

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-156957
(P2012-156957A)

(43) 公開日 平成24年8月16日 (2012.8.16)

(51) Int.Cl.
H O 4 L 12/56 (2006.01)

F I
H O 4 L 12/56

B

テーマコード (参考)
5 K O 3 O

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2011-16728 (P2011-16728)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成23年1月28日 (2011.1.28)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	100114236
			弁理士 藤井 正弘
		(74) 代理人	100075513
			弁理士 後藤 政喜
		(74) 代理人	100120260
			弁理士 飯田 雅昭
		(72) 発明者	金田 泰
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

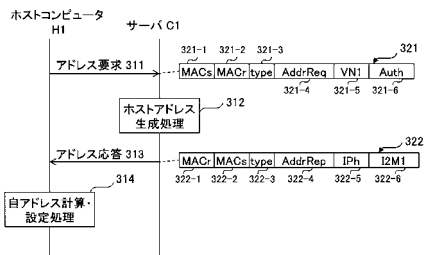
(54) 【発明の名称】 ネットワークシステム、制御装置、計算機、及び、ネットワーク装置

(57) 【要約】

【課題】ブロードキャストの発生によるネットワーク負荷の増大と、ブロードキャストパケットを生成するためのプロトコル、プログラム、データの複雑化及び巨大化を低減する。

【解決手段】複数の計算機と、複数のネットワーク装置を介して複数の計算機と接続される制御装置とを備えるネットワークシステムであって、制御装置は、複数の第1のアドレスと、各第1のアドレスを第2のアドレスに変換するための変換規則を保持し、各計算機からの要求に従って、一つの第1のアドレスと、一つの変換規則とを抽出し、抽出された第1のアドレスと変換規則とを、要求した計算機に送信し、各計算機は、第1のアドレスを送信された変換規則によって第2のアドレスに変換し、第2のアドレスを保持する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の計算機と、複数のネットワーク装置を介して前記複数の計算機と接続される制御装置とを備えるネットワークシステムであって、

前記制御装置は、

複数の第 1 のアドレスと、前記各第 1 のアドレスを第 2 のアドレスに変換するための変換規則を保持し、

前記各計算機からの要求に従って、一つの前記第 1 のアドレスと、一つの前記変換規則とを抽出し、

前記抽出された第 1 のアドレスと変換規則とを、前記要求した計算機に送信し、

10

前記各計算機は、

前記第 1 のアドレスを前記送信された変換規則によって前記第 2 のアドレスに変換し、

前記第 2 のアドレスを保持することを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 2】

第 1 の前記計算機は、第 2 の前記計算機に接続され、

前記第 1 の計算機は、

前記第 1 のアドレスを含むパケットを受信した場合、前記送信された変換規則によって、当該パケットに含まれる第 1 のアドレスを第 2 のアドレスに変換し、

前記第 2 のアドレスを当該パケットに付加し、

前記第 2 のアドレスが付加されたパケットを、当該第 2 のアドレスを保持する第 2 の計算機へ送信し、

20

前記第 2 の計算機は、前記第 1 の計算機から送信されたパケットに付加された第 2 のアドレスを削除することを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 3】

前記各計算機は、前記各計算機が前記各ネットワーク装置に接続された際に、前記制御装置へ送信することを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 4】

前記各計算機は、少なくとも一つの仮想ネットワークに接続され、

前記各計算機から前記制御装置に送信された要求は、前記各計算機が接続された仮想ネットワークを示す識別子を含み、

30

前記制御装置は、

前記仮想ネットワークに対応する、前記変換規則を保持し、

前記送信された要求に含まれる仮想ネットワークを示す識別子に従って、前記変換規則を、前記要求した計算機に送信することを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 5】

複数の計算機と、複数のネットワーク装置を介して前記複数の計算機と接続される制御装置とを備えるネットワークシステムであって、

前記制御装置は、

複数の第 1 のアドレスと、第 2 のアドレスを前記各第 1 のアドレスに変換するための変換規則を保持し、

40

前記各ネットワーク装置の要求に従って、一つの前記第 1 のアドレスと、一つの前記変換規則とを抽出し、

前記抽出された第 1 のアドレスと変換規則とを、前記要求したネットワーク装置に送信し、

前記各ネットワーク装置は、

前記送信された変換規則に基づいて、前記第 1 のアドレスを前記第 2 のアドレスに変換する関数を生成し、

前記第 1 のアドレスを前記生成された関数によって前記第 2 のアドレスに変換し、

前記変換された第 2 のアドレスを前記各計算機に送信し、

50

前記各計算機は、前記第 2 のアドレスを保持することを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 6】

前記各ネットワーク装置は、
前記送信された第 1 のアドレスを保持し、
第 1 の前記ネットワーク装置は、第 1 の前記計算機に接続され、
第 2 の前記ネットワーク装置は、第 2 の前記計算機に接続され、
前記第 1 の計算機は、前記第 2 の計算機によって保持される前記第 2 のアドレスを含む
パケットを、前記第 1 のネットワーク装置に送信し、
前記第 1 のネットワーク装置は、
前記第 1 の計算機から送信されたパケットに含まれ、前記第 2 の計算機によって保持さ
れる前記第 2 のアドレスを、前記第 2 のネットワーク装置によって保持される前記第 1 の
アドレスに、前記送信された変換規則によって変換し、
前記変換された第 1 のアドレスを、前記送信されたパケットに付加し、
前記第 1 のアドレスが付加されたパケットを、前記第 2 のネットワーク装置へ送信し、
前記第 2 のネットワーク装置は、
前記第 1 のネットワーク装置から送信されたパケットに付加された第 1 のアドレスを削
除し、
前記第 1 のネットワーク装置から送信されたパケットに含まれる第 2 の計算機の第 2 の
アドレスに基づいて、前記送信されたパケットを、前記第 2 の計算機に送信することを特
徴とする請求項 5 に記載のネットワークシステム。

10

20

【請求項 7】

前記ネットワーク装置は、
前記送信された変換規則から、一つの前記第 1 のアドレスを、二つ以上の前記第 2 のア
ドレスに変換する関数を生成し、
第 3 の前記計算機と第 4 の前記計算機とに接続され、
前記生成された関数によって変換した結果生成される二つ以上の第 2 のアドレスを、前
記第 3 の計算機と、前記第 4 の計算機とに各々割り当て、
前記第 3 の計算機に割り当てられた前記第 2 のアドレスを、前記第 3 の計算機に送信し
、
前記第 4 の計算機に割り当てられた前記第 2 のアドレスを、前記第 4 の計算機に送信す
ることを特徴とする請求項 5 に記載のネットワークシステム。

30

【請求項 8】

前記ネットワーク装置は、前記送信された第 1 のアドレスと、前記生成された関数とを
、前記計算機に送信し、
前記計算機は、前記送信された関数によって、前記第 1 のアドレスを前記第 2 のアドレ
スに変換することを特徴とする請求項 5 に記載のネットワークシステム。

【請求項 9】

前記各ネットワーク装置は、
少なくとも一つの仮想ネットワークに接続され、
前記各ネットワーク装置に、前記仮想ネットワークの接続が追加された際に、前記制御
装置に要求を送信することを特徴とする請求項 5 に記載のネットワークシステム。

40

【請求項 10】

前記各ネットワーク装置から前記制御装置に送信された要求は、前記各ネットワーク装
置が接続された仮想ネットワークを示す識別子を含み、
前記制御装置は、
前記仮想ネットワークに対応する、前記変換規則を保持し、
前記送信された要求に含まれる仮想ネットワークを示す情報に従って、前記変換規則を
、前記各ネットワーク装置に送信することを特徴とする請求項 9 に記載のネットワークシ
ステム。

50

【請求項 1 1】

複数の計算機と、複数のネットワーク装置を介して前記複数の計算機と接続される制御装置であって、

前記制御装置は、複数の第 1 のアドレスと、前記各第 1 のアドレスを第 2 のアドレスに変換するための変換規則を保持し、

前記各計算機からの要求に従って、一つの前記第 1 のアドレスと、一つの前記変換規則とを抽出し、

前記抽出された第 1 のアドレスと前記抽出された変換規則とによって変換された前記第 2 のアドレスを、前記各計算機に割り当てるため、前記抽出された第 1 のアドレスと変換規則とを、前記要求した計算機に送信することを特徴とする制御装置。

10

【請求項 1 2】

前記各計算機は、少なくとも一つの仮想ネットワークに接続され、

前記各計算機から前記制御装置に送信された要求は、前記各計算機が接続された仮想ネットワークを示す識別子を含み、

前記制御装置は、

前記仮想ネットワークに対応する、前記変換規則を保持し、

前記送信された要求に含まれる仮想ネットワークを示す識別子に従って、前記変換規則を、前記要求した計算機に送信することを特徴とする請求項 1 1 に記載の制御装置。

【請求項 1 3】

複数の計算機と、複数のネットワーク装置を介して前記複数の計算機と接続される制御装置であって、

前記制御装置は、

複数の第 1 のアドレスと、第 2 のアドレスを前記各第 1 のアドレスに変換するための変換規則を保持し、

前記各ネットワーク装置の要求に従って、一つの前記第 1 のアドレスと、一つの前記変換規則とを抽出し、

前記抽出された第 1 のアドレスを前記要求したネットワーク装置に割り当てるため、前記抽出された第 1 のアドレスと変換規則とを、前記要求したネットワーク装置に送信することを特徴とする制御装置。

20

【請求項 1 4】

前記各ネットワーク装置は、

少なくとも一つの仮想ネットワークに接続され、

前記各ネットワーク装置に、前記仮想ネットワークの接続が追加された際に、前記制御装置に要求を送信することを特徴とする請求項 1 3 に記載の制御装置。

30

【請求項 1 5】

前記各ネットワーク装置は、少なくとも一つの仮想ネットワークに接続され、

前記各ネットワーク装置から前記制御装置に送信された要求は、前記各ネットワーク装置が接続された仮想ネットワークを示す識別子を含み、

前記制御装置は、

前記仮想ネットワークに対応する、前記変換規則を保持し、

前記送信された要求に含まれる仮想ネットワークを示す情報に従って、前記変換規則を、前記各ネットワーク装置に送信することを特徴とする請求項 1 4 に記載の制御装置。

40

【請求項 1 6】

複数のネットワーク装置を介して制御装置と接続される複数の計算機であって、

前記制御装置は、複数の第 1 のアドレスと、前記各第 1 のアドレスを第 2 のアドレスに変換するための変換規則を保持し、

前記各計算機は、

前記制御装置に、要求を送信し、

前記制御装置から、前記要求に従った、一つの前記第 1 のアドレスと、一つの前記変換規則とを送信され、

50

前記第 1 のアドレスを前記送信された変換規則によって前記第 2 のアドレスに変換し、
前記第 2 のアドレスを保持することを特徴とする計算機。

【請求項 17】

第 1 の前記計算機は、第 2 の前記計算機に接続され、
前記第 1 の計算機は、

前記第 1 のアドレスを含むパケットを受信した場合、前記送信された変換規則によって、
当該パケットに含まれる第 1 のアドレスを第 2 のアドレスに変換し、

前記第 2 のアドレスを当該パケットに付加し、

前記第 2 のアドレスが付加されたパケットを、当該第 2 のアドレスを保持する第 2 の計
算機へ送信し、

10

前記第 2 の計算機は、前記第 1 の計算機から送信されたパケットに付加された第 2 のア
ドレスを削除することを特徴とする請求項 16 に記載の計算機。

【請求項 18】

前記各計算機は、前記各計算機が前記各ネットワーク装置に接続された際に、前記制御
装置へ要求を送信することを特徴とする請求項 16 に記載の計算機。

【請求項 19】

複数の計算機と、制御装置とに接続される複数のネットワーク装置であって、

前記制御装置は、複数の第 1 のアドレスと、第 2 のアドレスを前記各第 1 のアドレスに
変換するための変換規則を保持し、

前記各ネットワーク装置は、

20

前記制御装置に、要求を送信し、

前記制御装置から、前記要求に従った、一つの前記第 1 のアドレスと、一つの前記変換
規則とを送信され、

前記送信された変換規則に基づいて、前記第 1 のアドレスを前記第 2 のアドレスに変換
する関数を生成し、

前記第 1 のアドレスを前記生成された関数によって前記第 2 のアドレスに変換し、

前記変換された第 2 のアドレスを、前記各計算機に割り当てるため、前記各計算機に送
信することを特徴とするネットワーク装置。

【請求項 20】

前記各ネットワーク装置は、

30

前記送信された第 1 のアドレスを保持し、

第 1 の前記ネットワーク装置は、第 1 の前記計算機に接続され、

第 2 の前記ネットワーク装置は、第 2 の前記計算機に接続され、

前記第 1 のネットワーク装置は、

前記第 1 の計算機から、前記第 2 の計算機によって保持される前記第 2 のアドレスを含
むパケットを、送信され、

前記第 1 の計算機から送信されたパケットに含まれ、前記第 2 の計算機によって保持さ
れる前記第 2 のアドレスを、前記第 2 のネットワーク装置によって保持される前記第 1 の
アドレスに、前記送信された変換規則によって変換し、

前記変換された第 1 のアドレスを、前記送信されたパケットに付加し、

40

前記第 1 のアドレスが付加されたパケットを、前記第 2 のネットワーク装置へ送信し、

前記第 2 のネットワーク装置は、

前記第 1 のネットワーク装置から送信されたパケットに付加された第 1 のアドレスを削
除し、

前記第 1 のネットワーク装置から送信されたパケットに含まれる第 2 の計算機の第 2 の
アドレスに基づいて、前記送信されたパケットを、前記第 2 の計算機に送信することを特
徴とする請求項 19 に記載のネットワーク装置。

【請求項 21】

前記ネットワーク装置は、

前記送信された変換規則から、一つの前記第 1 のアドレスを、二つ以上の前記第 2 のア

50

ドレスに変換する関数を生成し、

第3の前記計算機と第4の前記計算機とに接続され、

前記生成された関数によって変換した結果生成される二つ以上の第2のアドレスを、前記第3の計算機と、前記第4の計算機とに各々割り当て、

前記第3の計算機に割り当てられた前記第2のアドレスを、前記第3の計算機に送信し

、

前記第4の計算機に割り当てられた前記第2のアドレスを、前記第4の計算機に送信することを特徴とする請求項19に記載のネットワーク装置。

【請求項22】

前記ネットワーク装置は、前記計算機に前記第1のアドレスと前記関数とによって変換された前記第2のアドレスを割り当てるため、前記送信された第1のアドレスと前記生成された関数とを、前記計算機に送信することを特徴とする請求項19に記載のネットワーク装置。

10

【請求項23】

前記各ネットワーク装置は、

少なくとも一つの仮想ネットワークに接続され、

前記各ネットワーク装置に、前記仮想ネットワークの接続が追加された際に、前記制御装置に要求を送信することを特徴とする請求項19に記載のネットワーク装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、ネットワークシステムに関し、特に、送信先と送信元のアドレスを含むパケットを送受信するネットワークシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

パケット通信をおこなう場合、物理的なネットワークプロトコルとは異なる論理的なネットワークプロトコルを使用することによって、物理的なネットワークプロトコルに従うことなく、パケットを通信させることができる。

【0003】

このように2層化されたプロトコル（すなわち、物理的なプロトコル及び論理的なプロトコル）を用いるシステムにおいてパケットを通信させるためには、2層のプロトコルの各々に送信者及び受信者のアドレスを指定し、さらに、指定されたアドレスを2層のプロトコル間に対応づけることが必要である。すなわち、2層のプロトコルに各々指定された、送信者アドレスどうしを対応づけ、さらに、受信者アドレスどうしを対応づけることが必要である。

30

【0004】

このような2層化または多層化されたプロトコルを使用する通信技術の第1の例には、IP over Ethernet（Ethernetは登録商標、以下同じ）を挙げることができる。

【0005】

40

現在ではIPすなわちインターネットプロトコルによって全世界との通信が可能になっているが、IPは、さまざまな物理ネットワーク上において実現されている。物理ネットワーク上において実現されるIPのうちの 하나가、Ethernet上のIP、すなわち、IP over Ethernetである。

【0006】

IP over Ethernetを実装するため、IP over Ethernetを用いる各ホストコンピュータは、セグメント内の論理的なネットワークのアドレスと、物理的なネットワークのアドレスとの、対応関係を示すARP（Address Resolution Protocol）テーブルを保持する。ARPテーブルには、セグメント内の論理的なネットワークのアドレスすなわちIPアドレスと、物理的なネットワ

50

ークのアドレスすなわちMAC (Media Access Control) アドレスとが、1対1に対応づけられて格納される。

【0007】

IP over Ethernetを用いる通信システムにおいて、ホストコンピュータが、ARPテーブルに格納されていないアドレスのホストコンピュータと通信をする場合、通信にさきだって、ARPテーブルを同期するためのARPメッセージを、ブロードキャスト(IPv4を用いる場合)又はマルチキャスト(IPv6を用いる場合)する必要がある。ARPメッセージを用いてアドレスに対応づける方法は、従来より提案されている(例えば、非特許文献1参照)。

【0008】

また、2層化されたプロトコルを用いる通信技術の第2の例には、MAC-in-MACによる広域Ethernet通信技術を挙げることができる。

【0009】

広域Ethernet通信を用いるホストコンピュータは、Ethernet上でEthernetプロトコルを使用して通信するが、2層化されたプロトコルを用いることによって下層での通信、すなわち、広域通信をする場合に、上層のネットワークの制約を受けない。すなわち、プロトコルを2層化することによって、Ethernetがもつスケラビリティが低いという欠点を軽減することができる。MAC-in-MACによる通信技術については、従来より提案されている(例えば、特許文献1参照)。

【0010】

特許文献1は、VLAN技術を用いて実装されたWAN(Wide-Area Network、広域ネットワーク)が二つのLAN(Local-Area Network)を接続し、そのWANによって接続された二つのLAN間におけるパケットの通信方法を提案する。

【0011】

すなわち、一つのLANからWANへの入口に配置されたスイッチが、他方のLANに接続されるWANの出口に配置されたスイッチを識別するためのアドレス等の情報を保持している場合、入口に配置されたスイッチは、出口のスイッチだけに2層化されたパケットを転送する。しかし、入口に配置されたスイッチが、出口に配置されたスイッチを識別するためのアドレス等の情報を保持していない場合、入口に配置されたスイッチは、VLAN内の出口になる可能性があるすべてのスイッチにパケットをブロードキャストする。

【0012】

この場合、2層化されたプロトコルのうち上層のプロトコルに対応するアドレスは、個々のホストコンピュータに一意のアドレスである。そして、上層のアドレスに対応づけられる下層のアドレスはWANスイッチのアドレスである。

【0013】

各スイッチが、これらのアドレスの対応関係を十分に保持していない場合、各スイッチは、パケットをブロードキャストする必要がある。すなわち、MAC-in-MACにおいても、二つの層のアドレスに対応づけるためにパケットをブロードキャストする必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献1】特開2002-344476号公報

【非特許文献】

【0015】

【非特許文献1】RFC826, An Ethernet Address Resolution Protocol - or - Converting Network Protocol Addresses, IETF.

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

前述の通り、非特許文献1において提案されたIP over Ethernetを用いるシステムにおいて、ホストコンピュータは、2層のプロトコルのアドレスを対応づけるために、ARPメッセージのブロードキャスト等が必要である。そのため、以下の二つの問題が存在する。

【0017】

第1の問題には、ARPメッセージの送信によるネットワーク負荷の増大がある。すなわち、新しく導入されるホストコンピュータのアドレスの対応関係、又は、しばらく通信していなかったが通信を再開するホストコンピュータのアドレスの対応関係は、通信中の既存のホストコンピュータが保持するARPテーブルに格納されていない。このため、通信中の既存のホストコンピュータに、新たなアドレスの対応関係を送信するため、ARPメッセージが送信される。そして、ARPメッセージが送信されることによって、多数のパケットが生成され、ネットワーク負荷が増大するという問題が生じる。

【0018】

第2の問題には、プロトコル、プログラム及びデータ等の複雑化がある。すなわち、IP over Ethernetを用いるホストコンピュータは、ARPメッセージを送受信するための機能、及び、ARPメッセージの送受信によって取得できるIPアドレスとMACアドレスとの対応関係を個別に管理するための機能が、必要になる。このため、パケットを送受信するためのプロトコル、プログラム、及び、データ等が、複雑化するという問題がある。

【0019】

また、特許文献1において提案されたMAC-in-MACにおいても、二つの層のアドレスを対応づけるためにパケットをブロードキャストする必要性が生じる。そのため、以下の二つの問題が存在する。

【0020】

第1の問題には、パケットをブロードキャストすることによるネットワーク負荷の増大がある。すなわち、新しく導入されるホストコンピュータのアドレスの対応関係、又は、しばらく通信していなかったが通信を再開するホストコンピュータのアドレスの対応関係は、そのホストコンピュータに接続されたスイッチ以外のスイッチにおいて保持されていない。このため、WAN上で、ブロードキャストのための多数のパケットが生成され、ネットワーク負荷が増大するという問題がある。

【0021】

第2の問題には、プロトコル、プログラム及びデータ等の複雑化がある。すなわち、ホストコンピュータは、上層と下層のアドレスを対応づけるためにブロードキャストメッセージを送受信する機能と、それによってえられるアドレスの対応関係を表によって個別に管理する機能とが必要になり、プロトコル、プログラム、及び、データ等が複雑化、巨大化するという問題がある。

【0022】

この発明は、多層（例えば、2層）化されたプロトコルによるネットワークにおいて、各層に対応するアドレスが指定される場合、それらのアドレスの対応関係を共有させるために生じるオーバーヘッド、特にブロードキャストの発生によるネットワーク負荷の増大の問題と、ブロードキャスト生成のためのプロトコルプログラム及びデータなどの複雑化、並びに、巨大化の問題とを低減することが目的である。

【0023】

特に、本発明は、IP over Ethernetを、MACアドレスとIPアドレスとの対応づけのために必要なARPメッセージを用いることなく実装し、ARPメッセージを生成及び管理するための機能を削減することが目的である。また、広域Ethernetを、VPN（上層ネットワーク）上のMACアドレス（上層アドレス）とエッジスイッチ（入口及び出口に配置されるスイッチ）のMACアドレス（下層アドレス）との対

10

20

30

40

50

応づけるために必要になるブロードキャストメッセージを用いることなく実装し、ブロードキャストメッセージを生成及び管理するための機能を削減することが目的である。

【課題を解決するための手段】

【0024】

本発明の代表的な一例を示せば以下の通りである。すなわち、複数の計算機と、複数のネットワーク装置を介して前記複数の計算機と接続される制御装置とを備えるネットワークシステムであって、前記制御装置は、複数の第1のアドレスと、前記各第1のアドレスを第2のアドレスに変換するための変換規則を保持し、前記各計算機からの要求に従って、一つの前記第1のアドレスと、一つの前記変換規則とを抽出し、前記抽出された第1のアドレスと変換規則とを、前記要求した計算機に送信し、前記各計算機は、前記第1のアドレスを前記送信された変換規則によって前記第2のアドレスに変換し、前記第2のアドレスを保持する。

10

【発明の効果】

【0025】

本発明の一実施形態によると、ブロードキャストの発生によるネットワーク負荷の増大と、ブロードキャスト生成のためのプロトコル、プログラム、データの複雑化及び巨大化の問題とを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の第1の実施形態のネットワーク構成を示すブロック図である。

20

【図2A】本発明の第1の実施形態のホストコンピュータHの構成を示すブロック図である。

【図2B】本発明の第1の実施形態のアドレス配布サーバCの構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施形態のホストコンピュータHが新たに導入された場合の処理を示すシーケンス図である。

【図4】本発明の第1の実施形態のアドレス配布サーバCのホスト・アドレス生成処理を示すフローチャートである。

【図5】本発明の第1の実施形態のホストコンピュータHの自アドレス計算・設定処理フローチャートである。

30

【図6】本発明の第1の実施形態のホストコンピュータHによるパケット変換処理を示す説明図である。

【図7】本発明の第2の実施形態のネットワーク構成を示すブロック図である。

【図8A】本発明の第2の実施形態のWANスイッチSの構成を示すブロック図である。

【図8B】本発明の第2の実施形態のアドレス配布サーバCの構成を示すブロック図である。

【図8C】本発明の第2の実施形態のホストコンピュータHの構成を示すブロック図である。

【図9】本発明の第2の実施形態のWANに仮想ネットワークサイトが接続された場合の処理を示すシーケンス図である。

40

【図10】本発明の第2の実施形態のアドレス配布サーバCのスイッチ・アドレス生成処理を示すフローチャートである。

【図11A】本発明の第2の実施形態のWANスイッチSによるスイッチ・アドレス設定処理を示すフローチャートである。

【図11B】本発明の第2の実施形態のWANスイッチSによるホスト・アドレス生成準備処理を示すフローチャートである。

【図11C】本発明の第2の実施形態のWANスイッチSによるホスト・アドレス生成処理を示すフローチャートである。

【図12】本発明の第2の実施形態のホストコンピュータHによる自アドレス計算・設定処理を示すフローチャートである。

50

【図 1 3】本発明の第 2 の実施形態の W A N を介したホストコンピュータ H 間の通信を示すシーケンス図である。

【図 1 4】本発明の第 2 の実施形態のホストコンピュータ H とホストコンピュータ H との通信の際のパケット変換・転送処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 7 】

以下に、本発明の第 1 の実施形態について説明する。

【 0 0 2 8 】

なお、以下においてブロードキャスト又はマルチキャストについて記載する場合、特にブロードキャストと記載する。

【 0 0 2 9 】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態のネットワーク構成を示すブロック図である。

【 0 0 3 0 】

第 1 の実施形態のネットワークは、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1)、H 2 (1 0 2)、H 3 (1 0 3) 及び H 4 (1 0 4) と、スイッチ S 1 (1 1 1)、S 2 (1 1 2) 及び S 3 (1 1 3) と、アドレス配布サーバ C 1 (1 2 1) と、L A N 1 2 2 とを備える。

【 0 0 3 1 】

L A N 1 2 2 は、スイッチ S 1 (1 1 1)、S 2 (1 1 2) 及び S 3 (1 1 3) によって実装される E t h e r n e t である。スイッチ S 1 (1 1 1)、S 2 (1 1 2) 及び S 3 (1 1 3) は、E t h e r n e t における L A N スwitch の機能を備える。

【 0 0 3 2 】

スイッチ S 1 (1 1 1) にはホストコンピュータ H 1 (1 0 1) が接続される。スイッチ S 2 (1 1 2) にはホストコンピュータ H 2 (1 0 2) 及び H 4 (1 0 4) が接続される。スイッチ S 3 (1 1 3) には、ホストコンピュータ H 3 (1 0 3) が接続される。

【 0 0 3 3 】

また、アドレス配布サーバ C 1 (1 2 1) は前述のいずれかのスイッチ S に接続される。このためアドレス配布サーバ C 1 (1 2 1) は、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1)、H 2 (1 0 2)、H 3 (1 0 3) 及び H 4 (1 0 4) のいずれとも通信することができる。

【 0 0 3 4 】

第 1 の実施形態において、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) とホストコンピュータ H 2 (1 0 2) とは、仮想 IP ネットワーク V N 1 (V i r t u a l N e t w o r k 1) を介して通信する。また、ホストコンピュータ H 3 (1 0 3) とホストコンピュータ H 4 (1 0 4) とは、仮想 IP ネットワーク V N 2 (V i r t u a l N e t w o r k 2) を介して通信する。

【 0 0 3 5 】

第 1 の実施形態のホストコンピュータ H 1 (1 0 1)、H 2 (1 0 2)、H 3 (1 0 3) 及び H 4 (1 0 4) は、アドレス配布サーバ C 1 (1 2 1) から IP アドレスと、IP アドレス及び M A C アドレスを対応づけるアドレス変換規則とを、配布される。

【 0 0 3 6 】

なお、第 1 の実施形態におけるネットワークは、従来の I P o v e r E t h e r n e t に基づくネットワークとは異なり、複数の独立な仮想 IP ネットワークを、L A N 1 2 2 上において同時に動作させることができる。第 1 の実施形態における仮想 IP ネットワークは、いわゆる仮想ネットワークと同様であるため、以下において、L A N 1 2 2 における各仮想 IP ネットワークを、V N 1 (V i r t u a l N e t w o r k 1)、V N 2 (V i r t u a l N e t w o r k 2) などと記載する。

【 0 0 3 7 】

図 2 A は、本発明の第 1 の実施形態のホストコンピュータ H の構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

ホストコンピュータH 1 (1 0 1)、H 2 (1 0 2)、H 3 (1 0 3) 及びH 4 (1 0 4) のいずれもが、図 2 A に示す構成を備える。ホストコンピュータH は、C P U 2 0 1、メモリ 2 1 1、ネットワークインターフェースカード (N I F) 2 2 1 を備える。C P U 2 0 1 は、プロセッサであり、メモリ 2 1 1 に保持されたプログラムを実行する。

【 0 0 3 9 】

メモリ 2 1 1 は、データ 2 1 2 とプログラム 2 1 3 とを保持する。データ 2 1 2 は、アドレス変換規則 2 3 1 を含む。また、プログラム 2 1 3 は、自アドレス計算・設定プログラム 2 4 1 とパケット変換プログラム 2 4 2 とを含む。

【 0 0 4 0 】

自アドレス計算・設定プログラム 2 4 1 は、ホストコンピュータH によるアドレス設定プロキシの機能を実装するためのプログラムである。アドレス配布サーバC 1 (1 2 1) から配布されたI P アドレスに基づいて、ホストコンピュータH にアドレスを反映するためのプログラムである。

【 0 0 4 1 】

パケット変換プログラム 2 4 2 は、ホストコンピュータH によるアドレス変換プロキシの機能を実装するためのプログラムである。パケット内のI P アドレスを、M A C アドレスに変換するためのプログラムである。

【 0 0 4 2 】

N I F 2 2 1 は、ホストコンピュータH がスイッチS と通信するためのインターフェースである。N I F 2 2 1 には、N I F 2 2 1 に一意に割り当てられたM A C アドレス 2 2 2 が格納される。

【 0 0 4 3 】

アドレス変換規則 2 3 1 には、初期状態において何も格納されない。アドレス配布サーバC 1 (1 2 1) からホストコンピュータH に、アドレス変換規則が送信された後、送信されたアドレス変換規則がアドレス変換規則 2 3 1 に格納される。

【 0 0 4 4 】

図 2 A に示すアドレス変換規則 2 3 1 には、I P アドレスから 0 x 0 0 0 1 . I P (4 バイトのI P アドレスの先頭に 0 x 0 0 0 1 を付加することによって、6 バイトのM A C アドレスに変換する) というM A C アドレスへの変換規則が含まれる。

【 0 0 4 5 】

図 2 B は、本発明の第 1 の実施形態のアドレス配布サーバC 1 (1 2 1) の構成を示すブロック図である。

【 0 0 4 6 】

アドレス配布サーバC 1 (1 2 1) は、C P U 2 5 1、メモリ 2 6 1、及び、N I F 2 7 1 を備える。C P U 2 5 1 は、プロセッサであり、メモリ 2 6 1 に保持されるプログラムを実行する。

【 0 0 4 7 】

メモリ 2 6 1 は、データ 2 6 2 とプログラム 2 6 3 とを保持する。データ 2 6 2 は、アドレス変換規則表 2 8 1 を含む。また、プログラム 2 6 3 は、ホスト・アドレス生成プログラム 2 9 1 を含む。

【 0 0 4 8 】

アドレス変換規則表 2 8 1 は、仮想I P ネットワークの識別子 2 8 1 - 1、I P アドレスの下限 2 8 1 - 2、I P アドレスの上限 2 8 1 - 3、次のI P アドレス 2 8 1 - 4、及び、アドレス変換規則 2 8 1 - 5 を含む。

【 0 0 4 9 】

仮想I P ネットワークの識別子 2 8 1 - 1 には、L A N 1 2 2 における仮想I P ネットワークを、一意に識別するための識別子 (数値又は文字列) が格納される。

【 0 0 5 0 】

I P アドレスの下限 2 8 1 - 2 には、仮想I P ネットワークにおいて用いられるI P ア

10

20

30

40

50

ドレスの下限值が格納される。IPアドレスの上限281-3には、仮想IPネットワークにおいて用いられるIPアドレスの上限値が格納される。

【0051】

次のIPアドレス281-4には、アドレス配布サーバC1(121)によって次に割り当てられる予定のIPアドレスの値が格納される。アドレス変換規則281-5には、アドレス変換規則が格納される。

【0052】

第1の実施形態のアドレス変換規則表281は、二つの行を保持する。第1の行は、LAN122におけるVN1の情報を含み、第2の行は、LAN122におけるVN2の情報を含む。

【0053】

第1の実施形態において、VN1のアドレス変換規則281-5には、アドレス変換規則I2M1(I2M1(IP)=0x0001・IP)が含まれる。アドレス変換規則I2M1は、4バイトのIPv4アドレスを、IPv4アドレスの先頭に0x0001を付加することによって、6バイトのMACアドレスに変換する関数を示す。

【0054】

第1の実施形態において、VN2のアドレス変換規則281-5には、アドレス変換規則I2M2(I2M2(IP)=0x0002・IP)が含まれる。アドレス変換規則I2M2は、4バイトのIPv4アドレスを、IPv4アドレスの先頭に0x0002を付加することによって、6バイトのMACアドレスに変換する関数を示す。

【0055】

図2Bに示すアドレス変換規則281-5は、上位2バイトを、0x0001又は0x0002などの固定値とし、下位4バイトをIPアドレスの変数とする規則であるが、本発明のアドレス変換規則は、いかなる規則でもよい。例えば、IPアドレスとハッシュ値とを用いて、MACアドレスが算出されてもよい。

【0056】

アドレス変換規則表281の行は、ネットワーク管理サーバ又はネットワーク管理者によって、追加又は削除されてもよい。すなわち、管理者等がアドレス変換規則表281を更新することによって、LAN122における仮想IPネットワークの数を増減させることができる。新たな仮想IPネットワークをLAN122に追加する場合、新しい行の次のIPアドレス281-5には、同じ行のIPアドレスの下限I_{min}とひとしい値を格納すればよい。

【0057】

以下、LAN122にホストコンピュータH1(101)が新たに導入された場合の処理について説明する。

【0058】

図3は、本発明の第1の実施形態のホストコンピュータH1(101)が新たに導入された場合の処理を示すシーケンス図である。

【0059】

ホストコンピュータH1(101)がLAN122に接続された後、まず、ホストコンピュータH1(101)は、みずからのMACアドレスの割り当てを要求するため、自アドレス計算・設定プログラム241を用いて、アドレス配布サーバC1(121)にアドレス要求311を送信する。

【0060】

アドレス要求311は、パケット321によって送信される。パケット321は、送信先アドレス321-1及び送信元アドレス321-2を含み、送信先アドレス321-1及び送信元アドレス321-2は、Ethernetフレームにおいてアドレスを格納するための領域である。

【0061】

さらに、パケット321は、プロトコル種別321-3、データ321-4、仮想IP

10

20

30

40

50

ネットワーク識別子 3 2 1 - 5、及び、認証情報 3 2 1 - 6 を含む。なお、プロトコル種別 3 2 1 - 3 も、Ethernet フレームに含まれる。

【 0 0 6 2 】

図 3 のアドレス要求 3 1 1 において、送信先アドレス 3 2 1 - 1 には、MAC s が格納され、送信元アドレス 3 2 1 - 2 には、MAC r が格納される。プロトコル種別 3 2 1 - 3 は、データ 3 2 1 - 4 のプロトコルタイプが格納される。

【 0 0 6 3 】

Ethernet フレームより後の領域がアドレス要求の内容を格納する領域である。パケット 3 2 1 のデータ 3 2 1 - 4 に格納される Addr Req は、パケット 3 2 1 がアドレス要求であることを示す数値である。

10

【 0 0 6 4 】

パケット 3 2 1 の仮想 IP ネットワーク識別子 3 2 1 - 5 は、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) が参加する仮想 IP ネットワークの識別子 (V N 1) を示す。なお、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) が参加可能な仮想 IP ネットワークが一つだけの場合、仮想 IP ネットワーク識別子 3 2 1 - 5 に格納される識別子は省略されてもよい。

【 0 0 6 5 】

認証情報 3 2 1 - 6 には、パケット 3 2 1 が正しく送信されたか否かを判定するための認証情報が格納される。

【 0 0 6 6 】

アドレス要求 3 1 1 を送信する際、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) の MAC アドレスは未定であるため、アドレス要求 3 1 1 の送信元アドレス 3 2 1 - 2 には、仮の MAC アドレスである MAC r が格納される。ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) の N I F 2 2 1 にあらかじめ初期値として格納された MAC アドレス 2 2 2 を、仮の MAC アドレス MAC r に用いてもよい。

20

【 0 0 6 7 】

また、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、アドレス要求 3 1 1 のためにあらかじめ予約された MAC アドレスを、仮の MAC アドレス MAC r に用いてもよい。予約された MAC アドレスを用いる利点は、LAN 1 2 2 が多数のホストコンピュータ H と接続される場合も、LAN 1 2 2 に備わるスイッチ S が、比較的少数の MAC アドレスを学習するだけですむことである。

30

【 0 0 6 8 】

ただし、複数のホストコンピュータ H が同時に LAN 1 2 2 に導入される場合、MAC アドレスが衝突する可能性があるという欠点がある。ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、衝突の確率を減少させるために、複数の MAC アドレスを予約しておき、ホストコンピュータ H が導入される際に、予約された MAC アドレスからランダムに選択された MAC アドレスを使用してもよい。

【 0 0 6 9 】

また、衝突が発生したと推定される場合、すなわち、アドレス要求 3 1 1 に正常な応答が返らない場合、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、再度、MAC アドレスをランダムに選択し、選択された MAC アドレスを仮の MAC アドレス MAC r に用い、アドレス要求 3 1 1 を送信してもよい。

40

【 0 0 7 0 】

アドレス要求 3 1 1 の送信先アドレス 3 2 1 - 1 に格納されるアドレス配布サーバ C 1 (1 2 1) のアドレス MAC s は、固定アドレスでもよい。アドレス要求 3 1 1 の送信先アドレス 3 2 1 - 1 に固定アドレスを用いる場合、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、アドレス要求 3 1 1 をブロードキャストする必要がない。アドレス要求 3 1 1 の送信先アドレス 3 2 1 - 1 に固定アドレスを使用することができない場合、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、アドレス要求 3 1 1 をブロードキャスト又はマルチキャストする必要がある。すなわち、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、固定アドレスの代わりにブロードキャストアドレス又はマルチキャストアドレスを、送信先アドレス 3 2 1 - 1 に格納

50

してもよい。

【0071】

アドレス要求311がホストコンピュータH1(101)のNIF221にあらかじめ初期値として格納されたMACアドレスを、仮のMACアドレスMACrに用いる場合、MACアドレス認証を用いることができるため、認証情報321-6をバケット321に格納しなくてもよい。しかし、NIF221にあらかじめ保持されたMACアドレス以外のアドレスを、仮のMACアドレスMACrに用い、MACアドレスの認証が必要である場合、認証情報321-6に値が格納される必要がある。

【0072】

図3のシーケンス図は、1回の往復通信によってアドレスが配布される処理を示すが、認証情報321-6に値が格納される場合、認証情報321-6の認証方法に従って、認証のための通信が追加される。

10

【0073】

アドレス配布サーバC1(121)は、アドレス要求311を受信した後、ホスト・アドレス生成処理312を実行することによって、ホストコンピュータH1(101)に送信するIPアドレスと、アドレス変換規則とを抽出する。ホスト・アドレス生成処理312については、図4を用いて後述する。

【0074】

ホスト・アドレス生成処理312が終了した後、アドレス配布サーバC1(121)は、アドレス応答313をホストコンピュータH1(101)に送信する。

20

【0075】

アドレス応答313は、バケット322によって送信される。バケット322は、送信先アドレス322-1及び送信元アドレス322-2を含む。送信先アドレス322-1及び送信元アドレス322-2は、Ethernetフレームにおけるアドレスを格納する領域である。

【0076】

さらに、バケット322は、プロトコル種別322-3、データ322-4、IPアドレス322-5及びアドレス変換規則322-6を含む。なお、プロトコル種別322-3も、Ethernetフレームに含まれる。

【0077】

図3のアドレス応答313において、送信先アドレス322-1には、アドレス要求311の送信元アドレス311-2と同じ、仮のMACアドレスMACrが格納される。また、送信元アドレス322-2には、アドレス要求311の送信先アドレス311-1と同じ、アドレスMACsが格納される。プロトコル種別322-3は、データ322-4のプロトコルタイプを示す。

30

【0078】

Ethernetフレームより後の領域がアドレス要求の内容を格納する領域である。バケット322のデータ322-4には、AddrRepが格納され、バケット322がアドレス応答であることを示す数値が含まれる。

【0079】

バケット322のIPアドレス322-5は、ホストコンピュータH1(101)が使用するべきIPアドレスが格納される。図3のIPアドレス322-5には、IPhが格納される。IPアドレス322-5には、アドレス配布サーバC1(121)のホスト・アドレス生成処理312によって抽出されたIPアドレスが格納される。

40

【0080】

アドレス変換規則322-6には、アドレス配布サーバC1(121)によって抽出されたアドレス変換規則が格納される。図3のアドレス変換規則322-6には、図2Bのアドレス変換規則表281のIPネットワークの識別子281-1がVN1である行の、アドレス変換規則281-5に格納される値(I2M1:I2M1(IP)=0x0001.IP)が格納される。

50

【0081】

ホストコンピュータH1(101)は、アドレス応答313を受信した後、自アドレス計算・設定処理314を実行することによって、ホストコンピュータH1(101)に割り当てられるMACアドレスを算出する。自アドレス計算・設定処理314については、図5を用いて後述する。

【0082】

なお、アドレス要求311及びアドレス応答313を送信するために使用されるフォーマットは、前述の第1の実施形態におけるフォーマットである必要はなく、いかなるフォーマットでもよい。例えば、本発明のパケットに、IETFにおいて標準化されたDHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)が用いられてもよい。

10

【0083】

DHCPを用いた場合、ホストコンピュータH1(101)の仮のMACアドレス(図3のMACr)には、NIF221にあらかじめ初期値として格納されたMACアドレス222が指定され、アドレス配布サーバC1(121)のアドレス(図3のMACs)には、何も指定されない。すなわち、アドレス要求311は、LAN122にブロードキャストされる。

【0084】

次に、LAN122にホストコンピュータH3(103)が導入される場合の処理について説明する。

20

【0085】

この場合の処理は、図3に示す処理において、ホストコンピュータH1(101)をホストコンピュータH3(103)に置換し、IPネットワーク識別子321-5に格納されるVN1をVN2に置換し、アドレス変換規則322-6に格納されるアドレス変換規則I2M1をI2M2に置換した処理である。さらに、IPアドレス322-5に格納されるIPhを、アドレス配布サーバC1(121)がホストコンピュータH3(103)へ配布するIPアドレスに置換した処理である。

【0086】

すなわち、他の仮想IPネットワークに接続されるホストコンピュータHも、図3の処理によって、アドレス配布サーバC1(121)からIPアドレスとアドレス変換規則とを受信することができる。

30

【0087】

図4は、本発明の第1の実施形態のアドレス配布サーバC1(121)のホスト・アドレス生成処理312を示すフローチャートである。

【0088】

ホスト・アドレス生成処理312は、ホスト・アドレス生成プログラム291によって実行される処理である。アドレス要求311が受信された後、ホスト・アドレス生成処理312が開始される。以下に示す処理は、図3のパケット321をアドレス配布サーバC1(121)が受信した場合のホスト・アドレス生成処理312である。

【0089】

40

ホスト・アドレス生成処理312が開始された後、アドレス配布サーバC1(121)は、アドレス要求311のパケット321を参照し、IPネットワーク識別子321-5に格納された値VN1を抽出する。そして、抽出された値VN1に従って、アドレス変換規則表281を検索し、IPネットワークの識別子281-1に値VN1を含む行の、次のIPアドレス281-4の値IPnext1と、アドレス変換規則表281の値I2M1とを抽出する。

【0090】

そして、アドレス配布サーバC1(121)は、抽出された値I2M1を、パケット322のアドレス変換規則322-6に格納し、抽出された値IPnext1を、パケット322のIPアドレス322-5に格納する。

50

【0091】

また、アドレス配布サーバC1(121)は、パケット321の送信先アドレス321-1の値MACsを、パケット322の送信元アドレス322-2に格納し、パケット321の送信元アドレス321-2の値MACrを、パケット322の送信先アドレス322-1に格納する。さらに、データ322-4とプロトコル種別322-3とに、アドレス応答であることを示す値とプロトコルタイプとを格納する。

【0092】

パケット322に値を格納した後、アドレス配布サーバC1(121)は、値を格納されたパケット322を、ホストコンピュータH1(101)に送信する(411)。

【0093】

ステップ411の後、アドレス配布サーバC1(121)は、アドレス変換規則表281のIPアドレスの下限281-2、IPアドレスの上限281-3及び次のIPアドレス281-4に格納された、IPnext1、IPmin1及びIPmax1の値を使用して、新たなIPnext1を算出する。そして、算出された新たなIPnext1の値によって、次のIPアドレス281-4の値を更新する。例えば、値IPnext1に1を加算し、加算された結果を、次のIPアドレス281-4に格納する(412)。

【0094】

なお、アドレス配布サーバC1(121)は、新たなIPnext1の値が、IPmin1からIPmax1までの値に含まれているか否かを判定することによって、新たなIPアドレスが生成可能か否かを判定してもよい。

【0095】

また、第1の実施形態において、前述のようにホストコンピュータHに順番にIPアドレスを生成するが、不正行為をおこなうものがIPアドレスを推定しづらくするなどの目的のため、順番にIPアドレスを割り当てなくてもよい。例えば、疑似乱数を使用してIPアドレスを生成してもよい。疑似乱数の生成関数を適切に選択することによって、IPmin1及びIPmax1の範囲のIPアドレスを無駄なく割り当てることが可能になる。

【0096】

次に、アドレス配布サーバC1(121)がホストコンピュータH3(103)からアドレス要求311を受信した場合に実行されるホスト・アドレス生成処理312について説明する。

【0097】

ホストコンピュータH3(103)からアドレス要求311を受信した場合のアドレス配布サーバC1(121)の処理は、図4に示す処理において、仮想IPネットワークの識別子281-1の値VN1をVN2に置換した処理である。さらに、アドレス変換規則281-5の値I2M1をI2M2に置換し、次のIPアドレス281-4の値IPnext1をIPnext2に置換し、IPアドレスの下限值281-2の値IPmin1をIPmin2に置換し、IPアドレスの上限値281-3の値IPmax1をIPmax2に置換した処理となる。

【0098】

図5は、本発明の第1の実施形態のホストコンピュータH1(101)の自アドレス計算・設定処理314を示すフローチャートである。

【0099】

自アドレス計算・設定処理314は、ホストコンピュータHの自アドレス計算・設定プログラム241によって実行される処理である。アドレス応答313が受信された後、自アドレス計算・設定処理314が開始される。以下に示す処理は、図3のパケット322をホストコンピュータH1(101)が受信した場合の自アドレス計算・設定処理314である。

【0100】

自アドレス計算・設定処理314が開始された後、ホストコンピュータH1(101)

10

20

30

40

50

は、アドレス配布サーバC 1 (1 2 1) から受信したパケット3 2 2 から、IPアドレス3 2 2 - 5の値I P hとアドレス変換規則3 2 2 - 6の値I 2 M 1を抽出し、抽出されたアドレス変換規則の値I 2 M 1をメモリ2 1 1に格納する(5 1 1)。具体的には、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)は、抽出されたアドレス変換規則の値I 2 M 1を、データ2 1 2に含まれるアドレス変換規則2 3 1に格納する。

【0 1 0 1】

ステップ5 1 1の後、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)は、ステップ5 1 1において抽出されたアドレス変換規則の値I 2 M 1によって、パケット3 2 2から抽出されたIPアドレスの値I P hを、MACアドレスM A C hに変換する(5 1 2)。すなわち、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)は、アドレス配布サーバC 1 (1 2 1)から配布されたIPアドレスを、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)のMACアドレスに変換する。

10

【0 1 0 2】

ステップ5 1 2の後、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)は、変換された結果であるMACアドレスM A C hを、N I F 2 2 1のMACアドレス2 2 2に格納する(5 1 3)。

【0 1 0 3】

次に、ホストコンピュータH 3 (1 0 3)がアドレス応答3 1 3を受信した場合の自アドレス計算・設定処理3 1 4の処理について説明する。

【0 1 0 4】

ホストコンピュータH 3 (1 0 3)がアドレス応答3 1 3を受信した場合の処理は、図5に示す処理において、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)をホストコンピュータH 3 (1 0 3)置換し、アドレス変換規則の値I 2 M 1をI 2 M 2に置換し、IPアドレスの値I P hをホストコンピュータH 3 (1 0 3)へ配布されたIPアドレスの値に置換した処理である。

20

【0 1 0 5】

前述の図3、図4及び図5に示す処理によって、LAN 1 2 2に導入されたホストコンピュータHに、MACアドレスが割り当てられ、また、アドレス変換規則が配布される。なお、図3、図4及び図5に示すMACアドレスの割り当て、及び、アドレス変換規則の配布は、LAN 1 2 2にホストコンピュータHが初めて導入された場合のみではなく、ホストコンピュータHの要求に従って、実行されてもよい。

【0 1 0 6】

次に、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)と、あらかじめLAN 1 2 2に接続されていたホストコンピュータH 2 (1 0 2)との通信について説明する。ホストコンピュータH 1 (1 0 1)とホストコンピュータH 2 (1 0 2)との通信において、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)のプログラム2 1 3がIPパケットを生成する。そして、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)のパケット変換プログラム2 4 2 (アドレス変換プロキシ)が、パケット変換処理6 0 1 (図6において後述)によって、プログラム2 1 3によって生成されたIPパケットの先頭に、Ethernetフレームを付加し、EthernetパケットにしてホストコンピュータH 2 (1 0 2)に送信する。

30

【0 1 0 7】

ここでホストコンピュータH 1 (1 0 1)はホストコンピュータH 2 (1 0 2)のIPアドレスを、あらかじめ保持しているか、又は、DNSを使用して検索することによって取得する。ホストコンピュータH 2 (1 0 2)は、Ethernetパケットを受信した後、そのEthernetフレームをはずし、IPパケットとしてホストコンピュータH 2 (1 0 2)のプログラム2 1 3に処理させる。

40

【0 1 0 8】

図6は、本発明の第1の実施形態のホストコンピュータH 1 (1 0 1)によるパケット変換処理6 0 1を示す説明図である。

【0 1 0 9】

パケット変換処理6 0 1は、ホストコンピュータH 1 (1 0 1)のパケット変換プログラム2 4 2によって実行される処理である。ホストコンピュータH 1 (1 0 1)が、プロ

50

グラム 2 1 3 によって生成された I P パケット 6 2 1 を受信した場合、パケット変換処理 6 0 1 が開始される。

【 0 1 1 0 】

パケット変換処理 6 0 1 が開始された後、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、I P パケット 6 2 1 内の送信先 I P アドレス I P r を、アドレス変換規則 2 3 1 に格納された値 I 2 M 1 によって、M A C アドレス M A C r に変換する (6 1 1) 。

【 0 1 1 1 】

ステップ 6 1 1 の後、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、I P パケット 6 2 1 の先頭に E t h e r n e t フレームを付加する。具体的には、E t h e r n e t フレームの送信元アドレスにホストコンピュータ H 1 (1 0 1) の M A C アドレス M A C h (すなわち、N I F 2 2 1 に格納された M A C アドレス 2 2 2) を格納し、送信先アドレスにステップ 6 1 1 において変換された M A C アドレス M A C r を格納する。その結果、E t h e r n e t パケット 6 2 2 が生成される (6 1 2) 。

【 0 1 1 2 】

なお、ステップ 6 1 1 において用いられる M A C h は、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) が、L A N 1 2 2 に接続された際、すなわち、図 5 のステップ 5 1 3 において N I F 2 7 1 に格納された M A C h である。

【 0 1 1 3 】

ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) は、L A N 1 2 2 に接続された際にアドレス変換規則 I 2 M 1 を取得したため、送信先 I P アドレスと送信先 M A C アドレスとの対応関係をあらかじめ保持していなくても、アドレス変換規則から送信先 M A C アドレスを算出することができる。すなわち、第 1 の実施形態によるシステムは、上層である I P アドレスと下層である M A C アドレスとの対応関係を、あらかじめブロードキャストする必要がない。

【 0 1 1 4 】

次に、ホストコンピュータ H 3 (1 0 3) が I P パケットを受信した場合のパケット変換処理 6 0 1 について説明する。この処理は、図 6 のアドレス変換規則 I 2 M 1 を I 2 M 2 に置換し、I P h をホストコンピュータ H 3 (1 0 3) へアドレス配布サーバ C 1 (1 2 1) から配布された I P アドレス、ホストコンピュータ H 2 (1 0 2) のアドレス I P r を、ホストコンピュータ H 3 (1 0 3) の M A C アドレスに置換した処理となる。

【 0 1 1 5 】

図 3 の処理の終了後、ホストコンピュータ H 1 (1 0 1) とホストコンピュータ H 2 (1 0 2) とが仮想 I P ネットワーク V N 1 を使用して通信できるようになり、図 3 に相当するホストコンピュータ H 3 (1 0 3) とアドレス配布サーバ C 1 (1 2 1) との通信シーケンスの終了後、ホストコンピュータ H 3 (1 0 3) とホストコンピュータ H 4 (1 0 4) とが仮想 I P ネットワーク V N 2 を使用して通信できるようになる。

【 0 1 1 6 】

仮想 I P ネットワーク V N 1 に対応するアドレス変換規則 I 2 M 1 を使用して生成される M A C アドレスと、仮想 I P ネットワーク V N 2 に対応するアドレス変換規則 I 2 M 2 を使用して生成される M A C アドレスとは、重複しない。このため、V N 1 における通信と V N 2 における通信とは干渉しない。すなわち、図 3 の処理によれば、仮想ネットワークとして必要なアイソレーション (隔離) が実現される。

【 0 1 1 7 】

以下、第 1 の実施形態を変化させた例について説明する。

【 0 1 1 8 】

第 1 の実施形態において、複数の仮想 I P ネットワークが生成された場合、ホストコンピュータ H が不正なアドレス変換規則を使用することによって、アクセス権限のない仮想 I P ネットワークにアクセスしても、その不正なアクセスを検知及び禁止することができないという弱点がある。

【 0 1 1 9 】

10

20

30

40

50

この弱点を克服するため、第1の実施形態の第1の例において、異なる仮想IPネットワークにおけるIPアドレスを変換することによって取得されるMACアドレスがかさならないよう、ホストコンピュータHからのパケットを受信したLANスイッチSが特定の仮想IPネットワークに対応するMACアドレス以外を含むパケットを廃棄してもよい。

【0120】

市販の多くのLANスイッチは、このような特定のMACアドレスを含むパケットだけを通過させる機能を備える。また、ネットワーク管理サーバ又はネットワーク管理者が仮想IPネットワークの生成時にあわせてLANスイッチSへ設定してもよい。又は、アドレス配布サーバC1(121)がアドレス応答313を送信する際に、送信先のホストコンピュータHに配布されるMACアドレスを許容するよう、LANスイッチSへ設定してもよい。なお、この場合、ホストコンピュータHのMACアドレスの初期値MACrは許容するようにLANスイッチにあらかじめ設定されている必要がある。それは、アドレス要求311が、アドレス配布サーバC1(121)に到達することができないためである。

10

【0121】

さらに、第1の実施形態において、一つのホストコンピュータHは、複数の仮想IPネットワークのうちのいずれか一つにしか参加することができなかった。このため、第1の実施形態の第2の例において、ホストコンピュータHが複数のNIF271を備えることによって、複数の仮想IPネットワークに参加することができる。具体的には、ホストコンピュータHに複数のNIF271を実装し、NIF271ごとに異なる仮想IPネットワークを指定する。そして、図3のシーケンスを実行する。

20

【0122】

ただし、複数のNIF271を備えるホストコンピュータHは、ホストコンピュータH内における特定のIPアドレスはいずれか一つの仮想IPネットワークに属するため、異なる仮想IPネットワーク上の同一のIPアドレスを保持するホストコンピュータHとの通信はできない。

【0123】

さらに、第1の実施形態において、LAN122における通信に用いられるパケットは、通常のIP over Ethernetにおけるパケットと同様のパケットであり、IPヘッダとEthernetヘッダとの両方を含んだ。IPヘッダは、ホストコンピュータHがパケットを受信した際に、ホストコンピュータHがEthernetフレームのヘッダを削除するだけで、送信時のIPパケットを復元できるようにするため必要である。

30

【0124】

しかし、IPアドレスとEthernetアドレスとの対応が1対1である場合、送信側のホストコンピュータHにおいてIPヘッダを削除しても、受信側のホストコンピュータHにおいてEthernetヘッダからIPヘッダを復元することができる。

【0125】

すなわち、第1の実施形態の第3の例において、IPアドレスとEthernetアドレスとの対応が1対1である場合、ホストコンピュータH1(101)のパケット変換処理601のステップ612におけるIPアドレスIPh及びIPアドレスIPrをパケット622に格納しなくてもよい。

40

【0126】

そして、図6に示す処理の後に、ホストコンピュータH2(102)がパケット622を受信した場合、ホストコンピュータH2(102)は、MACh及びMACrにアドレス変換規則I2M1を逆に適用することによってIPh及びIPrを取得し、パケット622のEthernetヘッダの代わりに、IPアドレスIPh及びIPアドレスIPrを含むIPヘッダを付加する。

【0127】

この第1の実施形態の第3の例において、第1の実施形態と同様にEthernetス

50

スイッチを使用していたが、Ethernetスイッチの代わりに、IPアドレスを学習するスイッチを使用すれば、ホストコンピュータHにおいてヘッダ形式を変換する必要もなくなる。具体的には、ホストコンピュータH1(101)はステップ612を実行する必要はなくなる。また、ホストコンピュータH2(102)はアドレス変換とパケットのヘッダとを交換する必要がなくなる。

【0128】

第1の実施形態によれば、ホストコンピュータHが、アドレス配布サーバC1(121)から、IPアドレスとアドレス変換規則とを送信されることによって、上層であるIPアドレスと下層であるMACアドレスとの対応関係を保持する必要がない。すなわち、ブロードキャストによるネットワーク負荷の増大と、ブロードキャスト生成のためのプロトコル、プログラム、データの複雑化及び巨大化の問題とを低減できる。

10

【0129】

(第2の実施形態)

以下、本発明の第2の実施形態について説明する。

【0130】

図7は、本発明の第2の実施形態のネットワーク構成を示すブロック図である。

【0131】

第2の実施形態のネットワークは、広域ネットワーク(WAN)720と、WANスイッチS21(711)、S22(712)及びS23(713)と、アドレス配布サーバC11(721)と、LANスイッチG11(724)、G12(751)、G13(731)、G14(741)及びG15(761)と、ホストコンピュータH11(722)、H12(752)、H13(732)、H15(742)、H16(743)及びH17(762)と、仮想ネットワークサイト1-1(701)、1-2(702)、1-3(703)、2-1(704)及び2-2(705)とを備える。

20

【0132】

WAN720は、WANスイッチS21(711)、S22(712)及びS23(713)によって実装される。WANスイッチS21(711)、S22(712)、S23(713)は、通常のEthernetLANスイッチの機能を備えるが、さらに、LANとWANとのゲートウェイ機能を備える。このゲートウェイ機能については図13において後述する。

30

【0133】

WANスイッチS21(711)は、LANスイッチG11(724)を介して、仮想ネットワーク1の仮想ネットワークサイト1-1(701)(Virtual Network Site 1-1(701))が接続される。また、LANスイッチG11(724)には、ホストコンピュータH11(722)とホストコンピュータH18(723)とが接続される。

【0134】

WANスイッチS23(713)は、LANスイッチG13(731)を介して、仮想ネットワーク1の仮想ネットワークサイト1-3(703)(Virtual Network Site 1-3(703))が接続される。また、LANスイッチG13(731)には、ホストコンピュータH13(732)が接続される。

40

【0135】

また、WANスイッチS23(713)は、LANスイッチG14(741)を介して、仮想ネットワーク2の仮想ネットワークサイト2-1(704)(Virtual Network Site 2-1(704))が接続される。また、LANスイッチG14(741)には、ホストコンピュータH15(742)とホストコンピュータH16(743)とが接続される。

【0136】

WANスイッチS22(712)は、LANスイッチG12(751)を介して、仮想ネットワーク1の仮想ネットワークサイト1-2(702)(Virtual Network

50

ork Site 1 - 2 (702)) が接続される。また、LAN スイッチ G 1 2 (751) には、ホストコンピュータ H 1 2 (752) が接続される。

【0137】

また、WAN スイッチ S 2 2 (712) は、LAN スイッチ G 1 5 (761) を介して、仮想ネットワーク 2 の仮想ネットワークサイト 2 - 2 (705) (Virtual Network Site 1 - 2 (705)) が接続される。また、LAN スイッチ G 1 5 (761) には、ホストコンピュータ H 1 7 (762) が接続される。

【0138】

また、アドレス配布サーバ C 1 1 (721) は、WAN スイッチ S 2 1 (711)、S 2 2 (712) 及び S 2 3 (713) のうちのいずれかの WAN スイッチ S に接続されている。このため、いずれのホストコンピュータ H とも通信できる。

【0139】

第 2 の実施形態において、ホストコンピュータ H 1 1 (722) とホストコンピュータ H 1 2 (752) とは、仮想ネットワーク (仮想 Ethernet) VN 1 (Virtual Network 1) を経由して通信し、ホストコンピュータ H 1 5 (742) とホストコンピュータ H 1 7 (762) とは、仮想ネットワーク (仮想 Ethernet) VN 2 (Virtual Network 2) を経由して通信する。

【0140】

図 8 A は、本発明の第 2 の実施形態の WAN スイッチ S の構成を示すブロック図である。

【0141】

WAN スイッチ S 2 1 (711)、S 2 2 (712) 及び S 2 3 (713) は、いずれも図 8 A に示す構成を備える。WAN スイッチ S は、LAN 用の N I F 8 0 1、WAN 用の N I F 8 0 2、制御 CPU 8 1 1 及びメモリ 8 2 1 を備える。

【0142】

WAN スイッチ S は、1 個又は複数個の WAN 用の N I F 8 0 2 を備える。また、1 個又は複数個の LAN 用の N I F 8 0 1 を備える。LAN 用の N I F 8 0 1 には MAC アドレス 8 0 3 が保持される。WAN 用の N I F 8 0 2 及び LAN 用の N I F 8 0 1 は、相互にパケットを送受信するための送受信処理部 8 0 5 を介して接続される。

【0143】

WAN スイッチ S を制御するため、WAN スイッチ S は、制御 CPU 8 1 1 を備える。そして、制御 CPU 8 1 1 にはメモリ 8 2 1 が接続される。

【0144】

メモリ 8 2 1 は、プログラム 8 2 2 とデータ 8 2 3 とを保持する。データ 8 2 3 はアドレス変換規則表 8 3 1 を含む。アドレス変換規則表 8 3 1 は、仮想ネットワークの識別子 8 3 1 - 1、及び、アドレス変換規則 8 3 1 - 2 を含む。

【0145】

アドレス変換規則 8 3 1 - 2 は、ホストコンピュータ H の MAC アドレスから、WAN スイッチ S の MAC アドレスへの変換規則 M 2 M 1 と、WAN スイッチ S の MAC アドレスからホストコンピュータ H に割り当てる MAC アドレスを生成するための関数 M 2 M 1 r とを含む。

【0146】

アドレス変換規則表 8 3 1 は、初期状態において何も格納されていないが、図 8 A に示すアドレス変換規則表 8 3 1 には、二つの仮想ネットワークについての情報が格納される。すなわち、図 8 A のアドレス変換規則表 8 3 1 は、アドレス配布サーバ C 1 1 (721) から仮想ネットワーク VN 1 及び仮想ネットワーク VN 2 のアドレス変換規則を受信した後のアドレス変換規則表 8 3 1 を示す。

【0147】

仮想ネットワーク VN 1 に対応する行の一つ目のアドレス変換規則 8 3 1 - 2 には、ホストコンピュータ H の MAC アドレスの先頭 3 バイトを 0 x 0 0 0 1 0 0 に置換すること

10

20

30

40

50

によって、WANスイッチSのMACアドレスを生成するという変換規則が含まれる。また、仮想ネットワークVN2に対応する行の一つ目のアドレス変換規則831-2には、ホストコンピュータHのMACアドレスの先頭3バイトを0x000200に置換することによって、WANスイッチSのMACアドレスを生成するという変換規則が含まれる。
【0148】

アドレス変換規則表831の各行は、ネットワーク管理サーバ又はネットワーク管理者によって追加又は削除される。すなわち、ネットワーク管理者等は、アドレス変換規則表831を更新することによって、仮想ネットワークの数を増減させることができる。
【0149】

プログラム822は、スイッチ・アドレス設定プログラム841、ホスト・アドレス生成準備プログラム842、及び、ホスト・アドレス生成プログラム843を含む。
【0150】

図8Bは、本発明の第2の実施形態のアドレス配布サーバC11(721)の構成を示すブロック図である。

【0151】

アドレス配布サーバC11(721)は、CPU861、メモリ871及びNIF851を備える。CPU861は、メモリ871に保持されたプログラムを実行するためのプロセッサである。

【0152】

メモリ871は、プログラム872とデータ873とを保持する。データ873は、MACアドレス生成データ881とアドレス変換規則表882とを含む。また、プログラム872はスイッチ・アドレス生成プログラム874を含む。

【0153】

アドレス生成データ881は、次のような要素を含む。アドレス生成データ881には、MACアドレスの下限881-1(MACmin)と、MACアドレスの上限881-2(MACmax)と、次のMACアドレス881-3(MACnext)とが含まれる。

【0154】

なお、第2の実施形態のWAN720におけるMACアドレスは、どのWANスイッチS及びホストコンピュータHにおいても一意である。このため、アドレス生成データ881は、MACアドレスの下限881-1(MACmin)と、MACアドレスの上限881-2(MACmax)と、次のMACアドレス881-3(MACnext)とのデータを一組保持する。

【0155】

また、アドレス変換規則表882は、次のような構成である。アドレス変換規則表281には、仮想ネットワークの識別子882-1及びアドレス変換規則882-2が含まれる。アドレス変換規則882-2には、仮想ネットワークの識別子882-1が示す仮想ネットワークにおいて用いられるアドレス変換規則が格納される。

【0156】

図8Bのアドレス変換規則表882には、二つの行が含まれる。すなわち、仮想ネットワークの識別子882-1が、仮想ネットワークVN1(数値または文字列)を示す行と、VN2(数値または文字列)を示す行である。

【0157】

仮想ネットワークVN1を示す行のアドレス変換規則882-2には、アドレス変換規則M2M1(M2M1(MACH)=0x001000.MACH[3:5])が格納される。仮想ネットワークVN2を示す行のアドレス変換規則882-2には、アドレス変換規則M2M2(M2M2(MACH)=0x002000.MACH[3:5])が格納される。

【0158】

図8Cは、本発明の第2の実施形態のホストコンピュータHの構成を示すブロック図で

10

20

30

40

50

ある。

【0159】

ホストコンピュータH11(722)、H12(752)、H13(732)、H15(742)、H16(743)及びH17(762)のいずれもが図8Cに示す構成を備える。

【0160】

ホストコンピュータH11(722)は、CPU891、メモリ892及びNIF885を含む。CPU891は、メモリ892に保持されるプログラム894を実行するプロセッサである。

【0161】

メモリ892は、プログラム894を保持する。プログラム894は、自アドレス設定プログラム895を含む。NIF885は、NIF885に設定されたMACアドレス886を保持する。

【0162】

以下、WAN720に新規の仮想ネットワークサイト(Virtual Network Site)が接続され、ホストコンピュータHが追加された場合の処理について説明する。

【0163】

図9は、本発明の第2の実施形態のWAN720に新規の仮想ネットワークサイトが接続された場合の処理を示すシーケンス図である。

【0164】

図9に示す処理は、仮想ネットワークサイトの初期化処理902とホストコンピュータ初期化処理903とを含む。新規の仮想ネットワークサイトが導入されるごとに仮想ネットワークサイトの初期化処理902がくりかえし実行される。また、新規のホストコンピュータHが導入されるごとにホストコンピュータ初期化処理903がくりかえし実行される。以下において、仮想ネットワークVN1のみが新規に追加され、ホストコンピュータH11(722)のみが追加された場合の処理を説明する。

【0165】

仮想ネットワークサイト1-1(701)がWAN720に導入された後、仮想ネットワークサイト1-1(701)が仮想ネットワーク1に属することが、WANスイッチS21(711)に通知される。

【0166】

仮想ネットワークサイト1-1(701)が仮想ネットワーク1に属することは、ネットワーク管理者又はネットワーク管理サーバによって、WANスイッチS21(711)に通知される。具体的には、ネットワーク管理者又はネットワーク管理サーバは、WANスイッチS21(711)に、仮想ネットワーク1の識別子VN1と、LANスイッチG11に接続されたWANスイッチS21(711)のNIF801の識別子とを通知する。これによって図9の仮想ネットワークサイトの初期化処理902が開始される。

【0167】

WANスイッチS21(711)は、仮想ネットワークサイト1-1(701)が仮想ネットワーク1に属することを通知された後、まず、スイッチ・アドレス設定プログラム841によって、アドレス配布サーバC11(721)にアドレス要求910を送信する。

【0168】

アドレス要求910は、パケット921によって送信される。パケット921は、送信先アドレス921-1及び送信元アドレス921-2を含む。送信先アドレス921-1及び送信元アドレス921-2は、Ethernetフレームにおけるアドレスを格納する領域である。

【0169】

パケット921は、さらに、プロトコル種別921-3、データ921-4、仮想ネッ

10

20

30

40

50

トワークの識別子 9 2 1 - 5、及び、認証情報 9 2 1 - 6 を含む。なお、プロトコル種別 9 2 1 - 3 も、Ethernet フレームに含まれる。

【0 1 7 0】

図 9 のアドレス要求 9 1 0 において、送信先アドレス 2 1 - 1 には、MAC s が格納され、送信元アドレス 9 2 1 - 2 には、MAC r が格納される。プロトコル種別 9 2 1 - 3 は、データ 9 2 1 - 4 のプロトコルタイプを示す。

【0 1 7 1】

Ethernet フレームより後の領域がアドレス要求の内容を格納する領域である。パケット 9 2 1 のデータ 9 2 1 - 4 に含まれる Addr Req には、パケット 9 2 1 がアドレス要求であることを示す数値が含まれる。パケット 9 2 1 の仮想ネットワーク識別子 9 2 1 - 5 は、WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) が参加する仮想ネットワークサイトの識別子を示す。認証情報 9 2 1 - 6 には、パケット 9 2 1 が正しく送信されたか否かを判定するための認証情報が格納される。

10

【0 1 7 2】

アドレス要求 9 1 0 を送信する際、WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) の N I F 8 0 1 の MAC アドレスは未定であるため、アドレス要求 9 1 0 のパケット 9 2 1 には、仮の MAC アドレス MAC r が格納される。WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) の N I F 8 0 1 にあらかじめ初期値として格納された MAC アドレス 8 0 3 を、仮の MAC アドレス MAC r に用いてもよい。

20

【0 1 7 3】

また、WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、アドレス要求 9 1 0 のためにあらかじめ予約されたアドレスを、仮の MAC アドレス MAC r に用いてもよい。予約されたアドレスを用いる利点は、WAN 7 2 0 が多数の WAN スイッチ S を備える場合も、WAN 7 2 0 に備わる他の WAN スイッチ S が、比較的少数の MAC アドレスを学習するだけである。

【0 1 7 4】

ただし、複数の仮想ネットワークサイトが同時に WAN 7 2 0 に導入される場合、MAC アドレスが衝突する可能性があるという欠点がある。WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、衝突の確率を減少させるために、複数の MAC アドレスを予約しておき、仮想ネットワークサイトが導入される際に、予約された MAC アドレスからランダムに選択された MAC アドレスを使用してもよい。また、衝突が発生したと推定される場合、すなわち、アドレス要求 9 1 0 に正常な応答が返らない場合、WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、再度、MAC アドレスをランダムに選択し、アドレス要求 9 1 0 を送信してもよい。

30

【0 1 7 5】

アドレス要求 9 1 0 の送信先アドレス 9 2 1 - 1 におけるアドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) のアドレス MAC s には、固定アドレスが格納されてもよい。アドレス要求 9 1 0 において固定アドレスを用いる場合、WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、アドレス要求 9 1 0 をブロードキャストする必要がない。固定アドレスを使用することができない場合、WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、ブロードキャストが必要になる。

【0 1 7 6】

アドレス要求 9 1 0 が WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) の N I F 8 0 1 にあらかじめ初期値として格納された MAC アドレスを使用する場合、MAC アドレス認証を用いることができるため、認証情報 9 2 1 - 6 をパケット 9 2 1 に格納しなくてもよい。しかし、WAN スイッチ S 2 1 (7 1 1) の MAC アドレスに、N I F 8 0 1 にあらかじめ保持された MAC アドレス以外のアドレスを用い、MAC アドレスの認証が必要である場合、認証情報 9 2 1 - 6 に値が格納される必要がある。

40

【0 1 7 7】

図 9 の仮想ネットワークサイトの初期化処理 9 0 2 は、1 回の往復通信によって MAC アドレスが配布される処理を示すが、認証情報 9 2 1 - 6 に値が格納される場合、認証情報 9 2 1 - 6 の認証方法に従って、認証のための通信が追加される。

50

【 0 1 7 8 】

アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) は、アドレス要求 9 1 0 を受信した後、スイッチ・アドレス生成処理 9 1 1 を実行し、W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) に割り当てる M A C アドレスとアドレス変換規則とを抽出する。スイッチ・アドレス生成処理 9 1 1 については、図 1 0 を用いて後述する。

【 0 1 7 9 】

スイッチ・アドレス生成処理 9 1 1 が終了した後、アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) は、アドレス応答 9 1 2 を W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) に送信する。

【 0 1 8 0 】

アドレス応答 9 1 2 は、パケット 9 2 2 によって送信される。パケット 9 2 2 は、送信先アドレス 9 2 2 - 1 及び送信元アドレス 9 2 2 - 2 を含む。送信先アドレス 9 2 2 - 1 及び送信元アドレス 9 2 2 - 2 は、E t h e r n e t フレームにおけるアドレスを格納する領域である。

10

【 0 1 8 1 】

パケット 9 2 2 は、さらに、プロトコル種別 9 2 2 - 3、データ 9 2 2 - 4、M A C アドレス 9 2 2 - 5 及びアドレス変換規則 9 2 2 - 6 を含む。なお、プロトコル種別 9 2 2 - 3 も、E t h e r n e t フレームに含まれる。

【 0 1 8 2 】

図 9 のアドレス応答 9 1 2 において、送信先アドレス 9 2 2 - 1 には、M A C r が格納され、送信元アドレス 9 2 2 - 2 には、M A C s が格納される。プロトコル種別 9 2 2 - 3 には、データ 9 2 2 - 4 のプロトコルタイプが格納される。データ 9 2 2 - 4 は、A d d r R e p (数値) を含み、パケット 9 2 2 がアドレス応答であることを示す。

20

【 0 1 8 3 】

パケット 9 2 2 の M A C アドレス 9 2 2 - 5 には、W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) が用いる M A C アドレスが格納され、図 9 の M A C アドレス 9 2 2 - 5 には、値 A s が格納される。

【 0 1 8 4 】

図 9 のアドレス変換規則 9 2 2 - 6 には、アドレス変換規則 M 2 M 1 が格納される。アドレス変換規則 M 2 M 1 は、アドレス変換規則表 8 3 1 の仮想ネットワークの識別子 8 3 1 - 1 が V N 1 である行の、アドレス変換規則 8 8 2 - 2 の値 M 2 M 1 (M A C h) = 0 x 0 0 1 0 0 0 . M A C h [3 : 5] である。

30

【 0 1 8 5 】

W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、アドレス応答 9 1 2 を受信した後、スイッチ・アドレス設定処理 9 1 3 を実行する。スイッチ・アドレス設定処理 9 1 3 については、図 1 1 を用いて後述する。

【 0 1 8 6 】

なお、第 2 の実施形態においてアドレス要求 9 1 0 及びアドレス応答 9 1 2 を送信するために使用されるフォーマットは、前述の第 2 の実施形態におけるフォーマットである必要はなく、いかなるフォーマットでもよい。例えば、第 2 の実施形態のパケットに、I E T F において標準化されている D H C P が用いられてもよい。

40

【 0 1 8 7 】

D H C P を用いた場合、W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) の M A C アドレス (図 9 の M A C r) には、W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) の N I F 8 0 1 にあらかじめ初期値として格納された M A C アドレス 8 0 3 が指定され、アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) のアドレス (図 9 の M A C s) は指定されない。すなわち、アドレス要求 9 1 0 は、W A N 7 2 0 にブロードキャストされる。

【 0 1 8 8 】

W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、スイッチ・アドレス設定処理 9 1 3 の後、ホスト・アドレス生成準備処理 9 1 4 を実行する。ホスト・アドレス生成準備処理 9 1 4 については、図 1 1 を用いて後述する。

50

【 0 1 8 9 】

なお、前述の仮想ネットワークサイトの初期化処理 9 0 2 は、W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) に仮想ネットワークサイト 1 - 1 (7 0 1) が接続される際に実行されたが、W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、M A C アドレスとアドレス変換規則とを配布するよう、必要に応じて、アドレス要求 9 1 0 をアドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) に送信してもよい。

【 0 1 9 0 】

仮想ネットワークサイトの初期化処理 9 0 2 の後、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) が新たに導入される場合、ホストコンピュータ初期化処理 9 0 3 が実行される。ホストコンピュータ初期化処理 9 0 3 において、まず、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、みずからの M A C アドレスの割り当てを要求するため、W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) にアドレス要求 9 1 5 を送信する。

10

【 0 1 9 1 】

アドレス要求 9 1 5 は、パケット 9 2 3 によって送信される。パケット 9 2 3 は、送信先アドレス 9 2 3 - 1 及び送信元アドレス 9 2 3 - 2 を含む。送信先アドレス 9 2 3 - 1 及び送信元アドレス 9 2 3 - 2 は、E t h e r n e t フレームにおけるアドレスを格納する領域である。

【 0 1 9 2 】

パケット 9 2 3 は、さらに、プロトコル種別 9 2 3 - 3、データ 9 2 3 - 4、仮想ネットワーク識別子 9 2 3 - 5、及び、認証情報 9 2 3 - 6 を含む。なお、プロトコル種別 9 2 3 - 3 も、E t h e r n e t フレームに含まれる。

20

【 0 1 9 3 】

図 9 のアドレス要求 3 1 1 において、送信先アドレス 9 2 3 - 1 には、M A C s ' が格納され、送信元アドレス 9 2 3 - 2 には、M A C r ' が格納される。プロトコル種別 9 2 3 - 3 は、データ 9 2 3 - 4 のプロトコルタイプを示す。

【 0 1 9 4 】

E t h e r n e t フレームより後の領域がアドレス要求の内容を格納する領域である。パケット 9 2 3 のデータ 9 2 3 - 4 には、A d d r R e q が格納され、パケット 9 2 3 がアドレス要求であることを示す数値が含まれる。パケット 9 2 3 の仮想ネットワーク識別子 9 2 3 - 5 は、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) が参加する仮想ネットワークの識別子を示す。

30

【 0 1 9 5 】

なお、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) が参加可能な仮想ネットワークが一つだけの場合、仮想ネットワーク識別子 9 2 3 - 5 に格納される仮想ネットワーク識別子は省略されてもよい。認証情報 9 2 3 - 6 には、パケット 9 2 3 が正しく送信されたか否かを判定するための認証情報が格納される。

【 0 1 9 6 】

アドレス要求 9 1 5 を送信する際、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) の M A C アドレスは未定であるため、アドレス要求 9 1 5 のパケット 9 2 3 には、仮の M A C アドレスである M A C r ' が格納される。ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) の N I F 8 8 5 にあらかじめ初期値として格納された M A C アドレス 8 8 6 を、仮の M A C アドレス M A C r ' に用いてもよい。

40

【 0 1 9 7 】

また、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、アドレス要求 9 1 5 のためにあらかじめ予約された M A C アドレスを、仮の M A C アドレス M A C r ' に用いてもよい。予約された M A C アドレスを用いる利点は、仮想ネットワークサイト 1 - 1 (7 0 1) が多数のホストコンピュータ H を備える場合も、仮想ネットワークサイト 1 - 1 (7 0 1) に備わる L A N スイッチ G が、比較的少数の M A C アドレスを学習するだけである。

【 0 1 9 8 】

ただし、複数のホストコンピュータ H が同時に仮想ネットワークサイト 1 - 1 (7 0 1

50

）に導入される場合、M A C アドレスが衝突する可能性があるという欠点がある。ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、衝突の確率を減少させるために、複数の M A C アドレスを予約しておき、ホストコンピュータ H が導入される際に、予約された M A C アドレスからランダムに選択された M A C アドレスを使用してもよい。

【 0 1 9 9 】

また、衝突が発生したと推定される場合、すなわち、アドレス要求 9 1 5 に正常な応答が返らない場合、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、再度、M A C アドレスをランダムに選択し、アドレス要求 9 1 5 を送信してもよい。

【 0 2 0 0 】

アドレス要求 9 1 5 の送信先アドレス 9 3 2 - 1 における W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) のアドレス M A C s には、固定アドレスが格納されてもよい。アドレス要求 9 1 5 において固定アドレスを用いる場合、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、アドレス要求 9 1 5 をブロードキャストする必要がない。固定アドレスを使用することができない場合、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、アドレス要求 9 1 5 をブロードキャストする必要がある。

【 0 2 0 1 】

アドレス要求 9 1 5 がホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) の N I F 8 8 5 にあらかじめ初期値として格納された M A C アドレスを使用する場合、M A C アドレス認証を用いることができるため、認証情報 9 2 3 - 6 をパケット 9 2 3 に格納しなくてもよい。しかし、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) の M A C アドレスに、N I F 8 8 5 にあらかじめ格納された M A C アドレス 8 8 6 以外のアドレスを用い、M A C アドレスの認証が必要である場合、認証情報 3 2 1 - 6 に値が格納される必要がある。

【 0 2 0 2 】

図 9 のホストコンピュータ初期化処理 9 0 3 は、1 回の往復通信によってホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) にアドレスが配布される処理を示すが、認証情報 9 2 3 - 6 に値が格納される場合、認証情報 9 2 3 - 6 の認証方法に従って、認証のための通信が追加される。

【 0 2 0 3 】

W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、アドレス要求 9 1 5 を受信した後、ホスト・アドレス生成処理 9 1 6 を実行し、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) に割り当てる M A C アドレスを生成する。ホスト・アドレス生成処理 9 1 6 については、図 1 1 を用いて後述する。

【 0 2 0 4 】

ホスト・アドレス生成処理 9 1 6 が終了した後、アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) は、アドレス応答 9 1 7 をホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) に送信する。

【 0 2 0 5 】

アドレス応答 9 1 7 は、パケット 9 2 4 によって送信される。パケット 9 2 4 は、送信先アドレス 9 2 4 - 1 及び送信元アドレス 9 2 4 - 2 を含む。送信先アドレス 9 2 4 - 1 及び送信元アドレス 9 2 4 - 2 は、E t h e r n e t フレームにおけるアドレスを格納する領域である。

【 0 2 0 6 】

パケット 9 2 4 は、さらに、プロトコル種別 9 2 4 - 3、データ 9 2 4 - 4 及び M A C アドレス 9 2 4 - 5 を含む。なお、プロトコル種別 9 2 4 - 3 も、E t h e r n e t フレームに含まれる。

【 0 2 0 7 】

図 9 のアドレス応答 9 1 7 において、送信先アドレス 9 2 4 - 1 には、M A C r ' が格納され、送信元アドレス 9 2 4 - 2 には、M A C s ' が格納される。プロトコル種別 9 2 4 - 3 は、データ 9 2 4 - 4 のプロトコルタイプを示す。

【 0 2 0 8 】

E t h e r n e t フレームより後の領域がアドレス要求の内容を格納する領域である。

10

20

30

40

50

パケット 924 のデータ 924 - 4 には、A d d r R e p (数 値) が格納され、パケット 924 がアドレス応答であることを示す値が含まれる。

【0209】

また、M A C アドレス 924 - 5 には、値 M A C h ' が格納され、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) が使用するべき M A C アドレスが格納される。

【0210】

ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、アドレス応答 917 を受信した後、自アドレス計算・設定処理 918 を実行する。自アドレス計算・設定処理 918 は、自アドレス計算・設定プログラム 895 によって実行される処理である。自アドレス計算・設定処理 918 については、図 11 を用いて後述する。

10

【0211】

なお、アドレス要求 915 及びアドレス応答 917 を送信するために使用されるフォーマットは、前述のフォーマットである必要はなく、いかなるフォーマットでもよい。例えば、第 2 の実施形態のパケットに、I E T F において標準化された D H C P が用いられてもよい。

【0212】

D H C P を用いた場合、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) の M A C アドレス (図 9 の M A C r ') には、N I F 8 8 5 にあらかじめ初期値として格納された M A C アドレス 886 が指定され、W A N スイッチ S 2 1 (7 2 2) のアドレス (図 3 の M A C s ') は指定されない。すなわち、アドレス要求 915 は、仮想ネットワークサイト 1 - 1 (7 0 1) にブロードキャストされる。

20

【0213】

次に、W A N 7 2 0 にホストコンピュータ H 1 5 (7 4 2) が導入された場合の処理について説明する。このときの処理は図 9 の処理において、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) をホストコンピュータ H 1 5 (7 4 2) に置換し、W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) を W A N スイッチ S 2 3 (7 1 3) に置換し、仮想ネットワークの識別子 V N 1 を V N 2 に置換し、アドレス変換規則 M 2 M 1 を M 2 M 2 に置換し、M A C アドレス A s を W A N スイッチ S 2 3 (7 1 3) へ配布する M A C アドレスに置換した処理となる。

【0214】

図 10 は、本発明の第 2 の実施形態のアドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) のスイッチ・アドレス生成処理 911 を示すフローチャートである。

30

【0215】

スイッチ・アドレス生成処理 911 は、アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) のスイッチ・アドレス生成プログラム 874 によって実行される処理である。スイッチ・アドレス生成処理 911 が開始された後、アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) は、M A C アドレス生成データ 881 の次の M A C アドレス 881 - 3 から、アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) のアドレスに割り当てられる値 M A C n e x t を抽出する。

【0216】

そして、アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) は、アドレス要求 910 パケット 921 を参照し、仮想ネットワーク識別子 921 - 5 に格納された値 V N 1 を抽出する。抽出された V N 1 の値に従って、アドレス変換規則表 882 を検索し、値 V N 1 を仮想ネットワークの識別子 882 - 1 に含む行のアドレス変換規則 882 - 2 の値 M 2 M 1 を抽出する。

40

【0217】

そして、アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) は、抽出された値 M 2 M 1 を、パケット 922 のアドレス変換規則 922 - 6 に格納し、抽出された値 M A C n e x t を、パケット 922 の M A C アドレス 922 - 5 に格納する。なお、図 9 において値 M A C n e x t は、A s によって示される。

【0218】

また、アドレス配布サーバ C 1 1 (7 2 1) は、パケット 921 の送信先アドレス 92

50

1 - 1の値MACsを、パケット922の送信元アドレス922-2に格納し、パケット921の送信元アドレス921-2の値MACrを、パケット922の送信先アドレス922-1に格納する。さらに、データ922-4とプロトコル種別922-3とに、アドレス応答であることを示す値と、そのプロトコルタイプとを格納する。

【0219】

パケット922に値を格納した後、アドレス配布サーバC11(721)は、値を格納されたパケット922を、WANスイッチS21(711)に送信する(1011)。

【0220】

ステップ1011の後、アドレス配布サーバC11(721)は、MACアドレス生成データ881のMACアドレスの下限881-1、MACアドレスの上限881-2及び次のMACアドレス881-3に格納された、MACnext、MACmin及びMACmaxの値を用いて、次のMACアドレス881-3の値を新たなMACnextによって更新する(1012)。例えば、値MACnextに1を加算し、加算された結果を、次のMACアドレス881-3に格納する(1012)。

10

【0221】

なお、アドレス配布サーバC11(721)は、新たなMACnextの値が、MACminからMACmaxまでの値に含まれているか否かを判定することによって、新たなMACアドレスが生成可能か否かを判定する。

【0222】

また、第2の実施形態において、前述のようにWANスイッチSに順番にMACアドレスを生成するが、不正行為をおこなうものがMACアドレスを推定しづらくするなどの目的のため、順番にMACアドレスを割り当てなくてもよい。例えば、疑似乱数を使用してMACアドレスを生成してもよい。疑似乱数の生成関数を適切に選択することによって、MACmin及びMACmaxの範囲のMACアドレスを無駄なく割り当てることが可能になる。

20

【0223】

なお、ホストコンピュータ初期化処理903は、ホストコンピュータHが新たに導入された際だけではなく、必要に応じてホストコンピュータHからの要求に従って、実行されてもよい。

【0224】

次に、アドレス配布サーバC11(721)がWANスイッチS23(713)からアドレス要求910を受信した場合に実行されるスイッチ・アドレス生成処理911について説明する。WANスイッチS23(713)からアドレス要求910を受信した場合の処理は、図9において、アドレス変換規則M2M1をM2M2に置換し、仮想ネットワークの識別子VN1をVN2に置換した処理である。

30

【0225】

すなわち、図9に示す処理は、いずれのWANスイッチS及びいずれのホストコンピュータHにも、実行される処理である。

【0226】

図11A、図11B、図11Cは、本発明の第2の実施形態のWANスイッチS21(711)が実行する処理を示すフローチャートである。

40

【0227】

図11Aは、本発明の第2の実施形態のWANスイッチSによるスイッチ・アドレス設定処理913を示すフローチャートである。

【0228】

スイッチ・アドレス設定処理913は、スイッチ・アドレス生成プログラム841によって実行される処理である。スイッチ・アドレス設定処理913が開始された後、WANスイッチS21(711)は、アドレス配布サーバC11(721)から受信したパケット922のアドレス変換規則922-6から、アドレス変換規則M2M1を抽出する。

【0229】

50

そして、W A NスイッチS 2 1 (7 1 1) は、抽出されたアドレス変換規則M 2 M 1を、ネットワーク識別子V N 1とともにメモリ8 2 1に格納する(1 1 1 1)。具体的には、抽出されたアドレス変換規則M 2 M 1を、データ8 2 3が含むアドレス変換規則表8 3 1に格納する。

【 0 2 3 0 】

ステップ1 1 1 1の後、W A NスイッチS 2 1 (7 1 1) は、パケット9 2 2のM A Cアドレス9 2 2 - 5からアドレスA s (すなわち、アドレス配布サーバC 1 1 (7 2 1) によって格納されたM A C n e x t) を抽出する。そして仮想ネットワークV N 1 (すなわち、仮想ネットワークサイト1 - 1 (7 0 1)) に接続される、W A NスイッチS 2 1 (7 1 1) の、N I F 8 0 1のM A Cアドレス8 0 3に、抽出されたアドレスA sを格納する(1 1 1 2)。

10

【 0 2 3 1 】

次に、W A NスイッチS 2 3 (7 1 3) がアドレス応答9 1 2を受信した場合のスイッチ・アドレス設定処理9 1 3について説明する。W A NスイッチS 2 3 (7 1 3) がアドレス応答9 1 2を受信した場合の処理は図1 1 Aにおいてアドレス変換規則M 2 M 1をM 2 M 2に置換し、仮想ネットワークV N 1をV N 2に置換した処理である。

【 0 2 3 2 】

図1 1 Bは、本発明の第2の実施形態のW A NスイッチSによるホスト・アドレス生成準備処理9 1 4を示すフローチャートである。

【 0 2 3 3 】

ホスト・アドレス生成準備処理9 1 4は、W A NスイッチS 2 1 (7 1 1) のホスト・アドレス生成準備プログラム8 4 2によって実行される処理である。

20

【 0 2 3 4 】

ホスト・アドレス生成準備処理9 1 4が開始された後、W A NスイッチS 2 1 (7 1 1) は、スイッチ・アドレス設定処理9 1 3において抽出されたアドレス変換規則M 2 M 1から関数M 2 M 1 rを生成する。そして、生成された関数M 2 M 1 rを、メモリ8 2 3に保持されたアドレス変換規則表8 3 1のアドレス変換規則8 3 1 - 2に格納する。

【 0 2 3 5 】

ここで、アドレス変換規則M 2 M 1は、ホストコンピュータHのM A CアドレスM A C hに対応する、W A NスイッチSのM A CアドレスA sを算出するための、多対1の関数である。すなわち、複数のホストコンピュータHに割り当てられた各M A Cアドレスから、一つのW A NスイッチSのM A Cアドレスを算出するための関数である。

30

【 0 2 3 6 】

また、関数M 2 M 1 rは、W A NスイッチSのM A Cアドレスから、ホストコンピュータHのM A Cアドレスを生成するための関数である。関数M 2 M 1 r (A s) の結果(すなわち、関数M 2 M 1 rの変数にA sを代入して算出された結果) は、算出されるたびに異なり、一つのホストコンピュータHのM A Cアドレスを返す。さらに、関数M 2 M 1 rによって算出されたホストコンピュータHのアドレスM A C hは、M 2 M 1 (M A C h) = A sの関係を満たす。すなわち、アドレス変換規則M 2 M 1によってホストコンピュータHのアドレスM A C hを変換すると、W A NスイッチSのM A Cアドレスを取得できる。

40

【 0 2 3 7 】

このような関数M 2 M 1 rには、例えば、最初によびだされたときにはM 2 M 1 (M A C h) = A s (すなわち、M A C hを変数としてM 2 M 1を算出した結果は、値A s) となる最小のM A C hを返し、以後よばれるごとに結果に1ずつ加算されたM A C hを返す関数がある。また、疑似乱数を使用して、よびだすごとにM 2 M 1 (M A C h) = A sを満たし、かつ、異なるM A C hの値を返す関数がある。

【 0 2 3 8 】

次に、W A NスイッチS 2 3 (7 1 3) によるホスト・アドレス生成準備処理9 1 4について説明する。W A NスイッチS 2 3 (7 1 3) によるホスト・アドレス生成準備処理

50

914は、図11Bにおいてアドレス変換規則M2M1をM2M2に置換し、関数M2M1rをM2M2rに置換した処理である。

【0239】

図11Cは、本発明の第2の実施形態のWANスイッチSによるホスト・アドレス生成処理916を示すフローチャートである。

【0240】

ホスト・アドレス生成処理916は、WANスイッチS21(711)のホスト・アドレス生成プログラム843によって実行される処理である。ここで、ホスト・アドレス生成プログラム843は、アドレス設定プロキシの機能を含む。さらに、ホストコンピュータH11(722)に保持される自アドレス計算・設定プログラム895は、ホスト・アドレス生成プログラム843によって生成されたMACアドレスを、ホストコンピュータH11(722)のNIF885に格納する。

【0241】

ホスト・アドレス生成処理916が開始された後、WANスイッチS21(711)は、WANスイッチS21(711)のMACアドレスAsを、関数M2M1rに入力し、ホストコンピュータHのMACアドレスMACh'を生成する。そして、生成されたホストコンピュータのアドレスMACh'を含むパケット924を生成し、パケット924をホストコンピュータH11(722)に送信する(1131)。

【0242】

関数M2M1r及びM2M2rは、くりかえし使用されても同一のアドレスを出力しないため、すべてのホストコンピュータHに異なるアドレスを割り当てることができる。

【0243】

なお、ホスト・アドレス生成処理916は、ホストコンピュータH11(722)によって実行されてもよい。すなわち、パケット922に含まれたMACアドレス922-5の値と、関数M2M1rとを、パケット924のMACアドレス924-5に格納することによって、ホストコンピュータH11(722)が、ホスト・アドレス生成処理916を実行してもよい。

【0244】

次に、WANスイッチS23(713)によるホスト・アドレス生成処理916について説明する。WANスイッチS23(713)によるホスト・アドレス生成処理916は、図11Cにおいて、関数M2M1rをM2M2rに置換した処理となる。

【0245】

図12は、本発明の第2の実施形態のホストコンピュータH11(722)による自アドレス計算・設定処理918を示すフローチャートである。

【0246】

自アドレス計算・設定処理918は、自アドレス計算・設定プログラム895によって実行される処理である。自アドレス計算・設定処理918が開始された後、ホストコンピュータH11(722)は、WANスイッチS21(711)から受信したパケット917のMACアドレス924-5から、アドレスMACh'を抽出する。そして、抽出されたアドレスMACh'をメモリ892に格納する(1211)。

【0247】

ステップ1211の後、ホストコンピュータH11(722)は、受信されたパケット922から抽出されたアドレスMACh'を、ホストコンピュータH11(722)のNIF885のMACアドレス886に格納する(1212)。

【0248】

次に、ホストコンピュータH15(742)による自アドレス計算・設定処理918について説明する。ホストコンピュータH15(742)による自アドレス計算・設定処理918は、図12において、ホストコンピュータH11(722)をホストコンピュータH15(742)に置換した処理となる。

【0249】

10

20

30

40

50

前述の図 9 から図 12 の処理によって、仮想ネットワークサイトが W A N 7 2 0 に接続された際に、仮想ネットワークサイトに属するホストコンピュータ H は、W A N において一意の M A C アドレスを配布されることができる。

【 0 2 5 0 】

図 13 は、本発明の第 2 の実施形態の W A N 7 2 0 を介したホストコンピュータ H 間の通信を示すシーケンス図である。

【 0 2 5 1 】

図 13 のシーケンス図は、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) と、あらかじめ W A N 7 2 0 に接続されていたホストコンピュータ H 1 2 (7 5 2) との通信を示す。ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) からホストコンピュータ H 1 2 (7 5 2) へ通信するため、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、プログラム 8 9 4 によって E t h e r n e t パケット 1 3 1 1 を生成し、ホストコンピュータ H 1 2 (7 5 2) に向けて送信する。

【 0 2 5 2 】

なお、パケット 1 3 1 1 を生成する際、ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) は、ホストコンピュータ H 1 2 (7 5 2) の M A C アドレスをあらかじめ保持している。

【 0 2 5 3 】

ホストコンピュータ H 1 1 (7 2 2) に接続される W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、E t h e r n e t パケット 1 3 1 1 を受信した後、アドレス変換プロキシであるパケット変換プログラム 8 4 4 によってパケット変換・転送処理 1 3 2 1 を実行する。パケット変換プログラム 8 4 4 がパケット変換・転送処理 1 3 2 1 を実行することによって、E t h e r n e t パケット 1 3 1 1 の先頭には、E t h e r n e t フレームが付加され、その結果、E t h e r n e t パケット 1 3 1 2 が生成される。

【 0 2 5 4 】

W A N スイッチ S 2 1 (7 1 1) は、E t h e r n e t パケット 1 3 1 2 を生成した後、生成された E t h e r n e t パケット 1 3 1 2 を、W A N 7 2 0 に備わる W A N スイッチ S 2 2 (7 1 2) に向けて送信する。E t h e r n e t パケット 1 3 1 2 が送信される W A N スイッチ S 2 2 (7 1 2) は、ホストコンピュータ H 1 2 (7 5 2) に接続される W A N スイッチ S 2 2 (7 1 2) である。パケット変換・転送処理 1 3 2 1 については、図 14 を用いて後述する。

【 0 2 5 5 】

パケット 1 3 1 2 の送信先アドレス M A C 2 2 は、W A N スイッチ S 2 2 (7 1 2) に備わる N I F 8 0 1 の M A C アドレス 8 0 3 を示す。W A N スイッチ S 2 2 (7 1 2) の N I F 8 0 1 は、仮想ネットワークサイト 1 - 2 (7 0 2) に接続され、他の仮想ネットワークサイトには接続されない。このため、パケット 1 3 1 2 が他の仮想ネットワークに転送されることはない。これは、他のホストコンピュータ H 間の通信においても同じである。

【 0 2 5 6 】

すなわち、第 2 の実施形態によれば、仮想ネットワークサイト V N 1 上における通信と、仮想ネットワークサイト V N 2 上における通信とは干渉することがなく、仮想ネットワークとして必要なアイソレーション（隔離）が実現される。

【 0 2 5 7 】

W A N スイッチ S 2 2 (7 1 2) は、E t h e r n e t パケット 1 3 1 2 を受信した後、W A N スイッチ S 2 2 (7 1 2) のアドレス変換プロキシであるパケット変換プログラム 8 4 4 によってパケット変換・転送処理 1 3 2 1 を実行する。パケット変換プログラム 8 4 4 がパケット変換・転送処理 1 3 2 1 を実行することによって、E t h e r n e t パケット 1 3 1 2 の先頭の E t h e r n e t フレームが削除され、単純な E t h e r n e t パケット 1 3 1 3 が生成される。E t h e r n e t パケット 1 3 1 3 は、E t h e r n e t パケット 1 3 1 1 と同じ内容を含む。

【 0 2 5 8 】

W A N スイッチ S 2 2 (7 1 2) は、E t h e r n e t パケット 1 3 1 3 を生成した後、生成された E t h e r n e t パケット 1 3 1 3 をホストコンピュータ H 1 2 (7 5 2)

10

20

30

40

50

に送信する。ホストコンピュータH12(752)は、Ethernetパケット1313を受信した後、プログラム894によって、Ethernetパケット1313を処理する。

【0259】

ホストコンピュータH12(752)からホストコンピュータH11(722)へ通信するため、ホストコンピュータH12(752)は、プログラム894によってEthernetパケット1314を生成し、ホストコンピュータH11(722)に向けて送信する。

【0260】

WANスイッチS22(712)は、Ethernetパケット1314を受信した後、WANスイッチS22(712)のアドレス変換プロキシであるパケット変換プログラム844によってパケット変換・転送処理1321を実行する。パケット変換プログラム844がパケット変換・転送処理1321を実行することによって、Ethernetパケット1314の先頭には、Ethernetフレームが付加され、その結果、Ethernetパケット1315が生成される。

10

【0261】

WANスイッチS22(712)は、Ethernetパケット1314を生成した後、生成されたEthernetパケット1314を、WAN720のWANスイッチSに向けて送信する。Ethernetパケット1314が送信されるWANスイッチSは、ホストコンピュータH11(722)に接続されるWANスイッチS21(711)である。

20

【0262】

WANスイッチS21(711)は、Ethernetパケット1315を受信した後、WANスイッチS21(711)のアドレス変換プロキシであるパケット変換プログラム844によってパケット変換・転送処理1321を実行する。パケット変換プログラム844がパケット変換・転送処理1321を実行することによって、Ethernetパケット1315の先頭のEthernetフレームが削除され、単純なEthernetパケット1316が生成される。

【0263】

WANスイッチS21(711)は、Ethernetパケット1316を生成した後、生成されたEthernetパケット1316をホストコンピュータH11(722)に送信する。ホストコンピュータH11(722)は、Ethernetパケット1316を受信した後、プログラム894によって、Ethernetパケット1316を処理する。

30

【0264】

次に、ホストコンピュータH15(742)と、あらかじめWAN720に接続されていたホストコンピュータH17(762)との通信について説明する。このときの処理は、図13においてホストコンピュータH11(722)をホストコンピュータH15(742)に置換し、ホストコンピュータH12(752)をホストコンピュータH17(762)に置換する処理である。また、図13のMAC11にはホストコンピュータH15(742)のMACアドレスが格納され、MAC12にはホストコンピュータH17(762)のMACアドレスが格納され、MAC21にはWANスイッチS23(713)のMACアドレスが格納される。

40

【0265】

すなわち、図13に示す処理は、同じ仮想ネットワークに属するホストコンピュータ間の通信において、実行される処理である。

【0266】

なお、ホストコンピュータH15(742)とホストコンピュータH17(762)との通信において、MAC22に格納されるWANスイッチS22(712)のMACアドレスは、仮想ネットワークサイト2-2(705)に接続されたNIF801のMACア

50

ドレス 803 である。すなわち、ホストコンピュータ H11 (722) とホストコンピュータ H12 (752) との通信において用いられる WAN スイッチ S22 (712) の MAC アドレス 803 と、ホストコンピュータ H15 (742) とホストコンピュータ H17 (762) との通信において用いられる WAN スイッチ S22 (712) の MAC アドレス 803 とは、異なるアドレスである。

【0267】

図 14 は、本発明の第 2 の実施形態のホストコンピュータ H11 (722) とホストコンピュータ H12 (752) との通信の際のパケット変換・転送処理 1321 を示すフローチャートである。

【0268】

パケット変換・転送処理 1321 は、WAN スイッチ S のパケット変換・転送プログラム 844 によって実行される処理である。以下において、WAN スイッチ S21 (711) によるパケット変換・転送処理 1321 を示す。

【0269】

パケット変換・転送処理 918 が開始された後、WAN スイッチ S21 (711) は、ホストコンピュータ H11 (722) から受信した Ethernet パケット 1311 に含まれる送信先 MAC アドレス MAC12 を、メモリ 821 に保持されるアドレス変換規則 M2M1 によって変換することによって、WAN 720 内の Ethernet パケット 1311 の送信先となる WAN スイッチ S の MAC アドレス MAC22 を算出する (1411)。

【0270】

なお、WAN スイッチ S21 (711) は、Ethernet パケット 1311 に含まれる送信元アドレス MAC11 等から、Ethernet パケット 1311 が、仮想ネットワークサイト 1-1 (701) (VN1) のホストコンピュータ H11 (722) から送信されたことを識別してもよい。

【0271】

ステップ 1411 の後、WAN スイッチ S21 (711) は、ステップ 1411 において算出された MAC アドレス MAC22 を含む、Ethernet フレームの送信先アドレスの領域と、自スイッチ (WAN スイッチ S21 (711)) の MAC アドレス MAC21 を含む、Ethernet フレームの送信元アドレスが格納される領域とを、Ethernet パケット 1311 の先頭に付加することによって、Ethernet パケット 1312 が生成される。

【0272】

WAN スイッチ S21 (711) は、生成されたパケット 1312 を、WAN 720 に送信する (1412)。

【0273】

次に、ホストコンピュータ H15 (742) とホストコンピュータ H17 (762) とが通信するための、WAN スイッチ S23 (713) によるパケット変換・転送処理 918 について説明する。このときの処理は、図 14 において関数 M2M1r を関数 M2M2r に置換した処理である。

【0274】

第 2 の実施形態の WAN スイッチ S は、ホストコンピュータ H の MAC アドレスから、ホストコンピュータ H が接続される WAN スイッチ S の MAC アドレスを算出する関数を保持することによって、ホストコンピュータ H の MAC アドレスと WAN スイッチ S の MAC アドレスとの対応関係をあらかじめ保持する必要がない。すなわち、第 2 の実施形態の WAN スイッチ S は、上位であるホストコンピュータ H の MAC アドレスと、下位である WAN スイッチ S の MAC アドレスとの対応関係を、あらかじめブロードキャストする必要がない。

【0275】

10

20

30

40

50

本実施形態によれば、２層のプロトコルアドレスを含むパケットによって通信するネットワークにおいて、上位のアドレスと下位のアドレスとの対応関係をブロードキャストする必要がない。このため、ブロードキャストによるネットワーク負荷の増大、ブロードキャストパケットを生成するためのプロトコル、プログラム及びデータの複雑化並びに巨大化を低減することができる。

【符号の説明】

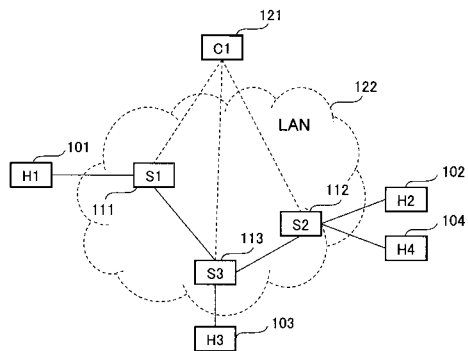
【 0 2 7 6 】

1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4 ホストコンピュータ H 1 ～ H 4
 1 1 1、1 1 2、1 1 3 スイッチ S 1 ～ S 3
 1 2 1 アドレス配布サーバ C 1
 1 2 2 L A N
 7 2 0 広域ネットワーク (W A N)
 7 1 1、7 1 2、7 1 3 W A N スイッチ S 2 1 ～ S 2 3
 7 2 1 アドレス配布サーバ C 1 1
 7 2 2 ホストコンピュータ H 1 1
 7 5 2 ホストコンピュータ H 1 2
 7 3 2 ホストコンピュータ H 1 3
 7 4 2 ホストコンピュータ H 1 5
 7 4 3 ホストコンピュータ H 1 6
 7 6 2 ホストコンピュータ H 1 7
 7 0 1 仮想ネットワークサイト 1 - 1
 7 0 2 仮想ネットワークサイト 1 - 2
 7 0 3 仮想ネットワークサイト 1 - 3
 7 0 4 仮想ネットワークサイト 2 - 1
 7 0 5 仮想ネットワークサイト 2 - 2

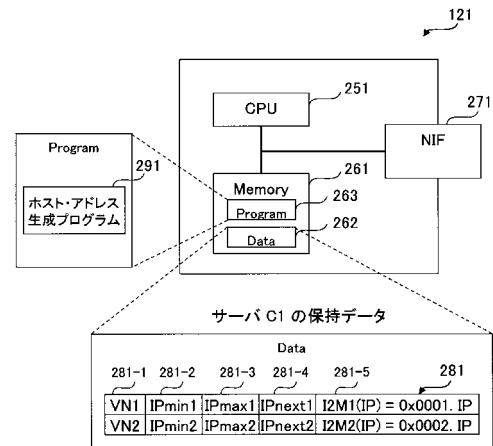
10

20

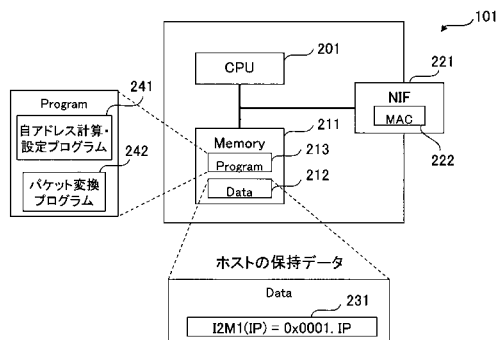
【 図 1 】



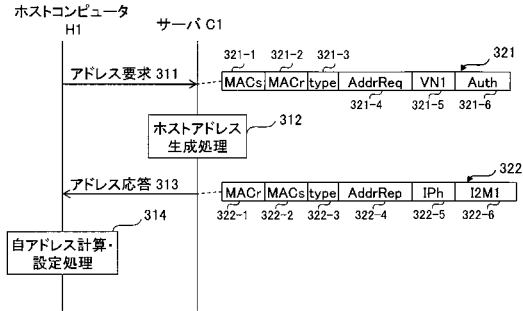
【 図 2 B 】



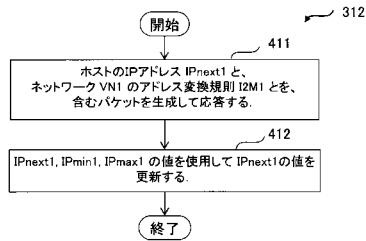
【 図 2 A 】



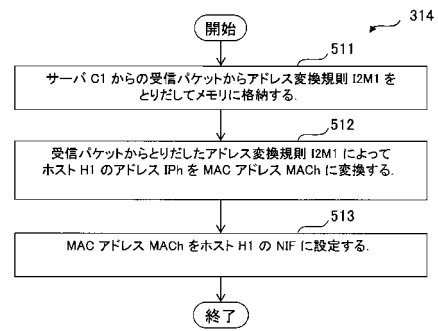
【図 3】



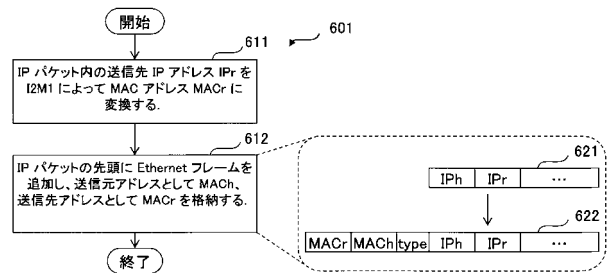
【図 4】



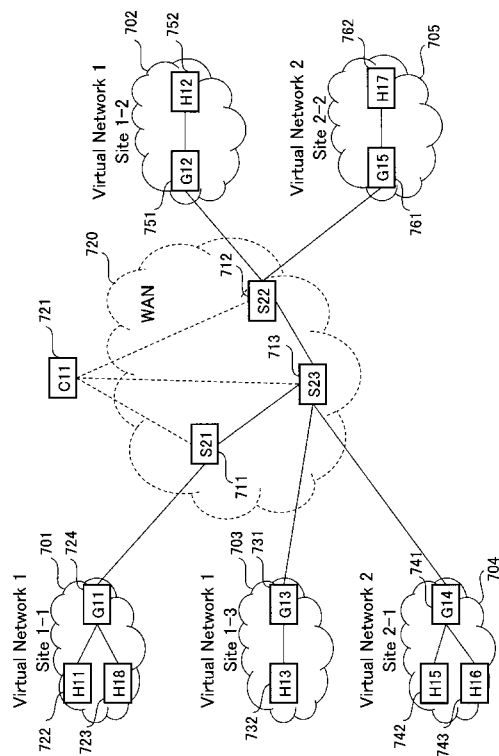
【図 5】



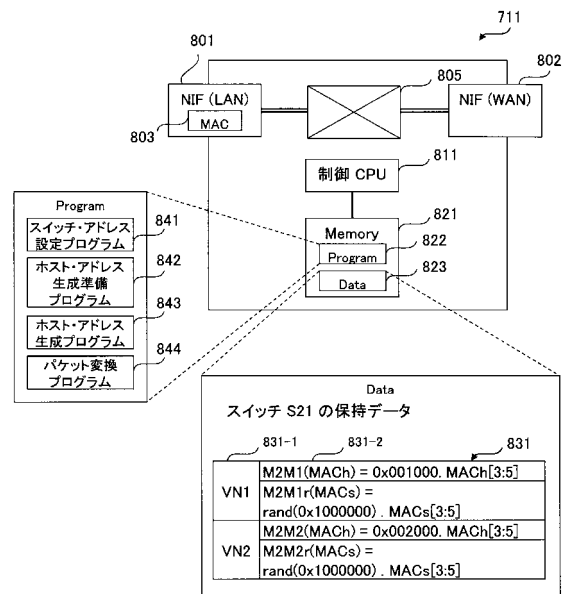
【図 6】



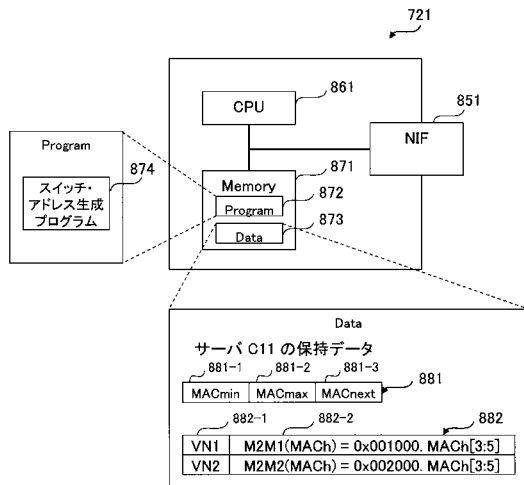
【図 7】



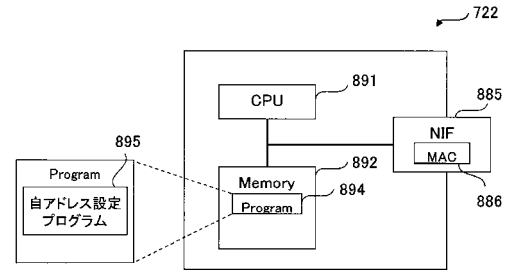
【図 8 A】



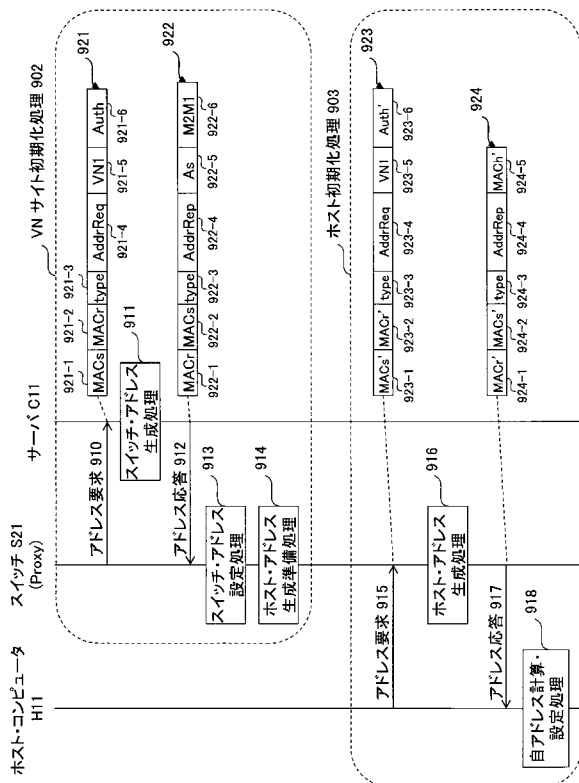
【図 8 B】



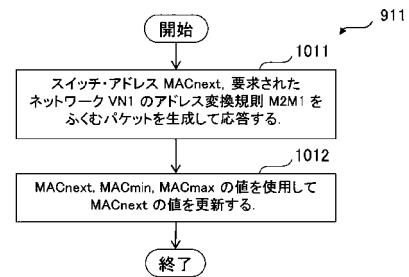
【図 8 C】



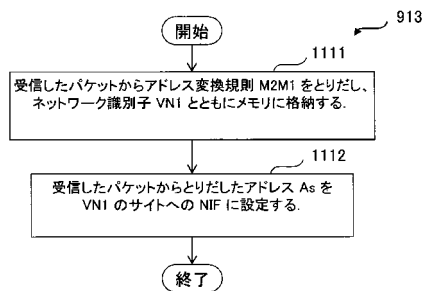
【図 9】



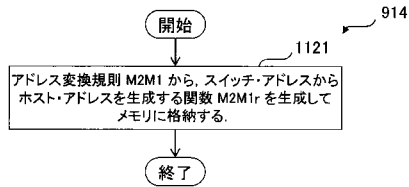
【図 10】



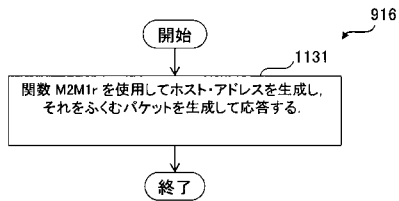
【図 11 A】



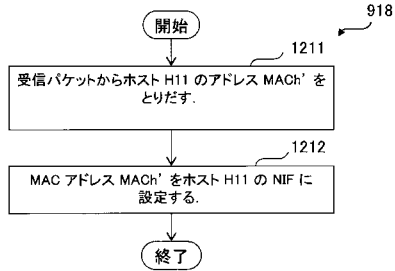
【図 1 1 B】



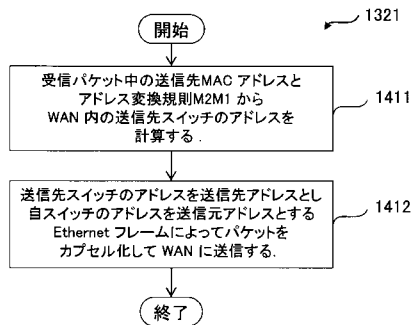
【図 1 1 C】



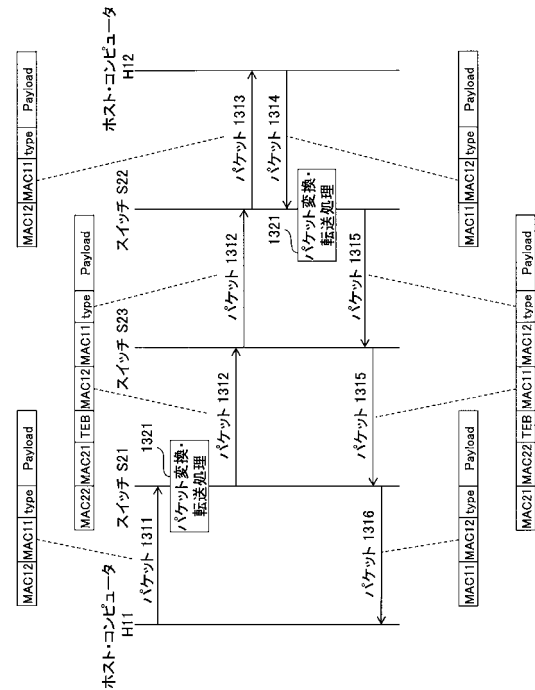
【図 1 2】



【図 1 4】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 春日井 靖

神奈川県川崎市幸区鹿島田 8 9 0 番地 株式会社日立製作所ネットワークソリューション事業部内

Fターム(参考) 5K030 GA04 GA13 HD09 KA02