

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007 年 10 月 4 日 (04.10.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/111177 A1

(51) 国際特許分類:

H04B 7/26 (2006.01) H04Q 7/34 (2006.01)
H04B 7/06 (2006.01) H04Q 7/36 (2006.01)
H04B 7/08 (2006.01)

(FUKUOKA, Shinya) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/055483

(74) 代理人: 益田 博文 (MASUDA, Hirofumi); 〒1100015 東京都台東区東上野 1-7-13 東上野上村ビル 2 階 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日: 2007 年 3 月 19 日 (19.03.2007)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願2006-073712 2006 年 3 月 17 日 (17.03.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社 (PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒1538654 東京都目黒区目黒 1 丁目 4 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: および

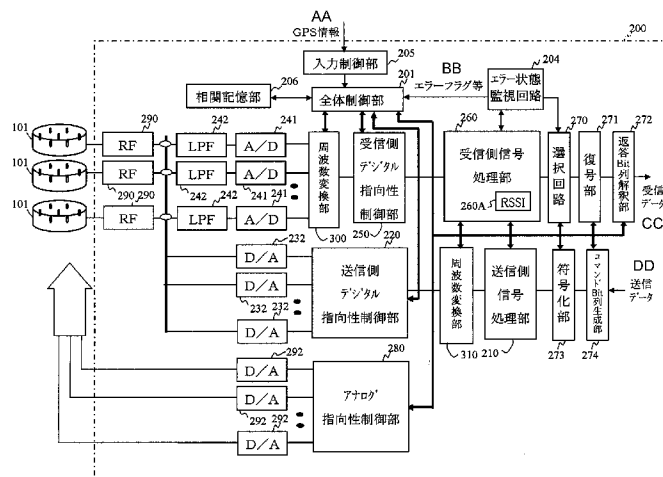
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 福岡 信也

[続葉有]

(54) Title: RADIO COMMUNICATION DEVICE AND RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 無線通信装置及び無線通信システム

AA - GPS INFORMATION
205 - INPUT CONTROL UNIT
206 - CORRELATION STORAGE UNIT
201 - ENTIRE CONTROL UNIT
BB - ERROR FLAG, ETC.
204 - ERROR STATE MONITORING CIRCUIT
300 - FREQUENCY CONVERSION UNIT
250 - RECEPTION SIDE DIGITAL DIRECTIVITY CONTROL UNIT
220 - TRANSMISSION SIDE DIGITAL DIRECTIVITY CONTROL UNIT280 - ANALOG DIRECTIVITY CONTROL UNIT
260 - RECEPTION SIDE SIGNAL PROCESSING UNIT
270 - SELECTION CIRCUIT
271 - DECODING UNIT
272 - RESPONSE Bit STRING INTERPRETATION UNIT
310 - FREQUENCY CONVERSION UNIT
210 - TRANSMISSION SIDE SIGNAL PROCESSING UNIT
273 - ENCODING UNIT
274 - COMMAND Bit STRING GENERATION UNIT
CC - RECEPTION DATA
DD - TRANSMISSION DATA

(57) Abstract: [PROBLEMS] To realize maximum communication range within a range in compliance with laws applied to respective geographical environments. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] When controlling directivity of antenna elements (P0 to P6) of antennas (101A to F), step S210 calculates a communication range, step S220 sets a communication range limit value according to

[続葉有]

WO 2007/111177 A1



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, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

the position information, and step S225 compares the calculated communication range to the set communication range limit value. If the former is larger, control is made to set a value not greater than the limit value. If the former is smaller, control is made to set the limit value or a value in the vicinity of the limit value.

(57) 要約: 【課題】各地理的環境において適用される法規等を遵守できる範囲で最大の通信範囲を実現する。【解決手段】アンテナ101A～Fのアンテナ素子P0～P6による指向性を制御するとき、ステップS210で通信範囲の大きさを算出し、ステップS220で位置情報に基づき通信範囲制限値を設定し、ステップS225でそれら算出された通信範囲と設定された通信範囲制限値とを比較する。前者が大きい場合には制限値以下となるように制御し、前者が小さい場合には、当該制限値又は少なくともその近傍の値となるように制御する。

明 細 書

無線通信装置及び無線通信システム

技術分野

- [0001] 本発明は、複数のアンテナ素子による指向性を制御する無線通信装置及びこれを備えた無線通信システムに関する。

背景技術

- [0002] 近年、無線機器から発生する電波による弊害がしばしば社会問題となっており、医療機器や飛行機の計器・制御機器等、微弱な電気信号を用いる機器の誤動作を防止する等の観点から、例えば特許文献1記載の従来技術が既に提唱されている。
- [0003] この従来技術では、無線通信装置(端末)の地理的な現在位置が位置検知手段によって随時検知され、その検知された無線通信装置の現在位置と予め登録された電波制限区域情報とを判定手段で比較し装置が電波制限区域内に入ったか否かを判定する。

- [0004] 特許文献1:特開2004-15567号公報(段落番号0025～0066、図1～図6)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] 上記従来技術による無線通信装置では、主として携帯端末を対象とし、使用者及び第三者にとっての心理的負担を軽減し安心して使用できるようにすることに主眼をおくものである。判定手段で装置が電波制限区域内に入ったと判定された場合には、装置からの送信電力を制御して電波を制限することで他機器に対する影響を回避する一方、制限区域外に出たと判定された場合には装置からの送信電力を通常レベルに戻し電波制限解除を行う。
- [0006] ところで、近年の携帯電話の急速な普及と通信方式における技術革新、OA機器・オフィス機器のモバイル化の一層の進展、無線LANを活用したパソコン環境のネットワーク化等の背景の下、周波数資源は急速に消費されつつある。例えば世界中の各国は、自国の電波秩序を保つために、国ごと(あるいはさらに小さい地方、区域、その他の地理的環境の場合もある)に法規等による独自の電波規制を敷いている。

[0007] このような法規等による電波規制においては、上記従来技術のように単に無線通信装置が所定領域に存在するか否かではなく、無線通信装置から送信される電波の指向性や電波干渉面積等の細かい条件が定められる。例えば日本の電波法における2.4GHz帯に対する規定では、小電力データ通信システム(無線LAN)の空中線利得は原則最大2.14dBiに制限されている。但し、電波干渉を与える面積が増加しない場合には、例外的に指向性の高いアンテナの使用が可能であり、この場合には通信距離を伸ばすことができる。

[0008] 上記従来技術では、単に無線通信装置が所定の領域に存在するか否かのみを判断するものであり、上記のような国、地方、その他各地理的環境において適用される法規等の細かい通信範囲規定等に対応できるものではない。この結果、その制限を遵守できる範囲で最大の通信範囲を実現するのは困難であった。

[0009] 本発明が解決しようとする課題には、上記した問題が一例として挙げられる。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、複数のアンテナ素子を備えたアンテナ手段と、このアンテナ手段の前記複数のアンテナ素子による指向性を制御する指向性制御手段とを有する無線通信装置であって、前記指向性制御手段で指向性が制御された前記アンテナ手段による通信範囲の大きさを算出する範囲算出手段と、位置情報に基づき、対応する通信範囲の制限値を設定する制限設定手段と、前記算出された通信範囲の大きさと、前記設定された通信範囲の制限値とを比較する比較手段とを有する。

[0011] 上記課題を解決するために、請求項10記載の発明は、無線送信装置及び無線受信装置を備え、多入力多出力方式の通信が可能な無線通信システムであって、前記無線送信装置及び前記無線受信装置の少なくとも一方が、複数のアンテナ素子を備えたアンテナ手段と、このアンテナ手段の前記複数のアンテナ素子による指向性を制御する指向性制御手段と、この指向性制御手段で指向性が制御された前記アンテナ手段による通信範囲の大きさを算出する範囲算出手段と、位置情報に基づき、対応する通信範囲の制限値を設定する制限設定手段と、前記算出された通信範囲の大きさと、前記設定された通信範囲の制限値とを比較する比較手段とを有する。

発明を実施するための最良の形態

[0012] 以下、本発明の一実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

[0013] 図1は、本実施形態の無線通信装置を備えた無線通信システムの全体概略を表すシステム構成図である。

[0014] 図1に示す無線通信システムSにおいて、本実施形態の無線通信装置1は、複数の(この例では6つの)アンテナ101A, 101B, 101C, 101D, 101E, 101Fと、これらアンテナ101A～Fの動作を制御する制御装置200とを有している。無線通信装置1は、詳細を後述するように多入力多出力方式(MIMO:Multiple Input Multiple Output)によりアンテナ101A～Fを介し通信可能に構成されており、制御装置200(詳細には後述の全体制御部201)の制御に基づき、アンテナ101A～Fのうち少なくとも1つを用いて他の無線通信装置301と通信を行う。

[0015] 図2は、図1に示したアンテナ101Aの詳細構造を表す斜視図であり、図3は、これらアンテナ101Aの制御系を説明するための説明図である。これら図2及び図3において、アンテナ101Aは、例えばポリカーボネートからなる誘電体基板110と、この誘電体基板110の上面の略全面上に形成された接地導体111と、この接地導体111上に略円柱形状に形成された誘電体120と、接地導体111とは電氣的に絶縁された状態で誘電体120中に埋設するように形成された(=封入又は装荷された)複数の(この例では7本の)アンテナ素子Pとを備えている。

[0016] アンテナ素子Pは、長手方向が接地導体111の平面に対して垂直となるモノポール素子を構成しており、1本の給電アンテナ素子P0(給電素子)と、少なくとも1本(この例では6本)の無給電アンテナ素子P1～P6(無給電素子)とから構成される。

[0017] 給電アンテナ素子P0は、接地導体111とは電氣的に絶縁され、かつ誘電体120に埋設された円柱形状の放射素子106を備えている。この放射素子106の一端には信号線が接続されており、これによって制御装置200から給電される無線信号がRF回路290(後述)を介し給電アンテナ素子P0に給電され放射されるようになっている。

[0018] 無給電アンテナ素子P1～P6は、給電アンテナ素子P0を中心として互いに所定間隔でこの例では略円形状となるように配置されている。各無給電アンテナ素子P1～P6は、接地導体111と電氣的に絶縁され誘電体基板110及び誘電体120を鉛直

方向に貫通するように配設された略円柱形状の非励振素子107を備えている。各非励振素子107の一端は、所定のリアクタンス値を有する(例えば可変容量ダイオードからなる)可変リアクタンス素子130と、誘電体基板110を鉛直方向に貫通して充填形成されてなるスルーホール導体114とを介し、接地導体111に対して高周波的に接地されている。

[0019] このとき、上記放射素子106と上記非励振素子107の長手方向の長さは実質的に同一であるが、例えば、可変リアクタンス素子130がインダクタンス性(L性)を有するときは、可変リアクタンス素子130は延長コイルとなり、無給電アンテナ素子P1～P6の電気長が給電アンテナ素子P0に比較して長くなり、反射器として働く。一方、例えば、可変リアクタンス素子130がキャパシタンス性(C性)を有するときは、可変リアクタンス素子130は短縮コンデンサとなり、無給電アンテナ素子P1～P6の電気長が給電アンテナ素子P0に比較して短くなり、導波器として働く。すなわち、可変リアクタンス素子130に印加する制御電圧を変化させる可変リアクタンス素子130におけるリアクタンス値を変化させることにより、非励振素子107を備えた無給電アンテナ素子P1の電気長を給電アンテナ素子P0に比較して変化させ、当該アンテナ101Aの水平面指向特性を変化させることができる。

[0020] なお、以上はアンテナ101Aを例にとって説明を行ったが、その他のアンテナ101B～101Fについても同等の構成となっており、同様の制御が行われる。

[0021] 図4は、図1に示した制御装置200の詳細構成を表す機能ブロック図であり、図5は、そのうち送信側に係る機能の詳細構成を表す機能ブロック図であり、図6は、図4のうち受信側に係る機能の詳細構成を表す機能ブロック図である。

[0022] これら図4、図5、及び図6において、制御装置200は、 m 個(この例では $m=6$)のアンテナ101の給電アンテナ素子P0それぞれに1つずつ接続され送受信共通に設けられるRF回路(更にIF回路を介してもよい)290と、 m 個のアンテナ101からの受信信号それぞれに対応して m 個設けられ各受信信号の帯域制限を行うLPF242及びアナログーデジタル変換するA/D変換器241と、これら m 個のA/D変換機241からの受信信号を入力して復調等の処理を行う周波数変換部300と、この周波数変換部300で復調された受信信号に対し所定の受信指向性制御処理を行う(例えばI

成分及びQ成分の複素数に対応したデジタルフィルタからなる)受信側デジタル指向性制御部250(給電側制御手段)と、この受信側デジタル指向性制御部250からの信号に対し、例えばOFDM方式やFM方式等に基づく公知の復調処理を行う受信側信号処理部260と、この受信側信号処理部260における処理エラーの発生を監視するエラー状態監視回路204と、このエラー状態監視回路204の監視結果に応じて受信側信号処理部260で復調された信号の選択を行う選択回路270と、その選択回路270で選択された信号(復調波)を所定の公知の手法により復号する復号部271と、その復号部271により復号された復号信号を解釈して通信相手よりアンテナ101で受信した受信データ(情報信号)を読み出す返答ビット列解釈部272とを有する。

[0023] また、制御装置200はさらに、アンテナ101から送信するための送信データに対応するコマンドビット列を生成するコマンドビット列生成部274と、そのコマンドビット列生成部274から出力されたデジタル信号を所定の手法により符号化する符号化部273と、この符号化部273により符号化された信号が入力され例えばOFDM方式やFM方式等に基づく公知の変調処理を行う送信側信号処理部210と、この送信側信号処理部210からの信号に対し変調等の所定の処理がなされる周波数変換部310と、この周波数変換部310からの信号に対し送信指向性制御処理を行う(例えばI成分及びQ成分の複素数に対応したデジタルフィルタからなる)送信側デジタル指向性制御部220(給電側制御手段)と、m個のアンテナ101への送信信号それぞれに対応してm個設けられデジタルーアナログ変換後上記RF回路290へ出力するD/A変換器232と、m個(この例では $m=6$)のアンテナ101それぞれの複数個(この例では6個)の無給電アンテナ素子P1~P6を用いた所定の指向性制御処理を行うためのアナログ指向性制御部280(無給電側制御手段)と、m個のアンテナ101への送信信号それぞれに対応してm個設けられアナログ指向性制御部280からの信号をデジタルーアナログ変換後各アンテナ101の無給電アンテナ素子P1~P6へ制御電圧を出力するD/A変換器292と、上記受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、アナログ指向性制御部280等の全体各部を制御する全体制御部201と、図示しないGPS(全地球測位システム)からの位置情報を入力する入力制御部205と、上記位置情報と許容通信範囲との相関を記憶した相関記憶部20

6(記憶手段)とを有する。

[0024] 周波数変換部310には、アンテナ101の個数 m (上記の例では $m=6$)に対応して m 系統が設けられており、この m 系統に共通のものとして、例えば関数テーブルに所定サンプリング点において各位相に対応するように記憶されたサンプリング値をもとに通信相手への送信信号(搬送波) F_c を形成するデジタル信号(例えば正弦波をサンプリングした信号)を出力する送信デジタル信号出力部213が1つ備えられている。

[0025] また、 m 系統のそれぞれには、符号化部273により符号化された情報信号(データ)に基づき、上記送信デジタル信号出力部213からの搬送波 F_c を変調し送信情報とするための変調信号を出力する(たとえばGFSK変調してI成分及びQ成分を生成する)変調部(乗算器)212-0, 212-1, $\dots$, 212- n と、これら乗算器212-0, 212-1, $\dots$, 212- n それぞれからの信号のうちI成分及びQ成分のうち所定の周波数の信号をそれぞれ通過させるBPF211a0, 211b0, 211a1, 211b1, $\dots$, 211an, 211bnとを備えている。

[0026] また送信側デジタル指向性制御部220も上記に対応して m 系統設けられており、各系統は、上記BPF211a0, 211b0, 211a1, 211b1, $\dots$, 211an, 211bnを経てそれぞれ合成された合成信号に関し、全体制御部201からの対応する係数(位相制御信号) C_{10} , C_{11} , $\dots$, C_{1n} 等に基づき所定の送信指向性を得るための重み付けを行う合計 $n+1$ 個(この例では $n=6$)の係数乗算器221a0, 221a1, $\dots$, 221anと、これら $n+1$ 個の係数乗算器221a0~anからの出力を合成する加算器222とをそれぞれ備えている。各系統の加算部222からの出力は前述のD/A変換器232、RF回路290をそれぞれ介して対応するアンテナ101の給電アンテナ素子P0に供給される。

[0027] 周波数変換部300には、上記同様に m 系統が設けられており、各系統は、上記A/D変換器241より出力された重み付け後の受信信号に含まれる複素数のI成分とQ成分に対し、互いに直交するデジタル信号bit列をそれぞれ乗算してI-Q直交復調(直交検波)を行う合計 $n+1$ 対(この例では $n=6$)の係数乗算器261a, 261bと、これら $n+1$ 対の係数乗算器261a, 261bからの出力を合成し所定のフィルタリングを

行うFIRフィルタ部262とをそれぞれ備えている。

- [0028] 受信側デジタル指向性制御部250には、上記同様、アンテナ101の個数 m (上記の例では $m=6$)に対応して m 系統が設けられており、各系統は、FIR262より出力された受信信号に関し、全体制御部201からの対応する係数(位相制御信号) D_{10} , D_{11} , $\dots$, D_{1n} 等に基づき所定の送信指向性を得るための重み付けを行う合計 $n+1$ 個(この例では $n=6$)の係数乗算器 $251-0$, $251-1$, $\dots$, $251-n$ と、これら $n+1$ 個の係数乗算器 $251-0 \sim 251-n$ からの出力を合成する加算器252とをそれぞれ備えている。
- [0029] 受信側信号処理部260には(たとえば加算器252に接続して)図示しない誤り検出器(CRC検出器等)が接続されており、エラー状態監視回路204は受信側信号処理部260の各誤り検出器から供給される誤り検出信号に応じて、選択回路270に選択指令信号を出力する(なお、エラー状態監視回路204は上記検出信号に応じた監視結果をエラーフラグ等の情報として全体制御部201にも出力する)。この選択指令信号は、誤り検出器において正常な検出結果を出力した系統の出力を選択するように指示するものであり、選択回路270は、各系統の信号のうち、上記選択指令信号に対応した信号を選択して復号部271へ出力する。
- [0030] このようにして各系統の加算器252からの出力は受信側信号処理部260を介して選択回路270で選択された後、復号部271で復号化され、さらに返答Bit列解釈部272で解釈されて受信情報として取り出される。これにより、他の無線通信装置301等、通信相手との通信後、当該通信相手が本実施形態の無線通信装置1に対しどのような通信を要求しているか、すなわち、当該他の無線通信装置301のアンテナ(素子)数や、相手方ユーザのアプリケーション(通信内容が画像であるか、音声であるか、テキストのみのファイルであるか、メールであるか等)や、どの程度のデータ転送時間・リアルタイム性・電力・ユーザ希望優先順位等を要求しているか、等を情報として全体制御部201で取得することができる。
- [0031] なお、受信側信号処理部260の各系統にはまた、RSSI(Received Signal Strength Indicator)回路260A(図4にのみ概念的に表示)が設けられており、このRSSI回路260Aの検出信号「RSSI」が受信信号強度(受信電界強度)情報として全

体制御部201に入力されるようになっている。

[0032] また、相関記憶部206には、各国、地方、その他の地理的環境の位置情報と、当該地理的環境において適用される法規・法令等にて遵守すべきとされる(＝許容される)最大通信範囲の情報との相関が予め格納保持されている。なお、この相関は、図示しない操作手段を介した適宜の操作者の操作入力により後から追加、修正、上書き等を可能としてもよい。あるいは適宜のネットワーク通信等を介し手動・自動でそれら追加等を可能としてもよい。全体制御部201は、GPSから入力制御部205を介し位置情報が入力されると、上記相関制御部206にアクセスしてこの位置情報に対応する上記最大通信範囲情報(通信範囲の制限値)を取得できるようになっている。

[0033] 図7は、本実施形態の無線通信装置1の制御装置200に備えられた全体制御部201が実行する制御手順を表すフローチャートである。図7において、まずステップS5で、全(この例では6個の)アンテナ101による総指向性が略無指向性となるように初期設定処理を行う。具体的には、例えばアナログ指向性制御部280に制御信号を出力し全(この例では6個の)アンテナ101それぞれにおける無給電アンテナ素子P1～P6による指向性をある所定値(所定方向)に設定する(後述の図8参照)とともに、受信側デジタル指向性制御部250への前述の制御係数D10～Dmn及び送信側デジタル指向性制御部220への前述の制御係数C10～Dmnを所定の値に設定し、これによって、すべてのアンテナ101による総指向性が略全方向に対して略無指向性となるように初期設定制御を行う。このとき、隣り合う各アンテナ101の指向性(領域)が互いに重なり合うように制御する(後述の図8参照)。なお、これら初期設定値は、操作者が(又は工場出荷時に)適宜に設定できるようにしても良い。

[0034] その後、ステップS10に移り、ステップS5で設定した初期設定の下、コマンドビット列生成部274、符号化部273、送信側信号処理部210、周波数変換部310、送信側デジタル指向性制御部220をそれぞれ制御してアンテナ101よりビーコン信号を送信し、待ち受け状態で待機する。図8は、この初期設定後の待受け待機状態における電波放射態様を模式的に表す説明図である。前述のように、隣り合う各アンテナ101の指向性(領域)が互いに重なり合うようになっている。

[0035] そして、ステップS20において、上記ビーコン信号に対応して他の無線通信装置3

01等の通信相手からの応答信号が周波数変換部300、受信側デジタル指向性制御部250、受信側信号処理部260で受信され、選択回路270、復号部271を介して返答Bit列解釈部272にてエラーなく受信されたかどうかを判定する。応答信号の受信が全くなかったか、受信されてもエラーが生じていた場合(エラー状態監視回路204からのエラーフラグ等により検知)にはこの判定が満たされず、ステップS10に戻って引き続き待ち受け状態を継続する。

[0036] 他の無線通信装置301等からの応答信号がエラーなく受信された場合、ステップS20の判定が満たされ、ステップS100に移る。ステップS100では、上記受信された応答信号の解釈結果(受信結果)より、当該他の無線通信装置301との通信内容の確認(他の無線通信装置301等のアンテナ素子の個数、要求される伝送レート、受信強度等の各種情報の確認)及びこれに対応して本無線通信装置1側での通信条件設定処理が行われる。

[0037] 図9は、このステップS100の詳細手順を表すフローチャートである。まずステップS105で、上記応答信号の受信結果に基づき、通信相手である他の無線通信装置301等のアンテナ素子数が1個かどうか判定される。他の無線通信装置301が2個以上でなく1個のアンテナ素子のみを備えていた場合には判定が満たされ、ステップS110に移る。

[0038] ステップS110では、上記受信結果に基づき、他の無線通信装置301から要求されている伝送レート(伝送速度)が比較的高いかどうかを判定する(例えば所定のしきい値との大小を比較すればよい)。要求伝送レートが比較的低い場合には、判定が満たされずステップS115に移る。

[0039] ステップS115では、上記受信結果に基づき、他の無線通信装置301からの応答信号受信時の受信信号強度(上記RSSI回路260Aにより検出)が比較的大きいかどうかを判定する(例えば所定のしきい値との大小を比較すればよい)。受信信号強度が比較的大きい場合は判定が満たされてステップS120に移り、m個(この例ではm=6)のアンテナ101のうち例えば当該受信信号強度が最大である(あるいはエラー率が最も低いものでもよい)1つのアンテナ101を用い、当該アンテナ101が備えている指向性(ステップS5で所定方向に設定)はそのまま引き続き他の無線通信装

置301との通信を行うように各部へ制御信号を出力する。またこのとき、設定された通信範囲の大きさが、上記GPSから入力した位置情報に基づく通信範囲の制限値の範囲内であるかどうかの比較判定を行い、必要に応じて適宜補正を行う(詳細は後述)。一方、受信信号強度が比較的小さい場合はステップS115の判定が満たされずステップS125に移り、 m 個(この例では $m=6$)のアンテナ101のうち例えば当該受信信号強度が最大である(あるいはエラー率が最も低いものでもよい)1つのアンテナ101を用い、当該アンテナ101が備えている指向性(ステップS5で所定方向に設定)を略全方向に略無指向性として他の無線通信装置301との通信を行うように送信側デジタル指向性制御部220、受信側デジタル指向性制御部250やアナログ指向性制御部280等に制御信号を出力する。このときも上記同様、通信範囲の制限値との比較及び適宜の補正を行う(詳細は後述)。

[0040] 一方、ステップS110で、他の無線通信装置301から要求されている伝送レート(伝送速度)が比較的高かった場合には、判定が満たされステップS130に移る。ステップS130では、前述のステップS115と同様、他の無線通信装置301からの応答信号受信時の受信信号強度が比較的大きいかどうかを判定する。受信信号強度が比較的大きい場合は判定が満たされてステップS135に移り、 m 個(この例では $m=6$)のアンテナ101のうち例えば所定の(例えば受信信号強度が大きい又はエラー率が低い) N 本(但し $N \leq m$)のアンテナ101を用いて公知のダイバーシチ制御を行うように各部へ制御信号を出力する。一方、受信信号強度が比較的小さい場合はステップS130の判定が満たされずステップS140に移り、 m 個(この例では $m=6$)のアンテナ101のうち例えば所定の(例えば受信信号強度が大きい又はエラー率が低い) N 本($N \leq m$)のアンテナ101を用い、公知の適応アレー制御を行うように送信側デジタル指向性制御部220、受信側デジタル指向性制御部250やアナログ指向性制御部280等に制御信号を出力する。これらステップS135、ステップS140でも上記同様、通信範囲の制限値との比較及び適宜の補正を行う(詳細は後述)。

[0041] また、ステップS105において、通信相手である他の無線通信装置301等のアンテナ素子数が2個以上であった場合には判定が満たされず、ステップS145に移る。ステップS145では、上記ステップS110と同様、上記受信結果に基づき、他の無線通

信装置301から要求されている伝送レート(伝送速度)が比較的高いかどうかを判定する。要求伝送レートが比較的低い場合には、判定が満たされず前述のステップS130に移り、以降前述と同様の手順を行う。要求伝送レートが比較的高い場合には、ステップS150に移り、 m 個(この例では $m=6$)のアンテナ101のうち例えば所定の(例えば受信信号強度が大きい又はエラー率が低い) N 本($N \leq m$)のアンテナ101を用い、公知の多入力多出力(MIMO: Multiple Input Multiple Output)方式の通信を行うように送信側デジタル指向性制御部220、受信側デジタル指向性制御部250やアナログ指向性制御部280等に制御信号を出力する。このときも上記同様、通信範囲の制限値との比較及び適宜の補正を行う(詳細は後述)。

[0042] なお、以上は、アンテナ素子本数の大小、要求伝送レートの高低、受信信号強度の大小によって通信条件を種々設定する場合を例にとって説明したが、これに限られず、受信信号から取得できるその他の情報、例えば、相手方ユーザのアプリケーション(通信内容が画像であるか、音声であるか、テキストのみのファイルであるか、メールであるか等)や、どの程度のデータ転送時間・リアルタイム性・電力・ユーザ希望優先順位等を要求しているか等に基づき、上記通信条件を設定してもよい。

[0043] 図10は、上記ステップS120、ステップS125、ステップS135、ステップS140、ステップS150の詳細手順を表すフローチャートである。まずステップS205で、上記各ステップに対応した各種通信条件(アンテナ本数、指向性の有無やその変化、ダイバーシチ制御・適応アレー制御・MIMO通信の適用有無、送信出力、受信利得等)の設定を行う。

[0044] その後、ステップS210に移り、上記ステップS205で設定した(少なくとも指向性を含む)各種条件に基づき、その設定における通信範囲(例えば水平断面で見た断面積等)を算出する。

[0045] そして、ステップS215において、入力制御部205を介し、上記GPSより当該無線通信装置1の位置情報を取得する。その後、ステップS220に移り、上記ステップS215で取得した位置情報に基づき相関制御部206にアクセスし、その位置情報に対応する前述の最大通信範囲情報(通信範囲の制限値)を取得し、当該通信範囲制限値を一旦適宜の箇所(RAM等)に記憶設定する。

- [0046] その後ステップS225に移り、上記ステップS210で算出した(現時点での)各種通信条件設定に基づく通信範囲が、上記ステップS220で位置情報に対応して設定された通信範囲制限値以下であるかどうかを判定する。
- [0047] 算出された通信範囲が制限値より大きければステップS225の判定が満たされず、ステップS230に移る。ステップS230では、上記算出された通信範囲が上記通信範囲制限値となるように(又は通信範囲制限値以下となるように)、アナログ指向性制御部280、受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220への制御信号の設定(前述の制御係数D10~Dmnや制御係数C10~Dmn等)を修正し、これによって指向性を補正する。
- [0048] 次にステップS235に移り、上記指向性の補正のみならず、送信出力(パワー)の補正の必要があるかどうかを判定する。具体的には、上記指向性の補正のみでは前述の通信範囲の制限値以下とならない(あるいは困難である)場合や、指向性の補正と送信出力の補正とを併せて行うほうが、より容易又は円滑に通信範囲を制限値以下にできるかどうかを判定する。送信出力の補正の必要がない場合はステップS235の判定が満たされず、このルーチンを終了する。送信出力の補正が必要である場合には、判定が満たされてステップS240に移り、送信側デジタル指向性制御部220、あるいはD/A変換器232、若しくはRF回路290等に設けた(又はこれらとは別に制御装置200内に設けた)図示しない可変アンプへの制御信号を(例えば減少方向に)補正し、このルーチンを終了する。
- [0049] ステップS225において、ステップS210で算出された通信範囲の大きさが、ステップS220で設定された通信範囲の制限値以下であればこの判定が満たされ、このルーチンを終了する。なお、算出された通信範囲の大きさが、通信範囲の制限値以下であった場合、通信範囲の大きさが当該制限値近傍の値となるように、アンテナ手段101A~Fの複数のアンテナ素子P0~P6による指向性を制御するようにしてもよい。
- [0050] 図9に戻り、以上のようにしてステップS120、ステップS125、ステップS135、ステップS140、ステップS150が終了したら、ステップS155に移り、m本のアンテナ101のうち、それらステップS120、ステップS125、ステップS135、ステップS140、ステップS150で使用するもの以外の残りのアンテナ101による総指向性が略無指向性となる

ように上記ステップS5と同様の処理を行う。なお、これら残りのアンテナ101の通信動作を停止させるようにしてもよい。ステップS155が完了するとこのルーチンを終了する。

- [0051] 図7に戻り、上記のようにしてステップS100が終了すると、ステップS25に移り、上記ステップS100において前述した通信条件設定の下で、コマンドビット列生成部274、符号化部273、送信側信号処理部210、周波数変換部310、送信側デジタル指向性制御部220をそれぞれ制御してアンテナ101より信号を送信し、他の無線通信装置301との通信を開始する。
- [0052] 図11、図12は、このとき実行される他の無線通信装置301との通信態様を模式的に表す説明図である。図11は、他の無線通信装置301のアンテナ素子の数が1つであって、要求伝送レートが低くかつ受信信号強度が大きく、ステップS120において設定が行われた結果、1つのアンテナ101で当該アンテナ101が備えている指向性(ステップS5で所定方向に設定)はそのまま引き続き他の無線通信装置301との通信が行われている状態の一例を表している。
- [0053] 一方、図12は、他の無線通信装置301のアンテナ素子の数が1つであって、要求伝送レートが高くかつ受信信号強度が小さく、ステップS140において設定が行われた結果、N本(この例では $N=2$)のアンテナ101E、101Fで適応アレー制御により当該他の無線通信装置301に対し(送信又は受信)感度が最大となるように制御されつつ通信が行われている状態の一例を表している。
- [0054] また、他の無線通信装置301のアンテナ素子の数が2つ以上であって、要求伝送レートが高い場合はステップS150においてN本のアンテナ101を用いてMIMO通信が行われるが、図13は、このMIMO通信の挙動を概念的に表す概念的説明図である。なお、この図では、図示を明確化するために、本実施形態の無線通信装置1におけるアンテナ101の数を3つとし、またその通信相手である他の無線通信装置301も、本実施形態の無線通信装置1と同様の構成を備えているものとして図示している。図示のように無線通信装置1の3個の送信アンテナ101と他の無線通信装置301の3個の受信アンテナ101とで通信を行う場合、送受信間のチャネル応答は 3×3 の行列で表される。この場合、マルチパス環境下にあるMIMO通信においては図示の

ように $3 \times 3 = 9$ 本の伝送路(チャネル)を、固有値変換により仮想的に3本の独立なチャネルとすることができるので、空間の利用性を高めることができる。

- [0055] 図7に戻り、以上のようにしてステップS25が終了すると、ステップS30に移り、操作者から通信終了指示があったかどうかを判定する。無線通信装置1に備えられた図示しない操作手段を介し、操作者等による無線通信停止指示がなされた場合にはこの判定が満たされ、フローを終了する。停止指示があるまではこの判定が満たされず、ステップS35に移る。
- [0056] ステップS35では、上記ステップS10と同様、ビーコン信号を送信し待受け状態とする。この際、ステップS120、ステップS125、ステップS135、ステップS140、ステップS150で設定した1～N本のアンテナはすでに他の無線通信装置301との通信において使用しているので、例えばそれ以外の残りのアンテナ101のみを用いて上記ビーコン信号を送信すればよい。
- [0057] その後、ステップS40に移り、前述のステップS20と同様、上記ビーコン信号に対応してさらに他の無線通信装置302等の通信相手が出現し、それからの応答信号が周波数変換部300、受信側デジタル指向性制御部250、受信側信号処理部260で受信され、選択回路270、復号部271を介して返答Bit列解釈部272にてエラーなく受信されたかどうかを判定する。応答信号の受信が全くなかったか、受信されてもエラーが生じていた場合にはこの判定が満たされず、ステップS25に戻って同様の手順を繰り返す。
- [0058] さらに他の無線通信装置302等からの応答信号がエラーなく受信された場合、ステップS40の判定が満たされ、ステップS200に移る。ステップS100では、上記ステップS100と同等の処理が行われ、上記受信された応答信号の解釈結果(受信結果)より、当該さらに他の無線通信装置302との通信内容の確認(アンテナ素子の個数、要求される伝送レート、受信強度等の各種情報の確認)及びこれに対応して本無線通信装置1側での通信条件設定処理が行われる。その詳細は、例えばステップS100と同様、図11に示したもので足りるので説明を省略する。
- [0059] 上記ステップS200が終了すると、ステップS45に移り、前述のステップS25と同様、上記ステップS200において前述した通信条件設定の下で、コマンドビット列生成部

274、符号化部273、送信側信号処理部210、周波数変換部310、送信側デジタル指向性制御部220をそれぞれ制御してアンテナ101より信号を送信し、上記さらに他の無線通信装置302との通信を開始する。

[0060] 図14は、このとき実行されるさらに他の無線通信装置302との通信態様を模式的に表す説明図である。図14は、既にアンテナ101E, 101Fによって1つのアンテナ素子を備えた他の無線通信装置301との通信を適応アレー方式で行っているときに、さらに他の無線通信装置302が出現し、その他の無線通信装置302のアンテナ素子の数が2つであって要求伝送レートが高く、図11のステップS150において設定が行われた結果、(例えば通信に供されていないアンテナ101A, 101B, 101C, 101Dのうち受信電力の一番大きいもの及びそれに次ぐものとして選択された)アンテナ101B, 101Cを用いて当該さらに他の無線通信装置302との間にMIMO方式による通信が開始された状態の例を表している。

[0061] 図7に戻り、以上のようにしてステップS45が終了すると、ステップS40に戻り、同様の手順を繰り返す。

[0062] 図15は、以上のような構成の本実施形態の無線通信装置1の実際の適用例を表した図である。図15において、この例では、自動車AMの室内前方にあるインナーパネルIPのハンドルSWと反対側(助手席側)に無線通信装置1が設けられ、また室内後方(後部座席側)には図示しないアンテナを備えたテレビCT(前述の他の無線通信装置301等に相当)が設けられている。そして、無線通信装置1の複数のアンテナ101とテレビCTとの間で通信が行われるとともに、他の複数のアンテナ101と地上側の基地局BP(前述の他の無線通信装置301等に相当。あるいは人工衛星等でもよい)との間で通信が行われている。このとき無線通信装置1は無線送信装置又は無線受信装置として機能しており、これら無線通信装置1, 301, 301で無線通信システムSが構成されている。

[0063] 図16は、本実施形態の無線通信装置1の別の適用例を表した図である。図16において、この例では、2台の自動車AM, AMそれぞれに、上記図15と同様、インナーパネルIPに無線通信装置1が設けられている。そして、それら2つの無線通信装置1, 1どうしの間で例えば複数のアンテナ101を用いて通信(いわゆる車々間通信)が

行われている。この場合、一方の無線通信装置1に着目すれば、他方の無線通信装置1は前述した他の無線通信装置301に相当し、これら無線通信装置1, 301で無線通信システムSが構成されている。また無線通信装置1は無線送信装置又は無線受信装置として機能している。

[0064] 以上において、無線通信装置1に備えられた複数のアンテナ101(上記の例では101A～F)の全体が、各請求項記載の、複数のアンテナ素子を備えたアンテナ手段を構成する。また、制御装置200に備えられた、受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、アナログ指向性制御部280が、アンテナ手段の複数のアンテナ素子による指向性を制御する指向性制御手段を構成する。

[0065] また、全体制御部201が実行する図10に示したフローのステップS210が、指向性制御手段で指向性が制御された前記アンテナ手段による通信範囲(水平断面面積)の大きさを算出する範囲算出手段に相当し、ステップS220が、位置情報に基づき、対応する通信範囲の制限値を設定する制限設定手段に相当し、ステップS225が、算出された通信範囲の大きさと、設定された通信範囲の制限値とを比較する比較手段に相当する。また、ステップS240が、比較手段による比較結果に応じ、指向性制御手段と連携してアンテナ手段からの電波到達範囲を制御するための電波出力制御手段を構成する。

[0066] 以上説明したように、本実施形態における無線通信装置1は、複数のアンテナ素子P0～P6を備えたアンテナ手段(この例ではアンテナ101A～F)と、このアンテナ手段101A～Fの複数のアンテナ素P0～P6による指向性を制御する指向性制御手段(この例では受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、アナログ指向性制御部280)とを有する無線通信装置1であって、指向性制御手段220, 250, 280で指向性が制御されたアンテナ手段101A～Fによる通信範囲の大きさを算出する範囲算出手段(この例では全体制御部201が実行するステップS210)と、位置情報に基づき、対応する通信範囲の制限値を設定する制限設定手段(この例では全体制御部201が実行するステップS220)と、算出された通信範囲の大きさと、設定された通信範囲の制限値とを比較する比較手段(この例では全体制御部201が実行するステップS225)とを有することを特徴とする。

- [0067] 本実施形態の無線通信装置1においては、指向性制御手段220, 250, 280でアンテナ手段101A～Fの複数のアンテナ素子P0～P6による指向性を制御するとき、範囲算出手段S210でそのアンテナ手段101A～Fの通信範囲の大きさを算出するとともに、制限設定手段S220で位置情報に基づき通信範囲制限値を設定する。そして、比較手段S225で、上記範囲算出手段S210で算出された通信範囲と制限設定手段S220で設定された通信範囲制限値とを比較する。これにより、例えば範囲算出手段S210で算出された通信範囲のほうが制限設定手段S220で設定された通信範囲制限値より大きい場合には、通信範囲の大きさが当該制限値以下となるように指向性制御手段220, 250, 280で制御することが可能となる。これにより、国、地方、その他地理的環境において適用される法規等にて遵守すべき通信範囲の制限は遵守しつつ、その遵守できる範囲で最大の通信範囲を実現し、効率的な通信を行うことができる。
- [0068] 上記実施形態における無線通信装置1においては、指向性制御手段220, 250, 280は、比較手段S225による比較結果に応じ、算出された通信範囲の大きさが設定された通信範囲の制限値を超える場合には、通信範囲の大きさが制限値以下となるように、アンテナ手段101A～Fの複数のアンテナ素子P0～P6による指向性を制御することを特徴とする。
- [0069] 通信範囲の大きさが制限値以下となるように指向性制御手段220, 250, 280で制御することにより、国、地方、その他地理的環境において適用される法規等にて遵守すべき通信範囲の制限を遵守するように制御することができる。
- [0070] 上記実施形態における無線通信装置1においては、指向性制御手段220, 250, 280が、比較手段S225による比較結果に応じ、算出された通信範囲の大きさが設定された通信範囲の制限値以下であった場合、通信範囲の大きさが当該制限値近傍の値となるように、アンテナ手段101A～Fの複数のアンテナ素子P0～P6による指向性を制御することを特徴とする。
- [0071] 範囲算出手段S210で算出された通信範囲のほうが制限設定手段S210で設定された通信範囲制限値より小さい場合には、通信範囲の大きさが当該制限値又は少なくともその近傍の値となるように指向性制御手段220, 250, 280で制御することがで

き、制限内において最大の通信範囲をさらに確実に実現し、効率的な通信を行うことができる。

[0072] 上記実施形態における無線通信装置1においては、比較手段S225による比較結果に応じ、指向性制御手段220, 250, 280と連携してアンテナ手段101A～Fからの電波到達範囲を制御するための電波出力制御手段(この例では全体制御部201が実行するS240)を有することを特徴とする。

[0073] 指向性制御と併せて出力制御を行うことにより、法規等に基づく通信範囲の制限遵守範囲内での最大通信範囲をさらに確実に実現し、効率的な通信を行うことができる。

[0074] 図17は、この効果を得られる上記無線通信装置1の実際の例を表した図である。図17において、この例では、家屋HSの第1の部屋R1内に配置されたDVDデッキDDに無線通信装置1が設けられる一方、この第1の部屋R1と比較的厚い壁面WAを介し仕切られた第2の部屋R2内に、図示しないアンテナを備えたテレビPT(前述の他の無線通信装置301等に相当)が設けられている。そして、無線通信装置1の複数のアンテナ101とテレビPTとの間で通信が行われるとともに、他の複数のアンテナ101と基地局BP(前述の他の無線通信装置301等に相当。あるいは人工衛星等でもよい)との間で通信が行われている。このとき無線通信装置1は無線送信装置又は無線受信装置として機能しており、これら無線通信装置1, 301で無線通信システムSが構成されている。

[0075] この場合、第1の部屋R1と第2の部屋R2とが厚い壁面WAで仕切られていることから(いわゆる壁越し通信となる)、DVDデッキDDの無線通信装置1と、テレビPT(他の無線通信装置301等に相当)との間は電波の減衰が大きく、通信が困難となる可能性がある。上記のように指向性制御と併せて出力制御を行い、法規等に基づく通信範囲の制限遵守範囲内で出力を増大させて最大通信範囲を伸ばすことで、上記壁面WAを超えての確実かつ効率的な通信を実現することができる。

[0076] また、上記をさらに拡張すれば、指向性制御と併せて出力制御を行うことにより、法規等に基づく通信範囲の制限遵守範囲内で最大通信範囲を実現することで、実質的に通信距離を伸ばすことも可能となる。図18はこのような効果の一例を具体的に

説明するための説明図である。

- [0077] 図18は、本実施形態の無線通信システムSを、小電力データ通信システム(無線LAN)の空中線利得条件の緩和に活用した場合を表している。現行の日本国の電波法の規制によれば、現在無線LANで使用可能な空中線利得は(原則として)最大2.14dBiである。このため、送信する無線通信装置1側からの指向性を略無指向性又は比較的広い指向性で通信しようとする場合には、その通信範囲(面積)が上記制限値に制限される結果、比較的通信距離が短くなり、遠距離にある通信相手まで電波を届かせることができない(図18(a)参照)。
- [0078] ここで、送信する無線通信装置1側において前述のようにして指向性を比較的狭く絞るようにすれば相対的に通信範囲(面積)が狭くなるので、その分送信出力を増大させて通信距離を伸ばすことができる。この結果、図18(b)に示すように、例えば最大3倍程度通信距離を伸ばすことができ、上記通信相手に対しても電波を届かせることができる。
- [0079] 上記実施形態における無線通信装置1においては、位置情報とこれに対応する通信範囲の制限値との相関を格納保持する記憶手段(この例では相関記憶部206)を有し、制限設定手段S220は、記憶手段206に保持された相関に基づき、通信範囲の制限値を設定することを特徴とする。
- [0080] これにより、位置情報に基づき記録手段206の相関情報を参照して当該位置情報に対応する通信範囲の制限値を取得することで、制限設定手段S220が、位置情報に対応した通信範囲制限値を容易に設定することができる。
- [0081] 上記実施形態における無線通信装置1においては、制限設定手段S220は、全地球測位システム(GPS)からの位置情報に基づき、通信範囲の制限値を設定することを特徴とする。
- [0082] これにより、地球上のどの位置に無線通信装置1が設けられても、当該位置の位置情報を全地球測位システム(GPS)から確実に取得し、対応する通信範囲制限値を設定することができる。
- [0083] 上記実施形態における無線通信装置1においては、アンテナ手段101は、複数のアンテナ素子P0～P6をそれぞれ有する複数のアンテナ101A～Fからなり、多入力

多出力方式の無線通信システムSに使用可能に構成されていることを特徴とする。

[0084] これにより、多重伝送路による大容量伝送又は単一伝送路による高能率伝送を実行することができる。

[0085] 上記実施形態における無線通信装置1においては、アンテナ手段101の複数のアンテナ素子P0～P6は、信号が給電される給電素子P0と、この給電素子P0から所定間隔離れて設けられ、信号が給電されない少なくとも1つの無給電素子P1～P6とを含み、誘電体120に封入又は装荷され、互いに所定の間隔に配置されていることを特徴とする。

[0086] 給電素子P0と無給電素子P1～P6を備え無給電素子P1～P6へのリアクタンス制御で指向性を制御可能なエスパアンテナを用い、さらにそれら複数の素子P0～P6を誘電体に封入(又は装荷)することにより、広帯域・高利得特性を得られるとともにアンテナ101を小型化することができる。

[0087] 上記実施形態における無線通信装置1においては、指向性制御手段220, 250, 280は、給電素子P0の指向性を制御する給電側制御手段220, 250と、無給電素子P1～P6の指向性を制御する無給電側制御手段280とを有することを特徴とする。

[0088] デジタル制御系となる各アンテナ101の給電素子P0側だけでm個のアンテナ101全体の指向性制御を行おうとすると、アンテナ及びRF回路系の数及びそれらに対応したデジタル処理が大がかりなものとなる。一方、アナログ制御系となる各アンテナ101の無給電素子側P1～P6だけで適応動作等の指向性制御を行おうとする場合も、上記同様にデジタル処理が大がかりなものとなる。

[0089] 本実施形態の無線通信装置1においては、図19にその指向性特性のイメージを概念的に表すように、まず指向性のおおざっぱな設定を無給電側制御手段280で行っておき(領域G1参照)、更に細かな指向性制御を給電側制御手段220, 250で行い(領域G2参照)、これらを併せて用いることで、より指向性を鋭くすることができる(領域G参照)。また、指向性制御システムとしての柔軟性を向上させることもできる。

[0090] なお、本実施形態は、上記に限られず、種々の変形が可能である。すなわち例えば、上記実施形態においては、図11に示すフローにおいてステップS150でMIMO通信を行うように制御するとき、特にその詳細については説明しなかったが、このMI

MO通信制御においては公知の時空間符号化方式(STC)又は空間分割多重方式(SDM)の手法とすればよい。また、公知の直交周波数分割多重方式(OFDM)の手法を適宜組み合わせるようにしてもよい。

[0091] すなわちこの場合、無線通信装置1においては、通信方式制御手段S100は、通信方式を、時空間符号化方式又は空間分割多重方式、及び直交周波数分割多重方式のうち、少なくともいずれか一方をさらに組み合わせた通信方式に制御する。

[0092] これにより、送信したい時系列データに対して時間領域と空間領域で信号を組み替えて伝送する制御(＝時空間符号化方式;STC)や、送信のアンテナ素子ごとに等電力で別々の情報を乗せて伝送する制御(＝空間分割多重方式;SDM)や、広周波数帯域情報を狭周波数帯域の多数のサブチャネルに展開するマルチキャリア伝送制御(＝直交周波数分割多重方式;OFDM)等を実現し、通信相手と効率のよい通信を確実に行うことができる。

[0093] また、以上は複数のアンテナ素子P0～P6をそれぞれ備えた複数のアンテナ101A～101Fを用いた場合を例にとりて説明したが、これに限られず、1つのアンテナ素子を備えた複数のアンテナ全体として備えられる複数のアンテナ素子に対して同様の制御を行ってもよいし、1つのアンテナのみに備えられる複数のアンテナ素子に対して同様の制御を行ってもよい。いずれの場合も同様の効果を得る。

[0094] また、以上は位置情報をGPSより取得したが、これに限られない。すなわち、図示しない操作手段により操作者が無線通信装置1の存在位置を入力するようにしたり、あるいはGPS以外のカーナビゲーションシステム、カメラや画像処理装置を備えたモニター・監視システムその他の各種システムより位置情報を取り込むようにしてもよい。カーナビゲーションシステムを用いた場合には、自動車で行中途中に国家や地域(例えば国立公園の天文台付近やその他の電波規制領域など)の境界で法令の規制内容(最大通信範囲の大きさ)が変わる場合に、容易に連動させることができる。モニター・監視システムを用いた場合には、電波環境が変化するような機械的・構造的な作動が生じた場合(ドアの開閉、空間の密閉性の変動、電波障害物の変動等)ときに、これを認識することで容易に連動させることが可能となる。

[0095] 上記実施形態における無線通信装置1は、7個のアンテナ素子P0～P6を備えた6

個のアンテナ101A～Fと、これらアンテナ101A～Fのアンテナ素子P0～P6による指向性を制御する受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280とを有する無線通信装置1であって、受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280で指向性が制御されたアンテナ101A～Fによる通信範囲の大きさを算出するステップS210の手順と、位置情報に基づき、対応する通信範囲の制限値を設定するステップS220の手順と、算出された通信範囲の大きさと、設定された通信範囲の制限値とを比較するステップS225の手順とを有する。

[0096] 無線通信装置1の受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280でアンテナ101A～Fのアンテナ素子P0～P6による指向性を制御するとき、ステップS210でそのアンテナ101A～Fの通信範囲の大きさを算出するとともに、ステップS220で位置情報に基づき通信範囲制限値を設定する。そして、ステップS225で、ステップS210で算出された通信範囲とステップS220で設定された通信範囲制限値とを比較する。これにより、例えばステップS210で算出された通信範囲のほうがステップS220で設定された通信範囲制限値より大きい場合には、通信範囲の大きさが当該制限値以下となるように受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280で制御することが可能となり、ステップS210で算出された通信範囲のほうがステップS220で設定された通信範囲制限値より小さい場合には、通信範囲の大きさが当該制限値又は少なくともその近傍の値となるように受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280で制御することが可能となる。これにより、国、地方、その他地理的環境において適用される法規等にて遵守すべき通信範囲の制限は遵守しつつ、その遵守できる範囲で最大の通信範囲を実現し、効率的な通信を行うことができる。

[0097] 上記実施形態における無線通信システムSは、無線送信装置1及び他の無線通信装置301を備え、多入力多出力方式の通信が可能な無線通信システムSであって、無線送信装置1及び他の無線受信装置301が、7個のアンテナ素子P0～P6を備えた6個のアンテナ101A～Fと、これらアンテナ101A～Fのアンテナ素子P0～P6に

よる指向性を制御する受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280と、受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280で指向性が制御されたアンテナ101A～Fによる通信範囲の大きさを算出するステップS210の手順と、位置情報に基づき、対応する通信範囲の制限値を設定するステップS220の手順と、算出された通信範囲の大きさと、設定された通信範囲の制限値とを比較するステップS225の手順とを有する。

[0098] 無線通信システムSの無線通信装置1又は無線通信装置301において、受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280でアンテナ101A～Fのアンテナ素子P0～P6による指向性を制御するとき、ステップS210でそのアンテナ101A～Fの通信範囲の大きさを算出するとともに、ステップS220で位置情報に基づき通信範囲制限値を設定する。そして、ステップS225で、ステップS210で算出された通信範囲とステップS220で設定された通信範囲制限値とを比較する。これにより、例えばステップS210で算出された通信範囲のほうステップS220で設定された通信範囲制限値より大きい場合には、通信範囲の大きさが当該制限値以下となるように受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280で制御することが可能となり、ステップS210で算出された通信範囲のほうステップS220で設定された通信範囲制限値より小さい場合には、通信範囲の大きさが当該制限値又は少なくともその近傍の値となるように受信側デジタル指向性制御部250、送信側デジタル指向性制御部220、及びアナログ指向性制御部280で制御することが可能となる。これにより、国、地方、その他地理的環境において適用される法規等にて遵守すべき通信範囲の制限は遵守しつつ、その遵守できる範囲で最大の通信範囲を実現し、効率的な通信を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0099] [図1]本発明の一実施形態の無線通信装置を備えた無線通信システムの全体概略を表すシステム構成図である。

[図2]図1に示したアンテナの詳細構造を表す斜視図である。

[図3]図1及び図2に示したアンテナの制御系を説明するための説明図である。

[図4]図1に示した制御装置の詳細構成を表す機能ブロック図である。

[図5]図4に示した構成のうち送信側に係る機能の詳細構成を表す機能ブロック図である。

[図6]図4に示した構成のうち受信側に係る機能の詳細構成を表す機能ブロック図である。

[図7]図1に示した制御装置の全体制御部が実行する制御手順を表すフローチャートである。

[図8]初期設定後の待受け待機状態における電波放射態様を模式的に表す説明図である。

[図9]ステップS100の詳細手順を表すフローチャートである。

[図10]ステップS120、ステップS125、ステップS135、ステップS140、ステップS150の詳細手順を表すフローチャートである。

[図11]他の無線通信装置との通信態様を模式的に表す説明図である。

[図12]他の無線通信装置との通信態様を模式的に表す説明図である。

[図13]MIMO通信の挙動を概念的に表す概念的説明図である。

[図14]さらに他の無線通信装置との通信態様を模式的に表す説明図である。

[図15]無線通信装置の実際の適用例を表した図である。

[図16]無線通信装置の別の適用例を表した図である。

[図17]指向性制御と併せて出力制御を行う無線通信装置の実際の適用例を表した図である。

[図18]最大通信範囲を実現することで通信距離を伸ばす効果の一例を説明する説明図である。

[図19]無給電側制御手段と給電側制御手段とによる指向性制御特性のイメージを概念的に表す図である。

符号の説明

- [0100] 1 無線通信装置(無線送信装置;無線受信装置)
 101A～F アンテナ(アンテナ手段)

120	誘電体
200	制御装置
201	全体制御部
206	相関記憶部(記憶手段)
220	送信側デジタル指向性制御部(給電側制御手段、指向性制御手段)
250	受信側デジタル指向性制御部(給電側制御手段、指向性制御手段)
280	アナログ指向性制御部(無給電側制御手段、指向性制御手段)
300	周波数変換部
310	周波数変換部
301	無線通信装置
302	無線通信装置
P0	給電アンテナ素子(給電素子、アンテナ素子)
P1～6	無給電アンテナ素子(無給電素子、アンテナ素子)
S	無線通信システム

請求の範囲

- [1] 複数のアンテナ素子を備えたアンテナ手段と、このアンテナ手段の前記複数のアンテナ素子による指向性を制御する指向性制御手段とを有する無線通信装置であつて、
- 前記指向性制御手段で指向性が制御された前記アンテナ手段による通信範囲の大きさを算出する範囲算出手段と、
- 位置情報に基づき、対応する通信範囲の制限値を設定する制限設定手段と、
- 前記算出された通信範囲の大きさと、前記設定された通信範囲の制限値とを比較する比較手段と
- を有することを特徴とする無線通信装置。
- [2] 請求項1記載の無線通信装置において、
- 前記指向性制御手段は、
- 前記比較手段による比較結果に応じ、前記算出された通信範囲の大きさが前記設定された前記通信範囲の制限値を超える場合には、通信範囲の大きさが当該制限値以下となるように、前記アンテナ手段の前記複数のアンテナ素子による指向性を制御することを特徴とする無線通信装置。
- [3] 請求項1記載の無線通信装置において、
- 前記指向性制御手段は、
- 前記比較手段による比較結果に応じ、前記算出された通信範囲の大きさが前記設定された前記通信範囲の制限値以下であった場合には、通信範囲の大きさが当該制限値近傍の値となるように、前記アンテナ手段の前記複数のアンテナ素子による指向性を制御することを特徴とする無線通信装置。
- [4] 請求項2記載の無線通信装置において、
- 前記比較手段による比較結果に応じ、前記指向性制御手段と連携して前記アンテナ手段からの電波到達範囲を制御するための電波出力制御手段を有することを特徴とする無線通信装置。
- [5] 請求項1記載の無線通信装置において、
- 前記位置情報とこれに対応する前記通信範囲の制限値との相関を格納保持する

記憶手段を有し、

前記制限設定手段は、

前記記憶手段に保持された前記相関に基づき、前記通信範囲の制限値を設定する

ことを特徴とする無線通信装置。

[6] 請求項1記載の無線通信装置において、

前記制限設定手段は、全地球測位システムからの前記位置情報に基づき、前記通信範囲の制限値を設定することを特徴とする無線通信装置。

[7] 請求項1記載の無線通信装置において、

前記アンテナ手段は、

前記複数のアンテナ素子をそれぞれ有する複数のアンテナからなり、多入力多出力方式の無線通信システムに使用可能に構成されていることを特徴とする無線通信装置。

[8] 請求項1記載の無線通信装置において、

前記アンテナ手段の前記複数のアンテナ素子は、

信号が給電される給電素子と、

この給電素子から所定間隔離れて設けられ、信号が給電されない少なくとも1つの無給電素子とを含み、

誘電体に封入又は装荷され互いに所定の間隔に配置されていることを特徴とする無線通信装置。

[9] 請求項8記載の無線通信装置において、

前記指向性制御手段は、

前記給電素子の指向性を制御する給電側制御手段と、

前記無給電素子の指向性を制御する無給電側制御手段と

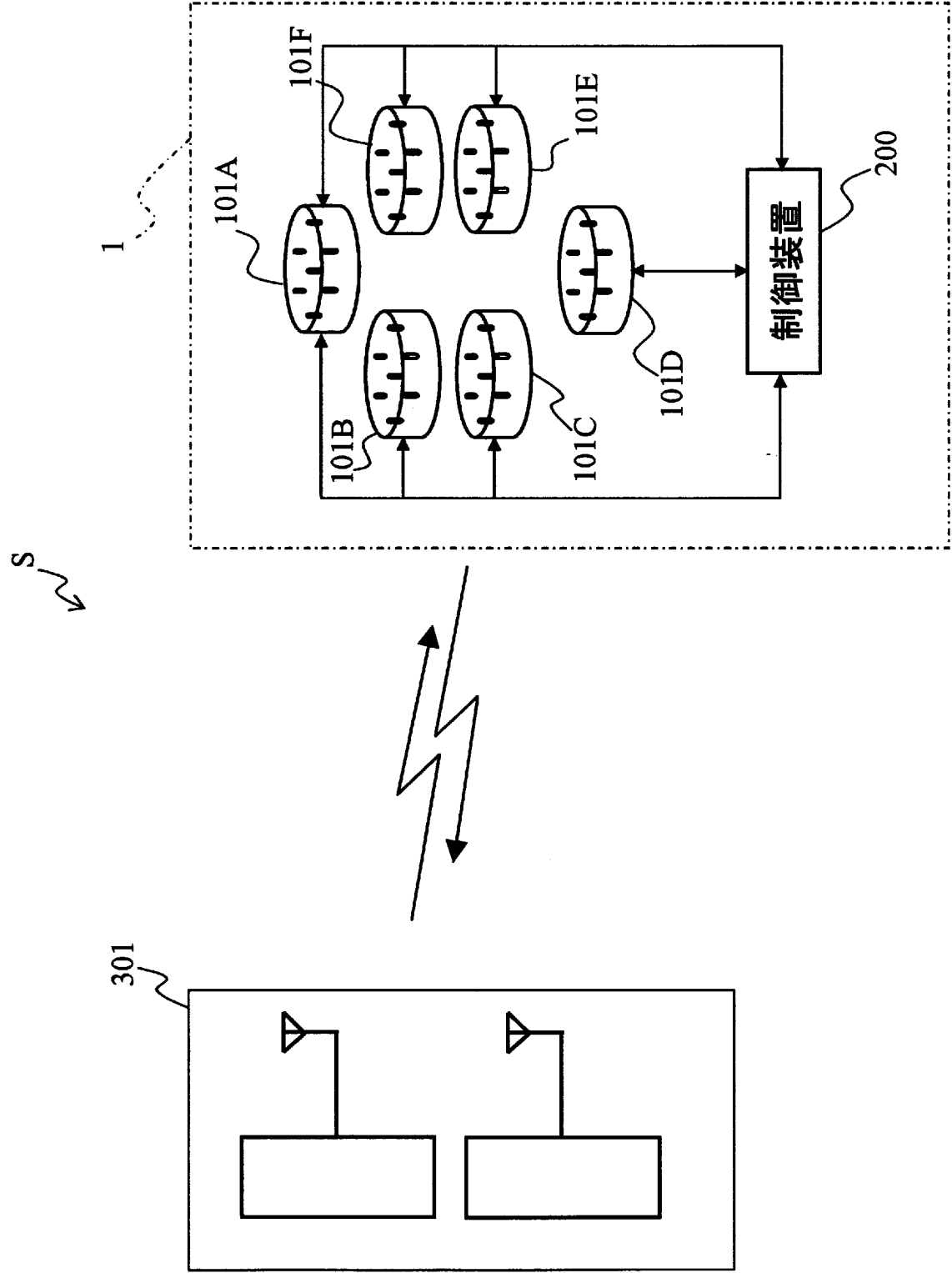
を有することを特徴とする無線通信装置。

[10] 無線送信装置及び無線受信装置を備え、多入力多出力方式の通信が可能な無線通信システムであって、

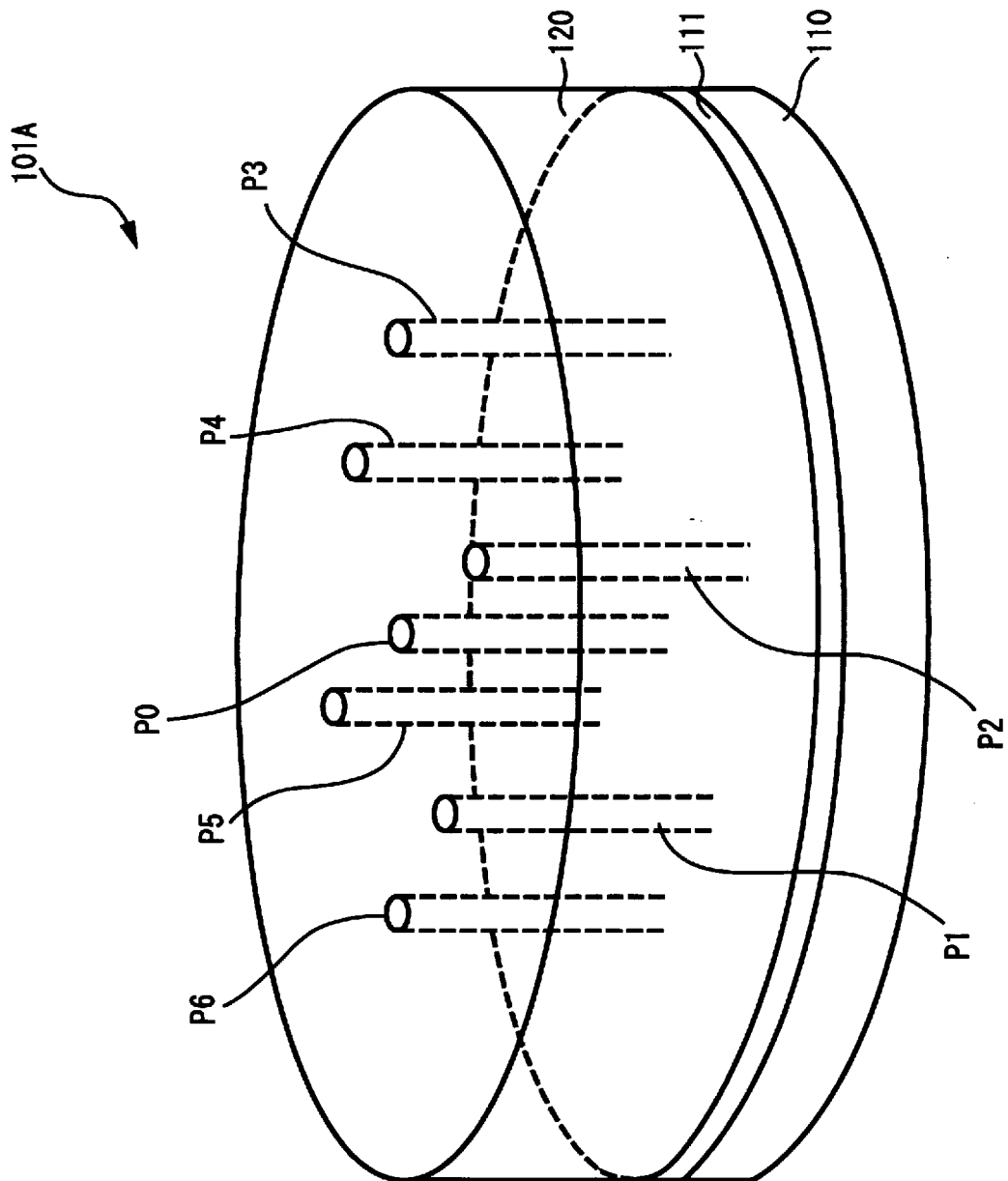
前記無線送信装置及び前記無線受信装置の少なくとも一方が、

複数のアンテナ素子を備えたアンテナ手段と、
このアンテナ手段の前記複数のアンテナ素子による指向性を制御する指向性制御手段と、
この指向性制御手段で指向性が制御された前記アンテナ手段による通信範囲の大きさを算出する範囲算出手段と、
位置情報に基づき、対応する通信範囲の制限値を設定する制限設定手段と、
前記算出された通信範囲の大きさと、前記設定された通信範囲の制限値とを比較する比較手段と
を有することを特徴とする無線通信システム。

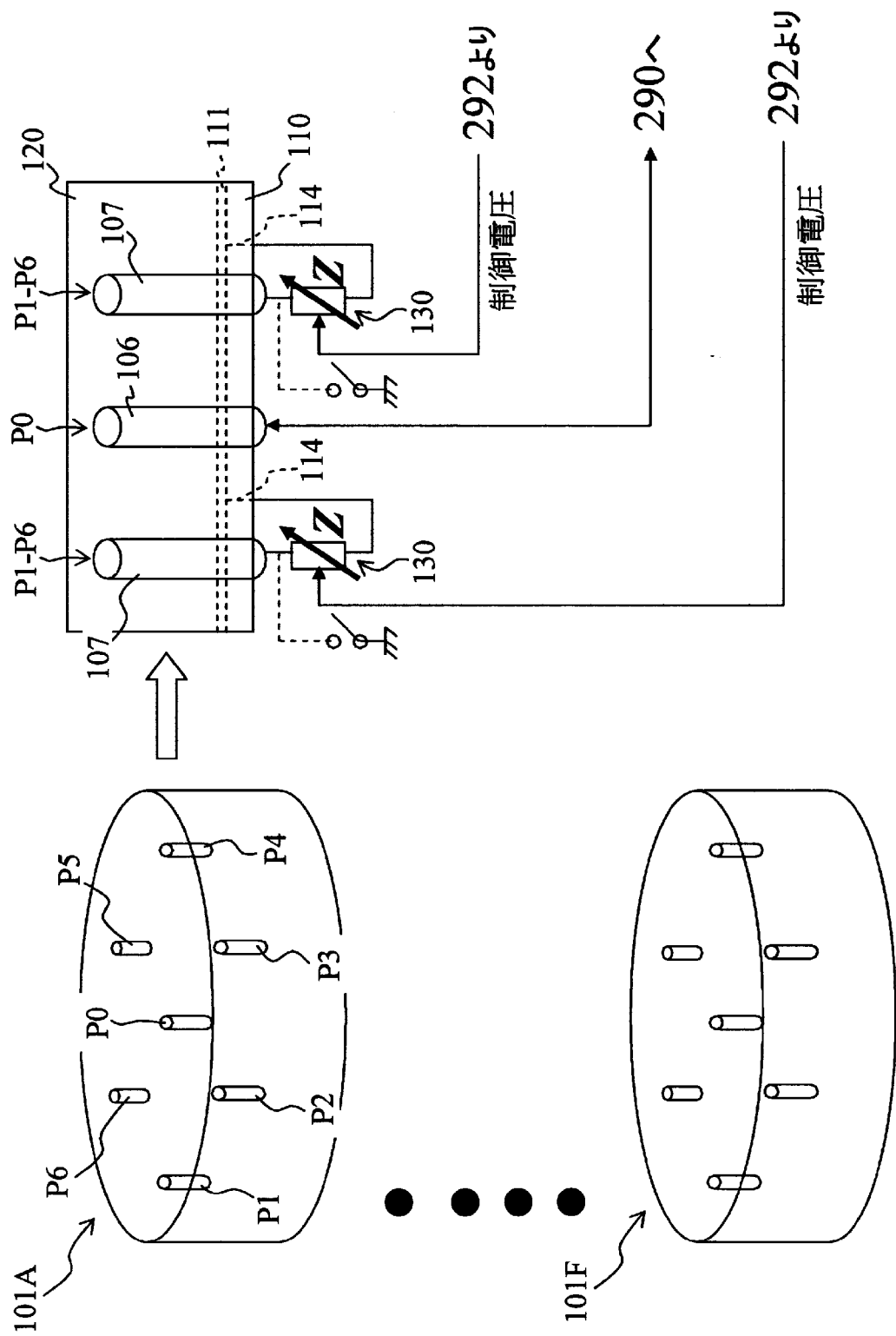
[図1]



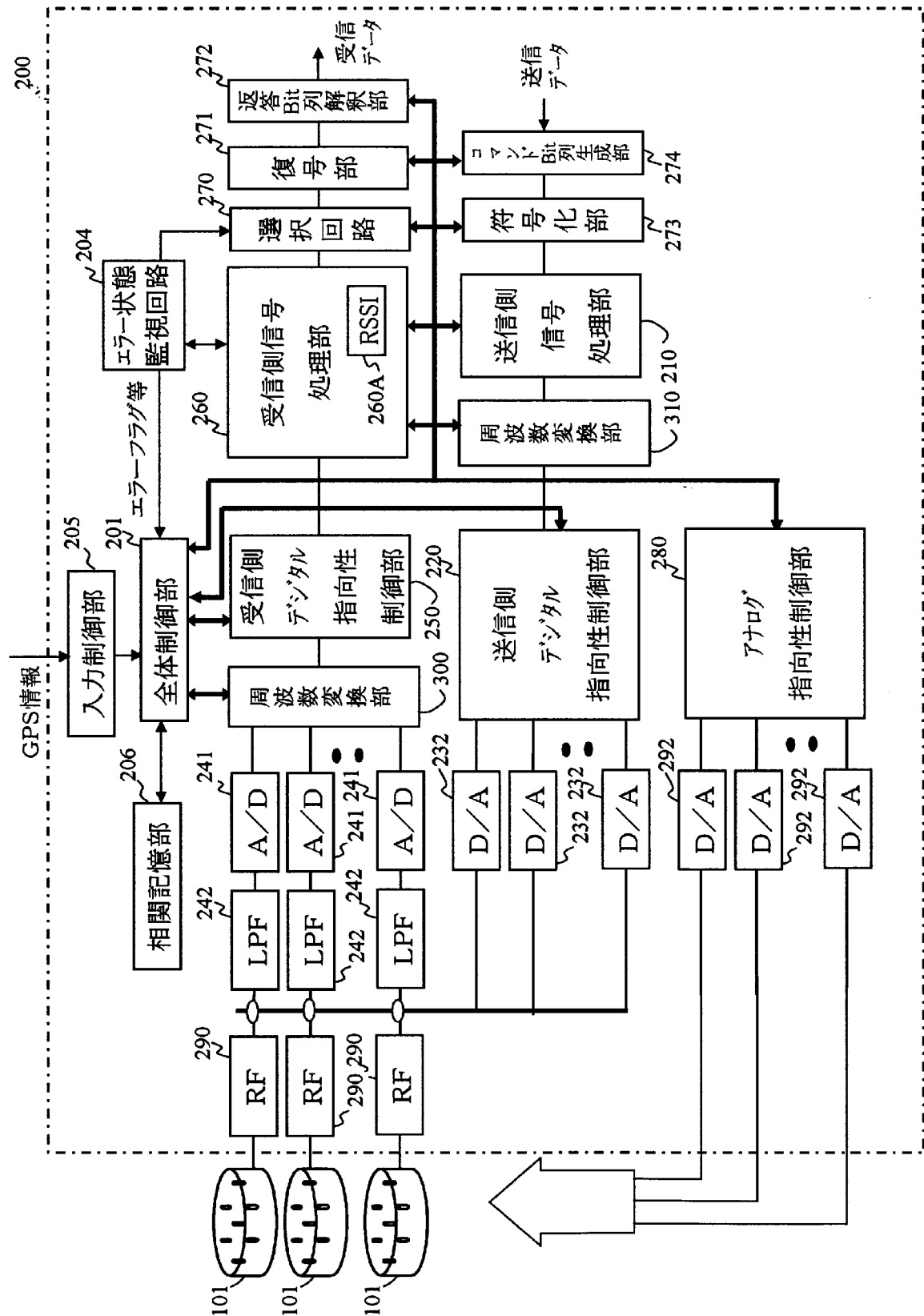
[図2]



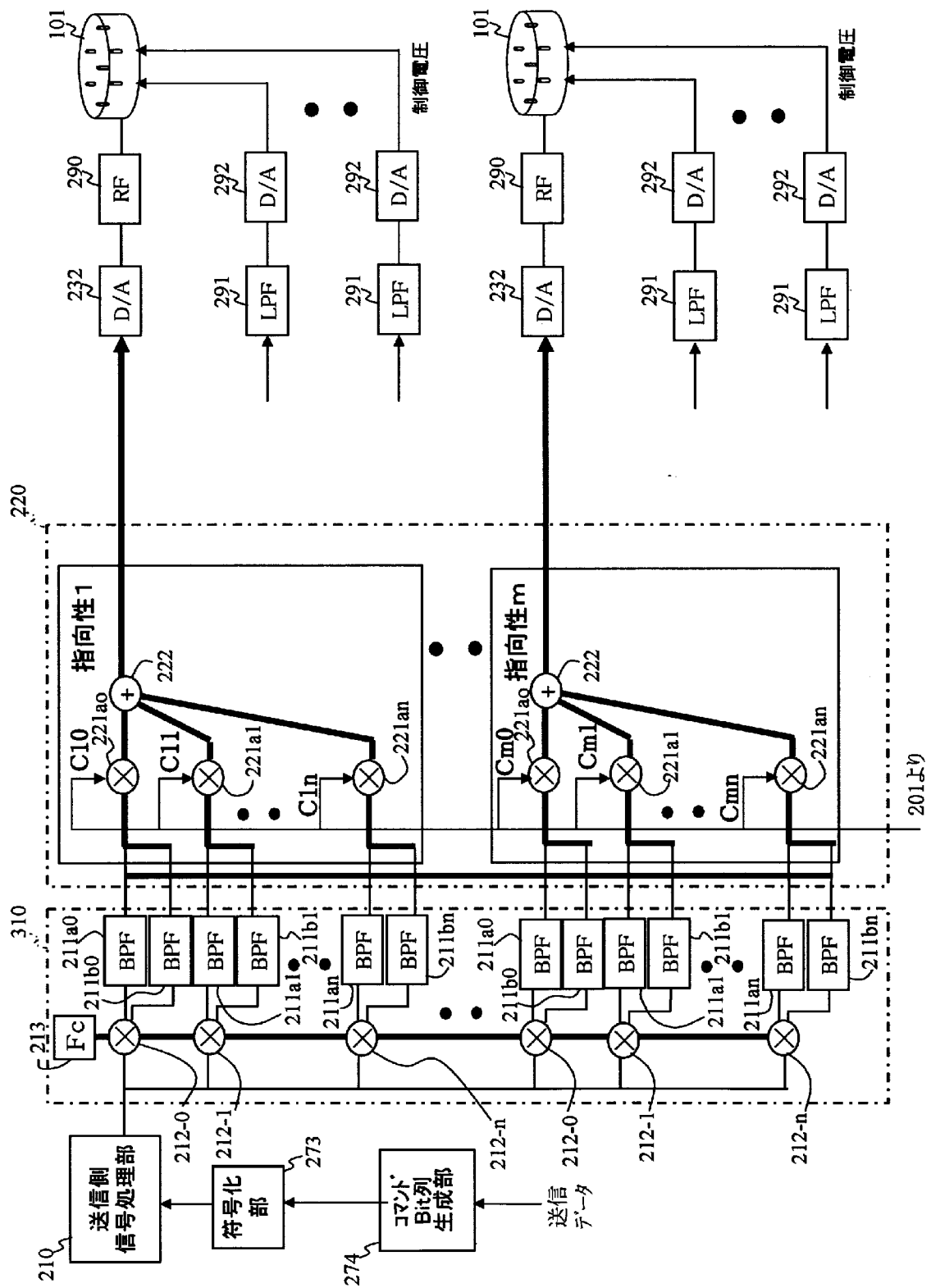
[図3]



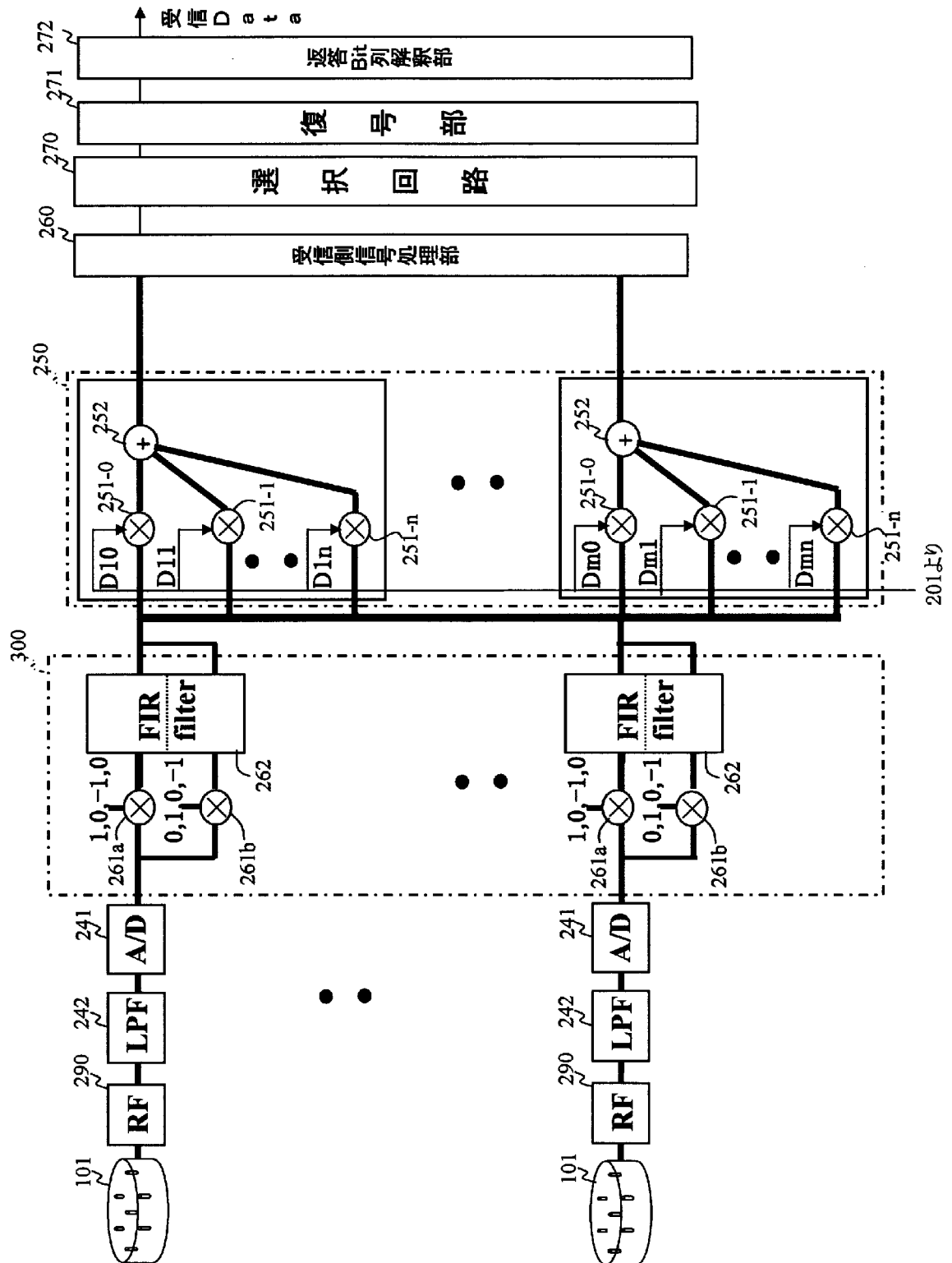
[図4]



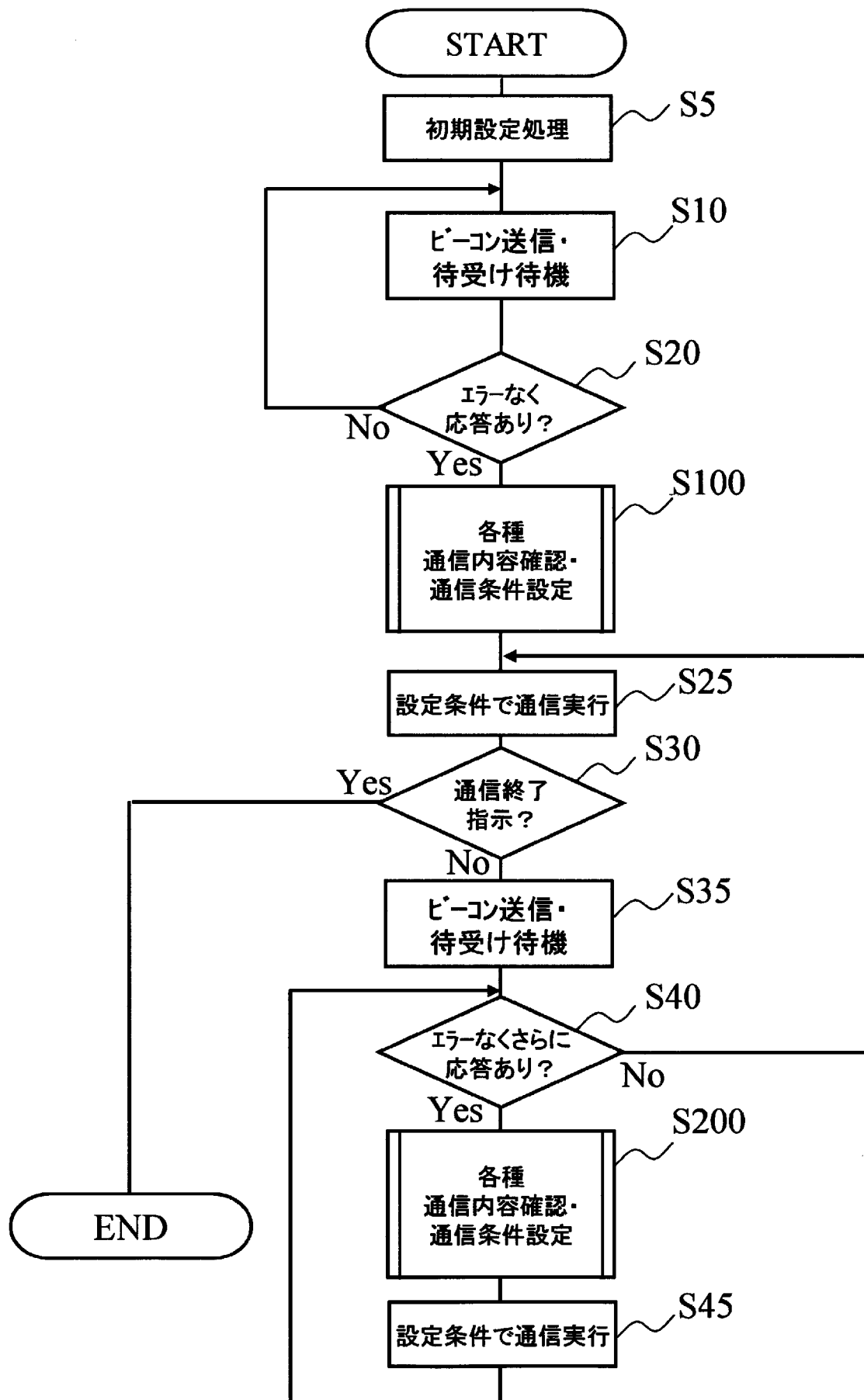
[図5]



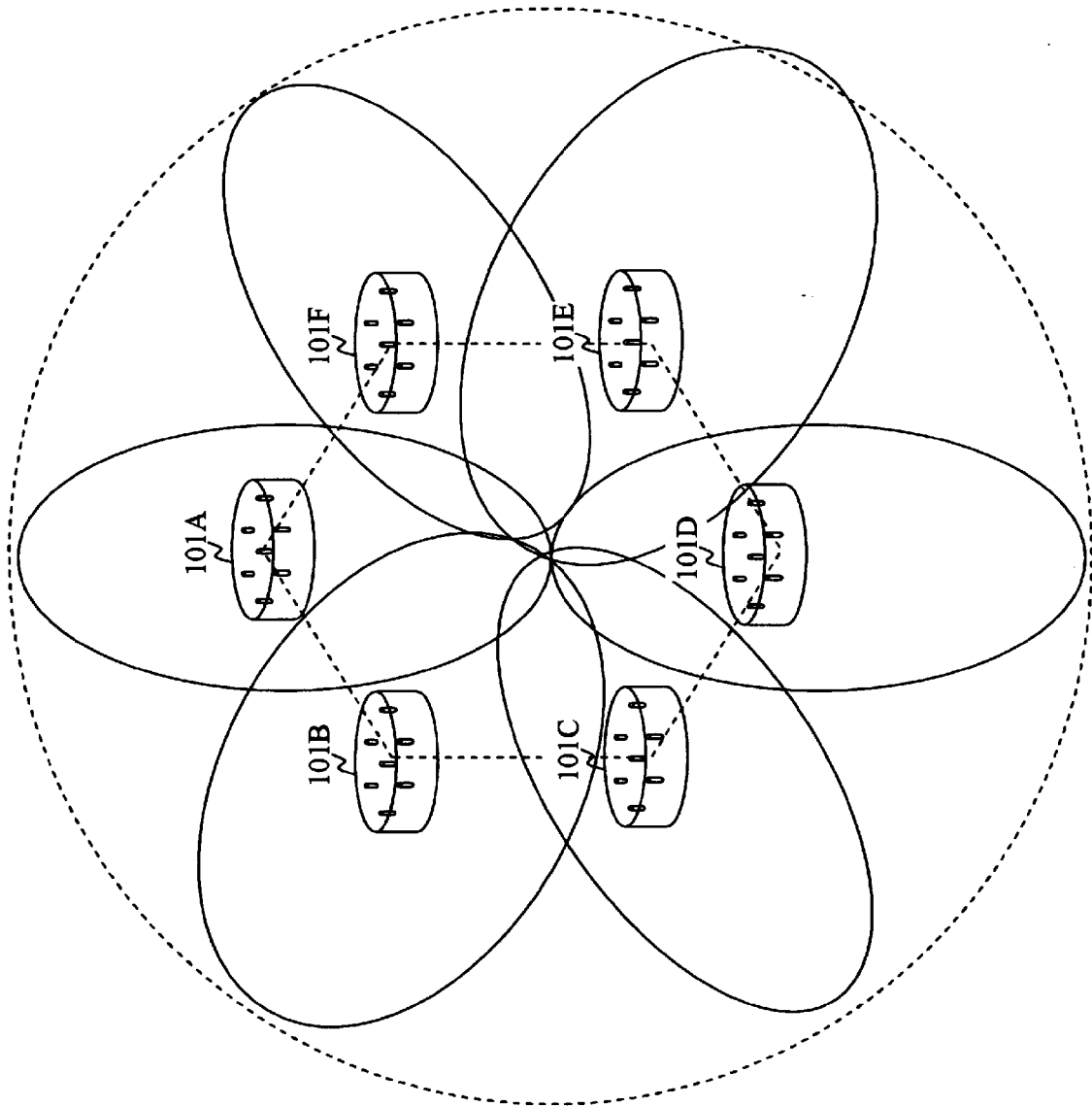
[図6]



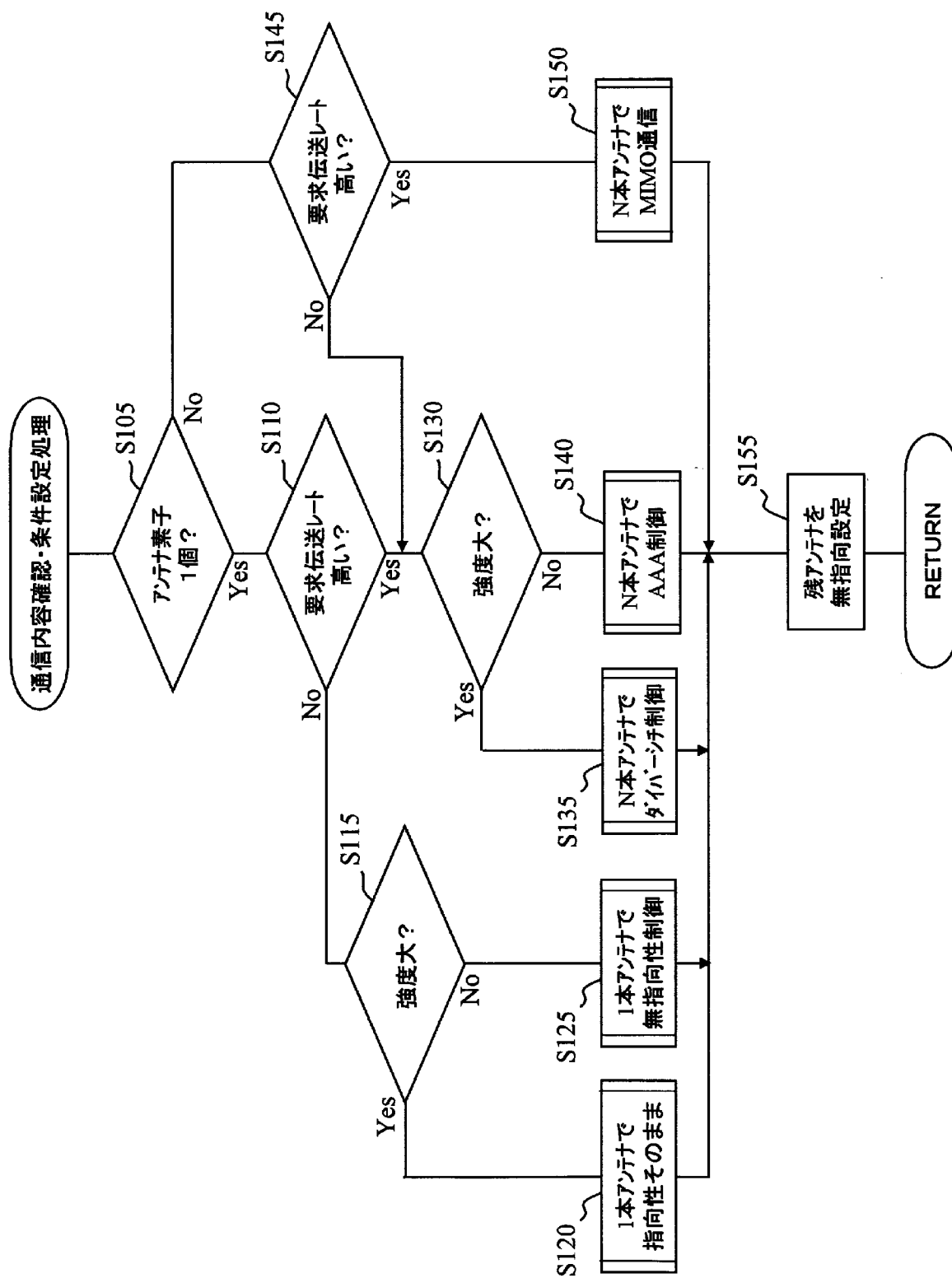
[図7]



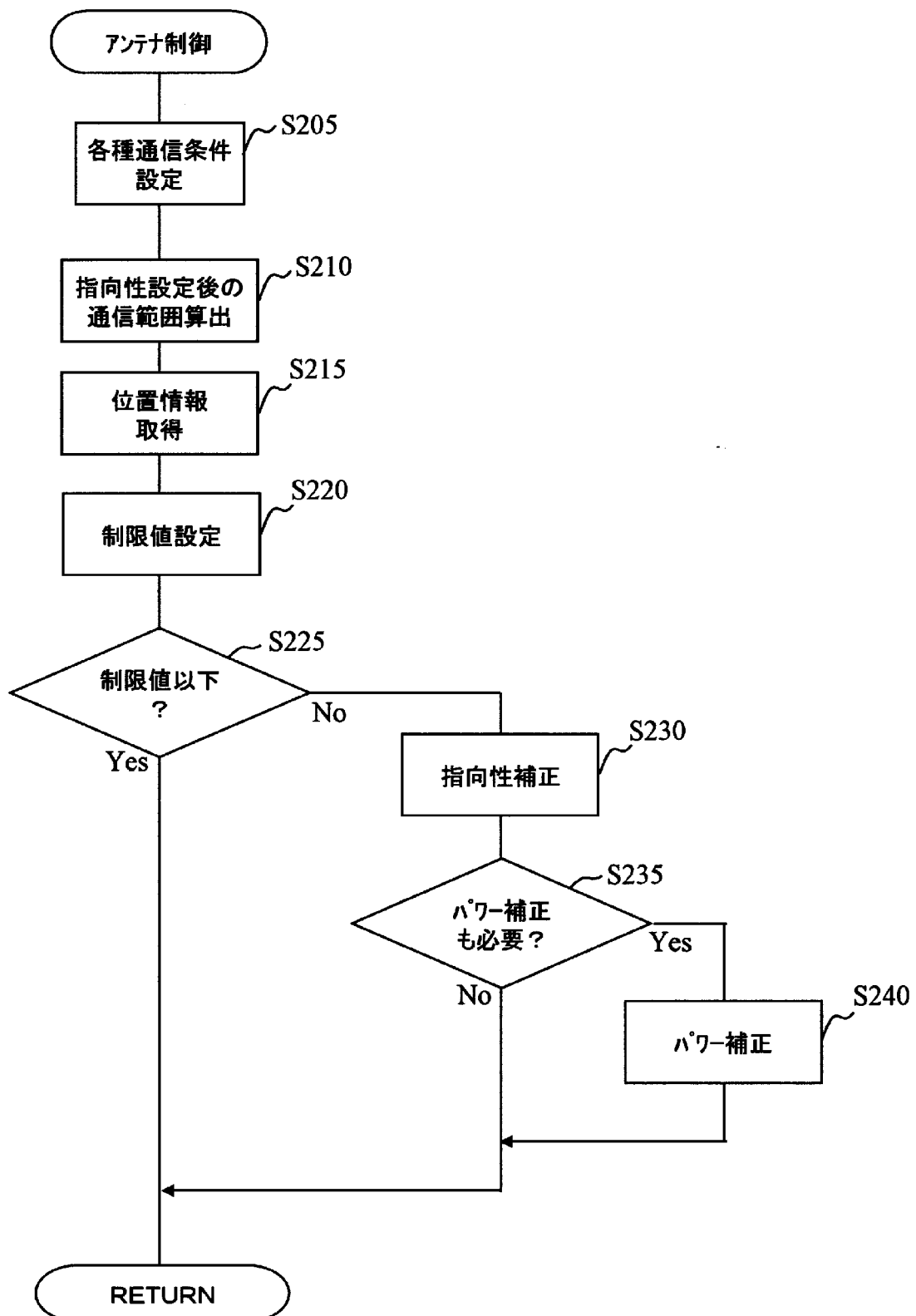
[図8]



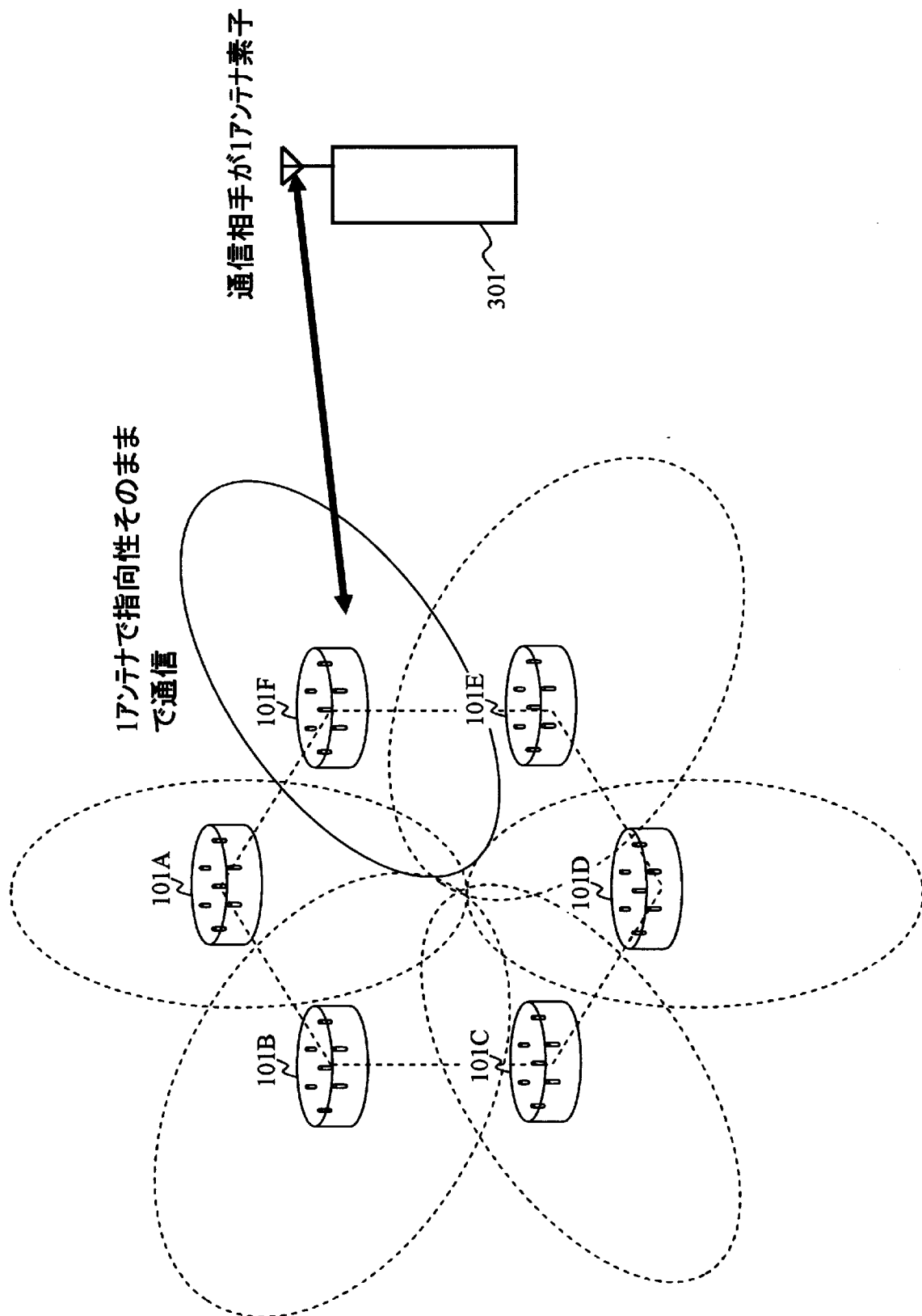
[図9]



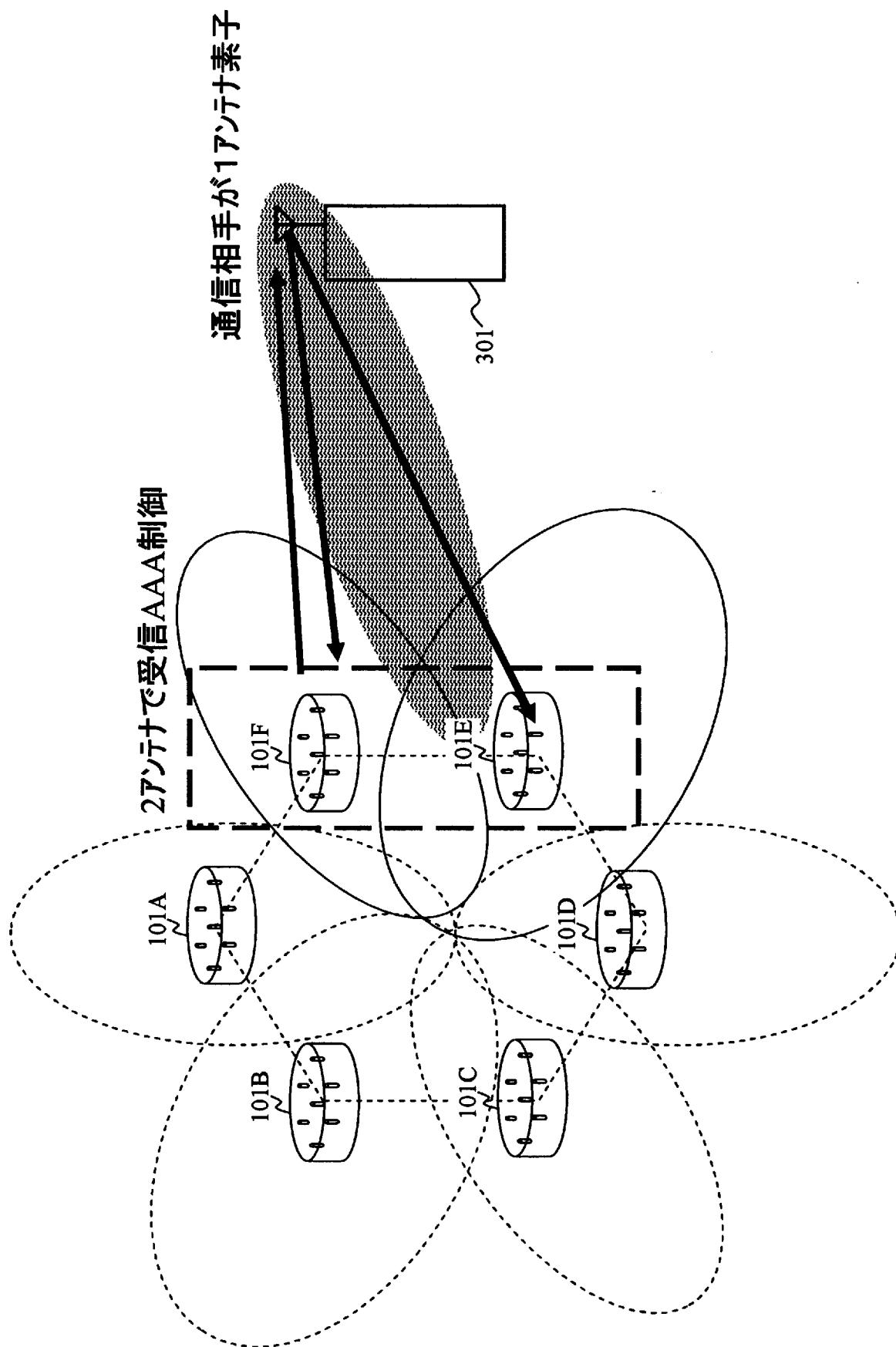
[図10]



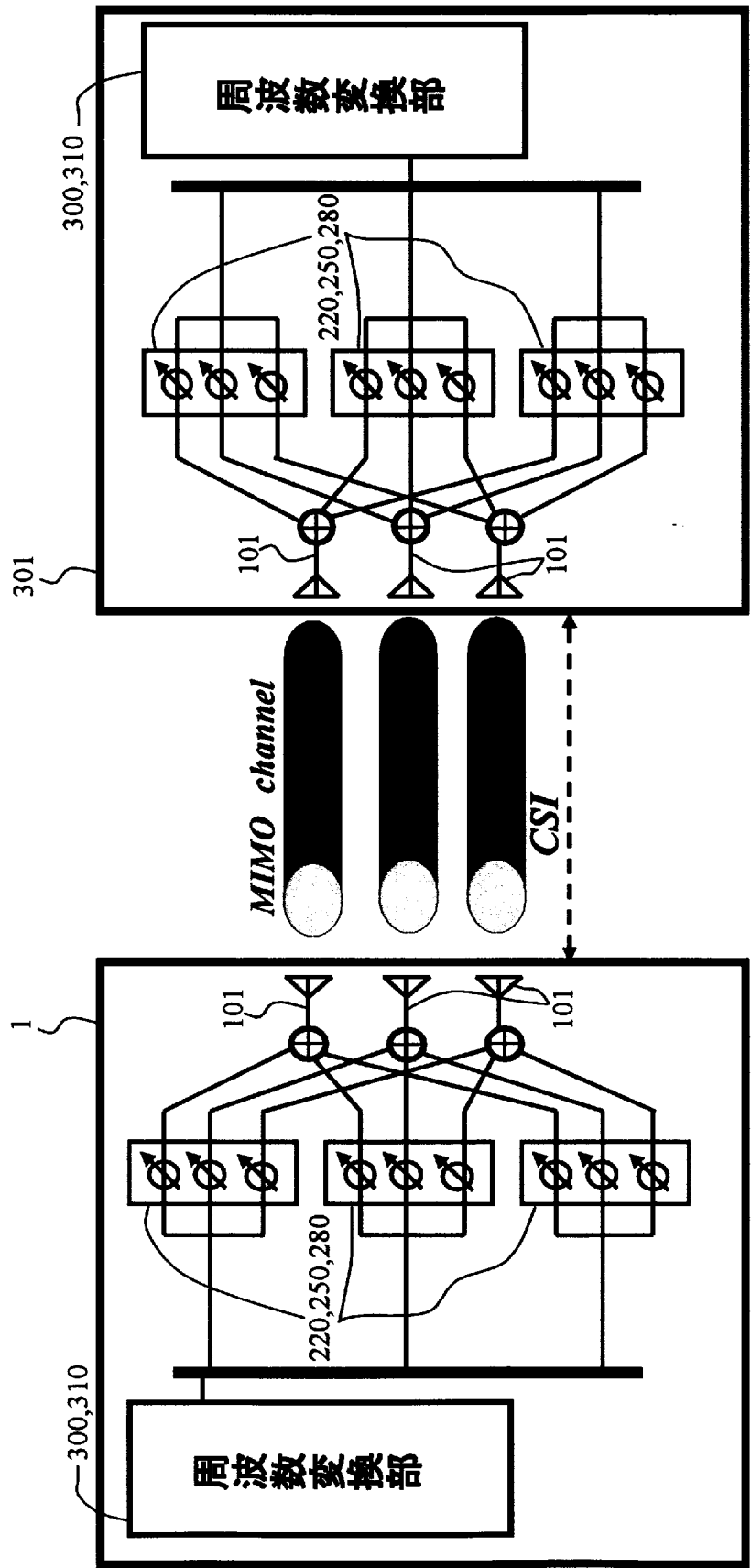
[図11]



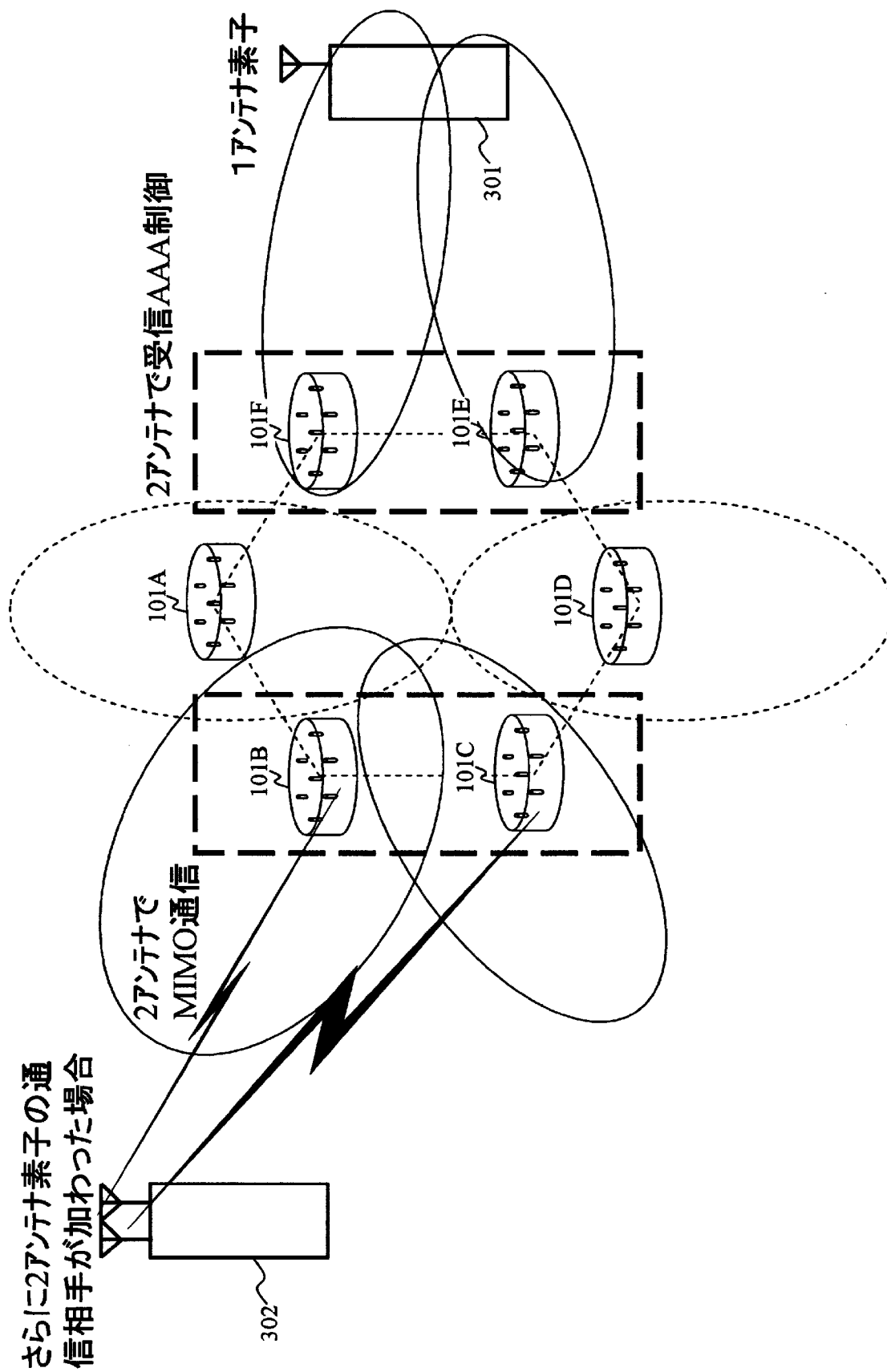
[図12]



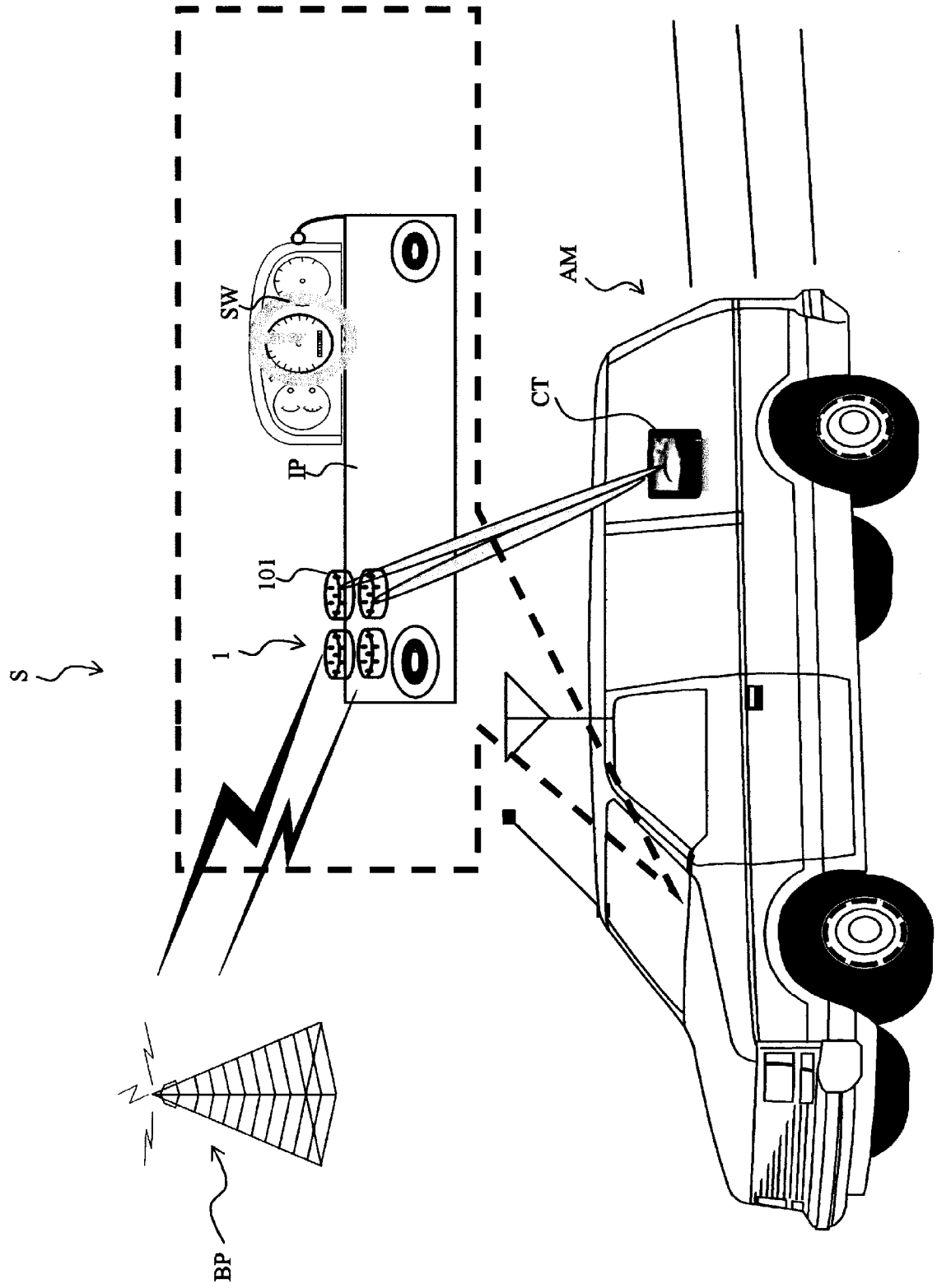
[図13]



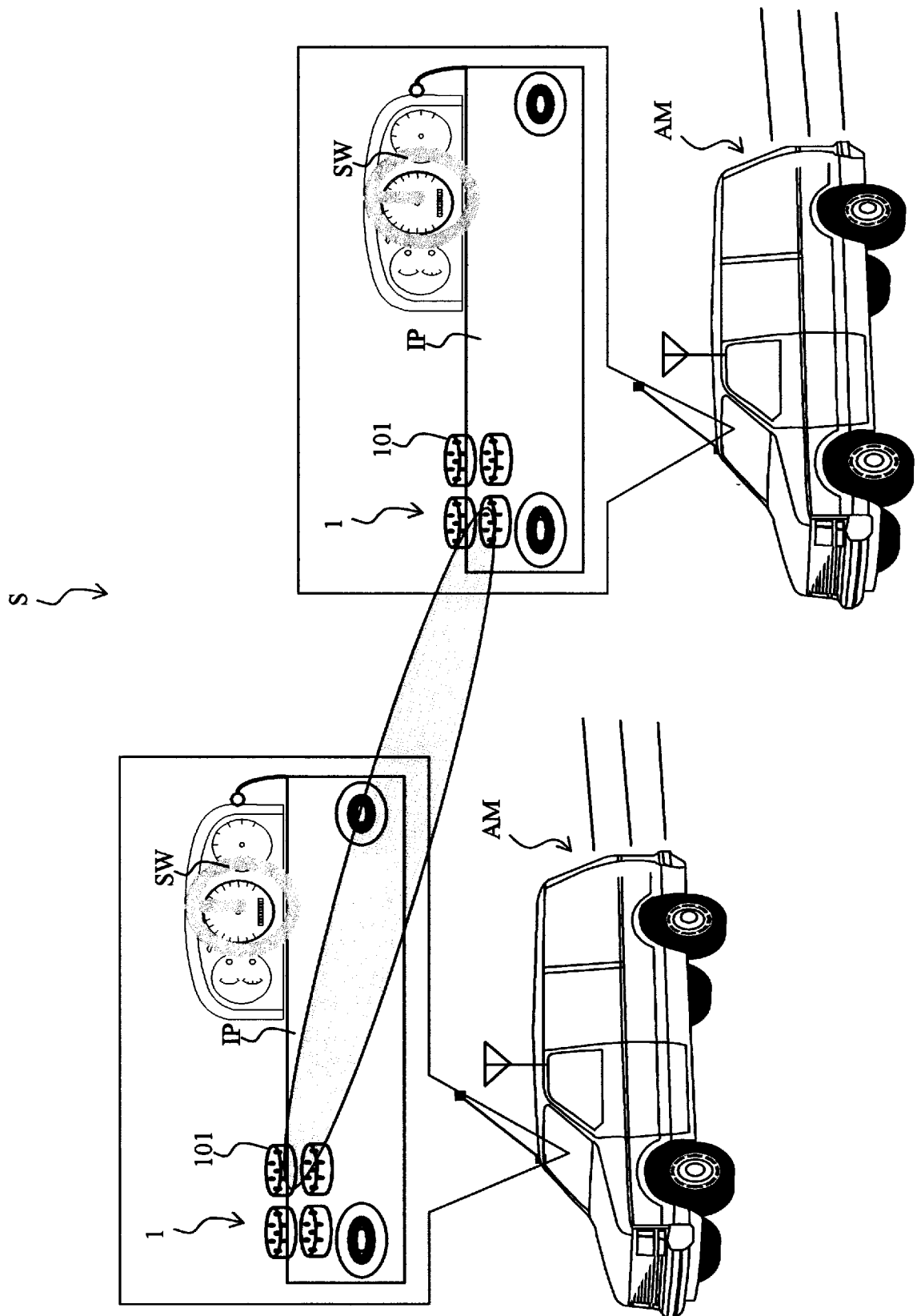
[図14]



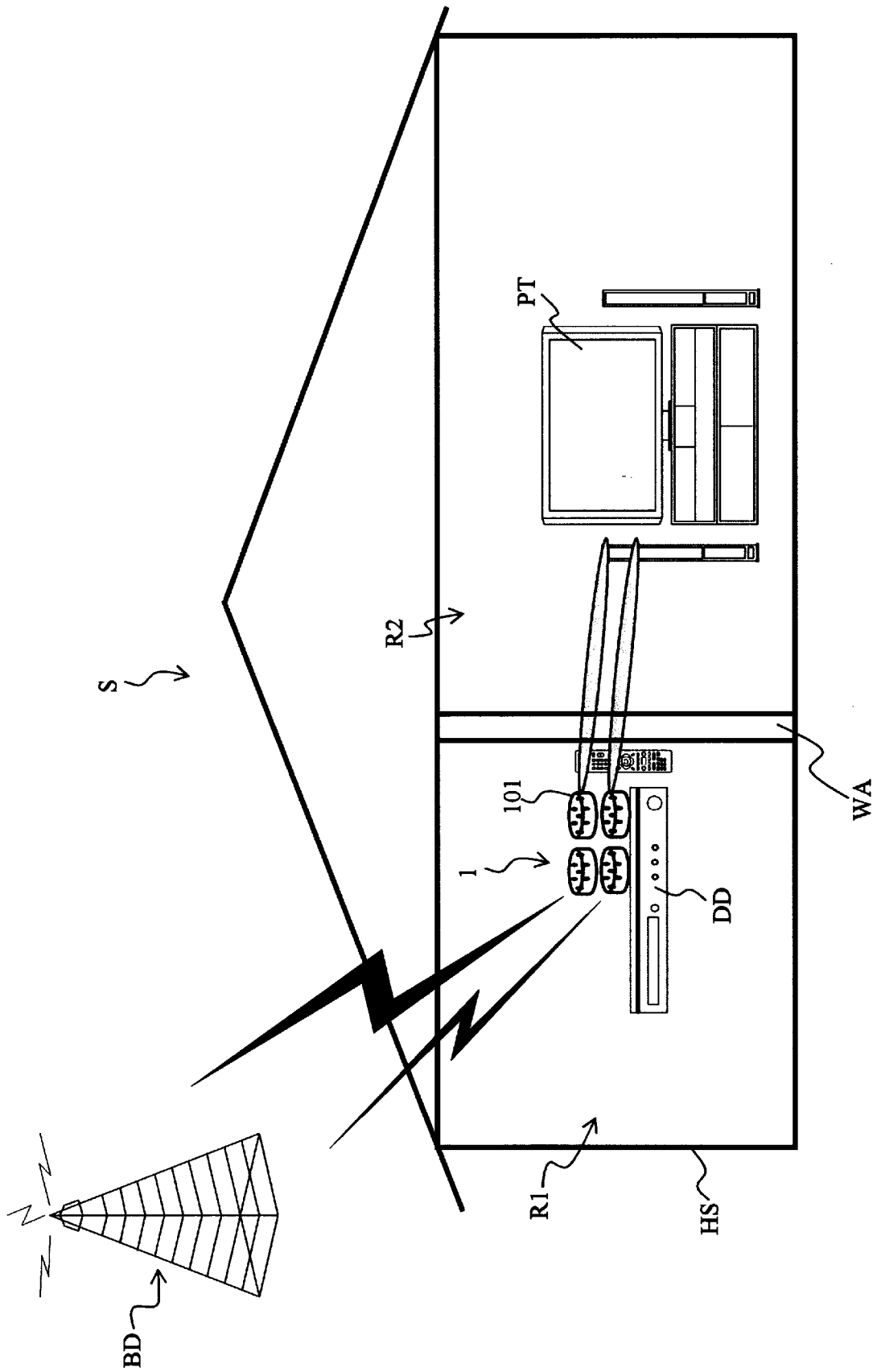
[図15]



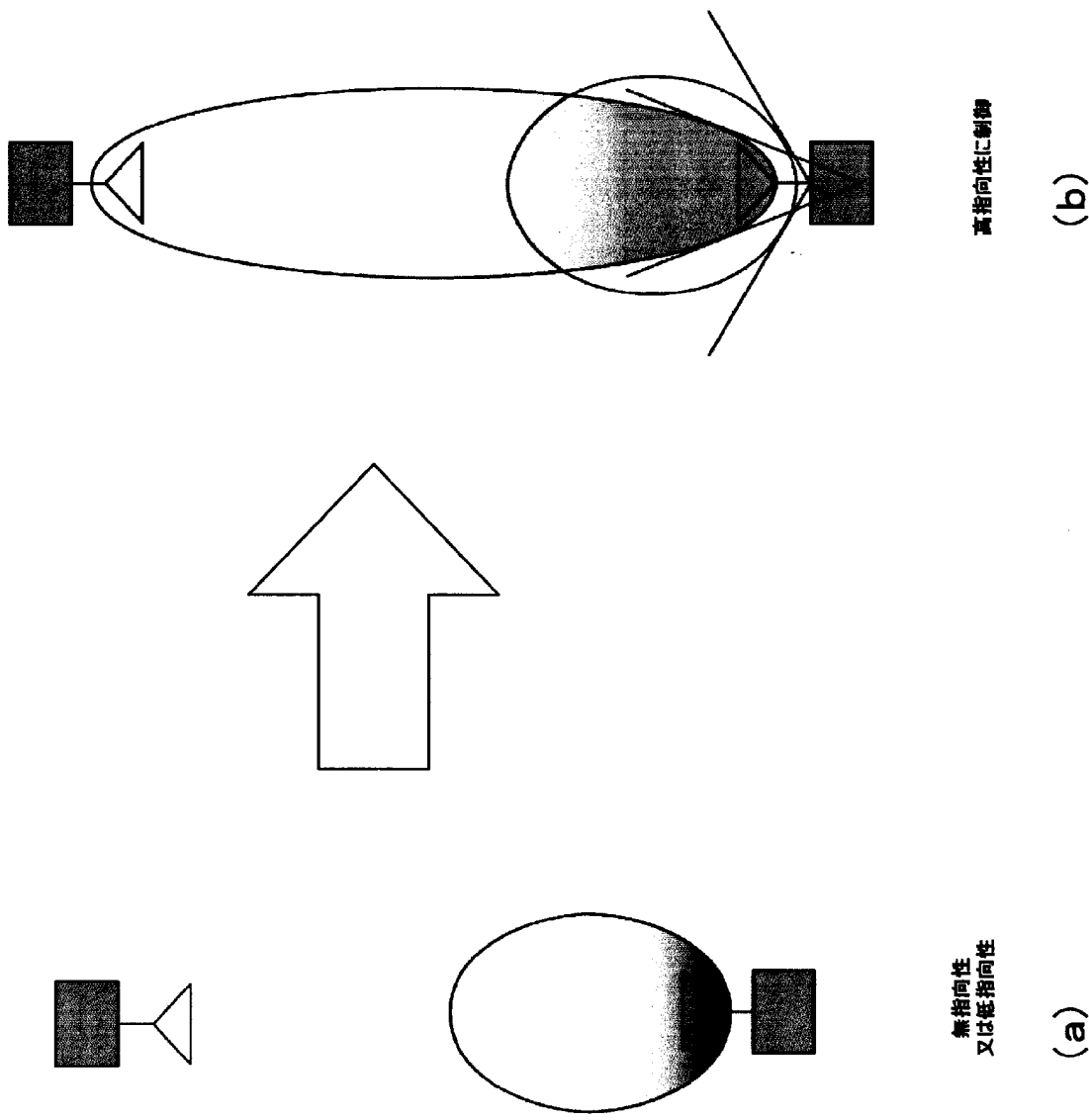
[図16]



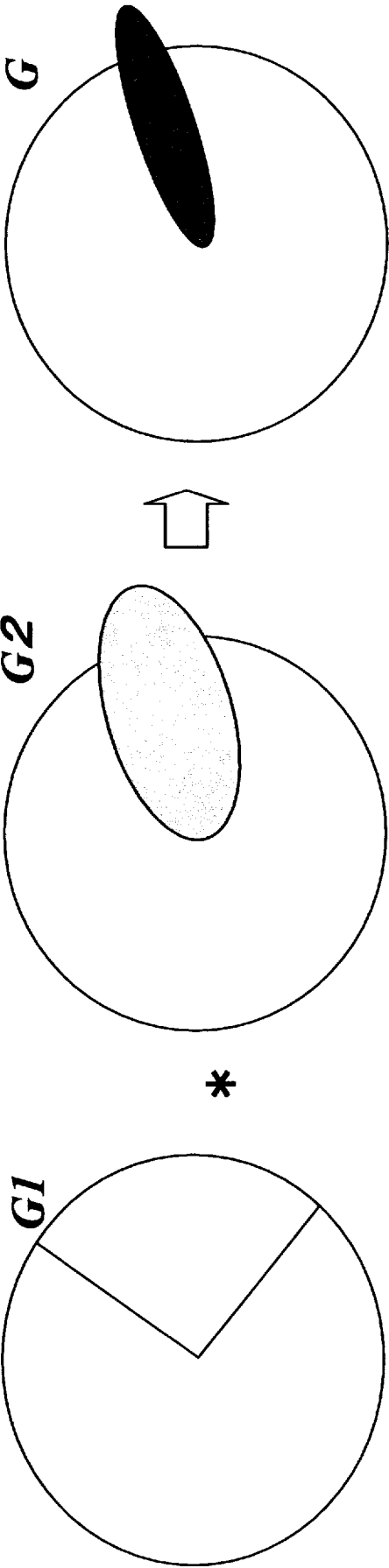
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/055483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B7/26(2006.01)i, H04B7/06(2006.01)i, H04B7/08(2006.01)i, H04Q7/34(2006.01)i, H04Q7/36(2006.01)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)

H04B7/26, H04B7/06, H04B7/08, H04Q7/34, H04Q7/36

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
X A	JP 2002-290315 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 04 October, 2002 (04.10.02), Par. Nos. [0012], [0016] (Family: none)	1, 5-10 2-4
A	JP 2005-269612 A (Seiko Epson Corp.), 29 September, 2005 (29.09.05), Full text; all drawings & US 2005/192056 A1	1-10
A	JP 2004-032550 A (NEC Corp.), 29 January, 2004 (29.01.04), Full text; all drawings (Family: none)	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
28 June, 2007 (28.06.07)

Date of mailing of the international search report
10 July, 2007 (10.07.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/055483

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 07-087011 A (Toshiba Corp.), 31 March, 1995 (31.03.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04B7/26(2006.01)i, H04B7/06(2006.01)i, H04B7/08(2006.01)i, H04Q7/34(2006.01)i, H04Q7/36(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. H04B7/26, H04B7/06, H04B7/08, H04Q7/34, H04Q7/36

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 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
X A A	JP 2002-290315 A（株式会社日立国際電気）2002. 10. 04, 段落【0012】、【0016】 （ファミリーなし） JP 2005-269612 A（セイコーエプソン株式会社）2005. 09. 29, 全文及び全図 & US 2005/192056 A1	1, 5-10 2-4 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

2 8 . 0 6 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 7 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

小河 誠巳

5 J

3 5 6 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

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 2004-032550 A (日本電気株式会社) 2004. 01. 29, 全文及び全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 07-087011 A (株式会社東芝) 1995. 03. 31, 全文及び全図 (ファミリーなし)	1-10