

(43) 国際公開日
2006年9月21日 (21.09.2006)

PCT

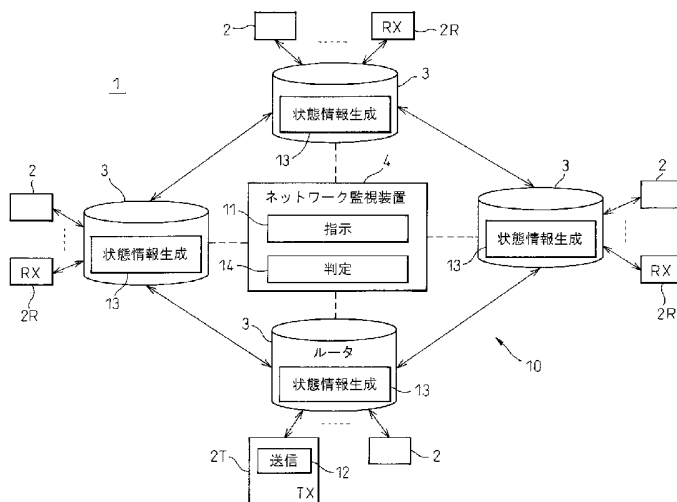
(10) 国際公開番号
WO 2006/098024 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/004697
- (22) 国際出願日: 2005年3月16日 (16.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西 哲也 (NISHI, Tetsuya) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 青木 篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル青和特許法律事務所 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, 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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (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, IS, IT, LT, LU, MC, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: MULTICAST TREE MONITORING METHOD AND SYSTEM IN IP NETWORK

(54) 発明の名称: IPネットワークにおけるマルチキャストツリー監視方法およびシステム



13... STATE INFORMATION GENERATION
4... NETWORK MONITORING DEVICE
11... INSTRUCTION
14... JUDGMENT
3... ROUTER
12... TRANSMISSION

(57) Abstract: A predetermined amount of monitoring test packets distinguished from an ordinary multicast frame is continuously transmitted from a transmission terminal (2T) as a transmission source of video information, for example, according to an instruction from a network monitoring device (4). The continuous test packets are received and passing state information generated in each router (3) through which the text packets have passed (such as MIB information) are collected by the network monitoring device (4). According to the collected passing state information and topology information held by the local device, the distribution direction of the test packet in the interface of each router (3) is judged. According to the judgment result, a multicast tree is identified.

[続葉有]



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。

(57) 要約: 本発明は、ネットワーク監視装置(4)からの指示に従って、例えば映像情報の発信元である送信端末(2T)から、通常のマルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを一定量連続して送信する。この連続したテストパケットを受信しこれらを通過させた各ルータ(3)にて生成される通過状態情報(例えばMIB情報)を上記ネットワーク監視装置(4)にて収集し、収集されたこれらの通過状態情報と、自ら保持するトポロジ情報とによって、テストパケットの各ルータ(3)のインタフェースにおける配信方向を判定し、この判定結果に基づいて、マルチキャストツリーを特定するようにする。

明 細 書

IPネットワークにおけるマルチキャストツリー監視方法およびシステム 技術分野

- [0001] 本発明は、IP (Internet Protocol) ネットワークにおけるマルチキャストツリー監視方法およびマルチキャストツリー監視システム、さらには、そのためのネットワーク監視装置、ルータおよび送信端末に関する。

背景技術

- [0002] マルチキャストIPアドレスを用いて、1つの送信端末から多数のメンバー(受信端末)に向けて例えば映像情報を配信するといったストリーム系のIPマルチキャストネットワークが構築され、多数のユーザに利用されている。この場合、その映像情報はマルチキャストフレームとして、所定のルータを経由しながらIPネットワーク上を転送され、所定のメンバーに提供されるが、このとき当然、その所定のメンバーの全てに正確にその映像情報が行渡らなければならない、誤って上記所定のメンバー以外の宛先にその映像情報が届いてしまうようなことがあってはならない。すなわち、上記マルチキャストフレームの伝送経路が、設計どおりの伝送経路になっていなければならない。このように設計どおりの伝送経路になっていることを確認することは、例えば通信事業者にとって重要なことである。
- [0003] 上述した伝送経路はマルチキャスト伝送の場合、IPネットワーク上で一般にツリー状をなすことから、かかる伝送経路のパス形態を一般にマルチキャストツリーと呼んでいる。そして、上記マルチキャストフレームが実際に設計どおりの伝送経路に沿って転送されていることを確認するために、いわゆる「マルチキャストツリー監視」が、例えば上記映像情報の配信開始時やあるいは障害発生時等に随時、例えば上記通信事業者によって行われる。本発明は、かかる「マルチキャストツリー監視」のための方法ならびにシステムについて言及するものである。
- [0004] なお本発明に関連する公知技術としては下記の〔特許文献1〕があり、この特許文献1には、
- 「ネットワーク上にフィールド管理プロセス(FM)を置き、ホスト(1〜3)にフィールド

クライアントプロセス(FC)を置き、各サブネットにサブネット管理プロセス(SM)を置き、ネットワーク上の複数端末間の通信手段としての情報バス生成要求をフィールド管理プロセス(FM)がフィールドクライアントプロセス(FC)を経由してユーザから受けると、フィールド管理プロセス(FM)がサブネット間の接続ポイントを決定し、それに応じたサブネット管理プロセス(SM)へマルチキャスト・トンネリング設定の指示を出して設定することで、各端末がマルチキャストアドレスを指定してデータを送出し、グループ間通信をサポートする情報バスを動的に生成する」

ことにより、論理的なマルチキャスト網を動的に構築して計算機資源やネットワーク資源の効率的な利用を図ることが記載されている。

- [0005] また当業者に周知の従来例として後述する図28および図29を参照しながら説明するマルチキャスト監視のための手法がある。しかしこの従来例の手法には後述する問題がある。

特許文献1:特開2001-156855号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] 図28は、IPマルチキャストネットワークにおける障害事例を示す図である。本図においては、一例として、送信端末(カメラ)からの映像情報を、マルチキャストツリーに沿って複数のルータを経由しながら複数(図では2台)の受信端末に配信する様子を表している。
- [0007] ここで例えば機器に対するパラメータの設定ミス等によって、設計とは異なる伝送経路(図中、点線の矢印で示すマルチキャストパス(ルート)参照)が形成されたものとする。そうすると、この誤ったルートにマルチキャスト・トラフィックが転送され、例えば図中のHTTPサーバによるサービスが停止してしまう。すなわち図中の×印で示すように「サービスダウン」が発生する。このような障害が発生しないように事前に、マルチキャストツリーの経路確認をしておく必要がある。またこのような障害が発生してしまったときは、迅速に障害箇所を特定して、その障害復旧をする必要がある。
- [0008] 従来は、(1)各ルータにテルネット(telnet)等でそれぞれログインし、そこからマルチキャストに関するパラメータの設定情報を個別に収集していた。したがって、機器ごと

に設定方法が異なり、全ての機器に対する設定情報を確認するための方法を知っていなければならない、という問題があった。

- [0009] (2)また図29に示すように、実際に運用しているツリーの疎通確認を行うためには個々の宛先の端末に向けてpingやtracerouteを実行しなければならなかったが、これでは配信先が多いと処理に多大な時間がかかり、また、必ずしもユニキャストの経路(図中、SPTの経路)と、マルチキャストの経路(図中、RPTの経路)とが同一経路とは限らないため、正しい経路の確認ができないという第2の問題があった。なお、図中の記号の意味は、下記のとおりである。

[0010] RPT:Rendezvous Point Tree

SPT:Shortest Path Tree

DR:Designated Router

上記(2)の問題点をさらに詳しく説明すると次のとおりである。

- [0011] IPネットワークにおいて、PIM-SM(Protocol Independent Multicast Sparse Mode)と呼ばれるマルチキャスト用の制御プロトコルを用いたマルチキャスト配信が広く用いられている。PIM-SMでは、RP(Rendezvous Point)に設定されたルータが全ての配信先にマルチキャストする場合と、RPの負荷を軽減するためにいくつかの宛先に対しては送信元に接続されているDR(Designated Router)で分配しユニキャストルーチングに従ってパケットを配信する場合とがある。

- [0012] このようなPIM-SMでは、送信元から各宛先に対してRP経由(RPT:RP Tree)で配信されているのか、あるいは、送信元からのユニキャストルーチング(SPT: Shortest Path Tree)で配信されているのか、各ルータの設定情報等を詳細に調査しなければ分からない。また、RPTによる配信では、ユニキャストルーチングと経路が異なるため、エンド・ツー・エンドで疎通確認を行おうとしてもpingやtraceroute等では疎通確認ができない。

- [0013] したがって本発明は、上記問題点に鑑み、全ての機器に対する前述した設定情報を確認する方法を知ることを要することなく、また、前述したping等を実行することを要求することなく、簡単な手法によって、マルチキャストツリーの確認と、疎通や品質の確認とが短時間に行える、マルチキャストツリーの監視のための方法ならびにシス

テムを提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明は、ネットワーク監視装置(4)からの指示によって、例えば映像情報の発信元である送信端末(2T)から、通常のマルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを一定量連続して送信する。この連続したテストパケットを受信しこれらを通過させた各ルータ(3)にて生成された通過状態情報(例えばMIB情報)を上記ネットワーク監視装置(4)にて収集し、収集されたこれらの通過状態情報と、自ら保持するトポロジ情報とによって、テストパケットの各ルータ(3)における配信方向を判定し、この判定結果に基づいて、マルチキャストツリーを探索しこれを特定するようにする。

[0015] これにより、従来は何時間もかかっていたマルチキャストツリーの監視が、数分のうちに完了できるようになる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本発明に係るマルチキャストツリー監視システム10の基本構成を示す図である。

[図2]図2は、図1に示すマルチキャストツリー監視システム10の監視動作を示すフローチャートである。

[図3]図3は、本発明に基づくマルチキャストツリー監視システムが適用されるIPネットワーク1の具体的イメージを示す図である。

[図4]図4は、本発明に基づくマルチキャストツリー監視システム10の具体的構成例を示す図である。

[図5]図5は、本発明の経路判定動作を説明するために図3の一部を取り出して示す図(その1)である。

[図6]図6は、トポロジ管理テーブル34の構成例を示す図である。

[図7]図7は、判定条件の項目を埋めた判定部33による判定結果を示す図である。

[図8]図8は、経路状態の判定結果を例示する図である。

[図9]図9は、最終的な判定部33による判定結果を例示する図である。

[図10]図10は、本発明の経路判定動作を説明するために図3の一部を取り出して示

す図(その2)である。

[図11]図11は、図10のもとでの、判定部33による最終的な判定結果を示す図である。

[図12]図12は、MIBのオブジェクトの第1例を表す図である。

[図13]図13は、MIBのオブジェクトの第2例を表す図である。

[図14]図14は、MIBのオブジェクトの第3例を表す図である。

[図15]図15は、本発明の第1実施例を適用したIPネットワーク(図3)を表す図である。

[図16]図16は、図15において実行される第1実施例の動作を表すフローチャート(その1)である。

[図17]図17は、図15において実行される第1実施例の動作を表すフローチャート(その2)である。

[図18]図18は、本発明の第2実施例を適用したIPネットワーク(図3)を表す図である。

[図19]図19は、図18において実行される第2実施例の動作を表すフローチャート(その1)である。

[図20]図20は、図18において実行される第2実施例の動作を表すフローチャート(その2)である。

[図21]図21は、本発明の第3実施例(#1)を適用したIPネットワーク(図3)を表す図である。

[図22]図22は、図21において実行される第3実施例(#1)の動作を表すフローチャート(その1)である。

[図23]図23は、図21において実行される第3実施例(#1)の動作を表すフローチャート(その2)である。

[図24]図24は、本発明の第3実施例(#2)を適用したIPネットワークを表す図である。

[図25]図25は、図24において実行される第3実施例(#2)の動作を表すフローチャートである。

[図26]図26は、第4実施例としての障害検知システムを適用したIPネットワークを表す図である。

[図27]図27の(a)～(d)は、送信用フレームのヘッダフォーマットを示す図である。

[図28]図28は、IPマルチキャストネットワークにおける障害事例を表す図である。

[図29]図29は、従来技術の問題点の1つを説明するための伝送経路例を表す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0017] 図1は本発明に係るマルチキャストツリー監視システムの基本構成を示す図である。本監視システムは参照番号10で示されており、その代表的な構成要素(後述)は参照番号11～14で示す。本発明に係るこのマルチキャストツリー監視システム10は、その前提としてIPネットワーク1内に形成される。

[0018] このIPネットワーク1は、図示するとおり、端末2と、ルータ3と、ネットワーク監視装置4とを含んでなり、該ネットワーク監視装置4によってマルチキャストフレームの伝送経路を探索する。もう少し詳しく言えばこのIPネットワーク1は、マルチキャストフレームを配信する送信端末(TX)2Tと、そのマルチキャストフレームを受信する複数の受信端末(RX)2Rと、その送信端末2Tから複数の受信端末2Rへ向けて形成されるツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路上に複数配置されるルータ3と、を含んで構成される。

[0019] このIPネットワーク1内に形成されるマルチキャストツリー監視システム10は、上述したように、代表的に、指示機能部11と、送信機能部12と、状態情報生成機能部13と、判定機能部14と、から構成される。これら機能部11～14の主たる機能は次のとおりである。

[0020] 指示機能部11は、ネットワーク監視装置4に設けられ、通常配信されるマルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを送信すべきことを送信端末2Tに対し指示する機能を備え、

送信機能部12は、送信端末2Tに設けられ、上記の指示に従ってテストパケットをルータ3に向けて送信する機能を備え、

状態情報生成機能部13は、送信されたテストパケットを受信しこれを通過させた各

ルータ3に設けられ、その通過させたテストパケットの通過状態情報を生成する機能を備え、

判定機能部14は、ネットワーク監視装置4にさらに設けられ、各ルータ3から収集した通過状態情報に基づいてテストパケットのIPネットワーク1上での配信方向を判定し、この判定結果によりツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路を特定する機能を備える。

[0021] 図2は上述した図1のマルチキャストツリー監視システム10において実行されるマルチキャストツリー監視方法を表すフローチャートである。すなわち、マルチキャストフレームの伝送経路をネットワーク監視装置4によって探索するための本発明によるマルチキャストツリー監視方法は、本図に示すステップS11～S14によって実行される。

[0022] ステップS11:ネットワーク監視装置4から送信端末2Tに対し、通常配信されるマルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを送信すべきことを指示し、

ステップS12:送信端末2Tにおいて、上記の指示に従ってテストパケットをルータ3に向けて送信し、

ステップS13:送信されたテストパケットを受信しこれを通過させたルータ3の各々において、そのテストパケットの通過状態情報を生成し、

ステップS14:ネットワーク監視装置4において、各ルータ3から収集した上記の通過状態情報に基づいて、テストパケットのIPネットワーク1上での配信方向を判定し、この判定結果により上記ツリー状の伝送経路を特定する。

[0023] さらに具体的には、上記第1のステップS11において、監視用のテストパケットは、

(i) マルチキャストフレームとしては通常採用されることがないデータ長を有するパケット、

(ii) 未使用の、発信用IPアドレスあるいは宛先マルチキャストIPアドレスを有するパケット、

(iii) パケットの有効時間TTL (Time To Live) が1から、予め指定したNまで設定されたパケット、

のいずれかから選択され、そして予め定めた一定量のテストパケットが連続的に送信されるようにする。

- [0024] さらに上記第3のステップS13において、上記の通過状態情報は好ましくは、ネットワーク管理用データベースMIB (Management Information Base) 情報として生成される。
- [0025] さらにまた上記第4のステップS14において、上記の判定は、ネットワーク監視装置4内にあって隣接ルータとの接続関係を保持するトポロジ管理テーブルを参照して行われるようにする。
- [0026] 図1および図2を参照して、本発明に係るシステムおよび方法の基本的概念を示したので、次にもう少し具体的な実施形態を参照しながら説明する。
- [0027] 図3は本発明に基づくマルチキャストツリー監視システムが適用されるIPネットワーク1の具体的なイメージを示す図である。なお、全図を通じて同様の構成要素には、同一の参照番号または記号を付して示す。
- [0028] 本図の構成はIPネットワーク1を具体的に表しており、前述したマルチキャストツリー監視システム(図1の参照番号11〜14)については記載を省略している。これは、本発明によるマルチキャストツリーの伝送経路のイメージをより一層分かりやすくするためである。すなわち本図を参照すると、送信端末2T(本図の例ではカメラ)からのマルチキャストフレーム(映像情報)が、IPネットワーク1上の所定のルータ3を経由して、所定の受信端末2R(本図の例ではパソコン)に転送される様子が示されており、ここにその転送ルートがマルチキャストツリーをなす伝送経路5となる。
- [0029] まずネットワーク監視装置4について見ると、この中には前述した図1の指示機能部11と判定機能部14とが含まれる。なおこのネットワーク監視装置4、例えばマルチキャストツリー監視サーバは、通常はIPネットワーク1内に元々設けられているものであって、この既存のサーバ内に上記機能部11および14を本発明によって新たに追加することになる。このネットワーク監視装置4は、この他にトポロジ管理テーブルや状態情報(MIB)収集部等も含まれる。
- [0030] 一方図3の送信端末(カメラとして示す)2Tはいわばマルチキャスト・ストリーム配信装置であって、ネットワーク監視装置4からのテストパケット送信指示があったとき、該配信装置(2T)は、
- (i) マルチキャストフレームとしては通常採用されることがないデータ長を有するパケ

ット、

(ii) 未使用の、発信用IPアドレスあるいは宛先マルチキャストIPアドレスを有するパケット、

(iii) パケットの有効時間TTL (Time To Live) が1から、予め指定したNまで設定されたパケット、

のいずれかからなるテストパケットを伝送経路5上に流す。つまり通常マルチキャストフレームとして存在することが殆どないフレームをテストパケットとして一定量、連続的に流す。

[0031] このようなテストパケットを一定量、連続的にネットワーク上に流すことが本発明の特徴をなし、各ルータ3のインタフェース(ポート)6におけるそのテストパケットの流入量を調べることにより、送信端末2Tから受信端末2Rまでのテストパケットの伝送経路を探索することができ、よってマルチキャストツリーが特定されることになる。

[0032] つまり上記のテストパケットの各インタフェース6における流入量を測定して、図3中、黒丸を付したインタフェース6でのテストパケットの「流入量は少なく」、白丸を付したインタフェース6でのそのテストパケットの「流入量が多い」ことが、ネットワーク監視装置4において明らかになったとすると、この場合のマルチキャストツリーをなす伝送経路は本図の矢印5で示すようになることが判明する。

[0033] このように、大量のテストパケットを短時間だけネットワーク上に流して、上記流入量を調べるだけで、マルチキャストツリーの監視(探索)が完了してしまうから、その監視に要する所要時間は高々数分である。これは従来における所要時間である数時間に比べるとおおよそ1/60の時間短縮となる。

[0034] ここで、上述したマルチキャストツリー監視システム10を構成する構成要素をもう少し具体的に示す。

[0035] 図4は本発明に基づくマルチキャストツリー監視システム10の具体的構成例を示す図である。

[0036] まずネットワーク監視装置4について見てみると、前述の図1ではこの装置4を、通常配信されるマルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを送信すべきことを、送信端末2Tに対し指示する指示機能部11、および送信されたそのテス

トパケットを受信しこれを通過させた各ルータ3にて生成されたそのテストパケットの通過状態情報に基づいて、そのテストパケットのIPネットワーク1上での配信方向を判定し、この判定結果によりツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路を特定する判定機能部14として示したが、図4においては、その指示機能部11を、ツリー監視実行指示部21から構成している。またその判定機能部14についてはこれを、各ルータ3からそれぞれの通過状態情報を収集する状態情報収集部31と、収集されたその通過状態情報を格納する状態情報格納部32と、格納されたその通過状態情報をもとに前述した配信方向を判定するマルチキャストパス判定部33と、から構成している。

[0037] この判定機能部14特にマルチキャストパス判定部33は、状態情報格納部32に格納されたそのテストパケットの送信直前の通過状態情報と、そのテストパケットの送信後の通過状態情報との差分が大であるときに、前述した判定を行うようにする。差分が大であるということは、当該テストパケットが当該ルータ3を通過したことを意味するからである。

[0038] また判定機能部14は、隣接ルータとの接続関係を保持するトポロジ管理テーブル34をも有し、上述した配信方向の判定のために参照する。

[0039] さらにまた判定機能部14は、上記の判定結果により特定されたツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路5の構成をオペレータに表示するためのツリー表示部35を有するのが望ましい。

[0040] 次に送信端末2Tについて見ると、前述の図1においてはこの端末2Tを、通常配信されるマルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを送信すべきことを示すネットワーク監視装置4からの指示を受けて、そのテストパケットをルータ3に向けて送信する送信機能部12として示したが、図4においては、その送信機能部12を、監視用のテストパケットを送信すべきことを示すネットワーク監視装置4からの指示を受け付けるツリー監視要求受付部41と、その指示を受け付けてテストパケットPtを生成し送信するテストパケット送信部42とから構成している。

[0041] このテストパケット送信部42にて生成しかつ送信されるテストパケットPtは、前述したパケット(i)、(ii)および(iii)のいずれかから選択されると共に、予め定めた一定量のテストパケットPtが連続的に送信される。

- [0042] 次にルータ3について見ると、前述の図1においてはこのルータ3を、送信端末2Tより送信されたテストパケットPtを受信しこれを通過させた際のそのテストパケットの通過状態情報を、ネットワーク監視装置4による前述の探索に供するために生成する状態情報生成機能部13として示したが、図4においては、この状態情報生成機能部13は、ネットワーク管理用データベース(MIB)51と、このネットワーク管理用データベース(MIB)51により生成された通過状態情報を、直接または送信端末2Tを介して、ネットワーク監視装置4に送信する状態情報送信部52とから構成している。なお、スイッチ部53はルータ3に既存の本来のルーティングという役割を果たすものである。
- [0043] なお後に図26を参照して説明するとおり、本発明によるマルチキャストツリー監視方法によれば、IPネットワーク1内の障害検知といった機能も簡単に実現することができる。このために、図4に示す判定機能部14は、前述した判定部33による判定結果により特定されたツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路5が、マルチキャストフレームを受信すべき全ての受信端末2Rには到達していないと判断したとき障害検知情報ALMを発生する障害判定部36をさらに備えることができる。
- [0044] 図4に示すマルチキャストツリー監視システム10の実際の構成例によると、ネットワーク監視装置4は「マルチキャストツリー監視サーバ」であり、その中の状態情報収集部31は「SNMP送受信部」(SNMP: Simple Network Management Protocol)であり、また状態情報格納部32は「MIB情報格納部」である。さらに図4に示す送信端末2Tは「マルチキャストフレーム配信装置」であり、さらにまた図4に示すルータ3内のネットワーク管理データベース(DB)は「MIB」であり、その中の状態情報送信部は「SNMP送受信部」である。かかる実際の構成例においては、本発明のマルチキャストツリー監視システム10は、マルチキャストツリー監視サーバ(4)、マルチキャストフレーム配信装置(2T)、およびルータ3からなる。
- [0045] このマルチキャストツリー監視サーバ(4)において、
マルチキャストパス判定部33は、マルチキャストフレーム配信装置(2T)に対してツリー監視用のテストパケット配信を指示したり、
ルータ3からMIB情報を取得するためSNMP送受信部(31)にMIB(例えば、RMON(Remote Network Monitoring) MIB)収集を指示したり、

MIB情報格納部(32)から収集したMIB情報を収集したり、
トポロジ管理テーブル34から各ルータ3の接続関係を把握したり、
ツリー表示部35に配信装置(2T)から受信端末2Rまでのツリーの構築結果を通知
するようにしている。

[0046] これらの構成部分により、マルチキャストのテストパケットが流れるインタフェースおよび流れる方向を認識することができる。

[0047] またツリー監視実行指示部21は、マルチキャストフレーム配信装置(2T)に対して
配信テストパケットのアドレス、テストパケットのパケットサイズ、TTL、およびポート番号を配信装置(2T)に通知し、配信装置(2T)からの実行終了結果をマルチキャストパス判定部33に通知するようにしている。これにより、ツリーを識別するために必要なMIB情報やICMP(Internet Control Message Protocol)でのtime exceededパケットを抽出することができる。

[0048] トポロジ管理テーブル34は、各ルータ3の隣接ルータとの物理的な接続情報を格納するようにしている。これによりマルチキャストのテストパケットがどのインタフェースを利用しているかが認識できる。

[0049] MIB情報格納部(32)は、ルータ3から収集したMIB情報を格納するようにしている。これにより、マルチキャストパス判定部33が必要なMIB情報を解析できる。

[0050] SNMP送受信部31はマルチキャストパス判定部33からの指示により、各ルータ3からMIB情報を収集するためのSNMPコマンドを実行するようにしている。これによりMIB情報格納部(32)に格納する情報を収集できる。

[0051] さらにツリー表示部35は、マルチキャストパス判定部33で把握したツリーの構成をオペレータに表示できるようにしている。これにより、ツリーの可視化が図れ、便利である。

[0052] マルチキャストストリーム配信装置(2T)において、
ツリー監視要求受付部41は、マルチキャストツリー監視サーバ(4)のツリー監視実行指示部21からの指示およびパラメータを受け付け、テストパケット送信部42に送信の実行を指示したり、
送信終了、およびICMPでのtime exceededパケットの受信結果を、マルチキャスト

ツリー監視サーバ(4)に返送するようにしている。

[0053] テストパケット送信部42は、指定されたアドレス、TTL、ポート番号、パケットサイズで、テストパケットを送信するようにしている。これにより、マルチキャストツリー監視サーバ(4)で必要なMIB情報等を収集できる。

[0054] ルータ3において、
スイッチ部53は、マルチキャストフレーム配信装置(2T)からのテストパケットをルーティングするようにしている。これによりテストパケットを他のルータ、あるいは受信端末2Rにルーティングすることができる。

[0055] SNMP送受信部(52)は、マルチキャストツリー監視サーバ(4)からのSNMP Requestに対し、MIB情報をもって応答するようにしている。これにより、マルチキャストツリー監視サーバで必要なMIB情報を収集できる。

[0056] MIB(51)はテストパケットの受信に基づき受信パケット数等を累積するようにしている。これにより、マルチキャストツリー監視サーバ(4)で必要なMIB情報を収集することができる。

[0057] ここで図3を再び参照すると、図4で示したマルチキャストツリー監視サーバ(4)、マルチキャストストリーム配信装置(2T)、およびルータ3を用いたマルチキャストツリー監視システム10において、各インタフェース毎のMIB情報をサーバ(4)が収集し、特定のテストパケットの流入量が多いインタフェースを検索して、テストパケットの流入方向を把握することにより、マルチキャストテストパケットのフローを認識することができる。あるいは、各ルータ3がマルチキャストフレーム配信装置(2T)に向かって送信する、ICMP time exceededパケットを解析し、マルチキャストストリーム配信装置(2T)からのホップ数を把握することも可能である。

[0058] 次に図3に示すIPネットワーク1内の任意の一部に注目して、マルチキャストツリー伝送経路5の判定手法を、図5〜図11を参照して具体的に説明する。

[0059] 図5は経路判定動作を説明するために図3の一部を取り出して示す図である。本図において、参照番号3は図3に示すとおりルータを表しているが、図5ではさらにRouter1、Router2…のように各ルータを区別して示す。また図5においては上述した、各ルータのインタフェースをポートP1、P2およびP3のように区別して示す。なお、

各ポート(P)に近接して示す黒丸と白丸は、図3の場合と同様、テストパケットの各インタフェース(ポート)への流入量の大小を表し、白丸を付したポートには大量のテストパケットが流入している例を示している。そしてこのような、テストパケットの流入量の大小に応じてマルチキャストパケットの配信方向を特定することになる。この配信方向の特定に際しては、前述のトポロジ管理テーブル(図4の34)が有効になる。

[0060] 図6はトポロジ管理テーブル34の構成例を示す図である。ただし、ルータ3のうちの“Router1”についての管理テーブルを示し、他の“Router2”、“Router3”…についてはそれぞれ個別に管理テーブルが用意される。

[0061] 図5を参照すると、ルータ(Router1)3のポートP1、P2およびP3は、それぞれ隣接ルータRouter2のポートP2に接続し、Router3のポートP1に接続し、Router5のポートP1に接続しているから、Router1についてのトポロジ管理テーブル34の内容は図6に示すごとくなる。

[0062] 次に、図6のテーブル34における判定条件を決定する。そこで、上述のとおり、まず送信端末2TよりテストパケットPtを短時間のうちに大量に送信する(図4の42)。このテストパケットの送信に起因して各ルータ3にて発生するMIB情報を蓄積する(図4の51)。さらにそのMIB情報を収集した上で分析し、各ルータ3の各ポートPにおけるテストパケットの配信方向を判定する。これを図7に示す。

[0063] 図7は判定条件の項目を埋めた判定部33による判定結果を示す。テストパケットの流入量が多いか少ないか、については、ある閾値を設定してそれより多いか少ないかで判断する。その閾値(TH)は、送信端末2Tより送信されるテストパケットの量(例えば100パケットとする)とほぼ同じ値とする(TH=100)。あるいは、伝送途中での若干のパケットロスを考慮して、100より小さい値とする(例: $90 < TH < 100$)。かくしてその閾値THを用いて、判定条件の項目の黒丸と白丸が定まる。そしてこれら黒丸と白丸とにより既述した通過状態情報(テストパケットの経路状態情報)が判定される。これを図8に示す。

[0064] 図8は経路状態の判定結果を例示する図である。本図の右矢印、左矢印および両矢印は、Router1のポートP1、P2およびP3におけるテストパケットの配信方向すなわち経路状態(各ルータでの通過状態)を示す。結局、図9に示すテーブル34が完成

する。

- [0065] 図9は最終的な判定部33による判定結果を例示する図であり、これによりマルチキャストフレームの伝送経路が特定され、マルチキャストツリーの探索が完了する。
- [0066] 図10も、図5と同様、本発明の経路判定動作を説明するために図3の一部を取り出して示す図であるが、図5と異なるのは黒丸と白丸の記載がないことである。これは、図10において用いるテストパケットが、第3形態(iii)すなわちTTLを利用する形態のテストパケットを採用しているからであり、図5における第1形態(i)すなわち短いデータ長を用いる形態のテストパケットあるいは第2形態(ii)すなわち通常あり得ない発信元アドレス及び／又は宛先アドレスを用いる形態のテストパケットとは異なる。
- [0067] 図10において、TTL=3に設定してテストパケット送信部42(図4)より送信されたテストパケットは、Routerを1つ通過する毎にそのTTL値が1ずつ減算され例えばRouter5に到ってTTL=0になるとtime exceededパケットが、このRouter5から直接(または送信端末2Tを介して間接に)、状態情報収集部31(図4)に収集される。同様に、
- TTL=4に設定されたテストパケットはRouter1に到ってTTL=0となってそのtime exceededパケットが状態情報収集部31に収集され、
- TTL=5に設定されたテストパケットはRouter2およびRouter5に到ってそれぞれTTL=0となってそのtime exceededパケットが状態情報収集部31に収集され、
- TTL=6に設定されたテストパケットはRouter6に到ってTTL=0となってそのtime exceededパケットが状態情報収集部31に収集される。
- [0068] 図11は上述したTTLをパラメータとするテストパケットを利用した場合の、最終的な判定部33による判定結果を示す図である。図5と同一のネットワークを前提とするから、この判定結果は、当然、図9の判定結果と同じになる。
- [0069] 以上述べたようなマルチキャストツリーの探索を可能にする要因の1つは、既述のとおり、通常配信されるマルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを使用することにある。このような特殊なテストパケットは、図4のネットワーク管理用データベース51(好適例としては前述のMIB)において特殊なオブジェクトとなり、各ルータ3におけるテストパケットの検出をきわめて容易にする。かかるMIBのオブジェクトに

ついて詳細例を示す。

[0070] 図12はMIBのオブジェクトの第1例を示す図であって、前述したテストパケットの第1形態(i)を示し、

図13はMIBのオブジェクトの第2例を示す図であって、前述したテストパケットの第2形態(ii)を示し、

図14はMIBのオブジェクトの第3例を示す図であって、前述したテストパケットの第3形態(iii)を示す。

[0071] すなわち図12は、マルチキャストフレームとしては通常採用されることがないデータ長を有する第1形態(i)のテストパケットをPtとして示し、データ長が64byte以下のものをテストパケットとしている。図13は、未使用の、発信用IPアドレスあるいは宛先マルチキャストIPアドレスを有する第2形態(ii)のテストパケットの特徴を表している。また図14は、パケットの有効時間TTL(Time To Live)が1から、予め指定したNまで設定された第3形態(iii)のテストパケットの特徴を表している。

[0072] 上記の図12、図13および図14についてももう少し具体的に説明すると、これらの図12〜図14は、マルチキャストツリーの認識に必要なMIB情報を示す。テストパケットの流入量で監視する場合は、通常流ることがない64byte以下のフレームを例えばetherStatsUndersizePkts(図12)を用いて送信し、その流入量を計測することでマルチキャストツリーを認識できる。

[0073] あるいは、特定の送信IPアドレスなどを用い、その送信IPアドレスと宛先IPマルチキャストアドレスを用いたテストパケットを送信し、そのテストパケット数を計測するnlMatrixSDOctets(図13)を用いることでもマルチキャストツリーの認識が可能である。この場合は、そのテストパケットが流入するポートを識別するために、addressMapSource(ポート番号)、およびaddressMapNetworkAddress(上記addressMapSourceへ入力される送信IPアドレスの一覧)の収集も必要となる。

[0074] あるいは、TTLを1からNまで設定した各テストパケットを送信し、TTLが0になったルータであることを示すICMP time exceededパケットを送信する際にその送信パケット数を計測するicmpOutTimeExcdsを用いて、マルチキャストツリーを認識することが可能である。この場合も、addressMapSource、およびaddressMapNetworkAddressの

収集が必要である。

[0075] 次に上述した第1形態(i)、第2形態(ii)および第3形態(iii)の各テストパケットをそれぞれ用いた第1、第2および第3実施例を説明する。なお、これらの第1、第2および第3実施例は、上述の図4〜図14で説明した構成を、図3のIPネットワーク1上でそれぞれ具現化したものである。

[0076] 図15は本発明の第1実施例を適用したIPネットワーク(図3)を表す図であり、
図16は図15において実行される第1実施例の動作を表すフローチャート(その1)であり、
図17は同フローチャート(その2)である。

[0077] まず図15を参照すると、本第1実施例のもとでの動作は、下記1. 〜6. のようになる。なお送信端末(マルチキャストフレーム配信装置)としては、映像情報をMPEG等にフォーマット化するエンコーダ(2E)として示す。

[0078] 1. 各ルータ3からテストパケット送信前のMIB(etherStatsUndersizePkts)を収集し、
2. エンコーダ(2E)にテストパケットの送信を指示し、
3. RTP(Realtime Transfer Protocol)ヘッダのみのテストパケットを一定量送信し、
4. 再度、ルータ3からMIB(etherStatsUndersizesPkts)情報を収集し、
5. 流入量の多いインタフェース(ポート)、および流入方向を判定して、
6. マルチキャストツリーを表示部35に表示する。

[0079] さらに詳細な処理の流れを図16および図17を参照して説明する。

[0080] ステップS21:監視サーバ(4)は、これからIPネットワーク1に流そうとするテストパケット(本第1実施例では、図12の最上段のetherStatsUndersizePkts)のカウント値を、各ルータ3のMIB(図4の51)から受信する。MIB(51)におけるetherStatsUndersizePktsの監視テストの直前における初期カウント値を入手するためである。すなわち、テストパケットの流入量がこの初期カウント値より大幅にカウントアップしたとき、テストパケットが当該ルータを通過したものと判定する。

[0081] ステップS22:監視サーバ(4)はエンコーダ(2E)に対し、短時間に大量に流すべきテストパケットの個数を指定してその送信を指示する。

- [0082] ステップS23:上記の送信指示を受信したエンコーダ(2E)は、RTPヘッダのみからなるパケットを、テストパケットとして、テストパケット送信部(図4の42)から送信開始する。
- [0083] ステップS24:エンコーダ(2E)は、そのテストパケットの送信を終了したら、その終了を監視サーバ(4)に通知する。
- [0084] ステップS25:上記のテストパケットの送信終了によって、該テストパケットが通過したルータにおいては、そのテストパケットすなわちetherStatsUndersizePktsについてのMIB情報すなわちカウント値が大幅に増大しているはずである。そこで監視サーバ(4)は、各ルータ3のMIB(51)から再度、etherStatsUndersizePktsのカウント値の情報を受信する。
- [0085] ステップS26:監視サーバ(4)はそのカウント値すなわちテストパケットの流入量が前述した閾値THを超えたか否かを、判定部(図4の33)により判断する。
- [0086] ステップS27:上記の閾値THを超えていれば、「マルチキャストの入力あり」と判断し、トポロジ管理テーブル34にこれを設定し、
ステップS28:上記の閾値THを超えなければ、「マルチキャストの入力なし」と判断し、トポロジ管理テーブル34にこれを設定する。なお上述した「マルチキャストの入力あり」および「マルチキャストの入力なし」は、図9においてそれぞれ白丸および黒丸として表したものに相当する。
- [0087] ステップS30:かくして各ルータ3におけるテストパケットの通過状態が判明し、これを表示部(図4の35)に表示する。
- [0088] 以上をまとめると、第1実施例に係るマルチキャストツリー監視システム10は、
ネットワーク中にほとんど流れることがない64byte以下のパケットを監視用テストパケットとして送信する記載のマルチキャストフレーム配信装置(2T)と、
該64byte以下のパケットの流入量を示すMIB情報(etherStatsUndersizePkts)を収集するマルチキャストツリー監視サーバ(4)と、
テストパケットの流入量に基づきMIB情報を生成するルータ3と、を用い、
該監視サーバ(4)が配信装置(2T)に指示した送信サイズを有するパケットが入力されるルータ3のインタフェース(ポート)を該MIB情報から判定し、トポロジ管理テー

ブル34に示す接続関係と該MIB情報とから求めたパケットの流入方向をもとに、接続されたインタフェースにおけるフレームの配信方向を判定するように構成している。

[0089] 図18は本発明の第2実施例を適用したIPネットワーク(図3)を表す図であり、

図19は図18において実行される第2実施例の動作を表すフローチャート(その1)であり、

図20は同フローチャート(その2)である。

[0090] まず図18を参照すると、本第2実施例のもとでの動作は、下記1. ～8. のようになる。

- [0091]
1. エンコーダ(2E)のサブネットにおける未使用アドレスを調査し、
 2. 各ルータ3からテストパケット送信前のMIB(nlMatrixSDOctets)を収集し、
 3. エンコーダ(2E)に対してテストパケットの送信用アドレスを指定してその送信を指示し、
 4. その指定されたアドレスでテストパケットを一定量送信し、
 5. ルータ3からMIB情報(addressMapSource, addressMapNetworkAddress)を収集してテスト用アドレスの入力ポートを特定し、
 6. 再度、nlMatrixSDOctetsを収集し、
 7. 流入量の多いインタフェース、およびその流入方向を判定して、
 8. マルチキャストツリーを表示部35に表示する。

[0092] さらに詳細な処理の流れを図19および図20を参照して説明する。なお図19および図20に示すフローチャートの各ステップのうち、前述した図16および図17でのステップと実質的に同一のステップについては、図16および図17における対応するステップと同一のステップ番号、すなわちS22、S24、S26～S30を付して示す。

[0093] したがって本第2実施例の特徴をなすステップは、S31、S32およびS33である。

[0094] ステップS31:監視サーバ(4)は、これからIPネットワーク1に流そうとするテストパケット(本第2実施例では図13に示されるパケット)のカウント値を、各ルータ3のMIB(図4の51)から受信する。図13のパケットの、監視テストの直前における、MIB(51)内の初期カウント値を入手するためである。すなわち、テスト直前におけるテストパケットの流入量がその初期カウント値より大幅にカウントアップしたとき、テストパケットが

当該ルータを通過したものと判定する。

[0095] ステップS32:第2実施例におけるテストパケット専用のIPアドレス(図13の上段参照)を有するパケットを、各ルータ3に向けて送信する。

[0096] ステップS33:図13で規定されるパケットについてのMIB情報を、各ルータ3から受信する。以降のステップは、第1実施例の場合(S26〜S30)と同じである。

[0097] 以上をまとめると、第2実施例に係るマルチキャストツリー監視システム10は、特定の発信用IPアドレス、あるいは特定の宛先マルチキャストIPアドレスで監視用テストパケットを送信するマルチキャストフレーム配信装置(2T)と、
該テストパケットの入力インタフェース(ポート)を特定するMIB情報(addressMapSourceおよびaddressMapNetworkAddress)と、該テストパケットの流入量を計測するMIB情報(nlMatrixSDOctets)とを収集するマルチキャストツリー監視サーバ(4)と、

テストパケットの流入量に基づきMIB情報を生成するルータ3と、を用い、
該監視サーバ(4)が配信装置(2T)に対して指示した送信アドレスと送信量とを有するパケットが観測されたルータ3をnlMatrixSDOctetsにより判定し、かつaddressMapSourceおよびaddressMapNetworkAddressの収集結果により、トポロジ管理テーブル34に示される接続リンクにおけるマルチキャストツリーの配信方向を判定するように構成している。

[0098] 図21は本発明の第3実施例(#1)を適用したIPネットワーク(図3)を表す図であり、

図22は図21において実行される第3実施例(#1)の動作を表すフローチャート(その1)であり、

図23は同フローチャート(その2)である。

[0099] まず図21を参照すると、本第3実施例(#1)のもとでの動作は、下記1.〜8.のようになる。

[0100] 1. エンコーダ(2E)のサブネットにおける未使用アドレスを調査し、
2. 各ルータ3からテストパケット送信前のMIB(icmpTimeExcds)を収集し、
3. エンコーダ(2E)に対しテストパケットの送信用アドレスを指定してその送信を指

示し、

4. その指定されたアドレスおよびTTL1〜Nにてテストパケットを一定量送信し、
5. ルータ3からMIB情報(addressMapSource, addressMapNetworkAddress)を収集し、テスト用アドレスの入力ポートを特定し、
6. 再度、ICMP time excds.パケットを収集し、
7. 流入量の多いインタフェース、およびその流入方向を判定して、
8. マルチキャストツリーを表示部35に表示する。

- [0101] さらに詳細な処理の流れを図22および図23を参照して説明する。なお図22および図23に示すフローチャートの各ステップのうち、前述した図16および図17でのステップと実質的に同一のステップについては、図16および図17における対応するステップと同一のステップ番号、すなわちS22、S24、S26〜S30を付して示す。
- [0102] したがって本第3実施例(#1)の特徴をなすステップは、S41、S42およびS43である。
- [0103] ステップS41:監視サーバ(4)は、これからIPネットワーク1に流そうとするテストパケット(本第3実施例(#1)では図14に示されるパケットのカウント値)を、各ルータ3のMIB(図4の51)から受信する。図14のパケットの、監視テストの直前における、MIB(51)内の初期カウント値を入手するためである。すなわち、テスト直前におけるテストパケットの流入量がその初期カウント値より大幅にカウントアップしたとき、テストパケットが当該ルータを通過したものと判定する。
- [0104] ステップS42:TTL1からTTLNまで指定した各パケットを、指定した数だけ、各ルータ3に向けて送信する。
- [0105] ステップS43:図14で規定されるパケットについてのMIB情報を、各ルータ3から直接、監視サーバ(4)にて受信する。以降のステップは、第1実施例の場合(S26〜S30)と同じである。
- [0106] 以上をまとめると、第3実施例(#1)に係るマルチキャストツリー監視システム10は、特定の発信用IPアドレス、あるいは特定の宛先マルチキャストIPアドレスおよびTTL=1〜N(N:任意)を有するテストパケットを、指定された送信量ずつ配信するマルチキャストフレーム配信装置(2T)と、

該テストパケットの入力インタフェース(ポート)を特定するMIB情報(addressMapSourceおよびaddressMapNetworkAddress)と、該テストパケットのTTLが 0になり該パケットを廃棄したことを示すMIB情報(icmpOutTimeExcds)とを収集する マルチキャストツリー監視サーバ(4)と、

該icmpOutTimeExcdsパケットの送信に基づきMIB情報を生成するルータ3と、を用い、

該監視サーバ(4)が配信装置(2T)に対して指示したパケット数だけ icmpOutTimeExcdsパケットを送信したルータ3を抽出し、かつaddressMapSourceおよびaddressMapNetworkAddressの収集結果に基づいて、トポロジ管理テーブル34の 接続リンクにおけるマルチキャストツリーの配信方向を判定するように構成する。

[0107] 図24は本発明の第3実施例(# 2)を適用したIPネットワークを表す図であり、

図25は図24において実行される第3実施例(# 2)の動作を表すフローチャートである。

[0108] 図24を参照すると、本第3実施例(# 2)のもとでの動作は、下記1. ～5. のようになる。

[0109] 1. エンコーダ(2E)に対しテストパケットの送信用ポート番号を指定して、その送信を指示し、

2. その送信指示に従い、送信ポート番号 $X+1$ ～ $X+N$ の各ポート番号に相当するTTL1～Nを付与したテストパケットを一定量エンコーダ(2E)より送信し、

3. TTL1～Nの各パケットに応答したICMP time exceededパケットを返送したルータを監視サーバ(4)に通知し、

4. ポート番号と送信ルータのアドレスとをもとに、配信装置(2T)から該送信ルータ(time exceededパケットを返送したルータ)までのホップ数を判定し、配信インタフェース(ポート)および配信方向を判定して、

5. ツリーを表示部35に表示する。

[0110] さらに詳細な処理の流れを図25を参照して説明する。本図のフローチャート中、ステップS22とS30は前述のとおりであり、ステップS51～54が本第3実施例(# 2)の特徴をなす。

- [0111] ステップS51:図24において説明した上記の2. の工程に相当する
- ステップS52およびS53:図24において説明した上記の3. および4. の工程に相当し、ステップS52では、各ルータ3よりエンコーダ(2E)が受信したtime exceededパケットを、各該time exceededパケットに記述された上記の送信ポート番号をもとに、TTL1〜Nの順に並べたルータリストをエンコーダ(2E)が作成し、これを監視サーバ(4)に転送する。
- [0112] さらにステップS53では、エンコーダ(2E)より受信した上記のTTL1〜Nの順に並べたルータリストを、監視サーバ(4)内の判定部33(図4)にて分析して、テストパケットの転送経路(通過状態情報)を判定する。
- [0113] ステップ54:上記のテストパケットの転送経路をもとに、マルチキャストの方向をトポロジ管理テーブル34に設定する。
- [0114] 以上をまとめると、第3実施例(#2)に係るマルチキャストツリー監視システム10は、
TTL=1〜N(N:任意)と、TTLの値に対応する送信ポート番号または宛先ポート番号(X+1〜X+N、X:任意、N:TTLの値)により特定されたテストパケットを、指定された送信量ずつ配信し、各ルータ3から返送されたICMP time exceededパケットを、送信結果として、監視サーバ(4)に返送するマルチキャストフレーム配信装置(2T)と、
返送された該ICMP time exceededパケットを配信装置(2T)より収集するマルチキャストツリー監視サーバ(4)と、
該ICMP time exceededパケットの情報を監視サーバ(4)に送信するルータ3と、を用い、
該マルチキャストフレーム配信装置(2T)から返送されたICMP time exceededパケットを解析し、該ICMP time exceededパケットを送信したルータ3のIPアドレス、および、送信ポート番号あるいは宛先ポート番号から、該マルチキャストフレーム配信装置(2T)から当該ルータ3までのホップ数を判定し、トポロジ管理テーブル34に示す隣接ルータ関係と該ホップ数とから、マルチキャストフレームの配信方向を判定するように構成する。
- [0115] さらに本発明の第4実施例としては、IPネットワーク1における障害検知システムを

提供する。すなわち本発明のマルチキャストツリー監視システム10は、障害検知システムとしても機能することができる。このことについては、図4の障害検知判定部36として既に説明したが、ここではその障害検知システムの全体について示す。

- [0116] 図26は第4実施例としての障害検知システムを適用したIPネットワーク1を表す図である。本図において、例えば光ファイバの断線あるいはルータ3の故障が原因で本図中のF (fault) 点にて障害が発生したものとすると、本発明のマルチキャストツリー監視を利用すれば、かかる障害箇所(F)を簡単に特定することができる。
- [0117] このために、本図の例では前述した第3実施例を利用する。すなわち、送信端末2Tより、TTLを1からNまで設定した各テストパケットをネットワーク上に流すと、各ルータ3からtime exceededパケットが送信端末2Tに返送され、監視サーバ(4)においては該当のカウンタのカウント値が増加する。
- [0118] ところが、障害箇所(F点)より下流側にあるルータ(3a、3bおよび3c)には上記のテストパケットが到達し得ない。このため、図26中の点線Aa、AbおよびAcのようにICMP time exceededパケットの戻りがなく、監視サーバ(4)から見てこれらのルータ3a、3bおよび3cに該当する各カウンタのカウント値は一定値に止まったままとなる。この結果監視サーバ(4)は、これらのサーバから最も送信端末2Tに近いサーバ(3a)の近傍において障害が発生したものと推定し、障害判定部36より障害検知情報ALMを発出する。
- [0119] 以上の説明では、ICMP time exceededパケットの欠落を検知することにより障害を見つけるようにしているが、これに限らずMIB情報の欠落を監視することによっても同様に障害を見つけることができる。
- [0120] このように本発明を実施するには特定のテストパケットの存在が重要である。このため、前述した説明では、RTPヘッダ、TTL、送信元ポート番号等が用いられている。そこでテストパケットとなる送信用フレームの実例を図に示しておく。
- [0121] 図27(a)～(d)は送信用フレームのヘッダフォーマットを示す図であり、本図の(a)にはEtherフレームの全体を示し、その中のIPヘッダとUDPヘッダとRTPヘッダとをそれぞれ本図の(b)、(c)および(d)に詳細に示す。前述した第1形態(i)のテストパケットは、ここで示したRTPヘッダ(d)までの56byteのフレームを生成することで実現

できる。またその他の形態(ii)および(iii)のテストパケットについては、各レイヤのヘッダ情報において、IPヘッダ内のTTL(b)やUDPヘッダ内のポート番号(c)等を所望の値に設定することで実現できる。

- [0122] 以上説明したように本発明によれば、簡易な手法でマルチキャストツリーの認識と疎通確認とを実現でき、従来何時間もかかって調査していたマルチキャストツリーの監視を、数分程度で完了することができる。

請求の範囲

- [1] マルチキャストフレームを配信する送信端末と、該マルチキャストフレームを受信する複数の受信端末と、該送信端末から該複数の受信端末へ向けて形成されるツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路上に複数配置されるルータと、を含んで構成されるIPネットワークにおいて、前記マルチキャストフレームの伝送経路をネットワーク監視装置によって探索するためのマルチキャストツリー監視方法であって、
- 前記ネットワーク監視装置から前記送信端末に対し、通常配信される前記マルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを送信すべきことを指示する第1のステップと、
- 前記送信端末において、前記指示に従って前記テストパケットを前記ルータに向けて送信する第2のステップと、
- 送信された前記テストパケットを受信しこれを通過させた前記ルータの各々において、該テストパケットの通過状態情報を生成する第3のステップと、
- 前記ネットワーク監視装置において、各前記ルータから収集した前記通過状態情報に基づいて前記テストパケットの前記IPネットワーク上での配信方向を判定し、この判定結果により前記ツリー状の伝送経路を特定する第4のステップと、
- を有することを特徴とするIPネットワークにおけるマルチキャストツリー監視方法。
- [2] 前記第1のステップにおける前記監視用のテストパケットは、(i)前記マルチキャストフレームとしては通常採用されることがないデータ長を有するパケット、(ii)未使用の、発信用IPアドレスあるいは宛先マルチキャストIPアドレスを有するパケット、(iii)パケットの有効時間TTL (Time To Live) が1から、予め指定したNまで設定されたパケット、のいずれかから選択されると共に、予め定めた一定量の該テストパケットが連続的に送信されることを特徴とする請求項1に記載のマルチキャストツリー監視方法。
- [3] 前記第3のステップにおける前記通過状態情報は、ネットワーク管理用データベースMIB (Management Information Base) 情報として生成されることを特徴とする請求項1に記載のマルチキャストツリー監視方法。
- [4] 前記第4のステップにおける前記の判定は、前記ネットワーク監視装置内にあつて隣接ルータとの接続関係を保持するトポロジ管理テーブルを参照して行われることを

特徴とする請求項1に記載のマルチキャストツリー監視方法。

- [5] マルチキャストフレームを配信する送信端末と、該マルチキャストフレームを受信する複数の受信端末と、該送信端末から該複数の受信端末へ向けて形成されるツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路上に複数配置されるルータと、を含んで構成されるIPネットワークにおいて、前記マルチキャストフレームの伝送経路をネットワーク監視装置によって探索するためのマルチキャストツリー監視システムであって、
- 前記ネットワーク監視装置に設けられ、通常配信される前記マルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを送信すべきことを前記送信端末に対し指示する指示機能部と、
- 前記送信端末に設けられ、前記指示に従って前記テストパケットを前記ルータに向けて送信する送信機能部と、
- 送信された前記テストパケットを受信しこれを通過させた各前記ルータに設けられ、その通過させたテストパケットの通過状態情報を生成する状態情報生成機能部と、
- 前記ネットワーク監視装置にさらに設けられ、各前記ルータから収集した前記通過状態情報に基づいて前記テストパケットの前記IPネットワーク上での配信方向を判定し、この判定結果により前記ツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路を特定する判定機能部と、
- を含んで構成されることを特徴とするマルチキャストツリー監視システム。
- [6] マルチキャストフレームを配信する送信端末と、該マルチキャストフレームを受信する複数の受信端末と、該送信端末から該複数の受信端末へ向けて形成されるツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路上に複数配置されるルータと、を含んで構成されるIPネットワークにおいて、前記マルチキャストフレームの伝送経路をネットワーク監視装置によって探索するためのマルチキャストツリー監視システムを形成する該ネットワーク監視装置であって、
- 通常配信される前記マルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを送信すべきことを、前記送信端末に対し指示する指示機能部と、
- 送信された前記テストパケットを受信しこれを通過させた各前記ルータにて生成された該テストパケットの通過状態情報に基づいて、該テストパケットの前記IPネットワ

ーク上での配信方向を判定し、この判定結果により前記ツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路を特定する判定機能部と、

を備えることを特徴とするネットワーク監視装置。

[7] 前記判定機能部は、各前記ルータからそれぞれの前記通過状態情報を収集する状態情報収集部と、収集された該通過状態情報を格納する状態情報格納部と、格納された該通過状態情報をもとに前記配信方向を判定するマルチキャストパス判定部と、を有することを特徴とする請求項6に記載のネットワーク監視装置。

[8] 前記判定機能部は、前記状態情報格納部に格納された前記テストパケットの送信直前の前記通過状態情報と、そのテストパケットの送信後の該通過状態情報との差分が大であるときに前記の判定を行うことを特徴とする請求項7に記載のネットワーク監視装置。

[9] 前記判定機能部は、前記配信方向の判定のために参照する、隣接ルータとの接続関係を保持するトポロジ管理テーブルを有することを特徴とする請求項6に記載のネットワーク監視装置。

[10] 前記判定機能部は、前記判定結果により特定された前記ツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路の構成を表示するツリー表示部を有することを特徴とする請求項6に記載のネットワーク監視装置。

[11] マルチキャストフレームを配信する送信端末と、該マルチキャストフレームを受信する複数の受信端末と、該送信端末から該複数の受信端末へ向けて形成されるツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路上に複数配置されるルータと、を含んで構成されるIPネットワークにおいて、前記マルチキャストフレームの伝送経路をネットワーク監視装置によって探索するためのマルチキャストツリー監視システムを形成する該送信端末であって、

通常配信される前記マルチキャストフレームとは区別される監視用のテストパケットを送信すべきことを示す前記ネットワーク監視装置からの指示を受けて、前記テストパケットを前記ルータに向けて送信する送信機能部を備えることを特徴とする送信端末。

[12] 前記送信機能部は、前記監視用のテストパケットを送信すべきことを示す前記ネット

ワーク監視装置からの指示を受け付けるツリー監視要求受付部と、その指示を受け付けて前記テストパケットを生成し送信するテストパケット送信部と、を有することを特徴とする請求項11に記載の送信端末。

[13] 前記テストパケット送信部にて生成しかつ送信される前記テストパケットは、(i)前記マルチキャストフレームとしては通常採用されることがないデータ長を有するパケット、(ii)未使用の、発信用IPアドレスあるいは宛先マルチキャストIPアドレスを有するパケット、(iii)パケットの有効時間TTL(Time To Live)が1から、予め指定したNまで設定されたパケット、のいずれかから選択されると共に、予め定めた一定量の該テストパケットが連続的に送信されることを特徴とする請求項12に記載の送信端末。

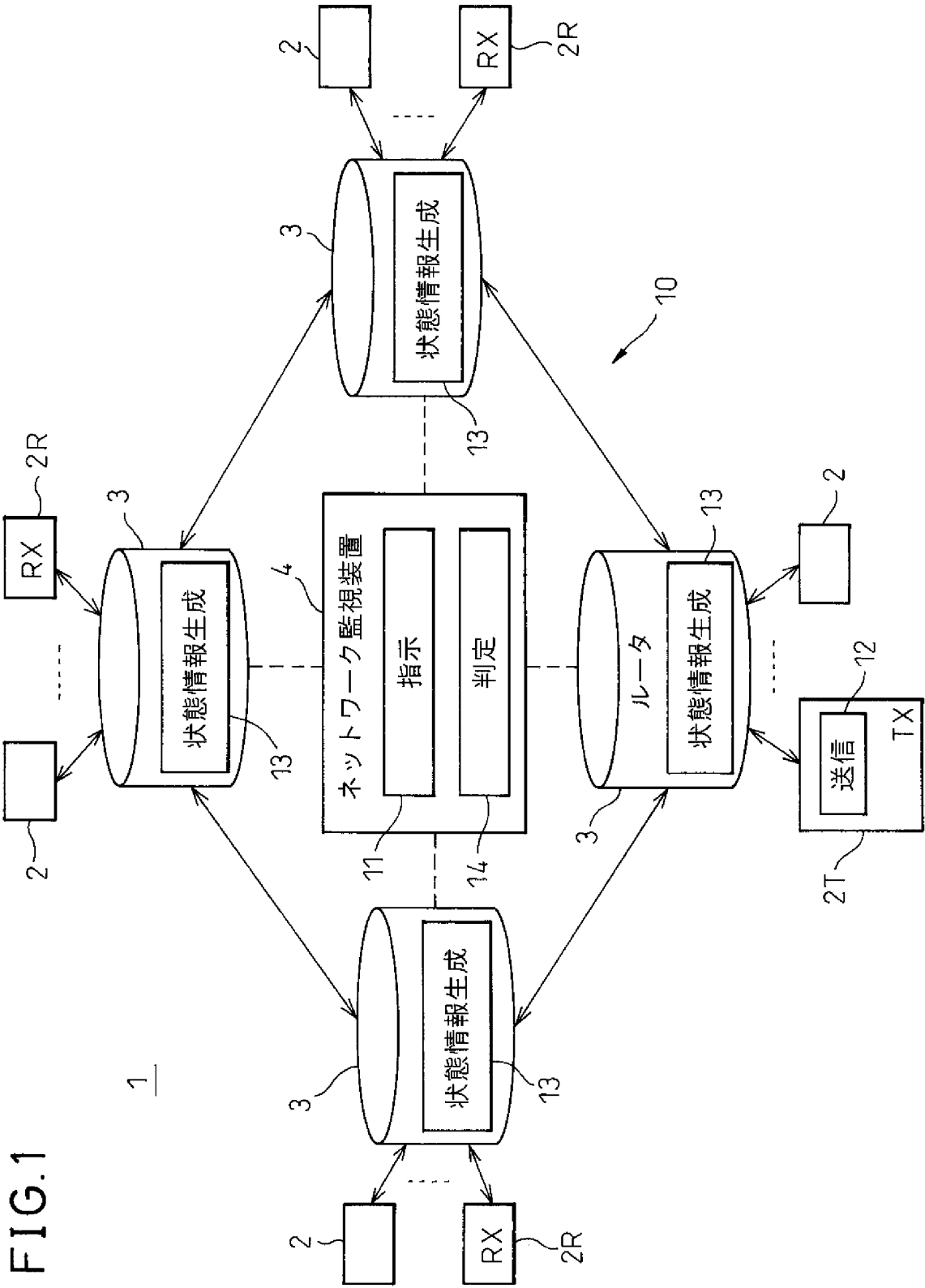
[14] マルチキャストフレームを配信する送信端末と、該マルチキャストフレームを受信する複数の受信端末と、該送信端末から該複数の受信端末へ向けて形成されるツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路上に複数配置されるルータと、を含んで構成されるIPネットワークにおいて、前記マルチキャストフレームの伝送経路をネットワーク監視装置によって探索するためのマルチキャストツリー監視システムを形成する該ルータであって、

前記送信端末より送信された前記テストパケットを受信しこれを通過させた際の該テストパケットの通過状態情報を、前記ネットワーク監視装置による前記の探索に供するために生成する状態情報生成機能部を備えてなることを特徴とするルータ。

[15] 前記状態情報生成機能部は、ネットワーク管理用データベース(MIB)と、該ネットワーク管理用データベース(MIB)により生成された前記通過状態情報を、直接または前記送信端末を介して、前記ネットワーク監視装置に送信する状態情報送信部と、を有することを特徴とする請求項14に記載のルータ。

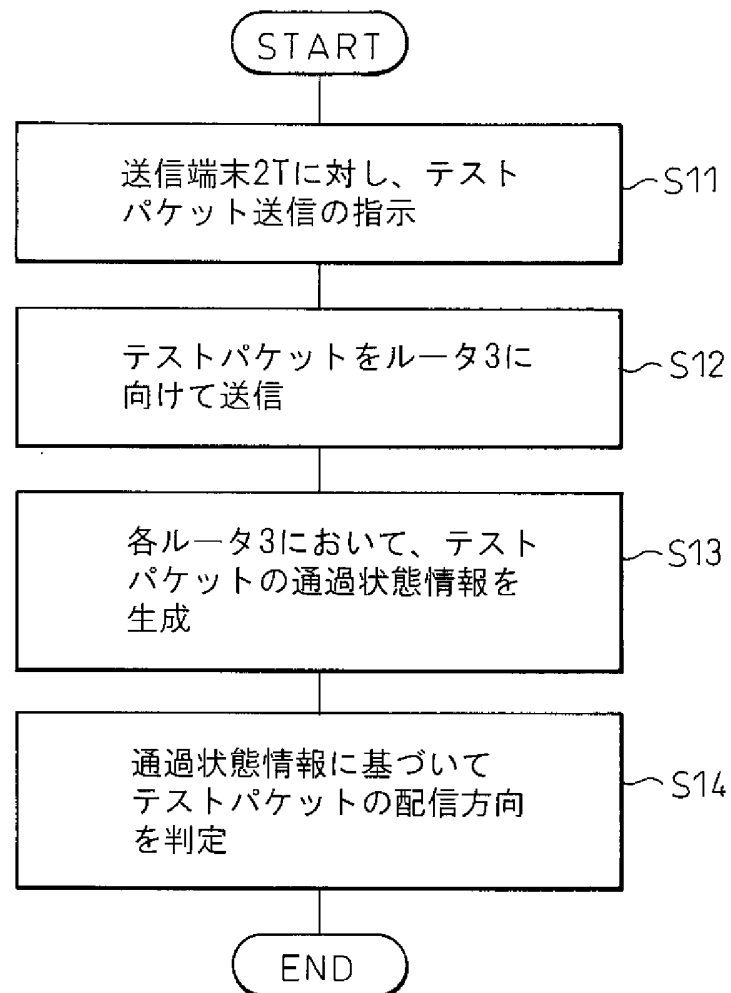
[16] 前記判定機能部は、前記判定結果により特定された前記ツリー状のマルチキャストフレーム伝送経路が、前記マルチキャストフレームを受信すべき全ての前記受信端末には到達していないと判断したとき障害検知情報を発生する障害判定部をさらに有することを特徴とする請求項6に記載のネットワーク監視装置。

[図1]



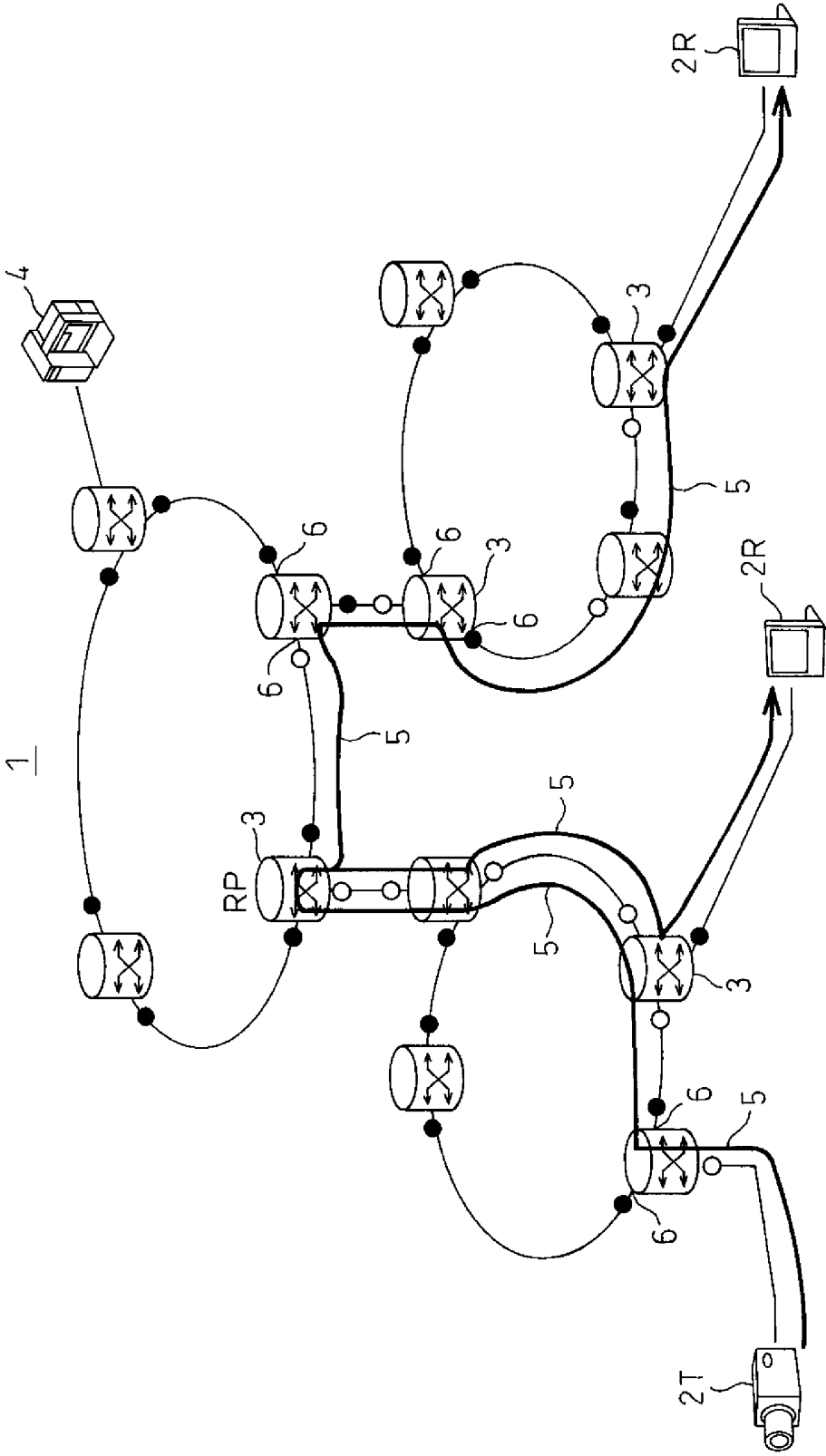
[図2]

FIG.2

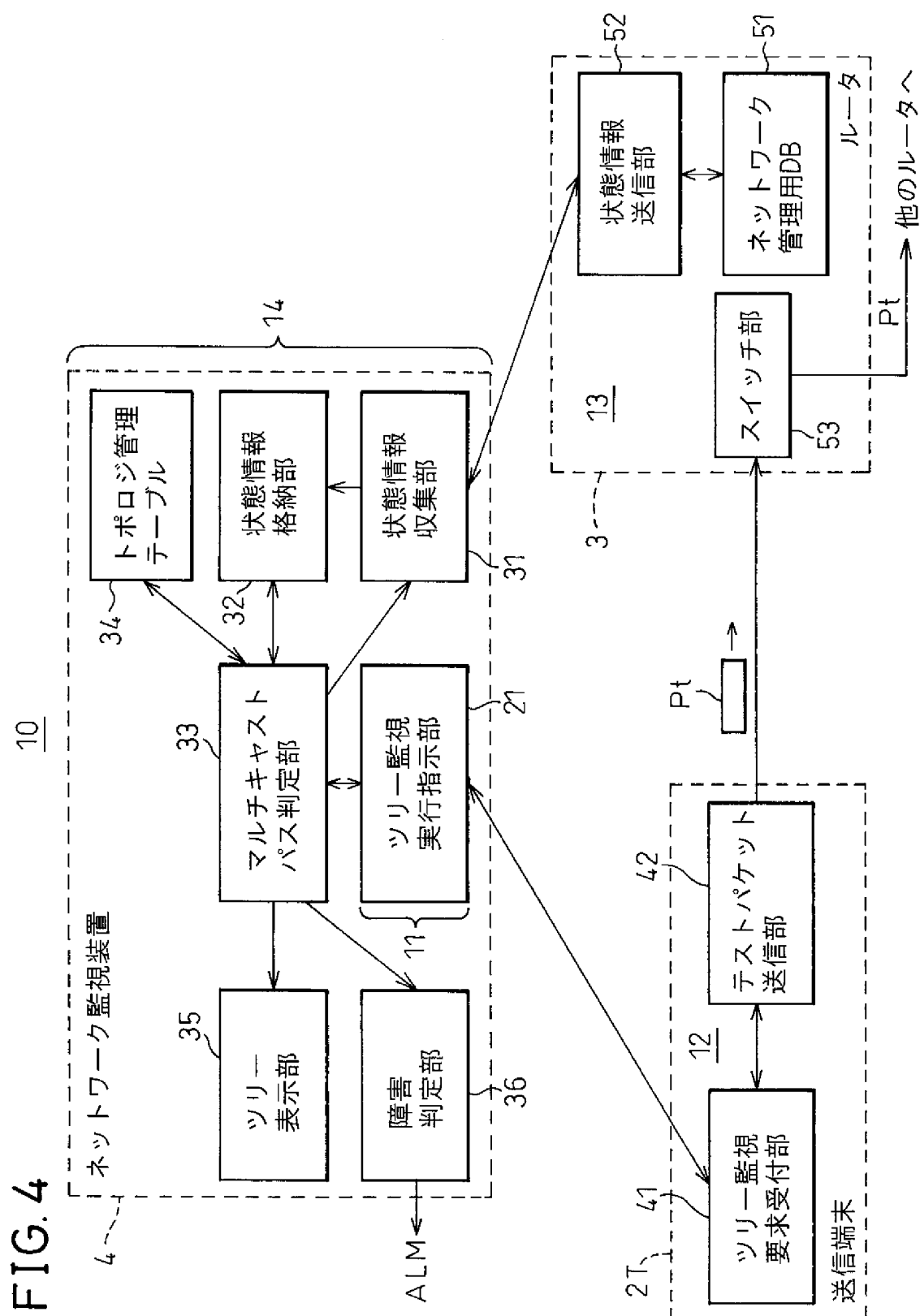


[図3]

FIG.3

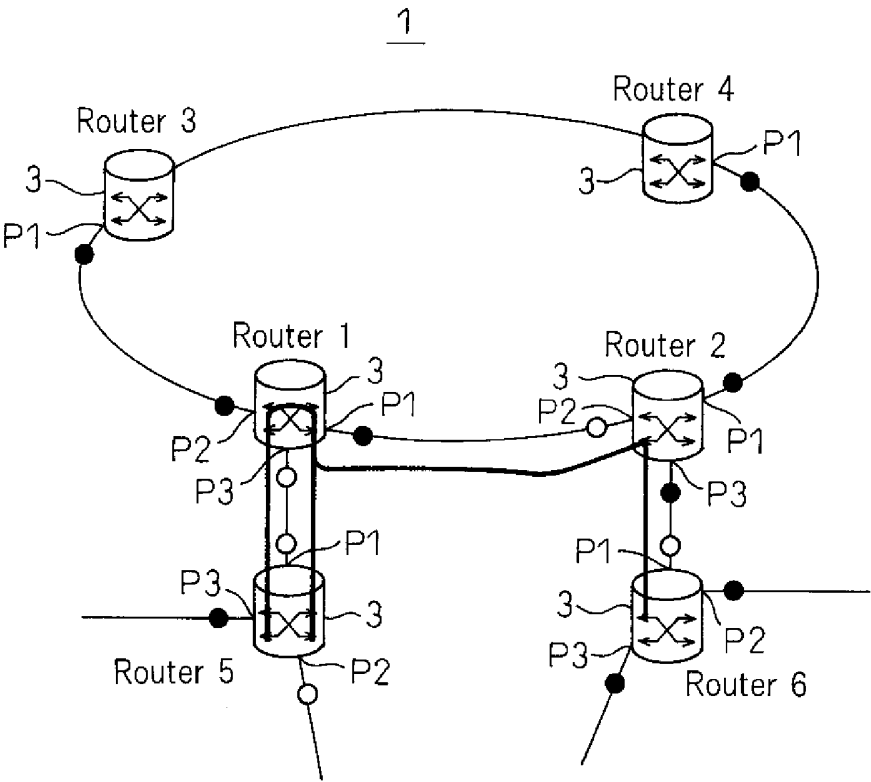


[図4]



[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6

トポロジ管理テーブル(Router 1)

ポート番号	隣接ルータ	隣接ポート	判定条件		経路状態
P1	Router 2	P2			
P2	Router 3	P1			
P3	Router 5	P1			

34

[図7]

FIG. 7

ポート番号	隣接ルータ	隣接ポート	判定条件		経路状態
P1	Router 2	P2	●	○	
P2	Router 3	P1	●	●	
P3	Router 5	P1	○	○	

[図8]

FIG. 8

● ● : パス未設定
 ● ○ : →
 ○ ● : ←
 ○ ● : ↔

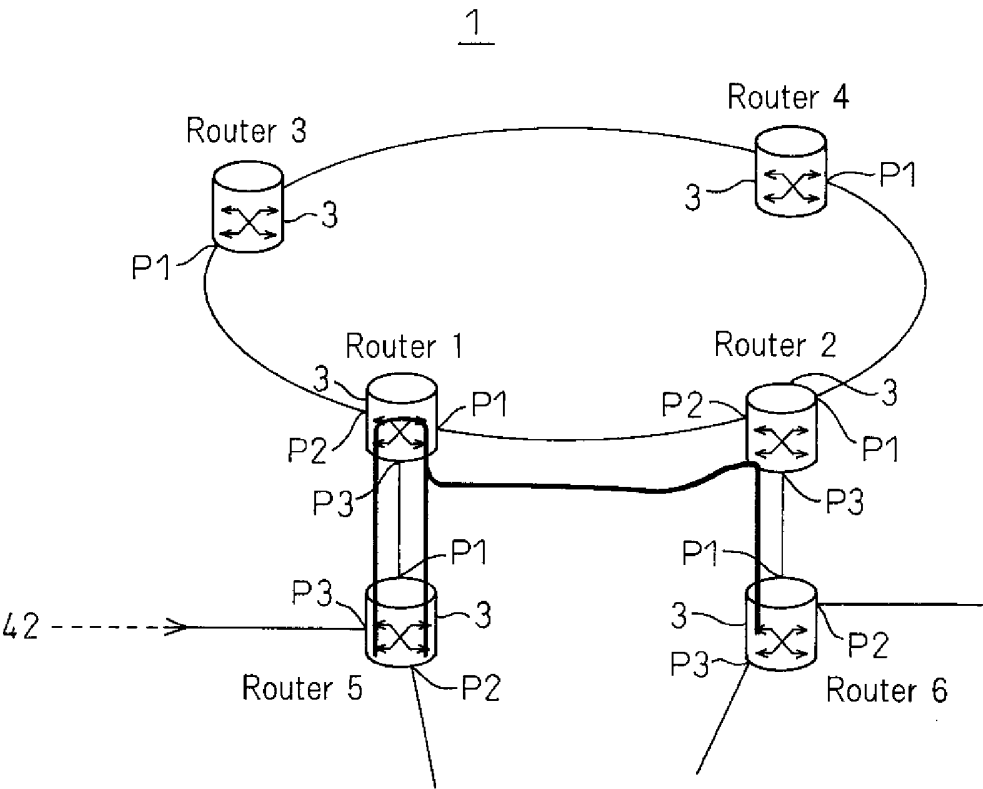
[図9]

FIG. 9

ポート番号	隣接ルータ	隣接ポート	判定条件		経路状態
P1	Router 2	P2	●	○	→
P2	Router 3	P1	●	●	×
P3	Router 5	P1	○	○	↔

[図10]

FIG.10



[図11]

FIG.11

TTL=3 : Router 5 TTL=5 : Router 2, Router 5
TTL=4 : Router 1 TTL=6 : Router 6

ポート番号	隣接ルータ	隣接ポート	経路状態
P1	Router 2	P2	→
P2	Router 3	P1	×
P3	Router 5	P1	↔

[図12]

FIG.12

[インタフェース毎のバイト数]	
・ etherStatsUndersizePkts	: 受信したパケットのうち、長さが64byte未満のもの数←Pt
・ etherStatsOversizePkts	: 受信したパケットのうち、長さが1518byteを超えたものの数
・ etherStatsPkts64Octets	: 受信したパケットのうち、長さが64byteだったものの数
・ etherStatsPkts65to127Octets	: 受信したパケットのうち、長さが65～127byteだったものの数
・ etherStatsPkts128to255Octets	: 受信したパケットのうち、長さが128～255byteだったものの数
・ etherStatsPkts256to511Octets	: 受信したパケットのうち、長さが256～511byteだったものの数
・ etherStatsPkts512to1023Octets	: 受信したパケットのうち、長さが512～1024byteだったものの数
・ etherStatsPkts1024to1518Octets	: 受信したパケットのうち、長さが1024～1518byteだったものの数

[図13]

FIG.13

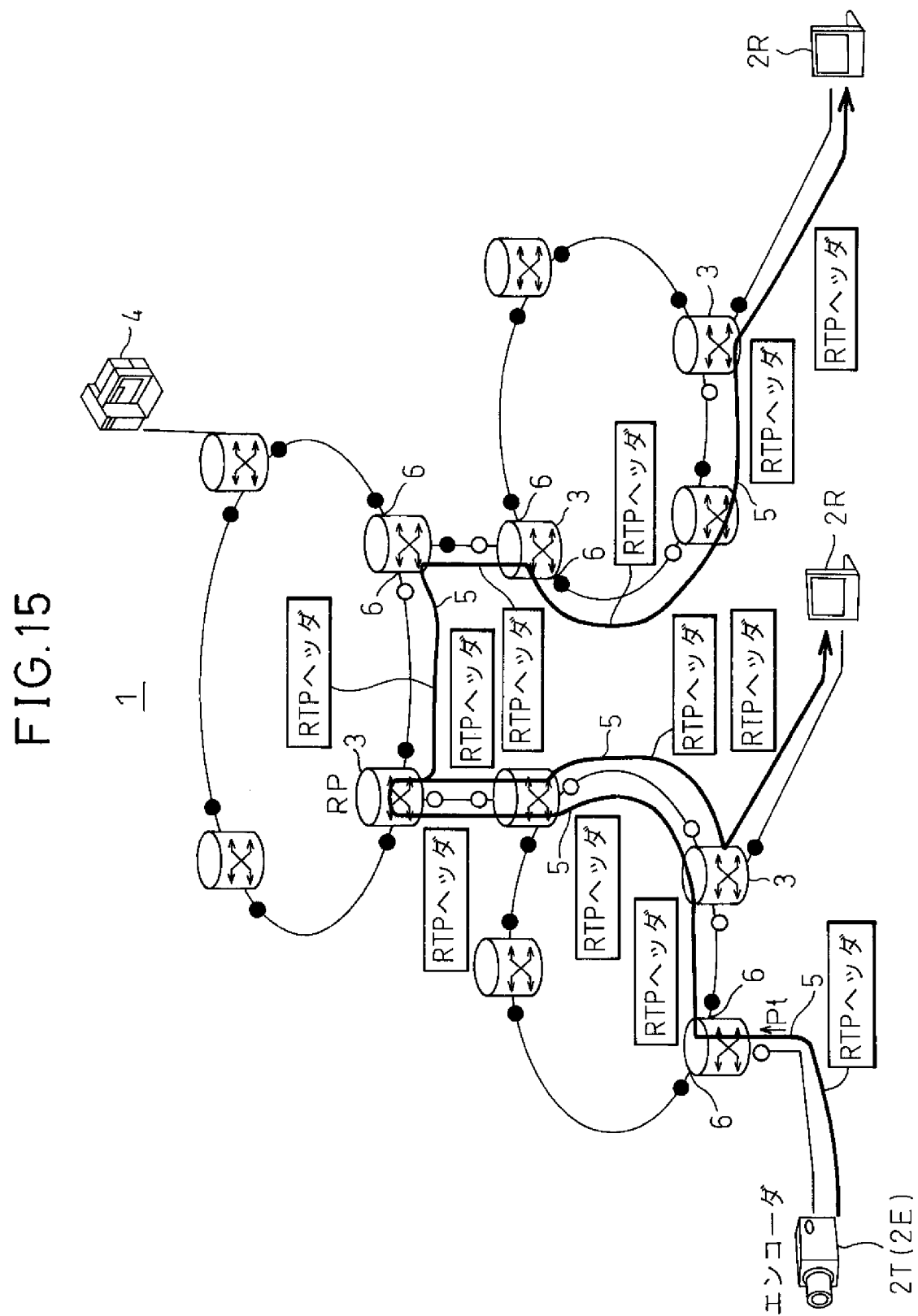
[送受信アドレス毎のバイト数]
・ addressMapNetworkAddress : テストパケットを送信したエンコーダのIPアドレス
・ addressMapSource : 上記IPアドレスを受信した物理ポート
・ nIMatrixSDOctets : 上記IPアドレスが監視対象のマルチキャストアドレス宛に送信したバイト数

[図14]

FIG.14

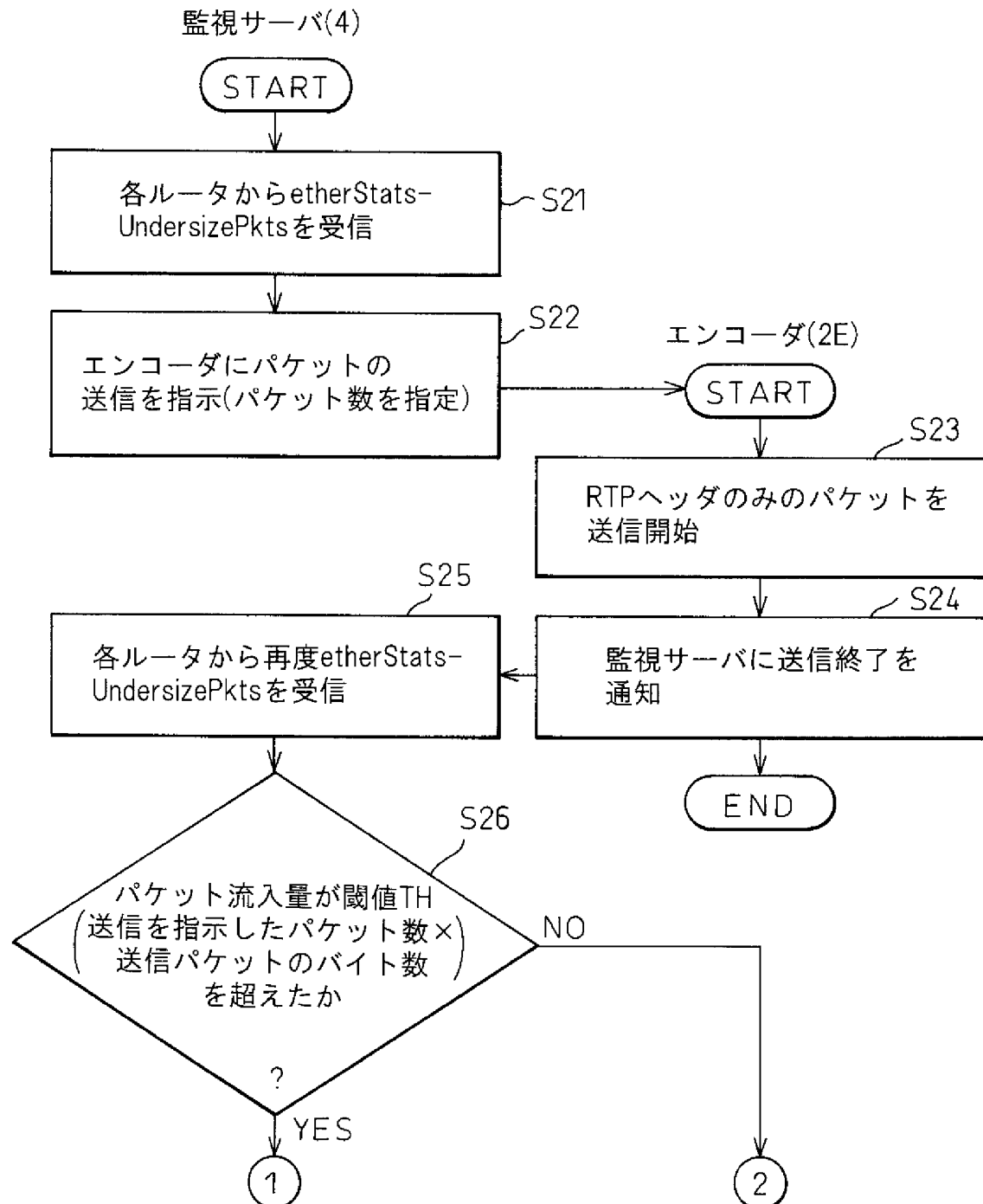
[ICMP]
・ addressMapNetworkAddress : テストパケットを送信したエンコーダのIPアドレス
・ addressMapSource : 上記IPアドレスを受信した物理ポート
・ icmpOutTimeExcds : ルーターが送信したICMP time exceedのパケット数

[図15]



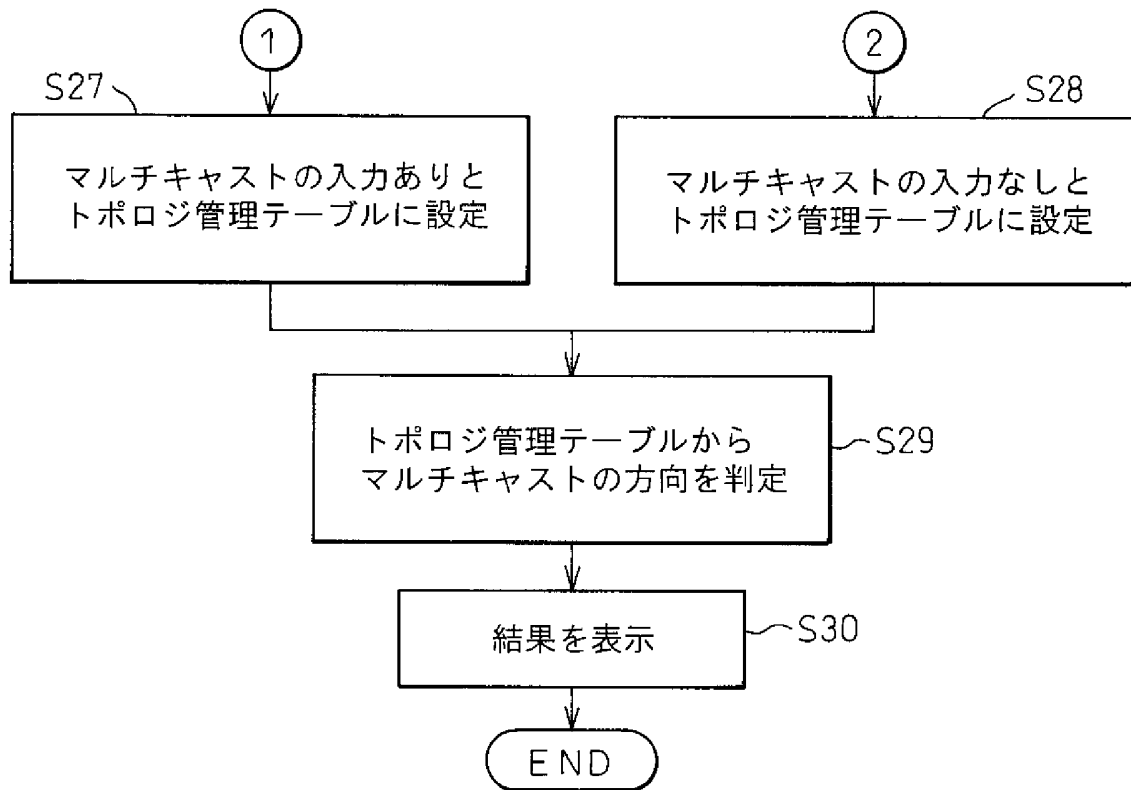
[図16]

FIG.16

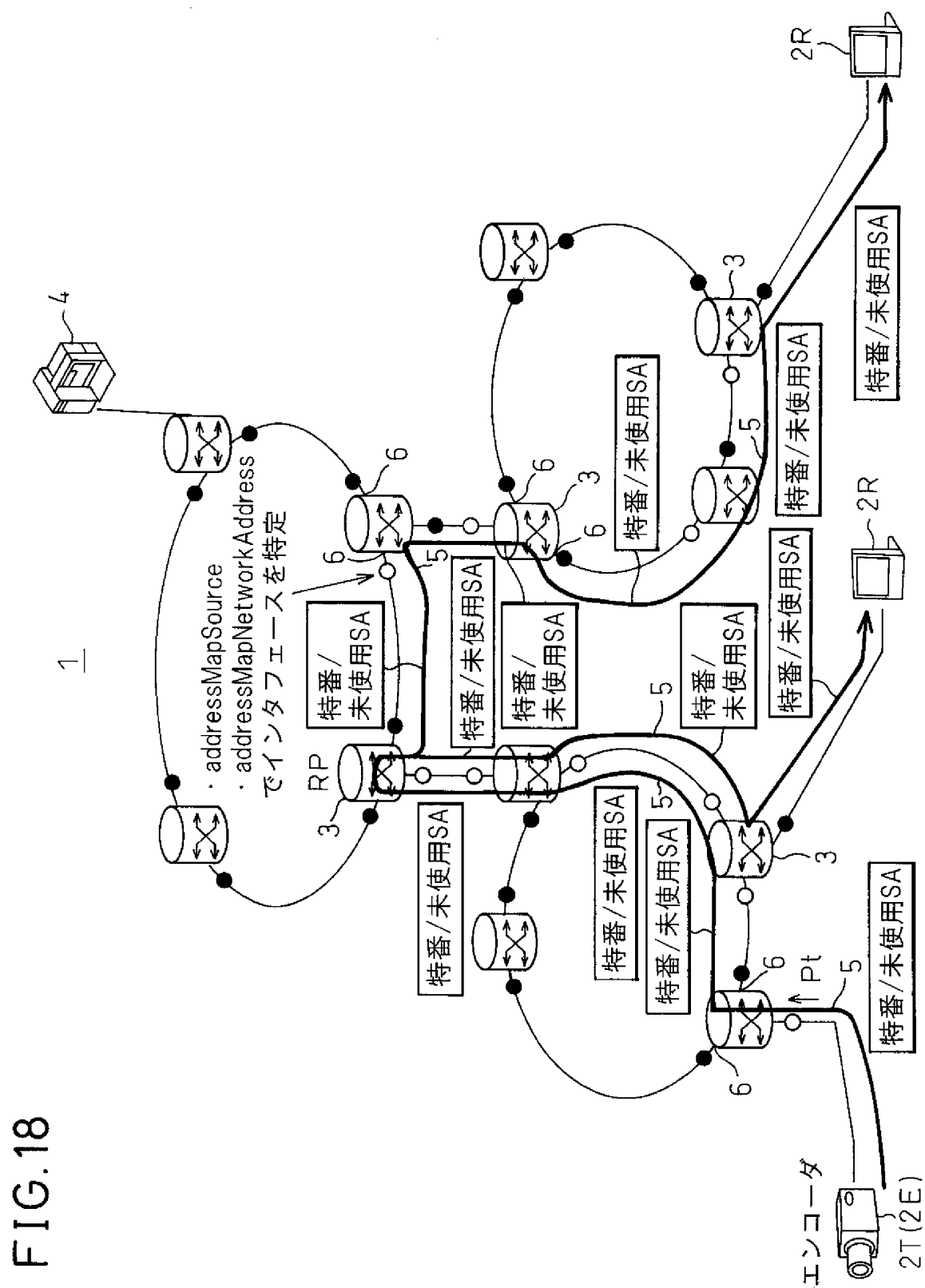


[図17]

FIG. 17

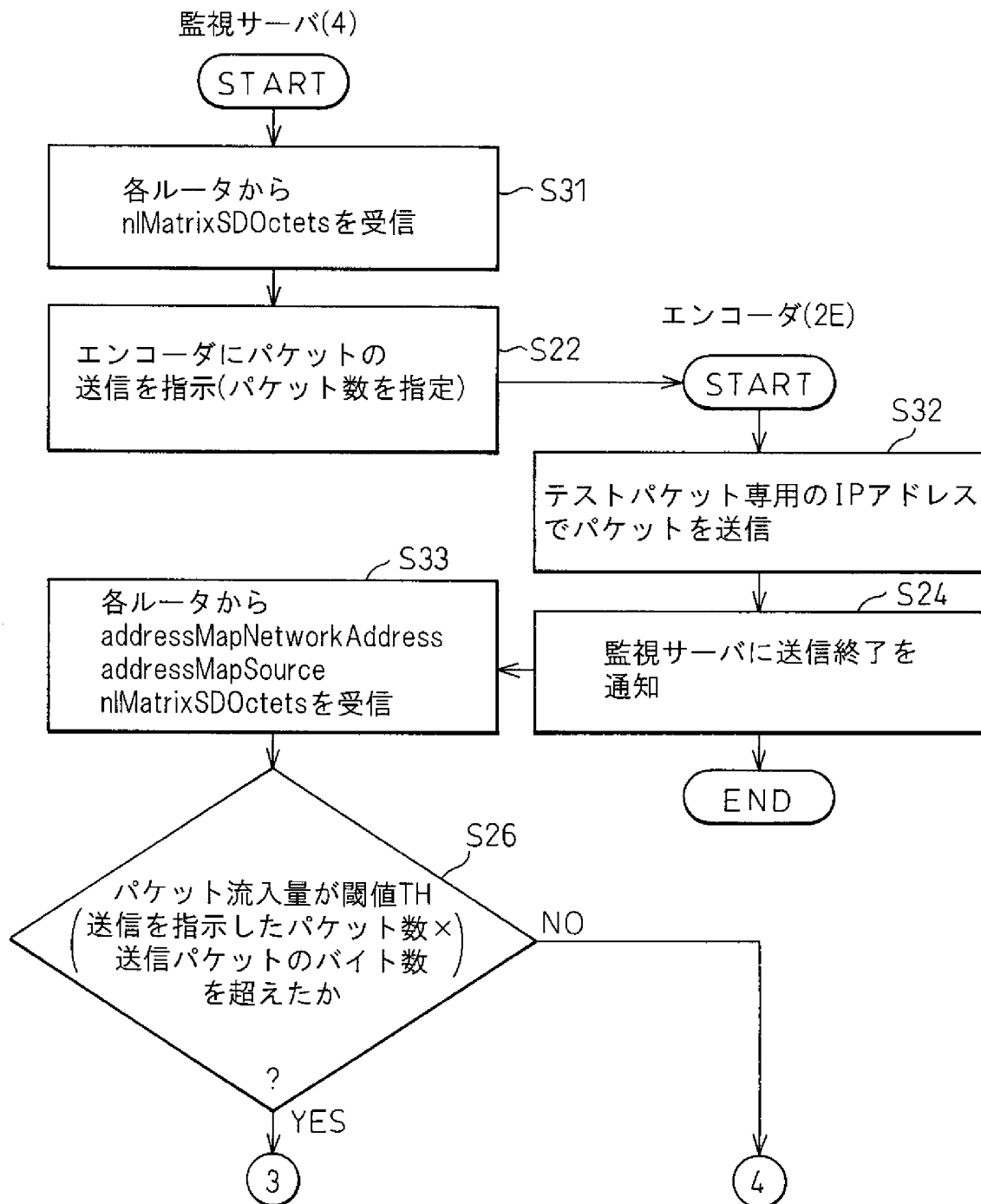


[図18]



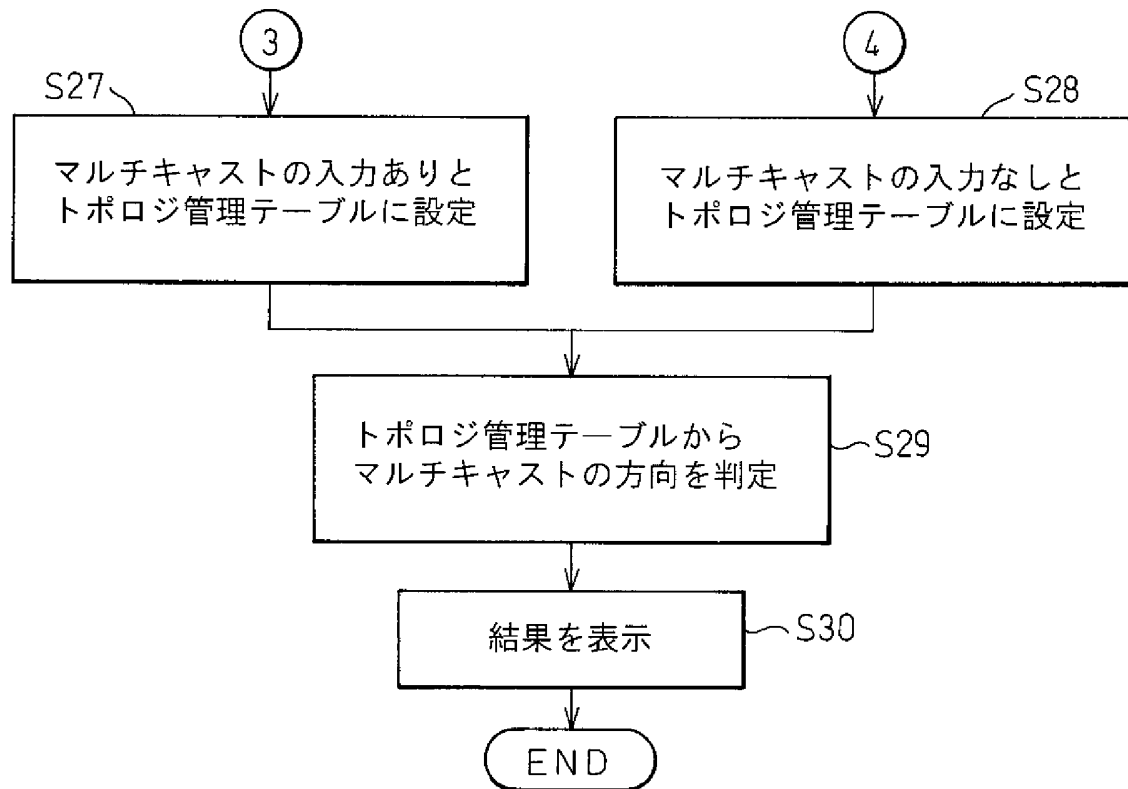
[図19]

FIG.19

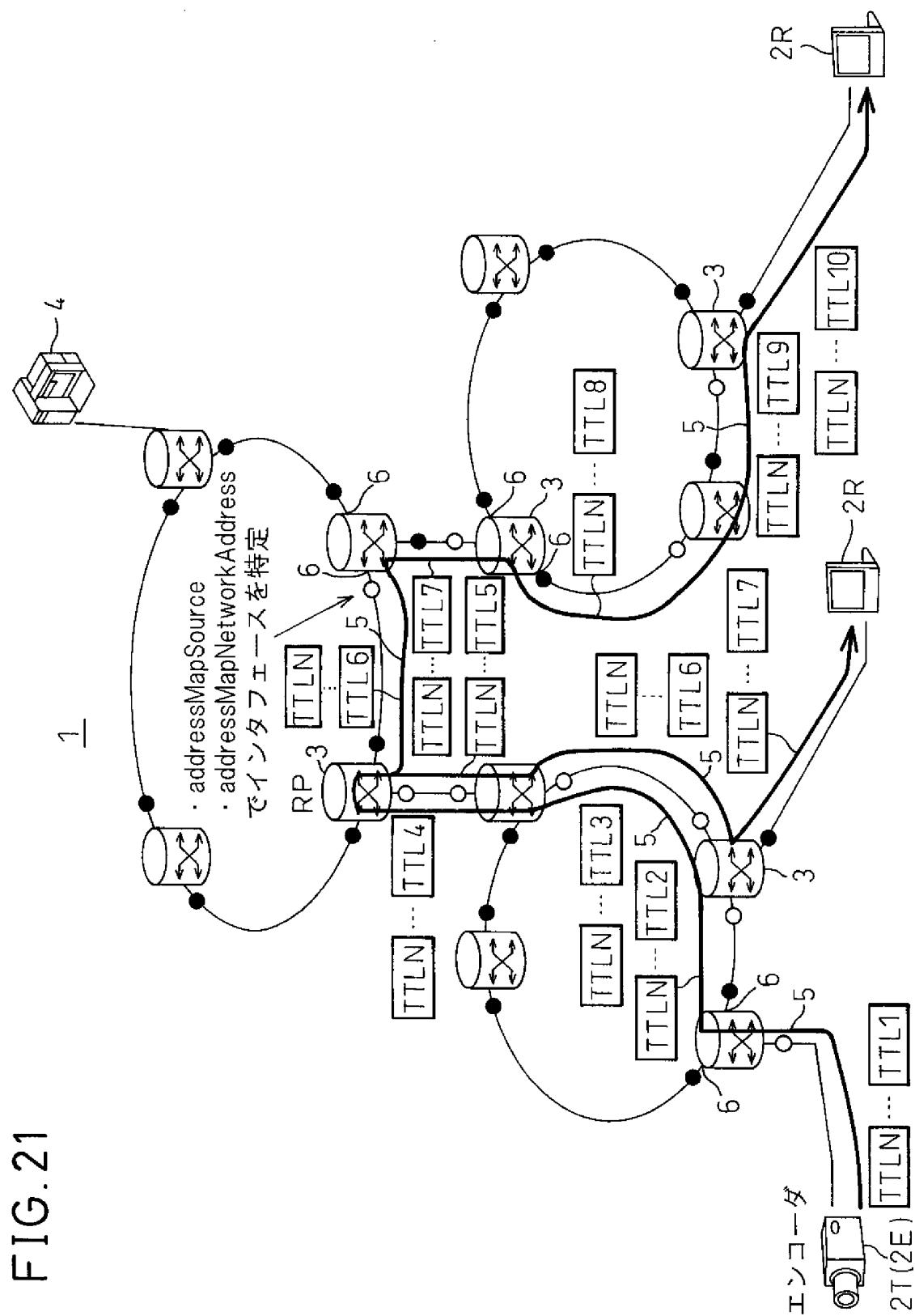


[図20]

FIG. 20

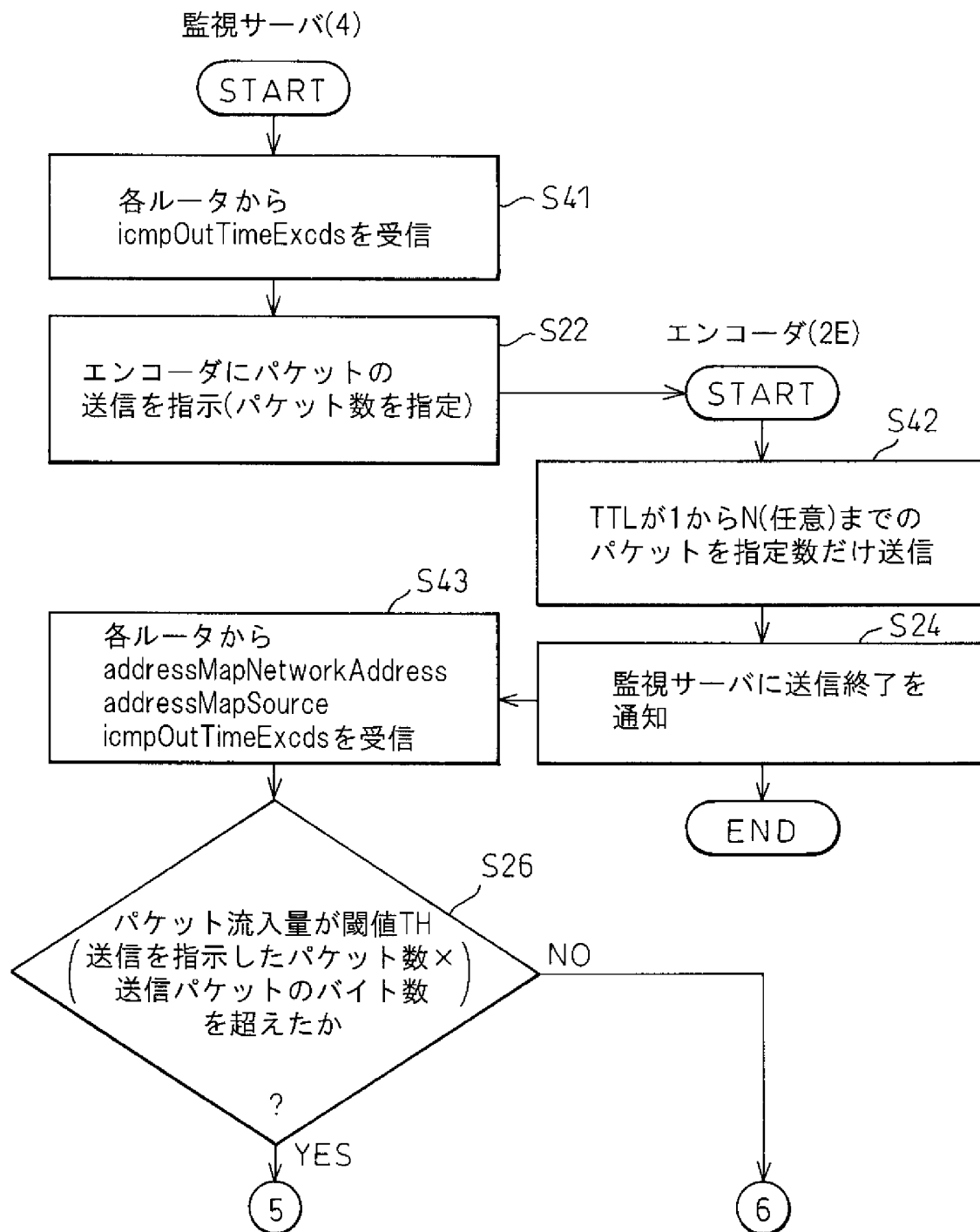


[図21]



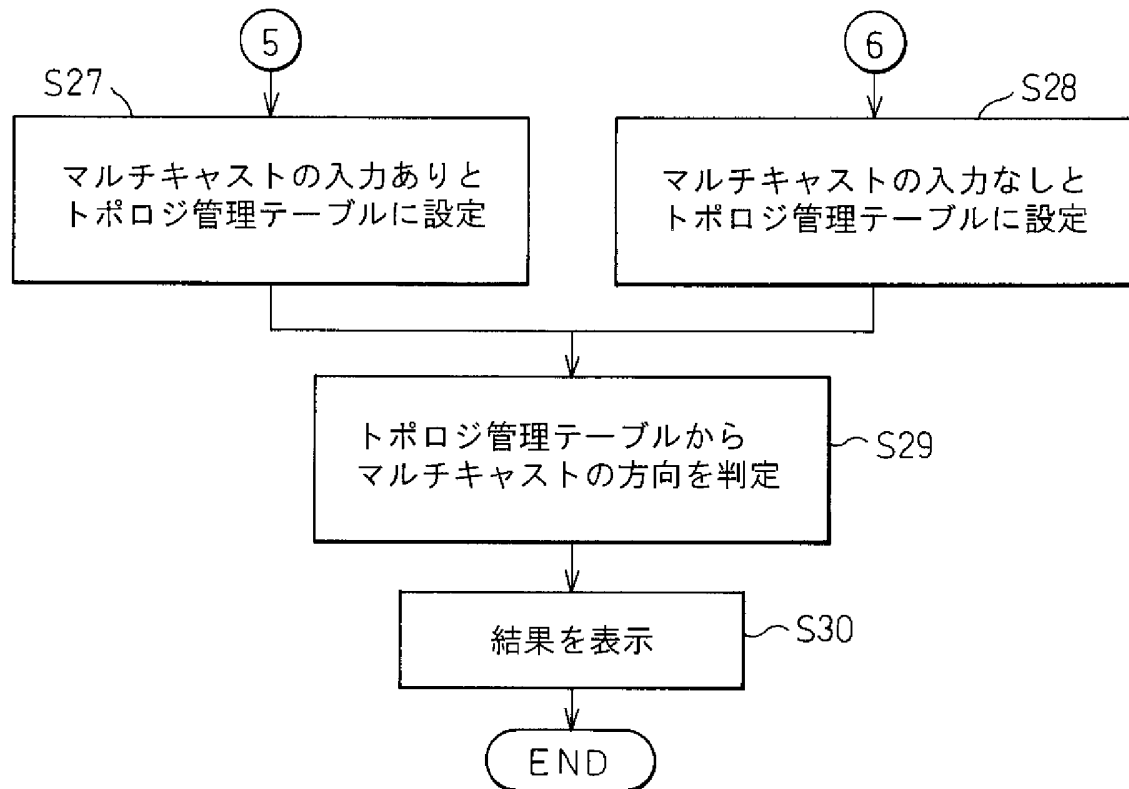
[図22]

FIG. 22



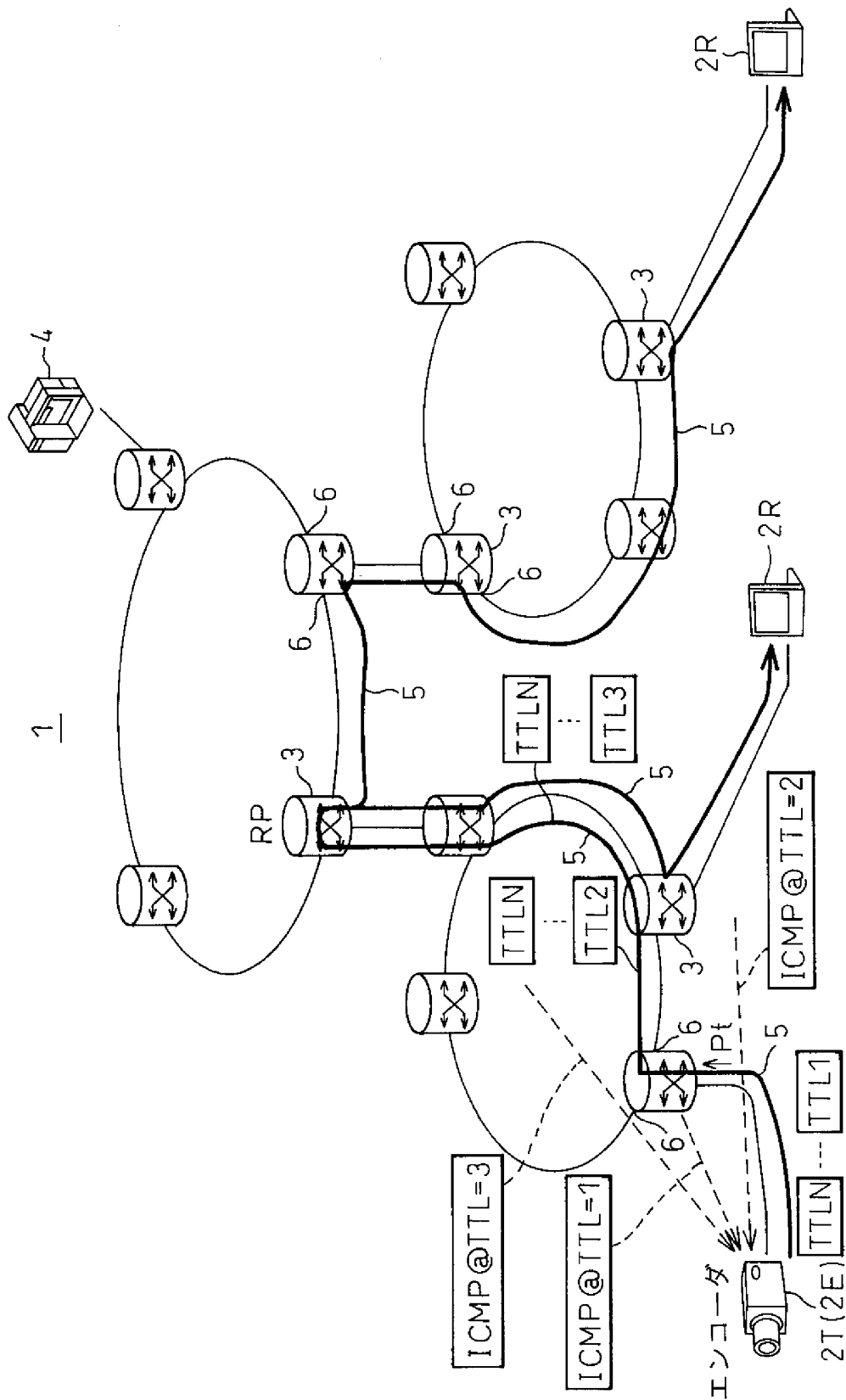
[図23]

FIG. 23



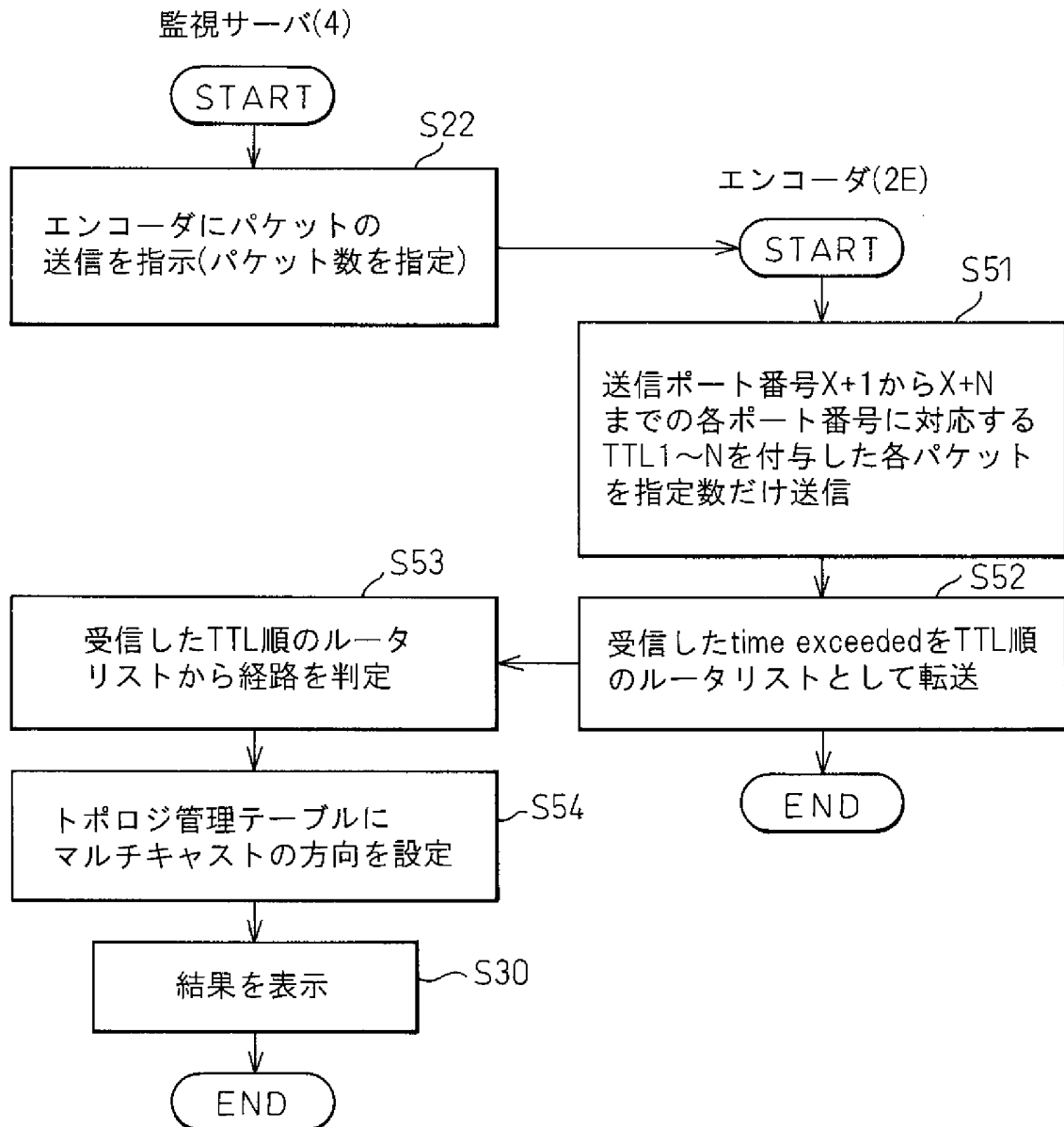
[図24]

FIG. 24



[図25]

FIG. 25



[図26]

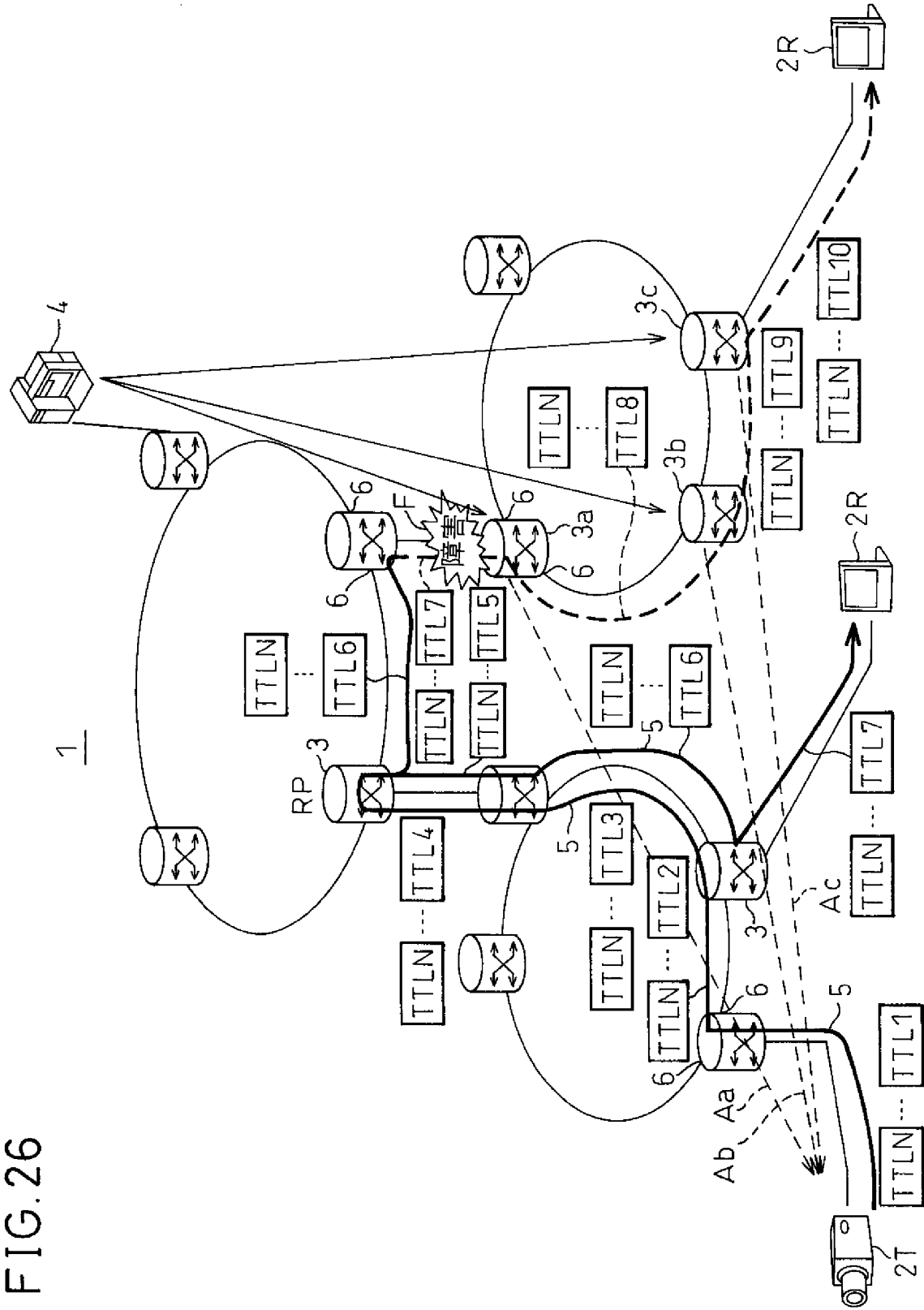


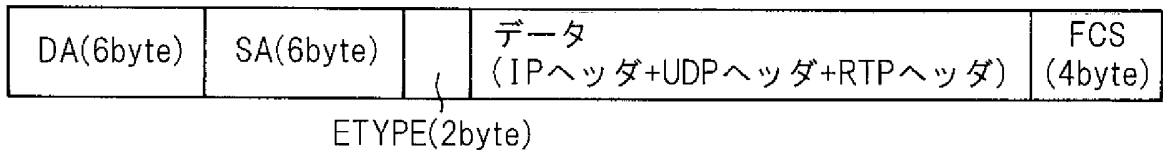
FIG.26

[図27]

FIG. 27

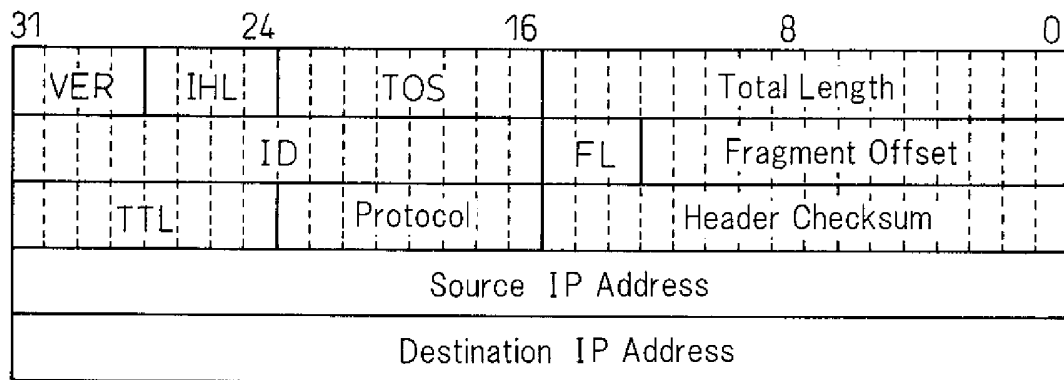
(a)

Etherフレーム(14byte+4byteのFCS)



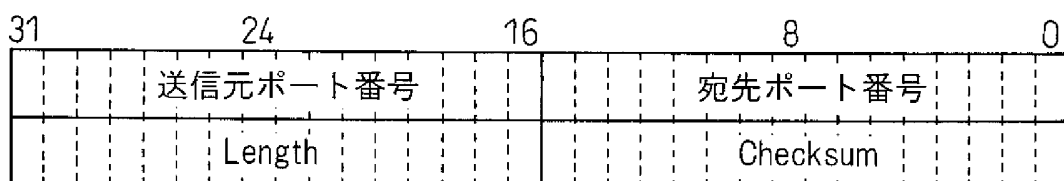
(b)

IPヘッダ(20byte)



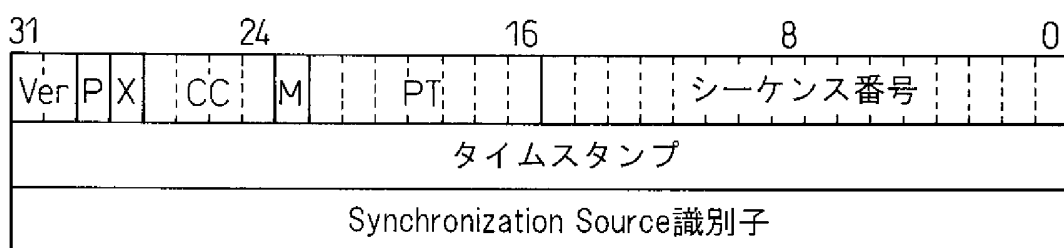
(c)

UDPヘッダ(8byte)



(d)

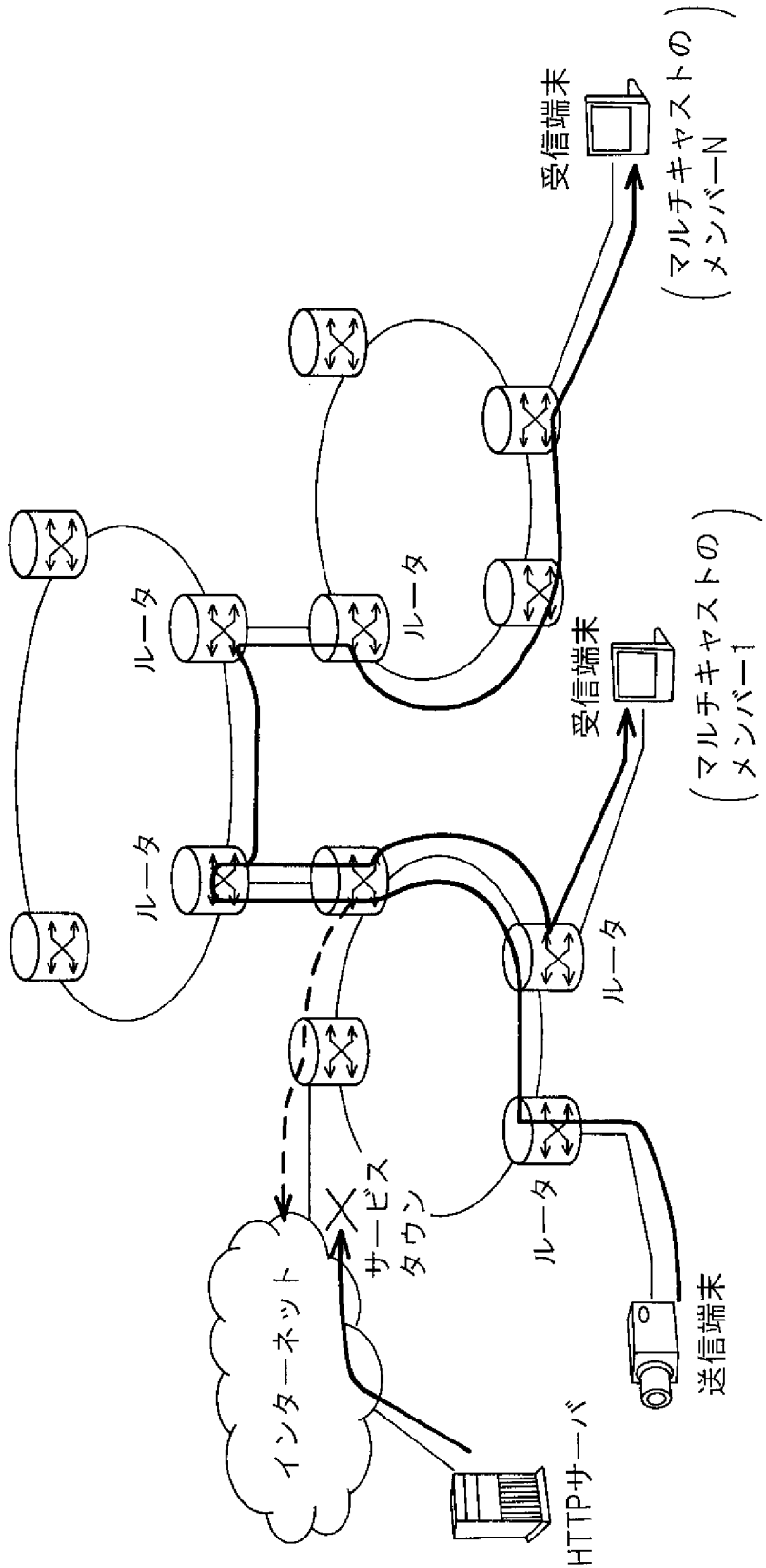
RTPヘッダ(12byte)



P : Padding, X : Extension, CC : CSRC count, M : Marker

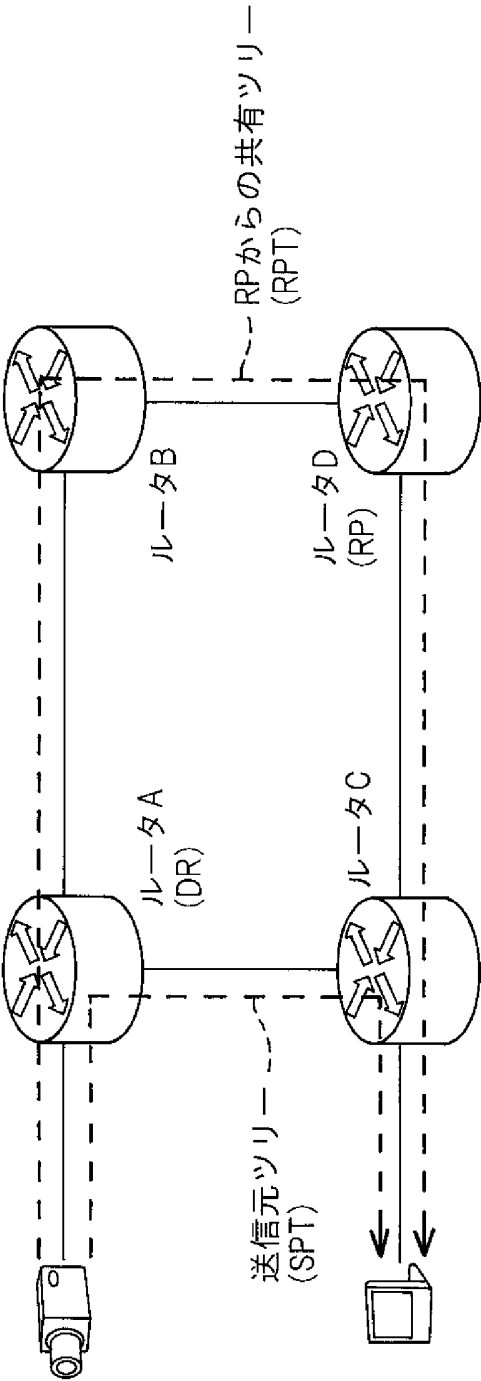
[図28]

FIG.28



[図29]

FIG. 29



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004697

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.⁷ H04L12/56

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)

Int. Cl.⁷ H04L12/56

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 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

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 A	JP 2005-64636 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 10 March, 2005 (10.03.05), Par. Nos. [0029], [0043], [0070] to [0089] (Family: none)	1, 3-7, 9-12, 14-16 2, 8, 13
Y A	Yutaka KIKUCHI · Rika FUJIOKA, "IPv6 multicast Keiro no Tansaku", Information Processing Society of Japan Kenkyu Hokoku, 28 June, 2002 (28.06.02), Vol.2002, No.61, DSM2002-25-9, pages 49 to 54	1, 3-7, 9-12, 14-16 2, 8, 13

☐ 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
06 June, 2005 (06.06.05)

Date of mailing of the international search report
21 June, 2005 (21.06.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H04L12/56

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 (IPC))

Int.Cl.⁷ H04L12/56

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 2005-64636 A (日本電信電話株式会社) 2005. 03. 10, 【0029】、【0043】、【0070】 - 【0089】 (ファミリーなし)	1, 3-7, 9-12, 14-16
A		2, 8, 13
Y	菊池豊・藤岡里佳, “IP v 6 multicast 経路の探索”, 情報処理学会研究報告, 2002. 06. 28, vol. 2002 NO. 61 DSM2002-25-9, pp49-54	1, 3-7, 9-12, 14-16
A		2, 8, 13

☐ 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

06. 06. 2005

国際調査報告の発送日

21. 6. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

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)

寺谷 大亮

5X

3361

電話番号 03-3581-1101 内線 3554