

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年2月24日(24.02.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/038686 A1

(51) 国際特許分類:

H04B 7/0413 (2017.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/031168

(22) 国際出願日: 2020年8月18日(18.08.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

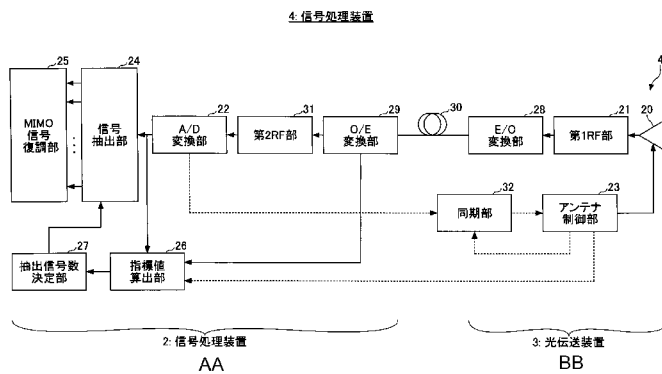
(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 村上 友規 (MURAKAMI, Tomoki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 岩瀬

匡史(IWABUCHI, Masashi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 大宮 陸(OMIYA, Riku); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). キム サンヨプ(KIM, Sang-Yuep); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 椎名 亮太(SHINA, Ryota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 谷口 友宏(TANIGUCHI, Tomohiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 小川 智明(OGAWA, Tomoaki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 鷹取 泰司(TAKATORI, Yasushi);

(54) Title: RECEIVING DEVICE, SIGNAL PROCESSING DEVICE, RECEIVING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 受信装置、信号処理装置、受信方法、及びプログラム



- 21 First RF unit
- 22 A/D conversion unit
- 23 Antenna control unit
- 24 Signal extraction unit
- 25 MIMO signal demodulation unit
- 26 Index value calculation unit
- 27 Extraction signal count determination unit
- 28 E/O conversion unit
- 29 O/E conversion unit
- 31 Second RF unit
- 32 Synchronization unit
- AA Signal processing device
- BB Optical transmission device

(57) Abstract: A receiving device comprising: a characteristics variable antenna which receives MIMO signals sent from a plurality of antennas while switching the antenna characteristic; an electrical-optical conversion unit which converts the received reception signal from an electric signal to an optical signal; an optical-electrical conversion unit which receives the optical signal transmitted from an optical fiber, and converts this optical signal into an electric signal; a conversion unit which performs sampling on the reception signal which has been converted into the electric signal by the optical-electrical conversion unit; a signal extraction unit which extracts a signal from a plurality of signals corresponding to a plurality of antenna characteristics obtained by the conversion unit; a MIMO signal demodulation unit which executes MIMO demodulation processing on a signal output from the signal extraction unit; and a synchronization unit which adjusts, on the basis of a period of the sampling, information on a timing of the sampling, and information on a timing for switching the antenna characteristic in the characteristics variable antenna, the period and the timing of switching the antenna characteristic in the characteristics variable antenna.

〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9 - 1
1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITH, Tadashige et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1
番 1 号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安
田生命ビル) 16 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 受信装置において、複数のアンテナから送信された M I M O 信号を、アンテナ特性を切り替
えながら受信する特性可変アンテナと、前記受信した受信信号を電気信号から光信号に変換する電気
光変換部と、光ファイバにより伝送された前記光信号を受信し、当該光信号を電気信号に変換する光
電気変換部と、前記光電気変換部により電気信号に変換された前記受信信号に対してサンプリングを
行う変換部と、前記変換部により得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、信号を抽
出する信号抽出部と、前記信号抽出部から出力された信号に対して M I M O 復調処理を実行する M I
M O 信号復調部と、前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可
変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、前記特性可変アンテ
ナにおけるアンテナ特性の切り替えの周期とタイミングを調整する同期部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

受信装置、信号処理装置、受信方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、MIMO (Multiple Input Multiple Output) 通信を行う無線通信システムに関連するものである。

背景技術

[0002] 無線デバイスの急速な普及によって無線通信トラフィックが増加し続けている。この無線通信トラフィックを安定的に収容するために、無線通信システムの大容量化が求められている。無線通信システムの大容量化を実現するべく、複数のアンテナを用いて同一周波数かつ同一時刻に空間分割多重伝送を行うMIMOが実用化されている。更に、将来無線通信システムを対象として、MIMOが実現する容量の更なる拡大に向けて、超多数のアンテナを利用した大規模 (Massive) MIMOの研究開発が進められている。

[0003] しかしながら、Massive MIMOでは、無線基地局に超多数のアンテナ、各アンテナに接続される増幅やフィルタ等を行うRF部、及びアナログ信号とデジタル信号の変換を行う変換部等の装置が非常に多く必要となることから、無線基地局のサイズ及びコストが大きくなるという課題がある。

[0004] 上記課題に対して、非特許文献1には、Virtual Massive MIMO (VM-MIMO) の技術が開示されている。非特許文献1に開示されたVirtual Massive MIMO (VM-MIMO) では、上り回線のMassive MIMOにおいて、複数のアンテナから同一周波数かつ同一時刻に送信される信号に対して、無線基地局が特性可変アンテナにより周期的にアンテナ特性を高速に切り替えながら受信を行う。更に、通常よりも高速にサンプリングした受信信号からアンテナ特性が同等となるタイミングの信号を、サンプリングした受信信号から分割して抽出し、

抽出した信号に対して、一般的なマルチユーザMIMOの受信処理を行うことで、少ないアンテナでMassive MIMOの受信を可能としている。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1：村上他、”将来無線システムにおける時空間信号処理技術”電子情報通信学会 ソサイエティ大会2019

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 上記のように、VM-MIMOの技術により、少ないアンテナでMassive MIMOの受信を実現できるので、無線基地局のサイズ及びコストを低減できる。
- [0007] また、更なる経済化に向けて、無線基地局において、信号処理を行う信号処理装置と、特性可変アンテナを備える光伝送装置とが光ファイバで接続される構成が採用されることが考えられる。しかしながら、光伝送装置と光ファイバが含まれることで、特性可変アンテナにおけるアンテナ特性の切り替えのタイミングとサンプリングのタイミングとの間のずれが大きくなることから、VM-MIMOの受信処理が正常にできなくなり、通信品質の劣化が生じる可能性がある。
- [0008] なお、上記のような課題は、VM-MIMOの受信処理を行う無線基地局のみならず、VM-MIMOの受信処理を行う他の受信装置においても生じ得る課題である。
- [0009] 本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、送信装置の複数のアンテナから同一周波数かつ同一時刻に送信されるMIMO信号を受信する特性可変アンテナを備える光伝送装置と、信号処理装置とが光ファイバで接続される受信装置において、特性可変アンテナのアンテナ特性の切り替えのタイミングとサンプリングのタイミングとを同期させるための技術を提供すること

を目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 開示の技術によれば、複数のアンテナから送信されたMIMO信号を、アンテナ特性を切り替えながら受信する特性可変アンテナと、
- 前記特性可変アンテナにより受信した受信信号を電気信号から光信号に変換する電気光変換部と、
- 光ファイバにより伝送された前記光信号を受信し、当該光信号を電気信号に変換する光電気変換部と、
- 前記光電気変換部により電気信号に変換された前記受信信号に対してサンプリングを行う変換部と、
- 前記変換部により得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、信号を抽出する信号抽出部と、
- 前記信号抽出部から出力された信号に対してMIMO復調処理を実行するMIMO信号復調部と、
- 前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、前記特性可変アンテナにおけるアンテナ特性の切り替えの周期とタイミングを調整する同期部と、
- を備える受信装置が提供される。

発明の効果

- [0011] 開示の技術によれば、送信装置の複数のアンテナから同一周波数かつ同一時刻に送信されるMIMO信号を受信する特性可変アンテナを備える光伝送装置と、信号処理装置とが光ファイバで接続される受信装置において、特性可変アンテナのアンテナ特性の切り替えのタイミングとサンプリングのタイミングとを同期させるための技術が提供される。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]本発明の実施の形態におけるシステム構成図である。
- [図2]本発明の実施の形態におけるシステム構成図である。

[図3] VM-MIMOの動作を説明するための図である。

[図4]無線端末局の構成図である。

[図5]無線基地局と光伝送装置の構成図である。

[図6]特性可変アンテナの構成図である。

[図7]無線基地局の構成図である。

[図8]特性可変アンテナのアンテナ特性の切り替えのタイミングとサンプリングのタイミングとを説明するための図である。

[図9]無線基地局の動作を示すフローチャートである。

[図10]テーブルの例を示す図である。

[図11]信号抽出部の動作を説明するための図である。

[図12]サンプリングの例を説明するための図である。

[図13]信号抽出部の動作を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態（本実施の形態）を説明する。

以下で説明する実施の形態は一例に過ぎず、本発明が適用される実施の形態は、以下の実施の形態に限られるわけではない。

[0014] なお、以下の説明では、送信装置として無線端末局1を使用し、受信装置として無線基地局4を使用する例を用いているが、送信装置として無線端末局1以外の装置を使用し、受信装置として無線基地局4以外の装置を使用する場合にも、本発明に係る技術を適用することが可能である。

[0015] （全体構成）

図1に、本実施の形態における無線通信システムの構成例を示す。図1に示すように、本実施の形態における無線通信システムは、無線端末局4と無線基地局2とを有する。無線端末局1は複数のアンテナを有しており、無線基地局4は、1本の特性可変アンテナを有する光伝送装置3と、信号処理装置2とを有する。光伝送装置3と信号処理装置2との間は光ファイバで接続されている。光伝送装置3における特性可変アンテナの数は複数であってもよい。図示のとおり、本実施の形態では、無線端末局1から無線基地局4へ

の上り方向の通信を対象としている。なお、信号処理装置 2 を無線基地局と呼び、光伝送装置 3 を張出し基地局と呼んでもよい。

[0016] 本実施の形態では、図 1 に示すように、無線基地局 4 が、1 台の無線端末局 1 から送信された信号を受信することを想定しているが、これは一例である。図 2 に示すように、無線基地局 4 が複数の無線端末局 1 から送信された信号を受信する場合（つまり、マルチユーザ MIMO の場合）にも本実施の形態に係る技術を適用可能である。

[0017] （無線通信システムの動作概要）

無線基地局 4 は、非特許文献 1 に開示された Virtual Massive MIMO (VM-MIMO) の技術により、1 本の特性可変アンテナで Massive MIMO の受信を行う。

[0018] すなわち、図 3 に示すように、無線基地局 4 は、無線端末局 1 の複数のアンテナから同一周波数かつ同一時刻に送信される信号を、周期的にアンテナ特性を高速に変化させながら受信する。無線基地局 4 は、通常よりも高速に受信信号をサンプリングして、サンプリングした受信信号からアンテナ特性が同等となるタイミングの受信信号を分割して抽出し、抽出した受信信号に対して、一般的な MIMO の受信処理を行うことで、1 本の特性可変アンテナで Massive MIMO の受信を可能としている。

[0019] すなわち、理論的には、抽出した各受信信号は、互いに異なる伝搬路から到来する信号とみなすことができるので、仮想的にアンテナを増加させることができ、Massive MIMO の受信が可能となる。

[0020] 図 3 の例では、無線基地局 4 は、4 つのアンテナ特性 1～4 を周期的に変化させながら信号を受信している。図 3 の例において、アンテナ特性 1 のタイミングの信号を”1”で示し、アンテナ特性 2 のタイミングの信号を”2”で示し、アンテナ特性 3 のタイミングの信号を”3”で示し、アンテナ特性 4 のタイミングの信号を”4”で示している。

[0021] また、アンテナ特性 1～4 のアンテナをそれぞれ仮想アンテナ 1～4 と呼んでいる。図 3 において、”1”で示す信号の波形が仮想アンテナ 1 の波形と

して示されている。

[0022] VM-MIMOの技術を用いることで、無線基地局4の1つの特性可変アンテナを用いて無線端末局1の複数のアンテナから送信されるMIMO信号の復調が可能となる。

[0023] しかし、前述したように、信号処理を行う信号処理装置2と、特性可変アンテナを備える光伝送装置3とが光ファイバで接続される構成では、光伝送装置3と光ファイバが含まれることで、特性可変アンテナにおけるアンテナ特性の切り替えのタイミングとサンプリングのタイミングとの間のずれが大きくなることから、VM-MIMOの受信処理が正常にできなくなり、通信品質の劣化が生じる可能性がある。

[0024] また、VM-MIMOの受信処理を行う無線基地局4における処理能力には限界があるため、MIMO復調処理の対象とする抽出信号数が多すぎると、通信品質が劣化する可能性がある。そのため、特性可変アンテナを含めた送受信間の伝搬特性に応じた適切な抽出信号数を決定する必要がある。

[0025] そこで、本実施の形態では、特性可変アンテナのアンテナ特性の切り替えのタイミングとサンプリングのタイミングとを同期させることで、通信品質を向上させることとしている。また、本実施の形態では、特性可変アンテナを含めた送受信間の伝搬特性に応じて、抽出信号数を調整することも可能としている。以下、各装置の構成と動作について説明する。

[0026] (無線端末局1)

図4に、本実施の形態における無線端末局1の構成例を示す。図4に示すとおり、無線端末局1は、複数のアンテナ10、複数のRF部11、複数のD/A変換部12、及びMIMO信号生成部13を有する。なお、一般的に無線端末局1に搭載される機能ブロックについては省略している。

[0027] MIMO信号生成部13は、送信データから複数のMIMO信号を生成し、それぞれのMIMO信号をD/A変換部12に入力する。D/A変換部12は、入力されたデジタルのMIMO信号をアナログ信号に変換し、当該アナログ信号をRF部11に出力する。

[0028] RF部11は、アナログ信号に対して、増幅・周波数変換・フィルタリング等のアナログ処理を施し、処理を施した信号を各アンテナ10に出力する。ここでのRF部11として、一般的な無線装置のRFフロントエンドの機能が搭載されることを想定する。アンテナ10は、入力された信号を無線信号として空中に放射する。

[0029] (無線基地局4)

図5に、本実施の形態における無線基地局4の構成例を示す。図5に示すように、本実施の形態における無線基地局4は、特性可変アンテナ20、第1RF部21、A/D変換部22、アンテナ制御部23、信号抽出部24、MIMO信号復調部25、指標値算出部26、抽出信号数決定部27、E/O変換部28、O/E変換部29、光ファイバ30、第2RF部31、同期部32を有する。

[0030] A/D変換部22、信号抽出部24、MIMO信号復調部25、指標値算出部26、抽出信号数決定部27、O/E変換部29、第2RF部31を有する装置は、図1、2に示した信号処理装置2に相当し、特性可変アンテナ20、第1RF部21、アンテナ制御部23、E/O変換部28、同期部32を有する装置は、図1、2に示した光伝送装置3に相当する。

[0031] なお、一般的に信号処理装置及び光伝送装置に搭載される機能ブロックについては図示を省略している。また、アンテナ制御部23は、光伝送装置3に備える代わりに、信号処理装置2に備えてもよい。また、同期部32についても、光伝送装置3に備える代わりに、信号処理装置2に備えてもよい。また、アンテナ制御部23と同期部32とが、1つの機能部であってもよく、その1つの機能部を同期部と呼んでもよい。当該1つの機能部である同期部は、光伝送装置3に備えてもよいし、信号処理装置2に備えてもよい。

[0032] 光ファイバ30の長さは特に限定はないが、例えば、500m～20km程度の長さが想定される。各部の機能は下記のとおりである。

[0033] 特性可変アンテナ20は、アンテナ制御部23から入力する制御情報に応じてアンテナ特性（指向性、出力電力、位相等）を周期的に切り替えるアン

テナである。

[0034] 図6に、特性可変アンテナ20の構成例を示す。図6に示す特性可変アンテナ20は、中心に配置される給電素子（Antenna element）と周りに配置される複数の無給電素子（Parasitic element）で構成され、アンテナ制御部23によって無給電素子の反射特性を変化させることで、アンテナの特性を変化させることができる。この特性可変アンテナ20で受信した信号を第1RF部21に出力する。

[0035] 第1RF部21は、特性可変アンテナ20から入力した信号に対して、増幅・フィルタリング等の処理を行い、処理した信号をE/O変換部28に出力する。

[0036] E/O変換部28は、第1RF部21から入力された電気信号を光信号に変換するとともに、光信号を光伝送に適した方式の光信号に変換し、光ファイバ30に出力する。

[0037] 光ファイバ30は、E/O変換部28から入力された光信号をO/E変換部29に伝送する。O/E変換部29は、光ファイバ30から入力された光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号を第2RF部31に出力する。

[0038] 第2RF部31は、入力された信号をA/D変換部22が処理できる信号に変換するために、入力された信号に対して増幅、周波数変換、及びフィルタリング等の処理を行い、処理後の信号をA/D変換部22に出力する。

[0039] A/D変換部22は、第2RF部31から入力するアナログ信号をサンプリングすることにより、デジタル信号に変換し、当該デジタル信号を信号抽出部24及び指標値算出部26に出力する。また、A/D変換部22は、サンプリング周期と、サンプリングのタイミング情報を同期部32に通知する。

[0040] A/D変換部22がサンプリング周期とタイミング情報を同期部32に通知する媒体については、どのような媒体を用いてもよい。例えば、A/D変換部22と同期部32を電気ケーブルで接続し、A/D変換部22はサンプリング周期とタイミング情報を電気信号で同期部32に送信する。

- [0041] また、A/D変換部22と同期部32を光ケーブルで接続し、A/D変換部22はサンプリング周期とタイミング情報を光信号で同期部32に送信することとしてもよい。また、A/D変換部22と同期部32を無線で接続し、A/D変換部22はサンプリング周期とタイミング情報を無線信号で同期部32に送信することとしてもよい。
- [0042] 同期部32は、A/D変換部22から入力されるサンプリング周期とタイミング情報と、アンテナ制御部23から入力されるアンテナ特性切替タイミングの情報とから、A/D変換部22によるサンプリングのタイミングと特性可変アンテナ20によるアンテナ特性切替のタイミングとが同期するように、アンテナ特性切替周期とタイミング情報を調整（決定）し、調整したアンテナ特性切替周期とタイミング情報をアンテナ制御部23に出力する。
- [0043] 上記の調整後のアンテナ特性切替周期とタイミング情報により、光ファイバ30等の伝送路の遅延を考慮して、A/D変換部22によるサンプリングのタイミングと特性可変アンテナ20によるアンテナ特性切替のタイミングとが同期する。
- [0044] アンテナ制御部23は、同期部32から入力されるアンテナ特性切替周期とタイミング情報に基づいて、A/D変換部22によるサンプリングのタイミングと同期してアンテナ特性切替が行われるように、アンテナ制御信号を特性可変アンテナ20に出力する。
- [0045] 信号抽出部24は、A/D変換部22から入力された信号をサンプリング周期に同期して分割し、抽出信号数決定部27から入力される情報に基づいて、分割して得られた複数の信号の中から、MIMO信号復調部25に出力する信号を抽出（選択）し、抽出した信号をMIMO信号復調部25に出力する。
- [0046] MIMO信号復調部25は、信号抽出部24から受信した信号に対して、一般的な無線通信システムで規定されるMIMOの復調処理を行う。
- [0047] 指標値としてチャネル相関値を使用する場合において、指標値算出部26は、アンテナ制御部23から入力されるアンテナの制御情報に基づいて、A

／D変換部22から入力される信号からそれぞれのアンテナ特性における伝搬チャネル応答を算出するとともに、特性可変アンテナ20で設定されるアンテナ特性間の伝搬チャネル応答の相関値を算出する。ここで相関値とは、異なるアンテナ特性間での違いを数値で表したものである。算出したチャネル相関値は抽出信号数決定部27に出力される。

[0048] 抽出信号数決定部27は、指標値算出部26から入力される指標値に基づいて、抽出信号数を算出して、信号抽出部24に出力する。抽出信号数の算出方法の例については後述する。

[0049] ここで、特性可変アンテナ20において、例えば4本の仮想アンテナの1つを周期的に選択することによりアンテナ特性を周期的に切り替える場合には、A／D変換部22は、一般的な無線基地局のA／D変換部22のサンプリング周期の4倍以上のサンプリング周期で、各アンテナ特性に対応する信号1～4をサンプリングして出力する。

[0050] アンテナ制御部23は、A／D変換部22のサンプリング周期で4本の仮想アンテナのうちの1つを選択してアンテナ特性を切り替える。

[0051] 便宜上、ここでは抽出信号数決定部27において決定された抽出信号数が4であるとする。このとき、信号抽出部24は、A／D変換部22のサンプリング周期と同じサンプリング周期で各アンテナ特性に対応する信号1～4を分割して抽出し、MIMO信号復調部25に出力する。その結果、信号抽出部24の4つの出力ポートには、それぞれ同じアンテナ特性の信号1～4が周期的に出力される。

[0052] (その他の構成例)

図5に示す信号処理装置2における各機能ブロックの機能を専用のハードウェア(LSI等)で実現してもよいし、「O/E変換部29、第2RF部31、A／D変換部22」以外の部分(つまり、デジタル信号の処理を行う部分)を、プロセッサ(CPU、DSP等)とメモリとを備える汎用的なコンピュータと、当該コンピュータ上で動作するソフトウェアで実現してもよい。

[0053] コンピュータとソフトウェアを用いて信号処理装置 2 を実現する場合における信号処理装置 2 の構成例を図 7 に示す。

[0054] 図 7 に示すように、当該信号処理装置 2 は、プロセッサ 101、メモリ 102、補助記憶装置 103、入出力装置 104、O/E 変換部 29、第 2 RF 部 31、A/D 変換部 22 を有し、これらがバスで接続された構成を有する。

[0055] 例えば、補助記憶装置 103（記憶媒体）に、信号処理装置 2 の動作を実現するプログラムが格納される。信号処理装置 2 の動作時に、当該プログラムがメモリ 102 に読み込まれ、プロセッサ 101 がメモリ 102 からプログラムを読み出して実行する。例えば、プロセッサ 101 は、当該プログラムにより、信号抽出部 24、MIMO 信号復調部 25、指標値算出部 26、抽出信号数決定部 27 の処理を実行する。なお、同期部 32 が信号処理装置 2 に含まれる場合には、当該プログラムにより、信号抽出部 24、MIMO 信号復調部 25、指標値算出部 26、抽出信号数決定部 27、同期部 32 の処理を実行する。また、同期部 32 とアンテナ制御部 23 が信号処理装置 2 に含まれる場合には、当該プログラムにより、信号抽出部 24、MIMO 信号復調部 25、指標値算出部 26、抽出信号数決定部 27、同期部 32、アンテナ制御部 23 の処理を実行する。

[0056] 入出力装置 104 は、例えば、MIMO 信号復調部 25 により得られた信号を出力する。また、入出力装置 104 から、事前に設定しておく情報を入力することとしてもよい。

[0057] （タイミング同期に関わる動作例）

同期部 32 に関する動作例をより具体的に説明する。特性可変アンテナ 20 は、アンテナ制御部 23 から受信するアンテナ制御信号に従って、例えば、仮想アンテナ 1 → 仮想アンテナ 2 → 仮想アンテナ 3 → 仮想アンテナ 4 → 仮想アンテナ 1 → … のようにして、アンテナ特性を切り替える。

[0058] 例えば、図 8 に示すように、特性可変アンテナ 20 が、アンテナ制御部 23 から受信するアンテナ制御信号に基づいて、時刻 T1 で、アンテナ特性を

仮想アンテナ 4 から仮想アンテナ 1 に切り替え、時刻 T_2 で、アンテナ特性を仮想アンテナ 1 から仮想アンテナ 2 へ切り替えるとする。

[0059] この場合、特性可変アンテナ 20 は、 T_1 から T_2 までの時間 ($T_1 \sim T_2$ の時間) で、仮想アンテナ 1 による信号受信を行い、仮想アンテナ 1 による受信信号として $T_1 \sim T_2$ の時間のアナログ信号を出力する。このアナログ信号は、第 1 RF 部 21、E/O 変換部 28、光ファイバ 30、O/E 変換部 29、及び第 2 RF 部 31 を経由して A/D 変換部 22 に到達する。

[0060] すなわち、図 8 に示すとおり、仮想アンテナ 1 で $T_1 \sim T_2$ の時間に仮想アンテナ 1 により得られたアナログ信号は、時間 D だけ遅延し、A/D 変換部 22 には、 $T_3 \sim T_4$ に到達する。

[0061] 従って、A/D 変換部 22 が、仮想アンテナ 1 による受信信号のサンプリングを行うためには、特性可変アンテナ 20 が実際に仮想アンテナ 1 による信号受信を行った時刻 (例: T_1 と T_2 の中央の時刻) から、時間 D 後の時刻にサンプリングが行われる必要がある。

[0062] そこで、本実施の形態では、図 5 を参照して説明したとおり、A/D 変換部 22 は、サンプリング周期とタイミング情報を同期部 32 に入力し、アンテナ制御部 23 はアンテナ特性切替タイミングの情報を同期部 32 に入力する。

[0063] A/D 変換部 22 から入力されるタイミング情報とは、例えば、図 8 に示す仮想アンテナ 1 の受信信号のサンプリングを行った時刻 (例えば T_3 と T_4 の中央の時刻 $(T_3 + T_4) / 2$) である。アンテナ制御部 23 から入力されるアンテナ特性切替タイミングの情報とは、例えば、図 8 に示す切替時刻 (例: T_1 と T_2 のいずれか、又は両方) と、その時刻のアンテナ特性の情報 (図 8 では仮想アンテナ 1) である。

[0064] 同期部 32 は、A/D 変換部 22 から入力されるサンプリング周期及びタイミング情報と、アンテナ制御部 23 から入力されるアンテナ特性切替タイミングの情報とにより、A/D 変換部 22 において適切に所望の信号のサンプリングがなされるように、アンテナ特性切替周期) 及びタイミング情報を

調整し、調整後のアンテナ特性切替周期及びタイミング情報をアンテナ制御部 23 に出力する。

[0065] アンテナ制御部 23 は、調整後のアンテナ特性切替周期及びタイミング情報に基づいて、アンテナ制御信号を特性可変アンテナ 20 に出力する。

[0066] ここで、特性可変アンテナ 20 が受信信号を出力してから、それが A/D 変換部 22 に届くまでの遅延時間を D とし、同期部 32 は D を保持しているとする。D は、同期部 32 に予め設定しておいてもよいし、例えば A/D 変換部 22（あるいは O/E 変換部 29 等）が定期的に D を測定し、D を同期部 32 に通知してもよい。

[0067] 例えば、同期部 32 が、A/D 変換部 22 からサンプリング周期として S P、タイミング情報として S T を受信し、アンテナ制御部 23 からアンテナ特性切替タイミングの情報として、T 1 ~ T 2 で仮想アンテナ 1 での受信を行ったことを示す情報を受信したとする。

[0068] このとき、例えば、同期部 32 は、サンプリング周期 S P とアンテナ特性切替周期「T 2 - T 1」とを比較することで、現在のアンテナ切替周期「T 2 - T 1」と S P が違っていれば、T 2 - T 1 が S P に合うように、以降のアンテナ制御部 23 へ出力するアンテナ切替周期を調整する。調整後のアンテナ切替周期を受信したアンテナ制御部 23 は、その周期でアンテナ特性が切り替わるように特性可変アンテナ 20 に対する制御を行う。

[0069] また、T 2 と T 1 の中央（仮想アンテナ 1 で受信を行っている時間の中央の時刻）と、A/D 変換部 22 での仮想アンテナ 1 の受信信号に対するサンプリング時刻とを同期させる場合において、同期部 32 は、遅延時間 D と、 $(S T - (T 2 + T 1) / 2)$ とを比較する。もしも、 $D > (S T - (T 2 + T 1) / 2)$ であれば、アンテナ特性の切り替えが遅すぎることを意味するので、アンテナ特性の切り替えタイミングを早めるように以降のアンテナ制御部 23 へ出力するタイミング情報を調整する。

[0070] もしも、 $D < (S T - (T 2 + T 1) / 2)$ であれば、アンテナ特性の切り替えが早すぎることを意味するので、アンテナ特性の切り替えタイミング

を遅らせるように以降のアンテナ制御部 23 へ出力するタイミング情報を調整する。

[0071] 調整後のタイミング情報を受信したアンテナ制御部 23 は、調整後のタイミング情報（例：図 8 の T1 と T2）に従った時刻にアンテナ特性の切り替えを行う。

[0072] 例えば図 8 に示したように、A/D 変換部 22 において、仮想アンテナ 1 で受信をしている期間の中央の時刻の信号を、仮想アンテナ 1 の信号としてサンプリングしたい場合に、上記の調整の結果、適切な時刻（サンプリング時刻よりも遅延時間 D だけ前の時刻）に仮想アンテナ 1 で信号受信が行われるようになる。仮想アンテナは周期的に切り替わるので、ある仮想アンテナで正しく信号のサンプリングができれば、他の仮想アンテナでも正しく信号のサンプリングを行うことができる。

[0073] 同期部 32 によるアンテナ特性切替周期とタイミングの更新は、常時（アンテナ切替毎に）行うこととしてもよいし、所定に時間間隔で行うこととしてもよい。

[0074] （無線基地局 4 の全体の動作例）

次に、無線基地局 4 の全体の動作例を、図 9 のフローチャートを参照してより具体的に説明する。なお、抽出信号数決定に関わる処理と、実処理（通信サービス提供のための処理）と並行して実行される。従って、抽出信号数は、通信サービス提供中に随時変更され得る。また、抽出信号数決定に関わる処理と、実処理（通信サービス提供のための処理）とは別々に行うこととしてもよい。この場合、予め抽出信号数決定に関わる処理を行って抽出信号数を決定し、その後に実処理を行う。また、前述したタイミング同期に関する動作は、実処理（通信サービス提供のための処理）と並行して実行される。

[0075] アンテナ制御部 23 は、同期部 32 から受信するアンテナ特性切替周期及びタイミング情報に同期させたアンテナ制御信号を特性可変アンテナ 20 に出力し、特性可変アンテナ 20 は、当該アンテナ制御信号に従って、アンテナ

ナ特性を周期的に切り替えている。

[0076] < S 1 >

S 1（ステップ 1）において、特性可変アンテナ 20 が無線端末局 1 の複数のアンテナから同時に送信された信号を受信する。受信した信号は第 1 R F 部 21 に入力され、第 1 R F 部 21 から E / O 変換部 28 に入力され、E / O 変換部 28 により電気信号が光信号に変換され、変換された光信号が光ファイバ 30 により伝送され、O / E 変換部 29 に入力される。

[0077] O / E 変換部 29 は、光信号を電気信号に変換し、第 2 R F 部 31 に出力する。第 2 R F 部 31 により処理された信号は A / D 変換部 22 に出力される。

[0078] < S 2 >

S 2 において、A / D 変換部 22 は、入力された信号（アナログ信号）に対してサンプリングを行って、サンプリングされた信号（デジタル信号）を取得する。A / D 変換部 22 により得られた信号は、信号抽出部 24 及び指標値算出部 26 に出力される。なお、同期部 32 による調整により、アンテナ特性の変化のタイミングとサンプリングのタイミングは同期している。

[0079] < S 3 >

S 3 において、指標値算出部 26 は、アンテナ制御部 23 から入力されるアンテナの制御情報に基づいて、A / D 変換部 22 から入力される信号からそれぞれのアンテナ特性における伝搬チャネル応答を算出するとともに、特性可変アンテナ 20 で設定されるアンテナ特性間の伝搬チャネル応答の相関値（チャネル相関値）を算出する。

[0080] 指標値算出部 26 は、アンテナ特性間の伝搬チャネル応答の相関値を、例えば下記の式 1 により算出する。

[0081]

[数1]

$$\frac{\sum_{i=1}^N a_i b_i^*}{\sqrt{\sum_{i=1}^N |a_i|^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N |b_i|^2}} \quad \cdots \text{式1}$$

式1において、 a_i はあるアンテナ特性におけるアンテナと無線端末局1の*i*番目のアンテナとの間の伝搬チャネル応答ベクトルであり、 b_i は a_i とは異なるアンテナ特性におけるアンテナと無線端末局1の*i*番目のアンテナとの間の伝搬チャネル応答ベクトルである。指標値算出部26は、アンテナ特性の組毎に、式1でチャネル相関値を求め、全組のチャネル相関値を足し合わせることで、全アンテナ特性におけるチャネル相関値を算出する。

[0082] 例えば、特性可変アンテナ20が4つのアンテナ特性を切り替えているとし、それぞれの特性におけるアンテナを仮想アンテナ1、仮想アンテナ2、仮想アンテナ3、仮想アンテナ4と呼ぶこととする。

[0083] この場合、指標値算出部26は、仮想アンテナ1と仮想アンテナ2との間のチャネル相関値、仮想アンテナ1と仮想アンテナ3との間のチャネル相関値、仮想アンテナ1と仮想アンテナ4との間のチャネル相関値、仮想アンテナ2と仮想アンテナ3との間のチャネル相関値、仮想アンテナ2と仮想アンテナ4との間のチャネル相関値、仮想アンテナ3と仮想アンテナ4との間のチャネル相関値を算出し、これらのチャネル相関値の和を求めることで、仮想アンテナ1～4間のチャネル相関値を算出する。

[0084] また、抽出信号数の算出方法に応じて、上記のような2仮想アンテナ間での各チャネル相関値、仮想アンテナ1～4間のチャネル相関値に加えて、仮想アンテナ1、2、3間のチャネル相関値、仮想アンテナ1、2、4間のチャネル相関値、仮想アンテナ2、3、4間のチャネル相関値を算出してもよい。つまり、全ての組み合わせについてのチャネル相関値を算出してもよい。

。

[0085] < S 4 >

S 4 において、抽出信号数決定部 2 7 は、指標値算出部 2 6 から入力されるチャネル相関値に基づいて抽出信号数を算出し、算出結果を信号抽出部 2 4 に出力する。

[0086] 例えば、抽出信号数決定部 2 7 は、事前にシミュレーションもしくは実測で算出したチャネル相関値と伝送容量の関係性を示すテーブルを保持しており、指標値算出部 2 6 により算出されたチャネル相関値に基づきテーブルを参照し、伝送容量の劣化量がしきい値以下となる最小の抽出信号数を決定する。しきい値は、事前に与えておく値である。

[0087] 「伝送容量の劣化量がしきい値以下となる最小の抽出信号数」の意味は下記のとおりである。

[0088] 抽出信号数が多いほど（つまり、M I M O 信号復調部 2 5 へ入力される信号の受信に使用される仮想アンテナの数が多いほど）、伝送容量が大きくなるが、抽出信号数が大きくなり過ぎると M I M O 信号復調部 2 5 の処理負荷が過大になる。抽出信号数の増加に対する伝送容量の増加の度合いは、抽出信号数が多いほど小さくなる。例えば、抽出信号数が 1 6 から 1 8 に増加する場合の伝送容量の増加量は、抽出信号数が 1 0 から 1 2 に増加する場合の伝送容量の増加量よりも小さい。

[0089] つまり、切り替えに使用される仮想アンテナ数と等しい抽出信号数（便宜上 N とする）を用いた場合の伝送容量に比べて、N よりも小さい抽出信号数 M における伝送容量は劣化する。本実施の形態では、伝送容量の劣化を小さくしつつ、M I M O 信号復調部 2 5 の処理負荷が過大にならないように、「伝送容量の劣化量がしきい値以下となる最小の抽出信号数」を決定し、それを信号抽出部 2 4 へ通知することとしている。

[0090] 例えば、N = 1 6 とした場合において、抽出信号数 = 1 6 のときの伝送容量に対する抽出信号数 = 1 4 の伝送容量の劣化量が、しきい値以下（つまり、あまり劣化しない）であり、抽出信号数 = 1 2 の伝送容量の劣化量もしき

い値以下であるが、抽出信号数＝１０の伝送容量の劣化量はしきい値を超える場合、抽出信号数＝１２となる。

[0091] より具体的には、例えば、抽出信号数決定部２７は、切り替えながらの信号受信に使用される仮想アンテナ数毎に、図１０に示すようなテーブルを保持している。図１０に示すテーブルは、指標値算出部２６により得られたチャネル相関値に対応する抽出信号数（＝「伝送容量の劣化がしきい値以下となる最小の抽出信号数」）を、チャネル相関値毎に保持するテーブルである。

[0092] 例えば、仮想アンテナ数＝ N である場合に、チャネル相関値として「 A 」が算出された場合、抽出信号数決定部２７は、自身が保持する図９のテーブルを参照することにより、抽出信号数として、「 $N+1$ 」を決定する。

[0093] $S4$ において、抽出信号数決定部２７は、上記のようにして抽出信号数のみを決定してもよいし、抽出信号数に加えて、その数の仮想アンテナ（どの仮想アンテナの信号を使用するか）を決定してもよい。

[0094] 抽出信号数に加えて、その数の仮想アンテナも決定する場合において、抽出信号数決定部２７は、例えば、その数の仮想アンテナ間のチャネル相関値が最小（相関が弱い）の仮想アンテナの組を選択（決定）する。

[0095] 例えば、仮想アンテナ１～４の４つの仮想アンテナを切り替えて使用する場合において、抽出信号数＝３となった場合を想定する。この場合、例えば、仮想アンテナ１、２、３間のチャネル相関値、仮想アンテナ１、２、４間のチャネル相関値、仮想アンテナ２、３、４間のチャネル相関値のうち、仮想アンテナ１、２、３間のチャネル相関値が最小になったとすると、抽出信号数決定部２７は、決定した抽出信号数の仮想アンテナとして、仮想アンテナ１、２、３を決定する。

[0096] ＜ $S5$

$S5$ において、抽出信号数決定部２７は、 $S4$ で決定した抽出信号数を信号抽出部２４に通知する。

[0097] $S4$ で、抽出信号数に加えて、その数の仮想アンテナも決定した場合には

、S 5において、抽出信号数決定部 2 7は、S 4で決定した抽出信号数の仮想アンテナを信号抽出部 2 4に通知する。

[0098] <S 6>

S 6において、信号抽出部 2 4は、抽出信号数決定部 2 7から受信した抽出信号数に基づいて、A/D変換部 2 2から入力された信号をA/D変換部 2 2のサンプリング周期と同じサンプリング周期で分割し、分割した信号から抽出信号数の信号を抽出（選択）し、抽出した信号をMIMO信号復調部 2 5に出力する。

[0099] なお、信号抽出部 2 4で抽出可能な最大信号数が予め定められていてもよい。その場合、信号抽出部 2 4に対して当該最大信号数よりも大きな抽出信号数が通知された場合には、信号抽出部 2 4は、当該最大信号数の信号を抽出し、抽出した信号をMIMO信号復調部 2 5に出力する。

[0100] 信号抽出部 2 4が、抽出信号数決定部 2 7から抽出信号数のみを受信した場合、分割した信号からどの信号を抽出するかについては、特定の方法に限定されないが、例えば、どの信号を抽出するかを予め定めておくこととしてもよい。

[0101] 例えば、仮想アンテナ 1～4を使用する場合において、仮想アンテナ 1、2、3、4の順で選択するように定められているとする。この場合、仮に抽出信号数＝3であるとすると、信号抽出部 2 4は、仮想アンテナ 1～4の信号のうち、仮想アンテナ 1、2、3の信号を抽出し、MIMO信号復調部 2 5に出力する。

[0102] また、信号抽出部 2 4が、抽出信号数決定部 2 7から仮想アンテナの情報（抽出すべき信号の情報）を受信した場合、信号抽出部 2 4は、分割した信号から、抽出信号数決定部 2 7により通知された信号を抽出し、MIMO信号復調部 2 5に出力する。

[0103] 図 1 1に、信号抽出部 2 4による動作のイメージを示す。図 1 1に示す例では、仮想アンテナ 1～8が使用されていることを想定している。仮想アンテナ 1～8に対応する信号を信号 1～8とする（図では、数字の入った○が

信号を示す)。

[0104] 信号抽出部24は、A/D変換部22によりサンプリングされた信号を受信する。信号抽出部24は、サンプリング周期と同じ周期で、入力された信号を分割することにより、信号1、2、3、4、5、6、7、8、....を順次取得(識別)する。

[0105] 図11の例では、抽出信号数決定部27から信号抽出部24に対して、信号1~8のうち、信号1、4、7、8を抽出するよう指定されているものとする。この場合、信号抽出部24は、信号1~8のうち、信号1、4、7、8を抽出し、これらの信号をMIMO信号復調部25に出力する。

[0106] <S7>

S7において、MIMO信号復調部25は、信号抽出部24から受信した信号に対して、一般的な無線通信システムで規定されるMIMOの復調処理を行う。なお、MIMO復調処理において必要となる情報(無線端末局1のアンテナ数等)は、事前に与えられていることとしてもよいし、推定することとしてもよい。

[0107] (チャネル相関値以外の指標値例)

上記の例では、抽出信号数の決定のための指標値として、仮想アンテナ間のチャネル相関値を用いているが、これは一例である。チャネル相関値以外の指標値を用いて抽出信号数を決定してもよい。

[0108] 例えば、図9のフローのS3において、指標値算出部26は、チャネル指標値に代えて、下記の式2により、使用している仮想アンテナに基づく理論的な伝送容量Cを算出する。

[0109] [数2]

$$C = \log_2 \det \left(\mathbf{I}_{N_r} + \frac{P_t}{N_t \sigma_n^2} \mathbf{H} \mathbf{H}^H \right) \quad \cdots \text{式2}$$

上記の式 2 における I_{Nr} は、 $N_r \times N_r$ の単位行列である。 N_r は、受信アンテナ数（＝使用している仮想アンテナの数（切り替えるアンテナ特性の数））である。 N_t は送信アンテナ数（＝無線端末局 1 のアンテナ数）である。 P_t は送信電力である。 σ_n^2 は雑音電力である。 H は、 $N_r \times N_t$ のチャネル行列（伝搬チャネル応答を要素として持つ行列）であり、 $\det$ は括弧内の行列の行列式である。

[0110] 例えば、特性可変アンテナ 20 が 4 つのアンテナ特性を切り替えているとする。つまり、仮想アンテナ 1、仮想アンテナ 2、仮想アンテナ 3、仮想アンテナ 4 を使用しているとする。

[0111] この場合、指標値算出部 26 は、式 2 を用いて、仮想アンテナ 1～4 を使用した場合の伝送容量を算出する。

[0112] また、抽出信号数の算出方法に応じて、上記のような全仮想アンテナを用いた場合の伝送容量に加えて、仮想アンテナ 1 と仮想アンテナ 2 を使用した場合の伝送容量、仮想アンテナ 1 と仮想アンテナ 3 を使用した場合の伝送容量、仮想アンテナ 1 と仮想アンテナ 4 を使用した場合の伝送容量、仮想アンテナ 2 と仮想アンテナ 3 を使用した場合の伝送容量、仮想アンテナ 2 と仮想アンテナ 4 を使用した場合の伝送容量、仮想アンテナ 3 と仮想アンテナ 4 を使用した場合の伝送容量、仮想アンテナ 1、2、3 を使用した場合の伝送容量、仮想アンテナ 1、2、4 を使用した場合の伝送容量、仮想アンテナ 2、3、4 を使用した場合の伝送容量を算出してもよい。つまり、全ての組み合わせについての伝送容量を算出してもよい。

[0113] S4 において、抽出信号数決定部 27 は、指標値算出部 26 から入力される伝送容量から抽出信号数を算出し、算出結果を信号抽出部 24 に出力する。

[0114] 例えば、抽出信号数決定部 27 は、伝送容量と「伝送容量の劣化がしきい値以下となる最小の抽出信号数」とを対応付けたテーブルを、使用する仮想アンテナの数毎に保持している。

[0115] ここで、仮想アンテナ数＝ N に対応するテーブルにおける、伝送容量 C に

対応する「伝送容量の劣化がしきい値以下となる最小の抽出信号数」が「N1」であるとする。

[0116] このとき、式2による計算で伝送容量としてCが算出された場合、抽出信号数決定部27は、テーブルを参照することにより、抽出信号数として「N1」を決定する。

[0117] S4において、抽出信号数決定部27は、上記のようにして抽出信号数のみを決定してもよいし、抽出信号数に加えて、その数の仮想アンテナ（どの仮想アンテナの信号を使用するか）を決定してもよい。

[0118] 抽出信号数に加えて、その数の仮想アンテナも決定する場合において、抽出信号数決定部27は、例えば、その数の仮想アンテナの伝送容量が最大となる仮想アンテナの組を選択（決定）する。

[0119] 例えば、仮想アンテナ1～4の4つの仮想アンテナを切り替えて使用する場合において、抽出信号数=3となった場合を想定する。この場合、例えば、仮想アンテナ1、2、3での伝送容量、仮想アンテナ1、2、4での伝送容量、仮想アンテナ2、3、4での伝送容量のうち、仮想アンテナ1、2、3での伝送容量が最大になったとすると、抽出信号数決定部27は、決定した抽出信号数の仮想アンテナとして、仮想アンテナ1、2、3を決定する。

[0120] 指標値として、これまでに説明したチャネル相関値、伝送容量の他に、例えば、固有値、あるいは、受信電力対雑音電力比（SNR）を用いてもよい。固有値とは、上記のチャネル行列Hを固有値分解して得られる固有値であり、各空間伝送に対する受信電力に相当する値である。また、受信電力対雑音電力比（SNR）は、上記の固有値を雑音電力で割った値である。

[0121] （変形例）

以上、基本的な構成を基本例として説明したが、更なる特性改善のために、下記の変形例1～6に説明するような構成及び動作を採用することとしてもよい。変形例1～5のうちの一部又は全部を組み合わせてもよい。また、変形例1～5において説明していない部分は、基本例が適用される。

[0122] ＜変形例1＞

変形例 1 では、A/D 変換部 22 がオーバーサンプリングをすることにより、前述した基本例での標本化よりも細かく標本化を実行し、それらの信号の合成によって、標本化の周期よりも少ない周期の信号を発生させる。信号の合成は、信号抽出部 24 により行われる。信号合成後の処理は基本例の処理と同じである。

[0123] 変形例 1 における信号処理のイメージを図 12 に示す。図 12 に示す例において、所定の周期で、仮想アンテナが 1、2、3、4、... のように切り替えられており、各周期の時間で、該当の仮想アンテナによりアナログ信号が得られている。

[0124] A/D 変換部 22 が、仮想アンテナの切り替えの速さの 2 倍の速さでサンプリングを行うとすると、図 12 に示すように、1 つの仮想アンテナを使用している時間内で、2 つのデジタル信号がサンプリングされる。信号抽出部 24 は、仮想アンテナ 1 の信号として、信号 A と信号 B を合成した信号を生成する。他の仮想アンテナについても同様である。

[0125] <変形例 2>

変形例 2 では、アンテナ制御部 23 からの制御情報に基づいて、特性可変アンテナ 20 が、周期的に同じ特性が所定数連続するように特性の切り替えを行う。所定数 = 2 の場合、切り替えタイミング (= サンプリングタイミング) 毎に、仮想アンテナ 1、仮想アンテナ 1、仮想アンテナ 2、仮想アンテナ 2、.... のような特性となる。

[0126] この場合、A/D 変換部 22 は、サンプリングにより、信号 1、信号 1、信号 2、信号 2、... のように、隣り合う信号が周期的に同じになるような信号列を出力する。

[0127] この場合の信号抽出部 24 における処理のイメージを図 13 に示す。図 13 の例では、例えば、信号 1 ~ 8 のうち、信号 1 ~ 4 を抽出する場合を想定している。図 13 に示すように、信号抽出部 24 は、隣り合う信号を合成し、合成した信号を MIMO 信号復調部 25 に出力する。この機能によって、信号対雑音電力比の向上が期待できる。

[0128] <変形例 3>

変形例 3 では、図 5 におけるアンテナ制御部 23 に対して、異なるアンテナ制御パターン（仮想アンテナの組）をそれぞれ設定し、それぞれのアンテナ制御パターンで指標値算出部 26 において指標値（例：チャネル相関、伝送容量）を算出する。

[0129] 指標値算出部 26 において指標値を算出する際には、前述した基本例と同じ算出方法を用いてもよいし、波長分散等の光ファイバ特有の劣化量をノイズとして設定して指標値を算出してもよい。光ファイバ特有の劣化量をノイズとして設定して指標値を算出する際には、例えば、当該ノイズを設定して伝搬チャネル応答を算出し、その伝搬チャネル応答を用いて指標値（例：チャネル相関、伝送容量）を算出する。

[0130] 光ファイバ特有の劣化量は、O/E変換部 29 から指標値算出部 26 に通知されてもよいし、指標値算出部 26 に予め設定されていてもよい。

[0131] 指標値としてチャネル相関値を使用する場合、複数のアンテナ制御パタンのうち、チャネル相関値が最小となるアンテナ制御パターンをアンテナ制御部 23 に設定する。指標値として伝送容量を使用する場合、複数のアンテナ制御パタンのうち、伝送容量が最大となるアンテナ制御パターンをアンテナ制御部 23 に設定する。アンテナ制御パタンの決定、及びアンテナ制御部 23 への設定は、指標値算出部 26 が行ってもよいし、無線基地局 2 の外部にある装置が行ってもよい。また、アンテナ制御部 23 への設定は、無線で行ってもよいし、有線（電気、光）で行ってもよい。変形例 3 により、伝送容量の改善が可能となる。

[0132] 例えば、アンテナ制御部 23 からの制御により実現可能な特性可変アンテナ 20 のアンテナ特性として、アンテナ特性 1～10（仮想アンテナ 1～10）があるとする。このときに、例えば、5 個のアンテナ特性を切り替えて信号受信を行うものとする。つまり、実現可能な 10 本の仮想アンテナのうち、5 本の仮想アンテナを用いて信号受信を行うものとする。

[0133] この場合、アンテナ特性を 1～10 の数字で表すとする、変形例 3 では

、例えば、アンテナ制御パターンA = {1、2、3、4、5}、アンテナ制御パターンB = {6、7、8、9、10}、アンテナ制御パターンC = {2、3、4、5、6}、アンテナ制御パターンD = {4、5、6、10}、.... のようにして、複数のアンテナ制御パターンを作成し、アンテナ制御部23に設定する。

[0134] アンテナ制御部23は、各アンテナ制御パターンにて、特性可変アンテナ20に、アンテナ特性を切り替えながら信号受信を行わせる。例えば、アンテナ制御パターンAが適用される場合、アンテナ特性が1、2、3、4、5のように切り替えられる。そして、指標値算出部26が、各アンテナ制御パターンでの指標値を算出し、指標値に基づいて、1つのアンテナ制御パターンを決定する。

[0135] <変形例4>

変形例4では、図5における抽出信号数決定部27において、抽出信号数の上限をMIMO信号復調部25で計算可能な数に制限する。これにより、計算負荷を抑えることができる。

[0136] 例えば、MIMO信号復調部25で計算可能な数の上限（最大値）が16であるとした場合、基本例で説明した処理により、抽出信号数決定部27が抽出信号数=20との結果を得た場合でも、抽出信号数決定部27は、最終的な算出結果として、16をMIMO信号復調部25に通知する。

[0137] <変形例5>

本実施の形態のように、特性可変アンテナ20で受信した信号を光信号として光ファイバ30で伝送する場合、伝送距離が延びることで、光ファイバ30における波長分散等の非線形の効果で信号が劣化する。

[0138] そこで、変形例5では、抽出信号数決定部27は、伝搬チャネル応答等に基づく指標値（チャネル相関値、伝送容量等）から計算される抽出信号数よりも大きな抽出信号数を決定する。これにより、通信品質を向上させることができる

一例として、抽出信号数決定部27は、指標値から得られた抽出信号数と

、追加すべき信号数とを対応付けたテーブルを保持している。このテーブルは、光ファイバ30の長さ、あるいは事前のシミュレーション等により、予め作成しておくものである。例えば、指標値から得られた抽出信号数が10となった場合、テーブルから10に対応する値として2が得られたとすると、抽出信号数決定部27は、最終的な抽出信号数として12を決定する。

[0139] (実施の形態の効果)

本実施の形態に係る技術により、送信装置の複数のアンテナから同一周波数かつ同一時刻に送信されるMIMO信号を受信する特性可変アンテナを備える光伝送装置と、信号処理装置とが光ファイバで接続される受信装置において、特性可変アンテナのアンテナ特性の切り替えのタイミングとサンプリングのタイミングとを同期させることができる。

[0140] (実施の形態のまとめ)

本明細書には、少なくとも下記の各項に記載した受信装置、信号処理装置、受信方法、及びプログラムが記載されている。

(第1項)

複数のアンテナから送信されたMIMO信号を、アンテナ特性を切り替えながら受信する特性可変アンテナと、

前記特性可変アンテナにより受信した受信信号を電気信号から光信号に変換する電気光変換部と、

光ファイバにより伝送された前記光信号を受信し、当該光信号を電気信号に変換する光電気変換部と、

前記光電気変換部により電気信号に変換された前記受信信号に対してサンプリングを行う変換部と、

前記変換部により得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、信号を抽出する信号抽出部と、

前記信号抽出部から出力された信号に対してMIMO復調処理を実行するMIMO信号復調部と、

前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報と、前

記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、前記特性可変アンテナにおけるアンテナ特性の切り替えの周期とタイミングを調整する同期部と、

を備える受信装置。

(第2項)

前記同期部は、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、あるアンテナ特性で信号受信を行った時刻と前記サンプリングの時刻との間の遅延時間を算出し、当該算出した遅延時間と、前記特性可変アンテナにより受信した受信信号が前記変換部に到達するまでの遅延時間とを比較することにより、前記アンテナ特性の切り替えのタイミングを調整する

第1項に記載の受信装置。

(第3項)

前記変換部により得られた信号に基づいて、指標値を算出する指標値算出部と、

前記指標値に基づいて、抽出信号数を決定する抽出信号数決定部と、を備え、

前記信号抽出部は、前記変換部により得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、前記抽出信号数の信号を抽出する

第1項又は第2項に記載の受信装置。

(第4項)

アンテナ特性を切り替えるための制御信号を前記特性可変アンテナに対して送信するアンテナ制御部を備え、

前記同期部は、前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報とを前記変換部から受信し、前記アンテナ特性を切り替えるタイミングの情報を前記アンテナ制御部から受信する

第1項ないし第3項のうちいずれか1項に記載の受信装置。

(第5項)

複数のアンテナから送信されたMIMO信号を、アンテナ特性を切り替えながら受信する特性可変アンテナと、前記特性可変アンテナにより受信した受信信号を電気信号から光信号に変換する電気光変換部とを備える光伝送装置から、光ファイバにより伝送された前記光信号を受信し、当該光信号を電気信号に変換する光電気変換部と、

前記光電気変換部により電気信号に変換された前記受信信号に対してサンプリングを行う変換部と、

前記変換部により得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、信号を抽出する信号抽出部と、

前記信号抽出部から出力された信号に対してMIMO復調処理を実行するMIMO信号復調部と、

前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、前記特性可変アンテナにおけるアンテナ特性の切り替えの周期とタイミングを調整する同期部と

を備える信号処理装置。

(第6項)

前記同期部は、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、あるアンテナ特性で信号受信を行った時刻と前記サンプリングの時刻との間の遅延時間を算出し、当該算出した遅延時間と、前記特性可変アンテナにより受信した受信信号が前記変換部に到達するまでの遅延時間とを比較することにより、前記アンテナ特性の切り替えのタイミングを調整する

第5項に記載の信号処理装置。

(第7項)

特性可変アンテナを備える受信装置が実行する受信方法であって、

複数のアンテナから送信されたMIMO信号を、前記特性可変アンテナにより、アンテナ特性を切り替えながら受信するステップと、

前記特性可変アンテナにより受信した受信信号を電気信号から光信号に変換するステップと、

光ファイバにより伝送された前記光信号を電気信号に変換するステップと、

電気信号に変換された前記受信信号に対してサンプリングを行うステップと、

サンプリングにより得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、信号を抽出するステップと、

前記抽出された信号に対してMIMO復調処理を実行するステップと、

前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、前記特性可変アンテナにおけるアンテナ特性の切り替えの周期とタイミングを調整するステップと

を備える受信方法。

(第8項)

コンピュータを、第5項又は第6項に記載の信号処理装置における前記信号抽出部、前記MIMO信号復調部、及び前記同期部として機能させるためのプログラム。

[0141] 以上、本実施の形態について説明したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

符号の説明

- [0142] 1 無線端末局
4 無線基地局
10 アンテナ
11 RF部
12 D/A変換部
13 MIMO信号生成部

- 2 0 特性可変アンテナ
- 2 1 R F 部
- 2 2 A / D 変換部
- 2 3 アンテナ制御部
- 2 4 信号抽出部
- 2 5 M I M O 信号復調部
- 2 6 指標値算出部
- 2 7 抽出信号数決定部
- 2 8 E / O 変換部
- 2 9 O / E 変換部
- 3 0 光ファイバ
- 3 1 第 2 R F 部
- 3 2 同期部
- 1 0 1 プロセッサ
- 1 0 2 メモリ
- 1 0 3 補助記憶装置
- 1 0 4 入出力装置

請求の範囲

- [請求項1] 複数のアンテナから送信されたMIMO信号を、アンテナ特性を切り替えながら受信する特性可変アンテナと、
前記特性可変アンテナにより受信した受信信号を電気信号から光信号に変換する電気光変換部と、
光ファイバにより伝送された前記光信号を受信し、当該光信号を電気信号に変換する光電気変換部と、
前記光電気変換部により電気信号に変換された前記受信信号に対してサンプリングを行う変換部と、
前記変換部により得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、信号を抽出する信号抽出部と、
前記信号抽出部から出力された信号に対してMIMO復調処理を実行するMIMO信号復調部と、
前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、前記特性可変アンテナにおけるアンテナ特性の切り替えの周期とタイミングを調整する同期部と、
を備える受信装置。
- [請求項2] 前記同期部は、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、あるアンテナ特性で信号受信を行った時刻と前記サンプリングの時刻との間の遅延時間を算出し、当該算出した遅延時間と、前記特性可変アンテナにより受信した受信信号が前記変換部に到達するまでの遅延時間とを比較することにより、前記アンテナ特性の切り替えのタイミングを調整する
請求項1に記載の受信装置。
- [請求項3] 前記変換部により得られた信号に基づいて、指標値を算出する指標値算出部と、

前記指標値に基づいて、抽出信号数を決定する抽出信号数決定部と、を備え、

前記信号抽出部は、前記変換部により得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、前記抽出信号数の信号を抽出する請求項 1 又は 2 に記載の受信装置。

[請求項4] アンテナ特性を切り替えるための制御信号を前記特性可変アンテナに対して送信するアンテナ制御部を備え、

前記同期部は、前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報とを前記変換部から受信し、前記アンテナ特性を切り替えるタイミングの情報を前記アンテナ制御部から受信する

請求項 1 ないし 3 のうちいずれか 1 項に記載の受信装置。

[請求項5] 複数のアンテナから送信された MIMO 信号を、アンテナ特性を切り替えながら受信する特性可変アンテナと、前記特性可変アンテナにより受信した受信信号を電気信号から光信号に変換する電気光変換部とを備える光伝送装置から、光ファイバにより伝送された前記光信号を受信し、当該光信号を電気信号に変換する光電気変換部と、

前記光電気変換部により電気信号に変換された前記受信信号に対してサンプリングを行う変換部と、

前記変換部により得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、信号を抽出する信号抽出部と、

前記信号抽出部から出力された信号に対して MIMO 復調処理を実行する MIMO 信号復調部と、

前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、前記特性可変アンテナにおけるアンテナ特性の切り替えの周期とタイミングを調整する同期部と

を備える信号処理装置。

[請求項6] 前記同期部は、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性

可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、あるアンテナ特性で信号受信を行った時刻と前記サンプリングの時刻との間の遅延時間を算出し、当該算出した遅延時間と、前記特性可変アンテナにより受信した受信信号が前記変換部に到達するまでの遅延時間とを比較することにより、前記アンテナ特性の切り替えのタイミングを調整する

請求項5に記載の信号処理装置。

[請求項7]

特性可変アンテナを備える受信装置が実行する受信方法であって、複数のアンテナから送信されたMIMO信号を、前記特性可変アンテナにより、アンテナ特性を切り替えながら受信するステップと、

前記特性可変アンテナにより受信した受信信号を電気信号から光信号に変換するステップと、

光ファイバにより伝送された前記光信号を電気信号に変換するステップと、

電気信号に変換された前記受信信号に対してサンプリングを行うステップと、

サンプリングにより得られた複数のアンテナ特性に対応する複数の信号から、信号を抽出するステップと、

前記抽出された信号に対してMIMO復調処理を実行するステップと、

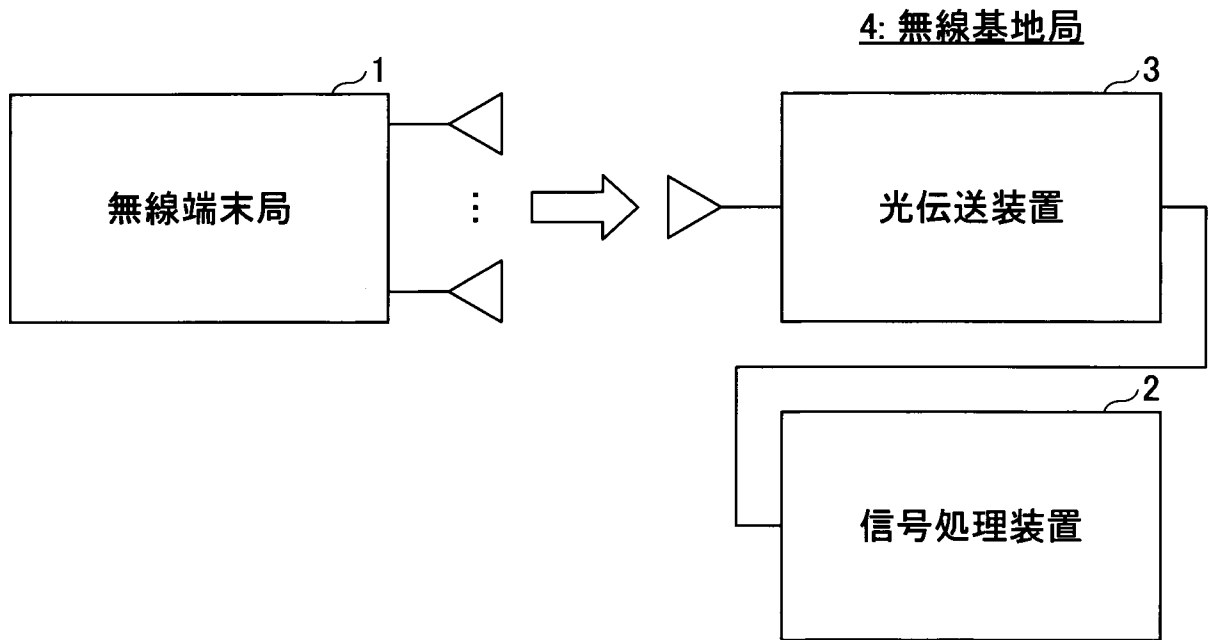
前記サンプリングの周期と、前記サンプリングのタイミングの情報と、前記特性可変アンテナにおいてアンテナ特性を切り替えるタイミングの情報とに基づいて、前記特性可変アンテナにおけるアンテナ特性の切り替えの周期とタイミングを調整するステップと

を備える受信方法。

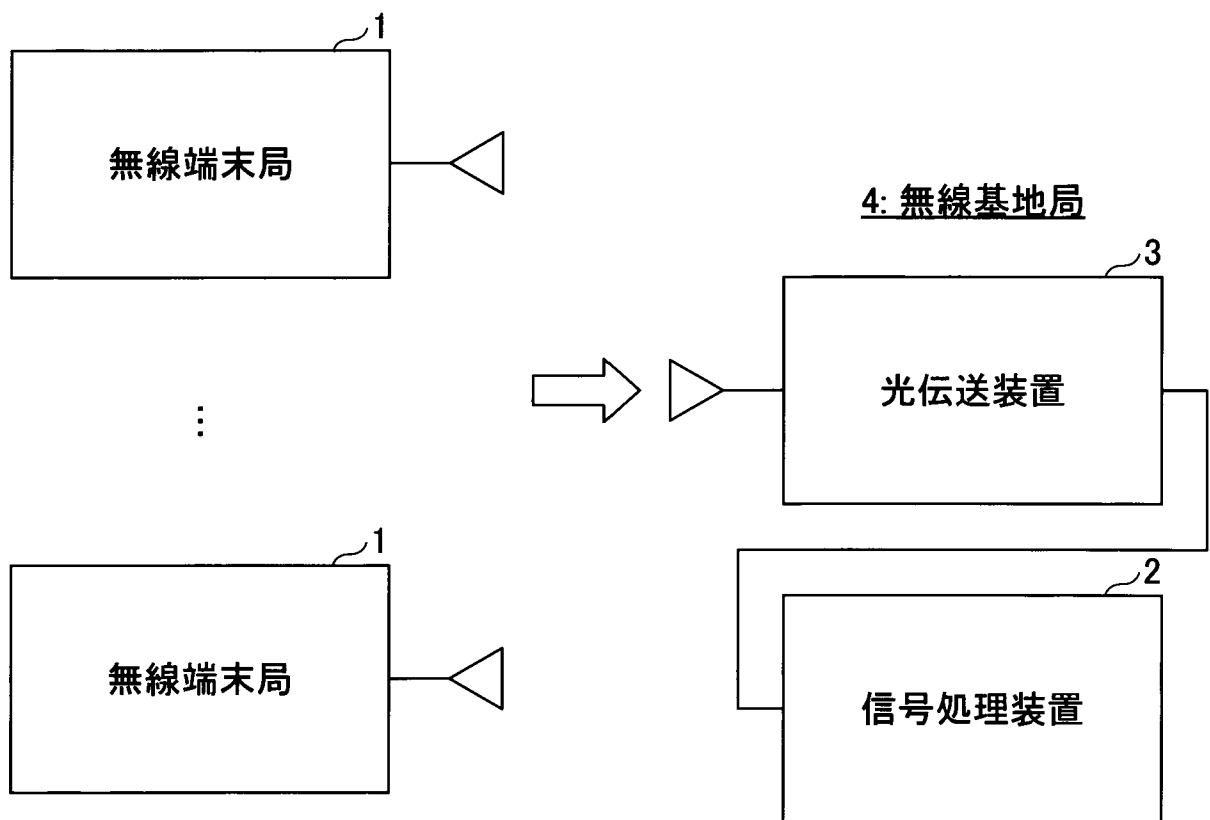
[請求項8]

コンピュータを、請求項5又は6に記載の信号処理装置における前記信号抽出部、前記MIMO信号復調部、及び前記同期部として機能させるためのプログラム。

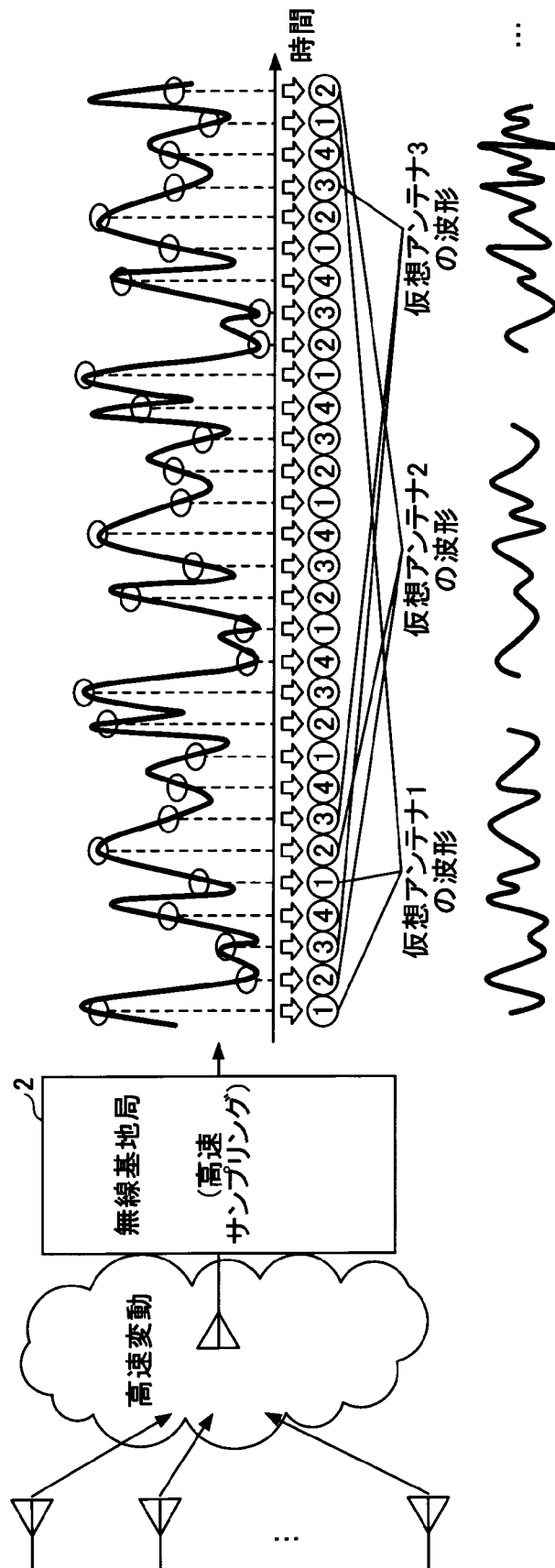
[図1]



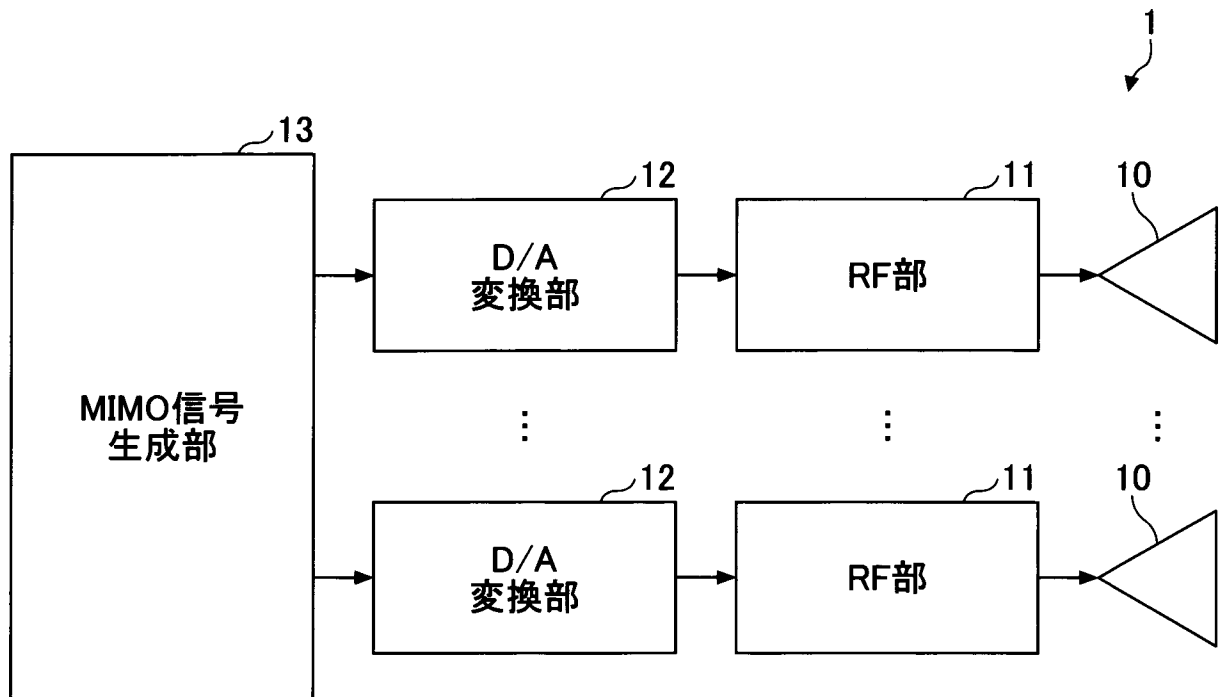
[図2]



[図3]

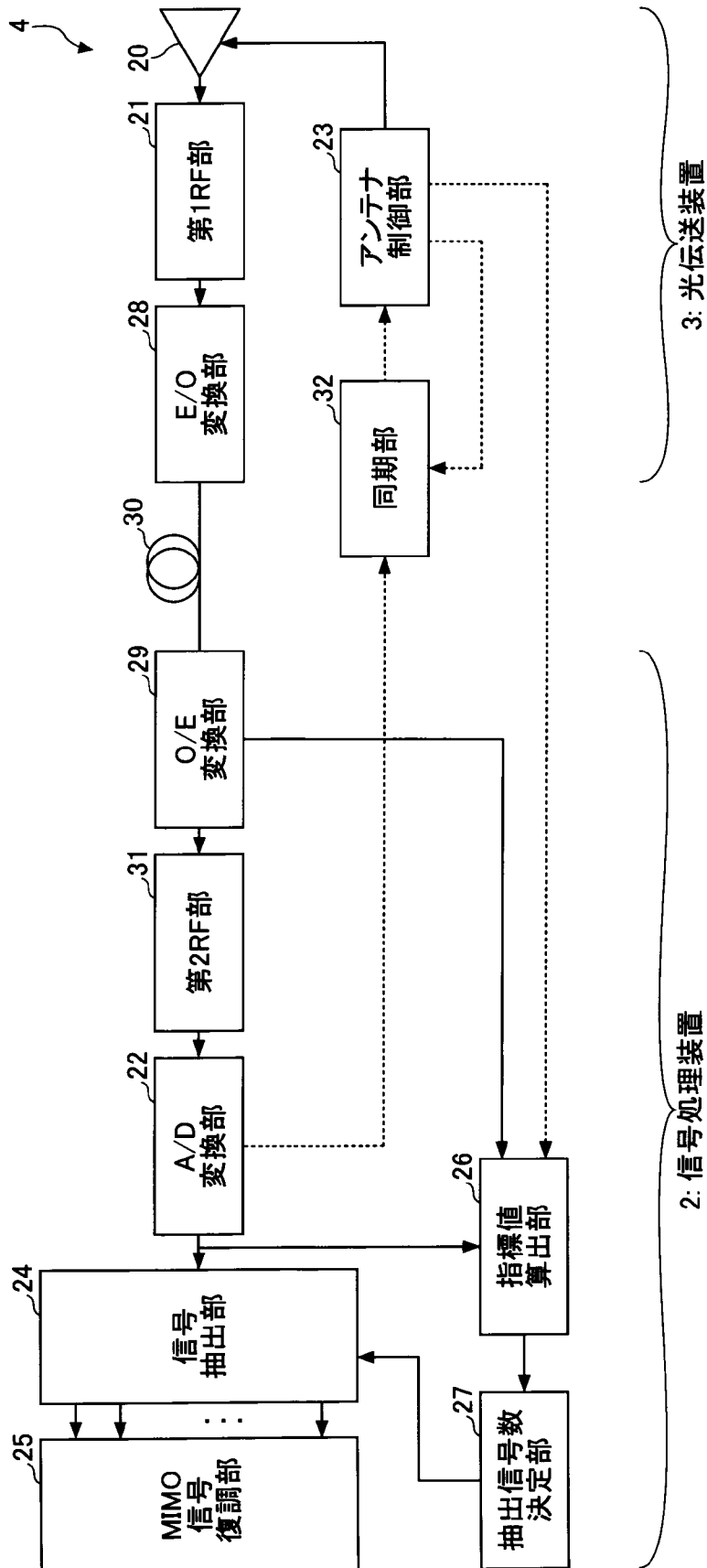


[図4]

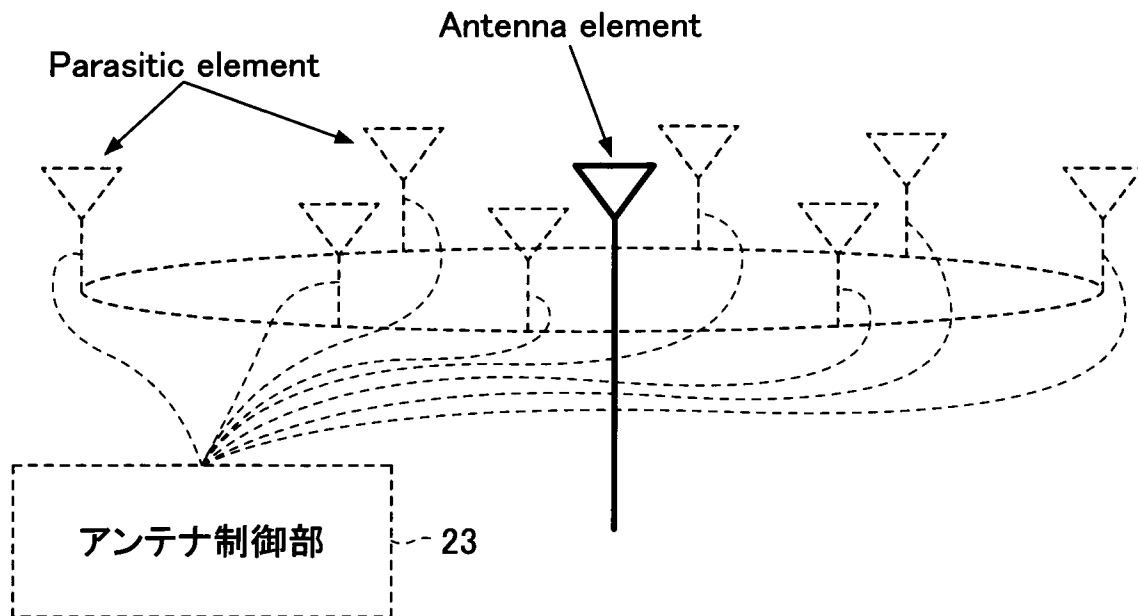


[図5]

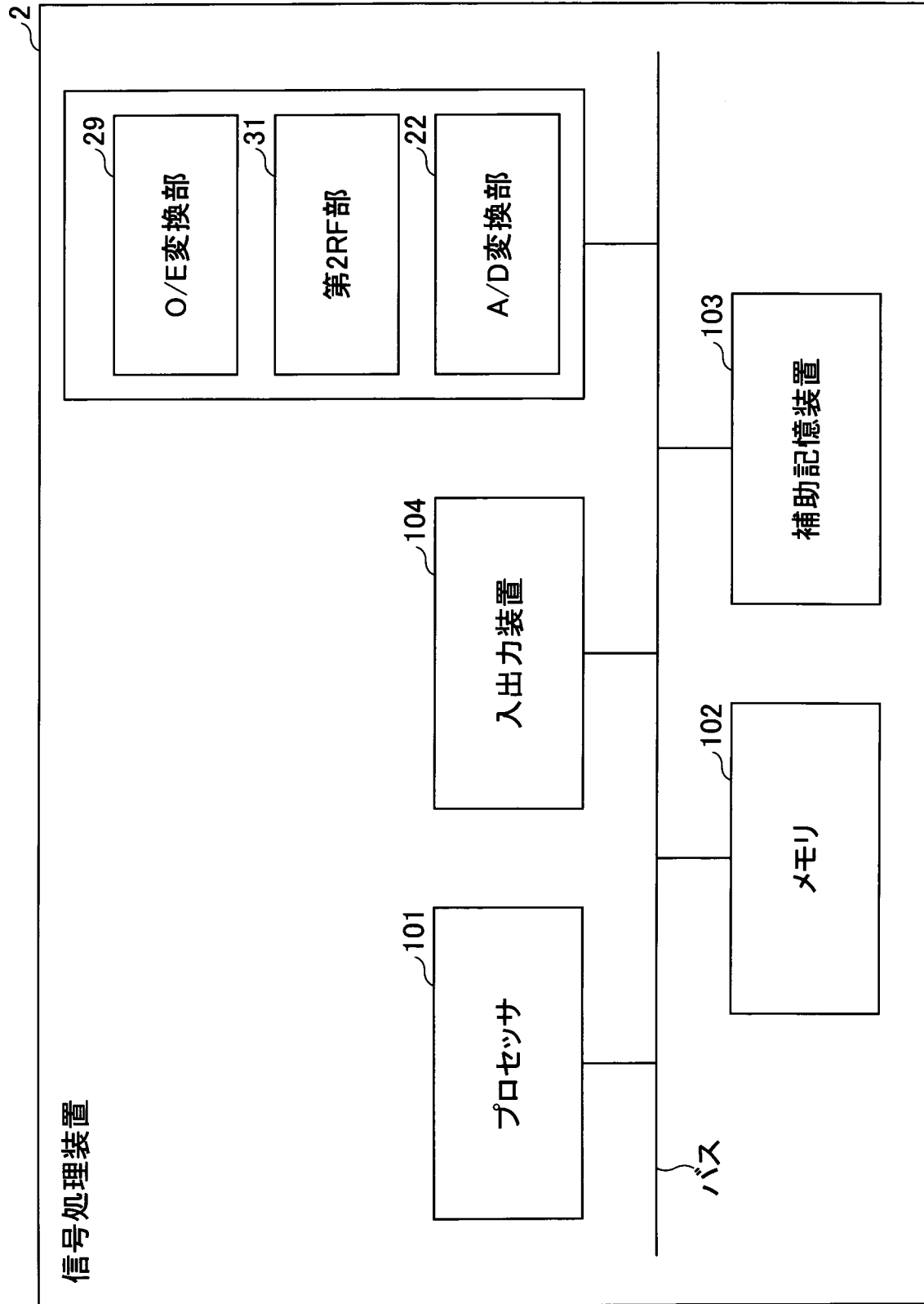
4: 信号処理装置



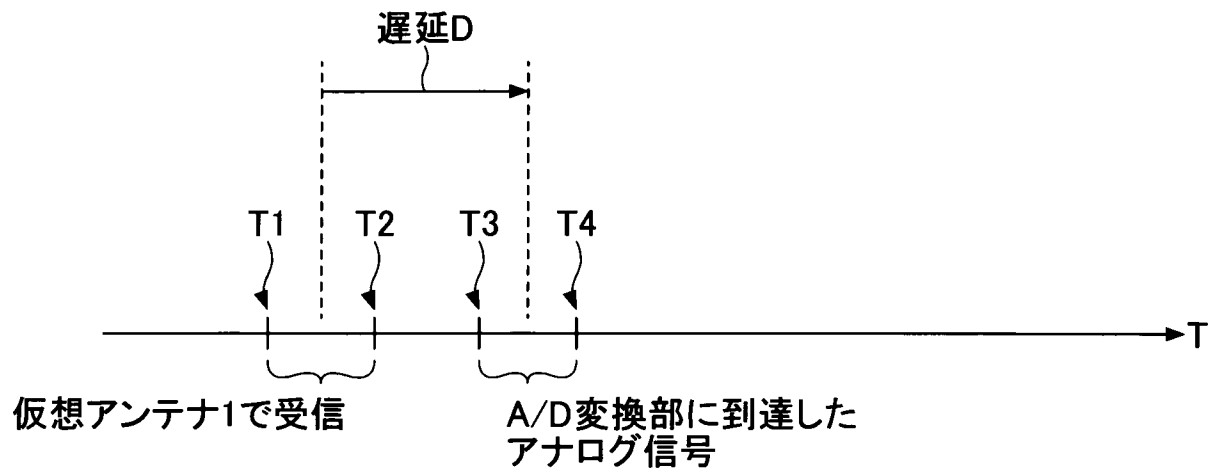
[図6]



[図7]



[図8]



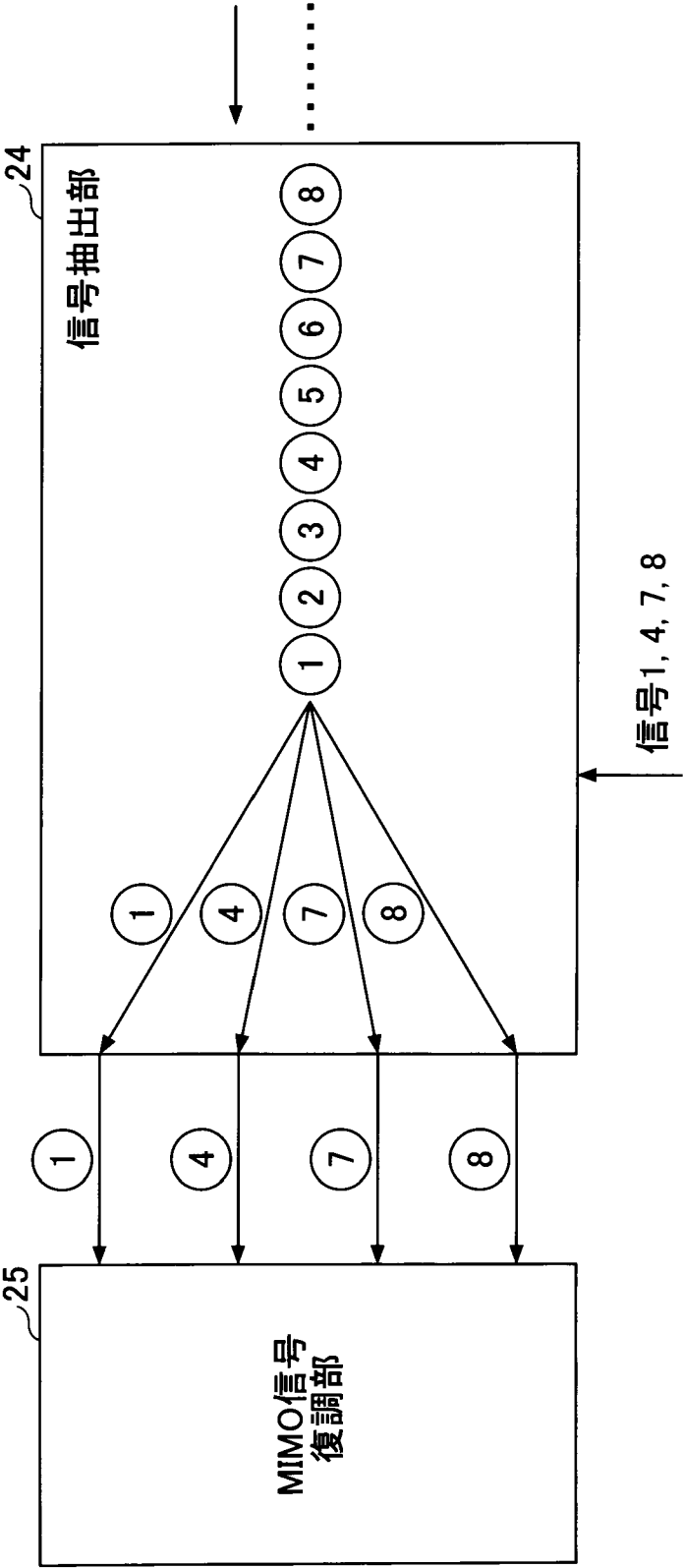
[図9]



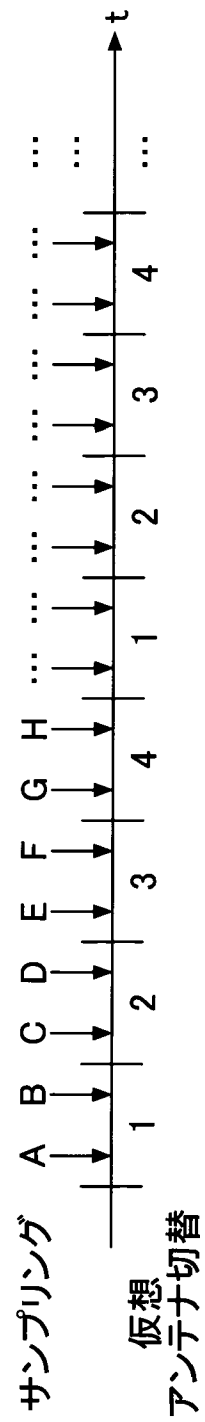
[図10]

仮想アンテナ数=N	
チャネル相関値	抽出信号数
A	N1
B	N2
C	N3
⋮	⋮

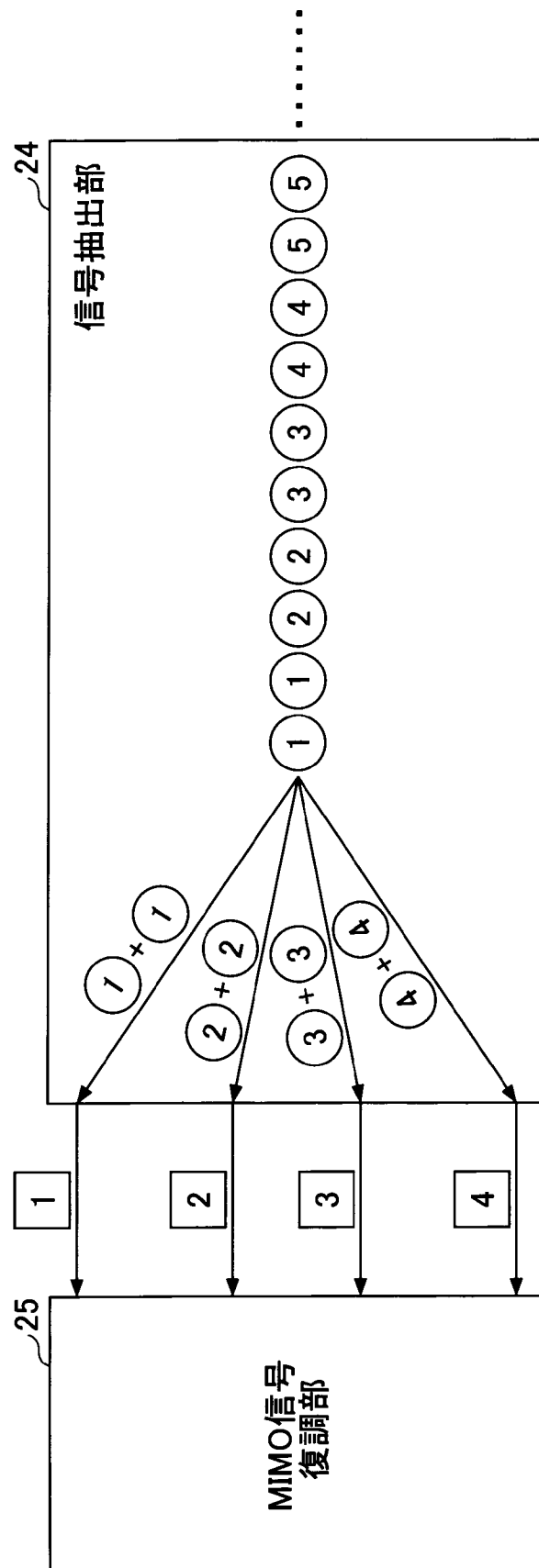
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/031168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04B7/0413 (2017.01) i

FI: H04B7/0413 200

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H04B7/0413

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	村上友規他. Virtual Massive MIMO (VM-MIMO) の提案. 電子情報通信学会 2019 年総合大会講演論文集通信 1. 05 March 2019, p. 123, sections 2, 3, fig. 1-3, non-official translation (MURAKAMI, Tomoki et al. Proposal for Virtual Massive MIMO (VM-MIMO). Proceedings of the 2019 IEICE General Conference (Communication 1).)	1-8
A	村上友規他. 将来無線システムにおける時空間信号処理技術. 2019 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会 通信講演論文集 1. 13 September 2019, sections 2, 3, fig. 2, 3, non-official translation (MURAKAMI, Tomoki et al. Spatiotemporal Signal Processing Technology in Future Wireless Systems. Proceedings of the 2019 IEICE Society Conference (Communication 1).)	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12.01.2021

Date of mailing of the international search report

19.01.2021

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/031168

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WATANABE, ISSEI et al. A proposal on propagation environmental control by a virtual massive array. 2019 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP), IEEE, 30 October 2019, section I-II, fig. 1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 7/0413(2017.01)i FI: H04B7/0413 200														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04B7/0413 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） IEEE Xplore			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	村上 友規 他, Virtual Massive MIMO (VM-MIMO) の提案, 電子情報通信学会2019年総合大会講演論文集 通信1, 2019.03.05, p.123 セクション2-3, 図1-3	1-8												
A	村上 友規 他, 将来無線システムにおける時空間信号処理技術, 2019年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会 通信講演論文集1, 2019.09.13 セクション2-3, 図2-3	1-8												
A	ISSEI WATANABE et al., A proposal on propagation environmental control by a virtual massive array, 2019 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP), IEEE, 2019.10.30 section I-II, Fig.1	1-8												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 12.01.2021	国際調査報告の発送日 19.01.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 吉江 一明 5K 5887 電話番号 03-3581-1101 内線 3556													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/031168

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日