

(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  
2013 年 2 月 14 日(14.02.2013)



(10) 国際公開番号

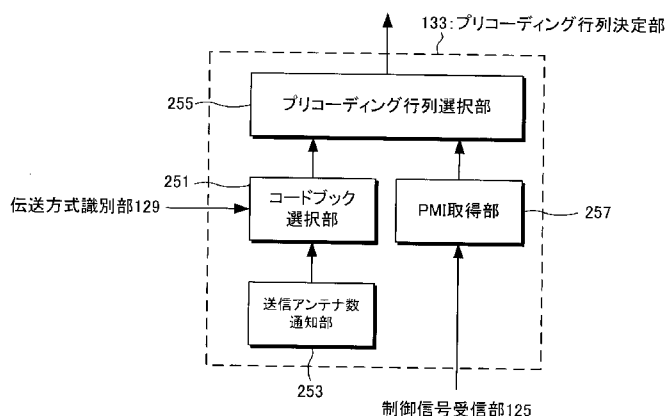
WO 2013/021827 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04J 99/00 (2009.01) H04J 11/00 (2006.01)  
H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/068958
- (22) 国際出願日: 2012 年 7 月 26 日(26.07.2012)
- (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 2011-174473 2011 年 8 月 10 日(10.08.2011) 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 (米国についてのみ): 中村 理  
(NAKAMURA Osamu). 後藤 淳悟(GOTO Jungo).  
横枕 一成(YOKOMAKURA Kazunari). 浜口 泰  
弘(HAMAGUCHI Yasuhiro).
- (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, BN, 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,  
QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ  
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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))
- (74) 代理人: 福地 武雄(FUKUCHI Takeo); 〒1500031  
東京都渋谷区桜丘町 3 番 1 号 Tokyo (JP).

(54) Title: TERMINAL DEVICE, BASE STATION DEVICE, PROGRAM, AND INTEGRATED CIRCUIT

(54) 発明の名称: 端末装置、基地局装置、プログラムおよび集積回路

[図4]



125 Control signal reception unit  
129 Transmission method identification unit  
133 Precoding matrix determination unit  
251 Code book selection unit  
253 Number of transmission antennas notification unit  
255 Precoding matrix selection unit  
257 PMI acquisition unit

(57) Abstract: Throughput is improved by introducing novel precoding that can sufficiently utilize precoding performance in a cellular system. A terminal device comprising a plurality of transmission antennas, and which precodes transmission signals and comprises: a code book selection unit (251) that selects one code book from among a plurality of code books including a plurality of precoding matrices, on the basis of the number of transmission antennas and transmission parameters other than the number of transmission antennas; and a precoding matrix selection unit (255) that selects one precoding matrix from the selected code books, on the basis of a Precoding Matrix Indicator (PMI).

(57) 要約: セルラシステムでプリコーディングの性能を十分に活かすことのできる新たなプリコーディングを導入することにより、スループットを向上させる。複数の送信アンテナを備え、送信信号に対してプリコーディングを行なう端末装置であって、前記送信アンテナの数および前記送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択するコードブック選択部 251 と、PMI (Precoding Matrix Indicator)

に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択するプリコーディング行列選択部 255 と、を備える。

## 明 細 書

### 発明の名称： 端末装置、基地局装置、プログラムおよび集積回路 技術分野

[0001] 本発明は、プリコーディングを行なった信号を複数の送信アンテナを用いて送信する技術に関する。

### 背景技術

[0002] 3 G P P (3rd Generation Partnership Project) で標準化が行なわれた無線通信システムである L T E (Long Term Evolution) リリース 8 (Rel-8) では、最大 2 0 M H z の帯域を利用して 1 0 0 M b p s 以上の高速通信を行なうことが可能である。L T E R e l - 8 の下りリンク (基地局装置から端末装置への通信) における伝送方式としては、周波数選択フェージングに強い耐性を持つこと、M I M O (Multiple Input Multiple Output) 伝送と親和性が高いこと、等の理由から O F D M (直交周波数分割多重、Orthogonal Frequency Division Multiplexing) が採用されている。

[0003] L T E R e l - 8 の下りリンクでは、最大 4 アンテナポート (複数の送信アンテナから同一の信号を送信する場合、それらのアンテナをまとめてアンテナポートと定義する) を用いた M I M O 伝送が可能である。受信機での信号分離能力を上げるため、瞬時の伝搬路に応じて、適切なプリコーディング行列を送信信号に乗算して送信を行なう、閉ループ型 M I M O が採用されている。下りリンクにおける適切なプリコーディング行列は、受信機である端末装置 (移動端末装置、移動局装置、端末とも称する) しか把握できないため、端末装置が適切なプリコーディング行列を基地局装置 (制御局装置とも称する) に通知する必要がある。ここで、端末装置から基地局装置への通知情報を削減するため、L T E ではコードブックベースのプリコーディング行列を用いることになっている。端末装置はコードブック化されたプリコーディング行列の中から最適なプリコーディング行列を選択し、そのインデックス (PMI、Precoding Matrix Indicator) を基地局装置に通知する仕組みに

なっている。

[0004] 一方、上りリンク（端末装置から基地局装置への通信）では、端末装置のコストや規模が重要である。OFDMはPAPR（Peak to Average Power Ratio、ピーク対平均電力比）あるいはCM（Cubic Metric、PAPRと同様に信号波形の平均電力に対するピーク電力の標準偏差で示されるピーク電力の大きさを表す指標）が高く、線形領域の広い電力増幅器が必要となるため、消費電力が大きくなってしまい、上りリンクの伝送に向かない。そこで、LTE Rel-8の上りリンクでは、CMの低いSC-FDMA（Single Carrier Frequency Division Multiple Access）が採用されている。

[0005] 3GPPでは、LTE Rel-10以降の規格をLTE-A（LTE-Advanced）と呼び、標準化を行なっている。LTE Rel-8の上りリンクではMIMO伝送が仕様化されなかったが、Rel-10では仕様化されており、最大4アンテナポートを用いたSU-MIMO（Single User MIMO）伝送が可能である。4アンテナポートを用いる場合、各アンテナポートからそれぞれ異なるデータを送信することで、レイヤ数（ランク、ストリーム数とも呼ぶ）4の伝送を行なうことが可能である。伝送にはコードブックベースのプリコーディングを行なうことになっており、基地局装置は最良の伝送特性が得られるプリコーディング行列をコードブックの中から選択し、端末装置に通知する。ここでコードブックは、使用アンテナポート数毎に異なるコードブックが用意されており、例えばRel-10では、使用アンテナポート数が1、2、4用のコードブックがそれぞれ用意されている。

[0006] またアンテナポート数が4のLTE Rel-8の下りリンクでは、プリコーディング行列としてHouseholder（HH）行列が採用されたのに対し、Rel-10の上りリンクでは非特許文献1に記載されているように、CMP（CM Preserving）型のプリコーディング行列が採用されている。これは、HH行列を用いたプリコーディングの場合、複数の信号（レイヤ）の加算を行なった信号を、各送信アンテナポートから送信するため、CM（PAPR）が増加してしまうのに対し、CMP型の行列を用いたプリコーディ

ングの場合、各アンテナポートからは1つの信号（レイヤ）しか送信されないため、元々のCMを維持できるためである。しかしながら、CMP型のプリコーディングは、CMを維持するという制限があるため、HH行列を用いた場合ほどの伝送特性は見込めない。また3GPPにおいて、非特許文献2のように、ランク3伝送に関して、同一コードブック内にCMP型のプリコーディングと、CMを維持しないCMF（CM Friendly）型のプリコーディングを共存させるコードブックも提案されたが、採用には至らなかった。

[0007] また、LTE-10のRAN（Radio Access Network）1の仕様では、MIMO伝送に加えて、Clustered DFT-S-OFDM（Discrete Fourier Transform Spread OFDM）が採用されている。SC-FDMAがシングルキャリアスペクトルを任意の周波数に連続的に配置するのに対し、Clustered DFT-S-OFDMでは、SC-FDMAのスペクトルを2分割し、任意の周波数に不連続に割り当てることが可能である。

## 先行技術文献

## 非特許文献

[0008] 非特許文献1：3GPP TS36.211 V10.1.0

非特許文献2：R1-100655、“Uplink Rank-3 Codebook Design for LTE-Advanced”、LGE

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0009] LTE-10では、CMを増加させないことを優先し、CMP型の行列を用いたプリコーディングが採用されている。しかし、CMが重要なのはセルエッジの端末装置であり、セル中央の端末装置のようなCMが重要でない端末装置は、プリコーディング技術が本来持つ性能を十分活かしきれていない。

[0010] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、セルラシステムでプリコーディングの性能を十分に活かすことのできる新たなプリコーディ

ングを導入することにより、スループットを向上させることができる端末装置、基地局装置、プログラムおよび集積回路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

[0011] (1) 上記の目的を達成するために、本発明は、以下のような手段を講じた。すなわち、本発明の端末装置は、複数の送信アンテナを備え、送信信号に対してプリコーディングを行なう端末装置であって、前記送信アンテナの数および前記送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択するコードブック選択部と、PMI (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択するプリコーディング行列選択部と、を備えることを特徴とする。

[0012] このように、送信アンテナの数および送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択し、PMI (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択するので、PMI が同じであっても、送信アンテナの数以外の送信パラメータに応じて、異なるプリコーディングを行なうことができる。その結果、送信アンテナの数以外の送信パラメータに適したプリコーディングを行なうことができ、常に同一のプリコーディングを使用する場合と比較し、カバレージを維持しつつ、スループットを増加させることができる。また、選択された送信アンテナの数以外の送信パラメータに依存してコードブックが選択されるため、どのコードブックを選択するのかという情報を追加する必要がなくなる。このため、下りリンク制御情報量が増加することを回避することが可能となる。

[0013] (2) また、本発明の端末装置において、前記送信パラメータは、送信信号のCM (Cubic Metric) の大きさであることを特徴とする。

[0014] このように、送信パラメータは、送信信号のCM (Cubic Metric) の大き

さであるので、CMの大きさに適したプリコーディングを行なうことができる。このため、常に同一のプリコーディングを使用する場合と比較し、カバレッジを維持しつつ、スループットを増加させることができる。

[0015] (3) また、本発明の端末装置において、前記送信パラメータは、伝送方式を示す情報であることを特徴とする。

[0016] このように、送信パラメータは、伝送方式を示す情報であるので、伝送方式に適したプリコーディングを行なうことができる。このため、常に同一のプリコーディングを使用する場合と比較し、カバレッジを維持しつつ、スループットを増加させることができる。

[0017] (4) また、本発明の端末装置において、前記送信パラメータは、スペクトルの割り当てパターンを示す情報であることを特徴とする。

[0018] このように、送信パラメータは、スペクトルの割り当てパターンを示す情報であるので、CMを維持するプリコーディング行列のみから構成されるコードブックを用いる場合と比較して、カバレッジを維持しつつ、CMの劣化が重要ではない端末装置の伝送特性を改善することができる。その結果、セルスループットを増加させることができる。

[0019] (5) また、本発明の端末装置において、前記送信パラメータは、変調方式を示す情報であることを特徴とする。

[0020] このように、送信パラメータは、変調方式を示す情報であるので、例えば、セル中央の端末装置ほど高い電力で受信されるように送信電力制御 (Transmit Power Control、TPC) を行なうフラクショナルTPCにおいては、セルエッジの端末装置の信号は低い電力で受信されるため、低多値数の変調方式が伝送に用いられる。この場合、CMを維持したプリコーディングを行なうことができ、伝送特性を劣化させることがない。一方、セル中央の端末装置の信号は高い電力で受信されるため、高次の多値数の変調方式が用いられる。この場合、送信アンテナダイバーシチ利得が大きくなるプリコーディング行列を選択するため、全端末装置にCMを維持したプリコーディングを行なう場合と比較して、伝送特性を改善することができる。

[0021] (6) また、本発明の端末装置において、前記コードブック選択部は、送信信号のCM (Cubic Metric) を維持する複数のプリコーディング行列を含むコードブックまたは良好な送信アンテナ利得が得られる複数のプリコーディング行列を含むコードブックのいずれか一方を選択することを特徴とする。

[0022] このように、送信信号のCM (Cubic Metric) を維持する複数のプリコーディング行列を含むコードブックまたは良好な送信アンテナ利得が得られる複数のプリコーディング行列を含むコードブックのいずれか一方を選択するので、PMIが同じであっても、送信アンテナの数以外の送信パラメータに応じて、異なるプリコーディングを行なうことができる。その結果、送信アンテナの数以外の送信パラメータに適したプリコーディングを行なうことができ、常に同一のプリコーディングを使用する場合と比較し、カバレージを維持しつつ、スループットを増加させることができる。また、選択された送信アンテナの数以外の送信パラメータに依存してコードブックが選択されるため、どのコードブックを選択するのかという情報を追加する必要がなくなる。このため、下りリンク制御情報量が増加することを回避することが可能となる。

[0023] (7) また、本発明の基地局装置は、プリコーディングを行なった信号を複数の送信アンテナを用いて送信する端末装置と無線通信を行なう基地局装置であって、前記端末装置の送信アンテナの数および前記送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択するコードブック選択部と、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択し、前記選択したプリコーディング行列を示すインデックスを選択するインデックス選択部と、を備え、前記選択したインデックスを示す情報を、前記端末装置に送信することを特徴とする。

[0024] このように、送信アンテナの数および送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックか

らいずれか一つのコードブックを選択し、PMI (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択するので、PMI が同じであっても、送信アンテナの数以外の送信パラメータに応じて、異なるプリコーディングを行なうことができる。その結果、送信アンテナの数以外の送信パラメータに適したプリコーディングを行なうことができ、常に同一のプリコーディングを使用する場合と比較し、カバレッジを維持しつつ、スループットを増加させることができる。また、選択された送信アンテナの数以外の送信パラメータに依存してコードブックが選択されるため、どのコードブックを選択するのかという情報を追加する必要がなくなる。このため、下りリンク制御情報量が増加することを回避することが可能となる。

[0025] (8) また、本発明のプログラムは、複数の送信アンテナを備え、送信信号に対してプリコーディングを行なう端末装置を制御するプログラムであって、前記送信アンテナの数および前記送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択する処理と、PMI (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択する処理と、を含む一連の処理を、コンピュータに実行させることを特徴とする。

[0026] このように、送信アンテナの数および送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択し、PMI (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択するので、PMI が同じであっても、送信アンテナの数以外の送信パラメータに応じて、異なるプリコーディングを行なうことができる。その結果、送信アンテナの数以外の送信パラメータに適したプリコーディングを行なうことができ、常に同一のプリコーディングを使用する場合と比較し、カバレッジを維持しつつ、スループットを増加させることができる。

。また、選択された送信アンテナの数以外の送信パラメータに依存してコードブックが選択されるため、どのコードブックを選択するのかという情報を追加する必要がなくなる。このため、下りリンク制御情報量が増加することを回避することが可能となる。

[0027] (9) また、本発明の集積回路は、複数の送信アンテナを備えた端末装置に実装されることにより、前記端末装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、前記送信アンテナの数および前記送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択する機能と、PMI (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択する機能と、前記選択したプリコーディング行列を用いて、送信信号に対してプリコーディングを行なう機能と、の一連の機能を、前記端末装置に発揮させることを特徴とする。

[0028] このように、送信アンテナの数および送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択し、PMI (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択するので、PMI が同じであっても、送信アンテナの数以外の送信パラメータに応じて、異なるプリコーディングを行なうことができる。その結果、送信アンテナの数以外の送信パラメータに適したプリコーディングを行なうことができ、常に同一のプリコーディングを使用する場合と比較し、カバレッジを維持しつつ、スループットを増加させることができる。また、選択された送信アンテナの数以外の送信パラメータに依存してコードブックが選択されるため、どのコードブックを選択するのかという情報を追加する必要がなくなる。このため、下りリンク制御情報量が増加することを回避することが可能となる。

## 発明の効果

[0029] この発明によれば、端末装置は、カバレッジを維持しつつ、スループット

を向上させることができる。

## 図面の簡単な説明

[0030] [図1]本発明の第1の実施形態における無線通信システムの構成を示す概略ブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る端末装置1-2の構成を示す概略ブロック図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る各OFDM信号生成部119-1~119-Ntの構成を示すブロック図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係るプリコーディング行列決定部133の構成を示す概略ブロック図である。

[図5]本発明のコードブックの一例を示す図である。

[図6]本発明のコードブックの一例を示す図である。

[図7]本発明の第1の実施形態に係る、図4のプリコーディング行列決定部133内の処理を説明するフローチャートである。

[図8]本発明の第1の実施形態に係る基地局装置3の構成を示す概略ブロック図である。

[図9]本発明の第1の実施形態に係るOFDM信号受信部305の構成を示す概略ブロック図である。

[図10]本発明の第1の実施形態に係るPMI決定部329の構成を示す概略ブロック図である。

[図11]本発明の第1の実施形態に係る、図10のPMI決定部329内の処理を説明するフローチャートである。

[図12]本発明の第1の実施形態に係る端末装置1-2と基地局装置3の処理について説明するシーケンスチャートである。

[図13]本発明の第2の実施形態に係る端末装置1の通信機構成を示す概略ブロック図である。

[図14]本発明の第2の実施形態に係るプリコーディング行列決定部601の構成を示す概略ブロック図である。

[図15]本発明の第2の実施形態に係る、図14のプリコーディング行列決定部601内の処理を説明するフローチャートである。

[図16]本発明の第2の実施形態に係る基地局装置3の受信機構成を示す概略ブロック図である。

[図17]本発明の第2の実施形態に係るPMI決定部701の構成を示す概略ブロック図である。

[図18]本発明の第2の実施形態に係る、図17のPMI決定部701内の処理を説明するフローチャートである。

[図19]本発明の第2の実施形態に係る端末装置1と基地局装置3の処理について説明するシーケンスチャートである。

[図20A]クラスタが配置されたシステム帯域の模式図である。

[図20B]クラスタが配置されたシステム帯域の模式図である。

[図21A]クラスタが配置されたシステム帯域の模式図である。

[図21B]クラスタが配置されたシステム帯域の模式図である。

[図22]本発明の第3の実施形態に係る端末装置1の送信機構成を示す概略ブロック図である。

[図23]本発明の第3の実施形態に係るプリコーディング行列決定部901の構成を示す概略ブロック図である。

[図24]本発明の第3の実施形態に係る、図23のプリコーディング行列決定部901内の処理を説明するフローチャートである。

[図25]本発明の第3の実施形態に係る基地局装置3の受信機構成を示す概略ブロック図である。

[図26]本発明の第3の実施形態に係るPMI決定部1101の構成を示す概略ブロック図である。

[図27]本発明の第3の実施形態に係る、図26のPMI決定部1101内の処理を説明するフローチャートである。

[図28]本発明の第3の実施形態に係る端末装置1と基地局装置3の処理について説明するシーケンスチャートである。

## 発明を実施するための形態

[0031] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0032] [第1の実施形態]

本発明の第1の実施形態では、伝送方式がOFDMであるか否かに応じてコードブックを変更する。以下、本発明の第1の実施形態について説明する。本実施形態では、LTE Rel-10の上りリンクで採用されているSC-FDMA、およびClustered DFT-S-OFDMに加え、OFDMが新たに採用された場合において、Rel-10とは異なるプリコーディング技術をOFDMにのみ適用する。

[0033] 図1は、本発明の第1の実施形態における無線通信システムの構成を示す概略ブロック図である。無線通信システムは、端末装置1-1、1-2、基地局装置3を含んで構成される。端末装置1-1は、基地局装置3と無線通信するRel-10の端末装置であり、送信する際の伝送方式はSC-FDMA、あるいはClustered DFT-S-OFDMである。この時、端末装置1-1はCMを増加させないCMP型のプリコーディングを行なう。一方、端末装置1-2は、端末装置1-1と同様、基地局装置3と無線通信するRel-10以降の端末装置であり、送信する際の伝送方式として、SC-FDMA、Clustered DFT-S-OFDMに加えてOFDMを用いることができる。なお、図1には、端末装置1-1、1-2を、各々一つずつ示したが、複数であってもよい。また、端末装置1-1、1-2を合わせて、端末装置1とも表す。以下、端末装置1-2の送信処理について図面を用いて説明を行なう。

[0034] 図2は、本発明の第1の実施形態に係る端末装置1-2の構成を示す概略ブロック図である。端末装置1-2は、S/P (Serial/Parallel) 変換部101、符号化部103-1~103-L (以下、符号化部103-1~103-Lを合わせて、符号化部103とも表す)、変調部105-1~105-L (以下、変調部105-1~105-Lを合わせて、変調部105とも表す)、切替部107-1~107-L (以下、切替部107-1~107-Lを合わせて、切替部107とも表す)、D

F T (Discrete Fourier Transform) 部 1 0 9 - 1 ~ 1 0 9 - L (以下、DFT 部 109-1~109-L を合わせて、DFT 部 109 と表す)、参照信号多重部 1 1 1 - 1 ~ 1 1 1 - L (以下、参照信号多重部 111-1~111-L を合わせて、参照信号多重部 111 と表す)、参照信号生成部 1 1 3、プリコーディング部 1 1 5、スペクトルマッピング部 1 1 7 - 1 ~ 1 1 7 - N<sub>t</sub>、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 信号生成部 1 1 9 - 1 ~ 1 1 9 - N<sub>t</sub> (以下、OFDM 信号生成部 119-1~119-N<sub>t</sub> を合わせて、OFDM 信号生成部 119 と表す)、送信アンテナ 1 2 1 - 1 ~ 1 2 1 - N<sub>t</sub> (以下、送信アンテナ 121-1~121-N<sub>t</sub> を合わせて、送信アンテナ 121 と表す)、受信アンテナ 1 2 3、制御信号受信部 1 2 5、変調方式取得部 1 2 7、伝送方式識別部 1 2 9、割当情報取得部 1 3 1、プリコーディング行列決定部 1 3 3 を含んで構成される。

[0035] 基地局装置 3 に送信されるデータビット系列は、S/P 変換部 1 0 1 に入力され、レイヤ数 (ランク数、ストリーム数) のパラレル出力となるようにシリアルーパラレル変換が施され、それぞれ符号化部 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - L に入力される。ここで、L をレイヤ数とする。各符号化部 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - L では、誤り訂正符号化が適用される。なお、図 2 において符号化部 1 0 3 は L 個存在するが、ビット系列を符号化部 1 0 3 に入力し、S/P 変換によって各レイヤの変調部 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - L に入力する構成としてもよい。各符号化部 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - L の出力は、変調部 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - L へ入力される。変調部 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - L の各々は、符号化部 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - L から入力されたビット系列を、変調方式取得部 1 2 7 から入力される変調方式を示す情報によって、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) や 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation)、64QAM、256QAM 等の変調シンボルへ変換する。ここで、各変調部 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - L で適用される変調は同一であってもよいし、各レイヤの受信品質等を考慮し、異なる変調が施されてもよい。また図 2 では符号化部 1 0 3 の数と変調部 1 0 5 の数が一致しているが、LTE-A のように 2 つの符号化部 1 0 3 が出力する符号化ビットがレイヤーマッピング部に入力

され、2～4個の変調部105に割り振られてもよい。

[0036] 変調部105-1～105-Lは、 $N_{\text{DFT}}$ シンボル毎に変調シンボルを切替部107に入力する。切替部107は、伝送方式識別部129から入力される情報によって、DFT部109あるいは参照信号多重部111に変調シンボルを入力する。ただし、伝送方式識別部129から入力される情報がSC-FDMAあるいはClustered DFT-S-OFDMである場合はDFT部109に入力し、OFDMである場合には参照信号多重部111に入力するものとする。DFT部109に入力された場合、入力された変調シンボルは $N_{\text{DFT}}$ 個毎に離散フーリエ変換 (Discrete Fourier Transform、DFT)され、 $N_{\text{DFT}}$ 個の時間領域信号から $N_{\text{DFT}}$ 個の周波数領域信号に変換される。DFT部109-1～109-Lの各々は、 $N_{\text{DFT}}$ 個の周波数領域信号を参照信号多重部111-1～111-Lに入力する。参照信号多重部111-1～111-Lの各々は、DFT部109あるいは切替部107から入力される $N_{\text{DFT}}$ 個毎の信号と参照信号生成部113から入力される復調用の参照信号 (DMRS、De-Modulation Reference Signal) を用いて、送信フレームを構成する。

[0037] 参照信号多重部111-1～111-Lの出力は、プリコーディング部115に入力される。プリコーディング部115は、プリコーディング行列決定部133から通知される情報にしたがって、 $N_t$ 行L列のプリコーディング行列を、参照信号多重部111から入力される信号に乗算する。ここで、 $N_t$ は送信アンテナ数とする。プリコーディング行列決定部133については後述する。プリコーディング部115の出力は、スペクトルマッピング部117-1～117- $N_t$ に入力される。スペクトルマッピング部117-1～117- $N_t$ は、割当情報取得部131から入力される割当情報 (スケジューリング情報) に従って、プリコーディング部115の出力をシステム帯域内に配置する。ここで、各送信アンテナ121で適用されるスペクトルマッピングは、図2が示すように同じ割り当てであってもよいし、アンテナ毎に独立に行なわれてもよい。スペクトルマッピング部117-1～117

−N t の出力は、対応するOFDM信号生成部119-1〜119-N t に入力される。

[0038] 図3は、本発明の第1の実施形態に係る各OFDM信号生成部119-1〜119-N t の構成を示すブロック図である。スペクトルマッピング部117-1〜117-N t の各出力は、IFFT部201によって、逆高速フーリエ変換（Inverse Fast Fourier Transform、IFFT）が適用され、周波数領域信号から時間領域信号への変換が行なわれる。各IFFT部201の出力は、CP挿入部203に入力され、SC-FDMAシンボル毎にCP（Cyclic Prefix）が挿入される。さらに、CP挿入後のSC-FDMAシンボルはD/A変換部205にてD/A（ディジタルーアナログ）変換が適用された後、アナログ処理部207に入力される。アナログ処理部207では、アナログフィルタリング、搬送波周波数へのアップコンバージョン等を行なう。アナログ処理部207の出力は各送信アンテナ121-1〜121-N t から送信される。

[0039] また、制御信号受信部125は、図1の基地局装置3が送信した制御情報信号を、受信アンテナ123を介して受信し、得られた制御情報を変調方式取得部127、伝送方式識別部129、割当情報取得部131およびプリコーディング行列決定部133に入力する。

[0040] 割当情報取得部131は、制御信号受信部125から入力される制御情報の中からスペクトルの割当情報を抽出し、各スペクトルマッピング部117-1〜117-N t に入力する。変調方式取得部127は、制御情報の中から変調方式に関する情報を抽出し、各変調部105-1〜105-Lに入力する。また伝送方式識別部129は、入力された制御情報を用いて、上りリンクで用いる伝送方式を識別する。識別方法としては、基地局装置3が伝送方式を示す情報を直接通知してもよいし、あるいは、変調方式が64QAMの場合は、伝送方式としてOFDMを用いる等、直接伝送方式を示す情報を通知せずに基地局装置3と端末装置1-2で伝送方式を把握してもよい。また変調方式の他にも、ランク数やキャリアアグリゲーション等の情報によっ

て、端末装置 1 - 2 が伝送方式を識別してもよい。伝送方式識別部 1 2 9 が出力する伝送方式に関する情報は、切替部 1 0 7 およびプリコーディング行列決定部 1 3 3 に入力される。

[0041] 図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係るプリコーディング行列決定部 1 3 3 の構成を示す概略ブロック図である。コードブック選択部 2 5 1 では、複数のコードブックの中から、送信アンテナ数通知部 2 5 3 から通知される送信アンテナ数（アンテナポート数）によって複数のコードブックが選択され、さらに伝送方式識別部 1 2 9 から入力される伝送方式によって所定のコードブックが選択される。つまり、送信アンテナ数と伝送方式に応じて、コードブックが選択されることになる。

[0042] 図 5、図 6 は、本発明のコードブックの一例を示す図である。例えば端末装置 1 の送信アンテナ数が 4 であり、伝送方式が S C - F D M A（あるいは C l u s t e r e d D F T - S - O F D M）の場合には、図 5 に記載のコードブックを用いる。一方、送信アンテナ数が 4 であり、伝送方式が O F D M の場合には、図 6 に記載のコードブックを用いる。ここで各プリコーディング行列の各行は送信アンテナ 1 2 1 のインデックス（つまり 4 送信アンテナ）であり、各列はランク（同時に送信する異なる送信信号のストリーム数）を表わしている。例えば図 5 の場合、インデックス 0 ~ 2 3 まではランク 1 用のプリコーディング行列であり、インデックス 2 4 ~ 3 5 まではランク 2 用、インデックス 3 6 ~ 5 1 まではランク 3 用、インデックス 5 2 がランク 4 用のプリコーディング行列となっている。

[0043] ここで、図 5 のコードブックに記載されているプリコーディング行列はすべて、各行においてゼロ以外の値は 1 つ（あるいは 0 個）となっている。したがって、各送信アンテナでは、ひとつの信号（レイヤ）が送信される（あるいは何も送信されない）ことを示している。つまり、各送信アンテナで信号同士の加算が行なわれないため、送信信号の C M（PAPR）は保たれることになる。また、1 列にゼロ以外の値が複数ある行列は、ある信号（レイヤ）が複数のアンテナから送信されることになるため、受信機で送信アンテナダイ

バーシチ利得を得ることができる。ただし、1つのレイヤが最大で2つのアンテナからしか送信されないため、送信アンテナダイバーシチ利得は限定的なものとなる。

[0044] 一方、図6のコードブックは図5のコードブックと異なり、各行においてゼロが存在しない。したがって、各アンテナでは、送信する複数のレイヤを加算して送信することを示している。この結果、送信信号のCM (PAPR) は増加してしまう。しかしながら、各列にもゼロが存在しないため、各レイヤがすべてのアンテナから送信されることになる。この結果、受信機では良好な送信アンテナダイバーシチ利得を得ることができる。

[0045] コードブック選択部251は選択したコードブックをプリコーディング行列選択部255に入力する。また制御信号受信部125から入力される制御情報はPMI取得部257に入力され、PMIのみが抽出される。抽出されたPMIはプリコーディング行列選択部255に入力される。

[0046] プリコーディング行列選択部255では、コードブック選択部251から入力されるコードブックと、PMI取得部257から入力されるインデックスを用いてプリコーディング行列を選択する。例えばコードブック選択部251から図5のコードブックが入力され、PMI取得部257からインデックスとして37が入力された場合、プリコーディング行列選択部255では

[数1]

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

・・・(1)

を選択し、プリコーディング行列決定部 133 の出力として、プリコーディング部 115 に入力する。

[0047] 図 7 は、本発明の第 1 の実施形態に係る、図 4 のプリコーディング行列決定部 133 内の処理を説明するフローチャートである。初めに端末装置 1-2 は、端末装置 1-2 自身が持つ送信アンテナ数を把握する（ステップ S1）。次に端末装置 1-2 は、送信アンテナ数に応じて、使用するコードブックを限定する（ステップ S3）。この段階でコードブックは、OFDM 用と DFT-S-OFDM 用の 2 つに絞られる。次に、端末装置 1-2 は、基地局装置 3 から通知される次回の伝送で用いる伝送方式が OFDM であるかどうかを判断する（ステップ S5）。伝送方式が OFDM である場合（ステップ S5：YES）、端末装置 1-2 は、OFDM 用のコードブックを選択する（ステップ S7）。伝送方式が OFDM でない場合（ステップ S5：NO）、端末装置 1-2 は、DFT-S-OFDM 用のコードブックを選択する（ステップ S9）。最後に、端末装置 1-2 は、選択したコードブックと、基地局装置 3 から通知される PMI によって、次回の伝送に用いるプリコーディング行列を決定し（ステップ S11）、決定したプリコーディング行列によって次回の伝送を行なう。

[0048] 図 8 は、本発明の第 1 の実施形態に係る基地局装置 3 の構成を示す概略ブロック図である。基地局装置 3 は、受信アンテナ 301-1～301-Nr（以下、受信アンテナ 301-1～301-Nr を合わせて、受信アンテナ 301 と表す）、参照信号分離部 303-1～303-Nr（以下、参照信号分離部 303-1～303-Nr を合わせて、参照信号分離部 303 と表す）、OFDM 信号受信部 305-1～305-Nr（以下、OFDM 信号受信部 305-1～305-Nr を合わせて、OFDM 信号受信部 305 と表す）、スペクトルデマッピング部 307-1～307-Nr、MIMO 分離部 309、切替部 311-1～311-L（以下、切替部 311-1～311-L を合わせて、切替部 311 と表す）、IDFT 部 313-1～313-L（以下、IDFT 部 313-1～313-L を合わせて、IDFT 部 313 と表す）、復調部 315-1～315-L（以下、復調部 315-1～315-L を合わせて

、復調部315とも表す）、復号部317-1～317-L、P/S変換部319、チャネル推定部321、変調方式決定部323、割当情報決定部325、伝送方式決定部327、PMI決定部329、制御情報送信部331を含んで構成される。

[0049] 端末装置1-1、1-2から送信された信号は、無線チャネル（伝搬路）を経由し、図8の基地局装置3の受信アンテナ301-1～301-N<sub>r</sub>で受信される。受信アンテナ301-1～301-N<sub>r</sub>で受信された信号は、各々の受信アンテナに接続された参照信号分離部303に入力される。参照信号分離部303では受信された信号を、データ信号と参照信号に分離し、データ信号はOFDM信号受信部305に入力し、参照信号はチャネル推定部321に入力する。チャネル推定部321では、入力された受信参照信号を用いて送信アンテナ121と受信アンテナ301の間のチャネルを推定する。得られたチャネル推定値は、MIMO分離部309、割当情報決定部325、PMI決定部329および変調方式決定部323に入力される。

[0050] 変調方式決定部323では、入力されたチャネル推定値によって、次の伝送に用いる変調方式を決定し、決定した変調方式を制御情報送信部331に入力する。また決定した変調方式は変調方式決定部323内に保存しておき、端末が送信した信号を復調するため、復調部315-1～315-Lに入力する。また割当情報決定部325では、入力されたチャネル推定値によって、次の伝送にどの端末装置1-2が、どの周波数を用いるかという情報（割当情報）を決定し、PMI決定部329および制御情報送信部331に入力する。また決定した割当情報は、割当情報決定部325内に保存しておき、端末が送信した信号をスペクトルデマッピングするため、スペクトルデマッピング部307-1～307-N<sub>r</sub>に入力する。

[0051] 一方、受信データ信号は、参照信号分離部303からOFDM信号受信部305-1～305-N<sub>r</sub>にそれぞれ入力される。図9は本発明の第1の実施形態に係るOFDM信号受信部305の構成を示す概略ブロック図である。OFDM信号受信部305-1～305-N<sub>r</sub>の各々は、入力された信号

をアナログ処理部401に入力し、搬送波周波数からベースバンドへのダウンコンバージョン、アナログフィルタリング等を行なう。アナログ処理部401の出力は、A/D変換部403に入力され、A/D（アナログ→デジタル）変換が行なわれる。その後、CP除去部405にて端末装置1-1、1-2により付加されたCPの除去が行なわれ、さらにFFT部407にて高速フーリエ変換（Fast Fourier Transform、FFT）が行なわれ、該変換により生成された周波数領域信号は、各々に接続された図8のスペクトルデマッピング部307-1～307-N<sub>r</sub>に出力される。

[0052] スペクトルデマッピング部307-1～307-N<sub>r</sub>は、割当情報決定部325から入力される割当情報に基づいて、通信に用いられた周波数帯域の周波数領域信号を抽出する。各スペクトルデマッピング部307-1～307-N<sub>r</sub>が抽出した周波数領域信号は、MIMO分離部309に入力される。

[0053] MIMO分離部309は、スペクトルデマッピング部307-1～307-N<sub>r</sub>からの入力と、チャネル推定部321からの入力を用いて空間的に多重されている信号を、L個のレイヤに分離する。分離方法は、空間フィルタリング（ZF（Zero Forcing）、MMSE（Minimum Mean Square Error）等）、SIC（Successive Interference Cancellation）、V-BLAST（Vertical Bell Laboratories layered Space Time）、MLD（Maximum Likelihood Detection）等どのような方法であってもよい。

[0054] 分離された各レイヤの周波数領域信号は、切替部311-1～311-Lに入力される。各々の切替部311-1～311-Lは、伝送方式決定部327から入力される伝送方式に関する情報によって出力先を変更する。具体的には、伝送方式決定部327から切替部311に入力される情報がSC-FDMA（あるいはClustered DFT-S-OFDM）である場合、切替部311は入力された値をIDFT部313に入力する。一方、伝送方式決定部327から切替部311に入力される情報がOFDMである場合、切替部311は入力された値を復調部315に入力する。

[0055] IDFT部313-1~313-Lの各々は、入力された周波数領域信号に対して、逆離散フーリエ変換を施し、時間領域信号に変換する。得られた時間領域信号を、復調部315-1~315-Lに入力する。復調部315では、IDFT部313あるいは切替部311から入力された受信シンボルをビット列に変換する。復調部315の出力は復号部317に入力され、誤り訂正復号が適用される。その後、P/S変換部319は、復号部317-1~317-Lの出力に対して、パラレル-シリアル変換を行ない、送信データビット系列を得る。

[0056] また図8の伝送方式決定部327では、端末の許容最大送信電力や、増幅器に対する電力余力（Power Headroom、PH）等を考慮して、上りリンクで端末装置1-2がSC-FDMA（あるいはClustered DFT-S-OFDM）を使用するか、OFDMを使用するかを決定し、PMI決定部329および制御情報送信部331に入力する。また、以前の上りリンクの伝送に用いた伝送方式も記憶しておき、受信処理に用いるため、切替部311に入力する。

[0057] 図10は、本発明の第1の実施形態に係るPMI決定部329の構成を示す概略ブロック図である。PMI決定部329の処理について図10を用いて説明を行なう。伝送方式決定部327からの入力にはコードブック選択部501が入力される。コードブック選択部501では、伝送方式決定部327からの入力、および送信アンテナ数通知部503が通知する端末装置1-2の送信アンテナ数に応じて、コードブックを選択する。例えば、端末装置1-2の送信アンテナ数が4であり、伝送方式がSC-FDMA（あるいはClustered DFT-S-OFDM）の場合には、送信信号のCMを増加させないコードブックである図5に記載のコードブックを用いる。

[0058] 一方、端末装置1-2の送信アンテナ数が4であり、伝送方式がOFDMの場合には、送信信号のCMが十分高く、どのようなプリコーディングを行なってもCMは変化しない。そこでOFDMの場合には、図6に記載のコードブックを用いる。このようにコードブック選択部501では、伝送方式がCMの低いSC-FDMA（Clustered DFT-S-OFDM）である場合には、CM

維持を前提としたコードブックを選択し、伝送方式がCMの高いOFDMである場合には、CM維持を前提とせず、良好な送信アンテナ利得を得ることができるコードブックを選択する。

[0059] コードブック選択部501が選択したコードブックはインデックス選択部505に入力される。インデックス選択部505には、割当情報決定部325から割当情報と、チャネル推定部321からチャネル推定値も入力されており、使用するチャネルに応じてコードブックの中から最適なPMIが選択される。たとえばコードブック選択部501から図5のコードブックが入力された場合には、チャネル推定値や送信すべきデータ量等を考慮し、いずれかのプリコーディング行列が選択され、そのインデックスが決定される。

[0060] ただし、図5のコードブックの場合、ランク4のプリコーディング行列は、コードブックインデックス=52のひとつしか定義されていない。これは図5がCMを維持することを優先させたコードブックであるためである。一方、図6のコードブックの場合、ランク4のプリコーディング行列として複数のパターンが定義されている。図6のコードブックは、CMを考慮しない結果、より柔軟なプリコーディングを行なうことができ、より大きな送信アンテナダイバーシチ利得を得ることができる。

[0061] インデックス選択部505の出力はPMI決定部329の出力として、図8の制御情報送信部331に入力される。制御情報送信部331では、PMI決定部329から入力されるPMI、伝送方式決定部327から入力される伝送方式に関する情報、変調方式決定部323から入力される変調方式に関する情報、割当情報決定部325から入力されるスペクトル割当に関する情報（割当情報）、さらに図示しない他の制御情報（送信電力制御に関する情報や参照信号の生成に関する情報等）も含めて端末装置1-2に送信する。

[0062] 図11は、本発明の第1の実施形態に係る、図10のPMI決定部329内の処理を説明するフローチャートである。初めに基地局装置3は、対象とする端末装置1-2が持つ送信アンテナ数を把握する（ステップT1）。送

信アンテナ数は通信を行なう前に端末装置 1-2 から予め通知されているものとする。次に基地局装置 3 は、送信アンテナ数に応じて、使用するコードブックを限定する（ステップ T 3）。この段階でコードブックは、OFDM 用と DFT-S-OFDM 用の 2 つに絞られる。次に、基地局装置 3 は、次の伝送で端末装置 1-2 が用いる伝送方式を、OFDM とするか、DFT-S-OFDM とするかを判断する（ステップ T 5）。伝送方式が OFDM である場合（ステップ T 5 : YES）、基地局装置 3 は、OFDM 用のコードブックを選択する（ステップ T 7）。伝送方式が OFDM でない場合（ステップ T 5 : NO）、基地局装置 3 は、DFT-S-OFDM 用のコードブックを選択する（ステップ T 9）。最後に、基地局装置 3 は、チャンネル推定値と、割当情報と、選択されたコードブックを用いて、次の伝送に用いるプリコーディング行列を決定し（ステップ T 11）、そのプリコーディング行列のインデックスを PMI とする。

[0063] 図 12 は、本発明の第 1 の実施形態に係る端末装置 1-2 と基地局装置 3 の処理について説明するシーケンスチャートである。初めに端末装置 1-2 が、参照信号および制御情報を基地局装置 3 に送信することで（ステップ U 1）、基地局装置 3 は次のアップリンクの伝送に用いる伝送方式を決定し（ステップ U 3）、図 10 の PMI 決定部 329 によって PMI を決定する（ステップ U 5）。決定された次のアップリンクの伝送に用いる伝送方式情報および PMI は、基地局装置 3 から端末装置 1-2 に通知される（ステップ U 7）。端末装置 1-2 は、伝送方式情報から次のアップリンクの伝送に用いる伝送方式を認識し（ステップ U 9）、図 4 のプリコーディング行列決定部 133 によって、コードブックの選択（ステップ U 11）、プリコーディング行列の決定を行なう（ステップ U 13）。端末装置 1-2 は、決定したプリコーディング行列をデータに乗算し、データ伝送を行なう（ステップ U 15）。

[0064] このように本実施形態では、送信アンテナ数（アンテナポート数）だけではなく、伝送方式によって、使用するコードブックが選択される。よって、

複数の伝送方式が定義された通信システムにおいて、同じPMIが通知されたとしても、使用する伝送方式によって異なるプリコーディングを行なうことができる。この結果、各伝送方式に適したプリコーディングを行なうことができるため、同一のプリコーディングを使用する場合と比較し、カバレージを維持しつつ、スループットを増加させることができる。また、選択された伝送方式に依存してコードブックが選択されるため、どのコードブックを選択するのかという情報を追加する必要がない。この結果、下りリンク制御情報量を増加させることもない。

[0065]     [第2の実施形態]

第2の実施形態では、SC-FDMAであるか、またはClusteredであるかに応じて、コードブックを変更する。第1の実施形態では、CMが低い伝送方式はSC-FDMAおよびClustered DFT-S-OFDMであり、CMが高い伝送方式はOFDMであるとして説明を行なった。しかし、Clustered DFT-S-OFDMはSC-FDMAと比較してCMが高くなる伝送方式であるため、Clustered DFT-S-OFDMをCMの高い伝送方式とし、SC-FDMAとClustered DFT-S-OFDMで異なるコードブックを用いることも可能である。第2の実施形態では、SC-FDMAをCMが低い伝送方式とし、Clustered DFT-S-OFDMをCMが高い伝送方式として扱った場合について説明を行なう。

[0066]     図13は、本発明の第2の実施形態に係る端末装置1の通信機構成を示す概略ブロック図である。第1の実施形態で示した図2の送信機構成とほぼ同じ構成であるため、異なるブロックのみ説明を行なう。まず切替部107-1～107-Lが存在しない。これはSC-FDMA、Clustered DFT-S-OFDM共に、DFT部109によるDFT処理を必要とするためである。なお、SC-FDMAおよびClustered DFT-S-OFDMに加えて、OFDMも伝送方式として存在する場合には、第1の実施形態と同様、切替部107が存在することになる。DFT部109以

降は第1の実施形態と同様の処理によってアンテナ部から送信される。

[0067] 一方、制御信号受信部125が受信した制御情報は、割当情報取得部131とプリコーディング行列決定部601、変調方式取得部127に入力される。割当情報取得部131は、入力された制御情報の中から割当情報（スケジューリング情報）を抽出し、スペクトルマッピング部117-1～117-Ntおよびプリコーディング行列決定部601に入力する。スペクトルマッピング部117-1～117-Ntは、入力された割当情報に基づいて、プリコーディング部115から入力されたスペクトルをシステム帯域内の周波数に配置する。

[0068] 次にプリコーディング行列決定部601の処理について説明を行なう。図14は、本発明の第2の実施形態に係るプリコーディング行列決定部601の構成を示す概略ブロック図である。割当情報取得部131からの入力はコードブック選択部651に入力される。コードブック選択部651では、送信アンテナ数通知部253から通知される端末装置1の送信アンテナ数（アンテナポート数）によって複数のコードブックが選択され、さらに割当情報取得部131からの入力される割当情報によって、所定のコードブックが選択される。

[0069] 例えば、割当情報取得部131から入力される割当情報が連続配置、つまり伝送方式がSC-FDMAである場合には、図5のようなCMの維持を優先したコードブックが選択され、割当情報取得部131から入力される割当情報が非連続配置、つまり伝送方式がClustered DFT-S-OFDMである場合には、図6のような良好な送信アンテナ利得を得ることができるコードブックが選択される。選択されたコードブックはプリコーディング行列選択部255に入力される。

[0070] なお、Clustered DFT-S-OFDMでは、クラスタ数が多くなるにつれてCMが高くなるという特徴がある。そこで、Clustered DFT-S-OFDMのクラスタ数に応じてコードブックを用意することが考えられる。つまり、伝送方式がSC-FDMA、あるいはクラスタ

数が2のClustered DFT-S-OFDMである場合は、CMが増加しないコードブックを用い、クラスタ数が3つ以上である場合には、送信アンテナダイバーシチ利得が高いコードブックを変更することも本発明に含まれる。また上記では用意するコードブックは2つとして説明を行なったが、Clustered DFT-S-OFDMのクラスタ数に応じて3つ以上のコードブックがシステムに用意されていてもよい。

[0071] またPMI取得部257では、制御信号受信部125から入力される制御情報の中からPMIを抽出し、プリコーディング行列選択部255に入力する。プリコーディング行列選択部255では、コードブック選択部651から入力されたコードブック中の、PMIに対応するプリコーディング行列を選択し、プリコーディング行列決定部601の出力として、プリコーディング部115に入力する。

[0072] 図15は、本発明の第2の実施形態に係る、図14のプリコーディング行列決定部601内の処理を説明するフローチャートである。なお、図7と同じ処理については同じ番号を付した。初めに端末装置1は、端末装置1自身を持つ送信アンテナ数を把握する（ステップS1）。次に端末装置1は、送信アンテナ数に応じて、使用するコードブックを限定する（ステップS103）。次に、端末装置1は、周波数配置が連続配置かどうかを判断する（ステップS105）。周波数配置が連続配置である場合（ステップS105：YES）、端末装置1は、SC-FDMA用のコードブックを選択する（ステップS107）。周波数配置が連続配置でない場合（ステップS105：N0）、端末装置1は、Clustered DFT-S-OFDM用のコードブックを選択する（ステップS109）。最後に、端末装置1は、選択したコードブックと、基地局装置3から通知されるPMIによって、次回の伝送に用いるプリコーディング行列を決定し（ステップS11）、決定したプリコーディング行列によって次回の伝送を行なう。

[0073] 図16は、本発明の第2の実施形態に係る基地局装置3の受信機構成を示す概略ブロック図である。第1の実施形態で示した図8の構成とほぼ同じ構

成であるため、異なるブロックについてのみ説明を行なう。OFDMが伝送方式として存在しないため、端末構成と同様、切替部311-1~311-Lが存在せず、MIMO分離部309の出力は、IDFT部313-1~313-Lに入力される。

[0074] また、PMI決定部701の構成が第1の実施形態とは異なるため図17を用いて説明を行なう。図17は、本発明の第2の実施形態に係るPMI決定部701の構成を示す概略ブロック図である。割当情報決定部325から入力される割当情報は、コードブック選択部801およびインデックス選択部505に入力される。コードブック選択部801では、複数のコードブックの中から、送信アンテナ数通知部503から通知される端末装置1の送信アンテナ数（アンテナポート数）によって複数のコードブックが選択され、さらに割当情報決定部325から入力される割当情報によって、所定のコードブックが選択される。

[0075] 例えば、割当情報が連続配置（つまり伝送方式がSC-FDMA）であれば、図5のようなCM維持を優先したプリコーディング行列から構成されるコードブックを選択し、割当情報が非連続配置（つまり伝送方式がClustered DFT-S-OFDM）であれば、図6のような送信アンテナダイバーシチ利得を優先したプリコーディング行列から構成されるコードブックを選択する。選択されたコードブックは、インデックス選択部505に入力される。インデックス選択部505は、チャネル推定部321から入力されるチャネル推定値と、コードブック選択部801から入力されるコードブック、および割当情報決定部325から入力される割当情報を用い、コードブックの中のどのプリコーディング行列を上りリンクの伝送に用いるかを決定し、そのインデックスを制御情報送信部331に入力する。

[0076] 図18は、本発明の第2の実施形態に係る、図17のPMI決定部701内の処理を説明するフローチャートである。なお、図11と同じ処理については同じ番号を付した。初めに基地局装置3は、対象とする端末装置1が持つ送信アンテナ数を把握する（ステップT1）。送信アンテナ数は通信を行

なう前に端末装置 1 から予め通知されているものとする。次に基地局装置 3 は、送信アンテナ数に応じて、使用するコードブックを限定する（ステップ T 1 0 3）。次に、基地局装置 3 は、周波数配置が連続配置かどうかを判断する（ステップ T 1 0 5）。周波数配置が連続配置である場合（ステップ T 1 0 5 : YES）、基地局装置 3 は、SC-FDMA用のコードブックを選択する（ステップ T 1 0 7）。周波数配置が連続配置でない場合（ステップ T 1 0 5 : NO）、基地局装置 3 は、Clustered DFT-S-OFDM用のコードブックを選択する（ステップ T 1 0 9）。最後に、基地局装置 3 は、チャンネル推定値と、割当情報と、選択されたコードブックを用いて、次の伝送に用いるプリコーディング行列を決定し（ステップ T 1 1）、そのプリコーディング行列のインデックスをPMIとする。

[0077] 図 1 9 は、本発明の第 2 の実施形態に係る端末装置 1 と基地局装置 3 の処理について説明するシーケンスチャートである。初めに端末装置 1 が、参照信号および制御情報を基地局装置 3 に送信することで（ステップ U 1）、基地局装置 3 は次のアップリンクの伝送に用いる割当RBを決定し（ステップ U 1 0 3）、図 1 7 の PMI 決定部 7 0 1 によって PMI を決定する（ステップ U 5）。決定された次のアップリンクの伝送に用いる割当RB（周波数）および PMI は、基地局装置 3 から端末装置 1 に通知される（ステップ U 1 0 7）。端末装置 1 は、伝送方式情報から次のアップリンクの伝送に用いる割当RBを認識し（ステップ U 1 0 9）、図 1 4 のプリコーディング行列決定部 6 0 1 によって、コードブックの選択（ステップ U 1 1）、プリコーディング行列の決定を行なう（ステップ U 1 3）。端末装置 1 は、決定したプリコーディング行列をデータに乗算し、データ伝送を行なう（ステップ U 1 5）。

[0078] なお OFDM と異なり、一般に Clustered DFT-S-OFDM はプリコーディングによって CM が増加する。図 6 では、コードブック内の所定のランクの伝送を行なうための複数プリコーディング行列は、どの行列も統計的には CM の増加量は一定であるが、CM の増加量に差があるプリ

コーディング行列をコードブック化してもよい。例えば図6において、リンク2のプリコーディングには、インデックス4～15の12個が用意されており、すべてCMP型ではないが、12個中4つをCMP型に置き換えたものをコードブックとして用い、8つはCMが増加するようなコードブックを用いる。このようなコードブックを用意すれば、例えば端末装置1が基地局装置3に通知するPHの大きさによって、基地局装置3は、端末装置1の送信信号のCMを上げすぎないプリコーディング行列を選択することができる。

[0079] このように本実施形態のPMI決定部701では、スペクトルの割当が連続的である場合はCMを維持するプリコーディングを行なうように動作し、スペクトルの割当が非連続的である場合は、プリコーディングによらず、ある程度CMが高くなっているため、CMの増加を許容し、送信アンテナダイバーシチ利得が大きくなるプリコーディングを行なうように動作する。この結果、CMを維持するプリコーディング行列のみから構成されるコードブックを用いる場合と比較して、カバレッジを維持しつつ、CMの劣化が重要ではない端末装置1の伝送特性を改善できるため、セルスループットを増加させることができる。

[0080] また第2の実施形態では、送信信号がSC-FDMAであるか、Clustered DFT-S-OFDMであるかによってプリコーディングのコードブックの選択を行なったが、SC-FDMAはCMを維持するプリコーディング行列のみから構成されるコードブックを用い、Clustered DFT-S-OFDMについては、そのスペクトルマッピングの状態によって、CMを維持するプリコーディング行列から構成されるコードブックと、送信アンテナダイバーシチ利得を優先したプリコーディング行列から構成されるコードブックを選択する構成としてもよい。

[0081] 図20A、図20Bおよび図21A、図21Bは、クラスタが配置されたシステム帯域の模式図である。例えば、2クラスタから構成されるClustered DFT-S-OFDMにおいて、図20Aのように各クラスタ

が離れて配置された場合、スペクトルマスクに対するシステム帯域外への輻射の影響が大きくなってしまうため、電力を抑えて送信する必要がある。この結果、平均送信電力を下げた送信を行なうことになるため、ピーク電力を増加させても、増幅器の線形領域内で増幅を行なうことができる。したがって、送信アンテナダイバーシチ利得を優先したプリコーディング行列から構成されるコードブックを選択する。一方、図20Bのように、各クラスタが近くに配置された場合、スペクトルマスクに対するシステム帯域外への輻射の影響を図20Aの場合より抑えることができるため、電力を抑えて送信する必要はない。この場合、平均送信電力を上げて送信を行なうことになるため、ピーク電力を増加させると増幅器の線形領域を超えてしまう。したがって、CMを維持するプリコーディング行列から構成されるコードブックを選択する。

[0082] このように、クラスタ間の距離の値が、所定の値より大きい場合、送信アンテナダイバーシチ利得を優先したプリコーディング行列から構成されるコードブックを選択し、クラスタ間の距離の値が、所定の値より小さい場合、CMを維持するプリコーディング行列から構成されるコードブックを選択することも本発明に含まれる。また、図21Aのように、システム帯域に対して使用帯域が広い場合、クラスタ間の距離が狭くなる確率が高く、図21Bのようにシステム帯域に対して使用帯域が狭い場合、クラスタ間の距離が広くなる確率が高い。そこでシステム帯域に対する使用帯域幅を算出し、その比によって、使用するコードブックを選択する構成としてもよい。

[0083] [第3の実施形態]

第3の実施形態では、変調方式によってコードブックを変更する。第1および第2の実施形態では、伝送方式によってCMが異なるため、伝送方式によってプリコーディング方法を変更する場合について説明した。ここでCMが変化するのは、伝送方式が変わった時だけではない。

[0084] 例えば、LTE-Aではキャリアアグリゲーションと呼ばれる、同時に複数のLTEコンポーネントキャリアを使用するN×DFTS-OFDMに

よる伝送が仕様化されているが、複数のコンポーネントキャリアを1つの増幅器で増幅する場合にもCMが増加してしまう。また、LTE Rel-8では、データを送信するPUSCH (Physical Uplink Shared CHannel) と制御情報を送信するPUCCH (Physical Uplink Control CHannel) は同時に送信することはできなかったが、LTE Rel-10では、PUSCHとPUCCHを同時に送信することが仕様化されている。この時2つの信号を1つのアンテナから同時に送信するため、送信信号はマルチキャリア信号となる。この結果、送信信号のCMは増加する。キャリアアグリゲーションや、PUSCHとPUCCHの同時送信の他にも、用いる変調方式によってCMは変化する。そこで本実施形態では他のCMが変化する場合として、変調方式について説明を行なう。

[0085] 図22は、本発明の第3の実施形態に係る端末装置1の送信機構成を示す概略ブロック図である。第2の実施形態で示した図13の送信機構成とほぼ同じ構成であるため、異なるブロックのみ説明を行なう。異なる点はプリコーディング行列決定部901への入力および内部での処理であり、その点についてのみ説明を行なう。第2の実施形態ではスペクトルの割当(SC-FDMAであるかClustered DFT-S-OFDMであるか)によって選択するコードブックが異なったため、割当情報取得部131の出力がプリコーディング行列決定部901に入力されていた。一方本実施形態では、変調方式によって選択するコードブックを変更するため、変調方式取得部127から変調方式に関する情報がプリコーディング行列決定部901に入力される。

[0086] 次にプリコーディング行列決定部901の内部処理の一例について図23を用いて説明を行なう。図23は、本発明の第3の実施形態に係るプリコーディング行列決定部901の構成を示す概略ブロック図である。変調方式取得部127からの入力はコードブック選択部1001に入力される。コードブック選択部1001では、複数のコードブックの中から、送信アンテナ数通知部253から通知される端末装置1の送信アンテナ数(アンテナポート数)によって複数のコードブックが選択され、さらに変調方式取得部127

からの入力される変調方式によって、所定のコードブックが選択される。

[0087] 例えば変調方式取得部 127 から入力される変調方式が BPSK や QPSK、あるいは 8PSK や 16PSK のような CM の低い方式である場合には、図 5 のような CM の維持を優先したコードブックが選択され、変調方式取得部 127 から入力される変調方式が 16QAM や、16QAM よりさらに CM が高い 64QAM、さらには 256QAM のような CM の高い方式である場合には、図 6 のような良好な送信アンテナ利得を得ることができるコードブックが選択される。選択されたコードブックはプリコーディング行列選択部 255 に入力される。なお、上記では 16QAM を CM が高い変調方式とみなしたが、CM の高低は相対的なものであるため、64QAM 以上を CM の高い変調方式とすることも当然本発明に含まれる。

[0088] また制御信号受信部 125 からの入力は PMI 取得部 257 に入力され、制御情報の中から PMI を抽出し、得られた PMI をプリコーディング行列選択部 255 に入力する。プリコーディング行列選択部 255 では、コードブック選択部 1001 から入力されたコードブック中の、PMI に対応するプリコーディング行列を選択し、プリコーディング行列決定部 901 の出力として、プリコーディング部 115 に入力する。

[0089] 図 24 は、本発明の第 3 の実施形態に係る、図 23 のプリコーディング行列決定部 901 内の処理を説明するフローチャートである。なお、図 7、図 15 と同じ処理については同じ番号を付した。初めに端末装置 1 は、端末装置 1 自身が持つ送信アンテナ数を把握する（ステップ S1）。次に端末装置 1 は、送信アンテナ数に応じて、使用するコードブックを限定する（ステップ S103）。次に、端末装置 1 は、変調方式が PSK かどうかを判断する（ステップ S205）。変調方式が PSK である場合（ステップ S205：YES）、端末装置 1 は、CM 維持のコードブックを選択する（ステップ S207）。変調方式が PSK でない場合（ステップ S205：NO）、端末装置 1 は、ダイバーシチ利得優先のコードブックを選択する（ステップ S209）。最後に、端末装置 1 は選択したコードブックと、基地局装置 3 から通知さ

れるPMIによって、次回の伝送に用いるプリコーディング行列を決定し（ステップS11）、決定したプリコーディング行列によって次回の伝送を行なう。

[0090] 次に本実施形態における基地局装置3の受信機構成の一例を図25に示す。図25は、本発明の第3の実施形態に係る基地局装置3の受信機構成を示す概略ブロック図である。第2の実施形態で示した図16の構成とほぼ同じ構成であるが、PMI決定部1101への入力、および内部処理が異なる。PMI決定部1101は、チャネル推定部321から入力されるチャネル推定値と割当情報決定部325から入力される割当情報に加えて、変調方式決定部323からも入力される。PMI決定部1101の内部処理について図26を用いて説明を行なう。図26は、本発明の第3の実施形態に係るPMI決定部1101の構成を示す概略ブロック図である。変調方式決定部323から入力される情報はコードブック選択部1201に入力される。

[0091] コードブック選択部1201では、複数のコードブックの中から、送信アンテナ数通知部503から通知される端末装置1の送信アンテナ数（アンテナポート数）によって複数のコードブックが選択され、さらに変調方式決定部323から入力される変調方式によって、所定のコードブックが選択される。つまり、変調方式決定部323から入力される変調方式がCMの低い方式（例えばBPSKやQPSK）であれば、図5のようなCM維持を優先したプリコーディング行列から構成されるコードブックを選択し、変調方式がCMの高い方式（例えば64QAMや256QAM）であれば、図6のような良好な送信アンテナ利得を得ることができるコードブックを選択する。

[0092] 選択されたコードブックはインデックス選択部505に入力される。インデックス選択部505は、チャネル推定部321から入力されるチャネル推定値と、コードブック選択部1201から入力されるコードブック、および割当情報決定部325から入力される割当情報を用い、コードブックの中のどのプリコーディング行列を上りリンクの伝送に用いるかを決定し、そのインデックスを制御情報送信部331に入力する。このように本実施形態のP

PMI決定部1101では、CMの低い変調方式を用いる場合には、CMを維持するプリコーディングを行なうように動作し、CMの高い変調方式を用いる場合は、プリコーディングによらず、ある程度CMが高くなっているため、CMの増加を許容し、送信アンテナダイバーシチ利得が大きくなるプリコーディングを行なうように動作する。

[0093] 図27は、本発明の第3の実施形態に係る、図26のPMI決定部1101内の処理を説明するフローチャートである。なお、図11、図18と同じ処理については同じ番号を付した。初めに基地局装置3は、対象とする端末装置1が持つ送信アンテナ数を把握する（ステップT1）。送信アンテナ数は通信を行なう前に端末装置1から予め通知されているものとする。次に送信アンテナ数に応じて、使用するコードブックを限定する（ステップT103）。次に、基地局装置3は、変調方式がPSKかどうかを判断する（ステップT205）。変調方式がPSKである場合（ステップT205：YES）、基地局装置3は、CM維持のコードブックを選択する（ステップT207）。変調方式がPSKでない場合（ステップT205：NO）、基地局装置3は、ダイバーシチ利得優先のコードブックを選択する（ステップT209）。最後に、基地局装置3は、チャネル推定値と、割当情報と、選択されたコードブックを用いて、次回の伝送に用いるプリコーディング行列を決定し（ステップT11）、そのプリコーディング行列のインデックスをPMIとする。

[0094] 図28は、本発明の第3の実施形態に係る端末装置1と基地局装置3の処理について説明するシーケンスチャートである。初めに端末装置1が、参照信号および制御情報を基地局装置3に送信することで（ステップU1）、基地局装置3は次回のアップリンクの伝送に用いるMCSを決定し（ステップU203）、図26のPMI決定部1101によってPMIを決定する（ステップU5）。決定された次回のアップリンクの伝送に用いるMCS情報およびPMIは、基地局装置3から端末装置1に通知される（ステップU207）。端末装置1は、MCS情報から次回のアップリンクの伝送に用いるM

C Sを認識し（ステップU 2 0 9）、図 2 2のプリコーディング行列決定部 9 0 1によって、コードブックの選択（ステップU 1 1）、プリコーディング行列の決定を行なう（ステップU 1 3）。端末装置 1は、決定したプリコーディング行列をデータに乗算し、データ伝送を行なう（ステップU 1 5）。

[0095] 本実施形態の効果について説明を行なう。セル中央の端末装置 1 ほど高い電力で受信されるように送信電力制御（Transmit Power Control、TPC）を行なうフラクショナルTPCでは、セルエッジの端末装置 1 の信号は低い電力で受信されるため、低多値数の変調方式、つまりQPSK等を伝送に用いることが多い。この場合、本実施形態のPMI決定法では、CMを維持したプリコーディングを行なうため、伝送特性を劣化させることはない。

[0096] 一方、セル中央の端末装置 1 の信号は高い電力で受信されるため、高次の多値数の変調方式、つまり64QAM等を伝送に用いることが多い。この場合、本実施形態のPMI決定法では、送信アンテナダイバーシチ利得が大きくなるプリコーディング行列を選択するため、全端末装置 1 にCMを維持したプリコーディングを行なう場合と比較して、伝送特性を改善することができる。つまり本実施形態は、特にフラクショナルTPCにおいて効果が高い。

[0097] 上記の各実施形態は組み合わせて実現することも可能である。例えば変調多値数が高く、かつ伝送方式がClustered DFT-S-OFDMの場合に、CMを維持しないプリコーディングを行なったり、例えば変調多値数が高い、または伝送方式がOFDMあるいはClustered DFT-S-OFDMの場合に、CMを維持しないプリコーディングを行なったりすることも本発明に含まれる。

[0098] 本発明に関わる端末装置 1 および基地局装置 3 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。

[0099] 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端末装置1および基地局装置3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。端末装置1および基地局装置3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。ハイブリッド、モノリシックのいずれでも良い。一部は、ハードウェアにより、一部はソフトウェアにより機能を実現させても良い。また、半導体技術の進歩により、LSIに代替する集積回路化等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。

[0100] 以上、この発明の実施形態を、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等も特許請求の範囲に含まれる。本発明は、携帯電話装置を端末装置1とする移動通信システムに用いることができる。

## 符号の説明

[0101] 1、1-1、1-2 端末装置

### 3 基地局装置

- 101 S/P変換部
- 103、103-1～103-L 符号化部
- 105、105-1～105-L 変調部
- 107、107-1～107-L 切替部
- 109、109-1～109-L DFT部
- 111、111-1～111-L 参照信号多重部
- 113 参照信号生成部
- 115 プリコーディング部
- 117、117-1～117-Nt スペクトルマッピング部
- 119、119-1～119-Nt OFDM信号生成部
- 121、121-1～121-Nt 送信アンテナ
- 123 受信アンテナ
- 125 制御信号受信部
- 127 変調方式取得部
- 129 伝送方式識別部
- 131 割当情報取得部
- 133 プリコーディング行列決定部
- 201 IFFT部
- 203 CP挿入部
- 205 D/A変換部
- 207 アナログ処理部
- 251 コードブック選択部
- 253 送信アンテナ数通知部
- 255 プリコーディング行列選択部
- 257 PMI取得部
- 301、301-1～301-Nr 受信アンテナ
- 303、303-1～303-Nr 参照信号分離部

305、305-1~305-Nr OFDM信号受信部  
307、307-1~307-Nr スペクトルデマッピング部  
309 MIMO分離部  
311、311-1~311-L 切替部  
313、313-1~313-L IDFT部  
315、315-1~315-L 復調部  
317、317-1~317-L 復号部  
319 P/S変換部  
321 チャネル推定部  
323 変調方式決定部  
325 割当情報決定部  
327 伝送方式決定部  
329 PMI決定部  
331 制御情報送信部  
401 アナログ処理部  
403 A/D変換部  
405 CP除去部  
407 FFT部  
501 コードブック選択部  
503 送信アンテナ数通知部  
505 インデックス選択部  
601 プリコーディング行列決定部  
651 コードブック選択部  
701 PMI決定部  
801 コードブック選択部  
901 プリコーディング行列決定部  
1001 コードブック選択部  
1101 PMI決定部

1 2 0 1 コードブック選択部

## 請求の範囲

- [請求項1] 複数の送信アンテナを備え、送信信号に対してプリコーディングを行なう端末装置であって、
- 前記送信アンテナの数および前記送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択するコードブック選択部と、
- PMI (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択するプリコーディング行列選択部と、を備えることを特徴とする端末装置。
- [請求項2] 前記送信パラメータは、送信信号のCM (Cubic Metric) の大きさであることを特徴とする請求項1記載の端末装置。
- [請求項3] 前記送信パラメータは、伝送方式を示す情報であることを特徴とする請求項1記載の端末装置。
- [請求項4] 前記送信パラメータは、スペクトルの割り当てパターンを示す情報であることを特徴とする請求項1記載の端末装置。
- [請求項5] 前記送信パラメータは、変調方式を示す情報であることを特徴とする請求項1記載の端末装置。
- [請求項6] 前記コードブック選択部は、送信信号のCM (Cubic Metric) を維持する複数のプリコーディング行列を含むコードブックまたは良好な送信アンテナ利得が得られる複数のプリコーディング行列を含むコードブックのいずれか一方を選択することを特徴とする請求項1記載の端末装置。
- [請求項7] プリコーディングを行なった信号を複数の送信アンテナを用いて送信する端末装置と無線通信を行なう基地局装置であって、
- 前記端末装置の送信アンテナの数および前記送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択するコード

ブック選択部と、

前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択し、前記選択したプリコーディング行列を示すインデックスを選択するインデックス選択部と、を備え、

前記選択したインデックスを示す情報を、前記端末装置に送信することを特徴とする基地局装置。

[請求項8] 複数の送信アンテナを備え、送信信号に対してプリコーディングを行なう端末装置を制御するプログラムであって、

前記送信アンテナの数および前記送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択する処理と、

P M I (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択する処理と、を含む一連の処理を、コンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

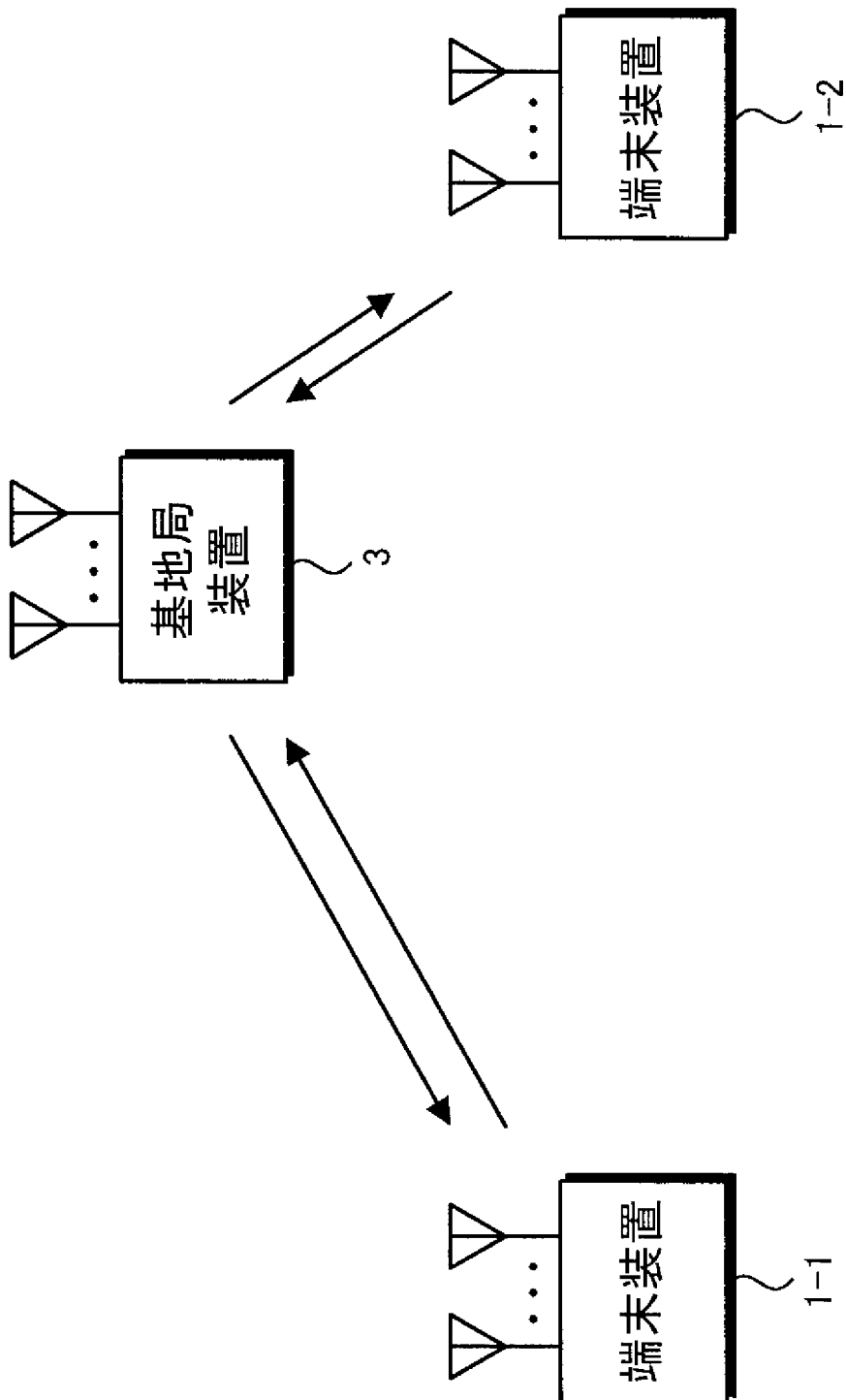
[請求項9] 複数の送信アンテナを備えた端末装置に実装されることにより、前記端末装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、

前記送信アンテナの数および前記送信アンテナの数以外の送信パラメータに基づいて、複数のプリコーディング行列を含む複数のコードブックからいずれか一つのコードブックを選択する機能と、

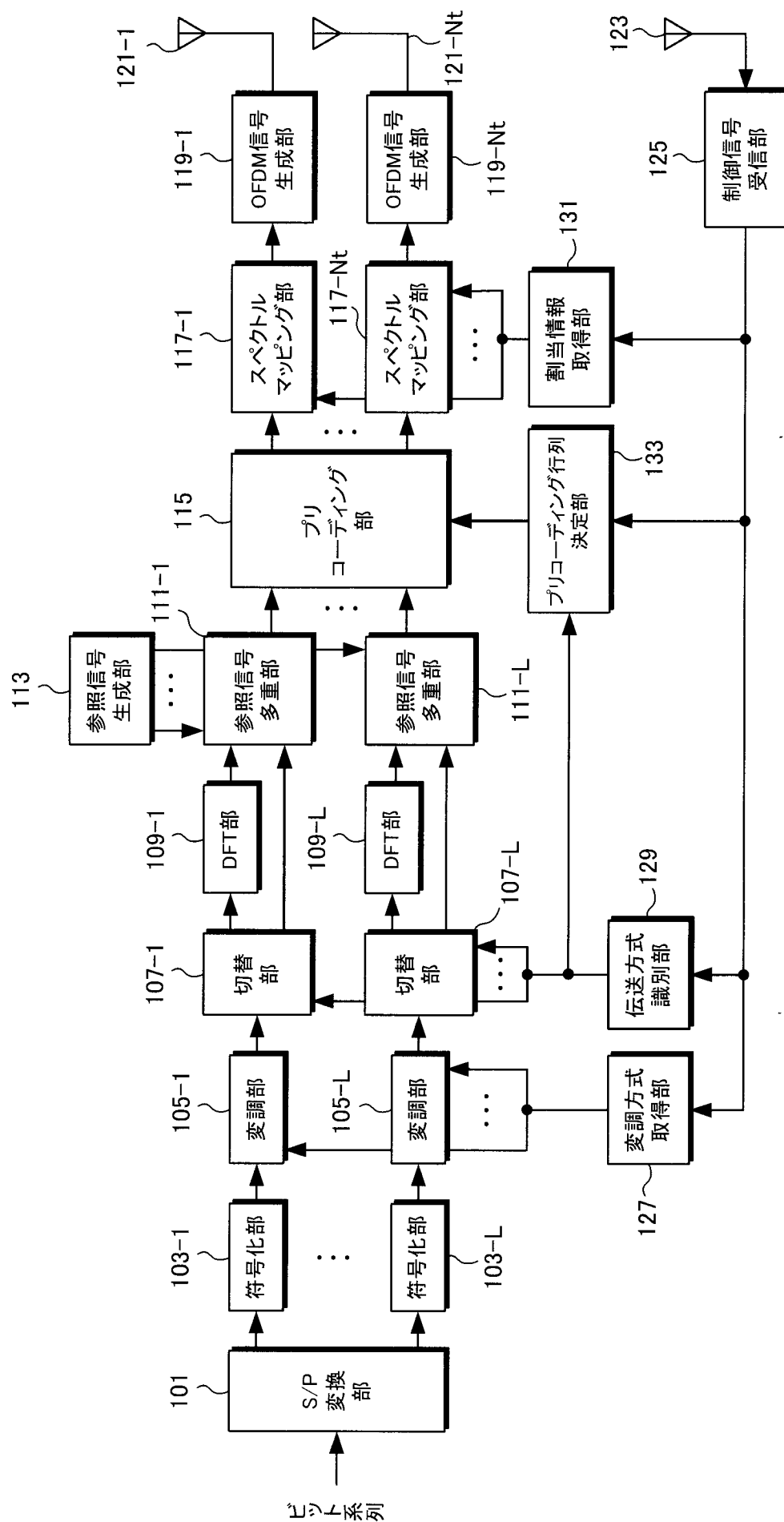
P M I (Precoding Matrix Indicator) に基づいて、前記選択したコードブックからいずれか一つのプリコーディング行列を選択する機能と、

前記選択したプリコーディング行列を用いて、送信信号に対してプリコーディングを行なう機能と、の一連の機能を、前記端末装置に発揮させることを特徴とする集積回路。

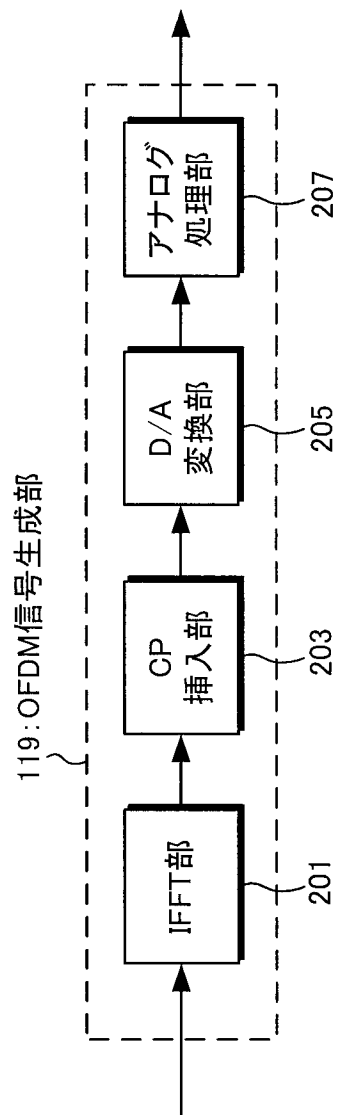
[图1]



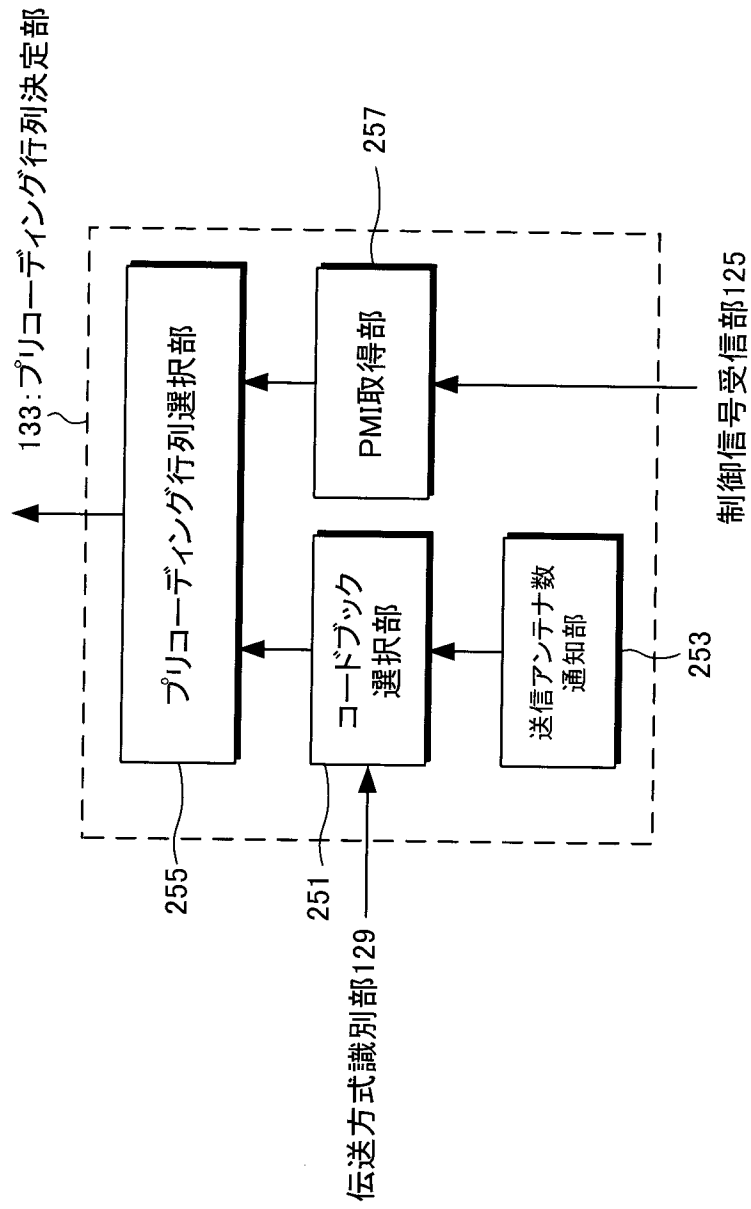
[圖2]



[図3]



[図4]



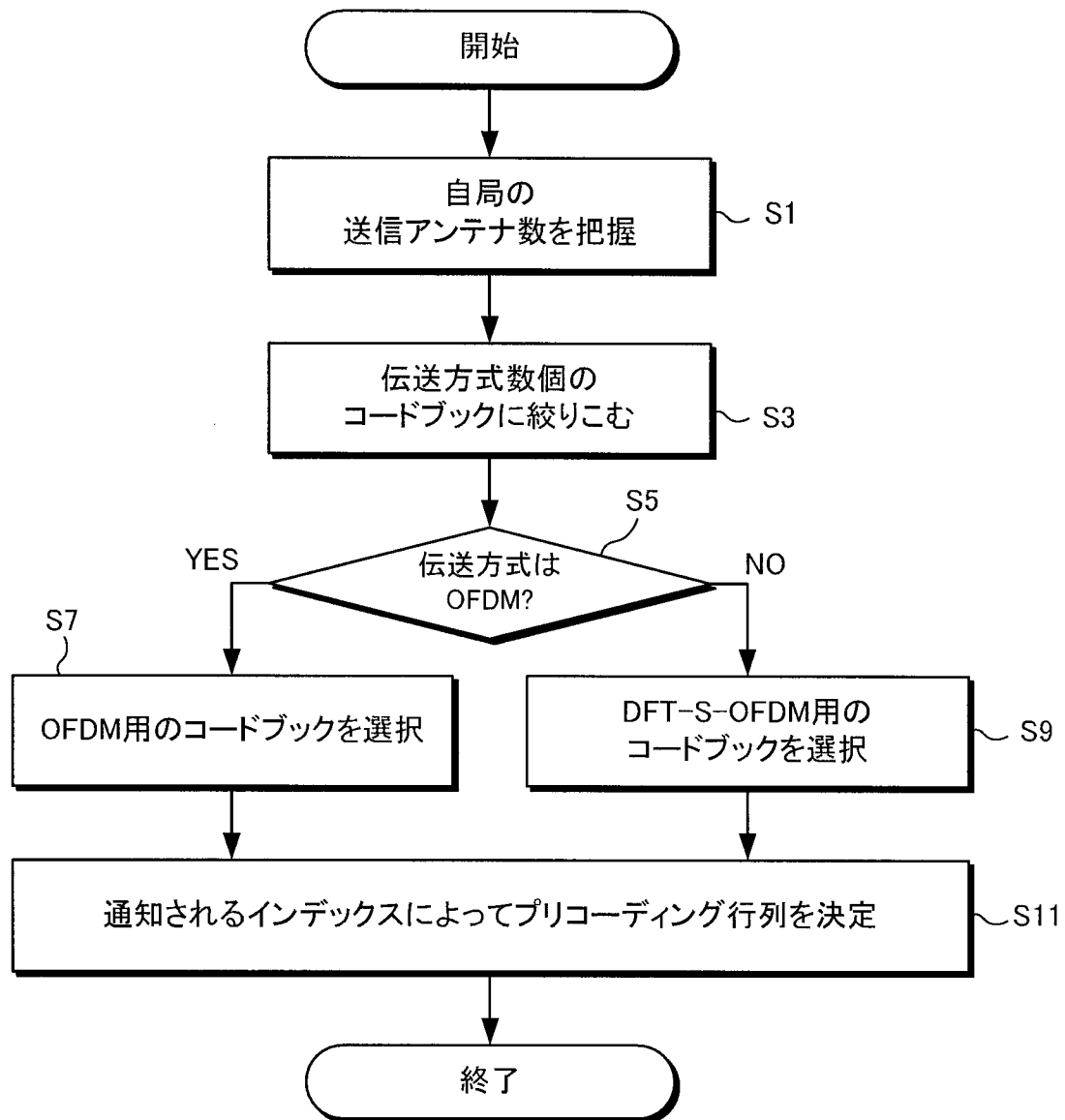
[図5]

| コードブック<br>インデックス |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                              |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0~3              | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$                                 | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ j \\ j \end{bmatrix}$                                  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$                                 | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ -j \end{bmatrix}$                                               |
| ⋮                |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                              |
| 20~23            | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$                                  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$                                 | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$                                  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$                                                |
| 24~27            | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$                 | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}$                  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$                 | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$                               |
| ⋮                |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                              |
| 36~39            | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$                |
| ⋮                |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                              |
| 47~52            | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ |
| 53~63            | 未使用                                                                                           |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                              |

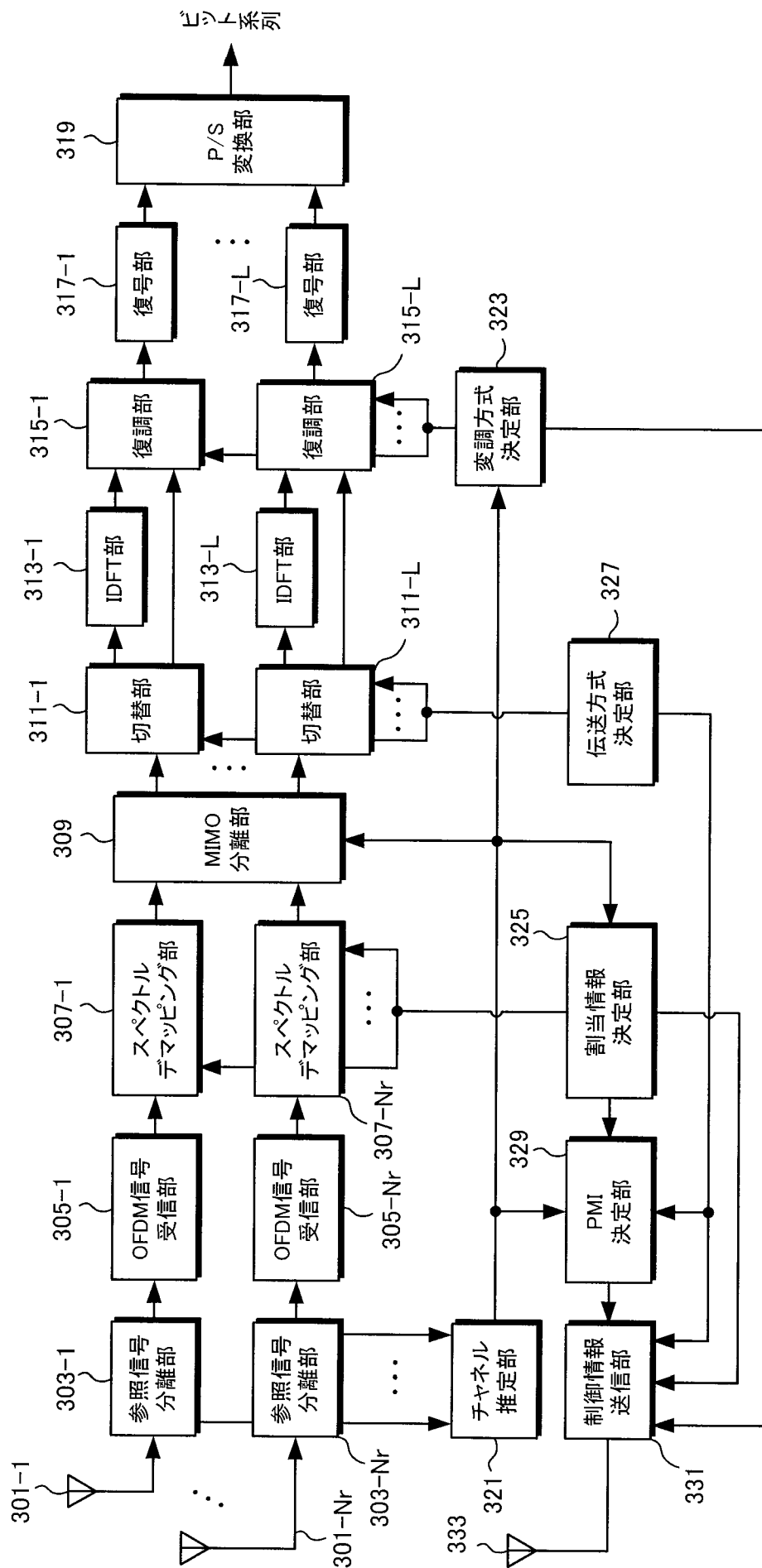
[図6]

| コードブック<br>インデックス |                                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                    |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0~3              | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$                                                       | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -1 \\ -j \end{bmatrix}$                                                     | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$                                                     | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ j \end{bmatrix}$                                                     |
| 4~7              | $\frac{\sqrt{2}}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & j \\ 1 & -1 \\ 1 & -j \end{bmatrix}$                              | $\frac{\sqrt{2}}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$                              | $\frac{\sqrt{2}}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -j \\ 1 & -1 \\ 1 & j \end{bmatrix}$                              | $\frac{\sqrt{2}}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & 1 \\ -1 & 1 \\ -j & 1 \end{bmatrix}$                              |
| ⋮                |                                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                    |
| 14~17            | $\frac{\sqrt{2}}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -j & j \\ -1 & -1 \\ j & -j \end{bmatrix}$                            | $\frac{\sqrt{2}}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -j & -1 \\ -1 & 1 \\ j & -1 \end{bmatrix}$                            | $\frac{\sqrt{3}}{6} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & -j & -1 \end{bmatrix}$            | $\frac{\sqrt{3}}{6} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -j \\ 1 & -1 & -1 \\ 1 & -j & j \end{bmatrix}$            |
| ⋮                |                                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                    |
| 38~41            | $\frac{\sqrt{3}}{6} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -j \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & j \end{bmatrix}$            | $\frac{\sqrt{3}}{6} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & -1 & -j \\ -1 & 1 & -1 \\ -j & -1 & j \end{bmatrix}$          | $\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -j & -1 & j \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -j & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -j & 1 & -1 \end{bmatrix}$ |
| ⋮                |                                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                    |
| 60~63            | $\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -j & j & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \\ j & -j & 1 & -1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -j & j & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \\ j & -j & -1 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -j & -1 & j & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 \\ j & -1 & -j & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -j & -1 & 1 & j \\ -1 & 1 & 1 & -1 \\ j & -1 & 1 & -j \end{bmatrix}$ |

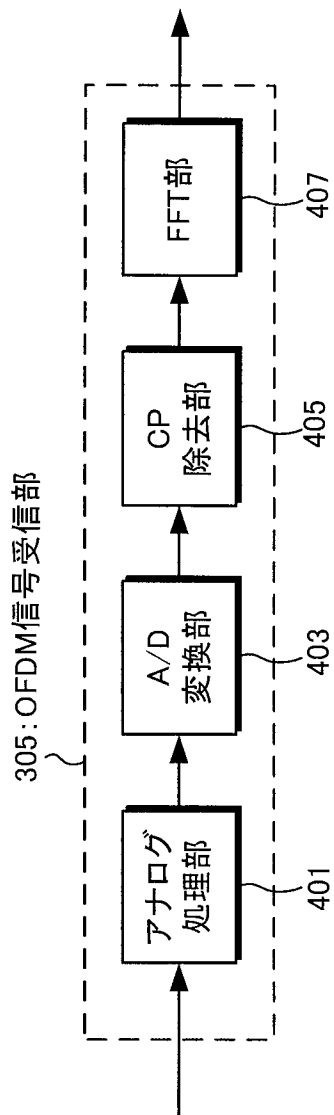
[図7]



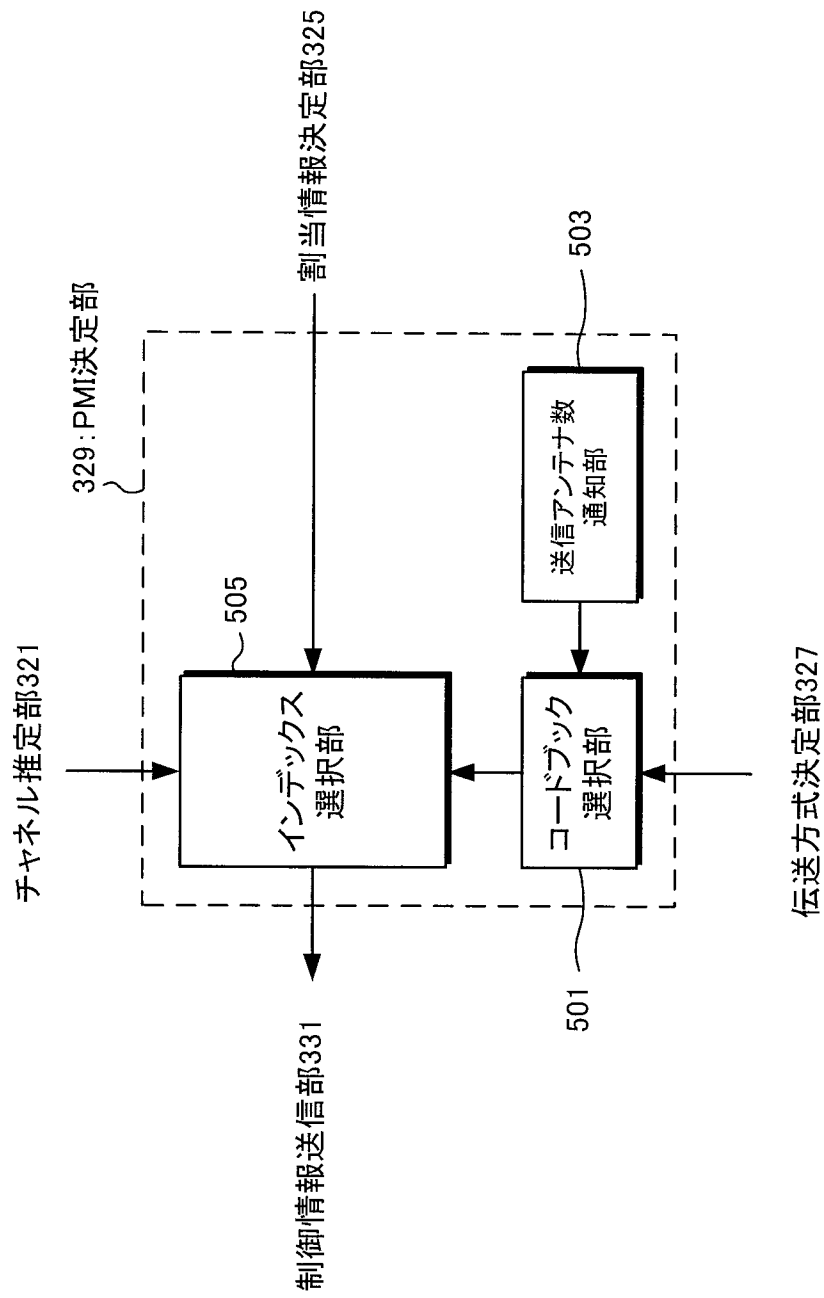
[図8]



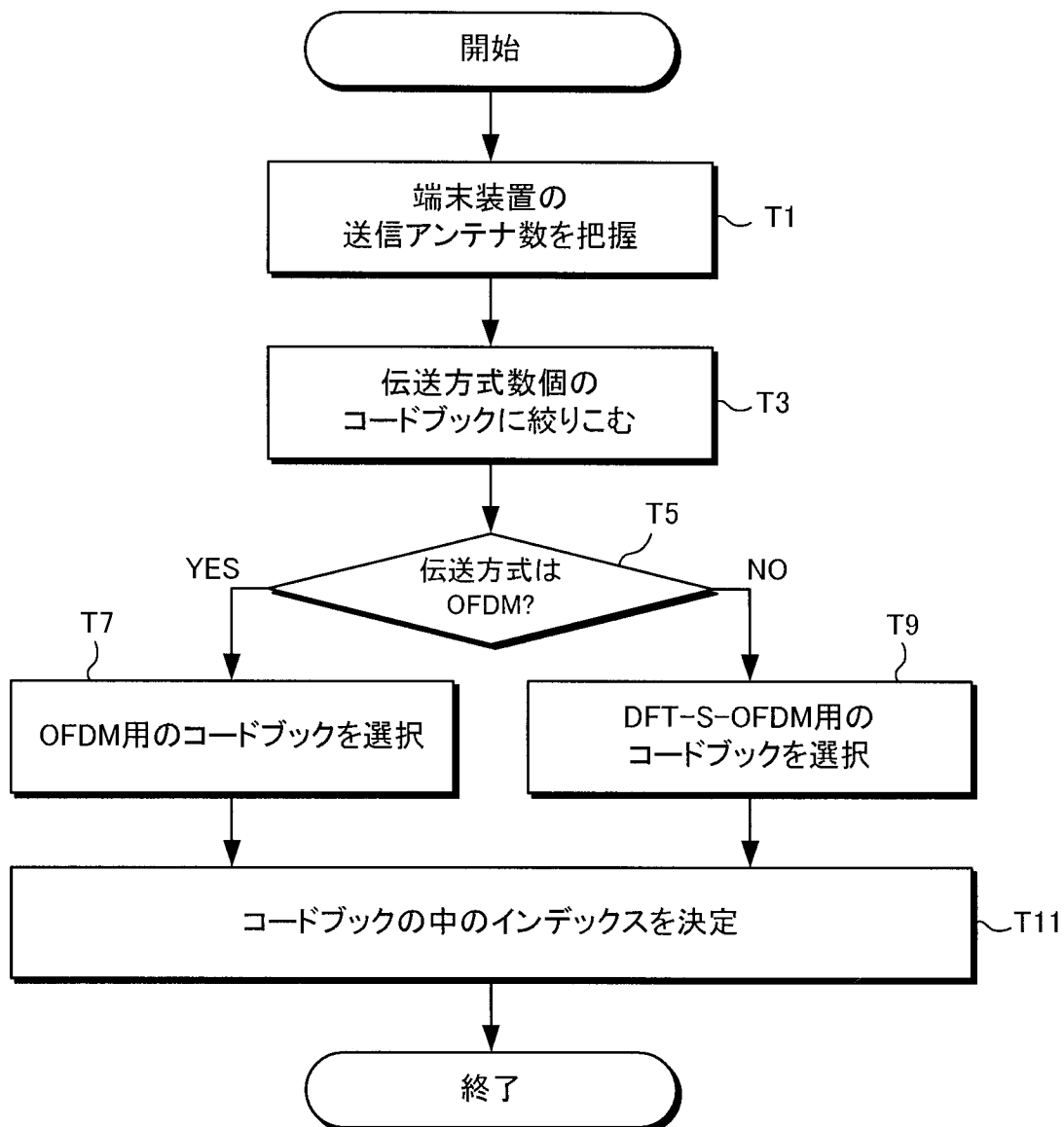
[図9]



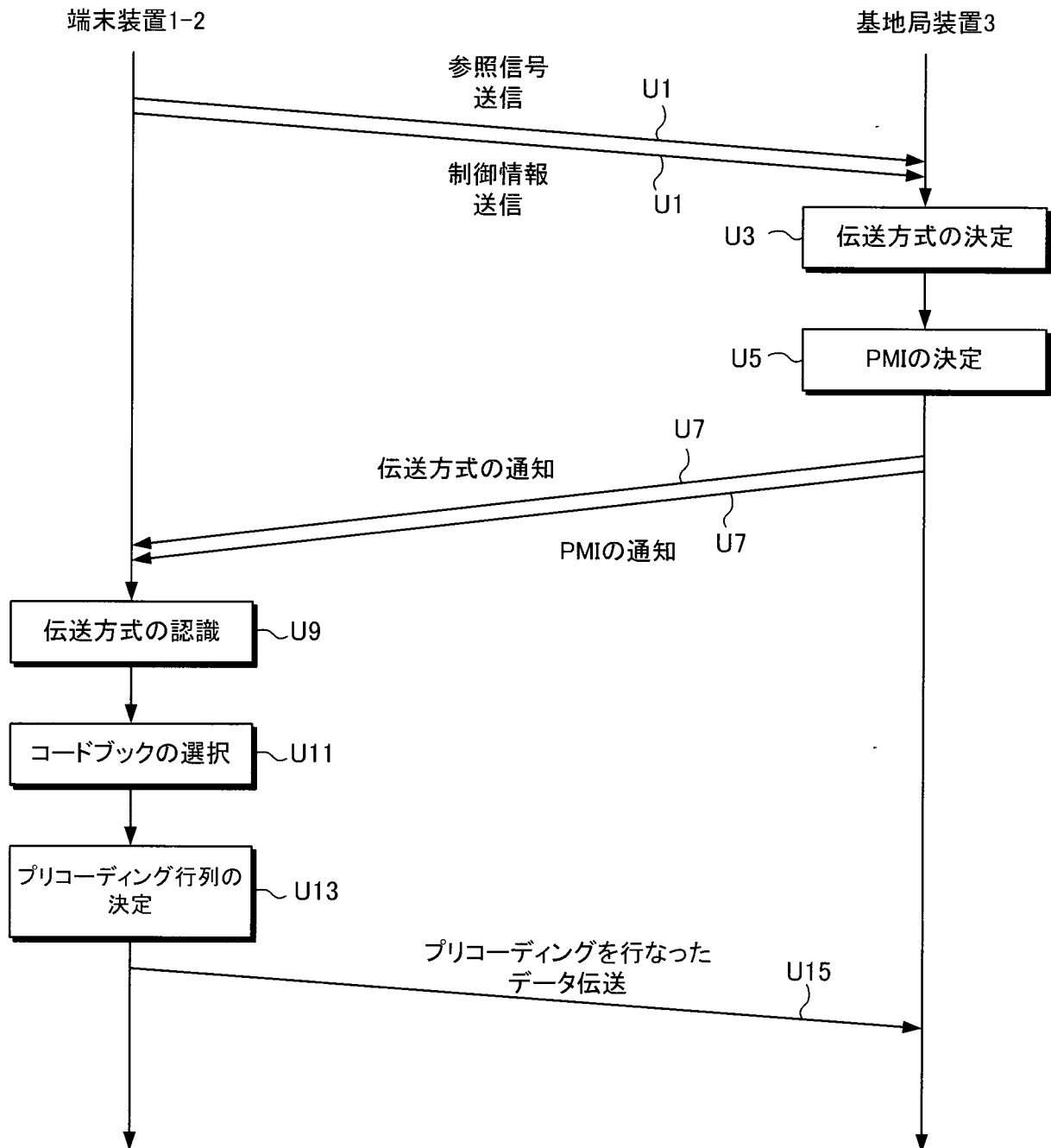
[図10]



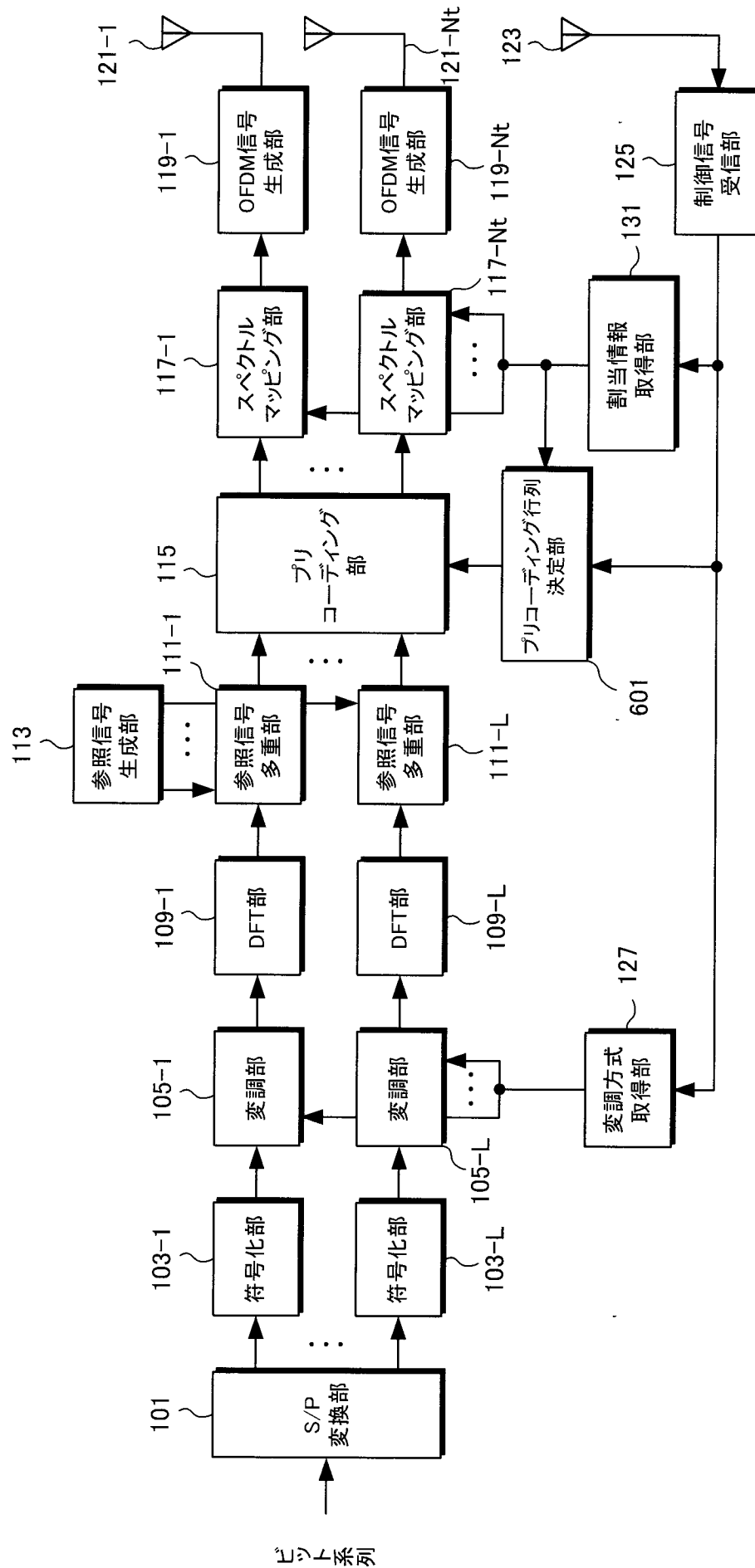
[図11]



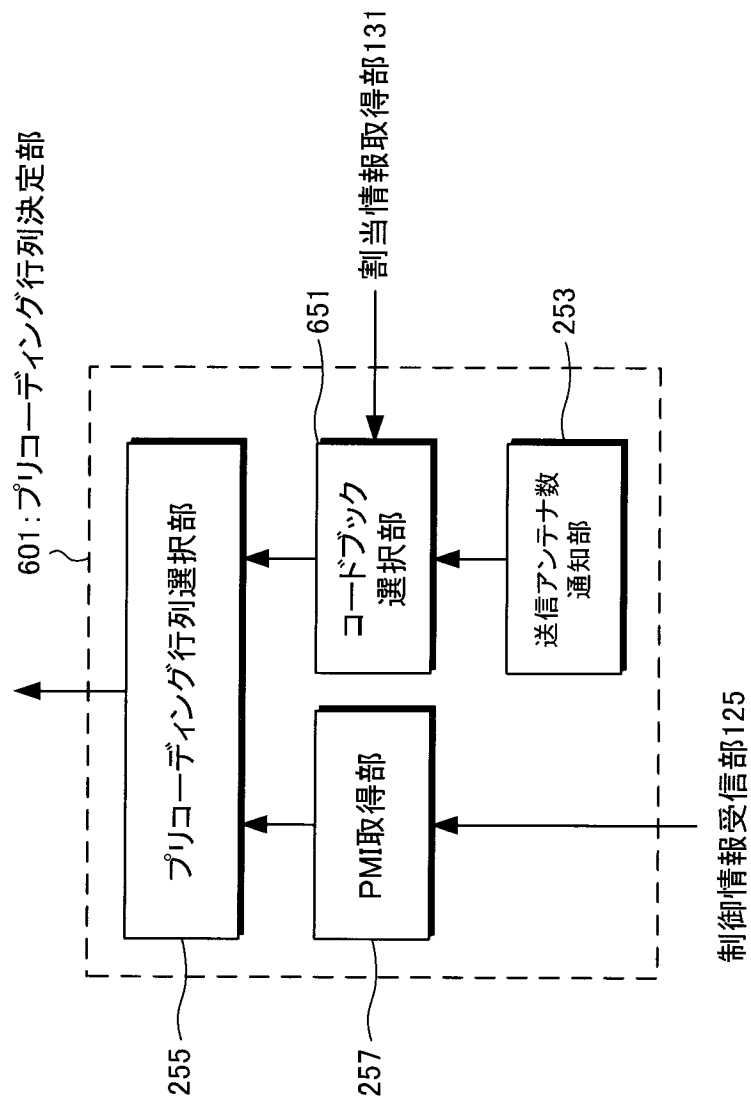
[図12]



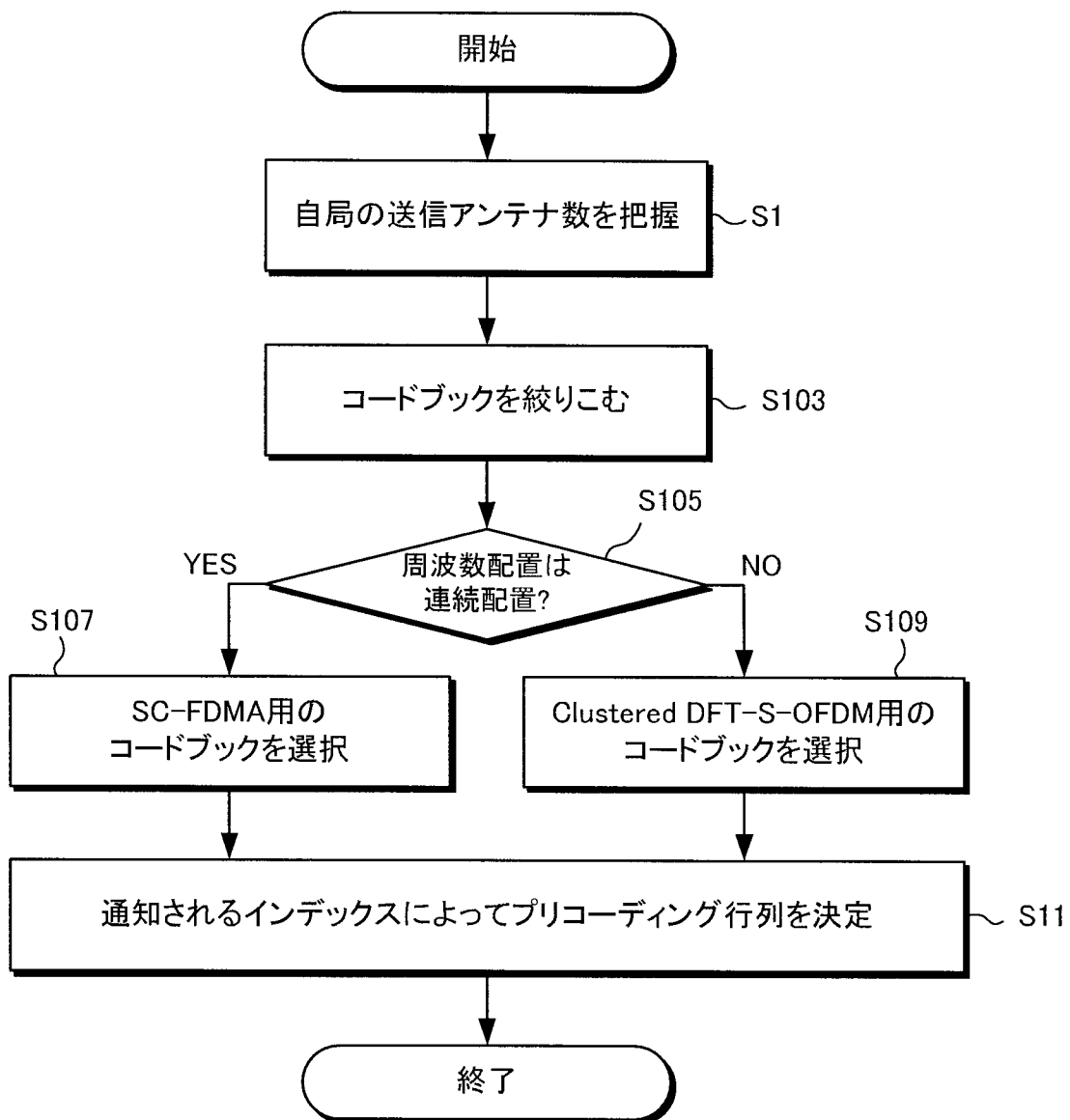
[図13]



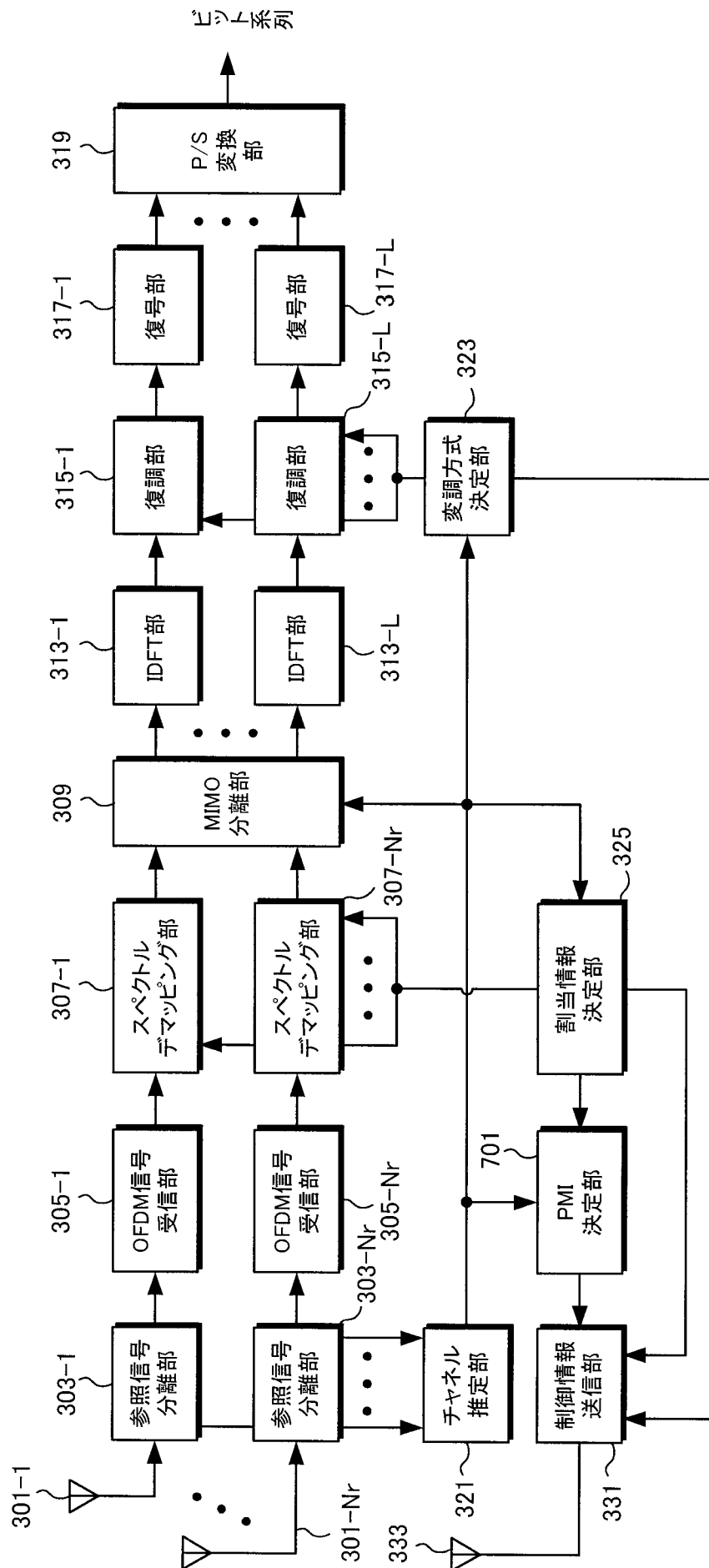
[図14]



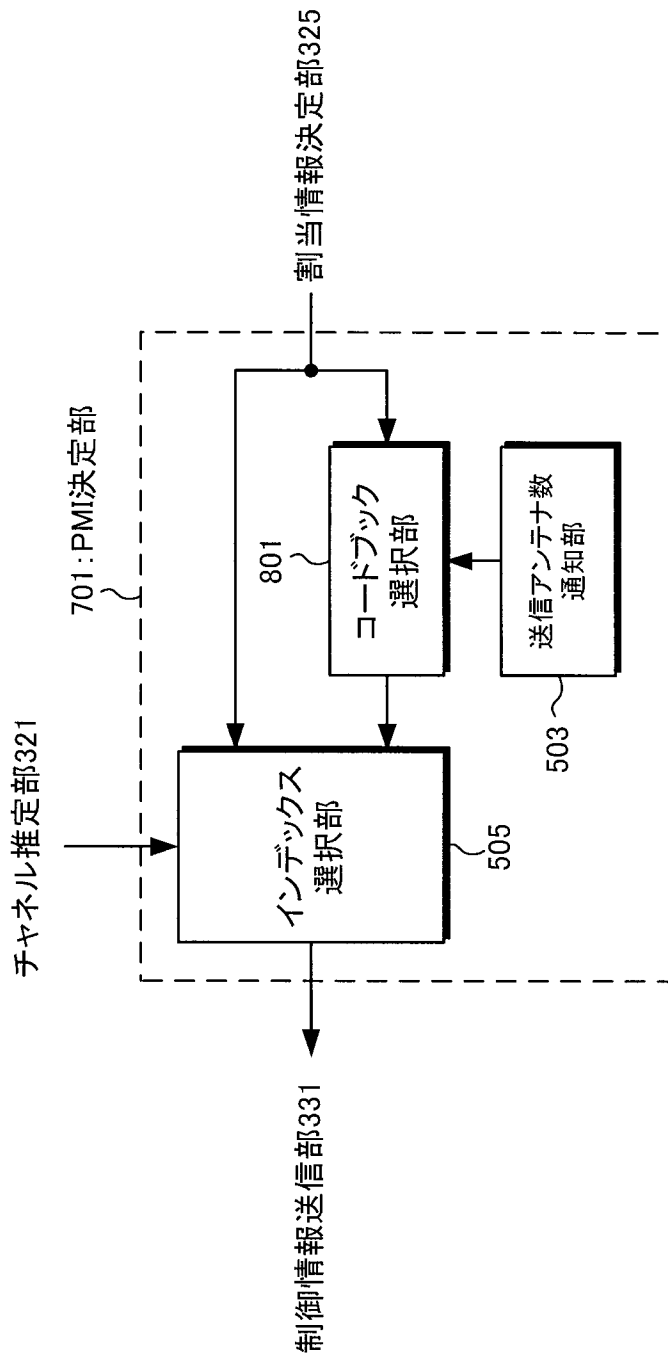
[図15]



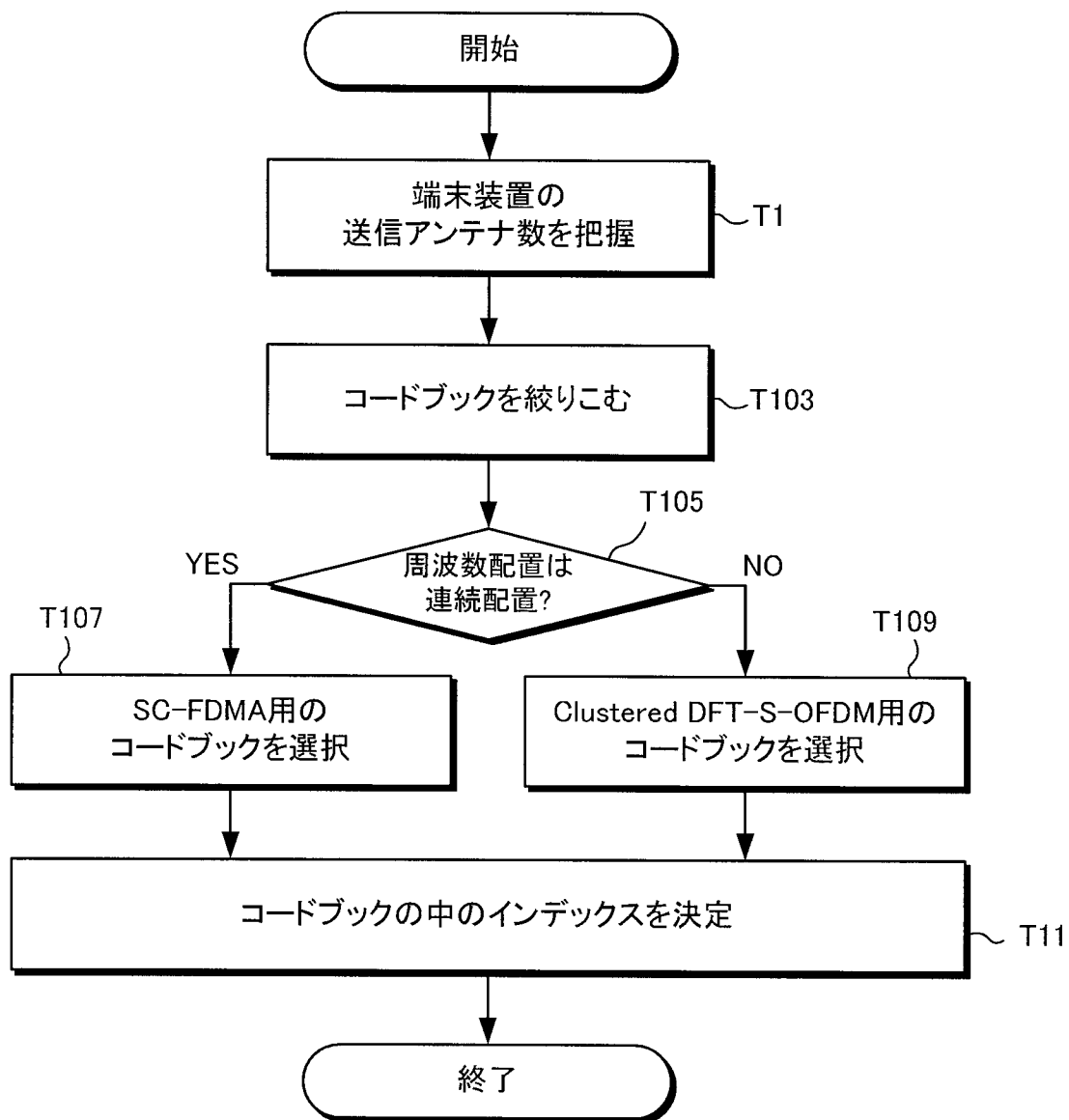
[図16]



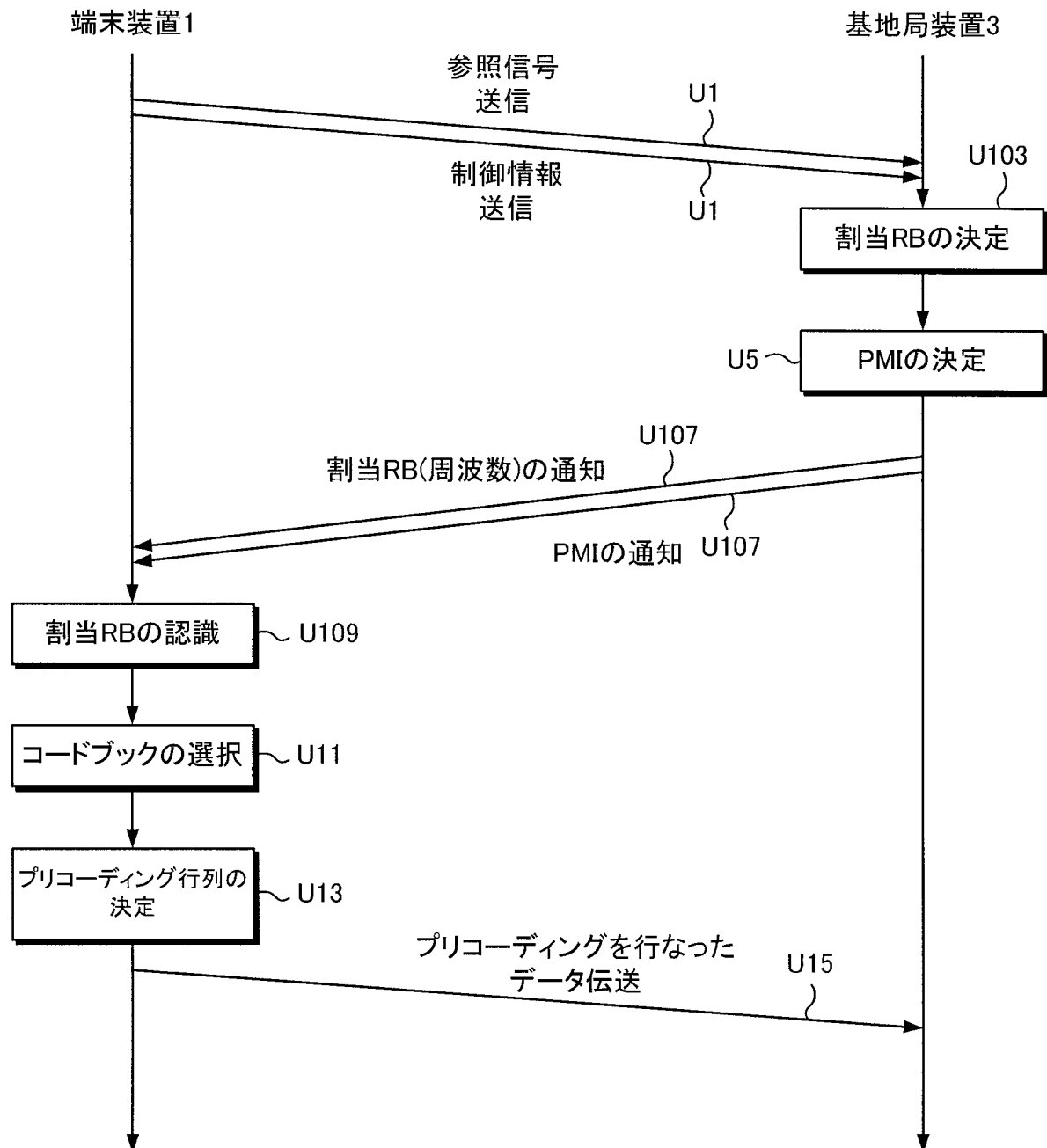
[図17]



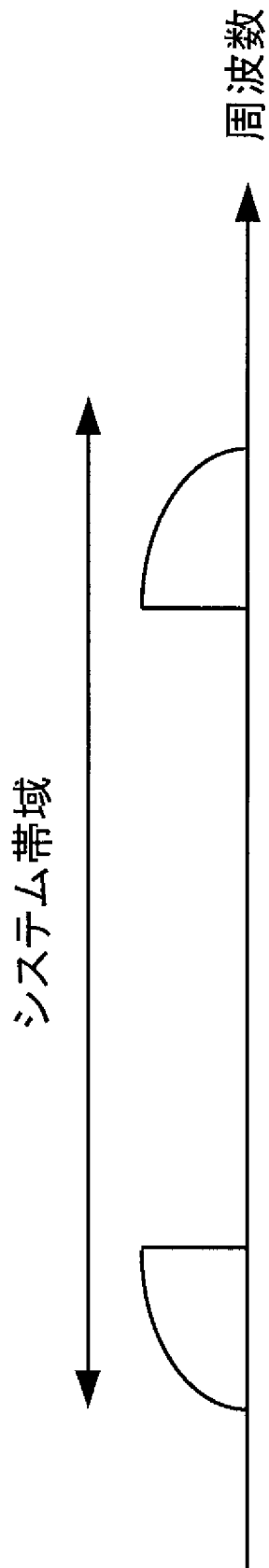
[図18]



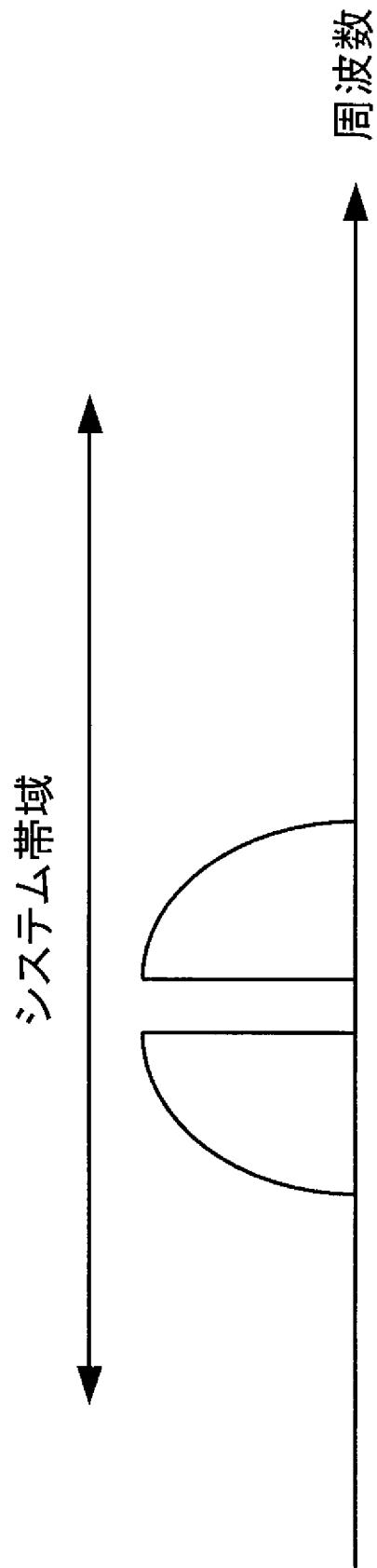
[図19]



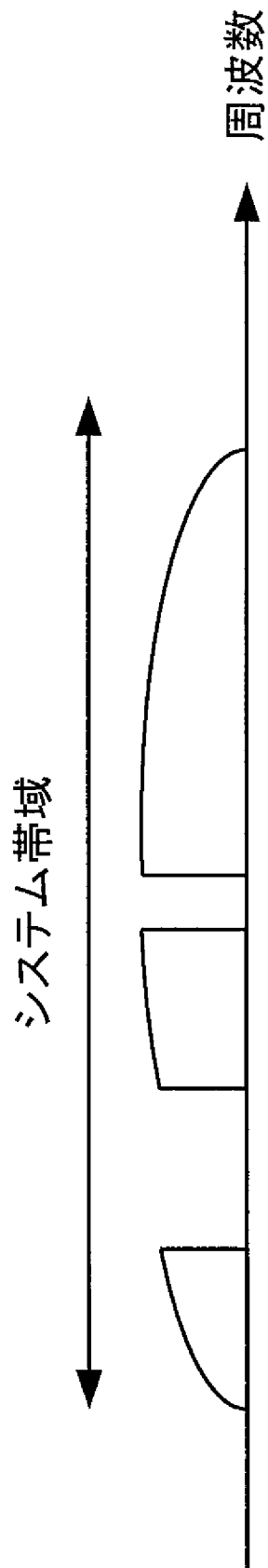
[図20A]



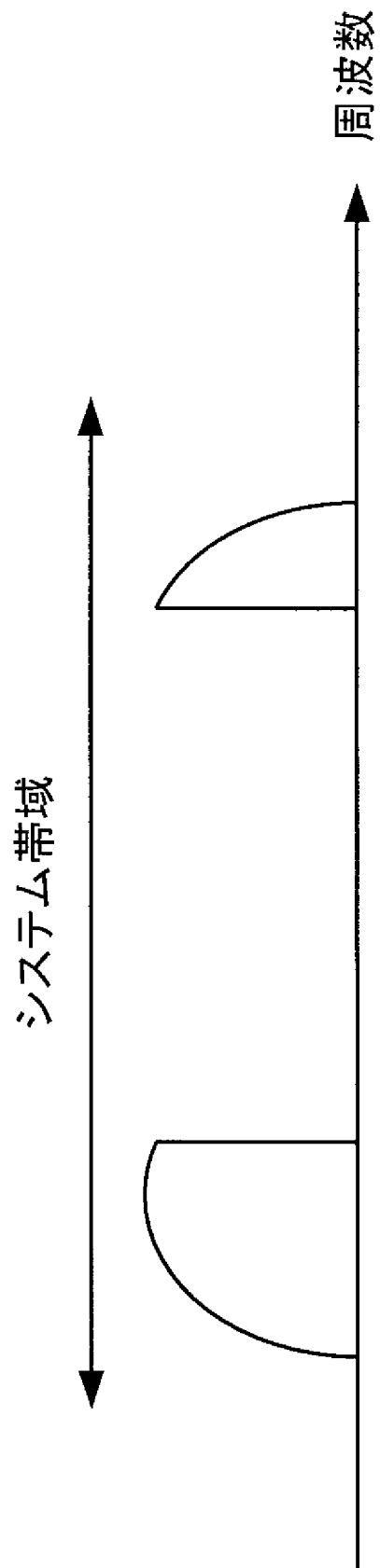
[図20B]



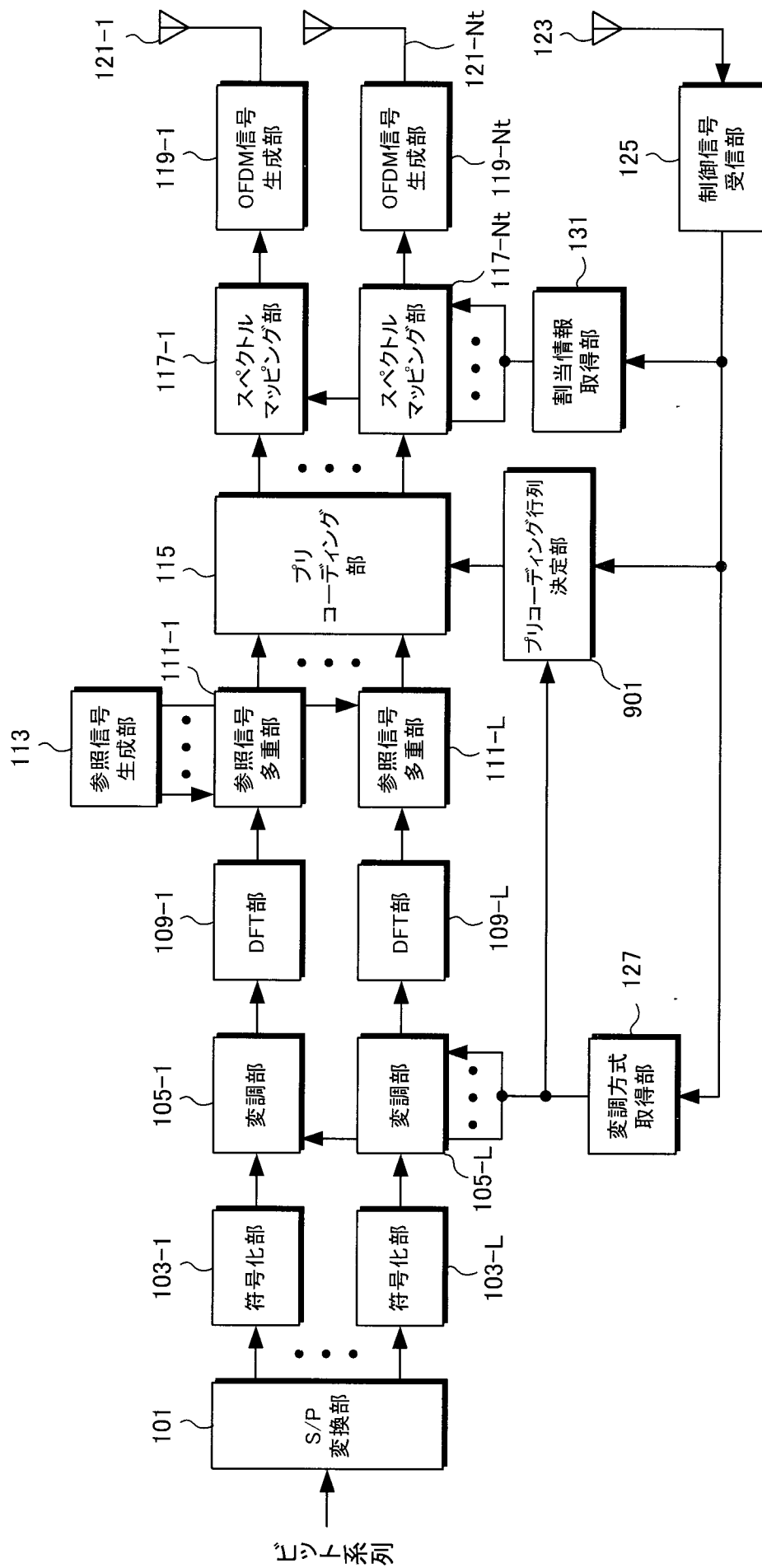
[図21A]



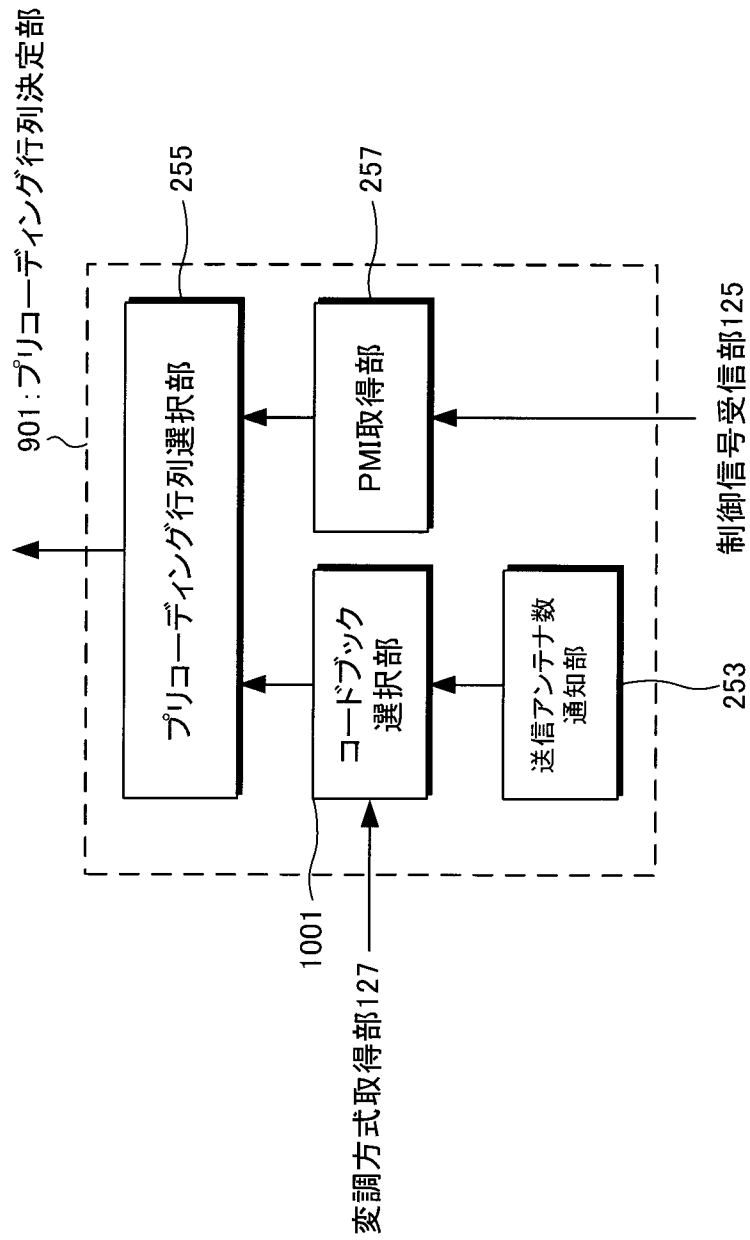
[図21B]



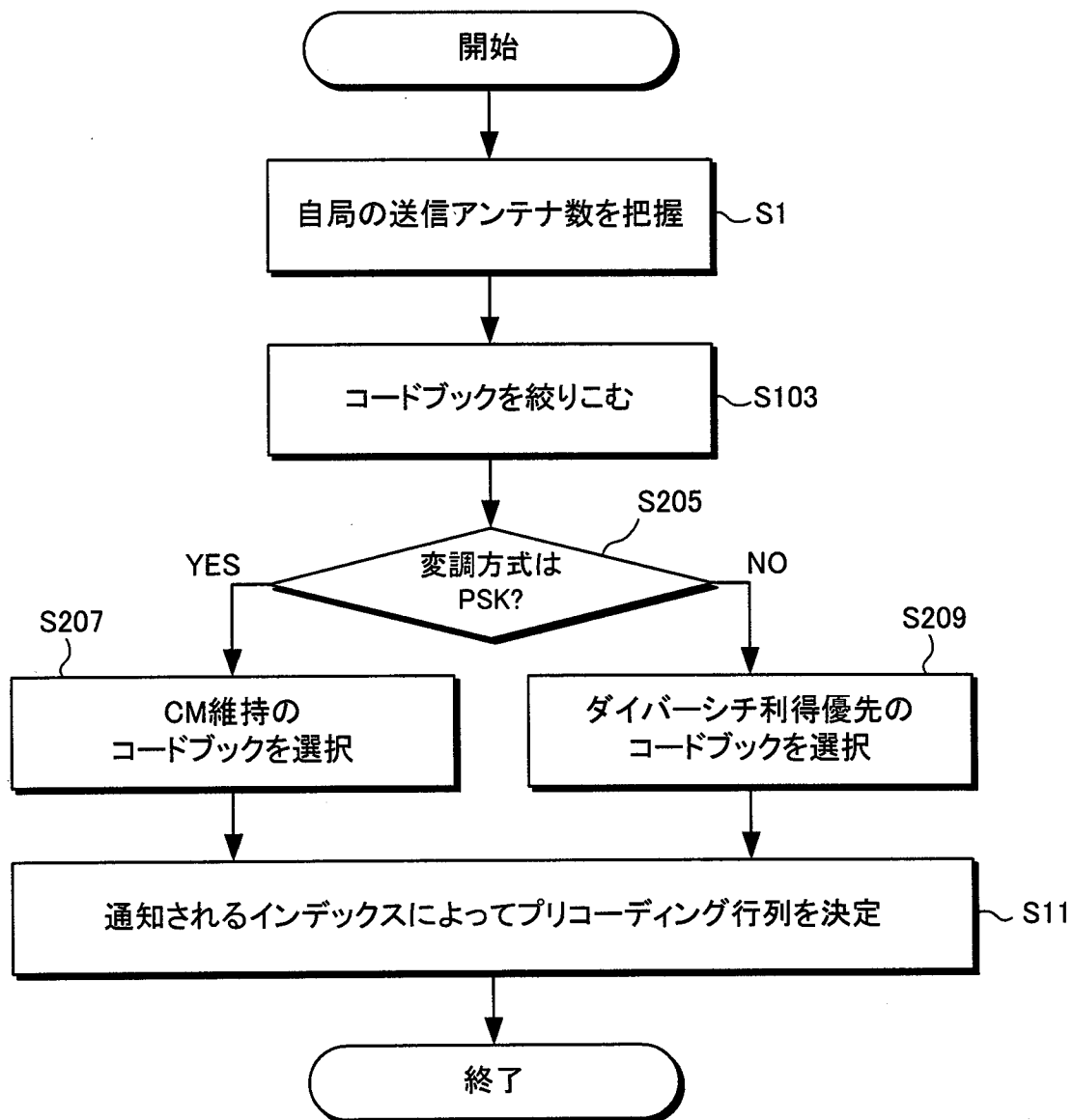
[図22]



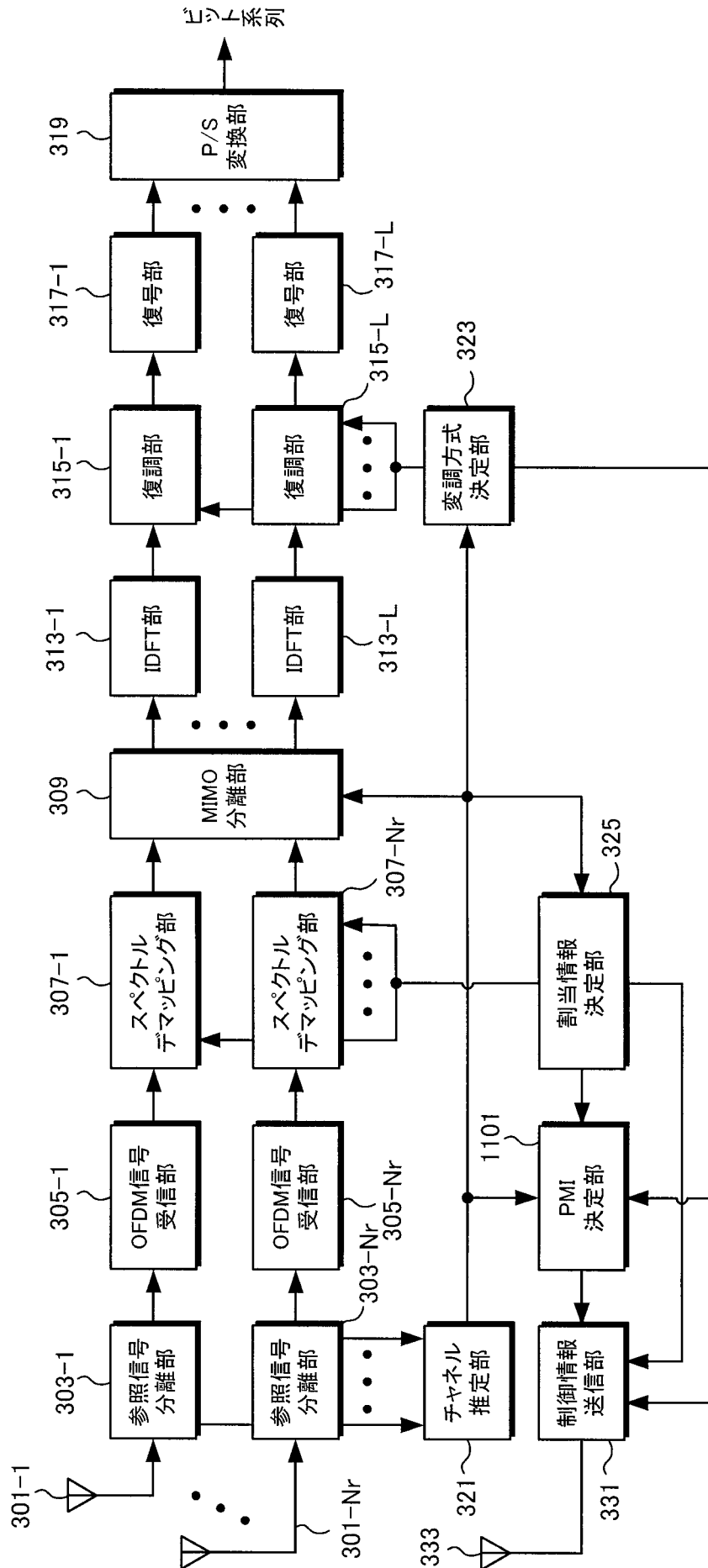
[図23]



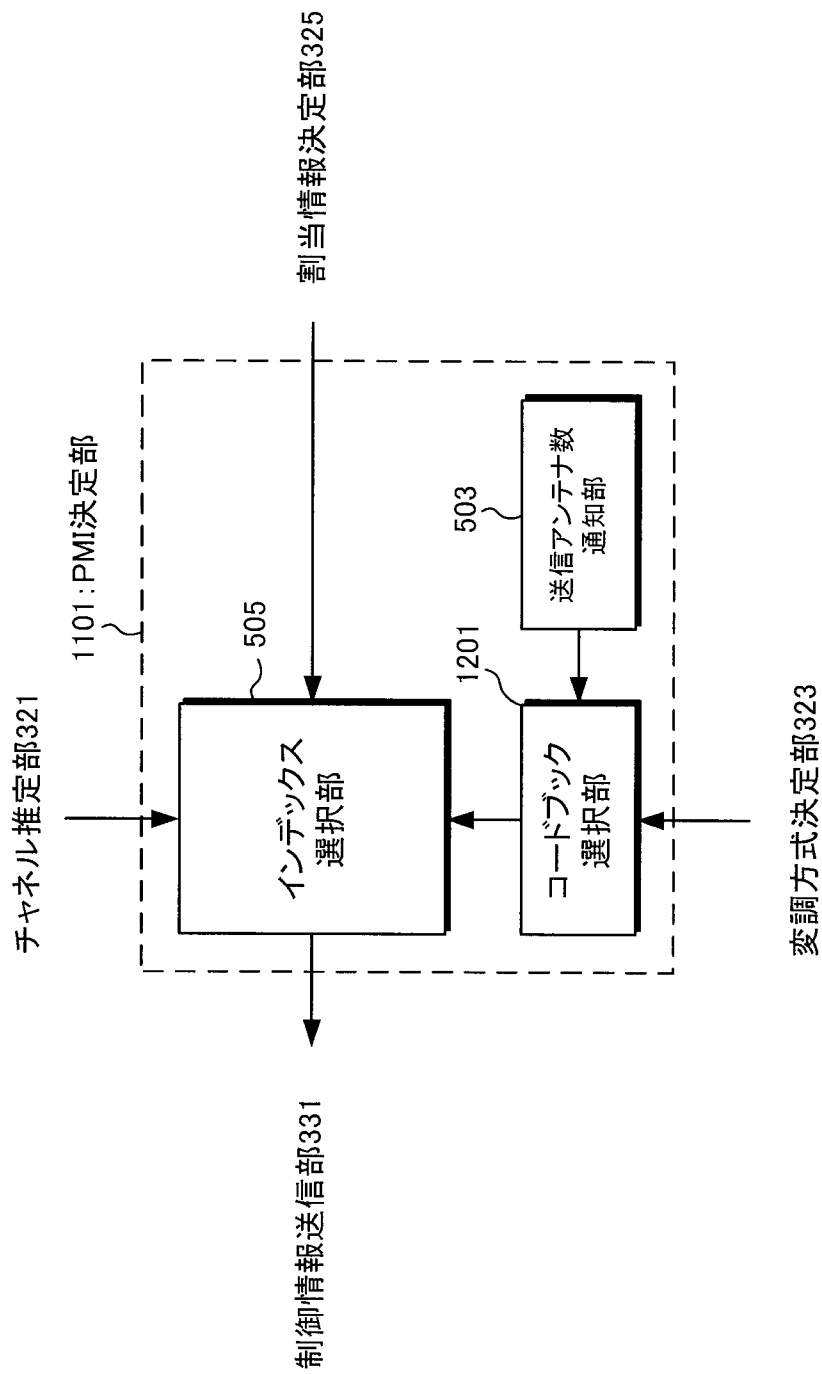
[図24]



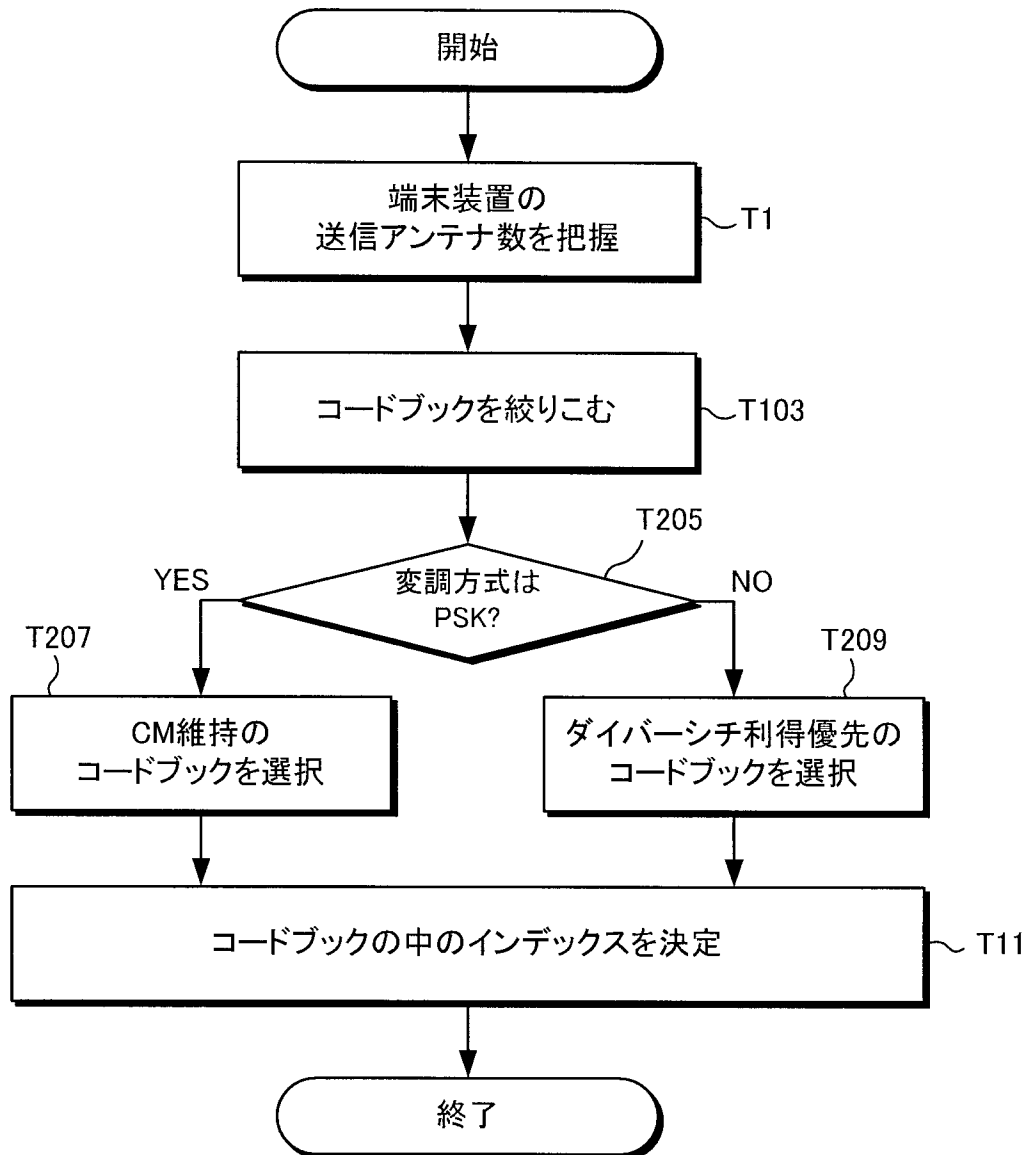
[図25]



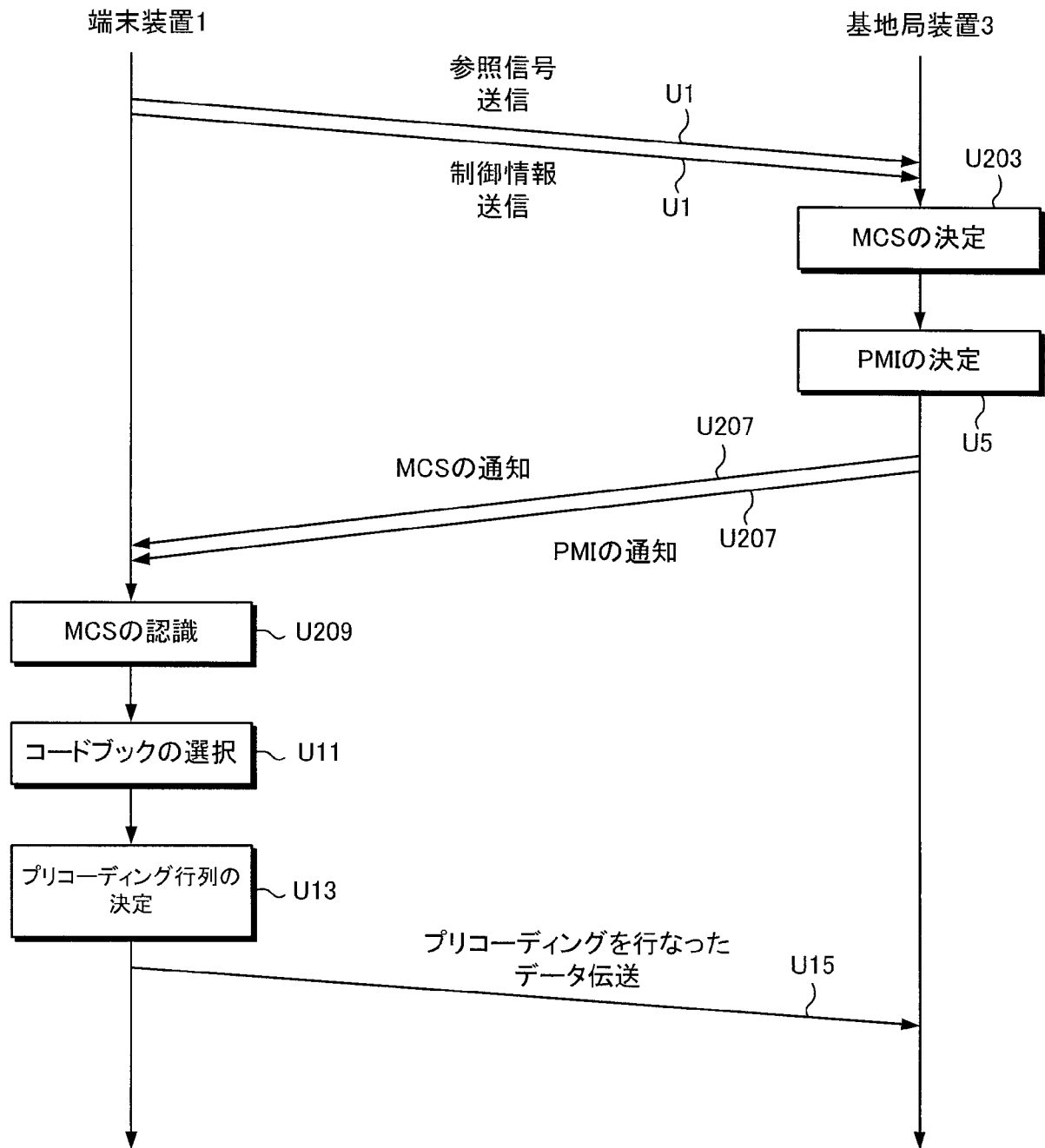
[図26]



[図27]



[図28]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/068958

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J99/00 (2009.01) i, H04B7/04 (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)

H04J99/00, H04B7/04, 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 | 1996-2012 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2012 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2012 |

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

IEEE Xplore, CiNii

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | WO 2009/153978 A1 (Panasonic Corp.),<br>23 December 2009 (23.12.2009),<br>fig. 2; paragraphs [0010] to [0016]<br>& US 2011/0205966 A1 & EP 2290890 A1<br>& KR 10-2011-0016907 A                                                                                                                                                                                | 1-9                   |
| Y         | WO 2010/093226 A2 (LG ELECTRONICS INC.),<br>19 August 2010 (19.08.2010),<br>fig. 5; [2] - [105]<br>& JP 2011-529660 A & EP 2398157 A2<br>& EP 2309658 A2 & WO 2010/018957 A2<br>& WO 2010/013919 A2 & WO 2010/013950 A2<br>& KR 10-2010-0092917 A & CN 102349243 A<br>& KR 10-2010-0019973 A & KR 10-2011-0081946 A<br>& KR 10-2010-0013252 A & CN 102138287 A | 1-9                   |



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

"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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 August, 2012 (09.08.12)

Date of mailing of the international search report

21 August, 2012 (21.08.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/068958

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | WO 2010/002325 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON),<br>07 January 2010 (07.01.2010),<br>description, pages 8, 9; claims 1 to 9<br>& JP 2011-527139 A & US 2011/0110403 A1<br>& EP 2294769 A & AU 2009266457 A<br>& CA 2729577 A & CN 102084629 A                                                                                       | 1-9                   |
| Y         | WO 2010/093179 A1 (LG ELECTRONICS INC.),<br>19 August 2010 (19.08.2010),<br>paragraphs [0087] to [00111]<br>& US 2010/0208578 A1 & US 2010/0208838 A1<br>& US 2010/0220801 A1 & EP 2396905 A<br>& EP 2396904 A & EP 2404387 A<br>& WO 2010/093140 A2 & WO 2010/101374 A2<br>& KR 10-2010-0092863 A & CN 102318224 A<br>& TW 201108650 A | 1-9                   |
| Y         | WO 2010/038474 A1 (Panasonic Corp.),<br>08 April 2010 (08.04.2010),<br>fig. 3<br>(Family: none)                                                                                                                                                                                                                                         | 1-9                   |
| Y         | Osamu NAKAMURA et al., "A study of Frequency<br>Selective Precoding for Clustered DFT-S-OFDM",<br>IEICE Technical Report, 10 December 2009<br>(10.12.2009), vol.109, no.341, pages 49 to 54,<br>RCS2009-175                                                                                                                             | 4,5                   |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04J11/00(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. H04J99/00, H04B7/04, H04J11/00

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 2 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 2 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)

IEEE Xplore, CiNii

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | WO 2009/153978 A1 (パナソニック株式会社) 2009.12.23, 第2図,<br>段落【0010】-【0016】 & US 2011/0205966 A1 & EP 2290890<br>A1 & KR 10-2011-0016907 A                                                                                                                                                                                           | 1-9            |
| Y               | WO 2010/093226 A2 (LG ELECTRONICS INC.) 2010.08.19, 第5図,<br>[2]-[105] & JP 2011-529660 A & EP 2398157 A2 & EP 2309658 A2 &<br>WO 2010/018957 A2 & WO 2010/013919 A2 & WO 2010/013950 A2 & KR<br>10-2010-0092917 A & CN 102349243 A & KR 10-2010-0019973 A & KR<br>10-2011-0081946 A & KR 10-2010-0013252 A & CN 102138287 A | 1-9            |

☒ 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

「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

0 9 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 8 . 2 0 1 2

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)

岡 裕之

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

5 K

3 2 5 1

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | WO 2010/002325 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON) 2010. 01. 07, 明細書第 8, 9 ページ, Claim 1-9 & JP 2011-527139 A & US 2011/0110403 A1 & EP 2294769 A & AU 2009266457 A & CA 2729577 A & CN 102084629 A                                                                                  | 1-9            |
| Y                     | WO 2010/093179 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 2010. 08. 19, 段落 [0087]-[00111] & US 2010/0208578 A1 & US 2010/0208838 A1 & US 2010/0220801 A1 & EP 2396905 A & EP 2396904 A & EP 2404387 A & WO 2010/093140 A2 & WO 2010/101374 A2 & KR 10-2010-0092863 A & CN 102318224 A & TW 201108650 A | 1-9            |
| Y                     | WO 2010/038474 A1 (パナソニック株式会社) 2010. 04. 08, 第 3 図 (ファミリーなし)                                                                                                                                                                                                                         | 1-9            |
| Y                     | 中村 理 外 5 名, Clustered DFT-S-OFDM における周波数選択プリコーディングの検討, 電子情報通信学会技術研究報告, 2009. 12. 10, Vol. 109, No. 341, pp. 49-54, RCS2009-175                                                                                                                                                       | 4, 5           |