

(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2006-50461

(P2006-50461A)

(43) 公開日 平成18年2月16日(2006.2.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4L 12/28 (2006.01)	HO4L 12/28 307	5K033
HO4B 7/26 (2006.01)	HO4B 7/26 A	5K067
HO4Q 7/38 (2006.01)	HO4B 7/26 109A	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2004-231608 (P2004-231608)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成16年8月6日(2004.8.6)	(71) 出願人	301022471 独立行政法人情報通信研究機構 東京都小金井市貫井北町4-2-1
		(74) 代理人	100093067 弁理士 二瓶 正敬
		(72) 発明者	川上 哲也 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 良宏 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

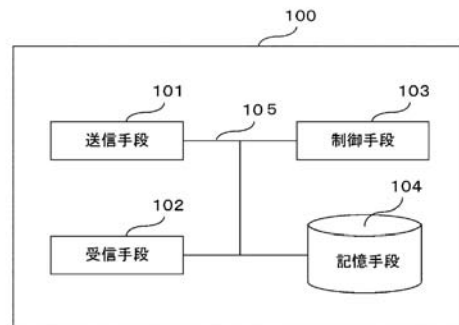
(54) 【発明の名称】 マルチホップ型無線システムの構成方法及び無線ノード装置

(57) 【要約】

【課題】 お互いの無線ノードが自律的にツリーのルートノードとなる無線ノードを決め、自律的にルートノードをルートとしたツリー型マルチホップ無線システムを構築することができるマルチホップ型無線システムの構成方法及び無線ノード装置を提供する。

【解決手段】 任意の無線ノード装置が、複数の無線ノード装置のそれぞれが接続するグループの無線ノード装置の総数と、ルートノードからのホップ数と、ルートノードの識別情報と、自身の識別情報とを含む状態情報を有する複数の無線ノード装置に、状態情報の取得要求をブロードキャストし、状態情報を受信し、受信した状態情報の無線ノード装置の総数と、自身の状態情報の無線ノード装置の総数とを比較し、自身の無線ノード装置の総数よりも多くの無線ノード装置の総数を有する無線ノード装置を選択し、そのうち状態情報のホップ数の最小の無線ノード装置を上位接続先に選択し接続するステップとを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の無線ノード装置から構成され、前記複数の無線ノード装置の少なくとも一部が中継装置となってレイヤ 2 でのマルチホップ通信を可能とするツリー構造のマルチホップ型無線システムの構成方法において、

前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、上位接続先の無線ノード装置を選択するために、前記複数の無線ノード装置のそれぞれが接続しているツリー状のグループに接続されている無線ノード装置の総数と、前記ツリー状のグループの頂点に位置するルートノードからのホップ数と、前記ルートノードの識別情報と、自身の識別情報とを含む状態情報を有する前記任意の無線ノード装置以外の他の前記複数の無線ノード装置に対して、前記状態情報の取得要求をブロードキャストするステップと、

前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、自身以外の他の前記複数の無線ノード装置から前記状態情報を受信するステップと、

前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、受信した前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数と、自身が有する状態情報に含まれる無線ノード装置の総数とを比較し、自身が有する前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数よりも多くの無線ノード装置の総数を含む前記状態情報を有する無線ノード装置を選択し、さらに選択された前記無線ノード装置のうち、前記状態情報に含まれる前記ホップ数の最も小さい無線ノード装置を前記上位接続先の無線ノード装置として選択し接続するステップとを、

有することを特徴とするマルチホップ型無線システムの構成方法。

【請求項 2】

前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置がグループのルートノードである場合にのみ、前記状態情報の取得要求をブロードキャストするステップを有することを特徴とする請求項 1 に記載のマルチホップ型無線システムの構成方法。

【請求項 3】

前記上位接続先の無線ノード装置として接続された無線ノード装置が、接続してきた無線ノード装置から送信される前記状態情報を受信し、受信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数を、接続してきた前記無線ノード装置ごとに保持するステップを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマルチホップ型無線システムの構成方法。

【請求項 4】

前記上位接続先の無線ノード装置として接続された無線ノード装置が、少なくとも接続してきた前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置の識別情報と、接続してきた前記無線ノード装置から送信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数とを含む接続後状態変更通知を、自身が接続するグループ内の無線ノード装置へ出力するステップを有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載のマルチホップ型無線システムの構成方法。

【請求項 5】

前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続した前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、前記上位接続先の無線ノード装置から送信される前記状態情報を受信し、受信された前記状態情報に基づいて、接続後のルートノードの識別情報と、自身の識別情報と、受信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数と、受信された前記状態情報に含まれるホップ数に 1 を加えた数とを含む接続後接続変更通知を、自身に接続する配下の無線ノード装置へ出力するステップを有することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載のマルチホップ型無線システムの構成方法。

【請求項 6】

前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続した前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、前記上位接続先の無線ノード装置から切断された場合に、前記上位接続先の無線ノード装置が、少なくとも切断された前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置の識別情報と、切断された前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置の配下に接続していた無線ノード装置の数とを含む切断後状態変更

通知を、自身が接続するグループ内の無線ノード装置へ出力するステップを有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載のマルチホップ型無線システムの構成方法。

【請求項 7】

前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続した前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、前記上位接続先の無線ノード装置から切断された場合に、前記上位接続先の無線ノード装置から切断された無線ノード装置が、自身の識別情報と、切断前のルートノードの識別情報と、切断前の状態情報に含まれる無線ノード装置の総数から自身の配下に接続される無線ノードの数を引いた数と、ホップ数 1 を含む切断後接続変更通知を、自身の配下に接続する無線ノード装置へ出力するステップを有することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載のマルチホップ型無線システムの構成方法。

10

【請求項 8】

切断された前記無線ノード装置は、切断後、切断前の前記ルートノードの識別情報を保持し、新たな上位接続先の無線ノード装置を選択する際に、保持された切断前の前記ルートノードの識別情報と、上位接続先の候補となる無線ノード装置が有するルートノードの識別情報とを比較し、同一である場合に、優先的に前記上位接続先の候補となる無線ノード装置へ接続することを特徴とする請求項 7 に記載のマルチホップ型無線システムの構成方法。

【請求項 9】

切断された前記無線ノード装置を新たなグループのルートノードとして動作させるステップを有することを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか 1 つに記載のマルチホップ型無線システムの構成方法。

20

【請求項 10】

複数の無線ノード装置から構成され、前記複数の無線ノード装置の少なくとも一部が中継装置となってレイヤ 2 でのマルチホップ通信を可能とするツリー構造のマルチホップ型無線システムの前記無線ノード装置において、

上位接続先の無線ノード装置を選択するために、前記複数の無線ノード装置のそれぞれが接続しているツリー状のグループに接続されている無線ノード装置の総数と、前記ツリー状のグループの頂点に位置するルートノードからのホップ数と、前記ルートノードの識別情報と、自身の識別情報とを含む状態情報を有する他の前記複数の無線ノード装置に対して、前記状態情報の取得要求をブロードキャストする送信手段と、

30

他の前記複数の無線ノード装置から前記状態情報を受信する受信手段と、

受信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数と、自身が有する状態情報に含まれる無線ノード装置の総数とを比較し、自身が有する前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数よりも多くの無線ノード装置の総数を含む前記状態情報を有する無線ノード装置を選択し、さらに選択された前記無線ノード装置のうち、前記状態情報に含まれる前記ホップ数の最も小さい無線ノード装置を前記上位接続先の無線ノード装置として選択し接続する制御手段とを、

備えることを特徴とする無線ノード装置。

【請求項 11】

40

自身がグループのルートノードである場合にのみ、前記送信手段は、前記状態情報の取得要求をブロードキャストすることを特徴とする請求項 10 に記載の無線ノード装置。

【請求項 12】

前記上位接続先の無線ノード装置として接続された場合、前記受信手段は、接続してきた無線ノード装置から送信される前記状態情報を受信し、前記制御手段は、受信した前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数を、接続してきた前記無線ノード装置ごとに記憶手段に保持することを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載の無線ノード装置。

【請求項 13】

前記上位接続先の無線ノード装置として接続された場合、前記制御手段は、少なくとも接続してきた前記無線ノード装置の識別情報と、接続してきた前記無線ノード装置から送

50

信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数とを含む接続後状態変更通知を、自身が接続するグループ内の無線ノード装置へ出力することを特徴とする請求項10から12のいずれか1つに記載の無線ノード装置。

【請求項14】

前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続した場合、前記受信手段は、前記上位接続先の無線ノード装置から送信される前記状態情報を受信し、前記制御手段は、受信された前記状態情報に基づいて、接続後のルートノードの識別情報と、自身の識別情報と、受信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数と、受信された前記状態情報に含まれるホップ数に1を加えた数とを含む接続後接続変更通知を、自身に接続する配下の無線ノード装置へ出力することを特徴とする請求項10から13のいずれか1つに記載の無線ノード装置。

10

【請求項15】

前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続してきた無線ノード装置に切断された場合、前記制御手段は、少なくとも接続してきて切断された前記無線ノード装置の識別情報と、接続してきて切断した前記無線ノード装置の配下に接続していた無線ノード装置の数とを含む切断後状態変更通知を、自身が接続するグループ内の無線ノード装置へ出力することを特徴とする請求項10から14のいずれか1つに記載の無線ノード装置。

【請求項16】

前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続してきた無線ノード装置が前記上位接続先の無線ノード装置から切断した場合、前記制御手段は、切断した自身の識別情報と、切断前のルートノードの識別情報と、切断前の状態情報に含まれる無線ノード装置の総数から自身の配下に接続される無線ノードの数を引いた数と、ホップ数1を含む切断後接続変更通知を、自身の配下に接続する無線ノード装置へ出力することを特徴とする請求項10から15のいずれか1つに記載の無線ノード装置。

20

【請求項17】

前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続してきた無線ノード装置が前記上位接続先の無線ノード装置から切断された場合、前記制御手段は、切断後、切断前の前記ルートノードの識別情報を所定の記憶領域に保持させ、新たな上位接続先の無線ノード装置を選択する際に、保持された切断前の前記ルートノードの識別情報と、上位接続先の候補となる無線ノード装置が有するルートノードの識別情報とを比較し、同一である場合に、優先的に前記上位接続先の候補となる無線ノード装置へ接続することを特徴とする請求項16に記載の無線ノード装置。

30

【請求項18】

前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続してきた無線ノード装置が前記上位接続先の無線ノード装置から切断された場合、前記制御手段は、切断された自身を新たなグループのルートノードとして動作させることを特徴とする請求項15から17のいずれか1つに記載の無線ノード装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチホップ型無線システムを自律的に構築する構成方法及び無線ノード装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

現在無線システムの標準規格であるIEEE 802.11では、無線システムのモードとして2つのモードが規定されている。1つが特定の基地局(以下、AP(Access Point)とも言う)を介さず、直接電波の届く無線ノード(以下、無線ノード装置、STA(Station)とも言う)でグループを形成し直接通信を行うアドホックモードと、もう1つがAPを使用し、APの電波の届く範囲の無線ノード(以下、とも言う)がAPにスター状に接続し、APを介して相互に通信可能とするインフラモードである。このような無線シ

50

ステム技術を用いることで、無線ノードはアドホックに通信に参加、離脱が可能であり、移動を伴う通信を行うことが可能となっている。しかし、これらの通信はアドホックモードにおいては通信相手に直接電波が届いていることが必要であり、またインフラモードにおいてはAPに直接電波が届いていることが必要であり、電波の直接届かない相手とは無線リンクのみで通信を行うことができない。

【0003】

また、移動体通信の高速化の1つの実施例として無線システムの可能性が下記の特許文献1に開示されている。PDC(Personal Digital Cellular)などの移動体通信と比較して基地局の通信エリアが小さなシステムにおいてサービス提供エリアを広げる1つの手段として、無線ノード間でマルチホップ無線ネットワークを構成する方法が示されている。特許文献1に開示されている発明では、スター型のネットワーク上で各無線ノードが基地局と通信することのみを目的とすることで各無線ノードが基地局までの中継路を確立するのみでよいと考え、基地局と無線ノードとの間で基地局を最上位局とし、かつ各無線ノードが上位接続先無線ノードを一意に定めるような構造を構築している。さらに、スター型マルチホップ無線ネットワークの構築を最上位局(基地局)がすべて制御するのではなく、各無線ノードが最適な接続先の無線ノードとして基地局からのホップ数を基に、基地局までのホップ数が最小となる上位無線ノードを選択することで自律的にマルチホップ無線ネットワークを実現する方法が示されている。

10

【特許文献1】特開2001-237764号公報(図1)

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、標準規格であるIEEE802.11の無線システムでは、複数の無線ノード間をマルチホップするための仕組みはなく、図11(a)に示すような複数の無線ノードが自律的に図11(b)に示すようなグループを形成することはできるが、2つのグループAとBの間では無線ノードのA-5と無線ノードのB-1とが通信可能な位置にあるとしても、これを利用して無線ノードA-2と無線ノードB-3とが通信することはできない。また、特許文献1に開示された発明では自律的にマルチホップ型のネットワークを構築することが可能であるが、基地局となる装置が必要である。また、ある無線ノードを基地局として利用することも可能であるが、1つの無線ノードを基地局として設定することが必要となる。基地局を設けることにより、図12(a)に示すような、ツリーが構成される前の状態から、図12(b)に示すように、基地局1200からのホップ数を基にしたツリーが構成されていく。しかし、基地局1200からのツリーに接続される無線ノードのいずれとも接続不可能な無線ノードは通信を行うことができない。このため、図12(a)及び(b)に示す無線ノード1、2、3は、お互いに通信可能な位置にありながら通信路が設定されることはなく、基地局1200からのツリーの拡大や自身の移動などにより基地局1200からのツリーに接続されるまで通信を行うことができないという問題があった。

30

【0005】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、お互いの無線ノードが自律的にツリーのルートノードとなる無線ノードを決め、自律的にルートノードをルートとしたツリー型マルチホップ無線システムを構築することができるマルチホップ型無線システムの構成方法及び無線ノード装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明によれば、複数の無線ノード装置から構成され、前記複数の無線ノード装置の少なくとも一部が中継装置となってレイヤ2でのマルチホップ通信を可能とするツリー構造のマルチホップ型無線システムの構成方法において、前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、上位接続先の無線ノード装置を選択するために、前記複数の無線ノード装置のそれぞれが接続しているツリー状のグループ

50

に接続されている無線ノード装置の総数と、前記ツリー状のグループの頂点に位置するルートノードからのホップ数と、前記ルートノードの識別情報と、自身の識別情報とを含む状態情報を有する前記任意の無線ノード装置以外の他の前記複数の無線ノード装置に対して、前記状態情報の取得要求をブロードキャストするステップと、前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、自身以外の他の前記複数の無線ノード装置から前記状態情報を受信するステップと、前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、受信した前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数と、自身が有する状態情報に含まれる無線ノード装置の総数とを比較し、自身が有する前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数よりも多くの無線ノード装置の総数を含む前記状態情報を有する無線ノード装置を選択し、さらに選択された前記無線ノード装置のうち、前記状態情報に含まれる前記ホップ数の最も小さい無線ノード装置を前記上位接続先の無線ノード装置として選択し接続するステップとを有することを特徴とするマルチホップ型無線システムの構成方法が提供される。この構成により、より無線ノードの数が多いグループに接続が行われ、通信可能な無線ノードの多いグループを効率的に構成することができる。

10

【0007】

また、本発明のマルチホップ型無線システムの構成方法における前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置がグループのルートノードである場合にのみ、前記状態情報の取得要求をブロードキャストするステップを有することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、接続、切断時のツリー構造の変化を最小限に抑えることができる。

20

【0008】

また、本発明のマルチホップ型無線システムの構成方法において、前記上位接続先の無線ノード装置として接続された無線ノード装置が、接続してきた無線ノード装置から送信される前記状態情報を受信し、受信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数を、接続してきた前記無線ノード装置ごとに保持するステップを有することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、接続、切断時に変更のあった無線ノードの数を簡単に判定でき、グループ全体の無線ノードの数の管理を容易にすることができる。

【0009】

また、本発明のマルチホップ型無線システムの構成方法において、前記上位接続先の無線ノード装置として接続された無線ノード装置が、少なくとも接続してきた前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置の識別情報と、接続してきた前記無線ノード装置から送信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数とを含む接続後状態変更通知を、自身が接続するグループ内の無線ノード装置へ出力するステップを有することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、複数の接続（情報）の変更が起きた場合でもシステム全体として正しく無線ノードの数を把握することができる。また、変更の対象となった無線ノードの識別情報を用いることにより、複数の接続（情報）の変更の区別を行い、重複した管理を防ぐことができる。

30

【0010】

また、本発明のマルチホップ型無線システムの構成方法において、前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続した前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、前記上位接続先の無線ノード装置から送信される前記状態情報を受信し、受信された前記状態情報に基づいて、接続後のルートノードの識別情報と、自身の識別情報と、受信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数と、受信された前記状態情報に含まれるホップ数に1を加えた数とを含む接続後接続変更通知を、自身に接続する配下の無線ノード装置へ出力するステップを有することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、大きなグループにルートノードが接続を行った場合に、正しく自身の配下の無線ノードに接続（情報）の変更を通知することができる。

40

【0011】

また、本発明のマルチホップ型無線システムの構成方法において、前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続した前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装

50

置が、前記上位接続先の無線ノード装置から切断された場合に、前記上位接続先の無線ノード装置が、少なくとも切断された前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置の識別情報と、切断された前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置の配下に接続していた無線ノード装置の数とを含む切断後状態変更通知を、自身が接続するグループ内の無線ノード装置へ出力するステップを有することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、切断があっても、その後のグループにおける無線ノードの数を正しく把握することができる。

【0012】

また、本発明のマルチホップ型無線システムの構成方法において、前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続した前記複数の無線ノード装置のうちの任意の無線ノード装置が、前記上位接続先の無線ノード装置から切断された場合に、前記上位接続先の無線ノード装置から切断された無線ノード装置が、自身の識別情報と、切断前のルートノードの識別情報と、切断前の状態情報に含まれる無線ノード装置の総数から自身の配下に接続される無線ノードの数を引いた数と、ホップ数1を含む切断後接続変更通知を、自身の配下に接続する無線ノード装置へ出力するステップを有することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、切断して分離された無線ノードを含むグループにおける無線ノードの数を正しく把握することができる。

10

【0013】

また、本発明のマルチホップ型無線システムの構成方法において、切断された前記無線ノード装置が、切断後、切断前の前記ルートノードの識別情報を保持し、新たな上位接続先の無線ノード装置を選択する際に、保持された切断前の前記ルートノードの識別情報と、上位接続先の候補となる無線ノード装置が有するルートノードの識別情報とを比較し、同一である場合に、優先的に前記上位接続先の候補となる無線ノード装置へ接続することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、一度切断してもすぐに元の状態に戻った場合、接続の構成を変えることなくツリーを維持することができる。

20

【0014】

また、本発明のマルチホップ型無線システムの構成方法において、切断された前記無線ノード装置を新たなグループのルートノードとして動作させるステップを有することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、切断時もツリー構造を保ったまま新たなグループを形成することができる。

30

【0015】

また、本発明によれば、複数の無線ノード装置から構成され、前記複数の無線ノード装置の少なくとも一部が中継装置となってレイヤ2でのマルチホップ通信を可能とするツリー構造のマルチホップ型無線システムの前記無線ノード装置において、上位接続先の無線ノード装置を選択するために、前記複数の無線ノード装置のそれぞれが接続しているツリー状のグループに接続されている無線ノード装置の総数と、前記ツリー状のグループの頂点に位置するルートノードからのホップ数と、前記ルートノードの識別情報と、自身の識別情報とを含む状態情報を有する他の前記複数の無線ノード装置に対して、前記状態情報の取得要求をブロードキャストする送信手段と、他の前記複数の無線ノード装置から前記状態情報を受信する受信手段と、受信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数と、自身が有する状態情報に含まれる無線ノード装置の総数とを比較し、自身が有する前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数よりも多くの無線ノード装置の総数を含む前記状態情報を有する無線ノード装置を選択し、さらに選択された前記無線ノード装置のうち、前記状態情報に含まれる前記ホップ数の最も小さい無線ノード装置を前記上位接続先の無線ノード装置として選択し接続する制御手段とを備えることを特徴とする無線ノード装置が提供される。この構成により、より無線ノードの数が多いグループに接続が行われ、通信可能な無線ノードの多いグループを効率的に構成することができる。

40

【0016】

また、本発明の無線ノード装置において、自身がグループのルートノードである場合のみ、前記送信手段が前記状態情報の取得要求をブロードキャストすることは、本発明の

50

好ましい態様である。この構成により、接続、切断時のツリー構造の変化を最小限に抑えることができる。

【0017】

また、本発明の無線ノード装置において、前記上位接続先の無線ノード装置として接続された場合、前記受信手段が接続してきた無線ノード装置から送信される前記状態情報を受信し、前記制御手段が受信した前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数を、接続してきた前記無線ノード装置ごとに記憶手段に保持することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、接続、切断時に変更のあった無線ノードの数を簡単に判定でき、グループ全体の無線ノードの数の管理を容易にすることができる。

【0018】

また、本発明の無線ノード装置において、前記上位接続先の無線ノード装置として接続された場合、前記制御手段が、少なくとも接続してきた前記無線ノード装置の識別情報と、接続してきた前記無線ノード装置から送信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数とを含む接続後状態変更通知を、自身が接続するグループ内の無線ノード装置へ出力することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、複数の接続（情報）の変更が起きた場合でもシステム全体として正しく無線ノードの数を把握することができる。また、接続（情報）の変更の対象となった無線ノードの識別情報を用いることにより、複数の接続（情報）の変更の区別を行い、重複した管理を防ぐことができる。

【0019】

また、本発明の無線ノード装置において、前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続した場合、前記受信手段が、前記上位接続先の無線ノード装置から送信される前記状態情報を受信し、前記制御手段が、受信された前記状態情報に基づいて、接続後のルートノードの識別情報と、自身の識別情報と、受信された前記状態情報に含まれる無線ノード装置の総数と、受信された前記状態情報に含まれるホップ数に1を加えた数とを含む接続後接続変更通知を、自身に接続する配下の無線ノード装置へ出力することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、大きなグループにルートノードが接続を行った場合に、正しく自身の配下の無線ノードに変更を通知することができる。

【0020】

また、本発明の無線ノード装置において、前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続してきた無線ノード装置に切断された場合、前記制御手段が、少なくとも接続してきた切断した前記無線ノード装置の識別情報と、接続してきた切断した前記無線ノード装置の配下に接続していた無線ノード装置の数とを含む切断後状態変更通知を、自身が接続するグループ内の無線ノード装置へ出力することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、切断があっても、その後のグループにおける無線ノードの数を正しく把握することができる。

【0021】

また、本発明の無線ノード装置において、前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続してきた無線ノード装置が前記上位接続先の無線ノード装置から切断した場合、前記制御手段は、切断した自身の識別情報と、切断前のルートノードの識別情報と、切断前の状態情報に含まれる無線ノード装置の総数から自身の配下に接続される無線ノードの数を引いた数と、ホップ数1を含む切断後接続変更通知を、自身の配下に接続する無線ノード装置へ出力することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、切断して分離した無線ノードを含むグループにおける無線ノードの数を正しく把握することができる。

【0022】

また、本発明の無線ノード装置において、前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続してきた無線ノード装置が前記上位接続先の無線ノード装置から切断された場合、前記制御手段が、切断後、切断前の前記ルートノードの識別情報を所定の記憶領域に保持させ、新たな上位接続先の無線ノード装置を選択する際に、保持された切断前の前記ルートノードの識別情報と、上位接続先の候補となる無線ノード装置が有するルートノードの識別情報とを比較し、同一である場合に、優先的に前記上位接続先の候補となる無線ノード

10

20

30

40

50

装置へ接続することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、一度切断してもすぐに元の状態に戻った場合、接続の構成を変えずにツリーを維持することができる。

【0023】

また、本発明の無線ノード装置において、前記上位接続先の無線ノード装置を選択して接続してきた無線ノード装置が前記上位接続先の無線ノード装置から切断された場合、前記制御手段が、切断された自身を新たなグループのルートノードとして動作させることは、本発明の好ましい態様である。この構成により、切断時もツリー構造を保ったまま新たなグループを形成することができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明のマルチホップ型無線システムの構成方法及び無線ノード装置は、上記構成を有し、お互いの無線ノードが自律的にツリーのルートノードとなる無線ノードを決め、自律的にルートノードをルートとしたツリー型マルチホップ無線システムを構築することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施の形態に係るマルチホップ型無線システムの構成方法及び無線ノード装置について図1から図10を用いて説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る無線ノードの構成を示す構成図である。図2は、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置が上位接続先の無線ノード装置を選択する際のシーケンスについて説明するためのシーケンスチャートである。図3は、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における状態情報について説明するための図である。図4は、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における上位接続先の無線ノード装置の選択処理フローについて説明するためのフローチャートである。

【0026】

図5は、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における状態情報の変更処理を説明するためのシーケンスチャート及びその概念図である。図6は、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における接続管理テーブルについて説明するための図である。図7は、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における状態変更通知について説明するための図である。図8は、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における無線リンクの切断時の状態情報の変更処理手順について説明するためのシーケンスチャート及びその概念図である。図9は、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における接続変更通知について説明するための図である。図10は、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における上位接続先の無線ノード装置の他の選択処理フローについて説明するためのフローチャートである。

【0027】

まず、本発明の実施の形態に係る無線ノードの構成について図1を用いて説明する。図1に示すように、無線ノード装置100は、送信手段101、受信手段102、制御手段103、記憶手段104から構成されている。これらは、バス105によってつながれている。また、無線ノード装置100は、外部と通信を行うための不図示のインタフェースを有する。また、無線ノード装置100を制御するためのプログラムが記憶手段104に格納されている。送信手段101、受信手段102、制御手段103は、例えばCPUなどに相当するものであり、記憶手段104は、例えばHDD、ROM、RAMなどに相当するものである。各手段の機能については後述する。

【0028】

次に、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置が上位接続先の無線ノード装置を選択する際のシーケンスについて図2を用いて説明する。上位接続先の無線ノードへ接続しようとする無線ノード100の送信手段101は、状態情報要求をブロードキャストする(ステップS201、202)。状態情報については後述する。この状態情報要求を受信し

10

20

30

40

50

た無線ノード1、2は、自身の保持する状態情報を無線ノード100へ送信する(ステップS203、204)。無線ノード100の受信手段102は、無線ノード1、2から状態情報を受信し、無線ノード100の制御手段103は、受信された状態情報に基づいて上位接続先の無線ノードを選択し、選択した無線ノード1に対して接続要求を行い(ステップS205)、これに対する応答を得る(ステップS206)ことにより上位接続先の無線ノード1への接続を完了する。

【0029】

状態情報要求を行う無線ノード100は、例えば、起動後であって接続関係が未だ無い無線ノード及びアドホックグループのツリーを形成した後のルートノードであって、無線ノード100は定期的に状態情報要求を行う。この場合の、起動後であって接続関係が未だ無い無線ノードは、1つの無線ノードのみで構成されるグループのルートノードとして動作する。また、状態情報要求に対する応答は、ルートノード及びそれ以外の無線ノードを区別することなく、状態情報要求を受信した無線ノードが応答する。

10

【0030】

ここで、上述した状態情報について図3を用いて説明する。本発明の実施の形態において、上位接続先の無線ノードの選択時に用いる状態情報は、ルートノードを中心にアドホックに形成されているグループの全無線ノード数を示すノード数(N)、ルートノードからのホップ数(H)、自身が属するグループのルートノードになっている無線ノードを示すルートノードID(R-ID)、自身を示すユニークな値であるノードID(N-ID)から構成されている。ホップ数は、ルートノードを1とし、ホップするごとに1ずつ増加していくものである。状態情報は、初期値として、ノード数(N)=1、ホップ数(H)=1、ルートノードID(R-ID)=ノードID(N-ID)を有する。ここで、ノードID(N-ID)としては自装置のMACアドレスなどを利用することができる。

20

【0031】

次に、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における上位接続先の無線ノード装置の選択処理について図4を用いて説明する。無線ノード100の送信手段101は、例えば、周囲の無線ノードに対して状態情報要求をブロードキャストし、それに対して無線ノード100の受信手段102が設定される規定時間tの間受信した状態情報に基づいて、無線ノード100の制御手段103は、周囲の無線ノードの状態情報を収集しリスト化する(ステップS401)。制御手段103は、状態情報のリスト化を行った後、無線ノード100の状態情報中のノード数と、リスト化された状態情報に含まれるノード数とを比較し、自身の有する無線ノード100の状態情報のノード数より多いノード数を有する無線ノードがあるか否かを判断する(ステップS402)。より多くのノード数を有する無線ノードがある場合には、後述するステップS406へ進む。より多くのノード数を有する無線ノードが無い場合には、制御手段103は、自身の有する無線ノード100の状態情報のノード数よりも少ないノード数を有する無線ノードしか存在しないか否かを判断する(ステップS403)。

30

【0032】

無線ノード100の状態情報のノード数よりも少ないノード数を有する無線ノードしか存在しない場合、すなわち無線ノード100が多くの無線ノードを配下に持つルートノードになっている場合は、他の無線ノードへの接続は行わないで終了する。一方、無線ノード100の状態情報のノード数よりも少ないノード数を有する無線ノード以外の無線ノードが存在する場合、すなわち無線ノード100が有する無線ノード数と同数の無線ノードを有する無線ノードがある場合には、制御手段103は、無線ノード100の状態情報に含まれるノードIDと、該当する無線ノードの中で最もルートノードIDの小さい値とを比較する(ステップS404)。ここで、ID同士の比較とあるが、例えば、IDは装置のMACアドレスであるので、それらを数値として比較することが可能である。

40

【0033】

制御手段103は、比較した結果、自身の無線ノード100のノードIDより大きいルートノードIDを有する無線ノードしか存在しないか否かを判断する(ステップS405)

50

。無線ノード100のノードIDより大きいルートノードIDを有する無線ノードしか存在しないと判断した場合には、他の無線ノードへの接続は行わないで終了する。これにより、同じ規模のグループが接近した場合、ルートノードIDの大きさによって、接続する側と接続される側とを区別することが可能となる。また、自身の配下の無線ノードに接続を行ってループが発生することを防ぐことができる。一方、存在すると判断した場合には、制御手段103は、該当する無線ノードの中で最も小さいホップ数を有し、さらに最も小さいノードIDを有する無線ノードを上位接続先の無線ノードとして選択する(ステップS406)。そして、制御手段103は、接続要求を該当する無線ノードに送信する。なお、接続要求の送信は、制御手段103でなく、送信手段101がするようにしてもよい。このように、ツリー構造となっているグループの規模のうち、大きなグループに接続を行っていくため、より大規模なグループを構成していくことになる。これにより、より多くの無線ノード間での通信を行うことが可能となる。

10

【0034】

次に、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置により上位接続先の無線ノードが選択されて実際に接続要求が送信され、小さな独立したグループが大きなグループに吸収される場合の各無線ノードにおける状態情報の変更処理の手順について図5を用いて説明する。図5には5台の無線ノードが示されており、無線ノード1をルートノードとする無線ノード1、2、3からなるグループと、無線ノード4をルートノードとする無線ノード4、5からなるグループとが示されている。以下では、ルートノードである無線ノード4が、ルートノードが無線ノード1であるグループの無線ノード2に接続を行う場合について説明する。

20

【0035】

まず、接続を要求する無線ノード4は、自身が保持していた状態情報をパラメータとした接続要求を上位接続先の無線ノード2へ送信する(ステップS501)。無線ノード2は、接続応答を無線ノード4へ返す(ステップS502)。その後、無線ノード2は、自身に接続している無線ノードごとに、その先に接続されているノード数を示す接続管理テーブルに、新たに接続した無線ノード4を加え、自身の保持している状態情報のノード数に、接続要求で受信した無線ノード4の状態情報中のノード数を加えて状態情報のノード数を変更し、その後、状態変更通知を無線ノード1及び3あてに送信する(ステップS503、S504)。なお、接続管理テーブル及び状態変更通知については後述する。

30

【0036】

状態変更通知を受信した無線ノード1及び3は、パラメータに示される変更ノード数を用いて、それぞれ、自身の状態情報中のノード数を変更する。さらに、自身から見て、配下の無線ノード2から状態通知情報を受信した無線ノード1に関しては、自身の接続管理テーブル中の該当する無線ノード2のノード数も変更する。一方、接続応答で接続を確認した無線ノード4は、選択した無線ノード2の状態情報中のパラメータを用いて以下のような変更処理を行う。まず、自身の状態情報のノード数においては、自身の保持していたノード数に無線ノード2から受信したノード数を加えた値を新たなノード数とする。次に、ホップ数を無線ノード2のホップ数に1を加えた値を新たなホップ数とする。

40

【0037】

また、ルートノードIDを無線ノード2の状態情報中のパラメータである「無線ノード1」に変更する。変更処理が終了すると、無線ノード4は、自身の配下に接続する無線ノード5に対して、接続変更通知を送信する(ステップS505)。接続変更通知を受信した無線ノード5は、パラメータに示される変更ノード数を用いて、自身の状態情報中のノード数を変更する。さらに、ホップ数をパラメータに示されるホップ数に1を加えた値に変更する。また、ルートノードIDの変更も行う。接続変更通知については後述する。なお、上述した無線ノード1から5における変更処理などは、各無線ノードの制御手段103が行うものとする。

【0038】

次に、上述した接続管理テーブルについて図6を用いて説明する。各無線ノードは、起

50

動後、自身に接続してくる無線ノードが現れると、接続管理テーブルに、接続してきた無線ノード単位のテーブルを追加していく。この接続管理テーブルは、接続してきた無線ノード（子ノード）のノードIDとノード数から構成される。このノード数は、その無線ノードの配下に接続されている無線ノードの数の合計であり、接続している無線ノード自身をも含む。接続管理テーブルの更新は、自身に新たな無線ノードが接続したとき（テーブルの追加）、及び配下の無線ノードから状態変更通知を受信したとき（ノード数の変更）、及び配下の無線ノードが切断されたとき（テーブルの削除）に行われる。なお、接続管理テーブルは、記憶手段104に格納されている。

【0039】

次に、上述した状態変更通知について図7を用いて説明する。状態変更通知には、ルートノードID（R-ID）、自ノードID（N-ID）、対象ノードID（T-ID）、変更ノード数（N）が含まれている。ルートノードIDは状態変更通知を行うグループのルートノードのID、自ノードIDは状態変更通知を出力した無線ノードのID、対象ノードIDは切断などの接続管理テーブルの追加、削除を行う対象となった無線ノードのノードID、変更ノード数は具体的に追加、削除される無線ノードの数を示す。例えば、接続時は変更ノード数はプラスの値、切断時はマイナスの値となる。対象ノードIDは複数のノードの接続、切断などが起きたときに状態変更通知を区別するために使用される。

【0040】

次に、無線リンクの切断時の状態情報の変更処理手順について図8を用いて説明する。図8は、無線ノード2と無線ノード4との間の無線リンクが、例えば、無線ノード4が移動したことにより通信不能になった場合を示している。無線ノード2及び無線ノード4が無線リンクの切断を判断した場合、それぞれの無線ノードでは下記の処理が行われる。なお、下記の処理は、各無線ノードの制御手段103がそれぞれ行うものとする。また、無線リンクの切断の判断に関しては、例えばビーコンの受信断やキープアライブ信号を定期的に出力して判断することなどが考えられる。

【0041】

無線ノード2は、配下に接続していた無線ノード4が切断により分離した場合、自身の接続管理テーブルから該当する無線ノード4のデータを削除し、状態情報として保持しているノード数から、削除される前の接続管理テーブルの無線ノード4に対応するノード数を引いた値を新たなノード数として設定する。その後、無線ノード2は、状態変更通知として変更ノード数に、削除される前の接続管理テーブルの無線ノード4に対応するノード数を設定して無線ノード1及び3へ出力する（ステップS801、S802）。状態変更通知を受信した無線ノード1及び3は、それぞれ、自身の状態情報のノード数を減算する。また、無線ノード2から状態変更通知を受信した無線ノード1は、自身の接続管理テーブルのうち、無線ノード2のノード数を同様に減算する。

【0042】

これに対して、無線ノード4は、状態情報の変更処理として下記の変更を行う。まず、ルートノードIDを自身のノードIDに変更する。次に、ノード数を自身の接続管理テーブルで保持している全ノード数の値に変更し、減算値を算出する。そして、ホップ数を1に変更する。これにより無線ノード4は、新たなグループのルートノードとして動作することになる。その後、無線ノード4は、自身に接続している配下の無線ノード5に対して後述する接続変更通知を出力する（ステップS803）。接続変更通知を受信した無線ノード5は、接続変更通知に含まれるパラメータを用いて、ルートノードIDの変更、変更ノード数の削減をし、さらに受信したパラメータのホップ数に1を加えた値を新たなホップ数とする。

【0043】

次に、上述した接続変更通知について図9を用いて説明する。接続変更通知には、新ルートノードID（nR-ID）、旧ルートノードID（oR-ID）、変更ノード数（N）、ホップ数（H）が含まれている。無線ノード4が無線ノード2に接続した場合に出力される接続変更通知（図5中のステップS505）の各構成要素は次のようなものにな

10

20

30

40

50

る。新ルートノードIDは新たな接続を行う対象のグループのルートノードIDである。旧ルートノードIDは接続により吸収されるグループのルートノードID、すなわち旧ルートノードIDは状態変更通知を出力する無線ノードのノードIDである。変更ノード数は、接続する前の上位接続先の無線ノードのグループの無線ノードの数である。ホップ数は、上位接続先の無線ノードのホップ数に1を加えた値である。

【0044】

一方、無線ノード4が無線ノード2から切断した場合に出力される接続変更通知(図8中のステップS803)の各構成要素は次のようなものになる。新ルートノードIDは切断後のグループのルートノードのID、すなわち接続変更通知を出力した無線ノードのノードIDである。旧ルートノードIDは切断前まで所属していたグループのルートノードIDである。変更ノード数は上述した減算値、すなわち接続前の上位接続先の無線ノードのグループの無線ノード数である。また、ホップ数はルートノードの場合には1であり、接続変更通知を下位の無線ノードに伝達していく場合には、受信したホップ数に1を加えた値となる。

【0045】

また、上述したように、無線ノード2と無線ノード4との間の無線リンクが切断された場合に、無線ノード4は、新たにルートノードとなって接続先を探すとき、これまで接続していたグループのルートノードIDをキャッシュとして保持しておいてもよい。なお、無線ノード4は、キャッシュのタイマーを保持しており、設定された時間が経過すると、キャッシュはクリアされるようにしてもよい。キャッシュにルートノードIDが存在する場合、上位接続先の無線ノードを選択する場合に、受信された状態情報のうち、ルートノードIDを比較し、キャッシュされているものと同じルートノードIDを有するグループに優先的に接続する。このとき、ノード数が自身のグループよりも小さい場合でも優先的に同じルートノードIDを有するグループに接続する。これにより、一度切断しても、すぐに元の状態に戻った場合、接続の構成を変えずにツリーを維持することができる。これまでの場合、切断時に元々のルートノード側のノード数が少なくなった場合、接続の方向が逆になるだけでなく、ルートノードしか上位接続を行わないため、復帰できなくなる場合があった。

【0046】

切断時にルートノードIDをキャッシュとして保持する場合の上位接続先の無線ノードの選択処理について図10を用いて説明する。無線ノード100の送信手段101は、例えば、周囲の無線ノードに対して状態情報要求をブロードキャストし、それに対して無線ノード100の受信手段102が設定する規定時間tの間受信した状態情報に基づいて、無線ノード100の制御手段103は、周囲の無線ノードの状態情報を収集しリスト化する(ステップS1001)。制御手段103は、切断時にキャッシュした切断前のルートノードIDと、受信した状態情報のルートノードIDとが同じものであるか否かを判断する(ステップS1002)。同じものであると判断された場合には、制御手段103は、ステップS1007の処理を行う。同じものでないと判断された場合には、ステップS1003以降を続ける。なお、ステップS1003からステップS1007の処理は、上述した図4のステップS402からステップS406と同じ処理であるため、説明を省略する。

【0047】

上述したように、本発明の実施の形態に係るマルチホップ型無線システムの構成方法及び無線ノード装置では、状態情報にグループに含まれる全ノード数を示すパラメータを持ち、これを上位接続先の無線ノードを選択する際に用いることによって、よりノード数の多いグループに対して接続を行い、通信を行うことができる無線ノードを増やしていくことができる。また、各無線ノードは自身に接続する配下の無線ノードごとに該当する無線ノードの配下に接続している無線ノードの数を管理しておくことによって、新たな接続や切断など、グループのノード数に変化があった場合に、すばやく全体にノード数の変化を通知することができる。また、状態情報を要求する無線ノードをルートノードのみとした

10

20

30

40

50

ことによって、接続及び切断時などのツリー構造の変化を最小限にとどめることが可能であり、変更手続きを大きく減らすことができる。

【産業上の利用可能性】

【0048】

本発明に係るマルチホップ型無線システムの構成方法及び無線ノード装置は、お互いの無線ノードが自律的にツリーのルートノードとなる無線ノードを決め、自律的にルートノードをルートとしたツリー型マルチホップ無線システムを構築することができるため、マルチホップ型無線システムを自律的に構築する構成方法及び無線ノード装置などに有用である。

【図面の簡単な説明】

10

【0049】

【図1】本発明の実施の形態に係る無線ノードの構成を示す構成図

【図2】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置が上位接続先の無線ノード装置を選択する際のシーケンスについて説明するためのシーケンスチャート

【図3】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における状態情報について説明するための図

【図4】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における上位接続先の無線ノード装置の選択処理フローについて説明するためのフローチャート

【図5】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における状態情報の変更処理を説明するためのシーケンスチャート及びその概念図

20

【図6】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における接続管理テーブルについて説明するための図

【図7】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における状態変更通知について説明するための図

【図8】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における無線リンクの切断時の状態情報の変更処理手順について説明するためのシーケンスチャート及びその概念図

【図9】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における接続変更通知について説明するための図

【図10】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置における上位接続先の無線ノード装置の他の選択処理フローについて説明するためのフローチャート

30

【図11】(a)従来の無線システムにおけるアドホック通信を行うためのグループ形成前を示す図 (b)従来の無線システムにおけるアドホック通信を行うためのグループ形成後を示す図

【図12】(a)従来のマルチホップ型無線ネットワークの構成前を示す図 (b)従来のマルチホップ型無線ネットワークの構成後を示す図

【符号の説明】

【0050】

1、2、3、4、5、100 無線ノード(無線ノード装置)

101 送信手段

102 受信手段

103 制御手段

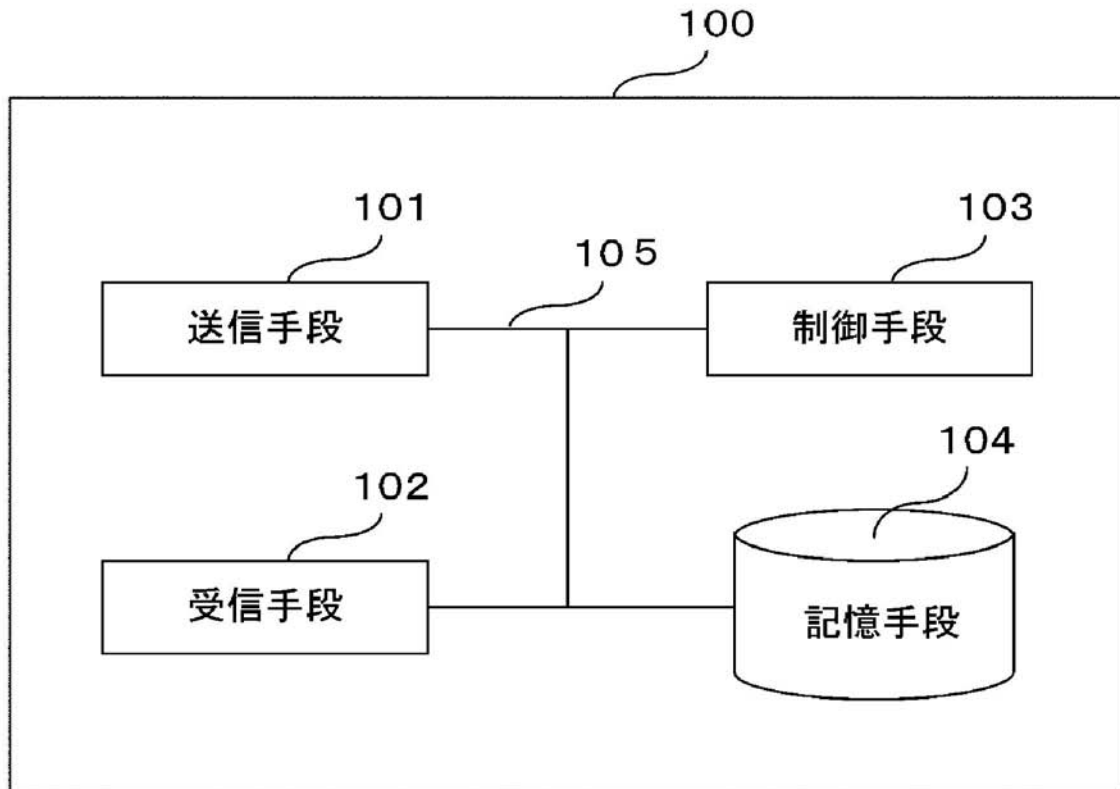
104 記憶手段

105 バス

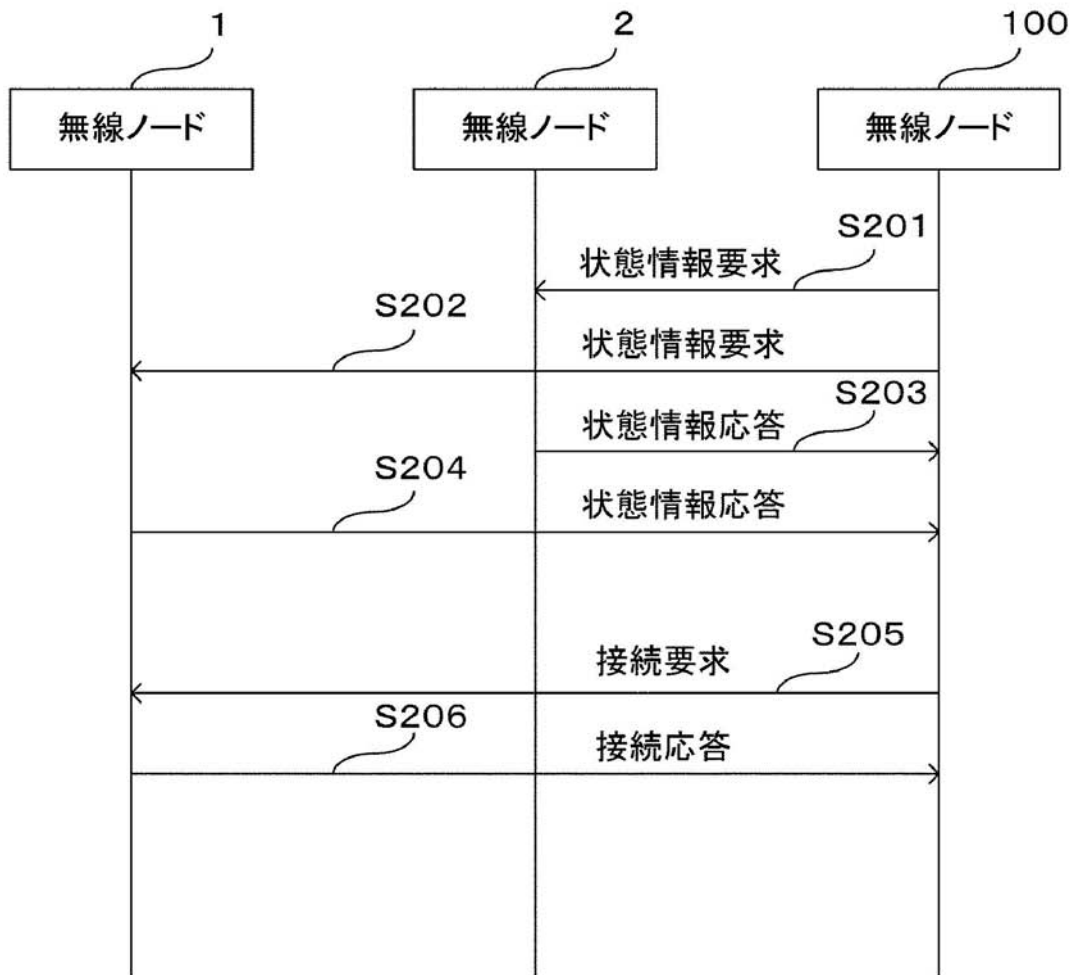
1200 基地局

40

【図 1】



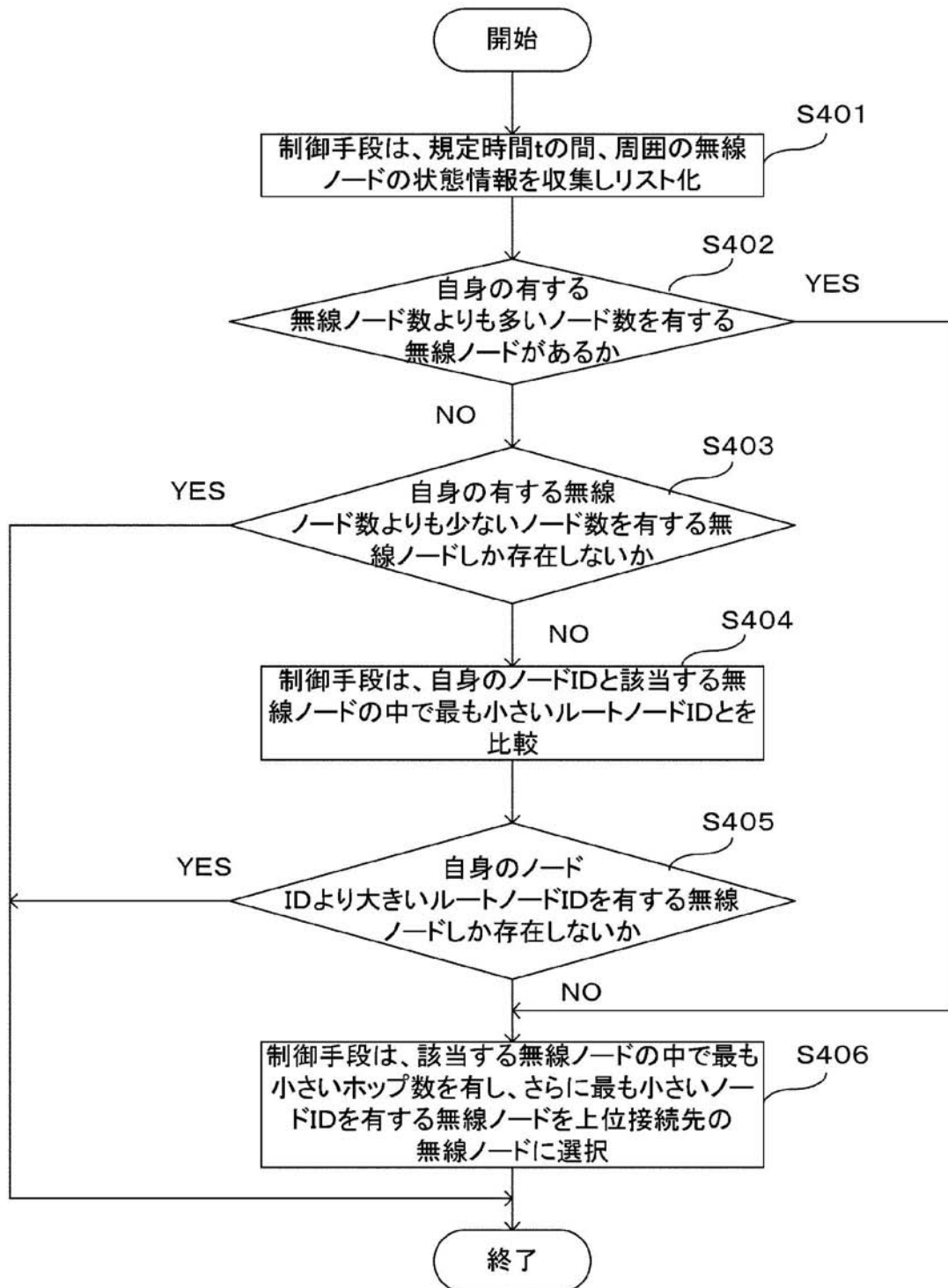
【 図 2 】



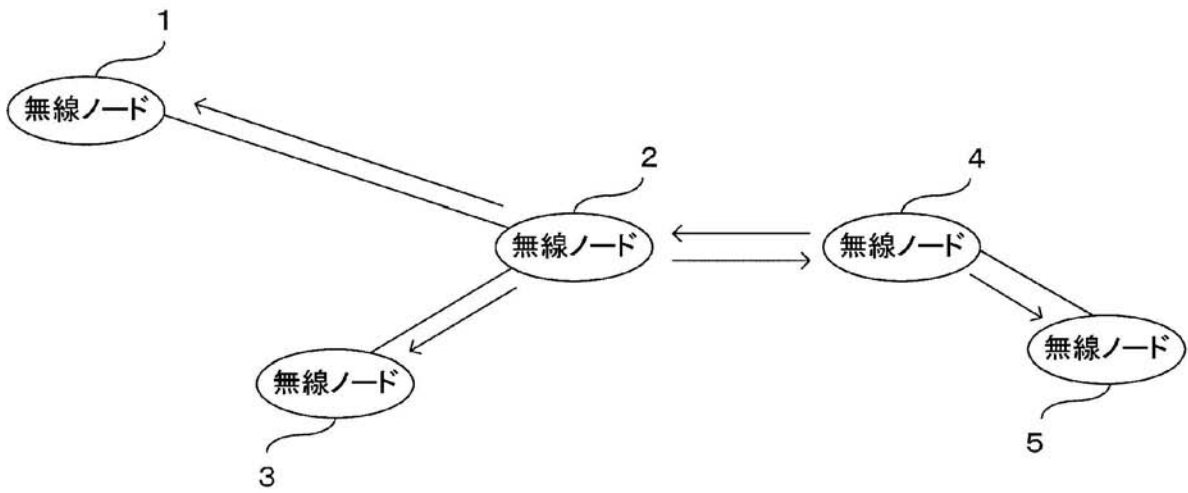
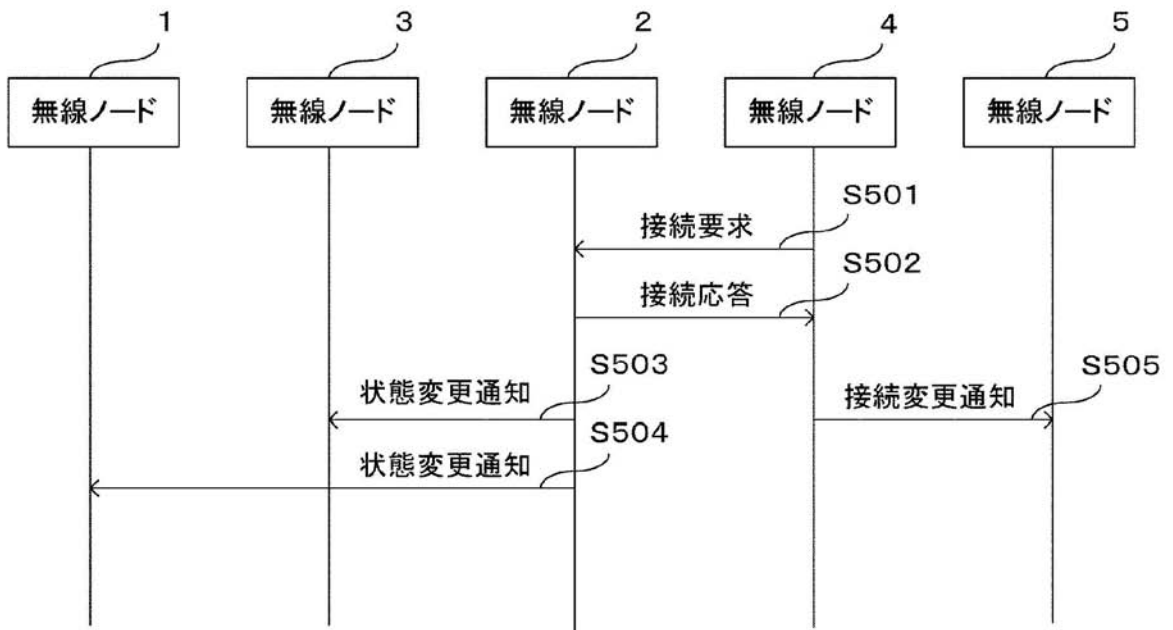
【 図 3 】

ノード数(N)	ホップ数(H)	ルートノードID (R-ID)	ノードID (N-ID)
---------	---------	--------------------	-----------------

【 図 4 】



【 図 5 】



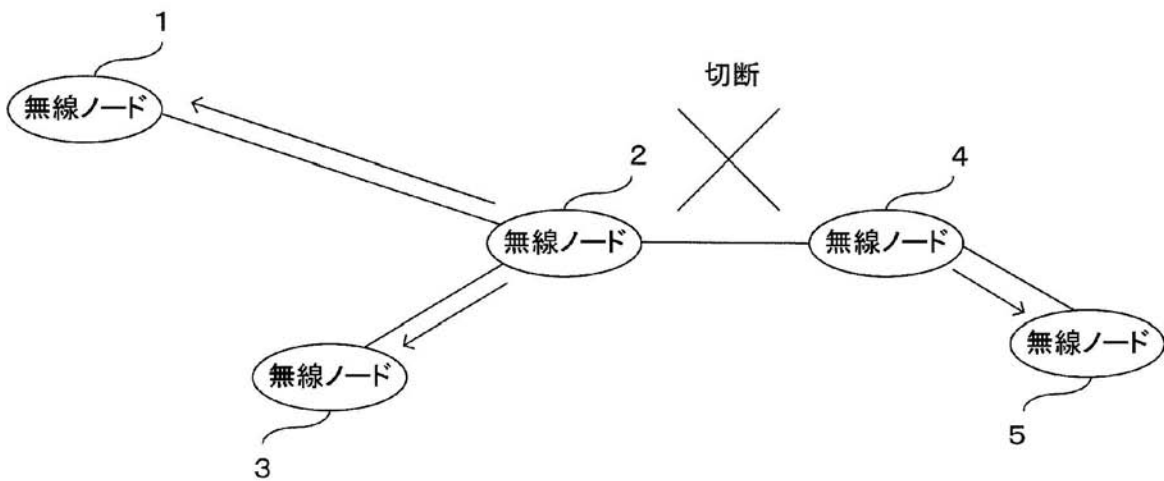
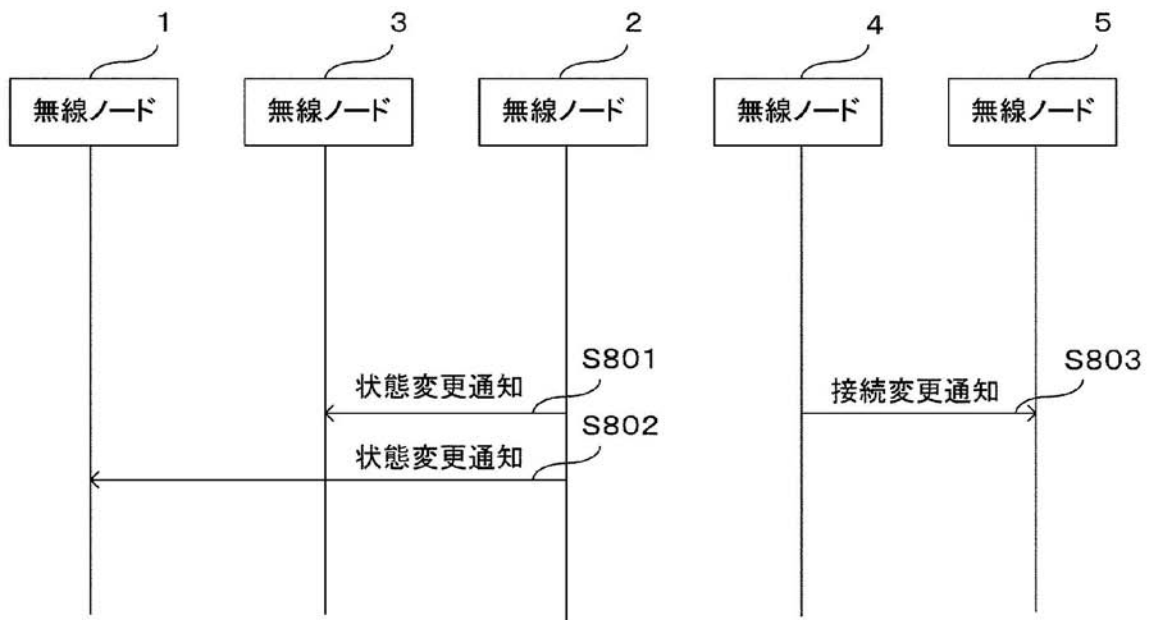
【図6】

子ノードID	ノード数
ノード3	1
ノード4	2

【図7】

ルートノードID (R-ID)	自ノードID (N-ID)	対象ノードID (T-ID)	変更ノード数 (ΔN)
--------------------	------------------	-------------------	--------------------------

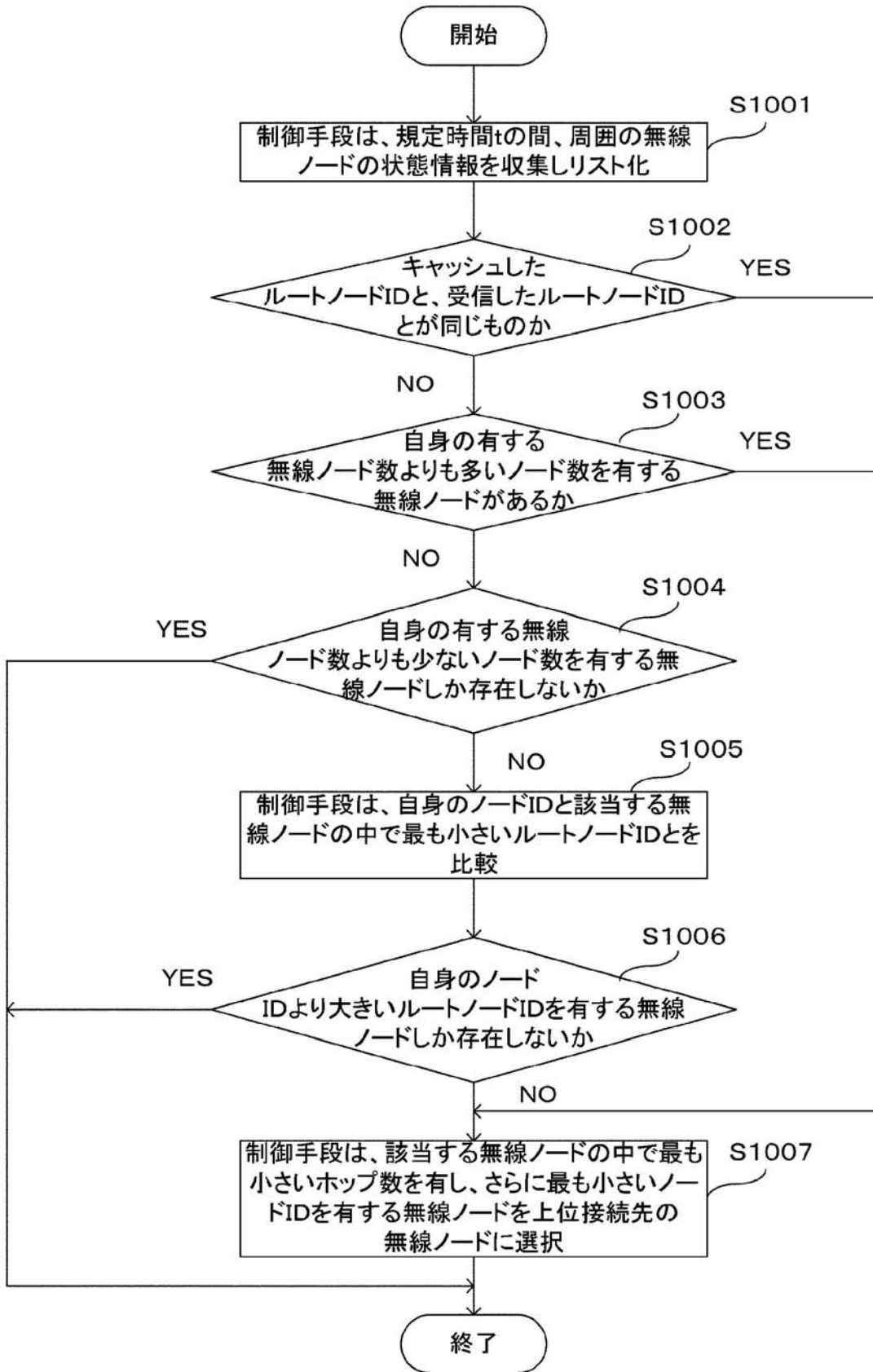
【 図 8 】



【 図 9 】

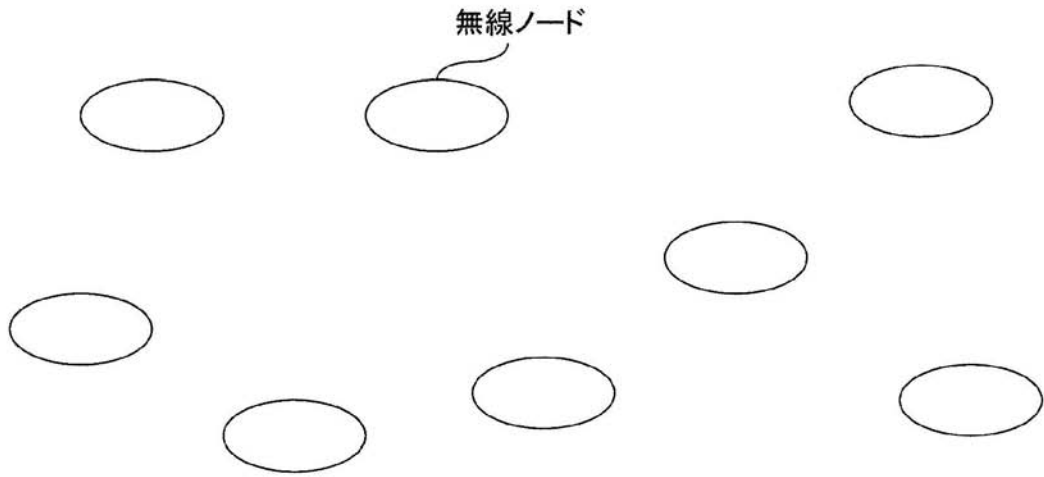
新ルートノード ID(nR-ID)	旧ルートノード ID(oR-ID)	変更ノード数 (ΔN)	ホップ数(H)
----------------------	----------------------	--------------------------	---------

【図10】

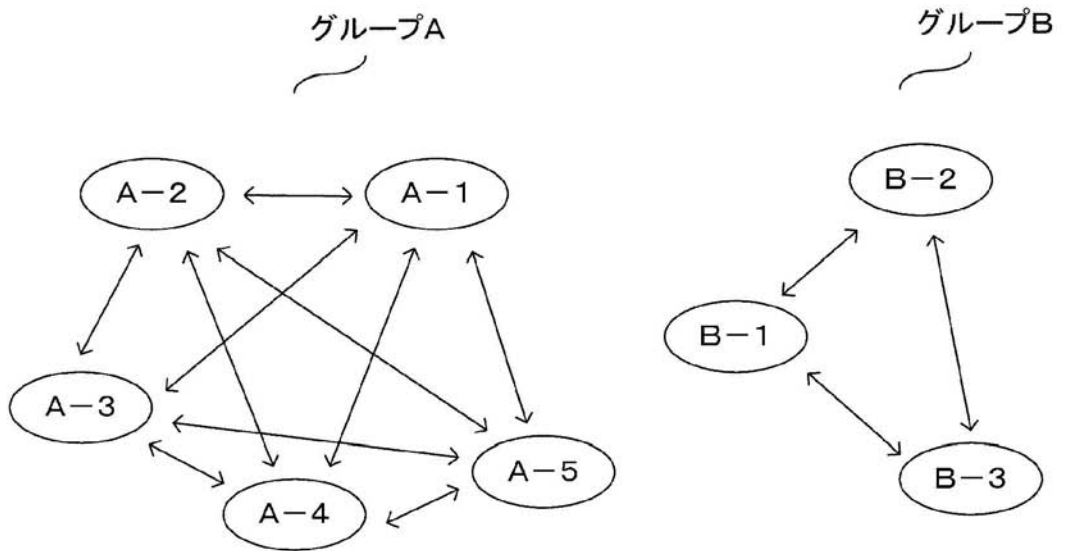


【 図 1 1 】

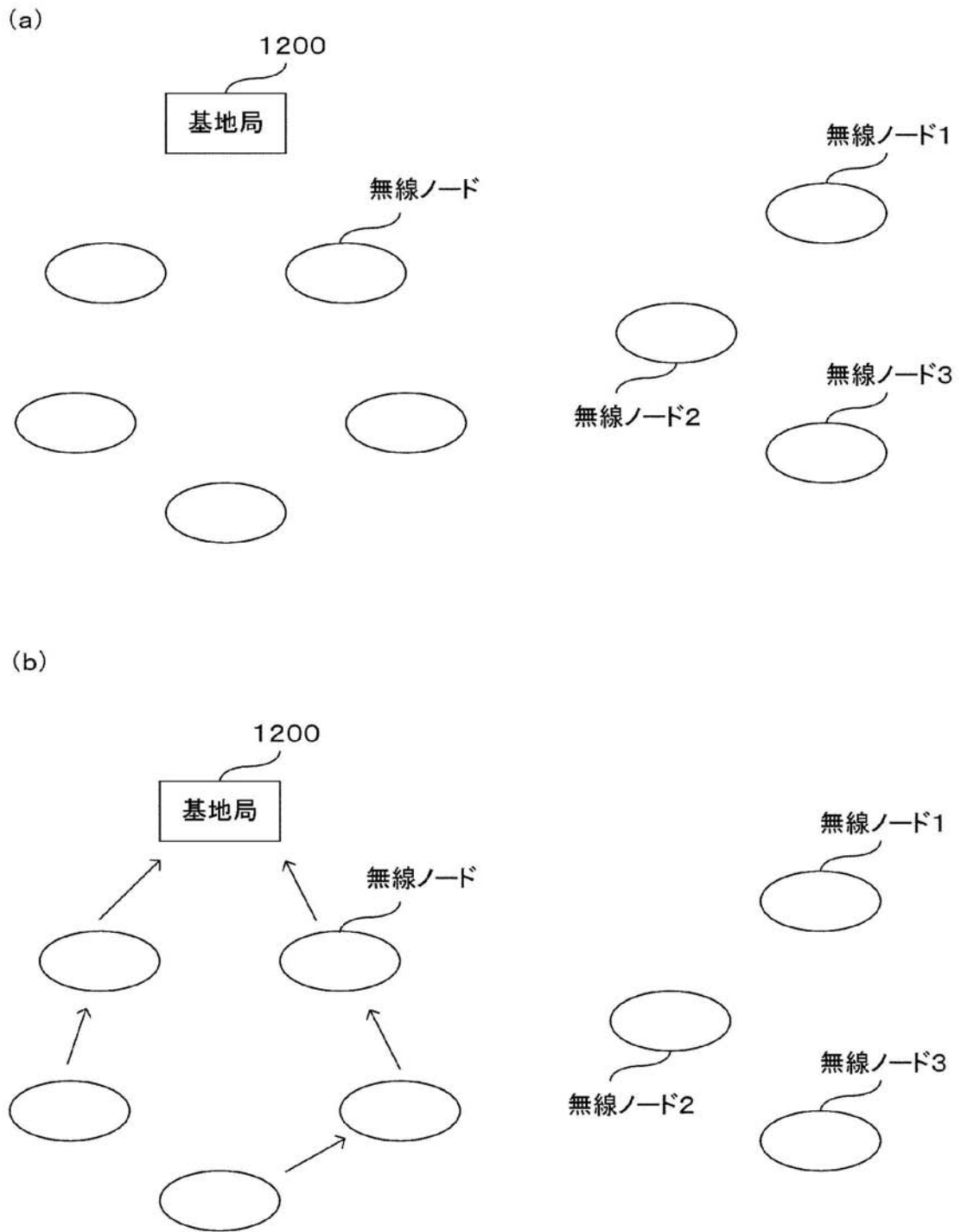
(a)



(b)



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 藤瀬 雅行

東京都小金井市貫井北町4 - 2 - 1 独立行政法人情報通信研究機構内

Fターム(参考) 5K033 CB01 CB13 DA16 DA17 DB18 EA07

5K067 AA22 BB21 DD15 DD17 EE02 EE25 FF02 GG01 GG11 HH22

HH23