

(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
2023年2月2日(02.02.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/007705 A1

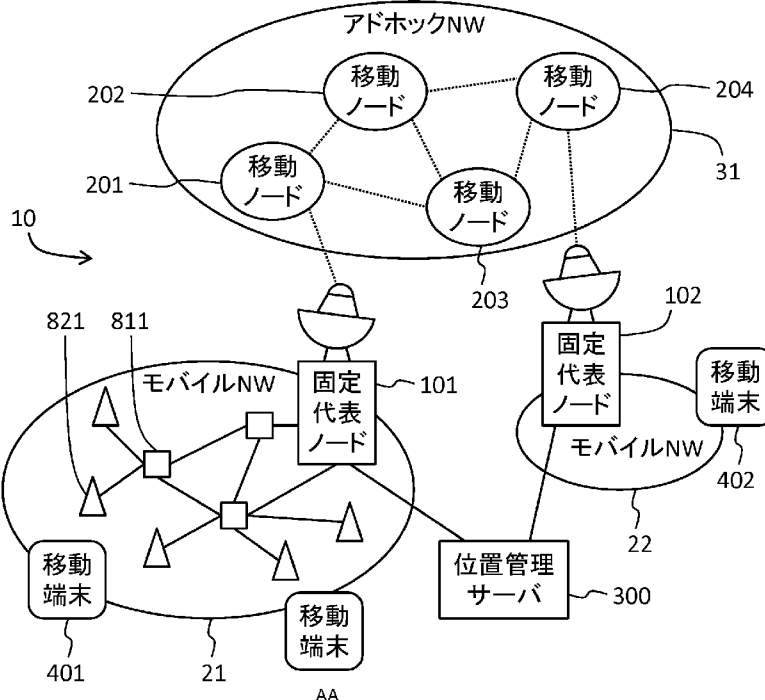
- (51) 国際特許分類:
H04W 40/34 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)
H04L 12/721 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/028373
- (22) 国際出願日: 2021年7月30日(30.07.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 清水 雅史 (SHIMIZU, Masafumi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11

N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 郡川 智洋(KORIKAWA, Tomohiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 服部 恭太(HATTORI, Kyota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 大和田 英成(OWADA, Hidenari); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 高谷 直樹(TAKAYA, Naoki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ

(54) Title: COMMUNICATION METHOD, FIXED REPRESENTATIVE NODE, REPLICATED SERVER, MOBILE NODE, AND POSITION MANAGEMENT SERVER

(54) 発明の名称: 通信方法、固定代表ノード、レプリカサーバ、移動ノードおよび位置管理サーバ



21, 22 Mobile NW
31 Ad hoc NW
101, 102 Fixed representative node
201, 202, 203, 204 Mobile node
300 Position management server
401, 402, AA Mobile terminal

(57) Abstract: A network system (hybrid network 10) includes multiple terminal accommodation networks (mobile networks (20, 21)) that include fixed representative nodes (101, 102) and transfer communication data between terminals (mobile terminals (401, 402)), and an ad hoc network 31 that includes neighboring mobile nodes capable of communicating with the fixed representative nodes (101, 102) and mobile nodes different from the neighboring mobile nodes (201 through 204) and has a network topology that dynamically changes depending on the positional relationship among the mobile

門一丁目1番18号 ヒューリック
虎ノ門ビル 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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

nodes. When receiving communication data directed to a terminal (mobile terminal (402)) from another terminal (mobile terminal (401)), the fixed representative node (101) transfers the communication data to the mobile node (201) that is a neighboring mobile node. In the ad hoc network 31, the communication data is transferred up to the mobile node (204), is transmitted to the fixed representative node (102), and is then transmitted to the terminal (mobile terminal (402)).

(57) 要約: ネットワークシステム(ハイブリッドネットワーク(10))は、固定代表ノード(101, 102)を含み、端末(移動端末(401, 402))間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワーク(モバイルネットワーク(20, 21))および固定代表ノード(101, 102)と通信可能な隣接移動ノードおよび当該隣接移動ノードとは異なる移動ノード(201~204)を含み、移動ノードの位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワーク31を含んで構成される。固定代表ノード(101)は、端末(移動端末(401))から端末(移動端末(402))への通信データを受信すると隣接移動ノードである移動ノード(201)へ転送する。アドホックネットワーク31内で通信データは、移動ノード(204)まで転送され、固定代表ノード(102)に送信され、さらに端末(移動端末(402))まで送信される。

明 細 書

発明の名称：

通信方法、固定代表ノード、レプリカサーバ、移動ノードおよび位置管理サーバ

技術分野

[0001] 本発明は、アドホックネットワークを用いてネットワーク間を接続する通信方法、固定代表ノード、レプリカサーバ、移動ノードおよび位置管理サーバに関する。

背景技術

[0002] 地上に回線を設営することが難しい地域での通信サービスとして、衛星を利用した通信サービスや、成層圏に常駐する飛行船やソーラープレーンを利用した通信サービスの構想がある。他に、被災した地域に通信サービスを提供するために、被災した携帯電話の無線基地局の代わりにドローンや気球を無線基地局として利用する通信手段がある。

衛星や飛行船、気球を空中ノードと呼ぶとすると、これらの通信は、地上ノードー空中ノードー地上ノードという形態であり、複数の空中ノードを中継する形態は考慮されていない。衛星や飛行船、ソーラープレーンの場合には、空中ノードは移動しているためネットワークのトポロジ（通信経路、通信データの転送経路）は、時間経過とともに変化する。このため、空中ノードから構成される空中ネットワーク内の通信では、動的に通信経路を決める必要がある。動的に通信経路が変化する通信ネットワークとしてアドホックネットワークがあり、通信経路を決定する複数のルーティングプロトコルが知られている（非特許文献1参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：阪田史郎他，“アドホックネットワークと無線LANメッシュネットワーク，” 電子情報通信学会論文誌B, Vol. J89-B, No. 6, pp. 811-823,

2006.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 空中ノードを介して、地上にある端末ではなく地上のネットワークを接続するハイブリッドネットワークを構成するには、空中ネットワーク内の通信経路だけではなく、地上のネットワークと組み合わせた通信経路を決定する必要がある。

本発明は、このような背景を鑑みてなされたのであり、移動するノードから構成されるアドホックネットワークを用いたネットワーク間の接続を可能にすることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0005] 前記した課題を解決するため、本発明に係る通信方法は、ネットワークシステムの通信方法であって、前記ネットワークシステムは、端末間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワーク、および、複数の移動ノードを含み、前記移動ノードの位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワークを備え、前記複数の端末収容ネットワークそれぞれは固定代表ノードを有し、前記アドホックネットワークは、前記固定代表ノードと通信可能な前記移動ノードを示す隣接移動ノードと当該隣接移動ノードとは異なる移動ノードとを含んで構成されており、前記固定代表ノードは、自身が属する前記端末収容ネットワークに接続する端末から当該端末収容ネットワークとは異なる端末収容ネットワークに接続する端末である宛先端末への通信データを受信すると、当該宛先端末が接続する端末収容ネットワークである宛先端末収容ネットワークの固定代表ノードを示す宛先固定代表ノードの識別情報と、当該宛先固定代表ノードの前記隣接移動ノードを示す宛先移動ノードの識別情報とを取得し、受信した前記通信データに当該宛先移動ノードの識別情報と当該宛先固定代表ノードの識別情報とを付与して、前記隣接移動ノードに転送するステップと、前記宛先移動ノードから、自身が属する前記端末収容ネットワークに接続する前記宛先端末への通信

データを受信すると、当該宛先端末に転送するステップとを実行し、前記移動ノードは、自身を前記隣接移動ノードとする固定代表ノードまたは自身とは異なる移動ノードから、自身が前記宛先移動ノードではない前記通信データを受信すると、自身が記憶する経路表を参照して当該通信データを前記宛先移動ノードに向けたネクストホップの移動ノードに転送するステップと、自身を前記隣接移動ノードとする固定代表ノードまたは自身とは異なる移動ノードから、自身が前記宛先移動ノードである前記通信データを受信すると、当該通信データに付与されている前記宛先固定代表ノードに送信するステップとを実行する。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、移動するノードから構成されるアドホックネットワークを用いたネットワーク間の接続を可能にすることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1の実施形態に係るハイブリッドネットワークの全体構成図である。
[図2]第1の実施形態に係る固定代表ノードの機能ブロック図である。
[図3]第1の実施形態に係る移動ノードの機能ブロック図である。
[図4]第1の実施形態に係る位置管理サーバの機能ブロック図である。
[図5]第1の実施形態に係る移動端末位置管理テーブルのデータ構成図である。
[図6]第1の実施形態に係る移動ノード位置管理テーブルのデータ構成図である。
[図7]第1の実施形態に係る移動端末の機能ブロック図である。
[図8]第1の実施形態に係る移動端末登録処理のシーケンス図である。
[図9]第1の実施形態に係る移動端末登録削除処理のシーケンス図である。
[図10]第1の実施形態に係る隣接移動ノード検出処理のシーケンス図である。
[図11]第1の実施形態に係る通信データ転送処理（1）のシーケンス図である。

[図12]第1の実施形態に係る通信データ転送処理(2)のシーケンス図である。

[図13]第2の実施形態に係るデジタルレプリカサーバの機能ブロック図である。

[図14]上記した実施形態に係る固定代表ノード、移動ノード、位置管理サーバ、移動端末、およびデジタルレプリカサーバの機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

発明を実施するための形態

[0008] 《ハイブリッドネットワークの概要》

次に、本発明を実施するための形態(実施形態)におけるハイブリッドネットワーク(ネットワークシステム)の通信方法などについて説明する。ハイブリッドネットワークは、移動端末(端末)を収容する複数のモバイルネットワーク(端末収容ネットワークとも記す)およびアドホックネットワークを含んで構成される。モバイルネットワーク内のノードが当該モバイルネットワークに接続された移動端末間の通信データを転送することで、移動端末間の通信が実現される。

[0009] アドホックネットワークは複数の移動ノードから構成される。固定代表ノードはモバイルネットワークのノードであり、隣接移動ノードと呼ばれる何れかの移動ノードと通信可能である。換言すれば、隣接移動ノードは、固定代表ノードから通信可能な範囲内にいる移動ノードである。隣接移動ノードは移動しているため、固定代表ノードの隣接移動ノードは、入れ替わる。

[0010] 移動端末(以下、送信移動端末と記す)が、自身が収容されるモバイルネットワークとは異なるモバイルネットワークに収容される移動端末(以下、受信移動端末と記す)と通信する場合における受信移動端末向け通信データは、自身が収容されるモバイルネットワークの固定代表ノードに転送される。当該固定代表ノードは、受信移動端末が収容されるモバイルネットワークの固定代表ノード(以下、受信固定代表ノードと記す)に転送するために、固定代表ノード自身の隣接移動ノードに通信データを送信する。通信データ

はアドホックネットワーク内で受信固定代表ノードの隣接移動ノードまで転送され、当該隣接移動ノードから受信固定代表ノードに送信される。さらに通信データは、受信固定代表ノードから受信移動端末までモバイルネットワーク内で転送され、受信移動端末が受信する。

[0011] ハイブリッドネットワークは、モバイルネットワーク間を、アドホックネットワークを介して接続している。衛星や飛行船、ソーラープレーンなどの移動ノードから構成されるアドホックネットワークを介して接続することで、地上の回線を敷設して接続することが難しい、広範囲ないしは地球規模に散らばる地域のネットワークや災害で孤立したネットワーク、船や航空機などの移動体上のネットワークなどを相互に接続できるようになる。また、地上ノードー空中ノードー地上ノードー空中ノードー地上ノードのように繰り返し地上ノードと空中ノード間を接続する場合に比べて、通信遅延を低く抑えることができるようになる。

[0012] 本発明のネットワークシステムは、従来型のネットワークを、宇宙ないしは空中にあるネットワークを介して接続しているのでハイブリッドネットワーク、または3次元ネットワークと呼んでいる。将来的には、地球だけではなく、他の惑星や衛星の地上ネットワークを接続する星間通信可能なネットワークにもなりえる。

[0013] ≪第1の実施形態：全体構成≫

図1は、第1の実施形態に係るハイブリッドネットワーク10（ネットワークシステム）の全体構成図である。ハイブリッドネットワーク10は、モバイルネットワーク21、22、アドホックネットワーク31、および位置管理サーバ300を含む。図1では、モバイルネットワーク21、22およびアドホックネットワーク31をそれぞれモバイルNWおよびアドホックNWと記載している。

[0014] モバイルネットワーク21は、例えば携帯電話網であって、移動端末401と直接通信する無線基地局821や、通信データを中継（転送）するコアノード811、固定代表ノード101を備え、自身に接続された移動端末間

の通信を可能とする。移動端末401, 402は移動可能な端末であり、モバイルネットワーク21, 22の何れにも接続可能である。また、移動端末401は接続する無線基地局を変えながら、モバイルネットワーク21, 22それぞれのサービスエリア内を移動可能である。

[0015] モバイルネットワーク21の固定代表ノード101は、後記するアドホックネットワーク31を構成する移動ノード201~204の何れかと通信可能である。モバイルネットワーク22についても同様であって、移動端末402と直接通信する無線基地局（不図示）や、移動端末間の通信データを中継するコアノード（不図示）、固定代表ノード102を備える。

[0016] アドホックネットワーク31は、移動ノード201~204を含んで構成される。移動ノード201~204は、異なるモバイルネットワーク21, 22に接続された移動端末401, 402間の通信データを中継する。例えば、固定代表ノード101, 102と移動ノード201, 204とがそれぞれ通信可能とする。移動端末401から移動端末402への通信データについては、移動端末401から送信され、固定代表ノード101までモバイルネットワーク21内を転送されて、固定代表ノード101が移動ノード201に送信する。次に通信データは、アドホックネットワーク31内で移動ノード201~204間で転送されて移動ノード204に届く。続いて通信データは、移動ノード204から固定代表ノード102へ送信され、固定代表ノード102からモバイルネットワーク22内を移動端末402まで転送される。

[0017] 位置管理サーバ300は、移動端末401, 402がどのモバイルネットワーク21, 22に接続しているかを管理している。また、位置管理サーバ300は、固定代表ノード101, 102がどの移動ノード201~204と通信可能かを管理している。固定代表ノード101, 102と位置管理サーバ300とは、地上の回線に限らず、例えば衛星通信を用いて通信可能である。

以下では、固定代表ノード101, 102を総称して固定代表ノード10

0、移動ノード201～204を移動ノード200、移動端末401、402を移動端末400、モバイルネットワーク21、22をモバイルネットワーク20と記す。以下、固定代表ノード100、移動ノード200、位置管理サーバ300、移動端末400を順に説明する。

[0018] 《第1の実施形態：固定代表ノード》

図2は、第1の実施形態に係る固定代表ノード100の機能ブロック図である。固定代表ノード100はコンピュータであって、制御部110、記憶部120、および入出力部130を備える。入出力部130には通信機器が接続され、モバイルネットワーク20を構成する通信ノードや移動ノード200と通信可能である。

[0019] 制御部110は、CPU (Central Processing Unit) を含んで構成され、隣接移動ノード検出部111、移動端末登録部112、および転送部113を備える。記憶部120は、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) およびSSD (Solid State Drive) などの記憶機器を含んで構成される。記憶部120には、隣接移動ノード情報121、収容移動端末テーブル122、およびプログラム128が記憶される。

[0020] 隣接移動ノード検出部111は、自身と通信可能な移動ノード200である隣接移動ノードを検出して、隣接移動ノードの識別情報（アドレスを含む）を隣接移動ノード情報121に格納する（後記する図10に記載の隣接移動ノード検出処理参照）。

[0021] 移動端末登録部112は、自身が存在する（属する）モバイルネットワーク20に移動してきた（サービスエリアに入った）移動端末400の識別情報を収容移動端末テーブル122に格納する（後記する図8に記載の移動端末登録処理参照）。また移動端末登録部112は、自身が存在するモバイルネットワーク20（サービスエリア）から出た移動端末400の識別情報を収容移動端末テーブル122から削除する（後記する図9に記載の移動端末登録削除処理参照）。

[0022] 転送部113は、移動端末400間の通信データの転送を行う（後記する

図 1 1、図 1 2 に記載の通信データ転送処理参照)。

プログラム 1 2 8 には、固定代表ノード 1 0 0 が実行する隣接移動ノード検出処理 (後記する図 1 0 参照) や移動端末登録処理 (後記する図 8 参照)、移動端末登録削除処理 (後記する図 9 参照)、転送処理 (後記する図 1 1、図 1 2 参照) などの処理手順の記述を含む。

[0023] 《第 1 の実施形態：移動ノード》

図 3 は、第 1 の実施形態に係る移動ノード 2 0 0 の機能ブロック図である。移動ノード 2 0 0 は、例えばソーラープレーンや通信衛星であり、移動のための機構や制御モジュールを備えるが、以下ではデータ通信に係る構成を説明する。

通信ノードとしての移動ノード 2 0 0 はコンピュータであって、制御部 2 1 0、記憶部 2 2 0、および入出力部 2 3 0 を備える。入出力部 2 3 0 には通信機器が接続され、固定代表ノード 1 0 0 や他の移動ノード 2 0 0 と通信可能である。

[0024] 制御部 2 1 0 は、CPU を含んで構成され、経路管理部 2 1 1、および転送処理部 2 1 2 を備える。記憶部 2 2 0 は、ROM、RAM およびフラッシュメモリなどの記憶機器を含んで構成される。記憶部 2 2 0 には、経路表 2 3 0 (ルーティングテーブル)、隣接固定代表ノード情報 2 2 1、およびプログラム 2 2 8 が記憶される。

[0025] 経路管理部 2 1 1 は、アドホックネットワーク 3 1 内の経路制御 (経路選択) 処理を行う。経路管理部 2 1 1 は、経路制御処理により得られた通信データの転送先 (ネクストホップ) を経路表 2 3 0 (ルーティングテーブル) に格納する。経路表 2 3 0 は、通信データの宛先となる移動ノード 2 0 0 と、当該通信データの転送先となる移動ノード 2 0 0 とを関連付けたテーブルである。なお経路制御処理は、AODV (Ad hoc On-demand Distance Vector algorithm) など公知の経路制御処理であってもよいし、移動ノード 2 0 0 の特性に合う経路制御処理であってもよい。また、経路表 2 3 0 は、通信データの宛先となる固定代表ノード 1 0 0 と、当該通信データの転送先となる

移動ノード２００とを関連付けたテーブルであってもよい。

[0026] 経路制御処理の他に経路管理部２１１は、隣接移動ノード検出処理（後記する図１０参照）を行い、自身と通信可能な固定代表ノード１００である隣接固定代表ノードの識別情報を隣接固定代表ノード情報２２１に格納する。

転送処理部２１２は、隣接固定代表ノード、または移動ノード２００から通信データを受信し、宛先が隣接固定代表ノードであれば、この固定代表ノード１００に送信する。通信データの宛先が隣接固定代表ノードでなければ、転送処理部２１２は経路表２３０に基づいてネクストホップとなる移動ノード２００に転送する。また宛先が固定代表ノード１００ではなく移動ノードである場合で、宛先が自身でないときに転送処理部２１２は、経路表２３０を参照してネクストホップとなる移動ノード２００に転送する。宛先が自身であるときに転送処理部２１２は、宛先となっている隣接固定代表ノードに送信する。

プログラム２２８には、移動ノード２００が実行する経路制御処理や転送処理などの処理手順の記述を含む。

[0027] ≪第１の実施形態：位置管理サーバ≫

図４は、第１の実施形態に係る位置管理サーバ３００の機能ブロック図である。位置管理サーバ３００はコンピュータであって、制御部３１０、記憶部３２０、および入出力部３６０を備える。入出力部３６０には通信機器が接続され、固定代表ノード１００と通信可能である。

[0028] 制御部３１０は、ＣＰＵを含んで構成され、テーブル管理部３１１を備える。記憶部３２０は、ＲＯＭ、ＲＡＭおよびＳＳＤなどの記憶機器を含んで構成される。記憶部３２０には、移動端末位置管理テーブル３３０、移動ノード位置管理テーブル３４０、およびプログラム３２８が記憶される。

[0029] 図５は、第１の実施形態に係る移動端末位置管理テーブル３３０（端末位置管理情報）のデータ構成図である。移動端末位置管理テーブル３３０には、固定代表ノード１００と、固定代表ノード１００があるモバイルネットワーク２０に接続される移動端末４００とが、関連付けられて格納される。

図6は、第1の実施形態に係る移動ノード位置管理テーブル340（移動ノード位置管理情報）のデータ構成図である。移動ノード位置管理テーブル340には、固定代表ノード100と、固定代表ノード100の隣接移動ノードとが、関連付けられて格納される。

[0030] 図4に戻ってテーブル管理部311（位置情報管理部）は、固定代表ノード100からの要求に応じて移動端末位置管理テーブル330、および移動ノード位置管理テーブル340を更新する（後記する図8、図9、図10参照）。またテーブル管理部311は、移動端末400が接続するモバイルネットワーク20の固定代表ノード100や当該固定代表ノード100の隣接移動ノードに係る固定代表ノード100からの問い合わせに対して応答する（後記する図11参照）。

[0031] ≪第1の実施形態：移動端末≫

図7は、第1の実施形態に係る移動端末400の機能ブロック図である。移動端末400はコンピュータであって、制御部410、記憶部420、および入出力部430を備える。入出力部430には通信機器が接続され、無線基地局821（図1参照）と通信可能である。2つの移動端末400が同一のモバイルネットワーク20に接続している場合、移動端末400間でやり取りされる通信データは、モバイルネットワーク20内の通信ノードを介して、既存の携帯電話網と同様の方式で中継される。

[0032] 制御部410は、CPUを含んで構成され、位置状態管理部411、および通信制御部412を備える。位置状態管理部411は、自身が移動してモバイルネットワーク20に接続するときの処理（後記する図8に記載の移動端末登録処理参照）を実行する。通信制御部412は、通信データの送受信処理（後記する図11、図12参照）を行う。

記憶部420は、ROM、RAMおよびフラッシュメモリなどの記憶機器を含んで構成される。記憶部420には、位置状態管理部411および通信制御部412の処理手順の記述を含むプログラム428が記憶される。

以下、図8～図12を参照しながら、移動端末登録処理、移動端末登録削

除処理、隣接移動ノード検出処理、および通信データ転送処理を説明する。

[0033] 《第1の実施形態：移動端末登録処理》

図8は、第1の実施形態に係る移動端末登録処理のシーケンス図である。移動端末登録処理は、移動端末400が移動してモバイルネットワーク20のサービスエリアに入ったときに実行される処理である。

ステップS111において移動端末400の位置状態管理部411は、登録要求メッセージを送信する。登録要求メッセージは、モバイルネットワーク20内で固定代表ノード100まで転送される。なお特に断らない限り、図に記載がなくとも以下の説明に含まれる各種メッセージには送信元の識別情報が含まれており、受信した通信ノードは送信元を識別できる。

[0034] ステップS112において固定代表ノード100の移動端末登録部112は、受信した登録要求メッセージの送信元である移動端末400の識別情報を収容移動端末テーブル122に登録（記憶）する。

ステップS113において固定代表ノード100の移動端末登録部112は、移動端末400の識別情報を含む登録要求メッセージを位置管理サーバ300に送信する。

[0035] ステップS114において位置管理サーバ300のテーブル管理部311は、受信した登録要求メッセージに含まれる固定代表ノード100と移動端末400との識別情報を、移動端末位置管理テーブル330（図5参照）に登録する。詳しくは、テーブル管理部311は移動端末位置管理テーブル330の固定代表ノード100に関連する移動端末の欄に登録要求メッセージに含まれる移動端末400の識別情報を追加する。

ステップS115において固定代表ノード100の移動端末登録部112は、登録応答メッセージを移動端末400に送信する。

[0036] ステップS116において移動端末400の位置状態管理部411は、登録応答メッセージを受信すると、その後は定期的に位置確認メッセージを固定代表ノード100に送信する。

固定代表ノード100は、位置確認メッセージを受信している間は移動端

末４００がモバイルネットワーク２０に接続して通信可能であると判断する。また、モバイルネットワーク２０の他の通信ノード（図１記載のコアノード８１１や無線基地局８２１）は、移動端末４００がモバイルネットワーク２０に接続している（収容移動端末テーブル１２２に格納されている）間は、移動端末４００が送信元／送信先である通信データをモバイルネットワーク２０内で転送（中継）する。

[0037] 《第１の実施形態：移動端末登録削除処理》

図９は、第１の実施形態に係る移動端末登録削除処理のシーケンス図である。移動端末登録削除処理は、移動端末４００が移動してモバイルネットワーク２０のサービスエリア外に出たときに実行される処理である。

ステップＳ１２１において移動端末４００は、移動してモバイルネットワーク２０のサービスエリア外に出る。

[0038] ステップＳ１２２において固定代表ノード１００の移動端末登録部１１２は、移動端末４００からの位置確認メッセージ（図８のステップＳ１１６参照）を所定期間受信しなければ移動端末４００を収容移動端末テーブル１２２から削除する。

ステップＳ１２３において固定代表ノード１００の移動端末登録部１１２は、移動端末４００の識別情報を含む登録削除要求メッセージを位置管理サーバ３００に送信する。

ステップＳ１２４において位置管理サーバ３００のテーブル管理部３１１は、移動端末位置管理テーブル３３０の固定代表ノード１００に関連する移動端末の欄から登録要求メッセージに含まれる移動端末４００の識別情報を削除する。

[0039] 移動端末登録処理および移動端末登録削除処理により、移動端末４００が接続しているモバイルネットワーク２０の固定代表ノード１００が位置管理サーバ３００の移動端末位置管理テーブル３３０に登録されることになる。固定代表ノード１００は、自身が属するモバイルネットワーク２０に移動端末４００が接続されていない（自身の収容移動端末テーブル１２２にない）

場合、位置管理サーバ３００に問い合わせることで、移動端末４００の接続先となっているモバイルネットワーク２０の固定代表ノード１００を取得することができる。

[0040] 《第１の実施形態：隣接移動ノード検出処理》

図１０は、第１の実施形態に係る隣接移動ノード検出処理のシーケンス図である。

ステップＳ１３１において固定代表ノード１００の隣接移動ノード検出部１１１は、移動ノード２００に向けて接続要求メッセージをブロードキャスト送信する。以下では、移動ノード２００のなかで移動ノード２０１、２０２が接続要求メッセージを受信した（通信可能な範囲内にいた）として説明を続ける。

[0041] ステップＳ１３２において移動ノード２０１の経路管理部２１１は、接続要求メッセージを受信すると、送信元の固定代表ノード１００の識別情報を含む（送信先とする）接続要求応答メッセージをブロードキャスト送信する。

ステップＳ１３３において移動ノード２０２の経路管理部２１１は、ステップＳ１３２と同様に接続要求応答メッセージをブロードキャスト送信する。

ステップＳ１３４において固定代表ノード１００の隣接移動ノード検出部１１１は、接続要求応答メッセージを早く受信した移動ノード２０１を隣接移動ノードと決定して、隣接移動ノード情報１２１（図２参照）に格納する。

[0042] ステップＳ１３５において固定代表ノード１００の隣接移動ノード検出部１１１は、ステップＳ１３４で隣接移動ノードと決定した移動ノード２０１の識別情報を含む接続通知メッセージをブロードキャスト送信する。

ステップＳ１３６において移動ノード２０１の経路管理部２１１は、自身を含む接続通知メッセージを受信すると、送信元の固定代表ノード１００の識別情報を隣接固定代表ノード情報２２１に追加して、隣接固定代表ノード

として登録する。なお移動ノード202の経路管理部211は、受信した接続通知メッセージには自身が含まれないため、何の処理も実行しない。

- [0043] ステップS137において固定代表ノード100の隣接移動ノード検出部111は、隣接移動ノードである移動ノード200の識別情報を含む登録要求メッセージを位置管理サーバ300に送信する。

ステップS138において位置管理サーバ300のテーブル管理部311は、受信した登録要求メッセージに含まれる固定代表ノード100と移動ノード200とを、移動ノード位置管理テーブル340（図6参照）に登録する。詳しくは、テーブル管理部311は移動ノード位置管理テーブル340の固定代表ノード100に関連する移動ノードの欄に登録要求メッセージに含まれる移動ノード200の識別情報で更新して登録する。

- [0044] ステップS139において固定代表ノード100の隣接移動ノード検出部111は、隣接移動ノードである移動ノード201の識別情報を含む接続確認メッセージをブロードキャスト送信する。

ステップS140において移動ノード201の経路管理部211は、自身を含む接続確認メッセージを受信すると、送信元の固定代表ノード100の識別情報を含む（送信先とする）接続確認応答メッセージをブロードキャスト送信する。なお移動ノード202の経路管理部211は、受信した接続確認メッセージには自身が含まれないため、何の処理も実行しない。

- [0045] 以後、固定代表ノード100の隣接移動ノード検出部111と、移動ノード201の経路管理部211とは、定期的に接続確認メッセージと接続確認応答メッセージとを送受信し、通信可能である（固定代表ノード100からみて移動ノード201が通信可能な位置にいる）ことを確認する。

引き続き、移動ノード201が移動して固定代表ノード100から離れて、固定代表ノード100との通信が不可能になったときの処理を説明する。

- [0046] ステップS145において移動ノード201は、移動して固定代表ノード100との通信が不可能になる。

ステップS146において固定代表ノード100の隣接移動ノード検出部

111は、接続確認応答メッセージを所定時間受信しなければ移動ノード200を隣接移動ノード情報121から削除する。続いて隣接移動ノード検出部111は、ステップS131に戻って新たに隣接移動ノードを検出して登録する。

ステップS147において移動ノード201の経路管理部211は、接続確認メッセージを所定時間受信しなければ固定代表ノード100を隣接固定代表ノード情報221から削除する。

[0047] 隣接移動ノード検出処理により、固定代表ノード100と移動ノード200とは、通信可能な隣接移動ノード情報121と隣接固定代表ノード情報221とをそれぞれ記憶し、認識している。また、位置管理サーバ300も、どの固定代表ノード100と、どの移動ノード200とが通信可能かを把握している（図6記載の移動ノード位置管理テーブル340参照）。

[0048] なおステップS146，S147において固定代表ノード100の隣接移動ノード検出部111および移動ノード201の経路管理部211は、所定期間接続確認メッセージおよび接続確認応答メッセージを受信しない場合に通信不可と判断している。これに替えて隣接移動ノード検出部111および経路管理部211は、メッセージ受信時の信号強度が所定値より低い場合には、通信不可と判断するようにしてもよい。

[0049] ステップS134において固定代表ノード100の隣接移動ノード検出部111は、接続要求応答メッセージを早く受信した移動ノード201を隣接移動ノードと決定している。これに替えて隣接移動ノード検出部111は、受信したメッセージのなかで受信時の信号強度が最も強いメッセージの発信元である移動ノード201を隣接移動ノードと決定してもよい。

[0050] ≪第1の実施形態：経路制御処理≫

アドホックネットワーク31における経路制御処理は、アドホックネットワーク31内において通信データを目標とする移動ノード200までの経路を決めるための処理である。移動ノード200の経路管理部211が協調して経路制御処理を行うことで、それぞれの移動ノード200は、目標となる

移動ノード200への通信データの転送先（ネクストホップ）が記憶される経路表230を取得する。アドホックネットワーク31における経路制御処理としては、例えば、AODV（IETF（Internet Engineering Task Force）RFC（Request for Comments）3561）がある。なお経路表230には、目標となる隣接固定代表ノードへの通信データの転送先が記憶されてもよい。

[0051] 《第1の実施形態：通信データの転送処理》

以下、移動端末401、402間の通信データの転送処理を説明する。通信されるデータは、所定のサイズ以下のデータに分割されて、モバイルネットワーク20およびアドホックネットワーク31内を転送される。移動端末401、402が同じモバイルネットワーク20に接続している場合には、従来（例えば既存の携帯電話網）と同じ手法で通信データが転送される。以下では、移動端末401、402がモバイルネットワーク21、22にそれぞれ接続されていて、移動端末401から移動端末402へ通信データを送信する場合を説明する。また、モバイルネットワーク21、22の固定代表ノードはそれぞれ固定代表ノード101、102であり、その隣接移動ノードはそれぞれ移動ノード201、204とする（図1参照）。

[0052] 図11は、第1の実施形態に係る通信データ転送処理（1）のシーケンス図である。図12は、第1の実施形態に係る通信データ転送処理（2）のシーケンス図である。

ステップS151において移動端末401の通信制御部412は、宛先である移動端末402の識別情報と、通信対象のデータを含む通信データを、モバイルネットワーク21に送信する。モバイルネットワーク21の通信ノードは、宛先である移動端末402がモバイルネットワーク21に接続されていないので、固定代表ノード101に転送する。

[0053] ステップS152において固定代表ノード101の転送部113は、位置管理サーバ300に宛先である移動端末402への通信データの転送先を問い合わせる転送先問合せメッセージを送信する。転送先問合せメッセージに

は、宛先である移動端末402の識別情報が含まれる。

ステップS153において位置管理サーバ300のテーブル管理部311は、移動端末位置管理テーブル330を参照して受信した問合せメッセージの宛先に対応する固定代表ノードの識別情報を取得する。この例では、宛先である移動ノード204に対応する固定代表ノードは固定代表ノード102である。

[0054] ステップS154においてテーブル管理部311は、移動ノード位置管理テーブル340を参照してステップS153で取得した固定代表ノードの識別情報に対応する隣接移動ノードの識別情報を取得する。この例では、固定代表ノード102の隣接移動ノードは移動ノード204である。

ステップS155においてテーブル管理部311は、ステップS153で取得した宛先（転送先）となる固定代表ノード（固定代表ノード102）の識別情報と、ステップS154で取得した隣接移動ノード（移動ノード204）の識別情報とを含む転送先応答メッセージを固定代表ノード101に送信する。

[0055] ステップS156において固定代表ノード101は、ステップS155で受信した隣接移動ノードを宛先とし、宛先となる固定代表ノードと、ステップS151で受信した通信データの宛先と、データとを含む通信データを、自身の隣接移動ノードである移動ノード201に送信する。

アドホックネットワーク31内で通信データは、移動ノード201から宛先である移動ノード204に転送される。詳しくは、移動ノード200は経路表230を参照して宛先の移動ノードに対応するネクストホップに通信データを転送する。移動ノード200は、宛先の移動ノードが自身である場合には、宛先となる固定代表ノードであり隣接固定代表ノードでもある固定代表ノードに通信データを送信する。この例では、移動ノード204が固定代表ノード102に送信する（次のステップS157参照）。

[0056] 図12に移ってステップS157において移動ノード204の転送処理部212は、転送されてきた通信データの宛先の固定代表ノード、宛先、およ

びデータを含む通信データを、宛先の固定代表ノードである固定代表ノード 102 に送信する。

ステップ S 158 において固定代表ノード 102 の転送部 113 は、受信した通信データの宛先およびデータを含む通信データを宛先である移動端末 402 に送信する。移動端末 402 はモバイルネットワーク 22 に接続しており、従来と同じ手法で通信データが転送される。

[0057] 《第 1 の実施形態：ハイブリッドネットワークの特徴》

ハイブリッドネットワーク 10（ネットワークシステム）は、モバイルネットワーク 20 間をアドホックネットワーク 31 で接続したネットワークである。同じモバイルネットワーク 20 内に接続された移動端末 400 間の通信データは、モバイルネットワーク 20 の従来の通信方式で転送される。異なるモバイルネットワーク 20 に接続された移動端末 400 間の通信データは、アドホックネットワーク 31 を介して転送される。

[0058] モバイルネットワーク 20 とアドホックネットワーク 31 との間の通信は、固定代表ノードと、その隣接移動ノードとの通信である。隣接移動ノードは、隣接移動ノード検出処理（図 10 参照）により決定される。

衛星や飛行船、ソーラープレーンなどの移動ノード 200 から構成されるアドホックネットワーク 31 を介して接続することで、地上の回線を敷設して接続することが難しい、広範囲ないしは地球規模に散らばる地域のネットワークや災害で孤立したネットワーク、船や航空機などの移動体上のネットワークなどを相互に接続できるようになる。

[0059] 《第 1 の実施形態に係る変形例：モバイルネットワーク》

モバイルネットワーク 20 は、携帯電話網のような移動体通信網としているが、これに限定する必要はなく、通常の LAN（Local Area Network）のような固定端末のネットワークであってもよい。このような場合、通信先の端末が接続しているネットワークやその固定代表ノードは、予め決まっており（例えば通信先の端末のアドレスからネットワークのアドレスが取得可能）、移動端末登録処理（図 8 参照）および移動端末登録削除処理（図 9 参照）

）は不要である。また、位置管理サーバ300が記憶する移動端末位置管理テーブル330（図5参照）も不要である。

[0060] 移動体通信を実現する通信プロトコルとしてIETF規格であるMobile IP（RFC 5944）がある。Mobile IPと同様の手法により（固定代表ノード100をMobile IPのHA（Home Agent）およびFA（Foreign Agent）とすることで）位置管理サーバ300がなくても移動体通信がサポートできるようになる。

[0061] 詳しくは、HAは移動端末が本来属するホームネットワークにあるエージェントである。移動端末がホームネットワークから移動先ネットワークに移動すると、移動先ネットワークのFAがHAに移動端末の登録要求を送信する。HAには移動端末のアドレスとFAのアドレスが登録される。移動端末向けの通信データがホームネットワークに届くと、HAがFAに転送し、さらにFAが移動端末に転送する。

[0062] 第1の実施形態では移動端末の移動先の情報（図5記載の移動端末位置管理テーブル330）は位置管理サーバ300が管理しているが、Mobile IPでは移動端末のHAに分散されて管理される。このため、位置管理サーバ300がなくても移動端末の位置が管理でき、移動端末向けの通信データが移動先に転送できるようになる。

[0063] ≪第2の実施形態≫

第1の実施形態では、移動ノード200が協調して、例えばAODVを用いて経路制御処理を行っている。移動ノード200位置（軌道）が予測可能であれば、移動ノード200が経路制御処理を行わず、予測される位置から通信データの転送経路を決めることができる。第2の実施形態では、何れかのモバイルネットワーク20に接続されるデジタルレプリカサーバ500が、経路制御処理を行う。

[0064] 第2の実施形態では、移動ノード200は自身の位置を取得しており、この位置を定期的に隣接固定代表ノードに向けて送信する。固定代表ノード100は、受信した移動ノード200の位置を後記するデジタルレプリカサー

バ５００（レプリカサーバ）に送信する。固定代表ノード１００は、デジタルレプリカサーバ５００が自身のモバイルネットワーク２０に接続されていれば、移動ノードの位置を直接に送信してもよいし、アドホックネットワーク３１を介して送信してもよい。このようにしてデジタルレプリカサーバ５００は、移動ノード２００の位置の履歴を収集する。

[0065] また第２の実施形態では、移動ノード２００が備える通信機器に含まれる通信アンテナは可動であり、通信相手（移動ノード２００および固定代表ノード１００）ごとに通信アンテナの向きを調整可能である。移動ノード２００は、通信アンテナの向きを調整しながら通信データを送信する。なお、移動ノード２００が複数の通信アンテナを備え、通信先に最適な通信アンテナを選択しながら通信データを送信するようにしてもよい。

[0066] 《第２の実施形態：デジタルレプリカサーバ》

図１３は、第２の実施形態に係るデジタルレプリカサーバ５００の機能ブロック図である。デジタルレプリカサーバ５００はコンピュータであって、制御部５１０、記憶部５２０、および入出力部５８０を含む。入出力部５８０には通信機器が接続され、モバイルネットワーク２０を構成する通信ノードや移動ノード２００、固定代表ノード１００と通信可能である。

[0067] 制御部５１０は、ＣＰＵを含んで構成され、位置予測部５１１、経路制御部５１２、通信最適化部５１３、隣接移動ノード決定部５１４、およびデータ通信部５１５を備える。記憶部５２０は、ＲＯＭ、ＲＡＭおよびＳＳＤなどの記憶機器を含んで構成される。記憶部５２０には、ノード位置管理データベース５３０、移動ノード経路表データベース５４０、移動ノード通信方向データベース５５０、隣接移動ノードデータベース５６０、およびプログラム５２８が記憶される。なお、図１３ではノード位置管理データベース５３０、移動ノード経路表データベース５４０、移動ノード通信方向データベース５５０、および隣接移動ノードデータベース５６０をそれぞれノード位置管理ＤＢ、移動ノード経路表ＤＢ、移動ノード通信方向ＤＢ、および隣接移動ノードＤＢと記載している。

[0068] 《第2の実施形態：デジタルレプリカサーバの記憶部》

ノード位置管理データベース530には、移動ノード200それぞれの位置（座標）の履歴、および後記する位置予測部511が予測した移動ノード200それぞれの将来の予測位置が記憶される。またノード位置管理データベース530には、固定代表ノード100の位置が記憶される。

移動ノード経路表データベース540には、後記する経路制御部512が算出した移動ノード200それぞれの経路表（図3記載の経路表230参照）が記憶される。

[0069] 移動ノード通信方向データベース550には、後記する通信最適化部513が算出した移動ノード200それぞれの最適な通信（通信アンテナ）の向きが記憶される。

隣接移動ノードデータベース560には、後記する隣接移動ノード決定部514が決定した固定代表ノード100に対する隣接移動ノードが記憶される。

プログラム528には、位置予測部511、経路制御部512、通信最適化部513、隣接移動ノード決定部514、およびデータ通信部515が実行する処理の記述を含む。

[0070] 《第2の実施形態：デジタルレプリカサーバのデータ通信部》

データ通信部515は、固定代表ノード100が送信してきた移動ノード200それぞれの位置をノード位置管理データベース530に格納する。また、データ通信部515は、移動ノード経路表データベース540に記憶される経路表が更新されると、当該経路表を対応する移動ノード200に送信する。詳しくは、経路表はデジタルレプリカサーバ500がアドホックネットワーク31を介さず直接に通信可能な固定代表ノード100に送信され、続いて固定代表ノード100からアドホックネットワーク31に送信され、対応する移動ノード200に転送される。またはデータ通信部515は、移動ノード200の経路表を、当該移動ノード200を隣接移動ノードとする固定代表ノード100に送信し、当該固定代表ノード100が移動ノード2

00へ転送してもよい。なお、移動ノード200を隣接移動ノードとする固定代表ノード100は、隣接移動ノードデータベース560を参照して取得可能である。

[0071] 第2の実施形態における移動ノード200の経路管理部211（図3参照）は、経路制御処理を行わず、受信した経路表を経路表230に格納する。換言すれば、アドホックネットワーク31内では経路制御処理が実行されず、代わりにデジタルレプリカサーバ500内で実行された経路制御処理の結果である経路表が移動ノード200に送信され、通信データの転送時に参照される。

[0072] データ通信部515は、移動ノード通信方向データベース550に記憶される最適な通信の向きが更新されると、このデータを対応する移動ノード200に送信する。

データ通信部515は、隣接移動ノードデータベース560が更新されると、更新された隣接移動ノードを対応する固定代表ノード100に送信する。第2の実施形態における固定代表ノード100（図2参照）の隣接移動ノード検出部111は、隣接移動検出処理（図10参照）を行わず、受信した隣接移動ノードを隣接移動ノード情報121に格納する。

[0073] ≪第2の実施形態：デジタルレプリカサーバの位置予測部≫

位置予測部511は、移動ノード200それぞれの位置の履歴に基づいて将来の位置を予測して、ノード位置管理データベース530に格納する。予測には、ニューラルネットワークなど公知の機械学習技術を用いることができる。例えば1分おきの100分間の位置情報を説明変数、その後の20分間の位置情報を目的変数とする教師データを学習した機械学習モデルを用いれば、位置予測部511は過去100分間の位置情報から20分後までの位置を予測できるようになる。換言すれば位置予測部511は、移動ノード200の過去の位置情報を取得して現在時刻から所定時間後を示す将来の位置を予測する。位置予測部511は機械学習技術に他に、時系列モデル分析（自己回帰、移動平均）の手法を用いて予測してもよい。

[0074] 《第2の実施形態：デジタルレプリカサーバの経路制御部》

経路制御部512は、現在の移動ノード200の位置、および将来の位置に基づいて、移動ノード200それぞれの経路表を算出する。詳しくは、移動ノード200の位置から移動ノード200間の距離を予測し、所定距離内にある移動ノード200間では通信可能として、経路制御処理（例えばAODV）を実行して移動ノード200それぞれの経路表（ルーティングテーブル）を生成して、移動ノード経路表データベース540に格納する。経路表が変更された場合にデータ通信部515は、当該経路表を対応する移動ノード200に送信する。

[0075] 《第2の実施形態：デジタルレプリカサーバの通信最適化部》

通信最適化部513は、ノード位置管理データベース530にある移動ノード200や固定代表ノード100の位置に基づいて、移動ノード200それぞれの通信相手（移動ノード200および固定代表ノード100）ごとに最適な通信の向きを算出して、移動ノード通信方向データベース550に格納する。通信の向きが変更された場合にデータ通信部515は、このデータを対応する移動ノード200に送信する。

[0076] 《第2の実施形態：デジタルレプリカサーバの隣接移動ノード決定部》

隣接移動ノード決定部514は、ノード位置管理データベース530にある移動ノード200や固定代表ノード100の位置に基づいて、固定代表ノード100から通信可能な位置にある、ないしは最も近い位置にある移動ノード200を当該固定代表ノード100の隣接移動ノードと特定する。隣接移動ノードが変更された場合にデータ通信部515は、当該隣接移動ノードを対応する固定代表ノード100に送信する。

[0077] 《第2の実施形態の特徴》

第2の実施形態では移動ノード200に替わり、デジタルレプリカサーバ500が経路制御処理を行う。このため、移動ノード200の負荷を削減することができる。さらに、デジタルレプリカサーバ500は、最適な通信の向きも算出しており、移動ノード200は、最適な条件で他の移動ノード2

00および固定代表ノード100と通信可能となる。延いては、通信エラーが最小化でき、移動ノード200の消費電力削減や通信の効率向上が可能となる。

[0078] 《その他変形例》

以上、本発明のいくつかの実施形態について説明したが、これらの実施形態は、例示に過ぎず、本発明の技術的範囲を限定するものではない。本発明はその他の様々な実施形態を取ることが可能であり、さらに、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、省略や置換等種々の変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、本明細書等に記載された発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

[0079] 《ハードウェア構成》

上記した実施形態に係る固定代表ノード100、移動ノード200、位置管理サーバ300、移動端末400、およびデジタルレプリカサーバ500は、例えば図14に示すような構成のコンピュータ900によって実現される。図14は、上記した実施形態に係る固定代表ノード100、移動ノード200、位置管理サーバ300、移動端末400、およびデジタルレプリカサーバ500の機能を実現するコンピュータ900の一例を示すハードウェア構成図である。コンピュータ900は、CPU901、ROM902、RAM903、SSD904、入出力インターフェイス905（図14では入出力I/F（Interface）と記載）、通信インターフェイス906（図14では通信I/Fと記載）、およびメディアインターフェイス907（図14ではメディアI/Fと記載）を備える。

[0080] CPU901は、ROM902またはSSD904に記憶されたプログラムに基づいて作動し、制御部110、210、310、410、510による制御を行う。ROM902は、コンピュータ900の起動時にCPU901により実行されるブートプログラムや、コンピュータ900のハードウェアに係るプログラムなどを記憶する。

CPU 901は、入出力インターフェイス905を介して、マウスやキーボードなどの入力装置910、およびディスプレイやプリンタなどの出力装置911を制御する。CPU 901は、入出力インターフェイス905を介して、入力装置910からデータを取得するとともに、生成したデータを出力装置911へ出力する。

[0081] SSD 904は、CPU 901により実行されるプログラムおよび当該プログラムによって使用されるデータなどを記憶する。通信インターフェイス906は、通信網を介して不図示の他の装置からデータを受信してCPU 901へ出力し、また、CPU 901が生成したデータを、通信網を介して他の装置へ送信する。

[0082] メディアインターフェイス907は、記録媒体912に格納されたプログラムまたはデータを読み取り、RAM 903を介してCPU 901へ出力する。CPU 901は、プログラムを、メディアインターフェイス907を介して記録媒体912からRAM 903上にロードし、ロードしたプログラムを実行する。記録媒体912は、DVD (Digital Versatile Disk) などの光学記録媒体、MO (Magneto Optical disk) などの光磁気記録媒体、磁気記録媒体、導体メモリーテープ媒体または半導体メモリなどである。なお、入出力インターフェイス905、通信インターフェイス906、およびメディアインターフェイス907は、入出力部130, 230, 360, 430, 580に対応する。

[0083] 例えば、コンピュータ900が上記した実施形態に係る固定代表ノード100、移動ノード200、位置管理サーバ300、移動端末400、およびデジタルレプリカサーバ500として機能する場合、コンピュータ900のCPU 901は、RAM 903上にロードされたプログラム128, 228, 328, 428, 528を実行することにより、固定代表ノード100、移動ノード200、位置管理サーバ300、移動端末400、およびデジタルレプリカサーバ500の機能を実現する。CPU 901は、プログラムを記録媒体912から読み取って実行する。この他、CPU 901は、他の装

置から通信網を介してプログラムを読み込んでもよいし、記録媒体 9 1 2 から S S D 9 0 4 にプログラムをインストールして実行してもよい。

[0084] 《効果》

以下に、ハイブリッドネットワーク（ネットワークシステム）の通信方法などの効果を説明する。

[0085] 上記した実施形態に係るネットワークシステム（ハイブリッドネットワーク 1 0）は、端末（移動端末 4 0 0）間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク 2 0）、および、複数の移動ノード 2 0 0 を含み、移動ノード 2 0 0 の位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワーク 3 1 を含んで構成される。

複数の端末収容ネットワークそれぞれは固定代表ノード 1 0 0 を有する。アドホックネットワーク 3 1 は、固定代表ノード 1 0 0 と通信可能な移動ノード 2 0 0 を示す隣接移動ノードと当該隣接移動ノードとは異なる移動ノード 2 0 0 とを含む。

[0086] 固定代表ノード 1 0 0 に備わる転送部 1 1 3 は、自身が属する端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク 2 1）に接続する端末（移動端末 4 0 1）から当該端末収容ネットワークとは異なる端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク 2 2）に接続している端末である宛先端末（移動端末 4 0 2）への通信データを受信すると、当該宛先端末が接続する端末収容ネットワークである宛先端末収容ネットワークの固定代表ノード 1 0 0 である宛先固定代表ノード（固定代表ノード 1 0 2）の識別情報と、当該宛先固定代表ノードの隣接移動ノードである宛先移動ノード（移動ノード 2 0 4）の識別情報とを取得し、受信した通信データに当該宛先移動ノードの識別情報と当該宛先固定代表ノードの識別情報とを付与して、隣接移動ノード（移動ノード 2 0 1）に転送する。また、転送部 1 1 3 は、宛先移動ノード（移動ノード 2 0 4）から、自身が属する端末収容ネットワークに接続した宛先端末（移動端末 4 0 2）への通信データを受信すると、当該宛先端末に転送する。

[0087] 移動ノード 2 0 0 に備わる転送処理部 2 1 2 は、自身を前記隣接移動ノード

ドとする固定代表ノード１００または自身とは異なる移動ノード２００から、自身が宛先移動ノードではない通信データを受信すると、自身が記憶する経路表２３０を参照して当該通信データを前記宛先移動ノードに向けたネクストホップの移動ノード２００に転送する。また転送処理部２１２は、自身を隣接移動ノードとする固定代表ノード１００または自身とは異なる移動ノード２００から、自身が宛先移動ノードである通信データを受信すると、当該通信データに付与されている宛先固定代表ノードに送信する。

[0088] このようなネットワークシステム（ハイブリッドネットワーク１０）の通信方法によれば、アドホックネットワーク３１を経由して端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク２０）が接続され、異なる端末収容ネットワークに接続された端末（移動端末４００）間でも通信が可能となる。衛星や飛行船、ソーラープレーンなどの移動ノード２００から構成されるアドホックネットワーク３１を介して接続することで、地上の回線を敷設して接続することが難しい、広範囲ないしは地球規模に散らばる地域のネットワークや災害で孤立したネットワーク、船や航空機などの移動体上のネットワークなどを相互に接続できるようになる。

[0089] 上記した実施形態に係るネットワークシステムの固定代表ノード１００の隣接移動ノード検出部１１１は、全ての移動ノード２００に向けて接続要求を送信し、移動ノード２００から受信した接続要求に対する応答である接続要求応答のなかで、最早に受信した接続要求応答を送信した移動ノード２００を隣接移動ノードとして検出する。

移動ノード２００の経路管理部２１１は、固定代表ノード１００から接続要求を受信すると、接続要求応答を当該固定代表ノード１００に送信する。

[0090] このようなネットワークシステムの通信方法によれば、固定代表ノード１００は自身の隣接移動ノードを検出できるようになる。隣接移動ノードは移動しており、時間が経過すれば通信不能となる。隣接移動ノード検出部１１１を備えることで、固定代表ノード１００は何れかの移動ノード２００と通信可能であり、アドホックネットワーク３１と常時通信可能となる。

[0091] 前記ネットワークシステムは、位置管理サーバ300を備える。

固定代表ノード100の移動端末登録部112は、端末（移動端末400）が端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク20）に接続されると、当該端末の識別情報を含む登録要求を位置管理サーバ300に送信する。

隣接移動ノード検出部111は、隣接移動ノードを検出すると、当該隣接移動ノードの識別情報を含む登録要求を位置管理サーバ300に送信する。

[0092] 位置管理サーバ300のテーブル管理部311は、端末の識別情報を含む登録要求を固定代表ノード100から受信すると、当該固定代表ノード100の識別情報と関連付けて当該端末の識別情報を端末位置管理情報（移動端末位置管理テーブル330）に登録する。

またテーブル管理部311は、隣接移動ノードの識別情報を含む登録要求を固定代表ノード100から受信すると、当該固定代表ノード100の識別情報と関連付けて当該隣接移動ノードの識別情報を移動ノード位置管理情報（移動ノード位置管理テーブル340）に登録する。

[0093] さらにテーブル管理部311は、固定代表ノード100から宛先端末の識別情報を含む転送先問合せを受信すると、端末位置管理情報を参照して当該宛先端末の識別情報に対応する宛先固定代表ノードの識別情報を取得し、移動ノード位置管理情報を参照して当該宛先固定代表ノードの識別情報に対応する宛先移動ノードの識別情報を取得し、当該宛先移動ノードの識別情報と当該宛先固定代表ノードの識別情報とを返信する。

固定代表ノード100の転送部113は、宛先端末の識別情報を含む転送先問合せを位置管理サーバ300に送信して、宛先移動ノードおよび宛先固定代表ノードを取得する。

[0094] このようなネットワークシステムの通信方法によれば、固定代表ノード101は、位置管理サーバ300に問い合わせることで宛先端末が接続される端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク22）の固定代表ノード102とその隣接移動ノード（移動ノード204）を特定することができる。固定代表ノード100、問い合わせ結果の固定代表ノード102と隣接移動ノ

ードを付与して通信データを自身の隣接移動ノード（移動ノード201）に送信することができ、延いては端末収容ネットワーク間の通信が可能となる。

[0095] 上記した実施形態に係るネットワークシステムは、レプリカサーバ（デジタルレプリカサーバ500）を備える。

レプリカサーバの位置予測部511は、移動ノード200の過去の位置情報を取得し、現在の時刻から所定時間後を示す将来の位置を予測する。

レプリカサーバの隣接移動ノード決定部514は、移動ノード200の予測された将来の位置および固定代表ノード100の位置から、固定代表ノード100に最も近い移動ノード200を隣接移動ノードと決定する。

レプリカサーバのデータ通信部515は、隣接移動ノード決定部514が決定した隣接移動ノードの識別情報を対応する固定代表ノード100に送信する。

固定代表ノード100の隣接移動ノード検出部111は、レプリカサーバから受信した隣接移動ノードを受信して記憶する。

[0096] このようなネットワークシステムの通信方法によれば、レプリカサーバが固定代表ノード100の隣接移動ノードを検出することができる。固定代表ノード100および移動ノード200による隣接移動ノードを検出する処理は不要であり、移動ノード200の処理負荷や消費電力を削減することができる。

[0097] 上記した実施形態に係るレプリカサーバの経路制御部512は、2つの移動ノード200が所定の距離内にあるときには移動ノード200は通信可能と見なしてアドホックネットワーク31における通信データの転送経路を決定する経路制御処理を実行して移動ノード200それぞれの経路表（経路表230参照）を生成する。

レプリカサーバのデータ通信部515は、経路表を対応する移動ノード200それぞれに、当該移動ノード200を隣接移動ノードとする固定代表ノード100を介して送信する。

[0098] このようなネットワークシステムの通信方法によれば、レプリカサーバがアドホックネットワーク31の経路制御処理を行うことができる。移動ノード200による経路制御処理は不要であり、処理負荷や消費電力を削減することができる。

[0099] 上記した実施形態に係る固定代表ノード100は、端末（移動端末400）間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク20）、および、複数の移動ノード200を含み、移動ノード200の位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワーク31を備えるネットワークシステムの固定代表ノード100である。

固定代表ノード100は、端末収容ネットワークに属し、当該固定代表ノード100と通信可能な移動ノード200を示す隣接移動ノードに接続している。

[0100] 固定代表ノード100に備わる転送部113は、自身が属する端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク21）に接続した端末（移動端末401）から当該端末収容ネットワークとは異なる端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク22）に接続している端末である宛先端末（移動端末402）への通信データを受信すると、当該宛先端末が接続する端末収容ネットワークである宛先端末収容ネットワークの固定代表ノード100である宛先固定代表ノード（固定代表ノード102）の識別情報と、当該宛先固定代表ノードの隣接移動ノードである宛先移動ノード（移動ノード204）の識別情報とを取得し、受信した通信データに当該宛先移動ノードの識別情報と当該宛先固定代表ノードの識別情報とを付与して、隣接移動ノード（移動ノード201）に転送する。また、転送部113は、宛先移動ノード（移動ノード204）である移動ノード200から、自身が属する端末収容ネットワークに接続した宛先端末（移動端末402）への通信データを受信すると、宛先端末に転送する。

[0101] このような固定代表ノード100によれば、端末収容ネットワークとアド

ホックネットワーク 31 とを接続して、異なる端末収容ネットワークに接続された端末（移動端末 400）間でも通信が可能となる。

[0102] 上記した実施形態に係るレプリカサーバ（デジタルレプリカサーバ 500）は、端末（移動端末 400）間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク 20）と、複数の移動ノード 200 を含み、移動ノード 200 の位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワーク 31 と、およびレプリカサーバを含んで構成されるネットワークシステム（ハイブリッドネットワーク 10）のレプリカサーバである。

レプリカサーバは、複数の端末収容ネットワークそれぞれが有する固定代表ノード 100 と、複数の移動ノード 200 それぞれと通信接続されている。

[0103] レプリカサーバの位置予測部 511 は、移動ノード 200 の過去の位置を取得し、現在の時刻から所定時間後を示す将来の位置を予測する。

レプリカサーバの隣接移動ノード決定部 514 は、移動ノード 200 の予測された将来の位置および固定代表ノード 100 の位置から、固定代表ノード 100 に最も近い移動ノード 200 を当該固定代表ノードと通信可能な隣接移動ノードと決定する。

レプリカサーバのデータ通信部は、隣接移動ノード決定部 514 が決定した隣接移動ノードを対応する固定代表ノード 100 に送信する。

[0104] このようなレプリカサーバによれば、固定代表ノード 100 の隣接移動ノードを検出することができる。固定代表ノード 100 および移動ノード 200 による隣接移動ノードを検出する処理は不要であり、移動ノード 200 の処理負荷や消費電力を削減することができる。

[0105] 上記した実施形態に係る移動ノード 200 は、端末（移動端末 400）間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワーク（モバイルネットワーク 20）、および、複数の移動ノード 200 を含み、移動ノードの位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワーク 3

1を備えるネットワークシステム（ハイブリッドネットワーク10）の移動ノード200である。

複数の端末収容ネットワークそれぞれは固定代表ノード100を有する。アドホックネットワーク31は、固定代表ノード100と通信可能な移動ノード200を示す隣接移動ノードと当該隣接移動ノードとは異なる移動ノード200とを含んで構成される。

[0106] 移動ノード200の転送処理部212は、自身を隣接移動ノードとする固定代表ノード100または自身とは異なる移動ノード200から、自身が、宛先である移動ノード200を示す宛先移動ノードではない通信データを受信すると、自身が記憶する経路表230を参照して当該通信データを宛先移動ノードに向けたネクストホップの移動ノード200に転送する。

[0107] また転送処理部212は、自身を隣接移動ノードとする固定代表ノード100または自身とは異なる移動ノード200から、自身が宛先移動ノードである通信データを受信すると、通信データに付与されている宛先である固定代表ノード100に送信する。

移動ノード200の経路管理部211は、固定代表ノード100から接続要求を受信すると、接続要求応答を当該固定代表ノード100に送信する。

[0108] このような移動ノード200によれば、異なる端末収容ネットワークに接続する端末間の通信データを、固定代表ノード100を介して転送し、端末間の通信を実現できる。

[0109] 上記した実施形態に係る位置管理サーバ300は、端末（移動端末400）間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワークと、複数の移動ノード200を含み、移動ノード200の位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワーク31と、位置管理サーバ300とを備えるネットワークシステム（ハイブリッドネットワーク10）の位置管理サーバ300である。

複数の端末収容ネットワークそれぞれは固定代表ノード100を有し、アドホックネットワーク31は、固定代表ノード100と通信可能な移動ノード

ド 200 を示す隣接移動ノードと当該隣接移動ノードとは異なる移動ノード 200 とを含んで構成される。

[0110] 位置管理サーバ 300 のテーブル管理部 311 は、端末収容ネットワークの固定代表ノードから端末の識別情報を含む登録要求を受信すると、当該固定代表ノード 100 の識別情報と当該端末の識別情報と関連付けて記憶部 320 の端末位置管理テーブル（移動端末位置管理テーブル 330）に登録する。

テーブル管理部 311 は、固定代表ノード 100 から、当該固定代表ノード 100 と通信可能な隣接移動ノードとして検出された移動ノード 200 の識別情報を含む登録要求を受信すると、当該固定代表ノード 100 の識別情報と当該隣接移動ノードの識別情報とを関連付けて記憶部 320 の移動ノード位置管理情報（移動ノード位置管理テーブル 340）に登録する。

[0111] またテーブル管理部 311 は、固定代表ノード 100 から端末の識別情報を含む転送先問合せを受信すると、端末位置管理情報を参照して当該端末の識別情報に対応する固定代表ノード 100 の識別情報を取得し、移動ノード位置管理情報を参照して当該固定代表ノード 100 の識別情報に対応する隣接移動ノードの識別情報を取得し、当該隣接移動ノードの識別情報と当該固定代表ノード 100 の識別情報とを返信する。

[0112] このような位置管理サーバ 300 は、端末が接続する端末収容ネットワークの固定代表ノード 100、および当該固定代表ノード 100 の隣接移動ノードを格納している。位置管理サーバ 300 は、固定代表ノード 100 の属する端末に接続していない端末への通信データの転送先の問い合わせに対して、端末が接続している固定代表ノード 100 と、その隣接移動ノードを応答する。応答を得ることで固定代表ノード 100 は、転送先の情報を通信データに付与して、自身の隣接移動ノードに転送することができる。

符号の説明

[0113] 10 ハイブリッドネットワーク（ネットワークシステム）
20, 21, 22 モバイルネットワーク（端末収容ネットワーク）

3 1 アドホックネットワーク

1 0 0, 1 0 1, 1 0 2 固定代表ノード

1 1 1 隣接移動ノード検出部

1 1 2 移動端末登録部

1 1 3 転送部

2 0 0 ~ 2 0 4 移動ノード

2 1 1 経路管理部

2 1 2 転送処理部

3 0 0 位置管理サーバ

3 1 1 テーブル管理部 (位置情報管理部)

3 3 0 移動端末位置管理テーブル (端末位置管理情報)

3 4 0 移動ノード位置管理テーブル (移動ノード位置管理情報)

4 0 0, 4 0 1, 4 0 2 移動端末 (端末)

5 0 0 デジタルレプリカサーバ (レプリカサーバ)

5 1 1 位置予測部

5 1 2 経路制御部

5 1 3 通信最適化部

5 1 4 隣接移動ノード決定部

5 1 5 データ通信部

請求の範囲

[請求項1]

ネットワークシステムの通信方法であって、

前記ネットワークシステムは、端末間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワーク、および、複数の移動ノードを含み、前記移動ノードの位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワークを備え、

前記複数の端末収容ネットワークそれぞれは固定代表ノードを有し、前記アドホックネットワークは、前記固定代表ノードと通信可能な前記移動ノードを示す隣接移動ノードと当該隣接移動ノードとは異なる移動ノードとを含んで構成されており、

前記固定代表ノードは、

自身が属する前記端末収容ネットワークに接続する端末から当該端末収容ネットワークとは異なる端末収容ネットワークに接続する端末である宛先端末への通信データを受信すると、当該宛先端末が接続する端末収容ネットワークである宛先端末収容ネットワークの固定代表ノードを示す宛先固定代表ノードの識別情報と、当該宛先固定代表ノードの前記隣接移動ノードを示す宛先移動ノードの識別情報とを取得し、受信した前記通信データに当該宛先移動ノードの識別情報と当該宛先固定代表ノードの識別情報とを付与して、前記隣接移動ノードに転送するステップと、

前記宛先移動ノードから、自身が属する前記端末収容ネットワークに接続する前記宛先端末への通信データを受信すると、当該宛先端末に転送するステップとを実行し、

前記移動ノードは、

自身を前記隣接移動ノードとする固定代表ノードまたは自身とは異なる移動ノードから、自身が前記宛先移動ノードではない前記通信データを受信すると、自身が記憶する経路表を参照して当該通信データを前記宛先移動ノードに向けたネクストホップの移動ノードに転送す

るステップと、

自身を前記隣接移動ノードとする固定代表ノードまたは自身とは異なる移動ノードから、自身が前記宛先移動ノードである前記通信データを受信すると、当該通信データに付与されている前記宛先固定代表ノードに送信するステップとを実行する

ことを特徴とする通信方法。

[請求項2]

前記固定代表ノードは、

全ての前記移動ノードに向けて接続要求を送信するステップと、

前記移動ノードから受信した前記接続要求に対する応答である接続要求応答のなかで、最早に受信した接続要求応答を送信した移動ノードを前記隣接移動ノードとして検出するステップとを実行し、

前記移動ノードは、

前記固定代表ノードから前記接続要求を受信すると、前記接続要求応答を当該固定代表ノードに送信するステップを実行する

ことを特徴とする請求項1に記載の通信方法。

[請求項3]

前記ネットワークシステムは、さらに、位置管理サーバを備え、

前記固定代表ノードは、

前記端末が前記端末収容ネットワークに接続されると、当該端末の識別情報を含む登録要求を前記位置管理サーバに送信するステップと、

前記隣接移動ノードを検出すると、当該隣接移動ノードの識別情報を含む前記登録要求を前記位置管理サーバに送信するステップとを実行し、

前記位置管理サーバは、

前記端末の識別情報を含む前記登録要求を前記固定代表ノードから受信すると、当該固定代表ノードの識別情報と関連付けて当該端末の識別情報を記憶部の端末位置管理情報に登録するステップと、

前記隣接移動ノードの識別情報を含む前記登録要求を前記固定代表

ノードから受信すると、当該固定代表ノードの識別情報と関連付けて当該隣接移動ノードの識別情報を前記記憶部の移動ノード位置管理情報に登録するステップと、

前記固定代表ノードから前記宛先端末の識別情報を含む転送先問合せを受信すると、前記端末位置管理情報を参照して当該宛先端末の識別情報に対応する前記宛先固定代表ノードの識別情報を取得し、前記移動ノード位置管理情報を参照して当該宛先固定代表ノードの識別情報に対応する前記宛先移動ノードの識別情報を取得し、当該宛先移動ノードの識別情報と当該宛先固定代表ノードの識別情報とを返信するステップとを実行し、

前記固定代表ノードは、

前記宛先端末の識別情報を含む前記転送先問合せを前記位置管理サーバに送信して、前記宛先移動ノードおよび前記宛先固定代表ノードの識別情報を取得するステップを実行する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の通信方法。

[請求項4]

前記ネットワークシステムは、レプリカサーバを備え、

前記レプリカサーバは、

前記移動ノードの過去の位置情報を取得し、現在の時刻から所定時間後を示す将来の位置を予測するステップと、

前記移動ノードの予測された将来の位置および前記固定代表ノードの位置から、当該固定代表ノードに最も近い前記移動ノードを前記隣接移動ノードと決定するステップと、

当該隣接移動ノードの識別情報を対応する固定代表ノードに送信するステップとを実行し、

前記固定代表ノードは、

前記レプリカサーバから、前記隣接移動ノードの識別情報を受信して記憶するステップを実行する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信方法。

- [請求項5] 前記レプリカサーバは、
- 2つの前記移動ノードが所定の距離内にあるときには当該移動ノードは通信可能と見なして前記アドホックネットワークにおける通信データの転送経路を決定し、前記移動ノードそれぞれの経路表を生成するステップと、
- 当該経路表を、前記移動ノードそれぞれに、当該移動ノードを隣接移動ノードとする固定代表ノードを介して送信するステップとを実行する
- ことを特徴とする請求項4に記載の通信方法。
- [請求項6] 端末間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワーク、および、複数の移動ノードを含み、前記移動ノードの位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワークを備えるネットワークシステムの固定代表ノードであって、
- 前記固定代表ノードは、前記端末収容ネットワークに属し、当該固定代表ノードと通信可能な前記移動ノードを示す隣接移動ノードに接続しており、
- 自身が属する前記端末収容ネットワークに接続する端末から当該端末収容ネットワークとは異なる端末収容ネットワークに接続する端末である宛先端末への通信データを受信すると、
- 当該宛先端末が接続する端末収容ネットワークである宛先端末収容ネットワークの固定代表ノードを示す宛先固定代表ノードの識別情報と、当該宛先固定代表ノードの前記隣接移動ノードを示す宛先移動ノードの識別情報とを取得し、
- 受信した前記通信データに当該宛先移動ノードの識別情報と当該宛先固定代表ノードの識別情報とを付与して、前記隣接移動ノードに転送するとともに、
- 前記宛先移動ノードから、自身が属する前記端末収容ネットワークに接続した前記宛先端末への通信データを受信すると、当該宛先端末

に転送する転送部を備える

ことを特徴とする固定代表ノード。

[請求項7]

端末間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワークと、複数の移動ノードを含み、前記移動ノードの位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワークと、レプリカサーバとを備えるネットワークシステムの前記レプリカサーバであって、

前記レプリカサーバは、

前記複数の端末収容ネットワークそれぞれが有する固定代表ノードと、前記複数の移動ノードそれぞれと通信接続されており、

前記移動ノードの過去の位置情報を取得し、現在の時刻から所定時間後を示す将来の位置を予測する位置予測部と、

前記移動ノードの予測された将来の位置および前記固定代表ノードの位置から、当該固定代表ノードに最も近い前記移動ノードを当該固定代表ノードと通信可能な隣接移動ノードに決定する隣接移動ノード決定部と、

前記隣接移動ノード決定部が決定した隣接移動ノードの識別情報を対応する固定代表ノードに送信するデータ通信部とを備える

ことを特徴とするレプリカサーバ。

[請求項8]

端末間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワーク、および、複数の移動ノードを含み、前記移動ノードの位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワークを備えるネットワークシステムの前記移動ノードであって、

前記複数の端末収容ネットワークそれぞれは固定代表ノードを有し、前記アドホックネットワークは、前記固定代表ノードと通信可能な前記移動ノードを示す隣接移動ノードと当該隣接移動ノードとは異なる移動ノードとを含んで構成されており、

前記移動ノードは、

自身を前記隣接移動ノードとする固定代表ノードまたは自身とは異なる移動ノードから、宛先である移動ノードを示す宛先移動ノードが自身ではない前記通信データを受信すると、自身が記憶する経路表を参照して当該通信データを前記宛先移動ノードに向けたネクストホップの移動ノードに転送し、

自身を前記隣接移動ノードとする固定代表ノードまたは自身とは異なる移動ノードから、自身が前記宛先移動ノードである前記通信データを受信すると、当該通信データに付与されている宛先である固定代表ノードに送信する転送処理部と、

前記固定代表ノードから接続要求を受信すると、接続要求応答を当該固定代表ノードに送信する経路管理部とを備える

ことを特徴とする移動ノード。

[請求項9]

端末間の通信データを転送する複数の端末収容ネットワークと、複数の移動ノードを含み、前記移動ノードの位置関係により動的にネットワークのトポロジが変化するアドホックネットワークと、位置管理サーバとを備えるネットワークシステムの前記位置管理サーバであって、

前記複数の端末収容ネットワークそれぞれは固定代表ノードを有し、前記アドホックネットワークは、前記固定代表ノードと通信可能な前記移動ノードを示す隣接移動ノードと当該隣接移動ノードとは異なる移動ノードとを含んで構成されており、

前記位置管理サーバは、

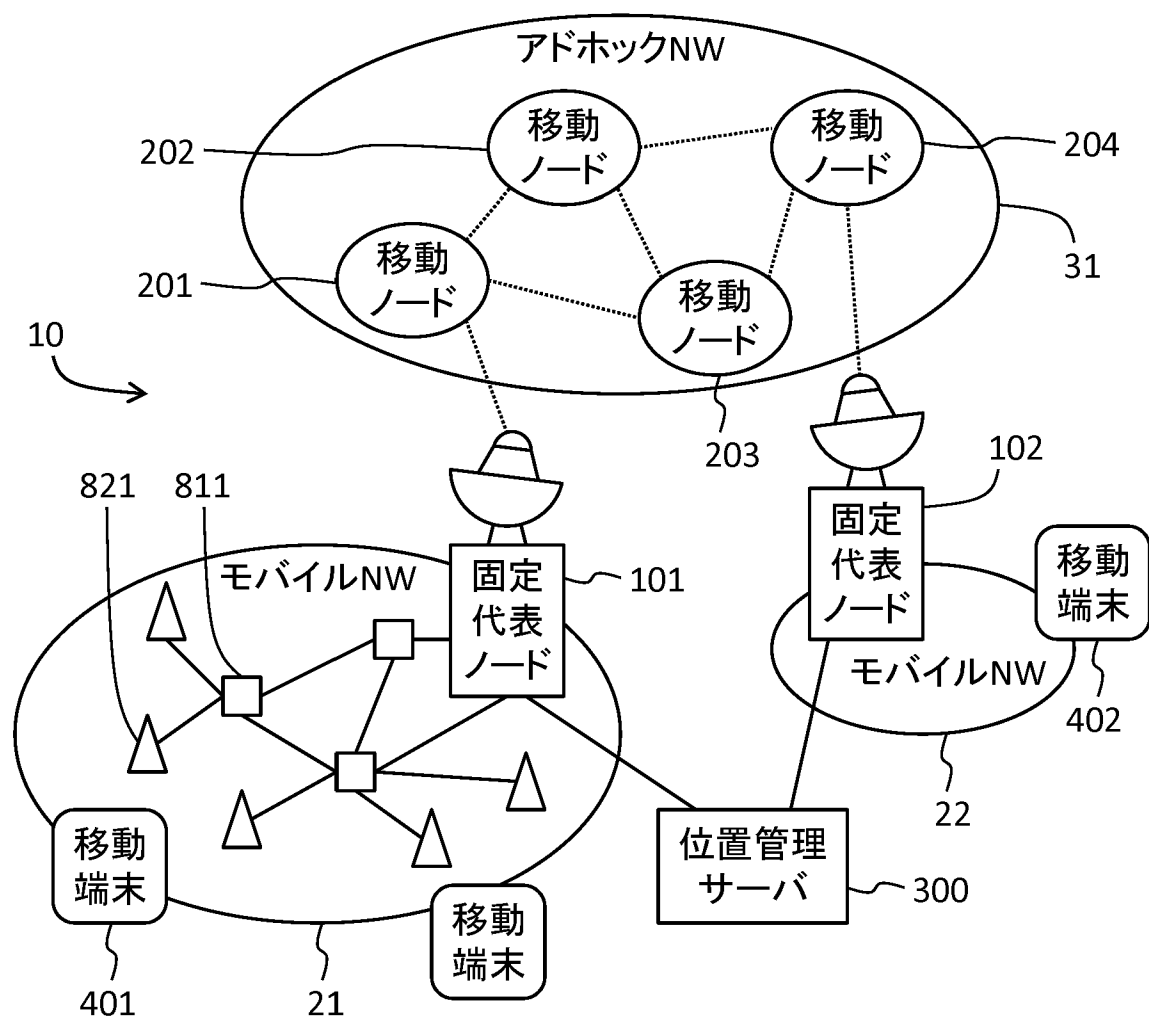
前記端末収容ネットワークの前記固定代表ノードから前記端末の識別情報を含む登録要求を受信すると、当該固定代表ノードの識別情報と当該端末の識別情報と関連付けて記憶部の端末位置管理情報に登録し、

前記固定代表ノードから、当該固定代表ノードと通信可能な前記隣接移動ノードとして検出された前記移動ノードの識別情報を含む前記

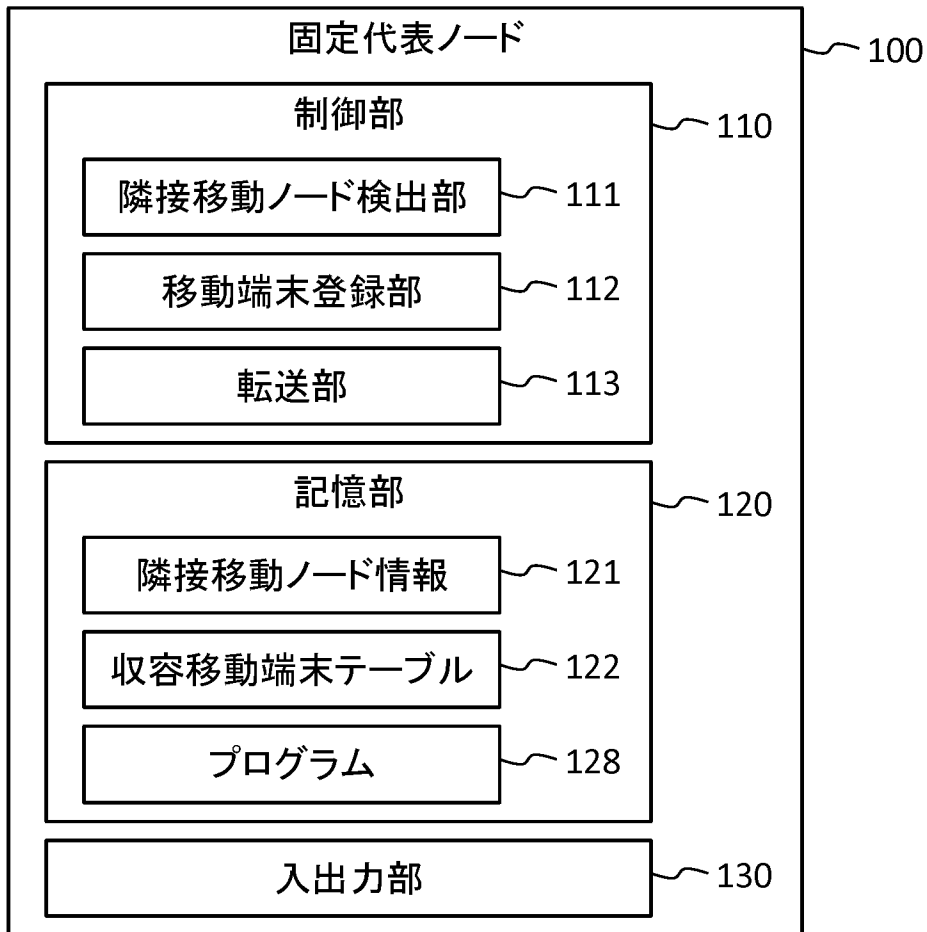
登録要求を受信すると、当該固定代表ノードの識別情報と当該隣接移動ノードの識別情報とを関連付けて前記記憶部の移動ノード位置管理情報に登録し、

前記固定代表ノードから前記端末の識別情報を含む転送先問合せを受信すると、前記端末位置管理情報を参照して当該端末の識別情報に対応する固定代表ノードの識別情報を取得し、前記移動ノード位置管理情報を参照して当該固定代表ノードの識別情報に対応する前記隣接移動ノードの識別情報を取得し、当該隣接移動ノードの識別情報と当該固定代表ノードの識別情報とを返信する位置情報管理部を備えることを特徴とする位置管理サーバ。

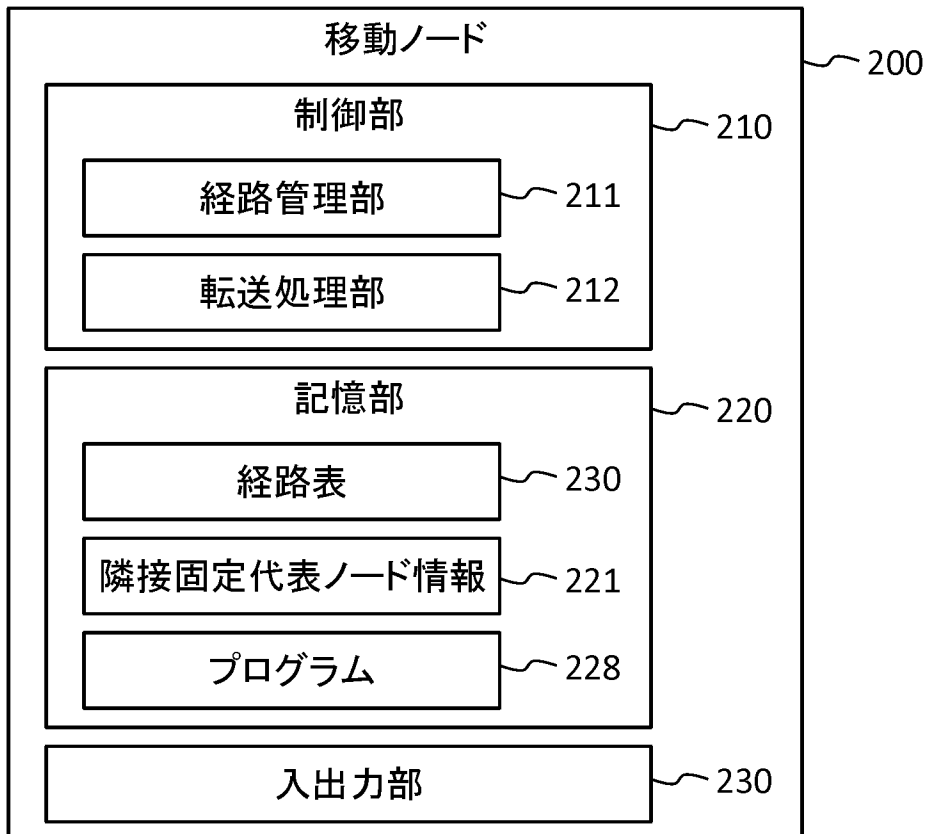
[図1]



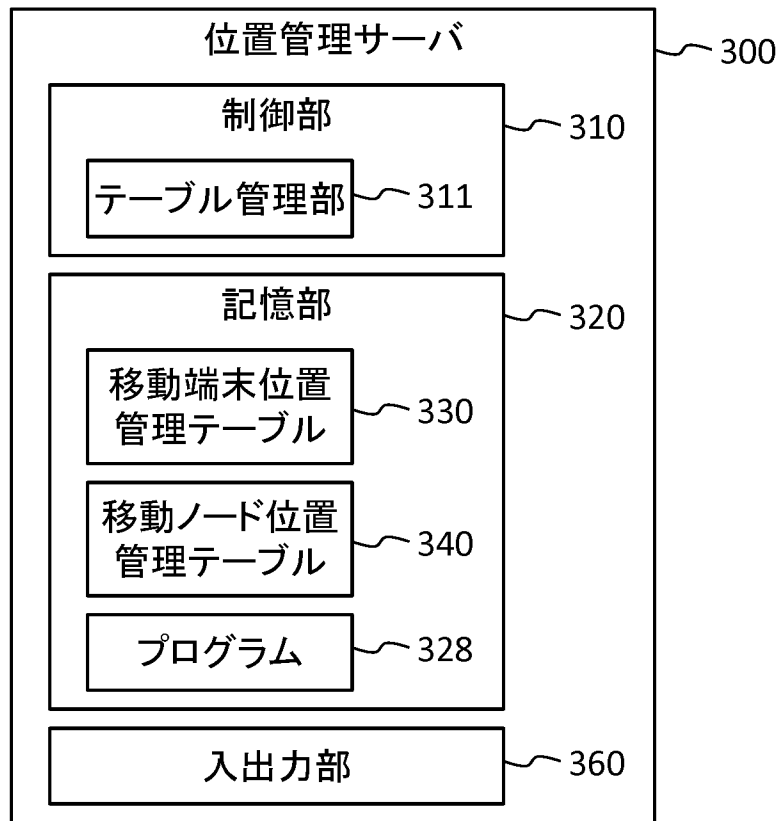
[図2]



[図3]



[図4]



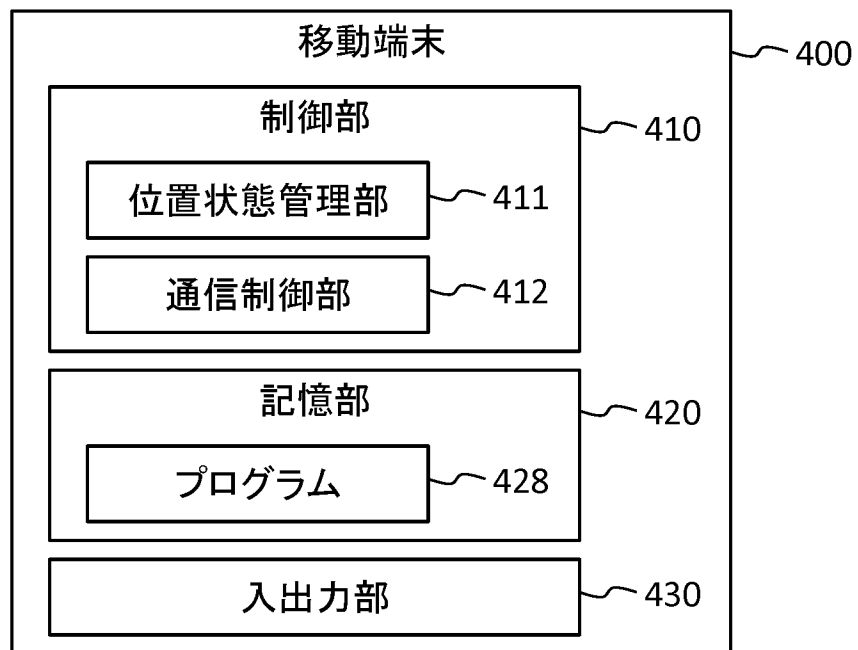
[図5]

固定代表ノード	移動端末	← 330
###	###, ###, ...	
...	...	

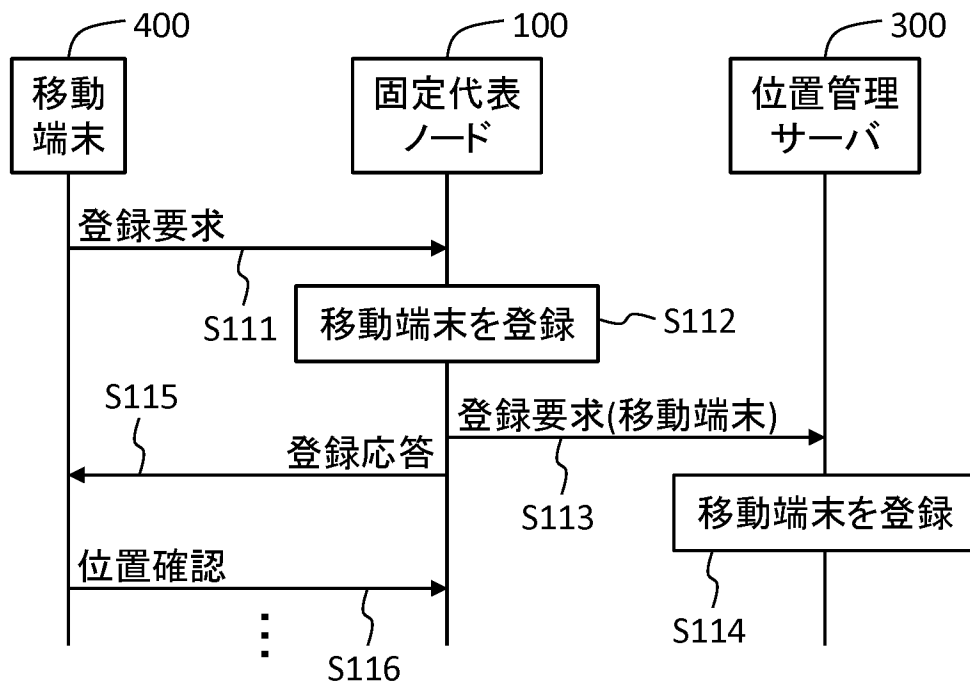
[図6]

固定代表ノード	隣接移動ノード	← 340
###	###	
...	...	

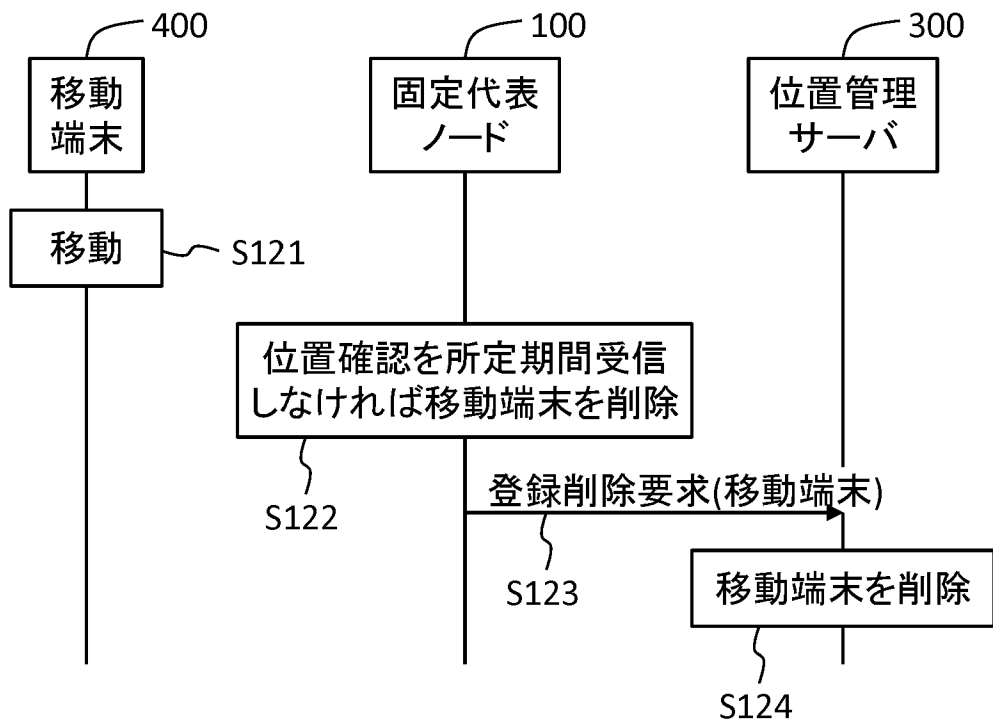
[図7]



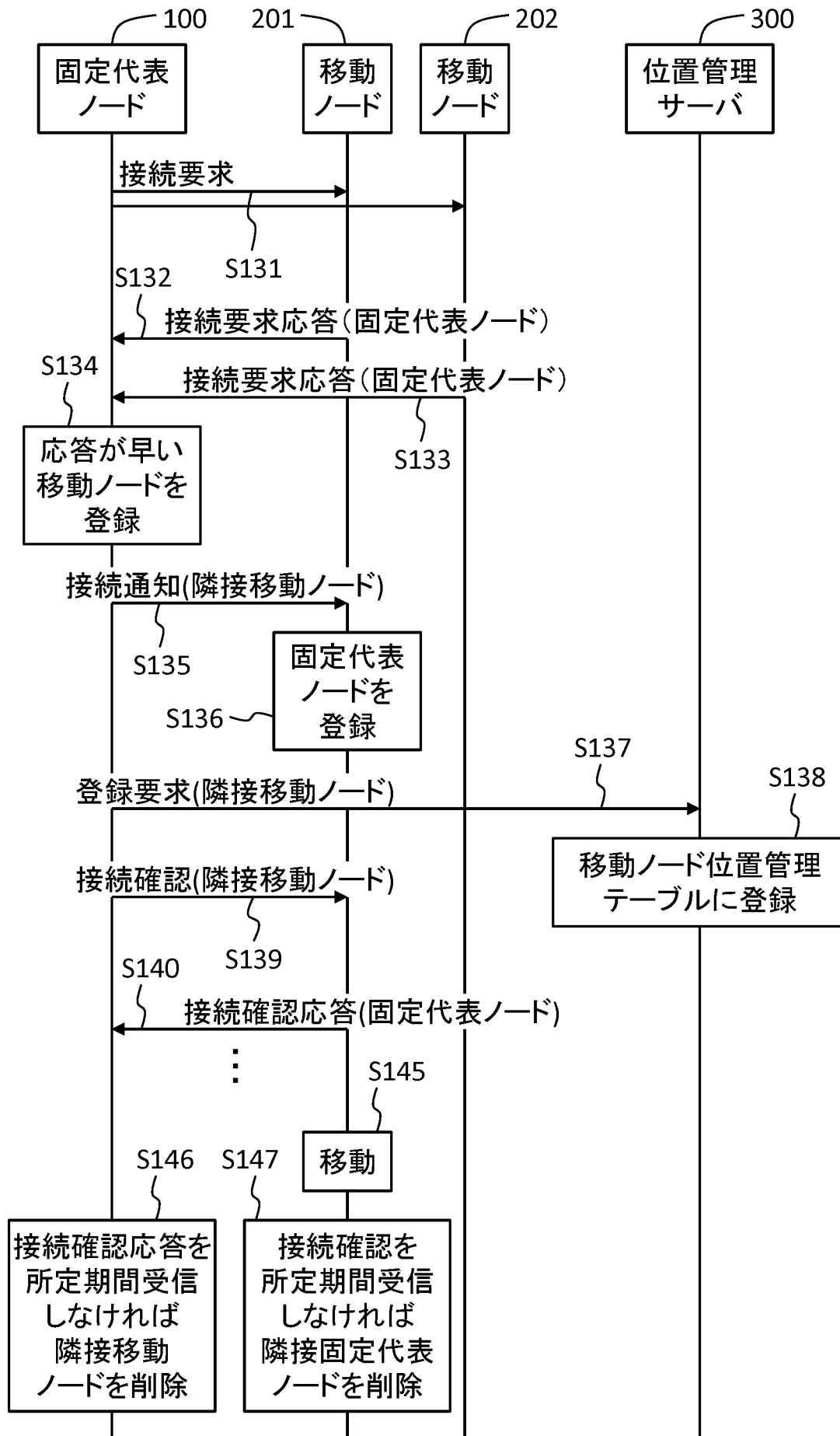
[図8]



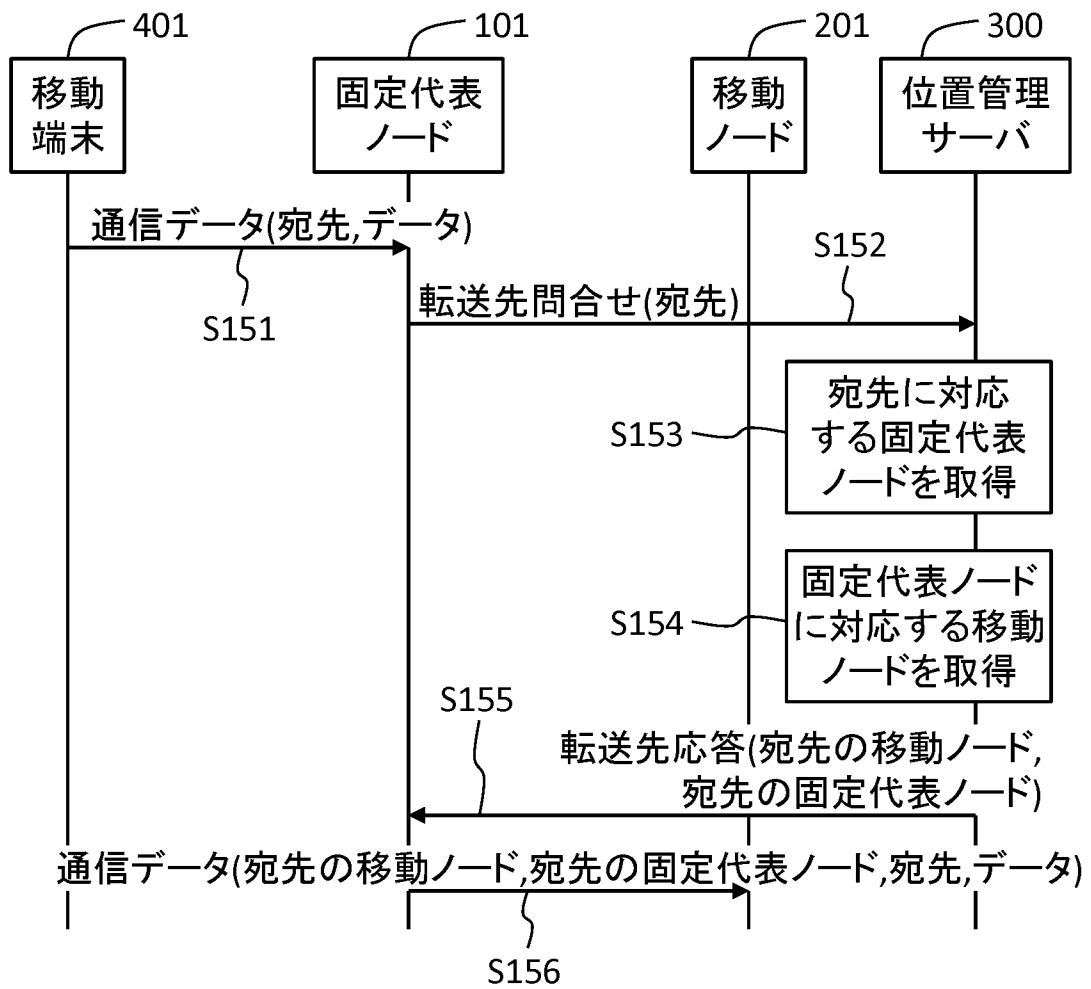
[図9]



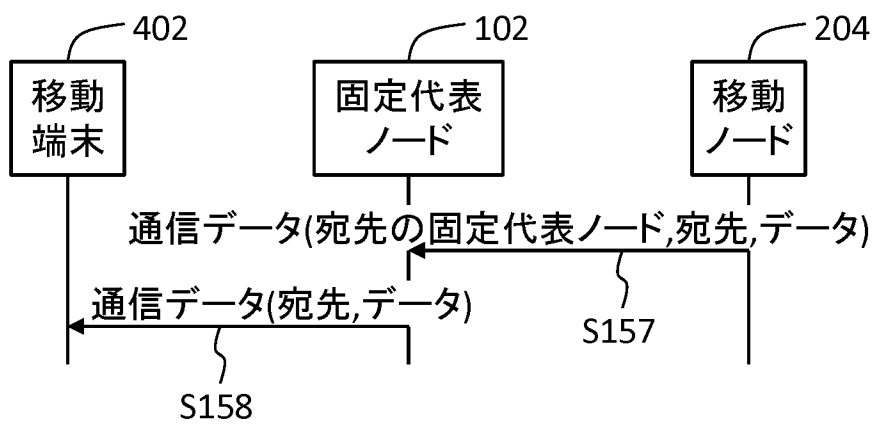
[図10]



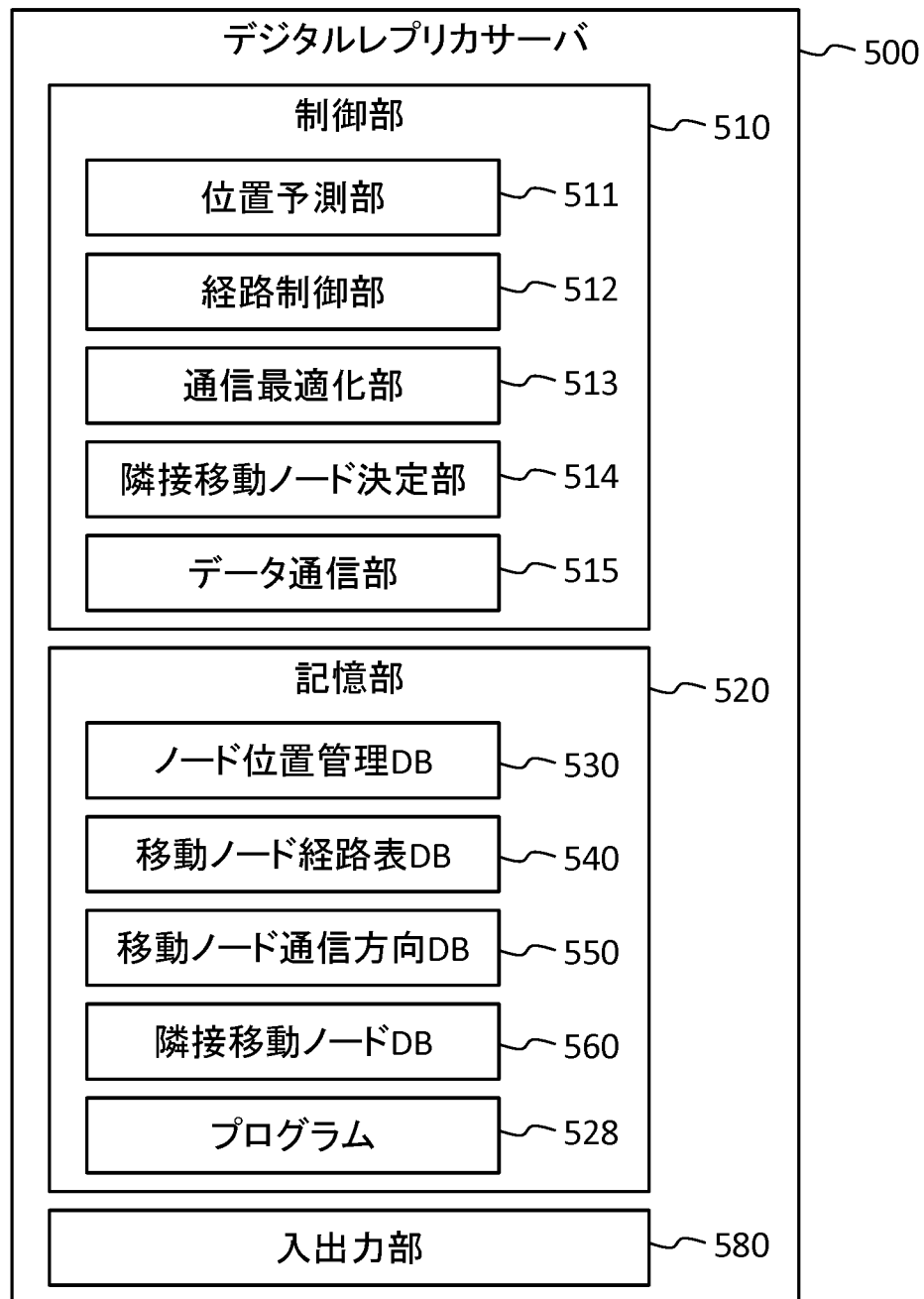
[図11]



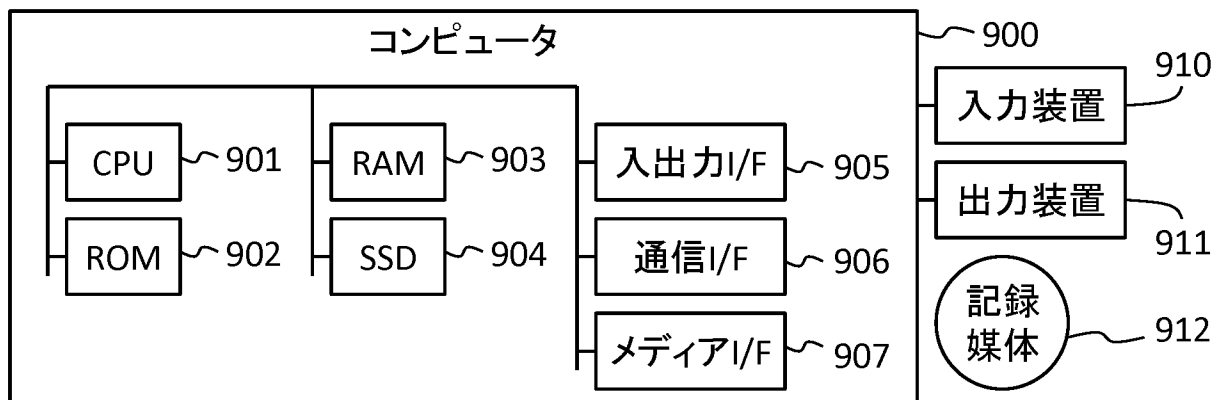
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/028373

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04W 40/34**(2009.01)i; **H04L 12/721**(2013.01)i; **H04W 84/18**(2009.01)i

FI: H04W84/18 110; H04W40/34; H04L12/721 Z

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)

H04W40/34; H04L12/721; H04W84/18

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	WO 2015/017483 A1 (IST INTERNATIONAL, INC.) 05 February 2015 (2015-02-05) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2004-80642 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>) 11 March 2004 (2004-03-11) entire text, all drawings	1-9

☐ 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

21 October 2021

Date of mailing of the international search report

02 November 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/028373

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2015/017483	A1	05 February 2015	US	2016/0174106	A1	
				KR	10-2016-0048802	A	
				CN	105850223	A	
JP	2004-80642	A	11 March 2004	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04W 40/34(2009.01)i; H04L 12/721(2013.01)i; H04W 84/18(2009.01)i FI: H04W84/18 110; H04W40/34; H04L12/721 Z														
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）） H04W40/34; H04L12/721; H04W84/18														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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												
A	WO 2015/017483 A1 (IST INTERNATIONAL, INC.) 05.02.2015 (2015 - 02 - 05) 全文, 全図	1 - 9												
A	JP 2004-80642 A (日本電信電話株式会社) 11.03.2004 (2004 - 03 - 11) 全文, 全図	1 - 9												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 参考文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 参考文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 参考文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 21.10.2021	国際調査報告の発送日 02.11.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 桑江 晃 5J 4239 電話番号 03-3581-1101 内線 3534													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/028373

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2015/017483	A1	05.02.2015	US	2016/0174106	A1	
				KR	10-2016-0048802	A	
				CN	105850223	A	
JP			2004-80642	A	11.03.2004	(ファミリーなし)	