

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年12月15日(15.12.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/155064 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/059948
- (22) 国際出願日: 2010年6月11日(11.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 山田 勉(YAMADA Tsutomu) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 松本 典剛(MATSUMOTO Noritaka) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 下山和也(SHIMOYAMA Kazuya) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 佐藤 義人(SATO Yoshihito) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立

製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 高田 芽衣(TAKADA Mei) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 宮崎 祐行(MIYAZAKI Masayuki) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP).

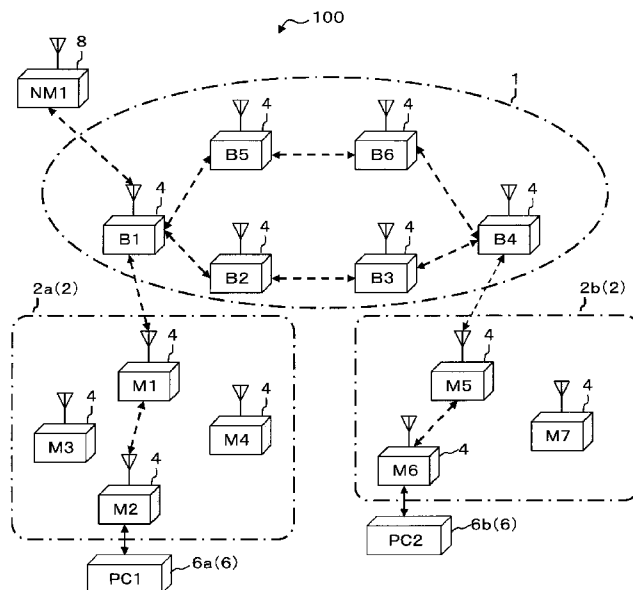
- (74) 代理人: 磯野 道造(ISONO Michizo); 〒1020093 東京都千代田区平河町2丁目7番4号 砂防会館別館内 磯野国際特許商標事務所気付 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: RELAY COMMUNICATION DEVICE AND MULTI-STAGE RELAY COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 中継通信装置および多段中継通信システム

[図1]



(57) Abstract: The disclosed multi-stage relay communication system (100) is configured from a trunk network (1) and branch networks (2) (2a, 2b), each of which is configured from at least one communication device (4). The communication devices (4) can switch between a trunk mode that operates at the trunk network (1) and a branch mode that operates at the branch networks (2). At the trunk network (1), in order to satisfy a data arrival factor and real-time characteristics, the communication device (4) causes the communication pathway to be static and the data to be redundant on the basis of a pathway table. Also, in the branch networks (2), in order for at least the data arrival factor to be secured even if real-time characteristics are lost within a permissible range, during times of communication failure, the communication devices (4) autonomously search for a communication pathway and build a pathway table.

(57) 要約: 多段中継通信システム100は、基幹ネットワーク1と、支線ネットワーク2(2a、2b)とによって構成され、それぞれ1以上の通信装置4によって構成される。通信装置4は、基幹ネットワーク1で動作する基幹モードと、支線ネットワーク2で動作する支線モードとを

切り換えることができる。基幹ネットワーク1では、リアルタイム性およびデータ到達率を満足するために、通信装置4は、経路テーブルに基づいて、通信経路の固定化およびデータの冗長化を行う。また、支線ネットワーク2では、許容できる範囲内でリアルタイム性が損なわれたとしても、少なくとも、データ到達率を確保するために、通信障害時に、通信装置4は、自律的に通信経路を探索し、経路テーブルを構築する。



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 中継通信装置および多段中継通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、データを発信する端末とそのデータを受信する端末との間で多段に接続され、当該データを中継する中継通信装置および多段中継通信システムに関する。

背景技術

[0002] マルチホップ通信方式は、データを発信する端末とそのデータを受信する端末との間に中継通信装置（以降、単に通信装置とも称す。）を多段に接続して、通信装置を経由してデータを伝達する。通信装置は、無線通信インタフェースまたは有線通信インタフェースを備え、無線または有線にてデータを転送する。そして、マルチホップ通信方式は、生産制御システム等の産業分野において、無線を用いることによって通信配線コストを低減させる技術として有望視されている。

[0003] 特許文献 1 に記載のマルチホップ通信方式では、データの宛先となる端末に至る通信経路を、電波干渉の少ないものから複数選択することが開示されている。通信経路を構成する通信装置は、他の通信装置との間で、ネットワークトポロジに関する情報や受信電波強度情報を相互に送受信し、電波干渉の少ない通信経路を複数決定する。その作用効果は、通信スループットを高くすること、および回線品質の劣化を低減することである。

[0004] 特許文献 2 に記載のマルチホップ通信方式では、データの宛先となる端末に至る通信経路を、主および副の通信経路によって構築し、主の通信経路に通信障害が生じたとき、副の通信経路に切り換えることが開示されている。そして、主の通信経路の通信障害発生後には、宛先へ伝達するデータは、副の通信経路を用いて、再送される。その作用効果は、データの欠落を防ぐこと、すなわち、データ到達率を向上することである。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005-236632号公報

特許文献2：特開2005-354626号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 生産制御システム等の産業分野において用いられる通信システムでは、リアルタイム性（設計した所定の時間内にデータが届くこと）およびデータ到達率が重要な要因である。当該通信システムは、製造装置の稼働状況や材料の残存量状況等の情報を収集し、その収集した情報を即時に制御にフィードバックするために用いられる。また、その通信システムは、構築してから、10年以上の長期に亘って使い続けられる場合も少なくない。そのため、通信システムを取り巻く通信環境が変化して、リアルタイム性およびデータ到達率が低下するという問題がある。

[0007] 無線通信インタフェースを備えた通信装置を用いた無線通信システムを導入する場合、当該通信装置は、導入当初には最適な配置となるように設置される。しかし、年月を経過するにつれて、壁、構造物、什器等が増改築されたりして、無線の通信環境が変化する。また、新たな通信装置が追加されたり、性能の異なる通信装置に置き換えられたりすることが少なくない。その結果、電波の遮断および他の通信装置からの電波干渉によって、無線通信が途絶する。そして、リアルタイム性およびデータ到達率が低下するといった問題が起きる。

[0008] このような問題を解決しようとした場合、特許文献1に開示の方法では、電波干渉の少ない通信経路を選択しているため、通信システム全体としてリアルタイム性を確保できないという問題がある。また、特許文献2に開示の方法では、主の通信経路の障害を検知してから副の通信経路を用いてデータの再送を行うため、リアルタイム性を確保できないという問題がある。

[0009] そこで、本発明では、リアルタイム性およびデータ到達率を高く維持する中継通信装置および多段中継通信システムを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 前記課題を解決するために、多段中継通信システムは、基幹ネットワークと、支線ネットワークとによって構成され、それぞれ1以上の通信装置によって構成される。通信装置は、基幹ネットワークで動作する基幹モードと、支線ネットワークで動作する支線モードとを切り換えることができる。基幹ネットワークでは、リアルタイム性およびデータ到達率を満足するために、通信装置は、経路テーブル（通信路に関する情報）に基づいて、通信経路の固定化およびデータの冗長化を行う。また、支線ネットワークでは、許容できる範囲内でリアルタイム性が損なわれたとしても、少なくとも、データ到達率を確保するために、通信障害時に、通信装置は、自律的に接続可能な通信経路を探索し、通信経路を構築する。

発明の効果

- [0011] 本発明によれば、リアルタイム性およびデータ到達率を高く維持する中継通信装置および多段中継通信システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]第1実施形態における通信システムの構成例を示す図である。
[図2]通信障害のある経路が発生したときの通信システムの再構築の例を示す図である。
[図3]通信装置の構成例を示す図である。
[図4]通信フレームの形式例を示す図である。
[図5]通信フレームのアドレスフィールドの遷移例を示す図であり、（a）発側の支線ネットワークの通信フレームのアドレスフィールド、（b）、（c）基幹ネットワークの通信フレームのアドレスフィールド、（d）着側の支線ネットワークの通信フレームのアドレスフィールド、をそれぞれ表す。
[図6]基幹ネットワークに配置された通信装置の経路テーブルの一例を示す図である。
[図7]通信装置の動作フローを示す図である。
[図8]冗長化処理部の動作フローの例を示す図である。

[図9] 設定変更部へ通知する指示情報の一例を示す図である。

[図10] 通信経路の初期化時および再構築時における経路構築部の動作フローを示す図である。

[図11] 第2実施形態における通信システムの構成例を示す図である。

[図12] 第2実施形態における基幹ネットワークに配置された通信装置の経路テーブルの一例を示す図である。

[図13] 第3実施形態における支線ネットワークに配置された通信装置の経路テーブルの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 次に、発明を実施するための形態（以降、「実施形態」と称す。）について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。

[0014] （第1実施形態）

<通信システムの構成>

図1に示すように、第1実施形態における多段中継通信システム100（以降、単に通信システムとも称す。）は、基幹ネットワーク1と、支線ネットワーク2（2a, 2b）とによって構成される。また、基幹ネットワーク1および支線ネットワーク2は、それぞれ1以上の通信装置4によって構成される。通信端末6a（PC1）および通信端末6b（PC2）は、それぞれデータの発信元および送信先であって、それぞれ各支線ネットワーク2a, 2bに接続される。通信装置4は、自身がデータを送受信する通信相手のアドレスを格納した経路テーブル（通信路情報）に基づいて、データの中継する。また、管理端末8（NM1）は、基幹ネットワーク1に配置されている1以上の通信装置4と通信可能に接続される。管理端末8は、通信システム100における経路情報を収集して維持管理し、経路テーブルに設定する経路情報を通信装置4ごとに生成して、該当する通信装置4に送信する。

[0015] 基幹ネットワーク1では、リアルタイム性およびデータ到達率を満足するために、通信システム100の設計時点において、通信経路の固定化およびデータの冗長化を可能なように、通信装置4の配置が決定される。

[0016] また、支線ネットワーク 2 は、基幹ネットワーク 1 を構築するエリアに比較して、通信環境の変化が大きいと想定されるエリア、または、基幹ネットワーク 1 を構築後に通信装置 4 を設置することに決まったエリアに設定される。例えば、通信環境の変化は、壁、構造物の増改築や什器の設置等によっても引き起こされる。したがって、支線ネットワーク 2 は、許容できる範囲内でリアルタイム性が損なわれたとしても、少なくとも、データ到達率は確保されるように設計される。また、支線ネットワーク 2 に配置されている通信装置 4 は、通信障害時に、自律的に接続可能な経路を探索し、通信経路を柔軟に構築する。なお、通信装置 4 は、後記するように、動作モードに基づいて作動し、基幹ネットワーク 1 では基幹モード、支線ネットワーク 2 では支線モードに設定されている。また、その動作モードは、管理端末 8 からの指示に基づいて変更される。

[0017] 図 1 において、各通信装置 4 には、識別記号（B 1 ～ B 6，M 1 ～ M 7）が付されている。そして、特定の通信装置 4 を示す場合、識別記号によって表すこととする。例えば、識別記号「B 1」を有する通信装置 4 は、通信装置 B 1 と記載する。また、通信端末 6 a は、識別記号「P C 1」を用いて、通信端末 P C 1 と表す。同様に、通信端末 6 b は、識別記号「P C 2」を用いて、通信端末 P C 2 と表す。また、通信装置 4 は、無線通信のためのインタフェースおよび有線通信のためのインタフェースを備えている。点線の矢印は、無線通信による接続関係を表し、実線の矢印は、有線通信による接続関係を表す。なお、通信装置 4 が備える無線通信および有線通信のためのインタフェースの数は、それぞれ 1 つに限られない。

[0018] 有線通信として用いられる方式は、例えば、IEEE（The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.）802.3 仕様ネットワークの Ethernet（登録商標）や、IEEE 1394、USB（Universal Serial Bus）（登録商標）、EIA（Electronic Industries Alliance）-232/422/485、CAN（Controller Area Network）等を採用することが可能である。

また、無線通信として用いられる方式は、IEEE 802.11仕様準拠の無線LAN (Local Area Network)、IEEE 802.15.4仕様準拠のセンサネットワーク、IEEE 802.16仕様準拠のWiMAX (World wide Interoperability for Microwave Access) (登録商標)、微弱無線、携帯電話パケット網仕様準拠の方式等を採用することが可能である。

なお、第1実施形態では、有線通信としてEthernetを用い、無線通信としてIEEE 802.11仕様準拠の無線LANを用いるケースで説明する。

[0019] 図1に示すように、通信装置B1は、支線ネットワーク2aから基幹ネットワーク1に乗り入れる端点である。同様に、通信装置B4は、支線ネットワーク2bから基幹ネットワーク1に乗り入れる端点である。そして、基幹ネットワーク1に配置された通信装置4は、相互にデータを送受信して、リアルタイム性およびデータ到達率を満足する通信を実現する。なお、通信装置4 (B1~B6) は、経路テーブルを参照して、データを送信すべき宛先を決定する。

[0020] 支線ネットワーク2aの通信装置M2は、通信端末PC1と有線で接続される。同様に、支線ネットワーク2bの通信装置M6は、通信端末PC2と有線で接続される。なお、各通信装置M2, M6に有線で接続される通信端末6の台数は、それぞれ1台ずつに限定されない。例えば、有線通信としてEthernetを採用する場合、ハブ装置を介して複数の通信端末6を各通信装置M2, M6に接続することが可能である。なお、通信装置4 (M1~M7) は、各支線ネットワーク2a, 2b内のそれぞれの通信経路については、プロアクティブ方式等を用いて自律的に経路探索を行って、経路テーブルを生成および更新する。

[0021] 管理端末8は、通信システム100の運用開始前に、少なくとも、基幹ネットワーク1内に設置された通信装置4の経路情報を記憶している。その経路情報は、ネットワーク構築者等によって予め設定される。また、管理端末8は、当該経路情報に基づいて生成された経路テーブルに設定する経路情報

を記憶している。また、管理端末 8 は、支線ネットワーク 2 については、支線ネットワーク 2 の端点となる通信装置 4 (M1, M5) と、その端点を経由して通信可能な通信端末 6 とを、記憶している。そして、管理端末 8 は、各通信装置 4 がデータを転送するときに参照する経路テーブルに設定する経路情報を、通信装置 4 ごとに生成し、該当する通信装置 4 に送信する。

また、通信システム 100 の運用時には、管理端末 8 は、基幹ネットワーク 1 に配置されている通信装置 4 から、経路テーブルに設定する経路情報の要求を受け付け、その通信装置 4 に該当する経路情報を送信する。また、管理端末 8 は、基幹ネットワーク 1 に配置されている通信装置 4 から通信障害の情報を受信した場合、当該情報に基づいて、再構築すべき通信経路を反映した経路テーブルに設定する経路情報を生成し、再構築に該当する通信装置 4 に送信する。

[0022] <通信システムの再構築>

次に、無線通信環境が変化して、通信システム 100 の再構築を行う場合について、図 2 を用いて説明する。例えば、図 1 に示す通信システム 100 の通信装置 B4 と通信装置 M5 との間に遮蔽物が出現して通信障害となった場合で説明する。ただし、通信装置 M5 と通信装置 B3 との間で通信が可能であるものとする。

まず、通信装置 B4 は、通信装置 M5 への送信に対応して、所定の時間内に通信装置 M5 から応答 (ACK) が届かないことによって、通信障害が発生したと判定する。そして、通信装置 B4 は、管理端末 8 に、通信装置 M5 との間で通信障害がある旨の通知を送信する。次に、管理端末 8 は、記憶している経路情報に基づいて、各通信装置 B3, B4 を、基幹ネットワーク 1 から支線ネットワーク 2c (2) へ組み替える制御を行う。具体的には、管理端末 8 は、再構築に関係する通信装置 4 に対して、経路テーブルの書き換え、および動作モードの変更を実行する。

[0023] その結果、新たに、図 2 に示す通信システム 100a (100) が再構築される。新たな基幹ネットワーク 1a は、元の基幹ネットワーク 1 (図 1 参

照) から縮退し、基幹ネットワーク 1 a の端点が各通信装置 B 1, B 6 になるよう経路テーブルが更新される。また、各通信装置 B 3, B 4 は、支線ネットワーク 2 c の一部として動作するよう動作モードが支線モードに変更され、経路テーブルが更新される。そして、各通信装置 B 3, B 4 は、支線ネットワーク 2 c の通信装置 4 として動作するようになる。

再構築後のデータの送信処理は、基幹ネットワーク 1 a の端点が通信装置 B 6 に、支線ネットワーク 2 c へ送信する際の端点が通信装置 B 3 に変更され、通信端末 P C 1 と通信端末 P C 2 との間の通信が継続される。

[0024] 以上説明したように、基幹ネットワーク 1 を縮退させ、支線ネットワーク 2 を拡大させることによって、通信システム 100 における通信路を柔軟に変更できるため、通信システム 100 を長期間にわたって継続的に利用することが可能となる。また、管理端末 8 から、動作モードや経路テーブルに設定する経路情報を送信することによって、遠隔で通信装置 4 の動作を変更できる。そのため、通信障害に対処するために直ちに現場に入って通信装置 4 の修理復旧作業を行う必要がなくなる。

なお、修理復旧作業によって通信障害が復旧した場合には、管理端末 8 に記憶している経路テーブルおよび動作モードを元に戻すことによって、図 1 に示す、元の通信システム 100 の構成に戻すことが可能である。

[0025] <通信装置の構成>

次に、通信装置 4 の構成例について、図 3 を用いて説明する。

通信装置 4 は、1 以上の無線通信部 20 と無線アンテナ 10、1 以上の有線通信部 25、フレーム解析部 30、冗長化処理部 31、経路制御部 32、設定変更部 33、装置モード情報 34、経路テーブル 35、および内部伝送路 40 を備える。なお、符号 11 は、有線伝送路である。また、無線通信部 20 ごとにアンテナ 10 を備えている理由は、異なる無線周波数を用いて同時に複数の通信を可能にするためである。

無線通信部 20、有線通信部 25、フレーム解析部 30、および経路制御部 32 は、それぞれ内部伝送路 40 を介して接続され、相互に情報を送受信

することができる。

なお、無線通信部 20、有線通信部 25、フレーム解析部 30、および経路制御部 32は、図示しないチップマイコン、または、図示しないCPU (Central Processing Unit) および主記憶装置において、プログラムを実行することによって、具現化される。また、装置モード情報 34 および経路テーブル 35 は、図示しない記憶部に記憶されている。

[0026] 無線通信部 20 は、増幅部 21、変復調部 22、およびメディアアクセス制御を行うMAC (Media Access Control) 部 23 を備える。増幅部 21 は、アンテナ 10 から受信した電波を増幅した電気信号にする。変復調部 22 は、増幅部 21 から受信した電気信号を復調してMAC部 23 に送信し、また、MAC部 23 から受信したデータを電気信号に変調する。MAC部 23 は、無線方式に応じて、送信すべきデータの形式を整え、送受信処理、再送処理、および誤り訂正処理を実行する。

[0027] 有線通信部 25 は、増幅部 26、変復調部 27、およびメディアアクセス制御を行うMAC部 28 を備える。増幅部 26 は、有線伝送路 11 から受信した信号を増幅した電気信号にする。変復調部 27 は、増幅部 21 から受信した電気信号を復調してMAC部 28 に送信し、また、MAC部 28 から受信したデータを電気信号に変調する。MAC部 28 は、有線伝送路 11 の通信方式に応じて、送信すべきデータの形式を整え、送受信処理、再送処理、および誤り訂正処理を実行する。

[0028] 内部伝送路 40 は、PCI (Peripheral Component Interconnect) バスやメモリバス等のパラレルバスのほか、PCI Express (登録商標) やLVDS (Low Voltage Differential Signaling) 等のシリアル通信、EthernetやUltra Wide Band等の有線通信あるいは無線通信を用いることが可能である。

[0029] フレーム解析部 30 は、装置モード情報 34 に基づいて、受信したデータを解析し、冗長化処理部 31、経路制御部 32、および設定変更部 33 へ解析した情報を送信する。

設定変更部 33 は、フレーム解析部 30 から受信した情報を解析し、装置モード情報 34 や経路テーブル 35 を変更する。また、設定変更部 33 は、経路構築部 36 を備える。

経路構築部 36 は、装置モード情報 34 の動作モードが基幹モードの場合には、管理端末 8 から経路テーブルに設定する経路情報を受信して、経路テーブル 35 を更新する。また、経路構築部 36 は、装置モード情報 34 の動作モードが支線モードの場合には、支線ネットワーク 2 内の接続可能な経路を自律的に探索し、経路テーブル 35 を更新する。

[0030] 冗長化処理部 31 は、経路テーブル 35 を参照して、受信したデータを 2 以上の通信経路で送信するために冗長化を行うとともに、2 以上の通信経路から受信した冗長化されたデータを単一化する。単一化は、受信した同じデータ的一方を残し、他方を廃棄することを意味する。また、冗長化処理部 31 は、冗長化時において、データの冗長化を識別するために、シーケンス番号（シーケンス情報）の付加処理を実行する。

[0031] 経路制御部 32 は、受信したデータを次の転送先となる通信装置 4 に送信するために、装置モード情報 34 および経路テーブル 35 を参照し、データの次の転送先のアドレスを変更して、無線通信部 20 または有線通信部 25 を介して、データを送信する。

装置モード情報 34 は、通信装置 4 の動作モード情報や自身のアドレス情報を格納している。動作モード情報の例として、基幹ネットワーク 1 において動作する基幹モード、または、支線ネットワーク 2 において動作する支線モードがある。基幹モードでは、端点となる通信装置 4 において、冗長化または単一化が実行される。また、支線モードでは、自律的に通信経路の再構築が実行される。アドレス情報の例として、無線通信部 20 および有線通信部 25 を識別する MAC アドレスが挙げられる。

経路テーブル 35 は、データの最終的な送信先に応じて、データの転送先を決定するための情報が記された情報である。経路テーブル 35 の具体例については、後記する。

[0032] <通信フレーム>

ここで、図1に示す通信システム100において、通信端末PC1から通信端末PC2へデータを送信する際に用いられる通信フレーム50の形式について、無線通信の際に使用するMACフレームの形式を例として、図4を用いて説明する。

[0033] 通信フレーム50は、IEEE802.11無線通信方式に準拠し、複数のフィールドを備えている。通信フレーム50は、MACヘッダ66、Meshヘッダ67、ペイロード64、およびFCS（フレームチェックシーケンス）65によって構成される。MACヘッダ66およびMeshヘッダ67は、それぞれ複数のフィールドによって構成される。これらのフィールドは、すべてのフィールドを常に含むのではなく、通信フレーム50の用途に依存して必要なフィールドを含む。また、特に断りのない限り、通信フレーム50は、図4の符号51のフィールド側から通信路に送信されるものとする。

[0034] MACヘッダ66は、フレーム制御51、デュレーション／ID52、ADR1（RA）53（アドレス1）、ADR2（TA）54（アドレス2）、ADR3（MDA）55（アドレス3）、シーケンス制御56、ADR4（MSA）57（アドレス4）、およびQoS制御58の各フィールドから構成される。

Meshヘッダ67は、メッシュフラグ59、メッシュ端点シーケンス番号60、TTL（Time To Live；生存時間）61、ADR5（DA）62（アドレス5）、およびADR6（SA）63（アドレス6）の各フィールドから構成される。

[0035] ADR1（RA）53は、受信者アドレス（Receiver Address；RA）であり、通信フレーム50を次に受信する通信装置4のアドレスを示す。

ADR2（TA）54は、送信者アドレス（Transmitter Address；TA）であり、通信フレーム50を送信する自身の通信装置4のアドレスを示す。

ADR3 (MDA) 55は、メッシュ端点宛先アドレス (Mesh Destination Address ; MDA) であり、基幹ネットワーク1の出口や支線ネットワーク2の出口となる通信装置4のアドレスを示す。

ADR4 (MSA) 57は、メッシュ端点送付元アドレス (Mesh Source Address ; MSA) であり、基幹ネットワーク1の入口や支線ネットワーク2の入口となる通信装置4のアドレスを示す。

ADR5 (DA) 62は、宛先アドレス (Destination Address ; DA) であり、通信フレーム50の最終的な宛先となる通信端末6のアドレスを示す。

ADR6 (SA) 63は、送付元アドレス (Source Address ; SA) であり、通信フレーム50を最初に発信した通信端末6のアドレスを示す。

[0036] <通信フレームのアドレスフィールドの遷移>

次に、通信端末PC1から通信端末PC2へ送信されるデータが、図1に示すように、PC1→M2→M1→B1→[B2およびB5]→[B3およびB6]→B4→M5→M6→PC2の経路で送信される際に、通信装置4を経由する度に更新される通信フレーム50のアドレスフィールドADR1～ADR6の遷移について、図5を用いて説明する。

[0037] 図5(a)は、発側の支線ネットワーク2aにおける通信フレーム50のアドレスフィールド、(b)、(c)は、基幹ネットワーク1における通信フレーム50のアドレスフィールド、(d)は、着側の支線ネットワーク2bにおける通信フレーム50のアドレスフィールドを表している。図5では、通信フレーム50を送信する側を送信装置70、通信フレーム50を受信する側を受信装置71と表示している。アドレスフィールドは、図4に示したADR1～ADR6である。なお、符号80～符号91は、行を表している。また、行80および行91は、Ethernetによる伝送を表している。すなわち、行80および行91に示されるADR5 (DA) 62およびADR6 (SA) 63は、EthernetのMACヘッダに含まれるDestination Address (DA) およびSource Address (SA) を意味する。また、

「N/A」は、「適用無し」(Not Applicable)を示しており、値を参照しないことを意味する。N/Pは、「存在しない」(Not Presented)を示しており、該当フィールドが存在しないことを意味する。

[0038] 図5(a)は、通信端末PC1から通信装置B1へ至る通信フレーム50のアドレス変化を示している。

行80は、通信端末PC1から通信端末PC2に向けて通信フレーム50が発信された時のアドレスを示す。なお、通信端末PC1は、事前に通信端末PC2のアドレスをARP(Address Resolution Protocol)により把握しているものとする。行80は、前記した通り、Ethernetによる形式でのアドレスを示している。したがって、ADR5(DA)62およびADR6(SA)63のフィールドのみが存在し、ADR5(DA)62には「PC2」、ADR6(SA)63には「PC1」が格納される。

[0039] 行81は、通信装置M2から通信装置M1へ通信フレーム50を送信する際のアドレスを示す。ここで、ADR1(RA)53には次に受信する通信装置M1のアドレス、ADR2(TA)54には送信した通信装置M2のアドレスが格納される。また、ADR3(MDA)55には支線ネットワーク2aの出口である通信装置M1のアドレス、ADR4(MSA)57には支線ネットワーク2aの入口である通信装置M2のアドレスが格納される。

行82は、通信装置M1から通信装置B1へ通信フレーム50を送信する際のアドレスを示す。通信装置M1は支線ネットワーク2aの出口であるので、ADR3(MDA)55、ADR4(MSA)57のフィールドはN/Aとなる。

[0040] 次に、図5(b)、(c)は、基幹ネットワーク1において、通信フレーム50の冗長化が行われた場合のアドレスフィールドを示している。なお、基幹ネットワーク1の入口である通信装置B1は、通信装置M1から通信フレーム50を受信すると、通信フレーム50の冗長化を行う。

図5(b)の行83は、通信装置B1から通信装置B2へ、冗長化された通信フレーム50を送信する際のアドレスを示す。そして、行84では、冗

長化された通信フレーム 50 は、通信装置 B 2 から通信装置 B 3 へ送信され、行 85 では通信装置 B 3 から通信装置 B 4 へ送信される。

同様に、図 5 (c) の行 86 は、通信装置 B 1 から通信装置 B 5 へ、冗長化された通信フレーム 50 を送信する際のアドレスを示す。そして、行 87 では、冗長化された通信フレーム 50 は、通信装置 B 5 から通信装置 B 6 へ送信され、行 88 では通信装置 B 6 から通信装置 B 4 へ送信される。

[0041] 次に、図 5 (d) は、基幹ネットワーク 1 の出口である通信装置 B 4 において、通信フレーム 50 の単一化が行われた後のアドレスフィールドを示す。

図 5 (d) の行 89 は、通信装置 B 4 から通信装置 M 5 へ単一化された通信フレーム 50 を送信する際のアドレスを示す。この際、基幹ネットワーク 1 から支線ネットワーク 2 b へとネットワークが切り替わるため、ADR 3 (MDA) 55 と ADR 4 (MSA) 57 は N/A となっている。そして、行 90 では、通信装置 M 5 から通信装置 M 6 へと通信フレーム 50 が送信される。次に、行 91 では、通信装置 M 6 は、有線通信路 11 を介して通信端末 PC 2 へ通信フレーム 50 を送信する。

[0042] <経路テーブル>

次に、通信装置 4 の経路テーブル 35 の一例について、図 6 を用いて説明する。なお、図 6 は、図 1 に示した、基幹ネットワーク 1 の入口である通信装置 B 1 の経路テーブル 35 a を表している。

経路テーブル 35 a は、DA (宛先アドレス) 200、MDA (メッシュ端点宛先アドレス) 201、RA (受信者アドレス) 202、端点フラグ 203、通信フレーム 50 を送受信する I/F (インタフェース) 204 の各列から構成される。なお、I/F 204 は、図 3 に示した無線通信部 20 および有線通信部 25 のいずれかを表している。また、各行 210 ~ 215 は、複数のタプルデータ (tuple data) で構成される。

[0043] 行 210 は、通信端末 PC 2 へ送信する通信フレーム 50 が、基幹ネットワーク 1 の出口である通信装置 B 4 を経由して送信されることを表す。

行 2 1 1 は、通信端末 P C 1 へ送信する通信フレーム 5 0 が、支線ネットワーク 2 a の入口である通信装置 M 1 を経由して送信されることを表す。また、I / F 2 0 4 は、wlan0 を用いることを表す。

行 2 1 2 は、端点フラグ 2 0 3 が「Y e s」となっていることから、通信装置 B 4 が、基幹ネットワーク 1 の端点であることを表す。また、通信装置 B 4 へ送信する通信フレーム 5 0 が、通信装置 B 2 を経由して送信されることを表す。また、I / F 2 0 4 は、wlan1 を用いることを表す。

[0044] 行 2 1 3 は、端点フラグ 2 0 3 が「Y e s」となっていることから、通信装置 B 4 が、基幹ネットワーク 1 の端点であることを表す。また、通信装置 B 4 へ送信する通信フレーム 5 0 が、通信装置 B 5 を経由して送信されることを表す。また、I / F 2 0 4 は、wlan2 を用いることを表す。

行 2 1 4 は、通信装置 B 3 へ送信する通信フレーム 5 0 が、通信装置 B 2 を経由して送信されることを表す。また、I / F 2 0 4 は、wlan1 を用いることを表す。

行 2 1 5 は、通信装置 B 6 へ送信する通信フレーム 5 0 が、通信装置 B 5 を経由して送信されることを表す。また、I / F 2 0 4 は、wlan2 を用いることを表す。

[0045] すなわち、通信装置 B 1 は、支線ネットワーク 2 a から受信した通信フレーム 5 0 のアドレスフィールドに格納されている最終的な宛先 A D R 5 (D A) (6 2) のアドレス「P C 2」を抽出する。そして、通信装置 B 1 は、経路テーブル 3 5 a の行 2 1 0 を参照して、D A 2 0 0 が「P C 2」のときの M D A 2 0 1 の値が「B 4」であることを抽出する。次に、通信装置 B 1 は、行 2 1 2 および行 2 1 3 を参照して、「B 4」を宛先とする受信者アドレス R A 2 0 2 が 2 つあることを認識して、自身が通信フレーム 5 0 の冗長化を行うと判定する。そして、通信装置 B 1 は、通信フレーム 5 0 を複製して、通信装置 B 2 および通信装置 B 5 に向けて送信する。

[0046] <通信装置の動作フロー>

次に、通信装置 4 の動作フローについて、図 7 を用いて説明する（適宜、

図 3 参照)。

まず、通信装置 4 の無線通信部 20 または有線通信部 25 は、通信フレーム 50 を受信する (ステップ S 101)。そして、受信した通信フレーム 50 は、内部伝送路 40 を介してフレーム解析部 30 に送信される。

フレーム解析部 30 は、装置モード情報 34 を参照して、自身の動作モード情報とアドレスとを取得する。フレーム解析部 30 は、受信した通信フレーム 50 の最終的な宛先と自身のアドレスとを比較し、自身宛の通信フレーム 50 か否かを判定する (ステップ S 102)。

[0047] ステップ S 102 において、自身宛の通信フレーム 50 であると判定した場合 (ステップ S 102 で Yes)、フレーム解析部 30 は、さらに、その通信フレーム 50 に格納されている情報が設定変更部 33 に関わる設定変更か否かを判定する (ステップ S 113)。当該情報が設定変更であると判定した場合 (ステップ S 113 で Yes)、フレーム解析部 30 は、当該情報を設定変更部 33 へ通知し (ステップ S 114 の「設定変更通知」)、設定変更でないと判定した場合 (ステップ S 113 で No) には、図示しない保守部へ通知し (ステップ S 115 の「保守通知」)、通信処理を終了する。ステップ S 114 で行われる設定変更通知は、例えば、経路テーブル 35 および装置モード情報 34 (特に、動作モード情報) のいずれかまたは双方の変更を指示するものである。設定変更通知によって通知される情報の内容は、ペイロード 64 に格納されている情報である。ステップ S 115 における保守通知は、例えば、図示しない保守部へ、通信装置 4 の動作状態を監視して保守するために、現在の動作情報や保守履歴等の保守情報を管理端末 8 に送信することを指示するものである。

[0048] ステップ S 102 で、通信フレーム 50 が自身宛でないと判定した場合 (ステップ S 102 で No)、フレーム解析部 30 は、経路テーブル 35 を参照して、自身がネットワークの端点であるか否かを判定する (ステップ S 103)。

自身がネットワークの端点であると判定した場合 (ステップ S 103 で Y

e s)、フレーム解析部30は、経路テーブル35を参照して、自身がネットワークの入口であるか否かを判定する(ステップS104)。

自身がネットワークの入口であると判定した場合(ステップS104でY e s)、フレーム解析部30は通信フレーム50の冗長化を冗長化処理部31に指示(実行通知を送信)し、冗長化処理部31は冗長化処理を実行する(ステップS105)。自身がネットワークの入口でない(すなわち出口)と判定した場合(ステップS104でN o)、フレーム解析部30は単一化を冗長化処理部31に指示し、冗長化処理部31は単一化処理を実行する(ステップS106)。

[0049] ステップS103で、自身がネットワークの端点でないと判定した場合(ステップS103でN o)、すなわち、通信経路の途中の通信装置4であった場合、経路制御部32は、フレーム解析部30から受信した通信フレーム50の受信者アドレスRA53や送信者アドレスTA54等を、経路テーブル35を参照して更新する(ステップS107)。

[0050] そして、ステップS105, S106, S107の処理の後、経路制御部32は、経路テーブル35を参照して、宛先に通信フレーム50を送信するために用いる無線通信部20および有線通信部25の中のいずれか(通信インタフェース)を選択し、内部伝送路40を介して通信フレーム50を当該通信インタフェースに送信する。通信フレーム50を受信した通信インタフェースは、伝送路へ通信フレーム50を送信する(ステップS108)。

[0051] 通信フレーム50が送信された後、フレーム解析部30は、通信フレーム50の送信先から応答情報(A C K)を受信したか否か(送信が成功したか否か)を判定する(ステップS109)。送信が成功したと判定した場合(ステップS109でY e s)、フレーム解析部30は、通信処理を終了する。

[0052] 送信が失敗したと判定した場合(ステップS109でN o)、フレーム解析部30は、装置モード情報34を参照して、自身が支線モードか否かを判定する(ステップS110)。自身が支線モードでない(基幹モードである

）と判定した場合（ステップS 1 1 0でN o）、フレーム解析部3 0は、通信処理を終了する。すなわち、基幹ネットワーク1に配置された通信装置4（B 1～B 6）は、リアルタイム性を重視するために、通信遅延時間のばらつきとなる再送処理を極力排除する。ただし、基幹ネットワーク1は、通信経路を冗長化しているので、一方の通信経路において通信フレーム5 0が送達できなくても、他方の通信経路によって通信フレーム5 0を伝達可能である。

[0053] ステップS 1 1 0において、支線モードであると判定した場合（ステップS 1 1 0でY e s）、フレーム解析部3 0は、再送条件を満足しているか否かを確認する（ステップS 1 1 1）。再送条件とは、例えば、T T L以下、再送回数以下、および所定の時間以内のいずれか一つまたは組み合わせである。再送条件を満足していると判定した場合（ステップS 1 1 1でY e s）、処理はステップS 1 0 8へ戻って、経路制御部3 2は通信フレーム5 0を再送する。

再送条件を満足していないと判定した場合（ステップS 1 1 1でN o）、経路構築部3 6は、自律的に支線ネットワーク2内の通信経路を再構築する（ステップS 1 1 2）。通信経路を再構築した後に、処理はステップS 1 0 8へ戻って、経路制御部3 2は通信フレーム5 0を再送する。

[0054] 以上説明したように、通信装置4の動作モードが基幹モードの場合には、リアルタイム性およびデータ到達率を維持するために、通信経路が経路テーブル3 5によって冗長化される。また、通信装置4の動作モードが支線モードの場合、通信経路に障害が発生しても、通信経路の再構築を実行して、データ到達率を維持することが可能となる。また、通信装置4の動作モードは、管理端末8からの指示に従って、基幹モードと支線モードとを切り替え可能となっているため、例えば、図1に示す通信システム1 0 0から図2に示す通信システム1 0 0 aに変更することを、容易に実現することができる。

[0055] <冗長化処理部の動作フロー>

次に、冗長化処理部3 1の動作フローについて、図8を用いて説明する（

適宜、図6参照)。

ここでは、通信装置B1の冗長化処理部31が、図6の経路テーブル35aを用いて、冗長化処理を実行する場合を例として説明する。なお、図6の経路テーブル35aは、通信端末PC1から通信端末PC2へ通信フレーム50を送信する場合に用いられる。

[0056] 冗長化処理部31は、フレーム解析部30によって抽出された、通信フレーム50の宛先アドレスDAの値を取得し(ステップS120)、「PC2」宛であることを認識する。次に、冗長化処理部31は、経路テーブル35aを参照して、DA欄の値が「PC2」の場合のメッシュ端点宛先アドレスMDA欄を検索し、「PC2」に関連付けられたMDA欄に格納されている「B4」を取得する(ステップS121)。

[0057] 次に、冗長化処理部31は、経路テーブル35aの行を順に検索していき、「B4」が格納されている宛先アドレスDA欄を調べる処理において、未処理のDA欄に前記MDAの値「B4」があるか否かを判定する(ステップS122)。未処理のDA欄に前記MDAの値がない場合(ステップS122でNo)、冗長化処理は終了する。

ステップS122において、未処理のDA欄に前記MDAの値がある場合(ステップS122でYes)、冗長化処理部31は、前記MDAに関連付けられたRA欄の値を取得する(ステップS123)。

そして、冗長化処理部31は、RAの値とMDAの値とを、それぞれ通信フレーム50のADR1(RA)53とADR3(MDA)55とに格納する(ステップS124)。次に、冗長化処理部31は、通信フレーム50が冗長化されていることを識別するシーケンス番号を、図4に示すメッシュ端点シーケンス番号60に格納して(ステップS125)、経路制御部35に送信する。なお、図8では、ステップS125の次の処理をステップS122に戻るように記載しているが、これは、行の検索を繰り返す処理を表したものである。

[0058] なお、冗長化処理部31は、図7のステップS106に示す単一化処理を

行う際には、メッシュ端点シーケンス番号 60 に基づいて、冗長化された通信フレーム 50 であることを判別し、単一化する。具体的には、冗長化処理部 31 は、所定のアルゴリズムを用いて、冗長化された通信フレーム 50 のデータを単一化する。ここで、所定のアルゴリズムは、例えば、先着した通信フレーム 50 の正当なデータを採用する方式、または、冗長化された通信フレーム 50 の中から多数決で選ぶ方式等である。

[0059] <装置モード情報および経路テーブルの更新>

次に、装置モード情報 34 および経路テーブル 35 を更新するために、管理端末 8 から設定変更部 33 へ通知する指示情報の一例について、図 9 を用いて説明する。

設定変更部 33 へ通知する情報（図 7 のステップ S 114 参照）は、通信フレーム 50 のペイロード 64（図 4 参照）に、図 9 に示すように、コマンド 220 と構成制御データ 221 の形式で格納される。

[0060] コマンド 220 は、設定変更の対象と、その対象に対して実行する操作とを格納する。設定変更の対象は、装置モード情報 34 および経路テーブル 35 である。また、設定変更の対象に対して実行する操作は、消去、変更、追記、読み出し等である。

構成制御データ 221 は、設定変更の対象に設定する情報を表す。例えば、装置モード情報 34 に対しては、基幹ネットワーク 1 として動作することを示す「基幹モード」、または、支線ネットワーク 2 として動作することを示す「支線モード」を表す情報が格納される。また、経路テーブル 35 に対しては、通信経路の情報が格納される。

[0061] フレーム解析部 30 は、設定変更部 33 への通知を格納した通信フレーム 50 を受信して、設定変更部 33 へ当該通信フレーム 50 のペイロード 64 の内容を通知する。設定変更部 33 は、ペイロード 64 の内容を解釈して、設定変更対象に対して、操作を実行する。

したがって、管理端末 8 は、設定変更部 33 を介して、装置モード情報 34 および経路テーブル 35 を遠隔から変更することが可能となる。すなわち

、通信装置 4 の装置モード情報 3 4 （特に、動作モード情報）および経路テーブル 3 5 は、運用後からでも変更することができる。

以上説明したように、第 1 実施形態における通信システム 1 0 0 （図 1 参照）は、導入時に設定した動作モード（基幹モードまたは支線モード）を遠隔から適宜変更することによって、通信障害に柔軟に対応できるため、通信システム 1 0 0 の可用性を維持することが可能となる。

[0062] <経路構築部の動作フロー>

次に、通信経路の初期化時および再構築時における経路構築部 3 6 の動作フローについて、図 1 0 を用いて説明する。

経路構築部 3 6 は、通信装置 4 の初期化時および再構築時に、経路テーブル 3 5 を更新する処理を実行する。初期化時は、図 1 に示すように通信装置 4 を配置して、各通信装置 4 の電源を ON したときである。また、再構築時は、図 2 に示すように、いずれかの経路において通信障害が発生し、通信経路が変更されるときである。

[0063] まず、経路構築部 3 6 は、装置モード情報 3 4 から、自身の動作モードが基幹モードか否かを判定する（ステップ S 1 4 0）。なお、基幹モードでない場合は、支線モードを意味する。

ステップ S 1 4 0 において、自身が基幹モードであると判定した場合（ステップ S 1 4 0 で Y e s）、経路構築部 3 6 は、管理端末 8 へ経路テーブル 3 5 に設定する経路情報を要求する（ステップ S 1 4 1）。具体的には、経路構築部 3 6 は、経路要求コマンドをコマンド 2 2 0 （図 9 参照）に格納し、通信フレーム 5 0 を管理端末 8 宛に送付するよう経路制御部 3 2 に指示する。経路制御部 3 2 は、管理端末 8 を宛先として、予め接続が認証されている通信装置 4 へ経路要求コマンドを格納した通信フレーム 5 0 を送信する。そして、経路構築部 3 6 は、管理端末 8 から経路テーブル 3 5 に設定する経路情報を、コマンド 2 2 0 と共に構成制御データ 2 2 1 （図 9 参照）として受信する（ステップ S 1 4 2）。次に、経路構築部 3 6 は、記憶している経路テーブル 3 5 を、受信した経路テーブル 3 5 に設定する経路情報で更新す

る（ステップS 1 4 7）。そして、処理は終了する。

[0064] ステップS 1 4 0において、自身の動作モードが基幹モードでない（支線モードである）と判定した場合（ステップS 1 4 0でN o）、経路構築部3 6は、支線ネットワーク2における接続可能な経路を自律的に探索する（ステップS 1 4 3）。自立的に経路を探索するアルゴリズムとして、アドホックネットワーク向け経路制御プロトコルが採用可能である。例えば、プロアクティブ方式では、O L S R（Optimized Link State Routing）プロトコルがある。また、リアクティブ方式では、A O D V（Ad-hoc On-demand Distance Vector）プロトコルがある。また、両者を組合せた例として、I E E E 8 0 2 . 1 1 sにて規格化が進められているHWMP（Hybrid Wireless Mesh Protocol）がある。このように、支線モードの通信装置4は、データ到達率を確保するために、無線環境の変化に柔軟に対応して通信経路を変化させる。

[0065] 経路構築部3 6は、ステップS 1 4 3の結果に基づいて、経路テーブル3 5を構築する（ステップS 1 4 4）。次に、経路構築部3 6は、支線ネットワーク2の端点に変更がある場合、変更のある端点を経由する経路の情報を管理端末8に送信する（ステップS 1 4 5）。具体的には、経路構築部3 6は、経路を変更する経路変更コマンドをコマンド2 2 0（図9参照）に格納し、通信フレーム5 0を管理端末8宛に送付するよう経路制御部3 2に指示する。経路制御部3 2は、管理端末8を宛先として、予め接続が認証されている通信装置4へ経路要求コマンドを格納した通信フレーム5 0を送信する。

[0066] そして、経路構築部3 6は、管理端末8から基幹ネットワーク1の端点に関する経路情報を受信する（ステップS 1 4 6）。次に、経路構築部3 6は、記憶している経路テーブル3 5を、受信した経路情報で更新する（ステップS 1 4 7）。そして、処理は終了する。

[0067] 以上、第1実施形態では、図1に示す基幹ネットワーク1に配置される通信装置4は、リアルタイム性およびデータ到達率を高く維持するようにする

ために、通信経路を冗長化して通信する基幹モードで動作する。また、支線ネットワーク 2 に配置される通信装置 4 は、データ到達率を高く維持できるように、通信障害に応じて通信経路を柔軟に変更可能な支線モードで動作する。したがって、第 1 実施形態では、リアルタイム性およびデータ到達率を高く維持する通信装置および通信システムを提供することが可能となる。

[0068] (第 2 実施形態)

図 1 1 に示すように、第 2 実施形態で示す多段中継通信システム 1 0 0 b (1 0 0) (以降、単に通信システムと称す。)は、2つの基幹ネットワーク 1 (1 b, 1 c) が有線通信路 2 4 0 によって接続されている。例えば、ビル内部のネットワークインフラ設備として、上下階を貫くネットワークに無線通信路を用いるためには、天井や床面で電波を透過させなくてはならず、通信の安定性に問題がある。そこで、図 1 1 に示す通信システム 1 0 0 b は、上下階を貫くネットワークとして有線通信路 2 4 0 を採用し、フロア内を各基幹ネットワーク 1 b, 1 c で構築することで、リアルタイム性およびデータ到達率を維持することが可能となる。有線通信路 2 4 0 は、例えば、Ethernet を用いる場合について説明する。なお、有線通信路 2 4 0 に接続される基幹ネットワーク 1 の数は、2 に限られず、3 以上であっても構わない。また、図 1 1 中の符号が、図 1 中の符号と同じ場合には、同じものを表しており、説明を省略する。

[0069] 図 1 1 中に示す、各基幹ネットワーク 1 b, 1 c は、それぞれ 1 以上の通信装置 4 によって構成される点は、図 1 に示す基幹ネットワーク 1 の場合と同様である。また、各基幹ネットワーク 1 b, 1 c に配置される通信装置 4 は、基幹モードで動作する。

なお、図 1 1 では、各支線ネットワーク 2 d, 2 e は、簡略化して一点鎖線で示しているが、必要に応じて設ければ良く、1 以上の通信装置 4 によって構成されていても、無くても構わない。

また、第 2 実施形態における有線通信路 2 4 0 の通信区間は有線通信に限定されるものではなく、例えば、別の基幹ネットワーク 1 や別の支線ネット

ワーク 2 によって接続しても構わない。

[0070] 次に、第 2 実施形態における経路テーブル 35 b の一例について、図 12 を用いて説明する。図 12 は、有線通信路 240 に接続される通信装置 B21 の経路テーブル 35 b の一例である。有線通信路 240 を介する基幹ネットワーク 1 b と基幹ネットワーク 1 c との間の通信であっても、経路テーブル 35 b を参照することにより、通信経路を確立することができる。

経路テーブル 35 b の列要素は図 6 の場合と同様であるので、説明を省略する。また、各行 260 ~ 268 は、図 11 に適合するよう構成される。

例えば、通信装置 B21 から通信端末 PC2 へ通信フレーム 50 を送信するためには、行 260 を参照して、「B24」をメッシュ端点宛先アドレス MDA として送信すれば良いことが分かる。さらに、通信装置 B24 宛に送るためには、行 262 および行 263 を参照し、「B22」および「B25」を受信者アドレス RA として、それぞれ wlan1, wlan2 (無線 LAN インタフェースの 1 番, 2 番) の I/F204 を介して送信すれば良いことが分かる。

[0071] また、通信装置 B21 から通信端末 PC1 へ通信フレーム 50 を送信するためには、行 261 を参照して、I/F204 として eth0 (Ethernet インタフェースの 0 番の意味) を介して、「B11」を受信者アドレス RA として送信すれば良いことが分かる。

以上説明したように、各基幹ネットワーク 1 b, 1 c 同士の連携が可能である。

[0072] (第 3 実施形態)

第 3 実施形態は、第 1 実施形態と比較して、支線ネットワーク 2 の内部で冗長化を行う場合である。ここで、例示する支線ネットワーク 2 における通信装置 4 の配置は、図 1 の場合と同様であるので図示を省略する。ただし、第 1 実施形態では、図 1 の支線ネットワーク 2 において、通信装置 M1 と通信装置 M2 は直接通信するものとしていた。それに対して、第 3 実施形態では、通信装置 M1 と通信装置 M2 との間で遮蔽物等により通信が途絶しないための対策として、冗長化が行われる。支線ネットワーク 2 においても、2

以上の通信経路を用いて通信フレーム50を送信できることは、通信システム100の可用性向上の観点から望ましい。

そこで、第3実施形態では、通信装置M1と通信装置M2との間で、通信装置M3または通信装置M4を介して通信する通信経路を経路テーブル35に定義し、冗長化した通信経路の設定が可能であることを説明する。

[0073] 図13は、図1に示す支線ネットワーク2a内の通信装置M1における経路テーブル35cの一例を示す。

通信装置M1から通信端末PC1へ通信フレーム50を送信するためには、行280を参照して、「M2」をメッシュ端点アドレスMDAとして送信すれば良いことが分かる。次に、通信装置M2に通信フレーム50を送信するためには、行282と行283とを参照して、冗長化された二つの経路である通信装置M3および通信装置M4を介して送信すれば良いことが分かる。さらに、行282と行283とには、端点フラグ203に「Yes」が表示され、通信装置M2が端点であることが分かる。

したがって、図13に示す経路テーブル35cを用いれば、図7の動作フローにおけるステップS103、S104、S105の処理を順に実行することによって、支線ネットワーク2内で通信フレーム50を冗長化して通信することが可能である。

具体的には、図1の支線ネットワーク2aにおいて、通信装置B1から通信装置M1へ、通信端末PC1宛の通信フレーム50が到来した場合には、通信装置M1から通信装置M3を介して通信装置M2に至る通信経路と、通信装置M1から通信装置M4を介して通信装置M2に至る通信経路の2つが、図13の経路テーブル35cによって実現できる。

[0074] 以上、第1実施形態では、図1に示す基幹ネットワーク1に配置される通信装置4は、リアルタイム性およびデータ到達率を高く維持するようにするために、通信経路を冗長化して通信する基幹モードで動作する。また、支線ネットワーク2に配置される通信装置4は、データ到達率を高く維持できるように、通信障害に応じて通信経路を柔軟に変更可能な支線モードで動作す

る。したがって、第 1 実施形態では、リアルタイム性およびデータ到達率を高く維持する通信装置および通信システムを提供することが可能となる。

また、第 1 および第 3 実施形態で説明したように、経路テーブル 35 に基づいて、通信経路の冗長化を実現することが可能である。

また、第 2 実施形態では、基幹ネットワーク 1 が分割された場合にも、経路テーブル 35 に基づいて、単一の基幹ネットワークとして動作可能である。

[0075] さらに、第 1 実施形態で説明したように、通信装置 4 の動作モード（基幹モードまたは支線モード）の変更や経路テーブル 35 の変更は、管理端末 8 によって遠隔で実行可能である。したがって、通信システム 100 における通信経路は、管理端末 8 から指示に基づいて、リアルタイム性およびデータ到達率を維持しつつ、無線環境の変化に柔軟に対応可能である。

符号の説明

- [0076]
- 1 基幹ネットワーク
 - 2 支線ネットワーク
 - 4 通信装置（中継通信装置）
 - 6 通信端末
 - 8 管理端末
 - 20 無線通信部
 - 25 有線通信部
 - 30 フレーム解析部
 - 31 冗長化処理部
 - 32 経路制御部
 - 33 設定変更部
 - 34 装置モード情報
 - 35 経路テーブル（通信路情報）
 - 40 内部伝送路
 - 50 通信フレーム

6 4 ペイロード

1 0 0 多段中継通信システム

2 2 0 コマンド

2 2 1 構成制御データ

2 4 0 有線通信路

請求の範囲

- [請求項1] 多段中継に用いられ、受信した通信フレームに格納されているアドレスに基づいて、当該通信フレームを転送する、アドレスを付された中継通信装置であって、
- 前記通信フレームの送信元のアドレスおよび送信先のアドレスと、前記通信フレームの通信経路上の転送先のアドレスとを関連付けて格納している通信路情報を記憶している記憶部と、
- 前記通信フレームを送受信する通信部と、
- 受信した前記通信フレームから、前記送信先のアドレスを取得するフレーム解析部と、
- 取得した前記送信先のアドレスを用いて前記通信路情報を参照し、前記送信先のアドレスに関連付けられた、2以上の異なる前記通信経路上の転送先のアドレスを取得した場合、当該転送先のアドレスごとに、その転送先のアドレスおよび冗長化したことを示すシーケンス情報を格納した前記通信フレームを生成して、前記通信フレームの冗長化を実行する冗長化処理部と
- を備えることを特徴とする中継通信装置。
- [請求項2] 前記記憶部は、前記通信フレームの冗長化を行うネットワークに自身が属するか否かを示す動作モード情報をさらに記憶しており、
- 前記フレーム解析部は、前記通信フレームの冗長化を行うネットワークに自身が属することを示す動作モード情報が記憶されている場合、前記冗長化処理部に前記通信フレームの冗長化を実行させる実行通知を送信し、
- 前記冗長化処理部は、前記フレーム解析部から前記実行通知を受信して、前記通信フレームの冗長化を実行することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の中継通信装置。
- [請求項3] 前記通信部は、
- 前記通信フレームを無線で送受信する無線通信部と、

前記通信フレームを有線で送受信する有線通信部と、
を備えることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の中継通信装置。

[請求項4] 前記記憶部は、前記通信フレームの冗長化を行うネットワークに自身が属するか否かを示す動作モード情報をさらに記憶しており、

前記フレーム解析部は、前記通信フレームの冗長化を行うネットワークに自身が属することを示す動作モード情報が記憶されている場合、前記冗長化処理部に前記通信フレームの冗長化を実行させる実行通知を送信し、

前記冗長化処理部は、前記フレーム解析部から前記実行通知を受信して、前記通信フレームの冗長化を実行することを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の中継通信装置。

[請求項5] 多段中継に用いられ、受信した通信フレームに格納されているアドレスに基づいて、当該通信フレームを転送する、アドレスを付された中継通信装置であって、

前記通信フレームの送信元のアドレスおよび送信先のアドレスと、前記通信フレームの通信経路上の転送先のアドレスとを関連付けて格納している通信路情報、および前記通信フレームの冗長化を行うネットワークに自身が属するか否かを示す動作モード情報を、記憶している記憶部と、

前記通信フレームを送受信する通信部と、

受信した前記通信フレームから、前記送信先のアドレスと、前記通信路情報および前記動作モード情報のいずれかまたは双方の変更を指示する設定変更通知と、を取得するフレーム解析部と、

取得した前記送信先のアドレスを用いて前記通信路情報を参照し、前記送信先のアドレスに関連付けられた、2 以上の異なる前記通信経路上の転送先のアドレスを取得した場合、当該転送先のアドレスごとに、その転送先のアドレスおよび冗長化したことを示すシーケンス情報を格納した前記通信フレームを生成して、前記通信フレームの冗長

化を実行する冗長化処理部と

前記フレーム解析部によって取得された前記設定変更通知に基づいて、前記通信路情報および前記動作モード情報のいずれかまたは双方を変更する設定変更部と
を備えることを特徴とする中継通信装置。

[請求項6]

前記フレーム解析部は、

前記通信フレームの冗長化を行うネットワークに自身が属することを示す動作モード情報が記憶されている場合、前記通信フレームを受信したとき、前記冗長化処理部に前記通信フレームの冗長化を実行させる実行通知を送信し、

前記冗長化処理部は、前記フレーム解析部から前記実行通知を受信して、前記通信フレームの冗長化を実行することを特徴とする請求の範囲第5項に記載の中継通信装置。

[請求項7]

前記中継通信装置は、

前記通信フレームの冗長化を行うネットワークに自身が属することを示す動作モード情報が記憶されている場合、

前記通信路情報に設定する経路情報を保持している管理装置と通信可能に接続され、

前記管理装置から前記通信路情報に設定する経路情報を受信し、前記通信路情報を更新する経路構築部
を備えることを特徴とする請求の範囲第5項または第6項に記載の中継通信装置。

[請求項8]

前記中継通信装置は、

前記通信フレームの送信に対する応答情報を受信していないと判定した場合、かつ、前記通信フレームの冗長化を行わないネットワークに自身が属することを示す動作モード情報が記憶されている場合、

前記通信フレームの冗長化を行わないネットワークに属している他の前記中継通信装置との間で接続状態に関する情報を交換し、その交

換した情報に基づいて、前記通信路情報を更新する経路構築部を備えることを特徴とする請求の範囲第5項または第6項に記載の中継通信装置。

[請求項9]

受信した通信フレームに格納されているアドレスに基づいて、当該通信フレームを転送する、アドレスを付された中継通信装置を多段に接続する多段中継通信システムであって、

前記中継通信装置は、

前記通信フレームの送信元のアドレスおよび送信先のアドレスと、前記通信フレームの通信経路上の転送先のアドレスとを関連付けて格納している通信路情報、および前記通信フレームの冗長化を行うネットワークに自身が属するか否かを示す動作モード情報を、記憶している記憶部と、

前記通信フレームを送受信する通信部と、

受信した前記通信フレームから、前記送信先のアドレスと、前記通信路情報および前記動作モード情報のいずれかまたは双方の変更を指示する設定変更通知と、を取得するフレーム解析部と、

取得した前記送信先のアドレスを用いて前記通信路情報を参照して、前記送信先のアドレスに関連付けられた、2以上の異なる前記通信経路上の転送先のアドレスを取得した場合、当該転送先のアドレスごとに、その転送先のアドレスおよび冗長化したことを示すシーケンス情報を格納した前記通信フレームを生成して、前記通信フレームの冗長化を実行する冗長化処理部と

前記フレーム解析部によって取得された前記設定変更通知に基づいて、前記通信路情報および前記動作モード情報のいずれかまたは双方を変更する設定変更部とを備え、

前記中継通信装置は、他の前記中継通信装置との間で、前記通信フレームを送受信する

ことを特徴とする多段中継通信システム。

[請求項10]

前記中継通信装置は、

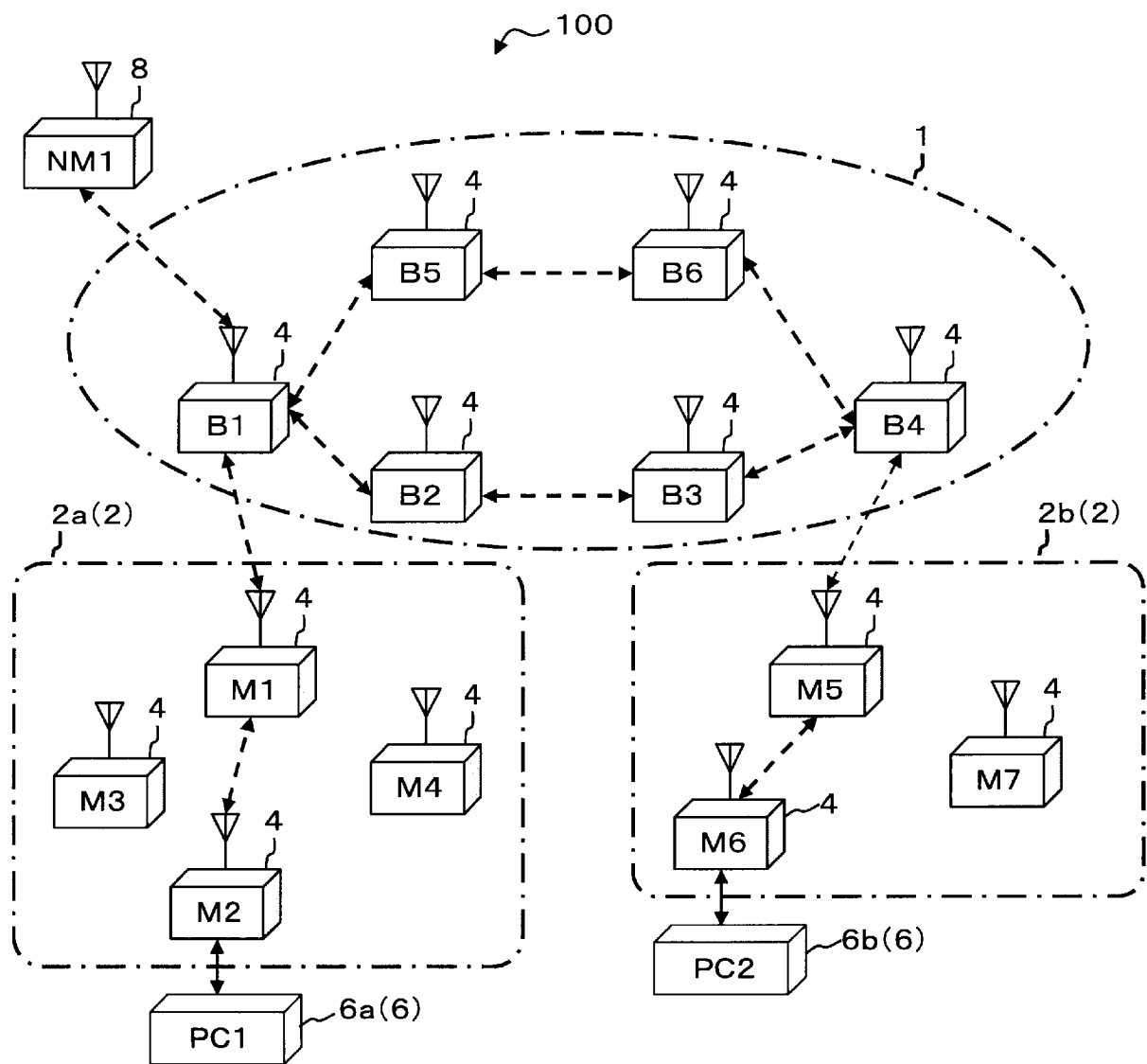
前記通信フレームの冗長化を行うネットワークに自身が属することを示す動作モード情報が記憶されている場合、

前記通信路情報に設定する経路情報を保持している管理装置と通信可能に接続され、

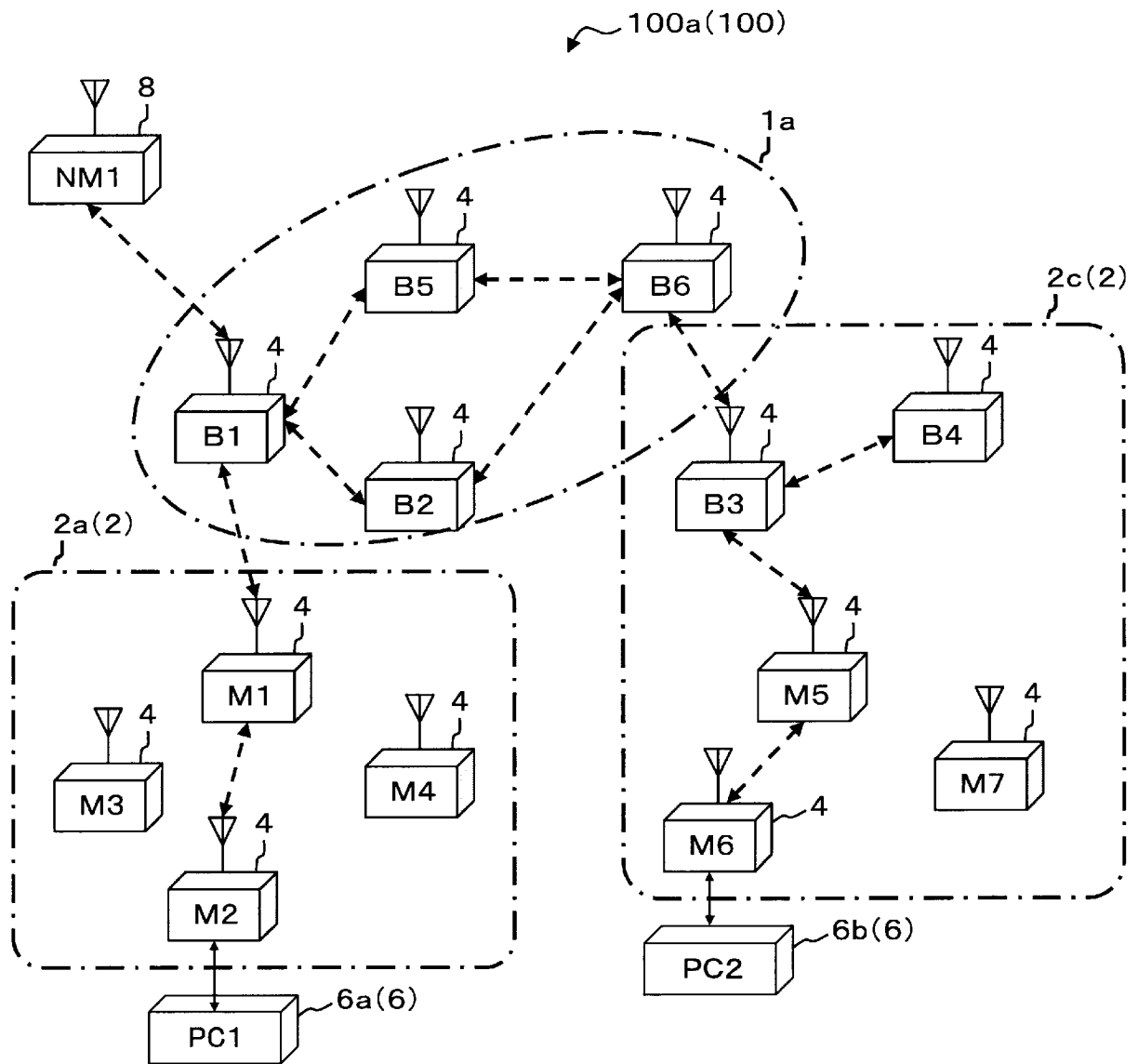
前記管理装置から前記通信路情報に設定する経路情報を受信し、前記通信路情報を生成する経路構築部

を備えることを特徴とする請求の範囲第9項に記載の多段中継通信システム。

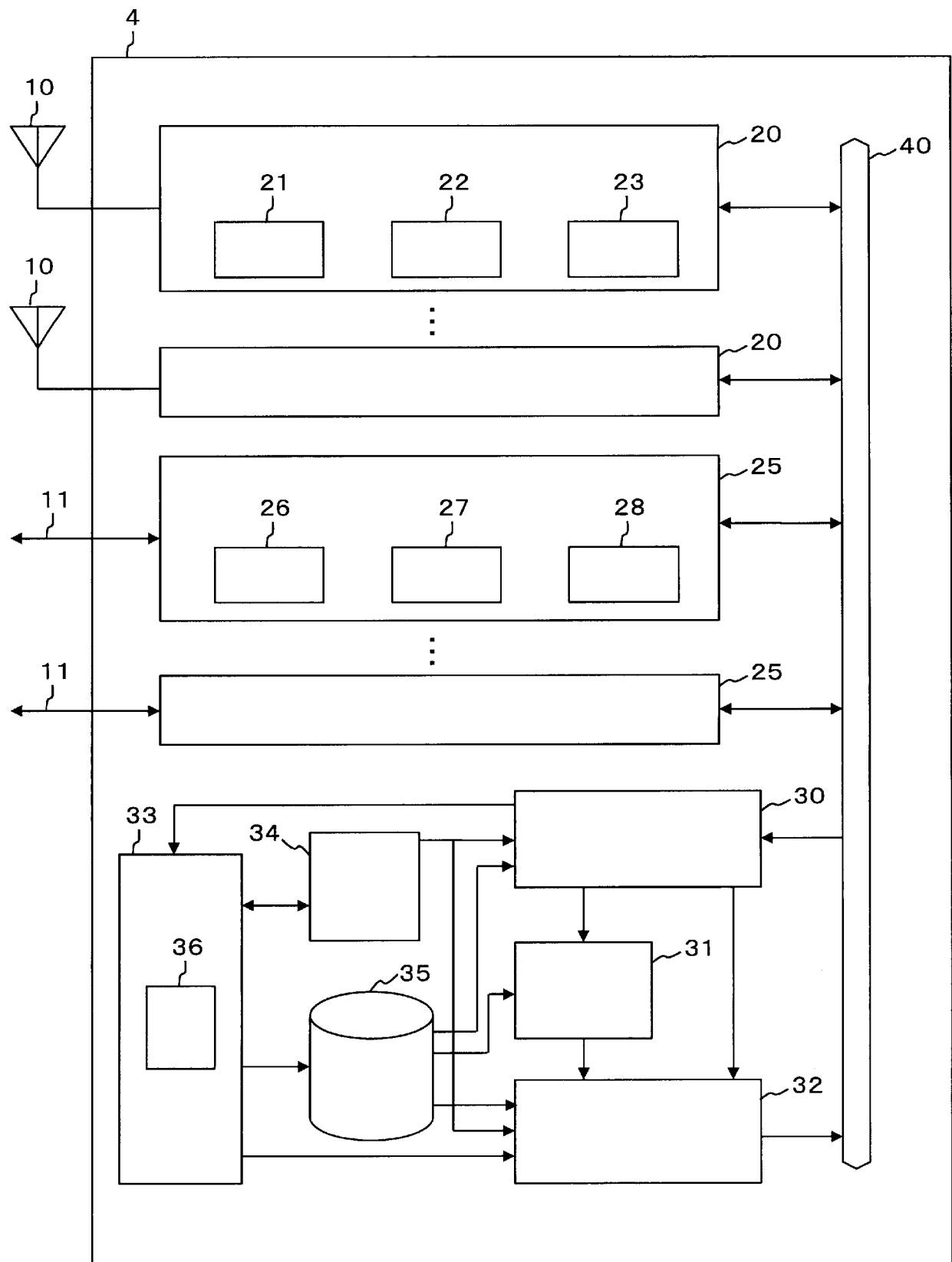
[図1]



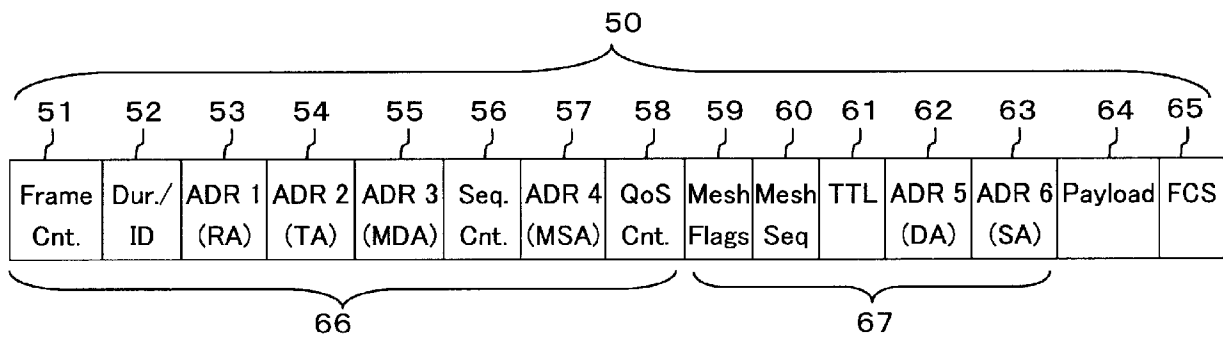
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

(a)

70	71	53	54	55	57	62	63
送信装置	受信装置	ADR1 (RA)	ADR2 (TA)	ADR3 (MDA)	ADR4 (MSA)	ADR5 (DA)	ADR6 (SA)
PC1	M2	N/P	N/P	N/P	N/P	PC2	PC1
M2	M1	M1	M2	M1	M2	PC2	PC1
M1	B1	B1	M1	N/A	N/A	PC2	PC1

80
81
82

(b)

送信装置	受信装置	ADR1 (RA)	ADR2 (TA)	ADR3 (MDA)	ADR4 (MSA)	ADR5 (DA)	ADR6 (SA)
B1	B2	B2	B1	B4	B1	PC2	PC1
B2	B3	B3	B2	B4	B1	PC2	PC1
B3	B4	B4	B3	B4	B1	PC2	PC1

83
84
85

(c)

送信装置	受信装置	ADR1 (RA)	ADR2 (TA)	ADR3 (MDA)	ADR4 (MSA)	ADR5 (DA)	ADR6 (SA)
B1	B5	B5	B1	B4	B1	PC2	PC1
B5	B6	B6	B5	B4	B1	PC2	PC1
B6	B4	B4	B6	B4	B1	PC2	PC1

86
87
88

(d)

送信装置	受信装置	ADR1 (RA)	ADR2 (TA)	ADR3 (MDA)	ADR4 (MSA)	ADR5 (DA)	ADR6 (SA)
B4	M5	M5	B4	N/A	N/A	PC2	PC1
M5	M6	M6	M5	M6	M5	PC2	PC1
M6	PC2	N/P	N/P	N/P	N/P	PC2	PC1

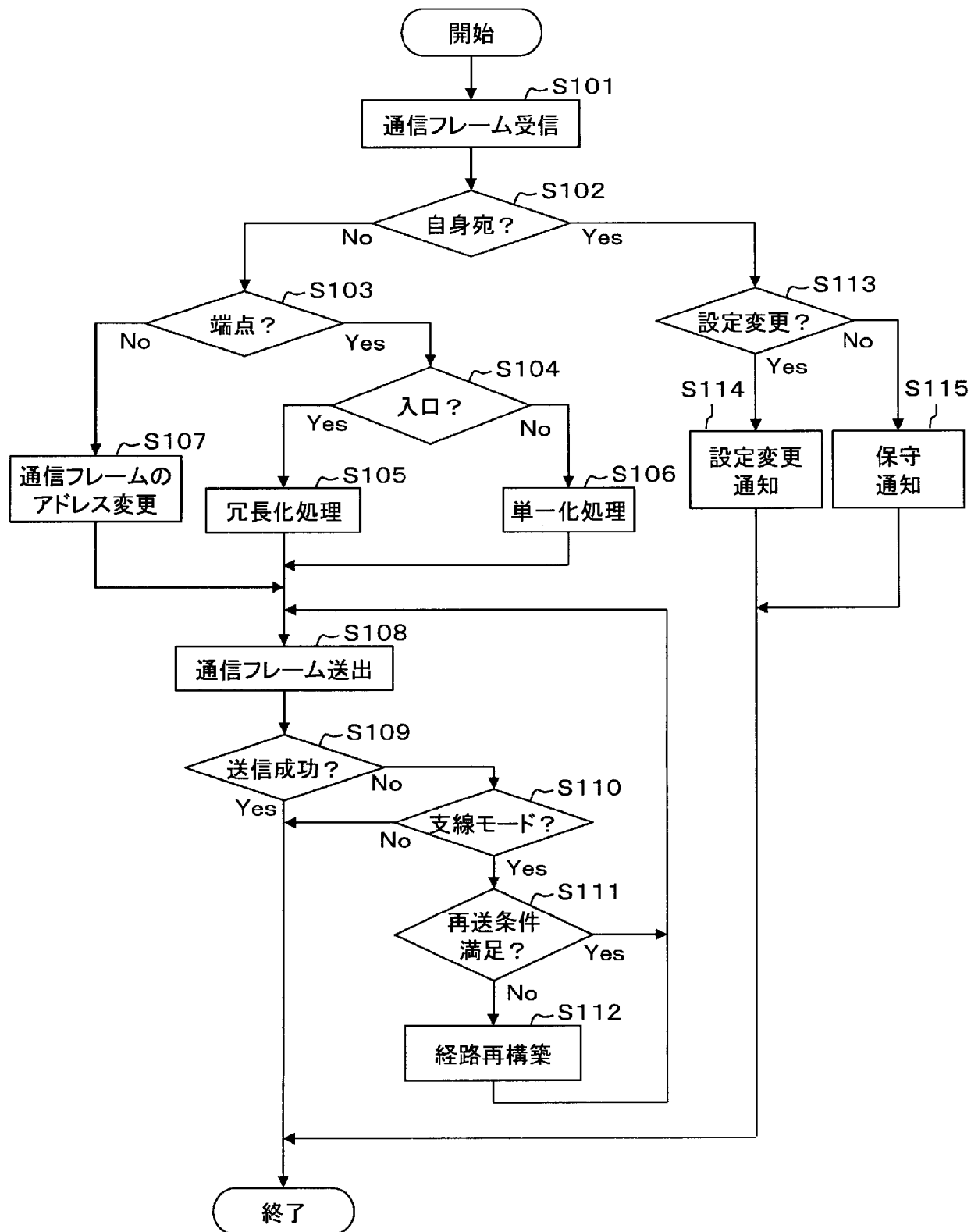
89
90
91

[図6]

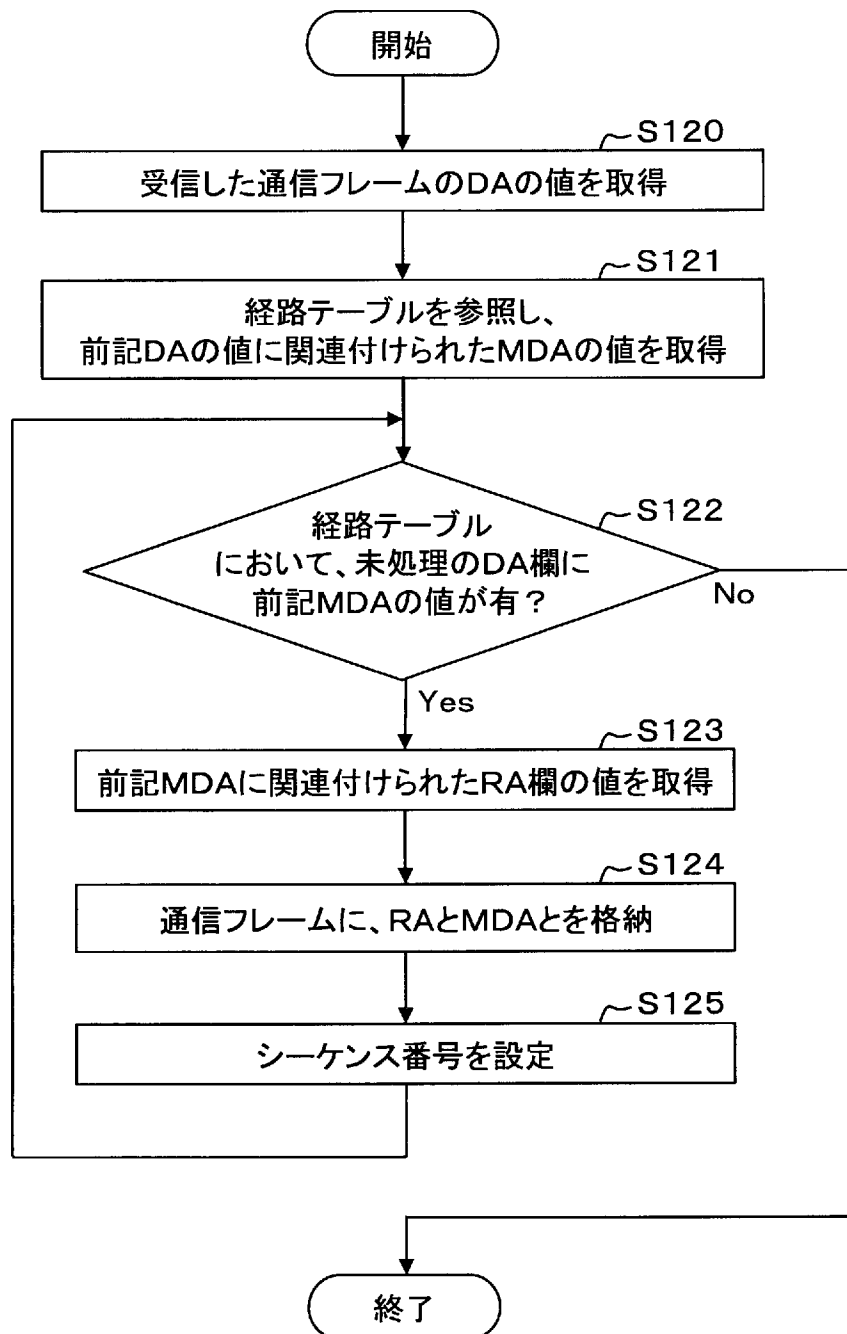
35a(35)

200	201	202	203	204	
DA	MDA	RA	端点フラグ	I/F	
PC2	B4				210
PC1		M1		wlan0	211
B4		B2	Yes	wlan1	212
B4		B5	Yes	wlan2	213
B3		B2		wlan1	214
B6		B5		wlan2	215

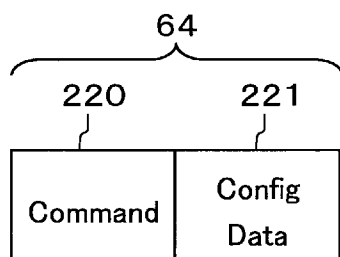
[図7]



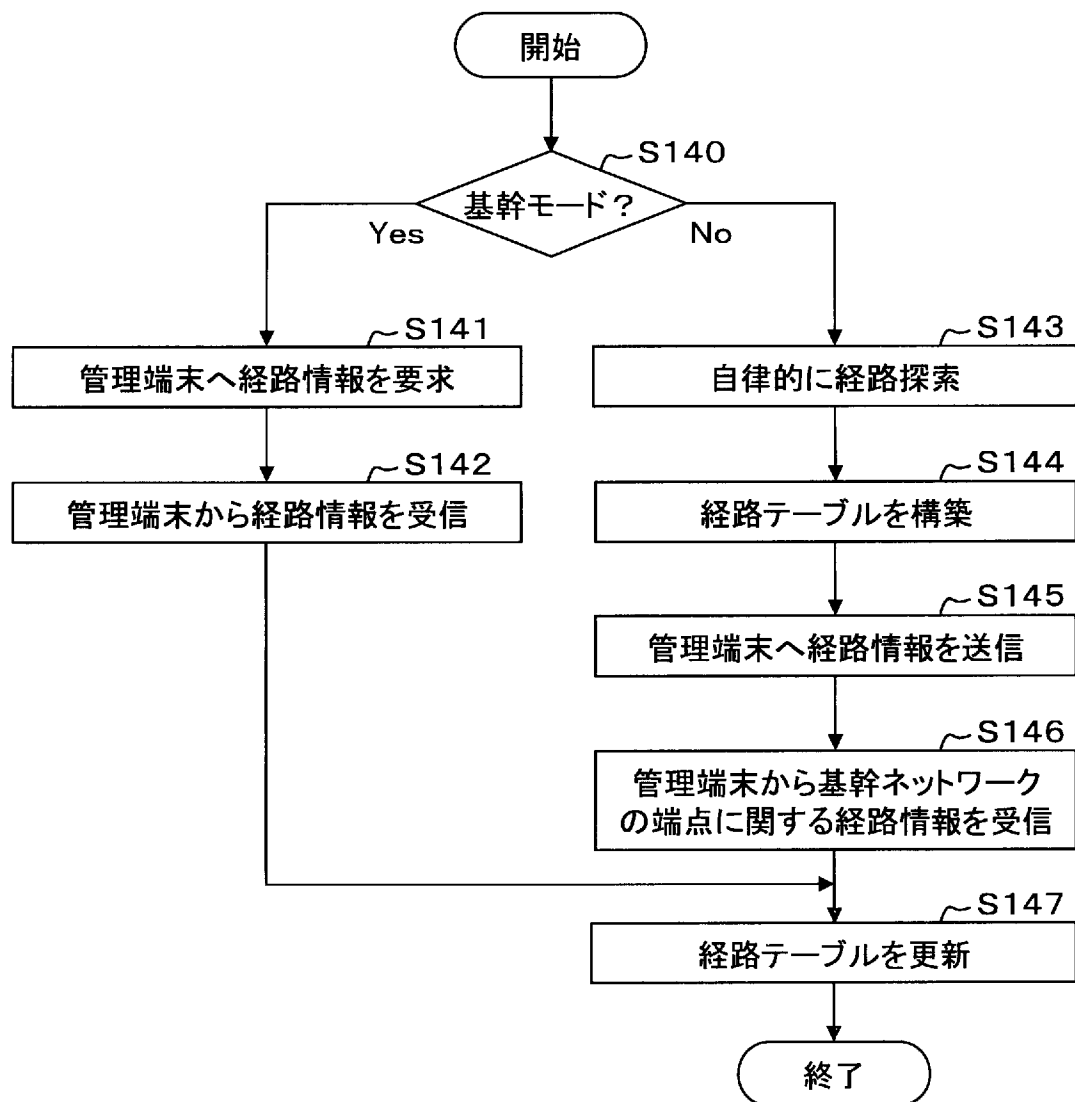
[図8]



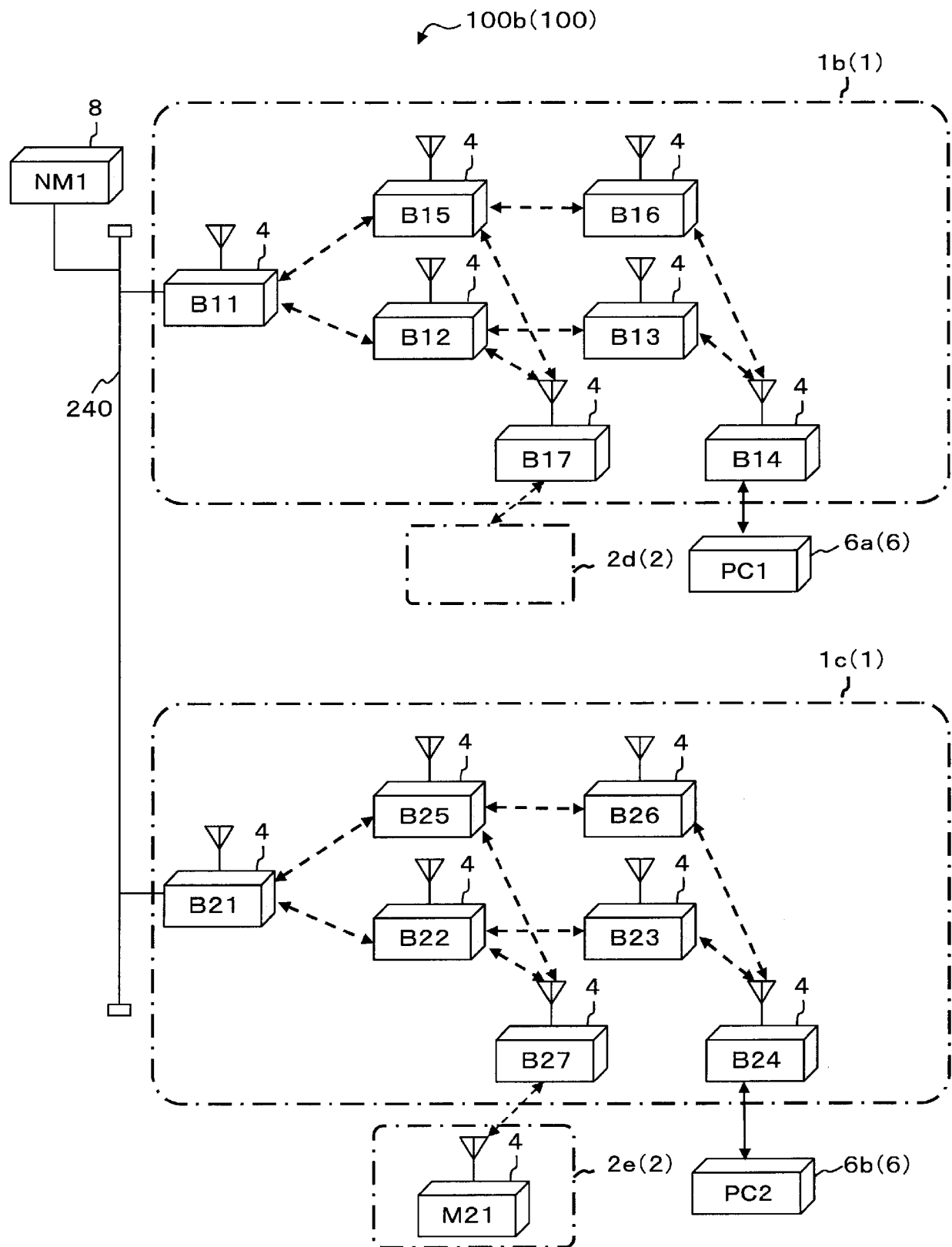
[図9]



[図10]



[図11]



[図12]

35b(35)

200	201	202	203	204	
DA	MDA	RA	端点フラグ	I/F	
PC2	B24				260
PC1		B11		eth0	261
B24		B22	Yes	wlan1	262
B24		B25	Yes	wlan2	263
B23		B22		wlan1	264
B26		B25		wlan2	265
M21	B27				266
B27		B22	Yes	wlan1	267
B27		B25	Yes	wlan2	268

[図13]

35c(35)

200	201	202	203	204	
DA	MDA	RA	端点フラグ	I/F	
PC1	M2				280
PC2		B1		wlan0	281
M2		M3	Yes	wlan1	282
M2		M4	Yes	wlan2	283

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/059948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/56 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L12/56

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-274703 A (Intec NetCore Inc.), 30 September 2004 (30.09.2004), paragraphs [0015] to [0138] (Family: none)	1-10
X A	JP 2004-201032 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 15 July 2004 (15.07.2004), claim 1 (Family: none)	1 2-10
X A	JP 2006-174406 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 29 June 2006 (29.06.2006), paragraphs [0009] to [0028] & JP 2007-209040 A & US 2008/0279181 A1 & EP 1768328 A1 & WO 2006/006632 A1	1 2-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 September, 2010 (03.09.10)

Date of mailing of the international search report
14 September, 2010 (14.09.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/059948

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-244197 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 29 August 2003 (29.08.2003), paragraphs [0005] to [0011] (Family: none)	1-10
A	JP 2010-028777 A (Fujitsu Ltd.), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraphs [0011] to [0055] & US 2009/0319664 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04L12/56 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04L12/56

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2004-274703 A (株式会社インテック・ネットコア) 2004. 09. 30, 段落【0015】～【0138】 (ファミリーなし)	1-10
X A	JP 2004-201032 A (財団法人電力中央研究所) 2004. 07. 15, 【請求項1】 (ファミリーなし)	1 2-10
X A	JP 2006-174406 A (日本電信電話株式会社) 2006. 06. 29, 段落【0009】～【0028】 & JP 2007-209040 A & US 2008/0279181 A1 & EP 1768328 A1 & WO 2006/006632 A1	1 2-10

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

齋藤 浩兵

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 6

5 X

3 7 9 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-244197 A (日本電信電話株式会社) 2003. 08. 29, 段落【0005】～【0011】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2010-028777 A (富士通株式会社) 2010. 02. 04, 段落【0011】～【0055】 & US 2009/0319664 A1	1-10