

(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
2020年1月16日(16.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/012918 A1

(51) 国際特許分類:

H04W 28/04 (2009.01) H04W 88/12 (2009.01)
H04W 40/14 (2009.01) H04W 92/12 (2009.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/024686

(22) 国際出願日: 2019年6月21日(21.06.2019)

(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 2018-132347 2018年7月12日(12.07.2018) JP

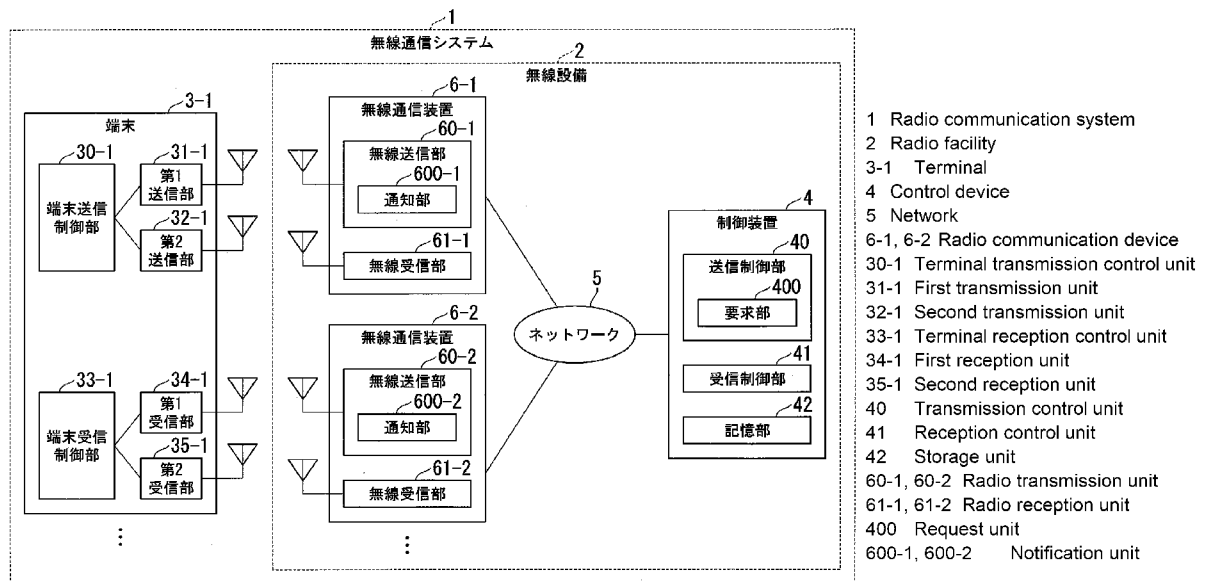
(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE

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: 片山 陽平 (KATAYAMA Yohei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 藤田 隆史(FUJITA Takafumi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 吉澤 健人(YOSHIZAWA Kento); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 宗 秀哉(SO Hideya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(54) Title: RADIO COMMUNICATION SYSTEM, CONTROL METHOD, CONTROL DEVICE AND CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: 無線通信システム、制御方法、制御装置及び制御プログラム



(57) Abstract: The radio communication system is provided with: multiple radio communication devices that transmit a radio frame to a terminal; and a control device. The radio communication devices transmit, to the control device, information indicating the numbers of retransmissions of the radio frame. The control device, upon acquiring the information indicating the numbers of retransmissions of the radio frame, selects a radio communication device in accordance with the numbers of retransmissions and causes the selected radio communication device to start transmitting the radio frame.

(57) 要約: 無線通信システムは、無線フレームを端末に送信する複数の無線通信装置と、制御装置とを備える無線通信システムであって、無線通信装置は、無線フレームの再送回数を表す情報を制御装置に送信し、制御装置は、無線フレームの再送回数を表す情報を取得し、再送回数に応じて無線通信装置を選択し、選択された無線通信装置に無線フレームの送信を開始させる。



(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

無線通信システム、制御方法、制御装置及び制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システム、制御方法、制御装置及び制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 無線通信システムが、複製されたパケットを複数の周波数帯の無線フレームを利用して送信する冗長通信を実行する送信機と、最先で正常に受信された無線フレームをパケットとして取得する受信機とを備える場合がある。このような無線通信システムは、無線フレームの損失確率が高い環境であっても、要求される遅延時間内の無線フレーム到達確率（パケット到達確率）に関して高い信頼性を実現することができる（非特許文献1参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：宗、納谷、藤田、吉澤、清水、「複数無線方式冗長送信を用いた高信頼・低遅延無線アクセスの他システム干渉下における遅延特性評価」、信学技報、RCC2017-42（2017-07）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、無線通信システムは、複数の周波数帯を同時に利用する冗長通信によって、無線フレームの通信量（無線リソース）を余分に消費する。余分に消費された通信量の無線フレームによって、無線フレームの損失確率が高くなる場合がある。また、無線アクセスの方式が単一である場合、無線フレーム到達確率に関して高い信頼性が十分には得られない場合がある。このように、従来の無線通信システムは、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させたうえで、冗長通信による無線フレームの通信量を低減させ

ることができない場合があった。

[0005] 上記事情に鑑み、本発明は、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させたうえで、冗長通信による無線フレームの通信量を低減させることが可能である無線通信システム、制御方法、制御装置及び制御プログラムを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様は、無線フレームを端末に送信する複数の無線通信装置と、制御装置とを備える無線通信システムであって、前記無線通信装置は、前記無線フレームの再送回数を表す情報を前記制御装置に送信し、前記制御装置は、前記無線フレームの再送回数を表す情報を取得し、前記再送回数に応じて前記無線通信装置を選択し、選択された前記無線通信装置に前記無線フレームの送信を開始させる、無線通信システムである。

[0007] 本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記制御装置は、前記無線通信装置ごとに優先度を定め、複数の前記無線通信装置のうちで前記優先度が最も高い前記無線通信装置における前記再送回数の増加に応じて選択された前記無線通信装置に、前記無線フレームの送信を開始させる。

[0008] 本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記制御装置は、前記無線通信装置の通信のコストと前記無線通信装置の前記無線フレームの損失確率とのうちの少なくとも一方に基づいて、前記無線通信装置ごとに優先度を定める。

[0009] 本発明の一態様は、無線フレームを端末に送信する複数の無線通信装置と、制御装置とを備える無線通信システムが実行する制御方法であって、前記無線通信装置は、前記無線フレームの再送回数を表す情報を前記制御装置に送信し、前記制御装置は、前記無線フレームの再送回数を表す情報を取得し、前記再送回数に応じて前記無線通信装置を選択し、選択された前記無線通信装置に前記無線フレームの送信を開始させる。

[0010] 本発明の一態様は、上記の制御方法であって、前記制御装置は、前記無線通信装置ごとに優先度を定め、複数の前記無線通信装置のうちで前記優先度

が最も高い前記無線通信装置における前記再送回数の増加に応じて選択された前記無線通信装置に、前記無線フレームの送信を開始させる。

[0011] 本発明の一態様は、無線フレームを端末に送信する複数の無線通信装置を制御する制御装置であって、前記無線フレームの再送回数を表す情報を前記無線通信装置から受信する受信制御部と、前記再送回数に応じて前記無線通信装置を選択し、選択された前記無線通信装置に前記無線フレームの送信を開始させる要求部とを備える制御装置である。

[0012] 本発明の一態様は、上記の制御装置であって、前記要求部は、前記無線通信装置ごとに優先度を定め、複数の前記無線通信装置のうちで前記優先度が最も高い前記無線通信装置における前記再送回数の増加に応じて選択された前記無線通信装置に、前記無線フレームの送信を開始させる。

[0013] 本発明の一態様は、上記の制御装置としてコンピュータを機能させるための制御プログラムである。

発明の効果

[0014] 本発明により、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させたうえで、冗長通信による無線フレームの通信量を低減させることが可能である。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1実施形態における、無線通信システムの構成の例を示す図である。

[図2]第1実施形態における、用途管理テーブルの例を示す図である。

[図3]第1実施形態における、無線送信部管理テーブルの例を示す図である。

[図4]第1実施形態における、接続状態管理テーブルの例を示す図である。

[図5]第1実施形態における、接続前処理及び接続処理の例を示すシーケンス図である。

[図6]第1実施形態における、接続状態管理テーブルの更新処理の例を示すフローチャートである。

[図7]第1実施形態における、無線フレームの送信処理及び受信処理の例を示すフローチャートである。

[図8]第1実施形態における、無線フレームの送信処理及び受信処理の例を示

すシーケンス図である。

[図9]第1実施形態における、無線フレームの送信パターンの例を示す図である。

[図10]従来における、無線フレームの送信パターンの例を示す図である。

[図11]第2実施形態における、無線送信部管理テーブルの例を示す図である。

[図12]第2実施形態における、接続状態管理テーブルの例を示す図である。

[図13]第2実施形態における、平均送信時間が異なる無線フレームの送信パターンの例を示す図である。

[図14]従来における、平均送信時間が異なる無線フレームの送信パターンの例を示す図である。

[図15]第3実施形態における、無線通信システムの構成の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

(第1実施形態)

図1は、無線通信システム1の構成の例を示す図である。無線通信システム1は、無線通信を実行するシステムである。無線通信システム1は、無線設備2と、1以上の端末3とを備える。無線設備2は、制御装置4と、ネットワーク5と、複数の無線通信装置6とを備える。

[0017] 端末3は、無線フレームを用いた冗長通信を実行する端末であり、例えば、スマートフォン端末、タブレット端末である。端末3は、端末送信制御部30と、第1送信部31と、第2送信部32と、端末受信制御部33と、第1受信部34と、第2受信部35とを備える。端末送信制御部30と端末受信制御部33とは、一体でもよい。第1送信部31と第1受信部34とは、一体でもよい。第2送信部32と第2受信部35とは、一体でもよい。

[0018] 制御装置4は、無線通信装置6の無線フレームの送信等に関する制御を実行する情報処理装置（送受信処理機）である。制御装置4は、各無線通信装

置 6 による冗長通信の制御を実行する。制御装置 4 は、ネットワーク 5 を介して、各無線通信装置 6 と通信する。したがって、制御装置 4 は、無線通信装置 6 から分離された冗長通信の端点で、無線通信装置 6 の無線フレームの送信に関する制御を実行する。

[0019] 制御装置 4 は、送信制御部 4 0 と、受信制御部 4 1 とを備える。各機能部は、例えば、L S I (Large Scale Integration) や A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等のハードウェアを用いて実現される。各機能部は、C P U (Central Processing Unit) 等のプロセッサが、記憶部に記憶されたプログラムを実行することにより実現されてもよい。送信制御部 4 0 と受信制御部 4 1 とは、一体でもよい。

[0020] 制御装置 4 は、記憶部 4 2 を備える。記憶部 4 2 は、例えばフラッシュメモリ、H D D (Hard Disk Drive) などの不揮発性の記録媒体（非一時的な記録媒体）である。記憶部 4 2 は、例えば、R A M (Random Access Memory) やレジスタなどの揮発性の記録媒体を有してもよい。記憶部 4 2 は、プログラム及びテータテーブルを記憶する。

[0021] ネットワーク 5 は、L A N (Local Area Network) 等の通信回線である。ネットワーク 5 は、有線の通信回線でもよいし、無線の通信回線でもよい。

[0022] 無線通信装置 6 は、無線フレームを用いて冗長通信を実行する装置である。無線通信装置 6 は、端末 3 との間で冗長通信を実行する。各無線通信装置 6 は、異なる管理ドメインに属してもよい。各無線通信装置 6 は、ネットワーク 5 を介して制御装置 4 と通信する。

[0023] 無線通信装置 6 は、無線送信部 6 0 と、無線受信部 6 1 とを備える。各機能部は、例えば、C P U 等のプロセッサが、記憶部に記憶されたプログラムを実行することにより実現される。各機能部は、L S I や A S I C 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。無線通信装置 6 は、記憶部を更に備えてもよい。

[0024] 次に、端末 3 の詳細を説明する。

端末送信制御部 3 0 は、第 1 送信部 3 1 及び第 2 送信部 3 2 の無線フレー

ムの送信に関する制御を実行する。第1送信部31は、予め定められた無線方式で、無線フレームを無線通信装置6に送信する。第2送信部32は、予め定められた無線方式で、無線フレームを無線通信装置6に送信する。第1送信部31の無線方式と、第2送信部32の無線方式とは、同じ方式でもよいし、異なる方式でもよい。

[0025] 端末受信制御部33は、第1受信部34及び第2受信部35の無線フレームの送信に関する制御を実行する。第1受信部34は、第1送信部31の無線方式で、無線フレームを無線通信装置6から受信する。第2送信部32は、第2送信部32の無線方式で、無線フレームを無線通信装置6から受信する。

[0026] 次に、制御装置4の詳細を説明する。

図2は、用途管理テーブルの例を示す図である。用途管理テーブルは、通信の用途の管理情報が登録されるデータテーブルである。送信制御部40は、用途管理テーブルを参照する。用途管理テーブルの項目には、用途と、要求遅延と、要求信頼性と、接続を許可された端末とがある。

[0027] 用途管理テーブルにおいて、「用途」は、通信の用途を表す。「要求遅延」は、無線通信システム1に対して要求される無線フレーム遅延時間（パケット遅延時間）を表す。「要求信頼性」は、無線通信システム1に対して要求される無線フレーム到達確率（パケット到達確率）を表す。「接続を許可された端末」は、無線通信装置6との通信の接続を許可された端末3を表す。

[0028] 図3は、無線送信部管理テーブルの例を示す図である。無線送信部管理テーブルは、無線送信部60の管理情報が登録されるデータテーブルである。送信制御部40は、無線送信部管理テーブルを参照する。無線送信部管理テーブルの項目には、無線通信装置と、無線送信部と、無線方式と、コストと、利用可能な周波数帯と、無線フレームの損失確率と、無線フレーム平均送信時間とがある。

[0029] 無線送信部管理テーブルにおいて、「無線通信装置」は、「無線送信部」

に登録されている無線送信部 60 を備える無線通信装置 6 を表す。「無線送信部」は、「無線通信装置」に登録されている無線通信装置 6 に備えられた無線送信部 60 であり、無線フレームを送信する無線送信部 60 を表す。「無線方式」は、無線送信部 60 が実行する通信の無線方式（例えば、W i - F i ）を表す。「コスト」は、無線送信部 60 が実行する通信のコストを表す。「利用可能な周波数帯」は、無線送信部 60 が実行する無線通信が利用可能である周波数帯（チャネル）を表す。「無線フレームの損失確率」は、端末 3 及び無線通信装置 6 の間における無線フレームの損失確率を表す。「無線フレーム平均送信時間」は、端末 3 及び無線通信装置 6 の間における無線フレームの送信時間の平均を表す。

[0030] 図 4 は、接続状態管理テーブルの例を示す図である。接続状態管理テーブルは、端末 3 及び無線通信装置 6 の間における通信の接続状態の管理情報が登録されるデータテーブルである。送信制御部 40 は、接続状態管理テーブルを参照する。接続状態管理テーブルの項目には、接続関係と、状態と、優先度と、送信を開始する再送回数とがある。接続関係の項目には、端末と、無線設備とがある。無線設備の項目には、無線通信装置と、無線送信部とがある。

[0031] 接続状態管理テーブルにおいて、「端末」は、「無線通信装置」に登録されている無線通信装置 6 との通信を実行する端末 3 を表す。「無線通信装置」は、「端末」に登録されている端末 3 との通信を実行する無線通信装置 6 である。「無線送信部」は、「無線通信装置」に登録されている無線通信装置 6 において通信を実行する無線送信部 60 である。

「状態」は、「無線送信部」に登録されている無線送信部 60 が通信に使用されている状態であるか否かを表す。「優先度」は、「無線送信部」に登録されている無線送信部 60 の優先度を表す。優先度の値は、その値が小さいほど、その優先度が高いことを表す。「送信を開始する再送回数」は、「無線送信部」に登録されている無線送信部 60 が無線フレームの送信を開始する再送回数を表す。この再送回数は、優先度が最も高い無線送信部 60 - 1

による無線フレームの再送回数を表す。図4では、例えば、優先度が最も高い無線送信部60-1による無線フレームの再送回数が1回となった場合、送信制御部40は、優先度が2番目に高い無線送信部60-2による無線フレームの送信を開始させる。

[0032] 図1に戻り、制御装置4の詳細の説明を続ける。送信制御部40は、要求部400を備える。要求部400は、無線送信部60による通信のコストを表す情報を、図3に示されたような無線送信部管理テーブルから取得する。

[0033] 要求部400は、図4に示されたような接続状態管理テーブルにおいて、各無線送信部60に優先度を設定する。要求部400は、図3に示されたような通信のコストと無線フレームの損失確率とに基づいて、各無線送信部60に優先度を設定する。

[0034] 要求部400は、通信のコストの低い無線送信部60が優先的に通信に使用されるように、優先度を設定する。すなわち、要求部400は、通信のコストの低い無線送信部60に、高い優先度を設定する。要求部400は、無線フレームの損失確率の低い無線送信部60が優先的に通信に使用されるように、優先度を設定する。すなわち、要求部400は、無線フレームの損失確率の低い無線送信部60に、高い優先度を設定する。

[0035] ここで、要求部400は、無線フレームの損失確率の低さよりも、通信のコストの低さを優先してもよい。すなわち、要求部400は、無線フレームの損失確率の低い無線送信部60に設定された優先度よりも高い優先度を、通信のコストの低い無線送信部60に設定してもよい。

[0036] 要求部400は、図3に示されたような無線送信部管理テーブルにおける「無線フレームの損失確率」に基づいて、図4に示されたような接続状態管理テーブルにおける「送信を開始する再送回数」を設定する。要求部400は、無線フレームの損失確率が低い無線送信部60の「送信を開始する再送回数」に、小さい値を設定する。例えば、要求部400は、無線フレームの損失確率が最も低い無線送信部60-1の「送信を開始する再送回数」に、0を設定する。要求部400は、無線フレームの損失確率が2番目に低い無

線送信部60-2の「送信を開始する再送回数」に、1を設定する。要求部400は、無線フレームの損失確率が3番目に低い無線送信部60-3の「送信を開始する再送回数」に、2を設定する。

[0037] 要求部400は、無線フレームごとの再送状況又は送信完了状況と、無線送信部60ごとの優先度に基づいて、無線フレームの送信若しくは再送の開始又は停止を、1以上の無線送信部60に対して要求する。

[0038] 無線フレームの再送状況は、無線送信部60ごとの無線フレームの再送回数又は再送タイムアウトを表す。再送タイムアウトは、無線フレームが再送されてから、その再送された無線フレームを受信する端末3からの応答信号（ACK無線フレーム）を無線受信部61が受信するまでの時間がタイムアウトしたことを表す。

[0039] 要求部400は、図4に示されたような接続状態管理テーブルにおける「送信を開始する再送回数」と、優先度が最も高い無線送信部60-1から通知された再送回数との比較結果に基づいて、無線フレームの送信又は再送の開始を無線送信部60に対して要求する。

[0040] 要求部400は、優先度が最も高い無線送信部60-1における無線フレームの再送回数の増加に応じて、より多くの無線送信部60に、無線フレームの送信（再送）を開始させる。これによって、要求部400は、冗長通信による無線フレームの通信量を低減することができる。

[0041] ここで、要求部400は、設定された優先度の高い無線送信部60（優先度の値が小さい無線送信部60）を優先的に通信に使用する。例えば、優先度が最も高い無線送信部60-1による無線フレームの再送回数が1回となった場合、要求部400は、優先度が2番目に高い無線送信部60-2による無線フレームの送信を開始させる。例えば、優先度が最も高い無線送信部60-1による無線フレームの再送回数が2回となった場合、要求部400は、優先度が3番目に高い無線送信部60-3による無線フレームの送信を開始させる。

[0042] 受信制御部41は、パケットを受信制御部41から取得する。例えば、受

信制御部 4 1 は、パケットの応答信号を受信制御部 4 1 から取得する。

[0043] 次に、無線通信装置 6 の詳細を説明する。

無線送信部 6 0 は、通知部 6 0 0 と、アンテナとを備える。通知部 6 0 0 は、無線通信装置 6 から端末 3 に送信された無線フレームの再送状況（再送回数等）を、要求部 4 0 0 に通知する。通知部 6 0 0 は、無線通信装置 6 から端末 3 に送信された無線フレームの送信完了（ACK）を、要求部 4 0 0 に通知する。無線フレームの再送状況及び送信完了を要求部 4 0 0 に通知することによって、通知部 6 0 0 は、冗長通信の端点を端末 3 及び無線通信装置 6 から分離し、冗長通信の端点を制御装置 4 とすることができる。

[0044] 無線受信部 6 1 は、パケットの無線フレームを、端末 3 - 1 から取得する。無線受信部 6 1 は、パケットを受信制御部 4 1 に送信する。例えば、無線受信部 6 1 は、パケットの応答信号の無線フレームを、端末 3 - 1 から取得する。無線受信部 6 1 は、パケットの応答信号を受信制御部 4 1 に送信する。

[0045] 次に、無線通信システム 1 の動作を説明する。

図 5 は、接続前処理及び接続処理の例を示すシーケンス図である。図 5 において、接続前処理は、ステップ S 1 0 1 からステップ S 1 1 1 までの処理である。接続処理は、ステップ S 1 1 2 の処理である。

[0046] 制御装置 4 は、冗長通信に使用することが可能である 1 以上の無線送信部 6 0 を表すグループ識別子（例えば、制御装置 4 の識別子）を、無線通信装置 6 - 1 に送信する（ステップ S 1 0 1）。無線通信装置 6 - 1 は、グループ識別子と無線通信装置 6 - 1 の識別子とを含む無線フレームを、端末 3 - 1 に送信する（ステップ S 1 0 2）。

[0047] 制御装置 4 は、グループ識別子を無線通信装置 6 - 1 に送信する（ステップ S 1 0 3）。無線通信装置 6 - 1 は、グループ識別子と無線通信装置 6 - 2 の識別子とを含む無線フレームを、端末 3 - 1 に送信する（ステップ S 1 0 4）。

[0048] 端末 3 - 1 は、同じグループ識別子の無線送信部 6 0 をグループ化する（

ステップS 1 0 5)。端末3-1は、同じグループ識別子を持つグループ化された1以上の無線送信部60のうちから、一つの無線送信部60を選択する(ステップS 1 0 6)。端末3-1は、接続要求を表す情報を、無線通信装置6-1に通知する。接続要求を表す情報は、同じグループ識別子を持つ無線送信部60のうちで端末3-1が接続可能である1以上の無線送信部60のリストを表す情報と、通信の用途を表す情報とを含む(ステップS 1 0 7)。無線通信装置6-1は、接続要求を表す情報を、制御装置4に送信する(ステップS 1 0 8)。

[0049] 制御装置4は、接続要求を表す情報に基づいて、接続状態管理テーブルを更新する(ステップS 1 0 9)。制御装置4は、接続要求に対する応答を表す情報を、無線通信装置6-1に通知する。接続要求に対する応答を表す情報は、端末3-1が接続して通信に使用する無線送信部60のリストを表す情報を含む(ステップS 1 1 0)。無線通信装置6-1は、接続要求に対する応答を表す情報を、無線フレームによって端末3-1に通知する(ステップS 1 1 1)。制御装置4と無線通信装置6-1と端末3-1とは、所定の接続処理を実行する(ステップS 1 1 2)。

[0050] 図6は、接続状態管理テーブルの更新処理の例を示すフローチャートである。この更新処理は、図5ではステップS 1 0 9の処理である。接続要求を表す情報を端末3から受信した場合、要求部400は、同じグループ識別子を持つ無線送信部60のうちで端末3-1が接続可能である1以上の無線送信部60のリストを表す情報と、用途を表す情報とを、接続要求を表す情報から取り出す。このリストの長さLは、端末3が接続する無線送信部60の個数を表す(ステップS 2 0 1)。

[0051] 要求部400は、図2に示されたような用途管理テーブルにおいて「用途」に対応付けられている「接続を許可された端末」に、接続要求を送信した端末3-1が含まれているか否かを判定する(ステップS 2 0 2)。接続要求を送信した端末3-1が「接続を許可された端末」に含まれている場合(ステップS 2 0 2: YES)、要求部400は、その「用途」に対応付けら

れている「要求遅延」と「要求信頼性」とを、用途管理テーブルから取得する（ステップS203）。要求部400は、取得された要求遅延の時間に対応する送信回数の上限Mを算出する（ステップS204）。

[0052] 要求部400は、その「用途」に対応付けられているエントリを、接続状態管理テーブルに追加する。例えば、要求部400は、そのエントリの「接続関係：端末」に、その接続要求を送信した端末3-1を設定する。要求部400は、そのエントリの「接続関係：無線設備」に、同じグループ識別子を持つ無線送信部60のうちで端末3-1が接続可能である1以上の無線送信部60のリストを設定する。要求部400は、そのエントリの「状態」に「未使用」を設定する（ステップS205）。

[0053] 要求部400は、無線送信部管理テーブルにおいて「無線フレームの損失確率」が低い順に、無線送信部60を端末3ごとに選択する。要求部400は、接続状態管理テーブルにおいて、追加されたエントリの「無線送信部」における無線送信部60のうち、選択された無線送信部60の優先度に、1から順にインクリメントされた値を設定する。要求部400は、異なるコストが無線送信部管理テーブルに登録されている場合、通信のコストが低い順に、高い優先度を無線送信部60に設定する（ステップS206）。

[0054] 以下、優先度*i*の無線送信部60の送信回数を「 N_i 」と表記する。要求部400は、優先度*i*が1である N_1 にはMを設定し、優先度*i*が1以外である N_i には0を設定する（ステップS207）。

[0055] 図6において、ステップS208以降では、優先度*i*の初期値は2である。要求部400は、優先度*i*の値に1を加算する。要求部400は、 N_2 がMより大きいかな否かを判定する（ステップS208）。 N_2 がM以下である場合（ステップS208：NO）、要求部400は、優先度*i*の値が長さL以下であるかな否かを判定する（ステップS209）。

[0056] 優先度*i*の値が長さLを超えている場合（ステップS209： $i > L$ ）、要求部400は、ステップS208に処理を戻す。優先度*i*の値が長さL以下である場合（ステップS209： $i \leq L$ ）、要求部400は、優先度*i*の

無線送信部60において無線フレームを N_i 回送信した場合に要求信頼性が満たされるか否かを判定する（ステップS210）。

要求信頼性が満たされない場合（ステップS210：NO）。要求部400は、送信回数 N_i に、1を加算する（ステップS211）。要求部400は、ステップS209に処理を戻す。

[0057] 要求信頼性が満たされる場合（ステップS210：YES）、要求部400は、図4に示されたような接続状態管理テーブルにおいて、優先度 i の無線送信部60に対応付けられている「送信を開始する再送回数」を、 $(M - N_i)$ 回に設定する（ステップS212）。要求部400は、接続状態管理テーブルにおいて、送信回数 N_i が0でない無線送信部60の「状態」に、「使用」を設定する（ステップS213）。要求部400は、接続要求に対する応答を表す情報を、端末3-1に通知する。すなわち、要求部400は、図4に示されたような接続状態管理テーブルにおいて「状態」が「使用」となっている無線送信部60のリストを、端末3-1が接続する無線送信部60のリストとして、端末3-1に通知する（ステップS214）。

[0058] 送信回数 N_2 が M を超えている場合（ステップS208：YES）、要求部400は、接続要求に対する応答を、端末3-1に送信する。すなわち、要求部400は、要求信頼性を満たすことができないことを、端末3-1に通知する（ステップS215）。

[0059] 接続要求を送信した端末3-1が「接続を許可された端末」に含まれていない場合（ステップS202：NO）、要求部400は、接続の拒否を端末3-1に通知する（ステップS216）。

[0060] 図7は、無線フレーム（パケット）の送信処理及び受信処理の例を示すフローチャートである。端末3-1に送信されるパケットが制御装置4に到着した場合、要求部400は、宛先である端末3-1の識別情報をパケットから取得する（ステップS301）。要求部400は、宛先である端末3-1との接続関係がある無線通信装置6のうち、接続状態管理テーブルにおいて「送信を開始する再送回数」が0である全ての無線通信装置6に、パケット

を送信する（ステップS302）。

[0061] 要求部400は、送信されたパケットの複製を、応答信号（ACK）の受信を待つためのバッファに記録する（ステップS303）。要求部400は、接続状態管理テーブルにおいて、0より大きい再送回数のうち最小の再送回数に対応する再送タイムアウトの時間をタイマに設定する（ステップS304）。要求部400は、無線通信装置6から送信された応答信号（ACK）の受信を待つ（ステップS305）。

[0062] ステップS305において、要求部400は、優先度の値が最小である無線通信装置6から再送状況を表す情報を受信した場合、接続状態管理テーブルに基づいて、再送状況を表す情報に含まれている再送回数と等しい「送信を開始する再送回数」に対応する全ての無線通信装置6に、パケットを送信する。要求部400は、再送タイムアウトの時間が超過した場合、接続状態管理テーブルに基づいて、再送状況を表す情報に含まれている再送回数と等しい「送信を開始する再送回数」に対応する全ての無線通信装置6に、パケットを送信する。無線通信装置6は、無線通信装置6がパケットを取得した場合、無線送信部管理テーブルにおける「利用可能な周波数帯」に登録されている周波数帯の無線フレームを用いて、パケットを端末3-1に送信する（ステップS306）。

[0063] 要求部400は、接続状態管理テーブルに基づいて、無線送信部60-1における現在の再送回数よりも多い再送回数うちの最小の再送回数に対応する再送タイムアウトの時間を定める。例えば、要求部400は、無線フレーム平均送信時間に再送回数を乗算した結果に基づいて、再送タイムアウトの時間を定める（ステップS307）。要求部400は、ステップS305に処理を戻す。

[0064] ステップS305において、無線フレームの遅延が要求遅延を超過した場合、要求部400は、宛先である端末3-1との接続関係がある全ての無線通信装置6に、無線フレームの再送の停止を要求する信号を送信する（ステップS308）。要求部400は、応答信号（ACK）が受信されたパケッ

トの複製、又は要求遅延を超過したパケットの複製を、応答信号の受信を待つためのバッファから削除する（ステップS309）。

[0065] ステップS305において、制御装置4が応答信号（ACK）を無線通信装置6から受信した場合、宛先である端末3-1との接続関係がある無線通信装置6のうち、応答信号を受信した無線通信装置6を除き、無線フレームを再送している全ての無線通信装置6に、無線フレームの再送の停止を要求する信号を送信する（ステップS310）。要求部400は、ステップS309に処理を進める。

[0066] 図8は、無線フレーム（パケット）の送信処理及び受信処理の例を示すシーケンス図である。図7に示されたステップS301において、送信制御部40は、第1パケットを取得し、第1パケットを複製する（ステップS401）。送信制御部40は、第1パケットの送信を無線送信部60-1に要求する（ステップS402）。無線送信部60-1は、第1パケットの無線フレームを第1受信部34-1に送信する（ステップS403）。

[0067] 第1受信部34-1は、無線フレームに含まれている第1パケットを、端末受信制御部33-1に送信する（ステップS404）。端末受信制御部33-1は、第1パケットを取得する（ステップS405）。第1送信部31-1は、第1パケットを正常に受信したので、第1パケットの応答信号（ACK）の無線フレームを、無線受信部61-1に送信する（ステップS406）。無線受信部61-1は、第1パケットの応答信号を、受信制御部41に送信する（ステップS407）。

[0068] 図7に示されたステップS301において、送信制御部40は、第2パケットを取得し、第2パケットを複製する（ステップS408）。送信制御部40は、第2パケットの送信の開始を、無線送信部60-1に要求する（ステップS409）。無線送信部60-1は、第2パケットの無線フレームを、第1受信部34-1に送信する。図8では、送信された第2パケットの無線フレームが失われた（ステップS410）。

[0069] 第1受信部34-1が応答信号（ACK無線フレーム）を送信し、送信さ

れた応答信号を無線受信部 61-1 が受信するまでの時間は、タイムアウトする（ステップ S411）。無線送信部 60-1 は、第 2 パケットの無線フレームを、第 1 受信部 34-1 に再送する。図 8 では、再送された第 2 パケットの無線フレームが失われた（ステップ S412）。これによって、第 2 パケットの無線フレームの再送回数が規定回数を超過した（ステップ S413）。

[0070] 無線送信部 60-1 は、第 2 パケットの再送状況（再送回数）を、受信制御部 41 に通知する（ステップ S414）。図 7 に示されたステップ S305 において、送信制御部 40 は、送信制御を要求する必要があるか否かを、第 2 パケットの再送状況に基づいて判定する（ステップ S415）。

[0071] 図 7 に示されたステップ S306 において、送信制御部 40 は、第 2 パケットの送信を無線送信部 60-2 に要求する（ステップ S416）。無線送信部 60-2 は、第 2 パケットの無線フレームを第 2 受信部 35-1 に送信する（ステップ S417）。第 2 受信部 35-1 は、無線フレームに含まれている第 2 パケットを、端末受信制御部 33-1 に送信する（ステップ S418）。端末受信制御部 33-1 は、第 2 パケットを取得する（ステップ S419）。

[0072] 第 1 受信部 34-1 が応答信号（ACK 無線フレーム）を送信し、送信された応答信号を無線受信部 61-1 が受信するまでの時間は、タイムアウトする（ステップ S420）。無線送信部 60-1 は、第 2 パケットの無線フレームを、第 1 受信部 34-1 に再送する。図 8 では、再送された第 2 パケットの無線フレームが失われた（ステップ S421）。

[0073] 端末送信制御部 30-1 は、第 1 受信部 34-1 が第 2 パケットの無線フレームを受信していない場合でも、第 2 受信部 35-1 が第 2 パケットの無線フレームを受信したので、第 2 パケットの応答信号の無線フレームを、第 2 送信部 32-1 からだけでなく第 1 送信部 31-1 から送信させる。このため、端末送信制御部 30-1 は、第 2 パケットの応答信号を第 1 送信部 31-1 に送信する（ステップ S422）。第 1 送信部 31-1 は、第 2 パ

ケットの応答信号の無線フレームを、無線受信部61-1に送信する。図8では、送信された第2パケットの応答信号の無線フレームが失われた（ステップS423）。

[0074] 第2受信部35-1が第2パケットの無線フレームを正常に受信したので、第2送信部32-1は、第2パケットの応答信号の無線フレーム（ACK無線フレーム）を、無線受信部61-2に送信する（ステップS424）。無線受信部61-2は、第2パケットの応答信号を、受信制御部41に送信する（ステップS425）。

[0075] 図7に示されたステップS310において、送信制御部40は、無線受信部61-1が第2パケットの応答信号の無線フレームを受信していない場合でも、無線受信部61-2が第2パケットの応答信号の無線フレームを受信したので、第2パケットの再送の停止を、無線送信部60-2に対してだけでなく無線送信部60-1に対しても要求する。このため、送信制御部40は、第2パケットの再送の停止を、無線送信部60-1に要求する（ステップS426）。

[0076] 図9は、無線フレームの送信パターンの例を示す図である。図9では、無線送信部60-1のチャネルにおいて、無線フレーム到達確率が最も高い。無線送信部60-3のチャネルにおいて、無線フレーム到達確率が最も低い。

[0077] 制御装置4は、無線送信部60-2が無線フレームの送信を開始するタイミングを、無線フレーム到達確率が最も高い無線送信部60-1が無線フレームの送信を開始するタイミングよりも遅くする。制御装置4は、無線フレーム到達確率が最も低い無線送信部60-3が無線フレームの送信を開始するタイミングを、無線送信部60-2が無線フレームの送信を開始するタイミングよりも遅くする。

[0078] 無線フレーム到達確率が最も高い無線送信部60-1のチャネルを優先的に通信に用いるように各無線送信部60の動作を制御装置4が制御するので、再送される無線フレームが発生する確率は低い。したがって、制御装置4

は、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させたうえで、冗長通信による無線フレームの通信量を低減させることが可能である。

[0079] 図9との比較のため、従来における無線フレームの送信パターンの例を、図10に示す。

図10は、従来における、無線フレームの送信パターンの例を示す図である。各無線送信部は、無線リソースの混雑時に無線フレームを複製し、冗長通信を実行することによって、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させる。図10では、3個に複製された同じ無線フレームが、同時刻において送信される。各無線送信部は、このように冗長通信を実行することによって、無線リソースを余計に消費してしまう場合がある。

[0080] 以上のように、第1実施形態の無線通信システム1は、複数の無線通信装置6と、制御装置4とを備える。複数の無線通信装置6は、無線フレームを端末3に送信する。無線通信装置6は、無線フレームの再送回数を表す情報を制御装置に送信する。制御装置4は、無線フレームの再送回数を表す情報を取得する。制御装置4は、再送回数に応じて無線通信装置6（無線送信部60）を選択する。制御装置4は、選択された無線通信装置6に無線フレームの送信を開始させる。

[0081] これによって、第1実施形態の無線通信システム1は、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させたうえで、冗長通信による無線フレームの通信量を低減させることが可能である。

[0082] 制御装置4は、複数の無線通信装置6を制御する。制御装置4は、受信制御部41と、要求部400とを備える。受信制御部41は、無線フレームの再送回数を表す情報を無線通信装置から受信する。要求部400は、再送回数に応じて無線通信装置を選択し、選択された無線通信装置に無線フレームの送信を開始させる。

[0083] これによって、第1実施形態の制御装置4は、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させたうえで、冗長通信による無線フレームの通信量を低減させることが可能である。

[0084] 無線通信システム 1 は、有線ネットワークを介して接続された複数の無線送信部 60 であって、異なる管理ドメインに属する複数の無線送信部 60 を用いて、冗長通信を実行することが可能である。無線通信システム 1 は、複数の無線送信部 60 を同時に使用することが可能であり、単一の無線送信部 60 が利用可能である全ての周波数帯で無線フレーム到達確率が低い場合でも、複数の無線送信部 60 を用いて、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させることが可能である。

[0085] 要求部 400 は、無線通信装置 6（無線送信部 60）ごとに優先度を定める。要求部 400 は、無線通信装置 6 の通信のコストと無線通信装置 6 の無線フレームの損失確率とのうちの少なくとも一方に基づいて、無線通信装置 6 ごとに優先度を定める。要求部 400 は、複数の無線通信装置のうちで優先度が最も高い無線通信装置 6 における再送回数の増加に応じて選択された無線通信装置 6 に、無線フレームの送信を開始させる。要求部 400 は、通信のコスト及び信頼性が互いに異なる複数の無線アクセス方式を同時に利用する場合、コスト等に応じて定められた優先度の高い無線送信部 60 を優先的に通信に使用する。

[0086] これによって、無線通信システム 1 は、通信のコストを抑えながら、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させたうえで、異種セルラネットワーク連携によって通信のエリアを拡大することが可能である。また、無線通信システム 1 は、異種セルラネットワークの連携によって通信継続性を向上させることが可能である。

[0087] 無線通信システム 1 は、無線リソースが混雑している環境で冗長通信を実行する場合における、無線リソースへの影響を大幅に減らすことが可能である。無線通信システム 1 は、データ量が多い画像データ等の無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させることが可能である。

[0088] 制御装置 4 は、無線通信装置 6 から分離された冗長通信の端点で、無線通信装置 6 の動作を制御することが可能である。制御装置 4 は、m R A T（multi-Radio Access Technology）のインターフェースを、管理ドメインの異な

る無線通信装置 6 に提供することが可能である。

[0089] (第 2 実施形態)

第 2 実施形態では、異なる無線送信部 60 から送信される無線フレームの平均送信時間（無線フレーム長）が互いに異なる点が、第 1 実施形態と相違する。第 2 実施形態では、第 1 実施形態との相違点を説明する。

[0090] 図 11 は、無線送信部管理テーブルの例を示す図である。図 11 では、図 3 に示された無線送信部管理テーブルに、無線送信部 60-4 が更に登録されている。無線送信部 60-4 の無線方式は、W i - F i ではなく、L T E (Long Term Evolution) である。無線送信部 60-4 の通信のコストは、他の無線送信部 60 の通信のコストと比較して高い。

無線送信部 60-4 の利用可能な周波数は「B a n d 1」である。無線送信部 60-4 の無線フレームの損失確率は、10%である。無線送信部 60-4 の無線フレームの平均送信時間は、10msである。

[0091] 図 12 は、接続状態管理テーブルの例を示す図である。図 12 では、図 3 に示された接続状態管理テーブルに、無線送信部 60-4 が更に登録されている。無線送信部 60-4 の通信の状態は「使用」である。無線送信部 60-4 の優先度は「4」である。無線送信部 60-4 の「送信を開始する再送回数」は「2」である。

[0092] 異なる無線送信部 60 から送信される無線フレームの平均送信時間（無線フレーム長）が互いに異なるので、要求部 400 は、図 6 に示されたステップ S 209 からステップ S 111 までの処理において、無線フレーム長の比率に応じたスキップ処理を実行する。例えば、送信時間が 10ms である無線フレームの無線フレーム長は、送信時間が 5ms である無線フレームの無線フレーム長の 2 倍である。このため、要求部 400 は、送信時間が 10ms である無線フレームを送信する無線送信部 60-4 の送信回数 N_i をインクリメントする頻度は、図 6 に示されたステップ S 211 において、2 回に 1 回の頻度とする。

[0093] 図 13 は、平均送信時間が異なる無線フレームの送信パターンの例を示す

図である。時間軸の0 msから5 msまでにおいて、無線通信装置6-1は、1個の無線フレームを送信する。時間軸の5 msから10 msまでにおいて、無線通信装置6-1は、1個の無線フレームを再送する。

[0094] 時間軸の10 msから15 msまでにおいて、無線通信装置6-1は、1個の無線フレームを再送する。優先度が2番目に高い無線通信装置6-2は、1個の無線フレームを再送する。優先度が2番目に高い無線通信装置6-4は、無線フレーム長が2倍である1個の無線フレームを再送する。

[0095] 時間軸の15 msから20 msまでにおいて、無線通信装置6-1は、1個の無線フレームを再送する。優先度が2番目に高い無線通信装置6-2は、1個の無線フレームを再送する。優先度が2番目に高い無線通信装置6-4は、無線フレーム長が2倍である1個の無線フレームを再送し続ける。優先度が3番目に高い無線通信装置6-3は、1個の無線フレームを再送する。

[0096] 時間軸の10 msから20 msまでにおいて、各無線フレームが再送される確率は4%以下である。1パケットに対する無線フレームの送信回数の期待値は、図11に示されたような無線送信部管理テーブルの「無線フレームの損失確率」に応じて、1.29回となる。

[0097] 図13との比較のため、従来における無線フレームの送信パターンの例を、図14に示す。

図14は、従来における、平均送信時間が異なる無線フレームの送信パターンの例を示す図である。図14では、制御装置は、要求信頼性を満たすように、無線フレームの損失確率に応じて、同時に送信される無線フレームの個数（最小の冗長度）を定める。1パケットに対する無線フレームの送信回数の期待値は、図11に示されたような無線送信部管理テーブルの「無線フレームの損失確率」に応じて、4.07回となる。

[0098] 以上のように、第2実施形態の要求部400は、無線フレーム長の比率に応じて、無線送信部60における無線フレームの送信の頻度を変更する。これによって、第2実施形態の無線通信システム1は、異なる無線送信部60

から送信される無線フレームの平均送信時間（無線フレーム長）が互いに異なる場合でも、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させたうえで、冗長通信による無線フレームの通信量を低減させることが可能である。

[0099] （第3実施形態）

第3実施形態では、無線通信装置が送信制御部及び受信制御部を備える点が、第1実施形態及び第2実施形態と相違する。第3実施形態では、第1実施形態及び第2実施形態との相違点を説明する。

[0100] 図15は、無線通信システム1の構成の例を示す図である。無線通信装置6は、複数の無線送信部60と、複数の無線受信部61と、無線送信制御部62と、無線受信制御部63とを備える。図15では、各無線送信部60は、通知部600を備えていなくてもよい。

[0101] 無線送信制御部62は、無線送信部60-2及び60-3の無線フレームの送信に関する制御を実行する。無線送信制御部62は、通知部600を備える。無線送信制御部62の通知部600は、無線送信部60-2及び60-3から端末3に送信された無線フレームの再送状況（再送回数等）を、要求部400に通知する。

[0102] 無線受信制御部63は、無線受信部61-2及び61-3の無線フレームの受信に関する制御を実行する。無線受信制御部63は、無線受信部61-2によって受信された無線フレームのパケットを取得する。同様に、無線受信制御部63は、無線受信部61-3によって受信された無線フレームのパケットを取得する。無線受信制御部63は、受信されたパケットを受信制御部41に送信する。

[0103] 以上のように、第3実施形態の無線通信装置6は、複数の無線送信部60と、通知部600とを備える。通知部600は、複数の無線送信部60から端末3に送信された無線フレームの再送状況（再送回数等）を、要求部400に通知する。これによって、第3実施形態の無線通信システム1は、複数の無線送信部60及び無線受信部61を無線通信装置6が備えている場合でも、無線フレーム到達確率に関して信頼性を向上させたうえで、冗長通信に

よる無線フレームの通信量を低減させることが可能である。

[0104] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

[0105] 上述した実施形態における端末、制御装置及び無線通信装置をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよく、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のプログラマブルロジックデバイスを用いて実現されるものであってもよい。

産業上の利用可能性

[0106] 本発明は、無線通信システムに適用可能である。

符号の説明

[0107] 1…無線通信システム、2…無線設備、3…端末、4…制御装置、5…ネットワーク、6…無線通信装置、30…端末送信制御部、31…第1送信部、32…第2送信部、33…端末受信制御部、34…第1受信部、35…第

2 受信部、4 0 …送信制御部、4 1 …受信制御部、4 2 …記憶部、6 0 …無線送信部、6 1 …無線受信部、6 2 …無線送信制御部、6 3 …無線受信制御部、4 0 0 …要求部、6 0 0 …通知部

請求の範囲

- [請求項1] 無線フレームを端末に送信する複数の無線通信装置と、制御装置とを備える無線通信システムであって、
- 前記無線通信装置は、前記無線フレームの再送回数を表す情報を前記制御装置に送信し、
- 前記制御装置は、前記無線フレームの再送回数を表す情報を取得し、前記再送回数に応じて前記無線通信装置を選択し、選択された前記無線通信装置に前記無線フレームの送信を開始させる、
- 無線通信システム。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記無線通信装置ごとに優先度を定め、複数の前記無線通信装置のうちで前記優先度が最も高い前記無線通信装置における前記再送回数の増加に応じて選択された前記無線通信装置に、前記無線フレームの送信を開始させる、請求項1に記載の無線通信システム。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記無線通信装置の通信のコストと前記無線通信装置の前記無線フレームの損失確率とのうちの少なくとも一方に基づいて、前記無線通信装置ごとに優先度を定める、請求項2に記載の無線通信システム。
- [請求項4] 無線フレームを端末に送信する複数の無線通信装置と、制御装置とを備える無線通信システムが実行する制御方法であって、
- 前記無線通信装置は、前記無線フレームの再送回数を表す情報を前記制御装置に送信し、
- 前記制御装置は、前記無線フレームの再送回数を表す情報を取得し、前記再送回数に応じて前記無線通信装置を選択し、選択された前記無線通信装置に前記無線フレームの送信を開始させる、
- 制御方法。
- [請求項5] 前記制御装置は、前記無線通信装置ごとに優先度を定め、複数の前記無線通信装置のうちで前記優先度が最も高い前記無線通信装置にお

ける前記再送回数の増加に応じて選択された前記無線通信装置に、前記無線フレームの送信を開始させる、請求項4に記載の制御方法。

[請求項6] 無線フレームを端末に送信する複数の無線通信装置を制御する制御装置であって、

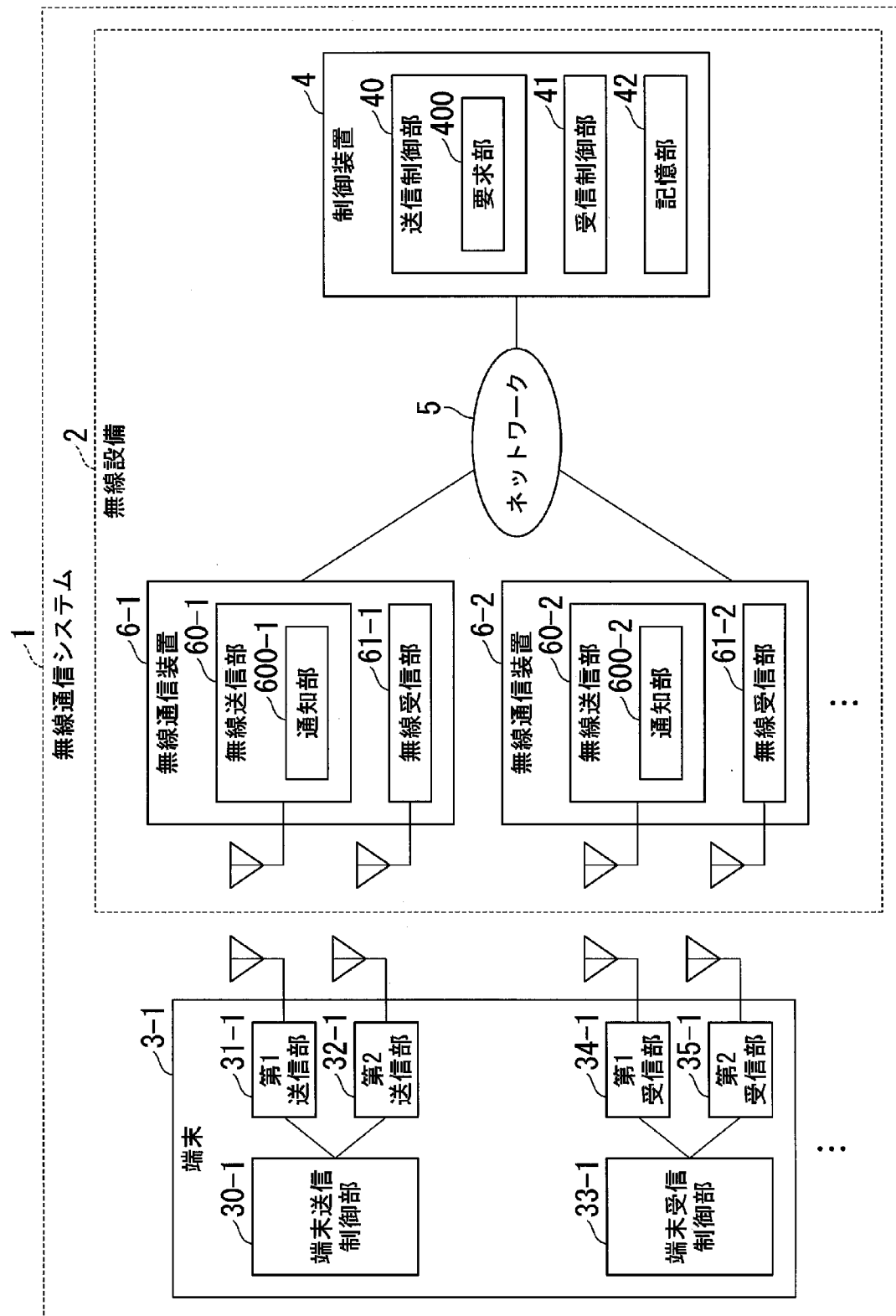
 前記無線フレームの再送回数を表す情報を前記無線通信装置から受信する受信制御部と、

 前記再送回数に応じて前記無線通信装置を選択し、選択された前記無線通信装置に前記無線フレームの送信を開始させる要求部と
 を備える制御装置。

[請求項7] 前記要求部は、前記無線通信装置ごとに優先度を定め、複数の前記無線通信装置のうちで前記優先度が最も高い前記無線通信装置における前記再送回数の増加に応じて選択された前記無線通信装置に、前記無線フレームの送信を開始させる、請求項6に記載の制御装置。

[請求項8] 請求項6又は請求項7に記載の制御装置としてコンピュータを機能させるための制御プログラム。

[図1]



[図2]

用途	要求遅延	要求信頼性	接続を許可された端末
装置監視	20ms	99.999%	端末3-1、...
...	...	...	...

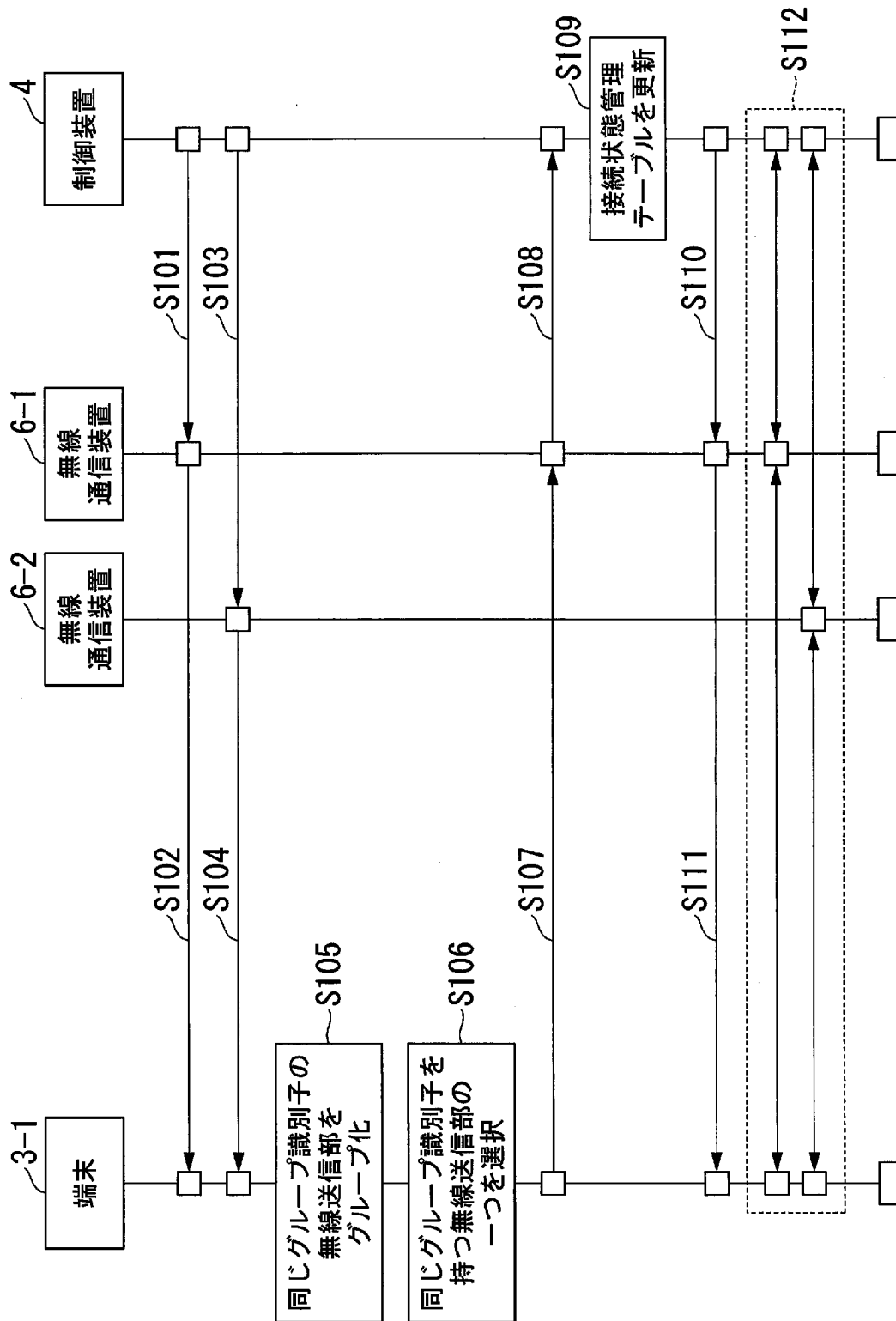
[図3]

無線通信装置	無線送信部	無線方式	コスト	利用可能な周波数帯	無線フレームの損失確率	無線フレーム平均送信時間
無線通信装置6-1	無線送信部60-1	Wi-Fi	低	11ch	20%	5ms
無線通信装置6-2	無線送信部60-2	Wi-Fi	低	6ch	30%	5ms
無線通信装置6-3	無線送信部60-3	Wi-Fi	低	1ch	40%	5ms
...	...	...	...	...	...	...

[図4]

接続関係			状態	優先度	送信を開始する再送回数
端末	無線設備				
	無線通信装置	無線送信部			
端末3-1	無線通信装置6-1	無線送信部60-1	使用	1	0
	無線通信装置6-2	無線送信部60-2	使用	2	1
	無線通信装置6-3	無線送信部60-3	使用	3	2
...	...	...	...	...	...

[図5]

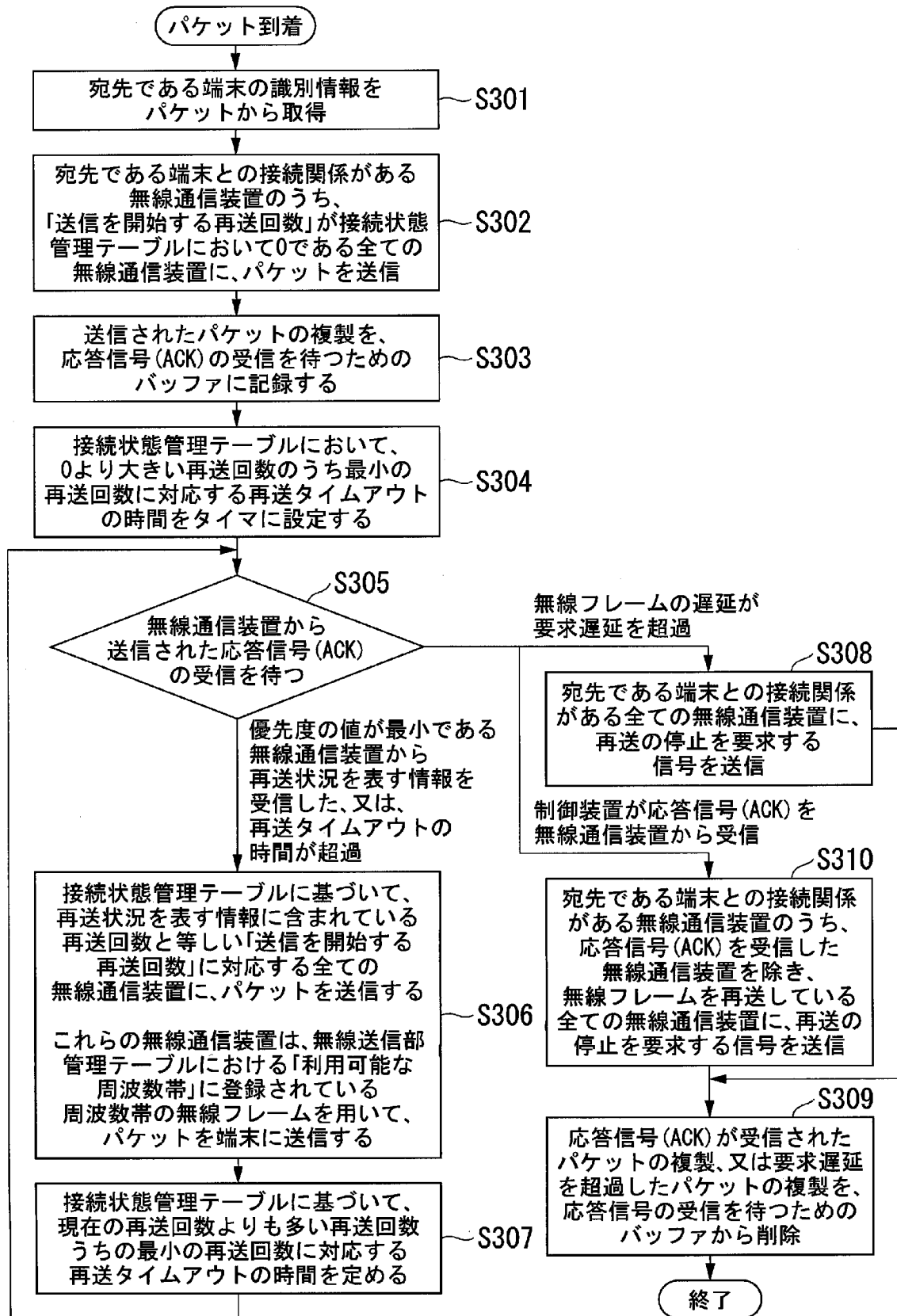


```

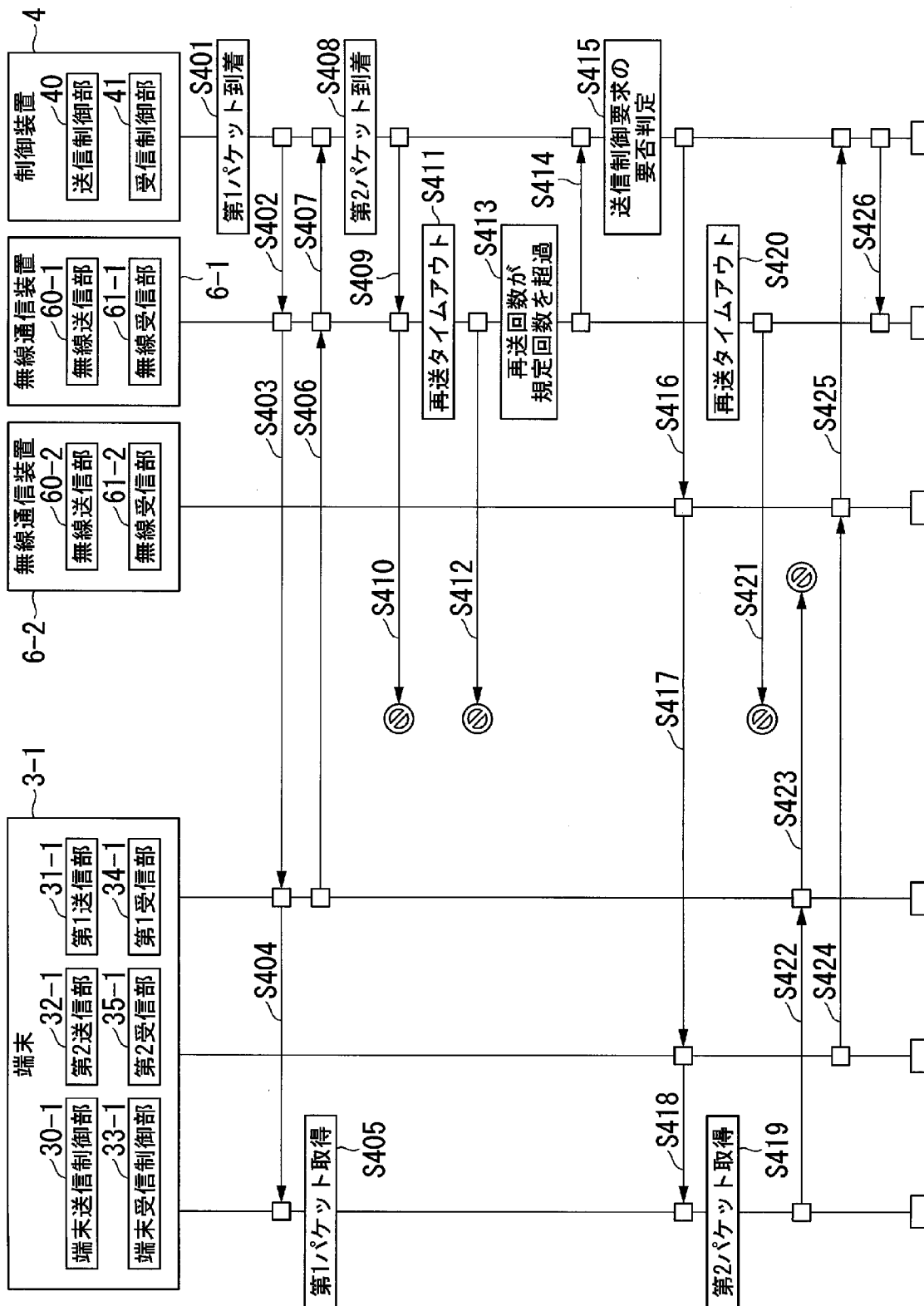
graph TD
    S201[開始：接続要求を端末から受信] --> S202{「用途」と、「同じグループ識別子とを、接続要求から取り出す無線送信部のリスト」とを、接続要求に含まれているか？}
    S202 -- NO --> S216[終了：接続の拒否を端末に通知]
    S202 -- YES --> S203[その「用途」に対応付けられている「要求遅延」と「要求信頼性」とを用途管理テーブルから取得する]
    S203 --> S204[要求遅延に対応する送信回数の上限Mを算出する]
    S204 --> S205[その「用途」に対応付けられているエントリを接続状態管理テーブルに追加する  
そのエントリの「接続関係：端末」にその接続要求を送信した端末を設定する  
そのエントリの「接続関係：無線設備」に「同じグループ識別子で接続可能な無線送信部のリスト」を設定する  
そのエントリの「状態」に「未使用」を設定する]
    S205 --> S206[無線送信部管理テーブルにおいて「無線フレームの損失確率」が低い順に、無線送信部を選択する  
接続状態管理テーブルにおいて、追加されたエントリの「無線送信部」のうち、選択された無線送信部の優先度N1に、1から順にインクリメントした値を設定する  
異なるコストが無線送信部管理テーブルに登録されている場合、コストが低い順に、高い優先度を無線送信部に設定する]
    S206 --> S207[優先度iの無線送信部の送信回数をNiとして、N1にMを設定し、i≠1のNiに0を設定する]
    S207 --> S208{N2がMより大きいか？}
    S208 -- YES --> S209[if i > L  
for i = 2 : i ≤ L : i = i + 1]
    S208 -- NO --> S210{優先度iの無線送信部において無線フレームをNi回送信した場合に要求信頼性が満たされるか？}
    S210 -- YES --> S212[優先度iの無線送信部に対応付けられている「送信を開始する再送回数」を、(M - Ni)回に設定する]
    S210 -- NO --> S211[送信回数Niに、1を加算]
    S211 --> S210
    S212 --> S213[Niが0でない無線送信部の「状態」に「使用」を設定する]
    S213 --> S215[終了：接続要求応答を端末に通知  
(「状態」が「使用」となっている無線送信部を、端末が接続する無線送信部のリストとして通知)  
終了：接続要求応答を端末に通知  
(要求信頼性を満たすことができないことを通知)]

```

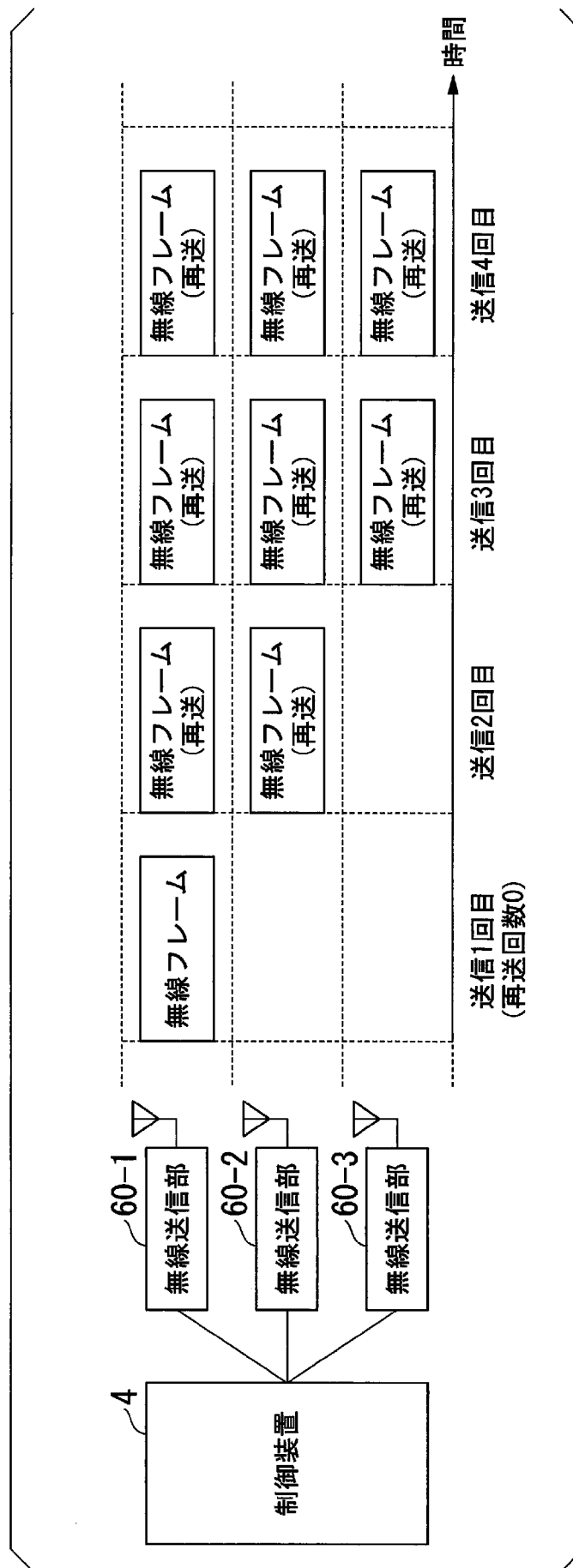
[図7]



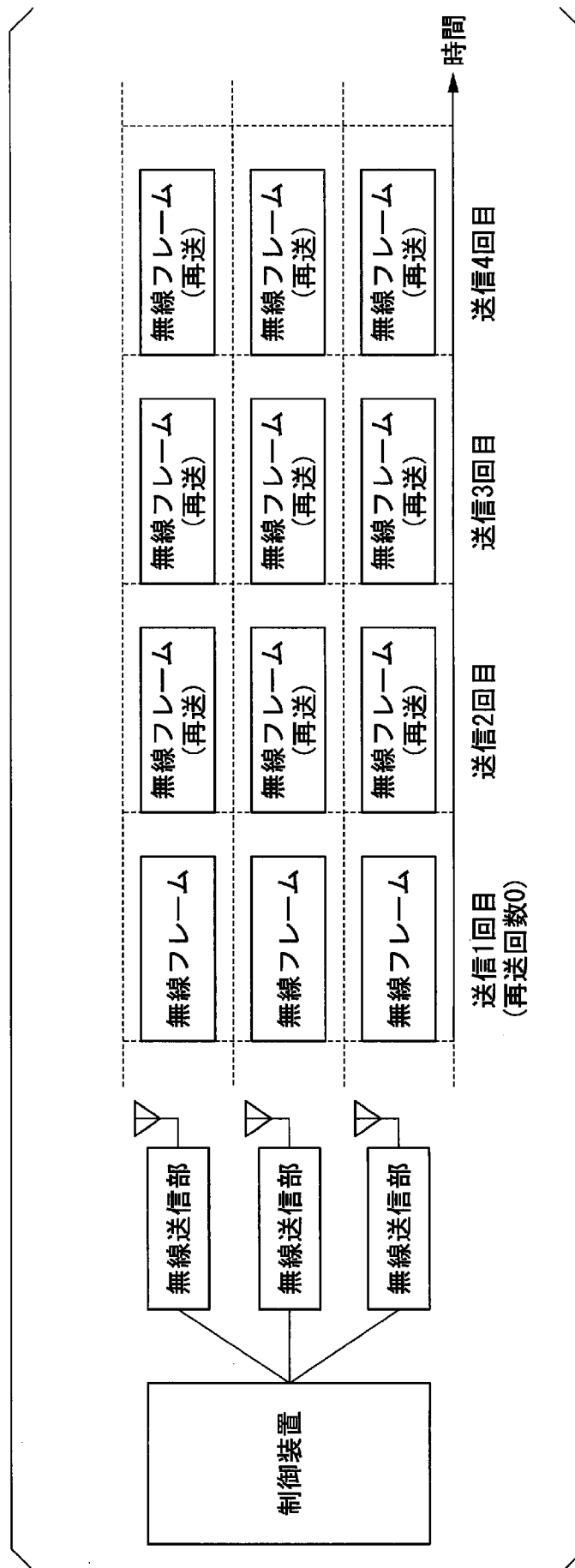
[図8]



[図9]



[図10]



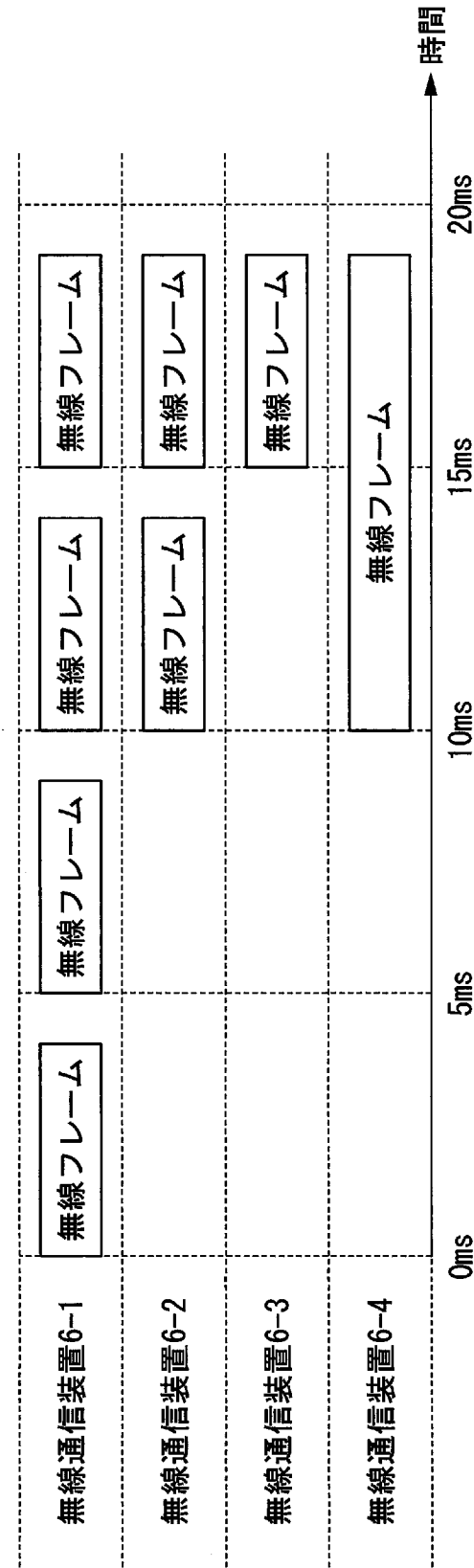
[図11]

無線通信装置	無線送信部	無線方式	コスト	利用可能な周波数帯	無線フレームの損失確率	無線フレーム平均送信時間
無線通信装置6-1	無線送信部60-1	Wi-Fi	低	11ch	20%	5ms
無線通信装置6-2	無線送信部60-2	Wi-Fi	低	6ch	30%	5ms
無線通信装置6-3	無線送信部60-3	Wi-Fi	低	1ch	40%	5ms
無線通信装置6-4	無線送信部60-4	LTE	高	Band1	10%	10ms
	...	...	...			

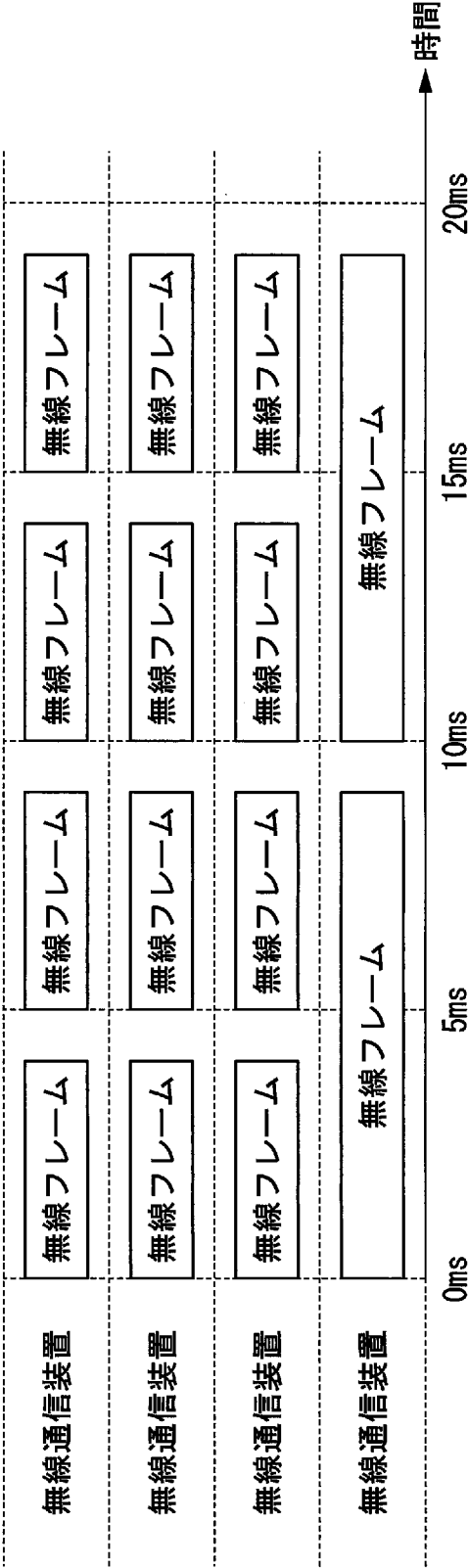
[図12]

接続関係			状態	優先度	送信を開始する再送回数
端末	無線設備				
	無線通信装置	無線送信部			
端末3-1	無線通信装置6-1	無線送信部60-1	使用	1	0
	無線通信装置6-2	無線送信部60-2	使用	2	2
	無線通信装置6-3	無線送信部60-3	使用	3	3
	無線通信装置6-4	無線送信部60-4	使用	4	2
...		...		...	

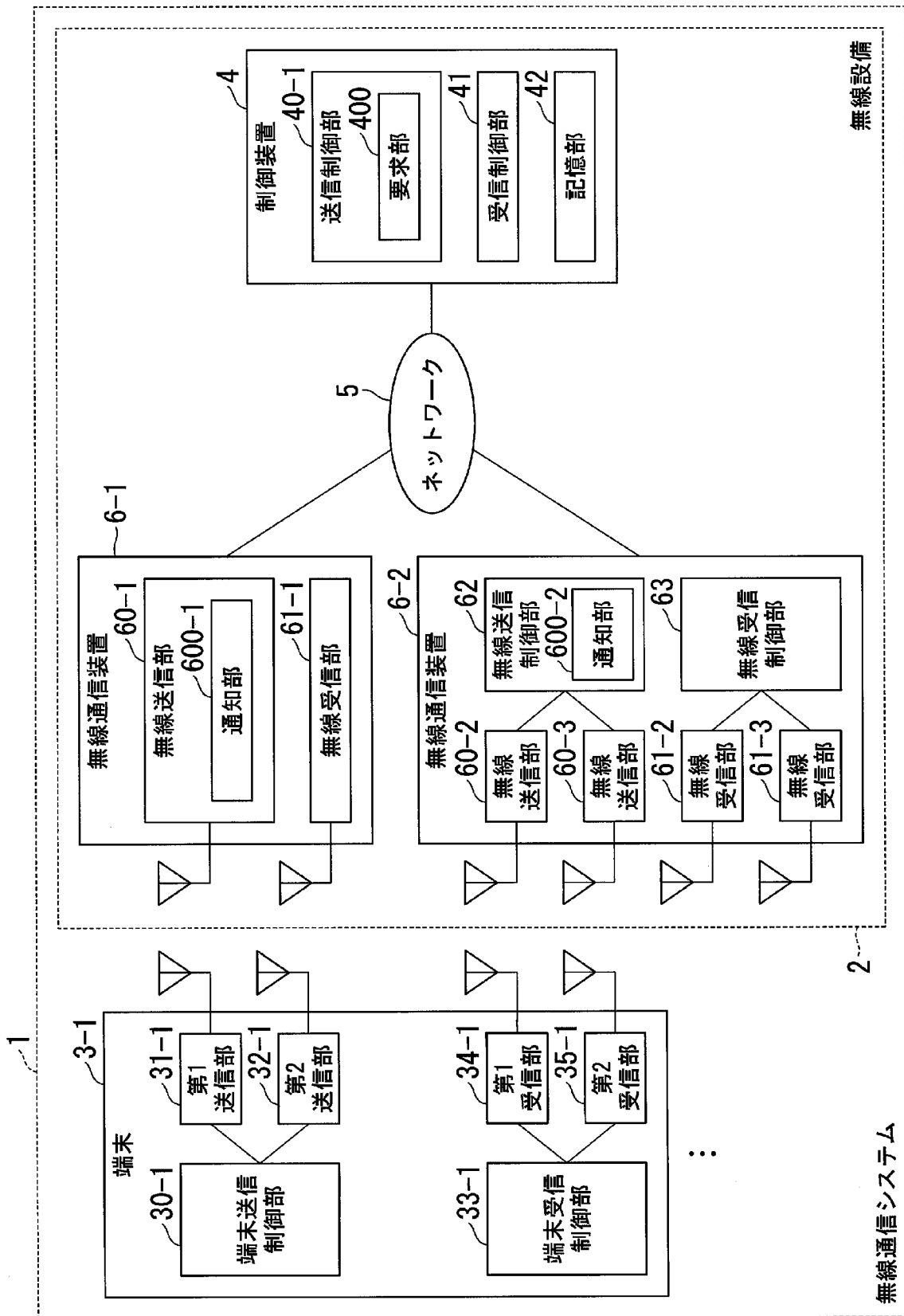
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024686

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04W28/04 (2009.01) i, H04W40/14 (2009.01) i, H04W88/12 (2009.01) i, H04W92/12 (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)

Int. Cl. H04W4/00-99/00

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
Y	JP 2014-171106 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 18 September 2014, paragraphs [0047]-[0053], [0080]-[0096], [0106]-[0108], [0165]-[0176], fig. 1 (Family: none)	1-8
Y	JP 2016-220164 A (FUJITSU LTD.) 22 December 2016, paragraphs [0044]-[0060] & US 2016/0353320 A1, paragraphs [0073]-[0089],	1-8
A	妙中雄三, フレーム再送回数をを用いたプロアクティブ型アクセスポイント選択手法の提案と実装, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 107, no. 261, 11 October 2007, pp. 27-32 (TAENAKA, Yuzo et al. Implementation of Proactive AP Selection Algorithm based on Frame Retransmissions. IEICE Technical Report.)	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16.07.2019

Date of mailing of the international search report
30.07.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024686

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	妙中雄三, TCP 通信を対象とした異なる IP サブネット間のハンド オーバー制御機構の実装, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 108, no. 458, 24 February 2009, pp. 203-208 (TAENAKA , Yuzo et al. Implementation of TCP handover method in inter-domain WLANs. IEICE Technical Report.)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04W28/04(2009.01)i, H04W40/14(2009.01)i, H04W88/12(2009.01)i, H04W92/12(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（I P C））

Int.Cl. H04W4/00-99/00

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 1 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 9 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
Y	JP 2014-171106 A（住友電気工業株式会社）2014.09.18, 段落 [0 0 4 7] - [0 0 5 3]、[0 0 8 0] - [0 0 9 6]、 [0 1 0 6] - [0 1 0 8]、[0 1 6 5] - [0 1 7 6]、図 1 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2016-220164 A（富士通株式会社）2016.12.22, 段落 [0 0 4 4] - [0 0 6 0] & US 2016/0353320 A1, paragraphs 0073-0089	1-8

☑ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 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

1 6 . 0 7 . 2 0 1 9

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 7 . 2 0 1 9

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

齋藤 浩兵

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4

5 J

1 1 5 8

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 請求項の番号
A	妙中 雄三, フレーム再送回数を用いたプロアクティブ型アクセス ポイント選択手法の提案と実装, 電子情報通信学会技術研究報告 V o l . 1 0 7 N o . 2 6 1, 2007.10.11, 第107 巻, pp.27-32	1-8
A	妙中 雄三, T C P通信を対象とした異なる I Pサブネット間のハ ンドオーバー制御機構の実装, 電子情報通信学会技術研究報告 V o l . 1 0 8 N o . 4 5 8, 2009.02.24, 第108 巻 第458 号, pp.203-208	1-8