

(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2月20日(20.02.2020)



(10) 国際公開番号

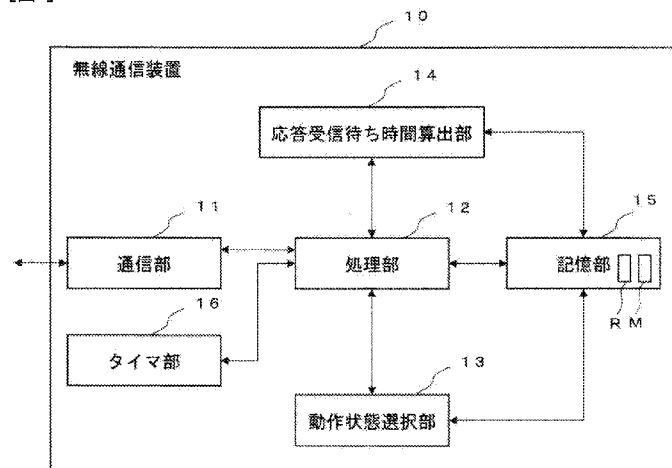
WO 2020/035979 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 40/10 (2009.01) H04W 52/02 (2009.01)
H04W 8/00 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/020332
- (22) 国際出願日: 2019年5月22日(22.05.2019)
- (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 2018-152863 2018年8月15日(15.08.2018) JP
- (71) 出願人: 沖電気工業株式会社(OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1058460 東京都港区虎ノ門一丁目7番12号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 土江 康太(TSUCHIE, Kota); 〒1058460 東京都港区虎ノ門一丁目7番12号 沖電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 久保 祐樹(KUBO, Yuki); 〒1058460 東京都港区虎ノ門一丁目7番12号 沖電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 濱上 卓磨(HAMAGAMI, Takuma); 〒1058460 東京都港区虎ノ門一丁目7番12号 沖電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所(TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17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,

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

(54) 発明の名称: 無線通信システム、無線通信装置、及び無線通信プログラム

[図1]



- 10... RADIO COMMUNICATION DEVICE
11... COMMUNICATION UNIT
12... PROCESSING UNIT
13... OPERATING STATE SELECTING UNIT
14... RESPONSE RECEPTION WAITING TIME CALCULATING UNIT
15... STORAGE UNIT
16... TIMER UNIT

(57) Abstract: This radio communication system includes a radio communication device and a plurality of radio relay devices. The radio communication device: transmits an adjacent search packet; receives one or more response packets in response to the adjacent search packet; after the adjacent search packet has been transmitted, switches an operating state of the radio communication device from intermittent operation to continuous operation; upon being notified that a reception standby time for response packets has elapsed, selects a radio relay device to set as a connection destination, from among radio relay devices of the transmission sources of the response packets received during the reception standby time; and after selecting the connection destination, switches the operating state from continuous operation to intermittent operation. Each radio relay device: receives the adjacent search packet; transmits the response packet in response to the adjacent search packet; and upon being notified that a transmission standby time, which is a time to wait until transmitting the response packet, has elapsed, transmits the response packet using a communication method for continuous operation.

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 無線通信システムは、無線通信装置と、複数の無線中継装置と、を有する。無線通信装置は、隣接探索パケットを送信し、隣接探索パケットに対する応答パケットを受信し、隣接探索パケットを送信後、当該無線通信装置の動作状態を間欠動作から連続動作に切り替え、応答パケットの受信待機時間が経過した旨が通知されると、受信待機時間の間に受信した応答パケットの送信元の無線中継装置の中から接続先とする無線中継装置を選択し、接続先を選択後、動作状態を連続動作から間欠動作に切り替える。無線中継装置は、隣接探索パケットを受信し、隣接探索パケットに対する応答パケットを送信し、応答パケットを送信するまでの待ち時間である送信待機時間が経過した旨が通知されると、応答パケットを連続動作における通信方法で送信する。

明 細 書

発明の名称：

無線通信システム、無線通信装置、及び無線通信プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、無線通信システム、無線通信装置、及び無線通信プログラムに関し、例えば、無線マルチホップネットワークに適用し得るものである。

背景技術

[0002] 複数の無線通信装置（以下、「ノード」とも呼ぶ）と、各ノードを管理する管理装置とを含む無線ネットワークシステムでは、各ノードが管理装置と直接通信できない場合、他のノードが直接通信できないノードに代わって通信を中継するマルチホップネットワークの形態を採用することがある。このマルチホップネットワークの形態により、遠距離にあるノードは、管理装置と通信することが可能となる。

[0003] また、無線ネットワークシステムが構築（設置）される環境によっては電源を確保することが難しい場合が多々ある。このような環境では、ノードを電池駆動で動作させることでネットワークを構築することができる。ノードを電池駆動で動作させる場合、ノードは間欠動作することによって電池寿命を向上させることができる。間欠動作とは、ノードが通信を行わない「スリープ状態」と通信を行う「アクティブ状態」とを周期的に切り替える省電力制御技術のことである。

[0004] 間欠動作の一例として、ノードは基本スリープ状態にあり、一定期間毎にアクティブ状態になって受信するデータが存在するか否か確認を行う。間欠動作するノード間の通信では、データ送信ノードは受信ノードがアクティブ状態の時にデータを送信する必要がある。そのため、データ送信ノードは送信するデータが存在することを示すパケット（以下、「ウェイクアップパケット」とも呼ぶ）を受信ノードのスリープ期間の間だけ送信する。ウェイクアップパケットにはデータの送信タイミングが含まれており、受信ノードは

ウェイクアップパケットを受信すると、ウェイクアップパケットに含まれるデータ送信タイミングに基づきアクティブ状態になりデータを受信する。このように間欠動作するノード間の通信では、間欠動作しないノード間の通信と比べて、1パケットの送信にスリープ期間（間欠周期）だけ余計に時間を要する。

[0005] ところで、マルチホップネットワークに新規参加するノード（以下、「参加ノード」とも呼ぶ）は、ネットワークに参加（加入）するとき、自身が管理装置と直接通信できない場合には、ネットワーク参加要求パケットを参加ノードに代わって中継してもらうノード（以下、「親ノード」とも呼ぶ）を、ネットワークに加入済みのノードの中から選択する。

[0006] このような親ノードを選択するために、参加ノードは、自身の周辺ノード（以下、「隣接ノード」とも呼ぶ）を探索するパケット（以下、「隣接ノード探索パケット」とも呼ぶ）をブロードキャストする。隣接ノード探索パケットを受信した隣接ノードは、応答パケットを参加ノードに返信する。このとき、隣接ノードの応答パケットの送信タイミングが他の隣接ノードと重なると、パケットが衝突し、参加ノードは応答パケットを受信できない。そのため、各隣接ノードは、衝突を回避するために、隣接ノード探索パケットの受信後にランダム時間だけ待ってから応答パケットを送信する。そして、参加ノードは、受信した応答パケットの中から親ノードを選択する。

[0007] 親ノードの選択方法には、種々様々な方法が存在すると考えられるが、例えば、受信パケットの受信信号強度（RSSI値）が最も高いノードを選択することが考えられる。参加ノードは、全ての近隣ノードの応答パケットを収集し、その中から親ノードを選択することで、最適な親ノードを決定できる。ただし、全ての隣接ノードが衝突無く応答パケットを送信するためには、周辺のノード密度が高い場合を考慮して応答パケットのランダム待ち時間を十分長く設定する必要がある。また参加ノードも応答パケットのランダム待ち時間の最大値まで待つ必要がある。特にノードが間欠動作する場合、1パケットの送信に間欠周期だけ時間が掛かるため、応答パケットの待ち時間

は隣接ノード数と間欠周期に比例して増加する。

[0008] 以上より、間欠動作するノードで構成される無線ネットワークシステムでは、参加ノードの親ノード選択に時間がかかることが問題となる。

[0009] 特開2009-302694号公報及び特表2011-523830号公報に記載の技術は、マルチホップネットワークにおける、最適な親ノードの選択方法に関する技術である。特開2009-302694号公報及び特表2011-523830号公報に記載の技術では、参加ノードは、隣接ノードから送信される当該隣接ノードの情報（現在の子ノードの数、管理装置までのホップ数、管理装置までのRTT（Round Trip Time）等）を受信し、最適と思われる隣接ノードを親ノードとして選択する。

[0010] また、特表2011-523830号公報では、各ノードはネットワーク参加後にも、隣接ノードとの通信履歴から、パケットロス率やSN比（Signal-to-Noise ratio）を算出し、これらの情報から最適な親ノードを動的に変更する。

[0011] そして、特開2015-179923号公報では、データ通信相手（宛先ノード又は中継ノード）の選択方法について開示されている。特開2015-179923号公報に記載の技術では、各ノードは一定間隔で間欠送信信号を発信する。データを送信するノードは、一定期間だけ直接通信範囲にあるノードの間欠送信信号を待ち、受信した間欠送信信号の送信元ノードから、電池残量などを指標に含む無線機選択規則に従い通信相手を選択する。このとき、無線機選択規則の最低条件を満たさないノードは通信相手候補から除外される。

[0012] 特開2015-179923号公報に記載の技術は、最適な通信相手を選択するのではなく、一定期間の間に受信した間欠送信信号の中から少なくとも一定条件を満たすノードを選ぶという点で特開2009-302694号公報及び特表2011-523830号公報に記載の技術とは異なる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 特開 2009-302694 号公報及び特表 2011-523830 号公報に記載の技術は、いずれも最適な親ノードを選択するための指標に関する技術であり、最適な親ノードを選択するためには、全隣接ノードからの応答パケットを待つことが前提となっている。

[0014] また、特開 2015-179923 号公報に記載の技術は、データ送信ノードの間欠送信信号待ち時間を調整するなどで、一定の条件を満たす親ノードを早く選択することができると考えられる。しかしながら、特開 2015-179923 号公報に記載の技術では、選択される親ノードは必ずしも最適な親ノードではないため、選択された親ノードによっては最適な親ノードを選択した場合と比べて通信品質の劣化が懸念される。

[0015] そのため、各ノードが間欠動作するネットワークにおいて、親ノード選択に掛かる時間を削減し、かつ通信品質の高い親ノードを選択できる無線通信システム、無線通信装置、及び無線通信プログラムが望まれている。

課題を解決するための手段

[0016] 第 1 の態様は、ネットワークへの接続を要求し、間欠動作による無線通信を行う無線通信装置と、該無線通信装置の接続を受付ける複数の無線中継装置と、を有する無線通信システムにおいて、(1) 前記無線通信装置は、(1-1) 前記無線中継装置を探索するための隣接探索パケットを周囲のネットワークに向けて送信し、前記隣接探索パケットに対する応答パケットを受信する第 1 の通信部と、(1-2) 前記応答パケットの受信待ち時間である受信待機時間を算出する応答受信待ち時間算出部と、(1-3) 前記応答受信待ち時間算出部により算出された前記受信待機時間の経過を管理する第 1 のタイマ部と、(1-4) 受信した前記応答パケットを記憶する第 1 の記憶部と、(1-5) 前記隣接探索パケットを送信後、当該無線通信装置の動作状態を間欠動作から連続動作に切り替え、前記第 1 のタイマ部により前記受信待機時間が経過した旨が通知されると、前記受信待機時間の間に受信した前記応答パケットの送信元の前記無線中継装置の中から接続先とする前記無線中継装置を選択し、接続先を選択後、前記動作状態を連続動作から間欠動

作に切り替える第1の処理部と、を有し、(2)前記無線中継装置は、(2-1)前記隣接探索パケットを受信し、前記隣接探索パケットに対する前記応答パケットを送信する第2の通信部と、(2-2)前記応答パケットを送信するまでの待ち時間である送信待機時間を算出する応答送信待ち時間算出部と、(2-3)前記応答送信待ち時間算出部により算出された前記送信待機時間の経過を管理する第2のタイマ部と、(2-4)前記第2のタイマ部により前記送信待機時間が経過した旨が通知されると、前記応答パケットを連続動作における通信方法で送信するように前記第2の通信部を制御する第2の処理部と、を有する。

[0017] 第2の態様は、ネットワークへの接続を要求し、間欠動作による無線通信を行う無線通信装置において、(1)自身の接続を受付ける無線中継装置を探索するための隣接探索パケットを周囲のネットワークに向けて送信し、前記隣接探索パケットに対する応答パケットを受信する第1の通信部と、(2)前記応答パケットの受信待ち時間である受信待機時間を算出する応答受信待ち時間算出部と、(3)前記応答受信待ち時間算出部により算出された前記受信待機時間の経過を管理する第1のタイマ部と、(4)受信した前記応答パケットを記憶する第1の記憶部と、(5)前記隣接探索パケットを送信後、当該無線通信装置の動作状態を間欠動作から連続動作に切り替え、前記第1のタイマ部により前記受信待機時間が経過した旨が通知されると、前記受信待機時間の間に受信した前記応答パケットの送信元の前記無線中継装置の中から接続先とする前記無線中継装置を選択し、接続先を選択後、前記動作状態を連続動作から間欠動作に切り替える第1の処理部とを有する。

[0018] 第3の態様の無線通信プログラムは、ネットワークへの接続を要求し、間欠動作による無線通信を行う無線通信装置に搭載されるコンピュータに、(1)自身の接続を受付ける無線中継装置を探索するための隣接探索パケットを周囲のネットワークに向けて送信し、前記隣接探索パケットに対する応答パケットを受信し、(2)前記応答パケットの受信待ち時間である受信待機時間を算出し、(3)算出された前記受信待機時間の経過を管理し、(4)

受信した前記応答パケットを記憶し、（５）前記隣接探索パケットを送信後、当該無線通信装置の動作状態を間欠動作から連続動作に切り替え、前記受信待機時間が経過した旨が通知されると、前記受信待機時間の間に受信した前記応答パケットの送信元の前記無線中継装置の中から接続先とする前記無線中継装置を選択し、接続先を選択後、前記動作状態を連続動作から間欠動作に切り替える、処理を実行させる。

発明の効果

[0019] 本開示によれば、各ノードが間欠動作するネットワークにおいて、親ノード選択に掛かる時間を削減し、かつ通信品質の高い親ノードを選択できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施形態に係る無線通信装置の機能的構成について示すブロック図である。

[図2]実施形態に係る無線通信システムの全体構成例を示すブロック図である。

[図3]実施形態に係る無線中継装置の機能的構成について示すブロック図である。

[図4]実施形態に係る無線通信装置の動作（加入済みノードを選択するまでの動作）を示すフローチャートである。

[図5]実施形態に係る動作状態選択部の動作（動作切替情報を算出する処理）を示すフローチャートである。

[図6]実施形態に係る応答パケットの受信待ち時間中の応答パケットの送信タイミングを示す説明図である。

[図7]実施形態に係る無線中継装置（加入済みノード）の動作（隣接探索パケット受信時の動作）を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0021] （Ａ）主実施形態

以下、本開示に係る無線通信システム、無線通信装置、及び無線通信プログラムの一実施形態を、図面を参照しながら詳述する。

[0022] (A-1) 実施形態の構成

(A-1-1) 全体構成

図2は、実施形態に係る無線通信システム1の全体構成例を示すブロック図である。

[0023] まず、無線通信システム1の構成について説明する。

[0024] 無線通信システム1には、無線通信装置10と、複数の無線中継装置20(20-1~20-k)と、基地局30とが配置されている。無線通信システム1に配置される各装置の数は限定されないが、この実施形態の無線通信システム1では、少なくとも1個の無線通信装置10と、複数個の無線中継装置20(20-1~20-k、 $k \geq 2$)と、1個の基地局30とが配置されているものとして説明する。

[0025] また、無線通信システム1では、既にネットワークに加入済みの無線通信装置である無線中継装置20及び基地局30によりマルチホップネットワークが構成されているものとする。以下では、無線通信装置10、無線中継装置20、及び基地局30のことを、総称して「ノード」とも呼ぶものとする。また、無線通信システム1のネットワークへ参加するために接続先を選択するノード(無線通信装置10)を「参加ノード」と呼び、参加ノードからの接続を受け付ける被接続ノード(無線中継装置20)を「加入済みノード」と呼ぶものとする。また、あるノードと直接通信可能な隣接するノードを「隣接ノード」と呼ぶものとする。無線通信システム1内の各装置間(ノード間)の通信方式(通信媒体)については限定されないが、例えば、種々の無線LANインタフェースの通信方式を適用することができる。

[0026] 次に、この実施形態の無線通信システム1の特徴の概要を述べる。

[0027] この実施形態では、参加ノードは、隣接探索パケットを送信後、間欠動作から常にアクティブな連続動作に動作状態を変更する。参加ノードの隣接ノード(加入済みノード)は、間欠動作しない場合の通信方法(つまり、ウェイクアップパケットを送信せずデータパケットのみを送信する方法)で応答パケットを送信する。参加ノードは、一定時間応答パケットを待った後、受

信した応答パケットから最大のパス品質値を持つ隣接ノードを親ノードとして選択する。

[0028] なお、パス品質値とは、自身と基地局 30 との間の通信品質値を表し、例えば基地局 30 までの経路上のリンク品質値（例えば RSSI 値やパケットロス率を基に算出される値）の和で表される。また、参加ノードの応答パケットの待ち時間は、無線通信システム 1 で想定される最大のノード密度において、全近隣ノードが応答を送信できる確率から算出する。さらに、電池寿命を考慮して、参加ノードは、親ノード選択の試行回数に応じて動作状態を連続動作に変更するか間欠動作のまま動作するか判断してもよい。

[0029] 次に、無線通信装置 10（参加ノード）及び無線中継装置 20（加入済みノード）の詳細構成について述べる。基地局 30 は既存の構成と同様のため、説明を省略する。

[0030] （A-1-2）無線通信装置 10（参加ノード）の詳細な構成

図 1 は、実施形態に係る無線通信装置の機能的構成について示すブロック図である。図 1 において、無線通信装置 10 は、通信部 11、処理部 12、動作状態選択部 13、応答受信待ち時間算出部 14、記憶部 15、及びタイマ部 16 を有する。

[0031] 無線通信装置 10 は、例えば、ハードウェアのプロセッサの一例である CPU（Central Processing Unit）及び、記憶部 15 の一例であるメモリを有するコンピュータであってもよい。メモリは、無線通信プログラムを記憶し、CPU は、無線通信プログラムをロードして実行することで、通信部 11、処理部 12、動作状態選択部 13、応答受信待ち時間算出部 14 及びタイマ部 16 として機能する。

[0032] 無線通信プログラムは、SSD、HDD などの非一時的記憶媒体に記憶されていて、非一時的記憶媒体からメモリにインストールされてもよい。無線通信装置 10 は、一部又は全部をハードウェア（例えば、専用の半導体チップや電気回路等）を用いて構成するようにしてもよい。

[0033] 通信部 11 は、無線信号を送受信する手段を有する。例えば、通信部 11

はアンテナで受信した信号の復調とその信号に含まれるパケットの受信を行う。また、通信部 11 は、処理部 12 から送られてきたパケットを変調して無線信号に変換し、アンテナを用いて当該無線信号の送信を開始する。

[0034] 処理部 12 は、動作状態（間欠動作と連続動作）の切り替え、各種パケットの生成、親ノードの選択を行う手段を有する。

[0035] 処理部 12 は、まず、ネットワーク（無線通信システム 1）に参加するために加入済みノードを選択する必要があるが、その際、自身が間欠動作と連続動作のどちらの動作状態になるかを選択するための情報（以下、「動作切替情報」とも呼ぶ）を、動作状態選択部 13 に要求する。

[0036] 続いて、処理部 12 は、動作状態選択部 13 から取得した動作切替情報を応答受信待ち時間算出部 14 に通知し、隣接探索パケットに対する応答パケットの受信待ち時間の算出（取得）を応答受信待ち時間算出部 14 に要求する。処理部 12 は、応答受信待ち時間算出部 14 から取得した応答受信待ち時間分のタイマのセットをタイマ部 16 に要求する。

[0037] また、処理部 12 は、隣接探索パケットを生成し通信部 11 に当該パケットの送信を要求する。なお、隣接探索パケットには動作状態情報と応答パケットの受信待ち時間が含まれる。

[0038] 処理部 12 は、通信部 11 から応答パケットを受信すると、記憶部 15 に隣接ノードから受信した応答パケットの保存を要求する。さらに、処理部 12 は、タイマ部 16 から受信待ち時間経過の通知を受信すると、記憶部 15 から応答パケットを取得し、接続する加入済みノードを選択（親ノードを選択）する。

[0039] 動作状態選択部 13 は、記憶部 15 から親選択失敗回数 R を取得し、取得した親選択失敗回数 R を使用して動作切替情報を算出する手段を有する。親選択失敗回数 R とは、隣接探索パケットを送信してから応答パケットの受信待ち時間に 1 つの応答パケットも受信せず、隣接探索パケットの送信からリトライした回数である。動作状態選択部 13 は、算出した動作切替情報を処理部 12 に通知する。

[0040] 応答受信待ち時間算出部 14 は、処理部 12 からの要求に応じて、応答パケットの受信待ち時間を算出する手段を有する。応答受信待ち時間算出部 14 は、ネットワークシステムの最大ノード密度情報 M（隣接ノード数）を記憶部 15 から取得して利用する。応答受信待ち時間算出部 14 は、算出した受信待ち時間を処理部 12 に通知する。

[0041] 記憶部 15 は、親選択失敗回数 R、ネットワークシステムの最大ノード密度情報 M、及び隣接探索パケットに対して隣接ノードから送信された応答パケット（応答パケットの情報）を保存する手段を有する。ネットワークシステムの最大ノード密度情報 M は、例えば、システムの管理者が事前に定める。

[0042] タイマ部 16 は、処理部 12 から指定された時間のタイマをセットし、指定された時間が経過するとその旨を処理部 12 に通知する手段を有する。

[0043] （A-1-3）無線中継装置 20（加入済みノード）の詳細な構成

図 3 は、実施形態に係る無線中継装置の機能的構成について示すブロック図である。図 3 において、無線中継装置 20 は、通信部 21、処理部 22、応答送信待ち時間算出部 23、及びタイマ部 24 を有する。

[0044] 無線中継装置 20 は、例えば、ハードウェアのプロセッサの一例である CPU 及びメモリを有するコンピュータであってもよい。メモリは、無線中継プログラムを記憶し、CPU は、無線中継プログラムをロードして実行することで、通信部 21、処理部 22、応答送信待ち時間算出部 23 及びタイマ部 24 として機能する。

[0045] 無線中継プログラムは、SSD、HDD などの非一時的記憶媒体に記憶されていて、非一時的記憶媒体からメモリにインストールされてもよい。無線中継装置 20 は、一部又は全部をハードウェア（例えば、専用の半導体チップや電気回路等）を用いて構成するようにしてもよい。

[0046] 通信部 21 は、無線信号を送受信する手段を有する。例えば、通信部 21 はアンテナで受信した信号の復調とその信号に含まれるパケットの受信を行う。また、通信部 21 は、処理部 22 から送られてきたパケットを変調して

無線信号に変換し、アンテナを用いて当該無線信号の送信を開始する。

[0047] 処理部22は、通信部21から隣接探索パケットを受信すると、隣接探索パケットに含まれる動作切替情報と応答パケットの受信待ち時間を応答送信待ち時間算出部23に通知し、応答パケットの送信待ち時間の算出を応答送信待ち時間算出部23に要求する。処理部22は、応答送信待ち時間算出部23から取得した送信待ち時間のセットをタイマ部24に要求する。また、処理部22は、タイマ部24から送信待ち時間経過の通知を受信すると、応答パケットを生成し通信部21に当該パケットの送信を要求する。応答パケットには、自身のパス品質値と隣接探索パケット受信時のRSSI値が含まれる。

[0048] 応答送信待ち時間算出部23は、処理部22から受信した動作切替情報および応答パケットの受信待ち時間を使用して、応答パケットの送信待ち時間を算出する手段を有する。応答送信待ち時間算出部23は、算出した応答パケットの送信待ち時間を処理部22に通知する。

[0049] タイマ部24は、処理部22から指定された時間のタイマをセットし、指定された時間が経過するとその旨を処理部22に通知する手段を有する。

[0050] (A-2) 実施形態の動作

次に、以上のような構成を有する実施形態の無線通信システム1の動作を説明する。

[0051] 以下では、新規の無線通信装置10（参加ノード）が、マルチホップネットワークに参加するために、隣接ノード（ネットワーク加入済みノード）の中から親ノード（加入済みノード）を選択するまでの各装置（参加ノード、加入済みノード）の動作を図4～図7を用いて説明する。

[0052] 参加ノードの動作は、後述するステップS101（図4、図5）である。また、加入済みノードの動作は、後述するステップS102（図7）である。

[0053] [ステップS101：参加ノードの動作]

図4は、実施形態に係る無線通信装置（参加ノード）の動作（加入済みノ

ードを選択するまでの動作)を示すフローチャートである。

[0054] 参加ノード(処理部12)は、電源投入後、動作状態選択部13に対して、親選択動作時に動作状態を切り替えるかの情報(動作切替情報)を取得するための要求を行う(S101-1)。

[0055] 動作状態選択部13は、後述する図5の処理に従い動作切替情報を算出する(S101-2)。応答待ち時間算出部14は、算出した動作切替情報を処理部12に返信する。

[0056] 処理部12は、動作切替情報を取得すると、応答受信待ち時間算出部14に動作切替情報を通知し、自身が送信する隣接探索パケットに対する応答パケットの受信待ち時間を算出(取得)するための要求を行う(S101-3)。

[0057] 詳細には、応答受信待ち時間算出部14は、応答パケットの受信待ち時間を算出するために、記憶部15からネットワークシステムの最大ノード密度情報Mを取得する。

[0058] 次に、応答受信待ち時間算出部14は、応答パケットの受信待ち時間を、例えば、以下の(1)式を用いて算出する。

[数1]

$$P = \sum_{i=0}^{N-1} \binom{N-1}{i} \cdot \left(1 - \frac{1}{\text{slot}}\right)^{N-1-i} \cdot \left(\frac{1}{\text{slot}}\right)^i \cdot \frac{1}{i+1} \quad \dots (1)$$

[0059] 上記(1)式は、加入済みノードが参加ノードに応答パケットを送信できる確率(P)を示している。Pは、以下の2つの前提条件のもとで算出される。

[0060] 1つ目の前提条件は、加入済みノードが応答パケットを送信するタイミングを、図6に示すような応答パケットの送信時間単位に区切ったスロット単位で選択することである。ここで応答パケットの送信時間は、応答パケットのサイズからデータ送信レートを除算した値と間欠動作周期から求まる。動作切替情報が「切替」(つまり連続動作で親選択動作を実行する)の場合は

、間欠動作周期は「0」である。

[0061] 2つ目の前提条件は、各ノードは、CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 方式でデータ通信することである。つまり、ある加入済みノードが他の x 台のノードと同じタイミング（スロット）で応答パケットを送信しようとした場合でも、 $1/(x+1)$ の確率で応答パケットを送信できる。

[0062] 以上の前提条件をもとに（1）式の説明を行う。（1）式の N は最大の隣接ノード数を示し、 $slot$ は応答パケットの送信タイミングとして選択され得るスロット数を示している。（1）式の右辺の Σ の中の項は、ある加入済みノードが応答パケット送信のためにあるスロットを選択した場合に、他の N 台の加入済みノードのうち i 台が同じスロットで送信を試みた場合の応答パケット送信成功率を示しており、これを i が取り得る全ての値（つまり i から N まで）で計算した和を計算することで P が求まる。

[0063] 応答パケットの受信待ち時間は、 $slot$ の値によって決まり、ここでは P が99%以上となるように $slot$ の値（ $slot\_n$ ）を算出する。最終的に求める応答パケットの受信待ち時間は、「 $slot\_n$ 」×「応答パケット送信時間」となる。

[0064] 応答受信待ち時間算出部14は、算出した応答パケットの受信待ち時間を処理部12に返信する。

[0065] 処理部12は、応答パケットの受信待ち時間を取得すると、隣接探索パケットを生成し、通信部11を介して当該パケットを送信（例えばブロードキャスト）する（S101-4）。この際、隣接探索パケットには動作切替情報と応答パケットの受信待ち時間を含める。タイマ部16は、応答パケットの受信待ち時間だけタイマをセットする。

[0066] また、処理部12は、動作切替情報が「切替」の場合、ノードの動作状態を間欠動作から連続動作に切り替える（S101-5）。

[0067] タイマ部16は、応答パケットの受信待ち時間だけタイマをセットし、タ

タイムアウトすると（応答パケットの受信待ち時間が経過すると）、後述するステップS 1 0 1－9の処理に移行する（S 1 0 1－6）。

[0068] 一方、処理部12は、応答パケットの受信待ち時間が経過するまでの間に通信部11から応答パケットを受信すると、受信した応答パケットの情報（パス品質値、隣接探索パケット受信時のRSSI値等）と、応答パケット受信時のRSSI値とを記憶部15に保存する（S 1 0 1－7、S 1 0 1－8）。

[0069] 処理部12は、タイマ部16から応答パケットの受信待ち時間経過の通知を受信すると、記憶部15から受信した応答パケットを取得する。このとき、応答パケットを1つも受信しなかった場合、S 1 0 1－2の処理から再実行する。それ以外の場合、各応答パケットに含まれるパス品質値、隣接探索パケットのRSSI値、応答パケットのRSSI値から送信元の各加入済みノードを接続先に選択した場合のパス品質値を計算する（S 1 0 1－9）。ここで参加ノードと加入済みノードのリンク品質値は、上記2つのRSSI値（隣接探索パケットのRSSI値、応答パケット受信時のRSSI値）から求める。処理部12は、最もパス品質値の高い加入済みノードを接続先（親ノード）として選択する。

[0070] そして、処理部12は、現在の動作状態が連続動作の場合、動作状態を連続動作から間欠動作に切り替える（S 1 0 1－10）。

[0071] 次に、先述のステップS 1 0 1－2の処理（動作切替情報の算出）の補足説明を行う。図5は、実施形態に係る動作状態選択部の動作（動作切替情報を算出する処理）を示すフローチャートである。

[0072] 動作状態選択部13は、処理部12から動作切替情報の取得要求を受けると、動作状態を切り替えるか否かを決定するために、記憶部15から親選択失敗回数Rを取得する（S 1 0 1－2A）。

[0073] 動作状態選択部13は、記憶部15から親選択失敗回数Rを取得できたか否か（記憶部15に親選択失敗回数Rが存在するか否か）判定を行う（S 1 0 1－2B）。

[0074] 動作状態選択部 13 は、記憶部 15 に親選択失敗回数 R が存在しない場合（つまり初めて試行する場合）には、親選択失敗回数 R に「0」を設定する（S101-2C）。一方、動作状態選択部 13 は、親選択失敗回数 R が存在する場合、親選択失敗回数 R の現在の回数（値）に 1 だけ加算する（S101-2D）。

[0075] 次に、動作状態選択部 13 は、親選択失敗回数 R が下記（2）式のいずれかの a_n と一致するかを計算（判定）する（S101-2E）。ここで、 n は 0 以上の整数である。

[数2]

$$a_n = \begin{cases} 0 & (n = 0 \text{ の時}) \\ a_{n-1} + 1 + n & (n \geq 1 \text{ の時}) \end{cases} \quad \dots (2)$$

[0076] 動作状態選択部 13 は、親選択失敗回数 R が上記（2）式のいずれかの a_n と一致した場合には、動作切替情報を「切替」と選択し（S101-2F）、一致しない場合には、動作切替情報を「非切替」と選択する（S101-2G）。

[0077] 上記（2）式より、「切替」になるのは親選択失敗回数 R が、例えば、「0」、「2」、「5」、「9」、・・・の場合であり、「切替」で親選択動作を失敗する度に「非切替」で親選択動作を行う回数を 1 ずつ増やしていくことを意味している。

[0078] [ステップ S102：加入済みノードの動作]

図 7 は、実施形態に係る無線中継装置（加入済みノード）の動作（隣接探索パケット受信時の動作）を示すフローチャートである。

[0079] 加入済みノード（処理部 22）は、通信部 21 を介して隣接探索パケットを受信すると、隣接探索パケットに含まれる、動作切替情報及び応答パケットの受信待ち時間を応答送信待ち時間算出部 23 に通知し、応答パケットの送信待ち時間の算出（取得）を応答送信待ち時間算出部 23 に要求する（S102-1）。

[0080] 応答送信待ち時間算出部23は、隣接探索パケットに対して送信する応答パケットの送信待ち時間を算出する（S102-2）。

[0081] 詳細には、応答送信待ち時間算出部23は、隣接探索パケットに含まれる応答受信待ち時間及び動作切替情報から、応答パケットの送信待ち時間として選択し得るスロット数を算出する。このスロット数は、応答受信待ち時間を応答パケットの送信時間（動作切替情報が「非切替」の場合は間欠動作周期も送信時間に含む）で除算した値として求められる。次に、求めたスロット数の中から応答パケットの送信タイミングとしてランダムに1スロットを選択する。

[0082] 応答送信待ち時間算出部23は、「選択したスロット」×「応答パケットの送信時間」を、応答パケットの送信待ち時間として処理部22に通知する。

[0083] 処理部22は、タイマ部24に応答パケットの送信待ち時間をタイマにセットするよう要求し、タイマ部24からタイムアウトの通知を受けると、次の処理を実行する（S102-3）。

[0084] 処理部22は、応答パケットを生成し、参加ノードを宛先として通信部21から当該パケットを送信する（S102-4）。この際、応答パケットは、動作切替情報が「切替」の場合は連続動作状態での通信方法（ウェイクアップパケットを送信しない）で送信し、動作切替情報が「非切替」の場合は間欠動作での通信方法で送信する。

[0085] （A-3）実施形態の効果

この実施形態によれば、以下の効果を奏する。

[0086] 無線通信システム1（各ノードが間欠動作するネットワーク）では、参加ノードは、隣接探索パケットを送信してから接続先の加入済みノードを選択するまでの間だけ間欠動作から連続動作に切り替える。また、加入済みノードは、連続動作状態の通信方法により、隣接探索パケットに対する応答パケットを送信する。これにより、参加ノードが全ての隣接の加入済みノードから応答パケットを受信するまでの時間を削減できるため、親ノード選択にか

かる時間を削減できる。

[0087] また、この実施形態では、応答パケットの受信待ち時間と送信待ち時間を、ネットワークシステムが想定する最大ノード密度で全隣接ノードが応答パケットを送信できる確率から求めることに特徴がある。これにより、参加ノードは応答パケットの受信待ち時間の間にほぼ全ての隣接ノードから応答パケットを受信することができるため、通信品質の高い親ノードを選択することができる。

[0088] そして、この実施形態では、参加ノードが親選択動作の失敗回数を基に、親選択動作を連続動作状態と間欠動作状態のどちらで実施するかを判断し、さらに失敗回数が多くなるにつれて連続動作状態で実施する頻度を減らしていくことに特徴がある。これにより、例えば、参加ノードの周辺に加入済みノードが存在しない場合などに無駄に電力を消費してしまうのを防ぐなど、省電力性能を向上できる。

[0089] (B) 他の実施形態

本開示は、上記実施形態に限定されるものではなく、以下に例示するような変形実施形態も挙げることができる。

[0090] (B-1) 上記実施形態では、応答パケットの受信待ち時間と送信待ち時間を、全ての隣接の加入済みノードが応答パケットを送信できるように算出（つまり選択される親ノードの品質を重視）する例を示したが、これに限定するものではなく無線ネットワークシステムの他の要件から算出してもよい。

[0091] 例えば、親ノード選択時間が要件に含まれるようなシステムでは、要件を満たすように受信待ち時間と送信待ち時間を決定してもよい。また、ノードの電池寿命が重要なシステムでは、電池寿命要件から求める方法もある。例えば、参加ノードが電池寿命までのノードの予想再起動回数、1回の起動での平均隣接探索パケット送信回数、通常時の平均消費電力量などから、電池寿命要件を満たすために必要な受信待ち時間を算出し、事前設定する方法が考えられる。

[0092] また、例えば、参加ノードが隣接探索パケットを送信する度に、ノードのこれまでの稼働時間、電池残量、通常時の消費電力量などから要件を満たすために必要な受信待ち時間を都度計算して求める方法も考えられる。さらに、参加ノードが事前に隣接探索パケット送信時の電池寿命と受信待ち時間の関係を内部に静的に保持しておき、その情報を用いて受信待ち時間を決める方法も考えられる。電池寿命要件から受信待ち時間を求める場合、参加ノードによって応答パケットの受信待ち時間が異なる場合があるため、隣接探索パケットに受信待ち時間を含めて送信することで、加入済みノードは参加ノードの応答待ち時間を把握することができる（つまり、この値を応答パケットの送信待ち時間の最大値に使用できる）。

[0093] （B-2）上記実施形態では、参加ノード（動作状態選択部13）が親選択動作の間に連続動作に切り替える頻度を、親選択動作に失敗する度に徐々に減らしていく例（図5の処理）について述べたが、これに限定されるものではない。例えば、参加ノードは連続動作による親選択動作を×回繰り返しても接続先の加入済みノードが選択されない場合に、次の試行からは間欠動作に切り替える方法が考えられる。また、参加ノードはノードの電池残量の閾値を予め定め、電池残量が閾値以下の場合には間欠動作で親選択動作する方法も考えられる。

[0094] （B-3）上記実施形態では、加入済みノードが応答パケットを送信するまでの間に複数の隣接探索パケットを受信した場合について言及しなかったが、このような場合に、複数の参加ノードへの応答をまとめて1つの応答パケットとして送信する方法が考えられる。この場合、加入済みノードは各参加ノードのアドレスと隣接探索パケットのRSSI値の組を応答パケットに含め、ブロードキャストする。この方法により、応答パケットの送信回数を削減できるため、加入済みノードの消費電力の削減やネットワークの輻輳抑制が期待される。

[0095] （B-4）上記実施形態では、加入済みノードは必ず参加ノードに応答パケットを送信していたが、これに限定するものではない。例えば、加入済み

ノードは、応答パケット送信待ち時間の間に、自分より通信品質の良いノードの応答パケットが送信されたのを検出した場合に、自身の応答パケットの送信を取りやめる方法が考えられる。これにより、加入済みノードは、無駄な応答パケットが送信されるのを防ぎ、応答パケットの衝突確率をより低下させることができる。

[0096] (B-5) 上記実施形態では、参加ノードが応答パケットの受信待ち時間だけ待ち接続先の加入済みノードを選択する動作について示したが、これに限定するものではない。例えば、参加ノードは、ある一定のパス品質を満たす加入済みノードの応答パケットを受信した時点でそのノードを接続先に選択してもよい。これにより、参加ノードは特に間欠動作状態で親選択動作を実施する場合の親ノード選択にかかる時間を削減できる。

[0097] (B-6) 上記実施形態では、参加ノードが応答パケットの受信待ち時間を都度計算する例を示したが、事前計算で設定できる場合には、事前計算した応答パケットの受信待ち時間を予め記憶部15に保存しておく方法も考えられる。

[0098] 本願は2018年8月15日出願の日本出願第2018-152863号の優先権を主張すると共に、その全文を参照により本明細書に援用する。

請求の範囲

[請求項1]

ネットワークへの接続を要求し、間欠動作による無線通信を行う無線通信装置と、該無線通信装置の接続を受付ける複数の無線中継装置とを有する無線通信システムにおいて、

前記無線通信装置は、

前記無線中継装置を探索するための隣接探索パケットを周囲のネットワークに向けて送信し、前記隣接探索パケットに対する応答パケットを受信する第1の通信部と、

前記応答パケットの受信待ち時間である受信待機時間を算出する応答受信待ち時間算出部と、

前記応答受信待ち時間算出部により算出された前記受信待機時間の経過を管理する第1のタイマ部と、

受信した前記応答パケットを記憶する第1の記憶部と、

前記隣接探索パケットを送信後、当該無線通信装置の動作状態を間欠動作から連続動作に切り替え、前記第1のタイマ部により前記受信待機時間が経過した旨が通知されると、前記受信待機時間の間に受信した前記応答パケットの送信元の前記無線中継装置の中から接続先とする前記無線中継装置を選択し、接続先を選択後、前記動作状態を連続動作から間欠動作に切り替える第1の処理部と、

を有し、

前記無線中継装置は、

前記隣接探索パケットを受信し、前記隣接探索パケットに対する前記応答パケットを送信する第2の通信部と、

前記応答パケットを送信するまでの待ち時間である送信待機時間を算出する応答送信待ち時間算出部と、

前記応答送信待ち時間算出部により算出された前記送信待機時間の経過を管理する第2のタイマ部と、

前記第2のタイマ部により前記送信待機時間が経過した旨が通知

されると、前記応答パケットを連続動作における通信方法で送信するように前記第2の通信部を制御する第2の処理部と、

を有する、

無線通信システム。

[請求項2] 前記無線通信装置は、前記隣接探索パケットを送信後、前記動作状態を連続動作状態に切り替えるか否かを判断する動作状態選択部をさらに有し、

前記第1の処理部は、前記動作状態選択部で前記動作状態を切り替えないと判断された場合には、前記動作状態を間欠動作のままで、接続先とする前記無線中継装置を選択する一連の処理を実施し、

前記隣接探索パケットには、前記動作状態が間欠動作であることを示す動作情報が含まれ、

前記第2の処理部は、前記動作情報に基づき間欠動作の通信方式で前記応答パケットを送信するように前記第2の通信部を制御する

請求項1に記載の無線通信システム。

[請求項3] 前記動作状態選択部は、接続先とする前記無線中継装置を選択する一連の動作の失敗回数が多くなるほど、前記動作状態を連続動作状態に切り替える頻度を少なくする、

請求項2に記載の無線通信システム。

[請求項4] 前記動作状態選択部は、所定の回数だけ接続先とする前記無線中継装置を選択する一連の動作が失敗すると、前記動作状態を連続動作状態に切り替えない、

請求項2に記載の無線通信システム。

[請求項5] 前記動作状態選択部は、前記隣接探索パケットの送信時の当該無線通信装置の電池残量が所定の閾値を下回っていた場合には、前記動作状態を連続動作に切り替えない、

請求項2に記載の無線通信システム。

[請求項6] 前記受信待機時間、及び前記送信待機時間は、ネットワークの最大

ノード密度における隣接ノード数を使用して算出される、

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項7] 前記受信待機時間、及び前記送信待機時間は、前記最大ノード密度において、前記無線中継装置が前記応答パケットを送信できる確率の値から算出される、

請求項 6 に記載の無線通信システム。

[請求項8] 前記受信待機時間、及び前記送信待機時間は、当該無線通信システムの時間的要件に基づいて算出される、

請求項 1 ～請求項 5 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項9] 前記受信待機時間、及び前記送信待機時間は、当該無線通信システムとして必要とされる電池寿命の要件から算出される、

請求項 1 ～請求項 5 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項10] 前記第 1 の処理部は、前記第 1 のタイマ部により前記受信待機時間が経過した旨が通知される前であっても、所定の通信品質を満たす前記無線中継装置の前記応答パケットを受信した時点で、接続先とする前記無線中継装置を選択する、

請求項 1 ～請求項 9 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項11] 前記無線通信装置は複数であり、
前記無線中継装置は、受信した前記隣接探索パケットを記憶する第 2 の記憶部をさらに有し、

第 2 の処理部は、前記送信待機時間の間に受信した、複数の前記隣接探索パケットに対する前記応答パケットを 1 つの前記応答パケットとして送信するように制御する、

請求項 1 ～請求項 10 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項12] 前記第 2 の通信部は、他の前記無線中継装置が送信した前記応答パケットを傍受し、

前記第 2 の処理部は、自身より通信品質の良い他の前記無線中継装置の前記応答パケットを受信した場合には、前記応答パケットの送信

を取り止める、

請求項 1 ～請求項 11 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項13]

ネットワークへの接続を要求し、間欠動作による無線通信を行う無線通信装置において、

自身の接続を受付ける無線中継装置を探索するための隣接探索パケットを周囲のネットワークに向けて送信し、前記隣接探索パケットに対する応答パケットを受信する第 1 の通信部と、

前記応答パケットの受信待ち時間である受信待機時間を算出する応答受信待ち時間算出部と、

前記応答受信待ち時間算出部により算出された前記受信待機時間の経過を管理する第 1 のタイマ部と、

受信した前記応答パケットを記憶する第 1 の記憶部と、

前記隣接探索パケットを送信後、当該無線通信装置の動作状態を間欠動作から連続動作に切り替え、前記第 1 のタイマ部により前記受信待機時間が経過した旨が通知されると、前記受信待機時間の間に受信した前記応答パケットの送信元の前記無線中継装置の中から接続先とする前記無線中継装置を選択し、接続先を選択後、前記動作状態を連続動作から間欠動作に切り替える第 1 の処理部と、

を有する無線通信装置。

[請求項14]

ネットワークへの接続を要求し、間欠動作による無線通信を行う無線通信装置に搭載されるコンピュータに、

自身の接続を受付ける無線中継装置を探索するための隣接探索パケットを周囲のネットワークに向けて送信し、前記隣接探索パケットに対する応答パケットを受信し、

前記応答パケットの受信待ち時間である受信待機時間を算出し、

算出された前記受信待機時間の経過を管理し、

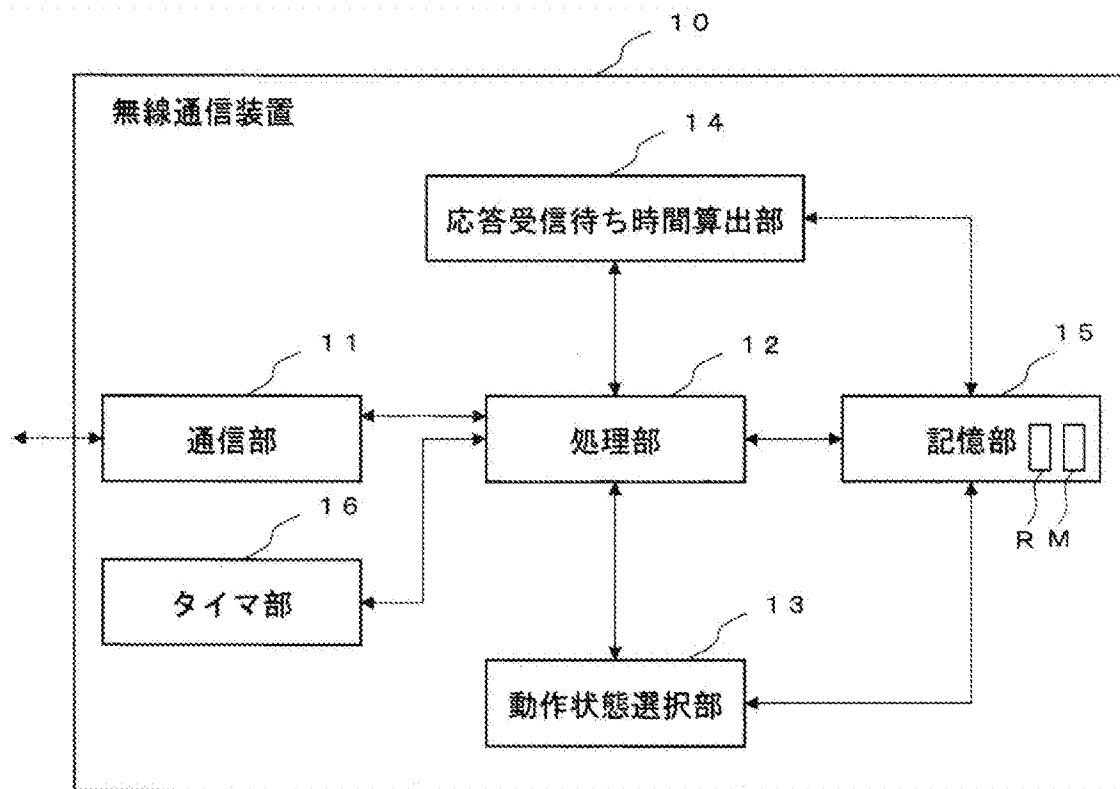
受信した前記応答パケットを第 1 の記憶部に記憶し、

前記隣接探索パケットを送信後、当該無線通信装置の動作状態を間

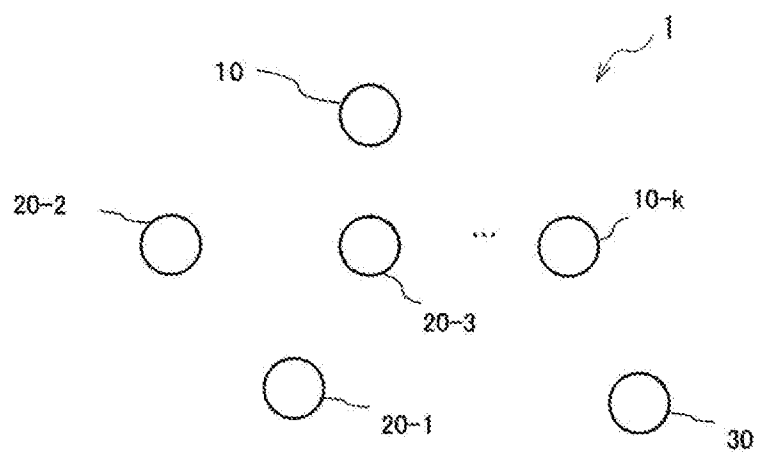
欠動作から連続動作に切り替え、前記受信待機時間が経過した旨が通知されると、前記受信待機時間の間に受信した前記応答パケットの送信元の前記無線中継装置の中から接続先とする前記無線中継装置を選択し、接続先を選択後、前記動作状態を連続動作から間欠動作に切り替える

処理を実行させる無線通信プログラム。

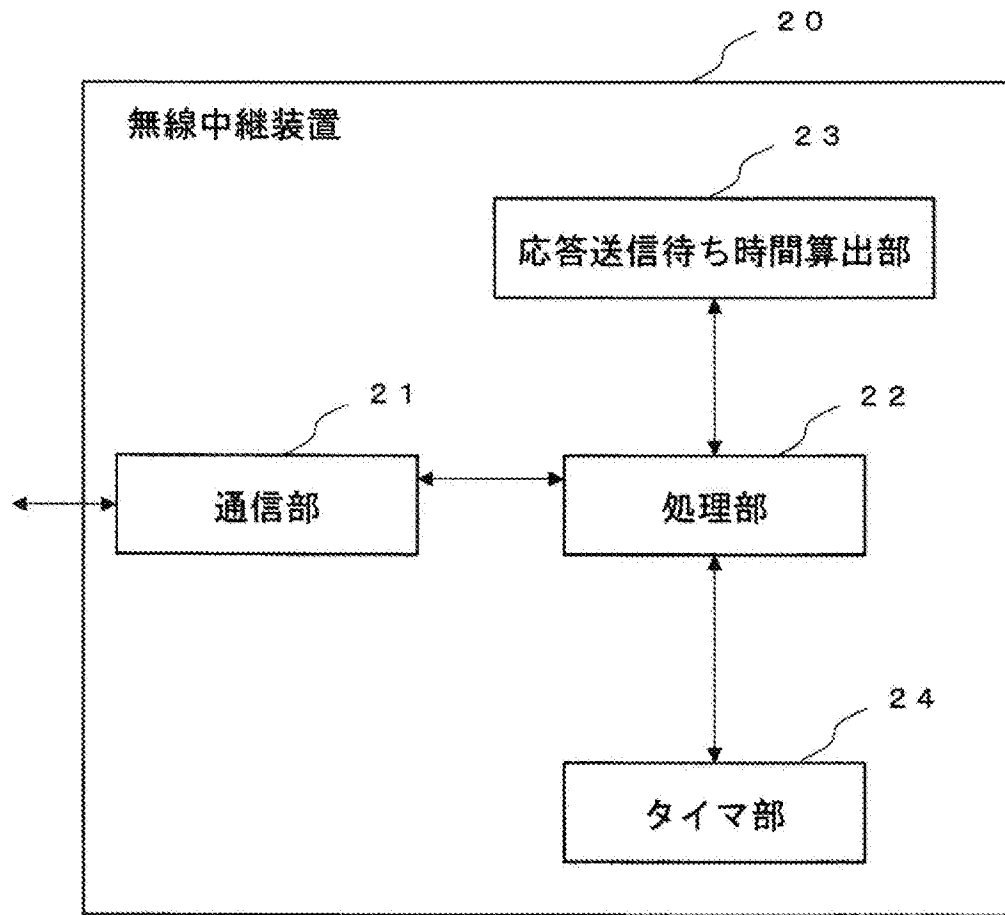
[図1]



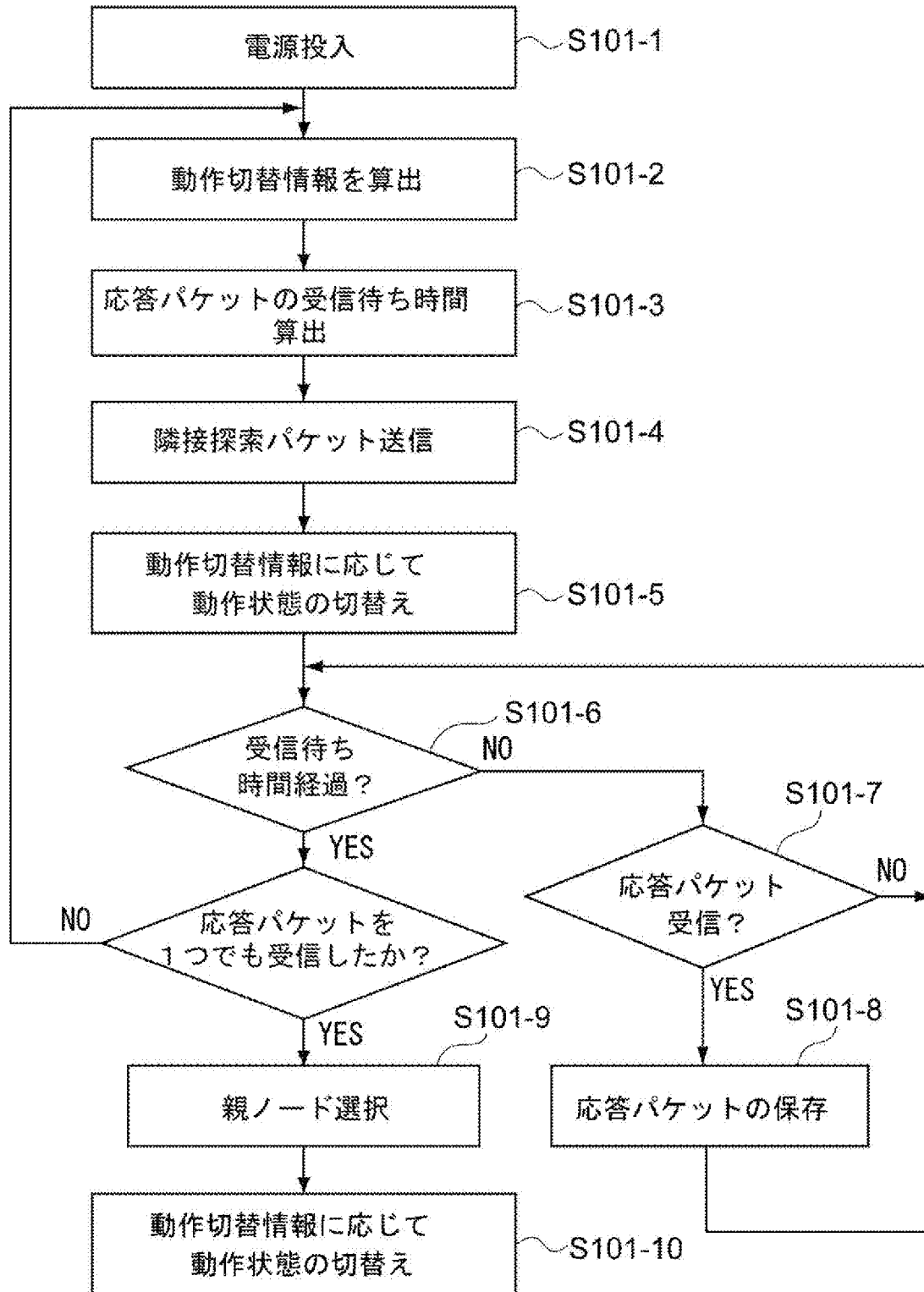
[図2]



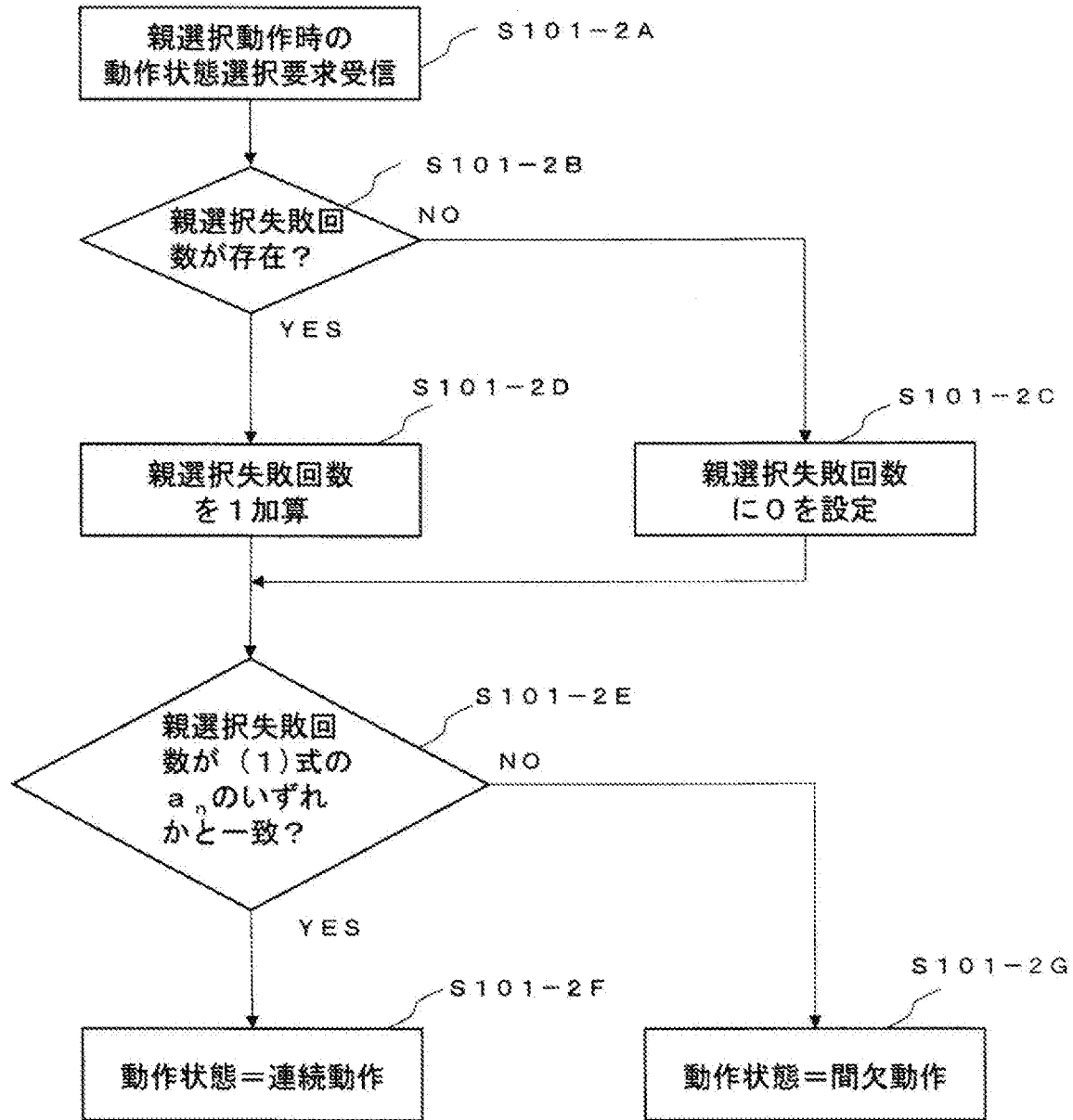
[図3]



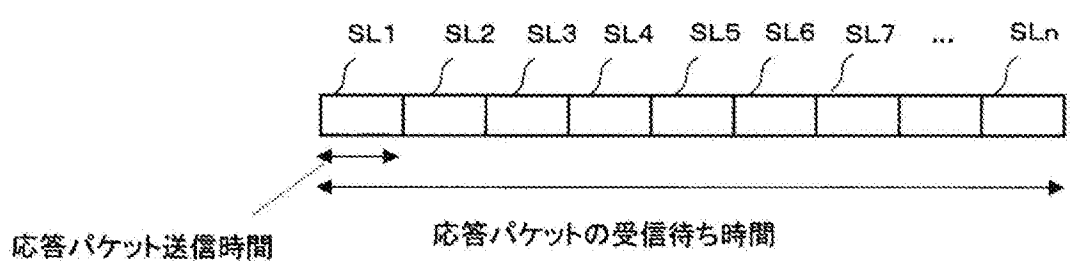
[図4]



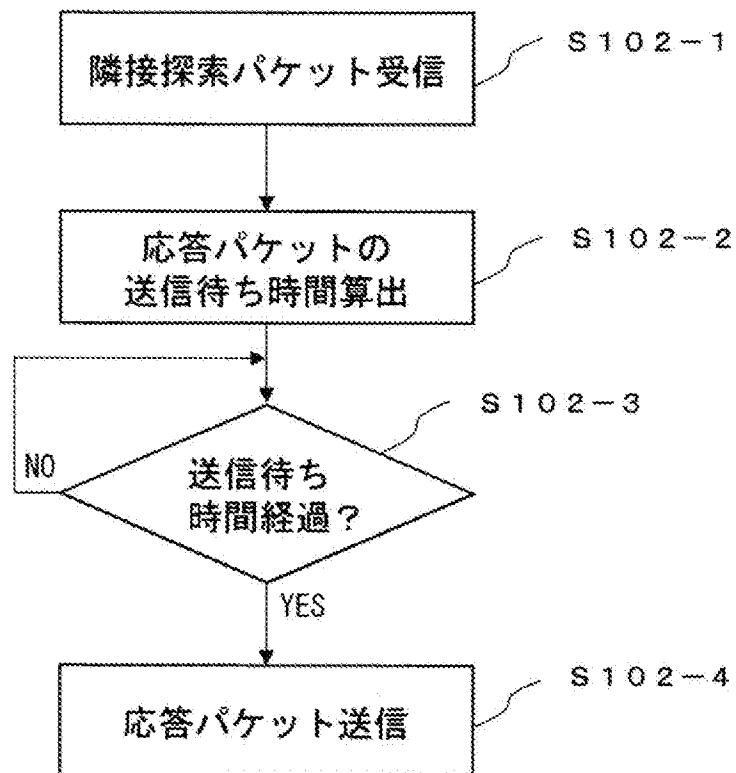
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/020332

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04W40/10 (2009.01) i, H04W8/00 (2009.01) i, H04W52/02 (2009.01) i, H04W84/18 (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. H04B7/24-7/26, 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	十江康太, 八百健嗣, 寺西裕一, 省電力無線マルチホップネットワークにおける親ノード探索時間短縮アルゴリズムのフィールド評価, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 117, no. 460, 01 March 2018, sections 1-3 (TSUCHIE, Kota, YAO, Taketsugu, TERANISHI, Yuuichi. Field Evaluation of Parent Node Discovery Time Reduction Algorithm for Low-Power Wireless Multihop Networks. IEICE Technical Report.)	1, 8, 10-11, 13-14
A	電子情報通信学会技術研究報告, vol. 117, no. 460, 01 March 2018, sections 1-3 (TSUCHIE, Kota, YAO, Taketsugu, TERANISHI, Yuuichi. Field Evaluation of Parent Node Discovery Time Reduction Algorithm for Low-Power Wireless Multihop Networks. IEICE Technical Report.)	2-7, 9, 12
Y	JP 2017-152906 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 31 August 2017, paragraphs [0003], [0004], [0034] & US 2017/0245132 A1, paragraphs [0004], [0005], [0042]	1, 8, 10-11, 13-14



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
10.07.2019Date of mailing of the international search report
23.07.2019Name 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/JP2019/020332

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-259165 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 23 October 2008, paragraph [0055] & US 2009/0262710 A1, paragraph [0090] & WO 2008/026760 A1 & CN 101507192 A	11
A	JP 2010-239357 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 21 October 2010, paragraphs [0038], [0039], [0056] (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04W40/10(2009.01)i, H04W8/00(2009.01)i, H04W52/02(2009.01)i, H04W84/18(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04B7/24-7/26, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	土江康太、八百健嗣、寺西裕一、 省電力無線マルチホップネットワークにおける	1, 8, 10-11, 13-14
A	親ノード探索時間短縮アルゴリズムのフィールド評価、 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.117 No.460, 2018.03.01, 第117巻, Sections 1-3	2-7, 9, 12

☑ 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

10.07.2019

国際調査報告の発送日

23.07.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松野 吉宏

5 J

3571

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 請求項の番号
Y	JP 2017-152906 A (沖電気工業株式会社) 2017. 08. 31, 段落[0003]-[0004], [0034] & US 2017/0245132 A1, Paragraphs [0004]-[0005], [0042]	1, 8, 10-11, 13-14
Y	JP 2008-259165 A (松下電器産業株式会社) 2008. 10. 23, 段落[0055] & US 2009/0262710 A1, Paragraph [0090] & WO 2008/026760 A1 & CN 101507192 A	11
A	JP 2010-239357 A (沖電気工業株式会社) 2010. 10. 21, 段落[0038]-[0039], [0056] (ファミリーなし)	1-14