

(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  
2010年4月8日(08.04.2010)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2010/038474 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04J 99/00 (2009.01) H04W 16/28 (2009.01)  
H04B 7/04 (2006.01) H04W 52/34 (2009.01)  
H04J 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/005092
- (22) 国際出願日: 2009年10月2日(02.10.2009)
- (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 2008-258547 2008年10月3日(03.10.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 二木 貞樹(FUTAGI, Sadaki), 中尾 正悟(NAKAO, Seigo), 今村 大地(IMAMURA, Daichi), 岩井 敬(IWAI, Takashi).
- (74) 代理人: 鷲田 公一(WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5階 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, JP, 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, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS TRANSMISSION DEVICE, MOBILE STATION DEVICE, AND PRE-CODING METHOD

(54) 発明の名称: 無線送信装置、移動局装置及びプリコーディング方法

[図6]

	PMI	[1]	[2]	[3]
AA	ランク			
	2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2(1+a^2)}} \begin{bmatrix} 1 & a \\ a & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2(1+a^2)}} \begin{bmatrix} 1 & a \\ ja & -j \end{bmatrix}$

AA RANK

(57) Abstract: Disclosed is a wireless transmission device that improves the drastic degradation of data throughput in a single carrier frequency division multiple access (SC-FDMA) transmission. A multiplexer (132) multiplies a stream (S<sub>1</sub>) and another stream (S<sub>2</sub>) by a pre-coding matrix, thereby multiplexing by differentiating an inter-stream power ratio. A code book (131) has candidates for a plurality of pre-coding matrices corresponding to a plurality of power ratios differentiating the inter-stream power ratio and sets the pre-coding matrix from among the candidate matrices. This makes it possible to suppress the degradation of cubic metric (CM) after application of pre-coding, so that it is possible to improve the drastic degradation of data throughput when the pre-coding is applied.

(57) 要約: SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 送信において、データスループットの急激な劣化を改善する無線送信装置を開示する。多重部(132)は、ストリームS<sub>1</sub>及びストリームS<sub>2</sub>にプリコーディング行列を乗算することにより、ストリーム間の電力比を異ならせて多重する。コードブック(131)は、ストリーム間の電力比が異なるような複数の電力比に対応する複数のプリコーディング行列の候補を有し、候補となる行列からプリコーディング行列を設定する。これにより、プリコーディング適用後のCM (Cubic Metric) の劣化を抑えることができるので、プリコーディングを適用した場合におけるデータスループットの急激な劣化を改善することができる。

WO 2010/038474 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

無線送信装置、移動局装置及びプリコーディング方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、MIMO (Multiple Input Multiple Output) 通信技術を利用した無線通信システムにおいて、例えば、SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 送信する無線送信装置、移動局装置及びこれら装置に適用されるプリコーディング方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、送受信双方にアレーアンテナを用いたMIMO通信技術が、限られた周波数帯域を有効に利用し、高速伝送を実現する技術として注目されている。MIMO通信技術において、特にプリコーディングは、規定のビームパターンのうち通信相手からのフィードバック情報に応じたビームを用いることにより指向性を形成し、通信相手が受信する信号の強度を確保することができる。また、プリコーディングは、異なるビームに異なる移動局装置を収容することができるため、マルチユーザダイバーシチ効果が得られる。

[0003] ところで、3GPP RAN LTE (Long Term Evolution) の下り回線では、最大伝送レート300Mbpsを達成するため、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 送信にMIMO通信技術が適用され、更に、ランク2を用いたプリコーディング送信ダイバーシチ技術が適用される(非特許文献1参照)。ここで、ランクとは、空間多重通信 (Space Division Multiplexing: SDM) を行う場合の空間多重数を示し、ランク2は、空間多重数が2の場合をあらわす。

[0004] また、3GPP RAN LTE-Advancedの上り回線では、シングルキャリアベースのSC-FDMAの導入が検討されている。3GPP RAN LTE-Advancedの上り回線においても、3GPP RAN LTEの下り回線と同様に、伝送レートを更に向上させるために、M

MIMO通信技術の導入、及び、ランク2を用いたプリコーディング送信ダイバーシチ技術の導入（以下、MIMO通信技術及びプリコーディング技術を「MIMOプリコーディング」という）が検討されている。

[0005] 図1に、非特許文献1記載のランク2のプリコーディングに使用されるコードブックを示す。図1に示すコードブックには、2アンテナ送信時に用いられるプリコーディング行列が、通信相手からのフィードバック情報により決定されるPMI (Precoding Matrix Index) と対応付けられて格納されている。なお、図1において、PMI [1] に対応付けられたプリコーディング行列を用いる場合には、データストリームが多重されないため、實際上、プリコーディングが適用されないことになる。

[0006] 従来の送信装置は、図1に示すようなコードブックの中から、ランク情報、及び、通信相手からのフィードバック情報に基づいた最適なPMIに対応するプリコーディング行列を、複数のデータストリームに多重することにより、プリコーディング処理する。

## 先行技術文献

### 非特許文献

[0007] 非特許文献1：R1-063261, Samsung, “MIMO precoding details”, 3GPP TS G RAN WG1 Meeting #47, Riga, Latvia, 6-10 November, 2006

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、3GPP RAN LTE-Advancedの上り回線で用いられるSC-FDMA送信に、3GPP RAN LTEの下り回線で用いられるOFDMに対するMIMOプリコーディングをそのまま適用すると、移動局装置の送信電力の余力（増加可能な電力）を示すパワーヘッドルーム（以下、「PHR (Power headroom)」という）の大きさによっては、データスループットが急激に劣化してしまうという課題がある。

[0009] 以下、図2を例に用いて説明する。図2は、SC-FDMAにOFDMと

同様のMIMOプリコーディングを適用した場合のPHRとデータスループットとの関係を示すシミュレーション結果である。図2において、横軸はPHRを示し、縦軸はデータスループットを示す。横軸において、PHRが小さいほど、送信電力が最大送信電力に近く、増幅可能な電力に十分にマージンがない状態を示す。また、PHRが大きいほど、増幅可能な電力に十分にマージンがあり、送信電力に余裕がある状態を示す。

[0010] 図2において、Th11は、プリコーディングを適用しない場合のデータスループット特性を示す。なお、Th11は、図1のPMI [1] をプリコーディング行列としてプリコーディング処理した場合のデータスループットともいえる。また、Th12は、図1のPMI [2] 又はPMI [3] をプリコーディング行列としてプリコーディングを適用した場合のデータスループットを示す。

[0011] 図2から分かるように、プリコーディングを適用しない場合には、PHRが小さい領域においてデータスループットが急激に劣化している。これに対し、プリコーディングを適用する場合には、PHRが中程度の領域において、データスループットが急激に下がり、データスループットがプリコーディングを適用しない場合のデータスループット(Th11)よりも劣化する領域がある。

[0012] このように、SC-FDMAに対し、OFDMと同様のMIMOプリコーディングをそのまま適用すると、プリコーディングを適用しない場合に比べ、データスループットが常に良好となるわけではなく、PHRの大きさによっては、プリコーディングを適用しない場合よりも、データスループットが劣化する場合がある。

[0013] 本発明の目的は、例えば、SC-FDMA送信において、データスループットの急激な劣化を改善することができる無線送信装置、移動局装置及びプリコーディング方法を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0014] 本発明の無線送信装置は、複数のストリームにプリコーディング行列を乗

算することにより、前記複数のストリームを前記複数のストリーム間の電力比を異ならせて多重する多重手段と、複数の前記電力比に対応する前記プリコーディング行列の複数の候補を有し、前記複数の候補から前記プリコーディング行列を設定するコードブックと、を具備する構成を採る。

[0015] 本発明の移動局装置は、上記無線送信装置を具備する構成を採る。

[0016] 本発明のプリコーディング方法は、複数のストリームにプリコーディング行列を乗算することにより、前記複数のストリームを前記複数のストリーム間の電力比を異ならせて多重するようにした。

### 発明の効果

[0017] 本発明によれば、例えば、SC-FDMA送信において、データスループットの急激な劣化を改善することができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]非特許文献1記載のランク2を用いたプリコーディングに使用されるコードブックを示す図

[図2]PHRとデータスループットとの関係を示すシミュレーション結果を示す図

[図3]プリコーディング適用前後におけるCM特性のシミュレーション結果を示す図

[図4]ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ との電力比を異ならせた場合のCM特性のシミュレーション結果を示す図

[図5]本発明の実施の形態1に係る送信装置の要部構成を示すブロック図

[図6]実施の形態1におけるプリコーディング行列の一例を示す図

[図7]実施の形態1に係る多重部の内部構成を示すブロック図

[図8]実施の形態1におけるプリコーディングを適用した場合のPHRとデータスループットとの関係を示す図

[図9]実施の形態1におけるランク4のプリコーディング行列の一例を示す図

[図10]本発明の実施の形態2に係る送信装置の要部構成を示すブロック図

[図11]実施の形態2におけるプリコーディング適用後のPHRとデータスル

ーットとの関係を示す図

[図12]実施の形態2におけるコードブックが用いる電力比設定テーブルのaの一例を示す図

[図13]実施の形態2におけるプリコーディング適用後のPHRとデータスルーットとの関係を示す図

[図14]本発明の実施の形態3に係る送信装置の要部構成を示すブロック図

[図15] b 1 及び b 2 の一例を示す図

[図16]本発明の実施の形態4に係る送信装置の要部構成を示すブロック図

[図17]実施の形態4におけるコードブックが用いる電力比設定テーブルのaの一例を示す図

### 発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0020] 本発明の発明者らは、プリコーディング適用前後におけるCM (Cubic Metric) 特性の変化に着目した。CMとは、PAR (peak to average peak ratio) と同様に電力減衰特性を示す一つの指標であり、CMの値が小さいほど増幅特性が歪みにくいことを示す。SC-FDMAでは、OFDMに比べ、CMの値が小さいのが特徴である。

[0021] 図3に、プリコーディング適用前後におけるCM特性のシミュレーション結果を示す。図3には、ストリームが、SC-FDMA (QPSK)、SC-FDMA (16QAM) 及びOFDMの場合のプリコーディング適用前後のCM、及び、プリコーディング適用前後でのCMの変動量が示されている。なお、図3は、各変調方式に図1に示したOFDM用のプリコーディング行列を用いた場合のシミュレーション結果である。

[0022] 図3に示すように、SC-FDMAでは、QPSK、16QAMのいずれの場合も、プリコーディングを適用すると、CMが大きく増加することが確認された。一方、OFDMでは、プリコーディングの適用前後でCMがほとんど変わらないことが確認された。

[0023] このように、OFDMでは、プリコーディングの適用前後でのCMの変動

量がほとんどないのに対し、SC-FDMAでは、プリコーディングを適用することによりCMが増加する。すなわち、OFDMでは、プリコーディングの適用の有無で電力減衰特性があまり変動しないのに対し、SC-FDMAでは、OFDMと同様のプリコーディングをそのまま適用すると、電力減衰特性が大きく劣化することが分かった。

[0024] 図1のプリコーディング行列では、各行列要素の大きさが等しいため、2つのストリーム $S_1$ 、 $S_2$ が同じ電力比で合成される。本発明者らは、多重されるストリーム間の電力比に着目し、更に以下のシミュレーションを行った。

[0025] 図4に、ランク2の場合に、ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ との電力比が異なる場合のCM特性のシミュレーション結果を示す。

[0026] 図4から分かるように、多重されるストリーム間の電力比が等しい場合（ストリーム $S_1$ の電力：ストリーム $S_2$ の電力=1：1の場合）に、CMの値が一番大きくなることが確認された。

[0027] 本発明者らは、SC-FDMAでは、プリコーディングの適用の有無によりCMが大きく異なる点、及び、ストリーム間の電力比を変えることによりCMが変化する点に着目した。そして、これらの点に着目し、SC-FDMAにランク2以上のプリコーディングを適用する場合に、多重されるストリーム間の電力比を変えるプリコーディング行列を設定し、プリコーディング用コードブックに適用するようにした。

[0028] なお、プリコーディング行列は、ユニタリ行列とする。また、プリコーディング行列は、複数のストリームのうち、いずれか一つのストリームの電力を1に固定した場合に、他のストリームの電力の範囲を0又は1以外の値をとる行列とする。

[0029] （実施の形態1）

図5に、本実施の形態に係る送信装置の要部構成を示す。図5の送信装置100は、例えば、LTE-Advancedの移動局装置に適用される。また、図5の送信装置100は、ランク2、すなわち、空間多重数が2の場



合の例である。

- [0030] 変調部 110-1 は、入力されるデータストリームを変調し、時間領域の変調信号を得る。変調部 110-1 は、時間領域の変調信号を DFT (Discrete Fourier Transform) 部 120-1 に出力する。同様に、変調部 110-2 は、入力されるデータストリームを変調し、時間領域の変調信号を得、時間領域の変調信号を DFT 部 120-2 に出力する。
- [0031] DFT 部 120-1, 120-2 は、時間領域の変調信号に対し離散フーリエ変換 (DFT) を施すことにより、時間-周波数変換を行い、周波数領域信号を得る。DFT 部 120-1, 120-2 は、周波数領域信号をプリコーディング部 130 に出力する。
- [0032] プリコーディング部 130 は、コードブック 131 及び多重部 132 を備える。
- [0033] コードブック 131 は、多重部 132 において用いられるプリコーディング行列を格納する。プリコーディング行列の具体的な例については、後述する。コードブック 131 は、ランク情報及び PMI を入力とし、ランク情報及び PMI に対応するプリコーディング行列を、多重部 132 が用いるプリコーディング行列として設定する。コードブック 131 は、設定したプリコーディング行列の情報を多重部 132 に出力する。
- [0034] 多重部 132 は、周波数領域信号に、コードブック 131 によって設定されたプリコーディング行列を乗算することにより、複数の周波数領域信号間の電力比を異ならせて多重する。なお、多重部 132 の内部構成については、後述する。多重部 132 は、多重後の周波数領域信号を IFFT 部 140-1, 140-2 に出力する。
- [0035] IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 部 140-1, 140-2 は、プリコーディング後の周波数領域信号を、送信サブキャリアにマッピングした後、逆高速フーリエ変換 (IFFT) 処理を行い、時間領域信号に変換する。IFFT 部 140-1, 140-2 は、得られた時間領域信号を、CP (Cyclic Prefix) 付加部 150-1, 150-2 に出力する。

- [0036] CP付加部150-1, 150-2は、時間領域信号の送信データ列の各ブロックに対し、ブロック末尾のデータを複製してブロック先頭に挿入することにより、時間領域信号の送信データ列にCPを付加する。CP付加部150-1, 150-2は、CP付加後の時間領域信号を無線送信部160-1, 160-2に出力する。
- [0037] 無線送信部160-1, 160-2は、CP付加部150-1, 150-2から出力されるベースバンド信号である時間領域信号を無線周波数帯域へ周波数変換する。
- [0038] このようにして、SC-FDMA送信において、複数のデータストリームにMIMOプリコーディングを適用することにより指向性を形成し、指向性形成後の信号を複数のアンテナから送信する。
- [0039] 以下、プリコーディング部130のコードブック131が格納するプリコーディング行列について説明する。
- [0040] 図6に、コードブック131が格納するプリコーディング行列の一例を示す。図6は、ランク2の場合のプリコーディング行列である。
- [0041] 図6の各行列において、 $a$ は、多重される複数のストリームのうち、いずれか一つのストリームの電力を1（固定）とした場合に、当該固定値1に対する他のストリームの電力比を示しており、 $a$ を $0 < a < 1$ の範囲の値とする。 $a$ の値を予め適切な値に設定しておくことにより、多重するストリーム間の電力比を異ならせたプリコーディングを実現する。
- [0042] このとき、例えば、ストリームの変調方式がQPSKの場合、図4のシミュレーション結果を参照して、CMが小さくなるような値を電力比を $a$ の値として設定しておくようにすることで、CMを低減させることができる。上述したように、多重するストリーム間の電力比が1:1の場合に、CMが最も大きいので、多重するストリーム間の電力比を1:1以外とすることにより、ストリーム多重した際のCMを低減させることができるようになる。
- [0043] なお、図7に、上述のプリコーディング行列を用いて、ストリーム $S_1$ 及びストリーム $S_2$ の電力比を異ならせて多重する多重部132の内部構成を示す

- 。
- [0044] アンプ1321-1は、DFT部120-1からのストリーム $S_1$ を $a_1$  ( $=a$ )倍し、加算部1322-2に出力する。アンプ1321-2は、DFT部120-2からの周ストリーム $S_2$ を $a_2$  ( $=a$ )倍し、加算部1322-1に出力する。これにより、加算部1322-1において、ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ 間の電力比が $1:a$ で多重されるようになる。また、加算部1322-2において、ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ 間の電力比が $a:1$ で多重されるようになる。
- [0045] 図8を用いて、本実施の形態における効果について説明する。なお、同図に、図2に示したデータスループット特性 $Th_{11}$ 、 $Th_{12}$ を合わせて表示する。 $Th_{11}$ は、図1のPMI [1]に対応するプリコーディング行列を適用した場合のデータスループット特性である。また、 $Th_{12}$ は、図1のPMI [2]及びPMI [3]に対応するプリコーディング行列を適用した場合のデータスループット特性である。また、 $Th_{101}$ は、本実施の形態におけるプリコーディング行列を用いてプリコーディングした場合のデータスループット特性を示している。
- [0046]  $Th_{101}$ と $Th_{12}$ との比較から分かるように、本実施の形態におけるプリコーディングを適用することにより、データスループット特性が急激に劣化する領域が、PHRがより小さい領域にまで延長される。これは、多重されるストリーム間の電力比を $1:a$  ( $0 < a < 1$ )にしたことにより、CMの値が低減したことによる。なお、データスループット特性の改善、及び、データスループット特性が急激に劣化するまでのPHRの領域は、多重されるストリーム間の電力比に応じて変動する。
- [0047] このように、本実施の形態では、ストリームを多重してMIMO送信する場合に、多重されるストリーム間の電力比が異なるようなプリコーディングを行う。すなわち、ランク2の場合に、ストリーム間の電力比を $1:a$  ( $0 < a < 1$ )とすることにより、プリコーディング適用前後のCMの変動量を小さくする。この結果、図8に示すように、PHRがより小さい領域におけ

るデータスループットの劣化を改善することができる。

[0048] なお、プリコーディングの適用の有無によるデータスループット特性の差が小さく、かつ、プリコーディングの適用の有無によるCM特性の差が大きい場合には、 $a$ を小さく（すなわち、各ストリーム間の電力差を大きくする）すると良い。また、プリコーディングの適用の有無によるデータスループット特性の差が大きく、かつ、プリコーディングの適用の有無によるCM特性の差が小さい場合には、 $a$ を大きく（すなわち、各ストリーム間の電力差を小さく）すると良い。

[0049] また、例えば、プリコーディング行列として、図6のPMI [2]のユニタリ行列を用いてストリーム $S_1$ 及びストリーム $S_2$ にプリコーディングする場合、多重後の多重信号 $S'_1$ 、 $S'_2$ は、式(1)によりあらわされる。

[数1]

$$\begin{bmatrix} S'_1 \\ S'_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2(1+a^2)}} \begin{bmatrix} 1 & a \\ a & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2(1+a^2)}} \begin{bmatrix} S_1 + aS_2 \\ aS_1 - S_2 \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

[0050] 式(1)から分かるように、多重信号 $S'_1$ 、 $S'_2$ に含まれるストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ の電力比は、 $1+a^2 : 1+a^2 = 1 : 1$ となり、多重後の多重信号 $S'_1$ 、 $S'_2$ に含まれる各ストリーム間の電力バランスを一定に保つことができる。

[0051] また、プリコーディング行列をユニタリ行列とすることにより、受信処理、特に、チャネル推定処理において、処理が複雑になるのを回避することができる。

[0052] 以上のように、本実施の形態では、多重部132は、ストリーム $S_1$ 及びストリーム $S_2$ にプリコーディング行列を乗算することにより、ストリーム $S_1$ 及びストリーム $S_2$ をストリーム間の電力比を異ならせて多重する。コードブック131は、ストリーム間の電力比が異なるような複数の電力比に対応するプリコーディング行列の複数の候補を有し、それら複数の候補からプリコーディング行列を設定する。これにより、プリコーディング適用後のCMの劣化を抑えることができるので、プリコーディングを適用した場合における

データスループットの急激な劣化を改善することができる。

[0053] また、プリコーディング行列をユニタリ行列とすることにより、ストリーム間の電力バランスを一定に保つことができるので、データスループットの劣化を抑えることができる。また、ユニタリ行列とすることにより、受信処理、特に、チャネル推定処理において、処理が複雑になるのを回避することができる。

[0054] なお、以上の説明では、 $a$  を  $0 < a < 1$  の範囲で設定する場合を例に説明したが、 $a$  を  $1 < a$ 、 $a > -1$ 、 $-1 > a > 0$  の範囲で設定する構成としても良い。この場合においても、多重されるストリーム間の電力比を  $1 : 1$  以外とすることができるので、 $0 < a < 1$  の場合と同様の効果を得ることができる。

[0055] また、以上の説明では、本発明をランク 2 に適用した場合を例に説明したが、ランク 2 と同様に、本発明をランク 3 以上の MIMO プリコーディングに適用することもできる。

[0056] 図 9 に、本実施の形態におけるランク 4 のプリコーディング行列の一例を示す。なお、図 9 に、従来のランク 4 のプリコーディング行列を合わせて示す。

[0057] また、以上の説明では、多重アクセス方式が、SC-FDMA の場合を例に説明したが、多重アクセス方式は SC-FDMA に限定されるものではなく、OFDM に比べ CM が低い他の多重アクセス方式に本発明を適用しても良い。この場合においても、プリコーディング適用後の CM の劣化を抑えることができ、SC-FDMA の場合と同様に、プリコーディングを適用した場合におけるデータスループットの急激な劣化を改善することができる。

[0058] また、プリコーディング行列は、例えば、式 (2) に示すように、図 6 のプリコーディング行列の  $1$  と  $a$  とを入れ替える構成としても良い。要するに、プリコーディング行列は、複数のストリームのうち、多重されるストリームのうちいずれか一つのストリームの電力を  $1$  (固定) とした場合に、他のストリームの電力の範囲を  $0$  又は  $1$  以外の値とする行列であれば良い。

[数2]

$$\frac{1}{\sqrt{2(1+a^2)}} \begin{bmatrix} a & 1 \\ 1 & -a \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

[0059] すなわち、複数のストリームにプリコーディング行列を乗算した結果、ストリーム間の電力比を異ならせて多重されるようにすれば良い。したがって、式(2)に示すように、図6のプリコーディング行列の1とaとを入れ替えた行列を用いてプリコーディングを適用するようにしても構わない。

[0060] (実施の形態2)

本実施の形態では、SC-FDMAにランク2以上のプリコーディングを適用する場合に、多重されるストリーム間の電力比を、各ストリームの変調方式に応じて変更する。なお、プリコーディング行列は、実施の形態1と同様に、ユニタリ行列とし、複数のストリームのうち、いずれか一つのストリームの電力を1(固定)とした場合に、他のストリームの電力の範囲を0又は1以外の値をとる行列とする。これにより、実施の形態1と同様の効果に加え、より確実にCMの劣化を抑えることができるようになるため、データスループットの急激な劣化を確実に改善することができる。

[0061] 図10に、本実施の形態に係る送信装置の要部構成を示す。図10の送信装置200は、例えば、LTE-Advancedの移動局装置に適用される。なお、図10の送信装置200において、図5と共通する構成部分には、図5と同一の符号を付して説明を省略する。図10の送信装置200は、図5の送信装置100に対して、プリコーディング部130に代えて、プリコーディング部210を備える。なお、本実施の形態では、ストリーム $S_1$ の変調方式とストリーム $S_2$ の変調方式とが異なる場合を想定する。

[0062] プリコーディング部210は、コードブック211及び多重部132を備える。

[0063] コードブック211は、多重部132において用いられるプリコーディング行列を格納する。プリコーディング行列の具体的な例については、後述する。コードブック211は、ランク情報、PMI、及び、各ストリームのM

CSの情報を入力とし、ランク情報、PMI及び変調方式の情報に対応するプリコーディング行列を、多重部132が用いるプリコーディング行列として設定する。コードブック211は、設定したプリコーディング行列の情報を多重部132に出力する。

- [0064] 以下、プリコーディング部210のコードブック211が格納するプリコーディング行列について説明する。
- [0065] 図3に既に示したように、プリコーディングを適用する場合においても、各ストリームの変調方式によって、CMが変わる。例えば、SC-FDMA (QPSK)にプリコーディングを適用した場合には、CMが2.55であるのに対し、SC-FDMA (16QAM)にプリコーディングを適用した場合には、CMが3.05となっている。このようなCM特性の違いにより、データスループット特性が変わる。
- [0066] 図11に、OFDM用のプリコーディングを適用した場合のPHRとデータスループットとの関係を示す。図11において、Th22は、変調方式がQPSKのストリームにプリコーディングを適用した場合のスループット特性を示す。また、Th23は、変調方式が16QAMのストリームにプリコーディングを適用した場合のスループット特性を示す。なお、Th21は、変調方式がQPSKのストリームにプリコーディングを適用しなかった場合のスループット特性を示す。
- [0067] 図11から分かるように、各ストリームの変調方式の違いにより、データスループット特性が変わる。例えば、変調方式が16QAMのストリームにプリコーディングを適用する場合 (Th23)、PHRが大きい領域では、QPSK (Th22)と比較してデータスループットが高く、また、PHRが中程度の領域では、データスループットが急激に劣化する。一方、変調方式がQPSKのストリームにプリコーディングを適用する場合 (Th22)、PHRが大きい領域では、16QAM (Th23)と比較してデータスループットが低いが、PHRが中程度の領域では、16QAM (Th23)よりもデータスループットが高い領域がある。このように、変調方式の違いに

よりCM特性が変わり、その結果、データスループット特性が変動する。

- [0068] そこで、本実施の形態では、コードブック211が、電力比設定テーブルを有し、多重されるストリームの変調方式に応じて、多重部132が用いるプリコーディング行列を選択するようにした。
- [0069] 図12に、コードブック211が用いる電力比設定テーブルの一例を示す。図12に示すように、ストリーム $S_1$ 及びストリーム $S_2$ の変調方式が共にQPSKの場合（ケース1）、コードブック211は、 $a$ を0.4とするプリコーディング行列を選択する。この結果、ストリーム $S_1$ の電力を1とした場合に、ストリーム $S_2$ の電力を0.4として、ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ とが多重される。また、ストリーム $S_2$ の電力を1とした場合に、ストリーム $S_1$ の電力を0.4として、ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ とが多重される。
- [0070] また、ストリーム $S_1$ の変調方式がQPSKであり、ストリーム $S_2$ の変調方式が16QAMの場合（ケース2）、コードブック211は、 $a$ を0.5とするプリコーディング行列を選択する。この結果、ストリーム $S_1$ の電力を1とした場合に、ストリーム $S_2$ の電力を0.5として、ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ とが多重される。また、ストリーム $S_2$ の電力を1とした場合に、ストリーム $S_1$ の電力を0.5として、ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ とが多重される。
- [0071] また、ストリーム $S_1$ 及びストリーム $S_2$ の変調方式が共に16QAMの場合（ケース3）、コードブック211は、 $a$ を0.6とするプリコーディング行列を選択する。この結果、ストリーム $S_1$ の電力を1とした場合に、ストリーム $S_2$ の電力を0.6として、ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ とが多重される。また、ストリーム $S_2$ の電力を1とした場合に、ストリーム $S_1$ の電力を0.6として、ストリーム $S_1$ とストリーム $S_2$ とが多重される。
- [0072] なお、コードブック211は、図6に示すようなプリコーディング行列を有し、各ストリームの変調方式に応じて、 $a$ を設定するようにしても良い。要するに、多重部132が、各ストリームの変調方式に応じた電力比で、複



数のストリームを多重するようにすれば良い。

- [0073] なお、各ストリームの変調方式に対応する  $a$  の値は、予め上位レイヤからコードブック 211 に指示される。また、各ストリームの変調方式の情報は、適応変調にもともと必要な情報であるため、電力比  $a$  の設定のためだけに、通信相手が新たにシグナリングする必要はない。
- [0074] 図 13 に、本実施の形態におけるプリコーディングを適用した場合の PHR とデータスループット特性との関係を示すシミュレーション結果を示す。なお、同図に、図 11 に示した、OFDM 用の MIMO プリコーディングを適用した場合のデータスループット特性  $Th_{21}$ ,  $Th_{22}$ ,  $Th_{23}$  を合わせて表示する。
- [0075] 図 13 において、 $Th_{201}$  は、変調方式が QPSK のストリーム  $S_1$ ,  $S_2$  に本実施の形態におけるプリコーディングを適用した場合のスループット特性を示す。また、 $Th_{202}$  は、変調方式が QPSK のストリーム  $S_1$  と変調方式が 16QAM のストリーム  $S_2$  とに本実施の形態におけるプリコーディングを適用した場合のスループット特性を示す。また、 $Th_{203}$  は、変調方式が 16QAM のストリーム  $S_1$ ,  $S_2$  に本実施の形態におけるプリコーディングを適用した場合のスループット特性を示す。
- [0076] 上述したように、本実施の形態では、各ストリームの変調方式に応じて電力比を異ならせて各ストリームが多重される。例えば、ストリーム  $S_1$  及びストリーム  $S_2$  の変調方式が共に 16QAM の場合 ( $Th_{203}$ )、本実施の形態におけるプリコーディングを適用することにより、PHR が大きい領域では、 $Th_{23}$  に比べデータスループットが若干劣化するものの、データスループットが急激に劣化するまでの PHR の領域が拡大される。
- [0077] なお、プリコーディングを適用する場合に、変調方式の差異によるデータスループット特性の差が小さく、かつ、CM 特性の差が大きい場合も、同様に、 $a$  を小さくすると良い。また、プリコーディングを適用する場合に、変調方式の差異によるデータスループット特性の差が大きく、かつ、CM 特性の差が小さい場合も、同様に、 $a$  を大きくすると良い。

- [0078] 以上のように、本実施の形態では、コードブック 211 は、複数のストリームの変調方式に応じて、複数の候補からプリコーディング行列を設定する。これにより、複数のストリームの変調方式に応じて、多重されるストリーム間の電力比が異なるようになり、CMの劣化を抑え、データスループットの劣化を改善することができる。
- [0079] (実施の形態 3)
- 本実施の形態では、実施の形態 1 及び実施の形態 2 において、プリコーディングを行う前に、各ストリームをスカラー倍する構成とする。
- [0080] 以下、本発明の実施の形態について、図 14 を用いて説明する。
- [0081] 図 14 に、本実施の形態に係る送信装置の要部構成を示す。図 14 の送信装置 300 は、例えば、LTE-Advanced の移動局装置に適用される。なお、図 14 の本実施の形態に係る送信装置 300 において、図 5 と共通する構成部分には、図 5 と同一の符号を付して説明を省略する。図 14 の送信装置 300 は、図 5 の送信装置 100 に対して、DFT 部 120-1 とプリコーディング部 130 との間に、アンプ 310-1 を備え、DFT 部 120-2 とプリコーディング部 130 との間に、アンプ 310-2 を備える。
- [0082] アンプ 310-1 は、DFT 部 120-1 から出力される周波数領域信号をスカラー倍（倍率  $b_1$ ）し、 $b_1$  倍後の周波数領域信号をプリコーディング部 130 に出力する。アンプ 310-2 は、DFT 部 120-2 から出力される周波数領域信号をスカラー倍（倍率  $b_2$ ）し、 $b_2$  倍後の周波数領域信号をプリコーディング部 130 に出力する。このようにして、アンプ 310-1、310-2 は、プリコーディング部 130 に入力される周波数領域信号の電力比を事前に調整する。
- [0083] このとき、 $b_1$  又は  $b_2$  の値を、例えば、各ストリームの変調方式に応じて設定することにより、後段のアンテナから送信される各ストリーム間の電力バランスを調整することができる。この結果、プリコーディング部 130 の多重部 132 において用いられるプリコーディング行列をユニタリ行列

に保ちつつ、各ストリーム間の電力バランスを調整することができるので、受信処理、特に、チャネル推定処理において、処理が複雑になるのを回避することができる。

[0084] 図15に、アンプ310-1、310-2の倍率 $b_1$ 及び $b_2$ の一例を示す。

[0085] 図3に示したように、ストリームの変調方式が16QAMの場合のCMの値は、ストリームの変調方式がQPSKの場合に比べ大きい。そこで、図15のケース3に示すように、ストリーム $S_1$ の変調方式がQPSKであり、ストリーム $S_2$ の変調方式が16QAMの場合、ストリーム $S_2$ に対する倍率 $b_2$ を、ストリーム $S_1$ に対する倍率 $b_1$ に比べ、小さくすることにより、多重されたストリームのCMを低減することができる。

[0086] なお、複数のストリームのうち、いずれか一つのストリームの電力を1（固定）としてプリコーディングを行う場合には、電力が1とされるストリームをスカラー倍するアンプを設けず、プリコーディング部130にそのまま出力するようにしても良い。

[0087] 以上のように、本実施の形態では、複数のストリームをそれぞれスカラー倍し、スカラー倍された複数のストリームにプリコーディングを行う。これにより、プリコーディング部130に入力されるストリームの電力を予め調整することができるので、プリコーディング行列をユニタリ行列に保ちつつ、各ストリーム間の電力バランスを調整することができる。また、多重されるストリーム間の電力比を異ならせることができるので、CMの劣化を抑え、データスループットの劣化を改善できるとともに、受信処理、特に、チャネル推定処理において、処理が複雑になるのを回避することができる。

[0088] （実施の形態4）

本実施の形態では、SC-FDMAにランク2以上のプリコーディングを適用する場合に、多重されるストリーム間の電力比を、OFDMA、SC-FDMA等の多重アクセス方式に応じて変更する。なお、プリコーディング

行列は、実施の形態 1 と同様に、ユニタリ行列とし、複数のストリームのうち、いずれか一つのストリームの電力を 1（固定）とした場合に、他のストリームの電力の範囲を 0 又は 1 以外の値をとる行列とする。これにより、実施の形態 1 と同様の効果に加え、より確実に CM の劣化を抑えることができるようになるため、データスループットの急激な劣化を確実に改善することができるようになる。

[0089] 図 16 に、本実施の形態に係る送信装置の要部構成を示す。図 16 の送信装置 400 は、例えば、LTE-Advanced の移動局装置に適用される。以下では、送信装置 400 が、多重アクセス方式として、OFDM 及び SC-FDMA の双方をサポートする場合を例に説明する。なお、図 16 の本実施の形態に係る送信装置 400 において、図 5 と共通する構成部分には、図 5 と同一の符号を付して説明を省略する。

[0090] 変調部 410-1 は、入力されるデータストリームを変調し、時間領域の変調信号を得る。変調部 410-1 は、時間領域の変調信号を DFT 部 120-1 及び選択部 420-1 に出力する。同様に、変調部 410-2 は、入力されるデータストリームを変調し、時間領域の変調信号を得、時間領域の変調信号を DFT 部 120-2 及び選択部 420-2 に出力する。

[0091] 選択部 420-1, 420-2 は、多重アクセス方式に関する情報（以下「多重アクセス方式情報」という）を入力とし、多重アクセス方式情報に応じて、DFT 部 120-1, 120-2 から出力される周波数領域信号、又は、変調部 410-1, 410-2 から出力される時間領域の変調信号のいずれか一方を選択し、選択した信号をプリコーディング部 430 に出力する。

[0092] 具体的には、多重アクセス方式情報が SC-FDMA を示す場合、選択部 420-1, 420-2 は、DFT 部 120-1, 120-2 から出力される周波数領域信号をプリコーディング部 430 に出力する。一方、多重アクセス方式情報が OFDM を示す場合、選択部 420-1, 420-2 は、変調部 410-1, 410-2 から出力される時間領域の変調信号をプリコー

ディング部 430 に出力する。

- [0093] プリコーディング部 430 は、コードブック 431 及び多重部 132 を備える。
- [0094] コードブック 431 は、多重部 132 において用いられるプリコーディング行列を格納する。プリコーディング行列の具体的な例については、後述する。コードブック 431 は、ランク情報、PMI、及び、多重アクセス方式情報を入力とし、ランク情報、PMI 及び多重アクセス方式情報に対応するプリコーディング行列を、多重部 132 が用いるプリコーディング行列として設定する。コードブック 431 は、設定したプリコーディング行列の情報を多重部 132 に出力する。
- [0095] 以下、プリコーディング部 430 のコードブック 431 が格納するプリコーディング行列について説明する。
- [0096] 図 3 に既に示したように、プリコーディングを適用する場合においても、多重アクセス方式によって、CM が変わる。例えば、SC-FDMA にプリコーディングを適用した場合には、CM が 2.55, 3.05 であるのに対し、OFDM にプリコーディングを適用した場合には、CM が 4.00 となっている。このような CM 特性の違いにより、データスルーput 特性が変わる。
- [0097] そこで、本実施の形態では、コードブック 431 が、電力比設定テーブルを有し、多重アクセス方式に応じて、多重部 132 が用いるプリコーディング行列を選択するようにした。
- [0098] 図 17 に、コードブック 431 が用いる電力比設定テーブルの一例を示す。図 17 に示すように、多重アクセス方式が SC-FDMA の場合（ケース 1）、コードブック 431 は、 $a$  を 0.6 とするプリコーディング行列を選択する。この結果、ストリーム  $S_1$  の電力を 1（固定）とした場合に、ストリーム  $S_2$  の電力を 0.6 とし、ストリーム  $S_1$  とストリーム  $S_2$  とが多重される。また、ストリーム  $S_2$  の電力を 1（固定）とした場合に、ストリーム  $S_1$  の電力を 0.6 とし、ストリーム  $S_1$  とストリーム  $S_2$  とが多重される。

- [0099] また、多重アクセス方式がOFDMの場合（ケース2）、コードブック431は、 $a$ を1.0とするプリコーディング行列を選択する。すなわち、多重アクセス方式がOFDMの場合には、各ストリームを同じ電力で多重するようにする。これにより、非特許文献1に記載されるようなプリコーディングを行うことができる。
- [0100] このようにして、多重アクセス方式がSC-FDMAの場合には、ストリーム間の電力比が異なるように多重され、多重アクセス方式がOFDMの場合には、ストリーム間の電力比が等しくなるように多重されるようになる。
- [0101] なお、コードブック431は、図6に示すようなプリコーディング行列を有し、多重アクセス方式に応じて、 $a$ を設定するようにしても良い。要するに、多重部132が、多重アクセス方式に応じた電力比で、複数のストリームを多重するようにすれば良い。
- [0102] このとき、多重アクセス方式の情報は、変調にもともと必要な情報であるため、電力比 $a$ の設定のためだけに、通信相手が新たにシグナリングする必要はない。
- [0103] 以上のように、本実施の形態では、コードブック431は、多重アクセス方式に応じて、候補となる行列からプリコーディング行列を設定する。これにより、送信装置400が複数の多重アクセス方式をサポートする場合においても、多重アクセス方式に応じて、多重されるストリーム間の電力比を、CMの劣化を抑えるような電力比に設定することができるので、データスループットの劣化を改善することができる。
- [0104] なお、以上の説明では、通信相手からのフィードバック情報に基づいたPMIに対応して、プリコーディング部が、プリコーディング行列を設定する場合について説明したが、データ復調用の参照信号にデータストリームと同じプリコーディング行列を乗算してプリコーディングを行う場合には、送信装置主導で電力比を変えるようにしても良い。
- [0105] また、以上の説明では、多重されるストリーム間の電力比を設定する場合を説明したが、電力比に代えて振幅比を設定するようにしても良い。

- [0106] 上記実施の形態では、本発明をハードウェアで構成する場合を例にとって説明したが、本発明はソフトウェアで実現することも可能である。
- [0107] また、上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように1チップ化されてもよい。ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。
- [0108] また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA (Field Programmable Gate Array) や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリプログラブル・プロセッサを利用してもよい。
- [0109] さらに、半導体技術の進歩または派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。
- [0110] 2008年10月3日出願の特願2008-258547に含まれる明細書、図面及び要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

### 産業上の利用可能性

- [0111] 本発明にかかるプリコーディング装置及びプリコーディング方法は、MIMO通信技術を利用した無線通信システムにおいて、例えば、SC-FDMAを送信する無線送信装置、移動局装置及びプリコーディング方法等として有用である。

### 符号の説明

- [0112] 100, 200, 300, 400 送信装置  
110-1, 110-2, 410-1, 410-2 変調部  
120-1, 120-2 DFT部  
130, 210, 430 プリコーディング部  
131, 211, 431 コードブック

132 多重部

140-1, 140-2 IFFT部

150-1, 150-2 CP付加部

160-1, 160-2 無線送信部

420-1, 420-2 選択部

1321-1, 1321-2, 310-1, 320-2 アンプ

1322-1, 1322-2 加算部



## 請求の範囲

- [請求項1] 複数のストリームにプリコーディング行列を乗算することにより、前記複数のストリームを前記複数のストリーム間の電力比を異ならせて多重する多重手段と、  
複数の前記電力比に対応する前記プリコーディング行列の複数の候補を有し、前記複数の候補から前記プリコーディング行列を設定するコードブックと、  
を具備する無線送信装置。
- [請求項2] 前記プリコーディング行列は、ユニタリ行列である、  
請求項1に記載の無線送信装置。
- [請求項3] 前記コードブックは、  
前記複数のストリームの数及びプリコーディングインデックスに基づいて、前記候補となる行列から、前記プリコーディング行列を設定する、  
請求項1に記載の無線送信装置。
- [請求項4] 前記コードブックは、  
前記複数のストリームの変調方式に応じて、前記プリコーディング行列を設定する、  
請求項1に記載の無線送信装置。
- [請求項5] 前記コードブックは、  
多重アクセス方式に応じて、前記プリコーディング行列を設定する、  
請求項1に記載の無線送信装置。
- [請求項6] 前記複数のストリームをそれぞれスカラー倍し、スカラー倍された前記複数のストリームに前記プリコーディング行列を乗算する増幅手段、をさらに具備する、  
請求項1に記載の無線送信装置。
- [請求項7] 前記複数のストリームの変調方式に応じて、前記スカラー倍の倍率

を設定する、

請求項 6 に記載の無線送信装置。

[請求項 8] 前記請求項 1 に記載の無線送信装置を具備する、移動局装置。

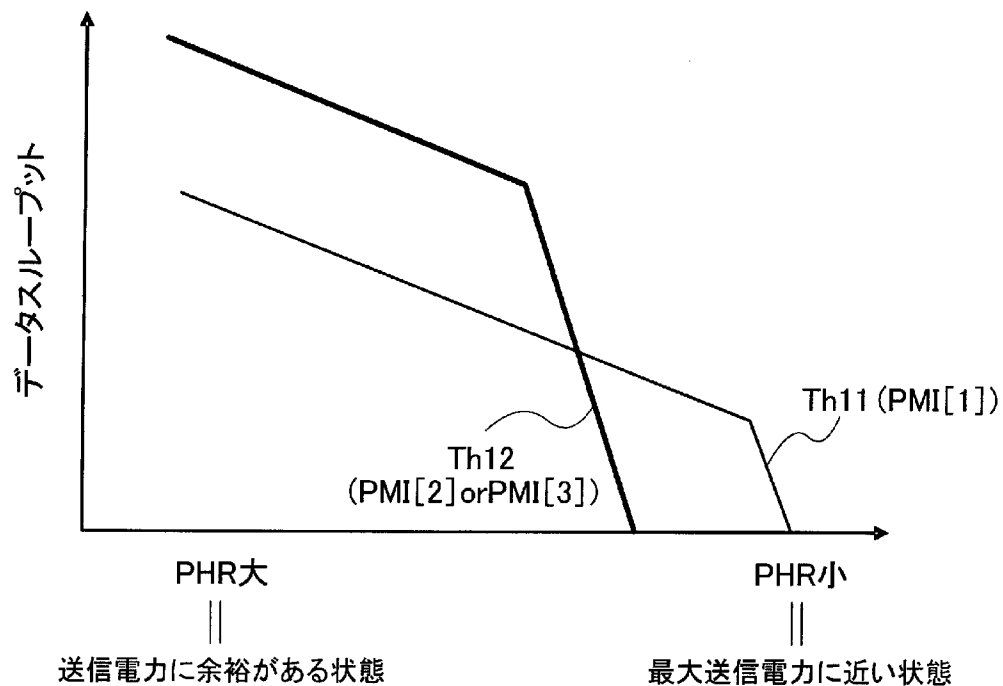
[請求項 9] 複数のストリームにプリコーディング行列を乗算することにより、前記複数のストリームを前記複数のストリーム間の電力比を異ならせて多重する、

プリコーディング方法。

[図1]

PMI ランク	[1]	[2]	[3]
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$

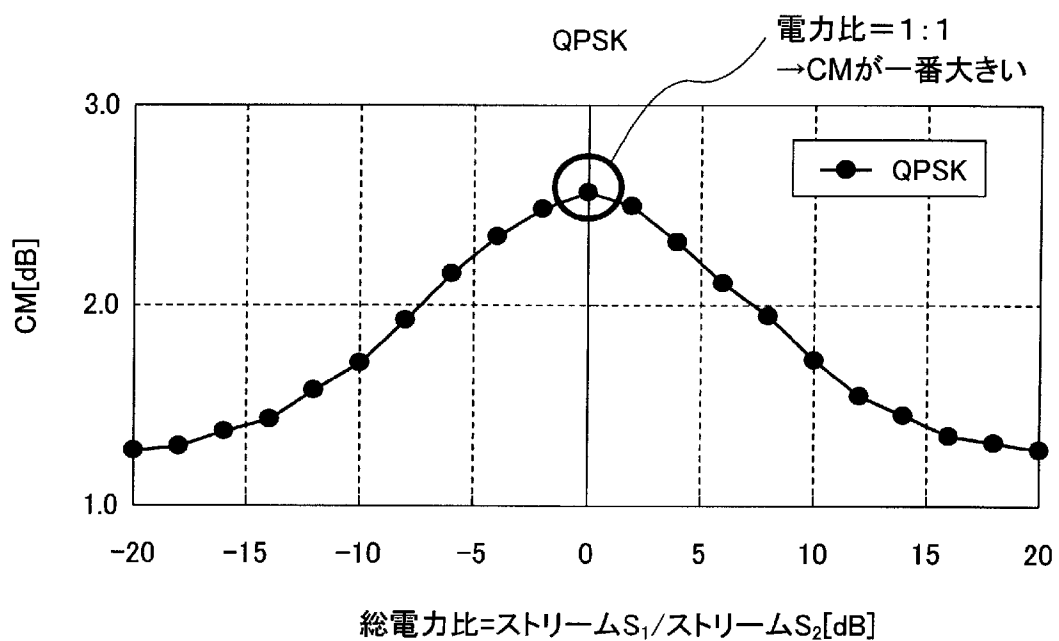
[図2]



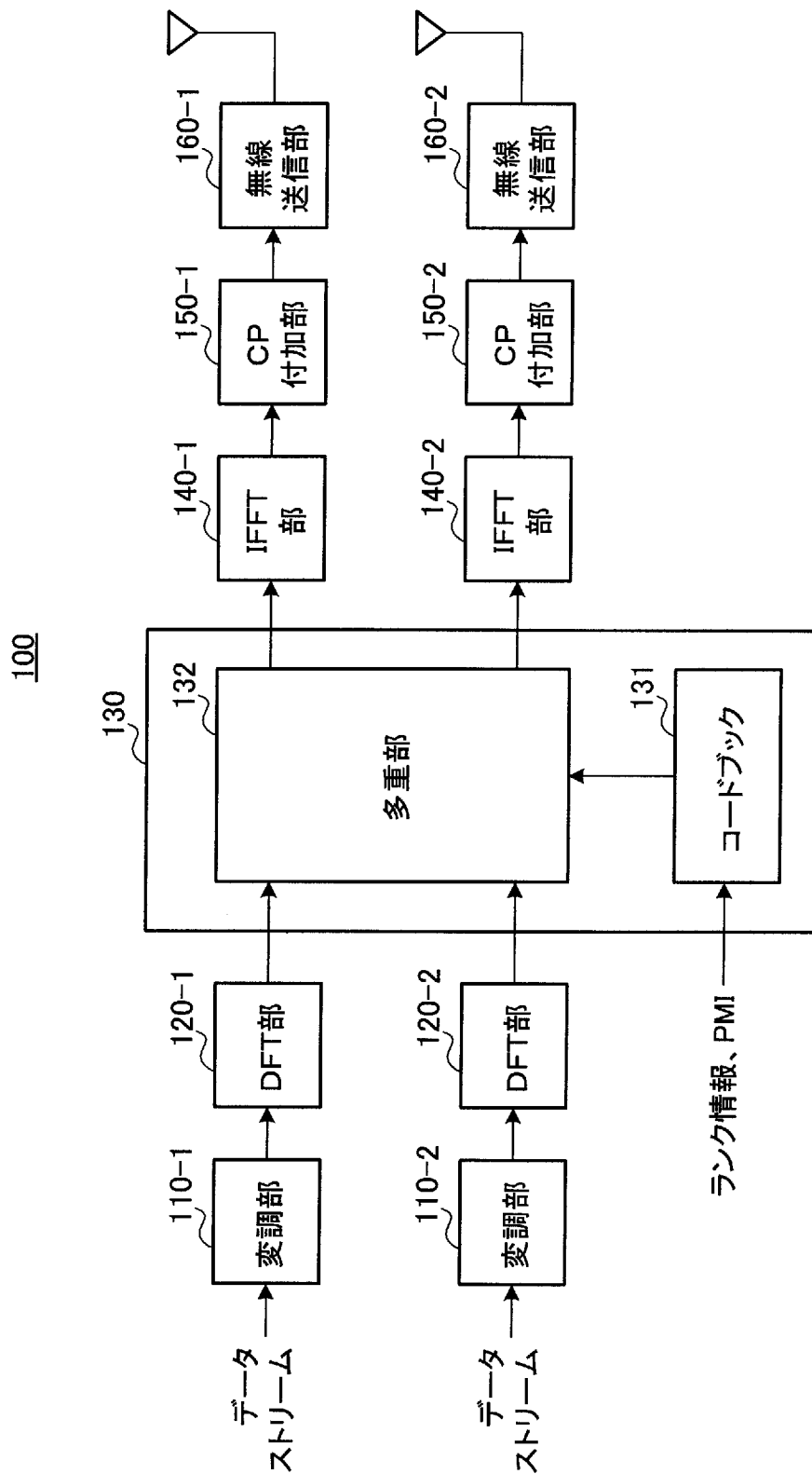
[図3]

CM(Cubic Metric)	プリコーディング 適用無し	プリコーディング 適用有り	CM変動量
SC-FDMA(QPSK)	1.25	2.55	+1.30
SC-FDMA(16QAM)	2.20	3.05	+0.85
OFDM	3.95	4.00	+0.05

[図4]



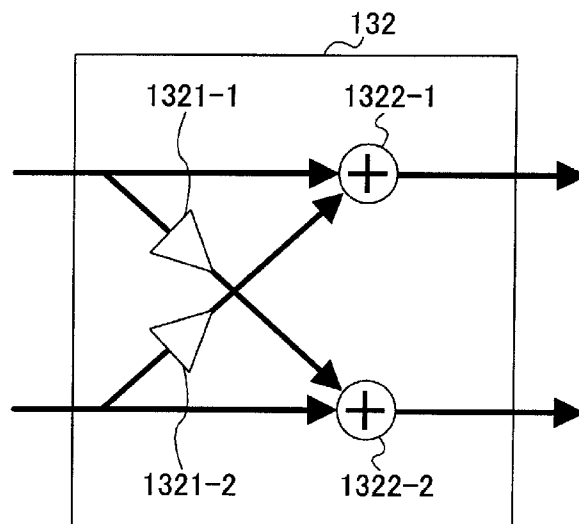
[図5]



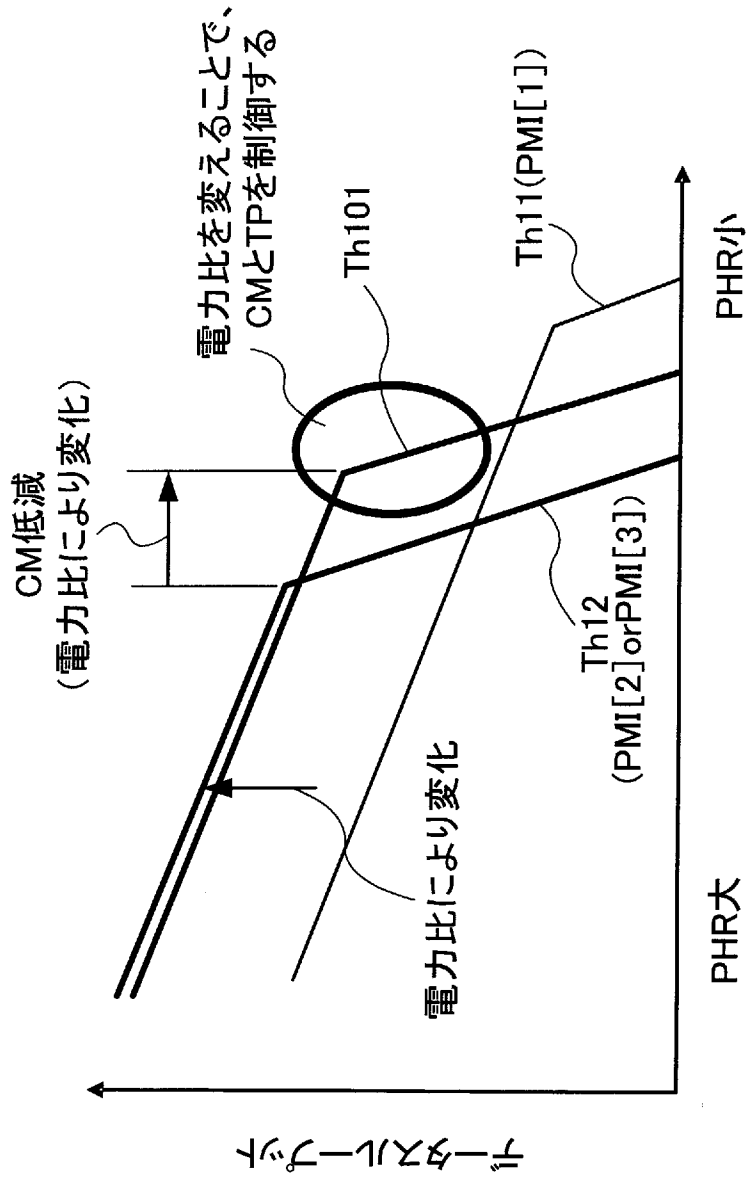
[図6]

PMI ランク	[1]	[2]	[3]
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2(1+a^2)}} \begin{bmatrix} 1 & a \\ a & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2(1+a^2)}} \begin{bmatrix} 1 & a \\ ja & -j \end{bmatrix}$

[図7]



[図8]

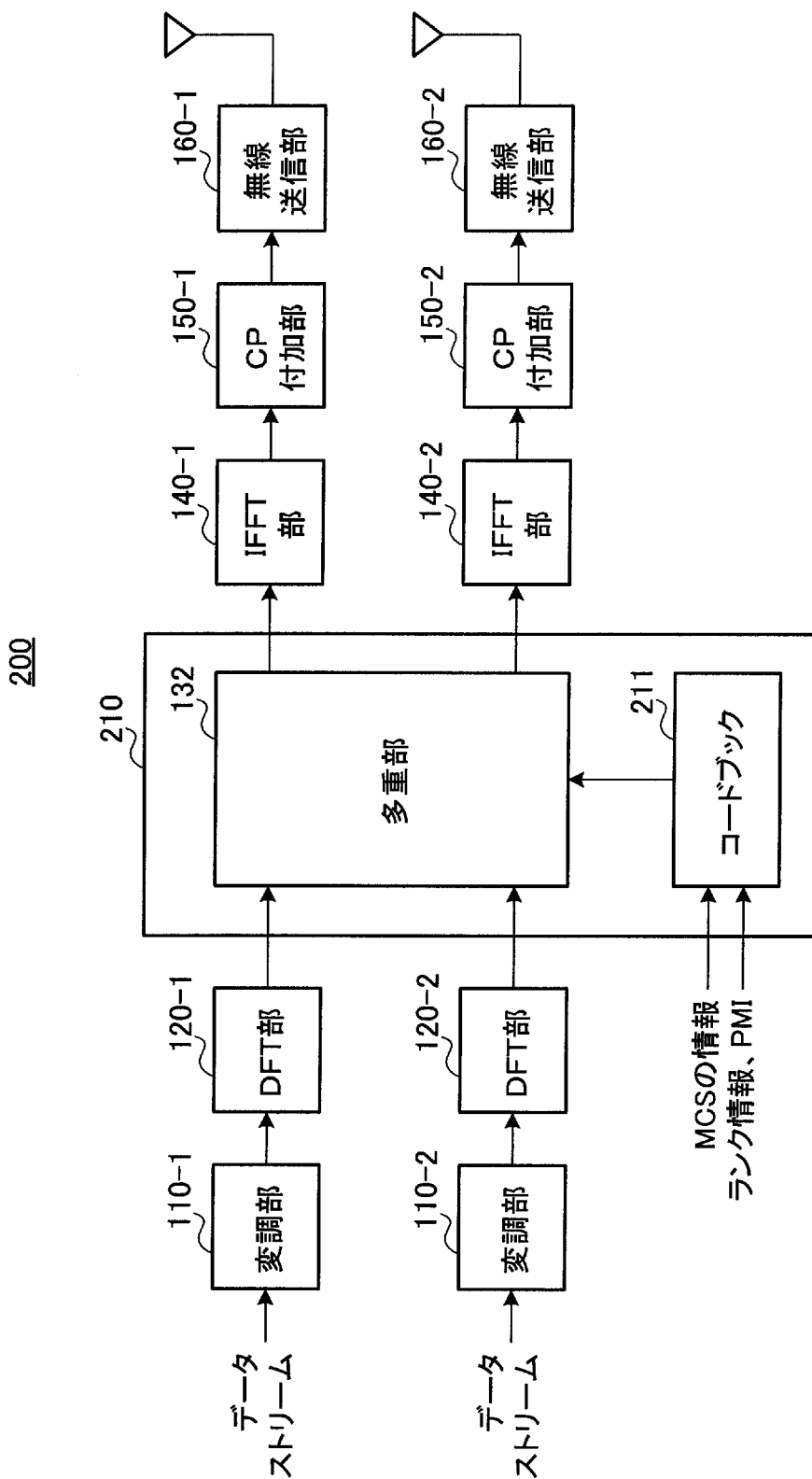


[図9]

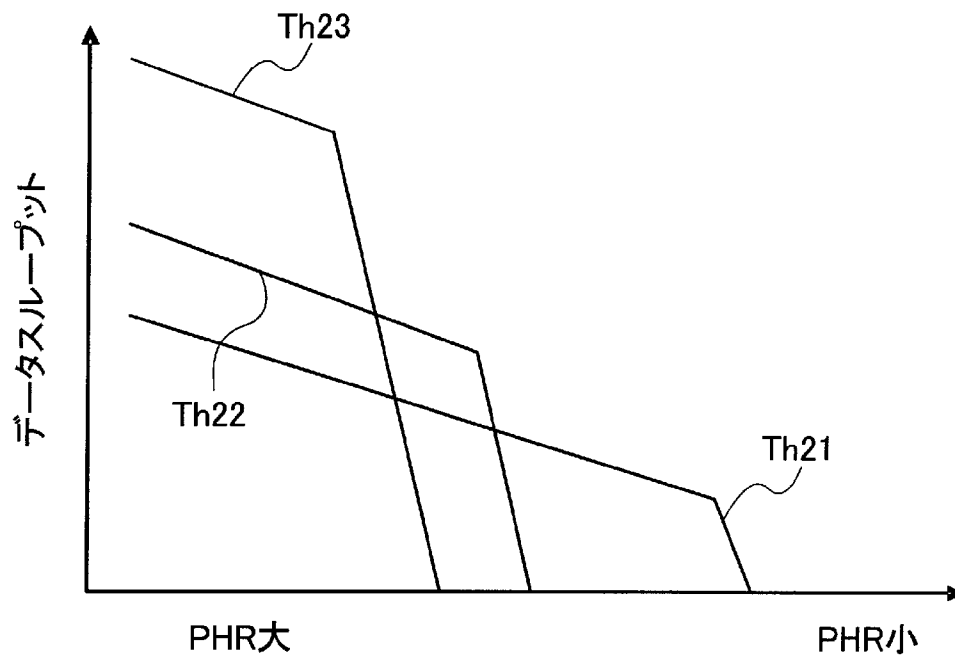
PMI ランク	[1]	[2]	従来
2	$\begin{bmatrix} 1 & a & a & a \\ a & j & -a & aj \\ a & -a & 1 & -a \\ a & -aj & -a & j \end{bmatrix}$ <p><math>0 &lt; a &lt; 1</math></p>	$\begin{bmatrix} 1 & a & b & c \\ c & j & -a & bj \\ b & -c & 1 & -a \\ a & -bj & -c & j \end{bmatrix}$ <p><math>a, b, c</math>のどれかが 1ではない</p>	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -j & -1 & j \end{bmatrix}$



[図10]



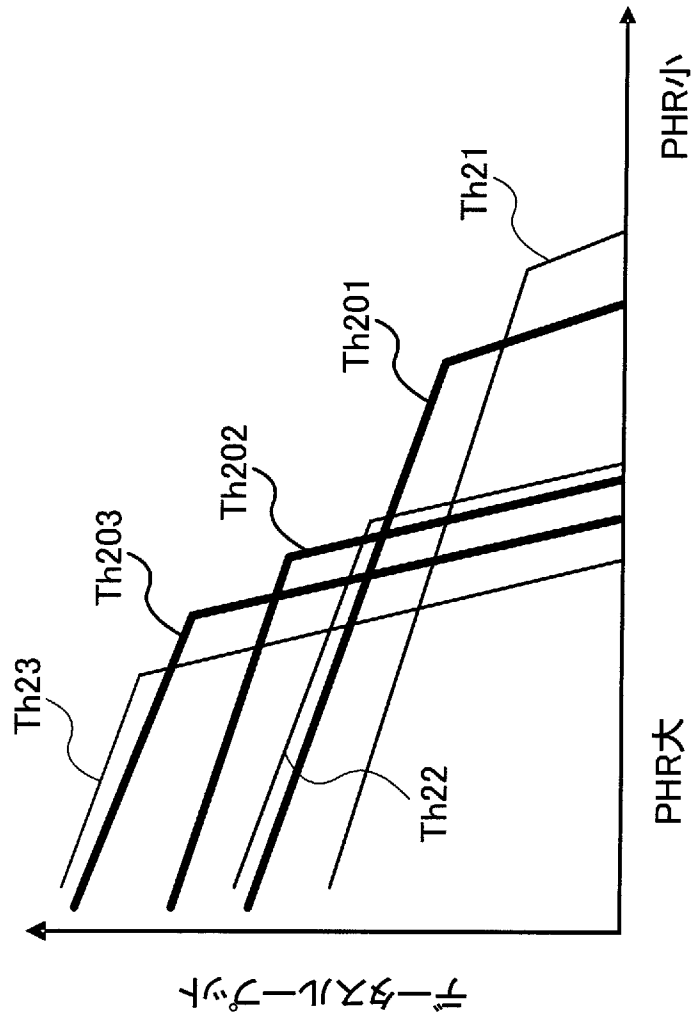
[図11]



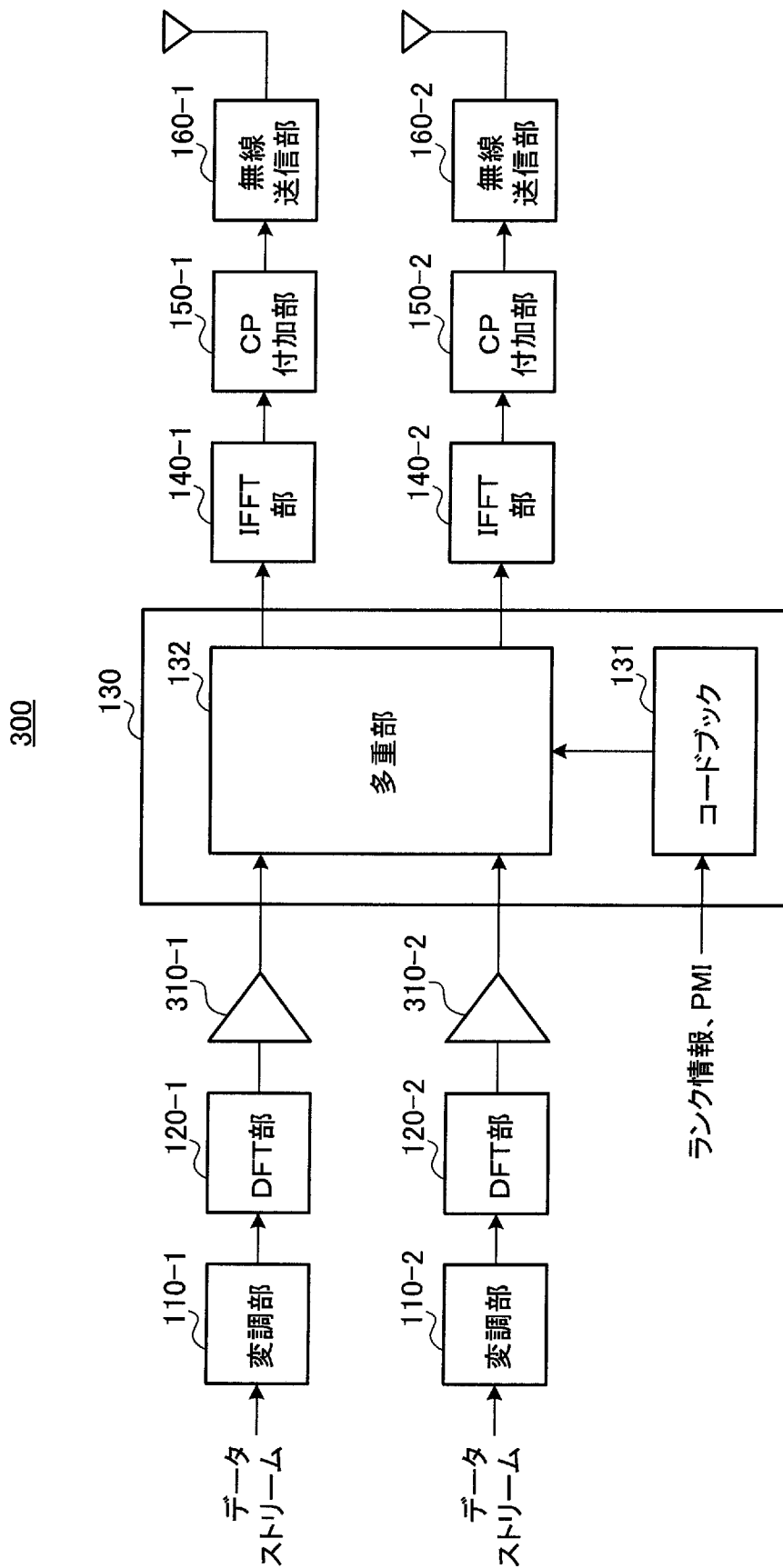
[図12]

	ストリームS <sub>1</sub>	ストリームS <sub>2</sub>	電力比(a)
ケース1	QPSK	QPSK	0.4
ケース2	QPSK	16QAM	0.5
ケース3	16QAM	16QAM	0.6

[図13]



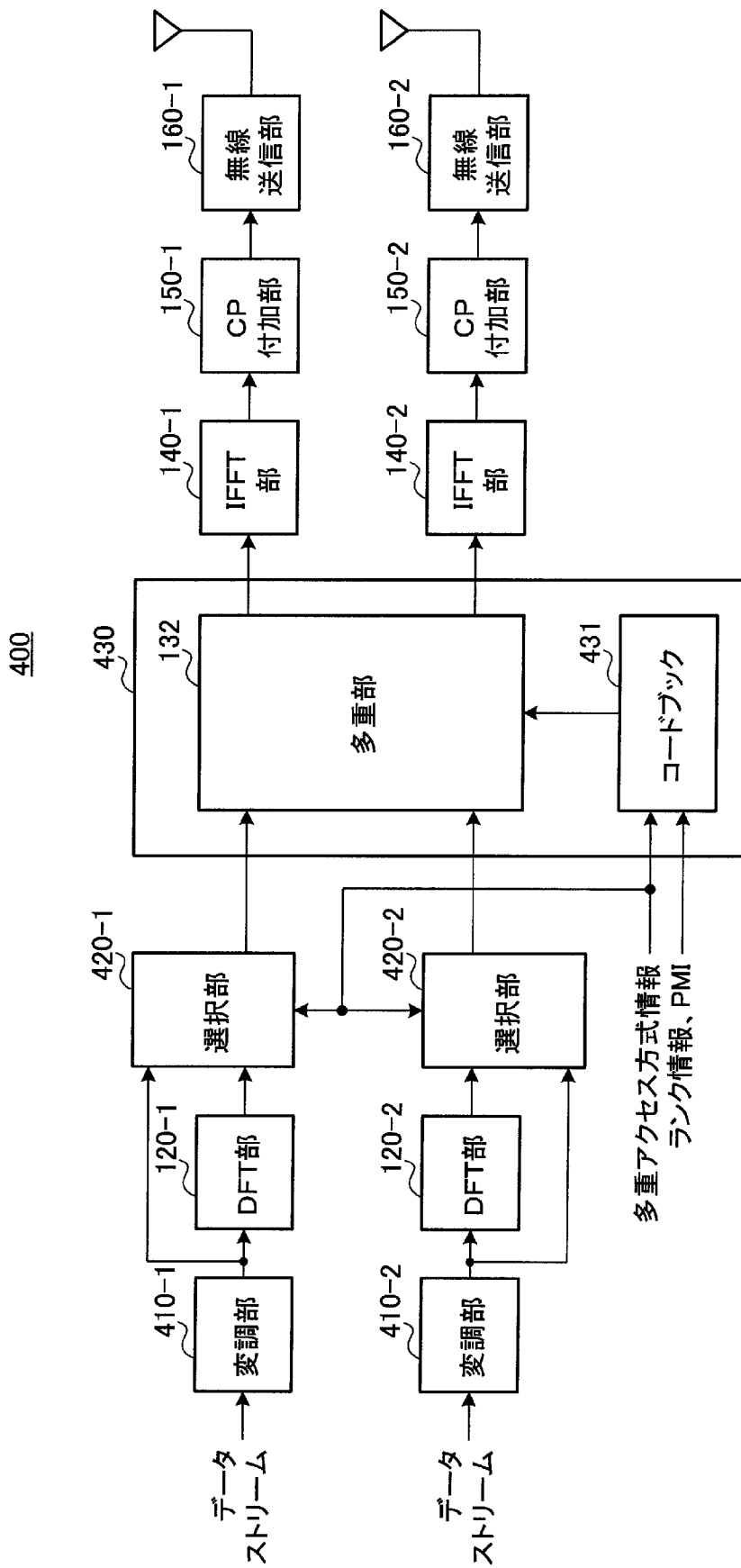
[図14]



[図15]

	ストリームS <sub>1</sub> の 変調方式	ストリームS <sub>2</sub> の 変調方式	b1	b2
ケース1	QPSK	QPSK	1	1
ケース2	16QAM	16QAM	1	1
ケース3	QPSK	16QAM	1	0.8
ケース4	16QAM	QPSK	0.8	1

[図16]



[図17]

	多重アクセス方式	電力比(a)
ケース1	SC-FDMA	0.6
ケース2	OFDM	1.0

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/JP2009/005092
--

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i, H04W16/28(2009.01)i, H04W52/34(2009.01)i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H04J99/00, H04B7/04, H04J11/00, H04W16/28, H04W52/34

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
3GPP, IEEE

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2002/082689 A2 (MOTOROLA, INC.), 17 October 2002 (17.10.2002), entire text; all drawings & JP 2005-509316 A & US 2003/0185309 A1 & EP 1384335 A & CN 1502180 A	1-4, 6-9 5
A	JP 2008-136199 A (NTT Docomo Inc.), 12 June 2008 (12.06.2008), paragraph [0019] & EP 1919097 A1	1-9
A	JP 2007-184933 A (NTT Docomo Inc.), 19 July 2007 (19.07.2007), fig. 1 & US 2007/0291640 A1 & EP 1804413 A2 & CN 1992552 A	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 14 October, 2009 (14.10.09)	Date of mailing of the international search report 27 October, 2009 (27.10.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i, H04W16/28(2009.01)i, H04W52/34(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04J99/00, H04B7/04, H04J11/00, H04W16/28, H04W52/34

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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)

3GPP, IEEE

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	WO 2002/082689 A2 (MOTOROLA, INC.) 2002. 10. 17, 全文, 全図 & JP 2005-509316 A & US 2003/0185309 A1 & EP 1384335 A & CN 1502180 A	1-4, 6-9 5
A	JP 2008-136199 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2008. 06. 12, 段落【0019】 & EP 1919097 A1	1-9
A	JP 2007-184933 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2007. 07. 19, 図1 & US 2007/0291640 A1 & EP 1804413 A2 & CN 1992552 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

14. 10. 2009

国際調査報告の発送日

27. 10. 2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 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)

太田 龍一

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5 K

3462