

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 3 区分

【発行日】平成 18 年 1 月 5 日 (2006.1.5)

【公表番号】特表 2005-516427 (P2005-516427A)

【公表日】平成 17 年 6 月 2 日 (2005.6.2)

【年通号数】公開・登録公報 2005-021

【出願番号】特願 2003-501847 (P2003-501847)

【国際特許分類】

**H 0 4 B 7/26 (2006.01)**

**H 0 4 B 7/04 (2006.01)**

**H 0 4 J 15/00 (2006.01)**

**H 0 4 B 1/707 (2006.01)**

【F I】

H 0 4 B 7/26 B

H 0 4 B 7/04

H 0 4 J 15/00

H 0 4 B 7/26 D

H 0 4 J 13/00 D

【手続補正書】

【提出日】平成 17 年 5 月 17 日 (2005.5.17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基地局装置であって、  
アンテナアレイと、

前記アンテナアレイに結合され、与えられた通信リンクの構成に基づいて送信シナリオを決定するように動作する多様化制御装置とを備え、

前記構成は、移動局における受信アンテナの数に部分的に依存している基地局装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の基地局装置において、前記多様化制御装置は、移動局の多様化能力について前記移動局に対して問い合わせを行い、前記移動局との第 1 の通信リンクを確立するように動作する基地局装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の基地局装置において、前記多様化制御装置は、前記移動局のアンテナ構成と、前記基地局のアンテナ構成とにしたがって前記送信シナリオを決定するように動作する基地局装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の基地局装置において、もしも前記移動局が単一アンテナを備えている場合には、前記多様化制御装置は、単一アンテナによって前記移動局に送信するように動作する基地局装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の基地局装置において、

前記アンテナアレイの第 1 のアンテナ素子と第 2 のアンテナ素子との間に結合された遅延素子を更に備え、

もしも前記移動局が単一アンテナを備えている場合には、前記第 1 および第 2 のアンテナ素子を用いて、前記移動局へと送信するように動作する基地局装置。

【請求項 6】

請求項 3 に記載の基地局装置において、

前記アンテナアレイは、第 1 のアンテナ素子と第 2 のアンテナ素子を備えており、

第 1 の期間の間、前記第 1 のアンテナ素子は第 1 の信号を送信し、前記第 2 のアンテナ素子は第 2 の信号を送信し、

第 2 の期間の間、前記第 1 のアンテナは前記第 2 の信号の関数である第 3 の信号を送信し、前記第 2 のアンテナは前記第 1 の信号の関数である第 4 の信号を送信するようにした基地局装置。

【請求項 7】

請求項 3 に記載の基地局装置において、

第 1 のコード化ユニットと、

前記第 1 のコード化ユニットを前記アンテナアレイに結合させるスイッチング手段とを更に備えた基地局装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の基地局装置において、複数入力複数出力可能な受信器のために、前記送信シナリオは、チャンネル品質測定基準の関数として決定されるようにした基地局装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の基地局装置において、前記送信シナリオは、受信器能力の関数として決定されるようにした基地局装置。

【請求項 10】

基地局装置において、

アンテナアレイと、

コンピュータ読み取り可能な命令を処理する制御プロセッサと、

前記制御プロセッサに結合され、複数のコンピュータ読み取り可能な命令を格納するように動作する記憶装置とを備え、

前記命令は、

前記第 1 の通信リンクの、移動局における受信アンテナの数に部分的に依存しているアンテナ多様化状況を問い合わせる第 1 の命令のセットと、

前記アンテナ多様化状況に応答して前記第 1 の通信リンクの第 1 の送信シナリオを決定する第 2 の命令のセットと、

前記第 1 の送信シナリオを前記第 1 の通信リンクに適用する第 3 の命令のセットとを備えている基地局装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の基地局装置において、複数入力複数出力可能な受信器のために、前記送信シナリオは、チャンネル品質測定基準の関数として決定されるようにした基地局装置。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の基地局装置において、アンテナ多様化状況は、前記第 1 の通信リンクの受信器における受信アンテナの数を含む基地局装置。

【請求項 13】

無線通信システムにおける通信のための方法であって、

第 1 の通信リンクのためのアンテナ多様化状況情報を取得することであって、前記アンテナ多様化状況情報は、移動局における受信アンテナの数に部分的に依存していることと

、

前記アンテナ多様化状況情報に応じて前記第 1 の通信リンクの構成を決定することと、

前記第 1 の通信リンクに送信シナリオを適用することとを備えた方法。

【請求項 14】

請求項 1 3 に記載の方法において更に、  
第 2 の通信リンクのためのアンテナ多様化状況情報を取得し、  
このアンテナ多様化状況情報に応答して前記第 2 の通信リンクの構成を決定し、  
前記第 2 の通信リンクに第 2 の送信シナリオを適用するようにした方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の方法において、前記第 1 の構成が単一受信アンテナ構成であり、前記第 2 の構成が複数受信アンテナ構成である場合には、前記送信シナリオは、前記第 1 の通信リンクのための信号に遅延をかけるようにした方法。

【請求項 1 6】

無線通信システムにおいて送信シナリオを決定するための方法を組み込んだコンピュータ読み取り可能な媒体であって、

前記方法は、

複数のモバイルユーザに対してアンテナ多様化状況を問い合わせることと

前記モバイルユーザの少なくとも 1 つからアンテナ多様化状況情報を取得することであって、前記アンテナ多様化状況情報は、移動局における受信アンテナの数に部分的に依存していることと、

前記アンテナ多様化状況情報と一貫性のとれた送信シナリオを適用することとを備えた媒体。

【請求項 1 7】

移動局装置であって、

チャンネル品質を決定するために動作するチャンネル品質測定ユニットと、

前記チャンネル品質測定ユニットに結合され、前記チャンネル品質に基づいて、送信シナリオを決定するように動作する多様化制御装置とを備えた移動局装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載の移動局装置において、前記チャンネル品質は、受信信号の干渉に対する搬送波の比の関数である移動局装置。

【請求項 1 9】

請求項 1 7 に記載の移動局装置において、

チャンネル品質測定ユニットと前記多様化制御装置とに結合された受信器を更に備え、

前記送信シナリオと一貫性のとれるように前記受信器を設定するようにした移動局装置

。

【請求項 2 0】

無線通信システム内で通信を受信する方法であって、

通信信号を受信し、

前記受信した通信信号に基づいてチャンネル品質を測定し、

前記チャンネル品質に基づいて送信シナリオを決定するようにした方法。

【請求項 2 1】

無線通信システムであって、

送信アンテナ手段と、

前記送信アンテナ手段からの通信を受信するように動作する受信アンテナ手段と、

前記送信アンテナ手段に結合され、与えられた通信リンクの構成に基づいて送信シナリオを決定するように動作する多様化制御装置とを備え、

前記構成は、移動局における受信アンテナの数に部分的に依存している無線通信システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】無線通信システムにおけるアンテナ多様化の方法と装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線データ通信に関連し、更に詳しくは、無線通信システムにおけるアンテナ多様化のための斬新で且つ改良された方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線送信の品質を改善するために、通信システムは、受信器に情報を通信する送信器にしばしば、複数の放射アンテナ素子を用いている。複数アンテナの使用は好ましい。というのも、無線通信システムは、干渉が制限される傾向にあり、複数のアンテナ素子を使用することによって、無線信号の変調および送信中にもたらされたシンボル間および同チャネルによる干渉を減少させ、通信の品質を向上させるからである。さらに、送信器および受信器の両方において複数の素子アンテナアレイを用いることは、多元アクセス通信システムの能力を高める。

【0003】

各システムは、単一アンテナ能力のみを有するユーザ端末を含む様々なアンテナ配置を適用しうる。他のユーザ端末は、複数のアンテナを有する。各タイプのユーザ用の通信は、それぞれ別に処理される。従って、混合されたモードシステムにおける高品質で、効率的な通信に対するニーズがある。

【特許文献1】 U.S.Patent No.5,109,390, "Diversity Receiver in a CDMA Cellular Telephone System"

【特許文献2】 U.S.Patent No. 5,101,501, "Method and system for providing a SoftHandoff in a CDMA Cellular Telephone System"

【特許文献3】 U.S.Patent No. 4,901,307, "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS"

【特許文献4】 U.S.Patent No. 5,103,459, "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM"

【特許文献5】 U.S.Patent Application Serial No. 091776,073, "CODING SCHEME FOR A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM," filed February 1, 2001

【特許文献6】 U.S.Patent No. 5,280,472, "ODMA MICROCELLULAR TELEPHONE SYSTEM AND DISTRIBUTED ANTENNA SYSTEM THEREFOR," by Klein S. Gilhousen, issued Jan. 18, 1994

【非特許文献1】 "A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications" by Siavash M. Alamouti, IEEE JOURNAL ON SELECT AREAS IN COMMUNICATIONS, VOL. 16, NO. 8, OCTOBER 1998, pp. 1451-1458,

【非特許文献2】 "A Novel Space-Time Spreading Scheme for Wireless ODMA Systems," by B.M.Hochwald, et al., Thirty-seventh Annual Allerton Conference on Communication, Control and Computing, Sept. 22-24, 1999, pp. 1284-1293

【発明の開示】

無線通信システムにおける通信方法であって、第1の通信リンクのアンテナ多様化状況情報を取得し、前記アンテナ多様化状況情報に応答して、第1の通信リンクの構成を決定し、送信シナリオを、前記第1の通信リンクに適用する。

【0004】

ある局面では、基地局は、アンテナアレイと、多様化制御装置とを備えている。多様化制御装置は、アンテナアレイに結合され、与えられた通信リンクの構成に基づいて送信シナリオを決定するように動作する。

【0005】

別の局面では、基地局は、コンピュータ読み取り可能な命令を処理する制御プロセッサと、この制御プロセッサに結合され、複数のコンピュータ読み取り可能な命令を格納するメモリ格納装置とを備えている。この命令は、第1の命令のセットと、第2の命令のセッ

トと、第3の命令のセットとを含んでいる。第1の命令のセットは、前記第1の通信リンクのアンテナ多様化状況を要求する。第2の命令のセットは、前記アンテナ多様化状況に応答して、前記第1の通信リンクの第1の送信シナリオを決定する。第3の命令のセットは、前記第1の送信シナリオを前記第1の通信リンクに適用する。

【0006】

更に別の局面では、無線通信システムは、第1の受信アンテナ、第1の受信アンテナに結合された第1および第2の相関器、第2の受信アンテナ、第1の受信アンテナに結合された第3および第4の相関器、第1および第3の相関器に結合された第1の結合器、および第2および第4の相関器に結合された第2の結合器を備えた基地局を備えている。ある実施例によると、第1のコードが前記第1の相関器に適用され、前記第1のコードとは異なる第2のコードが前記第2の相関器に適用され、前記第1のコードが前記第3の相関器に適用され、前記第2のコードが前記第4の相関器に適用される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

送信器と受信器との両方において複数の素子アンテナアレイを使用することは、複数アクセスシステムの能力を高めるための効果的な技術である。複数入力複数出力(MIMO: Multiple Input-Multiple Output)を使って、送信器は、同一の搬送周波数における複数の独立したデータストリームを、ユーザへ送ることが可能である。信号ノイズ比SNRが高い場合には、スループットの増加は、単数入力複数出力(SIMO: Single Input-Multiple Output)、または受信多様性がない場合には、単数入力単数出力(SISO: Single Input Single Output)で動作する単一送信システムのスループットのN倍になる。ここで、 $N = \min(N_t, N_r)$ である。

【0008】

あるシステムでは、混合されたユーザ端末タイプをサポートすることが望ましい。例えば、音声サービスのために設計された端末は、受信および送信用の単一のアンテナのみを使用する。他の装置は、多くの受信アンテナ、場合によると同様に多くの送信アンテナをも使用しうる。混合されたモード動作をサポートするために、基地局は、送受信する多数のアンテナを装備する必要がある。図3に示すテーブルは、SISO、SIMO、MISO(多数入力単数出力: Multiple Input Single Output)、およびMIMO可能なネットワークでサポートされうるMIMOを含む端末トラフィック用の動作モードのマトリクスを与えている。

【0009】

複数アクセスシステムでは、全4モードの動作がサポートされることが望ましい。性能上の理由から、可能な場合はいつでも多様化技術(すなわち、SIMOおよびMISO)を適用することが望ましい。なぜなら、これらのスキームは、一般的にSISOよりも性能が優れているからである。逆方向リンクとも称されるアップリンクでは、多様化技術は、基地局において、複数の受信アンテナを配置することによってサポートすることができる。しかしながらダウンリンクでは、単一受信アンテナ装置(すなわちMISO)へ送信する場合、送信多様性のいくつかの形態が使用されることを含んでいる。MISO動作は、SISO動作とは異なる受信器処理を必要とするので、あるシステムが、端末の一部のためのSISO動作をもサポートする要求をもつことも可能である。

【0010】

時分割多元アクセスTDMAおよび周波数分割多元アクセスFDMAシステムでは、別々の時間スロットまたは周波数におけるサービスを提供することによって、SISOダウンリンクトラフィックを、残りのトラフィックから分離することが可能である。従って、混合モード動作は、これらのシステムにおいて比較的適用させやすい。

【0011】

CDMAシステムでは、SISOトラフィックを、他のモードを用いているモードから分離することは容易ではない。CDMAシステムでは、ユーザには、FDMAケースにおける周波数サブチャネル、またはTDMAケースの時間スロットに類似した関数を実行

する異なる拡散コードが割り当てられる。場合によっては、この拡散コードは、他のユーザからの干渉がゼロになるような相互直交に設計される。チャンネルが分散的ではない（すなわち、解決できる複数経路がない）限りは、この直交特性が継続し、ユーザは他のユーザと干渉しない。この場合、あるコードチャンネルのユーザがSISOを使用し、他のコードチャンネルのユーザがMISOまたはMIMOを使用することが可能である。しかしながら、チャンネルが時間分散的になる場合には、直交性が失われ、他のユーザからの干渉出力はもはやゼロにはなり得ない。チャンネルは、1を超える拡散チップ期間によって互いに異なる複数経路信号伝搬の結果として分散される。伝搬経路が、1を超える拡散チップによって期間が異なっている場合、当該技術分野で良く知られており、特許文献1にその詳細が記載されているRAKE受信器を使って個別に復調することが可能である。特許文献1は、本発明の譲受人に譲渡されており、本願に引用して援用する。さらに、複数経路伝搬を経た信号を復調するために、イコライザ受信器構造を使用することも可能である。

#### 【0012】

伝統的なCDMAシステムでは、ダウンリンクにおける直交性の喪失は、必ずしも悲劇的結末をもたらさない。というのも、信号及び干渉の項は、遅延成分の各々に関連付けられているからである。チャンネル応答が以下のようなものと仮定する。

$$H_0(t) = h_{0,0}(t) + h_{0,1}(t - T)$$

ここで、 $h_{0,0}$  は直接経路であり、 $h_{0,1}$  は送信アンテナ0とユーザ端末アンテナとの間の反射経路である。さらに、 $h_{0,0}$  と、 $h_{0,1}$  との関連性が高くないと仮定しよう。この場合、RAKE受信器は本質的に適合したフィルタであるので、平均SNR比である  $\gamma$  は、式(1)

#### 【数1】

$$\gamma_{\text{SISO}} = \left( \frac{W\phi I_0}{R} \right) \cdot \left[ \frac{\alpha}{\eta + \beta I_0} + \frac{\beta}{\eta + \alpha I_0} \right] \quad \text{式(1)}$$

#### 【0013】

の通り表される。

#### 【0014】

ここで、 $W$ は動作帯域幅、 $R$ はデータレート、 $I_0$ はダウンリンクの合計出力、 $\gamma$ はユーザに割り当てられた合計出力の割合、 $\eta$ は熱ノイズ出力である。更に、以下に示す式(2)および式(3)が定義される。

#### 【数2】

$$\alpha = E\{|h_{0,0}|^2\} \quad \text{式(2)}$$

#### 【数3】

$$\beta = E\{|h_{0,1}|^2\} \quad \text{式(3)}$$

#### 【0015】

ここで、 $E\{\}$  は、期待値を意味している。

#### 【0016】

式(1)のSISO SNR式の検査は、もしもチャンネルの直接および反射経路が直交性を破った場合であっても、暗黙の多様性の型式を提供することを示している。すなわち、ブラケット  $I_0$  の第1項の分母における干渉出力は、第2項の分子における信号出力

で等しく関連付けられる。同様な関係が、他の経路にも存在する。データレートと出力割り当てが適切にマッチしており、遅延拡散による干渉出力が、全体のエラーレートにさほど寄与していないものと仮定しよう。すなわち、主要なエラーイベントは、両方の経路がノイズへと減衰して行く場合である。

#### 【 0 0 1 7 】

さて、他の送信アンテナが、MISO及び/又はMIMOを適用しているユーザを受け入れるために用いられた場合、SISO受信器に何が起こるかを考えてみる。上述したものと類似のチャンネルモデルを第2の送信アンテナのために使用することによって、チャンネル応答の結果は $H_1(t) = h_{1,0}(t) + h_{1,1}(t - T)$ となる。また、RAKE受信器出力におけるSNRは、式(4)の通りとなる。

#### 【 数 4 】

$$\gamma_{\text{mixed\_mode}} = \left( \frac{W\phi I_0}{R} \right) \cdot \left[ \frac{\alpha}{\eta + \beta I_0 + I_1} + \frac{\beta}{\eta + \alpha I_0 + I_1} \right] \quad \text{式(4)}$$

#### 【 0 0 1 8 】

式(4)で与えられたSISO SNRを検査することによって、送信アンテナ1からの出力 $I_1$ は、ブラケットの両項の分母において独立して減衰する干渉項を表す。この場合、主要なエラーイベントは、アンテナ1から出射された干渉出力に対応して減衰しているアンテナ0からの望ましい信号である。従って、混合モード動作(すなわち、MIMO及び/又はMISOユーザ、更にはSISOユーザと通信しているある送信器)では、追加アンテナからの干渉出力がSISO端末の性能を深刻に低下させる。

#### 【 0 0 1 9 】

ある実施例では、混合モードサービスが提供されている場合、CDMAシステムが、送信多様性の型式(例えばMISO)を使い、単一の受信アンテナユーザを受け入れることによってこの問題を解決する。この問題を解決するための様々な別のMISOアプローチがここに記載されている。

#### 【 0 0 2 0 】

図1は、多くのユーザをサポートし、本発明の少なくともいくつかの局面を実施可能な通信システム100を示す図である。システム100は、多くのセル102A~102Gに対する通信を提供する。各セル102A~102Gは、それぞれ対応する基地局104A~104Gによってサービスが提供されている。典型的な実施例において、基地局104のいくつかは、複数の受信アンテナを備えており、他の基地局は、単数の受信アンテナを備えている。同様に、基地局104のいくつかは、複数の送信アンテナを備えており、他の基地局は、単数の送信アンテナを備えている。送信アンテナと受信アンテナとの組み合わせに関する制約はない。従って、基地局104が複数の送信アンテナと単数の受信アンテナを備えることも、複数の受信アンテナと単数の送信アンテナを備えることも、共に単数または複数の受信アンテナと送信アンテナを備えることも可能である。

#### 【 0 0 2 1 】

カバー範囲における端末106は、固定式(すなわち、据え付け式)または移動式でありうる。図1に示すように、様々な端末106がシステムにわたって分散している。各端末106は、少なくとも1つ、場合によってはそれ以上の基地局104と、例えばソフトハンドオフが適用されているか、この端末が複数の基地局からの複数の送信を(同時にまたは逐次)受信するように設計され動作するかに基づく任意の瞬間においてダウンリンクおよびアップリンクで通信する。CDMA通信システムにおけるソフトハンドオフは、当該技術分野では良く知られており、特許文献2にその詳細が記載されている。特許文献2は、本発明の譲受人に譲渡されており、本願に引用して援用する。

#### 【 0 0 2 2 】

ダウンリンクは、基地局から端末への送信に関し、アップリンクは、端末から基地局への送信に関する。典型的な実施例では、端末106の幾つかは、複数の受信アンテナを備

えており、他は、単数のみの受信アンテナを備えている。同様に、端末 106 の幾つかは、複数の送信アンテナを備えており、他は、単数の送信アンテナを備えている。送信アンテナと受信アンテナとの組み合わせに関する制約はない。従って、端末 106 が複数の送信アンテナと単数の受信アンテナを備えることも、複数の受信アンテナと単数の送信アンテナを備えることも、共に単数または複数の受信アンテナと送信アンテナを備えることも可能である。図 1 において、基地局 104 A は、ダウンリンクによってデータを端末 106 A、106 J に送信し、基地局 104 B は、データを端末 106 B、106 J に送信し、基地局 104 C は、データを 106 C 等に送信する。

#### 【0023】

送信器及び/又は受信器において複数のアンテナを使うことは、アンテナ多様性と称される。図 2 は、送信器における複数アンテナの物理的配置を示している。4 つのアンテナがそれぞれ隣接するアンテナから距離「 $d$ 」をおいて配置されている。水平線は基準方向を与えている。送信角度は、この基準に関して測定される。角度「 $\theta$ 」は、例示された 2 次元平面内の基準に関した伝搬経路の角度と一致している。この基準に関する角度の範囲もまた例示されている。伝播の位置及び角度は、アンテナ配置の送信パターンを定義することか、または構成成分を認識するために受信器向けに十分分離された複数経路信号を形成することが可能となる。

#### 【0024】

受信器もまた、アンテナの多様化を適用することができる。ある実施例では、RAKE 受信器が複数経路の信号を並行して処理し、個々の信号を合成して、より強力な合成信号を形成する。与えられた通信リンクのために、受信器及び/又は送信器は、ある種のアンテナ多用性を適用しうる。

#### 【0025】

多様性受信は、システムの SNR を改善するための複数信号の結合に関する。時間多用性は、IS-95 CDMA システムのためのシステム性能を改善するために使用される。一般に、市街地における建物やその他の障害物は、信号を散乱させる。さらに、幾つかの受信波間の干渉によって、アンテナにおける合成信号は、急速で深い減衰に曝されている。平均的な信号強度は、自由空間経路損失の下で 40 から 50 dB でありうる。減衰は、都市において建物が密集している地域で最も深刻である。これらの地域では、信号包絡線は、短い距離では Rayleigh 分布に、長い距離では、対数正規分布にそれぞれ従う。

#### 【0026】

多様化受信技術は、減衰の効果を減少し、送信器の出力、又はチャンネル帯域幅のうちの何れか一方を増加させることなく、通信の信頼性を高めるために使用される。

#### 【0027】

多様化受信の基本的思想は、もしも 2 つ以上の独立した信号のサンプルが取得された場合には、これらのサンプルは、相関なく減衰するであろうということである。これは、与えられたレベル以下に全てのサンプルが同時に存在する確率は、いくつかの個々のサンプルがそのレベル以下にある確率よりも遥かに低いことを意味している。M 個のサンプルが全て同時にそのレベル以下にある確率は、1 つのサンプルがそのレベル以下にある確率  $p$  を用いて、 $p^M$  と表される。従って、種々のサンプルの適当な組み合わせからなる信号は、個々のサンプルよりもはるかに厳しくない減衰特性を有していることがわかる。

#### 【0028】

原則として、多様化受信技術は、各アプリケーションともに対処を要する異なる問題点を持っているけれども、基地局が移動局かの何れかに適用することができる。一般に、多様性受信器は、移動局の代わりに基地局で使用される。特に、複数の受信器が必要な場合には、多様性結合器のコストは高くなる。また、移動局の出力は、バッテリー寿命によって制限される。しかしながら、基地局は、移動局に対するカバー範囲を改善するために、その出力またはアンテナ高さを増大することができる。ほとんどの多様化システムは、送信



器の代わりに受信器に実装される。というのも、受信器多様化システムを適用するために追加の送信器出力が必要ないからである。移動局と基地局との間の経路は、ほぼ相関していると考えられるので、移動局に実装された多様化システムは、基地局に実装された多様化システムと同様に動作する。

【 0 0 2 9 】

複数経路問題を解決する方法は、他の変調方法（A MまたはF M）を用いた送信器に変調された広帯域疑似ランダムシーケンスを用いている。この疑似ランダムシーケンスは、時間シフトバージョンがほとんど未相関である特性を持っている。従って、複数経路を介して送信器から受信器へ伝搬する信号（故に、複数の異なる時間遅延）は、疑似ランダムシーケンスの複数時間シフトバージョンで受信信号を相互相関させることによって、別個に減衰する信号に分解される。受信器では、出力がタイムシフトされ、多様化結合器に入る前に、遅延ラインを介して送られねばならない。この受信器はR A K E受信器と呼ばれている。というのも、そのブロック図が、庭レーキのように見えるからである。

【 0 0 3 0 】

C D M Aシステムが携帯システム用に設計された場合には、直交W a l s h関数の固有の広帯域信号は、減衰の効果を低減し、クレームされた1 0 : 1のアナログ携帯を介したC D M Aのスペクトル効率改善に対して一部寄与しているR A K E受信器を実装するために必然であった。

【 0 0 3 1 】

C D M Aシステムでは、帯域幅（1 . 2 5 から1 5 M H z）が、携帯、またはパーソナル通信システムP C Sチャンネルの干渉性帯域幅よりも広い。従って、複数経路成分が受信器において分解される場合には、遅延ラインの各タップからの信号は、互いに相関していない。受信器は、その後、結合スキームの何れかを用いてそれらを結合することができる。その後、C D M Aシステムは、チャンネルの複数経路特性を利用するという利点を生かして、システムの動作を改良する。

【 0 0 3 2 】

使用された結合スキームは、R A K E受信器の性能を制御する。受信器設計における重要なファクタは、受信器内の信号を、送信された信号のそれと一致するように同期させることである。隣接したセルもまた、W a l s hコードにおける異なった時間遅延を持った同一の周波数であるので、全体のC D M Aシステムは、厳しく同期される必要がある。

【 0 0 3 3 】

R A K E受信器は、複数の相関器を使い、強い順にM個の複数経路成分を分離して検出する。複数経路成分の相対的な振幅と位相とは、受信された波形を、信号の遅延バージョン、あるいはその逆で相関付けることによって見出される。複数経路成分におけるエネルギーは、それらの強度に比例する（遅延補償された）複数経路成分を結合することによって、効果的に復元することができる。この結合は、多様化の型式であり、減衰の低減に役立つ。  $t = 1 / B_w$  未満の相対遅延の複数経路成分は分解されず、もしも存在する場合には、減衰に寄与する。この場合、順方向エラー補正コードと、出力制御スキームとが、減衰の効果を低減する支配的な役割を果たす。

【 0 0 3 4 】

M個の相関の出力を  $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $\dots$ 、 $Z_M$ 、それぞれに対応する出力の重みを  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $\dots$ 、 $a_M$  のように表すことによって、合成信号

【 数 5 】

$$\bar{Z}$$

【 0 0 3 5 】

は、

【 数 6 】

$$\bar{Z} = \sum_{k=1}^M \alpha_k \cdot Z_k$$

【 0 0 3 6 】

のように与えられる。重み係数は、各相関器出力からの出力または S N R に基づいている。もしも、特定の相関器からの出力または S N R が小さい場合には、小さな重み係数が割り当てられる。重み係数  $\alpha_k$  が、例えば

【 数 7 】

$$\alpha_k = \frac{Z_k^2}{\sum_{k=1}^M Z_k^2}$$

【 0 0 3 7 】

に示すように、係数の和が一定になるように相関器の出力信号出力に規格化される。

【 0 0 3 8 】

C D M A 携帯 / P C S システムでは、順方向リンク ( B S から M S ) は、3 フィンガ R A K E 受信器を使い、逆方向リンク ( M S から B S ) は、4 フィンガ R A K E 受信器を使う。I S - 9 5 C D M A システムでは、複数経路パラメータの検出および測定は、探索受信器によってなされる。探索受信器は、到来した信号を、I - および Q - チャンネルの P N コードの部分と比較するようにプログラムされている。受信ユニットにおける複数経路の到達は、異なる時間に発生する相関ピークとして自分自身を示している。ピークの大きさは、経路信号の包絡線に比例する。第 1 の到達に関連している各ピークの時間は、経路の遅延の測定を提供する。

【 0 0 3 9 】

P N チップレートである 1 . 2 2 8 8 M c p s は、0 . 8 1 4  $\mu$  s の時間間隔で複数経路成分の分割を可能とする。基地局の全てが、コード位相オフセットのみが異なる同じ I および Q P N コードを用いているので、複数経路成分のみならず、他の基地局もまた選択された基地局に対応したコードの一部を用いた相関 ( 到着時間の異なる探索窓 ) によって検出される。探索受信器は、強い複数経路成分及び / 又は基地局信号のテーブルを、可能な多様化結合またはハンドオフの目的のために維持する。このテーブルは、到着の時間、信号強度、および対応する P N コードオフセットを含んでいる。

【 0 0 4 0 】

逆方向リンクでは、特定の携帯送信器を追跡するように割り当てられた基地局の受信器が、I コードおよび Q コードの到着回数を使って、その基地局と連携しているユーザからの移動信号を識別する。同一の I コードおよび Q コードのオフセットを用いた移動信号から、基地局における探索受信器は、その目的のための独特の特別なプレアンプルの手段によって、望ましい移動信号を区別することができる。呼出が進行すると、この探索受信器は、移動ユニットから基地局への複数経路成分の強度をモニタし、多様性結合を介することによって、1 つ以上の経路を使用することができる。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、基地局とユーザ端末または移動局との間の与えられた通信リンク用の幾つかのアンテナ多用化スキームを示している。2 つのトランシーバ間の通信リンクは、一般的に 2 つの方向経路、例えば、基地局からユーザ端末への順方向リンク F L と、ユーザ端末から基地局への逆方向リンク R L とを含んでいる。送信器から受信器への通信リンクのある経路を考慮されたい。図 3 に示すように、経路のために 4 つの可能な構成タイプ、すなわち、単数入力単数出力 S I S O と、単数入力複数出力 S I M O と、複数入力単数出力 M I S O と、複数入力複数出力 M I M O とがある。各構成タイプは、与えられた通信リンクの 1 つの経路を記述している。ここで、ある経路のための送信器は、他の経路のための受信器である。逆もまた同様である。

## 【 0 0 4 2 】

$N_r$ で示す受信アンテナの数は、 $N_t$ で示す送信アンテナの数に必ずしも等しい必要はないことに留意されたい。従って、 $R_L$ は、 $F_L$ とは異なる構成を持ちうる。しかしながら、実際に、基地局は、無線装置の増加にともない、単一送信アンテナを利用することはないであろう。音声のみの能力のために、ユーザ端末における単一受信アンテナは極めて一般的である。

## 【 0 0 4 3 】

図3に示すように、 $SISO$ 構成は、送信器において単一送信アンテナを、受信器において単一受信アンテナを適用している。さらに、単一送信アンテナのみを備えた送信器を考慮すると、 $SIMO$ 構成は、1より大きい $N_r$ 個の受信アンテナを受信器に適用している一方、送信器は単一送信アンテナを備えている。受信器において複数アンテナを使用することによって、アンテナ多様性に対して、より高い受信性能を与える。受信器において複数アンテナによって受信された信号は、その後、予め定めた結合技術にしたがって処理される。例えば、受信器は、レーキのフィンガのように受信信号が並列で処理されるRAKE受信器メカニズムを組み込んでいる。与えられたシステム及び/又は無線装置の要求と制約に特有な別の方法が適用されうる。

## 【 0 0 4 4 】

図3に示すように、 $MISO$ 構成は、1より大きい $N_t$ 個の送信アンテナを送信器に適用している一方、受信器は単一受信アンテナを備えている。基地局のように送信器におけるアンテナ多様性は、複数経路減衰の効果を低減することによって、より高い受信性能を与える。送信器において複数アンテナを使用することによって、追加の信号経路を導入し、受信器における減衰のインパクトを増大させる傾向になる。多様化は、基本的には、送信信号の複数のレプリカを結合する。複数減衰チャンネルを介して受信された冗長な情報の結合は、受信した信号ノイズ比( $SNR$ )の全体を増大させる傾向になる。

## 【 0 0 4 5 】

最後の構成であるMIMOは、送信器および受信器において複数の、すなわち $N_t \times N_r$  MIMOのアンテナを配置する。送信器は、同一の搬送周波数における複数の独立したデータストリームを、与えられたユーザに送る。MIMO通信リンクは、( $N_t \times N_t$ )の個別のリンクを持っている。高 $SNR$ では、スループットの増加は、 $SIMO$ システム、あるいは $SISO$ システムのように受信多様性を備えていないシステムとして構成された単一送信システムのスループットの $N$ 倍に近づく。ここで、 $N$ は、送信器または受信器におけるアンテナの最小数に等しい。すなわち、 $N = \min(N_t, N_r)$ である。

## 【 0 0 4 6 】

一般に、受信器における多様性結合方法は、以下の4つのカテゴリ、すなわち、選択、最大比結合MRC、等ゲイン結合、フィードバック多用性のうちの1つになる。多様性結合方法は、以下に示す通りである。

## 【 0 0 4 7 】

図4は、複数の送信 $T \times$ アンテナを持つ混合モード無線通信システムの構成を示している。通信リンクは、各送信アンテナと各受信アンテナとの間に存在する。2タイプの構成が、種々の経路、すなわちMISOとMIMOに対して示されている。図示するように、送信器は、両リンクに対して複数の送信アンテナを使用する。複数のアクセスシステムが、図3に示す全4つの構成を含みうることに留意されたい。アンテナ多様化により、通信の品質を向上し、システムの能力を高めるので、殆どの通信リンクは、MISO及び/又はMIMOとなるであろう。一般に、アンテナ多様化は基地局で考慮される一方、混合モードシステムでは、ユーザ端末が、様々なアンテナ配置と処理方法とを適用しうる。従って、基地局にとって、各ユーザ端末への通信リンクの各タイプを識別し、それに従って通信を処理する必要がある。すなわち、基地局は、MISO、MIMO、及びSISO構成をサポートすることが要求される。

## 【 0 0 4 8 】

時分割多元アクセスTDMAと、周波数分割多元アクセスFDMAとでは、受信多用性

を備えていない、すなわち単一受信アンテナのユーザ端末に対するタイプシステム通信は、他のトラフィックから分割されうる。T D M AおよびF D M Aシステムでは、混合モード動作は、比較的容易に適用される。コード分割多元アクセスC D M Aシステムのような拡散スペクトルタイプの通信システムでは、ユーザは、F D M Aシステムにおけるサブチャンネルや、あるいはT D M Aシステムにおけるタイムスロットに機能が類似した異なる拡散コードに割り当てられる。「c d m a 2 0 0 0 規格」として称されている「TIA/EIA/IS-2000 Standards for cdma2000 Spread Spectrum Systems」は、C D M Aシステムに対する仕様を提供する。C D M Aシステムにおける動作は、特許文献3および特許文献4に記載されている。両特許ともに本願の譲受人に譲渡されており、本願に引用して援用する。

#### 【 0 0 4 9 】

C D M Aシステムのある実施例では、近傍の干渉を取り除くことができるように、拡散コードが相互に直交するように設計される。通信チャンネルが非分散的である間、直交特性が維持し、ユーザはお互いに干渉しない。混合モードシステムでは、このような条件の元、あるコードを使ってS I S O通信リンクで通信することが可能である。また、他のコードを使ってM I S OまたはM I M O通信リンクでも通信する。通信チャンネルが分散的になった時には、直交性が失われ、他のユーザからの干渉パワーを導く。

#### 【 0 0 5 0 】

図5は、1つの基地局B S 1 2と、4つのユーザ端末または移動局M S<sub>1</sub> 1 4, M S<sub>2</sub> 1 6, M S<sub>3</sub> 1 8, M S<sub>4</sub> 2 0を備えた混合モードシステム10のある実施例を示している。通信リンクがB S 1 2と、各移動局1 4, 1 6, 1 8, 2 0との間に示されている。B S 1 2は、M個の送信アンテナを有している。各通信リンクは、F LとR Lとを含んでいる。F L通信リンク構成は、M S<sub>1</sub> 1 4に対するS I S O構成を含んでいる。ここで、M S<sub>1</sub> 1 4は、S I S O通信に限定された音声のみの装置である。M S<sub>1</sub> 1 4への通信は、独自の拡散コードを用いて処理され、S I S O通信を分離する。あるいは、B S 1 2からの他のトラフィックとは別の搬送周波数で処理される。M S<sub>2</sub> 1 6とのF L通信リンクは、M I S O構成である。ここで、M S<sub>2</sub> 1 6は、単一受信アンテナを備えている。M S<sub>2</sub> 1 6は、複数の受信信号を結合し、送信された情報を決定する。一般的に、種々の方法のうちの何れかは、そのような信号処理に用いられる。幾つかの結合方法が、以下に述べられる。M S<sub>3</sub> 1 8およびM S<sub>4</sub> 2 0とのF L通信リンクは、各M I M O構成である。ここで、M S<sub>3</sub> 1 8は、N個の受信アンテナを備え、M S<sub>4</sub> 2 0は、M個の受信アンテナを備えている。M S<sub>3</sub> 1 8とM S<sub>4</sub> 2 0では、様々な受信処理方法が有効である。

#### 【 0 0 5 1 】

図6に示すように、システム10は、チャンネルモデル22を有したC D M A無線通信システムである。チャンネルモデル22は、B S 1 2とM S<sub>4</sub> 2 0との間の通信リンクを作成するために使用される。転送機能は、転送機能がリンクを表現している1セットの方程式として表されるチャンネルモデル22として使用されうる。

#### 【 0 0 5 2 】

図7は、継続した時間の間、

#### 【 数 8 】

$$N_{Tx}$$

#### 【 0 0 5 3 】

個の入力と

#### 【 数 9 】

$$N_{Rx}$$

#### 【 0 0 5 4 】

個の出力を有する線形 M I M O フィルタ 2 6 を持つ M I M O チャンネルのモデル 2 4 を示している。線形 M I M O フィルタ 2 6 は、線形関数

【数 1 0】

$$h_{ij}(t), i = 1K N_{Tx}, j = 1K N_{Rx}$$

【0 0 5 5】

からなる

【数 1 1】

$$N_{Tx} \times N_{Rx}$$

【0 0 5 6】

行列  $H(t)$  によって定義される。一般に、

【数 1 2】

$$h_{ij}(t), i = 1K N_{Tx}, j = 1K N_{Rx}$$

【0 0 5 7】

は、未知の線形関数である。線形 M I M O フィルタ 2 6 は、

【数 1 3】

$$(N_{Tx} \cdot N_{Rx})$$

【0 0 5 8】

無線チャンネルを表している。この M I M O フィルタ 2 6 を介して、

【数 1 4】

$$N_{Tx}$$

【0 0 5 9】

個の送信信号が、

【数 1 5】

$$N_{Rx}$$

【0 0 6 0】

個の受信アンテナに向かって通過して行く。これらの無線チャンネルは、チャンネルインパルス応答

【数 1 6】

$$h_{ij}(t), i = 1K N_{Tx}, j = 1K N_{Rx}$$

【0 0 6 1】

によって特徴付けられる。モデル

【数 1 7】

$$\mu_x(t)$$

【0 0 6 2】

に対する入力信号は、

【数 1 8】

$N_{Tx}$

【0 0 6 3】

帯域に限定された送信信号を表す

【数 1 9】

$(N_{Tx} \cdot 1)$

【0 0 6 4】

列ベクトルであり、モデル

【数 2 0】

$\mu$   
 $y(t)$

【0 0 6 5】

からの出力信号は、スイッチ T によって示される  $t = T, 2T, K$  でサンプルされた

【数 2 1】

$(N_{Rx} \cdot 1)$

【0 0 6 6】

列ベクトルである。なお、ここで、各送信信号の帯域幅は、 $1/T$  未満かそれに等しい。受信信号は、

【数 2 2】

$(N_{Tx} \times 1)$

【0 0 6 7】

列ベクトル

【数 2 3】

$\mu$   
 $z(t)$

【0 0 6 8】

によって表される付加的な摂動信号を含む。付加的な摂動信号は、加算ノード 28 で追加される。入力信号

【数 2 4】

$\mu$   
 $x(t)$

【0 0 6 9】

、チャンネル  $H(t)$ 、摂動

【数 2 5】

$\mu$   
 $z(t)$

【0 0 7 0】

、および出力信号

【数 2 6】

$$P_{y(t)}$$

【0 0 7 1】

の間の関係は、

【数 2 7】

$$P_{y(t)} = H^T(t) * P_{x(t)} + P_{z(t)}$$

【0 0 7 2】

で与えられる。ここで、\* は、コンボルーションを表す。別のモデルもまた、チャンネルを記載するために使用されうる。

【0 0 7 3】

ある実施例における混合モード動作のために、基地局は、ユーザ端末とやりとりを行い、端末のアンテナ多様化状況を決定する。上述したように、受信器で使用されている結合処理には、一般に 4 タイプある。選択多様性は、複数アンテナを持つ受信器に適用されている。ここでは、複数の受信信号のうち最良の信号が選択される。図 8 は、1 つの送信アンテナ 4 2 を備えた送信器 4 0 を有した選択多様性を適用している通信システムを示す図である。送信器 4 0 は、それぞれアンテナアレイ 4 6 内のアンテナに結合されている  $N_r$  個のフィンガを持つ RAKE 受信器 4 4 と通信する。RAKE 受信器 4 4 は、 $N_r$  個のアンテナ信号を選択ユニット 4 8 に出力する。選択ユニットは、信号をサンプリングし、出力として最良のものを提供する。ここで、最良の信号は、SNR のような品質測定基準によって決定される。別の測定基準もまた、システム構成や制約に基づいて使用されうる。図 8 の選択多用性動作は、基地局または移動局において適用されうる。

【0 0 7 4】

MRC と称される受信多様性の第 2 の方法は、各受信信号に対する重み付けを適用している。MRC システムのある実施例が、図 9 に示されている。このシステムは、単一アンテナ 6 2 を持つ送信器 6 0 を含む。受信器は、それぞれアンテナアレイのアンテナ 6 6 に結合された複数のゲイン増幅器 6 4 を有している。各受信信号は、信号の SNR 値に比例して重み付けられる。ここで、受信信号の値は、対応するゲイン増幅器 6 4 に対して制御を行う。重み付けられた値はその後加算される。個々の信号は、加算される前に、同調及び加算ユニット 6 8 によって同調される。ユニット 6 6 の出力の SNR は、各分岐 SNR の和に等しい。ここで、結合された SNR は、受信アンテナの数  $N_r$  とともに直線的に変化する。この MRC 結合方法は、RAKE タイプの受信器を備えた CDMA システムにおいて共通して使用される。受信多用化の第 3 の方法は、MRC の変形または簡素化である。ここで、ゲインは、ある一定値に等しく設定される。

【0 0 7 5】

受信多様化の最後の方法は、フィードバック多様化と称されており、選択多様化と類似している。受信器は、受信信号をスキャンし、予め定めた基準に基づいて最良の信号を決定する。この信号は、しきい値を超える信号が見つかるまで固定されたシーケンスに従ってスキャンされる。この信号は、しきい値を超えている限りは使用される。選択された信号がしきい値を下回った場合には、このスキャン処理が再度実行される。

【0 0 7 6】

種々の無線装置、アンテナ配置、および送信 / 受信処理方法が与えられることによって、個々のシステムの気まぐれと同様に、基地局は、少なくとも受信器に関する最良の情報量を必要とする。図 5 に示すように、BS 1 2 は、各 MS 1 4, 1 6, 1 8, 2 0 とのアクティブな通信の開始に関するアンテナ多様化状況情報を必要とする。

【0 0 7 7】

無線通信システム、およびCDMAシステムは特に、アンテナ、周波数、または時間的な多様性、またはそれらの組み合わせを適用した多くの異なる通信モードで動作しうる。この通信モードは、例えば「多様化」通信モードと、「MIMO」通信モードを含みうる。

#### 【0078】

多様化通信モードは、多様化を用いることによって、通信リンクの信頼性を向上する。「純粋な」多様化通信モードとも称されている多様化通信モードの共通したアプリケーションでは、全ての有効な送信アンテナから、受信者の受信システムへとデータが送信される。この純粋な多様化通信モードは、例えばデータレート要求が低い場所、またはSNRが低い場合、またはこれら両方とも当てはまる場合に使用される。

#### 【0079】

図10および図11は、多様化モード動作を送信するために構成された拡散スペクトル通信システム200を示す図である。図10に示されているのは、送信器202から受信器212への順方向リンクのための送信経路である。基地局でありうる送信器202では、送信用のデータが、個々のデータストリームとして、複合乗算器204、206に与えられる。複合乗算器204、206の各々には、独特のコードが適用される。第1のコード $c_1$ は、乗算器204に適用され、第2のコード $c_2$ は、乗算器206に適用される。乗算器204では、信号 $d$ がコード $c_1$ によって拡散され、乗算器206では、信号 $d$ がコード $c_2$ によって拡散される。そして、複合乗算器204、206の各々は、送信アンテナ208、210にそれぞれ結合される。このように、信号 $d$ は、各アンテナ毎に独特の拡散コードによって拡散される。アンテナ208は、拡散データ信号の一つを送信する。一方、アンテナ210は、他の拡散データ信号を送信する。受信器212は、2つのアンテナ214、216を備えている。

#### 【0080】

図10には4つの送信経路が示されている。各送信経路は、特性関数、または $h_{ij}$ によって表現されるシグニチャを備えている。ここで、 $i$ は、送信アンテナに対応したインデクスであり、 $j$ は、受信アンテナに対応したインデクスである。すなわち、各送信アンテナと受信アンテナとの対に対して経路が存在する。

#### 【0081】

データ信号 $d$ は、データストリームの一部でありうる。また、音声通信や高速データ通信のように待ち時間の少ない送信を含むあらゆるタイプの送信情報を表現しうる。ある実施例では、このデータストリームは、パケット化されたデータである。ここでは、個々のデータストリームが、乗算器204、206の各々に対して提供される。その後、受信器では、送信されたデータストリームが事前送信シーケンスに復元される。送信アンテナ208、210は、拡散信号を受信器212に送信する。

#### 【0082】

図11に示された受信器では、送信された信号がアンテナ214、216において受信される。受信器212は、送信アンテナと受信アンテナとの間の送信経路の各々を処理するように構成されている。従って、受信アンテナ214、216の各々は、各経路に対応して逆拡散された処理回路に結合される。

#### 【0083】

図10および図11に示すシステム200では、4つの経路が与えられている。各経路は、シグニチャー、または送信された信号の経路またはチャンネルの効果を記載した送信機能を有している。この4つの経路は、元々送信された信号の4つの推定値を判定するために逆拡散され、処理される。この4つの推定値は、その後加算ノード220において加算され、合計推定値

#### 【数28】

$$\hat{d}$$



## 【 0 0 8 4 】

を決定する。

## 【 0 0 8 5 】

アンテナ 2 1 4 , 2 1 6 の各々は、複数の逆拡散ユニット、すなわち複合乗算器に結合される。特有のコード  $c_1^*$  は、コード  $c_1$  によって元々拡散された送信信号を逆拡散するために用いられる。合成された逆拡散信号に対してゲインが加えられる。ここで、ゲインは、送信アンテナ 2 0 4 から受信アンテナ 2 1 4 へのチャンネルのシグニチャー  $h_{11}^*$  を表す。その結果は、アンテナ 2 0 4 を経由して送信され、アンテナ 2 1 4 によって受信された信号  $d$  の推定値である。

## 【 0 0 8 6 】

アンテナ 2 1 4 は、第 2 の受信信号を処理する別の乗算器に結合される。ここでは、独特のコード  $c_2^*$  が、コード  $c_2$  によって拡散された信号を逆拡散するために用いられる。合成された逆拡散信号に対してゲインが加えられる。ここで、ゲインは、送信アンテナ 2 0 6 から受信アンテナ 2 1 4 へのチャンネルのシグニチャー  $h_{21}^*$  を表す。

## 【 0 0 8 7 】

アンテナ 2 1 6 もまた、送信アンテナから受信された信号を処理するために、同様に構成されている。各処理経路の推定値は、推定値

## 【 数 2 9 】

$$\hat{d}$$

## 【 0 0 8 8 】

を生成するために、加算モード 2 2 0 に提供される。

## 【 0 0 8 9 】

別の実施例は、あらゆる数の送信アンテナおよび受信アンテナを含む。ここで、送信アンテナの数は、受信アンテナの数とは等しくないかもしれない。この受信アンテナは、送信アンテナの少なくとも一部か、送信経路の少なくとも一部に対応した処理回路を含みうる。MIMO 通信モードは、通信リンクの両終端にアンテナ多様性を適用し（すなわち、複数の送信アンテナと複数の受信アンテナ）、一般には、信頼性の向上と、通信リンクの能力の増大との両方のために使用される。MIMO 通信モードは、更に、アンテナ多様化とともに周波数及び / 又は時間的な多用化を組み合わせる適用している。

## 【 0 0 9 0 】

図 1 2 および図 1 3 は、MIMO モード動作のために構成された無線システム 2 3 0 を示している。特に示されているのは、送信器 2 3 2 から受信器 2 5 0 への順方向リンクのための送信経路である。信号は、送信器 2 3 2 に、第 1 のデータレート  $r$  の信号  $d$  として与えられる。送信器 2 3 2 は、信号  $d$  を、各送信アンテナ 2 4 0 , 2 4 2 に対応する複数の部分に分割する。MUX 2 3 4 は、 $d_1$  とラベルされた信号  $d$  の第 1 の部分を乗算器 2 3 6 に提供し、 $d_2$  とラベルされた第 2 の部分を乗算器 2 3 8 に提供する。例えば、信号部分  $d_1$  、  $d_2$  の各々は、それぞれ乗算器 2 3 6 , 2 3 8 に、 $r / 2$  のレートで提供される。乗算器 2 3 6 , 2 3 8 は、拡散コード  $c_1$  ,  $c_2$  をそれぞれを、信号  $d_1$  ,  $d_2$  にそれぞれ適用する。その後、乗算器 2 3 6 , 2 3 8 は、送信アンテナ 2 4 0 , 2 4 2 に結合される。

## 【 0 0 9 1 】

図 1 2 に示すように、受信器 2 5 0 は、アンテナ 2 5 2 , 2 5 4 を備えている。各アンテナは、2 つの処理経路に結合されている。アンテナ 2 5 2 において受信された信号は、 $s_1$  として識別される。ここで、 $s_1 = h_{11} d_1 + h_{21} d_2$  である。送信アンテナ 2 4 0 から受信アンテナ 2 5 2 への送信チャンネルまたは経路は、 $h_{11}$  として記載される。そして、送信アンテナ 2 4 2 から受信アンテナ 2 5 2 への経路は、 $h_{21}$  として記載される。同様に、アンテナ 2 5 4 で受信された信号は、 $s_2$  として識別される。ここで、 $s_2$  は、 $s_2 = h_{12} d_1 + h_{22} d_2$  である。送信アンテナ 2 4 0 から受信アンテナ 2 5

4 への送信チャンネルまたは経路は、 $h_{22}$  として記載される。そして、送信アンテナ 2 4 2 から受信アンテナ 2 5 4 への経路は、 $h_{22}$  として記載される。信号  $s_1$ 、 $s_2$  は、送信器 2 3 2 のコード  $c$  に対応するコード  $c_1^*$  と、送信器 2 3 2 のコード  $c_2$  に対応するコード  $c_2^*$  を使って逆拡散される。各送信経路に対応したゲインは、各処理経路に適用される。この結果は、推定値

【数 3 0】

$$\hat{d}_1$$

【0 0 9 2】

、

【数 3 1】

$$\hat{d}_2$$

【0 0 9 3】

を生成するために、加算ノード 2 6 0 , 2 6 2 にそれぞれ提供される。推定値

【数 3 2】

$$\hat{d}_1$$

【0 0 9 4】

、

【数 3 3】

$$\hat{d}_2$$

【0 0 9 5】

は、元々の信号  $d$  の推定値

【数 3 4】

$$\hat{d}$$

【0 0 9 6】

を生成するために、逆多重伝送されうる。

【0 0 9 7】

特に、送信アンテナ 2 4 0 から受信アンテナ 2 5 2 へと送信経路を経由して送られた送信は、コード  $c_1$  に対応した  $c_1^*$  を使って逆拡散され、 $h_{11}$  に対応したゲインが加えられる。その結果は、加算ノード 2 6 0 に与えられる。同様にして、送信アンテナ 2 4 0 から受信アンテナ 2 5 4 へと送信経路を経由して送られた送信は、コード  $c_1$  に対応した  $c_1^*$  を用いて逆拡散され、 $h_{12}$  に対応したゲインが加えられる。その結果は、加算ノード 2 6 0 に与えられる。このように、加算ノード 2 6 0 の出力は、送信アンテナ 2 4 0 からの送信の合成推定値である。

【0 0 9 8】

送信アンテナ 2 4 2 からの送信も、同様にして処理される。送信アンテナ 2 4 2 から受信アンテナ 2 5 2 へと送信経路を経由して送られた送信は、コード  $c_2$  に対応した  $c_2^*$  を使って逆拡散され、 $h_{21}$  に対応したゲインが加えられる。その結果は、加算ノード 2 6 2 に与えられる。同様にして、送信アンテナ 2 4 2 から受信アンテナ 2 5 4 へと送信経路を経由して送られた送信は、コード  $c_2$  に対応した  $c_2^*$  を使って逆拡散され、 $h_{22}$  に対応したゲインが加えられる。その結果は、加算ノード 2 6 2 に与えられる。このよう

に、加算ノード 2 6 2 の出力は、送信アンテナ 2 4 2 からの送信の合成推定値となる。

【0099】

無線通信システム 3 0 0 の詳細な図が図 1 4 に示されている。システム 3 0 0 は、多くの送信チャンネルを経由してデータを送信するために動作しうる。MIMO チャンネルは、NC 個の独立したチャンネルに分割される。ここで  $NC = \min \{ NT, NR \}$  である。NC 個の独立したチャンネルのおのおのは、MIMO チャンネルの空間的サブチャンネルとも称される。MIMO システムでは、唯一の周波数サブチャンネルが存在し、各空間的サブチャンネルは、「送信チャンネル」と称される。

【0100】

MIMO システムは、もしも複数の送信および受信アンテナによって生成された付加的な寸法が使用された場合には、優れた性能を与える。これは、必ずしも送信器における CSI の知識を必要としないが、送信器が、送信アンテナから受信アンテナへの送信特性を記している CSI を備えている場合、システム効率と性能とを向上することは可能である。CSI は、「完全 CSI」か「部分的 CSI」かのいずれかに分類される。

【0101】

完全 CSI は、 $N_t \times N_r$  MIMO 行列における各送信アンテナと受信アンテナの対の間の伝搬経路の十分な広帯域特性（例えば、振幅および位相）を有している。完全 CSI 処理は、以下の（1）から（3）を含んでいる。（1）送信器および受信器の両方においてチャンネル特性が有効である。（2）送信器は、MIMO チャンネル用の固有モードを計算し（後述する）、固有モードに基づいて送信される変調シンボルを決定し、この変調シンボルの線形的な前処理（フィルタリング）を行い、前処理された変調シンボルを送信する。（3）受信器が、この線形的な送信処理の補完的な処理（例えば、空間的にマッチしたフィルタリング）を実行し、チャンネル特性に基づいて、各送信チャンネル（すなわち各固有モード）に必要とされる NC 個のマッチしたフィルタ係数を計算する。完全な CSI 処理は、更に、チャンネルの固有値（後述する）に基づき各送信チャンネルに対するデータ処理（例えば、適切なコーディングと変調スキームの選択）を行い、変調シンボルを導出することを伴う。

【0102】

部分的な CSI は、例えば、送信チャンネルの信号対ノイズ及び干渉（SNR）を含む（すなわち、OFDM のない MIMO システムにおける各空間的サブチャンネルの SNR、または OFDM を備えた MIMO システムにおける各空間的サブチャンネルの各周波数サブチャンネルの SNR）。部分的 CSI 処理は、チャンネルの SNR に基づいた各送信チャンネルのためのデータの処理（例えば、適切なコーディングと変調スキームの選択）を含んでいる。

【0103】

図 1 4 は、本発明の種々の局面と実施例を実施可能な MIMO 通信システム 3 0 0 のブロック図である。システム 3 0 0 は、第 2 のシステム 3 5 0 と通信する第 1 のシステム 3 1 0 を含んでいる。システム 3 0 0 は、アンテナ、周波数、および時間的な多様性の組み合わせ（後述する）を適用して動作し、拡散効率を高め、性能を向上し、柔軟性を高めることが可能である。ある局面では、システム 3 5 0 は、通信リンクの特性を決定し、チャンネル状況情報（CSI）をシステム 3 1 0 に報告するように動作することができる。また、システム 3 1 0 は、報告された CSI に基づいて送信されるデータの処理（例えば、エンコードおよび変調）を調整するように動作することができる。

【0104】

システム 3 1 0 では、データソース 3 1 2 が送信（TX）データプロセッサ 3 1 4 にデータ（すなわち、情報ビット）を提供する。このプロセッサ 3 1 4 は、特定のエンコードスキームにしたがってデータをエンコードし、特定のインタリーブスキームに基づいてエンコードされたデータをインタリーブ（すなわち、再指令）し、インタリーブされたビットを、データ送信のために使用された 1 つ以上の送信チャンネルのための変調シンボルにマップする。

## 【 0 1 0 5 】

このエンコーディングは、データ送信の信頼度を高める。このインタリーブは、コード化されたビットに対して時間多様性を与え、このデータが、データ送信のために使用された送信チャンネルの平均信号対ノイズ及び干渉（S N R）にもとづいて送信されることを許可し、減衰と戦い、各変調シンボルを形成するために用いられたコード化ビット間の相関を除去する。このインタリーブは、もしも、コード化されたビットが複数の周波数サブチャンネルを介して送信された場合には、周波数多様性を与えうる。本発明のある局面に従うと、エンコード、インタリーブ、およびシンボルマッピング（あるいはそれらの組み合わせ）は、図 1 4 に示すように、システム 3 1 0 に有効な完全または部分的 C S I に基づいて実行される。

## 【 0 1 0 6 】

送信器システム 3 1 0 におけるエンコード、インタリーブ、およびシンボルマッピングは、多くのスキームに基づいて実行することが可能である。ある具体的なスキームが、特許文献 1 1 に記載されている。この発明は、本願の譲受人に譲渡されており、特許文献 1 1 は、本願に引用して援用する。

## 【 0 1 0 7 】

図 1 4 に示すように、T X M I M O プロセッサ 3 2 0 は、T X データプロセッサ 3 1 4 から変調シンボルを受信して、処理し、M I M O チャンネルを介して送信に適切なシンボルを与える。T X M I M O プロセッサ 3 2 0 によって実行された処理は、完全または部分的な C S I 処理がなされたか否かに依存する。詳細は後述する。

## 【 0 1 0 8 】

完全 C S I 処理の場合、T X M I M O プロセッサ 3 2 0 は、変調シンボルを逆多重伝送し、前処理する。部分 C S I 処理の場合、T X M I M O プロセッサ 3 2 0 は、単に変調シンボルを逆多重伝送する。完全および部分 C S I M O M O 処理は、後で詳細に記載する。完全 C S I 処理を適用している M I M O システムでは、T X M I M O プロセッサ 3 2 0 は、各送信アンテナに対して、前処理された変調シンボルのストリームを時間スロット毎に提供する。後述するように、各前処理された変調シンボルは、N C 個の空間的サブチャンネルのために与えられた時間スロットにおける N C 個の変調シンボルの線形（そして重み付けられた）結合である。部分 C S I 処理を適用している M I M O システムでは、T M M I M O プロセッサ 3 2 0 は、各送信アンテナに対して変調シンボルのストリームを時間スロット毎に提供する。上述した全ケースについて、変調シンボルまたは変調シンボルベクトルの各ストリーム（処理されていないか、または前処理されたもの）は、受信され、それぞれの変調器（M O D）3 2 2 によって変調され、関連するアンテナを経由して送信される。

## 【 0 1 0 9 】

図 1 4 に示す実施例では、受信システム 3 5 0 は、送信された信号を受信し、この受信した信号をそれぞれの復調器（D E M O D）3 5 4 に提供する多くの受信アンテナ 3 5 2 を含んでいる。各復調器 3 5 4 は、変調器 1 2 2 で実行されたものに対して補完的な処理を行う。全ての復調器 3 5 4 からの復調シンボルは、受信（R X）M I M O プロセッサ 3 5 6 に提供され、後述する方法で処理される。送信チャンネルに対して受信された変調シンボルは、R X データプロセッサ 3 5 8 に提供される。このプロセッサ 3 5 8 は、T X データプロセッサ 3 1 4 によって実行されたものに対して補完的な処理を行う。具体的な設計では、R X データプロセッサ 3 5 8 は、受信された変調シンボルを表示したビット値を提供し、このビット値を逆インタリーブし、逆インタリーブされた値をデコードしてデコードされたビットを生成する。このビットは、データシンク 3 6 0 に提供される。受信シンボル逆マッピング、逆インタリーブ、およびデコードは、送信器システム 3 1 0 で実行されるシンボルマッピング、インタリーブ、およびエンコードに対する補完的なものである。受信器システム 3 5 0 による処理の詳細について述べる。

## 【 0 1 1 0 】

M I M O システムの空間的サブチャンネルは一般的に異なるリンク条件（例えば、異なる

る減衰と複数経路効果)を介し、異なるS N Rを達成する。従って、送信チャンネルの能力は、チャンネル毎に異なる。この能力は、情報ビットレートによって定量化(すなわち、変調シンボル毎の情報ビットの数)され、特定の性能レベルについて各送信チャンネルにおいて送信される。更に、このリンク条件は一般的に時間と共に変化する。その結果、送信チャンネルに対してサポートされている情報ビットレートもまた、時間と共に変化する。送信チャンネルの能力を更に完全に利用するために、リンク条件のC S I記述が決定(一般的には受信器ユニットにおいて)され、それに従って処理を調整(または適合)することができるように送信器ユニットに提供される。

#### 【0111】

混合モードシステムにとって、各入力は、各通信リンクの配置と動作モードに関する情報を一般的に必要とする。図15は、F Lのやりとりを行う方法400を示している。このやりとりは、基地局で行われる。この処理は、ステップ402において多様化能力情報を判定するように、モバイルユーザに問い合わせることから開始する。F Lの多様化能力は、移動局で使用された受信アンテナの数を含む。更に、基地局は、複数の受信アンテナに使用されたタイプの組み合わせについての情報を必要とする。基地局はまた、同一の問い合わせ内で与えられたリンクのチャンネル品質に関する情報を必要とする。基地局は、移動局からの情報を受信し、F Lに対する適切な配置と処理との判定を開始する。もしも、基地局が単一の送信アンテナを持っていると判定部404で判定された場合には、処理は判定部408に移行し、モバイルユーザが単一の受信アンテナを持っているのか、複数の受信アンテナを持っているのかを判定する。単一の送信アンテナと単一の受信アンテナを用いているF Lでは、ステップ416において、このシステムは、S I S Oモード動作に設定される。S I S Oモードは、単一の送信ストリームのみが、基地局における1つのアンテナから、受信器における1つのアンテナへと送信されることを示している。

#### 【0112】

もしも、判定部408において、移動局は複数の受信アンテナを持っていると基地局が判定した場合には、この処理は、ステップ414に進み、S I M OリンクとしてF Lを設定する。一般的に、S I M O動作は、受信器は、高いデータレートに対しては低いE<sub>b</sub>/N<sub>0</sub>で動作できることを意味している。ある実施例では、S I M Oリンク配置は、送信器の更なる変更を必要とせず、送信器から考慮された場合には、むしろS I S Oに類似している。別の実施例では、S I M Oは、データレートを増加することができ、意図した受信器からのフォードバックを受信した送信器は、この要求したデータレートを表示する。送信器はその後、変調、コーディング等を調整することによって、要求されたデータレートに対する調整を行う。受信器からのフィードバックに対する送信器の調整は、部分的O S I動作であると考えられる。ある実施例では、フィードバック情報が、呼出の開始の設定がなされることなく、リアルタイムフィードバックチャンネルを経由して基地局に提供される。また、判定部404では、基地局が複数の送信アンテナを持っている場合には、判定部406に進み、モバイルユーザが複数の受信アンテナを持っているかを判定する。移動局が単一の受信アンテナを持っている場合には、ステップ412において、基地局が、リンクをM I S Oに設定する。一方、移動局が複数の受信アンテナを持っている場合には、ステップ410において、基地局が、リンクがM I M Oであることを認識する。処理は、その後ステップ418に進み、受信器の特定のモード能力(すなわち、空間的多様化か、または純粋な多様化か)を判定する。それに従って基地局はF Lを設定する。動作がM I M Oモードであることを判定するために、多くの表示器が、実装されている。

#### 【0113】

ある実施例では、基地局は、リンク品質を測定するためにF LのC / Iを決定する。移動局は、F Lにおける基地局から受信された信号のC / Iのようなリンク品質の表示を与えるように尋ねられる。基地局は、予め定めたしきい値に対して、リンク品質測定値を比較する。もしも、リンク品質が貧弱な場合には、複数のアンテナからの同一のデータ信号を送信するためにアンテナ多様化が使用される。貧弱なリンク品質の場合には、送信および受信の両方の多様化の使用が、最適の解を与える。そのような条件は、M I M Oリンク

として見られる。ここでは、MIMOリンクの2つの基本的タイプは、純粋な多様化、すなわち送信と受信との両方が多様化である場合と、空間的な多重送信、すなわち並行チャネルである場合である。リンク品質が良好な場合、空間的多様化が用いられ、そうでない場合には、純粋な多様化が適用される。図16は、RLに対するやりとりをおこなう対応する方法500を示す図である。ここでは、基地局でやりとりが行われる。この処理は、ステップ402において多様化能力情報を判定するように、モバイルユーザに問い合わせることから開始する。RLの多様化能力は、移動局で使用された送信アンテナの数を含む。更に、基地局は、送信アンテナに使用された信号のタイプについての情報を必要とする。基地局はまた、同一の問い合わせ内で与えられたリンクのチャネル品質に関する情報を必要とする。基地局は、移動局からの情報を受信し、適切な配置の決定と、RLに対する処理とを開始する。もしも、基地局が単一の送信アンテナを持っていると判定部504で判定された場合には、処理は判定部508に移行し、基地局が単一の受信アンテナを持っているのか、複数の受信アンテナを持っているのかを判定する。単一の送信アンテナと単一の受信アンテナを用いているRLでは、ステップ516において、このシステムは、SISOモード動作に設定される。SISOモードは、単一の送信ストリームのみが、移動局における1つのアンテナから、基地局における1つのアンテナへと送信されることを示している。

#### 【0114】

判定部508において、基地局が、複数の受信アンテナを持っている場合、この処理は、ステップ514に進み、RLをMIMOリンクとして設定する（再度、SISOについて特に必要なものはない）。更に、この処理は、以下に示すように、リンクの品質を確認し、適切な構成であることを判定する。

#### 【0115】

また、判定部504では、移動局が複数の送信アンテナを持っている場合には、判定部506に進み、基地局が複数の受信アンテナを持っているかを判定する。基地局が単一の受信アンテナを持っている場合には、ステップ512において、この処理が、リンクをMISOに設定する。一方、基地局が複数の受信アンテナを持っている場合には、ステップ510において、この処理が、リンクがMIMO可能であることを認識する。処理は、その後ステップ518に進み、動作のモードとして空間的多様化か、または純粋な多様化かを選択する。上述したように、この判定は、種々の表示に応答してなされる。

#### 【0116】

混合モードシステムでは、基地局が、各リンクに対する適切な通信のためにシステムを設定する。基地局はまた、適用する受信処理のタイプを表示している遠隔局に対して命令を与える。MIMO処理は、独特の拡散コードを用いて各個別の通信リンクについて信号を拡散するが、全てのアンテナ素子についての全てのリンクに対して送信する。すなわち、MISO及び/又はSISO処理であるSO処理に対しては、様々な方法が利用可能である。2つの送信アンテナを使ったある方法が、非特許文献1に記載されており、本願に引用して援用する。送信多様化スキームは、2つの送信アンテナと、1つの受信アンテナの構成に適用される。受信アンテナは、MRCタイプの受信多様化方法を適用している。

#### 【0117】

この方法を使ったシステムの一実施例が、図17に示されている。システム600は、受信アンテナ606と通信する送信アンテナ602、604を含んでいる。受信アンテナ606は、チャネル推定器608および結合器610へと結合されている。これらは、ともに最大可能性検出器612に結合されている。動作は、送信器における情報シンボルのエンコードおよび送信シーケンス、受信器における結合スキーム、および最大可能性検出器のための判定ルールによって定義される。表示された規則では、信号は、アンテナ602、604から送信される。

#### 【0118】

アンテナ602、604は、図17に示すように、送信ベクトルを生成する。まず、アンテナ602がs0を送信し、その一方、アンテナ604がs1を送信する。次に、アン

テナ 6 0 2 が  $-s_1^*$  を送信し、その一方、アンテナ 6 0 4 が  $s_0^*$  を送信する。ここで、 $*$  は、複素共役演算子である。時間  $t$  におけるチャンネルはその後、

【数 3 5】

$$h_0 = \alpha_0 \theta j \theta_0$$

【0 1 1 9】

および

【数 3 6】

$$h_1 = \alpha_1 \theta j \theta_1$$

【0 1 2 0】

によってモデル化される。

【0 1 2 1】

チャンネル推定器 6 0 8 は、 $h_0$  および  $h_1$  を、結合器 6 1 0 と、最大可能性検出器 6 1 2 とに与える。 $h_0$  および  $h_1$  の値から、結合器 6 1 0 は 2 つの結合信号

【数 3 7】

$$\bar{s}_0$$

【0 1 2 2】

および

【数 3 8】

$$\bar{s}_1$$

【0 1 2 3】

を形成し、最大可能性検出器 6 1 2 へ提供する。チャンネル推定器 6 0 8 と結合器 6 1 0 で受信された信号は、それぞれ

【数 3 9】

$$r_0 = h_0 s_0 + h_1 s_1 + n_0$$

【0 1 2 4】

および

【数 4 0】

$$r_1 = -h_0 s_1^* + h_1 s_0^* + n_1$$

【0 1 2 5】

で与えられる。ここで、 $n_0$  および  $n_1$  は、各経路に対して導入されたノイズ項を示している。ノイズ導入は、受信アンテナ 6 0 6 とチャンネル推定器 6 0 8 との間でなされうる。第 1 の信号

【数 4 1】

$$\bar{s}_0$$

【0 1 2 6】

は、

【数 4 2】

$$h_0^* \cdot r_0 + h_1 \cdot r_1^*$$

【0 1 2 7】

によって計算され、第 2 の信号

【数 4 3】

$$\overline{s}_1$$

【0 1 2 8】

は、

【数 4 4】

$$h_1^* \cdot r_0 - h_0 \cdot r_1^*$$

【0 1 2 9】

によって計算される。

【0 1 3 0】

図 1 7 に示すように、チャンネル推定値  $h_0$ 、 $h_1$  と信号

【数 4 5】

$$\overline{s}_0$$

【0 1 3 1】

、

【数 4 6】

$$\overline{s}_1$$

【0 1 3 2】

は、最大可能性検出器 6 1 2 へと提供される。最大可能性検出器 6 1 2 では、信号

【数 4 7】

$$\overline{s}_0$$

【0 1 3 3】

と、

【数 4 8】

$$\overline{s}_1$$

【0 1 3 4】

とに対して選択判定規則が適用される。 $N_t = 2$  で、 $N_r = M$  とすることによって、この構成と方法は、 $2M$  のオーダの多様性、すなわち  $2M$  個の通信リンクを提供する。

【0 1 3 5】

図 1 7 のシステム 6 0 0 は、複数の受信アンテナを組み込むように拡張されうる。ここで、チャンネル推定値は、送信器から受信器への各通信リンクに対して得られる。チャンネル推定値はその後、結合器へと提供される。ここでは、選択基準が通信リンクに対して適用される。

【0 1 3 6】

更に、図 1 7 のシステムの動作は、Walsh 関数の組み合わせを適用するように拡張されうる。図 1 8 は、ある実施例に従った非チャンネル状態情報タイプの、または非 CS



Iタイプの送信器モデムアーキテクチャ700を示している。非CSIモデムは、送信器における本質的なチャンネル状態情報に依存していない。このアーキテクチャは、Walsh関数を送信信号に適用することによって、複数送信アンテナについて送信された信号から直交性を確立する。Walsh関数によって提供された送信直交性は、各アンテナにおける明確な送信信号シンボルを送信することによって、帯域幅の効率を増加するために使用することができる。図18に示すように、モデム700は、直交振幅変調器のような変調器704に結合された格子コードユニット702を含んでいる。他の実施例は、別のタイプの変調器を使用しうる。この変調された信号は、スイッチ706を経由して、複数のアンテナのうちの一つ(図示せず)に提供される。各アンテナは、対応する乗算器708に結合されている。この信号は、独特のWalshコードを適用するために乗算器708へと導かれる。スイッチ706は、変調器704の出力を、乗算器708のおののおの、すなわちアンテナに、一度に一つずつ結合させる。

【0137】

図18に示すモデムアーキテクチャは、図17に示す送信コードと受信処理の効率を向上させる。一例として、A及びBで示される2つのシンボルの送信について検討する。送信器は、2つの送信ベクトルすなわち、

【数49】

$$x_1 = [A \quad B^*]^T$$

【0138】

および

【数50】

$$x_2 = [B \quad -A^*]^T$$

【0139】

を生成する。そして、2つのベクトルの要素は、それぞれ2つのアンテナについてシーケンシャルに送信される。2つの送信アンテナと1つの受信アンテナをもつ図17に示すような構成を考える。受信器は、適切なWalshコードを適用している2つの送信シンボルの推定値を作成する。

【0140】

別の実施例では、乗算器708のおののおのは、スイッチ706を介さずに直接的にQAM704に結合される。送信信号シンボルは、送信アンテナを超えて繰り返される。ここで、各シンボルは、各アンテナにおいて、異なるWalshコードによって拡散される。結果として得られる直交性は、全ての送信アンテナを超えて、完全な送信多様性を確立するために使用されうる。

【0141】

多様化処理の別の方法の詳細は、非特許文献2に記載されている。非特許文献2は、本願に引用して援用する。基地局における時間多様性は、送信信号の空間-時間拡散によって高められる。ある実施例によれば、この方法は、送信信号の型式と、コーディングのタイプを特徴付ける。各送信信号は、異なるアンテナ素子を超えて拡散される。2つの送信アンテナと1つの受信アンテナの場合、2つの拡散コードが使用される。両拡散コードともに、両送信シンボルに適用される。送信された信号は、

【数51】

$$t_1 = (1/\sqrt{2})(b_1c_1 + b_2c_2)$$

【0142】

、および

【数 5 2】

$$t_2 = (1 / \sqrt{2})(b_2 c_1 - b_1 c_2)$$

【0 1 4 3】

のように与えられる。ここで、 $b_1$  および  $b_2$  はデータシンボルであり、 $c_1$  および  $c_2$  は拡散コードである。受信器は、コード  $c_1$ 、 $c_2$  を用いて、受信信号を拡散する。

【0 1 4 4】

また、アンテナ多様化のもう一つの方法が、特許文献 12 で開示されている。この発明は、本発明の譲受人に譲渡されており、特許文献 12 は、本願に引用して援用する。分散アンテナアーキテクチャを有する図 19 に示すようなシステム 800 は、CDMA 通信システムにおけるモバイルユーザと通信する。モバイルユーザは、様々なアンテナ配置のうちの任意を適用しうる。このシステム 800 は、トランシーバを含んでいる。このトランシーバは、送信のためにエンコードされた信号を受信し、エンコードされた信号の周波数変換を行って、無線周波数 RF 信号を生成する。トランシーバ 802 は、直列に結合されたアンテナ素子 806, 808, 810, ..., 812 を持つ分散型アンテナシステム 804 に RF 信号を提供する。遅延素子 814, 816, 818, ... は、隣接するアンテナ素子 806, 808, 810, 812 の間に配置される。遅延素子 814, 816, 818, ... は、アンテナ 806, 808, 810, ..., 812 の各々から送信された信号に、予め定めた遅延をかける（一般的には 1 チップより大きい）。この遅延された信号は、高められたシステム性能に対して信号多用性を促進する複数経路を与える。

【0 1 4 5】

別の実施例は、種々の構成及び方法に従って、送信多様性及び / 又は受信多様性を与える。これらの状況の各々では、基地局が、各通信リンクの構成と要求とを決定する。基地局は、与えられたモバイルユーザからの追加情報を必要とし、更に同様に、具体的な処理情報を 1 人または全てのモバイルユーザに送信する必要がある。基地局は、与えられた通信リンクの制約、または他の基準に基づいて、種々の送信シナリオの中から選択する。ある実施例では、基地局は、通信リンクチャネルの品質に応じて送信シナリオを決定する。別の実施例では、望ましい信号エラーレートを達成しようとする。

【0 1 4 6】

図 20 は、複数の送信および受信アンテナを含む複数アンテナ 902 を持つある実施例にしたがった基地局 900 を示している。図 20 の電気回路は、遠隔局にも同様に適用されうる。分離した受信アンテナと送信アンテナを適用した別の実施例もある。図示するように、通信バス 916 は、基地局 900 内の中央プロセッサ 912、記憶装置 914、アンテナ多様化制御装置 906、モデム 910、及びエラーコード及び状況ユニット 908 にインタフェースを提供する。アンテナ 902 に結合されたトランシーバ 904 は、送信用の信号を準備する。トランシーバ 904 は、アンテナ多様化制御装置 906 と、モデム 910 に結合されている。

【0 1 4 7】

基地局 900 は、各通信リンクの初期化に関する送信シナリオを決定する。初期化は、これに限定される訳ではないが、基地局からのページングメッセージに対する応答、またはモバイルユーザからの通信に対する要求を含む通信の開始に係る。基地局 900 内では、多様化制御判定が、記憶装置 914 に格納されたコンピュータ読み取り可能な命令に従って中央プロセッサ 912 によってなされる。多様化制御命令は、記憶装置 914 及び / 又はアンテナ多様化制御装置 906 に格納されうる。最大可能性判定に使用されるような判定基準は、記憶装置 914 及び / 又はアンテナ多様化制御装置 906 に格納されうる。ここで、この判定基準は、通信環境等に応じて直接的に調整される。

【0 1 4 8】

与えられた通信リンクのために、アンテナ多様化制御装置 906 は、構成のタイプと処理、すなわち送信シナリオを決定する。MIMO 構成のために、アンテナ多様化制御装置

906は、共通の送信シナリオを、複数の送信アンテナ902の各々に適用する。ある実施例では、デフォルトのシナリオが使用される。一方、別の実施例では、このシナリオは、複数のオプションから選択される。

#### 【0149】

基地局900は、図15および図16にそれぞれ示す方法400および500を実行し、適切な送信シナリオを決定する。基本的には、ある実施例に従って、この方法は、通信に対する他の入力から、アンテナ多様化状況情報を抽出する。この情報は、適切で有用な送信シナリオを決定するために処理される。この送信シナリオは、システム能力に応じて簡単に複雑にもなる。この方法400、500は、記憶装置914またはアンテナ多様化制御装置906に格納されたコンピュータ読み取り可能な命令に格納されている。この選択に応じて、モデム910は、アンテナ多様化制御装置906によって命令されたように、基本バンドデータシンボルをエンコードする。ある実施例では、このアンテナ多様化状況は、MISOまたはMIMO構成を示しているFL多様化表示である。別の実施例では、このアンテナ多様化状況は、SIMOまたはMIMO構成を示しているRL多様化表示である。簡素化した型式では、FLおよびRL多様化表示は、1ビットでありうる。ここで、肯定は、対応する経路に関連したモバイルユーザにおける複数アンテナを示し、否定は、単一アンテナを示す。アンテナ多様化状況は、様々な情報を含み、基地局900へのメッセージとして送られうる。与えられたモバイルユーザのために、アンテナ多様化状況は、モバイルユーザの他のパラメータと同様に、多くの送信アンテナと、多くの受信アンテナと、受信多様化構成とを含みうる。基地局900は、モバイルユーザ、すなわち与えられた通信リンクのための送信シナリオを選択する場合に、この情報の幾つかまたは全てを使用する。

#### 【0150】

一旦基地局が送信シナリオを選択すると、アンテナ多様化制御装置906は、動作命令をモバイルユーザに送る。基地局は、1セットの予め定めたシナリオのうちの一つを特定し、受信ハンドリングを提供する。この受信ハンドリングは、これに限定される訳ではないが、送信信号の生成のために使用された式の型式と、選択判定基準と、送信アンテナの数等を含んでいる。同様に、基地局900は、RLのための送信シナリオについて、モバイルユーザに指示する。この確認は、モバイルユーザに対して送信されたメッセージの型式となる。あるいは、全てのユーザに対する放送となる。単一アンテナのみを持つ受信器に対する通信を処理するために、様々なアンテナ多様化シナリオが有効である。実施例では、あらゆる数のシナリオ及び/又はシナリオの組み合わせを適用しうる。同様に、通信リンクの与えられた経路用の送信器と受信器との間のやりとりは、様々な方法で処理されうる。ある実施例に従うと、アンテナ多様化状況情報は、予め定めたフォーマット及び/又はプロトコルに従って送信される。別の実施例によって、送信器は、受信アンテナの数、アンテナの構成及び/又は空間、受信多様化ハンドリング詳細等の個々の多様化パラメータについて受信器に対して問い合わせることができる。更に別の実施例では、受信器は、具体的な情報について送信器に問い合わせをすることができる。一般的に、アンテナ多様化のやりとりは、通信の開始時においてなされる。しかしながら、別の実施例により、通信間における調整が可能となる。ここで、通信リンクチャンネルの品質は、時間及び環境条件にわたって低下する。

#### 【0151】

無線通信システムにおける空間的多様化の実装には、例えばSISOユニットのように、複数の送信信号を処理する能力を持たない移動局の考慮が必要である。ある強力な方法は、搬送周波数を、このシステムで使われている他の搬送波とは異なるSISO可能な移動局に割り当てる。上述したようなスマートな多様化解決は、混合モードシステムにおける単一受信アンテナのユーザに対応するアルゴリズム、又は他の方法、又は技法を組み込む。このシステムにおける帯域幅利用における要求を低減する他の方法では、遅延送信多様化を組み込んでいる。ここでは、SISO可能な移動局に移動された信号が、各アンテナを経由して遅延されて送信される。これは、SISOユーザに与えられた信号の妨害を

阻止するための十分なエネルギーを与える。

【 0 1 5 2 】

図 2 1 に示すように、混合モードシステムにおける空間的多様性のある実施例にしたがうと、基地局 1 0 0 0 は、混合モードシステムで通信するように調整されている。例えば、基地局 1 0 0 0 は、S I S O 可能な移動局 1 0 1 2 と通信し、基地局 1 0 0 0 は、M I M O 可能な移動局 1 0 1 4 と通信する。移動局 1 0 1 2 は、特に、送信多様化を適用している送信器からの信号を受信することができない。これは、移動局 1 0 1 2 が単一の受信アンテナを持っており、送信多様化を用いて処理される信号のためのあらゆるソフトウェア、ハードウェア、または他の手段に適用されていないことを示している。移動局 1 0 1 2 は、基本的な S I S O 装置である。M I M O 可能な移動局 1 0 1 4 は、複数の受信アンテナの組み合わせと、複数の受信信号を組み合わせる能力を持つ R A K E タイプの受信回路と、上述したようなスマートな多様化方法を実装するためのソフトウェア及び / 又はハードウェアとを含んでいる。

【 0 1 5 3 】

最適な動作のために、基地局 1 0 0 0 は、空間的多様性または純粋な多様性技術を使って、M I M O 可能な移動局 1 0 1 4 に送信することを望んでいる。しかしながら、そのような複数アンテナからの送信は、S I S O 可能な移動局 1 0 1 2 に干渉をもたらす。上述したように、S I S O 通信において受信された信号の S N R は、受信器が R A K E タイプの受信器を含む場合には、以下に示す式 ( 5 ) のように表される。

【 数 5 3 】

$$\gamma_{SISO} = \left( \frac{W\phi I_0}{R} \right) \cdot \left[ \frac{\alpha}{\eta + \beta I_0} + \frac{\beta}{\eta + \alpha I_0} \right] \quad \text{式(5)}$$

【 0 1 5 4 】

式 ( 5 ) の [ ] 内の第 1 項の分母の干渉出力は、第 2 項の信号出力によって同一に関連付けられる。データレートと出力割り当てが適切にマッチしているものと仮定すると、遅延拡散による干渉出力は、全体のエラーレートには本質的には寄与していない。すなわち、主要なエラーイベントは、両方の経路がノイズに減衰する時である。

【 0 1 5 5 】

送信器が、M I S O 及び / 又は M I M O を適用しているユーザを受け入れるために追加の送信アンテナを導入した場合には、そのような第 2 の送信アンテナは、S I S O に対するチャンネル応答が

【 数 5 4 】

$$H_1(t) = h_{1,0}(t) + h_{1,1}(t - T)$$

【 0 1 5 6 】

となり、R A K E タイプ受信器出力における S N R は、

【 数 5 5 】

$$\gamma_{mixed\_mode} = \left( \frac{W\phi I_0}{R} \right) \cdot \left[ \frac{\alpha}{\eta + \beta I_0 + I_1} + \frac{\beta}{\eta + \alpha I_0 + I_1} \right] \quad \text{式(6)}$$

【 0 1 5 7 】

となる。

【 0 1 5 8 】

式 ( 6 ) の S I S O S N R 式を見ることによって、追加の送信アンテナからの出力は、[ ] 内の両項の分母における独立した減衰干渉項を示していることがわかる。この場合、主要なエラーイベントは、追加のアンテナから放出された干渉出力に対して減衰する

アンテナ 0 からの望ましい信号である。混合モード動作（例えば、MIMO 及び / 又は MISO ユーザと、更には SISO ユーザとも通信中であるある送信器）におけるように、追加のアンテナからの干渉出力は、SISO ユーザの性能を深刻に低下させる。基地局 1000 が空間的多様性を使って両モバイル 1012, 1014、すなわち複数のアンテナに送信するために、基地局 1000 は、複数のアンテナから移動局 1012 への信号に遅延をかける。SISO 可能な移動局 1012 に向けられた信号の複数コピーを準備することによって、複数アンテナからの送信によって引き起こる障害を防ぐために必要な追加信号エネルギーを提供することになる。

【0159】

図 21 に示すように、基地局 1000 は、アンテナ 1008, 1010 を含んでいる。なお、別の実施例では、あらゆる数のアンテナを含みうる。MIMO 可能な移動局 1012 に向けられた第 1 の信号は、信号 1 とラベルされる。ここで、この信号は、基地局 1000 のアンテナ 1008 に与えられる。同じ MIMO 可能な移動局に向けられた第 2 の信号は、信号 2 とラベルされる。ここで、この信号は、基地局 1000 のアンテナ 1010 に与えられる。

【0160】

SISO 移動局 1012 に向けられた信号は、信号 3 とラベルされる。ここで、この信号は、ノード 1002 を経由してアンテナ 1008 に与えられる。信号 3 は、遅延信号としてアンテナ 1010 に与えられる。ここで、信号 3 は、遅延要素 1004 に与えられ、更にノード 1006 に与えられる。図 21 で示されたものよりも多くのアンテナを持つ実施例では、追加されたアンテナはおのの対応した遅延を有している。

【0161】

その後、移動局 1012 は、アンテナ 1008 から送信された信号 3 と、アンテナ 1010 からの信号 3 の遅延バージョンとを受信する。アンテナ 1010 からの信号 3 の遅延バージョンのエネルギーは、アンテナ 1008 によって生成された他の信号からの他のエネルギーの効果と釣り合うエネルギーを与える。上述した 2 つの経路チャンネルモデルのケースにおける SISO RAKE 受信器の出力における実効的な SNR は、式 (9) の通り表される。

【数 56】

$$\gamma_{\text{mixed\_mode}} = \left( \frac{W\phi}{R} \right) \cdot \left[ \frac{\alpha I_0}{\eta + \beta I_0 + I_1} + \frac{\beta I_0}{\eta + \alpha I_0 + I_1} + \frac{a I_1}{\eta + I_0 + b I_1} + \frac{b I_1}{\eta + I_0 + \alpha I_1} \right] \quad \text{式(9)}$$

【0162】

ここで、

【数 57】

$$a = E\{|h_{1,0}|^2\}$$

【0163】

であり、

【数 58】

$$b = E\{|h_{1,1}|^2\}$$

【0164】

である。

【0165】

ある実施例にしたがうと、移動局は、様々な送信シナリオの実行が可能である。

【0166】

図22に示すように、移動局1100は、受信器1104に結合された受信アンテナアレイ1102を含んでいる。ある実施例では、受信器1104はトランシーバである。受信器1104は、その後、チャンネル品質測定ユニット1106に結合される。移動局1100は、C/Iのように、チャンネル品質に関連するパラメータを測定し、それに基づき、受信処理に関する決定を行う。一般に、移動局は、チャンネル品質、干渉及びノイズレベル、及び場合によっては他の基準に基づいてデータレートの決定を行う。移動局は、好適な送信モードを記載している基地局に情報を送る。この決定は、チャンネルのために、アンテナ多様化制御装置1108によって、どの送信シナリオが実施されるかを判定する。

【0167】

移動局1100内では、モジュールが、通信バス1116を経由して通信する。命令は、記憶装置1114のような記憶装置に格納される。中央プロセッサ1112は、移動局1100内の動作を制御する。ある実施例では、入力が、送信シナリオを、複数のチャンネル品質測定値と関連付けるルックアップテーブルが記憶装置1114に備えられている。別の実施例では、送信シナリオを決定するための情報を提供することが十分に可能なチャンネル品質の測定値を使用しうる。

【0168】

上述したように、基地局は、しばしば、種々の異なる受信器、すなわち移動局等を含みうる無線通信システムにおいて動作する。SISO受信器への送信を取り扱うために、基地局は送信シナリオを決定する。この送信シナリオは、上述したようなWalshやAlamoutiによって記載された多様化技法や、純粋な多様化アプローチや、又はこれらの組み合わせでありうる。同様に、基地局は、上述したように遅延を用いた送信シナリオを実施しうる。高いデータレートを実現するために、別の実施例では、冗長データが送信される空間的多重伝送シナリオを実施する。基地局は、基地局と受信器のリソースに基づいて、送信シナリオを選択する。受信器が基地局に登録した場合には、受信器のリソースが与えられるか、または、基地局が受信器に対してそのような情報を問い合わせる。そして、基地局はシナリオを実施する。

【0169】

当業者であれば、これら情報および信号が、種々異なった技術や技法を用いて表されることを理解するであろう。例えば、上述した記載で引用されているデータ、手順、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁場または磁性粒子、光学場または光学微粒子、あるいはこれら何れかの結合によって表現されうる。

【0170】

これらの知識によって、ここで開示された実施例に関連する様々な例示された論理ブロック、モジュール、回路、およびアルゴリズムステップが、電子工学ハードウェア、コンピュータソフトウェア、あるいはこれらの組み合わせとして適用されることが更に理解されよう。ハードウェアとソフトウェアとの相互互換性を明確に説明するために、様々な例示された部品、ブロック、モジュール、回路、およびステップが、それらの機能に関して一般的に記述された。それら機能がハードウェアとしてあるいはソフトウェアとして適用されているかは、特有の応用例および全体システムに課せられている設計条件による。熟練した技術者であれば、各特定のアプリケーションに応じて変更することによって上述した機能を実施しうる。しかしながら、この適用判断は、本発明の範囲から逸脱したものと解釈すべきではない。

【0171】

様々な示された論理ブロック、モジュール、および上述された実施例に関連して記載された回路もまた実装され、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、アプリケーションに固有の集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(F

P G A ) またはその他のプログラマブル論理デバイス、ディスクリートゲートあるいはトランジスタ論理、ディスクリートハードウェア部品、あるいは上述された機能を実現するために設計された何れかの組み合わせとともに実行されうる。汎用プロセッサとしてマイクロプロセッサを用いることが可能であるが、代わりに、従来技術によるプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、あるいは状態機器を用いることも可能である。プロセッサは、たとえばDSPとマイクロプロセッサとの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアに接続された1つ以上のマイクロプロセッサ、またはその他の配置のような計算デバイスの組み合わせとして実装することも可能である。

【0172】

ここで開示された実施例に関連して記述された方法やアルゴリズムのステップは、ハードウェアや、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールや、これらの組み合わせによって直接的に具現化される。ソフトウェアモジュールは、RAM、フラッシュメモリ、ROM、EPROM、EEPROM、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROM、あるいは当該技術分野で知られているその他の型式の記憶媒体に収納されうる。好適な記憶媒体は、プロセッサがそこから情報を読み取り、またそこに情報を書き込むことができるようにプロセッサに結合される。または、記憶媒体はプロセッサに不可欠となりうる。このプロセッサと記憶媒体は、ASICに収納することができる。ASICは、ユーザ端末内に収納することもできる。または、このプロセッサと記憶媒体が、ユーザ端末におけるディスクリートな部品として収納されることもある。

【0173】

開示された実施例における上述の記載は、いかなる当業者であっても、本発明の活用または利用を可能とするようになされている。これらの実施例への様々な変形例もまた、当業者に対しては明らかであって、ここで定義された一般的な原理は、本発明の主旨または範囲を逸脱しない他の実施例にも適用されうる。このように、本発明は、上記で示された実施例に制限されるものではなく、ここで記載された原理と新規の特徴に一致した広い範囲に相当するものを意図している。

【図面の簡単な説明】

【0174】

【図1】無線通信システムを示す図。

【図2】無線通信システムにおける送信アンテナの配置を示す図。

【図3】無線通信システムにおけるアンテナ多様化配置を示すテーブル。

【図4】混合モード無線通信システムを示す図。

【図5】混合モード無線通信システムを示す図。

【図6】無線通信システムにおける送信器と受信器との間のチャンネルのモデルを示す図。

【図7】複数入力複数出力(MIMO)構成のチャンネルのモデル。

【図8】受信器における選択多様性を適用している無線通信システムを示す図。

【図9】受信器における最大比結合(MRC)型選択多様性を適用している無線通信システムを示す図。

【図10】拡散スペクトル通信システムのモデルを示す図。

【図11】拡散スペクトル通信システムのモデルを示す図。

【図12】MIMO送信用に構成された無線通信システムを示す図。

【図13】MIMO送信用に構成された無線通信システムを示す図。

【図14】MIMO送信および多様化送信が可能な無線通信システムを示す図。

【図15】無線通信システムにおける順方向リンクの混合モード動作の方法を示すフローチャート。

【図16】無線通信システムにおける逆方向リンクの混合モード動作の方法を示すフローチャート。

【図17】送信多様性を適用している無線通信システムを示す図。

【図18】送信多様性と拡散コードとを適用している無線通信システム。

【図 1 9】無線通信システムにおいて複数経路を生成するために分配されたアンテナシステムを備えた基地局を示す図。

【図 2 0】混合モード制御装置を備えた基地局を示す図。

【図 2 1】M I M O 移動局と S I S O 移動局とを組み込んだ混合モード無線通信システムを示す図。

【図 2 2】無線通信システム内の動作に適応した移動局を示す図。