

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007 年 10 月 25 日 (25.10.2007)

PCT

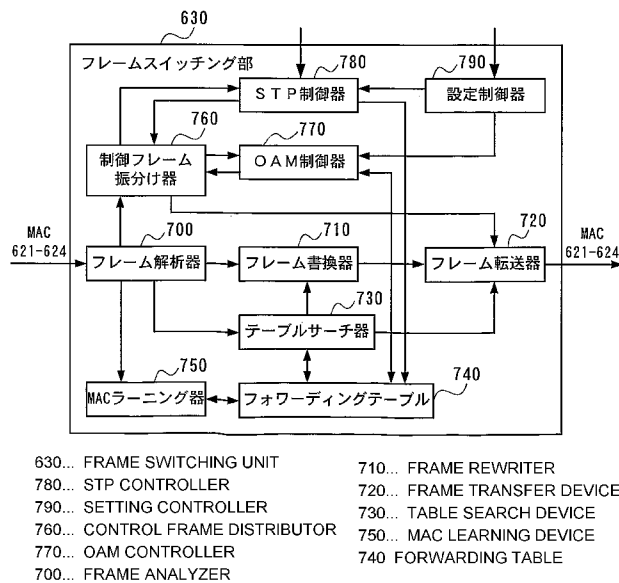
(10) 国際公開番号
WO 2007/119635 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/56 (2006.01) H04L 12/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/057357
- (22) 国際出願日: 2007 年 3 月 27 日 (27.03.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-084761 2006 年 3 月 27 日 (27.03.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 厩橋正樹 (UMAYABASHI, Masaki) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 高木和男 (TAKAGI, Kazuo) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松本正夫 (MATSUMOTO, Masao); 〒1710021 東京都豊島区西池袋二丁目 3 6 番 1 0 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG,

/ 続葉有 /

(54) Title: FRAME TRANSFER ROUTE CHECK METHOD, NODE, ITS PROGRAM, AND FRAME TRANSFER ROUTE CHECK SYSTEM

(54) 発明の名称: フレーム転送経路確認方法、ノード、そのプログラム及びフレーム転送経路確認システム



(57) Abstract: A frame switching unit (630) includes: a frame analyzer (700); a frame rewriter (710); a frame transfer device (720); a table search device (730); a forwarding table (740); MAC learning device (750); a control frame distributor (760); a setting controller (790); an STP controller (780) for converting an LT flag from 0 to 1 upon reception of a topology modification message so as to explicitly indicate the entry before switching and leaving the entry in the table; and an OAM controller (770) for transferring the LT frame according to an output port of the entry having the LT flag 1 among entries of the forwarding table (740) upon an LT execution request before failure switching.

(57) 要約: フレームスイッチング部630は、フレーム解析器700と、フレーム書換器710と、フレーム転送器720と、テーブルサーチ器730と、フォワーディングテーブル740と、MACラーニング器750と、制御フレーム振分け器760と、設定制御器790と、トポロジー変更メッセージ受信時に、LTフラグを0から1に変換することで、切替前のエン

/ 続葉有 /

WO 2007/119635 A1



MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

フレーム転送経路確認方法、ノード、そのプログラム及びフレーム転送経路確認システム

5 技術分野

本発明は、通信網におけるフレーム転送に関し、特に、フレームの転送経路におけるフレーム転送経路確認方法、ノード、フレーム転送経路確認プログラム及びフレーム転送経路確認システムに関する。

10 背景技術

近年、安価な企業向けデータサービスとして、従来 LAN (Local Area Network) で広く使用されてきたイーサネット技術を広域網 (Wide Area Network : WAN) に展開した広域イーサネット VPN (Virtual Private Network) サービス (広域イーサ) が注目されている。WAN では、運用保守 (Operations, Administration and Maintenance : OAM) 機能が要求されるが、従来 LAN で使用されてきたイーサネット技術にはもともと OAM 機能が具備されておらず、課題となっていた。このような背景のもと、近年いくつかの標準化団体において、イーサネット技術における OAM 機能に関する標準化が進められている。

代表的な OAM 機能の一つに、インターネットにおける OAM 機能の一つとして広く用いられている Trace-route 機能がある。Trace-route 機能は、あるターゲット装置までの経由する装置情報を取得するのに用いられる。

特開 2004-147223 号 (特許文献 1) を一例とする従来のターゲット装置までの経由する装置情報を取得する方法として、図 33 を用いて、イーサネット OAM 技術の標準化が進められている ITU-T Y.1731 における Trace-route 機能 (以降、ITU-T Y.1731 の呼び方に習い、Link Trace (LT) と記す) について、説明する。図 33 では、端末 T2 が端末 T1 までの経由装置情報を調べるために、LT を実施する場合について示している。図 33 のネットワークは STP (Spanning Tree Protocol) / RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) によるトポロジ上での MAC (Media Access Control) アドレス学習ベースでのフレーム転送を行う既存レイヤー 2 (L2) ネットワークである (既存スイッチ LS6 と LS7 の間のリンクがブロッキングリンクとなっている)。各既存スイッチ LS1~LS8 のポートに記している t1 か t2

の文字は各ポートにおける MAC アドレス学習状況を示している。ITU-T Y.17ethoam の標準の方法では、ターゲットの装置に対して、TTL (Time To Live) 値を格納した Request フレームを送信し、中継ノードとターゲット装置が TTL 値を 1 減算した Reply フレームを送信元に返信することで、送信元は Reply フレームの TTL 値をもとに並べ替えを行いターゲット装置までの経路装置情報を取得できる。

5 端末 T2 が端末 T1 までの経路装置情報を調べるために、LT を実施する場合について具体的に説明する。送信元の端末 T2 は、LT Request フレームを送信する(ここでは、TTL の初期値を 255 とする)。受信した中継ノードである既存スイッチ LS5 では、ターゲット装置である端末 T1 の MAC アドレス=MAC#t1 の学習済みポートに対し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム(TTL=254)を転送すると共に、Request 発行元装置に対して、TTL 値を格納した LT Reply フレームを返信する。既存スイッチ LS5 の次段の中継ノードである既存スイッチ LS4 でも既存スイッチ LS5 と同様に、ターゲット装置である端末 T1 の MAC アドレス=MAC#t1 の学習済みポートに対し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム(TTL=253)を転送すると共に、Request 発行元装置に対して、TTL 値を格納した LT Reply フレームを返信する。以降の中継ノード既存スイッチ LS3、LS2、LS1 も同様の動作を行う。その後、ターゲット装置である端末 T1 に LT Request フレームが到達すると、端末 T1 では、自装置宛の LT Request フレームを受信すると、LT Request フレームを廃棄し、Request 発行元装置に対して、1 減算した TTL 値を格納した LT Reply フレーム(TTL=249)を返信する。Request 発行元装置である端末 T2 では、中継ノードである既存スイッチ LS1~LS5、および、ターゲットの端末 T1 からの LT Reply フレームを受信すると、格納された TTL 値に基づき Reply フレームの送信元を並べ替えることにより、ターゲット装置までの経路装置情報を LS5→LS4→LS3→LS2→LS1→T1 と取得できる。

特許文献 1 特開 2004-147223 号公報

しかし、上記において説明したように、既存の LT では、通常時の転送経路を確認できるのに対して、障害時の障害箇所を特定できないという課題がある。

図 3 4 を用いて、本課題を説明する。図 3 4 でも図 3 3 と同様に端末 T2 (MAC#t2) から端末 T1 (MAC#t1) への LT について記している。図 3 4 (1) は通常転送状態を示しており、既存スイッチ LS6/LS7 の間のリンクがブロックリンクとなっている。また、端末 T1 と端末 T2 の間のフレーム転送により、各ノードでは MAC#t1、MAC#t2 が学習されている。ここで端末 T2

から端末 T1 に対して LT を実施すると、図 3 3 で説明したように MAC#t1 の学習済み経路に沿って、LS5→LS4→LS3→LS2→LS1→T1 の経路で LT の結果が得られる。ここで、図 3 4

(2) に示すように、既存スイッチ LS2/LS3 の間のリンクで障害が発生すると、STP/RSTP が再構築され、既存スイッチ LS6/LS7 の間のリンクがアクティブなリンクとなる。その後、

図 3 4 (3) に示すように、STP/RSTP の再構築の過程においてトポロジー変更メッセージを受信したポートにおける学習済みの MAC アドレスエントリ (図中の○印のエントリ) がフラッシュされる。その後、MAC#t1 と MAC#t2 の間のフレーム転送が再開されると、各ノードでは図 3 4 (4) で示すように切替後の経路上の各ポートで各 MAC アドレスが再学習される (図中の□印のエントリ)。この結果、端末 T2 から端末 T1 に対して LT を実施すると、端末

T1 (MAC#t1) に関する新たな学習結果に基づき、LS5→LS6→LS7→LS8→LS1→T1 の経路が得られる。ここで得られた経路は、経路切替後の転送経路であり、障害箇所特定という目的を満たす転送経路ではない。障害箇所特定のためには、切替前の経路上で障害箇所の手前のノードまでの Reply が帰ってくることを望まれる。しかしながら、通常のレイヤ 2 ネットワークでは、障害発生後に新たな転送経路に切り替えられると、切替前の MAC アドレスエントリはフラッシュされ、切替後の新たな転送経路上で学習された MAC アドレスエントリにしたがって LT が行なわれるため、切替前経路上で LT を実施して、障害箇所を特定することができない。

本発明の目的は、障害が発生した場合に、経路切替後の経路特定をすると共に、経路切替前の経路上で障害発生箇所の手前のノードまでの経路を特定し、障害箇所の特定を可能にするフレーム転送経路確認方法、ノード、そのプログラム及びフレーム転送経路確認システムを提案することである。

発明の開示

本発明のフレーム転送経路確認方法は、送信元端末から送信されるデータフレームを宛先端末に転送するネットワークのフレーム転送経路確認方法において、ネットワーク構成変更時に、フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残し、前記要求メッセージを前記識別情報を付与して残したアドレスに基づいて転送して経路確認することを特徴とする。

(作用)

上記特徴によって、ネットワーク構成変更後において、ネットワーク構成変更前のアドレスに基づいて、フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対して経路確認できる。

本発明によれば、障害が発生した場合に、経路切替前の経路上で障害発生箇所の手前のノードまでの経路を特定し、障害箇所の特定が可能となる。

その理由は、ネットワーク構成変更時に、フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与してアドレスを残し、要求メッセージを識別情報を付与して残したアドレスに基づいて転送して経路確認するため、ネットワーク構成変更後において、ネットワーク構成変更前のアドレスに基づいて、フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対して経路確認できるからである。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施の形態におけるネットワークモデル図である。

図2は、第1の実施の形態におけるイーサネットフレームのフォーマットである。

図3は、第1の実施の形態におけるイーサネット OAM フレームのフォーマットである。

図4は、第1の実施の形態におけるスイッチの構成図である。

図5は、第1の実施の形態におけるフレームスイッチング部の構成図である。

図6は、第1の実施の形態におけるフォワーディングテーブルの構成図である。

図7は、第1の実施の形態における MAC テーブルである。

図8は、第1の実施の形態における VLAN テーブルである。

図9は、第1の実施の形態における OAM 制御器の構成図である。

図10は、第1の実施の形態におけるスイッチのハードウェア構成を示すブロック図である。

図11は、第1の実施の形態における OAM 制御器の LT Request フレーム生成時の処理フローである。

図12は、第1の実施の形態における OAM 制御器の LT Reply フレーム受信時の処理フローである。

図13は、第1の実施の形態における OAM 制御器の LT Request フレーム受信時の処理フローである。

図14は、第1の実施の形態におけるMACテーブルである。

図15は、第1の実施の形態における障害発生時のネットワークモデル図である。

図16は、第1の実施の形態における障害発生直後のMACテーブルである。

図17は、第1の実施の形態におけるフレーム転送が再開された後のMACテーブルである。

5 図18は、本発明の第2の実施の形態におけるフレームスイッチング部の構成図である。

図19は、第2の実施の形態におけるMACテーブルである。

図20は、第2の実施の形態におけるターゲットアドレスのアドレス変換例である。

図21は、第2の実施の形態におけるOAM制御器の構成図である。

図22は、第2の実施の形態におけるMACテーブルである。

10 図23は、第2の実施の形態における障害発生直後のMACテーブルである。

図24は、第2の実施の形態におけるフレーム転送が再開された後のMACテーブルである。

図25は、本発明の第3の実施の形態におけるフレームスイッチング部の構成図である。

図26は、第3の実施の形態におけるターゲットアドレスのアドレス変換例である。

図27は、第3の実施の形態におけるOAM制御器の構成図である。

15 図28は、第3の実施の形態におけるMACテーブルである。

図29は、第3の実施の形態における障害発生直後のMACテーブルである。

図30は、第3の実施の形態におけるフレーム転送が再開された後のMACテーブルである。

図31は、本発明の第4の実施の形態におけるフレームスイッチング部の構成図である。

図32は、第4の実施の形態におけるOAM制御器の構成図である。

20 図33は、従来のイーサネットにおける通常時のLT技術を説明する図である。

図34は、従来のイーサネットにおける障害発生時のLT技術を説明する図である。

400：イーサネットフレーム、410：宛先MACアドレス、420：送信元MACアドレス、430、
3500：VLAN タグ、440、510：Type、450：ペイロード、460：FCS、500：OAM フレーム、520：Opcode、
530：Transaction Identifier、540：TTL、550：ターゲットアドレス、560：LT モード、600：スイ
25 ャッチ、601、602、603、604：IF、611、612、613、614：PHY、621、622、623、624：MAC、630：フレ
ームスイッチング部、640：メモリ、650：CPU、660：コンソール I/O、670：障害管理部、700：フ
レーム解析器、710：フレーム書換器、720：フレーム転送器、730：テーブルサーチ器、740、
1940：フォワーディングテーブル、750：MAC ラーニング器、760：制御フレーム振分け器、770、
1970、2670、3270：OAM 制御器、780、1980、2680：STP 制御器、790、1990、2690：設定制御器、

800、2000 : MAC テーブル、810 : VLAN テーブル、820 : テーブル読込制御部、830 : テーブル書込み制御部、1100 : OAM フレーム種別フィルタ、1110 : ターゲットアドレスフィルタ、1120、2220、2820、3320 : テーブル参照器、1130、2230、2830 : フレーム生成器、1140 : LT Reply フレーム解析器、1150 : TTL 減算器、1160 : フレーム送信器、1201 : CPU、1202 : 主記憶部、1203 : 通信制御部、1204 : 入力部、1205 : インタフェース部、1206 : 補助記憶部、1207 : システムバス、LS1、LS2、LS3、LS4、LS5、LS6、LS7、LS8 : 既存スイッチ、T1、T2 : 端末、t1、t2、ls1、ls2、ls3、ls4、ls5、ls6、ls7、ls8、s1、s2、s3、s4、s5、s6、s7、s8 : MAC アドレス、S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8 : スイッチ、p1、p2、p3 : ポート番号

10 発明を実施するための最良の形態

(第1の実施の形態)

以下、本発明の第1の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。本実施の形態では、従来技術で説明した ITU-T Y.17ethoam における LT 技術をベースに本発明の機能を説明するが、例えばインターネットにおける Trace-route 機能をイーサネット技術に適用した LT 技術等をベースに本発明の機能を適用することも可能である。

(第1の実施の形態の構成)

図1は、本発明を適用する第1の実施の形態の物理ネットワーク構成例を示している。

図1のスイッチ S1~S8 は、いずれも既存のイーサネット機能に加えて、本発明による機能を備えている。各スイッチ間には以下のような接続形態となっている。

スイッチ S1 のポート p2 とスイッチ S2 のポート p1

スイッチ S2 のポート p2 とスイッチ S3 のポート p1

スイッチ S3 のポート p2 とスイッチ S4 のポート p1

スイッチ S4 のポート p2 とスイッチ S5 のポート p2

スイッチ S5 のポート p3 とスイッチ S6 のポート p2

スイッチ S6 のポート p1 とスイッチ S7 のポート p2

スイッチ S7 のポート p1 とスイッチ S8 のポート p2

スイッチ S8 のポート p1 とスイッチ S1 のポート p3

また、スイッチ S1 と S5 は以下のようにユーザ端末と接続している。

スイッチ S1 のポート p1 とユーザ端末 T1

スイッチ S5 のポート p1 とユーザ端末 T2

図2、図3を用いて、本実施の形態の形態によるフレームフォーマットについて説明する。

図2はイーサネットフレーム 400 のフォーマットである。

5 イーサネットフレーム 400 は、宛先 MAC アドレス 410、送信元 MAC アドレス 420、VLAN タグ 430、Type440、ペイロード 450、FCS (Frame Check Sequence) 460 から構成される。

また、図3は、OAM フレームのフォーマットである。

OAM フレーム 500 は、イーサネットフレーム 400 に対して、VLAN タグ 430 の後に、Type フィールドが Type510 に変更され、OpCode 520、Transaction Identifier (TID) 530、TTL 540、ターゲットアドレス 550、LT モード 560 が挿入される。

10 なお、図2、図3に関しては、VLAN タグ 430 が付加されない場合もあるが、本明細書では、VLAN タグ 430 が付加されていることを前提として説明する。

Type510 には OAM 専用の Type 値が格納され、OpCode 520 には OAM フレームの種別値が格納され(本明細書では、LT 制御のみを対象とするが、実際には LT 以外の OAM 制御をサポートするため、OAM フレームの OAM 種別をこのフィールドの値で定義する)、Transaction Identifier (TID) 530 には OAM 制御の実施 ID が格納され、TTL 540 には TTL 値が格納され、ターゲット
15 アドレス 550 には LT のターゲット装置のアドレスが格納され、LT モード 560 には LT を実施する際の通常モードか障害切替モードかを示す値が格納される(通常モード、障害切替モードの説明は後述する)。

20 なお、イーサネット OAM に関する標準化の中では、上記以外に Version フィールド(OAM のバージョンを格納)や ME Level フィールド(OAM の管理エンティティのレベル値を格納)等のフィールドが定義されているが、本明細書では、LT 制御に必要なフィールドのみを記載して説明することとする。

次いで、スイッチ S1~S8 の構成について、図4を用いて説明する。

25 図4のスイッチ 600 は PHY611、612、613、614 と MAC621、622、623、624 とフレームスイッチング部 630 とメモリ 640 と CPU650 とコンソール I/O660 と障害管理部 670 から構成される。

IF601、602、603、604 にはそれぞれ PHY611、612、613、614 が接続され、PHY611、612、613、614 には MAC621、622、623、624 が接続され、MAC621、622、623、624 にはフレームスイッチング部 630 が接続される。

IF601、602、603、604 から入力されるイーサネットフレームは、それぞれ PHY611、612、613、614 と MAC621、622、623、624 を経由してフレームスイッチング部 630 に入力され、フレームスイッチング部 630 において後述する動作により適切な出力 IF が決定され、それぞれ MAC621、622、623、624 と PHY611、612、613、614 を経由して、IF601、602、603、604 に出力される。

PHY611、612、613、614 は、接続する IF601、602、603、604 で障害を検知した場合、障害情報を障害管理部 670 に通知する機能を有する。

障害管理部 670 は、各 IF の状態（正常／障害）を管理しており、PHY611、612、613、614 から障害情報を受信すると、フレームスイッチング部 630 か CPU650 かその両方に障害発生を通知する機能を有する。

また、CPU650 およびメモリ 640 は、フレームスイッチング部 630 の動作を制御するプログラムおよび必要なデータを格納し、フレームスイッチング部 630 に制御指示を行う機能を有する。

また、コンソール I/O660 は、装置内の各部に対する設定管理に関する外部インタフェースとなっている。

図 5 は、フレームスイッチング部 630 の詳細構成を示している。

フレームスイッチング部 630 は、フレーム解析器 700、フレーム書換器 710、フレーム転送器 720、テーブルサーチ器 730、フォワーディングテーブル 740、MAC ラーニング器 750、制御フレーム振分け器 760、OAM 制御器 770、STP 制御器 780、設定制御器 790 とから構成される。

フレームスイッチング部 630 は、前述のように、MAC621～624 から入力されたイーサネットフレームの出力 IF を決定し、所定の IF と接続する MAC621～624 に転送する機能を有する。以降では、フレームスイッチング部 630 の各部について説明する。

フレーム解析器 700 は、MAC621～624 から入力されたフレームを解析し、通常のイーサネットフレーム 400 の主信号データフレームである場合は、ヘッダ情報と入力ポート情報をテーブルサーチ器 730 と MAC ラーニング器 750 に転送する機能と、フレーム全体またはペイロード部分をフレーム書換器 710 に転送する機能とを有し、また、入力フレームが OAM フレーム 500 または STP/RSTP の制御フレームである Bridge Protocol Data Unit（以降、BPDU と記

す)等のその他の制御フレームである場合は、フレーム全体を制御フレーム振分け器 760 に転送する機能を有する。

フレーム解析器 700 は、OAM フレーム 500 については Type フィールド 510 に OAM フレーム専用の Type 値が格納されるため、OAM フレームであることを識別できる。

5 なお、OAM フレーム 500 には様々な種類のフレームが存在するが、本発明では LT のみを対象とし、LT Request フレームと LT Reply フレームのみが転送されることとする。

フレーム書換器 710 は、フレーム解析器 700 から受信した主信号データフレームに対して、テーブルサーチ器 730 から指示があった場合に、フレームの書き換えを行う機能を有する。

10 フレーム書換器 710 は、フレームの書き換えを行う機能としてイーサネットフレーム 400 に対して VLAN タグの挿入や削除を行い、適宜書換処理を行ったフレームをフレーム転送器 720 に転送する機能を有する。

フレーム転送器 720 には、フレーム書換器 710 から主信号データフレームが入力され、制御フレーム振分け器 760 から制御フレームが入力される。

15 フレーム転送器 720 は、主信号データフレームに関しては、フレーム書換器 710 から受信する主信号データフレームをテーブルサーチ器 730 から受信する出力ポートに対応する MAC621~624 に転送する機能を有し、また、制御フレームに関しては、制御フレーム振分け器 760 から受信する制御フレームを同時に受信する出力ポートに対応する MAC621~624 に転送する機能を有する。

20 テーブルサーチ器 730 は、フレーム解析器 700 から受信したヘッダ情報と入力ポート情報を基にフォワーディングテーブル 740 を参照して出力ポート情報を取得する機能を有する。

ここで、出力ポート情報の取得方法を説明する前に、フォワーディングテーブル 740 の構成について説明する。

図 6 は、フォワーディングテーブル 740 の構成例を示すブロック図である。

25 フォワーディングテーブル 740 は、フレームを転送するための情報を格納した各種テーブルを有する。テーブルとしては、MAC アドレスと VLAN タグから出力ポートを取得する MAC テーブル 800 と VLAN タグに基づいて出力ポートを取得する VLAN テーブル 810 がある。

フォワーディングテーブル 740 は、上記 MAC テーブル 800 及び VLAN テーブル 810 と、テーブル書込制御部 820 と、テーブル読込制御部 830 とから構成される。

上記各テーブルへの新たなデータの書込みはテーブル書込制御部 820 を介して行われ、上記各テーブルからのデータの読み出しはテーブル読込制御部 830 を介して行われる。

MAC テーブル 800 と VLAN テーブル 810 の構成は、それぞれ図 7、図 8 に示す通りであり、MAC テーブル 800 では、MAC アドレスと VLAN (Virtual LAN) タグの組に対する出力ポートが格納され、LT フラグフィールドを備える。

LT フラグフィールドには、そのエントリが通常状態のエントリである場合には 0 の値が、そのエントリが障害切替実施時の切替前のエントリである場合には 1 の値が格納される。

また、VLAN テーブル 810 では、VLAN タグに対する出力ポートが格納される。

MAC テーブル 800 は MAC ラーニング器 750 によって更新され、LT フラグフィールドの 0 の値から 1 の値への書き換えは STP 制御器 780 によって実施され、また、VLAN テーブル 810 は STP 制御器 780 によって更新される。

VLAN テーブル 810 の VLAN タグに対する出力ポートは、その VLAN に関する STP のブロッキング状態でないポートが格納される。なお、テーブルの構成については、図 7、図 8 に限定されるわけではない。

テーブルサーチ器 730 は、上述したように、このようなフォワーディングテーブル 740 を参照して、フレーム解析器 700 から受信したフレームヘッダ情報に対する出力ポート情報を取得する機能を有する。

すなわち、テーブルサーチ器 730 は、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、フレーム解析器 700 から受信した MAC_DA (Direction Address) (送信先 MAC アドレス) と VLAN に対する出力ポートを取得する機能を有する。

より詳細には、テーブルサーチ器 730 は、MAC テーブル 800 を参照して、MAC_DA と VLAN に対して、LT フラグフィールドの値が 0 であるエントリが存在する場合、対応するポート情報を取得し、その後、フレーム転送器 720 に出力ポート情報を通知する機能を有し、一方、MAC テーブル 800 に対応するエントリが存在しない場合には、VLAN テーブル 810 を参照して VLAN に対する出力ポートを取得し、その後、フレーム転送器 720 に出力ポート情報を通知する機能を有する。

MAC ラーニング器 750 は、フレーム解析器 700 からヘッダ情報を受信すると、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、受信したヘッダ情報の MAC_SA (Source Address) (送信元 MAC アドレス) と VLAN に対する出力ポートを検索し、エントリが存在

しない場合は、MAC アドレスフィールドに MAC_SA を格納し、VLAN フィールドに VLAN を格納し、出力ポートフィールドに受信ポートを格納し、また、LT フラグフィールドの値を 0 に設定する機能を有する。

5 制御フレーム振分け器 760 は、フレーム解析器 700 から受信した制御フレームを所定の処理器に転送すると共に、処理器から受信した制御フレームおよび出力ポート情報をフレーム転送器 720 に転送する機能を有する。

本構成では、処理器は、OAM 制御器 770 と STP 制御器 780 があり、各々の制御フレームとしては、OAM フレーム 500 と BPDU がある。

10 制御フレーム振分け器 760 は、OAM フレーム 500 をフレーム解析器 700 から受信すると、受信した OAM フレーム 500 を OAM 制御器 770 に転送し、OAM 制御器 770 からの OAM フレーム 500 および出力ポート情報をフレーム転送器 720 に転送する機能を有する。

なお、OAM フレーム 500 は、前述のように、LT Request フレームと LT Reply フレームのみを対象としている。

15 また、制御フレーム振分け器 760 は、BPDU をフレーム解析器 700 から受信すると、受信した BPDU を STP 制御器 780 に転送し、STP 制御器 780 から受信した BPDU および出力ポート情報をフレーム転送器 720 に転送する機能を有する。

OAM 制御器 770 は、設定制御器 790 からの LT 実施要求に応じて LT Request フレームを生成し、フォワーディングテーブル 740 を参照して出力ポートを取得し、制御フレーム振分け器 760 に LT Request フレームを送信する機能を有する。

20 また、OAM 制御器 770 は、他ノードからの LT Request フレームを制御フレーム振分け器 760 から受信すると、TTL 値等の処理を行い、フォワーディングテーブル 740 を参照して出力ポートを取得し、制御フレーム振分け器 760 に LT Request フレームを送信する機能と、送信と同時に LT Reply フレームを生成し、フォワーディングテーブル 740 を参照して出力ポートを取得し、制御フレーム振分け器 760 に LT Reply フレームを送信する機能とを有する。

25 また、OAM 制御器 770 は、他ノードからの LT Reply フレームを制御フレーム振分け器 760 から受信すると、フレーム送信元アドレスと TTL 値を保持し、各々の LT Reply フレームの TTL 値をソーティングすることにより、LT の結果としての経路装置情報を取得する機能と、その取得した結果を、設定制御器 790 に通知する機能とを有する。

以上に OAM 制御器 770 の概要機能を説明したが、以下に図 9 を用いて OAM 制御器 770 の詳細構成を説明する。

図 9 は OAM 制御器 770 の構成図である。OAM 制御器 770 は、OAM フレーム種別フィルタ 1100 とターゲットアドレスフィルタ 1110 とテーブル参照器 1120 とフレーム生成器 1130 と LT Reply フレーム解析器 1140 と TTL 減算器 1150 とフレーム送信器 1160 とから構成される。

OAM フレーム種別フィルタ 1100 は、制御フレーム振分け器 760 から受信する OAM フレームの種別を OAM フレームの Opcode 520 に基づいて判定し、OAM フレームの種別が LT Request フレームである場合、当該フレームをターゲットアドレスフィルタ 1110 に送信し、OAM フレームの種別が LT Reply フレームである場合、当該フレームを LT Reply フレーム解析器 1140 に送信する機能を有する。

LT Reply フレーム解析器 1140 は、OAM フレーム種別フィルタ 1100 から LT Reply フレームを受信すると、LT Reply フレームの MAC_SA フィールド 420 から LT Reply フレームの送信元アドレスを取得し、TTL フィールド 540 から TTL 値を取得する機能と、Transaction-ID が等しい LT Reply フレームに関して、送信元アドレスと TTL 値をリスト化し、TTL 値を降順にソーティングする機能とを有する。

また、LT Reply フレーム解析器 1140 は、フレーム生成器 1130 からタイマエクスパイアの通知を受けると、ソーティングしたその時のリストを LT の結果とし、設定制御器 790 に対して当該結果を通知する機能を有する。

なお、結果のリストには、LT Request 発生装置からターゲット装置に向けて、経由する装置のアドレスが順番に格納される。

ターゲットアドレスフィルタ 1110 は、LT Request フレームのターゲットアドレスをターゲットアドレスフィールド 550 から取得し、ターゲットアドレスが他ノードである場合、フレームをテーブル参照器 1120 と TTL 減算器 1150 に送信し、ターゲットアドレスが自ノードである場合、TTL 減算器 1150 のみに送信する機能を有する。

TTL 減算器 1150 は、LT Request フレームの TTL 値を TTL フィールド 540 から取得し、TTL 値を 1 減算し、TTL 値が 1 減算された LT Request フレームをフレーム送信器 1160 に送信する機能と、LT Request フレームの送信元アドレス(=LT Reply フレームの送信先アドレス)と 1 減算した TTL 値をフレーム生成器 1130 に送信し、LT Reply フレームの生成を指示する機能とを有する。

フレーム生成器 1130 は、設定制御器 790 から LT 実施要求を受信すると、設定制御器 790 から受信したターゲットアドレス情報をターゲットアドレスフィールド 550 に格納し、通常モード/障害切替モードのいずれかのモード情報を LT モードフィールド 560 に格納して LT Request フレームを生成し、生成した LT Request フレームをフレーム送信器 1160 に送信する機能を有する。

ここで、通常モードとは、その時点での MAC アドレス学習状況に従った LT であり、現在の転送経路を確認できるモードである。一方、障害切替モードとは、障害切替実施前の MAC アドレス学習状況に従った LT であり、障害箇所を特定できるモードである。

また、フレーム生成器 1130 は、LT Request フレームには、Request フレームに対する Reply フレームの対応付けを判別するための ID を Transaction-ID フィールド (TID) 530 に格納する機能と、格納と同時にターゲットアドレス情報とモード情報をテーブル参照器 1120 に送信する機能とを有する。

また、フレーム生成器 1130 は、TTL 減算器 1150 から生成指示を受けると LT Reply フレームを生成する機能を有する。

ここで、フレーム生成器 1130 は、TTL 減算器 1150 から生成指示を受けると、LT Reply フレームの送信先アドレス情報と TTL 値、Transaction-ID に基づいて LT Reply フレームを生成し、生成した LT Reply フレームをフレーム送信器 1160 に送信し、生成した LT Reply フレームの送信と同時に送信先アドレス情報をテーブル参照器 1120 に送信する機能を有する。

テーブル参照器 1120 は、フレーム生成器 1130 から LT Request フレームのターゲットアドレス情報とモード情報を受信すると、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、対応する出力ポート情報を取得し、その出力ポート情報をフレーム送信器 1160 に送信する機能を有する。

テーブル参照器 1120 は、ターゲットアドレスフィルタ 1110 から LT Request フレームを受信している場合、フレーム内からターゲットアドレス情報とモード情報を抽出し、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、対応する出力ポート情報を取得し、その出力ポート情報をフレーム送信器 1160 に送信する機能を有する。

また、テーブル参照器 1120 は、フレーム生成器 1130 から LT Reply フレームの送信先アドレス情報を受信すると、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、対

応する出力ポート情報を取得し、その出力ポート情報をフレーム送信器 1160 に送信する機能を有する。

フレーム送信器 1160 は、フレーム生成器 1130 から受信した LT Request フレーム、または TTL 減算器 1150 から受信した LT Request フレーム、またはフレーム生成器 1130 から受信した LT Reply フレームとテーブル参照器 1120 から受信した対応する出力ポート情報をペアにして、制御フレーム振分け器 760 に転送する機能を有する。

さらに、フレーム送信器 1160 は、送信した LT Request フレームの有効期限を計測するために、その LT Request フレームの Transaction ID に関して X 秒間(例えば 5 秒間)有効なタイマを起動し、タイマがエクスパイアしたら、LT Reply フレーム解析器 1140 に通知する機能を有する。

STP 制御器 780 は、制御フレーム振分け器 760 から受信した BPDU に基づいて STP/RSTP のポート情報の更新処理などを行い、BPDU を再作成し、隣接のスイッチに転送すべく、BPDU と出力ポート情報を制御フレーム振分け器 760 に転送する機能を有する。

上記ポート情報の更新処理や BPDU の再作成処理は、IEEE802.1D/w/s 等に従うため、ここでは詳細な記述は省略する。

通常の STP/RSTP の動作に従うと、障害発生時に STP/RSTP を再構築する従来の過程において、トポロジ変更メッセージを受信した場合、そのメッセージを受信したポートにおいて学習済みである MAC アドレスエントリをフラッシュする。これに対して、本発明では、トポロジ変更メッセージ受信時にフラッシュすべきアドレスに対して、フラッシュせずに、MAC テーブル 800 の LT フラグフィールドの値を 0 から 1 に更新する。この処理により、従来技術と同様に通常の MAC アドレスエントリ (LT フラグフィールド=0) と共に、障害切替実施時の切替前の MAC アドレスエントリ (LT フラグフィールド=1) を保持することができる。

設定制御器 790 は、図 4 のコンソール I/O660 経由で入力された設定情報を、CPU650 を介して受信し、適切な処理器に対し設定処理を行う機能を有する。

具体的には、設定制御器 790 は、コンソール I/O 経由で入力された LT 実施要求を受信すると、OAM 制御器 770 に対して LT の実施を指示する (LT Request メッセージの生成を指示する) 機能を有する。この機能は、ここでは、ターゲット装置のアドレスおよび通常時 LT か障害切替前 LT のいずれかのモード情報を OAM 制御器 770 に渡す機能である。また、設定制御

器 790 は、LT 制御が完了すると、OAM 制御器 770 によって実施された LT の結果を受信し、受信した LT の結果を CPU650 を介してコンソール I/O 経由で出力する機能を有する。

また、設定制御器 790 は、OAM 制御器 770 や STP 制御器 780 に対して、パラメータ設定も行う機能を有する。

5 ここで、スイッチ S1～S8 のハードウェア構成の説明をする。

図 10 は、本実施の形態による物理ネットワーク上のスイッチ S1～S8 のハードウェア構成を示すブロック図である。

10 図 10 を参照すると、本発明によるスイッチ S1～S8 は、一般的なコンピュータ装置と同様のハードウェア構成によって実現することができ、CPU (Central Processing Unit) 1201 (図 4、CPU650)、RAM (Random Access Memory) 等のメインメモリであり、データの作業領域やデータの一時退避領域に用いられる主記憶部 1202、ネットワークを介してデータの送受信を行う通信制御部 1203 (図 4、IF601～IF604、PHY611～PHY614)、キーボードやマウス等の入力部 1204 (図 4、コンソール I/O660)、周辺機器と接続してデータの送受信を行う
15 インタフェース部 1205、ROM (Read Only Memory)、磁気ディスク、半導体メモリ等の不揮発性メモリから構成されるハードディスク装置である補助記憶部 1206 (図 4、メモリ 640)、本情報処理装置の上記各構成要素を相互に接続するシステムバス 1207 等を備えている。

20 本発明によるスイッチ S1～S8 は、その動作を、スイッチ S1～S8 内部にそのような機能を実現するプログラムを組み込んだ、LSI (Large Scale Integration) 等のハードウェア部品からなる回路部品を実装してハードウェア的に実現することは勿論として、上記した各構成要素の各機能を提供するプログラムを、コンピュータ処理装置上の CPU 1201 で実行することにより、ソフトウェア的に実現することができる。

25 すなわち、CPU 1201 は、補助記憶部 1206 に格納されているプログラムを、主記憶部 1202 にロードして実行し、スイッチ S1～S8 の動作を制御することにより、上述した各機能をソフトウェア的に実現する。

(第 1 の実施の形態の動作)

以上説明した構成を有するスイッチ S1～S8 からなる図 1 のネットワークにおいて、端末 2 から端末 T1 に対して LT を実施する場合について、本実施の形態の LT 実施方法について

説明する。本実施の形態の方法を用いると、ターゲット装置までの転送経路を確認すると共に、従来技術では不可能であった障害切替後の障害箇所特定が可能となる。

(OAM制御器 770 における処理フロー)

上記において OAM 制御器 770 の概要機能及び詳細構成を説明したが、以下に図 1 1 ~ 図 1 3 を用いて OAM 制御器 770 の詳細動作を説明する。

OAM 制御器 770 は、LT の制御に関して、自ノードから LT Request フレームを発生する場合の制御と、自ノードで LT Reply フレームを終端する場合の制御と、他ノードからの LT Request フレームを中継すると共に、LT Reply フレームを生成する場合の制御とが存在する。各々の制御について、処理フローを用いて説明する。

(自ノードから LT Request フレームを発生させる場合の制御)

図 1 1 は、自ノードから LT Request フレームを発生させる場合の制御の処理フローを示している。

ステップ S101 において、フレーム生成器 1130 は、I/O コンソール経由で、設定制御器 790 より LT 実施要求を受信する。設定制御器 790 からの LT 実施要求には、LT を実施するターゲット装置のアドレス情報、および、通常モード/障害切替モードのモード情報が含まれる。

ここで、上述したように、通常モードとは、その時点での MAC アドレス学習状況に従った LT であり、現在の転送経路を確認できるモードであり、また、障害切替モードとは、障害切替実施前の MAC アドレス学習状況に従った LT であり、障害箇所を特定できるモードである。

フレーム生成器 1130 は、ステップ S102 において、ターゲットアドレス情報とモード情報に基づき、LT Request フレームを生成し、生成した LT Request フレームをフレーム送信器 1160 に転送する。

また、フレーム生成器 1130 は、ステップ S103 において、ターゲットアドレス情報とモード情報をテーブル参照器 1120 に転送する。

その後、ステップ S104 において、テーブル参照器 1120 は、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、ターゲットアドレスとモード情報が適合するエントリを検索し、該当する出力ポート情報を取得し、フレーム送信器 1160 に転送する。

フレーム送信器 1160 は、ステップ S105 において、ステップ S102 で送信された LT Request フレームと、ステップ S104 で送信された出力ポート情報をペアにして、制御フレーム振分け器 760 に転送すると共に、送信した LT Request フレームの有効期間を計測するためのタイマを起動する。以上により、LT Request フレームの生成処理は完了する。

5 (自ノードで LT Reply フレームを終端する場合の制御)

次いで、自ノードで LT Reply フレームを終端する場合の制御について、図 1 2 を用いて説明する。

10 OAM フレーム種別フィルタ 1100 は、ステップ S201 において、制御フレーム振分け器 760 より LT Reply フレームを受信すると、ステップ S202 において、受信フレームを LT Reply フレームと判別し、LT Reply フレーム解析器 1140 に転送する。

15 ステップ S203 において、LT Reply フレーム解析器 1140 は、受信した LT Reply フレームの MAC_SA から LT Reply フレームの送信元装置、すなわち、LT しているターゲット装置までの中途に位置する装置のアドレスを取得する。同時に、LT Reply フレームに格納される TTL 値を抽出する。そして、同一の Transaction-ID の LT Reply フレームに関して、アドレス情報と TTL 値をリスト化し、TTL 値に基づいて降順にソートする。

一方、図 1 1 のステップ S105 で起動したタイマがエキスパイアしたら、ステップ S204 において、フレーム送信器 1160 は、LT Reply フレーム解析器 1140 に対し、該当する Transaction-ID に関するタイマエキスパイアを通知する。これにより、LT Reply フレーム解析器 1140 は、ソートされたその時点でのリストを LT の結果とする。

20 そして、ステップ S205 において、LT Reply フレーム解析器 1160 は、当該結果のリストを設定制御器 790 に通知する。以上により、LT Reply フレームを終端する場合の処理は完了する。

(他ノードからの LT Request フレームを中継すると共に、LT Reply フレームを生成する場合の制御)

25 他ノードからの LT Request フレームを中継すると共に、LT Reply フレームを生成する場合の制御について、図 1 3 を用いて説明する。

OAM フレーム種別フィルタ 1100 は、ステップ S301 において、制御フレーム振分け器 760 より LT Request フレームを受信すると、ステップ S302 において、受信フレームを LT Request フレームと判別し、ターゲットアドレスフィルタ 1110 に転送する。

ターゲットアドレスフィルタ 1110 は、ステップ S 303 において、LT Request フレームのターゲットアドレスが自ノードか、他ノードかを判定する。

その結果、ターゲットアドレスが他ノードである場合、ターゲットアドレスフィルタ 1110 は、ステップ S 304 において、ターゲットアドレス情報とモード情報をテーブル参照器 1120 に転送する。

その後、ステップ S 305 において、テーブル参照器 1120 は、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、ターゲットアドレスとモード情報が適合するエントリを検索し、対応する出力ポート情報を取得する。出力ポート情報を取得すると、テーブル参照器 1120 は、その情報をフレーム送信器 1160 に転送する。

また、ステップ S 303 においてターゲットアドレスが他ノードである場合、ターゲットアドレスフィルタ 1110 は、ステップ S 306 において、LT Request フレームを TTL 減算器 1150 に転送する。

TTL 減算器 1150 は、ステップ S 307 において、LT Request フレームの TTL 値を 1 減算し、LT Request フレームをフレーム送信器 1160 に転送する。

フレーム送信器 1160 は、ステップ S 308 において、ステップ S 305 で受信した出力ポート情報とステップ S 307 で受信した LT Request フレームを制御フレーム振分け器 760 に転送する。以上で LT Request フレームの中継転送処理は完了する。

一方、ステップ S 303 における判定の結果、ターゲットアドレスが自ノードである場合、ステップ S 309 において、ターゲットアドレスフィルタ 1110 は、LT Request フレームを TTL 減算器 1150 に転送する。

TTL 減算器 1150 は、ステップ S 310 において、LT Request フレームの TTL 値を 1 減算し、LT Request フレームをフレーム送信器 1160 に転送する。

さらに、ステップ S 311 以降で、LT Reply フレームの生成処理が行なわれる。

ステップ S 311 において、TTL 減算器 1150 は、フレーム生成器 1130 に対して、LT Request フレームの発信元アドレスと TTL 値を通知し、LT Reply フレームの生成を指示する。

フレーム生成器 1130 は、ステップ S 312 において、発信元アドレス情報と TTL 値に基づいて LT Reply フレームを生成し、フレーム送信器 1160 に転送する。

また、フレーム生成器 1130 は、ステップ S 313 において、転送先アドレス (LT Request フレームの発信元アドレス) をテーブル参照器 1120 に転送する。

テーブル参照器 1120 は、ステップ S 314 においてフォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、転送先アドレスに対する出力ポート情報を取得し、取得した出力ポート情報をフレーム送信器 1160 に転送する。

5 フレーム送信器 1160 は、ステップ S 315 において、ステップ S 312 で受信した LT Reply フレームとステップ S 314 で受信した出力ポート情報を制御フレーム振分け器 760 に転送する。

以上により、他ノードからの LT Request フレームを中継すると共に、LT Reply フレームを生成する場合の処理は完了する。

次いで、本発明を用いた場合の MAC テーブル 800 の設定例について説明する。

10 図 1 のネットワークにおいて、通常状態で MAC アドレスラーニングが完了している場合の MAC テーブル 800 を図 1 4 に示す。

ここで、VLAN は X とし、スイッチ S1～S8 において、MAC#t1&VLAN#X と MAC#t2&VLAN#X のエントリが格納されている。各エントリでは、LT フラグは通常モードであるため、0 の値が設定されている。

15 ここで、図 1 のネットワークにおいて、図 1 5 に示すようにスイッチ S2 とスイッチ S3 の間のリンクに障害が発生したとする。このような場合、STP/RSTP の手順に従って、BPDU が交換され、スイッチ S6 とスイッチ S7 の間のリンクがアクティブなリンクとなり、トポロジが再構築される。

この過程における MAC テーブル 800 の設定状態を図 1 6 に示した。

20 図 1 6 では、障害を検知したスイッチ S2 のポート p2 とスイッチ S3 のポート p1 のエントリがフラッシュされる。

また、本発明の特徴として、トポロジ変更メッセージを受信したポートのエントリが従来技術のようにフラッシュされるのではなく、そのエントリについては LT フラグが 1 に変更され、エントリとしては残される。

25 一例を説明すると、スイッチ S1 のポート p2 ではスイッチ S2 からのトポロジ変更メッセージを受信し、その際、ポート p2 で学習している MAC#t2&VLAN#X のエントリをフラッシュするのではなく、LT フラグを 0 から 1 に書き換えて、エントリは残す。

同様の処理は、スイッチ S4 の MAC#t1&VLAN#X のエントリ、スイッチ S5 の MAC#t1&VLAN#X のエントリ、スイッチ S6 の MAC#t1&VLAN#X のエントリと MAC#t2&VLAN#X のエントリ、スイッチ S7 の MAC#t1&VLAN#X のエントリと MAC#t2&VLAN#X のエントリ、スイッチ S8 の MAC#t1&

VLAN#X のエントリと MAC#t2&VLAN#X のエントリについて行なわれており、いずれも LT フラグ=1 のエントリとして残っている。

図 1 5 のネットワークでフレーム転送が再開された後の MAC テーブル 800 の設定状態を図 1 7 に示した。

- 5 新たなトポロジ上で学習された MAC アドレスエントリに関しては、LT フラグ=0 として、各ノードの MAC テーブル 800 に格納される。

ここで、各エントリは LT フラグも含めて管理されており、例えば、スイッチ S1 の MAC テーブル 800 において、MAC#t2&VLAN#X は 2 エントリ存在するが、もともとあったエントリは LT フラグ=1 であり、その後学習したエントリは LT フラグ=0 として、別エントリとしてテ
10 ーブルに格納される。

(障害箇所の特定処理)

このような図 1 7 の MAC テーブルの状態である場合に、図 1 5 のネットワークにおいて、端末 T2 から端末 T1 をターゲット装置とした障害切替モードにおける LT が実施された場合について以下に説明する。

- 15 送信元の端末 T2 は、LT Request フレームを送信する(TTL の初期値を 255 とする)。

端末 T2 から LT Request フレームを受信したスイッチ S5 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#X でかつ障害切替モードである LT フラグ=1 のエントリを図 1 7 の MAC テーブル 800 から検索する。

- 20 スイッチ S5 は、その結果、ポート p2 を取得し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=254)をポート p2 に対して転送する。

また、スイッチ S5 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=254 を格納した LT Reply フレームを返信する。

- 25 スイッチ S5 のポート p2 側の次段のノードであるスイッチ S4 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#X でかつ障害切替モードである LT フラグ=1 のエントリを図 1 7 の MAC テーブル 800 から検索する。

その結果、スイッチ S4 は、ポート p1 を取得し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=253)をポート p1 に対して転送する。

また、スイッチ S4 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=253 を格納した LT Reply フレームを返信する。

スイッチ S4 のポート p1 側の次段のノードであるスイッチ S3 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#X でかつ障害切替モードである LT フラグ=1 のエントリを図 1 7 の MAC テーブル 800 から検索する。

5 その結果、該当するエントリが存在しないため、スイッチ S3 は、LT Request フレームを廃棄し、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTI 値を 1 減算した LT Reply フレーム (TTL 値=252) を返信する。

一方、LT Request フレームの発行元装置である端末 T2 を見てみると、スイッチ S5 からの LT Reply フレーム (TTL=254)、スイッチ S4 からの LT Reply フレーム (TTL=253)、スイッチ S3 からの LT Reply フレーム (TTL=252) を受信している。

10 端末 T2 では、これを TTL を降順になるよう、アドレスをソートすると、スイッチ S5→スイッチ S4→スイッチ S3 となる。タイマエクスパイアした結果、それ以外の Reply フレームが端末 T2 で受信されないと、これが LT の結果となる。

15 この結果には、ターゲット装置である端末 T1 が含まれないため、端末 T1 までの間で障害が起こったことが分かり、Reply フレームのソート結果により、スイッチ S3 までは生き残っており、その先で何らかの障害が発生したことが確認できる。

このように、本実施の形態の方法を用いると、障害発生時に障害切替を行なった後に LT を実施したとしても、切替前の経路上で LT を実施することが可能であり、障害箇所を特定することができる。

(現在の転送経路の確認処理)

20 当然のことながら、現在の転送経路を確認することも可能である。図 1 5 のネットワークにおいて、端末 T2 から端末 T1 をターゲット装置とした通常モードにおける LT を行うと、現在の転送経路を確認できる。

25 送信元の端末 T2 は、LT Request フレームを送信すると (TTL の初期値を 255 とする)、LT Request フレームを受信したスイッチ S5 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#X でかつ通常モードである LT フラグ=0 のエントリを図 1 7 の MAC テーブル 800 から検索する。

スイッチ S5 は、その結果、ポート p3 を取得し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=254) をポート p3 に対して転送する。

また、スイッチ S5 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=254 を格納した LT Reply フレームを返信する。

5 スイッチ S5 のポート p3 側の次段のノードであるスイッチ S6 は、ターゲット装置である
 端末 T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#X でかつ通常モードである LT フラグ=0 のエントリを検索
 すると、ポート p1 が得られるため、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=253) をポート
 p1 に対して転送する。

 また、スイッチ S6 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=253 を格納した
 LT Reply フレームを返信する。

10 同様に、各スイッチで、MAC#t1&VLAN#X< フラグ#0 のエントリを検索して、Request フ
 レーム転送処理、Reply フレーム生成処理を繰り返すことにより、スイッチ S7 (TTL=252)、ス
 イッチ S8 (TTL=251)、スイッチ S1 (TTL=250)、端末 T1 (TTL=249) からの LT Reply フレームが端末
 T2 に到着する。

15 端末 T2 では、TTL を降順になるよう、アドレスをソートすると、スイッチ S5→スイッチ
 S6→スイッチ S7→スイッチ S8→スイッチ S1→端末 T1 となる。タイマエクスパイアした結果、
 それ以外の Reply フレームが端末 T2 で受信されないと、これが LT の結果となり、ターゲッ
 ト装置である端末 T1 までの転送経路上の装置を確認できる。

 (第 1 の実施の形態の効果)

20 以上説明したように、本実施の形態の方法を用いると、障害発生時に障害切替を行った場
 合に、切替前の MAC アドレスエントリをフラッシュするのではなく、切替前のエントリであ
 ることを示すフラグを付加することにより、障害切替後にも切替前の MAC アドレスエントリ
 を保持する。

25 そして、障害発生時の障害切替後に LT を実施する場合、LT 要求時に現在の転送経路を確
 認する通常モードか、障害箇所を特定するための障害切替モードかを指定することで、障害
 切替モードを指定した場合には、MAC テーブルにおいて、切替前の MAC アドレスエントリに
 したがって、LT Request フレームを転送することにより、障害発生箇所の手前のノードまで
 LT Request フレームが到着することができ、各ノードでの LT Reply フレームの返信により、
 障害箇所を特定することが可能である。

 (第 2 の実施の形態)

本発明の他の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

(第2の実施の形態の構成)

図18は、第2の実施の形態のフレームスイッチング部630の詳細構成を示している。

図18では、図5で示した第1の実施の形態のフレームスイッチング部630に対して、
5 フォワーディングテーブル740がフォワーディングテーブル1940に、OAM制御器770がOAM制御器1970に、STP制御器780がSTP制御器1980に、設定制御器790が設定制御器1990に変更されている。以降では、第1の実施の形態との差分を中心に第2の実施の形態の説明する。

まず、フォワーディングテーブル1940について説明する。

フォワーディングテーブル1940は、フォワーディングテーブル740に対して、MACテーブル
10 ル800が図19に示すMACテーブル2000に変更されている。すなわち、MACテーブル2000は、MACテーブル800で導入されたLTフラグフィールドが削除されており、LTフラグフィールドによって行っていた通常モード/障害切替モードの判別を、本実施の形態では後ほど説明するSTP制御器1980がMACテーブル2000のMACアドレスを一部変換することによって、通常モード/障害切替モードを判別することとなる。

15 続いて、STP制御器1980について説明する。

STP制御器1980は、STP制御器780と同様に、IEEE802.1D/w/s等に従ったSTP/RSTPの処理を行う。

STP制御器780は、通常のSTP/RSTPの処理に加えて、本発明の特徴的な処理として、トポ
20 ロジー変更メッセージ受信時にフラッシュすべきアドレスに対して、フラッシュせずに、MACテーブル800のLTフラグフィールドの値を0から1に更新する機能を有していた。

これに対して、本実施の形態のSTP制御器1980は、トポロジー変更メッセージ受信時にフラッシュすべきアドレスに対して、フラッシュせずに、MACテーブル2000のMACアドレスを一部変換する機能を有する。

具体的には、STP制御器1980は、図20に示すように、通常のMACアドレスにおいて、マ
25 ルチキャストビットとして定義されている8ビット目のビットを1の値に変換する機能を有する。

通常状態においてMACテーブル2000で学習されているMACアドレスはユニキャストアドレスであり、マルチキャストビットは0の値であることから、このビットを通常モード/障害切替モードの判別に利用する。

また、マルチキャスト MAC アドレスを持ったフレームは MAC テーブル 2000 ではなくマルチキャスト用の別テーブルを参照するため、MAC テーブル 2000 のエントリのマルチキャストビットを変換しても、フレームの転送処理において誤動作が生じることもない。

5 本実施の形態は、この STP 制御器 1980 の機能により、従来技術と同様に通常の MAC アドレスエントリ (マルチキャストビット=0) を保持すると共に、障害切替実施時の切替前の MAC アドレスエントリ (マルチキャストビット=1) を保持することができる。

・続いて、OAM 制御器 1970 について説明する。

10 OAM 制御器 1970 の基本構成は、OAM 制御器 770 と同様である。差分は、図 2 1 に示すように、テーブル参照器 1120 がテーブル参照器 2220 に、フレーム生成器 1130 がフレーム生成器 2230 に変更されている点である。

機能の差分は以下の通りである。

フレーム生成器 1130 は、設定制御器 790 から LT 実施要求を受信すると、設定制御器 790 から受信したターゲットアドレス情報、通常モード/障害切替モードのいずれかのモード情報を元に LT Request フレームを生成していた。

15 これに対して、本実施の形態では、通常モード/障害切替モードのモードの区別は MAC アドレスのマルチキャストビットで判別される。

そのため、フレーム生成器 2230 は、設定制御器 1990 からはターゲットアドレス情報のみを受信し、LT Request フレームを生成する機能を有する。

20 つまり、本実施の形態では、LT Request フレームには、通常モード/障害切替モードのモード情報を格納する LT モードフィールド 560 はなく、ターゲットアドレス自体にその情報が含まれる。

ターゲットアドレスのマルチキャストビットが 0 の値である場合は、通常モードを示しており、その時点での MAC アドレス学習状況に従った LT を行うことで、現在の転送経路を確認できる。

25 一方、ターゲットアドレスのマルチキャストビットが 1 の値である場合は、障害切替モードを示しており、障害切替実施前の MAC アドレス学習状況に従った LT を行うことで、障害箇所を特定できる。

テーブル参照器 1120 は、フレーム生成器 1130 から LT Request フレームのターゲットアドレス情報とモード情報を受信すると、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を

参照して、ターゲットアドレス情報&モード情報に対応する出力ポート情報を取得する機能を有していた。

これに対して、テーブル参照器 2220 は、フォワーディングテーブル 1940 の MAC テーブル 2000 を参照して、モード情報を含んでいるターゲットアドレス情報に対する出力ポート情報を取得する機能を有する。

最後に、設定制御器 1990 について説明する。

設定制御器 1990 は、設定制御器 790 の機能に対して、コンソール I/O 経由で入力された LT 実施要求を OAM 制御器 770 に通知する機能が変更される。

具体的には、設定制御器 790 は OAM 制御器 770 に対して LT 実施要求を通知する際、ターゲット装置のアドレスおよび通常モードか障害切替モードのいずれかの情報を渡す機能を有していた。

これに対して、設定制御器 1990 は、LT 実施要求の LT 実施モードが通常モードである場合、そのままのターゲットアドレスを OAM 制御器 1970 に通知する機能を有し、LT 実施要求の LT 実施モードが障害切替モードである場合、ターゲットアドレスのマルチキャストビット (8 ビット目) を 1 の値に変換したアドレスを OAM 制御器 1970 に通知する機能を有することから、いずれの場合にもモード情報は通知しない。

本実施の形態では、モード情報がターゲットアドレスに含まれており、設定制御器 1990 において要求モードに応じてターゲットアドレスを変換することにより、モード情報を送る必要はなく、中継ノードはターゲットアドレスのみを参照して LT を実施すればよい仕組みとなっている。

(第 2 の実施の形態の動作)

以上説明した構成を有するスイッチ S1~S8 からなる図 1、図 15 のネットワークにおいて、端末 T2 から端末 T1 に対して LT を実施する場合について、本実施の形態の LT 実施方法について説明する。本実施の形態の方法を用いると、ターゲット装置までの転送経路を確認すると共に、従来技術では不可能であった障害切替後の障害箇所特定が可能となる。

OAM 制御器 1970 のテーブル参照器 2220 とフレーム生成器 2230 の構成及び機能の一部変更に伴い、図 11、図 13 の処理フローも一部変更となったことから、第 1 の実施の形態との差分を中心に第 2 の実施の形態における図 11、図 13 の処理フローの説明する。

(自ノードから LT Request フレームを発生させる場合の制御)

図1 1の自ノードからLT Request フレームを発生させる場合の制御の処理フローの変更点は以下の通りである。

ステップS101において、フレーム生成器2230が設定制御器790から受信するLT実施要求には、LTを実施するターゲット装置のアドレス情報が含まれる。

5 フレーム生成器2230は、ステップS102において、ターゲットアドレス情報に基づき、LT Request フレームを生成し、生成したLT Request フレームをフレーム送信器1160に転送する。

また、フレーム生成器2230は、ステップS103において、ターゲットアドレス情報をテーブル参照器2220に転送する。

10 その後、ステップS104において、テーブル参照器2220は、フォワーディングテーブル1940のMACテーブル2000を参照して、ターゲットアドレスが適合するエントリを検索し、該当する出力ポート情報を取得し、フレーム送信器1160に転送する。

このように、第1の実施の形態では通常モード/障害切替モードの情報を独立した情報として保持していたのに対し、本実施の形態では、モード情報がターゲットアドレス情報に含まれるため、ターゲットアドレス情報のみを交換する。

15 (他ノードからのLT Request フレームを中継すると共に、LT Reply フレームを生成する場合の制御)

次いで、図1 3の他ノードからのLT Request フレームを中継すると共に、LT Reply フレームを生成する場合の制御の処理フローの変更点は以下の通りである。

20 ステップS303の判定の結果、ターゲットアドレスが他ノードである場合、ターゲットアドレスフィルタ1110は、ステップS304において、ターゲットアドレス情報をテーブル参照器2220に転送する。

その後、ステップS305において、テーブル参照器2220は、フォワーディングテーブル1940のMACテーブル2000を参照して、ターゲットアドレス情報が適合するエントリを検索し、対応する出力ポート情報を取得する。

25 このように、図1 1の場合と同様に、第1の実施の形態では通常モード/障害切替モードの情報を独立した情報として保持していたのに対し、本実施の形態では、モード情報がターゲットアドレス情報に含まれるため、ターゲットアドレス情報のみを交換する。

次いで、本発明を用いた場合のMACテーブル2000の設定例について説明する。

図1のネットワークにおいて、通常状態でMACアドレスラーニングが完了している場合のMACテーブル2000を図22に示す。

ここで、VLANはXとし、また、端末T1のMACアドレスを0x 00 00 4c 00 00 01、端末T2のMACアドレスを0x 00 00 4c 00 00 02としており、スイッチS1～S8において、MAC#0x 00 00 4c 00 00 01&VLAN#XとMAC#0x 00 00 4c 00 00 02&VLAN#Xのエントリが格納されている。

ここで、図1のネットワークにおいて、図15に示すようにスイッチS2とスイッチS3の間のリンクに障害が発生したとする。このような場合、STP/RSTPの手順に従って、BPDUが交換され、スイッチS6とスイッチS7の間のリンクがアクティブなリンクとなり、トポロジが再構築される。

この過程におけるMACテーブル2000の設定状態を図23に示した。

図23では、障害を検知したスイッチS2のポートp2とスイッチS3のポートp1のエントリがフラッシュされる。

また、本発明の特徴として、トポロジ変更メッセージを受信したポートのエントリが従来技術のようにフラッシュされるのではなく、そのエントリについては、MACアドレスのマルチキャストビット(8ビット目)が1の値に変更され、エントリとしては残される。

一例を説明すると、スイッチS1のポートp2ではスイッチS2からのトポロジ変更メッセージを受信し、その際、ポートp2で学習しているMAC#0x 00 00 4c 00 00 02&VLAN#Xのエントリをフラッシュするのではなく、マルチキャストビットを0の値から1の値に書き換えて、MAC#0x 01 00 4c 00 00 02&VLAN#Xのエントリとして残す。

同様の処理は、スイッチS4のMAC#0x 00 00 4c 00 00 01&VLAN#Xのエントリ、スイッチS5のMAC#0x 00 00 4c 00 00 01&VLAN#Xのエントリ、スイッチS6のMAC#0x 00 00 4c 00 00 01&VLAN#XのエントリとMAC#0x 00 00 4c 00 00 02&VLAN#Xのエントリ、スイッチS7のMAC#0x 00 00 4c 00 00 01&VLAN#XのエントリとMAC#0x 00 00 4c 00 00 02&VLAN#Xのエントリ、スイッチS8のMAC#0x 00 00 4c 00 00 01&VLAN#XのエントリとMAC#0x 00 00 4c 00 00 02&VLAN#Xのエントリについて行なわれており、いずれもマルチキャストビット=1、すなわち、0x 01 00 4c 00 00 01又は0x 01 00 4c 00 00 02のエントリとして残っている。

その後、図15のネットワークでフレーム転送が再開された後のMACテーブル2000の設定状態を図24に示した。

図 2 4 に示すように、新たなトポロジ上で学習された MAC アドレスエントリに関しては、通常 MAC アドレスエントリとして、MAC#0x 00 00 4c 00 00 01&VLAN#X、MAC#0x 00 00 4c 00 00 02&VLAN#X が、各ノードの MAC テーブル 2000 に格納される。

(障害箇所の特定処理)

- 5 このような図 2 4 の MAC テーブルの状態である場合に、図 1 5 のネットワークにおいて、端末 T2 から端末 T1 をターゲット装置とした障害切替モードにおける LT が実施された場合について、以下に説明する。

送信元の端末 T2 は、LT Request フレームを送信する(TTL の初期値を 255 とする)。ここで、障害切替モードの LT のため、端末 T1 のターゲットアドレスは 0x 01 00 4c 00 00 01 となる。

- 10 端末 T2 から LT Request フレームを受信したスイッチ S5 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#0x 01 00 4c 00 00 01&VLAN#X のエントリを図 2 4 の MAC テーブル 2000 から検索する。

スイッチ S5 は、その結果、ポート p2 を取得し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=254) をポート p2 に対して転送する。

- 15 また、スイッチ S5 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=254 を格納した LT Reply フレームを返信する。

スイッチ S5 のポート p2 側の次段のノードであるスイッチ S4 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#0x 01 00 4c 00 00 01&VLAN#X のエントリを図 2 4 の MAC テーブル 2000 から検索する。

- 20 その結果、スイッチ S4 は、ポート p1 を取得し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=253) をポート p1 に対して転送する。

また、スイッチ S4 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=253 を格納した LT Reply フレームを返信する。

- 25 スイッチ S4 のポート p1 側の次段のノードであるスイッチ S3 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#0x 01 00 4c 00 00 01&VLAN#X のエントリを図 2 4 の MAC テーブル 2000 から検索する。

その結果、該当するエントリが存在しないため、スイッチ S3 は、LT Request フレームを廃棄し、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTI 値を 1 減算した LT Reply フレーム (TTL 値=252) を返信する。

一方、LT Request フレームの発行元装置である端末 T2 を見てみると、スイッチ S5 からの LT Reply フレーム (TTL=254)、スイッチ S4 からの LT Reply フレーム (TTL=253)、スイッチ S3 からの LT Reply フレーム (TTL=252) を受信している。

5 端末 T2 では、これを TTL が降順になるよう、アドレスをソートすると、スイッチ S5→スイッチ S4→スイッチ S3 となる。タイマエクスパイアした結果、それ以外の Reply フレームが端末 T2 で受信されないと、これが LT の結果となる。

この結果には、ターゲット装置である端末 T1 が含まれないため、端末 T1 までの間で障害が起こったことが分かり、Reply フレームのソート結果により、スイッチ S3 までは生き残っており、その先で何らかの障害が発生したことが確認できる。

10 このように、本実施の形態の方法を用いると、障害発生時に障害切替を行った後に LT を実施したとしても、切替前の経路上で LT を実施することが可能であり、障害箇所を特定することができる。

(現在の転送経路の確認処理)

15 当然のことながら、現在の転送経路を確認することも可能である。図 15 のネットワークにおいて、端末 T2 から端末 T1 をターゲット装置とした通常モードにおける LT を行うと、現在の転送経路を確認できる。

ここで、通常モードの LT のため、端末 T1 のターゲットアドレスは 0x 00 00 4c 00 00 01 となる。送信元の端末 T2 は、LT Request フレームを送信すると (TTL の初期値を 255 とする)、LT Request フレームを受信したスイッチ S5 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス
20 MAC#0x 00 00 4c 00 00 01&VLAN#X のエントリを図 24 の MAC テーブル 2000 から検索する。

その結果、スイッチ S5 は、ポート p3 を取得し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=254) をポート p3 に対して転送する。

また、スイッチ S5 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=254 を格納した LT Reply フレームを返信する。

25 スイッチ S5 のポート p3 側の次段のノードであるスイッチ S6 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#0x 00 00 4c 00 00 01&VLAN#X のエントリを検索すると、ポート p1 が得られるため、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=253) をポート p1 に対して転送する。

また、スイッチ S6 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=253 を格納した LT Reply フレームを返信する。

同様に、各スイッチで、MAC#0x 00 00 4c 00 00 01 & VLAN#X のエントリを検索して、Request フレーム転送処理、Reply フレーム生成処理を繰り返すことにより、スイッチ S7 (TTL=252)、スイッチ S8 (TTL=251)、スイッチ S1 (TTL=250)、端末 T1 (TTL=249)からの LT Reply フレームが端末 T2 に到着する。

- 5 端末 T2 では、TTL を降順になるよう、アドレスをソートすると、スイッチ S5→スイッチ S6→スイッチ S7→スイッチ S8→スイッチ S1→端末 T1 となる。

タイマエクスパイアした結果、それ以外の Reply フレームが端末 T2 で受信されないと、これが LT の結果となり、ターゲット装置である端末 T1 までの転送経路上の装置を確認できる。

- 10 ここまでの説明では、MAC アドレスのマルチキャストビット(上位 8 ビット目)を通常モードと障害切替モードを区別するビットとして使用してきた。

MAC-in-MAC 技術のように MAC アドレスを自由に設定できる場合には、任意のビットをモード識別用に割り当てることにより、同様の効果を得ることができる。

- 15 例えば、最上位ビットをモード識別用に割り当てると、上記の例のターゲット装置である端末 T1 の MAC アドレスは、通常モードでは、MAC#0x 00 00 4c 00 00 01 となり、障害切替モードでは、MAC#0x 80 00 4c 00 00 01 となるため、上記の例の障害切替モードにおけるアドレスを MAC#0x 01 00 4c 00 00 01 から MAC#0x 80 00 4c 00 00 01 と置き換えることで、同様の効果を得ることができる。

(第 2 の実施の形態の効果)

- 20 以上説明したように、本実施の形態の方法を用いると、障害発生時に障害切替を行った場合に、切替前の MAC アドレスエントリをフラッシュするのではなく、MAC アドレスの一部ビットを変換して、切替前のエントリであることを示すことにより、障害切替後にも切替前の MAC アドレスエントリを保持する。

- 25 そして、障害発生時の障害切替後に LT を実施する場合、LT 要求時に現在の転送経路を確認する通常モードか、障害箇所を特定するための障害切替モードかを指定することで、ターゲットアドレスを通常モード用アドレスか、障害切替モード用アドレスを使用して LT を行う。

その結果、障害切替モードを指定した場合には、MAC テーブルにおいて、切替前の MAC アドレスエントリにしたがって、LT Request フレームを転送することにより、障害発生箇所の

手前のノードまで LT Request フレームが到着することができ、各ノードでの LT Reply フレームの返信により、障害箇所を特定することが可能である。

(第3の実施の形態)

5 本発明の他の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

(第3の実施の形態の構成)

図25は、第3の実施の形態のフレームスイッチング部630の詳細構成を示している。

図25では、図18で示した第2の実施の形態のフレームスイッチング部630に対して、OAM制御器1970がOAM制御器2670に、STP制御器1980がSTP制御器2680に、設定制御器1990が設定制御器2690に変更されている。以降では、第2の実施の形態との差分を中心に本実施の形態を説明する。

まず、STP制御器2680について説明する。

STP制御器2680は、STP制御器780、STP制御器1980と同様に、IEEE802.1D/w/s等に従ったSTP/RSTPの処理を行う機能を有する。

15 STP制御器2680は、通常のSTP/RSTPの処理に加えて、本発明の特徴的な処理として、トポロジー変更メッセージ受信時にフラッシュすべきアドレスに対して、フラッシュせずに、MACテーブル2000のVLANタグを一部変換する機能を有する。

具体的には、STP制御器2680は、図26に示すように、通常のVLANタグのPriority値(3ビット)に関して、もともと割り付けられているPriority値をリザーブされている「010」に変換する機能を有する。

通常状態においてMACテーブル2000で学習されているエントリのPriority値はデフォルトの場合、「000」であり、IEEE802.1pに準拠してPriority対応して、全てのPriority値を使用している場合、「000」、「001」、「011」、「100」、「101」、「110」、「111」が使用されている。

25 すなわち、Priority値として「010」は使用されないことから、障害切替モードの場合、STP制御器2680がVLANタグのPriority値を「010」に変換することにより、Priority値が通常モード/障害切替モードの判別に利用される。

本実施の形態は、この機能により、従来技術と同様に通常の MAC アドレスエントリ (VLAN タグ Priority=元々の割付値) を保持すると共に、障害切替実施時の切替前の MAC アドレスエントリ (VLAN タグ Priority=010) を保持することができる。

続いて、図 27 を用いて OAM 制御器 2670 について説明する。

5 図 27 に示すように、OAM 制御器 2670 は、OAM 制御器 1970 のフレーム生成器 2230 がフレーム生成器 2830 に、テーブル参照器 2220 がテーブル参照器 2820 に変更される。

OAM 制御器 2670 の機能は、OAM 制御器 1970 の機能とほぼ同様である。差分は、OAM 制御器 1970 は、通常モードと障害切替モードの区別を MAC アドレスのマルチキャストビットで行う機能を有していたのに対し、OAM 制御器 2670 は、その区別を VLAN タグの Priority 値で行う機能
10 機能を有する点である。

フレーム生成器 2830 は、設定制御器 2690 からはターゲットアドレス情報のみを受信し、LT Request フレームを生成する機能を有する。

本実施の形態において、ターゲットアドレスの VLAN タグ Priority 値が「010」以外の値である場合は、通常モードを示しており、その時点での MAC アドレス学習状況に従った LT を行うことで、現在の転送経路を確認でき、一方、ターゲットアドレスの VLAN タグ Priority
15 値が「010」である場合は、障害切替モードを示しており、障害切替実施前の MAC アドレス学習状況に従った LT を行うことで、障害箇所を特定できる。

テーブル参照器 2820 は、フォーワーディングテーブル 1940 の MAC テーブル 2000 を参照して、モード情報を含んでいるターゲットアドレス情報(モード情報は VLAN タグの Priority フィールドに含まれる)に対する出力ポート情報を取得する機能を有する。
20

最後に、設定制御器 2690 について説明する。

設定制御器 1990 は、コンソール I/O 経由で入力された LT 実施要求を OAM 制御器 1970 に通知する際、LT 実施要求の LT 実施モードが通常モードである場合、そのままのターゲットアドレスを OAM 制御器 1970 に通知し、LT 実施要求の LT 実施モードが障害切替モードである場合、ターゲットアドレスのマルチキャストビット(8 ビット目)を 1 の値に変換したアドレスを OAM 制御器 1970 に通知する機能を有していた。
25

これに対して、設定制御器 2670 は、LT 実施要求の LT 実施モードが通常モードである場合は、設定制御器 1970 と同様にそのままのターゲットアドレスを OAM 制御器 2670 に通知し、

LT 実施要求の LT 実施モードが障害切替モードである場合は、ターゲットアドレスの VLAN タグ Priority 値を「010」に変換して、OAM 制御器 2670 に通知する機能を有する。

(第 3 の実施の形態の動作)

5 以上説明した構成及び機能を有するスイッチ S1～S8 からなる図 1、図 15 のネットワークにおいて、端末 T2 から端末 T1 に対して LT を実施する場合について、本実施の形態の LT 実施方法について説明する。本実施の形態の方法を用いると、ターゲット装置までの転送経路を確認すると共に、従来技術では不可能であった障害切替後の障害箇所特定が可能となる。

まず、本実施の形態を用いた場合の MAC テーブル 2000 の設定例について説明する。

10 図 1 のネットワークにおいて、通常状態で MAC アドレスラーニングが完了している場合の MAC テーブル 2000 を図 28 に示す。

ここで、VLAN は、Priority 値がデフォルトの「000」、CFI 値が 0、VID が 0000 0000 0001 としている。なお、TPID=0x8100 の記載は省略している。

15 また、端末 T1 の MAC アドレスを t1、端末 T2 の MAC アドレスを t2 とし、スイッチ S1～S8 において、MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 と MAC#t2&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリが格納されている。

ここで、図 1 のネットワークにおいて、図 15 に示すようにスイッチ S2 とスイッチ S3 の間のリンクに障害が発生したとする。このような場合、STP/RSTP の手順に従って、BPDU が交換され、スイッチ S6 とスイッチ S7 の間のリンクがアクティブなリンクとなり、トポロジが再構築される。この過程における MAC テーブル 2000 の設定状態を図 29 に示した。

20 図 29 では、障害を検知したスイッチ S2 のポート p2 とスイッチ S3 のポート p1 のエントリがフラッシュされる。

また、本実施の形態の特徴として、トポロジ変更メッセージを受信したポートのエントリが従来技術のようにフラッシュされるのではなく、そのエントリについては、VLAN タグの Priority 値が元々の設定値「000」から「010」に変更され、エントリとしては残される。

25 一例を説明すると、スイッチ S1 のポート p2 ではスイッチ S2 からのトポロジ変更メッセージを受信し、その際、ポート p2 で学習している MAC#t2&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリをフラッシュするのではなく、VLAN Priority 値を「000」から「010」に書き換えて、MAC#t2&VLAN#0100 0000 0000 0001 のエントリとして残す。

同様の処理は、スイッチ S4 の MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリ、スイッチ S5 の MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリ、スイッチ S6 の MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリと MAC#t2&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリ、スイッチ S7 の MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリと MAC#t2&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリ、スイッチ S8 の MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリと MAC#t2&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリについて行なわれており、いずれも VLAN Priority=010、すなわち、VLAN#0100 0000 0000 0001 のエントリとして残っている。

図 15 のネットワークでフレーム転送が再開された後の MAC テーブル 2000 の設定状態を図 30 に示した。

新たなトポロジー上で学習された MAC アドレスエントリに関しては、通常 MAC アドレスエントリとして、MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001、MAC#t2&VLAN#0000 0000 0000 0001 が各ノードの MAC テーブル 2000 に格納される。

(障害箇所の特定処理)

このような図 30 の MAC テーブルの状態である場合に、図 15 のネットワークにおいて、端末 T2 から端末 T1 をターゲット装置とした障害切替モードにおける LT が実施された場合について、以下に説明する。

送信元の端末 T2 は、LT Request フレームを送信する(TTL の初期値を 255 とする)。

ここで、障害切替モードの LT のため、端末 T1 のターゲットアドレスは MAC#t1&VLAN#0100 0000 0000 0001 となる。

端末 T2 から LT Request フレームを受信したスイッチ S5 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#0100 0000 0000 0001 のエントリを図 30 の MAC テーブル 2000 から検索する。

その結果、スイッチ S5 は、ポート p2 を取得し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=254) をポート p2 に対して転送する。

また、スイッチ S5 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=254 を格納した LT Reply フレームを返信する。

スイッチ S5 のポート p2 側の次段のノードであるスイッチ S4 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#0100 0000 0000 0001 のエントリを図 30 の MAC テーブル 2000 から検索する。

その結果、スイッチ S4 は、ポート p1 を取得し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=253) をポート p1 に対して転送する。

また、スイッチ S4 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=253 を格納した LT Reply フレームを返信する。

- 5 スイッチ S4 のポート p1 側の次段のノードであるスイッチ S3 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#0100 0000 0000 0001 のエントリを図 30 の MAC テーブル 2000 から検索する。

その結果、スイッチ S3 は、該当するエントリが存在しないため、LT Request フレームは廃棄し、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値を 1 減算した LT Reply フレーム (TTL 値=252) を返信する。

一方、LT Request フレームの発行元装置である端末 T2 を見てみると、スイッチ S5 からの LT Reply フレーム (TTL=254)、スイッチ S4 からの LT Reply フレーム (TTL=253)、スイッチ S3 からの LT Reply フレーム (TTL=252) を受信している。

- 15 端末 T2 では、これを TTL が降順になるよう、アドレスをソートすると、スイッチ S5→スイッチ S4→スイッチ S3 となる。タイマエクスパイアした結果、それ以外の Reply フレームが端末 T2 で受信されないと、これが LT の結果となる。

この結果には、ターゲット装置である端末 T1 が含まれないため、端末 T1 までの間で障害が起こったことが分かり、Reply フレームのソート結果により、スイッチ S3 までは生き残っており、その先で何らかの障害が発生したことが確認できる。

- 20 このように、本実施の形態の方法を用いると、障害発生時に障害切替を行った後に LT を実施したとしても、切替前の経路上で LT を実施することが可能であり、障害箇所を特定することができる。

(現在の転送経路の確認処理)

- 25 当然のことながら、現在の転送経路を確認することも可能である。端末 T2 は、端末 T1 をターゲット装置とした通常モードにおける LT を行くと、現在の転送経路を確認できる。

ここで、通常モードの LT のため、端末 T1 のターゲットアドレスは MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 となる。送信元の端末 T2 は、LT Request フレームを送信すると (TTL の初期値を 255 とする)、LT Request フレームを受信したスイッチ S5 は、ターゲット装置である端末

T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリを図 30 の MAC テーブル 2000 から検索する。

その結果、スイッチ S5 は、ポート p3 を取得し、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=254) をポート p3 に対して転送する。

- 5 また、スイッチ S5 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=254 を格納した LT Reply フレームを返信する。

スイッチ S5 のポート p3 側の次段のノードであるスイッチ S6 は、ターゲット装置である端末 T1 のアドレス MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリを検索すると、ポート p1 が得られるため、TTL 値を 1 減算した Request フレーム (TTL=253) をポート p1 に対して転送する。

- 10 また、スイッチ S6 は、Request 発行元装置である端末 T2 に対して、TTL 値=253 を格納した LT Reply フレームを返信する。

同様に、各スイッチで、MAC#t1&VLAN#0000 0000 0000 0001 のエントリを検索して、Request フレーム転送処理、Reply フレーム生成処理を繰り返すことにより、スイッチ S7 (TTL=252)、スイッチ S8 (TTL=251)、スイッチ S1 (TTL=250)、端末 T1 (TTL=249) からの LT Reply フレームが端
15 末 T2 に到着する。

端末 T2 では、TTL を降順になるよう、アドレスをソートすると、スイッチ S5→スイッチ S6→スイッチ S7→スイッチ S8→スイッチ S1→端末 T1 となる。タイマエクスパイアした結果、それ以外の Reply フレームが端末 T2 で受信されないと、これが LT の結果となり、ターゲット装置である端末 T1 までの転送経路上の装置を確認できる。

- 20 (第 3 の実施の形態の効果)

以上説明したように、本実施の形態の方法を用いると、障害発生時に障害切替を行った場合に、切替前の MAC アドレスエントリをフラッシュするのではなく、VLAN タグの一部ビットを変換して、切替前のエントリであることを示すことにより、障害切替後にも切替前の MAC アドレスエントリを保持する。

- 25 そして、障害発生時の障害切替後に LT を実施する場合、LT 要求時に現在の転送経路を確認する通常モードか、障害箇所を特定するための障害切替モードかを指定することで、ターゲットアドレスを通常モード用アドレスか、障害切替モード用アドレスを使用して LT を行う。

その結果、障害切替モードを指定した場合には、MAC テーブルにおいて、切替前の MAC アドレスエントリにしたがって、LT Request フレームを転送することにより、障害発生箇所の手前のノードまで LT Request フレームが到着することができ、各ノードでの LT Reply フレームの返信により、障害箇所を特定することが可能である。

5

(第 4 の実施の形態)

本発明の第 4 の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

(第 4 の実施の形態の構成)

図 3 1 は、第 4 の実施の形態のフレームスイッチング部 630 の詳細構成を示している。

10

図 3 1 では、図 1 8 で示した第 2 の実施の形態のフレームスイッチング部 630 に対して、OAM 制御器 1970 が OAM 制御器 3270 に変更され、設定制御器 1990 が第 1 の実施の形態の設定制御器 790 になっている。

15

本実施の形態と第 2 の実施の形態との差分は、第 2 の実施の形態と同様に、通常モードと障害切替モードの判別は MAC アドレスのマルチキャストビットで行うものの、モードに応じたターゲットアドレスのアドレス変換を行う機能を第 2 の実施の形態のように設定制御器 1990 が有するのではなく、OAM 制御器 3270 が有する点である。

また、第 2 の実施の形態では、設定制御器 1990 は LT 実施要求のターゲットアドレスをアドレス変換して OAM 制御器 1970 に渡す機能を有していたのに対して、本実施の形態では、設定制御器 1990 は第 1 の実施の形態の設定制御器 790 となっており、LT 実施要求のモード情報を OAM 制御器 3270 に渡す機能を有し、OAM 制御器 3270 が、モード情報を格納した LT Request フレームを生成する機能を有する。以降では、第 2 の実施の形態との差分を中心に本実施の形態を説明する。

20

OAM 制御器 3270 について説明する。

25

OAM 制御器 3270 の基本構成は、OAM 制御器 1970 と同様である。差分は、図 3 2 に示すように、テーブル参照器 2220 がテーブル参照器 3320 に変更され、フレーム生成器 2230 が第 1 の実施の形態のフレーム生成器 1130 となっている点である。

機能の差分は以下の通りである。

テーブル参照器 2220 は、フレーム生成器 2230 やターゲットアドレスフィルタ 1110 から受信したモード情報を含んでいるターゲットアドレス情報に基づいて、フォワーディングテー

ブル 1940 の MAC テーブル 2000 を参照して、ターゲットアドレス情報に対する出力ポート情報を取得する機能を有していた。

これに対して、テーブル参照器 3320 は、フレーム生成器 1130 やターゲットアドレスフィルタ 1110 から LT Request フレームのターゲットアドレス情報とモード情報を受信すると、モード情報に従ってターゲットアドレス情報を変換し、変換後のターゲットアドレス情報に基づいて、フォワーディングテーブル 1940 の MAC テーブル 2000 を参照して、対応する出力ポート情報を取得する機能を有する。

モード情報に従ったターゲットアドレス情報の変換方法は、第 2 の実施の形態において、設定制御器 1990 が行っていた方法と同様である。

具体的には、モード情報が通常モードである場合には、ターゲットの MAC アドレスはそのまま保持する。一方、モード情報が障害切替モードである場合には、ターゲットの MAC アドレスのマルチキャストビット(上位 8 ビット目)を 0 の値から 1 の値に変換する。

フォワーディングテーブル 1940 の MAC テーブル 2000 は、STP 制御器 1980 によって、通常モードの MAC アドレスエントリと障害切替モードの MAC アドレスエントリの双方が保持されるようになっており、テーブル参照器 3320 がアドレス変換したアドレスによってフォワーディングテーブル 1940 の MAC テーブル 2000 を検索すると、モードに応じた出力ポートを得ることができる。

(第 4 の実施の形態の動作)

OAM 制御器 3270 のテーブル参照器 3320 の構成及び機能の一部変更に伴い、図 11、図 13 の処理フローも一部変更となる。

(自ノードから LT Request フレームを発生する場合の制御)

図 11 の自ノードから LT Request フレームを発生する場合の制御の処理フローの変更点はステップ S104 である。

ステップ S104 において、テーブル参照器 1120 は、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、ターゲットアドレスとモード情報が適合するエントリを検索し、該当する出力ポート情報を取得し、フレーム送信器 1160 に転送していたのに対し、テーブル参照器 3320 は、モード情報に従ってターゲットアドレスを変換し、変換後のターゲットアドレスを元にフォワーディングテーブル 1940 の MAC テーブル 2000 を参照して、出力ポート情報を取得し、フレーム送信器 1160 に転送する。

(他ノードからの LT Request フレームを中継すると共に、LT Reply フレームを生成する場合の制御)

次いで、図 1 3 の他ノードからの LT Request フレームを中継すると共に、LT Reply フレームを生成する場合の制御の処理フローの変更点はステップ S 305 である。これは上述のステップ S 104 の動作と同様である。

ステップ S 305 において、テーブル参照器 1120 は、フォワーディングテーブル 740 の MAC テーブル 800 を参照して、ターゲットアドレスとモード情報が適合するエントリを検索し、対応する出力ポート情報を取得し、その情報をフレーム送信器 1160 に転送していた。

これに対し、テーブル参照器 3320 は、モード情報に従ってターゲットアドレスを変換し、変換後のターゲットアドレスを元にフォワーディングテーブル 1940 の MAC テーブル 2000 を参照して、出力ポート情報を取得し、フレーム送信器 1160 に転送する。

なお、以上説明した構成及び機能を有するスイッチ S1～S8 からなる図 1 のネットワークにおいて、端末 T2 から端末 T1 に対して LT を実施する場合の本実施の形態の LT 実施例については、図 2 2～図 2 4 を用いた第 2 の実施の形態の説明と同様となるため、ここでは割愛する。

また、本実施の形態では、モード情報に応じたアドレス変換方法を第 2 の実施の形態で説明したターゲットアドレスの MAC アドレスのマルチキャストビットを用いる方法を適用して説明した。

アドレス変換方法については、第 3 の実施の形態で説明したターゲットアドレスの VLAN タグの Priority ビットを用いる方法も適用可能である。その場合は、図 3 1 の STP 制御器 1970 が第 3 の実施の形態の STP 制御器 2670 に変更される。

また、図 3 2 のテーブル参照器 3320 のアドレス変換方法がモード情報に応じてマルチキャストビットを変換するのではなく、モード情報が通常モードである場合は、そのままのターゲットアドレスを保持し、モード情報が障害切替モードである場合は、ターゲットアドレスの VLAN タグ Priority 値を「010」に変換することによって、本実施の形態の説明と同様に、モード情報に応じたアドレス変換を LT Request フレームの発行ノードの設定制御器が行うのではなく、ネットワーク内の各ノードの OAM 制御器で行うことにより、障害発生時の障害箇所特定の LT を実施可能である。

(第 4 の実施の形態の効果)

以上説明したように、本実施の形態の方法を用いると、障害発生時に障害切替を行った場合に、切替前の MAC アドレスエントリをフラッシュするのではなく、MAC アドレスの一部ビットを変換して、切替前のエントリであることを示すことにより、障害切替後にも切替前の MAC アドレスエントリを保持する。

- 5 そして、障害発生時の障害切替後に LT を実施する場合、LT 要求時に現在の転送経路を確認する通常モードか、障害箇所を特定するための障害切替モードかを指定することで、ターゲットアドレスを通常モード用アドレスか、障害切替モード用アドレスを使用して LT を行う。

- 10 その結果、障害切替モードを指定した場合には、MAC テーブルにおいて、切替前の MAC アドレスエントリにしたがって、LT Request フレームを転送することにより、障害発生箇所の手前のノードまで LT Request フレームが到着することができ、各ノードでの LT Reply フレームの返信により、障害箇所を特定することが可能である。

請求の範囲

1. 送信元端末から送信されるデータフレームを宛先端末に転送するネットワークのフレーム転送経路確認方法において、

5 ネットワーク構成変更時に、フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残し、

前記要求メッセージを前記識別情報を付与して残したアドレスに基づいて転送して経路確認することを特徴とするフレーム転送経路確認方法。

10 2. 送信元端末から送信されるデータフレームを宛先端末に転送するネットワークのフレーム転送経路確認方法において、

ネットワーク構成変更時に、フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残し、

15 前記要求メッセージを通常アドレスに基づいて転送して経路確認するか、または、前記識別情報を付与して残したアドレスに基づいて転送して経路確認することを特徴とするフレーム転送経路確認方法。

3. 前記ネットワークが、ノードがターゲットノードに対してホップ数を格納した要求メッセージを送信し、中継ノードおよび前記ターゲットノードは前記ホップ数を減算した応答メッセージを要求メッセージ送信元ノードに返信し、前記送信元ノードが前記ホップ数に従って前記応答メッセージの並べ替えを行うことにより、前記送信元ノードから前記ターゲットノードまでの経路ノード情報を取得するネットワークであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のフレーム転送経路確認方法。

25 4. 前記ネットワークは、ノードがターゲットノードに対してホップ数を格納した要求メッセージを送信し、中継ノードは前記ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した前記要求メッセージを転送すると共に前記ホップ数を減算した応答メッセージを要求メッセージ送信元ノードに返信し、前記ターゲットノードは前記ホップ数を減算した応答メッセージを要求メッセージ送信元ノードに返信し、前記送信元ノードは前記応答メッセージの前記ホ

ップ数に従って降順または昇順に前記応答メッセージの並べ替えを行い、前記応答メッセージの送信元アドレスによって、前記送信元ノードから前記ターゲットノードまでの経路ノード情報を取得するネットワークであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のフレーム転送経路確認方法。

5

5. 前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残す際に、

前記フォワーディングテーブルにおいて、ネットワーク構成変更前と変更後を示すフラグフィールドを設け、ネットワーク構成変更時にフラグの値をオンに変更し、

10

前記要求メッセージに前記フラグ情報を格納して、通常アドレスに従って転送するか、または、前記識別情報を付与して残したアドレスにしたがって転送して経路確認するかを指定して、経路確認することを特徴とする請求項2から請求項4のいずれか1項に記載のフレーム転送経路確認方法。

15

6. 前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残す際に、

前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換し、

20

前記要求メッセージに通常アドレスまたは変換後アドレスを格納して、通常アドレスに従って転送するか、または、前記変換後アドレスにしたがって転送して経路確認するかを指定して、経路確認することを特徴とする請求項2から請求項4のいずれか1項に記載のフレーム転送経路確認方法。

25

7. 前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残す際に、

前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換し、

前記要求メッセージに前記フラグ情報を格納して、通常アドレスに従って転送するか、または、前記識別情報を付与して残したアドレスにしたがって転送して経路確認するかを指定

して、前記識別情報を付与して残したアドレスに従う場合には前記各中継ノードにおいてアドレス変換したアドレスにしたがって前記要求メッセージを転送して経路確認することを特徴とする請求項2から請求項4のいずれか1項に記載のフレーム転送経路確認方法。

- 5 8. 前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードのMACアドレスの任意のビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換することを特徴とする請求項6又は請求項7に記載のフレーム転送経路確認方法。
- 10 9. 前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードのMACアドレスの上位8ビット目のマルチキャストビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換することを特徴とする請求項8に記載のフレーム転送経路確認方法。
- 15 10. 前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードのVLANタグの任意のビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換することを特徴とする請求項6又は請求項7に記載のフレーム転送経路確認方法。
- 20 11. 前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードのVLANタグのPriorityビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換することを特徴とする請求項10に記載のフレーム転送経路確認方法。
- 25 12. 前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードのVLANタグのPriorityビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時のアドレス変換時に割り当てられていたPriority値を「010」に変換することを特徴とする請求項11に記載のフレーム転送経路確認方法。

1 3. 送信元端末から送信されるデータフレームを宛先端末に転送するネットワーク上のノードにおいて、

前記データフレームのアドレスに対する出力ポートを保持するフォワーディングテーブルと、

5 ネットワーク構成変更時に、前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残すテーブル書換処理部と、

ターゲットノードに対してホップ数を減算した前記要求メッセージを転送する際に、前記要求メッセージを通常アドレスに基づいて転送するか、または、前記識別情報を付与して残したアドレスに基づいて転送する運用保守制御部とを備えることを特徴とするノード。

10

1 4. 前記運用保守制御部は、ターゲットノードに対して前記ホップ数を格納した要求メッセージを生成、送信し、前記ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した前記要求メッセージを転送し、前記ホップ数を減算した応答メッセージを要求メッセージ送信元ノードに返信し、前記応答メッセージを受信すると前記ホップ数に従って降順または昇順に前記
15 応答メッセージの並べ替えを行い、前記応答メッセージの送信元アドレスによって、前記送信元ノードから前記ターゲットノードまでの経路ノード情報を取得することを特徴とする請求項 1 3 に記載のノード。

15

1 5. 前記フォワーディングテーブルは、さらに、ネットワーク構成変更前と変更後を示すフラグ情報を保持し、
20

前記テーブル書換処理部は、ネットワーク構成変更時に、前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し、前記フラグ情報を変更して前記アドレスを残し、

前記フラグ情報を含むフレーム転送経路確認要求を前記運用保守制御部に対して発行する
25 設定制御部を備え、

前記運用保守制御部は、前記ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した前記要求メッセージを転送する際に、前記要求メッセージをネットワーク構成変更後の通常アドレスに従って転送するか、または、前記フラグ情報がオンであるネットワーク構成変更前のアドレスに従って転送することを特徴とする請求項 1 3 又は請求項 1 4 に記載のノード。

25

16. 前記テーブル書換処理部は、ネットワーク構成変更時に、前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し、前記アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換
5 を行い、

ネットワーク構成変更後の経路確認を行う際には通常アドレスをターゲットアドレスとしてフレーム転送経路確認要求とし、ネットワーク構成変更前の経路確認を行う際には前記変換後アドレスをターゲットアドレスとしてフレーム転送経路確認要求として、前記運用保守制御部に対して発行する設定制御部を備え、

10 前記運用保守制御部は、前記ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した前記要求メッセージを転送する際に、前記要求メッセージに格納されるネットワーク構成変更後の通常アドレスに従って転送するか、または、前記要求メッセージに格納されるネットワーク構成変更前の変換後アドレスに従って転送することを特徴とする請求項13又は請求項14に記載のノード。

17. 前記テーブル書換処理部は、ネットワーク構成変更時に、前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し、前記アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換
15 を行い、

20 ネットワーク構成変更前と変更後を示す前記フラグ情報を含むフレーム転送経路確認要求を前記運用保守制御部に対して発行する設定制御部を備え、

前記運用保守制御部は、前記ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した前記要求メッセージを転送する際に、前記要求メッセージに格納される前記フラグ情報がオフの場合はネットワーク構成変更後の通常アドレスに従って転送し、前記要求メッセージに格納される前記フラグ情報がオンの場合は前記アドレス変換を行い、変換後アドレスに従って転送
25 することを特徴とする請求項13又は請求項14に記載のノード。

18. 前記テーブル書換処理部が、前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

前記アドレスの一部ビットが前記ターゲットノードの MAC アドレスの任意のビットであることを特徴とする請求項 16 又は請求項 17 に記載のノード。

19. 前記テーブル書換処理部が、前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

前記アドレスの一部ビットが前記ターゲットノードの MAC アドレスの上位 8 ビット目のマルチキャストビットであることを特徴とする請求項 18 に記載のノード。

20. 前記テーブル書換処理部が、前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

前記アドレスの一部ビットが前記ターゲットノードの VLAN タグの任意のビットであることを特徴とする請求項 16 又は請求項 17 に記載のノード。

21. 前記テーブル書換処理部が、前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

前記アドレスの一部ビットが前記ターゲットノードの VLAN タグの Priority ビットであることを特徴とする請求項 20 に記載のノード。

22. 前記テーブル書換処理部が、前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

前記アドレスの一部ビットを前記ターゲットノードのVLANタグのPriorityビットとして、アドレス変換時に割り当てられていたPriority値を「010」に変換することを特徴とする請求項21に記載のノード。

5 23. 前記フレームがイーサネットフレームであり、前記アドレスがMACアドレスまたはVLANタグであることを特徴とする請求項13から請求項22のいずれか1項に記載のノード。

10 24. 送信元端末から送信されるデータフレームを宛先端末に転送するネットワーク上のノードで実行させるフレーム転送経路確認プログラムであって、

ネットワーク構成変更時に、前記データフレームの前記アドレスに対する出力ポートを保持するフォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残すテーブル書換機能と、

15 ターゲットノードに対してホップ数を減算した前記要求メッセージを転送する際に、前記要求メッセージを通常アドレスに基づいて転送するか、または、前記識別情報を付与して残したアドレスに基づいて転送する運用保守制御機能とを前記ノードに持たせることを特徴とするフレーム転送経路確認プログラム。

20 25. 前記テーブル書換処理機能は、

ネットワーク構成変更時に、前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し、前記アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換を行い、

25 ネットワーク構成変更後の経路確認を行う際には通常アドレスをターゲットアドレスとしてフレーム転送経路確認要求とし、ネットワーク構成変更前の経路確認を行う際には前記変換後アドレスをターゲットアドレスとしてフレーム転送経路確認要求として、前記運用保守制御部に対して発行する設定制御機能を前記ノードに持たせ、

前記運用保守制御機能は、

前記ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した前記要求メッセージを転送する際に、前記要求メッセージに格納されるネットワーク構成変更後の通常アドレスに従って転送

するか、または、前記要求メッセージに格納されるネットワーク構成変更前の変換後アドレスに従って転送することを特徴とする請求項 2 4 に記載のフレーム転送経路確認プログラム。

2 6. 前記テーブル書換処理機能は、

5 ネットワーク構成変更時に、前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し、前記アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換を行い、

ネットワーク構成変更前と変更後を示す前記フラグ情報を含むフレーム転送経路確認要求を前記運用保守制御部に対して発行する設定制御機能を前記ノードに持たせ、

10 前記運用保守制御機能は、

前記ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した前記要求メッセージを転送する際に、前記要求メッセージに格納される前記フラグ情報がオフの場合はネットワーク構成変更後の通常アドレスに従って転送し、前記要求メッセージに格納される前記フラグ情報がオン
15 の場合は前記アドレス変換を行い、変換後アドレスに従って転送することを特徴とする請求項 2 4 に記載のフレーム転送経路確認プログラム。

2 7. 前記テーブル書換処理機能は、

前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードの MAC アドレスの任意のビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更
20 時にアドレス変換することを特徴とする請求項 2 5 または請求項 2 6 に記載のフレーム転送経路確認プログラム。

2 8. 前記テーブル書換処理機能は、

前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードの MAC アドレスの上位 8
25 ビット目のマルチキャストビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換することを特徴とする請求項 2 7 に記載のフレーム転送経路確認プログラム。

2 9. 前記テーブル書換処理機能は、

前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードのVLANタグの任意のビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換することを特徴とする請求項25又は請求項26に記載のフレーム転送経路確認プログラム。

5

30. 前記テーブル書換処理機能は、

前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードのVLANタグのPriorityビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換することを特徴とする請求項29に記載のフレーム転送経路確認プログラム。

10

31. 前記テーブル書換処理機能は、

前記フォワーディングテーブルにおいて、前記ターゲットノードのVLANタグのPriorityビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時のアドレス変換時に割り当てられていたPriority値を「010」に変換することを特徴とする請求項30に記載のフレーム転送経路確認プログラム。

15

32. 送信元端末から送信されるデータフレームを宛先端末に転送するネットワーク上のノードで実行させるフレーム転送経路確認プログラムであって、

20

ネットワーク構成変更時に、前記データフレームの前記アドレスに対する出力ポートおよびネットワーク構成変更前と変更後を示すフラグ情報を保持するフォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し、前記フラグ情報を変更して前記アドレスを残すテーブル書換処理機能と、

前記フラグ情報を含むフレーム転送経路確認要求を発行する設定制御機能と、

25

前記フレーム転送経路確認要求を受け取り、ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した前記要求メッセージを転送する際に、前記要求メッセージをネットワーク構成変更後の通常アドレスに従って転送するか、または、前記フラグ情報がオンであるネットワーク構成変更前のアドレスに従って転送する運用保守制御機能とを前記ノードに持たせることを特徴とするフレーム転送経路確認プログラム。

3 3. 運用保守制御機能は、

ターゲットノードに対してホップ数を格納した要求メッセージを生成、送信し、前記ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した前記要求メッセージを転送し、前記ホップ数を減算した応答メッセージを要求メッセージ送信元ノードに返信し、前記応答メッセージを受信すると前記ホップ数に従って降順または昇順に前記応答メッセージの並べ替えを行い、前記応答メッセージの送信元アドレスによって、前記送信元ノードから前記ターゲットノードまでの経路ノード情報を取得することを特徴とする請求項 2 4 から請求項 3 3 のいずれか 1 項に記載のフレーム転送経路確認プログラム。

3 4. 送信元端末から送信されるデータフレームを宛先端末に転送するネットワークのフレーム転送経路確認システムにおいて、

ネットワーク構成変更時に、フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残し、

前記要求メッセージを前記識別情報を付与して残したアドレスに基づいて転送して経路確認することを特徴とするフレーム転送経路確認システム。

3 5. 送信元端末から送信されるデータフレームを宛先端末に転送するネットワークのフレーム転送経路確認システムにおいて、

ネットワーク構成変更時に、フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残し、

前記要求メッセージを通常アドレスに基づいて転送して経路確認するか、または、前記識別情報を付与して残したアドレスに基づいて転送して経路確認することを特徴とするフレーム転送経路確認システム。

3 6. 前記ネットワークが、ノードがターゲットノードに対してホップ数を格納した要求メッセージを送信し、中継ノードおよび前記ターゲットノードは前記ホップ数を減算した応答メッセージを要求メッセージ送信元ノードに返信し、前記送信元ノードが前記ホップ数に従って前記応答メッセージの並べ替えを行うことにより、前記送信元ノードから前記ターゲ

ットノードまでの経由ノード情報を取得するネットワークであることを特徴とする請求項3
4又は請求項35に記載のフレーム転送経路確認システム。

37. 前記ネットワークは、ノードがターゲットノードに対してホップ数を格納した要求
5 メッセージを送信し、中継ノードは前記ターゲットノードに対して前記ホップ数を減算した
前記要求メッセージを転送すると共に前記ホップ数を減算した応答メッセージを要求メッ
セージ送信元ノードに返信し、前記ターゲットノードは前記ホップ数を減算した応答メッ
セージを要求メッセージ送信元ノードに返信し、前記送信元ノードは前記応答メッセージの前記
10 ホップ数に従って降順または昇順に前記応答メッセージの並べ替えを行い、前記応答メッ
セージの送信元アドレスによって、前記送信元ノードから前記ターゲットノードまでの経由ノ
ード情報を取得するネットワークであることを特徴とする請求項34又は請求項35に記載
のフレーム転送経路確認システム。

38. 前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情
15 報を付与して前記アドレスを残す際に、

前記フォワーディングテーブルにおいて、ネットワーク構成変更前と変更後を示すフラグ
フィールドを設け、ネットワーク構成変更時にフラグの値をオンに変更し、

前記要求メッセージに前記フラグ情報を格納して、通常アドレスに従って転送するか、ま
たは、前記識別情報を付与して残したアドレスにしたがって転送して経路確認するかを指定
20 して、経路確認することを特徴とする請求項35から請求項37のいずれか1項に記載のフ
レーム転送経路確認システム。

39. 前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情
報を付与して前記アドレスを残す際に、

25 前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更
前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換し、

前記要求メッセージに通常アドレスまたは変換後アドレスを格納して、通常アドレスに従
って転送するか、または、前記変換後アドレスにしたがって転送して経路確認するかを指定

して、経路確認することを特徴とする請求項35から請求項37のいずれか1項に記載のフレーム転送経路確認システム。

40. 前記フォワーディングテーブルにおいて出力先が変更となるアドレスに対し識別情報を付与して前記アドレスを残す際に、

前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換し、

前記要求メッセージに前記フラグ情報を格納して、通常アドレスに従って転送するか、または、前記識別情報を付与して残したアドレスにしたがって転送して経路確認するかを指定して、前記識別情報を付与して残したアドレスに従う場合には前記各中継ノードにおいてアドレス変換したアドレスにしたがって前記要求メッセージを転送して経路確認することを特徴とする請求項35から請求項37のいずれか1項に記載のフレーム転送経路確認システム。

41. 前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

前記アドレスの一部ビットが前記ターゲットノードのMACアドレスの任意のビットであることを特徴とする請求項39又は請求項40に記載のフレーム転送経路確認システム。

42. 前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

前記アドレスの一部ビットが前記ターゲットノードのMACアドレスの上位8ビット目のマルチキャストビットであることを特徴とする請求項41に記載のフレーム転送経路確認システム。

43. 前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

前記アドレスの一部ビットが前記ターゲットノードの VLAN タグの任意のビットで、
とを特徴とする請求項 39 又は請求項 40 に記載のフレーム転送経路確認システム。

- 5 44. 前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

前記アドレスの一部ビットが前記ターゲットノードの VLAN タグの Priority ビットであることを特徴とする請求項 43 に記載のフレーム転送経路確認システム。

- 10 45. 前記フォワーディングテーブルにおいて、アドレスの一部ビットをネットワーク構成変更前と変更後を区別するビットとして、ネットワーク構成変更時にアドレス変換する際に、

- 15 前記アドレスの一部ビットを前記ターゲットノードの VLAN タグの Priority ビットとして、アドレス変換時に割り当てられていた Priority 値を「010」に変換することを特徴とする請求項 44 に記載のフレーム転送経路確認システム。

46. 前記フレームがイーサネットフレームであり、前記アドレスが MAC アドレスまたは VLAN タグであることを特徴とする請求項 34 から請求項 45 のいずれか 1 項に記載のフレーム転送経路確認システム。

図 1

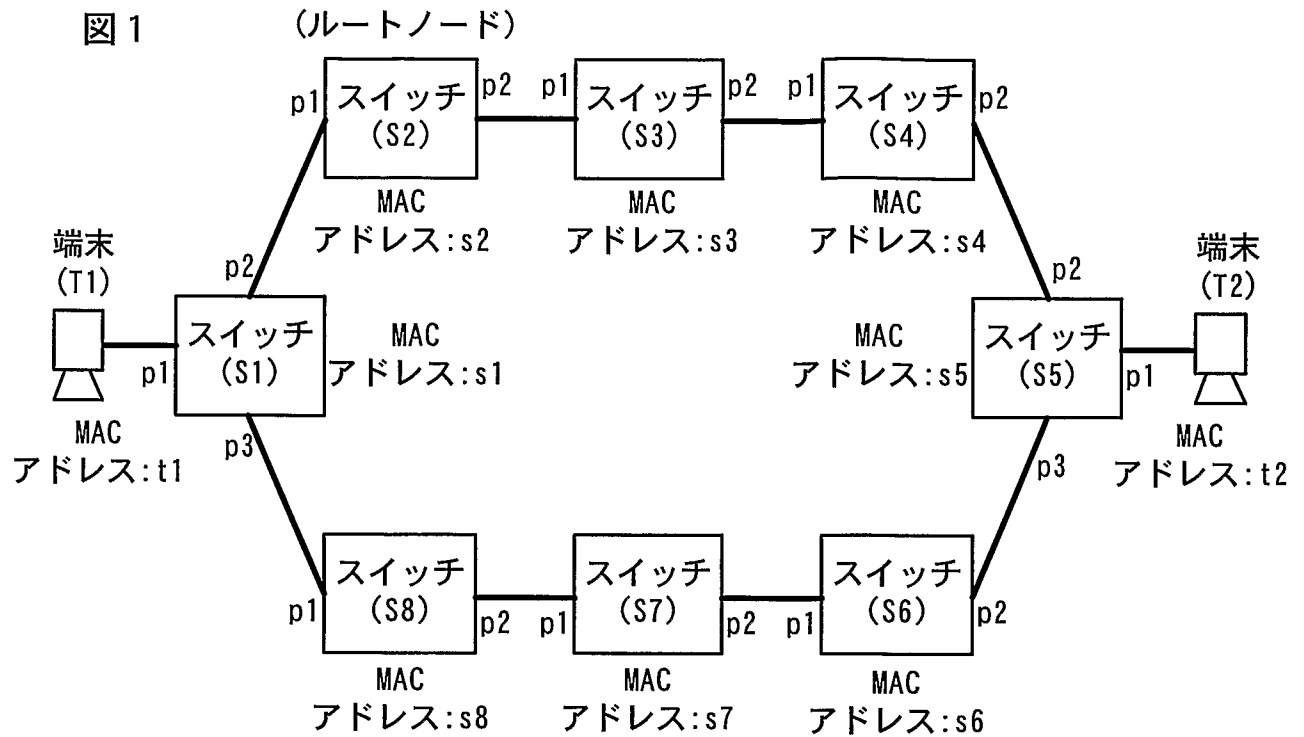


図 2

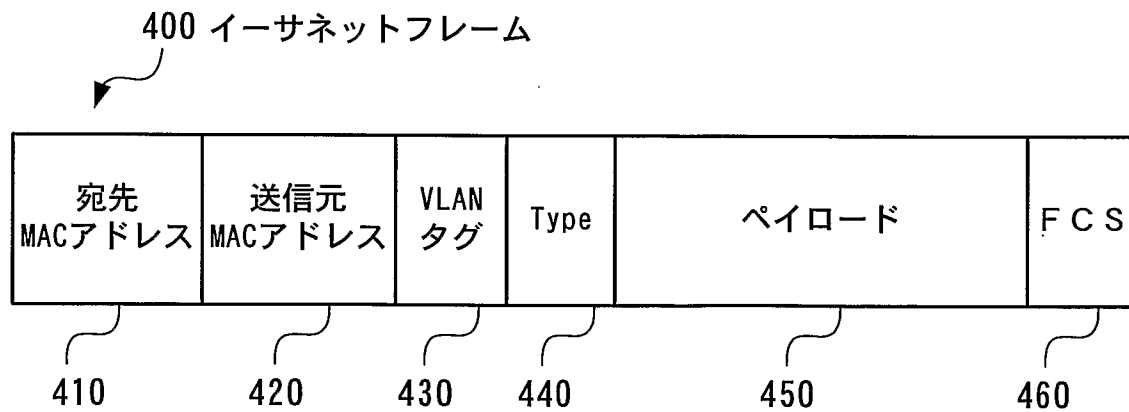


図 3

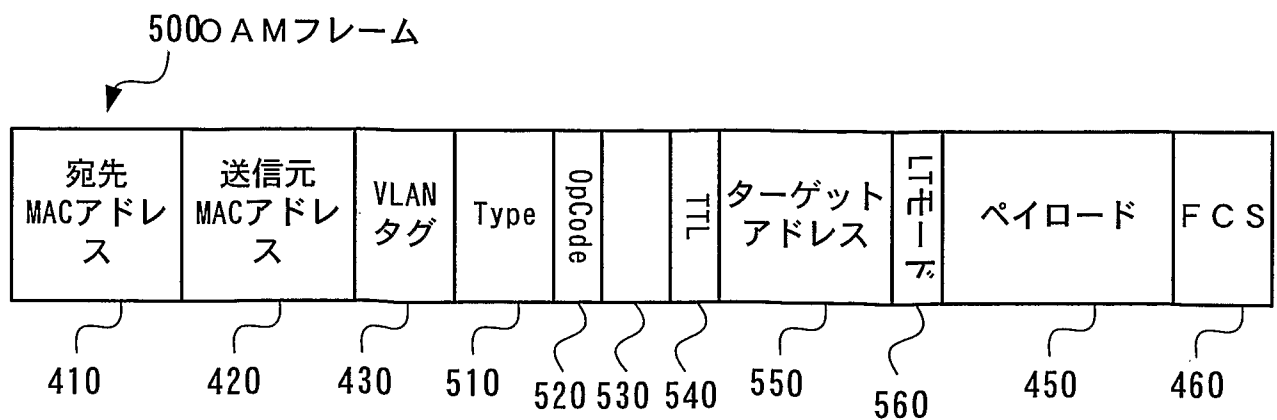


図 4

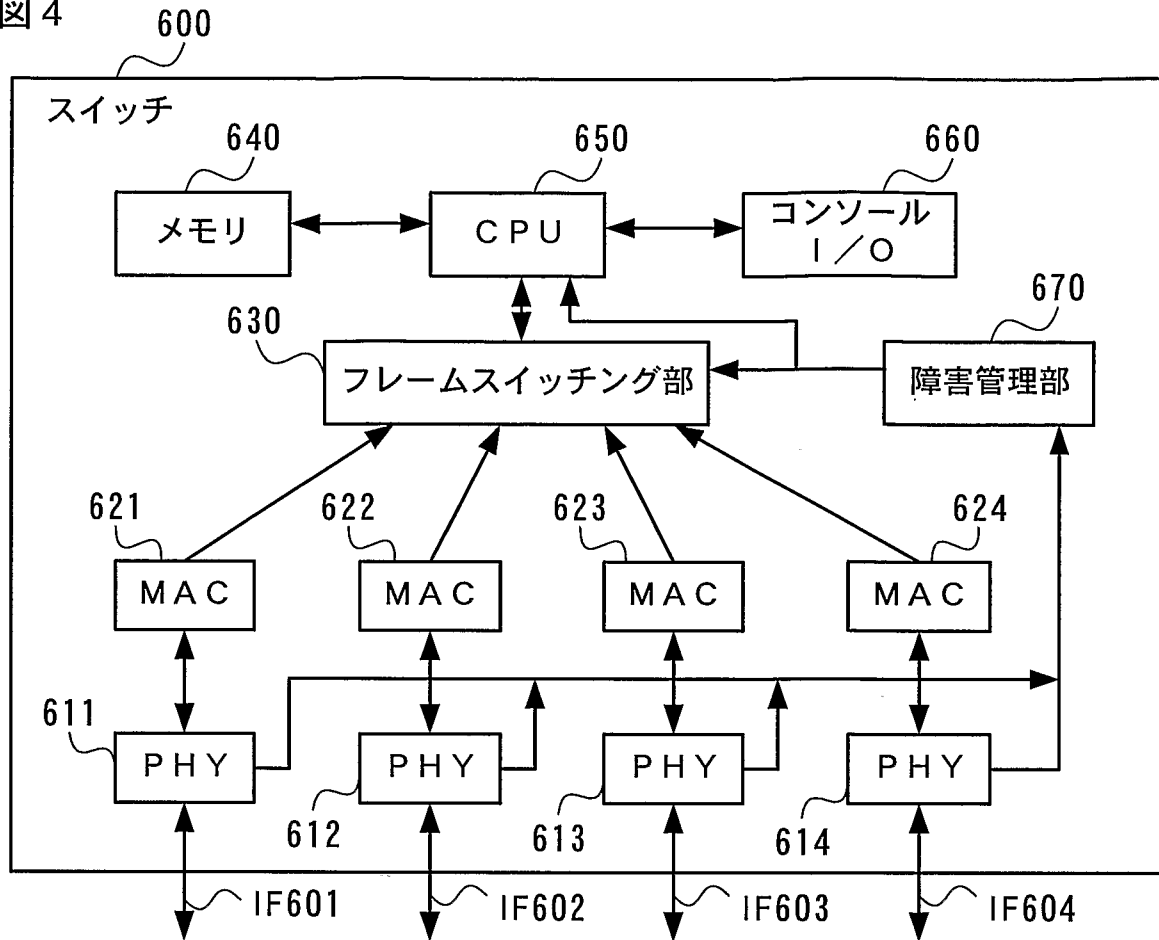


図 5

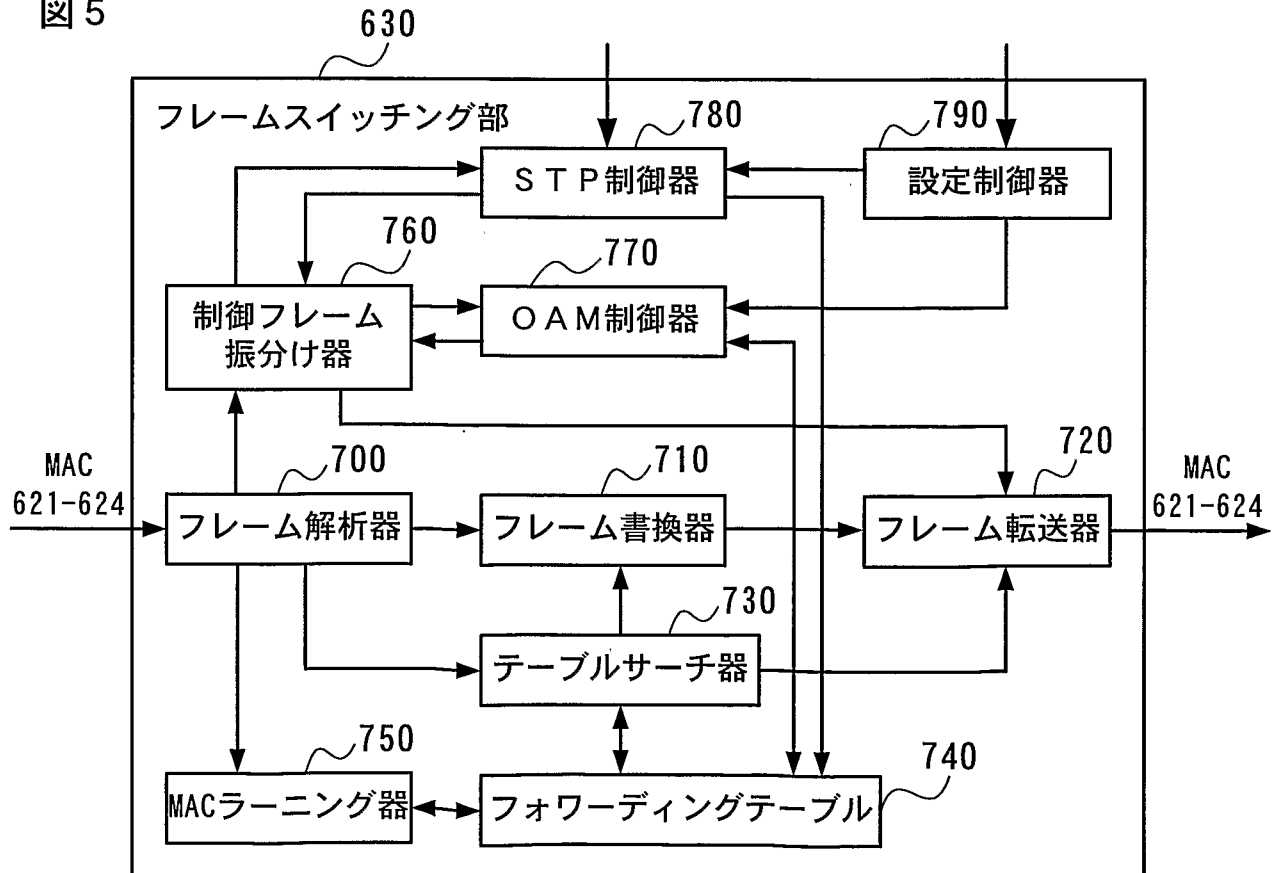


図 6

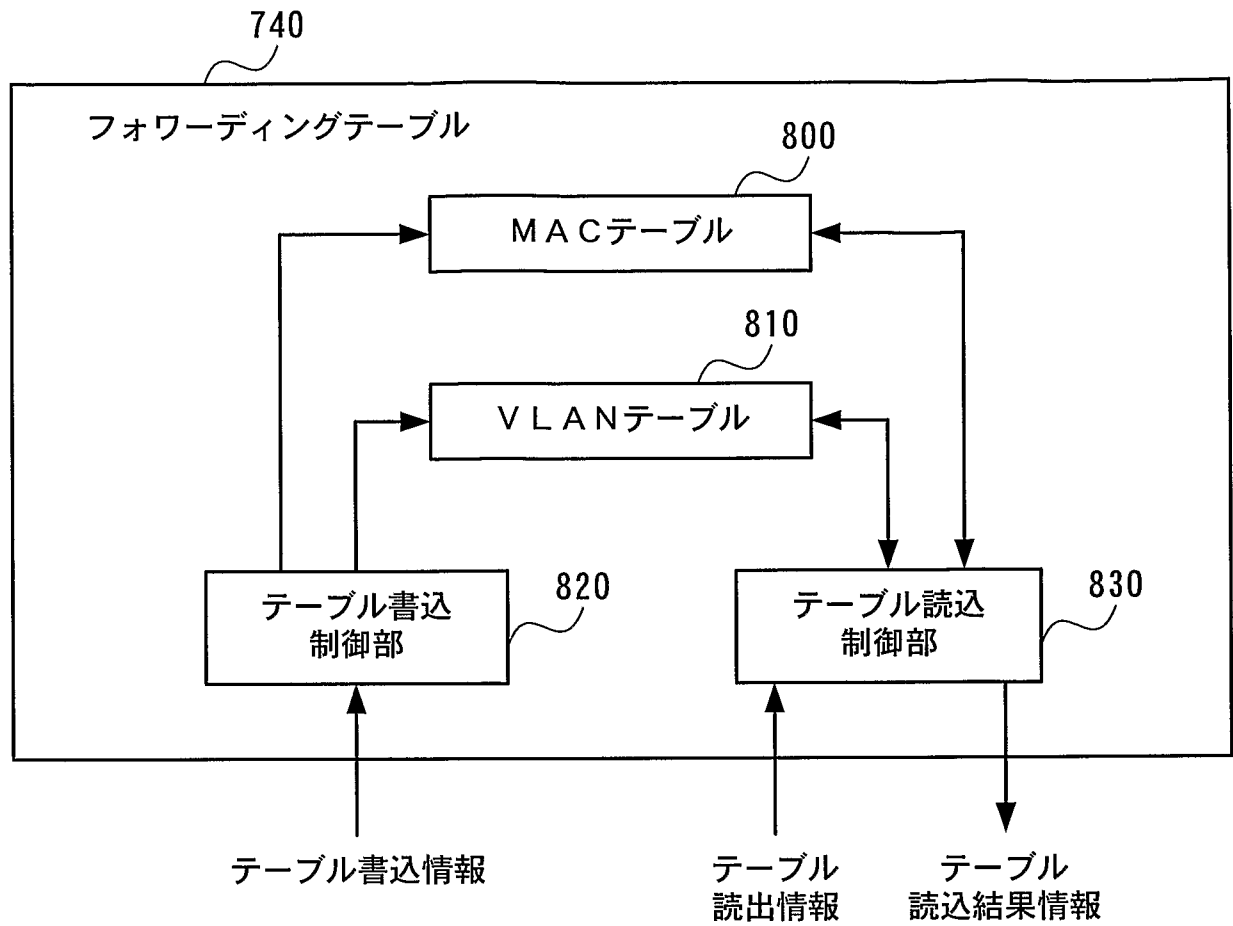


図 7

800 MACテーブル

MACアドレス	VLAN	LTフラグ	ポート
⋮	⋮	⋮	⋮

図 8

810 VLANテーブル

VLAN	ポート
⋮	⋮

図 9

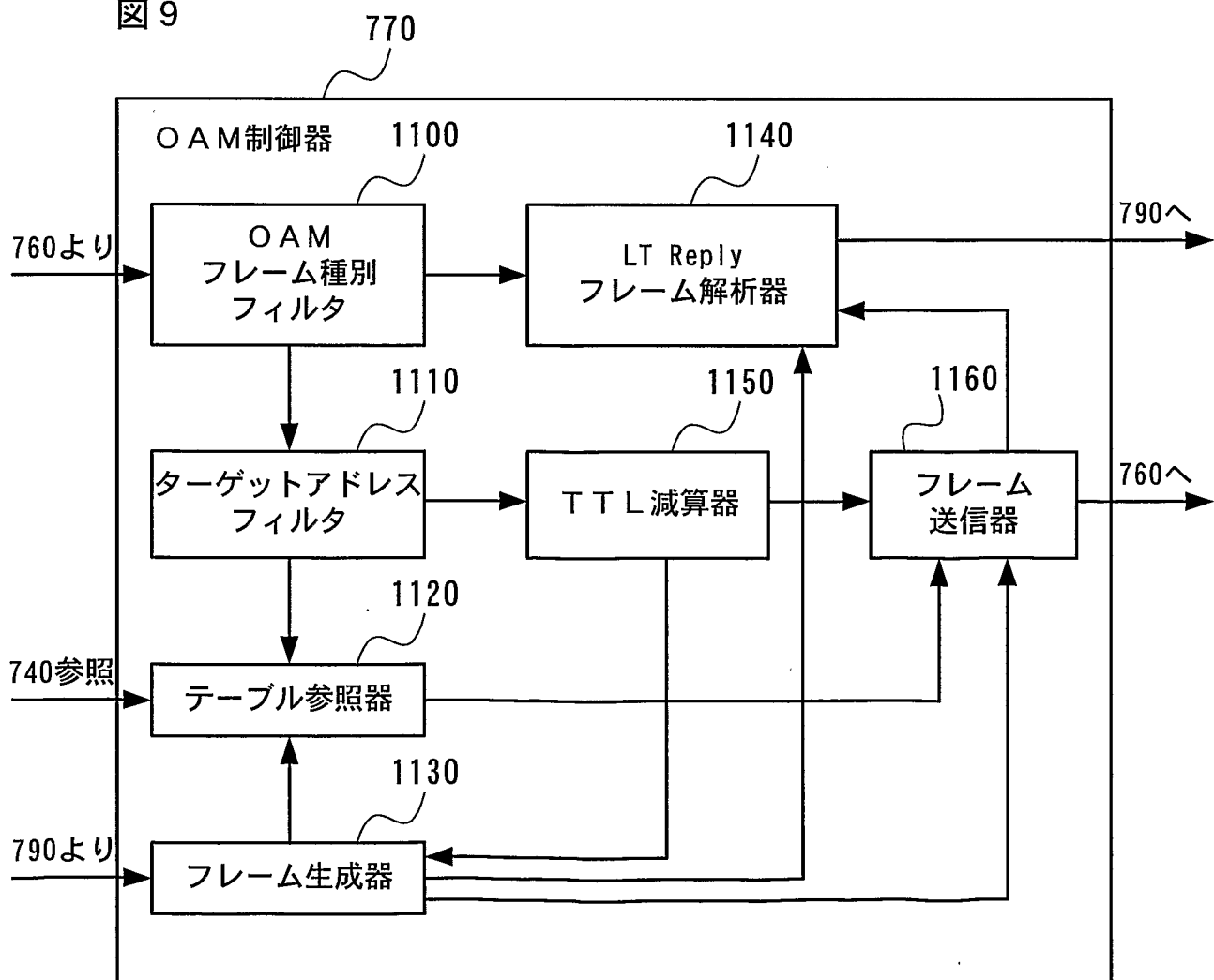


図 1 0

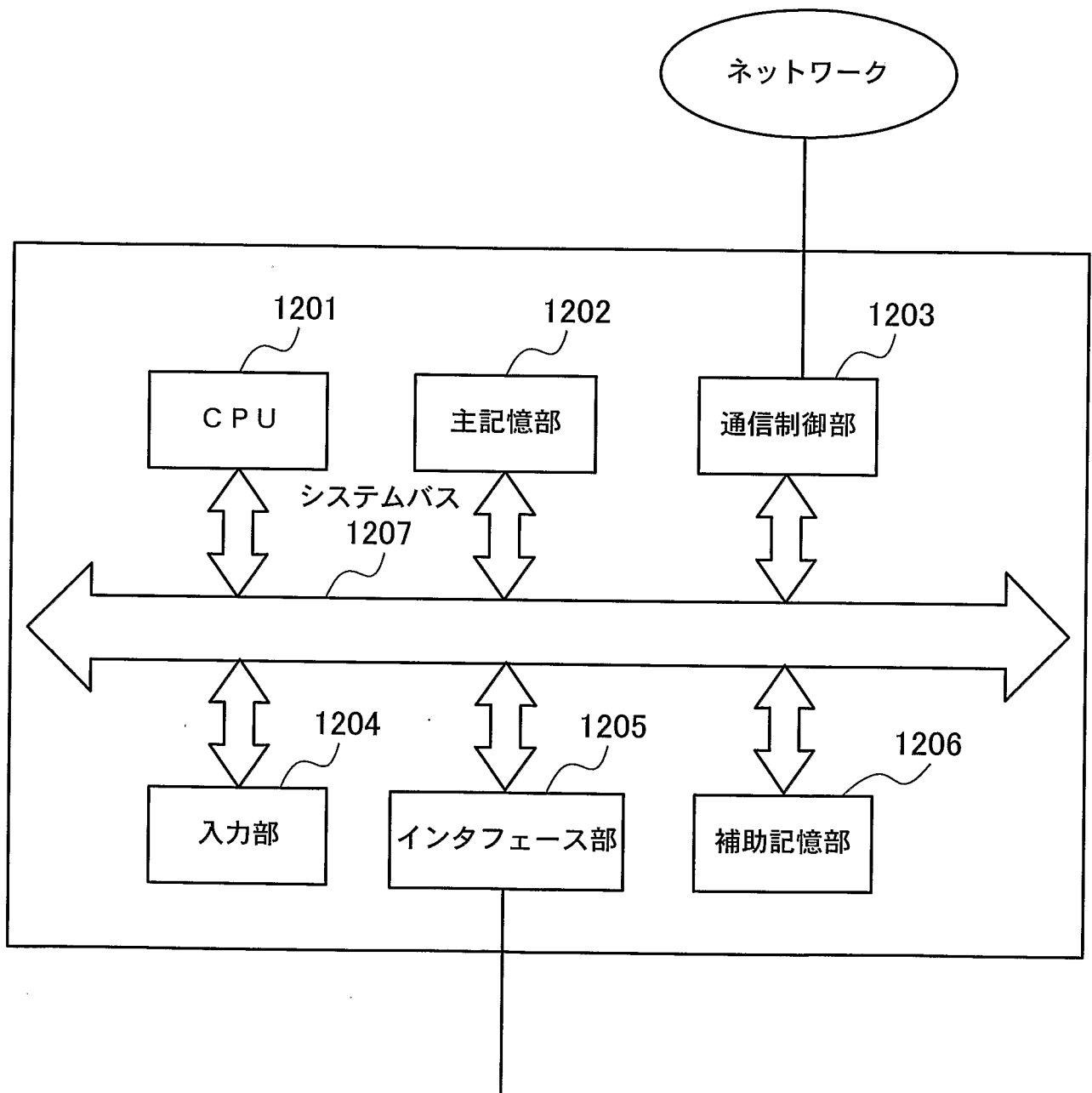


図 1 1

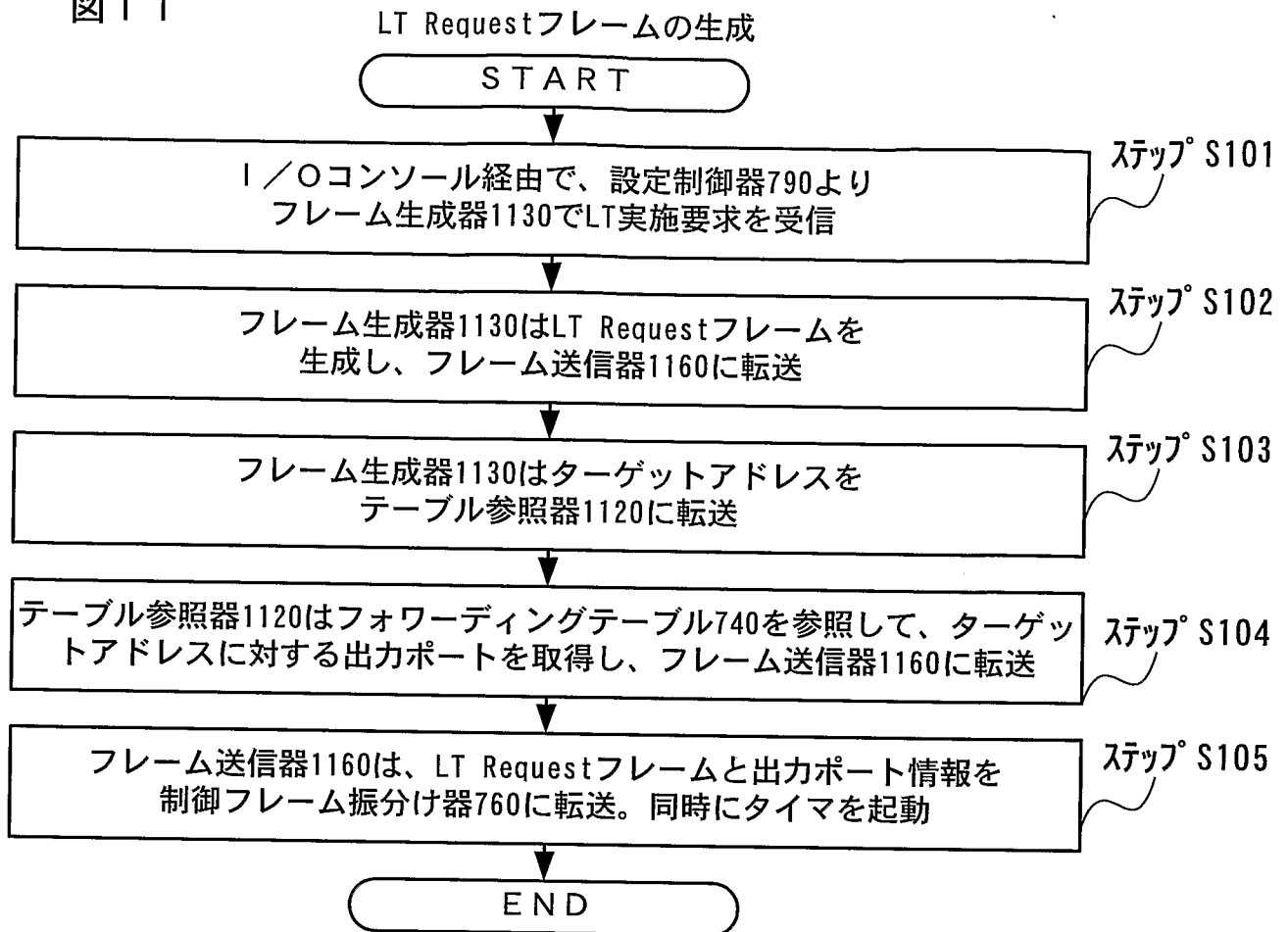
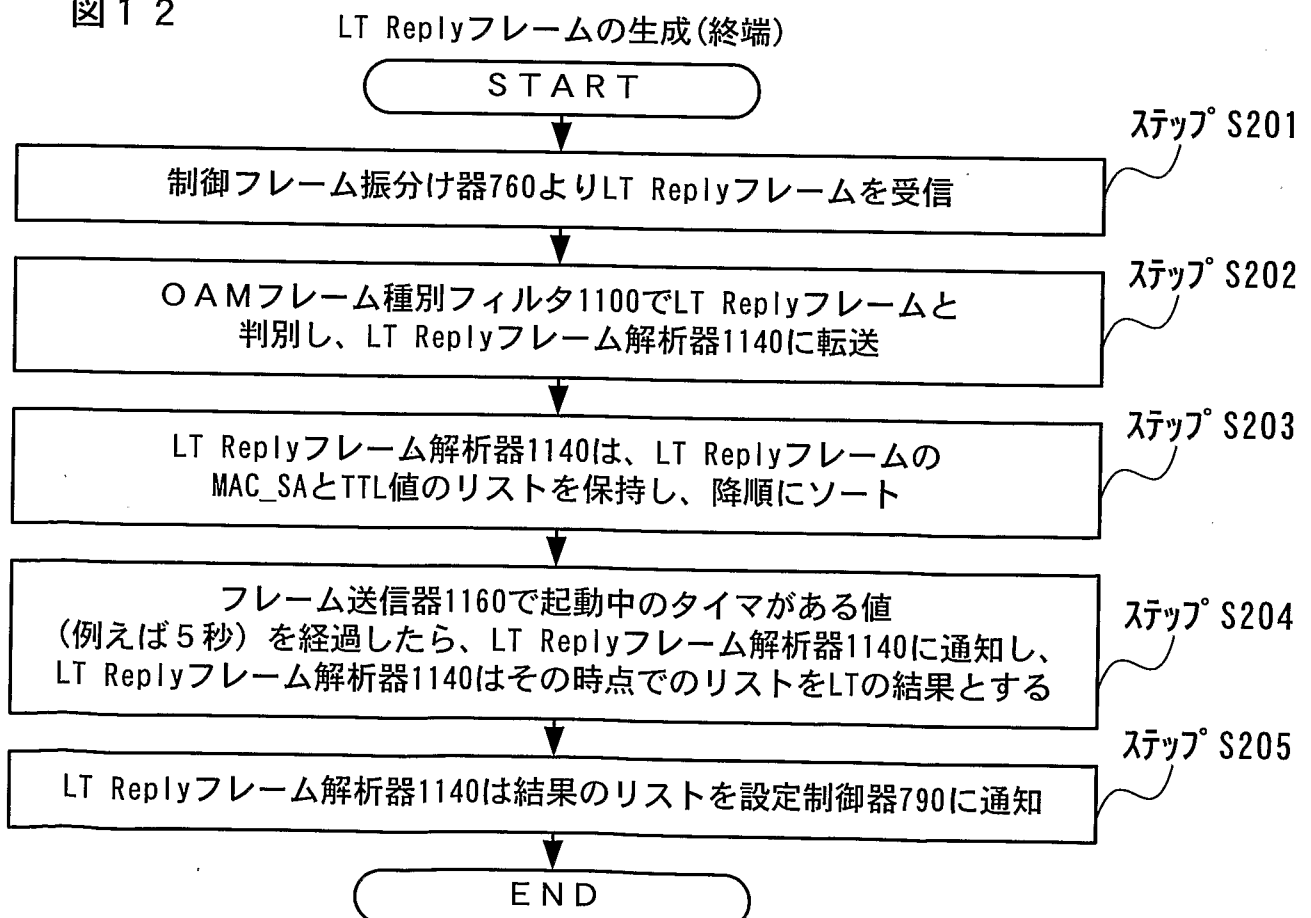


図 1 2



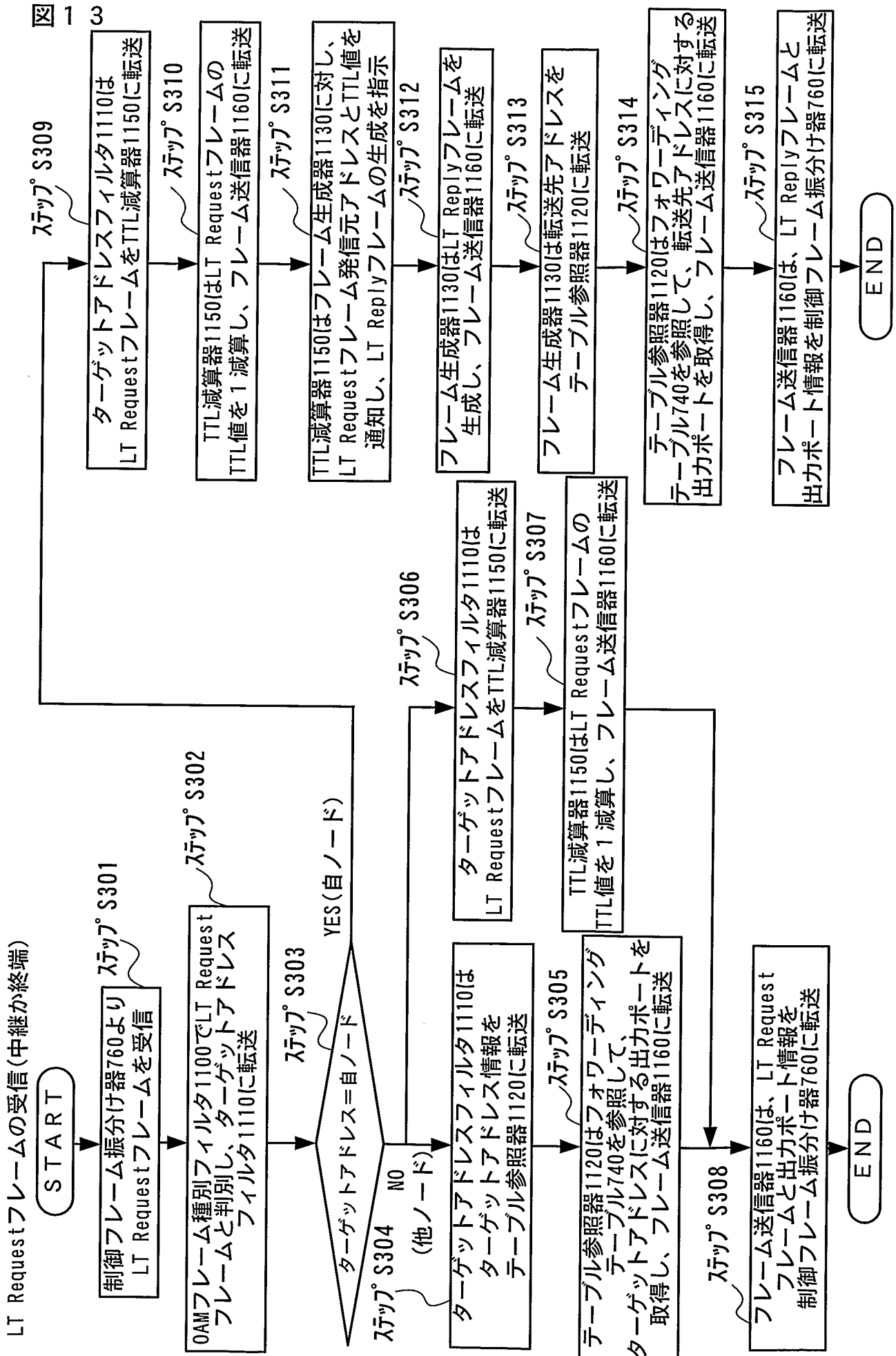


図 1 4

スイッチ S 1 の MAC テーブル 800

MAC アドレス	V L A N	LT フラグ	ポート
t1	X	0	p1
t2	X	0	p2

スイッチ S 5 の MAC テーブル 800

MAC アドレス	V L A N	LT フラグ	ポート
t1	X	0	p2
t2	X	0	p1

スイッチ S 2 の MAC テーブル 800

MAC アドレス	V L A N	LT フラグ	ポート
t1	X	0	p1
t2	X	0	p2

スイッチ S 6 の MAC テーブル 800

MAC アドレス	V L A N	LT フラグ	ポート
t1	X	0	p2
t2	X	0	p2

スイッチ S 3 の MAC テーブル 800

MAC アドレス	V L A N	LT フラグ	ポート
t1	X	0	p1
t2	X	0	p2

スイッチ S 7 の MAC テーブル 800

MAC アドレス	V L A N	LT フラグ	ポート
t1	X	0	p1
t2	X	0	p1

スイッチ S 4 の MAC テーブル 800

MAC アドレス	V L A N	LT フラグ	ポート
t1	X	0	p1
t2	X	0	p2

スイッチ S 8 の MAC テーブル 800

MAC アドレス	V L A N	LT フラグ	ポート
t1	X	0	p1
t2	X	0	p1

図 15

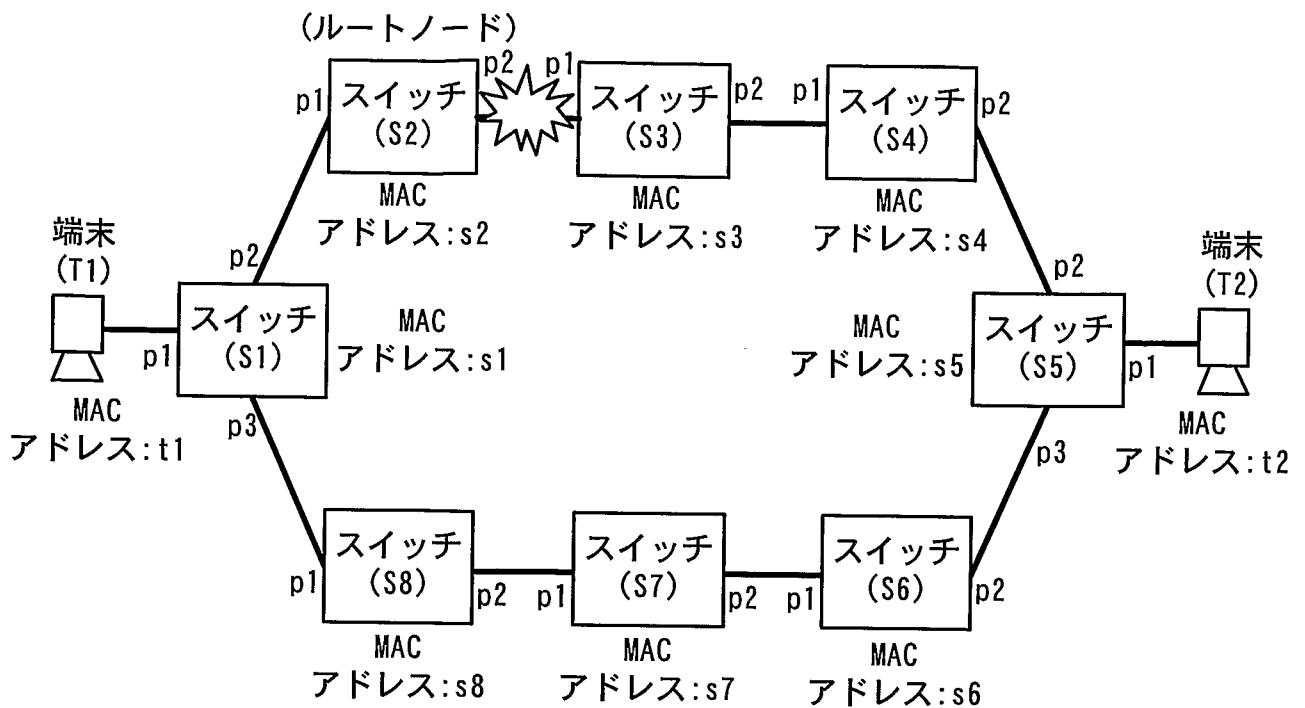


图 18

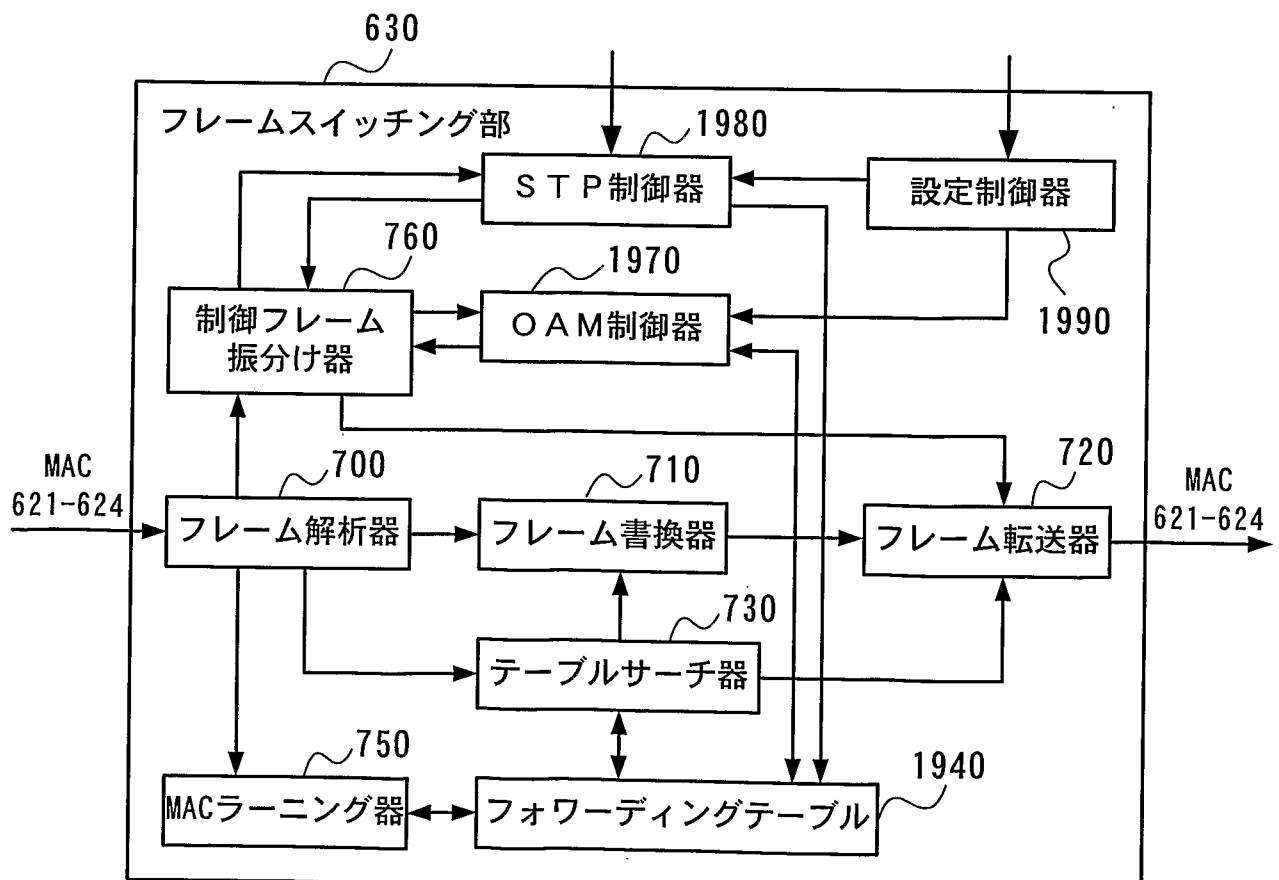


図 1 6

スイッチ S 1 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	0	p1
t2	X	1	p2

スイッチ S 5 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p2
t2	X	0	p1

スイッチ S 2 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	0	p1

スイッチ S 6 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p2
t2	X	1	p2

スイッチ S 3 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t2	X	0	p2

スイッチ S 7 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p1
t2	X	1	p1

スイッチ S 4 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p1
t2	X	0	p2

スイッチ S 8 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p1
t2	X	1	p1

図 1 7

スイッチ S 1 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	0	p1
t2	X	1	p2
t2	X	0	p3

スイッチ S 5 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p2
t2	X	0	p1
t1	X	0	p3

スイッチ S 2 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	0	p1
t2	X	0	p1

スイッチ S 6 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p2
t2	X	1	p2
t1	X	0	p1
t2	X	0	p2

スイッチ S 3 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t2	X	0	p2
t1	X	0	p2

スイッチ S 7 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p1
t2	X	1	p1
t1	X	0	p1
t2	X	0	p2

スイッチ S 4 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p1
t2	X	0	p2
t1	X	0	p2

スイッチ S 8 の M A C テーブル 800

MACアドレス	V L A N	LTフラグ	ポート
t1	X	1	p1
t2	X	1	p1
t1	X	0	p1
t2	X	0	p2

図 1 9 2000 MACテーブル

MACアドレス	VLAN	ポート
⋮	⋮	⋮

図 2 0

トポロジー変更メッセージ受信前

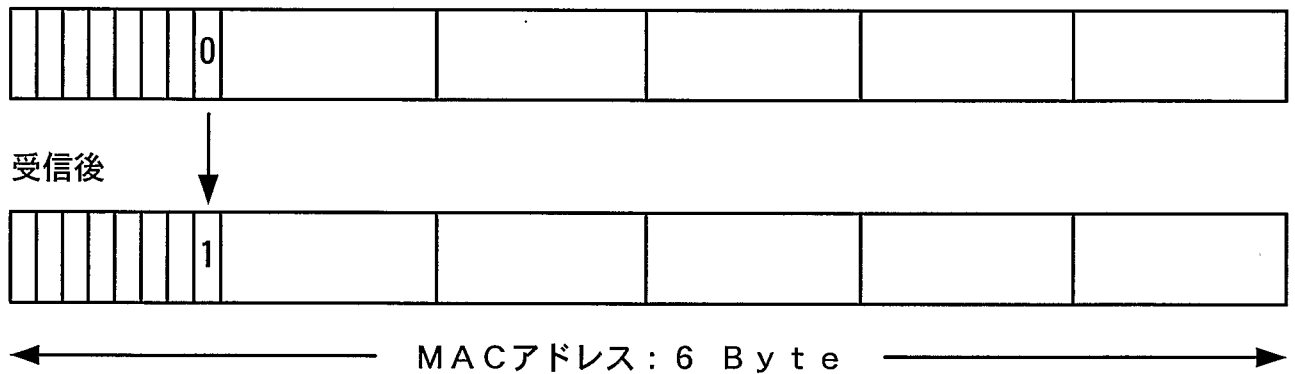


図 2 1

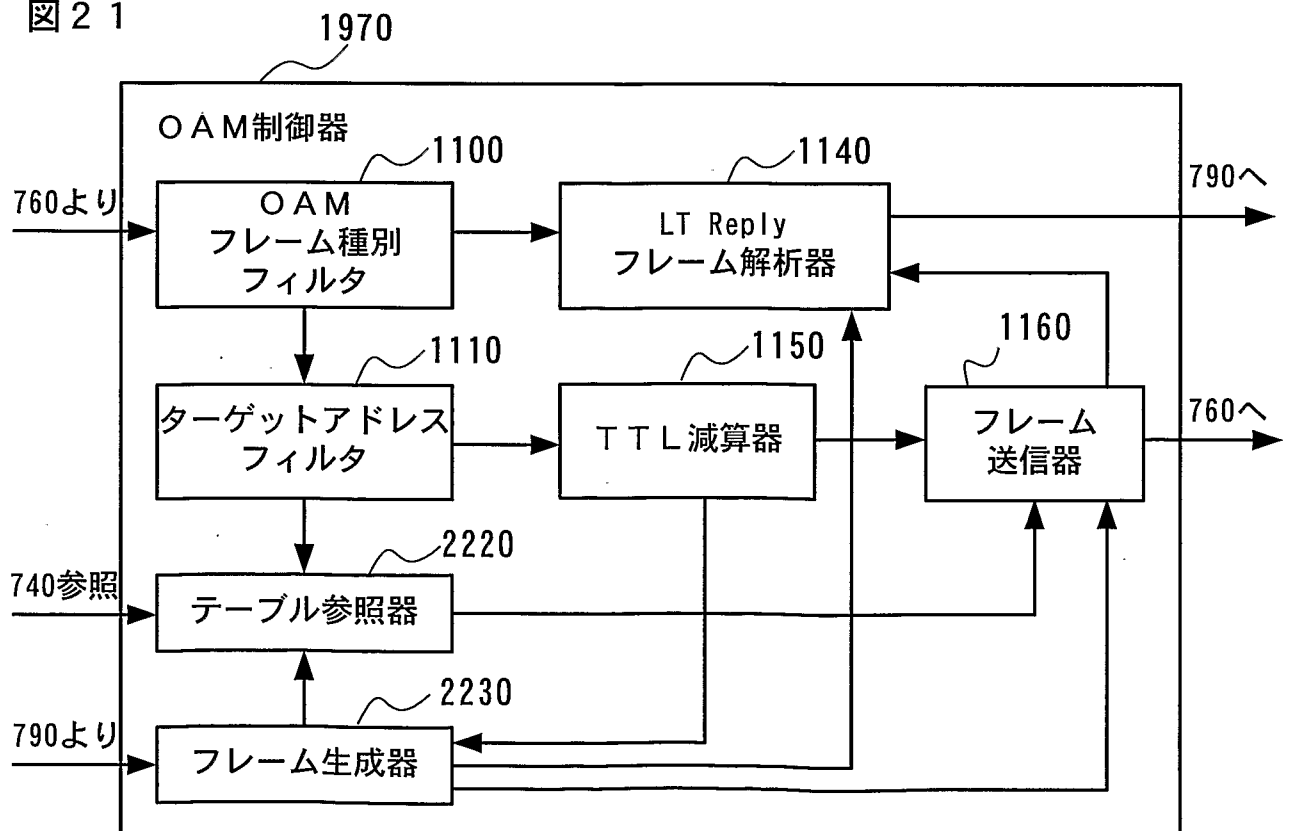


図 2 2

スイッチ S 1 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポ ー ト
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 5 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポ ー ト
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p2
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p1

スイッチ S 2 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポ ー ト
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 6 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポ ー ト
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p2
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 3 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポ ー ト
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 7 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポ ー ト
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p1

スイッチ S 4 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポ ー ト
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 8 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポ ー ト
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p1

図 2 3

スイッチ S 1 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 01 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 5 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p2
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p1

スイッチ S 2 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1

スイッチ S 6 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p2
0x 01 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 3 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 7 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 01 00 4c 00 00 02	X	p1

スイッチ S 4 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 8 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 01 00 4c 00 00 02	X	p1

図 2 4

スイッチ S 1 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 01 00 4c 00 00 02	X	p2
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p3

スイッチ S 5 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p2
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p3

スイッチ S 2 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p1

スイッチ S 6 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p2
0x 01 00 4c 00 00 02	X	p2
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 3 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p2

スイッチ S 7 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 01 00 4c 00 00 02	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

スイッチ S 4 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p2

スイッチ S 8 の M A C テーブル 2000

MACアドレス	V L A N	ポート
0x 01 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 01 00 4c 00 00 02	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 01	X	p1
0x 00 00 4c 00 00 02	X	p2

図 2 5

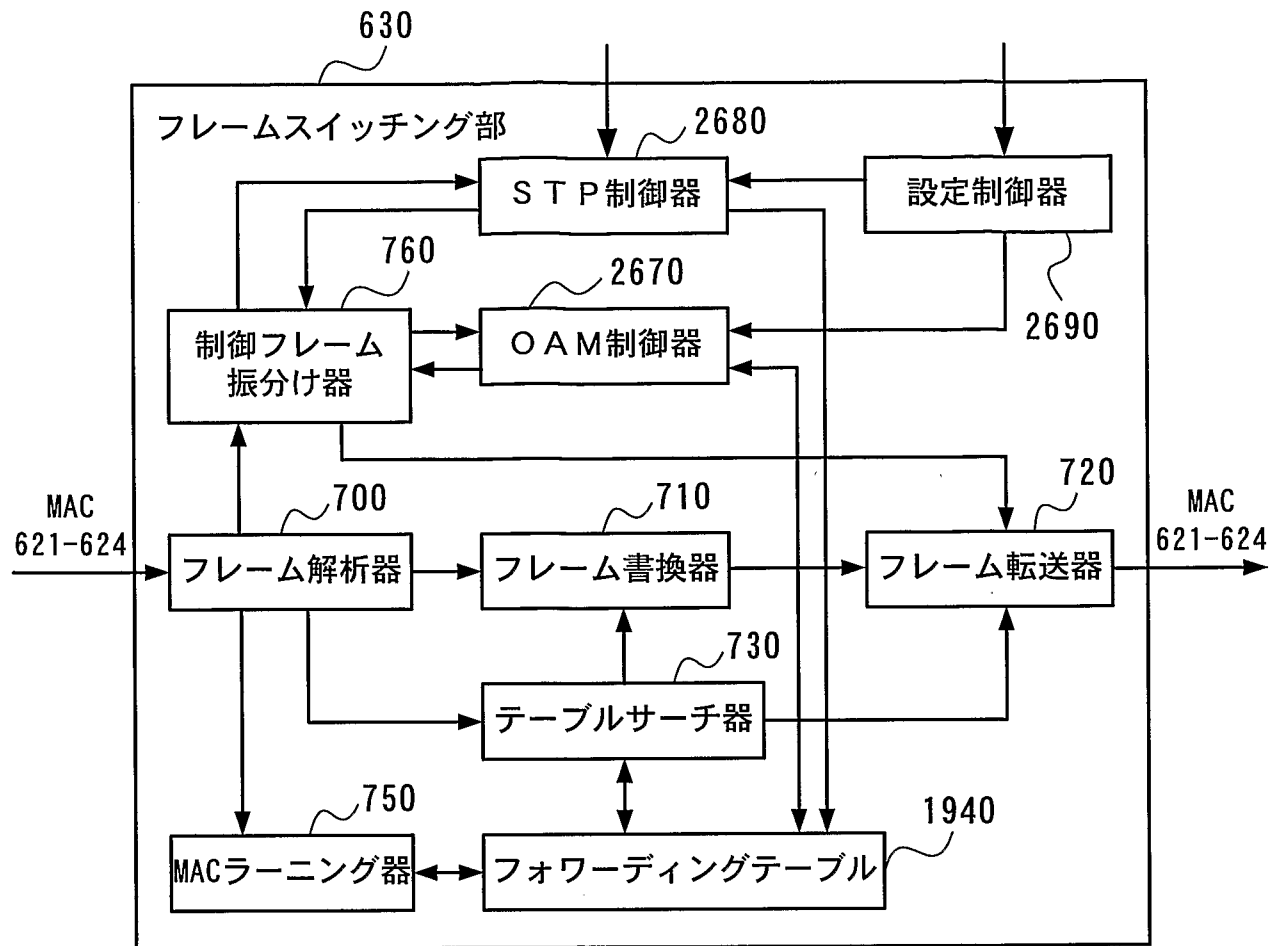


図 2 6

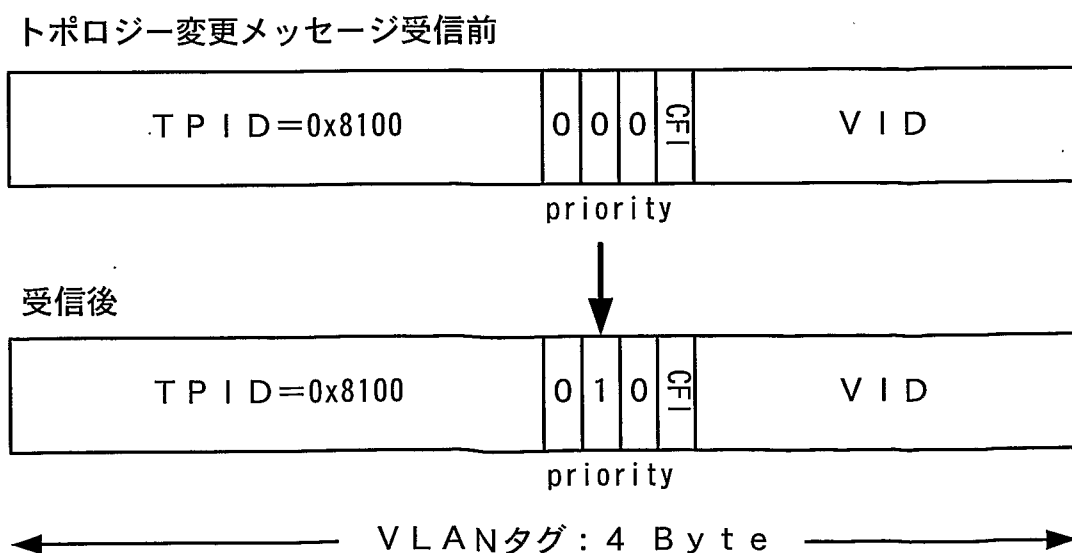


図 2 7

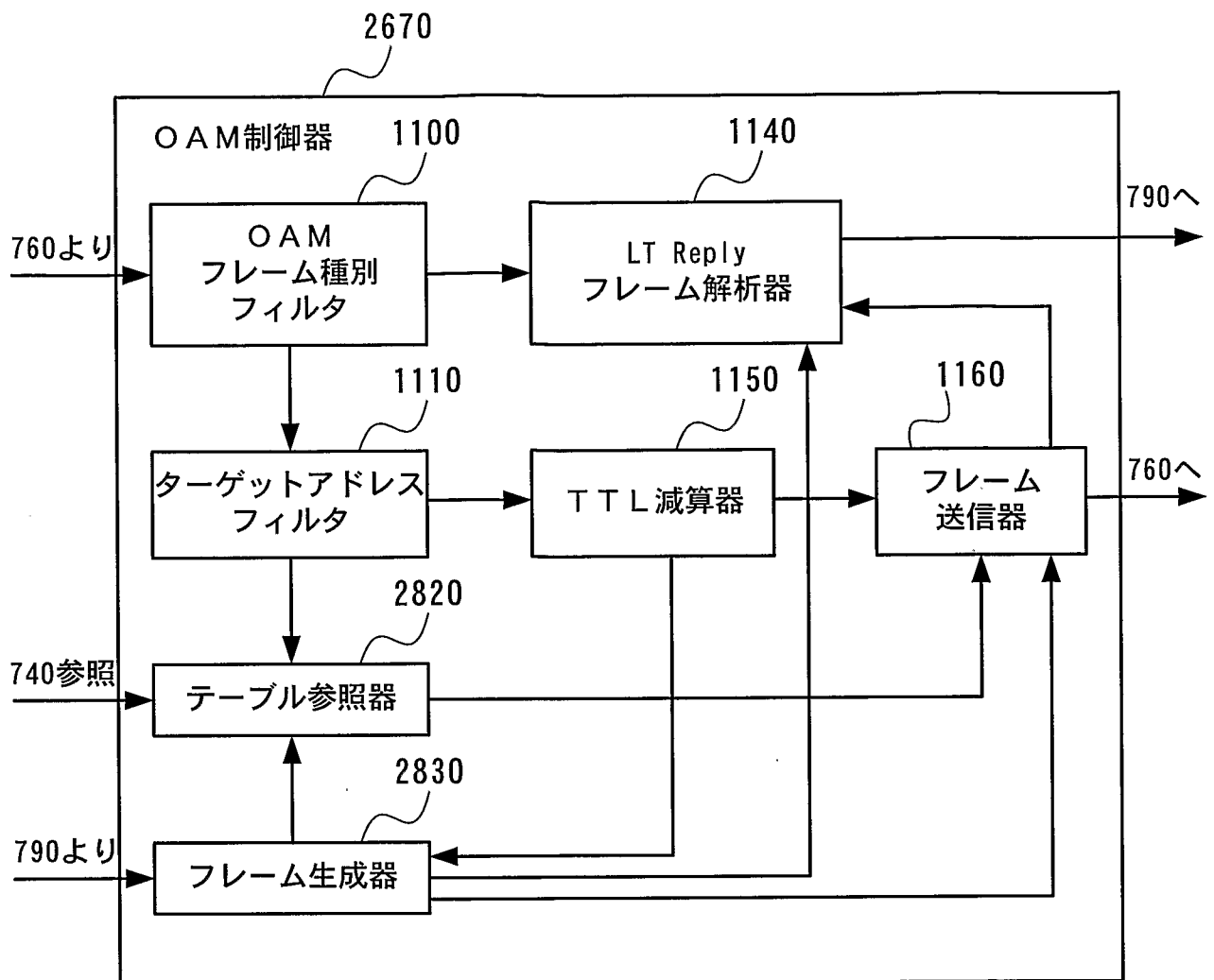


図 2 8

スイッチ S 1 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 5 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p2
t2	0000 0000 0000 0001	p1

スイッチ S 2 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 6 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p2
t2	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 3 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 7 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p1

スイッチ S 4 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 8 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p1

図 2 9

スイッチ S 1 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0100 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 5 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p2
t2	0000 0000 0000 0001	p1

スイッチ S 2 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1

スイッチ S 6 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p2
t2	0100 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 3 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t2	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 7 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p1
t2	0100 0000 0000 0001	p1

スイッチ S 4 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 8 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p1
t2	0100 0000 0000 0001	p1

図 3 0

スイッチ S 1 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0100 0000 0000 0001	p2
t2	0000 0000 0000 0001	p3

スイッチ S 5 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p2
t2	0000 0000 0000 0001	p1
t1	0000 0000 0000 0001	p3

スイッチ S 2 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p1

スイッチ S 6 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p2
t2	0100 0000 0000 0001	p2
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 3 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t2	0000 0000 0000 0001	p2
t1	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 7 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p1
t2	0100 0000 0000 0001	p1
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 4 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p2
t1	0000 0000 0000 0001	p2

スイッチ S 8 の M A C テーブル 2000

MAC アドレス	V L A N	ポート
t1	0100 0000 0000 0001	p1
t2	0100 0000 0000 0001	p1
t1	0000 0000 0000 0001	p1
t2	0000 0000 0000 0001	p2

図 3 1

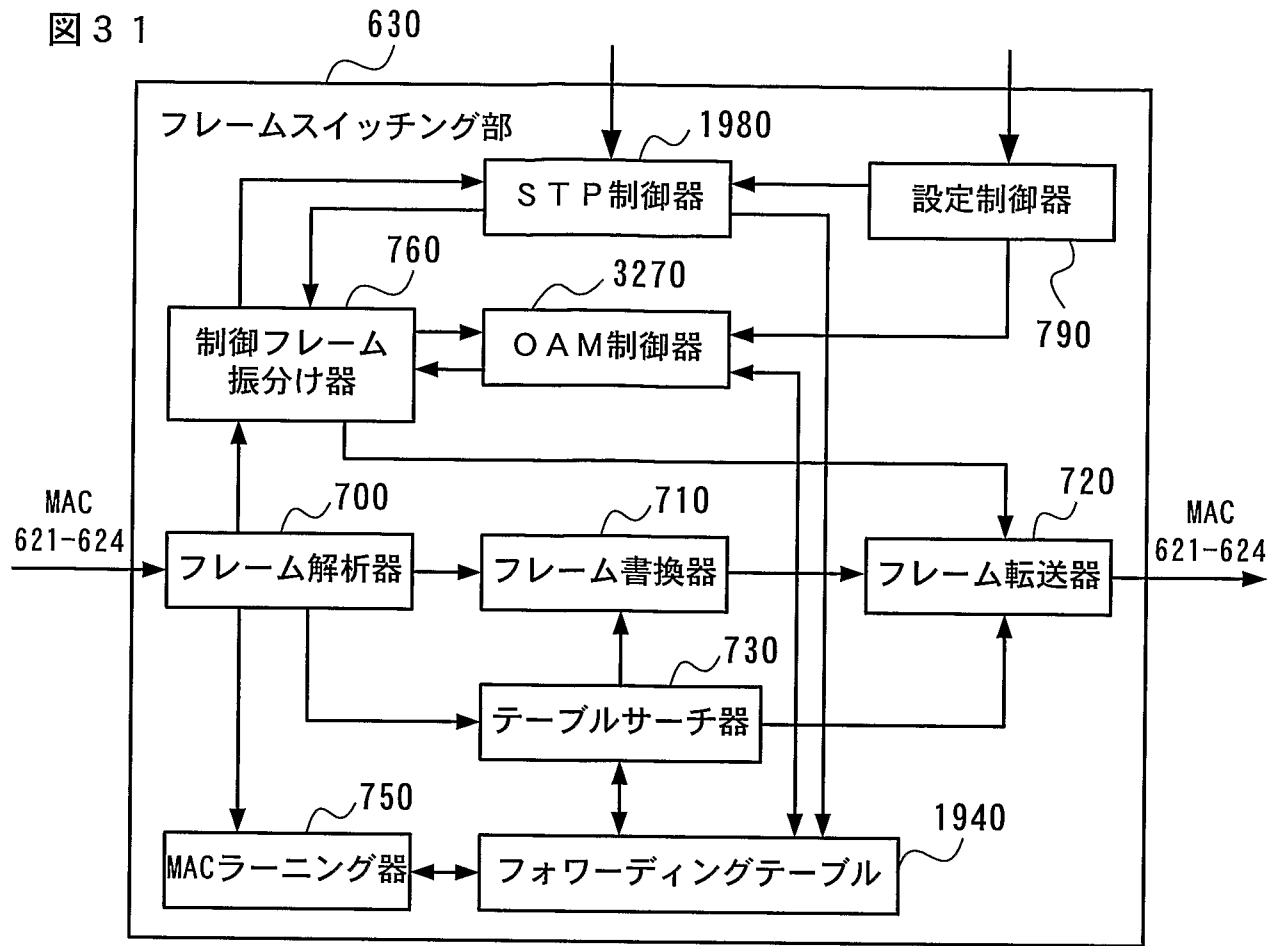


図 3 2

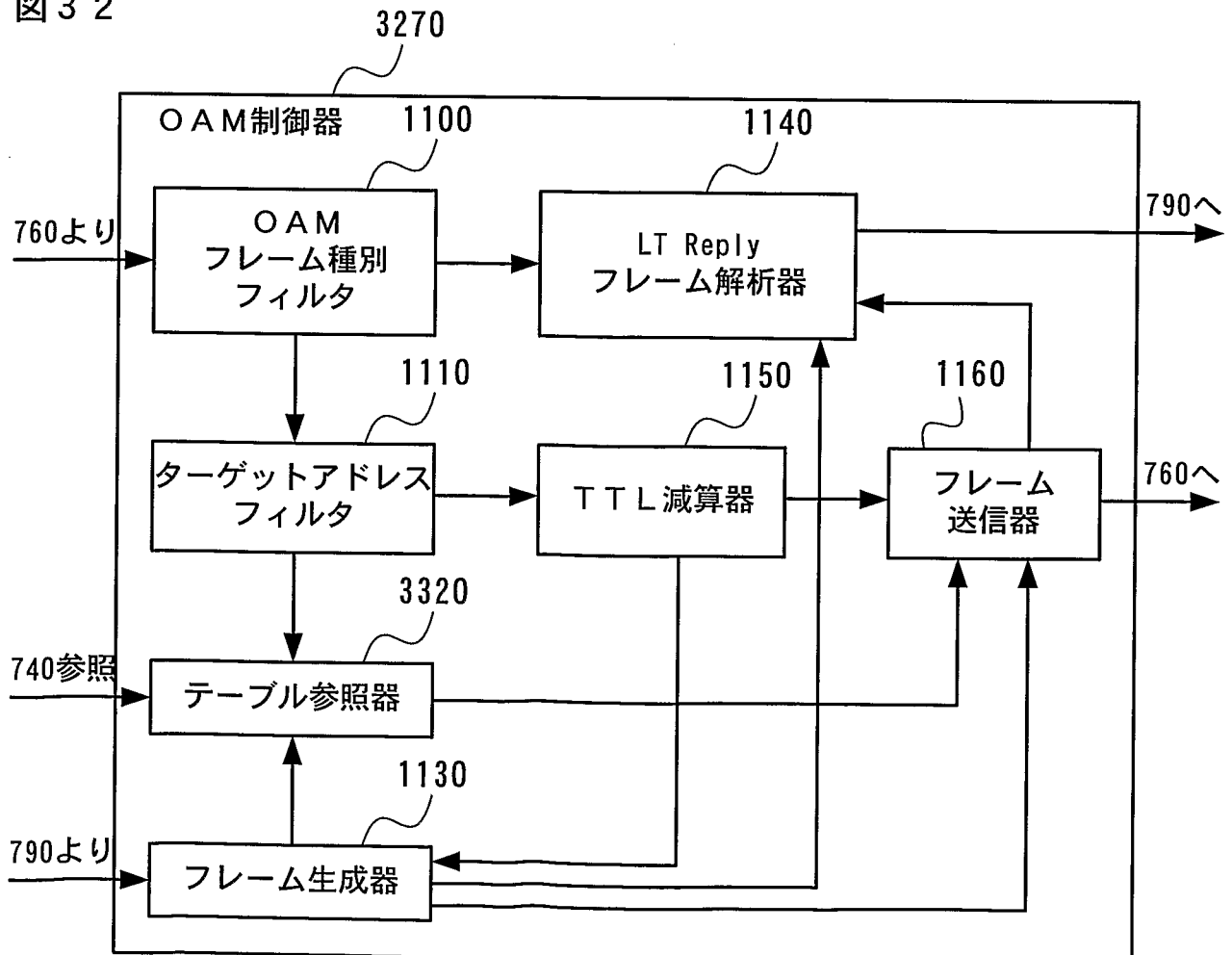
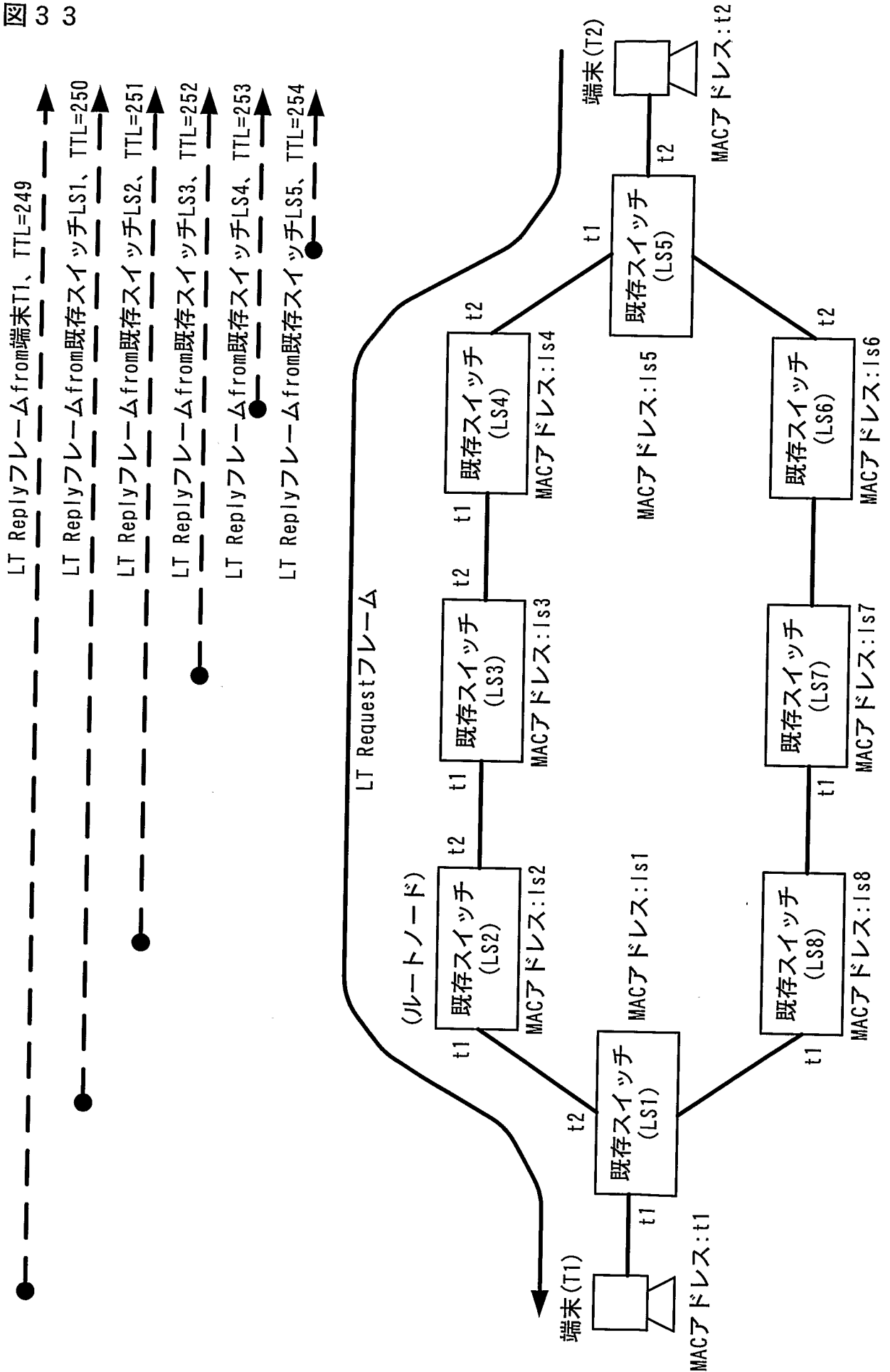


図 3 3



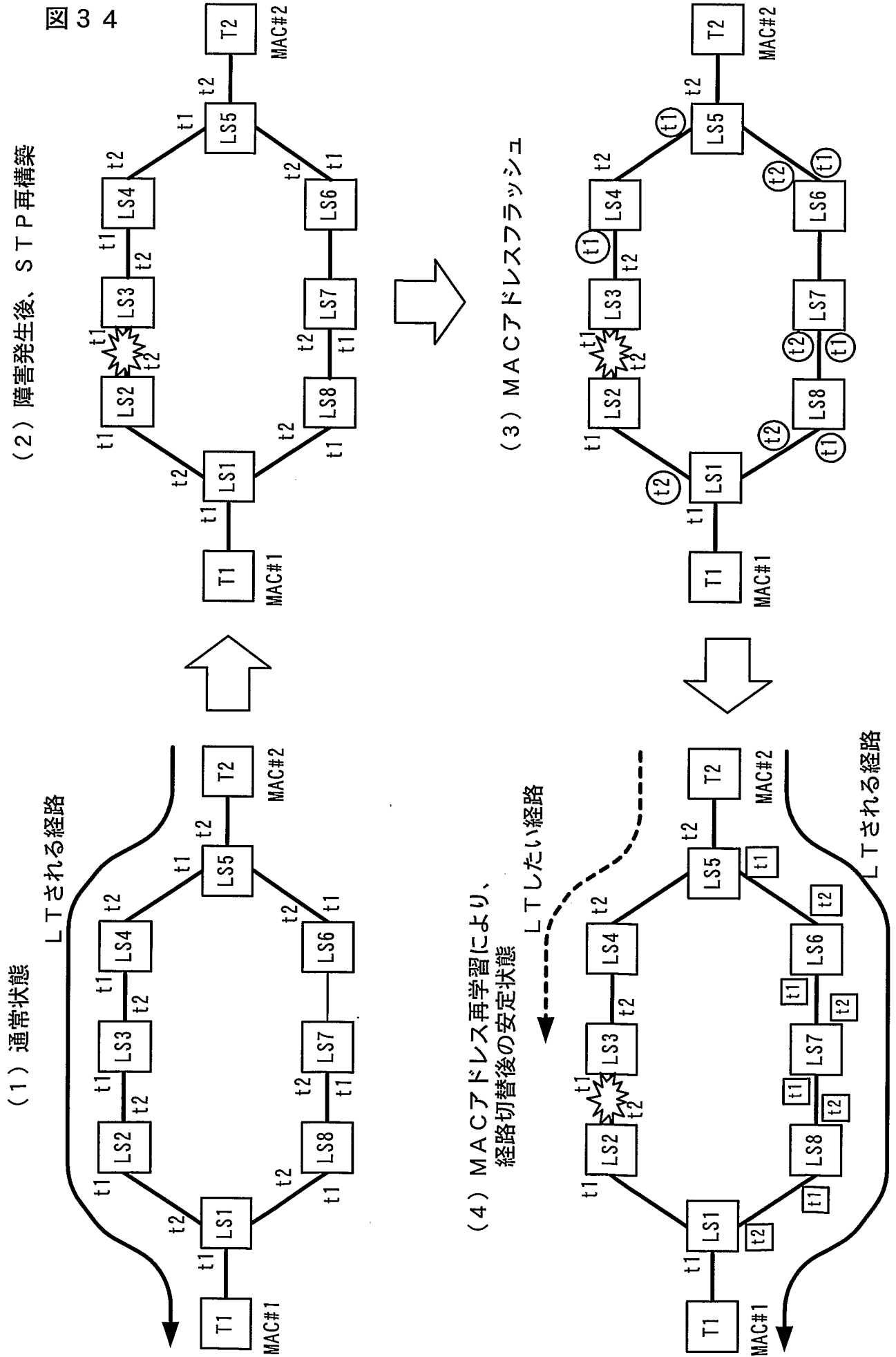


図 3 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057357

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/56(2006.01) i, H04L12/28(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L12/56, H04L12/28

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-303913 A (Hitachi, Ltd.), 13 November, 1998 (13.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 13-15, 23, 24, 32-38, 46
Y	"Ethernet OAM (Y. 17ethoam) no Shosai Mechanism no Shokai", 21 October, 2004 (21.10.04), Technical Report of IEICE CS2004-85	1-5, 13-15, 23, 24, 32-38, 46
A	JP 2002-111665 A (Fujitsu Denso Ltd.), 12 April, 2002 (12.04.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-46

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 April, 2007 (17.04.07)

Date of mailing of the international search report
01 May, 2007 (01.05.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057357

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-026902 A (NEC Engineering Kabushiki Kaisha), 27 January, 2005 (27.01.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-46

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04L12/56(2006.01)i, H04L12/28(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04L12/56, H04L12/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-303913 A (株式会社日立製作所) 1998.11.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5, 13-15, 23, 24, 32-38, 46
Y	“E t h e r n e t O A M (Y. 1 7 e t h o a m) の詳細メカ ニズムの紹介”, 2004.10.21, 信学技報 CS2004-85	1-5, 13-15, 23, 24, 32-38, 46

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 0 4 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 5 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

菊地 陽一

5 X

3 2 5 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-111665 A (富士通電装株式会社) 2002.04.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-46
A	JP 2005-026902 A (日本電気エンジニアリング株式会社) 2005.01.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-46