

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年6月11日 (11.06.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/072255 A1

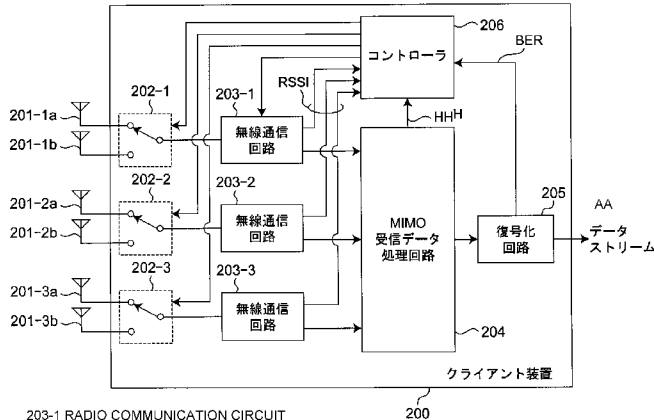
- (51) 国際特許分類:
H04J 99/00 (2009.01) *H04J 11/00* (2006.01)
H04B 7/04 (2006.01) *H04W 4/06* (2009.01)
H04B 7/08 (2006.01) *H04W 16/28* (2009.01)
H04J 1/00 (2006.01) *H04W 88/02* (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/003492
- (22) 国際出願日: 2008年11月27日 (27.11.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-313343 2007年12月4日 (04.12.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 万木弘之 (YURUGI, Hiroyuki). 野口渡 (NOGUCHI, Wataru). 名越方彦 (NAGOSHI, Masahiko). 新海宗太郎 (SHINKAI, Sotaro). 汐月昭彦 (SHIOTSUKI, Akihiko).
- (74) 代理人: 田中光雄, 外 (TANAKA, Mitsuo et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号IMPビル青山特許事務所 Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,

[続葉有]

(54) Title: RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 無線通信システム

[図2]



- 203-1 RADIO COMMUNICATION CIRCUIT
- 203-2 RADIO COMMUNICATION CIRCUIT
- 203-3 RADIO COMMUNICATION CIRCUIT
- 206 CONTROLLER
- 204 MIMO RECEPTION DATA PROCESSING CIRCUIT
- 205 DECODING CIRCUIT
- 200 CLIENT DEVICE
- AA DATA STREAM

(57) Abstract: Before starting a stream transmission, a server device (100) acquires a number of antenna combinations from a client device (200) and decides a training time t1 according to a maximum number of antenna combinations. The training time t1 is reported to client devices (200). Each of the client devices (200) decides a training time t2 required for estimating a transmission path state for each of the antenna combinations according to the training time t1. The server device (100) transmits a training signal for the training time t1. Each of the client devices (200) estimates a transmission path state for the training time t2 for each of antenna combinations by using the training signal and selects and sets an antenna combination according to the estimated transmission path state.

(57) 要約: ストリーム伝送開始前に、サーバ装置(100)は、クライアント装置(200)からアンテナ組み合わせ数を取得し、アンテナ組み合わせ数の最大値に従ってトレーニング時間t1を決定し、各クライアント装置(200)にトレーニング時間t1を通知し、各クライアント装置(200)は、トレーニング時間t1に基づき、各アンテナ組み合わせについて伝送路状態を推定するために必要なトレーニング時間t2を決定し、サーバ装置(

[続葉有]



WO 2009/072255 A1



SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

100) は、トレーニング時間 t 1 にわたってトレーニング信号を送信し、各クライアント装置 (200) は、各
アンテナ組み合わせについて、トレーニング時間 t 2 にわたってトレーニング信号を用いて伝送路状態を推定し、
推定された伝送路状態に基づきアンテナ組み合わせを選択して設定する。

明 細 書

無線通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、多入力多出力 (Multiple-Input Multiple-Output: MIMO) の構成を備えた無線通信システム及び無線通信方法に関し、特に、MIMO通信機能とともに複数の選択可能な受信アンテナを備えた無線通信システム及び無線通信方法に関する。

背景技術

[0002] 今日の無線通信システムでは、送信装置においてデータストリームを多重化して複数の送信アンテナを用いて異なるデータストリームを並列に送信し、受信装置においても同様に複数の受信アンテナを用いてこれらのデータストリームを受信し、多重化されたデータストリームを分離することにより、送信アンテナの数に比例して伝送容量を増大させる空間多重伝送技術が普及しつつある。また、MIMO方式を採用した無線LANの規格であるIEEE 802.11nも、その標準化作業が進んでいる。

[0003] 図7に、従来技術に係る一般的なMIMO通信システムの構成を示す。MIMO送信装置401は、入力されるデータストリームを複数 m 個のデータストリーム S_1 乃至 S_m に多重化するMIMO送信データ処理回路411と、データストリーム S_1 乃至 S_m に対してそれぞれデータ変調、D/A変換、直交変調、アップコンバート、フィルタリングなどの処理を行う送信回路412-1乃至412- m と、送信回路412-1乃至412- m にそれぞれ接続されたアンテナ素子413-1乃至413- m とを備えて構成される。各アンテナ素子413-1乃至413- m から送信される無線信号は、行列 $H = (h_{ij})$, $1 \leq i \leq n$, $1 \leq j \leq m$ によって表される伝搬チャネルを通して空間で多重化され、MIMO受信装置402の複数 n 個のアンテナ素子421-1乃至421- n で受信される。MIMO受信装置402は、アンテナ素子421-1乃至421- n と、アンテナ素子421-1乃至42

1-nにそれぞれ接続され、受信された無線信号に対してフィルタリング、ダウンコンバート、直交検波、A/D変換、復調などの処理を行ってデータストリームX1乃至Xnをそれぞれ生成する受信回路422-1乃至422-nと、データストリームX1乃至Xnを多重分離して元の1つのデータストリームを復元するMIMO受信データ処理回路423とを備えて構成される。

[0004] MIMO通信システムでは、MIMO受信装置402側にとって既知であるデータ（トレーニング情報）をMIMO送信装置401から送信し、MIMO受信装置402は、受信されたデータと既知データの振幅及び位相の情報とに基づいて伝搬チャネル行列Hを推定する。このように、MIMO通信システムでは、従来のSISO（Single-Input Single-Output）通信システムと違い、受信される信号の電界強度だけでなく信号間の位相差が通信品質を決定する要素となるので、例えば受信アンテナのいずれかひとつを半波長（5GHzでは約3cm）移動させただけでも伝搬チャネルは変化し、それに伴い通信品質も変化するため、アンテナの特性やその配置を的確に設計することが重要となる。

[0005] ところで、航空機、長距離電車、バスのように座席が指定されている交通機関や公共施設などにおいて、映像ストリーミングサービスが行われている。このようなサービスでは、MIMO通信システムを利用してブロードキャスト又はマルチキャストでデータのストリーミング伝送を行うと、高画質な映像を多くのユーザが楽しむことができるという利点がある。また、MIMO通信システムを利用すると、設置業者にとっても有線の通信システムで必要な配線の固定や取り回しに苦慮する必要がなく、便利なシステムである。図8に、このようにMIMO通信方式を用いてデータのストリーミング伝送を実現する無線通信システムの概略図を示す。図8の無線通信システムは、1台のサーバ装置501と、複数のクライアント装置502-1乃至502-5とを含み、サーバ装置501から映像/音声データをマルチキャスト送信し、各クライアント装置502-1乃至502-5で映像/音声データを

受信して再生することによりサービスが実現される。このようなサービスに MIMO 通信方式を利用すれば、より高画質な映像ストリーミングが実現可能となる。ここで、製造コストや設置自由度の観点から、複数のクライアント装置 502-1 乃至 502-5 の構成はアンテナまで含めて同一であることが望ましい。しかし、各クライアント装置 502-1 乃至 502-5 の設置場所によって伝搬チャネルは大きく異なり、場所によっては通信品質が著しく劣化してしまうという課題がある。

[0006] このような課題を解決するために、クライアント装置側に複数のアンテナを用意し、通信品質が劣化した場合に、受信アンテナを切り換える選択ダイバーシティ技術が一般的に知られている。例えば、特許文献 1 に開示されている技術が知られている。

[0007] 特許文献 1：国際出願の国際公開 WO 2005/004376 号。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献 1 に記載の技術では、通常データ送受信時に受信装置側で各アンテナに係る伝送路状態を推定し、データに誤りがあった場合にはデータの再送が必要となるが、その再送に用いる送信アンテナを受信装置側で推定した伝送路状態に応じて決定し、再送されるデータの誤りを低減させることができる。特許文献 1 に記載の技術によれば、確かに、再送されたデータを誤りなく受信装置に伝送できるので、ベストエフォート型のデータ通信には有効な手段であるといえるが、映像や音声などのように再送回数が制限される帯域保証型のデータ通信や、再送のないマルチキャスト通信には不適切である。

[0009] 本発明の目的は、前述した従来技術の問題点を解決し、MIMO 通信機能とともに複数の選択可能な受信アンテナを備えた無線通信システムにおいて、クライアント装置の設置場所に関わらず通信品質を向上するように受信アンテナを選択するための無線通信方法を提供し、また、そのような無線通信方法に従って動作する無線通信システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0010] 本発明の第1の態様に係る無線通信方法は、
- 多入力多出力 (Multiple-Input Multiple-Output: MIMO) 無線伝送方式を用いて無線サーバ装置から複数の無線クライアント装置にデータストリームを配信する無線通信方法において、
- 上記各無線クライアント装置は、当該無線クライアント装置で受信可能なストリーム数よりも多数のアンテナを備え、上記アンテナのうちで上記受信可能なストリーム数に等しい個数のアンテナを選択的に組み合わせて使用し、
- 上記方法は、データストリームのストリーム伝送開始前に、
- 上記無線サーバ装置が、上記複数の無線クライアント装置に上記アンテナの組み合わせの個数を要求するステップと、
- 上記各無線クライアント装置が、上記無線サーバ装置に上記アンテナの組み合わせの個数を返信するステップと、
- 上記無線サーバ装置が、上記返信された上記アンテナの組み合わせの個数の最大値に従って第1のトレーニング時間を決定し、上記各無線クライアント装置に上記決定された第1のトレーニング時間を通知するステップと、
- 上記各無線クライアント装置が、上記通知されたトレーニング時間に基づいて、上記アンテナの組み合わせのそれぞれについて上記無線サーバ装置と当該無線クライアント装置との間の伝送路状態を推定するために必要な第2のトレーニング時間を決定するステップと、
- 上記無線サーバ装置が、上記第1のトレーニング時間にわたって上記各無線クライアント装置にトレーニング信号を送信するステップと、
- 上記各無線クライアント装置が、上記アンテナの組み合わせのそれぞれについて、上記第2のトレーニング時間にわたって上記トレーニング信号を用いて上記伝送路状態を推定するステップと、
- 上記各無線クライアント装置が、上記推定された伝送路状態に基づいて上記アンテナの組み合わせを選択して設定するステップとを含むことを特徴と

する。

[0011] 上記無線通信方法において、上記推定される伝送路状態は少なくとも2つのパラメータによって特定されることを特徴とする。

[0012] また、上記無線通信方法において、上記伝送路状態のパラメータは、個別の上記アンテナに関するパラメータと、上記アンテナ間の相関に関するパラメータとを含むことを特徴とする。

[0013] さらに、上記無線通信方法は、上記各無線クライアント装置が、上記伝送路状態のパラメータのうちのいずれか1つに基づき、上記アンテナの組み合わせの優先順位を決定するステップをさらに含むことを特徴とする。

[0014] またさらに、上記無線通信方法は、上記各無線クライアント装置が、通信品質が劣化したときに、上記決定されたアンテナの組み合わせの優先順位に基づき、現時点で設定されているアンテナの組み合わせの次に高い優先順位を有するアンテナの組み合わせを選択して設定するステップをさらに含むことを特徴とする。

[0015] 本発明の第2の態様に係る無線通信システムは、

多入力多出力 (Multiple-Input Multiple-Output: MIMO) 無線伝送方式を用いて無線サーバ装置から複数の無線クライアント装置にデータストリームを配信する無線通信システムにおいて、

上記各無線クライアント装置は、当該無線クライアント装置で受信可能なストリーム数よりも多数のアンテナを備え、上記アンテナのうちで上記受信可能なストリーム数に等しい個数のアンテナを選択的に組み合わせで使用し、

データストリームのストリーム伝送開始前に、

上記無線サーバ装置は、上記複数の無線クライアント装置に上記アンテナの組み合わせの個数を要求し、

上記各無線クライアント装置は、上記無線サーバ装置に上記アンテナの組み合わせの個数を返信し、

上記無線サーバ装置は、上記返信された上記アンテナの組み合わせの個数の最大値に従って第1のトレーニング時間を決定し、上記各無線クライアント装置に上記決定された第1のトレーニング時間を通知し、

上記各無線クライアント装置は、上記通知されたトレーニング時間に基づいて、上記アンテナの組み合わせのそれぞれについて上記無線サーバ装置と当該無線クライアント装置との間の伝送路状態を推定するために必要な第2のトレーニング時間を決定し、

上記無線サーバ装置は、上記第1のトレーニング時間にわたって上記各無線クライアント装置にトレーニング信号を送信し、

上記各無線クライアント装置は、上記アンテナの組み合わせのそれぞれについて、上記第2のトレーニング時間にわたって上記トレーニング信号を用いて上記伝送路状態を推定し、

上記各無線クライアント装置は、上記推定された伝送路状態に基づいて上記アンテナの組み合わせを選択して設定することを特徴とする。

[0016] 上記無線通信システムにおいて、上記推定される伝送路状態は少なくとも2つのパラメータによって特定されることを特徴とする。

[0017] また、上記無線通信システムにおいて、上記伝送路状態のパラメータは、個別の上記アンテナに関するパラメータと、上記アンテナ間の相関に関するパラメータとを含むことを特徴とする。

[0018] さらに、上記無線通信システムにおいて、上記各無線クライアント装置は、上記伝送路状態のパラメータのうちのいずれか1つに基づき、上記アンテナの組み合わせの優先順位を決定することを特徴とする。

[0019] またさらに、上記無線通信システムにおいて、上記各無線クライアント装置は、通信品質が劣化したときに、上記決定されたアンテナの組み合わせの優先順位に基づき、現時点で設定されているアンテナの組み合わせの次に高い優先順位を有するアンテナの組み合わせを選択して設定することを特徴とする。

発明の効果

[0020] 本発明に係る無線通信方法及び無線通信システムによれば、映像／音声のストリーム伝送開始前にアンテナ選択のためのトレーニング処理を実行することにより、ストリーム伝送中によりよい通信品質を確保することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施形態に係る無線通信システムのサーバ装置100の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の実施形態に係る無線通信システムのクライアント装置200の構成を示すブロック図である。

[図3]図1のコントローラ105及び図2のコントローラ206によって実行されるトレーニング処理を示すフローチャートである。

[図4]図3のステップS20におけるアンテナ選択処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

[図5]図3のステップS21の実行中に図2のコントローラ206によって実行されるアンテナ再選択処理を示すフローチャートである。

[図6]図2のコントローラ206が図3のトレーニング処理を実行することにより各アンテナの組み合わせ毎に取得される伝送路状態のパラメータと、決定されるアンテナの組み合わせの優先順位との例を示すグラフである。

[図7]従来技術に係るMIMO通信システムの構成を示すブロック図である。

[図8]MIMO通信方式を用いてデータのストリーミング伝送を実現する無線通信システムを示す概略図である。

符号の説明

[0022] 100…サーバ装置、
101…符号化回路、
102…MIMO送信データ処理回路、
103-1, 103-2, 103-3, 203-1, 203-2, 203-3…無線通信回路、
104-1, 104-2, 104-3, 201-1a, 201-1b, 20

1-2 a, 201-2 b, 201-3 a, 201-3 b…アンテナ素子、
105, 206…コントローラ、
200…クライアント装置、
202-1, 202-2, 202-3…スイッチ、
204…MIMO受信データ処理回路、
205…復号化回路、
301…アンテナ組み合わせ数要求信号、
302…アンテナ組み合わせ数応答信号、
303…トレーニング時間情報信号、
304…トレーニング信号。

発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下、本発明の実施形態に係る無線通信システムの構成を図面を用いて詳細に説明する。図1及び図2はそれぞれ、本発明の実施形態に係る無線通信システムのサーバ装置100及びクライアント装置200の構成を示すブロック図である。本実施形態の無線通信システムは、1つのサーバ装置100と、複数のクライアント装置200を備えて構成される。

[0024] 図1において、サーバ装置100は、入力されるデータストリームをOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex: 直交周波数分割多重方式) など通信方式に合わせて符号化処理を行う符号化回路101と、符号化されたデータストリームを複数個 (本実施形態では3個) に多重化するMIMO送信データ処理回路102と、多重化された各データストリームに対してデータ変調、D/A変換、直交変調、アップコンバート、フィルタリングなどの送信処理を行う無線通信回路103-1, 103-2, 103-3と、無線通信回路103-1, 103-2, 103-3にそれぞれ接続されたアンテナ素子104-1, 104-2, 104-3と、後述するトレーニング処理を実行するコントローラ105とを備えて構成される。無線通信回路103-1はさらに、トレーニング処理を実行する際にクライアント装置200から送信される信号を受信し

てコントローラ105に送る。

[0025] サーバ装置100の各アンテナ素子104-1乃至104-3から送信される無線信号は、図7を参照して前述した従来技術の例と同様に行列 $H = (h_{ij})$, $1 \leq i \leq n$, $1 \leq j \leq m$ によって表される伝搬チャネルを通して空間で多重化され、クライアント装置200で受信される。本実施形態では、サーバ装置100の送信アンテナの素子数 m は3であり、クライアント装置200の受信アンテナの素子数 n もまた3である。

[0026] 図2において、クライアント装置200は、それぞれ切り換え可能な3組のアンテナ素子、すなわちアンテナ素子201-1a及び201-1bの組、アンテナ素子201-2a及び201-2bの組、ならびにアンテナ素子201-3a及び201-3bの組と、各アンテナ素子の組においてそれぞれアンテナ素子を選択的に切り換えるスイッチ202-1, 202-2, 202-3と、選択された各アンテナ素子で受信された無線信号に対してそれぞれフィルタリング、ダウンコンバート、直交検波、A/D変換、復調などの受信処理を行い、3つのデジタルされたデータストリームを生成する無線通信回路203-1, 203-2, 203-3と、無線通信回路203-1, 203-2, 203-3でそれぞれ処理された3つの信号を1つのデータストリームに多重分離するMIMO受信データ処理回路204と、サーバ装置100の符号化回路101による符号化処理に対応する復号化処理を行って元のデータストリームを復元する復号化回路205と、後述するトレーニング処理を実行するコントローラ206とを備えて構成される。アンテナ素子201-1a, 201-1b, 201-2a, 201-2b, 201-3a, 201-3bのそれぞれは例えばホイップアンテナであり、クライアント装置200の筐体の異なる位置に設けられ、コントローラ206の制御に従ってスイッチ202-1, 202-2, 202-3を切り換えることにより選択ダイバーシティが実現される。各無線通信回路203-1, 203-2, 203-3は、上述の無線処理を行うとともに、さらに、各無線信号の受信電界強度RSSI（すなわち、無線信号の受信時点で選択されていたア

ンテナ素子に係るRSSI)を取得してコントローラ206に送る。無線通信回路203-1はさらに、トレーニング処理を実行する際にコントローラ206によって生成された信号を、スイッチ202-1とアンテナ素子201-3a及び201-3bのいずれかをと介してクライアント装置200に送信する。MIMO受信データ処理回路204は、データストリームの多重分離を行うとともに、さらに、伝搬チャネルの相関行列 HH^H を計算してコントローラ206に送る。復号化回路205は、上述の復号化処理を行うとともに、さらに、通信品質の情報としてデータストリームのビット誤り率BER(もしくはパケット誤り率PER)を計算してコントローラ206に送る。コントローラ206は、アンテナ選択のために必要な伝送路状態のパラメータ(すなわち、RSSI, HH^H , BER)を記憶するためのメモリ(図示せず。)を含む。

[0027] 次に、クライアント装置200のアンテナの組み合わせを選択する方法について説明する。図3は、図1のコントローラ105及び図2のコントローラ206によって実行されるトレーニング処理を示すフローチャート(かつシーケンス図)である。

[0028] サーバ装置100は、クライアント装置200に送信すべきデータストリームがMIMO送信データ処理回路102に入力されたことを検出したとき、ステップS1において、選択ダイバーシティによって設定可能なアンテナの組み合わせの個数を示す情報を要求するアンテナ組み合わせ数要求信号301を、すべてのクライアント装置200に送信する

[0029] 各クライアント装置200は、ステップS11において、サーバ装置100からアンテナ組み合わせ数要求信号301を受信すると、それに対する応答として、ステップS12において、自装置の持つアンテナの組み合わせ数 k を示すアンテナ組み合わせ数応答信号302を、サーバ装置100に送信する。本実施形態では、アンテナの組み合わせの数 k は、 $2^3=8$ である。ここで、すべてのクライアント装置200のアンテナ組み合わせの数が事前に分かっている場合や、クライアント装置200がすべて同一のものである場

合は本ステップは不要である。

[0030] サーバ装置 100 は、ステップ S 2 においてすべてのクライアント装置 200 からアンテナ組み合わせ数応答信号 302 を受信すると、その受信結果に基づいて、ステップ S 3 において、各クライアント装置 200 においてそのアンテナ組み合わせの優先順位を決定するための第 1 のトレーニング時間 t_1 を決定し、ステップ S 4 において、そのトレーニング時間 t_1 の情報を含むトレーニング時間情報信号 303 を、すべてのクライアント装置 200 に送信する。トレーニング時間 t_1 は、アンテナの組み合わせの数の最大値に従って決定され、例えば、すべてのクライアント装置 200 に係るアンテナの組み合わせの数 k の最小公倍数に設定される。トレーニング時間 t_1 は時間情報であってもよく、又はトレーニングのために送信する総パケット数であってもよい。

[0031] クライアント装置 200 は、ステップ S 13 において前述のトレーニング時間情報信号 303 を受信すると、ステップ S 14 において、1つのアンテナ組み合わせについて伝送路状態を推定するために必要な第 2 のトレーニング時間 t_2 を算出する。トレーニング時間 t_2 は、例えば次式のように算出される。

[数 1]

$$t_2 = t_1 / k$$

[0032] 次にステップ S 5 において、サーバ装置 100 は、MIMO 通信方式を用いて、トレーニング信号 304 をすべてのクライアント装置 200 にマルチキャストで送信する。

[0033] 各クライアント装置 200 は、所定のアンテナ素子の組み合わせを選択して設定し、ステップ S 15 においてトレーニング信号 304 を受信すると、このトレーニング信号に基づいて伝送路状態を推定する。この推定では、各クライアント装置 200 のコントローラ 206 は、各無線通信回路 203-1, 203-2, 203-3 によって取得された受信電界強度 RSSI と、MIMO 受信データ処理回路 204 によって計算された伝搬チャネルの相関

行列 HH^H と、復号化回路205によって計算されたデータストリームのビット誤り率BERとを伝送路状態のパラメータとして取得する。クライアント装置200は、ステップS16においてトレーニング時間 t_2 が経過したと判断されるまで、伝送路状態の推定を継続して行う。

[0034] クライアント装置200は、ステップS16においてトレーニング時間 t_2 が経過したと判断されたとき、ステップS17において、現在のアンテナの組み合わせと伝送路状態のパラメータとをコントローラ206のメモリに記憶する。ここで、コントローラ206のメモリには、伝送路状態に関する2つ以上のパラメータを記憶する。MIMO通信方式では、十分な通信品質を保証するためには所定の受信電界強度を確保するだけでなく、アンテナ素子間の相関をなるべく低く保つ必要がある。従って、伝送路状態のパラメータとして、少なくとも、スイッチ202-1、202-2、202-3により選択された個別のアンテナ素子に関する情報と、それらのアンテナ素子間の相関に関する情報とが必要である。本実施形態では、個別のアンテナ素子に関する情報として受信電界強度RSSIを記憶し、アンテナ素子間の相関に関する情報として伝搬チャネルの相関行列 HH^H を記憶しているが、これらに限定するものではない。

[0035] クライアント装置200は、伝送路状態のパラメータが記憶された後、ステップS18において、選択可能なすべてのアンテナの組み合わせについてトレーニング及び推定が完了したか否かを判定し、完了していない場合はステップS19においてアンテナの組み合わせを切り換え、前述のステップS15乃至S17の処理を繰り返す。すべてのアンテナの組み合わせについてステップS15乃至S17の処理が完了したら、クライアント装置200は、ステップS20において、伝送路状態が最良であるアンテナの組み合わせを選択して設定するためのアンテナ選択処理を実行する。

[0036] 図4は、図3のステップS20におけるアンテナ選択処理のサブルーチンを示すフローチャートである。このアンテナ選択処理では、サーバ装置100とクライアント装置200との間の伝搬環境に応じて、複数のパラメータ

のうちの適切なもの、すなわち、受信電界強度RSSIと伝搬チャネルの相関行列 HH^H とのうちのいずれか適切な方に基づいて、伝送路状態が最良であるアンテナの組み合わせを選択する。本実施形態では、サーバ装置100とクライアント装置200との距離が近く、従って受信されるすべての無線信号の受信電界強度RSSIが十分に高いときには、伝搬チャネルの相関行列 HH^H に基づいてアンテナの組み合わせを選択する一方、サーバ装置100とクライアント装置200との距離が遠く、従って受信される無線信号のうちで受信電界強度RSSIが低いものが存在するときには、RSSIに基づいてアンテナの組み合わせを選択する。図4のステップS31において、コントローラ206は、アンテナの組み合わせ毎に、取得されたRSSIの平均値を計算する。次いで、ステップS32において、コントローラ206は、計算されたすべてのRSSIの平均値が所定のしきい値 $Th1$ （例えば、 -70 dBm ）以上であるか否かを判断し、YESのときはステップS34に進み、NOのときはステップS33に進む。ステップS33において、コントローラ206は、RSSIの平均値に従って、アンテナの組み合わせの優先順位を決定する。また、ステップS34において、コントローラ206は、伝搬チャネルの相関行列 HH^H に基づいて、アンテナの組み合わせの優先順位を決定する。ステップS34では、伝搬チャネルの相関行列 HH^H から例えば次式を用いてチャネル容量 C_{MIMO} を計算し、計算されたチャネル容量 C_{MIMO} に従って、アンテナの組み合わせの優先順位を決定してもよい。

[0037] [数1]

$$C_{MIMO} = \log_2 \left| I_n + \frac{SNR}{n} HH^H \right| = \sum_{i=1}^q \log_2 \left(1 + \frac{SNR}{n} \lambda_i \right)$$

[0038] ここで、 n は送信機及び受信機のアンテナ素子数であり、 SNR は総送信信号電力対雑音比であり、 λ_i はチャンネル行列の積 HH^H の固有値である。 q はチャンネル行列 H のランクであり、 $q = n$ であると仮定する。 C_{MIMO} の単位は[ビット/秒/Hz]である。

- [0039] 次いで、ステップS 3 5において、コントローラ 2 0 6は、優先順位が最も高いアンテナの組み合わせを選択して設定し、ステップS 3 5の実行後、図 3に戻る。
- [0040] 以上のようにして、すべてのクライアント装置 2 0 0がアンテナの組み合わせを決定した後、すなわち、トレーニング時間 t_1 が経過したとサーバ装置 1 0 0がステップS 6において判断した後に、ステップS 7, S 2 1において、サーバ装置 1 0 0は、映像／音声データを含むMIMOデータストリーム 3 0 5の伝送をすべてのクライアント装置 2 0 0に向けて開始する。
- [0041] 映像／音声データのストリーミング中に通信品質が劣化した場合（すなわち、所定のしきい値よりも低下した場合）には、各クライアント装置 2 0 0は、トレーニング処理の実行中に記憶した伝送路状態のパラメータに基づき、アンテナの組み合わせを次の候補に切り換える。図 5は、図 3のステップ S 2 1の実行中に図 2のコントローラ 2 0 6によって実行されるアンテナ再選択処理を示すフローチャートである。コントローラ 2 0 6は、ステップS 4 1に示すように、一定時間毎にこのアンテナ再選択処理を実行する。コントローラ 2 0 6は、復号化回路 2 0 5から送られるBER（又はPER）に基づき、ステップS 4 2において、BERが所定のしきい値 Th_2 （例えば、10%）以上であるか否かを判断し、YESのときはステップS 4 3に進み、NOのときはステップS 4 1に戻る。ステップS 4 3において、コントローラ 2 0 6は、図 4のステップS 3 3又はS 3 4で決定されたアンテナの組み合わせの優先順位に基づいて、現時点で設定されているアンテナの組み合わせの次に高い優先順位を有するアンテナの組み合わせを選択して設定する。このようにアンテナの組み合わせを再選択することにより、通信中に通信品質が劣化した場合でも品質を改善できるので、安定したストリーミング伝送を実現できる。
- [0042] 図 6は、図 2のコントローラ 2 0 6が図 3のトレーニング処理を実行することにより各アンテナの組み合わせ毎に取得される伝送路状態のパラメータと、決定されるアンテナの組み合わせの優先順位との例を示すグラフである

。図6の例では、クライアント装置200の設定可能なアンテナの組み合わせの数は「5」であるものとする。サーバ装置100とクライアント装置200との距離が近いとき、アンテナの各組み合わせC1~C5に対して図示するようなRSSIの平均値とチャネル容量 C_{MIMO} とが取得され、サーバ装置100とクライアント装置200との距離が遠いとき、アンテナの各組み合わせC1'~C5'に対して図示するようなRSSIの平均値とチャネル容量 C_{MIMO} とが取得される。サーバ装置100から近いところでは、すべてのアンテナ素子の受信電界強度RSSIが十分に高いので、受信電界強度RSSIよりも伝搬チャネルの相関行列 H^H のほうをより重視したほうがよい。すなわちアンテナの組み合わせの優先順位は、C5→C4→C3→C2→C1となる。逆にサーバ装置100から遠いところでは、すべてのアンテナ素子の受信電界強度RSSIが十分でないので、伝搬チャネルの相関行列 H^H よりも受信電界強度RSSIを重視したほうがよい。すなわちこの場合のアンテナの組み合わせの優先順位は、C2'→C4'→C5'→C3'→C1'となる。このようにサーバ装置100と各クライアント装置200との位置関係の違いにより、アンテナの組み合わせの優先順位が異なる。また、サーバ装置100と各クライアント装置との位置関係の違い（遠いか、又は近いか）は、RSSIのしきい値 $Th1$ に基づいて判断することができる。図6の例において、サーバ装置100から近い位置にあるクライアント装置200では、図3のステップS20のアンテナ選択処理においてアンテナの組み合わせC5を選択し、通信品質が劣化したとき、図5のアンテナ再選択処理を実行することにより、アンテナの組み合わせをC5からC4に変更する。同様に、サーバ装置100から遠い位置にあるクライアント装置200では、図3のステップS20のアンテナ選択処理においてアンテナの組み合わせC2'を選択し、通信品質が劣化したとき、図5のアンテナ再選択処理を実行することにより、アンテナの組み合わせをC2'からC4'に変更する。このようにアンテナの組み合わせを選択することにより、通信中に通信品質が劣化した場合でも品質を改善できるので、安定したストリーミング伝

送を実現できる。

- [0043] 以上に説明した実施形態のサーバ装置 100 及びクライアント装置 200 により図 8 に示すような無線通信システムを構成することにより、クライアント装置 200 の設置場所に関わらず通信品質を向上するように各クライアント装置 200 のアンテナ素子を選択することができる。
- [0044] 以上に説明した実施形態においては、サーバ装置 100 に 3 つの無線通信回路 103-1, 103-2, 103-3 を設けているが、これに限定せず、サーバ装置 100 は 2 つ又は 4 つ以上の無線通信回路を備えて構成されてもよい。また、クライアント装置 200 からの信号が無線通信回路 103-1 によって受信される構成に限定するものではなく、他のいずれかの無線通信回路によって受信されてコントローラ 105 に送られてもよく、それに代わって 3 つの無線通信回路 103-1, 103-2, 103-3 によって MIMO 通信方式で受信されてもよい。
- [0045] また、以上に説明した実施形態においては、クライアント装置 200 に 3 つの無線通信回路 103-1, 103-2, 103-3 と、そのそれぞれに対応して選択的に切り換え可能な 2 つずつのアンテナ素子とを設けているが、これに限定せず、クライアント装置 200 は 2 つ又は 4 つ以上の無線通信回路を備えていたり、3 つ以上のアンテナ素子を選択的に切り換えたりするように構成されてもよい。また、クライアント装置 200 の 3 つのアンテナ素子の組に含まれる各アンテナ素子は物理的に異なるように図示されているが、本発明のアンテナ素子の組は、選択的に切り換え可能な複数個のアンテナ素子を設けることに限定するものではなく、物理的に同じアンテナ素子でその指向特性を変えるような構成を備えていてもよい。また、クライアント装置 200 の無線通信回路の個数に対応して複数組のアンテナ素子を設けることに限定せず、クライアント装置 200 で受信可能なストリーム数（すなわち、無線通信回路の個数）よりも多数のアンテナを備え、それらのアンテナのうちで受信可能なストリーム数に等しい個数のアンテナを任意に選択的に組み合わせて無線通信回路に接続してもよい。また、サーバ装置 100 へ

の信号が無線通信回路203-1によって送信される構成に限定するものではなく、他のいずれかの無線通信回路によって送信されてもよく、それに代わって3つの無線通信回路203-1, 203-2, 203-3によってMIMO通信方式で送信されてもよい。

産業上の利用可能性

[0046] 本発明に係る無線通信方法及び無線通信システムは、MIMO通信機能とともに複数の選択可能な受信アンテナを備えた無線通信システムにおいて、アンテナ選択のためのトレーニング処理を複数の無線クライアント装置に対して同時に実行できるので、トレーニング処理に要する時間を短くすることができる。また、本発明に係る無線通信方法及び無線通信システムは、無線サーバ装置／無線クライアント装置間の伝送路状態に応じて無線クライアント装置の受信アンテナを的確に選択でき、さらに通信品質が劣化した場合に次に選択すべき無線クライアント装置の受信アンテナの組み合わせを効率的に決定できるという特徴を有する。従って、特に公共交通機関や公共施設のように無線クライアント装置の設置場所が固定されている映像配信サービスなどに適用して、高画質な映像の配信を常に安定した通信環境において行えるという効果がある。

請求の範囲

- [1] 多入力多出力 (Multiple-Input Multiple-Output: MIMO) 無線伝送方式を用いて無線サーバ装置から複数の無線クライアント装置にデータストリームを配信する無線通信方法において、
- 上記各無線クライアント装置は、当該無線クライアント装置で受信可能なストリーム数よりも多数のアンテナを備え、上記アンテナのうちで上記受信可能なストリーム数に等しい個数のアンテナを選択的に組み合わせて使用し、
- 上記方法は、データストリームのストリーム伝送開始前に、
- 上記無線サーバ装置が、上記複数の無線クライアント装置に上記アンテナの組み合わせの個数を要求するステップと、
- 上記各無線クライアント装置が、上記無線サーバ装置に上記アンテナの組み合わせの個数を返信するステップと、
- 上記無線サーバ装置が、上記返信された上記アンテナの組み合わせの個数の最大値に従って第1のトレーニング時間を決定し、上記各無線クライアント装置に上記決定された第1のトレーニング時間を通知するステップと、
- 上記各無線クライアント装置が、上記通知されたトレーニング時間に基づいて、上記アンテナの組み合わせのそれぞれについて上記無線サーバ装置と当該無線クライアント装置との間の伝送路状態を推定するために必要な第2のトレーニング時間を決定するステップと、
- 上記無線サーバ装置が、上記第1のトレーニング時間にわたって上記各無線クライアント装置にトレーニング信号を送信するステップと、
- 上記各無線クライアント装置が、上記アンテナの組み合わせのそれぞれについて、上記第2のトレーニング時間にわたって上記トレーニング信号を用いて上記伝送路状態を推定するステップと、
- 上記各無線クライアント装置が、上記推定された伝送路状態に基づいて上記アンテナの組み合わせを選択して設定するステップとを含むことを特徴とする無線通信方法。

- [2] 上記伝送路状態は、当該伝送路状態の少なくとも2つのパラメータを評価することによって推定されることを特徴とする請求項1記載の無線通信方法。
- [3] 上記伝送路状態のパラメータは、個別の上記アンテナに関するパラメータと、上記アンテナ間の相関に関するパラメータとを含むことを特徴とする請求項2記載の無線通信方法。
- [4] 上記各無線クライアント装置が、上記伝送路状態のパラメータのうちの一つに基つき、上記アンテナの組み合わせの優先順位を決定するステップをさらに含むことを特徴とする請求項3記載の無線通信方法。
- [5] 上記各無線クライアント装置が、通信品質が劣化したときに、上記決定されたアンテナの組み合わせの優先順位に基つき、現時点で設定されているアンテナの組み合わせの次に高い優先順位を有するアンテナの組み合わせを選択して設定するステップをさらに含むことを特徴とする請求項4記載の無線通信方法。
- [6] 多入力多出力 (Multiple-Input Multiple-Output: MIMO) 無線伝送方式を用いて無線サーバ装置から複数の無線クライアント装置にデータストリームを配信する無線通信システムにおいて、
- 上記各無線クライアント装置は、当該無線クライアント装置で受信可能なストリーム数よりも多数のアンテナを備え、上記アンテナのうちで上記受信可能なストリーム数に等しい個数のアンテナを選択的に組み合わせで使用し、
- データストリームのストリーム伝送開始前に、
- 上記無線サーバ装置は、上記複数の無線クライアント装置に上記アンテナの組み合わせの個数を要求し、
- 上記各無線クライアント装置は、上記無線サーバ装置に上記アンテナの組み合わせの個数を返信し、
- 上記無線サーバ装置は、上記返信された上記アンテナの組み合わせの個数

の最大値に従って第1のトレーニング時間を決定し、上記各無線クライアント装置に上記決定された第1のトレーニング時間を通知し、

上記各無線クライアント装置は、上記通知されたトレーニング時間に基づいて、上記アンテナの組み合わせのそれぞれについて上記無線サーバ装置と当該無線クライアント装置との間の伝送路状態を推定するために必要な第2のトレーニング時間を決定し、

上記無線サーバ装置は、上記第1のトレーニング時間にわたって上記各無線クライアント装置にトレーニング信号を送信し、

上記各無線クライアント装置は、上記アンテナの組み合わせのそれぞれについて、上記第2のトレーニング時間にわたって上記トレーニング信号を用いて上記伝送路状態を推定し、

上記各無線クライアント装置は、上記推定された伝送路状態に基づいて上記アンテナの組み合わせを選択して設定することを特徴とする無線通信システム。

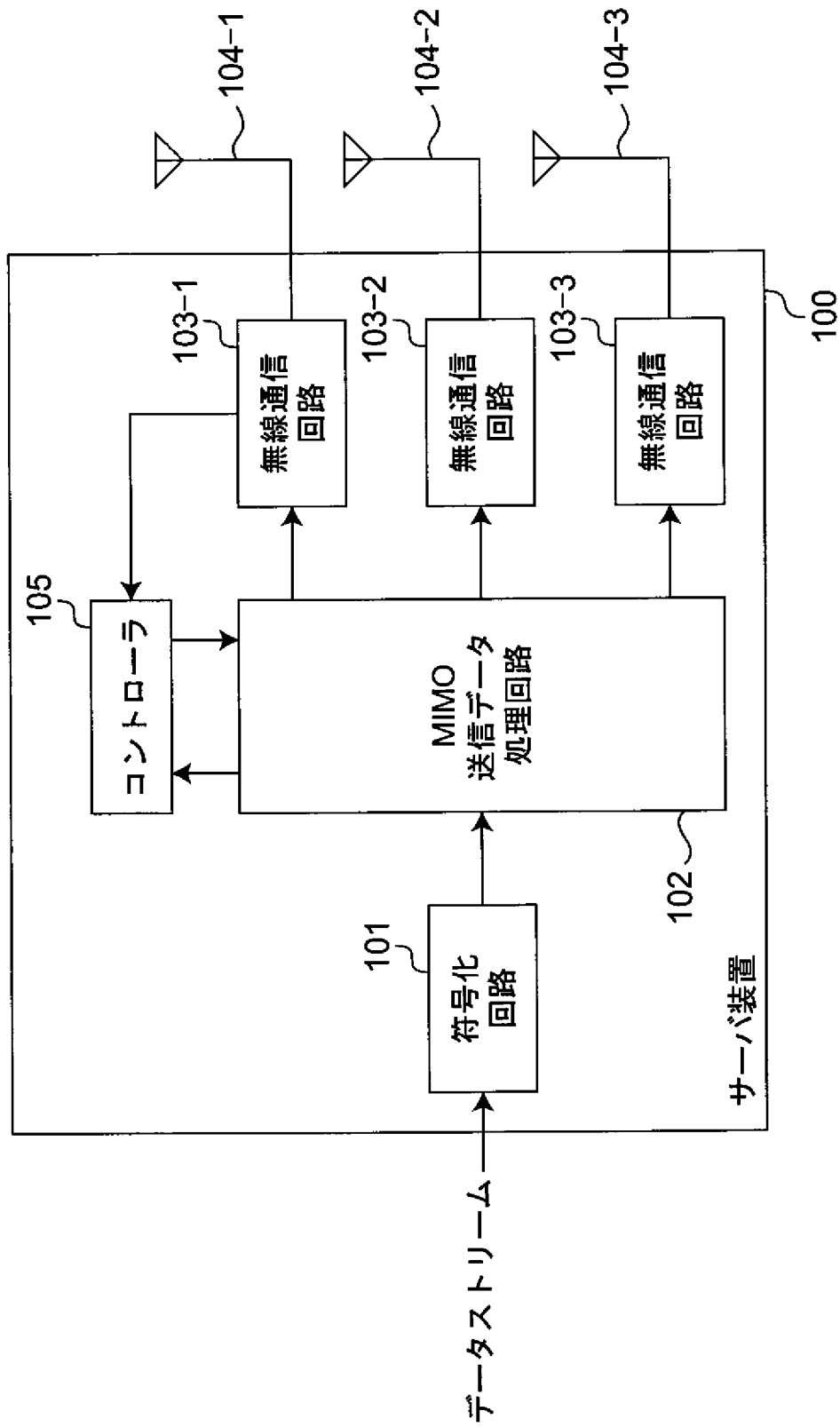
[7] 上記伝送路状態は、当該伝送路状態の少なくとも2つのパラメータを評価することによって推定されることを特徴とする請求項6記載の無線通信システム。

[8] 上記伝送路状態のパラメータは、個別の上記アンテナに関するパラメータと、上記アンテナ間の相関に関するパラメータとを含むことを特徴とする請求項7記載の無線通信システム。

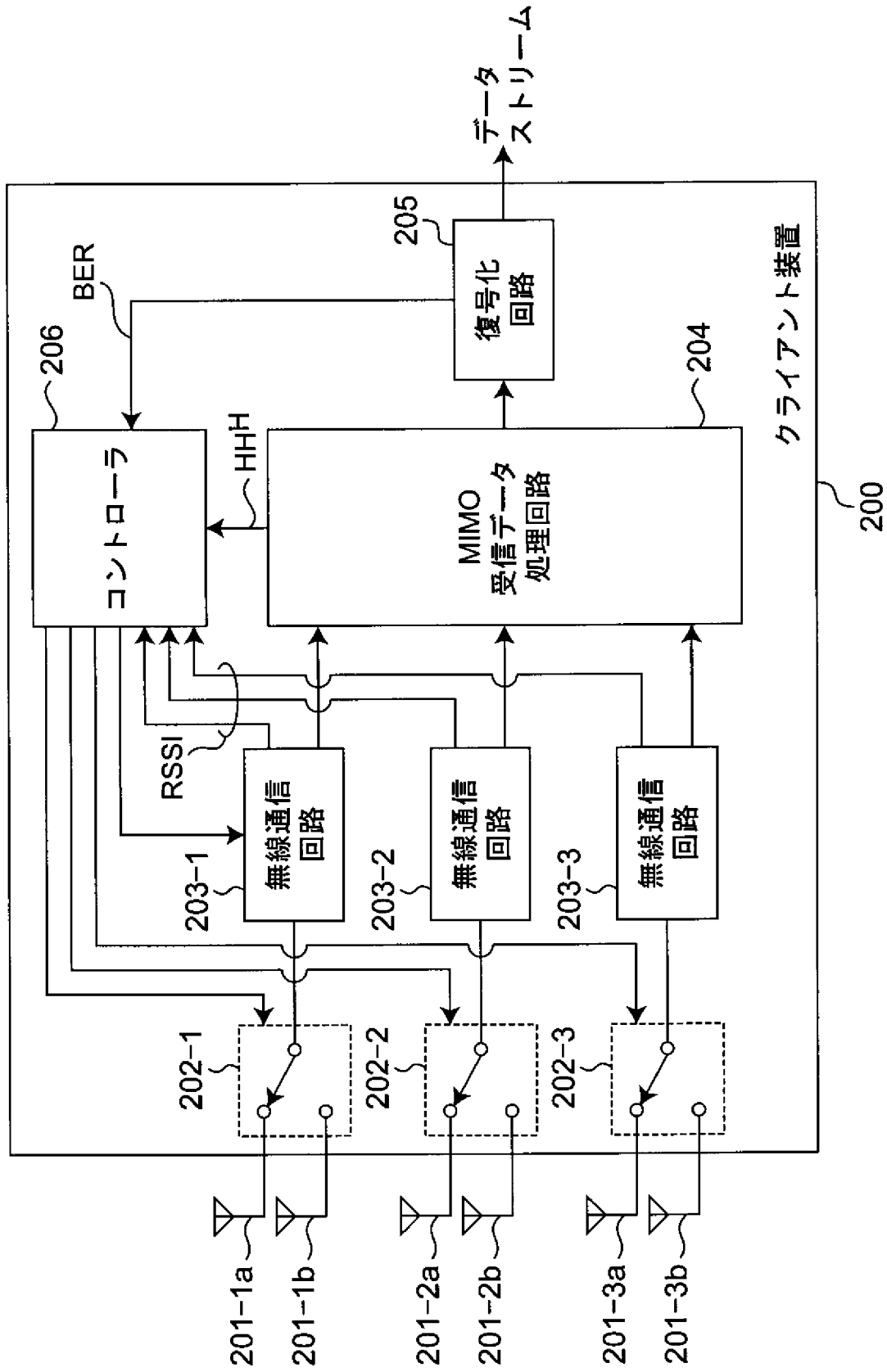
[9] 上記各無線クライアント装置は、上記伝送路状態のパラメータのうちの一つに基づき、上記アンテナの組み合わせの優先順位を決定することを特徴とする請求項8記載の無線通信システム。

[10] 上記各無線クライアント装置は、通信品質が劣化したときに、上記決定されたアンテナの組み合わせの優先順位に基づき、現時点で設定されているアンテナの組み合わせの次に高い優先順位を有するアンテナの組み合わせを選択して設定することを特徴とする請求項9記載の無線通信システム。

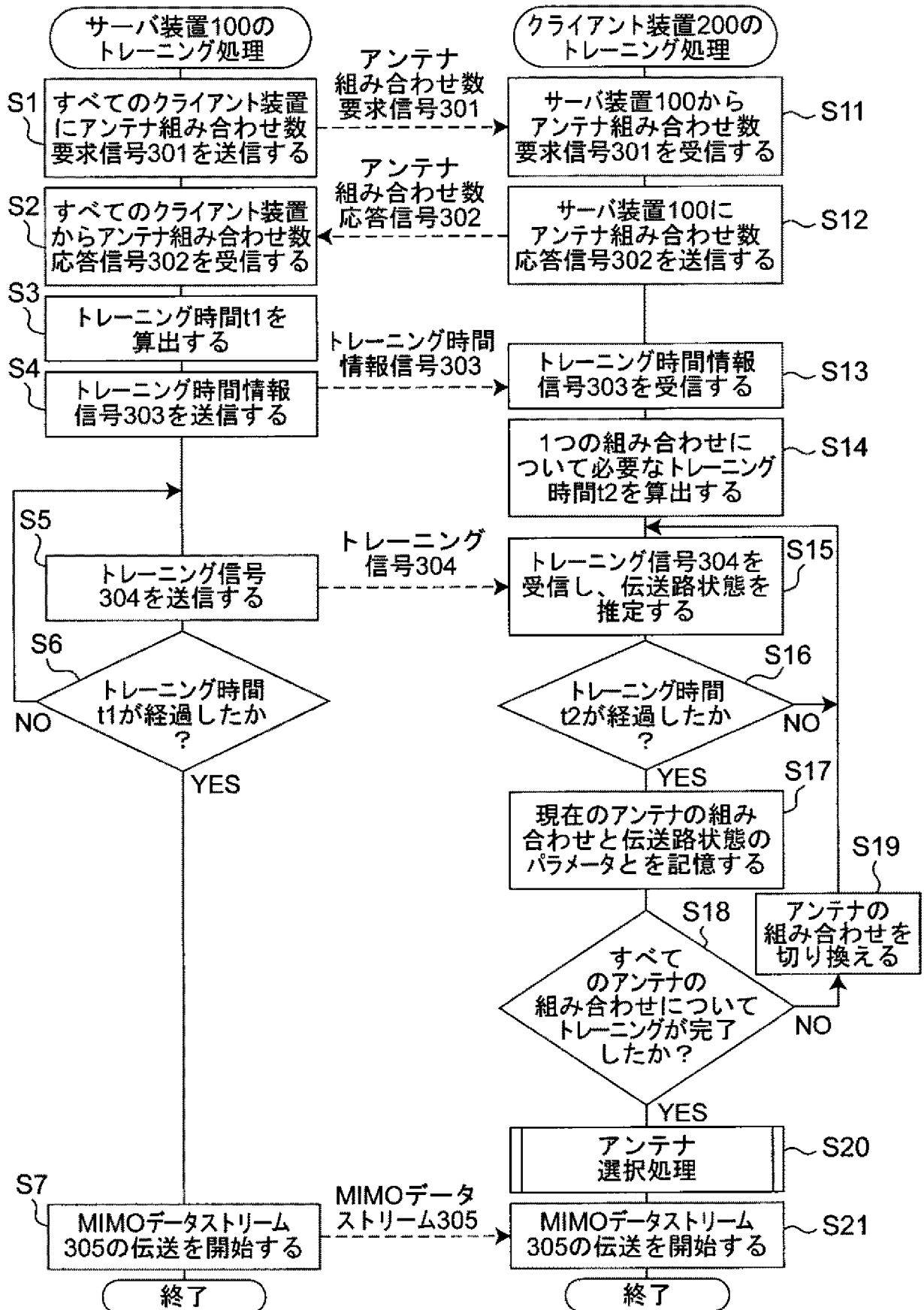
[図1]



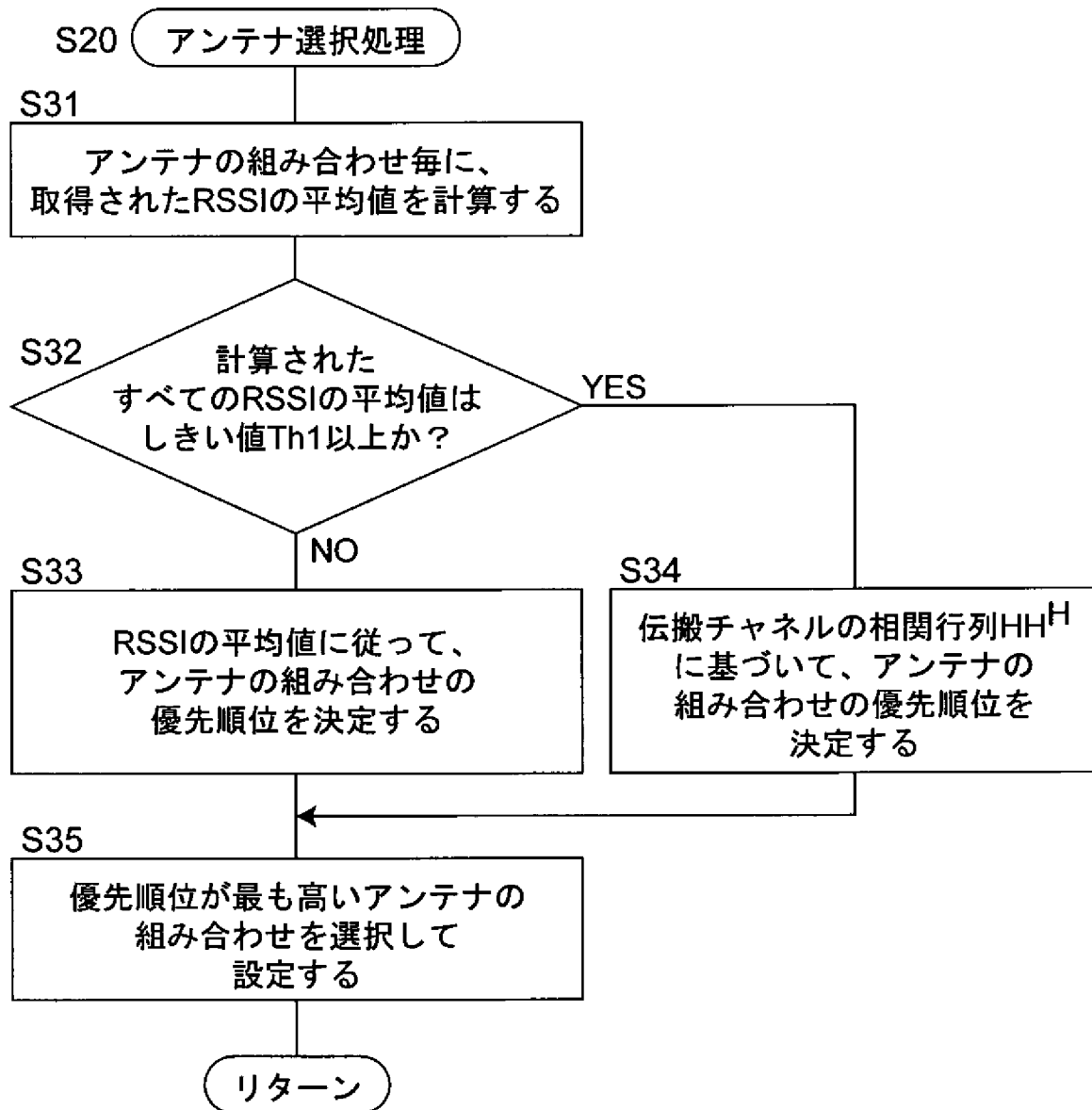
[図2]



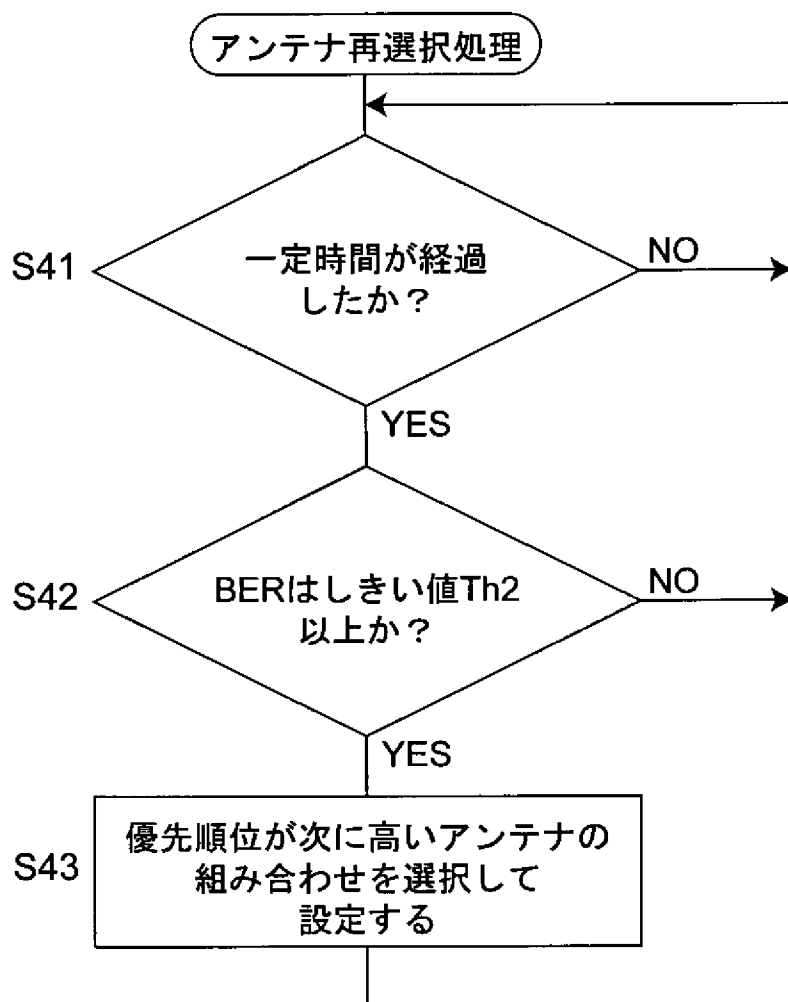
[図3]



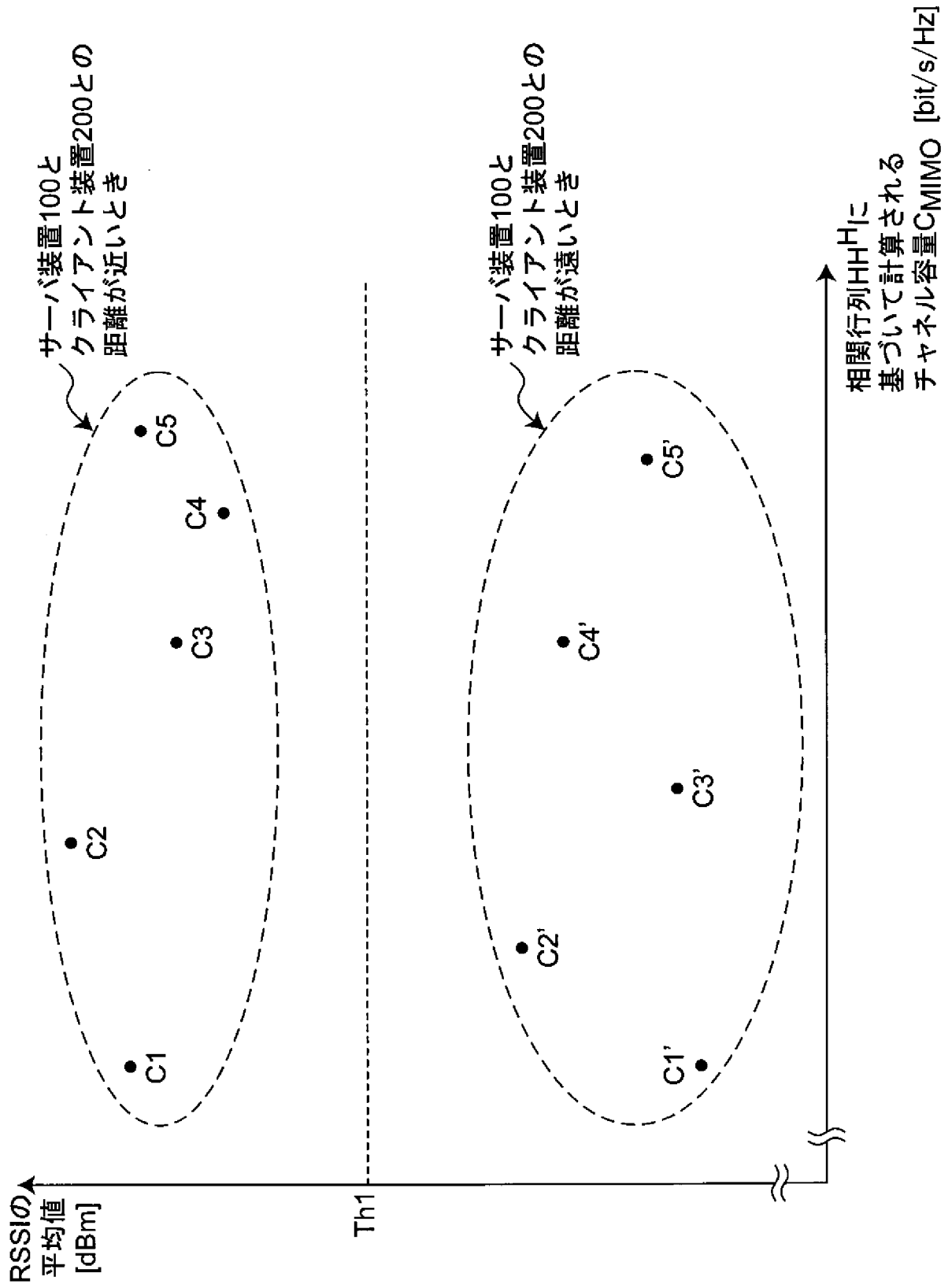
[図4]



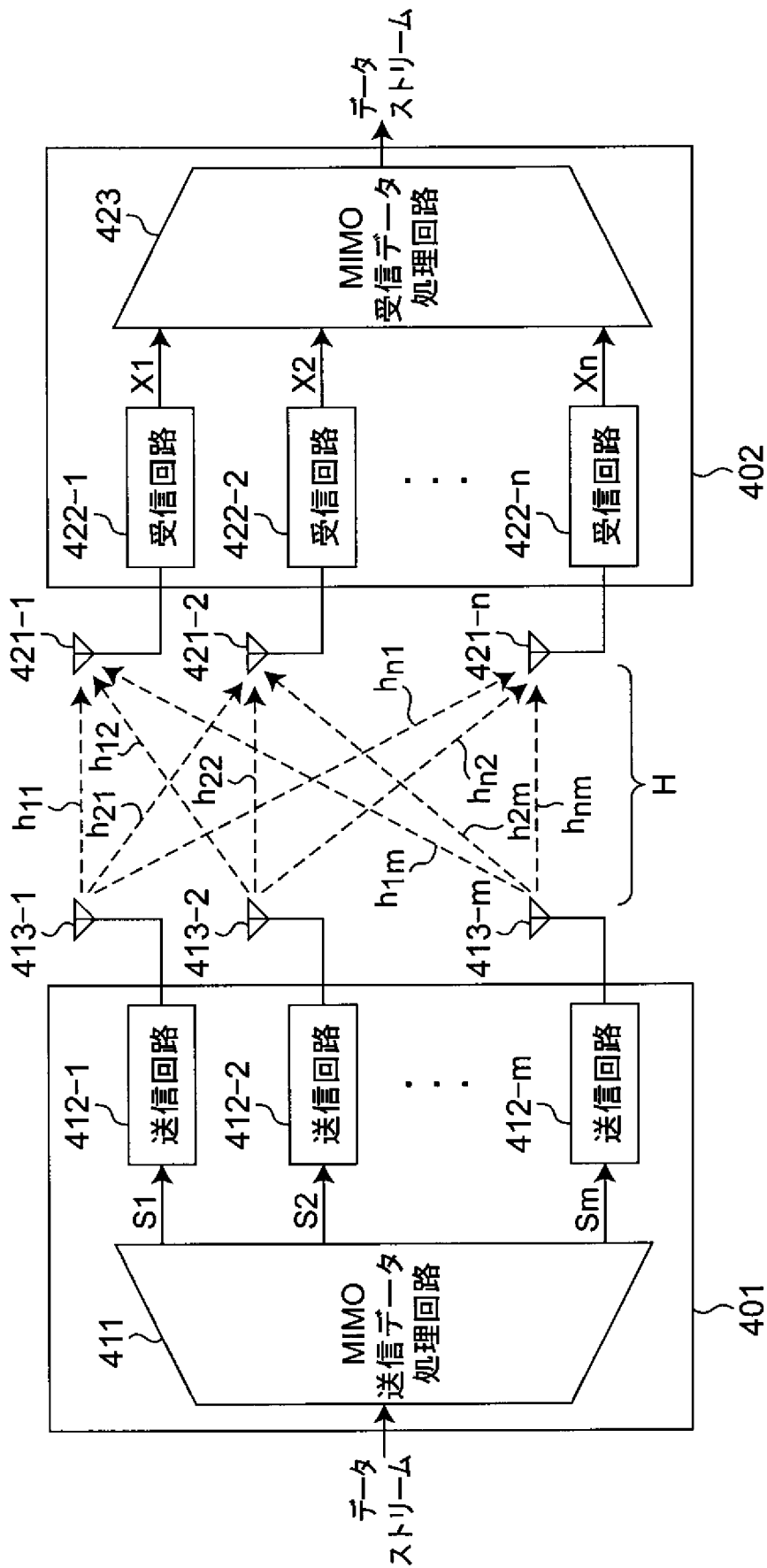
[図5]



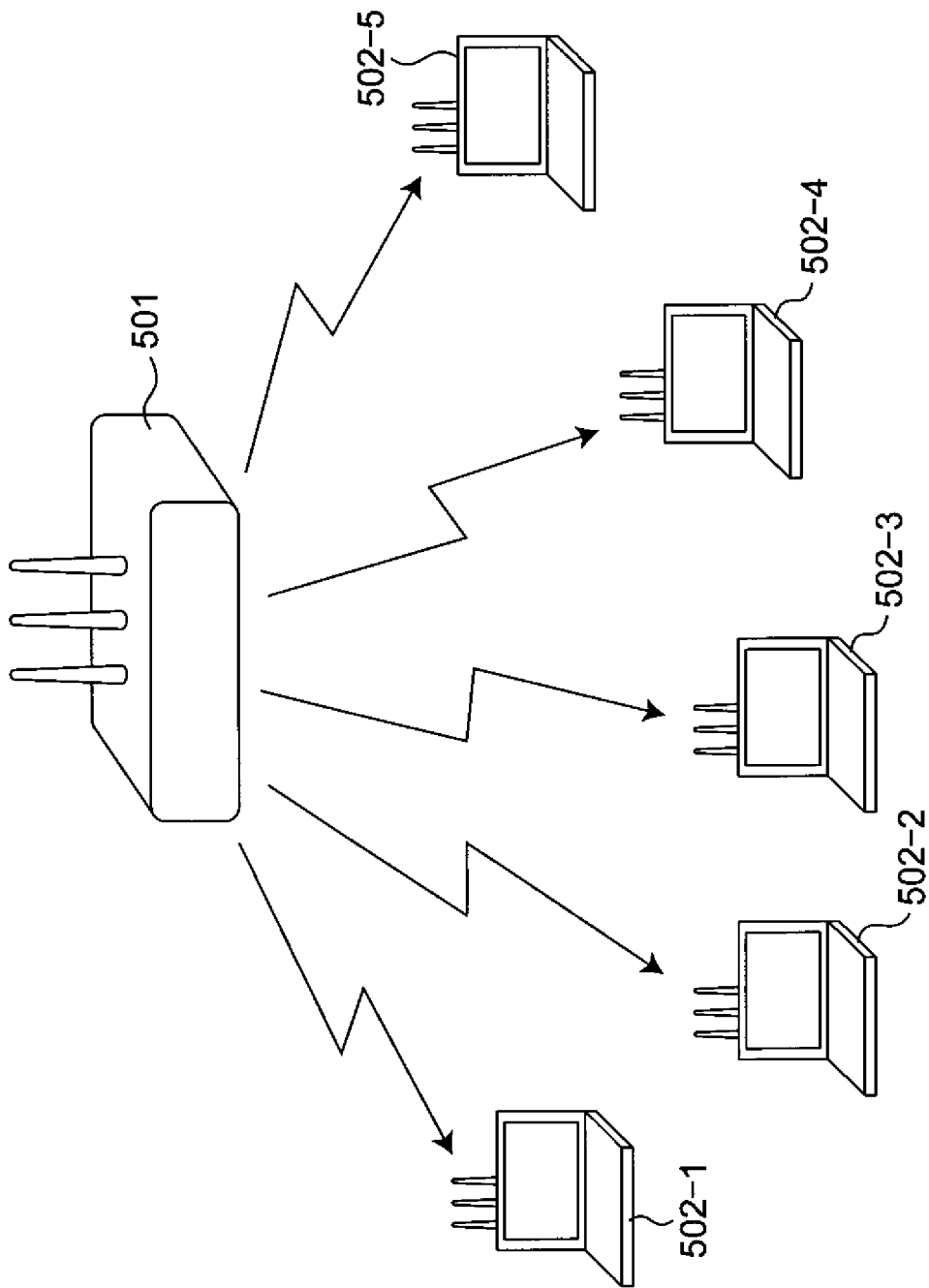
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/003492

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04B7/08(2006.01)i, H04J1/00(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i, H04W4/06(2009.01)i, H04W16/28(2009.01)i, H04W88/02(2009.01)i

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)

H04J99/00, H04B7/04, H04B7/08, H04J1/00, H04J11/00, H04W4/06, H04W16/28, H04W88/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/104537 A2 (Sony Corp., Sony Electronics Inc.), 05 October, 2006 (05.10.06), Par. Nos. [0035] to [0045]; Figs. 1, 3 & US 2006/0223450 A1 & EP 1864386 A & CA 2600941 A & KR 10-2008-0002795 A	1-10
A	JP 2005-509359 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 07 April, 2005 (07.04.05), Abstract; Figs. 1, 2 & US 2005/0003863 A1 & EP 1444793 A & WO 2003/041299 A1 & DE 60209523 D & DE 60209523 T & AT 319235 T & CN 1582541 A	1-10

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
09 February, 2009 (09.02.09)

Date of mailing of the international search report
17 February, 2009 (17.02.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/003492

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-324787 A (Nippon Hoso Kyokai), 30 November, 2006 (30.11.06), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2007-214759 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 23 August, 2007 (23.08.07), Par. Nos. [0045] to [0063] (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04B7/08(2006.01)i, H04J1/00(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i, H04W4/06(2009.01)i, H04W16/28(2009.01)i, H04W88/02(2009.01)i

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))

Int.Cl. H04J99/00, H04B7/04, H04B7/08, H04J1/00, H04J11/00, H04W4/06, H04W16/28, H04W88/02

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

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)

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 請求の範囲の番号
A	WO 2006/104537 A2 (Sony Corporation, Sony Electronics INC.) 2006.10.05, [0035]-[0045], Fig1, Fig3 & US 2006/0223450 A1 & EP 1864386 A & CA 2600941 A & KR 10-2008-0002795 A	1-10
A	JP 2005-509359 A (コーニングレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ) 2005.04.07, 要約, 図1, 図2 & US 2005/0003863 A1 & EP 1444793 A & WO 2003/041299 A1 & DE 60209523 D & DE 60209523 T & AT 319235 T & CN 1582541 A	1-10

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。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「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
 「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)
 「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
 「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「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
 「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
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.02.2009

国際調査報告の発送日

17.02.2009

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

太田 龍一

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5 K

3 4 6 2

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
A	JP 2006-324787 A (日本放送協会) 2006. 11. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2007-214759 A (日本電信電話株式会社) 2007. 08. 23, 段落【0045】 -段落【0063】 (ファミリーなし)	1-10