(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
2020年4月16日(16.04.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/075588 A1

(51) 国際特許分類:
H04W 16/26 (2009.01)　*H04W 80/04* (2009.01)
H04L 29/06 (2006.01)　*H04W 88/04* (2009.01)
H04W 12/06 (2009.01)　*H04W 88/06* (2009.01)
H04W 80/02 (2009.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/038904

(22) 国際出願日：　2019年10月2日(02.10.2019)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-191571　2018年10月10日(10.10.2018) JP

(71) 出願人: ソニー株式会社 (**SONY CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 Tokyo (JP).

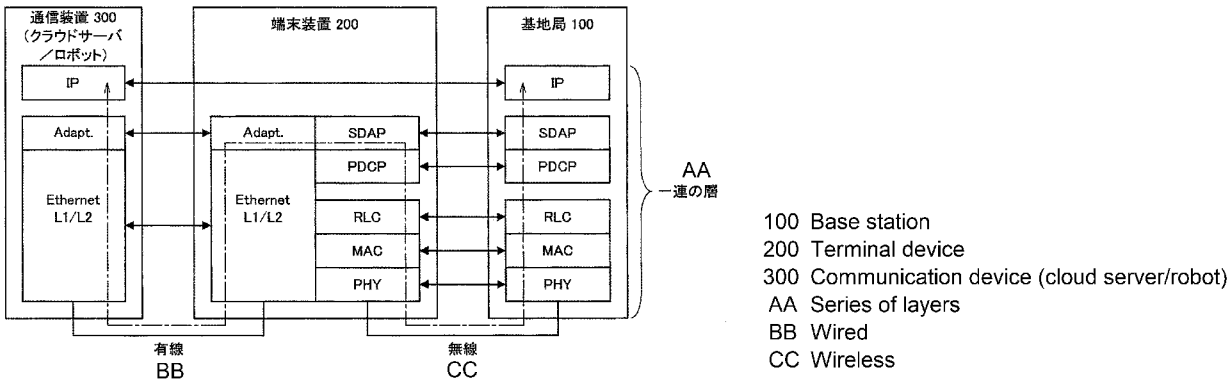
(72) 発明者: 草島　直紀 (**KUSASHIMA, Naoki**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 宮本 敦史(**MIYAMOTO, Atsushi**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 木村 亮太(**KIMURA, Ryota**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** COMMUNICATION DEVICE, COMMUNICATION METHOD, PROGRAM, AND COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称： 通信装置、通信方法、プログラム、及び通信システム



(57) **Abstract:** Provided is a communication device provided with a first communication unit for communicating wirelessly on the basis of a first communication scheme, a second communication unit for communicating on the basis of a second communication scheme different from the first communication scheme, and a control unit for controlling communication based on the first communication scheme and communication based on the second communication scheme. Among a series of layers for each of communication protocols constituting a protocol stack based on the first communication scheme, a first layer is one of the layers located at or below a layer corresponding to a communication protocol related to selection of a transmission path, and as a layer corresponding to the first layer, a second layer is set for a protocol stack based on the second communication scheme. The control unit converts one of data corresponding to the first layer and data corresponding to the second layer, into the other.

WO 2020/075588 A1

[続葉有]

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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:第１の通信方式に基づき無線通信を行う第１の通信部と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う第２の通信部と、前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御する制御部と、を備え、前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、前記制御部は、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換する、通信装置。

明　細　書

発明の名称 ：

通信装置、通信方法、プログラム、及び通信システム

技術分野

[0001] 本開示は、通信装置、通信方法、プログラム、及び通信システムに関する。

背景技術

[0002] セルラー移動通信の無線アクセス方式および無線ネットワーク（以下、「Long Term Evolution (LTE)」、「LTE-Advanced (LTE-A)」、「LTE-Advanced Pro (LTE-A Pro)」、「New Radio (NR)」、「New Radio Access Technology (NRAT)」、「Evolved Universal Terrestrial Radio Access (EUTRA)」、または「Further EUTRA (FEUTRA)」とも称する。）が、第三世代パートナーシッププロジェクト（3rd Generation Partnership Project: 3GPP）において検討されている。なお、以下の説明において、LTEは、LTE-A、LTE-A Pro、およびEUTRAを含み、NRは、NRAT、およびFEUTRAを含む。LTEでは基地局装置（基地局、通信装置）はeNodeB（evolved NodeB）、NRでは基地局装置（基地局、通信装置）はgNodeB、LTEおよびNRでは端末装置（移動局、移動局装置、端末、通信装置）はUE（User Equipment）とも称する。LTEおよびNRは、基地局装置がカバーするエリアをセル状に複数配置するセルラー通信システムである。単一の基地局装置は複数のセルを管理してもよい。

[0003] ＮＲのユースケースの一つとして、ロボットの通信での活用が検討されている。具体的な一例として、遠隔操作や配線の簡略化などの要求から、ロボット内やロボット外のデバイス間で無線通信が使われていくことが想定される。しかしながら、無線は限られた資源であり、更にロボット通信に必要な遅延や信頼性などの要求を満たさなければならない等の課題が残る。このような状況から、例えば、一部の通信網に無線での通信が導入され、他の通信

網については有線の通信が適用されるような環境が想定される。ロボットの通信でのＮＲの利用の検討については、非特許文献１に開示されている。

[0004] また、特許文献１には、中継機に２つ以上の異なる無線通信規格の通信部を備え、異なる通信規格の通信部間のＭＡＣアドレスを適切に切り替えることで、一方の通信機器をもう一方の通信規格ネットワーク上に仮想的に存在させる技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１４－２０７６０８号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：3GPP TR 22.804, V2.0.0 “3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Study on Communication for Automation in Vertical Domains (Release 16),” May, 2018.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 一方で、複数の通信装置間の通信が他の通信装置（例えば、リレー基地局やリレー端末等）により中継される場合には、当該複数の通信装置間の通信経路のうち一部の通信経路に対して、他の通信経路とは異なる通信方式（通信規格）に基づく通信が適用される場合がある。このような状況下では、例えば、複数の通信装置間の一連の通信経路のうち一部の通信経路に対して、他の通信経路とは独立した通信制御が行われ、エンドトゥエンド（End-to-end）の品質（例えば、ＱｏＳ：Quality of Service）を保つことが困難となる場合がある。

[0008] そこで、本開示では、複数の通信装置間の通信において通信方式が互いに異なる複数の通信が適用される状況下においても、エンドトゥエンドの通信をより好適な態様で実現可能とする技術を提案する。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示によれば、第１の通信方式に基づき無線通信を行う第１の通信部と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う第２の通信部と、前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御する制御部と、を備え、前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、前記制御部は、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換する、通信装置が提供される。

[0010] また、本開示によれば、コンピュータが、第１の通信方式に基づき無線通信を行うことと、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御することと、を含み、前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換される、通信方法が提供される。

[0011] また、本開示によれば、コンピュータに、第１の通信方式に基づき無線通信を行うことと、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御することと、を実行させ、前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換される、プログラムが提供される。

[0012] また、本開示によれば、第１の通信装置と、第２の通信装置と、前記第１の通信装置と前記第２の通信装置との間の通信を中継する第３の通信装置と、を備え、前記第３の通信装置は、前記第１の通信装置と、第１の通信方式に基づき無線通信を行う第１の通信部と、前記第２の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う第２の通信部と、前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御する制御部と、を備え、前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、前記制御部は、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換する、通信システムが提供される。

[0013] また、本開示によれば、第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う通信部と、前記第２の通信方式に基づく通信を制御する制御部と、を備え、前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、前記制御部は、前記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御する、通信装置が提供される。

[0014] また、本開示によれば、コンピュータが、第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、前記第２の通信方式に基

づく通信を制御することと、を含み、前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、前記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御される、通信方法が提供される。

[0015] また、本開示によれば、コンピュータに、第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、前記第２の通信方式に基づく通信を制御することと、を実行させ、前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、前記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御される、プログラムが提供される。

発明の効果

[0016] 以上説明したように本開示によれば、複数の通信装置間の通信において通信方式が互いに異なる複数の通信が適用される状況下においても、エンドトゥエンドの通信をより好適な態様で実現可能とする技術が提供される。

[0017] なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに

、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本開示の一実施形態に係るシステム１の概略的な構成の一例について説明するための説明図である。

[図2]リレー通信の一例について概要を説明するための説明図である。

[図3]同実施形態に係るシステムにおけるリレー通信の一例について概要を説明するための説明図である。

[図4]同実施形態に係るシステムにおけるリレー通信の他の一例について概要を説明するための説明図である。

[図5]Ethernetのフレーム構成の一例を示した図である。

[図6]ＮＲにおけるデータ通信のプロトコルスタックの一例を示した図である。

[図7]ＮＲのレイヤ２におけるデータフローの一例を示した図である。

[図8]ＮＲにおける制御情報通信のプロトコルスタックの一例を示した図である。

[図9]無線通信及び有線通信が混在するリレー通信におけるデータ通信のプロトコルスタックの一例を示した図である。

[図10]通信方式の異なる通信が混在するリレー通信における遅延の一例について概要を説明するための説明図である。

[図11]同実施形態に係る基地局の構成の一例を示すブロック図である。

[図12]同実施形態に係る端末装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図13]同実施形態に係る通信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図14]同実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの一例について説明するための説明図である。

[図15]同実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの他の一例について説明するための説明図である。

[図16]同実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの他の一例に

ついて説明するための説明図である。

[図17]同実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの他の一例について説明するための説明図である。

[図18]同実施形態に係るシステムにおける制御信号通信のプロトコルスタックの一例を示した図である。

[図19]同実施形態に係るシステムにおけるＲＲＣ設定及びリレー通信の一連の処理の流れの一例を示したシーケンス図である。

[図20]有線の通信経路を経由してコアネットワークに接続される有線端末の初期接続シーケンスの一例について説明するための説明図である。

[図21]同実施形態に係るリレー通信における遅延の一例について概要を説明するための説明図である。

[図22]ヘッダ情報に基づいてプロトコル変換を行う層を制御するための処理の流れの一例を示したフローチャートである。

[図23]複数回のリレーが行われる場合の概略的な構成の一例について説明するための説明図である。

[図24]同実施形態に係るデータ通信プロトコルスタックの一例について説明するための説明図である。

[図25]同実施形態に係るデータ通信プロトコルスタックの他の一例について説明するための説明図である。

[図26]ｅＮＢの概略的な構成の第１の例を示すブロック図である。

[図27]ｅＮＢの概略的な構成の第２の例を示すブロック図である。

[図28]スマートフォンの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図29]カーナビゲーション装置の概略的な構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略

する。

[0020] なお、説明は以下の順序で行うものとする。

１．はじめに

１．１．システム構成の一例

１．２．ロボット通信の要求条件

１．３．ロボット通信の情報の種類

１．４．リレー通信

１．５．プロトコルスタック

２．通信方式の異なる通信が混在するリレー通信に関する検討

２．１．無線及び有線が混在するリレー通信のプロトコルスタックの一例

２．２．無線及び有線が混在するリレー通信に関する技術的課題

３．技術的特徴

３．１．構成例

３．１．１．基地局の構成例

３．１．２．端末装置の構成例

３．１．３．通信装置の構成例

３．２．リレー通信の制御例

４．応用例

４．１．基地局に関する応用例

４．２．端末装置に関する応用例

５．むすび

[0021] ＜＜１．はじめに＞＞

＜１．１．システム構成の一例＞

まず、図１を参照して、本開示の一実施形態に係るシステム１の概略的な構成の一例について説明する。図１は、本開示の一実施形態に係るシステム１の概略的な構成の一例について説明するための説明図である。図１に示すように、システム１は、無線通信装置１００と、端末装置２００とを含む。

ここでは、端末装置２００は、ユーザとも呼ばれる。当該ユーザは、ＵＥとも呼ばれ得る。無線通信装置１００Ｃは、ＵＥ－Ｒｅｌａｙとも呼ばれる。ここでのＵＥは、ＬＴＥ又はＬＴＥ－Ａにおいて定義されているＵＥであってもよく、ＵＥ－Ｒｅｌａｙは、３ＧＰＰで議論されているＰｒｏｓｅ　ＵＥ　ｔｏ　Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｒｅｌａｙであってもよく、より一般的に通信機器を意味してもよい。

[0022] （１）無線通信装置１００

無線通信装置１００は、配下の装置に無線通信サービスを提供する装置である。例えば、無線通信装置１００Ａは、セルラーシステム（又は移動体通信システム）の基地局である。基地局１００Ａは、基地局１００Ａのセル１０Ａの内部に位置する装置（例えば、端末装置２００Ａ）との無線通信を行う。例えば、基地局１００Ａは、端末装置２００Ａへのダウンリンク信号を送信し、端末装置２００Ａからのアップリンク信号を受信する。

[0023] 基地局１００Ａは、他の基地局と例えばＸ２インタフェースにより論理的に接続されており、制御情報等の送受信が可能である。また、基地局１００Ａは、所謂コアネットワーク（図示を省略する）と例えばＳ１インタフェースにより論理的に接続されており、制御情報等の送受信が可能である。なお、これらの装置間の通信は、物理的には多様な装置により中継され得る。

[0024] ここで、図１に示した無線通信装置１００Ａは、マクロセル基地局であり、セル１０Ａはマクロセルである。一方で、無線通信装置１００Ｂ及び１００Ｃは、スモールセル１０Ｂ及び１０Ｃをそれぞれ運用するマスタデバイスである。一例として、マスタデバイス１００Ｂは、固定的に設置されるスモールセル基地局である。スモールセル基地局１００Ｂは、マクロセル基地局１００Ａとの間で無線バックホールリンクを、スモールセル１０Ｂ内の１つ以上の端末装置（例えば、端末装置２００Ｂ）との間でアクセスリンクをそれぞれ確立する。なお、無線通信装置１００Ｂは、３ＧＰＰで定義されるリレーノードであってもよい。マスタデバイス１００Ｃは、ダイナミックＡＰ（アクセスポイント）である。ダイナミックＡＰ１００Ｃは、スモールセル

１０Ｃを動的に運用する移動デバイスである。ダイナミックＡＰ１００Ｃは、マクロセル基地局１００Ａとの間で無線バックホールリンクを、スモールセル１０Ｃ内の１つ以上の端末装置（例えば、端末装置２００Ｃ）との間でアクセスリンクをそれぞれ確立する。ダイナミックＡＰ１００Ｃは、例えば、基地局又は無線アクセスポイントとして動作可能なハードウェア又はソフトウェアが搭載された端末装置であってよい。この場合のスモールセル１０Ｃは、動的に形成される局所的なネットワーク（Localized Network／Virtual Cell）である。

[0025] セル１０Ａは、例えば、ＬＴＥ、ＬＴＥ－Ａ（LTE-Advanced）、ＬＴＥ－ＡＤＶＡＮＣＥＤ ＰＲＯ、ＧＳＭ（登録商標）、ＵＭＴＳ、Ｗ－ＣＤＭＡ、ＣＤＭＡ２００、ＷｉＭＡＸ、ＷｉＭＡＸ２又はＩＥＥＥ８０２．１６などの任意の無線通信方式に従って運用されてよい。

[0026] なお、スモールセルは、マクロセルと重複して又は重複せずに配置される、マクロセルよりも小さい様々な種類のセル（例えば、フェムトセル、ナノセル、ピコセル及びマイクロセルなど）を含み得る概念である。ある例では、スモールセルは、専用の基地局によって運用される。別の例では、スモールセルは、マスタデバイスとなる端末がスモールセル基地局として一時的に動作することにより運用される。いわゆるリレーノードもまた、スモールセル基地局の一形態であると見なすことができる。リレーノードの親局として機能する無線通信装置は、ドナー基地局とも称される。ドナー基地局は、ＬＴＥにおけるＤｅＮＢを意味してもよく、より一般的にリレーノードの親局を意味してもよい。

[0027] （２）端末装置２００

端末装置２００は、セルラーシステム（又は移動体通信システム）において通信可能である。端末装置２００は、セルラーシステムの無線通信装置（例えば、基地局１００Ａ、マスタデバイス１００Ｂ又は１００Ｃ）との無線通信を行う。例えば、端末装置２００Ａは、基地局１００Ａからのダウンリンク信号を受信し、基地局１００Ａへのアップリンク信号を送信する。

[0028] また、端末装置２００としては、所謂ＵＥのみに限らず、例えば、ＭＴＣ端末、ｅＭＴＣ（Enhanced MTC）端末、及びＮＢ－ＩｏＴ端末等のような所謂ローコスト端末（Low cost UE）が適用されてもよい。

[0029] （３）補足

以上、システム１の概略的な構成を示したが、本技術は図１に示した例に限定されない。例えば、システム１の構成として、マスタデバイスを含まない構成、ＳＣＥ（Small Cell Enhancement）、ＨｅｔＮｅｔ（Heterogeneous Network）、ＭＴＣネットワーク等が採用され得る。またシステム１の構成の、他の一例として、マスタデバイスがスモールセルに接続し、スモールセルの配下でセルを構築してもよい。

[0030] また、詳細は後述するが、本開示の一実施形態に係るシステムにおいては、端末装置２００と有線または無線の通信経路を介して通信可能に構成された通信装置（以下、便宜上「通信装置３００」とも称する）が含まれていてもよい。この場合には、例えば、端末装置２００が、基地局１００と通信装置３００との間の通信を中継する、所謂リレー通信装置としての役割を担ってもよい。また、このとき基地局１００と端末装置２００との間の通信と、当該端末装置２００と通信装置３００との間の通信と、に対して通信方式が互いに異なる通信が適用されてもよい。

[0031] ＜１．２．ロボット通信の要求条件＞

続いて、ＮＲをロボット等の制御に適用する場合の通信に対する要求条件について概要を説明する。ＮＲのユースケースの一つとして、通信を介したロボットの利用が検討されている。具体的な一例として、ロボットやセンサ等に無線通信が適用されるユースケースとして以下が挙げられる。

・手術支援ロボットを用いた遠隔手術

・電車、自動車、ドローン等（即ち、移動体）の自動操縦・遠隔操縦

・ファクトリーオートメーションやビルディングオートメーション

・ロボット内部のデバイス間通信

[0032] ロボットの利用を想定した通信（以下、「ロボット通信」とも称する）で

は、物理層におけるラウンドトリップ遅延が１ミリ秒以下の低遅延性（Low latency）や、０．００１％以下のパケット誤り率を達成する通信信頼性（Ultra－reliability）、アプリケーションが通信を行いたい際には常に通信が可能な状態である高いサービス可用性（Communication service availability）等が求められている。

[0033] 従来は、これらの高い要求条件を満たすために、ロボットの利用を想定した通信には高速で信頼性の高い有線の通信経路を介した通信が適用されていた。有線の通信経路を介した通信は、ケーブルによって線内と線外の伝搬環境を分離することができるため、他からの干渉に強く、高信頼通信を実現することが容易である。一方で、通信を行う機器間は有線の通信経路で接続されているため、モビリティや可動領域が制限される場合がある。また、配線コストが増大するような状況も想定され、配線による重量増加も避けることが困難となる場合がある。

[0034] 以上のような高い要求条件を満たすために、ＮＲおよびＬＴＥでは、データの重複化（Duplication）や低遅延スロットなどの、低遅延高信頼技術が導入された。具体的な一例として、大量の無線リソースを用いてデータを冗長化させることで高信頼な無線通信を実現することが可能である。一方で、周波数帯等の無線リソースは限られているため、全ての経路において無線の低遅延高信頼通信を実現させることが困難となる場合がある。

[0035] 以上のような状況を鑑みて、本開示の一実施形態では、典型的な構成の一例として、一部の通信経路において有線の通信を適用し、他の通信経路において無線通信を適用する、無線－有線混在リレー通信を想定する。これにより、有線の通信と無線通信との双方の利点を譲受する通信システムを構築することが可能となる。

[0036] ＜１．３．ロボット通信の情報の種類＞

本開示の一実施形態におけるロボット通信において、多様な情報のやり取りが想定され得る。ロボット通信でやり取りされる情報としては、例えば、リアルタイム性が要求される情報と、必ずしもリアルタイム性が要求されな

い情報と、に分類することが可能である。リアルタイム性が要求される情報としては、例えば、ＱｏＳ保証される情報が挙げられる。また、必ずしもリアルタイム性が要求されない情報としては、例えば、必ずしもＱｏＳ保証がされなくてもよい情報が挙げられる。

[0037] リアルタイム性が要求される情報の種類の一例としては以下が挙げられる。

・運動に直接関わる動作情報（例えば、アクチュエータに対する制御情報等）

・センサ情報

・緊急な状態が発生した場合（例えば、衝突する危機が発生した場合等）の制御情報

・人間の小脳で考えるような情報

・動作するロボットの近傍で測定されるセンサの情報

[0038] 一方で、必ずしもリアルタイム性が要求されない情報の種類の一例としては以下が挙げられる。

・ログデータ（例えば、ロボットの関節角度の軌跡、エラー情報、イベント（ある時刻にイベントが発生した場合）、過去のセンサ情報等）

・初期化時の情報交換（計画段階の情報）

・コネクションセットアップ時の情報

・移動計画に関する情報

・人間の大脳で考えるような情報

・動作するロボットからより離隔した位置で測定されるセンサの情報

[0039] ＜１．４．リレー通信＞

続いて、リレー通信について概要を説明する。無線通信システムにおいては、例えば、セルのカバレッジ拡張や受信信号の品質向上等を目的として、リレーが採用される場合がある。

[0040] ここで、図２を参照して、従来の無線通信におけるリレー通信の一例について説明する。図２は、リレー通信の一例について概要を説明するための説

明図である。図２に示す例では、基地局１００Ａと端末装置２００との間の通信が、リレー基地局１００Ｂを介して行われる。また、図２に示す例では、基地局１００Ａとリレー基地局１００Ｂとの間で無線の通信経路を介して通信が行われ、リレー基地局１００Ａと端末装置２００との間においても無線の通信経路を介して通信が行われる。これにより、例えば、伝搬損失等の影響により端末装置２００が基地局１００からの信号を直接受信することが困難な場合においても、当該端末装置２００に対して良好な品質で信号を届けることが可能となる。

[0041] （無線－有線混在のリレー通信）

続いて、リレー通信の一例として、無線の通信経路を介した通信（以下、単に「無線通信」とも称する）と、有線の通信経路を介した通信（以下、単に「有線通信」とも称する）と、が混在する場合のリレー通信について概要を説明する。

[0042] 本開示の一実施形態に係るシステムでは、例えば、従来の無線通信におけるリレー通信に対して、一連の通信経路のうち一部の区間において有線の通信経路が適用されるようなリレー通信（以降では、「無線－有線リレー通信」とも称する）を想定する。

[0043] 本実施形態に係るシステムで想定され得る無線－有線リレー通信の運用の一例として、長距離の伝送に無線通信を利用する運用が挙げられる。具体的には、有線通信では、通信距離に比例して配線のコストが増大する可能性がある。一方で、無線通信が実現される場合には、上述した配線コストが実質的に不要となり得るため、特に長距離通信でのコスト削減の効果が期待される。

[0044] （ロボット通信のシステム構成例１）

ここで、図３を参照して、本開示の一実施形態に係るシステムにおいて無線通信と有線通信とが混在するリレー通信（即ち、有線－無線リレー通信）の一例について概要を説明する。図３は、本実施形態に係るシステムにおけるリレー通信の一例について概要を説明するための説明図であり、無線通信

と有線通信とが混在するリレー通信の一例について示している。具体的には、図３は、ロボット５３０（通信機能を有する装置）と遠隔地に設置されたクラウドサーバ５１０との間の通信や、ロボット５３０と他のロボット５３０との間の通信を想定したシステムの概略的な構成の一例について示している。

[0045] 図３に示すような構成例が適用されるユースケースの一例として、ロボット５３０が、リアルタイムで各種情報を受け取り、その場の状況に応じて動作するようなケースが想定され得る。より具体的な一例として、遠隔手術等の遠隔ロボット制御、工場内での動作が想定された制御ロボット、信号機の情報や道路側面に備え付けられているカメラ情報等の外界のセンサ等が、本実施系形態に係るシステムにおいて想定され得るロボット５３０の一例に相当する。

[0046] 図３に示す例では、例えば、クラウドサーバ５１０とロボット５３０－１との間の通信を実現するために、基地局１００及び端末装置２００－１が利用されている。具体的には、基地局１００とクラウドサーバ５１０との間は有線の通信経路Ｎ１２３を介して接続される。また、端末装置２００－１とロボット５３０－１との間は有線の通信経路Ｎ１１７を介して接続される。また、基地局１００と端末装置２００－１との間は、無線の通信経路Ｎ１１１を介して接続される。このような前提の基で、ロボット５３０－１とクラウドサーバ５１０との間の通信において、ロボット５３０－１から送信されるデータは、端末装置２００－１及び基地局１００を介して（即ち、参照符号Ｄ１０１を付した通信経路を介して）クラウドサーバ５１０に伝送され、当該クラウドサーバ５１０に受信される。

[0047] また、他の一例として、ロボット５３０－２とロボット５３０－３との間の通信を実現するために、基地局１００、端末装置２００－１、及び端末装置２００－２が利用されている。具体的には、端末装置２００－１とロボット５３０－２との間は有線の通信経路Ｎ１１５を介して接続される。同様に、端末装置２００－２とロボット５３０－３との間は有線の通信経路Ｎ１１

９を介して接続される。また、基地局１００と端末装置２００－１との間は、無線の通信経路Ｎ１１１を介して接続される。同様に、基地局１００と端末装置２００－２との間は、無線の通信経路Ｎ１１３を介して接続される。このような前提の基で、ロボット５３０－２とロボット５３０－３との間の通信において、ロボット５３０－２から送信されるデータは、端末装置２００－１、基地局１００、及び端末装置２００－２を介して（即ち、参照符号Ｄ１０３を付した通信経路を介して）ロボット５３０－３に伝送され、当該ロボット５３０－３に受信される。また、ロボット５３０自体が基地局１００と無線通信を行う場合も想定され得る。具体的な一例として、ロボット５３０－３が無線通信の機能を有する場合には、ロボット５３０－３は、基地局１００と無線通信を直接行ってもよい。

[0048] 以上のように、長距離の通信に無線通信を適用し、最低限の通信に有線通信を適用することで、高信頼の通信システムを確立することが可能となる。

[0049] （ロボット通信のシステム構成例２）

次いで、図４を参照して、本開示の一実施形態に係るシステムにおいて無線通信と有線通信とが混在するリレー通信の他の一例について概要を説明する。図４は、本実施形態に係るシステムにおけるリレー通信の他の一例について概要を説明するための説明図であり、無線通信と有線通信とが混在するリレー通信の一例について示している。具体的には、図４は、ロボット５３０－４の内部のデバイス間における通信に無線通信が適用される場合の一例について示している。

[0050] ロボットの軽量化や可動領域の無制限化などの要求から、ロボット内のデバイス間で無線通信の適用が期待されている。また、ロボット内部において電波伝搬が限定的であることから、ロボット外部に対して電波の漏れ出しを少なくすることも可能である。これにより、ロボット外部の無線通信に対して与える干渉を低減させることも可能となるため、例えば、ロボット内部の通信では、無線リソースを潤沢に活用可能となり得る。

[0051] 例えば、図４に示す例は、ＣＰＵやアクチュエータ等のロボット内部のデ

バイス間通信と、ロボットの動作等を制御する制御サーバーとロボットとの通信で構成される通信システムである。上述した理由から、図４に示す例では、ロボット５３０－４内部のデバイス間の情報の送受信に無線通信が適用されている。一方で、図４に示す例では、ロボット５３０－４と、当該ロボット５３０－４の動作等を制御する制御サーバ５２０と、の間は、他の無線通信からの影響をより低減させるために、有線通信が適用されている。また、制御サーバ５２０とコアネットワーク４００との間についても有線通信が適用されている。

[0052] このような構成の基で、例えば、制御サーバ５２０から送信されたアクチュエータ等のデバイスの制御に関する情報は、制御サーバ５２０－ロボット５３０－４間の有線通信と、ロボット５３０－４内部のデバイス間の無線通信と、を介して伝達される。これにより、従来に比べて可動域をより拡張したロボットの実現が可能となる。

[0053] ＜１．５．プロトコルスタック＞

続いて、本開示の一実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの一例について説明する。なお、本説明におけるプロトコルスタックとは、ネットワークプロトコルの階層を表すものとする。

[0054] 一例として、プロトコルスタックは、下層から、物理層、リンク層、ネットワーク層、トランスポート層、及びアプリケーション層によって構成される。物理層は、上位層から転送された信号を伝搬路に流すための変換処理と、伝搬路を伝送された後に受信された信号を上位層に正しく転送するための変換処理と、を行う層である。リンク層は、伝送制御、誤り検出、再送要求等の機能を有する層である。ネットワーク層は、ＩＰアドレスの割り当て、データの伝送経路の選択（ルーティング）などを司る層である。ネットワーク層は、例えば、ＩＰ層が相当する。トランスポート層は、データの転送を制御する役割を果たす層である。トランスポート層は、例えば、ＴＣＰ層及びＵＤＰ層が相当する。アプリケーション層は、例えば、アプリケーションが通信を行うための層である。

[0055] また、Ethernetは、物理層およびデータリンク層の一部のプロトコルが規定された有線ＬＡＮ（Local Area Network）の規格である。また、ＬＴＥ及びＮＲは、物理層およびデータリンク層のプロトコルが規定されたモバイルネットワークの規格である。

[0056] （Ethernetにおけるプロトコルスタック）

EthernetにおけるＩＰ層よりも下位のプロトコルスタックは、物理層（ＰＨＹ層、Ｌ１）とデータリンク層（Ｌ２）の２層で構成される。物理層では、有線で信号を送受信するための処理（例えば、変調及び復調）が行われる。データリンク層では、送信するＭＡＣフレームの作成や受け取ったＭＡＣフレームの解釈に関する処理が行われる。

[0057] 例えば、図５は、Ethernetのフレーム構成の一例を示した図である。図５に示すように、Ethernetのフレームは、宛先アドレス（ＭＡＣアドレス）、送信元アドレス（ＭＡＣアドレス）、長さ／タイプに関する情報、データ、及びエラー検出のためのパリティビットがこの順序で配列されて構成される。

[0058] （ＮＲにおけるプロトコルスタック）

ＮＲのプロトコルスタックでは、より細かく層が規定されている。例えば、図６は、ＮＲにおけるデータ通信（U-Plane、User-Plane）のプロトコルスタックの一例を示した図である。図６に示すように、ＮＲのデータ通信のプロトコルスタックは、下層から、ＰＨＹ層（Physical layer）、ＭＡＣ層（Medium Access Control layer）、ＲＬＣ層（Radio Link Control Layer）、ＰＤＣＰ層（Packet Data Convergence Protocol layer）、及びＳＤＡＰ層（Service Data Adaptation Protocol layer）によって構成される。ＮＲにおいて、レイヤ１（Layer 1）は、ＰＨＹ層に相当する。また、ＮＲにおいて、レイヤ２（Layer 2）は、ＭＡＣ層、ＲＬＣ層、ＰＤＣＰ層、及びＳＤＡＰ層のサブ層によって構成される。なお、ＳＤＡＰ層よりも上位には、ＩＰ層などの上位層が存在する。

[0059] ＰＨＹ層では、例えば、「信号の符号化及び復号」、「スクランブリング

及びデスクランブリング」、「レイヤーマッピング及びデマッピング」、「変調及び復調」、「リソースマッピング」、「FFT変換及びIFFT変換」、「ＤＣ／ＡＣ変換及びＡＣ／ＤＣ変換」、並びに「アップコンバージョン及びダウンコンバージョン」等の処理が実行される。

[0060] ＭＡＣ層では、例えば、「ロジカルチャネルとトランスポートチャネルとの間のマッピング」、「ＭＡＣ ＳＤＵ（Service Data Unit）のマルチプレクシング及びデマルチプレクシング」、「スケジューリング情報報告」、「ＨＡＲＱ（Hybrid Automatic Repeat and reQuest）を用いたエラー訂正」、「端末間やロジカルチャネル間のプライオリティハンドリング」、並びに「パディング」等の処理が実行される。

[0061] ＲＬＣ層では、例えば、「シーケンスナンバリング」、「ＡＲＱ（Automatic Repeat and reQuest）を用いたエラー訂正」、「セグメンテーション及びリセグメンテーション」、「リアセンブリ」、「重複検出」、並びに「プロトコルエラー検出」等の処理が実行される。

[0062] ＰＤＣＰ層では、例えば、「シーケンスナンバリング」、「ヘッダ圧縮及び復元」、「リオーダリング及び重複検出」、「ルーティング」、「再送」、「暗号化、解読、及び整合性保護」、「データ復元」、並びに「重複化」等の処理が実行される。

[0063] ＳＤＡＰ層では、例えば、「データとＱｏＳフローとの間のマッピング」、及び「ＱｏＳフローＩＤのマスキング」等の処理が実行される。なお、ＬＴＥでは、当該ＳＤＡＰ層は用いられない。

[0064] また、図７は、ＮＲのレイヤ２におけるデータフローの一例を示した図である。図７に示すように、上位層（ＩＰ層）から転送されたＩＰパケットは、ＳＤＡＰ層において、ＳＤＡＰ ＳＤＵに変換された後に、ヘッダが付随され、ＳＤＡＰ ＰＤＵ（Protocol Data Unit）が生成される。ＳＤＡＰ層から転送されたＳＤＡＰ ＰＤＵは、ＰＤＣＰ ＳＤＵに変換された後に、ヘッダが付加され、ＰＤＣＰ ＰＤＵが生成される。ＰＤＣＰ層から転送されたＰＤＣＰ ＰＤＵは、ＲＬＣ ＳＤＵに変換された後に、ヘッダが付

加され、ＲＬＣ　ＰＤＵが生成される。なお、ＲＬＣ層では、ＰＤＣＰ　ＰＤＵを分割することが可能である。最後に、ＲＬＣ層から転送されたＲＬＣ　ＰＤＵは、ＭＡＣ　ＳＤＵに変換された後に、ヘッダが付加され、ＭＡＣ　ＰＤＵが生成される。なお、ＭＡＣ層では、複数のＭＡＣ　ＳＤＵをマルチプレクシングして、１つのＭＡＣ　ＰＤＵとして生成することが可能である。

[0065] 図８は、ＮＲにおける制御情報通信（C-Plane、Control-Plane）のプロトコルスタックの一例を示した図である。ＮＲの制御情報通信のプロトコルスタックは、下層から、ＰＨＹ層、ＭＡＣ層、ＲＬＣ層、ＰＤＣＰ層、ＲＲＣ層（Radio Resource Control layer）、及びＮＡＳ層（Non－Access Stratum layer）によって構成される。ＮＲにおいて、レイヤ３（Layer 3）は、ＲＲＣ層およびＮＡＳ層に相当する。なお、ＡＭＦ（Access and Mobility Management Function）はコアネットワークの一部の機能である。また、本例におけるＲＲＣ層は基地局に含まれる構成であるが、この構成に限らず、コアネットワークにＲＲＣ層が存在してもよい。

[0066] ＲＲＣ層では、例えば、「システム情報の報知」、「ページング」、「端末装置とネットワークとの接続の確立、持続、及び解放」、「セキュリティ」、「データフローの確立、設定、持続、及び解放」、「ハンドオーバー、コンテンツ転送、及びセル選択／再選択等のモビリティ処理」、「ＱｏＳ管理」、「測定報告及び報告の制御」、並びに「リンク不全の検出及び復元」等の処理が実行される。

[0067] ＮＡＳ層では、例えば、「モビリティ管理」、「セルコントロール管理」、「セッション管理」、及び「アイデンティティ管理」等の処理が実行される。

[0068] ＜＜２．通信方式の異なる通信が混在するリレー通信に関する検討＞＞

続いて、有線通信と無線通信とのような通信方式の異なる通信が混在するリレー通信について、主にプロトコルスタックに着目して検討したうえで、本開示の一実施形態に係るシステムの技術的課題について概要を説明する。

[0069] ＜２．１．無線及び有線が混在するリレー通信のプロトコルスタックの一例＞

まず、比較例として、図９を参照して、従来の方式を無線及び有線が混在するリレー通信に適用した場合のデータ通信（U－Plane）のプロトコルスタックの一例について説明する。図９は、無線通信及び有線通信が混在するリレー通信におけるデータ通信のプロトコルスタックの一例を示した図である。図９に示す例では、基地局１００と端末装置２００との間の伝送路にはＮＲを用いた無線通信が適用され、端末装置２００とクラウドサーバやロボット等のような装置（以下、便宜上「通信装置３００」とも称する）との間の伝送路にはEthernetを用いた有線通信が適用されている。また、図９に示す例では、ＩＰ層よりも上位層については図示を省略している。

[0070] ＮＲとEthernetとは物理層及びリンク層の規格が異なるため、基地局１００と通信装置３００との間でデータを伝送する場合には、当該伝送を中継する端末装置２００において、共通の層であるＩＰ層までデータが転送される。そして、当該端末装置２００において、当該データのフォーマットが各規格に対応した物理層及びリンク層のフォーマットへの変換（例えば、通信規格に応じたヘッダの置き換え等）が行われる。

[0071] ここで、図９に示す例におけるデータフローについて、基地局１００から通信装置３００にデータを伝送する場合に着目して説明する。

[0072] 基地局１００から送信されるデータは、当該基地局１００側で、ＩＰ層から、ＳＤＡＰ層、ＰＤＣＰ層、ＲＬＣ層、ＭＡＣ層、ＰＨＹ層の順番で転送され、無線の伝送路を介して、端末装置２００に伝送される。端末装置２００は、受信した無線信号（データ）をＰＨＹ層、ＭＡＣ層、ＲＬＣ層、ＰＤＣＰ層、ＳＤＡＰ層の順に転送し、ＩＰ層に対応するデータに変換する。次いで、端末装置２００から通信装置３００にデータを転送する際には、対象となるデータは、ＩＰ層での伝送路間の変換が行われた後に、Ethernetのレイヤ２（Ｌ２）およびレイヤ１（Ｌ１）の順に転送され、有線の伝送路を介して通信装置３００に伝送される。通信装置３００は、受信した有線信号（

データ）をEthernetのレイヤ１（Ｌ１）およびレイヤ２（Ｌ２）の順に転送し、ＩＰ層に対応するデータに変換する。以上のような一連の手順が踏まれることで、基地局１００から通信装置３００にデータが伝送される。

[0073] なお、以降の説明では、通信方式の異なる通信間でプロトコル変換（例えば、ヘッダの置き換え等）を行うために、変換前のプロトコルスタックにおいて下位の層から所定の上位層までデータを転送し、変換後のプロトコルスタックにおいて再度下位の層まで転送する動作を、便宜上「折り返し」とも称する。具体的な一例として、「折り返しを行う層」と記載した場合には、通信方式の異なる通信間におけるプロトコル変換が行われる層を示すものとする。

[0074] ＜２．２．無線及び有線が混在するリレー通信に関する技術的課題＞

続いて、有線通信と無線通信とのような通信方式の異なる通信が混在するリレー通信における技術的課題について以下に説明する。上述したように、無線通信と有線通信とは規格（特に、リンク層及び物理層の規格）が異なるため、共通のプロトコルであるＩＰ層以上でのＱｏＳ制御が行われる。

[0075] しかしながら、低遅延や信頼性が重要とされるロボット通信において、各経路で独立したＱｏＳ制御が行われると、End-to-endのＱｏＳが担保されない可能性が考えられる。具体的な一例として、無線通信と有線通信との間で送受信の周期やタイミングが異なる場合には、周期がより長い方の経路の遅延がボトルネックとなり、End-to-endの遅延を増大させる可能性がある。

[0076] 例えば、図１０は、通信方式の異なる通信が混在するリレー通信における遅延の一例について概要を説明するための説明図であり、各経路で独立したＱｏＳ制御が行われた場合の送受信リソース割り当ての一例を示した図である。図１０において、横軸は時間を示している。

[0077] 独立したＱｏＳ制御が行われる場合には、図１０に示すように、クラウドサーバやロボット等の通信装置３００と端末装置２００との間の通信と、当該端末装置２００と基地局１００との間の通信と、で送信リソースの周期やタイミングが揃わない可能性が生じる。これにより、長い転送待機遅延が発

生し、結果としてEnd-to-endの遅延を増大させる場合がある。また、例えば、信頼性が十分担保される経路における繰り返し送信等のような冗長化されたデータの送受信は、必要以上に通信リソースを消費し、他の通信システムの運用を困難にさせる場合も想定され得る。

[0078] また、ＩＰ層までプロトコルが変換されることで、プロトコル変換処理に伴う遅延が発生し得る。例えば、図９に示す例において、基地局１００から端末装置２００に伝送された無線信号（データ）をＩＰ層まで変換する際には、５つの層を経由しなければならない。特に、ロボットのデバイス制御に関する情報は、情報量（ビット数）が少ないこともあり、パケット分割および合成の処理が不要となる場合もある。また、各層で付随されるヘッダの割合がロボットのデバイス制御に関する情報に比べて相対的に増加し、通信のオーバーヘッドとなって非効率的な制御となる可能性もある。

[0079] さらに、EthernetではＣＳＭＡ／ＣＤ（Carrier Sense Multiple Access／Collision Detection）が採用され、時分割多重や周波数分割多重等のような細かな直交リソース割り当てが行われない場合がある。これにより、パケット同士が衝突した場合には、ランダムバックオフ時間を待機した後に再送を行う必要が生じ、さらに遅延が発生する場合がある。

[0080] 以上のような状況を鑑み、本開示では、複数の通信装置間の通信において通信方式が互いに異なる複数の通信が適用される状況下においても、End-to-endの通信をより好適な態様で実現可能とする技術を提案する。具体的には、本開示では、上述した問題を解決するプロトコルスタック及びリソースの制御方法について提案する。

[0081] ＜＜３．技術的特徴＞＞

以下に、本開示の一実施形態に係るシステムの技術的特徴について説明する。

[0082] ＜３．１．構成例＞

まず、本開示の一実施形態に係るシステムを構成する装置の機能構成の一例について説明する。

[0083] ＜３．１．１．基地局の構成例＞

以下に、図１１を参照して、本開示の一実施形態に係る基地局１００の構成の一例を説明する。図１１は、本開示の一実施形態に係る基地局１００の構成の一例を示すブロック図である。図１１を参照すると、基地局１００は、アンテナ部１１０と、無線通信部１２０と、ネットワーク通信部１３０と、記憶部１４０と、制御部１５０とを含む。

[0084] （１）アンテナ部１１０

アンテナ部１１０は、無線通信部１２０により出力される信号を電波として空間に放射する。また、アンテナ部１１０は、空間の電波を信号に変換し、当該信号を無線通信部１２０へ出力する。

[0085] （２）無線通信部１２０

無線通信部１２０は、信号を送受信する。例えば、無線通信部１２０は、端末装置へのダウンリンク信号を送信し、端末装置からのアップリンク信号を受信する。

[0086] （３）ネットワーク通信部１３０

ネットワーク通信部１３０は、情報を送受信する。例えば、ネットワーク通信部１３０は、他のノードへの情報を送信し、他のノードからの情報を受信する。例えば、上記他のノードは、他の基地局及びコアネットワークノードを含む。

[0087] （４）記憶部１４０

記憶部１４０は、基地局１００の動作のためのプログラム及び様々なデータを一時的に又は恒久的に記憶する。

[0088] （５）制御部１５０

制御部１５０は、基地局１００の様々な機能を提供する。制御部１５０は、通信制御部１５１と、情報取得部１５３と、通知部１５５とを含む。なお、制御部１５０は、これらの構成要素以外の他の構成要素をさらに含み得る。即ち、制御部１５０は、これらの構成要素の動作以外の動作も行い得る。

[0089] 通信制御部１５１は、無線通信部１２０を介した端末装置２００との間の

無線通信の制御に係る各種処理を実行する。また、通信制御部１５１は、ネットワーク通信部１３０を介した他のノード（例えば、他の基地局やコアネットワークノード等）との間の通信の制御に係る各種処理を実行する。

[0090] 情報取得部１５３は、端末装置２００や他のノードから各種情報を取得する。取得された当該情報は、例えば、端末装置との間の無線通信の制御や、他のノードとの連携に係る制御等に利用されてもよい。

[0091] 通知部１５５は、端末装置２００や他のノードに各種情報を通知する。具体的な一例として、通知部１５５は、セル内の端末装置２００が基地局１００と無線通信を行うための各種情報を当該端末装置２００に通知してもよい。また、他の一例として、通知部１５５は、セル内の端末装置から取得した情報を、他のノード（例えば、他の基地局）に通知してもよい。また、通知部１５５は、端末装置２００が他の通信装置（例えば、クラウドサーバやロボット等のような通信装置３００）との間で通信を行うための情報を、セル内の端末装置２００に通知してもよい。

[0092] ＜３．１．２．端末装置の構成例＞

以下に、図１２を参照して、本開示の一実施形態に係る端末装置２００の機能構成の一例を説明する。図１２は、本開示の一実施形態に係る端末装置２００の構成の一例を示すブロック図である。図１２に示すように、端末装置２００は、アンテナ部２１０と、無線通信部２２０と、記憶部２３０と、制御部２４０とを含む。また、端末装置２００は、他の通信装置（例えば、クラウドサーバやロボット等のような通信装置３００）と基地局１００との間の通信を中継してもよい。この場合には、端末装置２００は、当該他の通信装置（以下、通信装置３００とする）と通信を行うためのネットワーク通信部２５０を含んでもよい。

[0093] （１）アンテナ部２１０

アンテナ部２１０は、無線通信部２２０により出力される信号を電波として空間に放射する。また、アンテナ部２１０は、空間の電波を信号に変換し、当該信号を無線通信部２２０へ出力する。

[0094] （２）無線通信部２２０

無線通信部２２０は、信号を送受信する。例えば、無線通信部２２０は、基地局からのダウンリンク信号を受信し、基地局へのアップリンク信号を送信する。

[0095] また、本実施形態に係るシステム１においては、端末装置２００が、他の端末装置２００と基地局１００を介さずに直接通信を行う場合がある。この場合には、無線通信部２２０は、他の端末装置２００との間でサイドリンク信号を送受信してもよい。

[0096] （３）記憶部２３０

記憶部２３０は、端末装置２００の動作のためのプログラム及び様々なデータを一時的に又は恒久的に記憶する。

[0097] （４）ネットワーク通信部２５０

ネットワーク通信部２５０は、情報を送受信する。例えば、ネットワーク通信部２５０は、他の通信装置３００への情報を送信し、他の通信装置３００からの情報を受信する。上記通信装置３００には、例えば、クラウドサーバやロボット等のような通信機能を有する他の装置が含まれ得る。

[0098] （５）制御部２４０

制御部２４０は、端末装置２００の様々な機能を提供する。例えば、制御部２４０は、通信制御部２４１と、情報取得部２４３と、通知部２４７とを含む。なお、制御部２４０は、これらの構成要素以外の他の構成要素をさらに含み得る。即ち、制御部２４０は、これらの構成要素の動作以外の動作も行い得る。

[0099] 通信制御部２４１は、無線通信部２２０を介した基地局１００との間の無線通信の制御に係る各種処理を実行する。また、通信制御部２４１は、ネットワーク通信部２５０を介した通信装置３００との間の通信の制御に係る処理を実行する。

[0100] また、通信制御部２４１は、上記基地局１００と上記通信装置３００との間の通信（即ち、データの伝送）の中継に係る各種処理を実行してもよい。

具体的な一例として、通信制御部２４１は、基地局１００との間で伝送されるデータと、通信装置３００との間で伝送されるデータと、のうちの一方から他方に変換することで、当該基地局１００と当該通信装置３００との間の通信を中継してもよい。なお、当該処理については、詳細を別途後述する。

[0101] 情報取得部２４３は、基地局１００や他の通信装置３００から各種情報を取得する。具体的な一例として、情報取得部２４３は、基地局１００と通信装置３００との間の通信の中継に関連する情報を、当該基地局１００や当該通信装置３００から取得してもよい。

[0102] 通知部２４７は、基地局１００や他の通信装置３００に各種情報を通知する。具体的な一例として、通知部２４７は、基地局１００と通信装置３００との間の通信の中継に関連する情報を、当該基地局１００や当該通信装置３００に通知してもよい。

[0103] ＜３．１．３．通信装置の構成例＞

以下に、図１３を参照して、本開示の一実施形態に係る通信装置３００の機能構成の一例を説明する。図１３は、本開示の一実施形態に係る通信装置３００の構成の一例を示すブロック図であり、例えば、クラウドサーバやロボット等のような通信機能を有する装置の機能構成の一例を示している。図１３に示すように、通信装置３００は、ネットワーク通信部３１０と、記憶部３２０と、制御部３３０とを含む。

[0104] （１）ネットワーク通信部３１０

ネットワーク通信部３１０は、情報を送受信する。例えば、ネットワーク通信部３１０は、端末装置２００への情報を送信し、端末装置２００からの情報を受信する。なお、ネットワーク通信部３１０が、他の通信装置との間で情報を送受信する通信方式は特に限定されず、例えば、他の通信方式との間の通信経路の種別に応じて適宜変更されてもよい。また、ネットワーク通信部３１０が他の通信装置との間で情報を送受信する通信経路の種別についても特に限定されず、例えば、有線の通信経路であってもよいし、無線の通信経路であってもよい。

[0105] （２）記憶部３２０

記憶部３２０は、通信装置３００の動作のためのプログラム及び様々なデータを一時的に又は恒久的に記憶する。

[0106] （３）制御部３３０

制御部３３０は、通信装置３００の様々な機能を提供する。制御部３３０は、通信制御部３３１と、情報取得部３３３と、通知部３３５とを含む。なお、制御部３３０は、これらの構成要素以外の他の構成要素をさらに含み得る。即ち、制御部３３０は、これらの構成要素の動作以外の動作も行い得る。

[0107] 通信制御部３３１は、ネットワーク通信部３１０を介した他の通信装置（例えば、端末装置２００）との間の通信の制御に係る各種処理を実行する。具体的な一例として、通信制御部３３１は、端末装置２００による中継に基づき基地局１００から送信されたデータを、当該中継の態様に応じて復号してもよい。また、通信制御部３３１は、端末装置２００による中継に基づき基地局１００に送信するデータを、当該中継の態様に応じて符号化してもよい。なお、これらの処理の詳細については別途後述する。

[0108] 情報取得部３３３は、基地局１００や端末装置２００から各種情報を取得する。具体的な一例として、情報取得部３３３は、端末装置２００による中継に基づき基地局１００との間で通信を行うための情報を、当該基地局１００や当該端末装置２００から取得してもよい。

[0109] 通知部３３５は、基地局１００や端末装置２００に各種情報を通知する。具体的な一例として、通知部３３５は、端末装置２００による中継に基づく基地局１００との間での通信に関連する情報を、当該基地局１００や当該通信装置３００に通知してもよい。

[0110] ＜３．２．リレー通信の制御例＞

続いて、本開示の一実施形態に係るシステムにおけるリレー通信の制御の一例について説明する。なお、以降では、本実施形態に係るシステムの技術的特徴をよりわかりやすくするために、主に無線通信と有線通信とが混在す

るリレー通信が適用される場合の例に着目して説明するが、必ずしも本実施形態に係る技術の適用範囲を限定するものではない。即ち、通信方式の異なる複数の通信が混在するリレー通信が行われるシステムであれば、本実施形態に係る技術を適用することが可能である。

[0111] まず、本実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの一例として、無線通信と有線通信とが混在するリレー通信を想定したプロトコルスタックの一例について説明する。本実施形態に係るシステムでは、無線通信により伝送されるデータと、有線通信により伝送されるデータと、のうちの一方から他方への変換が、プロトコルスタックを構成する一連の層のうちＩＰ層よりも下位の層（換言すると、伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの層）で行われる。

[0112] （データ信号通信のプロトコルスタックの例１）

例えば、図１４は、本実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの一例について説明するための説明図であり、無線通信と有線通信とが混在するリレー通信を想定したプロトコルスタックの一例を示している。図１４に示す例では、ＳＤＡＰ層において、無線通信を介して伝送されるデータと、有線通信を介して伝送されるデータと、の間の変換に係る処理が行われる。有線通信側のプロトコルスタックには、ＮＲのＳＤＡＰ層に相当する層として、アダプテーション層（adaptation layer）が挿入（設定）される。これにより、有線通信では、ＳＤＡＰ層で規定されたＱｏＳフローに基づいて、Ethernet L1/L2の処理が行われる。具体的には、ＱｏＳの優先順位が高いＳＤＡＰ ＰＤＵがより優先されるように送受信に係る処理が実行される。

[0113] なお、図１４に示す例において、端末装置２００が、基地局１００と通信装置３００との間の通信を中継する通信装置の一例に相当する。このとき、当該通信装置において、基地局１００等のような通信装置と無線の通信経路を介して通信を行う通信部（例えば、図１２に示す無線通信部２２０）が、「第１の通信部」の一例に相当する。また、当該第１の通信部が他の通信装

置と通信を行うための通信方式が、「第１の通信方式」の一例に相当する。即ち、図１４に示す例の場合には、端末装置２００と基地局１００との間で無線の通信経路を介して通信を行うための通信方式が、「第１の通信方式」の一例に相当し得る。また、上記通信装置において、上記第１の通信方式とは異なる通信方式に基づき他の通信装置（例えば、通信装置３００）と通信を行う通信部（例えば、図１２に示すネットワーク通信部２５０）が、「第２の通信部」の一例に相当する。また、当該第２の通信部が他の通信装置と通信を行うための通信方式が、「第２の通信方式」の一例に相当する。即ち、図１４に示す例の場合には、端末装置２００と通信装置３００との間で有線の通信経路を介して通信を行うための通信方式が、「第２の通信方式」の一例に相当し得る。また、基地局１００と通信装置３００との間の通信を端末装置２００が中継する場合には、当該端末装置２００が「第３の通信装置」の一例に相当する。また、当該第３の通信装置が、上記第１の通信方式に基づき通信を行う基地局１００が、「第１の通信装置」の一例に相当する。また、当該第３の通信装置が、上記第２の通信方式に基づき通信を行う通信装置３００が、「第２の通信装置」の一例に相当する。なお、上記については、詳細を後述する図１５～図１７に示す例においても同様である。

[0114] また、図１４に示す例においては、ＮＲのプロトコルスタックとして規定される一連の層のうち、データの転送時のプロトコル変換が行われるＳＤＡＰ層が、「第１の層」の一例に相当する。また、Ethernetのプロトコルスタックにおいて、当該ＳＤＡＰ層に対応して挿入（設定）されるアダプテーション層が、「第２の層」の一例に相当する。

[0115] （データ信号通信のプロトコルスタックの例２）

図１５は、本実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの他の一例について説明するための説明図であり、無線通信と有線通信とが混在するリレー通信を想定したプロトコルスタックの他の一例を示している。図１５に示す例では、ＰＤＣＰ層において、無線通信を介して伝送されるデータと、有線通信を介して伝送されるデータと、の間の変換に係る処理が行われ

る。有線通信側のプロトコルスタックには、ＮＲのＳＤＡＰ層及びＰＤＣＰ層に相当する層として、アダプテーション層（adaptation　layer）が挿入（設定）される。これにより、有線通信では、端末装置２００のアダプテーション層において、ＰＤＣＰ層で行われる動作が行われた後に、Ethernet　L1/L2の処理が行われる。一方で、端末装置２００は、ＳＤＡＰ層で行われる処理を行わずに、データを転送する。具体的には、端末装置２００では、ＱｏＳフロー制御は行われず、ＲＲＣ設定によって事前に指定された制御に基づいて、データの転送が行われる。

[0116] なお、図１５に示す例においては、ＮＲのプロトコルスタックとして規定される一連の層のうち、データの転送時のプロトコル変換が行われるＰＤＣＰ層が、「第１の層」の一例に相当する。また、Ethernetのプロトコルスタックにおいて、当該ＰＤＣＰ層に対応して挿入（設定）されるアダプテーション層が、「第２の層」の一例に相当する。

[0117] （データ信号通信のプロトコルスタックの例３）

図１６は、本実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの他の一例について説明するための説明図であり、無線通信と有線通信とが混在するリレー通信を想定したプロトコルスタックの他の一例を示している。図１６に示すでは、ＲＬＣ層において、無線通信を介して伝送されるデータと、有線通信を介して伝送されるデータと、の間の変換に係る処理が行われる。有線通信側には、ＮＲのＳＤＡＰ層、ＰＤＣＰ層、及びＲＬＣ層に相当する層として、アダプテーション層（adaptation　layer）が挿入（設定）される。これにより、有線通信では、端末装置２００のアダプテーション層において、ＲＬＣ層で行われる動作が行われた後に、Ethernet　L1/L2の処理が行われる。一方で、端末装置２００は、ＳＤＡＰ層およびＰＤＣＰ層で行われる処理を行わず、データを転送する。具体的には、端末装置２００では、暗号化、複合、及び整合性チェックは行わない。すなわち、有線通信と無線通信との間で同一の暗号が用いられる。

[0118] なお、図１６に示す例においては、ＮＲのプロトコルスタックとして規定

される一連の層のうち、データの転送時のプロトコル変換が行われるＲＬＣ層が、「第１の層」の一例に相当する。また、Ethernetのプロトコルスタックにおいて、当該ＲＬＣ層に対応して挿入（設定）されるアダプテーション層が、「第２の層」の一例に相当する。

[0119] （データ信号通信のプロトコルスタックの例４）

図１７は、本実施形態に係るシステムにおけるプロトコルスタックの他の一例について説明するための説明図であり、無線通信と有線通信とが混在するリレー通信を想定したプロトコルスタックの他の一例を示している。図１７に示すでは、ＭＡＣ層において、無線通信を介して伝送されるデータと、有線通信を介して伝送されるデータと、の間の変換に係る処理が行われる。有線通信側には、ＮＲのＳＤＡＰ層、ＰＤＣＰ層、ＲＬＣ層、及びＭＡＣ層に相当する層として、アダプテーション層（adaptation layer）が挿入される。これにより、有線通信では、端末装置２００のアダプテーション層において、ＭＡＣ層で行われる動作が行われてから、Ethernet L1の処理が行われる。一方で、端末装置２００は、ＳＤＡＰ層、ＰＤＣＰ層、及びＲＬＣ層で行われる処理を行わず、データを転送する。具体的には、各経路において、ＲＬＣによるエラー訂正が行われず、ＲＬＣ再送は行われない。これにより、更なる低遅延化が期待される。

[0120] なお、図１７に示す例においては、ＮＲのプロトコルスタックとして規定される一連の層のうち、データの転送時のプロトコル変換が行われるＭＡＣ層が、「第１の層」の一例に相当する。また、Ethernetのプロトコルスタックにおいて、当該ＭＡＣ層に対応して挿入（設定）されるアダプテーション層が、「第２の層」の一例に相当する。

[0121] （プロトコルスタックの制御例）

本実施形態に係るシステムでは、基地局またはコアネットワークは、各種状況に応じて上述したデータ通信（U-Plane）のプロトコルスタックのうち、いずれかのプロトコルスタックを選択することが可能である。具体的な一例として、基地局またはコアネットワークは、通信経路の状況やパケットの種

類に応じて、上述したデータ通信のプロトコルスタックのうち、より適切なプロトコルスタック（例えば、要求仕様をより好適な態様で達成可能なプロトコルスタック）を選択してもよい。

[0122] 通信経路の状況の一例として、通信路品質が挙げられる。例えば、ロボット内等のように通信路の環境が良好な（例えば、ＳＩＮＲが高い、信頼性の高い等）経路においては、ブロック誤りの確率が低くなる傾向にある。そのため、例えば、端末装置２００は、ＲＬＣ層よりも下位の層で折り返す（即ち、ＲＬＣ層よりも下位の層でプロトコル変換を行う）ように制御することが好ましい。このような制御により、プロトコル変換に伴う遅延が短縮され、より低遅延な通信を実現することが可能となる。

[0123] また、他の一例として、長距離通信等のように、通信路の環境が不良な（ＳＩＮＲが低い、信頼性の低い等）経路においては、ブロック誤りの確率が高くなる傾向にある。そのため、例えば、端末装置２００は、ＲＬＣ層以上の層で折り返す（即ち、ＲＬＣ層以上の層でプロトコル変換を行う）ように制御することが好ましい。このような制御により、ＲＬＣ層でＡＲＱ処理が行われ、より安定した通信を実現することが可能となる。

[0124] また、経路の状況の一例として、遅延が挙げられる。長距離間の通信や複数回のリレーが介在するようなEnd-to-endの遅延が大きい経路においては、より下位の層で折り返すように制御されることが好ましい。一方で、短距離で伝搬遅延が小さい経路においては、より上位の層で折り返すように制御されてもよい。

[0125] パケットの種類の一例として、リアルタイム性が要求される情報が挙げられる。例えば、リアルタイム性が要求される情報については、図１６や図１７を参照して説明した例のように、より下位の層で折り返されることがより好ましい。これに対して、リアルタイム性が要求されない情報については、図１４や図１５を参照して説明した例のように、より上位の層で折り返されることが好ましい。

[0126] （アダプテーション層）

アダプテーション（adaptation）層では、ＮＲのフレーム構成からEthernetのフレーム構成へ変換と、その逆の変換と、のうちの少なくともいずれかが行われる。具体的な一例として、アダプテーション層では、Ethernetのヘッダ情報（宛先ＭＡＣアドレス、送信元ＭＡＣアドレス、長さ／タイプに関する情報等）の挿入及び除去等が行われる。付加されるEthernetのヘッダ情報の内容については、例えば、予め基地局１００からの通信設定に基づき設定される。

[0127] また、アダプテーション層では、リレー時の折り返しに伴い、他の通信装置において処理が行われなかったＮＲの層の処理が行われる。例えば、基地局１００と通信装置３００との間の通信を中継する端末装置２００において、ＲＬＣ層よりも下位の層での折り返しに伴い当該ＲＬＣ層におけるＡＲＱ制御が行われない場合には、通信装置３００のアダプテーション層において当該ＲＬＣ層におけるＡＲＱ制御が行われる。また、基地局１００と通信装置３００との間の通信を中継する端末装置２００において、ＰＤＣＰ層よりも下位の層での折り返しに伴い当該ＰＤＣＰ層における暗号化、解読、及び整合性保護が行われない場合には、通信装置３００のアダプテーション層において当該ＰＤＣＰ層における暗号化、解読、及び整合性保護が行われる。

[0128] （制御信号通信）

上述したデータ通信（U-Plane）のプロトコルスタックを用いて通信を実現する一手法として、基地局１００は、配下の端末装置や、有線で接続されている通信装置３００（例えば、クラウドサーバーやロボット等）に対して、事前に通信設定（ＲＲＣ設定）を行う。

[0129] 例えば、図１８は、本開示の一実施形態に係るシステムにおける制御信号通信（C-Plane）のプロトコルスタックの一例を示した図である。図１８に示すように、基地局１００から通信装置３００（例えば、クラウドサーバ、ロボット等）及び端末装置２００のそれぞれに対して、ＲＲＣが設定される。また、コアネットワーク４００から、通信装置３００及び端末装置２００のそれぞれに対して、ＮＡＳ層において認証（Authentication）が行われる。

[0130] 次いで、本開示の一実施形態に係るシステムにおけるリレー通信のシーケンスの一例について説明する。例えば、図１９は、本実施形態に係るシステムにおけるＲＲＣ設定及びリレー通信の一連の処理の流れの一例を示したシーケンス図である。なお、図１９に示す例は、基地局１００と、通信装置３００（例えば、クラウドサーバやロボット等のような通信機能を有する装置）と、の間の通信を端末装置２００が中継する場合の一連の処理の流れの一例を示している。

[0131] 図１９に示すように、端末装置２００及び通信装置３００は、通信経路（例えば、有線の通信経路や無線の通信経路）の遅延を測定する（Ｓ１０１ａ、Ｓ１０１ｂ）。通信経路の遅延の測定方法として、例えば、所定のデータ信号（例えば、ping等のテスト信号、ダミーデータ、送信時刻が含まれたデータ等）を送信し、応答が返ってくるまでの時間を測定する方法等が挙げられる。

[0132] 次いで、端末装置２００及び通信装置３００は、基地局１００に対して遅延に関する測定情報及び遅延に関わる能力の情報の報告を行う（Ｓ１０３）。遅延に関わる測定情報としては、例えば、上述した通信経路の遅延の測定結果が挙げられる。また、遅延に関わる能力の情報としては、例えば、プロトコル変換にかかる時間等に関わる通信プロセッシング能力、信号送信／受信に関するプロセッシング能力等が挙げられる。

[0133] また、端末装置２００及び通信装置３００は、基地局１００に対して通信トラフィックに関する情報も報告してもよい。通信トラフィックに関する情報としては、例えば、トラフィックタイプ（ＱｏＳに関する情報）及びトラフィック量（例えば、Buffer Status Report等）等が挙げられる。

[0134] 基地局１００は、端末装置２００及び通信装置３００から通知された情報に基づき、各ＱｏＳに対応する通信経路及び送受信リソース、並びに、データ通信（U-plane）プロトコルスタック等を決定する（Ｓ１０５）。

[0135] 基地局１００で決定された各ＱｏＳに対応する通信経路及び送受信リソース、並びに、データ通信（U-plane）プロトコルスタックは、例えば、ＲＲＣ

によって端末装置２００及び通信装置３００それぞれに設定される（Ｓ１０７）。

[0136] そして、端末装置２００及び通信装置３００のそれぞれは、上記ＲＲＣ設定に基づいて通信を開始する（Ｓ１０９）。

[0137] また、図２０は、有線の通信経路を経由してコアネットワークに接続される有線端末（通信装置３００）の初期接続シーケンスの一例について説明するための説明図である。図２０では、従来の端末装置２００（無線端末）は既に基地局１００やコアネットワーク４００に接続されている前提とする。

[0138] なお、本開示においては、無線で通信を行う装置（例えば、端末装置２００）に対して有線の通信経路を介して接続することで、コアネットワークに接続することが可能な装置を、「有線装置（有線端末）」とも呼称する。有線端末は、無線端末とは多様な異なる性質を有する。具体的な一例として、有線端末は、周囲の無線環境の測定（ＲＲＭ測定）を行わなくてもよい。また、有線端末は、周囲の無線環境の測定情報の報告を行わなくてもよい。

[0139] 通信装置３００（有線端末）と端末装置２００とが有線の通信経路を介して接続された場合には（Ｓ２０１）、まず通信装置３００と端末装置２００との間の有線接続のセットアップが開始される（Ｓ２０３）。有線接続のセットアップでは、通信装置３００は端末装置２００に対して接続要求を行う。要求を受けた端末装置２００は、通信装置３００に対して設定情報が提供する。通信装置３００は、端末装置２００から提供された設定情報に基づいて有線通信の設定を行う。設定情報としては、例えば、リソースの周期等の情報が挙げられる。

[0140] 次いで、通信装置３００は、端末装置２００を経由して、基地局１００及びコアネットワーク４００（例えば、ＭＭＥ４１０）に接続する。具体的には、通信装置３００は、基地局１００との間で、ＮＡＳ（Non-Access Stratum）アタッチ、認証（authentication）、及び暗号化のセットアップを行う（Ｓ２０５）。これらの処理が行われることで、通信装置３００は、コアネットワーク４００（例えば、ＭＭＥ４１０）への接続を完了する（Ｓ２０７

）。

[0141] そして、基地局１００から、端末装置２００及び通信装置３００に対してリソース制御の設定が行われる（Ｓ２０９、Ｓ２１１）。リソース制御の設定としては、例えば、リソースの周期や帯域幅等の設定が挙げられる。以上より、有線の通信経路を経由してコアネットワークに接続される通信装置３００の初期接続シーケンスが完了する。

[0142] 以上説明したように通信設定（ＲＲＣ設定）が行われることで、例えば、一連の通信経路全体を考慮してＱｏＳ制御を行うことが可能となる。具体的な一例として、基地局１００は、無線の通信経路及び有線の通信経路のそれぞれのトラフィック量を把握し、時分割や周波数分割等によって各通信装置（例えば、端末装置２００、通信装置３００等）に対して適切な通信リソースを割り当てることで、システムとしてより適切な通信管理を行うことが可能となる。これにより、有線の通信経路と無線の通信経路とのように、通信方式の異なる複数の通信が混在するような状況下においても、End-to-endの遅延を担保することが可能となる。

[0143] 例えば、図２１は、本開示の一実施形態に係るリレー通信における遅延の一例について概要を説明するための説明図であり、有線通信と無線通信とのそれぞれに対する送受信リソース割り当ての一例について示している。図２１において、横軸は時間を示している。

[0144] 本実施形態に係るシステムに依れば、例えば図２１に示すように、通信装置３００から端末装置２００を介して基地局１００にデータを伝送する際に、有線の通信経路を介してデータの伝送が行われた直後に、無線のリソースを設定することも可能である。このような制御により、端末装置２００は、転送待機に伴う遅延を最低限に抑え（理想的には、転送待機を行うことなく）、通信装置３００から有線の通信経路を介して送信されたデータを、無線の通信経路を介して基地局１００に転送することが可能となる。即ち、通信装置３００と基地局１００との間におけるEnd-to-endの遅延をより短く抑えることが可能となる。

[0145] （パケット内のヘッダの情報に基づく制御）

続いて、上述したデータ通信（U-Plane）のプロトコルスタックを用いた通信を実現するための他の手法として、パケット内のヘッダ情報に基づき、通信を中継する装置（例えば、端末装置２００）において、プロトコル変換を行う層（即ち、折り返しを行う層）を制御する場合の一例について説明する。

[0146] 例えば、図２２は、ヘッダ情報に基づいてプロトコル変換を行う層（即ち、折り返しを行う層）を制御するための処理の流れの一例を示したフローチャートである。なお、本説明では、通信装置３００と基地局１００との間の通信を中継する端末装置２００が上記プロトコル変換を行う場合について説明するが、必ずしも図２２に示す処理の主体を限定するものではない。即ち、図２２に示す処理については、上述したプロトコル変換を行う装置であれば端末装置２００のみには限定されず、例えば、基地局１００（より具体的には、リレー基地局等）が処理の主体であってもよい。

[0147] 図２２に示すように、端末装置２００は、一連のプロトコルスタックのうちの所定の層において、下位層からＰＤＵが転送された場合に、当該層に対応するヘッダを解析することで、層の折り返しに関する情報を認識する。層の折り返しに関する情報としては、例えば、ＱｏＳ（遅延要求）に関する情報、折り返す層（換言すると、プロトコル変換を行う層）を指定する情報、送信時間に関する情報等が挙げられる。端末装置２００は、層の折り返しに関する情報に基づき、以降の処理を切り替える（Ｓ３０１）。

[0148] 具体的な一例として、パケットのヘッダに層の折り返しを示す情報が含まれている場合には（Ｓ３０１、ＹＥＳ）、端末装置２００は、層の折り返しに係る処理を行う（Ｓ３０３）。具体的な一例として、端末装置２００は、基地局１００からの受信結果に基づくＰＤＵに対して、所定のＮＲの層から、Ethernetにおいて当該層に対応するように設定されたアダプテーション層へのプロトコルの変換処理を行い、変換処理後のＰＤＵをEthernet側の下位の層に転送する。また、他の一例として、端末装置２００は、通信装置３０

０からの受信結果に基づくＰＤＵに対して、上記と逆の処理、即ち、アダプテーション層から当該ＮＲの層へのプロトコルの変換処理を行い、変換処理後のＰＤＵを当該ＮＲの層の下位の層に転送する。

[0149] 一方で、パケットのヘッダに層の折り返しを示す情報が含まれていない場合には（Ｓ３０１、ＮＯ）、端末装置２００は、当該層における処理を行い（Ｓ３０５）、当該層の上位の層にＳＤＵを転送する。

[0150] なお、上述した各手法が組み合わされて適用されてもよい。具体的な一例として、基地局１００やコアネットワーク４００から折り返しが行われる最上位の層の設定が行われたうえで、当該層以下のいずれの層において折り返し（即ち、プロトコルの変換）を行うかを端末装置２００がパケットのヘッダ情報に応じて判断する構成としてもよい。このような構成により、端末装置２００は、上述した最上位の層以下のいずれかの層において折り返しを行うか否かを、パケットごとに、当該パケットのヘッダ情報に基づき選択的に切り替えることも可能となる。

[0151] （複数回のリレーが行われる場合の一例）

上記では、主にリレーが１回のみの場合に着目して説明したが、上述した本実施形態に係る技術により奏される作用効果は、複数回のリレーが行われる環境下においても十分に奏し得る。そこで、以下に、複数回のリレーが行われる場合の制御の一例について、特に、通信を中継する通信装置（例えば、端末装置２００、リレー基地局１００等）における層の折り返しの処理（即ち、プロトコル変換の処理）に着目して説明する。

[0152] 例えば、図２３は、複数回のリレーが行われる場合の概略的な構成の一例について説明するための説明図である。図２３に示す例では、基地局１００Ａと端末装置２００との間の通信が、リレー基地局１００Ｂ１及び１００Ｂ２を介して２回中継されている。リレー基地局１００Ｂ１及び１００Ｂ２間については、有線の通信経路を介して接続されている。また、基地局１００Ａ及びリレー基地局１００Ｂ１間と、リレー基地局１００Ｂ２及び端末装置２００間と、については、無線の通信経路を介して接続されている。

[0153] また、図２４は、本実施形態に係るデータ通信プロトコルスタックの一例について説明するための説明図であり、図２３に示すシステムに適用可能なプロトコルスタックの一例について示している。図２４に示す例では、２つのリレー基地局１００Ｂ１及び１００Ｂ２は、ＲＬＣ層で折り返して（即ち、ＲＬＣ層でプロトコルの変換を行って）、データを転送する。これにより、ＲＬＣ層よりも上位の層での処理に伴い生じ得る遅延を削減することが可能となるため、複数回のリレーによるホップ遅延を軽減する効果が期待される。

[0154] また、いずれの層において折り返しが行われるかについては、通信経路に応じて異なっていてもよい。例えば、図２５は、本実施形態に係るデータ通信プロトコルスタックの他の一例について説明するための説明図であり、図２３に示すシステムに適用可能なプロトコルスタックの他の一例について示している。図２５に示す例では、リレー基地局１００Ｂ１は、ＳＤＡＰ層で折り返して（即ち、ＳＤＡＰ層でプロトコルの変換を行って）、データを転送する。これに対して、リレー基地局１００Ｂ２は、ＲＬＣ層で折り返して（即ち、ＲＬＣ層でプロトコルの変換を行って）、データを転送する。このように、図２５に示す例では、リレー基地局１００Ｂ１とリレー基地局１００Ｂ２とで、折り返しが行われる層が互いに異なる。なお、いずれの層において折り返し（プロトコルの変換に係る処理）が行われるかについては、例えば、転送を行う装置（具体的な一例として、リレー基地局や端末装置等）の処理能力や、当該装置と他の装置との間の通信経路の状態等に応じて決定されるとよい。

[0155] ＜＜４．応用例＞＞

本開示に係る技術は、様々な製品へ応用可能である。例えば、基地局１００は、マクロｅＮＢ又はスモールｅＮＢなどのいずれかの種類のｅＮＢ（evolved Node B）として実現されてもよい。スモールｅＮＢは、ピコｅＮＢ、マイクロｅＮＢ又はホーム（フェムト）ｅＮＢなどの、マクロセルよりも小さいセルをカバーするｅＮＢであってよい。その代わりに、基地局１００は

、ＮｏｄｅＢ又はＢＴＳ（Base Transceiver Station）などの他の種類の基地局として実現されてもよい。基地局１００は、無線通信を制御する本体（基地局装置ともいう）と、本体とは別の場所に配置される１つ以上のＲＲＨ（Remote Radio Head）とを含んでもよい。また、後述する様々な種類の端末が一時的に又は半永続的に基地局機能を実行することにより、基地局１００として動作してもよい。

[0156] また、例えば、端末装置２００又３００は、スマートフォン、タブレットＰＣ（Personal Computer）、ノートＰＣ、携帯型ゲーム端末、携帯型／ドングル型のモバイルルータ若しくはデジタルカメラなどのモバイル端末、又はカーナビゲーション装置などの車載端末として実現されてもよい。また、端末装置２００又３００は、Ｍ２Ｍ（Machine To Machine）通信を行う端末（ＭＴＣ（Machine Type Communication）端末ともいう）として実現されてもよい。さらに、端末装置２００又３００は、これら端末に搭載される無線通信モジュール（例えば、１つの基地局１００ダイで構成される集積回路モジュール）であってもよい。

[0157] ＜４．１．基地局に関する応用例＞

（第１の応用例）

図２６は、本開示に係る技術が適用され得るｅＮＢの概略的な構成の第１の例を示すブロック図である。ｅＮＢ８００は、１つ以上のアンテナ８１０、及び基地局装置８２０を有する。各アンテナ８１０及び基地局装置８２０は、ＲＦケーブルを介して互いに接続され得る。

[0158] アンテナ８１０の各々は、単一の又は複数のアンテナ素子（例えば、ＭＩＭＯアンテナを構成する複数のアンテナ素子）を有し、基地局装置８２０による無線信号の送受信のために使用される。ｅＮＢ８００は、図２６に示したように複数のアンテナ８１０を有し、複数のアンテナ８１０は、例えばｅＮＢ８００が使用する複数の周波数帯域にそれぞれ対応してもよい。なお、図２６にはｅＮＢ８００が複数のアンテナ８１０を有する例を示したが、ｅＮＢ８００は単一のアンテナ８１０を有してもよい。

[0159] 基地局装置８２０は、コントローラ８２１、メモリ８２２、ネットワークインタフェース８２３及び無線通信インタフェース８２５を備える。

[0160] コントローラ８２１は、例えばＣＰＵ又はＤＳＰであってよく、基地局装置８２０の上位レイヤの様々な機能を動作させる。例えば、コントローラ８２１は、無線通信インタフェース８２５により処理された信号内のデータからデータパケットを生成し、生成したパケットをネットワークインタフェース８２３を介して転送する。コントローラ８２１は、複数のベースバンドプロセッサからのデータをバンドリングすることによりバンドルドパケットを生成し、生成したバンドルドパケットを転送してもよい。また、コントローラ８２１は、無線リソース管理（Radio Resource Control）、無線ベアラ制御（Radio Bearer Control）、移動性管理（Mobility Management）、流入制御（Admission Control）又はスケジューリング（Scheduling）などの制御を実行する論理的な機能を有してもよい。また、当該制御は、周辺のｅＮＢ又はコアネットワークノードと連携して実行されてもよい。メモリ８２２は、ＲＡＭ及びＲＯＭを含み、コントローラ８２１により実行されるプログラム、及び様々な制御データ（例えば、端末リスト、送信電力データ及びスケジューリングデータなど）を記憶する。

[0161] ネットワークインタフェース８２３は、基地局装置８２０をコアネットワーク８２４に接続するための通信インタフェースである。コントローラ８２１は、ネットワークインタフェース８２３を介して、コアネットワークノード又は他のｅＮＢと通信してもよい。その場合に、ｅＮＢ８００と、コアネットワークノード又は他のｅＮＢとは、論理的なインタフェース（例えば、Ｓ１インタフェース又はＸ２インタフェース）により互いに接続されてもよい。ネットワークインタフェース８２３は、有線通信インタフェースであってもよく、又は無線バックホールのための無線通信インタフェースであってもよい。ネットワークインタフェース８２３が無線通信インタフェースである場合、ネットワークインタフェース８２３は、無線通信インタフェース８２５により使用される周波数帯域よりもより高い周波数帯域を無線通信に使

用してもよい。

[0162] 無線通信インタフェース８２５は、ＬＴＥ（Long Term Evolution）又はＬＴＥ－Ａｄｖａｎｃｅｄなどのいずれかのセルラー通信方式をサポートし、アンテナ８１０を介して、ｅＮＢ８００のセル内に位置する端末に無線接続を提供する。無線通信インタフェース８２５は、典型的には、ベースバンド（ＢＢ）プロセッサ８２６及びＲＦ回路８２７などを含み得る。ＢＢプロセッサ８２６は、例えば、符号化／復号、変調／復調及び多重化／逆多重化などを行なってよく、各レイヤ（例えば、Ｌ１、ＭＡＣ（Medium Access Control）、ＲＬＣ（Radio Link Control）及びＰＤＣＰ（Packet Data Convergence Protocol））の様々な信号処理を実行する。ＢＢプロセッサ８２６は、コントローラ８２１の代わりに、上述した論理的な機能の一部又は全部を有してもよい。ＢＢプロセッサ８２６は、通信制御プログラムを記憶するメモリ、当該プログラムを実行するプロセッサ及び関連する回路を含むモジュールであってもよく、ＢＢプロセッサ８２６の機能は、上記プログラムのアップデートにより変更可能であってもよい。また、上記モジュールは、基地局装置８２０のスロットに挿入されるカード若しくはブレードであってもよく、又は上記カード若しくは上記ブレードに搭載されるチップであってもよい。一方、ＲＦ回路８２７は、ミキサ、フィルタ及びアンプなどを含んでもよく、アンテナ８１０を介して無線信号を送受信する。

[0163] 無線通信インタフェース８２５は、図２６に示したように複数のＢＢプロセッサ８２６を含み、複数のＢＢプロセッサ８２６は、例えばｅＮＢ８００が使用する複数の周波数帯域にそれぞれ対応してもよい。また、無線通信インタフェース８２５は、図２６に示したように複数のＲＦ回路８２７を含み、複数のＲＦ回路８２７は、例えば複数のアンテナ素子にそれぞれ対応してもよい。なお、図２６には無線通信インタフェース８２５が複数のＢＢプロセッサ８２６及び複数のＲＦ回路８２７を含む例を示したが、無線通信インタフェース８２５は単一のＢＢプロセッサ８２６又は単一のＲＦ回路８２７を含んでもよい。

[0164] 図２６に示したｅＮＢ８００において、図１１を参照して説明した基地局１００に含まれる１つ以上の構成要素（例えば、通信制御部１５１、情報取得部１５３、及び通知部１５５の少なくともいずれか）は、無線通信インタフェース８２５において実装されてもよい。あるいは、これらの構成要素の少なくとも一部は、コントローラ８２１において実装されてもよい。一例として、ｅＮＢ８００は、無線通信インタフェース８２５の一部（例えば、ＢＢプロセッサ８２６）若しくは全部、及び／又はコントローラ８２１を含むモジュールを搭載し、当該モジュールにおいて上記１つ以上の構成要素が実装されてもよい。この場合に、上記モジュールは、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラム（換言すると、プロセッサに上記１つ以上の構成要素の動作を実行させるためのプログラム）を記憶し、当該プログラムを実行してもよい。別の例として、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラムがｅＮＢ８００にインストールされ、無線通信インタフェース８２５（例えば、ＢＢプロセッサ８２６）及び／又はコントローラ８２１が当該プログラムを実行してもよい。以上のように、上記１つ以上の構成要素を備える装置としてｅＮＢ８００、基地局装置８２０又は上記モジュールが提供されてもよく、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラムが提供されてもよい。また、上記プログラムを記録した読み取り可能な記録媒体が提供されてもよい。

[0165] また、図２６に示したｅＮＢ８００において、図１１を参照して説明した無線通信部１２０は、無線通信インタフェース８２５（例えば、ＲＦ回路８２７）において実装されてもよい。また、アンテナ部１１０は、アンテナ８１０において実装されてもよい。また、ネットワーク通信部１３０は、コントローラ８２１及び／又はネットワークインタフェース８２３において実装されてもよい。また、記憶部１４０は、メモリ８２２において実装されてもよい。

[0166] （第２の応用例）

図２７は、本開示に係る技術が適用され得るｅＮＢの概略的な構成の第２の例を示すブロック図である。ｅＮＢ８３０は、１つ以上のアンテナ８４０、基地局装置８５０、及びＲＲＨ８６０を有する。各アンテナ８４０及びＲＲＨ８６０は、ＲＦケーブルを介して互いに接続され得る。また、基地局装置８５０及びＲＲＨ８６０は、光ファイバケーブルなどの高速回線で互いに接続され得る。

[0167] アンテナ８４０の各々は、単一の又は複数のアンテナ素子（例えば、ＭＩＭＯアンテナを構成する複数のアンテナ素子）を有し、ＲＲＨ８６０による無線信号の送受信のために使用される。ｅＮＢ８３０は、図２７に示したように複数のアンテナ８４０を有し、複数のアンテナ８４０は、例えばｅＮＢ８３０が使用する複数の周波数帯域にそれぞれ対応してもよい。なお、図２７にはｅＮＢ８３０が複数のアンテナ８４０を有する例を示したが、ｅＮＢ８３０は単一のアンテナ８４０を有してもよい。

[0168] 基地局装置８５０は、コントローラ８５１、メモリ８５２、ネットワークインタフェース８５３、無線通信インタフェース８５５及び接続インタフェース８５７を備える。コントローラ８５１、メモリ８５２及びネットワークインタフェース８５３は、図２６を参照して説明したコントローラ８２１、メモリ８２２及びネットワークインタフェース８２３と同様のものである。

[0169] 無線通信インタフェース８５５は、ＬＴＥ又はＬＴＥ－Ａｄｖａｎｃｅｄなどのいずれかのセルラー通信方式をサポートし、ＲＲＨ８６０及びアンテナ８４０を介して、ＲＲＨ８６０に対応するセクタ内に位置する端末に無線接続を提供する。無線通信インタフェース８５５は、典型的には、ＢＢプロセッサ８５６などを含み得る。ＢＢプロセッサ８５６は、接続インタフェース８５７を介してＲＲＨ８６０のＲＦ回路８６４と接続されることを除き、図２６を参照して説明したＢＢプロセッサ８２６と同様のものである。無線通信インタフェース８５５は、図２７に示したように複数のＢＢプロセッサ８５６を含み、複数のＢＢプロセッサ８５６は、例えばｅＮＢ８３０が使用する複数の周波数帯域にそれぞれ対応してもよい。なお、図２７には無線通

信インタフェース８５５が複数のＢＢプロセッサ８５６を含む例を示したが、無線通信インタフェース８５５は単一のＢＢプロセッサ８５６を含んでもよい。

[0170] 接続インタフェース８５７は、基地局装置８５０（無線通信インタフェース８５５）をＲＲＨ８６０と接続するためのインタフェースである。接続インタフェース８５７は、基地局装置８５０（無線通信インタフェース８５５）とＲＲＨ８６０とを接続する上記高速回線での通信のための通信モジュールであってもよい。

[0171] また、ＲＲＨ８６０は、接続インタフェース８６１及び無線通信インタフェース８６３を備える。

[0172] 接続インタフェース８６１は、ＲＲＨ８６０（無線通信インタフェース８６３）を基地局装置８５０と接続するためのインタフェースである。接続インタフェース８６１は、上記高速回線での通信のための通信モジュールであってもよい。

[0173] 無線通信インタフェース８６３は、アンテナ８４０を介して無線信号を送受信する。無線通信インタフェース８６３は、典型的には、ＲＦ回路８６４などを含み得る。ＲＦ回路８６４は、ミキサ、フィルタ及びアンプなどを含んでもよく、アンテナ８４０を介して無線信号を送受信する。無線通信インタフェース８６３は、図２７に示したように複数のＲＦ回路８６４を含み、複数のＲＦ回路８６４は、例えば複数のアンテナ素子にそれぞれ対応してもよい。なお、図２７には無線通信インタフェース８６３が複数のＲＦ回路８６４を含む例を示したが、無線通信インタフェース８６３は単一のＲＦ回路８６４を含んでもよい。

[0174] 図２７に示したｅＮＢ８３０において、図１１を参照して説明した基地局１００に含まれる１つ以上の構成要素（例えば、通信制御部１５１、情報取得部１５３、及び通知部１５５の少なくともいずれか）は、無線通信インタフェース８５５及び／又は無線通信インタフェース８６３において実装されてもよい。あるいは、これらの構成要素の少なくとも一部は、コントローラ

８５１において実装されてもよい。一例として、ｅＮＢ８３０は、無線通信インタフェース８５５の一部（例えば、ＢＢプロセッサ８５６）若しくは全部、及び／又はコントローラ８５１を含むモジュールを搭載し、当該モジュールにおいて上記１つ以上の構成要素が実装されてもよい。この場合に、上記モジュールは、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラム（換言すると、プロセッサに上記１つ以上の構成要素の動作を実行させるためのプログラム）を記憶し、当該プログラムを実行してもよい。別の例として、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラムがｅＮＢ８３０にインストールされ、無線通信インタフェース８５５（例えば、ＢＢプロセッサ８５６）及び／又はコントローラ８５１が当該プログラムを実行してもよい。以上のように、上記１つ以上の構成要素を備える装置としてｅＮＢ８３０、基地局装置８５０又は上記モジュールが提供されてもよく、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラムが提供されてもよい。また、上記プログラムを記録した読み取り可能な記録媒体が提供されてもよい。

[0175] また、図２７に示したｅＮＢ８３０において、例えば、図１１を参照して説明した無線通信部１２０は、無線通信インタフェース８６３（例えば、ＲＦ回路８６４）において実装されてもよい。また、アンテナ部１１０は、アンテナ８４０において実装されてもよい。また、ネットワーク通信部１３０は、コントローラ８５１及び／又はネットワークインタフェース８５３において実装されてもよい。また、記憶部１４０は、メモリ８５２において実装されてもよい。

[0176] ＜４．２．端末装置に関する応用例＞

（第１の応用例）

図２８は、本開示に係る技術が適用され得るスマートフォン９００の概略的な構成の一例を示すブロック図である。スマートフォン９００は、プロセッサ９０１、メモリ９０２、ストレージ９０３、外部接続インタフェース９０４、カメラ９０６、センサ９０７、マイクロフォン９０８、入力デバイス

９０９、表示デバイス９１０、スピーカ９１１、無線通信インタフェース９１２、１つ以上のアンテナスイッチ９１５、１つ以上のアンテナ９１６、バス９１７、バッテリー９１８及び補助コントローラ９１９を備える。

[0177] プロセッサ９０１は、例えばＣＰＵ又はＳｏＣ（System on Chip）であってよく、スマートフォン９００のアプリケーションレイヤ及びその他のレイヤの機能を制御する。メモリ９０２は、ＲＡＭ及びＲＯＭを含み、プロセッサ９０１により実行されるプログラム及びデータを記憶する。ストレージ９０３は、半導体メモリ又はハードディスクなどの記憶媒体を含み得る。外部接続インタフェース９０４は、メモリーカード又はＵＳＢ（Universal Serial Bus）デバイスなどの外付けデバイスをスマートフォン９００へ接続するためのインタフェースである。

[0178] カメラ９０６は、例えば、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）又はＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）などの撮像素子を有し、撮像画像を生成する。センサ９０７は、例えば、測位センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ及び加速度センサなどのセンサ群を含み得る。マイクロフォン９０８は、スマートフォン９００へ入力される音声を音声信号へ変換する。入力デバイス９０９は、例えば、表示デバイス９１０の画面上へのタッチを検出するタッチセンサ、キーパッド、キーボード、ボタン又はスイッチなどを含み、ユーザからの操作又は情報入力を受け付ける。表示デバイス９１０は、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）又は有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）ディスプレイなどの画面を有し、スマートフォン９００の出力画像を表示する。スピーカ９１１は、スマートフォン９００から出力される音声信号を音声に変換する。

[0179] 無線通信インタフェース９１２は、ＬＴＥ又はＬＴＥ－Ａｄｖａｎｃｅｄなどのいずれかのセルラー通信方式をサポートし、無線通信を実行する。無線通信インタフェース９１２は、典型的には、ＢＢプロセッサ９１３及びＲＦ回路９１４などを含み得る。ＢＢプロセッサ９１３は、例えば、符号化／復号、変調／復調及び多重化／逆多重化などを行なってよく、無線通信のた

めの様々な信号処理を実行する。一方、ＲＦ回路９１４は、ミキサ、フィルタ及びアンプなどを含んでもよく、アンテナ９１６を介して無線信号を送受信する。無線通信インタフェース９１２は、ＢＢプロセッサ９１３及びＲＦ回路９１４を集積したワンチップのモジュールであってもよい。無線通信インタフェース９１２は、図２８に示したように複数のＢＢプロセッサ９１３及び複数のＲＦ回路９１４を含んでもよい。なお、図２８には無線通信インタフェース９１２が複数のＢＢプロセッサ９１３及び複数のＲＦ回路９１４を含む例を示したが、無線通信インタフェース９１２は単一のＢＢプロセッサ９１３又は単一のＲＦ回路９１４を含んでもよい。

[0180] さらに、無線通信インタフェース９１２は、セルラー通信方式に加えて、近距離無線通信方式、近接無線通信方式又は無線ＬＡＮ（Local Area Network）方式などの他の種類の無線通信方式をサポートしてもよく、その場合に、無線通信方式ごとのＢＢプロセッサ９１３及びＲＦ回路９１４を含んでもよい。

[0181] アンテナスイッチ９１５の各々は、無線通信インタフェース９１２に含まれる複数の回路（例えば、異なる無線通信方式のための回路）の間でアンテナ９１６の接続先を切り替える。

[0182] アンテナ９１６の各々は、単一の又は複数のアンテナ素子（例えば、ＭＩＭＯアンテナを構成する複数のアンテナ素子）を有し、無線通信インタフェース９１２による無線信号の送受信のために使用される。スマートフォン９００は、図２８に示したように複数のアンテナ９１６を有してもよい。なお、図２８にはスマートフォン９００が複数のアンテナ９１６を有する例を示したが、スマートフォン９００は単一のアンテナ９１６を有してもよい。

[0183] さらに、スマートフォン９００は、無線通信方式ごとにアンテナ９１６を備えてもよい。その場合に、アンテナスイッチ９１５は、スマートフォン９００の構成から省略されてもよい。

[0184] バス９１７は、プロセッサ９０１、メモリ９０２、ストレージ９０３、外部接続インタフェース９０４、カメラ９０６、センサ９０７、マイクロフォ

ン９０８、入力デバイス９０９、表示デバイス９１０、スピーカ９１１、無線通信インタフェース９１２及び補助コントローラ９１９を互いに接続する。バッテリー９１８は、図中に破線で部分的に示した給電ラインを介して、図２８に示したスマートフォン９００の各ブロックへ電力を供給する。補助コントローラ９１９は、例えば、スリープモードにおいて、スマートフォン９００の必要最低限の機能を動作させる。

[0185] 図２８に示したスマートフォン９００において、図１２を参照して説明した端末装置２００に含まれる１つ以上の構成要素（例えば、通信制御部２４１、情報取得部２４３、及び通知部２４７の少なくともいずれか）は、無線通信インタフェース９１２において実装されてもよい。あるいは、これらの構成要素の少なくとも一部は、プロセッサ９０１又は補助コントローラ９１９において実装されてもよい。一例として、スマートフォン９００は、無線通信インタフェース９１２の一部（例えば、ＢＢプロセッサ９１３）若しくは全部、プロセッサ９０１、及び／又は補助コントローラ９１９を含むモジュールを搭載し、当該モジュールにおいて上記１つ以上の構成要素が実装されてもよい。この場合に、上記モジュールは、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラム（換言すると、プロセッサに上記１つ以上の構成要素の動作を実行させるためのプログラム）を記憶し、当該プログラムを実行してもよい。別の例として、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラムがスマートフォン９００にインストールされ、無線通信インタフェース９１２（例えば、ＢＢプロセッサ９１３）、プロセッサ９０１、及び／又は補助コントローラ９１９が当該プログラムを実行してもよい。以上のように、上記１つ以上の構成要素を備える装置としてスマートフォン９００又は上記モジュールが提供されてもよく、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラムが提供されてもよい。また、上記プログラムを記録した読み取り可能な記録媒体が提供されてもよい。

[0186] また、図２８に示したスマートフォン９００において、例えば、図１２を

参照して説明した無線通信部２２０は、無線通信インタフェース９１２（例えば、ＲＦ回路９１４）において実装されてもよい。また、アンテナ部２１０は、アンテナ９１６において実装されてもよい。また、記憶部２３０は、メモリ９０２において実装されてもよい。

[0187] （第２の応用例）

図２９は、本開示に係る技術が適用され得るカーナビゲーション装置９２０の概略的な構成の一例を示すブロック図である。カーナビゲーション装置９２０は、プロセッサ９２１、メモリ９２２、ＧＰＳ（Global Positioning System）モジュール９２４、センサ９２５、データインタフェース９２６、コンテンツプレーヤ９２７、記憶媒体インタフェース９２８、入力デバイス９２９、表示デバイス９３０、スピーカ９３１、無線通信インタフェース９３３、１つ以上のアンテナスイッチ９３６、１つ以上のアンテナ９３７及びバッテリー９３８を備える。

[0188] プロセッサ９２１は、例えばＣＰＵ又はＳｏＣであってよく、カーナビゲーション装置９２０のナビゲーション機能及びその他の機能を制御する。メモリ９２２は、ＲＡＭ及びＲＯＭを含み、プロセッサ９２１により実行されるプログラム及びデータを記憶する。

[0189] ＧＰＳモジュール９２４は、ＧＰＳ衛星から受信されるＧＰＳ信号を用いて、カーナビゲーション装置９２０の位置（例えば、緯度、経度及び高度）を測定する。センサ９２５は、例えば、ジャイロセンサ、地磁気センサ及び気圧センサなどのセンサ群を含み得る。データインタフェース９２６は、例えば、図示しない端子を介して車載ネットワーク９４１に接続され、車速データなどの車両側で生成されるデータを取得する。

[0190] コンテンツプレーヤ９２７は、記憶媒体インタフェース９２８に挿入される記憶媒体（例えば、ＣＤ又はＤＶＤ）に記憶されているコンテンツを再生する。入力デバイス９２９は、例えば、表示デバイス９３０の画面上へのタッチを検出するタッチセンサ、ボタン又はスイッチなどを含み、ユーザからの操作又は情報入力を受け付ける。表示デバイス９３０は、ＬＣＤ又はＯＬ

ＥＤディスプレイなどの画面を有し、ナビゲーション機能又は再生されるコンテンツの画像を表示する。スピーカ９３１は、ナビゲーション機能又は再生されるコンテンツの音声を出力する。

[0191] 無線通信インタフェース９３３は、ＬＴＥ又はＬＴＥ－Ａｄｖａｎｃｅｄなどのいずれかのセルラー通信方式をサポートし、無線通信を実行する。無線通信インタフェース９３３は、典型的には、ＢＢプロセッサ９３４及びＲＦ回路９３５などを含み得る。ＢＢプロセッサ９３４は、例えば、符号化／復号、変調／復調及び多重化／逆多重化などを行なってよく、無線通信のための様々な信号処理を実行する。一方、ＲＦ回路９３５は、ミキサ、フィルタ及びアンプなどを含んでもよく、アンテナ９３７を介して無線信号を送受信する。無線通信インタフェース９３３は、ＢＢプロセッサ９３４及びＲＦ回路９３５を集積したワンチップのモジュールであってもよい。無線通信インタフェース９３３は、図２９に示したように複数のＢＢプロセッサ９３４及び複数のＲＦ回路９３５を含んでもよい。なお、図２９には無線通信インタフェース９３３が複数のＢＢプロセッサ９３４及び複数のＲＦ回路９３５を含む例を示したが、無線通信インタフェース９３３は単一のＢＢプロセッサ９３４又は単一のＲＦ回路９３５を含んでもよい。

[0192] さらに、無線通信インタフェース９３３は、セルラー通信方式に加えて、近距離無線通信方式、近接無線通信方式又は無線ＬＡＮ方式などの他の種類の無線通信方式をサポートしてもよく、その場合に、無線通信方式ごとのＢＢプロセッサ９３４及びＲＦ回路９３５を含んでもよい。

[0193] アンテナスイッチ９３６の各々は、無線通信インタフェース９３３に含まれる複数の回路（例えば、異なる無線通信方式のための回路）の間でアンテナ９３７の接続先を切り替える。

[0194] アンテナ９３７の各々は、単一の又は複数のアンテナ素子（例えば、ＭＩＭＯアンテナを構成する複数のアンテナ素子）を有し、無線通信インタフェース９３３による無線信号の送受信のために使用される。カーナビゲーション装置９２０は、図２９に示したように複数のアンテナ９３７を有してもよ

い。なお、図２９にはカーナビゲーション装置９２０が複数のアンテナ９３７を有する例を示したが、カーナビゲーション装置９２０は単一のアンテナ９３７を有してもよい。

[0195] さらに、カーナビゲーション装置９２０は、無線通信方式ごとにアンテナ９３７を備えてもよい。その場合に、アンテナスイッチ９３６は、カーナビゲーション装置９２０の構成から省略されてもよい。

[0196] バッテリー９３８は、図中に破線で部分的に示した給電ラインを介して、図２９に示したカーナビゲーション装置９２０の各ブロックへ電力を供給する。また、バッテリー９３８は、車両側から給電される電力を蓄積する。

[0197] 図２９に示したカーナビゲーション装置９２０において、図１２を参照して説明した図３を参照して説明した端末装置２００に含まれる１つ以上の構成要素（例えば、通信制御部２４１、情報取得部２４３、及び通知部２４７の少なくともいずれか）は、無線通信インタフェース９３３において実装されてもよい。あるいは、これらの構成要素の少なくとも一部は、プロセッサ９２１において実装されてもよい。一例として、カーナビゲーション装置９２０は、無線通信インタフェース９３３の一部（例えば、ＢＢプロセッサ９３４）若しくは全部及び／又はプロセッサ９２１を含むモジュールを搭載し、当該モジュールにおいて上記１つ以上の構成要素が実装されてもよい。この場合に、上記モジュールは、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラム（換言すると、プロセッサに上記１つ以上の構成要素の動作を実行させるためのプログラム）を記憶し、当該プログラムを実行してもよい。別の例として、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラムがカーナビゲーション装置９２０にインストールされ、無線通信インタフェース９３３（例えば、ＢＢプロセッサ９３４）及び／又はプロセッサ９２１が当該プログラムを実行してもよい。以上のように、上記１つ以上の構成要素を備える装置としてカーナビゲーション装置９２０又は上記モジュールが提供されてもよく、プロセッサを上記１つ以上の構成要素として機能させるためのプログラムが提供されてもよい。また

、上記プログラムを記録した読み取り可能な記録媒体が提供されてもよい。

[0198] また、図２９に示したカーナビゲーション装置９２０において、例えば、図１２を参照して説明した無線通信部２２０は、無線通信インタフェース９３３（例えば、ＲＦ回路９３５）において実装されてもよい。また、アンテナ部２１０は、アンテナ９３７において実装されてもよい。また、記憶部２３０は、メモリ９２２において実装されてもよい。

[0199] また、本開示に係る技術は、上述したカーナビゲーション装置９２０の１つ以上のブロックと、車載ネットワーク９４１と、車両側モジュール９４２とを含む車載システム（又は車両）９４０として実現されてもよい。車両側モジュール９４２は、車速、エンジン回転数又は故障情報などの車両側データを生成し、生成したデータを車載ネットワーク９４１へ出力する。

[0200] ＜＜５．むすび＞＞

以上説明したように、本開示の一実施形態に係るシステムにおいて、複数の通信装置間の通信を中継する通信装置（例えば、端末装置２００）は、第１の通信部と、第２の通信部と、制御部とを備える。上記第１の通信部は、第１の通信方式に基づき無線通信を行う。上記第２の通信部は、上記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う。上記制御部は、上記第１の通信方式に基づく通信と、上記第２の通信方式に基づく通信と、を制御する。上記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、上記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定される。上記制御部は、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換する。

[0201] また、他の通信装置（例えば、端末装置２００）による中継に基づき基地局と通信を行う通信装置（例えば、通信装置３００）は、通信部と、制御部とを備える。上記通信部は、第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、当該第１の通信方式とは異なる第２の通

信方式に基づき通信を行う。上記制御部は、上記第２の通信方式に基づく通信を制御する。上記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、上記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定される。上記制御部は、上記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御する。

[0202] 以上のような構成により、通信方式が異なる通信が混在するリレー通信が適用される状況下においても、複数の通信装置間の通信を中継する通信装置（例えば、端末装置やリレー基地局）において、転送待機に伴う遅延を最低限に抑えることが可能となる。また、従来の方式に比べてプロトコルスタックのより下位の層においてプロトコル変換が行われることで、当該プロトコル変換が行われる層よりも上位の層で処理の実行に伴う遅延分を短縮することが可能となる。これにより、本実施形態に係るシステムに依れば、通信方式が異なる通信が混在するリレー通信が適用される状況下においても、複数の通信装置間におけるEnd-to-endの遅延をより短く抑えることが可能となる。ひいては、本開示の一実施形態に係るシステムに依れば、複数の通信装置間の通信において通信方式が互いに異なる複数の通信が適用される状況下においても、複数の通信装置間におけるEnd-to-endの品質（例えば、ＱｏＳ）をより好適な態様で担保することが可能となる。

[0203] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明ら

かであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0204] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0205] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

（１）

第１の通信方式に基づき無線通信を行う第１の通信部と、

前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う第２の通信部と、

前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御する制御部と、

を備え、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記制御部は、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換する、

通信装置。

（２）

前記第２の通信方式は、有線の通信経路を介した通信を行うための通信方式である、前記（１）に記載の通信装置。

（３）

前記第２の層は、データリンク層及び物理層に対応する一連の層のうちのいずれかの層である、前記（２）に記載の通信装置。

（４）

前記第１の層は、リンク層及び物理層に対応する一連の層のうちのいずれかの層である、前記（１）～（３）のいずれか一項に記載の通信装置。

（５）

前記第１の層は、ＩＰ（Internet Protocol）層よりも下位の層である、前記（４）に記載の通信装置。

（６）

前記制御部は、

前記第１の通信部による受信結果に基づく前記第１の層に対応するデータを、前記第２の層に対応するデータに変換し、

変換後の当該データに対して、前記第２の通信方式の通信プロトコルに応じた処理を施すことで、前記第２の通信部を介して他の装置に送信するデータを生成する、

前記（１）～（５）のいずれか一項に記載の通信装置。

（７）

前記制御部は、

前記第２の通信部による受信結果に基づく前記第２の層に対応するデータを、前記第１の層に対応するデータに変換し、

変換後の当該データに対して、前記第１の通信方式の通信プロトコルに応じた処理を施すことで、前記第１の通信部を介して他の装置に送信するデータを生成する、

前記（１）～（６）のいずれか一項に記載の通信装置。

（８）

前記第１の層は、基地局から通知される制御情報に基づき設定される、前記（１）～（７）のいずれか一項に記載の通信装置。

（９）

前記制御情報は、前記第１の通信方式に基づき前記無線通信を介して送信されるデータとは個別に送信される、前記（８）に記載の通信装置。

（１０）

前記制御情報は、ＲＲＣ（Radio Resource Control）層に対応する通信プロトコルに基づき通知される、前記（８）または（９）に記載の通信装置。

（１１）

前記第１の層は、受信されたデータのヘッダに関連付けられた情報に基づき設定される、前記（１）～（１０）のいずれか一項に記載の通信装置。

（１２）

前記第１の層は、前記第１の通信方式に基づきデータが伝送される通信経路の状況に応じて設定される、前記（１）～（１１）のいずれか一項に記載の通信装置。

（１３）

前記第１の層は、前記第１の通信方式に基づきデータが伝送される通信経路の信頼性が高いほどより下位の層に設定される、前記（１２）に記載の通信装置。

（１４）

前記制御部は、前記第１の層及び前記第２の層のうち、一方の層に対応するデータに関連付けられた当該一方の層に対応するヘッダを、他方の層に対応するヘッダに置き換えることで、当該一方の層に対応するデータを当該他方の層に対応するデータに変換する、前記（１）～（１３）のいずれか一項に記載の通信装置。

（１５）

前記制御部は、ＮＡＳ（Non－Access Stream）層に対応する通信プロトコルに基づき、コアネットワークのエンティティとの間での認証に係る処理を制御する、前記（１）～（１４）のいずれか一項に記載の通信装置。

（１６）

コンピュータが、

第１の通信方式に基づき無線通信を行うことと、

前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと

、

前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御することと、

を含み、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換される、

通信方法。

（１７）

コンピュータに、

第１の通信方式に基づき無線通信を行うことと、

前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、

前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御することと、

を実行させ、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換される、

プログラム。

（１８）

第１の通信装置と、

第２の通信装置と、

前記第１の通信装置と前記第２の通信装置との間の通信を中継する第３の通信装置と、

を備え、

前記第３の通信装置は、

前記第１の通信装置と、第１の通信方式に基づき無線通信を行う第１の通信部と、

前記第２の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う第２の通信部と、

前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御する制御部と、

を備え、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記制御部は、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換する、

通信システム。

（１９）

第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う通信部と、

前記第２の通信方式に基づく通信を制御する制御部と、

を備え、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコ

ルスタックに対して第２の層が設定され、

前記制御部は、

前記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、

送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御する、

通信装置。

（２０）

前記第２の層は、基地局から通知される制御情報に基づき設定される、前記（１９）に記載の通信装置。

（２１）

前記制御情報は、前記第２の通信方式に基づき前記他の端末装置から送信されるデータとは個別に送信される、前記（２０）に記載の通信装置。

（２２）

前記制御情報は、ＲＲＣ層に対応する通信プロトコルに基づき通知される、前記（２０）または（２１）に記載の通信装置。

（２３）

コンピュータが、

第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、

前記第２の通信方式に基づく通信を制御することと、

を含み、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコ

ルスタックに対して第２の層が設定され、

前記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、

送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御される、

通信方法。

（２４）

コンピュータに、

第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、

前記第２の通信方式に基づく通信を制御することと、

を実行させ、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、

送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御される、

プログラム。

符号の説明

[0206] １ システム

１００　基地局
１１０　アンテナ部
１２０　無線通信部
１３０　ネットワーク通信部
１４０　記憶部
１５０　制御部
１５１　通信制御部
１５３　情報取得部
１５５　通知部
２００　端末装置
２１０　アンテナ部
２２０　無線通信部
２３０　記憶部
２４０　制御部
２４１　通信制御部
２４３　情報取得部
２４７　通知部
２５０　ネットワーク通信部
３００　通信装置
３１０　ネットワーク通信部
３２０　記憶部
３３０　制御部
３３１　通信制御部
３３３　情報取得部
３３５　通知部
４００　コアネットワーク
５１０　クラウドサーバ
５２０　制御サーバ

５３０　ロボット

請求の範囲

[請求項1] 第１の通信方式に基づき無線通信を行う第１の通信部と、

前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う第２の通信部と、

前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御する制御部と、

を備え、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記制御部は、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換する、

通信装置。

[請求項2] 前記第２の通信方式は、有線の通信経路を介した通信を行うための通信方式である、請求項１に記載の通信装置。

[請求項3] 前記第２の層は、データリンク層及び物理層に対応する一連の層のうちのいずれかの層である、請求項２に記載の通信装置。

[請求項4] 前記第１の層は、リンク層及び物理層に対応する一連の層のうちのいずれかの層である、請求項１に記載の通信装置。

[請求項5] 前記第１の層は、ＩＰ（Internet Protocol）層よりも下位の層である、請求項４に記載の通信装置。

[請求項6] 前記制御部は、

前記第１の通信部による受信結果に基づく前記第１の層に対応するデータを、前記第２の層に対応するデータに変換し、

変換後の当該データに対して、前記第２の通信方式の通信プロトコルに応じた処理を施すことで、前記第２の通信部を介して他の装置に送信するデータを生成する、

請求項１に記載の通信装置。

[請求項7] 前記制御部は、

前記第２の通信部による受信結果に基づく前記第２の層に対応するデータを、前記第１の層に対応するデータに変換し、

変換後の当該データに対して、前記第１の通信方式の通信プロトコルに応じた処理を施すことで、前記第１の通信部を介して他の装置に送信するデータを生成する、

請求項１に記載の通信装置。

[請求項8] 前記第１の層は、基地局から通知される制御情報に基づき設定される、請求項１に記載の通信装置。

[請求項9] 前記制御情報は、前記第１の通信方式に基づき前記無線通信を介して送信されるデータとは個別に送信される、請求項８に記載の通信装置。

[請求項10] 前記制御情報は、ＲＲＣ（Radio Resource Control）層に対応する通信プロトコルに基づき通知される、請求項８に記載の通信装置。

[請求項11] 前記第１の層は、受信されたデータのヘッダに関連付けられた情報に基づき設定される、請求項１に記載の通信装置。

[請求項12] 前記第１の層は、前記第１の通信方式に基づきデータが伝送される通信経路の状況に応じて設定される、請求項１に記載の通信装置。

[請求項13] 前記第１の層は、前記第１の通信方式に基づきデータが伝送される通信経路の信頼性が高いほどより下位の層に設定される、請求項１２に記載の通信装置。

[請求項14] 前記制御部は、前記第１の層及び前記第２の層のうち、一方の層に対応するデータに関連付けられた当該一方の層に対応するヘッダを、他方の層に対応するヘッダに置き換えることで、当該一方の層に対応するデータを当該他方の層に対応するデータに変換する、請求項１に記載の通信装置。

[請求項15] 前記制御部は、ＮＡＳ（Non－Access Stream）層に対応する通信

プロトコルに基づき、コアネットワークのエンティティとの間での認証に係る処理を制御する、請求項１に記載の通信装置。

[請求項16] コンピュータが、

第１の通信方式に基づき無線通信を行うことと、

前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、

前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御することと、

を含み、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換される、

通信方法。

[請求項17] コンピュータに、

第１の通信方式に基づき無線通信を行うことと、

前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、

前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御することと、

を実行させ、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータ

と、のうち一方から他方に変換される、

プログラム。

[請求項18] 第１の通信装置と、

第２の通信装置と、

前記第１の通信装置と前記第２の通信装置との間の通信を中継する第３の通信装置と、

を備え、

前記第３の通信装置は、

前記第１の通信装置と、第１の通信方式に基づき無線通信を行う第１の通信部と、

前記第２の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う第２の通信部と、

前記第１の通信方式に基づく通信と、前記第２の通信方式に基づく通信と、を制御する制御部と、

を備え、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記制御部は、前記第１の層に対応するデータと、前記第２の層に対応するデータと、のうち一方から他方に変換する、

通信システム。

[請求項19] 第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行う通信部と、

前記第２の通信方式に基づく通信を制御する制御部と、

を備え、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコ

ルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記制御部は、

前記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、

送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御する、

通信装置。

[請求項20] 前記第２の層は、基地局から通知される制御情報に基づき設定される、請求項１９に記載の通信装置。

[請求項21] 前記制御情報は、前記第２の通信方式に基づき前記他の端末装置から送信されるデータとは個別に送信される、請求項２０に記載の通信装置。

[請求項22] 前記制御情報は、ＲＲＣ層に対応する通信プロトコルに基づき通知される、請求項２０に記載の通信装置。

[請求項23] コンピュータが、

第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、

前記第２の通信方式に基づく通信を制御することと、

を含み、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコ

ルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、

送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御される、

通信方法。

[請求項24] コンピュータに、

第１の通信方式に基づき基地局から送信されたデータを中継する他の通信装置と、前記第１の通信方式とは異なる第２の通信方式に基づき通信を行うことと、

前記第２の通信方式に基づく通信を制御することと、

を実行させ、

前記第１の通信方式のプロトコルスタックを構成する通信プロトコルごとの一連の層のうちの伝送経路の選択に係る通信プロトコルに対応する層以下のいずれかの第１の層に対応する層として、前記第２の通信方式のプロトコルスタックに対して第２の層が設定され、

前記第２の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理として、

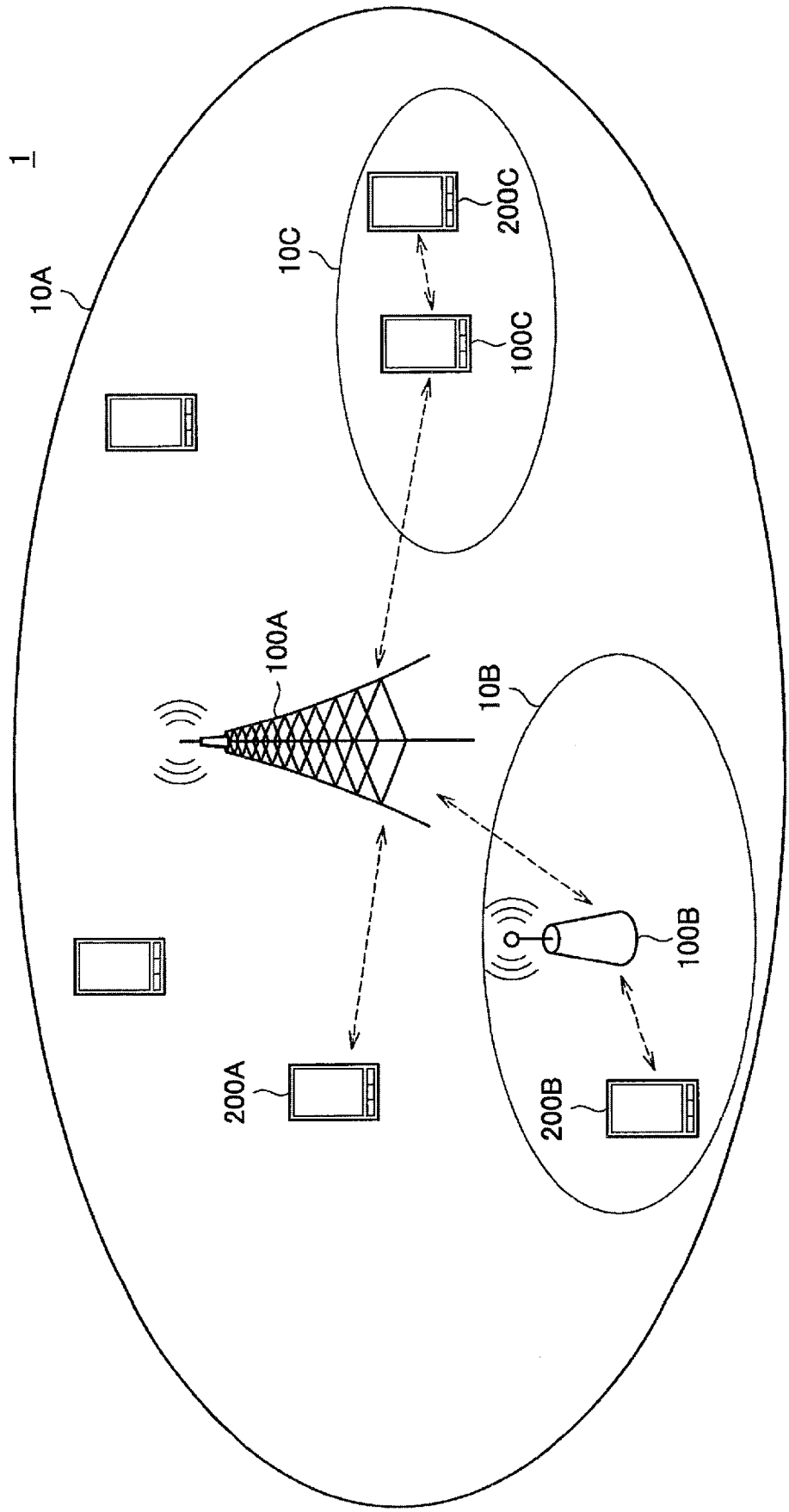
送信データに対する前記第１の通信方式に基づく符号化に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

受信データに対する当該第１の通信方式に基づく復号に係る処理のうち前記第１の層よりも上位の層の通信プロトコルに対応する処理と、

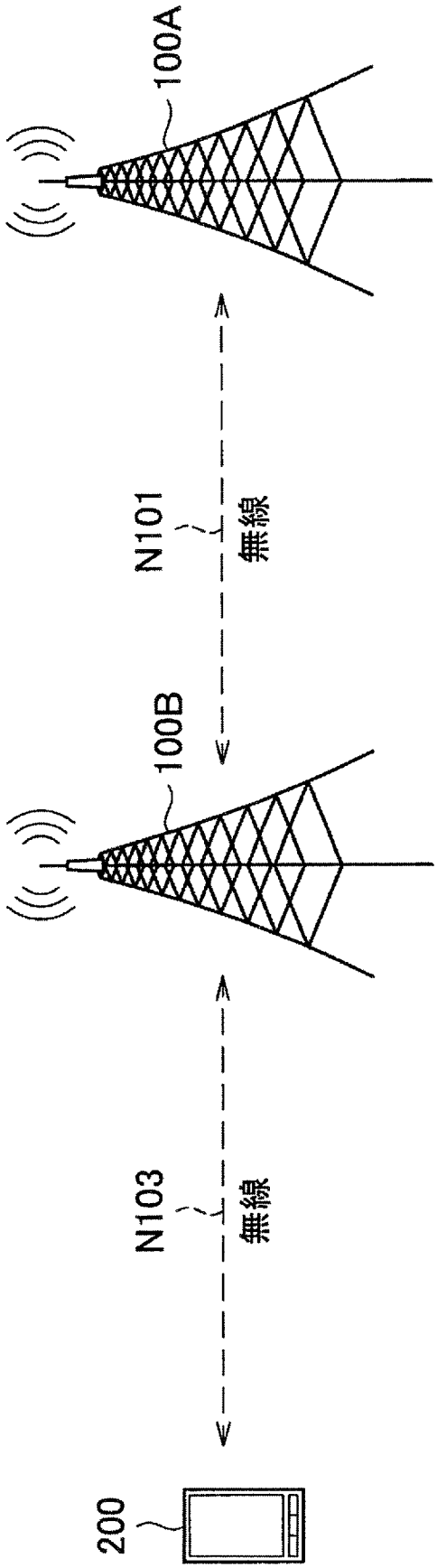
のうちの少なくともいずれかが適用されるように制御される、

プログラム。

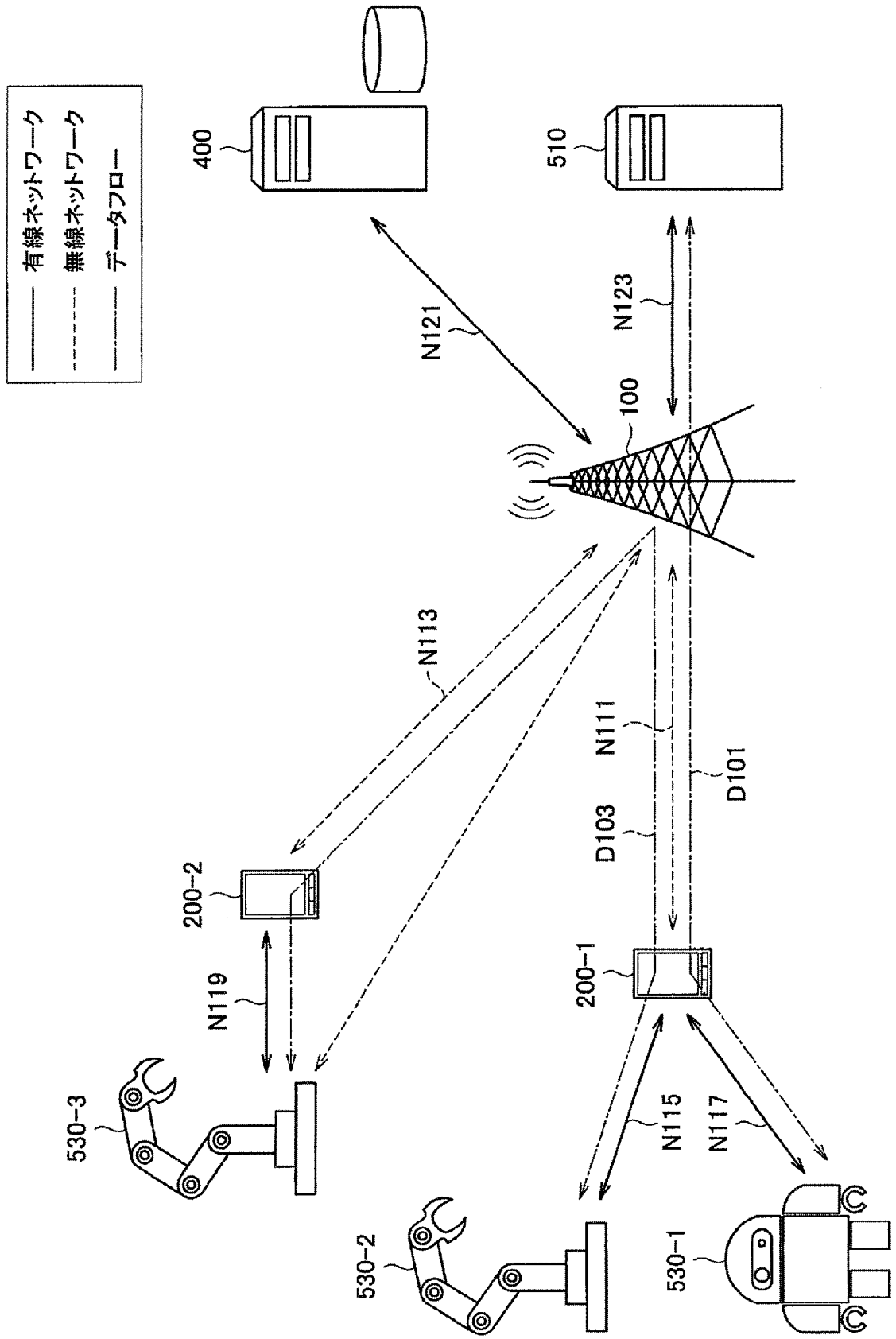
[図1]



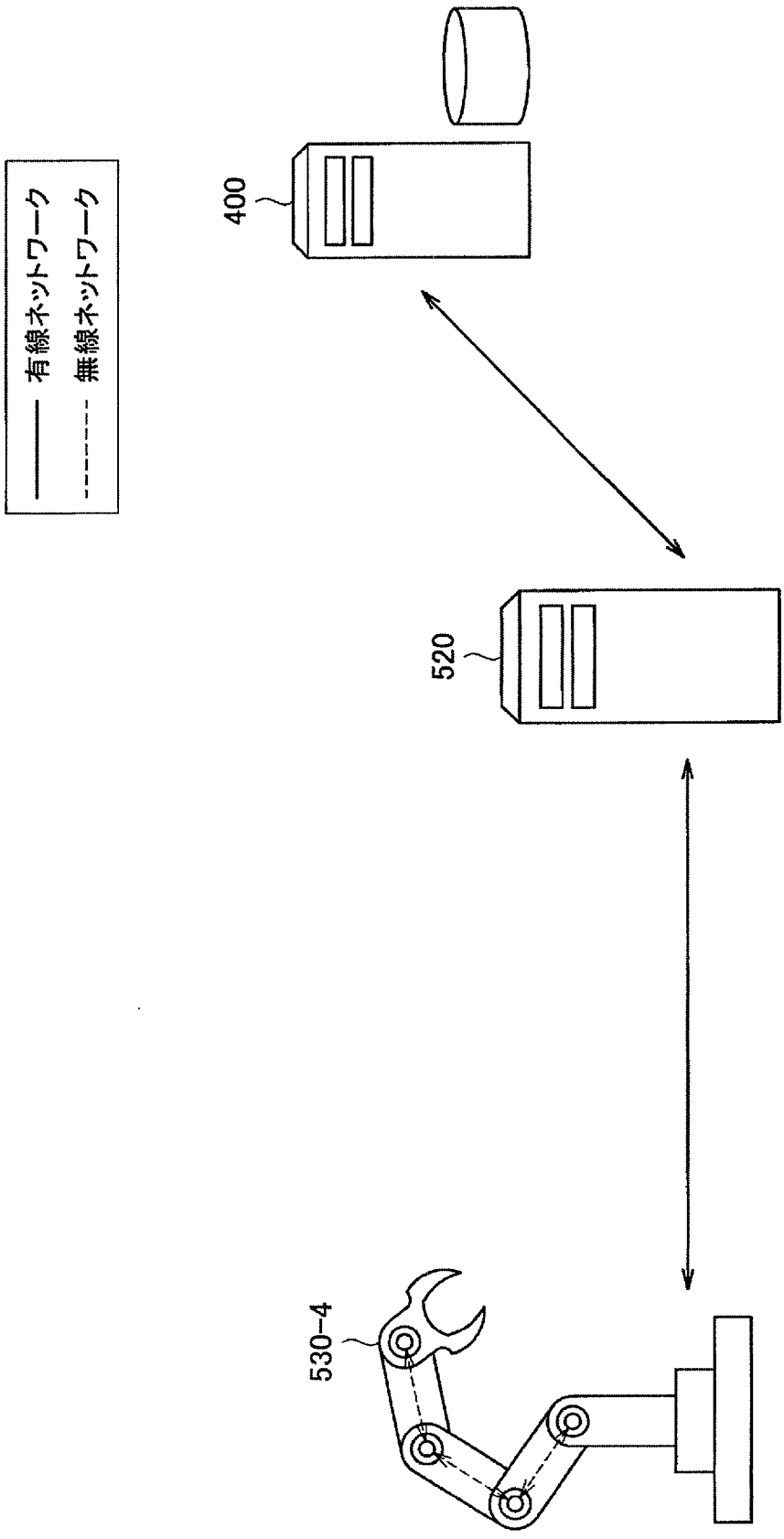
[図2]



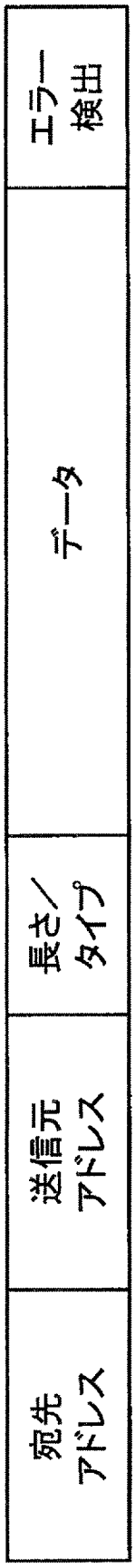
[図3]


有線ネットワーク
無線ネットワーク
データフロー
400
510
N121
N123
100
N113
N111
D101
D103
200-2
200-1
N119
530-3
530-2
530-1
N115
N117

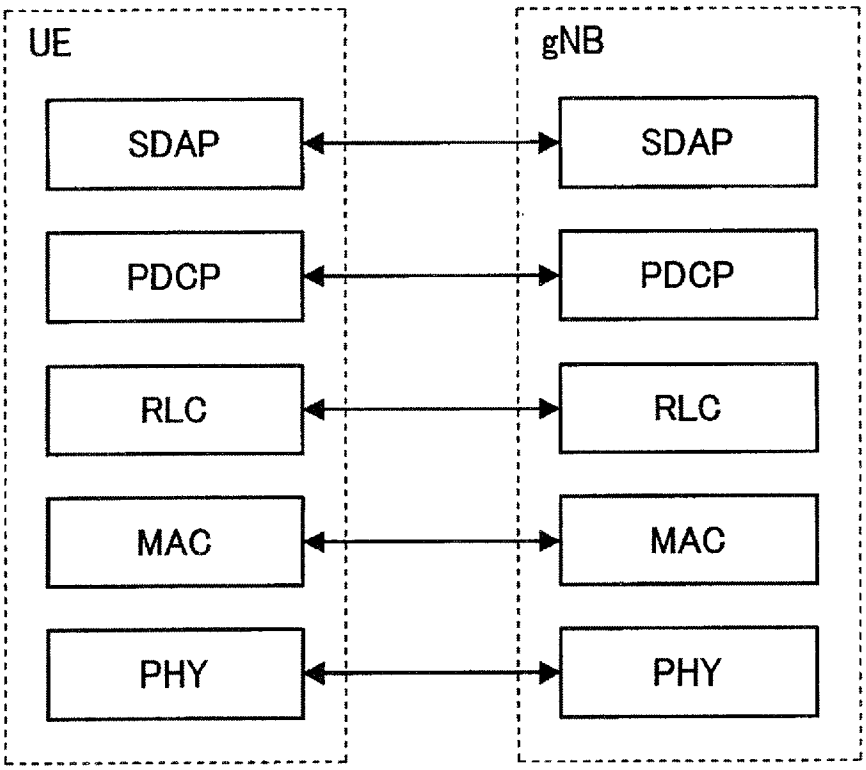
[図4]



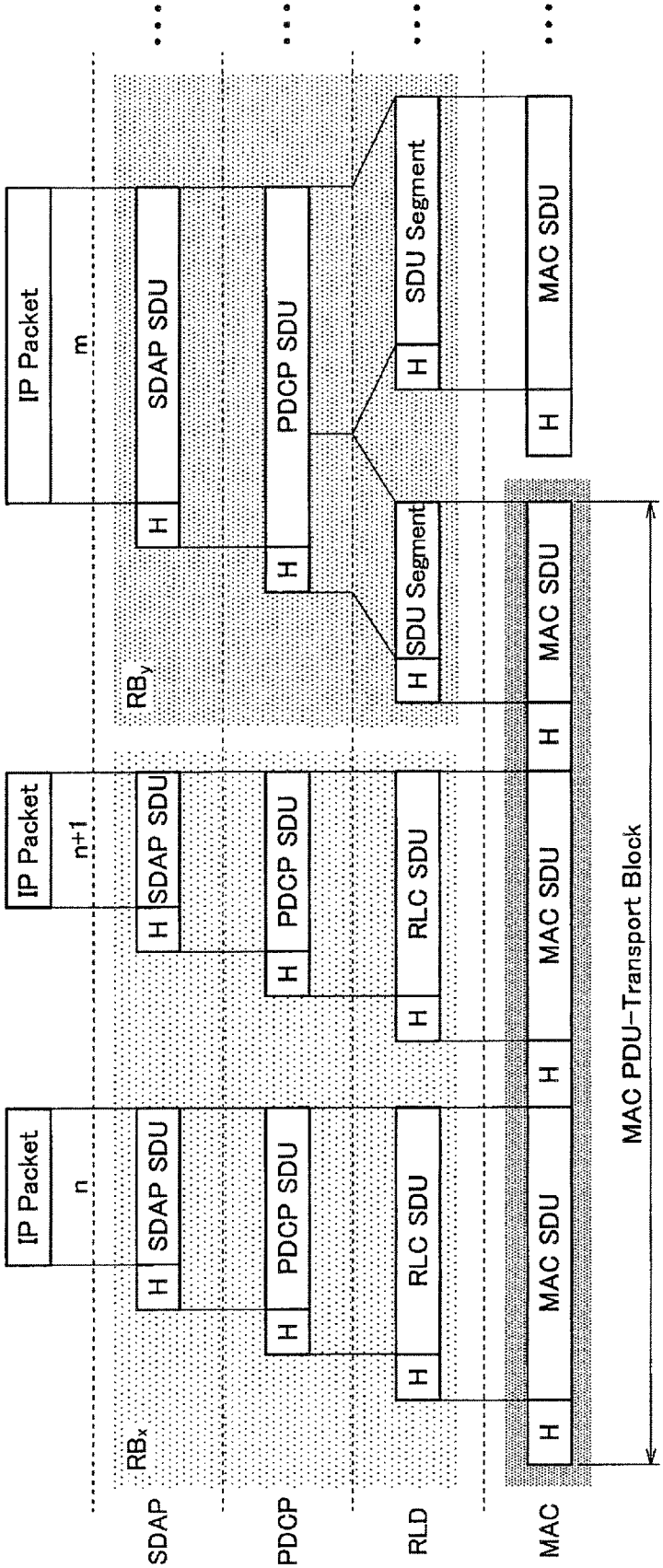
[図5]



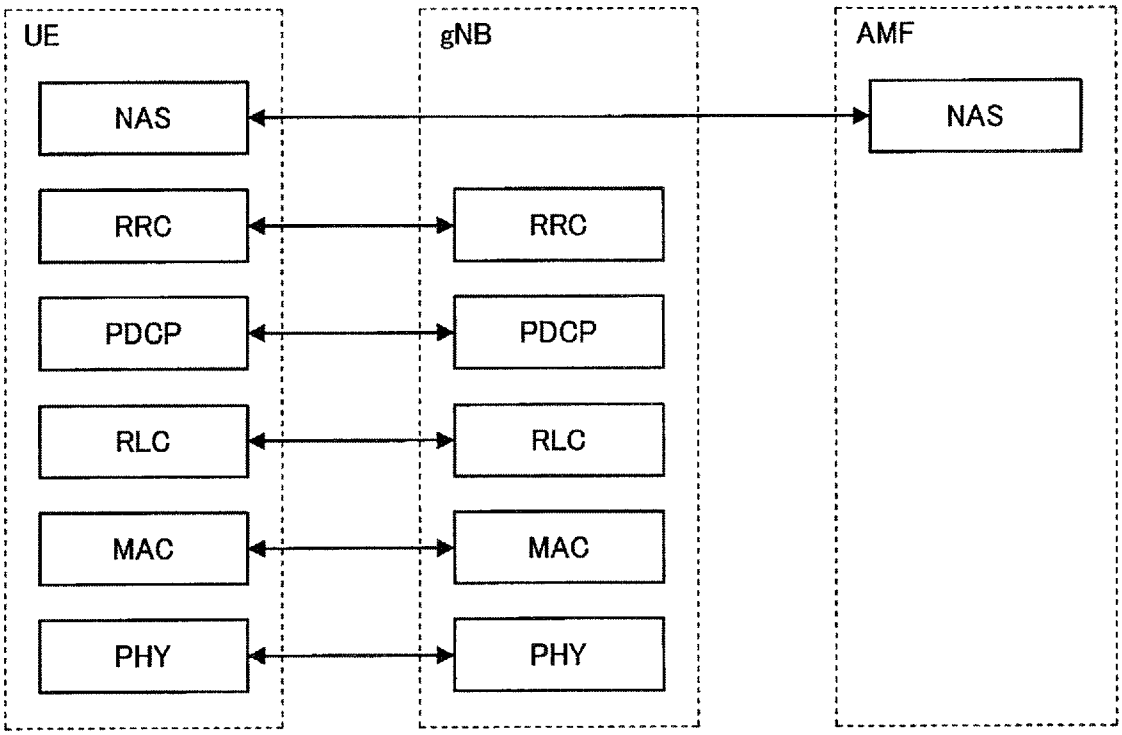
[図6]



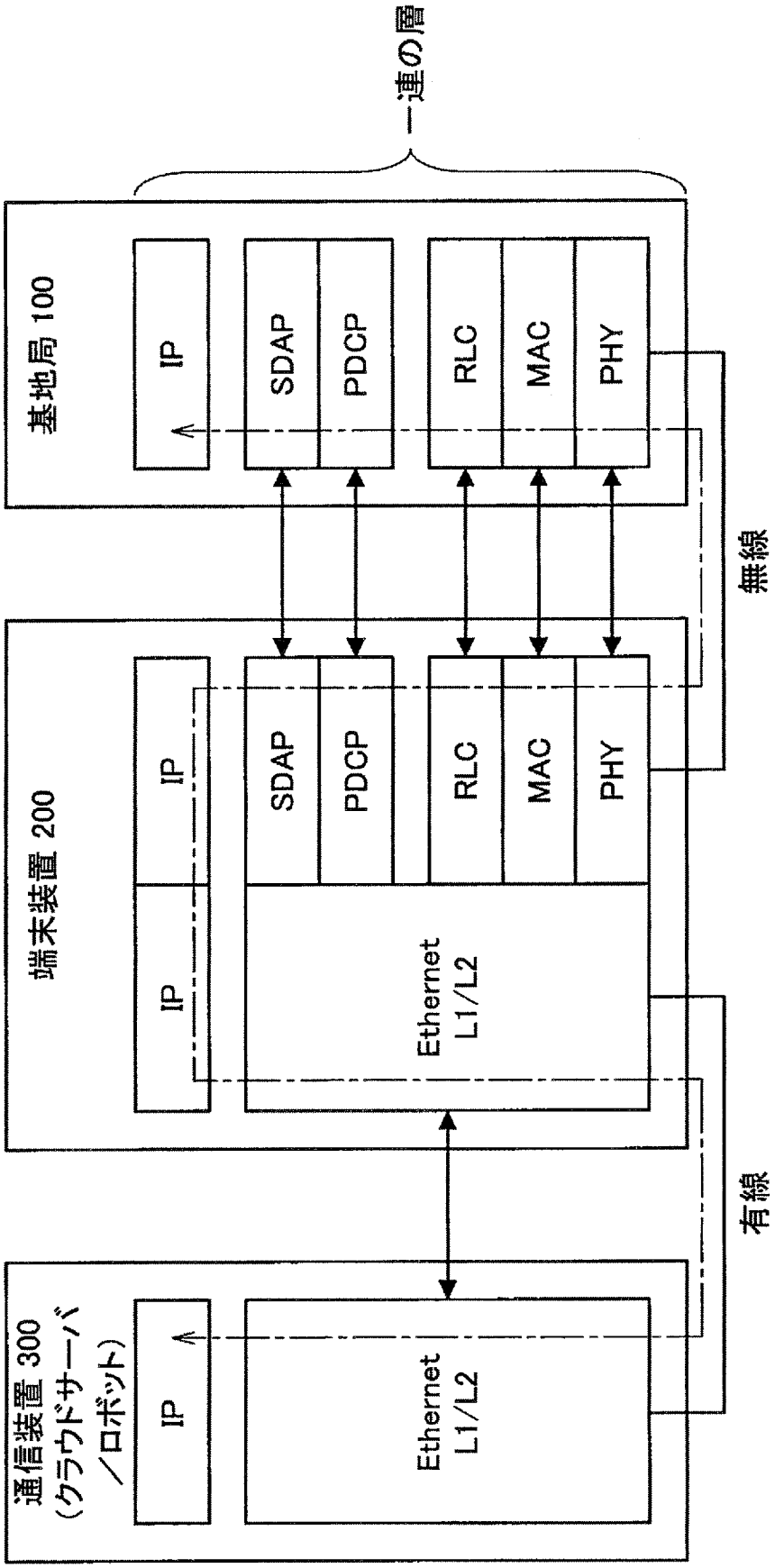
[図7]


SDAP
PDCP
RLD
MAC
RBx
RBy
IP Packet
n
IP Packet
n+1
IP Packet
m
H
SDAP SDU
PDCP SDU
RLC SDU
MAC SDU
SDU Segment
MAC PDU-Transport Block

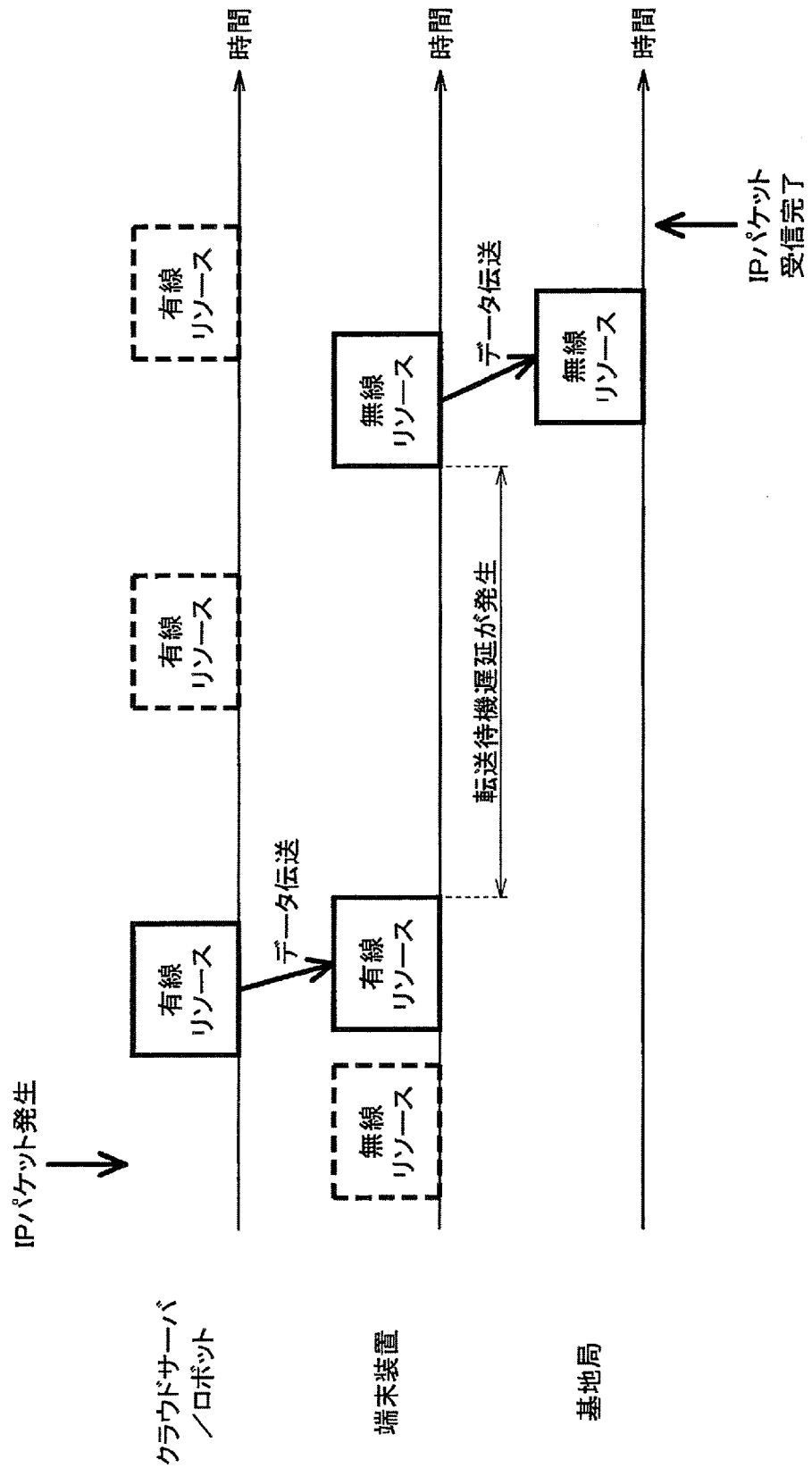
[図8]



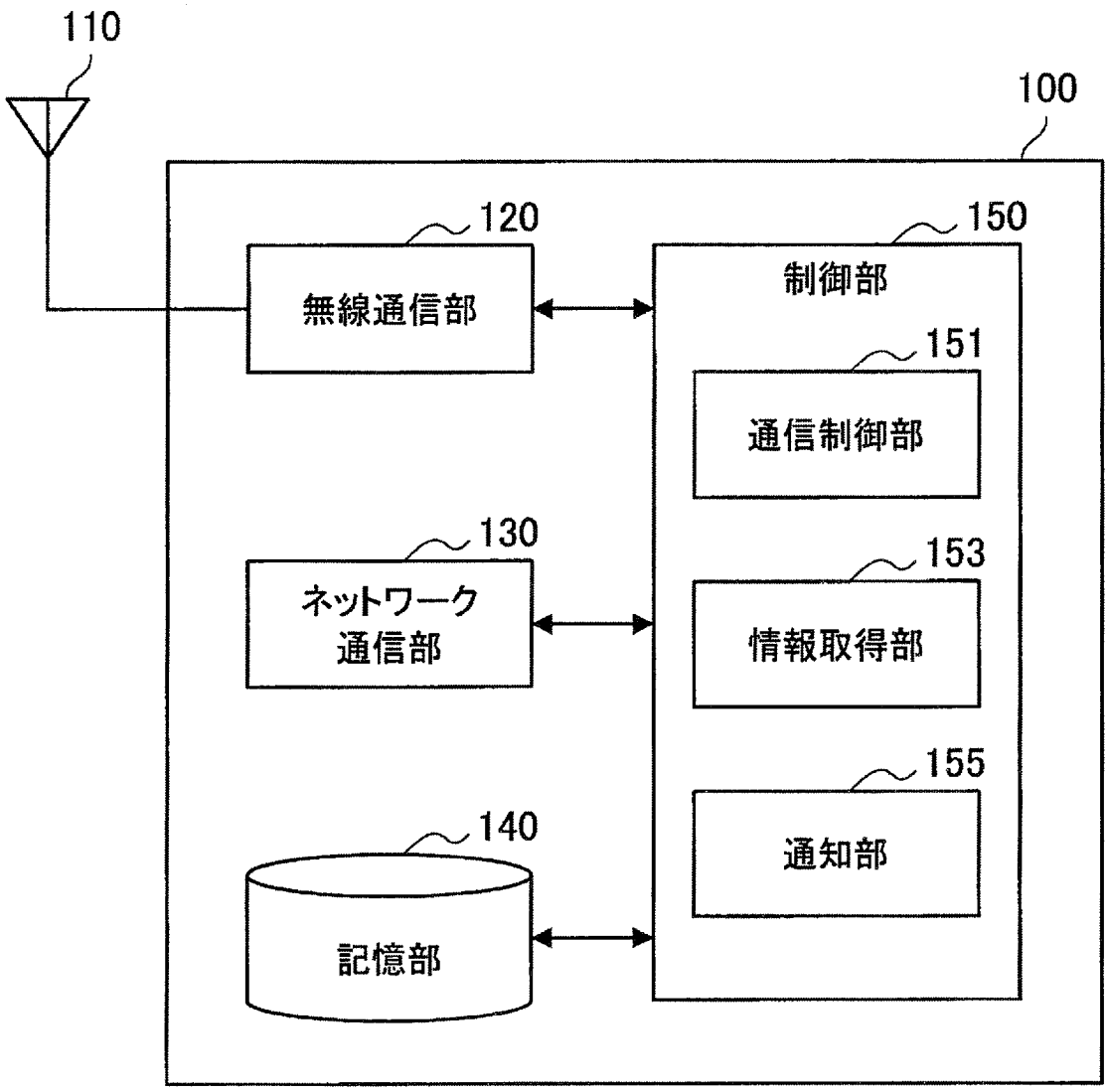
[図9]


一連の層
基地局 100
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
端末装置 200
IP
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
Ethernet
L1/L2
通信装置 300
(クラウドサーバ
／ロボット)
IP
Ethernet
L1/L2
無線
有線

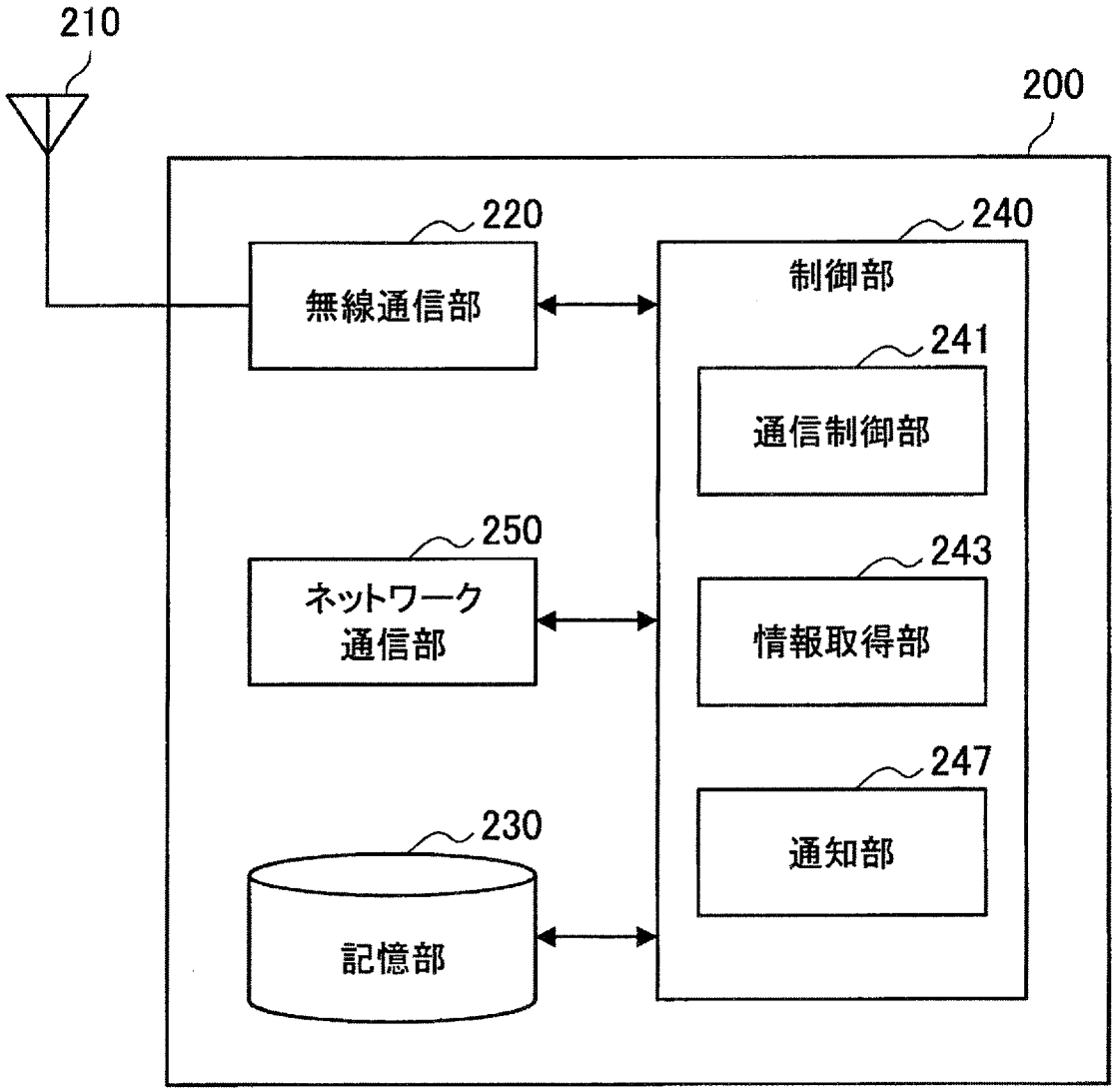
[図10]


クラウドサーバ／ロボット
端末装置
基地局
時間
時間
時間
IPパケット発生
有線リソース
有線リソース
有線リソース
データ伝送
無線リソース
無線リソース
転送待機遅延が発生
データ伝送
無線リソース
IPパケット受信完了

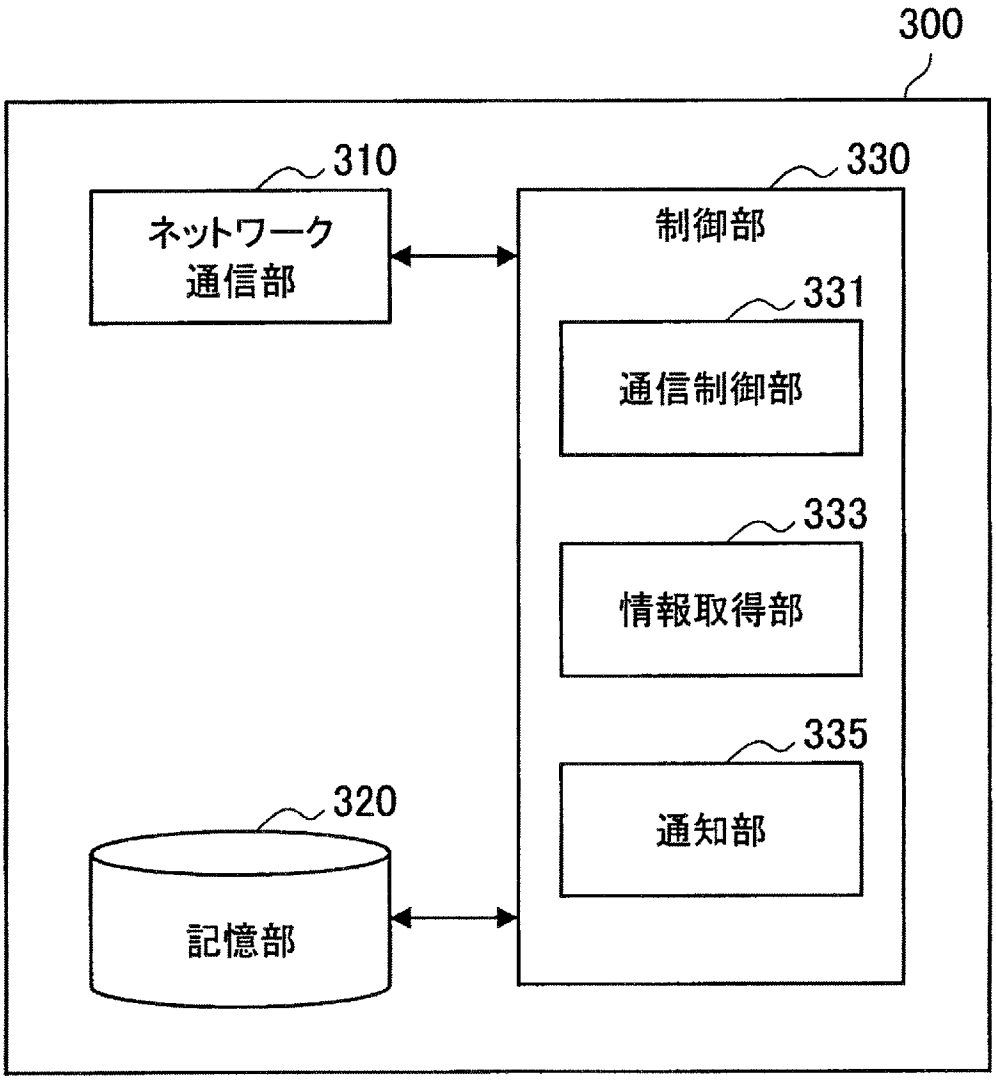
[図11]


110
100
120
無線通信部
150
制御部
151
通信制御部
130
ネットワーク
通信部
153
情報取得部
155
通知部
140
記憶部

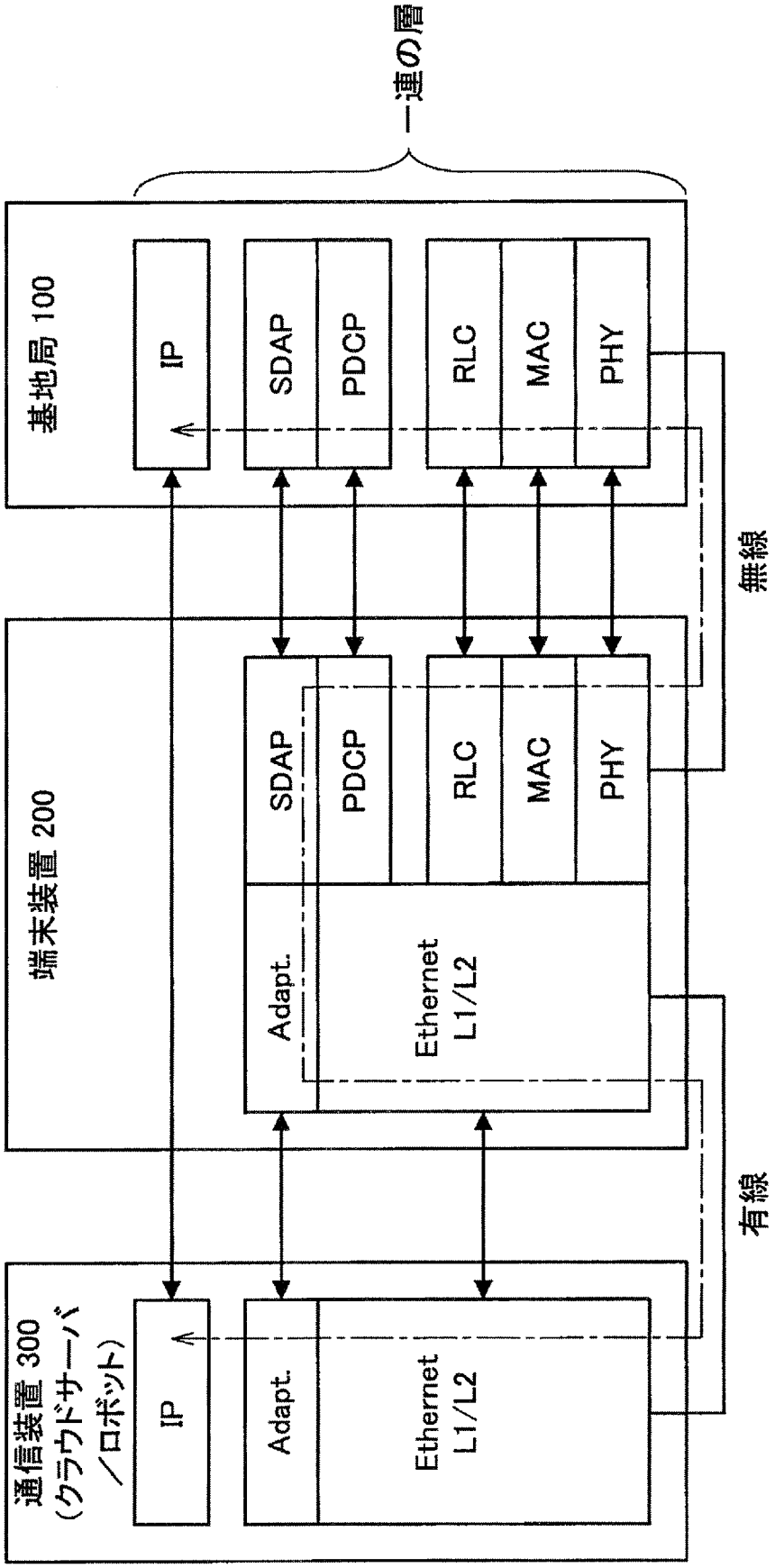
[図12]


210
200
220
無線通信部
240
制御部
241
通信制御部
250
ネットワーク
通信部
243
情報取得部
247
通知部
230
記憶部

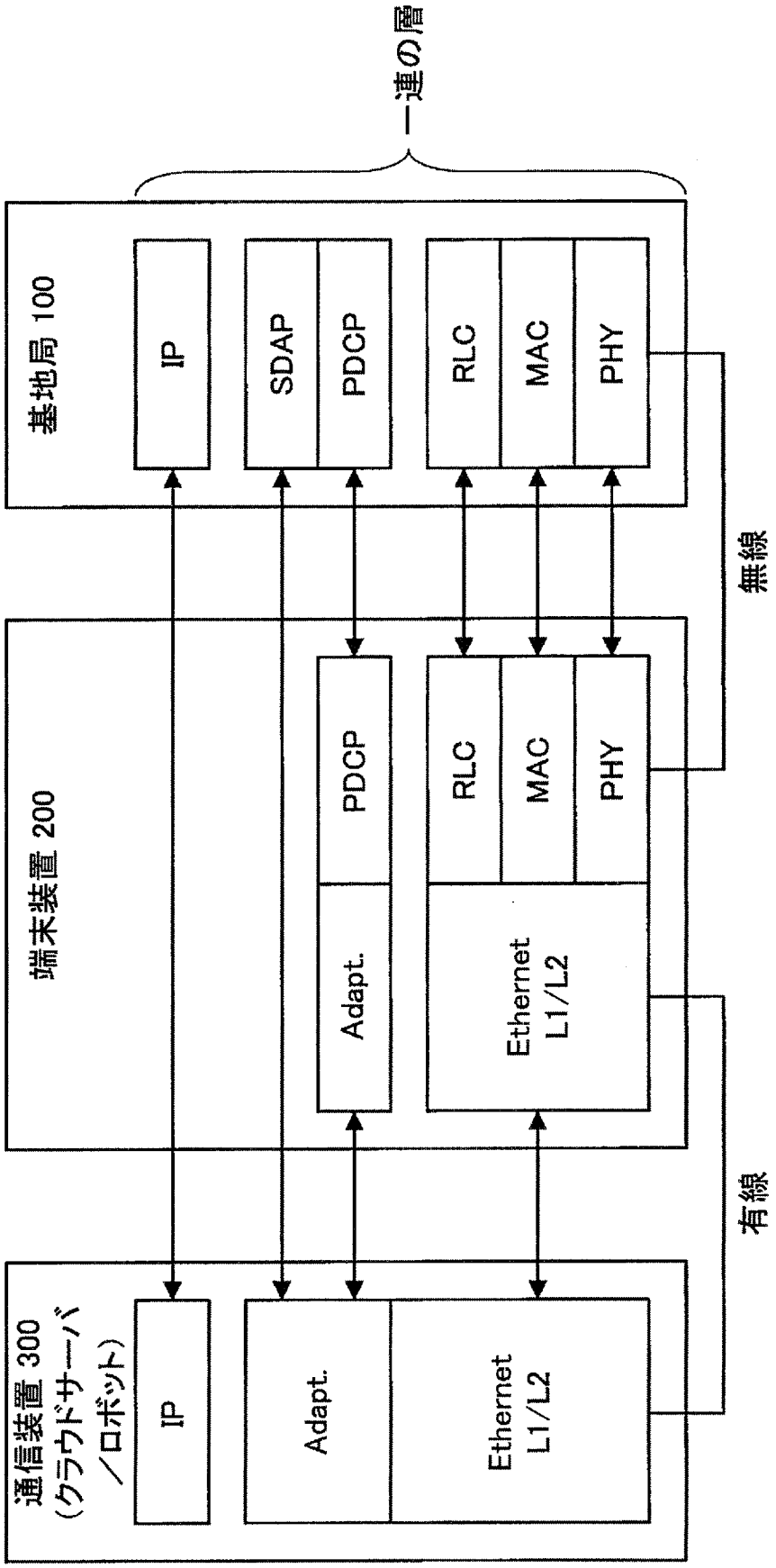
[図13]



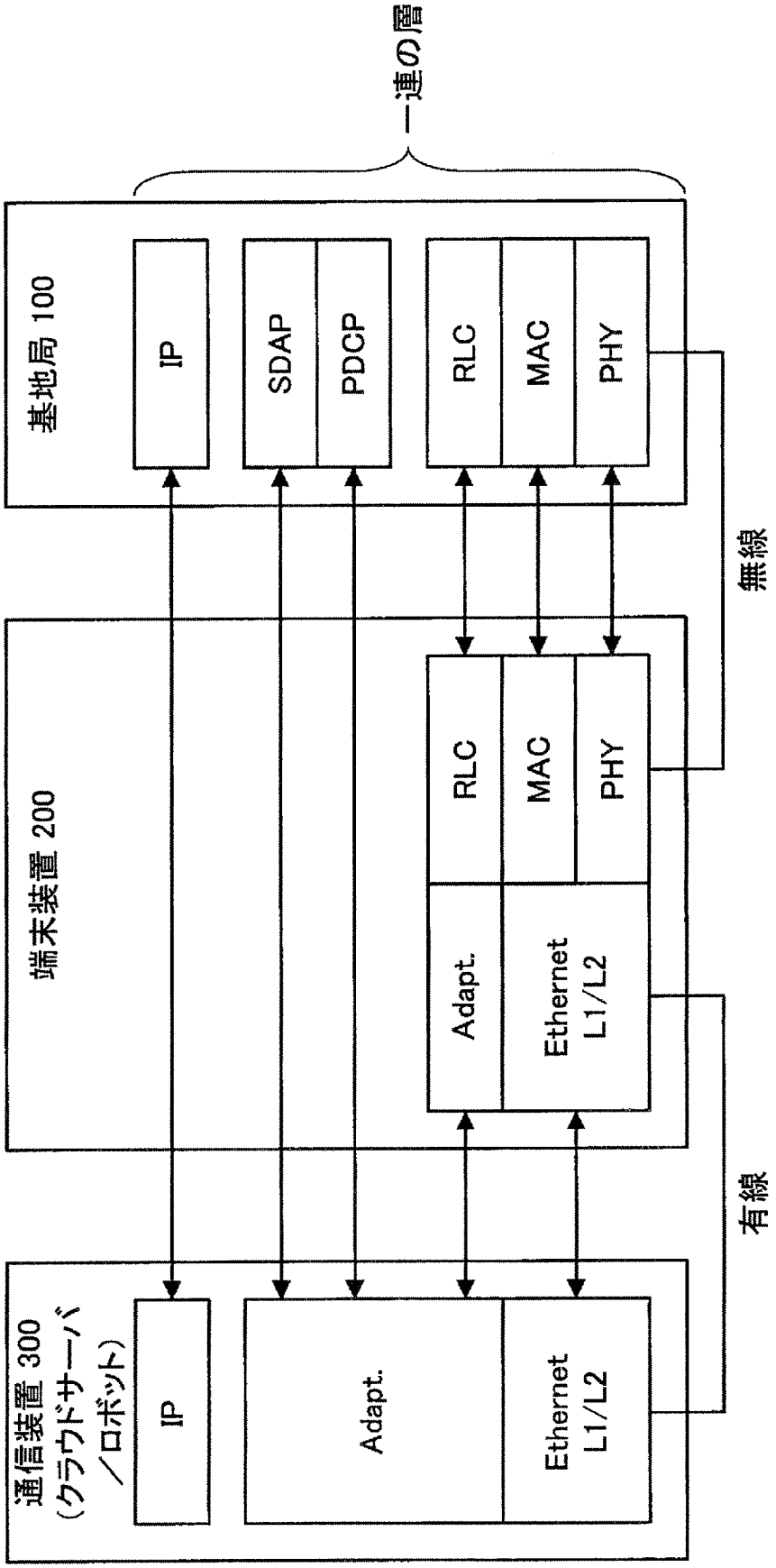
[図14]


一連の層
基地局 100
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
端末装置 200
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
Adapt.
Ethernet
L1/L2
通信装置 300
(クラウドサーバ
/ロボット)
IP
Adapt.
Ethernet
L1/L2
無線
有線

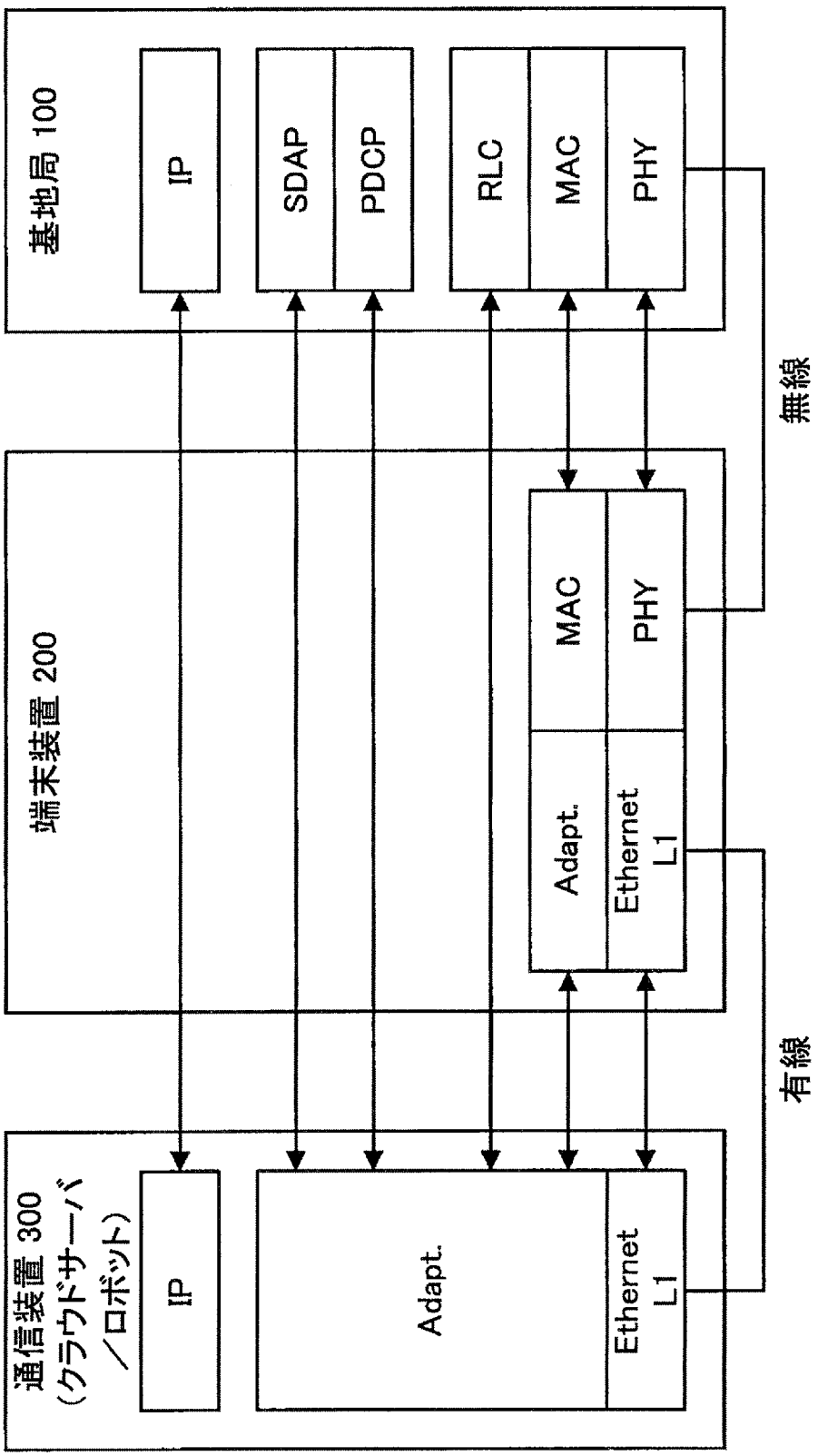
[図15]


一連の層
基地局 100
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
端末装置 200
PDCP
Adapt.
RLC
MAC
PHY
Ethernet
L1/L2
通信装置 300
(クラウドサーバ
/ロボット)
IP
Adapt.
Ethernet
L1/L2
無線
有線

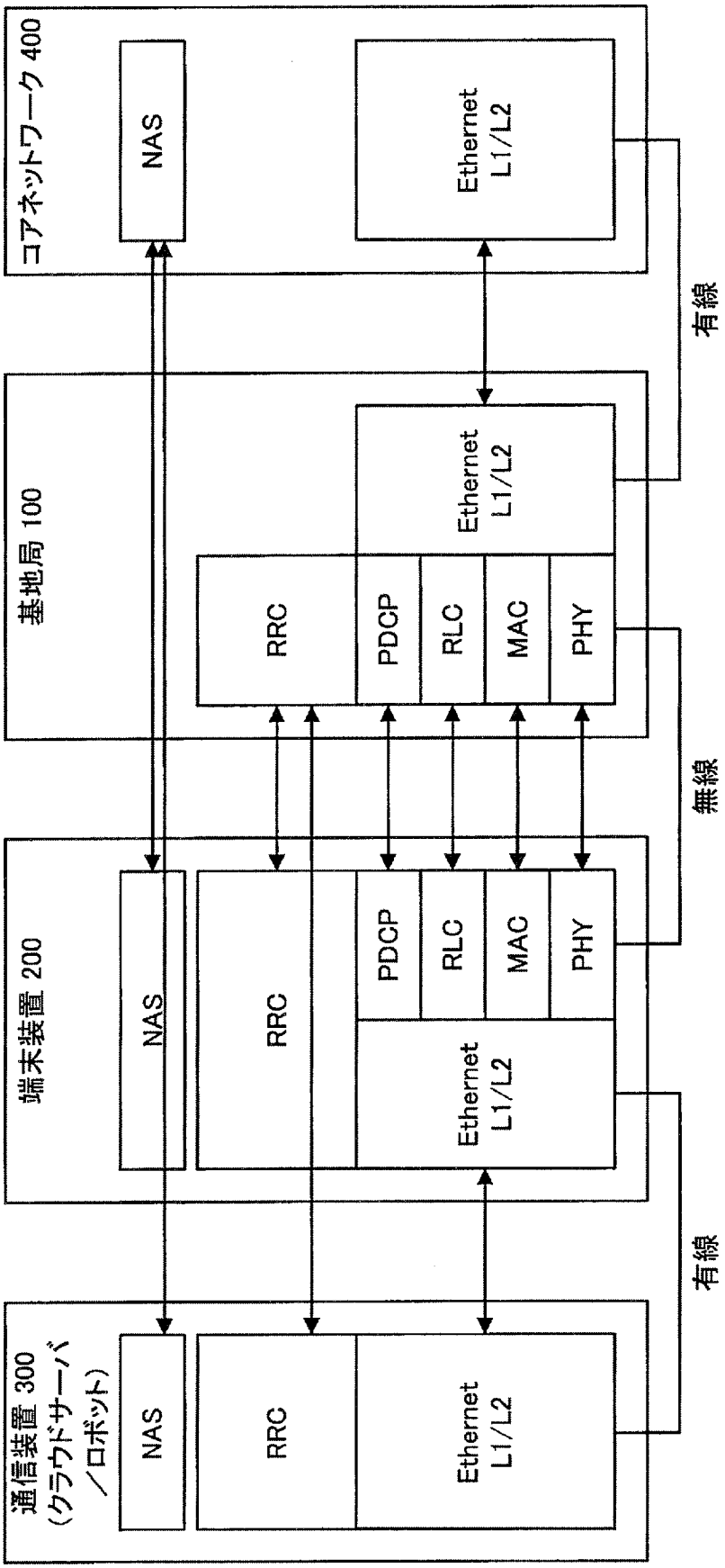
[図16]


一連の層
基地局 100
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
端末装置 200
RLC
MAC
PHY
Adapt.
Ethernet L1/L2
通信装置 300 (クラウドサーバ／ロボット)
IP
Adapt.
Ethernet L1/L2
無線
有線

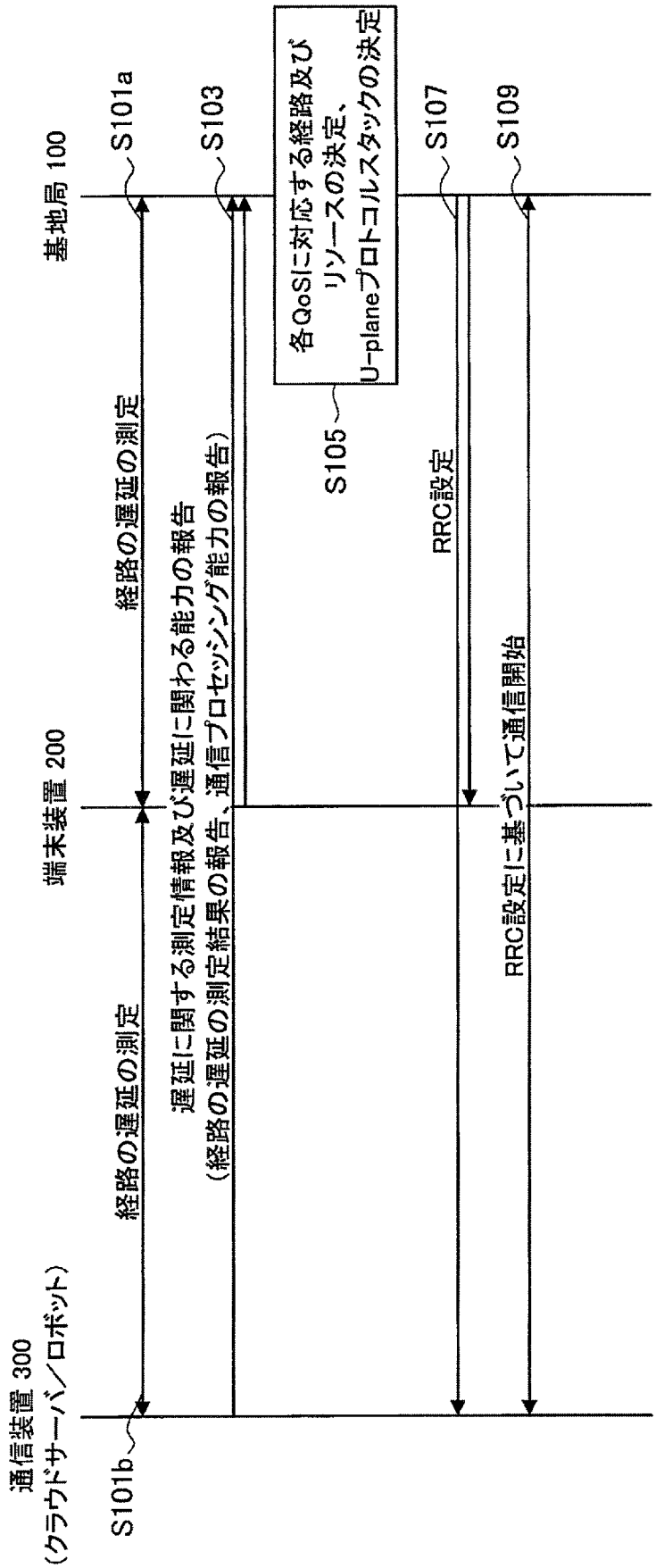
[図17]


基地局 100
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
端末装置 200
MAC
PHY
Adapt.
Ethernet L1
通信装置 300 (クラウドサーバ／ロボット)
IP
Adapt.
Ethernet L1
無線
有線

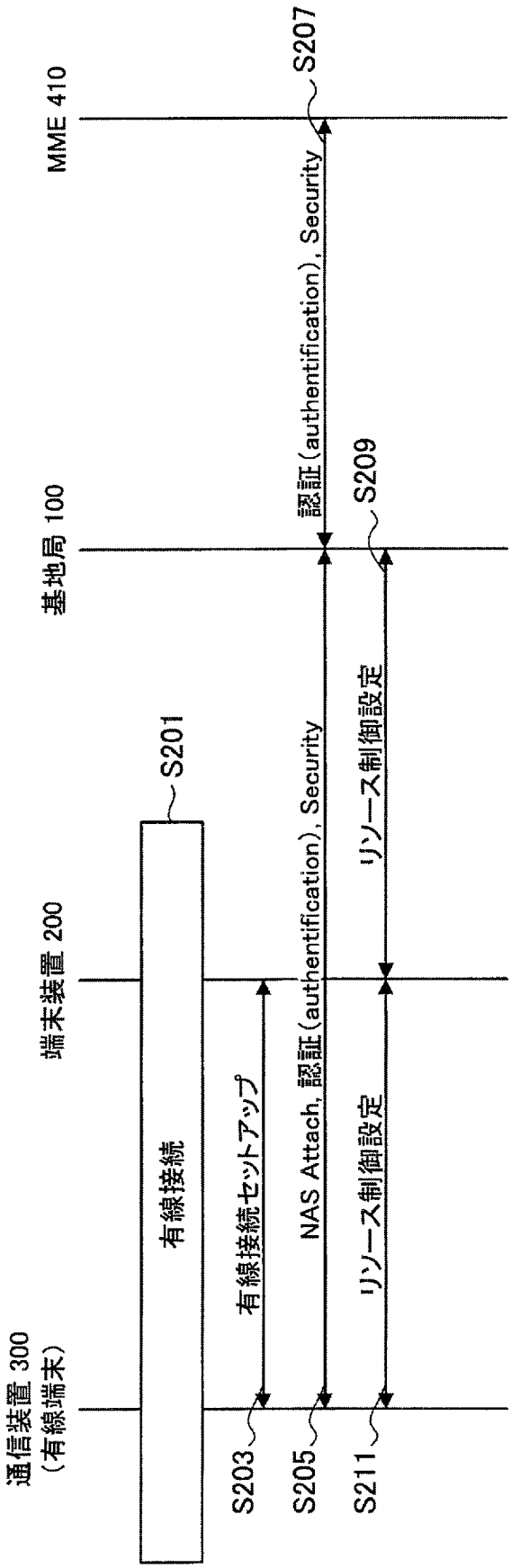
[図18]


コアネットワーク 400
NAS
Ethernet L1/L2
基地局 100
RRC
PDCP
RLC
MAC
PHY
Ethernet L1/L2
端末装置 200
NAS
RRC
PDCP
RLC
MAC
PHY
Ethernet L1/L2
通信装置 300 (クラウドサーバ／ロボット)
NAS
RRC
Ethernet L1/L2
有線
無線
有線

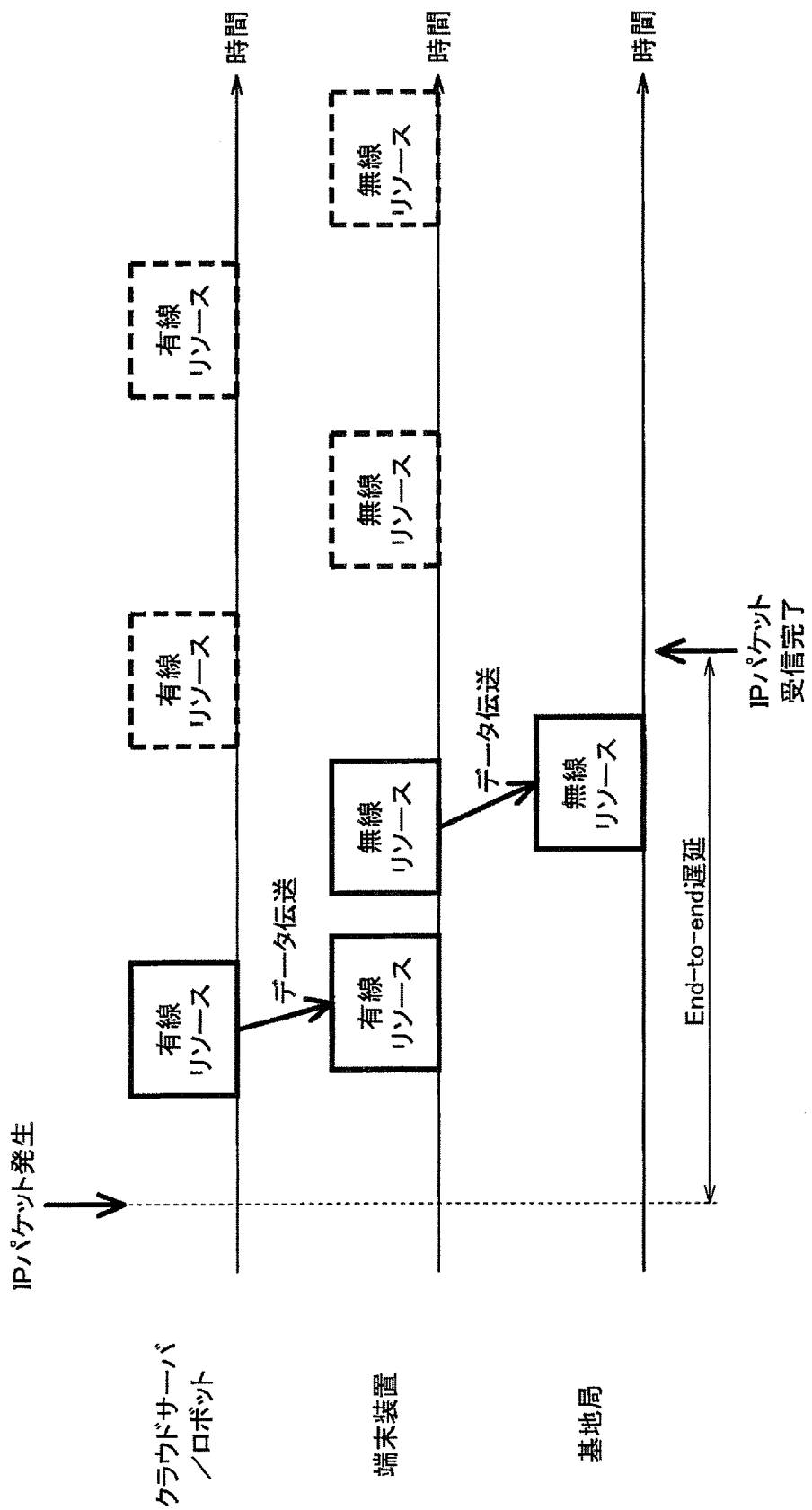
[図19]


通信装置 300
(クラウドサーバ／ロボット)
端末装置 200
基地局 100
S101a
S101b
S103
S105
S107
S109
経路の遅延の測定
経路の遅延の測定
遅延に関する測定情報及び遅延に関わる能力の報告
(経路の遅延の測定結果の報告、通信プロセッシング能力の報告)
各QoSに対応する経路及び
リソースの決定、
U-planeプロトコルスタックの決定
RRC設定
RRC設定に基づいて通信開始

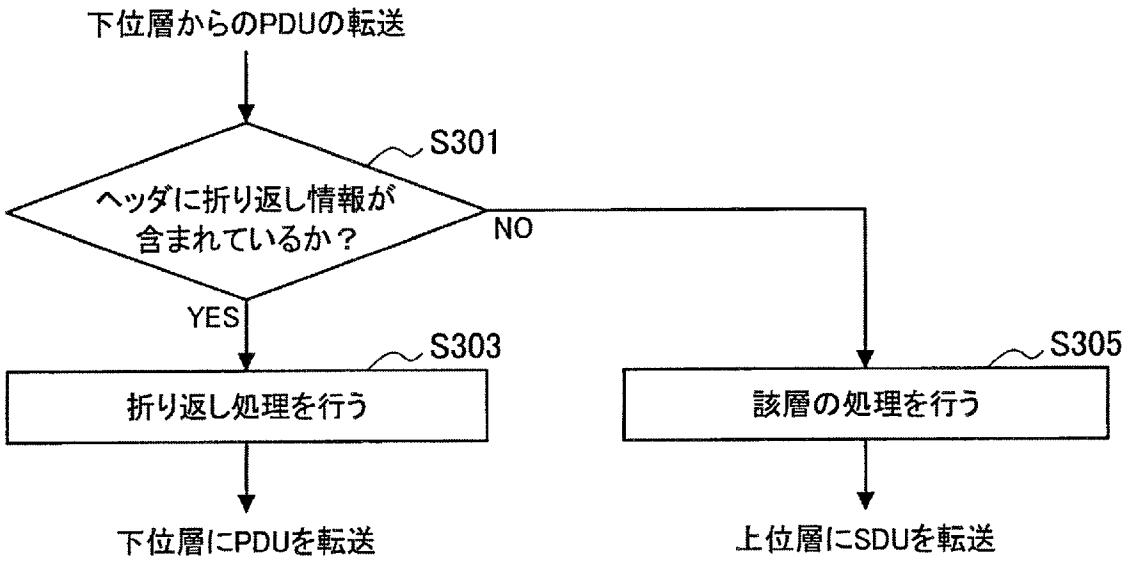
[図20]


通信装置 300
（有線端末）
端末装置 200
基地局 100
MME 410
S201
有線接続
S203
有線接続セットアップ
S205
NAS Attach, 認証(authentification), Security
S207
認証(authentification), Security
S209
リソース制御設定
S211
リソース制御設定

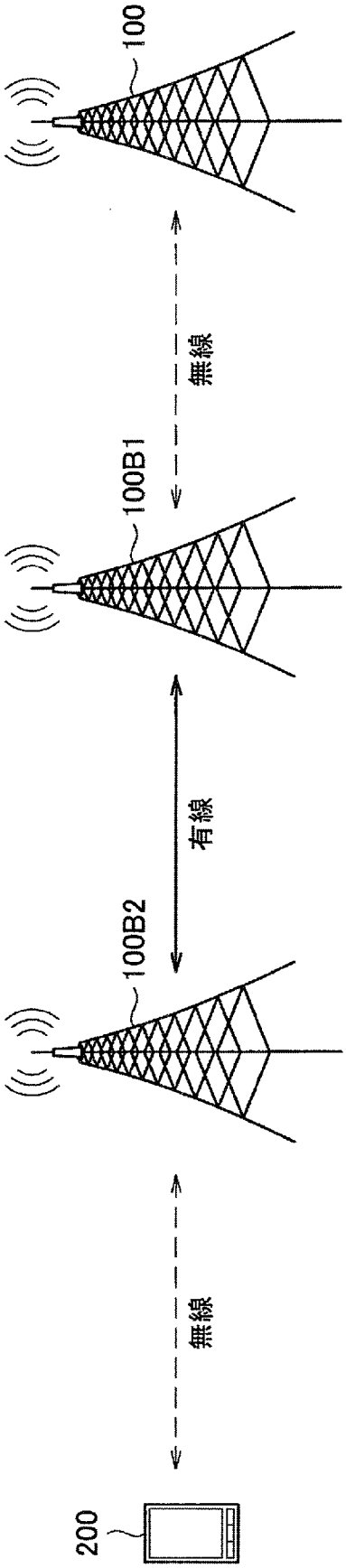
[図21]


時間
時間
時間
有線
リソース
有線
リソース
無線
リソース
無線
リソース
有線
リソース
無線
リソース
無線
リソース
データ伝送
データ伝送
IPパケット発生
IPパケット
受信完了
End-to-end遅延
クラウドサーバ
／ロボット
端末装置
基地局

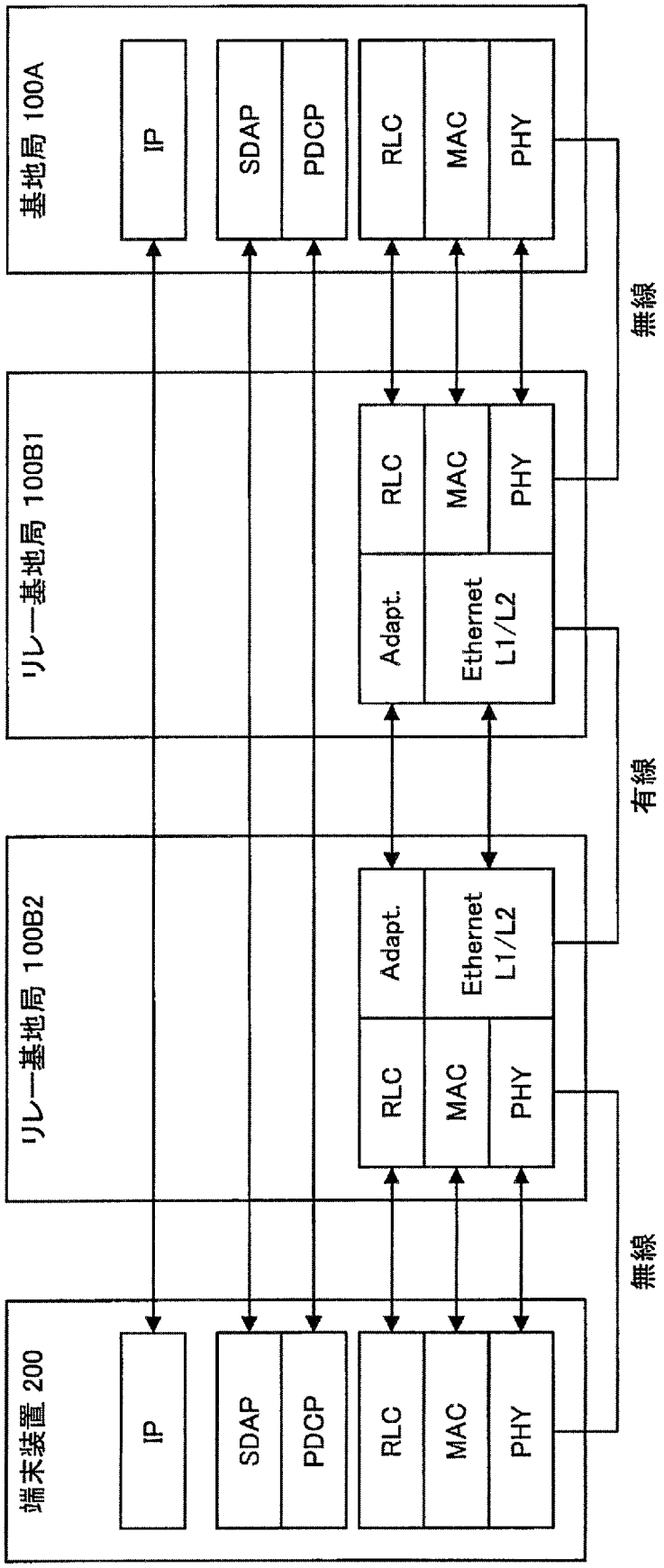
[図22]


下位層からのPDUの転送
S301
ヘッダに折り返し情報が含まれているか？
NO
YES
S303
折り返し処理を行う
S305
該層の処理を行う
下位層にPDUを転送
上位層にSDUを転送

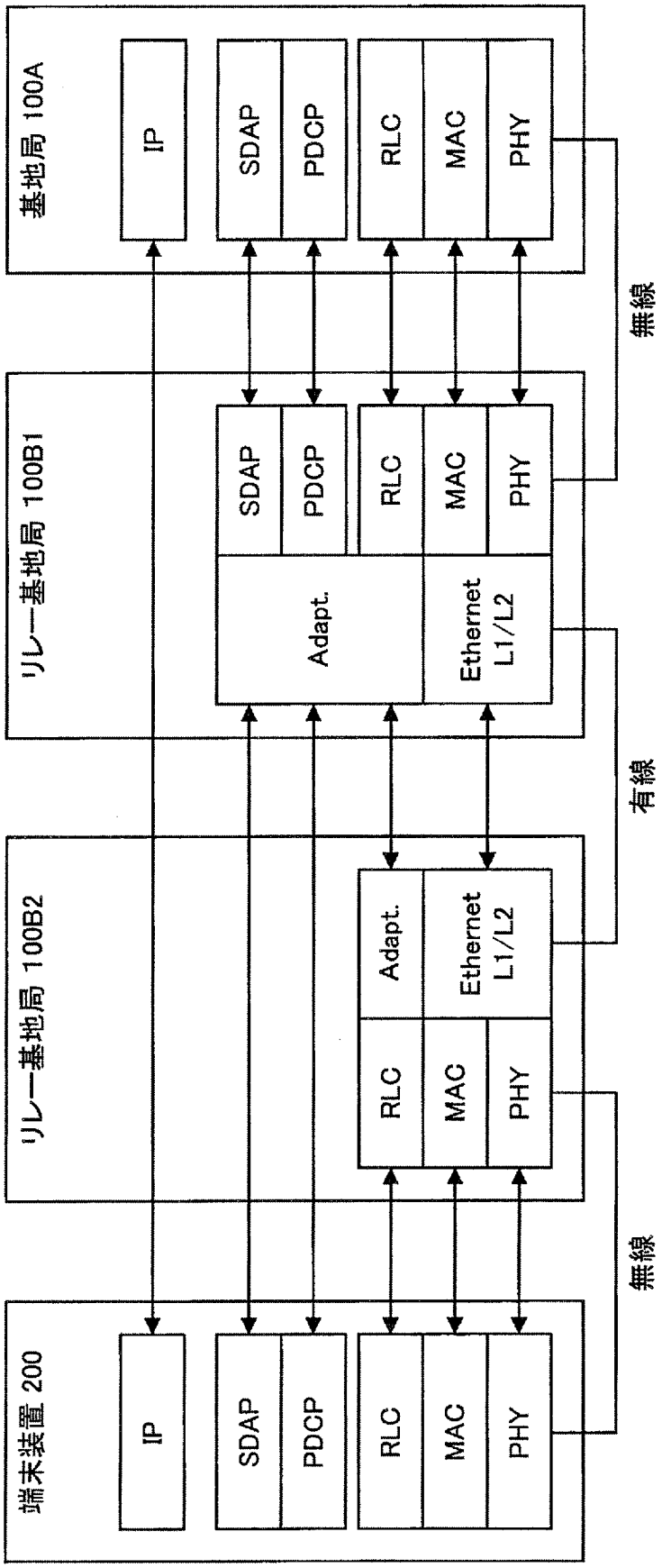
[図23]



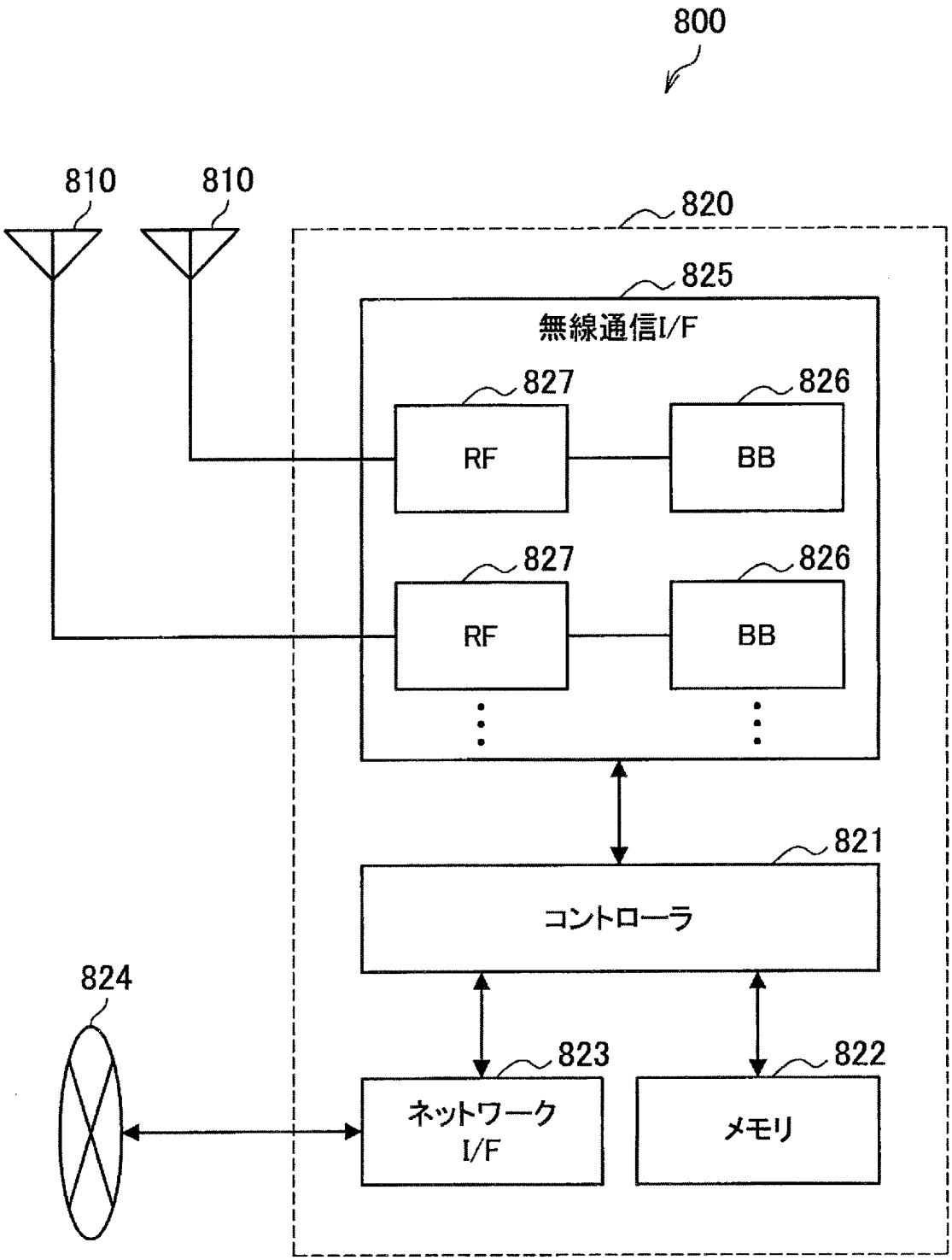
[図24]


基地局 100A
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
リレー基地局 100B1
RLC
MAC
PHY
Adapt.
Ethernet L1/L2
リレー基地局 100B2
Adapt.
Ethernet L1/L2
RLC
MAC
PHY
端末装置 200
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
無線
有線
無線

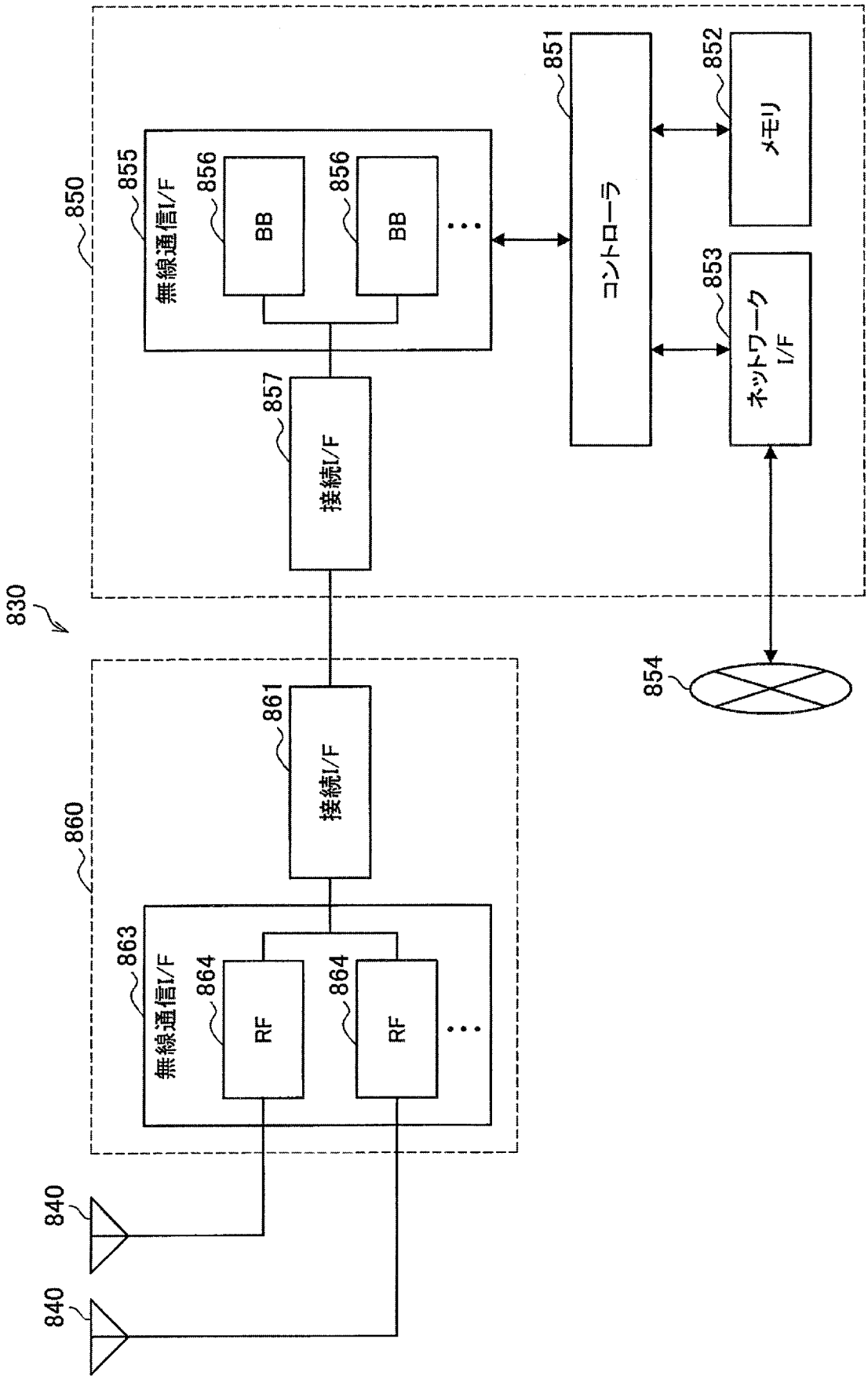
[図25]


基地局 100A
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
無線
リレー基地局 100B1
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY
Adapt.
Ethernet L1/L2
有線
リレー基地局 100B2
Adapt.
Ethernet L1/L2
RLC
MAC
PHY
無線
端末装置 200
IP
SDAP
PDCP
RLC
MAC
PHY

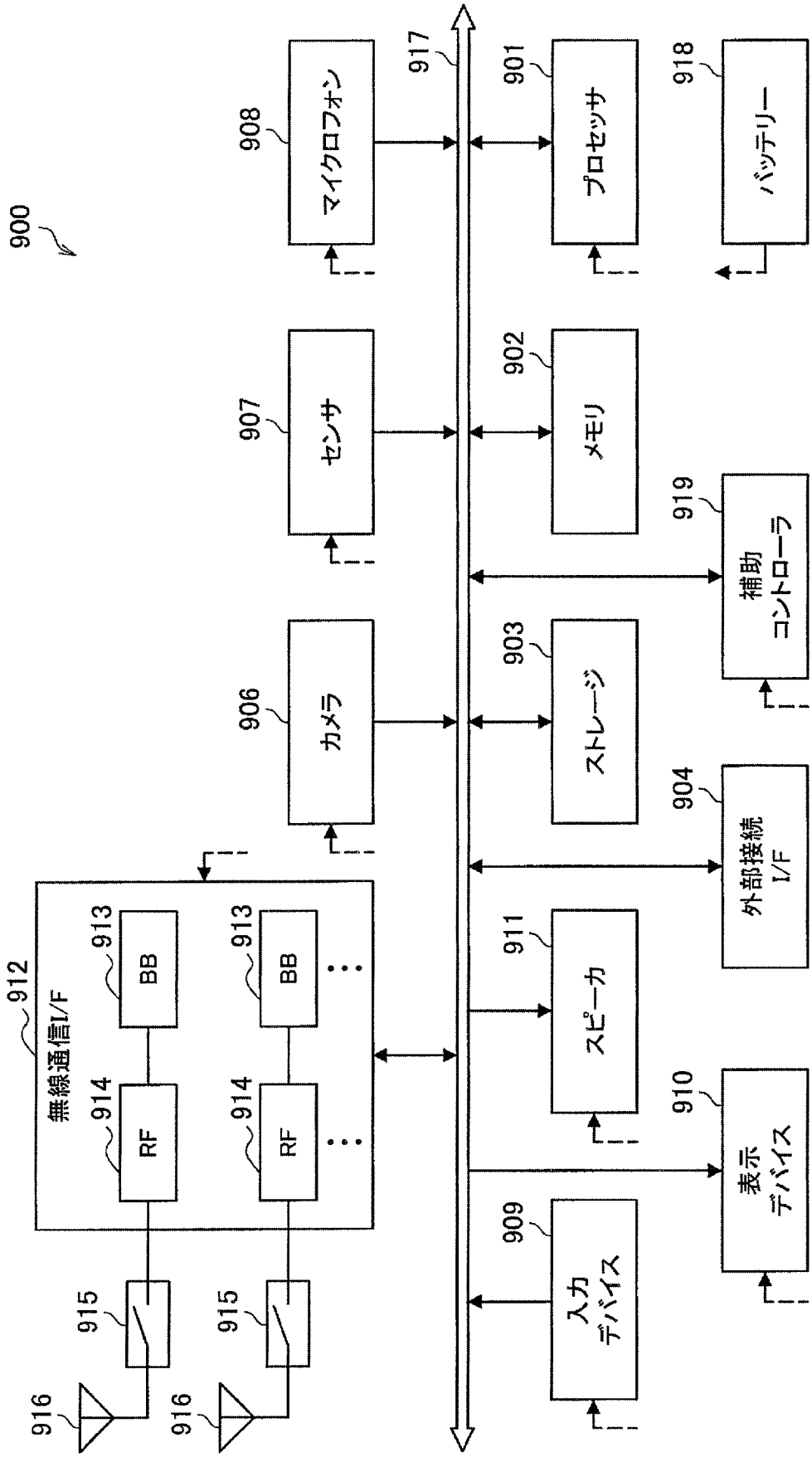
[図26]


800
810
810
820
825
無線通信I/F
827
826
RF
BB
827
826
RF
BB
821
コントローラ
824
823
822
ネットワーク
I/F
メモリ

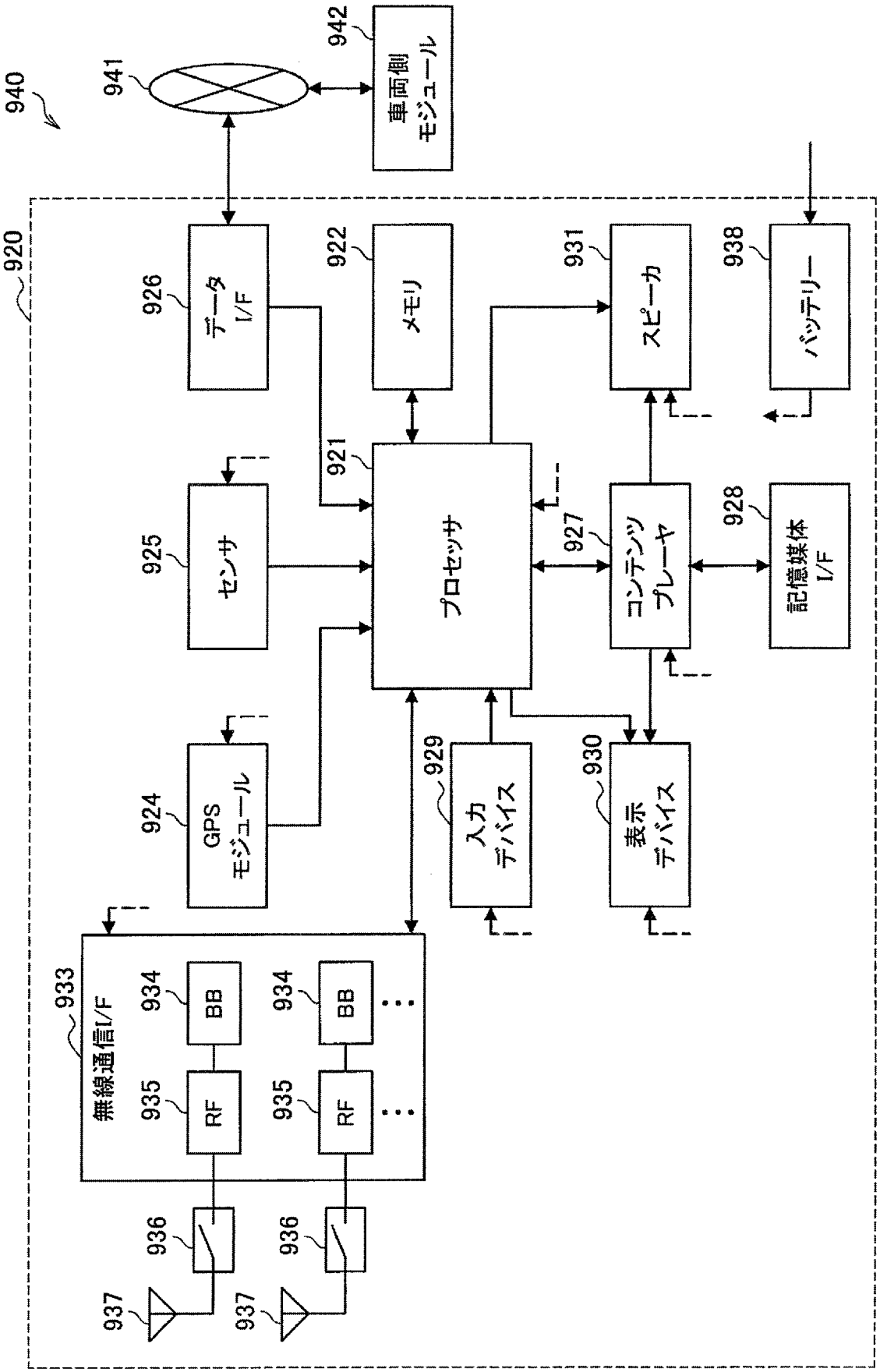
[図27]


830
850
855
無線通信I/F
856
BB
856
BB
857
接続I/F
851
コントローラ
852
メモリ
853
ネットワーク I/F
854
860
861
接続I/F
863
無線通信I/F
864
RF
864
RF
840
840

[図28]


900
908
マイクロフォン
917
901
プロセッサ
918
バッテリー
907
センサ
902
メモリ
919
補助
コントローラ
906
カメラ
903
ストレージ
904
外部接続
I/F
912
無線通信I/F
913
BB
914
RF
911
スピーカ
910
表示
デバイス
915
916
909
入力
デバイス

[図29]


940
941
942
車両側
モジュール
920
926
データ
I/F
922
メモリ
931
スピーカ
938
バッテリー
921
プロセッサ
925
センサ
927
コンテンツ
プレーヤ
928
記憶媒体
I/F
924
GPS
モジュール
929
入力
デバイス
930
表示
デバイス
933
無線通信I/F
934
BB
935
RF
936
937

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/038904

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H04W16/26(2009.01)i, H04L29/06(2006.01)i, H04W12/06(2009.01)i, H04W80/02(2009.01)i, H04W80/04(2009.01)i, H04W88/04(2009.01)i, H04W88/06(2009.01)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)
Int.Cl. H04W16/26, H04L29/06, H04W12/06, H04W80/02, H04W80/04, H04W88/04, H04W88/06

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 Y A	JP 2005-33808 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 03 February 2005, paragraphs [0019]-[0063], fig. 3-9 & US 2005/0063416 A1, paragraphs [0045]-[0111], fig. 3-9 & EP 1496668 A1 & KR 10-0547133 B1 & CN 1578314 A	1, 4-7, 14, 16-19, 23-24 2-3, 15 8-13, 20-22
Y	JP 2013-240032 A (GOYO ELECTRONICS CO., LTD.) 28 November 2013, paragraphs [0016]-[0034], fig. 1 (Family: none)	2-3

☒ 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 22 November 2019 (22.11.2019)	Date of mailing of the international search report 03 December 2019 (03.12.2019)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/038904

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2017/0111284 A1 (VIRTUOSYS LIMITED) 20 April 2017, paragraphs [0040], [0046], fig. 2 & EP 3157207 A1	15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３８９０４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04W16/26(2009.01)i, H04L29/06(2006.01)i, H04W12/06(2009.01)i, H04W80/02(2009.01)i, H04W80/04(2009.01)i, H04W88/04(2009.01)i, H04W88/06(2009.01)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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04W16/26, H04L29/06, H04W12/06, H04W80/02, H04W80/04, H04W88/04, H04W88/06

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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 2005-33808 A (三星電子株式会社) 2005.02.03, 段落［００１９］－［００６３］、図３－図９ & US 2005/0063416 A1, 段落	1, 4-7, 14, 16-19, 23-24
Y	[0045]-[0111], 図3-図9 & EP 1496668 A1 & KR 10-0547133 B1 & CN	2-3, 15
A	1578314 A	8-13, 20-22
Y	JP 2013-240032 A (株式会社五洋電子) 2013.11.28, 段落［００１６］－［００３４］、図１（ファミリーなし）	2-3

☑　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	国際調査報告の発送日
２２．１１．２０１９	０３．１２．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　５Ｊ　４４４６
大濱　宏之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３４

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
Y	US 2017/0111284 A1 (VIRTUOSYS LIMITED) 2017.04.20, 段落［００４０］、［００４６］、図２ & EP 3157207 A1	15