

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5162691号
(P5162691)

(45) 発行日 平成25年3月13日 (2013. 3. 13)

(24) 登録日 平成24年12月21日 (2012. 12. 21)

(51) Int. Cl. F I
 HO 4W 56/00 (2009. 01) HO 4W 56/00 1 3 0
 HO 4W 4/04 (2009. 01) HO 4W 4/04 1 9 0

請求項の数 6 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2011-125242 (P2011-125242)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成23年6月3日 (2011. 6. 3)		パナソニック株式会社
(62) 分割の表示	特願2006-224664 (P2006-224664) の分割		大阪府門真市大字門真1006番地
原出願日	平成18年8月21日 (2006. 8. 21)	(74) 代理人	100093067 弁理士 二瓶 正敬
(65) 公開番号	特開2011-176888 (P2011-176888A)	(72) 発明者	川上 哲也 福岡県福岡市博多区美野島四丁目1番62号 パナソニックシステムネットワークス株式会社社内
(43) 公開日	平成23年9月8日 (2011. 9. 8)	(72) 発明者	横堀 充 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社社内
審査請求日	平成23年6月3日 (2011. 6. 3)	(72) 発明者	鈴木 良宏 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム及び通信制御方法並びに通信ノード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の無線ノード及び基準ノードによって構成されており、前記複数の無線ノード及び前記基準ノードがフレームの送受信を行うことが可能な複数の固定長のタイムスロットで構成されたアクティブ期間と、前記無線ノードの送受信部が停止状態であるスリープ期間とが一定周期で繰り返され、前記基準ノードが、繰り返される前記一定周期の基準タイムスロットに対してフレームを送信する際に、前記基準ノードが送信するフレームを前記無線ノードが受信していない場合、前記アクティブ期間の開始タイミングを前記基準ノードと合わせる無線通信システムであって、

前記アクティブ期間に対して同期している無線ノードが、データ送信時に前記タイムスロットをランダムに選択したうえで、前記選択したタイムスロットのスロット番号を同期情報として付加したフレームを送信するフレーム送信手段を有し、

前記同期情報が付加された前記フレームを受信した無線ノードが、前記フレーム内の前記同期情報と前記フレームとを受信したタイミングに基づいて、前記フレームを受信したアクティブ期間の次のアクティブ期間の開始タイミングを算出し、前記アクティブ期間に対する同期処理を行う同期手段を有する無線通信システム。

【請求項2】

前記同期情報は、前記フレームを送信する前記タイムスロット内部の送信タイミング情報を更に含むように構成されている請求項1に記載の無線通信システム。

【請求項3】

複数の無線ノード及び基準ノードによって構成されており、前記複数の無線ノード及び前記基準ノードがフレームの送受信を行うことが可能な複数の固定長のタイムスロットで構成されたアクティブ期間と、前記無線ノードの送受信部が停止状態であるスリープ期間とが一定周期で繰り返され、前記基準ノードが、繰り返される前記一定周期の基準タイムスロットに対してフレームを送信する際に、前記基準ノードが送信するフレームを前記無線ノードが受信していない場合、前記アクティブ期間の開始タイミングを前記基準ノードと合わせる無線通信システムにおける通信制御方法であって、

前記アクティブ期間に対して同期している無線ノードが、データ送信時に前記タイムスロットをランダムに選択したうえで、前記選択したタイムスロットのスロット番号を同期情報として付加したフレームを送信するフレーム送信ステップと、

前記同期情報が付加された前記フレームを受信した無線ノードが、前記フレーム内の前記同期情報と前記フレームとを受信したタイミングに基づいて、前記フレームを受信したアクティブ期間の次のアクティブ期間の開始タイミングを算出し、前記アクティブ期間に対する同期処理を行う同期ステップとを、

有する通信制御方法。

【請求項 4】

前記同期情報は、前記フレームを送信する前記タイムスロット内部の送信タイミング情報を更に含む請求項 3 に記載の通信制御方法。

【請求項 5】

所定の基準ノードが一定周期で送信するフレームの送信タイミングを有し、フレームの送受信を行うことが可能な複数の固定長のタイムスロットで構成されたアクティブ期間に同期して通信を行うとともに、前記所定の基準ノードが送信するフレームを受信していない場合には、前記アクティブ期間の開始タイミングを前記所定の基準ノードと合わせる通信ノードであって、

自通信ノードが前記アクティブ期間に対して同期している場合に、データ送信時に前記タイムスロットをランダムに選択したうえで、所定の同期情報を付加したフレームを送信するフレーム送信手段と、

前記同期情報が付加された前記フレームを受信した場合に、前記フレーム内の前記同期情報に基づいて、前記フレームを受信したアクティブ期間の次のアクティブ期間の開始タイミングを算出し、前記アクティブ期間に対する同期処理を行う同期手段とを、

有する通信ノード。

【請求項 6】

前期同期情報として、前記選択したタイムスロットのスロット番号を使用するように構成されている請求項 5 に記載の通信ノード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システム及び通信制御方法並びに通信ノードに関し、特に、移動を行う通信ノードが双方向にデータ交換する場合の低消費電力メディアアクセス制御(MAC: Media Access Control)を実現する無線通信システム及び通信制御方法並びに通信ノードに関する。

【背景技術】

【0002】

無線機器における無線ハードウェアの消費電力の低減は、重要な要求事項である。無線通信システムにおいて、特に省電力メカニズムが必要とされるアプリケーションの例としては、アクティブ電子タグシステムやセンサネットワークシステムなどが挙げられる。これらのアクティブ電子タグやセンサネットワークにおけるセンサノードなどは、携帯性、設置の容易/柔軟性が求められており、通常は小型の電池を内蔵した電池式ノードである。

【0003】

10

20

30

40

50

これらのアクティブ電子タグシステムやセンサネットワークシステムなどのアプリケーションは、低トラフィックを特徴としている。アクティブ電子タグシステムでは、通常はアクティブ電子タグ自身のID（識別情報）を含む小さなデータの送信が行われる。また、センサネットワークシステムにおいても、センサノードは、小さなセンシングデータの間欠的な送信を行うことが多い。

【0004】

アクティブ電子タグシステムにおいては、情報の交換は電子タグからのデータ送信をリーダーが受信するという形で行われる。通常、アクティブ電子タグは他のアクティブ電子タグとの関係性を持たないため、ランダムに送信されるアクティブ電子タグからの情報を受信するために、リーダーは、受信器を常時起動しておく必要がある。また、アクティブ電子タグシステムでは、各アクティブ電子タグが独立して動作するので、複数のアクティブ電子タグの同時データ送信によるデータ衝突が発生することも考えられる。このようなアクティブ電子タグシステムでは、電子タグからリーダーへの片方向通信が行われるため、単純に双方向通信を行うために電子タグとリーダー/ライタを1つにしたようなノードを用いたとしても、消費電力やアクセス制御（衝突回避制御）に関する課題が残る。

10

【0005】

上述のような無線機器における消費電力の低減は重要な要件であり、従来、いくつかの解決方法が提案されている。上記の解決方法の一例としては、例えば、センサネットワークなどの低トラフィックネットワークにおいては、データの送受信がなく無線回路（無線通信機能）が使用されていない場合、無線回路をオフ（スリープ状態）にすることが挙げられる。このような間欠通信において、送信側及び受信側の両方で無線回路をオフにすることを考える場合、送信及び受信のタイミングを送信ノードと受信ノードとの間でどのように同期するかが重要な問題となる。

20

【0006】

間欠双方向通信における1つの解決方法としては、IEEE 802.15.4で定義されているMAC層を使用するZigBee（ジグビー：登録商標）における取り組みが挙げられる。IEEE 802.15.4ではビーコンモードと呼ばれる同期モードを用いた場合、制御装置となるコーディネータから送信されるビーコンによって各ノードが同期する。また、ZigBeeでは、図9に図示されているようにスーパーフレームを定義し、ビーコン間隔をスーパーフレーム期間より大きくすることで、アイドル期間を定義することができる。これにより、同期したすべてのノードは、このアイドル期間中はスリープ状態となることが可能となる。

30

【0007】

しかしながら、この方法では、各ノードが制御装置のビーコンを受信して同期することが必要であり、例えば複数のビーコン送信ノードが存在する場合には、ビーコン送信ノードを中心としたスターネットワーク間での送受信タイミング調整がないため、ネットワークポロジがスター型に限定されるという課題がある。

【0008】

また、下記の特許文献1には、ビーコンによるシステム同期を行わないビーコンレスソリューションにおける低消費電力化にかかる技術が開示されている（図10参照）。この特許文献1に開示されている技術では、各受信ノードは、監視周期 T_{PL} 及び監視期間 T_L に関して $T_L \leq T_{PL}$ とした場合には、周期的に一定の時間だけ起動して、エアインタフェースを監視する。

40

【0009】

一方、送信元ノードはこの T_{PL} 期間中にウェークアップ信号（WU）を出力し、これによりすべての受信ノードは、自身の受信期間である T_L 中に当該ウェークアップ信号に対応したデータが送信されることを把握する。また、ウェークアップ信号に送信開始の時刻に関する情報（時間ポインタ）が含まれる場合には、起動時間（データの送信開始時刻）を把握することが可能である。

【0010】

50

さらに、ウェークアップ信号に乗せて送信される情報として、ウェークアップ信号にあて先アドレスが含まれる場合には、このウェークアップ信号を受信した該当ノードのみが受信部を起動することで、他のノードの起動時間を減少させることが可能となる。さらに、通信のたびに通信終了時刻と該当ノードの次の監視期間の通信開始時刻を相互にやり取りすることで、各ノードのサンプリングスケジュールをテーブル情報として保持しておき、監視周期 T_{pL} の期間中必要であるウェークアップ信号の送信時間を短くすることが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2006-148906号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、上述の特許文献1に開示されている技術においては、テーブル情報を得るまでは監視周期 T_{pL} の期間にウェークアップ信号が送信される必要があり、特許文献1に示唆されているように、この期間は、送信元ノードの電力が消費されるだけでなく、相当な時間周期の間、無線チャンネルが占有されてしまい、これにより、他のノードが他のウェークアップ信号を送信することが妨害されるか、あるいは他の進行中の伝送において衝突が生じることがある。

【0013】

特に、不特定の多数の無線ノードが移動しながら通信を行う場合、最初のテーブル構成までは、ウェークアップ信号 WU を用いた長い期間のやりとりが必要とされる機会が増えると考えられ、電力が無駄に消費されてしまうことになる。また、不特定多数のノードに対して送信を行う場合（ブロードキャストやマルチキャスト）も同様に、各ノードの監視期間にウェークアップ信号を通知する必要があり、電力が無駄に消費されてしまうことになる。また、実際のデータを出力する前に、ウェークアップ信号によって送信するデータの情報を通知して受信ノードと送受信タイミングを同期させる方式では、非常に低頻度で小さなデータをやり取りする場合、ウェークアップ信号はデータに対して相対的に大きくなるを得ず、通信が非効率的になってしまうことが考えられる。

【0014】

また、特許文献1に開示されている技術では、各ノードのサンプリングスケジュールをテーブル情報として保持できている場合には、送信ノードは、相手先となる受信ノードの監視期間の間だけウェークアップ信号を送信し、そこで自身の送信開始タイミングなどを通知する。しかし、監視周期 T_{pL} の間中、ウェークアップ信号を送信している場合と異なり、この送信ノードのデータ送信期間を認識するノードはこの相手先となる受信ノードのみであるため、他の送信ノードが、他の受信ノードに対して同じ時間にデータを送信する可能性があっても、これを検出することができない。このため、信号が衝突する可能性が増加してしまい、送信ノード間でのアクセス制御（衝突回避制御）が困難になるという問題が生じる。

【0015】

本発明は、上記の問題に鑑み、双方向の通信が可能な小型無線ノードを含む無線通信システムにおいて、移動する多数の小型無線ノードが移動しながら通信を行う際の電力消費量の低減や、効率的なアクセス制御を実現するための無線通信システム及び通信制御方法並びに通信ノードを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記の目的を達成するため、複数の無線ノード及び基準ノードによって構成されており、前記複数の無線ノード及び前記基準ノードがフレームの送受信を行うことが可能な複数の固定長のタイムスロットで構成されたアクティブ期間と、前記無線ノードの送受信部が

10

20

30

40

50

停止状態であるスリープ期間とが一定周期で繰り返され、前記基準ノードが、繰り返される前記一定周期の基準タイムスロットに対してフレームを送信する際に、前記基準ノードが送信するフレームを前記無線ノードが受信していない場合、前記アクティブ期間の開始タイミングを前記基準ノードと合わせる無線通信システムであって、

前記アクティブ期間に対して同期している無線ノードが、データ送信時に前記タイムスロットをランダムに選択したうえで、前記選択したタイムスロットのスロット番号を同期情報として付加したフレームを送信するフレーム送信手段を有し、

前記同期情報が付加された前記フレームを受信した無線ノードが、前記フレーム内の前記同期情報と前記フレームとを受信したタイミングに基づいて、前記フレームを受信したアクティブ期間の次のアクティブ期間の開始タイミングを算出し、前記アクティブ期間に対する同期処理を行う同期手段を有する。

10

この構成により、基準ノードが送信するフレームにより同期した無線ノードから送信されるフレームを用いて、さらに他の無線ノードが同期していくことが可能であり、基準ノードと直接通信できない無線ノードも順次同期して送受信を行うことが可能となる。これにより、広範囲なエリアで無線ノードによるデータ交換を実施することが可能となり、また、送受信部を常時起動しておく必要がなく、効率的なアクセス制御を実現して電力消費量を低減させることが可能となる。

【0017】

さらに、上記の構成に加えて、前記同期情報は、前記フレームを送信する前記タイムスロット内部の送信タイミング情報を更に含むように構成されている無線通信システムが提供される。

20

この構成により、フレームの受信によって行われる同期処理の精度を向上させることが可能となる。

【0018】

また、本発明によれば、無線通信システムと同様に、通信制御方法及び通信ノードも提供される。

【発明の効果】

【0019】

本発明は、電力消費が低減されるように各無線ノードの無線部（送受信部）の起動を制御することが可能となるとともに、伝送路における効率的なアクセス制御を実現することが可能となるという効果を有している。また、本発明は、同期した各無線ノードが送信するフレームによって、このフレームを受信した無線ノードがアクティブ期間に対して同期可能であるため、基準ノードからフレームを直接受信できない無線ノードも当該無線通信システムにおいて同期することが可能となり、より広いエリアに当該無線通信システムを適用及び拡張することが可能であるという効果も有する。

30

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施の形態において、各種別の無線ノードによって構成されている通信システムの一例を示す図

【図2】本発明の実施の形態におけるP2Pタグの構成の一例を示すブロック図

40

【図3】発明の実施の形態におけるタイムスロット構成の一例を示す図

【図4】本発明の実施の形態における各P2Pタグが送信するフレーム構成の一例を示す図

【図5】本発明の実施の形態における通信システムの各ノードのフレーム送受信タイミングの一例を示すタイミングチャート

【図6】本発明の実施の形態における通信システムの各ノードのフレーム送受信タイミングの別の一例を示すタイミングチャート

【図7A】本発明の実施の形態におけるP2P-Sタグの動作の一例を示すフローチャート

【図7B】図7AのステップS701における同期処理の一例を示すフローチャート

50

【図 8】本発明の実施の形態における P 2 P - M タグの動作の一例を示すフローチャート

【図 9】従来の同期システムにおける、タイムスロット構成を説明する図

【図 10】従来の非同期システムにおける、送受信タイミング処理を説明する図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について説明する。まず、図 1 を参照しながら、本発明の実施の形態において、各種別の無線ノードによって構成されている通信システムについて説明する。図 1 は、本発明の実施の形態において、各種別の無線ノードによって構成されている通信システムの一例を示す図である。

【 0 0 2 2 】

図 1 に図示されている通信システムは、ゲートウェイ (GW) 100 と複数の無線ノード (無線タグ) 110 ~ 114 によって構成されている。GW 100 は、有線 / 無線を介して外部ネットワーク (例えば、インターネット) 105 に接続されており、外部ネットワーク 105 と通信可能な通信ノードである。なお、GW 100 は、所定の配線を通じて動作に必要な電源の供給を受けることが可能な場所に固定設置されていることが望ましい。

【 0 0 2 3 】

一方、無線タグ 110 ~ 114 は、電池で駆動する小型の無線タグ (アクティブ電子タグ) であり、フレームの送受信が可能であり、双方向にデータをやり取りすることが可能な通信ノードである。なお、以降、この無線タグを P 2 P タグと呼ぶ。P 2 P タグには、設置後の移動を想定しない P 2 P タグ (すなわち、固定設置される P 2 P タグ) である P 2 P - S タグと、例えば人が保持して移動を行う P 2 P タグである P 2 P - M タグの 2 種類が存在する。

【 0 0 2 4 】

図 1 に図示されているように、各 P 2 P タグはアドホックに、自身の通信可能範囲にある P 2 P タグと自身の ID (識別情報) を交換する。このように、移動する P 2 P - M タグによって、相互に ID を交換・蓄積することで、お互いの接触履歴を保持することになる。これにより P 2 P - M タグにはある人の行動履歴 (P 2 P - M タグが立ち寄った場所に存在する P 2 P - S タグの識別情報の履歴) が、また、P 2 P - S タグにはある地点における人の通過履歴 (P 2 P - S タグの通信可能範囲を通過した P 2 P - M タグの識別情報の履歴) が蓄積されるようになる。

【 0 0 2 5 】

なお、図 1 には、3 つの P 2 P - S タグ (P 2 P - S タグ 110 (識別情報 “ # 0 ”)、P 2 P - S タグ 111 (識別情報 “ # 1 ”)、P 2 P - S タグ 112 (識別情報 “ # 2 ”))、2 つの P 2 P - M タグ (P 2 P - M タグ 113 (識別情報 “ # 3 ”)、P 2 P - M タグ 114 (識別情報 “ # 4 ”)) が図示されている。また、図 1 では、P 2 P - M タグ 113 (識別情報 “ # 3 ”) が、P 2 P - S タグ 112 (識別情報 “ # 2 ”) 及び P 2 P - S タグ 111 (識別情報 “ # 1 ”) の通信可能範囲を移動して GW 100 に接続する様子が図示されている。さらに、図 1 では、P 2 P - M タグ 114 (識別情報 “ # 4 ”) が、P 2 P - S タグ 110 (識別情報 “ # 0 ”) 及び P 2 P - S タグ 111 (識別情報 “ # 1 ”) の通信可能範囲を移動する様子が図示されている。

【 0 0 2 6 】

この結果、P 2 P - S タグ 110 には識別情報 “ # 4 ”、P 2 P - S タグ 111 には識別情報 “ # 3 ” 及び “ # 4 ”、P 2 P - S タグ 112 には識別情報 “ # 3 ”、P 2 P - M タグ 113 には識別情報 “ # 2 ” 及び “ # 1 ”、P 2 P - M タグ 114 には識別情報 “ # 0 ” 及び “ # 1 ” がそれぞれ記録される。

【 0 0 2 7 】

図 1 に図示されているような通信システムの具体的なアプリケーションの一例としては、街中での人の行動、接触履歴の取得などが考えられる。この場合、電源を確保できる場所に GW 100 を固定設置するとともに、それ以外の場所に多数の P 2 P - S タグを配置

10

20

30

40

50

することで、P2P-Mタグを持った人の行動、接触履歴などを取得することが可能となる。なお、無線ノード(P2Pタグ)により自身のIDを単に交換して、接触履歴を残していくという上述のアプリケーションにおいては、情報の送信側が受信側を特定する必要はなく、それぞれのP2Pタグが自身のIDをブロードキャストして、このIDを受信したP2Pタグが、受信IDを蓄積すればよい。

【0028】

次に、図2を参照しながら、本発明の実施の形態におけるP2Pタグの機能について説明する。図2は、本発明の実施の形態におけるP2Pタグの構成の一例を示すブロック図である。なお、図2では、P2Pタグの各機能がブロックによって図示されているが、各ブロックによって表されている機能は、ハードウェア及び/又はソフトウェアによって実現可能である。

10

【0029】

図2に図示されているP2Pタグ200は、送信部201及び受信部202を有する無線部210、制御部203、ID蓄積部204、クロック205、給電部206により構成されている。

【0030】

送信部201は、無線を介して自身のIDを含むフレームを外部に送信する機能を有している。なお、上述のように、送信部201におけるID送信はブロードキャストによって行われる。また、受信部202は、他のP2PタグやGWが同様に送信しているIDを含むフレームを受信する機能を有している。

20

【0031】

また、制御部203は、このP2Pタグ200の動作を制御する機能を有している。制御部203は、例えば、クロック205から得られるクロック信号に基づいて、送信部201におけるID送信のタイミングを制御する機能を有している。また、制御部203は、受信部202で受信した他のP2PタグのIDをID蓄積部204に蓄積する機能を有している。また、制御部203は、後述の図7A、図7B、図8に図示されている動作の制御を行う機能も有している。

【0032】

なお、P2Pタグ200がP2P-Sタグの場合には、制御部203は、基本的にP2P-Mタグから受信したフレームの記録のみを行うように制御する。一方、P2Pタグ200がP2P-Mタグの場合には、制御部203は、基本的にGW、P2P-S、P2P-Mから受信したフレームを区別無く記録するように制御する。

30

【0033】

また、ID蓄積部204は、受信部202で受信した他のP2PタグのIDを蓄積する機能を有している。なお、ID蓄積部204にIDが蓄積される際、例えば、その時点における時刻情報がIDと共に記録されてもよい。

【0034】

また、クロック205は、送信部201におけるフレーム送信や受信部202におけるフレーム受信のタイミングを把握するためのクロック信号を出力する機能を有している。また、給電部206は、P2Pタグが任意の場所に移動可能なようにP2Pタグ200内に内蔵されている電源であり、例えばP2Pタグ200の筐体内に実装されている電池である。

40

【0035】

次に、図3を参照しながら、本発明の実施の形態におけるタイムスロット構成について説明する。図3は本発明の実施の形態におけるタイムスロット構成の一例を示す図である。

【0036】

本発明の実施の形態では、図3に図示されているように、使用電力の低減を実現するために、無線部のアクティブ期間(T_{act})とスリープ期間とを規定し、このアクティブ期間が一定周期(ビーコン周期:T_p)で繰り返されるように定められる。

50

【 0 0 3 7 】

さらに、アクティブ期間は複数のタイムスロットで構成される。本実施の形態においては、アクティブ期間の最初のタイムスロット（図3には、GW用と記載）を基準タイムスロットとし、この基準タイムスロットはGWにより使用される。GWは基準ノードとして機能し、常に一定周期のアクティブ期間の最初にGWからフレームが送信されることにより、このフレームを受信したP2Pタグは、アクティブ期間の同期を取ることが可能となる。なお、上述のように、GWは電源を確実に確保できる状態で動作を行うことができるため、アクティブ期間の最初のスロットにおいて、同期を取るための指標として用いられるフレームがGWから確実に送信される。ただし、本発明においては、基準ノードが使用するフレームがシステム内で規定されていればよく、必ずしもアクティブ期間の最初のタイムスロットである必要はない。

10

【 0 0 3 8 】

また、アクティブ期間内のその他のタイムスロットは、P2P-Sタグのフレーム送信用のタイムスロット（以下、P2P-S用スロットと呼ぶこともある）と、P2P-Mタグのフレーム送信用のタイムスロット（以下、P2P-M用スロットと呼ぶこともある）とに分けられて設定される。なお、P2P-Mタグ及びP2P-Sタグのそれぞれに対してタイムスロットを配分する方法やタイムスロットの配分数などについては、システムの構成、設定に依存して任意に定めることが可能である。

【 0 0 3 9 】

図3では一例として、アクティブ期間の最初のタイムスロット（基準タイムスロット）に続いて、P2P-Sタグのフレーム送信用のタイムスロット（図3には、P2P-S用と記載）が5スロット割り当てられており、さらに、その後ろにP2P-Mタグのフレーム送信用のタイムスロット（図3には、P2P-M用と記載）が10スロット割り当てられている。また、図3に示すタイムスロット構成の一例では、各タイムスロットは固定長であり、各P2Pタグが交換するフレームを送信するために十分な大きさ（期間）を有しているとする。また、該当スロットにおいてフレームを送信し始めるためのポイントを決める待機時間{単位待機時間×n（整数）}が規定されている。図3では、例として4つの送信ポイント（待機時間のnが0から3までのランダムな数値）が示されている。フレームを送信するポイントとしてどの送信ポイントを用いるか（待機時間をいくつにするか）は、各スロットに対して送信しようとするノードごとにランダムに決定可能である。また、nの最大値及び単位待機時間をいくつにするかは、システムの構成、設定に依存して任意に定めることが可能である。

20

30

【 0 0 4 0 】

次に、図4を参照しながら、本発明の実施の形態に各P2Pタグが送信するフレームの構成について説明する。図4は、本発明の実施の形態における各P2Pタグが送信するフレーム構成の一例を示す図である。

【 0 0 4 1 】

図4に図示されているように、P2Pタグが送信するフレームには、P2PタグのIDを格納するIDフィールド404に加えて、そのP2Pタグが送信するスロット番号を格納するスロット番号フィールド401と、各スロットにおける待機時間数（上述の整数n）を格納する待機時間数フィールド402とが含まれている。この待機時間数によって、このフレームが該当タイムスロットのどのタイミングで送信されたかが把握できるようになっている。

40

【 0 0 4 2 】

図4に図示されているようなフォーマットを有するフレームを受信したP2Pタグは、受信タイミングと、受信フレームに含まれているスロット番号及び待機時間数の情報とに基づき、アクティブ期間の同期を取ることが可能となる。すなわち、このフレーム構成によれば、受信した任意のフレーム（任意のタイミングで任意の送信元から受信したフレーム）内のデータに基づいて、アクティブ期間の同期を取ることが可能である。また、フレームには更にタイプフィールド403が含まれている。このタイプフィールド403には

50

、このフレームを送信したノードの種別を示すタイプ情報が格納される。例えば、タイプ情報によって、GW、P2P-Sタグ、P2P-Mタグがそれぞれ区別される。

【0043】

次に、図7A及び図7Bを参照しながら、P2P-Sタグの具体的な動作について説明する。図7Aは、本発明の実施の形態におけるP2P-Sタグの動作の一例を示すフローチャートであり、図7Bは、図7AのステップS701における同期処理の一例を示すフローチャートである。

【0044】

図7Aにおいて、P2P-Sタグは起動すると、まず同期処理を行う(ステップS701)。以下、このステップS701の同期処理の詳細な動作について、図7Bを参照しながら説明する。

10

【0045】

図7Bにおいて、まずP2P-Sタグは、自身がアクティブ期間に対して同期が取れているかどうかを判断する(ステップS7011)。例えばP2P-Sタグが、同期が取れた場合に所定のフラグによって同期状態であることを示すように構成されており、ステップS7011では、この所定のフラグが参照されて同期状態か否かの判断が行われる。

【0046】

当然、起動直後であれば同期していないため、非同期時の処理が開始される。このとき、P2P-Sタグは、自身がフレームの送受信をするための無線部210を起動し(ステップS7012)、その後、スキャンを開始する(ステップS7013)。なお、本発明は、通信に使用される無線周波数、チャンネルに関しては特に限定されるものではない。本発明の実施の形態では、ステップS7013において、P2P-Sタグは、通信システムにおいて使用することが設定されているチャンネルに対して、スキャンを行うものとする。

20

【0047】

ステップS7014、S7015において、スキャンを開始してから時間 T_p (1ピーコン周期)が経過するまでに1つもフレームを受信しなかった場合には、その時点において、このP2P-Sタグの周辺(P2P-Sタグがフレームを受信することができるエリア内)にフレームを送信しているP2Pタグ及びGWが存在しないことを意味する。この場合、P2P-Sタグはスリープ処理Aの状態に移行する(ステップS7016)。スリープ処理Aでは、P2P-Sタグは、例えば1ピーコン周期 T_p を基準にしてランダムにその整数倍の時間(周期 $T_p \times$ 整数)を算出し、その算出された時間、無線部210の動作を停止することによって省電力化を図る。

30

【0048】

一方、ステップS7014、S7015において、スキャン開始から1ピーコン周期 T_p が経過する前にフレームを受信した場合、P2P-Sタグは、受信フレームの情報に基づいて即座にアクティブ期間の同期を行う(ステップS7017)。なお、フレームの送信を行えるのはGW及び同期しているP2Pタグのみであり、P2P-Sタグは、フレームを受信した時点で、該当フレームのロット番号及び待機時間数からアクティブ期間の始まり(開始タイミング)を算出することが可能である。また、P2P-Sタグは、P2P-Mタグから受信したフレームに基づく同期処理は行わないことが望ましい。すなわち、P2P-Sタグは、受信したフレームのタイプフィールド403を参照し、このフレームがGW又はP2P-Sタグから送信されたフレームの場合にのみ、このフレームに基づいたアクティブ期間の開始タイミングの算出を行うことが望ましい。

40

【0049】

上述のステップS701における同期処理(図7Bに示すステップS7011~S7017の処理)によって、アクティブ期間の同期が取れている状態(同期状態)となったP2P-Sタグは、図7Aに示すように、アクティブ期間に同期して、フレームの送受信を行うために無線部210を起動する(ステップS702)。

【0050】

50

さらに P 2 P - S タグは、同時に、自身がフレームを送信するためのタイムスロット（フレーム送信スロット）を決定する（ステップ S 7 0 3）。このフレーム送信スロットの決定は、単に自ノードの中でフレーム送信を行うタイムスロットをランダムに選択するだけである。ただし、このとき、例えば P 2 P - S タグの場合は P 2 P - S 用スロット（図 3 の例では、アクティブ期間の基準タイムスロットに続く 5 スロット）を選択するなど、各 P 2 P タグは、その P 2 P タグの種類に対して割り当てられているタイムスロットの中から、フレーム送信スロットを選択する必要がある。また、ステップ S 7 0 3 において、P 2 P - S タグは、フレーム送信スロットの選択と同様に、待機時間に関してもランダムに決定し、選択したフレーム送信スロットにおける送信タイミングの調整を行っておく。

【 0 0 5 1 】

10

その後、P 2 P - S タグは、アクティブ期間の基準タイムスロットからスキャンを開始する（ステップ S 7 0 4）。このとき、P 2 P - S タグは、無線部 2 1 0 を起動し、自身がフレーム送信を行うタイムスロットになるまで通常のスキャン処理を行う（ステップ S 7 0 5 ~ S 7 0 7）。

【 0 0 5 2 】

このスキャン処理においてフレームを受信した場合は、P 2 P - S タグは、後述する受信データの処理を行って（ステップ S 7 0 8）、同期の再調整処理を行う（ステップ S 7 0 9）。また、P 2 P - S タグは、自身が送信を行うタイムスロットのタイミングになると、決定した待機時間数だけ待機した後、キャリアセンスを行って、そのタイムスロットが未使用状態（アイドル）であることを確認してから、実際に自身のフレームを送信する（ステップ S 7 1 0）。

20

【 0 0 5 3 】

ステップ S 7 1 0 で送信されるフレームには、該当スロット番号（フレーム送信を行うタイムスロットの識別情報）と待機時間数とが含まれている。このようにフレームの送信時にランダムに選択されたタイムスロットにおいても、待機時間によって送信タイミングをずらしたうえでキャリアセンスによる衝突回避処理を行うため、複数の P 2 P タグが同一のタイムスロットをフレーム送信スロットとして選択した場合であっても、無駄な衝突によるフレームの破壊を防ぐことが可能となる。また、アクティブ期間ごとにフレーム送信スロットはランダムに決定されて固定されることがないため、設置される P 2 P - S タグの数の変化に対しても柔軟に対応することが可能となる。

30

【 0 0 5 4 】

なお、P 2 P - S タグは、図 7 B のステップ S 7 0 1 7 において、GW からのフレームの受信以外にも、既に同期している各 P 2 P - S タグが送出するフレームの受信によって、アクティブ期間における同期を行うことが可能である。なお、このステップ S 7 0 1 7 の同期処理では、厳密には各 P 2 P - S タグのクロック精度に依存したずれが生じることが考えられる。しかしながら、各 P 2 P - S タグのフレーム送信（図 7 A のステップ S 7 1 0 のフレーム送信処理）は、キャリアセンスによるチェックに基づいて伝送路のアイドル状態が確認されてから行われる。このような C S M A / C A（Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance：搬送波感知多重アクセス / 衝突回避方式）では、送信フレームの衝突を回避して伝送路を有効に利用するためには送信タイミングのランダム性が重要であり、上述の各 P 2 P - S タグのクロック精度に依存したずれは、完全に同期したシステムにおいて生じる可能性のあるキャリアセンス後の衝突を避けられるようにするという効果を有している。

40

【 0 0 5 5 】

また、図 7 A には不図示であるが、後述（図 6 の P 2 P - S 1 タグ）のように、基準タイムスロットにおいて GW からのフレームを受信することが可能な P 2 P - S タグは、自身がフレームを送信するタイムスロットを除く他の P 2 P - S 用スロットにおいて、無線部 2 1 0 の動作を停止することが可能である。

【 0 0 5 6 】

次に、上述のステップ S 7 0 8 における受信データ処理について説明する。P 2 P - S

50

タグは、基本的にP2P-Mタグから受信したフレームの記録のみを行うように構成されている。すなわち、P2P-Sタグにおける受信データ処理では、受信フレーム中に示されるタイプフィールドがP2P-Mタグではない場合には、受信データの記録は行われず、一方、受信フレーム中に示されるタイプフィールドがP2P-Mタグである場合には、受信データの記録が行われる。ただし、前回のアクティブ期間に受信した同一のP2P-Mタグからフレームを再度受信した場合、P2P-Sタグは、この受信フレームに関しては何の処理も行わないことが望ましい。

【0057】

上述のようにGWやP2P-Sタグから受信したフレームの記録を行わない理由は、固定設置されているGWやP2P-Sタグに関しては移動による変化が生じないことによる。このように、変化の無い通信ノード(GWやP2P-Sタグ)に関しては移動履歴を取らないようにすることで、無駄にメモリを消費することがないようにすることが可能となる。また、同様の理由により、同一の場所に留まっているP2P-Mタグに関しても、連続して記録を行わないようにすることで無駄な処理による電力消費や、無駄にメモリを消費することを避けるようにしてもよい。

【0058】

次に、上述のステップS709における同期再調整処理について説明する。本発明の実施の形態における通信システムでは、GWから直接フレームを受信することが可能なP2Pタグ以外は、GWと直接又は間接的に同期しているP2Pタグからの受信フレームに基づいて、そのP2Pタグと同期を取る。このため、長時間にわたってアクティブ期間の同期の再調整を行わないと、各P2Pタグのクロックの精度のずれによって、GWから離れた場所に存在するP2Pタグの同期の精度が落ちていく。このため、各P2Pタグは同期の再調整を適宜行うことが望ましい。例えば、各P2Pタグは、フレームを受信すると同期再調整処理を行うように構成される。

【0059】

ただし、各P2Pタグは、基準タイムスロットでフレームを受信できる場合(すなわち、GWからのフレームを受信できる場合)には、この受信フレームに基づく同期再調整処理を行い、その後のタイムスロットにおける受信フレームに基づいた同期再調整処理を行わないことが望ましい。また、P2P-S用スロットでフレームを受信した場合には、各P2Pタグは、最初にフレームを受信したタイムスロットに基づいて同期再調整処理を行い、その後のタイムスロットにおける受信フレームに基づいた同期再調整処理を行わないことが望ましい。

【0060】

また、基準タイムスロット及びP2P-S用スロットでフレームを受信できない場合には、たとえP2P-M用スロットでフレームを受信した場合であっても、各P2Pタグは、この受信フレームに基づく同期再調整処理を行わないことが望ましい。これは、P2P-Mタグの場合は、移動によって、どの通信ノードからもフレームを受信することができない場所に存在していた可能性があり、したがってP2P-Mタグを同期再調整の基準とするには適切ではないことを理由とする。

【0061】

また、P2P-Sタグは、P2P-Mタグの情報のみを記録・保持するため、上述の同期再調整処理が終わると、次のP2P-Mスロットのタイミング(P2P-M用スロット)になるまで、自身がフレームを送信するタイムスロットを除く他のP2P-S用スロットにおいて無線部210の動作を停止させることが可能である。P2P-M用の最終スロットの受信が終わり、アクティブ期間が終了すると、P2P-Sタグは、スリープ処理Bを行う(ステップS711)。このスリープ処理Bでは、P2P-Sタグは、1ピーコン周期のうちの残り時間、フレームを送受信するための無線部210をオフにし、これによって消費電力が節約される。

【0062】

次に、図8を参照しながら、P2P-Mタグの処理について説明する。図8は、本発明

10

20

30

40

50

の実施の形態における P 2 P - M タグの動作の一例を示すフローチャートである。P 2 P - M タグと P 2 P - S タグとの処理の違いは、P 2 P - S タグは設置後に移動することがない一方、P 2 P - M タグは移動するという点にある。このため、P 2 P - S タグは、いったん同期すると同期再調整処理によって同期を保つことが可能であるが、P 2 P - M タグの場合は、GW や他の P 2 P タグと通信できない場所に移動してしまい、GW や他の P 2 P タグからの受信フレームに基づいた同期再調整処理を行うことができなくなる可能性もある。この場合、P 2 P - M タグは、アクティブ期間の同期ずれを起こす可能性がある。このため、P 2 P - M タグは、P 2 P - S タグとは一部異なる処理を行う。

【 0 0 6 3 】

図 8 において、P 2 P - M タグが起動すると、P 2 P - S タグと同様に自身が同期しているかどうかの判断を行い、同期済みでなければ同期を取る処理を行う（ステップ S 8 0 1）。なお、このステップ S 8 0 1 の同期処理では、基本的に、上述の図 7 B に図示されている同期処理と同様の処理が行われる。すなわち、P 2 P - M タグは、まだ同期していない場合には無線部 2 1 0 を起動して、ビーコン周期である T_{up} の期間だけスキャンを行い、この間にフレームを受信した場合には、この受信フレームに基づく同期処理を行う。なお、P 2 P - S タグとは異なり、P 2 P - M タグは、GW や P 2 P - S タグからのフレーム受信が無い場合でも、他の P 2 P - M タグからのフレームを受信した場合には、この受信フレームに基づいて同期処理を行う。これは、P 2 P - M タグは P 2 P - S タグと異なり、自身が移動するため、いったん P 2 P - M タグに対して同期しても、その後の移動で更に GW や P 2 P - S タグから直接フレームを受信し、この受信フレームに基づいた同期処理を行える可能性があるためである。

【 0 0 6 4 】

アクティブ期間の同期が取れている状態（同期状態）となった P 2 P - M タグは、上述の P 2 P - S タグと同様に、アクティブ期間に同期してフレーム送受信を行うために無線部 2 1 0 を起動し（ステップ S 8 0 2）、同時に、自身がフレームを送信するためのスロットを決定して、待機時間も決定する（ステップ S 8 0 3）。その後、アクティブ期間の基準タイムスロット及び P 2 P - S 用スロットのスキャンを行う（ステップ S 8 0 4、S 8 0 5）。ここで、P 2 P - M タグは、P 2 P - S 用スロットにおいてフレームを受信した場合（ステップ S 8 0 6）には、上述の P 2 P - S タグと同様の受信データ処理及び同期再調整処理を行う（ステップ S 8 0 7、S 8 0 8）。

【 0 0 6 5 】

P 2 P - S 用スロットが終了すると、P 2 P - M タグの処理は、それまでに（すなわち基準タイムスロット及び P 2 P - S 用スロットにおいて）、フレームを受信した場合と受信しなかった場合とで異なる処理が行われる（ステップ S 8 0 9）。

【 0 0 6 6 】

P 2 P - S 用スロット（及び基準タイムスロット）においてフレームを受信した場合には、P 2 P - M タグは、以降の P 2 P - M 用スロットに関しては受信処理を行わない。そして、該当受信フレームの送信ノード（GW 又は P 2 P - S タグ）に前回未受信のノードが含まれている場合には、P 2 P - M タグは、あらかじめ決定していた自身の送信スロットにおいてフレーム送信処理のみを行う（ステップ S 8 1 0）。なお、フレーム送信処理に関しては、P 2 P - S タグと同様の処理（例えば、図 7 A のステップ S 7 1 0 と同様の処理）である。また、受信フレームを送信したノードに前回未受信のノードが含まれていない場合やステップ S 8 1 0 のフレーム送信処理後、P 2 P - M タグは、フレームを送信するための無線部 2 1 0 をオフにするスリープ処理 B に移行する（ステップ S 8 1 1）。

【 0 0 6 7 】

一方、P 2 P - S 用スロットが終了するまでにフレームを受信しなかった場合には、P 2 P - M タグは、続けて P 2 P - M 用スロットにおいてもフレーム受信処理を継続して行う（ステップ S 8 1 2）。P 2 P - M 用スロットでは、P 2 P - M タグは、送信すべきフレームを有している場合には、自身がフレーム送信を行うために選択したフレーム送信ス

10

20

30

40

50

ロットになると(ステップS 8 1 3)、フレーム送信処理を行う(ステップS 8 1 5)。また、P 2 P - Mタグは、P 2 P - M用スロットでフレームを受信した場合(ステップS 8 1 4)には、受信データ処理及び同期再調整処理(ステップS 8 1 6、S 8 1 7)を実施する。

【0068】

また、P 2 P - M用スロットが終了した場合には、アクティブ期間のすべてのタイムスロットが終了したことになる。このアクティブ期間のすべてのタイムスロットにおいてフレームを受信しなかった場合とは、次の事柄(1)及び(2)、あるいは(1)及び(3)を意味する。

【0069】

(1) 当該P 2 P - Mタグは、GW及びP 2 P - Sタグからの受信ができない場所に存在している。

かつ

(2) 当該P 2 P - Mタグは、前回未受信のP 2 P - Sタグの受信を検知してフレームを送信する別のP 2 P - Mタグからフレームを受信できない場所に存在している。

あるいは、

(3) 任意のP 2 P - Sタグと通信可能な場所に存在する別のP 2 P - Mタグが自身の通信可能範囲に存在しているが、この別のP 2 P - Mタグは、例えば移動していないために前回未受信のP 2 P - Sタグを検知することがなく、かつ、この別のP 2 P - Mタグはフレームを送信していないため、当該P 2 P - Mタグは、この別のP 2 P - Mタグからフレームを受信することができない。

【0070】

上述のように、通信可能な範囲に別のP 2 P - Mタグが存在している場合(すなわち(3)の場合)でも、当該P 2 P - Mタグが、別のP 2 P - Mタグからフレームを受信しない場合も起こり得る。したがって、ステップS 8 1 8でP 2 P - M用スロットの終了時までフレームを受信しなかった場合でも、すぐに同期が外れたと判断して同期再調整処理を行わずに、規定回数までは同期再調整を行うことなく他の場合と同様にスリープ処理Bに移行する(ステップS 8 1 9)。

【0071】

一方、規定回数のアクティブ期間だけ連続してフレームを受信できなかった場合には、P 2 P - Mタグは、同期が外れたと判断し、例えば同期状態か否かを示すフラグを非同期状態にセットする(ステップS 8 2 0)。この結果、再度ステップS 8 0 1における同期処理に戻り、ここでアクティブ期間の同期が行われる。これにより、1ビーコン期間にわたってスキャンを行うことで、同期が外れてアクティブ期間に送信されているフレームを受信できなくなっていたP 2 P - Mタグは、再同期して通常の動作に戻ることが可能となる。また、アクティブ期間が終わると、ステップS 8 1 1のスリープ処理Bに移行し、P 2 P - Mタグは、アクティブ期間を除く期間はスリープ状態となる。

【0072】

なお、P 2 P - Mタグにおける受信データ処理では、P 2 P - Mタグは、基本的にGW、P 2 P - S、P 2 P - Mから受信したフレームを区別無く記録するように構成されている。ただし、前回のアクティブ期間に受信したそれぞれ同一のGW、P 2 P - Sタグ、P 2 P - Mタグからフレームを受信した場合、P 2 P - Mタグは、この受信フレームに関しては何の処理も行わない。

【0073】

次に、図5を用いて、本発明の実施の形態における通信システムの各ノードのフレーム送受信タイミングについて説明する。図5は、本発明の実施の形態における通信システムの各ノードのフレーム送受信タイミングの一例を示すタイミングチャートである。なお、図5には、2つのP 2 P - Sタグ(P 2 P - S 1タグ及びP 2 P - S 2タグ)、1つのP 2 P - Mタグ(P 2 P - M 1タグ)のそれぞれのフレーム送受信タイミングが図示されている。

【 0 0 7 4 】

図5では、例えばGWからのフレームを受信して既に同期調整が行われているP2P-S1タグに対して、まだ同期していないP2P-S2タグ及びP2P-M1タグが同期を取るタイミングについて図示されている。

【 0 0 7 5 】

P2P-S2タグ及びP2P-M1タグはそれぞれスキャンを行っている。このスキャン処理が行われる状態は、P2P-S2タグに関しては起動時、P2P-M1タグに関しては起動時若しくは非同期で同期のためのスキャンをしながら移動してきた場合に該当する。図5中に示されている斜線部は、それぞれのタグがフレームを送信していることを示している。なお、図5では、フレーム送信タイミングのみが斜線部で示されており、フレーム受信タイミングについては図示省略されている。P2P-S2タグ及びP2P-M1タグのどちらも、P2P-S1タグのフレームを受信した時点でスキャンを中止し、P2P-S1タグからの受信フレームに基づく同期処理を行い、次のアクティブ期間に同期して無線部210を起動する。また、このように同期した時点でスキャンを停止できるため、必ずしも1ビーコン周期の間、ずっと無線部210を起動しておく必要はない。

10

【 0 0 7 6 】

また、図6は、本発明の実施の形態における通信システムの各ノードのフレーム送受信タイミングの別の一例を示すタイミングチャートである。図6には、図5に示されている上述の状況において、すべてのP2Pタグが同期した後におけるP2Pタグ間でのフレーム送受信の動作が模式的に示されている。なお、図6において、各スロットに付されている符号『GW』、『S1』、『S2』、『M1』は、それぞれGW、P2P-S1、P2P-S2、P2P-M1がフレーム送信に使用するタイムスロットであることを示しており、フレーム『GW』、『S1』、『S2』、『S2』は各タイムスロットで送信されるフレームを示している。また、図6の各タイムスロットのうちの太線で囲まれた部分は各P2Pタグが無線部210をオンにしている期間であり、一方、それ以外の期間では、各P2Pタグは無線部210をオフにして省電力化を図っている。

20

【 0 0 7 7 】

図6において、P2P-S1タグはGWからのフレーム『GW』を受信して同期しており、P2P-S2タグはP2P-S1タグからのフレーム『S1』を受信して同期している。また、P2P-M1タグは、移動後にP2P-S1タグのフレームを初めて受信し、さらにP2P-S2タグの方向に向かって移動している状態にある。

30

【 0 0 7 8 】

図6において、最初のアクティブ期間における各P2Pタグのフレーム送受信では、P2P-S1タグのみが最初のスロットでフレーム『GW』を受信している。これは、P2P-S1タグのみがGWと通信することが可能であることによる。P2P-S1タグは、このGWからの受信フレームに基づいて同期再調整処理を行うことが可能であるため、図6に図示されているように、以降のP2P-S用スロットにおいては、自身がフレームを送信するときを除いて無線部210を停止して省電力化を図ってもよい。

【 0 0 7 9 】

また、P2P-S1タグが送信したフレーム『S1』は、P2P-M1タグ及びP2P-S2タグの両方で受信される。P2P-M1タグ及びP2P-S2タグは両方共、このP2P-S1タグのフレーム『S1』に基づいて同期再調整処理を行う。一方、P2P-S2タグは、自身のフレーム送信タイミングでフレーム『S2』を送信している。しかしながら、このP2P-S2タグから送信されるフレーム『S2』は、P2P-M1タグに対してはまだ届かない。また、P2P-S1は、フレーム『S1』の送信後に無線部210を停止しているため、P2P-S2タグからのフレームを受信することはない。

40

【 0 0 8 0 】

一方、P2P-M1タグは、フレーム『S1』が初めてのフレーム受信であるためP2P-S1タグを記録する。また、P2P-S用スロットにおけるフレーム受信を終了した後、P2P-M1タグは、P2P-M用スロットの自身が選択したタイムスロットにおい

50

て、自身のフレームを送信する処理を行う。なお、P2P-M1タグは、P2P-S用スロットにおいてフレームを受信したので、P2P-M用スロットに関しては受信処理を行わない。また、P2P-M1タグが自身の選択したP2P-M用スロットに対してフレーム『M1』を送信した場合、通信可能範囲に存在しているP2P-S1タグが、このフレームを受信する。この時点で、P2P-S1タグにP2P-M1タグのIDが記録される。

【0081】

ここで、次のアクティブ期間においても、P2P-M1タグは移動せずに同一の場所に存在し続けたとする。この場合、P2P-M1タグは、前回のアクティブ期間と同様にフレーム『S1』を受信するが、既に以前(前回)のアクティブ期間でP2P-S1タグからのフレーム『S1』を受信済みのため、自身のフレームの送信処理を行わず、無線部210の動作を停止する。

【0082】

さらに次のアクティブ期間において、P2P-M1タグは移動して、さらにP2P-S2タグとも通信可能になったとする。この場合、P2P-M1タグは、P2P-S1及びP2P-S2タグの両方からフレームを受信し、P2P-S2からの受信フレーム『S2』が、前回のアクティブ期間に受信していない新しいP2Pタグからのフレームであるため、このフレーム『S2』の送信元であるP2P-S2タグのIDを記録し、また、フレーム『M1』の送信処理を行う。フレーム『M1』は通信可能範囲に存在しているP2P-S1タグ及びP2P-S2タグの両方によって受信され、P2P-S2タグによってP2P-M1タグのIDが記録される。このとき、P2P-S1タグにおいては、例えばこのフレーム受信をフレーム受信時刻と共に追加で更に記録を行ってもよいし、また、既にP2P-M1からの受信フレームを記録済みであるため、一定時間以上経過していなければ、同一のP2Pタグからのフレーム受信の記録を行わないようにしてもよい。

【0083】

このように、P2P-SタグやP2P-Mタグのそれぞれが、アクティブ期間の中のタイムスロットにおいても、無線部210を停止する期間をそれぞれ持つことが可能であり、更なる低消費電力化を図ることが可能である。なお、本実施の形態では、基準ノードであるGWを1台のみの場合で説明しているが、本発明においては、同一のシステム内において基準ノードが1台である必要はなく、複数の基準ノードと一度に通信可能なノードがないように設置し、これらの複数の基準ノードを本発明の方法以外で同期させておけば、複数の基準ノードを同じシステムで使用してもよい。例えば基準ノードの同期の方法としては、基準ノードが接続される外部ネットワークを用いて同期させることなどが考えられる。

【産業上の利用可能性】

【0084】

本発明は、無線通信システムにおける各無線ノードの消費電力の低減や、効率的なアクセス制御を実現することが可能であり、無線ネットワークシステムに適用可能であり、特に、各通信ノードにおける省電力化が重要な電子タグシステムやセンサネットワークシステムなどに適用可能である。

【符号の説明】

【0085】

- 100 ゲートウェイ(GW)
- 105 外部ネットワーク
- 110、111、112 P2P-Sタグ(無線タグ、無線ノード)
- 113、114 P2P-Mタグ(無線タグ、無線ノード)
- 200 P2Pタグ
- 201 送信部
- 202 受信部
- 203 制御部

10

20

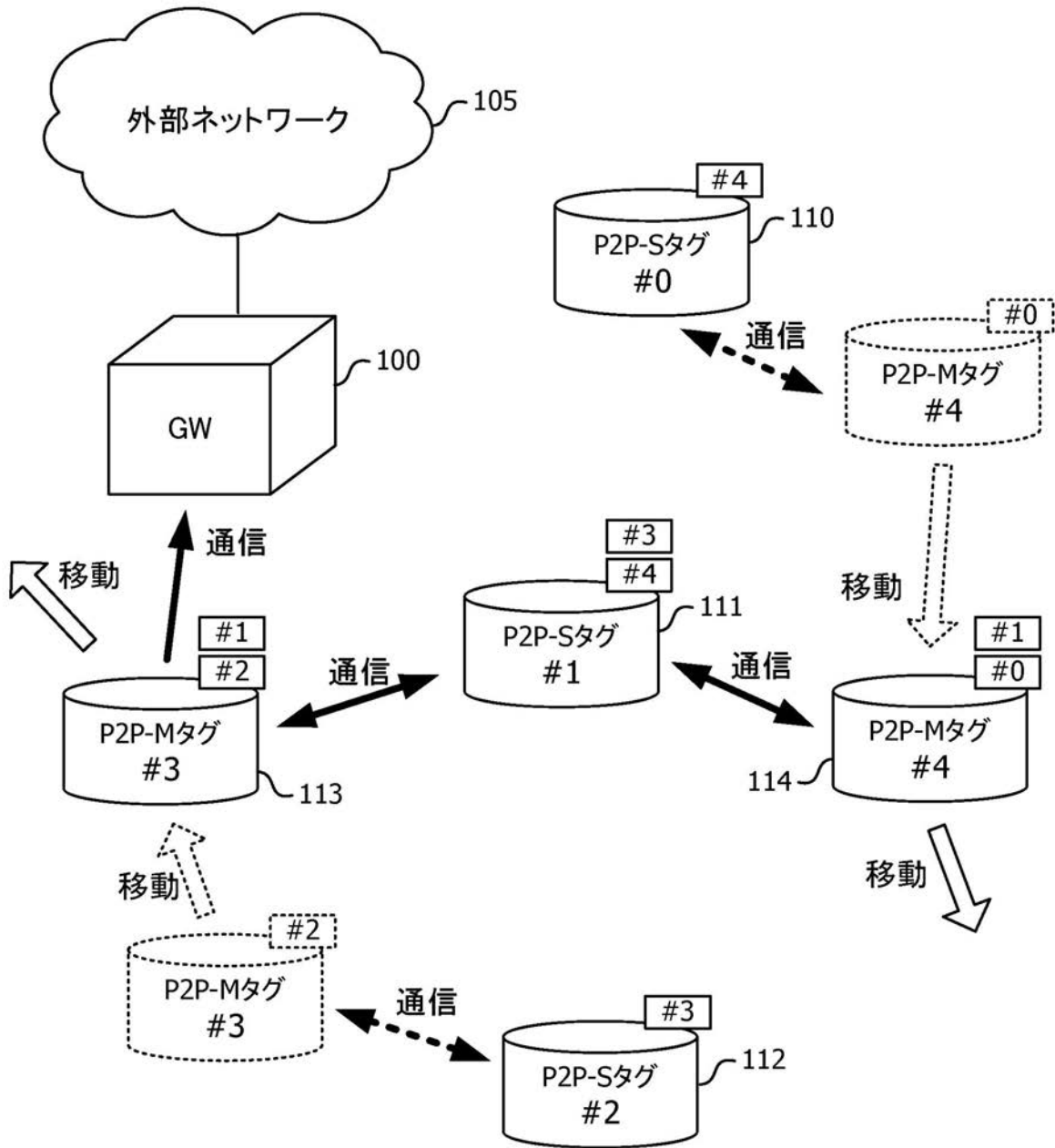
30

40

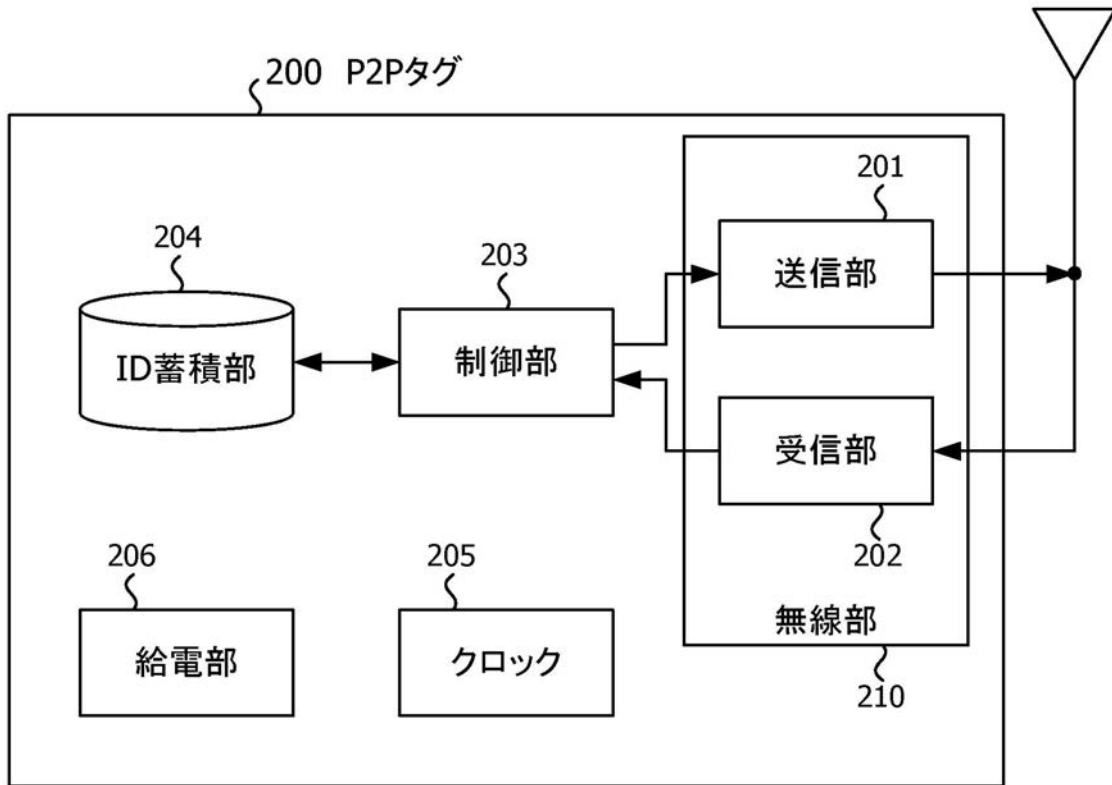
50

- 2 0 4 I D 蓄積部
- 2 0 5 クロック
- 2 0 6 給電部
- 2 1 0 無線部
- 4 0 1 スロット番号フィールド
- 4 0 2 待機時間数フィールド
- 4 0 3 タイプフィールド
- 4 0 4 I D フィールド

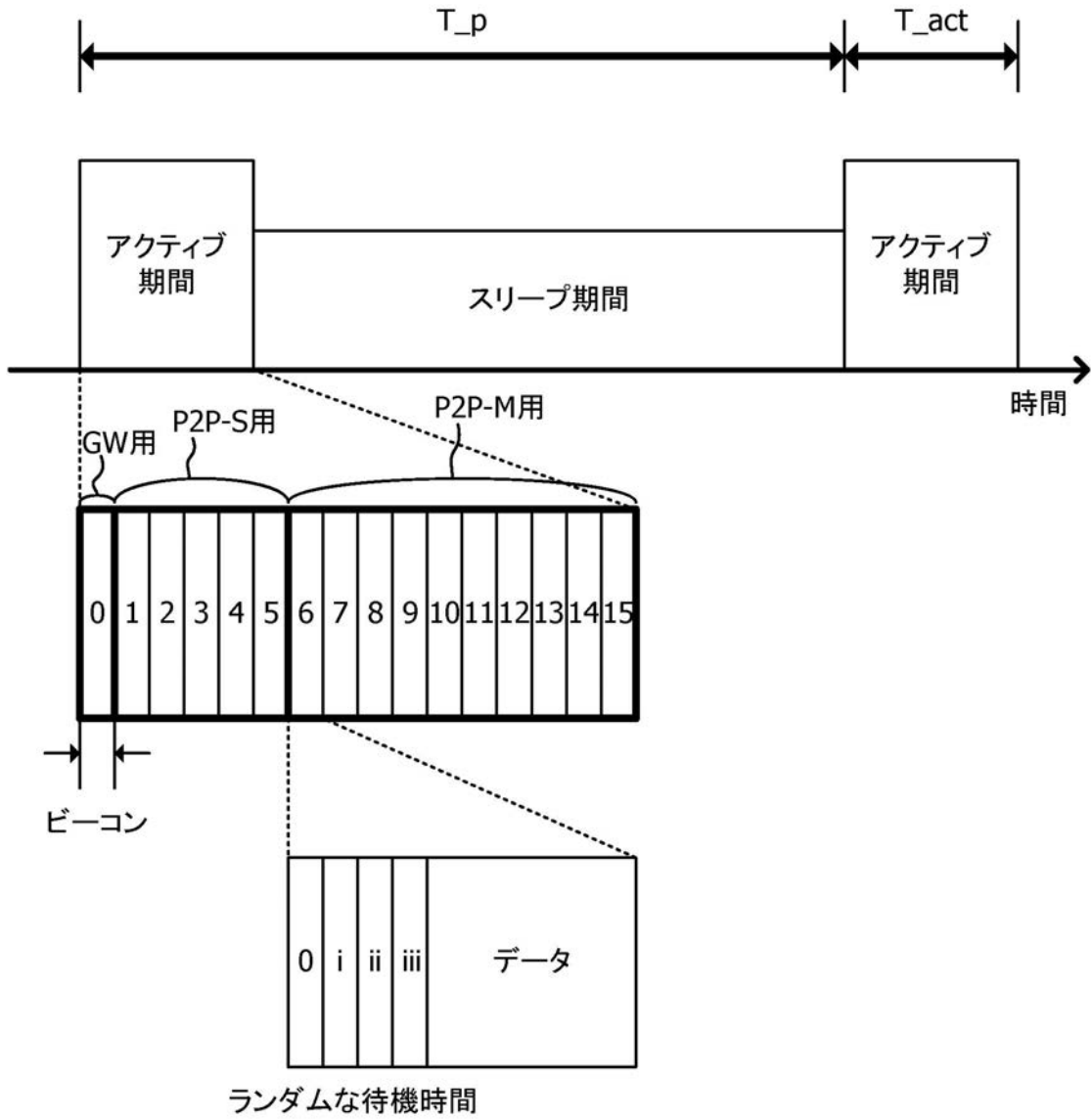
【図1】



【図2】



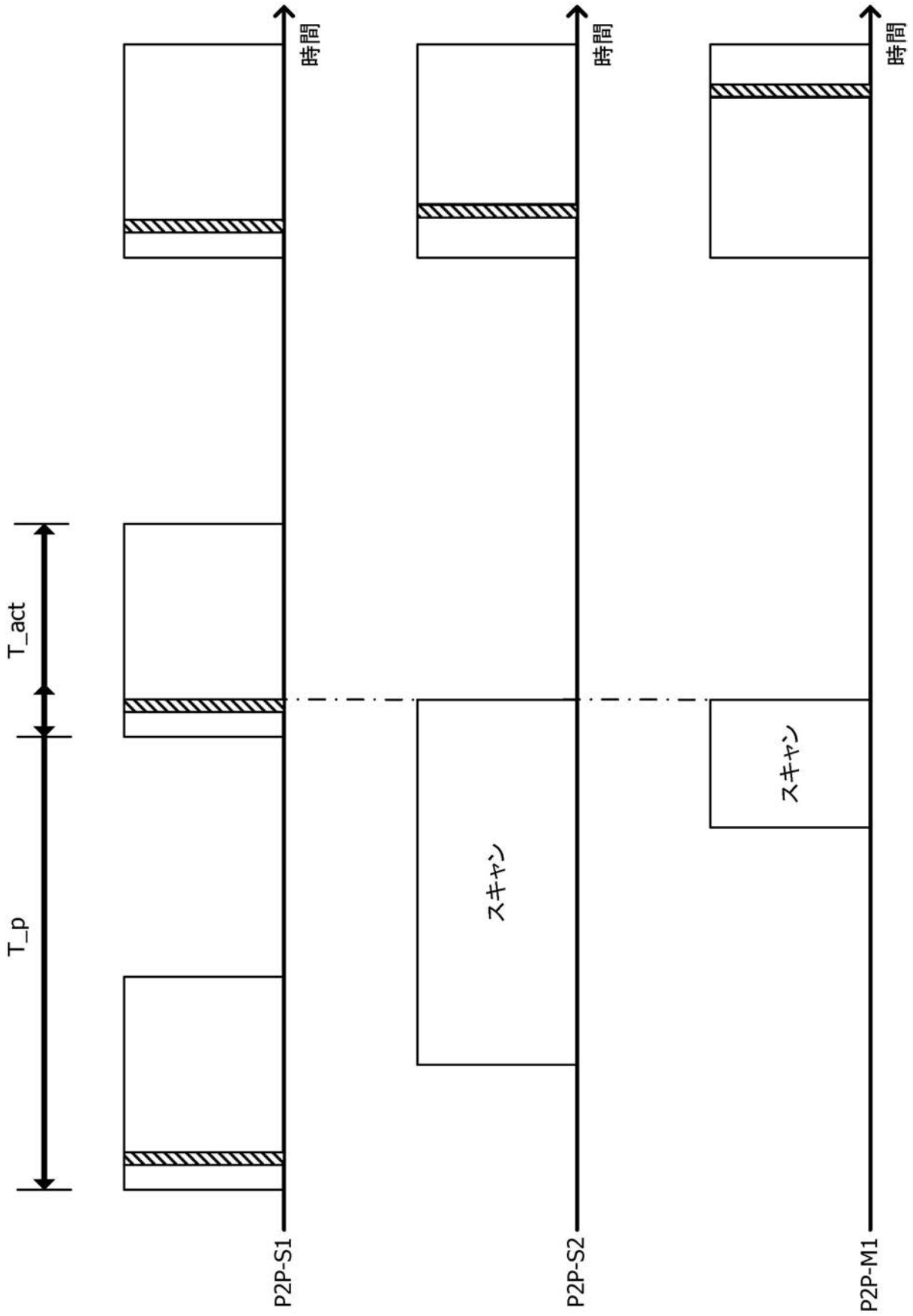
【図3】



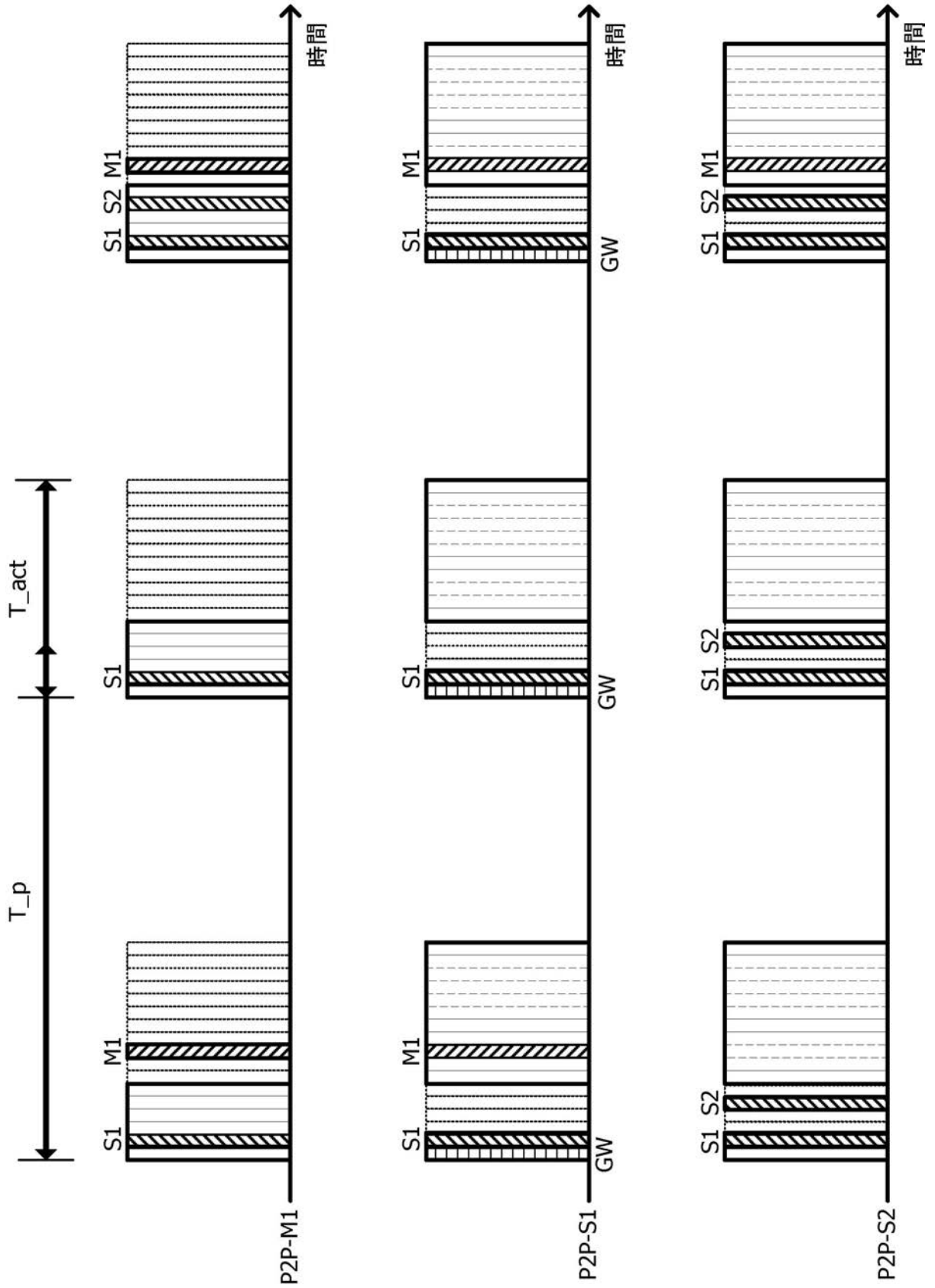
【図4】



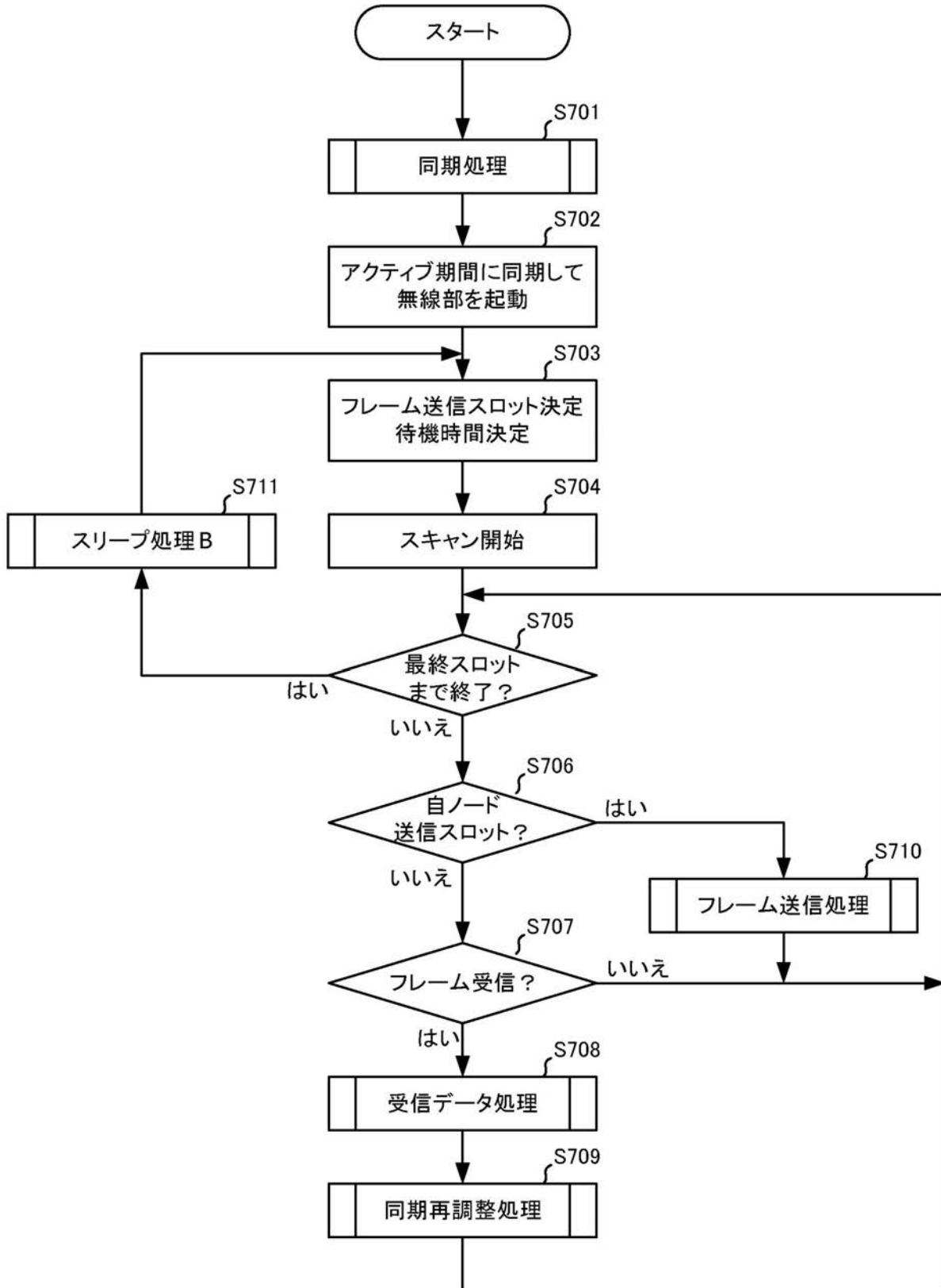
【図5】



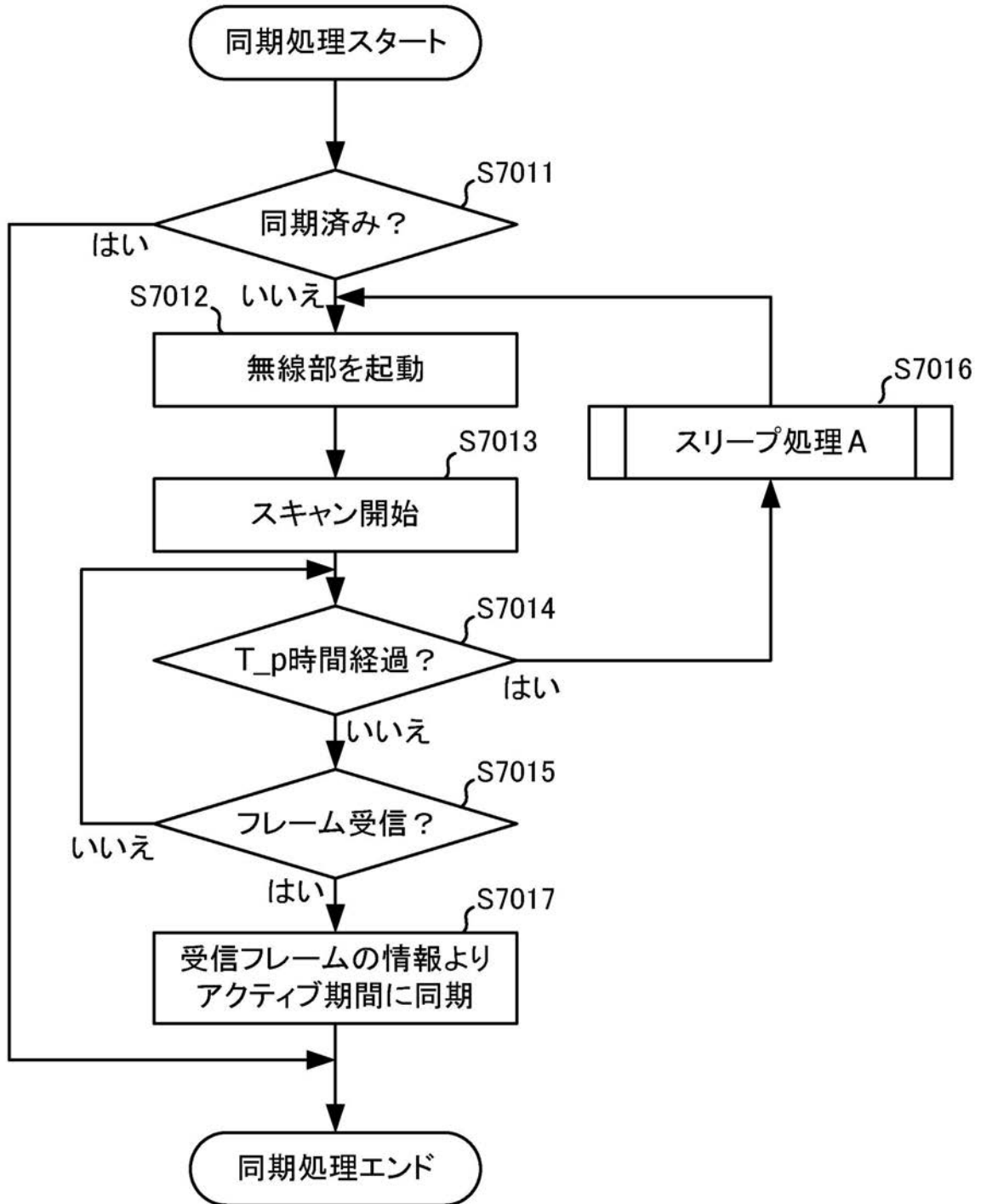
【 図 6 】



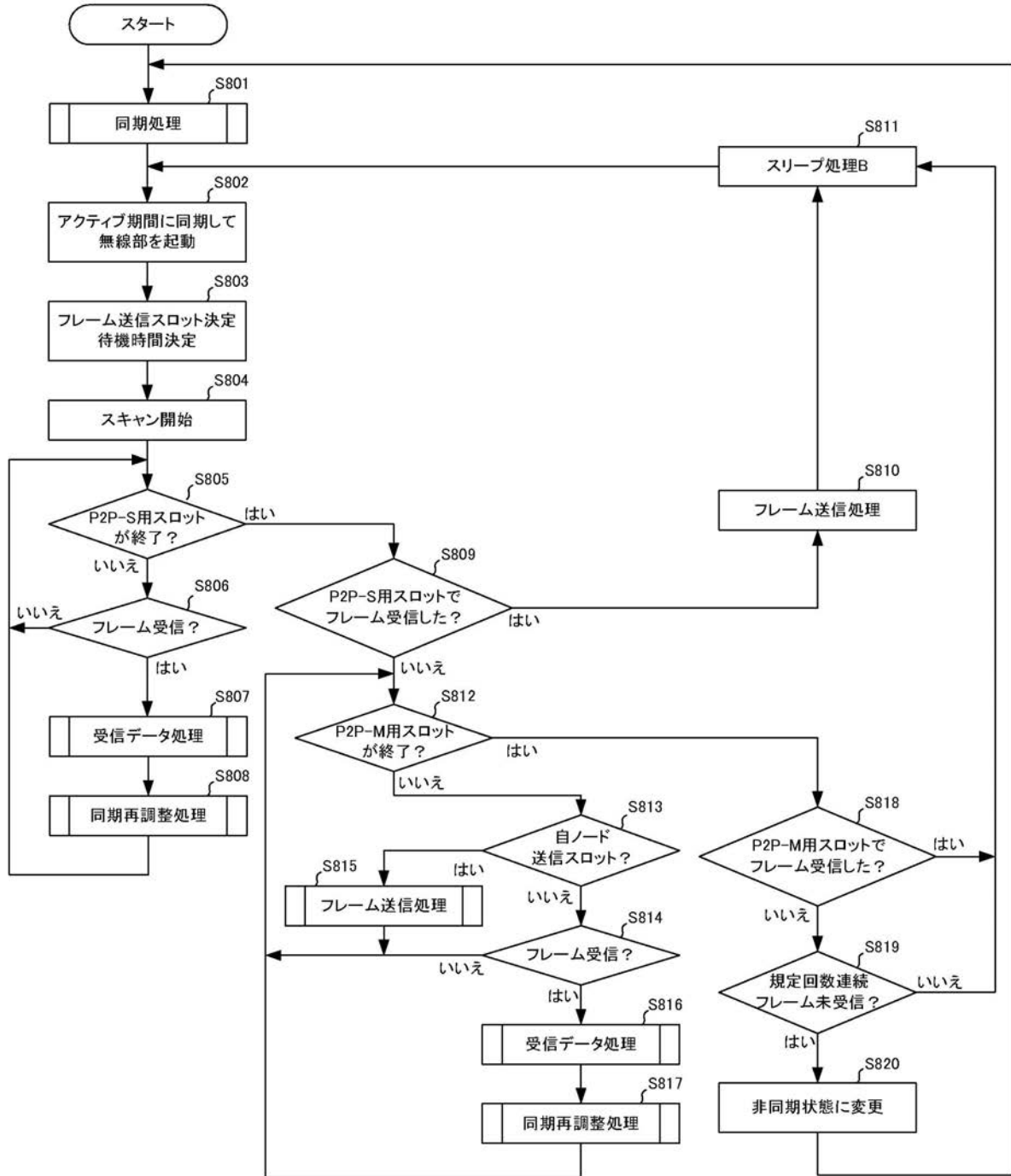
【図7A】



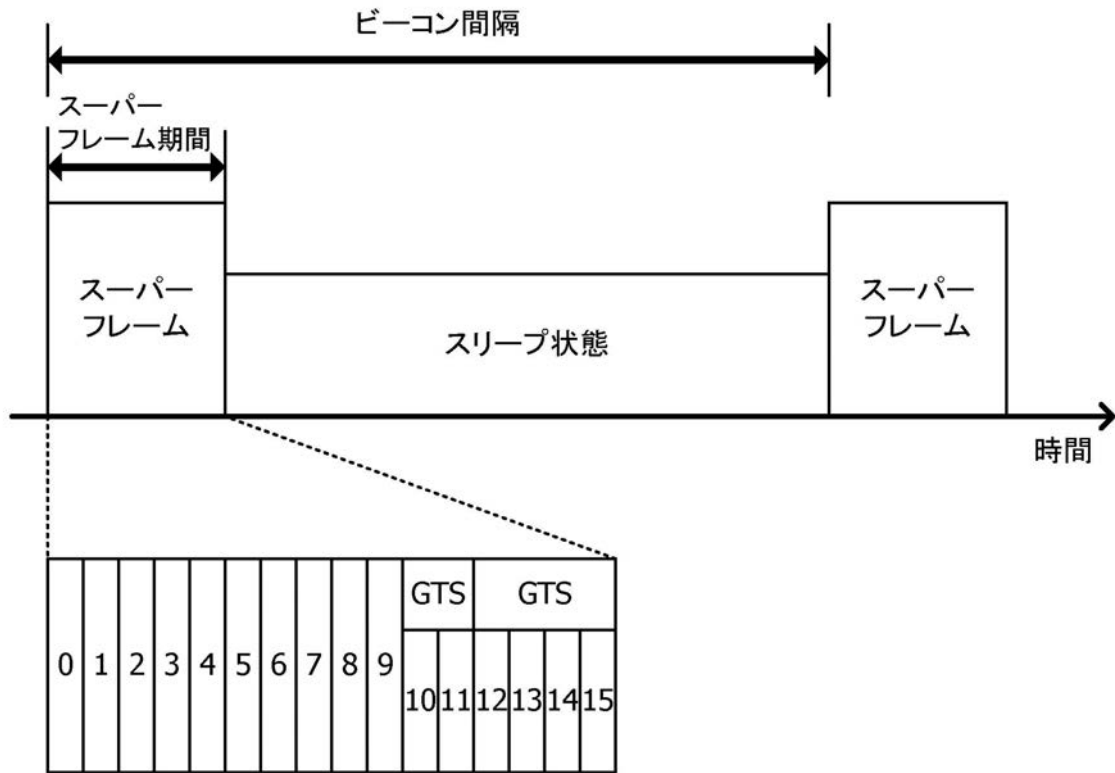
【図7B】



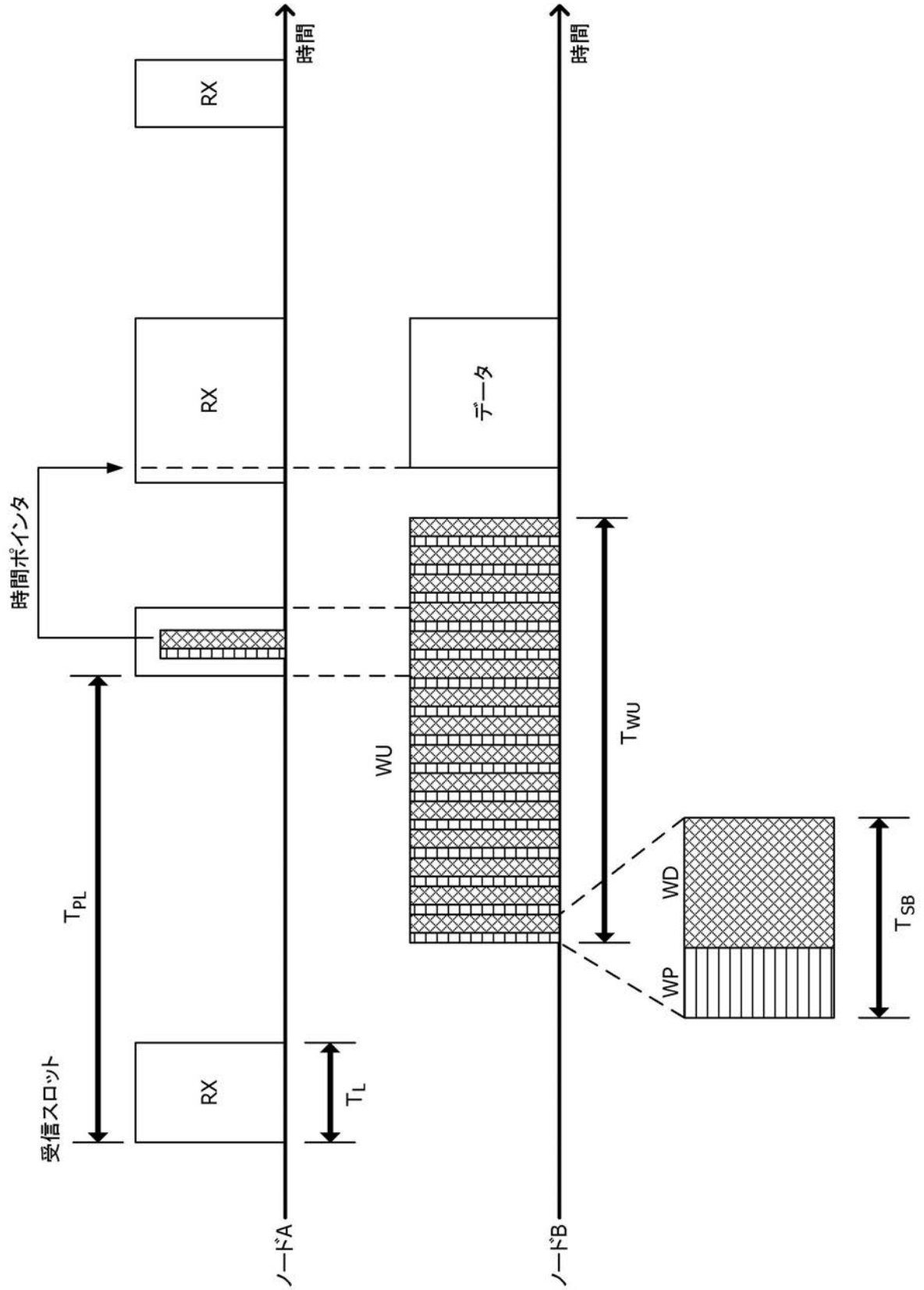
【 図 8 】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 宮本 和彦
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 重田 尚郎

(56)参考文献 特開2005-210698(JP,A)
関根理敏・竹内彰次郎・瀬崎薫, センサネットワークにおける衝突抑制型MACプロトコル, 電子情報通信学会技術研究報告 NS2004-65, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2004年 7月 8日, Vol.104 No.183, pp.73-76

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04W 4/00-99/00