

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-90112

(P2012-90112A)

(43) 公開日 平成24年5月10日 (2012.5.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 16/28 (2009.01)	HO4Q 7/00 234	5K022
HO4B 7/04 (2006.01)	HO4B 7/04	5K067
HO4J 99/00 (2009.01)	HO4J 15/00	5K159

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-235697 (P2010-235697)
 (22) 出願日 平成22年10月20日 (2010.10.20)

(出願人による申告) 平成22年度、総務省、「電源資源拡大のための研究開発」委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 504133110
 国立大学法人電気通信大学
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
 (74) 代理人 100082131
 弁理士 稲本 義雄
 (74) 代理人 100121131
 弁理士 西川 孝
 (72) 発明者 藤井 威生
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
 (72) 発明者 藤井 健介
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
 Fターム(参考) 5K022 FF00

最終頁に続く

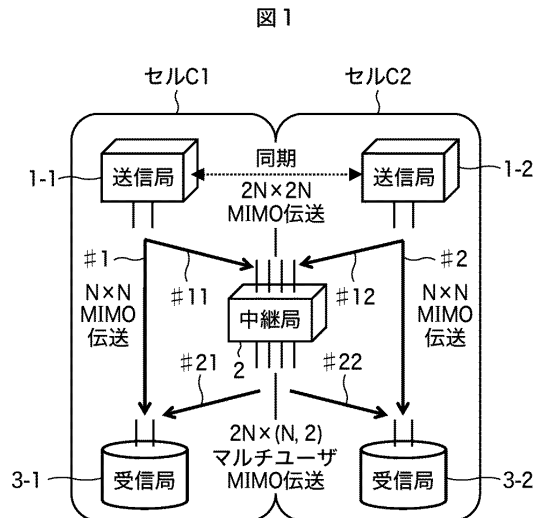
(54) 【発明の名称】 通信装置、通信方法、および通信システム

(57) 【要約】

【課題】複数のセルのそれぞれのセル端におけるチャネル容量を増大させることができるようにする。

【解決手段】隣接セルの基地局である送信局1-1, 1-2によるデータ伝送はMIMO伝送により行われる。中継局2においては、送信局1-1と送信局1-2の双方の送信局が送信する電波が受信され、送信局1-1が伝送するデータと送信局1-2が伝送するデータが取得される。また、中継局2においては、マルチユーザMIMO伝送によって、隣接セルの受信局であるデータ伝送が行われる。送信局1-1から伝送されたデータは、中継局2を介して受信局3-1により受信され、送信局1-2から伝送されたデータは、中継局2を介して受信局3-2により受信される。本発明は、セルラーシステムに適用することが可能である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

それぞれ異なるセルに存在し、MIMO伝送によりデータの伝送を行う複数の送信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態を推定する第 1 の推定手段と、

前記第 1 の推定手段により推定された通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記複数の送信装置から伝送されたデータをそれぞれ受信する受信手段と、

前記受信手段により受信されたデータを、前記複数の送信装置がデータの伝送を行っているそれぞれの前記セル内に存在する複数の受信装置に対してマルチユーザMIMO伝送により伝送する伝送手段と

を備える通信装置。

10

【請求項 2】

前記セルは隣接するセルであり、隣接するセルの境界付近に存在する請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 3】

前記複数の受信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態を推定する第 2 の推定手段をさらに備え、

前記伝送手段は、前記第 2 の推定手段により推定された通信路の状態に基づいて決定した送信ウエイトを用いて、前記受信手段により受信されたデータを伝送する

請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 4】

それぞれ異なるセルに存在し、MIMO伝送によりデータの伝送を行う複数の送信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態を推定し、

推定した通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記複数の送信装置から伝送されたデータをそれぞれ受信し、

受信したデータを、前記複数の送信装置がデータの伝送を行っているそれぞれの前記セル内に存在する複数の受信装置に対してマルチユーザMIMO伝送により伝送する

ステップを含む通信方法。

20

【請求項 5】

複数の送信装置と、通信装置と、複数の受信装置とから構成される通信システムにおいて、

30

前記複数の送信装置のそれぞれは、異なるセルに存在し、

他の送信装置との間でデータの伝送タイミングの同期を確立する同期手段と、

前記同期手段により同期が確立された伝送タイミングに従って、MIMO伝送によりデータを伝送する伝送手段と

を備え、

前記通信装置は、

前記複数の送信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態を推定する推定手段と、

前記推定手段により推定された通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記複数の送信装置から伝送されたデータをそれぞれ受信する受信手段と、

前記受信手段により受信されたデータを、前記複数の受信装置に対してマルチユーザMIMO伝送により伝送する伝送手段と

40

を備え、

前記複数の受信装置のそれぞれは、前記複数の送信装置がデータの伝送を管理するそれぞれの前記セル内に存在し、

前記通信装置と自身との間の通信路の状態を推定する推定手段と、

前記推定手段により推定された通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記通信装置から伝送されたデータを受信する受信手段と

を備える

通信システム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信装置、通信方法、および通信システムに関し、特に、複数のセルのそれぞれのセル端におけるチャネル容量を増大させることができるようにした通信装置、通信方法、および通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

IMT-Advancedなどの次世代携帯電話規格では、100Mbpsを超えるレベルの通信の高速・大容量化が求められている。このような通信速度を実現するための方式として、複数アンテナを持つ通信局を用いて空間多重分割を行うMIMO(Multiple Input Multiple Output)伝送が検討されている。

10

【0003】

MIMO伝送によれば、送信側では、複数のアンテナで同時に異なるデータを送信し、受信側では、受信したデータを合成することによって、伝送路の容量を拡大することが可能となり、通信の高速化を実現することが可能になる。また、送信側から受信側に対して複数の経路を通して電波が届くことから、障害物が多く存在する場合であっても、通信品質の劣化を抑えることが可能になる。

【0004】

ところで、セルラーシステムにおいては、特に、受信信号電力の低いセルの境界付近における通信の高速・大容量化について様々な手法が検討されている。その手法の一つとして、中継局を用いた中継伝送がある(非特許文献1)。中継伝送は、送信局から送信された信号の電力を中継局において増幅し、電力を増幅した信号を再送して受信局に受信させることによって、受信局における受信信号の電力を増大させ、チャネル容量を増大させる手法である。中継伝送の方法には、中継局で受信した信号の電力増幅のみを行うAmplify-and-Forward(AF)法と、中継局で受信した信号を復調・復号してから、再復号・再変調を行うDecode-and-Forward(DF)型などがある。

20

【0005】

中継伝送を行うことによって、一般的に、送信局との通信可能エリア外でも通信が可能になるといったことや、送信局から受信局に送られた信号と中継局から受信局に送られた信号を用いてダイバーシチ効果を受信局側で得ることでチャネル容量を増大させることができるといった利点がある。

30

【0006】

しかしながら、マルチセル環境において、あるセル内に設置された中継局により増幅された信号が他のセルの受信局に対して干渉を与えてしまい、干渉信号電力の増大によってSINR(Signal to Interference and Noise Ratio)の低下が生じたり、チャネル容量の減少が生じたりしてしまうことがある。このことは、下り回線の場合の受信局や上り回線の場合の送信局がセルの境界付近に存在する場合に特に顕著なものになり、通信エリア拡大の障害になっている。

【0007】

そこで、特にセルの境界付近において他のセルからの干渉がある場合の通信品質を改善する技術が各種提案されている。例えば、特許文献1には、あるセル内に設置された中継局において周辺セルからの干渉を検出し、検出した干渉の情報を同じセルの境界付近に存在している端末に通知して、その端末において干渉成分を除去させる技術が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2009-105842号公報

【非特許文献】

【0009】

50

【非特許文献1】R. U. Nabar, H. Blokskei, and F. W. Kneubuhler, "Fading relay channels: performance limits and space-time signal design," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 22, No. 6, pp. 1099-1109, 2004.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記特許文献1に開示されている技術においては、送信局からの信号の電力を中継局で増幅させることが行われていない。中継局は、単に、周辺セルからの干渉を検出し、検出した干渉の情報を端末に通知しているのみである。

【0011】

また、中継局がそれぞれ異なる複数のセルの信号を受信し、それぞれのセルに存在している複数の端末にデータを伝送するといったような、セル間をまたいだ形でのマルチユーザMIMO伝送については検討されていない。

【0012】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、複数のセルのそれぞれのセル端におけるチャンネル容量を増大させることができるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一側面の通信装置は、それぞれ異なるセルに存在し、MIMO伝送によりデータの伝送を行う複数の送信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態を推定する第1の推定手段と、前記第1の推定手段により推定された通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記複数の送信装置から伝送されたデータをそれぞれ受信する受信手段と、前記受信手段により受信されたデータを、前記複数の送信装置がデータの伝送を行っているそれぞれの前記セル内に存在する複数の受信装置に対してマルチユーザMIMO伝送により伝送する伝送手段とを備える。

【0014】

前記セルは隣接するセルであり、通信装置が、隣接するセルの境界付近に存在するようにすることができる。

【0015】

前記複数の受信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態を推定する第2の推定手段をさらに設けることができる。この場合、前記伝送手段には、前記第2の推定手段により推定された通信路の状態に基づいて決定した送信ウエイトを用いて、前記受信手段により受信されたデータを伝送させることができる。

【0016】

本発明の一側面の通信方法は、それぞれ異なるセルに存在し、MIMO伝送によりデータの伝送を行う複数の送信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態を推定し、推定した通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記複数の送信装置から伝送されたデータをそれぞれ受信し、受信したデータを、前記複数の送信装置がデータの伝送を行っているそれぞれの前記セル内に存在する複数の受信装置に対してマルチユーザMIMO伝送により伝送するステップを含む。

【0017】

本発明の他の側面の通信システムは、複数の送信装置と、通信装置と、複数の受信装置とから構成される通信システムにおいて、前記複数の送信装置のそれぞれは、異なるセルに存在し、他の送信装置との間でデータの伝送タイミングの同期を確立する同期手段と、前記同期手段により同期が確立された伝送タイミングに従って、MIMO伝送によりデータを伝送する伝送手段とを備え、前記通信装置は、前記複数の送信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態を推定する推定手段と、前記推定手段により推定された通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記複数の送信装置から伝送されたデータをそれぞれ受信する受信手段と、前記受信手段により受信されたデータを、前記複数の受信装置に対してマルチユーザMIMO伝送により伝送する伝送手段とを備え、前記複数の受信装置

10

20

30

40

50

のそれぞれは、前記複数の送信装置がデータの伝送を管理するそれぞれの前記セル内に存在し、前記通信装置と自身との間の通信路の状態を推定する推定手段と、前記推定手段により推定された通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記通信装置から伝送されたデータを受信する受信手段とを備える。

【0018】

本発明の一側面においては、それぞれ異なるセルに存在し、MIMO伝送によりデータの伝送を行う複数の送信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態が推定され、推定された通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記複数の送信装置から伝送されたデータがそれぞれ受信される。また、受信されたデータが、前記複数の送信装置がデータの伝送を行っているそれぞれの前記セル内に存在する複数の受信装置に対してマルチユーザMIMO伝送により伝送される。

10

【0019】

本発明の他の側面においては、複数の送信装置のそれぞれにおいて、他の送信装置との間でデータの伝送タイミングの同期が確立され、同期が確立された伝送タイミングに従って、MIMO伝送によりデータが伝送される。また、通信装置において、前記複数の送信装置のそれぞれと自身との間の通信路の状態が推定され、推定された通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記複数の送信装置から伝送されたデータがそれぞれ受信され、受信されたデータが、複数の受信装置に対してマルチユーザMIMO伝送により伝送される。さらに、前記複数の受信装置のそれぞれにおいて、前記通信装置と自身との間の通信路の状態が推定され、推定された通信路の状態に基づいて決定した受信ウエイトを用いて、前記通信装置から伝送されたデータが受信される。

20

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、複数のセルのそれぞれのセル端におけるチャネル容量の増大とビット誤り率の低減を実現させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態に係る通信システムの構成例を示す図である。

【図2】送信局の構成例を示すブロック図である。

【図3】中継局の構成例を示すブロック図である。

30

【図4】受信局の構成例を示すブロック図である。

【図5】中継局の処理について説明するフローチャートである。

【図6】シミュレーションモデルを示す図である。

【図7】シミュレーションに用いたパラメータを示す図である。

【図8】各伝送方法の送信時間スロットを示す図である。

【図9】シミュレーション結果を示す図である。

【図10】シミュレーション結果を示す他の図である。

【図11】アップリンクのデータ伝送について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

40

<通信システムの構成例>

図1は、本発明の一実施形態に係る通信システムの構成例を示す図である。

【0023】

図1の通信システムはセルラー方式の通信システムであり、送信局1-1、1-2、中継局2、および受信局3-1、3-2から構成される。送信局1-1と受信局3-1はセルC1内に存在し、送信局1-2と受信局3-2はセルC2内に存在する。セルC1とセルC2は隣接するセルであり、中継局2はセルC1とセルC2の境界付近に存在する。

【0024】

送信局1-1、1-2は、それぞれ、2GHz帯などの所定の周波数帯域の電波を使って、それぞれが存在するセル内の端末に対してデータを伝送する基地局である。送信局1-1

50

はセルC 1内の端末に対してデータを伝送し、送信局1 - 2はセルC 2内の端末に対してデータを伝送する。点線矢印で示すように、送信局1 - 1, 1 - 2によるデータ伝送は同期(シンボル同期)を確保して行われる。

【0025】

送信局1 - 1, 1 - 2によるデータ伝送はMIMO伝送により行われる。送信側のアンテナ(送信アンテナ)の数をT本、受信側のアンテナ(受信アンテナ)の数をR本とするMIMO伝送を $T \times R$ MIMO伝送とすると、N本の送信アンテナを有する送信局1 - 1と、セルC 1に存在し、N本の受信アンテナを有する受信局3 - 1との間では、矢印# 1で示すように $N \times N$ MIMO伝送が行われることになる。同様に、N本の送信アンテナを有する送信局1 - 2と、セルC 2に存在し、N本の受信アンテナを有する受信局3 - 2の間では、矢印# 2で示すように $N \times N$ MIMO伝送が行われることになる。図1においては $N=2$ である。

10

【0026】

中継局2は2N本の受信アンテナを有する通信装置である。中継局2は、セルC 1とセルC 2において行われる送信局 - 受信局間のMIMO伝送中にも、2N本の受信アンテナを使って、送信局1 - 1と送信局1 - 2の双方が送信する電波を受信し、送信局1 - 1が伝送するデータと送信局1 - 2が伝送するデータを取得する。同期を確保してデータ伝送を行う送信局1 - 1と送信局1 - 2を1つの局と考えると、送信局 - 中継局間では、矢印# 11, # 12で示すように $2N \times 2N$ MIMO伝送が行われていることになる。

【0027】

また、中継局2は2N本の送信アンテナを有している。中継局2は、マルチユーザMIMO伝送によって、送信局1 - 1から伝送されてきたデータを受信局3 - 1に伝送し、送信局1 - 2から伝送されてきたデータを受信局3 - 2に伝送する。中継局 - 受信局間では、矢印# 21, # 22で示すように $2N \times (N, 2)$ のマルチユーザMIMO伝送が行われていることになる。 $(N, 2)$ は、N本の受信アンテナを有する受信局が2局あることを表す。中継局2においては、送信局1 - 1, 1 - 2から伝送されてきたデータを表す信号の電力の増幅が適宜行われる。また、マルチユーザMIMO伝送により、送信局1 - 1からのデータは、中継局2により、受信局3 - 1のみで受信され、受信局3 - 2では受信されないように送信アンテナでの重みづけされる。一方、送信局1 - 2からのデータは、中継局2により、受信局3 - 2のみで受信され、受信局3 - 1では受信されないように送信アンテナで重みづけされる。結果として、中継局からの送信信号は、それぞれの受信局へのデータがお互いに影響受けないように伝送することが可能となる。

20

30

【0028】

受信局3 - 1, 3 - 2は、それぞれ、携帯電話機やパーソナルコンピュータなどの端末であり、マルチユーザMIMO伝送によって中継局2から伝送されてきたデータを受信する。送信局1 - 1から伝送されたデータは、中継局2を介して受信局3 - 1により受信され、送信局1 - 2から伝送されたデータは、中継局2を介して受信局3 - 2により受信されることになる。

【0029】

このように、図1の通信システムにおいては、マルチセル環境において、隣接する複数のセルの送信局からのデータが、MIMO伝送を用いて中継局に伝送され、マルチユーザMIMO伝送を用いて、中継局から、隣接するセル内に存在する受信局にそれぞれ伝送される。

40

【0030】

これにより、受信局3 - 1においてはセルC 2からの干渉を低減させることができ、受信局3 - 2においてはセルC 1からの干渉を低減させることができるといったように、隣接するセルからの干渉を、双方のセルにおいて低減させることができる。また、送信局からの信号が中継局において増幅されて再送されるため、受信局における受信信号の電力を上げることができる。特に、隣接セルからの干渉を受けやすく、かつ送信局からの信号の受信電力が弱まりやすいセル端におけるチャンネル容量を増大させることが可能になる。

【0031】

例えば、送信局からの信号を中継局において単に増幅させて再送とした場合、中継

50

局が受ける隣接セルからの干渉成分も増幅してしまうことになるが、MIMO伝送によって送信局から伝送されてきたデータを分離した後に信号電力を増幅し、マルチユーザMIMO伝送によって受信局に伝送することにより、隣接セルからの干渉成分を中継局において除去することができ、上述したようにセル端におけるチャンネル容量を増大させることが可能になる。

【 0 0 3 2 】

< 各装置の構成例 >

図 2 は、送信局 1 - 1 の構成例を示すブロック図である。送信局 1 - 1 と送信局 1 - 2 には、適宜、図 1 には示していない中央制御局 4 がインターネットなどのネットワークを介して接続される。伝送の対象となるデータ系列は符号化部 1 1 に入力される。

10

【 0 0 3 3 】

符号化部 1 1 は、入力されたデータ系列を所定の符号化方式で符号化し、符号化して得られたデータをインターリーバ 1 2 に出力する。

【 0 0 3 4 】

インターリーバ 1 2 は、符号化部 1 1 から供給されたデータのインターリーブを行い、インターリーブ後のデータをS/P(Serial/Parallel)変換部 1 3 に出力する。

【 0 0 3 5 】

S/P変換部 1 3 は、インターリーバ 1 2 から供給されたシリアルデータをパラレルのデータに変換し、各ブランチのデータを変調部 1 4 - 1 乃至 1 4 - N にそれぞれ出力する。

20

【 0 0 3 6 】

変調部 1 4 - 1 乃至 1 4 - N は、S/P変換部 1 3 から供給されたデータをBPSK(Binary Phase Shift Keying)、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)、16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)などの所定の変調方式で変調し、変調後のデータを重み付け部 1 5 に出力する。

【 0 0 3 7 】

重み付け部 1 5 は、変調部 1 4 - 1 乃至 1 4 - N から供給された各ブランチのデータに所定の送信ウエイトを乗算することによって重み付けを行い、重み付け後の各ブランチのデータを送信部 1 6 - 1 乃至 1 6 - N に出力する。重み付け部 1 5 においては、例えば、E-SDM(Eigenbeam - Space Division Multiplexing)方式で伝送するための送信ウエイトを用いて重み付けが行われる。MIMO空間多重方式には、主に、送信アンテナ毎にデータを送信する空間分割多重(SDM(Space Division Multiplexing))方式と、送信ビーム毎にデータを送信する固有ビーム空間分割多重(E-SDM)方式がある。

30

【 0 0 3 8 】

送信部 1 6 - 1 乃至 1 6 - N は、重み付け部 1 5 から供給されたデータに対してD/A変換などの処理を施し、得られた各ブランチの信号を送信制御部 1 9 による制御に従ってRF(Radio Frequency)変換部 1 7 - 1 乃至 1 7 - N にそれぞれ出力する。例えば、RF変換部 1 7 - 1 乃至 1 7 - N に対する信号の出力タイミングが送信制御部 1 9 により制御される。

【 0 0 3 9 】

RF変換部 1 7 - 1 乃至 1 7 - N は、各ブランチの信号をRF信号に変換し、送信アンテナ 1 8 - 1 乃至 1 8 - N から送信する。

40

【 0 0 4 0 】

送信制御部 1 9 は、中央制御局 4 の同期部 4 A と通信を行い、同期部 4 A から送信される同期信号を受信する。送信制御部 1 9 は、送信局 1 - 1 から伝送されるデータと、送信局 1 - 2 から伝送されるデータの同期が確保されるように、送信部 1 6 - 1 乃至 1 6 - N によるデータの出力タイミングを同期信号に基づいて制御する。これにより、例えば時間領域で見た場合、送信局 1 - 1 により伝送されたデータ(シンボル)と送信局 1 - 2 により伝送されたデータの開始タイミングが一致し、それぞれのデータを中継局 2 において復調することが可能になる。

50

【 0 0 4 1 】

内蔵同期部 2 0 は、中継局 2 の内蔵同期部と通信を直接行うことによって同期信号を送受信し、送信局 1 - 2 との間でデータの同期を確保する。また、内蔵同期部 2 0 は、例えばGPS(Global Positioning System)からの信号を受信し、受信した信号に含まれる時刻情報に基づいて、送信局 1 - 2 との間でデータの同期を確保する。中央制御局 4 から送信されてきた同期信号に基づいてデータの同期が確保される場合、内蔵同期部 2 0 が設けられないようにすることも可能である。

【 0 0 4 2 】

送信局 1 - 2 も、図 2 に示す送信局 1 - 1 の構成と同様の構成を有している。送信局 1 - 2 の構成の説明については省略する。

10

【 0 0 4 3 】

図 3 は、中継局 2 の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 4 4 】

IF(Intermediate Frequency)変換部 3 2 - 1 乃至 3 2 - 2 N は、送信局 1 - 1 , 1 - 2 からの電波が受信されることに応じて受信アンテナ 3 1 - 1 乃至 3 1 - 2 N から供給されたRF信号をIF信号に変換する。変換処理によって得られたIF信号に対しては、適宜、A/D変換などの処理が施され、得られたデータが重み付け部 3 5 に出力される。IF変換部 3 2 - 1 乃至 3 2 - 2 N により得られたデータは通信路推定部 3 3 にも供給される。

【 0 0 4 5 】

通信路推定部 3 3 は、IF変換部 3 2 - 1 乃至 3 2 - 2 N から供給されたデータに基づいてパイロット信号を検出し、送信局 1 - 1 と中継局 2 間、送信局 1 - 2 と中継局 2 間のそれぞれのチャンネル状態を推定する。通信路推定部 3 3 は、送信局 1 - 1 と中継局 2 間のチャンネル状態と、送信局 1 - 2 と中継局 2 間のチャンネル状態を表す情報を演算部 3 4 に出力する。

20

【 0 0 4 6 】

演算部 3 4 は、通信路推定部 3 3 により推定されたチャンネル状態に基づいて、送信局 1 - 1 から伝送されたデータと送信局 1 - 2 から伝送されたデータを分離するための受信ウエイトの演算を行う。例えば、ZF(Zero Forcing)やMMSE(Minimum Mean Square Error)などの信号分離法でデータの分離を行うための受信ウエイトが求められる。演算部 3 4 は、演算により求めた受信ウエイトを重み付け部 3 5 に出力する。

30

【 0 0 4 7 】

重み付け部 3 5 は、IF変換部 3 2 - 1 乃至 3 2 - 2 N から供給された各ブランチのデータに、演算部 3 4 により求められた受信ウエイトを乗算することによって重み付けを行い、重み付け後の各ブランチのデータを復調部 3 6 - 1 乃至 3 6 - 2 N に出力する。

【 0 0 4 8 】

復調部 3 6 - 1 乃至 3 6 - 2 N は、重み付け部 3 5 から供給されたデータに対して、送信局 1 - 1 , 1 - 2 において用いられた変調方式に対応した方式の復調処理を施す。復調部 3 6 - 1 乃至 3 6 - 2 N は、復調処理によって得られたデータを蓄積部 3 7 - 1 乃至 3 7 - 2 N に出力し、蓄積させる。

【 0 0 4 9 】

変調部 3 8 - 1 乃至 3 8 - 2 N は、各ブランチのデータを蓄積部 3 7 - 1 乃至 3 7 - 2 N から読み出し、送信局 1 - 1 , 1 - 2 において用いられている変調方式と同じ変調方式で変調し、変調後のデータを重み付け部 3 9 に出力する。

40

【 0 0 5 0 】

重み付け部 3 9 は、変調部 3 8 - 1 乃至 3 8 - 2 N から供給された各ブランチのデータに、演算部 4 6 により求められた送信ウエイトを乗算することによって重み付けを行い、重み付け後の各ブランチの信号を送信部 4 0 - 1 乃至 4 0 - 2 N に出力する。

【 0 0 5 1 】

送信部 4 0 - 1 乃至 4 0 - 2 N は、重み付け部 3 9 から供給されたデータに対してD/A変換などの処理を施し、得られた信号をRF変換部 4 1 - 1 乃至 4 1 - 2 N に出力する。

50

【 0 0 5 2 】

RF変換部 4 1 - 1 乃至 4 1 - 2 N は、各ブランチの信号をRF信号に変換し、送信アンテナ 4 2 - 1 乃至 4 2 - 2 N から送信する。

【 0 0 5 3 】

IF変換部 4 4 - 1 乃至 4 4 - 2 N は、例えば受信局 3 - 1 , 3 - 2 からの電波が受信されることに応じて受信アンテナ 4 3 - 1 乃至 4 3 - 2 N から供給されたRF信号をIF信号に変換する。この例においては、受信局 3 - 1 , 3 - 2 も、N×N MIMO伝送によってアップリンク方向にデータを伝送する機能を有している。変換処理によって得られたIF信号に対しては、IF変換部 3 2 - 1 乃至 3 2 - 2 N により得られたIF信号と同様にA/D変換などの処理が適宜施され、得られたデータが通信路推定部 4 5 に出力される。

10

【 0 0 5 4 】

通信路推定部 4 5 は、IF変換部 4 4 - 1 乃至 4 4 - 2 N から供給されたデータに基づいてパイロット信号を検出し、中継局 2 と受信局 3 - 1 間、中継局 2 と受信局 3 - 2 間のそれぞれのチャネル状態を推定する。通信路推定部 4 5 は、中継局 2 と受信局 3 - 1 間のチャネル状態と、中継局 2 と受信局 3 - 2 間のチャネル状態を表す情報を演算部 4 6 に出力する。

【 0 0 5 5 】

演算部 4 6 は、通信路推定部 4 5 により推定されたチャネル状態に基づいて、マルチユーザMIMO伝送によってデータを送信するための送信ウエイトの演算を行う。演算部 4 6 は、演算により求められた送信ウエイトを重み付け部 3 9 に出力する。

20

【 0 0 5 6 】

例えば、演算部 4 6 は、中継局 2 と受信局 3 - 1 間および受信局 3 - 2 間のチャネル状態に基づいて、マルチユーザMIMO伝送により、送信局 1 - 1 からのデータが、受信局 3 - 1 のみで受信され、受信局 3 - 2 では受信されないように、受信局 3 - 1 に伝送するデータに乘算する重みを計算する。一方、演算部 4 6 は、送信局 1 - 2 からのデータが、受信局 3 - 2 のみで受信され、受信局 3 - 1 では受信されないように、受信局 3 - 2 に伝送するデータに乘算する重みを計算する。結果として、中継局からの送信信号は、それぞれの受信局へのデータが互いに影響を受けないように伝送することが可能となる。結果として所望信号のSNR (信号対雑音電力比) を増大させることが可能になる。

【 0 0 5 7 】

30

図 4 は、受信局 3 - 1 の構成例を示すブロック図である。受信局 3 - 2 も、図 4 に示す受信局 3 - 1 の構成と同様の構成を有している。

【 0 0 5 8 】

IF変換部 6 2 - 1 乃至 6 2 - N は、中継局 2 からの電波が受信されることに応じて受信アンテナ 6 1 - 1 乃至 6 1 - N から供給されたRF信号をIF信号に変換する。変換処理によって得られたIF信号に対しては、適宜、A/D変換などの処理が施され、得られたデータが重み付け部 6 5 に出力される。IF変換部 6 2 - 1 乃至 6 2 - N により得られたデータは通信路推定部 6 3 にも供給される。

【 0 0 5 9 】

通信路推定部 6 3 は、IF変換部 6 2 - 1 乃至 6 2 - N から供給されたデータに基づいてパイロット信号を検出し、中継局 2 と受信局 3 - 1 間のチャネル状態を推定する。通信路推定部 6 3 は、中継局 2 と受信局 3 - 1 間のチャネル状態を表す情報を演算部 6 4 に出力する。

40

【 0 0 6 0 】

演算部 6 4 は、通信路推定部 6 3 により推定されたチャネル状態に基づいて、マルチユーザMIMO伝送によって中継局 2 から伝送されたデータを受信するための受信ウエイトの演算を行う。演算部 6 4 は、演算により求めた受信ウエイトを重み付け部 6 5 に出力する。

【 0 0 6 1 】

重み付け部 6 5 は、IF変換部 6 2 - 1 乃至 6 2 - N から供給された各ブランチのデータに、演算部 6 4 により求められた受信ウエイトを乘算することによって重み付けを行い、

50

重み付け後の各ブランチのデータを復調部 66 - 1 乃至 66 - N に出力する。

【0062】

復調部 66 - 1 乃至 66 - N は、重み付け部 65 から供給されたデータに対して、中継局 2 において用いられている変調方式に対応した方式の復調処理を施す。復調部 66 - 1 乃至 66 - N は、復調処理によって得られたデータを P/S 変換部 67 に出力する。

【0063】

P/S 変換部 67 は、復調部 66 - 1 乃至 66 - N から供給されたパラレルのデータをシリアルなデータに変換して合成し、合成後のデータをデインターリーブ 68 に出力する。

【0064】

デインターリーブ 68 は、P/S 変換部 67 から供給されたデータのデインターリーブを行い、デインターリーブ後のデータを復号部 69 に出力する。

10

【0065】

復号部 69 は、デインターリーブ 68 から供給されたデータを、送信局 1 - 1 において用いられている符号化方式に対応した方式で復号し、得られたデータからなるデータ系列を出力する。

【0066】

< 中継局 2 の動作 >

ここで、図 5 のフローチャートを参照して、中継局 2 の処理について説明する。

【0067】

ステップ S 1 において、IF 変換部 32 - 1 乃至 32 - 2 N は、それぞれ、受信アンテナ 31 - 1 乃至 31 - 2 N から供給された RF 信号を IF 信号に変換し、A/D 変換、FFT などの処理を施すことによって、隣接する各セルの送信局である送信局 1 - 1, 1 - 2 からのデータを受信する。

20

【0068】

ステップ S 2 において、通信路推定部 33 は、IF 変換部 32 - 1 乃至 32 - 2 N により受信されたデータからパイロット信号を検出し、検出したパイロット信号に基づいて、送信局 1 - 1 と中継局 2 間、送信局 1 - 2 と中継局 2 間のそれぞれのチャネル状態を推定する。

【0069】

ステップ S 3 において、演算部 34 は、送信局 1 - 1 と中継局 2 間、送信局 1 - 2 と中継局 2 間のそれぞれのチャネル状態に基づいて演算を行い、送信局 1 - 1 からのデータと送信局 1 - 2 からのデータを分離して受信するための受信ウエイトを決定する。

30

【0070】

ステップ S 4 において、送信局 1 - 1 から送信されたデータと送信局 1 - 2 から送信されたデータの受信が開始される。すなわち、受信アンテナ 31 - 1 乃至 31 - 2 N から供給された RF 信号が IF 変換部 32 - 1 乃至 32 - 2 N において IF 信号に変換され、IF 信号に対して、A/D 変換、FFT などの処理が施される。各処理が施されることによって得られた各ブランチのデータに対して、演算部 34 により求められた受信ウエイトを用いた重み付けが重み付け部 35 において行われる。重み付け後の各ブランチのデータに対して復調部 36 - 1 乃至 36 - 2 N において復調処理が施されることによって、送信局 1 - 1 から送信されたデータと送信局 1 - 2 から送信されたデータが受信され、蓄積部 37 - 1 乃至 37 - 2 N に記憶される。

40

【0071】

ステップ S 5 において、IF 変換部 44 - 1 乃至 44 - 2 N は、受信アンテナ 43 - 1 乃至 43 - 2 N から供給された RF 信号を IF 信号に変換し、A/D 変換、FFT などの処理を施すことによって、隣接する各セルの受信局である受信局 3 - 1, 3 - 2 からの信号を受信する。IF 変換部 44 - 1 乃至 44 - 2 N は、受信した信号を通信路推定部 45 に出力する。

【0072】

ステップ S 6 において、通信路推定部 45 は、IF 変換部 44 - 1 乃至 44 - 2 N により受信されたデータからパイロット信号を検出し、検出したパイロット信号に基づいて、中

50

継局 2 と受信局 3 - 1 間、中継局 2 と受信局 3 - 2 間のそれぞれのチャネル状態を推定する。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 7 において、演算部 4 6 は、中継局 2 と受信局 3 - 1 間、中継局 2 と受信局 3 - 2 間のそれぞれのチャネル状態に基づいて演算を行い、送信局 1 - 1 からのデータと送信局 1 - 2 からのデータを送信するための送信ウエイトを決定する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 8 において、受信局 3 - 1 と受信局 3 - 2 に対するデータの送信が開始される。すなわち、蓄積部 3 7 - 1 乃至 3 7 - 2 N に記憶された各ブランチのデータに対して、変調部 3 8 - 1 乃至 3 8 - 2 N において変調が施され、変調後のデータに対して、演算部 4 6 により求められた送信ウエイトを用いた重み付けが重み付け部 3 9 において行われる。重み付け後の各ブランチのデータに対して、適宜、IFFT、D/A変換などの処理が送信部 4 0 - 1 乃至 4 0 - 2 N において施される。各処理が施されることによって得られた信号が、RF変換部 4 1 - 1 乃至 4 1 - 2 N においてRF信号に変換され、送信アンテナ 4 2 - 1 乃至 4 2 - 2 N から送信される。データの送信が終了した後、処理は終了される。

10

【 0 0 7 5 】

以上の処理により、信号電力を中継局 2 において増幅させることができ、受信局 3 - 1 , 3 - 2 におけるチャネル容量を増大させることが可能になる。また、送信局 1 - 1 , 1 - 2 からのデータを中継局 2 において一度分離し、その後マルチユーザMIMO伝送を用いて伝送するによって、単に信号電力を増幅させて再送する場合と較べて、隣接セルからの干渉を抑えることが可能になる。

20

【 0 0 7 6 】

さらに、これらのことを、送信局側、受信局側の構成を大きく変更することなく実現することが可能になる。すなわち、MIMO伝送に際して送信局 1 - 1 , 1 - 2 が行う処理のうち、既存の送信局が行う処理と異なるのはデータの同期を確保する処理が追加されている点だけであり、チャネル状態を共有するなどの他の処理を送信局 1 - 1 と送信局 1 - 2 に行わせる必要がない。これにより、図 1 の通信システムを実現する際のコストを抑えることができる。

【 0 0 7 7 】

<シミュレーション結果>

30

ここで、図 1 の通信システムと同様のモデルを想定した計算機シミュレーションによる通信品質の評価について説明する。

【 0 0 7 8 】

図 6 はシミュレーションモデルを示す図である。図 6 の 2 つの六角形が隣接セルを表す。以下、左側のセルをセル 1、右側のセルをセル 2 として説明する。それぞれの六角形の中心にある黒丸が基地局（送信局）、2 つの六角形の間にある白丸が中継局を表す。端末（受信局）は、色を付して示す範囲内にランダムに配置される。

【 0 0 7 9 】

半径 R の破線の円は、基地局と、従来の中継局（単に信号を増幅して再送する中継局）との距離を表し、色を付して示す範囲内であって、破線の円上の所定の位置に従来の中継局が配置される。以下、セル端に配置した中継局は、白丸の位置に配置された中継局（本発明の中継局）のことを意味し、セル内に配置した中継局は、色を付して示す範囲内であって、破線の円上の所定の位置に配置された従来の中継局のことを意味するものとする。

40

【 0 0 8 0 】

図 6 の左側の六角形が例えば図 1 のセル C 1 に相当し、右側の六角形がセル C 2 に相当する。左側の六角形の中心にある黒丸が送信局 1 - 1 に相当し、右側の六角形の中心にある黒丸が送信局 1 - 2 に相当する。左側の六角形と右側の六角形の間にある白丸が中継局 2 に相当する。受信局 3 - 1 の位置は、図 6 の左側の六角形内部の色が付されている範囲内の位置に相当し、受信局 3 - 2 の位置は、図 6 の右側の六角形内部の色が付されている範囲内の位置に相当する。

50

【 0 0 8 1 】

シミュレーションに用いた各パラメータを図7に示す。図7に示すように、周波数帯域は2.0GHzであり、周波数帯域幅は5MHzであり、セル半径は1000mであり、中継局をセル内に配置したときの基地局 - 中継局間半径 (図6のR) は500mである。また、距離減衰 ($r[km]$) は $128.1 + 37.6 \log_{10}(r)$ dBであり、シャドウイング標準偏差は8dBであり、屋内透過減衰は20dBである。基地局のアンテナ数は2であり、セル内に配置した中継局のアンテナ数は2であり、セル端に配置した中継局のアンテナ数は4であり、端末のアンテナ数は2である。基地局の送信電力は43dBmであり、セル内に配置した中継局の送信電力は37dBmであり、セル端に配置した中継局の送信電力は40dBmであり、雑音電力密度は-169dBm/Hzである。

【 0 0 8 2 】

このようなパラメータの設定に従って、MIMO直接伝送法、MIMO通常中継伝送法、MIMO TDMA中継伝送法、マルチユーザMIMO中継伝送法 (本発明手法) の4つの伝送方法について評価を行う。

【 0 0 8 3 】

ここで、MIMO直接伝送法は、 $N \times N$ MIMO伝送を用いて基地局から端末にデータを直接伝送する方法である。中継局によってデータを中継させることは行われない。伝送方式はE-SDMとする。

【 0 0 8 4 】

また、MIMO通常中継伝送法は、各セルにおいて、セル内に配置した中継局を介して送信局から端末にデータを伝送する方法である。各ノード間、すなわち、各セルの基地局 - 中継局間、中継局 - 端末間において $N \times N$ MIMO伝送がそれぞれ行われる。基地局 - 端末間と中継局 - 端末間の伝送方式はE-SDMであり、基地局と中継局ではZFによりウエイト演算が行われるものとする。

【 0 0 8 5 】

MIMO TDMA中継伝送法は、セル1の基地局とセル2の基地局との中心に2N本のアンテナを有する中継局を配置し、その中継局を介してデータを伝送する方法である。干渉なく中継を行うことができるようにするために、送信時間スロットを3つに分けて伝送が行われる。中継局によるデータの受信は、 $2N \times 2N$ MIMO伝送を用いて、双方のセルの基地局からのデータを同時に受信するようにして行われる。また、中継局によるデータの送信は $2N \times N$ のMIMO伝送を用いて、中継局からセル1の端末に対する伝送と、中継局からセル2の端末に対する伝送とで送信時間スロットを分けて行われる。時間スロットについては図8を参照して後述する。基地局 - 端末間と中継局 - 端末間の伝送方式はE-SDMであり、ウエイト演算がZFにより行われるものとする。

【 0 0 8 6 】

マルチユーザMIMO中継伝送法は、セル1の基地局とセル2の基地局との中心に2N本のアンテナを有する中継局を配置し、その中継局を介してデータを伝送する方法である。中継局によるデータの受信は、 $2N \times 2N$ MIMO伝送を用いて、双方のセルの基地局からのデータを同時に受信するようにして行われる。また、中継局によるデータの送信は、 $2N \times (N, 2)$ のマルチユーザMIMO伝送を用いて、空間分割多重によって行われる。基地局 - 端末間の伝送方式はE-SDMであり、ウエイト演算がZFにより行われるものとする。

【 0 0 8 7 】

図8は、各方法によってデータを伝送する場合の送信時間スロットの使い方を示す図である。図8の横軸は時間を表す。横軸の上側がセル1における伝送内容を表し、横軸の下側がセル2における伝送内容を表す。BS(Base Station)は基地局、RS(Relay Station)は中継局、MS(Mobile Station)は端末をそれぞれ表す。BS,RS,MSに付されている数字は、存在するセルを表す。

【 0 0 8 8 】

MIMO直接伝送法によってデータを伝送する場合の送信時間スロットの使い方を1段目に示す。この場合、1スロット分の所定の時間全体を使って、セル1においてはBS1からMS1に対してデータの伝送が行われ、セル2においてはBS2からMS2に対してデータの伝送が行

10

20

30

40

50

われる。

【 0 0 8 9 】

MIMO通常中継伝送法によってデータを伝送する場合の送信時間スロットの使い方を2段目に示す。この場合、1スロット分の所定の時間全体を二分割し、1スロット目に、セル1においてはBS1からRS1とMS1に対してデータの伝送が行われ、セル2においてはBS2からRS2とMS2に対してデータの伝送が行われる。また、2スロット目に、セル1においてはRS1からMS1に対してデータの伝送が行われ、セル2においてはRS2からMS2に対してデータの伝送が行われる。

【 0 0 9 0 】

MIMO TDMA中継伝送法によってデータを伝送する場合の送信時間スロットの使い方を3段目に示す。この場合、1スロット分の所定の時間全体を三分割し、1スロット目に、セル1においてはBS1からRSとMS1に対してデータの伝送が行われ、セル2においてはBS2からRSとMS2に対してデータの伝送が行われる。また、2スロット目に、セル1において、RSからMS1に対してデータの伝送が行われ、3スロット目に、セル2において、RSからMS2に対してデータの伝送が行われる。一方のセルにおいて行われる中継局 - 端末間の伝送が、他方のセルにおいて行われる中継局 - 端末間の伝送に干渉を与えてしまうことを防ぐことができるが、伝送に時間がかかってしまう。

【 0 0 9 1 】

マルチユーザMIMO中継伝送法によってデータを伝送する場合の送信時間スロットの使い方を4段目に示す。この場合、1スロット分の所定の時間全体を二分割し、1スロット目に、セル1においてはBS1からRSとMS1に対してデータの伝送が行われ、セル2においてはBS2からRSとMS2に対してデータの伝送が行われる。また、2スロット目に、マルチユーザMIMO伝送によって、セル1においてはRSからMS1に対してデータの伝送が行われ、セル2においてはRSからMS2に対してデータの伝送が行われる。

【 0 0 9 2 】

図9は、各方法でのデータ伝送をシミュレーションした場合のCDF(Cumulative Distribution Function)特性を示す図である。図9の縦軸はCDFを表し、横軸はチャネル容量を表す。実線の曲線で示されるように、マルチユーザMIMO中継伝送法によれば、0~4bit/Hz付近の、伝送容量の低い領域においてチャネル容量の増加率が高く、最も良い伝送特性を得ることができる。

【 0 0 9 3 】

図10は、CDF5%時のデータ伝送をシミュレーションした場合のチャネル容量を示す図である。CDF5%時のチャネル容量は、IMT-advancedなどの規格においてセル端のチャネル容量として定義されている。図10に示すように、CDF5%時のチャネル容量についても、マルチユーザMIMO中継伝送法によれば最も良い伝送特性を得ることができる。例えば、CDF5%時のマルチユーザMIMO中継伝送法のチャネル容量は、MIMO TDMA中継伝送法のチャネル容量の5倍近くになる。

【 0 0 9 4 】

< 変形例 >

以上においては、基地局から端末方向のダウンリンクのデータ伝送について説明したが、端末から基地局方向のアップリンクのデータ伝送にも、上述したマルチユーザMIMO中継伝送法を用いることが可能である。

【 0 0 9 5 】

この場合、図1の送信局1-1, 1-2には、図2の構成の他に、図4の構成が含まれる。また、受信局3-1, 3-2には、図4の構成の他に、図2の構成が含まれる。アップリンクのデータ伝送においては、送信局1-1, 1-2は受信局として機能し、受信局3-1, 3-2は送信局として機能することになる。なお、送信アンテナと受信アンテナは共有することが可能である。受信局3-1と受信局3-2の間では、データの伝送タイミングの同期が確保される。

【 0 0 9 6 】

10

20

30

40

50

図 1 1 は、マルチユーザMIMO中継伝送法によってアップリンクのデータ伝送を行う場合の通信システムの例を示す図である。

【 0 0 9 7 】

セル C 1 に存在し、N本の送信アンテナを有する受信局 3 - 1 と、N本の受信アンテナを有する送信局 1 - 1 との間では、矢印 # 1 で示すようにN×N MIMO伝送が行われる。同様に、セル C 2 に存在し、N本の送信アンテナを有する受信局 3 - 2 と、N本の受信アンテナを有する送信局 1 - 2 の間では、矢印 # 2 で示すようにN×N MIMO伝送が行われる。

【 0 0 9 8 】

中継局 2 は、2N本の受信アンテナを使って、受信局 3 - 1 と受信局 3 - 2 の双方の受信局が送信する電波を受信し、受信局 3 - 1 が伝送するデータと受信局 3 - 2 が伝送するデータを取得する。同期を確保してデータ伝送を行う受信局 3 - 1 と受信局 3 - 2 を一つの局と考え、受信局 - 中継局間では、矢印 # 2 1 , # 2 2 で示すように2N×2N MIMO伝送が行われていることになる。

【 0 0 9 9 】

また、中継局 2 は、矢印 # 1 1 , # 1 2 で示すように2N×(N,2)のマルチユーザMIMO伝送によって、受信局 3 - 1 から伝送されてきたデータを送信局 1 - 1 に送信し、受信局 3 - 2 から伝送されてきたデータを送信局 1 - 2 に送信する。

【 0 1 0 0 】

送信局 1 - 1 , 1 - 2 は、それぞれ、マルチユーザMIMO伝送によって中継局 2 から伝送されてきたデータを受信する。受信局 3 - 1 から伝送されたデータは、中継局 2 を中継して送信局 1 - 1 により受信され、受信局 3 - 2 から伝送されたデータは、中継局 2 を中継して送信局 1 - 2 により受信される。

【 0 1 0 1 】

以上のように、マルチユーザMIMO中継伝送法は、アップリンク、ダウンリンクの双方のデータ伝送に適用することが可能である。マルチユーザMIMO中継伝送法を用いることによって、アップリンクのデータ伝送も効率的に行うことが可能になる。

【 0 1 0 2 】

また、以上においては、隣接するセルの数が2である場合について説明したが、3以上のセルの送信局からの信号を中継局において受信し、中継局から、それぞれのセル内に存在する受信局に対してマルチユーザMIMOによって信号を伝送するようにしてもよい。

【 0 1 0 3 】

本発明の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 4 】

1 - 1 , 1 - 2 送信局 , 2 中継局 , 3 - 1 , 3 - 2 受信局 , 3 1 - 1 乃至 3 1 - 2 N 受信アンテナ , 3 2 - 1 乃至 3 2 - 2 N IF変換部 , 3 3 通信路推定部 , 3 4 演算部 , 3 5 重み付け部 , 3 6 - 1 乃至 3 6 - 2 N 復調部 , 3 7 - 1 乃至 3 7 - 2 N 蓄積部 , 3 8 - 1 乃至 3 8 - 2 N 変調部 , 3 9 重み付け部 , 4 0 - 1 乃至 4 0 - 2 N 送信部 , 4 1 - 1 乃至 4 1 - 2 N RF変換部 , 4 2 - 1 乃至 4 2 - 2 N 送信アンテナ , 4 3 - 1 乃至 4 3 - 2 N 受信アンテナ , 4 4 - 1 乃至 4 4 - 2 N IF変換部 , 4 5 通信路推定部 , 4 6 演算部

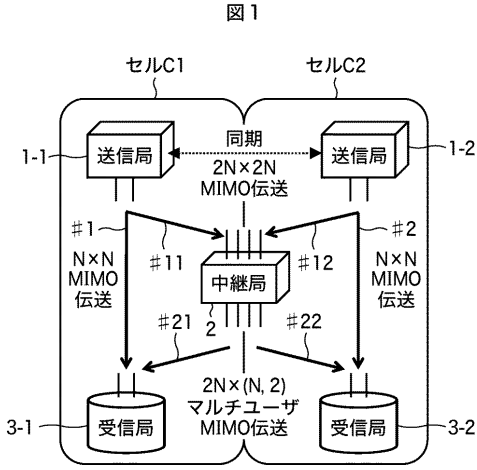
10

20

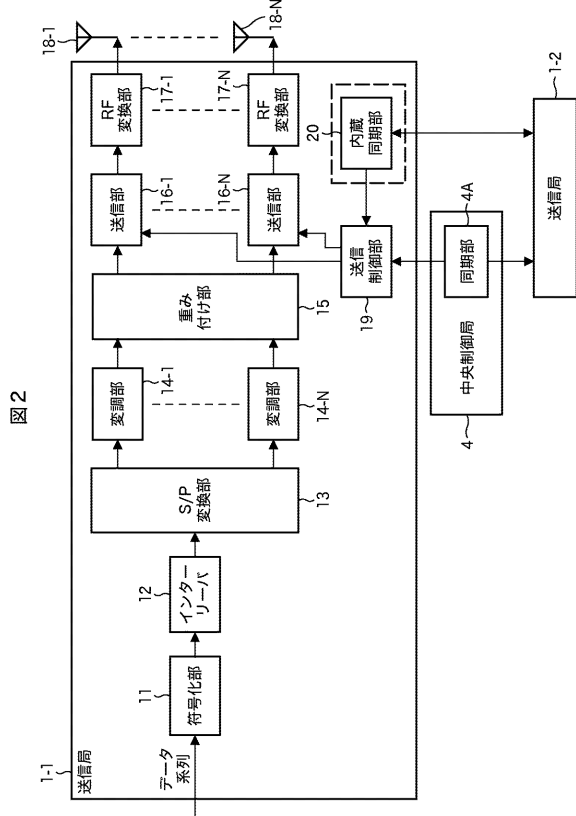
30

40

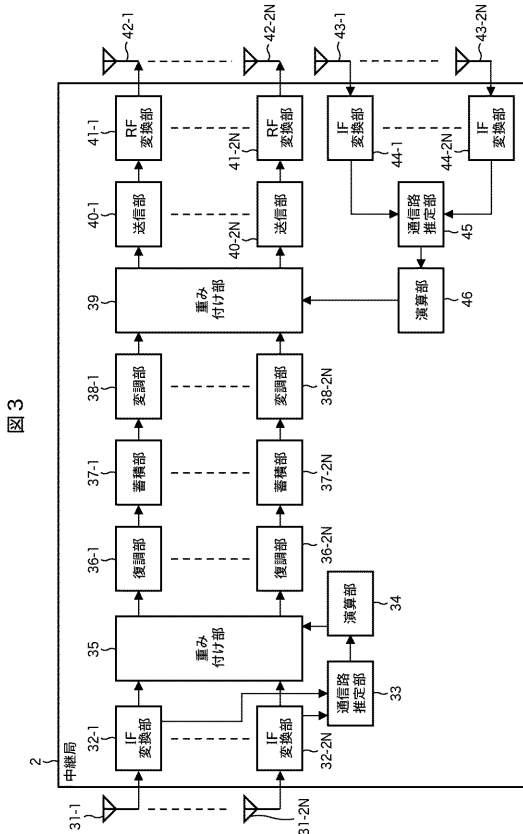
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

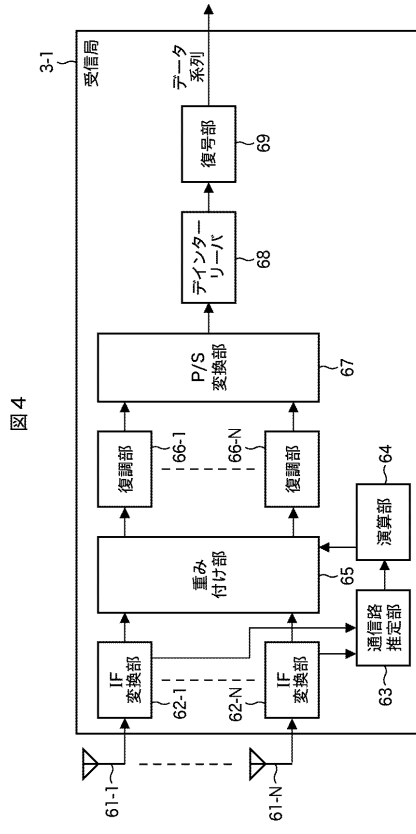
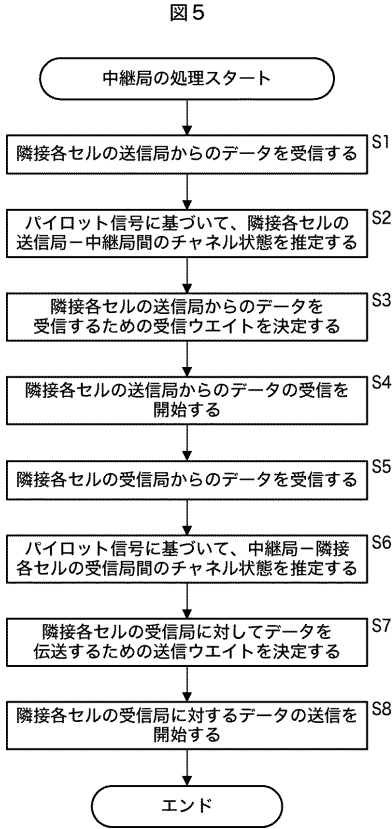


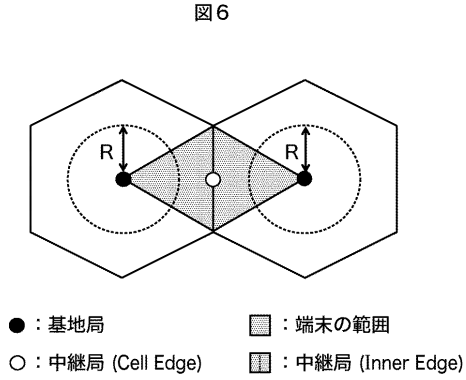
図 3

図 4

【 図 5 】



【 図 6 】

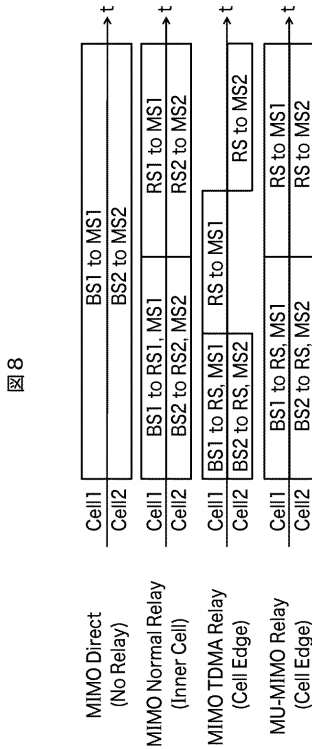


【 図 7 】

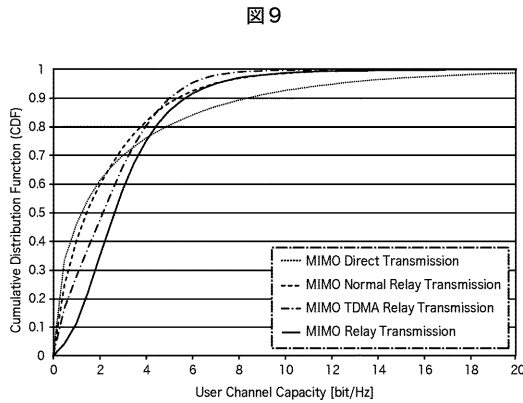
図7

周波数帯域	2.0[GHz]
周波数帯域幅	5[MHz]
セル半径	1000[m]
基地局-中継局間半径 (セル内配置時)	500[m]
距離減衰 (r[km])	128.1+37.6log10(r)[dB]
シャドウイング標準偏差	8[dB]
屋内透過減衰	20[dB]
基地局アンテナ数	2
中継局アンテナ数 (セル内配置時)	2
中継局アンテナ数 (セル端配置時)	4
端末アンテナ数	2
基地局送信電力	43[dBm]
中継局送信電力 (セル内配置時)	37[dBm]
中継局送信電力 (セル端配置時)	40[dBm]
雑音電力密度	-169[dBm/Hz]

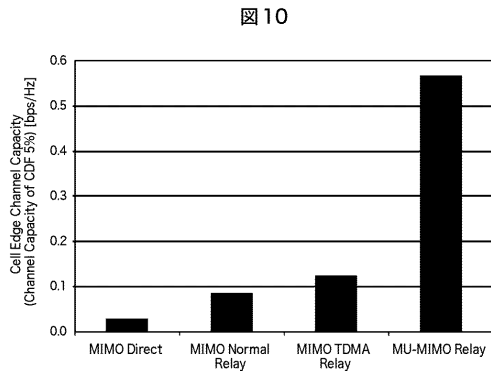
【 図 8 】



【 図 9 】

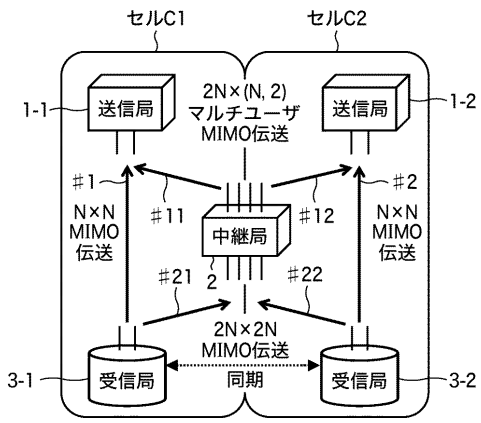


【 図 10 】



【 図 1 1 】

図 11



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K067 AA03 AA11 BB21 DD25 DD43 EE02 EE06 EE10 EE23 KK02
KK03
5K159 BB01 CC02 CC03 EE02 FF02