

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5883743号  
(P5883743)

(45) 発行日 平成28年3月15日 (2016. 3. 15)

(24) 登録日 平成28年2月12日 (2016. 2. 12)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 4 L 12/711 (2013. 01) HO 4 L 12/711  
 HO 4 L 12/70 (2013. 01) HO 4 L 12/70 1 0 0 Z

請求項の数 7 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2012-181314 (P2012-181314)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成24年8月20日 (2012. 8. 20)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(65) 公開番号	特開2014-39204 (P2014-39204A)	(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
(43) 公開日	平成26年2月27日 (2014. 2. 27)	(74) 代理人	100091720 弁理士 岩崎 重美
審査請求日	平成27年1月21日 (2015. 1. 21)	(72) 発明者	佐藤 綾 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所 通信ネットワーク事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パケット通信網における通信途絶時間短縮方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の装置と、

前記第1の装置と第1の経路または第2の経路の少なくとも一方を介してデータ信号の送信および接続性監視信号の送受信を行う第2の装置と、

前記第1の経路を構成し、前記第1の装置と前記第2の装置との間で前記データ信号および前記接続性監視信号を中継する複数の第3の装置とを備え、

前記第1の経路で障害が発生すると、

前記第1の装置は、前記接続性監視信号に前記障害を通知する情報を追加し、前記障害を通知する情報を追加した前記接続性監視信号を前記第2の経路を介して前記第2の装置へ送信するとともに、前記複数の第3の装置それぞれとの間に予め設定された複数の第3の経路を介して前記障害を通知する情報を追加した前記接続性監視信号を前記複数の第3の装置へ送信し、前記複数の第3の装置は、前記障害を通知する情報を追加した前記接続性監視信号を前記第3の経路を介してそれぞれ受信すると、前記第1の経路を介して中継している前記第2の装置から前記第1の装置への前記データ信号を前記第3の経路を介して中継するようにそれぞれ切り替え、

前記第2の装置は、前記障害を通知する情報を追加した前記接続性監視信号を受信すると、前記第1の経路を介して送信している前記データ信号を前記第2の経路を介して送信するように切り替える

ことを特徴とする通信網。

## 【請求項 2】

前記複数の第 3 の装置は、

受信した前記データ信号および前記接続性監視信号の入力経路を識別する入力経路識別情報と、前記受信した前記データ信号および前記接続性監視信号の送信先として前記第 1 の経路の送信先を識別する第 1 の経路識別情報および前記第 3 の経路の送信先を識別する第 2 の経路識別情報と、受信した前記データ信号の前記送信先が前記第 1 の経路か前記第 3 の経路かを示す第 1 の切替情報とを対応づけて管理する経路情報を保持する記憶部と、前記経路情報を参照して受信した前記データ信号および前記接続性監視信号を前記送信先へ出力する処理部とを備え、

前記複数の第 3 の装置の前記処理部は、

前記第 2 の装置より前記データ信号を受信すると、前記データ信号に含まれる入力経路識別情報に基づいて前記経路情報の前記入力経路識別情報を検索し、検索した前記入力経路識別情報に対応する前記第 1 の切替情報が前記第 1 の経路を示すときは、前記第 1 の経路識別情報より前記第 1 の経路の送信先を特定し、特定した前記第 1 の経路の送信先に受信した前記データ信号を送信し、検索した前記入力経路識別情報に対応する前記第 1 の切替情報が前記第 3 の経路を示すときは、前記第 2 の経路識別情報より前記第 3 の経路の送信先を特定し、特定した前記第 3 の経路の送信先に受信した前記データ信号を送信し、前記第 1 の装置より前記第 3 の経路を介して前記障害を通知する情報を追加した前記接続性監視信号を受信すると、受信した前記障害を通知する情報を追加した前記接続性監視信号に含まれる入力経路識別情報に基づいて前記経路情報の前記入力経路識別情報を検索し、検索した前記入力経路識別情報に対応する前記第 1 の切替情報を前記第 3 の経路を示すように更新する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信網。

## 【請求項 3】

前記複数の第 3 の装置の前記記憶部は、

前記入力経路識別情報と、受信した前記データ信号を中継するか否かを特定する中継可否情報とを対応づけて管理する管理情報を保持し、

前記複数の第 3 の装置の前記処理部は、

前記第 2 の装置より前記データ信号を受信すると、前記データ信号に含まれる前記入力経路識別情報に基づいて前記経路情報の前記入力経路識別情報を検索し、検索した前記入力経路識別情報に対応する前記第 1 の切替情報が前記第 3 の経路を示す場合、前記データ信号に含まれる前記入力経路識別情報に基づいて前記管理情報の前記入力経路識別情報を検索し、検索した前記入力経路識別情報に対応する前記中継可否情報が中継可であるとき、受信した前記データ信号に含まれる前記入力経路識別情報に対応する前記経路情報の前記第 2 の経路識別情報より前記第 3 の経路の送信先を特定し、特定した前記第 3 の経路の送信先に受信した前記データ信号を中継することを特徴とする請求項 2 に記載の通信網。

## 【請求項 4】

前記複数の第 3 の装置は、

前記第 3 の経路のトラフィック量を測定する測定部を備え、

前記複数の第 3 の装置の前記記憶部は、

前記入力経路識別情報と優先度と受信した前記データ信号を中継するか否かを特定する中継可否情報とを対応づけて管理する第 1 の管理情報と、前記第 3 の経路のトラフィック量と前記優先度とを対応づけて管理する第 2 の管理情報とを保持し、

前記複数の第 3 の装置の前記処理部は、

前記第 2 の装置より前記データ信号を受信すると、前記データ信号に含まれる前記入力経路識別情報に基づいて前記経路情報の前記入力経路識別情報を検索し、検索した前記入力経路識別情報に対応する前記第 1 の切替情報が前記第 3 の経路を示す場合に、前記データ信号に含まれる前記入力経路識別情報に基づいて前記経路情報の前記入力経路識別情報を検索し、検索した前記入力経路識別情報に対応する前記送信先情報の前記第 2 の経路識別情報を特定し、特定した前記第 2 の経路識別情報が示す前記第 3 の経路のトラフィック量

10

20

30

40

50

を前記測定部より取得し、取得した前記第3の経路のトラフィック量に基づいて前記第2の管理情報の前記第3の経路のトラフィック量を検索し、検索した前記第3の経路のトラフィック量に対応する前記優先度より高優先度または検索した前記第3の経路のトラフィック量に対応する前記優先度以上の優先度の前記第1の管理情報の前記優先度を特定し、特定した前記優先度に対応する前記中継可否情報を中継可に更新し、受信した前記データ信号に含まれる前記入力経路識別情報に基づいて前記第1の管理情報の前記優先度を特定し、特定した前記優先度に対応する前記中継可否情報が中継可である場合、受信した前記データ信号を特定した前記第2の経路識別情報が示す前記第3の経路へ中継することを特徴とする請求項2に記載の通信網。

【請求項5】

10

前記第1の装置は、

受信した前記データ信号および前記接続性監視信号の入力経路を識別する入力経路識別情報と、受信した前記データ信号が前記第3の経路を介して受信したものであるか否かを特定する第2の切替情報とを対応づけて管理する経路情報を保持する記憶部と、前記経路情報を参照して受信した前記データ信号および前記接続性監視信号を送信先へ出力する処理部と、

制御信号の送受信を行う制御信号処理部とを備え、

前記処理部は、前記データ信号を受信すると、前記データ信号に含まれる入力経路識別情報に基づいて前記経路情報の前記入力経路識別情報を検索し、検索した前記入力経路識別情報に対応する前記第2の切替情報が前記第3の経路を表しているとき、受信した前記データ信号の処理を受信した他のデータ信号より優先して行う

20

ことを特徴とする請求項1に記載の通信網。

【請求項6】

前記第3の経路は、

前記第1の装置と前記第2の装置と前記複数の第3の装置を制御信号にて制御する複数の第4の装置によって構成されている

ことを特徴とする請求項1に記載の通信網。

【請求項7】

第1の経路または第2の経路の少なくとも一方を介してデータ信号の受信および接続性監視信号の送受信を行い、第3の経路を介して制御信号の送受信を行う処理部と、

30

受信した前記データ信号および前記接続性監視信号の入力経路を識別する入力経路識別情報と、受信した前記データ信号が前記第3の経路を介して受信したものであるか否かを表す切替情報とを対応づけて管理する経路情報を保持する記憶部とを備え、

前記処理部は、前記第1の経路で障害が発生すると、

前記接続性監視信号に前記障害を通知する情報を追加し、前記障害を通知する情報を追加した前記接続性監視信号を前記第2の経路および前記第3の経路を介して送信した後に、前記データ信号を受信すると、前記データ信号に含まれる入力経路識別情報に基づいて前記経路情報の前記入力経路識別情報を検索し、検索した前記入力経路識別情報に対応する前記切替情報が前記第3の経路を表しているとき、受信した前記データ信号の処理を受信した他のデータ信号より優先して行う

40

ことを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信システムおよび通信装置に係り、特に現用系経路と予備系経路とで構成される通信網における経路切替時の通信制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

2010年にLANの通信規格であるイーサネット（登録商標であり、以下同様）規格の策定を行う標準化団体IEEE（Institute of Electrical

50

and Electronics Engineers, Inc.)によって40 Gbps及び100 Gbps通信規格IEEE 802.3 baが定められたことにより、高速大容量のパケット通信技術が通信キャリア網など業務用通信網に導入され始めている。

#### 【0003】

インターネット利用者の増加やコンテンツの大容量化が急速に進んだため、通信網内にオペレータの想定を超えるトラフィックが発生し、情報サービスの品質や継続性を損なうことが重要な問題となる。また、障害が発生した場合の被害も大きくなっており、障害による通信途絶時間は出来る限り短いことが望ましい。そのため、障害を回避することに加え、通信障害が発生した際にサービスを迅速に復旧させる仕組みが重要となる。パケット通信網の整備が進められる中、通信障害が発生した場合の通信継続性を保証するための技術として、イーサネットやMPLS (Multi Protocol Label Switching) 網を対象とするOAM (Operation, Administration and Maintenance) 技術やプロテクション切替技術の標準化が進められ、パケット通信技術の信頼性を確保する上で不可欠な通信キャリア網へ導入され始めている。ここで、プロテクション切替とは、通常データ通信に用いる経路とは別の予備系経路を設定しておき、障害発生時に切り替え制御を行うものである。

10

#### 【0004】

また、プロテクション切替を用いたトランスポート性能を重視する通信網オペレーションでは、各ノード間を通信する主信号(データ信号)と各ノードを通信事業者が制御する制御信号とを分離して運用する形態が一般的である。即ち、データトラフィックと通信装置の制御管理信号との相互干渉を出来る限り排除する。そして、安定運用を行うために、例えば、制御線(制御信号を伝達する回線)はオペレータが通信網の制御・監視を行うために必要な帯域を常時確保しておく。

20

#### 【0005】

プロテクション切替の方式として1:1プロテクション切替が規定されている。1:1プロテクション切替は、現用系経路のみを用いて通信している状態で当該経路が通信不能になった場合、予備系経路を用いた通信に切替える方式である。そして、現用系経路が通信可能な場合には、リソース有効活用のため予備系経路にエクストラトラフィック(障害発生時に品質保証を行わなくてよいトラフィック)を流すことが許容される。

30

#### 【0006】

このような1:1プロテクション切替として、特許文献1には、現用系経路にて通信障害が発生すると、後段で一番近くにある障害検知ノードが障害発生を検知し、障害を検知したノードが障害箇所情報を含む障害通知メッセージを順次隣接ノードに転送することが記載されている。これにより、予め設定された迂回経路情報に従い、並列に経路を切り替えることを実現している。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0007】

【特許文献1】特開2002-281068号公報

#### 【発明の概要】

40

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

1:1プロテクション切替は、主に音声ストリーミング等の既存電話サービスの高信頼化を目的として開発された技術である。そのため、大容量データバックアップなどのベストエフォート方式且つ送達確認を要する大容量データ転送に関しては十分な考慮がなされていない。また、経路切り替えのためにエッジノード間で制御用信号の送受信を行う必要があり、当該冗長系の送信側エッジノードと受信側エッジノードの双方がそれぞれ自律的に経路切替を行うため、障害発生時の経路の切り替えに時間を要する。制御用信号は中継ノードの処理遅延の影響を受けるため、ネットワークを構成する中継ノードの数に比例して、障害復旧までの時間が長くなってしまふ。ネットワーク規模が拡大している現在、こ

50

の処理遅延による影響が非常に大きくなっている。

【0009】

特許文献1に記載の方式では、全ての迂回経路が予備系経路となることが想定され、その経路全てに現用系経路と同等の帯域を持たせることが非効率であり、また、ネットワークが大容量化している現在において非現実的である。

【0010】

本発明は1:1プロテクション切替において、余計な通信帯域を確保せず、障害発生時の通信途絶時間を短縮することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、本発明は、第1の装置と、第1の装置と第1の経路または第2の経路の少なくとも一方を介してデータ信号の送信および接続性監視信号の送受信を行う第2の装置と、第1の経路を構成し、第1の装置と第2の装置との間でデータ信号および接続性監視信号を中継する複数の第3の装置とを備え、第1の経路で障害が発生すると、第1の装置は、接続性監視信号に障害を通知する情報を追加し、障害を通知する情報を追加した接続性監視信号を第2の経路を介して第2の装置へ送信するとともに、複数の第3の装置それぞれとの間に予め設定された複数の第3の経路を介して障害を通知する情報を追加した接続性監視信号を複数の第3の装置へ送信し、複数の第3の装置は、障害を通知する情報を追加した接続性監視信号を第3の経路を介してそれぞれ受信すると、第1の経路を介して中継している第2の装置から第1の装置へのデータ信号を第3の経路を介して中継するようにそれぞれ切り替え、第2の装置は、障害を通知する情報を追加した接続性監視信号を受信すると、第1の経路を介して送信しているデータ信号を第2の経路を介して送信するように切り替えることを特徴とする通信網を有する。

【発明の効果】

【0012】

本発明によると、現用系経路での通信中に当該経路において通信障害が発生した場合に、予備系経路へのプロテクション切替が完了する時刻を待たずに迂回経路(一時的に利用可能な補助経路)を介してユーザ宛のデータ転送を継続でき、データの欠損量を低減すると共にユーザが認識するデータ通信(サービス)の途絶時間を短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】通信システムのネットワーク図である。

【図2】一時的な迂回経路を示したネットワーク図である。

【図3】中継網エッジ装置の機能ブロック構成図である。

【図4】中継網エッジ装置が保持する経路表である。

【図5】中継装置の機能ブロック構成図である。

【図6】中継装置が保持する経路表の一つ目の構成例である。

【図7】中継装置が保持するバス管理補助テーブルである。

【図8】中継装置が保持する経路表の二つ目の構成例である。

【図9】中継網エッジ装置が現用系経路から予備系経路へ経路切替の流れを示すシーケンス図である。

【図10】中継網エッジ装置のOAM制御部による経路切替動作を示すフローチャートである。

【図11】中継装置のOAM制御部による経路切替動作を示すフローチャートである。

【図12】中継装置の入力フレーム処理部による経路切替動作を示すフローチャートである。

【図13】優先度の高いユーザフレームを迂回経路へ転送する際のネットワーク図である。

【図14(a)】中継装置が保持するユーザデータ管理テーブル(a)である。

【図14(b)】中継装置が保持するユーザデータ管理テーブル(b)である。

10

20

30

40

50

【図15】中継装置の入力フレーム処理部による静的な迂回経路転送動作を示すフローチャートである。

【図16(a)】中継装置が保持するユーザデータ管理テーブル(e)である。

【図16(b)】中継装置が保持するユーザデータ管理テーブル(f)である。

【図17】中継装置の入力フレーム処理部による第1の動的な迂回経路転送/廃棄決定動作を示すフローチャートである。

【図18】中継装置の入力フレーム処理部による第2の動的な迂回経路転送/廃棄決定動作を示すフローチャートである。

【図19】中継装置に於いてユーザデータの廃棄を回避するトラフィック制御を行うネットワーク図である。

10

【図20】図19のシステムにおける中継装置の機能ブロック構成図である。

【図21(a)】中継装置が保持するデータ管理テーブルである。

【図21(b)】経路切替の所要時間が異なる際の中継装置が保持するデータ管理テーブルである。

【図22】データ蓄積制御部によるユーザデータをコピーする流れを示すフローチャートである。

【図23】データ蓄積制御部によるユーザデータを保持する流れを示すフローチャートである。

【図24】第2の通信システムのネットワーク図である。

【図25】中継装置の機能ブロック構成図である。

20

【図26】中継装置が保持する経路表である。

【図27】中継装置のOAM制御部によるAPSフレームの転送を表すフローチャートである。

【図28】従来のプロテクション切替技術の動作の仕組みを示すネットワーク図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

(実施例1)

図28は、従来のプロテクション切替技術の動作の仕組みを示すネットワーク図である。本図のネットワークは、複数のユーザ端末(例えば、PCや企業内サーバ等)140を収容する中継網エッジ装置TE(Transport Edge)-Z(100-Z)と、一つまたは複数のデータサーバ120を収容する中継網エッジ装置TE-A(100-A)とを、パケット(OSI(Open Systems Interconnection)モデルの伝送レイヤではヘッダとペイロードから成るデータフォーマットをフレームと称する。以降の説明では、慣例に従ってパケットとフレームの両方を使用する。)中継網110で接続する構成である。ここで、データサーバ120からユーザ端末140へ向かう通信を想定し、以降の説明ではTE-A(100-A)側をパケット中継網の上位側、TE-Z(100-Z)側を下位側と称する。また、パケット中継網110は多数の中継網エッジ装置や中継装置の組合せで構成されるが、ここでは説明を簡単にするため、TE-A(100-A)、TE-Z(100-Z)、TE-A(100-A)とTE-Z(100-Z)との通信を中継するために配備した中継装置TN(Transport Node)-X(150-X)、TN-Y(150-Y)、TN-B(151-B)、TN-C(151-C)を用いた構成例を示している。本ネットワークは、TE-A(100-A)からTE-Z(100-Z)へパケットを中継するため、経路、170-w1、170-w2、170-w3を通過する経路を現用系経路1000、経路170-p1、170-p2、170-p3を通過する経路を予備系経路2000とした冗長化構成である。該ネットワークは、一般的には、TE-A(100-A)、TE-Z(100-Z)、TN-X(150-X)、TN-Y(150-Y)、TN-B(151-B)、TN-C(151-C)以外にも多くの中継網エッジ装置や中継装置が相互に接続されパケット中継網110を構成する。

30

40

【0015】

50

パケット中継網 110 の内外には一つまたは複数のデータサーバ 120 が存在する。これらデータサーバ 120 は、パケット中継網 110 を構成する TE - A (100 - A) 等の中継網エッジ装置を介してユーザ端末 140 に対しユーザデータを配信する。

【0016】

データサーバ 120 からユーザ端末 140 宛のユーザデータを受信した TE - A (100 - A) は、自装置内の経路表 71 (詳細は後述) を参照し、現用系経路 1000 を用いてユーザデータを転送する。現用系経路 1000 を介して中継を行う場合のユーザデータの通過経路を経路 160 とする。

【0017】

TE - A (100 - A) と TE - Z (100 - Z) は OAM 機能により現用系経路 1000、予備系経路 2000、2001 の接続性を監視している。接続性を監視する信号 (接続性監視信号) として、具体的には、TE - A (100 - A) が TE - Z (100 - Z) に対して送信する、ITU - T G. 8013 / Y. 1731 で規定されている CCM (Continuity Check Message) フレームがある。CCM フレームを使用し、周期 T で (周期 T はオペレータにより任意に設定可能) 現用系経路 1000 および予備系経路 2000 に配信し、TE - Z (100 - Z) にて当該 CCM フレームの到着状況を確認することにより接続性を監視している。また、同じく接続性監視信号の一つとして冗長系の経路切替を監視し制御する信号、具体的には、TE - Z (100 - Z) が TE - A (100 - A) に対して送信する、ITU - T G. 8013 / Y. 1731 および ITU - T G. 8031 / Y. 1342 で規定されている APS (Automatic Protection Switching) フレームがある。TE - Z (100 - Z) は、APS フレームを通常時は 5 秒周期で予備系経路 2001 を介して送信し、現用系経路 1000 と予備系経路 2000 について経路切替の要否を TE - A (100 - A) に通知している。

【0018】

この時、TE - A (100 - A) はデータサーバ 120 からユーザフレームを受信すると、経路表 71 で宛先を確認し、現用系経路 1000 に該ユーザフレームを転送する。ここで、TE - Z (100 - Z) の現用系経路 1000 に接続性障害が発生した際、即ち、TE - Z (100 - Z) が現用系経路 1000 から CCM フレームを 3.5 周期以内に 1 度も受信しなかった際に、APS フレームの Request / State フィールドを設定し、更に予備系経路 2001 への APS フレームの送信周期を 5 秒周期から 3.3 ミリ秒周期に変更する。TE - A (100 - A) は APS フレーム内の Request / State フィールドを参照して、現用系経路 1000 で障害が発生したことを検知し、現用系経路 1000 から予備系経路 2000 へ配信経路を切り替える。

【0019】

現用系経路 1000 における障害発生に対し、予備系経路 2000 に切り替えを完了するには一定の処理時間が必要である。障害発生から切替完了までの間にデータサーバ 120 から TE - A (100 - A) へ到達するユーザフレームは現用系経路 1000 へ転送される。従って、これらのユーザフレームは TE - Z (100 - Z) まで届かず、ユーザ端末から見ると通信が途絶した状態になる。

【0020】

以下、実施例を図面を用いて説明する。図 1 は、本実施例で想定する通信システムの基本構成を示すネットワーク図である。既に説明した図 28 に示された同一の符号を付された構成と同一の機能を有する構成要素については、説明を省略する。ここでは、下り方向の接続性の監視、およびプロテクション切替の動作を説明する。先述したように、現用系経路 1000、予備系経路 2000 は OAM 機能により接続性の監視をしているが、現用系経路 1000 で通信障害が発生した際に予備系経路 2000 に切り替わるまでに時間を要し、その間の通信が途切れてしまう。そこで、パケット中継網 110 の内部又は外部に用意した補助通信経路 3000 を用いて、切替処理に伴って欠損する可能性のあるユーザデータを救済する。補助通信経路 3000 には、予備系経路 2000 に切り替わるまでの

10

20

30

40

50

間の一時的な迂回経路として迂回経路3001、3101と迂回経路3002、3102を設定する。それぞれ、現用系経路1000を構成するTN-Y(150-Y)、TN-X(150-X)とTE-Z(100-Z)とを接続する回線である。迂回経路3001、3101と迂回経路3002、3102は物理的又は論理的な回線として構成する。迂回経路の具体的な設定例に関しては後述する。

#### 【0021】

TE-Z(100-Z)は、現用系経路1000で通信障害が発生した際、即ち、現用系経路1000からCCMフレームを3.5周期以内に1度も受信しなかった際に、5秒周期で予備系経路2001方向に配信していたAPSフレームを、3.3ミリ秒毎に予備系経路2001方向に配信するよう変更する。その際、予備系経路2001に加え、迂回経路3001、3002に対しても同様にAPSフレームを送出する。

10

#### 【0022】

なお、迂回経路3001、3002へのAPSフレーム送出手は、現用系経路1000で通信障害が発生する前から、予備系経路2001への配信と同様に5秒周期で配信していてもよい。その場合、現用系経路1000で通信障害が発生すると、5秒周期で迂回経路3001、3002方向に配信していたAPSフレームを、3.3ミリ秒毎に迂回経路3001、3002方向に配信するよう変更する。

#### 【0023】

TE-Z(100-Z)が送出手するAPSフレームはTE-Z(100-Z)に近い順に各通信装置へ到達する。即ちTN-Y(150-Y)、TN-X(150-X)、TE-A(100-A)の順に該APSフレームが到着する。TN-Y(150-Y)、TN-X(150-X)、TE-A(100-A)は、それぞれ該APSフレームを受信し、かつ、該APSフレーム内のRequest/Stateフィールドを参照して、切替要否(現用系経路1000での障害有無)を判定する。切替が必要な場合、TN-Y(150-Y)、TN-X(150-X)、TE-A(100-A)は、上位側から受信したユーザフレームを、迂回経路3101、3102および予備系経路2000に転送する。APSフレームのTN-Y(150-Y)、TN-X(150-X)、TE-A(100-A)への到着時刻が異なるため、経路170-w3から迂回経路3101、経路170-w2及び170-w3から迂回経路3102、経路170-w1を含む全現用系経路1000から予備系経路2000、の順に経路切替を行う。

20

30

#### 【0024】

つまり、従来は予備系経路2000に切り替わるまでのユーザフレームは障害が発生した箇所で廃棄されており、予備系経路2000に切り替わるまでの間のデータ通信が途切れていたが、本実施例により、一時的な迂回経路3101や3102を利用してデータ通信の途切れる時間を短縮できる。なお、一時的な迂回経路3101や3102は常時ユーザフレームを転送することを想定していなかったり、他のユーザフレームの経路と共用であったりするので、迂回経路を通るユーザフレームについては、予備系経路2000を通るように経路を切り替えていくことが望ましい。

#### 【0025】

障害時にデータトラフィックを保護するための補助通信経路3000(迂回経路3101や3102)を構築するには主に2つの方法がある。一つはデータプレーン内に補助経路3000を設定する方法であり、もう一つは制御プレーンを補助経路3000として利用する方法である。ここで、データプレーンとは、ユーザフレームやOAMフレームの処理を行うネットワークであり、制御プレーンとは、制御用フレームの処理を行うネットワークである。データプレーンを利用する場合、パケット中継網110を構成する中継装置のうち、現用系経路1000は予備系経路2000を構成しない、別の中継装置を接続して迂回経路を設定することができる。以降では、迂回経路として制御プレーンを利用する場合とデータプレーンを利用する場合のそれぞれについてプロテクション切替を利用したトラフィック保護方法を説明する。なお、迂回経路の設定にあたり、データプレーンを利用する場合と制御プレーンを利用する場合とでは設定する方法は同じ(運用システムOp

40

50

S ( O p e r a t i o n S y s t e m ) による監視制御)である。

【 0 0 2 6 】

図2は、図1のネットワーク図において、迂回経路の設定方法の一例を示したネットワーク図である。図2は、図1のネットワーク図における一時的な迂回経路3001、3002を、制御プレーン181内の経路および装置を使用するように図示したものである。図1で記述した一時的な迂回経路3001、3002は、OpS112を利用してネットワーク管理者が設定することができる。OpSとは、一般的に、基地局・加入者の登録作業、試験障害監視などシステムの設定・監視・制御・試験を遠隔で行うシステムを言う。ここではそのソフトウェアを持つ制御用の端末をOpS112で示す。

【 0 0 2 7 】

OpS112は、制御用のネットワークである制御プレーン181を構成する通信装置N152-1、N152-n、N153-1、N153-n、N154、N155、N156、N157のいずれか一つまたは複数の通信装置を介してパケット中継網110を構成する通信装置TE-A(100-A)、TE-Z(100-Z)、TN-X(150-X)、TN-Y(150-Y)にアクセスできる。OpS112は、制御プレーン181を介して、ユーザフレームやOAMフレームの処理を行うデータプレーン180を構成する通信装置と、経路設定情報や運用・監視情報を含む通信網運用情報を相互に伝達することができる。本図ではデータプレーン180内の通信装置が、それぞれ制御プレーン181内の通信装置と接続され、OpS112と直接または間接的に通信可能であることを示す構成とした。これらの条件を満たせば、制御プレーンの経路構成方法は本図と異なっても構わない。

【 0 0 2 8 】

OpS112がデータプレーン180内の通信装置を制御する経路を制御線、主信号が流れる経路を主信号線と呼ぶ。本図では制御線を5001~5008で示す。OpS112は制御線だけでなく、制御線と主信号線を介してデータプレーン180の通信装置を制御できる。通常、制御線は主信号線と比較して帯域が少ない。一般的には、制御線を介してOpS112でデータプレーン180の通信状態を監視し、データプレーン180内でプロテクションを実施する。

【 0 0 2 9 】

図3は、TE-Z(100-Z)の装置構成例を示す機能ブロック構成図である。本図を用いて、TE-Z(100-Z)における装置管理並びに通信信号処理について説明する。TE-Z(100-Z)には、他の通信装置やサーバ、或いは端末装置等と接続するために、一つ又は複数の通信インタフェース11-1~11-Nを備える。これらのインタフェース11をインタフェース部10に含み、インタフェース11を通じて受信した信号は入力バッファ21-1へ蓄積する。受信した信号を処理する機能ブロックとして、入力出力制御部21、22や入力フレーム処理部31、出力フレーム処理部32、OAM制御部52がある。入出力制御部21は、入力バッファ21-1内部への書き込み開始や、入力バッファ21-1から入力フレーム処理部31へフレーム転送する際のタイミング指示を行う。インタフェース部10で信号入力を検知すると、入出力制御部21にフレーム到着を通知すると共に、入力バッファ21-1に入力信号を記録する。経路81及び81-1は、それぞれインタフェース部10から入出力制御部21、入力バッファ21-1へのフレーム(主信号)を含む信号伝送又は新規フレーム到着/未着状態を含む装置内状態(或いは通信状況)の監視・制御に用いる信号経路である。

【 0 0 3 0 】

本図の中で、インタフェース部10に接続する回線10-1~10-Nは、物理回線又は論理回線を示す。信号フレームはVLAN(Virtual Local Area Network)やMPLS(Multi Protocol Label Switching)タグを用いて論理的に識別されることが通例である。例えばインタフェース10-1~10-Nを物理インタフェースと見做すと、個々のインタフェースには複数の論理回線10-1-1~10-1-m1、10-2-1~10-2-m2、10-N-1~

10

20

30

40

50

10 - N - mNを含むことができる。個々の論理回線には、更に複数の論理回線を設定できる。例えば、VLANタグを複数使用するか、MPLSでフレーム転送に用いられるシムヘッダを複数挿入することにより、多段階層から成る論理回線設定が可能である。

#### 【0031】

受信フレームが入力バッファ21-1から入力フレーム処理部31に転送されると、入力フレーム処理部31では、受信フレームの種別判定（プロトコル識別、主信号/制御信号識別など）やフレームヘッダの抽出、宛先確認、ヘッダ情報の付与・変換・削除を行う。受信フレームの宛先確認では、入力フレーム処理部31は、受信フレームの宛先を示すヘッダ情報を抽出し、該情報を経路表71と照合する。経路表71には受信フレーム毎に該当する宛先へ向けて該フレームを送出するための通信経路情報を保持する。通信経路情報には、送出手のインタフェースの識別子及び送出手に該フレームに付与すべきヘッダ情報を含む。

10

#### 【0032】

送出手が決定したフレームは、スイッチ部50により宛先毎に振り分けられる。即ちスイッチ部50は複数のインタフェースボード間を接続する役割を担っており、例えばスイッチ部50に入力されるフレームに付随する前述のヘッダ情報（フレーム本体のヘッダ情報又は装置内部のみで使用する「内部ヘッダ（例えば、送出手ポート識別子）」情報）に基づき、当該フレームを送出手の物理/論理インタフェースを備えるインタフェースボード宛てに転送される。経路83は、入力フレーム処理部31からスイッチ部50にフレームを送出手の信号経路である。本図では通信装置の機能ブロックの相関関係を簡略化して図示しているため具体的な実現方法には触れていないが、このようなスイッチ部50の役割を担う信号処理基板と、個々のインタフェースを含むインタフェース用基板とをバックプレーンを用いて相互に接続する構成は一般的に用いられる。一般的には本図の中でスイッチ部50のみ別基板上に実装されることも珍しくない。但し、具体的な実装方法の差異は本発明及び本実施の形態の本質とは関係しないため、詳細な説明は割愛する。スイッチ部50は、入力されるフレームの転送先（インタフェースボード、或いはインタフェースグループ）を決定する際に、当該フレームのヘッダ情報や内部に備える記憶部70の経路表71を比較参照することにより決定する。スイッチ部50は、入力されるフレームの転送先を決定すると、転送先の出力量フレーム処理部32へ出力量フレームとして転送する。

20

#### 【0033】

以上の流れから、スイッチ部50から出力量フレーム処理部32が受信するフレームは、当該出力量フレームが属するインタフェースボード上のインタフェース部10より外部に転送されるべきフレームである。経路84は、スイッチ部50から出力量フレーム処理部31にフレームを送出手の信号経路である。出力量フレーム処理部32は、出力量フレームをインタフェース部10宛てに送出手の最後の処理を行うブロックであり、入力フレーム処理部31と同様の処理を行う。即ち、出力バッファ22-1に出力量フレームを記録し、インタフェース部10へフレーム転送する際のタイミング指示を行う。

30

#### 【0034】

また、ヘッダ情報の処理や、優先度別の送出手処理（フレーム順序調整）を行う。出力量フレーム処理部32にて、スイッチ部50から受信した出力量フレームを具体的に送出手のインタフェース11-1～11-Nを選択する。ヘッダ情報の処理は、例えば装置内部におけるフレーム処理に用いる内部ヘッダの削除、入力側と出力側とでプロトコルが異なる場合等の、ヘッダ情報の変更・付加・削除或いは処理状況を記録しておくためのフレーム情報の読取り処理が必要な場合に実施する。

40

#### 【0035】

制御信号入出力処理部90は制御信号を処理する。ノード制御部51は、TE-Z(100-Z)全体を制御するために設けられた制御部である。ノード制御部51は、オペレータがOpS112を介して設定する情報を基に、経路表71の設定、更新および管理することで、TE-Z(100-Z)に入力されたユーザフレームに対する出力量先を決定する。

50

## 【0036】

オペレータは、前述の経路情報に関する設定を、TE-Z(100-Z)以外の各装置(例えば図1では、TE-A(100-A)、TN-X(150-X)、TN-Y(150-Y))にも同様に施すことで、オペレータが設計した通信経路(例えば、前述した現用系経路1000)をネットワーク全体として実現している。その他にも、ノード制御部51は入出力処理部52やスイッチ部50などのTE-Z(100-Z)各構成ブロックの状態を監視し、必要に応じてOpS112へ該装置の状態を通知する。オペレータはOpS112を介して、前述の通知を受けることで、該装置の状況を把握し、保守業務などを実現している。

## 【0037】

ここで、主信号用物理回線10-1~10-Nは、例えばIEEE803.2aeで規定されている10GBASE-SXの規格に従う。また制御信号用物理回線60はIEEE802.3anで規定されている10GBASE-Tの規格に従うものとする。ここで列挙したインタフェース規格はあくまで一例であり、本装置のインタフェース規定をこれに限定するものではない。

## 【0038】

次に、TE-Z(100-Z)の特徴的な機能を説明する。TE-Z(100-Z)は、OAM技術を用いてTE-A(100-A)との接続性を監視する。OAMフレーム(CCMフレーム及びAPSフレーム)の処理方法を以下に説明する。

## 【0039】

入力フレーム処理部31において、受信フレームの種別判定を行った際に当該フレームがCCMフレームと識別された場合、OAM制御部72内のCCM終端部73で終端する。また、OAM制御部72は、APS挿入部74でAPSフレームを生成し、スイッチ部50を介して、予備系経路2001及び迂回経路3001、3002にAPSフレームを送出する。尚APSフレームを迂回経路3001、3002に送出的際には、制御信号用物理回線60(及び論理回線5001や5002が設定されている場合には当該論理回線)を介して制御プレーン181宛に送出的する。

## 【0040】

OAM制御部72は、CCM終端部73でCCMフレームの到着周期を監視する。CCM終端部73でCCMフレームを現用系経路から3.5周期以内に1度も受信しなかった場合、現用系経路1000で通信障害が発生したと判定する。障害が検知された場合、APS挿入部74は、平常時に5秒周期で予備系経路2001および迂回経路3001、3002へ送信していたAPSフレーム送信周期を3.3ミリ秒に変更し、通信経路切替を要求するためRequest/Stateフィールドに状態遷移情報(例えば、現用系信号故障を表す1011)を埋め込む。

## 【0041】

障害発生後、TE-A(100-A)における経路切替処理が完了するまでの間にTE-A(100-A)が現用系経路1000を用いて送信したユーザフレームは、迂回経路3101、3102を介してTE-Z(100-Z)に到着する。この時、当該ユーザフレームは、通常のデータプレーン内インタフェース11-1から11-Nを介して到着するのではなく、制御回線5001、5002あるいは制御信号用物理回線60を介して到着する。即ち、ノード制御部51は、受信したユーザフレームを入出力制御部21へ経路86を介して転送し、入出力制御部21は該ユーザフレームについて、データプレーン180から受信したフレームと同様に終端又は伝送処理を行う。ノード制御部では切替要求フラグを含むAPSフレームを送出した時点で、制御回線5001、5002、制御信号用物理回線60を介してユーザフレームを受信するための準備を行う。つまり平常時には許可していないユーザフレームでの制御線利用を認める(受信フィルタの変更)、入出力制御部21への障害発生及びノード制御部51を介したユーザフレーム受信用のバッファ確保や受信対象データの識別子通知などの処理を行う。経路85は、ノード制御部51とスイッチ部50が相互にフレームを送出する信号経路である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

別の実装方法として、ユーザフレームの受信処理を入力フレーム処理部 3 1 に代わりノード制御部 5 1 が行っても良い。平常時に制御信号を処理するための信号処理機能を用いて、ユーザフレームを終端し、入力フレーム処理部 3 1 へ経路 8 7 を介してユーザフレームを受け渡す方法でも実現可能である。更に別の方法として、O A M 制御部 7 2 が A P S フレームを送出した時点で障害が発生した経路の識別子を含む、O A M 制御に必要な情報（パラメータ）をノード制御部 5 1 へ通知する（或いはノード制御部が予めこれら情報を保持しておく）ことにより、ノード制御部 5 1 内で全てのユーザフレームの処理を完了し、当該ユーザフレームをスイッチ部 5 0 へ転送することも可能である。

## 【 0 0 4 3 】

図 4 は、T E - Z ( 1 0 0 - Z ) が保持する経路表 7 1 のテーブル構成例である。データ 2 1 0 ~ 2 1 6 は、テーブルのエントリを表す。本テーブルは、例えば一般的な通信キャリア網では、通信サービスの開始に先立って、O p s 1 1 2 により静的に設定される。本テーブルには、オペレータがパケット中継網 1 1 0 を管理・運用するためのパス I D ( I D e n t i f i c a t i o n ) ( V L A N I D 又は M P L S タグ ) 2 0 1、宛先 M A C アドレス 2 0 2、宛先ポート（パス I D 毎にそれぞれ設定される送出インタフェース）番号 2 0 3 が格納される。パス I D 2 0 1 を示すために V L A N タグや M P L S のシムヘッダを複数段使用することも、V L A N I D と M P L S ラベルとを複数ずつ組み合わせることもできる。パス I D 2 0 1 と宛先 M A C アドレス 2 0 2 は処理対象フレームのヘッダ情報として含まれており、本テーブルを検索する際の検索キーとして利用できる。例えば宛先 M A C アドレス 2 0 2 は、同一の V L A N に属する宛先ポート識別子が複数存在する場合などに、宛先ポート番号を特定するために用いることができる。経路表 7 1 の検索時には、これら検索キーで示されるエントリ毎に規定される宛先ポート I D 2 0 3 を抽出し、当該フレームの送信先及び転送処理時に必要となるヘッダ情報を決定する。

## 【 0 0 4 4 】

また、T E - Z ( 1 0 0 - Z ) の経路表 7 1 には、現用系経路で通信障害が発生した場合に A P S フレームを送出する経路である予備系経路 2 0 0 1 / 迂回経路 3 0 0 1、3 0 0 2 用のポート番号 2 0 4 を保持する。通常フレーム転送処理時には、本テーブルの宛先ポート番号 2 0 3 を検索して受信フレームを転送する。ユーザフレームは T E - Z ( 1 0 0 - Z ) からユーザ端末 1 4 0 へ向けて転送されるため、ユーザフレームの転送処理では常時宛先ポート番号 2 0 3 を使用する。一方、通信障害が発生した場合に A P S フレームを送出する際には、A P S フレーム送出対象（O A M での監視対象）経路を、パス I D 2 0 1 を用いて本テーブルから検索し、当該エントリの予備系 / 迂回経路向け宛先ポート番号 2 0 4 を抽出して当該経路宛てヘッダ情報を付与する。すなわち A P S フレームの生成及び送出に際しては、常に対象経路のエントリに記載される予備系 / 迂回経路向けポート番号 2 0 4 を用いる。本実施例のように A P S フレームを予備系経路だけでなく 1 つ又は複数の迂回経路へも送信する場合、本図のように予備系 / 迂回経路向けポート番号 2 0 4 に複数のポート番号を格納した構成とする。これにより、A P S フレーム送出対象経路について登録された予備系 / 迂回経路向け宛先ポート番号 2 0 4 から複数のポート番号を抽出し、該抽出した全ポート番号宛に A P S フレームを送信する。

## 【 0 0 4 5 】

また、本テーブルには切替えフラグ 2 0 0 を持つこともできる。本フラグには、各エントリのパス I D 2 0 1（受信フレームの入力経路）が現用系経路 1 0 0 0 に対応するものか予備系 / 迂回経路のいずれかに対応するものかによってそれぞれ “ 0 ” 又は “ 1 ” を挿入する。予備系 / 迂回経路から受信するユーザフレームは、T E - Z ( 1 0 0 - Z ) でデータの欠損や重複が生じないようにフレームの到着状況を確認した後、ユーザ端末 1 4 0 へ転送する。そこで、現用系経路 1 0 0 0 に障害が発生しているときなど、切替えフラグが “ 1 ” のエントリに対しては、当該予備系 / 迂回経路から受信するフレームの到着状況を優先的に監視する必要がある、例えば入出力制御部 2 1 や入力フレーム処理部 3 1 のバッファを優先的に開放するなどの補助的な処理を行うことができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

図5は、TN-Y(150-Y)の装置構成例を示す機能ブロック構成図である。本図を用いて、TN-Y(150-Y)における装置管理並びに通信信号処理について説明する。TE-Z(100-Z)と同様な機能は説明を割愛する。以下に、TN-Y(150-Y)の特徴的な機能を説明する。

## 【 0 0 4 7 】

TN-Y(150-Y)の重要な役割に、APSフレームを終端し経路切替の要否を確認すること、及び経路切り替えに伴いTE-Z(100-Z)宛てに、切替対象となる経路を流れるユーザフレームを転送することが挙げられる。TN-Y(150-Y)は通常、迂回経路3001又は制御信号用物理回線60を介して5秒毎にAPSフレームを受信し、処理部であるOAM制御部720内のAPS終端部750でAPSフレームを終端する。ノード制御部510では、制御フレーム以外のフレームを受信した場合に、当該フレームを入出力制御部21へ転送する。尚、別の実装方法として、ノード制御部510内にAPSフレーム識別機能を備え、APSフレームのみを選択的に入出力制御部21又は入力フレーム処理部31へ転送しても良い。また別の実装例として、ノード制御部510内部にAPSフレーム終端部750相当の機能ブロックを実装し、APSフレームを終端、切替要否の判断を行っても良い。切替手順をまとめると、(1)ノード制御部510又はOAM制御部720にて経路切替要否を判定し、(2)切替対象となる経路を識別する経路識別子を抽出して当該経路を流れるユーザフレームを抽出、(3)更に切替後の通信経路を識別し、(4)該ユーザフレームを当該経路へ転送することが出来ればよい。手順(2)の一部及び(3)はOAM制御部720により処理する。手順(2)におけるデータ抽出と(4)のフレーム転送は入力フレーム処理部にて行う。

## 【 0 0 4 8 】

ノード制御部510又はAPS終端部750でRequest/Stateフィールドに切替動作が必要になる状態遷移を伝える情報を埋め込まれたAPSフレームを受信した際、ノード制御部510又はOAM制御部720は、入出力処理部520に対して該当する経路についてユーザデータの転送経路を切替えるよう指示する。経路切替の指示を受けた入出力処理部520は、入力フレーム処置部31で受信したフレームを、記憶部700の経路表710(もしくは経路表710とパス管理補助テーブル760(後述))を参照して迂回経路へ転送する。

## 【 0 0 4 9 】

図6は、TN-Y(150-Y)が保持する経路表710のテーブルの一つ目の構成例(経路表710a)、図8は、経路表710のテーブルの二つ目の構成例(経路表710b)である。また、図7は、TN-Y(150-Y)が保持するパス管理補助テーブル760である。経路切替えを行う際には、二つの手段を用いることができる。一つ目の手段(以降、手段Aとする)はパスIDの異なる現用系経路と予備系経路を相互に切り替える方法である(図6、7を用いる)。二つ目の手段(以降、手段Bとする)は、切替対象パスIDを変えずにユーザデータの振り分け先を変更することで経路を切り替える方法である(図8を用いる)。

## 【 0 0 5 0 】

図6の経路表710aには、受信したフレームを送出する際の出カパスを識別する出力パスID(VLAN ID又はMPLSタグ)2200、宛先MACアドレス2210、宛先ポート番号2220が格納される。

## 【 0 0 5 1 】

図7のパス管理補助テーブルには、受信したフレームの入カパスを識別する入力パスID(VLAN ID又はMPLSタグ)7700、出力パスIDとして、現用系のパスを識別する現用系パスID(VLAN ID又はMPLSタグ)7710と迂回系のパスを識別する迂回系パスID(VLAN ID又はMPLSタグ)7720、受信したフレームを出力する経路(現用系か迂回系か)を識別する現/予識別フラグ7730が格納される。

## 【 0 0 5 2 】

図 8 の経路表 7 1 0 b には、パス ID ( V L A N I D 又は M P L S タグ ) 2 5 1 0、宛先 M A C アドレス 2 5 2 0、宛先ポート番号として、現用系のパスを識別する通常経路向け宛先ポート番号 2 5 3 0 と迂回系および予備系のパスを識別する迂回 / 予備系経路向け宛先ポート番号 2 5 4 0、受信したフレームを出力する経路を切り替える切替フラグ 2 5 0 0 が格納される。

## 【 0 0 5 3 】

まず手段 A は、経路 1 7 0 - w 3 のパス ID と対になる迂回経路 3 1 0 1 のパス ID を別々にテーブル ( 図 6、7 ) に保持しておき、障害発生時には迂回経路 3 1 0 1 に対応するパス ID のエントリを参照する。このとき現 / 予識別フラグ 7 7 3 0 を用いて、通常経路を利用するエントリは “ 0 ”、迂回経路を利用するエントリは “ 1 ” としておくと、テーブル参照を容易に実施できる。具体的には、T N - Y ( 1 5 0 - Y ) では上位側エッジ装置である T E - A ( 1 0 0 - A ) から送られてくるユーザフレームについて、パス管理補助テーブル 7 6 0 の入力パス ID 7 7 0 0 を参照し、該エントリの現 / 予識別フラグ 7 7 3 0 を確認する。該ユーザフレームの現 / 予識別フラグ 7 7 3 0 が “ 0 ” であれば現用系パス ID 7 7 1 0、“ 1 ” であれば迂回系パス ID 7 7 2 0 を出力パス ID として抽出し、抽出した出力パス ID をキーに図 6 の経路表 7 1 0 a の出力パス ID 2 2 0 0 を検索する。対応エントリの宛先 M A C アドレス 2 2 1 0 もしくは宛先ポート番号 2 2 2 0 を参照して下位側 T E - Z ( 1 0 0 - Z ) へ転送する。

## 【 0 0 5 4 】

また、手段 B は、パス ID を変えずにユーザフレームの振り分け先を変更する方法である。図 8 のテーブルにある切替フラグ 2 5 0 0 を用い、“ 0 ” の場合は当該エントリの通常経路向け宛先ポート番号 2 5 3 0 を参照し、“ 1 ” の場合には迂回 / 予備系経路向け宛先ポート番号 2 5 4 0 を参照するようにすれば、同一のエントリに記載される宛先ポート番号 2 5 3 0、2 5 4 0 を使い分けてユーザフレームを出力することができる。手段 A では各エントリは通常経路 ( 現用系 ) か迂回経路 ( 迂回系 ) のいずれかの宛先ポート番号しか登録する必要がないが、手段 B では各エントリは通常経路 / 予備経路の両情報を登録しておき、切替フラグ 2 5 0 0 を用いて宛先ポート番号を切替えられる。

## 【 0 0 5 5 】

図 9 は、T E - Z ( 1 0 0 - Z ) が現用系経路 1 0 0 0 から予備系経路 2 0 0 0 へ経路切替の流れを示すシーケンス図である。T E - A ( 1 0 0 - A ) はサービス開始 ( 3 0 0 ) 後、T E - Z ( 1 0 0 - Z ) 宛てに C C M フレームやユーザフレームを、現用系経路 1 0 0 0 を介して送信する ( 3 5 0 ~ 3 5 0 - n )。通信障害 3 3 0 が発生して T E - Z ( 1 0 0 - Z ) が障害を検知すると ( 3 0 1 )、A P S フレーム内の R e q u e s t / S t a t e フィールドを障害が発生したことがわかるよう変更した A P S フレームを T N - Y ( 1 5 0 - Y )、T N - Y ( 1 5 0 - Y )、T E - A ( 1 0 0 - A ) 宛に配信する ( 3 5 1、3 5 2、3 5 3 )。T N - Y ( 1 5 0 - Y ) は該 A P S フレームを受信すると、T E - A ( 1 0 0 - A ) から受信したユーザフレームを、迂回経路 3 1 0 1 に転送するように切り替える ( 3 0 3 )。T N - Y ( 1 5 0 - Y ) が C C M フレームを受信した際に迂回経路 3 1 0 1 に転送するかそのまま現用系経路 1 7 0 - w 3 に転送し続けるかはどちらでもよい。次に、T N - X ( 1 5 0 - X ) は該 A P S フレームを受信すると、T E - A ( 1 0 0 - A ) から受信したユーザフレームを、迂回経路 3 1 0 2 に転送するように切り替える ( 3 0 5 )。T N - X ( 1 5 0 - X ) が C C M フレームを受信した際に迂回経路 3 1 0 2 に転送するかそのまま現用系経路 1 7 0 - w 3 に転送し続けるかはどちらでもよい。最後に、T E - A ( 1 0 0 - A ) は該 A P S フレームを受信すると、T N - Y ( 1 5 0 - Y ) や T N - X ( 1 5 0 - X ) と同様、データサーバ 1 2 0 から受信したユーザフレームを、予備系経路 2 0 0 0 に転送するように切り替える ( 3 0 7 )。切替後は、現用系経路 1 0 0 0 を介して送信していた C C M フレームやユーザフレームを予備系経路 2 0 0 0 に送信し ( 3 6 1 )、予備系経路 2 0 0 0 を用いた通常運用が開始する ( 3 6 2 )。

## 【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

図10は、TE-Z(100-Z)のOAM制御部72による経路切替動作を示すフローチャートである。OAM制御部72はCCMフレームの受信状態を監視(400)しており、CCMフレームを3.5周期以内に1度でも受信した場合(400のN)は、現用系に障害無しと判断して現用系経路からの受信を継続する。(401)。一方、TE-Z(100-Z)がCCMフレームを3.5周期以内に1度でも受信しなかった場合(400のY)、OAM制御部72は現用系経路に障害が発生したと判定し、予備系経路に送信していたAPSフレームのRequest/Stateフィールドに、切替動作が必要になる状態遷移を伝える情報を埋め込む(402)。更にOAM制御部72は、予めOpS112により設定された経路表71の予備系/迂回経路向けポート番号を参照して、一時的な予備系経路2001、迂回経路3001、3002を経由してTE-A(100-A)、TN-Y(150-Y)、TN-X(150-X)宛に該APSフレームを3.3ミリ秒周期で3回送信する(403)。3回送信後は、Request/Stateフィールドを通常の状態(通信障害発生前と同じ値)に戻し(404)、TE-A(100-A)、TN-Y(150-Y)、TN-X(150-X)宛に該APSフレームを通信障害発生前と同じ5秒周期で送信する(405)。尚、本発明の実施例で示すCCMフレーム、APSフレームの送信周期や送信回数等は標準規格の推奨値に基づく値であり、オペレータの運用方針等により設定値を任意に変更して構わない。

#### 【0057】

図11は、TN-Y(150-Y)のOAM制御部720による経路切替動作を示すフローチャートである。TN-X(150-X)も同じ動作をするが、ここでは例としてTN-Y(150-Y)の動作を説明する。OAM制御部720は障害を通知するAPSフレームを受信すると(501)、該APSフレームの入力パスIDを抽出する(502)。その後、パス管理補助テーブル760を参照して、該エントリの現/予識別フラグ7730に“1”を立てる(503)。

#### 【0058】

図12は、TN-Y(150-Y)またはTN-X(150-X)の入力フレーム処理部31による経路切替動作を示すフローチャートである。入力フレーム処理部31はユーザフレームを受信すると(5010)、該ユーザフレームのヘッダ情報から入力パスIDを抽出する(5011)。その後、パス管理補助テーブル760を参照して、該エントリの現/予識別フラグ7730が“0”であるかどうかを判別する。現/予識別フラグ7730が“0”の場合(5012のY)、出力パスIDとして現用系パスID7710を抽出して(5013)、出力パスID7710をキーに経路表710で宛先MACアドレス2210や宛先ポート番号2220を検索する(5014)。その後、現用系経路宛にユーザフレームを転送する(5015)。5012においてパス管理補助テーブル760を参照して、該エントリの現/予識別フラグ7730が“0”でない場合(5012のN)、すなわち、現/予識別フラグ7730が“1”の場合、出力パスIDとして迂回系パスID7720を抽出して(5016)、出力パスID7720をキーに経路表710で宛先MACアドレス2210や宛先ポート番号2220を検索する(5017)。その後、迂回系経路(予備系経路)宛にユーザフレームを転送する(5018)。

#### 【0059】

以上より、現用系経路で障害が発生した時、予備系経路に切り替わるまでに、ユーザが認識するサービスの障害時間を短縮することができる。図9を用いて、通常の1:1プロテクション切替と本実施例のサービスの障害時間の比較を説明する。

#### 【0060】

従来の1:1プロテクション切替ではTE-Z(100-Z)からTE-A(100-A)に切り替わるまでに時間Nがかかる。一方、本実施例では、TN-Y(150-Y)からTE-Z(100-Z)の間で通信障害330が発生した場合は、迂回経路3101へ切替が完了する303までの時間Lがかかる。時間Lが、ユーザが認識するサービスの障害時間となる。時間Lは時間Nと比較して、通信遮断時間が少ないのは明らかである。また、TN-Y(150-Y)からTN-X(150-X)の間で通信障害330が発生

10

20

30

40

50

した場合は、迂回経路 3 1 0 1 へ切替が完了する 3 0 3 までの時間 M がかかる。時間 M は時間 N と比較して、通信遮断時間が少ないのは明らかである。

【 0 0 6 1 】

図 1 3 は、現用系経路で通信障害が発生して優先度の高いユーザデータを迂回経路へ転送する際のネットワーク図である。データプレーン 1 8 0 内の通信装置が、それぞれ制御プレーン 1 8 1 内の通信装置と接続され、OpS 1 1 2 と直接または間接的に通信可能であることを示す構成の場合、OpS 1 1 2 は制御線と主信号線を介してデータプレーン 1 8 0 の通信装置を制御できるが、通常、制御線は主信号線と比較して帯域が少ない。制御線の帯域が少ないため、現用系経路で通信障害が発生した際に、予備系経路へ切り替えるまでの一時的な迂回経路として制御線にユーザデータを転送するとき、ユーザデータの容量が大きい場合は優先度の高いデータであっても廃棄されてしまうことがある。ここで、優先度の高いユーザデータを迂回経路に転送して確実にユーザに届くように設定することもできる。詳細は以下の図を用いて説明する。優先度の高いユーザデータとは、例えば緊急性の高いデータ（緊急地震速報や津波・竜巻速報等）や動画等がある。

【 0 0 6 2 】

優先度の高いユーザデータの迂回経路への転送は、TN - Y ( 1 5 0 - Y ) または TN - X ( 1 5 0 - X ) 内の入力フレーム処理部 3 1 においてユーザデータ管理テーブル（詳細は後述する）を参照して、ユーザデータの優先度を識別し、該ユーザデータを迂回経路に転送するか廃棄（またはバッファに溜めて障害復旧後に再送）するかを決定して行う。該ユーザデータの優先度とは、例えば、Cos 値により識別することができる。本ネットワーク図においては、通信障害が経路 1 7 0 - w 3 で発生しており、TN - Y ( 1 5 0 - Y ) 内の入力フレーム処理部 3 1 でユーザデータの優先度の識別を行う。優先度の高い主信号線 1 6 0 は、入力フレーム処理部 3 1 において優先度が高いと識別され、迂回経路に転送されるのに対し、優先度の低い主信号線 1 6 1 は、入力フレーム処理部 3 1 において迂回経路に転送されずに廃棄（またはバッファに格納等）される。

【 0 0 6 3 】

ユーザデータ管理テーブル 7 7 0 とは、入力フレーム処理部 3 1 が APS 終端部 7 5 0 で Request / State フィールドに切替動作が必要になる状態遷移を伝える情報を埋め込まれた APS フレームを受信した際に該ユーザデータを迂回経路に転送するか廃棄（またはバッファに溜めて障害復旧後に再送）するかを決定するときに参照するテーブルであり、図 5 で説明した TN - Y ( 1 5 0 - Y ) または TN - X ( 1 5 0 - X ) の記憶部 7 0 0 が保持する。

【 0 0 6 4 】

迂回経路へ転送するか廃棄するかを決定する方法は、静的に決定する方法と動的に設定する方法の 2 つの方法がある。静的に決定する方法は図 1 4、1 5 を用いて、また、動的に決定する方法は図 1 6、1 7、1 8 を用いて説明する。なお、ここでは、入力フレーム処理部 3 1 が迂回経路へ転送するか廃棄するかを決定すると説明するが、同様な機能を持った機能部であれば、入力フレーム処理部 3 1 に限定されない。

【 0 0 6 5 】

図 1 4 ( a ) ( b ) は、迂回経路へ転送するか入力フレーム処理部 3 1 で廃棄するかを静的に決定する場合における TN - Y ( 1 5 0 - Y ) が保持するユーザデータ管理テーブル 7 7 0 である。ユーザデータ管理テーブル 7 7 0 を基に優先度を識別する手段は 2 つある。1 つ目の手段は、フレームに付与されている Cos 値により優先度を識別する方法であり、手段 A とする。2 つ目の手段は、イーサネットフレームの VLAN ID や MAC アドレス、MPLS フレームの MPLS タグ等をパス ID としてテーブルに格納して、パス ID により優先度を識別する方法であり、手段 B とする。手段 A を利用する場合に参照するテーブルをユーザデータ管理テーブル ( a ) 7 7 0 a ( 図 1 4 ( a ) )、手段 B を利用する場合に参照するテーブルをユーザデータ管理テーブル ( b ) 7 7 0 b ( 図 1 4 ( b ) ) とする。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

まずは、ユーザデータ管理テーブル（a）770aについて説明する。本テーブルは、例えば一般的な通信キャリア網では、通信サービスの開始に先立って、オペレータがOpS112により設定する。データ7800～7860は本テーブルのエントリを表す。本テーブルには、ユーザフレームに埋め込まれる優先度7910が格納される。優先度とは、ここではユーザフレーム内のCos値のことである。優先度7910を参照して、迂回経路に該ユーザフレームを転送するか入力フレーム処理部31で廃棄するかの判断を行う。なお、ここでは、優先度7910の値が小さいものから順に優先度が高いとしている。つまり、優先度7910が「3」であるデータ7800が優先度「高」で、「9」であるデータ7860が優先度「低」である。

#### 【0067】

上記判断方法は、例えば、本テーブルに予めユーザデータの迂回経路への転送（中継）の可否を特定する情報である転送/廃棄フラグ7920を持つことができる。本フラグには、各優先度7910のユーザフレームを入力フレーム処理部31で廃棄するか迂回経路に転送（中継）するかによってそれぞれ“0”又は“1”を挿入する。本フラグの設定は、通信サービスの開始に先立って、OpS112により静的に設定することができる。また、サービスの途中でオペレータが任意に変更することもできる。

#### 【0068】

次に、ユーザデータ管理テーブル（b）770bについて説明する。本テーブルも、ユーザデータ管理テーブル（a）770aと同様、通信サービスの開始に先立って、オペレータがOpS112により設定する。データ8000～8060は本テーブルのエントリを表す。本テーブルには、イーサネットフレームのVLAN IDやMACアドレス、MPLSフレームのMPLSタグ等をパスID8110として格納する。また、オペレータは、該パスIDに対応した優先度8120を予め格納する。これにより、パスID8110を検索キーとして、優先度8120を識別することができる。入出力処理部520は、優先度8120を参照して、迂回経路に該ユーザフレームを転送するか入力フレーム処理部31で廃棄するかの判断を行う。なお、優先度8120の値の高優先度、低優先度については図14（a）と同様である。

#### 【0069】

上記判断方法は、例えば手段Aと同様、本テーブルに予め転送/廃棄フラグ8130を持つことができる。本フラグの動作は手段Aと同様のため、説明は割愛する。ここで、エントリは優先度が高いものから順に並んで格納されているが、優先度順ではなくランダムに並ぶこともある。その場合も転送/廃棄フラグ8130に予めオペレータが設定することができる。なお、ここで本フラグ8130を設定した場合、優先度8120の設定はなくても良い。

#### 【0070】

図15は、迂回経路へユーザフレームを転送するか廃棄するかを静的に決定する場合の、TN-Y（150-Y）の入力フレーム処理部31による転送/廃棄決定動作を示すフローチャートである。本フローチャートは、現用系経路で通信障害が発生したことをTN-Y（150-Y）が検知した際に、その後受信したユーザフレームを迂回経路に転送する際の動作を示したものである。ここでは、例としてユーザデータ管理テーブル（a）770aを用いてフレームの転送先を決定する動作を説明する。

#### 【0071】

入力フレーム処理部31はユーザフレームを受信すると（6000）、該フレームのCos値により優先度を抽出して、該優先度を検索キーとしてユーザデータ管理テーブル（a）770aにおいてエントリを検索する（6001）。次に、ヒットしたエントリの転送/廃棄フラグ7920を参照して、迂回経路へ該ユーザフレームを転送するかどうかを判断する（6002）。転送/廃棄フラグ7920が0の際、すなわち、迂回経路へ該ユーザフレームを転送しない場合は（6001のY）、該ユーザフレームを廃棄する（6003）。または、廃棄に代えて、入力バッファ21-1に該ユーザフレームを溜めて、障害復旧後に再送することもできる。または、現用系経路に転送し続けても良い。転送/廃

10

20

30

40

50

棄フラグ7920が1の際、すなわち、迂回経路へ該ユーザフレームを転送する必要がある場合は(6001のN)、更に経路表710を参照してユーザフレームを迂回経路に転送する(6004)。ここで、ユーザフレームには当該データ通信を監視するためのOAMフレーム(例えば、TE-A(100-A)に外部から到着するOAMフレーム、或いはパケット中継網110でデータ通信をエンドツーエンドで監視するためにTE-A(100-A)とTE-Z(100-Z)が相互に送受信するOAMフレーム)も含むことができる。OAMフレームについても同様に、Cos値により優先度を抽出し該優先度を検索キーとしてユーザデータ管理テーブル(a)770aにおいてエントリを検索することにより、迂回経路への転送/廃棄動作を決定することができる。

#### 【0072】

図16(a)(b)は、迂回経路へ転送する廃棄するかを動的に決定する場合におけるTN-Y(150-Y)が、図14(a)(b)に加えて保持するユーザデータ管理テーブル770である。ユーザデータ管理テーブル770を基に優先度を識別する手段は、静的に決定する場合と同様2つある。1つ目の手段は、フレームに付与されているCos値により優先度を識別する方法であり、手段Cとする。2つ目の手段は、イーサネットフレームのVLAN IDやMACアドレス、MPLSフレームのMPLSタグ等をパスIDとしてテーブルに格納して、パスIDにより優先度を識別する方法であり、手段Dとする。手段Cを利用する場合に参照するテーブルをユーザデータ管理テーブル(a)770a(図14(a))、手段Dを利用する場合に参照するテーブルをユーザデータ管理テーブル(b)770b(図14(b))とする。また、手段C、手段Dが共通して参照するテーブルをユーザデータ管理テーブル(e)770e(図16(a))またはユーザデータ管理テーブル(f)770f(図16(b))とする。ユーザデータ管理テーブル(a)770a(図14(a))、ユーザデータ管理テーブル(b)770b(図14(b))の転送/廃棄フラグ7920、8130に格納する値は、ユーザデータ管理テーブル(e)770eまたはユーザデータ管理テーブル(f)770fにより決定する。ユーザデータ管理テーブル(a)770a(図14(a))、ユーザデータ管理テーブル(b)770b(図14(b))の各エントリが優先度順に並んでいるか否かにより、ユーザデータ管理テーブル(e)770eまたはユーザデータ管理テーブル(f)770fどちらを参照するかが決定する。ユーザデータ管理テーブル(a)770a、ユーザデータ管理テーブル(b)770bの各エントリが優先度順に並んでいる場合はユーザデータ管理テーブル(e)770e(図16(a))、ユーザデータ管理テーブル(f)770f(図16(b))どちらも用いることができる。優先度順に並んでいない場合はユーザデータ管理テーブル(f)770f(図16(b))を参照する。手段Cと手段Dのそれぞれの場合のテーブル参照方法は手段Aと手段Bと同様のため、ここでは手段Cについて説明する。

#### 【0073】

ユーザデータ管理テーブル(e)770e(図16(a))には、トラヒック8600及び個数8610がエントリ8710~8750に格納される。ここで、トラヒック量とは、各迂回経路のトラヒック量のことである。また、個数とは、各迂回経路のトラヒック量に応じてユーザデータ管理テーブル(a)770a(図14(a))の上から何個目まで転送/廃棄フラグにビットを立てるかどうかを表す。例えば、ユーザデータ管理テーブル(e)770e(図16(a))を参照して、迂回経路のトラヒック量が30の場合、エントリ8730を参照すると、個数8610は3個である。そこで、ユーザデータ管理テーブル(a)770a(図14(a))の上から(優先度「高」から)3エントリ目までの転送/廃棄フラグを1と設定することができる。トラヒック8600及び個数8610の設定は、通信サービスの開始に先立って、OpS112により静的に設定することができる。また、サービスの途中でオペレータが任意に変更することもできる。迂回経路のトラヒック量の測定は、測定部として例えばノード制御部510内に出力フレーム処理部を設け、出力するフレームを監視すればトラヒック量も測定することができる。

#### 【0074】

ユーザデータ管理テーブル(f)770f(図16(b))には、トラヒック8800

10

20

30

40

50

及び優先度の値 8 8 1 0 がエントリ 8 9 1 0 ~ 8 9 5 0 に格納される。ここで、優先度の値 8 8 1 0 とは、迂回経路へ転送をやめる最大の優先度のことをいう。例えば、ユーザデータ管理テーブル ( f ) 7 7 0 f ( 図 1 6 ( b ) ) を参照して、迂回経路のトラヒック量が 3 0 の場合、エントリ 8 9 3 0 を参照すると、優先度の値 8 8 1 0 は 5 である。つまり、この場合は優先度 3、4、5 のユーザデータを迂回経路へ転送するため、ユーザデータ管理テーブル ( a ) 7 7 0 a の優先度 7 9 2 0 が 3、4、5 のエントリに対して転送 / 廃棄フラグを 1 と設定する。この方法により、ユーザデータ管理テーブル ( a ) 7 7 0 a ( 図 1 4 ( a ) ) のエントリが優先度順に並んでいない場合でも、優先度 7 9 2 0 の値を指定して転送 / 廃棄フラグの値を動的に設定することが可能である。

#### 【 0 0 7 5 】

図 1 7 は、迂回経路へ転送するか廃棄するかを動的に決定する場合における T N - Y ( 1 5 0 - Y ) の入力フレーム処理部 3 1 による第 1 の迂回経路転送 / 廃棄決定動作を示すフローチャートである。本フローチャートは、現用系経路で通信障害が発生したことを T N - Y ( 1 5 0 - Y ) が検知して、受信したユーザフレームを迂回経路に転送するか廃棄するかを決定する動作を示したものである。入力フレーム処理部 3 1 はユーザフレームを受信すると ( 6 0 1 )、測定部より迂回経路のトラヒック量を取得し、ユーザデータ管理テーブル ( e ) 7 7 0 e またはユーザデータ管理テーブル ( f ) 7 7 0 f を参照し ( 6 0 2 )、トラフィック量に応じてユーザデータ管理テーブル ( a ) 7 7 0 a またはユーザデータ管理テーブル ( b ) 7 7 0 b の転送 / 廃棄フラグの設定を行う ( 6 0 3 )。例えば、取得した迂回経路のトラヒック量が 1 5 である場合、ユーザデータ管理テーブル ( e ) 7 7 0 e を参照し、トラフィック 2 0 以下に該当するため、個数 N は 6 であることがわかる。その場合、ユーザデータ管理テーブル ( a ) 7 7 0 a の上から 6 個目までのエントリの転送 / 廃棄フラグに “ 1 ” を立てる。次に、受信したフレームの C o S 値により優先度を抽出して、該優先度を検索キーとしてユーザデータ管理テーブル ( a ) 7 7 0 a においてエントリを検索する ( 6 0 4 )。次に、ヒットしたエントリの転送 / 廃棄フラグ 7 9 2 0 を参照して、迂回経路へ該ユーザフレームを転送するかどうかを判別する ( 6 0 5 )。転送 / 廃棄フラグ 7 9 2 0 が “ 0 ” の場合、すなわち、迂回経路へ該ユーザフレームを転送しない場合は ( 6 0 5 の Y )、該ユーザフレームを廃棄する ( 6 0 6 )。転送 / 廃棄フラグ 7 9 2 0 が “ 1 ” の場合、すなわち、迂回経路へ該ユーザフレームを転送する必要がある場合は ( 6 0 5 の N )、経路表 7 1 0 を参照してユーザフレームを迂回経路に転送する ( 6 0 7 )。

#### 【 0 0 7 6 】

図 1 8 は、迂回経路へ転送するか廃棄するかを動的に決定する場合における T N - Y ( 1 5 0 - Y ) の入力フレーム処理部 3 1 による第 2 の迂回経路転送 / 廃棄決定動作を示すフローチャートである。本フローチャートは、定期的迂回経路のトラヒック量を測定し、ユーザデータ管理テーブル ( a ) 7 7 0 a、ユーザデータ管理テーブル ( b ) 7 7 0 b の転送 / 廃棄フラグの設定を行うものである。入力フレーム処理部 3 1 はサービス開始 ( 例えばパケット中継網 1 1 0 の運用開始 ) 後 ( 6 5 0 )、迂回経路のトラヒック量の測定を行う。図 1 6 と同様の方法により、ユーザデータ管理テーブル ( e ) 7 7 0 e またはユーザデータ管理テーブル ( f ) 7 7 0 f を参照し ( 6 5 1 )、トラフィック量に応じて、ユーザデータ管理テーブル ( a ) 7 7 0 a またはユーザデータ管理テーブル ( b ) 7 7 0 b の転送 / 廃棄フラグの設定を行う ( 6 5 2 )。サービスが終了するまでの間はこの動作を定期的に繰り返し行っており、ユーザフレーム受信時には図 1 5 で説明した動作と同様の転送 / 廃棄動作を行う。サービスが終了した時点で ( 6 5 3 の Y )、トラヒック量の測定が終了する。

#### 【 0 0 7 7 】

以上より、迂回経路に一時的にユーザデータを転送する際、優先度の高いユーザデータのみを転送することが可能となる。これにより、迂回経路の帯域が圧迫した際に優先度の高低に関わらずユーザデータが廃棄されてしまうことを防ぎ、優先度の高いユーザデータを確実にユーザ端末 1 4 0 に届けることができる。

10

20

30

40

50

## 【0078】

図19は、図2に示す本実施例において、更に中継装置に於いて保護対象のユーザデータの廃棄を回避する際のトラフィック制御を行うシステムを示すネットワーク図である。制御プレーン181、データプレーン180を含み、本システムを構成する要素は図2と同様である。本実施例は冗長構成を取る通信網において現用系経路の末端区間、即ち、受信側エッジノードTE-Z(100-Z)に近い区間で障害が発生した場合に、特に障害の影響を緩和する効果がある。しかしながら、現用系経路160から迂回経路2000への切替が完了するまでには若干の時間を要するため、例えば中継装置TN-Y(150-Y)における転送先の迂回経路への切替処理が完了するまでに、TN-Y(150-Y)に流入するユーザデータは、障害が発生している現用系経路160へ送出され続けるために、TE-Z(100-Z)へ届くことなく廃棄される。このデータ消失を回避するために以下の方法を用いる。

10

## 【0079】

TN-Y(150-Y)は、ユーザデータを転送する際に、一定時間当該ユーザデータを保持しておくデータ蓄積バッファ9000を備える。TN-Y(150-Y)は、経路に障害が発生していない平常時にユーザデータ保護のためデータ蓄積バッファ9000にユーザデータのコピーを保存する。障害が発生した時刻から転送先の迂回経路が設定されて通信可能になるまでに、万が一、送信先の経路に障害が発生した場合は、当該データ蓄積バッファ9000からユーザデータを読み出し、再送する。この方法を手段Eとする。別の方法として、経路に障害が発生していない平常時に、TN-Y(150-Y)からTE-Z(100-Z)へユーザデータを送出するまでの保存時間を設定し、その間は一時的にデータ蓄積バッファ9000にユーザデータを保持する。これによって障害検出及び経路切替に時間を要している間に、接続性が失われた経路へ無為にトラフィックが送出されることを回避できる。この方法を手段Fとする。本方法は、ユーザデータのトラフィックの消失を実質的に完全回避できるため、特に大容量データのダウンロードやデータセンター間での大規模データバックアップなど、TCP(Transmission Control Protocol)/IPのデータ再送機能を伴うケースでの、総トラフィック量削減に有効である。

20

## 【0080】

図20は図19のシステムにおけるTN-Y(150-Y)の機能ブロック構成図である。基本的な機能ブロックは図5の構成図と同様である。本図では、ユーザデータを一時的にTN-Y(150-Y)に蓄積するため、データ蓄積バッファ9000、データ管理テーブル9100、これらデータ蓄積機能を統括するデータ蓄積制御部9010を加えた構成とした。データ蓄積制御部9010は入力フレーム処理部31と接続しており、入出力制御部21を介して受信するユーザデータを、当該ユーザデータの転送処理に先立ち、データ蓄積バッファ9000へ保存する。データ管理テーブル9100は、保存したユーザデータの識別子と、当該ユーザデータを当該中継装置(この場合はTN-Y(150-Y))が送出した時刻と関連付けて、データ蓄積バッファ9000内部のデータを管理する。データ管理テーブル9100はデータ蓄積バッファ9000に保持したユーザデータそれぞれについて保持期間を管理する機能を備える。

30

40

## 【0081】

保持期間が満了したユーザデータについては、データ蓄積バッファ9000から消去する。又は、一定時間の送信待機を行う実装においては、データ管理テーブル9100により保持期間が完了した時点で当該データをデータ管理バッファ9000から読み出し送出する。データの読み出し処理は入力フレーム処理部31で行っても良いし、入出力制御部21、22、制御信号入出力処理部900で行っても良い。どの機能ブロックが読み出しを担当するかは実装に依存する。例えば、データ保存時にヘッダ処理が完了している場合には、当該データの送出タイミングを調整するのみで良いため、送出先インタフェースに対応する入出力制御部22が実行することが望ましい。また入力フレームのヘッダ処理を行う前にデータ蓄積バッファ9000にトラフィックを保存した場合は、一定時間後に入力フレ

50

ーム処理部 31 がデータ蓄積バッファ 9000 からデータを読み出し、ヘッダ処理を行った後に該当するポートから該データを送信する。ユーザデータを迂回経路へ送信する場合は、制御信号入力処理部 900 を介して行う。

#### 【0082】

図 21 (a) は、手段 E で参照するデータ管理テーブル 9100 a を示す。本テーブルは受信したユーザフレーム（データ）を当該中継装置（例えば TN-Y (150-Y)）から送出した時刻である転送時刻 9110、データ蓄積バッファ 9000 内に保持する受信したユーザフレーム（データ）を識別するデータ識別子 9121、9122、を含む。データ識別子の実装としては個々のフレームを識別する場合にはフレームヘッダにあるパ  
 スID やシーケンス番号、或はそれらの組合せを用いることができる。一つの識別子（ヘ  
 ッダ内パラメータ）だけでは個々のフレームを識別できない可能性があるため、本テ  
 ーブルでは複数のデータ識別子 9121、9122 を備える構成とした。更に別の識別子とし  
 て、カウンタ 9130 及び保存ポインタ 9140 を備える。保存ポインタ 9140 とは、  
 中継装置 TN-Y (150-Y) が新たに受信したユーザフレームの識別情報を本テ  
 ーブルに追加する際の格納場所を示すポインタである。中継装置 TN-Y (150-Y) 内部  
 に設けられたフレームカウンタが、受信したユーザフレームを計測し、計測した該ユー  
 ザフレームを識別するカウンタ値を保持する。カウンタ値の最大値を十分大きく設定してフ  
 レームカウンタを回し続けることで、装置内識別子が重複することなくフレームを区別で  
 きる。具体的には、例えば、カウンタ 9130 には 1 から順にカウンタ値が格納されてお  
 り、入力フレーム処理部 31 でユーザフレームを受信して該ユーザフレームをデータ管理  
 テーブル 9100 a に格納する際に、計測したカウンタ値と対応するカウンタ 9130 の  
 エントリに、1 から順にユーザフレームを格納する。中継装置 TN-Y (150-Y) 内部  
 に設定したフレームカウンタの最大値に対応するカウンタ 9130 のエントリにユーザ  
 フレームが格納された時点で、フレームカウンタをクリアして初期化する。つまり、本  
 図では、例えばフレームカウンタの最大値を 3 と設定し、カウンタ 9130 が 3 のエントリ  
 にユーザフレームが格納されると、次に受信するユーザフレームはカウンタ 9130 が 1  
 のエントリに上書き格納される場合について記している。フレームカウンタの実装は、例  
 えば、データ蓄積制御部 9010 内にカウンタ確認ブロックを設け、受信したユーザフ  
 レームをデータ管理テーブル 9100 a に格納する際に確認をすることで実現できる。別の  
 方法として、時刻情報（タイムスタンプ；フレーム到着時刻またはフレーム転送完了時刻  
 ）をデータ識別子として用いる方法も可能である。識別単位をフレーム単位ではなく、ひ  
 とまとまりのグループ（データ或いはコンテンツ）として保持することも可能である。そ  
 の場合はデータ識別子が同じユーザフレームをグループ化して上記シーケンス番号、タイ  
 ムスタンプ、カウンタ値等の識別子を割り当てる。

#### 【0083】

図 21 (b) は、手段 F で参照する迂回経路上に設定する論理パス毎のユーザデータの  
 保存時間を格納するデータ管理テーブル 9100 b である。データ管理テーブル 9100  
 b は、受信したトラフィック（ユーザデータ）のパスID 9200 と受信したトラフィッ  
 クを保持している保存時間 9210 とを含む。ネットワーク構成によって、例えばパスI  
 D 9200 毎に優先度や帯域割当てが異なっていたり、迂回経路上の論理回線を収容する  
 物理回線の構成が、論理回路によって異なったりする場合に、迂回経路上に設定する論  
 理パス毎に経路切替のための所要時間、すなわちユーザデータの保存時間が異なる。こ  
 のような場合にもデータ廃棄を回避するには、データ蓄積制御部 9010 で、先ずトラフィッ  
 クを受けたパスID 9200 を調査し適切なデータ保存時間 9210 を確認する必要がある。  
 なお、受信した全てのユーザデータが同一の現用系経路および同一の迂回経路を通  
 過する場合には、一つのエントリだけ設定すれば良い。

#### 【0084】

図 22 は、データ蓄積制御部 9010 によるデータ蓄積バッファ 9000 にユーザデー  
 タをコピーするデータ蓄積処理の流れを示すフローチャートである。中継装置は現用系経  
 路上の上流装置からデータを受信すると、先ず当該データが保存対象データか否かを確認

10

20

30

40

50

する(9310)。ここでは、保存対象データとはユーザデータのことであり、CCMフレームなどのOAMフレームは保存対象外となる。保存対象データであれば(9310のY)、当該ユーザデータをデータ蓄積バッファ9000へ保存し(9320)、同ユーザデータを現用系経路へ転送する(9330)。そして転送時刻をデータ管理テーブル9100aの転送時刻9110に保存する(9340)。

【0085】

図23は、データ蓄積制御部9010によるユーザデータを送出するまでの保存時間を設定し、その間は一時的にデータ蓄積バッファ9000にユーザデータを保持するデータ蓄積処理の流れを示すフローチャートである。保存時間を計測するタイマがアップすると(9400)、データ蓄積バッファ9000に転送データが有るかどうかを判別する(9410)。転送データが有る場合(9410のY)、データ管理テーブル9100bを検索して(9420)、保存時間満了のデータがあるかどうかを識別する(9430)。保存時間満了のデータがある場合(9430のY)、当該データをデータ蓄積バッファ9000から抽出して、データ蓄積バッファ9000から削除し(9440)、データ管理テーブル9100bの更新を行う(9450)。

【0086】

なお、手段Eおよび手段Fそれぞれにおいて、図21(a)(b)のデータ管理テーブル9100aおよびデータ管理テーブル9100bを参照して実行してもよい。

【0087】

本実施例より、現用系経路において通信障害が発生して予備系経路に切り替えが完了するまでの間に迂回経路を用いてユーザ宛にデータ転送を再開できるため、ユーザが認識するデータ通信途絶時間を短縮することができる。迂回経路は一時的な予備系経路として利用し、切替完了後に開放する。迂回経路として制御線を利用することもできる。この時、迂回経路用の通信装置や通信回線を確保しておく必要がないため、網設備を経済的に構築できる。一方、迂回経路として主信号線を利用した場合は、制御線に比べて広い帯域を確保できるため大容量のデータ転送を保護することができる。

(実施例2)

図24は、本実施例で想定する第二の通信システムの基本構成を示すネットワーク図である。本ネットワーク図は、迂回経路を制御プレーンでなくデータプレーンを使用して設定する図である。既に説明した同様の機能を有する構成要素については、説明を省略する。本ネットワーク図では、現用系経路1000に対して、迂回経路4000、5000、予備系経路6000を設定する。TE-Z(100-Z)はAPSフレームを、通常時は5秒周期で予備系経路6000を介して送信し、経路切り替えに関わる情報をTE-A(100-A)に通知している。ここで、TN(152-Y)はAPSフレームを受信すると、該APSフレームをコピーして迂回経路4000を介してTN-Y(150-Y)に転送することも可能である。また、TN(152-X)も同様にAPSフレームを受信すると、該APSフレームをコピーして迂回経路5000を介してTN-Y(150-X)に転送することも可能である。また、迂回経路への宛先の参照方法は、予め経路表に設定して送付しても良く、また、ブロードキャスト配信しても良い。

【0088】

TE-Z(100-Z)の現用系経路1000に接続性障害が発生した際、即ち、現用系経路1000からCCMフレームを3.5周期以内に1度も受信しなかった際に、APSフレームのRequest/Stateフィールドを設定し、更に予備系経路6000へのAPSフレームの送信周期を5秒周期から、3.3ミリ秒周期に変更する。TN(152-Y)はAPSフレームを受信すると、該APSフレームをコピーして迂回経路4000を介してTN-Y(150-Y)に転送する。TN-Y(150-Y)はAPSフレーム内のRequest/Stateフィールドを参照して、現用系経路1000で障害が発生したことを検知し、以降受信したユーザデータを迂回経路4000宛に転送する。

【0089】

10

20

30

40

50

また、TN(152-X)も同様にAPSフレームを受信すると、該APSフレームをコピーして迂回経路5000を介してTN-X(150-X)に転送する。TN-X(150-X)はAPSフレーム内のRequest/Stateフィールドを参照して、現用系経路1000で障害が発生したことを検知し、以降受信したユーザデータを迂回経路5000宛に転送する。また、最後にTE-A(100-A)はAPSフレーム内のRequest/Stateフィールドを参照して、現用系経路1000で障害が発生したことを検知し、現用系経路1000から予備系経路6000へ配信経路を切り替える。

【0090】

図25は、TN(152-Y)またはTN(152-X)の装置構成例を示す機能ブロック構成図である。本図を用いて、TN(152-Y)における装置管理並びに通信信号処理について説明する。尚、既に説明した機能と同様の機能は説明を割愛する。

10

【0091】

入力フレーム処理部31でAPSフレームを識別すると、OAM制御部7200のAPSCopy部7400において該APSフレームのRequest/Stateフィールドを参照する。現用系経路1000で障害が発生していない場合は該APSフレームを経路表71000を参照して予備系経路6000に転送する。または、経路表71000を参照して予め設定された迂回経路4000と予備系経路6000への宛先を検索し、OAM制御部7200のAPSCopy部7400において該APSフレームをコピーして、該宛先に配信しても良い。

【0092】

20

また、予め経路表71000に迂回経路を複数用意しておくことも可能である。この場合、一番早くTN-Y(150-Y)まで到着した経路を迂回経路として使用することができる。一番早くTN-Y(150-Y)まで到着した経路の検索方法は、例えば、TN(152-Y)からTN-Y(150-Y)までの転送時間を定期的に測ることにより求めることができる。具体的には、リザーブ領域等に転送時刻情報を埋め込んだCCMフレームをTN(152-Y)からTN-Y(150-Y)宛の複数経路に配信する。TN-Y(150-Y)において、CCMフレームを受信した時刻から、該CCMフレームに埋め込まれた時刻を引くことにより、一番値の小さい経路から配信された経路を転送時間の一番早い経路と判断することができる。また、コピーしたAPSフレームをブロードキャスト配信することも可能である。

30

【0093】

入力フレーム処理部31でAPSフレームを識別すると、OAM制御部7200において該APSフレームのRequest/Stateフィールドを参照し、現用系経路1000で障害が発生したことを検知した場合は、経路表71000を参照して予め設定された複数の宛先を検索し、OAM制御部7200において該APSフレームをコピーして、該宛先に配信する。

【0094】

図26は、TN(152-Y)またはTN(152-X)の記憶部700が保持する経路表71000である。ここではTN(152-Y)の保持する経路表について説明する。本経路表の31000~31600はエントリを表す。本経路表にはパスID30000、宛先MACアドレス30001、予備系経路の宛先ポート番号30002、迂回経路の宛先ポート番号30003、宛先フラグ30004が格納される。TN(152-Y)がAPSフレームを受信した際、パスID30000を基に該エントリを検索する。次に、宛先フラグ30004を確認する。宛先フラグ30004は、APSフレームをどの経路に転送するかを決定するフラグであり、例えば、“00”の場合は予備系経路30002のみにAPSフレームを転送、“01”の場合は予備系経路30002と迂回経路30003の両方にAPSフレームを転送することができる。

40

【0095】

図27は、TN(152-Y)またはTN(152-X)のOAM制御部7200のAPSCopy部7400によるAPSフレームの転送を表すフローチャートである。ここで

50

はTN(152-Y)の動作手順を説明する。TN(152-Y)は現用系経路1000で通信障害が発生したことを表すフレーム、即ちRequest/Stateフィールドのビットの立ったAPSフレームを受信した場合(1201)、経路表71000を参照して、APSフレームを配信する宛先を決定する(1202)。次に、該宛先に配信するためにAPSフレームをコピーして(1203)、APSフレームを転送する(1204)。

#### 【0096】

本実施例では、データプレーンを用いて迂回経路の帯域を確保できるため大容量のデータ転送を保護することができる。TE-Z(100-Z)から中継装置へ独立した迂回経路を確保する必要がないため、パケットトランスポート内の中継装置と通信回線の増設数を抑えられ、投資コストの低減と管理負荷の低減が期待できる。さらにTE-Z(100-Z)はAPSフレームを送出するポートを複数持つ必要がない(一度の送信で全中継装置へAPSフレームが到着する)ため、多数の中継装置を迂回経路切替ポイントとして使用することができる。

#### 【0097】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD(Solid State Drive)等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0098】

- 100 中継網エッジ装置
- 110 パケット中継網
- 112 OpS
- 120 データサーバ
- 140 ユーザ端末
- 150 中継装置
- 152 通信装置
- 170-w1 現用系経路
- 170-p1 予備系経路
- 172-a1 迂回経路
- 71 経路表
- 72 OAM制御部
- 720 OAM制御部
- 73 CCM終端部
- 74 APS挿入部
- 760 パス管理補助テーブル
- 770 ユーザデータ管理テーブル
- 3000 補助通信網

10

20

30

40

【図1】

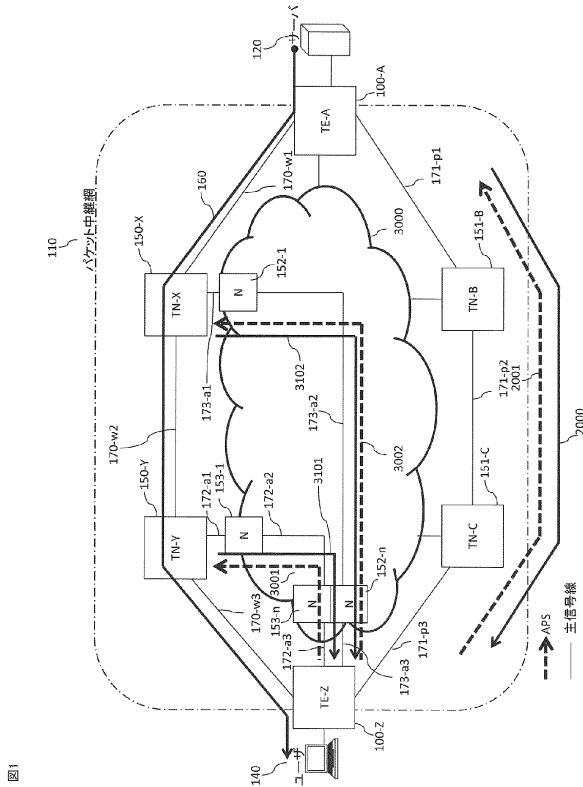


図1

【図2】

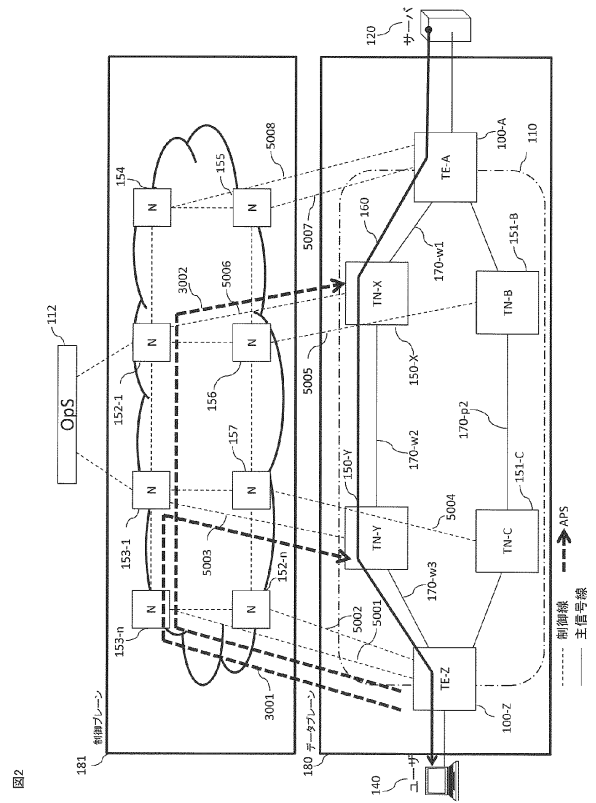


図2

【図3】

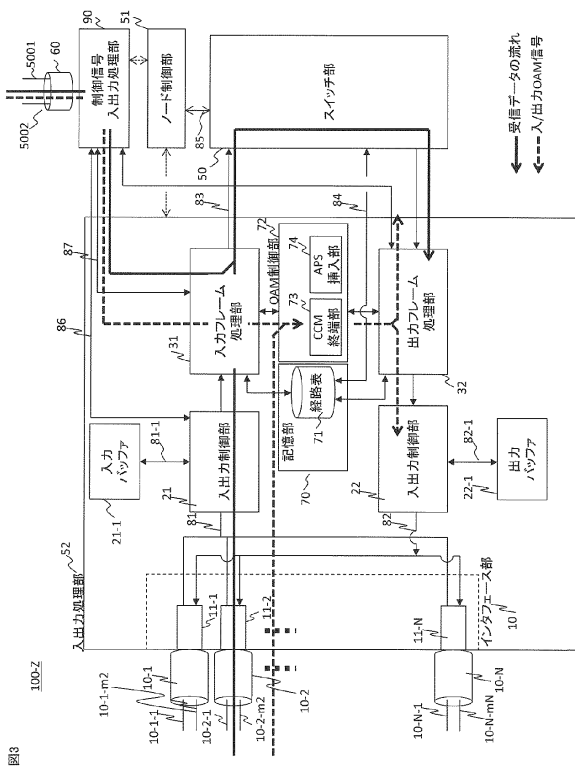


図3

【図4】

切替フラグ	200	201	202	203	204
ハスID (VLAN ID 又は MPLS タグ)	宛先 MAC アドレス	宛先ポート	予備系/迂回経路向け		
1	10	A	1	11, 111, 1111	
1	20	B	2	12, 122, 1222	
0	30	C	10	21, 211, 2111	
0	40	D	20	22, 222, 2222	
0	50	E	30	23, 233, 2333	
0	60	F	40	24, 244, 2444	
1	70	G	3	13, 133, 1333	

図4

【図5】

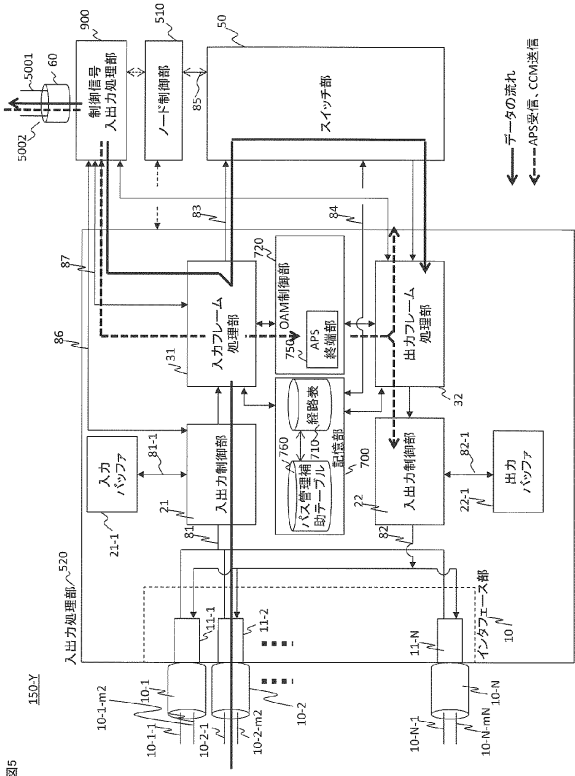


図5

【図7】

入力VLAN ID	出力VLAN ID (現用系)	迂回系 VLAN ID (VLAN ID 又はMPLSタグ)	現用識別タグ
7600	10	11	0
7610	20	12	1
7620	300	21	0
7630	400	22	0
7640	500	23	0
7650	600	24	1
7660	700	13	1

図7

760

【図6】

出力VLAN ID (VLAN ID 又はMPLSタグ)	宛先MAC アドレス	宛先ポート番号
2100	■■■■	1
2110	A	2
2120	B	10
2130	S	20
2140	T	30
2150	U	40
2160	V	3
	C	■■■■

図6

710a

【図8】

切替フラグ	VLAN ID (VLAN ID 又はMPLSタグ)	宛先MAC アドレス	宛先ポート番号 (通常経路向け)	迂回/予備系経路向け
2600		■■■■		
2610	10	A	1	11
2620	1	B	2	12
2630	0	S	10	21
2640	0	T	20	22
2650	0	U	30	23
2660	0	V	40	24
	30	C	3	13
		■■■■		

図8

710b

【図9】

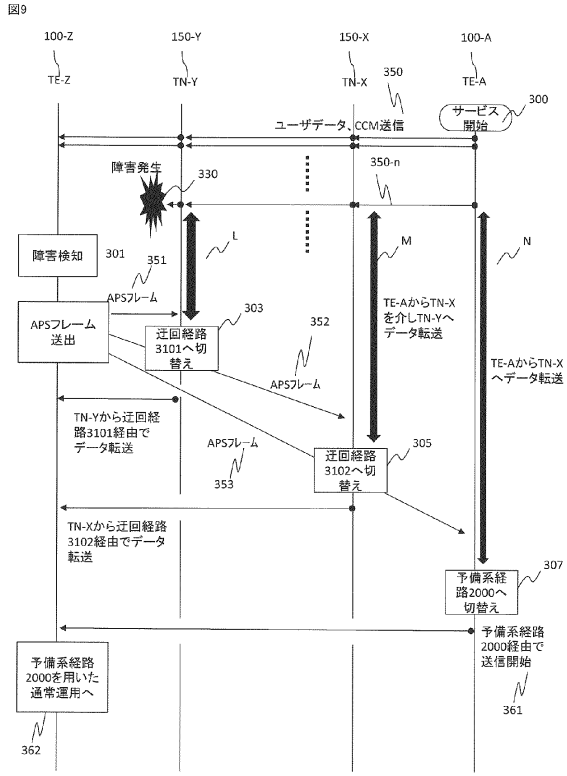
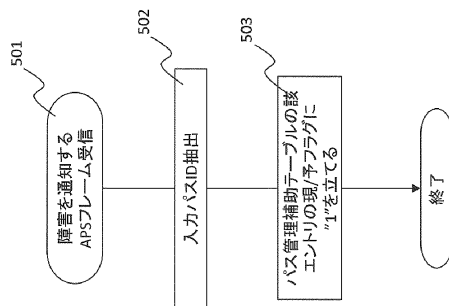


図11

【図11】



【図10】

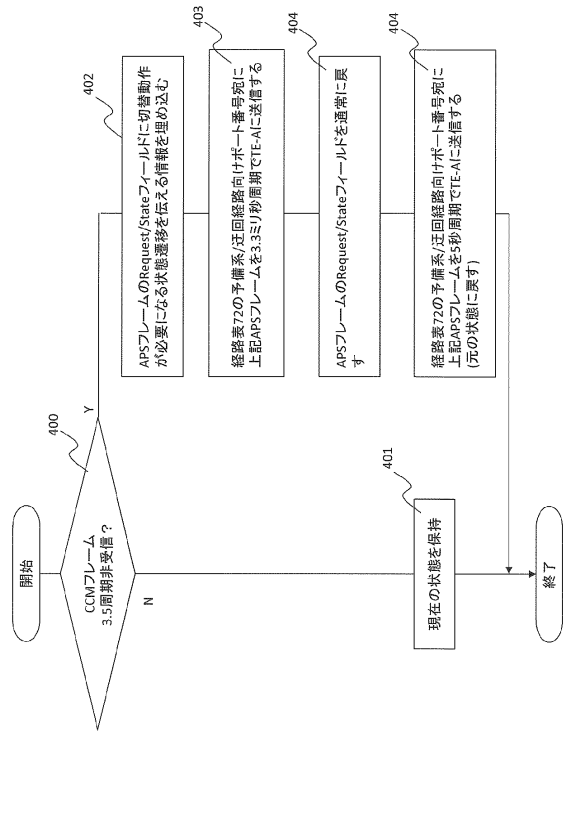


図10

【図12】

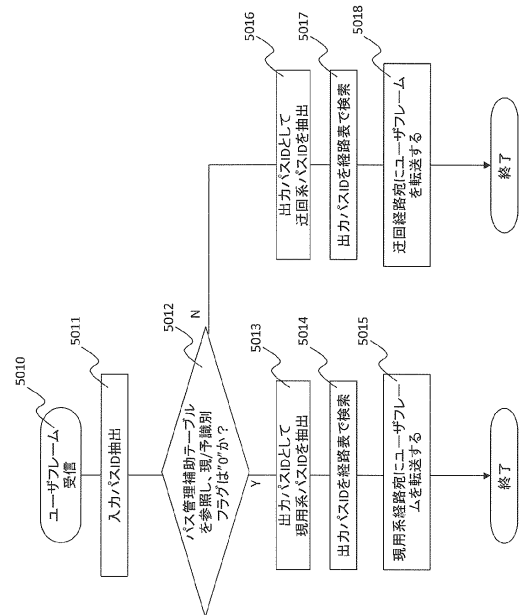


図12

【図13】

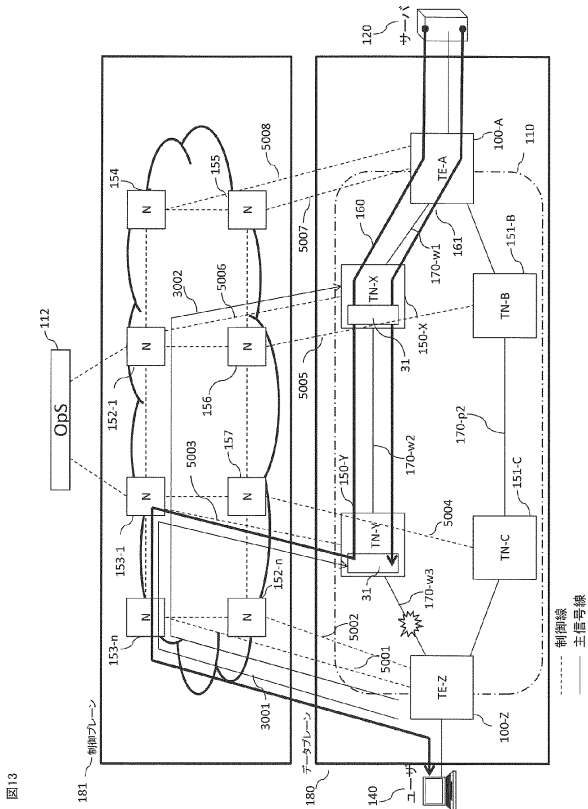


図13

【図14(a)】

優先度	転送/廃業フラグ
7800	■■■■
7810	1
7820	1
7830	1
7840	0
7850	0
7860	■■■■

770a

【図14(b)】

バスID	優先度	転送/廃業フラグ
8000	■■■■	■■■■
8010	3	1
8020	4	1
8030	5	1
8040	6	0
8050	7	0
8060	8	0
8070	9	■■■■

770b

【図15】

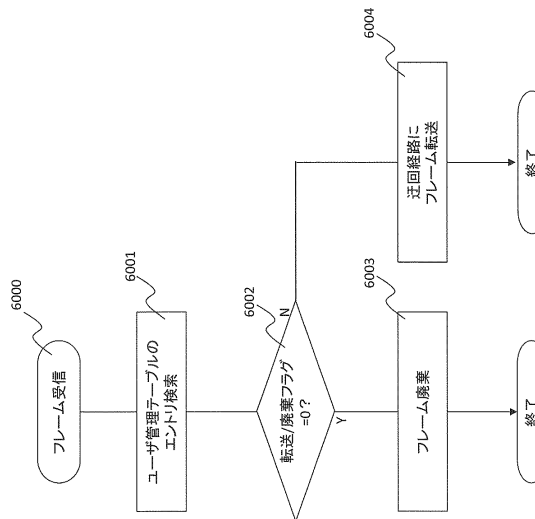
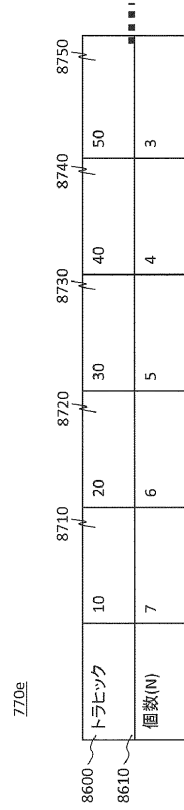


図15

図14(b)

【 図 16 ( a ) 】



【 図 16 ( b ) 】

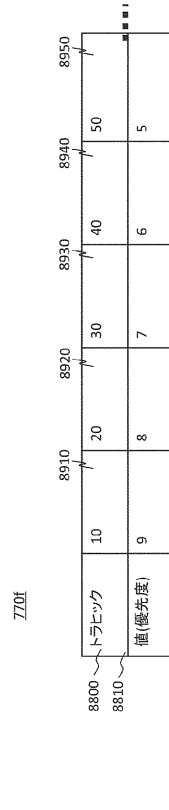
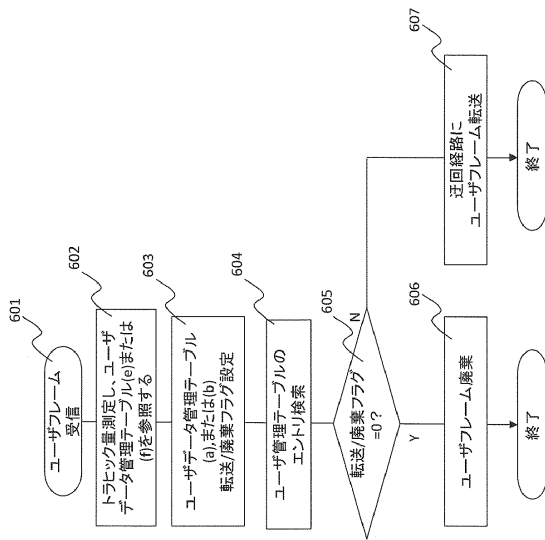


図16 (a)

図16(b)

【 図 17 】



【 図 18 】

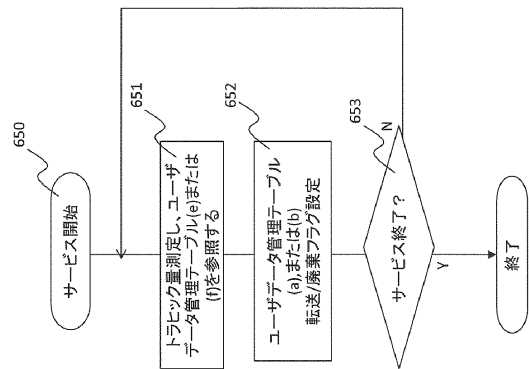


図17

図18



【図22】

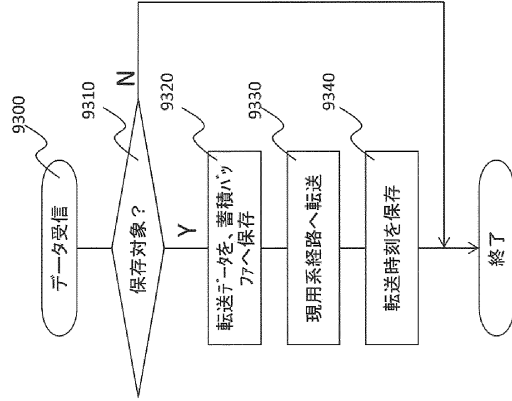


図22

【図24】

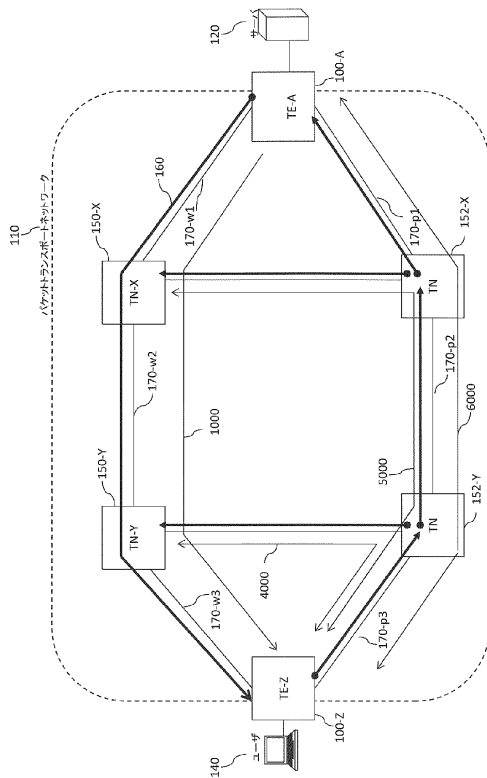


図24

【図23】

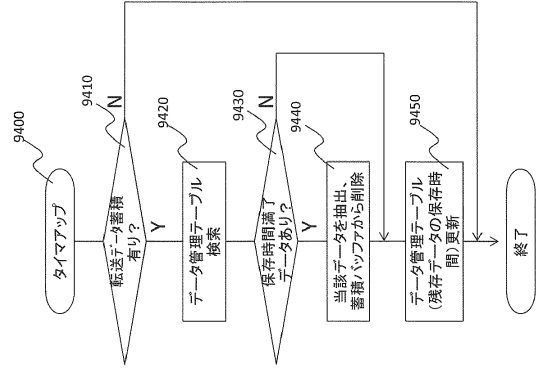
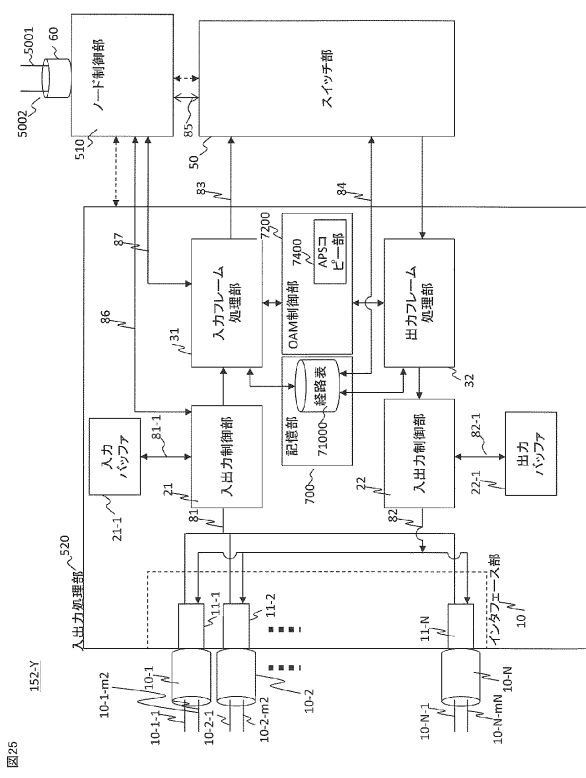


図23

【図25】



【図26】

バスID (VLAN ID 又は MPLSタグ)	宛先 MAC アドレス	宛先ポート 予備系経路	迂回経路	宛先フラグ
31000	A	1	11	00
31100	B	2	12	00
31200	C	10	21	01
31300	D	20	22	01
31400	E	30	23	01
31500	F	40	24	00
31600	G	3	13	01

図26

71000

【図27】

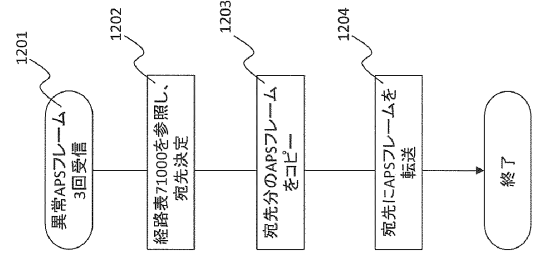


図27

【図28】

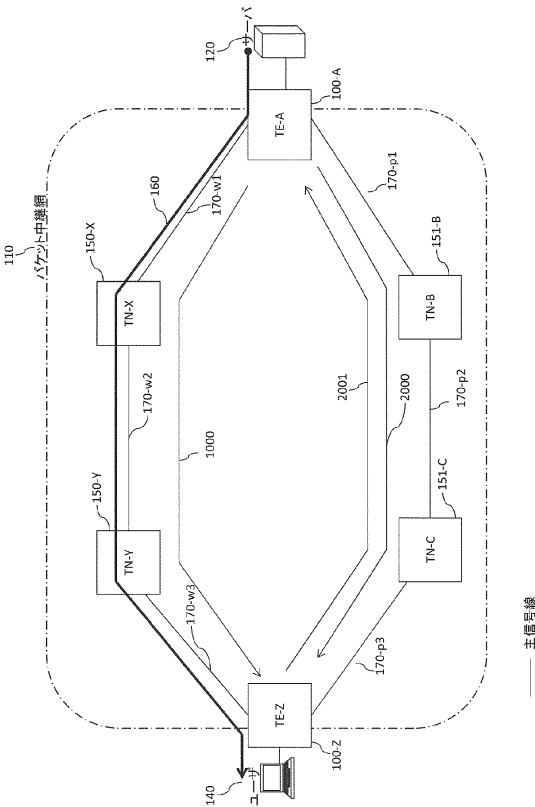


図28

—— 予備経路

---

フロントページの続き

- (72)発明者 水谷 昌彦  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地 株式会社日立製作所 通信ネットワーク事業部内
- (72)発明者 新部 真央  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地 株式会社日立製作所 通信ネットワーク事業部内
- (72)発明者 鈴木 克剛  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地 株式会社日立製作所 通信ネットワーク事業部内

審査官 宮島 郁美

- (56)参考文献 特開2012-049968(JP,A)  
特開2004-304727(JP,A)  
国際公開第2011/038750(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04L12/00-12/26, 12/50-12/955