

(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6月30日(30.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/137481 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 28/18 (2009.01) *H04W 84/12* (2009.01)
H04W 74/02 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/048623
- (22) 国際出願日: 2020年12月25日(25.12.2020)
- (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: 篠原 笑子 (SHINOHARA, Shoko); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 井上 保彦 (INOUE, Yasuhiko); 〒1808585 東京都

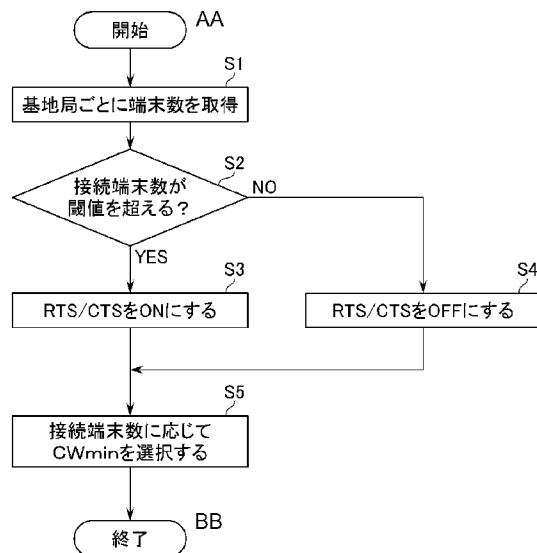
武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 浅井 裕介 (ASAI, Yusuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 鷹取 泰司 (TAKATORI, Yasushi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目23番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 鈴榮特許総合事務所内 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,

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION MANAGEMENT DEVICE, WIRELESS COMMUNICATION MANAGEMENT METHOD, AND WIRELESS COMMUNICATION MANAGEMENT PROGRAM

(54) 発明の名称: 無線通信管理装置、無線通信管理方法、及び無線通信管理プログラム



- S1 Acquire number of terminals for each base station
S2 Does number of connected terminals exceed threshold?
S3 Set RTS/CTS to ON
S4 Set RTS/CTS to OFF
S5 Select CWmin according to number of connected terminals
AA Start
BB End

(57) Abstract: Provided is a wireless communication management device that performs optimal control of base stations. A wireless communication management device (100) includes an acquisition unit (1131), determination units (1132, 1133), and a notification unit (115). The acquisition unit (1131) acquires wireless environment information relating to a terminal (300) connected to a base station (200). The determination units (1132, 1133) each determine, on the basis of the acquired wireless environment information, a control value that satisfies a throughput for transmitting data from the terminal (300) to the base station (200). The notification unit (115) notifies the terminal (300) of the determined control value.

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：基地局単位の最適制御を行う無線通信管理装置を提供する。無線通信管理装置（100）は、取得部（1131）と、決定部（1132，1133）と、通知部（115）とを含む。取得部（1131）は、基地局（200）に接続する端末（300）に関する無線環境情報を取得する。決定部（1132，1133）は、取得された無線環境情報に基づき、端末（300）から基地局（200）にデータを送信するためのスループットを満たす制御値を決定する。通知部（115）は、決定された制御値を端末（300）に通知する。

明 細 書

発明の名称：

無線通信管理装置、無線通信管理方法、及び無線通信管理プログラム

技術分野

[0001] 実施形態は、無線通信管理装置、無線通信管理方法、及び無線通信管理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 基地局及び端末により構成される無線通信システムが知られている。

[0003] 無線通信システムの代表的な例として、公衆用途の無線LAN (Local area network) が挙げられる。公衆用途の無線LANでは、例えば、基地局から公衆のコンピュータ端末及びスマートフォン端末に対してデータを送信するユースケースが想定される。

[0004] これに対し、近年、産業用途の無線LANが登場している。産業用途の無線LANでは、例えば、IoT (Internet of things) 端末で測定されたデータを基地局に送信するユースケースが想定される。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：ARIB STD-T108 1.3版，「920MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用無線設備 標準規格」，2019年4月12日

非特許文献2：IEEE Std 802.11ah TM-2016 (IEEE Standard for Information technology - Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks - Specific requirements, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, Amendment 2: Sub 1 GHz License Exempt Operation, IEEE Computer Society, 7 December 2016

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 公衆用途の無線ＬＡＮのユースケースでは、基地局から不特定多数の端末に向けたデータ伝送（下リトラヒック）が主要な通信と想定される。このため、公衆用途の無線ＬＡＮを管理する場合、主に下リトラヒックに係る無線環境に基づいて各種制御パラメータが設定される。

[0007] 一方、産業用途の無線ＬＡＮのユースケースでは、特定多数の端末から基地局に向けたデータ伝送（上リトラヒック）が主要な通信と想定される。このため、産業用途の無線ＬＡＮに対して、公衆用途の無線ＬＡＮにおける無線環境の管理手法を適用した場合、制御パラメータの最適化を行えず、十分なスループットが得られなくなるおそれがある。

[0008] 本発明は、上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、上リトラヒックが主要な通信と想定される無線通信システムにおいて、基地局単位での最適制御を行う無線通信管理手段を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、この発明の第１の態様は、無線通信管理装置にあって、基地局に接続する端末に関する無線環境情報を取得する取得部と、上記無線環境情報に基づき、上記端末から上記基地局にデータを送信するためのスループットを満たす制御値を決定する決定部と、上記制御値を上記端末に通知する通知部とを備えるようにした。

発明の効果

[0010] この発明の第１の態様によれば、上リトラヒックが主要な通信と想定される無線通信システムにおいて、基地局単位での最適制御を行う無線通信管理手段を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図１]図１は、ＲＴＳ／ＣＴＳ不使用時と使用時のシーケンス時間を対比する略図である。

[図２]図２は、ＲＴＳ／ＣＴＳ不使用時と使用時の損失時間を対比する略図である。

[図３]図３は、実施形態に係る通信システムの構成の一例を示すブロック図で

ある。

[図4]図4は、実施形態に係る無線通信管理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図5]図5は、実施形態に係る基地局のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図6]図6は、実施形態に係る端末のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図7]図7は、実施形態に係る無線通信管理装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図8]図8は、図7に示した無線通信管理装置の制御情報生成部の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

[図9]図9は、実施形態に係る基地局の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図10]図10は、実施形態に係る端末の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図11]図11は、実施形態に係る無線通信管理装置における制御値決定動作の一例を示すフローチャートである。

[図12]図12は、制御値決定動作において使用される参照テーブルの一例を示す略図である。

[図13]図13は、実施形態に係る無線通信管理装置による制御値決定のシミュレーション結果を示す図である。

[図14]図14は、実施形態の変形例に係る通信システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図15]図15は、実施形態の変形例に係る中継基地局の機能構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して実施形態について説明する。なお、以下の説明において、同一の機能及び構成を有する構成要素については、共通する参照符号

を付す。また、共通する参照符号を有する複数の構成要素を区別する場合、当該共通する参照符号に後続して付される更なる参照符号（例えば、“－ 1”等のハイフン及び数字）によって区別する。

[0013] 1. 実施形態

1. 1 概要

基地局及び端末が自律分散的に動作する無線LANでは、衝突を回避するためのアクセス制御方式としてCSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance）が採用され得る。CSMA/CAでは、データフレームを送信しようとする端末は、まずキャリアセンスにより使用するチャネル（周波数帯）の使用状況を確認する。チャネルが未使用であれば、端末はランダム時間待機した後に送信を開始する。チャネルが使用中の場合、端末は一定時間待ってから再び送信を試みる。このように、各端末は、衝突を回避するため自律的にデータフレームの送信タイミングを決定する。

[0014] ここで、上述した産業用途の無線LANのユースケースでは、基地局に多数の端末が接続し、大量の上りトラヒックが発生する。そのため、フレームの衝突（collision）が増加し、スループットの低下をまねく。

[0015] フレーム衝突の影響を最小限に抑えるため、RTS/CTS（Request to Send/Clear to Send）が使用され得る。RTS/CTSは、各端末に、データの送信に先立って送信権を獲得させるフレームである。まず送信側の端末がRTSフレームを宛先基地局に送信する。宛先基地局は、RTSフレームを正常に受信できたら、その応答としてCTSフレームを端末に返す。CTSフレームを受信した端末は、送信権を獲得し、基地局にデータフレームを送信する。RTS/CTSの使用により、衝突発生時の時間損を抑えることができる一方、データフレームの送信に関与する時間（例えば、待機時間、送信要求時間、応答時間、データフレーム送信時間、フレーム間時間、及び応答時間）に対応するシーケンス時間が大きくなるためスループットの低下をまねく（シーケンス長が長くなるためスループットの低下をまねく、ともいう）。

[0016] 図1は、RTS/CTS不使用の場合とRTS/CTS使用の場合のシーケンス時間の対比を示す。

図1の上側は、RTS/CTS不使用の場合の、端末STA2（送信側（TX））が基地局AP（受信側（RX））にデータフレームを送信するシーケンス時間の例を示す。T11においてアクセスシーケンスが開始され、端末STA2は、キャリアセンスを行う。チャンネルが未使用であれば、端末STA2は、衝突を回避するためにさらにランダム待機時間を経過した後、T12においてデータフレームの送信を開始する。T13において端末STA2はデータフレームの送信を終了する。基地局APは、データフレームを受信してからフレーム間時間経過後のT14においてデータを正常に受信したことを示す応答を返す。T15において端末STA2が応答を受信する。この例では、シーケンス時間は、T11からT15までの期間に対応する。

[0017] 図1の下側は、RTS/CTS使用の場合の、端末STA2（送信側（TX））が基地局AP（受信側（RX））にデータフレームを送信するシーケンス時間の例を示す。T21においてアクセスシーケンスが開始され、端末STA2は、キャリアセンスを行う。チャンネルが未使用であれば、端末STA2は、衝突を回避するためにさらにランダム待機時間を経過した後、T22において短い送信要求（RTS）フレームを送信する。T23において端末STA2はRTSフレームの送信を終了する。基地局APは、RTSを受信してからフレーム間時間経過後のT24において、CTSフレームの送信を開始することにより端末STA2に応答する。T25において端末STA2がCTSフレームを受信すると、端末STA2は、さらにフレーム間時間経過後のT26においてデータフレームの送信を開始する。T27において端末STA2はデータフレームの送信を終了する。基地局APは、データフレームを受信してからフレーム間時間経過後のT28においてデータを正常に受信したことを示す応答を返す。T29において端末STA2が応答を受信する。この例では、シーケンス時間は、T21からT29までの期間に対応する。

[0018] 図1に示されるように、RTS/CTS使用時には、RTS/CTS不使用時に比べて、RTS/CTSを行ったT22～T26の時間分、シーケンス時間が長くなる。

[0019] 図2は、RTS/CTS不使用の場合とRTS/CTS使用の場合のフレーム衝突発生時の損失時間の対比を示す。

図2の上側は、RTS/CTS不使用の場合の、端末STA1と端末STA2が同時に基地局APにデータフレームを送信しようと試みて衝突が発生するときの損失時間の例を示す。図1と同様に、T31においてアクセスシーケンスが開始され、端末STA2は、キャリアセンスを行い、ランダム待機時間を経過した後のT32においてデータフレームの送信を開始する。しかし、この例では、偶然に他の端末STA1と送信タイミングが重なり、フレーム衝突が発生している。端末STA2は、T33における送信終了後、応答待機時間だけ基地局APからの応答を待つ。基地局APは、衝突によりフレームを正常に受信しないので、応答を返さない。端末STA2は、T34においてタイムアウトすると、データフレームの再送を試みる。この例では、損失時間は、T31からT34までの期間に対応する。

[0020] 図2の下側は、RTS/CTS使用の場合の、端末STA2がRTSフレームを送信する際に同時に端末STA1がフレームを基地局APに送信しようと試みて衝突が発生するときの損失時間の例を示す。図1と同様に、T41においてアクセスシーケンスが開始され、端末STA2は、キャリアセンスを行い、ランダム待機時間後のT42においてRTSフレームの送信を開始する。しかし、この例では、偶然に他の端末STA1と送信タイミングが重なり、フレーム衝突が発生している。端末STA2は、T43における送信終了後、応答待機時間だけ基地局APからの応答を待つ。基地局APは、衝突によりフレームを正常に受信しないので、応答を返さない。端末STA2は、T44においてタイムアウトすると、RTSフレームの再送を試みる。この例では、損失時間は、T41からT44までの期間に対応する。

[0021] 図2に示されるように、RTS/CTS使用時には、RTS/CTS不使

用時に比べて、データフレームの長さで RTS フレームの長さの差分だけ、損失時間が短縮されることがわかる。

[0022] さらに、衝突の確率を下げるため、CSMA/CA のランダム待機時間を調整するシーケンスも使用され得る。ランダム待機時間は、コンテンションウィンドウ (CW: Contention Window) のサイズを調整することによって調整される。CW は乱数発生範囲を指定する。端末は、 $[0, CW]$ の範囲から生成された乱数値に基づくランダム待機時間後にキャリアセンスを行う。待機時間が短い端末ほど高い優先度が与えられる。CW を大きくするほど、乱数発生範囲が広がり衝突可能性を低減できるが、もともと衝突可能性が低い場合はシーケンス時間が長くなるためスループットを低下させる原因になる。

[0023] 基地局はエリア全体の衝突の可能性を把握可能であるが、端末が衝突の可能性を把握して上記のようなパラメータを変更することはできず、端末を一斉制御する手段もない。

[0024] 実施形態では、基地局又は基地局に接続された計算リソースが、各基地局に接続する端末に関する無線環境情報 (例えば接続端末数やトラフィック量など) を取得し、端末から基地局にデータを送信するためのスループットを満たす制御値を決定する。制御値は、制御パラメータ (例えば RTS/CTS や CW に関するパラメータ) と言い換えることもできる。決定された制御値は、各端末に通知され、各端末においてパラメータ設定に用いられる。これにより、無線環境情報に応じて基地局単位でシーケンスが決定される。

[0025] 1. 2 構成

1. 2. 1 全体構成

まず、実施形態に係る通信システムの構成について説明する。

図 3 は、実施形態に係る通信システムの構成の一例を示すブロック図である。

図 3 に示すように、通信システム 1 は、無線通信システム 2 の無線環境を管理するシステムである。通信システム 1 は、無線通信管理装置 100 と、

複数の基地局 200-1 及び 200-2 と、複数の端末 300-1、300-2、及び 300-3 と、外部サーバ 400 と、データサーバ 500 と、を備える。複数の基地局 200-1 及び 200-2、並びに複数の端末 300-1～300-3 は、無線通信システム 2 を構成する。

[0026] 以下では、複数の基地局 200-1 及び 200-2 の各々を特に区別しない場合、“基地局 200”と呼ぶ場合がある。複数の端末 300-1～300-3 の各々を特に区別しない場合、“端末 300”と呼ぶ場合がある。また、基地局 200 及び端末 300 を総称して“機器”と呼ぶ場合がある。

[0027] 無線通信システム 2 は、産業用途の無線通信システムである。無線通信システム 2 は、無線局免許が無くても使用できる周波数帯（アンライセンスバンド）を使用するように構成される。無線通信システム 2 では、例えば、アンライセンスバンドとしてサブギガヘルツ（GHz）帯が使用される。サブギガヘルツ帯は、例えば、920メガヘルツ（MHz）帯を含む。

[0028] 無線通信管理装置 100 は、無線通信システム 2 の無線環境を管理するための、オンプレミス（on-premises）のデータ処理サーバである。無線通信管理装置 100 は、例えば、ネットワーク NW 内のルータ又はハブ（図示せず）を介して、基地局 200、外部サーバ 400、及びデータサーバ 500 と有線接続するように構成される。

[0029] 基地局 200 は、無線通信システム 2 の親機（AP：アクセスポイント）である。基地局 200 は、ネットワーク NW を介して、端末 300 と無線通信管理装置 100 との間、及び端末 300 とデータサーバ 500 との間を接続するように構成される。

[0030] 端末 300 は、無線通信システム 2 の子機（STA：ステーション）である。端末 300 は、例えば、IoT 端末である。端末 300 は、対応する基地局 200 と無線接続するように構成される。

[0031] 図 3 の例では、端末 300-1 は、基地局 200-1 と無線接続するように構成される。端末 300-2 及び 300-3 は、基地局 200-2 と無線接続するように構成される。しかしながら、端末 300-1 は、基地局 200

0-2とも無線接続するように構成されてもよい。端末300-2及び300-3は、基地局200-1とも無線接続するように構成されてもよい。このように、端末300と基地局200との間の無線接続は、複数の経路から適宜選択されてもよい。

[0032] 外部サーバ400は、例えば無線通信システム2の外部環境に関する情報（外部環境情報）が記憶されるサーバである。

[0033] データサーバ500は、例えば無線通信システム2にて計測されたセンサ情報が集約して記憶されるサーバである。

[0034] 1. 2. 2 ハードウェア構成

次に、実施形態に係る通信システム内の主要な構成のハードウェア構成について説明する。

[0035] （無線通信管理装置）

図4は、実施形態に係る無線通信管理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

無線通信管理装置100は、制御回路101、メモリ102、有線通信モジュール103、ユーザインタフェース104、タイマ105、及びドライバ106を含む。

[0036] 制御回路101は、無線通信管理装置100の各構成要素を全体的に制御する回路である。制御回路101は、CPU（Central Processing Unit）、RAM（Random Access Memory）、及びROM（Read Only Memory）等を含む。

[0037] メモリ102は、無線通信管理装置100の補助記憶装置である。メモリ102は、例えば、HDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）、及びメモリカード等を含む。メモリ102には、無線通信管理動作に使用される各種情報、及び無線通信管理プログラムが記憶される。無線通信管理プログラムは、ネットワークNWを介して無線通信管理装置100の外部から送信されることにより、メモリ102内に記憶され得る。

[0038] 無線通信管理動作は、無線通信システム2内の無線通信の環境を適切に管

理するために実行される一連の動作である。無線通信管理プログラムは、制御回路 101 に無線通信管理動作を実行させるためのプログラムである。無線通信管理動作に関する詳細は、後述する。

[0039] 有線通信モジュール 103 は、有線信号によるデータの送受信に使用される回路である。有線通信モジュール 103 は、例えば、TCP/IP 階層モデルに準拠するように構成される。具体的には、例えば、有線通信モジュール 103 のネットワークインタフェース層に対応する構成は、イーサネットに準拠する。有線通信モジュール 103 のインターネット層に対応する構成は、IP (Internet protocol) に準拠する。有線通信モジュール 103 のトランスポート層に対応する構成は、TCP (Transmission control protocol) に準拠する。有線通信モジュール 103 のアプリケーション層に対応する構成は、SSH (Secure shell) に準拠する。

[0040] ユーザインタフェース 104 は、ユーザと制御回路 101 との間で情報を通信するための回路である。ユーザインタフェース 104 は、入力機器及び表示機器を含む。入力機器は、例えば、タッチパネル及び操作ボタン等を含む。表示機器は、例えば、LCD (Liquid Crystal Display) 及び EL (Electroluminescence) ディスプレイ等を含む。ユーザインタフェース 104 は、ユーザからの入力（ユーザ入力）を電気信号に変換した後、制御回路 101 に送信する。

[0041] タイマ 105 は、時間を計測する回路である。例えば、タイマ 105 は、制御回路 101 からの開始指示に基づき、カウントを開始する（セット）。セットされた状態においてカウント値が閾値以上となると、タイマ 105 は、制御回路 101 にタイムアウトしたことを通知する（タイムアウト）。タイマ 105 は、制御回路 101 からの終了指示に基づき、カウントを終了する（リセット）。

[0042] ドライブ 106 は、記憶媒体 107 に記憶されたプログラムを読み込むための装置である。ドライブ 106 は、例えば、CD (Compact Disk) ドライブ、及び DVD (Digital Versatile Disk) ドライブ等を含む。

[0043] 記憶媒体 107 は、プログラム等の情報を、電氣的、磁氣的、光學的、機械的又は化學的作用によって蓄積する媒体である。記憶媒体 107 は、無線通信管理プログラムを記憶してもよい。

[0044] (基地局)

図 5 は、実施形態に係る基地局のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

図 5 に示すように、基地局 200 は、制御回路 201、メモリ 202、有線通信モジュール 203、及び無線通信モジュール 204 を含む。

[0045] 制御回路 201 は、基地局 200 の各構成要素を全体的に制御する回路である。制御回路 201 は、CPU、RAM、及びROM等を含む。

[0046] メモリ 202 は、基地局 200 の補助記憶装置である。メモリ 202 は、例えば、HDD、SSD、及びメモリカード等を含む。メモリ 202 には、無線通信管理動作において無線通信管理装置 100 で生成される基地局 200 の制御情報が記憶される。

[0047] 有線通信モジュール 203 は、有線信号によるデータの送受信に使用される回路である。有線通信モジュール 203 は、有線通信モジュール 103 と同等のプロトコルスタックに準拠する。これにより、有線通信モジュール 203 は、有線通信モジュール 103 と有線接続することができる。

[0048] 無線通信モジュール 204 は、無線信号によるデータの送受信に使用される回路である。無線通信モジュール 204 は、アンテナ（図示せず）に接続される。無線通信モジュール 204 は、例えば、TCP/IP 階層モデルに準拠するように構成される。具体的には、例えば、無線通信モジュール 204 のネットワークインタフェース層に対応する構成は、IEEE (Institute of electrical and electronics engineers) 802.11 a h に準拠する。無線通信モジュール 204 のインターネット層に対応する構成は、IP に準拠する。無線通信モジュール 204 のトランスポート層に対応する構成は、TCP に準拠する。無線通信モジュール 204 のアプリケーション層に対応する構成は、SSH に準拠する。

[0049] (端末)

図6は、実施形態に係る端末のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

図6に示すように、端末300は、制御回路301、メモリ302、無線通信モジュール303、センサ304、及びバッテリー305を含む。

[0050] 制御回路301は、端末300の各構成要素を全体的に制御する回路である。制御回路301は、CPU、RAM、及びROM等を含む。

[0051] メモリ302は、端末300の補助記憶装置である。メモリ302は、例えば、HDD、SSD、及びメモリカード等を含む。メモリ302には、無線通信管理動作において無線通信管理装置100で生成される制御情報、センサ304で計測されたセンサ情報が記憶される。

[0052] 無線通信モジュール303は、無線信号によるデータの送受信に使用される回路である。無線通信モジュール303は、無線通信モジュール204と同等のプロトコルスタックに準拠する。これにより、無線通信モジュール303は、無線通信モジュール204と無線接続することができる。

[0053] センサ304は、無線通信システム2がモニタするデータを計測する回路である。センサ304にて計測されたセンサ情報は、基地局200及びネットワークNWを介して、データサーバ500に集約される。

[0054] バッテリー305は、端末300に電力を供給する容量である。バッテリー305は、例えば、太陽光発電モジュール（図示せず）によって充電される。端末300は、商用電源から安定的に電力を供給されてもよい。

[0055] 1. 2. 3 機能構成

次に、実施形態に係る通信システム内の主要な構成の機能構成について説明する。

[0056] (無線通信管理装置)

図7は、実施形態に係る無線通信管理装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

制御回路101のCPUは、メモリ102又は記憶媒体107に記憶され

た無線通信管理プログラムをRAMに展開する。そして、制御回路101のCPUは、RAMに展開された無線通信管理プログラムを解釈及び実行することにより各構成要素102～106を制御する。これによって、図7に示されるように、無線通信管理装置100は、ユーザ入力部111、有線信号受信部112、制御情報生成部113、判定部114、有線信号送信部115、及びコマンドライブラリ116を備えるコンピュータとして機能する。

[0057] ユーザ入力部111は、ユーザから入力された登録情報を制御情報生成部113に送信する。登録情報は、指定情報、機器情報及び制約情報を含む。

[0058] 指定情報は、制御値決定の判定条件を指定する情報である。指定情報は、閾値や参照テーブル等を含み、ユーザ（システム管理者等）によって任意に設定される。閾値は、例えば、特定のシーケンスの使用／不使用を選択するためのしきい値として、無線環境情報の値と比較するために用いられ得る。参照テーブルは、例えば、無線環境情報の値と制御パラメータの値とを対応付けるもので、無線環境情報に応じた制御パラメータの値を決定するために用いられ得る。

[0059] 機器情報は、無線通信管理装置100が基地局200及び端末300を一意に識別するための情報である。機器情報は、例えば、基地局200及び端末300毎のユーザ名、パスワード、IPアドレス、及び管理対象フラグ等を含む。ユーザ名及びパスワード、並びにIPアドレスは、無線通信管理装置100が基地局200及び端末300にSSH等のプロトコルで遠隔からログインするために使用される。管理対象フラグは、対応する基地局200及び端末300が無線通信管理動作の対象であるか否かを識別する情報である。

[0060] 制約情報は、電波法等の法律に基づいて無線通信システム2が遵守すべき制約条件を示す情報である。制約情報は、例えば、機器毎の総送信時間の上限値を含む。

[0061] 有線信号受信部112は、基地局200及び端末300に関する無線環境情報を、基地局200から受信する。有線信号受信部112はまた、外部環

境情報（例えば無線通信のスループットを評価するために必要な情報）を外部サーバ400から受信し得る。有線信号受信部112は、受信した各種環境情報を、制御情報生成部113に送信する。

[0062] 無線環境情報は、無線通信管理動作を行うために基地局200及び端末300から収集される情報である。無線環境情報は、定期的に又はユーザの指示に応じて最新の無線環境を反映するように収集される。無線環境情報は、各基地局200に接続する端末300の数又は各基地局200に接続する端末300によって単位時間あたりに送受信されるトラフィック量を含む。また、無線環境情報は、基地局200及び端末300に共通する情報として、例えば、周辺BSS（Basic service set）のSSID、チャネル、バンド幅、周波数、RSSI（Received signal strength indication）等を含み得る。無線環境情報は、端末300に特有の情報として、例えば、バッテリー305の残容量を示す情報を含み得る。

[0063] 外部環境情報は、無線通信のスループットを評価するために外部サーバ400から収集される情報である。外部環境情報は、例えば、無線通信システム2が設けられる地域の日照時間の予測値等を含む。外部環境情報の収集はこの実施形態では省略されてもよい。

[0064] 制御情報生成部113は、基地局200に接続する端末に関する無線環境情報を取得する取得部、及び無線環境情報に基づき端末から基地局にデータを送信するためのスループットを満たす制御値を決定する決定部として機能し得る。ここでは「基地局に接続する端末」は、当該基地局に直接的又は間接的に接続し、当該基地局を介してデータサーバ500との通信を行う端末機器全般を言う。実施形態では、制御情報生成部113は、ユーザ入力部111から登録情報を、及び有線信号受信部112から無線環境情報を受け取り、後続の動作に必要な情報を抽出する。そして、制御情報生成部113は、基地局毎に最適な制御値を決定し、基地局200及び端末300の制御情報を生成する。制御情報生成部113は、無線通信管理動作に使用される全ての情報が揃うまで、受信した各種情報をメモリ102に記憶させてもよい。

。制御情報生成部 113 は、生成した制御情報を判定部 114 に送信する。

[0065] 制御情報は、基地局 200 及び端末 300 の無線通信環境の構築に使用されるパラメータである。実施形態では、制御情報は、端末 300 から基地局 200 へのデータ送信に関わるパラメータを含む。そのようなパラメータの一例は、端末 300 から基地局 200 への RTS フレームの送信の可否に関するパラメータ、又は端末 300 における待機時間の算出に関するパラメータである。言い換えれば、制御情報生成部 113 は、基地局毎にスループットを満たす最適なパラメータを決定することによって、基地局毎に最適なシーケンスを選択する。

[0066] 判定部 114 は、制御情報が生成された基地局 200 及び端末 300 毎に、生成した制御情報によって無線環境の設定を更新するか否かを判定する。また、判定部 114 は、無線環境の設定を更新すると判定された基地局 200 及び端末 300 毎に、当該更新が再起動を伴うか否かをさらに判定する。判定部 114 は、基地局 200 及び端末 300 毎の制御情報及び判定結果の組を有線信号送信部 115 に出力する。

[0067] 有線信号送信部 115 は、制御回路 101 からの指示に基づいて、基地局 200 及び端末 300 を制御するための各種コマンドを生成する。各種コマンドは、コマンドライブラリ 116 を参照して生成される。

[0068] コマンドライブラリ 116 は、無線通信管理動作に使用されるコマンド群が予め記憶される。コマンドライブラリ 116 は、例えば、収集コマンド、及び更新コマンドを記憶する。収集コマンドは、（例えば IP アドレスを）指定された基地局 200 又は端末 300 から無線環境情報を収集させるコマンドである。更新コマンドは、（例えば IP アドレスを）指定された基地局 200 又は端末 300 の無線環境の設定を制御情報で更新させるコマンドである。このため、更新コマンドは、指定された基地局 200 又は端末 300 の無線環境の設定を更新するための制御情報を含む。また、更新コマンドは、指定された基地局 200 又は端末 300 を再起動させる指示を含む場合がある。

- [0069] 有線信号送信部 115 は、決定された制御値を端末 300 に通知する通知部として機能する。
- [0070] 図 8 は、実施形態に係る制御情報生成部 113 の詳細な構成の一例を示すブロック図である。制御情報生成部 113 は、情報取得部 1131、第 1 決定部 1132 及び第 2 決定部 1133 を含み得る。
- [0071] 情報取得部 1131 は、基地局 200 及び端末 300 の無線環境情報と登録情報を受け取り、必要な情報を抽出して第 1 決定部 1132 又は第 2 決定部 1133 に渡す処理を行う。例えば、情報取得部 1131 は、無線環境情報をもとに基地局 200 に接続する端末 300 の数（以下、「接続端末数」）を取得し、第 1 決定部 1132 及び第 2 決定部 1133 に渡す。又は例えば、情報取得部 1131 は、基地局 200 に接続する端末 300 によって単位時間あたりに送受信されるトラフィック量を取得し、第 1 決定部 1132 及び第 2 決定部 1133 に渡す。情報取得部 1131 はさらに、登録情報のうち指定情報として含まれる予め設定された閾値を読み出し、第 1 決定部 1132 に渡すように構成され得る。情報取得部 1131 はさらに、登録情報のうち指定情報として含まれる予め設定された参照テーブルを読み出し、第 2 決定部 1133 に渡すように構成され得る。
- [0072] 第 1 決定部 1132 は、情報取得部 1131 から受け取った情報に基づき、端末 300 から基地局 200 への送信要求フレームの送信の可否に関する第 1 パラメータを決定する。第 1 パラメータの一例は、`RTS__threshold`（RTS 閾値）である。`RTS__threshold` は、各端末 300 がデータ送信前に RTS フレームを送信するかどうかを決めるためのしきい値である。言い換えれば、第 1 決定部 1132 は、基地局 200 毎に `RTS__threshold` を決定することによって、RTS/CTS 手順の ON/OFF を選択する。例えば第 1 決定部 1132 は、情報取得部 1131 から受け取った接続端末数と閾値に基づき、接続端末数が閾値を超える場合には当該基地局 200 について RTS/CTS の ON を選択する。第 1 決定部 1132 の動作についてはさらに後述する。

[0073] 第2決定部1133は、情報取得部1131から受け取った情報に基づき、端末300における待機時間の算出に関する第2パラメータを決定する。第2パラメータの一例は、 CW_{min} である。 CW_{min} はCWの上限値の最小値を指定し、初回の乱数発生範囲に関わるパラメータである。例えば第2決定部1133は、情報取得部1131から受け取った接続端末数と参照テーブルに基づき、 CW_{min} の値を選択する。第2決定部1133の動作についてもさらに後述する。なお、 $CW_{min} \leq CW$ となる。

[0074] (基地局)

図9は、実施形態に係る基地局の機能構成の一例を示すブロック図である。

制御回路201のCPUは、無線通信管理装置100から送信された各種コマンドに基づいて各構成要素202～204を制御する。これによって、図9に示されるように、基地局200は、有線信号受信部211、無線信号受信部212、収集部213、更新部214、有線信号送信部215、及び無線信号送信部216を備えるコンピュータとして機能する。

[0075] 有線信号受信部211は、収集コマンド及び更新コマンドを無線通信管理装置100から受信する。基地局200を宛先とする（基地局200への）収集コマンドを受信すると、有線信号受信部211は、収集部213に収集コマンドを送信する。基地局200への更新コマンドを受信すると、有線信号受信部211は、更新部214に更新コマンドを送信する。端末300を宛先とする（端末300への）収集コマンド及び更新コマンドを受信すると、有線信号受信部211は、収集コマンド及び更新コマンドを無線信号送信部216へ送信する。有線信号受信部211から無線信号送信部216へデータを送信する際に、当該送信データは、イーサネットのフレームフォーマットから、802.11ahのフレームフォーマットへ変換される。

[0076] 無線信号受信部212は、端末300の無線環境情報を端末300から受信する。無線信号受信部212は、受信した端末300の無線環境情報を有線信号送信部215に送信する。無線信号受信部212から有線信号送信部

215ヘデータを送信する際に、当該送信データは、802.11 a hのフレームフォーマットから、イーサネットのフレームフォーマットへ変換される。

[0077] 収集部213は、受信した収集コマンドに基づき、基地局200の無線環境情報を収集する。収集部213は、収集した基地局200の無線環境情報を有線信号送信部215に送信する。

[0078] 更新部214は、受信した更新コマンドに基づき、基地局200の無線環境の設定を、更新コマンド内の制御情報で更新する。更新コマンドが再起動の指示を含む場合、更新部214は、基地局200を再起動させる。

[0079] 有線信号送信部215は、受信した基地局200の無線環境情報を、無線通信管理装置100に送信する。有線信号送信部215は、受信した端末300の無線環境情報を、無線通信管理装置100に転送する。

[0080] 無線信号送信部216は、受信した端末300の収集コマンド及び更新コマンドを、端末300に転送する。

[0081] (端末)

図10は、実施形態に係る端末の機能構成の一例を示すブロック図である。

制御回路301のCPUは、無線通信管理装置100から送信された各種コマンドに基づいて各構成要素302及び303を制御する。これによって、図10に示されるように、端末300は、無線信号受信部311、収集部312、更新部313、及び無線信号送信部314を備えるコンピュータとして機能する。

[0082] 無線信号受信部311は、収集コマンド及び更新コマンドを基地局200から受信する。無線信号受信部311は、収集コマンドを収集部312に送信する。無線信号受信部311は、更新コマンドを更新部313へ送信する。

[0083] 収集部312は、受信した収集コマンドに基づき、端末300の無線環境情報を収集する。収集部312は、収集した端末300の無線環境情報を無

線信号送信部 314 に送信する。

[0084] 更新部 313 は、受信した更新コマンドに基づき、端末 300 の無線環境の設定を、更新コマンド内の制御情報で更新する。更新コマンドが再起動の指示を含む場合、更新部 313 は、端末 300 を再起動させる。

[0085] 無線信号送信部 314 は、収集した端末 300 の無線環境情報を、基地局 200 に送信する。

[0086] 1. 3 動作

次に、実施形態に係る無線通信管理装置の動作について説明する。

[0087] 図 11 は、実施形態に係る無線通信管理装置 100 による無線通信管理動作のうち制御値決定動作の一例を示すフローチャートである。制御値決定動作は、主に制御情報生成部 113 によって実行される。

[0088] 図 11 の動作に先立って、無線通信管理装置 100 は、ユーザ入力部 111 により登録情報を、有線信号受信部 112 により無線環境情報（及び任意で外部環境情報）を、収集しているものとする。無線通信管理装置 100 による情報収集動作は、システム管理者等による指示を受けて手動で、又は所定の時刻に達したことにより自動で開始される。登録情報の収集と無線環境情報の収集は異なるタイミングで行われてよい。無線通信管理装置 100 による情報収集動作は、全機器からの収集完了、又はタイマ 105 のタイムアウトなど、所定の条件を満たすことにより終了される。ユーザ入力部 111 及び有線信号受信部 112 によって収集された情報は、制御情報生成部 113 に渡される。無線通信管理装置 100 による情報収集動作が終了したことをトリガとして以下の制御値決定動作が開始され得る。

[0089] まずステップ S1 において、制御情報生成部 113 は、情報取得部 1131 により、無線環境情報から基地局 200 毎の接続端末数を取得する。情報取得部 1131 はまた、指定情報から後続の動作に必要な情報（例えば、閾値や参照テーブル）を取得する。情報取得部 1131 は、指定情報からの情報の取得を事前に行い、メモリ 202 に記憶させ、必要なときに読み出してもよい。情報取得部 1131 は、取得した情報を第 1 決定部 1132 及び第

2 決定部 1 1 3 3 に渡す。

[0090] ステップ S 2 において、制御情報生成部 1 1 3 は、第 1 決定部 1 1 3 2 により、接続端末数が予め設定された閾値（例えば、3）を超えるか否かを判定する。接続端末数が閾値を超える場合（S 2 ; YES）、第 1 決定部 1 1 3 2 は、RTS / CTS を ON（使用）にする決定を行う（S 3）。接続端末数が閾値を超えない場合（S 2 ; NO）、第 1 決定部 1 1 3 2 は、RTS / CTS を OFF（不使用）にする決定を行う（S 4）。

[0091] 無線通信管理装置 1 0 0 は、RTS__threshold の設定値を変更することによって RTS / CTS の ON / OFF を実現し得る。一例として、無線通信管理装置 1 0 0 は、RTS__threshold の設定値を「1500」又は「1」に設定する。この場合、「RTS__threshold = 1500」は「RTS / CTS : OFF」の設定、「RTS__threshold = 1」は「RTS / CTS : ON」の設定を意図している。

[0092] この設定は、当該基地局 2 0 0 に接続する全ての端末 3 0 0 に強制的に適用される。ステップ S 2 の閾値 = 3 の場合、接続端末数が 4 台以上の基地局 2 0 0 については RTS / CTS の使用が決定され、接続端末数が 3 台以下の基地局 2 0 0 については RTS / CTS の不使用が決定される。

[0093] 一般に、伝送されるフレームのサイズが大きいほど衝突の確率が高まる。例えば従来のシステムでは、各端末は、送信しようとするフレームの長さ（byte）がパラメータ RTS__threshold の値を超える場合に、RTS / CTS の使用を自律的に決定する。したがって、実施形態に係る無線通信管理装置 1 0 0 は、無線通信システム 2 内で端末 3 0 0 が一般に送信するフレームの長さに応じて RTS__threshold の値を設定することによって、RTS / CTS の実質的な ON / OFF 制御を行う。

[0094] 続いて、ステップ S 5 において、制御情報生成部 1 1 3 は、第 2 決定部 1 1 3 3 により、接続端末数に応じてコンテンツンウィンドウのサイズの最小値 CWmin を決定する。この決定は、接続端末数に応じた決定パターンを予め決定しておくことにより実施される。パターンの一例として、接続端

末数とCWminの値とを対応付ける参照テーブルや、接続端末数をもとにCWminの値を算出するための数式が挙げられる。

[0095] 図12は、CWminを決定するための参照テーブルの一例を示す。図12の例では、接続端末数が1台のときは「16」、2台のときは「32」、3台のときは「64」・・・と設定され、この例では5台以上は一律に「128」の値が設定される。

[0096] 制御情報生成部113は、第1決定部1132及び第2決定部1133による決定の結果を制御情報として判定部114に出力する。制御情報は、決定された制御値（制御パラメータ）を含む。上記の例では、制御情報は、第1パラメータとしてRTS_thresholdパラメータの値（例えば、1500）と、第2パラメータとしてCWminパラメータの値（例えば、128）とを含む。

[0097] 上述したように、判定部114は、制御情報を受け取ると、無線環境の設定の更新が必要な基地局200又は端末300を判定する。更新の要否は、例えば、受け取った制御情報が各機器に現在設定されている制御情報と異なるか否かに応じて判定される。有線信号送信部115は、コマンドライブラリ116を参照してコマンドを生成し、更新が必要と判定された機器にコマンドを送信する。コマンドは、設定の更新に加えて、機器の再起動の指示を含み得る。基地局200は、自身宛のコマンド及び管理下にある機器宛てのコマンドを受信すると、自身の設定を更新し、又は各機器にパラメータ更新を指示する。

[0098] なお、第1決定部1132によるステップS2～S4の動作、又は第2決定部1133によるステップS5の動作は、順序を入れ替えて実行されてもよく、並列に行われてもよい。あるいは、第1決定部1132又は第2決定部1133の動作のいずれか一方が省略されてもよい。例えば、無線通信管理装置100は、システム管理者等の指示を受けて、又は無線環境情報が所定の条件を満たすことに応じて、RTS/CTSのON/OFFの決定のみ、又はCWminの決定のみを行うように構成されてもよい。

[0099] さらに無線通信管理装置100は、接続端末数の代わりに、トラフィック量に基づいてRTS/CTS及びCWminを決定することもできる。この場合、図11のフローと同様に、RTS/CTSの使用を決定する閾値（例えば、300kbps、1Mbpsなど）が予め設定され、無線通信管理装置100は、トラフィック量が閾値を超える場合にRTS/CTSの使用（ON）を決定し得る。また図12の参照テーブルと同様に、トラフィック量とCWminの対応を定めるパターンが予め設定される。無線通信管理装置100は、トラフィック量を、単位時間あたりに各基地局200が受信する上りトラフィックの総和として、又は単位時間あたりに各端末300が送信する上りトラフィックの総和として取得し得る。無線通信管理装置100は、さらに下りトラフィック量を考慮するように構成されてもよい。

[0100] 図13は、実施形態に係る無線通信管理装置100による制御値決定動作の効果を表すシミュレーション結果である。評価条件として以下の条件を用いる。なお、計算を簡単にするためデューティ比は考慮せず、全端末が送信可能なだけ送信するものとしている。

- ・無線LAN規格： IEEE 802.11ah
- ・データ送信MCS (Modulation and Coding Scheme)： MCS 7
- ・帯域幅： 1MHz
- ・MPDU payload size： 1500byte
- ・Aggregation： 6MPDUs
- ・RTS/CTS送信MCS： MCS 0
- ・1台あたりの要求スループット： 100kbps

[0101] 図13に示されるように、要求スループット(R)は、接続端末数が増加するにつれて増大する。従来手法(P)では、接続端末数が増加するにつれて、衝突が増加し、それによってもスループットが顕著に低下する。

[0102] これに対し、RTS/CTS制御を用いる実施形態(E1)では、接続端末数が増加してもスループットの低下を軽減することができる。さらに、RTS/CTS制御に加えてCW制御を行う実施形態(E2)では、接続端末

数の増加に伴うスループットの低下をさらに軽減することができ、接続端末数が増加しても要求スループットをほぼ満足することができる。

[0103] 1. 4 実施形態に係る効果

実施形態によれば、無線通信管理装置 100 は、各基地局 200 に接続する端末 300 に関する無線環境情報を取得する。無線通信管理装置 100 は、無線環境情報に基づき、各端末 300 から基地局 200 にデータを送信するためのスループットを満たす制御値を決定する。無線通信管理装置 100 は、更新コマンドを使用して、制御値の決定結果を各基地局 200 に通知する。これにより、無線通信管理装置 100 は、基地局 200 毎に、収集された無線環境情報に基づく無線環境の最適化を図ることができる。

[0104] 実施形態によれば、無線通信管理装置 100 はさらに、無線環境情報として、各基地局 200 に接続する端末 300 の数又は各基地局 200 に接続する端末 300 により単位時間あたりに送受信されるトラフィック量を用いる。無線通信管理装置 100 は、これらの無線環境情報に基づき、制御値の一例として、各端末 300 から基地局 200 への送信要求フレームの送信の可否に関するパラメータ（例えば、`RTS_threshold`）や、各端末 300 における待機時間の算出に関するパラメータ（例えば、`CWmin`）の値を決定する。

[0105] これにより、無線通信管理装置 100 は、自律分散制御によりエリア全体の最適化が難しかったネットワークに対して、当該エリア内での最適化を実現し、フレーム衝突の影響を最小化させつつスループットを最大化する制御を行うことができる。

[0106] 従来の公衆用途の無線 LAN では、不特定多数の端末が自由に無線通信システムとの接続を開始し、自由に無線通信システムとの接続を終了することができる。このため、公衆用途の無線 LAN の無線通信を管理する場合、無線通信管理装置は、どの端末が接続されているかを管理することは困難である。すなわち、公衆用途の無線 LAN の無線通信を管理する場合、無線通信管理装置は、端末の個別の無線環境を考慮することも、端末の設定を制御す

ることも困難である。

[0107] また従来のシステムでは、R T S / C T S機能を実装されている端末が、設定に応じて（送信しようとするフレーム長などに応じて）、又は各自の判定基準を用いて、R T S / C T Sを使用するか否かを決定する。R T S / C T Sを使用することで、送信側と宛先側の疎通（送信要求に対する受信準備完了）を短いフレームで確認したのちにデータフレームを送信するため、衝突時の損失時間が短くなる。ただし、シーケンス時間がその分長くなるため、衝突が少ない場合にもR T S / C T Sを使用すればスループットが低下する。無線L A Nエリア全体の衝突の可能性を把握可能なのは基地局であるが、端末がその情報を把握してR T S / C T Sの使用を決定することはできず、端末を一斉制御する手段もない。そのため、フレーム衝突を最小限に抑えつつスループットを最大化することがきわめて困難である。すなわち、スループットを最大にするには、接続端末数などに基つき、衝突の可能性を演算して使用するか否かを決定する必要がある。

[0108] また、コンテンションウィンドウ（C W）のサイズを大きくするほどフレーム衝突の可能性を低減することができる。しかし、やはりシーケンス時間が長くなるため、衝突が少ない場合にも大きなC Wを使用すればスループットの低下をまねく。同様に、全ての端末が同じC Wの設定でない場合、アクセスまでの待機時間に端末間で偏りが発生する。したがって、基地局に接続された端末間で一斉の制御が必要になるが、公衆用途の無線L A Nではその手段がない。そのため、全ての端末が初期値で動作し、衝突可能性を低減することが困難である。

[0109] I E E E 8 0 2 . 1 1 a hでは、各端末のアクセスタイミングを調整するR A W （restricted access window）機能が規定され、同様のトラヒック量で送信する端末の衝突を最小限にするシーケンスが存在する。ただし、R A Wは未だ実装されておらず、今後も効果を発揮するためには全ての端末への実装が必要になり、実現には時間を要すると予想される。

[0110] 実施形態に係る無線通信管理装置1 0 0は、新たな機能の実装を必要とす

ることなく、実際の無線環境に応じて基地局単位でフレーム衝突の影響を最小限に抑えつつスループットを最大化する、最適制御を実現することができる。

[0111] 2. 変形例

なお、上述した実施形態には、種々の変形が適用可能である。

例えば、上述した実施形態では、端末300と基地局200とがダイレクトに無線通信する場合について説明したが、これに限られない。例えば、端末300と基地局200とは、無線通信を中継する基地局（中継基地局）を介して、互いに無線通信するように構成されてもよい。

[0112] 図14は、実施形態の変形例に係る通信システムの構成の一例を示すブロック図である。

図14に示すように、通信システム1Aは、無線通信システム2Aを含む。

無線通信システム2Aは、複数の基地局200-1及び200-2と、中継基地局200Aと、複数の端末300-1～300-3と、を含む。

[0113] 中継基地局200Aは、基地局200と端末300との間を無線接続するように構成される。図14の例では、中継基地局200Aが、基地局200-2と端末300-3との間を無線接続する場合が示される。このように、中継基地局200Aを介した無線通信網を構成することにより、より広範囲にわたって端末300が分布する無線通信システム2Aを構築することができる。

[0114] 中継基地局200Aは、例えば、図5に示した基地局200ハードウェア構成と同様のハードウェア構成を有する。このため、中継基地局200Aは、基地局200としても機能することができる。なお、図14に示した無線通信システム2Aの例では、中継基地局200Aは、基地局200と端末300との間を無線接続する機能を担うため、有線通信モジュール203を使用しない。

[0115] このような変形例では、基地局200-2の接続端末数として、中継基地

局 200A もカウントされ得る。図 14 の例では、基地局 200-1 の接続端末数は「1」、基地局 200-2 の接続端末数は「3」とカウントされる。この場合、「基地局 200」は、外部ネットワークの出入口となるルート基地局を指す。「中継基地局 200A」は、外部ネットワークと直接の接続は行わないものとする。

[0116] 図 15 は、実施形態の変形例に係る中継基地局の機能構成の一例を示すブロック図である。

図 15 に示すように、中継基地局 200A は、無線信号受信部 212A、収集部 213A、更新部 214A、及び無線信号送信部 216A を備えるコンピュータとして機能する。

[0117] 無線信号受信部 212A は、収集コマンド及び更新コマンドを基地局 200 から受信する。中継基地局 200A を宛先とする（中継基地局 200A への）収集コマンドを受信すると、無線信号受信部 212A は、収集部 213A に収集コマンドを転送する。中継基地局 200A への更新コマンドを受信すると、無線信号受信部 212A は、更新部 214A に更新コマンドを転送する。端末 300 を宛先とする（端末 300 への）収集コマンド及び更新コマンドを受信すると、無線信号受信部 212A は、収集コマンド及び更新コマンドを無線信号送信部 216A へ送信する。

[0118] また、無線信号受信部 212A は、端末 300 の無線環境情報を端末 300 から受信する。無線信号受信部 212A は、受信した端末 300 の無線環境情報を無線信号送信部 216A に送信する。

[0119] 収集部 213A は、受信した収集コマンドに基づき、中継基地局 200A の無線環境情報を収集する。収集部 213A は、収集した中継基地局 200A の無線環境情報を無線信号送信部 216A に送信する。

[0120] 更新部 214A は、受信した更新コマンドに基づき、中継基地局 200A の無線環境の設定を、更新コマンド内の制御情報で更新する。更新コマンドが再起動の指示を含む場合、更新部 214A は、中継基地局 200A を再起動させる。

[0121] 無線信号送信部216Aは、受信した中継基地局200Aの無線環境情報を、無線通信管理装置100に送信する。無線信号送信部216Aは、受信した端末300の無線環境情報を、無線通信管理装置100に転送する。無線信号送信部216Aは、受信した端末300の収集コマンド及び更新コマンドを、端末300に転送する。

[0122] 以上のように構成することにより、無線通信管理装置100は、基地局200及び中継基地局200Aを介して、端末300の無線環境情報を収集できる。また、無線通信管理装置100は、基地局200を介して、中継基地局200Aの無線環境情報を収集できる。

[0123] また、無線通信管理装置100は、中継基地局200Aの無線環境情報をさらに考慮することができる。具体的には、例えば、無線通信管理装置100は、中継基地局200Aを介した伝搬路と、中継基地局200Aを介さない伝搬路と、を比較することができる。これにより、無線通信管理装置100は、制御情報として、無線通信システム2A内の最適な伝搬路を生成できる。このため、広域な無線通信システム2Aにおける無線環境を最適化することができる。

[0124] 3. その他

また、例えば、上述した実施形態では、無線通信管理プログラムが、オンプレミスの無線通信管理装置100で実行される場合について説明したが、これに限られない。例えば、無線通信管理プログラムは、クラウド上の計算リソースで実行されてもよい。

[0125] また、例えば、上述した実施形態では、無線通信管理装置100が、ネットワークNWを介して基地局200と接続される場合について説明したが、これに限られない。例えば、無線通信管理装置100は、無線通信システム2内に設けられ、ルート（root）の基地局200として機能してもよい。この場合、無線通信管理装置100は、図7及び図8に示した機能構成と、図9に示した機能構成と、の双方を有するように構成されてもよい。

[0126] また、上述した実施形態では、無線通信管理装置100とデータサーバ5

00とが物理的に異なるサーバである場合について説明したが、これに限られない。すなわち、無線通信管理装置100とデータサーバ500とは、物理的に同一のサーバ内に構成されてもよい。

[0127] また、上述した実施形態では、無線通信管理装置100、基地局200、及び端末300の間の通信にSSHが使用される場合について説明した。しかしながら、無線通信管理装置100、基地局200、及び端末300の間の通信は、無線通信管理装置100が基地局200及び端末300に対して遠隔からログインして各種コマンドを送信できれば、SSHに限られず任意のプロトコルを使用可能である。

[0128] また、例えば、上述した実施形態では、無線通信管理装置100が、無線環境情報として接続端末数又はトラフィック量に基づいて制御値決定を行う場合について説明したが、これに限られない。無線通信管理装置100は、天候、気候、気温、カバレッジ内の障害物の有無、カバレッジの広さなどを無線環境情報として取得し、使用してもよい。

[0129] また、例えば、上述した実施形態では、無線通信管理装置100が、RTS__thresholdの値を1又は1500に設定することによってRTS/CTSのON/OFFを制御する場合について説明したが、これに限られない。例えば、無線通信管理装置100は、接続端末数又はトラフィック量等に基づいてRTS__thresholdの値を[1, 1500]の範囲内の値で調整してもよい。この場合、各端末300は、指示されたRTS__thresholdの値よりも長いフレームを送信しようとするときには、先に送信権を獲得すべくRTSフレームを送信する。

[0130] また、例えば、上述した実施形態では、無線通信管理装置100が、参照テーブルを用いてCWminの値を決定する場合について説明したが、これに限られない。例えば、無線通信管理装置100は、接続端末数からCWminの値を算出する回帰式を用いてもよい。あるいは、無線通信管理装置100は、接続端末数及びトラフィック量の両方を考慮してCWminの値を決定してもよい。CWminの値を算出するための回帰式は随時更新されても

よい。

[0131] またさらに、無線通信管理装置100は、制御値として、RTS__threshold又はCWmin以外のパラメータを決定してもよい。例えば、無線通信管理装置100は、端末300からの送信量を制御するパラメータ（送信頻度、データ圧縮率など）を決定してもよい。

[0132] あるいは、データフレームの長さが非常に短ければ図2に示したフレーム衝突による損失時間が短いと考えられるので、データフレームとRTSフレームの長さの差が閾値以下の場合には、RTS/CTSをオフにする決定を行うようにしてもよい。

[0133] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。さらに、上記実施形態には種々の発明が含まれており、開示される複数の構成要件から選択された組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、課題が解決でき、効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

符号の説明

- [0134] 1, 1A…通信システム
2, 2A…無線通信システム
100…無線通信管理装置
200-1, 200-2…基地局
200A…中継基地局
300-1, 300-2, 300-3…端末
400…外部サーバ
500…データサーバ
101, 201, 301…制御回路
102, 202, 302…メモリ

103, 203…有線通信モジュール
104…ユーザインタフェース
105…タイマ
106…ドライブ
107…記憶媒体
204, 303…無線通信モジュール
304…センサ
305…バッテリー
111…ユーザ入力部
112, 211…有線信号受信部
113…制御情報生成部
1131…情報取得部
1132…第1決定部
1133…第2決定部
114…判定部
115, 215…有線信号送信部
116…コマンドライブラリ
212, 212A, 311…無線信号受信部
213, 213A, 312…収集部
214, 214A, 313…更新部
216, 216A, 314…無線信号送信部

請求の範囲

- [請求項1] 基地局に接続する端末に関する無線環境情報を取得する取得部と、
前記無線環境情報に基づき、前記端末から前記基地局にデータを送信するためのスループットを満たす制御値を決定する決定部と、
前記制御値を前記端末に通知する通知部と
を備える、無線通信管理装置。
- [請求項2] 前記決定部は、前記制御値として、前記端末から前記基地局への送信要求フレームの送信の要否に関する第1パラメータ、又は前記端末における待機時間の算出に関する第2パラメータのうちの少なくとも1つを決定する、
請求項1に記載の無線通信管理装置。
- [請求項3] 前記取得部は、前記無線環境情報として前記端末の数又は前記端末によって送受信されるトラフィック量を取得し、
前記決定部は、前記端末の数又は前記トラフィック量が閾値を超える場合には前記端末が前記データの送信前に前記送信要求フレームを送信し、前記端末の数又は前記トラフィック量が前記閾値以下の場合には前記端末が前記データの送信前に前記送信要求フレームを送信しないように前記第1パラメータを決定する、
請求項2に記載の無線通信管理装置。
- [請求項4] 前記取得部は、前記無線環境情報として前記端末の数又は前記端末によって送受信されるトラフィック量を取得し、
前記決定部は、前記端末の数又は前記トラフィック量に応じたコンテンツンションウィンドウのサイズを前記第2パラメータとして決定する、
請求項2又は3に記載の無線通信管理装置。
- [請求項5] 前記取得部は、前記無線環境情報として、前記基地局に直接的又は間接的に接続する端末及び前記端末と前記基地局との間を中継する中継基地局の数の総和を取得し、
前記決定部は、前記総和に基づき、前記端末及び前記中継基地局か

ら前記基地局にデータを送信するためのスループットを満たす制御値を決定する、

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の無線通信管理装置。

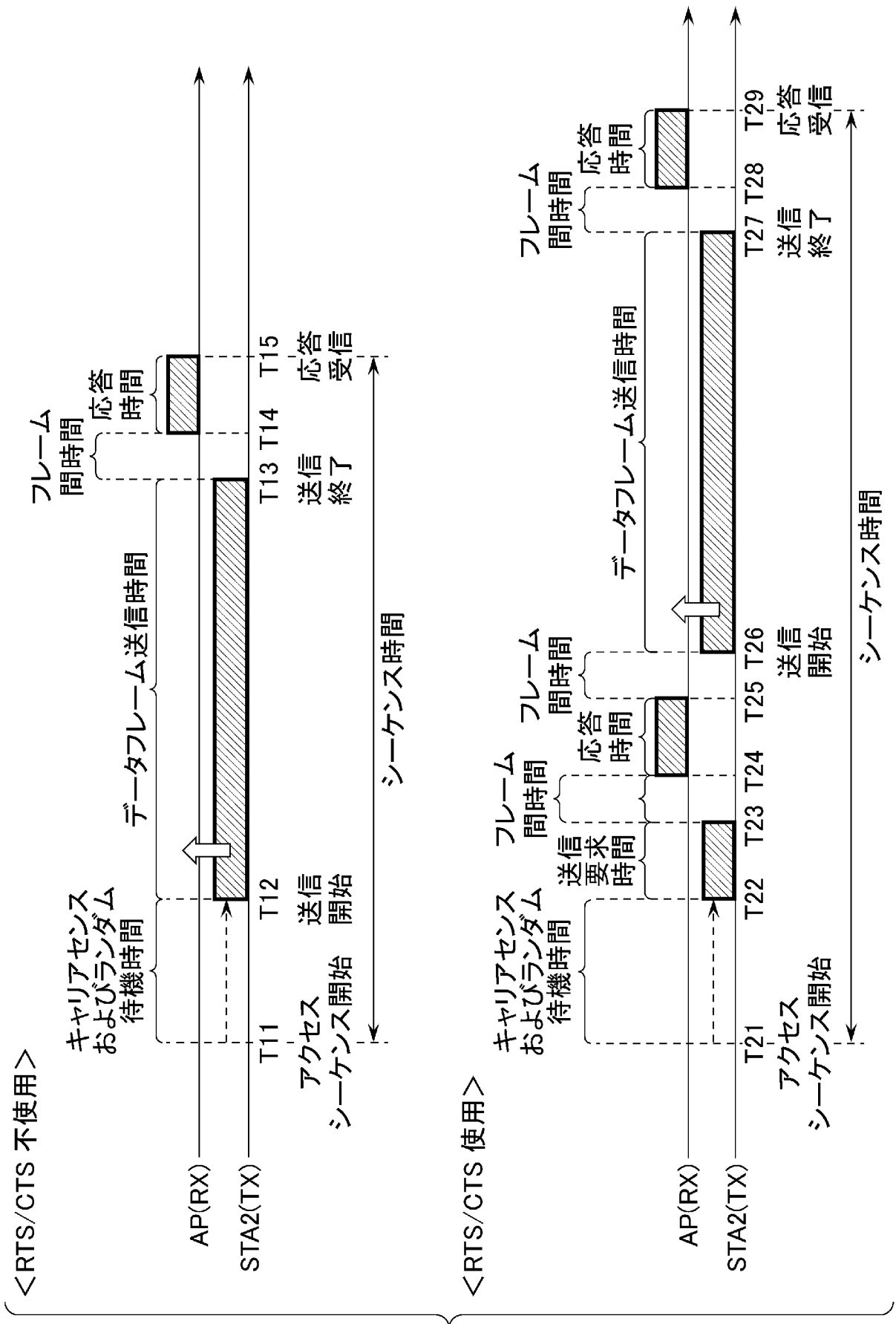
[請求項6]

無線通信管理装置が実行する無線通信管理方法であって、
基地局に接続する端末に関する無線環境情報を取得することと、
前記無線環境情報に基づき、前記端末から前記基地局にデータを送信するためのスループットを満たす制御値を決定することと、
前記制御値を前記端末に通知することと
を備える、無線通信管理方法。

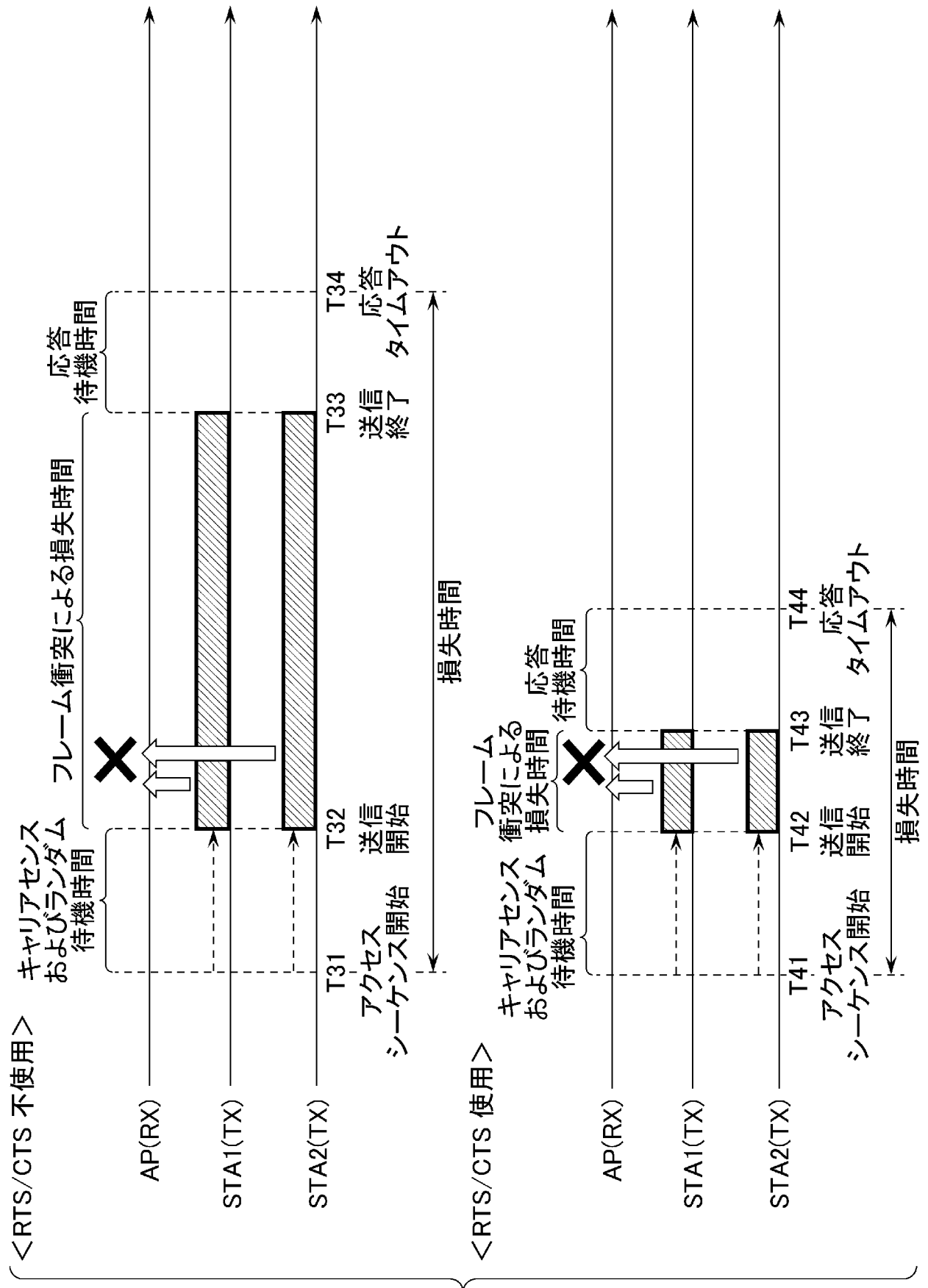
[請求項7]

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の無線通信管理装置の各部による処理をコンピュータに実行させるプログラム。

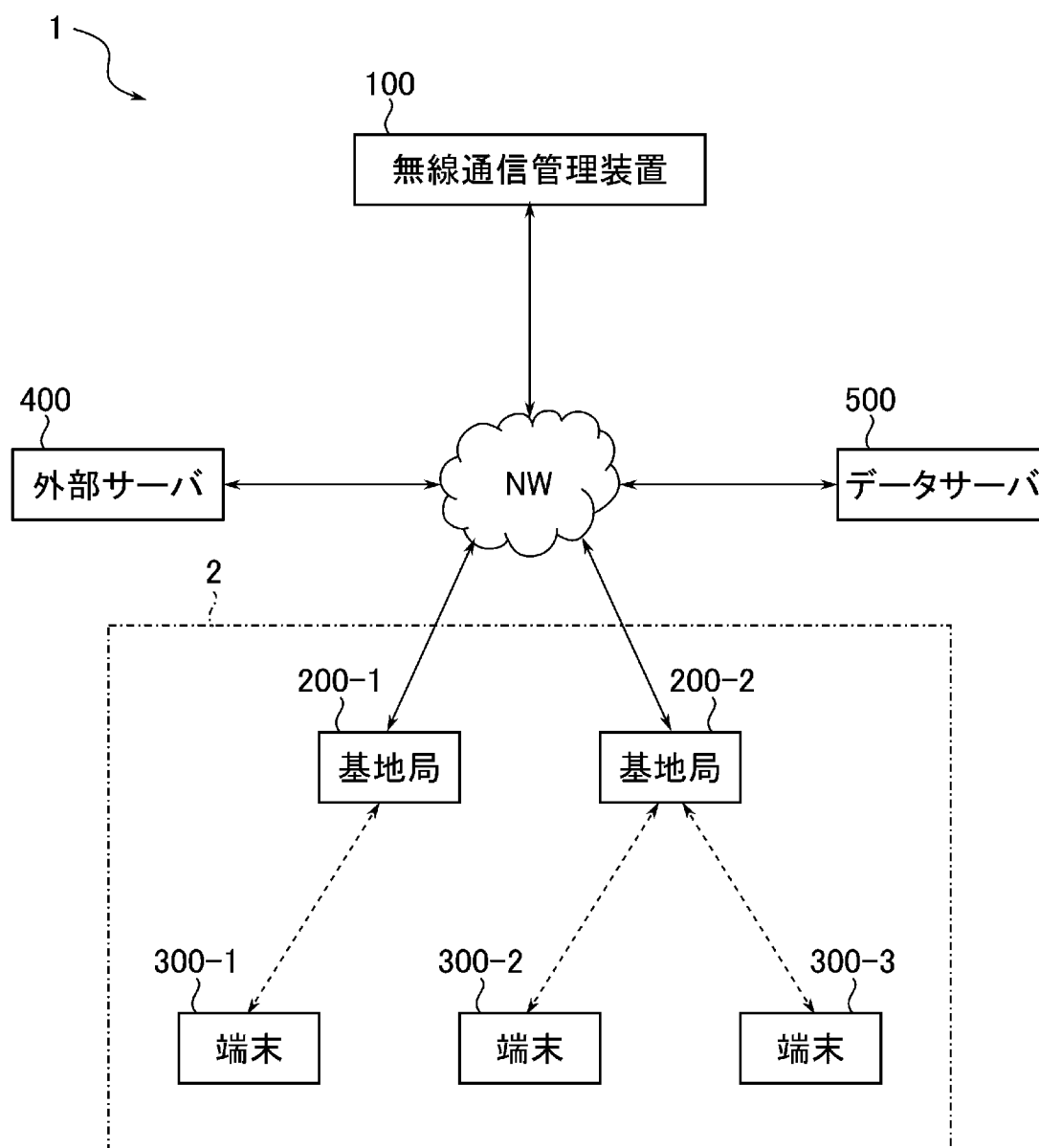
[図1]



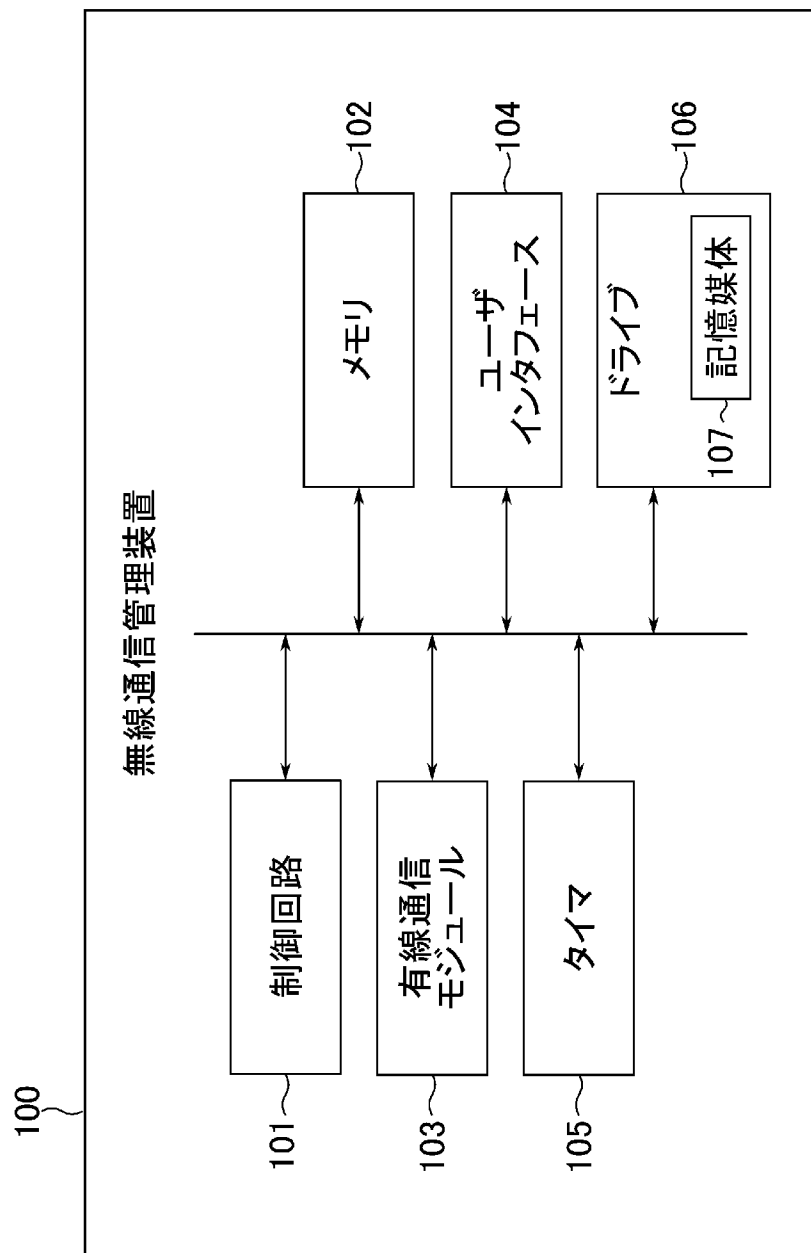
[図2]



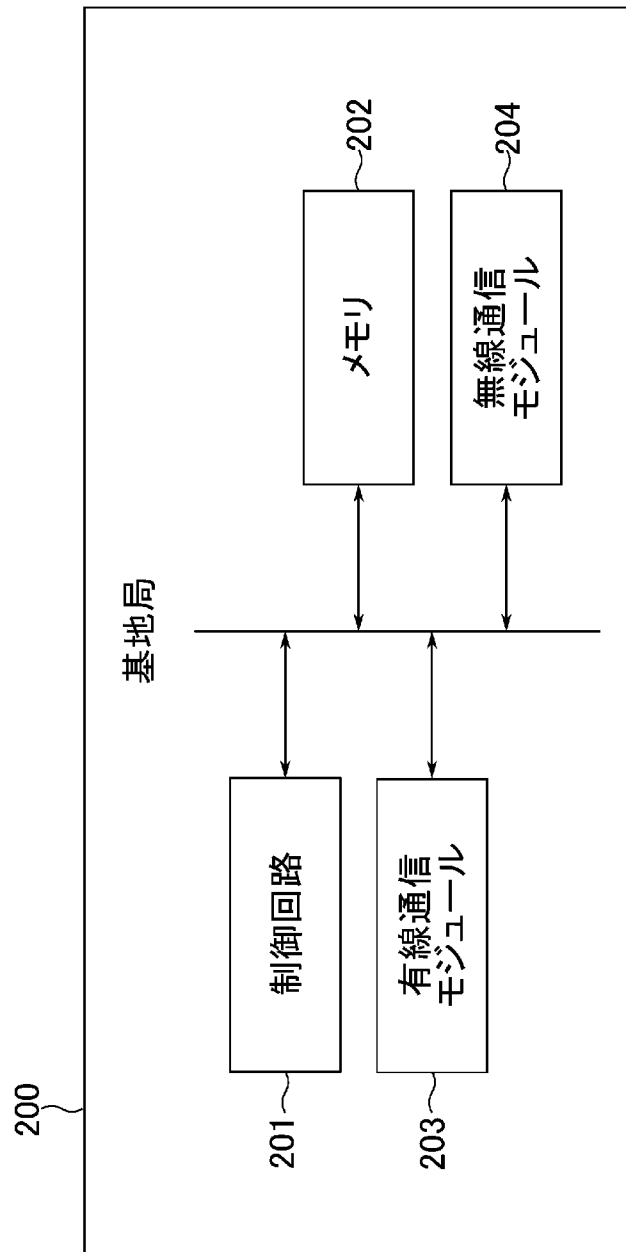
[図3]



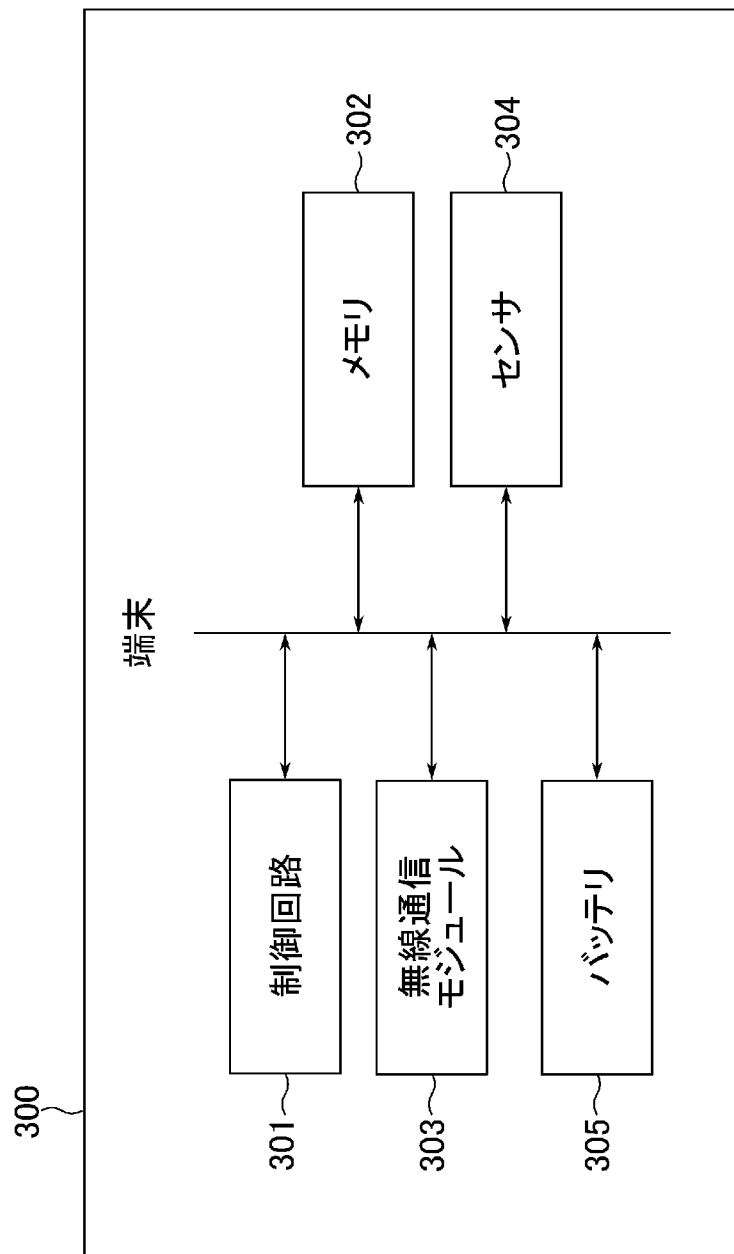
[図4]



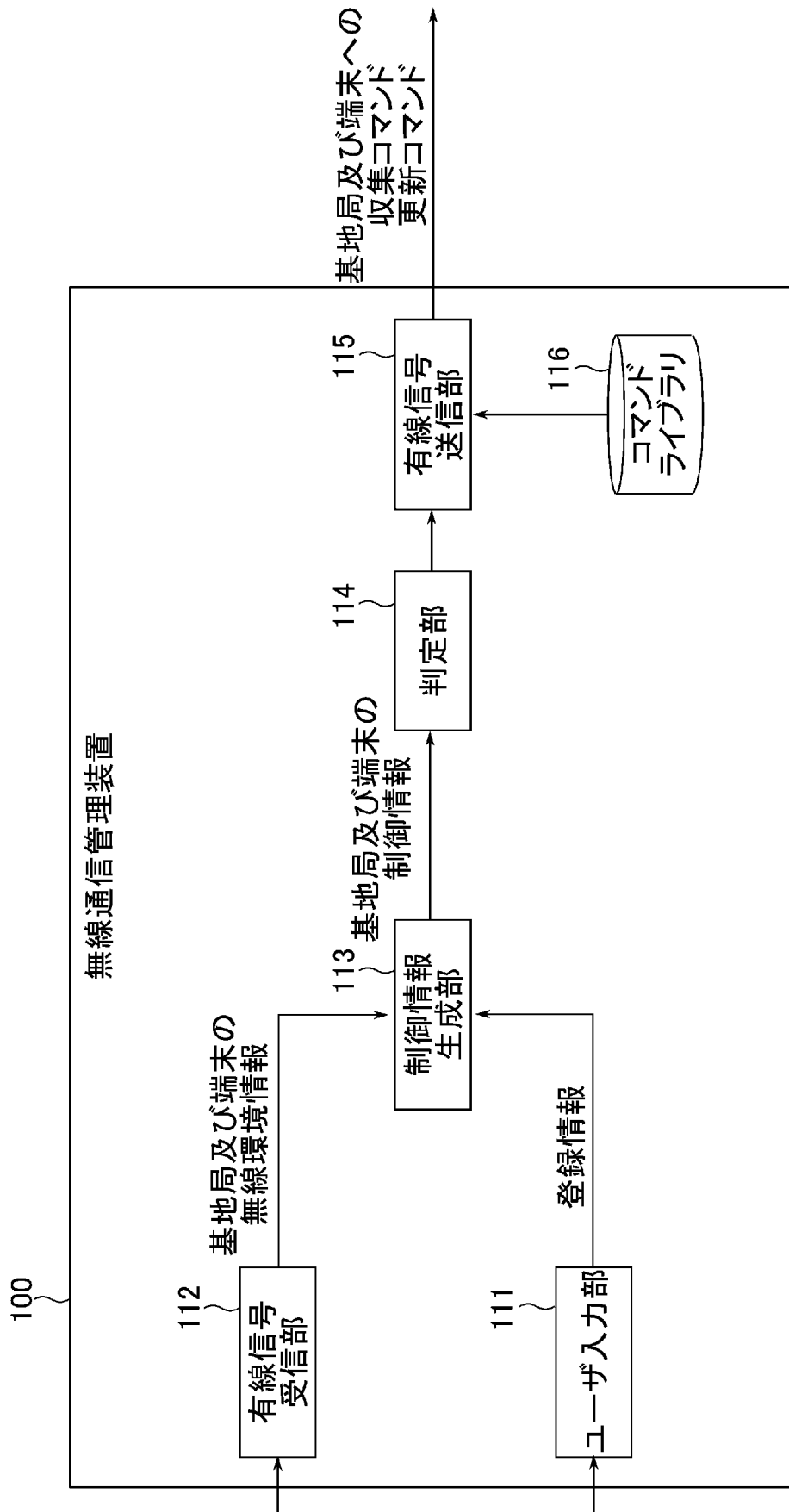
[図5]



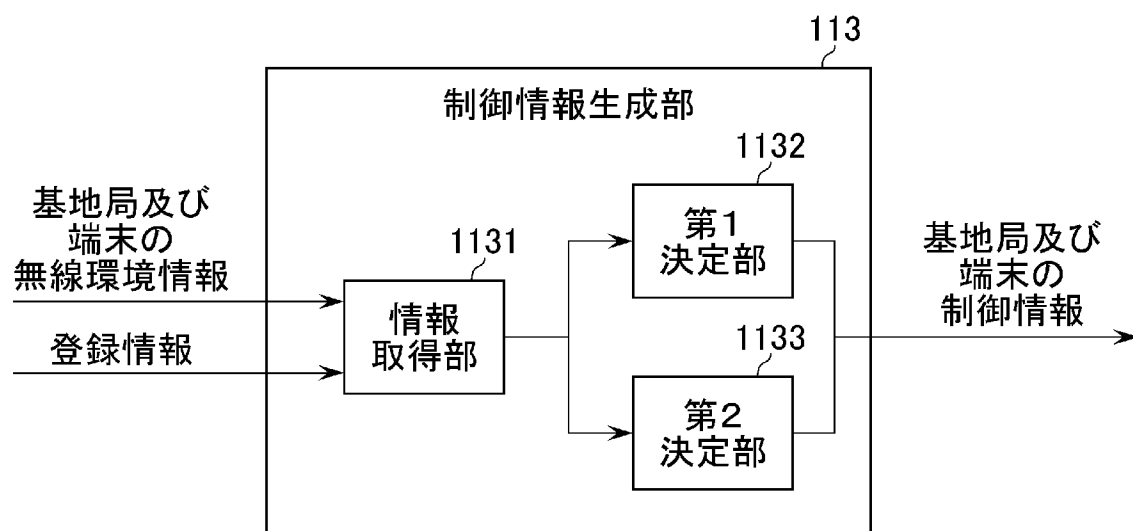
[図6]



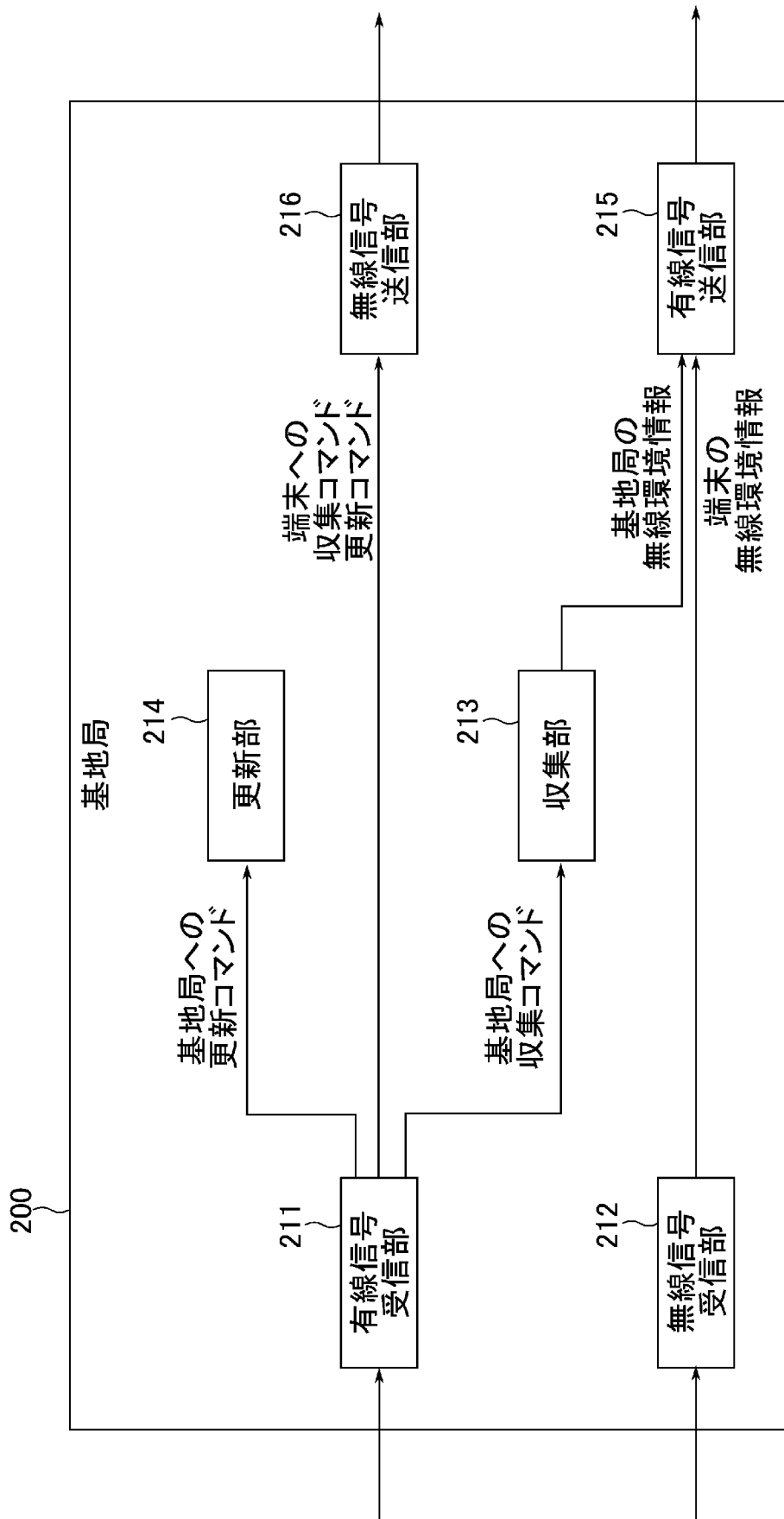
[図7]



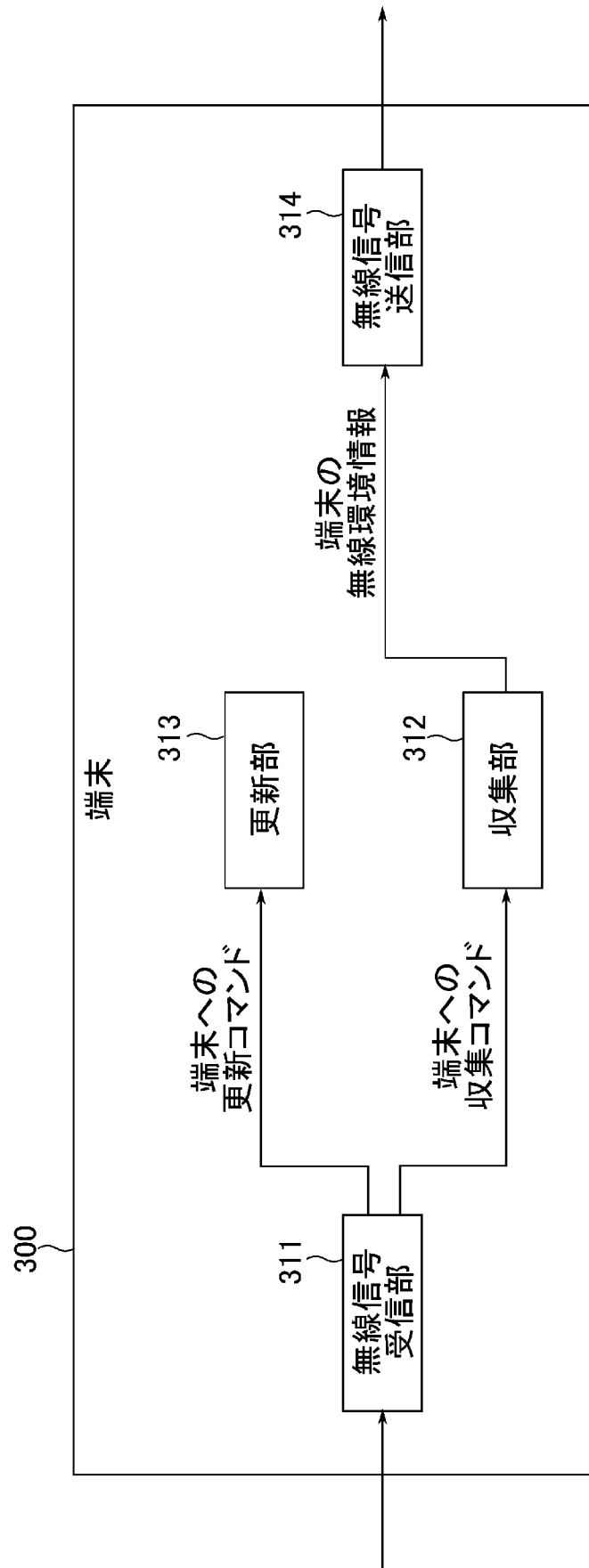
[図8]



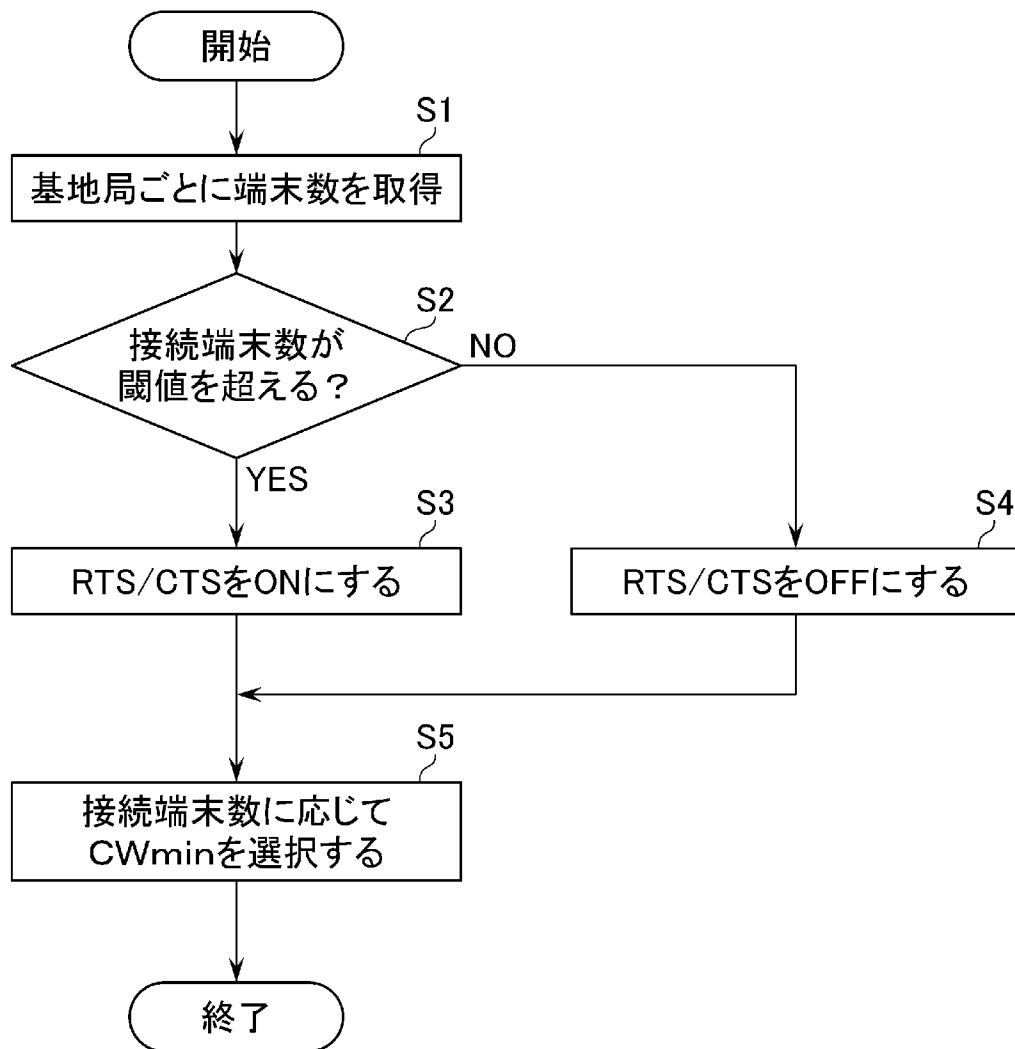
[図9]



[図10]



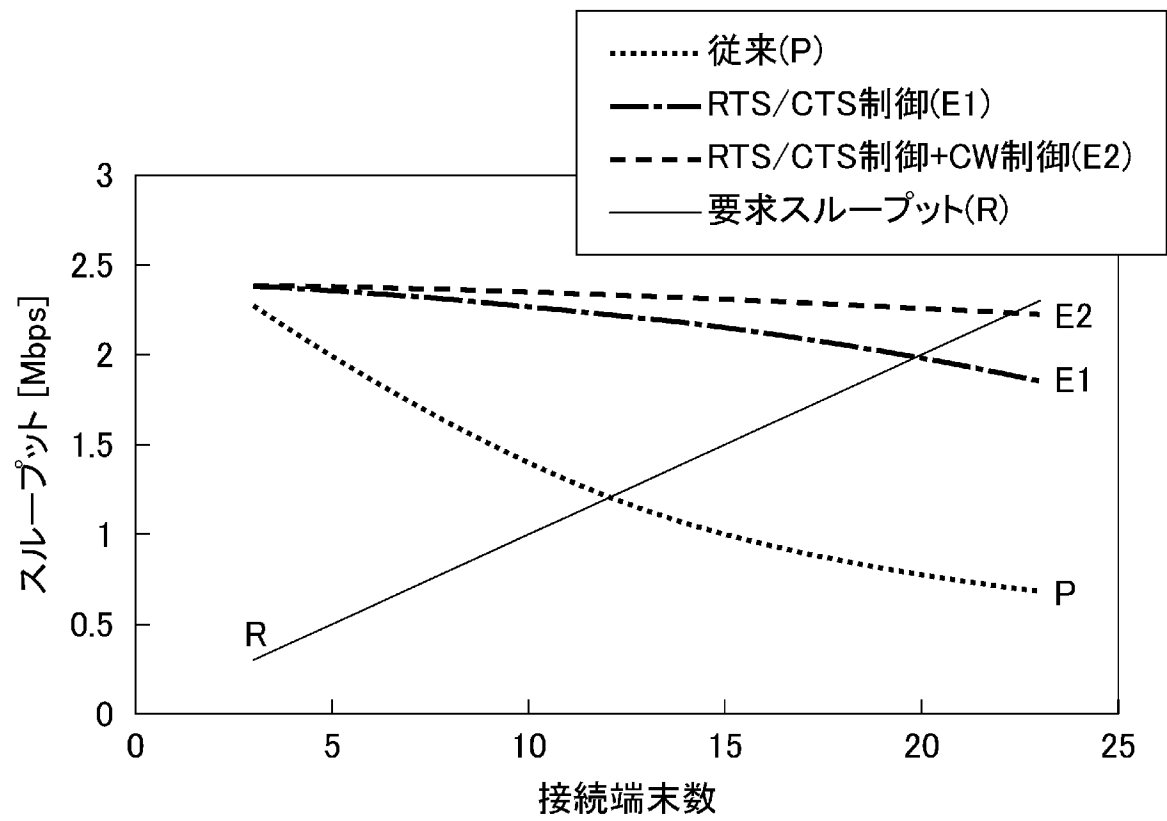
[図11]



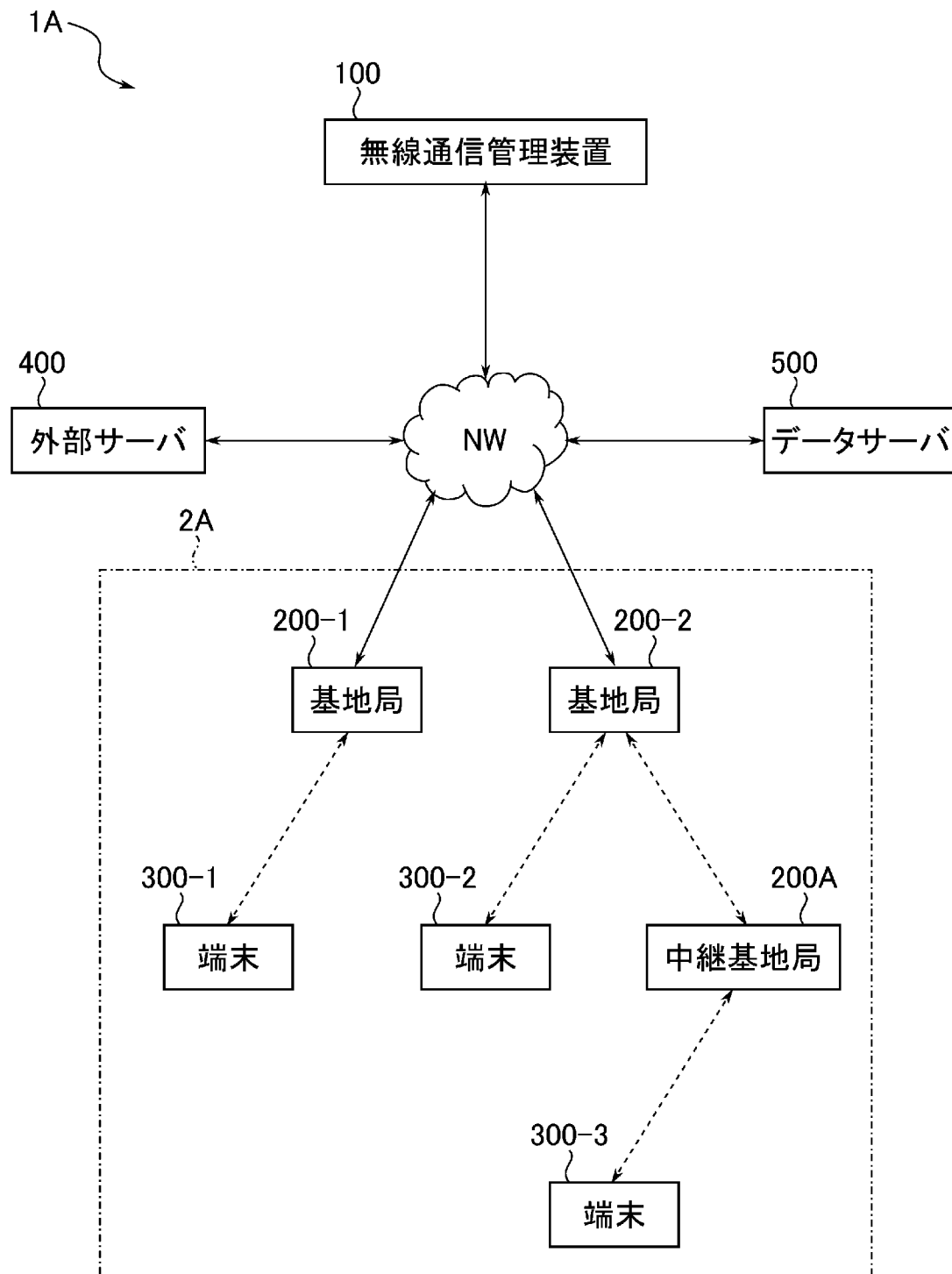
[図12]

接続端末数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CWmin	16	32	64	64	128	128	128	128	128	128

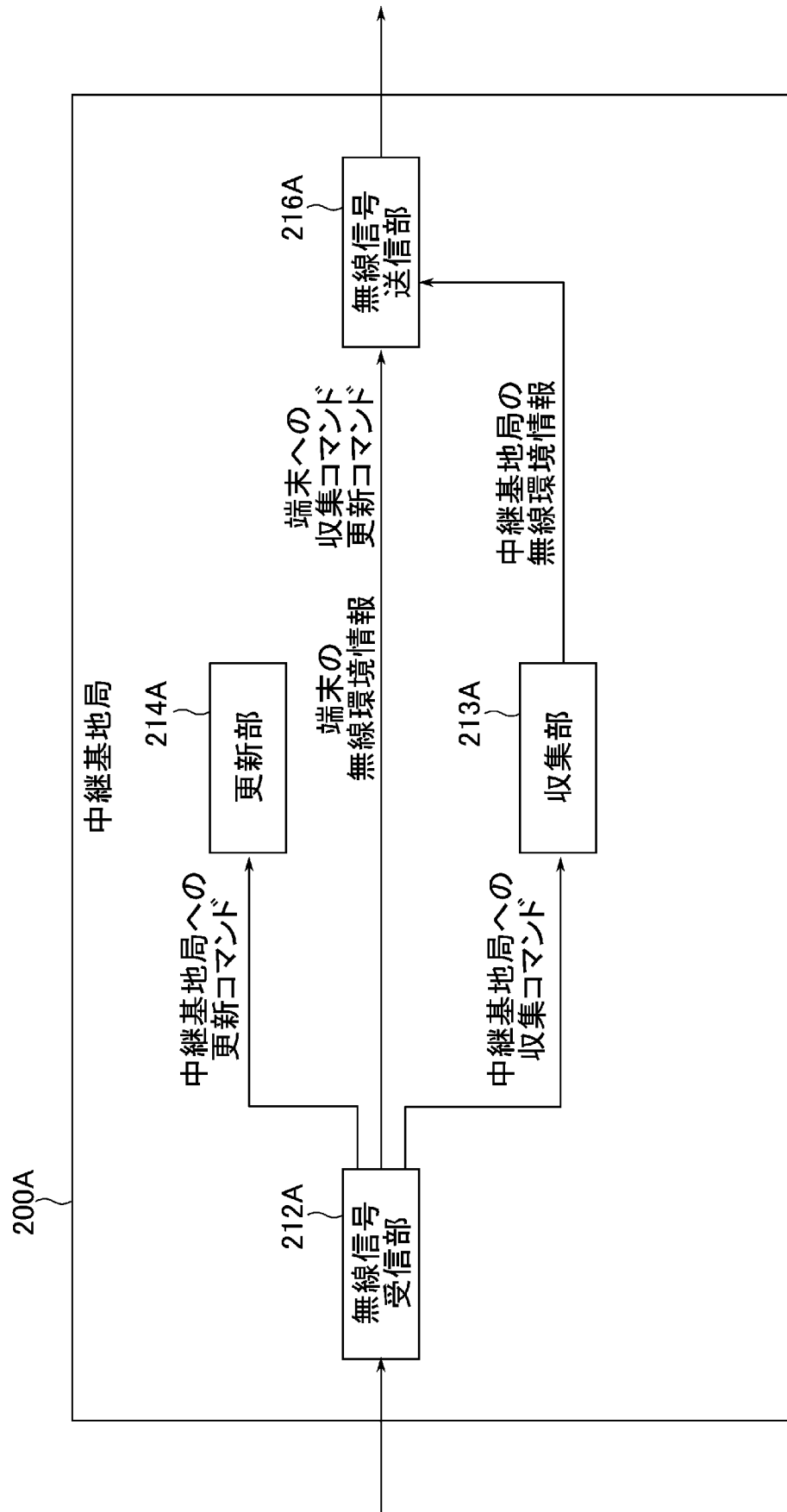
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/048623

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 28/18 (2009.01) i; H04W 74/02 (2009.01) i; H04W 84/12 (2009.01) i
 FI: H04W28/18 110; H04W74/02; H04W84/12

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)

H04W28/18; H04W74/02; H04W84/12

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2006-166309 A (FUJI XEROX CO., LTD.) 22 June 2006 (2006-06-22) paragraphs [0027]-[0028]	1, 2, 4, 6, 7 3 5
X Y	JP 2008-60852 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 13 March 2008 (2008-03-13) paragraphs [0032], [0035]-[0037]	1, 2, 4, 6, 7 3
Y	JP 10-261980 A (FUJITSU LTD.) 29 September 1998 (1998-09-29) paragraphs [0105], [0110]-[0113], fig. 10	3



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

02 March 2021 (02.03.2021)

Date of mailing of the international search report

09 March 2021 (09.03.2021)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/048623

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2006-166309 A	22 Jun. 2006	(Family: none)	
JP 2008-60852 A	13 Mar. 2008	(Family: none)	
JP 10-261980 A	29 Sep. 1998	US 2001/0022806 A1 paragraphs [0171], [0176]-[0182], fig. 10	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04W 28/18(2009.01)i; H04W 74/02(2009.01)i; H04W 84/12(2009.01)i FI: H04W28/18 110; H04W74/02; H04W84/12										
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）） H04W28/18; H04W74/02; H04W84/12										
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>			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									
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 請求項の番号								
X	JP 2006-166309 A（富士ゼロックス株式会社）22.06.2006（2006 - 06 - 22） [0027]-[0028]	1, 2, 4, 6, 7								
Y		3								
A		5								
X	JP 2008-60852 A（日本電信電話株式会社）13.03.2008（2008 - 03 - 13） 段落[0032], [0035]-[0037]	1, 2, 4, 6, 7								
Y		3								
Y	JP 10-261980 A（富士通株式会社）29.09.1998（1998 - 09 - 29） 段落[0105], [0110]-[0113], 図10	3								
☐ 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、一般的な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 “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 02.03.2021		国際調査報告の発送日 09.03.2021								
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） 伊東 和重 5J 8839 電話番号 03-3581-1101 内線 3534								

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/JP2020/048623

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2006-166309	A	22.06.2006	(ファミリーなし)	
JP	2008-60852	A	13.03.2008	(ファミリーなし)	
JP	10-261980	A	29.09.1998	US 2001/0022806 A1	
				段落[0171],[0176]-[0182].	
				図10	