

(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2006-50460

(P2006-50460A)

(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 10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-231597 (P2004-231597)  
 (22) 出願日 平成16年8月6日(2004.8.6)

(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  
 301022471  
 (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

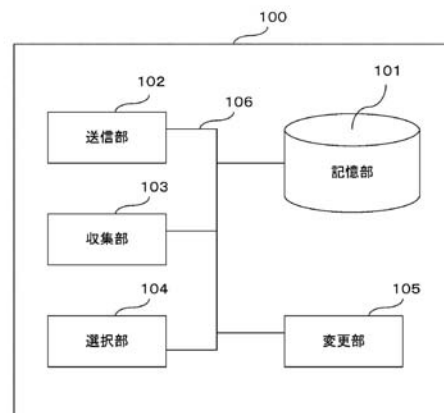
(54) 【発明の名称】 無線ノード装置及びマルチホップ型無線システム

(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無線ノード装置及びマルチホップ型無線システムを提供する。

【解決手段】 マルチホップ型無線システムを構成するために、自身が接続するマルチホップ型無線システムの頂点に位置するルート無線ノード装置を特定するための情報と、ルート無線ノード装置からのホップ数を含む状態情報を記憶する記憶手段101と、周囲の無線ノード装置から送信される状態情報を収集する収集手段103と、収集された状態情報に含まれるルート無線ノード装置を特定するための情報及びホップ数に基づいて、上位接続先の無線ノード装置を選択する選択手段104とを備える。

【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マルチホップ通信を可能とするツリー構造のレイヤ 2 で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、

前記マルチホップ型無線システムを構成するために、自身が接続する前記マルチホップ型無線システムの頂点に位置するルート無線ノード装置を特定するための情報と、前記ルート無線ノード装置からのホップ数とを含む状態情報を記憶する記憶手段と、

周囲の前記無線ノード装置から送信される状態情報を収集する収集手段と、

収集された前記状態情報に含まれる前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数に基づいて、上位接続先の無線ノード装置を選択する選択手段とを、  
備えることを特徴とする無線ノード装置。 10

## 【請求項 2】

前記選択手段は、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に基づいて、候補とな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、前記ホップ数の最も小さい無線ノード装置を上位接続先の候補とし、前記上位接続先の候補とされた前記無線ノード装置の前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数と、自身の前記記憶手段に保持された前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数とを比較し、所定の比較基準を超えた場合に前記上位接続先の候補とされた前記無線ノード装置を前記上位接続先の無線ノード装置に選択することを特徴とする請求項 1 に記載の無線ノード装置。 20

## 【請求項 3】

前記選択手段によって上位接続先の無線ノード装置が選択された場合に、前記記憶手段に記憶された前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数のうち、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報を、前記上位接続先の無線ノード装置が有する前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に書き換え、前記ルート無線ノード装置からのホップ数の値を前記上位接続先の無線ノード装置が有するホップ数に 1 を加えた値に書き換える変更手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無線ノード装置。 30

## 【請求項 4】

前記状態情報は、さらに、自身と接続関係にあるグループの接続優先度を示すグループ優先度を含み、

前記選択手段は、前記グループ優先度を最優先にチェックし、前記グループ優先度の高い無線ノード装置を上位接続先の無線ノード装置に選択することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無線ノード装置。 30

## 【請求項 5】

前記選択手段によって上位接続先の無線ノード装置が選択された場合に、前記記憶手段に記憶された前記グループ優先度、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報、及び前記ホップ数のうち、前記グループ優先度及び前記ルート無線ノード装置を特定するための情報を、前記上位接続先の無線ノード装置が有する前記グループ優先度及び前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に書き換え、前記ルート無線ノード装置からのホップ数の値を前記上位接続先の無線ノード装置が有するホップ数に 1 を加えた値に書き換える変更手段を更に備えることを特徴とする請求項 4 に記載の無線ノード装置。 40

## 【請求項 6】

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マルチホップ通信を可能とするツリー構造のレイヤ 2 でのマルチホップ型無線システムにおいて、

前記無線ノード装置が、前記マルチホップ型無線システムを構成するために、自身が接続する前記マルチホップ型無線システムの頂点に位置するルート無線ノード装置を特定するための情報と、前記ルート無線ノード装置からのホップ数とを含む状態情報を所定の記 50

憶領域に記憶し、

周囲の前記無線ノード装置から送信される状態情報を収集し、

収集された前記状態情報に含まれる前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数に基づいて、上位接続先の無線ノード装置を選択することを特徴とするマルチホップ型無線システム。

【請求項 7】

前記無線ノード装置は、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に基づいて、候補とな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、前記ホップ数の最も小さい無線ノード装置を上位接続先の候補とし、前記上位接続先の候補とされた前記無線ノード装置の前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数と、自身の前記記憶領域に保持された前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数とを比較し、所定の比較基準を超えた場合に前記上位接続先の候補とされた前記無線ノード装置を前記上位接続先の無線ノード装置に選択することを特徴とする請求項 6 に記載のマルチホップ型無線システム。

10

【請求項 8】

前記無線ノード装置によって上位接続先の無線ノード装置が選択された場合に、

前記無線ノード装置が、前記記憶領域に記憶された前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数のうち、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報を、前記上位接続先の無線ノード装置が有する前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に書き換え、前記ルート無線ノード装置からのホップ数の値を前記上位接続先の無線ノード装置が有するホップ数に 1 を加えた値に書き換えることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のマルチホップ型無線システム。

20

【請求項 9】

前記状態情報は、さらに、自身と接続関係にあるグループの接続優先度を示すグループ優先度を含み、

前記無線ノード装置は、前記グループ優先度を最優先にチェックし、前記グループ優先度の高い無線ノード装置を上位接続先の無線ノード装置に選択することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のマルチホップ型無線システム。

【請求項 10】

前記無線ノード装置によって上位接続先の無線ノード装置が選択された場合に、

前記無線ノード装置は、前記記憶領域に記憶された前記グループ優先度、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報、及び前記ホップ数のうち、前記グループ優先度及び前記ルート無線ノード装置を特定するための情報を、前記上位接続先の無線ノード装置が有する前記グループ優先度及び前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に書き換え、前記ルート無線ノード装置からのホップ数の値を前記上位接続先の無線ノード装置が有するホップ数に 1 を加えた値に書き換えることを特徴とする請求項 9 に記載のマルチホップ型無線システム。

30

【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無線ノード装置及びマルチホップ型無線システムに関する。

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、STA (Station) 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。このような無線シス

50

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(AP)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。下記の特許文献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7(a)に示すような複数の無線ノードが自律的に図7(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。任意の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。これにより、図8(a)に示すようなツリーが構成される前の状態から、図8(b)に示すように、基地局800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800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8(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800からのツリーの拡大や自身の移動などにより基地局800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無線ノード装置及びマルチホップ型無線システム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マルチホップ通信を可能とするツリー構造のレイヤ2で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、前記マルチホップ型無線システムを構成するために、自身が接続する前記マルチホップ型無線システムの頂点に位置するルート無線ノード装置を特定するための情報と、前記ルート無線ノード装置からのホップ数とを含む状態情報を記憶する記憶手段と、周囲の前

50

記無線ノード装置から送信される状態情報を収集する収集手段と、収集された前記状態情報に含まれる前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数に基づいて、上位接続先の無線ノード装置を選択する選択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、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。

【0007】

また、本発明の無線ノード装置における前記選択手段が、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に基づいて、候補とな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、前記ホップ数の最も小さい無線ノード装置を上位接続先の候補とし、前記上位接続先の候補とされた前記無線ノード装置の前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数と、自身の前記記憶手段に保持された前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数とを比較し、所定の比較基準を超えた場合に前記上位接続先の候補とされた前記無線ノード装置を前記上位接続先の無線ノード装置に選択することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、ルート無線ノード装置を特定するための情報（ID）から自律的にグループ構成が可能となる。

10

【0008】

また、本発明の無線ノード装置における前記選択手段によって上位接続先の無線ノード装置が選択された場合に、前記記憶手段に記憶された前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数のうち、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報を、前記上位接続先の無線ノード装置が有する前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に書き換え、前記ルート無線ノード装置からのホップ数の値を前記上位接続先の無線ノード装置が有するホップ数に1を加えた値に書き換える変更手段を更に備えることは、本発明の好ましい態様である。この構成により、接続に伴って変わる状態情報を確実に変更することができる。

20

【0009】

また、本発明の無線ノード装置における前記状態情報が、さらに、自身と接続関係にあるグループの接続優先度を示すグループ優先度を含み、前記選択手段が、前記グループ優先度を最優先にチェックし、前記グループ優先度の高い無線ノード装置を上位接続先の無線ノード装置に選択することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、より効率的に、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

30

【0010】

また、本発明の無線ノード装置における前記選択手段によって上位接続先の無線ノード装置が選択された場合に、前記記憶手段に記憶された前記グループ優先度、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報、及び前記ホップ数のうち、前記グループ優先度及び前記ルート無線ノード装置を特定するための情報を、前記上位接続先の無線ノード装置が有する前記グループ優先度及び前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に書き換え、前記ルート無線ノード装置からのホップ数の値を前記上位接続先の無線ノード装置が有するホップ数に1を加えた値に書き換える変更手段を更に備えることは、本発明の好ましい態様である。この構成により、接続に伴って変わる状態情報を確実に変更することができる。

40

【0011】

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マルチホップ通信を可能とするツリー構造のレイヤ2でのマルチホップ型無線システムにおいて、前記無線ノード装置が、前記マルチホップ型無線システムを構成するために、自身が接続する前記マルチホップ型無線システムの頂点に位置するルート無線ノード装置を特定するための情報と、前記ルート無線ノード装置からのホップ数とを含む状態情報を所定の記憶領域に記憶し、周囲の前記無線ノード装置から送信される状態情報を収集し、収集された前記状態情報に含まれる前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数に基づいて、上位接続先の無線ノード

50

装置を選択することを特徴とするマルチホップ型無線システムが提供される。この構成により、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。

【0012】

また、本発明のマルチホップ型無線システムにおいて、前記無線ノード装置が、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に基づいて、候補とな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、前記ホップ数の最も小さい無線ノード装置を上位接続先の候補とし、前記上位接続先の候補とされた前記無線ノード装置の前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数と、自身の前記記憶領域に保持された前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数とを比較し、所定の比較基準を超えた場合に前記上位接続先の候補とされた前記無線ノード装置を前記上位接続先の無線ノード装置に選択することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、ルート無線ノード装置を特定するための情報（ID）から自律的にグループ構成が可能となる。

10

【0013】

また、本発明のマルチホップ型無線システムにおいて、前記無線ノード装置によって上位接続先の無線ノード装置が選択された場合に、前記無線ノード装置が、前記記憶領域に記憶された前記ルート無線ノード装置を特定するための情報及び前記ホップ数のうち、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報を、前記上位接続先の無線ノード装置が有する前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に書き換え、前記ルート無線ノード装置からのホップ数の値を前記上位接続先の無線ノード装置が有するホップ数に1を加えた値に書き換えることは、本発明の好ましい態様である。この構成により、接続に伴って変わる状態情報を確実に変更することができる。

20

【0014】

また、本発明のマルチホップ型無線システムにおいて、前記状態情報は、さらに、自身と接続関係にあるグループの接続優先度を示すグループ優先度を含み、前記無線ノード装置が、前記グループ優先度を最優先にチェックし、前記グループ優先度の高い無線ノード装置を上位接続先の無線ノード装置に選択することは、本発明の好ましい態様である。この構成により、より効率的に、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。

30

【0015】

また、本発明のマルチホップ型無線システムにおいて、前記無線ノード装置によって上位接続先の無線ノード装置が選択された場合に、前記無線ノード装置が、前記記憶領域に記憶された前記グループ優先度、前記ルート無線ノード装置を特定するための情報、及び前記ホップ数のうち、前記グループ優先度及び前記ルート無線ノード装置を特定するための情報を、前記上位接続先の無線ノード装置が有する前記グループ優先度及び前記ルート無線ノード装置を特定するための情報に書き換え、前記ルート無線ノード装置からのホップ数の値を前記上位接続先の無線ノード装置が有するホップ数に1を加えた値に書き換えることは、本発明の好ましい態様である。この構成により、接続に伴って変わる状態情報を確実に変更することができる。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明の無線ノード装置及びマルチホップ型無線システムは、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】

【0017】

以下、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置及びマルチホップ型無線システムについて図1から図6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装置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における状

50

態情報及びノード優先度について説明するための図である。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上位接続先の無線ノードを選択し、接続する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。図5(a)は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マルチホップ型無線システムが構成される前の状態を示す図である。図5(b)は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マルチホップ型無線システムが構成された後の状態を示す図である。図6(a)は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マルチホップ型無線システムが構成された後に別の無線ノードが起動した状態を示す図である。図6(b)は、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マルチホップ型無線システムが構成された後に別の無線ノードが起動し、1つのマルチホップ型無線システムが構成された状態を示す図である。

10

20

30

40

50

**【0018】**

まず、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置の構成について図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、記憶部101、送信部102、収集部103、選択部104、変更部105から構成されている。これらは、バス106によってつながれている。また、無線ノード装置100は、外部との通信をするために不図示のインタフェースを有している。また、無線ノード装置100は、各部の動作を制御するための制御プログラムを、例えば記憶部101に格納している。なお、記憶部101は、例えばHDD、ROM、RAMなどに相当するものである。また、送信部102、収集部103、選択部104、変更部105は、例えばCPUなどに相当するものである。

**【0019】**

記憶部101は、ツリー構造のマルチホップ型無線システムを構成するために、ツリー構造のマルチホップ型無線システムの頂点に位置するルート無線ノード装置(以下、ルートノードとも言う)となるノード優先度と、自身と接続関係のあるグループの接続優先度を示すグループ優先度と、自身が接続するマルチホップ型無線システムのルートノードを特定するための情報と、ルートノードからのホップ数とを記憶する。グループ優先度、ルートノードを特定するための情報、ルートノードからのホップ数の情報のことを状態情報とも言う。ここで、記憶部101に記憶されているそれぞれの情報について図2を用いて説明する。本発明の実施の形態に係る無線ノード装置では、上位接続先の無線ノード装置(以下、単に無線ノードとも言う)の選択時に、グループ優先度(Pri)、自身が接続するマルチホップ型無線システムのルートノードを特定するための情報であるルートノードID(R-ID)、ルートノードからのホップ数(H)を用いる。これらの値は図2に示すように、上位ビットからグループ優先度、ルートノードID、ホップ数という順に保持されている。これらは、1つの数値として扱える形式となっており、この数値を状態情報値として扱う。また、これ以外に自ノードがルートノードになるノード優先度も別途保持している。

**【0020】**

ノード優先度にはルートノードとして接続されるべき優先度を示す値が設定され、人為的にルートノードを設定することができる。特に大きさ(ビット数)を制約するものではないが、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置100においては、説明のため2ビットの値とし、0が優先度大、3が優先度小とする。また、ルートノードIDは、それぞれの無線ノードにユニークな値であればよく、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置100では、無線ノードのMACアドレスを用いる。また、ホップ数は、ルートノードを1として、ホップするごとに1を加えたものである。ここで、初期値として、ノード優先度は各無線ノードに設定される値、グループ優先度にはノード優先度を設定、ルートノードIDは自身のMACアドレス、ホップ数はH=1を持つ。

**【0021】**

送信部102は、上位接続先の無線ノードを選択するために、周囲の無線ノードに対して、周囲の無線ノードが有するグループ優先度、ルートノードID、及びホップ数の取得

要求（以下、これらを状態情報要求とも言う）を送信する。ここで、状態情報要求を送信して、状態情報要求に対する応答（以下、状態情報応答とも言う）を受信し、受信した状態情報応答に基づいて上位接続先の無線ノードを選択し、選択された無線ノードと接続する基本的なシーケンスについて図3を用いて説明する。

#### 【0022】

図3に示すように、無線ノードxは起動すると状態情報要求をブロードキャストする（ステップS301、S302）。これを受信した無線ノード1、2は自身が有する状態情報を状態情報応答として無線ノードxに対して応答する（ステップS303、S304）。無線ノードxは、受信した状態情報応答に基づいて上位接続先の無線ノードの選択処理を行う。無線ノードxは、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S305）、これに対する接続応答を受け（ステップS306）、上位接続先の無線ノード1への接続が完了する。なお、上述した上位接続先の無線ノードの選択処理は起動時以外に、定期的に各無線ノードにおいて行われているものとする。

10

#### 【0023】

収集部103は、送信された状態情報要求に応じて周囲の無線ノードから送信されるグループ優先度、ルートノードID、及びホップ数を収集する。なお、状態情報の収集の方法は、上述したように、送信部102が状態情報要求をブロードキャストして、それに対して状態情報応答を受信して収集するようにしてもよく、また周囲の無線ノードが定期的に状態情報をビーコンとしてブロードキャストし、これを受信して収集するようにしてもよい。また、収集部103は、例えば規定時間tの間、状態情報を収集し、リスト化する

20

#### 【0024】

選択部104は、収集されたグループ優先度、ルートノードID、及びホップ数に基づいて、上位接続先の無線ノードを選択する。ここで、選択部104における上位接続先の無線ノードの選択処理について図4を用いて説明する。まず、収集部103が規定時間tの間、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）。選択部104は、収集された状態情報に基づいて上位接続先の無線ノードとして候補となる無線ノードを選択する。（ステップS402）。ここで、候補となる無線ノードの具体的な選択方法について説明する。

#### 【0025】

まず、状態情報値を比較し最も値の小さい無線ノードを選択する。これはつまり、上位ビットに設定されるグループ優先度が高い、すなわちグループ優先度Priの値が最も小さい無線ノードが優先的に候補となる。ここで、最も小さいグループ優先度Priの値を有する無線ノードが複数存在する場合には、ルートノードIDにおいて最も小さい値を持つルートノードのツリーに接続している無線ノードが候補となる。これによっても無線ノードの候補が選択されない場合には、同じルートノードに接続する無線ノード間でホップ数の最も小さい無線ノードが上位接続先の候補の無線ノードとして選択される。なお、ホップ数によっても上位接続先の候補の無線ノードが選択されない場合には、状態情報応答を受信した際の受信強度や状態情報応答を受信した際のフレームの送信元MACアドレスの比較などからどれか1つが選択されればよい。また、グループ優先度及びノード優先度を有さない場合には、ルートノードIDにおいて最も小さい値を持つルートノードのツリーに接続している無線ノードが候補となる。これによっても無線ノードの候補が選択されない場合には、同じルートノードに接続する無線ノード間でホップ数の最も小さい無線ノードが上位接続先の候補の無線ノードとして選択される。

30

40

#### 【0026】

ステップS402において、上位接続先の候補の無線ノードが選択された場合、選択部104は、自身の保持する状態情報値（グループ優先度、ルートノードID、ホップ数）と、上位接続先の候補とされた無線ノードが保持する状態情報値（グループ優先度、ルートノードID、ホップ数）とを比較し、自身の状態情報値の方が、上位接続先の候補とされた無線ノードの数値よりも大きいか否かを判断し（ステップS403）、大きいと判断

50



された場合（つまり、自身よりも相手のほうが接続優先度が高い）に、上位接続先の候補とされた無線ノードは上位接続先の無線ノードとして確定される（ステップS404）。そして、確定した上位接続先の無線ノードに接続要求を出力する（ステップS405）。接続要求に対して、接続が可能である旨の接続応答を受信すると、上述した変更部105は、自身の状態情報値のうち、グループ優先度及びルートノードIDを上位接続先の無線ノードが有するものに変更し、ホップ数を上位接続先の無線ノードのホップ数に1を加えた値に変更する。一方、ステップS403において、自身の数値の方が、上位接続先の候補とされた無線ノードの数値よりも小さいと判断された場合には、上位接続先の候補とされた無線ノードを候補から外して破棄して（ステップS406）、選択処理を終了する。なお、上述した所定の比較基準を超えとは、例えば、自身の保持する状態情報値（グループ優先度、ルートノードID、ホップ数）と、上位接続先の候補とされた無線ノードが保持する状態情報値（グループ優先度、ルートノードID、ホップ数）とを比較し、自身の状態情報値の方が、上位接続先の候補とされた無線ノードの数値よりも大きいということを行う。また、グループ優先度及びノード優先度を有しない場合には、ルートノードID及びホップ数について比較を行う。

10

#### 【0027】

このように、ルートノードとなっている無線ノードのノード優先度をグループ優先度として優先度に応じて優先的に接続を行っていくため、ノード優先度の高いルートノードを中心とするツリーへ集約していくことが可能である。また、完全に独立したグループであっても、その中で自律的にグループ優先度、ルートノードIDよりルートノードが決まり、独立したツリーを構成し動作させることが可能である。また、優先度の設定が無い場合でも、ルートノードIDの比較により自律的にルートノードを選出しツリーを構成することが可能である。

20

#### 【0028】

次に、本発明の実施の形態に係る無線ノード装置及びマルチホップ型無線システムによって、マルチホップ無線システムが構成される仕組みについて図5を用いて説明する。図5(a)は無線ノード1から9がそれぞれ状態情報を初期化して起動した状態を示す図である。図5(b)は無線ノード1から9が起動後に構成されたマルチホップ無線システムを示す図である。ここで、図5(a)及び図5(b)中の各無線ノードに記載された数字は状態情報を表しており、[Pri、R-ID、H]の順になっている。

30

#### 【0029】

図5(a)において、初期状態ではグループ優先度に自身のノード優先度が使用されるため、無線ノード3がノード優先度0で最も優先度が高く、その次が無線ノード2のノード優先度1、次が無線ノード9のノード優先度2で、その他はすべてノード優先度3である。ルートノードIDには自身のIDとして、ここでは無線ノードの番号を使用して説明する。また、ホップ数はすべて初期値H=1である。各無線ノードは起動後、状態情報を収集する。これにより、自身が直接接続可能な無線ノードのうち、最もグループ優先度が高く（数値が小さく）、ルートノードIDが小さく、ホップ数の小さい無線ノードが選択され接続されていくことになる。この結果、無線ノード1、3、4、5、8、9が集まる側（以下、グループAとも言う）では、無線ノード3が優先度が最も高いため、無線ノード3をルートノードとしたツリーに集約していく。

40

#### 【0030】

グループAの各無線ノードの状態情報は、グループ優先度Pri=0、ルートノードIDであるR-ID=3に変更される。また、無線ノード2、6、7が集まる側（以下、グループBとも言う）の3つの無線ノードが、無線ノード3をルートノードとするツリーに接続することができない場合には、別の独立したツリーを形成することになる。グループBの中では、無線ノード2が最も優先度が高く、無線ノード2をルートノードとしたツリー構成となり、状態情報は、グループ優先度Pri=1、R-ID=2に変更される。このように、各無線ノードが独立にルートノードを決定し、接続できる無線ノード同士でグループを形成し、アドホックなマルチホップ無線システムを構成する。

50

## 【0031】

次に、上述した図5(b)の状態において、新たに無線ノード10が起動することで2つのグループA、Bのマルチホップツリーが1つに集約されていく仕組みについて図6を用いて説明する。図6(a)は、図5(b)の状態において無線ノード10が無線ノード9及び無線ノード6、7と接続可能な位置で起動した状態を示す図である。図6(b)は、無線ノード10が起動後に構成されたマルチホップ無線システムを示す図である。図6(a)において、無線ノード10が起動し、状態情報要求を出力し、無線ノード6、7、9がそれに応答する。ここで、状態情報を比較すると、無線ノード9がPri=0のため、無線ノード10は無線ノード9に接続し、自身の状態情報を[0、3、4]に変更する。

## 【0032】

その後、無線ノード6、7の定期更新時に、無線ノード6、7は自身が保持する状態情報[1、2、2]よりもグループ優先度Priが少ない値の状態情報[0、3、4]を保持する無線ノード10に接続できることを認識し、接続を無線ノード10に変更する。それに伴って無線ノード2が無線ノード6に接続するようになる。このようにして、分離しているマルチホップ無線システムがお互い接続可能となると、状態情報を利用して、より優先度の高いルートノードのツリーに接続していくことになる。このため、外部ネットワークに接続する無線ノードのグループ優先度を高くしておくことで、無線ノードは外部接続の可能なツリーに集約していくことも可能である。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0033】

本発明に係る無線ノード装置及びマルチホップ型無線システムは、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無線ノード装置及びマルチホップ型無線システムなどに有用である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0034】

【図1】本発明の実施の形態に係る無線ノード装置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における状態情報及びノード優先度について説明するための図

【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上位接続先の無線ノードを選択し、接続する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】(a)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マルチホップ型無線システムが構成される前の状態を示す図(b)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マルチホップ型無線システムが構成された後の状態を示す図

【図6】(a)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マルチホップ型無線システムが構成された後に別の無線ノードが起動した状態を示す図(b)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マルチホップ型無線システムが構成された後に別の無線ノードが起動し、1つのマルチホップ型無線システムが構成された状態を示す図

【図7】(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8】(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】

## 【0035】

100 無線ノード装置

10

20

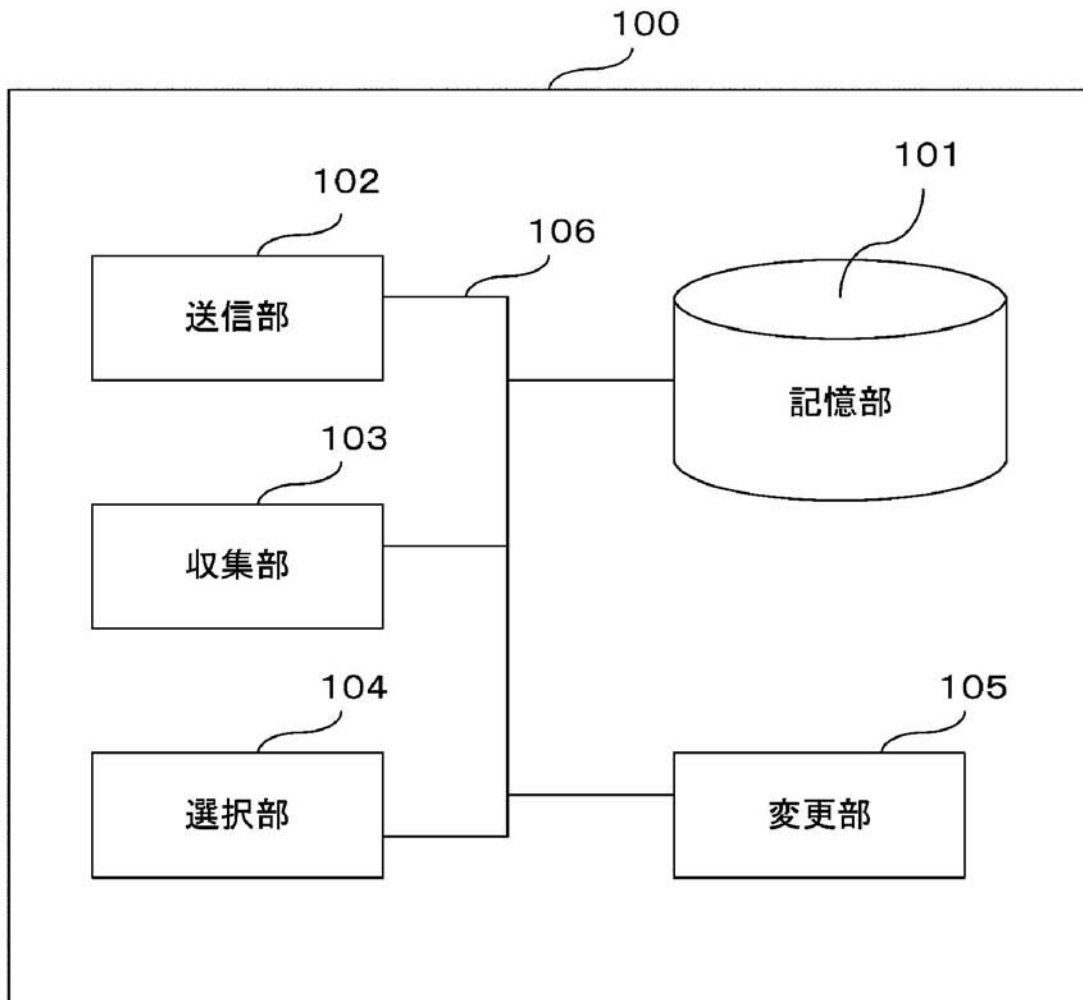
30

40

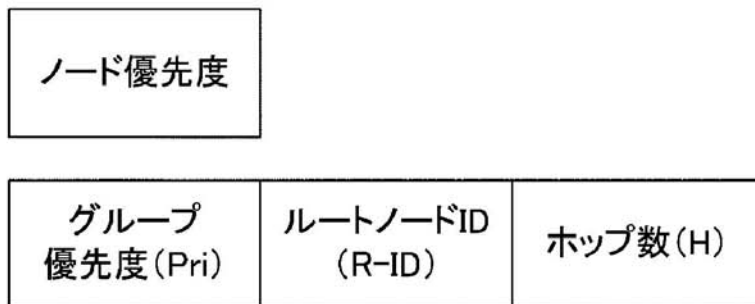
50

- 1 0 1 記憶部 ( 記憶手段 )
- 1 0 2 送信部 ( 送信手段 )
- 1 0 3 収集部 ( 収集手段 )
- 1 0 4 選択部 ( 選択手段 )
- 1 0 5 変更部 ( 変更手段 )
- 1 0 6 バス
- 8 0 0 基地局

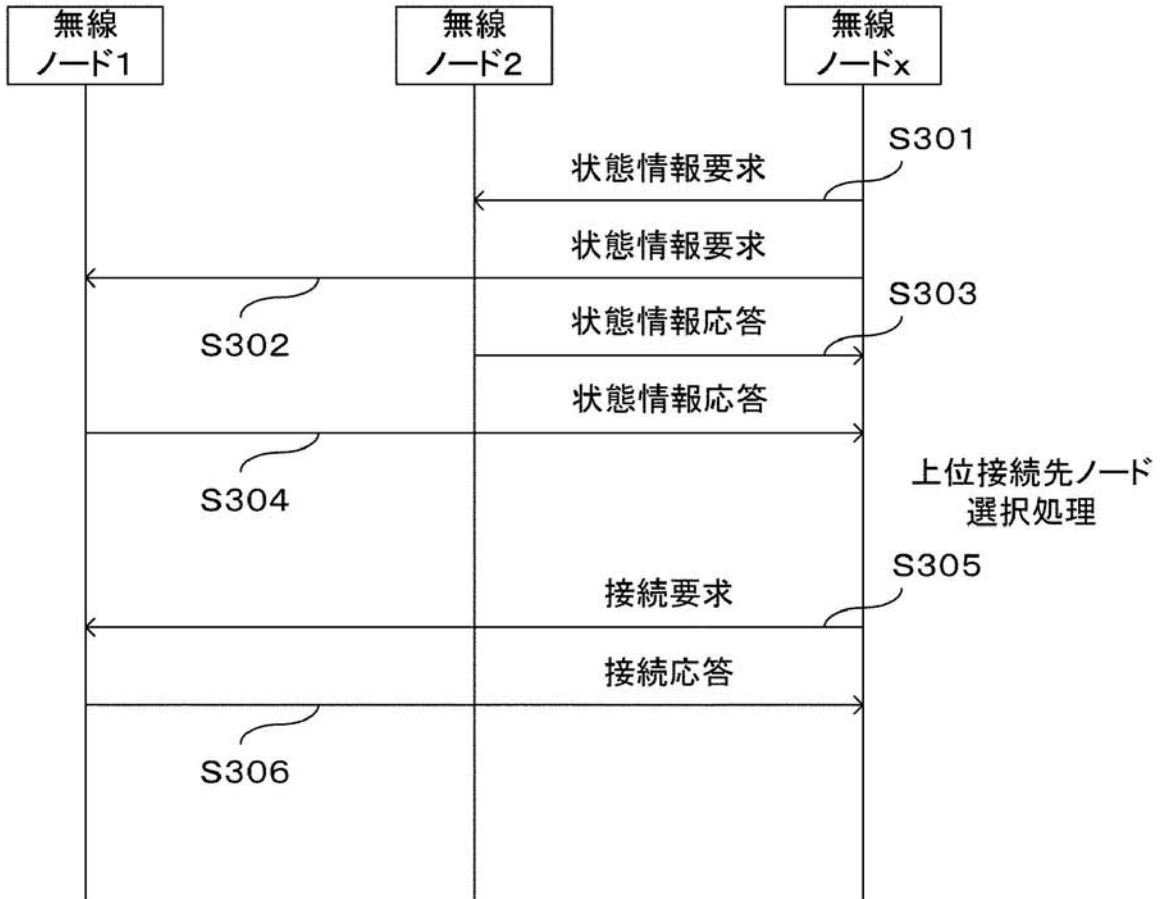
【図1】



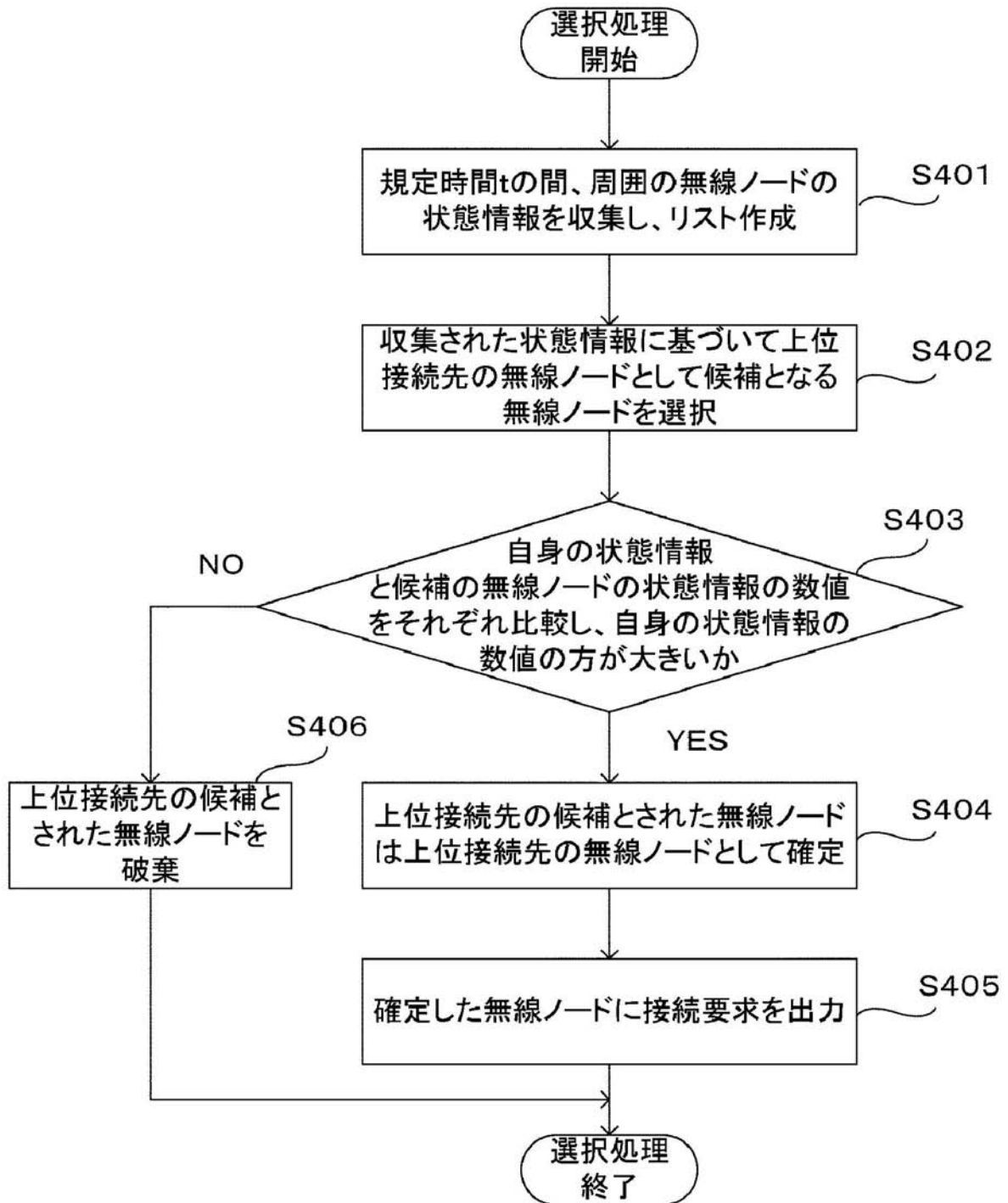
【図2】



【 図 3 】

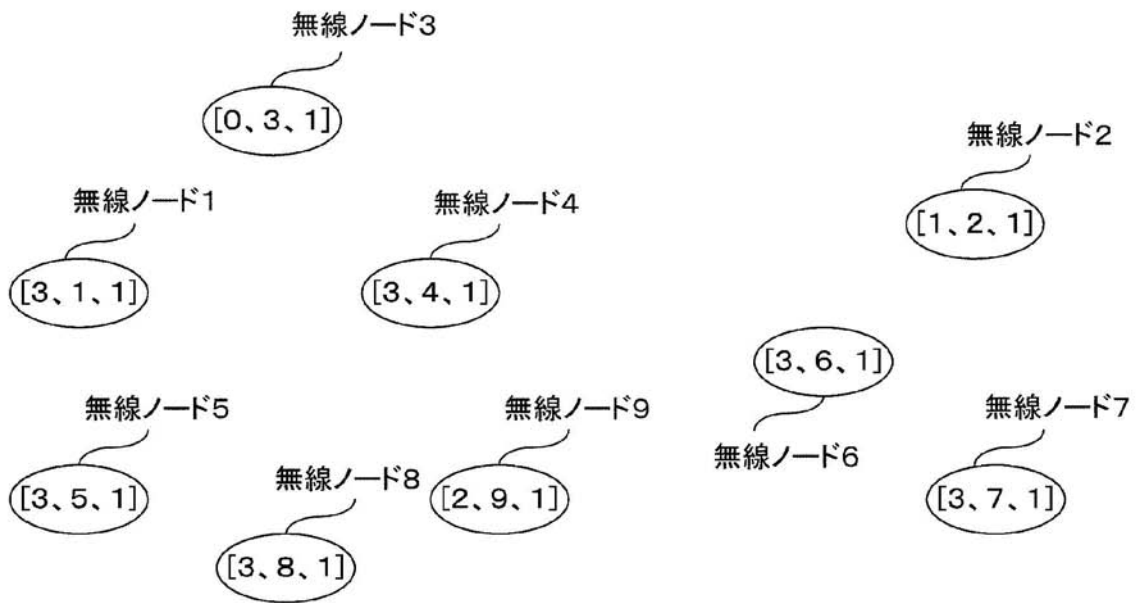


【 図 4 】

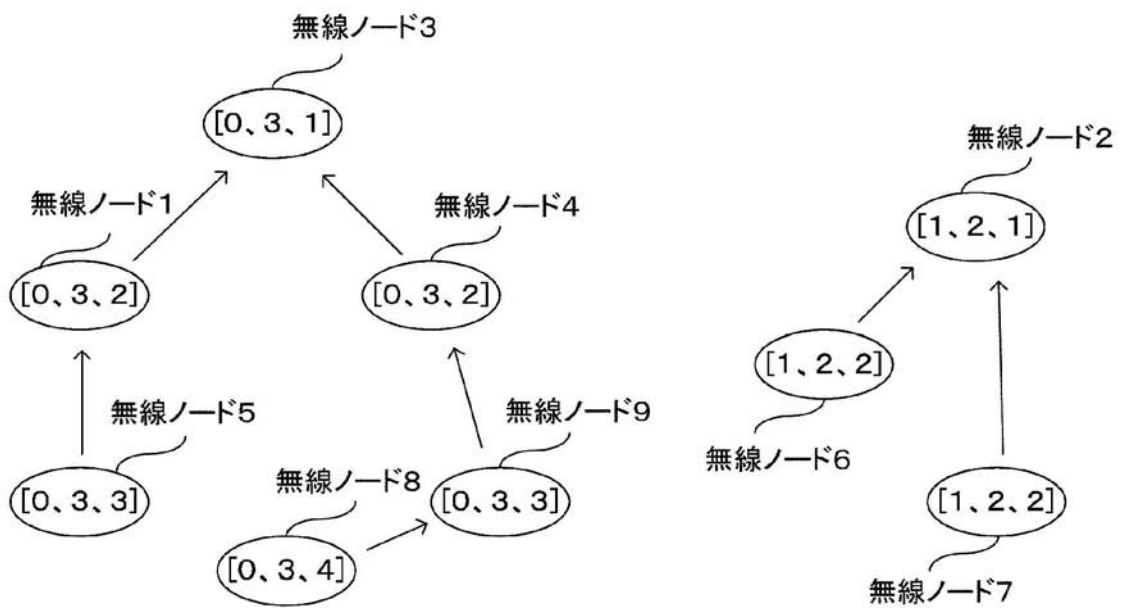


【 図 5 】

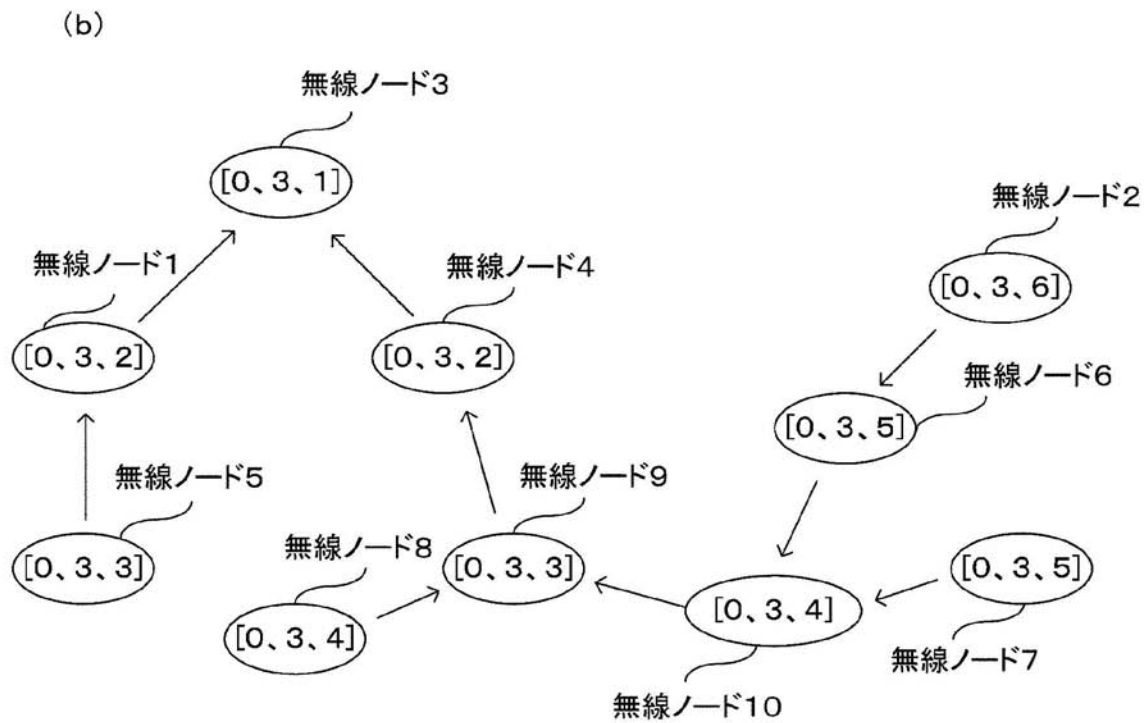
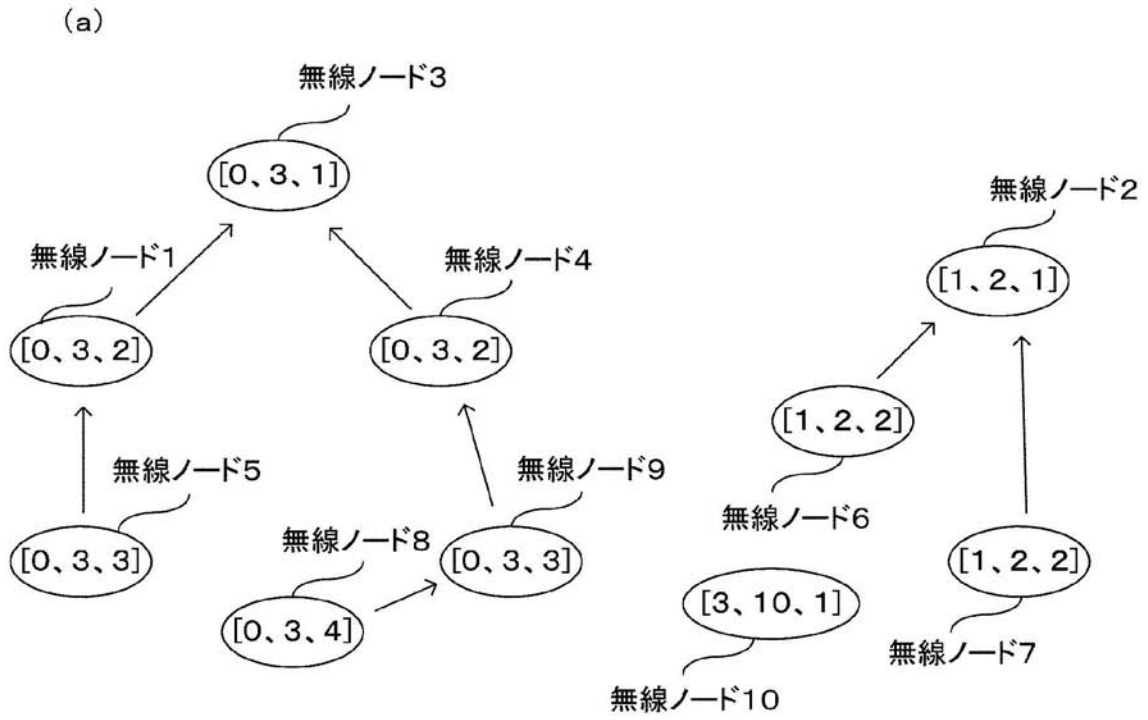
(a)



(b)



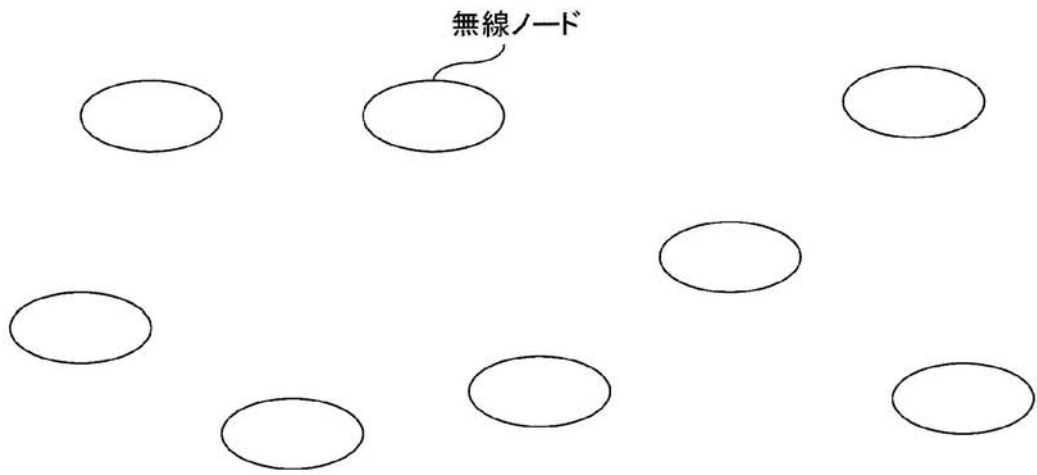
【 図 6 】



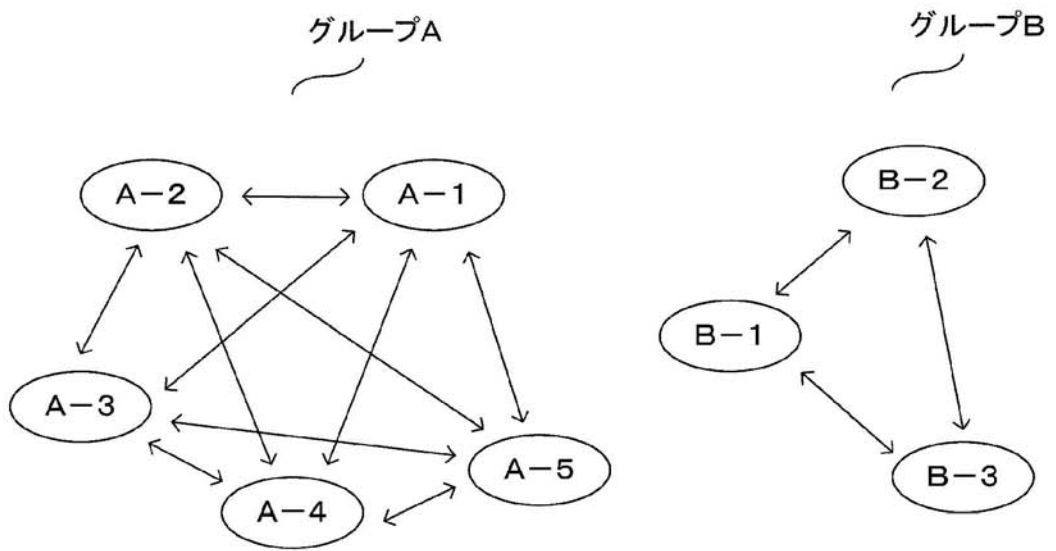


【 図 7 】

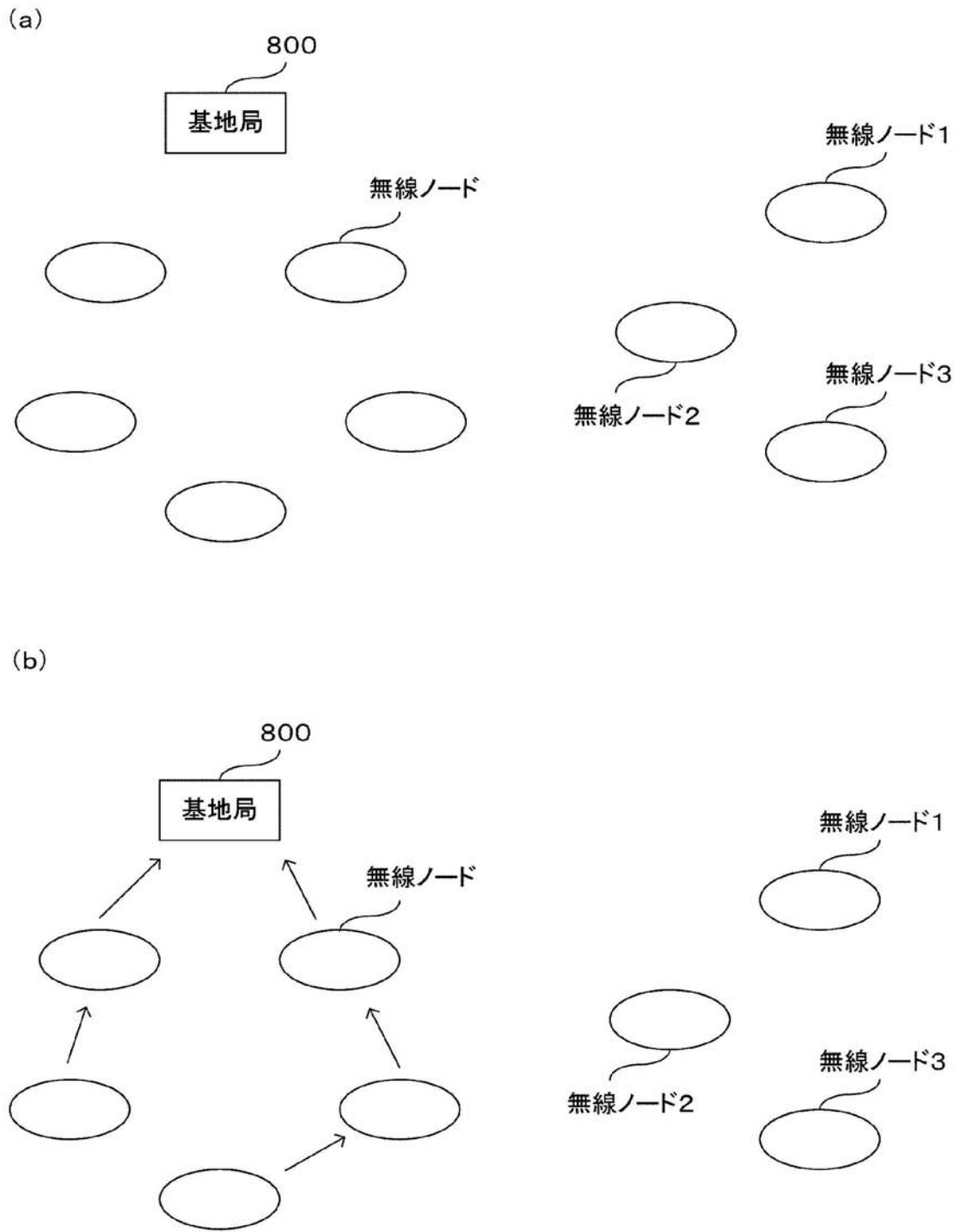
(a)



(b)



【 図 8 】



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 DA16 DA17 DB12 DB18 EA07

5K067 AA22 BB21 EE02 EE06 EE25 HH22 HH23