

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年1月13日(13.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/009294 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/70 (2013.01) H04L 12/939 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/026500

(22) 国際出願日: 2020年7月6日(06.07.2020)

(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: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 森 弘樹 (MORI, Hiroki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 中務 諭士 (NAKATSUKASA, Satoshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 高橋 賢 (TAKAHASHI,

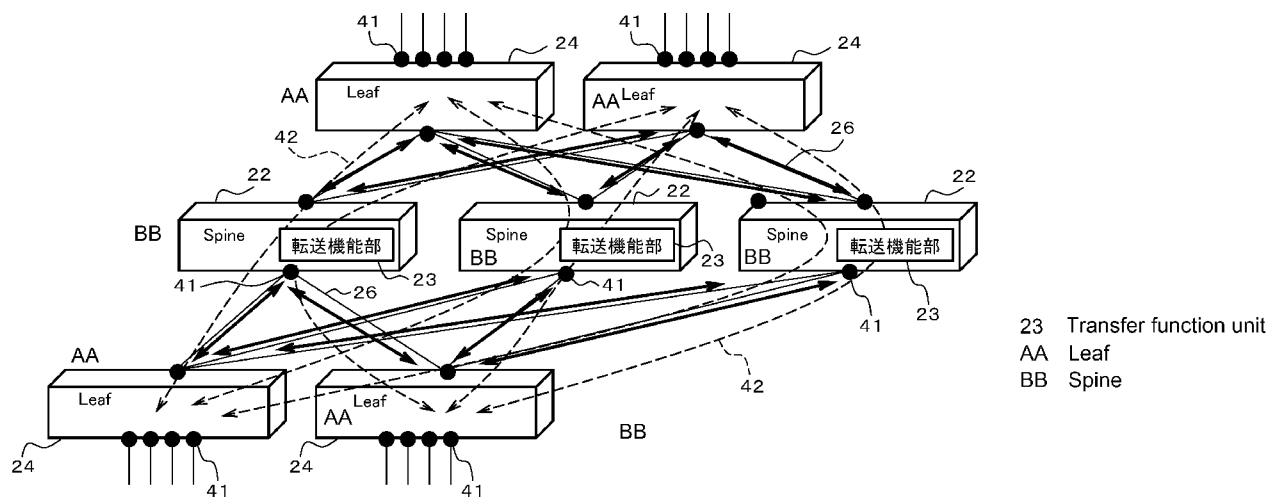
Ken); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: NETWORK MONITORING DEVICE, NETWORK MONITORING METHOD, AND NETWORK MONITORING PROGRAM

(54) 発明の名称: ネットワーク監視装置、ネットワーク監視方法、および、ネットワーク監視プログラム



(57) Abstract: A network monitoring device (20) sets, as monitoring targets, physical interfaces (41) of a Leaf node (24) and a Spine node (22), a link (26) connecting the Leaf node (24) and the Spine node (22), a transfer function unit (23) of the Spine node (22), and an overlay tunnel (42) established between a Leaf node (24) of an outgoing side and a Leaf node (24) of an arrival side. The network monitoring device (20) collects monitoring results for each monitoring target, and on the basis of the type of monitoring target in which a malfunction has occurred and the occurrence event, determines the malfunction type of said malfunction and the level of impact of the malfunction.

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: ネットワーク監視装置 (20) は、Leafノード (24) およびSpineノード (22) が備える物理インターフェース (41) と、Leafノード (24) およびSpineノード (22) を接続するリンク (26) と、Spineノード (22) が備える転送機能部 (23) と、発側のLeafノード (24) と着側のLeafノード (24) との間に設定されたオーバーレイトンネル (42) と、を監視対象に設定し、それぞれの監視対象における監視結果を集約し、故障が生じている監視対象の種別と発生事象に基づいて、当該故障の故障種別と当該故障の影響度とを判定する。

明 細 書

発明の名称：

ネットワーク監視装置、ネットワーク監視方法、および、ネットワーク監視プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、通信ネットワークを監視するネットワーク監視装置、ネットワーク監視方法、および、ネットワーク監視プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、大規模な転送容量が必要とされる通信ネットワークでは、大容量かつ高機能を有するシャーシ型装置が採用されてきた。シャーシ型装置は、装置の状態や装置を通過する通信の正常性の監視を装置内部に閉じて行うことができ、故障や異常の検出が容易であるという特徴がある。

[0003] 一方で、シャーシ型装置は一般に高価であり、また拡張性に乏しく需要変動が激しいデータセンター等のネットワークには適していない。そこで、シャーシ型装置に代えて、複数の汎用スイッチやホワイトボックスなどの安価な装置で構成するファブリックネットワークの採用が進んでいる。ファブリックネットワークは、シャーシ型装置のラインカードの役割を担う *Leaf* ノードとスイッチカードの役割を担う *Spine* ノードで構成される複数装置を仮想的に1つの転送基盤として扱い、その基盤上で論理ネットワークを構成する。これにより、ファブリックネットワークは、大型装置と同等の転送性能やルーティング機能を達成しつつ、ネットワークの需要に応じたスケールアウトを安価に実現可能である。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：「Cisco Tetration」、[online]、Cisco、[令和2年6月18日検索]、インターネット<URL：https://www.cisco.com/c/ja_jp/products/data-center-analytics/tetration-analytics/i

ndex.html>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ファブリックネットワークは、複数台の装置で構成されるネットワークを1つの基盤として扱うため、基盤としての正常性を確認する必要がある。このとき、従来のシャーシ型装置同等の監視を各装置で行うだけでは不十分であるという課題がある。

例えば、装置のインターフェースが故障して装置としては疎通不可となった場合でも、ネットワーク内に冗長性があれば迂回が可能なので転送基盤としては通信には影響がない。このように、単に装置単体での状態を把握するだけでは、転送基盤としての正常性を判断することはできない。

また、各装置はそれぞれ独立に監視を行っているため、1つの故障をそれぞれの装置の監視によって検出し、大量の通知がされることで、故障箇所の特定しづらくなる場合があるという課題がある。

上述した非特許文献1は、専用のハードウェアを用いて監視用の情報をパケットに埋め込むことにより、論理ネットワークやアプリケーション間の疎通性を監視する技術であるが、独自機能または特定製品の組合せでしか監視をすることができない。また、非特許文献1は、単体の装置のみを監視対象としており、従来のシャーシ型装置と同等の監視は行えていない。

- [0006] このような点に鑑みて本発明がなされたのであり、本発明は、L e a f ノードとS p i n e ノードとで構成されるファブリックネットワークにおいてもシャーシ型装置と同等の正常性監視および故障時の影響判定を実現することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明に係るネットワーク監視装置は、複数のL e a f ノードと、複数のS p i n e ノードと、前記L e a f ノードと前記S p i n e ノードとの間を接続するリンクとを備える通信ネットワークを監視するネットワーク監視装置であって、前記通信ネットワークのネットワーク構成情報を生成するネッ

トワーク構成管理部と、前記ネットワーク構成情報に基づいて、前記通信ネットワーク内の複数種類の監視対象を設定する監視対象設定部と、それぞれの前記監視対象に対する監視実行指示を行い、監視結果を収集する監視実行部と、それぞれの監視対象における前記監視結果を集約し、故障が生じている前記監視対象の種別と発生事象に基づいて、当該故障の故障種別と当該故障の影響度とを判定する故障判定部と、を備え、前記監視対象設定部は、前記L e a f ノードおよび前記S p i n e ノードが備える物理インターフェースと、前記L e a f ノードと前記S p i n e ノードとを接続するリンクと、前記S p i n e ノードが備える転送機能部と、発側L e a f ノードと着側L e a f ノードとの間に設定されたオーバーレイトンネルと、を監視対象に設定する、ことを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、ファブリックネットワークにおいてもシャーシ型装置と同等の正常性監視および故障時の影響判定を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本実施形態に係るネットワーク監視装置で監視する通信ネットワークの構成を示す図である。

[図2]ネットワーク監視装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図3]通信ネットワーク内の監視対象を示す図である。

[図4]監視周期と収集周期の関係を示す説明図である。

[図5]故障種別の判定例を示す表である。

[図6]故障の影響度合いの判定例を示す表である。

[図7]第1の故障状態例を説明する図である。

[図8]第2の故障状態例を説明する図である。

[図9]第3の故障状態例を説明する図である。

[図10]各監視対象における監視結果の参照関係を示す表である。

[図11]p i n g 疎通の失敗時における故障原因イベントの判定方法を示す表である。

[図12] t r a c e r o u t e 疎通の失敗時における故障原因イベントの判定方法を示す表である。

[図13] V X L A N O A M 疎通の失敗時における故障原因イベントの判定方法を示す表である。

[図14] 監視結果の不整合発生状態の例を示す表である。

[図15] 複数の集約結果に基づく故障判定方法を示す図である。

[図16] ネットワーク監視装置によるネットワーク監視処理の手順を示すフローチャートである。

[図17] 本実施形態に係るネットワーク監視装置の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] 次に、本発明を実施するための形態（以下、「本実施形態」と称する。）について説明する。まず、本発明の全体構成について説明する。

[0011] ＜ネットワーク構成＞

図1は、本実施形態に係るネットワーク監視装置30で監視する通信ネットワーク20の構成を示す図である。

本実施形態に係るネットワーク監視装置30は、通信ネットワーク20監視対象とする。

通信ネットワーク20は、S p i n e ノードとして機能する複数の通信ノード（以下「S p i n e ノード」という）22と、L e a f ノードとして機能する複数の通信ノード（以下「L e a f ノード」という）24と、これらノード間を接続する物理的なリンク26とを備えるファブリックネットワークである。各S p i n e ノード22は、通信ネットワーク20内の全てのL e a f ノード24とリンク26で接続されている。また、図示は省略するが、ネットワーク監視装置30と各通信ノード22、24とは接続されており、後述する監視対象の監視結果のやり取りが可能となっている。

[0012] ＜ネットワーク監視装置30＞

図2は、ネットワーク監視装置30の機能的構成を示すブロック図である

。

ネットワーク監視装置 30 は、1 台または複数台のコンピュータ 900（図 17）が図 2 に示す各機能部として機能することにより実現する。

ネットワーク監視装置 30 は、ネットワーク（図中「NW」と表記）構成管理部 300、記憶部 301、監視対象設定部 302、監視実行部 303、故障判定部 304 を備える。

[0013] ネットワーク構成管理部 300 は、通信ネットワーク 20 のネットワーク構成情報を生成する。

本実施形態では、通信ネットワーク 20 上で OSPF（Open Shortest Path First）、IS-IS（Intermediate System to Intermediate System）、BGP（Border Gateway Protocol）等のルーティングプロトコルが動作しており、経路情報や論理ネットワークの情報が取得可能であるものとする。また、各通信ノード 22、24 は、LLDP（Link Layer Discovery Protocol）等によりリンク 26 の接続状態が取得可能であるものとする。なお、ルーティングプロトコルや各通信ノード 22、24 へのアクセスによる情報取得ができない通信ネットワークにも本発明は適用可能である。

ネットワーク構成管理部 300 は、上記ルーティングプロトコルや各通信ノード 22、24 へのアクセスによって、ネットワークトポロジや遅延情報を取得し、ネットワーク構成情報を生成する。

なお、ネットワーク構成管理部 300 に対して手動でネットワーク構成情報を入力してもよい。

[0014] 記憶部 301 は、ネットワーク構成管理部 300 で生成されたネットワーク構成情報を記憶する。記憶部 301 は、ネットワーク構成情報として、例えば物理ネットワーク構成情報 301A や論理ネットワーク構成情報 301B 等を記憶する。

[0015] 監視対象設定部 302 は、ネットワーク構成情報に基づいて、通信ネットワーク 20 内の複数種類の監視対象を設定する。

図 3 は、通信ネットワーク 20 内の監視対象を示す図である。

図3に示すように、監視対象設定部302は、通信ネットワーク20内の以下の4つの箇所を監視対象として設定する。

[0016] [第1の監視対象] Leafノード24およびSpineノード22が備える物理インターフェース（IF）41：図3中黒塗り丸

第1の監視対象である物理インターフェース41は、シャーン型装置におけるUNI（User-Network Interface）または内部配線接続点に相当する。

[0017] [第2の監視対象] Leafノード24とSpineノード22とを接続するLeaf-Spine間リンク（リンク26）：図3中実線の両矢印

第2の監視対象であるリンク26は、シャーン型装置における内部配線に相当する。

[0018] [第3の監視対象] Spineノード22が備える転送機能部23

第3の監視対象である転送機能部23は、シャーン型装置におけるスイッチカードに相当する。

[0019] [第4の監視対象] Leafノード24間に設定されたオーバーレイトンネル42：図3中点線の両矢印

第4の監視対象であるオーバーレイトンネル42は、VRF（Virtual Routing and Forwarding）またはVNI（VXLAN Network Identifier）等の論理ネットワークに相当する。

なお、オーバーレイトンネル42は、通信ネットワーク20に設定されている場合のみ監視対象となる。

[0020] 監視実行部303は、監視対象設定部302が設定したそれぞれの監視対象に対する監視の実行指示（監視実行指示）を行い、監視結果を収集する。

監視実行部303は、所定の監視周期毎に監視実行指示を行っており、本実施形態では、第1～第4の監視対象に対してそれぞれ個別に監視周期および監視タイミングを設定している（図4参照）。監視実行部303は、監視周期毎に各装置に監視の指示を行ってもよいし、各装置が監視周期毎に自律的に監視を実行するように指示してもよい。

[0021] 第1～第4の監視対象に対する監視は、例えば以下の方法で行う。なお、

以下に挙げる方法は一例であり、同等の情報取得や状態確認ができる方法で代替してもよい。

〔第1の監視対象〕：物理インターフェース41

通信ネットワーク20内で有効な全ての物理インターフェース41に対して、TelemetryやSNMP (Simple Network Management Protocol) を用いてその状態を監視する。

〔第2の監視対象〕：Leaf-Spine間のリンク26

Leaf-Spine間を直接接続している全てのリンク26について、ICMP (Internet Control Message Protocol) ping (以下、単に「ping」という) を用いて当該リンク26の疎通性を監視する。

〔第3の監視対象〕：Spineノード22の転送機能部23

転送機能部23で保有する各Leafノード24の物理インターフェース41から他のLeafノード24の物理インターフェース41への全転送経路に対して、ICMP traceroute (以下、単に「traceroute」という) を用いて転送機能部23の転送処理の疎通性を監視する。

〔第4の監視対象〕：オーバーレイトンネル42

終端点となるノード間のオーバーレイトンネル42に対して、オーバーレイトンネル42を監視する方法 (VXLAN (Virtual eXtensible Local Area Network) であればVXLAN OAM (Operation Administration and Maintenance) 等) を用いて疎通性を監視する。

[0022] また、監視実行部303は、それぞれの監視対象における監視結果を収集する。監視実行部303は、後述する故障判定部304における監視結果の集約タイミングに先立って、各装置から監視対象の監視結果を収集する。なお、本実施形態では、監視結果の収集タイミングと集約タイミングは同時と擬制する。また、監視実行部303は、各装置から監視結果の送信を受けてもよい。

[0023] ここで、監視周期と集約周期の関係について説明する。

上述のように、監視実行部 303 は、所定の監視周期毎に監視実行指示を行っている。また、後述する故障判定部 304 は、所定の集約周期毎に監視結果の集約を行っている。

本実施形態では、監視結果の集約周期を、各監視対象における監視周期以上に設定する。これは、監視結果の集約を各監視対象の監視結果が少なくとも 1 回は更新された後に行うようにするためである。

[0024] 図 4 は、監視周期と収集周期の関係を説明する図である。

図 4 の例では、監視結果の集約周期を 1 分毎、集約タイミングを毎分 00 秒としている。

また、監視周期および監視タイミングは、第 1 ～第 4 の監視対象それぞれに対して個別に設定している。同一種類の監視対象については、同一のタイミングで監視を実行するものとする。

具体的には、第 1 の監視対象である物理インターフェース 41 の監視周期を 1 分毎、監視タイミングを毎分 10 秒、第 2 の監視対象であるリンク 26 の監視周期を 1 分毎、監視タイミングを毎分 30 秒、第 3 の監視対象である Spine ノード 22 の転送機能部 23 の監視周期を 1 分毎、監視タイミングを毎分 20 秒、第 4 の監視対象であるオーバーレイトンネル 42 の監視周期を 1 分毎、監視タイミングを毎分 40 秒としている。

[0025] すなわち、集約周期＝第 1 ～第 4 の監視対象の監視周期となっている。これにより、全ての監視対象の監視結果が更新されたタイミングで監視結果の集約を行うことができ、最新の監視結果を後述する故障判定に反映させ、ネットワーク監視装置 30 における監視精度を向上させることができる。

なお、図 4 の例では第 1 ～第 4 の監視対象の監視周期を同一（1 分）としているが、例えば図 15 に示すようにそれぞれの監視対象において監視周期を異ならせてもよい。

[0026] 図 2 の説明に戻り、故障判定部 304 は、それぞれの監視対象における監視結果を集約し、故障が生じている監視対象の種別と発生事象に基づいて、当該故障の故障種別と通信ネットワーク 20 に対する当該故障の影響度とを

判定する。

より詳細には、故障判定部304は、収集された監視結果に基づいて、1．原因故障箇所、2．故障種別、3．故障の影響度合いを判定する。

[0027] 1．原因故障箇所

故障判定部304は、収集された監視結果およびネットワーク構成情報に基づいて、物理箇所が同一の監視結果を1つの通知に集約する。このとき、第2～第4の監視対象における監視結果を、発着点となる物理インターフェース41（第1の監視対象）にマッピングする。これにより、故障箇所の把握を容易にすると共に、関連する故障を1つの通知に集約することが可能となる。

例えばping等のアンダーレイ通信やオーバーレイ通信の故障は、端点となる物理インターフェース41間の故障として判定する。複数のレイヤで故障を検出している場合は、より下位レイヤに近い監視結果（第1の監視対象＞第2の監視対象＞第3の監視対象＞第4の監視対象）を原因箇所として判定し、上位レイヤの結果を関連する警報として判定する。

[0028] 2．故障種別

本実施形態では、故障の種別として「通常故障」、「異常故障」、「他要因故障」の3種類を定義し、各監視対象における故障検出状態から故障種別を判定する。

通常故障とは、物理インターフェース41の故障やリンク26の切断、装置故障等であり、装置での故障検出や切替が正常に行える故障である。

異常故障とは、サイレント故障等、装置での故障検出が正常に行えない故障である。

他要因故障とは、物理インターフェース41の故障によるping失敗等、他の監視対象における故障に起因して発生する故障である。

[0029] 図5は、故障種別の判定例を示す表である。

例えば、図5の表の第1列（符号a参照）は、第1の監視対象である物理インターフェース41、第2の監視対象であるリンク26および第3の監視

対象であるS p i n e ノード22の転送機能部23で故障が検知された場合を示す。この場合、故障判定部304は、物理インターフェース41の故障は通常故障、リンク26および転送機能部23の故障は下位の監視対象における故障に起因する他要因故障と判定する。

また、図5の表の第2列～第4列（符号b参照）は、第2の監視対象であるリンク26、第3の監視対象であるS p i n e ノード22の転送機能部23および第4の監視対象であるオーバーレイトンネル42において、それぞれ単独に（下位の監視対象では故障が検知されることなく）故障が検知された場合を示す。この場合、故障検出が正常に行えていない可能性があるため、故障判定部304は、各監視対象の故障を異常故障と判定する。

[0030] 3. 影響度合い

本実施形態では、故障の影響度合いとして「影響度低状態（瞬断）」、「影響度高状態（全断）」、「要確認状態（異常状態）」の3種類を規定する。

影響度低状態とは、冗長性がある区間で故障が発生し、通信経路の切り替えが可能な状態である。影響度低状態では、通信への影響は生じておらず、即時対応が不要と判定される。

影響度高状態とは、冗長性がない区間で故障が発生して通信経路の切り替えが行えない、または故障により冗長性が全てなくなる（装置が孤立する）状態である。影響度高状態では、通信への影響が生じており、即時対応が必要と判断される。

要確認状態とは、異常故障を検出し、通信に影響が生じる可能性がある状態である。要確認状態では、通信に影響が出ている可能性があるため、即時対応が必要と判断される。

[0031] 図6は、故障の影響度合いの判定例を示す表である。

冗長性がある区間（冗長区間）で通常故障が生じている場合には、影響度低と判定される。また、冗長性がない区間（非冗長区間）で通常故障が生じている場合には、影響度高と判定される。

また、異常故障が生じている場合には、故障個所が冗長区間または非冗長区間のいずれの場合であっても要確認状態と判定される。

[0032] <故障判定の具体例>

図7は、第1の故障状態例を説明する図である。

第1の故障状態例は、冗長区間で物理インターフェース41の故障が生じた場合を示す。

図7下段には、Leafノード24A、Spineノード22A、Leafノード24Bの接続構成を図示している。Leafノード24Aは、Spineノード22Aと対向する物理インターフェース41A（IF-A）および物理インターフェース41C（IF-C）を有する。Spineノード22Aは、Leafノード24Aと対向する物理インターフェース41B（IF-B）および物理インターフェース41D（IF-D）を有するとともに、Leafノード24Bと対向する物理インターフェース41E（IF-E）を有する。Leafノード24Bは、Spineノード22Aと対向する物理インターフェース41F（IF-F）を有する。

Leafノード24AとSpineノード22Aとの間は、物理インターフェース41Aと物理インターフェース41Bとの間を接続するリンク26Aと、物理インターフェース41Cと物理インターフェース41Dとの間を接続するリンク26Bにより接続されている冗長区間である。

Spineノード22AとLeafノード24Bとの間は、物理インターフェース41Eと物理インターフェース41Fとの間を接続するリンク26Cのみで接続されている非冗長区間である。

[0033] ここで、冗長区間にある物理インターフェース41Aで故障が発生し、物理インターフェース41Aに対向する物理インターフェース41Bでも故障が検出されるとともに、これら物理インターフェース41A、41B発着のping（第2の監視対象であるリンク26Aの監視方法）およびtraceroute（第3の監視対象であるSpineノード22Aの転送機能部23の監視方法。図中符号44）で故障（疎通失敗）が検出されたものとす

る。なお、第4の監視対象であるオーバーレイトンネル42（Leafノード24A－Leafノード24B間）の監視方法であるVXLAN OAMは疎通成功しているものとする。

[0034] このような場合、監視結果の集約結果は次のようになる（図7の符号c参照）。

故障箇所は、物理インターフェース41A、41Bに集約される。故障種別は、対向する物理インターフェース41A、41Bで故障が検出され、かつその上位レイヤで実行されるpingおよびtracerouteが失敗していることから、物理インターフェース41A、41B（第1の監視対象）で通常故障が生じ、リンク26A（第2の監視対象）およびSpineノード22Aの転送機能部23（第3の監視対象）ではそれに伴って発生する他要因故障が生じていると判定される。

故障の影響度合いは、冗長区間かつ通常故障のため、故障検出により通信経路の切替が行われることから影響度低と判定される。

[0035] 図8は、第2の故障状態例を説明する図である。

第2の故障状態例は、冗長区間の対向する物理インターフェース41の片方で故障が検出された場合を示す。

図8に示す接続構成は図7と同様である。

ここで、冗長区間にある物理インターフェース41Aで故障が発生し、それ以外では故障の検出がないものとする。

[0036] このような場合、監視結果の集約結果は次のようになる（図8の符号d参照）。

故障箇所は、物理インターフェース41Aとなる。故障種別は、対向する物理インターフェース41A、41Bのうち、物理インターフェース41Aのみで故障が検出され、それ以外では故障の検出がない（例えば物理インターフェース41Aが接続するリンク26Aにおけるpingも成功と判定されている）ことから、物理インターフェース41Aで正常な故障検出が行えない異常故障が発生していると判定される。

故障の影響度合いは、冗長区間の故障ではあるが、異常故障であり故障検出による通信経路の切替が正常に行えるか特定できないため、要確認と判定される。

[0037] 図9は、第3の故障状態例を説明する図である。

第3の故障状態例は、非冗長区間において物理インターフェース41は正常であるもののpingが失敗する場合を示す。

図9に示す接続構成は図7と同様である。

ここで、非冗長区間にある物理インターフェース41E、41Fについて、物理インターフェース41E、41F自体には故障の検出がないが、物理インターフェース41E、41Fを接続するリンク26Cにおけるpingが失敗するものとする。

[0038] このような場合、監視結果の集約結果は次のようになる（図9の符号e参照）。

故障箇所は、物理インターフェース41E、41Fに集約される。故障種別は、物理インターフェース41E、41Fが正常であるにも関わらずpingが失敗することから、正常な通信が行えない異常故障が発生していると判定される。

故障の影響度合いは、非冗長区間における異常故障のため、要確認と判定される。

[0039] <故障判定の詳細>

より詳細に各監視対象の監視結果に基づく故障判定の詳細について説明する。

第1の監視対象である物理インターフェース41を除く第2～第4の監視対象において、疎通失敗事象が発生した場合、故障判定部304は、他の監視対象の監視結果を参照して失敗の原因がどこに存在するのかを特定した上で最終的に故障原因として特定するイベントを決定する。

[0040] 図10は、各監視対象における監視結果の参照関係を示す表である。

Leafノード24Cを発側Leafノード、Leafノード24Dを着

側L e a f ノードとし、これらL e a f ノード2 4 C, 2 4 DはS p i n e ノード2 2 Bを介して接続されている。発側L e a f ノード2 4 Cの物理インターフェース4 1 GとS p i n e ノード2 2 Bの物理インターフェース4 1 Hとを第1の物理インターフェースペアとし、第1の物理インターフェースペア間をつなぐリンクを第1のリンク2 6 Dとする。また、着側L e a f ノード2 4 Dの物理インターフェース4 1 JとS p i n e ノード2 2 Bの物理インターフェース4 1 Iとを第2の物理インターフェースペアとし、第2の物理インターフェースペア間をつなぐリンクを第2のリンク2 6 Eとする。

[0041] 図10の表には、左から順に発生イベント（イベント種別、イベント状態、検出位置）、参照先イベント（物理インターフェースペアの状態＝第1の監視対象の監視結果、p i n g 疎通状態＝第2の監視対象の監視結果、t r a c e r o u t e 疎通状態＝第3の監視対象の監視結果）を示している。

[0042] 図10のNo. 1は、p i n g 疎通の失敗が第1のリンク2 6 Dで生じた場合、すなわち第2の監視対象であるリンク2 6に故障が検出された場合を示す。

この場合、故障判定部304は、第1の物理インターフェースペアの状態を参照して故障原因となるイベントを決定する。

より詳細には、p i n g は個々の物理インターフェースペア毎に実行されるため、故障判定部304は、p i n g 疎通の失敗が生じた発側L e a f ノード2 4 C側の物理インターフェースペア（第1の物理インターフェースペア）の状態のみを参照して失敗の原因を特定する。

[0043] 図10のNo. 2は、t r a c e r o u t e 疎通の失敗が発側L e a f ノード2 4 C－着側L e a f ノード2 4 D間で生じた場合、すなわち第3の監視対象であるS p i n e ノード2 2の転送機能部23に故障が検出された場合を示す。

この場合、故障判定部304は、第1の物理インターフェースペアの状態、第2の物理インターフェースペアの状態、第1のリンク2 6 Dにおけるp

i n g の疎通状態、第 2 のリンク 2 6 E における p i n g の疎通状態を参照して故障原因となるイベントを決定する。

より詳細には、t r a c e r o u t e は、発側 L e a f ノード 2 4 C - S p i n e ノード 2 2 B 間および S p i n e ノード 2 2 B - 着側 L e a f ノード 2 4 D 間の 2 つの物理インターフェースペアを通過することから、故障判定部 3 0 4 は、各物理インターフェースペアの状態および各物理インターフェースペア間のリンク 2 6 における p i n g 疎通状態を参照して失敗の原因を特定する。

[0044] 図 1 0 の N o . 3 は、V X L A N O A M 疎通の失敗が発側 L e a f ノード 2 4 C - 着側 L e a f ノード 2 4 D 間で生じた場合、すなわち第 4 の監視対象であるオーバーレイトンネル 4 2 に故障が検出された場合を示す。なお、発側 L e a f ノード 2 4 C - 着側 L e a f ノード 2 4 D 間における V N I の設定は任意である。

この場合、故障判定部 3 0 4 は、第 2 の物理インターフェースペアの状態、第 2 のリンク 2 6 E における p i n g の疎通状態、および発側 L e a f ノード 2 4 C - 着側 L e a f ノード 2 4 D 間（V X L A N O A M と同経路）における t r a c e r o u t e 疎通状態を参照して故障原因となるイベントを決定する。

より詳細には、V X L A N O A M は、t r a c e r o u t e と同様に、発側 L e a f ノード 2 4 C - S p i n e ノード 2 2 B - 着側 L e a f ノード 2 4 D 間を通過するが、V X L A N O A M コマンドでは、送信されたデータが S p i n e ノード 2 2 B まで到着しないケースが存在する。データが S p i n e ノード 2 2 B まで到着しないケースは、経由する S p i n e ノード 2 2 が特定できないため、集約対象外イベントとなる。データが S p i n e ノード 2 2 B まで到着するケースでは、発側 L e a f ノード 2 4 C - S p i n e ノード 2 2 B 間の通信は正常と考えられることから、残りの S p i n e ノード 2 2 B - 着側 L e a f ノード 2 4 D 間の状態（第 2 の物理インターフェースペアの状態および第 2 のリンク 2 6 E における p i n g の疎通状態）

および発側L e a f ノード2 4 Cー着側L e a f ノード2 4 D間のt r a c e r o u t e疎通状態を参照して、失敗の原因を特定する。

[0045] すなわち、故障判定部3 0 4は、リンク2 6（第2の監視対象）に故障が検出された場合、当該リンク2 6の両端に接続された物理インターフェースのペアの監視結果を参照して故障種別を判定し、S p i n e ノード2 2の転送機能部2 3（第3の監視対象）に故障が検出された場合、当該S p i n e ノード2 2に接続された2つのL e a f ノード2 4と当該S p i n e ノード2 2との間の各リンク2 6の監視結果と、各リンク2 6の両端に接続された物理インターフェース4 1のペアの監視結果と、を参照して故障種別を判定し、オーバーレイトンネル4 2（第4の監視対象）に故障が検出された場合、発側のL e a f ノード2 4と着側のL e a f ノード2 4とを接続するS p i n e ノード2 2の転送機能部2 3の監視結果と、着側のL e a f ノード2 4と当該S p i n e ノード2 2との間のリンク2 6の監視結果と、当該リンク2 6の両端に接続された物理インターフェース4 1のペアの監視結果と、を参照して故障種別を判定する。

[0046] 上記図1 0のN o. 1～N o. 3について、より詳細に説明する。

図1 1は、p i n g 疎通の失敗時における故障原因イベントの判定方法を示す表である。

図1 1の表には、左から順に参照先イベント（第1の物理インターフェースペアの状態）、発生イベント（集約時検出イベントおよび故障原因と判定するイベント（イベント名））、故障種別を示している。

上述のように、p i n g 疎通の失敗が発生した場合（図1 0のN o. 1の場合）、故障判定部3 0 4は、第1の物理インターフェースペアの状態を参照して故障原因となるイベントを決定する。

[0047] 図1 1のN o. 1のように、第1の物理インターフェースペアを構成する2つの物理インターフェース（物理インターフェース4 1 Gと物理インターフェース4 1 H）の状態がいずれもu p（正常）であるが、p i n g 疎通が失敗する場合、第1の物理インターフェースペアを構成する2つの物理イン

ターフェースで共に物理故障が検出されていないにも関わらず p i n g 疎通が失敗しているため、サイレント故障が発生していると考えられる。

よって、故障判定部 304 は、サイレント故障による p i n g 疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を異常故障と判定する。

[0048] 図 11 の No. 2 のように、第 1 の物理インターフェースペアを構成する 2 つの物理インターフェースの状態がいずれも d o w n （故障発生）の場合、第 1 の物理インターフェースペア間に物理的な故障が発生しているために p i n g 疎通が失敗していると考えられる。

よって、故障判定部 304 は、物理インターフェース 41 の故障による p i n g 疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を他要因故障と判定する。

なお、この状態は、図 7 を用いて説明した第 1 の故障状態例に対応する。

[0049] 図 11 の No. 3 のように、第 1 の物理インターフェースペアを構成する 2 つの物理インターフェースのうち一方で故障が発生し、他方が正常である場合、すなわちペアとなる物理インターフェース間で監視結果の差分が生じている場合（以下「I F 差分」という）、第 1 の物理インターフェースペア間に物理的な故障が発生しているため p i n g 疎通が失敗していると考えられる。

よって、故障判定部 304 は、物理インターフェース 41 の故障による p i n g 疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を他要因故障と判定する。

[0050] 図 11 の No. 4 のように、第 1 の物理インターフェースペアの状態が不明の場合、第 1 の物理インターフェースペアの状態の情報が得られないため、p i n g 疎通の失敗の原因は不明となる。

よって、故障判定部 304 は、p i n g 疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0051] 図 11 の No. 5 のように、第 1 の物理インターフェースペアの監視がオフになっている場合、第 1 の物理インターフェースペアの状態の情報が得ら

れないため、ping疎通の失敗の原因は不明となる。

よって、故障判定部304は、ping疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0052] 図12は、traceroute疎通の失敗時における故障原因イベントの判定方法を示す表である。

図12の表には、左から順に参照先イベント（第1の物理インターフェースペアの状態、第1の物理インターフェースペア間のリンク26Dにおけるping疎通状態、第2の物理インターフェースペアの状態、第2の物理インターフェースペア間のリンク26Eにおけるping疎通状態）、発生イベント（集約時検出イベントおよび故障原因と判定するイベント（イベント名））、故障種別を示している。

なお、以降の図において表中における「ANY」の表記は、この項目についてはどのような状態であるか問わないことを示す。

[0053] 上述のように、traceroute疎通の失敗が発生した場合（図10のNo. 2の場合）、故障判定部304は、第1の物理インターフェースペアおよび第2の物理インターフェースペアの状態、および第1のリンク26Dおよび第2のリンク26Eにおけるpingの疎通状態を参照して故障原因となるイベントを決定する。

[0054] 図12のNo. 1のように、第1の物理インターフェースペアおよび第2の物理インターフェースペアの状態がいずれもup（正常）であり、第1のリンク26Dおよび第2のリンク26Eでのping疎通がいずれも成功しているが、traceroute疎通が失敗する場合、発側・着側両方の物理インターフェースペアの状態およびping疎通が共に問題ないため、Spineノード22の転送機能部23がtraceroute疎通失敗の原因と考えられる。

よって、故障判定部304は、Spineノード22の転送機能部23の故障（トランジット異常）によるtraceroute疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を異常故障と判定する。

[0055] 図12のNo. 2のように、第1の物理インターフェースペアおよび第2の物理インターフェースペアの状態がいずれもup（正常）であり、第1のリンク26Dでのping疎通は成功しているが、第2のリンク26Eでのping疎通が失敗している場合、着側である第2の物理インターフェースペアに発生しているサイレント故障がtraceroute疎通失敗の原因と考えられる。

よって、故障判定部304は、サイレント故障によるtraceroute疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を他要因故障と判定する。

[0056] 図12のNo. 3のように、第1の物理インターフェースペアの状態がいずれもup（正常）であり、第1のリンク26Dでのping疎通は成功しているが、第2の物理インターフェースペアの状態がdown（故障発生）またはIF差分が発生している場合、着側である第2の物理インターフェースペアの物理的な故障がtraceroute疎通失敗の原因と考えられる。

よって、故障判定部304は、物理インターフェースの故障によるtraceroute疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を他要因故障と判定する。

[0057] 図12のNo. 4のように、第1の物理インターフェースペアの状態がいずれもup（正常）であり、第1のリンク26Dでのping疎通は成功しているが、第2の物理インターフェースペアの状態が不明の場合、第2の物理インターフェースペアの状態の情報が得られないため、traceroute疎通失敗の原因は不明となる。

よって、故障判定部304は、traceroute疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0058] 図12のNo. 5のように、第1の物理インターフェースペアおよび第2の物理インターフェースペアの状態がいずれもup（正常）であり、第1のリンク26Dでのping疎通は成功しているが、第2のリンク26Eでの

ping疎通状態が不明な場合、第2のリンク26Eでのping疎通状態の情報が得られないため、traceroute疎通失敗の原因は不明となる。

よって、故障判定部304は、traceroute疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0059] 図12のNo. 6のように、第1の物理インターフェースペアの状態がup（正常）であるが、第1のリンク26D1のping疎通が失敗する場合、発側である第1の物理インターフェースペアにおけるサイレント故障がtraceroute疎通失敗の原因と考えられる。

よって、故障判定部304は、サイレント故障によるtraceroute疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を他要因故障と判定する。

[0060] 図12のNo. 7のように、第1の物理インターフェースペアの状態がdown（故障発生）またはIF差分が発生し、第1のリンク26Dでのping疎通が失敗する場合、発側である第1の物理インターフェースペアの物理的な故障がtraceroute疎通失敗の原因と考えられる。

よって、故障判定部304は、物理インターフェースの故障によるtraceroute疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を他要因故障と判定する。

[0061] 図12のNo. 8のように、第1の物理インターフェースペアの状態がup（正常）であるが、第1のリンク26Dでのping疎通状態が不明な場合、第1のリンク26Dでのping疎通状態の情報が得られないため、traceroute疎通失敗の原因は不明となる。

よって、故障判定部304は、traceroute疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0062] 図12のNo. 9のように、第1の物理インターフェースペアの状態が不明の場合、物理インターフェースペアの状態の情報が得られないため、traceroute疎通失敗の原因は不明となる。

よって、故障判定部304は、`traceroute`疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0063] 図12のNo. 10のように、第1の物理インターフェースペアおよび第2の物理インターフェースペアにおける`ping`疎通状態の監視がオフになっている場合、`ping`疎通状態の情報が得られないため、`traceroute`疎通失敗の原因は不明となる。

よって、故障判定部304は、`traceroute`疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0064] 図12のNo. 11のように、第1の物理インターフェースペアの状態および第2の物理インターフェースペアの状態の監視がオフになっている場合、物理インターフェースペアの状態の情報が得られないため、`traceroute`疎通失敗の原因は不明となる。

よって、故障判定部304は、`traceroute`疎通の失敗が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0065] 図13は、VXLAN OAM疎通の失敗時における故障原因イベントの判定方法を示す表である。

図13の表には、左から順に参照先イベント（着側である第2の物理インターフェースペアの状態、第2のリンク26Eにおける`ping`疎通状態、`traceroute`疎通状態）、発生イベント（集約時検出イベントおよび故障原因と判定するイベント（イベント名））、故障種別を示している。

なお、以降の図において表中の「スキップ」は、監視自体を行わない状態を示す。例えば物理インターフェース41が`down`状態の場合、当該物理インターフェース41を対象とした`ping`や`traceroute`は実行できないケースがあり、このようなケースで監視自体を行わない状態を「スキップ」として定義している。

[0066] 上述のように、VXLAN OAM疎通の失敗が発生した場合（図10のNo. 3の場合）、故障判定部304は、第2の物理インターフェースペアの状態、第2のリンク26Eにおける`ping`の疎通状態および発側`Lea`

f ノード 24 C ー着側 L e a f ノード 24 D 間における t r a c e r o u t e 疎通状態を参照して故障原因となるイベントを決定する。

- [0067] 図 13 の N o . 1 のように、第 2 の物理インターフェースペアの状態が u p (正常)であり、第 2 のリンク 26 E での p i n g 疎通が成功またはスキップであり、t r a c e r o u t e 疎通も成功しているが、V X L A N O A M 疎通が失敗する場合は、発側 L e a f ノード 24 C から着側 L e a f ノード 24 D までアンダーレイ上の問題が発生しなかったケースである。よって、V X L A N 疎通の失敗は、オーバーレイ (V X L A N) の未構成が原因と考えられる。

よって、故障判定部 304 は、宛先 L e a f ノード上における V X L A N 未構成による V X L A N 疎通の失敗 (N G) が故障原因イベントであると判定し、故障種別を異常故障と判定する。

- [0068] 図 13 の N o . 2 のように、第 2 の物理インターフェースペアの状態が u p (正常)であり、第 2 のリンク 26 E での p i n g 疎通が成功またはスキップであり、t r a c e r o u t e 疎通が失敗している場合、発側着側両方の物理インターフェースペアおよび p i n g 疎通は共に問題がない。よって、V X L A N 疎通の失敗は、S p i n e ノード 22 の転送機能部 23 (トランジット) が原因と考えられる。

よって、故障判定部 304 は、S p i n e ノード 22 B 内のトランジット異常による V X L A N 疎通の失敗 (N G) が故障原因イベントであると判定し、故障種別を他要因故障と判定する。

- [0069] 図 13 の N o . 3 のように、第 2 の物理インターフェースペアの状態が u p (正常)であり、第 2 のリンク 26 E での p i n g 疎通が成功またはスキップであり、t r a c e r o u t e 疎通状態が不明の場合、t r a c e r o u t e 疎通状態の情報が得られないため、V X L A N 疎通失敗の原因は不明である。

よって、故障判定部 304 は、V X L A N 疎通の失敗 (N G) が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0070] 図13のNo. 4のように、第2の物理インターフェースペアの状態がup（正常）であるが、第2のリンク26Eでのping疎通が失敗する場合、VXLAN疎通の失敗は、着側である第2の物理インターフェースペアに発生しているサイレント故障が原因であると考えられる。

よって、故障判定部304は、サイレント故障によるVXLAN疎通の失敗（NG）が故障原因イベントであると判定し、故障種別を他要因故障と判定する。

[0071] 図13のNo. 5のように、第2の物理インターフェースペアの状態がdown（故障）またはIF差分である場合、VXLAN疎通の失敗は、着側である第2の物理インターフェースペアの物理的な故障が原因であると考えられる。

よって、故障判定部304は、物理インターフェース41の故障によるVXLAN疎通の失敗（NG）が故障原因イベントであると判定し、故障種別を他要因故障と判定する。

[0072] 図13のNo. 6のように、第2の物理インターフェースペアの状態がup（正常）であるが、第2のリンク26Eでのping疎通状態が不明な場合、第2のリンク26Eでのping疎通状態の情報が得られないため、VXLAN疎通失敗の原因は不明である。

よって、故障判定部304は、VXLAN疎通の失敗（NG）が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0073] 図13のNo. 7のように、第2の物理インターフェースペアの状態が不明な場合、物理インターフェースペアの状態が得られないため、VXLAN疎通失敗の原因は不明である。

よって、故障判定部304は、VXLAN疎通の失敗（NG）が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0074] 図13のNo. 8のように、発側Leafノード24Cと着側Leafノード24Dとの間のtraceroute疎通状態の監視がオフとなっている場合、traceroute疎通状態の情報が得られないため、VXLAN

N疎通失敗の原因は不明である。

この場合、故障判定部304は、VXLAN疎通の失敗（NG）が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0075] 図13のNo. 9のように、第2のリンク26Eでのping疎通状態の監視がオフとなっている場合、第2のリンク26Eでのping疎通状態の情報が得られないため、VXLAN疎通失敗の原因は不明である。

この場合、故障判定部304は、VXLAN疎通の失敗（NG）が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0076] 図13のNo. 10のように、第2の物理インターフェースペアの状態の監視がオフとなっている場合、第2の物理インターフェースペアの状態の情報が得られないため、VXLAN疎通失敗の原因は不明である。

この場合、故障判定部304は、VXLAN疎通の失敗（NG）が故障原因イベントであると判定し、故障種別を特定不可と判定する。

[0077] <監視結果の不整合発生時の対応>

次に、各監視対象における監視結果の不整合が発生する場合について説明する。

同一通信経路上の第1～第4の監視対象の監視結果について検討すると、基本的には、下位のレイヤ（下位レイヤから順に、第1の監視対象、第2の監視対象、第3の監視対象、第4の監視対象となる）で異常が発生している場合には、上位レイヤの監視結果も「失敗」となることが想定される。しかし、監視処理の実行開始や完了のタイミングのズレなどによっては、下位側が失敗の監視結果となっているにも関わらず、上位側の監視結果が成功するケースが存在し得ると考えられる。

[0078] 図14は、監視結果の不整合発生状態の例を示す表である。

図14の表には、左から順に監視時検知イベントとして、第1の物理インターフェースペアの状態、第1のリンク26Dにおけるping疎通状態、第2の物理インターフェースペアの状態、第2のリンク26Eにおけるping疎通状態、traceroute疎通状態、VXLAN OAM疎通状

態を示している。

[0079] 図14のNo. 1～3は、第1の物理インターフェースペアの状態がdown（故障）またはIF差分状態であるが、第1のリンク26Dにおけるping疎通（No. 1）、traceroute疎通（No. 2）、VXLAN OAM疎通（No. 3）の少なくともいずれかが成功している場合を示す。

すなわち、発側である第1の物理インターフェースペアがdownしているが、上位レイヤの監視結果（ping/traceroute/VXLAN OAM）が成功しているケースである。

[0080] 図14のNo. 4～6は、第2の物理インターフェースペアの状態がdown（故障）またはIF差分状態であるが、第2のリンク26Eにおけるping疎通（No. 4）、traceroute疎通（No. 5）、VXLAN OAM疎通（No. 6）の少なくともいずれかが成功している場合を示す。

すなわち、着側である第2の物理インターフェースペアがdownしているが、上位レイヤの監視結果（ping/traceroute/VXLAN OAM）が成功しているケースである。

[0081] 図14のNo. 7～8は、第1の物理インターフェースペアの状態がup（正常）である一方、第1のリンク26Dにおけるping疎通が失敗し、かつtraceroute疎通（No. 7）またはVXLAN OAM疎通（No. 8）の少なくともいずれかが成功している場合を示す。

すなわち、発側である第1の物理インターフェースペアでのping疎通が失敗しているが、上位レイヤの監視結果（traceroute/VXLAN OAM）が成功しているケースである。

[0082] 図14のNo. 9～10は、第2の物理インターフェースペアの状態がup（正常）である一方、第2のリンク26Eにおけるping疎通が失敗し、かつtraceroute疎通（No. 9）またはVXLAN OAM疎通（No. 10）の少なくともいずれかが成功している場合を示す。

すなわち、着側である第2の物理インターフェースペアでのping疎通が失敗しているが、上位レイヤの監視結果（tracert/VXLAN OAM）が成功しているケースである。

[0083] 図14のNo. 11は、tracert疎通は失敗しているが、VXLAN OAM疎通は成功している場合を示す。

すなわち、同一経路においてtracert疎通は失敗しているが、上位レイヤの監視結果（VXLAN OAM）は成功しているケースである。

[0084] 図14のNo. 12は、第1の物理インターフェースペアの状態はup（正常）であるが、第1のリンク26Dにおけるping疎通確認はスキップされている場合を示す。

図14のNo. 13は、第2の物理インターフェースペアの状態はup（正常）であるが、第2のリンク26Eにおけるping疎通確認はスキップされている場合を示す。

図14のNo. 14は、第1の物理インターフェースペアの状態はup（正常）であるが、tracert疎通確認はスキップされている場合を示す。

すなわち、図14のNo. 12～14は、物理インターフェース状態がup（正常）であるにも関わらず、上位レイヤの監視処理（ping/tracert）がスキップされているケースである。

[0085] 図14に示すような監視結果の不整合が生じた場合、故障判定部304は、図15に示すように複数の集約周期における集約結果から故障原因イベントを判定する。

図15は、複数の集約結果に基づく故障判定方法を示す図である。

図15の各記号の意味は、図4の凡例に示したものと同一である。説明の簡略化のため、図15では第3の監視対象および第4の監視対象については記載を省略している。

[0086] 第1～第4の監視対象に対する監視は、それぞれの監視対象に設定された

監視周期毎に行われるため故障発生と故障検出にタイムラグが発生する。例えば、監視対象に対して1分周期で監視行う場合、監視直後に故障が発生すると、故障の検出まで最長1分程度かかる。

また、監視結果の集約は、集約タイミング直前の監視結果を用いて行われるため、1回の監視間隔では正確な判定が行えない可能性がある。

すなわち、各監視対象において故障検出ができていない状態で通知された監視結果を集約することで、異常故障に誤判定される可能性がある。

[0087] このため、故障判定部304は、故障判定を1回の集約結果のみで確定せずに、複数周期の集約結果を用いて確定する。これにより、監視周期と集約周期の差分による誤判定を防止することができる。

また、一度故障が検出されたが継続せずに次周期で回復していた場合には、間欠的な故障と判断し、通知結果では故障無しとして扱う。なお、故障検出の継続期間が何周期以内を間欠故障とするかは、個別に設定する。

[0088] 例えば図15の例では、監視結果の収集周期を1分毎、集約タイミングを毎分00秒とし、第1の監視対象である物理インターフェース41の監視周期を20分毎、監視タイミングを毎分10秒、30秒、50秒とし、第2の監視対象であるLeaf-Spine間のリンク26の監視周期を1分毎、監視タイミングを毎分30秒としている。1回目の集約周期（1分00秒）までの間に、第1の監視対象は3つ、第2の監視対象は1つの監視結果が得られる。

[0089] ここで、第1の監視対象の2回目の監視および第2の監視対象の1回目の監視を実行直後（0分30秒過ぎ）に、第1の監視対象で故障が発生した場合について考える。この場合、第2の監視対象についても、下位の第1の監視対象の故障に伴う故障が発生する。

第1の監視対象では、集約タイミングまでの間に更に1回監視が行われ、故障の発生を監視結果に反映することができる。一方、第2の監視対象では、集約タイミングまでの間に新たな監視は行われないので、故障の発生を監視結果に反映することができない。

この場合、故障判定部304は、第1の監視対象は故障、第2の監視対象は正常という監視結果を得ることになり、このタイミング（1回目の集約周期）での集約結果では異常故障が生じていると判定することになる（図15の符号f参照）。

[0090] 一方、2回目の集約周期では、第1の監視対象の監視結果は継続して故障となるとともに、第2の監視対象においても故障の発生を監視結果に反映することができる。

この場合、故障判定部304は、第1の監視対象および第2の監視対象が共に故障という監視結果を得ることになり、通常故障が生じていると判定することになる（図15の符号g参照）。

[0091] このように、故障判定部304において、複数回の監視結果の集約結果に基づいて故障種別と故障の影響度とを判定するようにすれば、監視結果が安定した状態で故障判定を行うことができ、故障判定の精度を向上させることができる。

[0092] <フローチャート>

図16は、ネットワーク監視装置30によるネットワーク監視処理の手順を示すフローチャートである。

まず、ネットワーク監視装置30は、ネットワーク構成管理部300により通信ネットワーク20のネットワーク構成情報を生成する（ステップS500）。生成されたネットワーク構成情報は、記憶部301に記録される。

次に、ネットワーク監視装置30は、監視対象設定部302により通信ネットワーク20内の監視対象（第1～第4の監視対象）を設定する（ステップS501）。この時、監視対象設定部302は、各監視対象の監視周期や監視タイミングも併せて設定する。

[0093] 続いて、各監視対象に設定された監視タイミングになったか否かを判定し（ステップS502）、監視タイミングになると（ステップS502：Yes）、監視実行部303からの監視実行指示に基づいて各装置において監視対象の監視が実行される（ステップS503）。一方、監視タイミングにな

っていなければ（ステップS502：No）、監視タイミングになるまで待つ。

次に、監視結果の集約タイミングになったか否かを判定し（ステップS504）、集約タイミングになるまでは（ステップS504：Noのループ）、ステップS502に戻り、各監視対象における監視が継続される。監視結果の集約タイミングになると（ステップS504：Yes）、監視実行部303は各監視対象における監視結果を収集する（ステップS505）。故障判定部304は、監視結果を集約し（ステップS506）、故障の発生箇所、故障種別、故障の影響度を判定し（ステップS507）、本フローチャートによる処理を終了する。

[0094] ＜ハードウェア構成＞

本実施形態に係るネットワーク監視装置30は、例えば図17に示すような構成のコンピュータ900をネットワーク監視装置30として機能させることによって実現される。

図17は、本実施形態に係るネットワーク監視装置30の機能を実現するコンピュータ900の一例を示すハードウェア構成図である。コンピュータ900は、CPU（Central Processing Unit）901、ROM（Read Only Memory）902、RAM903、HDD（Hard Disk Drive）904、入出力I/F（Interface）905、通信I/F906およびメディアI/F907を有する。

[0095] CPU901は、ROM902またはHDD904に記憶されたプログラムに基づき作動し、図2に示す各機能的構成部に対応する処理を行う。ROM902は、コンピュータ900の起動時にCPU901により実行されるブートプログラムや、コンピュータ900のハードウェアに係るプログラム等を記憶する。

[0096] CPU901は、入出力I/F905を介して、マウスやキーボード等の入力装置910、および、ディスプレイやプリンタ等の出力装置911を制

御する。CPU901は、入出力I/F905を介して、入力装置910からデータを取得するとともに、生成したデータを出力装置911へ出力する。なお、プロセッサとしてCPU901とともに、GPU (Graphics Processing Unit) 等を用いても良い。

[0097] HDD904は、CPU901により実行されるプログラムおよび当該プログラムによって使用されるデータ等を記憶する。通信I/F906は、通信網（例えば、通信ネットワーク（NW: Network）20）を介して他の装置からデータを受信してCPU901へ出力し、また、CPU901が生成したデータを、通信網を介して他の装置へ送信する。

[0098] メディアI/F907は、記録媒体912に格納されたプログラムまたはデータを読み取り、RAM903を介してCPU901へ出力する。CPU901は、目的の処理に係るプログラムを、メディアI/F907を介して記録媒体912からRAM903上にロードし、ロードしたプログラムを実行する。記録媒体912は、DVD (Digital Versatile Disc)、PD (Phase change rewritable Disk) 等の光学記録媒体、MO (Magnetooptical disk) 等の光磁気記録媒体、磁気記録媒体、半導体メモリ等である。

[0099] 例えば、コンピュータ900が本発明のネットワーク監視装置30として機能する場合、コンピュータ900のCPU901は、RAM903上にロードされたプログラムを実行することにより、ネットワーク監視装置30の機能を実現する。また、HDD904には、RAM903内のデータが記憶される。CPU901は、目的の処理に係るプログラムを記録媒体912から読み取って実行する。この他、CPU901は、他の装置から通信網（NW920）を介して目的の処理に係るプログラムを読み込んでもよい。

[0100] <効果>

[0101] 以下、本発明に係るネットワーク監視装置の効果について説明する。

本発明に係るネットワーク監視装置30は、複数のLeafノード24と、複数のSpineノード22と、Leafノード24とSpineノード

２２との間を接続するリンク２６とを備える通信ネットワーク２０を監視するネットワーク監視装置３０であって、通信ネットワーク２０のネットワーク構成情報を生成するネットワーク構成管理部３００と、ネットワーク構成情報に基づいて、通信ネットワーク２０内の複数種類の監視対象を設定する監視対象設定部３０２と、それぞれの監視対象に対する監視実行指示を行い、監視結果を収集する監視実行部３０３と、それぞれの監視対象における監視結果を集約し、故障が生じている監視対象の種別と発生事象に基づいて、当該故障の故障種別と通信に対する当該故障の影響度とを判定する故障判定部３０４と、を備え、監視対象設定部３０２は、Ｌｅａｆノード２４およびＳｐｉｎｅノード２２が備える物理インターフェース４１と、Ｌｅａｆノード２４とＳｐｉｎｅノードとを接続するリンク２６と、Ｓｐｉｎｅノード２２が備える転送機能部２３と、発側Ｌｅａｆノード２４と着側Ｌｅａｆノード２４との間に設定されたオーバーレイトンネル４２と、を監視対象に設定する、ことを特徴とする。

[0102] このように、本発明に係るネットワーク監視装置３０は、ネットワーク構成情報を用いて複数装置および複数レイヤにおける監視結果を組み合わせ、故障判定を行う。

これにより、Ｌｅａｆノード２４とＳｐｉｎｅノード２２とで構成されるファブリックネットワークにおいても、シャーン型装置と同等の正常性監視および故障時の影響判定を実現することができる。

[0103] また、本発明に係るネットワーク監視装置３０は、故障判定部３０４は、リンク２６に故障が検出された場合、当該リンク２６の両端に接続された物理インターフェース４１のペアの監視結果を参照して故障種別を判定し、Ｓｐｉｎｅノード２２の転送機能部２３に故障が検出された場合、当該Ｓｐｉｎｅノード２２に接続された２つのＬｅａｆノード２４と当該Ｓｐｉｎｅノード２２との間の各リンク２６の監視結果と、各リンク２６の両端に接続された物理インターフェース４１のペアの監視結果とを参照して故障種別を判定し、オーバーレイトンネル４２に故障が検出された場合、発側Ｌｅａｆノ

ード24と着側Leafノード24とを接続するSpineノード22の転送機能部23の監視結果と、着側Leafノード24と当該Spineノード22との間のリンク26の監視結果と、当該リンク26の両端に接続された物理インターフェース41のペアの監視結果とを参照して故障種別を判定する、ことを特徴とする。

[0104] これにより、複数のレイヤにおける監視情報を組み合わせて故障判定を行い、装置単体での監視では検出できなかったサイレント故障等の異常状態の検出を可能とすることができる。

[0105] また、本発明に係るネットワーク監視装置30は、故障判定部304は、故障種別を、Leafノード24またはSpineノード22を構成する装置における故障の検出および通信経路の切り替えを正常に行うことができる通常故障と、Leafノード24またはSpineノード22を構成する装置における故障の検出を正常に行うことができない異常故障と、他の監視対象における故障に起因する故障である他要因故障とに分類し、故障の影響度を、冗長性がある区間での故障であり通信への影響が生じない影響度低状態と、冗長性がない区間での故障または故障により冗長性が失われ通信への影響が生じる影響度高状態と、異常故障が発生し通信への影響が生じる可能性がある要確認状態とに分類する、ことを特徴とする。

[0106] これにより、故障発生時の即時対応の要否判断を迅速に行うことができ、通信ネットワーク20を用いた通信サービスへの影響の最小化および保守に要する稼働の削減を図ることができる。

[0107] また、本発明に係るネットワーク監視装置30は、監視実行部303は、所定の監視周期毎に監視実行指示を行い、故障判定部304は、所定の集約周期毎に監視結果の集約を行っており、監視結果の集約周期は、監視周期以上に設定される、ことを特徴とする。

[0108] これにより、全ての監視対象の監視結果が更新されたタイミングで監視結果を集約することができ、各監視対象の状態をより正確に把握し、故障判定の精度を向上させることができる。

[0109] また、本発明に係るネットワーク監視装置 30 は、故障判定部 304 は、複数回の監視結果の集約結果に基づいて故障種別と故障の影響度とを判定する、ことを特徴とする。

[0110] これにより、監視の実行と故障の発生とのタイムラグに起因して通信ネットワーク 20 の状態を誤判定するのを防止し、故障判定の精度を向上させることができる。

符号の説明

- [0111] 20 通信ネットワーク
22 (22A~22B) Spine ノード
23 転送機能部
24 (22A~22D) Leaf ノード
26 (26A~26E) リンク
30 ネットワーク監視装置
300 ネットワーク構成管理部
301 記憶部
302 監視対象設定部
303 監視実行部
304 故障判定部
41 (41A~41J) 物理インターフェース
42 オーバーレイトンネル

請求の範囲

[請求項1]

複数のL e a f ノードと、複数のS p i n e ノードと、前記L e a f ノードと前記S p i n e ノードとの間を接続するリンクとを備える通信ネットワークを監視するネットワーク監視装置であって、

前記通信ネットワークのネットワーク構成情報を生成するネットワーク構成管理部と、

前記ネットワーク構成情報に基づいて、前記通信ネットワーク内の複数種類の監視対象を設定する監視対象設定部と、

それぞれの前記監視対象に対する監視実行指示を行い、監視結果を収集する監視実行部と、

それぞれの監視対象における前記監視結果を集約し、故障が生じている前記監視対象の種別と発生事象に基づいて、当該故障の故障種別と当該故障の影響度とを判定する故障判定部と、を備え、

前記監視対象設定部は、

前記L e a f ノードおよび前記S p i n e ノードが備える物理インターフェースと、前記L e a f ノードと前記S p i n e ノードとを接続する前記リンクと、前記S p i n e ノードが備える転送機能部と、発側L e a f ノードと着側L e a f ノードとの間に設定されたオーバーレイトンネルと、を監視対象に設定する、

ことを特徴とするネットワーク監視装置。

[請求項2]

前記故障判定部は、

前記リンクに故障が検出された場合、当該リンクの両端に接続された物理インターフェースのペアの監視結果を参照して前記故障種別を判定し、

前記S p i n e ノードの前記転送機能部に故障が検出された場合、当該S p i n e ノードに接続された2つのL e a f ノードと当該S p i n e ノードとの間の各リンクの監視結果と、前記各リンクの両端に接続された物理インターフェースのペアの監視結果と、を参照して故

障種別を判定し、

前記オーバーレイトンネルに故障が検出された場合、前記発側 *Leaf* ノードと前記着側 *Leaf* ノードとを接続する *Spine* ノードの転送機能部の監視結果と、前記着側 *Leaf* ノードと当該 *Spine* ノードとの間のリンクの監視結果と、当該リンクの両端に接続された物理インターフェースのペアの監視結果と、を参照して故障種別を判定する、

ことを特徴とする請求項 1 記載のネットワーク監視装置。

[請求項3]

前記故障判定部は、

前記故障種別を、前記 *Leaf* ノードまたは前記 *Spine* ノードを構成する装置における故障の検出および通信経路の切り替えを正常に行うことができる通常故障と、前記 *Leaf* ノードまたは前記 *Spine* ノードを構成する装置における故障の検出を正常に行うことができない異常故障と、他の監視対象における故障に起因する故障である他要因故障とに分類し、

前記故障の影響度を、冗長性がある区間での故障であり通信への影響が生じない影響度低状態と、前記冗長性がない区間での故障または故障により前記冗長性が失われ通信への影響が生じる影響度高状態と、前記異常故障が発生し通信への影響が生じる可能性がある要確認状態とに分類する、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のネットワーク監視装置。

[請求項4]

前記監視実行部は、所定の監視周期毎に前記監視実行指示を行い、
前記故障判定部は、所定の集約周期毎に前記監視結果の集約を行っており、

前記監視結果の前記集約周期は、前記監視周期以上に設定される、

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載のネットワーク監視装置。

[請求項5]

前記故障判定部は、複数回の前記監視結果の集約結果に基づいて前

記故障種別と前記故障の影響度とを判定する、

ことを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載のネットワーク監視装置。

[請求項6]

複数のL e a f ノードと、複数のS p i n e ノードと、前記L e a f ノードと前記S p i n e ノードとの間を接続するリンクとを備える通信ネットワークを監視するネットワーク監視装置のネットワーク監視方法であって、

前記ネットワーク監視装置は、

前記通信ネットワークのネットワーク構成情報を生成するネットワーク構成管理ステップと、

前記ネットワーク構成情報に基づいて、前記通信ネットワーク内の複数種類の監視対象を設定する監視対象設定ステップと、

それぞれの前記監視対象に対する監視実行指示を行い、監視結果を収集する監視実行ステップと、

それぞれの監視対象における前記監視結果を集約し、故障が生じている前記監視対象の種別と発生事象に基づいて、当該故障の故障種別と当該故障の影響度とを判定する故障判定ステップと、を実行し、

前記監視対象設定ステップでは、

前記L e a f ノードおよび前記S p i n e ノードが備える物理インターフェースと、前記L e a f ノードと前記S p i n e ノードとを接続するリンクと、前記S p i n e ノードが備える転送機能部と、発側L e a f ノードと着側L e a f ノードとの間に設定されたオーバーレイトンネルと、を監視対象に設定する、

ことを特徴とするネットワーク監視方法。

[請求項7]

複数のL e a f ノードと、複数のS p i n e ノードと、前記L e a f ノードと前記S p i n e ノードとの間を接続するリンクとを備える通信ネットワークを監視するネットワーク監視装置としてのコンピュータに、

前記通信ネットワークのネットワーク構成情報を生成するネットワーク構成管理手順、

前記ネットワーク構成情報に基づいて、前記通信ネットワーク内の複数種類の監視対象を設定する監視対象設定手順、

それぞれの前記監視対象に対する監視実行指示を行い、監視結果を収集する監視実行手順、

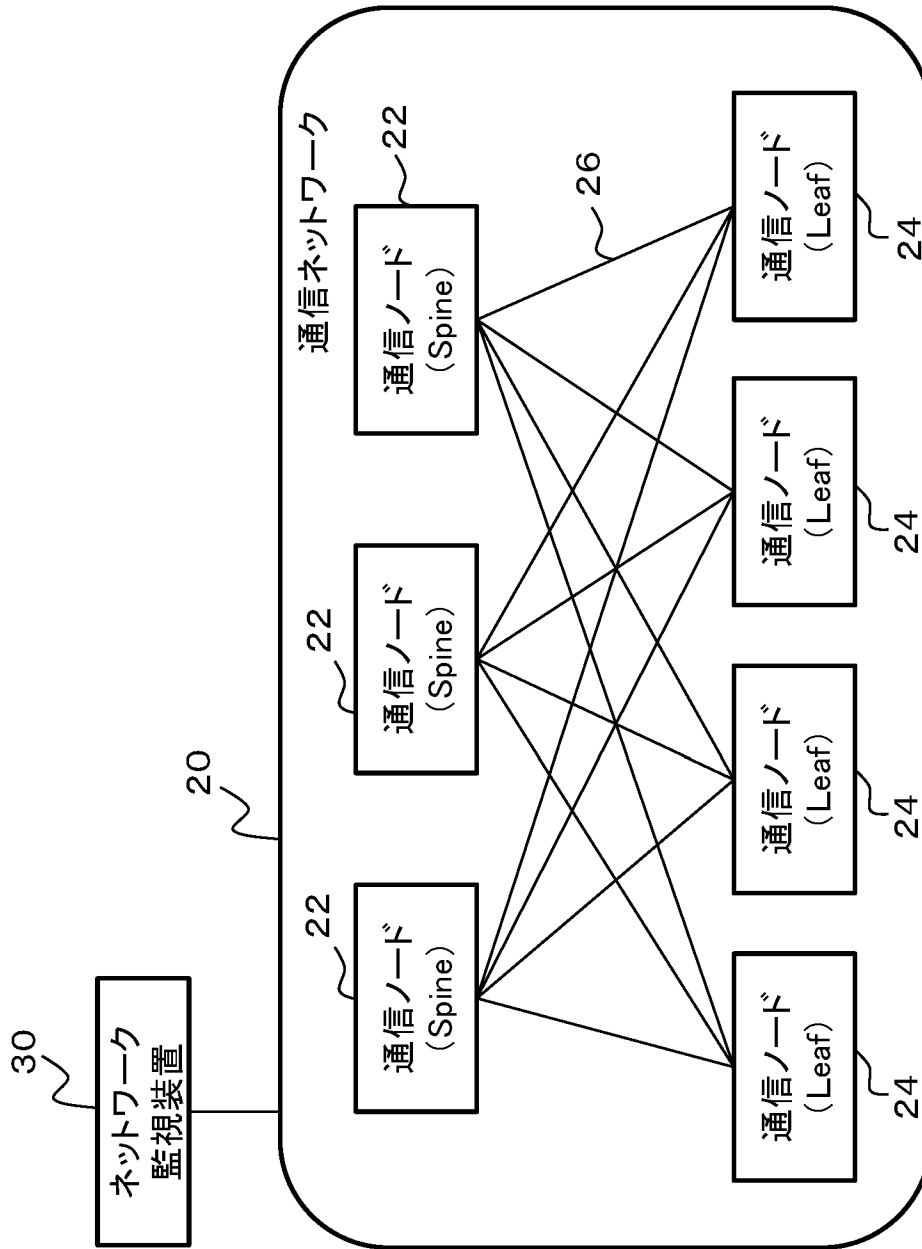
それぞれの監視対象における前記監視結果を集約し、故障が生じている前記監視対象の種別と発生事象に基づいて、当該故障の故障種別と当該故障の影響度とを判定する故障判定手順、を実行させ、

前記監視対象設定手順では、

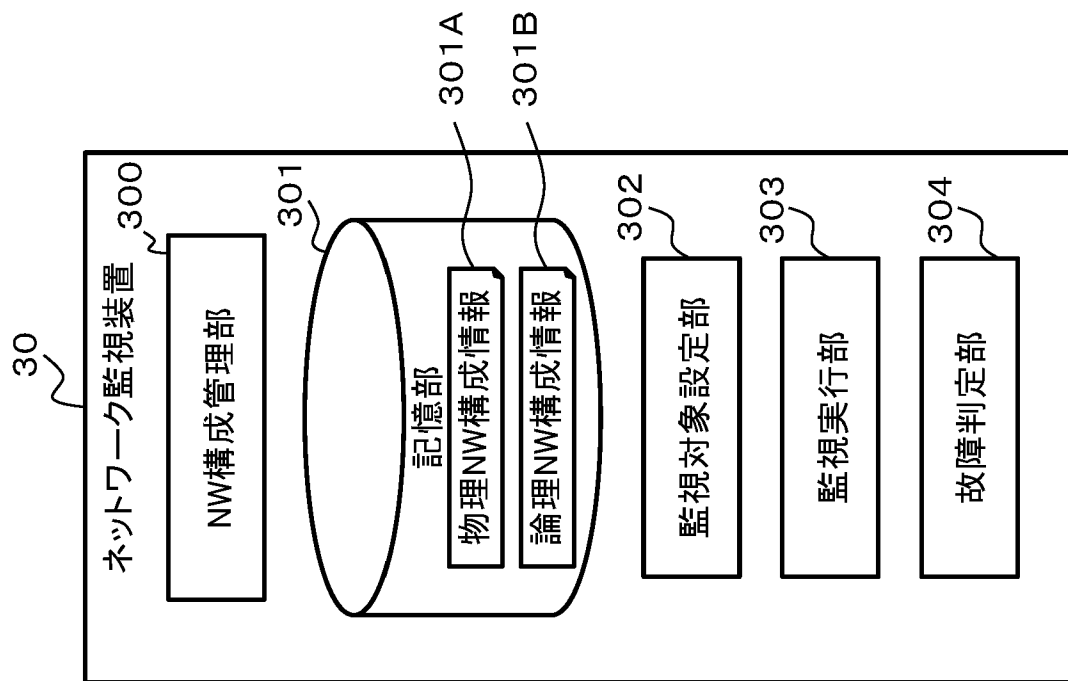
前記L e a f ノードおよび前記S p i n e ノードが備える物理インターフェースと、前記L e a f ノードと前記S p i n e ノードとを接続するリンクと、前記S p i n e ノードが備える転送機能部と、発側L e a f ノードと着側L e a f ノードとの間に設定されたオーバーレイトンネルと、を監視対象に設定する、

ことを実行させるためのネットワーク監視プログラム。

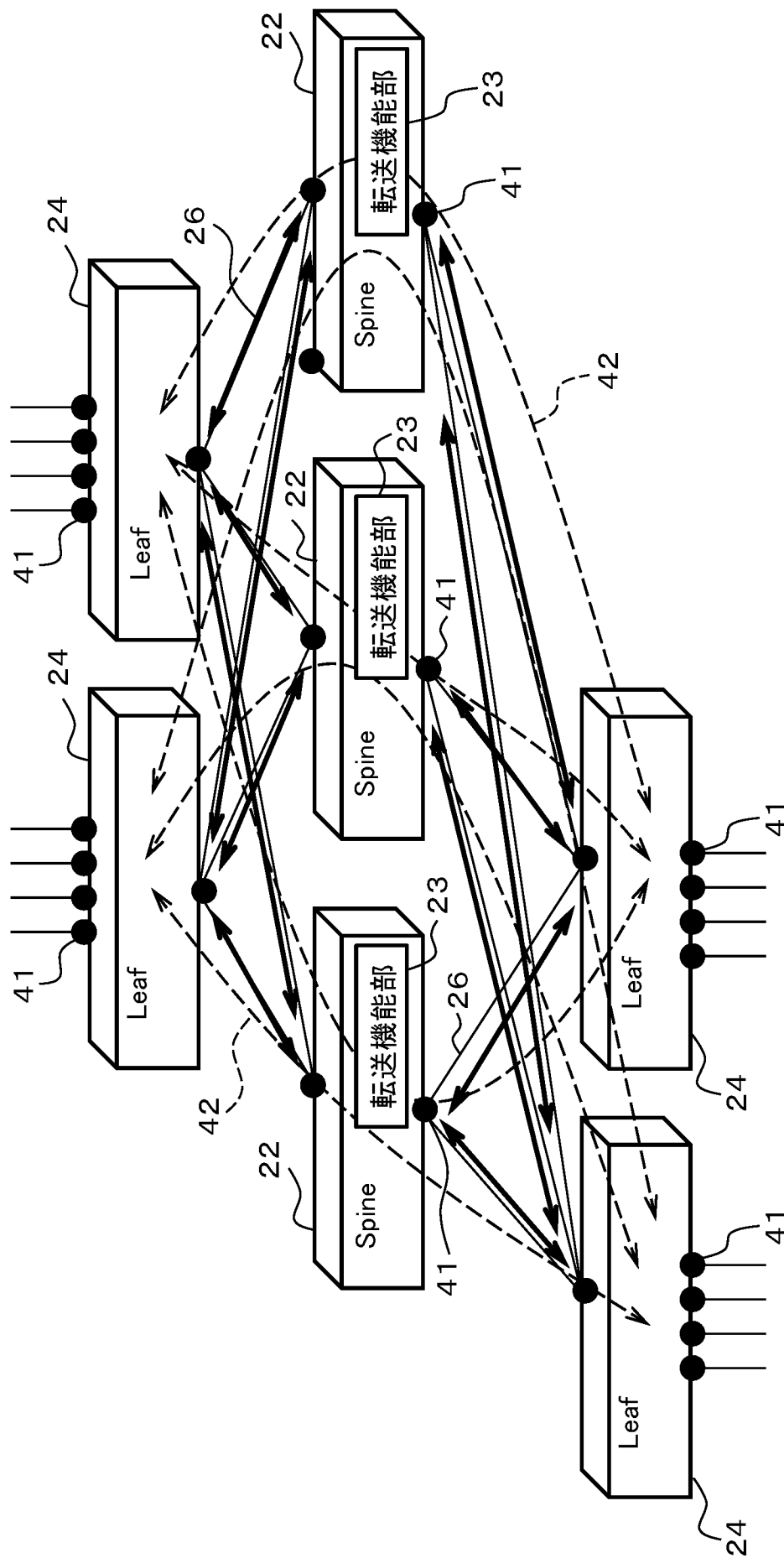
[図1]



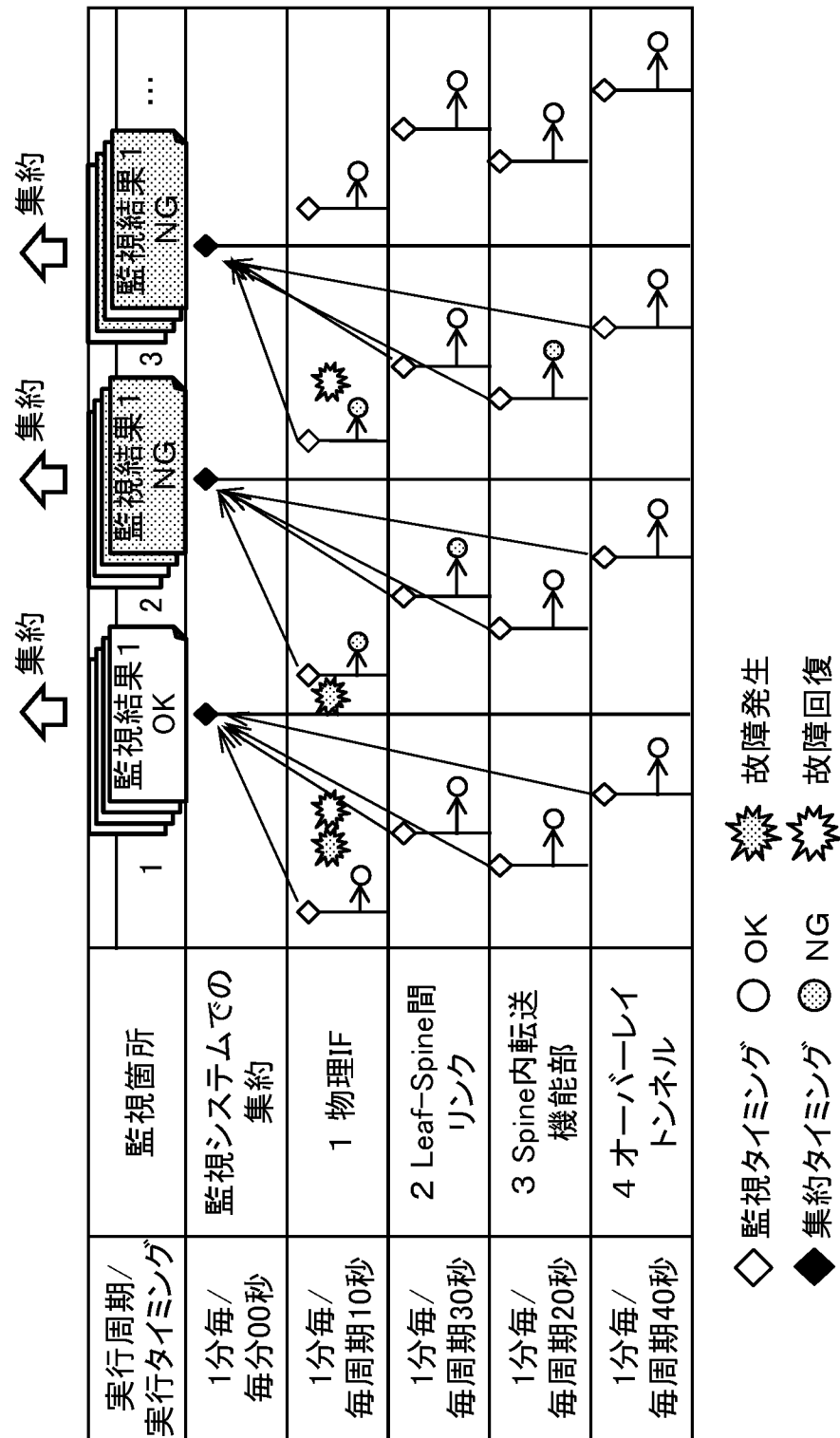
[図2]



[図3]



[図4]



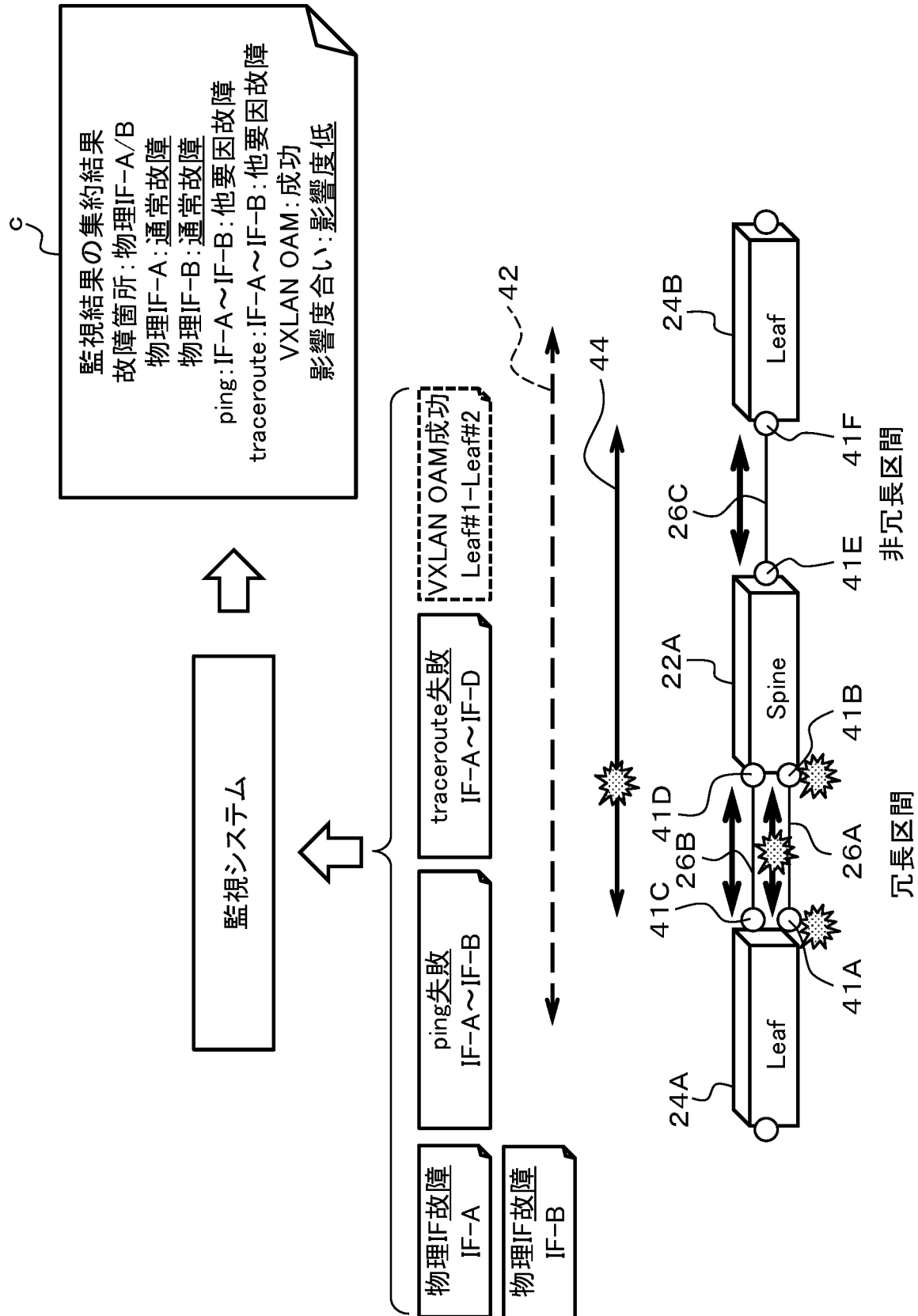
[図5]

	故障検出箇所(故障種別)			
1 物理IF	✓(通常故障)			
2 Leaf-Spine間リンク	✓(他要因故障)	✓(異常故障)		
3 Spine内転送機能部	✓(他要因故障)		✓(異常故障)	
4 オーバーレイトンネル				✓(異常故障)
	a		b	

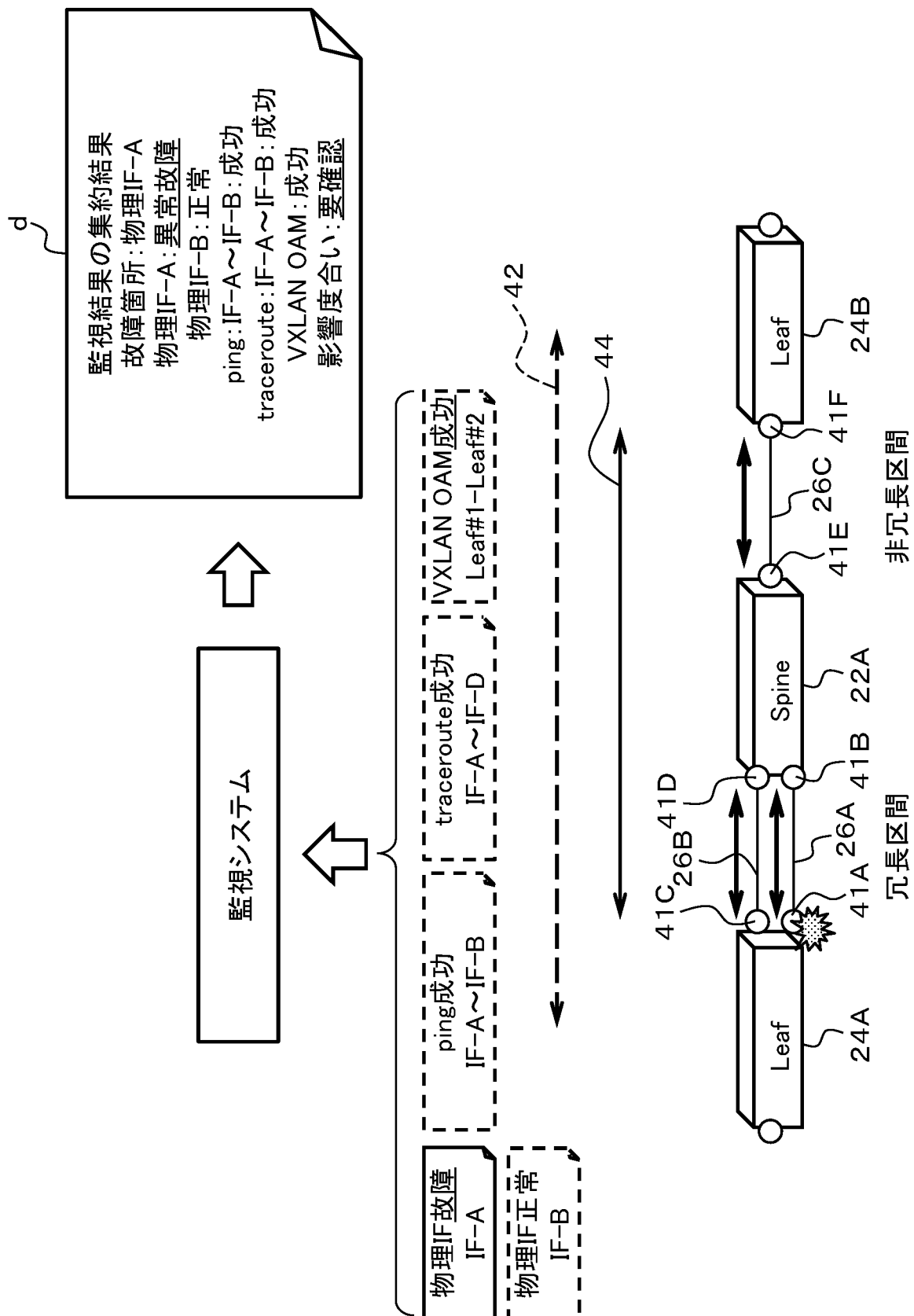
[図6]

	通常故障	異常故障
冗長区間	影響度低	要確認
非冗長区間	影響度高	要確認

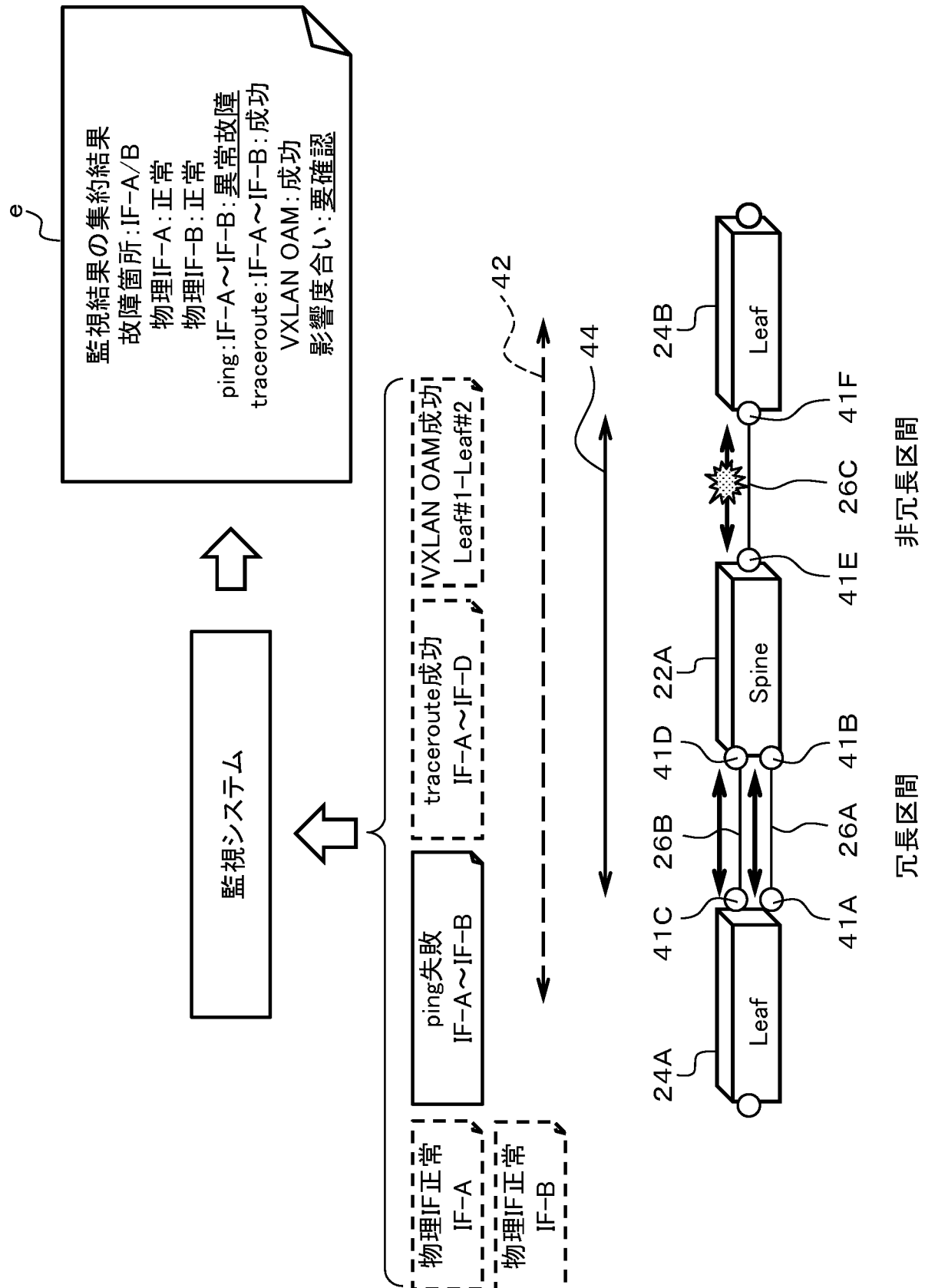
[図7]



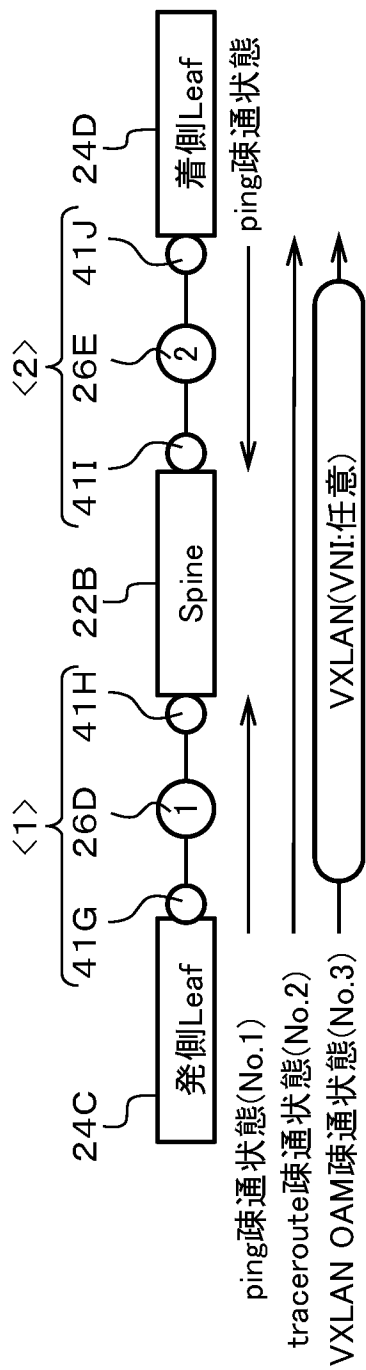
〔図8〕



[図9]



[図10]



No	発生イベント(監視時検出イベント)			参照先イベント			
	イベント種別	イベント状態	検出位置	物理IFペア状態		ping疎通状態	traceroute疎通状態
1	ping疎通状態	失敗	リンク 1	1	2	1	2
2	traceroute疎通状態	失敗	Leaf-Leaf間: 発側Leaf-着側Leaf (1→2)	○	○	○	○
3	VXLAN OAM疎通状態	失敗 (經由Spine情報あり)	Leaf-Leaf間: 発側Leaf-着側Leaf (1→2) VNI: 任意	—	○	—	○

[図11]

No	参照先イベント 物理IFペア状態	発生イベント		故障種別
		集約時検出 イベント	イベント名	
1	up	ping失敗 (サイレント故障)	サイレント故障によるping失敗	異常故障
2	down	ping失敗 (物理IF故障)	物理IF故障によるping失敗	他要因故障
3	IF差分	ping失敗 (物理IF故障)	物理IF故障によるping失敗	他要因故障
4	不明	ping失敗 (原因不明)	ping失敗	特定不可
5	監視OFF	ping失敗 (下位監視OFF)	ping失敗	特定不可

[図12]

No	参照先イベント(監視時検出イベント)				発生イベント		故障種別
	発側内部リンク		着側内部リンク		集約時検出イベント	イベント名	
	物理IF ペア状態	ping 疎通状態	物理IF ペア状態	ping 疎通状態			
1	up	成功	up	成功	traceroute失敗 (トランジット異常)	Spine内トランジット異常による traceroute失敗	異常故障
2	up	成功	up	失敗	traceroute失敗 (サイレント故障)	サイレント故障による traceroute失敗	他要因故障
3	up	成功	down/ IF差分	(ANY)	traceroute失敗 (物理故障)	物理IF故障による traceroute失敗	他要因故障
4	up	成功	不明	(ANY)	traceroute失敗 (原因不明)	traceroute失敗	特定不可
5	up	成功	up	不明	traceroute失敗 (原因不明)	traceroute失敗	特定不可
6	up	失敗	(ANY)	(ANY)	traceroute失敗 (サイレント故障)	サイレント故障による traceroute失敗	他要因故障
7	down/ IF差分	(ANY)	(ANY)	(ANY)	traceroute失敗 (物理故障)	物理IF故障による traceroute失敗	他要因故障
8	up	不明	(ANY)	(ANY)	traceroute失敗 (原因不明)	traceroute失敗	特定不可
9	不明	(ANY)	(ANY)	(ANY)	traceroute失敗 (原因不明)	traceroute失敗	特定不可
10	(ANY)	監視OFF	(ANY)	監視OFF	traceroute失敗 (下位監視OFF)	traceroute失敗	特定不可
11	監視OFF	(ANY)	監視OFF	(ANY)	traceroute失敗 (下位監視OFF)	traceroute失敗	特定不可

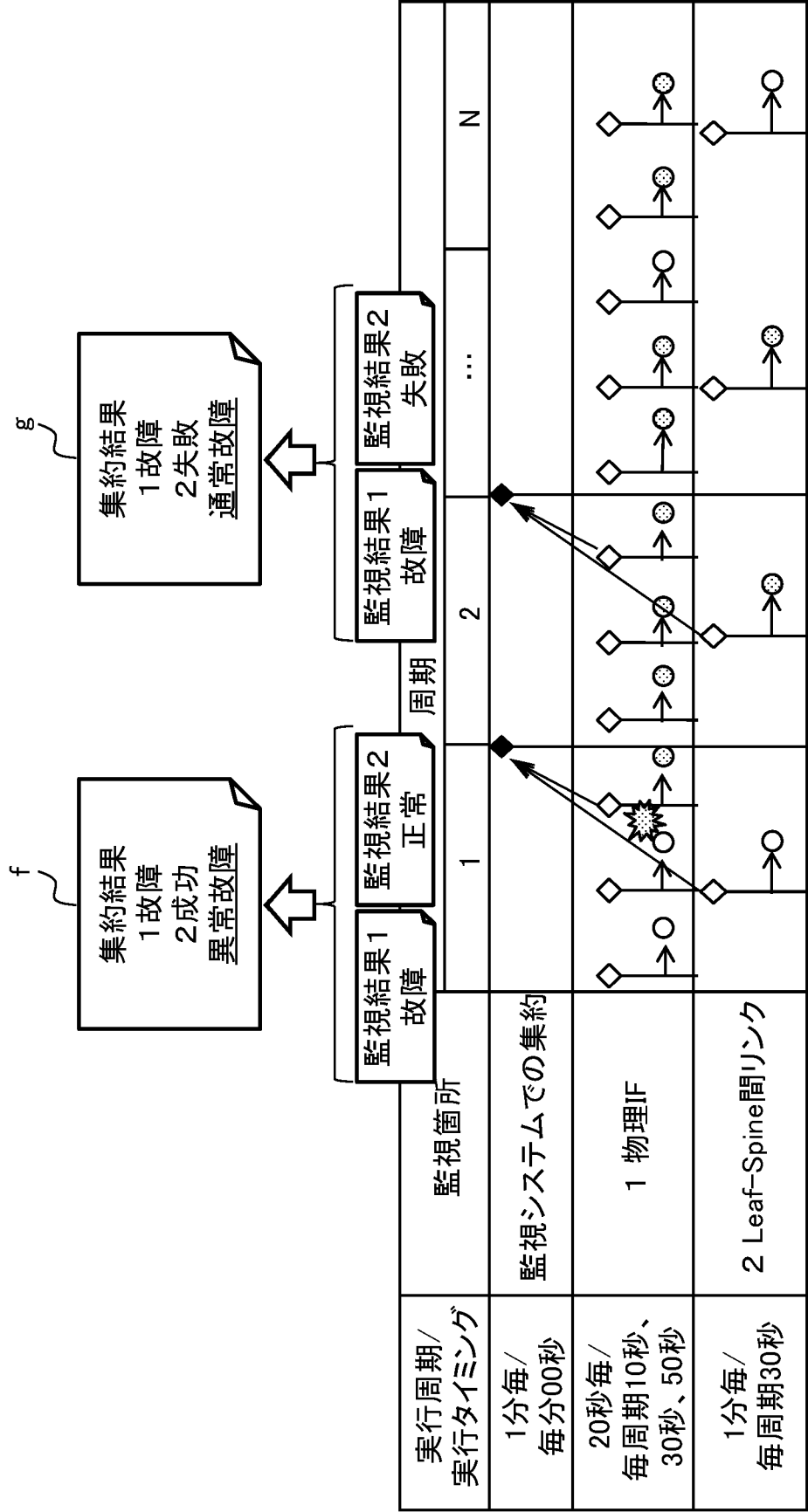
[図13]

No	参照先イベント(監視時検出イベント)			発生イベント		故障種別
	着側物理IFペア		VXLAN OAM区間	集約時検出 イベント	イベント名	
	物理IF ペア状態	ping	traceroute			
		疎通状態	疎通状態			
1	up	成功/ スキップ	成功	VXLAN OAM失敗 (VXLAN未構成)	宛先Leaf上VXLAN 未構成によるVXLAN 疎通NG	異常故障
2	up	成功/ スキップ	失敗	VXLAN OAM失敗 (トランジット異常)	Spine内トランジット 異常によるVXLAN 疎通NG	他要因故障
3	up	成功/ スキップ	不明	VXLAN OAM失敗 (原因不明)	VXLAN疎通NG	特定不可
4	up	失敗	(ANY)	VXLAN OAM失敗 (サイレント故障)	サイレント故障による VXLAN疎通NG	他要因故障
5	down/ IF差分	(ANY)	(ANY)	VXLAN OAM失敗 (物理故障)	物理IF故障による VXLAN疎通NG	他要因故障
6	up	不明	(ANY)	VXLAN OAM失敗 (原因不明)	VXLAN疎通NG	特定不可
7	不明	(ANY)	(ANY)	VXLAN OAM失敗 (原因不明)	VXLAN疎通NG	特定不可
8	(ANY)	(ANY)	監視OFF	VXLAN OAM失敗 (下位監視OFF)	VXLAN疎通NG	特定不可
9	(ANY)	監視OFF	(ANY)	VXLAN OAM失敗 (下位監視OFF)	VXLAN疎通NG	特定不可
10	監視OFF	(ANY)	(ANY)	VXLAN OAM失敗 (下位監視OFF)	VXLAN疎通NG	特定不可

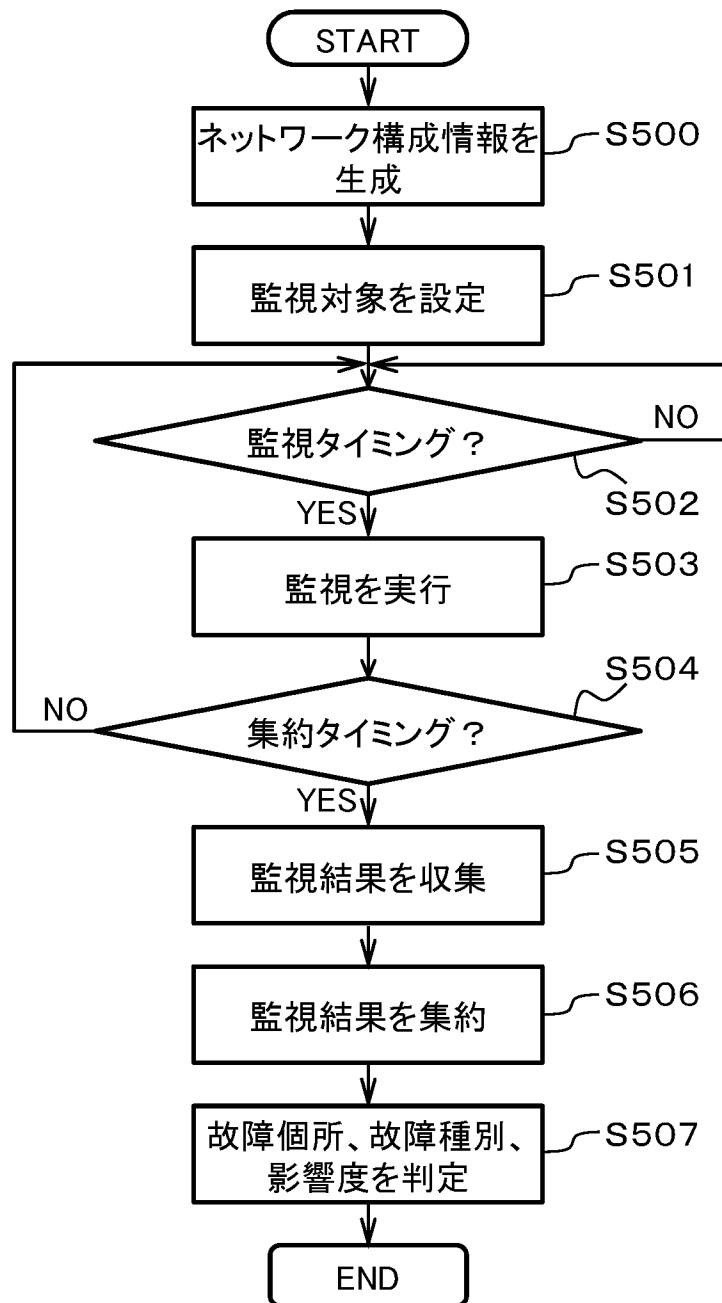
[図14]

監視時検知イベント						
No	発側物理IFペア		着側物理IFペア		traceroute 疎通状態	VXLAN OAM 疎通状態
	物理IFペア状態	ping 疎通状態	物理IFペア状態	ping 疎通状態		
1	down/IF差分	成功	(ANY)	(ANY)	(ANY)	(ANY)
2	down/IF差分	(ANY)	(ANY)	(ANY)	成功	(ANY)
3	down/IF差分	(ANY)	(ANY)	(ANY)	(ANY)	成功
4	(ANY)	(ANY)	down/IF差分	成功	(ANY)	(ANY)
5	(ANY)	(ANY)	down/IF差分	(ANY)	成功	(ANY)
6	(ANY)	(ANY)	down/IF差分	(ANY)	(ANY)	成功
7	up	失敗	(ANY)	(ANY)	成功	(ANY)
8	up	失敗	(ANY)	(ANY)	(ANY)	成功
9	(ANY)	(ANY)	up	失敗	成功	(ANY)
10	(ANY)	(ANY)	up	失敗	(ANY)	成功
11	(ANY)	(ANY)	(ANY)	(ANY)	失敗	成功
12	up	スキップ	(ANY)	(ANY)	(ANY)	(ANY)
13	(ANY)	(ANY)	up	スキップ	(ANY)	(ANY)
14	up	(ANY)	(ANY)	(ANY)	スキップ	(ANY)

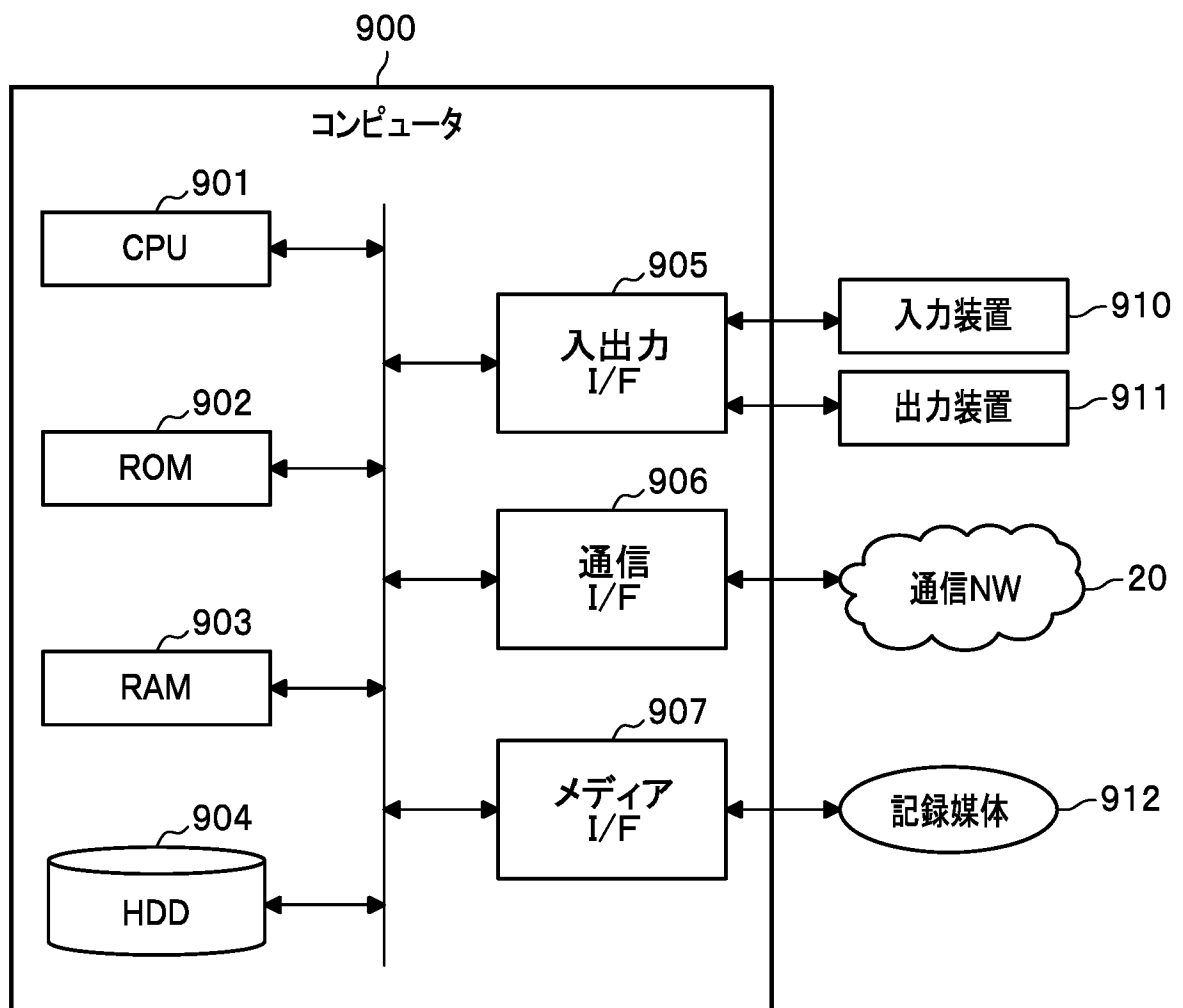
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/026500

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04L12/70 (2013.01) i, H04L12/939 (2013.01) i
FI: H04L12/70 100Z, H04L12/939

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. H04L12/00-12/955

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	US 2019/0207839 A1 (ARISTA NETWORKS, INC.) 04 July 2019, paragraphs [0017]-[0117], fig. 1, 2	1, 4-7 2-3
Y	US 2018/0367392 A1 (CISCO TECHNOLOGY, INC.) 20 December 2018, paragraphs [0046], [0304]-[0307], fig. 1A	1, 4-7
Y	US 2018/0013670 A1 (CISCO TECHNOLOGY, INC.) 11 January 2018, paragraphs [0017], [0018], [0063]	1, 4-7
A	US 9712381 B1 (GOOGLE INC.) 18 July 2017, paragraphs [0018]-[0054], fig. 2, 3A, 3B, 4	1-7

☐ 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
19.11.2020

Date of mailing of the international search report
01.12.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/026500

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2019/0207839 A1	04.07.2019	WO 2019/133913 A1	
US 2018/0367392 A1	20.12.2018	(Family: none)	
US 2018/0013670 A1	11.01.2018	WO 2016/191595 A1 CN 107646185 A	
US 9712381 B1	18.07.2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 12/70(2013.01)i; H04L 12/939(2013.01)i FI: H04L12/70 100Z; H04L12/939										
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）） H04L12/00-12/955										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年									
日本国登録実用新案公報	1994-2020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 請求項の番号								
Y	US 2019/0207839 A1 (ARISTA NETWORKS, INC.) 04.07.2019 (2019-07-04) [0017]-[0117], FIGs. 1, 2	1, 4-7								
A		2-3								
Y	US 2018/0367392 A1 (CISCO TECHNOLOGY, INC.) 20.12.2018 (2018-12-20) [0046], [0304]-[0307], FIG. 1A	1, 4-7								
Y	US 2018/0013670 A1 (CISCO TECHNOLOGY, INC.) 11.01.2018 (2018-01-11) [0017]-[0018], [0063]	1, 4-7								
A	US 9712381 B1 (GOOGLE INC.) 18.07.2017 (2017-07-18) [0018]-[0054], Figures. 2, 3A, 3B, 4	1-7								
☐ 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抵触するものではなく、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 19.11.2020		国際調査報告の発送日 01.12.2020								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 羽岡 さやか 5X 3149 電話番号 03-3581-1101 内線 3596								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/026500

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2019/0207839	A1	04.07.2019	WO	2019/133913	A1	
US	2018/0367392	A1	20.12.2018	(ファミリーなし)			
US	2018/0013670	A1	11.01.2018	WO	2016/191595	A1	
				CN	107646185	A	
US	9712381	B1	18.07.2017	(ファミリーなし)			