(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
2014 年 5 月 1 日(01.05.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/065104 A1

(51) 国際特許分類:
H04W 52/02 (2009.01) *H04W 76/06* (2009.01)
H04W 76/02 (2009.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/077228

(22) 国際出願日: 2013 年 10 月 7 日(07.10.2013)

(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 2012-233767 2012 年 10 月 23 日(23.10.2012) JP

(71) 出願人: 横河電機株式会社(YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1808750 東京都武蔵野市中町２丁目９番３２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 藤本　直之(FUJIMOTO Naoyuki); 〒1808750 東京都武蔵野市中町２丁目９番３２号 横河電機株式会社内 Tokyo (JP). 山路　雅人(YAMAJI Masato); 〒1808750 東京都武蔵野市中町２丁目９番３２号　横河電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 志賀　正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

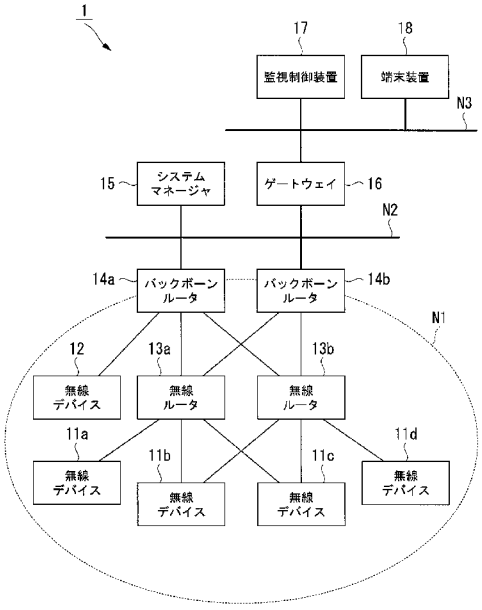
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, 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

[続葉有]

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

(54) 発明の名称 : 無線通信システム、管理装置、無線デバイス、及び無線通信方法



11a, 11b, 11c, 11d, 12 Wireless device
13a, 13b Wireless router
14a, 14b Backbone router
15 System manager
16 Gateway
17 Monitoring control device
18 Terminal device

(57) **Abstract**: In the present invention, a wireless communication system is provided with a wireless device that makes a join request to a wireless network if a first estimated joining time, which is the time when the wireless network is joined, is reached. The wireless communication system is provided with a management device that causes the wireless device that made a join request to join the wireless network, and if wireless communication over the wireless network of the wireless device has been completed, causes the wireless device to separate from the wireless network.

(57) 要約: 無線通信システムは、無線ネットワークに参入する時刻である第１の参入予定時刻になった場合に、無線ネットワークへの参入要求を行う無線デバイスを備える。また、無線通信ステムは、参入要求を行った無線デバイスを無線ネットワークに参入させ、無線デバイスの無線ネットワークを介した無線通信が完了した場合に、無線デバイスを無線ネットワークから離脱させる管理装置を備える。

WO 2014/065104 A1

(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、管理装置、無線デバイス、及び無線通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システム、管理装置、無線デバイス、及び無線通信方法に関する。

本願は、２０１２年１０月２３日に、日本に出願された特願２０１２－２３３７６７号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来から、プラントや工場等においては、高度な自動操業を実現すべく、分散制御システム（ＤＣＳ：Distributed Control System）が構築されている。分散制御システムでは、フィールド機器と呼ばれる現場機器（測定器、操作器）と、これらの制御を行う制御装置とが通信手段を介して接続される。このような分散制御システムの基礎をなす通信システムは、有線によって通信を行うものが殆どであった。しかし近年においてはＩＳＡ１００．１１ａやＷｉｒｅｌｅｓｓＨＡＲＴ（登録商標）等の産業用無線通信規格に準拠した無線通信を行う通信システムも実現されている。

[0003] これらの無線通信規格に準拠した無線通信システムは、メディアアクセス方式としてＴＤＭＡ（Time Division Multiple Access：時分割多元接続）方式を用いる。この無線通信システムでは、システムマネージャ（或いは、ネットワークマネージャ）と呼ばれる管理装置を設けてＴＤＭＡ方式における通信リソース（チャネルやタイムスロット等）の管理を行う。具体的に、管理装置は、無線ネットワークを介して行われる無線通信の各々に対して互いに異なるタイムスロット及びチャネルの割り当てを行った通信スケジュールを作成し、通信リソースの割り当てが重複しないように管理する。

[0004] ここで、上記の無線通信システムで用いられるフィールド機器（無線フィールド機器）は、基本的に単独でプラント等に設置され、外部からの電力供

給（例えば、通信バスを介した電力供給）を受けることができない。そのため、フィールド機器の電源として電池が用いられる。このようなフィールド機器では、電池の消耗を極力少なくするために、上記の管理装置で作成される通信スケジュールに従った省電力動作が行われる。具体的には、フィールド機器は、通信を行う必要が無い場合には、スリープ状態になる。スリープ状態とは、フィールド機器が無線ネットワークに参入している状態ではあるが、電力消費を極力少なくするために無線信号の送信及び受信を行わない状態である。フィールド機器は、通信を行う必要が生じた場合にのみアクティブ状態に移行して、管理装置によって割り当てられた通信リソースを用いて無線信号を送信又は受信する動作が行われる。アクティブ状態とは、フィールド機器が、無線信号の送信又は受信が可能な状態である。

[0005] 上記の無線通信システムにおいて、管理装置で作成される通信スケジュールに従った通信が正常に行われるためには、無線ネットワークを介して無線通信を行う無線機器（無線フィールド機器を含む）の時刻が互いに同期していることが前提となる。このため、無線通信システムでは、下位の無線機器（例えば、無線フィールド機器）が、上位の無線機器（例えば、無線ルータ）から定期的に（例えば、数分程度の時間間隔で）時刻情報を取得する。下位の無線機器では、取得した時刻情報を用いて自機の時刻を補正する動作（クロックアップデート）が行われる。尚、以下の特許文献１には、上述の省電力動作を行う従来の無線フィールド機器の一例が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：米国特許第７９８６６５７号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、従来の無線通信システムにおいて、無線ネットワークを介して無線通信を行う無線機器は、上述した省電力動作を行うか否かに拘わらず、

無線ネットワークに参入している状態（ジョイン（Join）状態）にある。ここで、ジョイン状態とは、具体的には以下の（ａ）～（ｃ）に示す状態の全てが満たされている状態をいう。

（ａ）無線通信システムと時刻同期している状態

（ｂ）暗号化通信の設定が完了しており、他の無線機器との間で行われる通信のセキュリティが確立されている状態

（ｃ）一定の無線帯域（タイムスロット及びチャネル）が割り当てられている状態

[0008] ジョイン状態にある無線機器は、管理装置で作成された通信スケジュールに従って無線信号を送信又は受信できるため、リアルタイム性（伝送遅延（レイテンシー）が殆ど生じないこと）が実現できるというメリットがある。しかしながら、ジョイン状態にある無線機器は、一定の無線帯域（タイムスロット及びチャネル）を占有するため、無線ネットワークに参入可能な無線機器の数が制限される。

[0009] 例えば、１秒間のタイムスロット数が「１００」であり、チャネル数が「１６」である無線通信システムにおいて、各無線機器が１秒間に１回だけ無線通信を行うと仮定した場合には、無線ネットワークに参入可能な無線機器の最大数は「１６００」に制限される。

実際には、使用されるタイムスロット及びチャネルについてある程度の余裕を考慮すると、無線ネットワークに参入可能な無線機器の数は「１０００」程度に制限される。

[0010] また、従来の無線通信システムでは、上述した通り、各無線機器が定期的にクロックアップデートを行って時刻を互いに同期させる必要がある。このクロックアップデートは、データの送受信を行わない場合でも定期的に行う必要があるため、無線機器の消費電力を低減することができない要因になる。無線機器の消費電力が大きいと、その分だけ容量の大きな高価な電池を搭載する必要があり、電池のコストを含めた無線機器のコストの低減が困難である。

[0011] 本発明の一態様は、従来よりも多くの無線デバイスを無線ネットワークに参入させることが可能であり、更には無線デバイスの消費電力を低減することが可能な無線通信システム、管理装置、無線デバイス、及び無線通信方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0012] （１） 本発明の第１の態様は、無線ネットワークに参入する時刻である第１の参入予定時刻になった場合に、前記無線ネットワークへの参入要求を行う無線デバイスと、前記参入要求を行った無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させ、当該無線デバイスの前記無線ネットワークを介した無線通信が完了した場合に、当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させる管理装置と、を備える無線通信システムである。

第１の態様によると、無線ネットワークへの参入要求を送信した無線デバイスを無線ネットワークに参入させる処理が行われ、無線ネットワークに参入した無線デバイスの無線ネットワークを介した無線通信が完了すると、その無線デバイスを無線ネットワークから離脱させる処理が行われる。

[0013] （２） 本発明の第１の態様において、前記管理装置は、当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させる前に、前記第１の参入予定時刻の後に前記無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させる時刻である第２の参入予定時刻を設定してもよい。

[0014] （３） 本発明の第１の態様において、前記管理装置は、前記第２の参入予定時刻の情報を、前記無線デバイスに送信し、前記無線デバイスは、前記第２の参入予定時刻の情報を受信し、前記第２の参入予定時刻になった場合に、前記無線ネットワークへの参入要求を行ってもよい。

[0015] （４） 本発明の第１の態様において、前記管理装置は、前記第２の参入予定時刻と、他の無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させる時刻である第３の参入予定時刻とが、時間的に分散するように設定してもよい。

[0016] （５） 本発明の第１の態様において、前記管理装置は、前記無線デバイスを識別する識別情報と、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱

させるか否かを示すフラグとが対応付けられたテーブルを格納する格納部を備え、当該無線デバイスから得られる識別情報に対応するフラグに基づいて当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させるか否かを制御してもよい。

[0017] （６） 本発明の第１の態様において、前記管理装置は、前記フラグが、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させることを示す場合には、前記無線通信が完了した場合に、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させ、前記フラグが、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させないことを示す場合には、前記無線通信が完了した場合であっても、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させないようにしてもよい。

[0018] （７） 本発明の第１の態様において、前記管理装置の前記格納部に格納される前記テーブルの内容を設定する上位管理装置を更に備えてもよい。

[0019] （８） 本発明の第１の態様において、前記管理装置は、前記無線デバイスを、前記無線デバイスと前記無線通信システムとの時刻同期が維持されていない第１の状態、前記無線デバイスと他の無線機器との間で行われる通信のセキュリティが確立されていない第２の状態、及び、前記無線デバイスに無線帯域が割り当てられていない第３の状態にすることにより、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させてもよい。

[0020] （９） 本発明の第１の態様において、前記無線デバイスは、状態量を測定するよう構成される測定部と、前記無線ネットワークに参入してから離脱するまでの間に、前記測定部が測定した前記状態量を前記管理装置に送信するよう構成される通信部と、を更に備えてもよい。

[0021] （１０） 本発明の第１の態様において、前記無線デバイスは、時刻を計時するよう構成される計時部を備え、前記計時部は、前記無線デバイスが、前記無線ネットワークから離脱している間は、前記無線通信システムとの時刻同期を行わないよう構成されてもよい。

[0022] （１１） 本発明の第２の態様は、無線ネットワークへの参入要求を無線デ

バイスから受信するよう構成される通信部と、前記無線ネットワークへの参入要求を行った無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させ、当該無線デバイスの前記無線ネットワークを介した無線通信が完了した場合に、当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させるよう構成される制御部と、を備える管理装置である。

[0023] （１２） 本発明の第２の態様において、当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させる前に、当該無線デバイスに対して、前記無線ネットワークに参入する次回の時刻を設定するよう構成される設定部を更に備えてもよい。

[0024] （１３） 本発明の第２の態様において、前記無線デバイスを識別する識別情報と、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させるか否かを示すフラグとが対応付けられたテーブルを格納する格納部を更に備え、前記制御部は、当該無線デバイスから得られる識別情報に対応するフラグに基づいて当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させるか否かを制御するよう構成されてもよい。

[0025] （１４） 本発明の第３の態様は、無線ネットワークに参入する時刻である参入予定時刻を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶された前記参入予定時刻になった場合に、前記無線ネットワークへの参入要求を行うよう構成される制御部と、を備える無線デバイスである。

[0026] （１５） 本発明の第３の態様において、前記記憶部は、前記参入予定時刻に加えて、前記無線ネットワークへの参入要求を行うために前回必要であった通信リソースに関する第１情報、及び前記無線ネットワークにおける時刻と前記無線デバイスの時刻との偏差を示す第２情報を記憶し、前記制御部は、前記記憶部に記憶された前記参入予定時刻と前記第１及び第２情報とを用いて前記無線ネットワークに参入するための処理を行うよう構成されてもよい。

[0027] （１６） 本発明の第３の態様において、前記制御部は、前記参入予定時刻と前記第１及び第２情報とを用いて探索期間を算出し、前記探索期間中に、

前記無線デバイスの前記無線ネットワークへの接続を中継する中継装置を探索するよう構成されてもよい。

[0028] （１７） 本発明の第３の態様において、前記制御部は、予め規定された事象が生じた場合には、前記参入予定時刻に拘わらず、前記無線ネットワークへの参入要求を行うよう構成されてもよい。

[0029] （１８） 本発明の第３の態様において、前記予め規定された事象として、前記無線デバイスの異常を検出するよう構成された検出部を更に備え、前記制御部は、前記予め規定された事象を前記検出部が検出した場合に、前記無線ネットワークへの参入要求を行うよう構成されてもよい。

[0030] （１９） 本発明の第４の態様は、無線ネットワークに参入する時刻である参入予定時刻になったときに、前記無線ネットワークへの参入要求を行わせ、前記参入要求を行った無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させ、当該無線デバイスによって前記無線ネットワークを介した無線通信を行わせ、前記無線ネットワークを介した前記無線通信が完了したときに、当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させる無線通信方法である。

発明の効果

[0031] 本発明の各態様によれば、無線ネットワークへの参入要求を送信した無線デバイスを無線ネットワークに参入させ、無線ネットワークに参入した無線デバイスの無線ネットワークを介した無線通信が完了すると、その無線デバイスを無線ネットワークから離脱させる。そのため、従来よりも多くの無線デバイスを無線ネットワークに参入させることが可能である。また、無線デバイスを無線ネットワークから離脱させることで、従来必要であった時刻補正（クロックアップデート）が不要となるため、無線デバイスの消費電力を低減することができ、これにより電池のコストを含めた無線デバイスのコストを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の第１の実施形態による無線通信システムの全体構成を示す図である。

[図2]本発明の第１の実施形態による無線デバイスの要部構成を示すブロック図である。

[図3]本発明の第１の実施形態による管理装置としてのシステムマネージャの要部構成を示すブロック図である。

[図4]システムマネージャで用いられるデバイス情報の一例を示す図である。

[図5]本発明の第１の実施形態において割り当てられる通信リソースを説明するための図である。

[図6]本発明の第１の実施形態による無線デバイスの動作を示すフローチャートである。

[図7]本発明の第１の実施形態による管理装置としてのシステムマネージャの動作を示すフローチャートである。

[図8]本発明の第１の実施形態による無線通信システムの動作を説明するためのタイミングチャートである。

[図9]本発明の第１の実施形態で行われる親ルータの探索処理を説明するための図である。

[図10]本発明の第２の実施形態による無線通信システムの動作を説明するためのタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、図面を参照して本発明の第１及び第２の実施形態による無線通信システム、管理装置、無線デバイス、及び無線通信方法について詳細に説明する。

[0034] （第１の実施形態）

始めに、本発明の第１の実施形態について説明する。

[0035] 〈無線通信システムの全体構成〉

図１は、本発明の第１の実施形態による無線通信システム１の全体構成を示す図である。図１に示す通り、第１の実施形態の無線通信システム１は、無線デバイス１１ａ～１１ｄ、無線デバイス１２、無線ルータ１３ａ，１３ｂ、バックボーンルータ１４ａ，１４ｂ、システムマネージャ１５（管理装

置）、ゲートウェイ１６、監視制御装置１７（上位管理装置）、及び端末装置１８（上位管理装置）を備える。無線通信システム１は、無線ネットワークＮ１を介したＴＤＭＡ（Time Division Multiple Access：時分割多元接続）方式による無線通信を行う。無線通信システム１は、例えばプラントや工場等（以下、これらを総称する場合には、単に「プラント」という）に構築される。

[0036] 無線通信システム１が構築されるプラントには、無線ネットワークＮ１、バックボーンネットワークＮ２、及び制御ネットワークＮ３が設けられる。無線ネットワークＮ１は、プラントの現場に設置された機器（無線デバイス１１ａ～１１ｄ、無線デバイス１２、無線ルータ１３ａ，１３ｂ、及びバックボーンルータ１４ａ，１４ｂ）によって実現される。無線ネットワークＮ１は、システムマネージャ１５によって管理される。尚、無線ネットワークＮ１を形成する無線デバイス、無線ルータ、及びバックボーンルータの数は任意である。

[0037] バックボーンネットワークＮ２は、無線通信システム１の基幹となる有線ネットワークである。バックボーンネットワークＮ２には、バックボーンルータ１４ａ，１４ｂ、システムマネージャ１５、及びゲートウェイ１６が接続される。制御ネットワークＮ３は、バックボーンネットワークＮ２の上位に位置づけられる有線ネットワークである。制御ネットワークＮ３には、ゲートウェイ１６、監視制御装置１７、及び端末装置１８が接続される。

[0038] 無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２は、例えば流量計や温度センサ等のセンサ機器、流量制御弁や開閉弁等のバルブ機器、ファンやモータ等のアクチュエータ機器、その他のプラントに設置されるフィールド機器である。無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２は、監視制御装置１７の制御の下で動作する。無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２は何れも、電池を電源として省電力動作（例えば、間欠動作）を行う。無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２は、ＩＳＡ１００．１１ａに準拠したＴＤＭＡ方式による無線通信を行う。但し、上記の無線デ

バイス１１ａ～１１ｄと無線デバイス１２とは、無線ネットワークＮ１に参入している状態（ジョイン（Join）状態）を維持するか否かにおいて相違する。

[0039] 具体的に、無線デバイス１１ａ～１１ｄは、無線ネットワークＮ１に参入した後に予定された無線通信（無線ネットワークＮ１を介した無線通信）が完了すると、システムマネージャ１５の管理の下で無線ネットワークＮ１から離脱（リーブ（Leave））する。これに対し、無線デバイス１２は、従来の無線デバイスと同様に、システムマネージャ１５の管理の下で無線ネットワークＮ１に参入した後はジョイン状態を維持する。

[0040] このように、無線デバイス１１ａ～１１ｄが無線ネットワークＮ１から離脱するのは、無線通信を行う必要が無い場合に通信リソースを開放することによって、従来よりも多くの無線デバイスを無線ネットワークＮ１に参入可能にするためである。また、ジョイン状態を維持する場合に必要となるクロックアップデート（定期的な時刻同期）を無くすことで、無線デバイス１１ａ～１１ｄの消費電力を低減するためである。

[0041] 無線デバイス１１ａ～１１ｄが無線ネットワークＮ１から離脱している状態（リーブ状態）とは、具体的には以下の（Ａ）～（Ｃ）に示す状態の全てが満たされている状態をいう。

（Ａ）無線通信システムとの時刻同期が維持されていない状態

（Ｂ）他の無線機器との間で行われる通信のセキュリティが確立されていない状態

（Ｃ）無線帯域（タイムスロット及びチャネル）が割り当てられていない状態

[0042] また、上記の無線デバイス１１ａ～１１ｄと無線デバイス１２とは、無線ネットワークＮ１への参入するタイミングも相違する。具体的に、無線デバイス１１ａ～１１ｄは、無線ネットワークＮ１に参入した後は無線ネットワークＮ１から離脱することを前提とする。そのため、無線デバイス１１ａ～１１ｄは、システムマネージャ１５によって設定される参入予定時刻（無線

ネットワークＮ１に参入する時刻）になったタイミングでジョイン要求を行う。これに対し、無線デバイス１２は、無線ネットワークＮ１に参入した後はジョイン状態を維持する。そのため、無線デバイス１２は、基本的には作業者からの指示があったタイミングで、システムマネージャ１５に対して無線ネットワークＮ１への参入要求（ジョイン要求）を行う。尚、無線デバイス１１ａ～１１ｄの詳細については後述する。

[0043] 無線ルータ１３ａ，１３ｂは、無線デバイス１１ａ～１１ｄ、無線デバイス１２、及びバックボーンルータ１４ａ，１４ｂとの間でＩＳＡ１００．１１ａに準拠した無線通信を行う。無線ルータ１３ａ，１３ｂは、無線デバイス１１ａ～１１ｄ、無線デバイス１２、及びバックボーンルータ１４ａ，１４ｂとの間で送受信されるデータを中継する。無線ルータ１３ａ，１３ｂも、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２と同様に、電池を電源として間欠動作等の省電力動作を行う。尚、図１では、無線デバイス１２がバックボーンルータ１４ａに直接接続されている状態を図示している。しかし、無線デバイス１２は、無線デバイス１１ａ～１１ｄと同様に、無線ルータ１３ａ，１３ｂを介してバックボーンルータ１４ａ，１４ｂに接続されてもよい。

[0044] 無線ルータ１３ａ，１３ｂは、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２に対して定期的に広告パケットを送信する。この広告パケットは、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２を無線ネットワークＮ１に接続させるため、或いは無線ネットワークＮ１に参入している無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２の時刻を同期させるために用いられる。尚、ここでは、説明を簡単にするために、無線ルータ１３ａ，１３ｂの双方が広告パケットを送信する場合について説明するが、無線ルータ１３ａ，１３ｂのうちの何れか一方のみが広告パケットを送信しても良い。

[0045] バックボーンルータ１４ａ，１４ｂは、無線ネットワークＮ１とバックボーンネットワークＮ２とを接続する。バックボーンルータ１４ａ，１４ｂは、無線ネットワークＮ１とバックボーンネットワークＮ２との間で送受信さ

れるデータの中継を行う。バックボーンルータ１４ａ，１４ｂは、例えばバックボーンネットワークＮ２から供給される直流電力、或いはバックボーンネットワークＮ２とは別の経路を介して供給される直流電力により連続して動作する。これにより、バックボーンルータ１４ａ，１４ｂは、上記の無線通信規格ＩＳＡ１００．１１ａに準拠した無線通信を行う。

[0046] システムマネージャ１５は、例えば商用電源から供給される電力により連続して動作し、無線ネットワークＮ１を介して行われる無線通信の制御を行う。具体的には、システムマネージャ１５は、無線デバイス１１ａ～１１ｄ、無線デバイス１２、無線ルータ１３ａ，１３ｂ、バックボーンルータ１４ａ，１４ｂ、及びゲートウェイ１６に対する通信リソース（タイムスロット及びチャネル）の割り当て制御を行う。これにより、システムマネージャ１５は、無線ネットワークＮ１を介したＴＤＭＡによる無線通信を実現する。

[0047] システムマネージャ１５は、無線ネットワークＮ１に対して無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２等を参入させる処理（参入処理）を行う。また、システムマネージャ１５は、無線ネットワークＮ１から無線デバイス１１ａ～１１ｄを離脱させる処理（離脱処理）を行う。

システムマネージャ１５は、デバイス情報に基づいて上記の離脱処理を行う。このデバイス情報では、無線デバイスの識別子と、無線ネットワークＮ１から無線デバイスを離脱させるか否かを示すフラグとが対応付けられる。システムマネージャ１５は、無線ネットワークＮ１から無線デバイス１１ａ～１１ｄを離脱させる際には、無線デバイス１１ａ～１１ｄに対し、無線ネットワークＮ１に参入する次回の時刻を参入予定時刻として設定する。尚、システムマネージャ１５の詳細については後述する。

[0048] ゲートウェイ１６は、バックボーンネットワークＮ２と制御ネットワークＮ３とを接続する。ゲートウェイ１６は、無線デバイス１１ａ～１１ｄ、無線デバイス１２、システムマネージャ１５等と、監視制御装置１７及び端末装置１８との間で送受信される各種データの中継を行う。ゲートウェイ１６を設けることで、セキュリティを維持しつつ、バックボーンネットワークＮ

２と制御ネットワークＮ３とを相互に接続することができる。

[0049] 監視制御装置１７は、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２等の監視及び管理を行う。具体的に、監視制御装置１７は、ゲートウェイ１６を介して無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２から測定データを収集する。これにより、監視制御装置１７は、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２等の監視を行う。

また、監視制御装置１７は、収集した測定データに基づいて無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２の制御量を求め、ゲートウェイ１６を介して無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２に設定する。これにより、監視制御装置１７は、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２を制御する。

また、監視制御装置１７は、システムマネージャ１５に格納されている上記のデバイス情報の設定や変更を行う。

[0050] 端末装置１８は、例えばプラントの運転員によって操作され、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２の監視及び制御等を行うために用いられる。具体的に、端末装置１８は、キーボードやポインティングデバイス等の入力装置や、液晶表示装置等の表示装置を備える。端末装置１８は、監視制御装置１７で得られた無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２の監視結果を表示装置に表示して運転員に提供する。また、端末装置１８は、運転員が入力装置を操作して入力した指示を監視制御装置１７に出力して、その指示に基づいた制御を監視制御装置１７に行わせる。また、端末装置１８は、監視制御装置１７と同様に、システムマネージャ１５に格納されている上記のデバイス情報の設定や変更が可能である。

[0051] 〈無線デバイス１１ａ～１１ｄの構成〉

図２は、本発明の第１の実施形態による無線デバイス１１ａの要部構成を示すブロック図である。

尚、無線デバイス１１ａ～１１ｄはそれぞれ同様の構成であるため、ここでは無線デバイス１１ａについて説明する。無線デバイス１１ａは、例えば

、工業プロセスにおける各種の状態量（例えば、圧力、温度、流量等）を測定するセンサ機器である。図２に示す通り、無線デバイス１１ａは、測定部２１、無線通信部２２、時計部２３、不揮発性メモリ２４（記憶部）、及び制御部２５を備える。

[0052] 測定部２１は、圧力計、温度計、流量計等の測定器を備え、工業プロセスにおける各種の状態量（圧力、温度、或いは流量等）を測定し、その測定結果を示すプロセス値を出力する。無線通信部２２は、制御部２５の処理部２５ｃの制御の下で、無線ネットワークＮ１を介した無線通信を行う。尚、無線通信部２２で行われる無線通信は、無線通信規格ＩＳＡ１００．１１ａに準拠する。

[0053] 時計部２３は、時刻を計時して現在の時刻を示す時刻データを制御部２５の処理部２５ｃに出力する。

具体的に、時計部２３は、±数十ｐｐｍ（parts per million：１００万分の１）程度の精度で振動する水晶振動子を備え、この水晶振動子の振動周波数を検出することによって時刻を計時する。時計部２３で計時される時刻は、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入するときに制御部２５の処理部２５ｃによって補正される。これは、無線ルータ１３ａやシステムマネージャ１５と同期させるためである。

[0054] 不揮発性メモリ２４は、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入するために必要となる参入予定時刻Ｑ１及びルータ情報Ｑ２を記憶する。参入予定時刻Ｑ１は、無線ネットワークＮ１から離脱した状態にある無線デバイス１１ａが、無線ネットワークＮ１に参入するおおよその時刻を示す情報である。この参入予定時刻Ｑ１は、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１から離脱する際に、システムマネージャ１５によって設定される。

[0055] ルータ情報Ｑ２は、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１から離脱する前に接続されていた親ルータ（無線ルータ１３ａ，１３ｂ或いはバックボーンルータ１４ａ，１４ｂ：図１に示す例では、無線ルータ１３ａ）を示す情報である。具体的に、ルータ情報Ｑ２は、「広告パケットホッピングパ

ターン情報」（第１情報）、「広告パケット受信リンク情報」（第１情報）、及び「時刻偏差情報」（第２情報）を含む。上記の「広告パケットホッピングパターン情報」は、親ルータが広告パケットを定期的（例えば、４秒毎）に送信するために用いるチャネルの遷移順を示す情報である。上記の「広告パケット受信リンク情報」は、親ルータが送信する広告パケットを受信するためのリンク情報（オフセット及び周期）を示す情報である。上記の「時刻偏差情報」は、親ルータと無線デバイス１１ａとの時刻偏差を示す情報である。

[0056] ルータ情報Ｑ２のうちの上記の「広告パケットホッピングパターン情報」及び「広告パケット受信リンク情報」は、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入した後にシステムマネージャ１５によって設定される。これに対し、ルータ情報Ｑ２のうちの上記の「時刻偏差情報」は、親ルータから定期的に送信される広告パケットを無線デバイス１１ａが受信することによって、無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃが算出する。具体的に、親ルータが広告パケットを送信する間隔をＴ１［ｓｅｃ］とし、無線デバイス１１ａが親ルータからの広告パケットを受信する間隔をＴ２［ｓｅｃ］とすると、制御部２５の処理部２５ｃは、以下の（１）式を用いて、時刻偏差Ｄ［ｐｐｍ］を求める。

Ｄ＝（Ｔ２－Ｔ１）／Ｔ１×１０００００００　…（１）

[0057] 制御部２５の処理部２５ｃは、無線デバイス１１ａの動作を統括して制御する。例えば、制御部２５の処理部２５ｃは、測定部２１を制御して工業プロセスにおける各種の状態量を測定させ、無線通信部２２を制御して無線デバイス１１ａを無線ネットワークＮ１へ参入させ、或いは無線通信部２２を制御して測定部２１で測定されたプロセス値を、無線ネットワークＮ１を介して監視制御装置１７に向けて送信させる。

[0058] 制御部２５は、探索期間算出部２５ａ、イベント検出部２５ｂ及び処理部２５ｃを備える。探索期間算出部２５ａは、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入する際に、親ルータを探索する期間を算出する。このよ

うに、親ルータの探索期間を算出するのは、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入する際の電力消費量を極力低減するためである。無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入するには、まず親ルータを探索する必要がある。親ルータを探索するには、複数のチャネルをサーチする必要があることから無線デバイス１１ａの消費電力が大きくなり、親ルータの探索が長期間に亘って行われると無線デバイス１１ａで電力が無駄に消費される。そこで、無線デバイス１１ａの電力消費量を極力低減するために、探索期間算出部２５ａで探索期間を求めて、親ルータを探索する期間を制限する。

[0059] 具体的に、探索期間算出部２５ａは、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１から離脱する直前に広告パケットを受信した時刻をｔ０とすると、以下の（２）式を用いて、親ルータの探索を開始する探索開始時刻ｔ１を求める。

ｔ１＝ｔ０＋（Ｔ２×ｎ）－（Ｔ２×ｎ）×Ｄ／１０００００×Ｓ …（２）

但し、上記（２）式中のＴ２は無線デバイス１１ａが親ルータからの広告パケットを受信していた間隔［ｓｅｃ］であり、Ｄは上記の（１）式で求められる時刻偏差であり、Ｓは広告パケットの受信が安全に行われるために設定される安全率（任意の値）であり、ｎは上述した参入予定時刻Ｑ１を広告パケットの受信間隔Ｔ２で除算して得られる商である。

[0060] また、探索期間算出部２５ａは、以下の（３）式を用いて、探索を継続する探索期間Ｔを求める。

Ｔ＝（Ｔ２×ｎ）×Ｄ／１０００００×Ｓ×２ …（３）

従って、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入する際には、上記の（２）式で得られる探索開始時刻ｔ１から上記の（３）式で得られる探索期間Ｔが終了するまでの間（つまり、探索終了時刻ｔ２（＝ｔ１＋Ｔ）になるまでの間）、無線デバイス１１ａによる親ルータの探索が行われる。

[0061] イベント検出部２５ｂは、無線デバイス１１ａの内部で発生する様々なイ

ベントのうち、予め設定されたイベント（事象）の発生を検出する。例えば、イベント検出部２５ｂは、無線デバイス１１ａの内部で異常が生じた場合に、その旨を示すイベントを検出する。

このようなイベント検出部２５ｂを設けるのは、無線ネットワークＮ１から離脱している無線デバイス１１ａを、強制的に無線ネットワークＮ１に参入させるためである。つまり、無線デバイス１１ａは、無線ネットワークＮ１から離脱すると、基本的にシステムマネージャ１５によって設定された参入予定時刻Ｑ１（正確には、上記の探索開始時刻ｔ１）になるまで無線ネットワークＮ１に参入しない。無線ネットワークＮ１から離脱している状態で異常が生じた場合には、早急に無線ネットワークＮ１に参入してその旨を監視制御装置１７に伝える必要があるため、無線デバイス１１ａを強制的に無線ネットワークＮ１に参入させる。

[0062] 制御部２５の処理部２５ｃは、測定部２１、無線通信部２２、時計部２３、不揮発性メモリ２４に接続され、無線デバイス１１ａの処理を制御する。

また、処理部２５ｃは、探索期間算出部２５ａ、イベント検出部２５ｂに接続され、制御部２５の処理を制御する。

処理部２５ｃは、ＣＰＵ（Central processing unit）などにより構成される。

[0063] 〈システムマネージャ１５の構成〉

図３は、本発明の第１の実施形態による管理装置としてのシステムマネージャ１５の要部構成を示すブロック図である。図３に示す通り、システムマネージャ１５は、通信部３１、時計部３２、格納部３３、及び制御部３４を備える。通信部３１は、制御部３４の処理部３４ｂの制御の下で、バックボーンネットワークＮ２を介した通信を行う。時計部３２は、無線デバイス１１ａに設けられる時計部２３と同様に、時刻を計時して現在の時刻を示す時刻データを制御部３４の処理部３４ｂに出力する。但し、システムマネージャ１５の時計部３２で計時される時刻は、無線ネットワークＮ１を介して無線通信を行う無線機器の基準となる。そのため、時計部３２は、無線デバイ

ス１１ａに設けられる時計部２３よりも高い精度で時刻を計時する。

[0064] 格納部３３は、例えばハードディスク等の外部記憶装置で実現され、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２を無線ネットワークＮ１から離脱させるか否かを制御するためのデバイス情報Ｑ３を格納する。図４は、システムマネージャ１５で用いられるデバイス情報Ｑ３の一例を示す図である。図４に示す通り、デバイス情報Ｑ３は、「ＥＵＩ６４」，「タグ」，「デバイスタイプ」，「リーブフラグ」（フラグ），「更新周期」等が対応付けられたテーブル形式の情報である。

[0065] 上記「ＥＵＩ６４」は、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２を一意に識別するために無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２の各々に割り当てられた６４ビットの識別情報である。上記「タグ」は、例えばプラントの現場で作業を行う作業者が無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２の識別を容易にするために無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２の各々に付される情報である。上記「デバイスタイプ」は、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２の種類を示す情報である。

[0066] 上記「リーブフラグ」は、無線ネットワークＮ１から無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２を離脱させるか否かを示す情報である。「リーブフラグ」は、値が「１」である場合には、無線デバイスを無線ネットワークＮ１から離脱させる旨を示し、値が「０」である場合には、無線デバイスを無線ネットワークＮ１から離脱させずにジョイン状態を維持する旨を示す。「更新周期」は、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２が測定したプロセス値を監視制御装置１７に送信する周期を示す情報である。

[0067] 図４に示す例において、下二桁の値が「０１」～「０４」である「ＥＵＩ６４」は、無線デバイス１１ａ～１１ｄにそれぞれ割り当てられている。また、下二桁の値が「０５」である「ＥＵＩ６４」は、無線デバイス１２に割り当てられている。無線デバイス１１ａ～１１ｄは、システムマネージャ１５の管理の下で無線ネットワークＮ１から離脱する。そのため、下二桁の値

が「０１」～「０４」である「ＥＵＩ６４」に対応する「リーブフラグ」は、値が「１」に設定される。これに対し、無線デバイス１２は、システムマネージャ１５の管理の下で無線ネットワークＮ１に参入した後はジョイン状態を維持するため、下二桁の値が「０５」である「ＥＵＩ６４」に対応する「リーブフラグ」は、値が「０」に設定される。

[0068] 制御部３４の処理部３４ｂは、システムマネージャ１４の動作を統括して制御する。例えば、無線ネットワークＮ１を介したＴＤＭＡによる無線通信を実現するために、無線ネットワークＮ１を介して無線通信を行う無線機器（無線デバイス１１ａ～１１ｄ、無線デバイス１２、無線ルータ１３ａ，１３ｂ、バックボーンルータ１４ａ，１４ｂ）及びゲートウェイ１６に対する通信リソース（タイムスロット及びチャネル）の割り当て制御を行う。

[0069] ここで、制御部３４の処理部３４ｂによって割り当てられる通信リソースについて説明する。図５は、本発明の第１の実施形態において割り当てられる通信リソースを説明するための図である。尚、図５に示す図は、横軸に時間をとり、縦軸にチャネル（無線通信周波数）をとっている。図５において、横軸方向の１マスは１つのタイムスロットを示しており、縦軸方向の１マスは１つのチャネルを示している。但し、図示の簡単化のために、図５においてはチャネルを１０チャネルのみ図示している。

[0070] 図５において、斜線が付されたマスは制御部３４の処理部３４ｂによって割り当てられた通信リソースを示しており、斜線が付されていないマスは制御部３４の処理部３４ｂによる割り当てが行われていない通信リソースを示している。例えば、図５において、符号Ｒ１が付されたマスは、バックボーンルータ１４ａが無線ルータ１３ａに対してデータを送信するために割り当てられた通信リソースを示す。また、符号Ｒ２が付されたマスは、バックボーンルータ１４ａが無線デバイス１２に対してデータを送信するために割り当てられた通信リソースを示す。このように、制御部３４の処理部３４ｂは、無線ネットワークＮ１を介して行われる無線通信の各々に対して互いに重複しないように通信リソースの割り当てを行う。

[0071] 制御部３４の処理部３４ｂは、無線ネットワークＮ１へのジョイン要求があった場合には、そのジョイン要求を行った無線デバイスを無線ネットワークＮ１に参入させる処理を行う。また、格納部２２に格納されたデバイス情報Ｑ３を参照して、無線ネットワークＮ１から無線デバイス１１ａ～１１ｄを離脱させる処理を行う。

[0072] 制御部３４は、参入予定時刻設定部３４ａ、処理部３４ｂを備える。参入予定時刻設定部３４ａは、無線ネットワークＮ１から離脱させる無線デバイスに対して、無線ネットワークＮ１に参入する次回の時刻を参入予定時刻Ｑ１として設定する。参入予定時刻設定部３４ａは、格納部２２に格納されたデバイス情報Ｑ３の「更新周期」を参照し、無線デバイス１１ａ～１１ｄに設定される参入予定時刻Ｑ１が分散するように参入予定時刻Ｑ１の設定を行う。これは、無線デバイス１１ａ～１１ｄが同時に無線ネットワークＮ１に参入しないようにするためである。

[0073] 〈無線通信システムの動作〉

次に、上記構成における無線通信システム１の動作について説明する。以下では、システムマネージャ１５の制御の下で、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に対して参入及び離脱する動作を中心に説明する。図６は、本発明の第１の実施形態による無線デバイスの動作を示すフローチャートである。図７は、本発明の第１の実施形態による管理装置としてのシステムマネージャの動作を示すフローチャートである。図８は、本発明の第１の実施形態による無線通信システムの動作を説明するためのタイミングチャートである。

[0074] 尚、システムマネージャ１５の格納部３３には、図４に示すデバイス情報Ｑ３が格納されている場合について説明する。つまり、無線デバイス１１ａ～１１ｄに割り当てられた「ＥＵＩ６４」に対応するリーブフラグの値が「１」に設定され、無線デバイス１２に割り当てられた「ＥＵＩ６４」に対応するリーブフラグの値が「０」に設定されたデバイス情報Ｑ３が格納されている場合について説明する。デバイス情報Ｑ３は、例えばプラントの運転員

が、端末装置１８を操作して図４に示すデバイス情報Ｑ３を入力し、入力したデバイス情報Ｑ３のダウンロードの指示を行うことにより、システムマネージャ１５の格納部３３に格納される。

[0075] 図６に示すフローチャートは、例えば無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１から離脱してリーブ状態になったときに開始される。また、図７に示すフローチャートは、例えば予め規定された一定の周期で開始される。図６に示すフローチャートの処理が開始されると、まず親ルータの探索を開始する時間である探索開始時刻ｔ１になったか否かが、無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃで判定される（ステップＳ１１）。尚、ここでは説明を簡単にするために、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に前回参入していたときに、前述した（２），（３）式によって求められる探索開始時刻ｔ１及び探索期間Ｔが探索期間算出部２５ａによってそれぞれ求められる場合について説明する。

[0076] 無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃが探索開始時刻になっていないと判定した場合（判定結果が「ＮＯ」である場合）には、ステップＳ１１の処理が繰り返し行われる。これに対し、無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃが探索開始時刻になったと判定した場合（判定結果が「ＹＥＳ」である場合）には、無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃは、図８に示す通り、リーブ状態を解除して無線ネットワークＮ１に参入するためのジョイン処理を開始する（図８中の時刻ｔ１１）。ジョイン処理が開始されると、無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃは、まず無線ネットワークＮ１を管理するシステムマネージャ１５と無線通信を行うために、親ルータの探索処理を行う（ステップＳ１２）。

[0077] 図９は、本発明の第１の実施形態で行われる親ルータの探索処理を説明するための図である。親ルータの探索処理が開始されると、無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃは、不揮発性メモリ２４からルータ情報Ｑ２を読み出して、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１から離脱する前に接続されていた親ルータ（ここでは、無線ルータ１３ａとする）を示す情

報を得る。そして、ルータ情報Ｑ２に含まれる無線ルータ１３ａについての「広告パケットホッピングパターン情報」、「広告パケット受信リンク情報」、及び「時刻偏差情報」を用いて、無線ルータ１３ａから送信される広告パケットを受信する処理を行う。

[0078] 具体的には、図９に示す通り、探索開始時刻ｔ１から探索期間Ｔが終了するまでの間（つまり、探索終了時刻ｔ２（＝ｔ１＋Ｔ）になるまでの間）、無線デバイス１１ａが無線ルータ１３ａからチャネルＡ（Ｃｈ．Ａ）を介して送信される広告パケットを受信する処理が行われる。ここで、広告パケットの送信に用いられる複数のチャネルＡ～Ｄ（Ｃｈ．Ａ～Ｃｈ．Ｄ）のうち、最初に広告パケットを受信するチャネル（図９に示す例では、チャネルＡ（Ｃｈ．Ａ））は、ルータ情報Ｑ２に含まれる「広告パケットホッピングパターン情報」及び「広告パケット受信リンク情報」に基づいて決定される。

[0079] 尚、図９に示す例では、無線ルータ１３ａからチャネルＡ（Ｃｈ．Ａ）を介して送信された広告パケットの受信に失敗している。このように、広告パケットの受信に失敗した場合には、図９に示す通り、広告パケット受信間隔Ｔ２が経過した後に、ルータ情報Ｑ２に基づいて、無線デバイス１１ａが無線ルータ１３ａから次のチャネルを介して送信される広告パケットを受信する処理が行われる。つまり、時刻ｔ３（探索開始時刻ｔ１から広告パケット受信間隔Ｔ２が経過した時刻）から探索終了時刻ｔ４（＝ｔ３＋Ｔ）になるまでの間）、無線デバイス１１ａが無線ルータ１３ａからチャネルＢ（Ｃｈ．Ｂ）を介して送信される広告パケットを受信する処理が行われる。尚、予め規定された回数だけ連続して広告パケットの受信に失敗した場合には、従来と同様の方法で親ルータの探索が行われる。

[0080] 無線ルータ１３ａからの広告パケットを受信すると、親ルータの探索処理が終了する（図９中の「成功」の時）。尚、無線デバイス１１ａが無線ルータ１３ａからの広告パケットを受信した場合には、無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃによって時計部２３で計時される時刻が補正され、これにより無線デバイス１１ａと無線ルータ１３ａとが同期する。親ルータ

の探索処理が終了すると、図９に示す通り、無線デバイス１１ａから無線ルータ１３ａに対してジョイン要求が送信される（ステップＳ１３）。無線ルータ１３ａから送信されたジョイン要求は、無線ルータ１３ａ及びバックボーンルータ１４ａ，１４ｂの何れか一方を介してシステムマネージャ１５に送信される。

[0081] システムマネージャ１５では、図７に示すフローチャートが予め規定された一定の周期で実行され、制御部３４の処理部３４ｂでジョイン要求の有無が判定される（ステップＳ２１）。制御部３４の処理部３４ｂが、ジョイン要求が無いと判定した場合（判定結果が「ＮＯ」の場合）には、図７に示す一連の処理が終了する。これに対し、無線デバイス１１ａからのジョイン要求が送信されると、ステップＳ２１の判定結果が「ＹＥＳ」になり、制御部３４の処理部３４ｂは、ジョイン要求を行った無線デバイス１１ａを無線ネットワークＮ１に参入させる処理を行う（ステップＳ２２）。

[0082] 具体的に、システムマネージャ１５の制御部３４の処理部３４ｂは、ジョイン要求を行った無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１への参入が許可されているか否かを判定する。無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１への参入が許可されている場合には、制御部３４の処理部３４ｂは、無線ネットワークＮ１への参入を許可する旨を示す情報（ジョイン許可情報）を無線デバイス１１ａに送信する。このジョイン許可情報が送信されると、無線デバイス１１ａは、無線ネットワークＮ１に参入する（ステップＳ１４）。これにより、無線デバイス１１ａは、システムマネージャ１５の制御部３４の処理部３４ｂによって割り当てられた通信リソースを用いて、無線ネットワークＮ１を介した無線通信を行うことが可能になる。

[0083] また、システムマネージャ１５の制御部３４の処理部３４ｂは、格納部３３に格納されたデバイス情報Ｑ３を読み出して、無線ネットワークＮ１に参入した無線デバイス１１ａを、無線ネットワークＮ１から離脱させるか否かを判定する（ステップＳ２３）。ここで、図４に示すデバイス情報Ｑ３では、無線デバイス１１ａに割り当てられた「ＥＵＩ６４」（下二桁の値が「０

１」である「ＥＵＩ６４」）に対応するリーブフラグの値が「１」に設定されている。そのため、制御部３４の処理部３４ｂは、無線デバイス１１ａを無線ネットワークＮ１から離脱させると判定する。

[0084] 無線ネットワークＮ１に参入した無線デバイス１１ａは、図８に示す通り、無線ルータ１３ａがスリープ状態からアクティブ状態に遷移するタイミングで、測定部２１で測定されたプロセス値を、監視制御装置１７に向けて送信する（図８中の時刻ｔ１２：ステップＳ１５）。他方、システムマネージャ１５の制御部３４の処理部３４ｂは、ステップＳ２３で判定した内容に基づいて、無線デバイス１１ａを離脱させるか否かを判定する（ステップＳ２４）。ここでは、ステップＳ２３の処理で、無線デバイス１１ａを無線ネットワークＮ１から離脱させると判定しているため、判定結果は「ＹＥＳ」になる。尚、仮に、ステップＳ２４の判定結果が「ＮＯ」になった場合には、図７に示す一連の処理が終了する。

[0085] ステップＳ２４の判定結果が「ＹＥＳ」になると、制御部３４の処理部３４ｂは、無線デバイス１１ａによる監視制御装置１７へのプロセス値の送信処理が完了したか否かについて判定する（ステップＳ２５）。

プロセス値の送信処理が完了していないと判定した場合（判定結果が「ＮＯ」の場合）には、ステップＳ２５の処理が継続される。これに対し、プロセス値の送信処理が完了したと判定した場合（判定結果が「ＹＥＳ」の場合）には、システムマネージャ１５の制御部３４に設けられた参入予定時刻設定部３４ａは、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入する次回の時刻を参入予定時刻Ｑ１として設定する（ステップＳ２６）。

[0086] 参入予定時刻設定部３４ａによって設定された参入予定時刻Ｑ１は、無線ネットワークＮ１を介して無線デバイス１１ａに送信される。無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃは、無線ネットワークＮ１を介して送信されてきた参入予定時刻Ｑ１を取得して不揮発性メモリ２４の参入予定時刻Ｑ１に記憶させる（ステップＳ１６）。尚、無線デバイス１１ａの制御部２５の処理部２５ｃは、無線ネットワークＮ１に参入している間に、ルータ情

報Ｑ２を取得して不揮発性メモリ２４に記憶させる処理を行う。また、ルータ情報Ｑ２が不揮発性メモリ２４に記憶される度に、無線デバイス１１ａの制御部２５に設けられた探索期間算出部２５ａは、前述した（２），（３）式を用いて探索開始時刻ｔ１及び探索期間Ｔをそれぞれ算出する。

[0087] システムマネージャ１５からの参入予定時刻Ｑ１を取得すると、無線デバイス１１ａの制御部１５は、システムマネージャ１５からの離脱指示（無線ネットワークＮ１から無線デバイス１１ａを離脱させる旨を示す指示）の有無を判定する（ステップＳ１７）。離脱指示が無いと判定した場合（判定結果が「ＮＯ」である場合）には、ステップＳ１７の処理が繰り返し行われる。

[0088] システムマネージャ１５の制御部３４の処理部３４ｂは、参入予定時刻設定部３４ａによる無線デバイス１１ａへの参入予定時刻Ｑ１の設定が完了すると、無線ネットワークＮ１から無線デバイス１１ａを離脱させる指示を行う（ステップＳ２７）。この指示が無線ネットワークＮ１を介して無線デバイス１１ａで受信されると、ステップＳ１７の判定結果が「ＹＥＳ」になり、無線デバイス１１ａは、無線ネットワークＮ１から離脱してリーブ状態になる（図８中の時刻ｔ１３：ステップＳ１８）。無線デバイス１１ａがリーブ状態になることによって、無線デバイス１１ａに割り当てられていた通信リソースは開放される。

[0089] 無線デバイス１１ａがリーブ状態になると、図６に示すフローチャートの処理が再び開始されて、以上述した動作と同様の動作が行われる。つまり、次の探索開始時刻（図８中の時刻ｔ１４）になったか否かの判定を開始し（ステップＳ１１）、時刻ｔ１４になったと判定した場合（ステップＳ１１の判定結果が「ＹＥＳ」の場合）には、ジョイン要求を送信して無線ネットワークＮ１に参入する処理を行う（ステップＳ１２～Ｓ１４）。そして、図８中の時刻ｔ１５においてプロセス値の送信等の処理を行い（ステップＳ１５，Ｓ１６）、図８中の時刻ｔ１６においてシステムマネージャ１５からの離脱指示があった場合に、無線ネットワークから離脱してリーブ状態になる（

ステップＳ１７，Ｓ１８）。

[0090] 以上の通り、第１の実施形態では、無線ネットワークＮ１に参入する時刻である参入予定時刻になったときに、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１へのジョイン要求を行う。そして、システムマネージャ１５が、ジョイン要求を行った無線デバイス１１ａを無線ネットワークＮ１に参入させて無線ネットワークＮ１を介した無線通信を行わせる。そして、無線ネットワークＮ１を介した無線通信が完了したときに、システムマネージャ１５が、無線デバイス１１ａを無線ネットワークＮ１から離脱させる。

[0091] このように、第１の実施形態では、無線ネットワークＮ１から無線デバイス１１ａを離脱させることによって、その無線デバイス１１ａに割り当てられていた通信リソースを開放する。そのため、従来よりも多くの無線デバイスを無線ネットワークＮ１に参入させることが可能である。

また、無線デバイス１１ａを無線ネットワークＮ１から離脱させることで、従来必要であったクロックアップデートを省略することができる。そのため、無線デバイスの消費電力を低減することができ、その結果として電池のコストを含めた無線デバイスのコストを低減することができる。

[0092] 尚、上述した第１の実施形態における無線デバイス１１ａは、監視制御装置１７に対するプロセス値の送信を完了した後はリーブ状態になり、次の探索開始時刻になるまでリーブ状態を維持する。このため、監視制御装置１７は、無線デバイス１１ａがリーブ状態になる前に無線デバイス１１ａから送信されたプロセス値を受信することはできるものの、無線デバイス１１ａとの間でリアルタイムでの通信を行うことはできない。但し、監視制御装置１７が、ゲートウェイ１６を介してシステムマネージャ１５の格納部３３に格納されたデバイス情報Ｑ３に含まれるリーブフラグを動的に変更することでリアルタイム通信を実現することができる。

[0093]（第２の実施形態）

次に、本発明の第２の実施形態について説明する。第２の実施形態において、第１の実施形態と同様の点については、それらの説明を省略する。

図１０は、本発明の第２の実施形態による無線通信システムの動作を説明するためのタイミングチャートである。尚、ここでは、上述した第１の実施形態と同様に、システムマネージャ１５の制御の下で、無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に対して参入及び離脱する動作を例に挙げて説明する。

まず、無線デバイス１１ａについてのリーブフラグの値が「１」に設定されている場合には、上述した第１の実施形態と同様に、参入予定時刻になったときにリーブ状態にある無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入し、プロセス値を送信した後は無線デバイス１１ａがリーブ状態になる動作が行われる（時刻ｔ２１～ｔ２２）。

[0094] ここで、無線デバイス１１ａがリーブ状態である時刻ｔ２３において、監視制御装置１７が無線デバイス１１ａへ、時刻ｔ２２での通信より多くの回数の通信（例えば、プロセス値に加え、無線デバイス１１ａのパラメータを変更するための通信等）をする必要が生じた場合について説明する。この場合、監視制御装置１７は、ゲートウェイ１６を介してシステムマネージャ１５にアクセスし、格納部３３に格納されたデバイス情報Ｑ３に含まれる無線デバイス１１ａについてのリーブフラグの値を「０」に変更する。尚、無線デバイス１１ａは、システムマネージャ１５の格納部３３に格納されたデバイス情報Ｑ３が変更されたか否かに拘わらず次の参入予定時刻ｔ２４になるまでリーブ状態を維持する。

[0095] 参入予定時刻ｔ２４になると、無線デバイス１１ａはリーブ状態を解除し、無線ネットワークＮ１へのジョイン要求を送信して無線ネットワークＮ１に参入する。ここでは、システムマネージャ１５の格納部３３に格納されたデバイス情報Ｑ３に含まれる無線デバイス１１ａについてのリーブフラグの値が「０」に変更されている。そのため、無線デバイス１１ａは、無線デバイス１２と同様に、無線ネットワークＮ１から離脱されずにジョイン状態を維持する。これにより、無線デバイス１１ａは、図１０に示す通り、監視制御装置１７との間でリアルタイム通信を行うことが可能になる（時刻ｔ２５

～ｔ２６）。

[0096] 尚、図６に示すフローチャートでは、プロセス値の送信（ステップＳ１５）及び参入予定時刻の取得（ステップＳ１６）を行った後は、無線デバイス１１ａは、離脱指示の待ち状態になる（ステップＳ１７）。しかしながら、無線ネットワークＮ１から離脱されずにジョイン状態が維持される場合には、無線デバイス１１ａは、離脱指示の待ち状態になったとしても無線通信を行うことが可能であるため、上述した監視制御装置１７との間のリアルタイム通信を行うことができる。

[0097] 時刻ｔ２６において、監視制御装置１７と無線デバイス１１ａとの間の通信が完了した場合には、監視制御装置１７は、ゲートウェイ１６を介してシステムマネージャ１５にアクセスし、格納部３３に格納されたデバイス情報Ｑ３に含まれる無線デバイス１１ａについてのリーブフラグの値を「１」に変更する。そして、システムマネージャ１５の制御部３４の処理部３４ｂは、無線デバイス１１ａを直ちに無線ネットワークＮ１から離脱させる。これにより、無線デバイス１１ａはリーブ状態になり、次の参入予定時刻ｔ２７になるまでリーブ状態を維持する。

[0098] 尚、次の参入予定時刻ｔ２７では、システムマネージャ１５の格納部３３に格納されたデバイス情報Ｑ３に含まれる無線デバイス１１ａについてのリーブフラグの値が「１」に設定される。このため、上述した第１の実施形態と同様に、リーブ状態にある無線デバイス１１ａが無線ネットワークＮ１に参入し、プロセス値を送信した後は無線デバイス１１ａがリーブ状態になる動作が行われる（時刻ｔ２７～ｔ２８）。

[0099] 尚、第２の実施形態では、監視制御装置１７が、無線デバイス１１ａへ通信をする必要が生じたときに、システムマネージャ１５の格納部３３に格納されたデバイス情報Ｑ３を変更する例について説明した。しかしながら、例えばプラントの運転員が、必要に応じて端末装置１８を操作してシステムマネージャ１５の格納部３３に格納されたデバイス情報Ｑ３を変更しても良い。

[0100] 以上、本発明の第１及び第２の実施形態による無線通信システム、管理装置、無線デバイス、及び無線通信方法について説明したが、本発明は上述した第１及び第２の実施形態に制限されることなく、本発明の範囲内で自由に変更が可能である。例えば、上記第１及び第２の実施形態では、ＩＳＡ１００．１１ａに準拠した無線通信を行う無線通信システムを例に挙げて説明したが、本発明はＷｉｒｅｌｅｓｓＨＡＲＴ（登録商標）に準拠した無線通信を行う無線通信システムにも適用することができる。

[0101] また、上記第１及び第２の実施形態では、バックボーンルータ１４ａ，１４ｂ、システムマネージャ１５、及びゲートウェイ１６がそれぞれ別々の装置として実現されている例について説明した。しかしながら、これらのうちの任意の２つ以上の装置を１つの装置として実現してもよい。更に、上記第１及び第２の実施形態では、無線デバイス１１ａ～１１ｄ及び無線デバイス１２がフィールド機器である場合を例に挙げて説明したが、これらはフィールド機器でなくてもよい。

産業上の利用可能性

[0102] 本発明は、従来よりも多くの無線デバイスを無線ネットワークに参入させることが可能であり、更には無線デバイスの消費電力を低減することが必要な無線通信システム、管理装置、無線デバイス、及び無線通信方法などに適用することができる。

符号の説明

[0103] １ 無線通信システム

１１ａ～１１ｄ 無線デバイス

１５ システムマネージャ

１７ 監視制御装置

１８ 端末装置

２４ 不揮発性メモリ

２５ 制御部

２５ａ 探索期間算出部

２５ｂ　　イベント検出部

２５ｃ　　処理部

３３　　格納部

３４　　制御部

３４ａ　　参入予定時刻設定部

３４ｂ　　処理部

Ｎ１　　無線ネットワーク

Ｑ１　　参入予定時刻

Ｑ３　　デバイス情報

請求の範囲

[請求項1] 無線ネットワークに参入する時刻である第１の参入予定時刻になった場合に、前記無線ネットワークへの参入要求を行う無線デバイスと、

前記参入要求を行った無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させ、当該無線デバイスの前記無線ネットワークを介した無線通信が完了した場合に、当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させる管理装置と、

を備える無線通信システム。

[請求項2] 前記管理装置は、当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させる前に、前記第１の参入予定時刻の後に前記無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させる時刻である第２の参入予定時刻を設定する請求項１記載の無線通信システム。

[請求項3] 前記管理装置は、前記第２の参入予定時刻の情報を、前記無線デバイスに送信し、

前記無線デバイスは、前記第２の参入予定時刻の情報を受信し、前記第２の参入予定時刻になった場合に、前記無線ネットワークへの参入要求を行う請求項２記載の無線通信システム。

[請求項4] 前記管理装置は、前記第２の参入予定時刻と、他の無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させる時刻である第３の参入予定時刻とが、時間的に分散するように設定する請求項２記載の無線通信システム。

[請求項5] 前記管理装置は、前記無線デバイスを識別する識別情報と、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させるか否かを示すフラグとが対応付けられたテーブルを格納する格納部を備え、当該無線デバイスから得られる識別情報に対応するフラグに基づいて当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させるか否かを制御する請求項１記載の無線通信システム。

[請求項6] 前記管理装置は、

前記フラグが、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させることを示す場合には、前記無線通信が完了した場合に、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させ、

前記フラグが、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させないことを示す場合には、前記無線通信が完了した場合であっても、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させない

請求項５記載の無線通信システム。

[請求項7] 前記管理装置の前記格納部に格納される前記テーブルの内容を設定する上位管理装置を更に備える請求項５記載の無線通信システム。

[請求項8] 前記管理装置は、前記無線デバイスを、

前記無線デバイスと前記無線通信システムとの時刻同期が維持されていない第１の状態、

前記無線デバイスと他の無線機器との間で行われる通信のセキュリティが確立されていない第２の状態、及び、

前記無線デバイスに無線帯域が割り当てられていない第３の状態

にすることにより、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させる請求項１記載の無線通信システム。

[請求項9] 前記無線デバイスは、

状態量を測定するよう構成される測定部と、

前記無線ネットワークに参入してから離脱するまでの間に、前記測定部が測定した前記状態量を前記管理装置に送信するよう構成される通信部と、

を更に備える請求項１記載の無線通信システム。

[請求項10] 前記無線デバイスは、時刻を計時するよう構成される計時部を備え、

前記計時部は、前記無線デバイスが、前記無線ネットワークから離脱している間は、前記無線通信システムとの時刻同期を行わないよう

構成される請求項１記載の無線通信システム。

[請求項11] 無線ネットワークへの参入要求を無線デバイスから受信するよう構成される通信部と、

前記無線ネットワークへの参入要求を行った無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させ、当該無線デバイスの前記無線ネットワークを介した無線通信が完了した場合に、当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させるよう構成される制御部と、

を備える管理装置。

[請求項12] 当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させる前に、当該無線デバイスに対して、前記無線ネットワークに参入する次回の時刻を設定するよう構成される設定部を更に備える請求項１１記載の管理装置。

[請求項13] 前記無線デバイスを識別する識別情報と、前記無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させるか否かを示すフラグとが対応付けられたテーブルを格納する格納部を更に備え、

前記制御部は、当該無線デバイスから得られる識別情報に対応するフラグに基づいて当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させるか否かを制御するよう構成される請求項１１記載の管理装置。

[請求項14] 無線ネットワークに参入する時刻である参入予定時刻を記憶する記憶部と、

前記記憶部に記憶された前記参入予定時刻になった場合に、前記無線ネットワークへの参入要求を行うよう構成される制御部と、

を備える無線デバイス。

[請求項15] 前記記憶部は、前記参入予定時刻に加えて、前記無線ネットワークへの参入要求を行うために前回必要であった通信リソースに関する第１情報、及び前記無線ネットワークにおける時刻と前記無線デバイスの時刻との偏差を示す第２情報を記憶し、

前記制御部は、前記記憶部に記憶された前記参入予定時刻と前記第

１及び第２情報とを用いて前記無線ネットワークに参入するための処理を行うよう構成される

請求項１４記載の無線デバイス。

［請求項16］ 前記制御部は、前記参入予定時刻と前記第１及び第２情報とを用いて探索期間を算出し、前記探索期間中に、前記無線デバイスの前記無線ネットワークへの接続を中継する中継装置を探索するよう構成される請求項１５記載の無線デバイス。

［請求項17］ 前記制御部は、予め規定された事象が生じた場合には、前記参入予定時刻に拘わらず、前記無線ネットワークへの参入要求を行うよう構成される請求項１４記載の無線デバイス。

［請求項18］ 前記予め規定された事象として、前記無線デバイスの異常を検出するよう構成された検出部を更に備え、

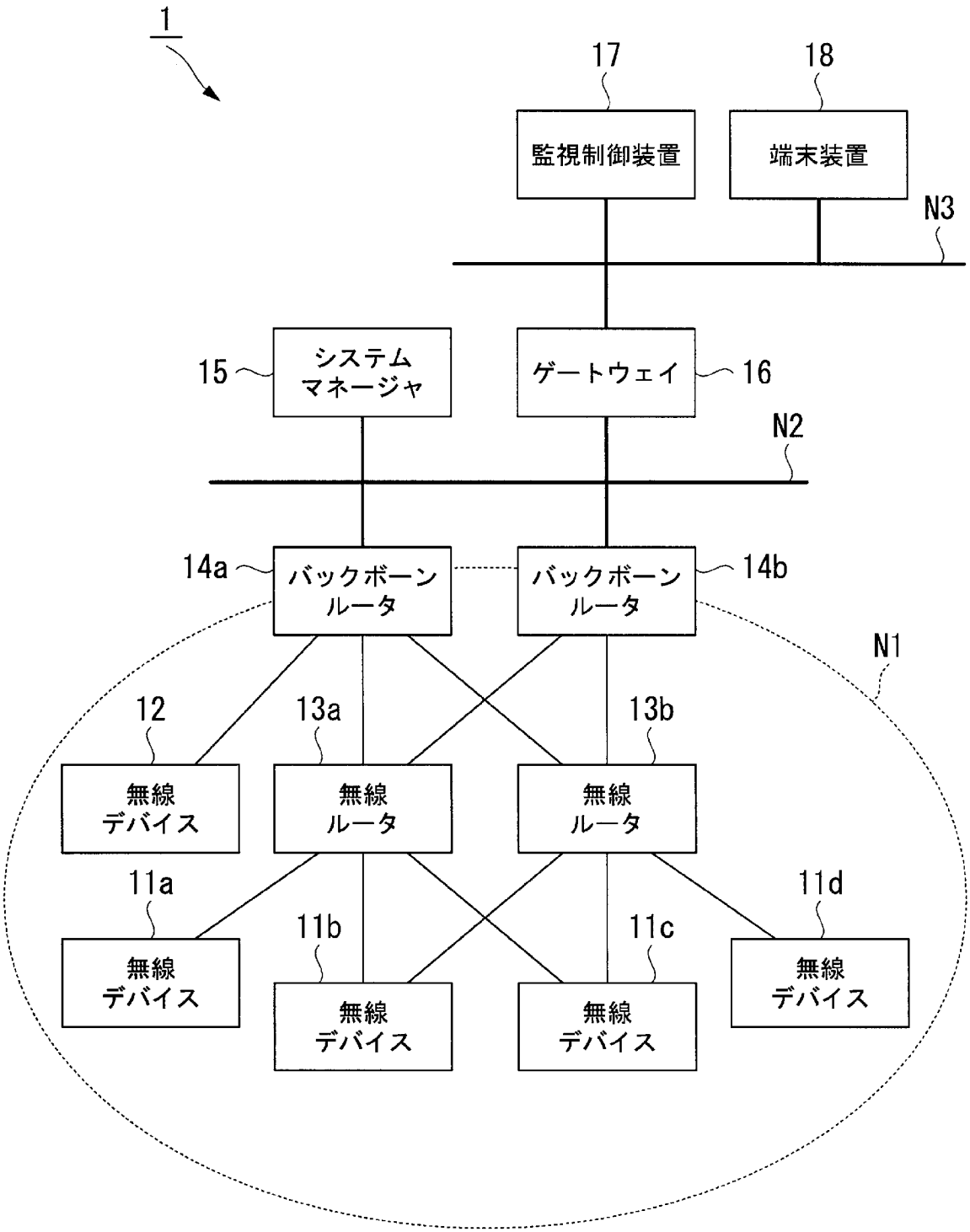
前記制御部は、前記予め規定された事象を前記検出部が検出した場合に、前記無線ネットワークへの参入要求を行うよう構成される請求項１７記載の無線デバイス。

［請求項19］ 無線ネットワークに参入する時刻である参入予定時刻になったときに、前記無線ネットワークへの参入要求を行わせ、

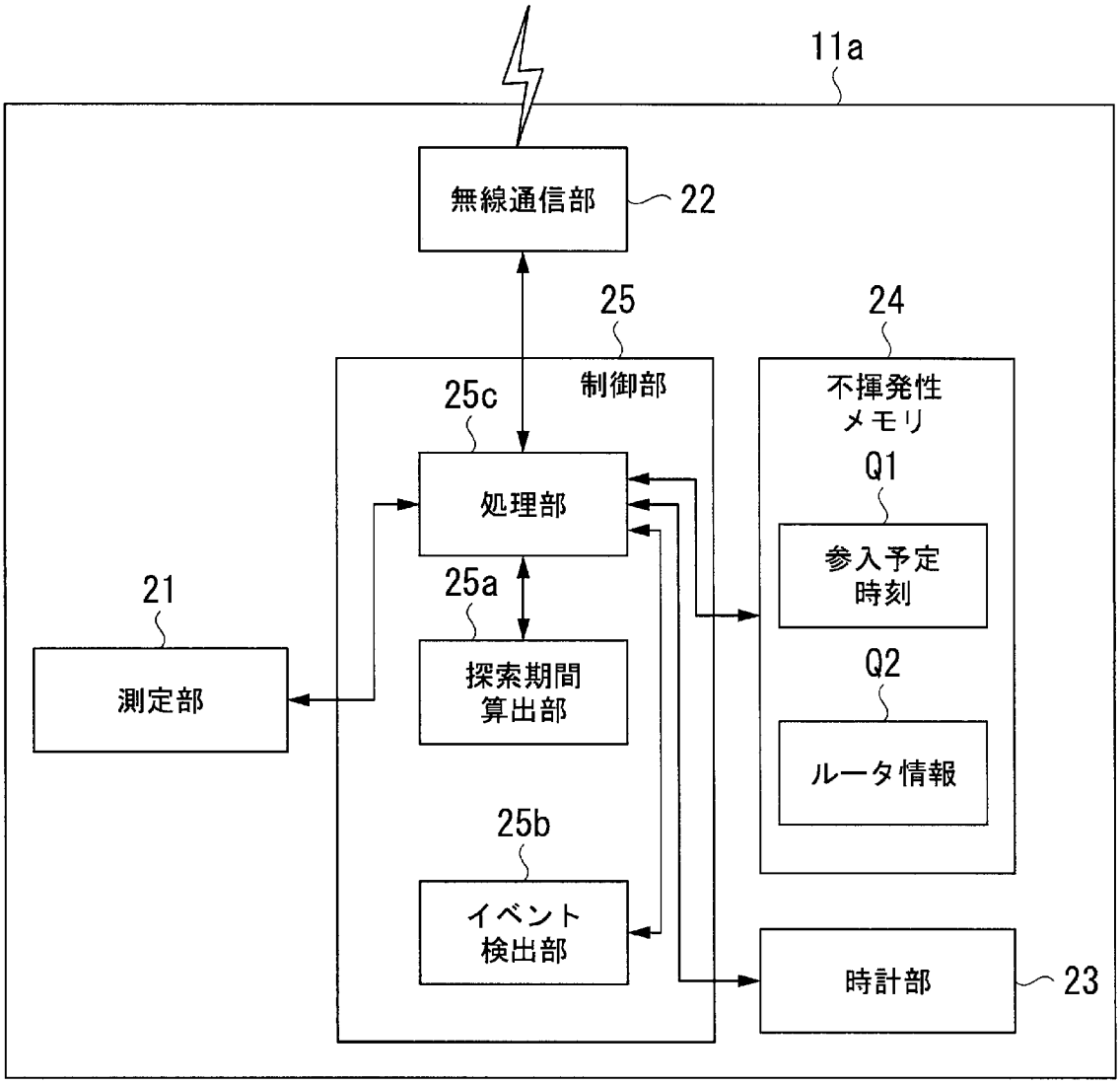
前記参入要求を行った無線デバイスを前記無線ネットワークに参入させ、当該無線デバイスによって前記無線ネットワークを介した無線通信を行わせ、

前記無線ネットワークを介した前記無線通信が完了したときに、当該無線デバイスを前記無線ネットワークから離脱させる無線通信方法。

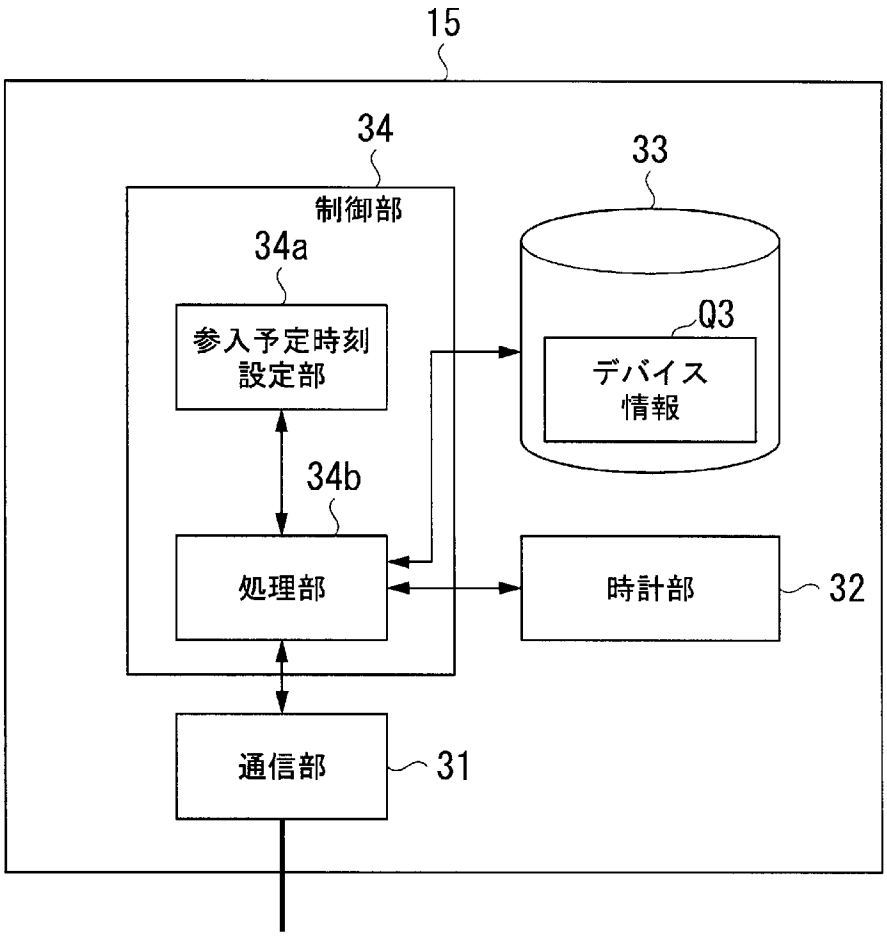
[図1]


1
17
18
監視制御装置
端末装置
N3
15
システム
マネージャ
ゲートウェイ
16
N2
14a
バックボーン
ルータ
バックボーン
ルータ
14b
N1
12
13a
13b
無線
デバイス
無線
ルータ
無線
ルータ
11a
11b
11c
11d
無線
デバイス
無線
デバイス
無線
デバイス
無線
デバイス

[図2]


11a
無線通信部
22
25
制御部
24
不揮発性
メモリ
25c
処理部
Q1
参入予定
時刻
21
25a
測定部
探索期間
算出部
Q2
ルータ情報
25b
イベント
検出部
時計部
23

[図3]

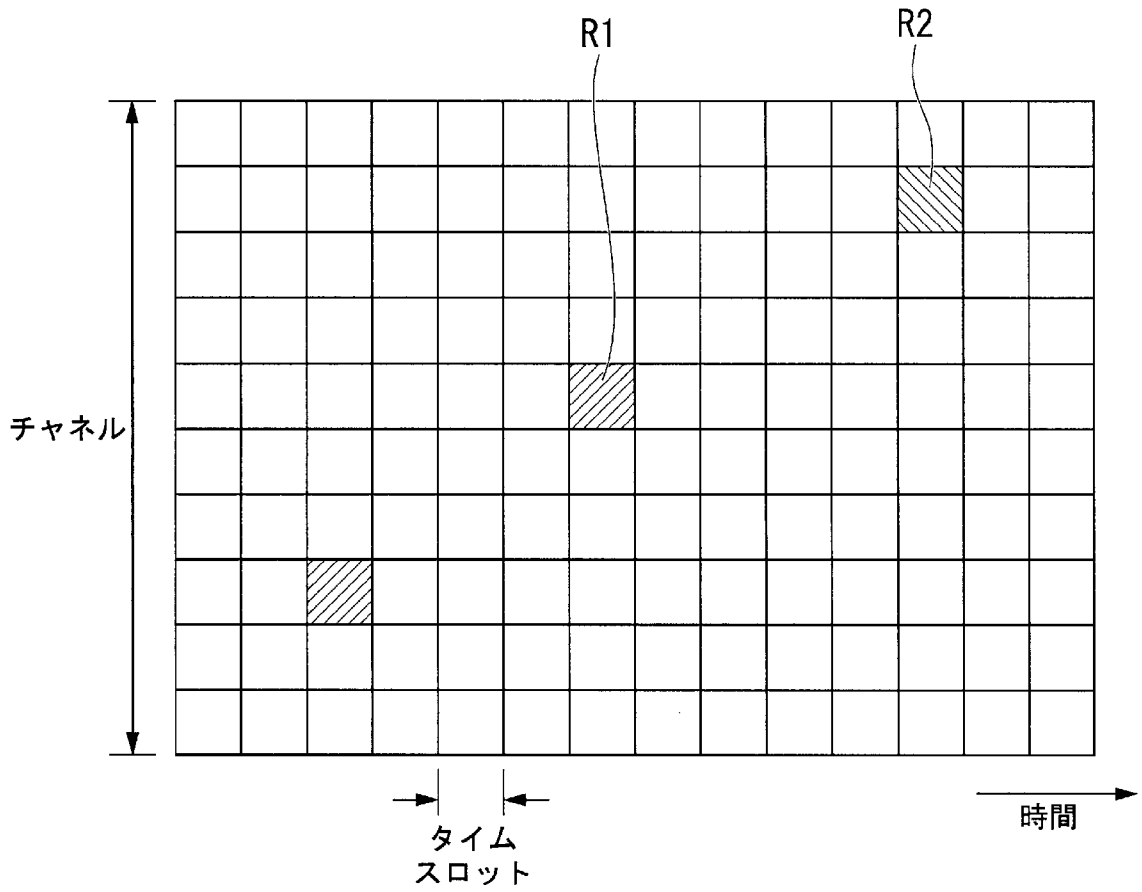


[図4]

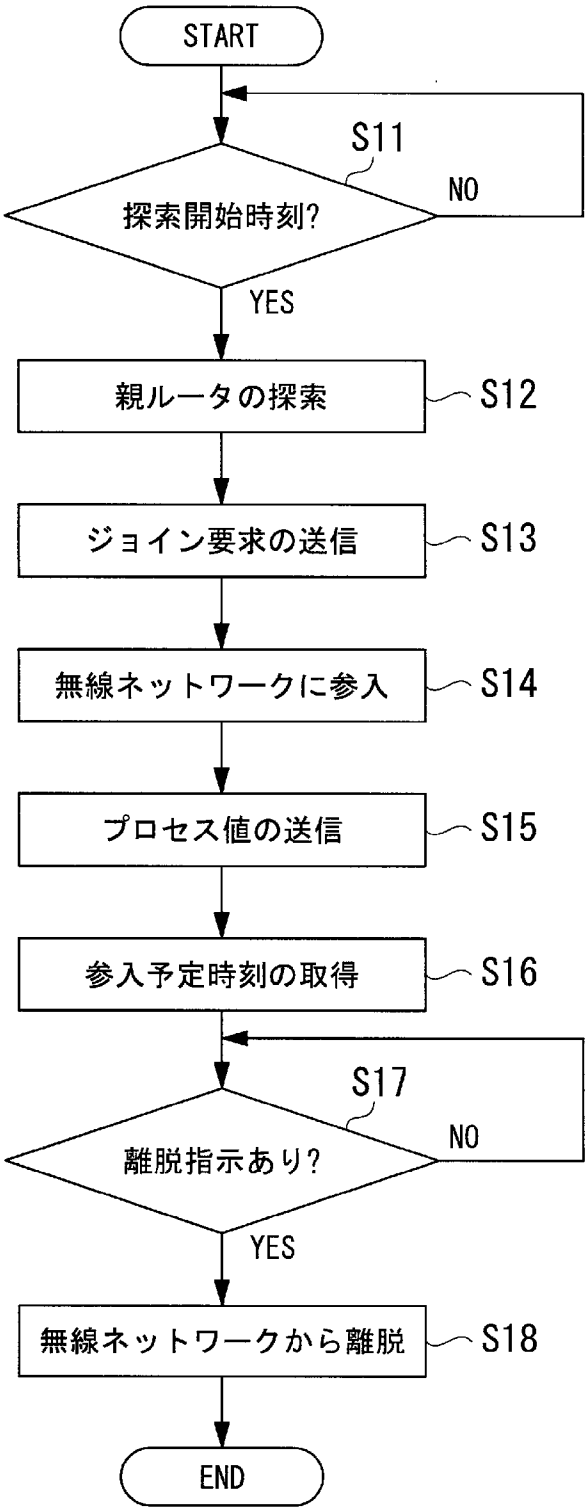
EUI64	タグ	デバイスタイプ	リーブフラグ	更新周期
00:00:00:00:00:00:00:01	Tag001	EJX	1	1時間
00:00:00:00:00:00:00:02	Tag002	EJX	1	1時間
00:00:00:00:00:00:00:03	Tag003	EJX	1	1時間
00:00:00:00:00:00:00:04	Tag004	EJX	1	1時間
00:00:00:00:00:00:00:05	Tag005	YTA	0	1時間
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Q3

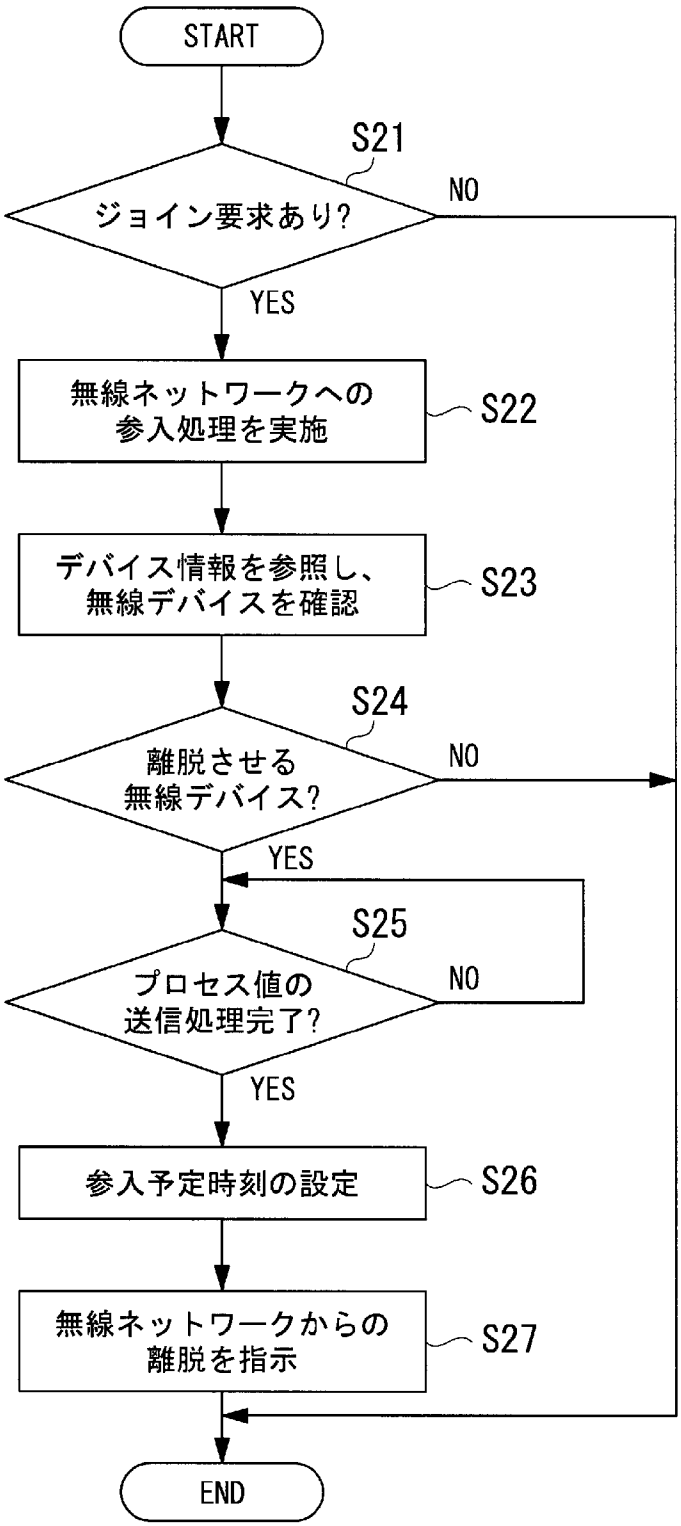
[図5]



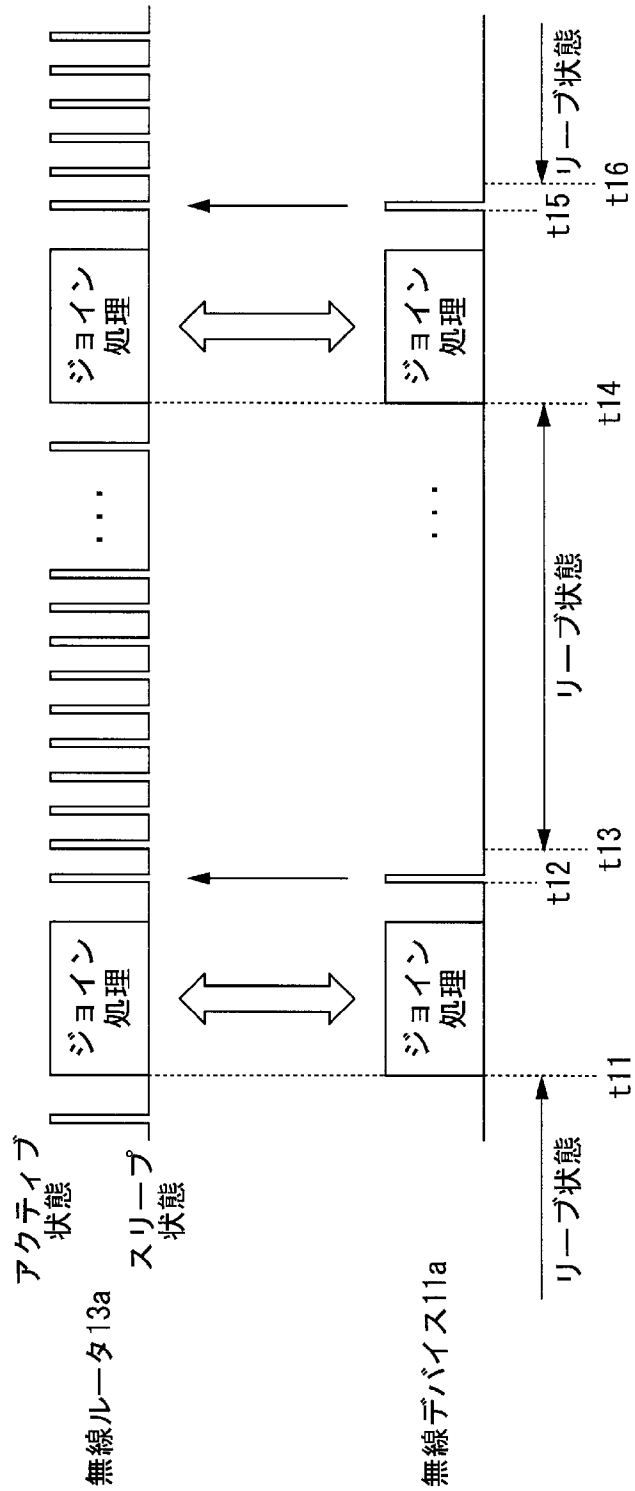
[図6]


START
S11
探索開始時刻?
NO
YES
親ルータの探索
S12
ジョイン要求の送信
S13
無線ネットワークに参入
S14
プロセス値の送信
S15
参入予定時刻の取得
S16
S17
離脱指示あり?
NO
YES
無線ネットワークから離脱
S18
END

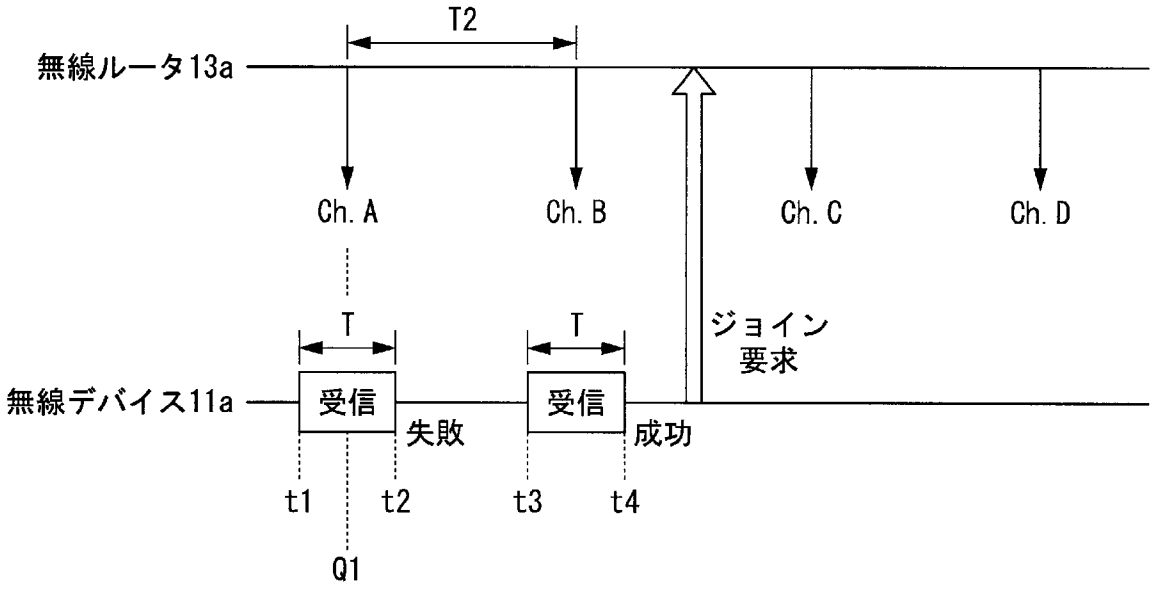
[図7]


START
S21
ジョイン要求あり?
NO
YES
無線ネットワークへの
参入処理を実施
S22
デバイス情報を参照し、
無線デバイスを確認
S23
S24
離脱させる
無線デバイス?
NO
YES
S25
プロセス値の
送信処理完了?
NO
YES
参入予定時刻の設定
S26
無線ネットワークからの
離脱を指示
S27
END

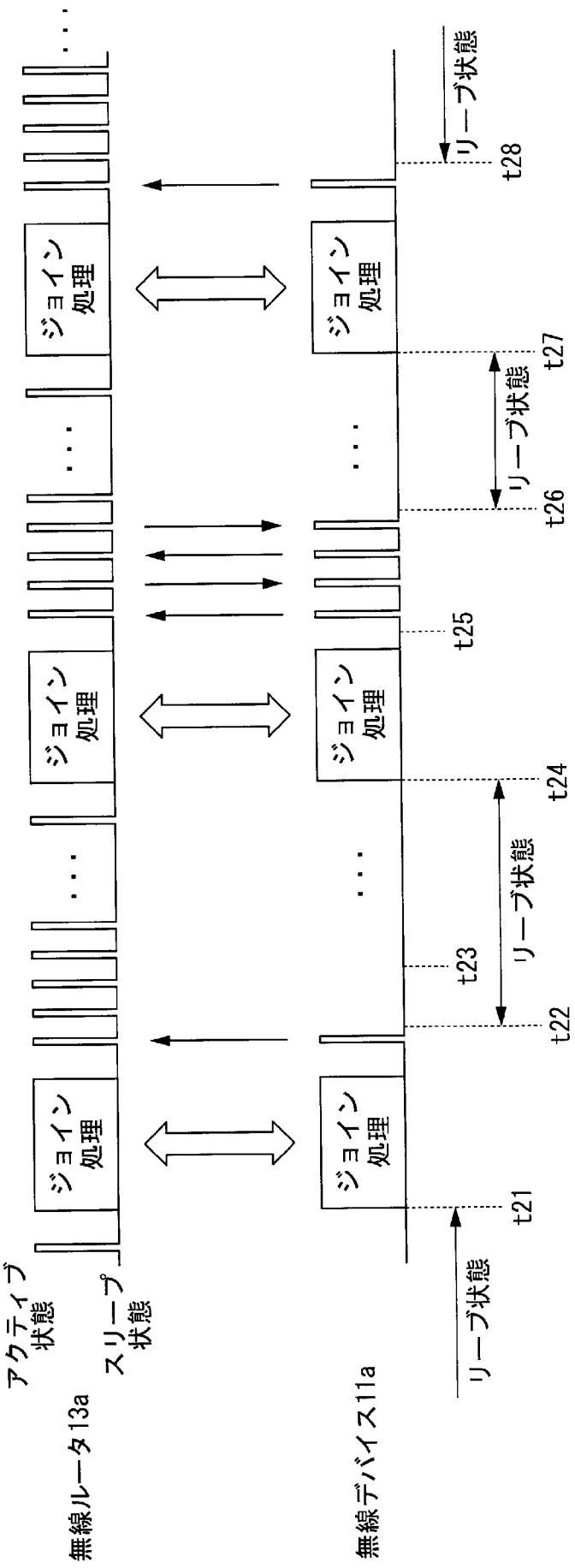
[図8]


アクティブ状態
スリープ状態
無線ルータ13a
無線デバイス11a
ジョイン処理
ジョイン処理
ジョイン処理
ジョイン処理
リーブ状態
リーブ状態
リーブ状態
t11
t12
t13
t14
t15
t16

[図9]


T2
無線ルータ13a
Ch. A
Ch. B
Ch. C
Ch. D
T
T
ジョイン
要求
無線デバイス11a
受信
受信
失敗
成功
t1
t2
t3
t4
Q1

[図10]


アクティブ状態
スリープ状態
無線ルータ13a
無線デバイス11a
ジョイン処理
リーブ状態
t21
t22
t23
t24
t25
t26
t27
t28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/077228

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04W52/02(2009.01)i, *H04W76/02*(2009.01)i, *H04W76/06*(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)
H04W52/02, H04W76/02, H04W76/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2005-073118 A (Mega Chips Corp.), 17 March 2005 (17.03.2005), paragraphs [0027] to [0033], [0038] (Family: none)	1,8-11,14, 17-19 2-7,12,13, 15,16
A	WO 2012/131854 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 04 October 2012 (04.10.2012), paragraphs [0072] to [0073] (Family: none)	1-19

☐ 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	Date of mailing of the international search report
17 December, 2013 (17.12.13)	07 January, 2014 (07.01.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７７２２８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04W52/02(2009.01)i, H04W76/02(2009.01)i, H04W76/06(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.　H04W52/02, H04W76/02, H04W76/06

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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2005-073118 A（株式会社メガチップス）2005.03.17, 段落【００２７】－【００３３】,【００３８】（ファミリーなし）	1, 8-11, 14, 17-19
A		2-7, 12, 13, 15, 16
A	WO 2012/131854 A1（三菱電機株式会社）2012.10.04, 段落［００７２］－［００７３］（ファミリーなし）	1-19

☐　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	国際調査報告の発送日
１７．１２．２０１３	０７．０１．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｗ　４６８３
小池　堂夫
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５７６