

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5369896号
(P5369896)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl. F I
H04J 99/00 (2009.01) H04J 15/00

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2009-125786 (P2009-125786)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成21年5月25日(2009.5.25)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2010-273304 (P2010-273304A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成22年12月2日(2010.12.2)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成24年1月5日(2012.1.5)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100119987
			弁理士 伊坪 公一
		(74) 代理人	100081330
			弁理士 樋口 外治
		(74) 代理人	100141254
			弁理士 榎原 正巳
		(74) 代理人	100113826
			弁理士 倉地 保幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信装置、通信方法、通信システム及び基地局装置ならびに移動局装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の送信部であって、各送信部はそれぞれ別個のアンテナと接続され、該アンテナを介して信号ストリームを送信する送信部と、

それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する受信装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が、前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する送信部の数を表す出力数を前記送信可能な送信部の数以下に設定し、前記信号ストリームの何れかが入力される当該出力数の送信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、

送信すべきデータから同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、

前記符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、前記スケジューリング部により決定されたプレコーディング行列に従って対応する送信部へ出力するモジュレーション部と、

を有し、

前記フィードバック情報は、前記プレコーディング行列を指定する行列指定情報を含み

前記スケジューリング部は、

前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数以下である場合、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される全ての送信部が送信可能状態であれば、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列を使用し、一方、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される何れかの送信部が送信不能状態である場合、前記送信不能状態である送信部を含まない前記出力数の送信部の組み合わせを前記プレコーディング行列として選択する通信装置。

【請求項 2】

前記フィードバック情報は、前記行列指定情報を複数含み、かつそれぞれの行列指定情報に対する優先順位を含み、

前記スケジューリング部は、

前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数以下であり、かつ、優先順位の最も高い第 1 の行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される全ての送信部が送信可能状態である場合、前記第 1 の行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列を使用し、

一方、前記第 1 の行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される何れかの送信部が送信不能状態である場合、あるいは前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数よりも大きい場合、前記送信不能状態である送信部を含まない送信部の組み合わせを指定する最も優先順位の高い行列指定情報に従って前記プレコーディング行列を決定する、請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 3】

互いに異なるアンテナと接続された複数の送信部を有する送信装置と、

互いに異なるアンテナと接続された複数の受信部を有する受信装置とを有する通信システムであって、

前記送信装置は、

前記受信装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が、前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する送信部の数を表す出力数を前記送信可能な送信部の数以下に設定し、前記信号ストリームの何れかが入力される当該出力数の送信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、

送信すべきデータから同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、

前記符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、前記スケジューリング部により決定されたプレコーディング行列に従って対応する送信部へ出力するモジュレーション部と、

を有し、

前記フィードバック情報は、前記プレコーディング行列を指定する行列指定情報を含み、

前記送信装置の前記スケジューリング部は、

前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数以下である場合、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される全ての送信部が送信可能状態であれば、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列を使用し、

一方、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号スト

10

20

30

40

50

リームが入力される何れかの送信部が送信不能状態である場合、前記送信不能状態である送信部を含まない前記出力数の送信部の組み合わせを前記プレコーディング行列として選択する通信システム。

【請求項4】

それぞれ別個のアンテナと接続された複数の送信部を有する通信装置における通信方法であって、

前記複数の送信部のそれぞれから、該送信部の動作状態を示す送信部動作状態情報を受信し、

それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する受信装置から同時に受信可能な受信部の数を含むフィードバック情報を受信し、

前記同時に受信可能な受信部の数が、前記送信部動作状態情報に基づいて求められる送信可能な送信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する送信部の数を表す出力数を、該送信可能な送信部の数以下に設定し、

前記信号ストリームの何れかが入力される前記出力数の送信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定し、

送信すべきデータから同時に送信される所定数のコードワードを生成し、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成し、

前記生成された信号ストリームのそれぞれを、前記プレコーディング行列に従って対応する送信部へ出力する、

ことを含み、

前記フィードバック情報は、前記プレコーディング行列を指定する行列指定情報を含み

、前記信号ストリームの何れかが入力される前記出力数の送信部の組み合わせを前記プレコーディング行列として決定することは、

前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数以下である場合、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される全ての送信部が送信可能状態であれば、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列を使用し、

一方、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される何れかの送信部が送信不能状態である場合、前記送信不能状態である送信部を含まない前記出力数の送信部の組み合わせを前記プレコーディング行列として選択することを含む通信方法。

【請求項5】

コアネットワークから受信したダウンリンク信号を符号化するベースバンド処理部と、それぞれ別個のアンテナと接続され、前記ベースバンド処理部により符号化されたダウンリンク信号を、それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する移動局装置に対して送信する複数の通信部とを有する基地局装置であって、

前記ベースバンド処理部は、

前記移動局装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が、前記複数の通信部のうちの送信可能な通信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する通信部の数を表す出力数を、前記送信可能な通信部の数以下に設定し、前記信号ストリームの何れかが入力される当該出力数の通信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、

ダウンリンク信号から同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、

前記符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、前記スケジューリング部により決定されたプレコーディング行列に従って対応する通信部へ出力するモジュレー

10

20

30

40

50

ション部と、
を有し、

前記フィードバック情報は、前記プレコーディング行列を指定する行列指定情報を含み

、

前記スケジューリング部は、

前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の通信部のうちの送信可能な通信部の数以下である場合、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される全ての通信部が送信可能状態であれば、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列を使用し、

一方、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される何れかの通信部が送信不能状態である場合、前記送信不能状態である通信部を含まない前記出力数の通信部の組み合わせを前記プレコーディング行列として選択する基地局装置。

10

【請求項 6】

アップリンク信号を符号化するベースバンド処理部と、

それぞれ別個のアンテナと接続され、前記ベースバンド処理部により符号化されたアップリンク信号を、それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する基地局装置に対して送信する複数の通信部とを有する移動局装置であって、

前記ベースバンド処理部は、

前記基地局装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が、前記複数の通信部のうちの送信可能な通信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する通信部の数を表す出力数を、前記送信可能な通信部の数以下に設定し、前記信号ストリームの何れかが入力される当該出力数の通信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、

20

アップリンク信号から同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、

前記符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、前記スケジューリング部により決定されたプレコーディング行列に従って対応する通信部へ出力するモジュレーション部と、

30

を有し、

前記フィードバック情報は、前記プレコーディング行列を指定する行列指定情報を含み

、

前記スケジューリング部は、

前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の通信部のうちの送信可能な通信部の数以下である場合、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される全ての通信部が送信可能状態であれば、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列を使用し、

一方、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される何れかの通信部が送信不能状態である場合、前記送信不能状態である通信部を含まない前記出力数の通信部の組み合わせを前記プレコーディング行列として選択する移動局装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ここに開示される実施形態は、複数のアンテナを用いて並列に信号を伝送する通信装置、通信方法、通信システム及び基地局装置ならびに移動局装置に関する。

【背景技術】

【0002】

50

従来より、無線通信におけるデータ転送の高速化に対する要望は非常に大きいものがある。そこで、Long Term Evolution (LTE) などの次世代のデータ通信規格の標準化が進められている。LTEのような高速データ通信規格において、送信装置と受信装置の双方が複数のアンテナを用いて並列に信号を送受信することにより、擬似的に帯域を広げることができるMultiple Input Multiple Output (MIMO) 技術が注目されている。MIMO技術を利用した通信システムのうち、閉ループ型の通信システムでは、通信環境または受信装置の状態に応じて効率良くデータを伝送するために、受信装置において得られる情報を送信装置にフィードバックする。そして送信装置は、受信装置から受け取った情報に基づいて、データを送信するアンテナの組み合わせを決定する。

【0003】

10

例えば、特許文献1に開示された多重アンテナシステムでは、受信装置がフィードバック情報を生成し、そのフィードバック情報を送信装置に伝送する。そのフィードバック情報は、最大チャンネル品質情報とその最大チャンネル品質に対応するアンテナグループインデックス、ランク情報及びランク情報に対応した残りのチャンネル品質情報によって生成される。一方、送信装置は、受信装置から伝送されたフィードバック情報によって多重ユーザモード又は単一ユーザモードの何れかを選択する。そして送信装置は、選択された伝送モードによって選択されたユーザのデータストリームを複数のアンテナグループ又は一つのアンテナグループを通じて伝送する。

【0004】

また特許文献2に開示された通信システムでは、受信側装置が複数の受信システムのいずれかについて正常から異常への状態変化または異常から正常への状態変化を検出すると、正常な受信システムの数と同等以下の数を送信側装置の送信システムの数として算出する。そして受信側装置は、その算出した送信システムの数情報である送信システム数情報を送信側装置に送信する。一方、送信側装置は、送信システム数情報を受信すると、動作させる送信システムの数を送信システム数情報が示す数に一致させる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-61253号公報

【特許文献2】特開2007-20047号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

MIMO技術を利用した通信システムでは、送信装置は、データをコードワード単位で送信する。そして送信装置は、同時に送信される一つまたは複数のコードワードを分割することにより生成されたストリームを、それぞれ異なるアンテナから送信することがある。このような場合、送信装置が有する複数の送信機のうちの何れかが故障すると、受信装置では、その故障した送信機から送信されるべきストリームを受信できなくなる。一方、受信装置は、コードワード単位でチャンネル品質 (Channel Quality Indicator, CQI) 値を算出する。そして受信装置は、コードワード単位で算出されたCQI値を送信装置へフィードバックする。そのため、送信装置は、故障した送信機から送信されるべきストリームと対になるストリームを送信する正常な送信機の送信特性も良好でないと判断してしまう。送信装置は、送信特性が良好でない送信機を使用しないようにスケジューリングするため、上記のように故障した送信機から送信されるストリームと対になるストリームを送信する正常な送信機も使用しなくなる。したがって、必要以上に通信効率が低下してしまう。

40

【0007】

そこで、本明細書は、MIMO技術を利用した通信システムにおいて、通信装置が有する複数の送信機のうちの何れかの送信機が故障した場合でも、通信効率の低下を抑制可能な通信装置及びその通信装置を用いた通信システム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】

50

【 0 0 0 8 】

一つの実施形態によれば、通信装置が提供される。この通信装置は、複数の送信部であって、各送信部はそれぞれ別個のアンテナと接続され、そのアンテナを介して信号ストリームを送信する送信部と、それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する受信装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な受信部の数が複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する送信部の数を表す出力数を、その送信可能な送信部の数以下に設定し、信号ストリームの何れかが入力されるその出力数の送信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、送信すべきデータから同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、所定数のコードワードを分割することにより、出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、スケジューリング部により決定されたプレコーディング行列に従って対応する送信部へ出力するモジュレーション部とを有する。

10

【 0 0 0 9 】

他の実施形態によれば、アップリンク信号を符号化するベースバンド処理部と、それぞれ別個のアンテナと接続され、ベースバンド処理部により符号化されたアップリンク信号を、それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する基地局装置に対して送信する複数の通信部とを有する移動局装置が提供される。ここでベースバンド処理部は、基地局装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な受信部の数が複数の通信部のうちの送信可能な通信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する通信部の数を表す出力数を、その送信可能な通信部の数以下に設定し、信号ストリームの何れかが入力されるその出力数の通信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、アップリンク信号から同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、スケジューリング部により決定されたプレコーディング行列に従って対応する通信部へ出力するモジュレーション部とを有する。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の目的及び利点は、請求項において特に指摘されたエレメント及び組み合わせにより実現され、かつ達成される。

30

上記の一般的な記述及び下記の詳細な記述の何れも、例示的かつ説明的なものであり、請求項のように、本発明を制限するものではないことを理解されたい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本明細書に開示されたMIMO技術を利用した通信装置及び通信システムは、通信装置が有する複数の送信機のうちの何れかの送信機が故障した場合でも、通信効率の低下を抑制できるという効果を奏する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

40

【 図 1 】 一つの実施形態に係る通信システムの概略構成図である。

【 図 2 】 スケジューリング部により実行される、スケジューリング処理の動作フローチャートである。

【 図 3 】 ストリームテーブルの一例を示す図である。

【 図 4 】 モードテーブルの一例を示す図である。

【 図 5 】 プレコーディングテーブルの一例を示す図である。

【 図 6 】 送信装置により実行される、データ送信処理の動作フローチャートである。

【 図 7 】 一つの実施形態に係る通信システムの送信装置及び受信装置が組み込まれた基地局装置の概略構成図である。

【 図 8 】 一つの実施形態に係る通信システムの送信装置及び受信装置が組み込まれた移動

50

局装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図を参照しつつ、一つの実施形態による、通信システムについて説明する。

この通信システムは、MIMO技術を利用することにより、それぞれが異なるアンテナに接続された複数の送信部を有する送信装置から、それぞれが異なるアンテナに接続された複数の受信部を有する受信装置に対して並列に信号ストリームを送信する。この通信システムでは、送信装置が受信装置からのフィードバック情報を参照して、信号ストリームを送信する送信部の最適な組み合わせを故障した送信部を除いて決定し、その組み合わせに応じて信号ストリームを生成することで、通信効率の低下を抑制する。

10

【0014】

図1は、一つの実施形態による通信システム1の概略構成図である。通信システム1は、送信装置2と受信装置3とを有する。送信装置2は、コードワード生成部21と、二つの符号化部22-1、22-2と、モジュレーション部23と、四つの送信部24-1~24-4と、受信部25と、制御部26と、スケジューリング部27と、記憶部28を有する。一方、受信装置3は、四つの受信部31-1~31-4と、デモジュレーション部32と、二つの復号部33-1、33-2と、データ統合部34と、送信部35とを有する。送信装置2が有する上記の各部は、別個の回路として形成されてもよく、それら回路が集積された一つの集積回路として、送信装置2に実装されてもよい。また受信装置3が有する上記の各部は、別個の回路として形成されてもよく、それら回路が集積された一つの集積回路として、受信装置3に実装されてもよい。なお、この実施形態において、送信装置2が有する送信部の数は単なる例示にすぎず、送信装置2が有する送信部の数は、送信装置2に対して物理的に実装可能な2以上の任意の数に設定することができる。同様に、受信装置3が有する受信部の数は単なる例示にすぎず、受信装置3が有する受信部の数は、受信装置3に対して物理的に実装可能な2以上の任意の数に設定することができる。さらに、送信装置2が有する送信部の数は、受信装置3が有する受信部の数と異なってもよい。

20

【0015】

以下、送信装置2について説明する。

コードワード生成部21は、送信されるデータを、スケジューリング部27により決定された、トランスポートサイズブロック (Transport Block Size、TBS) の長さを持つコードワードに分割する。なお、コードワードは、例えば、メディアアクセス制御 (Media Access Control、MAC) 層及びプロトコルデータユニット (Protocol Data Unit、PDU) 層の規定にしたがった、MAC-PDUデータとすることができる。またコードワード生成部21は、スケジューリング部27により決定された、符号化部22-1、22-2により符号化されるコードワードに対するストリーム数を参照して、生成したコードワードを符号化部22-1、22-2に割り当てる。なおストリーム数は、一つのコードワードに対して同時に送信されるデータ数を表す。したがって、特定のコードワードに対応するストリーム数が正の値であれば、そのコードワードは、対応するストリーム数で分割されたストリーム単位で送信される。また特定のコードワードに対応するストリーム数が0であれば、そのコードワードは使用されない。

30

40

【0016】

したがって、符号化部22-1、22-2の何れにより符号化されるコードワードに対するストリーム数も0でなければ、コードワード生成部21は、生成したコードワードを符号化部22-1、22-2へ渡す。一方、符号化部22-1により符号化されるコードワードに対するストリーム数が0であれば、コードワード生成部21は、生成したコードワードを全て符号化部22-2へ渡す。逆に、符号化部22-2により符号化されるコードワードに対するストリーム数が0であれば、コードワード生成部21は、生成したコードワードを全て符号化部22-1へ渡す。

【0017】

50

符号化部 22-1、22-2 は、それぞれ、コードワード生成部 21 から受け取ったコードワードに対して、畳込み符号化処理あるいはターボ符号化処理などの誤り訂正用符号化処理を実行する。さらに符号化部 22-1、22-2 は、スケジューリング部 27 から取得したストリーム数で符号化されたコードワードを分割することにより、ストリームを生成する。本実施形態では、送信装置 2 は、四つの送信部を有するので、それぞれの符号化部は、コードワードを最大で二つのストリームに分割する。そして符号化部 22-1、22-2 は、符号化されたコードワードをストリーム単位でモジュレーション部 23 へ出力する。

【0018】

モジュレーション部 23 は、スケジューリング部 27 により決定された変調モード MOD に従って、符号化部 22-1、22-2 から受け取ったストリームを直交変調する。

さらに、モジュレーション部 23 は、スケジューリング部 27 により決定されたプレコーディング行列に従って、各ストリームを送信部 24-1 ~ 24-4 の何れかに出力する。

具体的には、各ストリームとそのストリームが出力される送信部の関係は、プレコーディングベクトル T を用いて以下のように表される。

【数 1】

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{21} & t_{31} & t_{41} \\ t_{12} & t_{22} & t_{32} & t_{42} \\ t_{13} & t_{23} & t_{33} & t_{43} \\ t_{14} & t_{24} & t_{34} & t_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで x_1 、 x_3 は、符号化部 22-1 から入力される二つのストリームに対応し、 x_2 、 x_4 は、符号化部 22-2 から入力される二つのストリームに対応する。また $y_1 \sim y_4$ は、それぞれ、送信部 24-1 ~ 24-4 に対応する。そしてプレコーディングベクトル T の各要素 t_{ij} ($1 \leq i, j \leq 4$) は、1 または 0 である。例えば、ストリーム x_1 、 x_2 のみが送信され ($x_3 = x_4 = 0$)、プレコーディングベクトル T の各要素 t_{ij} が以下に示す値を有しているとする。

【数 2】

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

この場合、(1) 式より、 $y_1 = x_1$ 、 $y_3 = x_2$ 、 $y_2 = y_4 = 0$ となる。そのため、モジュレーション部 23 は、符号化部 22-1 により作成されたストリーム x_1 を送信部 24-1 へ出力し、符号化部 22-2 により作成されたストリーム x_2 を送信部 24-3 へ出力する。モジュレーション部 23 は、送信部 24-2、24-4 に対しては、ストリームを出力しない。

【0019】

送信部 24-1 ~ 24-4 は、それぞれ、モジュレーション部 23 から入力されたストリームを、無線周波数を持つ搬送波に重畳することにより無線信号を生成する。また送信部 24-1 ~ 24-4 は、ハイパワーアンプを有する。そして送信部 24-1 ~ 24-4 は、無線信号の強度を所望のレベルに増幅する。また、送信部 24-1 ~ 24-4 は、そ

れぞれ、アンテナ 29 - 1 ~ 29 - 4 に接続されており、無線信号を接続されたアンテナを介して送信する。

また送信部 24 - 1 ~ 24 - 4 は、自己診断機能を有し、送信部 24 - 1 ~ 24 - 4 が有するハイパワーアンプまたは送信部 24 - 1 ~ 24 - 4 に接続されたアンテナ 29 - 1 ~ 29 - 4 など、無線信号伝送の障害となる故障を検知する。そして送信部 24 - 1 ~ 24 - 4 は、無線信号伝送の障害となる故障を検知すると、自身が故障していることを示し、そのような故障が検知されない場合には、自身が正常に動作することを示す送信部動作状態情報を制御部 26 へ出力する。

【 0 0 2 0 】

受信部 25 は、アンテナ 29 - 4 と送信部 24 - 4 の間に設けられたデュプレクサ（図示せず）を介してアンテナ 29 - 4 と接続されており、受信装置 3 から送信された無線信号をアンテナ 29 - 4 を介して受信する。また受信部 25 は、低ノイズアンプを有し、その低ノイズアンプにより、受信した無線信号を増幅する。そして受信部 25 は、増幅した無線信号に局部発振信号を乗じて中間周波数を持つ信号を生成し、その信号を制御部 26 へ出力する。

【 0 0 2 1 】

制御部 26 は、送信装置 2 全体を制御する。また制御部 26 は、各送信部 24 - 1 ~ 24 - 4 から、送信部自体が正常動作しているか、または信号の送信ができない故障状態であることを示す送信部動作状態情報を取得する。そして制御部 26 は、スケジューリング 22 に対して、送信可能な送信部の数と、送信不可能な送信部を示す送信部故障情報を通知する。なお制御部 26 は、スケジューリング 22 に対して、送信不可能な送信部を示す代わりに送信可能な送信部を示す情報を通知してもよい。

また制御部 26 は、受信部 25 から受け取った信号を復調及び復号し、その復号された信号からフィードバック情報を抽出する。ここで、フィードバック情報には、コードワード単位で算出されたCQI値と、同時に受信可能な受信装置 3 の受信部の数に相当するRANK値と、通信品質が良好なチャネルに対応する送信部の組を推薦するプレコーディングベクトルが含まれる。そして制御部 26 は、そのフィードバック情報をスケジューリング部 27 に通知する。

【 0 0 2 2 】

スケジューリング部 27 は、送信部故障情報とフィードバック情報を参照して、コードワードの長さ、変調モード、各コードワードのストリーム数及び実際にストリームを送信する送信部を決定する。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、スケジューリング部 27 により実行される、スケジューリング処理の動作フローチャートである。スケジューリング部 27 は、以下に示すスケジューリング処理を、送信装置 2 が受信装置 3 と通信している間、定期的に繰り返す。

【 0 0 2 4 】

まず、スケジューリング部 27 は、制御部 26 から、送信部故障情報及びフィードバック情報を取得する（ステップ S 101）。次に、スケジューリング部 27 は、フィードバック情報に含まれるRANK値が、送信部故障情報により特定される送信可能な送信部の数 N_{nt} よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S 102）。そして、RANK値が N_{nt} よりも大きい場合（ステップ S 102 - Yes）、スケジューリング部 27 はRANK値を N_{nt} に修正する（ステップ S 103）。なお、ステップ S 103 において、スケジューリング部 27 は、RANK値を N_{nt} よりも小さな値に設定してもよい。

【 0 0 2 5 】

ステップ S 102 において、RANK値が N_{nt} 以下の場合（ステップ S 102 - No）、あるいはステップ S 103 の後、スケジューリング部 27 は、フィードバック情報に含まれるRANK値に基づいて、各コードワードのストリーム数を決定する（ステップ S 104）。その際、スケジューリング部 27 は、RANK値と各コードワードのストリーム数の関係を示したストリームテーブルを参照し、フィードバック情報に含まれるRANK値に対応する各コ

10

20

30

40

50

ードワードのストリーム数を特定する。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、ストリームテーブルの一例を示す。図 3 に示されるように、ストリームテーブル 3 0 0 では、左端の列の各欄には RANK 値が示されている。また、中央の列の各欄には、符号化部 2 2 - 1 により符号化される第 1 のコードワードのストリーム数が示されている。また右端の列には、符号化部 2 2 - 2 により符号化される第 2 のコードワードのストリーム数が示されている。そしてストリームテーブル 3 0 0 では、一行ごとに、RANK 値と各コードワードのストリーム数が対応付けられている。

例えば、RANK 値が 1 であった場合、スケジューリング部 2 7 は、第 1 のコードワードのストリーム数を 1 に設定し、第 2 のコードワードのストリーム数を 0 に設定する。また、RANK 値が 4 であった場合、スケジューリング部 2 7 は、第 1 のコードワードのストリーム数及び第 2 のコードワードのストリーム数の両方とも 2 に設定する。

【 0 0 2 7 】

次に、スケジューリング部 2 7 は、フィードバック情報に含まれる各コードワードの CQI 値に基づいて、各コードワードに対する変調モード MOD 及びコードワードの長さを表すトランスポートサイズブロック TBS を決定する (ステップ S 1 0 5)。その際、スケジューリング部 2 7 は、コードワードに対する CQI 値と MOD 及び TBS の関係を示したモードテーブルを参照し、フィードバック情報に含まれる各 CQI 値に対応する MOD 及び TBS を特定する。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、モードテーブルの一例を示す。図 4 に示されるように、モードテーブル 4 0 0 では、左端の列の各欄には CQI 値が示されている。また、中央の列の各欄には、使用される変調モード MOD の種別が示されている。また右端の列には、トランスポートサイズブロック TBS が示されている。そしてモードテーブル 4 0 0 では、一行ごとに、CQI 値と MOD 及び TBS が対応付けられている。

例えば、CQI 値が 1 であった場合、スケジューリング部 2 7 は、MOD を四位相偏移変調 (quadrature phase-shift keying, QPSK) に設定し、TBS を 16 に設定する。また、CQI 値が 16 であった場合、スケジューリング部 2 7 は、MOD を 16 Quadrature Amplitude Modulation (16QAM) に設定し、TBS を 344 に設定する。

【 0 0 2 9 】

さらにスケジューリング部 2 7 は、ステップ S 1 0 3 において RANK 値が送信可能な送信部の数 N_{nt} に修正されたか否か判定する (ステップ S 1 0 6)。RANK 値が修正されていない場合 (ステップ S 1 0 6 - No)、フィードバック情報に含まれる RANK 値及びプレコーディングベクトルに基づいて、各ストリームとそのストリームを送信する送信部の組み合わせを示すプレコーディング行列を決定する (ステップ S 1 0 7)。スケジューリング部 2 7 は、RANK 値及びプレコーディングベクトルと、プレコーディング行列の関係を示したプレコーディングテーブルを参照し、フィードバック情報に含まれる RANK 値及びプレコーディングベクトルに対応するプレコーディング行列を特定する。

【 0 0 3 0 】

図 5 は、プレコーディングテーブルの一例を示す。図 5 に示されるように、プレコーディングテーブル 5 0 0 では、左端の列の各欄にはプレコーディングベクトルの値が示されている。また、上端の各欄には、RANK 値が示されている。その他の各欄には、その欄が属する行のプレコーディングベクトルの値と、その欄が属する列の RANK 値に対応するプレコーディング行列が示されている。

例えば、プレコーディングベクトルの値が 1 であり、RANK 値が 2 であった場合、スケジューリング部 2 7 は、使用されるプレコーディング行列を下記の行列に設定する。

10

20

30

40

【数 3】

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

この場合、送信部 24 - 1 と 24 - 3 が使用される。

10

【0031】

ただし、フィードバック情報に含まれるプレコーディングベクトル及びRANK値により特定されたプレコーディング行列により、ストリームの送信に使用されるよう指定された送信部の何れかが、送信部故障情報に示された送信不可能な送信部であることがある。そこでスケジューリング部 27 は、ステップ S 107 において特定されたプレコーディング行列により指定された送信部に、送信部故障情報に示された送信不可能な送信部が含まれるか否か判定する（ステップ S 108）。送信不可能な送信部が含まれる場合（ステップ S 108 - Yes）、スケジューリング部 27 は、現在のRANK値に対応し、送信不可能な送信部を指定しない他のプレコーディング行列を選択する（ステップ S 109）。

またステップ S 106 において、RANK値が修正されている場合（ステップ S 106 - Yes）、スケジューリング部 27 は、プレコーディング行列を決定するために、フィードバック情報に含まれるプレコーディングベクトルを使用することができない。そこでこの場合も、スケジューリング部 27 は、ステップ S 109 の処理を実行する。

20

【0032】

ステップ S 108 において送信不可能な送信部が含まれない場合（ステップ S 108 - No）、あるいはステップ S 109 の後、スケジューリング部 27 は、各コードワードのストリーム数、MOD、TBS及びプレコーディング行列を送信装置 2 の各部に通知する（ステップ S 110）。具体的には、スケジューリング部 27 は、各コードワードのストリーム数及びTBSをコードワード生成部 21 に通知する。またスケジューリング部 27 は、各コードワードのストリーム数を符号化部 22 - 1、22 - 2 に通知する。さらにスケジュー

30

リング部 27 は、使用されるプレコーディング行列及びMODをモジュレーション部 23 に通知する。

その後、スケジューリング部 27 は、スケジューリング処理を終了する。

【0033】

記憶部 28 は、例えば、揮発性半導体メモリ及び不揮発性半導体メモリを有する。そして記憶部 28 は、プレコーディング行列、プレコーディングテーブル、ストリームテーブル、モードテーブル及びその他の各種情報を記憶する。記憶部 28 は、それらの情報を、送信装置 1 の起動時あるいはスケジューリング部 27 からの要求に応じて通知する。

【0034】

図 6 は、送信装置 2 により実行される、データ送信処理の動作フローチャートである。

40

図 6 に示すように、スケジューリング部 27 は、送信部故障情報及びフィードバック情報に基づいて、各コードワードのストリーム数、MOD、TBS及びプレコーディング行列を決定する（ステップ S 201）。そしてスケジューリング部 27 は、各コードワードのストリーム数、MOD、TBS及びプレコーディング行列を送信装置 2 の各部に通知する。

次に、コードワード生成部 21 は、送信されるデータを、スケジューリング部 27 により決定された、トランスポートサイズブロックTBSの長さを持つコードワードに分割する（ステップ S 202）。そしてコードワード生成部 21 は、各コードワードを、それぞれ符号化部 22 - 1、22 - 2 へ渡す。

【0035】

符号化部 22 - 1、22 - 2 は、それぞれ、コードワード生成部 21 から受け取ったコ

50

ードワードに対して、誤り訂正符号化処理を実行する。さらに符号化部 22 - 1、22 - 2 は、スケジューリング部 27 から取得したストリーム数で符号化されたコードワードを分割することにより、ストリームを生成する（ステップ S 203）。そして符号化部 22 - 1、22 - 2 は、符号化されたコードワードをストリーム単位でモジュレーション部 23 へ出力する。

【0036】

モジュレーション部 23 は、スケジューリング部 27 により決定された変調モード MOD に従って、符号化部 22 - 1、22 - 2 から受け取ったストリームを直交変調する。さらに、モジュレーション部 23 は、スケジューリング部 27 により決定されたプレコーディング行列に従って、各ストリームを送信部 24 - 1 ~ 24 - 4 の何れかに出力する（ステップ S 204）。

10

【0037】

送信部 24 - 1 ~ 24 - 4 は、それぞれ、モジュレーション部 23 から入力されたストリームを、無線周波数を持つ搬送波に重畳することにより無線信号を生成する。そして送信部 24 - 1 ~ 24 - 4 は、無線信号をアンテナ 29 - 1 ~ 29 - 4 を介して送信する（ステップ S 205）。

【0038】

次に、受信装置 3 について説明する。

受信部 31 - 1 ~ 31 - 4 は、それぞれ、アンテナ 36 - 1 ~ 36 - 4 と接続されている。そして受信部 31 - 1 ~ 31 - 4 は、それぞれ、アンテナ 36 - 1 ~ 36 - 4 を介して、送信装置 3 の各アンテナ 29 - 1 ~ 29 - 4 から送信された無線信号を受信する。

20

また受信部 31 - 1 ~ 31 - 4 は、それぞれ、低ノイズアンプを有し、その低ノイズアンプにより、受信した無線信号を増幅する。そして受信部 31 - 1 ~ 31 - 4 は、増幅した無線信号をデモジュレーション部 32 へ出力する。

【0039】

デモジュレーション部 32 は、受信部 31 - 1 ~ 31 - 4 から受け取った無線信号から、チャンネル推定処理を行い、送信装置 2 の各アンテナから送信された信号を分離する。そのために、デモジュレーション部 32 は、例えば、最小平均 2 乗誤差（Minimum Mean Square Error、MMSE）法、シリアル干渉キャンセラ（Successive Interference Canceller、SIC）法、あるいは最尤検出（Maximum Likelihood Detection、MLD）法などの信号分離方法の何れかを用いて信号を分離することができる。そしてデモジュレーション部 32 は、分離した信号を復調し、その復調された信号を復号部 33 - 1、33 - 2 に渡す。

30

【0040】

またデモジュレーション部 32 は、送信装置 2 へフィードバックするための CQI 値、RANK 値、プレコーディングベクトルなどのフィードバック情報を算出する。

例えば、デモジュレーション部 32 は、設定可能な各 RANK 値及び各プレコーディングベクトルにより定められるプレコーディング行列が適用される場合の各コードワードに対する受信品質を示す値を算出する。この受信品質を示す値は、例えば、信号対干渉電力比（Signal to Interference power Ratio、SIR）、信号対雑音電力比（Signal to Noise power Ratio、SNR）、搬送波対雑音電力比（Carrier to Noise power Ratio、CNR）あるいは搬送波対干渉電力比（Carrier to Interference power Ratio、CIR）の何れかとすることができる。そしてデモジュレーション部 32 は、例えば、受信した無線信号に含まれるパイロット信号の強度を測定することにより、SIR、SNR、CNR あるいは CIR の何れかを算出することができる。

40

【0041】

次に、デモジュレーション部 32 は、算出された受信品質を示す値から CQI 値を決定する。例えば、CQI 値は、1 ~ 30 の何れかの値を有し、受信品質が良好であるほど、高い値となる。そしてデモジュレーション部 32 は、コードワードごとに、受信品質を示す値がその取りうる範囲を 30 等分したサブ範囲の何れに属するかにより CQI 値を決定する。

デモジュレーション部 32 は、送信装置 2 が選択する変調方法及びトランスポートサイ

50

ズブロックを適用したときの各コードワードに対するCQI値を、それぞれのプレコーディング行列について求める。そしてデモジュレーション部32は、そのCQI値の合計が最大になるRANK値及びプレコーディングベクトルの組み合わせを選択する。そしてデモジュレーション部32は、選択されたRANK値及びプレコーディングベクトルの組み合わせと、その組み合わせに対応する各CQI値をフィードバック情報に含める。なお、フィードバック情報に含めるCQI値、RANK値及びプレコーディングベクトルの決定方法については、例えば、大藤他、“Experimental results on 4x4 MIMO precoding in E-UTRA”、The 14th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC) 2008、2008年10月、に開示されている。

デモジュレーション部32は、そのフィードバック情報を送信部35に通知する。

10

【0042】

復号部33-1、33-2は、それぞれ、デモジュレーション部32から受け取ったストリームを結合することにより、符号化されたコードワードを生成する。そして復号部33-1、33-2は、その符号化されたコードワードに対して、誤り訂正復号処理を実行する。復号部33-1、33-2は、復号処理がなされたコードワードをデータ統合部34へ出力する。

【0043】

データ統合部34は、復号部33-1、33-2のそれぞれから受け取ったコードワードを結合し、元のデータに戻す。そしてデータ統合部34は、その元のデータを、受信装置3の他の構成要素へ出力する。

20

【0044】

送信部35は、デモジュレーション部32から入力されたフィードバック情報を持つ信号を直交変調した後、無線周波数を持つ搬送波に重畳することにより無線信号を生成する。また送信部35は、ハイパワーアンプを有する。そして送信部35は、無線信号の強度を所望のレベルに増幅する。また、送信部35は、アンテナ36-4と受信部31-4の間に設けられたデュプレクサ(図示せず)を介してアンテナ36-4に接続されている。そして送信部35は、フィードバック情報が搬送される無線信号をアンテナ36-4を介して放射する。

【0045】

以上に説明してきたように、この通信システムは、それぞれが異なるアンテナに接続された複数の送信部を有する送信装置から、それぞれが異なるアンテナに接続された複数の受信部を有する受信装置に対して並列に信号ストリームを送信する。特にこの通信システムでは、何れかの送信部が故障し、かつ受信装置からフィードバックされたRANK値よりも送信可能な送信部の数が少ない場合、送信装置は、故障した送信部が使用されないように、送信可能な送信部の数に応じたプレコーディング行列を決定する。また送信装置は、送信可能な送信部の数だけ同時に送信される信号ストリームを生成する。そのため、この通信システムは、利用可能な送信部を最大限有効に活用することができるので、通信効率の低下を抑制することができる。

30

【0046】

なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではない。例えば、送信装置2の各構成要素と、受信装置3の各構成要素の両方を有することにより、MIMO技術により信号の送信と受信の両方を行える通信装置が形成される。この場合、送信装置2のアンテナ29-1~29-4と受信装置3のアンテナ36-1~36-4は、共通の一組のアンテナに置換される。そして共通の一組のアンテナのそれぞれは、デュプレクサを介して送信装置2が有する送信部24-1~24-4の一つ及び受信装置3が有する受信部31-1~31-4の一つと接続される。この場合、この通信装置は、通信相手の装置からフィードバック情報を取得するとき、何れか一つの受信部においてフィードバック情報を受信し、制御部に通知する。またこの通信装置は、通信相手の装置に対してフィードバック情報を送信するとき、デモジュレーション部により求めたフィードバック情報を、何れか一つの送信部を介して送信する。そのため、送信装置2の受信部25と受信装置3の送信部36は省

40

50

略される。なお、通信装置がフィードバック情報を受信又は送信する場合には、通信装置は、単一のアンテナのみを使用する。

【 0 0 4 7 】

また、受信装置 3 のデモジュレーション部 3 2 は、CQI 値、RANK 値及びプレコーディングベクトルの組み合わせを複数選択してもよい。そしてデモジュレーション部 3 2 は、それら複数の組み合わせに対して、CQI 値の合計が高い方から順に優先順位を付してもよい。そしてデモジュレーション部 3 2 は、CQI 値、RANK 値及びプレコーディングベクトルの複数の組み合わせを、対応する優先順位とともにフィードバック情報に含めてもよい。この場合、送信装置 2 のスケジューリング部 2 7 は、図 2 に示したスケジューリング処理のステップ S 1 0 7 では、最も優先順位の高い RANK 値及びプレコーディングベクトルの組み合わせに基づいてプレコーディング行列を特定する。そしてスケジューリング部 2 7 は、そのプレコーディング行列により指定された送信部のうちの何れかが故障している場合、ステップ S 1 0 9 において、優先順位の高い方から順に RANK 値及びプレコーディングベクトルの組み合わせを選択する。そしてスケジューリング部 2 7 は、その組み合わせに応じて、故障した送信部を使用しないプレコーディング行列を選択する。なお、優先順位の最も高い RANK 値と、実際にプレコーディング行列の選択に使用された優先順位の RANK 値が異なる場合には、スケジューリング部 2 2 は、各コードワードのストリーム数もプレコーディング行列の選択に使用された優先順位の RANK 値に応じて修正する。これにより、スケジューリング部 2 7 は、何れかの送信部が故障していても、通信品質が良好な通信チャネルに対応する送信部の組み合わせを選択することができる。

10

20

【 0 0 4 8 】

次に、上記の通信システムを採用した移動体通信システムの移動局及び基地局装置について説明する。

【 0 0 4 9 】

図 7 は、上述した送信装置及び受信装置が組み込まれた基地局装置の概略構成図である。基地局装置 1 0 0 は、回線終端部 1 0 1 と、ベースバンド処理部 1 0 2 と、呼制御部 1 0 3 と、保守監視部 1 0 4 と、複数の通信部 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - n とを有する。なお、n は 2 以上の自然数である。ベースバンド処理部 1 0 2、呼制御部 1 0 3、保守監視部 1 0 4 及び通信部 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - n は、それぞれ、別個の回路であってもよく、あるいは、これらの各部分は、それら回路が集積された一つの集積回路であってもよい。

30

【 0 0 5 0 】

回線終端部 1 0 1 は、コアネットワークと接続するための通信インターフェースを有する。そして回線終端部 1 0 1 は、上位装置が接続されるコアネットワークを終端する。そして回線終端部 1 0 1 は、移動局へ送信されるダウンリンク信号をコアネットワークから受信し、そのダウンリンク信号をベースバンド処理部 1 0 2 に出力する。一方、回線終端部 1 0 1 は、移動局から受信したアップリンク信号をベースバンド処理部 1 0 2 から受信し、そのアップリンク信号をコアネットワークへ出力する。

【 0 0 5 1 】

ベースバンド処理部 1 0 2 は、上記の実施形態における送信装置 2 のうちのコードワード生成部 2 1、符号化部 2 2 - 1、2 2 - 2、モジュレーション部 2 3、制御部 2 6 及びスケジューリング部 2 7 の各機能を有する。さらにベースバンド処理部 1 0 2 は、上記の実施形態における受信装置 3 のうちのデモジュレーション部 3 2、復号部 3 3 - 1、3 3 - 2 及びデータ統合部 3 4 の各機能を有する。

40

【 0 0 5 2 】

ベースバンド処理部 1 0 2 は、移動局から受信したフィードバック情報及び通信部 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - n から受信した送信部動作状態情報に基づいて、各コードワードのストリーム数、MOD、TBS 及びプレコーディング行列を決定する。またベースバンド処理部 1 0 2 は、コアネットワークから受信したダウンリンク信号を、トランスポートサイズブロック TBS の長さを持つコードワードに分割する。またベースバンド処理部 1 0 2 は、コードワードに対して、誤り訂正符号化処理を実行する。さらにベースバンド処理部 1 0 2 は、

50

決定されたストリーム数で符号化されたコードワードを分割することにより、ストリームを生成する。そしてベースバンド処理部102は、変調モードMODに従って、各ストリームを直交変調する。さらにベースバンド処理部102は、プレコーディング行列に従って、各ストリームを通信部105-1~105-nの何れかに出力する。

【0053】

またベースバンド処理部102は、通信部105-1~105-nからアップリンク信号を受け取り、そのアップリンク信号から、移動局の各アンテナから送信されたストリームを分離する。そしてベースバンド処理部102は、分離されたストリームを結合することにより、符号化されたコードワードを生成する。ベースバンド処理部102は、その符号化されたコードワードに対して、誤り訂正復号処理を実行する。ベースバンド処理部102は、復号処理がなされたコードワードを結合し、元のアップリンク信号に戻す。そしてベースバンド処理部102は、そのアップリンク信号を、回線終端部101を介してコアネットワークへ出力する。

10

またベースバンド処理部102は、移動局へ通知するCQI値、RANK値、プレコーディングベクトルなどのフィードバック情報を算出し、そのフィードバック情報を、通信部105-1~105-nのうちの何れか一つを介して移動局へ送信する。

【0054】

呼制御部103は、基地局装置100を介して通信する携帯端末などの移動局と基地局100との間における、呼び出し、応答、切断などの呼制御処理を実行する。そして呼制御部103は、その呼制御処理の結果に応じて、ベースバンド処理部102に対して動作の開始または終了を指示する。

20

【0055】

保守監視部104は、ベースバンド処理部102及び各通信部105-1~105-nの動作状態を監視する。そのために、保守監視部104は、ベースバンド処理部102及び各通信部105-1~105-nからそれらの動作状態を表す動作状態信号を取得する。そして保守監視部104は、取得した動作状態信号に基づいてベースバンド処理部102または各通信部105-1~105-nの何れかが故障したことを検知すると、故障が発生したことを示す故障情報を回線終端部101を介して上位装置へ通知する。

【0056】

通信部105-1~105-nは、それぞれ、上述した実施形態による送信装置2の送信部のうちのひとつと、受信装置3の受信部のうちのひとつを有する。そして各通信部105-1~105-nが有する送信部と受信部とは、それぞれ、デュプレクサ(図示せず)を介してアンテナ106-1~106-nと接続されている。そして通信部105-1~105-nは、ベースバンド処理部102から受け取ったダウンリンク信号を増幅し、その増幅されたダウンリンク信号をアンテナ106-1~106-nを介して送信する。

30

また通信部105-1~105-nは、移動局から発信されたアップリンク信号をアンテナ106-1~106-nを介して受信する。そして通信部105-1~105-nは、受信したアップリンク信号を増幅し、ベースバンド処理部102に渡す。さらに通信部101-1~105-nは、それぞれ、自身が正常に信号を送信できるか否かを表す送信部動作状態情報をベースバンド処理部102及び保守監視部104へ通知する。

40

【0057】

なお、基地局装置の各通信部は、基地局装置本体と独立した装置として設けられてもよい。この場合、各通信部と基地局装置本体は、例えば、光ファイバで接続される。そして各通信部と基地局装置本体は、Common Public Radio Interface(CPRI)などの規格に従って互いに通信する。

【0058】

図8は、上述した送信装置及び受信装置が組み込まれた移動局装置の概略構成図である。移動局装置200は、制御部201と、ベースバンド処理部202と、呼制御部203と、保守監視部204と、複数の通信部205-1~205-nとを有する。なお、nは2以上の自然数である。制御部201、ベースバンド処理部202、呼制御部203、保

50

守監視部 204 及び通信部 205 - 1 ~ 205 - n は、それぞれ、別個の回路であってもよく、あるいは、これらの各部は、それら回路が集積された一つの集積回路であってもよい。

【0059】

制御部 201 は、移動局装置 200 全体を制御する。そして制御部 201 は、移動局装置 200 で動作する各種のアプリケーションプログラムを実行する。そのために、制御部 201 は、プロセッサと不揮発性メモリ及び揮発性メモリを有する。そして制御部 201 は、移動局装置 200 が有するキーボードなどの操作部（図示せず）を介したユーザの操作により、電話、データ通信などの通信を行うアプリケーションが起動されると、そのアプリケーションにしたがって呼制御部 203 を動作させる。そして制御部 201 は、そのアプリケーションにより送信することが要求されたデータあるいは移動局装置 200 が有するマイクロホン（図示せず）から取得した音声信号に対して PCM 処理あるいは情報源符号化処理を実行する。そして制御部 201 は、それらの処理の結果得られた信号をアップリンク信号としてベースバンド処理部 202 に渡す。また制御部 201 は、ベースバンド処理部 202 からダウンリンク信号を受け取ると、情報源符号の復号処理、PCM 処理などを実行することにより、音声信号あるいはデータを取得する。そして制御部 201 は、移動局装置 200 が有するスピーカ（図示せず）へ音声信号を渡す。また制御部 201 は、取得したデータを移動局装置 200 が有するディスプレイ（図示せず）に表示させる。

10

【0060】

ベースバンド処理部 202 は、上記の実施形態における送信装置 2 のうちのコードワード生成部 21、符号化部 22 - 1、22 - 2、モジュレーション部 23、制御部 26 及びスケジューリング部 27 の各機能を有する。さらにベースバンド処理部 202 は、上記の実施形態における受信装置 3 のうちのデモジュレーション部 32、復号部 33 - 1、33 - 2 及びデータ統合部 34 の各機能を有する。

20

【0061】

ベースバンド処理部 202 は、基地局から受信したフィードバック情報及び通信部 205 - 1 ~ 205 - n から受信した送信部動作状態情報に基づいて、各コードワードのストリーム数、MOD、TBS 及びプレコーディング行列を決定する。またベースバンド処理部 202 は、アップリンク信号を、トランスポートサイズブロック TBS の長さを持つコードワードに分割する。ベースバンド処理部 202 は、コードワードに対して、誤り訂正符号化処理を実行する。さらにベースバンド処理部 202 は、決定されたストリーム数で符号化されたコードワードを分割することにより、ストリームを生成する。そしてベースバンド処理部 202 は、変調モード MOD に従って、各ストリームを直交変調する。さらにベースバンド処理部 202 は、プレコーディング行列に従って、各ストリームを通信部 205 - 1 ~ 205 - n の何れかに出力する。

30

【0062】

またベースバンド処理部 202 は、通信部 205 - 1 ~ 205 - n からダウンリンク信号を受け取り、そのダウンリンク信号から、基地局の各アンテナから送信されたストリームを分離する。そしてベースバンド処理部 202 は、分離されたストリームを結合することにより、符号化されたコードワードを生成する。ベースバンド処理部 202 は、その符号化されたコードワードに対して、誤り訂正復号処理を実行する。ベースバンド処理部 202 は、復号処理がなされたコードワードを結合し、元のダウンリンク信号に戻す。そしてベースバンド処理部 202 は、そのダウンリンク信号を制御部 201 へ出力する。

40

またベースバンド処理部 202 は、基地局へ通知する CQI 値、RANK 値、プレコーディングベクトルなどのフィードバック情報を算出し、そのフィードバック情報を、通信部 205 - 1 ~ 205 - n のうちの何れか一つを介して基地局へ送信する。

【0063】

呼制御部 203 は、移動局装置 200 と基地局装置との間における、呼び出し、応答、切断などの呼制御処理を実行する。そして呼制御部 203 は、その呼制御処理の結果に応じて、ベースバンド処理部 202 に対して動作の開始または終了を指示する。

50

【 0 0 6 4 】

保守監視部 2 0 4 は、ベースバンド処理部 2 0 2 及び通信部 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - n の動作状態を監視する。そのために、保守監視部 2 0 4 は、ベースバンド処理部 2 0 2 及び通信部 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - n からそれらの動作状態を表す動作状態信号を取得する。そして保守監視部 2 0 4 は、取得した動作状態信号に基づいてベースバンド処理部 2 0 2 または通信部 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - n の何れかが故障したことを検知すると、故障が発生したことを示す故障情報を制御部 2 0 1 へ通知する。

【 0 0 6 5 】

通信部 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - n は、それぞれ、上述した実施形態による送信装置 2 の送信部のうちのひとつと、受信装置 3 の受信部のうちのひとつを有する。そして各通信部 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - n が有する送信部と受信部とは、それぞれ、デュプレクサ（図示せず）を介してアンテナ 2 0 6 - 1 ~ 2 0 6 - n と接続されている。そして通信部 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - n は、ベースバンド処理部 2 0 2 から受け取ったアップリンク信号を増幅し、その増幅されたアップリンク信号をアンテナ 2 0 6 - 1 ~ 2 0 6 - n を介して送信する。

また通信部 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - n は、基地局から発信されたダウンリンク信号をアンテナ 2 0 6 - 1 ~ 2 0 6 - n を介して受信する。そして通信部 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - n は、受信したダウンリンク信号を増幅し、ベースバンド処理部 2 0 2 に渡す。さらに通信部 2 0 1 - 1 ~ 2 0 5 - n は、それぞれ、自身が正常に信号を送信できるか否かを表す送信部動作状態情報をベースバンド処理部 2 0 2 及び保守監視部 2 0 4 へ通知する。

【 0 0 6 6 】

なお、移動局装置 2 0 0 は、移動局装置 2 0 0 を Peripheral Components Interconnect (PCI) バスまたは Universal Serial Bus (USB) のようなデータ伝送路を介して他の装置に接続するためのインターフェース部をさらに有していてもよい。この場合、そのインターフェース部は制御部 2 0 1 と接続され、制御部 2 0 1 から出力された信号をデータ伝送路を介して他の装置へ出力する。あるいは、その回線終端部は、他の装置からデータ伝送路を介して受信した信号を制御部 2 0 1 へ渡す。

【 0 0 6 7 】

ここに挙げられた全ての例及び特定の用語は、読者が、本発明及び当該技術の促進に対する本発明者により寄与された概念を理解することを助ける、教示的な目的において意図されたものであり、本発明の優位性及び劣等性を示すことに関する、本明細書の如何なる例の構成、そのような特定の挙げられた例及び条件に限定しないように解釈されるべきものである。本発明の実施形態は詳細に説明されているが、本発明の精神及び範囲から外れることなく、様々な変更、置換及び修正をこれに加えることが可能であることを理解されたい。

【 0 0 6 8 】

以上説明した実施形態及びその変形例に関し、更に以下の付記を開示する。

(付 記 1)

複数の送信部であって、各送信部はそれぞれ別個のアンテナと接続され、該アンテナを介して信号ストリームを送信する送信部と、

それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する受信装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が、前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する送信部の数を表す出力数を前記送信可能な送信部の数以下に設定し、前記信号ストリームの何れかが入力される当該出力数の送信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、

送信すべきデータから同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、

前記符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、前記スケジューリング部

により決定されたプレコーディング行列に従って対応する送信部へ出力するモジュレーション部と、
を有する通信装置。

(付記 2)

前記フィードバック情報は、前記プレコーディング行列を指定する行列指定情報を含み、

前記スケジューリング部は、

前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数以下である場合、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される全ての送信部が送信可能状態であれば、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列を使用し、

一方、前記行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される何れかの送信部が送信不能状態である場合、前記送信不能状態である送信部を含まない前記出力数の送信部の組み合わせを前記プレコーディング行列として選択する、付記 1 に記載の通信装置。

(付記 3)

前記フィードバック情報は、前記行列指定情報を複数含み、かつそれぞれの行列指定情報に対する優先順位を含み、

前記スケジューリング部は、

前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数以下であり、かつ、優先順位の最も高い第 1 の行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される全ての送信部が送信可能状態である場合、前記第 1 の行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列を使用し、

一方、前記第 1 の行列指定情報において指定された前記プレコーディング行列により信号ストリームが入力される何れかの送信部が送信不能状態である場合、あるいは前記フィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数よりも大きい場合、前記送信不能状態である送信部を含まない送信部の組み合わせを指定する最も優先順位の高い行列指定情報に従って前記プレコーディング行列を決定する、付記 2 に記載の通信装置。

(付記 4)

互いに異なるアンテナと接続された複数の送信部を有する送信装置と、

互いに異なるアンテナと接続された複数の受信部を有する受信装置とを有する通信システムであって、

前記送信装置は、

前記受信装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が、前記複数の送信部のうちの送信可能な送信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する送信部の数を表す出力数を前記送信可能な送信部の数以下に設定し、前記信号ストリームの何れかが入力される当該出力数の送信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、

送信すべきデータから同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、

前記符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、前記スケジューリング部により決定されたプレコーディング行列に従って対応する送信部へ出力するモジュレーション部と、

を有する通信システム。

(付記 5)

それぞれ別個のアンテナと接続された複数の送信部を有する通信装置における通信方法

10

20

30

40

50

であって、

前記複数の送信部のそれぞれから、該送信部の動作状態を示す送信部動作状態情報を受信し、

それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する受信装置から同時に受信可能な受信部の数を含むフィードバック情報を受信し、

前記同時に受信可能な受信部の数が、前記送信部動作状態情報に基づいて求められる送信可能な送信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する送信部の数を表す出力数を、該送信可能な送信部の数以下に設定し、

前記信号ストリームの何れかが入力される前記出力数の送信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定し、

送信すべきデータから同時に送信される所定数のコードワードを生成し、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成し、

前記生成された信号ストリームのそれぞれを、前記プレコーディング行列に従って対応する送信部へ出力する、
ことを含む通信方法。

(付記6)

コアネットワークから受信したダウンリンク信号を符号化するベースバンド処理部と、
それぞれ別個のアンテナと接続され、前記ベースバンド処理部により符号化されたダウンリンク信号を、それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する移動局装置
に対して送信する複数の通信部とを有する基地局装置であって、

前記ベースバンド処理部は、

前記移動局装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が、前記複数の通信部のうちの送信可能な通信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する通信部の数を表す出力数を、前記送信可能な通信部の数以下に設定し、前記信号ストリームの何れかが入力される当該出力数の通信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、

ダウンリンク信号から同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、

前記符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、前記スケジューリング部により決定されたプレコーディング行列に従って対応する通信部へ出力するモジュレーション部と、

を有する基地局装置。

(付記7)

アップリンク信号を符号化するベースバンド処理部と、

それぞれ別個のアンテナと接続され、前記ベースバンド処理部により符号化されたアップリンク信号を、それぞれ別個のアンテナと接続された複数の受信部を有する基地局装置
に対して送信する複数の通信部とを有する移動局装置であって、

前記ベースバンド処理部は、

前記基地局装置から受信したフィードバック情報に含まれる同時に受信可能な前記受信部の数が、前記複数の通信部のうちの送信可能な通信部の数よりも大きい場合、実際に信号ストリームを送信する通信部の数を表す出力数を、前記送信可能な通信部の数以下に設定し、前記信号ストリームの何れかが入力される当該出力数の通信部の組み合わせをプレコーディング行列として決定するスケジューリング部と、

アップリンク信号から同時に送信される所定数のコードワードを生成するコードワード生成部と、

前記所定数のコードワードを符号化し、符号化されたコードワードを分割することにより、前記出力数の信号ストリームを生成する符号化部と、

10

20

30

40

50

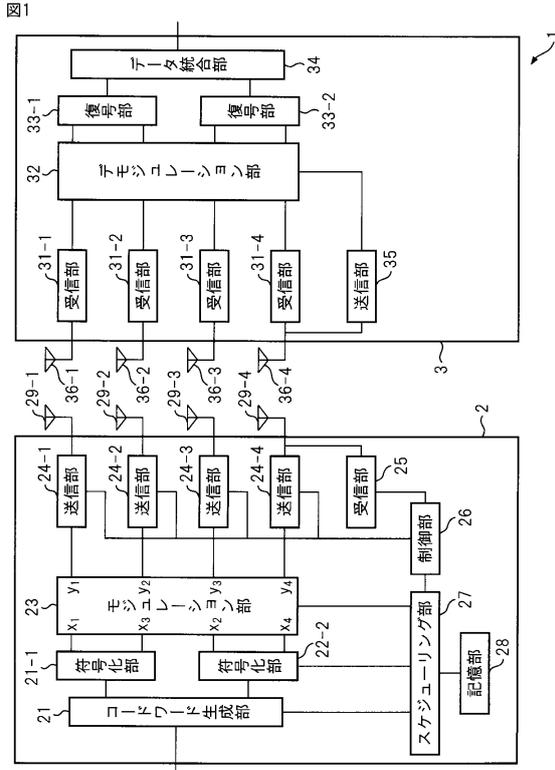
前記符号化部により生成された信号ストリームのそれぞれを、前記スケジューリング部により決定されたプレコーディング行列に従って対応する通信部へ出力するモジュレーション部と、
を有する移動局装置。

【符号の説明】

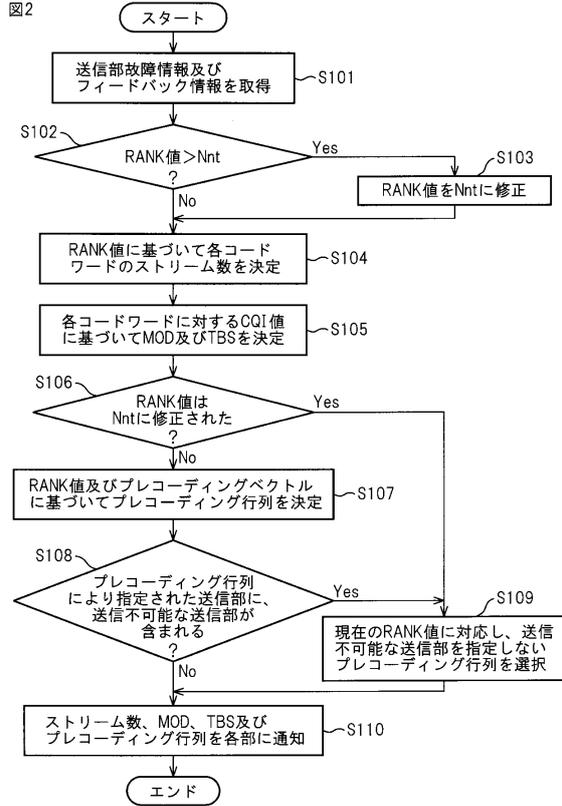
【0069】

1	通信システム	
2	送信装置	
3	受信装置	
2 1	コードワード生成部	10
2 2 - 1、2 2 - 2	符号化部	
2 3	モジュレーション部	
2 4 - 1 ~ 2 4 - 4	送信部	
2 5	受信部	
2 6	制御部	
2 7	スケジューリング部	
2 8	記憶部	
2 9 - 1 ~ 2 9 - 4	アンテナ	
3 1 - 1 ~ 3 1 - 4	受信部	
3 2	デモジュレーション部	20
3 3 - 1、3 3 - 2	復号部	
3 4	データ統合部	
3 5	送信部	
3 6 - 1 ~ 3 6 - 4	アンテナ	
1 0 0	基地局装置	
1 0 1	回線終端部	
1 0 2	ベースバンド処理部	
1 0 3	呼制御部	
1 0 4	保守監視部	
1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - n	通信部	30
2 0 0	移動局装置	
2 0 1	制御部	
2 0 2	ベースバンド処理部	
2 0 3	呼制御部	
2 0 4	保守監視部	
2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - n	通信部	

【図1】



【図2】



【図3】

図3

RANK	ストリーム数	
	コードワード1	コードワード2
1	1	0
2	1	1
3	1	2
4	2	2

300

【図4】

図4

CQI	MOD	TBS
1	QPSK	16
2	QPSK	16
3	QPSK	24
⋮	⋮	⋮
16	16QAM	344
17	16QAM	376
⋮	⋮	⋮
29	64QAM	728
30	64QAM	728

400

【図5】

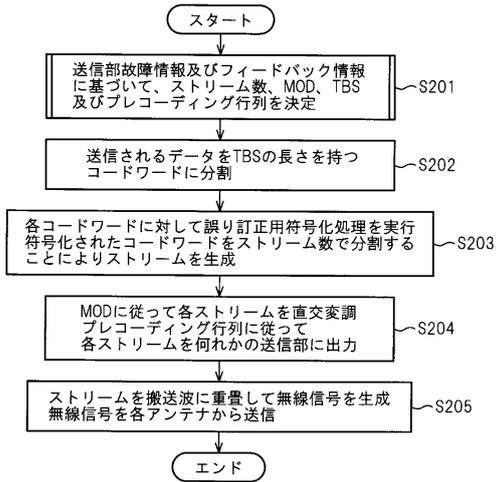
図5

プレコーディングベクトル	Rank=1	Rank=2	Rank=3	Rank=4
0	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	
2	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	
3	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	
4		$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$		
5		$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$		

500

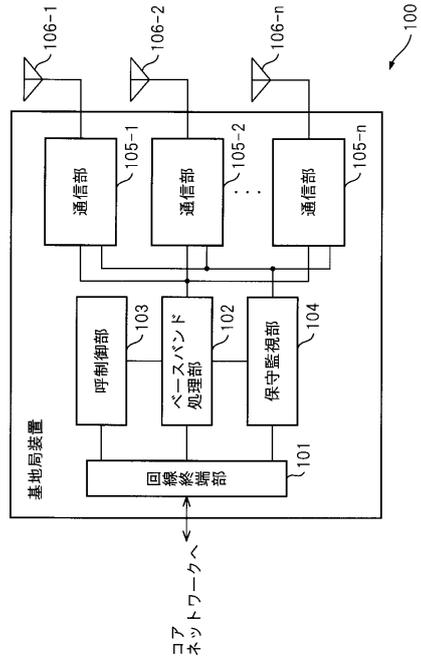
【図6】

図6



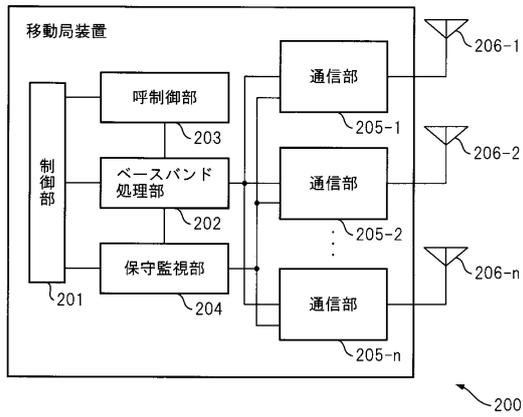
【図7】

図7



【図8】

図8



フロントページの続き

(74)代理人 100114177

弁理士 小林 龍

(72)発明者 仙波 輝彦

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 中木 努

(56)参考文献 国際公開第2009/041419(WO, A1)

特開2007-020047(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04J 99/00

H04B 7/04