

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4528236号
(P4528236)

(45) 発行日 平成22年8月18日 (2010. 8. 18)

(24) 登録日 平成22年6月11日 (2010. 6. 11)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4B	7/10	(2006.01)	HO4B	7/10	A
HO4J	14/00	(2006.01)	HO4B	9/00	E
HO4J	14/02	(2006.01)	HO4B	7/06	
HO4B	7/06	(2006.01)			

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2005-283795 (P2005-283795)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成17年9月29日 (2005. 9. 29)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2007-96775 (P2007-96775A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成19年4月12日 (2007. 4. 12)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成19年12月3日 (2007. 12. 3)		ポレール特許業務法人
(出願人による申告) 平成16年度、独立行政法人情報通信研究機構「移動通信システムにおける高度無線信号処理技術の研究開発」委託研究、産業再生法第30条の適用を受ける特許出願		(72) 発明者	桑原 幹夫 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
		(72) 発明者	平良 正憲 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部内
		審査官	石田 昌敏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線基地局装置および通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

センタ局と、複数のアンテナ素子を有するアレイアンテナを備えたりモート局とからなり、上記センタ局とリモート局が光ファイバで結合された無線基地局装置であって、

上記センタ局が、

送信パケットのビット情報をベースバンドの変調信号に変換する変調部と、

上記変調部から出力されたベースバンドの変調信号を光信号に変換して上記光ファイバに送出する第1インタフェース部とを有し、

上記リモート局が、

上記光ファイバから受信した光信号を電気信号に変換して出力する第2インタフェース部と、

上記第2インタフェースから電気信号として受信したベースバンドの変調信号を上記アレイアンテナのアンテナ素子と対応する複数列の送信信号に変換し、各送信信号列にプローブ信号を付加して出力する信号処理部と、

上記信号処理部から出力された各送信信号列を無線周波数帯の送信信号に変換して、上記アレイアンテナのアンテナ素子に供給するRF部と、

上記アレイアンテナの各アンテナ素子に供給された送信信号列からプローブ信号を抽出し、該プローブ信号に基づいて送信信号列間に発生した偏差を検出する偏差検出部とを有し、

上記センタ局の変調部が、上記ベースバンドの変調信号と並列的に、パケット周期より

10

20

も長い更新周期で生成されたアレイ重み情報を出し、

上記第1インタフェース部が、上記ベースバンドの変調信号と上記アレイ重み情報とを時間多重して上記光信号に変換し、

上記第2インタフェース部が、上記光ファイバから受信した光信号を電気信号に変換し、ベースバンド信号とアレイ重み情報とに分離して出力し、

上記リモート局の信号処理部が、上記第2インタフェース部から受信したアレイ重み情報をメモリに記憶しておき、上記メモリから送信パケット毎に特定のアレイ重み情報を読み出し、上記複数列の送信信号を上記特定のアレイ重み情報に従って重み付けし、上記偏差検出部で検出された偏差に基づいて適正化した状態で、上記RF部に出力することを特徴とする無線基地局装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載の無線基地局装置であって、

前記リモート局が、前記メモリに記憶された重み情報を前記偏差検出部で検出された偏差に基づいて適正化する重み校正部を有し、

前記信号処理部が、前記複数列の送信信号を上記重み校正部で適正化されたアレイ重み情報に従って重み付けすることを特徴とする無線基地局装置。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の無線基地局装置において、

前記リモート局の信号処理部が、時間多重、コード多重、または周波数多重によって、前記アンテナ素子と対応する各送信信号にプローブ信号を付加することを特徴とする無線基地局装置。

20

【請求項4】

請求項1に記載の無線基地局装置であって、

前記センタ局の変調部が、送信パケットのビット情報を周波数チャンネルの異なる直交周波数分割多重(OFDM)用の複数列の送信信号に変換し、前記アレイ重み情報を上記周波数チャンネル毎に生成して、上記複数列の送信信号と並列的に出力し、

前記第1インタフェース部が、上記複数列の送信信号とアレイ重み情報とを時間多重した光信号を前記光ファイバに送出し、

前記第2インタフェース部が、上記光ファイバから受信した光信号を電気信号に変換し、周波数チャンネル別の複数列の送信信号とアレイ重み情報に分離して出力し、

30

前記リモート局が、前記メモリに記憶された重み情報を前記偏差検出部で検出された偏差に基づいて適正化する重み校正部を有し、

前記信号処理部が、上記周波数チャンネル別の複数列の送信信号に上記重み校正部で適正化されたアレイ重み情報を適用して重み付けした後、前記アンテナ素子と対応する複数列の送信信号に変換することを特徴とする無線基地局装置。

【請求項5】

請求項4に記載の無線基地局装置であって、

前記リモート局の信号処理部が、

前記周波数チャンネル別の複数列の送信信号を前記適正化されたアレイ重み情報で重み付けし、周波数領域信号成分と時間領域信号成分とからなる2次元の送信信号に変換した後、各送信信号にプローブ信号を付加して出力するアレイ処理部と、

40

上記アレイ処理部から出力された周波数領域の信号成分を逆フーリエ変換によって時間領域の信号成分に変換し、前記アンテナ素子と対応した複数列の送信信号に変換するOFDM終端部とからなることを特徴とする無線基地局装置。

【請求項6】

複数のアンテナ素子を有するアレイアンテナを備えたりリモート局と、該リモート局に光ファイバで結合されたセンタ局とからなる無線基地局装置における通信方法であって、

上記センタ局が、

送信パケットのビット情報をベースバンドの変調信号に変換し、該ベースバンドの変調信号と、パケット周期よりも長い更新周期で生成されたアレイ重み情報とを時間多重し、

50

光信号に変換して上記光ファイバに送出し、

上記リモート局が、

上記光ファイバから受信した光信号を電気信号に変換した後、ベースバンド信号とアレイ重み情報に分離し、上記アレイ重み情報はメモリに記憶し、上記ベースバンド信号は、上記アレイアンテナのアンテナ素子と対応する複数列の送信信号に変換し、各送信信号を上記メモリからパケット対応に読み出されたアレイ重み情報で重み付けし、各送信信号列にプローブ信号を付加した後、無線周波数帯の送信信号に変換して上記各アンテナ素子に供給し、

上記アレイアンテナの各アンテナ素子に供給された送信信号から送信信号列間に発生した偏差を検出し、上記偏差に基づいて、上記重み付けされた各送信信号、または上記メモリに記憶された重み付け情報を校正することを特徴とする通信方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線基地局装置および通信方法に関し、更に詳しくは、センタ局とリモート局に分割した無線基地局装置、およびセンタ局とリモート局との間の通信方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムは、第4世代への転換が求められる中で、データレート的高速化と通信エリアの遍在化が進み、比較的送信出力の小さい小型の基地局装置を多数配置したシステム構成へのニーズが高まると考えられる。また、無線基地局は、その大きさによって設置可能な場所が限定されるため、ROF (Radio On Fiber) と呼ばれる技術が重要視されている。

20

【0003】

ROFは、基地局をセンタ局とリモート局とに分割し、これらの局間を光ファイバ伝送路で結合するものである。ROFによれば、アンテナに直結されるリモート局の機能を簡素化することによって、設置位置が重要となるリモート局装置を小型化できるため、基地局の設置場所の問題を緩和することが可能となる。リモート局の回路規模を低減するために、例えば、ベースバンド部の全てとRF部の一部をセンタ局側に集約し、リモート局には、O/EおよびE/O変換部と信号増幅部だけを備える装置構成が知られている。

30

【0004】

無線通信システムにおけるもう1つの技術トレンドとして、複数のアンテナ素子を備えたアレイアンテナ (スマートアンテナ) が注目されている。アレイアンテナでは、複数のアンテナ素子で送受信される信号に重み演算を施すことによって、基地局における無線信号の送受信方向を空間的に限定できる。また、重み合成によってアレイ利得を得ること、あるいは不要な干渉信号を低減できることが知られている。

【0005】

上述したROFとスマートアンテナとを組み合わせた公知例として、例えば、特開2001-94332号公報 (特許文献1) には、アレイアンテナのアンテナ素子に対応する複数のRF信号を時間多重することによって、複数のRF信号を1つの信号に合成して光ファイバに通す技術が開示されている。特許文献1では、波長多重技術で複数の信号を並列送信する際に光ファイバ内で発生する信号偏差 (伝送時間差) の解消を解決課題としている。

40

【0006】

波長多重技術で複数の信号を並列伝送する場合、波長によって光ファイバー内の信号伝播経路が異なるため、僅かではあるが、信号伝播時間に偏差が発生する。センタ局が、各アンテナ素子の送信信号をRF信号 (無線周波数信号) として光ファイバに出力した場合、信号伝播時間における僅かな偏差が、無視できない大きな位相回転の原因となる。このため、例えば、センタ局側でアレイ重みを決定し、アンテナ毎に重み付けされた送信信号

50

を出力しても、光ファイバで発生した位相回転が影響して、リモート局側で所望のビームパターンを形成できないという問題がある。特許文献1では、アレイアンテナに供給される複数の信号を時間多重し、1つの信号として光ファイバに出力することによって、上述した偏差が原理的に発生しないように工夫している。

【0007】

また、特開2001-267990号公報(特許文献2)には、センタ局からリモート局に、アレイアンテナに供給すべき複数の信号を波長多重で同時伝送する際に、センタ局が各送信信号に挿入したプローブ信号を利用して、リモート局側が、波長によって異なる信号伝播時間の偏差を測定し、測定結果をセンタ局にフィードバックすることによって、上記偏差を校正する技術が開示されている。

10

【0008】

図8を参照して、これらの従来技術をより詳細に説明する。

センタ局5は、送信データを生成するデータ生成部501と、信号処理部502と、RF部503と、センタ局側光インタフェース部504とからなる。

データ生成部501で生成されたデータは、信号処理部502に入力され、アレイアンテナに供給すべき複数列の送信信号に変換される。信号処理部502は、入力信号に対して、ベースバンド変調、空間方向の変調(アレイ処理)、プローブ信号加算の3つの処理を実行する。

【0009】

ベースバンド変調としては、例えば、畳み込みやLDPC等の符号化、インタリーブやリペティション等のフェージング対策、QPSKや16QAMといった変調を実行する。アレイ処理では、アンテナ素子毎の送信重みを決定し、ベースバンド変調後の送信信号に対して、重み付け処理を実行する。また、プローブ信号加算では、送信信号とは区別可能なプローブ信号を生成して、アレイ処理後の各送信信号にプローブ信号を加算する。

20

【0010】

信号処理部502からは、送信に適用されるアレイアンテナ素子数と対応した複数列の送信信号が出力される。図8では、1例として、信号処理部502から4本の送信信号が出力されている。信号処理部502から出力された送信信号は、RF部503に入力され、デジタル-アナログ変換と、無線周波数変換を行った後、センタ局側光インタフェース部504に入力される。光インタフェース部504では、RF部503から入力された複数の電気信号を光信号に変換し、波長多重光信号として光ファイバに出力する。

30

光ファイバで伝送される光信号は、波長によって伝播特性に違いがある。そのため、光ファイバーの出力端では、アレイアンテナに供給される複数の送信信号間で位相や振幅に偏差が生じている。

【0011】

リモート局6は、リモート局側光インタフェース部505と、電力増幅器506と、信号識別部507と、アレイアンテナ508と、プローブ検出手段509とからなる。

リモート局側光インタフェース部505は、光ファイバからの入力された複数の送信信号に対して、センタ局側光インタフェース部504とは対照的な処理を実行し、波長多重光信号を複数列のアナログRF信号に変換する。具体的には、まず、波長分割処理によって、光ファイバから入力された波長多重信号を波長別に分離し、次に、光-電気変換によって、各波長の光信号を電気信号に変換して出力する。

40

【0012】

リモート局側光インタフェース部505から並列的に出力された複数の信号は、複数のアンプからなる電力増幅回路506によってそれぞれ増幅される。このとき、各アンプの特性や温度差によって、増幅信号の位相や振幅に偏差が発生する可能性がある。電力増幅回路506から並列出力された送信信号は、信号識別部507に入力され、各送信信号からプローブ信号が検出される。

【0013】

信号識別部507を通過した送信信号は、アレイアンテナ508を介して無線信号とし

50

て送信される。また、信号検出部 507 で各送信信号から検出されたプローブ信号は、プローブ検出部 509 に供給される。プローブ信号は、送信信号と共に、偏差を発生する光ファイバおよび電力増幅部を經由しており、送信信号と同じ偏差を伴ってプローブ検出部 509 に入力されている。従って、プローブ検出部 509 で、これらのプローブ信号の位相や振幅の偏差を測定することにより、偏差校正に必要な制御パラメータを求めることができる。

【0014】

プローブ検出部 509 で求めた制御パラメータは、図 8 に破線で示すように、リモート局側光インタフェース部 505 と、センタ局側光インタフェース部 504 を介して、センタ局 5 の信号処理部 502 に戻される。信号処理部 502 は、これらの制御パラメータに基づいて、各送信信号に乗算すべき校正用係数と遅延時間の補正量を計算し、送信信号が受けた上記偏差の影響をキャンセルするための信号処理を行う。

10

【0015】

【特許文献 1】特開 2001 - 94332 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 267990 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

通常、無線基地局は、複数の周波数チャネルを使用している。従って、無線基地局にアレイアンテナを採用すると、センタ局とリモート局との間では、相当数の信号伝送が必要となる。すなわち、センタ局とリモート局との間に敷設する光ファイバの回線数が増加し、基地局をセンタ局とリモート局に分割したことによるコストメリットが薄れてしまう。

20

【0017】

上述した従来技術では、センタ局からリモート局に送信される複数の送信信号に生ずる偏差の発生箇所を限定的にして、その部分に閉じた形で偏差を校正するシステム構成にはなっていない。具体的に言うと、従来構成の基地局では、図 8 に破線で示したように、偏差の校正系が、センタ局とリモート局の両方に跨っており、リモート局側で生成した制御パラメータをセンタ局側に通知するための仕組みが必要となっている。

【0018】

無線通信分野では、将来的には、直交周波数分割多重 (OFDM) を使った広帯域伝送が注目されている。OFDM を使ったシステムでは、広帯域ゆえに、各無線信号の周波数特性が不均一になり、周波数チャネル毎に発生する偏差を校正するための手段が重要となる。

30

【0019】

本発明の目的は、センタ局とリモート局とからなり、リモート局にアレイアンテナを採用した無線基地局において、センタ局とリモート局とを結合する光ファイバ区間の伝送容量を従来装置に比べて低減することにある。

本発明の他の目的は、上記構成の無線基地局において、複数の伝送信号間に発生する位相や振幅の偏差を校正するための校正系を局所化し、検査や調整などの保守作業を容易にすることにある。

40

本発明の更に他の目的は、センタ局とリモート局とからなり、広帯域通信にも適した無線基地局を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上述した従来装置の問題は、センタ局でアンテナ素子毎の RF 信号を作成し、これを光ファイバでリモート局に伝送していることに由来する。

そこで、本発明の無線基地局は、センタ局 (センタユニット) が、送信信号をベースバンド信号の状態で、光ファイバを通してリモート局に伝送することを特徴とする。また、本発明の無線基地局は、光ファイバに、アレイ処理を行う前の段階の送信信号とアレイ重み情報とを時間多重して送出することによって、光ファイバ区間でのアンテナ素子間の信

50

号偏差の発生を回避することを特徴とする。本発明の構成によれば、アンテナ素子間の信号偏差の校正系は、リモート局内に局所化されるため、図8に破線で示したような、偏差をなくすための制御信号をリモート局からセンタ局にフィードバックする必要がなくなり、回路構成を簡単化できる。

【0021】

他方、本発明の無線基地局において、リモート局（リモートユニット）は、センタ局から受信したベースバンド信号をアレイ重みに従って空間変調し、アンテナ素子毎の複数の送信信号に変換した後、RF信号に変換してアレイアンテナから送信することを特徴とする。また、リモート局は、各送信信号へのプローブ信号の加算、アレイアンテナの入力端でのプローブ信号の検出および信号偏差の測定、測定結果に基づく送信信号の校正処理を
10

【0022】

センタ局からリモート局に直交周波数分割多重（OFDM）信号を伝送する無線基地局の場合、アンテナ素子間で発生する信号偏差そのものが周波数特性を持つため、アンテナ素子に供給される送信信号の校正（アレイ重みの校正）は、全キャリアで一律に行うよりも、適当な周波数毎に実施することが望ましい。

本発明の無線基地局は、OFDM信号を送信する場合、センタ局で生成したOFDM信号を光ファイバでリモート局に送信し、リモート局側でアレイ信号処理とIFFT処理を行うことを特徴とする。リモート局は、OFDMで必要となるIFFTを実行する前にアレイ処理を行い、周波数領域においてプローブ信号を送信信号に加算する。プローブ信号の検出、偏差の測定結果に基づくアレイ重みの校正は、リモート局内に局所化して行われ
20

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、偏差の解消に必要な校正系がリモート局に局所化されているため、無線基地局の調整や保守作業が簡単になる。また、光ファイバを介してセンタ局からリモート局に送信されるデータ量が少なくなっているため、光ファイバ区間の所要帯域を大幅に削減でき、ランニングコストを低減した基地局システムを提供できる。
30

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

（実施例1）

図1は、本発明による無線基地局の第1の実施例を示す構成図である。

基地局は、光ファイバによって結合されたセンタ局1とリモート局2とからなる。ここに示した基地局は、例えば、セルラ通信に代表される移動体無線通信網用の基地局として使用される。或るサービスエリアで複数の基地局を必要とする場合、サービスエリア内に複数のリモート局2を分散配置し、これらのリモート局に結合された複数のセンタ局1を特定の場所に集中配置することができる。また、図には示していないが、複数のリモート局2を1つのセンタ局1に結合し、同一のセンタ局から各リモート局に送信信号を分配するシステム構成としてもよい。
40

【0025】

リモート局2は、例えば、建物の屋上や電柱等に設置される小型の装置であって、センタ局1から供給された送信信号を処理し、増幅した後、アンテナ（アレイアンテナ）から空中に送信する。尚、簡略化のために図1では省略されているが、実際の基地局には、移動端末から移動通信網に向かう上り回線用の回路装置が備えられている。

【0026】

一般に、上り回線の信号は、移動通信網から移動端末に向かう下り回線用の送信信号に乗算されるアレイ重みの決定にも利用される。アレイ重みの決定アルゴリズムとしては、例えば、SMI、適応制御のLMS、RLS等、多くのアルゴリズムが知られている。
50

本発明は、任意のアルゴリズムで決定されたアレイ重みが、各アンテナ素子に実際に供給された送信信号に期待通りに作用するように、送信回路系を校正する仕組みを備えたアレイアンテナ基地局用の送信系を提案するものであり、アレイ重みの決定アルゴリズムに特別な限定を与えるものではない。従って、ここでは、アレイ重みの決定方法と、それに必要な上り回線の信号に関する詳細説明は省略する。

【 0 0 2 7 】

センタ局 1 は、データ生成部 1 0 1 と、ベースバンド変調部 1 0 2 と、センタ局側伝送路インタフェース部 1 0 3 とからなる。

データ生成部 1 0 1 は、移動端末に送信されるユーザデータを出力する。移動通信網において、センタ局 1 は、各移動端末への送信データをネットワークから受信する。この場合、ネットワークから受信した送信データを一時的に蓄積するバッファが、上記データ生成部 1 0 1 に該当する。

10

【 0 0 2 8 】

データ生成部 1 0 1 は、送信タイミングに同期して、ベースバンド変調部 1 0 2 に送信データを出力する。送信タイミングは、通常、図 1 では省略されているパケットスケジューラから供給される。パケットスケジューラは、無線回線の状況やパケット送信優先度等の制御パラメータから、送信すべきパケットを決定する。

【 0 0 2 9 】

ベースバンド変調部 1 0 2 は、畳み込み符号、ターボ符号あるいは LDPC 等の伝搬路用の符号化と、リピテーションやインタリーブ等のフェージング対策と、QPSK や 16QAM 等の符号化を実行して、送信データをベースバンドの送信変調信号 (MOD Data) に変換する。また、ベースバンド変調部 1 0 2 は、アレイ重み (Array Weight) を決定して、送信変調信号 (MOD Data) と並列的に出力する。

20

【 0 0 3 0 】

尚、ベースバンド変調部 1 0 2 は、データ生成部 1 0 1 から供給された送信データに、移動端末からの信号受信時に必要となる制御情報、例えば、パイロット信号などの受信に必要な情報や、MAC 層の制御情報 (例えば、上りの電力制御情報等) を付加した後、上述した送信変調信号 (MOD Data) への変換を行う。アレイ重みは、従来から知られた SMI 等の方法で算出してもよいし、移動端末からのフィードバック信号を用いる方法、あるいは半固定のビームを生成する方法でもよい。

30

【 0 0 3 1 】

センタ局側伝送路インタフェース部 1 0 3 は、ベースバンド変調部 1 0 2 から出力された送信変調信号 (MOD Data) とアレイ重みを時間多重した後、電気 - 光 (E/O) 変換して、光ファイバに送信する。時間多重には、同一チャネル内信号の多重化と、複数チャネル信号の多重化の 2 種類がある。本実施例では、同一チャネル内信号の多重化をデフォルトとして、複数チャネル信号の多重化をオプションとして使う。

【 0 0 3 2 】

デフォルトである同一チャネル内信号の多重化では、図 6 に示すように、ベースバンド変調部 1 0 2 から出力された送信変調信号 (MOD Data) とアレイ重みを時分割で多重化する。このように 2 つの信号を多重化することによって、図 8 で示したように、アンテナ毎に作成した複数の送信信号を並列的に送信する場合に比べて、送信情報量を削減することができる。

40

【 0 0 3 3 】

例えば、I、Q 信号として、それぞれ 16 ビットの情報を伝送する場合を想定する。アレイアンテナが 12 素子からなる場合、図 8 に示した従来の構成では、センタ局からリモート局に、16 ビット × 2 (I、Q 信号) × 12 (アンテナ素子数) の情報を伝送する必要がある。これに対して、本実施例によれば、センタ局 1 からリモート局 2 に、アレイ処理実行前の送信変調信号 (16 ビット × 2) と、アレイ重み () を送信すれば済む。アレイ重みの情報量は、アレイ重みの更新周期に依存する。通常、重みの更新周期は、数十ミリ秒から 100 ミリ秒程度あるため、アレイ重みの送信情報量は、変調信号として

50

送信されるデータ量に比べて、無視できる程度の小さな値となる。

【 0 0 3 4 】

短いフレーム長でパケット毎にビームを切替えるパケット型通信の場合、ユーザ毎のアレイ重みの更新は、上述したように比較的ゆっくり行われる。但し、各フレーム（パケット）毎に適用するアレイ重みが、フレーム宛先によって切り替わるため、センタ局 1 は、リモート局 2 にフレーム（パケット）と対応したアレイ重み情報を送信する必要がある。この場合、フレーム（パケット）毎にアレイ重み情報を送信するとオーバーヘッドが大きくなる。

【 0 0 3 5 】

上記オーバーヘッドを減らすためには、例えば、リモート局 2 側に各ユーザのアレイ重みを記憶するためのメモリを設けておき、或るユーザのアレイ重みが更新された時、センタ局からリモート局に、上記メモリに記憶すべき新たなアレイ重み情報を送信し、パケットの送信時には、送信パケットのヘッダで、適用すべきアレイ重みの識別番号のみを指定するようにすればよい。リモート局 2 に、上記識別番号で特定されたアレイ重みをメモリから読み出し、送信パケットに適用させることによって、センタ局からリモート局に、パケット毎にアレイ重みを送信する必要がなくなる。

【 0 0 3 6 】

オプションである複数チャネル信号の多重化では、キャリアの異なる複数チャネルの信号を送信する場合に、これら複数チャネルの信号を時間多重して、センタ局 1 からリモート局 2 へ光ファイバ伝送する。従来技術では、送信データをアンテナ素子別の RF 信号に変換してから、光ファイバ伝送していたため、光ファイバ区間の所要帯域がキャリア周波数単位の N 倍となっていた。

これに対して、本実施例では、送信データをベースバンド帯域で光ファイバ伝送しているため、所要帯域は、高々ベースバンド信号帯域であり、キャリアの異なる複数チャネルの信号を時間多重しても、合計帯域は大きくなる。従って、複数チャネル信号を多重化する場合でも、光ファイバの本数を従来よりも低減することが可能となる。

【 0 0 3 7 】

リモート局 2 は、リモート局側伝送路インタフェース部 1 0 4 と、信号処理部（アレイ処理部）1 0 5 と、RF 部 1 0 6 と、アレイアンテナ 1 0 7 と、プローブ検出部 1 0 8 とを有する。

リモート局側伝送路インタフェース部 1 0 4 は、光ファイバから受信した光信号を電気信号に変換し、時間多重された信号を分離する。これによって、同一チャネル内信号の多重化の場合、リモート局側伝送路インタフェース部 1 0 4 から送信変調信号（MOD Data）とアレイ重み（Array Weight）が出力される。

【 0 0 3 8 】

アレイ処理部 1 0 5 は、リモート局側伝送路インタフェース部 1 0 4 から出力された送信信号に対して、アレイ重みを適用して空間変調処理を実行する。空間変調処理では、図 7 に示すように、送信信号 X にアレイ重み W（W 1、W 2、W 3、・・・）を複素積算して、アンテナ素子毎の送信信号 Y（Y 1、Y 2、Y 3、・・・）を生成する。

【 0 0 3 9 】

アレイ処理部 1 0 5 から並列的に出力されるアンテナ素子対応の複数列の送信信号には、相対的な位相、振幅補償を行う必要がある。そのため、アレイ処理部 1 0 5 は、空間変調処理によって生成されたアンテナ素子毎の送信信号に、微弱な電力のプローブ信号を加算する。ここで、プローブ信号とは、送信信号とは区別可能な既知の符号系列である。

後述するように、アンテナ 1 0 7 に供給されたプローブ信号の振幅と位相をプローブ検出部 1 0 8 で検出することによって、アレイ処理部 1 0 5 からアンテナ 1 0 7 までの間で、プローブ信号が付随する送信信号が受けた振幅変化や位相変化を検出できる。信号経路の終端となるアンテナ端などで測定すると、プローブ信号は、アンテナ素子毎に若干異なった振幅と位相が検知される。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

50

特定の符号系列であるプローブ信号は、例えば、相関器（あるいはマッチドフィルタ）によって検出できる。信号電力を弱くしても確実に検出できるように、プローブ信号として送信される符号系列は、十分な長さとしておく。送信信号へのプローブ信号の加算方法としては、（１）時分割、（２）コード多重、（３）周波数多重の３つの方法があり、本発明では、そのうちの１つ、あるいは何れか２つを組み合わせたものを採用できる。

【 0 0 4 1 】

（１）時分割では、プローブ信号の加算対象となる送信信号が時間的に切替えられる。この場合、複数の送信信号列に対して、同じ特定符号系列のプローブ信号を適用できる。例えば、期間 T 1 では、アンテナ素子 # 1 用の送信信号にのみプローブ信号が加算され、他のアンテナ用の送信信号には、プローブ信号は加算されない。次の期間 T 2 では、アンテナ # 2 用の送信信号にのみプローブ信号が加算される。このように、プローブ信号の加算対象となる送信信号を次々と切替えることによって、プローブ信号の混信を防止し、プローブ検出部 1 0 8 で、各アンテナ素子の送信信号からプローブ信号を個別に検出することが可能となる。

10

【 0 0 4 2 】

（２）コード多重では、アンテナ素子毎に異なった符号系列のプローブ信号が適用される。プローブ検出部 1 0 8 には、各アンテナ素子の送信信号の加算されたプローブ信号がミックスして入力される。プローブ検出部 1 0 8 で、相関器を各符号系列に同期させることによって、それぞれのプローブ信号を個別に検出することができる。

20

【 0 0 4 3 】

（３）周波数多重は、特に、OFDMのように周波数分割して信号を送信するシステムにおいて、プローブ信号を複数の周波数領域に分割して送信することを意味する。

簡単化のために、例えば、2周波数のFFTを用いた場合で説明すると、期間 T 1 では、アンテナ素子 # 1 用のプローブ信号を周波数 f_1 で送信し、アンテナ素子 # 2 用のプローブ信号を周波数 f_2 で送信する。次の期間 T 2 では、逆に、アンテナ素子 # 1 用のプローブ信号を周波数 f_2 で送信し、アンテナ素子 # 2 用のプローブ信号を周波数 f_1 で送信する。このように、プローブ信号を周波数分割で送信することによって、コード多重の場合と同様に、送信側と同期して周波数ホップするプローブ検出部を使用することによって、アンテナ素子別のプローブ信号を個別に検出することが可能となる。

30

【 0 0 4 4 】

RF部 1 0 6 は、アレイ処理部 1 0 5 から出力されたアンテナ素子別の複数列の送信信号をベースバンド信号からRF信号にアップコンバートすると共に、各RF信号を電力増幅する。

アンテナ 1 0 7 は、RF部 1 0 6 で電力増幅されたRF送信信号を空中に送信するためのインタフェースとなる。但し、送信信号の一部は、各アンテナ素子あるいはアンテナへの信号供給ケーブルに弱結合された電磁誘導素子により取り出され、プローブ検出部 1 0 8 に入力される。例えば、アンテナ 1 0 7 に隣接して、送信周波数付近で共振するアンテナ素子やマイクロストリップの共振器を配置することによって、送信信号の一部を電磁結合によってプローブ検出部 1 0 8 に取り込むことができる。

40

【 0 0 4 5 】

プローブ検出部 1 0 8 は、アレイ処理部 1 0 5 におけるプローブ信号の加算方法に応じた方法でプローブ信号を検出し、その位相と振幅を測定する。

例えば、（１）時分割で加算されたプローブ信号の場合は、プローブ信号に同期して受信信号を平均化するアンテナ素子別のプローブ検出手段を使用する。アンテナ素子 # 1 用のプローブ検出手段では、アンテナ素子 # 1 のプローブ信号の送信タイミングに同期して信号を受信し、プローブ信号（符号系列）に同期した符号器の出力に相関演算を行い、相関出力の強さや位相を検出する。必要に応じて、検出された相関出力の時間平均をとることによって、特定のアンテナ素子用の送信信号に加算されたプローブ信号の位相変動、振幅変動を観測する。

50

【 0 0 4 6 】

例えば、アレイアンテナ107が4本のアンテナ素子からなり、これらのアンテナ素子に対応するプローブ信号の位相回転が、それぞれ10度、10度、100度、10度であった場合、第3アンテナ素子だけが、他のアンテナ素子よりも90度大きい位相回転を示しているため、第3アンテナ素子用の送信信号に対して位相校正を施す必要がある。

上記プローブ検出部108で得られた校正情報は、アレイ処理部105に入力される。アレイ処理部105は、プローブ検出部108から与えられた校正情報に基づいて、アンテナ素子別の送信信号に、位相回転あるいは振幅偏差の補正処理を行う。

【0047】

例えば、上記の例では、アレイ処理部105は、アンテナ素子#1、#2、#3、#4用の送信信号に、それぞれ0度、0度、-90度、0度の位相回転を与えることによって、アンテナ107の入力端での位相回転がそれぞれ10度、10度、10度、10度となるように制御する。

10

【0048】

尚、アレイアンテナと弱結合の電磁誘導素子との結合関係により、位相と振幅の測定結果に固定的なオフセットが発生する場合がある。このような固定的なオフセット値は、アンテナ毎に測定してプローブ検出部108に予め記憶しておき、プローブ信号の検出時の測定結果をオフセット値で補正すればよい。例えば、アンテナ製造時に測定されたアンテナ素子#1、#2、#3、#4とプローブ検出用端子と間の位相回転(位相オフセット値)が、10度、-10度、70度、50度となっていたと仮定する。プローブ信号の検出時の測定結果が、10度、10度、100度、10度の場合、実際の位相偏差は、オフセット値との差となり、それぞれ0度、20度、30度、-40度となる。測定値の補正は、

20

【0049】

上記実施例によれば、センタ局1からリモート局2に、各アンテナ素子に共通するベースバンド信号(デジタル信号)を送信しており、光ファイバ区間での伝送情報量が大幅に削減されている。本実施例では、アンテナ素子毎の送信信号に偏差が発生するのはリモート局2側だけである。従って、偏差の校正に必要な制御系は、リモート局内に局所化されるため、検査、調整、保守が簡易になる。また、光ファイバ区間での伝送情報量が少ないため、回路設計が容易であり、ユーザの回線使用料に関連するランニングコストを削減することができる。

30

【0050】

(実施例2)

図2は、本発明による無線基地局の第2の実施例を示す構成図である。第2の実施例は、リモート局2Aの構成が、第1の実施例と異なっている。

本実施例では、図1に示したアレイ処理部105が、変調送信信号(MOD Data)を処理するアレイ処理部109と、プローブ信号検出部108の出力情報に基づいてアレイ重み(Array Weight)を校正する重み校正部110とに分割されている。

【0051】

重み校正部110は、リモート局側伝送路インタフェース部104から出力されたアレイ重みをメモリに記憶する。重み校正部110は、プローブ検出部108の出力情報に基づいて、特定アンテナ素子の出力信号の位相あるいは振幅を校正するための複素ベクトル情報を生成し、上記メモリに蓄積されたアレイ重みと上記複素ベクトル情報とを乗算することによって、アレイ重みを校正し、校正されたアレイ重みをアレイ処理部109に与える。

40

【0052】

説明を簡便化するため、位相だけを補正する場合について説明すると、例えば、センタ局1から送信されたアンテナ素子#1、#2、#3、#4用のアレイ重みの位相成分が、10度、20度、30度、40度で、補正值が、0度、0度、-90度、0度の場合、重み校正部110は、校正されたアレイ重みとして、10度、20度、-60度、40度をアレイ処理部109に出力する。

50

【 0 0 5 3 】

アレイ処理部 1 0 9 は、リモート局側伝送路インタフェース部 1 0 4 から出力された送信信号に対して、上記校正されたアレイ重みを適用して、図 7 で説明した空間変調処理を実行し、アンテナ素子毎の送信信号 Y (Y 1、Y 2、Y 3、・・・) を生成する。生成されたアンテナ素子毎の送信信号には、微弱な電力のプロープ信号が加算される。プロープ信号は、第 1 の実施例と同様、(1) 時多重、(2) コード多重、(3) 周波数多重などの方法で、各送信信号に加えられる。

【 0 0 5 4 】

第 1 の実施例と比較すると、第 1 の実施例のアレイ処理部 1 0 5 は、(1) センタ局から受信したアレイ重みを適用して送信信号を空間変調し、(2) 空間変調されたアンテナ素子別の送信信号に複素ベクトルを適用して位相 / 振幅を校正し、(3) プロープ信号を加算する手順となっている。これに対して、第 2 の実施例のアレイ処理部 1 0 9 は、(1) 校正済みのアレイ重みを適用して送信信号を空間変調し、(2) プロープ信号を加算する手順となっている。これらのいずれの場合も、線形演算の処理が実行されているため、最終的には同じ出力信号が得られる。

【 0 0 5 5 】

(実施例 3)

本発明による無線基地局の第 3 の実施例として、図 3 に、M I M O (Multi-Input Multi-Output の略) を採用した場合の無線基地局の構成図を示す。

M I M O では、アンテナ素子毎に送信信号系列が異なる。そのため、センタ局 1 B でベースバンド変調を行った時点で、アンテナ素子毎の複数の変調信号を生成しておく必要がある。従って、M I M O を採用した無線基地局では、第 1、第 2 の実施例のように、センタ局 1 からリモート局 2 に、複数のアンテナ素子に共通のベースバンド信号を光ファイバ伝送することはできない。

【 0 0 5 6 】

M I M O を採用した無線基地局では、特に、送信信号にレベル偏差が発生した場合に問題となるため、アンテナ素子に供給される送信信号レベルが均一になるように、校正を施す必要がある。ここでの均一は、ベースバンドの変調器 (モデム) が、複数のアンテナ素子の送信信号電力を均一にすべく制御を行った場合に、各アンテナ素子から実際に出力される送信信号電力が均一になることを意味しており、無線区間の伝搬路の状況から、モデムが、特定のアンテナ素子の送信信号レベルを他のアンテナ素子の送信信号よりも意図的に大きくした場合は、意図された信号レベル差が維持されることを意味している。

【 0 0 5 7 】

図 3 に示した無線基地局において、センタ局 1 B は、データ生成部 1 0 1 と、ベースバンド変調部 1 1 1 と、センタ局側伝送路インタフェース部 1 1 2 とを有する。

第 1 の実施例では、ベースバンド変調部 1 0 2 が、各アンテナ素子に共通の 1 つの変調送信信号 (MOD Data) と、アレイ重み (Array Weight) を出力していた。第 3 の実施例のベースバンド変調部 1 1 1 は、アンテナ素子数に対応する複数列の変調送信信号 (モデム信号) を生成している。これらのモデム信号は、それぞれ異なった情報を搬送している。M I M O 信号の生成方法としては、S T B C (Space-Time Block-Coding) や、B L A S T (Bell Labs Layered Space-Time) が周知となっている。

【 0 0 5 8 】

ベースバンド変調部 1 1 1 で生成された複数列のモデム信号は、センタ局側伝送路インタフェース部 1 1 2 で時間多重 (パラレル - シリアル変換) した後、光信号に変換して光ファイバに送信される。この場合、光ファイバが伝送する信号は、ベースバンド信号であり、従来のように R F 信号を送信する場合に比較して、所要帯域が狭くて済み、伝送効率がよい。また、光ファイバ区間では、ベースバンド信号を時分割多重でシリアル伝送しているため、伝送中に位相ずれや振幅の偏差は発生しない。

【 0 0 5 9 】

リモート局 2 B は、リモート局側伝送路インタフェース部 1 1 4 と、アレイ処理部 1 1

5と、RF部106と、アレイアンテナ107と、プローブ検出部108と、キャリブレーション処理部116とからなる。

リモート局側伝送路インタフェース部114では、光ファイバから出力された光信号を電気信号に変換し、時分割多重されたベースバンド信号をベースバンド変調部111の出力と同じ複数列の送信信号に変換して(シリアル-パラレル変換)、アレイ処理部115に供給する。

【0060】

アレイ処理部115では、後で詳述するように、キャリブレーション処理部116が作成したアンテナ素子毎の校正用複素ベクトルを適用して、上記リモート局側伝送路インタフェース部114から供給された送信信号を校正し、アンテナ入力端での送信信号のレベル偏差を解消する。また、アレイ処理部115は、校正された各送信信号にプローブ信号を加えて、RF部106に出力する。プローブ信号の加算方法は、第1の実施例と同様、(1)時分割多重、(2)コード多重、(3)周波数多重のいずれの方法でもよい。

【0061】

RF部106は、プローブ信号が加算された各送信信号をRF信号に変換し、電力増幅して、アレイアンテナ107に出力する。アンテナに入力された送信信号の一部は、第1の実施例と同様、電磁誘導素子を介してプローブ検出部108に投入、プローブ信号の検出と、位相や振幅の測定が行われる。キャリブレーション処理部116は、プローブ検出部108での測定結果に基づいて、振幅偏差を校正するための複素ベクトルを生成する。

【0062】

例えば、アレイアンテナ107の4つのアンテナ素子#1、#2、#3、#4に入力されたプローブ信号の振幅偏差の測定値が、「1.0」、「1.6」、「1.6」、「2.0」の場合、もし位相偏差がなければ、キャリブレーション処理部116が生成する振幅校正用の複素ベクトルは、「1.0」、「0.625」、「0.625」、「0.5」となる。

【0063】

アレイアンテナと電磁誘導素子との結合関係により、プローブ検出部108で測定した位相および振幅に固定的なオフセットが発生する場合がある。このような固定的なオフセット値は、アンテナ製造時に予め測定して、第1の実施例と同様、プローブ検出部108のメモリに記憶しておき、プローブ検出部108が、位相および振幅の測定値を上記オフセット値で補正すればよい。

【0064】

例えば、アンテナ製造時に測定したアンテナ素子#1、#2、#3、#4の振幅偏差(A)が、「1.0」、「1.6」、「1.0」、「1.0」で、プローブ検出部108で測定したプローブ信号の振幅偏差(B)が、上述したように「1.0」、「1.6」、「1.6」、「2.0」であったと仮定すると、実際の振幅偏差は、 B/A が示す「1.0」、「1.0」、「1.6」、「2.0」となる。この場合、キャリブレーション処理部116は、アンテナ素子#1、#2、#3、#4と対応する校正用の複素ベクトルとして、「1.0」、「1.0」、「0.625」、「0.5」を生成する。

本実施例によれば、キャリブレーション系を全てリモート局2側に集中配置できるため、保守作業を各リモート局側に局所化して、簡易化することができる。

【0065】

(実施例4)

図4は、本発明の第4の実施例として、直交周波数分割多重(OFDM)型の無線基地局の構成図を示す。

第4の実施例のセンタ局1Cは、データ生成部201と、ベースバンド変調部202と、センタ局側伝送路インタフェース部203とからなる。

【0066】

ベースバンド変調部202は、データ生成部201から出力された送信データに対して、畳み込み符号、ターボ符号あるいはLDPC等の伝搬路用の符号化と、リピテションや

10

20

30

40

50

インタリーブ等のフェージング対策と、複数の周波数チャンネルに信号を分配するチャンネル分配と、QPSKや16QAM等の符号化を実行して、周波数領域（周波数チャンネル）の異なる複数列のOFDM送信信号を生成する。ベースバンド変調部202は、アレイ重みを生成して、上記複数列のOFDM送信信号と共に、センタ局側伝送路インタフェース部203に出力する。

センタ局側伝送路インタフェース部203は、パラレル-シリアル変換によって、これらのOFDM変調送信信号とアレイ重みを時間多重し、シリアル情報を光信号に変換して、光ファイバに出力する。

【0067】

本実施例では、光ファイバ伝送される送信信号が広帯域になるため、アレイ重みが周波数特性をもっている構わない。アレイ重みは、OFDM送信信号の周波数チャンネル毎に生成され、センタ局は、複数のアレイ重みを纏めて光ファイバで伝送できる。センタ局は、各周波数チャンネルに対応するアレイ重みを繰り返して送信する必要性はない。また、センタ局は、アレイ重みを乗算したアンテナ素子対応の複数列の送信信号をリモート局に伝送するよりも、時間的あるいは周波数的に相関があるアレイ重みをまとめてリモート局に送り、リモート局側でこれを記憶することによって、伝送データ量を大幅に削減できる。

【0068】

アレイ重みは、その更新周期がデータの伝送レートよりもはるかに遅いため、同一ユーザ宛の或る期間内の送信データには同じアレイ重みが適用可能である。上述した時間的な相関とは、このように、時間軸上での共通性をもつアレイ重みのことを意味している。また、周波数的な相関とは、隣接する周波数チャンネル間では、比帯域にして十分小さく、アレイ重みの周波数特性の違いが十分小さい場合を意味している。この場合、隣接する周波数チャンネルに同じアレイ重みを使った送信が可能となる。

【0069】

リモート局2Cは、リモート局側伝送路インタフェース部204と、アレイ処理部205と、キャリアレーション処理部206と、OFDM終端部207と、RFユニット208と、アンテナ209と、プローブ検出部210とを有する。

光ファイバからの受信信号は、リモート局側伝送路インタフェース部204で電気信号に変換され、シリアル-パラレル変換によって、周波数チャンネル毎の送信信号とアレイ重みに分離して出力される。

【0070】

アレイ処理部205は、キャリアレーション処理部206から供給される校正済みのアレイ重みを適用して、センタ局1Cから受信した周波数チャンネル別の送信信号を時間-周波数の2次元の送信信号に変換する。アレイ重みと校正情報が周波数選択性を持つ場合、キャリアレーション処理部206からは、周波数領域毎の校正済みアレイ重みが出力される、この場合、アレイ処理部205は、センタ局から受信した各周波数チャンネルの送信信号に周波数毎の校正済み重みを乗算する。

【0071】

アレイ処理部205は、送信信号とは区別可能な微弱電力のプローブ信号を生成し、上記各周波数チャンネルの送信信号に加算する。プローブ信号は、前述したように、時分割、コード多重、周波数多重の何れかによって、送信信号に加算される。尚、周波数多重を利用する場合、隣接する相関の高い周波数チャンネルについて、プローブ信号をアンテナ毎に異なった周波数チャンネルに加算し、プローブが送信されていない周波数チャンネルについては、補間処理によってプローブ信号の状態を推定すればよい。

【0072】

OFDM終端部207は、アンテナ素子毎に、周波数領域の信号をIFFT演算し、時間領域の信号に変換する。また、各信号に遅延スプレッド対策であるガードインターバルを挿入して、OFDMの時間領域信号として出力する。

【0073】

RF部208は、OFDM終端部207の出力信号をRF信号に変換し、電力増幅して

10

20

30

40

50

、アンテナ209に供給する。アンテナ209に入力されたRF信号の一部は、電磁誘導素子を介してプローブ検出部210に入力される。プローブ検出部210は、アレイ処理部205で採用したプローブ信号加算方法に応じた方法で、プローブ信号を取り出し、その位相と振幅を測定する。尚、測定結果に固定的なオフセットが発生する場合は、前述したように、予めメモリに保持した固定オフセット値に従って、測定結果を修正する。

【0074】

本実施例では、OFDMの各周波数チャンネルにプローブ信号が加算されているため、プローブ信号検出部210は、FFT処理によって受信信号を各周波数チャンネルに分解し、周波数領域に変換された信号から、相関器を用いて、特定パターンをもつプローブ信号を抽出する。プローブ信号検出部210は、各周波数チャンネルの測定結果に基づいて、アンテナ素子間の送信信号偏差の周波数特性を取得する。

10

【0075】

キャリアレーション処理部206は、上記プローブ検出部210で得られたアンテナ間偏差の周波数特性から、その逆特性となる複素ベクトルを求め、センタ局が送信したアレイ重み（周波数特性を持つ場合には周波数チャンネル毎に異なる）に対して、上記校正用の複素ベクトルを乗算することによって、校正済みのアレイ重みを生成し、アレイ処理部205に供給する。

本実施例によれば、センタ局1Cからリモート局2CにOFDM信号を送信する無線基地局において、校正系をリモート局に局所化できるため、保守作業を容易にし、且つ、光ファイバ区間での伝送情報量を削減することが可能となる。

20

【0076】

（実施例5）

図5は、本発明の第5の実施例として、MIMO-OFDM型の無線基地局の構成図を示す。

本実施例において、センタ局1Dは、MIMOとOFDMの両方に適合するために、アンテナ素子毎、周波数領域毎に異なる2次元の送信信号を生成する。

【0077】

センタ局1Dは、データ生成部201と、ベースバンド変調部211と、センタ局側伝送路インタフェース部212とからなる。第4の実施例との違いは、ベースバンド変調器211が、アンテナ素子毎、周波数領域毎に異なる2次元の送信信号を生成している点にある。但し、本実施例の特徴は、ベースバンド変調器211で生成された2次元のベースバンド送信信号を受信したリモート局2Dが、アンテナ素子間の相対位相と相対振幅を適正にする校正機能を備えたことにあり、ベースバンド変調器211で行われる2次元送信信号の生成方法には、特別な限定はない。従って、ここでは、ベースバンド変調器211における2次元送信信号の具体的な生成方法についての説明は省略する。

30

【0078】

センタ局側伝送路インタフェース部212は、ベースバンド変調部211から出力される周波数毎、アンテナ素子毎に異なる複数列の平行信号を時間多重された1つのシリアル信号に変換し、これを光信号に変換して、光ファイバに送信する。光ファイバには、モデム信号がベースバンド信号として送出されているため、光ファイバ区間でRF信号を伝送する従来の無線基地局に比べて、所要帯域が狭くて済み、伝送効率がよい。また、光ファイバ区間では、ベースバンド信号が時間多重されたシリアル信号として伝送されているため、伝送中に位相ずれや振幅偏差を発生するおそれはない。

40

【0079】

本実施例のリモート局2Dは、リモート局側伝送路インタフェース部213と、アレイ処理部214と、OFDM終端部207と、RF部208と、アレイアンテナ209と、プローブ信号検出部210と、キャリアレーション処理部215とを有する。

リモート局側伝送路インタフェース部213では、光ファイバから受信した信号を電気信号に変換した後、受信信号のシリアル-パラレル変換によって、アンテナ毎、周波数毎の2次元の送信信号列に分離する。

50

【 0 0 8 0 】

アレイ処理部 2 1 4 は、上記リモート局側伝送路インタフェース部 2 1 3 から出力されたアンテナ毎、周波数毎の 2 次元の送信信号列に、後述するキャリブレーション処理機能 2 1 5 で生成された校正用の複素ベクトルを適用して、アンテナ素子間の信号レベル偏差が解消されるように校正処理を施す。また、アレイ処理部 2 1 4 は、アンテナ素子間での信号レベル偏差を測定するためのプローブ信号を生成し、上記校正された送信信号に加算する。プローブ信号の加算は、第 1 ~ 第 3 の実施例で説明した時多重、コード多重、周波数多重の何れの方法でよい。

【 0 0 8 1 】

アレイ処理部 2 1 4 から出力されたプローブ信号を含む複数列の送信信号は、第 4 の実施例と同様、OFDM 終端部 2 0 7 と RF 部 2 0 8 を介して、アレイアンテナ 2 0 9 に供給される。アンテナ 2 0 9 に入力された送信信号の一部は、第 4 の実施例と同様、電磁誘導素子を介してプローブ検出部 2 1 0 に入力される。プローブ検出部 2 1 0 は、アレイ処理部 2 1 4 におけるプローブ信号の加算方法に応じた方法で、プローブ信号を検出し、位相偏差や振幅偏差を測定する。

10

【 0 0 8 2 】

キャリブレーション処理部 2 1 5 は、上記プローブ検出部 2 1 0 の測定結果に従って、アレイアンテナ 2 0 9 における位相偏差や振幅偏差を校正するための複素ベクトルを生成し、アレイ処理部 2 1 4 へ出力する。複素ベクトルは、第 4 の実施例と同様、プローブ検出部 2 1 0 の出力に対して逆特性を持つ。

20

本実施例によれば、通信方式として MIMO - OFDM を採用した場合でも、アレイアンテナ 2 0 9 における位相偏差や振幅偏差の校正系をリモート局に局所化することによって、保守作業を簡易にできる。また、センタ局とリモート局とを結合する光ファイバの伝送容量が少なく済むため、ランニングコストを低減できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 3 】

【 図 1 】本発明による無線基地局の第 1 の実施例を示す構成図。

【 図 2 】本発明による無線基地局の第 2 の実施例を示す構成図。

【 図 3 】本発明による無線基地局の第 3 の実施例を示す構成図。

【 図 4 】本発明による無線基地局の第 4 の実施例を示す構成図。

30

【 図 5 】本発明による無線基地局の第 5 の実施例を示す構成図。

【 図 6 】アレイ重みと変調信号の多重化方法の 1 例を示す図。

【 図 7 】アレイ重みを適用した送信信号の空間変調方法の 1 例を示す図。

【 図 8 】センタ局とリモート局とからなる従来の無線基地局の構成例を示す図。

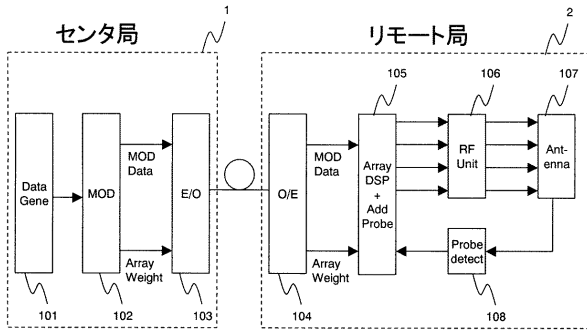
【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

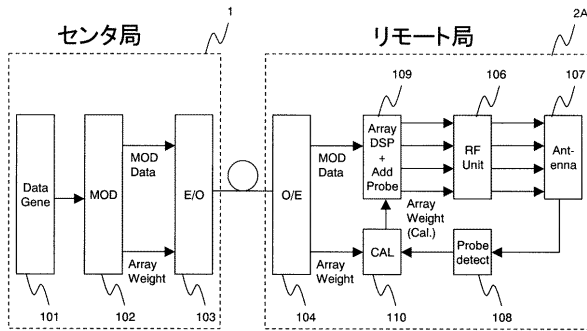
1、5：センタ局、2、6：リモート局、101、201、501：データ生成部、102、111、202、211、502：変調部、103、112、203、212、504：センタ局側伝送路インタフェース部、104、114、204、213、505：リモート局側伝送路インタフェース部、105、109、115、205、214：アレイ処理部、106、208、503：RF 部、107、209、508：アンテナ、108、210、509：プローブ検出部、110、116、206、215：キャリブレーション処理部、207：OFDM 終端部、506：電力増幅器、507：信号検出部。

40

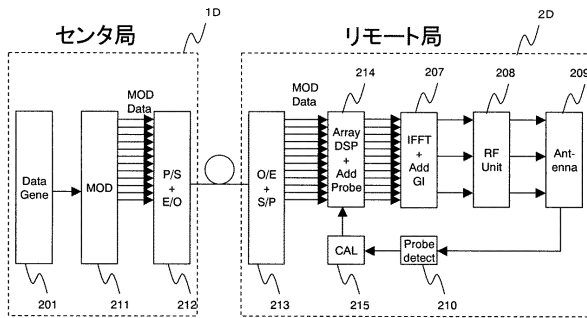
【図1】



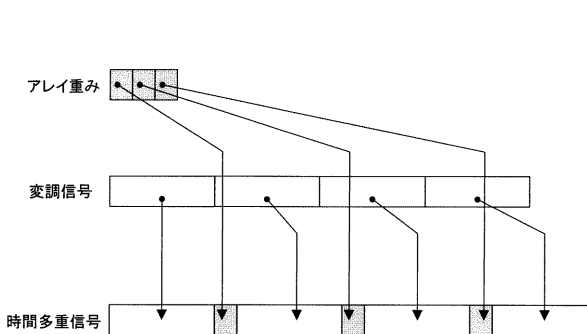
【図2】



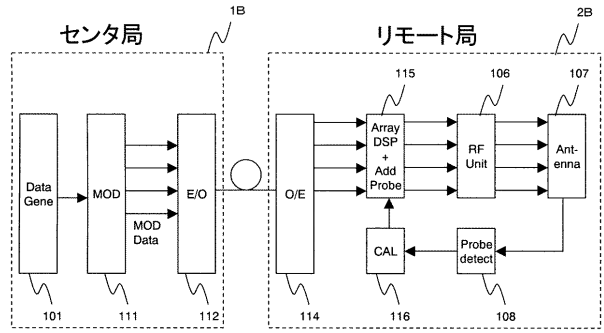
【図5】



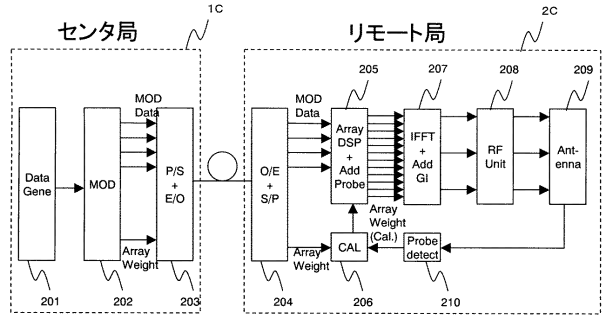
【図6】



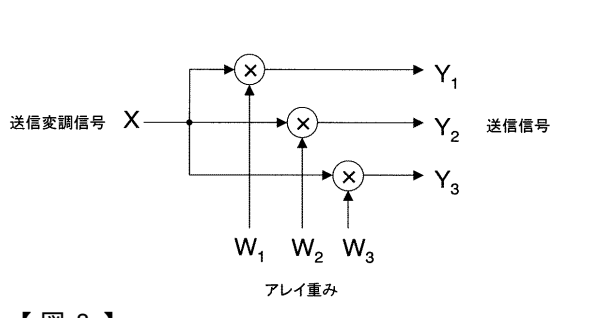
【図3】



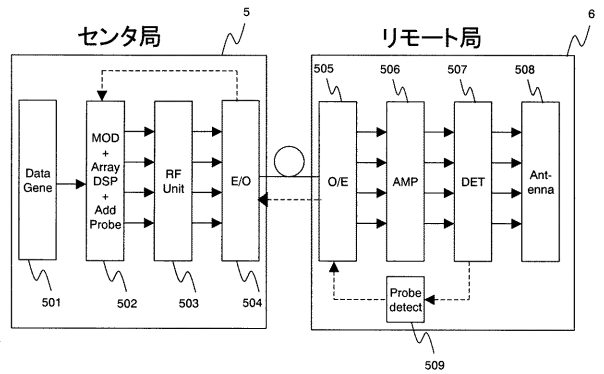
【図4】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-102979(JP,A)
特開2003-229797(JP,A)
特開2000-286629(JP,A)
特開2001-086058(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B	7/00 - 7/12
H01Q	3/00 - 3/46
H04B	7/24 - 7/26