

(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
2023年11月16日(16.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/218519 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 41/0631 (2022.01) *H04B 10/07* (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/019777
- (22) 国際出願日: 2022年5月10日(10.05.2022)
- (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: 柴田 弘(SHIBATA, Hiroshi); 〒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). 青柳 健一

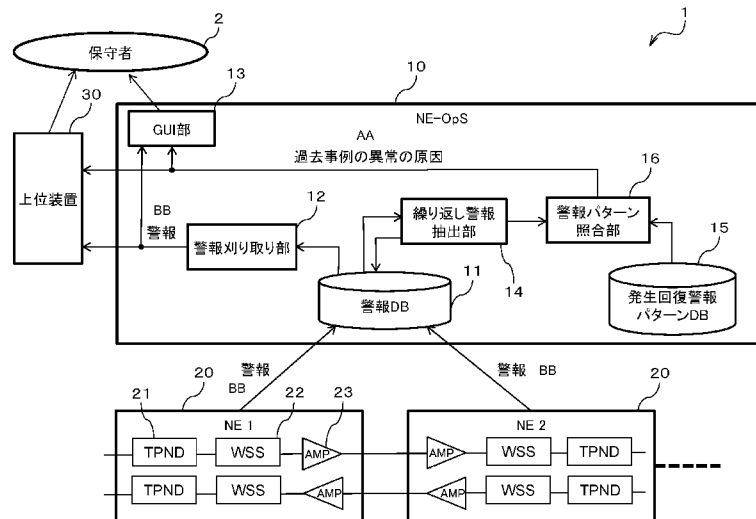
(AOYAGI, Kenichi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 須田 祥生(SUDA, Sachio); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(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,

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

(54) 発明の名称: ネットワーク設備監視装置、ネットワーク設備監視方法およびプログラム



2 Maintenance person
11 Alarm database
12 Alarm reaping unit
13 GUI unit
14 Repetitive alarm extraction unit
15 Occurred recovery alarm pattern database
16 Alarm pattern comparison unit
30 Host device
AA Cause of abnormality in past case
BB Alarm

(57) Abstract: A network equipment monitoring device (10) comprises: a repetitive alarm extraction unit (14) that extracts a group of alarms as a repetitive alarm from an alarm database (11), the group of alarms including an abnormality detection alarm and a recovery detection alarm that have repeatedly occurred regarding the same alarm content for the same network equipment (20) a predetermined number of times within a predetermined time period; an occurred recovery alarm pattern database (15) in which information on the repetitive alarm in a past case is accumulated together with the cause of the

EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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.

- (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, SC, 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))

repetitive alarm; and an alarm pattern comparison unit (16) that compares the extracted information on the repetitive alarm with the information on the repetitive alarm in the past case and, when the similarity is determined to be higher than a predetermined threshold value, notifies a host device (30) of the cause of the repetitive alarm in the past case.

(57) 要約: ネットワーク設備監視装置 (10) は、警報DB (11) から、同一のネットワーク設備 (20) の同一の警報内容について所定時間内に異常検知警報および回復検知警報が所定回数繰り返して発生している警報群を繰り返し警報として抽出する繰り返し警報抽出部 (14) と、過去事例の繰り返し警報の情報を当該繰り返し警報の原因と共に蓄積した発生回復警報パターンDB (15) と、抽出された繰り返し警報の情報を、過去事例の繰り返し警報の情報と照合し、類似性が所定の閾値よりも高いと判定した場合、過去事例の繰り返し警報の原因を上位装置 (30) に通知する警報パターン照合部 (16) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

ネットワーク設備監視装置、ネットワーク設備監視方法およびプログラム 技術分野

[0001] 本発明は、光伝送システムのネットワーク設備監視技術に係り、特に、ネットワーク設備監視装置、ネットワーク設備監視方法およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、システムの監視、アラート通知、パフォーマンス可視化等を実現する技術が知られている（非特許文献1、非特許文献2参照）。非特許文献1に記載された監視装置は、ネットワーク設備等の監視対象からデータを収集することにより、閾値の判定をし、アラート通知のアクションを実行し、データベースへ各種データを保存する。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：“[図解]Zabbixとは”，アシスト，[online]，[令和4年4月16日検索]，インターネット<URL：<https://www.ashisuto.co.jp/product/category/system-management/zabbix/>>

非特許文献2：“Zabbix 3.0の新機能：アイテム取得タイミングの柔軟化”，Qiita，2015年12月11日，[online]，[令和4年4月16日検索]，インターネット<URL：<https://qiita.com/atanaka7/items/907865d6aa93e3b45ae4>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、光信号のまま一気通貫処理する光伝送システムでは、光信号強度のようなアナログ特性を持つ信号の揺らぎが生じるので、この揺らぎによって閾値近辺で変動する故障モードの場合、異常検知と異常回復検知とが繰り返し発生してしまうことが考えられる。この状態では、光伝送システ

ムのネットワーク設備は、異常発生を知らせる異常検知警報および異常の回復を知らせる回復検知警報を繰り返し出力する。そのため、監視装置は、単位時間当たり大量の警報を保守者へ通知し続ける。このことは、保守者による警報の確認作業量を増大化させ、ひいては、ネットワーク設備の異常を引き起こした原因を特定するために必要な時間を増大化させる可能性がある。

[0005] そこで、本発明では、上記の問題を解決し、ネットワーク設備から大量の繰り返し警報が出力された場合に異常を引き起こした原因を特定する時間を低減することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係るネットワーク設備監視装置は、光伝送システムのネットワーク設備から出力される異常発生を知らせる異常検知警報および異常の回復を知らせる回復検知警報を警報情報として蓄積する警報データベースと、前記警報データベースに蓄積された警報情報を定期的に刈り取って所定の通知先へ送信する警報刈り取り部と、前記警報データベースから、同一のネットワーク設備の同一の警報内容について所定時間内に異常検知警報および回復検知警報が所定回数繰り返して発生している警報群を繰り返し警報として抽出する繰り返し警報抽出部と、過去事例の繰り返し警報の情報を当該繰り返し警報の原因と共に蓄積した発生回復警報パターンデータベースと、前記抽出された繰り返し警報の情報を、前記過去事例の繰り返し警報の情報と照合し、類似性が所定の閾値よりも高いと判定した場合、前記過去事例の繰り返し警報の原因を前記所定の通知先に通知する警報パターン照合部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、ネットワーク設備から大量の繰り返し警報が出力された場合に異常を引き起こした原因を特定する時間を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施形態に係るネットワーク設備監視装置を含む光伝送システムの概略構成図である。

[図2]図1の発生回復警報パターンデータベースに登録される基本情報となる過去の発生回復繰り返し警報の例を示す図である。

[図3A]繰り返し警報の時間変化を示すグラフである。

[図3B]繰り返し警報の周期が短い繰り返しパターンを示す図である。

[図3C]繰り返し警報の周期が長い繰り返しパターンを示す図である。

[図3D]繰り返し警報の周期の変動量が少ない繰り返しパターンを示す図である。

[図3E]繰り返し警報の周期の変動量が多い繰り返しパターンを示す図である。

[図3F]繰り返し警報の周期に対する異常継続期間の割合が大きい繰り返しパターンを示す図である。

[図4A]警報データベースに登録された警報群のデータを示す図である。

[図4B]警報データベースから抽出された繰り返し警報の情報を示す図である。

[図5]発生回復警報パターンデータベースから絞り込まれた候補の記録データを示す図である。

[図6]本実施形態に係るネットワーク設備監視装置および各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。

[図7]本実施形態に係るネットワーク設備監視装置による監視処理の流れを示す模式図である。

[図8]警報パターン照合部による処理の流れを示すフローチャートである。

[図9A]図8の類似度判定処理の流れを示すフローチャートである。

[図9B]図8の待機モード処理の流れを示すフローチャートである。

[図10]従来のネットワーク設備監視装置が異常検知警報および回復検知警報を通知する動作を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本実施形態に係るネットワーク設備監視装置について図面を参照して詳細に説明する。

[システム構成の概要]

図 1 に示すように、光伝送システム 1 は、ネットワーク設備監視装置 1 0 と、ネットワーク設備 2 0 と、上位装置 3 0 と、を備えている。

ネットワーク設備監視装置 1 0 は、例えば、NE-OpS (Network element operation system) で構成され、ネットワーク設備 2 0 から取得した警報を上位装置 3 0 に通知すると共に、必要に応じて、過去事例の異常の原因を上位装置 3 0 に通知する。上位装置 3 0 は、ネットワーク設備監視装置 1 0 を監視する装置であり、警報等を保守者 2 に提示する。

[0010] ネットワーク設備 2 0 は、例えば、トランスポンダ (Transponder : TPND) 2 1 と、波長選択スイッチ (Wavelength Selective Switch : WSS) 2 2 と、光増幅部 (Amplifier : AMP) 2 3 と、を備えている。ネットワーク設備 2 0 の台数は任意である。図 1 に示す 2 つのネットワーク設備を区別する場合、NE1、NE2 と表記し、区別しない場合、ネットワーク設備 2 0 と表記する。

[0011] 例えば外部の通信装置から電気信号が、ネットワーク設備 NE1 のトランスポンダ 2 1 に入力すると、この電気信号は、トランスポンダ 2 1 によって光信号に変換され、波長選択スイッチ 2 2 で合波され、光増幅部 2 3 で増幅された後に、外部に送信される。この光信号は、例えばネットワーク設備 NE2 の光増幅部 2 3 で増幅された後に波長選択スイッチ 2 2 で分波され、トランスポンダ 2 1 で受信されて図示しない通信装置へ送信される。なお、この光伝送システム 1 は双方向通信である。

[0012] [ネットワーク設備監視装置 1 0]

ネットワーク設備監視装置 1 0 は、警報データベース 1 1 と、警報刈り取り部 1 2 と、GUI (Graphical User Interface) 部 1 3 と、繰り返し警報抽出部 1 4 と、発生回復警報パターンデータベース 1 5 と、警報パターン照合部 1 6 と、を備えている。これらの各部は、ネットワーク設備監視装置という同じ筐体に収容してもよいし、互いに異なる筐体に収容してもよい。なお、以下の記載および図面では、データベースを DB と表記する。

[0013] 警報 DB 1 1 は、光伝送システム 1 のネットワーク設備 2 0 から出力され

る異常発生を知らせる異常検知警報および異常の回復を知らせる回復検知警報を警報情報として蓄積する。警報DB11は、警報の生データを蓄積する。警報刈り取り部12は、警報DB11に蓄積された警報情報を定期的に刈り取って上位装置30等の所定の通知先へ送信する。GUI部13は、警報等の所定の情報をユーザに提示する。GUI部13は、例えばマウス等の入力装置からユーザの指示を受け付け、ユーザの指示に応じた情報をディスプレイ等の出力装置に出力する。なお、警報DB11、警報刈り取り部12およびGUI部13は、従来公知の構成なので、これ以上の説明は省略する。

[0014] 繰り返し警報抽出部14は、警報DB11から、同一のネットワーク設備の同一の警報内容について所定時間内に異常検知警報および回復検知警報が所定回数繰り返して発生している警報群を繰り返し警報として抽出する。発生回復警報パターンDB15は、過去事例の繰り返し警報の情報を当該繰り返し警報の原因と共に蓄積する。警報パターン照合部16は、繰り返し警報抽出部14によって抽出された繰り返し警報の情報を、過去事例の繰り返し警報の情報と照合し、類似性が所定の閾値よりも高いと判定した場合、過去事例の繰り返し警報の原因を所定の通知先に通知する。なお、警報の原因とは、警報が知らせる内容ではなく、警報が発生した本当の理由であり、ネットワーク設備の異常を引き起こした原因を指す。以下、発生回復警報パターンDB15、繰り返し警報抽出部14および警報パターン照合部16について詳細に説明する。

[0015] [発生回復警報パターンDB15の詳細]

過去事例の繰り返し警報の情報は、基本情報と、過去事例の繰り返し警報についての異常の原因と、統計情報と、を含む。基本情報は、警報内容情報、警報が発生したネットワーク設備の識別情報、および警報が発生した個所を特定する情報を、含む。これらの情報は、異常検知警報または回復検知警報の時刻情報に対応付けてそれぞれ記録される。

[0016] (基本情報)

図2は、発生回復警報パターンDB15に登録される基本情報となる過去

の発生回復繰り返し警報の例を示す図である。図2に示す基本情報210は、項目211～215に関する情報を含んでいる。項目211は、警報が発生した日時を示す。日時は、例えば年月日や時分秒で表される。項目212は、警報の種別を示す。この例では、「発生」は異常検知警報を表し、「回復」は、回復検知警報を表している。なお、項目211において、時刻t0は、この繰り返し警報における最初の異常検知警報が発生した日時を示す。また、時刻t1は、この繰り返し警報における最初の回復検知警報が発生した日時を示す。項目213は、警報内容を示す。LOSは、信号消失 (Loss of Signal) を表す。項目214は、警報を出力した装置名を示す。OXCは、光クロスコネクト (optical cross-connect) を表す。項目215は、警報の発生個所を示す。10GパスCH03は、10 Giga bits per second path channel 03を表す。なお、基本情報210の各項目の値は一例である。

[0017] (異常の原因)

過去事例の繰り返し警報についての異常の原因は、例えば波長選択スイッチ (WSS) 22の故障や、光増幅部 (AMP) 23の故障等である。異常を知らせる警報と復旧を知らせる警報の繰り返しパターンは、装置の故障個所により様々なパターンがあり、異常の原因を特定することが困難である。警報内容が「LOS」を示すものであっても、異常の原因は、波長選択スイッチ (WSS) の故障なのか、光増幅部 (AMP) の故障なのか、原因を特定することは難しい。

[0018] 例えば、波長選択スイッチ (WSS) の出力に揺らぎがある場合、所定のネットワーク設備20において、LOS、回復、LOS、回復、…の警報が繰り返される。

また、光増幅部 (AMP) の出力に揺らぎがある場合、所定のネットワーク設備20において、LOS、回復、LOS、回復、…の警報が繰り返される事象が発生し、別のネットワーク設備20でもLOS、回復、LOS、回復、…の警報が繰り返される。つまり、繰り返し警報が他の装置にも波及することがある。波及は、例えば光増幅部の故障という1つの原因に対して、複数個所からの異

常に関する繰り返し警報が発生するという事象である。

[0019] (統計情報)

発生回復警報パターンDB15に登録される統計情報は、過去事例の繰り返し警報について、繰り返しパターンの特徴情報として時刻情報を用いて算出された情報である。ここで、繰り返しパターンについて図3Aを参照して説明する。図3Aは、繰り返し警報の時間変化を示すグラフである。横軸は時間軸であり、繰り返し警報の時刻情報を示す。縦軸は警報の種別を2値化して示す。異常検知警報は1で表され、回復検知警報は0で表される。図3B～図3Fは、他の繰り返しパターンを示す図である。これらの繰り返しパターンについての詳細は後記する。

[0020] 以下では、異常検知警報の発生時刻から回復検知警報の発生時刻までの期間を、異常継続期間と呼ぶ。回復検知警報の発生時刻から次の異常検知警報の発生時刻までの期間を、回復継続期間と呼ぶ。異常継続期間と、これに続く回復継続期間とを合わせた期間を周期と呼ぶ。

具体的には、図3Aにおいて、時刻 t_0 から時刻 t_1 までの期間 T_1 は、第1の異常継続期間である。時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間 T_2 は、第1の回復継続期間である。時刻 t_2 から時刻 t_3 までの期間 T_3 は、第2の異常継続期間である。時刻 t_3 から時刻 t_4 までの期間 T_4 は、第2の回復継続期間である。時刻 t_4 から時刻 t_5 までの期間 T_5 は、第3の異常継続期間である。時刻 t_5 から時刻 t_6 までの期間 T_6 は、第3の回復継続期間である。時刻 t_6 から時刻 t_7 までの期間 T_7 は、第4の異常継続期間である。

また、期間 T_1 と期間 T_2 の和は、第1の周期である。期間 T_3 と期間 T_4 の和は、第2の周期である。期間 T_5 と期間 T_6 の和は、第3の周期である。なお、周期は一定とは限らない。

[0021] (特徴情報)

繰り返しパターンの特徴情報は、例えば、警報発生間隔の平均値、警報発生間隔の標準偏差、繰り返し警報における異常継続時間の割合等である。

警報発生間隔の平均値は、異常検知警報の出力時刻と、回復検知警報の出

力時刻と、の間隔の平均値である。図3Aに示す時刻t7までの繰り返しパターンの場合、警報発生間隔の平均値は、異常継続期間T1, T3, T5, T7および回復継続期間T2, T4, T6の平均値である。時刻t0から時刻tnまでの時刻情報を用いる場合、警報発生間隔の平均値は、次の式(1)によって算出される。

[0022] [数1]

$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Tk \quad \cdots \text{式(1)}$$

[0023] 警報発生間隔の標準偏差は、警報発生間隔のばらつきを示すものである。

式(1)に示す警報発生間隔の平均値を用いると、警報発生間隔の標準偏差 σ は、次の式(2)で表される。

[0024] [数2]

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (Tk - \hat{T})^2}, \quad \cdots \text{式(2)}$$

$$\text{where } \hat{T} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Tk.$$

[0025] 繰り返し警報における異常継続時間の割合とは、繰り返し警報の周期に対する異常継続期間である。より詳細には、繰り返し警報における異常継続時間の割合 r は、次の式(3)で算出される。

[0026] [数3]

$$r = \frac{E1}{E1+E2} \quad \cdots \text{式(3)}$$

[0027] 式(3)において、E1は異常継続期間の平均値である。E2は回復継続期間の平均値である。図3Aに示す時刻t7までの繰り返しパターンの場合、 $E1=(T1+T3+T5+T7)/4$ となり、また、 $E2=(T2+T4+T6)/3$ となる。

[0028] (類似度係数の範囲)

発生回復警報パターンDB15に登録される情報には、さらに、類似性の基準値(統計情報)からの許容範囲に対応して予め設定された類似度係数の範囲を含むことができる。類似度係数の範囲は、比較しようとする繰り返し警報の統計情報と過去事例の統計情報とが同一(100%)である場合を基準と

して含む範囲である。類似度係数の範囲は、下限値と上限値で定められる。過去事例の統計情報の値と類似度係数の下限値とを乗算した計算結果は、類似性が高いと判定するための閾値（下限値）となる。過去事例の統計情報の値と類似度係数の上限値とを乗算した計算結果は、類似性が高いと判定するための閾値（上限値）となる。なお、警報パターン照合部 16 は、前記抽出された繰り返し警報の時刻情報を用いて繰り返しパターンの特徴情報として統計情報を算出し、過去事例の繰り返し警報についての統計情報と照合して類似性を判定する。

[0029] （波及事象）

発生回復警報パターン DB 15 に登録される情報には、さらに、波及事象を含むことができる。すなわち、過去事例の繰り返し警報の情報には、さらに、過去事例の繰り返し警報が発生したネットワーク設備 20 から他のネットワーク設備 20 への繰り返し警報の波及があったか否を示す情報を含むことができる。繰り返し警報の波及があった場合、繰り返し警報の波及があった他のネットワーク設備 20 の識別情報と、波及事象として発生した繰り返し警報の繰り返しパターンの特徴情報と、を含む。

[0030] [繰り返し警報抽出部 14 の詳細]

繰り返し警報抽出部 14 は、定期的に警報 DB 11 から繰り返し警報を検索する。ここで、繰り返し警報の抽出条件として、警報の繰り返し時間や繰り返し回数は、事前に定義される。警報の繰り返し時間は短時間であることが好ましく、例えば60秒としてもよい。同一のネットワーク設備から出力される同一の警報内容は、例えば、「10GパスCH03におけるLOS」としてもよい。いずれかの警報の回数は、例えば、5回、7回、または10回としてもよい。繰り返し警報抽出部 14 は、検索により抽出条件を満たす警報群を見つけた場合、予め定められた回数（例えば5回）以上記録されている警報群を1つの繰り返し警報として抽出し、警報パターン照合部 16 へ渡す。

[0031] 図 4 A は、警報 DB 11 に記録された警報群のデータを示す図である。図 4 A に示す警報群のデータ 310 は、項目 311 ～ 315 に関する情報を含

んでいる。項目 3 1 1 ～ 3 1 5 は、予め登録される過去事例の繰り返し警報についての基本情報 2 1 0 の項目 2 1 1 ～ 2 1 5 と同様である。なお、警報群のデータ 3 1 0 の各項目の値は一例である。

[0032] ここでは、警報群のデータ 3 1 0 が、同一の装置 (0XC-01) の同一の警報内容 (LOS) について所定時間 (例えば60秒) 内に異常検知警報および回復検知警報が所定回数 (例えば10回) 繰り返して発生したものであるとする。繰り返し警報抽出部 1 4 は、警報群のデータ 3 1 0 を図 4 B に示すように 1 つの繰り返し警報の情報 3 2 0 にまとめて、この繰り返し警報の情報 3 2 0 を警報パターン照合部 1 6 に渡す。

[0033] 繰り返し警報の情報 3 2 0 は、図 4 B に示すように、項目 3 2 1 ～ 3 2 6 に関する情報を含んでいる。項目 3 2 1 は、繰り返し警報が発生した日時を示す。この日時は、例えば繰り返し警報の最初の異常検知警報が発生した日時で表される。項目 3 2 2 は、警報の種別を示す。この例では、「発生回復繰り返し」は異常検知警報と回復検知警報の繰り返しを表している。項目 3 2 3 は、警報内容を示す。項目 3 2 4 は、警報を出力した装置名を示す。項目 3 2 5 は、警報の発生個所を示す。項目 3 2 6 は、繰り返し警報における各警報の時刻情報を示す。この時刻情報は、所定回数 (例えば5回) の警報がそれぞれ発生した日時の情報である。なお、繰り返し警報の情報 3 2 0 の各項目の値は一例である。

[0034] 繰り返し警報抽出部 1 4 は、検索により抽出条件を満たす警報群を見つけた場合、抽出する繰り返し警報の情報を識別可能に記録するようにしてもよい。この場合、繰り返し警報抽出部 1 4 は、定期的な検索により、同一のネットワーク設備から出力される同一の警報内容に関する繰り返し警報が毎回抽出された場合、当該ネットワーク設備の異常が継続していることを判定する。一方、繰り返し警報抽出部 1 4 は、毎回抽出されていた繰り返し警報が、予め定められた期間内に行った検索で抽出できなくなった場合、当該ネットワーク設備が復旧したことを判定することができる。後記するように、繰り返し警報抽出部 1 4 は、繰り返し警報の刈り取りが停止状態になった後に

、当該繰り返し警報を出力していたネットワーク設備が復旧したと判定した場合、警報刈り取り部 12 に対して、当該繰り返し警報の刈り取りの停止状態の解除を指示することもできる。

[0035] [警報パターン照合部 16 の詳細]

警報パターン照合部 16 は、図 4 B に示す繰り返し警報の情報 320 を繰り返し警報抽出部 14 から取得すると、類似性の判定処理を開始する。警報パターン照合部 16 は、発生回復警報パターン DB 15 に予め蓄積された過去事例の中から、繰り返し警報の情報 320 と照合すべき候補を絞り込む。警報パターン照合部 16 は、繰り返し警報の情報 320 に記載された警報内容 323 の情報に基づいて、その警報内容が記載された過去事例を、照合すべき候補の記録データとして抽出する。

[0036] 図 5 は、発生回復警報パターン DB 15 から絞り込まれた候補の記録データを示す図である。図 5 に示すテーブル 250 は、通番、〔1〕、〔2〕、〔3〕および〔4〕の項目を備えている。エントリ No. 1、エントリ No. 2、およびエントリ No. 3 の各候補には、具体的なデータが記録されている。

項目〔1〕は、過去事例の繰り返し警報についての基本情報と、統計情報とを含んでいる。繰り返し警報についての基本情報は、警報内容の情報、および発生個所の情報を含んでいる。

[0037] 項目〔1〕の統計情報は、〔1-1〕、〔1-2〕および〔1-3〕の項目を備えている。項目〔1-1〕は、警報発生間隔の平均値を示す。警報発生間隔の平均値は、前記した式（1）によって算出される。項目〔1-2〕は、警報発生間隔の標準偏差を示す。警報発生間隔の標準偏差は、前記した式（2）によって算出される。項目〔1-3〕は、繰り返し警報における異常継続時間の割合を示す。繰り返し警報における異常継続時間の割合は、前記した式（3）によって算出される。

[0038] 項目〔2〕は、類似性の判定に使用される類似度係数の範囲を示す。エントリ No. 1 の候補についての類似度係数の範囲は、「0.9～1.1」である。エントリ No. 2 および No. 3 の候補についての類似度係数の範囲は、それぞれ「0.8～1.

2」である。

[0039] 項目〔3〕は、波及事象として他の装置へ繰り返し警報の波及があったか否かを示す。エントリNo.1の候補については、他の装置へ繰り返し警報の波及はなかった。エントリNo.2の候補については、実際にエントリNo.3の装置へ繰り返し警報の波及があった。エントリNo.3の候補については、実際にエントリNo.2の装置へ繰り返し警報の波及があった。

[0040] 項目〔4〕は、過去事例の繰り返し警報についての異常の原因を示す。エントリNo.1の候補についての異常の原因は、波長選択スイッチ（WSS）の故障である。エントリNo.2およびNo.3の候補についての異常の原因は、それぞれ光増幅部（AMP）の故障である。

[0041] 次に、警報パターン照合部16が類似性を判定するために用いる統計情報と、繰り返し警報の繰り返しパターンとの関係について図3B～図3Fを参照して説明する。警報パターン照合部16は、繰り返しパターンについて一例として以下の3つの観点の基準を用いて、繰り返し警報のパターン照合をおこなう。

[0042] [第1の観点]

図3Bに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報は、図3Cに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報とは類似していない。図3Bに示す時刻 t_0 から時刻 t_2 までの期間（第1の周期）は、図3Cに示す時刻 t_0 から時刻 t_2 までの期間（第1の周期）よりも短い。つまり、図3Bに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報は、図3Cに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報よりも周期が短く、両者の類似性が低いことが分かる。そこで、警報パターン照合部16は、第1の観点では、図5に示す項目〔1-1〕警報発生間隔の平均値を基準にして類似性を判定する。

[0043] [第2の観点]

図3Dに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報は、図3Eに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報とは類似していない。図3Dに示す時刻 t_0 から時刻 t_2 までの期間（第1の周期）は、時刻 t_2 から時刻 t_4 までの期間

(第2の周期)とあまり変わらない。図3Eに示す時刻t0から時刻t2までの期間(第1の周期)は、時刻t2から時刻t4までの期間(第2の周期)よりも長い。つまり、図3Eに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報は、図3Dに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報よりも周期の変動量が多く、両者の類似性が低いことが分かる。そこで、警報パターン照合部16は、第2の観点では、図5に示す項目[1-2] 警報発生間隔の標準偏差(時間間隔のばらつき)を基準にして類似性を判定する。

[0044] [第3の観点]

図3Fに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報は、回復継続期間に比べて異常継続期間が長い、という特徴を有している。図3Fに示す時刻t0から時刻t2までの期間(第1の周期)に注目すると、時刻t0から時刻t1までの異常継続期間は、時刻t1から時刻t2までの回復継続期間の2倍ほどの長さである。また、この繰り返し警報は、第2の周期や第3の周期においても同様の傾向を有している。つまり、図3Fに示す繰り返しパターンを有する繰り返し警報は、周期に対する異常継続期間の割合が大きい、ことが分かる。そこで、警報パターン照合部16は、第3の観点では、図5に示す項目[1-3] 繰り返し警報における異常継続時間の割合を基準にして類似性を判定する。

[0045] 警報パターン照合部16は、類似性の判定処理において、従来技術と比較して計算量が少なく、CPUの処理負荷をかけずに類似性を判定し、代表的な故障事例に合致するかどうかを迅速に検出することができる。なお、類似性の判定には、機械学習等のAI技術を活用することも可能である。

警報パターン照合部16は、類似性の判定処理に付随して、上位装置30等への通知処理を実行する機能等を有する。これらの機能については、警報パターン照合部16の処理動作と併せて後記する。

[0046] [ハードウェア構成]

前記実施形態に係るネットワーク設備監視装置10は、例えば図6に示すような構成のコンピュータ900によって実現される。

図6は、本実施形態に係るネットワーク設備監視装置10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、RAM (Random Access Memory) 903、HDD (Hard Disk Drive) 904、入出力I/F (Interface) 905、通信I/F 906 およびメディアI/F 907 を有する。

[0047] CPU 901 は、ROM 902 または HDD 904 に記憶されたプログラムに基づき作動する。ROM 902 は、コンピュータ 900 の起動時に CPU 901 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。

[0048] CPU 901 は、入出力I/F 905 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。CPU 901 は、入出力I/F 905 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 CPU 901 とともに、GPU (Graphics Processing Unit) 等を用いても良い。

[0049] HDD 904 は、CPU 901 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/F 906 は、通信網 920 を介して他の装置からデータを受信して CPU 901 へ出力し、また、CPU 901 が生成したデータを、通信網 920 を介して他の装置へ送信する。

[0050] メディアI/F 907 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、RAM 903 を介して CPU 901 へ出力する。CPU 901 は、目的の処理に係るプログラムを、メディアI/F 907 を介して記録媒体 912 から RAM 903 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 (Magneto Optical disk) 等の光磁気記録媒体、磁気記録媒体、又は半導体メモリ等である。

[0051] 例えば、コンピュータ 900 が前記実施形態に係るネットワーク設備監視装置 10 として機能する場合、CPU 901 は、RAM 903 上にロードされたプ

プログラムを実行することによりネットワーク設備監視装置 10 の機能を実現する。また、HDD 904 には、RAM 903 内のデータが記憶される。CPU 901 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、CPU 901 は、他の装置から通信網 920 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。

[0052] [ネットワーク設備監視装置の動作]

次に、ネットワーク設備監視装置 10 による監視処理の流れについて図 7 を参照（適宜図 1 参照）して説明する。

ネットワーク設備監視装置 10 において、警報刈り取り部 12 は、始動して刈取処理と送信処理とを実行する（ステップ S10）。ここでは、例えばネットワーク設備 NE1 の同一の警報内容について異常検知警報および回復検知警報が繰り返しており、それぞれの警報が警報 DB 11 に蓄積されるものとする。警報刈り取り部 12 が警報の刈取処理を行うと、警報 DB 11 から該当の警報が削除される。定期的な刈取処理が行われていないときに、繰り返し警報抽出部 14 は、例えば時刻 t_0 ～時刻 t_6 の警報群が条件を満たすと判定する。この場合、繰り返し警報抽出部 14 は、時刻 t_0 ～時刻 t_6 の警報群をまとめた繰り返し警報を抽出する（ステップ S20）。そして、繰り返し警報抽出部 14 は、抽出した繰り返し警報を警報パターン照合部 16 に受け渡す（ステップ S30）。

[0053] 警報パターン照合部 16 は、受け取った繰り返し警報と、発生回復警報パターン DB 15 に記録された過去事例の繰り返し警報との照合による類似パターンの検出処理を実行する（ステップ S40）。この処理の詳細は後記する。そして、類似性が高いと判定した場合、警報パターン照合部 16 は、過去事例の繰り返し警報の原因を上位装置 30 に通知する（ステップ S50）。さらに、警報パターン照合部 16 は、警報刈り取り部 12 に対して、刈取処理の停止を指示する（ステップ S60）。刈り取り停止指示の内容は、例えば、「装置名：0XC-01」、「発生箇所：10GパスCH03」、警報内容「LOS」のエントリを有する異常検知警報および回復検知警報に対する刈り取りを停

止する、というものである。これにより、警報刈り取り部 12 は、警報の刈取処理および送信処理を停止する（ステップ S 70）。なお、警報パターン照合部 16 は、受け取った繰り返し警報と、過去事例の繰り返し警報との類似性が低いと判定した場合、ステップ S 50 およびステップ S 60 を実行しない。

[0054] 刈り取り停止状態になった後も、ネットワーク設備 NE1 から異常検知警報および回復検知警報の出力がしばらく続くが、例えば時刻 t31 以降の所定期間に亘って警報が停止する。このとき、警報 DB 11 には、ネットワーク設備 NE1 からの警報が所定期間に亘って蓄積されない。これにより、繰り返し警報抽出部 14 は、ネットワーク設備 NE1 の復旧を検出する（ステップ S 80）。そして、繰り返し警報抽出部 14 は、警報刈り取り部 12 に対して、刈り取り停止状態の解除を指示する（ステップ S 90）。刈り取り停止解除指示の内容は、例えば、「装置名：0XC-01」、「発生箇所：10GパスCH03」、警報内容「LOS」のエントリを有する異常検知警報および回復検知警報に対する刈り取り停止を解除する、というものである。これにより、警報刈り取り部 12 は、再始動して警報の刈取処理と送信処理とを実行する（ステップ S 100）。

[0055] なお、警報パターン照合部 16 は、刈取処理の停止を警報刈り取り部 12 に指示したことを、繰り返し警報抽出部 14 に通知してもよい。これにより、警報刈り取り部 12 が刈り取り停止状態ではないときに繰り返し警報抽出部 14 が解除を指示するような誤動作を確実に防止することができる。

[0056] 次に、警報パターン照合部 16 による処理の流れについて、図 8 を参照（適宜図 7 参照）して説明する。なお、警報パターン照合部 16 は、図 8 に記載されたすべての処理を毎回実行するとは限らない。

まず、警報パターン照合部 16 は、繰り返し警報抽出部 14 から、繰り返し警報の情報 320（図 4 B）を取得すると、過去事例の候補を絞り込む（ステップ S 41）。このとき、警報パターン照合部 16 は、繰り返し警報の情報 320 と照合すべき過去事例の各候補の記録データを格納したテーブル

250 (図5)を作成する。そして、警報パターン照合部16は、繰り返し警報の情報320と照合すべき各候補との類似度判定処理(ステップS42)を実行する。

[0057] この類似度判定処理(ステップS42)において、警報パターン照合部16は、図9Aに示すように、繰り返し警報の情報320(図4B)の時刻情報326から、繰り返し警報の特徴情報を算出する(ステップS421)。ここで、警報パターン照合部16は、問題となっている繰り返し警報の特徴情報として、前記した式(1)～式(3)を用いて各統計情報を算出する。

[0058] また、警報パターン照合部16は、過去事例の候補ごとに、過去事例の特徴情報の範囲を算出する(ステップS422)。ここで、警報パターン照合部16は、テーブル250(図5)において項目[1]の統計情報と、項目[2]の類似度係数の範囲とを用いて、過去事例の特徴情報の範囲を算出する。具体的には、図5に示すエントリNo.1の場合、類似度係数の範囲は、「0.9～1.1」に設定されており、警報発生間隔の平均値が「1.0 sec」である。この場合、過去事例の特徴情報の範囲(閾値の範囲)は、「0.9～1.1 sec」である。このとき、問題となっている繰り返し警報から算出された発生間隔の平均値が「0.9～1.1 sec」の範囲内であれば、過去事例との類似性が高いと判定されることになる。

[0059] 続いて、警報パターン照合部16は、問題となっている繰り返し警報との類似度が高い過去事例を検出する(ステップS423)。ここで、警報パターン照合部16は、図4Bに示す繰り返し警報の情報320と照合すべき各候補(図5に示すNo.1, No.2, No.3)との類似度判定処理を順次おこなう。そして、警報パターン照合部16は、前記した第1ないし第3のすべての観点で類似性が高いと判定できた場合に、警報DB11から抽出された繰り返し警報が、過去事例との類似性が高い、と判定する。すべての観点で類似性が高いと判定できる候補がない場合、警報パターン照合部16は、処理を終了する。

[0060] 一方、すべての観点で類似性が高いと判定できる候補がある場合、警報パ

ターン照合部 16 は、波及の有無を判定する（ステップ S 4 3 : 図 8）。すなわち、警報パターン照合部 16 は、類似性が高い過去事例に、波及事象が登録されているか否かを判別する。

例えば、類似性が高い過去事例が、図 5 に示すエントリ No. 1 であった場合、波及事象が登録されていないので、警報パターン照合部 16 は、エントリ No. 1 の過去事例の繰り返し警報の原因「WSS故障」を上位装置 30 に通知する（ステップ S 5 0）。

[0061] また、例えば、類似性が高い過去事例が、図 5 に示すエントリ No. 2 であった場合、エントリ No. 3 が波及事例として登録されているので警報パターン照合部 16 は、待機モード処理を実行する（ステップ S 4 4 : 図 8）。待機モード処理（ステップ S 4 4）には、予め定められた待機期間（例えば 120 秒）が設定されている。この待機期間において、警報パターン照合部 16 は、図 9 B に示すように、繰り返し警報抽出部 14 から繰り返し警報を新たに受信したか否かを判別する（ステップ S 4 4 1）。繰り返し警報を新たに受信していない場合（ステップ S 4 4 1 : No）、警報パターン照合部 16 は、待機期間が終了したか否かを判別する（ステップ S 4 4 2）。待機期間が終了した場合（ステップ S 4 4 2 : Yes）、警報パターン照合部 16 は、処理を終了する。

[0062] 一方、ステップ S 4 4 2 において待機期間が終了していない場合（ステップ S 4 4 2 : No）、警報パターン照合部 16 は、ステップ S 4 4 1 に戻る。そして、待機期間において、繰り返し警報を新たに受信した場合（ステップ S 4 4 1 : Yes）、警報パターン照合部 16 は、類似度判定処理を実行し（ステップ S 4 4 3）、待機モード処理を終了する。ステップ S 4 4 3 の類似度判定処理は、ステップ S 4 2 の類似度判定処理（図 9 A）と同様である。このステップ S 4 4 3 では、警報パターン照合部 16 は、前記した第 1 ないし第 3 のすべての観点を用いて同様に類似性を判定する。ただし、過去事例の候補は、過去事例の波及事象として蓄積されている繰り返し警報の情報（例えばエントリ No. 3 の情報）である。また、問題となっている繰り返し

警報は、待機期間に発生した新たな繰り返し警報である。

[0063] ステップS 4 4 3において、新たな繰り返し警報と、過去の波及事例の繰り返し警報との類似性が低いと判定した場合、警報パターン照合部 1 6 は、処理を終了する。

一方、ステップS 4 4 3において、新たな繰り返し警報と、過去の波及事例の繰り返し警報との類似性が高いと判定した場合、ステップS 5 0において、警報パターン照合部 1 6 は、エントリNo. 2の過去事例の異常の原因「AMP故障」を上位装置 3 0 に通知する。

[0064] また、警報パターン照合部 1 6 は、過去事例の異常の原因を上位装置 3 0 に通知した後、警報刈り取り部 1 2 に対して、過去事例との類似性が高いと判定された繰り返し警報を刈り取る処理および送信処理のそれぞれの停止を指示する（ステップS 6 0）。繰り返し警報の原因を通知した後に、警報刈り取り部 1 2 が繰り返し警報を上位装置 3 0 へ通知する必要はない。警報刈り取り部 1 2 が、繰り返し警報を上位装置 3 0 へ通知する処理を止めることによって、システム負荷を軽減させることができる。

[0065] 次に、本実施形態に係るネットワーク設備監視装置の動作の有利な点について図 1 0 および図 7 を参照して説明する。図 1 0 は、従来のネットワーク設備監視装置が異常検知警報および回復検知警報を通知する動作を示す模式図である。図 1 0 に示すように、従来のネットワーク設備監視装置 1 1 0 は、ネットワーク設備 2 0 から通知された警報のデータを警報DB 1 1 に蓄積する。ネットワーク設備監視装置 1 1 0 において、警報刈り取り部 1 2 は、警報DB 1 1 から定期的に警報を刈り取って上位装置 3 0 に送信する。

[0066] 図 1 0 に示すように、従来のネットワーク設備監視装置 1 1 0 において、例えばネットワーク設備NE1の同一の警報内容について異常検知警報および回復検知警報が繰り返し発生すると、ネットワーク設備監視装置 1 1 0 から上位装置 3 0 へ大量の警報が通知される。これにより、上位装置 3 0 は大量警報を表示するので、保守者による確認作業を増大化させる。そのため、保守者は、ネットワーク設備NE1の異常の原因を特定するのに時間を要する。

また、異常検知警報および回復検知警報が繰り返し発生するとき、警報刈り取り部 12 は、警報 DB 11 から大量の警報を刈り取る処理の負荷が増大する。これによって、警報刈り取り部 12 から上位装置 30 への警報が遅延したり、警報刈り取り部 12 から上位装置 30 へ通知すべき警報が漏れたりする等の不具合が生じる可能性があった。

[0067] これに対して、図 7 に示すネットワーク設備監視装置 10 は、発生回復警報パターン DB 15 に、過去事例による繰り返し警報の繰り返しパターンと異常の原因とが登録されている。また、異常検知警報および回復検知警報が繰り返し発生するとき、繰り返し警報抽出部 14 が、その繰り返し警報を抽出して、警報パターン照合部 16 に渡す。そして、警報パターン照合部 16 が、過去の故障事例における繰り返しパターンとの類似性を判定し、類似性が高いと判定した過去事例についての異常の原因を保守者に通知する。さらに、ネットワーク設備監視装置 10 は、類似性が高い過去事例を検知した後に、繰り返す警報の刈り取り処理を止めると共に上位装置 30 へ警報を通知することを止めることによって、システム負荷を軽減させる。したがって、ネットワーク設備監視装置 10 によれば、光伝送システム 1 における主信号に起因した故障発生に対して、保守者が故障個所を特定することを容易にし、かつ、大量の警報出力を抑止することができる。

[0068] [効果]

以上説明したように、ネットワーク設備監視装置は、光伝送システム 1 のネットワーク設備 20 から出力される異常発生を知らせる異常検知警報および異常の回復を知らせる回復検知警報を警報情報として蓄積する警報データベース 11 と、警報データベース 11 に蓄積された警報情報を定期的に刈り取って所定の通知先（上位装置 30）へ送信する警報刈り取り部 12 と、警報データベース 11 から、同一のネットワーク設備の同一の警報内容について所定時間内に異常検知警報および回復検知警報が所定回数繰り返して発生している警報群を繰り返し警報として抽出する繰り返し警報抽出部 14 と、過去事例の繰り返し警報の情報を当該繰り返し警報の原因と共に蓄積した発

生回復警報パターンデータベース 15 と、抽出された繰り返し警報の情報を、過去事例の繰り返し警報の情報と照合し、類似性が所定の閾値よりも高いと判定した場合、過去事例の繰り返し警報の原因を所定の通知先（上位装置 30）に通知する警報パターン照合部 16 と、を備えることを特徴とする。

[0069] このようにすることにより、ネットワーク設備監視装置において、警報パターン照合部 16 は、異常の発生および異常の回復を知らせる繰り返し警報に対して、類似性が所定の閾値よりも高い過去事例が蓄積されている場合、過去事例の繰り返し警報の原因を通知することができる。したがって、ネットワーク設備の保守者は、繰り返し警報の原因を迅速に特定することができる。

[0070] ネットワーク設備監視装置において、過去事例の繰り返し警報の情報は、異常検知警報または回復検知警報の時刻情報に対応付けてそれぞれ記録された、警報内容情報、警報が発生したネットワーク設備 20 の識別情報、および警報が発生した個所を特定する情報を、含む基本情報と、繰り返しパターンの特徴情報として時刻情報を用いて算出された統計情報と、を含み、警報パターン照合部 16 は、抽出された繰り返し警報の時刻情報を用いて繰り返しパターンの特徴情報として統計情報を算出し、過去事例の繰り返し警報についての統計情報と照合して類似性を判定することを特徴とする。

[0071] このようにすることにより、ネットワーク設備監視装置において、発生回復警報パターンデータベース 15 は、異常検知警報または回復検知警報自体の詳細な情報と、時刻情報を用いて算出された統計情報とを蓄積することができる。また、警報パターン照合部 16 は、統計情報同士を照合することで、抽出された繰り返し警報と過去事例の繰り返し警報との類似性を判定するので、計算の処理負荷を低くすることができる。

[0072] ネットワーク設備監視装置において、過去事例の繰り返し警報の情報は、過去事例の繰り返し警報が発生したネットワーク設備 20 から他のネットワーク設備 20 への繰り返し警報の波及があったか否を示す情報と、繰り返し警報の波及があった他のネットワーク設備 20 の識別情報と、波及事象とし

て発生した繰り返し警報の繰り返しパターンの特徴情報と、を含み、警報パターン照合部 16 は、抽出された繰り返し警報との類似性が所定の閾値よりも高いと判定した過去事例の繰り返し警報について波及があったことを示す情報が蓄積されていた場合、予め定められた期間だけ待機し、予め定められた期間に新たな繰り返し警報が発生した場合、新たな繰り返し警報の情報を過去事例の波及事象として蓄積されている繰り返し警報の情報と照合して類似性を判定することを特徴とする。

[0073] このようにすることにより、ネットワーク設備監視装置において、警報パターン照合部 16 は、抽出された繰り返し警報との類似性が所定の閾値よりも高いと判定した過去事例の繰り返し警報について波及があったことを示す情報が蓄積されていた場合、抽出された繰り返し警報が他のネットワーク設備に波及するか否かを判定することができる。したがって、1つの原因に関して複数のネットワーク設備から異常を知らせる繰り返し警報が出力される場合に、ネットワーク設備の保守者は、繰り返し警報の原因を迅速に特定することができる。

[0074] ネットワーク設備監視装置において、警報パターン照合部 16 は、抽出された繰り返し警報の情報と、過去事例の繰り返し警報の情報との類似性が所定の閾値よりも高いと判定した場合、警報刈り取り部 12 に対して、類似性が高いと判定された繰り返し警報を刈り取る処理および送信処理のそれぞれの停止を指示することを特徴とする。

[0075] このようにすることにより、所定の通知先（上位装置 30）において、大量警報通知によって確認作業を増大化させ繰り返し警報の原因特定に時間を要するといった事態を招かないように予防することができる。また、警報刈り取り部 12 において、警報刈り取り処理の負荷増大による警報遅延や警報漏れ等を招かないように予防することができる。

[0076] ネットワーク設備監視装置において、繰り返し警報抽出部 14 は、繰り返し警報の刈り取りが停止状態になった後で予め定められた期間内に、当該繰り返し警報が、警報データベース 11 から抽出できない場合、警報刈り取り

部 1 2 に対して、当該繰り返し警報の刈り取りの停止状態の解除を指示することを特徴とする。

[0077] このようにすることにより、ネットワーク設備監視装置において、繰り返し警報抽出部 1 4 は、繰り返し警報を出力していたネットワーク設備が復旧したことを検知すると、速やかに、次の繰り返し警報と過去事例の繰り返し警報とを照合することができる。

[0078] ネットワーク設備監視方法は、ネットワーク設備監視装置 1 0 のネットワーク設備監視方法であって、ネットワーク設備監視装置 1 0 は、光伝送システム 1 のネットワーク設備 2 0 から出力される異常発生を知らせる異常検知警報および異常の回復を知らせる回復検知警報を警報情報として蓄積する警報データベース 1 1 と、過去事例の繰り返し警報の情報を当該繰り返し警報の原因と共に蓄積した発生回復警報パターンデータベース 1 5 と、を備えており、警報データベース 1 1 に蓄積された警報情報を定期的に刈り取って所定の通知先 3 0 へ送信するステップと、警報データベース 1 1 から、同一のネットワーク設備の同一の警報内容について所定時間内に異常検知警報および回復検知警報が所定回数繰り返して発生している警報群を繰り返し警報として抽出するステップと、抽出された繰り返し警報の情報を、過去事例の繰り返し警報の情報と照合し、類似性が所定の閾値よりも高いと判定した場合、過去事例の繰り返し警報の原因を所定の通知先（上位装置 3 0）に通知するステップと、を実行することを特徴とする。

[0079] このようにすることにより、ネットワーク設備監視方法において、ネットワーク設備監視装置 1 0 は、異常の発生および異常の回復を知らせる繰り返し警報に対して、類似性が所定の閾値よりも高い過去事例が蓄積されている場合、過去事例の繰り返し警報の原因を通知することができる。したがって、ネットワーク設備の保守者は、繰り返し警報の原因を迅速に特定することができる。

[0080] なお、本発明は、以上説明した実施例に限定されるものではなく、多くの変形が本発明の技術的思想内で当分野において通常の知識を有する者により

可能である。

例えば、警報パターン照合部は、繰り返し警報の過去事例の原因を上位装置30へ通知するものとしたが、これに限らず、GUI部13へ通知するようにしてもよい。また、警報パターン照合部は、繰り返し警報の過去事例の原因を上位装置30およびGUI部13へ通知するようにしてもよい。さらに、警報パターン照合部は、繰り返し警報の過去事例の原因に応じて、原因を上位装置30のみに通知したり、GUI部13のみに通知したりしてもよい。

[0081] 前記実施形態では、繰り返しパターンの特徴情報として、警報発生間隔の平均値、警報発生間隔の標準偏差、繰り返し警報における異常継続時間の割合を例示したが、これらに限定されるものではない。特徴情報は、繰り返し警報の時刻情報を用いて算出できる統計情報であればよい。このネットワーク設備監視方法は、他の活用可能な計算方法で求められた統計情報を容易に追加することができる。

また、警報パターン照合部は、特徴情報に関する3つの観点すべてで類似性が高い場合に、問題となっている繰り返し警報との類似性が高い過去事例であると判定したが、これに限らない。類似性を判定するために必要な特徴情報に関する観点の個数は予め定められる。

警報内容はLOSに限らず、例えばフレーム同期外れ (Loss of Frame : LOF) 等の他の障害状態であってもよい。

符号の説明

- [0082]
- | | |
|----|------------------|
| 1 | 光伝送システム |
| 2 | 保守者 |
| 10 | ネットワーク設備監視装置 |
| 11 | 警報データベース |
| 12 | 警報刈り取り部 |
| 13 | GUI部 (通知先) |
| 14 | 繰り返し警報抽出部 |
| 15 | 発生回復警報パターンデータベース |

- 1 6 警報パターン照合部
- 2 0 ネットワーク設備
- 2 1 トランスポンダ
- 2 2 波長選択スイッチ
- 2 3 光増幅部
- 3 0 上位装置（通知先）

請求の範囲

[請求項1]

光伝送システムのネットワーク設備から出力される異常発生を知らせる異常検知警報および異常の回復を知らせる回復検知警報を警報情報として蓄積する警報データベースと、

前記警報データベースに蓄積された警報情報を定期的に刈り取って所定の通知先へ送信する警報刈り取り部と、

前記警報データベースから、同一のネットワーク設備の同一の警報内容について所定時間内に異常検知警報および回復検知警報が所定回数繰り返して発生している警報群を繰り返し警報として抽出する繰り返し警報抽出部と、

過去事例の繰り返し警報の情報を当該繰り返し警報の原因と共に蓄積した発生回復警報パターンデータベースと、

前記抽出された繰り返し警報の情報を、前記過去事例の繰り返し警報の情報と照合し、類似性が所定の閾値よりも高いと判定した場合、前記過去事例の繰り返し警報の原因を前記所定の通知先に通知する警報パターン照合部と、を備えることを特徴とするネットワーク設備監視装置。

[請求項2]

前記過去事例の繰り返し警報の情報は、

異常検知警報または回復検知警報の時刻情報に対応付けてそれぞれ記録された、警報内容情報、警報が発生したネットワーク設備の識別情報、および警報が発生した個所を特定する情報を、含む基本情報と、

繰り返しパターンの特徴情報として前記時刻情報を用いて算出された統計情報と、を含み、

前記警報パターン照合部は、前記抽出された繰り返し警報の時刻情報を用いて繰り返しパターンの特徴情報として統計情報を算出し、前記過去事例の繰り返し警報についての統計情報と照合して類似性を判定することを特徴とする請求項1に記載のネットワーク設備監視装置

。

[請求項3]

前記過去事例の繰り返し警報の情報は、

過去事例の繰り返し警報が発生したネットワーク設備から他のネットワーク設備への繰り返し警報の波及があったか否を示す情報と、

繰り返し警報の波及があった他のネットワーク設備の識別情報と、波及事象として発生した繰り返し警報の繰り返しパターンの特徴情報と、を含み、

前記警報パターン照合部は、前記抽出された繰り返し警報との類似性が所定の閾値よりも高いと判定した過去事例の繰り返し警報について波及があったことを示す情報が蓄積されていた場合、予め定められた期間だけ待機し、前記予め定められた期間に新たな繰り返し警報が発生した場合、前記新たな繰り返し警報の情報を前記過去事例の波及事象として蓄積されている繰り返し警報の情報と照合して類似性を判定することを特徴とする請求項2に記載のネットワーク設備監視装置。

。

[請求項4]

前記警報パターン照合部は、前記抽出された繰り返し警報の情報と、前記過去事例の繰り返し警報の情報との類似性が所定の閾値よりも高いと判定した場合、前記警報刈り取り部に対して、類似性が高いと判定された繰り返し警報を刈り取る処理および送信処理のそれぞれの停止を指示することを特徴とする請求項1に記載のネットワーク設備監視装置。

[請求項5]

前記繰り返し警報抽出部は、前記繰り返し警報の刈り取りが停止状態になった後で予め定められた期間内に、当該繰り返し警報が、前記警報データベースから抽出できない場合、前記警報刈り取り部に対して、当該繰り返し警報の刈り取りの停止状態の解除を指示することを特徴とする請求項4に記載のネットワーク設備監視装置。

[請求項6]

ネットワーク設備監視装置のネットワーク設備監視方法であって、前記ネットワーク設備監視装置は、

光伝送システムのネットワーク設備から出力される異常発生を知らせる異常検知警報および異常の回復を知らせる回復検知警報を警報情報として蓄積する警報データベースと、過去事例の繰り返し警報の情報を当該繰り返し警報の原因と共に蓄積した発生回復警報パターンデータベースと、を備えており、

前記警報データベースに蓄積された警報情報を定期的に刈り取って所定の通知先へ送信するステップと、

前記警報データベースから、同一のネットワーク設備の同一の警報内容について所定時間内に異常検知警報および回復検知警報が所定回数繰り返して発生している警報群を繰り返し警報として抽出するステップと、

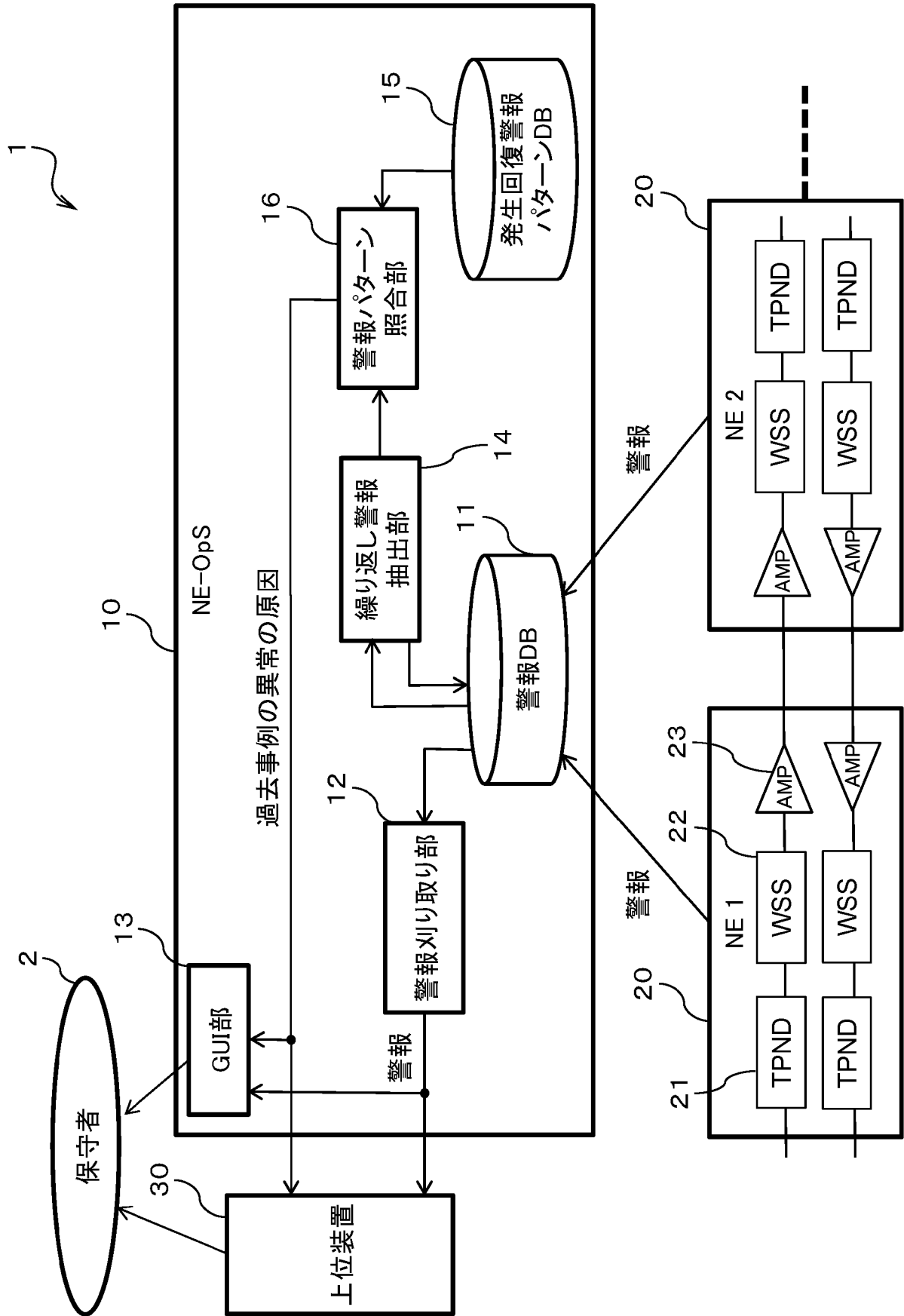
前記抽出された繰り返し警報の情報を、前記過去事例の繰り返し警報の情報と照合し、類似性が所定の閾値よりも高いと判定した場合、前記過去事例の繰り返し警報の原因を前記所定の通知先に通知するステップと、

を実行することを特徴とするネットワーク設備監視方法。

[請求項7]

コンピュータを、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のネットワーク設備監視装置として機能させるためのプログラム。

[図1]



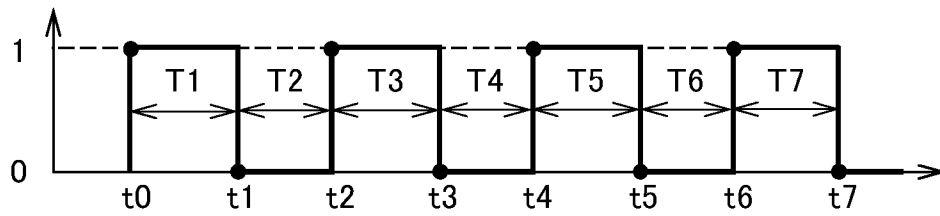
[図2]

210

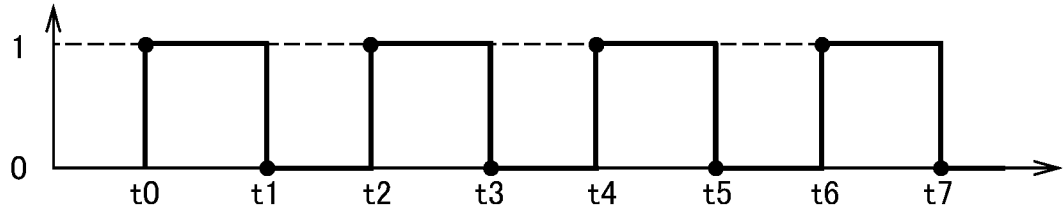
211 212 213 214 215

日時		種別	警報内容	装置名	発生個所
t0	2/10,12:00:00	発生	LOS	OXC-01	10GパスCH03
t1	2/10,12:00:02	回復	LOS	OXC-01	10GパスCH03
t2	2/10,12:00:04	発生	LOS	OXC-01	10GパスCH03
t3	2/10,12:00:06	回復	LOS	OXC-01	10GパスCH03
t4	2/10,12:00:08	発生	LOS	OXC-01	10GパスCH03
t5	2/10,12:00:10	回復	LOS	OXC-01	10GパスCH03
t6	2/10,12:00:12	発生	LOS	OXC-01	10GパスCH03
t7	2/10,12:00:14	回復	LOS	OXC-01	10GパスCH03
...	...	...	...	...	...

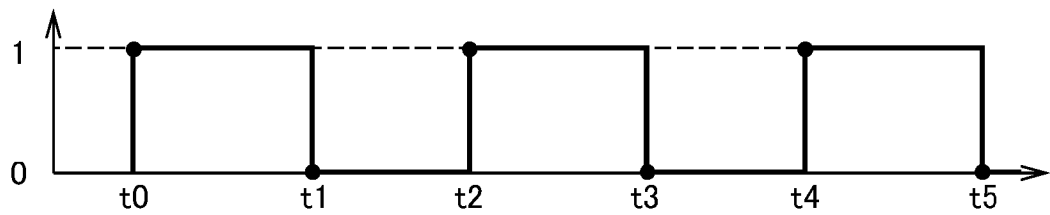
[図3A]



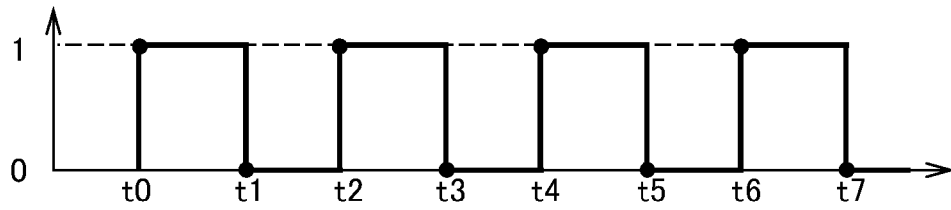
[図3B]



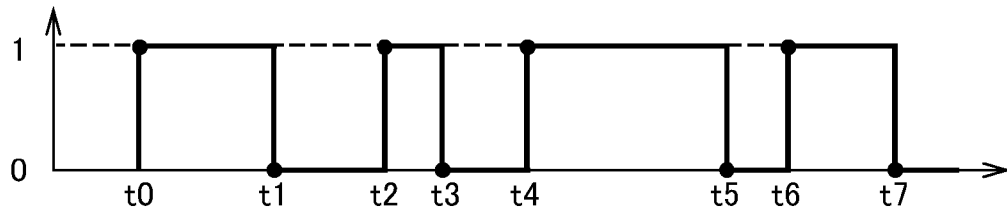
[図3C]



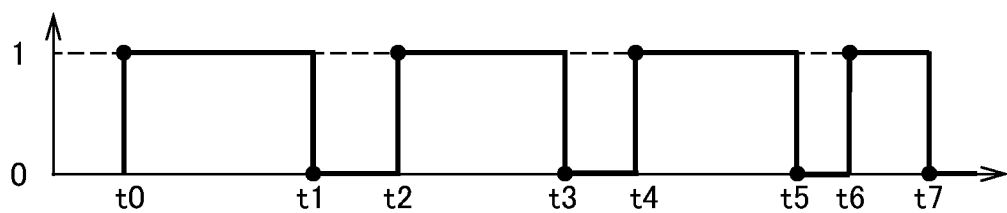
[図3D]



[図3E]



[図3F]



[図4A]

310

日時		種別	警報内容	装置名	発生個所
t0	5/10,12:00:00	発生	LOS	OXC-01	10G/パスCH03
t1	5/10,12:00:02	回復	LOS	OXC-01	10G/パスCH03
t2	5/10,12:00:04	発生	LOS	OXC-01	10G/パスCH03
t3	5/10,12:00:06	回復	LOS	OXC-01	10G/パスCH03
t4	5/10,12:00:08	発生	LOS	OXC-01	10G/パスCH03
t5	5/10,12:00:10	回復	LOS	OXC-01	10G/パスCH03
t6	5/10,12:00:12	発生	LOS	OXC-01	10G/パスCH03
t7	5/10,12:00:14	回復	LOS	OXC-01	10G/パスCH03
...	...	...	...	...	...

[図4B]

320

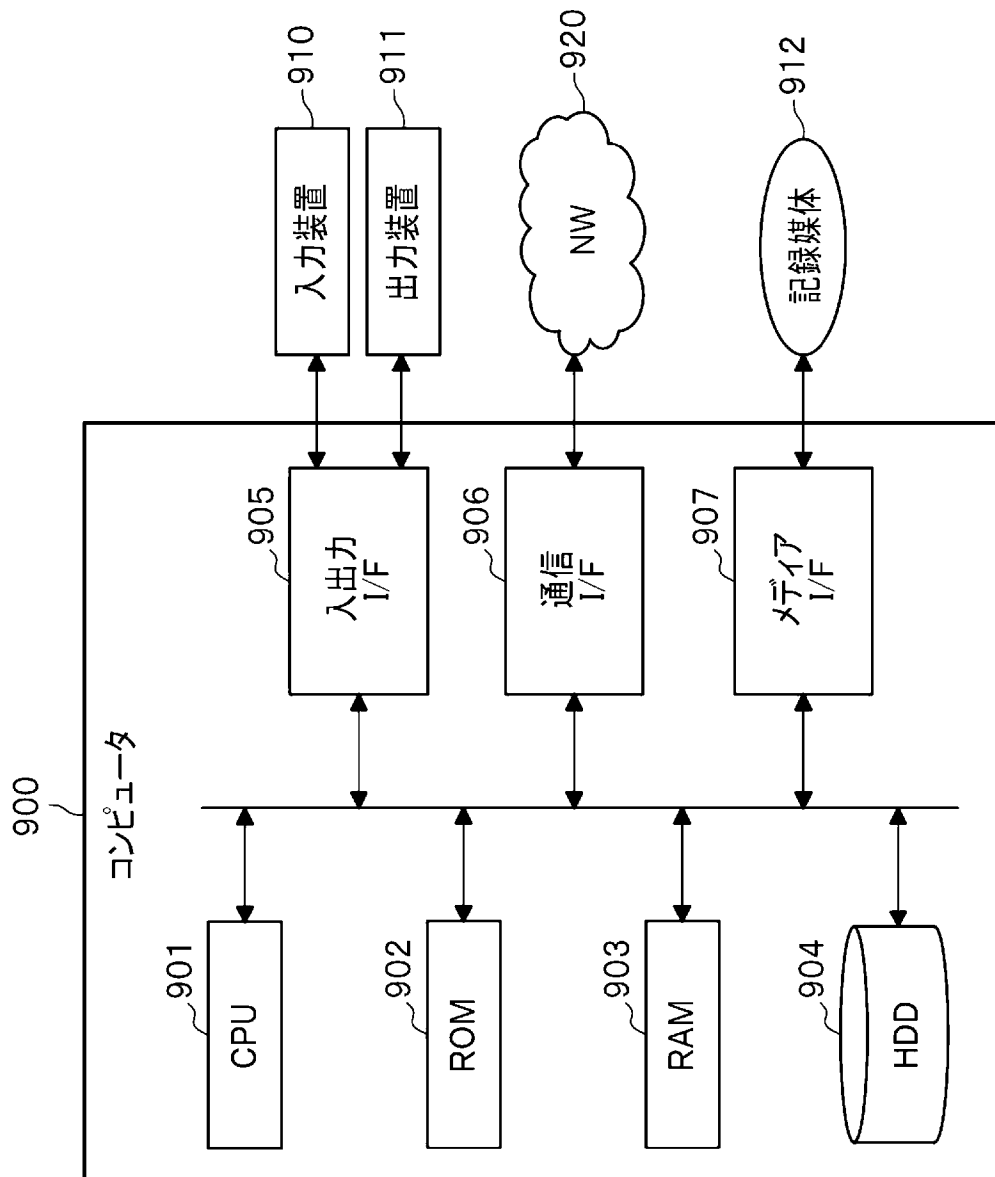
日時	種別	警報内容	装置名	発生個所	時刻情報
5/10,12:00:00	発生回復 繰り返し	LOS	OXC-01	10G/パスCH03	t0,t1,t2,t3,t4,,

[図5]

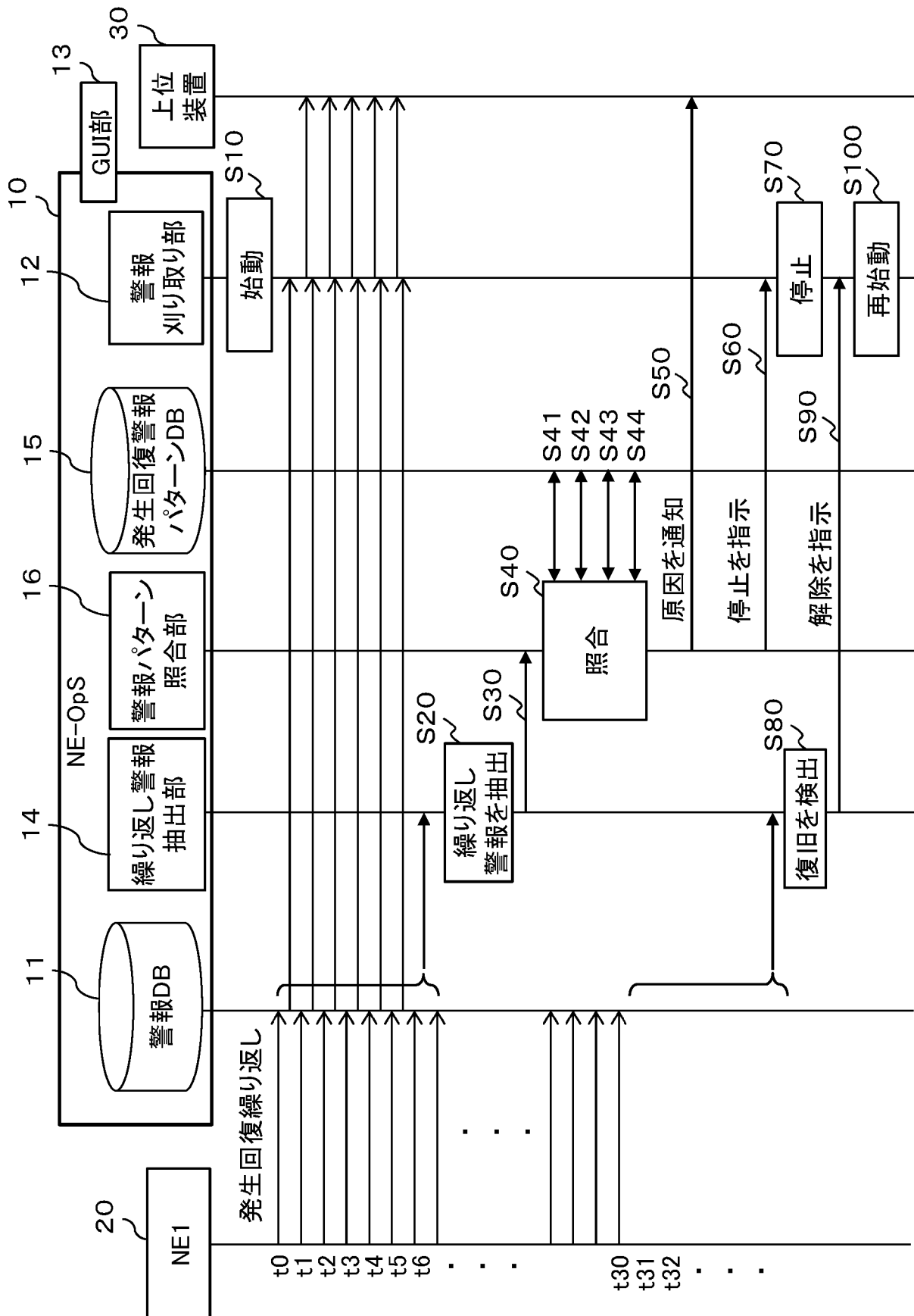
250

通番	[1]					[2]	[3]	[4]
	警報 内容	発生 箇所	[1-1] 平均	[1-2] 標準偏差	[1-3] 異常継続時間 の割合	類似度係数 の範囲	他装置への 波及の有無	異常の原因
No.1	LOS	10G/パスCH03	1.0 sec	0.2 sec	0.5	0.9～1.1	無	WSS故障
No.2	LOS	10G/パスCH03	2.0 sec	0.5 sec	0.4	0.8～1.2	有	AMP故障
No.3	LOS	10G/パスCH03	2.0 sec	0.5 sec	0.4	0.8～1.2	有	AMP故障
...	...		...	...	...	...	...	...

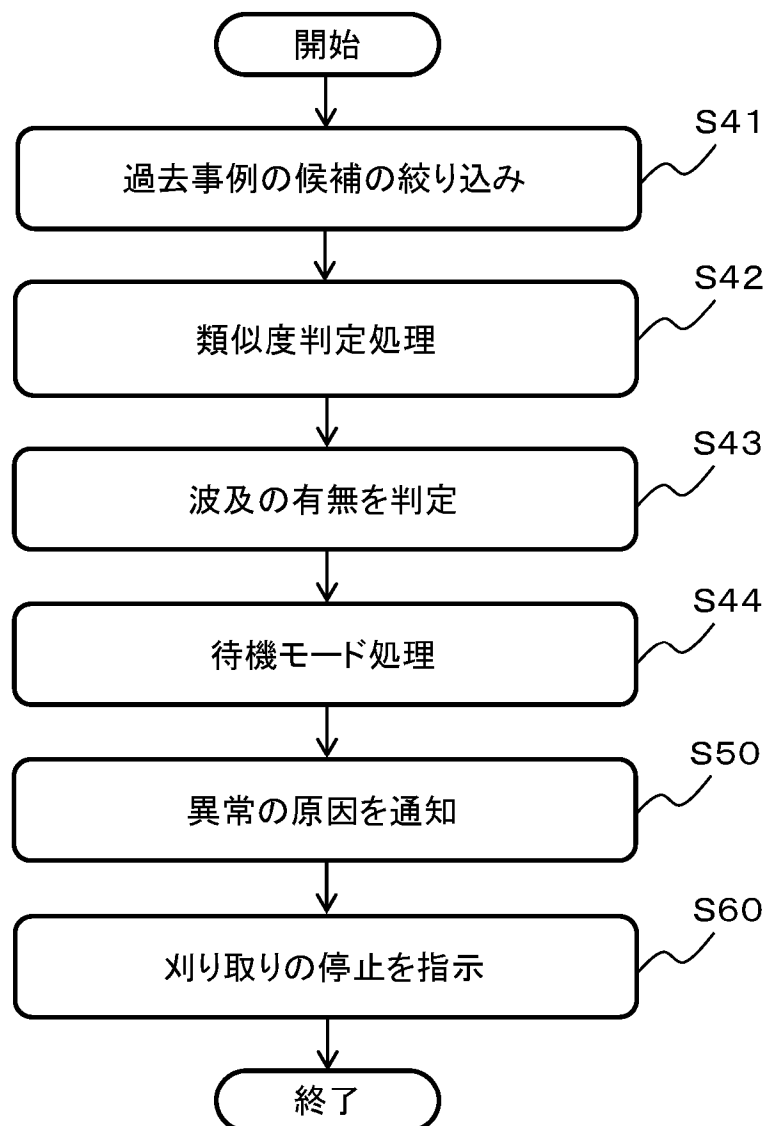
[図6]



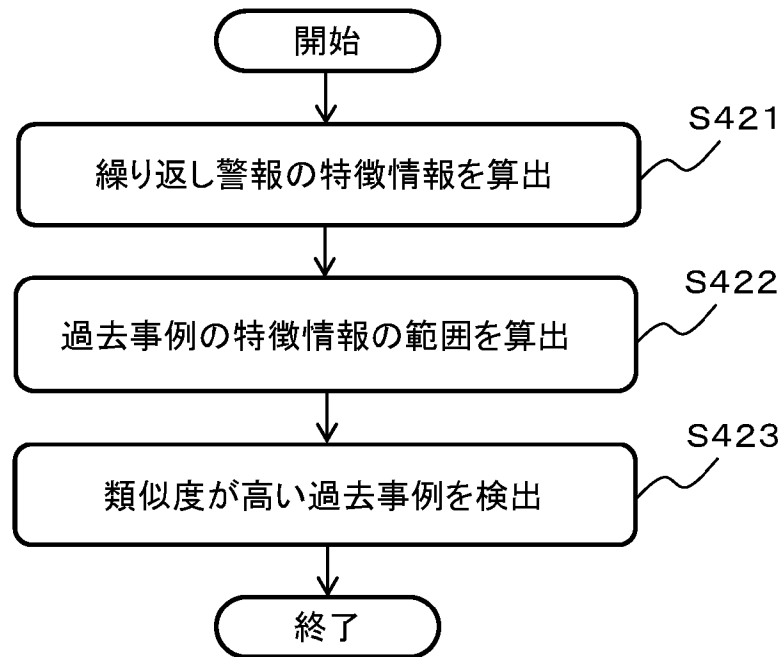
[図7]



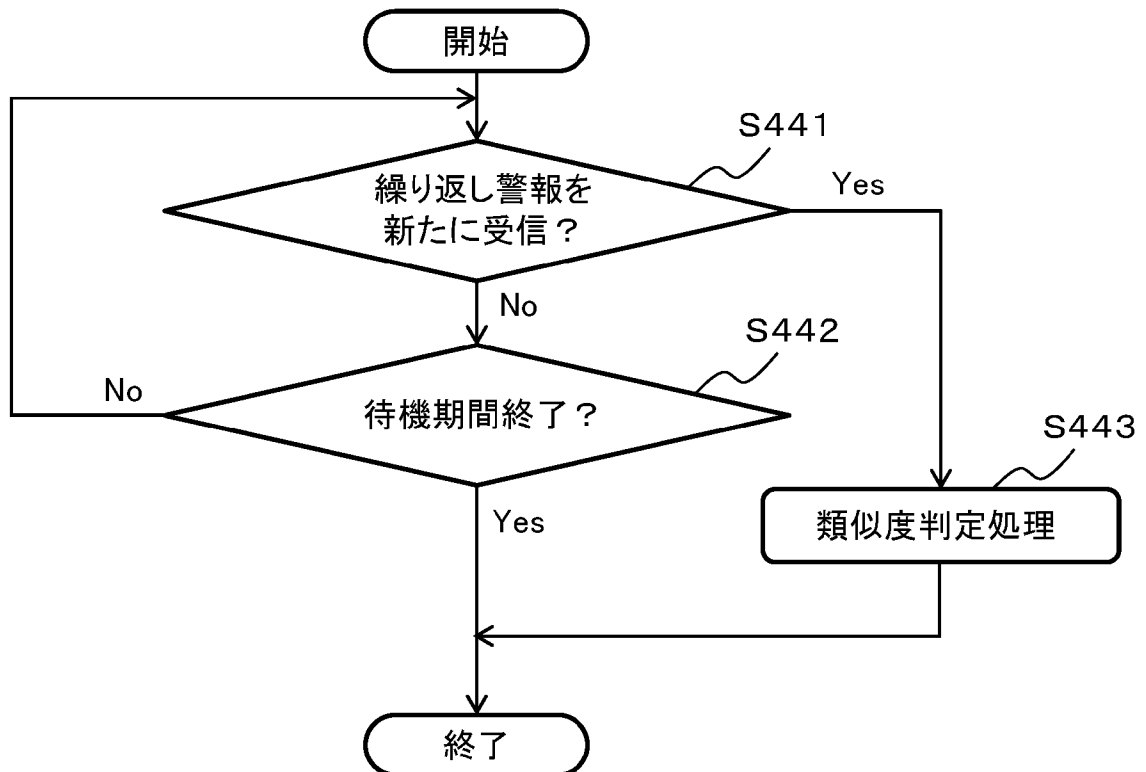
[図8]



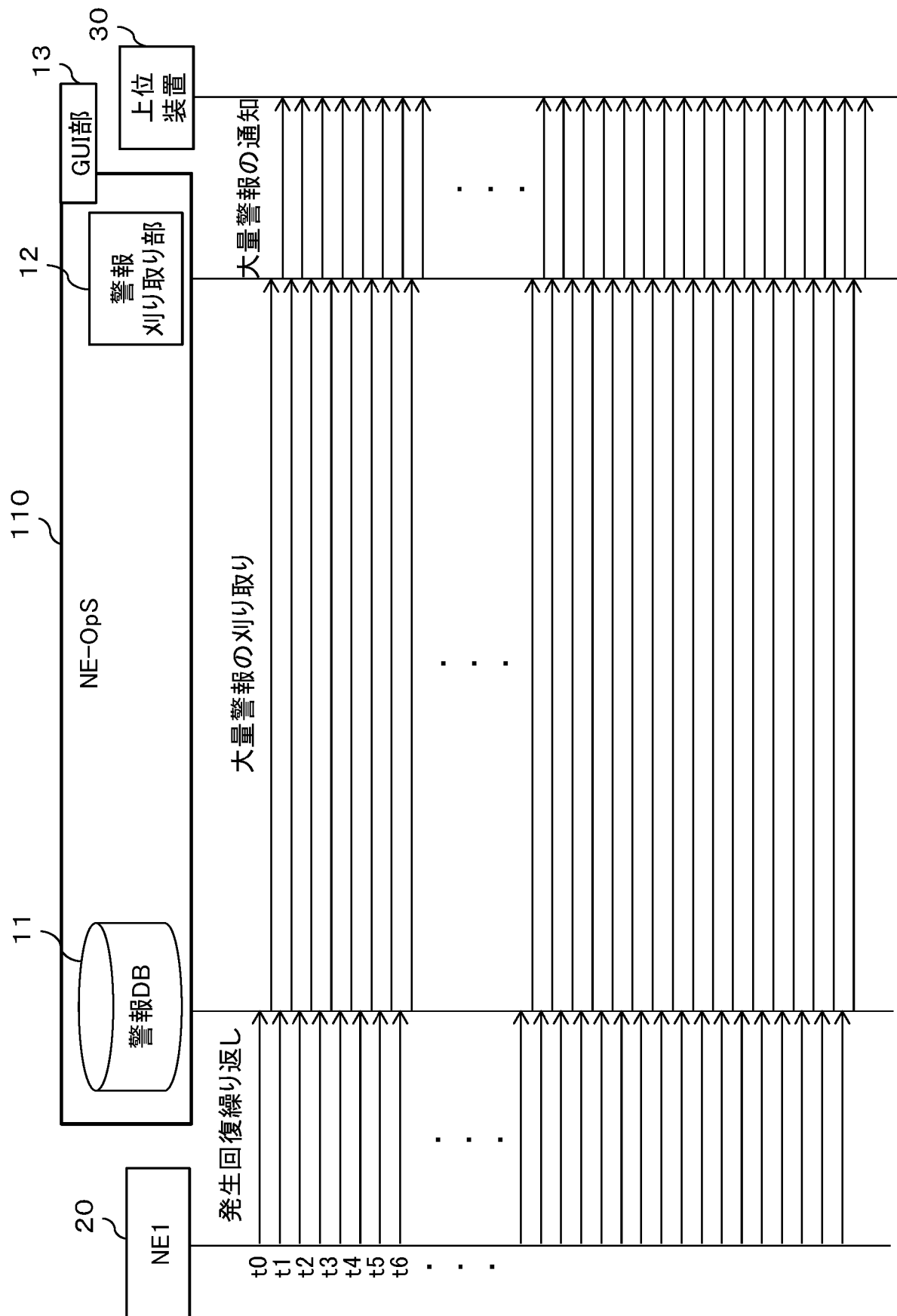
[図9A]



[図9B]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/019777

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04L 41/0631**(2022.01)i; **H04B 10/07**(2013.01)i

FI: H04L41/0631; H04B10/07

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)

H04L41/0631; H04B10/07

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
A	JP 2019-161308 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraphs [0025]-[0043]	1-7
A	JP 2010-147804 A (FUJITSU TELECOM NETWORKS LTD.) 01 July 2010 (2010-07-01) paragraphs [0033], [0052]-[0067]	1-7
A	JP 2012-213112 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE EAST CORP.) 01 November 2012 (2012-11-01) paragraphs [0014]-[0027]	1-7
A	CN 111431754 A (DONGGUAN POWER BUREAU OF GUANGDONG POWER GRID CO., LTD.) 17 July 2020 (2020-07-17) paragraphs [0023]-[0031]	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

22 July 2022

Date of mailing of the international search report

02 August 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 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/JP2022/019777

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-161308	A	19 September 2019	US 2020/0412445 A1 paragraphs [0040]-[0066] WO 2019/172319 A1	
JP	2010-147804	A	01 July 2010	(Family: none)	
JP	2012-213112	A	01 November 2012	(Family: none)	
CN	111431754	A	17 July 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 41/0631(2022.01)i; H04B 10/07(2013.01)i FI: H04L41/0631; H04B10/07										
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）） H04L41/0631; H04B10/07										
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 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022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 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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								
A	JP 2019-161308 A（日本電信電話株式会社）19.09.2019（2019 - 09 - 19） [0025]-[0043]	1-7								
A	JP 2010-147804 A（富士通テレコムネットワークス株式会社）01.07.2010（2010 - 07 - 01） [0033], [0052]-[0067]	1-7								
A	JP 2012-213112 A（東日本電信電話株式会社）01.11.2012（2012 - 11 - 01） [0014]-[0027]	1-7								
A	CN 111431754 A（DONGGUAN POWER BUREAU OF GUANGDONG POWER GRID CO., LTD.） 17.07.2020（2020 - 07 - 17） [0023]-[0031]	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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 22.07.2022	国際調査報告の発送日 02.08.2022									
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） 鈴木 香苗 5X 4811 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/JP2022/019777

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-161308	A	19.09.2019	US 2020/0412445 A1 [0040]-[0066] WO 2019/172319 A1	
JP	2010-147804	A	01.07.2010	(ファミリーなし)	
JP	2012-213112	A	01.11.2012	(ファミリーなし)	
CN	111431754	A	17.07.2020	(ファミリーなし)	