

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 12 月 15 日(15.12.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/155360 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 28/18 (2009.01) H04J 99/00 (2009.01)
H04J 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/062372
- (22) 国際出願日: 2011 年 5 月 30 日(30.05.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-132629 2010 年 6 月 10 日(10.06.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 示沢 寿之
(SHIMEZAWA, Kazuyuki). 野上 智造(NOGAMI,
Toshizo). 今村 公彦(IMAMURA, Kimihiko).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(Fukami
Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区
中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタ
ワー Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL,
PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MOBILE TERMINAL APPARATUS, BASE STATION APPARATUS, COMMUNICATION SYSTEM, AND COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 移動端末装置、基地局装置、通信システム、および通信方法

[図6]

	CC	DD
	アンカー基地局	協調基地局
広帯域 AA プレコーディング行列	W1a	W1b
狭帯域 BB プレコーディング行列	W2a	W2b

AA BROADBAND PRECODING MATRIX
BB NARROWBAND PRECODING MATRIX
CC ANCHOR BASE STATION
DD COOPERATING BASE STATION

(57) Abstract: This invention mainly relates to a feedback control and a precoding control in a communication system that transmits a plurality of transmission path status measurement reference signals, and allows adaptive controls to be efficiently performed. A mobile terminal measures, based on a first transmission path status measurement reference signal and a second transmission path status measurement reference signal that is different from the first transmission path status measurement reference signal, a first transmission path status and a second transmission path status, and generates, based on the first transmission path status and the second transmission path status, a plurality of pieces of precoding information as feedback information that is to be fed back to a base station.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/155360 A1

複数の伝送路状況測定用参照信号を送信する通信システムにおいて、主にフィードバック制御やプレコーディング制御に関し、効率的に適応制御を行う。移動端末は、第１の伝送路状況測定用参照信号および第１の伝送路状況測定用参照信号とは異なる第２の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、第１の伝送路状況および第２の伝送路状況を測定し、第１の伝送路状況および第２の伝送路状況に基づいて、複数のプレコーディング情報を基地局へのフィードバック情報として生成する。

明 細 書

発明の名称：

移動端末装置、基地局装置、通信システム、および通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、基地局装置および移動端末装置から構成される通信システム、移動端末装置、基地局装置、および通信方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、LTE (Long Term Evolution)、LTE-Advanced、WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) のような移動無線通信システムでは、基地局（送信局、送信装置、eNodeB）がカバーするエリアをセル状に複数配置するセルラー構成とすることにより、通信エリアを拡大することができる。また、隣接するセル（セクタ）間で異なる周波数を用いることによって、セルエッジ領域にいる移動端末（受信局、移動局、受信装置、UE (User Equipment)）でも干渉を受けることなく通信を行うことができる。しかしながら、隣接するセル間で異なる周波数を用いる場合、周波数利用効率に関する課題があった。一方、それぞれのセル（セクタ）において同一周波数を繰返し利用することにより、周波数利用効率を大幅に向上させることができる。しかしながら、この場合、セルエッジ（セル端）領域にいる移動端末に対する干渉の対策が必要となる。

[0003] このような状況において、隣接セル間で互いに協調するセル間協調通信を行うことにより、セルエッジ領域の移動端末に対する干渉を軽減または抑圧する方法が検討されている。例えば、以下の非特許文献1には当該方式として、CoMP (Cooperative Multipoint) 伝送方式などが検討されている。

[0004] 図19は、セル端領域に位置する移動端末1603が基地局1601および基地局1602と通信を行っている一例を示す図である。図19を参照して、移動端末1603は、基地局1601と基地局1602とにおけるそれぞれのセル端領域（境界領域）に位置している。基地局1601と基地局1

602とは協調して移動端末1603と通信を行っている。移動端末1603は、基地局1601から伝送路状況測定用参照信号1604を受信し、基地局1602から伝送路状況測定用参照信号1605を受信する。

[0005] 移動端末1603は、伝送路状況測定用参照信号1604および伝送路状況測定用参照信号1605を用いることによって、基地局1601および基地局1602と移動端末1603との間の伝送路状況を推定できる。移動端末1603は、当該伝送路状況の推定結果に基づいて、変調方式および符号化率(MCS (Modulation and Coding Scheme))、空間多重数(レイヤー、ランク)、プレコーディング重み(プレコーディング行列)などを適応的に制御することによって、より効率的なデータ伝送を実現することができる。例えば、移動端末1603は、以下の非特許文献2で記載された方法を用いた制御ができる。

[0006] 図20は、基地局1700から移動端末1710へのデータ伝送を行う下り回線(ダウンリンク、下りリンク)を考えた場合における、適応制御を行うための一例を示すブロック図である。基地局1700は、まず、多重部1702において、基地局固有の伝送路状況測定用参照信号(RS (Reference Signal))、パイロット信号、既知信号)を、移動端末1710のためのデータ信号または他の移動端末のためのデータ信号に多重して、送信アンテナ1703から送信する。

[0007] 移動端末1710は、分離部1712において、受信アンテナ1711で受信した信号から伝送路状況測定用参照信号を分離する。移動端末1710は、フィードバック情報生成部1713において、分離された伝送路状況測定用参照信号に基づいて、変調方式および符号化率、空間多重数、プレコーディング行列などを適応的に制御するためのフィードバック情報を生成する。フィードバック情報生成部1713は、さらに、送信アンテナ1714から上り回線(アップリンク、上りリンク)を通じて、生成したフィードバック情報を送信する。

[0008] 基地局1700は、フィードバック情報処理部1705において、受信ア

ンテナ 1704 が受信した信号から移動端末 1710 が送信したフィードバック情報を識別し、当該識別したフィードバック情報を処理する。適応制御部 1701 は、受信したフィードバック情報に基づいて、移動端末 1710 に対するデータ信号に対して適応制御を行う。

[0009] 図 21 は、協調通信によるデータ伝送を示す図である。図 21 を参照して、移動端末 1803 は、基地局 1801 および基地局 1802 から送信された協調通信によるデータ信号 1804 を受信する。

先行技術文献

非特許文献

[0010] 非特許文献1: 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Further Advancements for E-UTRA Physical Layer Aspects (Release 9)、3GPP TR 36.814 V9. 0.0 (2010-03)、2010年3月

非特許文献2: 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) ;Physical layer procedures (Release 8)、3GPP TS 36.213 V8. 8.0 (2009-09)、2009年9月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 協調通信を行うことができる通信システムのように、複数の伝送路状況測定用参照信号を送信する通信システムにおいて、移動端末は、当該複数の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、フィードバック情報を生成する。当該通信システムにおいて、特に協調通信する場合、移動端末は、適切なフィードバック情報を効率的に生成する必要がある。また、特に協調通信する通信システムにおいて、基地局は、移動端末からのフィードバック情報に基づいた適切なプレコーディング制御を効率的に行う必要がある。

[0012] しかしながら、複数の伝送路状況測定用参照信号を送信する通信システム

において、上記のような適切なフィードバック情報の効率的な生成および適切なプレコーディング制御を効率的に行うことは明らかにされていない。このため、当該通信システムにおいては、フィードバック情報の生成およびプレコーディング制御が、伝送効率の向上を妨げる要因となる。

[0013] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、複数の伝送路状況測定用参照信号を送信する通信システムにおいて、主にフィードバック制御やプレコーディング制御に関し、適応制御を効率的に行うことのできる移動端末装置、基地局装置、通信システム、および通信方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] (1) 本発明のある局面に従うと、移動端末装置は、第1の伝送路状況測定用参照信号および第1の伝送路状況測定用参照信号とは異なる第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況を測定する測定部と、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況に基づいて、1または複数のプレコーディング情報を基地局装置へのフィードバック情報として生成する生成部とを備える。

[0015] (2) 好ましくは、生成部は、前記複数のプレコーディング情報として、広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報を生成する。

[0016] (3) 好ましくは、生成部は、前記複数のプレコーディング情報として、長区間変動プレコーディング情報および短区間変動プレコーディング情報を生成する。

[0017] (4) 好ましくは、生成部は、第1の伝送路状況と第2の伝送路状況とに対して共通に用いられるプレコーディング行列に基づいて、1または複数のプレコーディング情報をフィードバック情報として生成する。

[0018] (5) 好ましくは、生成部は、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況に対する複数のプレコーディング行列の少なくとも1つを予め規定されたプレコーディング行列とし、複数のプレコーディング行列のうち予め規定さ

れたプレコーディング行列以外のプレコーディング行列に基づいて、1つ以上のプレコーディング情報を前記フィードバック情報として生成する。

[0019] (6) 本発明の他の局面に従うと、移動端末装置は、第1の基地局装置から第1の伝送路状況測定用参照信号を受信し、第1の基地局装置と協調通信を行う第2の基地局装置から第2の伝送路状況測定用参照信号を受信する受信部と、第1の伝送路状況測定用参照信号および第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況を測定する測定部と、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況に基づいて、1または複数のプレコーディング情報をフィードバック情報として生成する生成部と、フィードバック情報として生成された1または複数のプレコーディング情報を、第1の基地局装置へ送信する送信部とを備える。

[0020] (7) 本発明のさらに他の局面に従うと、通信システムは、第1の伝送路状況測定用参照信号を送信する第1の基地局装置と、第1の伝送路状況測定用参照信号とは異なる第2の伝送路状況測定用参照信号を送信する第2の基地局装置と、第1の伝送路状況測定用参照信号および第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて第1の伝送路状況および第2の伝送路状況を測定し、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況に基づいて1または複数のプレコーディング情報をフィードバック情報として生成する移動端末装置とを備える。

[0021] (8) 好ましくは、第1の基地局装置は、複数のプレコーディング情報に基づいて、プレコーディング処理を行う。

[0022] (9) 本発明のさらに他の局面に従うと、通信システムは、複数のプレコーディング行列に基づいてプレコーディング処理を行う第1の基地局装置と、複数のプレコーディング行列に基づいてプレコーディング処理を行う第2の基地局装置と、第1の基地局装置および第2の基地局装置によって協調通信が行われる移動端末装置とを備える。

[0023] (10) 本発明のさらに他の局面に従うと、通信方法は、移動端末装置が、第1の伝送路状況測定用参照信号および第1の伝送路状況測定用参照信号

とは異なる第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況を測定するステップと、移動端末装置が、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況に基づいて、1または複数のプレコーディング情報を基地局装置へのフィードバック情報として生成するステップとを備える。

[0024] (11) 本発明のさらに他の局面に従うと、通信方法は、第1の基地局装置が、第1の伝送路状況測定用参照信号を送信するステップと、第2の基地局装置が、第1の伝送路状況測定用参照信号とは異なる第2の伝送路状況測定用参照信号を送信するステップと、移動端末装置が、第1の伝送路状況測定用参照信号および前記第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて第1の伝送路状況および第2の伝送路状況を測定するステップと、移動端末装置が、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況に基づいて、1または複数のプレコーディング情報を少なくとも第1の基地局装置へのフィードバック情報として生成するステップを備える。

[0025] (12) 本発明のさらに他の局面に従うと、通信方法は、第1の基地局装置が、複数のプレコーディング行列に基づいてプレコーディング処理を行うステップと、第2の基地局装置が、複数のプレコーディング行列に基づいてプレコーディング処理を行うステップと、第1の基地局装置および第2の基地局装置が移動体端末に対して協調通信を行うステップとを備える。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、複数の伝送路状況測定用参照信号を送信する通信システムにおいて、主にフィードバック制御やプレコーディング制御に関し、適応制御を効率的に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の第1の実施形態に係るアンカー基地局の構成を示す概略ブロック図である。

[図2]レイヤーマッピング部およびリソースエレメントマッピング部がマッピングするデータ信号復調用参照信号、第1の伝送路状況測定用参照信号、情

報データ信号または制御情報信号の一例を示す図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る協調基地局の構成を示す概略ブロック図である。

[図4]レイヤーマッピング部およびリソースエレメントマッピング部がマッピングするデータ信号復調用参照信号、第2の伝送路状況測定用参照信号、情報データ信号または制御情報信号の一例を示す図である。

[図5]本発明の第1の実施形態に係る移動端末の構成を示す概略ブロック図である。

[図6]本発明の第1の実施形態で用いる広帯域プレコーディング行列および狭帯域プレコーディング行列の一例を示す図である。

[図7]本発明の第1の実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。

[図8]システム帯域と帯域幅パートの一例を示す図である。

[図9]本発明の第1の実施形態で用いるアンカー基地局と、協調基地局と、移動端末との間の通信のフロー図である。

[図10]本発明の第2の実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。

[図11]本発明の第3の実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。

[図12]本発明の第4の実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。

[図13]本発明の第5の実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。

[図14]本発明の第6の実施形態で用いる長区間変動プレコーディング情報および短区間変動プレコーディング情報の一例を示す図である。

[図15]本発明の第6の実施形態で用いるアンカー基地局と、協調基地局と、移動端末との間の通信のフロー図である。

[図16]本発明の第1の実施形態で用いるコードブックの一例である。

[図17]本発明の第1の実施形態で用いるコードブックの一例である。

[図18]本発明の第1の実施形態で用いるプレコーディング処理の概略図である。

[図19]セル端領域に位置する移動端末が基地局および他の基地局と通信を行っている一例を示す図である。

[図20]基地局から移動端末へのデータ伝送を行う下り回線（ダウンリンク、下りリンク）を考えた場合の適応制御を行う一例を示すブロック図である。

[図21]協調通信によるデータ伝送を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の各実施形態について図面を参照して説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

[0029] [第1の実施形態]

以下、本発明の第1の実施形態について説明する。本第1の実施形態における通信システムは、移動端末（端末装置、受信点、受信端末、受信装置、第3の通信装置、受信アンテナ群、受信アンテナポート群、UE）と、基地局（送信装置、セル、送信点、送信アンテナ群、送信アンテナポート群、コンポーネントキャリア、eNodeB）として、アンカー基地局（第1の基地局装置、第1の通信装置、サービング基地局、プライマリー基地局、第1のコンポーネントキャリア、第1の伝送路状況測定用参照信号）および協調基地局（第2の基地局装置、協調基地局群、協調基地局セット、第2の通信装置、セカンダリー基地局、第2のコンポーネントキャリア、第2の伝送路状況測定用参照信号）とを備える。

[0030] 図1は、本発明の第1の実施形態に係るアンカー基地局100の構成を示す概略ブロック図である。アンカー基地局100は、移動端末からのフィードバック情報を受信する基地局、移動端末500に対する制御情報（例えばPDCCH（Physical Downlink Control Channel）などで送信する情報）を送信する基地局などである。アンカー基地局100は、後述する協調基

地局 300（図 3 参照）と協調して、移動端末 500 と通信を行う基地局の 1 つである。以下、アンカー基地局 100 と当該アンカー基地局 100 に協調した協調基地局 300 とによる移動端末 500 に対する通信を、「協調通信」と称する。

[0031] 図 1 を参照して、アンカー基地局 100 は、符号部 101 と、スクランブル部 102 と、変調部 103 と、レイヤーマッピング部 104 と、プレコーディング部 105（第 1 のプレコーディング部）と、リソースエレメントマッピング部 106 と、OFDM 信号生成部 107 と、送信アンテナ 108（送信アンテナポート）と、データ信号復調用参照信号生成部 113 と、伝送路状況測定用参照信号生成部 109（第 1 の伝送路状況測定用参照信号生成部）と、受信アンテナ 110 と、受信信号処理部 111 と、フィードバック情報処理部 112 とを備えている。

[0032] 受信アンテナ 110 は、移動端末 500 から送信されたフィードバック情報を含むデータ信号を、上り回線（例えば P U C C H（Physical Uplink Control Channel）、P U S C H（Physical Uplink Shared Channel）など）を通して受信する。

[0033] 受信信号処理部 111 は、受信アンテナ 110 が受信した信号に対して、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）復調処理、信号復調処理、復号処理など、移動端末 500 が送信のために行った送信処理に対する受信処理を行う。また、受信信号処理部 111 は、受信した信号の中から、フィードバック情報を識別し、フィードバック情報処理部 112 に出力する。なお、当該アンカー基地局 100 と通信を行う移動端末 500 が複数存在する場合は、上り回線（すなわち移動端末 500 から基地局 200 への信号伝送）として、S C - F D M A（Single carrier-frequency division multiple access）、C l u s t e r e d D F T - S - O F D M（Discrete Fourier Transform-Spread-OFDM）、OFDMA、時間分割多元接続、符号分割多元接続など様々な多元接続方式を用いて、移動端末 500 のデータ信号を多重できる。

[0034] また、アンカー基地局 100 は、移動端末 500 毎のフィードバック情報を識別する方法として、様々な方法を用いることができる。例えば、アンカー基地局 100 は、各移動端末 500 がフィードバック情報を送信するリソース（時間、周波数、符号、空間領域などで分割された信号伝送するための要素）を指定する。移動端末 500 は、当該指定されたリソースでフィードバック情報を送信する。これにより、アンカー基地局 100 は、移動端末 500 毎のフィードバック情報を識別できる。また、それぞれのフィードバック情報に移動端末 500 毎に固有の識別番号などを付加することによっても、移動端末 500 毎のフィードバック情報の識別を実現できる。

[0035] フィードバック情報処理部 112 は、入力されたフィードバック情報に基づいて、当該移動端末 500 へ送信するデータ信号に対して様々な適応制御を行うための適応制御情報を生成する。受信した信号にアンカー基地局 100 に対するフィードバック情報が含まれる場合、フィードバック情報処理部 112 は、アンカー基地局 100 における適応制御情報を生成する。フィードバック情報処理部 112 は、生成した適応制御情報を、アンカー基地局 100 における符号部 101、変調部 103、レイヤーマッピング部 104、プレコーディング部 105、リソースエレメントマッピング部 106 に出力する。また、フィードバック情報処理部 112 は、適応制御情報を図示しない上位層に出力してもよい。

[0036] さらに、受信した信号に協調基地局 300 に対するフィードバック情報が含まれる場合、フィードバック情報処理部 112 は、後述する協調基地局 300 における符号部 601、変調部 603、レイヤーマッピング部 604、リソースエレメントマッピング部 606 に対する適応制御情報を生成する。フィードバック情報処理部 112 は、生成した適応制御情報を、X2 インターフェースなどの回線（好ましくは光ファイバなどの有線回線やリレー技術等を用いた固有の無線回線）を通じて、協調基地局 300 へ出力する。

[0037] なお、基地局同士を接続する回線は、アンカー基地局 100 から協調基地局 300 への適応制御情報を通信する場合以外にも様々な用途で用いること

ができる。例えば、基地局同士を接続する回線は、協調基地局 300 からアンカー基地局 100 に対して、協調通信を行うための基地局情報および／または制御情報などを通信することもできる。また、受信した信号に各基地局に対するフィードバック情報が含まれない場合は、フィードバック情報処理部 112 は、予め規定された処理を実行してもよい。

[0038] 次に、フィードバック情報に基づいた適応制御の方法を説明する。フィードバック情報としては様々な情報を用いることができる。以下では、基地局に対する推奨送信フォーマット情報（インプリシット伝送路状況情報）と、伝送路状況（伝送路状態，伝送チャネル）を示す情報（エクスプリシット伝送路状況情報）とを用いる場合を説明する。

[0039] まず、フィードバック情報として、基地局に対する推奨送信フォーマット情報を用いる場合、基地局および移動端末共に既知の送信フォーマットが予めインデックス化されているものとする。また、移動端末は、当該送信フォーマットを用いた情報をフィードバックし、基地局は当該情報を用いて適応制御する。

[0040] 具体的には、CQI（Channel Quality Indicator）は符号化率および変調方式を示す情報であるため、フィードバック情報処理部 112 は、CQI によって符号部および変調部を制御できる。PMI（Precoding Matrix Index）はプレコーディング行列を示す情報（以下、「プレコーディング情報 PMI」とも称する）であるため、フィードバック情報処理部 112 は、プレコーディング情報 PMI によってプレコーディング部を制御できる。RI（Rank Indicator）はレイヤー数を示す情報であるため、フィードバック情報処理部 112 は、RI によってレイヤーマッピング部およびコードワードを生成する上位層を制御できる。また、受信した信号にリソースへのマッピングに関するフィードバック情報も含まれる場合、フィードバック情報処理部 112 は、当該フィードバック情報によって、リソースエレメントマッピング部を制御することもできる。ここで、プレコーディング情報 PMI はデータ伝送の方法、目的、用途などに応じて、複数種類に分けることもできる。

プレコーディング情報PMIの詳細は後述する。

- [0041] 次に、フィードバック情報として伝送路状況を示す情報を用いる場合、移動端末は、基地局からの伝送路状況測定用参照信号を用いて、基地局との伝送路状況の情報をフィードバックする。その際、移動端末は、固有値分解や量子化などの様々な方法を用いて、情報量を削減することもできる。基地局は、フィードバックされた伝送路状況の情報を用いて、端末装置に対する制御を行う。例えば、基地局は、フィードバックされた情報に基づいて、移動端末が好適な受信ができるように、符号化率および変調方式、レイヤー数、並びにプレコーディング行列を決定できる。また、基地局は、当該決定の方法として、様々な方法を用いることができる。
- [0042] 符号部101には、図示しない送信装置の上位層の処理装置から、移動端末に送信する1以上のコードワード（送信データ信号、情報データ信号）が入力される。符号部101は、各コードワードを、ターボ符号、畳込み符号、LDPC (Low Density Parity Check) 符号などの誤り訂正符号により符号化する。符号部101は、符号化した各コードワードを、スクランブル部102に出力する。コードワードは、HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest) などの再送制御を行う処理単位、誤り訂正符号化を行う処理単位、あるいはそれらの単位を複数まとめたものなどとすることができる。
- [0043] スクランブル部102は、基地局毎、移動端末毎などに異なるスクランブル符号を生成する。スクランブル部102は、符号部101が符号化した信号に対して、生成したスクランブル符号を用いてスクランブル処理を行う。
- [0044] 変調部103は、BPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、QAM (Quadrature Amplitude Modulation) などの変調方式を用いて、スクランブル処理を行った信号に変調処理を行う。変調部103は、変調処理した信号を、レイヤーマッピング部104に出力する。
- [0045] データ信号復調用参照信号生成部113は、移動端末500で情報データ信号を復調するための参照信号として、各レイヤー間で直交または準直交す

るデータ信号復調用参照信号 (Dm-RS (Demodulation Reference Signal), DRS (Dedicated Reference Signal), Precoded RS, ユーザ固有参照信号, UE-specific RS) を生成する。データ信号復調用参照信号生成部 113 は、生成したデータ信号復調用参照信号を、レイヤーマッピング部 104 に出力する。

[0046] データ信号復調用参照信号は、移動端末 500 に対する情報データ信号と共にプレコーディング処理が行われる。また、データ信号復調用参照信号生成部 113 は、Walsh 符号などの直交符号による符号分割多重 (CDM; Code Division Multiplexing) および周波数分割多重 (FDM; Frequency Division Multiplexing) のいずれかを用いて、または符号分割多重と周波数分割多重とを併用して、各レイヤのデータ信号復調用参照信号を直交させる。また、データ信号復調用参照信号生成部 113 は、データ信号復調用参照信号を、移動端末 500 に対するレイヤー数に応じて変えることができる。具体的には、データ信号復調用参照信号生成部 113 は、レイヤー数が 1 または 2 のときは、符号長が 2 の直交符号を用いて符号分割多重する。データ信号復調用参照信号生成部 113 は、レイヤー数が 3 または 4 のときは、符号長が 2 の直交符号を用いた符号分割多重と、周波数分割多重とを併用する。データ信号復調用参照信号生成部 113 は、レイヤー数が 5 ~ 8 のときは、符号長が 4 の直交符号を用いた符号分割多重と、周波数分割多重とを併用する。また以下では、データ信号復調用参照信号を符号分割多重するグループを、「CDM グループ」と呼ぶ。

[0047] レイヤーマッピング部 104 は、データ信号復調用参照信号生成部 113 から入力されたデータ信号復調用参照信号を、MIMO (Multi-Input Multi-Output) などの空間多重を行うレイヤーの各々にマッピングする。さらに、レイヤーマッピング部 104 は、データ信号復調用参照信号を除いたリソースエレメントに、それぞれの変調部 103 が出力した信号を、レイヤー毎にマッピングする。例えば、コードワード数が 2 で、レイヤー数を 8 であるとする、レイヤーマッピング部 104 は、各コードワードを 4 つの並列信

号に変換することでレイヤー数を8にする。なお、これに限るものではない。

[0048] プレコーディング部105は、レイヤーマッピング部104が出力した信号をプレコーディング処理することにより、アンテナポート（送信アンテナ、論理ポート）数の並列信号に変換する。ここで、プレコーディング処理においては、移動端末500が効率よく受信できるように（例えば、受信電力が最大になるように、または隣接セルからの干渉が小さくなるように、または隣接セルへの干渉が小さくなるように）、レイヤーマッピング部104が出力した信号に対して位相回転などを行うことが好ましい。また、予め決められたプレコーディング行列による処理、CDD（Cyclic Delay Diversity）、送信ダイバーシチ（SFBC（Spatial Frequency Block Code）、STBC（Spatial Time Block Code）、TSTD（Time Switched Transmission Diversity）、FSTD（Frequency Switched Transmission Diversity）など）を用いることができる。なお、これに限るものではない。ここで、プレコーディング情報PMIが複数種類に分けられたものがフィードバックされた場合、プレコーディング部105は、当該複数のプレコーディング情報PMIに基づいて、プレコーディング処理を行うことができる。その詳細については後述する。

[0049] 伝送路状況測定用参照信号生成部109は、アンカー基地局100と移動端末500との間の伝送路状況（第1の伝送路状況）を測定するために、アンカー基地局100および移動端末500で互いに既知の第1の伝送路状況測定用参照信号（セル固有参照信号、CRS（Common RS）、Cell-specific RS、Non-precoded RS）を生成する。伝送路状況測定用参照信号生成部109は、生成した第1の伝送路状況測定用参照信号を、リソースエレメントマッピング部106に出力する。このとき、アンカー基地局100および移動端末500が共に既知の信号であれば、第1の伝送路状況測定用参照信号としては、任意の信号（系列）を用いることができる。例えば、当該任意の信号（系列）として、アンカー基地局100

0に固有の番号（セルID）などの予め割り当てられているパラメータに基づいた乱数または疑似雑音系列を用いることができる。また、アンテナポート間で直交させる方法として、第1の伝送路状況測定用参照信号をマッピングするリソースエレメントをアンテナポート間で互いにヌル（ゼロ）とする方法、疑似雑音系列を用いた符号分割多重する方法、またはそれらを組み合わせた方法などを用いることができる。

[0050] リソースエレメントマッピング部106は、プレコーディング部105が出力した送信データ信号、伝送路状況測定用参照信号生成部109が出力した伝送路状況測定用参照信号を、それぞれのアンテナポートのリソースエレメントにマッピングする。なお、移動端末500が制御情報信号を復調するための参照信号をさらに生成し、リソースエレメントマッピング部106がマッピングすることもできる。

[0051] 図2は、リソースエレメントマッピング部106がマッピングするデータ信号復調用参照信号、第1の伝送路状況測定用参照信号、情報データ信号または制御情報信号の一例を示す図である。詳しくは、図2は、アンカー基地局100のアンテナポート数が8、データ信号復調用参照信号のCDMグループ数が2のときに、当該各信号をマッピングした場合を示している。図2を参照して、1つのサブフレーム内に2つのリソースブロックが含まれる。1つのリソースブロックは、周波数方向における12のサブキャリアと、時間方向における7のOFDMシンボルとで構成される。1つのOFDMシンボルのうち、各サブキャリアをリソースエレメントとも呼ぶ。各サブフレームのうち、時間方向に前後の7つのOFDMシンボルをそれぞれスロットとも呼ぶ。

[0052] 図中の色付けしたリソースエレメントのうち、CDMグループ番号1～2のデータ信号復調用参照信号をそれぞれD1～D2と、アンテナポート1～8の伝送路状況測定用参照信号をそれぞれC1～C8として表している。さらに、リソースエレメントマッピング部106は、図中の参照信号をマッピングしたリソースエレメント以外のリソースエレメントに、情報データ信号

または制御情報信号をマッピングする。なお、この例では、情報データ信号または制御情報信号のレイヤー数は最大8とすることができる。例えば、情報データ信号のレイヤー数を2、制御情報信号のレイヤー数を1とすることができる。

[0053] リソースエレメントマッピング部106は、通信システムが用いる周波数帯域幅（システム帯域幅）に応じて、リソースブロックの数を変えることができる。例えば、リソースエレメントマッピング部106は、6～110個のリソースブロックを用いることができる。さらに、リソースエレメントマッピング部106は、周波数アグリゲーションにより、全システム帯域幅を110個以上にすることも可能である。通常、コンポーネントキャリアは、100個の物理リソースブロックで構成される。コンポーネントキャリア間にガードバンドを挟んで、5個のコンポーネントキャリアを用いることにより、全システム帯域幅を500個の物理リソースブロックにすることができる。これを、帯域幅で表現すると、例えば、コンポーネントキャリアを20MHzで構成し、コンポーネントキャリア間にガードバンドを挟んで、5個のコンポーネントキャリアを用いることにより、全システム帯域幅を100MHzにすることができる。

[0054] 再び、図1を参照して、OFDM信号生成部107は、リソースエレメントマッピング部が出力した周波数領域の信号を、逆高速フーリエ変換（IFFT（Inverse Fast Fourier Transform））などにより周波数時間変換処理を行うことによって、時間領域の信号に変換する。さらに、OFDM信号生成部107は、各OFDMシンボルの一部を巡回的に拡張することでガードインターバル（サイクリックプレフィックス）を付加する。送信アンテナ108は、OFDM信号生成部107が出力した信号（ベースバンド帯域の信号）を無線周波数帯域への信号に変換する処理などを行う。送信アンテナ108は、当該変換処理後の信号を送信する。

[0055] 図3は、協調基地局300の構成を示す概略ブロック図である。協調基地局300は、移動端末500に対する協調通信を行う基地局のうち、図1で

説明したアンカー基地局 100 を除いた基地局である。

[0056] 図 3 を参照して、協調基地局 300 は、符号部 301 と、スクランブル部 302 と、変調部 303 と、レイヤーマッピング部 304 と、プレコーディング部 305（第 2 のプレコーディング部）と、リソースエレメントマッピング部 306 と、OFDM 信号生成部 307 と、送信アンテナ 308 と、伝送路状況測定用参照信号生成部 309 と、データ信号復調用参照信号生成部 313（第 2 の伝送路状況測定用参照信号生成部）とを備えている。

[0057] 協調基地局 300 と図 1 で説明したアンカー基地局 100 との違いは、協調基地局 300 では、移動端末 500 からのフィードバック情報を受信するための各部が省略されていることである。さらに、符号部 301、変調部 303、レイヤーマッピング部 304、プレコーディング部 305、およびリソースエレメントマッピング部 306 のそれぞれを適応制御するための適応制御情報が、アンカー基地局 100 から X2 インターフェースなどの回線を通じて協調基地局 300 に入力される。また、協調基地局 300 から移動端末 500 に対する情報データ信号を送信する協調通信方式（例えば、Joint Transmission、Dynamic Cell Selection など）では、アンカー基地局 100 から移動端末 500 に対する情報データ信号も X2 インターフェースなどの回線を通じて協調基地局 300 に入力される。

[0058] 以下では、協調基地局 300 の動作に関して、図 1 で説明したアンカー基地局 100 と異なる部分を中心に説明する。

[0059] プレコーディング部 305 は、移動端末 500 に対する協調通信方式によって、異なる動作をできる。まず、ジョイント送信 (Joint Transmission) またはジョイントプロセッシング (Joint Processing) などのような協調基地局 300 から移動端末 500 に対する情報データ信号を送信する協調通信方式では、プレコーディング部 305 は、アンカー基地局 100 と協調して移動端末 500 が好適な受信ができるようにプレコーディング処理を行うことが好ましい。また、協調スケジューリング (Coordinated Scheduling) または協調ビームフォーミング (Coordinated Beamforming) などのような

協調通信方式では、プレコーディング部305は、移動端末500に対する協調基地局300からの干渉を低減させるように、他の移動端末の情報データ信号に対してプレコーディング処理（送信電力制御も含む）を行うことが好ましい。

[0060] 伝送路状況測定用参照信号生成部309は、協調基地局300と移動端末500との間の伝送路状況（第2の伝送路状況）を測定するために、協調基地局300および移動端末500で互いに既知の第2の伝送路状況測定用参照信号（セル固有参照信号、CRS（Common RS）、Cell-specific RS、Non-precoded RS）を生成する。伝送路状況測定用参照信号生成部309は、生成した第2の伝送路状況測定用参照信号を、リソースエレメントマッピング部306に出力する。このとき、協調基地局300および移動端末500が共に既知の信号であれば、第2の伝送路状況測定用参照信号としては、任意の信号（系列）を用いることができる。例えば、当該任意の信号（系列）として、協調基地局300に固有の番号（セルID）などの予め割り当てられているパラメータに基づいた乱数または疑似雑音系列を用いることができる。また、アンテナポート間で直交させる方法として、第2の伝送路状況測定用参照信号をマッピングするリソースエレメントをアンテナポート間で互いにヌル（ゼロ）とする方法、疑似雑音系列を用いた符号分割多重する方法などを用いることができる。

[0061] 図4は、レイヤーマッピング部304およびリソースエレメントマッピング部306がマッピングするデータ信号復調用参照信号、第2の伝送路状況測定用参照信号、情報データ信号または制御情報信号の一例を示す図である。ここで、データ信号復調用参照信号に対して、プレコーディング部305によって上述したプレコーディング処理が行われる。また、第2の伝送路状況測定用参照信号は、図2で説明した第1の伝送路状況測定用参照信号に対して周波数分割多重するようにマッピングされる。図2の例では、1サブキャリア分の周波数方向にシフトしている。各伝送路状況測定用参照信号をマッピングする位置は、制御情報（RRC（Radio Resource Control）シグ

ナリングも含む)として、移動端末500に通知または報知してもよい。また、各伝送路状況測定用参照信号をマッピングする位置は、セルIDなどの他の制御情報に基づいて移動端末500が識別できるようにしてもよい。また、複数のアンテナポートのうち、1つのアンテナポートに対する伝送路状況測定用参照信号がマッピングする位置のみを通知または報知または識別できるようにし、当該位置に基づいて、他のアンテナポートに関しても識別できるようにすることもできる。

[0062] なお、この場合、リソースエレメントマッピング部306は、アンカー基地局100および協調基地局300がマッピングする情報データ信号または制御情報信号のうち、第2の伝送路状況測定用参照信号および第1の伝送路状況測定用参照信号がマッピングされるリソースエレメントを、それぞれミュート（ゼロ、ヌル）してもよい。すなわち、リソースエレメントマッピング部306は、アンカー基地局100がマッピングする情報データ信号または制御情報信号のうち、協調基地局300がマッピングする第2の伝送路状況測定用参照信号のリソースエレメントをミュートしてもよい。また、リソースエレメントマッピング部306は、協調基地局300がマッピングする情報データ信号または制御情報信号のうち、アンカー基地局100がマッピングする第1の伝送路状況測定用参照信号のリソースエレメントをミュートしてもよい。なお、ミュートするリソースエレメントは全部またはその一部でもよい。

[0063] リソースエレメントマッピング部306がミュートすることにより、移動端末500は、協調通信をする場合の伝送路状況を効率よく推定することができる。ミュートの方法としては、たとえば、情報データ信号または制御情報信号をマッピングした後、協調する他の基地局の伝送路状況測定用参照信号がマッピングされるリソースエレメントの信号を間引く方法が挙げられる（パンクチャリング）。また、他の方法として、協調する他の基地局の伝送路状況測定用参照信号がマッピングされるリソースエレメントを避けるように情報データ信号または制御情報信号をマッピングする方法が

挙げられる（レートマッチング）。

[0064] 図5は、移動端末500の構成を示す概略ブロック図である。図5を参照して、移動端末500は、受信アンテナ501（受信アンテナポート）と、OFDM信号復調部502と、リソースエレメントデマッピング部503と、フィルタ部504（伝搬路変動補償部、等化部、干渉除去部、干渉低減部）と、レイヤーデマッピング部505と、復調部506と、デスクランブル部507と、復号部508と、伝搬路推定部509と、フィードバック情報生成部510（伝送路状況測定部）と、送信信号生成部511と、送信アンテナ512とを備えている。

[0065] 移動端末500は、少なくとも1つの受信アンテナ数（受信アンテナポート数）の受信アンテナ501を備えている。受信アンテナ501は、アンカー基地局100および協調基地局300により送信された、伝送路（伝搬路、チャネル）を通った信号を受信する。受信アンテナ501は、受信した信号（無線周波数帯域の信号）をベースバンド信号に変換する処理などを行う。

[0066] OFDM信号復調部502は、ベースバンド信号から付加したガードインターバルを除去する。OFDM信号復調部502は、ガードインターバルが除去されたベースバンド信号を、高速フーリエ変換（FFT； Fast Fourier Transform）などにより時間周波数変換処理を行うことによって、周波数領域の信号に変換する。

[0067] リソースエレメントデマッピング部503は、アンカー基地局100および協調基地局300でマッピングした信号をデマッピング（分離）する。リソースエレメントデマッピング部503は、デマッピングにより、情報データ信号をフィルタ部504に出力する。また、リソースエレメントデマッピング部503は、第1の伝送路状況測定用参照信号および第2の伝送路状況測定用参照信号をフィードバック情報生成部510に出力する。さらに、リソースエレメントデマッピング部503は、データ信号復調用参照信号を伝搬路推定部509に出力する。また、制御情報信号は、移動端末500全体

（上位層も含む）で共有される。制御情報信号は、情報データ信号の復調など、移動端末500における様々な制御に用いられる（図示しない）。

[0068] 伝搬路推定部509は、入力されたデータ信号復調用参照信号に基づいて、各受信アンテナ501の各レイヤー（ランク、空間多重）に対する、それぞれのリソースエレメントにおける振幅および位相の変動（周波数応答、伝達関数）を推定（伝搬路推定）することによって、伝搬路推定値を求める。なお、伝搬路推定部509は、データ信号復調用参照信号がマッピングされていないリソースエレメントについては、データ信号復調用参照信号がマッピングされたリソースエレメントに基づいて、周波数方向および時間方向に補間することにより、伝搬路推定を行う。当該補間方法としては、線形補間、放物線補間、多項式補間、ラグランジュ補間、スプライン補間、FFT補間、最小平均二乗誤差（MMSE（Minimum Mean Square Error））補間などの様々な方法を用いることができる。

[0069] フィルタ部504は、リソースエレメントデマッピング部503が出力した受信アンテナ501毎のデータ信号に対して、伝搬路推定部509が出力した伝搬路推定値を用いた伝搬路補償を行うことにより、レイヤー毎の情報データ信号を検出（復元）する。当該検出方法としては、ZF（Zero Forcing）基準またはMMSE基準の等化、干渉除去などを用いることができる。また、その他の検出方法として、MLD（Maximum Likelihood Detection）に基づく方法（例えば、QR-MLD（QR decomposition and M-algorithm MLD）など）、SIC（Successive Interference Cancellation）に基づく方法（例えば、Turbo SIC、MMSE-SIC、ZF-SIC、BLAST（Bell laboratories layered space-time architecture）など）、PIC（Parallel Interference Cancellation）に基づく方法なども適用できる。

[0070] レイヤーデマッピング部505は、レイヤー毎の信号を、それぞれのコードワードに対してデマッピング処理を行う。以降、コードワード毎に処理が行なわれる。復調部506は、アンカー基地局100および／または協調基

地局 300 で用いた変調方式に基づいて復調を行う。デスクランブル部 507 は、アンカー基地局 100 および／または協調基地局 300 で用いたスクランブル符号に基づいて、デスクランブル処理を行う。復号部 508 は、アンカー基地局 100 および／または協調基地局 300 で施した符号化方法に基づいた誤り訂正復号処理を行い、当該処理結果を移動端末 500 の上位層の処理装置へ出力する。

[0071] 一方、フィードバック情報生成部 510 は、リソースエレメントデマッピング部 503 が出力した各基地局からの伝送路状況測定用参照信号に基づいて、フィードバック情報を生成する。フィードバック情報を生成する方法は、以下のとおりである。フィードバック情報生成部 510 は、受信した伝送路状況測定用参照信号を用いて、各基地局における送信アンテナの移動端末 500 における受信アンテナ 501 に対する伝送路状況を基地局毎（伝送路状況測定用参照信号毎）に測定することによって、基地局毎（伝送路状況測定用参照信号毎）の伝送路状況測定値を生成する。次に、フィードバック情報生成部 510 は、生成した伝送路状況推定値に基づいて、フィードバック情報を生成する。

[0072] また、フィードバック情報を生成する単位として、周波数方向（例えば、サブキャリア毎、リソースエレメント毎、リソースブロック毎、複数のリソースブロックで構成されるサブバンド毎など）、時間方向（例えば、OFDM シンボル毎、サブフレーム毎、スロット毎、無線フレーム毎など）、空間方向（例えば、アンテナポート毎、送信アンテナ毎、受信アンテナ毎など）などを用いることができる。さらに、フィードバック情報を生成する単位として、当該周波数方向、当該時間方向、および当該空間方向の 2 つ以上の組み合わせることもできる。

[0073] また、フィードバック情報生成部 510 は、フィードバック情報として、基地局に対する推奨送信フォーマット情報を生成する場合、当該推奨送信フォーマット情報の生成には様々な方法を用いることができる。例えば、まず、フィードバック情報生成部 510 は、生成した伝送路状況推定値に基づい

て、固有値分解などを用いることによって、空間多重できる最大レイヤー数を求める。フィードバック情報生成部510は、求めた最大レイヤー数に基づき、RIを生成する。フィードバック情報生成部510は、生成したRIおよび伝送路状況推定値に基づいて、好適な受信ができるようなプレコーディング行列などを推定する。フィードバック情報生成部510は、推定したプレコーディング行列に基づき、プレコーディング情報PMIを生成する。フィードバック情報生成部510は、プレコーディング情報PMIの生成に、例えば、候補となるプレコーディング行列を生成した伝送路状況推定値に乗算し、協調通信をしたときに好適となるプレコーディング行列を用いてもよい。また、フィードバック情報生成部510は、固有値分解などを用いて、好適なプレコーディング行列を選択してもよい。

[0074] 次に、フィードバック情報生成部510は、生成したRI、プレコーディング情報PMIおよび伝送路状況推定値に基づいて、情報データ信号に対する変調方式および符号化率を選択する。フィードバック情報生成部510は、選択した変調方式および符号化率に基づいて、CQIを生成する。フィードバック情報生成部510は、例えば、(i) 受信信号電力対干渉・雑音電力比 ($SINR$ (Signal to Interference plus Noise power Ratio))、受信信号電力対干渉電力比 (SIR (Signal to Interference power Ratio))、受信信号電力対雑音電力比 (SNR (Signal to Noise power Ratio))、パスロスなどを測定し、(ii) 当該各測定値に対して所要品質を満たすCQIのルックアップテーブルを予め設定しておき、(iii) 協調通信を行う時の $SINR$ を求め、(iv) 当該予め設定されたルックアップテーブルからCQIを生成してもよい。

[0075] 送信信号生成部511は、フィードバック情報生成部510が出力したフィードバック情報をアンカー基地局400に送信（フィードバック）するために、符号化処理、信号変調処理、OFDM信号生成処理などを行うことによって送信信号を生成する。送信アンテナ512は、送信信号生成部511が生成したフィードバック情報を含む送信信号を上り回線（PUCCHまた

はPUSCH)を通じて、アンカー基地局100および／または協調基地局300に送信する。

[0076] また、以上のような生成したフィードバック情報をアンカー基地局100および／または協調基地局300にフィードバックする方法としては、例えば、アンカー基地局100が指定したPUSCHを通じて、複数のサブフレームに分けて、送信することができる。また、移動端末500は、アンカー基地局100が指定したPUSCHを通じて、生成したフィードバック情報の全てまたはその一部を1つのサブフレームで送信することもできる。その際、移動端末500は、移動端末500からの情報データ信号と共に上記生成したフィードバック情報を送信してもよい。

[0077] 以下では、本実施形態で用いるプレコーディング処理およびプレコーディング情報PMIのフィードバックについて説明する。本実施形態では、各基地局に対するプレコーディング情報PMIを、広帯域プレコーディング行列(重み、ベクトル)W1を示す広帯域プレコーディング情報(広帯域PMI, 第1の部分プレコーディング情報)PMI1と、狭帯域プレコーディング行列W2を示す狭帯域プレコーディング情報(狭帯域PMI, 第2の部分プレコーディング情報)PMI2との2種類に分けた場合を説明する。

[0078] 図6は、本実施形態で用いる広帯域プレコーディング行列および狭帯域プレコーディング行列の一例を示す図である。図6を参照して、アンカー基地局100(第1の伝送路状況測定用参照信号)における広帯域プレコーディング行列をW1a、アンカー基地局100(第1の伝送路状況測定用参照信号)における狭帯域プレコーディング行列をW2a、協調基地局300(第2の伝送路状況測定用参照信号)における広帯域プレコーディング行列をW1b、協調基地局300(第2の伝送路状況測定用参照信号)における狭帯域プレコーディング行列をW2bとする。

[0079] 各基地局において、図6に示すようなプレコーディング行列が設定された場合、各基地局におけるプレコーディング部は、広帯域プレコーディング行列および狭帯域プレコーディング行列に基づいた演算(乗算、除算、加算、

減算、クロネッカー演算、重み付け演算、選択など）を行うことによって、情報データ信号に対するプレコーディング行列 W を決定する。すなわち、各基地局におけるプレコーディング部は、 $W = f(W_1, W_2)$ により求める。ただし、 $f(x, y)$ は x および y の関数を示す。

[0080] 以下では、上記に演算の一例として、広帯域プレコーディング行列を狭帯域プレコーディング行列に乗算したものを、情報データ信号に対するプレコーディング行列とする場合を説明する。すなわち、 $W = W_1 * W_2$ により求める場合を例に挙げて説明する。ただし、記号“*”は乗算を示す算術演算子である。当該演算を行うと、特に移動端末500がセル端に位置する時の特性が良くなる。

[0081] 具体的には、アンカー基地局100は、プレコーディング部105が行うプレコーディング処理のプレコーディング行列 W_a を、 $W_a = W_{1a} * W_{2a}$ により求める。また、協調基地局300は、プレコーディング部305が行うプレコーディング処理のプレコーディング行列 W_b を、 $W_b = W_{1b} * W_{2b}$ により求める。求められたプレコーディング行列 W_a および W_b は、それぞれ情報データ信号に対する乗算などの演算に用いられる。なお、狭帯域プレコーディング行列を広帯域プレコーディング行列に乗算したものを、情報データ信号に対するプレコーディング行列としてもよい。すなわち、アンカー基地局100および協調基地局300は、情報データ信号に対するプレコーディング行列を、 $W = W_2 * W_1$ により求めてもよい。当該演算では、特にセルスループットが良くなる。

[0082] 次に、以上のようなプレコーディング処理を行うために、移動端末500におけるフィードバック情報生成部510が生成するプレコーディング情報PMIについて説明する。

[0083] 図7は、本実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。図7では、アンカー基地局100および協調基地局300で共通の広帯域プレコーディング情報PMI1と、アンカー基地局100および協調基地局300で共通の狭帯域プレコーデ

ィング情報PMI2とを示している。

[0084] 本実施形態では、移動端末500におけるフィードバック情報生成部510は、アンカー基地局100からの第1の伝送路状況測定用参照信号および協調基地局300からの第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、図7で示すような広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2を生成する。

[0085] 広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2の生成について説明する。フィードバック情報生成部510は、例えば、候補となる広帯域プレコーディング行列および狭帯域プレコーディング行列の組み合わせを選択する。フィードバック情報生成部510は、選択された広帯域プレコーディング行列と狭帯域プレコーディング行列とに基づく演算によって得られたプレコーディング行列を、伝送路状況推定値に乗算する。フィードバック情報生成部510は、候補となる行列の組み合わせのうち、アンカー基地局100および協調基地局300が協調通信をしたときに好適となるプレコーディング行列を選択する。フィードバック情報生成部510は、当該選択されたプレコーディング行列に対応する広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2を生成する。このとき、フィードバック情報生成部510は、広帯域プレコーディング行列および狭帯域プレコーディング行列の組み合わせとして、それぞれアンカー基地局100および協調基地局300で共通であるものを選択する。

[0086] このとき、移動端末500は、協調通信方式によって、広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2の生成方法を変えることができる。まず、ジョイント送信やジョイントプロセッシングなどのような協調基地局300からも移動端末500に対する情報データ信号を送信する協調通信方式では、アンカー基地局100および協調基地局300がジョイントして送信した場合に、移動端末500は、移動端末500において好適な受信ができるようにプレコーディング行列を選択することが好ましい。また、協調スケジューリングや協調ビームフォーミングなどのよ

うな協調通信方式では、移動端末500は、移動端末500に対する協調基地局300からの干渉を低減させるような、他の移動端末の情報データ信号に対するプレコーディング行列（送信電力制御も含む）を選択することが好ましい。その際、移動端末500は、アンカー基地局100における移動端末500に対する情報データ信号の受信状態もさらに考慮してもよい。

[0087] ここで、広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報について説明する。図8は、システム帯域と帯域幅パートの一例を示す図である。図8を参照して、システム帯域幅は、16個のリソースブロックで構成される。また、システム帯域幅は、4個の帯域幅パート（BW（Bandwidth）パート）で構成される。4個の帯域幅パートの各々は、4個のリソースブロックで構成される。広帯域プレコーディング情報は、システム帯域幅で1つのプレコーディング情報を示す。狭帯域プレコーディング情報は、BWパート幅で1つのプレコーディング情報を示す。

[0088] 移動端末500のフィードバック情報生成部510は、BWパート幅をサブバンドなどに分割し、1つのBWパートから1つのサブバンドを選択したプレコーディング情報を、狭帯域プレコーディング情報としてもよい。また、フィードバック情報生成部510は、狭帯域プレコーディング情報をBWパート毎に生成した場合でも、その全てをフィードバックしてもよいし、その一部をフィードバックしてもよい。例えば、フィードバック情報生成部510は、受信特性が良好な1つ以上のBWパートを選択し、フィードバックすることができる。

[0089] また、フィードバック情報生成部510は、受信特性が良好なBWパートがない場合は、狭帯域プレコーディング情報をフィードバックしなくてもよい。この場合、フィードバック情報生成部510は、送信ダイバーシチ方式などの通信方式を選択できる。また、フィードバック情報生成部510は、狭帯域プレコーディング情報PMI2を広帯域フィードバック情報とすることもできる。この場合、フィードバック情報生成部510は、伝送路状況の周波数選択性によって、スケジューリングの柔軟性や受信性能を向上させる

ことができる。

[0090] 次に、プレコーディング情報およびプレコーディング情報に基づくプレコーディング処理について、より具体的に説明する。好適なプレコード F を $F = A(i) B(j)$ と表現するようにシステムで取り決めておき、移動端末500は、広帯域プレコーディング情報 $PMI1$ として i を、狭帯域プレコーディング情報 $PMI2$ として j をアンカー基地局100に報告する。ここで、 F は、レイヤー数 $\times$ アンテナポート数のサイズの行列である。 A および B は、所定のサイズの行列である。ただし、ここでいう行列とは、ベクトルあるいはスカラーを含む概念である。 A および B としては、例えば以下のような i 、 j を指定することにより一意に決まる任意の行列を用いることができる。

[0091] (1) $A(i) = W_i$ 、 $B(j) = V_1 + V_2 \phi_j$ とする。ここで、 V_1 と V_2 とは0と1との要素からなる所定の行列、 W_i は所定のコードブックで指定される行列、 ϕ_j は所定のコードブックで指定されるスカラーである。

[0092] (2) $A(i) = W_i$ 、 $B(j) = \Phi_j$ とする。 W_i および Φ_j は所定のコードブックで指定される行列である。

[0093] (3) $A(i) = [W_i \ W_i]$ 、 $B(j) = \Phi_j$ とする。 W_i および Φ_j は所定のコードブックで指定される行列である。

[0094] (4) $A(i) = K(U, W_i)$ 、 $B(j) = [I \ \Phi_j^T]^T$ とする。 U は所定の行列、 I は単位行列、 W_i および Φ_j は所定のコードブックで指定される行列である。また、 $K(X, Y)$ は行列 X と行列 Y とのクロネッカー積、 X^T は行列 X の転置行列を表す演算子である。

[0095] このように、広帯域プレコーディング情報 $PMI1$ と狭帯域プレコーディング情報 $PMI2$ とを用いて表現する好適なプレコードとは、広帯域プレコーディング情報 $PMI1$ が表現するプレコードと狭帯域プレコーディング情報 $PMI2$ が表現するプレコードとを結合したプレコードとして表現することができる。なお、ここではプレコードの結合として、 $F = A(i) B(j)$

）と表現するようにシステムで取り決めておく場合について説明するが、 $F = K(A(i), B(j))$ と表現するような場合など、その他のプレコードの結合方法をシステムで取り決めておいても同様の効果を得ることができる。

[0096] 図16は、本実施形態で用いるコードブックの一例である。このコードブックのサイズは16である。広帯域プレコーディング情報PMI1として4ビットで表すことができるインデックス*i*を指定することにより、*i*に対応する W_i が一意に決定する。

[0097] 図17は、本実施形態で用いるコードブックの一例である。図17に示すコードブックのサイズは16である。移動端末500は、狭帯域プレコーディング情報PMI2として4ビットで表すことができるインデックス*j*を指定することにより、*i*に対応する Φ_j が一意に決定する。

[0098] 図18は、本実施形態で用いるプレコーディング処理の概略図である。以下では、アンテナポート数が4、レイヤー数が2であり、 $F = W_i \Phi_j$ の場合について説明する。広帯域プレコーディング情報PMI1が表すプレコードである W_i によって、各レイヤーの各アンテナポートにおける信号点は変位（ここでは0から 2π の範囲で位相が回転）する。さらに、狭帯域プレコーディング情報PMI2が表すプレコードである Φ_j によって、各レイヤーの各アンテナポートにおける信号点は変位（ここでは0から 2π の範囲で位相が回転）する。

[0099] 移動端末500は、まず広帯域プレコーディング情報PMI1をアンカー基地局100に報告するに際し、各レイヤーの各アンテナポートにおける信号点に対して固有の変位を与えるプレコード群からなるコードブックから、好適なプレコード（プレコードをかけた後の信号点が好適であるプレコード）を決定する。ここで、移動端末500は、広帯域プレコーディング情報PMI1を決定に用いるコードブックとして、図16に示すようなコードブックを用いる。移動端末500は、次に狭帯域プレコーディング情報PMI2をアンカー基地局100に報告するに際し、報告した広帯域プレコーディン

グ情報PMI1が表すプレコードをかけた後の信号点に対して、さらにプレコードをかけた後の信号点が好適であるプレコードをコードブックから決定する。移動端末500は、当該決定したプレコードのインデックスを狭帯域プレコーディング情報PMI2として報告する。ここで、移動端末500は、狭帯域プレコーディング情報PMI2を決定に用いるコードブックは図17に示すようなコードブックを用いる。なお、図18に示した信号点の変位は一例であって、これに限るものではない。

[0100] 図9は、本実施形態で用いるアンカー基地局100と、協調基地局300と、移動端末500との間の通信のフロー図である。まず、アンカー基地局100は、移動端末500に対して協調通信を行うための1つ以上の協調基地局300を通知する（ステップS901）。アンカー基地局100は、当該通知方法として、様々な方法を用いることができる。例えば、アンカー基地局100は、協調基地局300のセルID、協調するコンポーネントキャリア、周波数バンドを識別する情報（情報を示すリストも含む）など（それらの組み合わせも含む）を移動端末500に対して通知してもよい。これらの通知方法では、アンカー基地局100は協調基地局300を直接指定するため、柔軟な協調通信ができる。また、アンカー基地局100は、他の制御情報に関連させて通知してもよい。この場合、アンカー基地局100は協調基地局300を直接指定しないため、制御情報のオーバーヘッドを低減させることができる。また、アンカー基地局100が予め移動端末500に対する協調通信の候補となる基地局を移動端末500に対して通知しておき、協調通信する場合は、移動端末500は、当該候補の中から協調基地局300として指定することもできる。この場合、制御情報のオーバーヘッドを低減させつつ、柔軟な協調通信を実現できる。さらに、アンカー基地局100は、これらの通知をPDCCHによる制御情報としてダイナミック（動的）に行うこともでき、あるいはRRCシグナリングとしてセミスタティック（準静的）に行うこともできる。

[0101] 次に、アンカー基地局100は、第1の伝送路状況測定用参照信号CSI

RSaを移動端末500に対して送信する（ステップS902）。協調基地局300は、第2の伝送路状況測定用参照信号CSIRSbを送信する（ステップS903）。移動端末500は、CSIRSaおよびCSIRSbを受信する。移動端末500は、受信したCSIRSaおよびCSIRSbに基づいて、図7で説明したような広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2を生成する。移動端末500は、生成した広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2を、アンカー基地局100にフィードバックする（ステップS904）。

[0102] アンカー基地局100は、移動端末500からフィードバックされた広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2に基づいて、アンカー基地局100における広帯域プレコーディング行列W1a、アンカー基地局100における狭帯域プレコーディング行列W2a、協調基地局300における広帯域プレコーディング行列W1b、および協調基地局300における狭帯域プレコーディング行列W2bを生成する。アンカー基地局100は、協調基地局300に対して、移動端末500に対する情報データ信号data、広帯域プレコーディング行列W1b、狭帯域プレコーディング行列W2bを通知する（ステップS905）。このとき、アンカー基地局100は、広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2を通知してもよいし、広帯域プレコーディング行列W1bおよび狭帯域プレコーディング行列W2bを演算により得られるプレコーディング行列を通知してもよい。

[0103] アンカー基地局100は、広帯域プレコーディング行列W1a、狭帯域プレコーディング行列W2a、dataに基づいて得られる信号（例えば、 $g(W1a, w2a, data)$ ）で演算される信号。ただし、 $g(x, y, z)$ は x 、 y 、 z をパラメータとする関数。）を、移動端末500に対して送信する（ステップS906）。例えば、アンカー基地局100は、広帯域プレコーディング行列W1aおよび狭帯域プレコーディング行列W2aを乗算

により得られるプレコーディング行列を $d a t a$ に乗算した信号を移動端末 500 に対して送信する。また、ステップ S906 でアンカー基地局 100 が送信した同じリソースを用いて、協調基地局 300 は、広帯域プレコーディング行列 $W1b$ 、狭帯域プレコーディング行列 $W2b$ 、 $d a t a$ に基づいて得られる信号（例えば、 $g(W1b, w2b, d a t a)$ で演算される信号）を、移動端末 500 に対して送信する（ステップ S907）。例えば、協調基地局 300 は、広帯域プレコーディング行列 $W1b$ および狭帯域プレコーディング行列 $W2b$ を乗算により得られるプレコーディング行列を $d a t a$ に乗算した信号を移動端末 500 に対して送信する。

[0104] 本実施形態で説明した方法を用いることにより、アンカー基地局 100 と協調基地局 300 とが協調通信を行う場合でも、協調通信を行わない場合と比べて、フィードバック情報を増やすことなく伝送品質の向上を実現できる。また、アンカー基地局 100 と協調基地局 300 とが協調通信を行う場合でも、フィードバック方法を、協調通信を行わない場合のフィードバック方法と同一にすることができる。それゆえ、移動端末 500 は、フィードバック情報の送信に際し、効率よくデータ伝送をすることができる。

[0105] なお、以上の説明では、 $R I$ 、広帯域プレコーディング情報 $P M I 1$ 、狭帯域プレコーディング情報 $P M I 2$ 、 $C Q I$ がそれぞれ独立のフィードバック情報として説明したが、それらの全部または一部を合わせて 1 つの情報としてもよい。例えば、ジョイントコーディングなどにより実現できる。具体的には、 $R I$ と広帯域プレコーディング情報 $P M I 1$ をジョイントコーディングにより 1 つの情報としてもよい。

[0106] なお、以上の説明では、データ信号復調用参照信号は、直交符号による $C D M$ と $F D M$ との併用した場合を説明したが、これに限定するものではない。このとき、データ信号復調用参照信号は、基地局および移動端末が共に既知の信号であれば、任意の信号（系列）を用いることができる。例えば、また、基地局に固有の番号（セル ID）、当該移動端末に固有の番号（ $R N T I$; Radio Network Temporary Identifier）などの予め割り当てられてい

るパラメータに基づいた乱数または疑似雑音系列（例えば、M（Maximum-length）系列、G o l d 符号、直交G o l d 符号、W a l s h 符号、O V S F（Orthogonal Variable Spreading Factor）符号、H a d a m a r d 符号、B a r k e r 符号などを、データ信号復調用参照信号として用いることができる。さらにそれらの系列を巡回的にシフトした系列や巡回的に拡張した系列を、データ信号復調用参照信号として用いることもできる。また、計算機などを用いて自己相関特性または相互相関特性に優れた系列を探索したものを用いてもよい。）を、データ信号復調用参照信号として用いることができる。また、データ信号復調用参照信号生成部 113 は、データ信号復調用参照信号をレイヤー間で直交させる方法として、データ信号復調用参照信号をマッピングするリソースエレメントをレイヤー間で互いにヌル（ゼロ）とする方法（例えば、時間分割多重や周波数分割多重など）、疑似雑音系列を用いた符号分割多重する方法などを用いることができる。

[0107] [第2の実施形態]

以下、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態における通信システムは、第1の実施形態における通信システムと同様のアンカー基地局 100、協調基地局 300 および移動端末 500 を備えるが、アンカー基地局 100 におけるプレコーディング部 105、協調基地局 300 におけるプレコーディング部 305 および移動端末 500 におけるフィードバック情報生成部 510 での処理が異なる。以下では、第1の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

[0108] 図 10 は、本実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。また、図 10 は、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 で共通となる広帯域プレコーディング情報 P M I 1 と、アンカー基地局 100 の狭帯域プレコーディング情報 P M I 2 を示す。協調基地局 300 の狭帯域プレコーディング行列 W 2 b は、予め規定（固定）されているものとする。

[0109] 本実施形態では、移動端末 500 におけるフィードバック情報生成部 51

0は、アンカー基地局100からの第1の伝送路状況測定用参照信号および協調基地局300からの第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、図10で示すような広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2を生成する。

[0110] 広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2の生成について説明する。フィードバック情報生成部510は、例えば、候補となる広帯域プレコーディング行列および狭帯域プレコーディング行列の組み合わせを選択し、それらを演算して得られたプレコーディング行列を、伝送路状況推定値に乗算する。フィードバック情報生成部510は、候補となる組み合わせのうち、協調通信をしたときに好適となるプレコーディング行列を選択する。フィードバック情報生成部510は、当該選択したプレコーディング行列に対応する広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2を生成する。この場合、フィードバック情報生成部510は、アンカー基地局100および協調基地局300における広帯域プレコーディング行列W1aおよび広帯域プレコーディング行列W1bとして共通であるものを選択する。また、フィードバック情報生成部510は、協調基地局300の狭帯域プレコーディング行列W2bとして、予め規定されたプレコーディング行列を用いるものとする。

[0111] アンカー基地局100は、移動端末500からフィードバックされた広帯域プレコーディング情報PMI1および狭帯域プレコーディング情報PMI2に基づいて、アンカー基地局100における広帯域プレコーディング行列W1a、アンカー基地局100における狭帯域プレコーディング行列W2a、協調基地局300における広帯域プレコーディング行列W1bを生成する。アンカー基地局100は、協調基地局300に関するプレコーディング情報をX2インターフェースなどにより協調基地局300に通知する。アンカー基地局100におけるプレコーディング部105は、広帯域プレコーディング行列W1aおよび狭帯域プレコーディング行列W2aに基づいて、プレコーディング行列を決定する。協調基地局300におけるプレコーディング

部 305 は、広帯域プレコーディング行列 W1b および狭帯域プレコーディング行列 W2b に基づいて、プレコーディング行列を決定する。アンカー基地局 100 および協調基地局 300 は、それぞれ決定したプレコーディング行列を用いて、協調通信を行う。

[0112] 本実施形態で説明した方法を用いることにより、アンカー基地局 100 と協調基地局 300 とが協調通信を行う場合でも、協調通信を行わない場合と比べて、フィードバック情報を増やすことなく伝送品質の向上を実現できる。また、アンカー基地局 100 と協調基地局 300 とが協調通信を行う場合でも、フィードバック方法を、協調通信を行わない場合のフィードバック方法と同一にすることができる。それゆえ、移動端末 500 は、フィードバック情報の送信に際し、効率よくデータ伝送をすることができる。また、移動端末 500 は、アンカー基地局 100 でのプレコーディング処理と協調基地局 300 でのプレコーディング処理とを異ならせることができる。それゆえ、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 は、柔軟なプレコーディング処理を実現できる。したがって、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 は、移動端末 500 における受信性能を向上させることができる。

[0113] なお、以上の説明では、協調基地局 300 の狭帯域プレコーディング行列が予め規定されている場合を説明したが、これに限定するものではない。協調基地局 300 の狭帯域プレコーディング行列を固定させる方法として様々な方法を用いることができる。例えば、固定させるプレコーディング行列をアンカー基地局 100 などのネットワーク側から移動端末 500 に対して動的にまたは準静的に通知してもよい。また、複数のプレコーディング行列を予め規定しておき、移動端末 500 が、当該複数のプレコーディング行列の中から選択してもよい。この場合、移動端末 500 は、サブフレーム、リソースブロック、セル ID、コンポーネントキャリアなどを識別する情報に関連させてプレコーディング行列を選択してもよい。また、候補となるプレコーディング行列のいずれかを制限し、移動端末 500 が、当該制限されたプレコーディング行列の中から選択してもよい。その場合、移動端末 500 は

、一部のプレコーディング行列を準固定で動作させることができる。また、移動端末500は、固定させるか否かを動的にまたは準静的に切り替えることができる。その切り替え方法は、アンカー基地局100などのネットワーク側から直接通知してもよいし、フィードバックモードなどの他のパラメータ毎に規定してもよい。

[0114] なお、以上の説明では、協調基地局300の狭帯域プレコーディング行列が予め規定されている場合を説明したが、これに限定するものではない。例えば、アンカー基地局100の狭帯域プレコーディング行列を予め規定してもよい。また、アンカー基地局100または協調基地局300の広帯域プレコーディング行列を予め規定してもよく、その場合はアンカー基地局100および協調基地局300の広帯域プレコーディング情報を狭帯域プレコーディング情報PMI2として共通にしてもよい。

[0115] [第3の実施形態]

以下、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態における通信システムは、第1の実施形態における通信システムと同様のアンカー基地局100、協調基地局300および移動端末500を備えるが、アンカー基地局100におけるプレコーディング部105、協調基地局300におけるプレコーディング部305および移動端末500におけるフィードバック情報生成部510での処理が異なる。以下では、第1の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

[0116] 図11は、本実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。また、図11は、アンカー基地局100および協調基地局300で共通となる狭帯域プレコーディング情報PMI2を示す。アンカー基地局100および協調基地局300の広帯域プレコーディング行列W1aおよび広帯域プレコーディング行列W1bは、それぞれ予め規定（固定）されているものとする。

[0117] 本実施形態では、移動端末500におけるフィードバック情報生成部510は、アンカー基地局100からの第1の伝送路状況測定用参照信号および

協調基地局 300 からの第 2 の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、図 1
1 で示すような狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 を生成する。

[0118] 狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 の生成について説明する。フィードバック情報生成部 510 は、例えば、候補となる広帯域プレコーディング行列および狭帯域プレコーディング行列の組み合わせを選択し、それらを演算して得られたプレコーディング行列を、伝送路状況推定値に乗算する。フィードバック情報生成部 510 は、候補となる組み合わせのうち、協調通信をしたときに好適となるプレコーディング行列を選択する。フィードバック情報生成部 510 は、当該選択したプレコーディング行列に対応する広帯域プレコーディング情報 PMI 1 および狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 を生成する。この場合、フィードバック情報生成部 510 は、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 における狭帯域プレコーディング行列 W2 a および狭帯域プレコーディング行列 W2 b は、共通であるものを選択する。また、フィードバック情報生成部 510 は、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 における広帯域プレコーディング行列 W1 a および広帯域プレコーディング行列 W1 b として、それぞれ予め規定されたプレコーディング行列を用いるものとする。

[0119] アンカー基地局 100 は、移動端末 500 からフィードバックされた狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 に基づいて、アンカー基地局 100 における狭帯域プレコーディング行列 W2 a、協調基地局 300 における狭帯域プレコーディング行列 W2 b を生成する。アンカー基地局 100 は、協調基地局 300 に関するプレコーディング情報を X2 インターフェースなどにより協調基地局 300 に通知する。アンカー基地局 100 におけるプレコーディング部 105 は、広帯域プレコーディング行列 W1 a および狭帯域プレコーディング行列 W2 a に基づいて、プレコーディング行列を決定する。協調基地局 300 におけるプレコーディング部 305 は、広帯域プレコーディング行列 W1 b および狭帯域プレコーディング行列 W2 b に基づいて、プレコーディング行列を決定する。アンカー基地局 100 および協調基地局 300 は

、それぞれ決定したプレコーディング行列を用いて、移動端末500に対する協調通信を行う。

[0120] 本実施形態で説明した方法を用いることにより、アンカー基地局100と協調基地局300とが協調通信を行う場合でも、協調通信を行わない場合と比べて、フィードバック情報を増やすことなく伝送品質の向上を実現できる。また、移動端末500は、フィードバック方法を、プレコーディング情報PMIに関する情報を1種類のみフィードバックするシステムのフィードバック方法と同一にすることができる。それゆえ、移動端末500は、フィードバック情報の送信に際し、効率よくデータ伝送をすることができる。また、移動端末500は、アンカー基地局100でのプレコーディング処理と協調基地局300でのプレコーディング処理とを異ならせることができる。それゆえ、アンカー基地局100および協調基地局300は、柔軟なプレコーディング処理を実現できる。したがって、アンカー基地局100および協調基地局300は、移動端末500における受信性能を向上させることができる。

[0121] なお、以上の説明では、広帯域プレコーディング行列W1aおよび広帯域プレコーディング行列W1bがそれぞれ予め規定されている場合を説明したが、これに限定するものではない。広帯域プレコーディング行列W1aおよび広帯域プレコーディング行列W1bを固定させる方法として、様々な方法を用いることができる。例えば、固定させるプレコーディング行列をアンカー基地局100などのネットワーク側から移動端末500に対して動的にまたは準静的に通知してもよい。また、複数のプレコーディング行列を予め規定しておき、移動端末500が、当該複数のプレコーディング行列の中から選択してもよい。この場合、移動端末500は、サブフレーム、リソースブロック、セルID、コンポーネントキャリアなどを識別する情報に関連させてプレコーディング行列を選択してもよい。また、候補となるプレコーディング行列のいずれかを制限し、移動端末500が、当該制限されたプレコーディング行列の中から選択してもよい。その場合、移動端末500は、一部

のプレコーディング行列は準固定で動作させることができる。また、移動端末500は、固定させるか否かを動的にまたは準静的に切り替えることができる。その切り替え方法は、アンカー基地局100などのネットワーク側から直接通知してもよいし、フィードバックモードなどの他のパラメータ毎に規定してもよい。

[0122] なお、以上の説明では、広帯域プレコーディング行列W1aおよび広帯域プレコーディング行列W1bが予め規定されている場合を説明したが、これに限定するものではない。例えば、狭帯域プレコーディング行列W2aおよび狭帯域プレコーディング行列W2bを予め規定してもよく、その場合は、広帯域プレコーディング行列W1aおよび広帯域プレコーディング行列W1bを広帯域プレコーディング情報PMI1として共通にしてもよい。

[0123] [第4の実施形態]

以下、本発明の第4の実施形態について説明する。本実施形態における通信システムは、第1の実施形態における通信システムと同様のアンカー基地局100、協調基地局300および移動端末500を備えるが、アンカー基地局100におけるプレコーディング部105、協調基地局300におけるプレコーディング部305および移動端末500におけるフィードバック情報生成部510での処理が異なる。以下では、第1の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

[0124] 図12は、本実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。また、図12は、アンカー基地局100の広帯域プレコーディング情報PMI1と、アンカー基地局100の狭帯域プレコーディング情報PMI2とを示す。協調基地局300の広帯域プレコーディング行列W1bおよび狭帯域プレコーディング行列W2bは、それぞれ予め規定（固定）されているものとする。

[0125] 本実施形態では、移動端末500におけるフィードバック情報生成部510は、アンカー基地局100からの第1の伝送路状況測定用参照信号および協調基地局300からの第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、図1

2で示すような広帯域プレコーディング情報PMI 1および狭帯域プレコーディング情報PMI 2を生成する。

[0126] 広帯域プレコーディング情報PMI 1および狭帯域プレコーディング情報PMI 2の生成について説明する。フィードバック情報生成部510は、例えば、候補となる広帯域プレコーディング行列および狭帯域プレコーディング行列の組み合わせを選択し、それらを演算して得られたプレコーディング行列を、伝送路状況推定値に乗算する。フィードバック情報生成部510は、候補となる組み合わせのうち、協調通信をしたときに好適となるプレコーディング行列を選択する。フィードバック情報生成部510は、当該選択したプレコーディング行列に対応する広帯域プレコーディング情報PMI 1および狭帯域プレコーディング情報PMI 2を生成する。この場合、フィードバック情報生成部510は、協調基地局300の広帯域プレコーディング行列W1bおよび狭帯域プレコーディング行列W2bとして、予め規定されたプレコーディング行列を用いるものとする。

[0127] アンカー基地局100は、移動端末500からフィードバックされた広帯域プレコーディング情報PMI 1および狭帯域プレコーディング情報PMI 2に基づいて、アンカー基地局100における広帯域プレコーディング行列W1a、アンカー基地局100における狭帯域プレコーディング行列W2aを生成する。なお、協調基地局300に関するプレコーディングは既知であるため、アンカー基地局100は協調基地局300に対して協調基地局300に関するプレコーディングを通知しなくてもよいが、通知してもよい。この場合は、協調通信の信頼性を向上させることができる。また、通知する場合と通知しない場合との仕組みをそれぞれ規定する必要がなくなる。アンカー基地局100におけるプレコーディング部105は、広帯域プレコーディング行列W1aおよび狭帯域プレコーディング行列W2aに基づいて、プレコーディング行列を決定する。協調基地局300におけるプレコーディング部305は、広帯域プレコーディング行列W1bおよび狭帯域プレコーディング行列W2bに基づいて、プレコーディング行列を決定する。アンカー基

地局 100 および協調基地局 300 は、それぞれ決定したプレコーディング行列を用いて、移動端末 500 に対する協調通信を行う。

[0128] 本実施形態で説明した方法を用いることにより、アンカー基地局 100 と協調基地局 300 とが協調通信を行う場合でも、協調通信を行わない場合と比べて、フィードバック情報を増やすことなく伝送品質の向上を実現できる。また、アンカー基地局 100 と協調基地局 300 とが協調通信を行う場合でも、フィードバック方法を、協調通信を行わない場合のフィードバック方法と同一にすることができる。それゆえ、移動端末 500 は、フィードバック情報の送信に際し、効率よくデータ伝送をすることができる。また、移動端末 500 は、アンカー基地局 100 でのプレコーディング処理と協調基地局 300 でのプレコーディング処理とを異ならせることができる。それゆえ、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 は、柔軟なプレコーディング処理を実現できる。したがって、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 は、移動端末 500 における受信性能を向上させることができる。

[0129] また、協調通信方式として、協調基地局 300 からの送信を停止する場合（電力を下げるなどの電力制御をする場合も含む）、移動端末 500 は、協調基地局 300 からの信号は無いものとして、フィードバック情報（RI、CQI も含む）を生成することができる。それゆえ、移動端末 500 は、フィードバック情報の送信に際し、効率よくデータ伝送をすることができる。また、アンカー基地局に隣接する基地局が他の移動端末に対して送信ダイバーシチを行う場合、移動端末 500 はそのような基地局を協調基地局 300 として想定することもできる。

[0130] なお、以上の説明では、協調基地局 300 における広帯域プレコーディング行列 $W1b$ および協調基地局 300 における狭帯域プレコーディング行列 $W2b$ が予め規定されている場合を説明したが、これに限定するものではない。広帯域プレコーディング行列 $W1b$ および狭帯域プレコーディング行列 $W2b$ を固定させる方法として様々な方法を用いることができる。例えば、固定させるプレコーディング行列をアンカー基地局 100 などのネットワー

ク側から移動端末500に対して動的にまたは準静的に通知してもよい。また、複数のプレコーディング行列を予め規定しておき、移動端末500が、当該複数のプレコーディング行列の中から選択してもよい。この場合、移動端末500は、サブフレーム、リソースブロック、セルID、コンポーネントキャリアなどを識別する情報に関連させてプレコーディング行列を選択してもよい。また、候補となるプレコーディング行列のいずれかを制限し、移動端末500が、当該制限されたプレコーディング行列の中から選択してもよい。この場合、移動端末500は、一部のプレコーディング行列は準固定で動作させることができる。また、移動端末500は、固定させるか否かを動的にまたは準静的に切り替えることができる。その切り替え方法は、アンカー基地局100などのネットワーク側から直接通知してもよいし、フィードバックモードなどの他のパラメータ毎に規定してもよい。

[0131] なお、以上の説明では、広帯域プレコーディング行列W1bおよび狭帯域プレコーディング行列W2bが予め規定されている場合を説明したが、これに限定するものではない。例えば、広帯域プレコーディング行列W1aおよび狭帯域プレコーディング行列W2aを予め規定してもよい。また、協調基地局300が複数の場合、その一部の基地局の広帯域プレコーディング行列W1bおよび狭帯域プレコーディング行列W2bを予め規定してもよい。

[0132] [第5の実施形態]

以下、本発明の第5の実施形態について説明する。本実施形態における通信システムは、第1の実施形態における通信システムと同様のアンカー基地局100、協調基地局300および移動端末500を備えるが、アンカー基地局100におけるプレコーディング部105、協調基地局300におけるプレコーディング部305および移動端末500におけるフィードバック情報生成部510での処理が異なる。以下では、第1の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

[0133] 図13は、本実施形態で用いる広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報の一例を示す図である。また、図13は、アンカー基

地局 100 における狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 a および協調基地局 300 における狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 b を示す。そのとき、アンカー基地局 100 における広帯域プレコーディング行列 W 1 a および協調基地局 300 における広帯域プレコーディング行列 W 1 b は予め規定（固定）されているものとする。

[0134] 本実施形態では、移動端末 500 におけるフィードバック情報生成部 510 は、アンカー基地局 100 からの第 1 の伝送路状況測定用参照信号および協調基地局 300 からの第 2 の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、図 13 で示すような狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 a および狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 b を生成する。

[0135] 狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 a および狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 b の生成について説明する。フィードバック情報生成部 510 は、例えば、候補となる広帯域プレコーディング行列および狭帯域プレコーディング行列の組み合わせを選択し、それらを演算して得られたプレコーディング行列を、伝送路状況推定値に乗算する。フィードバック情報生成部 510 は、候補となる組み合わせのうち、協調通信をしたときに好適となるプレコーディング行列を選択する。フィードバック情報生成部 510 は、当該選択したプレコーディング行列に対応する狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 a および狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 b を生成する。この場合、フィードバック情報生成部 510 は、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 における広帯域プレコーディング行列 W 1 a および広帯域プレコーディング行列 W 1 b として、予め規定されたプレコーディング行列を用いるものとする。

[0136] アンカー基地局 100 は、移動端末 500 からフィードバックされた狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 a および狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 b に基づいて、狭帯域プレコーディング行列 W 2 a および狭帯域プレコーディング行列 W 2 b を生成する。アンカー基地局 100 は、協調基地局 300 に関するプレコーディング情報を X 2 インターフェースなどにより協調

基地局 300 に通知する。アンカー基地局 100 におけるプレコーディング部 105 は、広帯域プレコーディング行列 W1 a および狭帯域プレコーディング行列 W2 a に基づいて、プレコーディング行列を決定する。協調基地局 300 におけるプレコーディング部 305 は、広帯域プレコーディング行列 W1 b および狭帯域プレコーディング行列 W2 b に基づいて、プレコーディング行列を決定する。アンカー基地局 100 および協調基地局 300 は、それぞれ決定したプレコーディング行列を用いて、移動端末 500 に対する協調通信を行う。

[0137] 本実施形態で説明した方法を用いることにより、アンカー基地局 100 と協調基地局 300 とが協調通信を行う場合でも、協調通信を行わない場合と比べて、広帯域プレコーディング情報と狭帯域プレコーディング情報とが同じ情報量である場合、フィードバック情報を増やすことなく伝送品質の向上を実現できる。また、アンカー基地局 100 と協調基地局 300 とが協調通信を行う場合でも、フィードバック方法を、協調通信を行わない場合のフィードバック方法と同一にすることができる。それゆえ、移動端末 500 は、フィードバック情報の送信に際し、効率よくデータ伝送をすることができる。また、移動端末 500 は、アンカー基地局 100 でのプレコーディング処理と協調基地局 300 でのプレコーディング処理とを異ならせることができる。それゆえ、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 は、柔軟なプレコーディング処理を実現できる。したがって、アンカー基地局 100 および協調基地局 300 は、移動端末 500 における受信性能を向上させることができる。

[0138] なお、以上の説明では、広帯域プレコーディング行列 W1 a および広帯域プレコーディング行列 W1 b が予め規定されている場合を説明したが、これに限定するものではない。広帯域プレコーディング行列 W1 a および広帯域プレコーディング行列 W1 b を固定させる方法として様々な方法を用いることができる。例えば、固定させるプレコーディング行列をアンカー基地局 100 などのネットワーク側から移動端末 500 に対して動的にまたは準静的

に通知してもよい。また、複数のプレコーディング行列を予め規定しておき、移動端末500が、当該複数のプレコーディング行列の中から選択してもよい。この場合、移動端末500は、サブフレーム、リソースブロック、セルID、コンポーネントキャリアなどを識別する情報に関連させてプレコーディング行列を選択してもよい。また、候補となるプレコーディング行列のいずれかを制限し、移動端末500が、当該制限されたプレコーディング行列の中から選択してもよい。その場合、移動端末500は、一部のプレコーディング行列は準固定で動作させることができる。また、移動端末500は、固定させるか否かを動的にまたは準静的に切り替えることができる。その切り替え方法は、アンカー基地局100などのネットワーク側から直接通知してもよいし、フィードバックモードなどの他のパラメータ毎に規定してもよい。

- [0139] なお、以上の説明では、広帯域プレコーディング行列W1aおよび広帯域プレコーディング行列W1bが予め規定されている場合を説明したが、これに限定するものではない。例えば、狭帯域プレコーディング行列W2aおよび狭帯域プレコーディング行列W2bを予め規定してもよく、その場合はアンカー基地局100および協調基地局300の広帯域プレコーディング情報をそれぞれ狭帯域プレコーディング情報PMI2aおよび狭帯域プレコーディング情報PMI2bとしてもよい。また、移動端末500は、狭帯域プレコーディング行列W2aおよび狭帯域プレコーディング行列W2bに加えて、広帯域プレコーディング行列W1aおよび広帯域プレコーディング行列W1bをフィードバックしてもよい。この場合、アンカー基地局100のプレコーディング行列と協調基地局300のプレコーディング行列とを互いに協調することで、移動端末500における受信性能を更に向上させることができる。また、アンカー基地局100のプレコーディング行列（W1aおよび／またはW2a）と協調基地局300のプレコーディング行列（W1bおよび／またはW2b）とをそれぞれ独立させて生成してもよい。それにより、移動端末500に対するデータ伝送をアンカー基地局100または協調基地

局 300 が選択する構成の協調通信（ダイナミックセル選択など）を実現できる。

[0140] [第 6 の実施形態]

以下、本発明の第 6 の実施形態について説明する。本実施形態における通信システムは、第 1 の実施形態における通信システムと同様のアンカー基地局 100、協調基地局 300 および移動端末 500 を備えるが、アンカー基地局 100 におけるプレコーディング部 105、協調基地局 300 におけるプレコーディング部 305 および移動端末 500 におけるフィードバック情報生成部 510 での処理が異なる。また、フィードバックするプレコーディング情報 PMI を、広帯域プレコーディング情報 PMI 1 の代わりに長区間変動プレコーディング情報とし、狭帯域プレコーディング情報 PMI 2 の代わりに短区間変動プレコーディング情報とする。以下では、第 1 の実施形態と異なる部分を中心に説明する。また、以下では、説明の便宜上、長区間変動プレコーディング情報を「長区間変動プレコーディング情報 PMI 1' 」と称し、短区間変動プレコーディング情報を「短区間変動プレコーディング情報 PMI 2' 」と称する。

[0141] ここで、長区間変動プレコーディング情報 PMI 1' および短区間変動プレコーディング情報について説明する。長区間変動プレコーディング情報 PMI 1' と短区間変動プレコーディング情報とは、移動端末 500 がアンカー基地局 100 にフィードバックする頻度が異なる。すなわち、フィードバックする周期が異なる。また、長区間変動プレコーディング情報 PMI 1' および短区間変動プレコーディング情報 PMI 2' はいずれも、広帯域プレコーディング情報でもよいし、狭帯域プレコーディング情報でもよい。以下では、その一例として、長区間変動プレコーディング情報 PMI 1' が短区間変動プレコーディング情報 PMI 2' よりもフィードバック周期が長く、長区間変動プレコーディング情報 PMI 1' および短区間変動プレコーディング情報 PMI 2' がいずれも広帯域プレコーディング情報である場合を説明する。

[0142] 図14は、本実施形態で用いる長区間変動プレコーディング情報PMI 1' および短区間変動プレコーディング情報PMI 2' の一例を示す図である。また、図14は、アンカー基地局100および協調基地局300で共通の長区間変動プレコーディング情報PMI 1' と、アンカー基地局100および協調基地局300で共通の短区間変動プレコーディング情報PMI 2' とを示す。

[0143] 本実施形態では、移動端末500におけるフィードバック情報生成部510は、アンカー基地局100からの第1の伝送路状況測定用参照信号および協調基地局300からの第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、図14で示すような長区間変動プレコーディング情報PMI 1' および短区間変動プレコーディング情報PMI 2' を生成する。

[0144] 図15は、本実施形態で用いるアンカー基地局100、協調基地局300、移動端末500のフロー図である。まず、アンカー基地局100は、移動端末500に対する協調通信を行うための1つ以上の協調基地局300を、移動端末500に通知する（ステップS1501）。アンカー基地局100は、1番目の第1の伝送路状況測定用参照信号CSIRS a (1)を、移動端末500に送信する（ステップS1502）。協調基地局300は、1番目の第2の伝送路状況測定用参照信号CSIRS b (1)を、移動端末500に送信する（ステップS1503）。

[0145] 移動端末500は、CSIRS a (1)およびCSIRS b (1)を受信する。移動端末500は、図14で説明したようなプレコーディング情報として、1番目の長区間変動プレコーディング情報PMI 1' (1)および1番目の短区間変動プレコーディング情報PMI 2' (1)を生成する。移動端末500は、生成した1番目の長区間変動プレコーディング情報PMI 1' (1)および1番目の短区間変動プレコーディング情報PMI 2' (1)を、アンカー基地局100にフィードバックする（ステップS1504およびステップS1505）。なお、移動端末500は、長区間変動プレコーディング情報PMI 1' (1)および短区間変動プレコーディング情報PMI

2' (1) は同時にフィードバックしてもよい。

[0146] アンカー基地局 100 は、移動端末 500 からフィードバックされた長区間変動プレコーディング情報 $PMI1'$ (1) および短区間変動プレコーディング情報 $PMI2'$ (1) に基づいて、アンカー基地局 100 における 1 番目の広帯域プレコーディング行列 $W1a$ (1)、アンカー基地局 100 における 1 番目の狭帯域プレコーディング行列 $W2a$ (1)、協調基地局 300 における 1 番目の広帯域プレコーディング行列 $W1b$ (1)、協調基地局 300 における 1 番目の狭帯域プレコーディング行列 $W2b$ (1) を生成する。アンカー基地局 100 は、協調基地局 300 に対して、移動端末 500 に対する 1 番目の情報データ信号 $data$ (1)、広帯域プレコーディング行列 $W1b$ (1)、狭帯域プレコーディング行列 $W2b$ (1) を通知する (ステップ S1506)。このとき、アンカー基地局 100 は、長区間変動プレコーディング情報 $PMI1'$ (1) および短区間変動プレコーディング情報 $PMI2'$ (1) を協調基地局 300 に対して通知してもよいし、広帯域プレコーディング行列 $W1b$ (1) および狭帯域プレコーディング行列 $W2b$ (1) を演算により得られるプレコーディング行列を協調基地局 300 に対して通知してもよい。

[0147] アンカー基地局 100 は、広帯域プレコーディング行列 $W1a$ (1)、狭帯域プレコーディング行列 $W2a$ (1)、 $data$ (1) に基づいて得られる信号 (例えば、 $g(W1a(1), w2a(1), data(1))$ で演算される信号。ただし、 $g(x, y, z)$ は x 、 y 、 z をパラメータとする関数。) を、移動端末 500 に対して送信する (ステップ S1507)。アンカー基地局 100 は、例えば、広帯域プレコーディング行列 $W1a$ (1) および狭帯域プレコーディング行列 $W2a$ (1) を乗算により得られるプレコーディング行列を $data$ (1) に乗算した信号を送信する。また、ステップ S1507 でアンカー基地局 100 が送信した同じリソースを用いて、協調基地局 300 は、広帯域プレコーディング行列 $W1b$ (1)、狭帯域プレコーディング行列 $W2b$ (1)、 $data$ (1) に基づいて得られる信号

(例えば、 $g(W1b(1), w2b(1), data(1))$ で演算される信号)を、移動端末500に対して送信する(ステップS1508)。協調基地局300は、例えば、広帯域プレコーディング行列 $W1b(1)$ および狭帯域プレコーディング行列 $W2b(1)$ を乗算により得られるプレコーディング行列を $data(1)$ に乗算した信号を、移動端末500に対して送信する。

[0148] 次に、アンカー基地局100は、2番目の第1の伝送路状況測定用参照信号 $CSIRS a(2)$ を、移動端末500に対して送信する(ステップS1509)。協調基地局300は、2番目の第2の伝送路状況測定用参照信号 $CSIRS b(2)$ を、移動端末500に対して送信する(ステップS1510)。移動端末500は、 $CSIRS a(2)$ および $CSIRS b(2)$ を受信する。移動端末500は、 $CSIRS a(2)$ および $CSIRS b(2)$ に基づき、2番目の短区間変動プレコーディング情報 $PMI 2'(2)$ を生成する。移動端末500は、生成した2番目の短区間変動プレコーディング情報 $PMI 2'(2)$ を、アンカー基地局100にフィードバックする(ステップS1511)。この場合、移動端末500は、アンカー基地局100および協調基地局300における長区間変動プレコーディング行列をそれぞれ広帯域プレコーディング行列 $W1a(1)$ および広帯域プレコーディング行列 $W1b(1)$ として、短区間変動プレコーディング情報 $PMI 2'(2)$ を生成する。

[0149] アンカー基地局100は、移動端末500からフィードバックされた短区間変動プレコーディング情報 $PMI 2'(2)$ に基づいて、アンカー基地局100における2番目の狭帯域プレコーディング行列 $W2a(2)$ 、協調基地局300における2番目の狭帯域プレコーディング行列 $W2b(2)$ を生成する。アンカー基地局100は、協調基地局300に対して、移動端末500に対する2番目の情報データ信号 $data(2)$ 、広帯域プレコーディング行列 $W1b(1)$ 、狭帯域プレコーディング行列 $W2b(2)$ を通知する(ステップS1512)。なお、広帯域プレコーディング行列 $W1b(1)$

）は既知である場合は、アンカー基地局100は、広帯域プレコーディング行列W1b(1)の通知を省略できる。なお、移動端末500がステップS1507およびステップS1508で送信されたdata(1)を正しく受信できなかった場合、アンカー基地局100は、data(1)をdata(2)として再送信してもよい。

[0150] アンカー基地局100は、広帯域プレコーディング行列W1a(1)、狭帯域プレコーディング行列W2a(2)、data(2)に基づいて得られる信号を、移動端末500に対して送信する(ステップS1513)。また、ステップS1513でアンカー基地局100が送信した同じリソースを用いて、協調基地局300は、広帯域プレコーディング行列W1b(1)、狭帯域プレコーディング行列W2b(2)、data(2)に基づいて得られる信号を、移動端末500に対して送信する(ステップS1514)。

[0151] 本実施形態で説明した方法を用いることにより、アンカー基地局100と協調基地局300とが協調通信を行う場合でも、協調通信を行わない場合と比べて、フィードバック情報を増やすことなく伝送品質の向上を実現できる。また、アンカー基地局100と協調基地局300とが協調通信を行う場合でも、フィードバック方法を、協調通信を行わない場合のフィードバック方法と同一にすることができる。それゆえ、移動端末500は、フィードバック情報の送信に際し、効率よくデータ伝送をすることができる。また、移動端末500は、フィードバックの周期が異なる複数のプレコーディング情報を用いることにより、フィードバックのオーバーヘッドを抑えつつ、柔軟なスケジューリングができると共に、移動端末500における受信性能を向上させることができる。

[0152] なお、以上の説明では、長区間変動プレコーディング情報PMI1'および短区間変動プレコーディング情報PMI2'は、アンカー基地局100および協調基地局300で共通のプレコーディング情報として説明したが、第2の実施形態から第5の実施形態で説明したように、一部のプレコーディング行列を予め規定した場合でも適用できる。その場合、第2の実施形態から

第5の実施形態で説明した同様の効果を得ることができる。

[0153] なお、上記各実施形態では、アンカー基地局と協調基地局とが協調して通信を行う場合について説明した。ここで言う基地局は、セルラーシステムにおける物理的な基地局装置であってもよいのは勿論であるが、この他にもそれぞれにセルを張りながら協調する送信装置（中継装置を含む）の組（第1の送信装置と第2の送信装置）、あるいは互いに異なるアンテナポート（第1のポートと第2のポート）で伝送路状況測定用参照信号を送信しながら協調する送信装置の組であれば、アンカー基地局と協調基地局とすることができる。これらの場合も、上記各実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0154] 例えば、アンカー基地局はセルラーシステムにおける基地局装置であり、協調基地局はアンカー基地局により制御され動作する送信装置（例えば、R R U (R e m o t e R a d i o U n i t) 、 R R E (R e m o t e R a d i o E q u i p m e n t) 、 D i s t r i b u t e d a n t e n n a) とすることもできるし、逆に協調基地局がセルラーシステムにおける基地局装置であり、アンカー基地局は協調基地局により制御され動作する送信装置とすることもできる。または、アンカー基地局と協調基地局ともに、セルラーシステムにおける物理的な基地局装置により制御され動作する送信装置であってもよい。

[0155] なお、上記各実施形態では、アンカー基地局と協調基地局との協調通信について、主に協調基地局がアンカー基地局に隣接する場合を説明したが、これに限るものではない。例えば、ヘテロジニアスネットワークのようにアンカー基地局の通信エリアと協調基地局の通信エリアとが全部または一部がオーバーラップしている場合でも、上記各実施形態で説明した同様の効果が得られる。その際、それぞれの基地局のコンポーネントキャリア（キャリア周波数）は全部または一部がオーバーラップしてもよい。具体的には、アンカー基地局をマクロセルとし、協調基地局をピコセルやフェムトセル（H o m e e N o d e B）とし、マクロセルの通信エリアよりも狭いピコセルやフェムトセルの通信エリアが、マクロセル（アンカー基地局）の通信エリア内

にオーバーラップする場合でも適用できる。

[0156] なお、上記各実施形態では、情報データ信号、制御情報信号、PDSCH、PDCCHおよび参照信号のマッピング単位としてリソースエレメントやリソースブロックを用い、時間方向の送信単位としてサブフレームや無線フレームを用いて説明したが、これに限るものではない。任意の周波数と任意の時間とで構成される領域および時間単位をこれらに代えて用いても、同様の効果を得ることができる。

[0157] なお、上記各実施形態では、プレコーディング処理された参照信号RSを用いて復調する場合について説明し、プレコーディング処理された参照信号RSに対応するポートとして、MIMOのレイヤーと等価であるポートを用いて説明したが、これに限るものではない。この他にも、互いに異なる参照信号に対応するポートに対して、本発明を適用することにより、同様の効果を得ることができる。例えば、Precoded RSではなくUnprecoded RSを用い、ポートとしては、プリコーディング処理後の出力端と等価であるポートあるいは物理アンテナ（あるいは物理アンテナの組み合わせ）と等価であるポートを用いることができる。

[0158] 本発明に関わるアンカー基地局100、協調基地局300および移動端末500で動作するプログラムは、本発明に関わる上記実施形態の機能を実現するように、CPU等を制御するプログラム（コンピュータを機能させるプログラム）である。そして、これら装置で取り扱われる情報は、その処理時に一時的にRAMに蓄積され、その後、各種ROMやHDDに格納され、必要に応じてCPUによって読み出し、修正・書き込みが行なわれる。プログラムを格納する記録媒体としては、半導体媒体（例えば、ROM、不揮発性メモリカード等）、光記録媒体（例えば、DVD、MO、MD、CD、BD等）、磁気記録媒体（例えば、磁気テープ、フレキシブルディスク等）等のいずれであってもよい。また、ロードしたプログラムを実行することにより、上述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムの指示に基づき、オペレーティングシステムあるいは他のアプリケーションプログ

ラム等と共同して処理することにより、本発明の機能が実現される場合もある。

[0159] また市場に流通させる場合には、可搬型の記録媒体にプログラムを格納して流通させたり、インターネット等のネットワークを介して接続されたサーバコンピュータに転送したりすることができる。この場合、サーバコンピュータの記憶装置も本発明に含まれる。また、上述した実施形態におけるアンカー基地局100、協調基地局300および移動端末500の一部、または全部を典型的には集積回路であるLSIとして実現してもよい。アンカー基地局100、協調基地局300および移動端末500の各機能ブロックは個別にチップ化してもよいし、一部、または全部を集積してチップ化してもよい。また、集積回路化の手法はLSIに限らず専用回路、または汎用プロセッサで実現しても良い。また、半導体技術の進歩によりLSIに代替する集積回路化の技術が出現した場合、当該技術による集積回路を用いることも可能である。

[0160] 以上、この発明の実施形態に関して図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

符号の説明

[0161] 100 アンカー基地局、101, 301 符号部、102, 302 スクロンブル部、103, 303 変調部、104, 304 レイヤーマッピング部、105, 305 プレコーディング部、106, 306 リソースエレメントマッピング部、107, 307 OFDM信号生成部、108, 308, 512, 1703, 1714 送信アンテナ、109, 309 伝送路状況測定用参照信号生成部、110, 501, 1704, 1711 受信アンテナ、111 受信信号処理部、112, 1705 フィードバック情報処理部、113, 313 データ信号復調用参照信号生成部、300 協調基地局、500, 1603, 1710, 1803 移動端末、502 OFDM信号復調部、503 リソースエレメントデマッピング部、504

フィルタ部、５０５ レイヤーデマッピング部、５０６ 復調部、５０７
デスクランブル部、５０８ 復号部、５０９ 伝搬路推定部、５１０、１
７１３ フィードバック情報生成部、５１１ 送信信号生成部、１６０１、
１６０２、１７００、１８０１、１８０２ 基地局、１７０１ 適応制御部
、１７０２ 多重部、１７１２ 分離部。

請求の範囲

- [請求項1] 第1の伝送路状況測定用参照信号および前記第1の伝送路状況測定用参照信号とは異なる第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況を測定する測定部と、
前記第1の伝送路状況および前記第2の伝送路状況に基づいて、1または複数のプレコーディング情報を基地局装置（100）へのフィードバック情報として生成する生成部とを備える、移動端末装置（500）。
- [請求項2] 前記生成部は、前記複数のプレコーディング情報として、広帯域プレコーディング情報および狭帯域プレコーディング情報を生成する、請求項1に記載の移動端末装置。
- [請求項3] 前記生成部は、前記複数のプレコーディング情報として、長区間変動プレコーディング情報および短区間変動プレコーディング情報を生成する、請求項1に記載の移動端末装置。
- [請求項4] 前記生成部は、前記第1の伝送路状況と前記第2の伝送路状況とに対して共通に用いられるプレコーディング行列に基づいて、前記1または複数のプレコーディング情報を前記フィードバック情報として生成する、請求項1に記載の移動端末装置。
- [請求項5] 前記生成部は、
前記第1の伝送路状況および前記第2の伝送路状況に対する複数のプレコーディング行列の少なくとも1つを予め規定されたプレコーディング行列とし、
前記複数のプレコーディング行列のうち前記予め規定されたプレコーディング行列以外のプレコーディング行列に基づいて、前記1つ以上のプレコーディング情報を前記フィードバック情報として生成する、請求項1に記載の移動端末装置。
- [請求項6] 第1の基地局装置（100）から第1の伝送路状況測定用参照信号を受信し、前記第1の基地局装置と協調通信を行う第2の基地局装置

(300) から第2の伝送路状況測定用参照信号を受信する受信部と、

第1の伝送路状況測定用参照信号および前記第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、第1の伝送路状況および第2の伝送路状況を測定する測定部と、

前記第1の伝送路状況および前記第2の伝送路状況に基づいて、1または複数のプレコーディング情報をフィードバック情報として生成する生成部と、

前記フィードバック情報として生成された前記1または複数のプレコーディング情報を、前記第1の基地局装置へ送信する送信部とを備える、移動端末装置(500)。

[請求項7] 第1の伝送路状況測定用参照信号を送信する第1の基地局装置(100)と、

第1の伝送路状況測定用参照信号とは異なる第2の伝送路状況測定用参照信号を送信する第2の基地局装置(300)と、

前記第1の伝送路状況測定用参照信号および前記第2の伝送路状況測定用参照信号に基づいて第1の伝送路状況および第2の伝送路状況を測定し、前記第1の伝送路状況および前記第2の伝送路状況に基づいて1または複数のプレコーディング情報をフィードバック情報として生成する移動端末装置(500)とを備える、通信システム。

[請求項8] 前記第1の基地局装置は、前記複数のプレコーディング情報に基づいて、プレコーディング処理を行う、請求項7に記載の通信システム。

[請求項9] 複数のプレコーディング行列に基づいてプレコーディング処理を行う第1の基地局装置(100)と、

複数のプレコーディング行列に基づいてプレコーディング処理を行う第2の基地局装置(300)と、

前記第1の基地局装置および前記第2の基地局装置によって協調通

信が行われる移動端末装置（５００）とを備える、通信システム。

[請求項10]

移動端末装置（５００）が、第１の伝送路状況測定用参照信号および前記第１の伝送路状況測定用参照信号とは異なる第２の伝送路状況測定用参照信号に基づいて、第１の伝送路状況および第２の伝送路状況を測定するステップと、

前記移動端末装置（５００）が、前記第１の伝送路状況および前記第２の伝送路状況に基づいて、１または複数のプレコーディング情報を基地局装置へのフィードバック情報として生成するステップとを備える、通信方法。

[請求項11]

第１の基地局装置（１００）が、第１の伝送路状況測定用参照信号を送信するステップと、

第２の基地局装置（３００）が、前記第１の伝送路状況測定用参照信号とは異なる第２の伝送路状況測定用参照信号を送信するステップと、

移動端末装置（５００）が、

前記第１の伝送路状況測定用参照信号および前記第２の伝送路状況測定用参照信号に基づいて第１の伝送路状況および第２の伝送路状況を測定するステップと、

前記第１の伝送路状況および前記第２の伝送路状況に基づいて、１または複数のプレコーディング情報を少なくとも前記第１の基地局装置へのフィードバック情報として生成するステップを備える、通信方法。

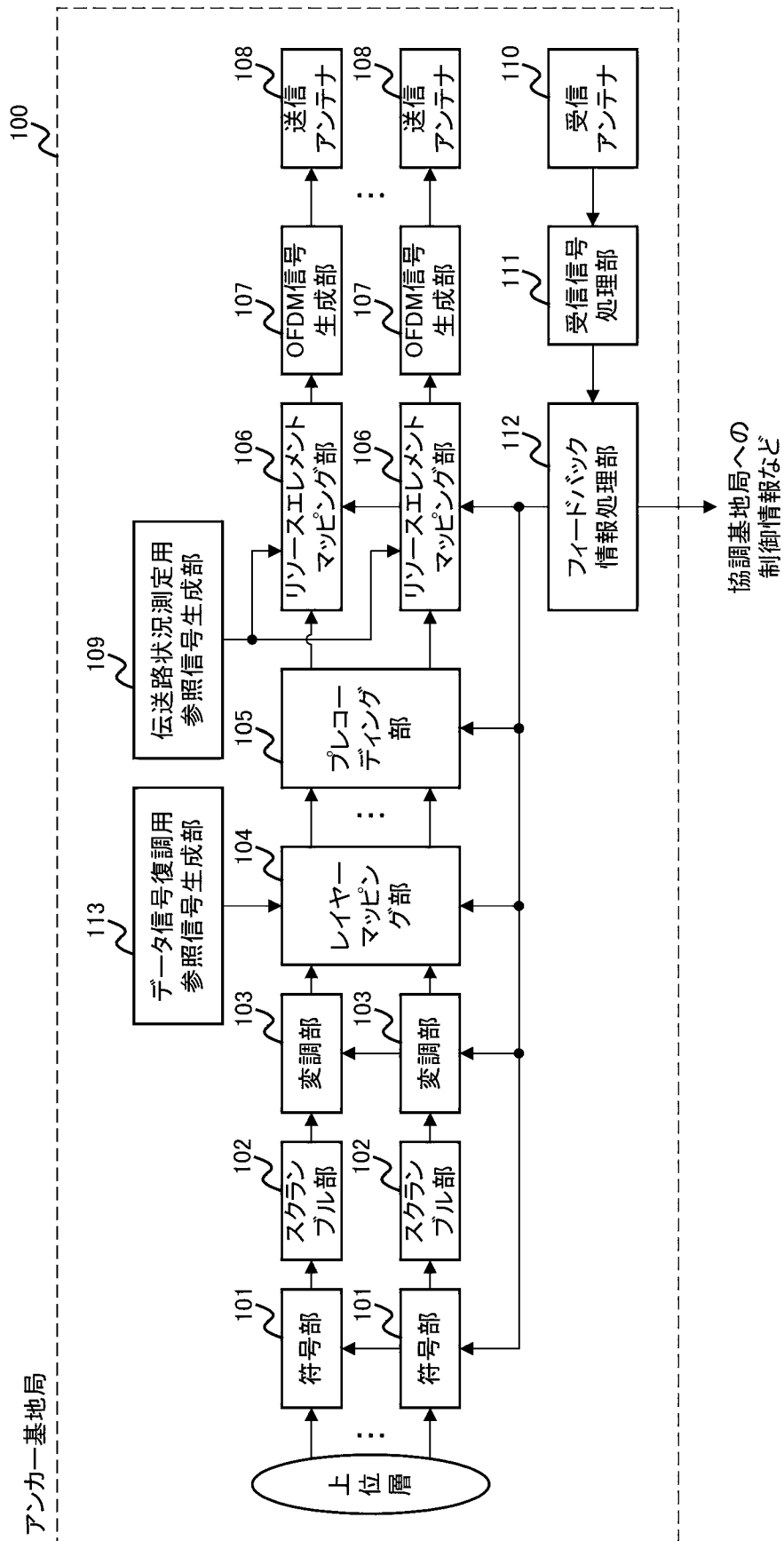
[請求項12]

第１の基地局装置が、複数のプレコーディング行列に基づいてプレコーディング処理を行うステップと、

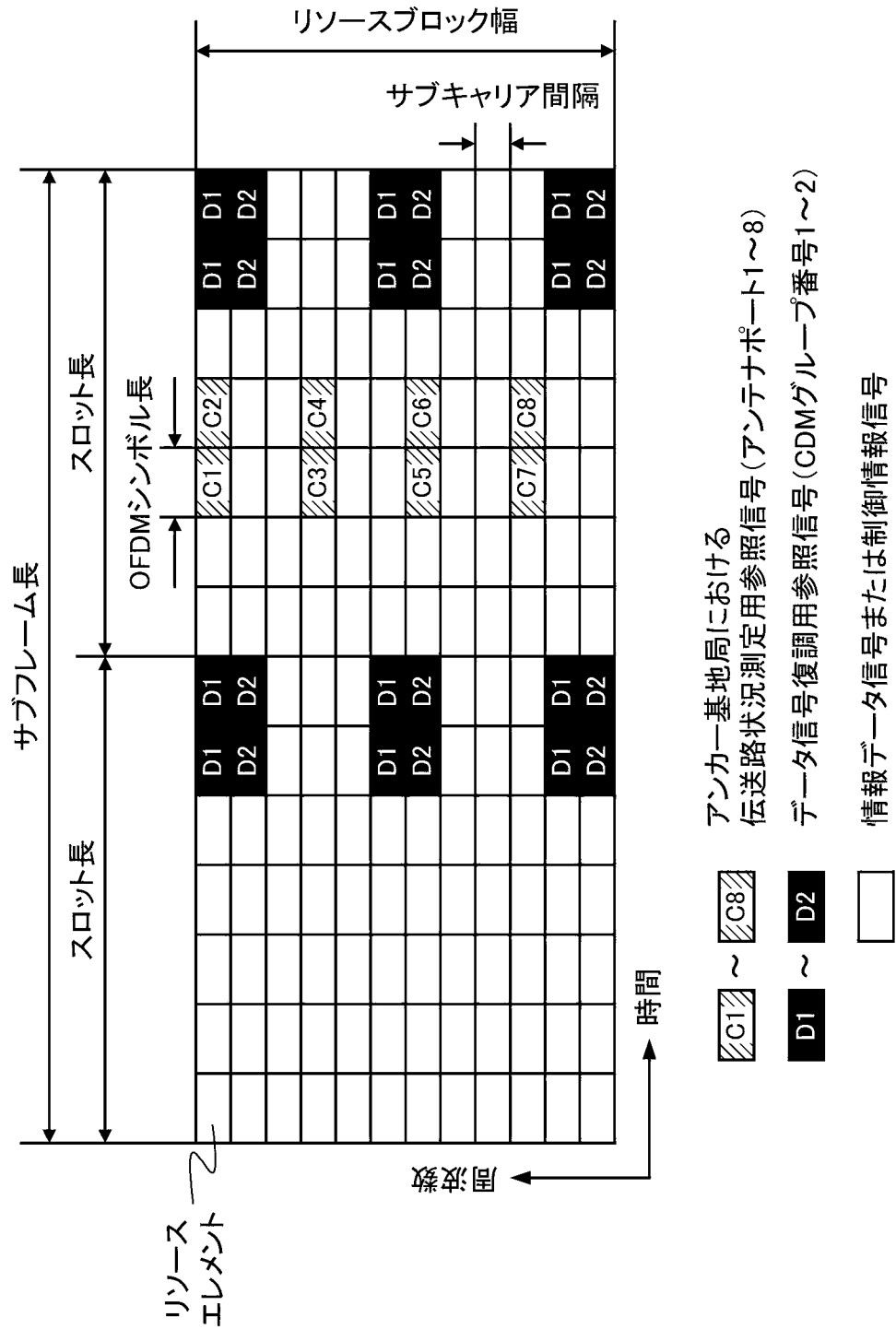
第２の基地局装置が、複数のプレコーディング行列に基づいてプレコーディング処理を行うステップと、

前記第１の基地局装置および前記第２の基地局装置が移動体端末に対して協調通信を行うステップとを備える、通信方法。

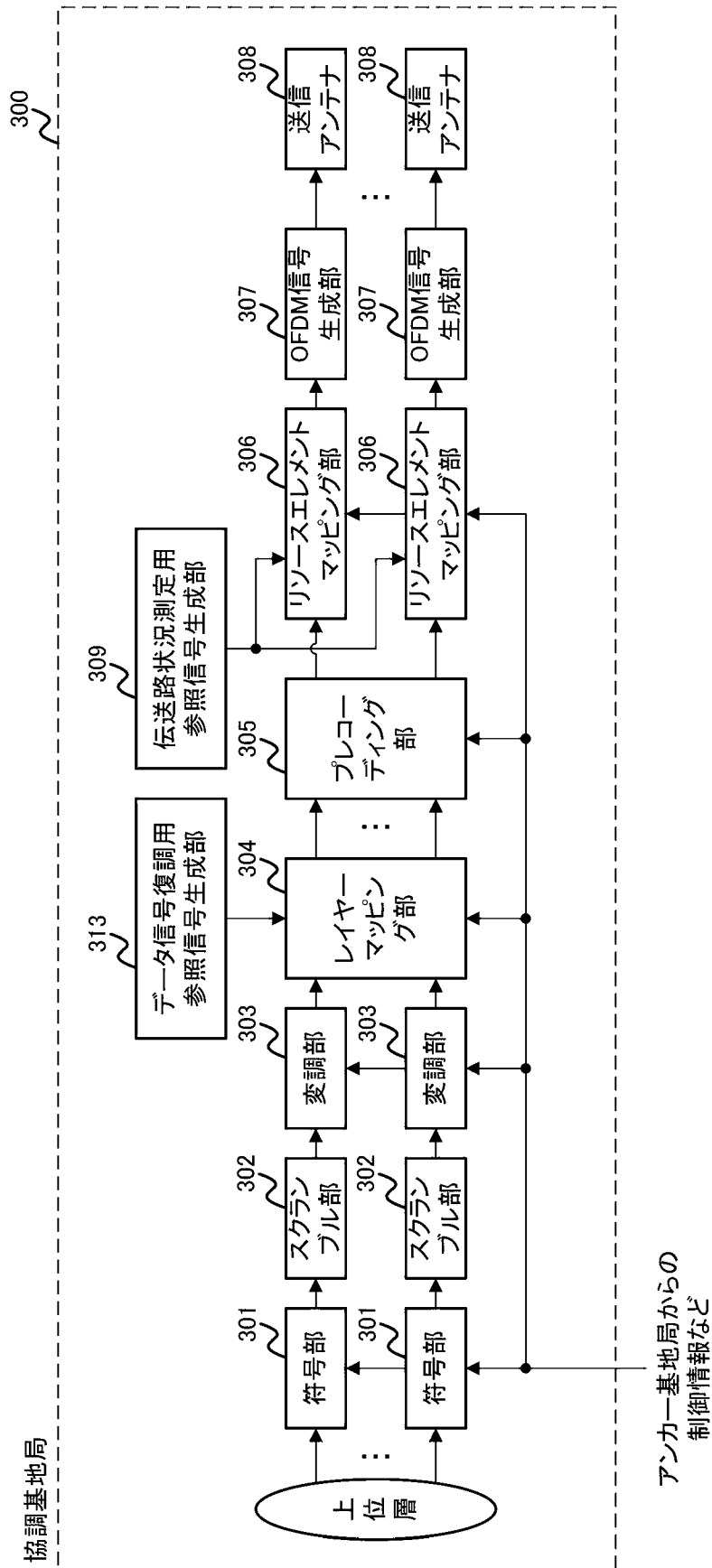
[図1]



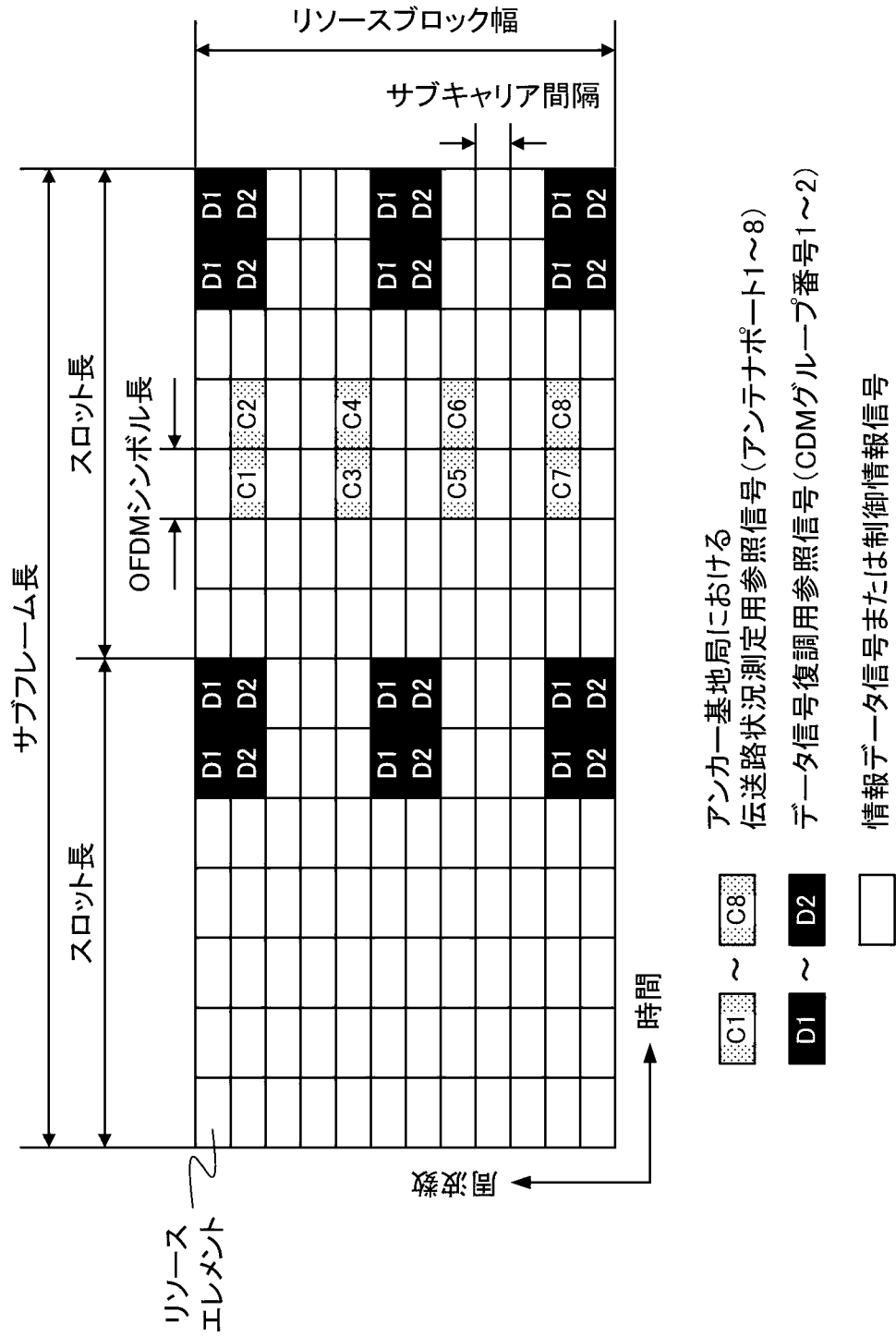
[図2]



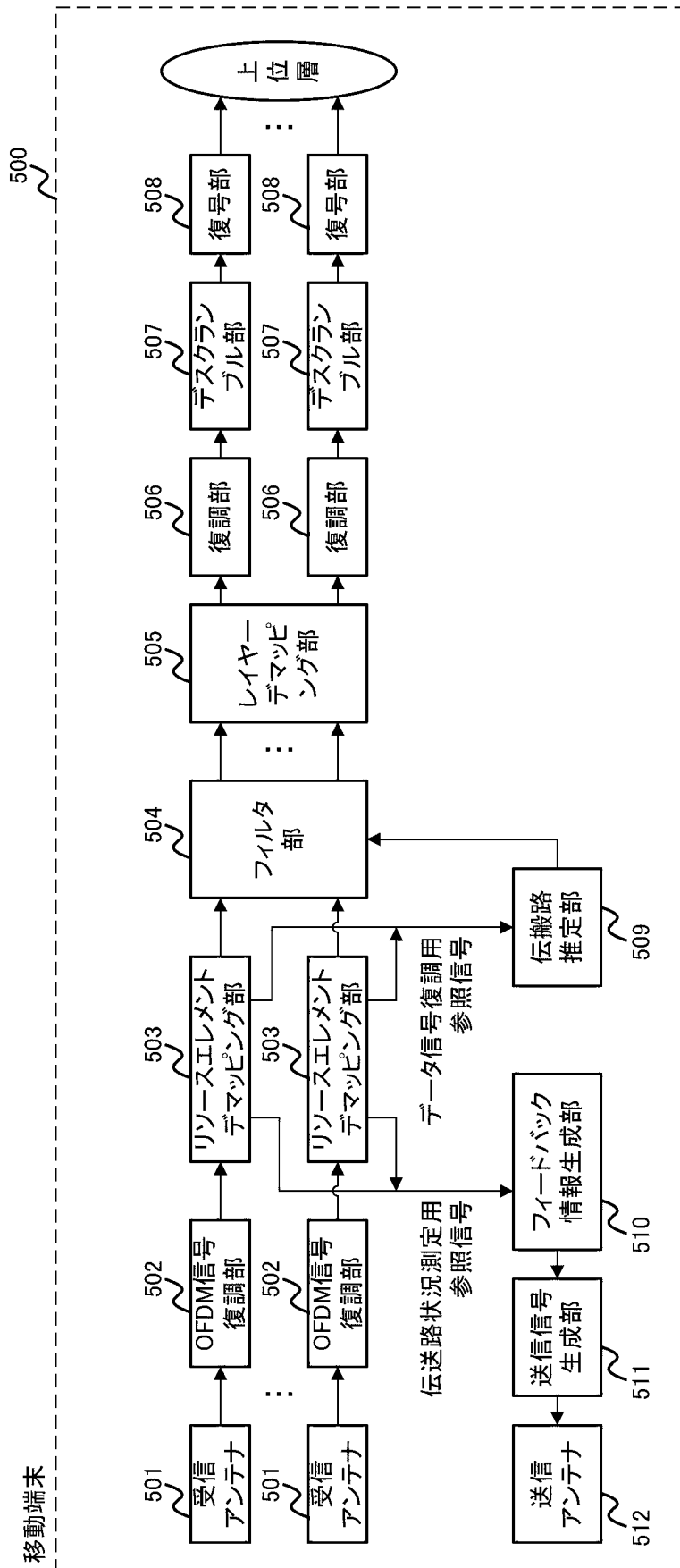
[図3]



[図4]



[図5]



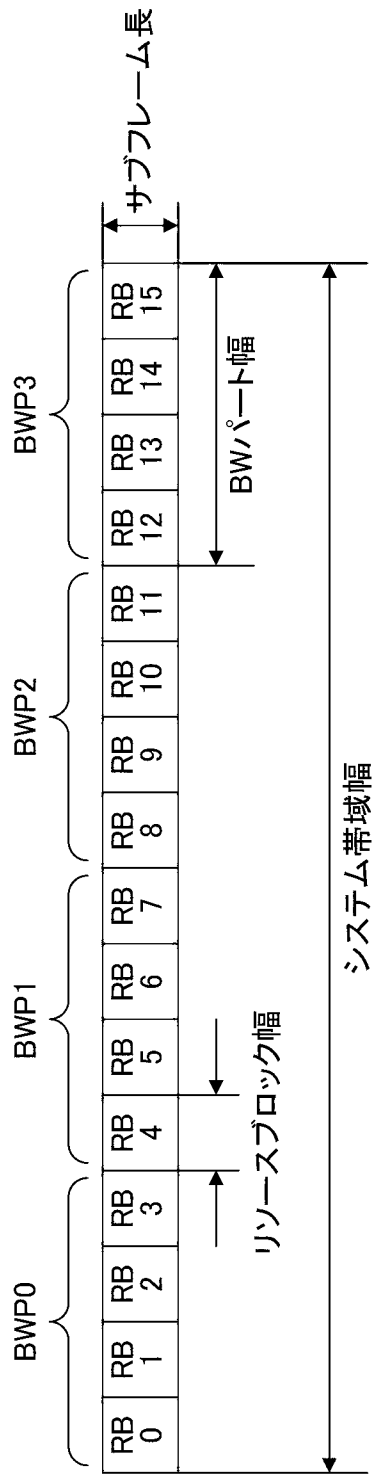
[図6]

	アンカー基地局	協調基地局
広帯域 プレコーディング行列	W1a	W1b
狭帯域 プレコーディング行列	W2a	W2b

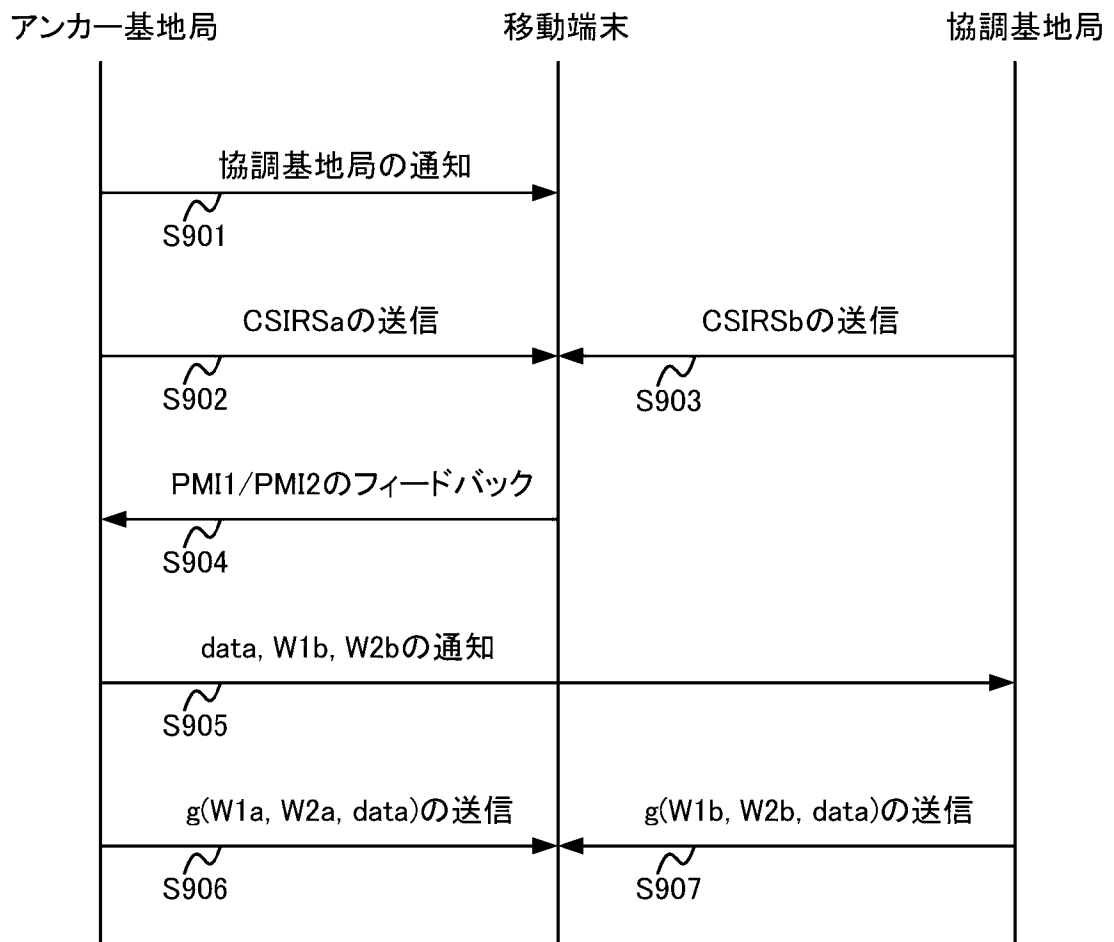
[図7]

	アンカー基地局	協調基地局
広帯域 プレコーディング情報	PMI1	
狭帯域 プレコーディング情報	PMI2	

[図8]



[図9]



[図10]

	アンカー基地局	協調基地局
広帯域 プレコーディング情報	PMI1	
狭帯域 プレコーディング情報	PMI2	固定

[図11]

	アンカー基地局	協調基地局
広帯域 プレコーディング情報	固定	固定
狭帯域 プレコーディング情報	PMI2	

[図12]

	アンカー基地局	協調基地局
広帯域 プレコーディング情報	PMI1	固定
狭帯域 プレコーディング情報	PMI2	固定

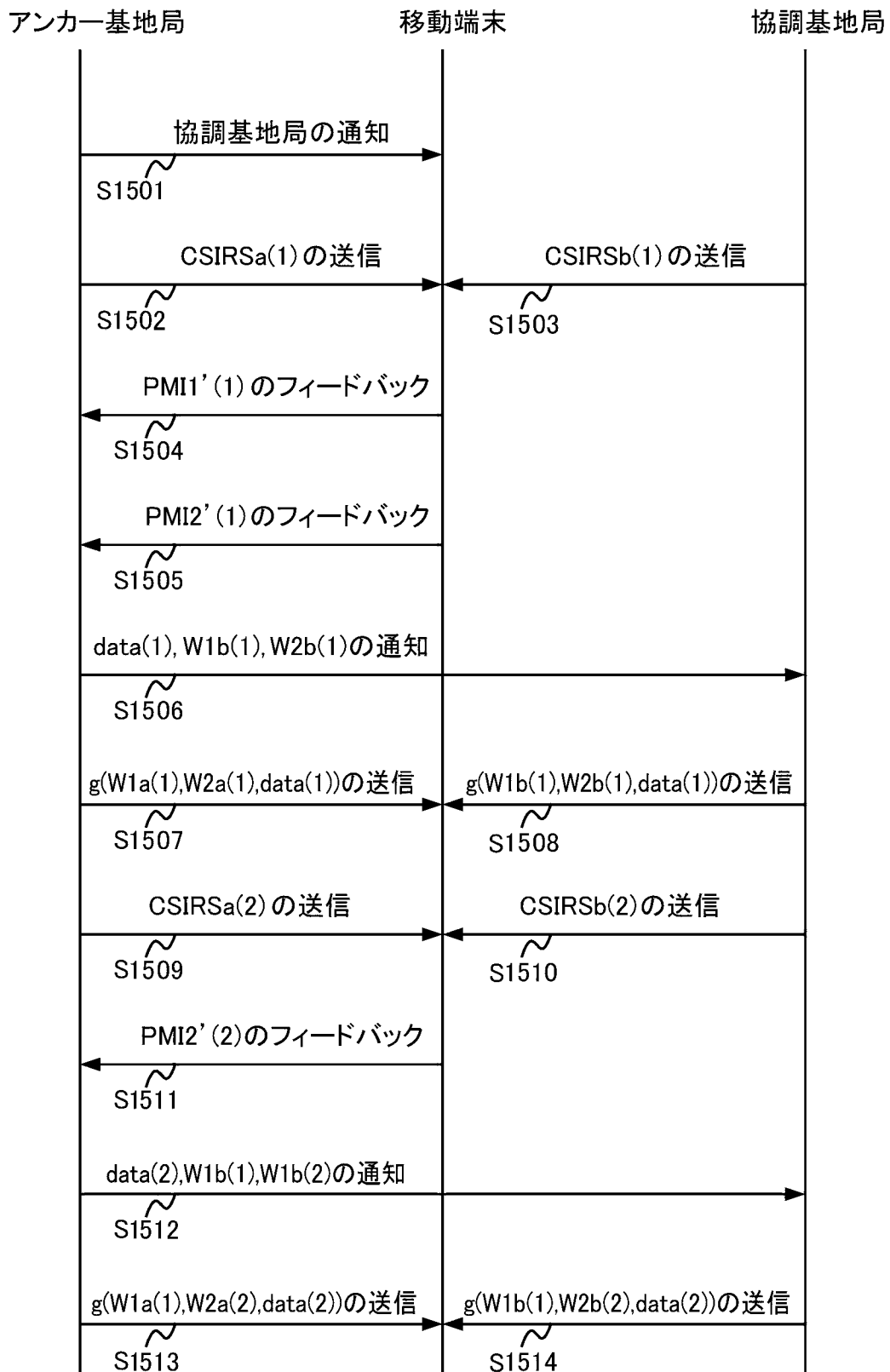
[図13]

	アンカー基地局	協調基地局
広帯域 プレコーディング情報	固定	固定
狭帯域 プレコーディング情報	PMI2a	PMI2b

[図14]

	アンカー基地局	協調基地局
長区間変動 プレコーディング情報	PMI1'	
短区間変動 プレコーディング情報	PMI2'	

[図15]



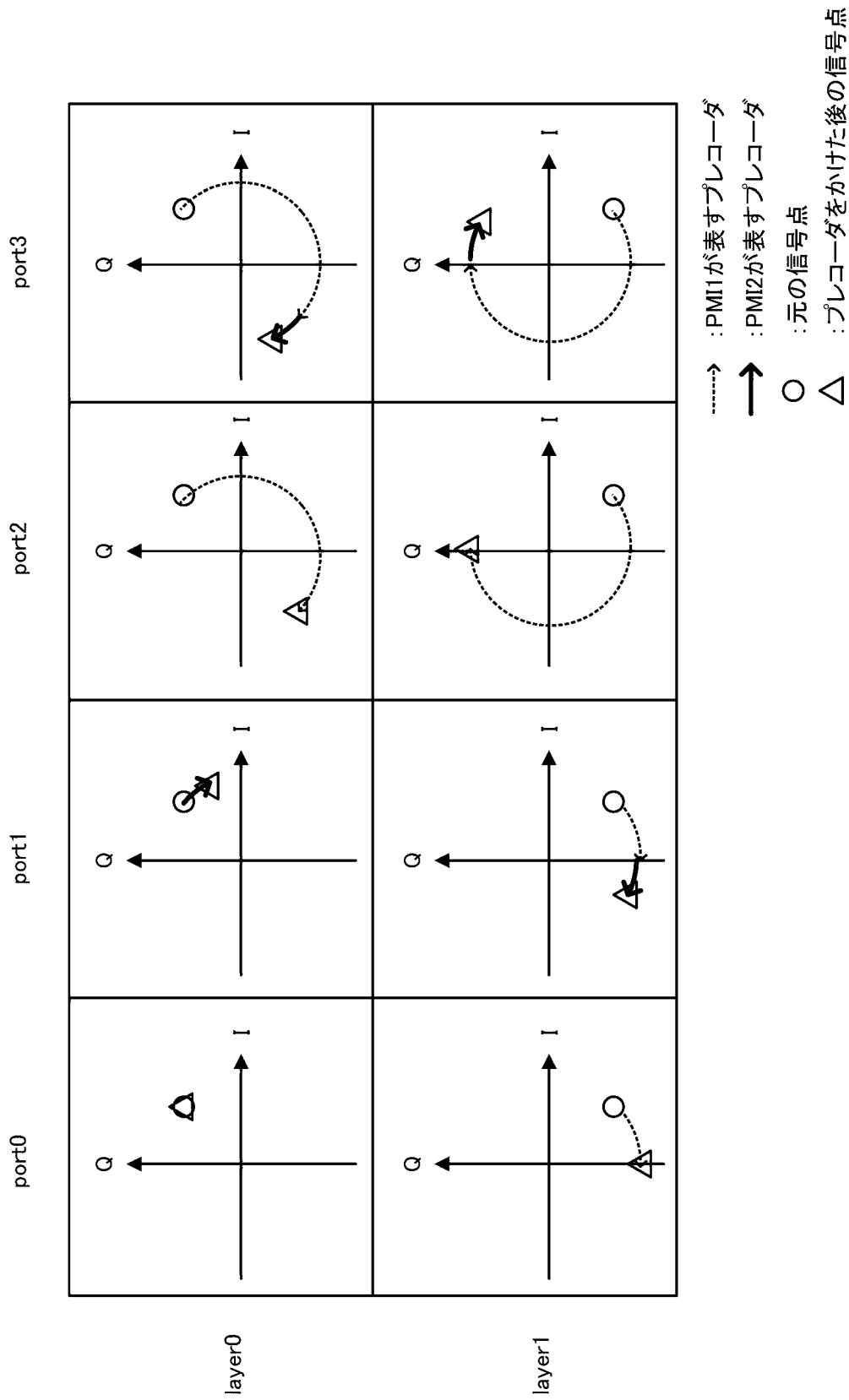
[図16]

インデックス	行列
0	W_0
1	W_1
2	W_2
3	W_3
4	W_4
$\vdots$	$\vdots$
15	W_{15}

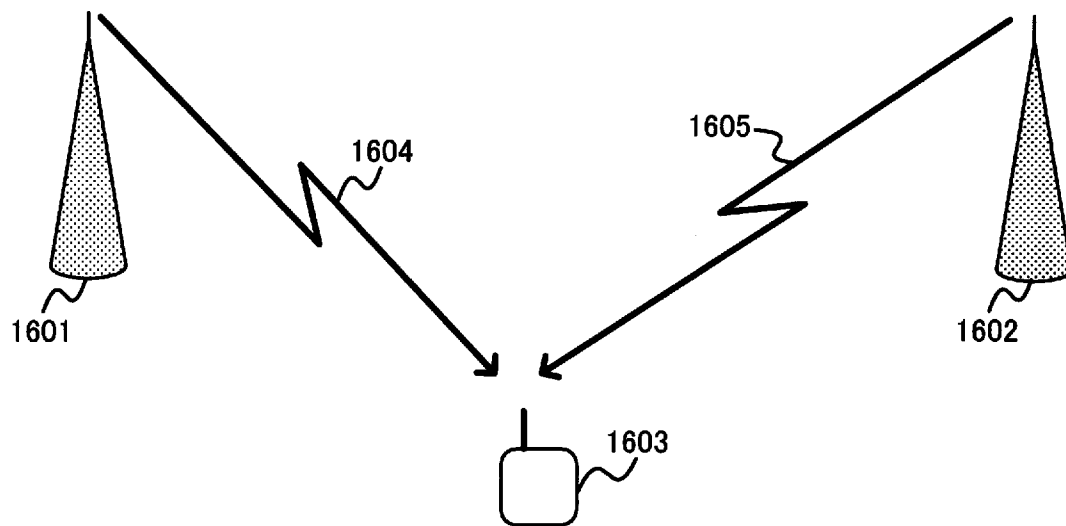
[図17]

インデックス	行列
0	Φ_0
1	Φ_1
2	Φ_2
3	Φ_3
4	Φ_4
$\vdots$	$\vdots$
15	Φ_{15}

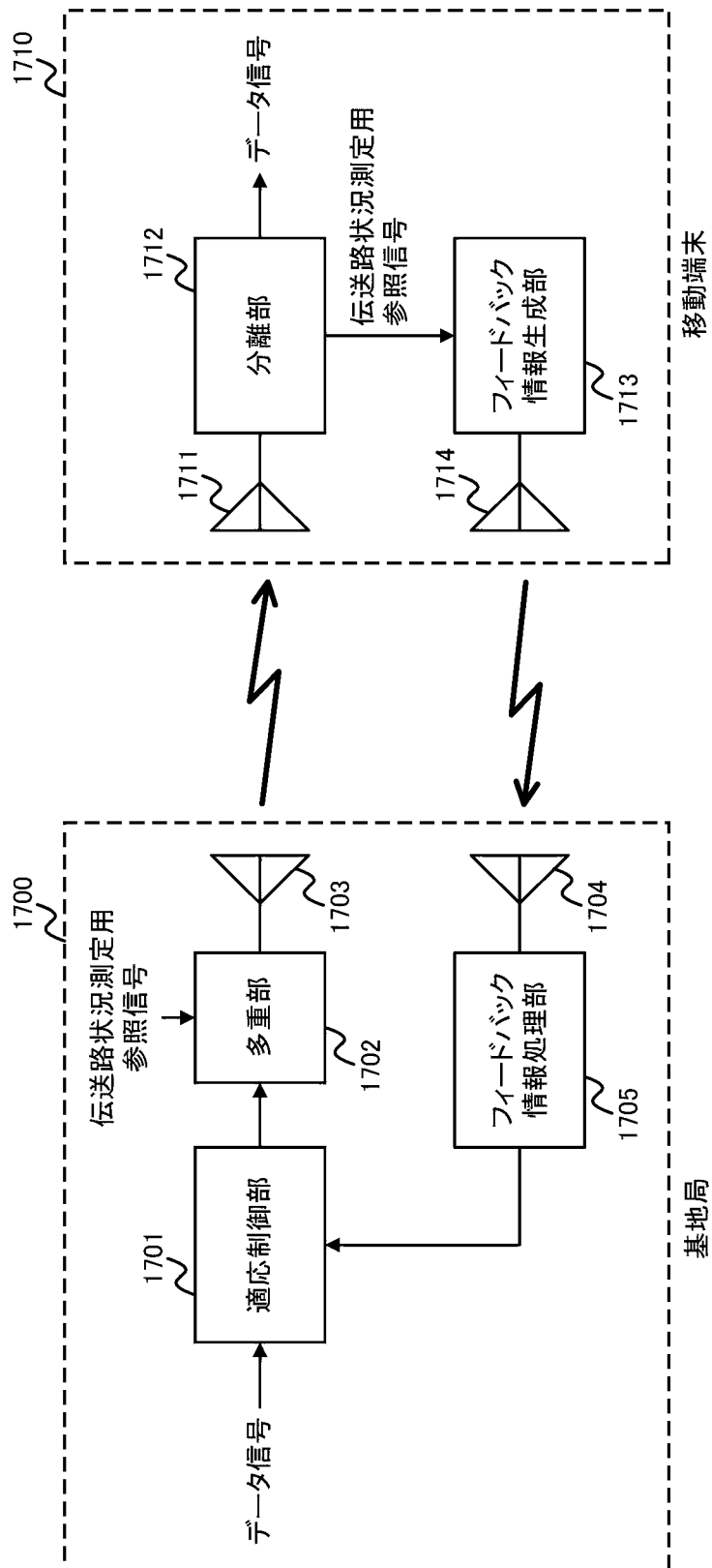
[図18]



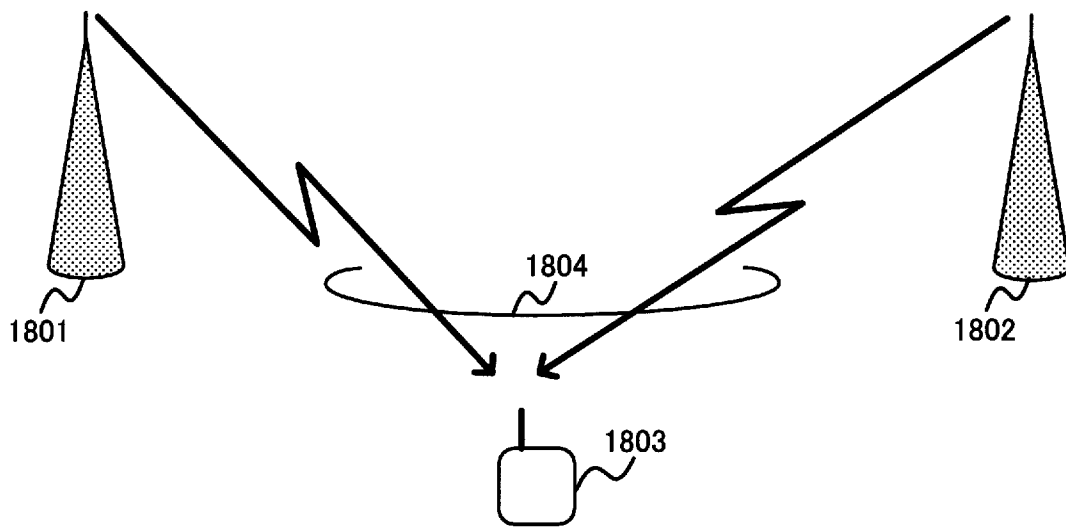
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/062372

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W28/18(2009.01)i, H04J11/00(2006.01)i, H04J99/00(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00, H04J11/00, H04J99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2010/061724 A1 (Sharp Corp.), 03 June 2010 (03.06.2010), page 2, lines 7 to 13; page 6, lines 8 to 22; page 16, lines 8 to 11; page 22, lines 17 to 20 & CN 101729131 A	1, 4-12 2, 3
X Y	WO 2010/016607 A1 (Sharp Corp.), 11 February 2010 (11.02.2010), abstract; paragraphs [0014], [0016], [0018], [0019], [0021], [0023], [0025], [0026], [0073], [0074], [0091], [0092], [0109] to [0111], [0137] & CN 101645729 A	1, 4-12 2, 3
Y	ZTE, Discussion on unified framework for multi- granular feedback, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #60bis R1-101838, 2010.04.16	2, 3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 June, 2011 (16.06.11)Date of mailing of the international search report
28 June, 2011 (28.06.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/062372

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Motorola, Study of Possible Extensions to Rel-8 PMI Feedback for Better MU-MIMO Support, 3GPP TSG RAN1 #59 R1-094847, 2009.11.13	2, 3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04W28/18(2009.01)i, H04J11/00(2006.01)i, H04J99/00(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00, H04J11/00, H04J99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	WO 2010/061724 A1 (シャープ株式会社) 2010.06.03, P.2 第7行-第13行、P.6 第8行-第22行、P.16 第8行-第11行、 P.22 第17行-第20行 & CN 101729131 A	1, 4-12 2, 3
X Y	WO 2010/016607 A1 (シャープ株式会社) 2010.02.11, 要約、段落 14, 16, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 73, 74, 91, 92, 109-111, 137 & CN 101645729 A	1, 4-12 2, 3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 6 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中村 信也

5 J

4 0 5 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	ZTE, Discussion on unified framework for multi-granular feedback, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #60bis R1-101838, 2010.04.16	2, 3
Y	Motorola, Study of Possible Extensions to Rel-8 PMI Feedback for Better MU-MIMO Support, 3GPP TSG RAN1 #59 R1-094847, 2009.11.13	2, 3