

(11)特許出願公開番号

特開2010-45657

(P2010-45657A)

(43) 公開日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(51) Int. Cl.

HO4L 12/44 (2006.01)

F I

H04 L 12/44

A

H04 L 12/44 300

テーマコード (参考)

5 K 0 3 3

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2008-208935 (P2008-208935)

(22) 出願日 平成20年8月14日 (2008. 8. 14)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(74) 代理人 100099759

弁理士 青木 篤

(74) 代理人 100119987

弃理士 伊坪 公一

(74) 代理人 100081330

弁理士 樋口 外治

(74) 代理人 100141254

弁理士 榎原 正巳

(74) 代理人 100113826

弁理士 倉地 保幸

[最終頁に続く](#)

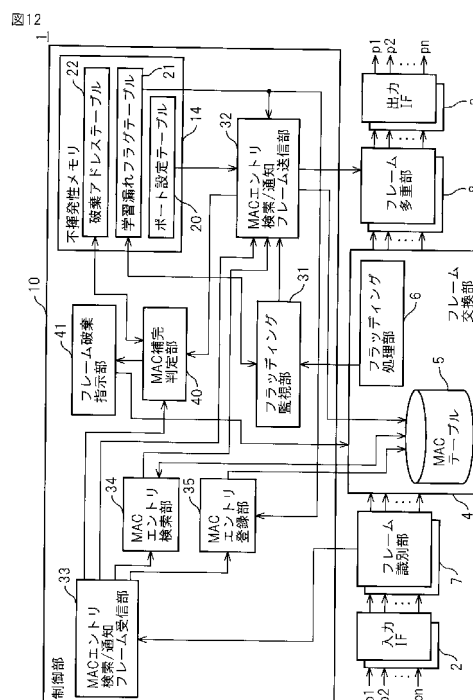
(54) 【発明の名称】 フレームスイッチング装置、通信システム、コンピュータプログラム及びアドレス学習方法

(57) 【要約】

【課題】フレームスイッチングネットワークを構成するスイッチング装置であって、アドレスとこのアドレスを送信先とするフレームを出力する出力ポートとの対応関係を示すアドレスエントリを記憶するとともに、アドレスエントリが記憶されていないアドレスを送信先とするフレームのフラdding処理を行うスイッチング装置において、送信先アドレスが記憶されていないことにより生ずるフラddingの発生を低減する。

【解決手段】スイッチング装置 1 は、あるアドレスに対するフラッディングの発生が所定条件を満たすか否かを判定するフラッディング判定部 3 1 と、上記条件を満たすアドレスと同じアドレスのアドレスエントリを記憶している他のスイッチから送信される所定の通知を受信する通知受信部 3 3 と、上記条件を満たすアドレスと上記通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリを登録するアドレスエントリ登録部 3 5 を備える。

【選択図】図 1 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置であって、

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数のポートと、

アドレスと、このアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信した前記ポートと、の間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶されるアドレスエントリ記憶部と、

送信フレームの送信先アドレスに関する前記アドレスエントリが前記アドレスエントリ記憶部に記憶されていないとき、該送信フレームのフラッディング処理を行うフラッディング処理部と、

あるアドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定するフラッディング判定部と、

前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置がそのアドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる、該他の前記フレームスイッチング装置から送信される所定の通知を受信する通知受信部と、

前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスと前記所定の通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に登録するアドレスエントリ登録部と、

を備えるフレームスイッチング装置。

【請求項 2】

前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスについて、このアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に記憶しているか否かを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に照会するアドレスエントリ照会部を、さらに備える請求項 1 に記載のフレームスイッチング装置。

【請求項 3】

前記所定の通知は、前記他のフレームスイッチング装置の前記アドレスエントリ記憶部にアドレスエントリが記憶されているアドレスに関するアドレス情報を含み、

前記アドレスエントリ登録部は、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置から一定周期で送信された前記所定の通知に、前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスに関する前記アドレス情報が含まれるとき、該アドレスに関するアドレスエントリを登録する請求項 1 に記載のフレームスイッチング装置。

【請求項 4】

前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスに関するアドレスエントリを、前記アドレスエントリ登録部が登録できるか否かを判定する登録可否判定部と、

前記アドレスエントリ登録部により登録できないアドレスを送信先アドレスに有するフレームを破棄するフレーム破棄部と、

さらに備える請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のフレームスイッチング装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のフレームスイッチング装置としての第 1 フレームスイッチング装置と、前記フレームスイッチングネットワーク内のフレームスイッチング装置としての第 2 フレームスイッチング装置と、を前記フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置として少なくとも含む通信システムであって、

前記第 1 フレームスイッチング装置の前記ポートを第 1 ポートとし、前記第 1 フレームスイッチング装置の前記アドレスエントリ記憶部を第 1 アドレスエントリ記憶部とすると

10

20

30

40

50

き、前記第 2 フレームスイッチング装置は、

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数の第 2 ポートと、

アドレスと、このアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信した前記第 2 ポートと、の間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶される第 2 アドレスエントリ記憶部と、を備え、

前記第 2 フレームスイッチング装置から送信される、前記第 1 フレームスイッチング装置の前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを前記第 2 フレームスイッチング装置がその前記第 2 アドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる前記所定の通知が、前記第 1 フレームスイッチング装置の前記通知受信部により受信される通信システム。

10

【請求項 6】

前記第 1 フレームスイッチング装置は、前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスについて、このアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを前記第 2 アドレスエントリ記憶部に記憶しているか否かを、前記第 2 フレームスイッチング装置に照会するアドレスエントリ照会部を、さらに備え、

前記第 2 フレームスイッチング装置は、前記第 1 フレームスイッチング装置から照会されたアドレスと同一のアドレスに関するアドレスエントリが前記第 2 アドレスエントリ記憶部に記憶されているとき、前記照会を受信したポートから前記所定の通知を送信する通知送信部を、さらに備える、

20

請求項 5 に記載の通信システム。

【請求項 7】

前記第 2 フレームスイッチング装置は、前記第 2 アドレスエントリ記憶部にアドレスエントリが記憶されているアドレスに関するアドレス情報を含んだ前記所定の通知を一定周期で送信する通知送信部を、さらに備え、

前記第 1 フレームスイッチング装置の前記アドレスエントリ登録部は、前記第 2 フレームスイッチング装置から送信された前記所定の通知に、前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスに関する前記アドレス情報が含まれるとき、該アドレスに関するアドレスエントリを登録する、

30

請求項 5 に記載の通信システム。

【請求項 8】

フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置内に設けられた処理ユニットにより実行されるコンピュータプログラムであって、前記フレームスイッチング装置は、

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数のポートと、

アドレスと、このアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信した前記ポートと、の間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶されるアドレスエントリ記憶部と、

40

送信フレームの送信先アドレスに関する前記アドレスエントリが前記アドレスエントリ記憶部に記憶されていないとき、該送信フレームのフラッディング処理を行うフラッディング処理部と、を備え、

前記コンピュータプログラムは、

あるアドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定するフラッディング判定処理と、

前記フラッディング判定処理によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置がそのアドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる、該他の前記フレームスイッチング装置から送信される所

50

定の通知を受信する通知受信処理と、

前記フラッディング判定処理によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスと前記所定の通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に登録するアドレスエントリ登録処理と、

を前記処理ユニットに実行させる、コンピュータプログラム。

【請求項 9】

フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置において実行されるアドレス学習方法であって、

前記フレームスイッチング装置は、

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数のポートと、

アドレスと、このアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信した前記ポートと、の間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶されるアドレスエントリ記憶部と、

送信フレームの送信先アドレスに関する前記アドレスエントリが前記アドレスエントリ記憶部に記憶されていないとき、該送信フレームのフラッディング処理を行うフラッディング処理部と、を備え、

前記アドレス学習方法は、

あるアドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定し、

フラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定された前記アドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置がそのアドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる、該他の前記フレームスイッチング装置から送信される所定の通知を受信し、

フラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定された前記アドレスと前記所定の通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に登録する、

アドレス学習方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

開示の装置、システム、コンピュータプログラム及び方法は、フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置、フレームスイッチングネットワーク、フレームスイッチング装置に設けられた処理ユニットにより実行されるコンピュータプログラム、フレームスイッチング装置において実行されるアドレス学習方法に関する。より詳しくはアドレスの学習漏れにより生ずるフラッディングを低減する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

イーサネット（登録商標）は、装置コストが安価であり、かつ通信速度の選択肢が多く、また管理運用が容易であることから、企業内 LAN 等の LAN や通信キャリアが提供する L2-VPN 等の広域 LAN サービスにおいて広く普及が進んでいる。

広域 LAN サービスは、上位プロトコルであるレイヤ 3 のプロトコルを選ばないネットワーク、すなわち L3 トポロジーフリーなネットワークであり、顧客が自由に IP ネットワークを設計及び運用することができる。

顧客は、例えば、RIP / OSPF（Routing Information Protocol / Open Shortest Path First）等のダイナミックルーティングプロトコルを用いて、動的な経路制御を行うことが可能である一方、スタティックルートを用いてシンプルな経路設定を行うことも可能である。

【0003】

なお、経路制御機能と障害検出機構を持つレイヤ 2 スイッチをリング状に接続して構成

10

20

30

40

50

されるネットワークにおけるリング切替方法において、M A Cアドレスと対応のポートを格納するアドレス学習テーブルをレイヤ2スイッチに備え、隣接するレイヤ2スイッチ間のリンク障害を検出した時、隣接するレイヤ2スイッチの各々から障害通知フレームのパケットを送信し、障害通知フレームを受信したレイヤ2スイッチは、当該スイッチにエントリするM A Cアドレスを障害通知フレームに記録して隣接するレイヤ2スイッチに転送することが提案されている。

【0004】

また、送信元端末側に位置するレイヤ2スイッチにおいてブロードキャスト転送されたフレームを受信したとき、このフレームに含まれている宛先M A Cアドレスを学習済みでありかつ送信元M A Cアドレスを未学習である場合に、宛先端末から本来送信される応答フレームを仮想した仮想応答フレームを前記フレームを受信したポートから送信する第1の制御手段と、前記宛先端末側に位置するレイヤ2スイッチから受信した前記仮想応答フレームを廃棄する第2の制御手段と、を備えるレイヤ2スイッチが提案されている。

10

【0005】

【特許文献1】特開2004-147172号公報

【特許文献2】特開2006-279820号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

イーサネット（登録商標）スイッチなどであるレイヤ2スイッチは、M A C自動学習を有しており自動的にM A Cテーブルを生成する。M A Cテーブルは、フォワーディングテーブルやM A Cアドレステーブルと呼ばれることもある。

20

図1の（A）及び図1の（B）は従来のM A C学習法の説明図である。図1の（A）に示すレイヤ2スイッチS W 1は、送信先M A Cアドレスb及び送信元M A Cアドレスaを有するM A CフレームF R 1を受信する。

【0007】

レイヤ2スイッチS W 1は、受信M A Cフレームの送信元M A Cアドレスを参照することにより、どのポートにどのM A Cアドレスを持ったノードが接続されているかを学習する。

図1の（B）に示す例においてレイヤ2スイッチS W 1は、受信M A CフレームF R 1を受信したポートp 1に、受信M A CフレームF R 1の送信元M A Cアドレスaを持ったノードが接続されていることを学習し、M A Cアドレスaとポートp 1との間の対応関係をM A CテーブルM T 1に登録する。

30

【0008】

レイヤ2スイッチS W 1は、自動学習されたM A CテーブルM T 1に基づいて、受信したM A CフレームF R 1を出力する出力ポートを決定する。もし送信先M A CアドレスがM A CテーブルM T 1に登録されていなければ、受信ポート以外の他の全てのポートから出力する。この処理をフラディングと呼ぶ。

【0009】

図2の（A）及び図2の（B）は、送信先M A Cアドレスが学習されていない場合のフラディング処理の説明図である。図2の（A）に示すレイヤ2スイッチS W 1は、送信先M A Cアドレスc及び送信元M A Cアドレスaを有するM A CフレームF R 2を、ポートp 1において受信する。

40

レイヤ2スイッチS W 1が有するM A CテーブルM T 1には、受信したM A CフレームF R 2の送信先M A Cアドレスcが登録されていない。このためレイヤ2スイッチS W 1は、図2の（B）に示すように、受信ポートp 1以外の他の全てのポートp 2及びp 3からM A CフレームF R 2を出力する。

【0010】

レイヤ2スイッチのM A C自動学習機能によってフレームのフォワーディングを行うと、ネットワーク管理運用が容易になる一方で、レイヤ3のトポロジによってはM A C学習

50

漏れによる不必要なフラディングが生じることがある。図 3 は、M A C 学習漏れによるフラディングが生じうるネットワークの第 1 例を示す図である。

【 0 0 1 1 】

図 3 に示すネットワークは、顧客企業の本社、データセンタ、x x 出張所及び w w 支店を結ぶ広域 L A N (L 2 - V P N) である。図 3 においてレイヤ 2 スイッチ S W 1 ~ S W 4 は、広域 L A N (L 2 - V P N) において M A C フレームのスイッチングを行うネットワーク構成要素である。

本社内 L A N は、ネットワークアドレス A / 2 4 を有しており、レイヤ 2 スイッチ S W 4 に接続されたルータ R - a を介して広域 L A N に接続されている。ルータ R - a の M A C アドレスは a である。

10

【 0 0 1 2 】

データセンタ内 L A N は、ネットワークアドレス B / 2 4 を有しており、レイヤ 2 スイッチ S W 3 に接続されたルータ R - b を介して広域 L A N に接続されている。ルータ R - b の M A C アドレスは b である。

x x 出張所内 L A N は、ネットワークアドレス C / 2 4 を有しており、レイヤ 2 スイッチ S W 2 に接続されたルータ R - c を介して広域 L A N に接続されている。ルータ R - c の M A C アドレスは c である。

w w 支店内 L A N は、ネットワークアドレス D / 2 4 を有しており、レイヤ 2 スイッチ S W 1 に接続されたルータ R - d を介して広域 L A N に接続されている。ルータ R - d の M A C アドレスは d である。

20

【 0 0 1 3 】

本社内 L A N に接続されたレイヤ 2 スイッチ S W 4 のポート p 1 は、ルータ R - a に接続されており、レイヤ 2 スイッチ S W 4 のポート p 3 は、隣接するレイヤ 2 スイッチ S W 3 に接続されている。

データセンタ内 L A N に接続されたレイヤ 2 スイッチ S W 3 のポート p 1 は、ルータ R - b に接続されており、レイヤ 2 スイッチ S W 3 のポート p 2 は隣接するレイヤ 2 スイッチ S W 4 に接続されており、レイヤ 2 スイッチ S W 3 のポート p 3 は隣接するレイヤ 2 スイッチ S W 2 に接続されている。

【 0 0 1 4 】

x x 出張所内 L A N に接続されたレイヤ 2 スイッチ S W 2 のポート p 1 は、ルータ R - c に接続されており、レイヤ 2 スイッチ S W 2 のポート p 2 は隣接するレイヤ 2 スイッチ S W 3 に接続されており、レイヤ 2 スイッチ S W 2 のポート p 3 は隣接するレイヤ 2 スイッチ S W 1 に接続されている。

30

w w 支店内 L A N に接続されたレイヤ 2 スイッチ S W 1 のポート p 1 は、ルータ R - d に接続されており、レイヤ 2 スイッチ S W 1 のポート p 2 は、隣接するレイヤ 2 スイッチ S W 2 に接続されている。

【 0 0 1 5 】

参照符号 M T 1 及び M T 2 は、レイヤ 2 スイッチ S W 1 及び S W 2 がフレームのフォワーディングに使用する M A C テーブルである。M A C テーブル M T 1 及び M T 2 は、各 M A C アドレスを送信先アドレスに有する M A C フレームをどのポートから出力すべきかを示す。

40

ルーティングテーブル R T 1 ~ R T 4 は、各ルータ R - d ~ R - a がパケットのルーティングに使用するルーティングテーブルである。ルーティングテーブル R T 1 ~ R T 4 は、I / P フィールドとネクストホップフィールドとを有する。簡単のため添付する図面においてネクストホップを「N . H . 」と示す。

【 0 0 1 6 】

ルーティングテーブル R T 1 ~ R T 4 では、I / P フィールドにネットワークアドレスが格納され、ネクストホップフィールドには、I / P フィールドに格納されたネットワークアドレスのネットワークへ送信するパケットの、次の転送先のルータの I P アドレスが格納される。

50

例えばルーティングテーブル R T 4 は、ネットワークアドレス B / 2 4 へ送信するパケットの次に転送先のルータが R - bであることを示し、ネットワークアドレス C / 2 4 へ送信するパケットの次に転送先のルータが R - cであることを示し、ネットワークアドレス D / 2 4 へ送信するパケットの次に転送先のルータが R - dであることを示している。

また例えばルーティングテーブル R T 3 は、ネットワークアドレス A / 2 4 へ送信するパケットの次に転送先のルータが R - aであることを示し、ネットワークアドレス C / 2 4 へ送信するパケットの次に転送先のルータが R - cであることを示し、ネットワークアドレス D / 2 4 へ送信するパケットの次に転送先のルータが R - dであることを示している。

【 0 0 1 7 】

10

図 3 に示す広域 L A N の例では、x x 出張所及び w w 支店のルータ R - c 及び R - d には本社へパケットを送信するデフォルトルートのみが与えられ、本社およびデータセンタのルータ R - a 及び R - c のルーティングテーブルが全ての経路を保持している。

そして本社のルータ R - a が、x x 出張所及び w w 支店からトラフィックを分配している。このようなネットワーク構成は、ルータの追加及び削除の度に行うスタティックルートの再設定を省略できるという利点がある。

【 0 0 1 8 】

例えば、w w 支店内 L A N の端末がデータセンタにアクセスする場合には、w w 支店からデータセンタへ送信されるパケットは、図 3 において点線で示すように w w 支店から本社へ送信されてから、本社からデータセンタへと転送される。また、データセンタから w w 支店へ送信されるパケットは、図 3 において一点鎖線で示すように本社のルータ R - a を介さずにデータセンタから w w 支店へ送信される。このため、w w 支店とデータセンタとの間のトラフィックは、上りと下りで経由する I P 経路が異なる、すなわち上りと下りで非対称な I P 経路を経由することになる。

20

【 0 0 1 9 】

w w 支店からデータセンタへアクセスする際には、w w 支店のルータ R - d により実施されるアドレス解決プロトコル (A R P : Address Resolution Protocol) によって、途中の経路上にあるレイヤ 2 スイッチ S W 1 及び S W 2 が本社内 L A N のルータ R - a の M A C アドレス a を学習することができる。

しかし、データセンタから w w 支店へ送信される M A C ヘッダの送信元 M A C アドレスはデータセンタ内 L A N のルータ R - b のアドレス b であり、データセンタと w w 支店とのトラフィックにおいて M A C アドレス a を送信元アドレスとするフレームが送信されることはない。このため M A C テーブルのエ - ジング処理によって、M A C アドレス a に関するエントリがレイヤ 2 スイッチ S W 1 及び S W 2 の M A C テーブル M T 1 及び M T 2 から消去される。

30

【 0 0 2 0 】

図 4 は、M A C テーブルのエ - ジング処理によって、レイヤ 2 スイッチ S W 1 及び S W 2 の M A C テーブル M T 1 及び M T 2 から M A C アドレス a に関するエントリが消去された状態を示す。M A C アドレス a に関するエントリが M A C テーブル M T 2 にないために、w w 支店から本社を経由してデータセンタへパケットを転送するフレームは、レイヤ 2 スイッチ W 2 においてフラッディングを生じる。

40

【 0 0 2 1 】

図 5 を参照して、図 3 のネットワークにおいて M A C アドレス a に関するエントリが消去される過程を説明する。

R T 1 a ~ R T 1 c は、ルータ R - d で使用されるルーティングテーブル及び A R P テーブルを示し、添字 a ~ c は、時系列に沿って変化するルーティングテーブル及び A R P テーブルのそれぞれの時点のデータ内容を示す。

【 0 0 2 2 】

A R P テーブルは、パケットの送信先のルータの I P アドレスとこのルータの M A C アドレスの組み合わせを記憶するテーブルである。R T 1 a ~ R T 1 c に示す例では、ルー

50

ティングテーブルのネクストホップフィールドにIPアドレスが格納されたルータのMACアドレスが、ARPテーブルのARPフィールドに格納される。簡単のため、図5ではルーティングテーブルとARPテーブルとが連結した形で示されている。以下の図14及び図21におけるARPテーブルの説明でも同様である。

【0023】

RT3a及びRT3bは、ルータR-bで使用されるルーティングテーブル及びARPテーブルを示し、添字a及びbは、時系列に沿って変化するルーティングテーブル及びARPテーブルのそれぞれの時点のデータ内容を示す。

RT4a及びRT4bは、ルータR-aで使用されるルーティングテーブル及びARPテーブルを示し、添字a及びbは、時系列に沿って変化するルーティングテーブル及びARPテーブルのそれぞれの時点のデータ内容を示す。

【0024】

MT1a及びMT1bは、レイヤ2スイッチSW1で使用されるMACテーブルを示し、添字a及びbは、時系列に沿って変化するMACテーブルのそれぞれの時点のデータ内容を示す。

MT2a及びMT2bは、レイヤ2スイッチSW2で使用されるMACテーブルを示し、添字a及びbは、時系列に沿って変化するMACテーブルのそれぞれの時点のデータ内容を示す。

【0025】

MT3a及びMT3bは、レイヤ2スイッチSW3で使用されるMACテーブルを示し、添字a及びbは、時系列に沿って変化するMACテーブルのそれぞれの時点のデータ内容を示す。

MT4a及びMT4bは、レイヤ2スイッチSW4で使用されるMACテーブルを示し、添字a及びbは、時系列に沿って変化するMACテーブルのそれぞれの時点のデータ内容を示す。

【0026】

ww支店内LANの端末がデータセンタにアクセスを開始するとき、参照符号RT1aで示すARPテーブルに本社内LANのルータR-aのMACエントリがなければ、ステップS10においてルータR-dは、ルータR-aのMACエントリを問い合わせるARP Requestをブロードキャスト送信する。参照符号101及び102は、ARP Requestの転送経路上にあるレイヤ2スイッチSW2及びSW3においてフラッディングが生じている様子を示す。

【0027】

ARP Requestを受信すると、ステップS11においてルータR-aはARP Replyを返信する。ARP Replyの転送経路上にあるレイヤ2スイッチSW1～SW3は、通過するARP ReplyからルータR-aのMACアドレスを学習する。

【0028】

その後、ステップS12においてルータR-dから、データセンタ内LANの中のIPアドレスB1へフレーム103が送信される。フレーム103は、ww支店内LAN内のIPアドレスD1を送信元IPアドレス、データセンタ内LAN内のIPアドレスB1を送信先IPアドレスに有する。

本社内LANのルータR-aで中継されるフレーム103は、ルータR-aのMACアドレスaを送信先MACアドレス、ルータR-dのMACアドレスdを送信元MACアドレスに有する。この時点では、転送経路上にあるレイヤ2スイッチSW2はMACアドレスaを学習しているためフラッディングは生じない。

【0029】

パケット103を受信したルータR-aは、フレーム103の送信元MACアドレス及び送信先MACアドレスをルータR-aのMACアドレスa及びルータR-bのMACアドレスbにそれぞれ置き換えたフレーム104を、ルータR-bに送信する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

フレーム 1 0 4 を受信したルータ R - b は、ステップ S 1 3 においてフレーム 1 0 3 に応答するフレーム 1 0 5 をルータ R - a へ直接送信する。フレーム 1 0 5 は、データセンタ内 L A N 内の I P アドレス B 1 を送信元 I P アドレスに、w w 支店内 L A N 内の I P アドレス D 1 を送信先 I P アドレスに有する。またフレーム 1 0 5 は、ルータ R - b の M A C アドレス b を送信元 M A C アドレスに、ルータ R - d の M A C アドレス d を送信先 M A C アドレスに有する。

【 0 0 3 1 】

このように、上りと下りで非対称な I P 経路を経由する w w 支店とデータセンタとの間のトラフィックでは、データセンタから w w 支店への送信フレームは、w w 支店からデータセンタへのトラフィックでフレームを中継する本社ルータ R - a の M A C アドレス a を送信元アドレスとして有しない。このため、w w 支店とデータセンタとのトラフィックが通過するレイヤ 2 スイッチ S W 2 では、M A C テーブルのエージングによって本社ルータ R - a の M A C アドレス a のエントリが消去される。

10

【 0 0 3 2 】

レイヤ 2 スイッチにおける M A C テーブルのエージングは通常 5 分程度で行われ、ルータの A R P テーブルのエージングは数十分から数時間で行われる。すなわち、M A C テーブルのエージング期間は、一般にルータの A R P テーブルのエージング期間よりも短い。

【 0 0 3 3 】

このため、参照符号 M T 2 b に示すようにレイヤ 2 スイッチ S W 2 の M A C テーブルから本社ルータ R - a の M A C アドレス a のエントリがエージングによって消去された後、ルータ R - d の A R P テーブルから M A C アドレス a が消去されるまでの間、ステップ S 1 4 にて w w 支店からデータセンタへ送信されるフレームは、参照符号 1 0 6 に示すようにレイヤ 2 スイッチ S W 2 においてフラッディングを生じさせる。

20

この状況は、本来不要なフラッディングを発生させて続けてしまうだけでなく、回線容量が小さい箇所では、帯域圧迫によりほとんど通信が出来ないといった状況が発生してしまう。

【 0 0 3 4 】

図 3 のネットワーク構成以外にも、M A C 学習漏れによりフラッディングが生じうるネットワーク構成が存在する。図 6 は、M A C 学習漏れによるフラッディングが生じうるネットワークの第 2 例を示す図である。

30

端末 1 1 0 は、有線ネットワーク用及び無線ネットワーク用の 2 つのネットワークインタフェースを有しており、有線ネットワーク用インタフェースは M A C アドレス a を有し無線ネットワーク用インタフェースは M A C アドレス b を有している。

そして、上りフレームは無線アクセスポイント 1 1 1 及びレイヤ 2 スイッチ 1 1 2 を経由してルータ 1 1 3 へ転送され、下りフレームはレイヤ 2 スイッチ 1 1 4 を経由して端末 1 1 0 へ転送される。

このようなネットワーク構成では、レイヤ 2 スイッチ 1 1 4 において、図 3 に示すネットワークと同様に端末 1 1 0 の有線ネットワーク用の M A C アドレス a の学習漏れが発生するため、レイヤ 2 スイッチ 1 1 4 にてフラッディングが発生する。

40

【 0 0 3 5 】

図 7 は、M A C 学習漏れによるフラッディングが生じうるネットワークの第 3 例を示す図である。図 7 に示すネットワーク構成では、仮想ルータ冗長プロトコル (V R R P : Virtual Router Redundancy Protocol) 等を用いて二重化されたマスタルータ 1 2 0 及びバックアップルータ 1 2 1 によって、L A N と W A N とが接続されている。

【 0 0 3 6 】

バックボーンルータ 1 2 3 の障害などの理由により、W A N から L A N への下り経路に関してはバックアップルータ 1 2 1 を経由するように経路が切り替えられたにもかかわらず、L A N から W A N への上り経路については依然としてマスタルータ 1 2 0 を経由する経路が選択された状態が生じることがある。この状態が発生すると、マスタルータ 1 2 0

50

と端末 1 2 5 の間を中継しないレイヤ 2 スイッチ 1 2 6 において、図 3 に示すネットワークと同様に端末 1 2 5 の M A C アドレス a の学習漏れが発生するため、レイヤ 2 スイッチ 1 2 5 にてフラッディングが発生する。

【 0 0 3 7 】

図 8 は、M A C 学習漏れによるフラッディングが生じるネットワークの第 4 例を示す図である。図 8 に示すネットワーク構成では、レイヤ 2 ネットワークにおいて、そもそも端末 1 3 1 がフレームを送信する送信先と受信するフレームを送信する送信元が異なる。本構成例は映像配信サービスを提供するネットワークであり、送信先は端末 1 3 1 からリクエストを受け付ける管理サーバであり、映像を配信する送信元は配信サーバである。この構成では、管理サーバと端末 1 3 1 の間を中継しないレイヤ 2 スイッチ 1 3 2 において、図 3 に示すネットワークと同様に端末 1 3 1 の M A C アドレス a の学習漏れが発生するため、レイヤ 2 スイッチ 1 3 1 にてフラッディングが発生する。

【 0 0 3 8 】

上記事情に鑑み、開示の装置、システム、コンピュータプログラム及び方法は、フレームスイッチングネットワーク内にてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置であって、各アドレスについてそれぞれのアドレスを送信先として有するフレームを出力すべき出力ポートを記憶するとともに、出力先ポートが記憶されていない送信先アドレスを有するフレームを転送するときフラッディング処理を行うフレームスイッチング装置において、送信先アドレスが記憶されていないことにより生ずるフラッディングの発生を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 3 9 】

開示のスイッチング装置は、フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置であって、フレームスイッチングネットワーク内の他のフレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数のポートと、アドレスとこのアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信したポートとの間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶されるアドレスエントリ記憶部と、送信フレームの送信先アドレスに関するアドレスエントリがアドレスエントリ記憶部に記憶されていないときこの送信フレームのフラッディング処理を行うフラッディング処理部と、あるアドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定するフラッディング判定部と、フラッディング判定部によりフラッディングの発生が所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを、フレームスイッチングネットワーク内の他のフレームスイッチング装置がそのアドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる、この他のフレームスイッチング装置から送信される所定の通知を受信する通知受信部と、フラッディング判定部によりフラッディングの発生が所定の条件を満たすと判定されたアドレスと所定の通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリをアドレスエントリ記憶部に登録するアドレスエントリ登録部と、を備える。

【 0 0 4 0 】

開示の通信システムは、上記の開示のフレームスイッチング装置としての第 1 フレームスイッチング装置と、上記のフレームスイッチングネットワーク内のフレームスイッチング装置としての第 2 フレームスイッチング装置と、をフレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置として少なくとも含む通信システムである。

第 1 フレームスイッチング装置のポートを第 1 ポートとし、第 1 フレームスイッチング装置のアドレスエントリ記憶部を第 1 アドレスエントリ記憶部と示すとき、第 2 フレームスイッチング装置は、フレームスイッチングネットワーク内の他のフレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数の第 2 ポートと、アドレスとこのアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信した第 2 ポートとの間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶される第 2 アドレスエントリ記憶部と、を備える。

第 2 フレームスイッチング装置から送信される、第 1 フレームスイッチング装置のフラ

ッディング判定部によりフラッディングの発生が所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを第2フレームスイッチング装置がその第2アドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる所定の通知が、第1フレームスイッチング装置の通知受信部により受信される。

【0041】

開示のコンピュータプログラムは、フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置内に設けられた処理ユニットにより実行されるコンピュータプログラムである。

上記コンピュータプログラムが実行されるフレームスイッチング装置は、フレームスイッチングネットワーク内の他のフレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数のポートと、アドレスとこのアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信したポートとの間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶されるアドレスエントリ記憶部と、送信フレームの送信先アドレスに関するアドレスエントリがアドレスエントリ記憶部に記憶されていないとき、該送信フレームのフラッディング処理を行うフラッディング処理部と、を備える。

10

上記コンピュータプログラムは、上記処理ユニットに、あるアドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定するフラッディング判定処理と、フラッディング判定処理によりフラッディングの発生が所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを、フレームスイッチングネットワーク内の他のフレームスイッチング装置がそのアドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる、該他のフレームスイッチング装置から送信される所定の通知を受信する通知受信処理と、フラッディング判定処理によりフラッディングの発生が所定の条件を満たすと判定されたアドレスと所定の通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリをアドレスエントリ記憶部に登録するアドレスエントリ登録処理と、を実行させる。

20

【0042】

開示される方法は、フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置において実行されるアドレス学習方法である。

上記アドレス学習方法が実行されるフレームスイッチング装置は、フレームスイッチングネットワーク内の他のフレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数のポートと、アドレスとこのアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信したポートとの間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶されるアドレスエントリ記憶部と、送信フレームの送信先アドレスに関するアドレスエントリがアドレスエントリ記憶部に記憶されていないとき、該送信フレームのフラッディング処理を行うフラッディング処理部とを備える。

30

上記のアドレス学習方法は、あるアドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定し、フラッディングの発生が所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを、フレームスイッチングネットワーク内の他のフレームスイッチング装置がそのアドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる、該他のフレームスイッチング装置から送信される所定の通知を受信し、フラッディングの発生が所定の条件を満たすと判定されたアドレスと所定の通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリをアドレスエントリ記憶部に登録する。

40

【発明の効果】

【0043】

フレームスイッチングネットワーク内にてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置であって、各アドレスについてそれぞれのアドレスを送信先として有するフレームを出力すべき出力ポートを記憶するフレームスイッチング装置において、送信先アドレスが記憶されていないことにより生ずるフラッディングの発生が低減される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下、添付する図面を参照して実施例を説明する。図9は、開示のフレームスイッチ

50

グ装置の実施例であるハードウェア構成図である。本明細書では、本実施例においてイーサネット（登録商標）スイッチなどのレイヤ２スイッチの例を用いて、開示のフレームスイッチング装置を説明するが、開示のフレームスイッチング装置の範囲をレイヤ２スイッチに限定する意図ではない。

開示のフレームスイッチング装置は、アドレスとこのアドレスを送信先とするフレームを出力する出力ポートとの対応関係を示すアドレスエントリを記憶するとともに、アドレスエントリが記憶されていないアドレスを送信先とするフレームのフラッディング処理を行うスイッチング装置に、広く使用することができる。

【００４５】

レイヤ２スイッチ１は、ＭＡＣフレームを送受信する複数のポートｐ１、ｐ２～ｐｎと、ポートｐ１、ｐ２～ｐｎに接続される入力インタフェース２と、ポートｐ１、ｐ２～ｐｎに接続される出力インタフェース３と、各ポートｐ１、ｐ２～ｐｎに接続される入力インタフェース２及び出力インタフェース３間を接続及び開放することにより、各ポートｐ１、ｐ２～ｐｎで入出力されるフレームのスイッチングを行うフレーム交換部４と、を備える。

【００４６】

フレーム交換部４は、ＭＡＣテーブル５を備えており、ＭＡＣテーブル５に記憶される送信先ＭＡＣアドレスと出力先ポートの組み合わせに従って、転送するＭＡＣフレームを出力するポートを決定する。

図１０は、ＭＡＣテーブル５のデータ構成例を示す図である。ＭＡＣテーブル５は、転送すべきＭＡＣフレームの送信先ＭＡＣアドレスを格納するＭＡＣフィールドと、転送すべきＭＡＣフレームの送信に使用するポートの識別子を格納するＰＯＲＴフィールドとを少なくとも備え、各送信先ＭＡＣアドレスを有するフレームを送信するポートを関連付けるテーブルである。

ＭＡＣテーブル５に記憶される、一対の送信先ＭＡＣアドレスと出力先ポートの対を有するデータの組み合わせ、すなわちＭＡＣテーブル５の各レコードに記憶されるデータの組み合わせをＭＡＣエントリと示す。ＭＡＣエントリは、特許請求の範囲に記載されるアドレスエントリに相当する。

【００４７】

フレーム交換部４は、フラッディング処理部６を備える。フラッディング処理部６は、転送するＭＡＣフレームの送信先ＭＡＣアドレスに関するＭＡＣエントリがＭＡＣテーブル５に記憶されていない場合、このＭＡＣフレームのフラッディング処理を行う。すなわちフラッディング処理部６は、このＭＡＣフレームを、受信ポート以外の他の全てのポートから送信する。

【００４８】

再び図９を参照する。レイヤ２スイッチ１は、スパニングツリー処理や、本明細書において以下に説明される各処理を実行する制御部１０と、受信されたＭＡＣフレームのうちから制御部１０の処理に使用される制御フレームを識別して制御部１０へ提供するフレーム識別部７と、制御部１０から出力される制御フレームをフレーム交換部４から出力されたフレームへ多重化し、制御フレームをポートｐ１、ｐ２～ｐｎへ出力できるようにするフレーム多重部８とを備える。

【００４９】

制御部１０は、ＣＰＵ１１と、メモリ１２と、ＲＯＭ１３と、不揮発性メモリ１４と、インタフェース１５を備える。各構成要素１１～１５は、データバス及び制御バス１６によって接続されている。

ＲＯＭ１３には、ＣＰＵ１１により実行され、以下に説明する各処理をＣＰＵ１１に実行させる制御プログラム１７を記憶されている。制御プログラム１７は、特許請求の範囲に記載されるコンピュータプログラムに相当する。

なお本実施例では、制御プログラム１７は、スパニングツリー処理もＣＰＵ１１に実行させるが、これは開示のコンピュータプログラムの必須の処理ではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

メモリ 1 2 は、制御プログラム 1 7 を実行するために C P U 1 1 が使用する一時的なデータ記憶領域として使用される。

不揮発性メモリ 1 4 には、ポート設定テーブル 2 0、学習漏れフラグテーブル 2 1 及び破棄アドレステーブル 2 2 が記憶される。

【 0 0 5 1 】

図 1 1 は、ポート設定テーブル 2 0 のデータ構成例を示す図である。ポート設定テーブル 2 0 には、レイヤ 2 スイッチ 1 が使用されるネットワークの構成に応じてユーザによって設定された、各ポート p 1、p 2 ~ p n に関する設定情報が記憶される。図示の例では、ポート設定テーブル 2 0 は、少なくとも各ポートの識別子を格納するポートフィールドと、各ポートが接続される相手のネットワークの種別の識別子を格納するネットワーク識別フィールドを備える。

10

【 0 0 5 2 】

ネットワーク識別フィールドには、当該ポートに接続される相手のネットワークが L A N、すなわち当該ポートに端末やルータ等が接続されているか、それとも当該ポートがレイヤ 2 ネットワークを構成するポートであるかが記憶される。

なお以下の説明において、L A N に接続されているポート、すなわち端末やルータ等が接続されているポートを「L A N 側のポート」と示すことがあり、またレイヤ 2 ネットワークを構成するポートを「W A N 側のポート」と示すことがある。

学習漏れフラグテーブル 2 1 及び破棄アドレステーブル 2 2 のデータ構成については後述する。

20

【 0 0 5 3 】

再び図 9 を参照する。インタフェース 1 5 は、制御部 1 0 と、フレーム交換部 4 やフレーム識別部 7 やフレーム多重部 8 との間の信号の受け渡しを行う。

なお、本実施例では、図 9 に示される制御部 1 0 を C P U 1 1 によるソフトウェア処理により実現する。しかし、制御部 1 0 は専用のハードウェア回路によって実現されてもよく、図 1 2 を参照して以下に説明される各機能部ブロック 3 1 ~ 3 5、4 0 及び 4 1 は、それぞれ専用のハードウェア回路によって実現されてもよい。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 は、図 9 に示す R O M 1 3 に記憶された制御プログラム 1 7 を C P U 1 1 で実行することによって実現される機能ブロックを説明する図である。制御プログラム 1 7 を実行することにより、C P U 1 1 は、フラッディング監視部 3 1、M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2、M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3、M A C エントリ検索部 3 4、M A C エントリ登録部 3 5、M A C 補完判定部 4 0、及びフレーム破棄部 4 1 として動作する。

30

【 0 0 5 5 】

なお、フラッディング監視部 3 1 は特許請求の範囲に記載されるフラッディング判定部に相当し、M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 は特許請求の範囲に記載される通知受信部に相当し、M A C エントリ登録部 3 5 は特許請求の範囲に記載されるアドレスエントリ登録部に相当する。

40

また、M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は特許請求の範囲に記載されるアドレスエントリ照会部及び通知送信部に相当し、M A C 補完判定部 4 0 は特許請求の範囲に記載される登録可否判定部に相当する。

【 0 0 5 6 】

フラッディング監視部 3 1 は、フラッディング処理部 6 により実行されるフラッディングの発生を監視し、フラッディングを生じた各 M A C アドレスについて、その M A C アドレスに対して生じたフラッディングの発生が、所定の条件を満たすか否かを判定する。所定の条件及びフラッディング監視部 3 1 が行う判定処理については後述する。

【 0 0 5 7 】

M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、フラッディングの発生が所定の条件

50

を満たすとフラッディング監視部 3 1 に判定された M A C アドレスについて、M A C エントリ検索フレームを作成し、レイヤ 2 スイッチ 1 が属しているレイヤ 2 ネットワーク内の他のレイヤ 2 スイッチにブロードキャスト送信する。

M A C エントリ検索フレームは、フラッディングの発生が所定の条件を満たすとフラッディング監視部 3 1 に判定された M A C アドレスについて、この M A C アドレスと同じ M A C アドレスに関する M A C エントリを M A C テーブル 5 に記憶しているか否かについて、他のレイヤ 2 スイッチに照会する制御フレームである。

【 0 0 5 8 】

M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、ある M A C アドレスに関する M A C エントリを M A C テーブル 5 に記憶していることを知らせる M A C エントリ通知フレームを作成し、レイヤ 2 スイッチ 1 が属しているレイヤ 2 ネットワーク内の他のレイヤ 2 スイッチにブロードキャスト送信する。M A C エントリ通知フレームは、特許請求の範囲に記載される所定の通知に相当する。

【 0 0 5 9 】

M A C エントリ検索フレーム及び M A C エントリ通知フレームは、例えばスパニングツリープロトコル等で用いられる、隣接するスイッチ間でメッセージを交換する制御フレームと同様のフォーマットを有してよい。また、T C P / I P スタック上で実行するパケットフォーマットであってもよい。

【 0 0 6 0 】

図 1 3 は、M A C エントリ検索フレーム及び M A C エントリ通知フレームのフォーマットの例を示す図である。M A C エントリ検索フレーム及び M A C エントリ通知フレームは、D A フィールド、S A フィールド、E t h e r _ t y p e フィールド、V e r s i o n フィールド、I D フィールド、T y p e フィールド及び M A C エントリフィールドを備える。

【 0 0 6 1 】

D A フィールドにはフレームの送信先 M A C アドレスを格納する。送信先 M A C アドレスとしては、レイヤ 2 スイッチ用の制御フレームに使用されるマルチキャストアドレス、例えば " 01-80-C2-00-00-0X " としてよい。

末尾 1 桁の " x " は、制御フレームが使用される処理の種類に応じて異なる値であり、本明細書によって以下に開示される処理のために専用に割り当てられた値である。

【 0 0 6 2 】

S A フィールドには、フレームの送信元 M A C アドレスを格納する。

E t h e r _ t y p e フィールドには、フレームが、本明細書によって以下に開示される処理に使用される制御フレームであることを識別する 2 バイトのコードが格納される。

【 0 0 6 3 】

I D フィールドには、M A C エントリ検索フレーム及び M A C エントリ通知フレームを生成したレイヤ 2 スイッチの識別子、すなわち、当該フレームを最初に送信したレイヤ 2 スイッチの識別子が格納される。識別子はレイヤ 2 ネットワーク内の各スイッチを識別できる識別子であれば何でもよいが、M A C アドレスであってもよい。

T y p e フィールドには、フレームが M A C エントリ検索フレーム及び M A C エントリ通知フレームの何れであるかを示す種別情報が格納される。本実施例では M A C エントリ検索フレームの T y p e フィールドには「 R e q 」が格納され、M A C エントリ通知フレームの T y p e フィールドには「 R e p l y 」が格納される。

【 0 0 6 4 】

M A C エントリ検索フレームの M A C エントリフィールドには、M A C テーブル 5 に記憶しているか否かを他のレイヤ 2 スイッチに照会する M A C アドレスが格納される。

M A C エントリ通知フレームの M A C エントリフィールドには、当該のレイヤ 2 スイッチが M A C テーブル 5 に記憶している M A C アドレスが格納される。

【 0 0 6 5 】

なお後述するように、M A C エントリ通知フレームが、M A C エントリ検索フレームに

10

20

30

40

50

応答するために送信されたときは、M A C エントリ通知フレームの M A C エントリフィールドには、M A C エントリ検索フレームによって照会される M A C アドレスが格納される。

後述する M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 によって受信された M A C エントリ検索フレームによって照会された M A C アドレスに関する M A C エントリを、後述する M A C エントリ検索部 3 4 が M A C テーブル 5 内で発見したとき、M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、照会された M A C アドレスを M A C テーブル 5 に記憶していることを知らせる M A C エントリ通知フレームを作成し、M A C エントリ検索フレームを受信したポートから送信する。

【 0 0 6 6 】

再び図 1 2 を参照する。M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 は、他のレイヤ 2 スイッチから送信された M A C エントリ検索フレーム及び M A C エントリ通知フレームを受信する。

M A C エントリ検索部 3 4 は、M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 によって受信された M A C エントリ検索フレームによって照会された M A C アドレスに関する M A C エントリを、M A C テーブル 5 内で検索する。

M A C エントリ登録部 3 5 は、M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 によって受信された M A C エントリ通知フレームによって通知された M A C アドレスが、フラdding監視部 3 1 によりフラddingの発生が所定の条件を満たすと判定されていたとき、M A C エントリ通知フレームを受信したポートとこの M A C アドレスとの対を含む M A C エントリを M A C テーブル 5 に登録する。

【 0 0 6 7 】

M A C 補完判定部 4 0 は、フラdding判定部 6 によりフラddingの発生が所定の条件を満たすと判定された M A C アドレスに関する M A C エントリが、M A C エントリ登録部 3 5 によって登録できたか否かを判定する。

フレーム破棄部 4 1 は、M A C エントリ登録部 3 5 により登録できなかった M A C アドレスを送信先 M A C アドレスとして有するフレームを破棄するように指示する、指示信号をフレーム交換部 4 へ出力する。

【 0 0 6 8 】

図 1 4 は、開示のフレームスイッチング装置 1 の動作の第 1 例を示すシーケンス図である。

以下の説明では、図 3 に示すネットワーク構成のレイヤ 2 スイッチ S W 1 ~ S W 4 として図 9 に示すレイヤ 2 スイッチ 1 を使用した場合のレイヤ 2 スイッチ 1 の動作を説明する。しかし、開示のレイヤ 2 スイッチ 1 は、他の構成を有するネットワーク構成、例えば図 6 ~ 図 8 を参照して説明した各ネットワーク構成に使用しても、以下に説明する機能を実行することができ、かつ以下に説明する効果を奏する。図 2 1 に示す例についても同様である。

【 0 0 6 9 】

また、以下の説明において、レイヤ 2 スイッチ S W 1、S W 2、S W 3 及び S W 4 の M A C アドレスを、それぞれ w、x、y 及び z と示す。

R T 1、R T 3 及び R T 4 は、それぞれルータ R - d、R - b 及び R - a で使用されるルーティングテーブル及び A R P テーブルを示す。

M T 1 及び M T 4 は、それぞれレイヤ 2 スイッチ S W 1 及び S W 4 で使用される M A C テーブルを示す。

M T 2 a 及び M T 2 b は、レイヤ 2 スイッチ S W 2 で使用される M A C テーブルを示し、添字 a 及び b は、時系列に沿って変化する M A C テーブルのそれぞれの時点のデータ内容を示す。

M T 3 a 及び M T 3 b は、レイヤ 2 スイッチ S W 3 で使用される M A C テーブルを示し、添字 a 及び b は、時系列に沿って変化する M A C テーブルのそれぞれの時点のデータ内容を示す。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 2 1 において、w w 支店内 L A N のルータ R - d からデータセンタへフレームが送信される。図 3 ~ 図 5 を参照して上述したようにこのフレームの送信先 M A C アドレスは、本社内 L A N のルータ R - a の M A C アドレス a である。図示の例では、レイヤ 2 スイッチ S W 2 の M A C テーブル M T 2 a は、アドレス a に関する M A C エントリを有しないため、参照符号 1 4 0 に示すようにレイヤ 2 スイッチ S W 2 においてフラッディングが発生する。

【 0 0 7 1 】

レイヤ 2 スイッチ S W 2 において図 1 2 に示すフラッディング監視部 3 1 は、フラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定処理を行う。

10

図 1 5 は、フラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定する処理の第 1 例を示すフローチャートである。この例では、フラッディングの発生回数が所定のしきい値 T c 以上となったときフラッディングの発生が所定の条件を満たす。

ステップ S 3 0 においてフラッディング監視部 3 1 は、図 1 2 のフラッディング処理部 6 がフラッディング処理を行ったか否かを検出する。フラッディング処理が行われなかった場合にはステップ S 3 0 を繰り返す。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 3 0 の判定においてフラッディング処理部 6 がフラッディング処理を行ったとき、ステップ S 3 1 においてフラッディング監視部 3 1 は、図 1 2 の不揮発性メモリに記憶された学習漏れフラグテーブル 2 1 において各 M A C アドレス毎に記憶されるフラッディング回数のうち、ステップ S 3 0 においてフラッディングが検出された M A C アドレスに対するフラッディング回数の値を 1 増加させる。

20

【 0 0 7 3 】

図 1 6 は、学習漏れフラグテーブル 2 1 のデータ構成の第 1 例を示す図である。学習漏れフラグテーブル 2 1 は、フラッディングの発生が検出された M A C アドレスが格納される M A C フィールドと、各 M A C アドレスについて発生したフラッディングの回数が格納されるフラッディング回数フィールドと、各 M A C アドレスについて生じたフラッディングの発生回数が所定のしきい値 T c 以上となった否かを示す結果判定フラグを格納する結果判定フラグフィールドを有する。結果判定フラグは、値「 0 」のときフラッディングの発生回数が所定のしきい値 T c 未満であることを示し、値「 1 」のときフラッディングの発生回数が所定のしきい値 T c 以上であることを示す。

30

【 0 0 7 4 】

図 1 5 に示すステップ S 3 2 においてフラッディング監視部 3 1 は、学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶された、ステップ S 3 0 でフラッディングが検出された M A C アドレスに対するフラッディング回数が所定のしきい値 T c 以上であるか否かを判定する。フラッディング回数が所定のしきい値 T c 未満であるときは、フラッディング監視部 3 1 は処理を S 3 0 に戻す。

ステップ S 3 2 における判定においてフラッディング回数が所定のしきい値 T c 以上であるときは、ステップ S 3 3 においてフラッディング監視部 3 1 は、ステップ S 3 0 でフラッディングが検出された M A C アドレスについて学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶された結果判定フラグの値を「 1 」にセットする。

40

【 0 0 7 5 】

図 1 7 は、フラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定する処理の第 2 例を示すフローチャートである。この例では、あるアドレスに対して一定時間経過以上にわたってフラッディングが生じたときフラッディングの発生が所定の条件を満たす。

ステップ S 4 0 においてフラッディング監視部 3 1 は、フラッディング処理部 6 がフラッディング処理を行ったか否かを検出する。フラッディング処理が行われなかった場合にはステップ S 4 0 を繰り返す。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 4 0 の判定においてフラッディング処理部 6 がフラッディング処理を行った

50

とき、ステップ S 4 1 においてフラッディング監視部 3 1 は、フラッディングが検出され始めてから現在までの経過時間を M A C アドレス毎に計測するタイマ手段が、ステップ S 4 0 でフラッディングを検出した M A C アドレスに対して計測を開始しているか否かを判定する。

計測が開始されていない場合には、ステップ S 4 2 においてフラッディング監視部 3 1 は、ステップ S 4 0 でフラッディングを検出した M A C アドレスに対して上記タイマ手段を作動させ、処理をステップ S 4 0 に戻す。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 4 1 の判定において計測が開始されている場合には、ステップ S 4 3 においてフラッディング監視部 3 1 は、ステップ S 4 0 でフラッディングを検出した M A C アドレスについて学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶されている、フラッディングが検出され始めてからの経過時間を参照する。

【 0 0 7 8 】

図 1 8 は、学習漏れフラグテーブル 2 1 のデータ構成の第 2 例を示す図である。学習漏れフラグテーブル 2 1 は、フラッディングの発生が検出された M A C アドレスが格納される M A C フィールドと、各 M A C アドレスについてフラッディングが検出され始めてから現在までの経過時間が格納されるフラッディング期間フィールドと、各 M A C アドレスについてフラッディングが検出され始めてから現在までの経過時間がしきい値 T_t 以上となった否かを示す結果判定フラグを格納する結果判定フラグフィールドを有する。

【 0 0 7 9 】

結果判定フラグは、値「 0 」のとき経過時間が所定のしきい値 T_t 未満であることを示し、値「 1 」のとき経過時間が所定のしきい値 T_t 以上であることを示す。また、フラッディング期間フィールドに格納される経過時間情報は、上記タイマ手段によって更新される。

【 0 0 8 0 】

フラッディング監視部 3 1 は、ステップ S 4 0 でフラッディングを検出した M A C アドレスについてフラッディングが検出され始めてからの経過時間が、しきい値時間 T_t 以上であるか否かを判定する。経過時間がしきい値時間 T_t 未満であるとき、フラッディング監視部 3 1 は処理を S 4 0 に戻す。

ステップ S 4 3 の判定において経過時間がしきい値時間 T_t 未満であるとき、ステップ S 4 4 においてフラッディング監視部 3 1 は、ステップ S 4 0 でフラッディングが検出された M A C アドレスについて学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶された結果判定フラグの値を「 1 」にセットする。

【 0 0 8 1 】

再び図 1 4 を参照する。ステップ S 2 2 においてレイヤ 2 スイッチ S W 2 のフラッディング監視部 3 1 は、M A C アドレス a について生じるフラッディングの発生が所定の要件を満たすと判定すると、M A C アドレス a について学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶されている結果判定フラグの値を「 1 」にセットする。またレイヤ 2 スイッチ S W 2 において、図 1 2 に示す M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 を作成して、ステップ S 2 3 においてレイヤ 2 スイッチ S W 2 の W A N 側のポートから送信する。

【 0 0 8 2 】

M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 は、ステップ S 2 2 においてフラッディングの発生が所定の要件を満たしたと判定された M A C アドレス a に関する M A C エントリを、他のレイヤ 2 スイッチ S W 1、S W 3 及び S W 4 がそれぞれの M A C テーブル 5 に記憶しているか否かについて、これらスイッチ S W 1、S W 3 及び S W 4 にそれぞれ照会するフレームである。

レイヤ 2 スイッチ S W 2 から M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 を受信できるスイッチの範囲を、照会元のレイヤ 2 スイッチ S W 2 に隣接するスイッチ S W 3 及び S W 4 に限定してもよい。この場合には、スイッチ S W 3 及び S W 4 は、隣接スイッチ S W 2 から受信

10

20

30

40

50

したMACエン트리検索フレーム141を転送しない。

【0083】

MACエン트리検索フレーム141において、送信先MACアドレスは図13を参照して説明したMACエン트리検索フレーム及びMACエン트리通知フレームに使用されるマルチキャストアドレスMCであり、送信元MACアドレスはレイヤ2スイッチSW2のMACアドレスxであり、IDフィールドの値はレイヤ2スイッチSW2のMACアドレスxであり、Typeフィールドの値はMACエン트리検索フレームであることを示す「Req」であり、MACエン트리フィールドの値はMACアドレスaである。

【0084】

図19は、MACエン트리検索/通知フレーム送信部32によるMACエン트리検索フレームの送信処理を示すフローチャートである。

10

ステップS51においてMACエン트리検索/通知フレーム送信部32は、学習漏れフラグテーブル21の結果判定フラグを参照して、各MACアドレスについて生じたフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定する。

ステップS52においてMACエン트리検索/通知フレーム送信部32は、フラッディングの発生が所定の条件を満たしたMACアドレスを照会する、MACエン트리検索フレーム141を作成する。

ステップS53においてMACエン트리検索/通知フレーム送信部32は、ポート設定テーブル20によりWAN側のポートであると指定されたポートから、MACエン트리検索フレーム141を送信する。

20

【0085】

再び図14を参照する。MACエン트리検索フレーム141を受信したレイヤ2スイッチSW1のMACテーブルMT1には、照会されたMACアドレスaに関するMACエントリが記憶されていない。このためレイヤ2スイッチSW1は、MACエン트리検索フレーム141に対する応答をしない。

【0086】

一方でMACエン트리検索フレーム141を受信したレイヤ2スイッチSW3のMACテーブルMT3bには、MACアドレスaに関するMACエントリが記憶されている。

このためレイヤ2スイッチSW3は、ステップS24において、MACエン트리検索フレーム141を受信したポートp3から、MACテーブルMT3bにMACアドレスaに関するMACエントリが記憶されていることを知らせるMACエン트리通知フレーム142を送信する。

30

【0087】

MACエン트리通知フレーム142において、送信先MACアドレスは図13を参照して説明したMACエン트리検索フレーム及びMACエン트리通知フレームに使用されるマルチキャストアドレスMCであり、送信元MACアドレスはレイヤ2スイッチSW3のMACアドレスyであり、IDフィールドの値はレイヤ2スイッチSW3のMACアドレスyであり、Typeフィールドの値はMACエン트리通知フレームであることを示す「Reply」であり、MACエン트리フィールドの値はMACエン트리検索フレーム141で照会されたMACアドレスaである。

40

【0088】

レイヤ2スイッチSW1及びSW3のような、MACエン트리検索フレームを受信したレイヤ2スイッチによる処理を、図20に示すフローチャートを参照して説明する。図20は、MACエン트리検索フレーム又はMACエン트리通知フレームを受信した場合の処理を示すフローチャートである。

【0089】

ステップS60においてMACエン트리検索/通知フレーム受信部33は、MACエン트리検索フレーム又はMACエン트리通知フレームの何れかを受信する。

ステップS61においてMACエン트리検索/通知フレーム受信部33は、Typeフィールドの値を参照することによって、受信したフレームがMACエン트리検索フレーム

50

であるか M A C エントリ通知フレームであるかを判定する。また M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 は、いずれのポートでこのフレームを受信したかを M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 に通知する。

【 0 0 9 0 】

受信されたフレームが M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 であった場合には、M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 は、M A C エントリフィールドに格納された M A C アドレスを M A C エントリ検索部 3 4 に通知する。その後処理はステップ S 6 2 に移行する。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 6 2 において M A C エントリ検索部 3 4 は、M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 で照会された M A C アドレスに関する M A C エントリが M A C テーブル 5 に記憶されているか否かを判定する。

10

【 0 0 9 2 】

M A C エントリが M A C テーブル 5 に記憶されている場合には、ステップ S 6 3 において M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 で照会された M A C アドレスに関する M A C エントリが M A C テーブル 5 に記憶されていることを知らせる M A C エントリ通知フレーム 1 4 2 を生成する。

ステップ S 6 4 において、M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 を受信したポートから M A C エントリ通知フレーム 1 4 2 を送信する。

20

【 0 0 9 3 】

ステップ S 6 2 における判定において M A C エントリが M A C テーブル 5 に記憶されていない場合には、ステップ S 6 5 において、M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 を、受信ポートと異なる W A N 側のポートから送信する。

なお、あるレイヤ 2 スイッチ X から送信された M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 を受信できるレイヤ 2 スイッチ Y の範囲を、スイッチ X に隣接するスイッチに制限する場合には、M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 を転送するステップ S 6 5 を省略する。

【 0 0 9 4 】

再び図 1 4 を参照する。M A C エントリ通知フレーム 1 4 2 を受信したレイヤ 2 スイッチ S W 2 の M A C エントリ登録部 3 5 は、M A C エントリ通知フレーム 1 4 2 にて通知された M A C アドレス a について生じたフラッディングの発生が所定の要件を満たしていると判定されていたか否か、すなわち M A C アドレス a について学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶されている結果判定フラグの値が " 1 " であるか否かを判定する。

30

M A C アドレス a について生じたフラッディングの発生が所定の要件を満たしていると判定されていたときは、M A C エントリ登録部 3 5 は、M A C アドレス a と M A C エントリ通知フレーム 1 4 2 を受信したポート p 2 との対を含む M A C エントリを M A C テーブル M T 2 b に登録する。

【 0 0 9 5 】

レイヤ 2 スイッチ S W 2 のような、M A C エントリ通知フレームを受信したレイヤ 2 スイッチによる処理を、図 2 0 に示すフローチャートを参照して説明する。

40

ステップ S 6 0 において M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 は、M A C エントリ検索フレーム又は M A C エントリ通知フレームの何れかを受信する。

ステップ S 6 1 において M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 は、受信したフレームが M A C エントリ検索フレームであるか M A C エントリ通知フレームであるかを判定する。また M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 は、いずれのポートでこのフレームを受信したかを M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 に通知する。

【 0 0 9 6 】

受信されたフレームが M A C エントリ通知フレーム 1 4 2 であった場合には、M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部 3 3 は、M A C エントリフィールドに格納された M A C

50

アドレスをM A C エントリ登録部 3 5 に通知する。その後処理はステップ S 6 6 に移行する。

【 0 0 9 7 】

ステップ S 6 6 において M A C エントリ登録部 3 5 は、M A C エントリ通知フレーム 1 4 1 で通知された M A C アドレスについて、学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶された結果判定フラグの値が " 1 " であるか否かを判定する。

結果判定フラグの値が " 1 " であるとき、すなわち M A C エントリ通知フレーム 1 4 1 で通知された M A C アドレスについて生じたフラグディングが所定の条件を満たすと判定された場合には、ステップ S 6 7 において M A C エントリ登録部 3 5 は、M A C エントリ通知フレームで通知された M A C アドレスと M A C エントリ通知フレーム 1 を受信したポートとの対を含む M A C エントリを M A C テーブル 5 に登録する。

10

【 0 0 9 8 】

ステップ S 6 6 の判定において結果判定フラグの値が " 1 " でないとき、ステップ S 6 8 において M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、M A C エントリ通知フレーム 1 4 2 を、受信ポートと異なる W A N 側のポートから送信する。

なお、あるレイヤ 2 スイッチ X から送信された M A C エントリ検索フレーム 1 4 1 を受信できるレイヤ 2 スイッチ Y の範囲が、スイッチ X に隣接するスイッチに制限された場合には、M A C エントリ通知フレーム 1 4 2 を転送するステップ S 6 8 を省略する。

【 0 0 9 9 】

図 2 1 は、開示のフレームスイッチング装置 1 の動作の第 2 例を示すシーケンス図である。レイヤ 2 スイッチ S W 1、S W 2、S W 3 及び S W 4 の M A C アドレス、並びにルーティングテーブル、A R P テーブル及び M A C テーブルに付した参照符号は、図 1 4 に示す例と同様である。

20

【 0 1 0 0 】

ステップ S 7 0 において、w w 支店内 L A N のルータ R - d からデータセンタへフレームが送信される。この結果、参照符号 1 5 0 に示すようにレイヤ 2 スイッチ S W 2 においてフラグディングが発生する。

ステップ S 7 1 においてレイヤ 2 スイッチ S W 2 のフラグディング監視部 3 1 は、M A C アドレス a について生じるフラグディングの発生が所定の要件を満たすと判定すると、M A C アドレス a について学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶されている結果判定フラグの値を " 1 " にセットする。ステップ S 7 1 におけるフラグディング監視部 3 1 の処理は、図 1 5 ~ 図 1 8 を参照して説明した処理と同じである。

30

【 0 1 0 1 】

一方でレイヤ 2 スイッチ S W 4 の M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、ステップ S 7 2 において、タイマ手段により計時した所定の送信周期 T c が満了したことを検出すると、M A C エントリ通知フレーム 1 5 1 を作成する。

M A C エントリ通知フレーム 1 5 1 は、発信元のレイヤ 2 スイッチ S W 4 の M A C アドレステーブル 5 に記憶されている、スイッチ S W 4 が L A N 側のポートにて学習した M A C アドレス a、a 1、a 2 ... を、レイヤ 2 スイッチ S W 4 が属しているレイヤ 2 ネットワーク内の他のレイヤ 2 スイッチ S W 1、S W 2 及び S W 3 に通知するフレームである。

40

【 0 1 0 2 】

M A C エントリ通知フレーム 1 5 1 において、送信先 M A C アドレスは図 1 3 を参照して説明した M A C エントリ検索フレーム及び M A C エントリ通知フレームに使用されるマルチキャストアドレス M C であり、送信元 M A C アドレスはレイヤ 2 スイッチ S W 4 の M A C アドレス z であり、I D フィールドの値はレイヤ 2 スイッチ S W 4 の M A C アドレス z であり、T y p e フィールドの値は M A C エントリ通知フレームであることを示す「R e p l y」であり、M A C エントリフィールドには、スイッチ S W 4 が L A N 側のポートにて学習した M A C アドレス a、a 1、a 2 ... が格納される。

【 0 1 0 3 】

そして、ステップ S 7 3 において M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、M

50

A C エントリ通知フレーム 151 を、レイヤ 2 スイッチ S W 4 の W A N 側の全てのポートからブロードキャスト送信する。ステップ S 7 2 及び S 7 3 の処理によって、レイヤ 2 スイッチ S W 4 は、周期的に M A C エントリ通知フレーム 151 を送信する。

【0104】

レイヤ 2 スイッチ S W 4 のような周期的に M A C エントリ通知フレーム 151 を送信するレイヤ 2 スイッチによる処理を、図 2 2 に示すフローチャートを参照して説明する。図 2 2 は、M A C エントリ通知フレームの送信処理を示すフローチャートである。

【0105】

ステップ S 7 6 において図 1 2 に示す M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、所定の送信周期 T c が満了したか否か、すなわち M A C エントリ通知フレームの送信時期が到来したか否かを判定する。所定の送信周期 T c が満了していないときは M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、処理をステップ S 7 6 に戻す。

10

【0106】

所定の送信周期 T c が満了したときは M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、ステップ S 7 7 において、M A C アドレステーブル 5 に記憶されている M A C エントリから、L A N 側のポートにて学習した M A C アドレス、すなわち L A N 側のポートに到来したことがある M A C フレームの送信元 M A C アドレスを収集する。

M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、収集した送信元 M A C アドレスを M A C エントリフィールドに格納した M A C エントリ通知フレーム 151 を生成する。

ステップ S 7 8 において M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部 3 2 は、ポート設定テーブル 2 0 により W A N 側のポートであると指定された全てのポートから、M A C エントリ通知フレーム 151 を送信する。

20

【0107】

再び図 2 1 を参照する。レイヤ 2 スイッチ S W 4 から送信された M A C エントリ通知フレーム 151 は、レイヤ 2 スイッチ S W 3 に受信される。

レイヤ 2 スイッチ S W 3 は、受信した M A C エントリ通知フレーム 151 の送信元 M A C アドレスをレイヤ 2 スイッチ S W 3 の M A C アドレス y に変更し、変更した M A C エントリ通知フレーム 152 をステップ S 7 4 においてレイヤ 2 スイッチ S W 2 に転送する。

【0108】

レイヤ 2 スイッチ S W 2 は、受信した M A C エントリ通知フレーム 152 の送信元 M A C アドレスをレイヤ 2 スイッチ S W 2 の M A C アドレス x に変更し、変更した M A C エントリ通知フレーム 153 をステップ S 7 5 においてレイヤ 2 スイッチ S W 1 に転送する。

30

【0109】

レイヤ 2 スイッチ S W 3 の M A C エントリ登録部 3 5 は、M A C エントリ通知フレーム 151 にて通知された M A C アドレス a、a 1、a 2 ... について生じたフラッドイングの発生が所定の要件を満たしていると判定されていたか否か、すなわちこれらの M A C アドレスについて学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶されている結果判定フラグの値が " 1 " であるか否かを判定する。

本実施例では、レイヤ 2 スイッチ S W 3 の M A C テーブル M T 3 a には M A C アドレス a が既に登録されているため、M A C エントリ通知フレーム 151 にて通知された M A C アドレス a について結果判定フラグの値が " 1 " でなく、またその他の M A C アドレス a 1、a 2 ... についても結果判定フラグの値が " 1 " でないものとする。したがってレイヤ 2 スイッチ S W 3 の M A C エントリ登録部 3 5 は、M A C テーブル M T 3 b に新たな M A C エントリを追加しない。

40

【0110】

レイヤ 2 スイッチ S W 2 の M A C エントリ登録部 3 5 も、M A C エントリ通知フレーム 152 にて通知された M A C アドレス a、a 1、a 2 ... について生じたフラッドイングの発生が所定の要件を満たしていると判定されていたか否かを判定する。

上記の通り、レイヤ 2 スイッチ S W 2 の学習漏れフラグテーブル 2 1 に記憶されている M A C アドレス a の結果判定フラグの値は " 1 " である。このためレイヤ 2 スイッチ S W

50

2のMACエントリ登録部35は、MACテーブルMT2bに示すように、MACアドレスaについての新たなMACエントリを追加する。追加されたMACエントリは、MACアドレスaとMACエントリ通知フレーム152を受信したポートp2の対を含む。

【0111】

レイヤ2スイッチSW3及びSW2のようなMACエントリ通知フレーム151及び152を受信したレイヤ2スイッチによる処理を、図23に示すフローチャートを参照して説明する。図23は、MACエントリ通知フレームの受信処理を示すフローチャートである。

【0112】

ステップS80において、図12に示すMACエントリ検索/通知フレーム受信部33は、上記のMACエントリ通知フレーム151、152及び153のようなMACエントリ通知フレームを受信する。またMACエントリ検索/通知フレーム受信部33は、いずれのポートでこのフレームを受信したかをMACエントリ検索/通知フレーム送信部32に通知する。

10

【0113】

ステップS81においてMACエントリ登録部35は、MACエントリ通知フレーム151にて通知されたMACアドレスについて生じたフラッディングの発生が所定の要件を満たしていると判定されていたか否か、すなわちこれらのMACアドレスについて学習漏れフラグテーブル21に記憶されている結果判定フラグの値が"1"であるか否かを判定する。結果判定フラグの値が"1"でないとき、処理はステップS83に移行する。

20

【0114】

ステップS81の判定において結果判定フラグの値が"1"であるとき、ステップS82においてMACエントリ登録部35は、通知されたMACアドレスのうち結果判定フラグの値が"1"であったMACアドレスについて、新たなMACエントリをMACテーブル5に追加する。追加されたMACエントリは、MACアドレスとMACエントリ通知フレームを受信したポートの対を含む。

【0115】

ステップS83においてMACエントリ検索/通知フレーム送信部32は、受信したMACエントリ通知フレームの送信元MACアドレスを、当該スイッチ1のMACアドレスへ変更する。

30

MACエントリ検索/通知フレーム送信部32は、MACエントリ通知フレームを、ステップS80で受信したポート以外の全てのWAN側のポートから送信する。

【0116】

次に、図12に示すMAC補完判定部40及びフレーム破棄指示部41による処理を説明する。図24は、MAC補完判定部40及びフレーム破棄指示部41によるフレームの破棄処理の第1例を示すフローチャートである。

ステップS90において図12に示すフラッディング処理部6がフラッディングの発生を検出すると、ステップS91においてフラッディング監視部31が、学習漏れフラグテーブル21の内容を更新する。ステップS91によるフラッディング監視部31の処理は、図15～図18を参照して説明した処理と同じである。

40

【0117】

ステップS92においてMAC補完判定部40は、図12に示す破棄アドレステーブル22を参照し、学習漏れフラグテーブル21に記憶されかつ結果判定フラグが"1"となっている各MACアドレスについて、MACエントリ検索フレームの送信回数の値がしきい値Tc2以上であるか否かを判定する。

【0118】

図25は、破棄アドレステーブル22のデータ構成の第1例を示す図である。破棄アドレステーブル22は、学習漏れフラグテーブル21に記憶されているMACアドレスが格納されるMACフィールドと、各MACアドレスについて送信したMACエントリ検索フレームの送信回数が格納される送信回数フィールドと、各MACアドレスについて送信し

50

たMACエントリ検索フレームの送信回数が所定のしきい値 T_c2 以上となった否かを示す破棄フラグを格納する破棄フラグフィールドを有する。破棄フラグは、値「0」のとき送信回数が所定のしきい値 T_c2 未満であることを示し、値「1」のとき送信回数が所定のしきい値 T_c2 以上であることを示す。

破棄アドレステーブル22と学習漏れフラグテーブル21とを1つのテーブルで実現してもよい。

【0119】

図24のステップS92の判定においてMACエントリ検索フレームの送信回数の値がしきい値 T_c2 以上でない場合には、ステップS94及びS95においてMACエントリ検索/通知フレーム送信部32は、図19に示すステップS52及びS53と同様にして、MACエントリ検索フレームを生成及び送信する。

ステップS96においてMAC補完判定部40は、ステップS95においてMACエントリ検索フレームが送信されたMACアドレスについて、破棄アドレステーブル22に記憶された送信回数の値を1つ増加する。

【0120】

ステップS93においてMAC補完判定部40は、ステップS92の判定においてMACエントリ検索フレームの送信回数の値がしきい値 T_c2 以上であるMACアドレスについて、破棄アドレステーブル22に記憶された破棄フラグの値を「1」にセットする。

フレーム破棄指示部41は、破棄フラグの値が「1」であるMACアドレスが送信先アドレスであるMACフレームを破棄することを指示する指示信号をフレーム交換部4へ出力する。

本実施例により、MACエントリ検索フレームを所定の回数 T_c2 以上送信しても他のスイッチから応答が得られないとき、このような送信先MACアドレスを有するフレームはフラッディングされずに破棄される。このためネットワーク中に存在しないMACアドレスを宛先とするフレームの拡散を防止することができる。

【0121】

図26は、MAC補完判定部40及びフレーム破棄指示部41によるフレームの破棄処理の第2例を示すフローチャートである。

ステップS100においてフラッディング処理部6がフラッディングの発生を検出すると、ステップS101においてフラッディング監視部31が、学習漏れフラグテーブル21の内容を更新する。ステップS101によるフラッディング監視部31の処理は、図15～図18を参照して説明した処理と同じである。

【0122】

ステップS102においてMAC補完判定部40は、学習漏れフラグテーブル21において結果判定フラグが「1」である各MACアドレスについて、すでにMACエントリ検索フレームを送信済みであるか否かを判定する。例えばMAC補完判定部40は、ステップS101前後の学習漏れフラグテーブル21を比較して、結果判定フラグが「0」から「1」へ変化したかを判断することにより、この判定を行ってよい。

MAC補完判定部40は、ステップS102の判定においてMACエントリ検索フレームを送信していないと判定されたMACアドレスについて、MACエントリ検索フレームが送信され始めてから現在までの経過時間を計測するタイマ手段を作動させ、処理をステップS105へ移す。

【0123】

ステップS104においてMAC補完判定部40は、ステップS102の判定においてMACエントリ検索フレームが送信済みであると判定されたMACアドレスについて、破棄アドレステーブル22に記憶されている、MACエントリ検索フレームが送信され始めてから現在までの経過時間である検索時間を参照する。

【0124】

図27は、破棄アドレステーブル22のデータ構成の第2例を示す図である。

破棄アドレステーブル22は、学習漏れフラグテーブル21に記憶されているMACア

10

20

30

40

50

ドレスが格納されるMACフィールドと、各MACアドレスについてMACエントリ検索フレームを送信し始めてから現在までの経過時間すなわち検索時間が格納される検索時間フィールドと、各MACアドレスについての検索時間がしきい値 T_t2 以上となった否かを示す破棄フラグを格納する破棄フラグフィールドを有する。

【0125】

破棄フラグは、値「0」のとき検索時間がしきい値 T_t2 未満であることを示し、値「1」のとき検索時間がしきい値 T_t2 以上であることを示す。また、検索時間フィールドに格納される経過時間情報は、上記タイマ手段によって更新される。

破棄アドレステーブル22と学習漏れフラグテーブル21とを1つのテーブルで実現してもよい。

10

【0126】

図26のステップS104において、MAC補完判定部40は、破棄アドレステーブル22に記憶されている、各MACアドレスの検索時間がしきい値 T_t2 以上であるか判定する。検索時間がしきい値 T_t2 以上でないMACアドレスについては、処理はS105へ進む。

ステップS105及びS106においてMACエントリ検索/通知フレーム送信部32は、図19に示すステップS52及びS53と同様にして、MACエントリ検索フレームを生成及び送信する。

ステップS107においてMAC補完判定部40は、ステップS104の判定において検索時間がしきい値 T_t2 以上でないと判定されたMACアドレスについて、破棄アドレステーブル22に記憶された破棄フラグの値を「1」にセットする。

20

フレーム破棄指示部41は、破棄フラグの値が「1」であるMACアドレスが送信先アドレスであるMACフレームを破棄することを指示する指示信号をフレーム交換部4へ出力する。

【0127】

本実施例により、MACエントリ検索フレームが送信されてから所定の時間 T_t2 以上経過しても他のスイッチから応答が得られないとき、このような送信先MACアドレスを有するフレームはフラッディングされずに破棄される。このためネットワーク中に存在しないMACアドレスを宛先とするフレームの拡散を防止することができる。

【0128】

30

以上の実施例を含む実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【0129】

(付記1)

フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置であって、

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数のポートと、

アドレスと、このアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信した前記ポートと、の間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶されるアドレスエントリ記憶部と、

40

送信フレームの送信先アドレスに関する前記アドレスエントリが前記アドレスエントリ記憶部に記憶されていないとき、該送信フレームのフラッディング処理を行うフラッディング処理部と、

あるアドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定するフラッディング判定部と、

前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置がそのアドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる、該他の前記フレームスイッチング装置から送信される所定の通知を受信する通知受信部と、

前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判

50

定されたアドレスと前記所定の通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に登録するアドレスエントリ登録部と、

を備えるフレームスイッチング装置。

【0130】

(付記2)

前記フラッディング判定部は、あるアドレスに対して生じたフラッディングの回数が所定回数を超えたとき、該アドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすと判定する、付記1に記載のフレームスイッチング装置。

【0131】

(付記3)

前記フラッディング判定部は、あるアドレスに対して一定時間経過以上にわたってフラッディングが生じたとき、該アドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすと判定する、付記1に記載のフレームスイッチング装置。

【0132】

(付記4)

前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスについて、このアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に記憶しているか否かを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に照会するアドレスエントリ照会部を、さらに備える付記1～3のいずれか一項に記載のフレームスイッチング装置。

【0133】

(付記5)

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置から照会されたアドレスと同一のアドレスに関するアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に記憶しているとき、前記照会を受信したポートから前記所定の通知を送信する通知送信部を、さらに備える付記1～4のいずれか一項に記載のフレームスイッチング装置。

【0134】

(付記6)

前記所定の通知は、前記他のフレームスイッチング装置の前記アドレスエントリ記憶部にアドレスエントリが記憶されているアドレスに関するアドレス情報を含み、

前記アドレスエントリ登録部は、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置から一定周期で送信された前記所定の通知に、前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスに関する前記アドレス情報が含まれるとき、該アドレスに関するアドレスエントリを登録する付記1～3のいずれか一項に記載のフレームスイッチング装置。

【0135】

(付記7)

前記アドレスエントリ記憶部にアドレスエントリが記憶されているアドレスに関するアドレス情報を含んだ前記所定の通知を、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に一定周期で送信する通知送信部を、さらに備える付記1～3及び6のいずれか一項に記載のフレームスイッチング装置。

【0136】

(付記8)

前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスに関するアドレスエントリを、前記アドレスエントリ登録部が登録できるか否かを判定する登録可否判定部と、

前記アドレスエントリ登録部により登録できないアドレスを送信先アドレスに有するフレームを破棄するフレーム破棄部と、

さらに備える付記1～7のいずれか一項に記載のフレームスイッチング装置。

【0137】

10

20

30

40

50

(付記 9)

付記 1 に記載のフレームスイッチング装置としての第 1 フレームスイッチング装置と、前記フレームスイッチングネットワーク内のフレームスイッチング装置としての第 2 フレームスイッチング装置と、を前記フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置として少なくとも含む通信システムであって、

前記第 1 フレームスイッチング装置の前記ポートを第 1 ポートとし、前記第 1 フレームスイッチング装置の前記アドレスエントリ記憶部を第 1 アドレスエントリ記憶部とするとき、前記第 2 フレームスイッチング装置は、

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数の第 2 ポートと、

アドレスと、このアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信した前記第 2 ポートと、の間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶される第 2 アドレスエントリ記憶部と、を備え、

前記第 2 フレームスイッチング装置から送信される、前記第 1 フレームスイッチング装置の前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを前記第 2 フレームスイッチング装置がその前記第 2 アドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる前記所定の通知が、前記第 1 フレームスイッチング装置の前記通知受信部により受信される通信システム。

【0138】

(付記 10)

前記第 1 フレームスイッチング装置は、前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスについて、このアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを前記第 2 アドレスエントリ記憶部に記憶しているかを、前記第 2 フレームスイッチング装置に照会するアドレスエントリ照会部を、さらに備え、

前記第 2 フレームスイッチング装置は、前記第 1 フレームスイッチング装置から照会されたアドレスと同一のアドレスに関するアドレスエントリが前記第 2 アドレスエントリ記憶部に記憶されているとき、前記照会を受信したポートから前記所定の通知を送信する通知送信部を、さらに備える、

付記 9 に記載の通信システム。

【0139】

(付記 11)

前記第 2 フレームスイッチング装置は、前記第 2 アドレスエントリ記憶部にアドレスエントリが記憶されているアドレスに関するアドレス情報を含んだ前記所定の通知を一定周期で送信する通知送信部を、さらに備え、

前記第 1 フレームスイッチング装置の前記アドレスエントリ登録部は、前記第 2 フレームスイッチング装置から送信された前記所定の通知に、前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスに関する前記アドレス情報が含まれるとき、該アドレスに関するアドレスエントリを登録する、

付記 9 に記載の通信システム。

【0140】

(付記 12)

フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置内に設けられた処理ユニットにより実行されるコンピュータプログラムであって、前記フレームスイッチング装置は、

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数のポートと、

アドレスと、このアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信した前記ポートと、の間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶されるアドレスエントリ記憶部と、

10

20

30

40

50

送信フレームの送信先アドレスに関する前記アドレスエントリが前記アドレスエントリ記憶部に記憶されていないとき、該送信フレームのフラッディング処理を行うフラッディング処理部と、を備え、

前記コンピュータプログラムは、

あるアドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定するフラッディング判定処理と、

前記フラッディング判定処理によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置がそのアドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる、該他の前記フレームスイッチング装置から送信される所定の通知を受信する通知受信処理と、

前記フラッディング判定処理によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスと前記所定の通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に登録するアドレスエントリ登録処理と、

を前記処理ユニットに実行させる、コンピュータプログラム。

【0141】

(付記13)

前記フラッディング判定処理によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスについて、このアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に記憶しているか否かを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に照会するアドレスエントリ照会処理を、さらに前記処理ユニットに実行させる、付記12に記載のコンピュータプログラム。

【0142】

(付記14)

前記所定の通知は、前記他のフレームスイッチング装置の前記アドレスエントリ記憶部にアドレスエントリが記憶されているアドレスに関するアドレス情報を含み、

前記アドレスエントリ登録処理は、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置から一定周期で送信された前記所定の通知に、前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスに関する前記アドレス情報が含まれるとき、該アドレスに関するアドレスエントリを登録する、付記12に記載のコンピュータプログラム。

【0143】

(付記15)

前記フラッディング判定処理によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスに関するアドレスエントリを、前記アドレスエントリ登録処理により登録できるか否かを判定する登録可否判定処理と、

前記アドレスエントリ登録処理により登録できないアドレスを送信先アドレスに有するフレームを破棄することを決定するフレーム破棄処理と、

を前記処理ユニットに実行させる、付記12～14のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【0144】

(付記16)

フレームスイッチングネットワークにおいてフレームの交換を行うフレームスイッチング装置において実行されるアドレス学習方法であって、

前記フレームスイッチング装置は、

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に接続されてフレームを送受信する複数のポートと、

アドレスと、このアドレスを送信元アドレスとして含んだフレームを受信した前記ポートと、の間の対応関係を示すアドレスエントリが記憶されるアドレスエントリ記憶部と、

送信フレームの送信先アドレスに関する前記アドレスエントリが前記アドレスエントリ

10

20

30

40

50

記憶部に記憶されていないとき、該送信フレームのフラッディング処理を行うフラッディング処理部と、を備え、

前記アドレス学習方法は、

あるアドレスに対して生じるフラッディングの発生が所定の条件を満たすか否かを判定し、

フラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定された前記アドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置がそのアドレスエントリ記憶部に記憶していることを知らせる、該他の前記フレームスイッチング装置から送信される所定の通知を受信し、

フラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定された前記アドレスと前記所定の通知を受信したポートとを対応付けるアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に登録する、

アドレス学習方法。

【0145】

(付記17)

フラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定された前記アドレスについて、このアドレスと同じアドレスに関するアドレスエントリを前記アドレスエントリ記憶部に記憶しているか否かを、前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置に照会する、付記16に記載のアドレス学習方法。

【0146】

(付記18)

前記所定の通知は、前記他のフレームスイッチング装置の前記アドレスエントリ記憶部にアドレスエントリが記憶されているアドレスに関するアドレス情報を含み、

前記フレームスイッチングネットワーク内の他の前記フレームスイッチング装置から一定周期で送信された前記所定の通知に、前記フラッディング判定部によりフラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定されたアドレスに関する前記アドレス情報が含まれるとき、該アドレスに関するアドレスエントリを登録する、付記16に記載のアドレス学習方法。

【0147】

(付記19)

フラッディングの発生が前記所定の条件を満たすと判定された前記アドレスについて、他の前記フレームスイッチング装置から前記所定の通知を受信しないとき、該アドレスを送信先アドレスに有するフレームを破棄する、付記16～18のいずれか一項に記載のアドレス学習方法。

【図面の簡単な説明】

【0148】

【図1】(A)及び(B)は従来のMAC学習法の説明図である。

【図2】(A)及び(B)は、送信先MACアドレスが学習されていない場合のフラッディング処理の説明図である。

【図3】MAC学習漏れによるフラッディングが生じうるネットワークの第1例を示す図である。

【図4】図3のネットワークにおいてフラッディングが生じた状態を示す図である。

【図5】図3のネットワークにおいてフラッディングが生じる過程の説明図である。

【図6】MAC学習漏れによるフラッディングが生じうるネットワークの第2例を示す図である。

【図7】MAC学習漏れによるフラッディングが生じうるネットワークの第3例を示す図である。

【図8】MAC学習漏れによるフラッディングが生じうるネットワークの第4例を示す図である。

【図9】開示のフレームスイッチング装置の実施例であるレイヤ2スイッチのハードウエ

10

20

30

40

50

ア構成図である。

【図 1 0】M A C テーブルのデータ構成例を示す図である。

【図 1 1】ポート設定テーブルのデータ構成例を示す図である。

【図 1 2】図 9 に示す R O M に記憶された制御プログラムを C P U で実行することによって実現される機能ブロックを説明する図である。

【図 1 3】M A C エントリ検索フレーム及び M A C エントリ通知フレームのフォーマットの例を示す図である。

【図 1 4】開示のフレームスイッチング装置の動作の第 1 例を示すシーケンス図である。

【図 1 5】フラddingの発生が所定の条件を満たすか否かを判定する処理の第 1 例を示すフローチャートである。

10

【図 1 6】学習漏れフラグテーブルのデータ構成の第 1 例を示す図である。

【図 1 7】フラddingの発生が所定の条件を満たすか否かを判定する処理の第 2 例を示すフローチャートである。

【図 1 8】学習漏れフラグテーブルのデータ構成の第 2 例を示す図である。

【図 1 9】M A C エントリ検索フレームの送信処理を示すフローチャートである。

【図 2 0】M A C エントリ検索フレーム又は M A C エントリ通知フレームを受信した場合の処理を示すフローチャートである。

【図 2 1】開示のフレームスイッチング装置の動作の第 2 例を示すシーケンス図である。

【図 2 2】M A C エントリ通知フレームの送信処理を示すフローチャートである。

【図 2 3】M A C エントリ通知フレームの受信処理を示すフローチャートである。

20

【図 2 4】M A C 補完判定部及びフレーム破棄指示部によるフレームの破棄処理の第 1 例を示すフローチャートである。

【図 2 5】破棄アドレステーブルのデータ構成の第 1 例を示す図である。

【図 2 6】M A C 補完判定部及びフレーム破棄指示部によるフレームの破棄処理の第 2 例を示すフローチャートである。

【図 2 7】破棄アドレステーブルのデータ構成の第 2 例を示す図である。

【符号の説明】

【 0 1 4 9 】

1 レイヤ 2 スイッチ

1 0 制御部

30

3 1 フラdding監視部

3 2 M A C エントリ検索 / 通知フレーム送信部

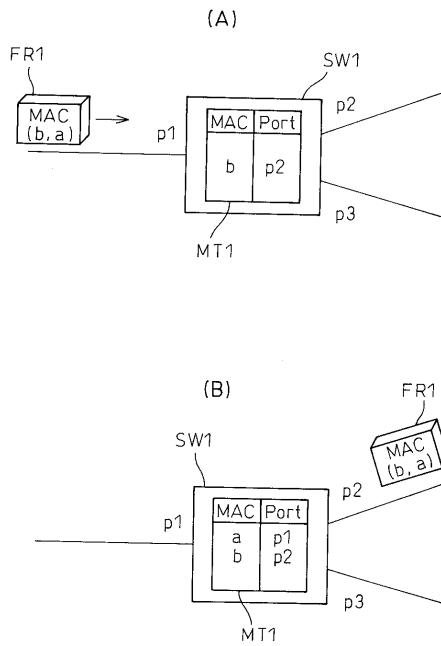
3 3 M A C エントリ検索 / 通知フレーム受信部

3 4 M A C エントリ検索部

3 5 M A C エントリ登録部

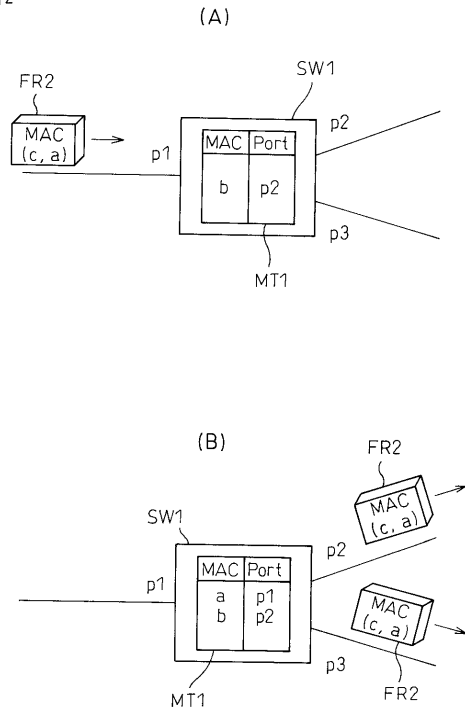
【図 1】

図 1



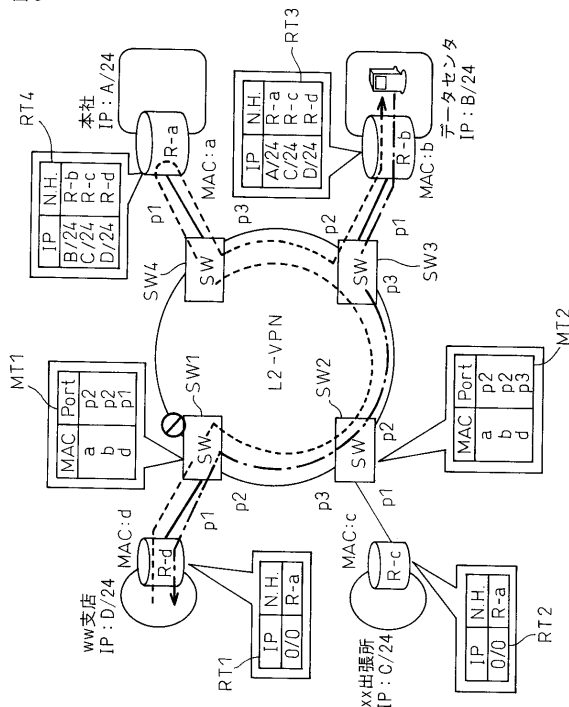
【図 2】

図 2



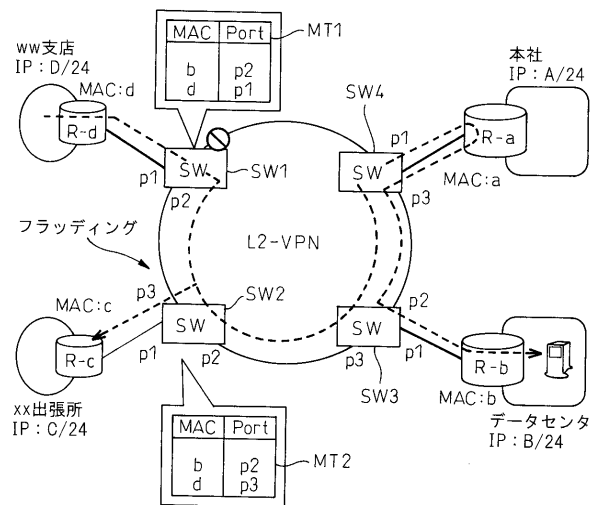
【図 3】

図 3

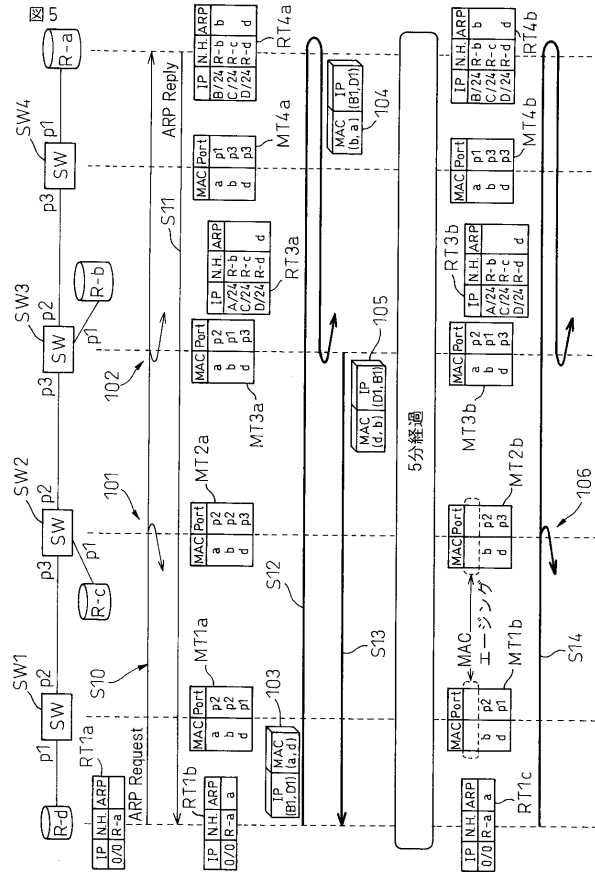


【図 4】

図 4

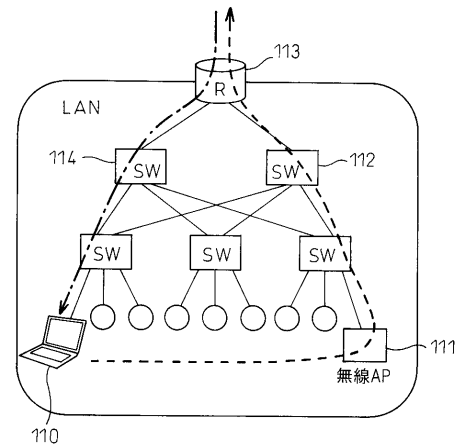


【図5】



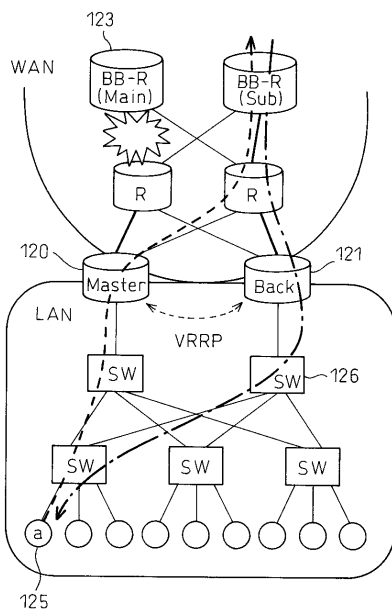
【図6】

図6



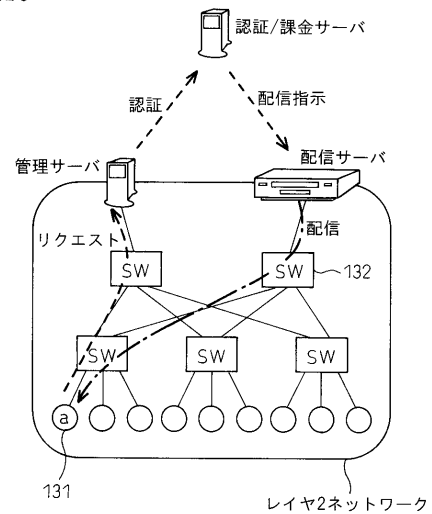
【図7】

図7

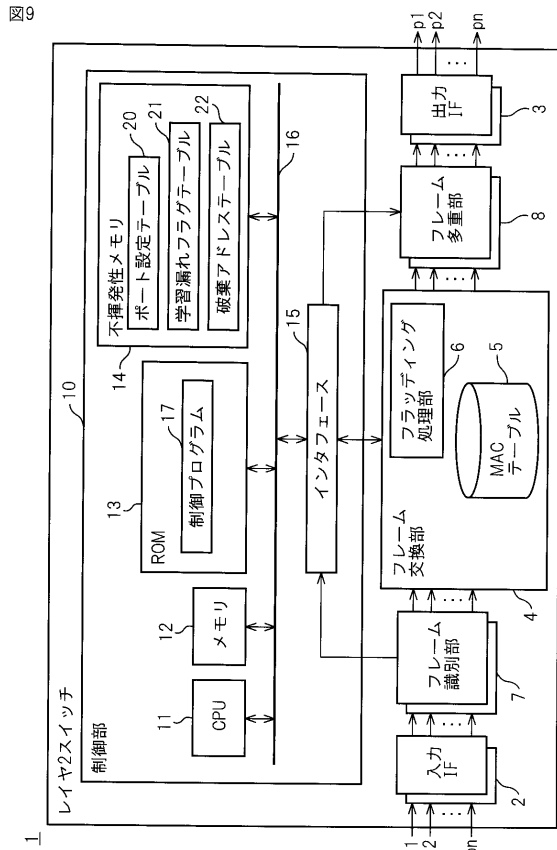


【図8】

図8



【図 9】



【図 10】

図10

MAC	Port
addr1	p1
addr2	p3
addr3	p2

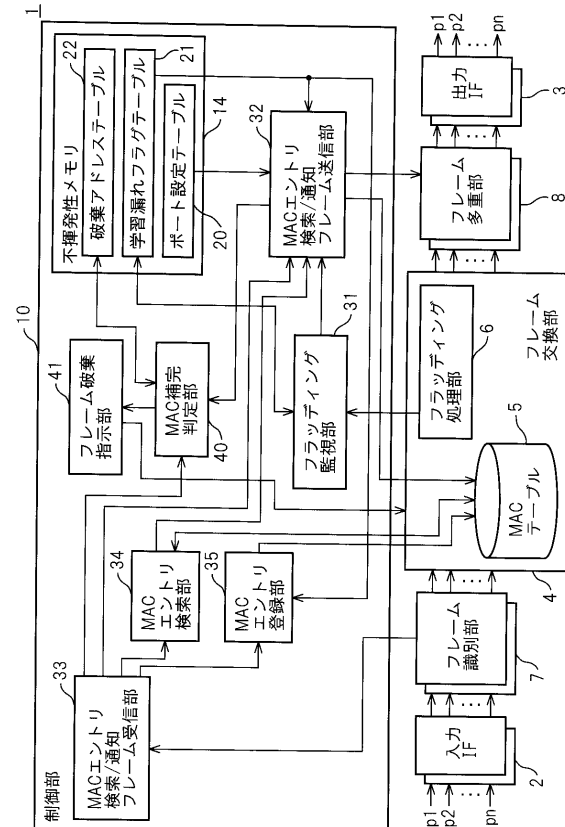
【図 11】

図11

ポート	...	ネットワーク種別	
p1	...	LAN	
p2	...	WAN	
p3	...	WAN	
...	...	...	
pn	...	LAN	

【図 12】

図12

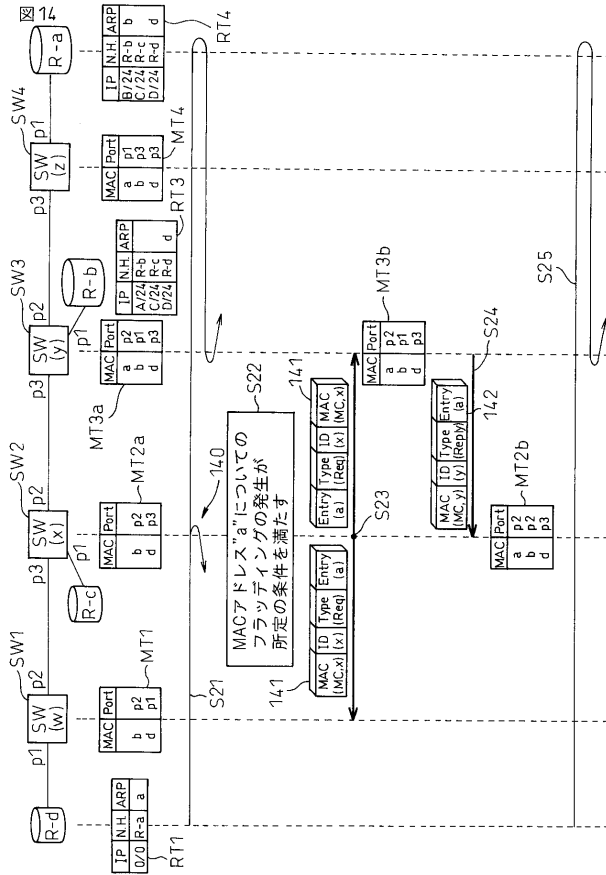


【図 13】

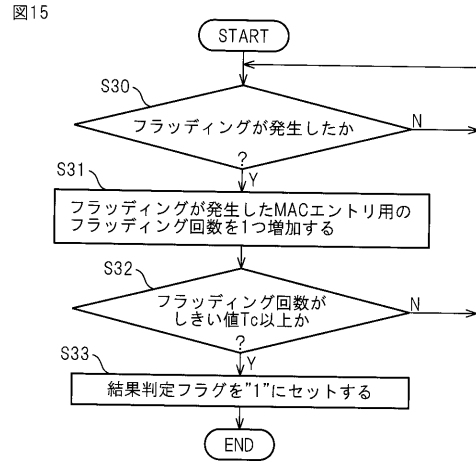
図13

DA : 01-80-C2-00-00-0X
SA : SW MAC Addr
Ether_Type : XX-XX
Version : 0x01
ID : エントリ生成元SW識別子
Type : Req(検索)/Reply(通知)
MACエントリ

【図14】



【図15】



【図16】

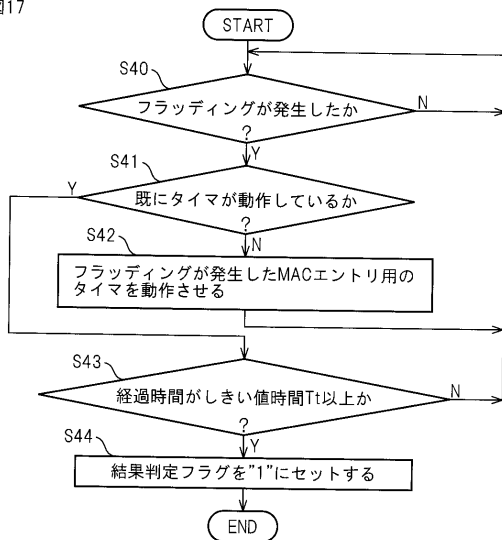
図16

MAC	フラグディング回数	判定結果フラグ
a	1	0
b	3	0
c	10	1
d	8	0

21

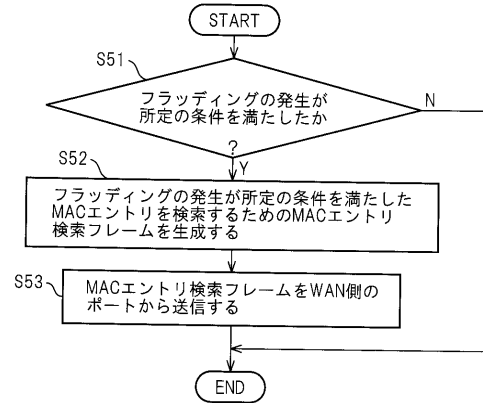
【図17】

図17



【図19】

図19



【図18】

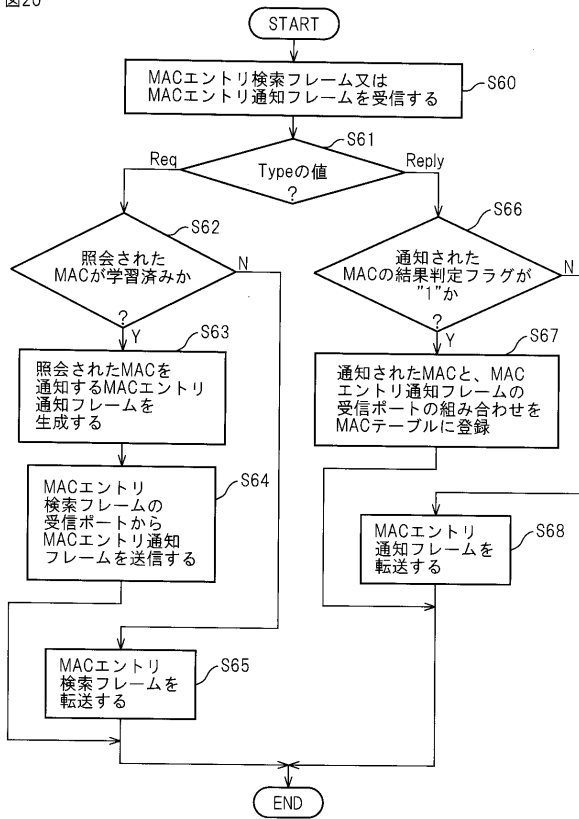
図18

MAC	フラグディング期間	判定結果フラグ
a	2s	0
b	30s	1
c	8s	0
d	5s	0

21

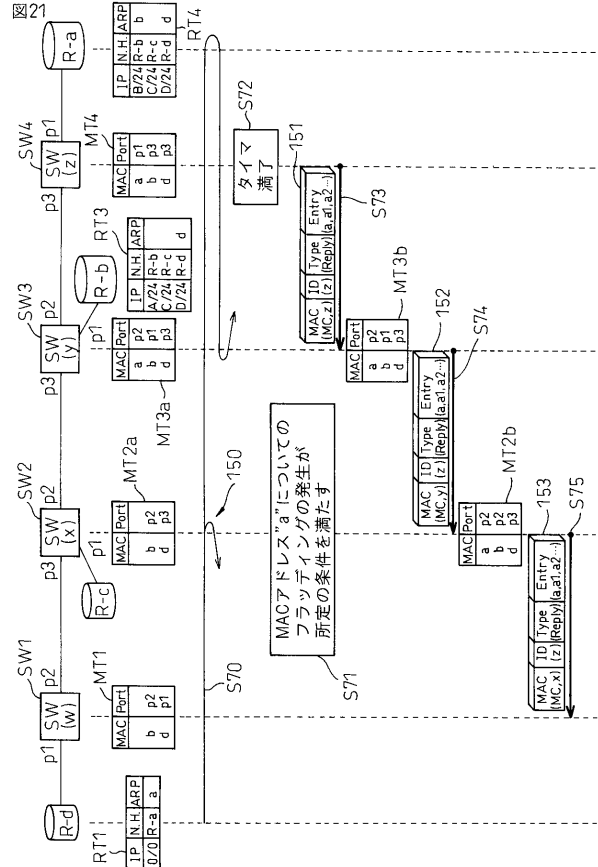
【図20】

図20



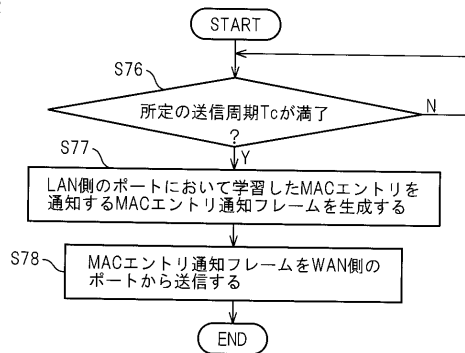
【図21】

図21



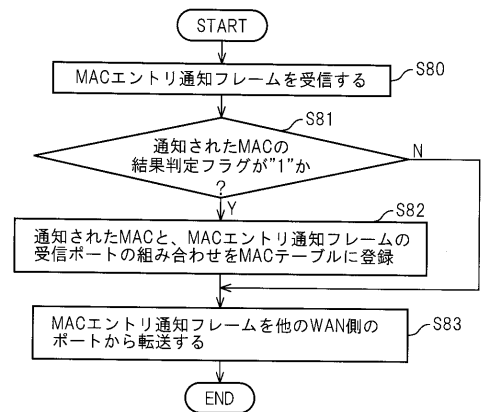
【図22】

図22



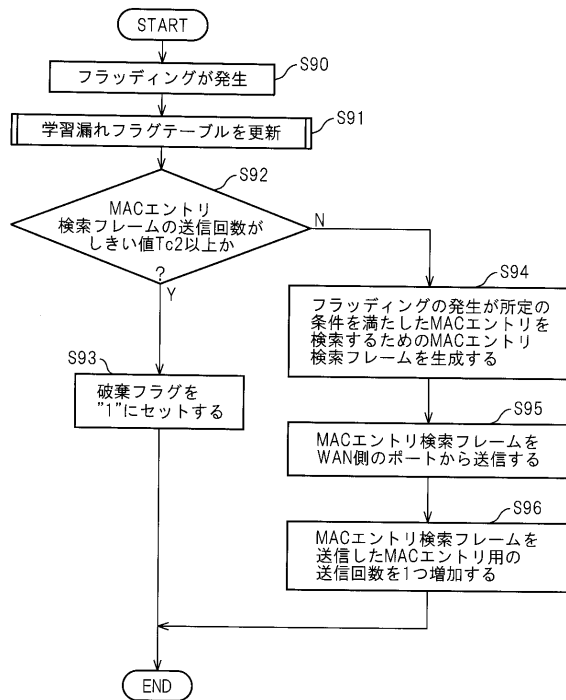
【図23】

図23



【図 2 4】

図24



【図 2 5】

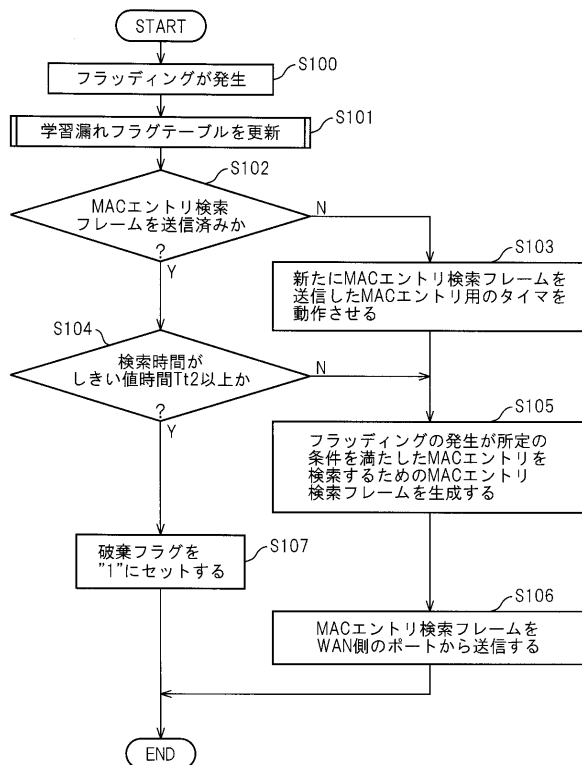
図25

22

MAC	送信回数	破棄フラグ
a	0	0
b	1	0
c	2	0
d	10	1

【図 2 6】

図26



【図 2 7】

図27

22

MAC	検索期間	破棄フラグ
a	100s	1
b	5s	0
c	30s	0
d	45s	0

フロントページの続き

(74)代理人 100114177

弁理士 小林 龍

(72)発明者 北田 敦史

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5K033 AA01 DA02 DA15 DB03 DB19 EC04