



(51) 国際特許分類：

H04B 7/06 (2006.01)

H04J 11/00 (2006.01)

H04B 7/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号：



PCT/JP20 11/064800

(22) 国際出願日：

2011 年 6 月 28 日 (28.06.2011)

(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 2010-146881 2010 年 6 月 28 日 C28.06.2010 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 番 2 号 Osaka (JP).

() 発明者 ; および

() 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)：中村 理

(NAKAMURA Osamu) [JP/—]. 加藤 勝也 (KATO
Katsuya) [JP/—]. 留場 宏道 (TOMEBA Hiromichi)
[JP/—]. 後藤 淳悟 (GOTO Jungo) [JP/—]. 横枕
一 成 (YOKOMAKURA Kazunari) [JP/—]. 浜口 泰
弘 (HAMAGUCHI Yasuhiro) [JP/—].

(74) 代理人：船山 武，外 (FUNAYAMA Takeshi et al.);

〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2
号 Tokyo (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), ユーロパ
(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: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, RECEIVER APPARATUS, RECEPTION CONTROL METHOD, RECEPTION CONTROL PROGRAM, AND PROCESSOR

(54) 発明の名称：無線通信システム、受信装置、受信制御方法、受信制御プログラム、及びプロセッサ

[図7]

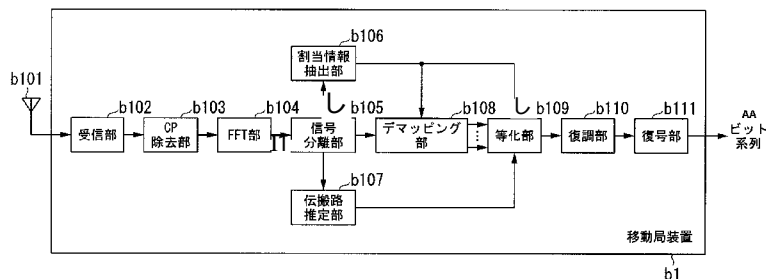


FIG. 7:
b102 RECEIVING UNIT
b103 CP REMOVAL UNIT
b104 FFT UNIT
b105 SIGNAL SEPARATION UNIT
b106 ALLOCATION INFORMATION EXTRACTING UNIT
b107 PROPAGATION PATH ESTIMATING UNIT
b108 DEMAPPING UNIT
b109 EQUALIZING UNIT
b110 DEMODULATING UNIT
b111 DECODING UNIT
AA BIT SEQUENCE
b1 MOBILE STATION APPARATUS

(57) Abstract: A mobile station apparatus receives the same spectra transmitted from at least one first transmission antenna and a second transmission antenna. An equalizing unit performs, for each of the same spectra, spectrum equalization by use of the spectrum of a subcarrier on which the same spectrum is placed.

(57) 要約：移動局装置は、少なくとも 1 つの第 1 の送信アンテナ、及び第 2 の送信アンテナから送信された同一のスペクトルを受信する。等化部は、同一のスペクトル毎に、同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行う。

明 細 書

発明の名称：

無線通信システム、受信装置、受信制御方法、受信制御プログラム、及びプロセッサ

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システム、受信装置、受信制御方法、受信制御プログラム、及びプロセッサに関する。

本願は、2010年6月28日に、日本に出願された特願2010_146881号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 3GPP (3rd Generation Partnership Project、第三世代パートナーシップ・プロジェクト) の無線通信規格であるLTE (Long Term Evolution、3.9Gの無線アクセス技術) や、LTEの発展形であるLTE-Advanced、LTEの進化版) では、下りリンク (基地局装置から移動局装置への無線通信回線) の伝送方式として、周波数選択性チャネルに強い耐性を持ち、MIMO (Multiple Input Multiple Output、多入力/多出力) 伝送と親和性が高いOFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access、直交周波数分割多元接続) が採用されている。一方、上りリンク (移動局装置から基地局装置への無線通信回線) の伝送方式では、移動局装置のコストや規模が重要である。例えば、移動局装置は、一般利用者に販売、利用されるため、高価格又は寸法や重量の大きい回路等を搭載するのは困難である。

[0003] しかしながら、OFDMAやMC-CDMA (Multi-Carrier Code Division Multiple Access、マルチキャリア符号分割多元接続) 等のマルチキャリア伝送では、移動局装置に

は、送信信号の P A P R (P e a k t o A v e r a g e P o w e r R a t i o、ピーク対平均電力比)が高く、線形領域の広い電力増幅器が必要となってしまうため、端末装置の規模やコストが問題となる上りリンクの伝送には向かない。

つまり、上りリンクで広いカバレッジ (通信カバー範囲であって、例えば、基地局装置までの距離)を維持するには、P A P Rの低いシングルキャリア伝送が望ましい。L T Eにおいても、シングルキャリア伝送である S C — F D M A (S i n g l e C a r r i e r F r e q u e n c y D i v i s i o n M u l t i p l e A c c e s s、単一波周波数分割多元接続、D F T — S — O F D Mとも称される)が上りリンクに採用されている。つまりL T Eでは、採用される伝送方式が異なり、上りリンクではシングルキャリア伝送、下りリンクではマルチキャリア伝送が採用されている。

[0004] また、無線通信において送信装置が複数の送信アンテナを持つ場合、送信装置は、各送信アンテナからそれぞれ独立な信号を同一時刻・同一周波数によつて送信することで伝送速度を向上させることができる。この技術は空間多重伝送と呼ばれ、同時送信される信号の数は、ストリーム数、ランク数、又はレイヤ数と呼ばれる。各アンテナから送信された信号は、受信装置における空間フィルタリングやM L D (M a x i m u m L i k e l i h o o d D e t e c t i o n、最尤検出)等の信号分離処理によつて分離される。

また、各送信アンテナで伝搬路特性が良好な周波数は異なる。これに関して、特許文献1及び特許文献2には、送信アンテナ毎に異なる周波数配置を用いて伝送を行うことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1 :特開2008_199598公報

特許文献2 :W O / 2009/022709

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、送信装置の各送信アンテナから同一データの信号を送信する送信アンテナダイバーシチにおいて、異なる周波数割り当てを許容した場合、各周波数で異なるスペクトルが送信されることとなる。そのため、受信装置が受信する信号に干渉が生じてしまい、受信品質が劣化してしまうという欠点があった。

[0007] 本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、受信装置での受信品質を向上させることができる無線通信システム、受信装置、受信制御方法、受信制御プログラム、及びプロセッサを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] (1) 本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、本発明の一態様は、少なくとも1つの第1の送信アンテナから送信するスペクトルと同一のスペクトルを第2の送信アンテナから送信する送信装置と、前記第1の送信アンテナ及び第2の送信アンテナから送信された同一のスペクトルを受信する受信装置と、を備える無線通信システムであって、前記送信装置は、前記送信アンテナ毎にスペクトルを配置するマッピング部を具備し、前記受信装置は、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行う等化部を具備することを特徴とする無線通信システムである。

[0009] (2) また、本発明の一態様は、上記の無線通信システムにおいて、前記マッピング部は、前記第1の送信アンテナと前記第2の送信アンテナとで周波数帯域の割り当てが異なるように、スペクトルを配置することを特徴とする。

[0010] (3) また、本発明の一態様は、上記の無線通信システムにおいて、前記マッピング部は、前記第1の送信アンテナと前記第2の送信アンテナとで各スペクトルに対する周波数の割り当てが異なるように、スペクトルを配置することを特徴とする。

[0011] (4) また、本発明の一態様は、上記の無線通信システムにおいて、前記

送信装置は、前記第 1 の送信アンテナと前記第 2 の送信アンテナとで異なる順序に、スペクトルを並び換える並び換え部を具備し、前記マッピング部は、並び換え部が並び替えた順序に従って、スペクトルを配置することを特徴とする。

[001 2] (5) また、本発明の一態様は、上記の無線通信システムにおいて、前記等化部は、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトル、及び、当該スペクトルと同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行うことを特徴とする。

[001 3] (6) また、本発明の一態様は、上記の無線通信システムにおいて、前記無線通信システムは、前記第 1 の送信アンテナを備える送信装置と、前記第 2 の送信アンテナを備える送信装置と、を具備することを特徴とする。

[0014] (7) また、本発明の一態様は、上記の無線通信システムにおいて、前記受信装置は、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを抽出するデマッピング部を具備し、前記等化部は、前記デマッピング部が抽出したスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行うことを特徴とする。

[001 5] (8) また、本発明の一態様は、上記の無線通信システムにおいて、前記受信装置は、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアについての伝搬路行列を生成する伝搬路行列生成部を具備し、前記等化部は、前記伝搬路行列生成部が生成した伝搬路行列を用いて、スペクトルの等化を行うことを特徴とする。

[001 6] (9) また、本発明の一態様は、上記の無線通信システムにおいて、前記等化部は、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアに他のスペクトルが配置されているか否かに応じて、等化に用いる重みの演算処理を切り替えることを特徴とする。

[001 7] (10) また、本発明の一態様は、少なくとも 1 つの第 1 の送信アンテナ、及び第 2 の送信アンテナから送信された同一のスペクトルを受信する受信装置において、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置さ

れたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行う等化部を具備することを特徴とする受信装置である。

[001 8] (11) また、本発明の一態様は、少なくとも１つの第１の送信アンテナ、及び第２の送信アンテナから送信された同一のスペクトルを受信する受信装置における受信制御方法において、前記受信装置が、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行う等化過程を有することを特徴とする受信制御方法である。

[001 9] (12) また、本発明の一態様は、少なくとも１つの第１の送信アンテナ、及び第２の送信アンテナから送信された同一のスペクトルを受信する受信装置のコンピュータに、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行う等化手段を実行させるための受信制御プログラムである。

[0020] (13) また、本発明の一態様は、少なくとも１つの第１の送信アンテナ、及び第２の送信アンテナから送信された同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行うことを特徴とするプロセッサである。

[0021] (14) また、本発明の一態様は、少なくとも１つの第１の送信アンテナ、及び第２の送信アンテナから送信された同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを抽出することを特徴とするプロセッサである。

[0022] (15) また、本発明の一態様は、少なくとも１つの第１の送信アンテナ、及び第２の送信アンテナから送信された同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアについての伝搬路行列を生成することを特徴とするプロセッサである。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、無線通信システムは、受信装置での受信品質を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1] 本発明の第1の実施形態に係る無線通信システムの一例を示す概略図である。

[図2] 本実施形態に係る基地局装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図3] 本実施形態に係る割当情報の一例を示す概略図である。

[図4] 本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての一例を示す概略図である。

[図5] 本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての別の一例を示す概略図である。

[図6] 本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての別の一例を示す概略図である。

[図7] 本実施形態に係る移動局装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図8] 本実施形態に係る等化部の構成を示す概略ブロック図である。

[図9] 本発明の第2の実施形態に係る無線通信システムの一例を示す概略図である。

[図10] 本実施形態に係る移動局装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図11] 本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての一例を示す概略図である。

[図12] 本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての別の一例を示す概略図である。

[図13] 本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての別の一例を示す概略図である。

[図14] 本実施形態に係る基地局装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図15] 本実施形態に係る結合部が行う信号毎の選択処理の一例を示すフローチャートである。

[図16] 本実施形態に係る等化部の構成を示す概略ブロック図である。

[図17] 本実施形態に係る無線通信システムの効果を説明する説明図である。

[図18] 本発明の第3の実施形態に係る移動局装置の構成を示す概略ブロック

図である。

[図19] 本実施形態に係る割当情報の一例を示す概略図である。

[図20] 本実施形態に係る並び替え部に入力される信号を示す概略図である。

[図21] 本実施形態に係る並び替え部から出力される信号の一例を示す概略図である。

[図22] 本実施形態に係る並び替え部から出力される信号の別の一例を示す概略図である。

[図23] 本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての一例を示す概略図である。

[図24] 本実施形態に係る基地局装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図25] 本発明の第4の実施形態に係る無線通信システムの一例を示す概略図である。

[図26] 本実施形態に係る中央処理装置及び基地局装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図27] 本実施形態に係る割当情報の一例を示す概略図である。

[図28] 本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0025] (第1の実施形態)

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳しく説明する。

[0026] <無線通信システムについて>

図1は、本発明の第1の実施形態に係る無線通信システム1の一例を示す概略図である。この図において、無線通信システム1は、基地局装置A10及びN個の移動局装置B1n ($n = 0 \sim N - 1$) を備える。

基地局装置A10から移動局装置B1nへの下りリンクの通信では、伝送方式としてOFDMAが用いられる。基地局装置A10は、 N_t 本の送信アンテナA10-n_t ($n_t = 0 \sim N_t - 1$) を備える。基地局装置A10は、 N_t 本の送信アンテナを介して、信号を移動局装置B1nへ送信する。なお、以

下では、 n_t を「アンテナ番号」とも称する。

移動局装置 B 1 n は、受信アンテナ B 1 n _ 0 を備え、基地局装置 A 1 0 が送信した信号を受信する。なお、本実施形態では、移動局装置 B 1 n は、一本の受信アンテナ B 1 n _ 0 を備える場合について説明をするが、本発明はこれに限らず、複数の受信アンテナを備えていてもよい。

以下、基地局装置 A 1 0 を基地局装置 a 1 といい、移動局装置 B 1 n 各々を移動局装置 b 1 という。

[0027] < 基地局装置 a 1 について >

図 2 は、本実施形態に係る基地局装置 a 1 の構成を示す概略ブロック図である。この図において、基地局装置 a 1 は、符号化部 a 1 0 1、変調部 a 1 0 2、コピー部 a 1 0 3、スケジューリング部 a 1 0 4、マッピング部 a 1 0 5 - n_t ($n_t = 0 \sim N_t - 1$)、信号多重部 a 1 0 6 _ n_t 、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform; 逆高速フーリエ変換) 部 a 1 0 7 - n_t 、CP (Cyclic Prefix; サイクリック・プレフィックス) 挿入部 a 1 0 8 _ n_t 、送信部 a 1 0 9 _ n_t 、及び、送信アンテナ a 1 1 0 _ n_t を含んで構成される。なお、基地局装置 a 1 は、その他、基地局装置の一般的な公知の機能を備える。また、図 2 では、同一のデータの信号を全ての送信アンテナ a 1 1 0 _ n_t から送信する場合 (ランク数「1」の伝送) の基地局装置 a 1 について示すが、本発明はこれに限られない。基地局装置 a 1 は、送信アンテナ数よりも低いランク数の伝送を用いればよく、例えば、 $n_t = 4$ の場合にランク数「3」の伝送としてもよい。ここで、ランク数とは、同時送信される信号の数である。

[0028] 符号化部 a 1 0 1 は、音声データ、文字データ、画像データ等のビット系列を入力される。符号化部 a 1 0 1 は、入力されたビット系列を誤り訂正符号化し、誤り訂正符号化した符号化ビットを、変調部 a 1 0 2 に出力する。

変調部 a 1 0 2 は、符号化部 a 1 0 1 から入力された符号化ビットを変調する。変調部 a 1 0 2 は、変調後の信号を、M 個毎にコピー部 a 1 0 3 に出力する。以下、出力される信号を、 $s(m)$ ($m = 0 \sim M - 1$) で表す。な

お、変調部 a 1 0 2 が行う変調では、Q P S K (Q u a d r a t u r e P h a s e S h i f t K e y i n g 、 4 相 位 相 変 調) や 1 6 Q A M (Q u a d r a t u r e A m p l i t u d e M o d u l a t i o n 、 1 6 値 擬 父 振 幅 変 調) 等 の 変 調 の 変 調 方 式 が 用 い ら れ る。

[0029] コピー部 a 1 0 3 は、変調部 a 1 0 2 から入力された信号 $s(m)$ をコピー（複製）して、送信アンテナ数 N_t 個の信号 $s(m)$ を生成する。コピー部 a 1 0 3 は、生成した信号 $s(m)$ 各々を、マッピング部 a 1 0 5 _ 0 ~ a 1 0 5 - ($N_t - 1$) に出力する。

スケジューリング部 a 1 0 4 は、各マッピング部 a 1 0 5 - n_t での信号に対する周波数の割り当てを示す割当情報（例えば、図 3 の一例）を記憶する。この割当情報が示す周波数の割り当ては、マッピング部 a 1 0 5 _ n_t 毎に異なるものが含まれる。なお、割当情報は、オペレータ等の操作によって予め記憶されたものであってもよいし、予め定められた規則に基づいて基地局装置 a 1 が決定したものを記憶したものであってもよい。基地局装置 a 1 は、移動局装置 b 1 から通知された下りリンクの伝搬路に関する情報（伝搬路推定値等）に基づいて割当情報を決定して更新してもよく、例えば、送信アンテナ a 1 1 0 - n_t 毎に、伝搬路に関する情報が示す移動局装置 b 1 の伝搬路品質が最大となる周波数を、その移動局装置 b 1 の信号に対して割り当てるように、割当情報を決定する。スケジューリング部 a 1 0 4 は、記憶する割当情報をマッピング部 a 1 0 5 _ n_t に出力する。

[0030] マッピング部 a 1 0 5 _ n_t は、スケジューリング部 a 1 0 4 から入力された割当情報が示す周波数に、コピー部 a 1 0 3 から入力された信号 $s(m)$ を配置する。具体的には、マッピング部 a 1 0 5 _ n_t は、割当情報が示す周波数の周波数ポイント P であって、逆高速フーリエ変換に用いる周波数ポイント P のうち m 個の周波数ポイントに、信号 $s(m)$ を配置する。ここで、マッピング部 a 1 0 5 _ n_t が配置した信号 $s(m)$ を周波数スペクトル $s(m)$ （図 4 〜 図 6 参照）とも称し、 M を「周波数スペクトル数」とも称する。マッピング部 a 1 0 5 _ n_t は、各移動局装置 b 1 宛の信号を F F T 区間の

N_{FFT} 個の周波数ポイント p に配置し、配置した周波数スペクトルを信号多重部 $a106_n_t$ に出力する。

[0031] 信号多重部 $a106_n_t$ は、マッピング部 $a105_n_t$ から入力された周波数スペクトル（データ信号とも称す）、各送信アンテナ $a110_n_t$ と移動局装置 $b1$ の受信アンテナの間の伝搬路の推定を行うための参照信号（ W_CDMA 方式におけるパイロットシンボル、無線LANにおけるプリアンプル信号に相当する）、及び、周波数スペクトルの割当情報や変調方式（変調部 $a102$ での変調方式）、符号化率（符号化部 $a101$ での符号化率）に関する情報、伝送モード等の制御情報、を多重することで、送信フレームの信号を生成する。信号多重部 $a106_n_t$ は、生成した送信フレームの信号を、 $IFFT$ 部 $a107_n_t$ に出力する。

[0032] $IFFT$ 部 $a107_n_t$ は、信号多重部 $a106_n_t$ から入力された信号に対して、 N_{FFT} ポイントの逆高速フーリエ変換を行うことにより、信号を周波数領域信号から時間領域信号へ変換する。 $IFFT$ 部 $a107_n_t$ は、変換後の信号を CP 挿入部 $a108_n_t$ に出力する。

CP 挿入部 $a108_n_t$ は、 $IFFT$ 部 $a107_n_t$ から入力された信号に対して、 $OFDM$ シンボル毎に CP を挿入する。ここで、 CP は、信号の後半部分であって予め定めた時間帯域の部分を複製したものであり、ガードタイムに相当する。 CP 挿入部 $a108_n_t$ は、複製した CP を信号の前に挿入する。 CP 挿入部 $a108_n_t$ は、 CP を挿入した信号を、送信部 $a109_n_t$ に出力する。

[0033] 送信部 $a109_n_t$ は、 CP 挿入部 $a108_n_t$ から入力された信号に対して、 D/A （デジタル—アナログ）変換、アナログフィルタリング、及びベースバンドから搬送波周波数へのアップコンバージョンの処理を行う。送信部 $a109_n_t$ は、処理後の信号を送信アンテナ $a110_n_t$ を介して送信する。

[0034] 図3は、本実施形態に係る割当情報の一例を示す概略図である。この図は、アンテナ数 $N_t = 2$ 、周波数スペクトル数 $M = 6$ の場合の割当情報の一例を

示す。図示するように割当情報は、アンテナ番号 n_t 、周波数ポイント p 、移動局装置、及び信号の各項目の列を有している。割当情報は、アンテナ番号 n_t 及び周波数ポイント p 毎に、そこに配置する信号 $s(m)$ が対応付けられている。

例えば、図3は、アンテナ番号 $n_t = 0$ のマッピング部 a_{105-0} では、周波数ポイント1～6に、それぞれ、図1の移動局装置 B_{10} 宛の信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置することを示す。また、図3は、アンテナ番号 $n_t = 1$ のマッピング部 a_{105-1} では、周波数ポイント5～10に、それぞれ、移動局装置 B_{10} 宛の信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置することを示す。

すなわち、マッピング部 a_{105-0} 、 a_{105-1} は、送信アンテナ a_{110-0} と送信アンテナ a_{110-1} とで周波数帯域の割り当てが異なるように、スペクトルを配置する。

なお、図3は割当情報の一例であり、本実施形態に係る割当情報は、別の割当情報であってもよい。例えば、周波数ポイントの番号 P の順序と m の順序は異なってもよい。また、ある移動局装置 b_1 の信号 $s(m)$ は、連続した周波数ポイントの番号 P に対応付けられなくてもよく、離散的であってもよい。また、図3の一例の場合、送信アンテナ a_{110-0} 、 a_{110-1} から送信される周波数スペクトル $s(m)$ の割り当ては、図6のものとなる。

[0035] 以下、図4～図6を用いて、各送信アンテナ a_{110-n_t} (マッピング部 a_{105-n_t}) に対する周波数スペクトル $s(m)$ の割り当てについて説明をする。なお、図4～図6では、送信アンテナ数 $N_t = 2$ 、周波数スペクトル数 $M = 6$ の場合の割当情報の一例を示す。

[0036] 図4は、本実施形態に係る周波数スペクトル $s(m)$ の割り当ての一例を示す概略図である。この図は、 $N_t = 2$ の場合の図である (図5、6も同様)。図4は、スケジューリング部 a_{104} が、2つの送信アンテナ a_{110-0} 、 a_{110-1} で、周波数スペクトル $s(m)$ が割り当てられる周波数が全て重複するように、周波数スペクトル $s(m)$ を割り当てた場合 (全重複

の場合という)の図である。

図4において、送信アンテナa 1 1 0 —0、a 1 1 0 - 1の両方では、周波数ポイント4 ~ 9に、それぞれ、周波数スペクトルs (0) ~ s (5)が割り当てられている。つまり、アンテナ番号 $n_t = 0, 1$ に対応するマッピング部a 1 0 5 —0、a 1 0 5 - 1では、周波数ポイント4 ~ 9に、それぞれ、ある移動局装置b 1宛の信号s (0) ~ s (5)を配置する。

[0037] 図5は、本実施形態に係る周波数スペクトルs (m)の割り当ての別の一例を示す概略図である。図5は、スケジューリング部a 1 0 4が、2つの送信アンテナa 1 1 0 - 0、a 1 1 0 —1で、周波数スペクトルs (m)が割り当てられる周波数が全て重複しないように、周波数スペクトルs (m)を割り当てた場合(非重複の場合という)の図である。

図5において、送信アンテナa 1 1 0 —0では、周波数ポイント1 ~ 6に、それぞれ、周波数スペクトルs (0) ~ s (5)が割り当てられている。一方、送信アンテナa 1 1 0 —1では、周波数ポイント8 ~ 13に、それぞれ、周波数スペクトルs (0) ~ s (5)が割り当てられている。つまり、マッピング部a 1 0 5 - 0では、周波数ポイント1 ~ 6に、それぞれ、ある移動局装置b 1宛の信号s (0) ~ s (5)を配置する。一方、マッピング部a 1 0 5 - 1では、周波数ポイント9 ~ 13に、それぞれ、その移動局装置b 1宛の信号s (0) ~ s (5)を配置する。

[0038] 図6は、本実施形態に係る周波数スペクトルs (m)の割り当ての別の一例を示す概略図である。図6は、スケジューリング部a 1 0 4が、2つの送信アンテナa 1 1 0 - 0、a 1 1 0 —1で、周波数スペクトルs (m)が割り当てられる周波数が一部だけ重複する(一部だけ重複しない)ように、周波数スペクトルs (m)を割り当てた場合(一部重複の場合という)の図である(図6参照)。

図6において、送信アンテナa 1 1 0 —0では、周波数ポイント1 ~ 6に、それぞれ、周波数スペクトルs (0) ~ s (5)が割り当てられている。一方、送信アンテナa 1 1 0 —1では、周波数ポイント5 ~ 10に、それぞれ

れ、周波数スペクトル $s(0) \sim s(5)$ が割り当てられている。つまり、マッピング部 $a105-0$ では、周波数ポイント1～6に、それぞれ、ある移動局装置 $b1$ 宛の信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。一方、マッピング部 $a105-1$ では、周波数ポイント5～10に、それぞれ、その移動局装置 $b1$ 宛の信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。

このように、図6の一例では、周波数スペクトル $s(m)$ を割り当てる周波数ポイント1～4及び7～10は重複せず、周波数ポイント5、6は重複している。

[0039] なお、上記の図4～図6において、スケジューリング部 $a104$ は、周波数スペクトル $s(m)$ を連続的に割り当てる例を示しているが、離散的に割り当ててもよい。また、各アンテナで送信する周波数スペクトルの数 M は、一致していなくてもよい。

このように、本実施形態では、基地局装置 $a1$ は、各送信アンテナでの周波数スペクトル $s(m)$ を自由に配置する。これにより、基地局装置 $a1$ は、各送信アンテナの利得によって柔軟な周波数割り当てができる。なお、本実施形態のマッピング部 $a105_n_t$ は、移動局装置 $b1$ に対して周波数スペクトル $s(m)$ を割り当てなかった周波数ポイント p に、ゼロを割り当ててもよいし、他の移動局装置 $b1$ に対する周波数スペクトル $s(m)$ を割り当ててもよい。

以上説明したようにして基地局装置 $a1$ から送信された信号は、無線伝搬路を経由し、移動局装置 $b1$ の受信アンテナで受信される。以下、移動局装置 $b1$ について説明をする。

[0040] < 移動局装置 $b1$ について >

図7は、本実施形態に係る移動局装置 $b1$ の構成を示す概略ブロック図である。この図において、移動局装置 $b1$ は、受信アンテナ $b101$ 、受信部 $b102$ 、CP除去部 $b103$ 、FFT (Fast Fourier Transform; 高速フーリエ変換) 部 $b104$ 、信号分離部 $b105$ 、割当情報抽出部 $b106$ 、伝搬路推定部 $b107$ 、デマッピング部 $b108$ 、

等化部 b 1 0 9、復調部 b 1 1 0、及び、復号部 b 1 1 1 を含んで構成される。なお、移動局装置 b 1 は、その他、移動局装置の一般的な公知の機能を備える。なお、本実施形態では、受信アンテナ数を「1」本としているが、本発明はこれに限らず、移動局装置 b 1 は、複数個の受信アンテナを備え、公知の技術を用いて、受信ダイバーシチ利得を得てもよいし、MIMOの信号分離能力を向上してもよい。

[0041] 受信部 b 1 0 2 は、受信アンテナ b 1 0 1 を介して受信した信号に対して、搬送波周波数からベースバンド信号へのダウンコンバート、アナログ - フィルタリング、及び A/D (アナログ - デジタル) 変換の処理を行う。受信部 b 1 0 2 は、処理後の信号を CP 除去部 b 1 0 3 に出力する。

CP 除去部 b 1 0 3 は、受信部 b 1 0 2 から入力された信号から、OFDM シンボル毎に CP を除去する。CP 除去部 b 1 0 3 は、CP を除去した信号を、FFT 部 b 1 0 4 に出力する。

[0042] FFT 部 b 1 0 4 は、CP 除去部 b 1 0 3 から入力された信号に対して、 N_{FFT} ポイントの高速フーリエ変換を行うことにより、信号を時間領域信号から周波数領域信号へ変換する。FFT 部 b 1 0 4 は、変換後の信号を信号分離部 b 1 0 5 に出力する。

信号分離部 b 1 0 5 は、FFT 部 b 1 0 4 から入力された信号を、参照信号、データ信号、及び制御信号に分離する。信号分離部 b 1 0 5 は、分離した制御情報を割当情報抽出部 b 1 0 6 に出力し、データ信号をデマッピング部 b 1 0 8 に出力する。また、信号分離部 b 1 0 5 は、分離した参照信号を伝搬路推定部 b 1 0 7 に出力する。

[0043] 割当情報抽出部 b 1 0 6 は、信号分離部 b 1 0 5 から入力された制御情報から割当情報を抽出して、デマッピング部 b 1 0 8 及び等化部 b 1 0 9 に出力する。

伝搬路推定部 b 1 0 7 は、信号分離部 b 1 0 5 から入力された参照信号を用いて、基地局装置 a 1 の送信アンテナ a 1 1 0 - 0 ~ a 1 1 0 - ($N_t - 1$) 各々と受信アンテナ b 1 0 1 との無線伝搬路の伝搬路推定値 (位相及び振

幅)を得る。伝搬路推定部 b 1 0 7 は、得られた伝搬路推定値を等化部 b 1 0 9 に出力する。

[0044] デマッピング部 b 1 0 8 は、割当情報抽出部 b 1 0 6 から入力された割当情報に基づいて、信号分離部 b 1 0 5 から入力されたデータ信号 (スペクトル) から、等化を行なう $s(m)$ ($0 \leq m \leq M-1$) 毎に、 $s(m)$ が送信された周波数ポイント P の信号 $r(p)$ を抽出する。

[0045] 以下、デマッピング部 b 1 0 8 が行う信号 $s(m)$ 毎の選択処理について、信号 $s(1)$ の選択処理の例を用いて説明をする。なお、以下では、信号 $s(1)$ の選択処理について説明をするが、デマッピング部 b 1 0 8 は、他の信号 $s(m)$ ($m \neq 1$) についても同様に信号 $s(m)$ 毎の選択処理を行う。

[0046] 1) 図 4 に示す割り当ての一例の場合 (全重複の場合)

デマッピング部 b 1 0 8 は、信号 $s(1)$ が配置された周波数ポイント「5」を抽出し、周波数ポイント「5」から信号 $r(5)$ を選択する。

2) 図 5 に示す割り当ての一例の場合 (非重複の場合)

デマッピング部 b 1 0 8 は、信号 $s(1)$ が配置された周波数ポイント「2」及び「9」を抽出し、周波数ポイント「2」及び「9」からそれぞれ信号 $r(2)$ 、及び $r(9)$ を選択する。

3) 図 6 に示す割り当て (図 3 の割当情報) の一例の場合 (一部重複の場合)

デマッピング部 b 1 0 8 は、信号 $s(1)$ が配置された周波数ポイント「2」及び「6」を抽出し、周波数ポイント「2」及び「6」からそれぞれ信号 $r(2)$ 、及び $r(6)$ を選択する。

[0047] なお、信号 $s(m)$ 毎の選択処理において、全重複の場合には、デマッピング部 b 1 0 8 は、信号 $s(0) \sim s(M-1)$ に対して、それぞれ、1 個の信号 $r(p)$ を選択する。一方、非重複の場合には、デマッピング部 b 1 0 8 は、信号 $s(0) \sim s(M-1)$ に対して、それぞれ、 $N_t / \text{ランク数}$ (本実施形態では N_t) 個の信号 $r(p)$ を選択する。

デマッピング部 b 1 0 8 は、抽出した信号 $r(p)$ を、等化部 b 1 0 9 に出力する。

[0048] 等化部 b 1 0 9 は、割当情報抽出部 b 1 0 6 から入力された割当情報及び伝搬路推定部 b 1 0 7 から入力された伝搬路推定値に基づいて、デマッピング部 b 1 0 8 から入力された信号 $r(p)$ に対して、等化処理を行う。なお、等化処理の詳細については、等化部 b 1 0 9 の構成と併せて後述する。等化部 b 1 0 9 は、等化処理後の信号 $s'(m)$ を復調部 b 1 1 0 に出力する。

[0049] 復調部 b 1 1 0 は、信号分離部 b 1 0 5 が分離した制御信号が示す変調方式を用いて、等化部 b 1 0 9 から入力された信号を復調する。復調部 b 1 1 0 は、信号を復調した符号化ビットを、復号部 b 1 1 1 に出力する。

復号部 b 1 1 1 は、信号分離部 b 1 0 5 が分離した制御信号の符号化率に関する情報に基づいて、復調部 b 1 1 0 から入力された符号化ビットを誤り訂正復号する。復号部 b 1 1 1 は、復号したビット系列を出力する。

[0050] < 等化部 b 1 0 9 について >

図 8 は、本実施形態に係る等化部 b 1 0 9 の構成を示す概略ブロック図である。この図において、等化部 b 1 0 9 は、結合部 b 1 0 9 1、伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2、MIMO 重み算出部 b 1 0 9 3、SIMO (Single Input Multiple Output、単入力／多出力) 重み算出部 a 1 0 9 4、重み乗算部 b 1 0 9 5 を含んで構成される。

[0051] 結合部 b 1 0 9 1 は、割当情報抽出部 b 1 0 6 から入力された割当情報に基づいて、デマッピング部 b 1 0 8 から入力された信号 $r(p)$ を信号 $s(m)$ 毎に結合し、 $N_t \times 1$ (N_t 行 1 列) のベクトル $R_{s(m)}$ を生成する。ベクトル $R_{s(m)}$ は、デマッピング部 b 1 0 8 が選択した周波数スペクトル $p(p_1, p_2, \dots, p_{N_t})$ を用いて、第 1 成分を $r(p_1)$ 、第 2 成分を $r(p_2)$ 、 $\dots$ 、第 N_t 成分を $r(p_{N_t})$ をとして表される。結合部 b 1 0 9 1 は、ベクトル $R_{s(m)}$ を重み乗算部 b 1 0 9 5 に入力する。

[0052] 伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、割当情報抽出部 b 1 0 6 から入力された

割当情報及び伝搬路推定部 b 1 0 7 から入力された伝搬路推定値に基づいて、信号 $s(m)$ 毎に伝搬路行列を生成する。

具体的には、伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、割当情報から自装置宛の信号 $s(m)$ を選択し、選択した信号 $s(m)$ 毎にそれに対応付けられたアンテナ番号 n_t 及び周波数ポイント p を抽出する。伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、信号 $s(m)$ 毎に抽出したアンテナ番号 n_t 及び周波数ポイント p の伝搬路推定値 ($H_{n_t}(p)$ で表す) を選択し、選択した伝搬路推定値 $H_{n_t}(p)$ からなる伝搬路行列 $H_{s(m)}$ を生成する。

[0053] 伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、生成した伝搬路行列 $H_{s(m)}$ を、MIMO 重み算出部 b 1 0 9 3 又は SIMO 重み算出部 b 1 0 9 4 に出力する。ここで、伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、割当情報において、ある m の信号 $s(m)$ に対応する周波数ポイント p の全てに、他の信号 $s(l)$ が配置されていないと判定した場合、伝搬路行列 $H_{s(m)}$ を SIMO 重み算出部 b 1 0 9 4 に出力する。一方、伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、割当情報において、ある m の信号 $s(m)$ に対応する周波数ポイント p の少なくとも 1 つに、他の信号 $s(l)$ が配置されていると判定した場合、伝搬路行列 $H_{s(m)}$ を MIMO 重み算出部 b 1 0 9 3 に出力する。

例えば、図 3 の割当情報 (図 6 の割り当て) の場合、伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、伝搬路行列 $H_{s(1)}$ を MIMO 重み算出部 b 1 0 9 3 に出力し、伝搬路行列 $H_{s(3)}$ を SIMO 重み算出部 b 1 0 9 4 に出力する。

[0054] MIMO 重み算出部 b 1 0 9 3 は、伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 から入力された伝搬路行列 $H_{s(m)}$ を用いて、次式 (1) を用いて MIMO 重みベクトル $w_{s(m)}$ を算出する。

[0055] [数 1]

$$w_{s(m)} = \begin{bmatrix} w(p_1) & w(p_2) & \cdots & w(p_{N_t}) \end{bmatrix} = \mathbf{h}_{s(m)}^H \left(\mathbf{H}_{s(m)} \mathbf{H}_{s(m)}^H + \sigma^2 \mathbf{I} \right)^{-1} \cdot \cdot \cdot (1)$$

[0056] ここで、 $\mathbf{h}_{s(m)}$ は $H_{s(m)}$ の第 0 列目の列ベクトルであり、 $\mathbf{X}^H$ 、及び $\mathbf{X}^{-1}$

は、それぞれ、行列（ベクトル） X のエルミート転置処理、及び逆行列演算処理を表わす。

[0057] また、 σ^2 は平均雑音電力、 I は $N_t \times N_t$ の単位行列である。なお、平均雑音電力 σ^2 は、雑音推定部（図示せず）により算出され、MIMO重み算出部 b 1 0 9 3 及び SIMO重み算出部 b 1 0 9 4 に入力される。また、雑音推定部は、例えば、周波数領域での参照信号の受信信号から、各周波数での伝搬路推定値と周波数領域の参照信号とを乗算したものを減算し、減算結果（雑音）の絶対値の2乗を各周波数で求めたのち、周波数の数で平均化することで、平均雑音電力 σ^2 を算出する。

MIMO重み算出部 b 1 0 9 3 は、算出したMIMO重みベクトル $w_{s(m)}$ を重み乗算部 b 1 0 9 5 に出力する。なお、MIMO重み算出部 b 1 0 9 3 は、MMSE（Minimum Mean Square Error、最小平均2乗誤差）重みを用いた式（1）でMIMO重みベクトル $w_{s(m)}$ を算出しているが、本発明はこれに限られない。例えば、MIMO重み算出部 b 1 0 9 3 は、平均雑音電力を考慮しないZF（Zero Forcing）等、他の基準の重みを用いてMIMO重みベクトル $w_{s(m)}$ を算出してもよい。また、等化部 b 1 0 9 が行う等化処理は、繰り返し等化処理やMLD等、他の信号分離法を用いた処理であつてもよい。

[0058] SIMO重み算出部 b 1 0 9 4 は、伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 から入力された伝搬路行列 $H_{s(m)}$ を用いて、次式（2）を用いて、SIMO重みベクトル $w_{s(m)}$ を算出する。

[0059] [数2]

$$w_{s(m)} = h_{s(m)}^H = H_{s(m)}^H, \dots \quad (2)$$

[0060] SIMO重み算出部 b 1 0 9 4 は、算出したSIMO重みベクトル $w'_{s(m)}$ を重み乗算部 b 1 0 9 5 に出力する。なお、SIMO重み算出部 b 1 0 9 4 は、MRC（Maximum Ratio Combining、最大比合成）重みを用いた式（2）でSIMO重みベクトル $w_{s(m)}$ を算出しているが

、本発明はこれに限られない。例えば、S I M O 重み算出部 b 1 0 9 4 は、Z F、E G C (E q u a l G a i n C o m b i n i n g、等利得合成) や M M S E 等、他の基準の重みを用いて S I M O 重みベクトル $w_{s(m)}$ を算出してもよい。

[0061] 重み乗算部 b 1 0 9 5 は、結合部 b 1 0 9 1 から入力された信号 $s(m)$ 毎の信号ベクトル $R_{s(m)}$ に対して、M I M O 重み算出部 b 1 0 9 3 から入力された M I M O 重みベクトル $w_{s(m)}$ 、又は、S I M O 重み算出部 b 1 0 9 4 から入力された S I M O 重みベクトル $w'_{s(m)}$ を乗算する。これにより、移動局装置 b 1 は、信号 $s(m)$ に相当する信号 $s'(m)$ を得ることができ、重み乗算部 b 1 0 9 5 は、重みベクトルを乗算した信号 $s'(m)$ を復調部 b 1 1 0 に出力する。

[0062] 以下、デマッピング部 b 1 0 8 および等化部 b 1 0 9 が行う動作の一例について具体例を用いて説明する。

まず、信号 $s(m)$ に対応する周波数ポイント p の少なくとも 1 つに、他の信号 $s(l)$ ($l \neq m$) が配置されている場合について説明をする。例えば、図 6 の割り当て (図 3 の割当情報) のときには、信号 $s(1)$ がこの場合に該当する。以下、この信号 $s(1)$ を用いて、処理の詳細について説明する。

[0063] デマッピング部 b 1 0 8 は、割当情報に基づいて、信号 $s(1)$ が配置された周波数ポイント「2」及び「6」を抽出する。デマッピング部 b 1 0 8 は、周波数ポイント「2」及び「6」に配置された信号 $r(2)$ 及び $r(6)$ を選択する。この信号 $r(2)$ 及び $r(6)$ は、伝搬路推定値 $H_{nt}(p)$ 及び信号 $s(m)$ を用いて、次式 (3) で表される。

[0064] [数 3]

$$\begin{cases} r(2) = H_0(2)s(1) \\ r(6) = H_0(6)s(5) + H_1(6)s(1) \end{cases} \quad \dots (3)$$

[0065] なお、式 (3) は、移動局装置 b 1 での雑音や他の通信装置からの干渉を無視した場合の式である。デマッピング部 b 1 0 8 が抽出した受信信号 r (

2) および $r(6)$ は、等化部 b 1 0 9 内の結合部 b 1 0 9 1 に入力される。結合部 b 1 0 9 1 は、信号 $r(2)$ 、 $r(6)$ を成分とするベクトル $R_{s(1)}$ を生成する。このベクトル $R_{s(1)}$ は、次式 (4) で表される。

[0066] [数4]

$$\begin{aligned} R_{s(1)} &= \begin{bmatrix} r(2) \\ r(6) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_0(2)s(1) \\ H_0(6)s(5) + H_1(6)s(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_0(2) & 0 \\ H_1(6) & H_0(6) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(1) \\ s(5) \end{bmatrix} \\ &= H_{s(1)} \begin{bmatrix} s(1) \\ s(5) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad \dots (4)$$

[0067] なお、式 (4) の第3式は、基地局装置 a 1 の送信アンテナ a 1 1 0 - 0 から送信された信号については、周波数ポイント「2」では、干渉信号 $s(5)$ の伝搬路利得がゼロであったことを示す。また、式 (3) の第4式では、信号 $s(1)$ 及び $s(5)$ を成分とするベクトルに対して、伝搬路行列 $H_{s(m)}$ が乗算されている。

[0068] 結合部 b 1 0 9 1 は、ベクトル $R_{s(1)}$ を重み乗算部 b 1 0 9 5 に出力する。

一方、伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、信号 $s(1)$ に対応する周波数ポイント「2」及び「6」の少なくとも1つ（本例では、周波数ポイント「6」）に、他の信号 $s(5)$ が配置されていると判定し、伝搬路行列 $H_{s(1)}$ を MIMO 重み算出部 b 1 0 9 3 に出力する。MIMO 重み算出部 b 1 0 9 3 は、次式 (5) で表される MIMO 重みベクトル $w_{s(1)}$ を算出する。

[0069] [数5]

$$w_{s(1)} = [w(2) \quad w(6)] = h_{s(1)}^H \left(H_{s(1)} H_{s(1)}^H + \sigma^2 I \right)^{-1} \quad \dots (5)$$

ここで、

$$h_{s(1)} = [H_0(2) \quad H_1(6)]^T \quad \dots (6)$$

[0070] ここで、ベクトル $h_{s(1)}$ は、式 (4) における $H_{s(1)}$ の 0 列目の列ベクトルであり、 X^T は、行列（ベクトル） X の転置処理を表わす。

このように、等化部 b 1 0 9 は、デマッピング部 b 1 0 8 が抽出した同じ信号 $s(1)$ が送信された複数の周波数ポイント (本例では、周波数ポイント 5 及び 6 において $s(1)$ が送信されている) で、いずれかの周波数ポイントにおいて他の信号による干渉がある場合には、干渉を考慮した MIMO 重みを生成する (本例では周波数ポイント 6 において $s(5)$ が干渉となる)。これにより、等化部 b 1 0 9 は、送信ダイバーシチ利得を効果的に得ることができる。

[007 1] 重み乗算部 b 1 0 9 5 は、結合部 b 1 0 9 1 から入力されたベクトル $R_{s(1)}$ に対して、MIMO 重み算出部 b 1 0 9 3 から入力された MIMO 重みベクトル $w_{s(1)}$ を乗算する。乗算後の信号 $s'(m)$ は、次式 (7) で表される。

[0072] [数6]

$$s'(1) = w_{s(1)} R_{s(1)} \quad \dots (7)$$

[0073] 次に、信号 $s(m)$ に対応する周波数ポイント p の全てに、他の信号 $s(l)$ ($l \neq m$) が配置されていない場合について説明をする。例えば、図6の割り当て (図3の割り当て情報) のときには、信号 $s(3)$ がこの場合に該当する。以下、この信号 $s(3)$ を用いて、処理の詳細について説明する。

[0074] デマッピング部 b 1 0 8 は、割り当て情報に基づいて、信号 $s(3)$ が配置された周波数ポイント 4 及び 8 を抽出する。デマッピング部 b 1 0 8 は、周波数ポイント 4 及び 8 に配置された信号 $r(4)$ 、 $r(8)$ を選択する。この信号 $r(4)$ 、 $r(8)$ は、伝搬路推定値 $H_{nt}(p)$ 及び信号 $s(m)$ を用いて、次式 (8) で表される。

[0075] [数7]

$$\begin{cases} r(4) = H_0(4) s(3) \\ r(8) = H_{舞}(3) \end{cases} \quad \dots (8)$$

[0076] なお、式 (8) は、移動局装置 b 1 での雑音や他の通信装置からの干渉を無視した場合の式である。デマッピング部 b 1 0 8 が抽出した受信信号 r (

4) および $r(8)$ は、等化部 b 1 0 9 内の結合部 b 1 0 9 1 に入力される。結合部 b 1 0 9 1 は、信号 $r(4)$ 、 $r(8)$ を成分とするベクトル $R_{s(3)}$ を生成する。このベクトル $R_{s(3)}$ は、次式 (9) で表される。

[0077] [数8]

$$\begin{aligned} R_{s(3)} &= \begin{bmatrix} r(4) \\ r(8) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_0(4)s(3) \\ H_1(8)s(3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_0(4) \\ H_1(8) \end{bmatrix} s(3) \quad \dots (9) \\ &= H_{s(3)} s(3) \end{aligned}$$

[0078] 式 (9) の第4 式では、信号 $s(3)$ に対して、伝搬路行列 $H_{s(m)}$ が乗算されている。結合部 b 1 0 9 1 は、ベクトル $R_{s(3)}$ を重み乗算部 b 1 0 9 5 に出力する。

一方、伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、信号 $s(3)$ に対応する周波数ポイント「4」及び「8」に、他の信号 $s(i)$ ($i \neq 3$) が配置されていないと判定し、伝搬路行列 $H_{s(3)}$ を S I M O 重み算出部 b 1 0 9 4 に出力する。S I M O 重み算出部 b 1 0 9 4 は、次式 (10) で表される S I M O 重みベクトル $w'_{s(3)}$ を算出する。

[0079] [数9]

$$w'_{s(3)} = \begin{bmatrix} \text{あ} \\ \text{あ} \end{bmatrix} = [H_0(4) \quad H_1(8)]^* \quad \dots (10)$$

[0080] ここで x^* は、行列 (ベクトル) x の複素共役処理を表わす。このように、等化部 b 1 0 9 は、同じ信号 $s(3)$ が送信された複数の周波数ポイント (本例では、周波数ポイント「4」及び「8」において $s(3)$ が送信されている) で、どの周波数ポイントにおいても他の信号 $s(i)$ による干渉がない場合には、干渉を考慮しない S I M O 重みを生成する。これにより、等化部 b 1 0 9 は、M I M O 重みの場合と比較して簡易な計算によって、送信ダイナミック利得を効果的に得ることができる。

[0081] 重み乗算部 b 1 0 9 5 は、結合部 b 1 0 9 1 から入力されたベクトル $R_{s(3)}$ に対して、S I M O 重み算出部 b 1 0 9 4 から入力された S I M O 重みベク

トル $w'_{s(3)}$ を乗算する。乗算後の信号 $s'(m)$ は、次式 (11) で表される。

[0082] [数 10]

$$s'(3) = w'_{s(3)} R_{s(3)} \cdots (11)$$

[0083] 以上では、デマッピング部 b108 および等化部 b109 が行う動作の一例として、図 6 の割り当ての場合における信号 $s(1)$ 及び $s(3)$ の処理を説明した。等化部 b109 は、同様にして、すべての信号 $s(m)$ ($0 \leq m \leq M-1$) について処理を行う。

このように、信号 $s(m)$ に干渉となる信号 $s(l)$ がある場合は、等化部 b109 は、逆行列演算を伴う重みを算出する MIMO 重み算出部 b1094 を選択して処理を行う。一方、信号 $s(m)$ に干渉となる信号 $s(l)$ がない場合は、等化部 b109 は、逆行列演算を伴わない重みを算出する SISO 重み算出部 b1093 を選択して処理を行う。すなわち、等化部 b109 は、同一の周波数スペクトル $s(m)$ が配置されたサブキャリアに他の周波数スペクトル $s(l)$ ($l \neq m$) が配置されているか否かに応じて、等化に用いる重みの演算処理を切り替える。

これにより、等化部 b109 は、計算量の増加を防止しつつ、等化処理を行うことができる。

なお、例えば、図 3 (b) の割り当ての場合には、すべての信号 $s(m)$ に干渉となる信号 $s(l)$ がないため、等化部 b109 は、SISO 重み算出部 b1094 のみを選択して処理を行うこととなる。つまり、等化部 b109 は、上記の動作の一例では、信号 $s(3)$ の処理と同様の処理を行う。

[0084] このように、本実施形態によれば、デマッピング部 b108 は、同一のスペクトル毎に、同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを抽出する。等化部 b109 は、デマッピング部 b108 が抽出したサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行う。これにより、基地局装置 a1 が、複数の送信アンテナ $a110_n_t$ 各々から同一データを送信す

る場合に、同一の周波数を用いて送信を行うことに限定せず、各送信アンテナ $a_{110_n_t}$ で異なる周波数を用いても送信を行うことができる。したがって、基地局装置 b_1 の各送信アンテナ $a_{110_n_t}$ で伝搬路利得が高い周波数を用いて伝送を行うことができ、移動局装置 b_1 における受信電力を向上させることができる。また、各送信アンテナ $a_{110_n_t}$ から送信された信号は、移動局装置 b_1 において複数の周波数で受信されるため、移動局装置 b_1 の等化部 b_{109} において周波数合成されることで良好な伝送特性が得られる。

[0085] (第2の実施形態)

以下、図面を参照しながら本発明の第2の実施形態について詳しく説明する。

本実施形態では、無線通信システムが、シングルキャリア伝送である SC—FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access、単一波周波数分割多元接続、DFT—S—OFDM (離散フーリエ変換拡散 OFDM) とも称される) を用いる場合について説明をする。

[0086] < 無線通信システム2について >

図9は、本発明の第2の実施形態に係る無線通信システム2の一例を示す概略図である。この図において、無線通信システム2は、基地局装置 A_{20} 及び N 個の移動局装置 B_{2n} ($n = 0 \sim N-1$) を備える。

移動局装置 B_{2n} から基地局装置 A_{20} への上りリンクの通信では、伝送方式として DFT—S—OFDM が用いられる。移動局装置 B_{2n} は、 N_t 本の送信アンテナ $B_{2n_n_t}$ (アンテナ番号、 $n_t = 0 \sim N_t-1$) を備える。移動局装置 B_{2n} は、 N_t 本の送信アンテナを介して信号を基地局装置 A_{20} へ送信する。ここで各移動局装置 B_{2n} が具備する送信アンテナ本数は、移動局装置毎に異なってもよい。

基地局装置 A_{20} は、受信アンテナ A_{20-0} を備え、移動局装置 B_{2n} が送信した信号を受信する。なお、本実施形態では、基地局装置 A_{20} は、

一本の受信アンテナ A_{2n0} を備える場合について説明をするが、本発明はこれに限らず、複数の受信アンテナを備えていてもよい。

以下、移動局装置 B_{2n} 各々を移動局装置 b_2 といい、基地局装置 A_{20} を基地局装置 a_2 という。

[0087] < 移動局装置 b_2 について >

図 10 は、本実施形態に係る移動局装置 b_2 の構成を示す概略ブロック図である。この図において、移動局装置 b_2 は、受信アンテナ b_{201} (図 9 では図示せず)、制御情報受信部 b_{202} 、割当情報抽出部 b_{203} 、符号化部 b_{204} 、変調部 b_{205} 、DFT (Discrete Fourier Transform; 離散フーリエ変換) 部 b_{206} 、コピー部 b_{207} 、マッピング部 b_{208-n_t} ($n_t = 0 \sim N_t - 1$)、参照信号多重部 b_{209-n_t} 、OFDM 信号生成部 b_{210-n_t} 、及び、送信アンテナ b_{211-n_t} を含んで構成される。なお、移動局装置 b_2 は、その他、移動局装置の一般的な公知の機能を備える。

[0088] 制御情報受信部 b_{202} は、受信アンテナ b_{201} を介して基地局装置 a_2 からの信号を受信して復調及び復号する。制御情報受信部 b_{202} は、復号した情報のうち制御情報を割当情報抽出部 b_{203} に出力する。

割当情報抽出部 b_{203} は、制御情報受信部 b_{202} から入力された制御情報から割当情報 (例えば、図 3 の一例) を抽出する。割当情報は、各マッピング部 b_{208-n_t} での信号に対する周波数の割り当てを示す。割当情報抽出部 b_{203} は、抽出した割当情報を、アンテナ番号 n_t の情報毎に、マッピング部 b_{208-n_t} に出力する。

[0089] 符号化部 b_{204} は、音声データ、文字データ、画像データ等のビット系列を入力される。符号化部 b_{204} は、入力されたビット系列を誤り訂正符号化し、誤り訂正符号化した符号化ビットを、変調部 b_{205} に出力する。ここで、符号化部 b_{204} は、制御情報受信部 b_{202} が復号した情報のうち制御情報の符号化率に基づいて誤り訂正符号化する。

変調部 b_{205} は、符号化部 b_{204} から入力された符号化ビットを変調

する。変調部 b 2 0 5 は、変調後の信号を、 N_{DFT} ポイント毎に DFT 部 b 2 0 6 に出力する。なお、変調部 b 2 0 5 が行う変調では、QPSK 等 16QAM 等の変調の変調方式であって、制御情報受信部 b 2 0 2 が復号した情報のうち制御情報の変調方式が用いられる。

[0090] DFT 部 b 2 0 6 は、変調部 b 2 0 5 から入力された信号に対して、 N_{DFT} ポイントの離散フーリエ変換を行うことにより、信号を時間領域信号から周波数領域信号へ変換する。DFT 部 b 2 0 6 は、変換後の信号を、 N_{DFT} 個毎にコピー部 b 2 0 7 に出力する。以下、出力される信号を、 $s(m)$ ($m = 0 \sim N_{\text{DFT}} - 1$) で表す。

コピー部 b 2 0 7 は、DFT 部 b 2 0 6 から入力された信号 $s(m)$ をコピーして、送信アンテナ数 N_t 個の信号 $s(m)$ を生成する。コピー部 b 2 0 7 は、生成した信号 $s(m)$ 各々を、マッピング部 b 2 0 8 _ 0 ~ b 2 0 8 _ ($N_t - 1$) に出力する。

[0091] マッピング部 b 2 0 8 _ n_t は、割当情報抽出部 b 2 0 3 から入力された割当情報が示す周波数に、コピー部 b 2 0 7 から入力された信号 $s(m)$ を配置する。具体的には、マッピング部 b 2 0 8 _ n_t は、割当情報が示す周波数の周波数ポイント P であって、フーリエ変換に用いる周波数ポイント p のうち自装置に割り当てられた N_{DFT} 個の周波数ポイントに、信号 $s(m)$ を配置する。例えば、図 3 の例では移動局装置 B 1 0 のマッピング部 b 2 0 8 _ 0 は、周波数ポイント「1」〜「6」に信号 $s(m)$ を配置する。ここで、 N_{DFT} を「周波数スペクトル数」とも称する。マッピング部 b 2 0 8 _ n_t は、配置した周波数スペクトル $s(m)$ を参照信号多重部 b 2 0 9 _ n_t に出力する。

[0092] 参照信号多重部 b 2 0 9 _ n_t は、マッピング部 b 2 0 8 _ n_t から入力された周波数スペクトル（データ信号とも称す）、基地局装置 a 2 が移動局装置 b 2 に割り当てる周波数を決定するために用いられる参照信号（SRS（Sounding Reference Signal、サウンディング参照信号）とも呼ばれる）、及び、基地局装置 a 2 が伝搬路補償を行うために

用いられる参照信号 (DMRS (DeModulation Reference Signal、復調用参照信号)とも呼ばれる)を多重することで、送信フレームの信号を生成する。ここで、参照信号多重部 $b209_n_t$ は、SRSを伝送に用いるシステム帯域全体に配置し、DMRSをデータ信号の送信帯域に配置する。参照信号多重部 $b209_n_t$ は、生成した送信フレームの信号を、OFDM信号生成部 $b210_n_t$ に出力する。

[0093] OFDM信号生成部 $b210_n_t$ は、参照信号多重部 $b209_n_t$ から入力された信号に対して、 N_{FFT} ポイントのIFFTを行うことにより、信号を周波数領域信号から時間領域信号 (SC-FDMAシンボルという)へ変換する。OFDM信号生成部 $b210_n_t$ は、SC-FDMAシンボルに対して、ガードタイムに相当するCPを挿入する。OFDM信号生成部 $b210_n_t$ は、CPを挿入したSC-FDMAシンボルに対して、D/A (デジタル—アナログ)変換、アナログ・フィルタリング、及びベースバンドから搬送波周波数へのアップコンバージョンの処理を行う。OFDM信号生成部 $b210_n_t$ は、処理後の信号を送信アンテナ $b211_n_t$ を介して送信する。

[0094] 図11は、本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての一例を示す概略図である。この図は、 $N_t = 2$ の場合の図である (図12も同様)。また、この図は、図3の割当情報の場合に、送信アンテナ $b211-0$ 、 $b211-1$ から送信される周波数スペクトルの割り当てを示す。

図11において、送信アンテナ $b211-0$ では、周波数ポイント1~6に、それぞれ、周波数スペクトル $s(0) \sim s(5)$ が割り当てられている。一方、送信アンテナ $b211-1$ では、周波数ポイント5~10に、それぞれ、周波数スペクトル $s(0) \sim s(5)$ が割り当てられている。つまり、アンテナ番号 $n_t = 0$ に対応するマッピング部 $b208-0$ では、周波数ポイント1~6に、それぞれ、信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。一方、アンテナ番号 $n_t = 1$ に対応するマッピング部 $b208-1$ では、周波数ポイント5~10に、それぞれ、信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。

[0095] 図 12 は、本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての別の一例を示す概略図である。図 12 において、送信アンテナ b 2 1 1 _ 0 では、周波数ポイント 2 ~ 7 に、それぞれ、周波数スペクトル $s(0) \sim s(5)$ が割り当てられている。一方、送信アンテナ b 2 1 1 _ 1 では、周波数ポイント 3 ~ 8 に、それぞれ、周波数スペクトル $s(0) \sim s(5)$ が割り当てられている。つまり、マッピング部 b 2 0 8 —0 では、周波数ポイント 1 ~ 6 に、それぞれ、信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。一方、マッピング部 b 2 0 8 - 1 では、周波数ポイント 3 ~ 8 に、それぞれ、信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。

[0096] 図 13 は、本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての別の一例を示す概略図である。この図は、 $N_t = 3$ の場合の図である。図 13 において、送信アンテナ b 2 1 1 —0 では、周波数ポイント 2 ~ 7 に、それぞれ、周波数スペクトル $s(0) \sim s(5)$ が割り当てられている。送信アンテナ b 2 1 1 _ 1 では、周波数ポイント 4 ~ 9 に、それぞれ、周波数スペクトル $s(0) \sim s(5)$ が割り当てられている。送信アンテナ b 2 1 1 —2 では、周波数ポイント 8 ~ 13 に、それぞれ、周波数スペクトル $s(0) \sim s(5)$ が割り当てられている。

つまり、マッピング部 b 2 0 8 —0 では、周波数ポイント 1 ~ 6 に、それぞれ、信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。マッピング部 b 2 0 8 _ 1 では、周波数ポイント 4 ~ 9 に、それぞれ、信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。マッピング部 b 2 0 8 —2 では、周波数ポイント 8 ~ 13 に、それぞれ、信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。

なお、本実施形態に係る移動局装置 b 2 は、図 4 又は図 5 に示す割り当てを行ってもよく、例えば、図 4 又は図 5 の割り当てと、図 11 ~ 図 13 に示す割り当てと、からいずれかの割り当てを選択してもよい。

[0097] < 基地局装置 a 2 について >

図 14 は、本実施形態に係る基地局装置 a 2 の構成を示す概略ブロック図である。この図において、基地局装置 a 2 は、受信アンテナ a 2 0 1、OF

DM信号受信部 a 2 0 2、参照信号分離部 a 2 0 3、伝搬路推定部 a 2 0 4、スケジューリング部 a 2 0 5、デマッピング部 a 2 0 6、等化部 a 2 0 7、IDFT (Inverse Discrete Fourier Transform ; 逆離散フーリエ変換) 部 a 2 0 8、復調部 a 2 0 9、復号部 a 2 1 0、及び送信アンテナ a 2 1 1 (図9では図示せず)を含んで構成される。なお、基地局装置 a 2 は、その他、基地局装置の一般的な公知の機能を備える。なお、本実施形態では、受信アンテナ数を「1」個としているが、本発明はこれに限らず、基地局装置 a 2 は、複数個の受信アンテナを備え、公知の技術を用いて、受信ダイバーシチ利得を得てもよいし、MIMOの信号分離能力を向上してもよい。

[0098] 0 FDM信号受信部 a 2 0 2 は、受信アンテナ a 2 0 1 を介して受信した信号に対して、搬送波周波数からベースバンド信号へのダウンコンパート、アナログ・フィルタリング、及びA/D (アナログ→デジタル) 変換の処理を行う。0 FDM信号受信部 a 2 0 2 は、処理後の信号からSC_FDMAシンボル毎にCPを除去し、CPを除去したSC_FDMAシンボルの信号に対して、 N_{FFT} ポイントの高速フーリエ変換を行うことにより、信号を時間領域信号から周波数領域信号へ変換する。0 FDM信号受信部 a 2 0 2 は、処理後の信号を参照信号分離部 a 2 0 3 に出力する。

[0099] 参照信号分離部 a 2 0 3 は、0 FDM信号受信部 a 2 0 2 から入力された信号を、SRS、DMRS、及び、データ信号に分離する。参照信号分離部 a 2 0 3 は、分離したSRS及びDMRSを伝搬路推定部 a 2 0 4 に出力し、データ信号をデマッピング部 a 2 0 6 に出力する。

[0100] 伝搬路推定部 a 2 0 4 は、参照信号分離部 a 2 0 3 から入力されたDMRSを用いて、移動局装置 b 2 の送信アンテナ b 2 1 1 - 0 ~ b 2 1 1 - N_t - 1 各々と受信アンテナ a 2 0 1 との無線伝搬路の伝搬路推定値 (位相及び振幅) であって、データ信号の送信帯域の伝搬路推定値を得る。伝搬路推定部 a 2 0 4 は、DMRSで得られた伝搬路推定値を等化部 a 2 0 6 に出力する。

さらに伝搬路推定部 a 2 0 4 は、参照信号分離部 a 2 0 3 から入力された S R S を用いて、移動局装置 b 2 の送信アンテナ b 2 1 1 - 0 ~ b 2 1 1 - $N_t - 1$ 各々と受信アンテナ a 2 0 1 との無線伝搬路の伝搬路品質 (電力あるいは振幅) であって、システム帯域全体の伝搬路品質を推定する。伝搬路推定部 a 2 0 4 は、S R S で推定した伝搬路品質をスケジューリング部 a 2 0 5 に出力する。

[01 01] スケジューリング部 a 2 0 5 は、伝搬路推定部 a 2 0 4 から入力された伝搬路品質に基づいて、各移動局装置 b 2 での信号に対する周波数の割り当てを示す割当情報を決定する。例えば、スケジューリング部 a 2 0 5 は、各移動局装置 b 2 の送信アンテナ b 2 1 1 - n_t 毎に、伝搬路品質が最大となる周波数を、その移動局装置 b 2 の信号に対して割り当てるように、割当情報を決定する。スケジューリング部 a 2 0 5 は、決定した割当情報 (例えば、図 3 の一例) を記憶する。また、スケジューリング部 a 2 0 5 は、伝搬路品質に基づいて、変調方式及び符号化率を決定する。

スケジューリング部 a 2 0 5 は、記憶する割当情報をデマッピング部 a 2 0 6 及び等化部 a 2 0 7 に出力する。また、スケジューリング部 a 2 0 5 は、記憶する割当情報、決定した変調方式及び符号化率を含む制御情報を生成し、生成した制御情報を符号化及び変調する。スケジューリング部 a 2 0 5 は、変調した制御情報の信号を、送信アンテナ a 2 1 1 を介して送信する。

[01 02] デマッピング部 a 2 0 6 は、スケジューリング部 a 2 0 5 から入力された割当情報に基づいて、参照信号分離部 a 2 0 3 から入力されたデータ信号から、 $s(m)$ 毎に関連する各周波数ポイント p の信号 $r(p)$ を抽出する。抽出法の詳細は後述する。デマッピング部 a 2 0 6 は、抽出した信号 $r(p)$ を、等化部 a 2 0 7 に出力する。

[01 03] 等化部 a 2 0 7 は、スケジューリング部 a 2 0 5 から入力された割当情報及び伝搬路推定部 b 1 0 7 から入力された伝搬路推定値に基づいて、デマッピング部 a 2 0 6 から入力された信号 $r(p)$ に対して、等化処理を行う。なお、等化処理の詳細については、等化部 a 2 0 7 の構成と併せて後述する。

。等化部 a 2 0 7 は、等化处理後の信号 $s' (m)$ を I D F T 部 a 2 0 8 に出力する。

[01 04] I D F T 部 a 2 0 8 は、等化部 a 2 0 7 から入力された信号に対して、 N_D ポイントの逆離散フーリエ変換を行うことにより、信号を周波数領域信号から時間領域信号へ変換する。I D F T 部 a 2 0 8 は、変換後の信号を、復調部 a 2 0 9 に出力する。

復調部 a 2 0 9 は、スケジューリング部 a 2 0 5 が決定した変調方式を用いて、I D F T 部 a 2 0 8 から入力された信号を復調する。復調部 a 2 0 9 は、信号を復調した符号化ビットを、復号部 a 2 1 0 に出力する。

復号部 a 2 1 0 は、スケジューリング部 a 2 0 5 が決定した符号化率に基づいて、復調部 a 2 0 9 から入力された符号化ビットを誤り訂正復号する。復号部 a 2 1 0 は、復号したビット系列を出力する。

[01 05] < デマッピング部 a 2 0 6 について >

図 1 5 は、本実施形態に係るデマッピング部 a 2 0 6 が行う信号 $s (m)$ 毎の選択処理の一例を示すフローチャートである。

[01 06] (ステップ S 1 0 1) デマッピング部 a 2 0 6 は、割当情報から対象の移動局装置 b 2 の信号 $s (m)$ を選択する。その後、ステップ S 1 0 2 に進む。

(ステップ S 1 0 2) デマッピング部 a 2 0 6 は、ステップ S 1 0 1 で選択した信号 $s (m)$ 毎に、信号 $s (m)$ 対応付けられた周波数ポイント p を抽出する。その後、ステップ S 1 0 3 に進む。

(ステップ S 1 0 3) デマッピング部 a 2 0 6 は、ステップ S 1 0 2 及びステップ S 1 0 5 で抽出した周波数ポイント p に配置された信号 $r (p)$ を選択する。その後、ステップ S 1 0 4 に進む。

[01 07] (ステップ S 1 0 4) デマッピング部 a 2 0 6 は、ステップ S 1 0 3 で選択した信号 $r (p)$ に対応する信号 $s (m)$ を、割当情報を用いて選択する。デマッピング部 a 2 0 6 は、選択した信号 $s (m)$ が含まれる周波数ポイント p が、ステップ S 1 0 2 及びステップ S 1 0 5 で抽出した周波数ポイント p に含まれているか否かを判定する。これにより、デマッピング部 a 2 0 6

は、各信号 $s(m)$ に関連する信号を全て選択したか否かを判定する。選択していない信号があると判定した場合 (NO)、ステップ S 105 に進む。一方、各信号 $s(m)$ に関連する信号を全て選択したと判定した場合 (YES)、ステップ S 106 に進む。

(ステップ S 105) デマッピング部 a 206 は、割当情報を用いて、ステップ S 103 で選択した信号 $r(p)$ に対応する周波数ポイント p を抽出する。その後、ステップ S 103 に戻る。

[01 08] (ステップ S 106) デマッピング部 a 206 は、全ての信号 $s(m)$ について、ステップ S 102 からステップ S 105 までの処理が完了したか否かを判定する。処理が完了したと判定した場合、動作を終了する。一方、処理が完了していない (処理をしていない信号 $s(m)$ がある) と判定した場合、ステップ S 102 に戻る。

このように、デマッピング部 a 206 は、対象の信号 $s(m)$ が送信された周波数ポイント P の信号 $r(p)$ のみを選択するのではなく、対象となる信号 $s(m)$ と同じ周波数ポイントで送信された信号 $s(m)$ を選択し、選択した信号 $s(m)$ が送信された周波数ポイント p の信号 $r(p)$ も選択し、選択された受信信号すべてを等化部に入力する。

[01 09] 以下、デマッピング部 a 206 が行う信号 $s(m)$ 毎のスペクトルの選択処理について、一部重複の場合における信号 $s(0)$ の選択処理を例に説明する。なお、以下では、信号 $s(0)$ の選択処理について説明をするが、デマッピング部 a 206 は、他の信号 $s(m)$ についても同様に信号 $s(m)$ 毎の選択処理を行う。

[01 10] 4) 図 11 に示す割り当て (図 3 の割当情報) の一例の場合

デマッピング部 a 206 は、信号 $s(0)$ が配置された周波数ポイント「1」及び「5」を抽出し (ステップ S 102)、信号 $r(1)$ 及び $r(5)$ を選択する (S 103)。デマッピング部 a 206 は、信号 $r(1)$ 、 $r(5)$ にそれぞれ対応する信号 $s(0)$ 、 $s(0)$ 及び $s(4)$ を選択し (図 11 参照)、選択していない信号 $s(4)$ があると判定する (ステップ S 1

04)。デマッピング部 a206 は、選択した信号 s(4) に対応付けられた周波数ポイント「9」を抽出し(ステップS105、図11参照)、周波数ポイント「9」の信号 r(9) を選択する。デマッピング部 a206 は、最終的に信号 r(1)、r(5)、及び r(9) を選択し、信号 s(0) に関連する信号を全て選択したと判定する(ステップS104;YES)。

[0111] 5) 図12に示す割り当ての一例の場合

デマッピング部 a206 は、信号 s(0) が配置された周波数ポイント「2」及び「3」を抽出し(ステップS102)、信号 r(2) 及び r(3) を選択する(S103)。その後、デマッピング部 a206 は、信号に(3)の信号 s(1) に対応付けられた周波数ポイント「4」を抽出し(ステップS105、図12参照)、周波数ポイント「4」の信号 r(4) を選択する。その後、デマッピング部 a206 は、信号に(3)の信号 s(2) に対応付けられた周波数ポイント「5」を抽出し(ステップS105)、周波数ポイント「5」の信号 r(5) を選択する。その後、デマッピング部 a206 は、最終的に信号 r(4) ~ r(8) を選択し(S105)、信号 s(0) に関連する信号を全て選択したと判定する(ステップS104;YES)。

[0112] 6) 図13に示す割り当ての一例の場合

デマッピング部 a206 は、信号 s(0) が配置された周波数ポイント「2」、「4」及び「8」を抽出し(ステップS102)、信号 r(2)、r(4) 及び r(8) を選択する(S103)。その後、結合部 a2071 は、信号に(4)の信号 s(2) に対応付けられた周波数ポイント「4」、「6」及び「10」、信号 r(8) の信号 s(4) に対応付けられた周波数ポイント「6」、「8」及び「12」を抽出する(ステップS105、図12参照)。デマッピング部 a206 は、周波数ポイント「6」、「8」、「10」、及び「12」の信号 r(6)、r(8)、r(10)、及び r(12) を選択する。デマッピング部 a206 は、信号に(2)、r(4)、r(6)、r(8)、r(10)、及び r(12) を選択し(S105)、信号

$s(0)$ に関連する信号を全て選択したと判定する (ステップ S 104 ; YES)。

デマッピング部 a 206 は、選択したすべての $r(p)$ を等化部に入力する。

[01 13] < 等化部 a 207 について >

図 16 は、本実施形態に係る等化部 a 207 の構成を示す概略ブロック図である。この図において、等化部 a 207 は、結合部 a 207 1、伝搬路行列生成部 a 207 2、重み算出部 a 207 3、重み乗算部 a 207 4 を含んで構成される。

[01 14] 結合部 a 207 1 は、スケジューリング部 a 205 から入力される割当情報に基づいて、信号 $s(m)$ 毎に選択した信号 $r(p)$ からベクトル R_m を生成する。ここで、ベクトル R_m の m は、信号 $s(m)$ 毎の選択処理で選択された信号 $r(p)$ に対応する $s(m)$ の周波数ポイント m を示し、例えば、上記の「4) 図 11 に示す割り当ての一例の場合」には、ベクトル R_m は、ベクトル $R_{0,4}$ と表される。

結合部 a 207 1 は、生成したベクトル R_m を重み乗算部 a 207 4 に出力する。

[01 15] 伝搬路行列生成部 a 207 2 は、スケジューリング部 a 205 から入力された割当情報及び伝搬路推定部 a 204 から入力された伝搬路推定値に基づいて、信号 $s(m)$ 毎に伝搬路行列を生成する。

具体的には、伝搬路行列生成部 a 207 2 は、信号 $s(m)$ 毎に、信号 $s(m)$ 毎の選択処理で選択された信号 $r(p)$ の周波数ポイント p 及びその信号 $r(p)$ に対応する信号 $s(m)$ が送信されたアンテナ番号 n_t の伝搬路推定値 ($H_{n_t}(p)$ で表す) を選択する。伝搬路行列生成部 a 207 2 は、選択した伝搬路推定値 $H_{n_t}(p)$ からなる伝搬路行列 H_m を生成する。なお、伝搬路行列 H_m の m は、信号 $s(m)$ 毎の選択処理で選択された信号 $r(p)$ に対応する $s(m)$ の周波数ポイント m を示し、例えば、上記の「4) 図 11 に示す割り当ての一例の場合」には、伝搬路行列 H_m は、伝搬路行列 $H_{0,4}$

と表される。伝搬路行列生成部 b 1 0 9 2 は、生成した伝搬路行列 H_m を重み算出部 a 2 0 7 3 に出力する。

- [01 16] 重み算出部 a 2 0 7 3 は、伝搬路行列生成部 a 2 0 7 2 から入力された伝搬路行列 H_m を用いて、次式 (12) を用いて重みベクトル w_m を算出する。なお、重みベクトル w_m の m は、信号 $s(m)$ 毎の選択処理で選択された信号 $r(p)$ に対応する $s(m)$ の周波数ポイント m を示し、例えば、上記の「4) 図 11 に示す割り当ての一例の場合」には、重みベクトル w_m は、重みベクトル $w_{0,4}$ と表される。

- [01 17] [数 11]

$$w_m = H_m^H \left(H_m H_m^H + \sigma^2 I \right)^{-1} \cdot \dots \quad (12)$$

- [01 18] ここで、 σ^2 は平均雑音電力、 I は単位行列である。なお、平均雑音電力 σ^2 は、雑音推定部 (図示せず) により算出され、重み算出部 a 2 0 7 3 に入力される。

重み算出部 a 2 0 7 3 は、算出した重みベクトル w_m を重み乗算部 a 2 0 7 4 に出力する。なお、重み算出部 a 2 0 7 3 は、MMSE (Minimum Mean Square Error、最小平均 2 乗誤差) 重みを用いた式 (12) で重みベクトル w_m を算出しているが、本発明はこれに限られない。例えば、重み算出部 a 2 0 7 3 は、平均雑音電力を考慮しない ZF (Zero Forcing) 等、他の基準の重みを用いて MIMO 重みベクトル w_m を算出してもよい。また、等化部 a 2 0 7 が行う等化処理は、繰り返し等化処理や ML D 等、他の信号分離法を用いた処理であってもよい。

- [01 19] 重み乗算部 a 2 0 7 4 は、結合部 a 2 0 7 1 から入力された信号ベクトル R_m に対して、重み算出部 a 2 0 7 3 から入力された重みベクトル w_m を乗算する。これにより、基地局装置 a 2 は、信号 $s(m)$ に相当する信号 $s'(m)$ を得ることができる。重み乗算部 a 2 0 7 4 は、重みベクトルを乗算した信号 $s'(m)$ を IDFT 部 a 2 0 8 に出力する。

- [01 20] 以下、等化部 a 2 0 7 が行う動作の一例について説明する。

[0121] 4) 図11に示す割り当て (図3の割当情報) の一例の場合

信号 $s(0)$ に対して、デマッピング部 a206 が選択した信号 $r(1)$ 、 $r(5)$ 、及び $r(9)$ は、伝搬路推定値 $H_{nt}(p)$ 及び信号 $s(m)$ を用いて、次式 (13) で表される。

[0122] [数12]

$$\begin{cases} r(1) = g_0(1M0) \\ r(5) = H_0(5)s(4) + H_1(5)s(0) \quad \cdots (13) \\ r(9) = H_1(9)s(4) \end{cases}$$

[0123] なお、式 (13) は、基地局装置 a2 での雑音や他の通信装置からの干渉を無視した場合の式である。ここで、式 (13) は、3つの周波数ポイントでの受信信号 $r(p)$ を表すが、3本の受信アンテナで受信されたと考えることもできる。そこで、等化部 a207 内の結合部 a2071では、受信周波数ポイントP毎の信号を結合し、 3×1 (3行1列) のベクトル $R_{0,4}$ を生成する。このベクトル $R_{0,4}$ は、次式 (14) で表される。

[0124] [数13]

$$\begin{aligned} R_{0,4} &= \begin{bmatrix} r(1) \\ r(5) \\ r(9) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_0(1)s(0) \\ H_0(5)s(4) + H_1(5)s(0) \\ g_{1k}(4) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_0(1) & 0 \\ g_1(5) & H_0(5) \\ 0 & H_1(9) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(0) \\ s(4) \end{bmatrix} \\ &= H_{0,4} S_{0,4} \end{aligned} \quad \cdots (14)$$

[0125] 結合部 a2071は、ベクトル $R_{0,4}$ を重み乗算部 a2074 に出力する。

一方、伝搬路行列生成部 a2072は、伝搬路推定部 a204 から入力される伝搬路推定値と、スケジューリング部から入力される割当情報を用いて伝搬路行列 $H_{0,4}$ を算出し、算出した行列を重み算出部 a2073 に出力する。重み算出部 a2073は、次式 (15) で表される重みベクトル $w_{0,4}$ を算出する。

[0126]

[数₄]

$$w_{0,4} = H_{0,4}^H (^{0,4} + \sigma^2 I)^{-1} \dots (15)$$

[01 27] なお 等倍部207では 結合部207₁ が信号s (m) に対応する信号r (p) だけではなく、関連する信号も組み合わせたベクトル $R_{0,4}$ を重み乗算部207₄ に出力する。そのため、重み算出部207₃ は、関連する信号 (信号s (4)) の等比に用いる成分をも含む重みベクトル $w_{0,4}$ を生成する。

[01 28] このように 等倍部207では、対象とする信号s (m) が送言された周波数ポイントmだけでなく、関連する信号が送言された周波数ポイントをも考慮された重みベクトルを生成して処理することで、MIMOの信号分離精度を向上させることができる。

また 等倍部207は、信号s (m) が置置された周波数ポイントpを全て含むように、ベクトル R_m の組み合わせを選択し、その組合せのベクトル R_m のみを処理してその他のベクトル R_m の処理を行わなくてもよい。この場合、等倍部207は、選択したベクトル R_m の組み合わせに対応する伝搬路行列 H_m 、重みベクトル w_m のみを生成及び演算すればよく、それ以外の伝搬路行列 H_m 、重みベクトル w_m については生成及び演算しなくてもよい。つまり 等倍部207は、伝搬路行列 H_m や重みベクトル w_m に関する生成処理及び演算処理を削減することができ、回路内の計算量を削減できる。また 等倍部207の各部は、ベクトル R_m の組み合わせの数が最小になるように、mを選択してもよい。

例えば 等倍部207は、本列では、ベクトル $R_{0,4}$ 、 $R_{1,5}$ 、 R_2 、 R_3 に対する処理を行えばよく、 R_4 、 R_5 に対する処理を行わなくてもよい。このように 等倍部207は、重みベクトル $w_{0,4}$ を1つの重みを算出する (逆行列演算を1回行なう) だけで、複数の信号s (0) 、s (4) の等比処理を行なうことができるため、信号s (m) 毎に重みベクトル $w_{s(m)}$ ($w_{s(0)}$ 、 $w_{s(4)}$) を算出する場合と比較して、回路内の計算量を削減できる。

[01 29] 重み乗算部 a 2 0 7 4 は、結合部 a 2 0 7 1 から入力されたベクトル $R_{0,4}$ に対して、重み算出部 a 2 0 7 3 から入力された重みベクトル $w_{0,4}$ を乗算する。乗算後の信号 $s' (m)$ は、次式 (16) で表される。

[01 30] [数 15]

$$\begin{bmatrix} s'(0) \\ s'(4) \end{bmatrix} = S'_{0,4} = w_{0,4} R_{0,4} \quad \cdots (16)$$

[01 31] 等化部 a 2 0 7 は、上記のベクトル $R_{0,4}$ に対する処理と同様にして、ベクトル $R_{1,5}$ 、 R_2 、 R_3 に対する処理を行う。

[01 32] 5) 図 12 に示す割り当ての一例の場合

信号 $s (0)$ に対して、結合部 a 2 0 7 1 は、ベクトル $R_{0,1,2,3,4,5}$ を生成する。ベクトル $R_{0,1,2,3,4,5}$ は、次式 (17) で表される

[01 33] [数 16]

$$R_{0,1,2,3,4,5} = \begin{bmatrix} H_0(2) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ H_1(3) & H_0(3) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H_1(4) & H_0(4) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & H_1(5) & H_0(5) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & H_1(6) & H_0(6) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & H_1(7) & H_0(7) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & H_1(8) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(0) \\ s(1) \\ s(2) \\ s(3) \\ s(4) \\ s(5) \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} H_0(2) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ H_1(3) & H_0(3) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H_1(4) & H_0(4) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & H_1(5) & H_0(5) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & H_1(6) & H_0(6) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & H_1(7) & H_0(7) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & H_1(8) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(0) \\ s(1) \\ s(2) \\ s(3) \\ s(4) \\ s(5) \end{bmatrix} \quad \cdots (17)$$

[01 34] 結合部 a 2 0 7 1 は、ベクトル $R_{0,1,2,3,4,5}$ を重み乗算部 a 2 0 7 4 に出力する。伝搬路行列生成部 a 2 0 7 2 は、伝搬路行列 $H_{0,1,2,3,4,5}$ を算出して重み算出部 a 2 0 7 3 に出力する。重み算出部 a 2 0 7 3 は、式 (12) で表される重みベクトル $w_{0,1,2,3,4,5}$ を算出して重み乗算部 a 2 0 7 4 に出力する。重み乗算部 a 2 0 7 4 は、結合部 a 2 0 7 1 から入力されたベクトル $R_{0,1,2,3,4,5}$ に対して、重み算出部 a 2 0 7 3 から入力された重みベクトル $w_{0,1,2,3,4,5}$ を乗算する。

[01 35] 6) 図 13 に示す割り当ての一例の場合

信号 $s(0)$ に対して、結合部 a 2 0 7 1 は、ベクトル $R_{0,2,4}$ を生成する。ベクトル $R_{0,2,4}$ をは、次式 (18) で表される。

[0136] [数17]

$$R_{0,2,4} = \begin{bmatrix} H_0(2) & 0 & 0 \\ H_1(4) & H_0(4) & 0 \\ 0 & H_1(6) & H_0(6) \\ H_2(8) & 0 & H_1(8) \\ 0 & H_2(10) & 0 \\ 0 & 0 & H_2(12) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(0) \\ s(2) \\ s(4) \end{bmatrix} \cdots (18)$$

$$= H_{0,2,4} \cdot R_{0,2,4}$$

[0137] 結合部 a 2 0 7 1 は、ベクトル $R_{0,2,4}$ を重み乗算部 a 2 0 7 4 に出力する。伝搬路行列生成部 a 2 0 7 2 は、伝搬路行列 $H_{0,2,4}$ を算出して重み算出部 a 2 0 7 3 に出力する。重み算出部 a 2 0 7 3 は、式 (12) で表される重みベクトル $w_{0,2,4}$ を算出して重み乗算部 a 2 0 7 4 に出力する。重み乗算部 a 2 0 7 4 は、結合部 a 2 0 7 1 から入力されたベクトル $R_{0,2,4}$ に対して、重み算出部 a 2 0 7 3 から入力された重みベクトル $w_{0,2,4}$ を乗算する。

等化部 a 2 0 7 は、上記のベクトル $R_{0,2,4}$ に対する処理と同様にして、ベクトル $R_{1,3,5}$ に対する処理を行う。

[0138] このように、本実施形態では、等化部 a 2 0 7 が、対象のスペクトルが送信された周波数ポイントのみを抽出するのではなく、対象となるスペクトルと同じ周波数ポイントで送信されたスペクトルが送信された周波数ポイントの抽出も行なう。これにより、本実施形態では、基地局装置 a 2 では、より多くの情報を用いて MIMO 分離を行なうことができるため、MIMO 分離精度が改善する。したがって、基地局装置 a 2 では、伝送特性を改善することができる。

[0139] 図 17 に、本実施形態の伝送特性の計算機シミュレーション結果を示す。図 17 は、本実施形態に係る無線通信システム 2 の効果を説明する説明図である。この図において、横軸は平均受信電力対雑音比 (Signal to Noise power Ratio; SNR) であり、縦軸はビット誤

り率 (Bit Error Rate ; BER) である。また、実線は、本実施形態に係る等化処理であって、対象となるスペクトルと同じ周波数ポイントで送信されたスペクトルが送信された周波数ポイントの抽出も行なったときの等化処理 (等化処理 1) を用いた場合のシミュレーション結果を示す。一方、破線は、第 1 の実施形態に係る等化処理であって、対象のスペクトルが送信された周波数ポイントのみを抽出するときの等化処理 (等化処理 2) を用いた場合のシミュレーション結果を示す。

なお、シミュレーション条件は、送信アンテナ数 $N_t = 2$ 、受信アンテナ数 1、変調方式 QPSK、拘束長 7 の畳み込み符号、符号化率 $1/2$ 、 $N_{FFT} = 256$ 、 $N_{DFT} = 64$ 、等化方法は 1 タップ MMSE、伝搬路は 16 パス等電力レイリーフェージングとし、伝搬路推定は理想的に行われるものとしている。 Δ は第 0 送信アンテナに対する第 1 送信アンテナの割り当てのズレであり、 $\Delta = 1$ の場合、2 つの送信アンテナで 63 ポイント割り当てが重複しており、 $\Delta = 32$ の場合、32 ポイント割り当てが重複していることになる。

図 17 は、実線の等化処理 1 を用いた場合の方が破線の等化処理 2 を用いた場合より、ビット誤り率が低く、良好な特性を得ることができることを示す。つまり、本実施形態に係る無線通信システム 2 では、無線通信システム 1 と比較して MIMO 分離精度を改善することができ、伝送特性を改善することができる。

[0140] なお、本実施形態において、他の移動局装置 b2 から、同一周波数で信号が送信される MU-MIMO が併用された場合は、等化部が他の信号を分離、抑圧する既存の受信技術を併用すればよい。

[0141] (第 3 の実施形態)

以下、図面を参照しながら本発明の第 3 の実施形態について詳しく説明する。本実施形態では、無線通信システムが、全重複の場合に、周波数に配置する信号の少なくとも 1 つに対して、異なる信号 $s(m)$ を配置する場合について説明をする。

なお、本実施形態に係る無線通信システムの一例の概略図は、図 9 と同じ

であるので説明は省略する。以下、図9の移動局装置B2n各々を移動局装置b3といい、基地局装置A20を基地局装置a3という。

[0142] < 移動局装置b3について>

図18は、本発明の第3の実施形態に係る移動局装置b3の構成を示す概略ブロック図である。本実施形態に係る移動局装置b3(図18)と第2の実施形態に係る移動局装置b2(図10)とを比較すると、割当情報抽出部b303、及び並び替え部b312_{n_t}($n_t = 0 \sim N_t - 1$)が異なる。しかし、他の構成要素(受信アンテナb201(図9では図示せず)、制御情報受信部b202、符号化部b204、変調部b205、DFT部b206、コピー部b207、マッピング部b208_{n_t}、参照信号多重部b209_{n_t}、OFDM信号生成部b210_{n_t}、及び、送信アンテナb211_{n_t})が持つ機能は第2の実施形態と同じである。第2の実施形態と同じ機能の説明は省略する。

[0143] 割当情報抽出部b303は、制御情報受信部b202から入力された制御情報から割当情報を抽出する。割当情報は、各マッピング部b208_{n_t}の信号に対する周波数の割り当てを示す。ここで、割当情報が示す割り当ては、全重複の割り当てであって、周波数に配置する信号の少なくとも1つに対して異なる信号s(m)を配置することを示す割り当てである(例えば、図19の一例)。

割当情報抽出部b203は、抽出した割当情報のうち信号s(m)の並び順を示す割当情報を、アンテナ番号n_tの情報毎に、並び替え部b312_{n_t}に出力する。また、割当情報抽出部b203は、信号s(m)を配置する周波数を示す割当情報を、マッピング部b208_{n_t}に出力する。なお、このマッピング部b208_{n_t}に出力される割当情報は、全て同じ情報(図23の一例では、周波数ポイント「1」～「6」の周波数を示す情報)である。

[0144] 並び替え部b312_{n_t}は、コピー部b207から入力された信号s(m)を、割当情報抽出部b203から入力された割当情報が示す並び順に並び替える。並び替え部b312_{n_t}は、並び替えた信号をマッピング部b20

8 _ n_t に出力する。なお、マッピング部 b 2 0 8 _ n_t は、並び替え部 b 3 1 2 _ n_t から入力された信号を、入力された順序に対して、割当情報抽出部 b 2 0 3 から入力された割当情報が示す周波数の小さい順序で配置する。ただし、本発明はこれに限らず、入力された順序と周波数への配置順序が予め定められていればよい。

また、並び替え部 b 3 1 2 _ n_t は、予め定めた並び替えのパターンを記憶し、割当情報として並び替えのパターンを識別するパターン識別情報を入力されてもよい。この場合、基地局装置 a 3 は、制御情報としてパターン識別情報を、各移動局装置 b 3 に通知する。また、基地局装置 a 3 は、信号 s (m) の並び順を示す割当情報を伝送機会毎に通知してもよい。

また、移動局装置 b 3 は、各並び替え部 b 3 1 2 _ n_t での並び替えのパターンを示すパターン識別情報と、アンテナ番号 n_t と、対応付けた制御情報を、基地局装置 a 3 に通知してもよい。この場合、基地局装置 a 3 は、移動局装置 b 3 から通知された制御情報に基づいて、信号の配置を特定する。

[0145] 図 1 9 は、本実施形態に係る割当情報の一例を示す概略図である。この図は、アンテナ数 $N_t = 2$ 、周波数スペクトル数 $M = 6$ の場合の割当情報の一例を示す。図示するように割当情報は、アンテナ番号 n_t 、周波数ポイント p、移動局装置、及び信号の各項目の列を有している。割当情報は、アンテナ番号 n_t 及び周波数ポイント p 毎に、そこに配置する信号 s (m) が対応付けられている。

例えば、図 1 9 は、アンテナ番号 $n_t = 0$ のマッピング部 b 2 0 8 _ 0 では、周波数ポイント 1、2、3、4、5、6 に、それぞれ、図 9 の移動局装置 B 2 0 の信号 s (2)、s (5)、s (4)、s (3)、s (0)、s (1) を配置することを示す。また、図 1 9 は、アンテナ番号 $n_t = 1$ のマッピング部 b 2 0 8 - 1 では、周波数ポイント 1、2、3、4、5、6 に、それぞれ、移動局装置 B 2 0 の信号 s (2)、s (3)、s (4)、s (5)、s (0)、s (1) を配置することを示す。

[0146] 以下、図 2 0 〜図 2 2 を用いて、並び替え部 b 3 1 2 _ n_t が行う信号 s (

m) の並び替えについて説明をする。

図 20 は、本実施形態に係る並び替え部 $b312_n_t$ に入力される信号 $s(m)$ を示す概略図である。この図は、並び替え部 $b312_n_t$ が、信号 $s(0)$ 、 $s(1)$ 、 $s(2)$ 、 $s(3)$ 、 $s(4)$ 、 $s(5)$ の順に信号 $s(m)$ を入力されることを示す。

例えば、図 19 に示す割当情報の場合、並び替え部 $b312-0$ は、入力された信号 $s(m)$ を並び替えず、そのまま出力する。この場合、マツピング部 $b208-0$ は、周波数が小さい順に、信号 $s(0)$ 、 $s(1)$ 、 $s(2)$ 、 $s(3)$ 、 $s(4)$ 、 $s(5)$ を配置する。

[0147] 図 21 は、本実施形態に係る並び替え部 $b312_n_t$ から出力される信号 $s(m)$ の一例を示す概略図である。この図は、並び替え部 $b312_n_t$ が、図 20 の順序で入力された信号を、図 21 の順序に並び替えたことを示す。また、この図は、並び替え部 $b312_n_t$ が、信号 $s(2)$ 、 $s(5)$ 、 $s(4)$ 、 $s(3)$ 、 $s(0)$ 、 $s(1)$ の順に信号 $s(m)$ を出力することを示す。

[0148] 図 22 は、本実施形態に係る並び替え部 $b312_n_t$ から出力される信号 $s(m)$ の別の一例を示す概略図である。この図は、並び替え部 $b312_n_t$ が、図 20 の順序で入力された信号を、図 22 の順序に並び替えたことを示す。また、この図は、並び替え部 $b312_n_t$ が、信号 $s(2)$ 、 $s(3)$ 、 $s(4)$ 、 $s(5)$ 、 $s(0)$ 、 $s(1)$ の順に信号 $s(m)$ を出力することを示す。

例えば、図 19 に示す割当情報の場合、並び替え部 $b312-1$ は、入力された信号 $s(m)$ を、図 22 が示す順序に並び替える。この場合、マツピング部 $b208-1$ は、周波数が小さい順に、信号 $s(2)$ 、 $s(3)$ 、 $s(4)$ 、 $s(5)$ 、 $s(0)$ 、 $s(1)$ を配置する。

[0149] 図 23 は、本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての一例を示す概略図である。この図は、 $N_t = 2$ の場合の図である。また、この図は、図 19 の割当情報の場合に、送信アンテナ $b211-0$ 、 $b211-1$ から送信さ

れる周波数スペクトルの割り当てを示す。なお、この場合、並び替え部 b_{312-0} 、 b_{312-1} は、信号 $s(m)$ を、それぞれ、図 20、図 22 に示す順序に並び替えて出力する。

図 23 において、送信アンテナ b_{211-0} では、周波数ポイント 1~6 に、それぞれ、周波数スペクトル $s(0) \sim s(5)$ が割り当てられている。一方、送信アンテナ b_{211-1} では、周波数ポイント 1、2、3、4、5、6 に、それぞれ、周波数スペクトル $s(2)$ 、 $s(3)$ 、 $s(4)$ 、 $s(5)$ 、 $s(0)$ 、 $s(1)$ が割り当てられている。つまり、アンテナ番号 $n_t = 0$ に対応するマッピング部 b_{208-0} では、周波数ポイント 1~6 に、それぞれ、信号 $s(0) \sim s(5)$ を配置する。一方、アンテナ番号 $n_t = 1$ に対応するマッピング部 b_{208-1} では、周波数ポイント 1、2、3、4、5、6 に、それぞれ、信号 $s(2)$ 、 $s(3)$ 、 $s(4)$ 、 $s(5)$ 、 $s(0)$ 、 $s(1)$ を配置する。

[0150] なお、SC-FDMA を採用する移動局装置 b_3 は、図 23 に示す並び替えのように、周波数軸上で巡回シフトを与えることで、図 22 に示す並び替えの場合と比較して、PAPR の劣化を抑えることができる。また、移動局装置 b_3 は、並び替えでの巡回シフト量を、 $N_{\text{DFT}}/2$ としてもよい。

[0151] < 基地局装置 a_3 について >

図 24 は、本実施形態に係る基地局装置 a_3 の構成を示す概略ブロック図である。本実施形態に係る基地局装置 a_3 (図 24) と第 2 の実施形態に係る基地局装置 a_2 (図 14) とを比較すると、スケジューリング部 a_{305} が異なる。しかし、他の構成要素 (受信アンテナ a_{201} 、OFDM 信号受信部 a_{202} 、参照信号分離部 a_{203} 、伝搬路推定部 a_{204} 、デマッピング部 a_{206} 、等化部 a_{207} 、IDFT 部 a_{208} 、復調部 a_{209} 、復号部 a_{210} 、及び送信アンテナ a_{211}) が持つ機能は第 2 の実施形態と同じである。第 2 の実施形態と同じ機能の説明は省略する。

[0152] スケジューリング部 a_{305} は、伝搬路推定部 a_{204} から入力された伝搬路推定値に基づいて、各移動局装置 b_3 での信号に対する周波数の割り当

てを示す割当情報を決定する。例えば、スケジューリング部 a 3 0 5 は、移動局装置 b 2 毎に、伝搬路推定値が示す伝搬路品質が最大となる周波数を決定する。また、スケジューリング部 a 3 0 5 は、決定した周波数に配置する信号 s (m) の並び順を決定して、決定した周波数と並び順とを示す割当情報 (例えば、図 1 9 の一例) を記憶する。なお、スケジューリング部 a 3 0 5 は、移動局装置 b 3 からパターン識別情報を通知された場合には、並び順を、そのパターン識別情報が示すパターンの並び順に決定してもよい。

また、スケジューリング部 a 3 0 5 は、伝搬路推定値に基づいて、変調方式及び符号化率を決定する。スケジューリング部 a 3 0 5 は、記憶する割当情報をデマッピング部 a 2 0 6 及び等化部 a 2 0 7 に出力する。また、スケジューリング部 a 3 0 5 は、記憶する割当情報、決定した変調方式及び符号化率を含む制御情報を生成し、生成した制御情報を符号化及び変調する。スケジューリング部 a 3 0 5 は、変調した制御情報の信号を、送信アンテナ a 2 1 1 を介して送信する。

[01 53] 以下、等化部 a 2 0 7 が行う動作の一例について説明する。図 2 3 に示す割り当て (図 1 9 に示す割当情報) の一例の場合、等化部 a 2 0 7 は、以下の動作を行う。

例えば、信号 s (1) に対して、デマッピング部 a 2 0 6 が選択した信号 r (2) 、 r (4) 、及び r (6) は、伝搬路推定値 $H_{nt}(p)$ 及び信号 s (m) を用いて、次式 (1 9) で表される。

[01 54] [数 18]

$$\begin{cases} r(2) = H_0(2)s(1) + H_1(2)s(3) \\ r(4) = H_0(4)s(3) + H_1(4)s(5) \quad \cdots (19) \\ r(6) = H_0(6)s(5) + H_1(6)s(1) \end{cases}$$

[01 55] なお、式 (1 9) は、基地局装置 a 2 での雑音や他の通信装置からの干渉を無視した場合の式である。結合部 a 2 0 7 1 が生成する $R_{L3,5}$ は、次式 (2 0) で表される。

[01 56]

[数19]

$$\begin{aligned}
 R_{1,3,5} &= \begin{bmatrix} r(2) \\ r(4) \\ r(6) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_0(2) + H_1(2) \\ H_0(4) + H_1(4) \\ H_0(6) + H_1(6) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S(i) \\ S(3) \\ S(5) \end{bmatrix} \\
 &= \mathbf{H}_{1,3,5}^H \mathbf{H}_{1,3,5} \mathbf{S} \quad \dots (20)
 \end{aligned}$$

[01 57] 結合部 a 2 0 7 1 は、ベクトル $R_{1,3,5}$ を重み乗算部 a 2 0 7 4 に出力する。

一方、伝搬路行列生成部 a 2 0 7 2 は、伝搬路行列 $H_{1,3,5}$ を算出して重み算出部 a 2 0 7 3 に出力する。重み算出部 a 2 0 7 3 は、次式 (21) で表される重みベクトル $w_{1,3,5}$ を算出する。

[01 58] [数20]

$$w_{1,3,5} = H_{1,3,5}^H (H_{1,3,5} H_{1,3,5}^H + \sigma^2 I)^{-1} \dots (21)$$

[01 59] このように、本実施形態では、移動局装置 b 3 は、各スペクトルが異なる周波数から送信されるようにスペクトルを並び換えて送信する。基地局装置 a 3 では、異なる周波数で受信されたスペクトルを、干渉を抑圧するような合成を行なうことで、良好な伝送特性を得ることができる。また、仮に並び換えをせずに各送信アンテナから送られた信号を分離する場合、送信アンテナ相関が高いと分離精度が低下する。しかし、本実施形態では、並び換えを行なうことで、サブキャリアを受信アンテナと見なすことができるため、周波数相関が低ければ、信号分離ができる。

[01 60] (第4の実施形態)

以下、図面を参照しながら本発明の第4の実施形態について詳しく説明する。本実施形態では、複数の送信装置がある受信装置宛のデータを同時送信する技術 (協調通信、CoMP (Coordinated Multiple-Point ; 多地点協調通信)) を用いる場合について説明する。

[01 61] < 無線通信システム4 について >

図25は、本発明の第4の実施形態に係る無線通信システム4の一例を示

す概略図である。この図において、無線通信システム4は、複数の基地局装置A40、A41、N個の移動局装置B4n ($n = 0 \sim N - 1$)、及び中央処理装置C40を備える。基地局装置A40及びA41は、中央処理装置C40と光ファイバ等の有線で接続される。基地局装置A40及びA41は、ある移動局装置B4nに対して協調して下りリンクの通信を行う場合には、その移動局装置B4n宛のデータを、中央処理装置C40を介して共有する。なお、基地局装置A40及びA41は、データを共有できればよく、例えば、中央処理装置C40と無線で接続されてもよいし、中央処理装置C40を介さずに直接接続されてもよい。また、基地局装置A40及びA41は、協調通信を行わない移動局装置B4n宛のデータを共有せずに、それぞれ独立に通信を行なう周波数・時間等のリソースの割り当て(スケジューリング)を行う。

図25において、基地局装置A40、A41は、それぞれ、 N_t 本の送信アンテナA40— n_t 、A41— n_t ($n_t = 0 \sim N_t - 1$)を備える。なお、送信アンテナの本数は、基地局装置A40、A41で異なってもよい。移動局装置B4nは、受信アンテナB4n—0を備える。

[0162] 図25は、基地局装置A40及びA41が、移動局装置B41とは協調通信を行い、移動局装置B40、B4(N-1)とは協調通信を行わないことを示す。基地局装置A40及びA41は、移動局装置B41と接続(それぞれ、リンクL10、L11)し、同じデータの信号を同時に送信する。また、基地局装置A40は移動局装置B40と接続(リンクL00)して通信を行い、それと独立して、基地局装置A41は移動局装置B4(N-1)と接続(リンクL(N-1)1)して通信を行う。

なお、無線通信システム4は、基地局装置を3個以上備えてもよく、3個以上の基地局装置を用いて協調通信を行ってもよい。また、本実施形態に係る移動局装置B4nは、第1の実施形態に係る移動局装置b1と同じであるので、移動局装置B4nの説明は省略する。ただし、本実施形態に係る移動局装置b1では、S個の基地局装置A41、A42、・・・、A4S(図2

5 の例では、 $S = 2$) の N_t 本の送信アンテナを、1つの基地局装置の $S \times N_t$ 本の送信アンテナとして扱うこととなる。

[01 63] 図 2 6 は、本実施形態に係る中央処理装置 C 4 0 及び基地局装置 A 4 s ($s = 1, 2$) の構成を示す概略ブロック図である。この図において、中央処理装置 C 4 0 は、符号化部 c 4 0 1、変調部 c 4 0 2、及びコピー部 c 4 0 3 を含んで構成される。また、基地局装置 A 4 s は、スケジューリング部 a 4 0 4 _ s、マッピング部 a 4 0 5 _ s、信号多重部 a 4 0 6 _ s、IFFT 部 a 4 0 7 _ s、CP 挿入部 a 4 0 8 _ s、送信部 a 4 0 9 _ s、及び、送信アンテナ a 4 1 0 _ s を含んで構成される。なお、例えば、基地局装置 A 4 s が N_t 個の送信アンテナを備える場合には、マッピング部 a 4 0 5 _ s _ n_t ($n_t = 0 \sim N_t - 1$)、信号多重部 a 4 0 6 _ s _ n_t 、IFFT 部 a 4 0 7 _ s _ n_t 、CP 挿入部 a 4 0 8 _ s _ n_t 、送信部 a 4 0 9 _ s _ n_t 、及び、送信アンテナ a 4 1 0 _ s _ n_t を含んで備える。

[01 64] 符号化部 c 4 0 1 は、音声データ、文字データ、画像データ等のビット系列を入力される。符号化部 c 4 0 1 は、入力されたビット系列を誤り訂正符号化し、誤り訂正符号化した符号化ビットを、変調部 c 4 0 2 に出力する。

変調部 c 4 0 2 は、符号化部 c 4 0 1 から入力された符号化ビットを変調する。変調部 c 4 0 2 は、変調後の信号を、M 個毎にコピー部 c 4 0 3 に出力する。

コピー部 c 4 0 3 は、変調部 c 4 0 2 から入力された信号 $s(m)$ をコピー (複製) して、協調通信を行う基地局装置の数 S 個の信号 $s(m)$ を生成する。コピー部 c 4 0 3 は、生成した信号 $s(m)$ 各々を、基地局装置 a 4 s に出力する。

[01 65] スケジューリング部 a 4 0 4 _ s は、マッピング部 a 4 0 5 _ s での信号に対する周波数の割り当てを示す割り当て情報を記憶する (図 2 7 参照)。なお、割り当て情報は、オペレータ等の操作によって予め記憶されたものであってもよいし、予め定められた規則に基づいて基地局装置 a 4 が決定したものを記憶したものであってもよい。スケジューリング部 a 4 0 4 は、記憶する割り

情報をマッピング部 a 4 0 5 - s に出力する。

[01 66] マッピング部 a 4 0 5 _ s は、スケジューリング部 a 4 0 4 _ s から入力された割当情報が示す周波数に、コピー部 c 4 0 3 から入力された信号 s (m) を配置する。マッピング部 a 4 0 5 _ s は、配置後の周波数スペクトルを信号多重部 a 1 0 6 - n_t に出力する。

信号多重部 a 4 0 6 _ s は、マッピング部 a 1 0 5 _ s から入力された周波数スペクトル (データ信号とも称す)、参照信号、及び、制御情報、を多重することで、送信フレームの信号を生成する。信号多重部 a 4 0 6 _ s は、生成した送信フレームの信号を、IFFT部 a 4 0 7 _ s に出力する。

[01 67] IFFT部 a 4 0 7 _ s は、信号多重部 a 4 0 6 _ s から入力された信号に対して、N_{FFT}ポイントの逆高速フーリエ変換を行うことにより、信号を周波数領域信号から時間領域信号へ変換する。IFFT部 a 4 0 7 _ s は、変換後の信号をCP挿入部 a 4 0 8 - s に出力する。

CP挿入部 a 4 0 8 _ s は、IFFT部 a 4 0 7 _ s から入力された信号に対して、OFDMシンボル毎にCPを挿入する。CP挿入部 a 4 0 8 _ s は、CPを挿入した信号を、送信部 a 4 0 9 _ s に出力する。

送信部 a 4 0 9 _ s は、CP挿入部 a 4 0 8 _ s から入力された信号に対して、D/A変換、アナログ・フィルタリング、及びベースバンドから搬送波周波数へのアップコンバージョンの処理を行う。送信部 a 4 0 9 _ s は、処理後の信号を送信アンテナ a 4 1 0 _ s を介して送信する。

[01 68] 図 2 7 は、本実施形態に係る割当情報の一例を示す概略図である。この図は、協調通信を行う基地局装置の数 S = 2、アンテナ数 N_t = 1、周波数スペクトル数 M = 6 の場合の割当情報の一例を示す。図示するように割当情報は、基地局装置識別情報、アンテナ番号 n_t、周波数ポイント p、移動局装置、及び信号の各項目の列を有している。割当情報は、基地局装置識別情報、アンテナ番号 n_t 及び周波数ポイント p 毎に、そこに配置する信号 s (m) が対応付けられている。なお、スケジューリング部 a 4 0 4 _ s は、基地局装置識別情報が「A 4 s」に対応付けられた割当情報のみを記憶すればよい。移

動局装置 b 1 は、図 2 7 の割当情報を記憶する。

例えば、図 2 7 は、基地局装置「A 4 0」のマッピング部 a 4 0 5 _ 0（アンテナ番号「0」に対応）では、周波数ポイント 1 ~ 6 に、それぞれ、図 1 の移動局装置 B 4 1 宛の信号 s（0） ~ s（5）を配置することを示す。

また、図 2 7 は、基地局装置「A 4 1」のマッピング部 a 4 0 5 _ 1（アンテナ番号「0」に対応）では、周波数ポイント 5 ~ 10 に、それぞれ、移動局装置 B 4 1 宛の信号 s（0） ~ s（5）を配置することを示す。

[01 69] 図 2 8 は、本実施形態に係る周波数スペクトルの割り当ての一例を示す概略図である。この図は、図 2 7 の割当情報の場合における周波数スペクトルの割り当てを示す。

図 2 8 において、基地局装置 A 4 0 の送信アンテナ a 4 1 0 _ 0 では、周波数ポイント 1 ~ 6 に、それぞれ、周波数スペクトル s（0） ~ s（5）が割り当てられている。一方、基地局装置 A 4 1 の送信アンテナ a 4 1 0 _ 1 では、周波数ポイント 5 ~ 10 に、それぞれ、周波数スペクトル s（0） ~ s（5）が割り当てられている。つまり、マッピング部 a 4 0 5 _ 0 では、周波数ポイント 1 ~ 6 に、それぞれ、ある移動局装置 B 4 n 宛の信号 s（0） ~ s（5）を配置する。一方、マッピング部 a 4 0 5 _ 1 では、周波数ポイント 5 ~ 10 に、それぞれ、その移動局装置 B 4 n 宛の信号 s（0） ~ s（5）を配置する。

なお、本実施形態に係る移動局装置 b 1 は、図 4、図 5、又は図 1 1 ~ 図 1 3 に示す割り当てを行ってもよい。

[01 70] このように、本実施形態によれば、複数の基地局装置 A 4 0、A 4 1 が協調して移動局装置 b 1 と通信するシステムにおいて、基地局間で同一のリソース割り当てを行なうことなく、協調通信を行なうことができる。受信機である移動局装置 b 1 では、同じスペクトルが複数の周波数で受信されることを考慮して、信号分離処理を行なう。この結果、協調通信を行なわない移動局装置 b 1 のためのスケジューリングへの制限を低減することができるため、良好なセルスループット（システムスループット）を達成できる。

[0171] なお、上記各実施形態において、スペクトルが連続的に割り当てられる場合について示したが、スペクトルが離散的に割り当てられる場合にも適用してもよい。また、他の送信アンテナ $a_{110_n_t}$ 、 a_{410_s} から同一周波数で他ユーザ宛の信号が送信される MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output) が併用された場合は、等化部が他の信号を分離、抑圧する既存の受信技術を併用する。また、上記第 1 の実施形態では、OFDM を例に説明を行なったが、第 2、3 の実施形態のように、シングルキャリア伝送にも適用してもよい。ただし、その場合、数式 (1) の重みは MRC 基準ではなく、MMSE 基準とすることが望ましいが、その場合でも逆行列演算を伴わない。また、本実施形態では、同一スペクトルが複数のサブキャリアで送信される例を示したが、複数のリソースとしては、周波数 (サブキャリア) を用いる場合に限らず、時間等どのようなものであってもよい。例えば、ARQ (Automatic Repeat request、自動再送要求) において、初送時と再送時の受信信号を異なるアンテナでの受信信号と捉えたり、CDMA で各コードを異なる受信アンテナと捉えてもよい。

[0172] なお、上記第 1 の実施形態に係る移動局装置 b_1 は、デマッピング部 a_{206} 及び等化部 b_{109} に代えてデマッピング部 a_{206} 及び等化部 a_{207} を備えてもよい。また、基地局装置 a_1 は、並び替え部 $b_{312_n_t}$ を備えてもよい。例えば、並び替え部 $b_{312_n_t}$ は、スケジューリング部 a_{104} から入力された割り当て情報に基づいて、コピー部 a_{103} から入力された信号を並び替えて、マッピング部 $a_{105_n_t}$ に出力する。

また、第 2 の実施形態に係る基地局装置 a_2 は、デマッピング部 a_{206} 及び等化部 a_{207} に代えてデマッピング部 b_{108} 、等化部 b_{109} を備えてもよい。

[0173] なお、上述した実施形態における基地局装置 $a_1 \sim a_4$ 、移動局装置 $b_1 \sim b_3$ 、中央処理装置 C_{40} の一部をコンピュータで実現するようにしても良い。その場合、この制御機能を実現するためのプログラムをコンピュータ

読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現しても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、基地局装置 a 1 ~ a 4、移動局装置 b 1 ~ b 3 又は中央処理装置 C 4 0 に内蔵されたコンピュータシステムであって、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでも良い。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

また、上述した実施形態における基地局装置 a 1 ~ a 4、移動局装置 b 1 ~ b 3、及び中央処理装置 C 4 0 の一部、又は全部を、LSI (Large Scale Integration) 等の集積回路として実現しても良い。基地局装置 a 1 ~ a 4、移動局装置 b 1 ~ b 3、及び中央処理装置 C 4 0 の各機能ブロックは個別にプロセッサ化してもよいし、一部、又は全部を集積してプロセッサ化しても良い。また、集積回路化の手法は LSI に限らず専用回路、又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ても良い。

[0174] 以上、図面を参照してこの発明の一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等を行うことが可能である。

産業上の利用可能性

[0175] 本発明は、携帯電話を移動局装置とする無線通信システムである移動体通信システムに用いて好適であるが、これに限定されない。

符号の説明

[0176] A 1 0、A 2 0、A 4 s、a 1、a 2、a 3 - ・ ・ 基地局装置、B 1 n、B 2 n、B 4 n、b 1、b 2、b 3 - ・ ・ 移動局装置、C 4 0 ・ ・ ・ 中央処理装置、A 1 0 _ n_t、A 4 s _ n い a 1 1 0 _ n い a 4 1 0 - s ・ ・ ・ 送信アンテナ、A 2 0 _ 0、a 2 0 1 ・ ・ ・ 受信アンテナ、B 1 n _ 0、B 2 n — n い b 1 0 1、b 2 0 1 ・ ・ ・ 受信アンテナ、B 2 n — n_t ・ ・ ・ 送信アンテナ、a 1 0 1 ・ ・ ・ 符号化部、a 1 0 2 ・ ・ ・ 変調部、a 1 0 3 ・ ・ ・ コピー部、a 1 0 4、a 4 0 4 - s - ・ ・ スケジューリング部、a 1 0 5 — n_t、a 4 0 5 - s - ・ ・ マツピング部、a 1 0 6 — n_t、a 4 0 6 - s - ・ ・ 信号多重部、a 1 0 7 _ n_t、a 4 0 7 - s - ・ ・ I F F T 部、a 1 0 8 — n_t、a 4 0 8 - s - ・ ・ C P 挿入部、a 1 0 9 — n_t、a 4 0 9 - s - ・ ・ 送信部、 ・ ・ ・ 送信アンテナ、b 1 0 2 ・ ・ ・ 受信部、b 1 0 3 ・ ・ ・ C P 除去部、b 1 0 4 ・ ・ ・ F F T 部、b 1 0 5 ・ ・ ・ 信号分離部、b 1 0 6 ・ ・ ・ 割当情報抽出部、b 1 0 7 ・ ・ ・ 伝搬路推定部、b 1 0 8 ・ ・ ・ デマツピング部、b 1 0 9 ・ ・ ・ 等化部、b 1 1 0 ・ ・ ・ 復調部、b 1 1 1 ・ ・ ・ 復号部、b 1 0 9 1 ・ ・ ・ 結合部、b 1 0 9 2 ・ ・ ・ 伝搬路行列生成部、b 1 0 9 3 ・ ・ ・ M I M O 重み算出部、a 1 0 9 4 ・ ・ ・ S I M O 重み算出部、b 1 0 9 5 ・ ・ ・ 重み乗算部、b 2 0 2 ・ ・ ・ 制御情報受信部、b 2 0 3、b 3 0 3 ・ ・ ・ 割当情報抽出部、b 2 0 4 ・ ・ ・ 符号化部、b 2 0 5 ・ ・ ・ 変調部、b 2 0 6 ・ ・ ・ D F T 部、b 2 0 8 _ n_t ・ ・ ・ マツピング部、b 2 0 9 _ n_t ・ ・ ・ 参照信号多重部、b 2 1 0 _ n_t ・ ・ ・ O F D M 信号生成部、a 2 0 2 ・ ・ ・ O F D M 信号受信部、a 2 0 3 ・ ・ ・ 参照信号分離部、a 2 0 4 ・ ・ ・ 伝搬路推定部、a 2 0 5、a 3 0 5 ・ ・ ・ スケジューリング部、a 2 0 6 ・ ・ ・ デマツピング部、a 2 0 7 ・ ・ ・ 等化部、a 2 0 8 ・ ・ ・ I D F T 部、a 2 0 9 ・ ・ ・ 復調部、a 2 1 0 ・ ・ ・ 復号部、a 2 1 1

・・・送信アンテナ、a 2 0 7 1 ・・・結合部、a 2 0 7 2 ・・・伝搬路行列生成部、a 2 0 7 3 ・・・重み算出部、a 2 0 7 4 ・・・重み乗算部、 b_{312-n_t} ・・・並び替え部、c 4 0 1 ・・・符号化部、c 4 0 2 ・・・変調部、c 4 0 3 ・・・コピー部

請求の範囲

- [請求項 1] 少なくとも 1 つの第 1 の送信アンテナから送信するスペクトルと同一のスペクトルを第 2 の送信アンテナから送信する送信装置と、前記第 1 の送信アンテナ及び第 2 の送信アンテナから送信された同一のスペクトルを受信する受信装置と、を備える無線通信システムであって、
- 前記送信装置は、前記送信アンテナ毎にスペクトルを配置するマッピング部を具備し、
- 前記受信装置は、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行う等化部を具備することを特徴とする無線通信システム。
- [請求項 2] 前記マッピング部は、前記第 1 の送信アンテナと前記第 2 の送信アンテナとで周波数帯域の割り当てが異なるように、スペクトルを配置することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。
- [請求項 3] 前記マッピング部は、前記第 1 の送信アンテナと前記第 2 の送信アンテナとで各スペクトルに対する周波数の割り当てが異なるように、スペクトルを配置することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無線通信システム。
- [請求項 4] 前記送信装置は、前記第 1 の送信アンテナと前記第 2 の送信アンテナとで異なる順序に、スペクトルを並び換える並び換え部を具備し、
- 前記マッピング部は、並び換え部が並び替えた順序に従って、スペクトルを配置することを特徴とする請求項 3 に記載の無線通信システム。
- [請求項 5] 前記等化部は、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトル、及び、当該スペクトルと同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。
- [請求項 6] 前記無線通信システムは、前記第 1 の送信アンテナを備える送信装

置と、前記第2の送信アンテナを備える送信装置と、を具備することを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[請求項7]

前記受信装置は、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを抽出するデマッピング部を具備し、

前記等化部は、前記デマッピング部が抽出したスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行うことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[請求項8]

前記受信装置は、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアについての伝搬路行列を生成する伝搬路行列生成部を具備し、

前記等化部は、前記伝搬路行列生成部が生成した伝搬路行列を用いて、スペクトルの等化を行うことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[請求項9]

前記等化部は、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアに他のスペクトルが配置されているか否かに応じて、等化に用いる重みの演算処理を切り替えることを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[請求項10]

少なくとも1つの第1の送信アンテナ、及び第2の送信アンテナから送信された同一のスペクトルを受信する受信装置において、

前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行う等化部を具備することを特徴とする受信装置。

[請求項11]

少なくとも1つの第1の送信アンテナ、及び第2の送信アンテナから送信された同一のスペクトルを受信する受信装置における受信制御方法において、

前記受信装置が、前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等

化を行う等化過程を有することを特徴とする受信制御方法。

[請求項 12] 少なくとも 1 つの第 1 の送信アンテナ、及び第 2 の送信アンテナから送信された同一のスペクトルを受信する受信装置のコンピュータに、

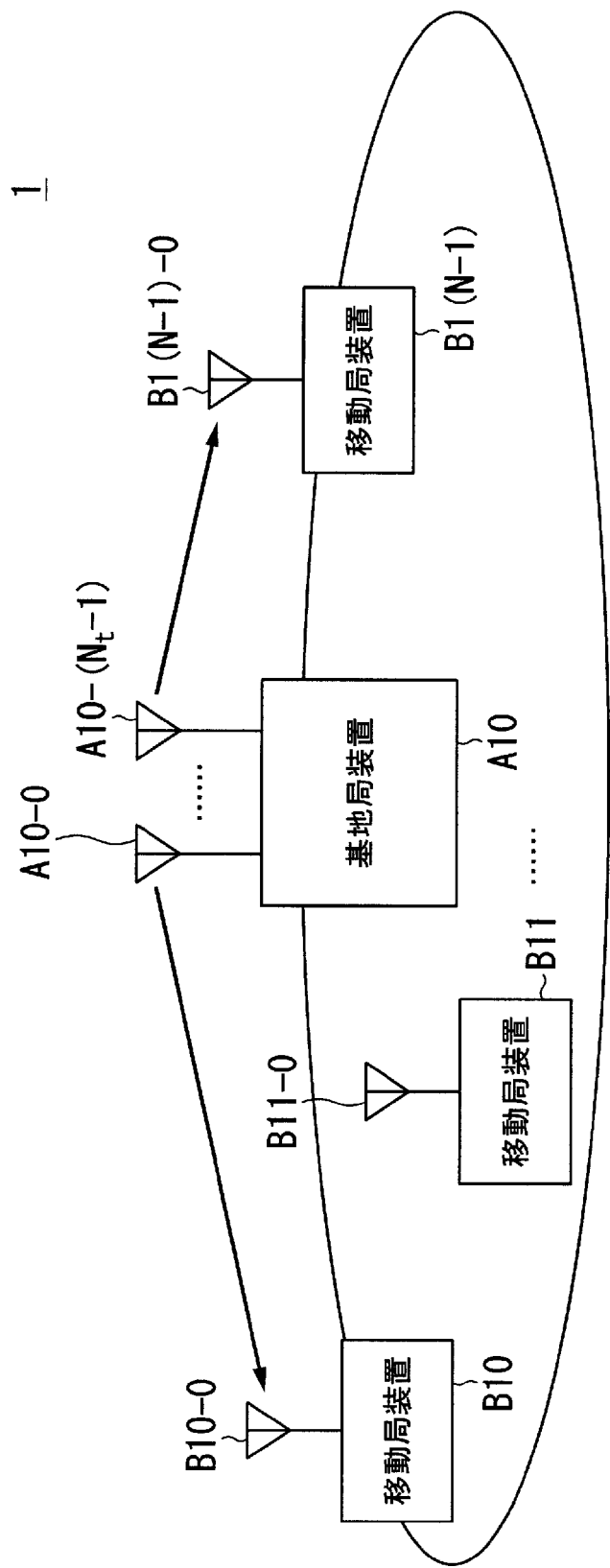
前記同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行う等化手段を実行させるための受信制御プログラム。

[請求項 13] 少なくとも 1 つの第 1 の送信アンテナ、及び第 2 の送信アンテナから送信された同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを用いて、スペクトルの等化を行うことを特徴とするプロセッサ。

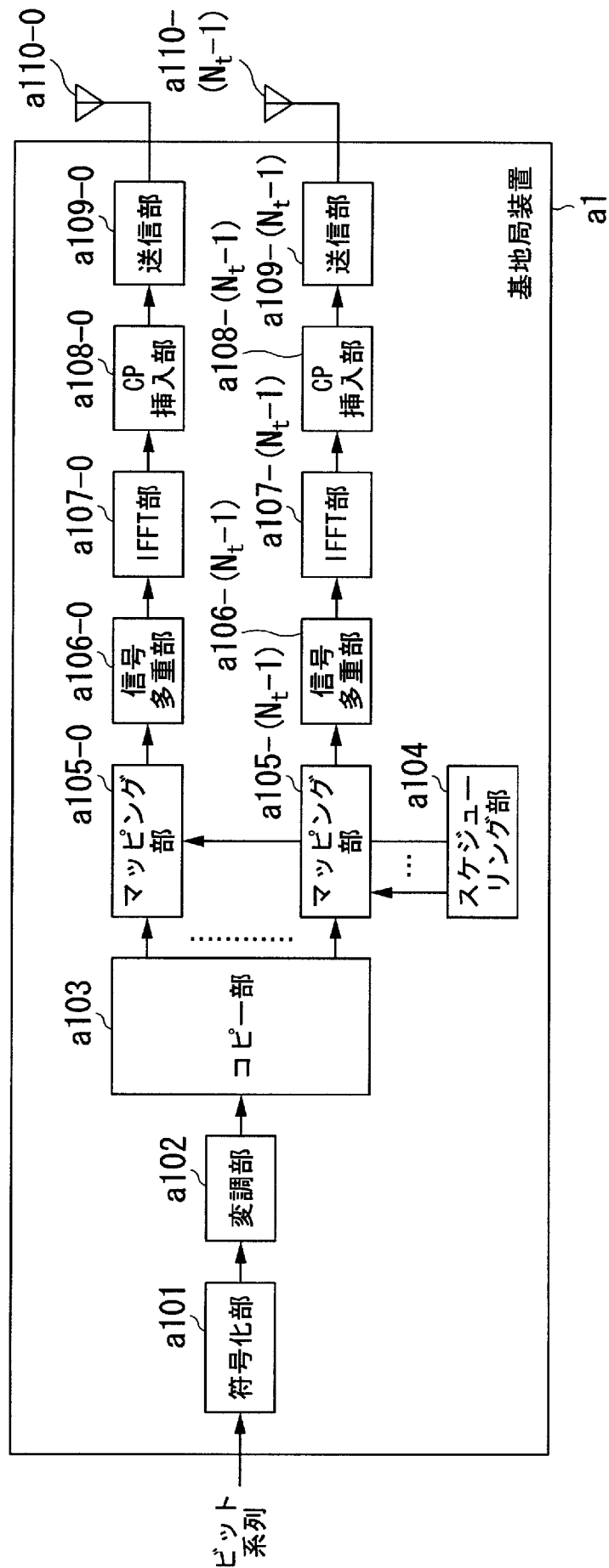
[請求項 14] 少なくとも 1 つの第 1 の送信アンテナ、及び第 2 の送信アンテナから送信された同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアのスペクトルを抽出することを特徴とするプロセッサ。

[請求項 15] 少なくとも 1 つの第 1 の送信アンテナ、及び第 2 の送信アンテナから送信された同一のスペクトル毎に、前記同一のスペクトルが配置されたサブキャリアについての伝搬路行列を生成することを特徴とするプロセッサ。

[図1]



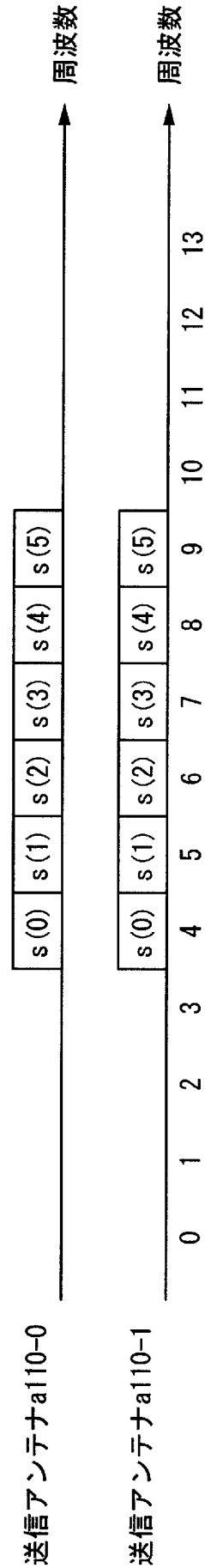
[図2]



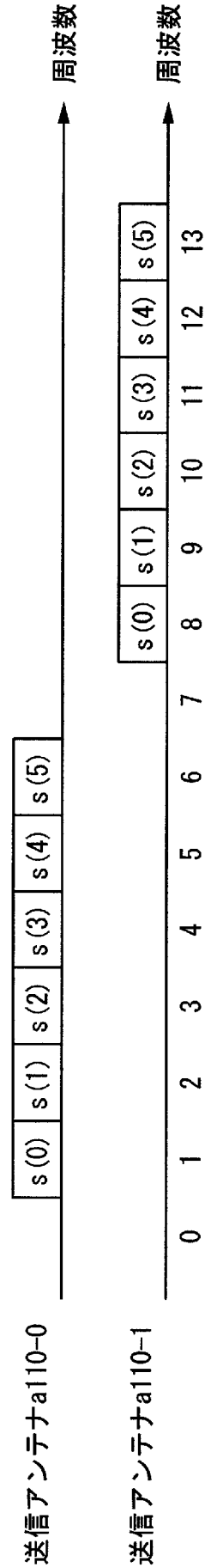
[図3]

アンテナ番号	周波数 ポイント	移動局装置	信号
0	0	...	...
	1	B10	s(0)
	2		s(1)
	3		s(2)
	4		s(3)
	5		s(4)
	6		s(5)
	7	...	...
	...	...	...
	13	...	...
1	0	...	...
	...	...	...
	4	...	...
	5	B10	s(0)
	6		s(1)
	7		s(2)
	8		s(3)
	9		s(4)
	10		s(5)
	11	...	...
	12	...	...
	13	...	...

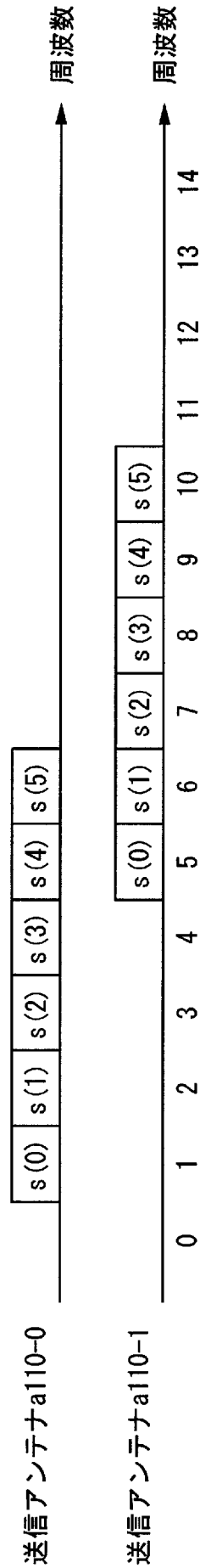
[図4]



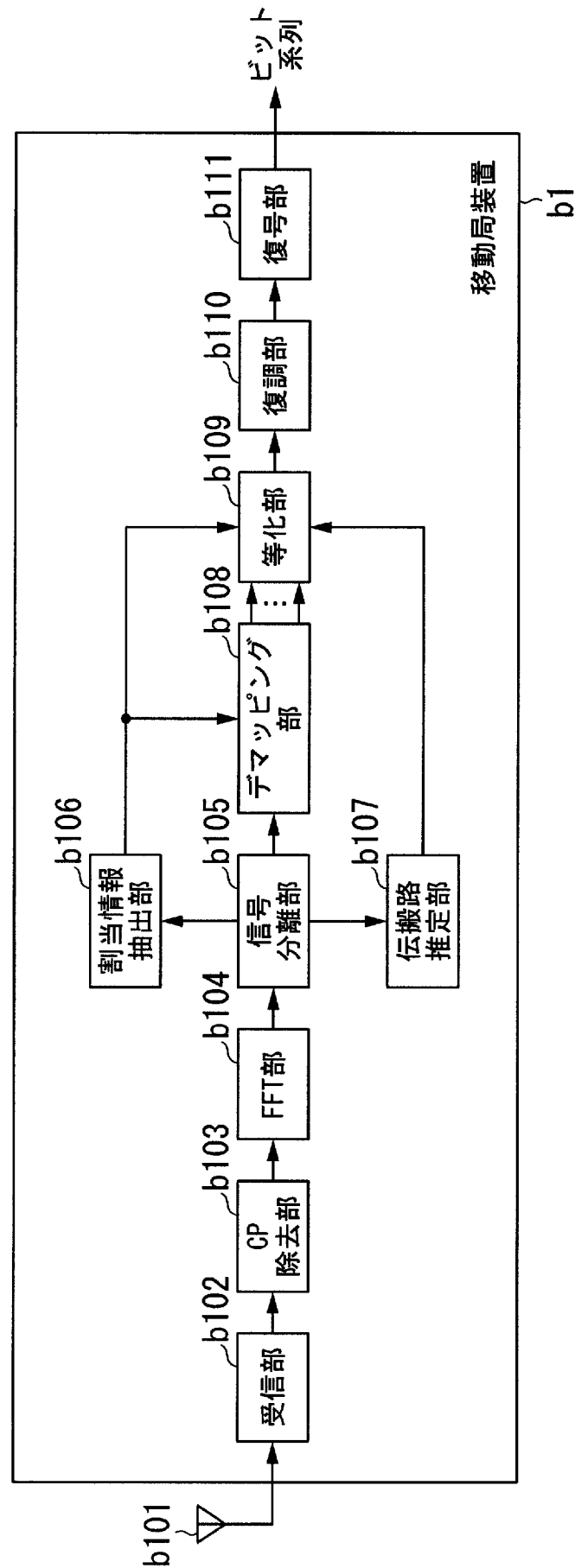
[図5]



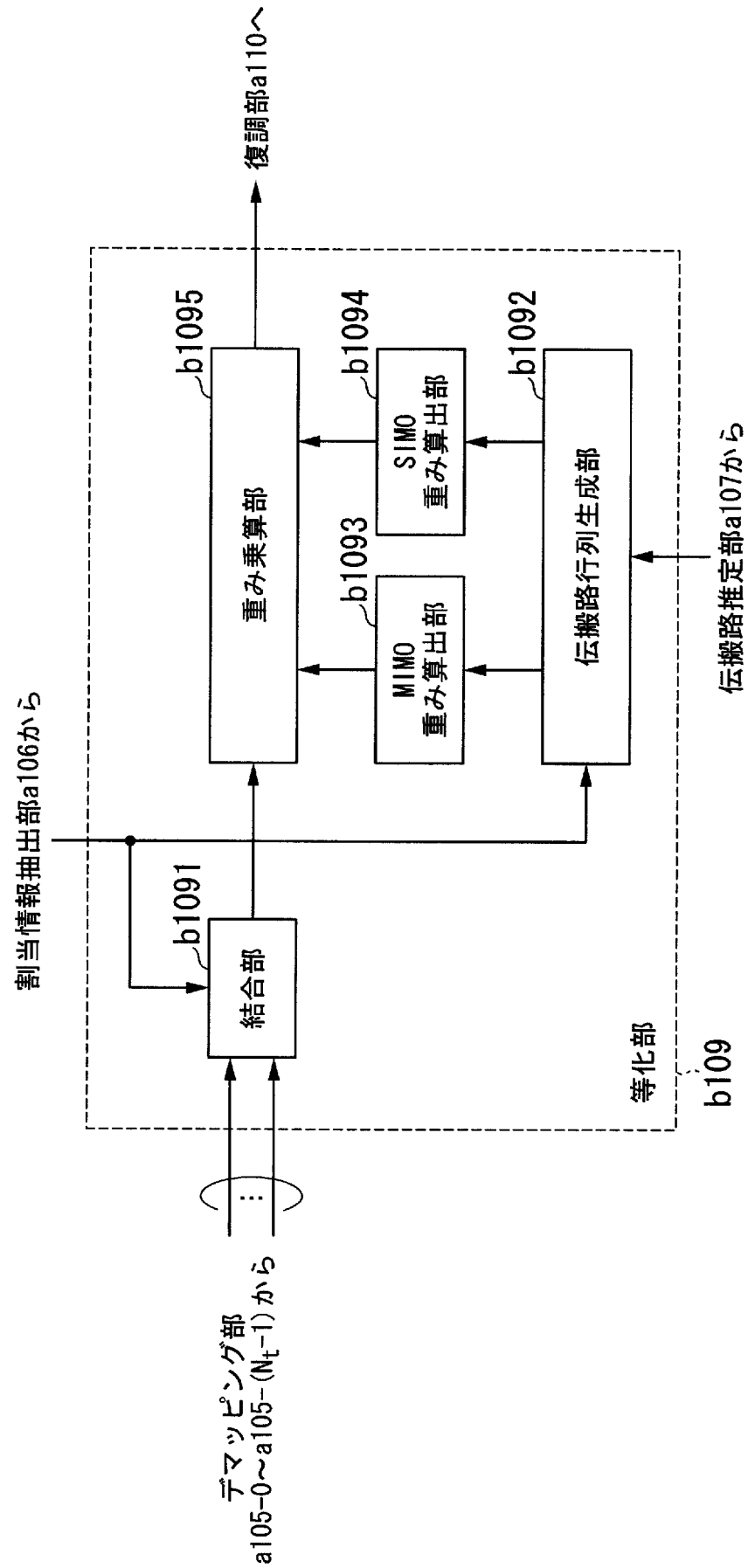
[図6]



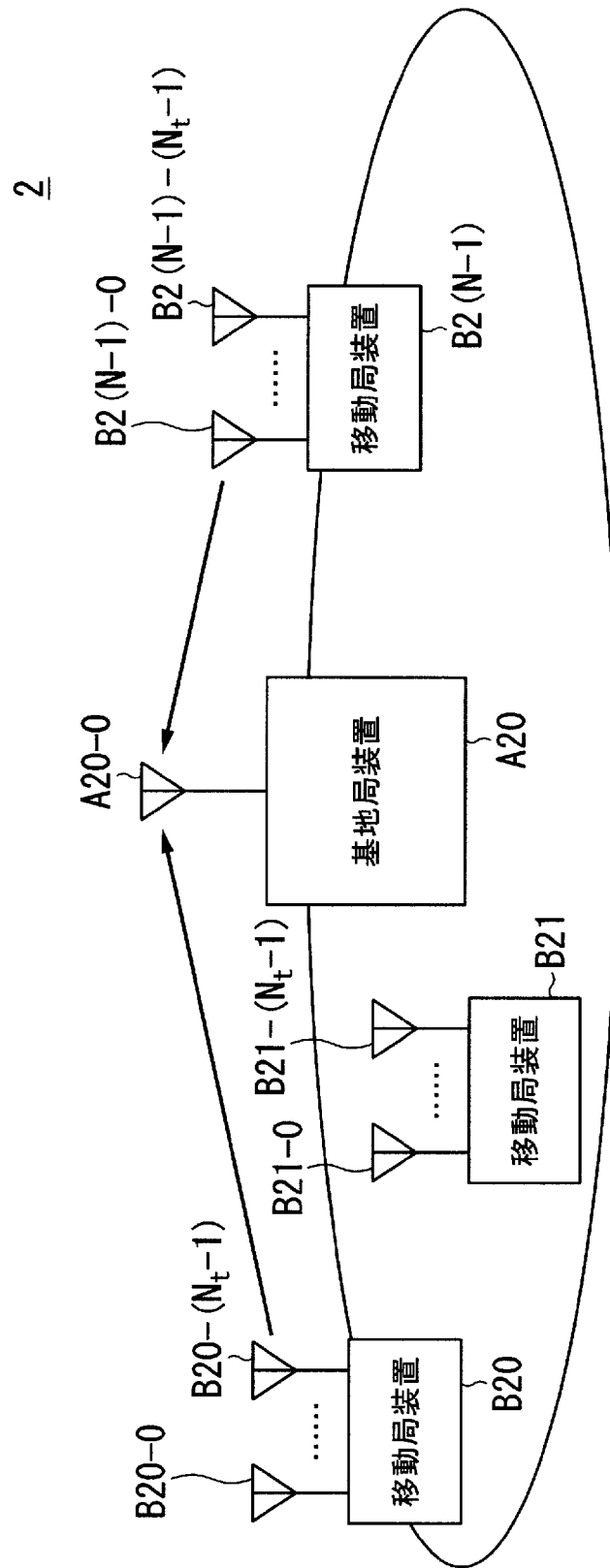
[図7]



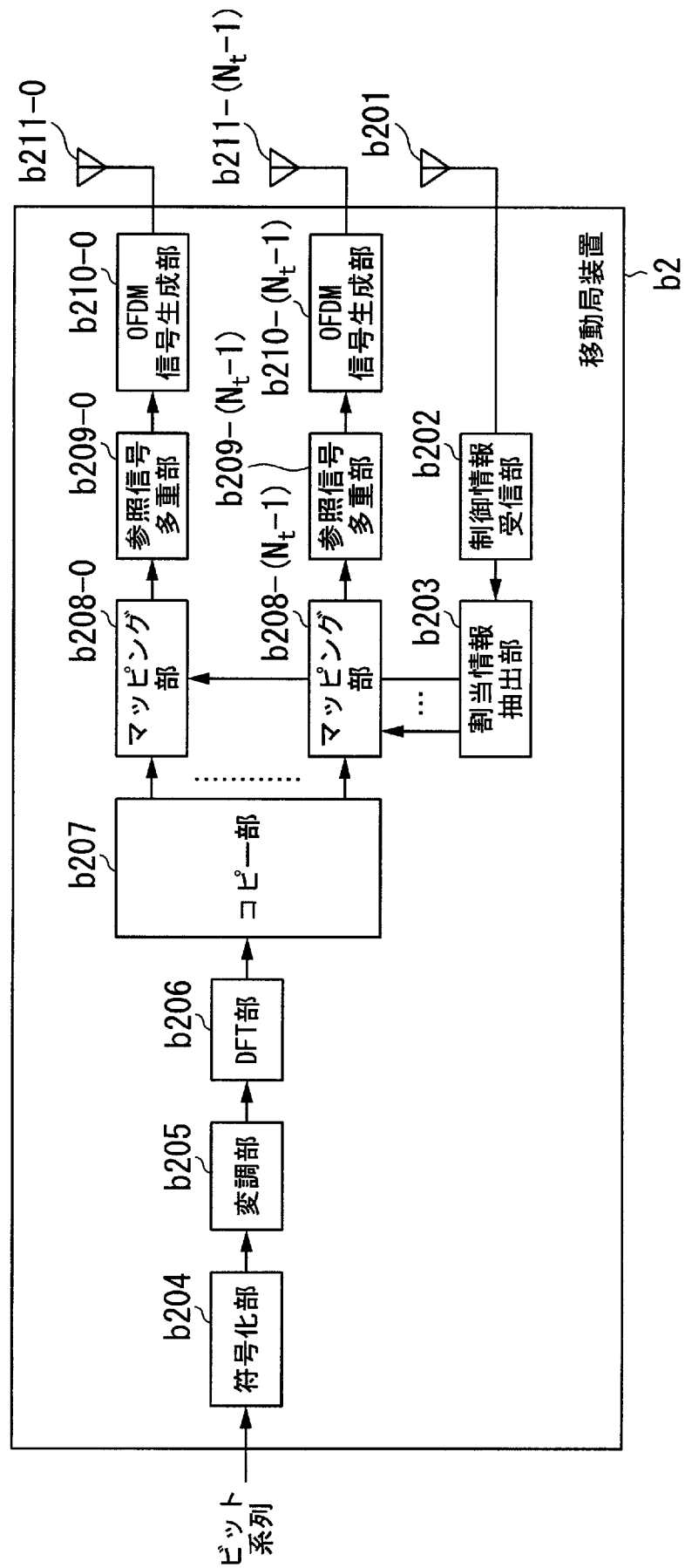
[図8]



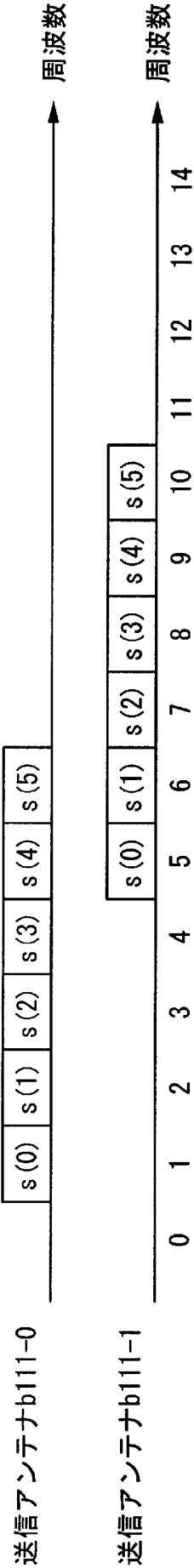
[図9]



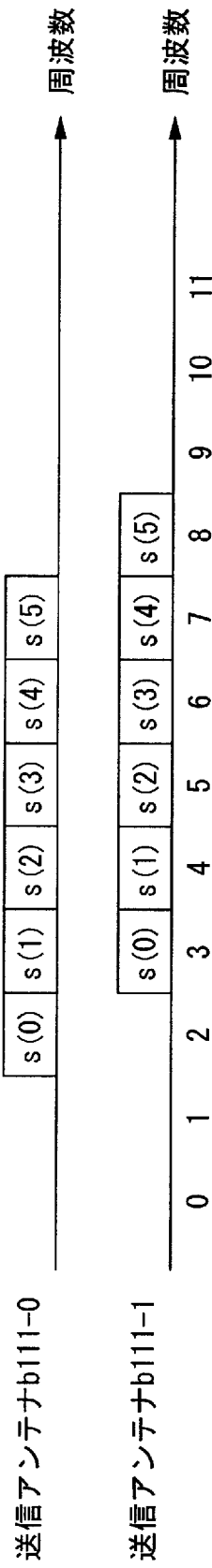
[図10]



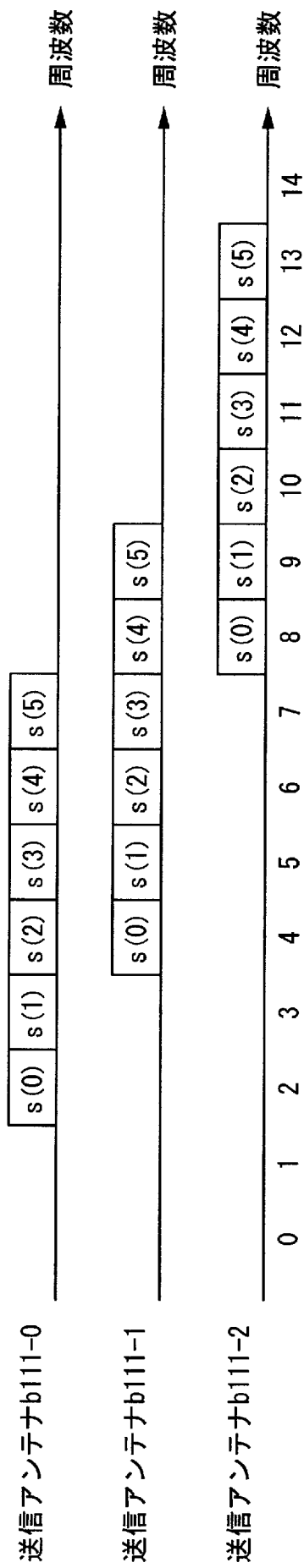
[図11]



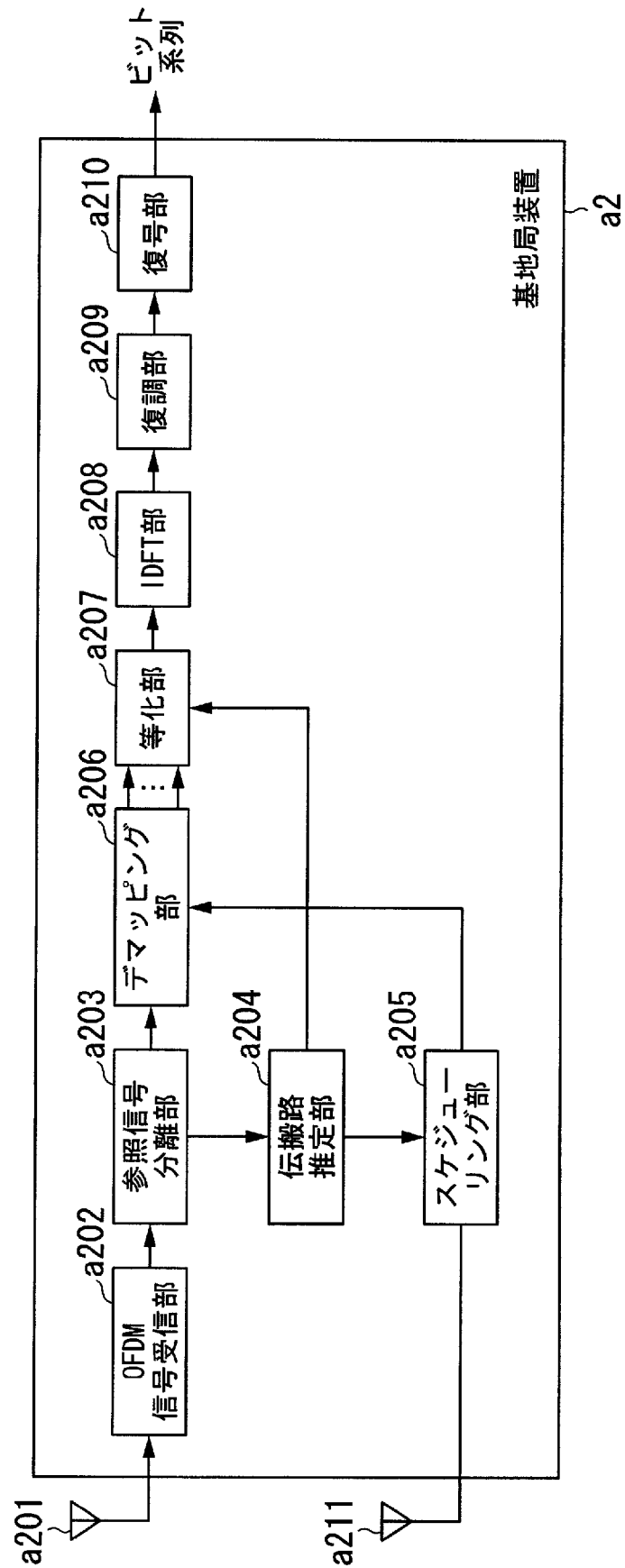
[図12]



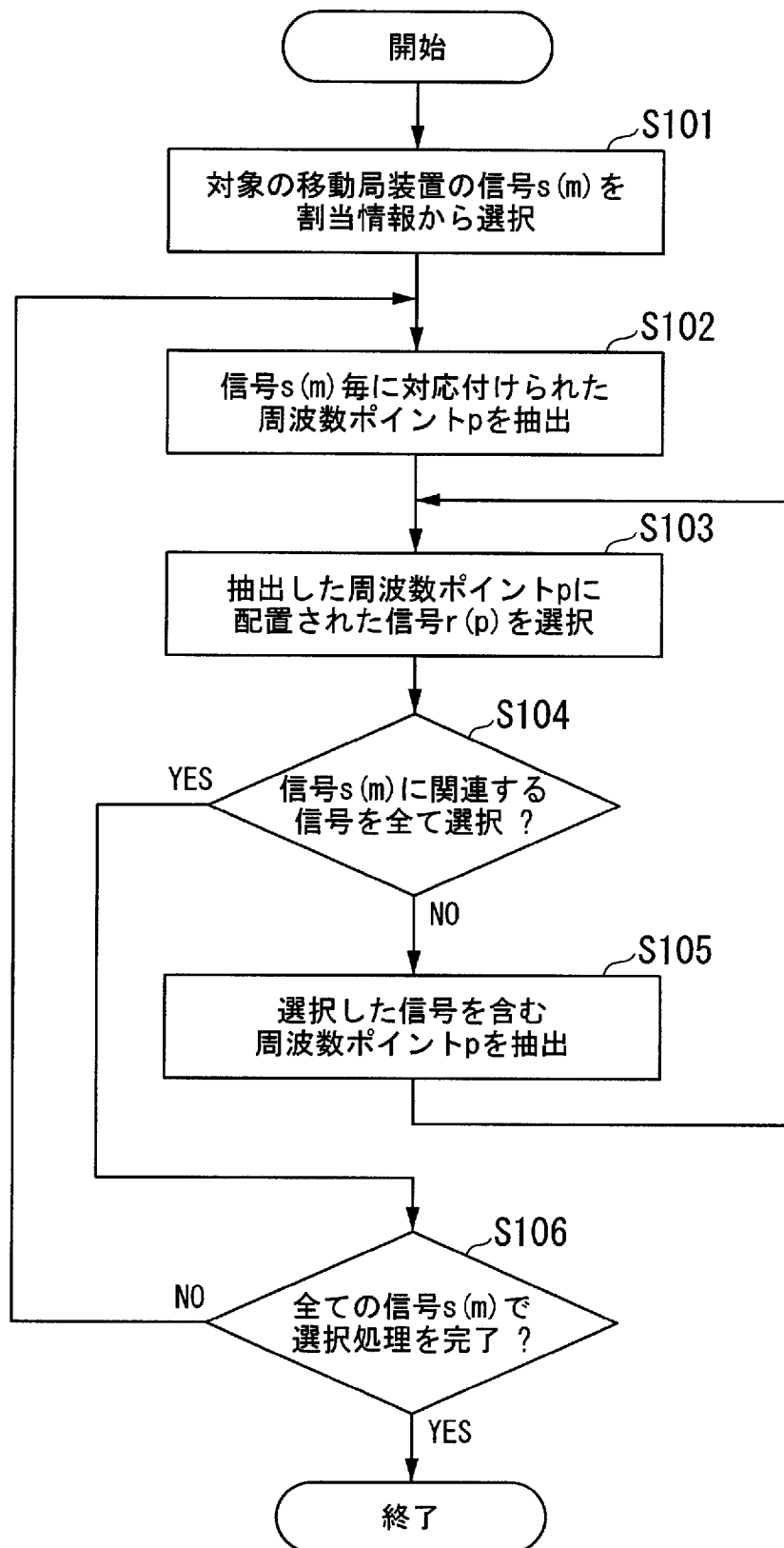
[図13]



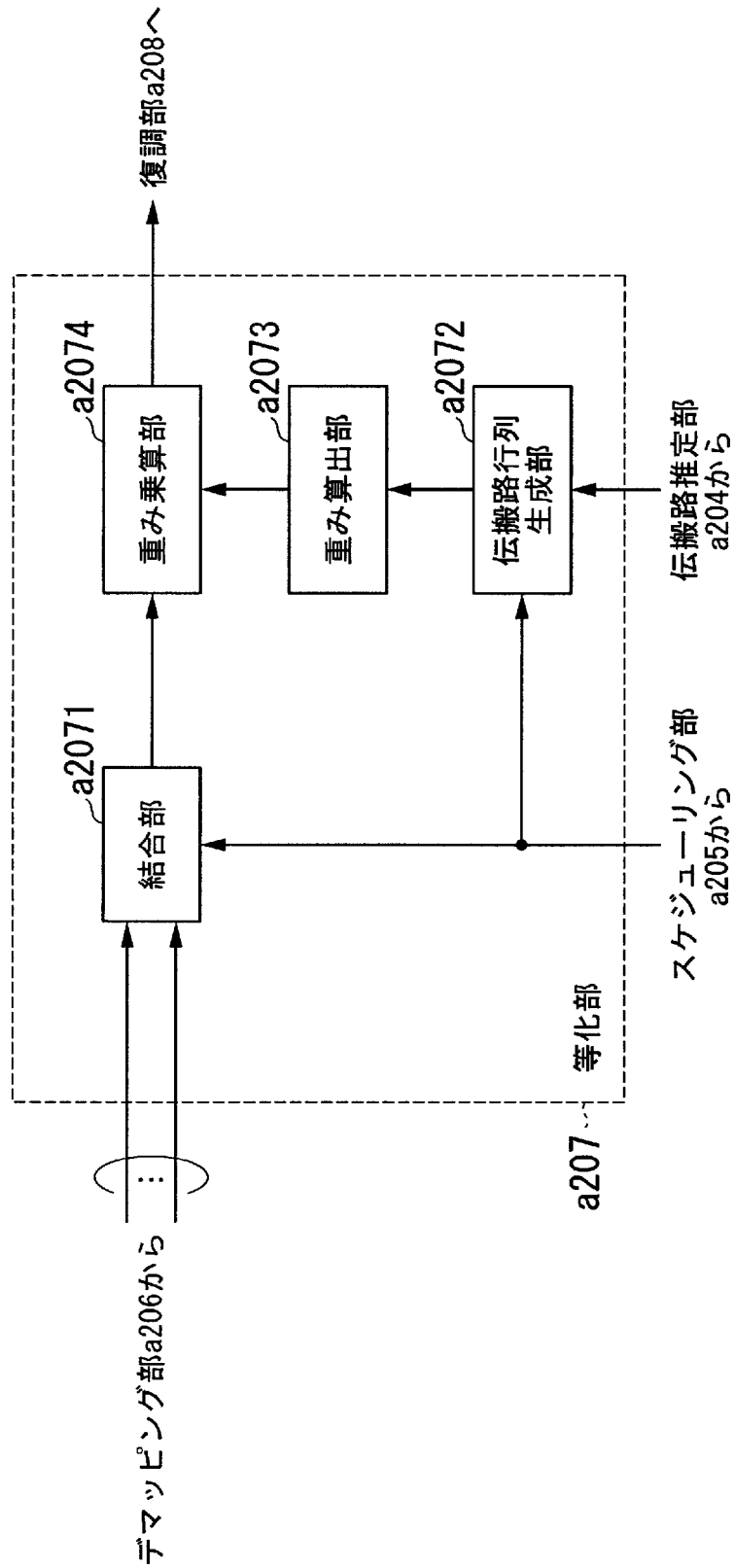
[図14]



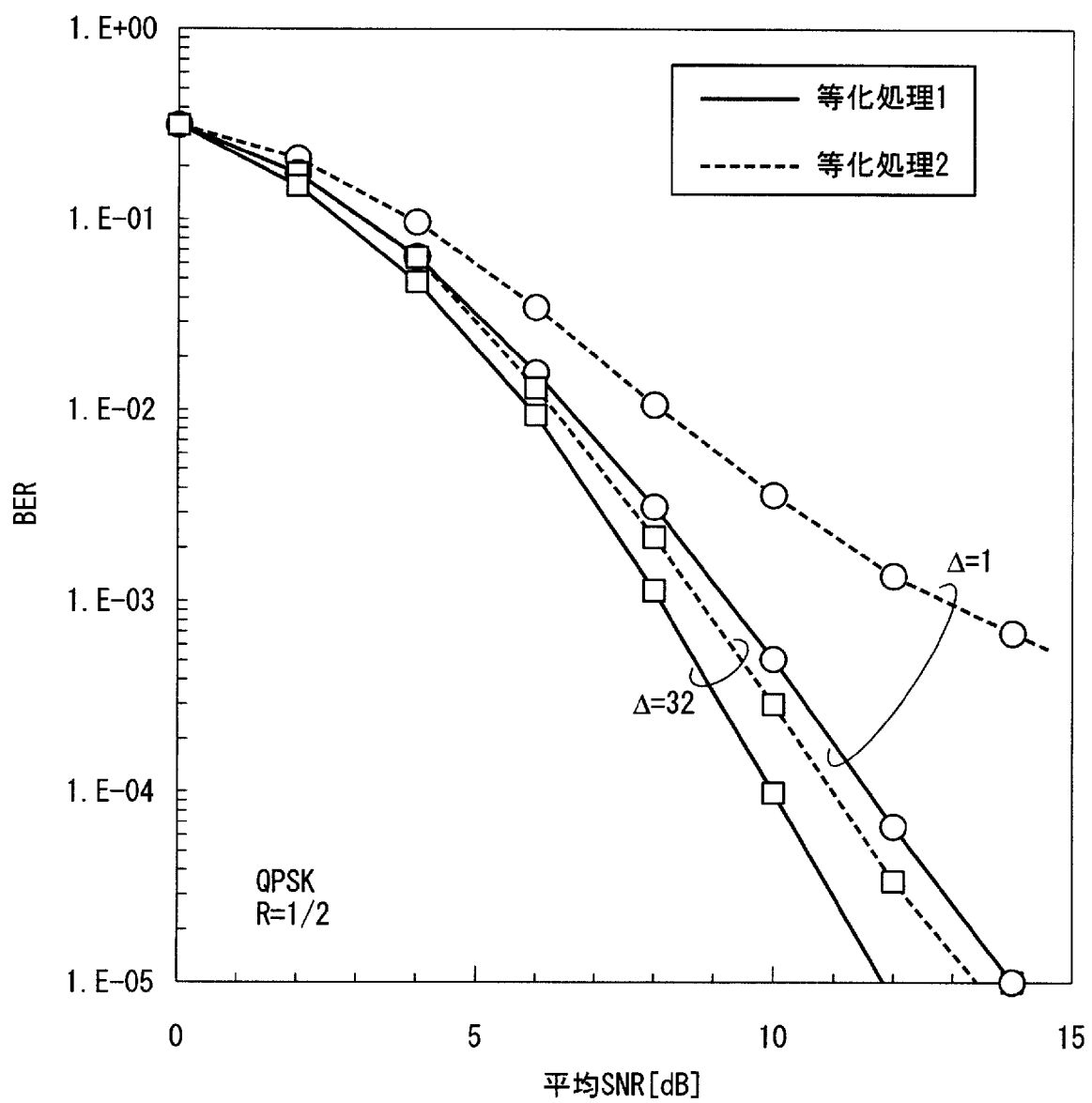
[図15]



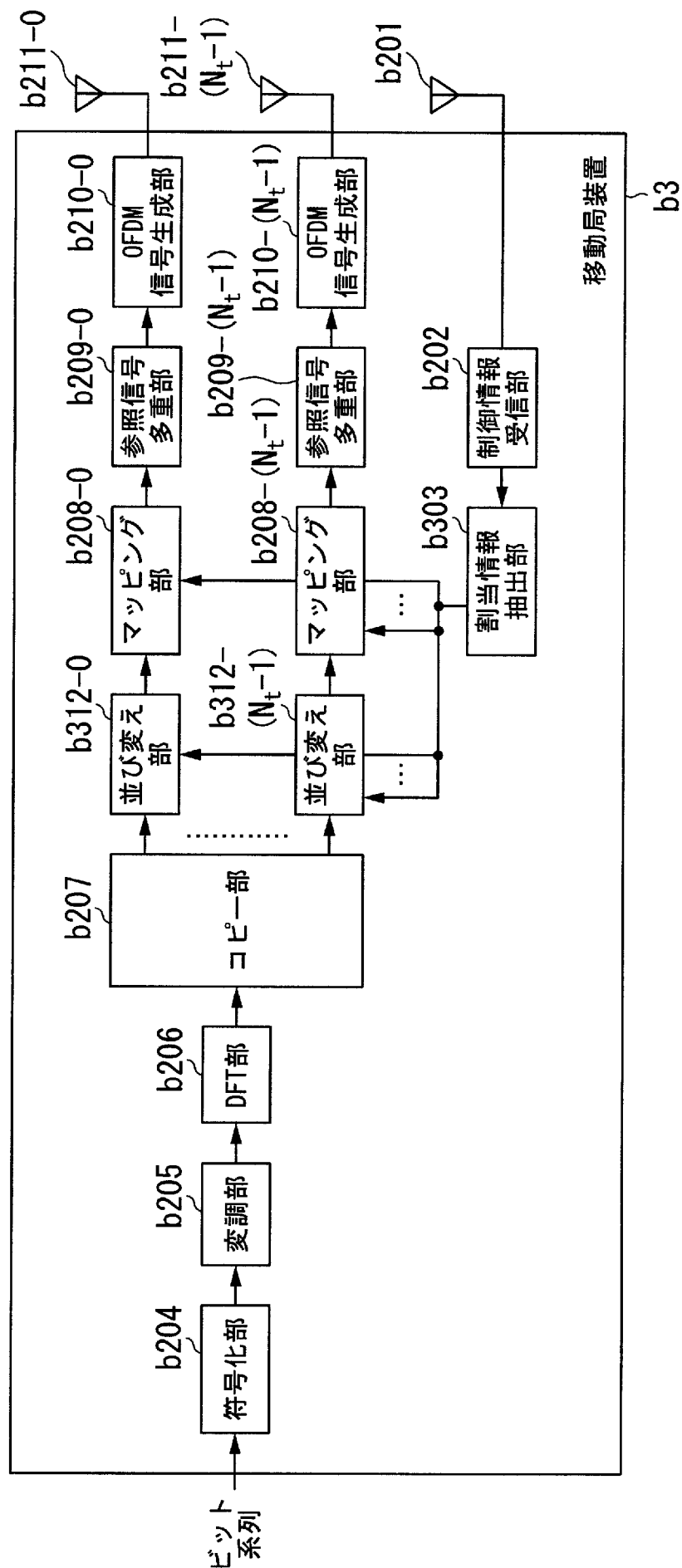
[図16]



[図17]



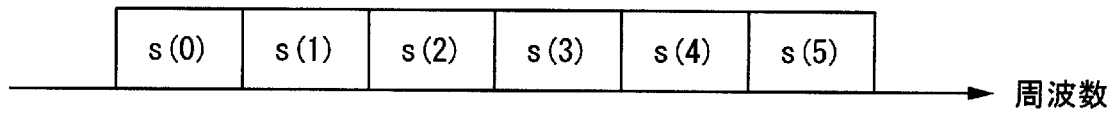
[図18]



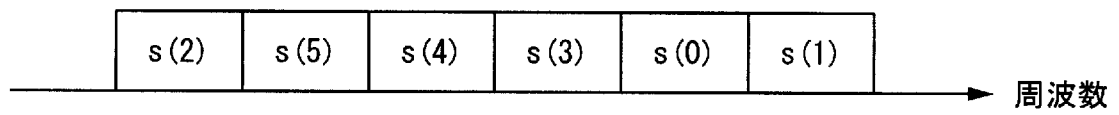
[図19]

アンテナ番号	周波数 ポイント	移動局装置	信号
0	0	...	...
	1	B20	s (0)
	2		s (1)
	3		s (2)
	4		s (3)
	5		s (4)
	6		s (5)
	7	...	...
	...	...	...
	13	...	...
1	0	...	...
	1	B20	s (2)
	2		s (3)
	3		s (4)
	4		s (5)
	5		s (0)
	6		s (1)
	7	...	...
	...	...	...
	13	...	...

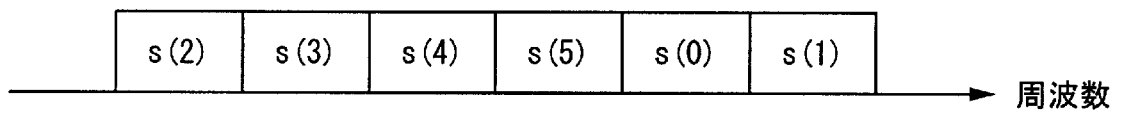
[図20]



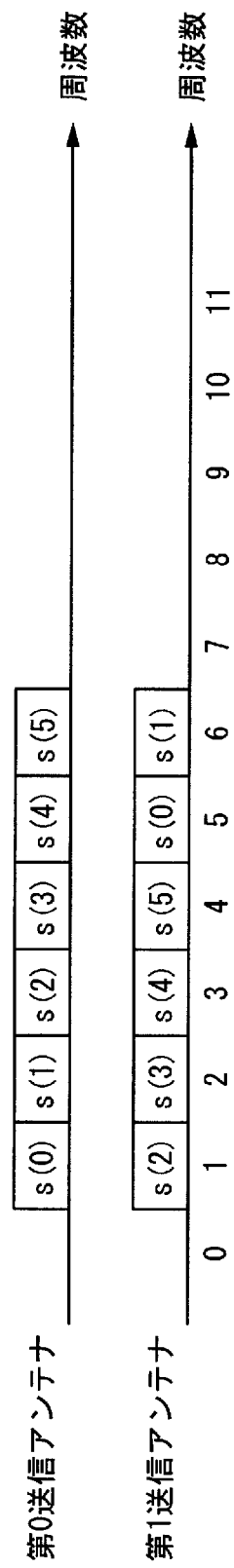
[図21]



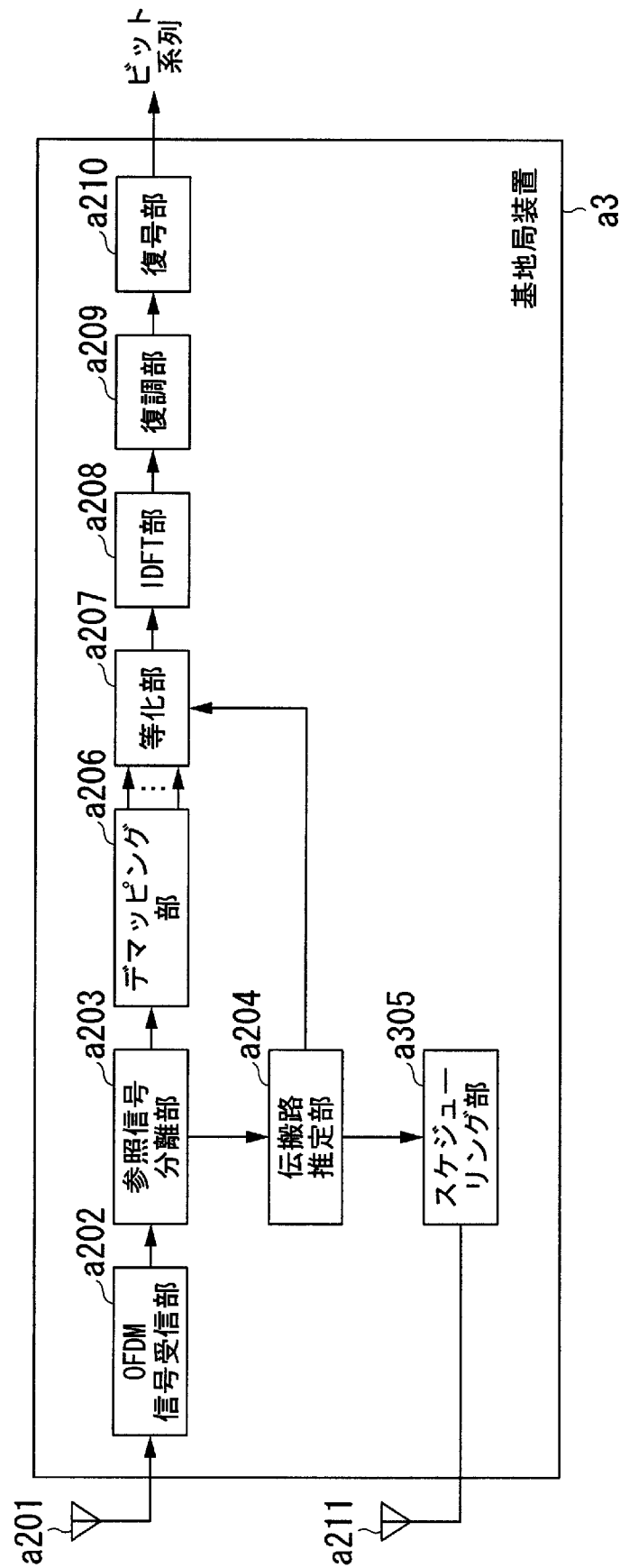
[図22]



[図23]

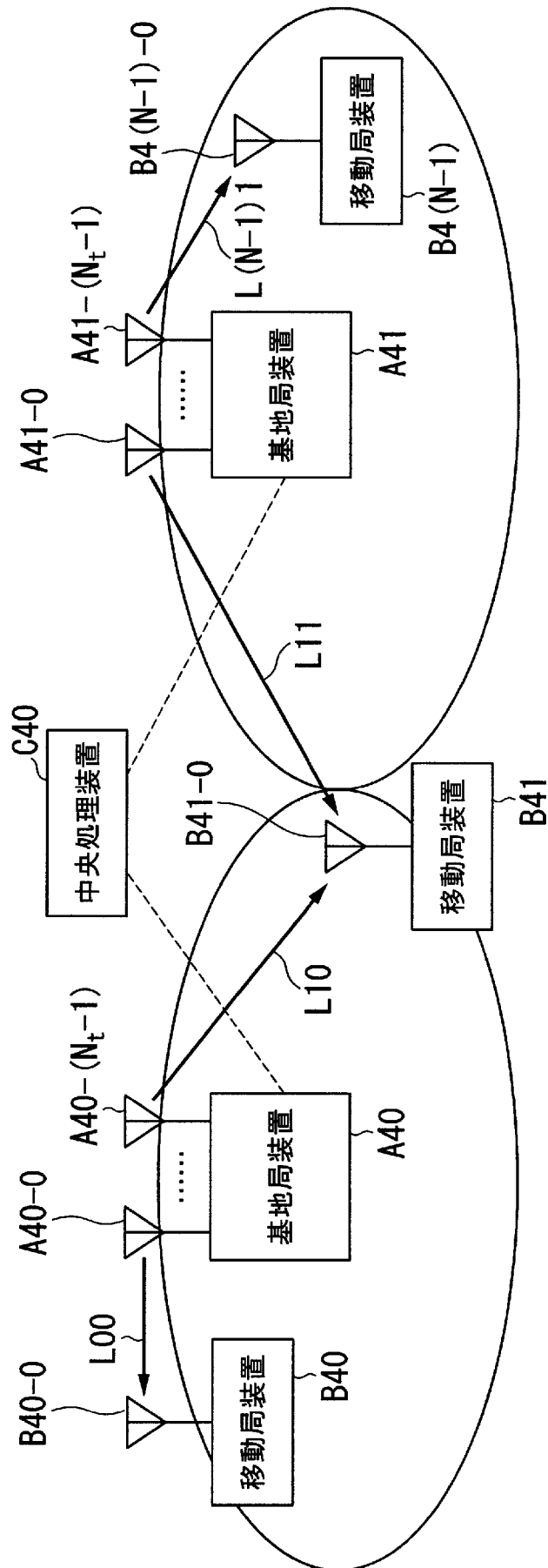


[図24]

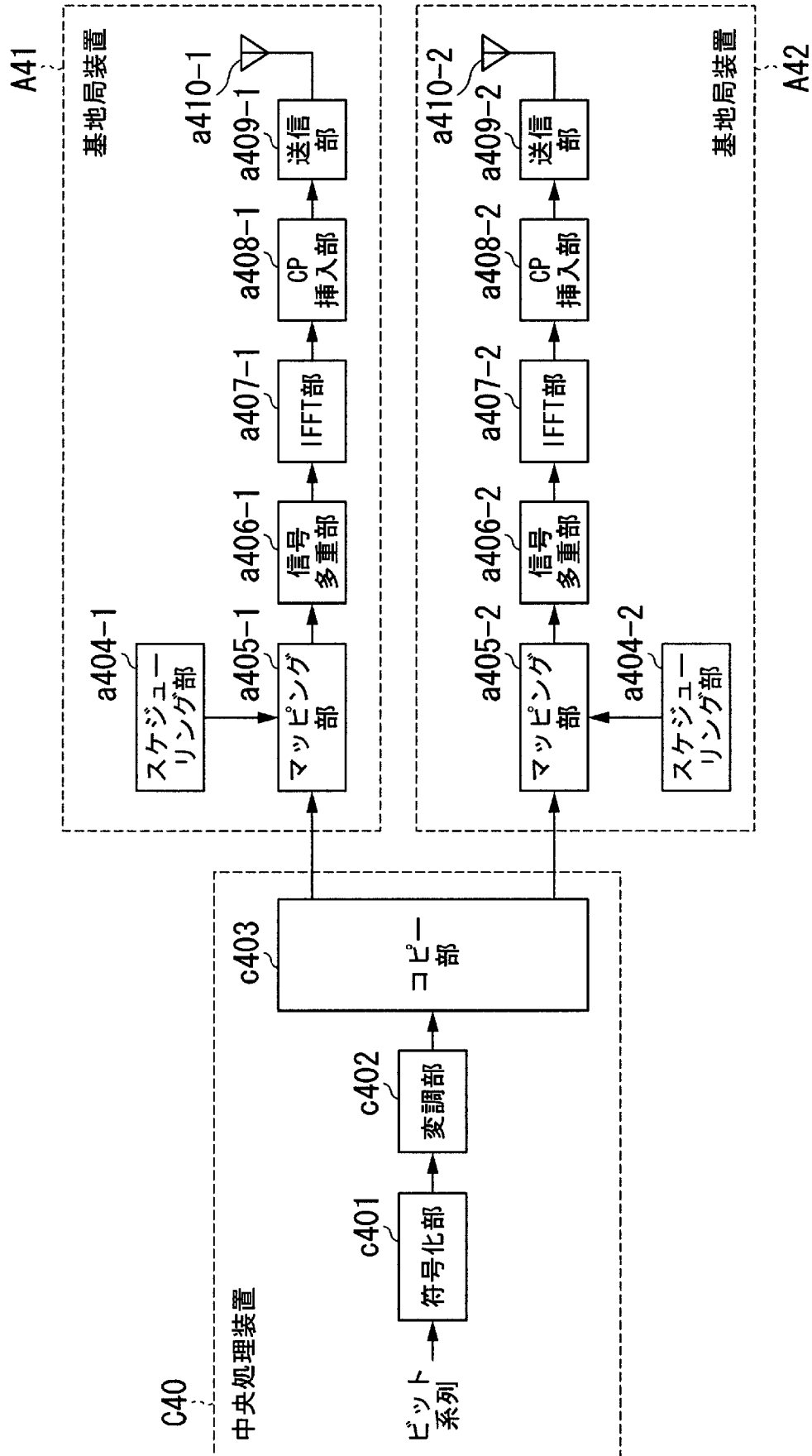


[図25]

4



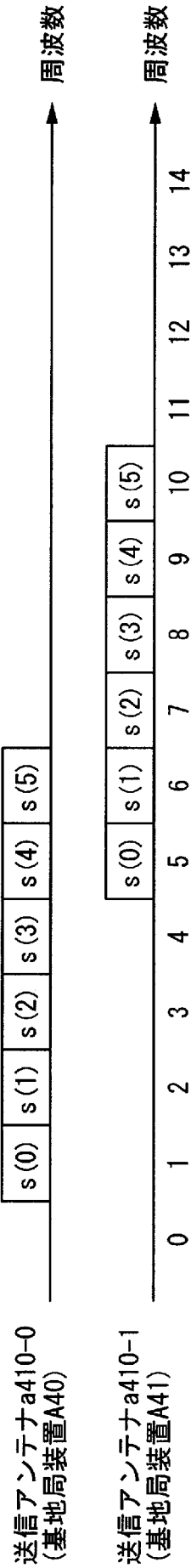
[図26]



[図27]

基地局装置 識別情報	アンテナ番号	周波数 ポイント	移動局装置	信号
A40	0	0	...	...
		1	B41	s (0)
		2		s (1)
		3		s (2)
		4		s (3)
		5		s (4)
		6		s (5)
		7	...	...
		...	...	...
		13	...	...
A41	0	0	...	...
		...	...	...
		4	...	...
		5	B41	s (0)
		6		s (1)
		7		s (2)
		8		s (3)
		9		s (4)
		10		s (5)
		11	...	...
		12	...	...
		13	...	...

[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 011 / 064800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/06 (2006.01)i, H04B 7/12 (2006.01)i, H04J11/00 (2006.01)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)

H04B 7/06, H04B 7/12, H04J11/00

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	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	WO 2007/119451 AI (Mat su shita Ele ctric I ndus trial Co ., Ltd .),	1-3, 5-7, 10-15
Y	25 Octobe r 2007 (25.10.2007),	4, 8
A	paragraph s [0038], [0047] to [0065]; fig . 4 to 6, 8 & CN 101043497 A	9
Y	WO 2009/002093 AI (SAMSUNG ELECTRONI CS CO., LTD .),	4
A	31 De cember 2008 (31.12.2008), page 21, lines 3 to 24; fig. 11 & JP 2010-532130 A & US 2009/0028264 AI & EP 2015503 A2 & CN 101689898 A & KR 10-2010-0039858 A	9



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

"I" 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

22 Augu st , 2011 (22.08.11)

Date of mailing of the international search report

30 Augu st , 2011 (30.08.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japane se Patent Of f i c e

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064800

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2009/011126 A1 (Panasonic Corp.), 22 January 2009 (22.01.2009), paragraphs [0086] to [0096]; fig. 3 & US 2010/0183087 A1	8 9
Y A	JP 2004-088767 A (KDDI Corp.), 18 March 2004 (18.03.2004), paragraphs [0015], [0029], [0054], [0055]; fig. 2 to 4 & US 2004/0116077 A1 & GB 2391775 A & GB 318132 DO	8 9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int .Cl. H04B7/06 (2006. 01) i , H04B7/12 (2006. 01) i , H04J1 1/00 (2006. 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. H04B7/06, H04B7/12, H04J1 1/00

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー水	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	W0 2007/119451 A1 (松下電器産業株式会社) 2007. 10. 25 ,段落 [0038] [0047] - [0065] , [図 4] - [図 6] [図 8] & CN 101043497 A	1-3, 5-7, 10-15
Y		4, 8
A		9

☒ 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

IA 「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」
IE 「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」
I 「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)」
Iθ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
IP 「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」

IY 「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」

I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

2 2 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 8 . 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)

石田 昌敏

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6

5 W

4 1 8 1

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	Wo 2009/002093 AI (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.)	4
A	2008. 12. 31, page21, line3- 24, FIG. 11 & JP 2010-532130 A & US 2009/0028264 AI & EP 2015503 A2 & CN 101689898 A & KR 10-2010-0039858 A	9
Y	wo 2009/011126 AI (パナソニック株式会社) 2009. 01. 22 , 段落 [0086]	8
A	- [0096] , [図 3] & US 2010/0183087 AI	9
Y	JP 2004-088767 A (KD D I 株式会社) 2004. 03. 18 , 段落 【0015】 D029 】	8
A	D054 】 D055 】、 図 2 】 - 図 4 】 & US 2004/0116077 AI & GB 2391775 A & GB 318132 DO	9