

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5600343号
(P5600343)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014.10.1)

(24) 登録日 平成26年8月22日(2014.8.22)

(51) Int. Cl.		F I	
HO4J 99/00	(2009.01)	HO4J 15/00	
HO4J 11/00	(2006.01)	HO4J 11/00	Z
HO4B 7/04	(2006.01)	HO4B 7/04	

請求項の数 4 (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2012-503315 (P2012-503315)	(73) 特許権者	502032105
(86) (22) 出願日	平成22年3月30日 (2010. 3. 30)		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2012-522451 (P2012-522451A)		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24年9月20日 (2012. 9. 20)	(74) 代理人	100078282
(86) 国際出願番号	PCT/KR2010/001907		弁理士 山本 秀策
(87) 国際公開番号	W02010/114269	(74) 代理人	100062409
(87) 国際公開日	平成22年10月7日 (2010. 10. 7)		弁理士 安村 高明
審査請求日	平成23年9月28日 (2011. 9. 28)	(74) 代理人	100113413
(31) 優先権主張番号	61/164, 885		弁理士 森下 夏樹
(32) 優先日	平成21年3月30日 (2009. 3. 30)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	10-2010-0024043		
(32) 優先日	平成22年3月18日 (2010. 3. 18)		
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおける信号送信方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信システムにおける基地局により実行される信号送信方法であって、
前記方法は、

R個の空間ストリームを生成することであって、前記R個の空間ストリームの各々は、
情報ストリーム及び参照信号に基づいて生成される、ことと、

前記R個の空間ストリーム及びプリコーディング行列に基づいてN個の送信ストリーム
を生成することと、

前記N個の送信ストリームを少なくとも一つのリソースブロックにマッピングすること
と、

前記少なくとも一つのリソースブロックにマッピングされた前記N個の送信ストリーム
からN個の信号を生成し、前記N個の信号を、それぞれのアンテナを介してユーザ機器に
送信することと

を含み、

前記プリコーディング行列は、前記少なくとも一つのリソースブロック及びプリコーデ
ィング帯域幅に基づいて決定され、

前記プリコーディング帯域幅は、同一プリコーディング行列が使われる帯域幅であり、

前記プリコーディング帯域幅は、前記基地局により指示され、送信帯域幅情報に基づい
て決定され、前記送信帯域幅情報は、前記無線通信システムにより使われる全体的なダウ
ンリンク帯域幅をリソースブロックの個数で指示する、方法。

10

20

【請求項2】

前記プリコーディング帯域幅は、前記ユーザ機器のために構成される送信方式にさらに基づいて決定される、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

無線通信システムにおけるユーザ機器により実行されるチャンネル推定方法であって、前記方法は、

前記無線通信システムにより使われる全体的なダウンリンク帯域幅をリソースブロックの個数で指示する送信帯域幅情報を獲得することと、

前記ダウンリンク帯域幅から同一プリコーディング行列が使われる帯域幅を指示するプリコーディング帯域幅を獲得することであって、前記プリコーディング帯域幅は、前記全体的なダウンリンク帯域幅に基づいて決定される、ことと、

基地局から少なくとも一つのリソースブロックを使ってプリコーディングされた信号を受信することと、

前記プリコーディング帯域幅に基づいてチャンネルを推定することとを含む、方法。

【請求項4】

前記プリコーディング帯域幅は、前記ユーザ機器のために構成される送信方式にさらに基づいて決定される、請求項3に記載の方法。

【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、無線通信システムにおける信号送信方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムは、音声やデータなどのような多様な種類の通信サービスを提供するために広範囲に展開されている。無線通信システムの目的は、多数のユーザが位置と移動性に関係なしに信頼することができる(reliable)通信が可能にすることである。然しながら、無線チャンネル(wireless channel)は、パスロス(path loss)、雑音(noise)、マルチパス(multipath)によるフェーディング(fading)現象、シンボル間干渉(ISI; intersymbol interference)または端末の移動性によるドップラー効果(Doppler effect)などの非理想的な特性がある。従って、無線チャンネルの非理想的特性を克服し、無線通信の信頼度(reliability)を高めるために多様な技術が開発されている。

【0003】

信頼可能な高速のデータサービスをサポートするための技術としてMIMO(multiple input multiple output)技法がある。MIMO技法は、多重送信アンテナと多重受信アンテナを使用してデータの送受信効率を向上させる。MIMO技法には、空間多重化(spatial multiplexing)、送信ダイバーシティ(transmit diversity)、ビーム形成(beamforming)などがある。

【0004】

多重受信アンテナ及び多重送信アンテナによりMIMOチャンネル行列が形成される。MIMOチャンネル行列からランク(rank)を求めることができる。ランクは、空間レイヤ(spatial layer)の個数である。ランクは、送信機が同時に送信可能な空間ストリーム(spatial stream)の個数と定義されることもできる。ランクは空間多重化率ともいう。送信アンテナ個数を N_t 、受信アンテナの個数を N_r とする時、ランク R は $R = \min\{N_t, N_r\}$ になる。

【0005】

10

20

30

40

50

無線通信システムでは、チャンネル測定 (channel measurement)、情報復調 (demodulation) などのために送信機と受信機の両方とも知っている信号が必要である。送信機と受信機の両方とも知っている信号を参照信号 (reference signal; RS) という。参照信号は、パイロット (pilot) とも呼ばれることができる。

【0006】

受信機は、参照信号を介して送信機と受信機との間のチャンネルを推定し、推定されたチャンネルを用いて情報を復調することができる。端末が基地局から送信された参照信号を受信した場合、端末は、参照信号を介してチャンネルを測定し、基地局にチャンネル状態情報をフィードバックすることができる。

10

【0007】

送信機から送信された信号は、送信アンテナ毎にまたは空間レイヤ毎に対応されるチャンネルを経るため、参照信号は、各送信アンテナ別にまたは空間レイヤ別に送信されることができる。参照信号が空間レイヤ別に送信される場合、参照信号はプリコーディングされて送信されることができる。この場合、受信機は、同一プリコーディング行列が使われる周波数領域に対する情報を知る必要がある。

【0008】

従って、無線通信システムにおける効率的な信号送信方法及び装置を提供する必要がある。

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の解決しようとする技術的課題は、無線通信システムにおける信号送信方法及び装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

一態様で、無線通信システムにおける信号送信方法を提供する。前記方法は、 R 個の空間ストリームを生成し、前記 R 個の空間ストリームの各々は、情報ストリーム及び参照信号に基づいて生成される段階、前記 R 個の空間ストリーム及びプリコーディング行列に基づいて N 個の送信ストリームを生成する段階 ($R < N$)、前記 N 個の送信ストリームを少なくとも一つ以上のリソースブロックにマッピングする段階、及び前記少なくとも一つ以上のリソースブロックにマッピングされた前記 N 個の送信ストリームから N 個の信号を生成し、前記 N 個の信号の各々を N 個のアンテナの各々を介して送信する段階、を含む。

30

【0011】

他の態様で、無線通信システムにおける信号送信装置を提供する。前記装置は、 N 個のアンテナ、及び前記 N 個のアンテナと連結され、同一プリコーディング行列が使われる帯域幅を指示するプリコーディング帯域幅情報を送信し、 R 個の空間ストリームを生成し、前記 R 個の空間ストリームの各々は、情報ストリーム及び参照信号に基づいて生成され、前記 R 個の空間ストリーム及びプリコーディング行列に基づいて N 個の送信ストリームを生成し、前記 N 個の送信ストリームを少なくとも一つ以上のリソースブロックにマッピングし、前記少なくとも一つ以上のリソースブロックにマッピングされた前記 N 個の送信ストリームから N 個の信号を生成し、前記 N 個の信号の各々を前記 N 個のアンテナの各々を介して送信する。

40

本明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

(項目1)

無線通信システムにおける基地局により実行される信号送信方法において、
 R 個の空間ストリームを生成し、前記 R 個の空間ストリームの各々は、情報ストリーム及び参照信号に基づいて生成される段階；
 前記 R 個の空間ストリーム及びプリコーディング行列に基づいて N 個の送信ストリームを生成する段階 ($R < N$)；

50

前記N個の送信ストリームを少なくとも一つ以上のリソースブロックにマッピングする段階；及び、

前記少なくとも一つ以上のリソースブロックにマッピングされた前記N個の送信ストリームからN個の信号を生成し、前記N個の信号の各々をN個のアンテナの各々を介して端末に送信する段階；を含み、

前記プリコーディング行列は、前記少なくとも一つ以上のリソースブロック及びプリコーディング帯域幅に基づいて決定され、

前記プリコーディング帯域幅は、同一プリコーディング行列が使われる帯域幅であることを特徴とする方法。

(項目2)

前記端末に前記プリコーディング帯域幅を指示するプリコーディング帯域幅情報を送信する段階をさらに含むことを特徴とする項目1に記載の方法。

(項目3)

前記端末に前記少なくとも一つ以上のリソースブロックを指示するリソースブロック割当フィールドを含むダウンリンクグラントを送信する段階をさらに含むことを特徴とする項目1に記載の方法。

(項目4)

前記ダウンリンクグラントは、前記プリコーディング帯域幅を指示するプリコーディング帯域幅情報をさらに含むことを特徴とする項目3に記載の方法。

(項目5)

前記プリコーディング帯域幅情報は、上位階層シグナリングを介して送信されることを特徴とする項目2に記載の方法。

(項目6)

前記端末にフィードバックサブバンドが決定されるフィードバックタイプを設定する段階をさらに含み、

前記プリコーディング帯域幅は、前記フィードバックサブバンドと同じであることを特徴とする項目1に記載の方法。

(項目7)

前記少なくとも一つ以上のリソースブロックは、第1のリソースブロックグループ及び第2のリソースブロックグループを含み、前記第1のリソースブロックグループ及び前記第2のリソースブロックグループの各々は、少なくとも一つ以上の周波数領域で連続されたリソースブロックを含み、前記第2のリソースブロックグループは、前記第1のリソースブロックグループと前記周波数領域で不連続され、

前記第1のリソースブロックグループ内では第1のプリコーディング行列が使われ、前記第2のリソースブロックグループ内では第2のプリコーディング行列が使われることを特徴とする項目1に記載の方法。

(項目8)

無線通信システムにおける端末により実行されるチャネル推定方法において、同一プリコーディング行列が使われる帯域幅を指示するプリコーディング帯域幅情報を獲得する段階；

基地局から少なくとも一つ以上のリソースブロックを介してプリコーディングされた信号を受信する段階；及び、

前記プリコーディング帯域幅情報に基づいてチャネルを推定する段階；を含むことを特徴とする方法。

(項目9)

N個のアンテナ；及び、

前記N個のアンテナと連結され、

同一プリコーディング行列が使われる帯域幅を指示するプリコーディング帯域幅情報を送信し、

R個の空間ストリームを生成し、前記R個の空間ストリームの各々は、情報ストリーム及

10

20

30

40

50

び参照信号に基づいて生成され、
前記 R 個の空間ストリーム及びプリコーディング行列に基づいて N 個の送信ストリームを
生成し、
前記 N 個の送信ストリームを少なくとも一つ以上のリソースブロックにマッピングし、
前記少なくとも一つ以上のリソースブロックにマッピングされた前記 N 個の送信ストリー
ムから N 個の信号を生成し、前記 N 個の信号の各々を前記 N 個のアンテナの各々を介して
送信し、
前記プリコーディング行列は、前記少なくとも一つ以上のリソースブロック及び前記プリ
コーディング帯域幅情報に基づいて決定されることを特徴とする信号送信装置。

【発明の効果】

10

【0012】

無線通信システムにおける効率的な信号送信方法及び装置を提供することができる。従って、全体システム性能が向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】無線通信システムを示すブロック図である。

【図2】無線フレーム (radio frame) 構造の例を示す。

【図3】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。

【図4】ダウンリンクサブフレームの構造の例を示す。

20

【図5】ノーマルCPの場合、一つのアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。

【図6】ノーマルCPの場合、2個のアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。

【図7】ノーマルCPの場合、4個のアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。

【図8】拡張されたCPの場合、一つのアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。

【図9】拡張されたCPの場合、2個のアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。

30

【図10】拡張されたCPの場合、4個のアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。

【図11】LTEにおけるノーマルCPの場合、専用参照信号のマッピング例を示す。

【図12】LTEにおける拡張されたCPの場合、専用参照信号のマッピング例を示す。

【図13】送信機構造の例を示すブロック図である。

【図14】図13の情報プロセッサ構造の例を示すブロック図である。

【図15】プリコーディングされない専用参照信号を生成する送信機構造の例を示すブロック図である。

【図16】プリコーディングされた専用参照信号を生成する送信機構造の例を示すブロック図である。

40

【図17】プリコーディングされた専用参照信号が使われる無線通信のための装置の例を示すブロック図である。

【図18】本発明の一実施例に係る無線通信システムにおける信号送信方法を示す流れ図である。

【図19】単一PMI類型の場合、フィードバックサブバンドの例を示す。

【図20】単一PMI類型の場合、プリコーディングサブバンドの例を示す。

【図21】多重PMI類型の場合、フィードバックサブバンドの例を示す。

【図22】多重PMI類型の場合、プリコーディングサブバンドの例を示す。

【図23】プリコーディング帯域幅の例を示す。

【図24】本発明の実施例が具現される無線通信のための装置を示すブロック図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0014】

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多重接続方式 (multiple access scheme) 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、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 (Wi-Fi)、IEEE 802.16 (WiMAX)、IEEE 802.20、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 Telecommunication 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-A (Advanced) はLTEの進化である。

10

20

【0015】

説明を明確にするために、LTE (Release 8) / LTE-A (Release 10) を中心に記述するが、本発明の技術的思想がこれに制限されるものではない。

【0016】

図1は、無線通信システムを示すブロック図である。

30

【0017】

図1を参照すると、無線通信システム10は少なくとも一つの基地局 (base station; BS) 11を含む。各基地局11は特定の地理的領域 (一般的にセルという) 15a、15b、15c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 (セクターという) に分けられる。端末 (user equipment; UE) 12は、固定されたり移動性を有することができ、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) 等、他の用語で呼ばれることができる。基地局11は、一般的に端末12と通信する固定局 (fixed station) を意味し、eNB (evolved-NodeB)、BTS (base transceiver system)、アクセスポイント (access point) 等、他の用語で呼ばれることができる。

40

【0018】

以下、ダウンリンク (downlink; DL) は基地局から端末への通信を意味し、アップリンク (uplink; UL) は端末から基地局への通信を意味する。ダウンリンクで、送信機は基地局の一部であり、受信機は端末の一部である。アップリンクで、送信機は端末の一部であり、受信機は基地局の一部である。

【0019】

50

無線通信システムは、多重アンテナをサポートすることができる。送信機は、複数の送信アンテナ (transmit antenna) を使用し、受信機は、複数の受信アンテナ (receive antenna) を使用することができる。送信アンテナは、一つの信号またはストリーム (stream) の送信に使われる物理的または論理的アンテナを意味し、受信アンテナは、一つの信号またはストリームの受信に使われる物理的または論理的アンテナを意味する。送信機及び受信機が複数のアンテナを使用すると、無線通信システムは MIMO (multiple input multiple output) システムで呼ばれることができる。

【0020】

無線通信の過程は、一つの単一階層で具現されることより垂直的な複数の独立な階層で具現されることが好ましい。垂直的な複数の階層構造をプロトコルスタック (protocol stack) という。プロトコルスタックは、通信システムで広く知られたプロトコル構造のためのモデルである OSI (open system interconnection) モデルを参照することができる。

10

【0021】

図2は、無線フレーム (radio frame) 構造の例を示す。

【0022】

図2を参照すると、無線フレームは、10個のサブフレーム (subframe) で構成され、一つのサブフレームは、2個のスロット (slot) で構成される。無線フレーム内のスロットは #0 から #19 までのスロット番号が付けられる。一つのサブフレームの送信にかかる時間を TTI (transmission time interval) という。TTI は、情報送信のためのスケジューリング単位を意味する。例えば、一つの無線フレームの長さは 10ms であり、一つのサブフレームの長さは 1ms であり、一つのスロットの長さは 0.5ms である。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または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る。

20

【0023】

図3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。

【0024】

図3を参照すると、ダウンリンクスロットは、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 (frequency domain) で N_{DL} リソースブロック (resource block; RB) を含む。OFDM シンボルは、一つのシンボル区間 (symbol period) を表現するためのものであり、多重接続方式によって OFDMA シンボル、SC-FDMA シンボルなど、他の名称で呼ばれることができる。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 (transmission bandwidth) に従属する。LTE における N_{DL} は 6 乃至 110 のうちいずれか一つである。一つのリソースブロックは周波数領域で複数の副搬送波を含む。

30

40

【0025】

リソースグリッド上の各要素 (element) をリソース要素 (resource element) という。リソースグリッド上のリソース要素は、スロット内のインデックス対 (index pair) (k, l) により識別されることができる。ここで、 k ($k = 0, \dots, N_{DL} \times 12 - 1$) は周波数領域内の副搬送波インデックスであり、 l ($l = 0, \dots, 6$) は時間領域内の OFDM シンボルインデックスである。

【0026】

ここで、一つのリソースブロックは、時間領域で 7 OFDM シンボル、周波数領域で 12 副搬送波で構成される 7×12 リソース要素を含むことを例示的に記述するが、リソースブロック内の OFDM シンボルの数と副搬送波の数はこれに制限されるものではない。

50

OFDMシンボルの数は、CP(cyclic prefix)の長さ、副搬送波間隔(subcarrier spacing)によって多様に変更されることができる。例えば、ノーマル(normal)CPの場合、OFDMシンボルの数は7であり、拡張された(extended)CPの場合、OFDMシンボルの数は6である。

【0027】

図3の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は、アップリンクスロットに対するリソースグリッドにも適用されることができる。

【0028】

図4は、ダウンリンクサブフレームの構造の例を示す。

【0029】

図4を参照すると、ダウンリンクサブフレームは、2個の連続的な(consecutive)スロットを含む。ダウンリンクサブフレーム内の第1のスロット(1st slot)の前方部の3OFDMシンボルは制御領域(control region)であり、残りのOFDMシンボルはデータ領域(data region)である。ここで、制御領域が3OFDMシンボルを含むことは例示に過ぎない。

【0030】

データ領域にはPDSCH(physical downlink shared channel)が割り当てられることができる。PDSCH上にはダウンリンクデータが送信される。

【0031】

制御領域には、PCFICH(physical control format indicator channel)、PHICH(physical HARQ(hybrid automatic repeat request) indicator channel)、PDCCH(physical downlink control channel)などの制御チャネルが割り当てられることができる。

【0032】

PCFICHは、端末にサブフレーム内でPDCCHの送信に使われるOFDMシンボルの個数に関する情報を運ぶ(carry)。PDCCH送信に使われるOFDMシンボルの数はサブフレーム毎に変更されることができる。PHICHは、アップリンクデータに対するHARQ ACK(acknowledgement)/NACK(negative acknowledgement)を運ぶ。

【0033】

PDCCHは、ダウンリンク制御情報を運ぶ。ダウンリンク制御情報には、ダウンリンクスケジューリング情報、アップリンクスケジューリング情報またはアップリンクパワー制御命令などがある。ダウンリンクスケジューリング情報はダウンリンクグラント(grant)ともいい、アップリンクスケジューリング情報はアップリンクグラントともいう。

【0034】

ダウンリンクグラントは、ダウンリンクデータが送信される時間-周波数リソースを指示するリソース割り当てフィールド、ダウンリンクデータのMCS(modulation coding scheme)レベルを指示するMCSフィールドなどを含むことができる。

【0035】

送信技法(transmission scheme)がMU-MIMO(multiple user-MIMO)である場合、ダウンリンクグラントは、パワーオフセット(power offset)フィールドをさらに含むことができる。パワーオフセットフィールドは、リソース要素当たりダウンリンク送信エネルギーを求めるためのパワーオフセット情報を指示する。

【0036】

送信技法は、基地局が端末にダウンリンクデータを送信する技法である。例えば、送信

10

20

30

40

50

技法には、単一アンテナ技法、MIMO技法などがある。MIMO技法には、送信ダイバーシティ技法、閉ループ空間多重化技法、開ループ空間多重化技法、及びMU-MIMO技法などがある。送信技法は、RRC(radio resource control)のような上位階層(higher layer)シグナリングにより半静的に(semi-statically)設定されることができる。

【0037】

無線通信システムでは、チャンネル測定(channel measurement)、情報復調(demodulation)などのために送信機と受信機の両方ともが知っている信号が必要である。送信機と受信機の両方とも知っている信号を参照信号(reference signal; RS)という。参照信号はパイロット(pilot)とも呼ばれることができる。参照信号は、上位階層から由来した情報を運ばなく、物理階層(physical layer)で生成されることができる。

10

【0038】

参照信号は、予め定義された参照信号シーケンスがかけられて送信されることができる。参照信号シーケンスは二進シーケンス(binary sequence)または複素シーケンス(complex sequence)である。例えば、参照信号シーケンスは、PN(pseudo-random)シーケンス、m-シーケンスなどを用いることができる。ただし、これは例示に過ぎず、参照信号シーケンスに特別な制限はない。基地局が参照信号に参照信号シーケンスをかけて送信する場合、端末は隣接セルの信号が参照信号に及ぼす干渉を減少させることができる。これによって、チャンネル推定性能が向上することができる。

20

【0039】

参照信号は、共用参照信号(common RS)と専用参照信号(dedicated RS)に区分されることができる。

【0040】

共用参照信号はセル内の全ての端末に送信される参照信号である。セル内の全ての端末は共用参照信号を受信することができる。セル間干渉を避けるために、共用参照信号はセルによって定められることができる。この場合、共用参照信号はセル特定参照信号(cell-specific RS)とも呼ぶ。共用参照信号はチャンネル測定と情報復調に使われることができる。チャンネル測定のための参照信号の例として、CSI-RS(channel state information-RS)がある。

30

【0041】

専用参照信号は、セル内の特定端末または特定端末グループが受信する参照信号である。他の端末は、専用参照信号を用いることができない。専用参照信号は端末特定参照信号(UE-specific RS)とも呼ぶ。専用参照信号は、特定端末のダウンリンクデータ送信のために割り当てられたリソースブロックを介して送信されることができる。専用参照信号は情報復調に使われることができる。

【0042】

図5は、ノーマルCPの場合、一つのアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。図6は、ノーマルCPの場合、2個のアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。図7は、ノーマルCPの場合、4個のアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。図8は、拡張されたCPの場合、一つのアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。図9は、拡張されたCPの場合、2個のアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。図10は、拡張されたCPの場合、4個のアンテナに対する共用参照信号のマッピング例を示す。

40

【0043】

図5乃至図10を参照すると、 R_p はアンテナ# p を介する参照信号送信に使われるリソース要素を示す($p = 0, 1, 2, 3$)。以下、参照信号送信に使われるリソース要素を参照リソース要素という。 R_p はアンテナ# p に対する参照リソース要素である。 R_p はアンテナ# p を介する送信にのみ使われる。言い換えれば、サブフレーム内のあるアン

50

テナを介する参照信号送信に使われるリソース要素は、同一サブフレーム内の他のアンテナを介してはどんな送信にも使われず、0に設定されることができる。これはアンテナ間干渉を与えないためである。

【0044】

以下、説明の便宜のために、時間 - 周波数リソース内の参照信号パターン (RS pattern) の最小単位を基本単位 (basic unit) という。参照信号パターンとは、時間 - 周波数リソース内で参照リソース要素の位置が決定される方式である。基本単位が時間領域及び/または周波数領域に拡張されると、参照信号パターンが繰り返される。ここで、基本単位は、時間領域で一つのサブフレーム及び周波数領域で一つのリソースブロックである。

10

【0045】

共用参照信号はダウンリンクサブフレーム毎に送信されることができる。アンテナ毎に一つの共用参照信号が送信される。共用参照信号はサブフレーム内の参照リソース要素の集合に対応される。基地局は、共用参照信号に予め定義された共用参照信号シーケンスをかけて送信することができる。

【0046】

共用参照信号の参照信号パターンを共用参照信号パターンという。アンテナの各々のための共用参照信号パターンは、時間 - 周波数領域で互いに直交 (orthogonal) する。共用参照信号パターンは、セル内の全ての端末に共通される。共用参照信号シーケンスもセル内の全ての端末に共通される。ただし、セル間干渉を最小化させるために、共用参照信号パターン及び共用参照信号シーケンスの各々はセルによって定められることができる。

20

【0047】

共用参照信号シーケンスは一つのサブフレーム内のOFDMシンボル単位に生成されることができる。共用参照信号シーケンスは、セルID (identifier)、一つの無線フレーム内のスロット番号、スロット内のOFDMシンボルインデックス、CPの長さなどによって変わることができる。

【0048】

基本単位内の参照リソース要素を含むOFDMシンボルで、一つのアンテナに対する参照リソース要素の個数は2である。即ち、基本単位内のRpを含むOFDMシンボルでRpの個数は2である。サブフレームは周波数領域でN_{DL}リソースブロックを含む。従って、サブフレーム内のRpを含むOFDMシンボルでRpの個数は2 × N_{DL}である。また、サブフレーム内のRpを含むOFDMシンボルでアンテナ # p に対する共用参照信号シーケンスの長さは2 × N_{DL}である。

30

【0049】

次の数式は、一つのOFDMシンボルで共用参照信号シーケンスのために生成される複素シーケンス r(m) の例を示す。

【0050】

【数1】

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m+1)),$$

$$m = 0, 1, \dots, 2N_{max, DL} - 1$$

40

【0051】

ここで、N_{max, DL}、DLは無線通信システムでサポートされる最大ダウンリンク送信帯域幅に該当するリソースブロックの個数である。LTEでN_{max, DL}は110である。N_{DL}がN_{max, DL}より小さい場合、2 × N_{max, DL}長さに生成された複素シーケンスのうち2 × N_{DL}長さの一定部分を選択して共用参照信号シーケンスとして使用することができる。c(i)はPNシーケンスである。PNシーケンスは、

50

長さ - 31 のゴールド (Gold) シーケンスにより定義されることができる。次の数式は、 $c(i)$ の例を示す。

【0052】

【数2】

$$c(n) = (x(n+Nc) + y(n+Nc)) \bmod 2$$

$$x(n+31) = (x(n+3) + x(n)) \bmod 2$$

$$y(n+31) = (y(n+3) + y(n+2) + x(n+1) + x(n)) \bmod 2$$

【0053】

ここで、 $Nc = 1600$ であり、 $x(i)$ は第1の m -シーケンスであり、 $y(i)$ は第2の m -シーケンスである。例えば、第1の m -シーケンスは、各OFDMシンボルの初めで $x(0) = 1$ 、 $x(i) = 0$ ($i = 1, 2, \dots, 30$) で初期化 (initialization) されることができる。第2の m -シーケンスは、各OFDMシンボルの初めでセルID、無線フレーム内のスロット番号、スロット内のOFDMシンボルインデックス、CPの長さなどによって初期化されることができる。

【0054】

次の数式は、第2の m -シーケンスの初期化の例である。

【0055】

【数3】

$$\sum_{i=0}^{30} y(i) \cdot 2^i = 2^{10} (7(n_s+1) + l + 1) (2N_{cell_ID} + 1) + 2N_{cell_ID} + N_{CP}$$

【0056】

ここで、 n_s は無線フレーム内のスロット番号であり、 l はスロット内のOFDMシンボルインデックスであり、 N_{cell_ID} はセルIDである。ノーマルCPである場合、 N_{CP} は1であり、拡張されたCPである場合、 N_{CP} は0である。

【0057】

前記数式で共用参照信号シーケンスを生成する場合、共用参照信号シーケンスはアンテナとは関係がない。従って、同一OFDMシンボルで複数のアンテナの各々に共用参照信号が送信される場合、前記複数のアンテナの各々の共用参照信号シーケンスは同じである。

【0058】

参照リソース要素を含むOFDMシンボル毎に生成された共用参照信号シーケンスは、共用参照信号パターンによって参照リソース要素にマッピングされる。この時、共用参照信号シーケンスは順に周波数領域で N_{DL} リソースブロック内で副搬送波インデックスの昇順に参照リソース要素にマッピングされることができる。即ち、共用参照信号は全体周波数帯域にわたって送信されることができる。この時、各アンテナ毎に共用参照信号シーケンスが生成され、各アンテナ毎に共用参照信号シーケンスが参照リソース要素にマッピングされる。

【0059】

図11は、LTEにおけるノーマルCPの場合、専用参照信号のマッピング例を示す。図12は、LTEにおける拡張されたCPの場合、専用参照信号のマッピング例を示す。

【0060】

図11及び図12を参照すると、R5はアンテナ#5を介する専用参照信号送信に用いられるリソース要素を示す。LTEにおける専用参照信号は単一アンテナ送信のためにサポートされる。上位階層によりPDSCH上のダウンリンクデータ送信技法がアンテナ#5を介する単一アンテナ送信によって設定された場合にのみ、専用参照信号が存在することができる。PDSCH復調のために有効である。専用参照信号はPDSCHがマッピングされるリソースブロック上でのみ送信されることができる。専用参照信号は、PDSCHが

10

20

30

40

50

マッピングされるリソースブロック内の参照リソース要素の集合に対応される。基地局は、専用参照信号に予め定義された専用参照信号シーケンスをかけて送信することができる。ここで、基本単位は、時間領域で一つのサブフレーム及び周波数領域で一つのリソースブロックである。

【 0 0 6 1 】

専用参照信号は共用参照信号と同時に送信されることができる。従って、参照信号オーバーヘッドは、共用参照信号のみが送信される場合の参照信号オーバーヘッドと比較して非常に高まるようになる。端末は共用参照信号と専用参照信号を共に使用することができる。サブフレーム内の制御情報が送信される制御領域で、端末は共用参照信号を使用し、サブフレーム内の残りのデータ領域で、端末は専用参照信号を使用することができる。例えば、制御領域は、サブフレームの第1の-slot内のOFDMシンボルインデックス1が0乃至2であるOFDMシンボルである（図4参照）。

10

【 0 0 6 2 】

専用参照信号の参照信号パターンである専用参照信号パターンはセル内の全ての端末に共通されることができる。ただし、セル間干渉を最小化させるために、専用参照信号パターンはセルによって定められることができる。専用参照信号シーケンスは端末によって定められることができる。従って、セル内の特定端末のみが専用参照信号を受信することができる。

【 0 0 6 3 】

専用参照信号シーケンスはサブフレーム単位に生成されることができる。専用参照信号シーケンスは、セルID、一つの無線フレーム内のサブフレームの位置、端末IDなどによって変わることができる。

20

【 0 0 6 4 】

基本単位内の専用参照信号のための参照リソース要素の個数は12である。即ち、基本単位内のR5の個数は12である。PDSCHがマッピングされるリソースブロックの個数をN_PDSCHとする場合、専用参照信号のための全体R5の個数は12×N_PDSCHである。従って、専用参照信号シーケンスの長さは12×N_PDSCHである。専用参照信号シーケンスの長さは、端末がPDSCH送信のために割当を受けるリソースブロックの個数によって変わることができる。

【 0 0 6 5 】

次の数式は、専用参照信号シーケンス $r(m)$ の例を示す。

30

【 0 0 6 6 】

【数4】

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m+1)),$$

$$m = 0, 1, \dots, 12 \times N_{PDSCH} - 1$$

【 0 0 6 7 】

ここで、 $c(i)$ はPNシーケンスである。 $c(i)$ は数式2が用いられることができる。この時、第2のm-シーケンスは、各サブフレームの初めでセルID、一つの無線フレーム内のサブフレームの位置、端末IDなどによって初期化されることができる。

40

【 0 0 6 8 】

次の数式は、第2のm-シーケンスの初期化の例である。

【 0 0 6 9 】

【数5】

$$\sum_{i=0}^{30} y(i) \cdot 2^i = (\lfloor n_s/2 \rfloor + 1) \cdot (2N_{cell_ID} + 1) \cdot 2^{16} + UE_ID$$

50

【 0 0 7 0 】

ここで、 n_s は無線フレーム内のスロット番号であり、 N_cell_ID はセルIDであり、 UE_ID は端末IDである。

【 0 0 7 1 】

専用参照信号シーケンスは、 $PDSCH$ がマッピングされるリソースブロック内で参照信号パターンによって参照リソース要素にマッピングされる。この時、専用参照信号シーケンスは順に前記リソースブロック内で、まず、副搬送波インデックスの昇順、次にはOFDMシンボルインデックスの昇順に参照リソース要素にマッピングされる。

【 0 0 7 2 】

このように、LTEにおける専用参照信号は単一空間ストリーム及び単一アンテナ送信のためにサポートされるが、LTE-Aにおける専用参照信号は多重空間ストリームまたは多重アンテナ送信のためにもサポートされなければならない。従って、多重空間ストリームまたは多重アンテナ送信のための専用参照信号送信方法及びその装置を提供する必要がある。

10

【 0 0 7 3 】

以下、多重アンテナを介する情報及び専用参照信号送信方法及びその装置に対して詳述する。以下で説明される内容はLTE-Aシステムだけでなく、一般的なOFDM-MIMOシステムで適用可能である。

【 0 0 7 4 】

図13は、送信機構造の例を示すブロック図である。ここで、送信機は、端末または基地局の一部である。

20

【 0 0 7 5 】

図13を参照すると、送信機100は、情報プロセッサ(information processor)110、 N_t 個のリソース要素マップ(resource element mapper)120-1, . . . , 120- N_t 、 N_t 個のOFDM信号生成器(OFDM signal generator)130-1, . . . , 130- N_t 、 N_t 個のRF部(RF(radio frequency) unit)140-1, . . . , 140- N_t 、及び N_t 個の送信アンテナ190-1, . . . , 190- N_t を含む(N_t は自然数)。

【 0 0 7 6 】

情報プロセッサ110は、 N_t 個のリソース要素マップ120-1, . . . , 120- N_t の各々に連結される。 N_t 個のリソース要素マップ120-1, . . . , 120- N_t の各々は、 N_t 個のOFDM信号生成器130-1, . . . , 130- N_t の各々に連結され、 N_t 個のOFDM信号生成器130-1, . . . , 130- N_t の各々は、 N_t 個のRF部140-1, . . . , 140- N_t の各々に連結され、 N_t 個のRF部140-1, . . . , 140- N_t の各々は、 N_t 個の送信アンテナ190-1, . . . , 190- N_t の各々に連結される。即ち、リソース要素マップ# n (120- n)はOFDM信号生成器# n (130- n)に連結され、OFDM信号生成器# n (130- n)はRF部# n (140- n)に連結され、RF部# n (140- n)は送信アンテナ# n (190- n)に連結される($n=1, . . . , N_t$)。多重アンテナ送信の場合、送信アンテナ毎に定義された一つのリソースグリッドがある。

30

40

【 0 0 7 7 】

情報プロセッサ110は情報の入力を受ける。情報は制御情報またはデータである。情報はビット(bit)またはビット列(bit stream)の形態である。送信機100は、物理階層で具現されることができる。この場合、情報は、MAC(medium access control)階層のような上位階層から由来したものである。

【 0 0 7 8 】

情報プロセッサ110は、情報から N_t 個の送信ストリーム(送信ストリーム#1, 送信ストリーム#2, . . . , 送信ストリーム# N_t)を生成するように形成される。 N_t 個の送信ストリームの各々は複数の送信シンボルを含む。送信シンボルは情報を処理して

50

得られる複素数シンボル (complex-valued symbol) である。

【0079】

N_t 個のリソース要素マップ $120-1, \dots, 120-N_t$ の各々は、 N_t 個の送信ストリームの各々の入力を受けるように形成される。即ち、リソース要素マップ # n ($120-n$) は、送信ストリーム # n の入力を受けるように形成される ($n=1, \dots, N_t$)。リソース要素マップ # n ($120-n$) は、情報送信のために割当を受けたリソースブロック内のリソース要素に送信ストリーム # n をマッピングするように形成される。送信ストリーム # n の送信シンボルの各々は一つのリソース要素にマッピングされることができる。送信ストリーム # n がマッピングされないリソース要素には '0' が挿入されることができる。

10

【0080】

情報送信のために割当を受けたリソースブロックは一つ以上である。複数のリソースブロックが割り当てられる場合、複数のリソースブロックは、連続的に割り当てられたり、不連続的に割り当てられることができる。

【0081】

N_t 個の OFDM 信号生成器 $130-1, \dots, 130-N_t$ の各々は、OFDM シンボル毎に時間-連続的な (time-continuous) OFDM 信号を生成するように形成される。時間-連続的な OFDM 信号は OFDM ベースバンド (baseband) 信号とも呼ぶ。 N_t 個の OFDM 信号生成器 $130-1, \dots, 130-N_t$ の各々は、OFDM シンボル毎に IFFT (inverse fast Fourier transform) 実行、CP 挿入などを介して OFDM 信号を生成することができる。

20

【0082】

N_t 個の RF 部 $140-1, \dots, 140-N_t$ の各々は、各 OFDM ベースバンド信号を無線信号 (radio signal) に変換する。OFDM ベースバンド信号は、搬送波周波数 (carrier frequency) にアップコンバージョン (up conversion) されて無線信号に変換されることができる。搬送波周波数は中心周波数 (center frequency) とも呼ぶ。送信機 100 は、単一搬送波 (single carrier) を使用したり、多重搬送波 (multiple carrier) を使用することができる。

30

【0083】

N_t 個の送信アンテナ $190-1, \dots, 190-N_t$ の各々を介して各無線信号が送信される。

【0084】

図 14 は、図 13 の情報プロセッサ構造の例を示すブロック図である。

【0085】

図 14 を参照すると、情報プロセッサ 200 は、 Q 個のチャネルエンコーダ (channel encoder) $210-1, \dots, 210-Q$ 、 Q 個のスクランブラ (scrambler) $220-1, \dots, 220-Q$ 、 Q 個の変調マップ (modulation mapper) $230-1, \dots, 230-Q$ 、レイヤマップ (layer mapper) 240 、プリコーダ 250 を含む。

40

【0086】

Q 個のチャネルエンコーダ $210-1, \dots, 210-Q$ の各々は、 Q 個のスクランブラ $220-1, \dots, 220-Q$ の各々に連結され、 Q 個のスクランブラ $220-1, \dots, 220-Q$ の各々は、複数の変調マップ $230-1, \dots, 230-Q$ の各々に連結され、複数の変調マップ $230-1, \dots, 230-Q$ は、レイヤマップ 240 に連結され、レイヤマップ 240 は、プリコーダ 250 に連結される。

【0087】

プリコーダ 250 は N_t 個のリソース要素マップ (図 5 参照) に連結される。即ち、チャネルエンコーダ # q ($210-q$) は、スクランブラ # q ($220-q$) に連結され、

50

スクランブラ# q ($220 - q$) は、変調マップ# q ($230 - q$) に連結される ($q = 1, \dots, Q$)。

【0088】

Q 個のチャンネルエンコーダ $210 - 1, \dots, 210 - Q$ の各々は、情報ビット (information bit) の入力を受け、情報ビットにチャンネルコーディングを実行し、符号化されたビット (encoded bit) を生成するように形成される。情報ビットは、送信機が送信しようとする情報に対応される。情報ビットの大きさは情報によって多様であり、符号化されたビットの大きさも情報ビットの大きさ及びチャンネルコーディング方式によって多様である。チャンネルコーディング方式には制限がない。例えば、チャンネルコーディング方式には、ターボコーディング (turbo coding)、コンボリューションコーディング (convolution coding)、ブロックコーディング (block coding) などが使われることができる。情報ビットにチャンネルコーディングが実行された符号化されたビットをコードワード (codeword) という。ここで、 Q はコードワードの個数である。チャンネルエンコーダ# q ($210 - q$) はコードワード# q を出力する ($q = 1, \dots, Q$)。

10

【0089】

Q 個のスクランブラ $220 - 1, \dots, 220 - Q$ の各々は、各コードワードに対するスクランブルされたビット (scrambled bit) を生成するように形成される。スクランブルされたビットは、符号化されたビットをスクランブルリングシーケンス (scrambling sequence) でスクランブルして生成される。スクランブラ# q ($220 - q$) は、コードワード# q に対するスクランブルされたビットを生成するように形成される ($q = 1, \dots, Q$)。

20

【0090】

Q 個の変調マップ $230 - 1, \dots, 230 - Q$ の各々は、各コードワードに対する変調シンボルを生成するように形成される。変調シンボルは複素数シンボルである。変調マップ# q ($230 - q$) は、コードワード# q に対するスクランブルされたビットを信号コンステレーション (signal constellation) 上の位置を表現するシンボルにマッピングして変調シンボル (modulation symbol) を生成するように形成される ($q = 1, \dots, Q$)。変調方式 (modulation scheme) には制限がない。例えば、変調方式には、 m -PSK (m -phase shift keying) または m -QAM (m -quadrature amplitude modulation) などが使われることができる。変調マップ# q ($230 - q$) から出力されたコードワード# q に対する変調シンボルの個数は、スクランブルされたビットの大きさ及び変調方式によって多様である。

30

【0091】

レイヤマップ 240 は、各コードワードに対する変調シンボルを R 個の空間レイヤにマッピングするように形成される。変調シンボルが空間レイヤにマッピングされる方式は多様である。これによって、 R 個の空間ストリーム (spatial stream) が生成される。ここで、 R はランクである。ランク R はコードワードの個数 Q の同じ或いは大きい。

40

【0092】

プリコーダ 250 は、 R 個の空間ストリームにプリコーディングを実行し、 N_t 個の送信ストリームを生成するように形成される。送信アンテナの個数 N_t はランク R と同じ或いは小さい。

【0093】

プリコーダ 250 で生成された N_t 個の送信ストリームの各々は、 N_t 個のリソース要素マップ (図5参照) の各々に入力される。 N_t 個の送信ストリームの各々は N_t 個の送信アンテナの各々を介して送信される。即ち、送信ストリーム# n はリソース要素マップ# n に入力され、送信アンテナ# n を介して送信される ($n = 1, 2, \dots, N_t$)。

【0094】

50

このように、複数の送信アンテナを介して多重空間ストリームが同時に送信されるMIMO技法を空間多重化という。空間多重化には、単一ユーザに対する空間多重化と多重ユーザに対する空間多重化がある。単一ユーザに対する空間多重化はSU-MIMO (single user-MIMO) といひ、多重ユーザに対する空間多重化はMU-MIMOという。MU-MIMOはアップリンク及びダウンリンクの両方ともでサポートされることができる。

【0095】

SU-MIMOの場合、複数の空間レイヤの全てが一つの端末に割り当てられる。一つの端末に割り当てられた複数の空間レイヤを介して多重空間ストリームは同一時間-周波数リソースを使用して送信される。

10

【0096】

MU-MIMOの場合、複数の空間レイヤが複数の端末に割り当てられる。複数の端末に割り当てられた多重空間ストリームは同一時間-周波数リソースを使用して送信される。異なる端末には異なる空間レイヤが割り当てられる。ランクがRである場合、R個の空間ストリームはK個の端末に割り当てられることができる ($2 \leq K \leq R$ 、Kは自然数)。K個の端末の各々は、多重空間ストリーム送信に使われる時間-周波数リソースを同時に共有するようになる。

【0097】

多重アンテナ送信のための専用参照信号は、プリコーディングされた参照信号 (precoded RS)、或いはプリコーディングされない参照信号 (non-precoded RS) である。

20

【0098】

プリコーディングされない参照信号は、空間レイヤの個数に関係なしに、常に送信アンテナの個数ほど送信される参照信号である。プリコーディングされない参照信号は送信アンテナ毎に独立的な参照信号を有する。一般的に共用参照信号はプリコーディングされない参照信号である。プリコードは、一般的に特定端末のために使われるためである。然しながら、特定システム内のセル特定プリコードがある場合、プリコーディングではなく仮想化 (virtualization) と見なされる。

【0099】

プリコーディングされた参照信号は空間レイヤの個数ほど送信される参照信号である。プリコーディングされた参照信号は空間レイヤ毎に独立的な参照信号を有する。

30

【0100】

図15は、プリコーディングされない専用参照信号を生成する送信機構造の例を示すブロック図である。

【0101】

図15を参照すると、送信機300は、レイヤマップ310、プリコード320、参照信号生成器 (RS generator) 330、及びNt個のリソース要素マップ340-1, . . . , 340-Ntを含む。ここで、Ntは送信機300の送信アンテナの個数である。図15に示していないが、送信機300の構造は図13及び図14を参照することができる。空間レイヤの個数はRであると仮定する。

40

【0102】

レイヤマップ310はプリコード320に連結される。プリコード320及び参照信号生成器330は、各々、Nt個のリソース要素マップ340-1, . . . , 340-Ntに連結される。

【0103】

レイヤマップ310は、R個の空間レイヤに対するR個の空間ストリームSS#1, SS#1, . . . , SS#Rを生成するように形成される。

【0104】

プリコード320は、R個の空間ストリームにプリコーディングを実行し、Nt個の送信ストリームTS#1, TS#2, . . . , TS#Ntを生成するように形成される。

50

【0105】

参照信号生成器330は参照信号に対応する参照信号シーケンスを生成する。参照信号シーケンスは複数の参照シンボルで構成される。参照信号シーケンスは特別な制限がなく、任意のシーケンスが使われることができる。

【0106】

参照信号生成器330は、 N_t 個の送信アンテナの各々に対する参照信号シーケンスを生成するように形成される。参照信号生成器330は、 N_t 個の参照信号シーケンス $RS\#1, RS\#2, \dots, RS\#N_t$ を生成するように形成される。 N_t 個の参照信号シーケンスの各々は複数の参照信号シンボルを含む。参照信号シンボルは複素数シンボルである。

10

【0107】

N_t 個のリソース要素マップ $340-1, \dots, 340-N_t$ の各々は、送信ストリーム及び参照信号シーケンスの入力を受け、送信ストリーム及び参照信号シーケンスをリソース要素にマッピングするように形成される。リソース要素マップ $\#n(340-n)$ は、 $TS\#n$ 及び $RS\#n$ の入力を受け、リソース要素にマッピングすることができる($n=1, 2, \dots, N_t$)。

【0108】

図16は、プリコーディングされた専用参照信号を生成する送信機構造の例を示すブロック図である。

【0109】

図16を参照すると、送信機400は、レイヤマップ410、参照信号生成器420、プリコーダ430、及び N_t 個のリソース要素マップ $440-1, \dots, 440-N_t$ を含む。ここで、 N_t は送信機400の送信アンテナの個数である。図16に示していないが、送信機400構造は図13及び図14を参照することができる。空間レイヤの個数は R であると仮定する。

20

【0110】

レイヤマップ410及び参照信号生成器420は、各々、プリコーダ430に連結される。プリコーダ430は N_t 個のリソース要素マップ $440-1, \dots, 440-N_t$ に連結される。レイヤマップ410は R 個の情報ストリーム(*information stream*)を生成するように形成される。 R 個の情報ストリームは $IS\#1, IS\#2, \dots, IS\#R$ で表すことができる。

30

【0111】

参照信号生成器420は R 個の参照信号シーケンスを生成するように形成される。 R 個の参照信号シーケンスは $RS\#1, RS\#2, \dots, RS\#R$ で表すことができる。 R 個の参照信号シーケンスの各々は複数の参照信号シンボルを含む。参照信号シンボルは複素数シンボルである。

【0112】

R 個の空間レイヤ毎に、情報ストリーム、参照信号シーケンス、及び参照信号パターンが割り当てられる。空間レイヤ $\#r$ には $IS\#r$ 及び $RS\#r$ が割り当てられる($r=1, \dots, R$)。ここで、 r は空間レイヤを指示する空間レイヤインデックスである。空間レイヤ $\#r$ に割り当てられた参照信号パターンは $RS\#r$ 送信に使われる時間-周波数リソースパターンである。

40

【0113】

プリコーダ430は、 R 個の空間ストリームにプリコーディングを実行し、 N_t 個の送信ストリームを生成するように形成される。 R 個の空間ストリームは $SS\#1, SS\#1, \dots, SS\#R$ で表すことができる。 N_t 個の送信ストリームは $TS\#1, TS\#2, \dots, TS\#N_t$ で表すことができる。

【0114】

R 個の空間ストリームの各々は一つの空間レイヤに対応される。即ち、 $SS\#r$ は空間レイヤ $\#r$ に対応される($r=1, 2, \dots, R$)。 R 個の空間ストリームの各々は、

50

対応される空間レイヤに割り当てられた情報ストリーム、参照信号シーケンス、及び参照信号パターンに基づいて生成される。即ち、 $SS\#r$ は、 $IS\#r$ 、 $RS\#r$ 及び空間レイヤ $\#r$ に割り当てられた参照信号パターンに基づいて生成される。

【0115】

図17は、プリコーディングされた専用参照信号が使われる無線通信のための装置の例を示すブロック図である。

【0116】

図17を参照すると、送信機500は、プリコーダ510及び N_t 個の送信アンテナ590-1, . . . , 590- N_t を含む。プリコーダ510は N_t 個の送信アンテナ590-1, . . . , 590- N_t に連結される。受信機600は、チャンネル推定部(channel estimation unit)610及び N_r 個の受信アンテナ690-1, . . . , 690- N_r を含む。送信機500は基地局の一部分であり、受信機600は端末の一部分である。

【0117】

N_t 個の送信アンテナ590-1, . . . , 590- N_t と N_r 個の受信アンテナ690-1, . . . , 690- N_r の間にはMIMOチャネル行列 H が形成される。MIMOチャネル行列 H の大きさは $N_r \times N_t$ である。受信アンテナの個数が1である場合、MIMOチャネル行列は行ベクトル(row vector)になる。一般的に行列は行ベクトル及び列ベクトル(column vector)まで含む概念である。

【0118】

プリコーダ510は R 個の空間ストリームの入力を受ける。 R 個の空間ストリームの各々は複数の空間シンボルを含む。空間シンボルは複素数シンボルである。 $SS\#r$ の空間シンボル $\#k$ を $x_r(k)$ で表すことができる($r = 1, 2, \dots, R$)。 R 個の空間ストリームの空間シンボル $\#k$ は空間シンボルベクトル $x(k) = [x_1(k) \ x_2(k) \ \dots \ x_R(k)]^T$ で表すことができる。ここで、 $[\cdot]^T$ は $[\cdot]$ の転置行列(transposed matrix)であり、 k は空間シンボルベクトルが送信される時間-周波数リソースを指示する時間-周波数リソースインデックスである。例えば、 k が指示する時間-周波数リソースは副搬送波またはリソース要素である。

【0119】

$x_r(k)$ は空間レイヤ $\#r$ に割り当てられた参照信号パターンによって決定される。 $x_r(k)$ は参照信号パターンによって $SS\#r$ の情報シンボル、或いは $RS\#r$ の参照信号シンボルである。または、 $x_r(k)$ は'0'に設定されることもできる。このように、 R 個の空間ストリームの各々は、対応される空間レイヤに割り当てられた情報ストリーム、参照信号シーケンス、及び参照信号パターンに基づいて生成される。

【0120】

プリコーダ510は、次の数式のようにプリコーディングを実行することができる。

【0121】

【数6】

$$z(k) = W \cdot x(k)$$

【0122】

ここで、 $z(k) = [z_1(k) \ z_2(k) \ \dots \ z_{N_t}(k)]^T$ は送信シンボルベクトルであり、 W は $N_t \times R$ 大きさのプリコーディング行列であり、 $x(k) = [x_1(k) \ x_2(k) \ \dots \ x_R(k)]^T$ は空間シンボルベクトルである。 N_t は送信アンテナの個数であり、 R はランクである。ランクが1である場合($R = 1$)、プリコーディング行列は列ベクトルになる。

【0123】

送信機500は、 N_t 個の送信アンテナ590-1, . . . , 590- N_t を介して送信シンボルベクトル $z(k)$ を送信する。

【0124】

10

20

30

40

50

MU-MIMOの場合、R個の空間レイヤはK個の端末に割り当てられる(2 K R、Kは自然数)。MU-MIMOの場合、プリコーディング行列はMU-MIMOプリコーディング行列とすることができる。WがMU-MIMOプリコーディング行列である場合、基地局は、WをK個の端末の各々からフィードバックを受けたCSI(channel state information)を再構成して作ることができる。または、基地局はWをK個の端末の各々からフィードバックを受けたCSIを用いて任意に構成することができる。CSIは、ダウンリンクチャネルに対する一般的な情報を意味する。CSIに特別な制限はない。CSIは、CQI(channel quality indicator)、PMI(precoding matrix indicator)、及びRI(rank indicator)のうち少なくとも一つ以上を含むことができる。CQIはチャネルに適したMCSレベルを指示する。PMIはチャネルに適したプリコーディング行列を指示する。RIはチャネルのランクを指示する。PMIは、コードブック内の単純な行列インデックス、或いはチャネル量子化情報(channel quantization information)、チャネル共分散情報(channel covariance matrix)などである。

10

【0125】

このように、プリコーディングされた参照信号が使われると、情報ストリームの情報シンボルと共に空間レイヤ別参照信号シーケンスの参照信号シンボルもプリコーディングされて送信される。

【0126】

20

受信機600は、Nr個の受信アンテナ690-1, . . . , 690-Nrを介して受信信号ベクトル $y = [y_1 y_2 \dots y_{N_r}]^T$ を受信する。受信信号ベクトルyは、次の数式のように表すことができる。

【0127】

【数7】

$$y = HWx + n \\ = Px + n$$

【0128】

30

ここで、 $n = [n_1 n_2 \dots n_{N_r}]^T$ は雑音ベクトルであり、 $P = HW$ はプリコーディングされたチャネル行列(precoded channel matrix)である。

【0129】

チャネル推定部610は、プリコーディングされた専用参照信号に基づいて受信信号ベクトルからプリコーディングされたチャネル行列Pを推定(estimation)することができる。プリコーディングされたチャネル行列Pが推定されると、受信機600は空間レイヤ毎に送信された情報ストリームを推定することができる。受信機600がプリコーディング行列Wを知ることができないためMIMOチャネル行列Hの推定が不可能な場合にも、受信機600はプリコーディングされたチャネル行列Pを推定して情報を復調することができる。

40

【0130】

このように、プリコーディングされた専用参照信号が使われる場合、送信機は受信機に送信に使われたプリコーディング行列を知らせる必要がない。受信機はプリコーディング行列を知らなくても情報を明白に復調することができる。プリコーディングされた専用参照信号が使われる場合、送信機はプリコーディング行列を制限する必要がない。一般的にプリコーディングされた専用参照信号は、コードブック基盤でないプリコーディング(non-codebook based precoding)を具現するために使われる。

【0131】

50

プリコーディングは全体周波数帯域にわたって一つのプリコーディング行列で実行されることができる。これを広帯域(wideband)プリコーディングという。この場合、一端末のために一つのプリコーディング行列が使われる。

【0132】

然しながら、チャンネルは、周波数選択的チャンネル(frequency selective channel)、或いは周波数フラットチャンネル(frequency flat channel)である。コヒーレント帯域幅を用いてチャンネルが周波数選択的チャンネルか周波数フラットチャンネルかは、コヒーレント帯域幅(coherent bandwidth)に基づいて判断することができる。コヒーレント帯域幅は遅延拡散(delay spread)に反比例する。

10

【0133】

周波数選択的なチャンネルである場合、MIMOチャンネルの特性(property)は、周波数バンド(frequency band)によって変わることができる。空間チャンネル相関度(spatial channel correlation)が相対的に低い限り、より高い性能利得を得るために周波数バンドによって他のプリコーディング行列が使われることができる。

【0134】

周波数バンドによって異なるプリコーディング行列でプリコーディングを実行することを周波数選択的プリコーディング(frequency selective precoding)という。この場合、一端末のために多重プリコーディング行列(multiple precoding matrix)が使われることができる。多重プリコーディング行列がプリコーディングされた専用参照信号と共に使われる場合、専用参照信号は、周波数バンドに対応されるプリコーディング行列でプリコーディングされなければならない。周波数選択的なチャンネルだけでなく、周波数フラットチャンネルである場合にも周波数選択的プリコーディングが適用されることができる。

20

【0135】

プリコーディングされた専用参照信号を用いた復調の場合、受信機は情報受信のために割当を受けたリソースブロック内でのみチャンネル推定をする。受信機が端末の一部分である場合、端末は、情報受信のために割当を受けたリソースブロックをダウンリンクグラントに含まれたリソース割当フィールドを介して分かる。受信機が割当を受けたリソースブロックは一つ以上である。複数のリソースブロックが割り当てられる場合、複数のリソースブロックは、連続的に割り当てられたり、不連続的に割り当てられることができる。

30

【0136】

広帯域プリコーディングが使われる場合、受信機は割当を受けたリソースブロックにわたってチャンネル補間(channel interpolation)を介してチャンネル推定をすることができる。周波数選択的プリコーディングが使われる場合、受信機が割当を受けたリソースブロック内で複数のプリコーディング行列が使われることができる。受信機が一貫した(coherent)プリコーディング行列が使われる周波数領域を知ることができない場合、受信機はリソースブロック単位にチャンネルを推定することができる。然しながら、複数のリソースブロックにわたってはチャンネル補間をすることができないため、チャンネル推定性能が落ちることができる。もし、受信機が一貫したプリコーディング行列が使われる周波数領域を知ることができる場合、受信機は一貫したプリコーディング行列が使われる周波数領域でチャンネル補間を介してチャンネル推定をすることができる。チャンネル補間を介してチャンネルが推定される場合、雑音(noise)及び干渉(interference)を抑制することができるためチャンネル推定性能を高めることができる。

40

【0137】

従って、受信機が同一プリコーディング行列が使われる周波数領域に対する情報を知る必要がある。同一プリコーディング行列が使われる周波数領域は、送信機と受信機との間に予め規約されていることがある。または、送信機が受信機に同一プリコーディング行列

50

が使われる周波数領域を知らせることができる。

【0138】

図18は、本発明の一実施例に係る無線通信システムにおける信号送信方法を示す流れ図である。

【0139】

図18を参照すると、基地局は、端末にプリコーディング帯域幅 (precoding bandwidth) 情報を指示する (S110)。プリコーディング帯域幅情報は、一貫したプリコーディング行列が使われる周波数領域 (frequency region) に対する情報である。一貫したプリコーディング行列が使われる周波数領域は、プリコーディングサブバンド (precoding subband) ということができる。即ち、プリコーディングサブバンド内ではプリコーディング行列が同じである。例えば、プリコーディングサブバンドは、複数の連続されたリソースブロックまたは複数の連続されたリソース要素 (または副搬送波) である。プリコーディング帯域幅情報はプリコーディングサブバンドの大きさを指示することができる。プリコーディングサブバンドの大きさによってプリコーディング粒状度 (precoding granularity) が決定されることができる。

【0140】

基地局は、端末にプリコーディング帯域幅情報を明白に (explicitly) 指示したり、或いは暗示的に (implicitly) 指示することができる。基地局は、物理階層シグナリングまたはRRCシグナリングのような上位階層シグナリングを介してプリコーディング帯域幅情報を明白に指示することができる。物理階層シグナリングの場合、プリコーディング帯域幅情報はPDCCH上に送信されることができる。この場合、プリコーディング帯域幅情報は、ダウンリンクグラントに含まれることができる。

【0141】

基地局は、端末にプリコーディングされた信号を送信する (S120)。プリコーディングされた信号は、空間レイヤ別参照信号及び空間レイヤ別情報がプリコーディングされたものである。

【0142】

端末は、空間レイヤ別参照信号に基づいてチャネルを推定し、空間レイヤ別情報を復調する (S130)。

【0143】

FDD (frequency division duplex) 方式では、基地局はダウンリンクチャネル特性を知ることができない。端末は、ダウンリンクチャネルを推定し、基地局にフィードバックチャネル (feedback channel) 上にダウンリンクチャネル特性に対するCSIをフィードバックする。この時、端末はCSI-RSのような共用参照信号を用いてダウンリンクチャネルを推定することができる。

【0144】

TDD (time division duplex) 方式では、アップリンクチャネルの特性とダウンリンクチャネルの特性がほぼ相互的な (reciprocal) チャネル相互関係 (channel reciprocity) がある。TDD方式の場合にも、端末はダウンリンクチャネル特性に対するCSIをフィードバックすることができる。

【0145】

基地局はフィードバックされたCSIをダウンリンク送信に用いることができる。CSIにPMIが含まれ、基地局は端末にフィードバックされたPMIに基づいて情報を送信することができる。このような情報送信方式を閉ループ (closed-loop) 方式という。閉ループ方式は、チャネル適応的に情報が送信されることによってシステム性能が向上することができる。

【0146】

基地局はフィードバックされたCSIをダウンリンク送信に用いないこともある。このような情報送信方式を開ループ (open-loop) 方式という。開ループ方式の場合

10

20

30

40

50

、端末はPMIをフィードバックしないこともある。

【0147】

周波数選択的プリコーディングは、閉ループ方式及び開ループ方式の両方ともで使われることができる。閉ループ方式の場合、周波数バンドによってプリコーディング性能を最適化するために多重プリコーディング行列が使われることができる。開ループ方式の場合、多重プリコーディング行列は無作為に(*randomly*)使われたり、或いは予め定義された(*predefined*)方法に使われることもできる。これによって、PMIのような特定の空間チャネル情報に対するフィードバックをしなくても周波数ダイバーシティが増加されることができる。閉ループ方式及び開ループ方式の両方とも、端末がプリコーディング帯域幅情報を知ることが有益である。

10

【0148】

以下、基地局が端末にプリコーディング帯域幅情報を指示する方法に対して詳述する。

【0149】

1. 閉ループ方式でフィードバックサブバンド定義再使用

【0150】

FDD方式で、広帯域プリコーディング及び周波数選択的プリコーディングは、各々、PMIフィードバックと関連されることができる。CSIは、全体周波数帯域に対するチャネル状態情報または全体周波数帯域のうち一部帯域であるフィードバックサブバンドに対するチャネル状態情報である。

【0151】

プリコーディングサブバンドはフィードバックサブバンドの定義が再使用されることができる。プリコーディングサブバンドの大きさはフィードバックサブバンドの大きさと同じである。

20

【0152】

フィードバックサブバンドは、複数の連続されたリソースブロックまたは複数の連続されたリソース要素(または副搬送波)である。一般的に、フィードバックサブバンドはリソースブロックの集合である。例えば、フィードバックサブバンドの大きさは、4リソースブロックまたは8リソースブロックなどである。フィードバックサブバンドの大きさはダウンリンク送信帯域幅によって変わることができる。

【0153】

フィードバックサブバンドの大きさは基地局により設定されることができる。基地局は、RRCのような上位階層によりフィードバックサブバンドの大きさを設定することができる。プリコーディング帯域幅情報は、基地局により設定されるフィードバックサブバンドの大きさにより暗示的に指示される。または、フィードバックサブバンドの大きさは基地局と端末との間に予め定義されることができる。この時、フィードバックサブバンドの大きさはダウンリンク送信帯域幅によって予め定義されることができる。

30

【0154】

PMIフィードバック類型には単一PMI類型及び多重PMI類型がある。単一PMI類型の場合、端末は全体周波数帯域にわたって一つのPMIをフィードバックすることができる。多重PMI類型の場合、端末はフィードバックサブバンド別PMIをフィードバックすることができる。PMIフィードバック類型は、RRCのような上位階層により設定されることができる。

40

【0155】

PMIフィードバック類型が多重PMI類型である場合、フィードバックサブバンドの大きさはダウンリンク送信帯域幅によって予め定義されることができる。

【0156】

次の表は、ダウンリンク送信帯域幅(*N_{DL}*)によるフィードバックサブバンドの大きさの例を示す。

【0157】

【表 1】

ダウンリンク送信広帯域 (N_DL)	フィードバックサブバンドの大きさ (k)
6 - 7	NA
8 - 10	4
11 - 26	4
27 - 63	6
64 - 110	8

10

【 0 1 5 8 】

図 19 は、単一 P M I 類型の場合、フィードバックサブバンドの例を示す。

【 0 1 5 9 】

図 19 を参照すると、ダウンリンク送信帯域幅 N_DL は 12 である。全体周波数帯域は、12 リソースブロック $RB\#1$, $RB\#2$, . . . , $RB\#12$ を含む。P M I フィードバック類型が上位階層シグナリングにより単一 P M I 類型に設定されると仮定する。フィードバック帯域幅は全体周波数帯域である。端末は、全体周波数帯域にわたって一つの P M I をフィードバックする。

【 0 1 6 0 】

20

図 20 は、単一 P M I 類型の場合、プリコーディングサブバンドの例を示す。

【 0 1 6 1 】

図 20 を参照すると、 $RB\#4$ 、 $RB\#8$ 、 $RB\#9$ 、及び $RB\#11$ は端末のためにスケジューリングされたリソースブロックである。端末は、情報受信のために $RB\#4$ 、 $RB\#8$ 、 $RB\#9$ 、及び $RB\#11$ の割当を受ける。端末が割当を受けたリソースブロックに対する情報は、ダウンリンクグラントに含まれることができる。このように、端末は複数のリソースブロックを不連続的に割当を受けることができる。

【 0 1 6 2 】

P M I フィードバック類型が上位階層シグナリングにより単一 P M I 類型に設定されると仮定する。プリコーディングサブバンドはフィードバックサブバンドの定義が再使用されると仮定する。この場合、プリコーディング帯域幅は全体周波数帯域になる。従って、端末は割当を受けた全てのリソースブロック $RB\#4$ 、 $RB\#8$ 、 $RB\#9$ 、及び $RB\#11$ にわたってチャネル補間を介してチャネル推定をすることができる。

30

【 0 1 6 3 】

多重搬送波がサポートされる場合には、一つの搬送波内の全体周波数帯域幅に対して同一プリコーディング行列が使われると仮定することができる。

【 0 1 6 4 】

図 21 は、多重 P M I 類型の場合、フィードバックサブバンドの例を示す。

【 0 1 6 5 】

図 21 を参照すると、ダウンリンク送信帯域幅 N_DL は 12 である。全体周波数帯域は 12 リソースブロック $RB\#1$, $RB\#2$, . . . , $RB\#12$ を含む。P M I フィードバック類型が上位階層シグナリングにより多重 P M I 類型に設定されると仮定する。表 1 を参照すると、フィードバックサブバンドの大きさは 4 である。従って、フィードバック帯域幅は 4 リソースブロックになる。端末は 4 リソースブロック毎に一つの P M I をフィードバックする。

40

【 0 1 6 6 】

図 22 は、多重 P M I 類型の場合、プリコーディングサブバンドの例を示す。

【 0 1 6 7 】

図 22 を参照すると、 $RB\#1$ 、 $RB\#2$ 、及び $RB\#11$ は、端末のためにスケジューリングされたリソースブロックである。P M I フィードバック類型が上位階層シグナリ

50

ングにより多重PMI類型に設定されると仮定する。プリコーディングサブバンドはフィードバックサブバンドの定義が再使用されると仮定する。フィードバックサブバンドの大きさが4であるため、プリコーディングサブバンドも4リソースブロックになる。端末は、プリコーディングサブバンド内では単一のプリコーディング行列が使われたと期待することができる。従って、端末はプリコーディングサブバンド内ではチャンネル補間を介してチャンネル推定をすることができる。

【0168】

RB # 1 及び RB # 2 は、一つのプリコーディングサブバンドに含まれるリソースブロックであり、RB # 1 1 は他のプリコーディングサブバンドに含まれるリソースブロックである。従って、端末は、RB # 1 及び RB # 2 にわたってチャンネル補間を介してチャンネル推定をすることができる。また、端末は、RB # 1 1 に対するチャンネル推定時にはRB # 1 及び RB # 2 とチャンネル補間をしない。

10

【0169】

2. 別個のプリコーディング帯域幅

【0170】

基地局が端末からPMIをフィードバックを受けるとしても、基地局は基地局の選好度によって他のプリコーディング行列を使用することができる。この場合、プリコーディングサブバンドはフィードバックサブバンドと別個に定義されることができる。プリコーディング帯域幅は多様に定義されることができる。基地局が端末に知らせるプリコーディング帯域幅情報は、プリコーディング帯域幅を指示するプリコーディングサブバンドインデックスである。

20

【0171】

次の表は、プリコーディングサブバンドインデックスとして2ビットが使われる場合、プリコーディングサブバンドインデックスによるプリコーディング帯域幅の例を示す。

【0172】

【表2】

プリコーディングサブバンドインデックス	プリコーディングBW(RBの#)
0	4
1	6
2	8
3	12

30

【0173】

次の表は、プリコーディングサブバンドインデックスとして3ビットが使われる場合、プリコーディングサブバンドインデックスによるプリコーディング帯域幅の例を示す。

【0174】

【表 3】

プリコーディング サブバンドインデックス	プリコーディングBW (RBの#)
0	2
1	4
2	6
3	8
4	10
5	12
6	14
7	16

10

【0175】

最大プリコーディング帯域幅は全体周波数帯域である。この場合、プリコーディングサブバンドインデックスは広帯域プリコーディングを指示することができる。次の表は、プリコーディングサブバンドインデックスによるプリコーディング帯域幅の一例を示す。

【0176】

【表 4】

プリコーディング サブバンドインデックス	プリコーディングBW (RBの#)
0	2
1	4
2	6
3	8
4	10
5	12
6	14
7	広帯域プリコーディング

20

30

【0177】

最小プリコーディング帯域幅は一つのリソースブロックである。次の表は、プリコーディングサブバンドインデックスによるプリコーディング帯域幅の他の例を示す。

【0178】

【表 5】

プリコーディング サブバンドインデックス	プリコーディングBW (RBの#)
0	1
1	4
2	6
3	8
4	10
5	12
6	14
7	広帯域プリコーディング

10

【0179】

Nビット大きさのプリコーディングサブバンドインデックスはダウンリンクグラントに含まれてPDCCH上に送信されることができる。または、RRCのような上位階層シグナリングを介して送信されることができる。

【0180】

3. 開ループ方式でプリコーディング帯域幅情報

20

【0181】

開ループ方式の場合、端末はPMIをフィードバックする必要がない。開ループ方式の場合、閉ループ方式と比較してより高いダイバーシティ利得が要求される。ダイバーシティモードの一つとして、プリコーディング行列スイッチング (precoding matrix switching; PMS) がダイバーシティ利得増加のために使われることができる。プリコーディング行列スイッチングは、コードブック内の行列で具現されることができる。行列はプリコーディングサブバンドによって変わることができる。プリコーディングサブバンドは一つ以上のリソースブロックレベルで定義されることができる。一つのリソースブロック内であるとしても、プリコーディング行列は変わることができる。この場合、プリコーディング帯域幅は一つ以上のリソース要素レベルで定義されることができる。例えば、プリコーディング帯域幅は6リソース要素である。

30

【0182】

プリコーディング帯域幅は送信技法によって決定されることができる。例えば、送信技法が開ループ空間多重化に設定される場合、プリコーディング帯域幅はkリソースブロックで定義されることができる。kは基地局により設定されたり、予め定義されることができる。kが基地局により設定される場合、基地局は、物理階層シグナリングまたは上位階層シグナリングを介して端末にkを指示することができる。送信技法が閉ループ空間多重化に設定される場合、広帯域プリコーディングが使われることができる。

【0183】

次の表は、送信技法によるプリコーディング帯域幅の例を示す。

40

【0184】

【表 6】

送信技法	プリコーディングBW (RBの#)
6 - 7	k
8 - 10	広帯域プリコーディング

【0185】

4. フィードバック確認 (feedback confirmation)

【0186】

50

確認ビットは専用参照信号と共に周波数選択的プリコーディングのために使われることができる。確認ビットは、プリコーディングサブバンドがフィードバックサブバンドと同じかどうかを指示することができる。基地局がフィードバックサブバンド別PMIフィードバックを指示した場合、確認ビットを介してプリコーディングサブバンドがフィードバックサブバンドと同一な周波数選択的プリコーディングが適用されるかどうかを確認することができる。端末は確認ビットを介してプリコーディング帯域幅情報を知ることができる。基地局は、物理階層シグナリングまたは上位階層シグナリングを介して端末に確認ビットを送信することができる。

【0187】

5. 統合モード (unified mode)

10

【0188】

閉ループ方式及び開ループ方式の両方とも、基地局は、プリコーディングサブバンドインデックスを介してプリコーディング帯域幅を指示することができる。プリコーディングサブバンドインデックスによるプリコーディング帯域幅は表2乃至表5を参照することができる。ただし、これは例示に過ぎず、プリコーディングサブバンドインデックスによるプリコーディング帯域幅を制限するものではない。プリコーディングサブバンドインデックスは、物理階層シグナリングまたは上位階層シグナリングを介して端末に送信されることができる。

【0189】

開ループ方式の場合、基地局は、使用可能なプリコーディング帯域幅を制限することができる。開ループ方式で使用可能なプリコーディング帯域幅は、閉ループ方式で使用可能なプリコーディング帯域幅の部分集合である。次の表のように、開ループ方式の場合、使用可能なプリコーディング帯域幅が制限されることができる。

20

【0190】

【表7】

プリコーディングサブバンドインデックス	プリコーディング BW(RBの#)
0	1(開ループ,閉ループ)
1	4(開ループ,閉ループ)
2	6(閉ループのみ)
3	8(閉ループのみ)
4	10(閉ループのみ)
5	12(閉ループのみ)
6	14(閉ループのみ)
7	広帯域プリコーディング(開ループ,閉ループ)

30

40

【0191】

6. 分散されたリソース割当 (distributed resource allocation)

【0192】

基地局は、端末にダウンリンク時間 - 周波数リソースを分散された方式に割り当てることができる。時間 - 周波数リソースはリソースブロックである。端末に割り当てられたリソースブロックのうち連続されたリソースブロックをリソースブロックグループ (RB group) という。端末には多重リソースブロックグループが割り当てられることができる。リソースブロックグループは周波数領域で分離される。

【0193】

50

リソースブロックグループの一番目のリソースブロックからプリコーディング帯域幅が始まることができる。プリコーディング帯域幅はリソースブロックグループと同じである。この場合、端末は、ダウンリンクグラントに含まれたリソース割当フィールドを介してプリコーディング帯域幅情報を得ることができる。これによって、基地局は、端末にリソースブロック割当を柔軟に (flexibly) することができる。また、補間利得が最大化されることができる。

【0194】

図23は、プリコーディング帯域幅の例を示す。

【0195】

図23を参照すると、RB#4、RB#5、RB#9、RB#10、及びRB#11は、端末のためにスケジューリングされたリソースブロックである。RB#4及びRB#5はリソースブロックグループ#1であり、RB#9、RB#10及びRB#11はリソースブロックグループ#2である。プリコーディング帯域幅#1はリソースブロックグループ#1と同じである。従って、端末は、リソースブロックグループ#1内でチャンネル補間をすることができる。プリコーディング帯域幅#2はリソースブロックグループ#2と同じである。従って、端末はリソースブロックグループ#2内でチャンネル補間をすることができる。

10

【0196】

7. ランク特定 (rank-specific) プリコーディング帯域幅サポート

【0197】

プリコーディング帯域幅はランク特定にのみサポートされることができる。例えば、システムがランク8送信までサポートする場合、プリコーディング帯域幅はランク5以下のためにのみ知られることができる。これによって、特定ランク以上の上位ランクのためには柔軟なスケジューリングが可能になる。また、特定ランク以下の下位ランクではチャンネル推定利得が提供されることができる。

20

【0198】

8. レイヤ特定 (layer-specific) プリコーディング帯域幅サポート

【0199】

多重空間レイヤを介して多重空間ストリームが送信される場合、特定空間レイヤでのみプリコーディング帯域幅指示が有効である。他の空間レイヤでは1リソースブロック基盤プリコーディング帯域幅が使われることができる。

30

【0200】

図24は、本発明の実施例が具現される無線通信のための装置を示すブロック図である。基地局50は、プロセッサ (processor) 51及びアンテナ59を含む。

【0201】

プロセッサ51は、アンテナ59と連結され、提案された機能、過程及び/または方法を具現する。プロトコルスタックの階層はプロセッサ51により具現されることができる。アンテナ59は、信号を送信したり受信する。アンテナ59は一つまたは複数である。基地局50はメモリ (未図示) をさらに含むことができる。メモリ (未図示) は、プロセッサ51と連結され、プロセッサ51を駆動するための多様な情報を格納する。

40

【0202】

端末60は、プロセッサ61及びアンテナ69を含む。プロセッサ61は、アンテナ69と連結され、提案された機能、過程及び/または方法を具現する。無線インターフェースプロトコルの階層はプロセッサ61により具現されることができる。アンテナ69は、送信信号を送信したり、受信信号を受信する。アンテナ69は一つまたは複数である。端末60はメモリ (未図示) をさらに含むことができる。メモリ (未図示) は、プロセッサ61と連結され、プロセッサ61を駆動するための多様な情報を格納する。

【0203】

プロセッサ51、61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

50

、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RF部(RF(radio frequency) unit)を含むことができる。提案された送信機は、プロセッサ51、61内に具現されることができる。メモリ(未図示)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。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(未図示)に格納され、プロセッサ51、61により実行されることができる。メモリ(未図示)は、プロセッサ51、61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51、61と連結されることができる。

10

【0204】

このように、無線通信システムで効率的な信号送信装置及び方法を提供することができる。端末はプリコーディング帯域幅情報を獲得することができる。端末は、プリコーディング帯域幅情報に基づいてプリコーディング帯域幅内の周波数領域ではチャンネル補間を介するチャンネル推定をすることができる。これによって、端末は一層良いチャンネル推定性能を得ることができる。従って、全体システム性能が向上することができる。

【0205】

当業者は、前述した説明を介してまたは前述した説明に基づいて本発明を実施することによって本発明の付加的な長所、目的、特徴を容易に知ることができる。また、本発明は当業者が前述した説明に基づいて本発明を実施することによって予測しない長所を有することもできる。

20

【0206】

前述した例示的なシステムで、方法は一連の段階またはブロックで順序図に基づいて説明されているが、本発明は段階の順序に限定されるものではなく、ある段階は前述と異なる段階と異なる順序にまたは同時に発生することができる。また、当業者であれば、順序図に示す段階が排他的でなく、異なる段階が含まれたり、順序図の一つまたはその以上の段階が本発明の範囲に影響を及ぼさずに削除可能であることを理解することができる。

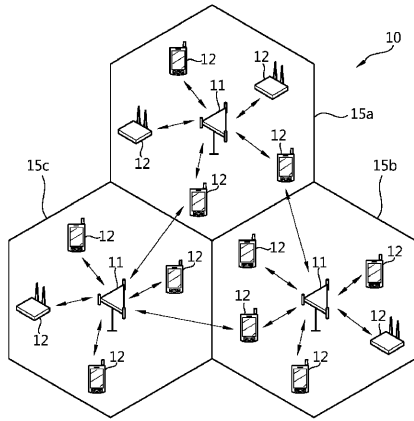
【0207】

前述した実施例は多様な態様の例示を含む。多様な態様を示すための全ての可能な組合せを記述することはできないが、該当技術分野の通常の知識を有する者は、他の組合せが可能であることを認識することができる。例えば、当業者は、前述した実施例に記載された各構成を互いに組合せる方式に用いることができる。従って、本発明は、ここに示した実施形態に制限されるものではなく、ここで開示された原理及び新規な特徴と一致する最広の範囲を付与しようとするものである。

30

【図1】

[Fig. 1]



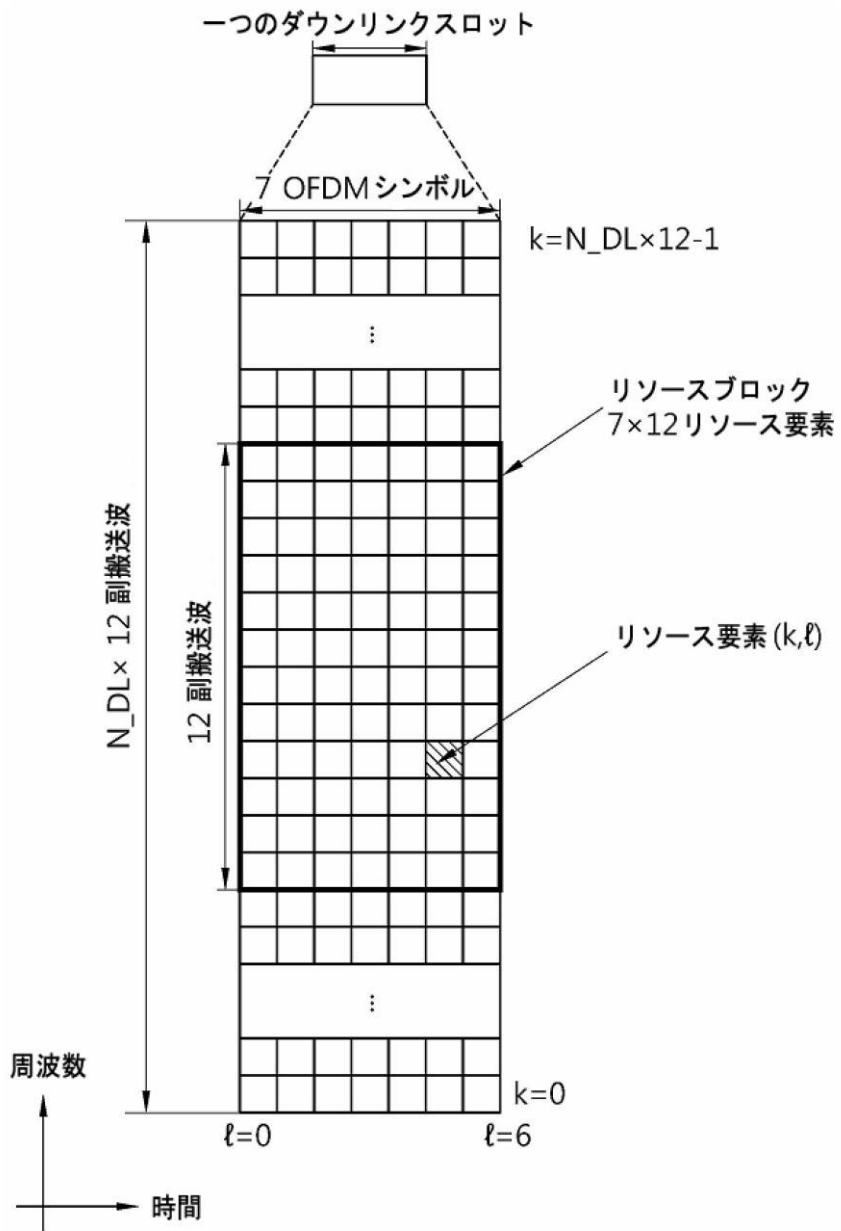
【図2】

【図2】



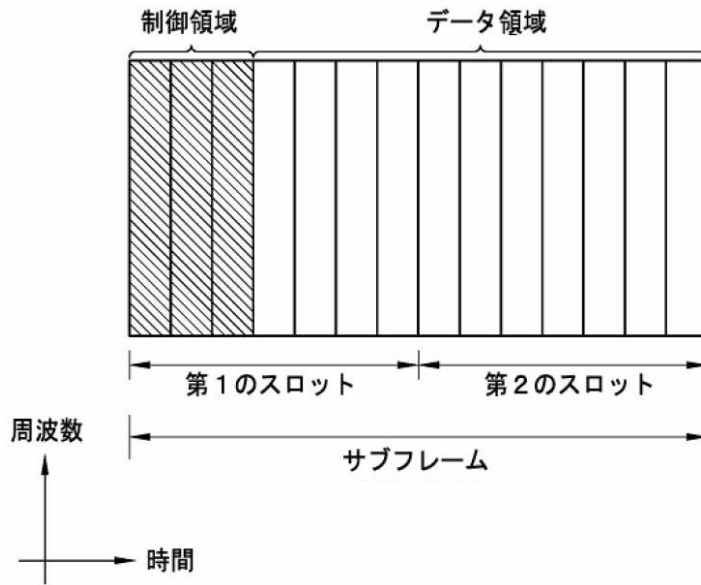
【図3】

【図3】



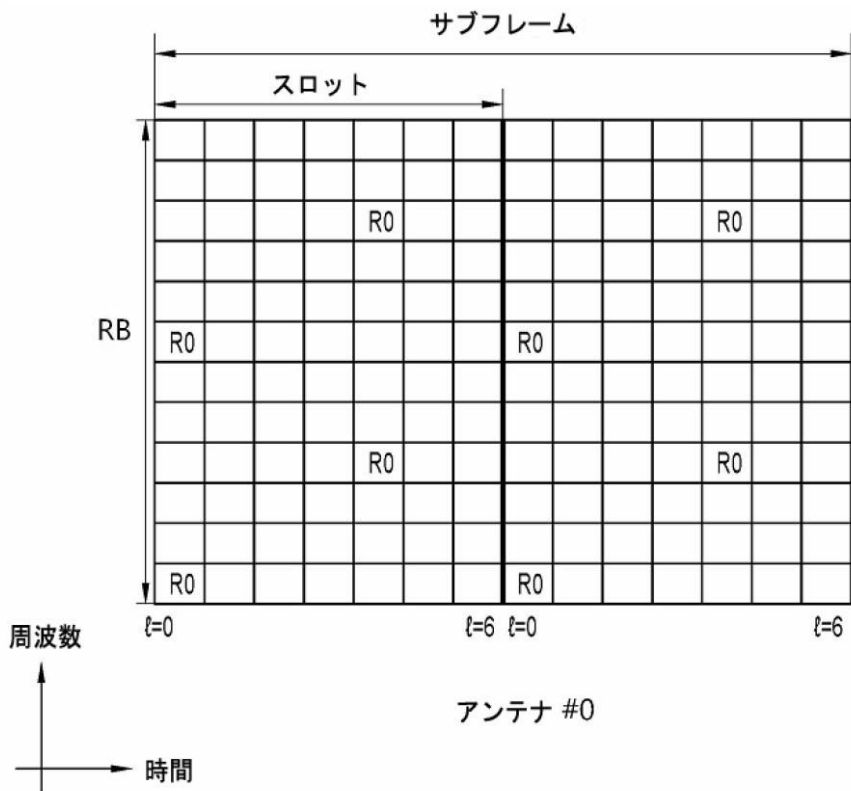
【図4】

【図4】



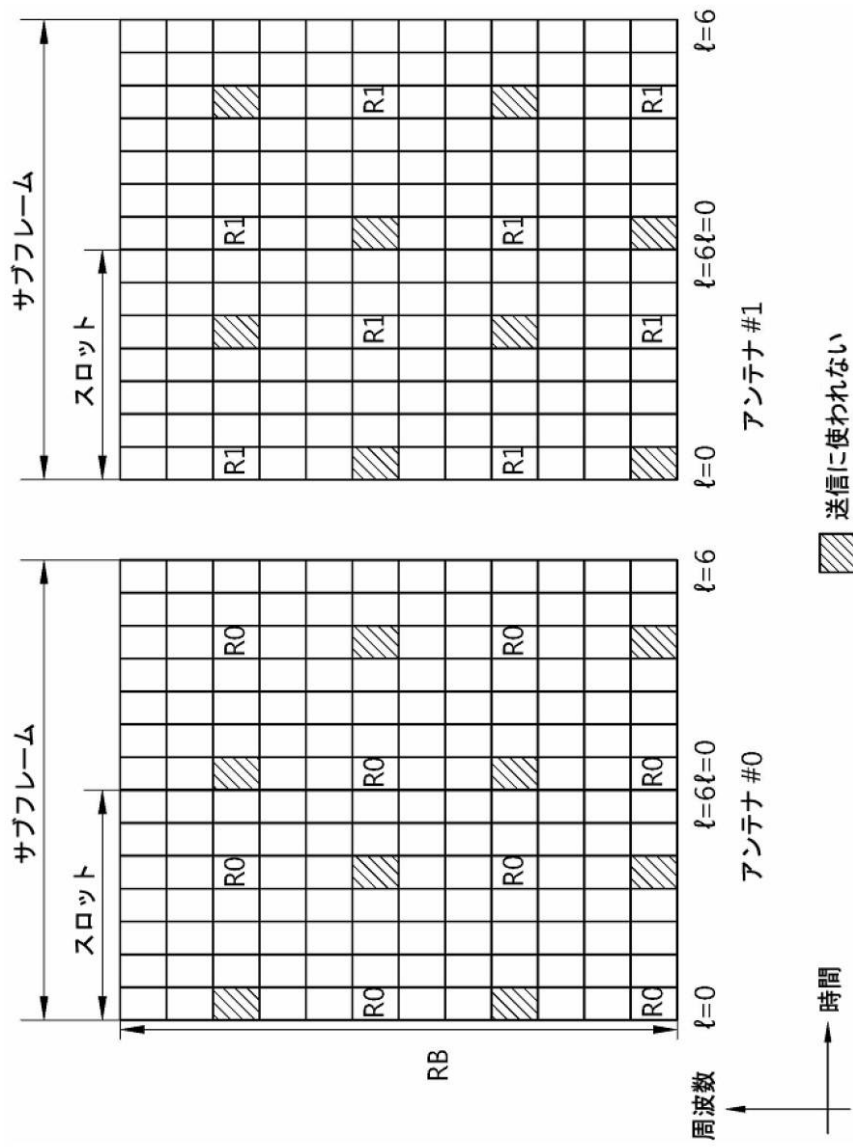
【図5】

【図5】



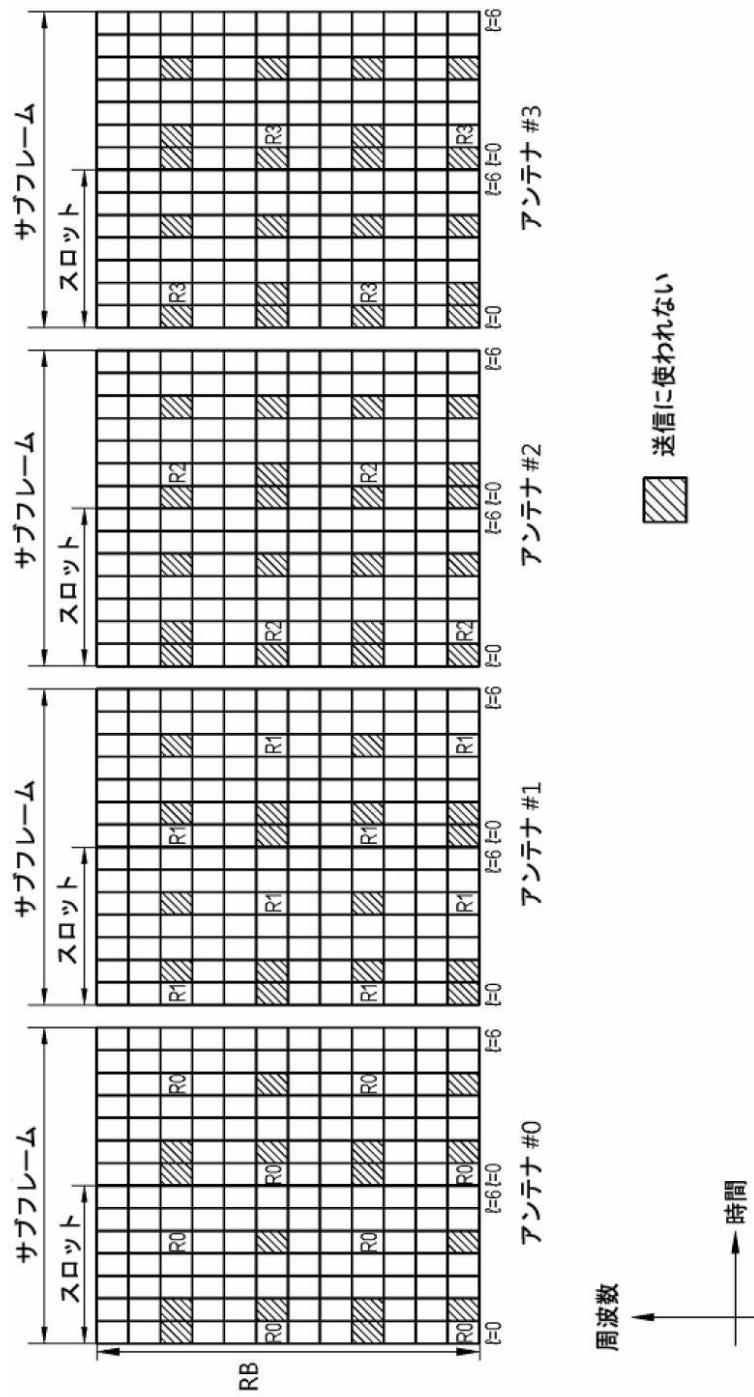
【図6】

【図6】



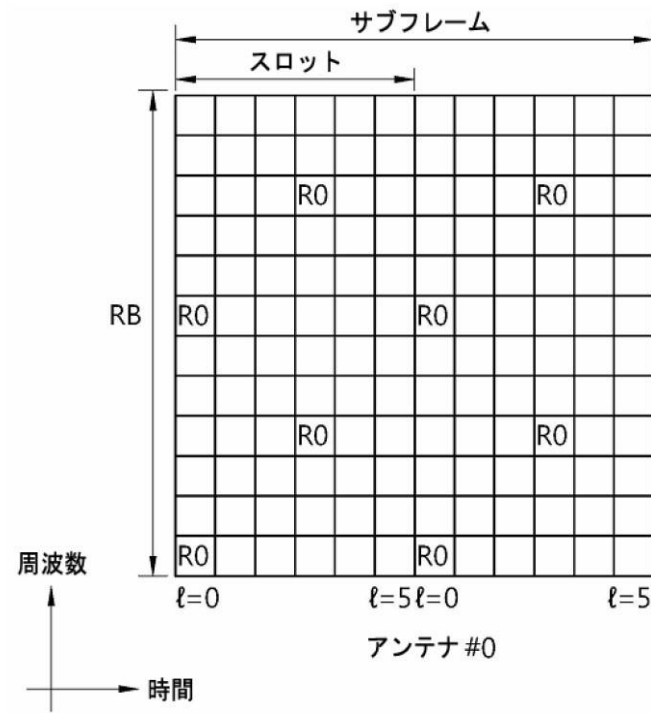
【図7】

【図7】



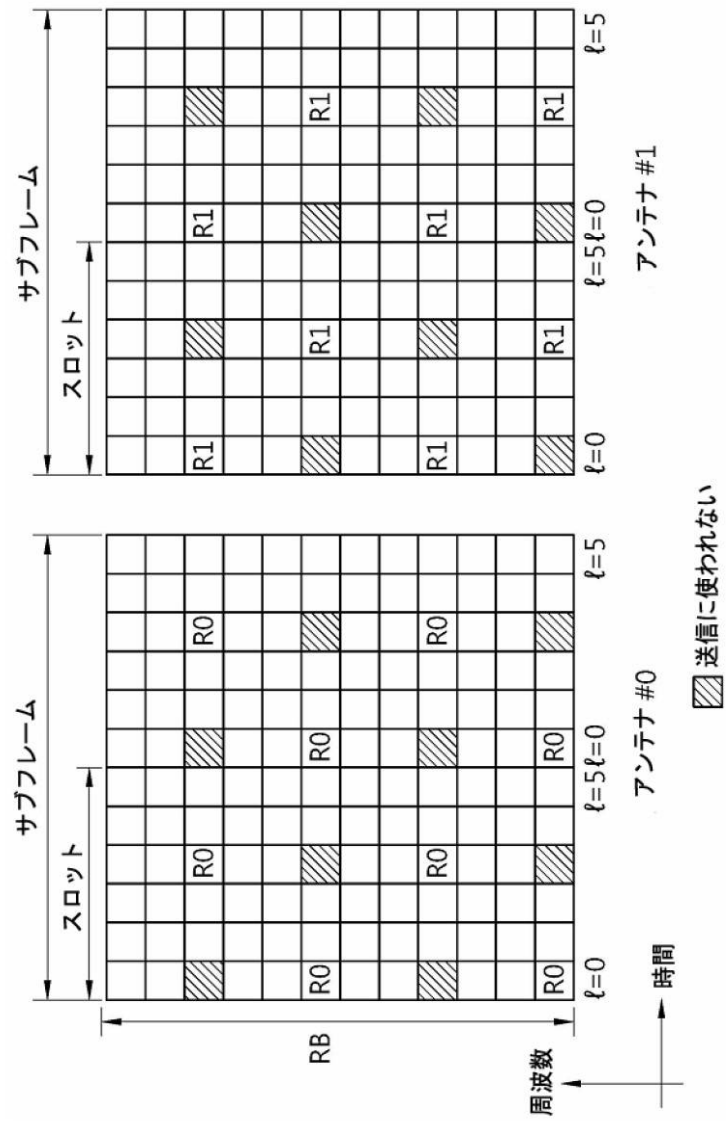
【図8】

【図8】



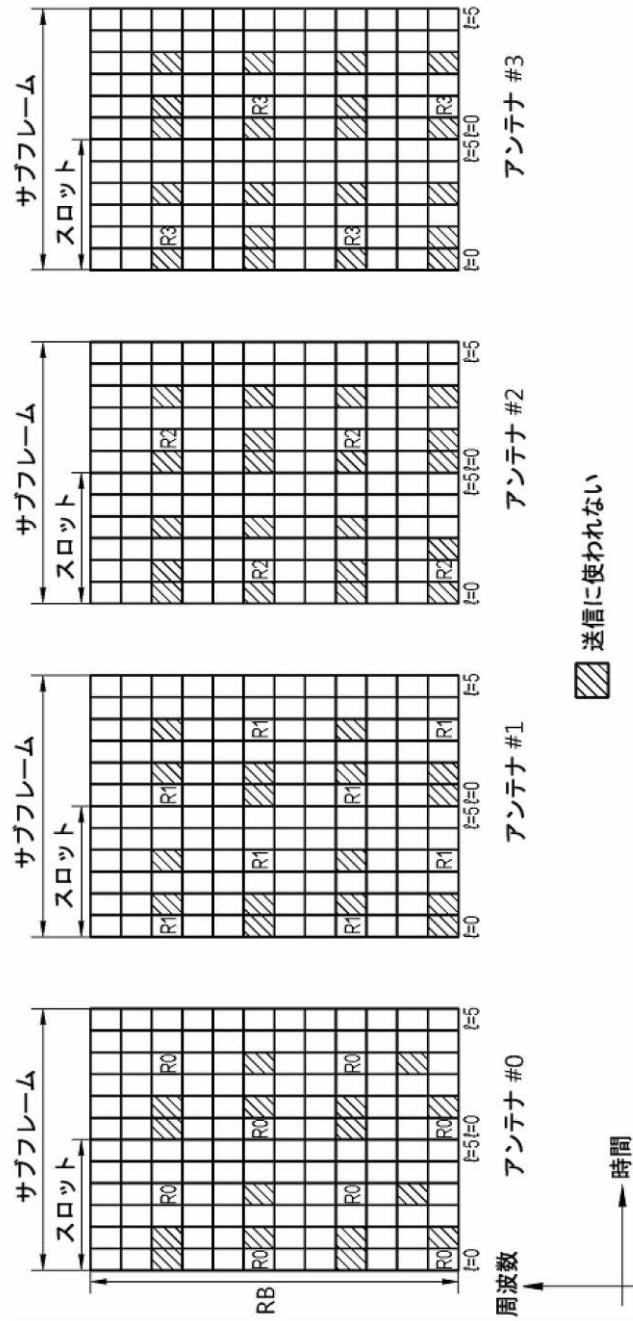
【図9】

【図9】



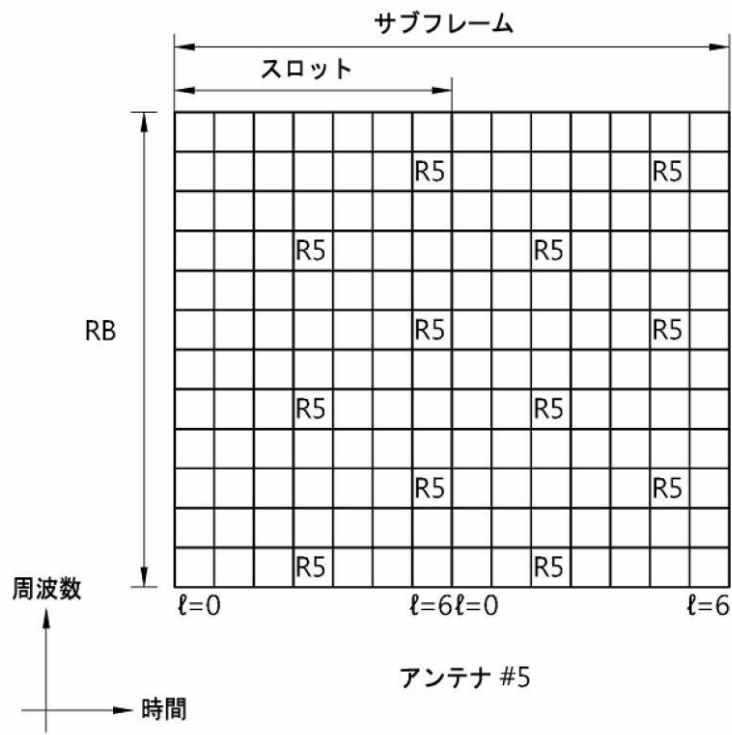
【図10】

【図10】



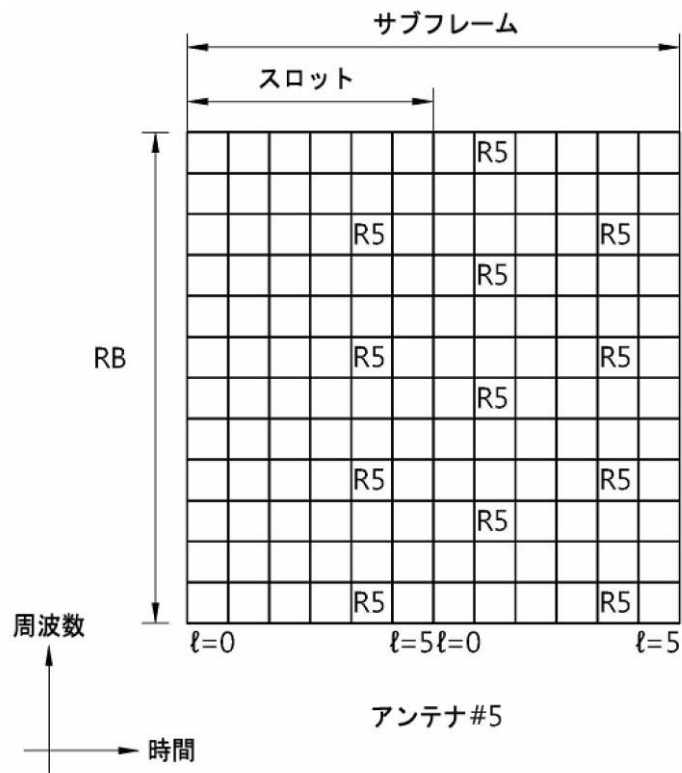
【図 1 1】

【図 1 1】



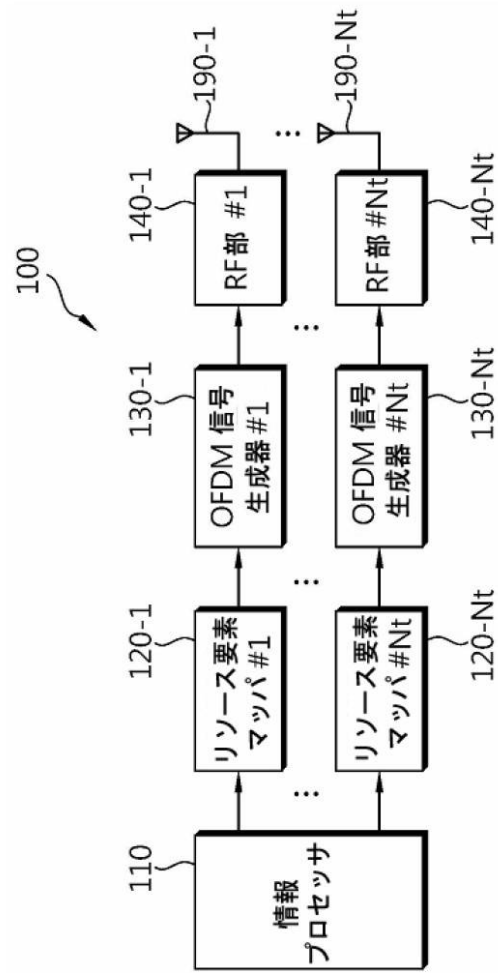
【図 1 2】

【図 1 2】



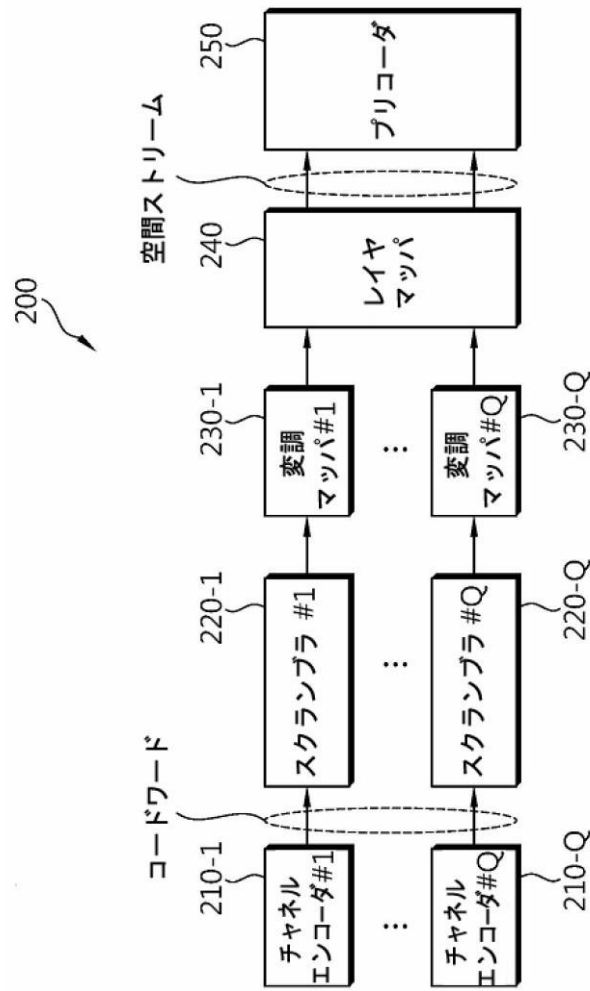
【図13】

【図13】



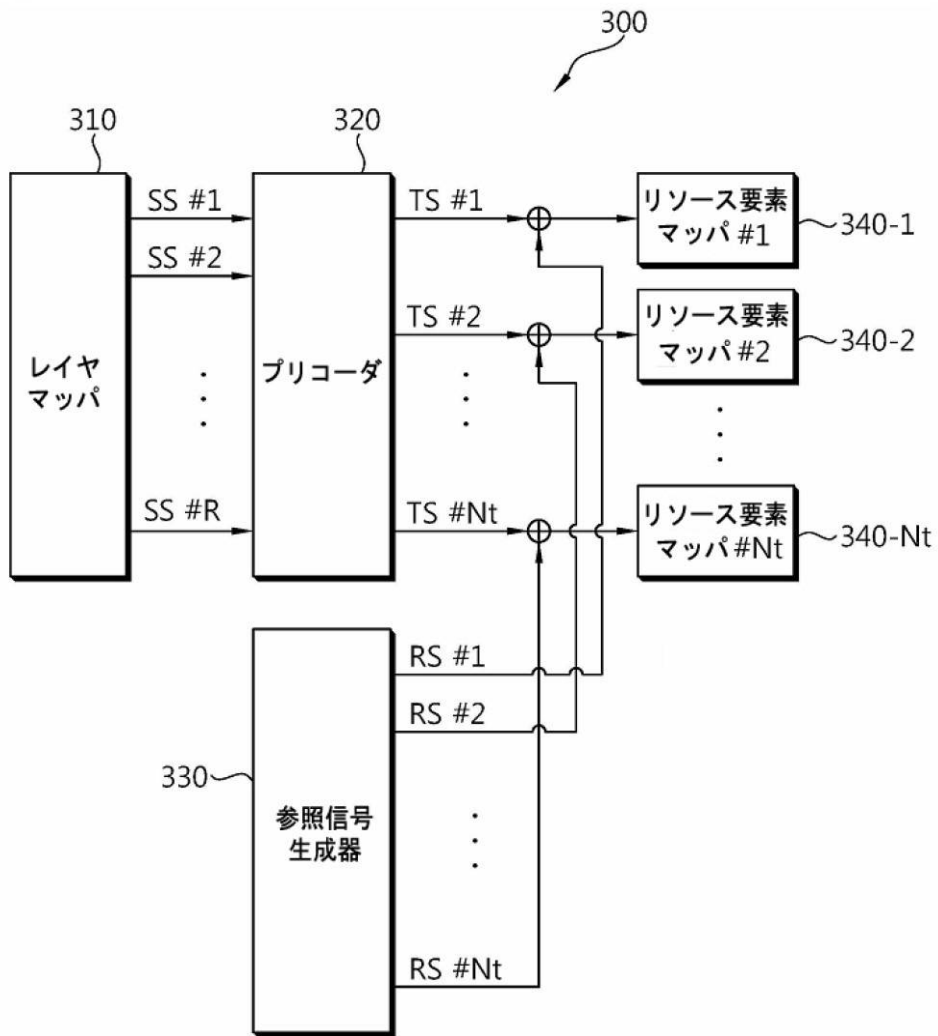
【図14】

【図14】



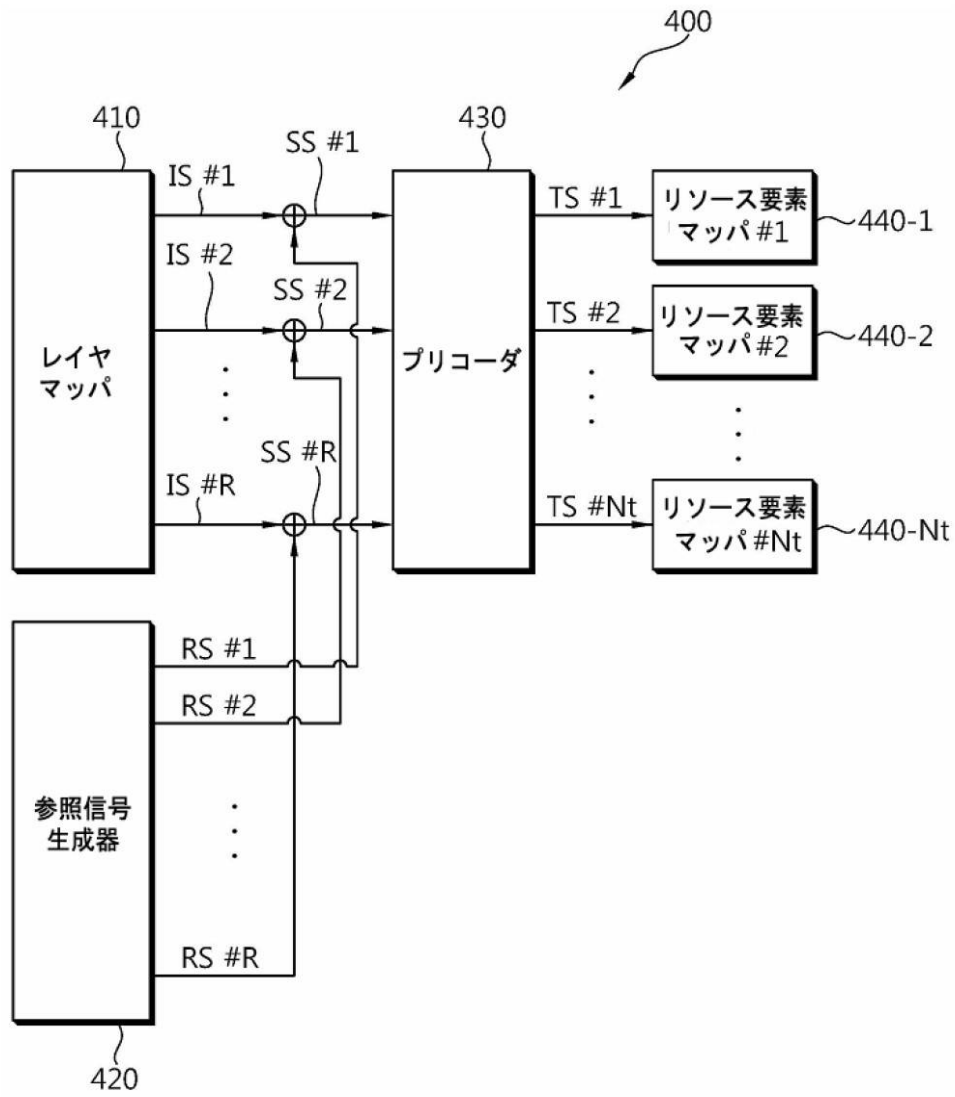
【図15】

【図15】



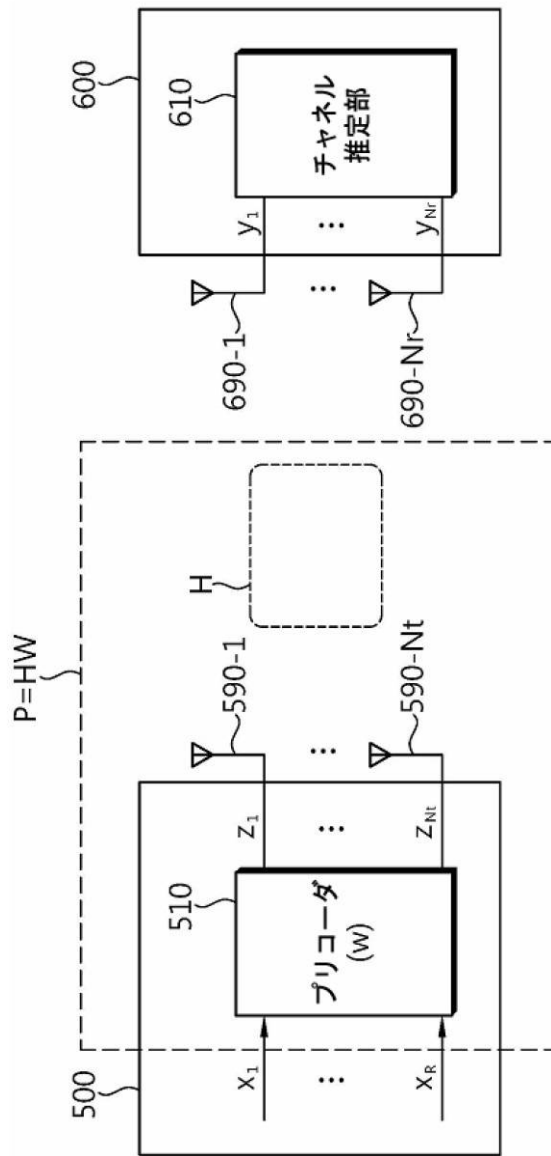
【図16】

【図16】



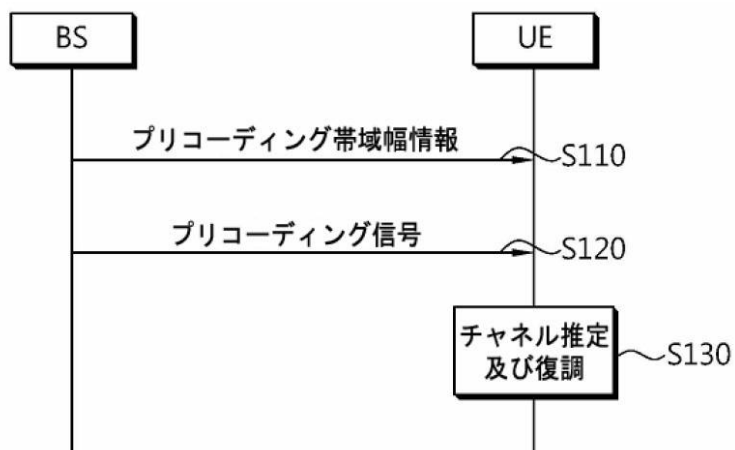
【図17】

【図17】



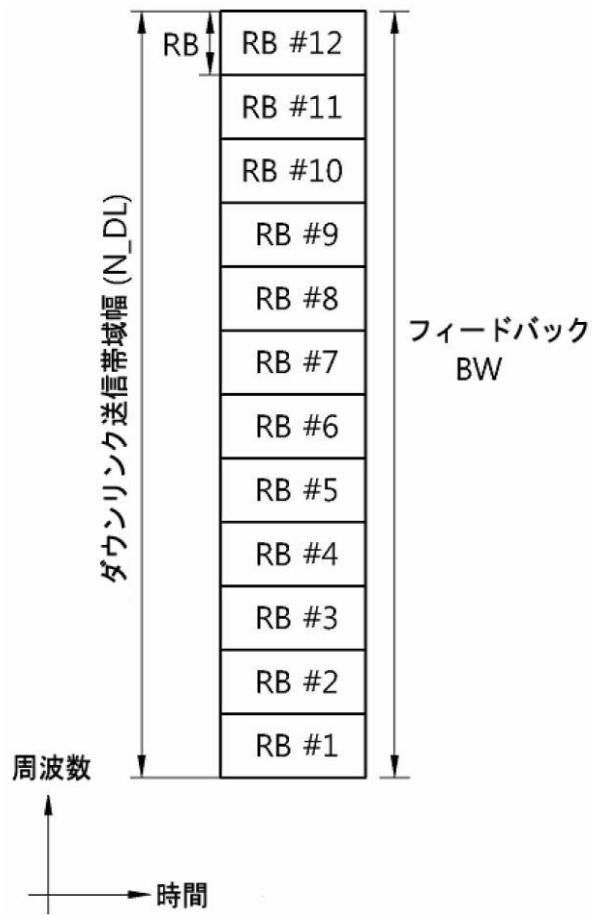
【図18】

【図18】



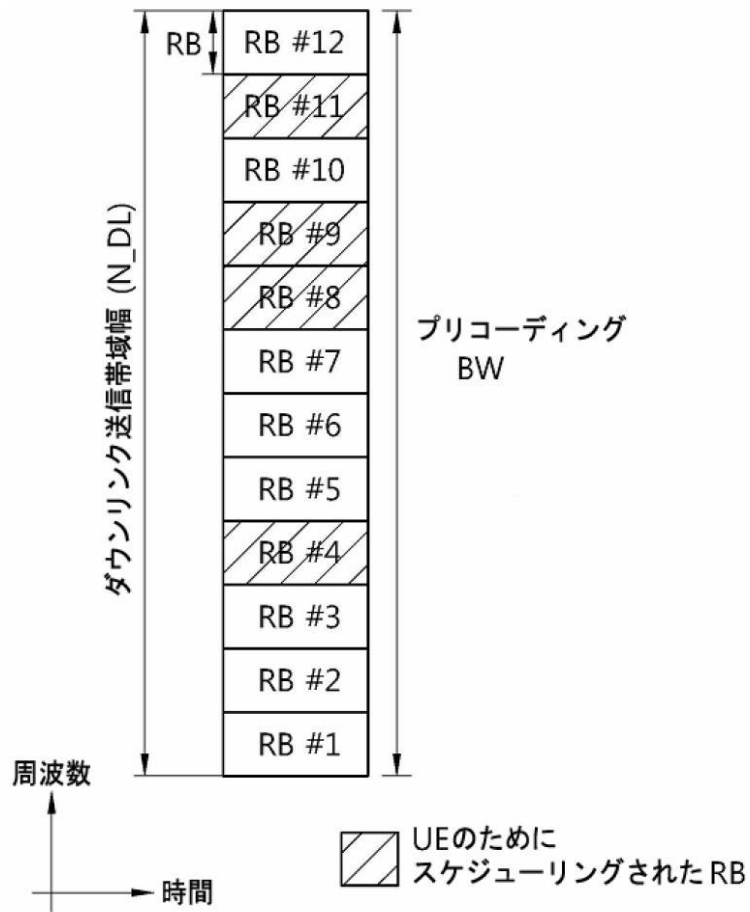
【図19】

【図19】



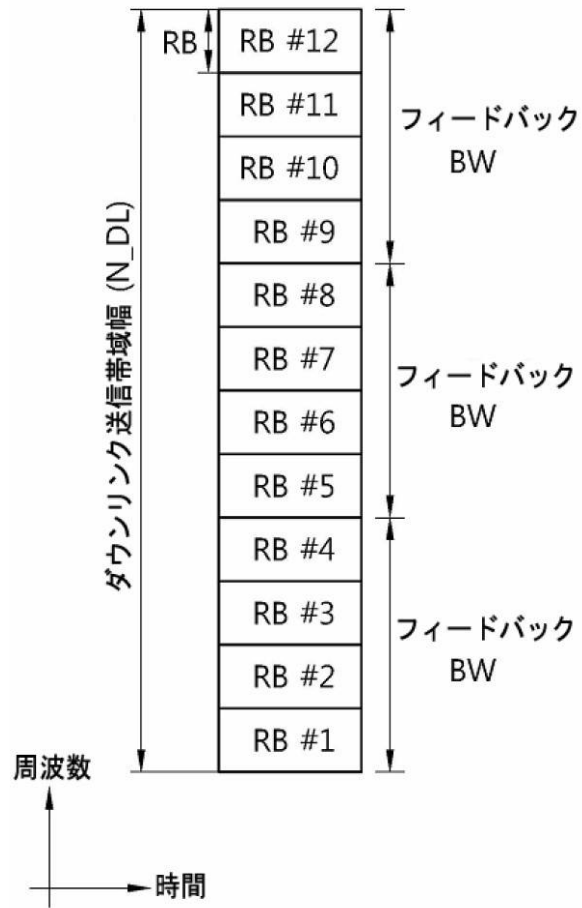
【図20】

【図20】



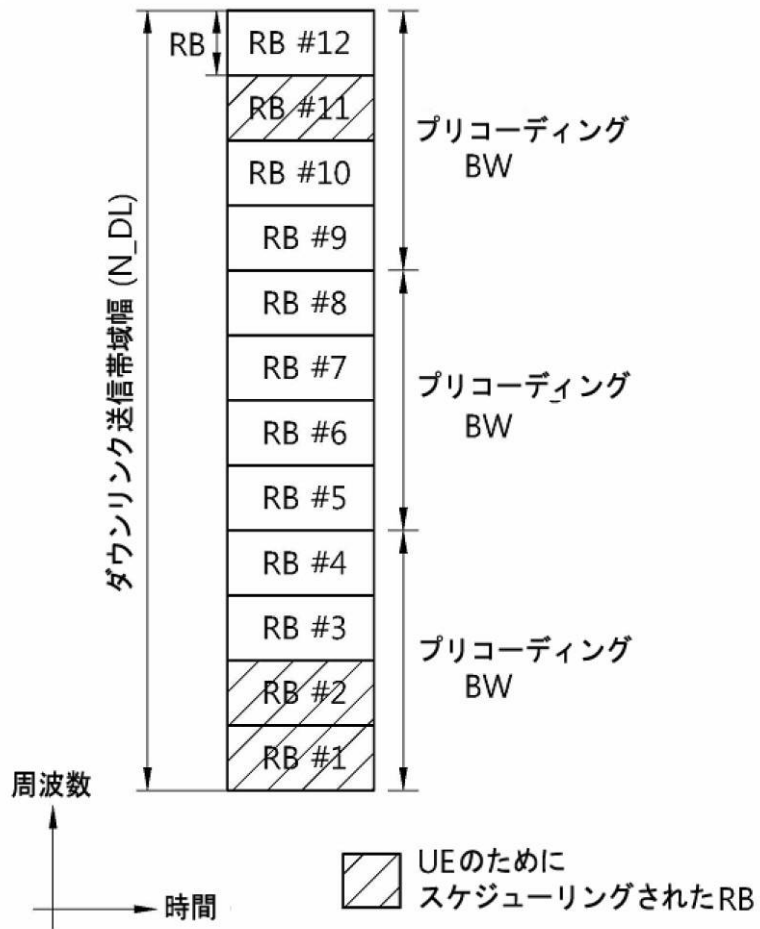
【図 2 1】

【図 2 1】



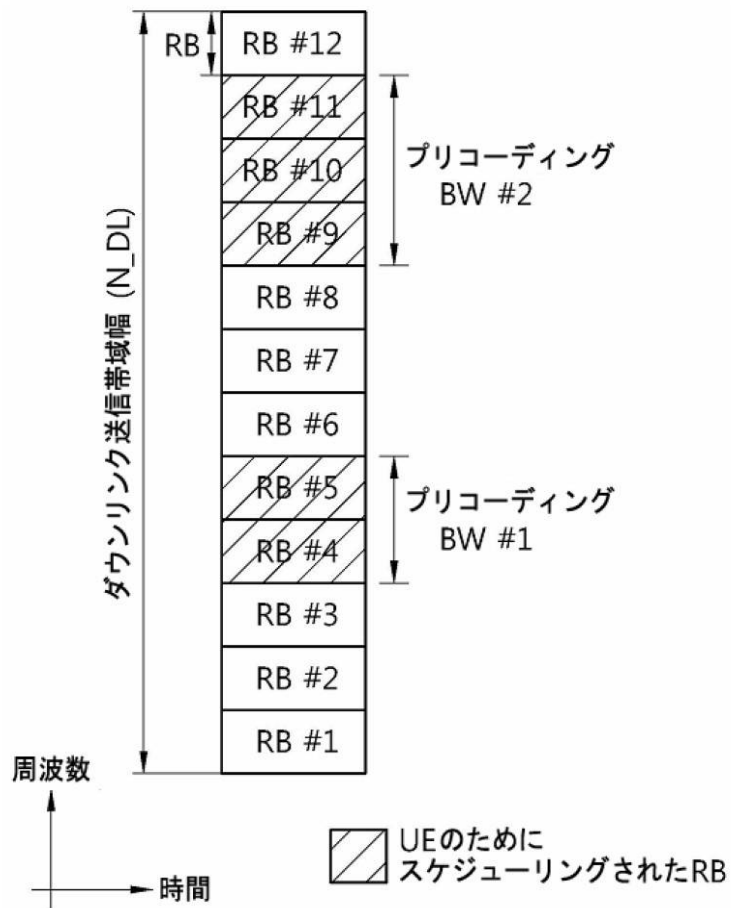
【図 2 2】

【図 2 2】



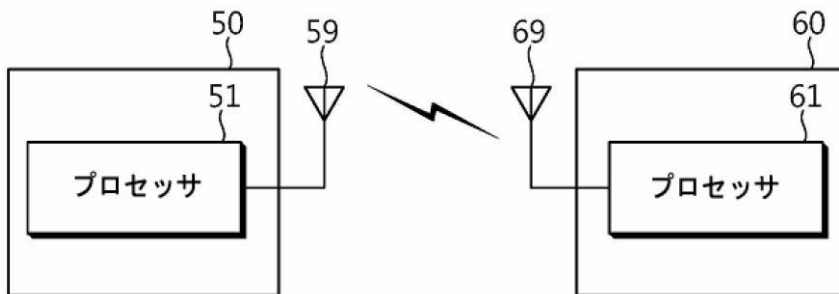
【図23】

【図23】



【図24】

【図24】



フロントページの続き

- (72)発明者 リー, ムン イル
大韓民国 431-749 キョンギ-ド, アニョン-シ, ドンガン-ク, ホゲ 1-ドン
, 533, エルジー アールアンドディー コンプレックス
- (72)発明者 リー, ウクボン
大韓民国 431-749 キョンギ-ド, アニョン-シ, ドンガン-ク, ホゲ 1-ドン
, 533, エルジー アールアンドディー コンプレックス
- (72)発明者 コー, ジャホ
大韓民国 431-749 キョンギ-ド, アニョン-シ, ドンガン-ク, ホゲ 1-ドン
, 533, エルジー アールアンドディー コンプレックス
- (72)発明者 コ, ヒュンソー
大韓民国 431-749 キョンギ-ド, アニョン-シ, ドンガン-ク, ホゲ 1-ドン
, 533, エルジー アールアンドディー コンプレックス
- (72)発明者 チャン, ジェ ホン
大韓民国 431-749 キョンギ-ド, アニョン-シ, ドンガン-ク, ホゲ 1-ドン
, 533, エルジー アールアンドディー コンプレックス
- (72)発明者 イム, ビン チュル
大韓民国 431-749 キョンギ-ド, アニョン-シ, ドンガン-ク, ホゲ 1-ドン
, 533, エルジー アールアンドディー コンプレックス

審査官 藤江 大望

- (56)参考文献 国際公開第2008/009157(WO, A1)
国際公開第2009/022820(WO, A2)
Huawei, DL control signaling to support MIMO[online], 3GPP TSG-RAN WG1#50 R1-073511, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_50/Docs/R1-073511.zip>
NTT DoCoMo, Fujitsu, Mitsubishi Electric, NEC, Panasonic, Investigation on Frequency Granularity of SU-MIMO Precoding in E-UTRA Downlink[online], 3GPP TSG-RAN WG1#50 R1-073707, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_50/Docs/R1-073707.zip>
Editor (Motorola), [online], 3GPP TSG-RAN WG1#52 R1-080717, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_52/Docs/R1-080717.zip>
AH Chairman, Summary of AH session on AI 6.4.5 "UE Procedures for downlink shared channel"[online], 3GPP TSG-RAN WG1#51 R1-075069, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_51/Docs/R1-075069.zip>
NTT DoCoMo, Sharp, Toshiba Corporation, Investigation on Control Information in PDCCH[online], 3GPP TSG-RAN WG1#50 R1-073697, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_50/Docs/R1-073697.zip>

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

H04J 99/00
H04B 7/04
H04J 11/00