

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4027818号
(P4027818)

(45) 発行日 平成19年12月26日(2007.12.26)

(24) 登録日 平成19年10月19日(2007.10.19)

(51) Int. Cl.

F I

HO4B	7/26	(2006.01)	HO4B	7/26	A
HO4Q	7/22	(2006.01)	HO4Q	7/04	A
HO4Q	7/24	(2006.01)			
HO4Q	7/26	(2006.01)			
HO4Q	7/30	(2006.01)			

請求項の数 11 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2003-44945 (P2003-44945)
 (22) 出願日 平成15年2月21日(2003.2.21)
 (65) 公開番号 特開2004-254237 (P2004-254237A)
 (43) 公開日 平成16年9月9日(2004.9.9)
 審査請求日 平成17年4月11日(2005.4.11)

(73) 特許権者 392026693
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100100712
 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和
 (74) 代理人 100101247
 弁理士 高橋 俊一
 (72) 発明者 竹田 真二
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチホップ通信システム、無線制御局、無線局及びマルチホップ通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コアネットワークに接続された無線制御局と、複数の無線局とにより構成されたマルチホップ通信システムであって、

前記無線局は、

前記無線制御局との通信接続のための制御信号を前記無線制御局から受信する制御信号受信部と、

自局における前記制御信号の受信レベルを測定する受信レベル測定部と、

他の前記無線局における前記制御信号の受信レベルが付加された中継要求信号を受信する中継制御部と、

前記中継要求信号が中継される経路に従って、前記制御信号とは異なる情報信号を他の前記無線局に中継する情報信号送受信部とを備え、

前記中継制御部は、前記中継要求信号に付加されている前記受信レベルが自局における前記受信レベルよりも小さい場合に、受信した前記中継要求信号に対して自局における前記受信レベルを付加して自局の周囲に位置する他の前記無線局に中継し、

複数の前記無線局のうち、前記情報信号を前記無線制御局に対して直接送信可能な無線局は、前記中継要求信号を受信した場合、前記中継要求信号が中継された経路を通知するリクエスト回答信号を送信し、

複数の前記無線局のうち、前記情報信号の送信元である送信元無線局は、前記リクエスト回答信号により通知される前記経路に従って、前記情報信号を送信する

10

20

ことを特徴とするマルチホップ通信システム。

【請求項 2】

前記無線制御局は、前記無線局に対して通信経路確保を要求する制御信号を送信し、
前記無線局は、前記制御信号受信部により前記無線制御局からの通信経路確保を要求する制御信号を受信する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のマルチホップ通信システム。

【請求項 3】

前記無線制御局は、当該無線制御局における通信チャネルの使用状態を、前記制御信号を通じて通知する通信チャネル管理部をさらに有し、

前記無線局は、前記通信チャネル管理部に対して、前記制御信号を通じて、前記無線制御局における通信チャネルの使用状態の問い合わせを行い、この問い合わせに対する通知に従って、前記情報信号を送受信する

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通信システム。

【請求項 4】

前記送信元無線局は、前記リクエスト回答信号を複数受信した場合に、通信状態に応じて、複数の前記リクエスト回答信号それぞれによって通知される前記経路の中から最適な経路を選択する経路選択部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通信システム。

【請求項 5】

前記リクエスト回答信号には、前記送信元無線局から前記無線制御局までのホップ数に関する情報が含まれ、

前記経路選択部は、前記リクエスト回答信号に含まれるホップ数に関する情報に基づいて前記最適な経路を選択することを特徴とする請求項 4 に記載の無線局。

【請求項 6】

前記リクエスト回答信号には、前記各無線局における干渉レベルに関する情報が含まれ、

前記経路選択部は、前記リクエスト回答信号に含まれる干渉レベルに関する情報に基づいて前記最適な経路を選択することを特徴とする請求項 4 に記載の無線局。

【請求項 7】

マルチホップセルラネットワークを構成する複数の無線局における無線局であって、
コアネットワークに接続された無線制御局との通信接続のための制御信号を受信する制御信号受信部と、

自局における前記制御信号の受信レベルを測定する受信レベル測定部と、

他の前記無線局における前記制御信号の受信レベルが付加された中継要求信号を受信する中継制御部と、

前記中継要求信号が中継される経路に従って、前記制御信号とは異なる情報信号を他の前記無線局に中継する情報信号送信部とを備え、

前記中継制御部は、前記中継要求信号に付加されている前記受信レベルが自局における前記受信レベルよりも小さい場合に、受信した前記中継要求信号に対して自局における前記受信レベルを付加して自局の周囲に位置する他の前記無線局に中継し、

前記情報信号送信部が前記情報信号を前記無線制御局に対して直接送信可能な場合、前記中継制御部は、受信した前記中継要求信号が中継された経路を通知するリクエスト回答信号を送信し、

自局が前記情報信号の送信元となる場合、前記情報信号送信部は、他の前記無線局から受信した前記リクエスト回答信号により通知される前記経路に従って、前記情報信号を送信する

ことを特徴とする無線局。

【請求項 8】

前記受信レベル測定部によって測定された自局における前記受信レベルに基づいて、前記無線制御局との直接通信が可能か否かの判断を行う判定部をさらに備えることを特徴と

10

20

30

40

50

する請求項 7 に記載の無線局。

【請求項 9】

前記判定部は、前記情報信号の伝送速度に応じて前記受信レベルの閾値を設定し、測定した受信レベルと前記閾値とを比較し、その比較結果に応じて前記判断を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の無線局。

【請求項 10】

コアネットワークに接続された無線制御局と、複数の無線局とにより構成されたマルチホップセルラネットワークにおけるマルチホップ通信方法であって、

前記無線局が、前記無線制御局との通信接続のための制御信号を受信するステップと、

前記無線局が、自局における前記制御信号の受信レベルを測定するステップと、

前記無線局が、他の前記無線局における前記制御信号の受信レベルが付加された中継要求信号を受信するステップと、

前記無線局が、前記中継要求信号に付加されている前記受信レベルが自局における前記受信レベルよりも小さい場合に、受信した前記中継要求信号に対して自局における前記受信レベルを付加して自局の周囲に位置する他の前記無線局に中継するステップと、

複数の前記無線局のうち、前記情報信号を前記無線制御局に対して直接送信可能な無線局が、前記中継要求信号を受信した場合、前記中継要求信号が中継された経路を通知するリクエスト回答信号を送信するステップと、

複数の前記無線局のうち、前記制御信号とは異なる情報信号の送信元である送信元無線局が、前記リクエスト回答信号により通知される前記経路に従って、前記情報信号を送信するステップと、

前記無線局が、前記リクエスト回答信号により通知される前記経路に従って、前記情報信号を中継するステップと

を備えることを特徴とするマルチホップ通信方法。

【請求項 11】

前記制御信号は、前記無線制御局と前記無線局との間で直接送受されることを特徴とする請求項 10 に記載のマルチホップ通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基地局を制御無線局とするセルラシステムや、アクセスポイントを制御無線局とする無線 LAN など、制御局と子局で構成されるマルチホップ通信システム、無線制御局、無線局及びマルチホップ通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

(アドホックネットワーク)

端末の多段中継(マルチホップ中継)によって、直接通信が不可能な 2 つの端末間の通信を確立するアドホックネットワークでは、DSR や AOV D に代表される様々な通信経路検索方式が提案されている。(例えば、非特許文献 1 参照)。

【0003】

これらのアドホックネットワークでは、セルラシステムにおける基地局のような集中制御局が存在しないため、これらの通信経路検索は端末が自律分散的に行う方式が一般的である。

【0004】

(マルチホップセルラ)

これに対して、端末のマルチホップ中継によって、基地局への接続を確保するマルチホップセルラが提案されている(例えば、非特許文献 2 参照)。マルチホップセルラでは、基地局を介してネットワークに接続するため、基地局までの経路が確保できれば通信が可能であるため、アドホックネットワークと比較して、遠方の端末との通信が可能となる確率が高い。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

【 非特許文献 1 】

「Ad Hoc Mobile Wireless Networks」、C.K. Toh、Prentice Hall出版

【 0 0 0 6 】

【 非特許文献 2 】

「Multi-hop Cellular: A New Architecture For Wireless Communication」、Ying -Da r Lin他、IEEE INFOCOM 2000

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、上述した従来のマルチホップセルラネットワークにおいては、端末同士の通信及び基地局までの経路確保をどのように制御するかが課題とされている。このとき、これらの制御については、可能な限り処理時間を短縮し、且つ少量の制御情報により行き、所定の通信速度を維持する必要がある。

【 0 0 0 8 】

すなわち、無線制御局の通信チャネルの全てが使用されている場合は、無線局から無線制御局への通信経路が確定しても通信できないため、行き先のない不要なパケットが送信されることとなり、不要なパケットの送信に費やされる処理やリソースが無駄となる。

【 0 0 0 9 】

また、無線通信においては、一般的に、伝送速度を高くするほど、高い受信電力が必要となることが知られている。したがって、制御信号及び情報信号について一律に伝送速度を高めた場合、その消費電力が過大となる。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、以上の点に鑑みてなされたもので、マルチホップセルラネットワーク等の通信システムにおいて、少量の制御情報により所定の通信速度を維持しつつ、端末間或いは端末と基地局間の適切な経路を確保することのできるマルチホップ通信システム、無線制御局、無線局及びマルチホップ通信方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【 課題を解決するための手段 】

上記課題を解決するために、本発明は、コアネットワークに接続された無線制御局と、他の無線局からの信号を中継する機能を有する 1 乃至複数の無線局により構成されたマルチホップ通信システムにおいて、局間における通信接続のための制御信号の送受を行う経路と情報信号の送受を行う経路とを別途独立の処理により決定し、この決定された経路を通じて前記制御信号及び情報信号を送受信する。なお、本発明において、前記制御信号の送受は、前記無線制御局と前記無線局との間で直接行うことができる。また、この各経路の決定は、無線制御局側及び無線局側で行うことができる。

【 0 0 1 2 】

上記発明において、前記無線局は、前記制御信号を通じて、前記無線制御局における通信チャネルの使用状態の問い合わせを行い、前記無線制御局は、当該無線制御局における通信チャネルの使用状態を、前記制御信号を通じて通知し、この通知に従って、前記情報信号を高速通信により送受信することができる。

【 0 0 1 3 】

このような本発明によれば、伝送速度の低いパイロット信号を含めた制御信号は、伝送速度の高い情報信号と比較して、より長い伝送距離を確保できるため、無線制御局の圏内に位置する無線局は、伝送速度の大きい情報信号を直接送受信できない場合であっても、制御信号を直接送受信することができる。すなわち、本発明では、情報信号の送受を行う経路とは関係なく、制御信号を低速通信により送受信することにより、低速通信による制御信号の通信経路と、高速通信による情報信号の通信経路の 2 通りの通信経路を取りうることとなる。

【 0 0 1 4 】

また、圏内にある無線局は、通信を行う際に、無線制御局に対して、直接的に通信チャネ

ルに空きがあるかどうかの確認を行うため、無線制御局にチャンネルの空きがないときに、無線局から無線中継局への無駄な送信を回避することができる。

【0015】

上記発明においては、無線局は、受信された制御信号の受信レベルに応じて、高速通信を実行するか否かの判断を行うことが好ましい。この際、情報信号の伝送速度に応じて前記受信レベルの閾値を設定し、測定した受信レベルと前記閾値とを比較し、その比較結果に応じて前記判断を行うことができる。例えば、無線局は、パイロット信号受信レベルがある閾値より大きい場合、無線制御局との直接通信可能であると判断し、閾値より小さい場合は、直接通信不可能と判断する。直接通信可能な場合は、従来のセルラ通り、無線制御局との折衝によって通信を開始する。直接通信不可能な場合、無線局は他の無線局（無線中継局）に対し、中継を要求する中継制御信号を送信する。

10

【0016】

この場合には、無線局と無線制御局とがパイロット信号（制御信号）を送受信することで、無線局はパイロット信号の受信レベルから無線制御局との距離（電波の伝搬距離）を推定することができ、この受信レベルに基づいて、無線局は無線制御局との直接接続を判定することができる。

【0017】

上記発明においては、無線局は、制御信号を介して他の無線局に中継を要求し、この要求に対する回答に応じて、他の無線局を介して無線制御局への中継経路を確立する。一方、他の無線局は、当該無線局から、中継を要求する中継制御信号を受信し、この要求に対する回答用の中継制御信号を送信し、他の無線局から無線制御局への中継経路を確立する。このとき、要求を受信した無線局は、受信された中継制御信号の受信レベルに応じて、中継経路を確立するか否かの判断に従って、回答用の中継制御信号を送信することが好ましい。

20

【0018】

これにより、無線制御局との直接接続が不可能な場合であっても、さらに、他の無線中継局を通じて、データの送受信を行うことができる。なお、この中継制御信号を多段中継することにより、定められた中継回数以内で無線制御局への接続が可能と判断された場合には、通信経路を設定し、その経路を用いて、情報信号の通信を行う。

【0019】

なお、一般的に、高速通信には低速通信よりも大きな受信電力が必要となるため、無線局は、送受信する伝送速度に応じて、無線制御局との直接通信の可否の判定に用いるパイロット信号受信レベル基準値を変化させる機能を備えることが望ましい。

30

【0020】

さらに、パイロット信号を無線制御局との直接通信の可否判定のみに用いるのではなく、無線局は、中継経路を探索する際に、パイロット信号受信レベルが自局の受信レベルより大きな無線中継局を選択することで、余分な中継をすることなく、無線制御局までの経路を確保することができる。

【0021】

また、上記発明において、中継可能な無線局が複数あった場合に、通信状態に応じて、これらの回答を送信した無線局の中から条件を満たす無線局を選択することが好ましい。すなわち、複数の無線中継経路の候補が存在する場合には、ホップ数、送信電力、無線制御局までの送信電力の和などから通信経路となる無線中継局を選択する。なお、適切な無線中継局が存在しない場合は、通信不能と判定する。このように無線局によって、中継制御信号の絞り込みを行うことによって、制御情報量の削減が図れる。

40

【0022】

上記発明においては、無線制御局は、無線局までの中継経路を決定し、この決定された通信経路を、当該中継経路上に位置する無線局に対して通知することが好ましい。このとき、決定された中継経路上に位置する無線局における通信チャンネルを割り当て、当該通信経路上に位置する各無線局は割り当てられた通信チャンネルを通じて、情報信号の送受信を行

50

うことができる。

【0023】

このように、本発明における最適な通信経路の決定は、送信元無線局によると場合と、無線制御局による場合とがある。無線制御局によって通信経路が行われるときには、多段中継された中継要求の中継制御信号は、無線制御局までの経路が確定された後、逆順の経路を通過して、送信元無線局に経路確保の中継制御信号を送信する。そして、無線局は、複数の経路確保の中継制御信号から、最適となる通信経路を決定する。

【0024】

また、無線制御局によって通信経路を決定する場合、中継要求の中継制御信号は、多段中継によって、無線制御局に伝達される。無線制御局では、受信した複数の中継制御信号から最適となる通信経路を決定する。

10

【0025】

さらに、制御信号によって無線制御局は、圏内にある無線局全てと直接通信可能であるため、各無線局及び無線中継局が通信に用いるチャンネルを無線制御局が一括で決定し通知することが可能である。

【0026】

以上は、無線局が通信を要求する場合であるが、無線制御局から無線局へ通信開始を要求する場合、無線制御局は、通信開始要求信号を無線局に対して送信し、通信開始要求信号を受信した無線局は、無線制御局までの経路を確保し、その経路に従って通信を開始する。

20

【0027】

【発明の実施の形態】

[第1実施形態]

(システムの構成)

本発明のマルチホップ通信システムの第1実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係るマルチホップ通信システムの全体図を示す概略構成図である。

【0028】

同図(a)に示すように、本実施形態では、コアネットワーク等に接続された無線制御局1と、この無線制御局1が管轄するエリアAの内外に点在する無線局21, 22, 31~33とから構成されている。なお、エリアAは、同図(b)に示すように、複数隣接して配置されており、各々のエリアBが一部重複している。無線局21, 22は、無線制御局1と直接通信が可能なエリアA内に在圏し、無線局31~33は、情報信号を介しては無線制御局1と直接通信はできないが、パイロット信号を介しての直接通信は可能なエリアA外のエリアB内に在圏している。

30

【0029】

本実施形態に係るシステムにおいて、パイロット信号や通信開始要求信号などの制御信号は低いビットレートで送信され、エリアA外であってエリアB内の範囲では、無線制御局1に対して高い伝送速度(ビットレート)で直接的な通信が確立できない無線局(ここでは、無線局31~33)であっても、低い伝送速度(ビットレート)のパイロット信号や制御信号の認識が可能となっている。

40

【0030】

図2は、本実施形態に係る無線制御局1及び各無線局21, 22, 31~33の内部構成を示すブロック図である。図2(a)に示すように、無線制御局1は、パケットの送受信を行う通信部11と、パイロット信号などの制御信号を低ビットレートで送受信するための制御信号送受信部12及び制御信号処理部14と、当該無線制御局1における空き通信チャンネルを検索し制御信号を通じて通知する通信チャンネル管理部15と、通信経路を決定する通信経路決定部17と、データ信号などの情報信号を高速ビットレートで送受信する情報信号送受信部13及び情報信号処理部16とを備えている。

【0031】

通信経路決定部17は、情報信号送受信部13による情報信号の送受を行う経路の決定と

50

は別途独立の処理により、制御信号送受信部 1 2 によって制御信号の送受を行う経路を決定するモジュールであり、本実施形態では、制御信号処理部 1 4 , 通信チャンネル管理部 1 5 及び情報信号処理部 1 6 と接続されている。制御信号処理部 1 4 及び情報信号処理部 1 6 は、この通信経路決定部 1 7 の決定に従って、情報信号及び制御信号の送受信を行う。このとき、制御信号は、情報信号の送受を行う経路とは関係なく、制御信号送受信部 1 2 を通じて、送受信される。なお、通信経路決定部 1 7 が決定した経路に応じて、制御信号送受信部 1 2 は、当該無線制御局 1 と無線局 2 2 との間で直接行うことが可能であるとともに、複数の無線局を中継するマルチホップ通信も行うことができる。また、本実施形態では、この通信経路決定部 1 7 を無線制御局 1 に設けたが、本発明はこれに限定されるものではなく、上記機能を有する通信経路決定部を、各無線局 2 1 , 2 2 , 3 1 ~ 3 3 に設け、無線局側で、制御信号の送受を行う経路と情報信号の送受を行う経路とを別途独立の処理により決定するようにしてもよい。

10

【 0 0 3 2 】

一方、無線局 2 1 , 2 2 , 3 1 ~ 3 3 は、図 2 (b) に示すように、パケットの送受信を行う通信部 4 1 と、パイロット信号などの制御信号を低ビットレートで送受信するための制御信号送受信部 4 2 及び制御信号処理部 4 4 と、データ信号などの情報信号を高速ビットレートで送受信する情報信号送受信部 4 3 及び情報信号処理部 4 6 とを備えている。なお、制御信号処理部 4 4 は、通信を開始する際に、無線制御局 1 に対して通信チャンネルの使用状態について問い合わせを行う制御信号を制御信号送受信部 4 2 を通じて送信する機能を有している。

20

【 0 0 3 3 】

(システムの動作)

以上の構成を有する本実施形態に係る無線通信システムの動作について説明する。図 3 は、無線通信システムの動作を示すフローチャート図である。

【 0 0 3 4 】

同図に示すように、まず、各無線局 2 1 , 2 2 , 3 1 ~ 3 3 は、無線制御局 1 を介してコアネットワークに接続するために、本実施形態では、通信を開始する際に、通信経路に関わらず、無線制御局 1 に対して通信チャンネルの使用状態について問い合わせを行う (S 1 0 1) 。具体的には、制御信号処理部 4 4 が、通信を開始する際に、無線制御局 1 に対して通信チャンネルの使用状態について問い合わせを行う制御信号を制御信号送受信部 4 2 を通じて送信する。

30

【 0 0 3 5 】

これに応じて、無線制御局 1 において未使用の通信チャンネルがあるか否かについて判断する (S 1 0 2) 。具体的には、制御信号送受信部 1 2 及び制御信号処理部 1 4 を通じて、通信チャンネル管理部 1 5 において制御信号を取得し、これに基づいて自局の通信チャンネルの使用状態を検出する。

【 0 0 3 6 】

通信チャンネル管理部 1 5 において、未使用チャンネルがあると判断した場合は (S 1 0 2 における " Y ") 、通信経路決定部 1 7 において経路の探索を行い (S 1 0 3) 、高ビットレートによる直接接続が可能であるとして、情報信号送受信部 1 3 及び情報信号処理部 1 6 において通信を開始する (S 1 0 4) 。一方、ステップ S 1 0 2 において、通信チャンネル管理部 1 5 が未使用の通信チャンネルがないと判断した場合は、その時点で通信不可能とであると (S 1 0 5) 、通信を終了する。

40

【 0 0 3 7 】

(作用・効果)

このような本実施形態によれば、無線制御局 1 の通信チャンネルの使用状態を予め問い合わせ、通信経路確保の可否に関わらず、その結果に応じて接続の可否を判断するため、各無線局は無駄な通信経路選択の動作を削減することができる。すなわち、本実施形態では、予め、無線制御局 1 の通信チャンネルの使用状態の確認を行うため、無線制御局 1 の通信チャンネルが塞がっているにもかかわらず、通信経路の探索や、通信の開始が実行されるのを

50

回避することができ、行き先のない不要なパケットが送信されるのを防止し、不要なパケットの送信に費やされる処理やリソースの無駄を削減することができる。

【0038】

[第2実施形態]

次いで、本発明の第2実施形態について説明する。図4は、本実施形態に係る無線通信システムの内部構成を示すブロック図である。本実施形態では、無線局側において受信されるパイロット信号の受信レベルに応じて、接続の可否、及び接続方式を選択することを特徴とする。

【0039】

図4(a)に示すように、無線制御局1は、上述した第1実施形態と同様に、パケットの送受信を行う通信部11と、パイロット信号などの制御信号を低ビットレートで送受信するための制御信号送受信部12及び制御信号処理部14と、当該無線制御局1における空き通信チャネルを検索し制御信号を通じて通知する通信チャネル管理部15と、通信経路を決定する通信経路決定部17と、データ信号などの情報信号を高速ビットレートで送受信する情報信号送受信部13及び情報信号処理部16とを備えている。

10

【0040】

なお、通信経路決定部17は、上述した第1実施形態と同様に、情報信号送受信部13による情報信号の送受を行う経路の決定とは別途独立の処理により、制御信号送受信部12によって制御信号の送受を行う経路を決定するモジュールであり、本実施形態では、制御信号処理部14、通信チャネル管理部15及び情報信号処理部16と接続されている。制御信号処理部14及び情報信号処理部16は、この通信経路決定部17の決定に従って、情報信号及び制御信号の送受信を行う。このとき、制御信号は、情報信号の送受を行う経路とは関係なく、制御信号送受信部12を通じて、送受信される。なお、通信経路決定部17が決定した経路に応じて、制御信号送受信部12は、当該無線制御局1と無線局22との間で直接行うことが可能であるとともに、複数の無線局を中継するマルチホップ通信も行うことができる。また、本実施形態では、この通信経路決定部17を、無線制御局1に設けたが、上述した第1実施形態と同様に、上記機能を有する通信経路決定部を、各無線局21, 22, 31~33に設け、無線局側で、制御信号の送受を行う経路と情報信号の送受を行う経路とを別途独立の処理により決定するようにしてもよい。

20

【0041】

一方、無線局21, 22, 31~33は、図4(b)に示すように、パケットの送受信を行う通信部41と、パイロット信号などの制御信号を低ビットレートで送受信するための制御信号送受信部42及び制御信号処理部44と、データ信号などの情報信号を高速ビットレートで送受信する情報信号送受信部43及び情報信号処理部46とを備えているとともに、中継制御部45と、受信レベル測定部47と、判定部48と、経路選択部49とを備えている。

30

【0042】

中継制御部45は、他の無線局に対して中継を要求したり、又は他の無線局からの中継の要求に応じたりすることにより、マルチホップ接続を実行するモジュールであり、具体的には中継制御信号の生成、及び送受信を行う。

40

【0043】

受信レベル測定部47は、自局におけるパイロット信号の受信レベルを測定し、その測定結果を判定部48に出力するモジュールである。判定部48は、受信レベルの高低判断するための閾値を保持するとともに、受信レベル測定部47による測定結果と閾値との比較から無線制御局1との直接通信が可能かどうかを判断するモジュールである。

【0044】

経路選択部49は、中継要求に応じて他の無線局から取得される中継制御信号が複数ある場合に、適切な通信経路を選択するモジュールである。この経路選択部49による通信経路の選択については、種々の方法が挙げられる。

【0045】

50

(1) SIR及びホップ数に基づく選択

第1の方法としては、SIR及びホップ数に基づいて、最適な経路を選択するものがある。この方法による場合、経路選択部49は、図5(a)に示すように、受信した信号を復号する復号部49aと、パイロット信号を受信した際の自局における干渉信号レベルを測定する干渉レベル測定部49dと、中継局(他の無線局や無線制御局1)の選択を行う選択部49cと、ホップ数などの情報を記憶するための記憶部49bと、自局の情報を中継制御信号に追記する中継信号生成部49eとを備えている。

【0046】

この場合において、中継制御信号は、図5(b)に示すように、自局ID、送信元局ID、自局での干渉レベル、無線制御局1までのホップ数等の情報が含まれ、中継制御信号が受信される毎に、中継に係る各局は、自局IDや自局での干渉レベル、ホップ数等を追記し、他の無線局へ転送する。各基地局では、自局における受信電力対干渉信号電力比(SIR)や、ホップ数に基づいて、次に接続すべき無線局を選択する。具体的には、ホップ数(無線制御局1から自局までのホップ数)を最小となるものを選定し、ホップ数と同じ場合は、それらの局のうち、SIRが最大となるものを選択する。

【0047】

詳述すると、図6に示すように、周辺の無線局から中継制御信号が受信されると(S501)、選択部49cでは、カウンタ*i*を初期化した後(S502)、中継制御信号に含まれた各局におけるホップ数(Nhop) = *i*となる信号の集合*S*を抽出し(S503)、記憶部49bに記憶する。ここで集合*S*が空(null)であるか否かが判断され(S504)、集合*S*が空(null)であれば、カウンタ*i*が、システムで規定された最大ホップ数に到達したか否かが判断される(S505)。カウンタ*i*が最大ホップ数に到達していなければ、カウンタ*i*に1を加算し(S506)、加算された*i*について上記ステップS503以降の処理が再実行される。

【0048】

そして、ステップS504で、ホップ数 = *i*となる集合*S*が空でなければ、集合*S*の全ての要素に対して相対送信電力を算出し(S507)、算出された送信電力のうちSIRが最小となる無線局が選択される(S508)。さらに、選択された無線局のホップ数*i*に、1を加算した値をホップ数(Nhop)に代入し、処理を終了する(S509)。

【0049】

これにより、ホップ数が最小であり且つSIRが最大となる無線局を次の中継局として選択することができ、この選択した中継局に対して、自局の情報を追記した中継制御信号を送信することができる。

【0050】

(2) 相対的な送信電力量に基づく選択

経路選択部49による他の経路選択処理としては、パイロット信号の受信SIRと、送信元における干渉レベルと空算出される相対的な送信電力が最小となる局を選択する方法が挙げられる。

【0051】

この場合は、受信された中継制御信号のそれぞれから各基地局における送信電力を求め、送信電力の小さいものから順にソートし、ソート順にホップ数が所定値以内であるかのチェックを行い、所定値以内であれば、その局を次の接続局として選定する。ここでの、送信電力量の算出法としては、例えば、受信側の無線局の干渉レベルと、中継制御信号の受信SIR値とを用いて、干渉レベルと受信SIR値の差から求める。

【0052】

詳述すると、図7に示すように、他の無線局から中継制御信号が複数受信されると(S601)、全ての中継制御信号について相対送信電力を算出し(S602)、この算出された相対送信電力について昇順となるようにソートを行う(S603)。

【0053】

そして、カウンタ*i*を初期化した後(S604)、*i*番目の中継制御信号が空(null)で

10

20

30

40

50

あるかを判断し (S 6 0 5)、i 番目の中継制御信号が存在していれば、その中継制御信号のホップ数が所定値以下であるかを判断する (S 6 0 6)。中継制御信号のホップ数が所定値より大きい場合は、カウンタ i に 1 加算し (S 6 0 7)、加算後の i について上記ステップ S 6 0 5 以降の処理を再実行する。ステップ S 6 0 5 で、i 番目の中継制御信号が存在していない場合、Nhopの値を 1 減算し、処理を終了する (S 6 1 0)。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 6 0 6 で i 番目の中継制御信号のホップ数が所定値以下であれば、当該中継制御信号を送信した無線局は、ホップ数が所定値以下という条件下で、相対的送信電力量が最小となる局であるとして、これを選択する (S 6 0 8)。そして、当該選択された局のホップ数 (Nhop) に 1 を加算した値をホップ数 (Nhop) に代入して、処理を終了する (S 6 0 9)。

10

【 0 0 5 5 】

これにより、ホップ数が所定値以下であるという条件の下、相対的な送信電力量が最小となる局を次の接続局として選択することができる。

【 0 0 5 6 】

(3) 所要送信電力値の総和に基づく選択

さらに、経路選択部 4 9 による他の経路選択処理としては、伝送経路上の各局の所要送信電力値の総和が最小となる伝送経路を選択する方法が挙げられる。

【 0 0 5 7 】

この場合、経路選択部 4 9 は、図 8 (a) に示すように、干渉レベル測定部 4 9 d と、復号部 4 9 a と、送信電力総和算出部 4 9 f と、選択部 4 9 c とから構成し、この選択部 4 9 c は、記憶部 4 9 b と、選択部 4 9 c とにより構成する。また、中継制御信号には、図 8 (b) に示すように、送信元の無線局 ID、所要送信電力値が含まれ、中継制御信号が中継される毎に中継に係る無線局が、自局の情報を追記し、伝送経路上の全ての無線局の情報を含める。

20

【 0 0 5 8 】

そして、このような経路選択部 4 9 では、図 9 に示すように、中継制御信号が受信されると (S 7 0 1)、干渉レベル測定部 4 9 d で、当該中継制御信号を受信した際の受信 S I R を測定するとともに、中継制御信号に含まれた情報を復号し、各無線局における送信電力値を求める (S 7 0 2)。

30

【 0 0 5 9 】

送信電力総和算出部 4 9 f は、測定された受信 S I R、所望受信 S I R、直前の無線局における設定送信電力値を用いて、直前の無線局における所望 S I R を満たす所要送信電力値を算出する。さらに、送信電力総和算出部 4 9 f は、中継制御信号に含まれている全ての所要送信電力値と、当該中継制御信号について算出された所要送信電力値とを加算することにより、伝送経路上の各局についての所要送信電力値の総和を算出する (S 7 0 3)。

【 0 0 6 0 】

その後、選択部 4 9 c は、算出された所要送信電力値の総和と、記憶部に記憶されている所要送信電力値の総和とを比較し (S 7 0 4)、小さい場合は、ステップ S 7 0 5 に進み、そうでない場合にはステップに進む。

40

【 0 0 6 1 】

ステップ S 7 0 5 では、中継制御信号の伝送経路が所要送信電力値の総和が最小の伝送経路であるとして、当該中継制御信号に含まれていた全ての識別情報及び所要送信電力値と、中継制御信号を送信してきた直前の無線局について算出された所要送信電力値とをもって、記憶部に記憶されている識別情報及び所要送信電力値を更新する。

【 0 0 6 2 】

そして、既に他の中継制御信号が受信されているかについて判断することにより (S 7 0 6) 全ての中継制御信号について上記処理を行った後、一定期間経過した後 (S 7 0 7 及び S 7 0 8)、記憶部 4 9 b に記憶されている識別情報に基づいて、次の接続先を選択す

50

る。すなわち、複数の伝送経路の候補のうち、所要送信電力値の総和が最小となる無線局の識別子が記憶部に記憶されていることとなり、これに基づいて中継制御信号を生成し（S707）、次の無線局に送信する（S710）。

【0063】

（システムの動作）

以上の構成を有する本実施形態に係る無線通信システムの動作について説明する。図10は、無線通信システムの動作を示すフローチャート図である。

【0064】

先ず、各無線局21, 22, 31~33は、通信を開始する際に、通信経路に関わらず、無線制御局1に対して通信チャネルの使用状態について問い合わせを行う（S201）。具体的には、制御信号処理部44が、通信を開始する際に、無線制御局1に対して通信チャネルの使用状態について問い合わせを行う制御信号を制御信号送受信部42を通じて送信する。

10

【0065】

これに応じて、無線制御局1において未使用の通信チャネルがあるか否かについて判断する（S202）。具体的には、制御信号送受信部12及び制御信号処理部14を通じて、通信チャネル管理部15において制御信号を取得し、これに基づいて自局の通信チャネルの使用状態を検出する。このステップS202において、通信チャネル管理部15が未使用の通信チャネルがないと判断した場合（S202における“N”）は、その時点で通信不可能とであるととし（S208）、通信を終了する。

20

【0066】

一方、ステップS202において、通信チャネル管理部15が、未使用チャネルがあると判断した場合は（S202における“Y”）、受信レベル測定部47が無線局におけるパイロット信号の受信レベルを測定し（S203）、判定部48が、その測定結果と閾値との比較から無線制御局1との直接通信が可能かどうかを判断する（S204）。

【0067】

S204において閾値を超えると判断した場合（S204における“Y”）には、無線制御局1との直接通信（シングルホップ接続）により通信を開始する（S209）。具体的には、通信経路決定部17において経路の探索を行い、情報信号送受信部13及び情報信号処理部16において通信を開始する。

30

【0068】

一方ステップS204で、判定部48が、閾値を超えないと判断した場合（S204における“N”）には、中継制御部45により、周辺の無線局に対して中継制御信号を送信し、中継の可否について問い合わせを行う（S205）。中継が可能であると判断した場合には（S206における“Y”）、当該中継制御信号を返信した無線局を介して無線制御局1との通信を行う（マルチホップ接続）。一方、ステップS206において中継が不可能であると判断した場合には、接続不能であるとして通信を終了する（S208）。

【0069】

この通信手順について、図1に示す無線局21, 31及び32を例に説明する。図11は、本実施形態における無線局及び無線制御局1間の信号の送受信を示すシーケンス図である。

40

【0070】

先ず、同図に示すように、常時、各無線局21, 31及び32は、無線制御局1からパイロット信号を一定時間間隔で受信している（S301）。そして、通信開始時に無線局32は、低ビットレートの制御信号により、無線制御局1に対して、通信可能かどうかの問い合わせである通信要求信号を送信する（S302）。これに応じて、無線制御局1では、通信チャネルに空きがあるかどうかに基づいて、通信可否を判定し、その結果を無線局32に対して通知する（S303）。

【0071】

次に、無線制御局1の通信チャネルに空きがあり、通信可能と判断された場合、無線局3

50

2 は、無線制御局 1 から一定時間間隔で送信されているパイロット信号のうち、最近受信した信号の受信レベルに基づいて、無線制御局との直接通信の可否を判定する（S 3 0 4）。この判定は、通信開始時ではなく、パイロット信号を受信する毎に行われてもよく、そうすることで、処理に係る電力を消費する代わりに、より高速な経路探索が可能とすることができる。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 3 0 4 において、直接通信可能と判定された場合は、無線局 3 2 と無線制御局 1 は制御信号のやり取りによって、通信を確立する。一方、直接通信が不可能であると判定された場合は、無線局 3 2 は、周辺無線中継局（無線局 2 1 及び 3 1）に対して、マルチホップ通信の中継を要求する中継制御信号を送信する（S 3 0 5）。 10

【 0 0 7 3 】

無線局 3 2 との通信が可能な場合（ここでは、無線局 2 1）、無線制御局 1 からのパイロット信号の受信レベルから、無線制御局 1 との直接通信が可能かどうかを判断する（S 3 0 6）。無線制御局 1 と通信可能と判断された無線局 2 1 は、通信可能な中継制御信号を無線局 3 2 に送信する（S 3 0 8）。なお、無線制御局 1 との直接接続が無線局 2 1 においても不可能であるときは、無線局 2 1 は、さらに、周辺無線局に対して、中継制御信号を送信する。この中継制御信号を多段中継し、無線制御局 1 への直接接続が可能な無線中継局まで到達したら、今度は逆に、無線局 3 2 に対して、通信可能の中継制御信号を多段中継することで、無線制御局 1 までの経路を決定する。ここでは、無線局 2 1 が、無線局 3 2 に通信可能の制御信号を送信することで、通信経路が決定する。 20

【 0 0 7 4 】

（変更例）

なお、上記の実施形態を適用する際、無線局間でやり取りする制御信号に自局のパイロット信号受信レベルを付加するようにしてもよい。この場合には、中継局となる条件として、受信 S I R やホップ数などに加え、制御信号に付加された他局におけるパイロット信号受信レベルをも中継選択基準とする。そして、中継局を選択する際に、自局よりも受信レベルの高い無線中継局を選択することによって、無線局から無線制御局へ接続するにあたり、余分な中継経路を通ることを防止することができる。

【 0 0 7 5 】

〔第 3 実施形態〕 30

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。図 1 2 は、本実施形態における無線通信の手順を示すシーケンス図である。本実施形態では、無線制御局 1 との直接通信が可能である場合に、無線局から無線制御局 1 に対して、通信経路確定要求を送信し、これに応じて無線制御局 1 から通信経路確定信号を無線局に送信することで、各々局が通信経路を認識して通信を開始することを特徴とする。

【 0 0 7 6 】

先ず、図 1 2 に示すように、常時、各無線局 2 1, 3 1 及び 3 2 は、無線制御局 1 からパイロット信号を一定時間間隔で受信している（S 4 0 1）。そして、通信開始時に無線局 3 2 は、低ビットレート of 制御信号により、無線制御局 1 に対して、通信可能かどうかの問い合わせである通信要求信号を送信する（S 4 0 2）。これに応じて、無線制御局 1 では、通信チャンネルに空きがあるかどうかに基づいて、通信可否を判定し、その結果を無線局 3 2 に対して通知する（S 4 0 3）。 40

【 0 0 7 7 】

次に、無線制御局 1 の通信チャンネルに空きがあり、通信可能と判断された場合、無線局 3 2 は、無線制御局 1 から一定時間間隔で送信されているパイロット信号のうち、最近受信した信号の受信レベルに基づいて、無線制御局との直接通信の可否を判定する（S 4 0 4）。この判定は、通信開始時ではなく、パイロット信号を受信する毎に行われてもよく、そうすることで、処理に係る電力を消費する代わりに、より高速な経路探索が可能となる。

【 0 0 7 8 】 50

ステップ S 4 0 4 において、直接通信可能と判定された場合は、無線局 3 2 と無線制御局 1 は制御信号のやり取りによって、通信を確立する。一方、直接通信が不可能であると判定された場合は、無線局 3 2 は、周辺無線中継局（無線局 2 1 及び 3 1）に対して、マルチホップ通信の中継を要求する中継制御信号を送信する（S 4 0 5）。

【 0 0 7 9 】

無線局 3 2 との通信が可能な場合（ここでは、無線局 2 1）、無線制御局 1 からのパイロット信号の受信レベルから、無線制御局 1 との直接通信が可能かどうかを判断する（S 4 0 7）。このステップ S 4 0 7 に次いで、無線局 2 1 は、無線制御局 1 に対して、通信経路確定要求を送信する（S 4 0 8）。その信号を受信した無線制御局 1 は、通信経路確定信号を無線局 2 1 及び無線局 3 2 に送信することで、各々局が通信経路を認識し、通信を開始する（S 4 0 9）。

10

【 0 0 8 0 】

本実施形態では、上記マルチホップ接続において、複数の無線中継局の候補が存在する場合、無線制御局 1 までのホップ数を最小とする経路を選択する。この方法について、図 1 3 を用いて説明する。この図においては、無線局 3 1 が通信を開始する場合を例示している。なお、図 1 3 において四角囲みで表された数値は、無線制御局からのパイロット信号の受信レベルを表し、数値の小さい端末ほど高い受信レベルを得られていることとなる。

【 0 0 8 1 】

先ず、無線局 3 1 は、無線制御局 1 との高ビットレートによる直接接続が不可能であるため、中継要求の中継制御信号を周辺無線局（無線局 3 2 , 3 3）に送信する。

20

【 0 0 8 2 】

これに応じて、無線局 3 1 との通信が可能であると判定する無線局は、マルチホップ接続のための中継処理を開始する。ここでは、中継制御信号を受信し、無線局 3 1 と通信が可能であると判定する無線局は 3 2 及び 3 3 であり、これらの局もまた、無線制御局 1 との直接接続が不可能であるものとする。

【 0 0 8 3 】

無線局は 3 2 及び 3 3 は、さらに、中継制御信号を周辺無線局に送信する。この場合には、3 2 と 3 3 は互い互いの中継制御信号を受信し合うこととなるが、中継制御信号に記載された各無線局におけるパイロット信号の受信レベル大小関係によって、3 3 から 3 2 へと送信された中継リクエストは、無線局 3 2 において無視される。3 2 から 3 1 への中継制御信号、及び 3 3 から 3 1 への中継制御信号も同様に無視される。

30

【 0 0 8 4 】

このように、パイロット信号受信レベルの高い無線局へと中継制御信号を中継することで、リクエスト信号は、無線制御局 1 との直接通信が可能である無線局 2 2 及び 2 1 に到達する。そして、無線局 2 2 及び 2 1 は、リクエスト回答信号を無線局 3 1 に送信する。

【 0 0 8 5 】

本実施形態において、最終的にリクエスト回答信号は、無線局 3 1 に到着し、それによって、通信経路の候補として、

- (1) 3 1 3 3 3 4 2 2 無線制御局
- (2) 3 1 3 3 3 4 2 1 無線制御局
- (3) 3 1 3 2 3 3 3 4 2 2 無線制御局
- (4) 3 1 3 2 3 4 2 2 無線制御局
- (5) 3 1 3 2 3 4 2 1 無線制御局
- (6) 3 1 3 2 2 1 無線制御局

40

が挙げられ、無線局 3 1 は、ホップ数が最小となる経路(6)を通信経路として選択する。

【 0 0 8 6 】

ホップ数を最小とする本実施形態においては、無線中継局 3 2 から無線制御局までの経路が 4 通り無線局 A に通知されていることになるが、このうち無線制御局までの経路は(6)が最小ホップとなっており、この経路のみを無線局 3 1 に通知することで、無線局 3 1 において、通知される通信経路の候補が 3 つに絞り込まれ、無線局 3 1 が選択経路に要する

50

負荷が軽減される。

【0087】

また、別の制御形態として、通信可能の制御信号を中継制御信号と逆の経路で無線局に中継していくのではなく、無線制御局が制御信号の一つとして、経路確保の信号を中継経路上にある全ての局に対して報知する方法がある。この方法においては、無線局31からの中継局情報の記載された中継制御信号は無線制御局に対しても送信され、無線制御局において、ホップ数が最小となる経路である経路(6)が選択される。

【0088】

以上は、無線局が通信開始のリクエストをすることで、中継経路を決定する実施形態を挙げたが、携帯電話の着信やプッシュ型のメールサービスなど、無線制御局から無線局へ向けたリクエストによる通信が必要な状況も起こりうる。このような無線制御局からの通信開始リクエストに対しても、無線制御局は通信開始を要求する信号によって経路探索開始のリクエストを無線局に報知し、そのリクエストを受信した無線局が主体となって経路を探索する方法によって、対応可能である。

10

【0089】

【発明の効果】

以上述べたように、この発明マルチホップ通信システム、無線制御局、無線局及びマルチホップ通信方法によれば、マルチホップセルラネットワーク等の通信システムにおいて、少量の制御情報により所定の通信速度を維持しつつ、端末間或いは端末と基地局間の適切な経路を確保することができる。

20

【0090】

また、本発明によれば、通信開始前に、無線制御局に対して、通信チャンネルの空きの有無を問い合わせることによって、高トラヒック時のエリアカバレッジを確保することができる。また、無線制御局との直接通信の可否をパイロット信号運受信レベルを利用してより無線制御局に近い無線中継局を選択することで、ルーティングの際の遠回りを抑止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係るマルチホップ通信システムの概要を示す全体構成図である。

【図2】第1実施形態に係る無線制御局及び無線局の構成を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態に係るマルチホップ通信方法の手順を示すフローチャート図である

30

【図4】第2実施形態に係る無線制御局及び無線局の構成を示すブロック図である。

【図5】第2実施形態に係る無線局の経路選択部の説明図である。

【図6】第2実施形態に係る無線局の経路選択部の動作を示すフローチャート図である。

【図7】第2実施形態に係る無線局の経路選択部の他の動作を示すフローチャート図である。

【図8】第2実施形態に係る無線局の経路選択部の他の例を示す説明図である。

【図9】第2実施形態に係る無線局の経路選択部の動作を示すフローチャート図である。

【図10】第2実施形態に係るマルチホップ通信方法の手順を示すフローチャート図である。

40

【図11】第2実施形態に係るマルチホップ通信方法の手順を示すシーケンス図である。

【図12】第3実施形態に係るマルチホップ通信方法の手順を示すシーケンス図である。

【図13】第3実施形態に係るマルチホップ通信方法により接続された中継経路を示す模式図である。

【符号の説明】

1 ... 無線制御局

1 1 ... 通信部

1 2 ... 制御信号送受信部

1 3 ... 情報信号送受信部

1 4 ... 制御信号処理部

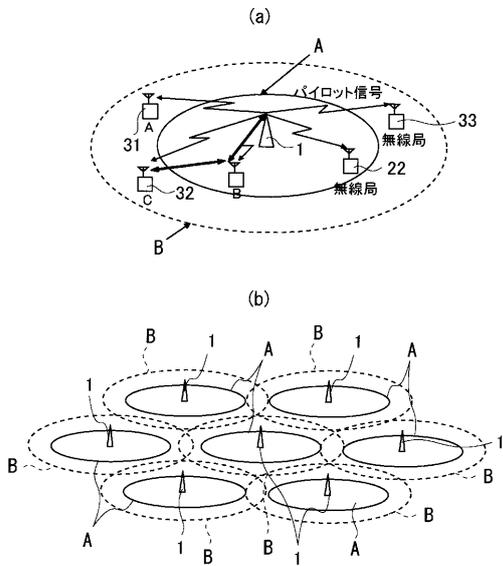
50

- 1 5 ... 通信チャネル管理部
- 1 6 ... 情報信号処理部
- 1 7 ... 通信経路決定部
- 2 1, 2 2, 3 1 ~ 3 3 ... 無線局
- 3 1 ~ 3 3 ... 無線局
- 4 1 ... 通信部
- 4 2 ... 制御信号送受信部
- 4 3 ... 情報信号送受信部
- 4 4 ... 制御信号処理部
- 4 5 ... 中継制御部
- 4 6 ... 情報信号処理部
- 4 7 ... 受信レベル測定部
- 4 8 ... 判定部
- 4 9 ... 経路選択部
- 4 9 a ... 復号部
- 4 9 f ... 所要送信電力総和算出部
- 4 9 c ... 選択部
- 4 9 b ... 記憶部
- 4 9 f ... 送信電力総和算出部
- 4 9 d ... 干渉レベル測定部
- 4 9 e ... 中継信号生成部

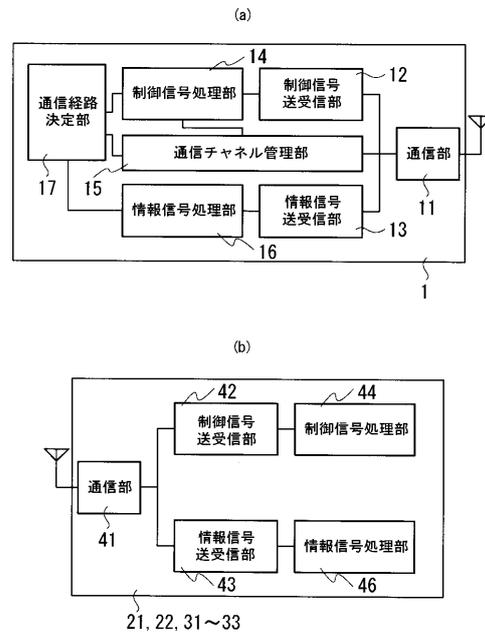
10

20

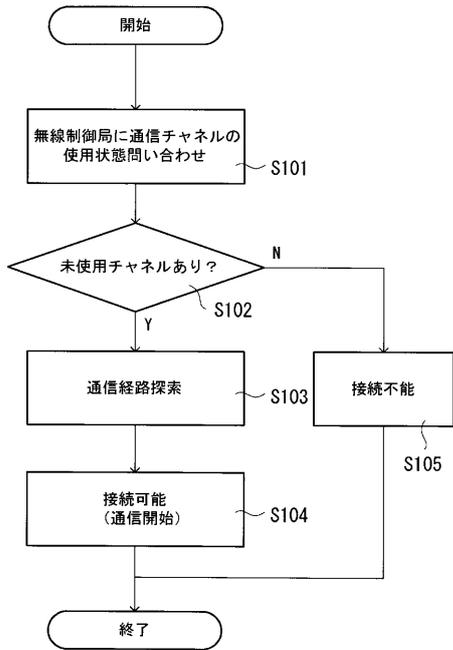
【図 1】



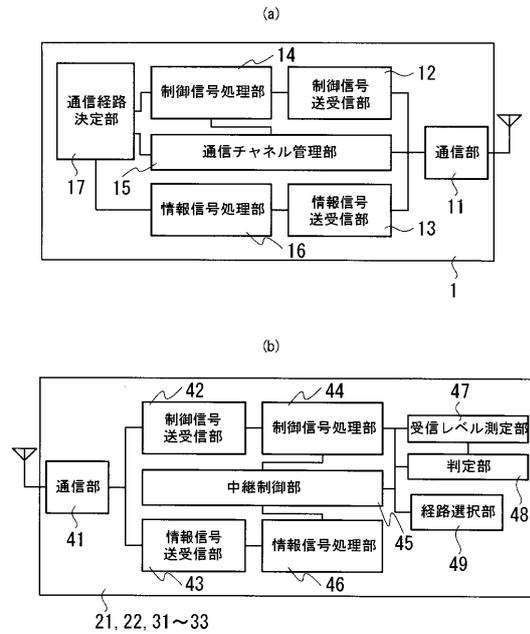
【図 2】



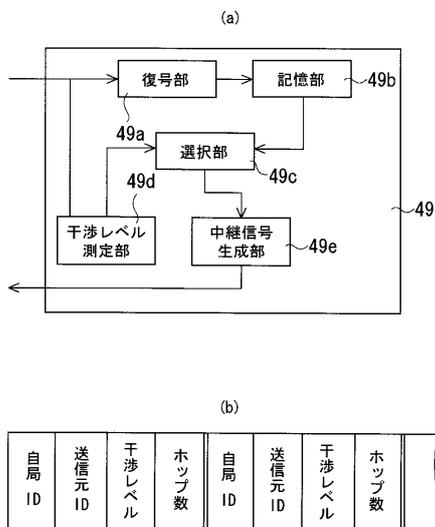
【 図 3 】



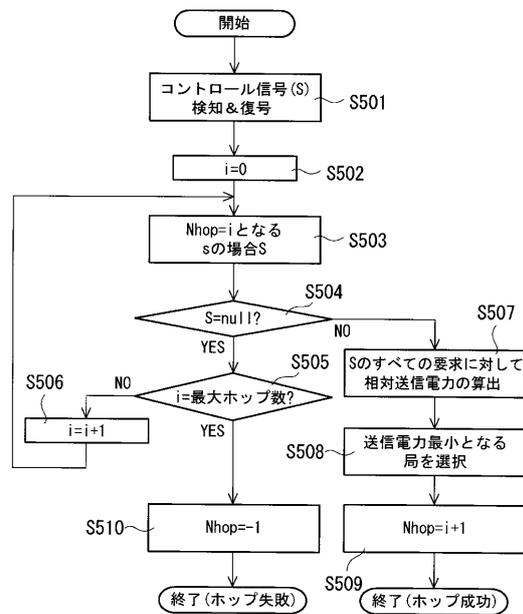
【 図 4 】



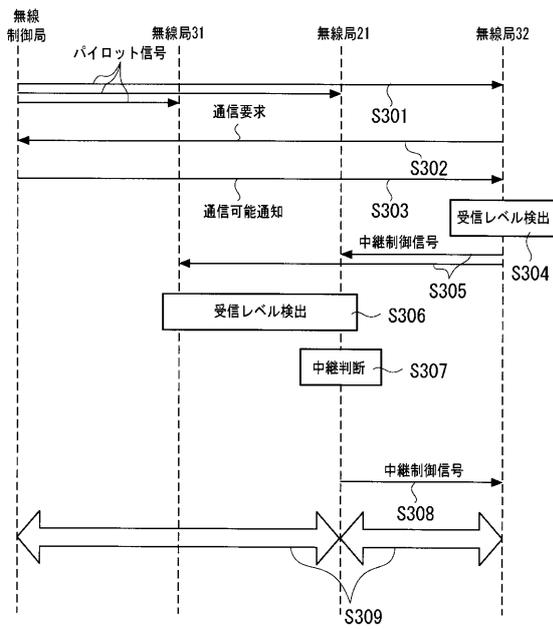
【 図 5 】



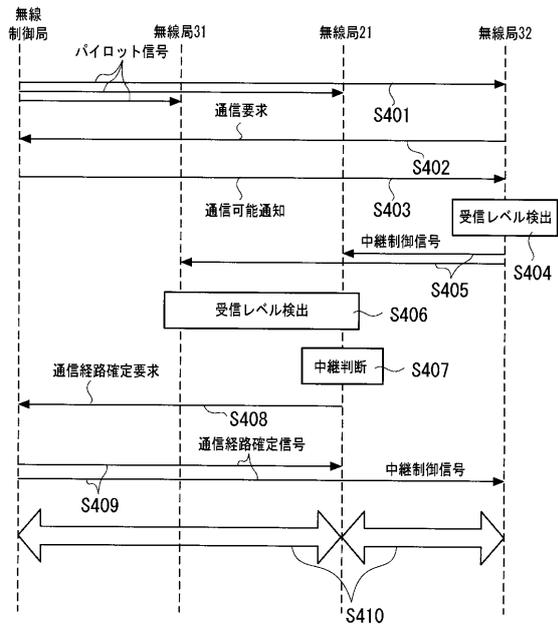
【 図 6 】



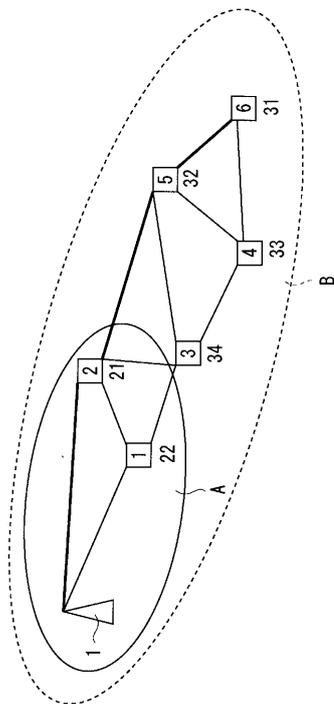
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤原 淳
東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
- (72)発明者 吉野 仁
東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
- (72)発明者 大津 徹
東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

審査官 望月 章俊

- (56)参考文献 特開平08-298687(JP,A)
特開2001-237764(JP,A)
特開2001-292093(JP,A)
特開2002-026923(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B7/24-H04B7/26

H04Q7/00-H04Q7/38