(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4981164号
(P4981164)

(45)発行日　平成24年7月18日(2012.7.18)　(24)登録日　平成24年4月27日(2012.4.27)

(51)Int.Cl.　　F I
H04W 40/02 (2009.01)　　H04Q 7/00 341
H04W 80/04 (2009.01)　　H04Q 7/00 602

請求項の数 7　(全 42 頁)

(21)出願番号　特願2010-263465 (P2010-263465)
(22)出願日　平成22年11月26日 (2010.11.26)
(62)分割の表示　特願2007-545157 (P2007-545157)の分割
原出願日　平成17年12月14日 (2005.12.14)
(65)公開番号　特開2011-97600 (P2011-97600A)
(43)公開日　平成23年5月12日 (2011.5.12)
審査請求日　平成22年11月26日 (2010.11.26)
(31)優先権主張番号　特願2004-361997 (P2004-361997)
(32)優先日　平成16年12月14日 (2004.12.14)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願2005-334575 (P2005-334575)
(32)優先日　平成17年11月18日 (2005.11.18)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000005821
パナソニック株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100093067
弁理士　二瓶　正敬
(72)発明者　平野　純
大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　ンー　チャン　ワー
シンガポール５３４４１５シンガポール、タイ・セン・アベニュー、ブロック１０２２、０６－３５３０番、タイ・セン・インダストリアル・エステイト、パナソニック・シンガポール研究所株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】通信システム及び通信ノード

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
通信相手ノードと、配下のネットワークに存在する前記通信相手ノードの代理を行うことが可能なコレスポンデントルータと、経路の最適化を行う機能を有し、前記通信相手ノードと通信を行う通信ノードとを有する通信システムであって、
前記通信ノードは、前記通信相手ノードとの経路の最適化の過程においてＣｏＴＩメッセージ又はＨｏＴＩメッセージである所定のメッセージを送信し、
前記通信相手ノードは、受信した前記所定のメッセージに応じて、前記コレスポンデントルータに関する情報を含む応答メッセージを送信する通信システム。
【請求項２】
前記通信ノードのホームエージェントを更に有し、
前記ホームエージェントが、前記通信ノードから送信されたカプセル化された前記ＨｏＴＩメッセージを受信し、カプセル化された前記ＨｏＴＩメッセージをデカプセル化して前記通信相手ノードへ送信し、前記通信相手ノードから前記ＨｏＴＩメッセージに対する前記応答メッセージを受信し、前記応答メッセージをカプセル化して前記通信ノードへ送信する請求項１に記載の通信システム。
【請求項３】
前記応答メッセージは、送信元アドレスと、送信先アドレスと、モビリティヘッダとを含み、
前記モビリティヘッダは、前記応答メッセージであることを示す情報と、前記コレスポ

ンデントルータに関する情報とを含む請求項１又は２に記載の通信システム。
【請求項４】
配下のネットワークに存在するネットワークノードの代理を行うことが可能なコレスポンデントルータの配下のネットワークに存在し、経路の最適化を行う機能を有する通信ノードと通信する通信相手ノードであって、
前記通信ノードと前記通信相手ノードとの間の経路の最適化の過程において前記通信ノードから送信されるＣｏＴＩメッセージ及びＨｏＴＩメッセージのいずれか一方又は両方である所定のメッセージを受信する受信手段と、
受信した前記所定のメッセージに応じて、前記コレスポンデントルータに関する情報を含む応答メッセージを送信する送信手段とを、
有する通信相手ノード。
【請求項５】
受信した前記ＣｏＴＩメッセージ又は前記ＨｏＴＩメッセージのいずれか一方のメッセージを、応答すべき前記所定のメッセージとして選択する選択手段を更に有し、
前記送信手段は、前記選択手段が選択した前記ＣｏＴＩメッセージ又は前記ＨｏＴＩメッセージのいずれか一方のメッセージに対して前記応答メッセージを送信する請求項４に記載の通信相手ノード。
【請求項６】
前記コレスポンデントルータの配下のネットワークに配信される前記コレスポンデントルータに関する情報が挿入されたメッセージを受信するコレスポンデントルータ情報受信手段と、
前記コレスポンデントルータ情報受信手段が受信した前記メッセージから前記コレスポンデントルータに関する情報を抽出する抽出手段とを、
更に有する請求項４又は５に記載の通信相手ノード。
【請求項７】
経路の最適化を行う機能を有し、通信相手ノードと通信を行う通信ノードであって、
前記通信相手ノードとの経路の最適化の過程においてＣｏＴＩメッセージ又はＨｏＴＩメッセージである所定のメッセージを送信する送信手段と、
前記所定のメッセージに応じて前記通信相手ノードが送信した、前記通信相手ノードの代理を行うことが可能なコレスポンデントルータに関する情報を含むメッセージを受信する受信手段と、
前記受信手段が受信した前記コレスポンデントルータに関する情報を含む前記メッセージから前記コレスポンデントルータに関する情報を抽出する抽出手段とを、
有し、
前記送信手段は、前記抽出手段が抽出した前記コレスポンデントルータに関する情報に基づき、前記コレスポンデントルータとの経路の最適化の過程において、前記所定のメッセージを前記コレスポンデントルータへ送信する通信ノード。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、インターネットプロトコル（ＩＰ：Internet Protocol）を利用した通信技術に関し、特に、モバイルＩＰｖ６において規定されている経路最適化に係る技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
現在、多数のデバイスが、ＩＰネットワークを使用して、相互に通信を行っている。モバイル機器にモビリティサポートを提供するために、ＩＥＴＦ（Internet Engineering Task Force）では、ＩＰｖ６におけるモビリティサポートの開発が進められている。モバイルＩＰでは、各モバイルノードは、永続的なホームドメインを持っている。モバイルノードが、自身のホームネットワークに接続している場合、モバイルノードには、ホームア

ドレス（ＨｏＡ：Home Address）として知られるプライマリグローバルアドレスが割り当てられる。一方、モバイルノードがホームネットワークから離れている場合、すなわち、他のフォーリンネットワークに接続している場合には、通常、モバイルノードには、気付アドレス（ＣｏＡ：Care-of Address）として知られる一時的なグローバルアドレスが割り当てられる。モビリティサポートの考えは、モバイルノードが他のフォーリンネットワークに接続している場合でも、自身のホームアドレスで、そのモバイルノードまで到達可能となるようにするものである。

【０００３】

このような考えは、下記の非特許文献１において、ホームエージェント（ＨＡ：Home Agent）として知られるエンティティを、ホームネットワークに導入することによって実践されている。モバイルノードは、バインディングアップデート（ＢＵ：Binding Update）として知られるメッセージを使用して、ホームエージェントへの気付アドレスの登録を行う。これにより、ホームエージェントは、モバイルノードのホームアドレスと気付アドレスとの間のバインディングを生成することが可能となる。ホームエージェントは、モバイルノードのホームアドレスに向けられたメッセージをインターセプト（intercept）し、パケットのカプセル化（あるパケットを新たなパケットのペイロードとすることであり、パケットトンネリングとしても知られている）を用いて、そのパケットをモバイルノードの気付アドレスに転送する機能を担っている。

【０００４】

一方、無線デバイスの台数の増加はさらに加速しており、モビリティ技術において、新たな技術分野（class）が現れるであろうことが予想される。その１つが、ノードを含むネットワーク全体が、そのまま接続ポイントを変えるネットワークモビリティ（すなわち、ＮＥＭＯ）である。個々のホスト用のモビリティサポートの概念を、ノードを含むネットワーク用のモビリティサポートに拡張した場合、移動を行うネットワークに係る解決策は、モバイルネットワークがインターネットに対してどの接続ポイントで接続している場合でも、プライマリグローバルアドレスでモバイルネットワーク内のノードに到達可能とすることができる機構の提供を目的としている。

【０００５】

ＩＥＴＦでは、現在、下記の非特許文献２に記載されているように、ネットワークモビリティに対する解決策が展開されている。ここでは、モバイルルータがホームエージェントに対してＢＵを送信する際に、モバイルルータによって、モバイルネットワーク内のノードが使用しているネットワークプリフィックスが指定される。このネットワークプリフィックスは、ＢＵに挿入されるネットワークプリフィックスオプションとして知られる特別なオプションを使用して指定される。これにより、ホームエージェントは、プリフィックスに基づくルーティングテーブルを構築し、その結果、ホームエージェントは、こうしたプリフィックスを有する送信先に送信されるパケットを、モバイルルータの気付アドレスに転送することが可能となる。

【０００６】

また、トンネリング技術を使用することによって、ホームエージェントを利用したホスト及びネットワークモビリティサポートが提供される。しかしながら、これによって、準最適化（サブオプティマル）又はドッグレッグルーティングとして知られる問題が生じることとなる。この問題は、モバイルノードが通信相手ノードであるコレスポンデントノード（ＣＮ：Correspondent Node）と通信を行う際、それらの間において送信されるパケットが、モバイルノードからコレスポンデントノードへのダイレクトな経路を経由するのではなく、ホームエージェントを経由しなければならないことにより生じる。モバイルノードがそのホームエージェントから遠く離れている場合には、このようなドッグレッグルーティングによって、通信は非効率となり、パケットの遅延が増大する。

【０００７】

上述の状況に基づいて、非特許文献１には、モバイルノードがＢＵをコレスポンデントノードに送信することができる旨が記載されている。コレスポンデントノードが、モバイ

ルノードのホームアドレスと気付アドレスとのバインディングを把握した場合、それらの間で伝送されるパケットは、モバイルノードの気付アドレスに直接送受信される（ホームエージェントを経由せずに）。しかし、これには、コレスポンデントノードによって、モバイルＩＰが理解されてサポートされる必要がある。さらに、モバイルノードが、多数のコレスポンデントノードと通信を行う必要がある場合には、その実行が必要となるバインディングアップデートの回数は、飛躍的に増大する。なお、コレスポンデントノードに対してＢＵを送信するためには、モバイルノードは、ＢＵメッセージの送信に先立って、モバイルノードとコレスポンデントノードとの間で２つの特別なパケット交換を伴うリターンルータビリティ（RR：Return Routability）手順を実行する必要がある。送信される特別なパケットは、モバイルノードからコレスポンデントノードに送信されるホームテストイニット（ＨｏＴＩ）メッセージ、及び、気付テストイニット（ＣｏＴＩ）メッセージと、ＨｏＴＩメッセージ及びＣｏＴＩメッセージのそれぞれの応答としてコレスポンデントノードから送信されるホームテスト（ＨｏＴ）メッセージ、及び、気付テスト（ＣｏＴ）メッセージである。

【０００８】

上述の問題を解決するため、例えば、下記の特許文献１及び特許文献２には、モバイルＩＰｖ４で定義されているフォーリンエージェントとして知られるエンティティが記載されている。これらの解決策では、コレスポンデントノード自体がモバイルであることが前提とされ、その結果、コレスポンデントノードがフォーリンエージェントの配下に接続する。そして、経路最適化を達成するために、モバイルノードのフォーリンエージェントと、コレスポンデントノードのフォーリンエージェントとの間でトンネルが確立される。しかしながら、これらの解決策はモバイルＩＰｖ４に特有である。モバイルＩＰｖ６では、フォーリンエージェントの概念は存在せず、モバイルＩＰｖ６やネットワークモビリティへのこれらの解決策の適用方法は不明瞭であるが、おそらく、フォーリンエージェントのように機能するエンティティを設ける必要が生じることになる。また、下記の特許文献３や非特許文献３に開示されている解決策も、上述の解決策と類似している。

【０００９】

下記の特許文献３には、モバイルノードがコレスポンデントノードに対して送信したＨｏＴＩメッセージ及びＣｏＴＩメッセージをインターセプトするルーティング最適化プロキシが開示されている。ルーティング最適化プロキシは、コレスポンデントノードに代わって、リターンルータビリティ手順を遂行する。

【００１０】

また、非特許文献３には、コレスポンデントルータ（ＣＲ：Correspondent Router）が記載されている。モバイルノードがコレスポンデントノードとの間で経路最適化を実行しようとした場合に、モバイルノードは、最初に、対象となるコレスポンデントノードを取り扱っている（代理している）適切なコレスポンデントルータの発見を試みる。コレスポンデントルータが決定された場合には、モバイルノードは、バインディングアップデートをコレスポンデントルータに送信する。これ以降は、モバイルノードからコレスポンデントノードに送信されるパケットは、コレスポンデントルータにトンネルされ、コレスポンデントルータは、パケットの脱カプセル化を行って、そのパケットをコレスポンデントノードに転送する。また同様に、コレスポンデントノードからモバイルノードに送信されるパケットも、コレスポンデントルータによってインターセプトされ、コレスポンデントルータは、そのパケットをモバイルノードにトンネルする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１１】

【特許文献１】Keiichi Shimizu and Yusuke Kinoshita, “Route Optimization Method and Agent Apparatus”, US Patent Application 20020009066A1, 29 May 2001.

【特許文献２】Jarno Rajahalme, “Route Optimizing Mobile IP Providing Location Privacy”, WO 2004/010668, 19 July 2002.

【特許文献３】Cedric Westphal, “Routing Optimization Proxy in IP Networks”, US Patent Application 20040095913A1, 20 Nov 2002.
【非特許文献】
【００１２】
【非特許文献１】Johnson, D. B., Perkins, C. E., and Arkko, J., "Mobility Support in IPv6", Internet Engineering Task Force (IETF) Request For Comments (RFC) 3775, June 2004.
【非特許文献２】Devarapalli, V., et. al., "NEMO Basic Support Protocol", IETF Internet Draft: draft-ietf-nemo-basic-03.txt, Work-In-Progress, June 2004.
【非特許文献３】Ryuji Wakikawa and Masafumi Watari, “Optimized Route Cache Protocol”, IETF Internet Draft: draft-wakikawa-nemo-orc-00.txt, Work-In-Progress, July 2004.
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１３】
しかしながら、上述した特許文献３に開示されている解決策は、コレスポンデントノードが送信先アドレスの変更を行う必要があり、現在のモバイルＩＰｖ６の仕様において、どのように動作するかが不明瞭である。すなわち、ここでは、コレスポンデントノードは、依然として、例えばバインディングキャッシュエントリ（ＢＣＥ）などの必要なデータ構造と共に、経路最適化手続きの機能性を実現していなければならないことが暗示されている。また、コレスポンデントノード自体がモバイルな場合に、この開示されている解決策がどのように動作するかに関しても不明瞭である。
【００１４】
また、上述した非特許文献３に開示されている解決策は、簡単な方法で経路最適化を提供するもののであるが、考慮すべき問題がいくつか存在する。第１に、ここでは、モバイルノードがコレスポンデントルータを発見する必要があるので、モバイルノードの負荷が増大するという問題がある。第２に、モバイルノードがマルチキャストアドレスを使用してコレスポンデントルータを発見するため、最適なコレスポンデントルータが選択される保証がないという問題がある。第３に、モバイルノードが、選択されたコレスポンデントルータが悪意あるノードではなく、本当に、正当なコレスポンデントルータであることをどのようにして検証するかに関して、全く言及されていないという問題がある。
【００１５】
本発明は、従来技術における上述の不利益や短所を解決するか、あるいは少なくとも実質的に改善することを目的とする。特に、本発明は、コレスポンデントノードがモバイルＩＰｖ６に記載されているような経路最適化の機能性をサポートしているか否かにかかわらず、経路最適化を達成する手段を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１６】
上記目的を達成するために、本発明によれば、通信相手ノードと、配下のネットワークに存在する前記通信相手ノードの代理を行うことが可能なコレスポンデントルータと、経路の最適化を行う機能を有し、前記通信相手ノードと通信を行う通信ノードとを有する通信システムであって、
前記通信ノードは、前記通信相手ノードとの経路の最適化の過程においてＣｏＴＩメッセージ又はＨｏＴＩメッセージである所定のメッセージを送信し、
前記通信相手ノードは、受信した前記所定のメッセージに応じて、前記コレスポンデントルータに関する情報を含む応答メッセージを送信する通信システムが提供される。
【００１７】
また、上記目的を達成するために、配下のネットワークに存在するネットワークノードの代理を行うことが可能なコレスポンデントルータの配下のネットワークに存在し、経路の最適化を行う機能を有する通信ノードと通信する通信相手ノードであって、

前記通信ノードと前記通信相手ノードとの間の経路の最適化の過程において前記通信ノードから送信されるＣｏＴＩメッセージ及びＨｏＴＩメッセージのいずれか一方又は両方である所定のメッセージを受信する受信手段と、

受信した前記所定のメッセージに応じて、前記コレスポンデントルータに関する情報を含む応答メッセージを送信する送信手段とを、

有する通信相手ノードが提供される。

また、上記目的を達成するために、本発明によれば、経路の最適化を行う機能を有し、通信相手ノードと通信を行う通信ノードであって、

前記通信相手ノードとの経路の最適化の過程においてＣｏＴＩメッセージ又はＨｏＴＩメッセージである所定のメッセージを送信する送信手段と、

前記所定のメッセージに応じて前記通信相手ノードが送信した、前記通信相手ノードの代理を行うことが可能なコレスポンデントルータに関する情報を含むメッセージを受信する受信手段と、

前記受信手段が受信した前記コレスポンデントルータに関する情報を含む前記メッセージから前記コレスポンデントルータに関する情報を抽出する抽出手段とを、

有し、

前記送信手段は、前記抽出手段が抽出した前記コレスポンデントルータに関する情報に基づき、前記コレスポンデントルータとの経路の最適化の過程において、前記所定のメッセージを前記コレスポンデントルータへ送信する通信ノードが提供される。

【発明の効果】

【００１８】

本発明は、上記構成を有しており、通信ノード（例えば、モバイルノードやモバイルルータ）と、その通信相手ノード（コレスポンデントノード）との間において、コレスポンデントルータを利用して経路最適化が行われる場合に、最適なコレスポンデントルータの発見や、最適な経路の選択を行うことが可能となるという効果を有している。また、特に、コレスポンデントノードがモバイルＩＰｖ６をサポートしているか否かにかかわらず、モバイルノードやモバイルルータと、コレスポンデントノードとの間において、経路最適化を実行可能とするという効果を有している。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】本発明の実施の形態におけるシステム構成の一例を示す図

【図２】本発明の実施の形態におけるメッセージ交換のシーケンスの第１の例を示す図

【図３】本発明の実施の形態におけるメッセージ交換のシーケンスの第２の例を示す図

【図４】本発明の実施の形態におけるメッセージ交換のシーケンスの第３の例を示す図

【図５】本発明の実施の形態において、特定のコレスポンデントルータが複数のＣＲ－Ｒｉｎｇに参加しているシステム構成の一例を示す図

【図６】本発明の実施の形態におけるメッセージ交換のシーケンスの第４の例を示す図

【図７】本発明の実施の形態におけるＣＲ－Ｒｅｑメッセージのフォーマットの一例を示す図

【図８】本発明の実施の形態におけるＣＲ－Ｒｅｓメッセージのフォーマットの一例を示す図

【図９】本発明の実施の形態におけるバインディングアップデートメッセージのフォーマットの一例を示す図

【図１０】本発明の実施の形態におけるバインディングアクノレッジメントメッセージのフォーマットの一例を示す図

【図１１】本発明の実施の形態におけるＲＢＵメッセージのフォーマットの一例を示す図

【図１２】本発明の実施の形態におけるＲＢＡメッセージのフォーマットの一例を示す図

【図１３】本発明の実施の形態におけるＲＲｅｑメッセージのフォーマットの一例を示す図

【図１４】本発明の実施の形態におけるＲＲｅｓメッセージのフォーマットの一例を示す

図
【図１５】本発明の実施の形態におけるホームエージェント又はコレスポンデントルータが、受信したパケットの処理を行う際に使用されるフローチャート
【図１６】本発明の実施の形態におけるメッセージ交換のシーケンスの第５の例を示す図
【図１７】本発明の実施の形態におけるＵＳＥ－ＣＲメッセージのフォーマットの一例を示す図
【図１８】本発明の実施の形態において、モバイルノード／ルータとモバイルルータの配下に存在するコレスポンデントノードとの間の経路が最適化されていない状態を示す図
【図１９】本発明の実施の形態において、モバイルノード／ルータとモバイルルータの配下に存在するコレスポンデントノードとの間の経路が準最適化されている状態を示す図
【図２０】本発明の実施の形態において、モバイルノード／ルータとモバイルルータの配下に存在するコレスポンデントノードとの間の経路が最適化されている状態を示す図
【図２１】本発明の実施の形態におけるＣＲ－Ｒｉｎｇ内のコレスポンデントルータ又はホームエージェントの好適な機能アーキテクチャを示す図
【図２２】本発明の実施の形態におけるモバイルノード／ルータの好適な機能アーキテクチャを示す図
【図２３】本発明の実施の形態におけるＣＲ－Ｒｉｎｇのメンバーであるモバイルノード／ルータの好適な機能アーキテクチャを示す図
【図２４】本発明の実施の形態におけるＵＳＥ－ＣＲメッセージを送信することが可能なコレスポンデントノードの好適な機能アーキテクチャを示す図
【発明を実施するための形態】
【００２０】
以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について説明する。図１には、コレスポンデントルータ（ＣＲ）１４１～１４４が、グローバルネットワーク（例えば、インターネット）１００上に分散して存在している状態が図示されている。また、各コレスポンデントルータ１４１～１４４は、インターネットなどのグローバルネットワーク１００において、ネットワークを取り扱っている。なお、コレスポンデントルータによって取り扱われるネットワークは、コレスポンデントネットワークと呼ばれる。コレスポンデントネットワークでは、コレスポンデントルータは、コレスポンデントネットワーク内のノードに対して、コレスポンデントルータ機能（更に可能であれば、ホームエージェント機能も）を提供する。例えば、図１に図示されているように、コレスポンデントルータ１４２は、コレスポンデントネットワーク１１０を有している。これは、コレスポンデントルータ１４２が、コレスポンデントネットワーク１１０内のノード（例えば、コレスポンデントノード（ＣＮ）１６０）から特定のアドレスに送信されるパケットをインターセプトすることが可能であるとともに、任意の送信元から、そのコレスポンデントネットワーク１１０内の送信先へのパケットを転送することができなければならないことを意味している。また、これは、通常、コレスポンデントルータがコレスポンデントネットワークの境界ゲートウェイであることを意味しているが、コレスポンデントルータは、コレスポンデントネットワーク内に経路を設けることも可能であり、これによって、コレスポンデントルータが境界ゲートウェイではない場合でも、コレスポンデントルータは、コレスポンデントネットワーク内のノードから特定の送信先に送信されるパケットをインターセプトできることが保証される。
【００２１】
ここで、モバイルノード（ＭＮ）１２５とコレスポンデントノード１６０との間のトラフィックに関する経路最適化を考える。なお、本発明は、モバイルネットワーク１０２とコレスポンデントノード１６０との間のトラフィックのために、モバイルルータ（ＭＲ）１２０に対しても適用することが可能である。なお、以下では、モバイルノード１２５及びモバイルルータ１２０のいずれか一方を示す記載として、モバイルノード１２０／１２５、あるいはモバイルノード／ルータを使用することもある。また、ホームエージェント（ＨＡ）１４０は、モバイルノード１２０／１２５のホームエージェントとして機能して

おり、コレスポンデントルータ１４２は、コレスポンデントノード１６０を含むコレスポンデントネットワーク１１０を取り扱っている。

【００２２】

以下では、モバイルノード１２０／１２５が、コレスポンデントノードとの間で経路最適化を試みる際に、コレスポンデントルータ１４２に関する情報を取得するためのシステムや方法について説明する。本発明の好適な実施の形態の１つとして、コレスポンデントルータが相互に協同するシステムが、コレスポンデントルータリング（ＣＲ－Ｒｉｎｇ）を作ることによって、上記の目的が達成される。ＣＲ－Ｒｉｎｇの各メンバーは、どのコレスポンデントルータがどのコレスポンデントノードに代わって経路最適化を実行することができるかに関する情報を有している。このとき、図１において、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４の各メンバーは、モバイルノード１２０／１２５に対して、コレスポンデントノード１６０のための実際のコレスポンデントルータ（すなわち、コレスポンデントルータ１４２）を通知することが可能である。また、この実施の形態の派生例としては、モバイルノード１２０／１２５のホームエージェント１４０がＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４のメンバーであり、モバイルノード１２０／１２５に対して、このコレスポンデントルータ１４２を通知する。また、この実施の形態の別の派生例としては、モバイルノード１２０／１２５自身が、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４のメンバーである。

【００２３】

また、本発明の別の好適な実施の形態では、コレスポンデントノード１６０が、自身に代わって経路最適化を実行することができるコレスポンデントルータ（すなわち、コレスポンデントルータ１４２）を把握している。この場合には、コレスポンデントノード１６０自身が、モバイルノード１２０／１２５への通知を行う。

【００２４】

以下、これらの実施の形態及び派生例に関して、詳細に説明する。なお、以下の説明では、本発明を詳細に理解できるように、特定の数、時間、構造、その他のパラメータなどが詳しく説明されるが、こうした詳細な設定は一例であり、当業者にとっては、こうした特定の詳細な設定を行わなくても、本発明が実現可能であることは明白である。

【００２５】

本発明の好適な実施の形態の１つでは、コレスポンデントルータ１４１～１４４は、相互に協同しており、コレスポンデントルータリング（ＣＲ－Ｒｉｎｇ）１０４を形成している。また、ホームエージェント１４０も、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４のメンバーの一員である。この場合、ホームエージェント１４０自身も、コレスポンデントルータ機能を提供することが可能である。ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４では、各メンバーが、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４のすべてのメンバーに関するリストを有している。また、さらに、このリストには、コレスポンデントネットワークのネットワークプリフィックスも記されている。なお、以下では、このプリフィックスをコレスポンデントプリフィックスと呼ぶことにする。さらに、このリストには、リスト上の各メンバーとの間でセキュリティ関係を確立するために必要な情報（例えば、メンバーの公開鍵）が含まれていることが望ましい。なお、管理者が、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４の各メンバーに、このリストを手動で分配することも可能であり、また、コンテンツ配信プロトコル（異なるウェブサーバ間のウェブコンテンツの同期化に利用されるプロトコル）などを用いて、定期的にリストの更新が行われるようにすることも可能である。なお、以下では、任意の方法で設定された上述のようなリストを、ＣＲ－リスト（ＣＲ－Ｌｉｓｔ）と呼ぶことにする。

【００２６】

また、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４は、インターネットサービスプロバイダ（ＩＳＰ：Internet Service Provider）が、これらの協同関係にあるコレスポンデントルータ及びホームエージェントを配置することによって手動で形成されてもよく、また、サービスプロバイダのグループ同士が相互に協同して、コレスポンデントルータサービスを提供する関係を作ることによって、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４が形成されてもよい。

【００２７】

図２には、モバイルノード１２０／１２５とコレスポンデントノード１６０との間におけるパケットの経路最適化が実現されるまでのメッセージ交換のシーケンスが図示されている。モバイルノード１２０／１２５が、コレスポンデントノード１６０に対して送信するデータパケット（データ）２０２を有しているが、コレスポンデントノード１６０への経路が最適化されていないことに気付いたとする。この場合、データパケット２０２は、アウタパケット（トンネル化されたデータ）２０１によってホームエージェント１４０にトンネルされる。アウタパケット２０１には、モバイルノード１２０／１２５が、コレスポンデントルータリクエスト（ＣＲ－Ｒｅｑ：Correspondent Router Request）と呼ばれるモビリティヘッダオプションを付加する。このＣＲ－Ｒｅｑによって、モバイルノード１２０／１２５が、インナパケット（データ）２０２に記載されている送信先（すなわち、コレスポンデントノード１６０）にとって適切なコレスポンデントルータとの間における経路最適化を開始することを所望している旨が、ホームエージェント１４０に示される。

【００２８】

ホームエージェント１４０は、このパケット２０１を受信した場合に脱カプセル化を行い、コレスポンデントノード１６０に対してインナパケット２０２を送信する。また、ホームエージェント１４０は、アウタパケット２０１に埋め込まれているＣＲ－Ｒｅｑの処理を行った後、ＣＲ－リスト内のどのコレスポンデントルータが、コレスポンデントノード１６０が存在しているネットワークを取り扱っているかを調べるため、そのＣＲ－リストをチェックする（図２における処理２０３）。ホームエージェント１４０は、適切なコレスポンデントルータ１４２を発見した場合には、コレスポンデントルータ１４２に対して、リングバインディングアップデート（ＲＢＵ：Ring Binding Update）メッセージ２０４を送信する。このＲＢＵメッセージ２０４によって、モバイルノード１２０／１２５のホームアドレスと気付アドレスとの現在のバインディングが、コレスポンデントルータ１４２に通知される。なお、ホームエージェント１４０とコレスポンデントルータ１４２との間に確立されているセキュリティ関係によって、ＲＢＵメッセージ２０４を保護することが可能である。ＲＢＵメッセージ２０４の検証後、コレスポンデントルータ１４２は、このバインディングを受け入れるとともに、ホームエージェント１４０に対して、リングバインディングアクノレッジメント（ＲＢＡ：Ring Binding Acknowledgement）メッセージ２０５による応答を行う。そして、これ以降、コレスポンデントルータ１４２は、モバイルノード１２０／１２５から直接、トンネル化されたパケットを受信することが可能となる。

【００２９】

また、ホームエージェント１４０は、コレスポンデントルータ１４２が存在している旨をモバイルノード１２０／１２５に通知するためのコレスポンデントルータレスポンス（ＣＲ－Ｒｅｓ）メッセージ２０６を、モバイルノード１２０／１２５に対して送信する。ＣＲ－Ｒｅｓメッセージ２０６は、コレスポンデントルータ１４２に関する情報を含むコレスポンデントルータオプション（ＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎ）を有している。そして、これ以降、モバイルノード１２０／１２５は、コレスポンデントノード１６０に送信するパケットをトンネル化して、コレスポンデントルータ１４２に直接パケットを送信することが可能となる。この処理は、図２において、トンネルパケット（トンネル化されたデータ）２０７によるデータパケット（データ）２０８のカプセル化によって図示されている。コレスポンデントルータ１４２は、このようなトンネルパケット２０７を受信した際には、インナパケット２０８に脱カプセル化して、このインナパケット２０８を送信先（コレスポンデントノード１６０）に送信する。また、同様に、コレスポンデントルータ１４２は、モバイルノード１２０／１２５に送信されるパケットをインターセプトして、モバイルノード１２０／１２５の気付アドレスに直接トンネルする。この処理は、図２において、コレスポンデントノード１６０から送信されるデータパケット（データ）２０９をトンネルパケット（トンネル化されたデータ）２１０によってカプセル化することによって示されている。

【００３０】
なお、上述の説明では、経路最適化を求める要求はモバイルノード１２０／１２５から開始されているが、ホームエージェント１４０が主導的に、モバイルノード１２０／１２５からの要求がない場合でも、ホームエージェント１４０が、モバイルノード１２０／１２５に対して、使用可能なコレスポンデントルータを勧めることも可能である。この例に関しては、以下に説明する図３に図示されている。
【００３１】
図３に示す経路最適化方法は、例えば、モバイルノード１２０／１２５とコレスポンデントノード１６０との間における経路最適化が通常の方法では確立不可能であったり、あるいは、ホームエージェント１４０による経路最適化の支援が率先して行われるように通信システムが設定されていたりする場合などにおいて行われる。なお、モバイルノード１２０／１２５とコレスポンデントノード１６０との間で経路最適化に係る処理が行われており、この際に、ホームエージェント１４０が、例えば、コレスポンデントノード１６０からモバイルノード１２０／１２５に送信されるＨｏＴメッセージを、後述のデータパケット３０１と認識して、図３に示すホームエージェント主導の経路最適化を行ってしまう可能性がある。したがって、ホームエージェント１４０が主導的に経路最適化の支援を行う場合には、ホームエージェント１４０による経路最適化と、モバイルノード１２０／１２５による通常の経路最適化処理とが並行して行われないようにするためのルールを定めたり、さらには、これらの経路最適化の実行が適切な順序（例えば、モバイルノード１２０／１２５による経路最適化の実行が失敗に終わった場合に、ホームエージェント１４０による経路最適化の実行に切り換え）で行うための優先制御が行われるようにしたりすることが望ましい。
【００３２】
図３では、コレスポンデントノード１６０からモバイルノード１２０／１２５に対して、データパケット（データ）３０１が送信される。データパケット３０１がモバイルノード１２０／１２５のホームアドレスあてに送信された場合には、そのデータパケット３０１は、モバイルノード１２０／１２５のホームネットワークを経由して、ホームエージェント１４０によりインターセプトされる。このパケットをインターセプトしたホームエージェント１４０は、最適化された経路が使用されなかった旨を把握する（さもなければ、パケットはホームネットワークに向かう経路を取らない）。そして、図３の処理３０２に示されているように、ホームエージェント１４０は、自身のＣＲ－リストをチェックして、データパケット３０１の送信元アドレスによって特定されるノード（すなわち、コレスポンデントノード１６０）に適切なコレスポンデントルータ（コレスポンデントルータ１４２）を発見（決定）する。そして、ホームエージェント１４０は、コレスポンデントルータ１４２に対してＲＢＵメッセージ３０３を送信して、モバイルノード１２０／１２５のホームアドレスと気付アドレスとのバインディングをコレスポンデントルータ１４２に通知する。なお、ホームエージェント１４０がコレスポンデントルータ１４２に関するセキュリティパラメータを把握できる場合には、ＲＢＵメッセージ３０３はセキュアなものとなり得る。そして、ホームエージェント１４０は、ＲＢＵメッセージ３０３に対する承認であるＲＢＡメッセージ３０４を受け取った後、モバイルノード１２０／１２５に対して、データパケット３０１をトンネルする。また、このトンネルを行う際に、ホームエージェント１４０は、トンネルパケット（トンネル化されたデータ）３０５のモビリティヘッダにＣＲ－Ｒｅｓメッセージを付加する。ＣＲ－Ｒｅｓメッセージは、経路最適化が望まれる場合にはコレスポンデントルータ１４２が使用されるべきである旨をモバイルノード１２０／１２５に示すＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎを運ぶ。なお、これ以降は、モバイルノード１２０／１２５とコレスポンデントノード１６０との間で最適化された経路が実際に確立され、モバイルノード１２０／１２５は、コレスポンデントノード１６０に送信するパケットを、コレスポンデントルータ１４２に対して直接トンネルすることが可能となる。この処理は、図３において、トンネルパケット（トンネル化されたデータ）３０６によるデータパケット（データ）３０７のカプセル化によって示されている。コレスポンデントル

ータ１４２は、このようなトンネルパケット３０６を受信した際には、インナパケット３０７に脱カプセル化し、このインナパケット３０７を送信先（コレスポンデントノード１６０）に送信する。また、同様に、コレスポンデントルータ１４２は、モバイルノード１２０／１２５に送信されるパケットをインターセプトして、モバイルノード１２０／１２５の気付アドレスにパケットを直接トンネルする。この処理は、図３において、コレスポンデントノード１６０から送信されるデータパケット（データ）３０８をトンネルパケット（トンネル化されたデータ）３０９でカプセル化することによって示されている。

【００３３】

モバイルノード１２０／１２５は、新たな接続ポイントに移動した場合、自身のホームエージェント（すなわち、ホームエージェント１４０）に対して、新たなＢＵメッセージを送信して新たな気付アドレスを通知する必要がある。また、他のノードとの間における現在の経路最適化を維持するためには、モバイルノード１２０／１２５は、従来と同様に、各ノードに対してＢＵメッセージを送信する必要がある。また、モバイルノード１２０／１２５が多数のノードとの間で経路最適化を行っている場合には、モバイルノード１２０／１２５のトラフィックが一時的に増加する。しかしながら、通常、モバイルノード１２０／１２５によるグローバルネットワーク１００への接続はワイアレスであって、帯域に制限があるので、このトラフィックの一時的な増加は望ましいものではない。本発明では、ホームエージェント１４０が、モバイルノード１２０／１２５に代わってＢＵメッセージを送信できるようにすることによって、上記の問題に対する解決を図る。モバイルノード１２０／１２５に代わってＢＵメッセージを送る場合には、ホームエージェント１４０は、２つの異なる手法を取ることが可能である。第１の手法では、ホームエージェント１４０は、モバイルノード１２０／１２５が経路最適化を実行している相手となっている各コレスポンデントルータに対して、個別にメッセージを送信することが可能である。また、第２の手法では、ホームエージェント１４０は、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４全体に対して、１つのバインディングアップデートメッセージをブロードキャストすることが可能である。

【００３４】

まず、上述した第１の手法について詳細に説明する。これは、図４に示すメッセージシーケンス図によって例示される。モバイルノード１２０／１２５は、新たな接続ポイントに移動した後、ホームエージェント１４０に対して、新たな気付アドレスを通知するためのＢＵメッセージ４０１を送信する。また、モバイルノード１２０／１２５は、ＢＵメッセージ４０１内に、１つ以上のコレスポンデントルータリレー（ＣＲ－Ｒｅｌａｙ）オプションを付加する。各ＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションによって、モバイルノード１２０／１２５が現在経路最適化を維持しているコレスポンデントルータが特定される。また、モバイルノード１２０／１２５は、ＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションによって、特定されるコレスポンデントルータのうちのどのコレスポンデントルータの優先度が高いかを示すことも可能である。図４に使用されている例では、モバイルノード１２０／１２５は、ＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションに、コレスポンデントルータ１４１、１４２、１４３を明記している。また、これらのうち、コレスポンデントルータ１４２、１４３に優先権がある旨が示されている。

【００３５】

ホームエージェント１４０は、ＢＵメッセージ４０１を受信した場合には、ＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションに記載されているコレスポンデントルータに対して、新たなバインディング情報の送信を開始する。ここでは、コレスポンデントルータ１４２、１４３のそれぞれに対して、ＲＢＵメッセージ４０２、４０４の送信が行われる。なお、これらのコレスポンデントルータ１４２、１４３には、例えば、優先権を示すマークが付されているので、まず、ＲＢＵメッセージ４０２、４０４が、これらのコレスポンデントルータ１４２、１４３に送信される。そして、ホームエージェント１４０は、コレスポンデントルータ１４２、１４３のそれぞれからＲＢＡメッセージ４０３、４０５を受信すると、モバイルノード１２０／１２５に対して、ＢＡメッセージ４０６をすぐに送信する。このＢＡメッセ

ージ４０６には、コレスポンデントルータ１４２、１４３のそれぞれに関する情報を有する２つのＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎが含まれており、これによって、モバイルノード１２０／１２５に対して、コレスポンデントルータ１４２、１４３が新たなバインディングを受けたことが通知される。また、ホームエージェント１４０は、ＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションに記載されているコレスポンデントルータのうち、優先権を示すマークが付されていない残りのコレスポンデントルータに対して、ＲＢＵメッセージを送信する。なお、図４の例では、コレスポンデントルータ１４１のみ、優先権を示すマークが付されていない場合が示されており、したがって、ＲＢＵメッセージ４０７が、コレスポンデントルータ１４１に対して送信される。そして、コレスポンデントルータ１４１からＲＢＡメッセージ４０８を受信したホームエージェント１４０は、コレスポンデントルータ１４１がバインディングを受けた旨をモバイルノード１２０／１２５に通知するために、ＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎを含むＣＲ－Ｒｅｓメッセージ４０９をモバイルノード１２０／１２５に送信する。

【００３６】

なお、例えば、モバイルノード１２０／１２５の移動やその他の理由によって、コレスポンデントノード１６０に代わってモバイルノード１２０／１２５との間で最適化された経路を確立している現在のコレスポンデントルータよりも、より適切なコレスポンデントルータが存在している可能性もある。上記のように、より適切なコレスポンデントルータが存在することを把握したホームエージェント又はコレスポンデントルータは、より適切なコレスポンデントルータとモバイルノード１２０／１２５との間における経路最適化の支援を行うことが可能である。また、より適切なコレスポンデントルータが存在するか否かを確認するために、ＣＲ－リストの検索や、ＣＲ－Ｒｉｎｇに参加している他のコレスポンデントルータに対して問い合わせを行うことも可能である。

【００３７】

また、１つのコレスポンデントルータが、複数のＣＲ－Ｒｉｎｇに参加することも可能である。図５には、コレスポンデントルータ１４４が、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４、５０４の両方に参加している場合が図示されている。なお、ＣＲ－Ｒｉｎｇ５０４には、他のコレスポンデントルータ５４１、５４２が存在している。また、コレスポンデントルータ５４２は、コレスポンデントノード５６０を含むコレスポンデントネットワーク５１０を有している。このような状況で、ホームエージェント１４０が、特定のコレスポンデントノード（例えば、コレスポンデントノード５６０）に適切なコレスポンデントルータの位置を見つけることができない場合には、そのＣＲ－Ｒｉｎｇ（すなわち、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４）内のすべてのメンバーに対して、他のＣＲ－Ｒｉｎｇ内に適切なコレスポンデントルータを発見することができるかどうかを確認するための問い合わせを行うことが可能である。この手順は、図６のメッセージシーケンスに図示されている。

【００３８】

図６において、モバイルノード１２０／１２５は、コレスポンデントノード５６０に対して、パケット（データ）６０２を送信している。モバイルノード１２０／１２５は、まだコレスポンデントノード５６０を取り扱っているコレスポンデントルータを把握しておらず、パケット（インナパケット）６０２をパケット（トンネルパケット、アウタパケット）６０１でカプセル化して、自身のホームエージェント１４０に対してトンネルする（データのトンネル化）。なお、トンネルパケット６０１には、モバイルノード１２０／１２５によってＣＲ－Ｒｅｑメッセージが付加される。パケット６０１を受信したホームエージェント１４０は、パケットの脱カプセル化を行い、コレスポンデントノード５６０に対してインナパケット６０２を送信する。ホームエージェント１４０は、アウタパケット６０１のＣＲ－Ｒｅｑメッセージに気付き、自身のＣＲ－リストを参照して適切なコレスポンデントルータの検索を行うが、発見することはできない。そこで、ホームエージェント１４０は、そのＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４の他のメンバーに対して、リングリクエスト（又は、ＲＲｅｑ）メッセージ６０３を送信して、コレスポンデントノード５６０を取り扱うことができるコレスポンデントルータの探索を要求する。このとき、所定のタイムアウト時間を経ても応答が得られない場合には、ホームエージェント１４０は、コレスポンデン

トルータが発見されなかったと推測することができる。なお、ＲＲｅｑメッセージ６０３は、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４内のすべてのメンバーに送信されることが望ましい。これは、ＲＲｅｑメッセージ６０３を個別にＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４の各メンバーに送信することによって実現されるが、このとき、ホームエージェント１４０がネットワークに対して送信するパケットの量が増大してしまうので望ましくない。したがって、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４のメンバーが特定のマルチキャストグループに参加することがより望ましい手法であり、これによって、ホームエージェント１４０は、マルチキャストアドレスあてにＲＲｅｑメッセージ６０３を１つのみ送信することが可能となる。なお、ホームエージェント１４０は、ＲＲｅｑメッセージ６０３を１つのコレスポンデントルータ（例えば、コレスポンデントルータ１４４）にのみ送信してもよい。コレスポンデントルータ１４４が複数のＣＲ－Ｒｉｎｇのメンバーであることはあらかじめ分かっており、このようなコレスポンデントルータの選択が行われるように手動で設定されてもよい。

【００３９】

ＲＲｅｑメッセージ６０３を受信したコレスポンデントルータ１４４は、処理６０４に示されるように、自身のＣＲ－リストを検索して、ＣＲ－Ｒｉｎｇ５０４内に適切なコレスポンデントルータ５４２を発見する。そして、コレスポンデントルータ１４４は、ホームエージェント１４０に対して、リングレスポンス（すなわち、ＲＲｅｓ）メッセージ６０５を送信する。ＲＲｅｓメッセージ６０５には、コレスポンデントルータ５４２のコレスポンデントプリフィックスや、ホームエージェント１４０がコレスポンデントルータ５４２との間にセキュリティ関係を確立するために必要なセキュリティパラメータなどのコレスポンデントルータ５４２に関する情報が含まれている。なお、コレスポンデントルータ１４４は、自身のＣＲ－リスト内にホームエージェント１４０に関するセキュリティパラメータを有しており、ＲＲｅｓメッセージ６０５を保護することが可能である。ホームエージェント１４０は、このＲＲｅｓメッセージ６０５を受信した後、コレスポンデントルータ５４２に対してＲＢＵメッセージ６０６を送信して、モバイルノード１２０／１２５のホームアドレスと気付アドレスとのバインディングに関する情報を通知する。そして、ホームエージェント１４０は、ＲＢＵメッセージ６０６の承認としてＲＢＡメッセージ６０７を受信した後、モバイルノード１２０／１２５に対して、ＣＲ－Ｒｅｓメッセージ６０８を送信する。なお、経路最適化が望まれている場合には、ＣＲ－Ｒｅｓメッセージ６０８によって、コレスポンデントルータ５４２が使用されるべきである旨をモバイルノード１２０／１２５に示すＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎが運ばれる。これ以降、モバイルノード１２０／１２５とコレスポンデントノード５６０との間には、最適化された経路が事実上確立され、モバイルノード１２０／１２５は、コレスポンデントルータ５４２に対して、コレスポンデントノード５６０に送信されるパケットを直接トンネルすることが可能となる。この処理は、図６において、トンネルパケット（トンネル化されたデータ）６０９によるデータパケット（データ）６１０のカプセル化により示されている。このトンネルパケットを受信したコレスポンデントルータ５４２は、インナパケットを脱カプセル化して、そのインナパケットを送信先に送信する。また、同様に、コレスポンデントルータ５４２は、モバイルノード１２０／１２５に送信されてくるパケットのインターセプトも行って、このパケットをモバイルノード１２０／１２５の気付アドレスに対して直接トンネルする。この処理は、図６において、コレスポンデントノード５６０から送信されるデータパケット（データ）６１１をトンネルパケット（トンネル化されたデータ）６１２によってカプセル化する処理により示されている。

【００４０】

なお、上述では、説明を明瞭なものとするため、モバイルノードとモバイルルータとを同一なものとして取り扱っているが、実際には、モバイルルータに関しては、いくつかの相違点が存在する。第１に、モバイルルータ（例えば、モバイルルータ１２０）から、そのホームエージェント（例えば、ホームエージェント１４０）に送信されるＢＵメッセージには、モバイルネットワークのプリフィックス情報が含まれており、これによって、ホームエージェント１４０は、モバイルネットワーク１０２に送信されるパケットを、モバ

イルルータの現在の気付アドレスあてのパケットによってカプセル化して転送することが可能となる。また、ホームエージェント１４０は、ＲＢＵメッセージをコレスポンデントルータ（例えば、コレスポンデントルータ１４２）に送信する場合、ＲＢＵメッセージに、モバイルネットワークのプリフィックス情報を含めることも可能である。これによって、コレスポンデントルータ１４２は、モバイルネットワーク１０２に送信されるパケットをモバイルルータ１２０あてにカプセル化することが可能となる。第２に、コレスポンデントルータ１４２との間における経路最適化の実現によって、モバイルルータ１２０は、そのモバイルネットワーク１０２内のモバイルネットワークノード（例えば、モバイルネットワークノード（ＭＮＮ：Mobile Network Node）１２３、１２４）からコレスポンデントノード１６０に送信されるパケットをコレスポンデントルータ１４２に転送することが可能となる。すなわち、経路最適化の適用は、モバイルルータ１２０自身から発信されるパケットだけに制限されるものではない。

【００４１】

また、同様に、コレスポンデントルータは、通常、そのコレスポンデントネットワーク内の任意のノードに関する経路最適化を実現することも可能である。したがって、ＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎ内のコレスポンデントネットワークのネットワークプリフィックス情報（すなわち、コレスポンデントプリフィックス）は、モバイルノード（又は、モバイルルータ）に送信されることが有用な情報である。これにより、モバイルノード／ルータは、同一のコレスポンデントネットワークに属する他のノードへの通信に関し、自身とコレスポンデントルータとの間の最適化された経路を利用することが可能となる。

【００４２】

また、上述では、ホームエージェント１４０が、バインディングアップデートメッセージのＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎ内に記載されている各コレスポンデントルータに対して、個々のＲＢＵメッセージを送信することが仮定されているが、ホームエージェント１４０が、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４内にＲＢＵメッセージをブロードキャストして、複数のコレスポンデントルータへのアップデートを一度に行うことも可能である。しかしながら、各ＲＢＡメッセージは、依然として、それぞれのコレスポンデントルータから個別に送信される。この場合には、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４の各メンバーが特定のマルチキャストアドレスグループに参加することが望ましい手法である。このとき、ホームエージェント１４０は、このマルチキャストアドレスに対してＲＢＵメッセージを送信し、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４のすべてのメンバーがこのＲＢＵメッセージを受信する。なお、どのコレスポンデントルータがＲＢＡメッセージによって応答すべきであるかを示すコレスポンデントルータのリストが、ＲＢＵメッセージに挿入されることが望ましい。この手法では、ＲＢＵメッセージ内のリストに記載されているコレスポンデントルータが、モバイルノード１２０／１２５のホームアドレスと気付アドレスとのバインディングを把握して、ＲＢＡメッセージによる応答を行う。

【００４３】

また、モバイルノード１２０／１２５がＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４のメンバーであってもよい。これによれば、モバイルノード１２０／１２５の帯域幅を節約することはできないものの、ホームエージェント１４０が、コレスポンデントルータを検索して、代わりにバインディングアップデートを送信する必要がなくなる。したがって、モバイルノード１２０／１２５が、グローバルネットワーク１００への接続に十分に大きな帯域幅を有しており、また、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４のメンバーである場合には、モバイルノード１２０／１２５が、自身でコレスポンデントルータを検索することは容易である。

【００４４】

この際、モバイルノード１２０／１２５が、コレスポンデントノード（例えば、コレスポンデントノード１６０）との間で経路最適化の実現を試みる場合には、モバイルノード１２０／１２５は、まず、自身のＣＲ－リストをチェックして、コレスポンデントルータが存在するか否かを検索する。コレスポンデントルータ（例えばコレスポンデントルータ１４２）が発見できた場合には、モバイルノード１２０／１２５は、コレスポンデントル

ータ１４２にバインディングアップデートメッセージを送信して、コレスポンデントルータ１４２との間における経路最適化の設定を試みる。一方、コレスポンデントルータが発見できない場合には、モバイルノード１２０／１２５は、次に、ＣＲ－Ｒｉｎｇ１０４の他のメンバーに対してＲＲｅｑメッセージを送信し、ＲＲｅｓメッセージを待機する。なお、ここでは、特に、メッセージ交換のシーケンスを例示しないが、当業者にとって、図２、３、４に示される説明に基づくシーケンスと同様であることは明白である。

【００４５】

続いて、上述の説明において用いられているメッセージの詳細について説明し、各メッセージによって、どのような種類の情報が伝送されるかについて検討する。まず、ＣＲ－Ｒｅｑメッセージについて説明する。このメッセージは、モバイルノード／ルータがホームエージェントに対して、コレスポンデントルータの探索要求を行えるようにするためのメッセージである。このメッセージは、パケットのモビリティヘッダに埋め込まれる。なお、このメッセージは、ホームエージェントに対して単独パケット（standalone packet）として送信されることも可能であるが、コレスポンデントノードに送信される実際のデータパケットがカプセル化されたトンネルパケットに埋め込まれることが望ましい。図７には、ＣＲ－Ｒｅｑメッセージがトンネルパケット７００に埋め込まれた場合のパケット構造が図示されている。送信元アドレスフィールド７１０と送信先アドレスフィールド７２０には、それぞれモバイルノード／ルータの気付アドレスと、ホームエージェントのアドレスとが記載される。ＣＲ－Ｒｅｑメッセージはモビリティヘッダ７３０に置かれている。メッセージタイプフィールド７３１には、このモビリティヘッダ７３０がＣＲ－Ｒｅｑメッセージであることが示される。また、フラグフィールド７３２には、コレスポンデントノードのアドレスが明示的に記述されるか否かが示される。コレスポンデントノードのアドレスが明示的に記述される場合には、コレスポンデントノードのアドレスを含む付加的なＣＮアドレスフィールド７３３が置かれる。なお、コレスポンデントノードのアドレスが明示的に記述されない場合には、ホームエージェントは、インナパケット７４０の送信先アドレスフィールド７４２からコレスポンデントノードのアドレスを取得することが可能である。また、ＣＲ－Ｒｅｑメッセージが単独パケットとして送信される場合（トンネルパケットに埋め込まれていない場合）には、ＣＮアドレスフィールド７３３が置かれる必要があることは明らかである。

【００４６】

また、図８には、トンネルパケットに埋め込まれるのではなく、単独パケット８００として送信される場合のＣＲ－Ｒｅｓメッセージのパケット構造が図示されている。ＣＲ－Ｒｅｓメッセージは、ホームエージェントによって送信されるメッセージであり、コレスポンデントプリフィックスフィールド８４３に記載されるネットワークプリフィックスに属する任意のコレスポンデントノードとの間で経路最適化を行うために、モバイルノード／ルータに対して、ホームエージェントがＣＲアドレスフィールド８４２に記載されるコレスポンデントルータを使用することができる旨を通知するためのメッセージである。送信元アドレスフィールド８１０と送信先アドレスフィールド８２０には、それぞれホームエージェントのアドレスとモバイルノード／ルータの気付アドレスとが含まれている。ＣＲ－Ｒｅｓメッセージは、モビリティヘッダ８３０に置かれている。メッセージタイプフィールド８３１には、このモビリティヘッダがＣＲ－Ｒｅｓメッセージであることが示される。なお、各ＣＲ－Ｒｅｓメッセージには、１つ以上のＣＲ－オプション８４０が含まれ得る。オプションタイプフィールド８４１には、このオプションがＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎであることが示される。ＣＲアドレスフィールド８４２には、コレスポンデントルータのアドレスが含まれる。コレスポンデントプリフィックスフィールド８４３には、コレスポンデントルータによって取り扱われているコレスポンデントプリフィックスが含まれる。なお、図８には不図示であるが、コレスポンデントプリフィックスには、ＩＰアドレスとプリフィックスの長さ（プリフィックスレングス）とが含まれることが望ましい。

【００４７】

また、図９には、モバイルノード／ルータからホームエージェントに送信される、１つ

以上のＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションを含むバインディングアップデートメッセージ９００が図示されている。なお、バインディングアップデートメッセージ９００には、他にもフィールドが含まれているが、簡略化のため、図９には図示省略されている。これらの省略されたフィールドは、モバイルＩＰｖ６やネットワークモビリティプロトコルで規定されている内容が含まれている。送信元アドレスフィールド９１０と送信先アドレスフィールド９２０には、それぞれモバイルノード／ルータの気付アドレスと、ホームエージェントのアドレスとが記載される。また、バインディングアップデートメッセージ９００には、モビリティヘッダ９３０が含まれている。このモビリティヘッダ９３０は、このメッセージがバインディングアップデートメッセージであることを示すメッセージタイプフィールド９３１を有している。また、モバイルノード／ルータは、モバイルノード／ルータに代わってホームエージェントからコレスポンデントルータへのバインディングアップデートを送信してもらえるように、モビリティヘッダ９３０に１つ以上のＣＲ－Ｒｅｌａｙオプション９４０を挿入する。各ＣＲ－Ｒｅｌａｙオプション９４０には、このオプションがＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションであることを示すオプションタイプフィールド９４１、モバイルノード／ルータが経路最適化の維持を所望するコレスポンデントルータのアドレスが含まれるＣＲアドレスフィールド９４２、このコレスポンデントルータの優先度（優先権）を示す優先度フィールド９４３が含まれる。

【００４８】

また、図１０には、特定のコレスポンデントルータへのバインディングアップデートの送信に成功した旨を示すために、ホームエージェントからモバイルノード／ルータに送信される、１つ以上のＣＲオプションを有するバインディングアクノレッジメントメッセージ１０００が図示されている。なお、バインディングアクノレッジメントメッセージ１０００には、他にもフィールドが含まれているが、簡略化のため、図１０には図示省略されている。これらの省略されたフィールドは、モバイルＩＰｖ６やネットワークモビリティプロトコルで規定されている内容が含まれている。送信元アドレスフィールド１０１０と送信先アドレスフィールド１０２０には、それぞれホームエージェントのアドレスとモバイルノード／ルータの気付アドレスとが記載される。また、バインディングアクノレッジメントメッセージ１０００には、モビリティヘッダ１０３０が含まれている。このモビリティヘッダ１０３０は、このメッセージがバインディングアクノレッジメントメッセージであることを示すメッセージタイプフィールド１０３１を有している。ホームエージェントは、特定のコレスポンデントルータへのバインディングアップデートの送信が成功した旨を中継するために、モビリティヘッダ１０３０に１つ以上のＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎ８４０を挿入する。このＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎ８４０は先に説明したものであり、ここでは、詳細な説明を省略する。

【００４９】

通常の適用では、モバイルノード／ルータと、そのホームエージェントとの間には、あらかじめセキュリティ関係が確立されている。したがって、図８、９、１０では不図示であるが、ホームエージェントとモバイルノード／ルータとの間で送信される種々のパケットのモビリティヘッダ内に存在するＣＲ－ＲｅｓオプションやＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションは、セキュリティ保護が可能であり、また、セキュリティ保護されることが望ましい。

【００５０】

また、図１１には、モバイルノード／ルータのホームアドレスと気付アドレスとのバインディングを通知するために、モバイルノード／ルータに代わって、ホームエージェントからコレスポンデントルータに送信されるＲＢＵメッセージ１１００が図示されている。送信元アドレスフィールド１１１０と送信先アドレスフィールド１１２０には、それぞれホームエージェントのアドレスとコレスポンデントルータのアドレスとが記載される。また、ＲＢＵメッセージは、モビリティヘッダ１１３０に置かれている。メッセージタイプフィールド１１３１には、このモビリティヘッダがＲＢＵメッセージであることが示される。シーケンスナンバーフィールド１１３２には、ＲＢＵメッセージを識別するためのユニークな数が含まれる。なお、リプレイアタックから保護するため、シーケンスナンバー

は単調増加シーケンスであることが望ましい。また、ＭＮ ＨｏＡフィールド１１３３及びＭＮ ＣｏＡフィールド１１３４には、それぞれモバイルノード／ルータのホームアドレス及び気付アドレスが含まれる。なお、モバイルルータの場合には、ホームエージェントが、１つ以上のＭＮプリフィックスフィールド１１３５を加えることによって、コレスポンデントルータに対して、モバイルルータのモバイルネットワークのプリフィックスを通知することが望ましい。

【００５１】

また、図１２には、ＲＢＵメッセージの応答として、コレスポンデントルータからホームエージェントに対して送信されるＲＢＡメッセージ１２００が図示されている。送信元アドレスフィールド１２１０と送信先アドレスフィールド１２２０には、それぞれコレスポンデントルータのアドレスとホームエージェントのアドレスとが記載される。また、ＲＢＡメッセージは、モビリティヘッダ１２３０に置かれている。メッセージタイプフィールド１２３１には、このモビリティヘッダがＲＢＡメッセージであることが示される。シーケンスナンバーフィールド１２３２には、先に受信したＲＢＵメッセージと同一のシーケンスナンバー１１３２が含まれ、ＲＢＡメッセージ１２００がどのＲＢＵメッセージ１１００への応答であるかが示される。また、バインディングステータスフィールド１２３３には、バインディングの結果が示される。

【００５２】

また、図１３は、特定のコレスポンデントノードに対する適切なコレスポンデントルータに係る問い合わせを行うために、ホームエージェントからＣＲ－Ｒｉｎｇの他のメンバーに送信されるＲＲｅｑメッセージ１３００が図示されている。送信元アドレスフィールド１３１０には、ホームエージェントのアドレスが記載される。また、ＲＲｅｑメッセージ１３００が特定のコレスポンデントルータに送信される場合には、送信先アドレスフィールド１３２０には、コレスポンデントルータのアドレスが記載され、ＲＲｅｑメッセージ１３００がコレスポンデントルータのグループに送信される場合には、送信先アドレスフィールド１３２０には、コレスポンデントルータのグループを示すマルチキャストアドレスが記載される。また、ＲＲｅｑメッセージは、このメッセージがＲＲｅｑメッセージであることを示すメッセージタイプフィールド１３３１を有するモビリティヘッダ１３３０に置かれている。また、シーケンスナンバーフィールド１３３２には、ＲＲｅｑメッセージを識別するためのユニークな数が含まれる。なお、リプレイアタックから保護するため、シーケンスナンバーは単調増加シーケンスであることが望ましい。また、ＣＮアドレスフィールド１３３３には、問い合わせによってコレスポンデントルータの探索をおおなうために、コレスポンデントノードのアドレスが含まれる。

【００５３】

また、図１４には、ＲＲｅｑメッセージ１３００への応答として、コレスポンデントルータからホームエージェントに送信されるＲＲｅｓメッセージ１４００が図示されている。このメッセージは、コレスポンデントルータ（すなわち、ＲＲｅｓメッセージ１４００の送信者）が、特定のコレスポンデントノードに関する適切なコレスポンデントルータの位置を見つけた場合に送信される。なお、混乱を避けるために、以下では、発見されたコレスポンデントルータ（特定のコレスポンデントノードに関する適切なコレスポンデントルータ）を候補ルータと呼ぶことにする。送信元アドレスフィールド１４１０と送信先アドレスフィールド１４２０には、それぞれコレスポンデントルータのアドレスとホームエージェントのアドレスとが記載される。また、ＲＲｅｓメッセージは、このメッセージがＲＲｅｓメッセージであることを示すメッセージタイプフィールド１４３１を有するモビリティヘッダ１４３０に置かれている。また、シーケンスナンバーフィールド１４３２には、先に受信したＲＲｅｑメッセージと同一のシーケンスナンバー１３３２が含まれ、ＲＲｅｓメッセージ１４００がどのＲＲｅｑメッセージ１３００への応答であるかが示される。また、ＣＲアドレスフィールド１４３３には、特定のコレスポンデントノードに関して適切である、発見された候補ルータのアドレスが含まれる。また、コレスポンデントプリフィックスフィールド１４３４には、候補ルータによって取り扱われているネットワー

クプリフィックスが含まれる。また、ＣＲセキュリティ情報フィールド１４３５には、ホームエージェントが候補ルータとの間にセキュリティ関係を確立する際に必要な情報が含まれる。

【００５４】

同一のＣＲ－Ｒｉｎｇ内のメンバーは、各自のＣＲ－リスト内に、相互にセキュリティ関係を確立するために十分な情報を有しており、図１１、１２、１４には不図示であるが、ＲＢＵメッセージ１１００、ＲＢＡメッセージ１２００、ＲＲｅｓメッセージ１４００は、受信者（可能であれば、さらに送信者）のセキュリティパラメータを使用して保護されることが望ましい。

【００５５】

すべてのメッセージの定義及び説明をしたので、続いて、ホームエージェント又はコレスポンデントルータによるこれらのメッセージ処理に関して説明する。なお、以下の説明では、ホームエージェントがコレスポンデントルータ機能も提供しており、逆に、コレスポンデントルータがホームエージェント機能も提供することを仮定するが、当業者にとっては、ホームエージェント機能、あるいはコレスポンデントルータ機能の一方のみを提供するエンティティが実施する方法に関しても明白である。

【００５６】

図１５には、ホームエージェント又はコレスポンデントルータが、受信したパケットの処理を行う際に使用されるフローチャートが図示されている。なお、ここでは、受信したパケットの種類によって場合分けを行っている。図１５において、受信したパケットにＣＲ－Ｒｅｑメッセージが含まれている場合には、パス１５１０に進み、まず、ステップ１５１１に示されるようにＣＲ－リストのチェックが行われて、指定されたコレスポンデントノード用のコレスポンデントルータが発見できるか否かの確認が行われる（ステップ１５１２）。指定されたコレスポンデントノード用のコレスポンデントルータが発見できた場合には、ステップ１５１５に示されるように、候補ルータにＲＢＵメッセージが送信される。一方、指定されたコレスポンデントノード用のコレスポンデントルータが発見できなかった場合には、ステップ１５１３に示されるように。適切な候補ルータを求めて、ＣＲ－Ｒｉｎｇのメンバーに対して、ＲＲｅｑメッセージの送信が可能であり、ＲＲｅｑメッセージの送信後、ステップ１５１４において、ＲＲｅｓメッセージの待機状態（フック）が設定される。なお、待機状態の設定によって、この処理スレッドは、処理前のＲＲｅｓメッセージの受信待機状態となるか、あるいは、タイムアウト時にエラーによる中止となる。ＲＲｅｓメッセージが受信された場合には、ステップ１５１５に進む。ステップ１５１５では、ＲＢＵメッセージが候補ルータに送信され、続いて、ステップ１５１６に示されるように、ＲＢＡメッセージの待機状態が設定される。なお、ここでも、なお、待機状態の設定によって、この処理スレッドは、処理前のＲＲｅｓメッセージの受信待機状態となるか、あるいは、タイムアウト時にエラーによる中止となる。そして、ＲＢＡメッセージが受信された場合には、ステップ１５１７に示されるように、ＣＲ－Ｒｅｑメッセージを含むパケットの送信者（おそらくはモバイルノード／ルータ）に対して、ＣＲ－ＲｅｓメッセージＲが送信される。

【００５７】

また、受信したパケットがバインディングアップデートメッセージの場合には、パス１５２０に進み、まず、ステップ１５２１において、バインディングアップデートメッセージに、１つ以上のＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションが含まれているか否かのチェックが行われる。ＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションが含まれていない場合には、バインディングアップデートメッセージは、ステップ１５２３に示されるように、通常通り処理される。一方、ＣＲ－Ｒｅｌａｙオプションが含まれている場合には、ステップ１５２２に進み、まず、バインディングアップデートメッセージ内の優先権のある各コレスポンデントルータに対して、ＲＢＵメッセージが送信される。この後、ステップ１５２４において、待機状態が設定され、バインディングアップデートメッセージ内の優先権のある各コレスポンデントルータからのＲＢＵメッセージの受信待機状態となる。そして、ステップ１５２５において、

バインディングアップデートメッセージの送信者に対して、ＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎを有するバインディングアクノレッジメントを送信する。また、待機状態の設定を行うと同時に、ステップ１５２６に進み、まず、バインディングアップデートメッセージ内の優先権のない各コレスポンデントルータに対して、ＲＢＵメッセージが送信される。この後、ステップ１５２７において、待機状態が設定され、バインディングアップデートメッセージ内の優先権のない各コレスポンデントルータからのＲＢＡメッセージの受信待機状態となり、ＲＢＡメッセージを受信した後、ステップ１５２８において、バインディングアップデートメッセージの送信者に対してＣＲ－Ｒｅｓを送信する。

【００５８】

また、受信したパケットがＲＢＵメッセージの場合には、パス１５３０に進み、まず、ステップ１５３１において、ＲＢＵメッセージに応じて、トンネルインタフェースの設定が行われて、トンネルインタフェースを使用するための経路が加えられる。この後、ステップ１５３２において、ＲＢＵメッセージの送信者に対して、ＲＢＡメッセージの応答が行われる。また、ＲＢＵメッセージで指定されるモバイルノード／ルータの気付アドレスあてのパケットをカプセル化するためのトンネルインタフェースが設定される。また、モバイルノード／ルータのホームアドレスあてのパケットがトンネルインタフェースを経由するように、経路が加えられる。なお、モバイルルータの場合、モバイルルータのモバイルネットワークのプリフィックスがＲＢＵメッセージによって指定された際には、モバイルネットワークのプリフィックス内のアドレスあてに送信されるパケットが、トンネルインタフェースを経由するように、経路が加えられる。

【００５９】

また、受信したパケットがＲＲｅｑメッセージの場合には、パス１５４０に進み、まず、ステップ１５４１に示されるように、ＲＲｅｑメッセージ内に記載されているコレスポンデントノードを取り扱うことができるコレスポンデントルータを確認するために、ＣＲ－リストのチェックが行われる（ステップ１５４２）。そして、このコレスポンデントルータが発見された場合には、ステップ１５４３において、ＲＲｅｑメッセージの送信者に対して、ＲＲｅｓメッセージの送信が行われる。一方、このコレスポンデントルータが発見されなかった場合には、更なる動作が行われる必要はない。

【００６０】

また、受信したパケットが通常のデータパケットの場合（その他の場合）には、パス１５５０に進み、まず、ステップ１５５１において、パケットが、ホームネットワークに存在していないモバイルノード／ルータあてか否かのチェックが行われる。ここで、パケットがホームネットワークに存在していないモバイルノード／ルータあてではない場合には、ステップ１５５２において、このパケットは、通常通り処理される。一方、パケットがホームネットワークに存在していないモバイルノード／ルータあての場合には、送信者がモバイルノード／ルータとの間で最適化された経路を使用していないとみなし、ステップ１５５３に示すように、ホームエージェントが、自身のＣＲ－リストのチェックを行って、所定のコレスポンデントノード（すなわち、パケットの送信者）に適切なコレスポンデントルータの探索を行う（ステップ１５５４）。この探索で、適切なコレスポンデントルータが発見されなかった場合には、ステップ１５５５において、パケットがモバイルノード／ルータに向けてトンネルされる。一方、適切なコレスポンデントルータが発見された場合には、モバイルノード／ルータに対して、その旨の通知が行われる。この通知を行う前に、ステップ１５５６においてＲＢＵメッセージがコレスポンデントルータに送信され、コレスポンデントルータが、モバイルノード／ルータのホームアドレスと気付アドレスとのバインディングを把握する。そして、ステップ１５５７において、待機状態が設定されて、ＲＢＡメッセージの待機状態となり、この後、ステップ１５５８において、トンネルパケット内にＣＲ－Ｒｅｓに含まれるＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎが挿入されて、モバイルノード／ルータに送信される。

【００６１】

なお、当業者から十分な評価が得られるように、本発明は、モバイルノード／ルータに

更なる負荷（処理及び帯域幅の使用の両方に関する負荷）を加えることなく、コレスポンデントルータの使用を可能とし、比較的容易に、コレスポンデントルータの信頼性を確立することが可能である。これは、メンバー間で相互にセキュリティの信頼性があらかじめ確立されているＣＲ－Ｒｉｎｇの概念により実現される。

【００６２】

しかしながら、処理及び帯域幅の使用の負荷は、ホームエージェントに移ることになり、このことは、ホームエージェントが多数のモバイルノードやモバイルルータを取り扱っている場合には、望ましくないこともある。また、ある特定の利用態様（例えば、小規模な会社によって配置されるホームエージェントや、各個人のホームユーザなど）では、ホームエージェントがＣＲ－Ｒｉｎｇに参加することは、困難であるか、コストがかかる場合もある。このような場合には、モバイルノード／ルータ自らが、自身のコレスポンデントルータを探索することが望ましいと考えられる。しかしながら、上述のように、この場合には、コレスポンデントルータの信頼性の検証が大きな難点となる。以下では、本発明を用いて、モバイルノード／ルータがコレスポンデントノードのサポートを得ることによって、上述の問題を解決する方法について説明する。図１６には、この方法を説明するためのメッセージシーケンスが図示されている。図１６において、モバイルノード／ルータ１６２０はモバイルホスト又はモバイルルータであり、コレスポンデントノード１６６０との間に経路最適化が確立されることを所望している。また、ホームエージェント１６４０は、モバイルノード／ルータ１６２０のホームエージェントであり、コレスポンデントルータ１６５０は、コレスポンデントノード１６６０に関するコレスポンデントルータである。モバイルノード／ルータ１６２０は、コレスポンデントノード１６６０との間に最適化された経路を確立することを所望する場合には、まず、コレスポンデントノード１６６０との間で、リターンルータビリティ手順を実行する必要がある。ここでは、モバイルノード/ルータ１６２０からコレスポンデントノード１６６０に対して、ＨｏＴＩメッセージ１６８１及びＣｏＴＩメッセージ１６８２が送信される。ＨｏＴＩメッセージ１６８１には、送信元アドレスに送信者のホームアドレスが使用される必要があるので、ＨｏＴＩメッセージ１６８１は、トンネルパケット１６８０にカプセル化され（ＨｏＴＩメッセージ１６８１のトンネル化）、ホームエージェント１６４０を経由して転送される。

【００６３】

コレスポンデントノード１６６０は、経路最適化を代わりに行ってくれるコレスポンデントルータ１６５０がそのネットワーク内に存在する旨が把握できるように、あらかじめ構成されている。この情報は、管理者によって手動で構成されてもよく、また、ＤＨＣＰ（Dynamic Host Configuration Protocol）などの手段によって動的にコレスポンデントノード１６６０に配信されるようにしてもよい。また、コレスポンデントノード１６６０のデフォルトゲートウェイによって定期的にブロードキャストされるルートアドバタイズメントメッセージに挿入されてもよい。実際、コレスポンデントノード１６６０のデフォルトゲートウェイ自身が、コレスポンデントルータ１６５０となる可能性もある。いずれの場合においても、コレスポンデントノード１６６０は、リターンルータビリティ手順で規定されるＨｏＴメッセージ及びＣｏＴメッセージによる応答の代わりに、ＨｏＴＩメッセージ１６８１及びＣｏＴＩメッセージ１６８２のそれぞれに対して、新たなメッセージ（このメッセージをＵＳＥ－ＣＲメッセージと呼ぶことにする）による応答を行う。ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８３は、ＨｏＴＩメッセージ１６８１に対応しており、このＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８３は、モバイルノード／ルータ１６２０のホームアドレスあてに送信される。このＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８３は、ホームエージェント１６４０によってインターセプトされ、カプセル化パケット１６８４を用いて、モバイルノード／ルータ１６２０の気付アドレスあてにトンネルされる（ＵＳＥ－ＣＲメッセージのトンネル化）。一方、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８５は、ＣｏＴＩメッセージ１６８２に対応しており、モバイルノード／ルータ１６２０の気付アドレスに直接返信される。

【００６４】

なお、両方のＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８３、１６８５に、同一の情報が含まれてい

ることが望ましい。ＵＳＥ－ＣＲメッセージを送信する主な目的は、コレスポンデントルータとの間で経路最適化を実現するようにモバイルノード／ルータ１６２０に通知することである。コレスポンデントルータのアドレスは、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８３、１６８５内に挿入される。この例では、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８３、１６８５内に記載されるコレスポンデントルータは、コレスポンデントルータ１６５０である。

【００６５】

モバイルノード／ルータ１６２０は、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８３、１６８５を受信した場合に、代わりにコレスポンデントルータ１６５０との間で経路最適化を試みる必要があることを把握する。したがって、モバイルノード／ルータ１６２０は、ＨｏＴＩメッセージ１６８６、１６８７、及びＣｏＴＩメッセージ１６８８の送信により示されるように、コレスポンデントルータ１６５０との間でリターンルータビリティ手順を開始する。そして、コレスポンデントルータ１６５０からの応答（すなわち、ＨｏＴメッセージ１６８９、１６９０とＣｏＴメッセージ１６９１）を受信した後、モバイルノード／ルータ１６２０は、コレスポンデントルータ１６５０に対して、バインディングアップデートメッセージ１６９２を送信することが可能となる。そして、コレスポンデントルータ１６５０からのバインディングアクノレッジメントメッセージ１６９３の受信後、モバイルノード／ルータ１６２０とコレスポンデントノード１６６０との間の最適化経路が、コレスポンデントルータ１６５０を通じて確立される。これは、図１６において、モバイルノード／ルータ１６２０がデータパケット１６９５をトンネルパケット１６９４でカプセル化（データのトンネル化）し、コレスポンデントルータ１６５０がコレスポンデントノード１６６０から送信されたデータパケット１６９６をインターセプトして、このデータパケット１６９６をトンネルパケット１６９７でカプセル化（データのトンネル化）することによって示されている。

【００６６】

図１６には、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８５を用いて、ＨｏＴＩメッセージ１６８１及びＣｏＴＩメッセージ１６８２の両方に対する応答を行うコレスポンデントノード１６６０が図示されているが、当業者であれば、コレスポンデントノード１６６０が、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８５を用いて、ＨｏＴＩメッセージ１６８１及びＣｏＴＩメッセージ１６８２の一方のみに応答することによって、同様の効果を実現可能であることは明白である。

【００６７】

例えば、ＣｏＴＩメッセージ及びＣｏＴメッセージは、モバイルノードのホームエージェントを経由する必要がないので、コレスポンデントノード１６６０は、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８５によってＣｏＴＩメッセージ１６８２にのみ応答を行うような選択を行うことが可能である。この場合、ＨｏＴＩメッセージ１６８１に応答を行った場合に比べて、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８５は、ＨＡ１６４０を経由しない分だけ、より速くモバイルノード／ルータ１６２０に到達することが予想される。

【００６８】

上述では、説明を明瞭なものとするため、モバイルノードとモバイルルータとを同一のものとして取り扱っているが、モバイルノード／ルータ１６２０がモバイルルータの場合には、コレスポンデントルータ１６５０に対して、バインディングアップデートメッセージ１６９２によって、モバイルネットワークのプリフィックスに関する情報を送信することが可能である。これにより、コレスポンデントルータ１６５０は、所定のモバイルネットワークのプリフィックスに送信されるパケットのカプセル化を行い、モバイルルータ１６２０に対して、カプセル化パケットを転送することが可能となる。さらに、モバイルルータ１６２０は、コレスポンデントルータ１６５０との間の経路最適化を実現することによって、モバイルネットワーク内のモバイルネットワークノードからコレスポンデントノード１６６０に対して送信されるパケットを、コレスポンデントルータ１６５０に転送することが可能となる。すなわち、経路最適化の適用は、モバイルルータ１６２０自身から発信されるパケットだけに制限されるものではない。

【００６９】
また同様に、コレスポンデントルータは、通常、そのコレスポンデントネットワーク内の任意のノードに関する経路最適化を実現することも可能である。したがって、コレスポンデントネットワークのネットワークプリフィックス情報（すなわち、コレスポンデントプリフィックス）は、モバイルノード（又は、モバイルルータ）に送信されることが有用な情報である。これにより、モバイルノード／ルータは、同一のコレスポンデントネットワークに属する他のノードへの通信に関し、自身とコレスポンデントルータとの間の最適化された経路を利用することが可能となる。また、コレスポンデントノード１６６０が、コレスポンデントルータ１６５０のコレスポンデントプリフィックスに関しても把握している場合には、このコレスポンデントプリフィックス情報をＵＳＥ－ＣＲメッセージ１６８３、１６８５に挿入してもよい。また、この情報は、ＢＡメッセージ１６９３に挿入されたＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎによって伝送することも可能であり、さらには、ＣｏＴメッセージ１６９１やＨｏＴメッセージ１６８９によって伝送されてもよい。

【００７０】
また、図１７には、本発明によって定義される新たなメッセージ（ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１７００）のパケット構造が図示されている。このＵＳＥ－ＣＲメッセージ１７００は、モバイルノード／ルータからのＣｏＴＩメッセージ又はＨｏＴＩメッセージの応答を行うコレスポンデントノードが、モバイルノード／ルータに対して、代わりにコレスポンデントルータとの間で経路最適化の実行を試みるように通知するために使用される。送信元アドレスフィールド１７１０には、コレスポンデントノードのアドレスが含まれる。一方、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１７００がＨｏＴＩメッセージへの応答として送信される場合は、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１７００の送信先アドレスフィールド１７２０には、モバイルノード／ルータのホームアドレスが含まれる。また、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１７００がＣｏＴＩメッセージへの応答として送信される場合は、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１７００の送信先アドレスフィールド１７２０には、モバイルノード／ルータの気付アドレスが含まれる。また、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１７００は、ＵＳＥ－ＣＲメッセージであることを示すメッセージタイプフィールド１７３１を有するモビルティヘッダ１７３０内に置かれる。また、Ｉｎｉｔ Ｃｏｏｋｉｅフィールド１７３２には、ＨｏＴＩメッセージに記載されているＨｏｍｅ Ｉｎｉｔ Ｃｏｏｋｉｅ、又はＣｏＴＩメッセージに記載されているＣａｒｅ－ｏｆ Ｉｎｉｔ Ｃｏｏｋｉｅが含まれる。また、ＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎ８４０は、コレスポンデントルータのアドレスを受信者に通知するために、ＵＳＥ－ＣＲメッセージ１７００に挿入される。なお、ＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎ８４０のフォーマットやフィールドに関しては、既に説明した通りであり、ここでは、説明を省略する。また、送信者（すなわち、コレスポンデントノード）は、コレスポンデントプリフィックスを把握していない場合には、コレスポンデントプリフィックスフィールド８４３内に、コレスポンデントプリフィックスを把握していないことを示す特別な値（例えば、すべて０又はすべて１）を入れるか、あるいは、単に、現在接続しているリンクのネットワークプリフィックスを入れてもよい。

【００７１】
ＵＳＥ－ＣＲメッセージの使用によって、コレスポンデントノードは、モバイルノード／ルータにコレスポンデントルータとの間で経路最適化を実行させることが可能となる。これにより、コレスポンデントノードは、経路最適化の完全な機能性（特に、鍵生成などの負荷の大きな処理）を実行することなく、経路最適化の恩恵を受けることが可能となる。さらに、コレスポンデントルータ情報は、別の方法で（ＤＨＣＰやその他の手段を通じて）コレスポンデントノードに渡されるので、選択されたコレスポンデントルータが、最適なコレスポンデントルータのはずである。また、コレスポンデントノードがＵＳＥ－ＣＲメッセージを用いて、ＨｏＴＩメッセージ及びＣｏＴＩメッセージへの応答を行うことによって、モバイルノード／ルータは、それぞれに同一のコレスポンデントルータ情報を含む２つのＵＳＥ－ＣＲメッセージを受信する。これにより、経路上の悪意あるノードによって、コレスポンデントルータ情報が変更される可能性が低減される。さらに、ＣｏＴ

ＩメッセージおよびＨｏＴＩメッセージからＵＳＥ－ＣＲメッセージにＩｎｉｔ Ｃｏｏｋｉｅをコピーすることによって、モバイルノード／ルータは、受信したＵＳＥ－ＣＲメッセージの信頼性を検証することも可能となる。

【００７２】

また、コレスポンデントノード自体がモバイルである場合や、コレスポンデントノードがモバイルルータの配下に存在する場合には、ＵＳＥ－ＣＲメッセージを使用することに大きな利点がある。上記の場合に利点があることを理解するためには、図１８、１９、２０によって例示される手順を考慮する必要がある。これらの図１８、１９、２０において、コレスポンデントノード１８２５は、モバイルルータ１８２１の配下のモバイルネットワーク１８２０に存在しており、グローバルネットワーク（例えば、インターネット）１８００の向こう側の別のモバイルノード／ルータ１８１０と通信を行っている。また、ホームエージェント（ＨＡ－ＭＮ）１８３０は、モバイルノード／ルータ１８１０のホームエージェントであり、ホームエージェント（ＨＡ－ＭＲ）１８４０は、モバイルルータ１８２１のホームエージェントである。

【００７３】

経路最適化が実施されない場合には、モバイルノード／ルータ１８１０とコレスポンデントノード１８２５の間の通信は、図１８に示すように、経路１８５０、１８５２、１８５４、１８５６となる。なお、経路１８５２は、モバイルルータ１８２１とそのホームエージェント１８４０との間のトンネリングであり、経路１８５６は、モバイルノード／ルータ１８１０とそのホームエージェント１８３０との間のトンネリングである。

【００７４】

ここで、モバイルノード／ルータ１８１０が、コレスポンデントノード１８２５との間で経路最適化を開始したと仮定する。コレスポンデントノード１８２５がＵＳＥ－ＣＲメッセージを使用しない場合には、たとえコレスポンデントノード１８２５が完全な経路最適化の機能性を実装しているとしても、モバイルノード／ルータ１８１０とコレスポンデントノード１８２５との間の経路は、依然として準最適化状態（サブオプティマル）となるに過ぎない。この状態は、図１９に示される。図１９において、モバイルノード／ルータ１８１０とコレスポンデントノード１８２５との間の通信は、経路１９５０、１９５２、１９５４となる。ここでは、モバイルＩＰｖ６の経路最適化が使用されるが、モバイルノード／ルータ１８１０は、そのホームエージェント１８３０をスキップすることのみが可能となる。しかしながら、経路１９５２によって示されるように、依然として、モバイルルータ１８２１とそのホームエージェント１８４０との間にトンネリングが存在している。

【００７５】

一方、ＵＳＥ－ＣＲメッセージを使用することによって、コレスポンデントノード１８２５は、モバイルノード／ルータ１８１０に、代わりにモバイルルータ１８２１との間で最適化された経路を確立させることが可能となり、図２０の経路２０５０、２０５５に図示されるように、通信経路が完全に最適化される。この場合には、コレスポンデントノード１８２５は、ＵＳＥ－ＣＲメッセージにモバイルルータ１８２１の気付アドレスを挿入することが可能であり、その結果、モバイルノード／ルータ１８１０は、モバイルルータ１８２１との間に直接最適化されたトンネルの確立を試みることが可能となる。また、モバイルルータ１８２１が移動した場合（そして、その気付アドレスが変わった場合）には、モバイルノード／ルータ１８１０は、コレスポンデントノード１８２５が送信する新たなＵＳＥ－ＣＲメッセージを通じて、その通知を受けることが可能である。また、コレスポンデントノード１８２５は、ＵＳＥ－ＣＲメッセージに、モバイルルータ１８２１のホームアドレスを使用することが可能である。これにより、モバイルノード／ルータ１８１０は、モバイルルータ１８２１のホームアドレスとのトンネルを設定した後には、モバイルルータ１８２１の気付アドレスを使用して、トンネルを最適化することが可能となる。これは、モバイルルータ１８２１がモバイルノード／ルータ１８１０に対して、バインディングアップデートを送信することによって行われる。

【００７６】
上述の説明に係る動作では、コレスポンデントノードがＣｏＴＩメッセージ又はＨｏＴＩメッセージに対してＵＳＥ－ＣＲメッセージを用いて応答を行う必要がある。しかしながら、コレスポンデントノードがこのような機能を実現しない場合に、コレスポンデントルータが、自身がコレスポンデントルータであることを明らかにする方法も存在する。
【００７７】
この方法は、コレスポンデントルータがコレスポンデントノードあてのすべてのパケットを調べて、ＣｏＴＩメッセージ又はＨｏＴＩメッセージの探索を行うというものである。ＨｏＴＩメッセージ又はＣｏＴＩメッセージが検出された場合には、コレスポンデントルータは、コレスポンデントノードに代わって、自身がコレスポンデントルータであることを示すＵＳＥ－ＣＲメッセージを用いて応答を行うことが可能である。
【００７８】
この方法は、特に、モバイルネットワークにおいて、コレスポンデントノードがモバイルネットワークノードであり、コレスポンデントルータがモバイルルータである場合に有用である。この方法によって、コレスポンデントルータは、遠隔のモバイルノードからの経路最適化要求を受信することが可能となる。
【００７９】
この方法に関して、上述の図１８～２０に図示される例を参照しながら説明する。図１８～２０では、ＣＮ１８２５は、モバイルルータ１８２１のモバイルネットワーク１８２０に存在するコレスポンデントノードである。
【００８０】
ＣＮ１８２５がＵＳＥ－ＣＲメッセージを使用しない場合、ＭＲ１８２１が、モバイルネットワーク１８２０に送信されるすべてのパケットを調べることが可能である。そして、ＭＮ１８１０からＣＮ１８２５に送信されるＨｏＴＩメッセージ又はＣｏＴＩメッセージが検出された場合、ＣＮ１８２５のコレスポンデントルータとして動作するモバイルルータＭＲ１８２１は、ＣＮ１８２５に代わって、ＭＮ１８１０に対してＵＳＥ－ＣＲメッセージを送信することができる。
【００８１】
ＵＳＥ－ＣＲメッセージのＣＲアドレスフィールド（図１７のＣＲアドレスフィールド８４２）には、ＭＲ１８２１のホームアドレス又は気付アドレスを記載することが可能である。なお、気付アドレスが使用される場合には、ＭＲ１８２１が自身の気付アドレスを変更するたびにＵＳＥ－ＣＲメッセージを送信する必要がある。一方、ホームアドレスが使用される場合には、ＭＲ１８２１は、ルーティングの経路が図２０に図示されている最適化経路（図２０の経路２０５５）となるように、ＭＮ１８１０との間で別の経路最適化が開始されてもよい。
【００８２】
コレスポンデントルータを通過するすべての配下のノード（コレスポンデントノード）あてのパケットを調べてＨｏＴＩ／ＣｏＴＩメッセージを探索する動作は、かなり負荷の大きな処理なので、別のエンティティが、パケットを調べて、ＨｏＴＩメッセージ又はＣｏＴＩメッセージが検出された場合にコレスポンデントルータに通知を行うようにしてもよい。このエンティティは、コレスポンデントルータの近傍に位置する別のルータであってもよく、コレスポンデントルータの上流のルータであってもよい。また、パケットを調べることを目的とした専用ノードであってもよい。
【００８３】
また、大規模ネットワーク（Enterprise Network）には、悪意のあるコンテンツのパケットか否かを調べるセキュリティ検査装置が導入されていることが多い。こうしたセキュリティ検査装置が、ＣｏＴＩ／ＨｏＴＩメッセージのパケットを検出する機能を付加的に実施し、ＣｏＴＩ／ＨｏＴＩメッセージのパケットが検出された場合にコレスポンデントルータに通知を行うことも可能である。また、検査されるべきパケットが検査ノード（例えば、上述のセキュリティ検査装置）を通過しない場合には、コレスポンデントルータが

パケットをコピーしてＨｏＴＩ／ＣｏＴＩメッセージの検査ノードにそのコピーを転送し、コピー前のパケットは通常通り発送されるようにすることが望ましい。

【００８４】

また、コレスポンデントルータがモバイルルータである場合には、ＣｏＴＩ／ＨｏＴＩメッセージを検出するために別のエンティティが用いられることが特に有用である。モバイル機器は、通常はリソースが制限されている。したがって、モバイル機器においては、集中する動作の負荷を他のノードに分散することが望ましい。また、上述のような検査ノードが、コレスポンデントルータであるモバイルルータのホームエージェントの近傍に配置されることも望ましい。

【００８５】

この場合、コレスポンデントルータであるモバイルルータのホームエージェントが、このモバイルルータに対して双方向トンネルを通じてパケットを転送する前に、検査ノードにパケットのコピーを送る必要がある。なお、当業者であれば、ホームエージェント自身が検査ノードであってもよいことは明白である。

【００８６】

また、上記の説明では、コレスポンデントルータが、コレスポンデントルータを通過するすべての配下のノード（コレスポンデントノード）あてのパケットを調べてＨｏＴＩ／ＣｏＴＩメッセージを探索したが、経路最適化に対応しないコレスポンデントノードが、ＨｏＴＩ／ＣｏＴＩメッセージを理解できなかった旨を伝えるＩＣＭＰ通知パケットを探索してもよい。この場合、コレスポンデントルータは、配下のネットワーク内から送信されるすべての通過パケットを調べ、ＩＣＭＰ通知パケットのうちＨｏＴＩ／ＣｏＴＩメッセージを理解できなかった旨を伝えるものがないかを調べる。これにより、コレスポンデントルータは、発見されたＩＣＭＰ通知パケットのアドレスフィールドから経路最適化を望むノードのアドレスを特定し、自身がコレスポンデントルータであることを示すＵＳＥ－ＣＲメッセージを用いて応答を行うことが可能である。

【００８７】

この手順は、上記の説明の手順と同様の負荷、もしくはそれ以上（ＩＣＭＰ通知メッセージの内容を特定する処理を行う必要がある）の負荷が発生するように見えるが、コレスポンデントルータを通過するパケットに関し、外部ネットワークから届くパケットよりも内部ネットワークから送信されるパケットのほうが少ないような場合には、コレスポンデントルータの処理の総負荷を低減することができる。さらに、このような観点から、コレスポンデントルータは、外部ネットワークから届くパケットを調べるか（ＨｏＴＩ／ＣｏＴＩメッセージの探索）、内部ネットワークから送信するパケットを調べるか（ＨｏＴＩ／ＣｏＴＩメッセージが理解不能な旨を通知するＩＣＭＰ通知メッセージの探索）を任意に動的に切り換えることも可能である。なお、ＩＣＭＰ通知パケットの探索に関しても、コレスポンデントルータとは異なる任意のパケット検査ノードによって行われるようにし、その探索結果がコレスポンデントルータに通知されるようにしてもよい。

【００８８】

ここまでは、本発明の様々な動作方法について説明したが、以下では、本発明に係る装置の構成例について説明する。

【００８９】

図２１には、ＣＲ－Ｒｉｎｇ内のコレスポンデントルータ又はホームエージェントの好適な機能アーキテクチャ２１００が図示されている。機能アーキテクチャ２１００は、機能ブロック２１１０で表されるネットワーキングプロトコルのセットを有している。この機能ブロック２１１０には、ホームエージェント又はコレスポンデントルータに対して、ネットワーク能力を提供するために必要なすべてのプロトコル、ソフトウェア、ハードウェアが含まれている。また、ネットワーキングプロトコル２１１０内には、ルーティング部２１１５が存在している。このルーティング部２１１５は、他のノードへのパケット転送に係る決定を管理する。さらに、機能アーキテクチャ２１００は、モビリティサポート部２１２０を有している。このモビリティサポート部２１２０には、モバイルＩＰ又はＮ

ＥＭＯベーシックサポート（NEMO Basic Support）などのモバイルプロトコルを支援するために必要なすべてのソフトウェアが含まれている。これらのモビリティプロトコルでは、ホームエージェント又はコレスポンデントルータが、モバイルノード／ルータの気付アドレスとホームアドレスとのバインディングを格納するためのバインディングキャッシュ２１４０を保持することが必要とされる。本発明に関しては、ホームエージェント又はコレスポンデントルータは、本発明で説明される能力を提供するために、モビリティサポート部２１２０内に更なるモジュールの増設が必要とされる。この増設モジュールが、経路最適化部２１２５である。経路最適化部２１２５は、ＣＲ－リスト２１３０によって、ＣＲ－Ｒｉｎｇの他のメンバーの情報を保持している。また、データ経路２１５２、２１５４、２１５６、２１５８によって、これらの機能ブロック間で行われ得る相互作用が示されている。

【００９０】

モビリティに関連するすべてのメッセージは、ネットワーキングプロトコル２１１０からモビリティサポート部２１２０に渡され、更なる処理が行われる。これは、データ経路２１５６を通じて行われる。経路最適化部２１２５は、本発明で定義されるすべてのメッセージ及びオプション（例えば、ＣＲ－Ｒｅｑオプション、ＲＲｅｑメッセージ、ＲＲｅｓメッセージ、ＲＢＵメッセージ、ＲＢＡメッセージなど）を取り扱う。また、経路最適化部２１２５は、データ経路２１５２を通じてＣＲ－リスト２１３０を参照し、関連情報を取得する必要がある。また、モバイルノード／ルータからＢＵメッセージを受信したモビリティサポート部２１２０や、ＲＢＵメッセージを受信した経路最適化部２１２５も同様に、データ経路２１５４を通じてバインディングキャッシュ２１４０の更新を行う必要がある。バインディングアップデートが成功している場合には、ホームエージェント又はコレスポンデントルータは、モバイルノード／ルータのホームアドレスあてのパケットを、その気付アドレスに転送する必要がある。ルーティング部２１１５は、データ経路２１５８を通じてバインディングキャッシュ２１４０を参照することによって、この決定を行うことが可能である。

【００９１】

また、図２２には、本発明で説明されるモバイルノード／ルータの好適な機能アーキテクチャ２２００が図示されている。この機能アーキテクチャ２２００は、機能ブロック２２１０で表されるネットワーキングプロトコルのセットを有している。この機能ブロック２２１０には、モバイルノード／ルータに対して、ネットワーク能力を提供するために必要なすべてのプロトコル、ソフトウェア、ハードウェアが含まれている。また、ネットワーキングプロトコル２２１０内には、ルーティング部２２１５が存在している。このルーティング部２２１５は、他のノードへのパケット転送に係る決定を管理する。さらに、機能アーキテクチャ２２００は、モビリティサポート部２２２０を有している。このモビリティサポート部２２２０には、モバイルノードのためのモバイルＩＰ、又はモバイルルータのためのＮＥＭＯベーシックサポートなどのモバイルプロトコルをサポートするために必要なすべてのソフトウェアが含まれている。これらのモビリティプロトコルでは、モバイルノード／ルータが、モバイルノード／ルータの気付アドレスとホームアドレスとのバインディングの通知先となる他のすべてのノードの情報を格納するためのバインディングリスト２２３０を保持することが必要とされる。本発明に関しては、モバイルノード／ルータは、本発明で説明される能力を提供するために、モビリティサポート部２２２０内に更なるモジュールの増設が必要とされる。この増設モジュールが、経路最適化部２２２５である。経路最適化部２２２５は、バインディングリスト２２３０によって、情報を保持している。また、データ経路２２５２、２２５６、２２５８によって、これらの機能ブロック間で行われ得る相互作用が示されている。

【００９２】

すべてのモビリティ関連メッセージは、ネットワーキングプロトコル２２１０からモビリティサポート部２２２０に渡され、更なる処理が行われる。これは、データ経路２２５６を通じて行われる。経路最適化部２２２５は、本発明で定義されるすべてのメッセージ

及びオプション（例えば、ＣＲ－Ｒｅｓオプション、ＵＳＥ－ＣＲオプションなど）を取り扱う。また、経路最適化部２２２５は、データ経路２２５２を通じてバインディングリスト２２３０を参照、更新して、コレスポンデントルータの関連情報を保持する必要がある。また、モバイルノード／ルータが、特定のコレスポンデントノードにパケット転送を行う必要がある場合には、ルーティング部２２１５は、データ経路２２５８を通じてバインディングリスト２２３０を参照して、このパケットの転送時に最適化された経路の使用が可能か否かのチェックを行う必要がある。

【００９３】

また、先に述べたように、モバイルノード／ルータは、ＣＲ－Ｒｉｎｇのメンバーであることも可能である。この場合、図２２の機能アーキテクチャ２２００は、変更される必要がある。図２３には、ＣＲ－Ｒｉｎｇのメンバーであるモバイルルータ／ノードの好適な機能アーキテクチャ２３００が図示されている。この機能アーキテクチャ２３００は、機能ブロック２３１０で表されるネットワーキングプロトコルのセットを有している。この機能ブロック２３１０は、機能ブロック２２１０と同一であり、ここでは、説明を省略する。また、ネットワーキングプロトコル２３１０内には、ルーティング部２３１５が存在している。このルーティング部２３１５は、他のノードへのパケット転送に係る決定を管理する。さらに、機能アーキテクチャ２３００は、モビリティサポート部２３２０を有している。このモビリティサポート部２３２０には、モバイルノードのためのモバイルＩＰ、又はモバイルルータのためのＮＥＭＯベーシックサポートなどのモバイルプロトコルをサポートするために必要なすべてのソフトウェアが含まれている。これらのモビリティプロトコルでは、モバイルノード／ルータが、モバイルノード／ルータの気付アドレスとホームアドレスとのバインディングの通知先となる他のすべてのノードの情報を格納するためのバインディングリスト２３４０を保持することが必要とされる。本発明に関しては、モバイルノード／ルータは、本発明で説明される能力を提供するために、モビリティサポート部２３２０内に更なるモジュールの増設が必要とされる。この増設モジュールが、経路最適化部２３２５である。経路最適化部２３２５は、バインディングリスト２３４０内に、情報を保持している。また、モバイルノード／ルータはＣＲ－Ｒｉｎｇのメンバーなので、経路最適化部２３２５は、ＣＲ－リスト２３３０に、ＣＲ－Ｒｉｎｇの他のメンバーの情報も保持している。また、データ経路２３５２、２３５４、２３５６、２３５８によって、これらの機能ブロック間で行われ得る相互作用が示されている。

【００９４】

すべてのモビリティ関連メッセージは、ネットワーキングプロトコル２３１０からモビリティサポート部２３２０に渡され、更なる処理が行われる。これは、データ経路２３５６を通じて行われる。経路最適化部２３２５は、本発明で定義されるすべてのメッセージ及びオプション（例えば、ＣＲ－Ｒｅｑオプション、ＵＳＥ－ＣＲオプション、ＲＲｅｑメッセージ、ＲＲｅｓメッセージ、ＲＢＵメッセージ、ＲＢＡメッセージなど）を取り扱う。また、経路最適化部２３２５は、データ経路２３５２を通じてＣＲ－リスト２３３０を参照して、所定のコレスポンデントノード用のコレスポンデントルータの情報を取得する必要がある。また同様に、コレスポンデントルータとの間で経路最適化が成功した場合には、経路最適化部２３２５は、データ経路２３５４を通じてバインディングリスト２３４０を更新する必要がある。また、経路最適化部２３２５は、データ経路２３５４を通じて、バインディングリスト２３４０を参照、更新して、コレスポンデントルータの関連情報を保持する必要がある。また同様に、モバイルノード／ルータが、特定のコレスポンデントノードにパケット転送を行う必要がある場合には、ルーティング部２３１５が、データ経路２３５８を通じてバインディングリスト２３４０を参照して、このパケットの転送時に最適化された経路の使用が可能か否かのチェックを行う必要がある。

【００９５】

また、図２４には、本発明で説明されるＵＳＥ－ＣＲメッセージを送信することが可能なコレスポンデントノードの好適な機能アーキテクチャ２４００が図示されている。この機能アーキテクチャ２４００は、機能ブロック２４１０で表されるネットワーキングプロ

トコルのセットを有している。この機能ブロック２４１０には、モバイルノード／ルータに対して、ネットワーク能力を提供するために必要なすべてのプロトコル、ソフトウェア、ハードウェアが含まれている。さらに、機能アーキテクチャ２４００は、モビリティサポート部２４２０を有している。本発明では、モビリティサポート部２４２０には、モバイルＩＰなどのモバイルプロトコルをサポートするために必要なすべてのソフトウェアが必ずしも含まれている必要はない。本発明では、モビリティサポート部２４２０は、ＨｏＴＩメッセージ及びＣｏＴＩメッセージに対して、ＵＳＥ－ＣＲメッセージで応答を行うことのみが必要とされる。使用可能なコレスポンデントルータに関する情報は、ＣＲ情報（ＣＲ ｉｎｆｏ）２４３０に格納される。また、データ経路２４５４、２４５６によって、これらの機能ブロック間で行われ得る相互作用が示されている。

【００９６】

すべてのモビリティ関連メッセージは、ネットワーキングプロトコル２４１０からモビリティサポート部２４２０に渡され、更なる処理が行われる。これは、データ経路２４５６を通じて行われる。経路最適化部２４２５は、ＨｏＴＩメッセージ及びＣｏＴＩメッセージに対して、コレスポンデントノードの代わりに経路最適化を実行することが可能なコレスポンデントルータに関する情報を含むＵＳＥ－ＣＲメッセージによって応答する。このコレスポンデントルータの情報は、データ経路２４５４を通じて、ＣＲ情報２４３０から取得可能である。

【００９７】

なお、機能アーキテクチャ２１００、２２００、２３００、２４００には、本発明で定義される様々な装置を実現するために必要なコンポーネントが示されているが、当業者にとっては、更なるコンポーネントが存在してもよいことは明白である。例えば、コレスポンデントノードの機能アーキテクチャ２４００には、コレスポンデントノード自身が経路最適化を実行するために必要なコンポーネントは示されていないが、コレスポンデントノードが完全な経路最適化機能を実現するとともに、ＵＳＥ－ＣＲメッセージの使用が可能であり、その結果、必要に応じて、代わりに経路最適化を実行するコレスポンデントルータを利用することができるようにしてもよい。また、同様に、モバイルノード、コレスポンデントルータ、ホームエージェントも従来の技術に係る経路最適化機能を実現するためのコンポーネントを有しており、従来の技術に係る経路最適化と、本発明に係る経路最適化とを適宜使い分けるようにしてもよい。さらには、任意の条件に基づいて、従来の技術に係る経路最適化及び本発明の経路最適化の実行順序を決定することによって、従来の技術に係る経路最適化及び本発明の経路最適化の実行順序が適切に制御されるようにしてもよい。

【００９８】

以上、本発明を、最も実用的であり好適であると思われる実施例によって説明したが、当業者にとっては、設計及びパラメータの詳細において、本発明の意図から外れることなく、様々な変更が許容されることは明らかである。

【産業上の利用可能性】

【００９９】

本発明は、例えば、モバイルノードやモバイルルータとコレスポンデントノードとの間において、コレスポンデントルータを利用して経路最適化が行われる場合に、最適なコレスポンデントルータの発見や、最適な経路の選択を行うことが可能となるという効果を有し、特に、コレスポンデントノードがモバイルＩＰｖ６をサポートしているか否かにかかわらず、モバイルノードやモバイルルータと、コレスポンデントノードとの間において、経路最適化を実行可能とするという効果を有しているので、インターネットプロトコルを利用した通信技術に適用可能であり、特に、モバイルＩＰｖ６において規定されている経路最適化に係る技術に適用可能である。

【符号の説明】

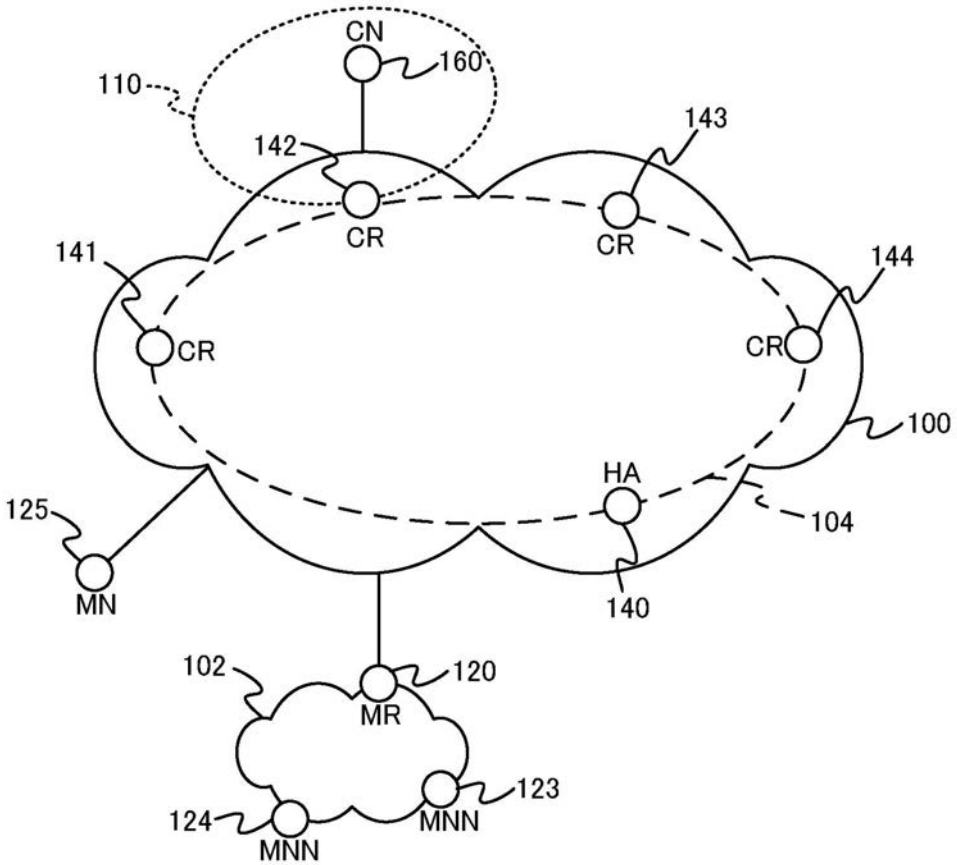
【０１００】

１００、１８００　グローバルネットワーク（インターネット）

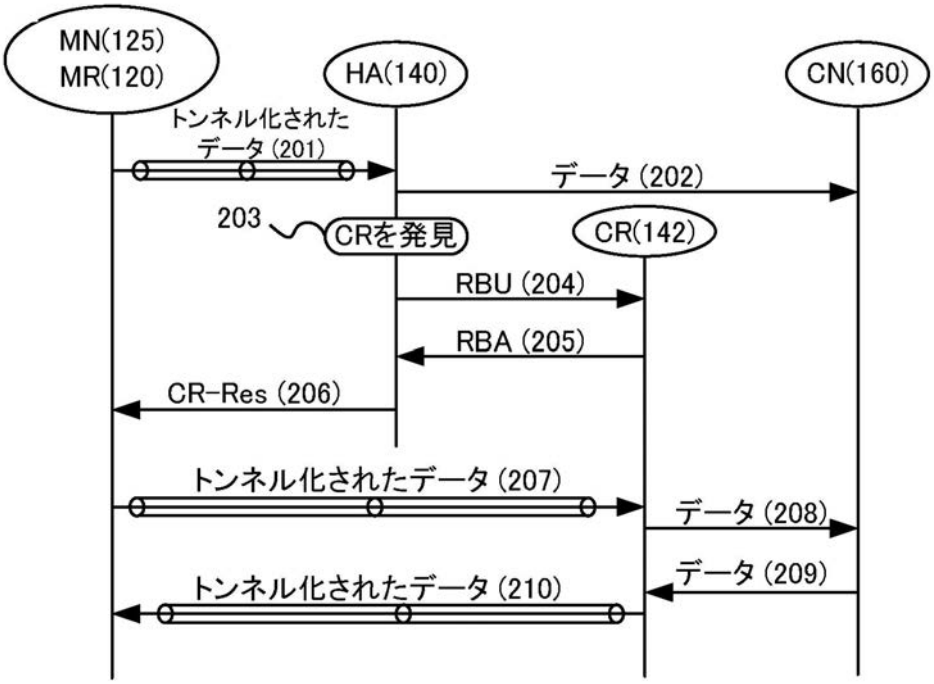
１０２、１８２０　モバイルネットワーク
１０４、５０４　ＣＲ－Ｒｉｎｇ
１１０、５１０　コレスポンデントネットワーク
１２０、１８２１　モバイルルータ（ＭＲ）
１２０／１２５、１６２０、１８１０　モバイルノード／ルータ（モバイルノード）
１２３、１２４　モバイルネットワークノード（ＭＮＮ）
１２５　モバイルノード（ＭＮ）
１４０、１６４０　ホームエージェント（ＨＡ）
１４１、１４２、１４３、１４４、５４１、５４２、１６５０　コレスポンデントルータ（ＣＲ）
１６０、５６０、１６６０、１８２５　コレスポンデントノード（ＣＮ）
７００　ＣＲ－Ｒｅｑメッセージを含むトンネルパケット
７１０、７４１、８１０、９１０、１０１０、１１１０、１２１０、１３１０、１４１０、１７１０　送信元アドレスフィールド
７２０、７４２、８２０、９２０、１０２０、１１２０、１２２０、１３２０、１４２０、１７２０　送信先アドレスフィールド
７３０、８３０、９３０、１０３０、１１３０、１２３０、１３３０、１４３０、１７３０　モビリティヘッダ
７３１、８３１、９３１、１０３１、１１３１、１２３１、１３３１、１４３１、１７３１　メッセージタイプフィールド
７３２　フラグフィールド
７３３、１３３３　ＣＮアドレスフィールド
７４０　インナパケット
８００　ＣＲ－Ｒｅｓメッセージを含む単独パケット
８４０　ＣＲ－Ｏｐｔｉｏｎ
８４１、９４１　オプションタイプフィールド
８４２、９４２、１４３３　ＣＲアドレスフィールド
８４３、１４３４　コレスポンデントプリフィックスフィールド
９００　バインディングアップデートメッセージ
９４０　ＣＲ－Ｒｅｌａｙオプション
９４３　優先度フィールド
１０００　バインディングアクノレッジメントメッセージ
１１００　ＲＢＵメッセージ
１１３２、１２３２、１３３２、１４３２　シーケンスナンバーフィールド
１１３３　ＭＮ ＨｏＡフィールド
１１３４　ＭＮ ＣｏＡフィールド
１１３５　ＭＮプリフィックスフィールド
１２００　ＲＢＡメッセージ
１２３３　バインディングステータスフィールド
１３００　ＲＲｅｑメッセージ
１４００　ＲＲｅｓメッセージ
１４３５　ＣＲセキュリティ情報フィールド
１７００　ＵＳＥ－ＣＲメッセージ
１７３２　Ｉｎｉｔ Ｃｏｏｋｉｅフィールド
１８３０　ホームエージェント（ＨＡ－ＭＮ）
１８４０　ホームエージェント（ＨＡ－ＭＲ）
１８５０、１８５２、１８５４、１８５６、１９５０、１９５２、１９５４、２０５０、２０５５　経路
２１００、２２００、２３００、２４００　機能アーキテクチャ
２１１０、２２１０、２３１０、２４１０　ネットワーキングプロトコル

２１１５、２２１５、２３１５　ルーティング部
２１２０、２２２０、２３２０、２４２０　モビリティサポート部
２１２５、２２２５、２３２５、２４２５　経路最適化部
２１３０、２３３０　ＣＲ－リスト
２１４０　バインディングキャッシュ
２１５２、２１５４、２１５６、２１５８、２２５２、２２５６、２２５８、２３５２、２３５４、２３５６、２３５８、２４５４、２４５６　データ経路
２２３０、２３４０　バインディングリスト
２４３０　ＣＲ情報

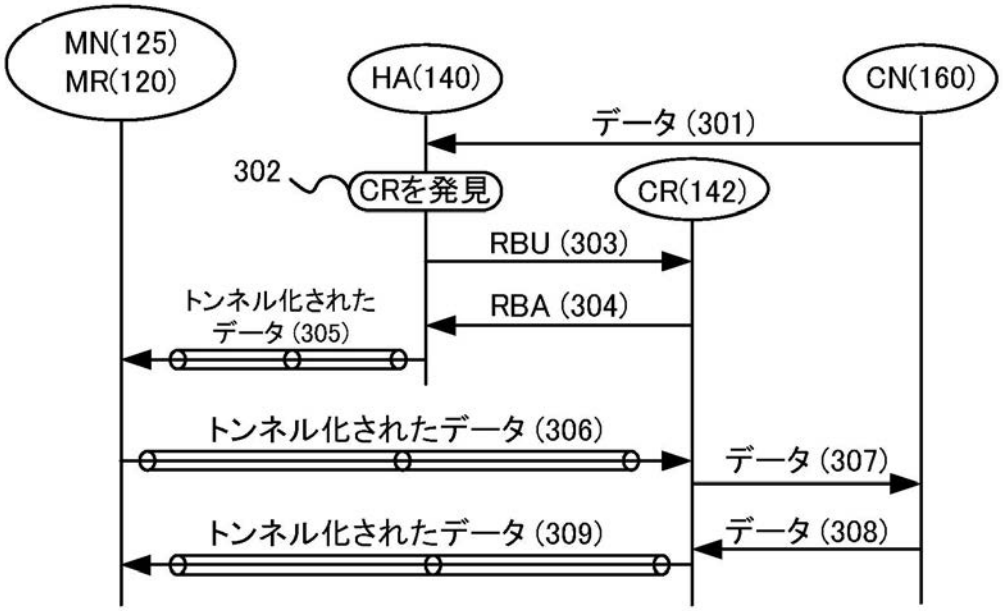
【図１】



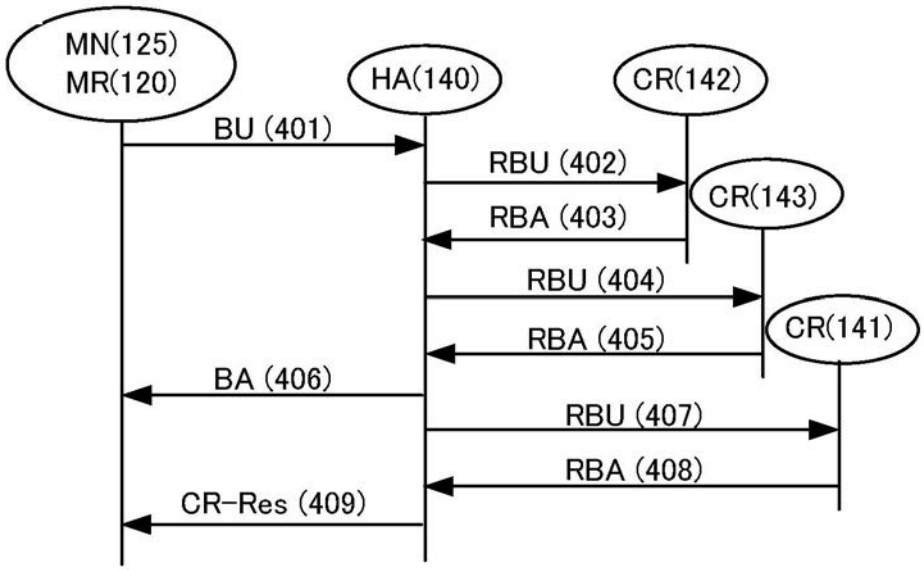
【図２】


MN(125)
MR(120)
HA(140)
CN(160)
トンネル化された
データ (201)
データ (202)
203
CRを発見
CR(142)
RBU (204)
RBA (205)
CR-Res (206)
トンネル化されたデータ (207)
データ (208)
データ (209)
トンネル化されたデータ (210)

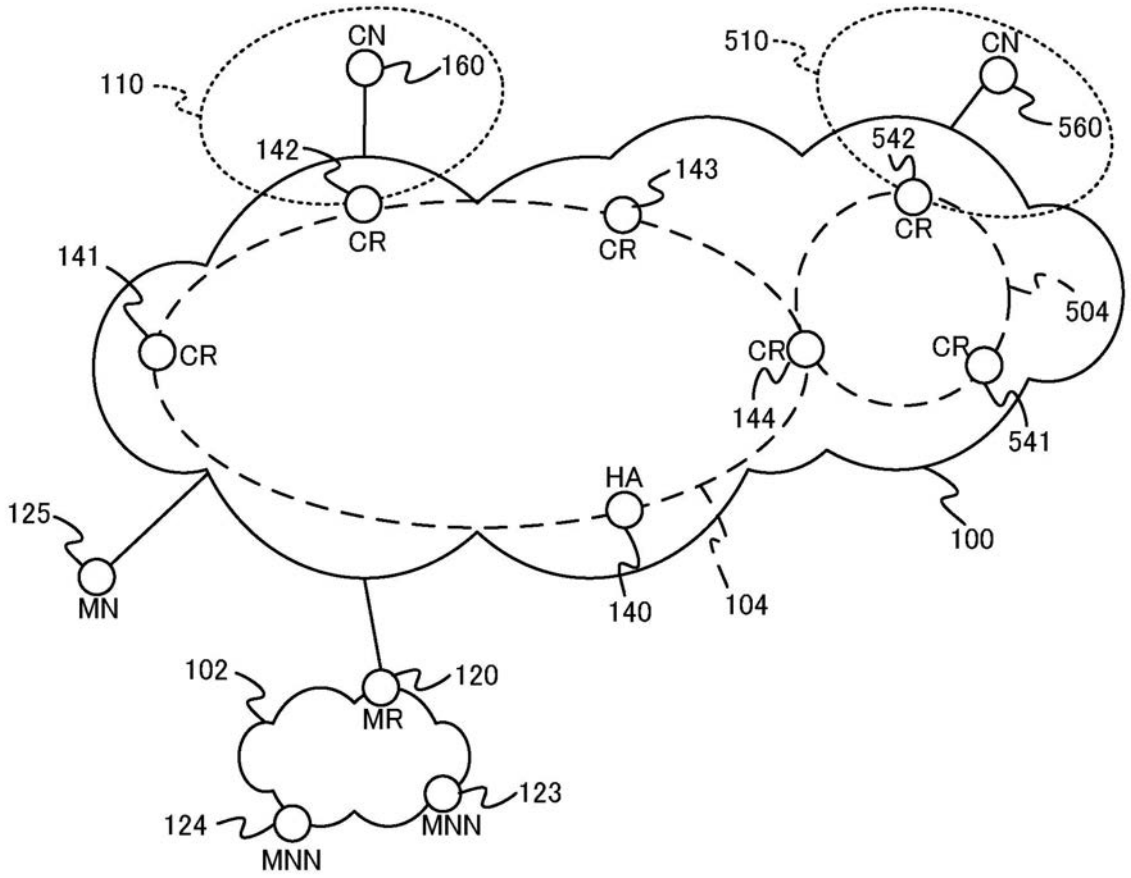
【図３】


MN(125)
MR(120)
HA(140)
CN(160)
データ (301)
302
CRを発見
CR(142)
RBU (303)
トンネル化された
データ (305)
RBA (304)
トンネル化されたデータ (306)
データ (307)
トンネル化されたデータ (309)
データ (308)

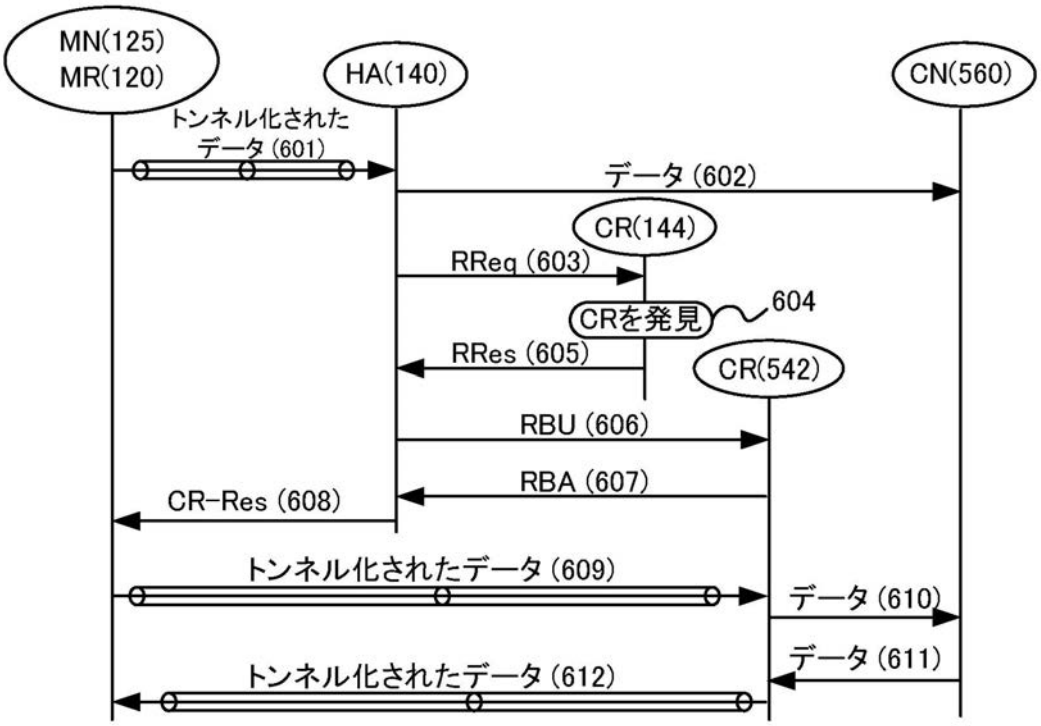
【図４】


MN(125)
MR(120)
HA(140)
CR(142)
BU (401)
RBU (402)
CR(143)
RBA (403)
RBU (404)
CR(141)
RBA (405)
BA (406)
RBU (407)
RBA (408)
CR-Res (409)

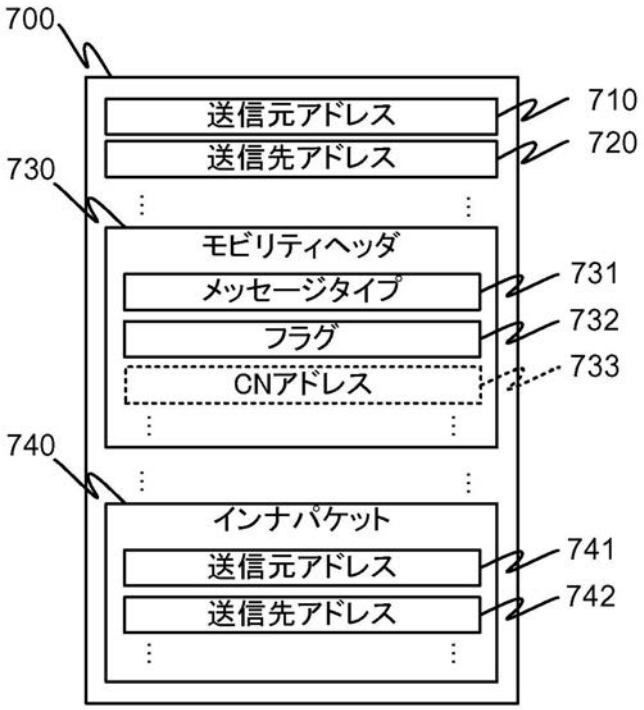
【図５】


CN
160
110
142
CR
143
CR
510
CN
560
542
CR
141
CR
504
CR
CR
144
541
HA
125
MN
140
104
100
102
120
MR
123
MNN
124
MNN

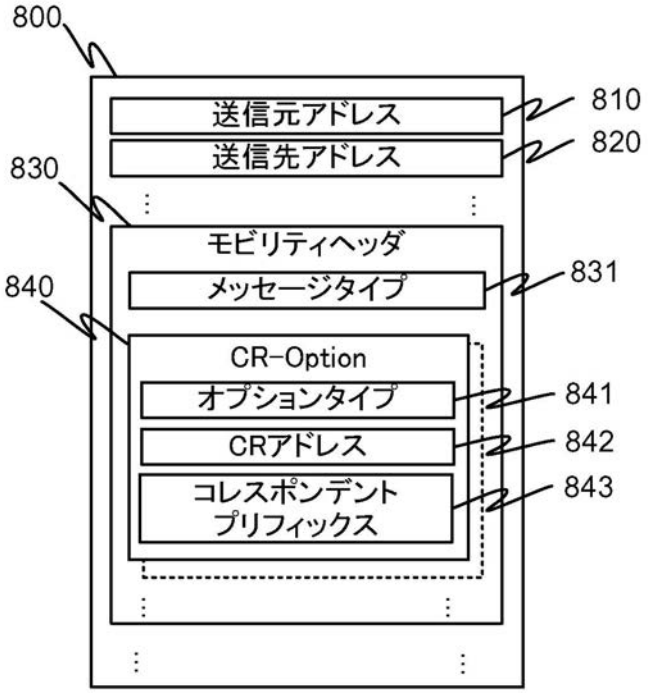
【図６】


MN(125)
MR(120)
HA(140)
CN(560)
トンネル化された
データ(601)
データ(602)
CR(144)
RReq(603)
CRを発見
604
RRes(605)
CR(542)
RBU(606)
RBA(607)
CR-Res(608)
トンネル化されたデータ(609)
データ(610)
データ(611)
トンネル化されたデータ(612)

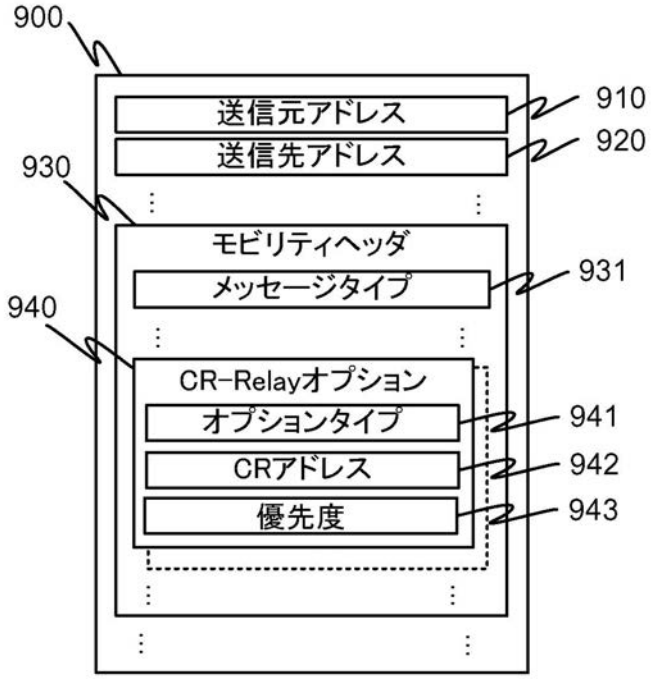
【図７】


700
送信元アドレス
710
送信先アドレス
720
730
モビリティヘッダ
メッセージタイプ
731
フラグ
732
CNアドレス
733
740
インナパケット
送信元アドレス
741
送信先アドレス
742

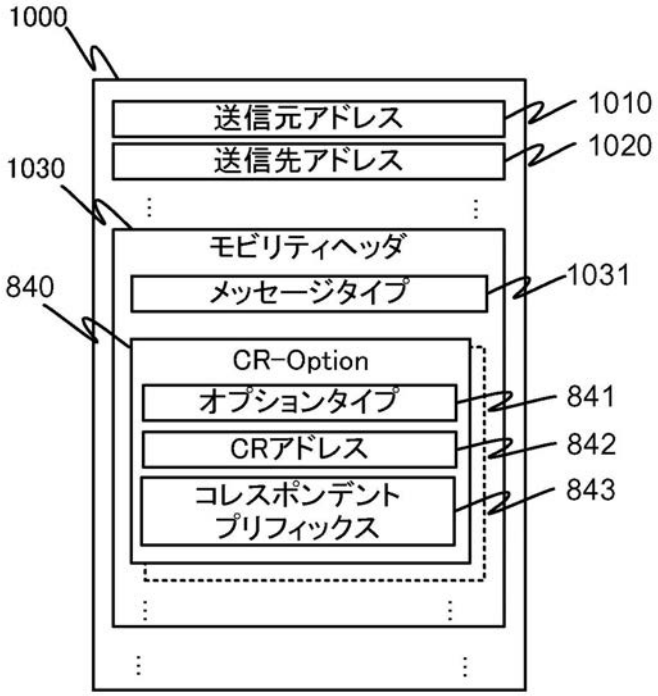
【図８】


800
送信元アドレス
810
送信先アドレス
820
830
モビリティヘッダ
メッセージタイプ
831
840
CR-Option
オプションタイプ
841
CRアドレス
842
コレスポンデント
プリフィックス
843

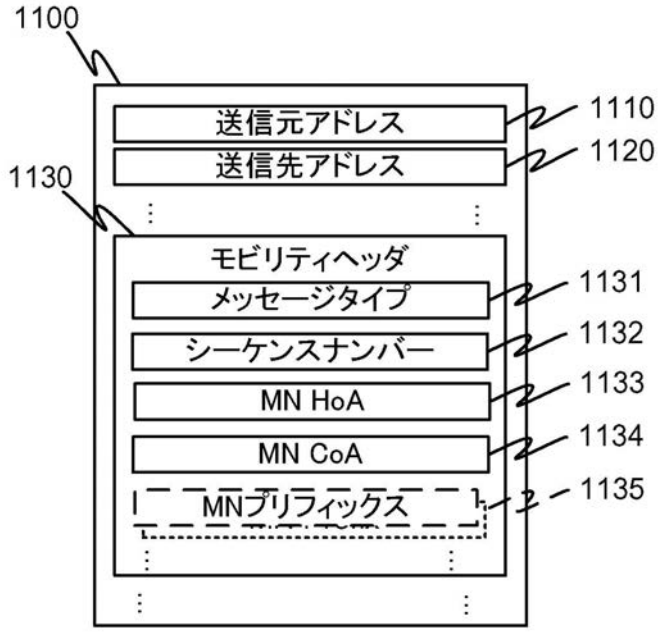
【図９】


900
送信元アドレス
910
送信先アドレス
920
930
モビリティヘッダ
メッセージタイプ
931
940
CR-Relayオプション
オプションタイプ
941
CRアドレス
942
優先度
943

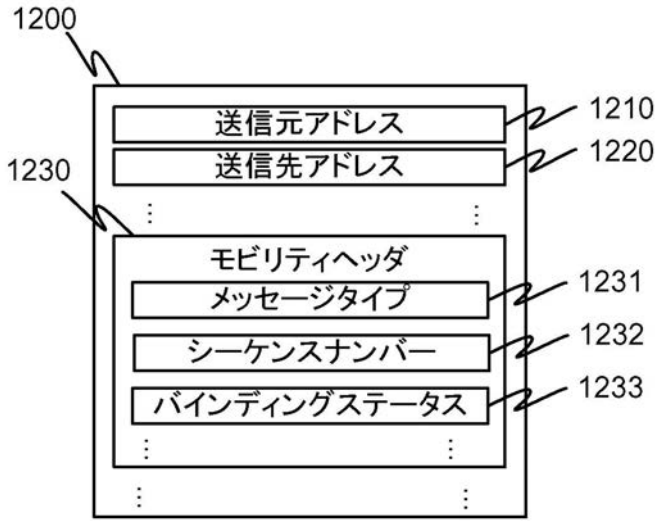
【図１０】


1000
送信元アドレス
1010
送信先アドレス
1020
1030
モビリティヘッダ
メッセージタイプ
1031
840
CR-Option
オプションタイプ
841
CRアドレス
842
コレスポンデント
プリフィックス
843

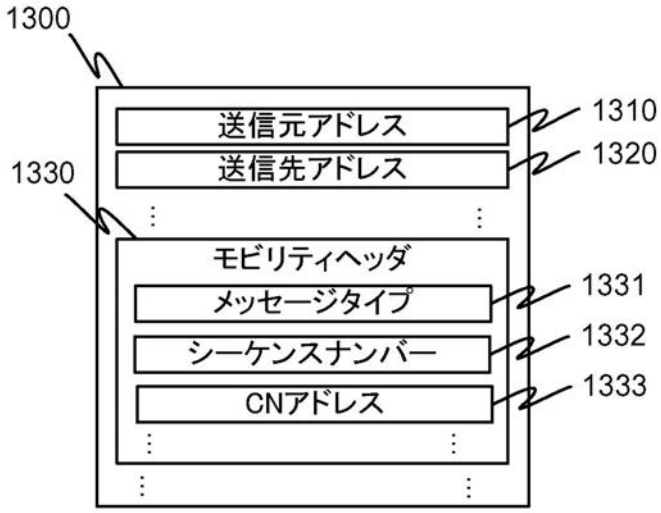
【図１１】


1100
送信元アドレス
1110
送信先アドレス
1120
1130
モビリティヘッダ
メッセージタイプ
1131
シーケンスナンバー
1132
MN HoA
1133
MN CoA
1134
MNプリフィックス
1135

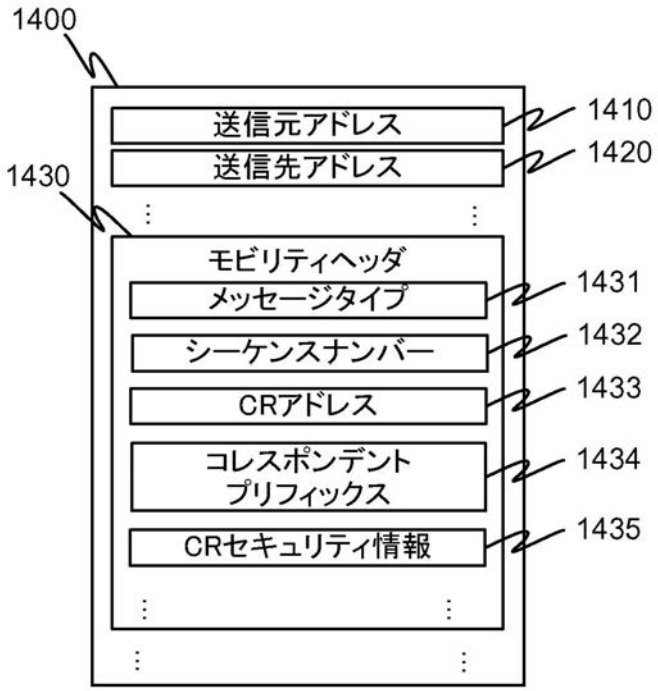
【図１２】


1200
送信元アドレス
1210
送信先アドレス
1220
1230
モビリティヘッダ
メッセージタイプ
1231
シーケンスナンバー
1232
バインディングステータス
1233

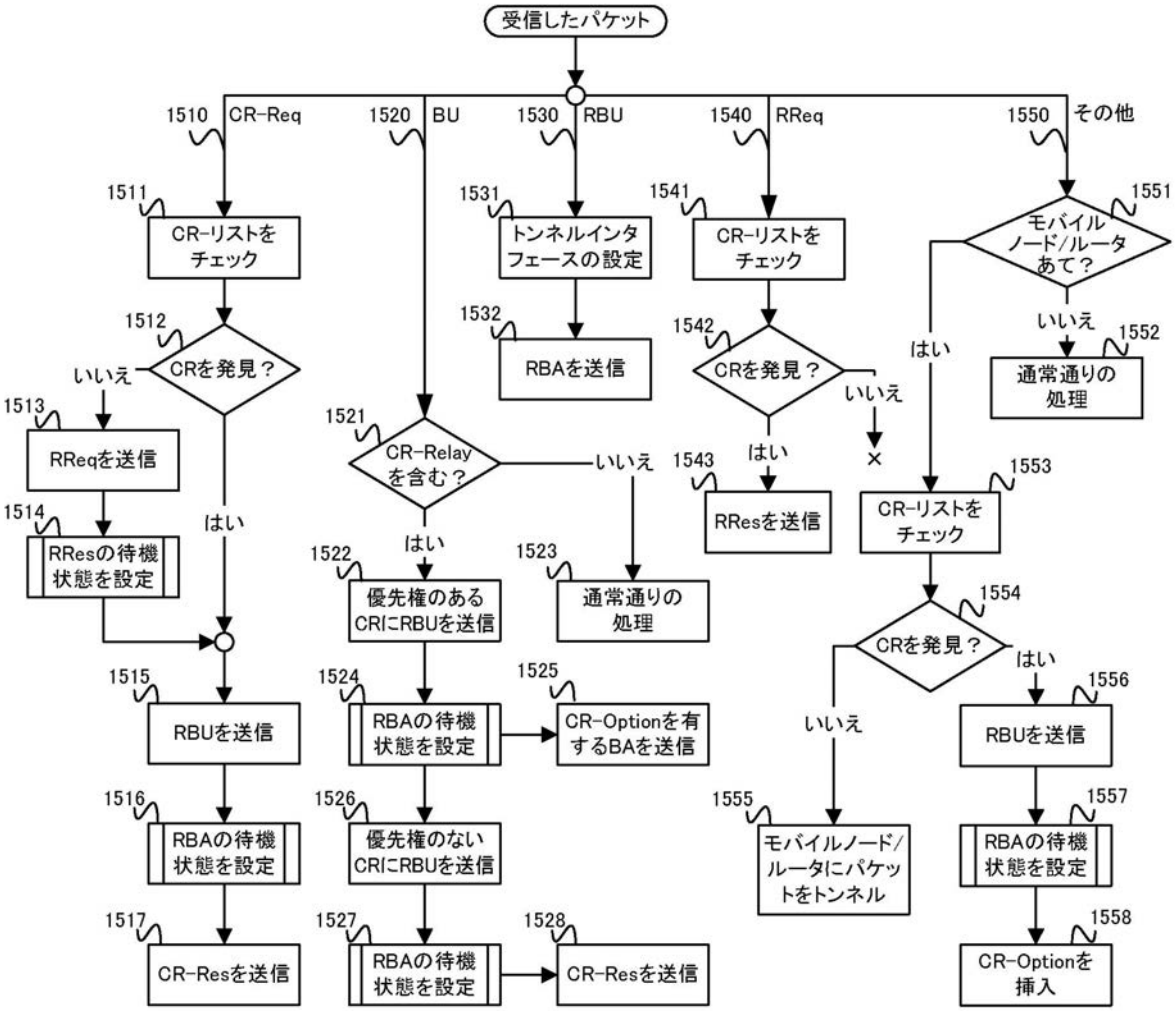
【図１３】


1300
送信元アドレス
1310
送信先アドレス
1320
1330
モビリティヘッダ
メッセージタイプ
1331
シーケンスナンバー
1332
CNアドレス
1333

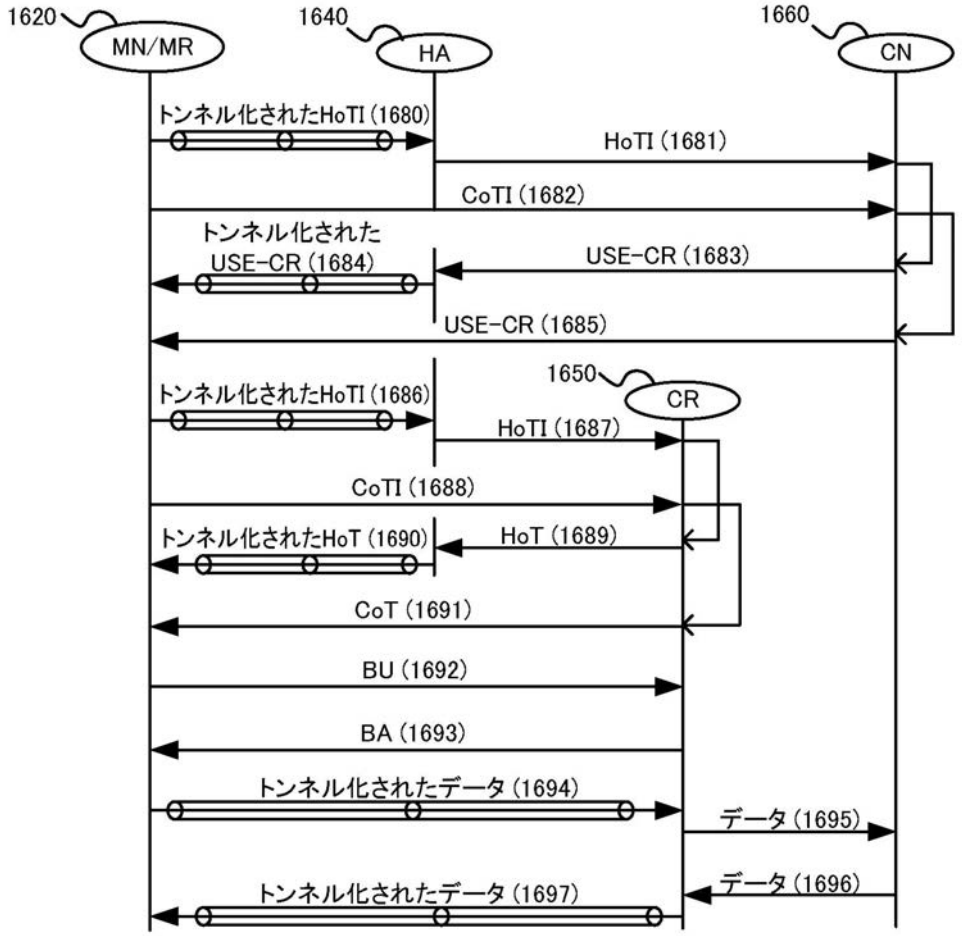
【図１４】


1400
送信元アドレス
1410
送信先アドレス
1420
1430
モビリティヘッダ
メッセージタイプ
1431
シーケンスナンバー
1432
CRアドレス
1433
コレスポンデント
プリフィックス
1434
CRセキュリティ情報
1435

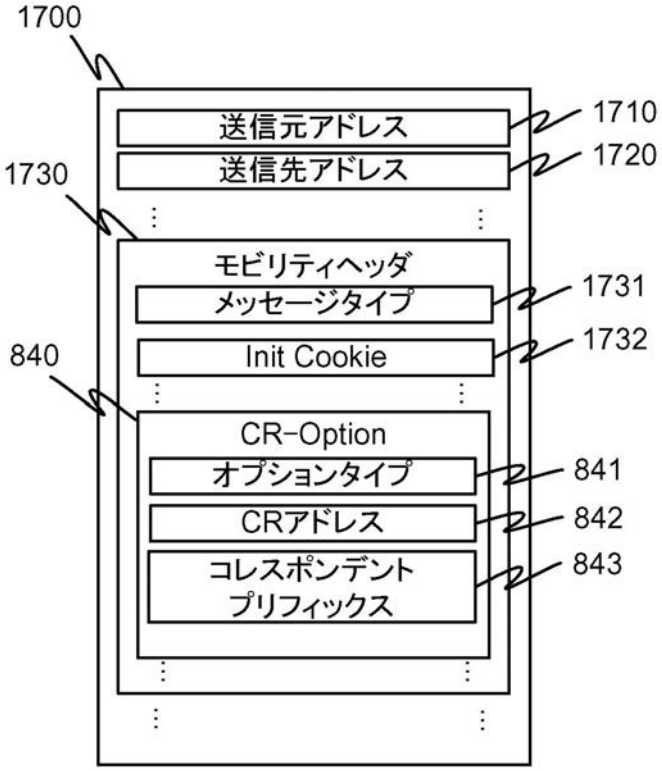
【図１５】


受信したパケット
1510 CR-Req
1520 BU
1530 RBU
1540 RReq
1550 その他
1511 CR-リストをチェック
1512 CRを発見？
いいえ
はい
1513 RReqを送信
1514 RResの待機状態を設定
1515 RBUを送信
1516 RBAの待機状態を設定
1517 CR-Resを送信
1521 CR-Relayを含む？
いいえ
はい
1522 優先権のあるCRにRBUを送信
1523 通常通りの処理
1524 RBAの待機状態を設定
1525 CR-Optionを有するBAを送信
1526 優先権のないCRにRBUを送信
1527 RBAの待機状態を設定
1528 CR-Resを送信
1531 トンネルインタフェースの設定
1532 RBAを送信
1541 CR-リストをチェック
1542 CRを発見？
いいえ
はい
1543 RResを送信
×
1551 モバイルノード/ルータあて？
いいえ
はい
1552 通常通りの処理
1553 CR-リストをチェック
1554 CRを発見？
いいえ
はい
1555 モバイルノード/ルータにパケットをトンネル
1556 RBUを送信
1557 RBAの待機状態を設定
1558 CR-Optionを挿入

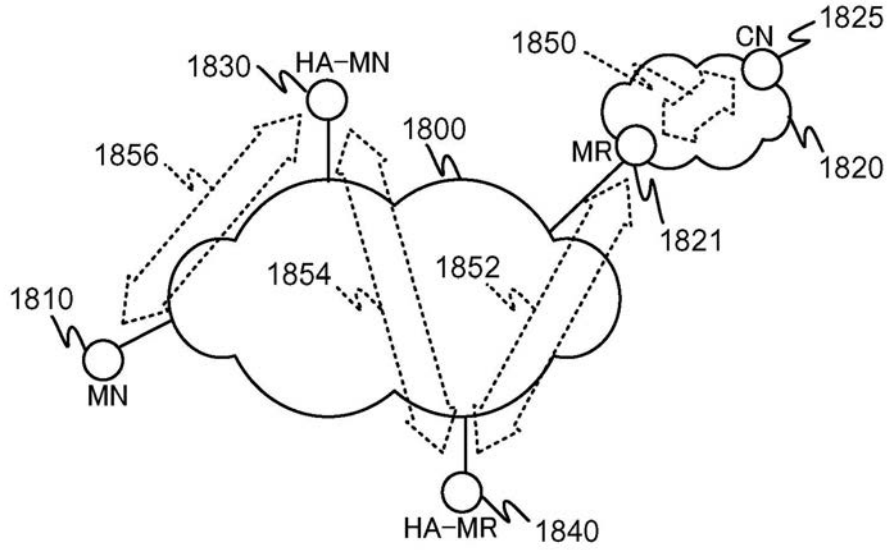
【図１６】


1620
MN/MR
1640
HA
1660
CN
トンネル化されたHoTI (1680)
HoTI (1681)
CoTI (1682)
トンネル化された
USE-CR (1684)
USE-CR (1683)
USE-CR (1685)
1650
CR
トンネル化されたHoTI (1686)
HoTI (1687)
CoTI (1688)
トンネル化されたHoT (1690)
HoT (1689)
CoT (1691)
BU (1692)
BA (1693)
トンネル化されたデータ (1694)
データ (1695)
データ (1696)
トンネル化されたデータ (1697)

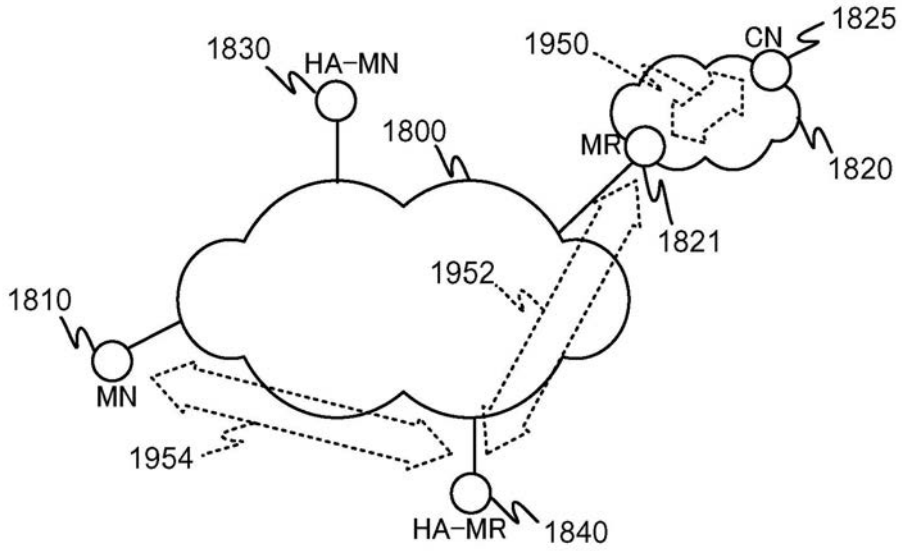
【図１７】


1700
送信元アドレス
1710
送信先アドレス
1720
1730
モビリティヘッダ
メッセージタイプ
1731
Init Cookie
1732
840
CR-Option
オプションタイプ
841
CRアドレス
842
コレスポンデント
プリフィックス
843

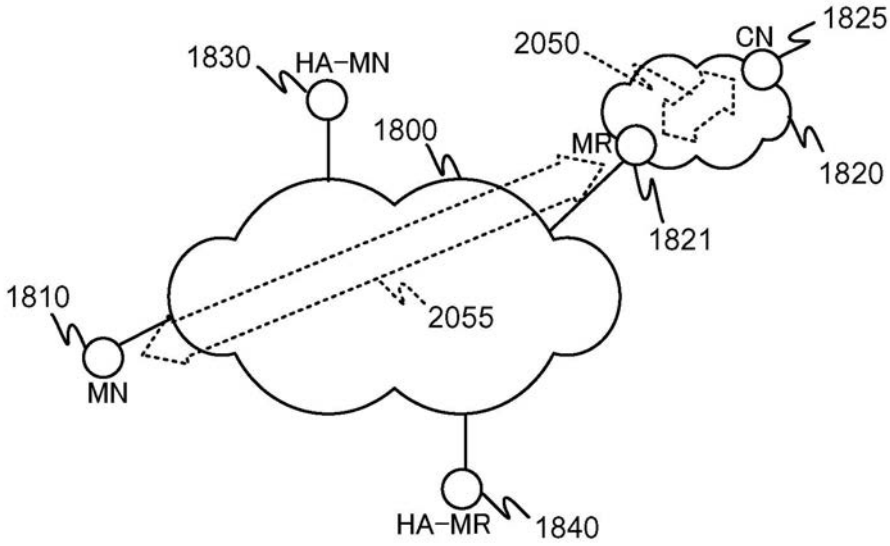
【図１８】


1825
CN
1850
1830
HA-MN
1800
1856
MR
1820
1821
1854
1852
1810
MN
HA-MR
1840

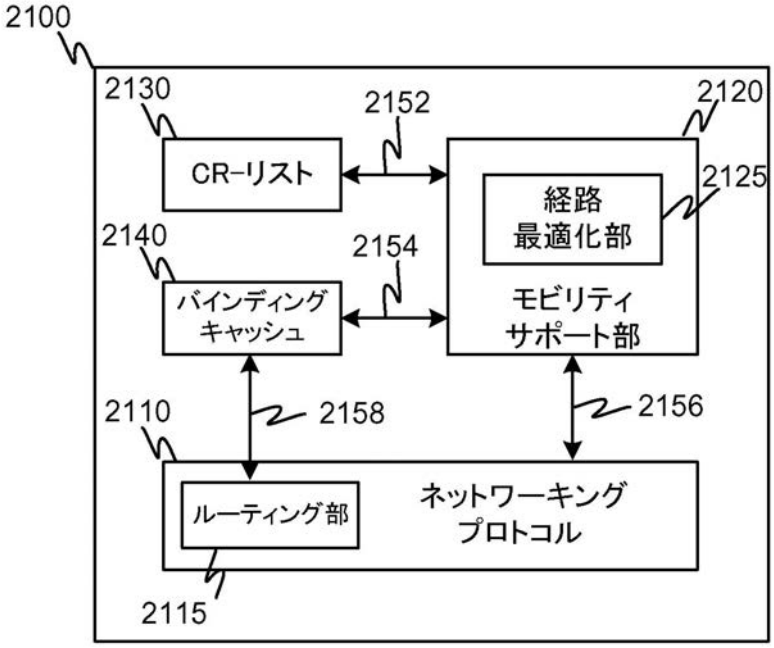
【図１９】


1825
CN
1950
1830
HA-MN
1800
MR
1820
1821
1952
1810
MN
1954
HA-MR
1840

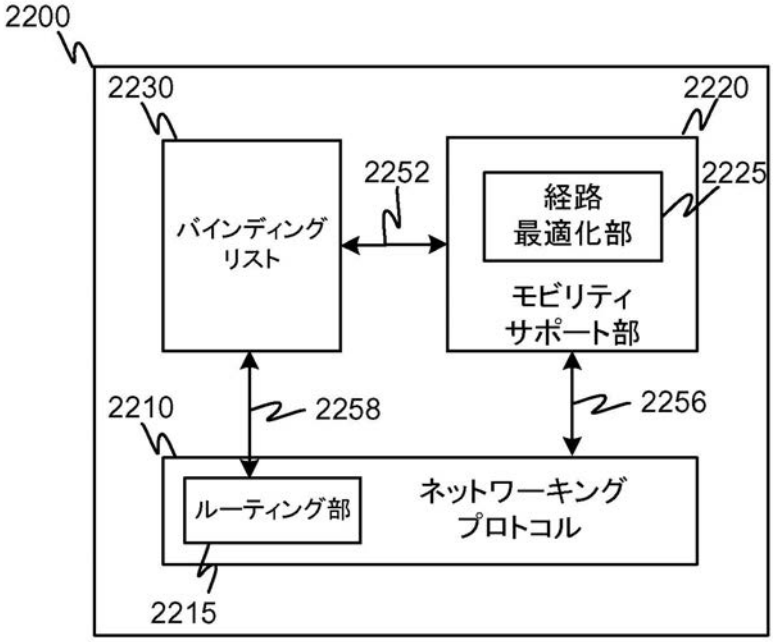
【図２０】


1825
CN
2050
1830
HA-MN
1800
MR
1820
1821
1810
2055
MN
HA-MR
1840

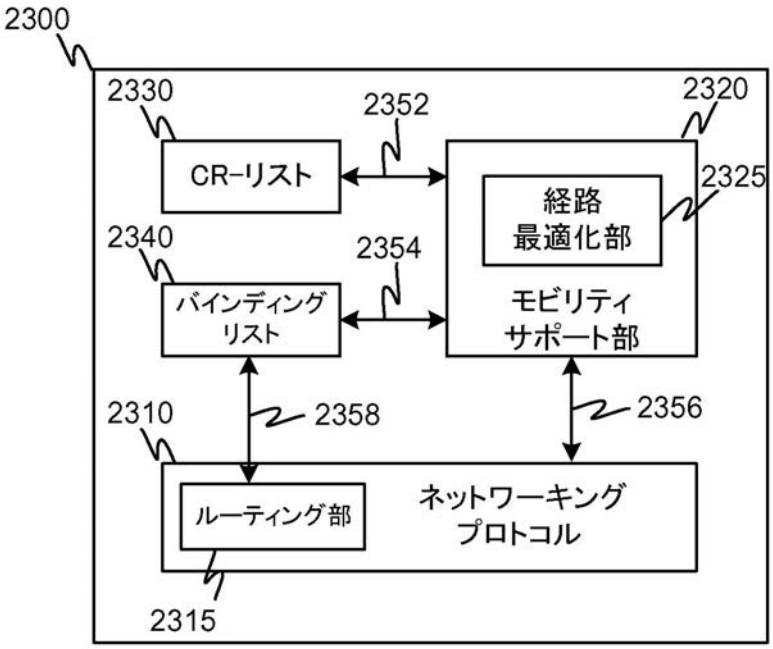
【図２１】


2100
2130
CR−リスト
2152
2120
経路
最適化部
2125
2140
バインディング
キャッシュ
2154
モビリティ
サポート部
2158
2156
2110
ルーティング部
ネットワーキング
プロトコル
2115

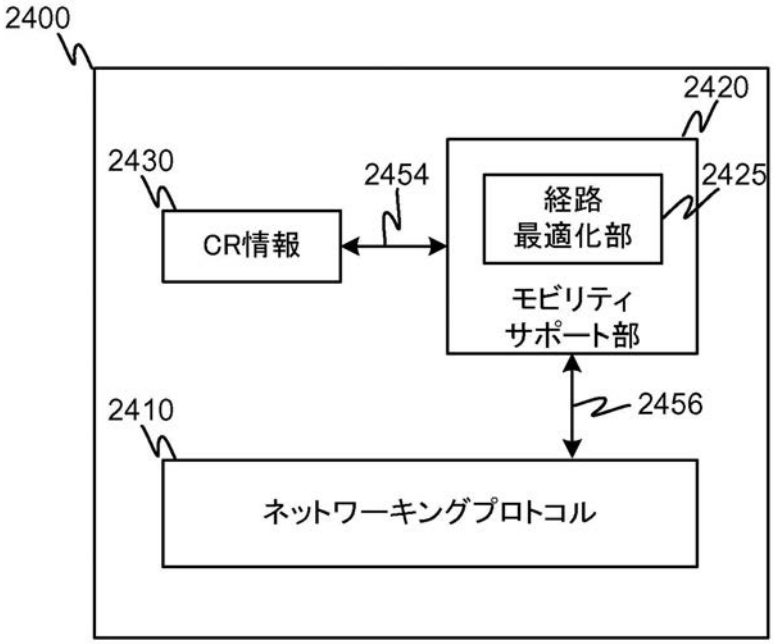
【図２２】


2200
2230
2220
バインディング
リスト
2252
2225
経路
最適化部
モビリティ
サポート部
2258
2256
2210
ルーティング部
ネットワーキング
プロトコル
2215

【図２３】


2300
2330
CR-リスト
2352
2320
2325
経路
最適化部
2340
バインディング
リスト
2354
モビリティ
サポート部
2310
2358
2356
ルーティング部
ネットワーキング
プロトコル
2315

【図２４】


2400
2420
2430
CR情報
2454
2425
経路
最適化部
モビリティ
サポート部
2410
2456
ネットワーキングプロトコル

フロントページの続き

(72)発明者 コー ティエン ミン ベンジャミン
シンガポール５３４４１５シンガポール、タイ・セン・アベニュー、ブロック１０２２、０６－３５３０番、タイ・セン・インダストリアル・エステイト、パナソニック・シンガポール研究所株式会社内
(72)発明者 タン ペク ユー
シンガポール５３４４１５シンガポール、タイ・セン・アベニュー、ブロック１０２２、０６－３５３０番、タイ・セン・インダストリアル・エステイト、パナソニック・シンガポール研究所株式会社内

審査官 齋藤 哲

(56)参考文献 特開２００４－１６６０８９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００６／００６７０６（WO，Ａ１）
Ryuji Wakikawa, Masafumi Watari, Optimized Rute Cashe Protocol(ORC), Internet-Draft draft-wakikawa-nemo-orc-00.txt, ２００４年 7月１０日, pp.1-22
C. Ng, J. Hirano, Extending Return Routability Procedure for Network Prefix (RRNP), Internet-Draft draft-ng-nemo-rrnp-00.txt, ２００４年１０月 7日, pp.1-24
平野純 他, モバイルネットワーク内ノードの経路テストに関する拡張提案, 信学技報 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人 電子情報通信学会, ２００５年 7月, IN2005-43, pp.85-89

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｈ０４Ｂ 7／２４－７／２６
Ｈ０４Ｗ 4／００－９９／００