

## (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  
2010年2月11日(11.02.2010)

(10) 国際公開番号

WO 2010/016239 A1

(51) 国際特許分類:

G06F 11/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2009/003715

(22) 国際出願日:

2009年8月4日(04.08.2009)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2008-201272 2008年8月4日(04.08.2008) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社(NEC Corporation) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 飛鷹洋一(HIDAKA, Youichi) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 吉川隆士(YOSHIKAWA, Takashi) [JP/JP]; 〒

1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 樋口淳一(HIGUCHI, Junichi) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 棚井澄雄, 外(TANAI, Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

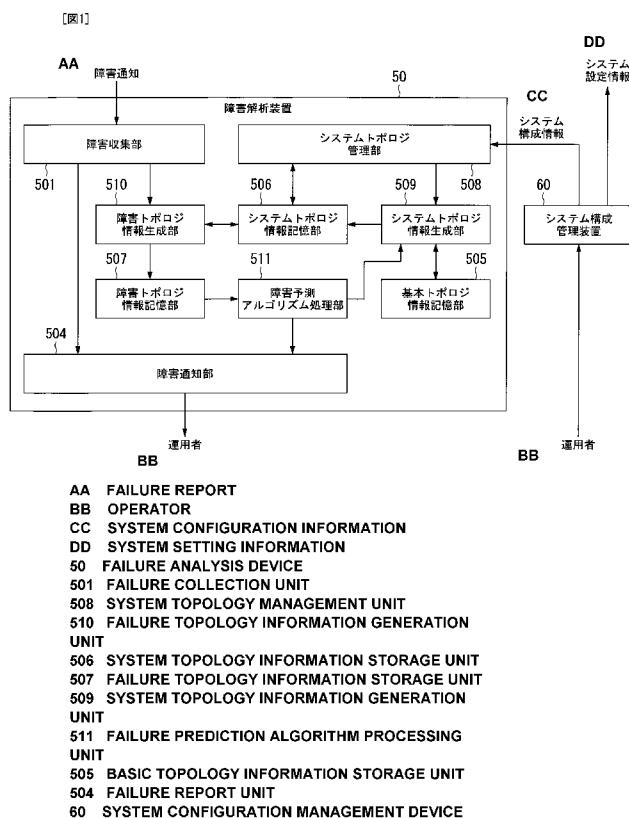
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

[続葉有]

(54) Title: FAILURE ANALYSIS DEVICE

(54) 発明の名称: 障害解析装置



**(57) Abstract:** Provided is a failure analysis device including: a failure detection information acquisition unit which acquires failure detection information; a system topology information storage unit which stores system topology information; and a failure cause identification unit which identifies a failure cause function element predicted to be a function element causing a system failure in accordance with the failure detection information and the system topology information. The link in the system topology information has information indicating the propagation direction of an abnormal operation between the function elements upon a failure. When the failure detection information acquisition unit has acquired failure detection information relating to a plurality of failure function elements, the failure cause identification unit successively selects the failure function elements one by one. The failure cause identification unit checks whether the direction from the selected failure function element to the other failure function elements not selected is matched with the propagation direction in the system topology information. If Yes, the failure cause identification unit specifies the selected one of the failure function elements as the failure cause function element.

(57) 要約:

[続葉有]



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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,  
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,  
TD, TG).

添付公開書類:

— 國際調査報告（条約第 21 条(3)）

---

異常検知情報取得部によって取得された異常検知情報と、システムトポロジ情報記憶部に記憶されているシステムトポロジ情報とに基づいて、システム障害の原因と予想される機能要素である障害原因機能要素を特定する障害原因特定部とを備える障害解析装置を提供する。システムトポロジ情報内のリンクは、障害時における機能要素間の異常動作の伝播方向を示す情報を有する。障害原因特定部は、異常検知情報取得部が複数の異常機能要素に係る異常検知情報を取得した場合に、複数の異常機能要素のなかから一の異常機能要素を順次選択する。障害原因特定部は、選択している一の異常機能要素から選択していない他の異常機能要素への方向がシステムトポロジ情報内の伝播方向と整合するか否かを判断する。障害原因特定部は、伝播方向が整合すると判断したときは、選択している一の異常機能要素を障害原因機能要素として特定する。

## 明 細 書

### 発明の名称：障害解析装置

#### 技術分野

[0001] 本発明は、コンピュータシステムにおける障害解析装置に関する。特に、コンピュータシステムの障害時の障害原因を特定する障害解析装置に関する。

本願は、2008年8月4日に、日本に出願された特願2008-201272号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

#### 背景技術

[0002] 現在、コンピュータシステムの多くは、ハードウェアおよびソフトウェアから構成されている。また、ハードウェアおよびソフトウェアのそれぞれも、個々の機能を実現する要素（以下、「機能要素」という）から構成されている。つまり、ソフトウェアを含む各装置は、ハードウェアからソフトウェアに至るマルチレイヤを成す。各レイヤに属する機能要素が互いに連携しあい、一装置としての機能を実現している（マルチレイヤである装置をソフトウェアも含めて「マルチレイヤ装置」という）。また、複数のマルチレイヤ装置から構成されたシステム（以下、「マルチレイヤシステム」という）も普及している。

[0003] 図10は、マルチレイヤシステムの一例であるクライアントサーバシステム型のマルチレイヤシステム1を説明するための図である。マルチレイヤシステム1は、図10に示すように、サーバ10、クライアント20、スイッチ30から構成されている。サーバ10、クライアント20およびスイッチ30は、何れもマルチレイヤ装置の一例である。

[0004] サーバ10は、コンピュータハードウェア100、オペレーティングシステム110、サーバアプリケーション120から構成される。つまり、サーバ10は、コンピュータハードウェア100によって実現されるハードウェアレイヤ、オペレーティングシステム110によって実現されるオペレーシ

ヨンレイヤ、および、サーバアプリケーション120によって実現されるアプリケーションレイヤの3つのレイヤから成る。

- [0005] クライアント20は、コンピュータハードウェア200、オペレーティングシステム210、クライアントアプリケーション220から構成される。つまり、クライアント20は、コンピュータハードウェア200によって実現されるハードウェアレイヤ、オペレーティングシステム210によって実現されるオペレーションレイヤ、および、クライアントアプリケーション220によって実現されるアプリケーションレイヤの3つのレイヤから成る。
- [0006] スイッチ30は、スイッチハードウェア300、オペレーティングシステム310、スイッチアプリケーション320から構成される。つまり、スイッチ30は、スイッチハードウェア300によって実現されるハードウェアレイヤ、オペレーティングシステム310によって実現されるオペレーションレイヤ、および、スイッチアプリケーション320によって実現されるアプリケーションレイヤの3つのレイヤから成る。
- [0007] サーバ10のコンピュータハードウェア100は、ネットワークカード101、HDD102、CPU103、メインメモリ104および障害監視部109から構成される。ネットワークカード101、HDD102、CPU103およびメインメモリ104は、サーバ10のコンピュータハードウェア100に属する機能要素である。なお、障害監視部109は、ネットワークカード101、HDD102、CPU103、メインメモリ104を監視し、これらの機能要素の障害を検知すると、障害通知（異常検知情報）を障害解析装置40（図11、詳細後述）に送信する。
- [0008] サーバ10のオペレーティングシステム110は、ネットワークドライバ111、HDDドライバ112、ネットワークプロトコル113、メモリ管理部114および障害監視部119から構成される。ネットワークドライバ111、HDDドライバ112、ネットワークプロトコル113およびメモリ管理部114は、サーバ10のオペレーティングシステム110に属する機能要素である。なお、障害監視部119は、ネットワークドライバ111

、HDDドライバ112、ネットワークプロトコル113、メモリ管理部114を監視し、これらの機能要素の障害を検知すると、障害通知を障害解析装置40に送信する。また、ネットワークプロトコル113は、TCP/IPなどを実行する実行部（TCP/IPを実装したプログラム）またはその制御部（制御プログラム）である。ネットワークプロトコル213（後述）も同様である。

- [0009] サーバ10のサーバアプリケーション120は、アプリケーション実行部121および障害監視部129から構成される。アプリケーション実行部121は、サーバ10のサーバアプリケーション120に属する機能要素である。なお、障害監視部129は、アプリケーション実行部121を監視し、障害を検知すると、障害通知を障害解析装置40に送信する。
- [0010] クライアント20のコンピュータハードウェア200は、ネットワークカード201、HDD202、CPU203、メインメモリ204および障害監視部209から構成される。ネットワークカード201、HDD202、CPU203およびメインメモリ204は、クライアント20のコンピュータハードウェア200に属する機能要素である。なお、障害監視部209は、ネットワークカード201、HDD202、CPU203、メインメモリ204を監視し、これらの機能要素の障害を検知すると、障害通知を障害解析装置40に送信する。
- [0011] クライアント20のオペレーティングシステム210は、ネットワークドライバ211、HDDドライバ212、ネットワークプロトコル213、メモリ管理部214および障害監視部219から構成される。ネットワークドライバ211、HDDドライバ212、ネットワークプロトコル213およびメモリ管理部214は、クライアント20のオペレーティングシステム210に属する機能要素である。なお、障害監視部219は、ネットワークドライバ211、HDDドライバ212、ネットワークプロトコル213、メモリ管理部214を監視し、これらの機能要素の障害を検知すると、障害通知を障害解析装置40に送信する。

- [0012] クライアント20のクライアントアプリケーション220は、アプリケーション実行部221および障害監視部229から構成される。アプリケーション実行部221は、クライアント20のサーバーアプリケーション220に属する機能要素である。なお、障害監視部229は、アプリケーション実行部221を監視し、障害を検知すると、障害通知を障害解析装置40に送信する。
- [0013] スイッチ30のスイッチハードウェア300は、ネットワークインターフェイス（NWI／F）301～303、スイッチファブリック304、CPU305、メモリ306および障害監視部309から構成される。ネットワークインターフェイス301～303、スイッチファブリック304、CPU305およびメモリ306は、スイッチ30のスイッチハードウェア300に属する機能要素である。なお、障害監視部309は、ネットワークインターフェイス301～303、スイッチファブリック304、CPU305、メモリ306を監視し、これらの機能要素の障害を検知すると、障害通知を障害解析装置40に送信する。
- [0014] スイッチ30のスイッチ30のオペレーティングシステム310は、スイッチドライバ311、メモリ管理部312および障害監視部319から構成される。スイッチドライバ311およびメモリ管理部312は、スイッチ30のスイッチ30のオペレーティングシステム310に属する機能要素である。なお、障害監視部319は、スイッチドライバ311、メモリ管理部312を監視し、これらの機能要素の障害を検知すると、障害通知を障害解析装置40に送信する。
- [0015] スイッチ30のスイッチアプリケーション320は、ルーティングプロトコル321および障害監視部329から構成される。ルーティングプロトコル321は、スイッチ30のスイッチアプリケーション320に属する機能要素である。なお、障害監視部329は、ルーティングプロトコル321を監視し、障害を検知すると、障害通知を障害解析装置40に送信する。また、ルーティングプロトコル321は、RIP2などを実行する実行部（RIP2）

P 2 を実装したプログラム) またはその制御部(制御プログラム)である。

- [0016] ケーブル2は、サーバ10のネットワークカード101とスイッチ30のネットワークインターフェイス301とを接続する。ケーブル3は、クライアント20のネットワークカード201とスイッチ30のネットワークインターフェイス303とを接続する。また、スイッチ30のネットワークインターフェイス302に接続されたケーブル4の先には、システム構成管理装置60が接続されている。なお、システム構成管理装置60は、マルチレイヤシステム1のシステム構成変更管理を行う。従って、例えば、ケーブル4は、システム構成管理装置60からのシステム設定情報などの情報の送受信に使用される。
- [0017] 以上のように、マルチレイヤシステム1では、サーバ10、クライアント20、スイッチ30内の各々レイヤに属する各機能要素が連携して動作している。また、マルチレイヤシステム1のある機能要素で障害が発生した際、障害は関連している機能要素に波及し、各障害監視部から各障害通知が障害解析装置40に送信される。
- [0018] 図11は、従来の解析装置の一例である障害解析装置40を説明するための図である。図12は、障害解析装置40内の障害解析テーブル403に記憶された情報の一例を示す図である。障害解析装置40は、障害収集部401、検索部402、障害解析テーブル403、および、障害通知部404を備える。障害収集部401は、マルチレイヤシステム1から障害通知を収集する。障害解析テーブル403は、図12に示すように、複数の障害通知元1、2、3・・・、Nと、その複数の障害通知元に対応する想定される障害特定箇所1、障害特定箇所2のエントリで構成される。例えば、テーブルNo.1は、ネットワークインターフェイス301とネットワークカード101から障害通知を受信した場合、想定される障害箇所はケーブル2かスイッチハードウェア300である旨を示している。検索部402は、収集した障害通知から障害解析テーブル403を参照して、障害箇所予測検索を行う。障害通知部404は、障害通知、および、検索部402によって検索された障

害原因機能要素（障害の発生元である機能要素）を示す障害箇所予測特定情報をおよそ運用者に通知する。つまり、障害解析装置40では、運用者が、過去の経験に基づいて障害解析テーブル403を予め設定（複数障害の要素に対し障害箇所の予測結果を予め入力）しておくことによって、障害が発生した際、障害解析テーブル403の情報を利用して障害箇所を提示している。

- [0019] 従来の障害解析の方法は、運用者が障害通知を確認して自身の経験等を元に障害箇所を特定するという方法や、上述の障害解析装置40のように、障害箇所を特定する作業の効率化を図るために、運用者が複数の障害イベントと対応する障害特定箇所を予め定義しておくという方法である。
- [0020] 図13は、従来の解析装置の一例である障害解析装置40の動作の一例を示すフローチャートである。図14は、障害解析装置40による障害箇所の通知後の運用者による作業を示すフローチャートである。図13に示すフローチャートは、システム運用段階から障害発生、障害箇所特定に至るまでのフローである。
- [0021] まず、障害解析装置40を稼動させるために、運用者によるシステムに合わせた障害監視装置40の障害解析テーブル403の設定を行う。つまり、運用者の入力に基づいて障害解析装置40の障害解析テーブル403を生成する（ステップS101）。これにより、障害解析装置40は、運用状態に入る。
- [0022] 障害解析装置40の運用状態において、システム構成管理装置60によってシステム変更が行われた場合には、再度、ステップS101に戻って障害解析テーブル403の設定を行う。
- [0023] 障害解析装置40の運用状態において、マルチレイヤシステム1に障害が発生すると、機能要素間で障害が波及し、マルチレイヤシステム1上の各障害監視にて複数の障害が検出される。これにより、複数の障害通知がスイッチ30から障害解析装置40に送信される。つまり、障害収集部401は、スイッチ30から複数の障害通知を収集（受信）する（ステップS102）。

- [0024] 検索部 402 は、障害通知と障害解析テーブル 403 とを参照して障害箇所を特定する（ステップ S104）。障害解析装置の障害通知部 404 は、障害通知および障害箇所予測特定情報を運用者に通知する（ステップ S106）。
- [0025] 障害解析装置 40 の障害通知部 404 は、障害通知および障害箇所予測特定情報を運用者に提示する。運用者は、図 14 に示すように、障害箇所予測特定情報によって通知された障害箇所が真（適切）である場合、当該障害箇所を復旧する（作業 1）。しかしながら、障害箇所予測特定情報によって通知された障害箇所が真でない場合、運用者は全ての障害通知に関して障害箇所の確認を行なう（作業 2）。運用者は、まず、ハードウェア、ソフトウェア、各レイヤ内での調査（作業 3）によって障害特定作業を行う（作業 4）。
- [0026] 作業 4 段階で特定した障害箇所が真である場合、運用者は、当該障害箇所を復旧する（作業 5）。しかしながら、作業 4 段階で特定した障害箇所が真でない場合、運用者は、レイヤ間の関係を考慮した調査（作業 6）を行い、また、調査レイヤを変更して再度別のレイヤでの調査（作業 3）を行う。このように、運用者はレイヤ内の調査、レイヤ間の調査を繰り返しながら、障害被疑を絞っていき、障害箇所を特定する（作業 4）。
- [0027] なお、特許文献 1 には、複数のマルチレイヤの装置から構成されるシステム上の故障影響範囲を推定する装置が記載されている。また、特許文献 2 には、システム障害が発生した際に、システム障害の影響範囲を解析する解析技術が記載されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0028] 特許文献1：特開2000-069003号公報  
特許文献2：特開2005-258501号公報

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

- [0029] まず、運用者が障害通知を確認して自身の経験等を元に障害箇所を特定するという方法の場合、人間の知識を基礎としているため限界がある。例えば、過去の障害と類似の障害にしか対応できないという問題がある。また、監視対象のマルチレイヤシステムが拡大化、複雑化した場合には、障害箇所の特定は困難になると予想される。
- [0030] また、上述の障害解析装置40のように、運用者が複数の障害イベントと対応する障害特定箇所を予め定義しておくという方法の場合、運用者は、障害イベントと障害特定箇所との関係を予め洗い出して定義しておく必要がある。しかし、知識上の問題などから、運用者による当該洗い出しには限界がある。従って、結果的に、障害解析装置40のような従来の障害解析装置は、運用者が想定（定義）した範囲の障害にしか対応できないという問題がある。また、障害イベントと障害特定箇所との関係の洗い出し業務や定義作業（登録作業）も面倒である。システムの構成が変更されたときにも、再度、洗い出し業務や定義作業を要する場合があつて面倒である。
- [0031] 本発明は、広い範囲内の障害に対応することができる障害解析装置を提供することを目的とする。また、運用者の負担が小さい障害解析装置を提供することを目的とする。

## 課題を解決するための手段

- [0032] 上記問題を解決するために、例えば、以下のような手段が提供される。
- 第1の手段は障害解析装置であつて、システムのトポロジを表す情報であつて、システムを構成する各装置に属するハードウェアおよびソフトウェアに関する機能要素と、各機能要素間のリンクとからなるシステムトポロジ情報を記憶するシステムトポロジ情報記憶部と、異常動作を発現した機能要素である異常機能要素に係る異常検知情報を取得する異常検知情報取得部と、異常検知情報取得部によって取得された異常検知情報と、システムトポロジ情報記憶部に記憶されているシステムトポロジ情報とに基づいて、システム障害の原因と予想される機能要素である障害原因機能要素を特定する障害原

因特定部とを備え、システムトポロジ情報内のリンクは、障害時における機能要素間の異常動作の伝播方向を示す情報を有し、障害原因特定部は、異常検知情報取得部が複数の異常機能要素に係る異常検知情報を取得した場合に、複数の異常機能要素のなかから一の異常機能要素を順次選択し、選択している一の異常機能要素から選択していない他の異常機能要素への方向がシステムトポロジ情報内の伝播方向と整合するか否かを判断し、整合すると判断したときは、選択している一の異常機能要素を障害原因機能要素として特定する。

- [0033] 第2の手段は上記障害解析装置であって、システムトポロジ情報は、機能要素が所属する装置およびレイヤに関する情報を含まない。
- [0034] 第3の手段は上記障害解析装置であって、異常検知情報取得部が複数の異常機能要素に係る異常検知情報を取得した場合に、システムトポロジ情報を参照し、システムトポロジ情報の一部分であって、複数の異常機能要素と、各異常機能要素間のリンクとからなる障害トポロジ情報を生成する障害トポロジ情報生成部を更に備え、障害原因特定部は、異常検知情報取得部が複数の異常機能要素に係る異常検知情報を取得した場合に、複数の異常機能要素のなかから一の異常機能要素を順次選択し、選択している一の異常機能要素から選択していない他の異常機能要素への方向が障害トポロジ情報内の伝播方向と整合するか否かを判断し、整合すると判断したときは、選択している一の異常機能要素を障害原因機能要素として特定する。
- [0035] 第4の手段は上記障害解析装置であって、システムを構成する各装置に含まれるレイヤ毎に、レイヤに属する機能要素と、当該レイヤ内における各機能要素間のリンクとからなる基本トポロジ情報を記憶する基本トポロジ情報記憶部と、システムの構成を示す情報と、基本トポロジ情報記憶部に記憶されている基本トポロジ情報とを参照し、システムトポロジ情報を生成するシステムトポロジ情報生成部とを更に備える。
- [0036] 第5の手段は上記障害解析装置であって、システムトポロジ情報生成部は、複数の異常機能要素を参照してシステムトポロジ情報記憶部に記憶されて

いるシステムトポロジ情報を木構造となるように更新する。

## 発明の効果

[0037] 上記手段によれば、障害イベントと障害特定箇所との関係の定義に基づいて障害箇所を特定するものではない。上記手段においては、システム全体をサポートしたシステムトポロジ情報（異常動作の伝播方向という概念）に基づいて障害箇所を特定する。このため、非常に広い範囲内の障害に対応することができる。また、障害イベントと障害特定箇所との関係の洗い出し業務や定義作業も不要であるから、運用者の負担も小さい。

## 図面の簡単な説明

[0038] [図1]障害解析装置のブロック図である。

[図2]基本トポロジ情報記憶部に記憶される情報の一例を示す図である。

[図3]コンピュータハードウェアの基本トポロジ情報のグラフである。

[図4]スイッチハードウェアの基本トポロジ情報のグラフである。

[図5]システムトポロジ情報の一部のグラフである。

[図6A]障害トポロジ情報の生成過程を説明する図である。

[図6B]障害トポロジ情報の生成過程を説明する図である。

[図6C]障害トポロジ情報の生成過程を説明する図である。

[図7A]障害予測アルゴリズム処理部のアルゴリズムを説明する図である。

[図7B]障害予測アルゴリズム処理部のアルゴリズムを説明する図である。

[図7C]障害予測アルゴリズム処理部のアルゴリズムを説明する図である。

[図7D]障害予測アルゴリズム処理部のアルゴリズムを説明する図である。

[図7E]障害予測アルゴリズム処理部のアルゴリズムを説明する図である。

[図8]障害解析装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図9]障害解析装置のブロック図である。

[図10]マルチレイヤシステムの一例であるクライアントサーバシステム型のマルチレイヤシステム1を説明するための図である。

[図11]従来の解析装置の一例である障害解析装置を説明するための図である。

。

[図12]従来の解析装置の一例である障害解析装置内の障害解析テーブルに記憶された情報の一例を示す図である。

[図13]従来の解析装置の一例である障害解析装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図14]従来の解析装置の一例である障害解析装置を用いた場合の障害箇所の通知後の運用者による作業を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0039] 図1は、一実施形態における障害解析装置50のブロック図である。図2は、基本トポロジ情報記憶部505に記憶される情報の一例を示す。障害解析装置50は、システム全体の情報である、当該システムを構成する各装置に属するハードウェアからソフトウェアに至る全レイヤの機能要素と、各機能要素間のリンクとからなるシステムモデル（システムトポロジ情報）を主に参照して、システム障害の原因と予想される機能要素（障害原因機能要素）を特定する。

[0040] 具体的には、障害解析装置50は、図1に示すように、障害収集部501（本発明の異常検知情報取得部に相当する）、障害通知部504、基本トポロジ情報記憶部505、システムトポロジ情報記憶部506、障害トポロジ情報記憶部507、システムトポロジ管理部508、システムトポロジ情報生成部509、障害トポロジ情報生成部510、および、障害予測アルゴリズム処理部511（本発明の障害原因特定部に相当する）を備える。なお、以下の説明において、障害解析装置50は、図10に示すマルチレイヤシステム1の障害を解析するものとする。

[0041] 障害収集部501は、従来の障害解析装置40の障害収集部401に相当する。つまり、障害収集部501は、マルチレイヤシステム1から障害通知を収集する。

[0042] 基本トポロジ情報記憶部505は、マルチレイヤシステム1を構成する各装置（サーバ10、クライアント20、スイッチ30）に属する各レイヤの機能要素と、各レイヤの各機能要素間のリンクとからなる基本トポロジ情報

を記憶する。具体的には、基本トポロジ情報記憶部505は、例えば、図2に示す基本トポロジ情報を記憶する。テーブルで表される基本トポロジ情報は、各装置の各レイヤとトポロジ情報を1対1に対応付けて管理する。例えば、テーブルNO. 1は、コンピュータハードウェア100に対応付けたトポロジ情報がエントリされている。また、テーブルNO. 2は、スイッチハードウェア300に対応付けたトポロジ情報がエントリされている。図2に示すトポロジ情報内の「<>」は、リンクを示す。例えば、テーブルNO. 1のトポロジ情報（コンピュータハードウェア100に対応するトポロジ情報）においては、例えば、メインメモリ104が、CPU103およびオペレーティングシステムメモリ管理とリンクしている旨を示している。また、HDD102については、CPU103およびオペレーティングシステムとリンクしている旨を示している。また、各リンクは、障害時における機能要素内の異常動作の伝播方向（障害の波及方向）を示す情報を有する。

[0043] 基本トポロジ情報の定義について更に説明する。各機能要素を定義する場合には、当該機能要素が障害を監視・検出する対象として十分な大きさのハードウェアやソフトウェア、あるいは機能の集まりである必要がある。また、異常動作の伝播方向（障害の波及方向）については、機能要素の大きさ、属するレイヤを区別せず各リンクに定義（設定）する。例えば、システムレベルでは、機器構成要素を機能要素、接続関係をリンクと定義する。ハードウェアレベルでは、ハードウェアモジュールブロックや障害検出レジスタを機能要素、ハードウェアモジュールブロックと障害検出レジスタ間の関係をリンクと定義する。ソフトウェアレベルでは、関数と障害検出変数を機能要素、関数と障害検出変数の関係をリンクと定義する。これによって、基本トポロジ情報を結合して容易にシステムトポロジ情報を生成することができるようになる。また基本トポロジ情報は、ハードウェア並びにソフトウェアの設計情報から機能要素とリンクの関係を精密に抽出すればするほど、精度が高くなる。しかし、設計情報が解らない場合、判明している物理的な接続状態および動作関係などから基本トポロジ情報を定義してもよい。

- [0044] システムトポロジ管理部 508 は、システム構成管理装置 60 からシステム構成情報を受け取る。具体的には、システムトポロジ管理部 508 は、運用中のマルチレイヤシステム 1 の構成に変更があった場合に、システム構成管理装置 60 からシステム構成情報を受け取る。なお、運用者は、従来同様、システム構成管理装置 60 を使用し、システム構成の変更、管理を行う。また、システムトポロジ管理部 508 は、取得したシステム構成情報を保持していてもよい。
- [0045] システムトポロジ情報生成部 509 は、マルチレイヤシステム 1 のシステム構成と、基本トポロジ情報記憶部 505 に記憶されている基本トポロジ情報とを参照し、システム全体のトポロジ情報であって、各機能要素が所属する装置およびレイヤに関する情報を保持しないシステムトポロジ情報を生成する。システムトポロジ情報の各リンクは、障害時における機能要素内の異常動作の伝播方向を示す情報を有する。システムトポロジ情報生成部 509 は、生成したシステムトポロジ情報をシステムトポロジ情報記憶部 506 に記憶する。
- [0046] また、システムトポロジ情報生成部 509 は、障害収集部 501 が複数の異常機能要素に係る障害通知を受け取った場合に、システムトポロジ情報を木構造となるように更新してもよい。なお、システムトポロジ情報が木構造である場合、障害予測アルゴリズム処理部 511 の処理（後述）が高速化する。
- [0047] 以下、システムトポロジ情報の生成過程を説明する。図 3 は、コンピュータハードウェア 100 の基本トポロジ情報のグラフである。図 4 は、スイッチハードウェア 300 の基本トポロジ情報のグラフである。図 5 は、システムトポロジ情報の一部のグラフである。なお、図 3、図 4、図 5 のグラフは、機能要素をノード、他のノードとの関係性を矢印のリンクによって示している。また、リンクの矢印方向は、異常動作の伝播方向である。以下、図 10 に示すマルチレイヤシステム 1 の一部である、コンピュータハードウェア 100 とスイッチハードウェア 300 に関する部分のシステムトポロジ情

報を生成する動作の流れを説明する。

- [0048] システムトポロジ情報生成部509は、システムトポロジ管理部508から運用中のシステム構成の情報を入手し、ハードウェア資源や、ソフトウェア資源、アプリケーション資源等、システムを構成する機能要素に分解し、基本トポロジ情報記憶部505のテーブルNO. 1のトポロジ情報に基づいて、図3に示すコンピュータハードウェア100の基本トポロジ情報のグラフを得る。また、基本トポロジ情報記憶部505のテーブルNO. 2のトポロジ情報に基づいて、図4に示すスイッチハードウェア300の基本トポロジ情報のグラフを得る。
- [0049] 次に、システムトポロジ情報生成部509は、得られたコンピュータハードウェア100とスイッチハードウェア300の基本トポロジ情報を、接続可能なリンク間によって接続（結合）する。具体的には、システムトポロジ情報生成部509は、ネットワークカード101に係るノードであるV101と、ネットワークインターフェイス301に係るノードであるV301とを、ケーブル2に係るノードであるV2によって接続し、図5に示すシステムトポロジ情報を生成する。なお、図5に示すシステムトポロジ情報は、各機能要素の所属元である装置およびレイヤに関する情報を有しない（例えば、V101の所属元である、装置（サーバ10）およびレイヤ（コンピュータハードウェア100）に関する情報を有しない）。なお、システムトポロジ情報生成部509は、ネットワークカード101（V101）とネットワークインターフェイス301（V301）とが接続可能である旨の情報は、システムトポロジ管理部508から取得する上述のシステム構成の情報に含まれている。システムトポロジ情報生成部509は、同様の方法によって、図10に示すマルチレイヤシステム1全体のシステムトポロジ情報を生成する。
- [0050] 障害トポロジ情報生成部510は、障害収集部501が複数の異常機能要素（異常動作を発現した機能要素）に係る障害通知を取得した場合に、システムトポロジ情報を参照し、当該複数の異常機能要素と、当該各異常機能要

素間のリンクとからなる障害トポロジ情報（システムトポロジ情報の一部分であるトポロジ情報）を生成する。障害トポロジ情報の各リンクは、障害時における機能要素内の異常動作の伝播方向（障害の波及方向）を示す情報を有する。障害トポロジ情報生成部 510 は、生成した障害トポロジ情報を障害トポロジ情報記憶部 507 に記憶する。

- [0051] 以下、障害トポロジ情報の生成過程を説明する。図 6 は、障害トポロジ情報の生成過程を説明する図である。なお、図 6 に示す機能要素「V a」「V b」「V c」「V d」「V e」「V f」「V g」は、障害トポロジ情報の生成過程を説明する為のものであって、図 10 に示すマルチレイヤシステム 1 の機能要素と対応していない。次の図 7 に示す機能要素「V c」「V d」「V e」「V f」についても同様である。
- [0052] 障害トポロジ情報生成部 510 は、障害収集部 501 が異常機能要素「V c」「V d」「V e」「V f」に係る障害通知を取得した場合、障害収集部 501 から異常機能要素「V c」「V d」「V e」「V f」に係る障害通知を取得する。障害収集部 501 から異常機能要素「V c」「V d」「V e」「V f」に係る障害通知を取得した障害トポロジ情報生成部 510 は、システムトポロジ情報記憶部 506 に記憶されている図 6 A に示すシステムトポロジ情報に含まれる機能要素「V a」「V b」「V c」「V d」「V e」「V f」「V g」のなかから、図 6 B に示す、異常機能要素「V c」「V d」「V e」「V f」のみを抽出する。そして、障害トポロジ情報生成部 510 は、異常機能要素「V c」「V d」「V e」「V f」と当該異常機能要素間のリンクとからなる、図 6 C に示す、異常トポロジ情報を生成する。なお、障害トポロジ情報生成部 510 が生成する障害トポロジ情報は、障害の波及を示すシステムモデルと考えることができる。
- [0053] 障害予測アルゴリズム処理部 511 は、障害収集部 501 が複数の異常機能要素に係る障害通知を取得した場合に、当該複数の異常機能要素のなかから一の異常機能要素を順次選択し、選択している一の異常機能要素から選択していない他の異常機能要素への方向が障害トポロジ情報内の伝播方向と整

合するか否かを判断し、整合すると判断したときは、選択している一の異常機能要素を障害原因機能要素（システム障害の原因と予想される機能要素）として特定する。

- [0054] 以下、具体例を用いて説明する。図7A～Eは、障害予測アルゴリズム処理部511のアルゴリズムを説明する図である。障害予測アルゴリズム処理部511は、障害収集部501が異常機能要素「Vc」「Vd」「Ve」「Vf」に係る障害通知を取得した場合に、異常機能要素「Vc」「Vd」「Ve」「Vf」のなかから、例えば、異常機能要素「Vd」を選択する。
- [0055] 障害予測アルゴリズム処理部511は、図7Cに示すように、選択している異常機能要素「Vd」から異常機能要素「Vf」へのリンク方向（伝播方向）は、図7Aに示す障害トポジのリンク方向と整合すると判断する。しかし、障害予測アルゴリズム処理部511は、異常機能要素「Vd」から異常機能要素「Vc」へのリンク方向、および、異常機能要素「Vd」から異常機能要素「Ve」へのリンク方向が、図7Aに示す障害トポジのリンク方向と整合しないと判断する。よって、障害予測アルゴリズム処理部511は、異常機能要素「Vd」を障害原因機能要素として特定しない。なお、図7Aに示す障害トポジ情報は、上述のように、障害トポジ情報生成部510によって生成されたものである。
- [0056] 次に、障害予測アルゴリズム処理部511は、例えば、異常機能要素「Vf」を選択する。障害予測アルゴリズム処理部511は、図7Dに示すように、選択している異常機能要素「Vf」から異常機能要素「Vd」へのリンク方向、異常機能要素「Vd」から異常機能要素「Vc」へのリンク方向、および、異常機能要素「Vd」から異常機能要素「Ve」へのリンク方向が、図7Aに示す障害トポジのリンク方向と整合しないと判断する。よって、障害予測アルゴリズム処理部511は、異常機能要素「Vf」を障害原因機能要素として特定しない。
- [0057] 次に、障害予測アルゴリズム処理部511は、例えば、異常機能要素「Ve」を選択する。障害予測アルゴリズム処理部511は、図7Eに示すよう

に、選択している異常機能要素「 $V_e$ 」から異常機能要素「 $V_d$ 」へのリンク方向、および、異常機能要素「 $V_d$ 」から異常機能要素「 $V_f$ 」へのリンク方向は、図7Aに示す障害トポロジのリンク方向と整合すると判断する。しかし、障害予測アルゴリズム処理部511は、異常機能要素「 $V_e$ 」から異常機能要素「 $V_c$ 」へのリンク方向が、図7Aに示す障害トポロジのリンク方向と整合しないと判断する。よって、障害予測アルゴリズム処理部511は、異常機能要素「 $V_e$ 」を障害原因機能要素として特定しない。

[0058] 次に、障害予測アルゴリズム処理部511は、最後に、異常機能要素「 $V_c$ 」を選択する。障害予測アルゴリズム処理部511は、図7Bに示すように、選択している異常機能要素「 $V_c$ 」から異常機能要素「 $V_d$ 」へのリンク方向、異常機能要素「 $V_c$ 」から異常機能要素「 $V_e$ 」へのリンク方向、および、異常機能要素「 $V_d$ 」から異常機能要素「 $V_f$ 」へのリンク方向の何れもが、図7Aに示す障害トポロジのリンク方向と整合すると判断する。よって、障害予測アルゴリズム処理部511は、異常機能要素「 $V_c$ 」を障害原因機能要素として特定する。

[0059] つまり、障害予測アルゴリズム処理部511は、異常機能要素「 $V_c$ 」が障害原因機能要素であると仮定した場合にのみ、障害トポロジ情報内の伝播方向と整合する。このため、障害予測アルゴリズム処理部511は、異常機能要素「 $V_c$ 」が障害原因機能要素であると判断する。なお、システムトポロジ情報が木構造（つまり障害トポロジ情報も木構造）である場合、アルゴリズム処理部511による処理が高速化する。木構造であれば、リンクの総数が少ないため、上述の整合を判断する回数が少ないのである。

[0060] 障害通知部504は、障害通知、および、障害予測アルゴリズム処理部511によって特定された障害原因機能要素を示す障害箇所予測特定情報を運用者に通知する。

[0061] 以下、障害解析装置50の動作を説明する。図8は、本発明の実施形態による障害解析装置50の動作の一例を示すフローチャートである。図8に示すフローチャートは、システム運用段階において障害が発生した場合に、こ

の障害箇所の特定を行う処理を表すフローである。

- [0062] 障害解析装置 50 の運用状態において、マルチレイヤシステム 1 に障害が発生すると、機能要素間で障害が波及し、マルチレイヤシステム 1 上の各障害監視部にて複数の障害が検出される。これにより、複数の異常機能要素に係る障害通知が障害解析装置 50 に送信される。つまり、障害収集部 501 は、複数の異常機能要素に係る障害通知を収集（受信）する（ステップ S 202）。なお、障害解析装置 50 の運用状態において、システムトポロジ情報記憶部 506 には、マルチレイヤシステム 1 の最新のシステムトポロジ情報が記憶されている（運用中のマルチレイヤシステム 1 の構成に変更があった場合には、システムトポロジ管理部 508 がシステム構成情報を取得し、システムトポロジ情報生成部 509 が最新のシステムトポロジ情報を再生成し、システムトポロジ情報記憶部 506 に記憶する）。
- [0063] 障害トポロジ情報生成部 510 は、障害通知とシステムトポロジ情報記憶部 506 に記憶されているシステムトポロジ情報とを参照し、障害トポロジ情報を生成する（ステップ S 203）。障害トポロジ情報生成部 510 は、生成した障害トポロジ情報を障害トポロジ情報記憶部 507 に記憶する。
- [0064] 障害予測アルゴリズム処理部 511 は、複数の異常機能要素のなかから一の異常機能要素を順次選択し、選択している一の異常機能要素から選択していない他の異常機能要素への障害の伝播方向が障害トポロジ情報内の伝播方向と整合するか否かを判断する。障害予測アルゴリズム処理部 511 は、伝播方向が整合すると判断したときは、選択している一の異常機能要素を障害原因機能要素として特定する（ステップ S 204）。
- [0065] また、システムトポロジ情報生成部 509 は、必要な場合、システムトポロジ情報を木構造になるように更新する（ステップ S 205）。例えば、図 6A に示すシステムトポロジ情報の機能要素「Vc」から機能要素「Vd」に至る 2 つのリンク（直接、機能要素「Vd」に至るリンク、機能要素「Ve」を経由して機能要素「Vd」に至るリンク）の一方を一旦封鎖する（リンクがないものとみなす）。例えば、障害収集部 501 が異常機能要素「V

「 $V_c$ 」「 $V_d$ 」「 $V_f$ 」を示す障害通知を取得した場合、システムトポロジ情報生成部 509 は、機能要素「 $V_c$ 」から機能要素「 $V_e$ 」に至るリンクを一旦封鎖する。異常機能要素「 $V_c$ 」から異常機能要素「 $V_e$ 」に異常動作が伝播していないからである。

- [0066] なお、システムトポロジ情報生成部 509 は、リンクに係数（図 3 から図 5 のリンクに付した数値（何れの係数も「10」で、以下、「リンクコスト」という。）を付して、システムトポロジ情報を木構造になるように更新してもよい。例えば、システムトポロジ情報生成部 509 は、一旦封鎖すべきリンクに対し高いリンクコストを付してもよい。これによって、網（ネットワーク）構成であったシステムトポロジ情報から木構造であるシステムトポロジ情報を簡便に生成することができる。また、木構造であるシステムトポロジ情報の木の構成を簡便に更新することができる。
- [0067] 障害解析装置の障害通知部 503 は、障害通知、障害箇所予測特定情報を運用者に通知する（ステップ S 206）。
- [0068] 以上、本発明の実施形態による障害解析装置 50 によれば、システム全体をサポートしたシステムトポロジ情報（異常動作の伝播方向という概念）に基づいて障害箇所を特定する。このため、非常に広い範囲内の障害に対応することができる。また、障害イベントと障害特定箇所との関係の洗い出し業務や定義作業も不要であるから、運用者の負担も小さい。
- [0069] また、システムの構成が変更した場合であっても、システムトポロジ管理部 508 がシステム構成情報を取得し、システムトポロジ情報生成部 509 が最新のシステムトポロジ情報を再生成する。このため、運用者に負担がかかるない。
- [0070] なお、従来の障害解析装置 40 を使用した場合、特定された障害箇所が適切でないという事態、障害箇所が特定されないという事態が生じた場合には、図 14 に示すように、運用者は非常に面倒な作業を強いられる。しかし、障害解析装置 50 を使用した場合には、万が一、特定された障害箇所が適切でないという事態、障害箇所が特定されないという事態が生じた場合であつ

ても、運用者に掛かる負担は少ない。運用者は、機能要素が所属する装置およびレイヤに関する情報を保持しないトポロジ情報（システムトポロジ情報、障害トポロジ情報）、つまり、各機能要素の所属元である装置およびレイヤに関する情報を有しないシステムトポロジ情報（システムトポロジ情報、障害トポロジ情報）を活用することができるからである。

- [0071] なお、一実施形態として、障害収集部501、障害通知部504、基本トポロジ情報記憶部505、システムトポロジ情報記憶部506、障害トポロジ情報記憶部507、システムトポロジ管理部508、システムトポロジ情報生成部509、障害トポロジ情報生成部510、および、障害予測アルゴリズム処理部511を備える図1に示す障害解析装置50を説明した。この他の実施形態として、図9に示す障害解析装置51で代用してもよい。図9は、本発明の他の実施形態による障害解析装置51のブロック図である。
- [0072] 障害解析装置51は、図9に示すように、障害収集部501、障害通知部504、基本トポロジ情報記憶部505、システムトポロジ情報記憶部506、システムトポロジ管理部508、システムトポロジ情報生成部509、および、障害予測アルゴリズム処理部511を備える（図1と同一符号は同一部材である）。つまり、図9に示す障害解析装置51は、図1に示す障害解析装置50が備えている障害トポロジ情報記憶部507および障害トポロジ情報生成部510を備えない。
- [0073] 従って、障害解析装置51の障害予測アルゴリズム処理部511は、障害収集部501が複数の異常機能要素に係る障害通知を取得した場合に、当該複数の異常機能要素のなかから一の異常機能要素を順次選択する。障害予測アルゴリズム処理部511は、選択している一の異常機能要素から選択していない他の異常機能要素への方向がシステムトポロジ情報内の伝播方向と整合するか否かを判断する。障害予測アルゴリズム処理部511は、伝播方向が整合すると判断したときは、選択している一の異常機能要素を障害原因機能要素として特定する。つまり、障害予測アルゴリズム処理部511は、障害トポロジ情報を生成せずに、直接、システムトポロジ情報から障害原因機

能要素を特定する。

[0074] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

## 産業上の利用可能性

[0075] 上記の実施形態に示される構成により、コンピュータシステムにおける広い範囲内の障害に対応することができる障害解析装置を提供することができる。

## 符号の説明

[0076] 1 マルチレイヤシステム

- 10 サーバ
- 20 クライアント
- 30 スイッチ
- 40 従来の障害解析装置
- 50 障害解析装置
- 51 障害解析装置
- 60 システム構成管理装置
- 100 コンピュータハードウェア
- 101 ネットワークカード
- 102 HDD
- 103 CPU
- 104 メインメモリ
- 109 障害監視部
- 110 オペレーティングシステム
- 111 ネットワークドライバ
- 112 HDDドライバ
- 113 ネットワークプロトコル
- 114 メモリ管理部

- 119 障害監視部
- 120 サーバアプリケーション
- 121 アプリケーション実行部
- 129 障害監視部
- 200 コンピュータハードウェア
- 201 ネットワークカード
- 202 HDD
- 203 CPU
- 204 メインメモリ
- 209 障害監視部
- 210 オペレーティングシステム
- 211 ネットワークドライバ
- 212 HDDドライバ
- 213 ネットワークプロトコル
- 214 メモリ管理部
- 219 障害監視部
- 220 クライアントアプリケーション
- 221 アプリケーション実行部
- 229 障害監視部
- 300 スイッチハードウェア
- 301 ネットワークインターフェイス (NWI/F)
- 302 ネットワークインターフェイス (NWI/F)
- 303 ネットワークインターフェイス (NWI/F)
- 304 スイッチファブリック
- 305 CPU
- 306 メモリ
- 309 障害監視部
- 310 オペレーティングシステム

- 3 1 1 スイッチドライバ
- 3 1 2 メモリ管理部
- 3 1 9 障害監視部
- 3 2 0 スイッチアプリケーション
- 3 2 1 ルーティングプロトコル
- 3 2 9 障害監視部
- 4 0 1 障害収集部
- 4 0 2 検索部
- 4 0 3 障害解析テーブル
- 4 0 4 障害通知部
- 5 0 1 障害収集部
- 5 0 4 障害通知部
- 5 0 5 基本トポロジ情報記憶部
- 5 0 6 システムトポロジ情報記憶部
- 5 0 7 障害トポロジ情報記憶部
- 5 0 8 システムトポロジ管理部
- 5 0 9 システムトポロジ情報生成部
- 5 1 0 障害トポロジ情報生成部
- 5 1 1 障害アルゴリズム処理部

## 請求の範囲

- [請求項1] ハードウェア及びソフトウェアを含む機能要素から構成されるコンピュータシステムの障害解析装置であって、  
前記機能要素に関する情報と、前記機能要素間のリンクであって、  
障害時における前記機能要素間の異常動作の伝播方向を示す情報とを  
含むシステムトポロジ情報を記憶するシステムトポロジ情報記憶部と  
、  
異常動作を発現した前記機能要素である異常機能要素に係る異常検  
知情報を取得する異常検知情報取得部と、  
前記異常検知情報と、前記システムトポロジ情報とに基づいて、障  
害の原因と予想される前記機能要素である障害原因機能要素を特定す  
る障害原因特定部と、  
を具備する障害解析装置。
- [請求項2] 前記障害原因特定部は、  
前記異常機能要素が複数である場合、前記複数の異常機能要素のな  
かから一の異常機能要素を順次選択し、前記選択した異常機能要素か  
ら他の異常機能要素への異常動作の伝播方向が前記システムトポロジ  
情報内の前記伝播方向と整合するとき、前記選択した異常機能要素を  
前記障害原因機能要素として特定する障害解析装置。
- [請求項3] 前記障害解析装置は、前記システムトポロジ情報を参照し、前記複  
数の異常機能要素と、前記各異常機能要素間のリンクとからなる障害  
トポロジ情報を生成する障害トポロジ情報生成部を更に備え、  
前記障害原因特定部は、  
前記選択した異常機能要素から他の異常機能要素への異常動作の伝  
播方向が前記障害トポロジ情報内の前記伝播方向と整合するときは、  
前記選択した異常機能要素を前記障害原因機能要素として特定する請  
求項1に記載の障害解析装置。
- [請求項4] 前記障害解析装置は、

前記コンピュータシステムを構成する各装置に含まれるレイヤ毎に、前記レイヤに属する前記機能要素と、当該レイヤ内における前記各機能要素間のリンクとからなる基本トポロジ情報を記憶する基本トポロジ情報記憶部と、

前記コンピュータシステムの構成を示す情報と、前記基本トポロジ情報とを参照し、前記システムトポロジ情報を生成するシステムトポロジ情報生成部と

を更に備える請求項1に記載の障害解析装置。

[請求項5]

前記システムトポロジ情報生成部は、

前記複数の異常機能要素を参照し、前記システムトポロジ情報を木構造を適用して更新する請求項1に記載の障害解析装置。

[請求項6]

コンピュータ読み出し可能な記録媒体に格納され、ハードウェア及びソフトウェアを含む機能要素から構成されるコンピュータシステムにおいて障害解析を行うコンピュータプログラムであって、

前記機能要素に関する情報と、前記機能要素間のリンクであって、障害時における前記機能要素間の異常動作の伝播方向を示す情報とを含むシステムトポロジ情報を生成し、

異常動作を発現した前記機能要素である異常機能要素に係る異常検知情報を取得し、

前記異常検知情報と、前記システムトポロジ情報とに基づいて、障害の原因と予想される前記機能要素である障害原因機能要素を特定する、

を実行する命令語を具備するコンピュータプログラム。

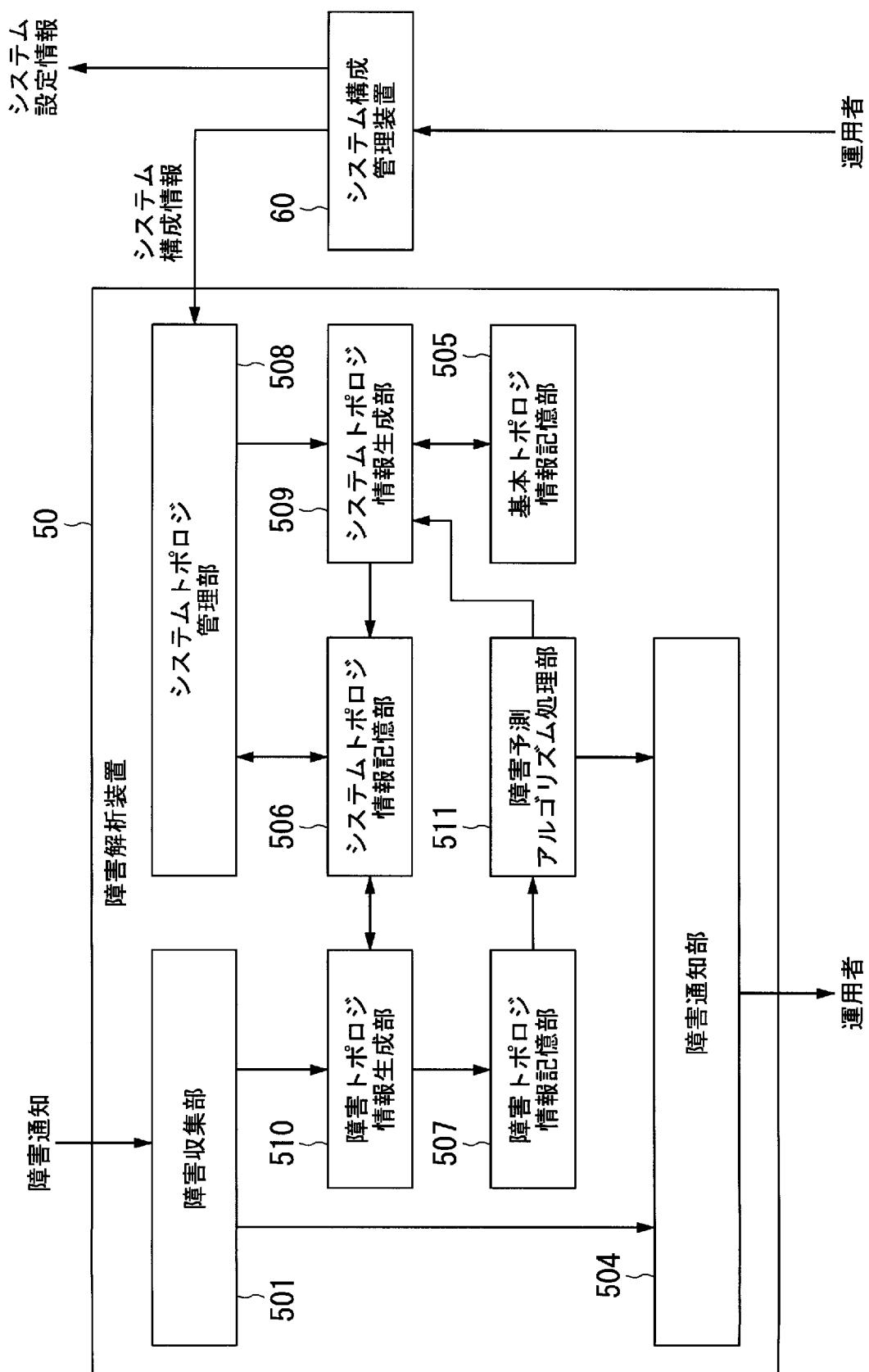
[請求項7]

ハードウェア及びソフトウェアを含む機能要素から構成されるコンピュータシステムにおける障害解析方法であって、

前記機能要素に関する情報と、前記機能要素間のリンクであって、障害時における前記機能要素間の異常動作の伝播方向を示す情報とを含むシステムトポロジ情報を生成するステップと、

異常動作を発現した前記機能要素である異常機能要素に係る異常検知情報を取得するステップと、  
前記異常検知情報と、前記システムトポロジ情報とに基づいて、障害の原因と予想される前記機能要素である障害原因機能要素を特定するステップと、  
を具備する障害解析方法。

[図1]

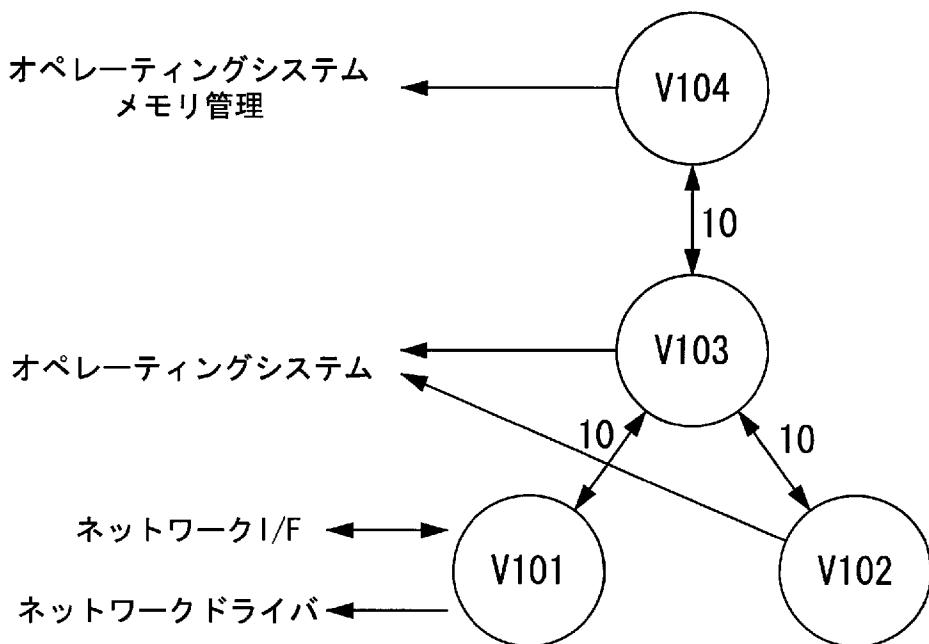


[図2]

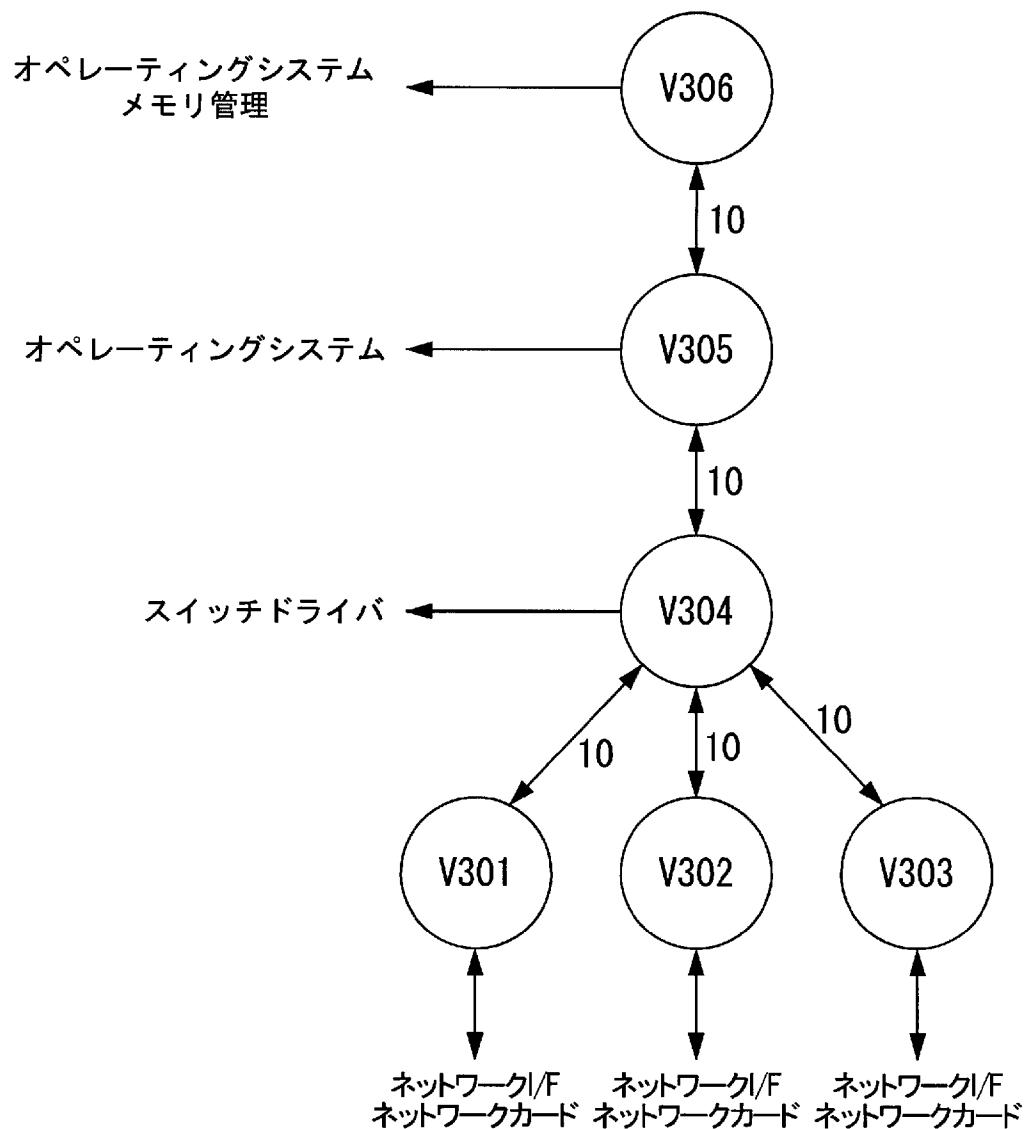
## 基本トポロジ情報

テーブルNo.	各装置の各レイヤ	トポロジ情報
1	コンピュータハードウェア	メインメモリV104<>CPUV103<>ネットワークカードV101 CPUV103<>HDDV102 V104<>オペレーティングシステムメモリ管理 V103<>オペレーティングシステム V101<>ネットワークI/F V102<>オペレーティングシステム
2	スイッチハードウェア	メモリV306<>CPUV305<>スイッチファブリックV304<>ネットワークI/F301 スイッチファブリックV304<>ネットワークI/F302 スイッチファブリックV304<>ネットワークI/F303
:	:	:
9	ケーブル	<>ケーブル<>
10	クライアントアプリケーション	アプリケーション221

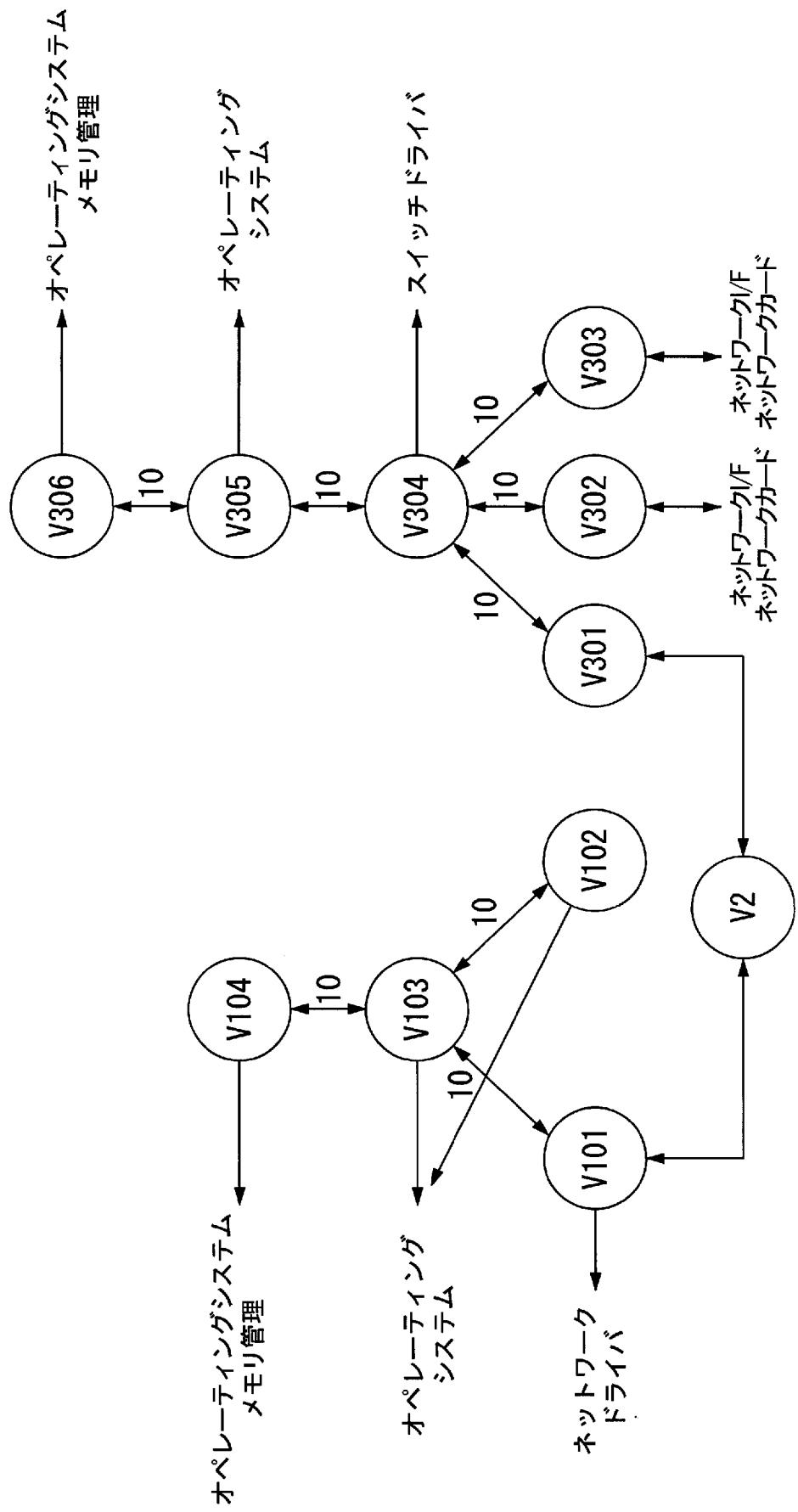
[図3]



[図4]

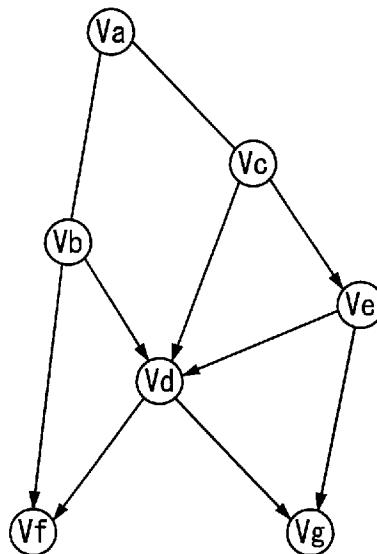


[図5]



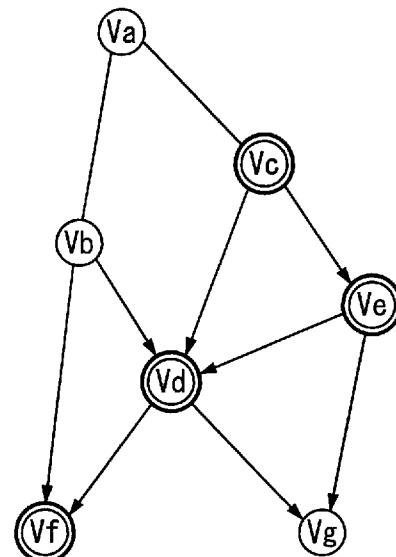
[図6A]

システムトポロジ情報



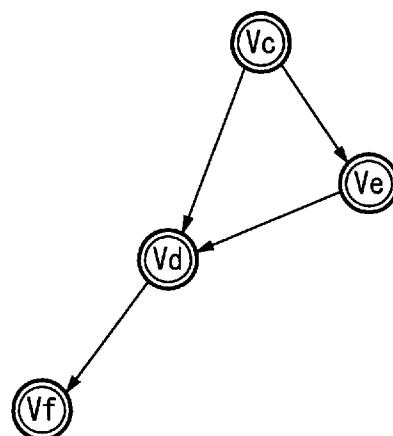
[図6B]

障害機能要素抽出

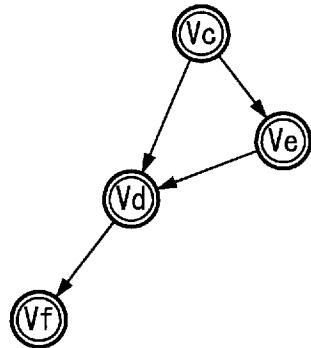


[図6C]

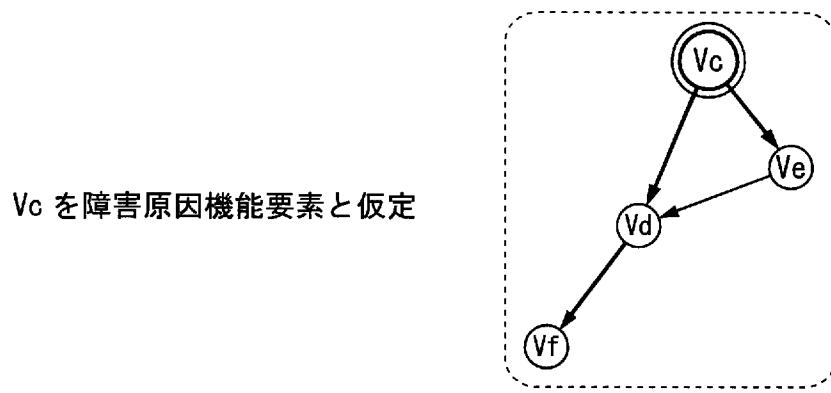
障害トポロジ情報



[図7A]



[図7B]



[図7C]



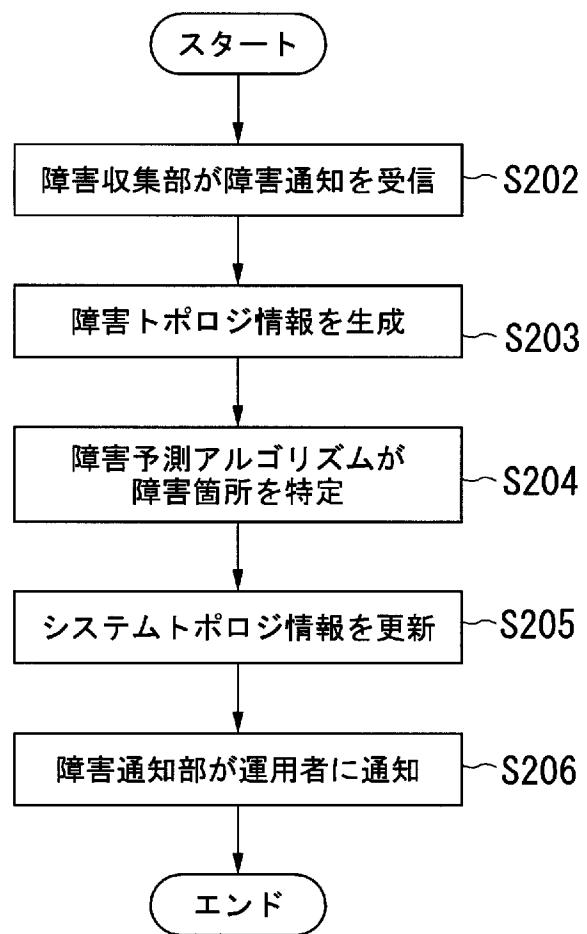
[図7D]



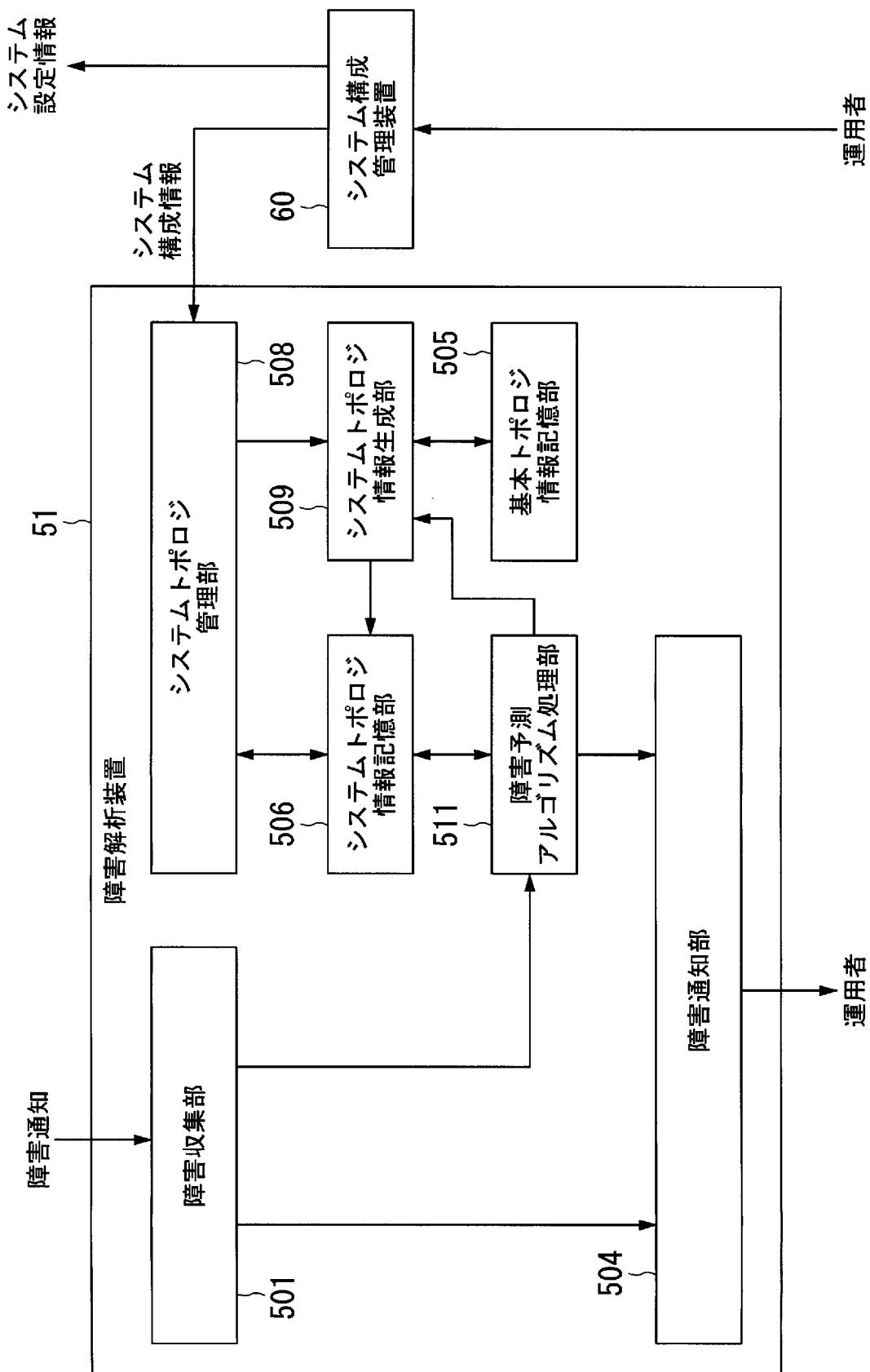
[図7E]



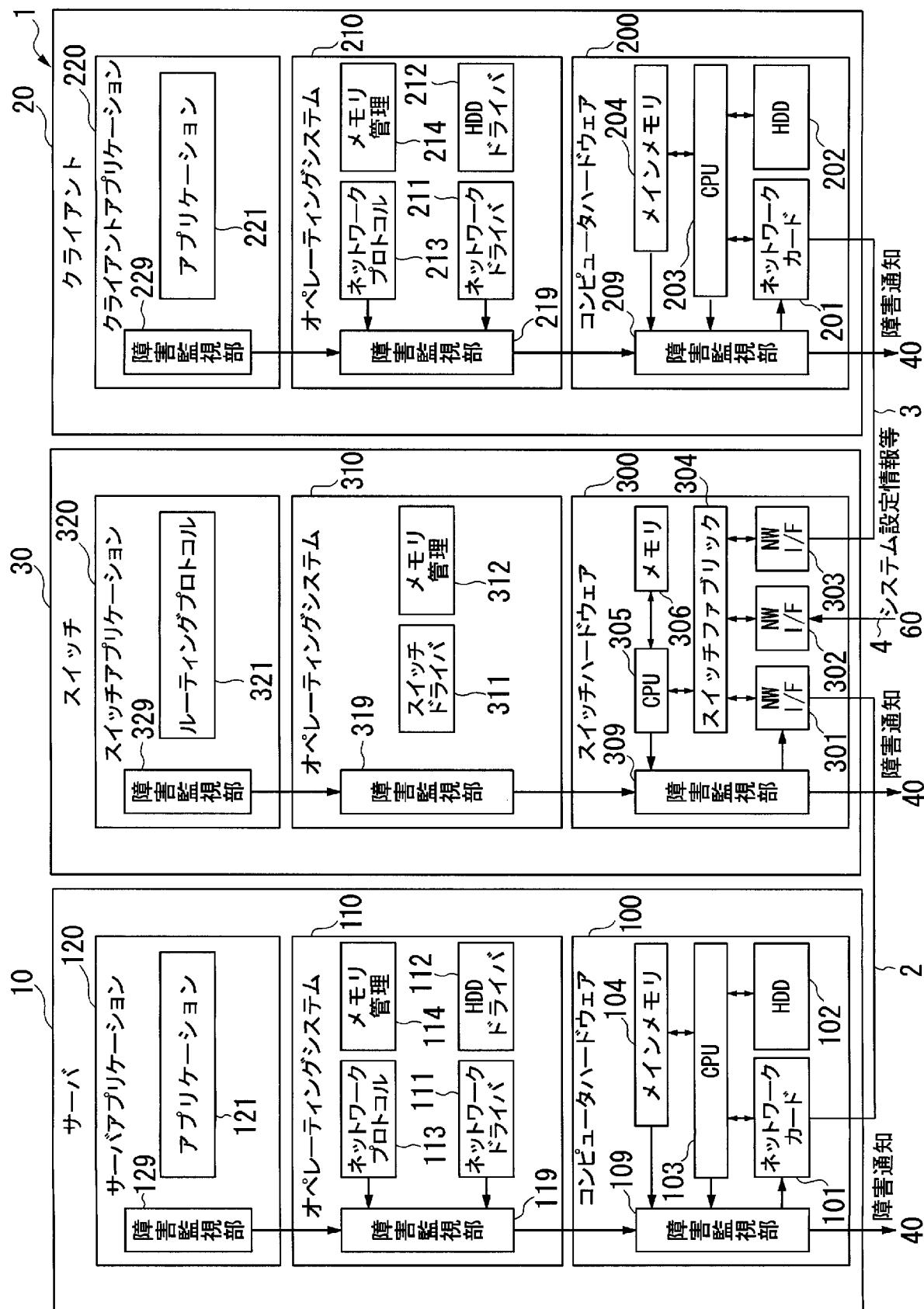
[図8]



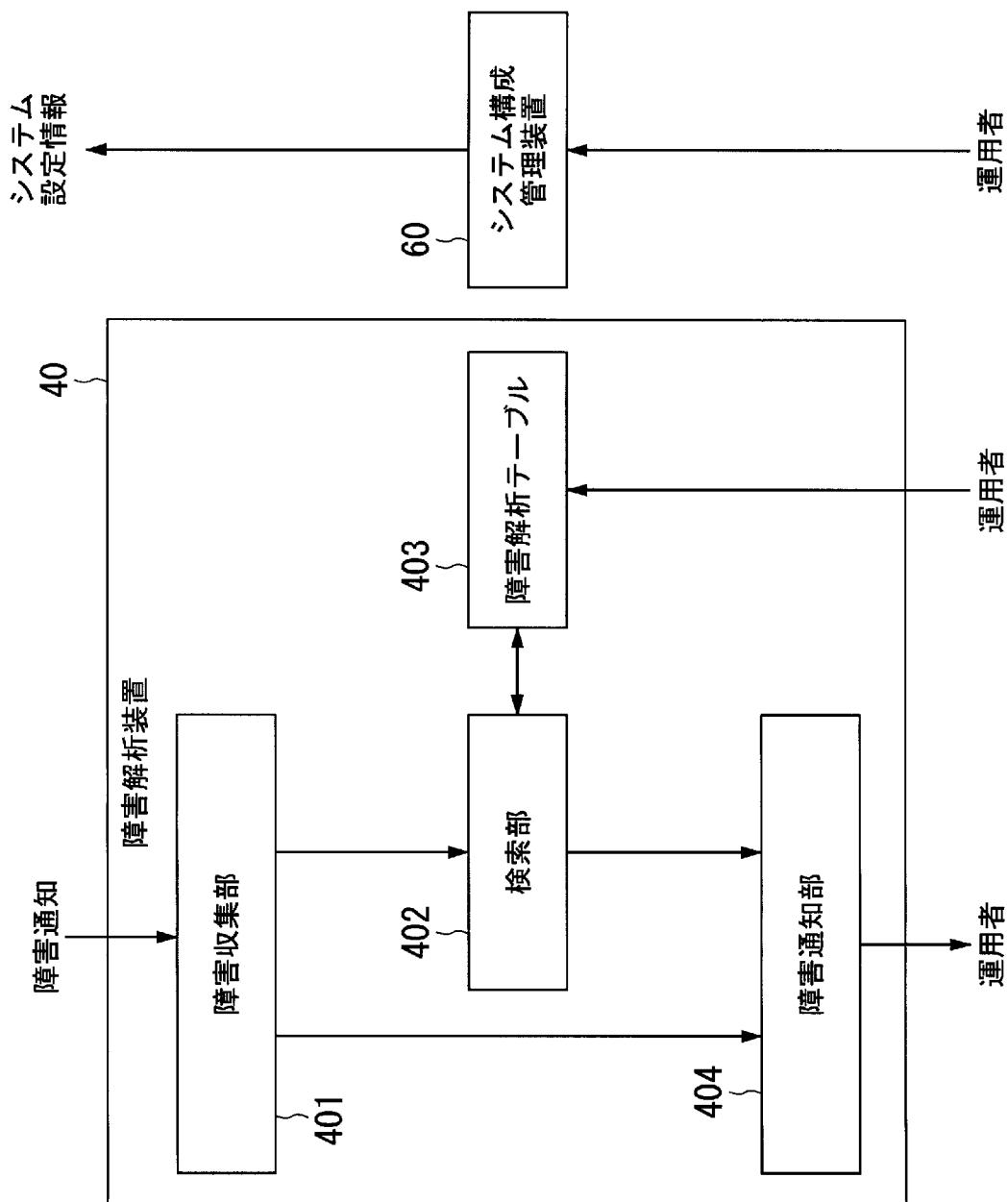
[図9]



[図10]



[図11]

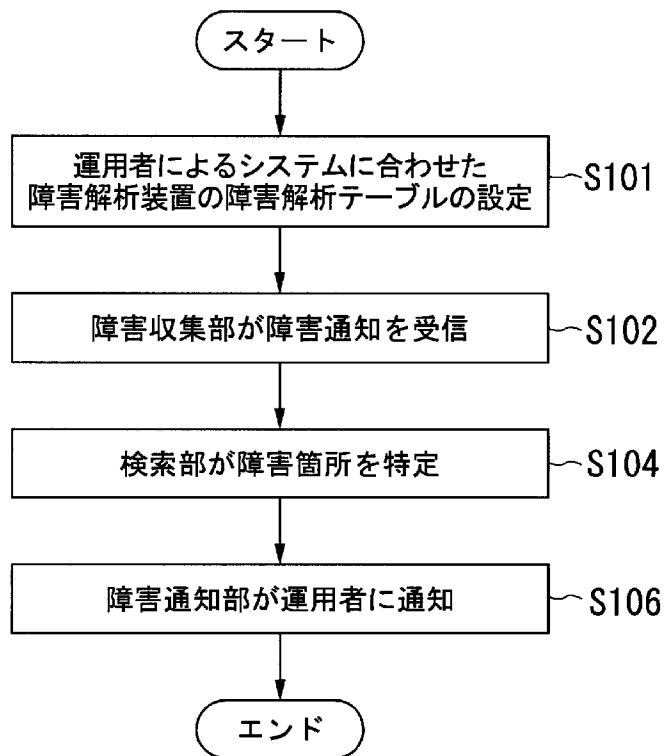


[図12]

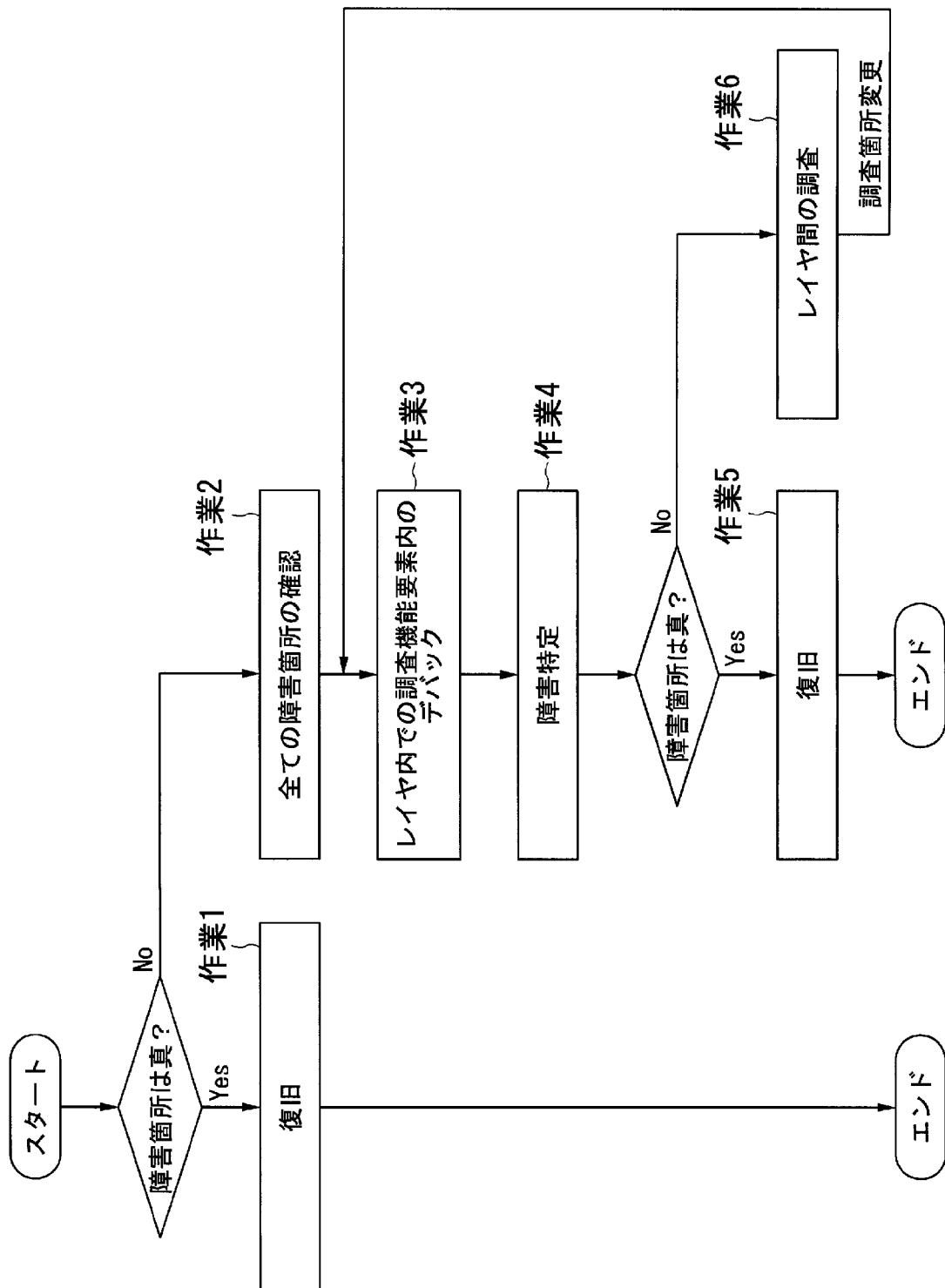
## 障害解析テーブル

テーブル No.	障害通知元1	障害通知元2	障害通知元3	障害通知元... N	想定される障害 特定箇所1	想定される障害 特定箇所2
1 インターネットエクスプローラー301	ネットワークカード 101	ネットワークカード 101	None	...	ケーブル2	スイッチ/ハードウェア 300
2 アプリケーション120	ネットワークドライバ 111	ネットワークドライバ 111	None	...	ネットワークカード 101	CPU103
:	:	:	None	...	：	：
9 ルーティング プロトコル321	スイッチトライバ 311	スイッチトライバ 311	None	...	宛先情報	CPU305
10 アプリケーション220	クリエイント 220	None	None	...	スイッチ ハードウェア300	サーバ アプリケーション120

[図13]



[図14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/003715

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G06F11/30 (2006.01) i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G06F11/30

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 1996-2009  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-133983 A (Hitachi, Ltd.), 25 May 2006 (25.05.2006), paragraphs [0059] to [0078], [0093] & US 2006/0230122 A1	1, 4-7
Y	JP 2001-256032 A (Mitsubishi Electric Corp.), 21 September 2001 (21.09.2001), paragraphs [0012] to [0024] (Family: none)	1, 4-7
Y	JP 11-338804 A (NEC Corp.), 10 December 1999 (10.12.1999), paragraphs [0050] to [0082] & US 6654799 B1	4

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"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	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
26 October, 2009 (26.10.09)

Date of mailing of the international search report  
02 November, 2009 (02.11.09)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2009/003715

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-065668 A (International Business Machines Corp.), 21 March 2008 (21.03.2008), entire text; all drawings & US 2008/0065928 A1	1-7
A	JP 2005-538459 A (International Business Machines Corp.), 15 December 2005 (15.12.2005), entire text; all drawings & US 2004/0049565 A1	1-7
A	JP 11-259331 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 24 September 1999 (24.09.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int.Cl. G06F11/30 (2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int.Cl. G06F11/30

## 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	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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	JP 2006-133983 A (株式会社日立製作所) 2006.05.25, 段落[0059]-[0078],[0093] & US 2006/0230122 A1	1, 4-7
Y	JP 2001-256032 A (三菱電機株式会社) 2001.09.21, 段落[0012]-[0024] (ファ ミリーなし)	1, 4-7
Y	JP 11-338804 A (日本電気株式会社) 1999.12.10, 段落[0050]-[0082] & US 6654799 B1	4

 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  26. 10. 2009	国際調査報告の発送日  02. 11. 2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 多胡 滋 電話番号 03-3581-1101 内線 3545 5B 3562

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求項の番号
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	
A	JP 2008-065668 A (インターナショナル・ビジネス・マシンズ・コーポレーション) 2008.03.21, 全文, 全図 & US 2008/0065928 A1	1-7
A	JP 2005-538459 A (インターナショナル・ビジネス・マシンズ・コーポレーション) 2005.12.15, 全文, 全図 & US 2004/0049565 A1	1-7
A	JP 11-259331 A (日本電信電話株式会社) 1999.09.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7