

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4808228号
(P4808228)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月26日(2011.8.26)

(51) Int.Cl.	F I
HO4W 84/20 (2009.01)	HO4Q 7/00 635
HO4W 40/34 (2009.01)	HO4Q 7/00 370
HO4W 84/10 (2009.01)	HO4Q 7/00 629

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-49373 (P2008-49373)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成20年2月29日(2008.2.29)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2009-207050 (P2009-207050A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年9月10日(2009.9.10)	(74) 代理人	100092152
審査請求日	平成22年10月18日(2010.10.18)		弁理士 服部 毅巖
		(72) 発明者	諸戸 正憲
			長野県長野市鶴賀緑町1415番地 株式会社富士通長野システムエンジニアリング内
		(72) 発明者	沼田 陽次郎
			長野県長野市鶴賀緑町1415番地 株式会社富士通長野システムエンジニアリング内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信装置、無線通信方法および無線通信制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

親機および前記親機と無線通信を行う複数の子機を備え、前記複数の子機の少なくとも1つに情報処理装置が接続された無線通信システムにおける、前記複数の子機それぞれとして用いられる無線通信装置であって、

前記親機との通信を監視して前記親機の故障を検知する検知手段と、

前記検知手段で前記親機の故障を検知すると、自装置と無線通信可能な他の子機を確認して確認結果を報知すると共に、前記他の子機それぞれが報知した当該他の子機についての確認結果を受信する確認手段と、

前記確認手段で得た前記確認結果から、前記情報処理装置が接続された子機と無線通信可能であり、かつ、前記情報処理装置が接続された子機と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、自装置が新たな親機となることを決定して報知する決定手段と、

を有する無線通信装置。

【請求項2】

前記決定手段は、自装置が新たな親機とならない場合であって、新たな親機となった無線通信装置と無線通信可能でないことを検知した場合、前記新たな親機によって管理される無線通信システムとは別個の無線通信システムを形成することを決定することを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項3】

10

20

前記複数の子機それぞれは、前記親機が有する前記無線通信システムを管理するためのネットワーク情報の少なくとも一部の複製を有しており、

前記決定手段で新たな親機となることを決定すると、前記他の子機から前記ネットワーク情報の複製を取得し、取得した情報に基づいて新たな無線通信システムに対応するネットワーク情報を生成する管理手段を更に有する、

ことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信装置。

【請求項 4】

親機および前記親機と無線通信を行う複数の子機を備え、前記複数の子機の少なくとも 1 つに情報処理装置が接続された無線通信システムの無線通信方法であって、

前記複数の子機それぞれが、前記親機との通信を監視して前記親機の故障を検知し、

前記複数の子機それぞれが、前記親機の故障を検知すると、自装置と無線通信可能な他の子機を確認して確認結果を報知すると共に、前記他の子機それぞれが報知した当該他の子機についての確認結果を受信し、

前記複数の子機それぞれが、得られた前記確認結果から、前記情報処理装置が接続された子機と無線通信可能であり、かつ、前記情報処理装置が接続された子機と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、自装置が新たな親機となることを決定して報知する、

無線通信方法。

【請求項 5】

親機および前記親機と無線通信を行う複数の子機を備え、前記複数の子機の少なくとも 1 つに情報処理装置が接続された無線通信システムにおける、前記複数の子機それぞれとして用いられるコンピュータの機能を備えた無線通信装置を制御するための無線通信制御プログラムであって、

前記コンピュータの機能を備えた無線通信装置を、

前記親機との通信を監視して前記親機の故障を検知する検知手段、

前記検知手段で前記親機の故障を検知すると、自装置と無線通信可能な他の子機を確認して確認結果を報知すると共に、前記他の子機それぞれが報知した当該他の子機についての確認結果を受信する確認手段、

前記確認手段で得た前記確認結果から、前記情報処理装置が接続された子機と無線通信可能であり、かつ、前記情報処理装置が接続された子機と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、自装置が新たな親機となることを決定して報知する決定手段、

として機能させる無線通信制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件は無線通信装置、無線通信方法および無線通信制御プログラムに関し、特に親機と複数の子機とが無線通信を行う無線通信システムで用いられる無線通信装置、無線通信方法および無線通信制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

現在、情報家電やコンピュータなどの機器に短距離無線通信装置を搭載し、複数の機器が連携して情報処理を行えるようにした無線 P A N (Personal Area Network) が注目されている。無線 P A N を用いることで、例えば、監視カメラや温度センサなどのセンサ装置から得られるセンシングデータをコンピュータに転送し、コンピュータがセンシングデータを解析して各種装置を制御するセンサネットワークを容易に実現することができる。なお、無線 P A N で用いることができる短距離無線通信方式として、例えば、ZigBee がある。ZigBee は、通信速度が低く通信可能距離も短い一方、無線通信に必要な消費電力が小さく無線通信装置を小型化できるという利点がある (例えば、非特許文献 1 参照)。

【0003】

10

20

30

40

50

ここで、無線PANにおける複数の無線通信装置の接続形態（ネットワークトポロジ）としては、様々なものが考えられる。その1つに、無線PANを管理する親機（コーディネータ）と複数の子機（エンドデバイス）との間で無線リンクを確立し、子機は親機経由で無線通信を行うスター型トポロジがある。スター型トポロジは、無線PANシステム全体の消費電力をより低減できるという利点がある。しかし、その一方で、親機が故障すると子機間の通信が行えなくなるという問題もある。そのため、スター型トポロジでは、親機が故障したときに無線通信機能を回復するための対策が必要となる。

【0004】

複数の通信装置の一部が故障したときに自動的に通信機能を回復する技術としては、以下のものが知られている。すなわち、親機の動作状態を監視し、異常が検出されるとシステムの制御機能を親機から他の装置に自動的に移譲する技術がある（例えば、特許文献1参照）。また、複数の伝送制御装置をループ状に結合しておき、動作異常が検知されると異常情報をループ状のネットワークで回送し、各伝送制御装置は異常情報に基づいてデータ伝送経路を自立的に変更する技術がある（例えば、特許文献2参照）。

【特許文献1】特開平09-307572号公報

【特許文献2】特開昭60-140457号公報

【非特許文献1】The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), "Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)", IEEE Std 802.15.4-2006.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、スター型トポロジのネットワークでは、親機が故障したときに何れの子機が新たな親機として機能することで、自動的に通信機能を回復させる方法も考えられる。しかし、無線PANにこの方法を適用する場合、何れの子機を新たな親機とするかの決定方法が問題となる。これは、無線PANでは、各子機は短距離無線通信を行うものであるため、他の全ての子機と無線通信可能とは限らないからである。一方、回復後の無線PANシステムは、故障前の無線PANシステムにできる限り近い無線通信機能を提供できることが望ましい。

【0006】

本件はこのように鑑みてなされたものであり、親機と複数の子機とが無線通信を行う無線通信システムにおいて、親機が故障したときに適切な子機が新たな親機として自動的に選択されるようにする無線通信装置、無線通信方法および無線通信制御プログラム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】

【0007】

上記課題を解決するために、親機および親機と無線通信を行う複数の子機を備え、複数の子機の少なくとも1つに情報処理装置が接続された無線通信システムにおける、複数の子機それぞれとして用いられる無線通信装置が提供される。この無線通信装置は、検知手段、確認手段および決定手段を有する。検知手段は、親機との通信を監視して親機の故障を検知する。確認手段は、検知手段で親機の故障を検知すると、自装置と無線通信可能な他の子機を確認して確認結果を報知すると共に、他の子機それぞれが報知したその子機についての確認結果を受信する。決定手段は、確認手段で得た確認結果から、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能であり、かつ、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、自装置が新たな親機となることを決定して報知する。

【0008】

このような無線通信装置によれば、検知手段により、親機との通信が監視されて親機の故障が検知される。親機の故障が検知されると、確認手段により、自装置と無線通信可能な他の子機が確認されると共に、他の子機それぞれについての確認結果が受信される。そ

10

20

30

40

50

して、決定手段により、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能であり、かつ、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、自装置が新たな親機となることが決定される。

【0009】

また、上記課題を解決するために、親機および親機と無線通信を行う複数の子機を備え、複数の子機の少なくとも1つに情報処理装置が接続された無線通信システムの無線通信方法が提供される。この無線通信方法では、複数の子機それぞれが、親機との通信を監視して親機の故障を検知する。次に、複数の子機それぞれが、親機の故障を検知すると、自装置と無線通信可能な他の子機を確認して確認結果を報知すると共に、他の子機それぞれが報知したその子機についての確認結果を受信する。そして、複数の子機それぞれが、得られた確認結果から、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能であり、かつ、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、自装置が新たな親機となることを決定して報知する。

10

【0010】

このような無線通信方法によれば、各子機により、親機との通信が監視されて親機の故障が検知される。次に、親機の故障が検知されると、自装置と無線通信可能な他の子機が確認されると共に、他の子機それぞれについての確認結果を受信される。そして、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能であり、かつ、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、自装置が新たな親機となることが決定される。

20

【0011】

また、上記課題を解決するために、親機および親機と無線通信を行う複数の子機を備え、複数の子機の少なくとも1つに情報処理装置が接続された無線通信システムにおける、複数の子機それぞれとして用いられるコンピュータの機能を備えた無線通信装置を制御するための無線通信制御プログラムが提供される。この無線通信制御プログラムを実行するコンピュータの機能を備えた無線通信装置は、検知手段、確認手段および決定手段を有する。検知手段は、親機との通信を監視して親機の故障を検知する。確認手段は、検知手段で親機の故障を検知すると、自装置と無線通信可能な他の子機を確認して確認結果を報知すると共に、他の子機それぞれが報知したその子機についての確認結果を受信する。決定手段は、確認手段で得た確認結果から、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能であり、かつ、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、自装置が新たな親機となることを決定して報知する。

30

【0012】

このような無線通信制御プログラムを実行するコンピュータによれば、検知手段により、親機との通信が監視されて親機の故障が検知される。親機の故障が検知されると、確認手段により、自装置と無線通信可能な他の子機が確認されると共に、他の子機それぞれについての確認結果を受信される。そして、決定手段により、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能であり、かつ、情報処理装置が接続された子機と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、自装置が新たな親機となることが決定される。

40

【発明の効果】

【0013】

上記無線通信装置、無線通信方法および無線通信制御プログラムによれば、親機と複数の子機とが無線通信を行う無線通信システムにおいて、親機が故障したときに適切な子機が新たな親機として自動的に選択される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。まず、本発明の概要について説明し、その後、実施の形態の具体的な内容を説明する。

50

図1は、本実施の形態の概要を示す図である。図1に示すシステムは、親機と複数の子機とが無線通信を行う無線通信システムである。この無線通信システムは、情報処理装置10、親機20および子機30、30a、30b、30cを有する。情報処理装置10は子機30cに接続されている。

【0015】

情報処理装置10は、親機20および子機30、30a、30b、30cとデータ送受信を行い所定の情報処理を行う装置であり、例えば、PC(Personal Computer)である。情報処理装置10は、例えば、親機20および子機30、30a、30b、30c経由でデータを収集する。

【0016】

親機20は、ネットワークを管理する無線通信装置である。親機20は、子機30、30a、30b、30cと無線通信を行い、子機30、30a、30b、30cが送受信するデータを中継する。例えば、親機20は、子機30、30a、30bから情報処理装置10宛てのデータを受信すると、受信データを子機30cに転送する。

【0017】

子機30、30a、30b、30cは、親機20と無線でデータ送受信を行う無線通信装置である。子機30は、検知手段31、確認手段32および決定手段33を有する。なお、子機30a、30b、30cもこれらと同様の手段を有する。

【0018】

検知手段31は、親機20と子機30との間の無線通信を継続的に監視し、親機20の故障の有無を判断する。例えば、検知手段31は、子機30から親機20への送信が所定回数以上連続して失敗したときに、親機20が故障していると判断する。そして、検知手段31は、親機20の故障を検知すると、確認手段32に故障発生を通知する。

【0019】

確認手段32は、検知手段31から故障発生の通知を受けると、子機30と無線通信可能な範囲内に存在する他の子機を確認する。これは、例えば、他の子機が発信する所定の無線信号を検出できたか否かによって判断することができる。そして、確認手段32は、通信可能相手の確認結果を無線で報知する。報知された確認結果は、子機30と無線通信可能な範囲内に存在する他の子機によって受信される。また、確認手段32は、同様にして他の子機が報知した確認結果を無線で受信する。その後、確認手段32は、得られた子機30および他の子機についての確認結果を、決定手段33に通知する。

【0020】

決定手段33は、確認手段32から取得した通信可能相手の確認結果に基づいて、故障した親機20に代わって子機30が新たな親機となるか否かを決定する。具体的には、決定手段33は、情報処理装置10と接続された子機30cと無線通信可能であり、かつ、子機30cと無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多い場合に、子機30が新たな親機となると決定する。そして、決定手段33は、新たな親機となることを決定したときは、その旨を無線で報知する。報知を受けた子機は、子機30を新たな親機と認めて無線通信を再開する。

【0021】

言い換えれば、子機30が子機30cと無線通信可能でない場合には、子機30は新たな親機とはならない。これは、子機30の通信可能相手の確認結果から判断することができる。また、子機30が子機30cと無線通信可能な場合であっても、子機30cと無線通信可能であり子機30よりも通信可能相手数が多いものが存在する場合には、子機30は新たな親機とはならない。これは、他の子機から受信した確認結果から判断することができる。一方、上記2つの条件を具備する場合には、子機30が新たな親機となる。子機30a、30b、30cでも、上記と同様の判断処理が行われる。

【0022】

このような無線通信システムによれば、検知手段31により、親機20との通信が監視されて親機20の故障が検知される。親機20の故障が検知されると、確認手段32によ

10

20

30

40

50

り、子機 30 と無線通信可能な他の子機が確認されると共に、他の子機それぞれについての確認結果が受信される。そして、決定手段 33 により、情報処理装置 10 が接続された子機 30 c と無線通信可能であり、かつ、子機 30 c と無線通信可能な他の子機と比較して通信可能相手数が最も多いと判断される場合、子機 30 が新たな親機となることが決定される。

【0023】

これにより、親機 20 が故障したときに適切な子機が新たな親機として自動的に選択されることになる。すなわち、新たな親機として、少なくとも情報処理装置 10 が接続された子機 30 c と無線通信可能なものが選択される。このとき、子機 30 c と無線通信可能なもの（親機候補）が複数存在する場合、通信可能相手数が最も多いものが選択される。従って、故障から回復した後の無線通信システムは、できる限り多くの子機が情報処理装置 10 と通信可能な接続形態となり、親機 20 の故障による影響を最小限に抑えることができる。なお、上記判断処理は子機 30, 30 a, 30 b, 30 c それぞれが自立的に行うことができる。

10

【0024】

以下、本実施の形態の具体的な内容を図面を参照して詳細に説明する。

図 2 は、本実施の形態のシステム構成を示す図である。本実施の形態に係る無線通信システムは、センサ装置が搭載された無線通信装置から情報処理装置にセンシングデータを継続的に送信するシステムである。この無線通信システムは、無線通信装置 100, 100 a, 100 b, 100 c, 100 d, 100 e, 100 f, 100 g および情報処理装置 200 を有する。情報処理装置 200 は、無線通信装置 100 b に接続されている。

20

【0025】

無線通信装置 100, 100 a, 100 b, 100 c, 100 d, 100 e, 100 f, 100 g は、IEEE 802.15.4 で規定された短距離無線通信方式に従って、互いに無線通信可能な通信装置である。また、無線通信装置 100, 100 a, 100 b, 100 c, 100 d, 100 e, 100 f, 100 g は、監視カメラや温度センサなどの所定のセンサ装置を搭載している。

【0026】

ここで、無線通信装置 100, 100 a, 100 b, 100 c, 100 d, 100 e, 100 f, 100 g は、1つの無線 PAN を形成している。無線通信装置 100 は、この無線 PAN を管理するコーディネータとして機能しており、無線 PAN の管理データを保持している。無線通信装置 100 a, 100 b, 100 c, 100 d, 100 e, 100 f, 100 g は、コーディネータと無線通信を行うエンドデバイスとして機能している。

30

【0027】

無線通信装置 100 a, 100 c, 100 d, 100 e, 100 f, 100 g は、センサ装置から得られたセンシングデータを、継続的に無線通信装置 100 に無線送信する。無線通信装置 100 は、無線通信装置 100 a, 100 c, 100 d, 100 e, 100 f, 100 g から受信したセンシングデータおよび無線通信装置 100 に搭載されたセンサ装置から得られたセンシングデータを、情報処理装置 200 が接続された無線通信装置 100 b に無線送信する。無線通信装置 100 b は、無線通信装置 100 から受信したセンシングデータおよび無線通信装置 100 b に搭載されたセンサ装置から得られたセンシングデータを、情報処理装置 200 に出力する。

40

【0028】

情報処理装置 200 は、無線通信装置 100, 100 a, 100 b, 100 c, 100 d, 100 e, 100 f, 100 g に搭載されたセンサ装置のセンシングデータを収集して解析する装置であり、例えば、PC である。情報処理装置 200 は、無線通信装置 100 b 経由でこれらセンシングデータを継続的に取得する。

【0029】

図 3 は、無線通信装置のハードウェア構成を示す図である。無線通信装置 100 は、CPU (Central Processing Unit) 101、RAM (Random Access Memory) 102、R

50

OM (Read Only Memory) 103、センサ部104、無線通信部105、入出力インタフェース106およびバス107を有する。CPU101、RAM102、ROM103、センサ部104、無線通信部105および入出力インタフェース106が、バス107に接続されている。

【0030】

CPU101は、無線通信装置100全体を制御する。すなわち、CPU101は、バス107を介してRAM102、ROM103、センサ部104、無線通信部105および入出力インタフェース106を制御する。

【0031】

RAM102は、CPU101がアクセスする読み書き可能なメモリである。RAM102には、CPU101に実行させるOS (Operating System) プログラムやアプリケーションプログラムの少なくとも一部が一時的に格納される。また、RAM102には、CPU101による処理に必要な各種データの少なくとも一部が一時的に格納される。

10

【0032】

ROM103は、CPU101に実行させるプログラムおよび処理に必要な各種データを格納しておく不揮発性メモリである。ROM103としては、例えば、フラッシュメモリを用いることもできる。

【0033】

センサ部104は、無線通信装置100の外部環境を監視するセンサ装置であり、例えば、所定の場所の映像を継続的に取得する監視カメラや、所定の物体の温度を継続的に測定する温度センサなどである。センサ部104は、得られたセンシングデータをCPU101に出力する。

20

【0034】

無線通信部105は、IEEE802.15.4の規定に従って、他の無線通信装置と無線通信を行う。無線通信部105は、他の無線通信装置から受信した無線信号を復調・復号し、得られたデータをCPU101に出力する。また、無線通信部105は、CPU101から取得した送信データを変調・符号化し、得られた送信信号を無線出力する。

【0035】

入出力インタフェース106は、情報処理装置200を有線で接続可能なインタフェースである。情報処理装置200が接続されているとき、情報処理装置から取得したデータをCPU101に出力すると共に、CPU101から取得したデータを情報処理装置200に出力する。

30

【0036】

図4は、無線通信装置の機能を示すブロック図である。無線通信装置100は、受信部110、送信部120、PANデータ記憶部130および制御部140を有する。これらの機能は、ROM103に格納された所定の制御プログラムをCPU101に実行させることで、図3に示したハードウェアによって実現される。なお、接続管理部141は図1の検知手段31に対応し、コーディネータ決定部142は図1の確認手段32および決定手段33に対応する。

【0037】

受信部110は、他の無線通信装置が送信したセンシングデータを受信する。そして、受信部110は、無線通信装置100がコーディネータとして機能している場合、センシングデータを情報処理装置200宛てに転送するために送信部120に出力する。また、無線通信装置100に情報処理装置200が接続されている場合、センシングデータを情報処理装置200に出力する。また、受信部110は、他の無線通信装置が送信した制御メッセージを受信する。そして、受信部110は、制御メッセージを制御部140に出力する。

40

【0038】

送信部120は、無線通信装置100がコーディネータとして機能している場合、受信部110から取得したセンシングデータを情報処理装置200が接続されている無線通信

50

装置に送信する。また、無線通信装置 100 がエンドデバイスとして機能している場合、センサ部 104 で得られたセンシングデータをコーディネータに送信する。また、送信部 120 は、制御部 140 からの指示に応じて制御メッセージを送信する。

【0039】

PANデータ記憶部 130 には、無線PANを管理するためのPANデータが格納されている。PANデータでは、例えば、PANの識別子 (ID: Identifier)、使用する通信チャネル、PANに参加しているエンドデバイスなどが定義される。ここで、無線通信装置 100 がコーディネータとして機能している場合、PANデータ記憶部 130 には、PANデータの原本が格納される。一方、無線通信装置 100 がエンドデバイスとして機能している場合、PANデータ記憶部 130 には、コーディネータが有するPANデータの複製が格納される。

10

【0040】

制御部 140 は、PANデータ記憶部 130 に格納されたPANデータを参照して、受信部 110 の受信処理および送信部 120 の送信処理を制御する。制御部 140 は、接続管理部 141、コーディネータ決定部 142 およびPANデータ管理部 143 を有する。

【0041】

接続管理部 141 は、無線通信装置 100 と他の無線通信装置との間の無線リンクを管理し、必要に応じて受信部 110 および送信部 120 に無線リンクの確立および切断を指示する。すなわち、接続管理部 141 は、無線通信装置 100 がコーディネータとして機能している場合、無線通信装置 100 とエンドデバイスそれぞれとの間の無線リンクを管理する。また、無線通信装置 100 がエンドデバイスとして機能している場合、無線通信装置 100 とコーディネータとの間の無線リンクを管理する。

20

【0042】

更に、接続管理部 141 は、無線通信装置 100 がエンドデバイスとして機能している場合、無線通信装置 100 とコーディネータとの間の通信状況を継続的に監視し、コーディネータが故障していないか確認する。もし、所定回数 (例えば 3 回) 連続してコーディネータへの送信処理が失敗した場合は、コーディネータが故障したものと判断する。

【0043】

コーディネータ決定部 142 は、無線通信装置 100 がエンドデバイスとして機能している場合であって、接続管理部 141 でコーディネータが故障したと判断された場合に、無線PANを再構成するために無線通信装置 100 が新たなコーディネータになるべきか否かを決定する。コーディネータ決定処理の詳細は後述する。もし、無線通信装置 100 が新たなコーディネータになると決定すると、その旨を制御メッセージとして他の無線通信装置に報知するよう送信部 120 に指示する。

30

【0044】

PANデータ管理部 143 は、PANデータ記憶部 130 に格納されたPANデータを管理する。PANデータ管理部 143 は、無線通信装置 100 がエンドデバイスとして機能している場合、コーディネータが送信したPANデータの複製を受信部 110 から取得すると、それをPANデータ記憶部 130 に格納する。また、PANデータ管理部 143 は、無線通信装置 100 がコーディネータとして機能している場合、PANデータ記憶部 130 に格納されたPANデータを適宜更新すると共に、エンドデバイスにPANデータの複製を送信するよう送信部 120 に指示する。

40

【0045】

なお、図 4 では無線通信装置 100 のモジュール構成を示したが、無線通信装置 100 a, 100 b, 100 c, 100 d, 100 e, 100 f, 100 g も無線通信装置 100 と同様のモジュール構成によって実現できる。

【0046】

図 5 は、PANデータのデータ構造を示す図である。PANデータ 131 は、PANデータ記憶部 130 に格納されている。PANデータ 131 には、PAN-ID、通信チャネルおよびエンドデバイスを示す項目が設けられている。もし、無線通信装置 100 が複

50

数の P A N に参加中であるとき、P A N 毎の P A N データが P A N データ記憶部 1 3 0 に格納される。P A N データ 1 3 1 は、P A N データ管理部 1 4 3 により適宜更新される。

【 0 0 4 7 】

P A N - I D を示す項目には、無線 P A N を識別する識別情報が設定される。通信チャンネルを示す項目には、無線 P A N で使用する通信チャンネルの情報が設定される。なお、I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 の規定では、2 . 6 G H z 帯の通信チャンネルとして、1 1 番から 2 6 番までの 1 6 個の使用が認められている。エンドデバイスを示す項目には、無線 P A N に参加中のエンドデバイスを識別する識別情報が設定される。更に、情報処理装置 2 0 0 が接続されたエンドデバイスか否かを示す情報も設定される。ここで、“ Y ” は情報処理装置 2 0 0 が接続されていることを意味し、“ N ” は情報処理装置 2 0 0 が接続されていないことを意味する。

10

【 0 0 4 8 】

次に、以上のような構成およびデータ構造を備える無線通信システムにおいて実行される処理の詳細を説明する。以下では、無線 P A N システムが図 2 に示した接続関係を有する場合、すなわち、無線通信装置 1 0 0 がコーディネータとして機能し、無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g がエンドデバイスとして機能している場合を考える。

【 0 0 4 9 】

図 6 は、P A N 再構成処理の手順を示すフローチャートである。以下、図 6 に示す処理をステップ番号に沿って説明する。

20

[ステップ S 1] 無線通信装置 1 0 0 は、無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g に P A N データの複製を配布しておく。無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g は、無線通信装置 1 0 0 から受信した P A N データの複製を保持する。なお、この処理は、図 4 で示した P A N データ管理部 1 4 3 に相当するモジュールにより制御される。

【 0 0 5 0 】

[ステップ S 2] 無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g は、無線通信装置 1 0 0 との通信状況を監視し、コーディネータ（無線通信装置 1 0 0）が故障したか否か判断する。故障したと判断した場合、処理がステップ S 3 に進められる。故障していないと判断した場合、ステップ S 2 の処理が繰り返される。なお、この処理は、図 4 で示した接続管理部 1 4 1 に相当するモジュールにより制御される。

30

【 0 0 5 1 】

[ステップ S 3] 無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g は、それぞれ新たなコーディネータになるか否かを決定する。新たなコーディネータになるには、少なくとも情報処理装置 2 0 0 が接続されたエンドデバイス（無線通信装置 1 0 0 b）と無線通信可能である必要がある。コーディネータ決定処理の詳細は後述する。ここでは、無線通信装置 1 0 0 a が新たなコーディネータになったとする。なお、この処理は、図 4 で示したコーディネータ決定部 1 4 2 に相当するモジュールにより制御される。

40

【 0 0 5 2 】

[ステップ S 4] 無線通信装置 1 0 0 a は、自身が新たなコーディネータになることを無線で報知する。この報知情報を受信したエンドデバイスは、無線通信装置 1 0 0 a に無線 P A N への参加要求を送信する。これにより、無線通信装置 1 0 0 a をコーディネータとする新たな無線 P A N が形成される。なお、この処理は、コーディネータ決定部 1 4 2 に相当するモジュールにより制御される。

【 0 0 5 3 】

[ステップ S 5] 無線通信装置 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g は、それぞれ復帰後の無線 P A N に参加できたか否か判断する。参加の可否は、例えば、旧コーディネータ（無線通信装置 1 0 0）の故障検知後、所定時間内に新たなコ

50

ーディネータから報知情報を受信できたか否かによって判断できる。参加不可のエンドデバイスがある場合には、処理がステップS6に進められる。参加不可のエンドデバイスがない場合には、処理がステップS8に進められる。ここでは、無線通信装置100d, 100eが復帰後の無線PANに参加できなかったとする。なお、この処理は、コーディネータ決定部142に相当するモジュールにより制御される。

【0054】

【ステップS6】無線通信装置100d, 100eは、それぞれ追加のコーディネータになるか否かを決定する。追加のコーディネータになるには、少なくともステップS4で形成された無線PANに参加しているエンドデバイスと無線通信可能である必要がある。ここでは、無線通信装置100eが追加のコーディネータになったとする。なお、この処理は、コーディネータ決定部142に相当するモジュールにより制御される。

10

【0055】

【ステップS7】無線通信装置100eは、自身が追加のコーディネータになることを無線で報知する。この報知情報を受信したエンドデバイスは、無線通信装置100eに追加の無線PANへの参加要求を送信する。これにより、ステップS4で形成された無線PANとは別の無線通信装置100eをコーディネータとする無線PANが形成される。ここで、無線通信装置100aと無線通信装置100eの両方と無線通信可能なエンドデバイスは、両方の無線PANに参加することになる。このエンドデバイスは2つの無線PAN間でセンシングデータを中継するルータとして機能する。なお、この処理は、コーディネータ決定部142に相当するモジュールにより制御される。

20

【0056】

【ステップS8】無線通信装置100aは、無線PANに属するエンドデバイスから、ステップS1で配布された故障前の無線PANに対応するPANデータを取得する。そして、無線通信装置100aは、取得したPANデータに基づいて復帰後の無線PANに対応するPANデータを生成する。ステップS7が実行された場合には、無線通信装置100eも同様の処理を実行する。なお、この処理は、図4で示したPANデータ管理部143に相当するモジュールにより制御される。

【0057】

このようにして、コーディネータが故障すると、各エンドデバイスは自身が新たなコーディネータになるか否かを決定する。新たなコーディネータになるための条件は、少なくとも情報処理装置200が接続されたエンドデバイスと無線通信可能であることである。そして、新たなコーディネータが決定すると、スター型トポロジの無線PANが形成される。このとき、復帰後の無線PANに参加できなかったエンドデバイス(新たなコーディネータと無線通信可能でないエンドデバイス)がある場合は、別個の無線PANを形成する。その結果、複数の無線PANが形成されたときは、少なくとも1つの無線通信装置が無線PAN間でセンシングデータを中継するルータとして機能する。

30

【0058】

図7は、コーディネータ決定処理の手順を示すフローチャートである。このフローチャートは、上記ステップS3で実行される処理をより詳細に記述したものである。ここでは、無線通信装置100aに着目することとする。以下、図7に示す処理をステップ番号に沿って説明する。

40

【0059】

【ステップS31】無線通信装置100aは、確認要求を無線信号として報知する。この確認要求を受信できたエンドデバイス(無線通信装置100aの通信可能範囲内にいるエンドデバイス)は、無線通信装置100aに確認応答を送信する。確認応答には、少なくとも送信元エンドデバイスの識別情報が含まれている。

【0060】

【ステップS32】無線通信装置100aは、通信可能範囲内にいるエンドデバイスからの確認応答を受信する。そして、無線通信装置100aは、確認応答から送信元エンドデバイスの識別情報を抽出する。これにより、無線通信装置100aは、通信可能範囲内

50

に現在いるエンドデバイスを把握することができる。

【 0 0 6 1 】

[ステップ S 3 3] 無線通信装置 1 0 0 a は、ステップ S 3 1 で確認要求を報知してから所定時間経過後に、それまでに確認応答を受信したエンドデバイスと P A N データの複製とを照合する。そして、無線通信装置 1 0 0 a は、元の無線 P A N に参加していた自分自身を除く全てのエンドデバイスから確認応答を受信できたか否か判断する。全エンドデバイスから確認応答を得た場合には、処理がステップ S 3 7 に進められる。確認応答を得られないエンドデバイスがある場合には、処理がステップ S 3 4 に進められる。

【 0 0 6 2 】

[ステップ S 3 4] 無線通信装置 1 0 0 a は、無線通信可能なエンドデバイスの確認結果を無線信号として報知する。この確認結果には、通信可能相手それぞれの識別情報が含まれている。

10

【 0 0 6 3 】

[ステップ S 3 5] 無線通信装置 1 0 0 a は、通信可能範囲内にいる他のエンドデバイスが報知した、そのエンドデバイスの通信可能相手の確認結果を受信する。この確認結果には、通信可能相手それぞれの識別情報が含まれている。

【 0 0 6 4 】

[ステップ S 3 6] 無線通信装置 1 0 0 a は、自身の通信可能相手の確認結果およびステップ S 3 5 で受信した各エンドデバイスの通信可能相手の確認結果に基づいて、新たなコーディネータになる条件を具備しているか否か判断する。新たなコーディネータになる条件は、無線通信装置 1 0 0 a が情報処理装置 2 0 0 に接続されたエンドデバイス（無線通信装置 1 0 0 b ）と無線通信可能であり、かつ、情報処理装置 2 0 0 に接続されたエンドデバイスと無線通信可能なものの中で通信可能相手数が最大であることである。条件を具備している場合には、処理がステップ S 3 7 に進められる。条件を具備していない場合には、コーディネータ処理が終了する。

20

【 0 0 6 5 】

[ステップ S 3 7] 無線通信装置 1 0 0 a は、自身が新たなコーディネータになることを決定する。

このようにして、無線通信装置 1 0 0 a は、元の無線 P A N に参加していた自分自身を除く全てのエンドデバイスと通信可能であることが判明すると、新たなコーディネータになることを決定する。また、無線通信装置 1 0 0 a は、全エンドデバイスと通信可能でない場合であっても、情報処理装置 2 0 0 に接続されたエンドデバイスと通信可能であっても他のエンドデバイスも含めた候補の中で通信可能相手数が最大であることが判明すると、新たなコーディネータになることを決定する。

30

【 0 0 6 6 】

なお、全エンドデバイスと通信可能な無線通信装置が複数あった場合や、情報処理装置 2 0 0 に接続されたエンドデバイスと通信可能であっても通信可能相手数が最大の無線通信装置が複数あった場合など、複数の無線通信装置がコーディネータになることを決定した場合には、報知が早かったものが最終的にコーディネータになる。

【 0 0 6 7 】

次に、図 2 に示した無線 P A N システムで図 6 , 7 に示した P A N 再構成処理が実行されたときの、具体的な処理進行過程の例を説明する。

40

図 8 は、P A N 再構成処理の例を示す第 1 の模式図である。図 8 に示すように、コーディネータである無線通信装置 1 0 0 は、予めエンドデバイスである無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g に、P A N データの複製を配布しておく。無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g は、無線通信装置 1 0 0 から受信した P A N データの複製を保持する。なお、無線通信装置 1 0 0 は、管理している P A N データの全体を配布するのではなく、P A N データの一部のみを配布するようにしてもよい。また、エンドデバイスによって異なる部分データを配布するようにしてもよい。

50

【 0 0 6 8 】

図 9 は、P A N再構成処理の例を示す第 2 の模式図である。図 9 に示すように、無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g は、無線通信装置 1 0 0 との間の無線通信を継続的に監視し、通信異常（例えば、連続して所定回数送信処理が失敗したこと）を発見すると、無線通信装置 1 0 0 に故障が発生したと判断する。なお、監視処理やデータ送受信処理のタイミングの関係上、必ずしも無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g 全てが同時に故障を検知するとは限らず、故障検知のタイミングは若干のずれが生じ得る。

【 0 0 6 9 】

図 1 0 は、P A N再構成処理の例を示す第 3 の模式図である。図 1 0 に示すように、無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g は、無線通信装置 1 0 0 の故障を検知すると、無線通信装置 1 0 0 との間の無線リンクを切断し、自己の周辺に位置する無線通信装置を確認する。

10

【 0 0 7 0 】

ここでは、無線通信装置 1 0 0 a は 4 つの無線通信装置 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 f , 1 0 0 g と通信可能である。無線通信装置 1 0 0 b は 2 つの無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 c と通信可能である。無線通信装置 1 0 0 c は 3 つの無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 f と通信可能である。無線通信装置 1 0 0 d は 1 つの無線通信装置 1 0 0 e と通信可能である。無線通信装置 1 0 0 e は 2 つの無線通信装置 1 0 0 d , 1 0 0 f と通信可能である。無線通信装置 1 0 0 f は 4 つの無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 c , 1 0 0 e , 1 0 0 g と通信可能である。無線通信装置 1 0 0 g は 2 つの無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 f と通信可能である。

20

【 0 0 7 1 】

図 1 1 は、P A N再構成処理の例を示す第 4 の模式図である。図 1 0 に示したように、他の全ての無線通信装置と通信可能な無線通信装置は存在しないものの、情報処理装置 2 0 0 が接続された無線通信装置 1 0 0 b と通信可能な無線通信装置は 2 つ（無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 c ）存在する。そして、この 2 つのうち無線通信装置 1 0 0 a の方が通信可能相手数が多い。よって、新たなコーディネータとして無線通信装置 1 0 0 a が選択され、無線通信装置 1 0 0 a をコーディネータとし無線通信装置 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 f , 1 0 0 g をエンドデバイスとする新たな無線 P A N が形成される。

30

【 0 0 7 2 】

その一方で、2 つの無線通信装置（無線通信装置 1 0 0 d , 1 0 0 f ）は、無線通信装置 1 0 0 a をコーディネータとする無線 P A N に参加することができない。そこで、この 2 つのうち無線通信装置 1 0 0 a をコーディネータとする無線 P A N に参加している無線通信装置と通信可能な無線通信装置 1 0 0 e が、追加のコーディネータとして選択される。その結果、無線通信装置 1 0 0 e をコーディネータとし無線通信装置 1 0 0 d , 1 0 0 f をエンドデバイスとする別個の無線 P A N が形成される。

【 0 0 7 3 】

このとき、無線通信装置 1 0 0 f は、2 つの無線 P A N に参加し、無線 P A N 間でセンシングデータを中継するルータとして機能する。図 1 1 は、2 つの無線 P A N が形成された後のネットワークポロジを示している。

40

【 0 0 7 4 】

図 1 2 は、P A N再構成処理の例を示す第 5 の模式図である。図 1 2 に示すように、コーディネータである無線通信装置 1 0 0 a は、エンドデバイスである無線通信装置 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 f , 1 0 0 g から故障前の無線 P A N の P A N データを取得する。そして、無線通信装置 1 0 0 a は、無線通信装置 1 0 0 a が保持する P A N データと無線通信装置 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 f , 1 0 0 g から取得した P A N データとを参照して、新たな無線 P A N の P A N データを生成する。その後、無線通信装置 1 0 0 a は、図 8 に示したように、生成した新たな P A N データの複製を、無線通信装置 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 f , 1 0 0 g に配布する。

50

【 0 0 7 5 】

同様に、コーディネータである無線通信装置 1 0 0 e は、エンドデバイスである無線通信装置 1 0 0 d , 1 0 0 f から故障前の無線 P A N の P A N データを取得する。そして、無線通信装置 1 0 0 e は、無線通信装置 1 0 0 e が保持する P A N データと無線通信装置 1 0 0 d , 1 0 0 f から取得した P A N データとを参照して、新たな無線 P A N の P A N データを生成する。その後、無線通信装置 1 0 0 e は、生成した新たな P A N データの複製を、無線通信装置 1 0 0 d , 1 0 0 f に配布する。

【 0 0 7 6 】

その結果、無線通信装置 1 0 0 d は、測定したセンシングデータを無線通信装置 1 0 0 e に送信する。無線通信装置 1 0 0 e は、測定したセンシングデータおよび無線通信装置 1 0 0 d から受信したセンシングデータを無線通信装置 1 0 0 f に送信する。無線通信装置 1 0 0 f は、測定したセンシングデータおよび無線通信装置 1 0 0 e から受信したセンシングデータを無線通信装置 1 0 0 a に送信する。無線通信装置 1 0 0 c , 1 0 0 g は、測定したセンシングデータを無線通信装置 1 0 0 a に送信する。無線通信装置 1 0 0 a は、測定したセンシングデータおよび無線通信装置 1 0 0 c , 1 0 0 f , 1 0 0 g から受信したセンシングデータを無線通信装置 1 0 0 b に送信する。無線通信装置 1 0 0 b は、測定したセンシングデータおよび無線通信装置 1 0 0 a から受信したセンシングデータを情報処理装置 2 0 0 に出力する。このようにして、無線通信装置 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d , 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g で得られたセンシングデータが情報処理装置 2 0 0 に集約される。

【 0 0 7 7 】

このような無線通信システムを用いることで、コーディネータが故障したときに適切なエンドデバイスが新たなコーディネータとして自動的に選択されることになる。すなわち、コーディネータとして、少なくとも所定の情報処理装置が接続されたエンドデバイスと無線通信可能なものが選択される。このとき、所定の情報処理装置が接続されたエンドデバイスと無線通信可能なもの（コーディネータ候補）が複数存在する場合、通信可能相手数が最も多いものが選択される。従って、所定の情報処理装置が接続されたエンドデバイスを含む無線 P A N は、できる限り多くのエンドデバイスが参加できるものとなる。

【 0 0 7 8 】

また、この無線 P A N に参加できなかったエンドデバイスがある場合には、所定の情報処理装置が接続されたエンドデバイスを含む無線 P A N と連携できるように、別個の無線 P A N が形成される。その結果、自動的に無線 P A N が再構成されて、コーディネータの故障による影響を最小限に抑えられる。また、コーディネータが管理する P A N データの複製を予めエンドデバイスに配布しておくため、新たなコーディネータはより迅速に P A N データを更新し無線 P A N の制御を開始できる。

【 0 0 7 9 】

なお、本実施の形態では、センサネットワークの例を示したが、無線通信装置が備えるネットワーク再構成の機能は、他の種類のネットワークに応用することができる。また、本実施の形態では、無線通信方式として I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 の規格を採用したが、他の無線通信方式を採用してもよい。

【 0 0 8 0 】

また、本実施の形態では、各無線通信装置の処理機能をソフトウェアとして実装することとしたが、図 4 に示した処理機能をハードウェアとして実装するようにしてもよい。また、本実施の形態では、システム中に 1 つの情報処理装置を設けたが、複数の情報処理装置を設けるようにしてもよい。この場合、コーディネータになるために、情報処理装置が接続された無線通信装置の全てと通信可能であることを条件としてもよいし、情報処理装置が接続された無線通信装置の少なくとも 1 つと通信可能であることを条件としてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 1 】

- 【図1】本実施の形態の概要を示す図である。
- 【図2】本実施の形態のシステム構成を示す図である。
- 【図3】無線通信装置のハードウェア構成を示す図である。
- 【図4】無線通信装置の機能を示すブロック図である。
- 【図5】PANデータのデータ構造を示す図である。
- 【図6】PAN再構成処理の手順を示すフローチャートである。
- 【図7】コーディネータ決定処理の手順を示すフローチャートである。
- 【図8】PAN再構成処理の例を示す第1の模式図である。
- 【図9】PAN再構成処理の例を示す第2の模式図である。
- 【図10】PAN再構成処理の例を示す第3の模式図である。
- 【図11】PAN再構成処理の例を示す第4の模式図である。
- 【図12】PAN再構成処理の例を示す第5の模式図である。

10

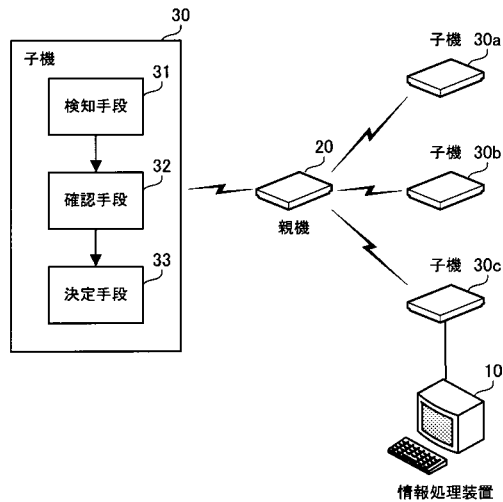
【符号の説明】

【0082】

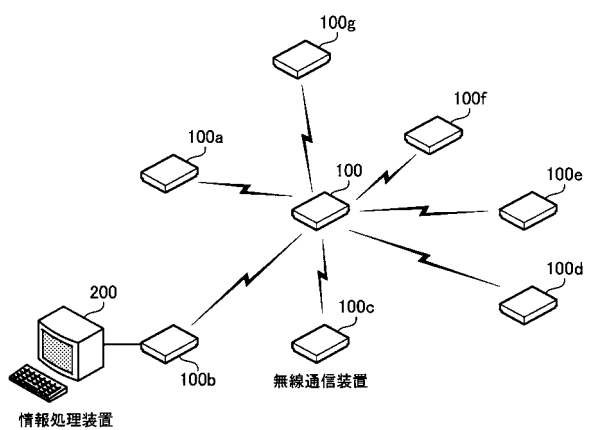
- 10 情報処理装置
- 20 親機
- 30, 30a, 30b, 30c 子機
- 31 検知手段
- 32 確認手段
- 33 決定手段

20

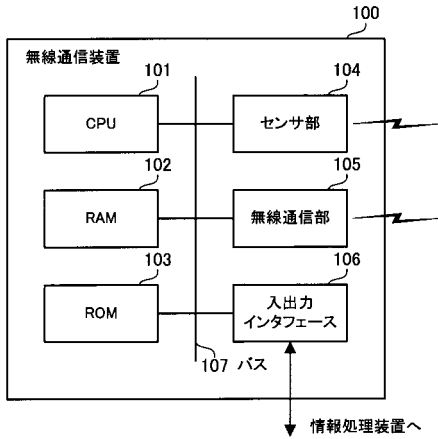
【図1】



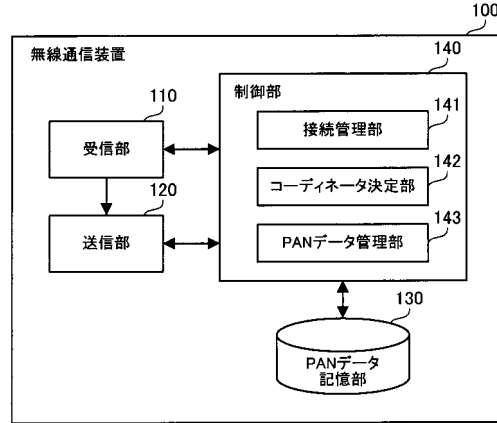
【図2】



【図3】



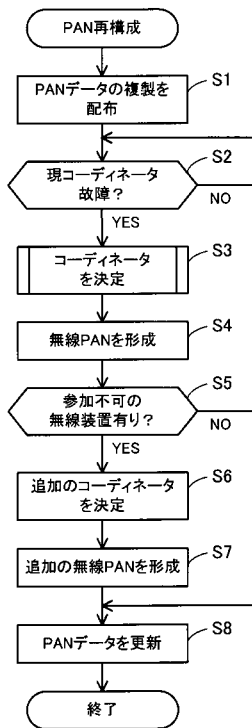
【図4】



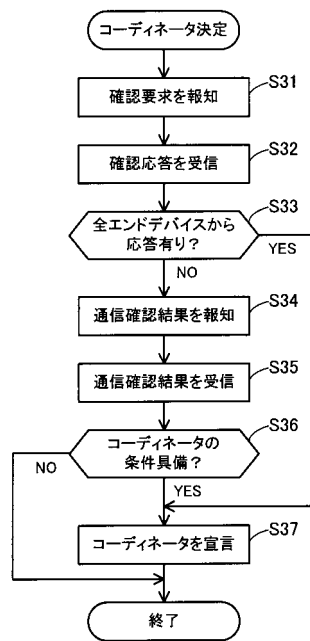
【図5】

PANデータ		
PAN-ID	PAN#1	
通信チャンネル	Channel#11	
エンドデバイス	Device#0002	N
	Device#0003	Y
	⋮	⋮
	Device#0008	N

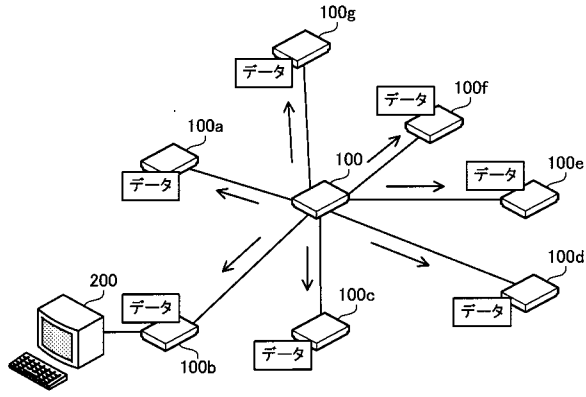
【図6】



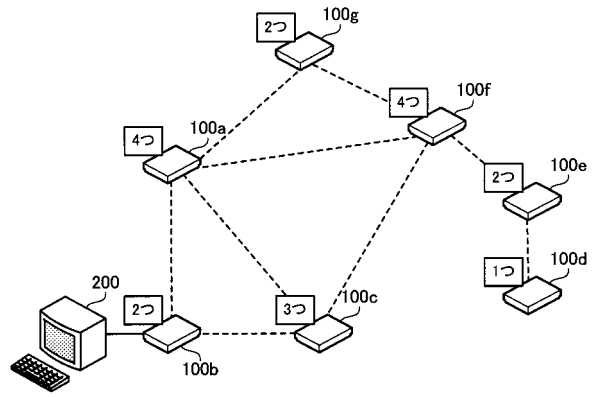
【図7】



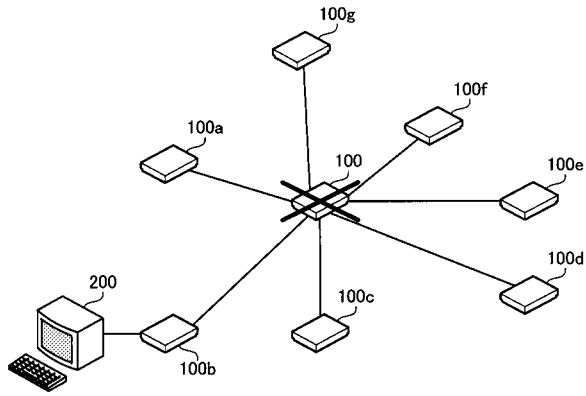
【図8】



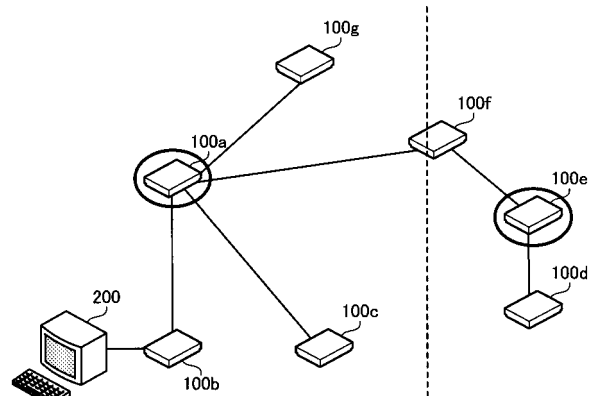
【図10】



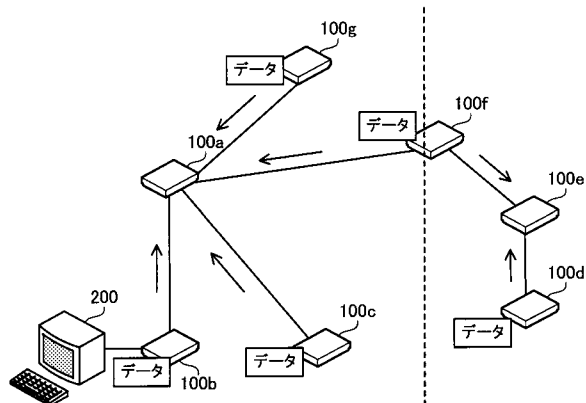
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 青柳 知宏

長野県長野市鶴賀緑町1415番地 株式会社富士通長野システムエンジニアリング内

審査官 中元 淳二

(56)参考文献 特開2002-223217(JP,A)

特開2007-295122(JP,A)

特表2009-500888(JP,A)

特開2004-282490(JP,A)

特表2009-522844(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 84/20

H04W 40/34

H04W 84/10