PDCCHは一つまたは複数の連続的なCCE(control channel elements)の集団(aggregation)上に送信される。CCE集団を構成するCCEの数(Number of CCEs)によってPDCCHのフォーマット及び可能なPDCCHのビット数が決定される。PDCCH送信のために使われるCCEの数をCCE集団レベル(aggregation level)という。また、CCE集団レベルはPDCCHを検索するためのCCE単位である。CCE集団レベルの大きさは隣接するCCEの数で定義される。例えば、CCE集団レベルは{1, 2, 4, 8}の要素である。

10

【0040】

PDCCHを介して送信される制御情報をダウンリンク制御情報(downlink control information; 以下、DCIという)という。DCIは、アップリンクスケジューリング情報、ダウンリンクスケジューリング情報、システム情報(system information)、アップリンク電力制御命令(power control command)、ページングのための制御情報、ランダムアクセス応答(RACH response)を指示するための制御情報などを含む。

【0041】

DCIフォーマットでは、PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)スケジューリングのためのフォーマット0、一つのPDSCH(Physical Downlink Shared channel)コードワードのスケジューリングのためのフォーマット1、一つのPDSCHコードワードの簡単な(compact)スケジューリングのためのフォーマット1A、空間多重化モードで単一コードワードのランク-1送信に対する簡単なスケジューリングのためのフォーマット1B、DL-SCH(Downlink Shared Channel)の非常に簡単なスケジューリングのためのフォーマット1C、マルチユーザ空間多重化モードでPDSCHスケジューリングのためのフォーマット1D、閉ループ(Closed-loop)空間多重化モードでPDSCHスケジューリングのためのフォーマット2、開ループ(Open-loop)空間多重化モードでPDSCHスケジューリングのためのフォーマット2A、PUCCH及びPUSCHのための2ビット電力調節のTPC(Transmission Power Control)命令の送信のためのフォーマット3、及びPUCCH及びPUSCHのための1ビット電力調節のTPC命令の送信のためのフォーマット3Aなどがある。

20

30

【0042】

図6は、アップリンクサブフレームの構造を示す。

【0043】

図6を参照すると、アップリンクサブフレームは、周波数領域でアップリンク制御情報を運ぶPUCCH(Physical Uplink Control Channel)が割り当てられる制御領域(control region)とユーザデータを運ぶPUSCH(Physical Uplink Shared Channel)が割り当てられるデータ領域に分けられる。

40

【0044】

一つの端末に対するPUCCHは、サブフレームでリソースブロック(RB)対(pair)51、52で割り当てられ、RB対に属するRB51、52は2個の Slots の各々で互いに異なる副搬送波を占める。これをPUCCHに割り当てられるRB対がSlot境界(slot boundary)で周波数ホッピング(frequency hopping)されるという。

【0045】

PUCCHは、多重フォーマットをサポートすることができる。即ち、変調方式(modulation scheme)によってサブフレーム当たり互いに異なるビット数を有す

50

るアップリンク制御情報を送信することができる。例えば、BPSK(Binary Phase Shift Keying)を使用する場合(PUCCHフォーマット1a)、1ビットのアップリンク制御情報をPUCCH上に送信することができ、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)を使用する場合(PUCCHフォーマット1b)、2ビットのアップリンク制御情報をPUCCH上に送信することができる。PUCCHフォーマットは、その他にもフォーマット1、フォーマット2、フォーマット2a、フォーマット2bなどがある(これは3GPP TS 36.211 V8.2.0(2008-03)「Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Physical Channels and Modulation(Release 8)」の5.4節を参照することができる)。

10

【0046】

無線通信システム、例えば、図1で説明した無線通信システムは、MIMO(Multi-Input Multi-Output)技術を使用するシステム、即ち、MIMOシステムとすることができる。MIMO技術は、いままで一つの送信アンテナと一つの受信アンテナを使用したことから脱皮し、多重送信アンテナと多重受信アンテナを採択して送受信データ送信効率を向上させることができる方法である。言い換えれば、MIMO技術は無線通信システムの送信器や受信器で複数のアンテナを使用する技術である。MIMO技術を使用すると無線通信システムの性能と通信容量を改善させることができる。MIMOシステムは多重アンテナ(Multi-antenna)システムとも呼ばれる。MIMO技術は、一つの全体メッセージを受信するために単一アンテナ経路に依存せずに複数のアンテナで受信されたデータ断片を集めて完成する技術を応用したものである。その結果、特定範囲でデータ送信速度を向上させたり、特定データ送信速度に対してシステム範囲を増加させることができる。

20

【0047】

次世代移動通信技術は、従来移動通信技術より高いデータ送信率を要求する。従って、MIMO技術は次世代移動通信技術に必須な技術であるといえることができる。MIMO技術は、基地局だけではなく端末や中継局に適用されてデータ送信率の限界の克服に使われることができる。また、MIMO技術は、追加的な周波数帯域を使用したり追加的な送信電力(power)を要求せずに、データ送信効率を改善することができる技術的長所のため、多様な他の技術より注目を浴びる。

30

【0048】

まず、MIMOシステムの数学的モデリングに対して説明する。

【0049】

図7は、MIMOシステムを示す。

【0050】

図7を参照すると、送信器700は N_T 個の送信アンテナを有し、受信器800は N_R 個の受信アンテナを有する。このような場合、理論的チャネル送信容量はアンテナの個数に比例して増加する。

40

【0051】

チャネル送信容量の増加により得られる送信率は、理論的に単一アンテナを使用する場合に得られる最大送信率(R_0)と多重アンテナ使用により発生する増加率(R_i)を掛け合わせて表すことができる。増加率(R_i)は、次の数式1のように示すことができる。

【0052】

【数 1】

数式 1

$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

【0053】

送信情報は送信アンテナの個数が N_T 個である場合、最大 N_T 個の互いに異なる情報で構成されることができる。このような場合、送信情報は、次の数式 2 のように示すことができる。

10

【0054】

【数 2】

数式 2

$$\mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

20

【0055】

数式 2 で、 \mathbf{s} は送信情報ベクトルを示し、 s_1, s_2, \dots, s_{N_T} は送信情報ベクトルの各要素 (element) である情報を示す。各情報は互いに異なる送信電力を有して送信されることができる。各送信電力を $(P_1, P_2, \dots, P_{N_T})$ と表示する場合、送信電力が適用された送信情報ベクトルは、次の数式 3 のように示すことができる。

【0056】

【数 3】

数式 3

$$\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

30

【0057】

数式 3 は、次の数式 4 のように送信電力対角行列 (transmission power diagonal matrix) と送信情報ベクトルを掛け合わせて表示することができる。

40

【0058】

【数4】

数式4

$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

10

【0059】

【表1】

送信電力が適用された送信情報ベクトル $\hat{\mathbf{s}}$ に加重値行列 \mathbf{W} が掛けられ、実際 N_T 個の送信アンテナを介して送信される送信信号 $(x_1, x_2, \dots, x_{N_T})$ が生成される。加重値行列 \mathbf{W} は送信チャネル状況により送信情報を個別アンテナに適切に分散する役割を遂行する。送信信号ベクトルを \mathbf{x} とすると、次の数式5のように示すことができる。

20

【0060】

【数5】

数式5

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

30

40

【0061】

数式5で、加重値行列の要素 w_{ij} ($1 \leq i \leq N_T$, $1 \leq j \leq N_T$)は、 i 番目の送信アンテナ、 j 番目の送信情報に対する加重値を示す。加重値行列 \mathbf{W} は、プリコーディング行列 (precoding matrix) と呼ぶこともできる。

【0062】

送信信号ベクトルは送信技法によって異なる送信情報を含むことができる。例えば、空間ダイバーシティ、即ち、送信ダイバーシティが適用される場合、送信信号ベクトルの送信情報は全部同一である。即ち、 $[s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]$ は全部同じ情報、例えば $[s_1, s_1, \dots$

50

、 s_1]である。従って、同じ送信情報が互いに異なるチャンネルを介して受信器に伝達されるため、ダイバーシティ効果が発生し、送信の信頼度が増加する。

【0063】

または、空間多重化が適用される場合、送信信号ベクトルの送信情報は全部異なる。即ち、 s_1, s_2, \dots, s_{N_T} は全部異なる情報である。互いに異なる送信情報が互いに異なるチャンネルを介して受信器に伝達されるため、送信することができる情報量が増加するという効果がある。

【0064】

もちろん、空間ダイバーシティと空間多重化を共に使用して送信情報を送信することもできる。即ち、前記例で3個の送信アンテナを介しては同じ情報が空間ダイバーシティにより送信され、残りの送信アンテナを介しては空間多重化により互いに異なる情報が送信される方式で構成されることもできる。このような場合、送信情報ベクトルは、例えば、 $[s_1, s_1, s_1, s_2, s_3, \dots, s_{N_T-2}]$ のように構成されることができる。

【0065】

受信器で受信アンテナの数が N_R 個である場合、個別受信アンテナで受信される信号を y_n ($1 \leq n \leq N_R$)と表示することができる。この時、受信信号ベクトル y は、次の数式6のように示すことができる。

【0066】

【数6】

数式6

$$y = \begin{bmatrix} y_1, y_2, \dots, y_{N_R} \end{bmatrix}^T$$

【0067】

MIMOシステムでチャンネルモデリングが実行される場合、各チャンネルは、送信アンテナのインデックスと受信アンテナのインデックスにより相互間に区分されることができる。送信アンテナのインデックスを j とし、受信アンテナのインデックスを i とすると、このような送信アンテナと受信アンテナとの間のチャンネルを h_{ij} で表示することができる(チャンネルを表示する添字で受信アンテナのインデックスが前方に表示され、送信アンテナのインデックスが後方に表示されることに注意する必要がある)。

【0068】

図8は、多重アンテナシステムでのチャンネルを示す。

【0069】

図8を参照すると、 N_T 個の送信アンテナの各々と受信アンテナ i に対するチャンネルが $h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}$ で表示される。便宜上、このようなチャンネルを行列やベクトルで表すことができる。その場合、前記チャンネル $h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}$ は、次の数式7のようにベクトル形式に示すことができる。

【0070】

10

20

30

40

【数7】

数式7

$$\mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

【0071】

もし、 N_T 個の送信アンテナで N_R 個の受信アンテナへの全てのチャネルを行列形態に示すことをチャネル行列 \mathbf{H} とすると、 \mathbf{H} は、次の数式8のように示すことができる。

【0072】

【数8】

数式8

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_R N_T} \end{bmatrix}$$

10

20

30

【0073】

送信アンテナを介して送信された信号は前記数式8で示すチャネルを通過して受信アンテナで受信される。この時、実際のチャネルでは、雑音(noise)が追加される。このような雑音は数学的にAWGN(Additive White Gaussian Noise)と考えることができる。各受信アンテナに追加されるAWGNを各々 n_1, n_2, \dots, n_{N_R} と表示すると、便宜上、このようなAWGNを次の数式9のようなベクトルで表示することができる。

【0074】

【数9】

数式9

$$\mathbf{n} = [n_1, n_2, \dots, n_{N_R}]^T$$

40

【0075】

前述したAWGN、送信信号ベクトル \mathbf{x} 、チャネル行列などを考慮して受信アンテナで受

50

信する受信信号ベクトル \mathbf{y} を表す場合、次の数式 10 の通りである。

【 0 0 7 6 】

【 数 1 0 】

数式 10

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n} \quad 10$$

【 0 0 7 7 】

チャネル行列 \mathbf{H} で行の数と列の数は、送信アンテナの個数、受信アンテナの個数によって決定される。チャネル行列 \mathbf{H} で行の個数は受信アンテナの個数と同じである。また、チャネル行列 \mathbf{H} で列の個数は送信アンテナの個数と同じである。従って、チャネル行列 \mathbf{H} は $N_R \times N_T$ 行列と表示することができる。

【 0 0 7 8 】

一般的に、行列のランクは、独立した行の個数と独立した列の個数のうち小さい数により定義される。従って、行列のランクは列の個数や行の個数より大きいことは不可であり、チャネル行列 \mathbf{H} のランクは次の数式 11 のように決定される。

【 0 0 7 9 】

【 数 1 1 】

数式 11

$$\text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

【 0 0 8 0 】

一般的に送信情報、例えば、データは無線チャネルを介する送信中に、容易に変形、変更される。従って、このような送信情報をエラー無しに復調するためには参照信号が必要である。参照信号は、送信器と受信器の両方が予め知っている信号であり、送信情報と共に送信される。送信器から送信される送信情報は、各送信アンテナ毎にまたはレイヤ毎に対応するチャネルを通るため、参照信号は各送信アンテナ別またはレイヤ別に割り当てることができる。各送信アンテナ別またはレイヤ別参照信号は、時間、周波数、コードなどのリソースを用いて区別されることができる。参照信号は、二つの目的、即ち、送信情報の復調 (demodulation) とチャネル推定のために使われることができる。

【 0 0 8 1 】

参照信号は、参照信号を予め知っている受信器の範囲によって二つの種類に分けられる。そのうち一つは、特定の受信器(例えば、特定端末)のみ知っている参照信号であり、この

20

30

40

50

ような参照信号を専用参照信号(d e d i c a t e d R S ; D R S)と呼ぶ。専用参照信号は、このような意味で端末特定の参照信号(U E - s p e c i f i c R S)とも呼ばれる。他の一つは、セル内の全ての受信器、例えば、全ての端末が知っている参照信号であり、このような参照信号を共用参照信号(c o m m o n R S ; C R S)と呼ぶ。共用参照信号は、セル特定の参照信号(c e l l - s p e c i f i c R S)とも呼ばれる。

【 0 0 8 2 】

また、参照信号は用途によって分類されることもできる。例えば、データの復調のために使われる参照信号を復調参照信号(d e m o d u l a t i o n R S ; D M - R S)と呼ぶ。C Q I / P M I / R Iなどのチャネル状態を示すフィードバック情報のために使われる参照信号をC S I - R S (c h a n n e l s t a t e i n d i c a t o r - R S)と呼ぶ。前述した専用参照信号(D R S)は、復調参照信号(D M - R S)として使われることができる。以下、D M - R SはD R Sであることを前提とする。

10

【 0 0 8 3 】

図9は、ノーマルCPで4個のアンテナポートをサポートすることができるRS構造の例を示す。図10は、拡張CPで4個のアンテナポートをサポートすることができるRS構造の例を示す。図9及び図10のRS構造は、従来3GPP LTEシステムで使われるRS構造である。

【 0 0 8 4 】

図9及び図10で、0ないし3のうちいずれか一つの数字が表示されたリソース要素は、セル特定の参照信号、即ち、共用参照信号(C R S)が送信されるリソース要素を意味する。この時、0ないし3のうちいずれか一つの数字は、サポートするアンテナポートを意味する。即ち、p(pは0ないし3のうちいずれか一つ)が表示されたリソース要素はアンテナポートpに対する共用参照信号がマッピングされるリソース要素という意味である。このような共用参照信号は、各アンテナポートに対するチャネル測定及びデータ復調のために使われる。共用参照信号はサブフレームの制御領域及びデータ領域の両方ともで送信される。

20

【 0 0 8 5 】

図9及び図10で、「D」が表示されたリソース要素は、端末特定の参照信号、即ち、専用参照信号(D R S)がマッピングされるリソース要素を意味する。端末特定の参照信号は、P D S C Hの単一アンテナポート送信に使われることができる。端末は、上位階層シグナリングを介して端末特定の参照信号が送信されるか否か、P D S C Hが送信される場合に端末特定の参照信号が有効か否かの指示を受ける。端末特定の参照信号は、データ復調が必要な場合にのみ送信されることができる。端末特定の参照信号は、サブフレームのデータ領域でのみ送信されることができる。

30

【 0 0 8 6 】

以下、基地局と中継局との間のバックホールダウンリンクに適用されることができるサブフレーム構造を説明し、バックホールダウンリンクで使用することができる参照信号に対して説明する。

【 0 0 8 7 】

まず、説明の便宜上用語を定義する。以下、R - P D C C Hは、基地局が中継局に制御情報を送信する物理制御チャネルであり、R - P D S C Hは、基地局が中継局にデータを送信する物理データチャネルである。以下、x領域は、xが送信される無線リソース領域を意味する。例えば、R - P D C C H領域は、基地局によりR - P D C C Hが送信される無線リソース領域を意味する。

40

【 0 0 8 8 】

図11は、基地局と中継局との間のバックホールダウンリンクに使われることができるサブフレーム構造の一例を示す。

【 0 0 8 9 】

図11を参照すると、基地局は、サブフレームの最初の所定個数のOFDMシンボルでマクロ端末にP D C C H(これをマクロP D C C Hという)を送信する。前記最初の所定個数

50

のOFDMシンボル内で中継局は中継局端末にPDCCHを送信することができる。中継局は、中継局端末にPDCCHが送信されるOFDMシンボル区間での自己干渉により、基地局からバックホール信号を受信することができない。

【0090】

基地局は、保護区間(guard time; GT)以後に中継局にバックホール信号を送信する。保護区間は、中継局の信号送/受信スイッチングによる安定化期間であり、図11では一つのOFDMシンボルである場合を例示している。然しながら、保護区間は、1OFDMシンボル以下の区間であってもよく、場合によって、1OFDMシンボル以上になってもよい。また、保護区間は、時間領域でOFDMシンボル単位の区間に設定されることもでき、サンプリング時間(sampling time)単位に設定されることもできる。図11では保護区間がバックホール受信区間の前後に表示されているが、これは制限でない。即ち、時間的にバックホール受信区間の後方部に位置した保護区間はサブフレームのタイミング整列関係によって設定されなくてもよい。このような場合、バックホール受信区間がサブフレームの最後のOFDMシンボルまで拡張されることができる。保護区間は、基地局が中継局に信号を送信するために設定される周波数帯域に限って定義されることができる。

10

【0091】

基地局は、中継局に割り当てるバックホールダウンリンクリソースを二つの種類に区分して割り当てることことができる。

【0092】

そのうち一つは、プライマリバックホール領域(primary backhaul region)であり、R-PDCCH及びR-PDSCHが送信されることができるリソース領域である。プライマリバックホール領域でR-PDCCHとR-PDSCHは時間分割多重(time division multiplexing: TDM)されることができる。即ち、R-PDCCHとR-PDSCHは、時間領域で区分されて送信され、R-PDSCHは、R-PDCCH以後に位置することができる。プライマリバックホール領域に含まれたR-PDCCHは、R-PDCCHが送信される周波数帯域のR-PDSCHだけでなく、他の周波数帯域に位置するR-PDSCHに対するリソース割当情報を含むことができる。また、図11ではプライマリバックホール領域でR-PDSCHも送信される例を示したが、これは制限でない。即ち、プライマリバックホール領域の全てのOFDMシンボルでR-PDSCHが送信されずにR-PDCCHのみ送信されることもできる。

20

30

【0093】

他の一つは、セカンダリバックホール領域(secondary backhaul region)である。セカンダリバックホール領域ではR-PDSCHのみ送信され、前述したようにプライマリバックホール領域に含まれたR-PDCCHにより指示されることができる。

【0094】

プライマリバックホール領域及びセカンダリバックホール領域で送信されるバックホール信号は、マクロ端末に送信されるPDSCHと周波数領域で多重化されて送信されることができる。

40

【0095】

バックホールダウンリンクサブフレームのR-PDCCHとR-PDSCHにどのような参照信号を使用するかが問題になる。

【0096】

本発明ではDM-RS(DRS)をR-PDCCH及びR-PDSCHの送信(基地局の立場で)/受信(中継局の立場で)の両方ともに使用することを提案する。このような方法は、バックホール信号が送信される領域に改善されたマルチユーザ(multi user; MU)MIMO(例えば、ゼロフォーシング(zero-forcing)MU-MIMO)を適用するという長所がある。言い換えれば、基地局により送信される全体バックホール信

50

号(R - P D C C H、R - P D S C Hの両方ともを含む)にD M - R Sが適用されるため、各R - P D C C H、R - P D S C Hは他のバックホール信号と空間多重化されることができ、マクロ端末に送信されるP D S C Hとも効率的に空間多重化されることができる。

【0097】

以下、R - P D C C HとR - P D S C Hの両方ともにD M - R Sを使用する場合、基地局と中継局との間のシグナリング方法と中継局の動作方法を詳細に説明する。

【0098】

1. 基地局と中継局との間のシグナリング

【0099】

図12は、R - P D C C HとR - P D S C Hの両方ともにD M - R Sを使用する場合、基地局と中継局との間のシグナリング過程を示す。

10

【0100】

図12を参照すると、基地局は、R - P D C C Hに使われるD M - R Sのインデックスを上位階層シグナリング(例えば、R R C (radio resource control) メッセージ)を介して知らせることができる(S100)。ここで、D M - R SのインデックスはD M - R Sを識別することができる情報を意味し、例えば、各中継局に対するR - P D C C HのD M - R Sが送信されるアンテナポートに対する情報、各中継局に対するR - P D C C HのD M - R Sが送信されるアンテナポート0に適用されるスクランブルIDに対する情報、または前述したR - P D C C HのD M - R Sが送信されるアンテナポートとスクランブルID情報の組合せなどになることができるが、これに制限されるものではない。前記D M - R Sが送信されるアンテナポートのスクランブルIDは、空間ドメインで他のマルチユーザM I M Oリソースをスケジューリングするために用いられることができるD M - R SアンテナポートのスクランブルIDと異なっている必要がある。

20

【0101】

端末の場合、C R Sを用いてマクロP D C C Hデコーディングを実行し、その結果、マクロP D S C Hのデコーディングのために使用するD M - R Sのインデックスを知ることができる。然しながら、中継局は、基地局が送信するマクロP D C C Hをデコーディングすることができない。前述したように、基地局がマクロP D C C Hを送信する時間中に、中継局は中継局端末にP D C C Hを送信するためである。即ち、中継局は、中継局端末にP D C C Hを送信する時間中に、基地局からマクロP D C C Hを受信することができないため、マクロP D C C Hをデコーディングすることができない。従って、基地局は、中継局にR - P D C C Hに使われるD M - R Sのインデックスを上位階層シグナリングを介して知らせなければならない。

30

【0102】

R - P D C C Hは制限された個数のビットのみを含むが、高い信頼性を有して送信されなければならないという点を考慮し、R - P D C C Hの送信ランクは特定値に制限されることができる。例えば、R - P D C C Hの送信ランクは1に制限される。即ち、基地局は中継局に送信するR - P D C C Hに空間多重化を使用しなくてもよい。

【0103】

または、基地局はR - P D C C H送信時に空間多重化を使用することもできる。基地局は、中継局がブラインドデコーディングまたはR - P D C C Hの送信ランクをブラインド検出しなくするためにR - P D C C Hの送信ランク値を上位階層信号(例えば、R R C メッセージ)を介して中継局に送信することができる。R - P D C C H送信ランク値が与えられる場合、中継局は、R - P D C C H領域でD M - R Sが割り当てられるリソース要素の全体個数及び位置を認識することができる。

40

【0104】

図12では基地局が上位階層シグナリングを介してR - P D C C HのためのD M - R SのインデックスまたはR - P D C C Hの送信ランク値を送信する例を示したが、このようなシグナリングオーバーヘッドを減少させるために前記D M - R SインデックスまたはR - P D C C Hの送信ランク値は特定値に予め固定されてもよい。

50

【0105】

基地局は、R - P D S C Hに使われるDM - R SのインデックスをR - P D C C Hに含まれた制御情報を介して知らせることができる(S 2 0 0)。この時、R - P D C C Hに使われるDM - R S集合とR - P D S C Hに使われるDM - R S集合との間に特定の関係を設定することによってR - P D C C Hに含まれる制御情報の量を減らすことができる。

【0106】

例えば、プライマリバックホール領域に対してはR - P D C C Hに使われたDM - R SをR - P D S C Hに同一に使用することができる。言い換えれば、プライマリバックホール領域に含まれたR - P D C C H、R - P D S C Hに対し、R - P D C C Hに使われたDM - R SはいつもR - P D S C Hに使われるものであり、予め定めることができる。即ち、R - P D C C Hに使われるDM - R Sの集合は、R - P D S C Hに使われるDM - R S集合の部分集合と表現することができる。

10

【0107】

このような関係設定はセカンダリバックホール領域でも同様に適用することができる。即ち、プライマリバックホール領域に含まれたR - P D C C Hに使われるDM - R S集合は、セカンダリバックホール領域に含まれたR - P D S C Hに使われるDM - R S集合の部分集合である。言い換えれば、プライマリバックホール領域に含まれたR - P D C C Hに使われたDM - R Sは、いつもセカンダリバックホール領域に含まれたR - P D S C Hに使われる。

【0108】

このような方式によりR - P D S C Hに使われるDM - R S集合を決定すると、R - P D S C Hに使われるDM - R S集合を知らせるための制御情報シグナリングオーバーヘッドを減らすことができる。なぜならば、基地局と中継局は、既にR - P D S C Hに使われるDM - R Sインデックス一つ(即ち、R - P D C C Hに使われるDM - R Sインデックス)を上位階層シグナリングを介して知っているため、そのDM - R SインデックスはR - P D C C Hの制御情報で省略することができるためである。

20

【0109】

また、DM - R Sは、C R S又はC S I - R Sと比べて、ビームフォーミング利得(b e a m f o r m i n g g a i n)を提供する。例えば、R - P D S C HのためのDM - R Sインデックスを指示するためにビットマップが使われる場合、前記ビットマップでR - P D C C Hに使われるDM - R Sインデックスを除外することができる。前述したように、中継局は既にR - P D C C Hに使われるDM - R SがR - P D S C HのDM - R Sとして使われることを知っているためである。

30

【0110】

他の例として、DM - R Sインデックスの連続するDM - R S集合がR - P D S C H送信に使われる場合、R - P D C C Hを介してR - P D S C Hの送信ランク値のみを知らせさえすれば良い。このような場合、R - P D C C Hに使われるDM - R Sのインデックスがnの場合、R - P D S C Hのために使われるDM - R Sインデックスはn, n + 1, ..., n + k - 1である。ここでkはR - P D S C Hの送信ランク値を示す。

【0111】

図13は、DM - R Sインデックスの連続するDM - R S集合がR - P D S C H送信に使われる場合、R - P D C C HのDM - R SインデックスとR - P D S C HのDM - R Sインデックスとの関係を示す。

40

【0112】

上位階層シグナリングを介してR - P D C C Hに使われるDM - R SのDM - R Sインデックス値nを知らせ、R - P D C C Hの制御情報を介してR - P D S C Hの送信ランク値kを知らせる場合、R - P D S C HのDM - R SはDM - R Sインデックスn, n + 1, ..., n + k - 1の値を有することができる。

【0113】

また、図12を参照すると、中継局はR - P D C C Hをデコーディングする(S 3 0 0)。

50

中継局は、R - P D C C HをデコーディングしてR - P D S C Hに使われるD M - R Sの正確な集合を知ることができる。また、基地局はR - P D S C Hを送信し(S 4 0 0)、中継局はR - P D S C Hを受信してデコーディングする(S 5 0 0)。図12では中継局がR - P D C C Hをデコーディングした後、基地局がR - P D S C Hを送信すると表現したが、これは説明の便宜のためのものに過ぎず、制限でない。即ち、中継局は、R - P D C C H、R - P D S C Hを全部受信した後、R - P D C C H、R - P D S C Hの順にデコーディングを実行したり、R - P D C C Hのデコーディング及びR - P D S C Hの受信が同時に実行されることができる。

【0114】

2. R - P D C C HとR - P D S C Hに使われるリソース要素マッピング

10

【0115】

以下、基地局がR - P D C C HとR - P D S C Hに使われるリソース要素(resource element)を決定する方法に対して説明する。

【0116】

図14は、ノーマルCPでバックホールダウンリンクサブフレーム内に割り当てられることができる参照信号リソース要素の例を示す。

【0117】

図14を参照すると、参照信号リソース要素は、時間領域で一つのサブフレーム、周波数領域で12個の副搬送波を含む領域(これを便宜上基本単位領域という)に特定のパターンを有して割り当てられる。例えば、CRSのための参照信号リソース要素は、各スロットで1番目、2番目、及び5番目のOFDMシンボルで3個の副搬送波間隔を有して割り当てられることができる。D M - R S(D R S)のための参照信号リソース要素(以下、D M - R Sリソース要素という)は、各スロットで6番目及び7番目のOFDMシンボルに割り当てられることができる。

20

【0118】

D M - R S(即ち、D R S)の場合、ランク2までの送信のためには基本単位領域で12個のリソース要素が使われ、ランク3以上の送信のためには基本単位領域で追加に12個のリソース要素が使われ、総24個のリソース要素が使われる(もちろん、ランクによって使われるリソース要素の個数は例示に過ぎず、異なる個数のリソース要素が使われることもできる)。即ち、D M - R Sリソース要素は、R - P D S C Hの送信ランクによってその個数及びパターンが決定される。

30

【0119】

従来、中継局は、R - P D C C Hをデコーディングした後にR - P D S C Hの送信ランクを知ることができる。即ち、中継局は、R - P D C C Hをデコーディングする前にはR - P D S C Hの送信ランクを知ることができない。然しながら、中継局はR - P D C C HのデコーディングにD M - R Sを用い、D M - R Sリソース要素はR - P D S C Hの送信ランクによって変わることができるという問題点がある。

【0120】

例えば、図14のように4個のOFDMシンボルがR - P D C C Hに使われる場合、中継局が基本単位領域内にD M - R Sリソース要素が12個か24個かを知ることができず、前記4個のOFDMシンボル内に含まれたD M - R Sリソース要素を知ることができない。従って、中継局は、ブラインドデコーディングを介してR - P D C C Hをデコーディングしなければならない。即ち、前記4個のOFDMシンボルで全ての可能なリソース要素組合せに対してデコーディングを実行する方式にR - P D C C Hをデコーディングすることである。これは中継局の受信器負担を過度に増加させる。

40

【0121】

このような問題を解決するために、基地局は、R - P D C C Hリソース要素をD M - R S送信に使われることができる全てのリソース要素(これをD M - R S候補リソース要素という)と重ならないリソース要素に制限することができる。即ち、基地局は、R - P D C C H領域でD M - R Sが割り当てられることができる全てのD M - R S候補リソース要素

50

をパンクチャリング(puncturing)し、残りのリソース要素にR-PDCCHに送信される制御情報をマッピングして送信することができる。この時、追加的にCSI-RSが割り当てられることができる全ての候補位置のリソース要素も除外することができる。CSI-RSはシステム情報を介して知らせることができ、中継局は予めどのようなリソース要素を介してCSI-RSが送信されるかを知ることができる。中継局は、DM-RSリソース要素がR-PDSCHの最大送信ランク値によるパターンを有するという仮定下にR-PDCCHをデコーディングすることができる。

【0122】

反面、R-PDSCHのリソース要素は、DM-RS候補リソース要素のうち実際にDM-RS送信に使われないリソース要素を含むことができる。中継局はR-PDCCHをデコーディングしてR-PDSCHの送信ランクを知ることができるため、R-PDSCH領域で実際にどのようなリソース要素にDM-RSがマッピングされたかを知ることができ、従って、R-PDSCHを正確にデコーディングすることができる。

10

【0123】

図15は、バックホールダウンリンクサブフレームのR-PDCCH領域で中継局が仮定するDM-RSリソース要素の例を示す。

【0124】

図15を参照すると、中継局は、R-PDSCHがバックホールダウンリンクの最大送信ランク値に送信される場合に配置されるDM-RSリソース要素を仮定し、R-PDCCHデコーディングを実行する。即ち、R-PDCCH領域内のDM-RSリソース要素は、R-PDSCH送信がランク3以上である場合に配置されるDM-RSリソース要素を仮定する。

20

【0125】

中継局は、R-PDCCHをデコーディングすると、実際R-PDSCH送信のランク値を知ることができる。従って、中継局は、R-PDSCH領域をR-PDSCH送信のランク値によるDM-RSリソース要素を考慮してデコーディングするとよい。図15は、R-PDSCH送信がランク1またはランク2送信のうちいずれか一つである場合を例示する。

【0126】

図16は、バックホールダウンリンクサブフレームのDM-RSリソース要素の例を示す。

30

【0127】

図16のように、基地局は、実際R-PDSCHの送信ランク値に関係なしに最大送信ランク値に対するDM-RSを仮定し、DM-RSが割り当てられないリソース要素にR-PDCCH、R-PDSCHを割り当てることができる。中継局は、R-PDSCHの最大送信ランク値に対するDM-RSを仮定し、DM-RSが割り当てられることができるリソース要素と重ならないリソース要素に対してR-PDCCH、R-PDSCHデコーディングを実行することができる。即ち、基地局は、バックホールダウンリンクサブフレームの各スロットでDM-RSの構造を同一に維持することができる。これは複雑度増加を防止し、具現の便宜性を高める方法である。

40

【0128】

3. R-PDCCHとR-PDSCHに適用されるプリコーディング行列/ベクトル

【0129】

図17は、本発明の一実施例による送信器構造の一例を示す。

【0130】

図17を参照すると、送信器は、MIMOプロセッサ171、参照信号生成器173、プリコーダ172を含む。送信器は基地局の一部である。

【0131】

MIMOプロセッサ171は、中継局に送信する制御情報及びデータを生成する。MIMOプロセッサ171は、R個の情報ストリーム(information stream;

50

IS) (IS # 1乃至IS # R) に形式で、前記制御情報及びデータを生成する。ここで、Rは空間レイヤの個数を示す。

【0132】

プリコーダ172は、MIMOプロセッサ171から空間ストリーム(spatial stream; SS)の入力を受けてプリコーディング行列/ベクトルを適用し、送信アンテナ個数 N_T のような送信ストリーム(transmit stream; TS)を生成する(TS # 1乃至TS # N_T)。

【0133】

参照信号生成器173は、参照信号シーケンスを生成してプリコーダ172の入力または出力に提供する。前述したDM-RSとして使われるDRSは、プリコーダ172の入力 10
に提供され、プリコーダ172によりプリコーディングされた後、送信ストリームに含まれて出力される。即ち、DRSはプリコーディングされた参照信号となる。CRSはプリコーダ173の出力に加えられて送信ストリームに含まれる。

【0134】

もし、DRSがR-PDCCH、R-PDSCHのために使われる場合、プリコーディングされた参照信号をサポートするために前記2個のチャンネル(R-PDCCH、R-PDSCH)に対するプリコーディング行列が必要である。このような場合、基地局は、R-PDCCHのためのプリコーディング行列/ベクトルをR-PDSCHのために使われるプリコーディング行列/ベクトルの部分集合(subset)に設定することができる。

【0135】

例えば、R-PDSCHに使われるプリコーディング行列Wは、次の数式12のように示すことができる。

【0136】

【数12】

数式12

$$W = (w_0 \quad w_1 \quad \dots \quad w_{R-1}) = \begin{pmatrix} w_{01} & w_{11} & \dots & w_{(R-1)1} \\ w_{02} & w_{12} & \dots & w_{(R-1)2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{0Nt} & w_{1Nt} & \dots & w_{(R-1)Nt} \end{pmatrix}$$

【0137】

ここで、 w_i はプリコーディング行列Wのi番目の列ベクトル(column vector)を示す($i = 0, \dots, R - 1$)。もし、R-PDSCHのランクが3の場合、前記プリコーディング行列Wは(w_0, w_1, w_2)で表すことができる。この時、R-PDCCHのランク 40
が1の場合、R-PDCCHのためのプリコーディングベクトルは、R-PDSCHのランク3プリコーディング行列でいずれか一つの列ベクトルとして選択されることができる。即ち、前記 w_0, w_1, w_2 のうちいずれか一つを選択することができる。

【0138】

もし、R-PDCCHの送信ランクがXと与えられる場合、多様な方法によりプリコーディングベクトルを選択することができる。例えば、R-PDSCHに適用されるプリコーディング行列で1番目のX個の列ベクトルを選択してもよく、最後のX個の列ベクトルを選択してもよい。または、明示的なシグナリングを介してプリコーディング行列で任意のX個の列ベクトルを選択してもよい。

【0139】

10

20

30

40

50

前述した方法は、R - P D C C Hに使われるプリコーディングベクトル/行列がR - P D S C Hに使われるプリコーディング行列/ベクトルの部分集合(*subset*)であることを意味する。また、D R S (即ち、D M - R S)送信アンテナポート(またはレイヤ)がR - P D C C HとR - P D S C Hの両方ともに使われるという意味である。即ち、R - P D C C HとR - P D S C Hは、時間/周波数領域でリソース要素が排他的に多重化されるが(互いに異なるリソース要素に割り当てられるという意味である)、空間的に排他的なものではない。

【0140】

一方、D M - R Sリソース要素がサブフレームのスロットを境界に両スロットに同一に配置され、R - P D C C HがマッピングされるR - P D C C Hリソース要素は、デコーディング遅延を防止するために1番目のスロットにのみ存在するという点を考慮して他の方法を使用することもできる。即ち、1番目のスロットのD M - R Sリソース要素はR - P D C C Hの復調のために使用し、2番目のスロットのD M - R Sリソース要素はR - P D S C Hの復調のために使用する。その場合、D M - R Sにはチャネルタイプ、即ち、R - P D C C HかR - P D S C Hかによって互いに異なるプリコーディング行列が適用されることができる。このような方法をサポートするために、基地局はR - P D C C Hに使われるD M - R Sのインデックスを上位階層シグナリングを介して半静的(*semi-statically*)にシグナリングし、R - P D S C Hに使われるD M - R Sのインデックスは該当するR - P D C C Hでシグナリングすることができる。R - P D C C HとR - P D S C Hの復調時に互いに異なるスロットのD M - R Sリソース要素を使用するようになると、同じD M - R Sインデックスを有してR - P D C C HとR - P D S C Hを復調しても、2個のD M - R S使用に重複する部分がない。従って、R - P D S C Hのランクに関係なしにR - P D C C Hを復調するためのD M - R Sリソース要素を知ることができる。中継局はR - P D C C Hリソース要素とD M - R Sリソース要素を区分するためにブラインドデコーディングを実行する必要がない。

【0141】

または、R - P D C C HはR - P D S C Hにより使われない一つの専用D M - R S送信アンテナポートを使用して送信することができる(R - P D C C Hに送信ダイバーシティが適用される場合、R - P D C C Hを2個のD M - R S送信アンテナポートを使用して送信することができる)。このような方法では、R - P D C C HとR - P D S C Hが排他的に空間多重化される。この時、R - P D C C Hは、C D D(*cyclic delay diversity*)や送信ダイバーシティ技法、例えば、S T B C(*space-time block coding*)、S F B C(*space-frequency block coding*)またはS T B CとS F B Cの組合せを使用して送信されることができる。

【0142】

または、基地局はR - P D C C Hが送信されるサブフレームでC R Sを送信し、中継局は、C R Sを用いてR - P D C C Hを復調し、D M - R Sを用いてR - P D S C Hを復調するようにすることができる。一般的に、C R Sはシステム帯域全体にわたって送信され、サブフレーム全体にわたって送信される一方、L T E - Aサブフレーム(例えば、M B S F NサブフレームまたはフェイクM B S F Nサブフレーム)では基地局が最初の所定個数のO F D MシンボルでのみC R Sを送信する。ここで、M B S F Nサブフレームまたはフェイク(*fake*)M B S F Nサブフレームは、M B M SのためのM B S F Nサブフレームと同じ構造を有するが、M B M Sのための用途として使われるサブフレームではない。即ち、M B S F NサブフレームまたはフェイクM B S F Nサブフレームは、基地局が中継局にバックホール信号を送信するためのサブフレームであり、基地局は、マクロ端末に信号受信及び測定が不必要なサブフレームという情報を与える。

【0143】

このようなL T E - Aサブフレームで中継局は、C R SがR - P D C C Hの送信されるリソースブロック(もちろん、このようなリソースブロックにR - P D S C Hも含まれることができる)にのみ位置すると仮定し、R - P D C C Hを復調することができる。基地局

10

20

30

40

50

が中継局にLTE-Aサブフレームを知らせると、前述した方法によってシステム全体帯域にわたって送信されるCRSを用いてR-PDCCHを復調することができる。基地局によりR-PDCCHは、SFBCのような送信ダイバーシティ技法を用いて送信されることができ、中継局は、R-PDCCHが送信されるリソースブロックでCRSのみ存在すると仮定して復調することができる。また、R-PDSCHはDM-RSを用いて復調することができる。もし、バックホール送信に使われるリソースがマクロ端末に対する送信に使われるリソースと空間多重化される場合(即ち、端末と中継局との間にマルチユーザMIMOが使われる場合)、空間多重化された端末は、そのサブフレームにマルチユーザMIMO送信のためにCRSがあるという伝達を受けなければならない。

【0144】

基地局は、CRSが送信されるアンテナポートと同じアンテナポートを介してR-PDCCHを送信することができる。反面、R-PDSCHは、DM-RSが送信されるアンテナポートと同じアンテナポートを介して送信することができる。このような方法によると、基地局がR-PDCCHを送信する時、CRSを使用して送信ダイバーシティや空間多重化技法により送信することができるようにする。同時に、R-PDSCHはR-PDCCHとは違ってプリコーディングしたり、サブバンドプリコーディングすることができる。

【0145】

状況によって、R-PDCCH領域でDM-RSが送信されることができる全てのリソース要素をパンクチャ(puncture)することは難しい。参照信号オーバーヘッドが過度に増加するためである。このような場合、R-PDCCHが送信されるOFDMシンボル区間では特定レイヤに対するDM-RS参照信号のみマッピングすることができる。ここで、特定レイヤは、R-PDCCHが送信されることができる特定ランクまでのレイヤである。

【0146】

図18は、基地局がR-PDCCH領域とR-PDSCH領域にランクによってDM-RSリソース要素をマッピングする例を示す。

【0147】

例えば、R-PDSCHの送信ランクが3以上であり、R-PDCCHの送信ランクは2に制限する場合、R-PDCCHが送信されるOFDMシンボル区間ではレイヤ1及び2のためのDM-RS(DRS)リソース要素のみマッピングされる。反面、R-PDSCH領域には、レイヤ1及び2のためのDM-RSリソース要素及びレイヤ3以上のためのDM-RSリソース要素がマッピングされる。即ち、送信ランク2までのDM-RSはR-PDCCH領域及びR-PDSCH領域で全部使われ、ランク3以上のDM-RSはR-PDSCH領域でのみ使われる。CSI-RSのためのリソース要素は、CSI-RSにより使われるリソース要素に専用されるべきシンボルがないため、DM-RSが配置されるシンボルと同じシンボルに位置することができる。これは拡張CPのために有用である。

【0148】

基地局は、DM-RSのマッピングされることができるリソース要素にR-PDCCHがマッピングされることを防止するためにR-PDCCHをDM-RSが含まれない「N」個のOFDMシンボル区間にマッピングすることができる。このような方法は、R-PDCCHの検出とデコーディングを速くし、R-PDSCHの検出とデコーディングも速くすることができる。ここで、Nは上位階層シグナリングにより設定されることができる。または予め固定された特定の値であってもよい。

【0149】

R-PDCCHがマッピングされるOFDMシンボル区間でCSI-RSをマッピングする場合、CSI-RSがマッピングされか否かによってR-PDCCHのマッピングが変わることができる。従って、CSI-RSがマッピングされるOFDMシンボルにもR-PDCCHをマッピングしなくてもよい。または、CSI-RSがマッピングされるリ

10

20

30

40

50

ソース要素を除いた他のリソース要素に R - P D C C H をマッピングすることができる。第 2 の方法は、追加的な受信器検出及びデコーディング複雑度無しに可能である。なぜならば、中継局は R - P D C C H 領域内に C S I - R S があるか否かをシステム情報を介して知ることができるためである。

【 0 1 5 0 】

基地局は、中継局にバックホールリンクに割り当てられるバックホールサブフレームのタイプに対する情報を送信し、中継局は、バックホールサブフレームのタイプによって R - P D C C H がマッピングされるリソース要素を区分して復調することができる。

【 0 1 5 1 】

中継局が R - P D C C H や R - P D S C H を受信するバックホールサブフレームを基地局が M B S F N サブフレームまたはフェイク M B S F N サブフレーム(以下、M B S F N サブフレームという)に設定する場合、基地局は、前記バックホールサブフレームの 1 番目及び 2 番目の O F D M シンボルを除いた O F D M シンボルでは C R S 送信をしない。これは基地局がバックホールサブフレームを M B S F N サブフレームに設定するか否かによって R - P D C C H リソース要素マッピングが変わることができるということを意味する。バックホールサブフレームに C R S リソース要素がどのような O F D M シンボル区間に挿入されるか否かが変わるためである。

【 0 1 5 2 】

もし、特定バックホールサブフレームが M B S F N サブフレームであることを基地局が中継局にシグナリングし、従って、中継局が C R S の有無を予め知ることができる場合、基地局は R - P D C C H を C R S 送信に使われないリソース要素にマッピングして送信することができる。具体的に、基地局は、C R S が存在するサブフレームでは R - P D C C H を C R S リソース要素にマッピングしない。反面、C R S が存在しないサブフレームでは(例えば、M B S F N サブフレーム) R - P D C C H を C R S が配置されることができリソース要素にもマッピングさせることが可能である。

【 0 1 5 3 】

中継局にバックホールサブフレームのタイプに対する情報が与えられない場合、基地局は、実際に C R S が送信されるか否かに関係なしに R - P D C C H を C R S が割り当てられることができるリソース要素を除いたリソース要素にマッピングする。即ち、特定バックホールサブフレームが M B S F N サブフレームか否かを中継局が予め知ることができない場合、R - P D C C H は、C R S が割り当てられることができるリソース要素でないリソース要素にマッピングされて送信される。

【 0 1 5 4 】

図 1 9 は、周波数領域で一つのリソースブロック内に複数の R - P D C C H が多重化される場合、複数の R - P D C C H を互いに異なる空間レイヤを介して送信する例を示す。

【 0 1 5 5 】

R - P D S C H と R - P D C C H が周波数領域で分離されて多重化されることができる。例えば、周波数領域で一つのリソースブロック(12 副搬送波)内に R - P D C C H のリソース要素と R - P D S C H のリソース要素が多重化されずに互いに異なるリソースブロックに含まれる場合である。この時、一つのリソースブロックに基地局が中継局に R - P D C C H を信頼性のあるように送信するのに必要なリソース要素より多くのリソース要素を含むことができる。このような場合、互いに異なる中継局に送信される複数の R - P D C C H が同じリソースブロック内に多重化されることができる。もし、基地局が前述した複数の R - P D C C H 送信時にプリコーディングされた D M - R S を用いる場合、離隔された中継局に対して良い S I N R (s i g n a l t o i n t e r f e r e n c e p l u s n o i s e r a t i o) を提供するプリコーディングベクトルを探すことが難しい。

【 0 1 5 6 】

このような理由で、基地局は複数の中継局間に直交する空間レイヤ送信を実行することができる。例えば、一つのリソースブロックに 2 個の R - P D C C H (R - P D C C H F O R R N # 1、R - P D C C H F O R R N # 2) が多重化される場合、各 R - P D C C H

10

20

30

40

50

は互いに異なるスロットで送信されることができる。

【0157】

これと同時に各 R - P D C C H は互いに異なる D M - R S アンテナポートで送信されることができる。これは、互いに異なる R - P D C C H は一つのリソースブロック内で互いに異なる時間/周波数上のリソース要素にマッピングされることと実質的に同じ意味である。各 R - P D C C H に互いに異なるプリコーディングを適用するために、基地局は各 R - P D C C H を互いに異なる D M - R S アンテナポートを介して送信する。この場合、各々の互いに異なる中継局に送信される R - P D C C H は、互いに異なる空間レイヤで送信され、各 R - P D C C H のための D M - R S は同じ時間/周波数領域のリソース要素で送信され、直交コードによりコード領域で多重化される。このような方法によると、各 R - P D C C H リソース要素の個数が一つのリソースブロック内に複数の R - P D C C H が含まれるか否かによって変更されることを防止することができる。

10

【0158】

R - P D C C H と R - P D S C H が P R B (p h y s i c a l r e s o u r c e b l o c k) 対内で送信される場合、R - P D C C H の送信レイヤの数と R - P D S C H の送信レイヤの数は互いに異なる(図13参照)。このような場合、基地局は、R - P D C C H が送信されるリソース要素グループのうち一部には R - P D S C H 送信レイヤのプリコーディングベクトルの線形結合からなるプリコーディングベクトルでプリコーディングして送信し、他のリソース要素グループには R - P D S C H 送信レイヤのプリコーディングベクトルの他の線形結合からなるプリコーディングベクトルでプリコーディングして送信することができる。

20

【0159】

例えば、R - P D C C H は一つの送信レイヤを有し、R - P D S C H は K 個の送信レイヤを有する場合を仮定する。この時、R - P D S C H の k レイヤ (k は 0 , 1 , . . . , K - 1 のうちいずれか一つ) は D M - R S アンテナポート n_0, n_1, \dots, n_{k-1} にマッピングされる。この時、プリコーディングベクトル $v_m = [v_{m,0} \ v_{m,1} \ \dots \ v_{m,p-1}]$ (ここで、P は送信アンテナポートの個数を示す) は、R - P D S C H の送信レイヤ m 及び D M - R S アンテナポート n_m に共通的に適用されると仮定する。

【0160】

その場合、R - P D C C H 送信に使われるリソース要素を G 個のリソース要素グループ (R - P D C C H リソース要素グループ) にグルーピングすることができる。このようなリソース要素グループは、好ましくは、時間/周波数領域で隣接したリソース要素が同じグループ内に含まれないようにグルーピングされる (グルーピング設定は予め決まったり中継局にシグナリングされることができる)。リソース要素グループ g (g は 1 ないし G のうちいずれか一つの自然数) は、自体の組合せ加重値 $a_g = [a_{g,0} \ a_{g,1} \ \dots \ a_{g,k-1}]$ を有し、このような組合せ加重値は予め決まったり中継局にシグナリングされることができる。

30

【0161】

基地局は、R - P D C C H を送信する時、リソース要素グループ g のリソース要素にマッピングされる信号をプリコーディングベクトル $a_{g,0} * v_0 + a_{g,1} * v_1 + \dots + a_{g,k-1} * v_{k-1}$ によりプリコーディングする。即ち、R - P D S C H のプリコーディングベクトルにリソース要素グループ g の組合せ加重値を適用した線形結合ベクトルでプリコーディングする。言い換えれば、R - P D C C H リソース要素集合は、R - P D S C H プリコーディングベクトルに自体の組合せ加重値を適用した線形結合ベクトルで各々プリコーディングされる。このような方法を用いると、基地局が R - P D C C H を送信する時により多くの空間ダイバーシティ利得 (s p a t i a l d i v e r s i t y g a i n) を得ることができる。

40

【0162】

前述した例で中継局は R - P D C C H を次の過程を経て復調することができる。

【0163】

50

1. 各 R - P D S C H 送信レイヤの実効チャネル(プリコーディングベクトルがかけられたチャネル)を推定する。

【 0 1 6 4 】

2. 各 R - P D C C H リソース要素グループの組合せ加重値を適用して各 R - P D C C H リソース要素グループの実効チャネルを探す。

【 0 1 6 5 】

3. 該当 R - P D C C H リソース要素グループの実効チャネルから R - P D C C H リソース要素を復調する。

【 0 1 6 6 】

全ての R - P D C C H リソース要素のための組合せ加重値は、例えば、 $[1 \ 0 \dots 0]$ である。これは R - P D S C H 送信レイヤ 0 のプリコーディングベクトル(R - P D S C H 送信レイヤ 0 の DM - R S アンテナポート)が R - P D C C H のために使われるということの意味する。

【 0 1 6 7 】

他の例として、 $g = k$ であり、 $a_0 = [1 \ 0 \dots 0]$ 、 $a_1 = [0 \ 1 \ 0 \dots 0]$ 、 \dots 、 $a_g = [0 \dots 0 \ 1]$ である。このような場合、R - P D S C H 送信レイヤ g のプリコーディングベクトル(また、DM - R S アンテナポート)が R - P D C C H リソース要素グループ g のために使われ、これは各 R - P D S C H 送信レイヤのプリコーディングベクトルと DM - R S アンテナポートが R - P D C C H に適用されるということの意味する。または、 g が予め決まったり中継局にシグナリングされる特定値である場合、 $a_0 = [1 \ 0 \dots 0]$ 、 $a_1 = [0 \ 1 \ 0 \dots 0]$ 、 \dots 、 $a_g = [0 \dots 0 \ 1]$ を使用することができる。

【 0 1 6 8 】

他の例として、各リソース要素グループ(R - P D C C H リソース要素グループ)の組合せ加重値として、特定共通ベクトルの循環シフト(circular shift)を使用することである。例えば、DFT(discrete Fourier transform)シーケンス $a_g = [\exp(0 * j 2 \pi g / k) \exp(1 * j 2 \pi g / k) \dots \exp((k - 1) * j 2 \pi g / k)]$ をリソース要素グループの組合せ加重値として使用することができる。もし、R - P D S C H 送信レイヤの個数が 2 であり、R - P D C C H リソース要素グループの個数が 2 の場合、 $a_0 = [1 \ 1]$ 、 $a_1 = [1 \ -1]$ を使用することができる。これは $(v_0 + v_1)$ がリソース要素グループ 0 に適用され、 $(v_0 - v_1)$ がリソース要素グループ 1 に適用されるということの意味する。または、DFT シーケンス $a_g = [\exp(0 * j 2 \pi g / L) \exp(1 * j 2 \pi g / L) \dots \exp((L - 1) * j 2 \pi g / L)]$ をリソース要素グループの組合せ加重値として使用することができる。ここで、 L は予め決まった値または中継局にシグナリングされる値である。

【 0 1 6 9 】

前述した方法、即ち、R - P D C C H DM - R S シーケンスとして一つ以上の R - P D S C H DM - R S シーケンスの組合せを使用する方法は、複数の R - P D C C H (または複数の R - P D C C H の一部)を一つの PRB 対で送信する場合にも適用することができる。

【 0 1 7 0 】

例えば、一つの PRB 対で互いに異なる L 個の R - P D C C H が送信されると仮定する(ここで L は予め決まった値または中継局にシグナリングされる値である)。また、 k 個の DM - R S アンテナポートが前記 L 個の R - P D C C H のために使われると仮定する(ここで k は予め決まった値または中継局にシグナリングされる値である)。その場合、互いに異なる R - P D C C H から送信される信号は互いに異なるリソース要素にマッピングされる。即ち、直交する時間/周波数リソースにマッピングされる。また、R - P D C C H 送信に使われるリソース要素は前述した方法と同様にグループ化される。リソース要素グループ g は組合せ加重値 a_g を有し、リソース要素グループ g で送信される R - P D C C H 信号はプリコーディングベクトル $a_{g,0} * v_0 + a_{g,1} * v_1 + \dots + a_{g,k-1} * v_{k-1}$ によりプリコーディングされることことができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 1 】

例えば、 $L = 2$ 、 $k = 2$ 、 $a_0 = [1 \ 1]$ 、 $a_1 = [1 \ -1]$ と仮定する。また、P R B対のリソース要素のうち偶数番目のリソース要素(例えば、リソース要素0, 2, 4...)はリソース要素グループ0に含まれ、奇数番目のリソース要素(リソース要素1, 3, 5, ...)はリソース要素グループ1に含まれると仮定する。その場合、2個のR - P D C C Hは、次のように送信されることができる。

【 0 1 7 2 】

1. リソース要素0はR - P D C C H 0に使われ、プリコーディングベクトル($v_0 + v_1$)が使われることができる。2. リソース要素1はR - P D C C H 0に使われ、プリコーディングベクトル($v_0 - v_1$)が使われることができる。3. リソース要素2はR - P D C C H 1に使われ、プリコーディングベクトル($v_0 + v_1$)が使われることができる。4. リソース要素3はR - P D C C H 1に使われ、プリコーディングベクトル($v_0 - v_1$)が使われることができる。前述した1ないし4のリソース要素割当がP R B対の全てのリソース要素に対して繰り返される。

【 0 1 7 3 】

バックホールリソースで効率的なマルチユーザM I M OをサポートするためにR - P D C C HがD M - R Sを用いて復調される場合、基地局は、各中継局に対するR - P D C C HのD M - R Sのアンテナポートを指示することができる。または、基地局は各中継局に送信されるR - P D C C HのD M - R Sアンテナポート0のスクランブルI Dを指示することができる。または、基地局は各中継局に送信されるR - P D C C HのD M - R SアンテナポートとスクランブルI Dの組合せを指示することができる。D M - R SアンテナポートのスクランブルI Dは、空間ドメインで他のマルチユーザM I M Oリソースをスケジューリングするために使われるD M - R Sアンテナポートとは異なるD M - R Sアンテナポートに対するものである。前述したD M - R Sインデックスは、前記D M - R Sアンテナポート、スクランブルI D、または、これらの組合せで与えられることができる。

【 0 1 7 4 】

基地局の中継局に対するR - P D C C H送信は、予め設定されないD M - R Sアンテナポートを使用して実行されることもできる。これは中継局が潜在的なR - P D C C Hリソースで予め知ることができないD M - R Sアンテナポート(及び/またはスクランブルI D)を用いてR - P D C C Hをブラインド検出するという意味である。このような方法によると、基地局は中継局にR - P D C C HとR - P D S C HのD M - R Sアンテナポート(及び/またはスクランブルI D)情報を予め送信せずに、中継局リソースに対してマルチユーザM I M O送信を動的に実行することができる。

【 0 1 7 5 】

中継局がR - P D C C Hをブラインド検出する場合、R - P D C C H送信のために使われるD M - R Sアンテナポートを制限することが有用である。例えば、R - P D C C Hの復調のために、D M - R Sアンテナポート0、D M - R Sアンテナポート1のみ使用するように制限することができる。このような例によると、2個のアンテナポートが同じリソース要素を共有し、コード軸に区分されるようにして(C D M)参照信号オーバーヘッドを最小化することができる。

【 0 1 7 6 】

または、R - P D C C H復調のために、D M - R Sアンテナポート0、2のみを使用するように制限することもできる。このような方法によると、マルチユーザM I M Oで各中継局に対するR - P D S C Hの送信ランクを2まで拡張しやすいという長所がある。中継局は、自体のR - P D C C HをD M - R Sアンテナポート0を用いて復調すると同時に送信ランク2に受信したR - P D S C HをD M - R Sアンテナポート0、2を用いて復調することができる。自体のR - P D C C HをD M - R Sアンテナポート2を介して復調する中継局は、送信ランク2であるR - P D S C Hを受信し、D M - R Sアンテナポート2、3を用いて復調することができる。このような動作のために、中継局は、R - P D C C H信号が最大D M - R Sオーバーヘッド(例えば、24個のリソース要素がリソースブロック

10

20

30

40

50

内にマッピングされていると仮定)を有してマッピングされることを仮定して復調を実行する。然しながら、全体の送信ランクが2と同じ、或いは2より小さい場合、実際のDM-RSオーバーヘッドはより低くできる(リソースブロック内に12個のリソース要素にマッピングされる場合)。結果的に、R-PDCCHが送信される1番目のスロットでは、R-PDSCHが送信される2番目のスロットより高いDM-RSオーバーヘッドを有することができる。

【0177】

図20は、基地局及び中継局を示すブロック図である。

【0178】

基地局100は、プロセッサ(processor)110、メモリ(memory)120、及びRF部(RF(radio frequency)unit)130を含む。プロセッサ110は、提案された機能、過程及び/または方法を具現する。即ち、プロセッサ110は、中継局に上位階層シグナリングを介してR-PDCCHの復調に使われる専用参照信号に対する情報を送信し、R-PDCCHでR-PDSCHに対する専用参照信号に対する情報を送信する。メモリ120は、プロセッサ110と連結され、プロセッサ110を駆動するための多様な情報を格納する。RF部130は、プロセッサ110と連結され、無線信号を送信及び/または受信する。

【0179】

中継局200は、プロセッサ210、メモリ220、及びRF部230を含む。プロセッサ210は、基地局からRRCメッセージのような上位階層シグナリングを介して制御チャンネルの復調に使われるDRSに対する情報を受信し、R-PDCCH、R-PDSCHを介して制御情報及びデータを受信した後に復調する。この時、制御情報は上位階層シグナリングにより指示されるDRSを用い、データはR-PDCCHに含まれた制御情報により指示されるDRSを用いて復調する。無線インターフェースプロトコルの階層は、プロセッサ210により具現されることができる。メモリ220は、プロセッサ210と連結され、プロセッサ210を駆動するための多様な情報を格納する。RF部230は、プロセッサ210と連結され、無線信号を送信及び/または受信する。

【0180】

プロセッサ110、210は、ASIC(application-specific integrated circuit)、他のチップセット、論理回路、データ処理装置及び/またはベースバンド信号及び無線信号を相互変換する変換器を含むことができる。メモリ120、220は、ROM(read-only memory)、RAM(random access memory)、フラッシュメモリ、メモリカード、格納媒体及び/または他の格納装置を含むことができる。RF部130、230は、無線信号を送信及び/または受信する一つ以上のアンテナを含むことができる。実施例がソフトウェアで具現される時、前述した技法は前述した機能を遂行するモジュール(過程、機能など)で具現されることができる。モジュールは、メモリ120、220に格納され、プロセッサ110、210により実行されることができる。メモリ120、220は、プロセッサ110、210内部または外部にあり、よく知られた多様な手段でプロセッサ110、210と連結されることができる。

【0181】

以上、本発明に対して実施例を参照して説明したが、該当技術分野の通常の知識を有する者は、本発明の技術的思想及び領域から外れない範囲内で本発明を多様に修正及び変更させて実施可能であることを理解することができる。従って、本発明は、前述した実施例に限定されず、特許請求の範囲内の全ての実施例を含む。

10

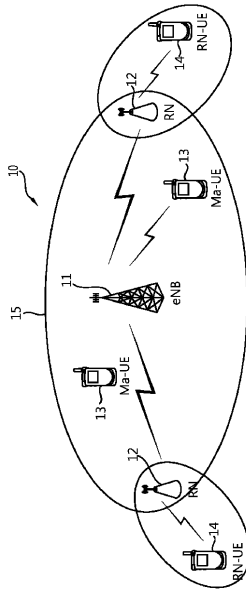
20

30

40

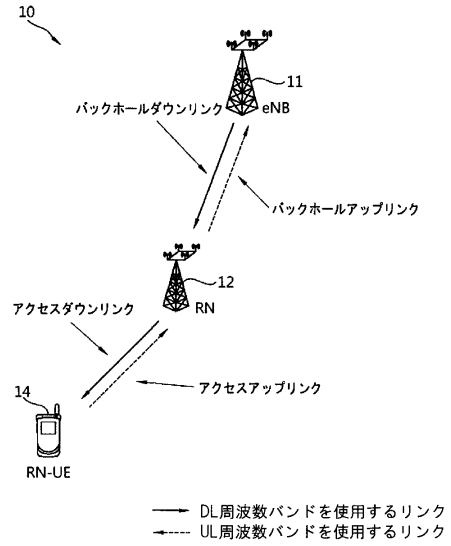
【図1】

[Fig. 1]



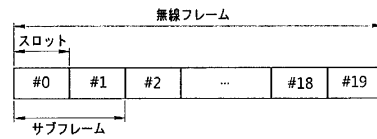
【図2】

図2



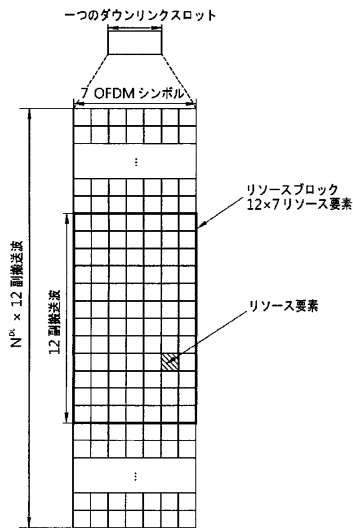
【図3】

図3



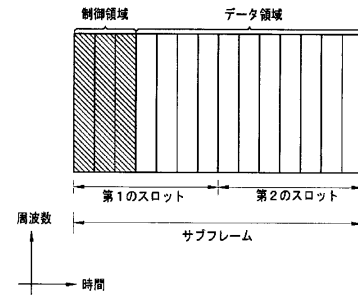
【図4】

図4



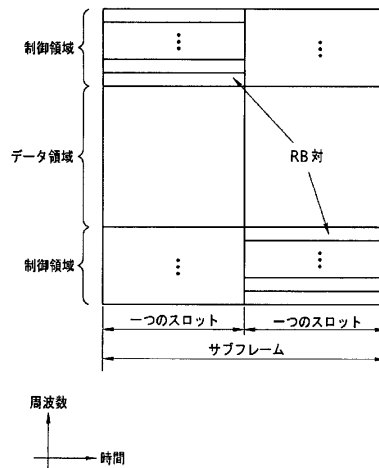
【図5】

図5



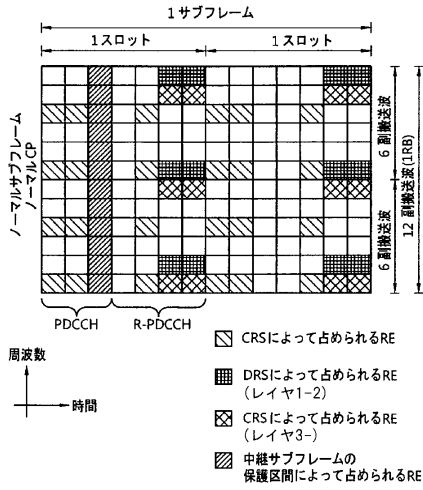
【図6】

図6



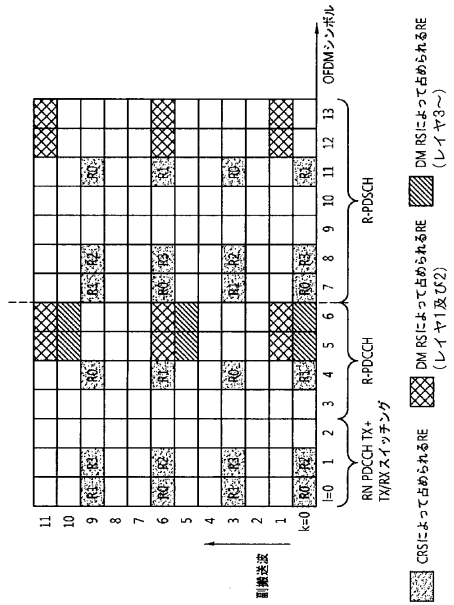
【図 14】

図14



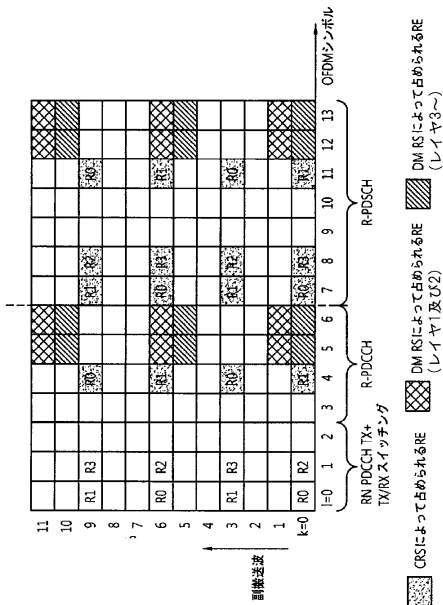
【図 15】

図15



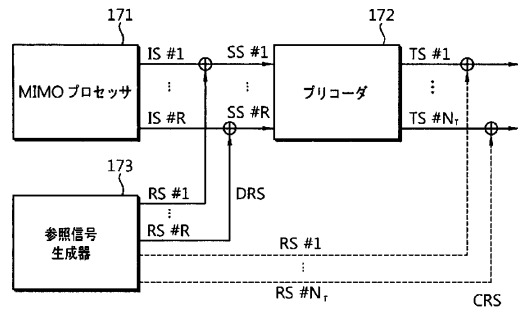
【図 16】

図16



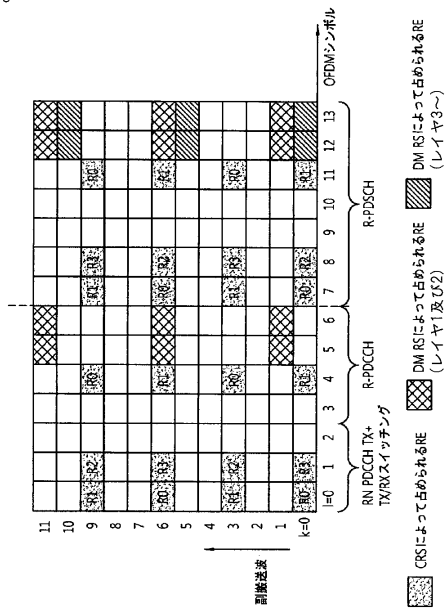
【図 17】

図17



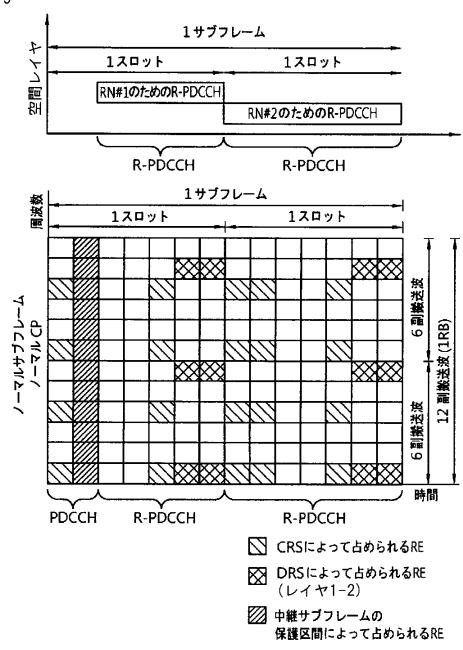
【図18】

図18



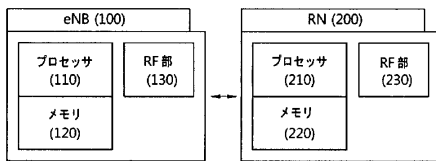
【図19】

図19



【図20】

図20



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/256,272
 (32)優先日 平成21年10月29日(2009.10.29)
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 61/307,409
 (32)優先日 平成22年2月23日(2010.2.23)
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 61/322,816
 (32)優先日 平成22年4月9日(2010.4.9)
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 61/322,908
 (32)優先日 平成22年4月11日(2010.4.11)
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 61/325,353
 (32)優先日 平成22年4月18日(2010.4.18)
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 61/334,582
 (32)優先日 平成22年5月14日(2010.5.14)
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 61/357,513
 (32)優先日 平成22年6月22日(2010.6.22)
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (31)優先権主張番号 10-2010-0076740
 (32)優先日 平成22年8月10日(2010.8.10)
 (33)優先権主張国 韓国(KR)

- (72)発明者 ソ ハン ビュル
 大韓民国,ギョング-ド 431-749,アンヤン-シ,ドンアン-ク,ホジェ 1-ドン 5
 33,エルジー アールアンドディー コンプレックス
- (72)発明者 リ デ ウォン
 大韓民国,ギョング-ド 431-749,アンヤン-シ,ドンアン-ク,ホジェ 1-ドン 5
 33,エルジー アールアンドディー コンプレックス
- (72)発明者 キム ビョン フン
 大韓民国,ギョング-ド 431-749,アンヤン-シ,ドンアン-ク,ホジェ 1-ドン 5
 33,エルジー アールアンドディー コンプレックス
- (72)発明者 キム ハク ソン
 大韓民国,ギョング-ド 431-749,アンヤン-シ,ドンアン-ク,ホジェ 1-ドン 5
 33,エルジー アールアンドディー コンプレックス
- (72)発明者 ノ ユ ジン
 大韓民国,ギョング-ド 431-749,アンヤン-シ,ドンアン-ク,ホジェ 1-ドン 5
 33,エルジー アールアンドディー コンプレックス

審査官 重田 尚郎

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2009/252077(US,A1)
 特表2011-501906(JP,A)
 ZTE, Considerations on Demodulation Reference Signal in Backhaul Downlink, TSG-RAN WG1
 #58 R1-093204, 3GPP, 2009年 8月28日, URL, [http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/
 WG1_RL1/TSGR1_58/Docs/R1-093204.zip](http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_58/Docs/R1-093204.zip)

NEC Group , Control Structure for Relay Type 1 nodes , TSG-RAN WG1#57Bis R1-092965 , 3GPP
 , 2 0 0 9 年 7 月 3 日 , U R L , http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_57b/Docs/R1-092965.zip

ZTE , Cooperation Scheme Considerations for Type II Relay , 3GPP TSG RAN1 #57 R1-091710
 , 2 0 0 9 年 5 月 8 日 , U R L , http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_57/Docs/R1-091710.zip

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0