

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-57078

(P2010-57078A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H04W 76/00	(2009.01)	H04Q	7/00	580	5K067
H04W 84/18	(2009.01)	H04Q	7/00	633	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-221953 (P2008-221953)	(71) 出願人	000000295
(22) 出願日	平成20年8月29日 (2008.8.29)		沖電気工業株式会社
			東京都港区西新橋三丁目16番11号
(特許庁注：以下のものは登録商標)		(74) 代理人	100090620
1. Z I G B E E			弁理士 工藤 宣幸
		(72) 発明者	松田 充弘
			東京都港区西新橋三丁目16番11号 沖
			電気工業株式会社内
		Fターム(参考)	5K067 AA13 BB21 BB27 DD34 EE10
			EE12 EE35 FF16 GG09 LL01

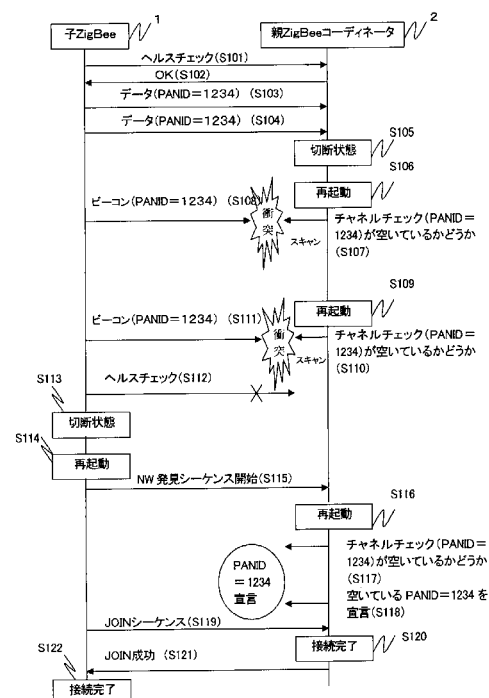
(54) 【発明の名称】 ネットワーク構築システム、ネットワーク構築方法、エンドノード及び管理ノード

(57) 【要約】

【課題】単純なネットワーク識別情報（PANID）の選択方法を実現する。

【解決手段】本発明のネットワーク構築システムは、少なくともネットワーク識別情報を決定して、ネットワークの立ち上げ処理及びネットワークの参加許可処理を行う管理ノードと、管理ノードからネットワーク識別情報を取得し、管理ノードの立ち上げたネットワークに参加要求を行い、ネットワーク識別情報を用いて管理ノードとデータ通信を行う1又は複数のエンドノードとを備え、各エンドノードが、管理ノードの生存確認を行う生存確認手段と、生存確認手段により管理ノードの切断状態を検出した場合に、改めて管理ノードのネットワークへの参加要求を指示する再起動制御手段とを有し、管理ノードが、ネットワーク切断後に再起動を行う場合、各エンドノードからの参加要求を待機した後に再起動させるものあることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくともネットワーク識別情報を決定して、ネットワークの立ち上げ処理及び当該ネットワークの参加許可処理を行うネットワーク構築手段と、上記ネットワーク識別情報を用いてデータ通信を行う通信手段とを備える管理ノードと、

上記管理ノードから上記ネットワーク識別情報を取得し、上記管理ノードの立ち上げたネットワークに参加要求を行うネットワーク参加要求手段と、上記管理ノードから参加許可を受けた後、上記ネットワーク識別情報を用いて上記管理ノードとデータ通信を行う通信手段とを備える 1 又は複数のエンドノードと

を備え、

上記各エンドノードが、

上記管理ノードの生存確認を行う生存確認手段と、

上記生存確認手段により上記管理ノードの切断状態を検出した場合に、上記ネットワーク参加要求手段に対して改めて上記管理ノードのネットワークへの参加要求を指示する再起動制御手段とを有し、

上記ネットワーク構築手段が、上記管理ノードのネットワーク切断後に再起動を行う場合、上記決定されたネットワーク識別情報を再び用いて、上記各エンドノードからの参加要求を期待して、上記管理ノードの再起動を行う

ことを特徴とするネットワーク構築システム。

【請求項 2】

上記管理ノードが、上記ネットワーク構築手段の再起動タイミングを制御する再起動タイミング制御手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のネットワーク構築システム。

【請求項 3】

上記再起動タイミング制御手段が制御する上記再起動タイミングは可変であることを特徴とする請求項 2 に記載のネットワーク構築システム。

【請求項 4】

少なくともネットワーク識別情報を決定して、ネットワークの立ち上げ処理及び当該ネットワークの参加許可処理を行うネットワーク構築手段と、上記ネットワーク識別情報を用いてデータ通信を行う通信手段とを備える管理ノードと、

上記管理ノードから上記ネットワーク識別情報を取得し、上記管理ノードの立ち上げたネットワークに参加要求を行うネットワーク参加要求手段と、上記管理ノードから参加許可を受けた後、上記ネットワーク識別情報を用いて上記管理ノードとデータ通信を行う通信手段とを備える 1 又は複数のエンドノードと

を備え、

上記各エンドノードが、

上記管理ノードの生存確認を行う生存確認工程と、

上記生存確認工程により上記管理ノードの切断状態を検出した場合に、上記ネットワーク参加要求手段に対して改めて上記管理ノードのネットワークへの参加要求を指示する再起動制御工程とを有し、

上記ネットワーク構築手段は、上記管理ノードのネットワーク切断後に再起動を行う場合、既に決定されたネットワーク識別情報を再度用いて、上記各エンドノードからの参加要求を期待して再起動すること

を特徴とするネットワーク構築方法。

【請求項 5】

少なくともネットワーク識別情報を決定して、ネットワークの立ち上げ処理及び当該ネットワークの参加許可処理を行うネットワーク構築手段と、上記ネットワーク識別情報を用いてデータ通信を行う通信手段とを備える管理ノードとデータ通信するエンドノードにおいて、

上記管理ノードから上記ネットワーク識別情報を取得し、上記管理ノードが立ち上げた

10

20

30

40

50

ネットワークに参加要求を行うネットワーク参加要求手段と、

上記管理ノードからの参加許可を受けた後、上記ネットワーク識別情報を用いて上記管理ノードとデータ通信を行う通信手段と、

上記管理ノードの生存確認を行う生存確認手段と、

上記生存確認手段により上記管理ノードの切断状態を検出した場合に、上記ネットワーク参加要求手段に対して改めて上記管理ノードのネットワークへの参加要求を指示する再起動制御手段と

を備えることを特徴とするエンドノード。

【請求項 6】

少なくともネットワーク識別情報を決定して、ネットワークの立ち上げ処理及び当該ネットワークの参加許可処理を行うネットワーク構築手段と、

上記ネットワーク識別情報を用いてデータ通信を行う通信手段と

を備える管理ノードにおいて、

上記ネットワーク構築手段が、上記管理ノードのネットワーク切断後に再起動を行う場合、上記各エンドノードからの参加要求を期待して、前記決定されたネットワーク識別情報を再び用いて、再起動する

ことを特徴とする管理ノード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネットワーク構築システム、ネットワーク構築方法、エンドノード及び管理ノードに関し、例えば、Z i g B e e ネットワークにおいて、親 Z i g B e e コーディネータの再起動時に、ネットワークを自動的に再構築するネットワーク構築システム及び方法、又ネットワークを構成する管理ノード及びエンドノードに適用し得るものである。

【背景技術】

【0002】

従来、Z i g B e e 仕様におけるネットワークを確立する方法は、非特許文献 1 の第 3 . 7 . 1 . 1 項に記載されている。また、P A N I D (Personal Area Network I D) の取扱いについては、非特許文献 1 の第 3 2 5 頁第 5 行目 ~ 第 7 行目に示されているように、「適当な無線チャネルが見つかったあと、選択した無線チャネル上で未使用の P A N I D をランダムに選択する。」と決められている。

【0003】

すなわち、ネットワークを確立する際、親 Z i g B e e コーディネータは、自身ネットワークを識別する P A N I D をランダムに決定することが必要となる。

【0004】

図 2 は、非特許文献 1 の Z i g B e e 仕様に記載されているネットワーク確立処理を説明するシーケンスである。図 2 では、親 Z i g B e e コーディネータのアプリケーション層 (A P L) 9 1、ネットワーク層 (N W K) 9 2、M A C 層 (M A C) 9 3 を示す。

【0005】

まず、親 Z i g B e e コーディネータがネットワークを立ち上げるときに、アプリケーション層 9 1 は、プリミティブ NLME-NETWORK-FORMATION.request によりネットワーク層 9 2 に対してネットワークの立ち上げの要求を行う (ステップ S 9 0 1)。

【0006】

これを受けて、ネットワーク層 9 2 は、プリミティブ MLME-SCAN.request により、M A C 層 9 3 に対してチャネルスキャンの要求を行う (ステップ S 9 0 2)。

【0007】

そして、M A C 層 9 3 が、指定されたチャネルリストに対して電界強度スキャンを行い、各チャネルで受信された電波のピーク値を検出し (ステップ S 9 0 3)、MLME-scan.confirm によりネットワーク層 9 2 に通知する (ステップ S 9 0 4)。このとき、高いピーク値が検出されたときは、近くに存在するデバイスがそのチャネルを使用していること意

10

20

30

40

50

味する。

【 0 0 0 8 】

ネットワーク層 9 2 は、MLME-SCAN.requestにより、M A C 層 9 3 に対して閾値を超えているチャンネルを使用しないようにチャンネルスキンの要求を行い（ステップ S 9 0 5）、M A C 層 9 3 が、アクティブスキンを行い（ステップ S 9 0 6）、周辺のチャンネルをMLME-scan.confirmによりネットワーク層 9 2 に通知する（ステップ S 9 0 7）。

【 0 0 0 9 】

ネットワーク層 9 2 は、探索した周辺ネットワークとぶつからないチャンネルの中から番号が最小のチャンネルを選択する。また、受信したビーコンから周辺ネットワークで使用している P A N I D が分かるので、周辺ネットワークとぶつからない P A N I D をランダムに決定し、さらに自身のネットワークのアドレスを決定する（ステップ S 9 0 8 ~ S 9 1 0）。

10

【 0 0 1 0 】

そして、ネットワーク層 9 2 は、M A C 層に対してMLME-START.requestを与えることで、ネットワーク動作を開始させる（ステップ S 9 1 1 ~ S 9 1 3）。

【 0 0 1 1 】

上記のようにして、親 Z i g B e e コーディネータは、チャンネル選択を行い、自身ネットワークの P A N I D 及びアドレスを決定し、ネットワークを立ち上げることにしている。

【 0 0 1 2 】

また、Z i g B e e ネットワークは、省消費電力、ローコスト、相互接続性などのメリットがあり、様々なシステムへの利用が期待されており、例えば自動販売機の管理システムへの利用が求められている。特許文献 1 及び特許文献 2 は、自動販売機の管理システムに関する技術が記載されている。

20

【 0 0 1 3 】

【特許文献 1】特開平 0 7 - 3 3 4 7 3 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 2 1 7 0 0 8 号公報

【非特許文献 1】「Z i g B e e - 2 0 0 6 S p e c i f i c a t i o n D o c u m e n t 0 5 3 4 7 4 r 1 3 , 第 3 . 7 . 1 . 1 項 “ E s t a b l i s h i n g a N e w N e t w o r k ”

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

上述したように、Z i g B e e 仕様では、親 Z i g B e e コーディネータが、未使用の P A N I D を選択する具体的な詳細手順については、明記されておらず、実装に委ねられている。

【 0 0 1 5 】

例えば、親 Z i g B e e コーディネータが P A N I D を選択する際、使用する P A N I D の他に、1 又は複数のバックアップ用の P A N I D を予め選択することができる。これは、親 Z i g B e e コーディネータが再起動する際に、新たな P A N I D を探索する必要がないからである。

40

【 0 0 1 6 】

このように、予めバックアップ用 P A N I D を選択した親 Z i g B e e コーディネータが再起動したときの処理について、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 1 7 】

図 3 では、子 Z i g B e e 8 1 と親 Z i g B e e コーディネータ 8 2 との間で共通の P A N I D (P A N I D = 1 2 3 4) でネットワークを確立しているものとする。また、バックアップ用 P A N I D を P A N I D = 2 0 0 0 とする。

【 0 0 1 8 】

図 3 において、子 Z i g B e e 8 1 と親 Z i g B e e コーディネータ 8 2 とは、P A N

50

ＩＤ＝１２３４を使用してデータ通信を行っており（ステップＳ８０１、Ｓ８０２）、その後、親ＺｉｇＢｅｅコーディネータ８２が再起動すると切断状態となる（ステップＳ８０３）。

【００１９】

このとき、親ＺｉｇＢｅｅコーディネータ８２が上記のＺｉｇＢｅｅ仕様のネットワーク確立処理に従ってチャンネルスキャンをすると、子ＺｉｇＢｅｅ８１が当該チャンネルでＰＡＮＩＤ＝１２３４を使用しているため（ステップＳ８０４）、親ＺｉｇＢｅｅコーディネータ８２はＰＡＮＩＤ＝１２３４との重複を回避するため、バックアップ用ＰＡＮＩＤ＝２０００を選択し、その旨を宣言する（ステップＳ８０５）。

【００２０】

このとき、予めバックアップ用ＰＡＮＩＤを選択しているので、改めてチャンネルスキャンする必要はない。

【００２１】

その間、子ＺｉｇＢｅｅ８１はデータ失敗を繰り返す（ステップＳ８０６）。子ＺｉｇＢｅｅ８１は親ＺｉｇＢｅｅコーディネータ８２の切断状態を認識し、切断状態になる（ステップＳ８０７）。

【００２２】

切断状態の認識後、子ＺｉｇＢｅｅ８１は、再びネットワークへの参加を試み、ＮＷ発見シーケンスを開始し（ステップＳ８０８）、ＰＡＮＩＤ＝２０００の存在を確認する（ステップＳ８０９）。そして、子ＺｉｇＢｅｅ８１は、ＰＡＮＩＤ＝２０００でＪＯＩＮシーケンスを行う（ステップＳ８１０）。

【００２３】

これにより、親ＺｉｇＢｅｅコーディネータ８２は接続完了し（ステップＳ８１１）、ＪＯＩＮ成功メッセージを子ＺｉｇＢｅｅ８１に送信し（ステップＳ８１２）、子ＺｉｇＢｅｅ８１も接続を完了する（ステップＳ８１３）。

【００２４】

しかしながら、図３に示すシーケンスを適用する場合、子ＺｉｇＢｅｅ８１は、使用するＰＡＮＩＤ＝１２３４の他に、バックアップ用ＰＡＮＩＤ＝２０００を保持し、知っておく必要がある。

【００２５】

また、図示しない別の子ＺｉｇＢｅｅが、親ＺｉｇＢｅｅコーディネータ８２の再起動を未だ認識できず、元のＰＡＮＩＤ＝１２３４でデータ送信をトライしている場合、ＰＡＮＩＤ＝１２３４とＰＡＮＩＤ＝２０００が使用されている状態となる。従って、この場合、親ＺｉｇＢｅｅコーディネータ８２が、この別の子ＺｉｇＢｅｅとネットワークを構築するためには、ＰＡＮＩＤ＝２０００とは別のバックアップ用ＰＡＮＩＤが必要になってしまう。勿論、この場合、それぞれの子ＺｉｇＢｅｅは、全てのバックアップ用ＰＡＮＩＤを保持し、知っておく必要がある。

【００２６】

そこで、本発明は、単純で効率的なネットワーク識別情報（ＰＡＮＩＤ）の選択方法を行うことができるネットワーク構築システム、ネットワーク構築方法、エンドノード及び管理ノードを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【００２７】

かかる課題を解決するために、第１の本発明のネットワーク構築システムは、少なくともネットワーク識別情報を決定して、ネットワークの立ち上げ処理及びネットワークの参加許可処理を行うネットワーク構築手段と、ネットワーク識別情報を用いてデータ通信を行う通信手段とを備える管理ノードと、管理ノードからネットワーク識別情報を取得し、管理ノードの立ち上げたネットワークに参加要求を行うネットワーク参加要求手段と、管理ノードから参加許可を受けた後、ネットワーク識別情報を用いて管理ノードとデータ通信を行う通信手段とを備える１又は複数のエンドノードとを備え、各エンドノードが、管

10

20

30

40

50

理ノードの生存確認を行う生存確認手段と、生存確認手段により管理ノードの切断状態を検出した場合に、ネットワーク参加要求手段に対して改めて管理ノードのネットワークへの参加要求を指示する再起動制御手段とを有し、ネットワーク構築手段が、管理ノードのネットワーク切断後に再起動を行う場合、決定されたネットワーク識別情報を再び用いて、各エンドノードからの参加要求を期待して、管理ノードの再起動を行うことを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

第2の本発明のネットワーク構築方法は、少なくともネットワーク識別情報を決定して、ネットワークの立ち上げ処理及びネットワークの参加許可処理を行うネットワーク構築手段と、ネットワーク識別情報を用いてデータ通信を行う通信手段とを備える管理ノードと、管理ノードからネットワーク識別情報を取得し、管理ノードの立ち上げたネットワークに参加要求を行うネットワーク参加要求手段と、管理ノードから参加許可を受けた後、ネットワーク識別情報を用いて管理ノードとデータ通信を行う通信手段とを備える1又は複数のエンドノードとを備え、各エンドノードが、管理ノードの生存確認を行う生存確認工程と、生存確認工程により管理ノードの切断状態を検出した場合に、ネットワーク参加要求手段に対して改めて管理ノードのネットワークへの参加要求を指示する再起動制御工程とを有し、ネットワーク構築手段は、管理ノードのネットワーク切断後に再起動を行う場合、既に決定されたネットワーク識別情報を再度用いて、各エンドノードからの参加要求を期待して再起動することを特徴とする。

10

20

【 0 0 2 9 】

第3の本発明のエンドノードは、少なくともネットワーク識別情報を決定して、ネットワークの立ち上げ処理及びネットワークの参加許可処理を行うネットワーク構築手段と、ネットワーク識別情報を用いてデータ通信を行う通信手段とを備える管理ノードとデータ通信するエンドノードにおいて、管理ノードからネットワーク識別情報を取得し、管理ノードが立ち上げたネットワークに参加要求を行うネットワーク参加要求手段と、管理ノードからの参加許可を受けた後、ネットワーク識別情報を用いて管理ノードとデータ通信を行う通信手段と、管理ノードの生存確認を行う生存確認手段と、生存確認手段により管理ノードの切断状態を検出した場合に、ネットワーク参加要求手段に対して改めて管理ノードのネットワークへの参加要求を指示する再起動制御手段とを備えることを特徴とする。

30

【 0 0 3 0 】

第4の本発明の管理ノードは、少なくともネットワーク識別情報を決定して、ネットワークの立ち上げ処理及びネットワークの参加許可処理を行うネットワーク構築手段と、ネットワーク識別情報を用いてデータ通信を行う通信手段とを備える管理ノードにおいて、ネットワーク構築手段が、管理ノードのネットワーク切断後に再起動を行う場合、各エンドノードからの参加要求を期待して、決定されたネットワーク識別情報を再び用いて、再起動することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 1 】

本発明によれば、単純で効率的なネットワーク識別情報 (P A N I D) の選択方法を行うことができる。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 2 】

(A) 第1の実施形態

以下では、本発明のネットワーク構築システム、ネットワーク構築方法、エンドノード及び管理ノードの第1の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 3 3 】

第1の実施形態は、本発明を利用した Z i g B e e デバイスを用いて、自動販売機の管理を行う実施形態を例示して説明する。

【 0 0 3 4 】

(A - 1) 第1の実施形態の構成

50

(A - 1 - 1) 自動販売機の管理システムの構成

図 4 は、第 1 の実施形態の自動販売機の管理システムの構成を示す構成図である。図 4 に示すように、第 1 の実施形態の自動販売機の管理システム 10 は、複数の自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N (N は正の整数)、管理自動販売機 4 を有して構成される。

【 0 0 3 5 】

複数の自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N には、それぞれ子 Z i g B e e 1 - 1 ~ 1 - N が搭載されており、管理自動販売機 4 には、親 Z i g B e e コーディネータ 2 が搭載されている。

【 0 0 3 6 】

ここで、親 Z i g B e e コーディネータ 2 は、自身ネットワーク (P A N) を全体的に管理する管理ノードである。1つのネットワーク (P A N) には、1つのコーディネータしか存在せず、ネットワーク (P A N) の立ち上げは親 Z i g B e e コーディネータ 2 が行う。

【 0 0 3 7 】

また、子 Z i g B e e 1 - 1 ~ 1 - N は、親 Z i g B e e コーディネータ 2 と通信するエンドノードである。

【 0 0 3 8 】

管理自動販売機 4 は、通常の自動販売機であるが、ネットワークを通じて、管理下にある各自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N から自動販売機に関する管理情報を収集し、各種管理情報を管理するものである。

【 0 0 3 9 】

なお、第 1 の実施形態では、管理自動販売機 4 が自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N の管理情報を管理する場合を例示するが、管理サーバが自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N の管理情報を管理するようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

図 5 は、第 1 の実施形態の自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N 及び 4 の構成を説明する構成図である。なお、図 5 では自動販売機に共通する構成を説明するため、説明便宜上、自動販売機 5 と表示して説明する。

【 0 0 4 1 】

図 5 において、自動販売機 5 の構成としては、自販機制御部 5 1、商品補充棚 5 3、取り出し部 5 4、商品陳列部 5 5、操作ボタン部 5 6、売り切れ表示部 5 7 を少なくとも有する。

【 0 0 4 2 】

自販機制御部 5 1 は、操作ボタン部 5 6 及び売り切れ表示部と接続しており、提供する商品の自動販売処理を制御するものである。自販機制御部 5 1 による自動販売処理については、既存の技術を広く適用することができるので、ここでの詳細な説明は省略するが、例えば、利用者に押下された操作ボタン 5 6 から操作信号を受け取ると、対応する商品補充棚 5 3 に対して商品の取り出し指示を与えるものである。

【 0 0 4 3 】

また、自販機制御部 5 1 は、例えば、商品の補充数や販売数や売り上げや欠品等の販売管理情報や、自動販売機 5 の温度管理情報、自動販売処理が正常に稼動しているか否かの管理情報などを管理するものである。

【 0 0 4 4 】

さらに、自販機制御部 5 1 は、Z i g B e e ノード 1 又は 2 と接続している。ここで、Z i g B e e ノード 1 又は 2 との接続は、特に限定されないが、例えば R S - 2 3 2 C などによる接続を適用できる。

【 0 0 4 5 】

自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N の場合、自販機制御部 5 1 は、周期的に、自身が管理している上記の管理情報を Z i g B e e ノード (子 Z i g B e e に相当) 1 に与えるものである。また管理自動販売機 4 の場合、自販機制御部 5 1 は、Z i g B e e ノード (親 Z i g B

10

20

30

40

50

e e コーディネータに相当) 2 が受信した管理下の自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N の管理情報を受け取り、各管理情報を各管理下の自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N 毎に管理する。

【0046】

商品補充棚 5 3 は、提供する商品を補充する棚であり、自販機制御部 5 1 から取り出し指示を受けると、補充されている商品を取り出し部 5 4 に送り出すものである。

【0047】

取り出し部 5 4 は、利用者が選択した商品を商品補充棚 5 3 から送り出すものであり、商品陳列棚 5 5 は、販売する商品サンプルを陳列する棚である。

【0048】

操作ボタン部 5 6 は、商品陳列棚 5 6 に陳列される各商品に対応付けて設けられており、商品購入を希望する利用者により押下されるものであり、利用者に押下されると、操作信号を自販機制御部 5 1 に与えるものである。

【0049】

売り切れ表示部 5 7 は、自販機制御部 5 1 の制御を受けて、商品の売り切れを表示するものである。

【0050】

(A - 1 - 2) ZigBee ノードの構成

次に、ZigBee ノードの内部構成について図面を参照して説明する。図 6 は、自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N が接続する子 ZigBee 1 - 1 ~ 1 - N の内部構成であり、図 7 は、管理自動販売機 4 が接続する親 ZigBee コーディネータ 2 の内部構成である。

【0051】

図 6 に示すように、子 ZigBee 1 (1 - 1 ~ 1 - N) の内部構成は、通信部 1 1、ネットワーク管理部 1 2、自販機接続部 2 3 を少なくとも有するものである。

【0052】

通信部 1 1 は、所定の通信方式 (例えば、IEEE 802.15.4) に従って、通信信号の送受信を行うものであり、自販機接続部 1 3 から自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N の管理情報を受け取ると、親 ZigBee コーディネータ 2 に送信するものである。

【0053】

自販機接続部 1 3 は、接続する自動販売機 3 - 1 ~ 3 - N との間で、送信情報の送受信を行うものである。

【0054】

ネットワーク管理部 1 2 は、親 ZigBee コーディネータ 2 との間のネットワーク接続管理を行うものである。図 6 に示すように、ネットワーク管理部 1 2 は、その主な機能として、ネットワーク参加処理部 1 2 1、ネットワークアドレス管理部 1 2 2、再起動制御部 1 2 3、ヘルスチェック部 1 2 4 を少なくとも有する。

【0055】

ネットワーク参加処理部 1 2 1 は、ZigBee 仕様に従って、親 ZigBee コーディネータ 2 のネットワークを発見して、ネットワークに参加する処理を行うものである。ここで、ネットワーク参加処理部 1 2 1 によるネットワーク参加処理は、ZigBee 仕様に従った既存の技術を適用することができるので、ここでの詳細な説明は省略する。

【0056】

ネットワークアドレス管理部 1 2 2 は、ネットワーク参加処理部 1 2 1 によりネットワークへの参加が成功すると、親 ZigBee コーディネータ 2 の PAN ID 及びアドレスを管理するものである。

【0057】

再起動制御部 1 2 3 は、自身 (該子 ZigBee 1) のネットワーク接続後、後述するヘルスチェック部 1 2 4 が親 ZigBee コーディネータ 2 の切断状態を検出すると、ネットワークとの切断処理を行い、ネットワーク参加処理部 1 2 1 に対して再起動を指示するものである。

【0058】

10

20

30

40

50

ヘルスチェック部 124 は、周期的に、親 ZigBee コーディネータ 2 が起動しているか否かを確認するものである。ヘルスチェック部 124 による処理としては、種々の方法を適用できるが、例えば、親 ZigBee コーディネータ 2 に対してヘルスチェック信号（例えば、Ping 信号）を送信し、所定時間内に、親 ZigBee コーディネータ 2 から応答信号の返信があれば親 ZigBee コーディネータ 2 は生存をしていると判断し、所定時間内に返信がなければ親 ZigBee コーディネータ 2 は切断状態であると判断する方法を適用できる。

【0059】

また、ヘルスチェックの周期は、システム運用や子 ZigBee の参加数などに応じて決めることができるが、例えば 10 分毎にヘルスチェック信号を送信することができる。ZigBee システムの特徴は省消費電力やローコスト等であることから、通常の通信システムよりもヘルスチェックの間隔を長くすることができる。

【0060】

図 7 に示すように、親 ZigBee コーディネータ 2 の内部構成は、通信部 21、ネットワーク管理部 22、自販機接続部 23 を少なくとも有するものである。

【0061】

通信部 21 は、所定の通信方式（例えば、IEEE 802.15.4）に従って、通信信号の送受信を行うものであり、子 ZigBee 1-1 ~ 1-N から受信した自動販売機 3-1 ~ 3-N の管理情報を、自販機接続部 23 を介して自販機制御部 51 に与えるものである。

【0062】

自販機接続部 23 は、接続する自動販売機 3-1 ~ 3-N との間で、通信部 21 から受け取った自動販売機 3-1 ~ 3-N の管理情報を自販機制御部 51 に与えるものである。

【0063】

ネットワーク管理部 22 は、子 ZigBee 1-1 ~ 1-N との間でネットワーク接続管理を行うものである。図 7 に示すように、ネットワーク管理部 22 は、その主な機能として、ネットワーク構築部 221、ネットワークアドレス管理部 222、再起動タイミング制御部 223、ヘルスチェック応答部 224 を少なくとも有するものである。

【0064】

ネットワーク構築部 221 は、ZigBee 仕様に従って、自身ネットワークを構築するものである。また、ネットワーク構築部 221 は、子 ZigBee 1-1 ~ 1-N からの参加要求に対して参加許可処理を行うものである。ネットワーク構築部 221 の処理は、ZigBee 仕様に従った既存の技術を適用することができるので、ここでの詳細な説明は省略する。

【0065】

また、ネットワーク構築部 221 は、自身（親 ZigBee コーディネータ 2）のネットワーク切断後に再起動を行う場合、子 ZigBee 1-1 ~ 1-N が P A N I D を解放し、その後、子 ZigBee 1-1 ~ 1-N からからの参加要求を待機した後に再起動させるものである。

【0066】

具体的には、ネットワーク構築部 221 は、後述する再起動タイミング制御部 223 から、再起動処理を開始するタイミングの制御を受けて再起動を行う。そして、再起動したときに、それまで使用した P A N I D が空き状態の場合に、ネットワーク構築部 221 は、当該 P A N I D を宣言し、子 ZigBee 1-1 ~ 1-N からの J O I N を待機し、当該子 ZigBee との接続を完了させる。

【0067】

ネットワークアドレス管理部 222 は、ネットワーク構築部 221 により構築した自身ネットワークの P A N I D 及びアドレスを管理するものである。

【0068】

再起動タイミング制御部 223 は、自身（該親 ZigBee コーディネータ 2）のネッ

10

20

30

40

50

トワーク切断後、所定周期により、自身（該親 ZigBee コーディネータ 2）が再起動処理を開始するタイミングを制御するものである。

【0069】

これにより、親 ZigBee コーディネータ 2 の再起動処理の開始を所定時間だけ待機させることができる。その結果、ヘルスチェックにより親 ZigBee コーディネータ 2 の切断状態を、子 ZigBee 1 - 1 ~ 1 - N に認識させることができるので、子 ZigBee 1 - 1 ~ 1 - N での再起動処理を促すことができる。

【0070】

ZigBee ネットワークでは、親 ZigBee コーディネータ 2 が、自身（親 ZigBee コーディネータ）の切断状態を子 ZigBee 1 に知らせる方法がないので、上記のように、親 ZigBee コーディネータ 2 の再起動処理の開始を待機させて、子 ZigBee 1 に親 ZigBee コーディネータ 2 の切断状態を認識させることが重要となる。

【0071】

ここで、再起動処理を開始するタイミング周期は、システム運用等に応じて決定することができるが、例えば 5 分毎とすることができる。このように、子 ZigBee 1 - 1 ~ 1 - N のヘルスチェック周期よりも短くすることにより、親 ZigBee コーディネータ 2 は、子 ZigBee 1 - 1 ~ 1 - N のネットワーク発見シーケンスの開始（再起動）を確認する機会を増やすことができる。

【0072】

また、再起動タイミング制御部 223 は、タイミング周期を可変調整できるようにしてもよい。例えば、子 ZigBee の数が多くなるにつれ、親 ZigBee コーディネータ 2 のチャネルスキンの回数を増やすことが必要であるから、タイミング周期が短くなるように変更してもよい。

【0073】

このタイミング周期の変更の仕方としては、例えば、予め子 ZigBee の数とこれに応じたタイミング周期とを対応付けたテーブルを用意しておき、このテーブルを参照しながらタイミング周期を決定する方法を適用できる。また、子 ZigBee 数に応じてタイミング周期を短くする所定の演算式を用いてもよい。

【0074】

ヘルスチェック応答部 224 は、子 ZigBee 1 - 1 ~ 1 - N から受信したヘルスチェック信号に対する応答信号を返信するものである。

【0075】

（A - 2）第 1 の実施形態の動作

次に、第 1 の実施形態のネットワークの再構築処理の動作について図面を参照しながら説明する。

【0076】

図 1 は、子 ZigBee 1 と親 ZigBee コーディネータ 2 との間で確立したネットワークにおいて、親 ZigBee コーディネータ 2 のネットワーク切断後、ネットワークを再構築するときの処理を示すシーケンスである。

【0077】

また、図 8 は、親 ZigBee コーディネータ 2 におけるネットワーク再構築処理の動作を示すフローチャートであり、図 9 は、子 ZigBee 1 におけるネットワーク参加処理の動作を示すフローチャートである。

【0078】

図 1 では、親 ZigBee コーディネータ 2 が PAN ID = 1234 とする自身のネットワークを構築しており、子 ZigBee 1 がこのネットワークに参加し、親 ZigBee コーディネータ 2 との間でデータ通信している。

【0079】

子 ZigBee 1 は、親 ZigBee コーディネータ 2 の生存を確認するために、定期的にヘルスチェックを行い（ステップ S101、図 9 のステップ S301）、親 ZigB

10

20

30

40

50

e e コーディネータ 2 の生存を確認しながら (ステップ S 1 0 2、図 9 のステップ S 3 0 2)、P A N I D = 1 2 3 4 を使用してデータ通信を行う (ステップ S 1 0 3 及び S 1 0 4)。

【0080】

その後、親 Z i g B e e コーディネータ 2 が切断状態になり (ステップ S 1 0 5)、再度ネットワークを立ち上げるために、Z i g B e e 仕様のネットワーク確立処理に従ってネットワーク構築開始処理 (再起動処理) を行う (ステップ S 1 0 6、図 8 のステップ S 2 0 1)。

【0081】

ネットワーク確立処理を行う親 Z i g B e e コーディネータ 2 は、チャンネルチェックの際に、それまで直前まで使用していた P A N I D = 1 2 3 4 が空いているかどうかを判断する (ステップ S 1 0 7)。

【0082】

子 Z i g B e e 1 は親 Z i g B e e コーディネータ 2 の切断状態を認識しておらず、P A N I D = 1 2 3 4 を用いてデータ通信しているので衝突が生じ得る (ステップ S 1 0 8)。

【0083】

このとき、図 8 のように、親 Z i g B e e コーディネータ 2 は、P A N I D = 1 2 3 4 が使用中であると判断するので (ステップ S 2 0 2)、再起動タイミング制御部 2 2 3 により所定時間だけ再起動開始のタイミングを取り (ステップ S 2 0 3)、所定のタイミング期間経過後、再起動開始を指示して (ステップ S 2 0 4)、ステップ S 2 0 1 に戻り、再度ネットワーク構築開始処理を繰り返す。

【0084】

図 1 のステップ S 1 0 9 ~ ステップ S 1 1 1 では、再度ネットワーク構築開始処理を行う親 Z i g B e e コーディネータ 2 がチャンネルチェックをするが、この時点でも子 Z i g B e e 1 が親 Z i g B e e コーディネータ 2 の切断状態を認識しておらず、ステップ S 1 0 6 ~ S 1 0 8 と同様に衝突が生じ得、再度親 Z i g B e e コーディネータ 2 は再起動開始のタイミングを取る。

【0085】

そして、子 Z i g B e e 1 は親 Z i g B e e コーディネータ 2 のヘルスチェックを行い (ステップ S 1 1 2)、所定時間内に応答信号の返信がないことを判断して、親 Z i g B e e コーディネータ 2 の切断状態を認識し (ステップ S 1 1 3)、再起動処理を行う (ステップ S 1 1 4)。

【0086】

ここで、子 Z i g B e e 1 における再起動処理については、図 9 のように、子 Z i g B e e 1 が親 Z i g B e e コーディネータ 2 の切断状態を認識すると (ステップ S 3 0 2)、ネットワーク参加処理を実行し、Z i g B e e 仕様によるネットワーク発見シーケンス処理を開始する (ステップ S 3 0 3、図 1 のステップ S 1 1 5)。

【0087】

一方、親 Z i g B e e コーディネータ 2 では、所定のタイミング期間経過後、再起動を開始する (ステップ S 1 1 6、S 1 1 7)。

【0088】

このとき、親 Z i g B e e コーディネータ 2 の切断状態を認識した子 Z i g B e e 1 は P A N I D = 1 2 3 4 を使用したデータ通信を行っていないから、図 8 のように、P A N I D = 1 2 3 4 が空き状態であることを親 Z i g B e e コーディネータ 2 は判断し (ステップ S 2 0 2)、P A N I D = 1 2 3 4 を宣言して (ステップ S 2 0 5)、子 Z i g B e e 1 からの J O I N 待ちを行う (ステップ S 2 0 6)。

【0089】

また、子 Z i g B e e 1 は、Z i g B e e 仕様のネットワーク発見シーケンスにより親 Z i g B e e コーディネータ 2 を発見すると (ステップ S 3 0 4)、親 Z i g B e e コー

10

20

30

40

50

ディネータ 2 への JOIN 処理を行う (ステップ S 3 0 5)。なお、親 ZigBee コーディネータ 2 を発見しない場合、再起動を開始し、ネットワーク発見シーケンスの処理を繰り返す。

【0090】

そして、図 1 に示すように、親 ZigBee コーディネータ 2 が子 ZigBee 1 から P A N I D = 1 2 3 4 を使用した JOIN シーケンスを受けると (ステップ S 1 1 9)、親 ZigBee コーディネータ 2 は、子 ZigBee 1 とのネット接続を完了し (ステップ S 1 2 0)、親 ZigBee コーディネータ 2 が子 ZigBee 1 に JOIN 完了を通知することで (ステップ S 1 2 1)、子 ZigBee 1 も親 ZigBee コーディネータ 2 とのネットワーク接続を完了する (ステップ S 1 2 2)。

10

【0091】

(A - 3) 第 1 の実施形態の効果

以上のように、親 ZigBee コーディネータの再起動時は、ネットワークに使用する P A N I D = X X X X が子供 ZigBee に使用されているため、ネットワーク構築処理をせずに、一定時間タイミングをとって再起動する。そのうち、子供 ZigBee が、親 ZigBee コーディネータとの切断状態を検知し、再起動するため、P A N I D = X X X X が未使用状態になり、親 ZigBee コーディネータが ZigBee ネットワークを構築でき、子供 ZigBee がネットワークに再 JOIN できる。

【0092】

その結果、第 1 の実施形態によれば、P A N I D 衝突時の複雑な P A N I D 選択処理 (予め子供 ZigBee と取り決めたバックアップ用の複数の P A N I D の選択) が単純化できる。

20

【0093】

(B) 他の実施形態

第 1 の実施形態で説明した子 ZigBee 及び親 ZigBee コーディネータのそれぞれにおける処理機能は、ソフトウェア処理により実現することができる。例えば、各 ZigBee ノードのハードウェア構成は、C P U、R O M、R A M、E E P R O M 等を有して構成され、C P U が、R O M に格納される処理プログラムを必要なデータを用いて実行することにより、上述した各種機能は実現される。

【0094】

30

本発明は ZigBee 仕様に従ったネットワーク構築システムにおいて特に有効であるが、ZigBee 仕様に限定されるものではなく、広く適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図 1】第 1 の実施形態において、子 ZigBee と親 ZigBee コーディネータとの間で確立したネットワークにおいて、親 ZigBee コーディネータのネットワーク切断後、ネットワークを再構築するときの処理を示すシーケンスである。

【図 2】非特許文献 1 の ZigBee 仕様に記載されているネットワーク確立処理を説明するシーケンスである。

【図 3】従来技術において、予めバックアップ用 P A N I D を選択した親 ZigBee コーディネータが再起動したときの処理を示すシーケンスである。

40

【図 4】第 1 の実施形態の自動販売機の管理システムの構成を示す構成図である。

【図 5】第 1 の実施形態の自動販売機の構成を説明する構成図である。

【図 6】第 1 の実施形態において、子 ZigBee の内部構成を示す内部構成図である。

【図 7】第 1 の実施形態において、親 ZigBee コーディネータの内部構成を示す内部構成図である。

【図 8】第 1 の実施形態において、親 ZigBee コーディネータのネットワーク再構築処理の動作を示すフローチャートである。

【図 9】第 1 の実施形態において、子 ZigBee のネットワーク参加処理の動作を示すフローチャートである。

50

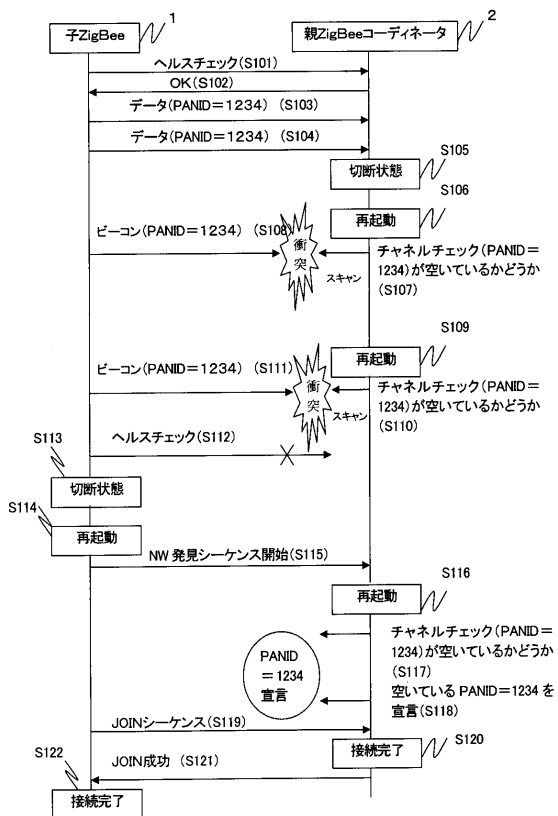
【符号の説明】

【0096】

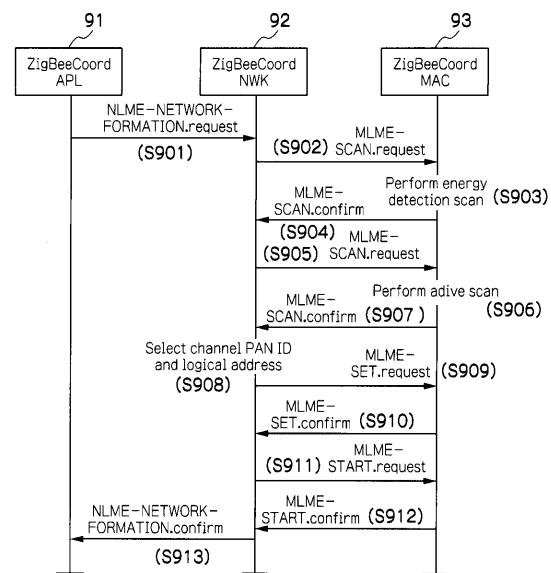
1 (1 - 1 ~ 1 - N) ... 子 Z i g B e e 、 1 1 ... 通信部、 1 2 ... ネットワーク管理部、
1 2 1 ... ネットワーク参加処理部、 1 2 2 ... ネットワークアドレス管理部、 1 2 3 ... 再起
動制御部、 1 2 4 ... ヘルスチェック部、

2 ... 親 Z i g B e e コーディネータ、 2 1 ... 通信部、 2 2 ... ネットワーク管理部、 2 2
1 ... ネットワーク構築部、 2 2 2 ... ネットワークアドレス管理部、 2 2 3 ... 再起動タイミ
ング制御部、 2 2 4 ... ヘルスチェック応答部。

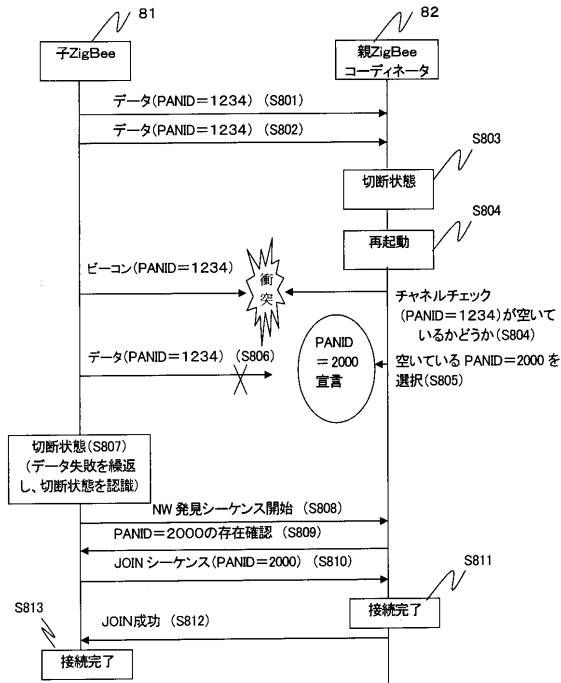
【図 1】



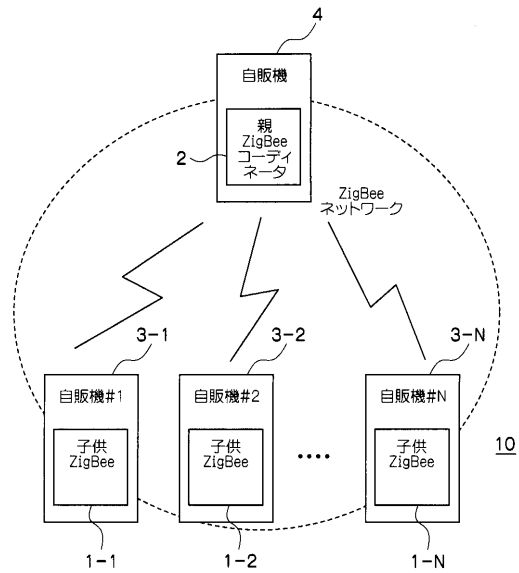
【図 2】



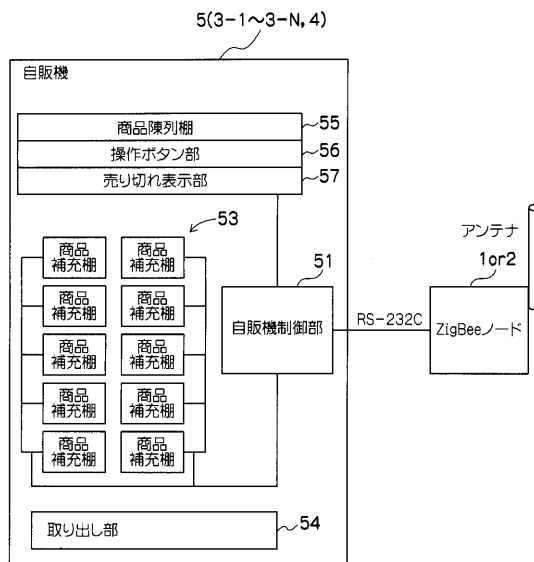
【図 3】



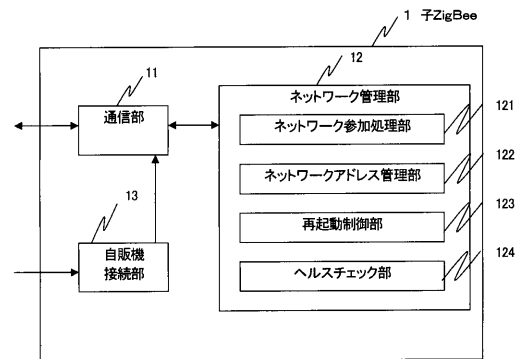
【図 4】



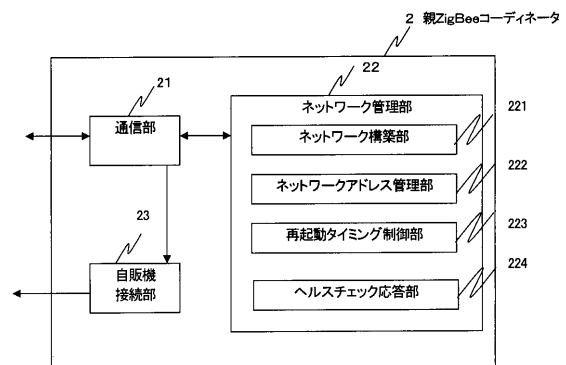
【図 5】



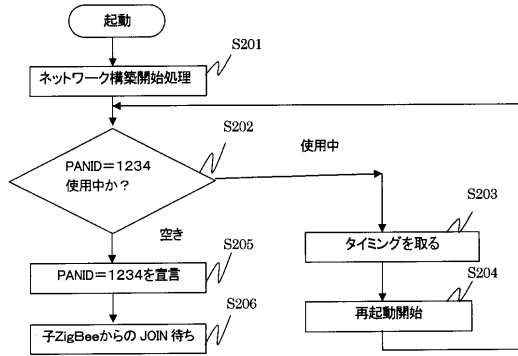
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

