

(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
2021年4月15日(15.04.2021)



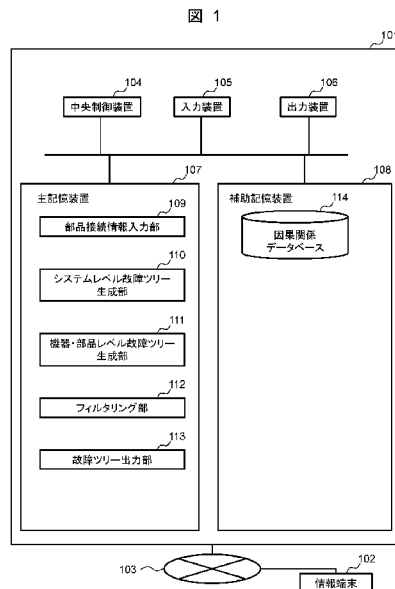
(10) 国際公開番号

WO 2021/070512 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01) *G06F 30/20* (2020.01)
G06Q 50/10 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/032830
- (22) 国際出願日: 2020年8月31日(31.08.2020)
- (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 2019-184702 2019年10月7日(07.10.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内
一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 清水 勇喜(SHIMIZU, Yuuki); 〒1008280
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人サンネクスト国際特許
事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT
OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁
目3番12号 シーフォートスクエア センタ
ービルディング16階 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, KE, KG, KH,

(54) Title: FAILURE TREE GENERATION DEVICE AND METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 故障ツリー生成装置及びその方法



- 102 Information terminal
104 Central controller
105 Input device
106 Output device
107 Main storage device
108 Auxiliary storage device
109 Component part connection information input unit
110 System level failure tree generation unit
111 Equipment/component part level failure tree generation unit
112 Filtering unit
113 Failure tree output unit
114 Causal relationship database

(57) Abstract: This failure tree generation device includes: a causal relationship storage unit that stores information indicating a linkage of the causal relationship of defects of respective component parts constituting subjects to be analyzed in a manner such that the information is associated with the connection relationship of the respective component parts; a system-level failure tree generation unit that generates, for each of the component parts and on the basis of component part constitution information indicating the constitution of component parts to be analyzed and component part connection

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, 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)）

information indicating the connection relationship of the respective component parts, first element information which is information indicating disturbance having occurred in information transfer between the respective component parts and which indicates the relationship between each of the component parts and a phenomenon having occurred on the component part, and generates, on the basis of the respective items of first element information, system level failure tree information indicating the causal relationship of defects of the component parts; and an equipment/component part level failure tree generation unit that searches for the causal relationship storage unit on the basis of the component part constitution information and the component part connection information, that generates two or more items of second element information indicating information relating to a plurality of events connecting to any one first element and indicating the relationship between the respective component parts and phenomena having occurred on the respective component parts, and that generates, on the basis of the respective items of the second element information, equipment/component part level failure tree information indicating the causal relationship of defects of the component parts, by way of a hierarchical structure.

(57) 要約：解析対象を構成する各部品相互の不具合の因果関係の連鎖を示す情報を各部品の接続関係に関連づけて記憶する因果関係記憶部と、解析対象の部品構成を示す部品構成情報と各部品の接続関係を示す部品接続情報を基に、各部品間に情報伝送の乱れが生じたことを示す情報であって、各部品と各部品に発生した現象との関係を示す第1要素の情報を部品毎に生成し、各第1要素の情報を基に、各部品間の不具合の因果関係を示すシステムレベル故障ツリーの情報を生成するシステムレベル故障ツリー生成部と、部品構成情報と部品接続情報を基に因果関係記憶部を検索して、いずれか1つの第1要素に連なる複数の事象に関する情報であって、各部品と各部品に発生した現象との関係を示す第2要素の情報を2以上生成し、各第2要素の情報を基に、各部品間の不具合の因果関係を階層構造で示す機器・部品レベル故障ツリーの情報を生成する機器・部品レベル故障ツリー生成部を有する。

明 細 書

発明の名称：故障ツリー生成装置及びその方法

技術分野

[0001] 本発明は、概して、システムレベルから機器及び部品の両方又は一方（以下、「機器・部品」と表記）のレベルまでの故障ツリーを生成する故障ツリー生成装置及びその方法に関する。

背景技術

[0002] 製品の不具合を防止する手法として、F T A (F a u l t T r e e A n a l y s i s) がある。F T Aでは、製品の不具合事象を取り上げ、その故障要因を階層状に順次洗い出して展開していくことで、不具合の発生源を系統的に探索する解析技法である。この解析結果は、製品の不具合事象を頂上に、その故障要因を下位階層としたツリー構造となる。このツリー構造となる解析結果を故障ツリーと呼ぶ。解析対象となる製品の不具合事象を、故障ツリーの頂上に位置することから頂上事象と呼ぶ。故障ツリーは複数の階層からなる。故障ツリーの末端の故障要因は、故障ツリーの末端に位置することから末端事象と呼ぶ。末端事象は、頂上事象の根本原因を表す。

[0003] F T Aは、設計段階で製品の信頼性を作り込む場合と、製品で不具合が発生した場合にその要因を調査する場合とに用いることができる。設計段階で使用する場合には、頂上事象に製品に起きて欲しくない不具合事象を設定し、解析結果として得られた、根本原因である末端事象に対し、発生しないように対策することで信頼性の向上を図る。不具合発生後の不具合要因分析では、発生した不具合事象を頂上事象に設定し、F T Aを実施し、末端事象に対して、実際に頂上事象の故障要因なのかを確認する。

[0004] 故障要因にすぐに気づくことができれば、短時間でF T Aを実施できる。しかし、すぐに故障要因に気づくことができなければ、文献を調査したり、他の人に聞いたりするなどして、時間を要してしまう。

[0005] 故障要因に気づくことができるかどうかは、F T Aを行う設計者が持つて

いる知識の範囲や経験などによるが、設計業務の分業化により各設計者が把握している範囲が限定的であったり、熟練設計者の減少により経験の少ない若手設計者がF T Aを行う必要があったりするため、故障要因にすぐに気づかず、F T A実施に時間を要する場合がある。さらに、これまでに扱ったことのない新しい部品を導入して設計する場合には、それに伴い、導入する部品に関する新しい知識が求められる。このような点も、故障要因にすぐに気づけずにF T Aに時間を要してしまう原因となる場合がある。

[0006] このような背景から、F T Aを効率的に行うために、故障要因に対する気づきを支援する仕掛けが求められている。

[0007] 特許文献1に記載の装置では、故障ツリーを自動生成することができ、これを用いることで故障要因に対して気づきを得ることができる。この装置では、目標、機能、機能間の関係、機能と目標との間の関係、機能とそれを実現するコンポーネントとの間の関係が、組織的かつ有機的に表現されたM F M (M u l t i l e v e l F l o w M o d e l i n g) 情報、コンポーネントに故障が発生した場合に故障とコンポーネントの挙動との関係を表現したコンポーネント振る舞い情報を含むM F M 附随情報、及び、機能が変化した場合にそれが波及する影響を定義した影響波及ルールを元に、故障ツリーを自動生成する。

[0008] 特研文献2に記載の装置では、過去に発生した不具合の因果関係をデータベースに蓄積しておき、この因果関係を組み合わせることで、故障ツリーを自動生成する。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2007-25981号公報

特許文献2：特開2017-111657号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 特許文献１の装置では、MF M情報がF T A生成時の元データとなる。特許文献１によると、「MF Mで表現した図は、一般に知識工学者により作成される。しかしながら、知識工学者により作成されたMF Mがシステムを正確にモデル化したものであるか否かを判断することは困難である。このため、MF Mのモデルの正しさを証明するための手法が所望されていた。また、F M Fは、一般にシステム設計者には馴染みが薄いため、理解することが困難である。」と記載されている（段落〇〇１３）。つまり、特許文献１の装置では、故障ツリーは自動生成できるが、その代わり解析対象となる製品についてMF M情報を作成する必要がある、そのためには製品についての幅広い知識に加えて、MF M情報を作成するための知識工学的な知見が必要になる。

[0011] 特許文献１の装置を活用するためには、先にも述べたように、製品に関する幅広い知識と知識工学的な知見が必要なMF M情報を設計者自身で作成する必要があるが、設計業務の分業化や熟練設計者不足が進んでいる設計部門においては、ハードルが高いと言える。

[0012] 特許文献２の装置では、過去に発生した不具合の因果関係を組み合わせることで、故障ツリーを自動生成する。このため、過去に不具合が発生した製品と、解析したい製品の部品構成が異なる場合、生成した故障ツリーの中に、解析したい製品には関係のない故障要因が含まれる可能性及び、故障要因に抜けが生じる可能性がある。

[0013] 例えば、過去に発生した不具合の因果関係として、「部品B：現象B」によって「製品A：現象A」が生じた事例があるとする。「部品B：現象B」は、部品Bに現象Bが発生したことを意味する。したがって、事例としては、部品Bに現象Bが生じたことによって、製品Aに現象Aが発生したことを意味する。現象A、Bは、亀裂や破損といった不具合現象である。部品Bは、製品Aの構成部品である。

[0014] この他にも、「部品C：現象C」によって「製品A：現象A」が、「部品D：現象D」によって「製品A：現象A」が、「部品E：現象E」によって「製品A：現象A

」が生じた事例があるとする。部品C、部品D、部品Eは、製品Aの構成部品である。

[0015] 「製品A：現象A」について、その故障要因をF T Aを用いて解析したい場合、特許文献2の装置では、上記の因果関係を集めて故障ツリーを生成する。生成された故障ツリーでは、頂上事象「製品A：現象A」の下位階層に、その故障要因として、「部品B：現象B」、「部品C：現象C」、「部品D：現象D」、「部品E：現象E」が表示される。

[0016] ここで、新規ニーズへの対応や顧客に合わせたカスタマイズのため、同じ製品名でも部品構成が異なる場合がある。過去に不具合が発生した製品Aでは構成部品が、「部品B」、「部品C」、「部品D」、「部品E」であったが、解析したい製品Aでは、構成部品が、「部品B」、「部品C」、「部品F」、「部品G」であった場合、「部品D：現象D」、「部品E：現象E」は、解析したい製品Aには関係のない故障要因となる。さらに、「部品F」、「部品G」に発生した現象が「製品A」の不具合の原因となる可能性があるが、特許文献2の装置では提示されない。

[0017] さらに、特許文献2の装置では、前述したように頂上事象「製品A：現象A」の故障要因として、「部品B：現象B」、「部品C：現象C」、「部品D：現象D」、「部品E：現象E」を抽出した後、同様の処理によって、過去に発生した不具合の因果関係から、「部品B：現象B」、「部品C：現象C」、「部品D：現象D」、「部品E：現象E」の故障要因を抽出する。これを繰り返すことで故障要因を深堀りしていき、故障ツリーを生成する。この故障要因を深堀りする際にも、解析したい製品とは関係しない故障要因が入り込む可能性がある。

[0018] 製品は、システムレベルと機器・部品レベルに分けて考えることができる。システムレベルは、例えば発電プラント全体を指し、求められる性能や仕様に応じて複数の機器・部品を組み合わせることで構築する。機器・部品レベルは、例えば、発電プラントの構成要素であるポンプや発電機等を指す。システムレベルでは、同じ発電プラントであっても、求められる性能や仕様に応じて、その構成要素である機器・部品や接続関係はプラントごとに異なる。

る場合が多い。一方、機器・部品レベルでは、構成要素である部品や接続関係は、システムに比べて、それほど大きくは変わらない。例えば、ポンプであれば、ケーシング、羽根車、主軸、軸受等からなり、その基本的な構成・接続関係は大きくは変わらない。

[0019] 前述したように、特許文献2の装置では、過去に不具合が発生した製品と、解析したい製品の部品構成が異なる場合、生成した故障ツリーの中に、解析したい製品には関係のない故障要因が含まれる可能性及び、故障要因に抜けが生じる可能性がある。

[0020] 特に、構成要素である機器・部品や接続関係が、プラント毎に異なるシステムレベルにおいては、生成した故障ツリーの中に、解析したい製品には関係のない故障要因が含まれる可能性及び、故障要因に抜けが生じる可能性が大きい。

[0021] そこで、上記課題を解決するため、本発明では、システムレベルから機器・部品レベルまでの故障ツリーを正確に生成することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0022] 上記課題を解決するために、本発明は、解析対象の不具合を示す情報であって、少なくとも前記解析対象を構成する複数の部品に属する各部品相互の不具合の因果関係の連鎖を示す情報を前記各部品の接続関係に関連づけて記憶する因果関係記憶部と、前記解析対象を構成する前記複数の部品の部品構成情報と前記複数の部品の各々の接続関係を示す部品接続情報を基に、前記各部品間に情報伝送の乱れが生じたことを示す情報であって、前記各部品と当該各部品に発生した現象との関係を示す第1要素の情報を前記部品毎に生成し、生成した各第1要素の情報を基に、前記各部品間の不具合の因果関係を示すシステムレベル故障ツリーの情報を生成するシステムレベル故障ツリー生成部と、前記部品構成情報と前記部品接続情報を基に前記因果関係記憶部を検索して、前記システムレベル故障ツリーのいずれか1つの第1要素に連なる複数の事象に関する情報であって、前記各部品と当該各部品に発生した現象との関係を示す第2要素の情報を2以上生成し、生成した各第2要素

の情報を基に、前記各部品間の不具合の因果関係を階層構造で示す機器・部品レベル故障ツリーの情報を生成する機器・部品レベル故障ツリー生成部と、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、システムレベルから機器・部品レベルまでの故障ツリーを正確に生成することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]実施例1に係る故障ツリー生成システムの構成図である。

[図2A]システムの構成例を示す図である。

[図2B]システムレベル故障ツリー生成の例を説明する図である。

[図3A]部品接続情報テーブルの構成例を示す図である。

[図3B]システムの構成部品の構成例を示した図である。

[図4A]システムの構成部品の不具合の因果関係の構成例を示す図である。

[図4B]プラグの熱変形に関する因果関係の構成例を示す図である。

[図5]システムレベル故障ツリーの生成例を示した図である。

[図6A]機器・部品レベル故障ツリー生成処理の過程の一部を説明する図である。

[図6B]機器・部品レベル故障ツリー生成処理の過程の一部を説明する図である。

[図6C]機器・部品レベル故障ツリー生成処理の過程の一部を説明する図である。

[図7A]フィルタリング処理される前の機器・部品レベル故障ツリーの生成例を示す図である。

[図7B]部品接続情報テーブルの構成例を示す図である。

[図7C]フィルタリング処理された後の機器・部品レベル故障ツリーの生成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以降、本発明を実施するための実施形態を、図等を参照しながら詳細に説

明する。なお、図面においては、紙面の都合上、部品A、部品B、…を、「C-A」、「C-B」、…と表記し、現象A、現象B、…を、「P-A」、「P-B」、…と表記することがある。

実施例 1

[0026] (機器構成)

図1は、実施例1に係る故障ツリー生成システムの構成図である。図1において、故障ツリー生成システムは、システムレベルから部品・機器レベルまでの故障ツリーの情報を生成するシステムであって、故障ツリー生成装置101及び情報端末102を有する。これらは、ネットワーク103を介して接続可能である。故障ツリー生成装置101は、一般的なコンピュータであり、中央制御装置104、入力装置105、出力装置106、主記憶装置107及び補助記憶装置108を有する。これらはバスで相互に接続されている。

[0027] 中央制御装置104は、例えば、装置全体を統括制御するCPU (Central Processing Unit) で構成される。入力装置105は、キーボードまたはマウスから構成され、出力装置106は、ディスプレイ (表示装置) またはプリンタから構成される。この際、ユーザは、入力装置105を操作して、解決したいシステム (製品) に関する情報を入力することができる。

[0028] 主記憶装置107は、部品接続情報入力部109、システムレベル故障ツリー生成部110、機器・部品レベル故障ツリー生成部111、フィルタリング部112、及び故障ツリー出力部113を有する。

[0029] 補助記憶装置108は、因果関係データベース114を格納している (詳細後記)。なお、以降、これらを因果関係DB (Data Base) 114と略して表記する。

[0030] なお、補助記憶装置108が、故障ツリー生成装置101から独立した外部記憶装置となっており、両者がネットワーク103を介して接続可能である構成も可能である。

[0031] 主記憶装置107における、部品接続情報入力部109、システムレベル故障ツリー生成部110、機器・部品レベル故障ツリー生成部111、フィルタリング部112、故障ツリー出力部113はプログラムである。以降、“〇〇部は”と主体を

記した場合は、中央制御装置104が、補助記憶装置108から各プログラムを読み出し、主記憶装置107にロードしたうえで、各プログラムの機能（詳細後記）を実現するものとする。部品接続情報入力部109は、入力装置105を介して、ユーザによって入力された、解析対象であるシステムにおける機器・部品の接続情報を受け付ける。システムレベル故障ツリー生成部110は、入力された機器・部品の接続情報をもとにシステムレベル故障ツリーを生成する（詳細後記）。機器・部品レベル故障ツリー生成部111では、システムレベル故障ツリー生成部110で生成されたシステムレベル故障ツリーに含まれる機器・部品の故障要因に対して、因果関係DB114に蓄積されている因果関係をもとに、機器・部品レベルの故障ツリーを生成する（詳細後記）。フィルタリング部112では、機器・部品レベル故障ツリー生成部111で生成した機器・部品レベル故障ツリーに対して、部品接続情報入力部109にて入力された機器・部品の接続情報に含まれる部品名を含まない故障要因をフィルタリングする。故障ツリー出力部113では、システムレベル故障ツリー生成部110、機器・部品レベル故障ツリー生成部111、フィルタリング部112で生成された、システムレベル故障ツリー及び機器・部品レベル故障ツリーの情報を出力装置106に出力する。

[0032] 情報端末102もまた、一般的なコンピュータであり、中央制御装置、入力装置、出力装置、主記憶装置及び補助記憶装置を有する（図示せず）。これらはバスで相互に接続されている。情報端末102は、ネットワーク103を介して、故障ツリー生成装置101と情報の送受信を行うことができる。この際、ユーザは、情報端末102の入力装置を操作して、解決したいシステム（製品）に関する情報を入力することができる。

[0033] （システムレベル故障ツリー生成処理）

システムレベル故障ツリー生成処理では、システムにおける電流や流量などのエネルギーの流れを考え、流れが乱れる、例えば、電流を含む情報の伝送が乱れる、つまり、情報の伝送状態が正常状態から外れることで、不具合が生じると考えて故障ツリー生成する。

[0034] システムレベルの故障ツリー生成の具体的な処理内容について、図2Aに示す部品A201と部品B202からなるシステムを用いて説明する。このシステムでは、部品B202に対して、例えば、電流を含む情報の入力があり、その入力を受け部品B202が出力し、その出力を部品A201が入力として受け、出力する。部品A201の出力が、例えば、部品A201の出力不良である場合、部品A201の出力は、本システムの最も下流（情報の受信側）であり、部品Aの出力不良がシステムの頂上事象となる。部品A201の出力不良の原因は、その部品構成を考えると、「部品A：単体不良」と「部品A：入力不良」が考えられる。さらに、「部品A：入力不良」の原因を考えると、部品A201と部品B202との接続関係から、「部品B：出力不良」が考えられる。さらに、部品B202の部品構成を考えると、「部品B：出力不良」の原因は、「部品B：単体不良」と「部品B：入力不良」が考えられる。このように、システムを構成する部品A201と部品B202との間を情報が伝送する過程で、情報の伝送に乱れが生じる、つまり、正常状態から外れることで、不具合が生じると考えて故障ツリーが生成される。

[0035] 例えば、部品A201と部品B202が互いに接続され、部品A201の入力側が、部品B202の出力側に接続される関係にあり、部品A201と部品B202の故障要因として、それぞれ「単体不良」、「出力不良」、及び「入力不良」が存在する場合、システムレベル故障ツリー生成部110は、部品A201の構成情報（部品構成の情報）を基に、部品A201に関する故障要因として、部品Aの出力不良を示す故障要因251、部品Aの単体不良を示す故障要因252、部品Aの入力不良を示す故障要因253を生成し、生成した各要素251～253を互いに接続する故障ツリーの情報を生成し、部品B202の構成情報を基に、部品B202に関する故障要因として、部品Bの出力不良を示す要素254、部品Bの単体不良を示す要素255、部品Bの入力不良を示す要素256を生成し、生成した各要素254～256を互いに接続する故障ツリーの情報を生成する。さらに、システムレベル故障ツリー生成部110は、部品A201と部品B202の接続情報（部品接続情報入力部109に入力された接続情報）を基に、要素253と要素254が互いに接続する故障ツリーの情報を生成する。この処理に基づいて生成した故障ツリーは、システムレ

ベル故障ツリーとして、図 2 B のようになる。

[0036] 以上の処理によって、システムレベル故障ツリーをノイズなく、かつ抜けなく提示する。

[0037] (部品接続情報入力)

システムレベル故障ツリー生成処理では、前述したように、システムにおける情報の伝送方向を考慮し、故障ツリーを生成する。つまり、電流を含む情報の受信側から送信側への部品間の接続関係を辿りながら、故障ツリーを生成する。したがって、システムレベル故障ツリー生成のためには、システムにおける構成部品間の接続関係が必要となる。

[0038] 部品接続情報入力部109では、図 3 A に示すように、ユーザの入力情報を基に、部品接続情報テーブル300に、部品間の接続関係を登録する。部品接続情報テーブル300は、部品301、縦軸の番号302、横軸の番号303から構成される。部品301には、解決したいシステム（製品）を構成する部品構成情報であって、複数の部品に関する部品名の情報、例えば、「部品A」～「部品J」の情報が入力される。縦軸の番号302は、各部品の入力側の識別番号を表し、横軸の番号303は、各部品の出力側の識別番号を表す。縦軸、横軸ともに各行・列に対して番号が割り振られている。ユーザによって、縦軸の各番号302に対してのみ、部品301における部品名が入力される。横軸に対しても同じ番号であれば縦軸と同じ部品名であることを意味する。つまり、縦軸 1 番目の部品301が「部品A」である場合、横軸 1 番目も「部品A」であることを意味し、縦軸 2 番目の部品301が「部品B」である場合、横軸 2 番目も「部品B」であることを意味する。

[0039] ユーザによって、縦軸と横軸の交差する部分に「○」の情報が入力されていると、縦軸の部品と横軸の部品が接続されており、縦軸の部品が入力側で、横軸の部品が出力側であることを意味する。例えば、図 3 A の (1) では、縦軸 2 番目、横軸 1 番目の交差部分に「○」の情報が入力されている。これは、「部品B」と「部品A」が接続されており、「部品B」が入力側で「部品A」が出力側であることを示す。図 3 A の入力内容（部品接続情報テーブル300

0に登録された内容)は、図3Bのような部品A201～部品J210の接続関係(部品相互の接続関係)を意味しており、部品A201は、その入力側が、部品B202、部品C203、部品D204を介して部品E205の出力側に接続されていると共に、部品G207、部品H208、部品I209を介して部品E205の出力側に接続されている。さらに、部品C203の入力側が部品F206の出力側に接続され、部品H208の入力側が部品J210の出力側に接続されている。この際、部品接続情報テーブル300には、解決したいシステム(製品)を構成する部品構成情報であって、複数の部品に関する部品名の情報と各部品の部品相互の接続関係を示す部品接続情報が登録される。なお、図3Aの(1)に相当する部分は、図3Bの(1)の部分である。

[0040] (因果関係)

因果関係DB114には、過去に発生した不具合の因果関係が格納される。因果関係は、不具合発生に至るまでの因果の連鎖を表したものである。この因果関係は、過去に発生した個々の不具合案件から抽出した情報を使って作成される。

[0041] この際、因果関係DB114は、解析対象となるシステム(製品)の不具合を示す情報であって、少なくとも解析対象を構成する複数の部品に属する各部品相互の不具合の因果関係の連鎖を示す情報を各部品の接続関係に関連づけて記憶する因果関係記憶部として構成される。

[0042] 図4Aに因果関係の例を示す。因果を構成する個々の要素401～405は、部品A201～部品E205と現象A501～E505で構成される。この各要素が因果の順に、数珠繋ぎとなって表現される。図4Aの例だと、右の要素によって左の要素が引き起こされる。要素同士を繋ぐ関係として、AND条件601とOR条件602がある。AND条件601は、繋がれた要素402、403が全て発生した場合に、左の要素401が引き起こされることを表す。OR条件602は、繋がれた要素404、405のどれか一つでも発生した場合に、左の要素402が引き起こされることを表す。

[0043] 図4Aの例では、部品D204に現象D504が発生する、もしくは、部品E205に

現象E505が発生することによって、部品B202に現象B502が発生する。さらに、部品B202に現象B502が発生する、かつ、部品C203に現象C503が発生することによって、部品A201に現象A501が発生することを表している。

[0044] 因果関係DB114に格納される因果関係それぞれに対して、個々を識別するために、ID412 (ID:0001) を予め付与する。

[0045] 図4 Aに示す因果関係は、因果を構成する各要素401~405をAND条件601又は、OR条件602で繋ぐ点においてはFTAの結果に近い形式ではあるが、本実施形態における因果関係の特徴としては、因果を構成する各要素を、部品と、その部品において発生する現象とを、セットにして記載するところにある。

[0046] 図4 Bに、プラグの熱変形に関する因果関係の例を示す。因果を構成する複数の要素421~424は、それぞれOR条件625~627を介して接続される。この例では、要素424の中の絶縁部位224に機械的ストレス524が発生し、これによって、要素423の中の電極223にショート523が発生した。さらに、電極223のショート523によって、要素422の中の電極222で発熱522が発生し、最終的に、要素421の中のプラグ221に熱変形521が発生したことを表している。

[0047] (機器・部品レベル故障ツリー生成)

図3 Aの入力内容に対して、前述したシステムレベル故障ツリー生成処理を実行し生成したシステムレベル故障ツリーの一部を図5に示す。

[0048] 例えば、システム(製品)を構成する部品A201と部品B202及び部品G207が互いに接続され、部品A201の入力側が、部品B202及び部品G207の出力側に接続される関係にあり、部品A201と部品B202及び部品G207の故障要因として、それぞれ「単体不良」、「出力不良」、及び「入力不良」が存在する場合、システムレベル故障ツリー生成部110は、部品間の情報伝送に乱れが生じたことを条件に、部品A201の部品構成情報を基に、部品A201に関する故障要因として、部品Aの出力不良を示す要素251、部品Aの単体不良を示す要素252、部品Aの入力不良を示す要素253を生成し、生成した各要素251~253を互いに接続するシステムレベル故障ツリーの情報を生成し、部品B202の部品構成情報

を基に、部品B202に関する故障要因として、部品Bの出力不良を示す要素254、部品Bの単体不良を示す要素255、部品Bの入力不良を示す要素256を生成し、生成した各要素254～256を互いに接続するシステムレベル故障ツリーの情報を生成する。

[0049] さらに、システムレベル故障ツリー生成部110は、部品G207の部品構成情報を基に、部品G207に関する故障要因として、部品Gの出力不良を示す要素257、部品Gの単体不良を示す要素258、部品Gの入力不良を示す要素259を生成し、生成した各要素257～259を互いに接続するシステムレベル故障ツリーの情報を生成する。また、システムレベル故障ツリー生成部110は、部品A201と部品B202及び部品G207の接続情報（部品接続情報入力部109に入力された部品接続情報）を基に、要素253と要素254及び要素257が互いに接続するシステムレベル故障ツリーの情報を生成する。

[0050] この際、システムレベル故障ツリー生成部110は、解析対象となるシステム（製品）を構成する複数の部品の部品構成情報と複数の部品の各々の接続関係を示す部品接続情報を基に、各部品間に情報伝送の乱れが生じたことを示す情報であって、各部品と各部品に発生した現象との関係を示す要素（第1要素）251～259の情報を部品毎に生成し、生成した各第1要素の情報を基に、各部品間の不具合の因果関係を示すシステムレベル故障ツリーの情報を生成する。

[0051] 生成したシステムレベル故障ツリーには、「部品A：単体不良」「部品B：単体不良」のように、構成部品の単体不良が故障要因として含まれる。機器・部品レベル故障ツリー生成部111では、このシステムの構成部品の単体不良について、前述した因果関DB114に蓄積されている因果関係をもとに、機器・部品レベルの故障ツリーを生成する。

[0052] この具体的な処理の流れを図6A～図6Cを用いて説明する。以下、「部品A：単体不良」に対して、機器・部品レベル故障ツリーを生成する場合を例として説明する。

[0053] まず、最初に、機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、「部品A：単体

不良」に関する故障要因を抽出するために、「部品A」を含む因果関係を因果関係DB114から検索する（図6A）。ここで、「部品A：現象A'」の要素401aと、「部品A：現象A''」の要素401bを含む2件の要素の因果関係がヒットした場合、機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、まず要素毎に機器・部品レベル故障ツリーの情報を生成する。

[0054] 例えば、過去に発生した不具合の因果関係として、「部品A：現象A'」の要素401aが、「部品B：現象B」の要素402及び「部品C：現象C」の要素403のAND条件601で発生したことが因果関係DB114に登録され、且つ「部品B：現象B」の要素402が、「部品D：現象D」の要素404又は「部品E：現象E」の要素405のOR条件602で発生したことが因果関係DB114に登録されていた場合、機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、部品A201の部品接続情報と「現象A'」を基に、「部品B：現象B」の要素402、「部品C：現象C」の要素403、「部品D：現象D」の要素404、「部品E：現象E」の要素405の情報をそれぞれ因果関係DB114から抽出すると共に、AND条件601、OR条件602の情報をそれぞれ因果関係DB114から抽出し、要素402、403をAND条件601を介して要素401aに接続し、要素404、405をOR条件602を介して要素402に接続する情報を生成する。

[0055] さらに、過去に発生した不具合の因果関係として、「部品A：現象A''」の要素401bが、「部品G：現象G」の要素406のAND条件603で発生し、且つ、「部品G：現象G」の要素406が、「部品R：現象R」の要素407のOR条件604で発生したことが因果関係DB114に登録されていた場合、機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、部品A201の部品接続情報と「現象A''」を基に、「部品G：現象G」の要素406、「部品R：現象R」の要素407の情報をそれぞれ因果関係DB114から抽出すると共に、AND条件603、OR条件604の情報をそれぞれ因果関係DB114から抽出し、要素406をAND条件603を介して要素401bに接続し、要素407をOR条件604を介して要素406に接続する情報を生成する。

[0056] 続いて、機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、ヒットした2件の要素の因果関係を組み合わせ、一つの故障ツリーとする（図6B）。すなわち、

機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、頂上事象の故障要因となる「部品A：単体不良」の要素252に、要素401a、401bをそれぞれ接続し、部品A201の単体不良に関する故障ツリーの情報を機器・部品レベルの故障ツリーの情報として生成する。ここで、生成した故障ツリーに対して、ヒットした故障要因（「部品A：現象A'」の要素401a）及び（「部品A：現象A''」の要素401b）以外の故障要因、例えば、要素402～407の故障要因を中間事象と呼ぶ。なお、中間事象に連なる末端の要素を末端事象と呼ぶ。この際、機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、この中間事象を含む因果関係を因果関係DB114から検索し、検索により得られた中間事象と、ヒットした因果関係を元の故障ツリーに組み合わせ、この中間事象による検索・組み合わせを繰り返すことで、頂上事象に相当する要素252に連なる中間事象から末端事象までの複数の要素で構成される機器・部品レベル故障ツリーの情報を生成する（図6C）。

[0057] この際、過去に発生した不具合の因果関係として、例えば、「部品D：現象D」の要素404が、「部品K：現象K」の要素408及び「部品L：現象L」の要素409のAND条件605で発生したことが因果関係DB114に登録されていた場合、要素408、409が中間事象として抽出される。また、「部品E：現象E」の要素405が、「部品M：現象M」の要素410のAND条件606による発生で引き起こされたことが因果関係DB114に登録されていた場合、要素410が中間事象として抽出される。さらに、「部品B：現象B」の要素402が、「部品D：現象D」の要素404、「部品E：現象E」の要素405、又は「部品I：現象I」の要素411のOR条件602で発生し、「部品I：現象I」の要素411が、「部品N：現象N」の要素412のAND条件607による発生で引き起こされたことが因果関係DB114に登録されていた場合、要素411、412が中間事象として抽出される。

[0058] また、「部品C：現象C」の要素403が、「部品J：現象J」の要素413のAND条件608で発生し、且つ、「部品J：現象J」の要素413が、「部品O：現象O」の要素414及び「部品P：現象P」の要素415のAND条件609で発生したことが因果関係DB114に登録されていた場合、要素413、414、415が中間事象とし

て抽出される。また、「部品R：現象R」の要素407が、「部品Q：現象Q」の要素416のAND条件610で発生したことが因果関係DB114に登録されていた場合、要素416が中間事象として抽出される。なお、処理の過程では、中間事象の要素が、末端事象の要素として抽出されることがある。

[0059] この際、機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、部品構成情報と部品接続情報を基に因果関係DB114を検索して、システムレベル故障ツリーのいずれか1つの第1要素、例えば、要素252に連なる複数の事象（中間事象、末端事象）に関する情報であって、各部品と各部品に発生した現象との関係を示す第2要素（要素401a、401b、402～416）の情報を2以上生成し、生成した各第2要素の情報を基に、各部品間の不具合の因果関係を階層構造で示す機器・部品レベル故障ツリーの情報（図6Cに示す故障ツリーの情報）を生成する。

[0060] （フィルタリング部）

機器・部品レベル故障ツリーの故障要因の中には、解析対象であるシステムの構成部品ではない故障要因が含まれる。図6～図6Cの例では、「部品K：現象K」の要素408、「部品L：現象L」の要素409、「部品M：現象M」の要素410等である。この理由としては、過去に不具合が発生した製品と解析したい製品では、同じ製品名でも部品構成が異なる可能性があることと、機器・部品レベル故障ツリー生成部111の処理にて、中間事象による検索・組み合わせを繰り返す際に、解析対象であるシステムには関係しない因果関係も検索され組み合わせられることがある。

[0061] フィルタリング部112では、図7A～図7Cに示すように、部品接続情報入力部109で入力された部品名（部品接続情報テーブル300に登録された部品名）を部品接続情報入力部109から取得し、取得した部品名と機器・部品レベル故障ツリー生成部111で生成された機器・部品レベル故障ツリーの個々の故障要因に属する要素の中の部品名とマッチングを行い、故障要因の要素の中から、部品接続情報入力部109で入力された部品名と合致しない部品名が存在する故障要因の要素を取り除くフィルタリング処理を実行する。

[0062] 具体的には、フィルタリング部112は、図7Aに示すように、機器・部品レベル故障ツリー生成部111で生成された機器・部品レベルの故障ツリーに関する情報であって、要素402～416及びAND条件601等の論理条件を含む情報を機器・部品レベル故障ツリー生成部111から取得し、図7Bに示すように、部品接続情報入力部109で入力された部品名に関する情報であって、解決したいシステム（製品）を構成する複数の部品の部品名（部品接続情報テーブル300に登録された部品名）に関する部品構成情報を部品接続情報入力部109から取得し、取得した各情報を比較し、図7Cに示すように、要素402～416の中から、部品接続情報テーブル300に登録された部品名（部品A～部品J）と合致しない、部品名（部品K、L、M、N、O、P、Q、R）が存在する要素407、408、409、410、412、414、415、416を除去する。これによって、解析したいシステムの構成部品に関連する故障ツリーの情報が正確生成される。

[0063] この際、フィルタリング部112の処理結果（フィルタリング処理された後の情報）が故障ツリー出力部113に転送され、故障ツリー出力部113は、フィルタリング部112の処理結果を出力装置106に転送する。これにより、出力装置106の画面上には、図7Cに示す故障ツリーの情報が表示される。なお、フィルタリング部112が、機器・部品レベル故障ツリー生成部111の生成による情報（フィルタリング部112でフィルタリング処理される前の情報）とフィルタリング処理された後の情報を、故障ツリー出力部113を介して出力装置106に転送することで、出力装置106の画面上に、図7Aに示す故障ツリーの情報を表示することもできる。この際、出力装置106は、要素407、408、409、410、412、414、415、416の情報を、要素252、401a、401b、402、403、404、405、406、411、413とは異なる表示形態で表示することができる。例えば、要素252、401a、401b、402、403等の情報を白黒（モノクロ）で表示する場合、要素407、408、409、410、412、414、415、416の情報をグレーで表示し、グレー表示された要素は、解析したいシステムに関係がないことを示すようにしてもよい。なお、要素407、408、409、410、412、414、415、416の情報をグレーで表示する代わりに、点滅して表示することもできる。

[0064] (ユーザ利用イメージ)

ユーザが、解決したいシステム（製品）に関する情報を入力するために、入力装置105又は情報端末102を操作すると、出力装置106又は情報端末102の出力装置（図示せず）に、部品接続情報テーブル300の情報を表示するための画面として、図3Aに示すような部品接続情報入力画面が表示される。ユーザは、表示された部品接続情報入力画面を見ながら、解析したいシステムの部品名と、部品間の接続関係を前述したように入力することができる。ユーザが、解決したいシステム（製品）に関する情報を入力すると、部品接続情報入力部109によって、入力された情報が部品接続情報テーブル300に登録される。そうすると、システムレベル故障ツリー生成部110でシステムレベル故障ツリー生成処理が実行され、図5に示すようなシステムレベル故障ツリーの情報が出力装置106又は情報端末102の出力装置に表示される。このシステムレベル故障ツリー上で、「部品A：単体不良」のように、構成部品の単体不良の故障要因をユーザが選択すると、機器・部品レベル故障ツリー生成部111にて、機器・部品レベル故障ツリー生成処理が実行され、続いて、フィルタリング部112にて、構成部品によるフィルタリング処理が実行され、機器・部品レベル故障ツリーの情報（図7Cに示す情報）が出力装置106又は情報端末102の出力装置に表示される。

[0065] 本実施例によれば、システムレベルから機器・部品レベルまでの故障要因を示す複数の要素で構成される故障ツリーを、MFM情報を利用することなく、正確に生成して表示することができる。すなわち、ノイズなく、かつ抜けなく故障ツリーを提示することができ、結果として、故障ツリーを生成する設計段階で製品の信頼性を高めることができると共に、製品に不具合が発生した場合に、その要因調査の効率化を図ることができる。

実施例 2

[0066] 実施例1では、部品接続情報を図3Aのような形式で入力可能としたが、本実施例では、図3Bのような部品間の接続関係を、2次元図面や3Dモデル等の部品間の接続関係が定義されているデータから、構成部品及びその接続

関係を抽出する。

[0067] 例えば、解析対象となる製品が、部品A201～部品J210で構成されている場合、部品A201～部品J210それぞれの部品構成情報（各部品の回路構成を示す情報）及び各部品相互の接続関係を示す部品接続情報が、製品に対応づけて記録されている2次元図面や3Dモデルの情報を因果関係DB114又は部品情報記憶部としての他のDB（図示せず）に予め格納する。この際、ユーザが、製品を特定する情報を入力する操作を行うと、部品接続情報入力部109は、ユーザの操作に応答して、入力された情報（製品を特定する情報）を基に因果関係DB114又は他のDBを検索して、因果関係DB114又は他のDBから部品A201～部品J210それぞれの部品構成情報（各部品の部品名を示す情報）及び各部品相互の接続関係を示す部品接続情報を取り込み、取り込んだ情報をシステムレベル故障ツリー生成部110、機器・部品レベル故障ツリー生成部111及びフィルタリング部112に転送する。

[0068] システムレベル故障ツリー生成部110は、転送された情報を基に因果関係DB114を検索して、システムレベルの故障ツリーに関する情報を生成する。この後、機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、転送された情報基に因果関係DB114を検索して、システムレベルから機器・故障レベルの故障ツリーに関する情報を生成する。この後、フィルタリング部112は、転送された情報を基に因果関係DB114を検索して、製品を構成する構成部品の部品名を取得し、取得した部品名と機器・部品レベル故障ツリー生成部111で生成された機器・部品レベルの故障ツリーの個々の要素に属する部品名とマッチングを行い、各要素の中から、因果関係DB114に登録された部品名と合致しない部品名が存在する要素を取り除くフィルタリング処理を実行し、フィルタリング処理の実行結果を故障ツリー出力部113に転送する。

[0069] 本実施例によれば、実施例1と同様の効果を奏することができると共に、ユーザが部品接続情報を入力する手間を省くことができる。

[0070] 次に、変形例について説明する。変形例は、故障ツリー生成装置101を、製品（システム）の不具合要因を分析するための不具合要因分析装置として用

いるものである。

[0071] この際、不具合要因分析装置では、製品（システム）の不具合要因の分析結果を故障ツリーの情報として生成することとしている。具体的には、因果関係DB114は、分析対象となるシステム（製品）の不具合要因の分析結果を示す情報であって、少なくとも分析対象を構成する複数の部品に属する各部品相互の不具合の因果関係の連鎖を示す情報を各部品の接続関係に関連づけて記憶する因果関係記憶部として機能する。部品接続情報入力部109は、分析対象を構成する構成部品に属する部品群の部品相互の接続関係を示す部品接続情報を入力する部品接続情報入力部として機能する。システムレベル故障ツリー生成部110は、分析対象を構成する複数の部品の部品構成情報と複数の部品の各々の接続関係を示す部品接続情報を基に、各部品固有の不具合要因の分析結果を示す情報であって、各部品と各部品に発生した現象との関係を示す第1要素の情報を部品毎に生成し、生成した各第1要素の情報を基に、各部品間の不具合要因の因果関係を示すシステムレベル故障ツリーの情報を生成する機能を有する。

[0072] 機器・部品レベル故障ツリー生成部111は、部品構成情報と部品接続情報を基に因果関係記憶部を検索して、システムレベル故障ツリーのいずれか1つの第1要素に連なる複数の事象に関する情報であって、各部品と各部品に発生した現象との関係を示す第2要素の情報を2以上生成し、生成した各第2要素の情報を基に、各部品間の不具合要因の因果関係を階層構造で示す機器・部品レベル故障ツリーの情報を生成する機能を有する。フィルタリング部112は、機器・部品レベル故障ツリー生成部111の生成による機器・部品レベル故障ツリーの情報と分析対象を構成する構成部品に関する構成部品情報とを比較して、機器・部品レベル故障ツリーの情報の中から、分析対象を構成する構成部品以外の部品を含む要素を取り除くフィルタリング処理を実行する機能を有する。故障ツリー出力部113は、フィルタリング部でフィルタリング処理された後の情報を出力装置106に出力する機能を有する。他の構成は、実施例1又は実施例2と同様である。

[0073] なお、2次元図面や3Dモデルから得られた情報であって、部品構成情報と部品接続情報を記憶するDBを部品情報記憶部として設けた場合、部品接続情報入力部109は、ユーザの操作に応答して部品情報記憶部を検索して、部品構成情報と部品接続情報を入力し、入力した部品構成情報と部品接続情報をシステムレベル故障ツリー生成部110と機器・部品レベル故障ツリー生成部111のうち少なくとも一方に転送する部品接続情報入力部として機能する。また、故障ツリー出力部113が、フィルタリング部112でフィルタリング処理される前の情報をフィルタリング部112から取り込んで出力装置106に出力する場合、出力装置106は、フィルタリング部112でフィルタリング処理される前の情報であって、機器・部品レベル故障ツリー生成部111の生成による機器・部品レベル故障ツリーの情報を、故障ツリー出力部113の出力によるフィルタリング処理された後の情報とは異なる表示形態で表示することができる。

[0074] 本実施例によれば、不具合要因の分析結果を示す複数の要素で構成される故障ツリーを、MFM情報を利用することなく、正確に生成して表示することができる。

[0075] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0076] 101 故障ツリー生成装置、102 情報端末、103 ネットワーク、104 中央制御装置、105 入力装置、106 出力装置、107 主記憶装置、108 補助記憶装置、109 部品接続情報入力部、110 システムレベル故障ツリー生成部、111 機器・部品レベル故障ツリー生成部、112 フィルタリング部、113 故障ツリー出力部

請求の範囲

[請求項1] 解析対象の不具合を示す情報であって、少なくとも前記解析対象を構成する複数の部品に属する各部品相互の不具合の因果関係の連鎖を示す情報を前記各部品の接続関係に関連づけて記憶する因果関係記憶部と、

 前記解析対象を構成する前記複数の部品の部品構成情報と前記複数の部品の各々の接続関係を示す部品接続情報を基に、前記各部品間に情報伝送の乱れが生じたことを示す情報であって、前記各部品と当該各部品に発生した現象との関係を示す第1要素の情報を前記部品毎に生成し、生成した各第1要素の情報を基に、前記各部品間の不具合の因果関係を示すシステムレベル故障ツリーの情報を生成するシステムレベル故障ツリー生成部と、

 前記部品構成情報と前記部品接続情報を基に前記因果関係記憶部を検索して、前記システムレベル故障ツリーのいずれか1つの第1要素に連なる複数の事象に関する情報であって、前記各部品と当該各部品に発生した現象との関係を示す第2要素の情報を2以上生成し、生成した各第2要素の情報を基に、前記各部品間の不具合の因果関係を階層構造で示す機器・部品レベル故障ツリーの情報を生成する機器・部品レベル故障ツリー生成部と、を有することを特徴とする故障ツリー生成装置。

[請求項2] 請求項1に記載の故障ツリー生成装置であって、

 前記機器・部品レベル故障ツリー生成部の生成による前記機器・部品レベル故障ツリーの情報と前記部品構成情報とを比較して、前記機器・部品レベル故障ツリーの情報の中から、前記部品構成情報で特定される構成部品以外の部品を含む第2要素を取り除くフィルタリング処理を実行するフィルタリング部を更に有することを特徴とする故障ツリー生成装置。

[請求項3] 請求項1に記載の故障ツリー生成装置であって、

前記部品構成情報と前記部品接続情報を記憶する部品情報記憶部と、

操作に応答して前記部品情報記憶部を検索して、前記部品構成情報と前記部品接続情報を入力し、入力した前記部品構成情報と前記部品接続情報を前記システムレベル故障ツリー生成部と前記機器・部品レベル故障ツリー生成部のうち少なくとも一方に転送する部品接続情報入力部と、を更に有することを特徴とする故障ツリー生成装置。

[請求項4]

請求項2に記載の故障ツリー生成装置であって、

少なくとも前記フィルタリング処理された後の情報を前記フィルタリング部から取り込んで出力する故障ツリー出力部と、

前記故障ツリー出力部の出力による前記フィルタリング処理された後の情報を表示する出力装置を更に有することを特徴とする故障ツリー生成装置。

[請求項5]

請求項4に記載の故障ツリー生成装置であって、

前記故障ツリー出力部は、

前記フィルタリング処理される前の情報を前記フィルタリング部から取り込んで前記出力装置に出力し、

前記出力装置は、

前記フィルタリング部で前記フィルタリング処理される前の情報であって、前記機器・部品レベル故障ツリー生成部の生成による前記機器・部品レベル故障ツリーの情報を、前記故障ツリー出力部の出力による前記フィルタリング処理された後の情報とは異なる表示形態で表示することを特徴とする故障ツリー生成装置。

[請求項6]

解析対象の不具合を示す情報であって、少なくとも前記解析対象を構成する複数の部品に属する各部品相互の不具合の因果関係の連鎖を示す情報を前記各部品の接続関係に関連づけて因果関係記憶部に記憶する記憶ステップと、

前記解析対象を構成する前記複数の部品の部品構成情報と前記複数

の部品の各々の接続関係を示す部品接続情報を基に、前記各部品間に情報伝送の乱れが生じたことを示す情報であって、前記各部品と当該各部品に発生した現象との関係を示す第 1 要素の情報を前記部品毎に生成し、生成した各第 1 要素の情報を基に、前記各部品間の不具合の因果関係を示すシステムレベル故障ツリーの情報を生成するシステムレベル故障ツリー生成ステップと、

前記部品構成情報と前記部品接続情報を基に前記因果関係記憶部を検索して、前記システムレベル故障ツリーのいずれか 1 つの第 1 要素に連なる複数の事象に関する情報であって、前記各部品と当該各部品に発生した現象との関係を示す第 2 要素の情報を 2 以上生成し、生成した各第 2 要素の情報を基に、前記各部品間の不具合の因果関係を階層構造で示す機器・部品レベル故障ツリーの情報を生成する機器・部品レベル故障ツリー生成ステップと、を有することを特徴とする故障ツリー生成方法。

[請求項7]

請求項 6 に記載の故障ツリー生成方法であって、

前記機器・部品レベル故障ツリー生成部の生成による前記機器・部品レベル故障ツリーの情報と前記部品構成情報とを比較して、前記機器・部品レベル故障ツリーの情報の中から、前記部品構成情報で特定される構成部品以外の部品を含む第 2 要素を取り除くフィルタリング処理を実行するフィルタリングステップと、を更に有することを特徴とする故障ツリー生成方法。

[請求項8]

請求項 6 に記載の故障ツリー生成方法であって、

前記部品構成情報と前記部品接続情報を部品情報記憶部に記憶する部品情報記憶ステップと、

操作に応答して前記部品情報記憶部を検索して、前記部品構成情報と前記部品接続情報を入力し、入力した前記部品構成情報と前記部品接続情報を、前記システムレベル故障ツリー生成ステップと前記機器・部品レベル故障ツリー生成ステップのうち少なくとも一方のステッ

プで用いる情報として処理する部品接続情報入力ステップを更に有することを特徴とする故障ツリー生成方法。

[請求項9]

請求項7に記載の故障ツリー生成方法であって、

少なくとも前記フィルタリングステップで前記フィルタリング処理された後の情報を取り込んで出力する故障ツリー出力ステップと、

前記故障ツリー出力ステップでの出力による前記フィルタリング処理された後の情報を表示する情報表示ステップを更に有することを特徴とする故障ツリー生成方法。

[請求項10]

請求項9に記載の故障ツリー生成方法であって、

前記故障ツリー出力ステップでは、

前記機器・部品レベル故障ツリー生成ステップで生成された前記機器・部品レベル故障ツリーの情報を前記フィルタリング処理される前の情報として取り込んで前記情報表示ステップで用いる情報として出力し、

前記情報表示ステップでは、

前記フィルタリング処理される前の情報であって、前記機器・部品レベル故障ツリー生成ステップで生成された前記機器・部品レベル故障ツリーの情報を、前記故障ツリー出力ステップでの出力による前記フィルタリング処理された後の情報とは異なる表示形態で表示することを特徴とする故障ツリー生成方法。

[請求項11]

分析対象の不具合要因の分析結果を示す情報であって、少なくとも前記分析対象を構成する複数の部品に属する各部品相互の不具合の因果関係の連鎖を示す情報を前記各部品の接続関係に関連づけて記憶する因果関係記憶部と、前記分析対象を構成する複数の部品の部品構成情報と前記複数の部品の各々の接続関係を示す部品接続情報を基に、前記各部品間に情報伝送の乱れが生じたことを示す情報であって、前記各部品と当該各部品に発生した現象との関係を示す第1要素の情報を部品毎に生成し、生成した各第1要素の情報を基に、前記各部品間

の不具合要因の因果関係を示すシステムレベル故障ツリーの情報を生成するシステムレベル故障ツリー生成部と、前記部品構成情報と前記部品接続情報を基に前記因果関係記憶部を検索して、前記システムレベル故障ツリーのいずれか1つの第1要素に連なる複数の事象に関する情報であって、前記各部品と当該各部品に発生した現象との関係を示す第2要素の情報を2以上生成し、生成した各第2要素の情報を基に、前記各部品間の不具合要因の因果関係を階層構造で示す機器・部品レベル故障ツリーの情報を生成する機器・部品レベル故障ツリー生成部と、を有することを特徴とする不具合要因分析装置。

[請求項12]

請求項11に記載の不具合要因分析装置であって、

前記機器・部品レベル故障ツリー生成部の生成による前記機器・部品レベル故障ツリーの情報と前記分析対象を構成する構成部品に関する前記部品構成情報とを比較して、前記機器・部品レベル故障ツリーの情報の中から、前記分析対象を構成する構成部品以外の部品を含む第2要素を取り除くフィルタリング処理を実行するフィルタリング部を更に有することを特徴とする不具合要因分析装置。

[請求項13]

請求項11に記載の不具合要因分析装置であって、

前記部品構成情報と前記部品接続情報を記憶する部品情報記憶部と、

操作に応答して前記部品情報記憶部を検索して、前記部品構成情報と前記部品接続情報を入力し、入力した前記部品構成情報と前記部品接続情報を前記システムレベル故障ツリー生成部と前記機器・部品レベル故障ツリー生成部のうち少なくとも一方に転送する部品接続情報入力部と、を更に有することを特徴とする不具合要因分析装置。

[請求項14]

請求項12に記載の不具合要因分析装置であって、

少なくとも前記フィルタリング処理された後の情報を前記フィルタリング部から取り込んで出力する故障ツリー出力部と、

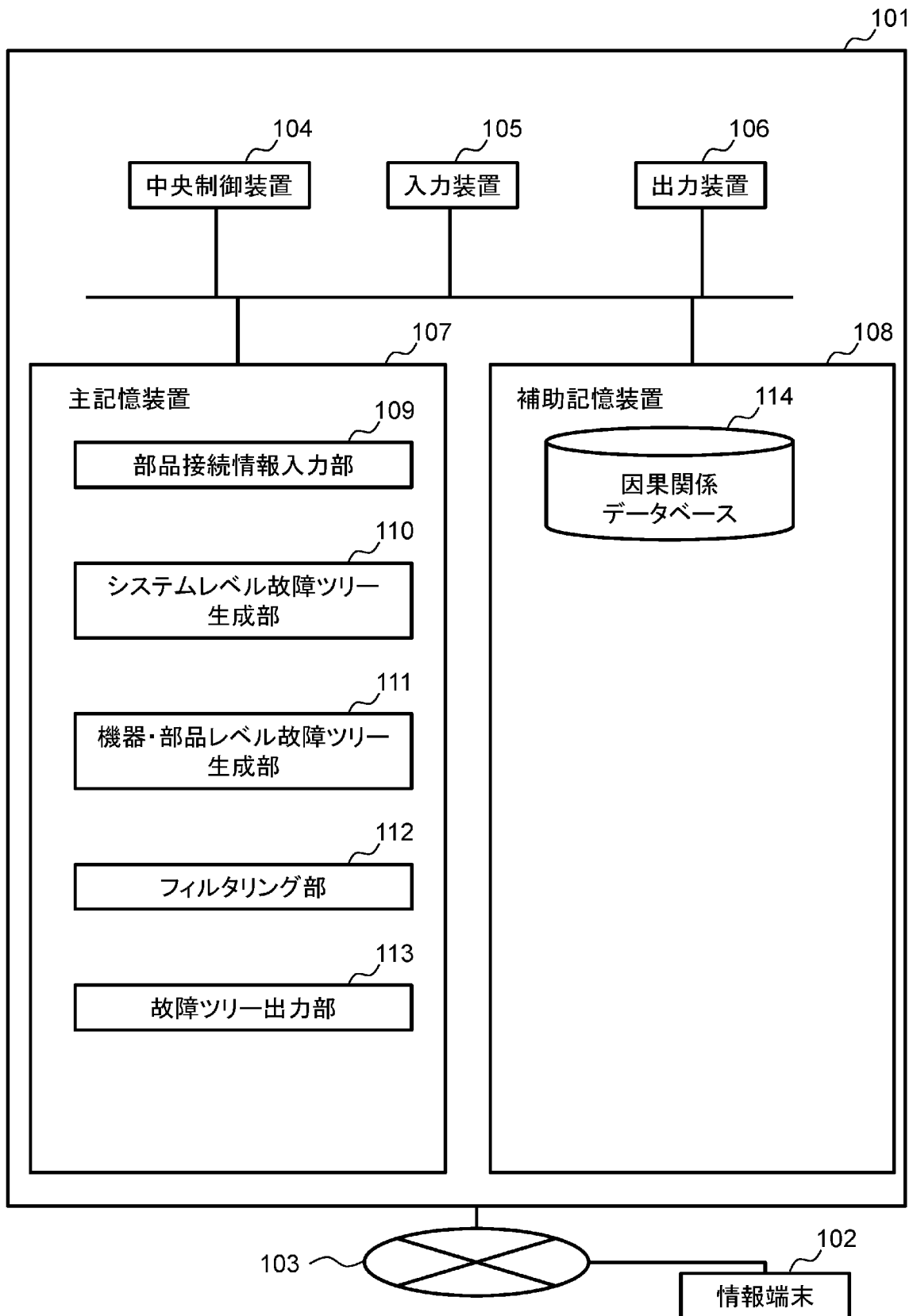
前記故障ツリー出力部の出力による前記フィルタリング処理された

後の情報を表示する出力装置を更に有することを特徴とする不具合要因分析装置。

- [請求項15] 請求項14に記載の不具合要因分析装置であって、
- 前記故障ツリー出力部は、
- 前記フィルタリング処理される前の情報を前記フィルタリング部から取り込んで前記出力装置に出力し、
- 前記出力装置は、
- 前記フィルタリング部で前記フィルタリング処理される前の情報であって、前記機器・部品レベル故障ツリー生成部の生成による前記機器・部品レベル故障ツリーの情報を、前記故障ツリー出力部の出力による前記フィルタリング処理された後の情報とは異なる表示形態で表示することを特徴とする不具合要因分析装置。

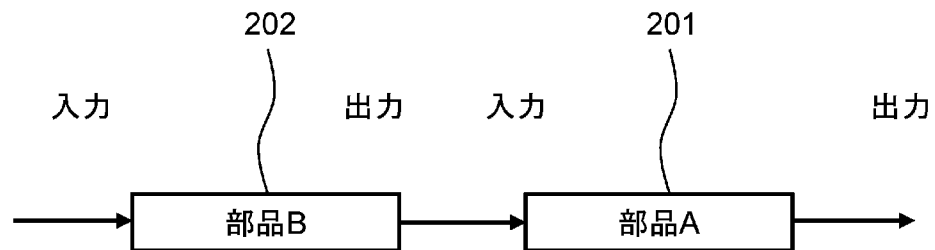
[図1]

図 1



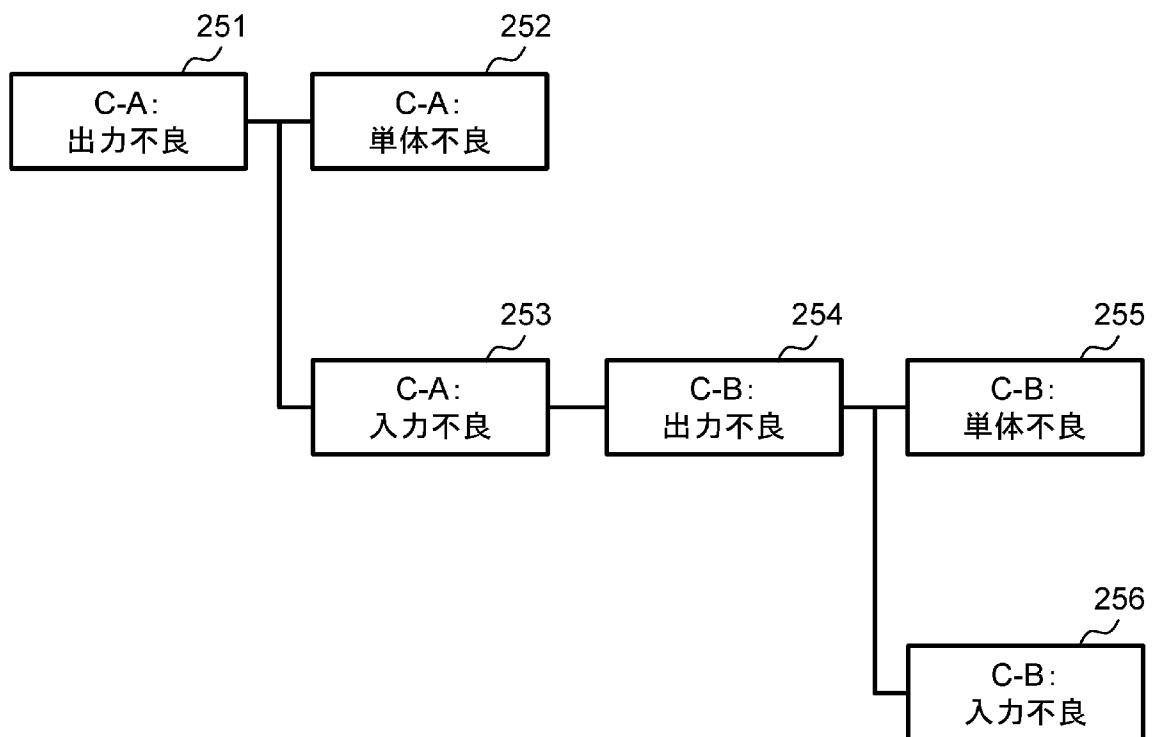
[図2A]

図 2A



[図2B]

図 2B



[図3A]

図 3A

300

出力

301

303

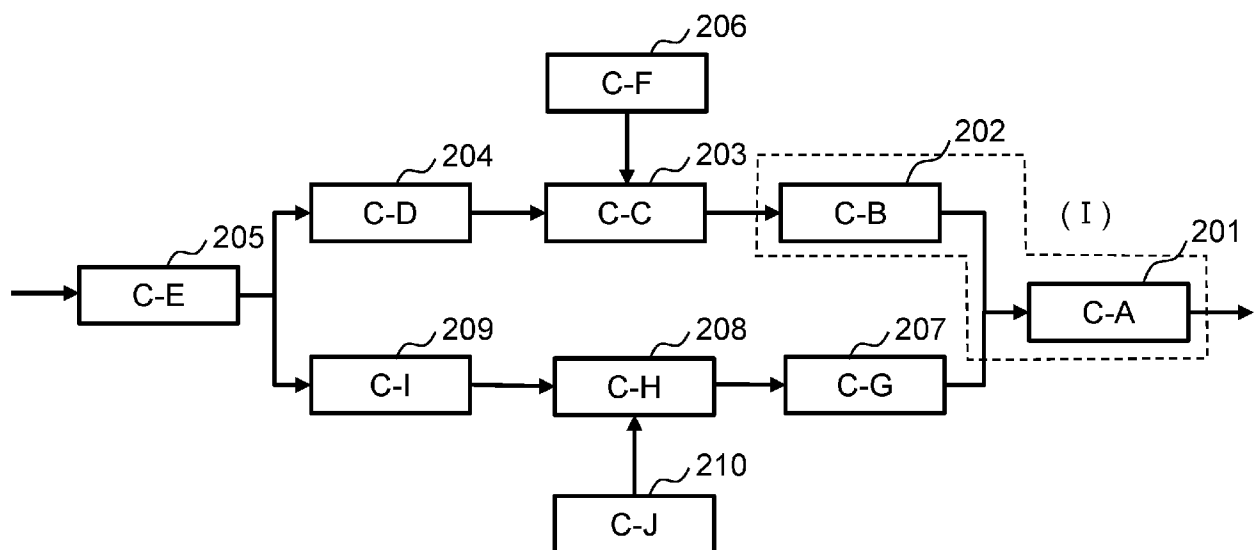
入力

部	部品	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	C-A										
2	C-B	○									
3	C-C		○								
4	C-D	(I)		○							
5	C-E			○					○		
6	C-F			○							
7	C-G	○									
8	C-H							○			
9	C-I								○		
10	C-J								○		
11											

302

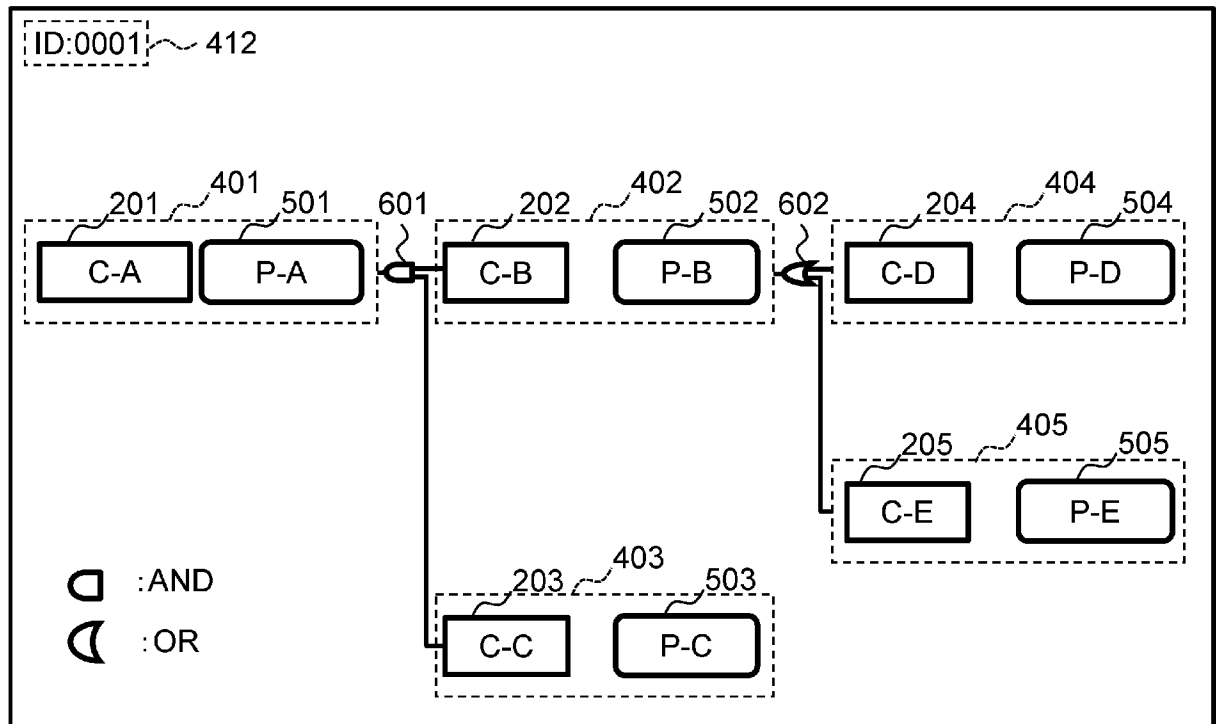
[図3B]

図 3B



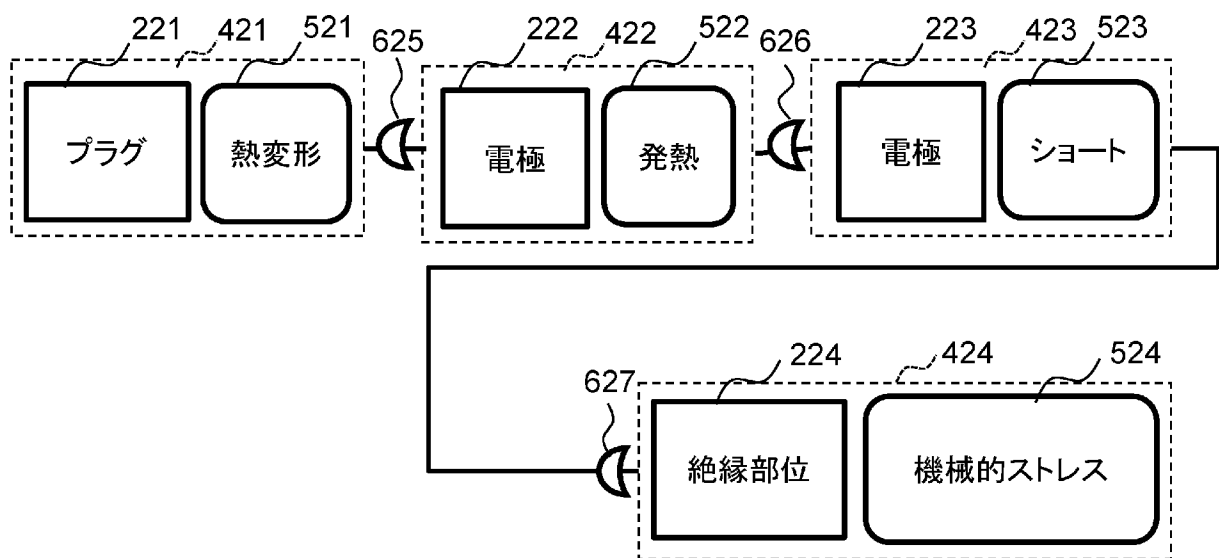
[図4A]

図 4A



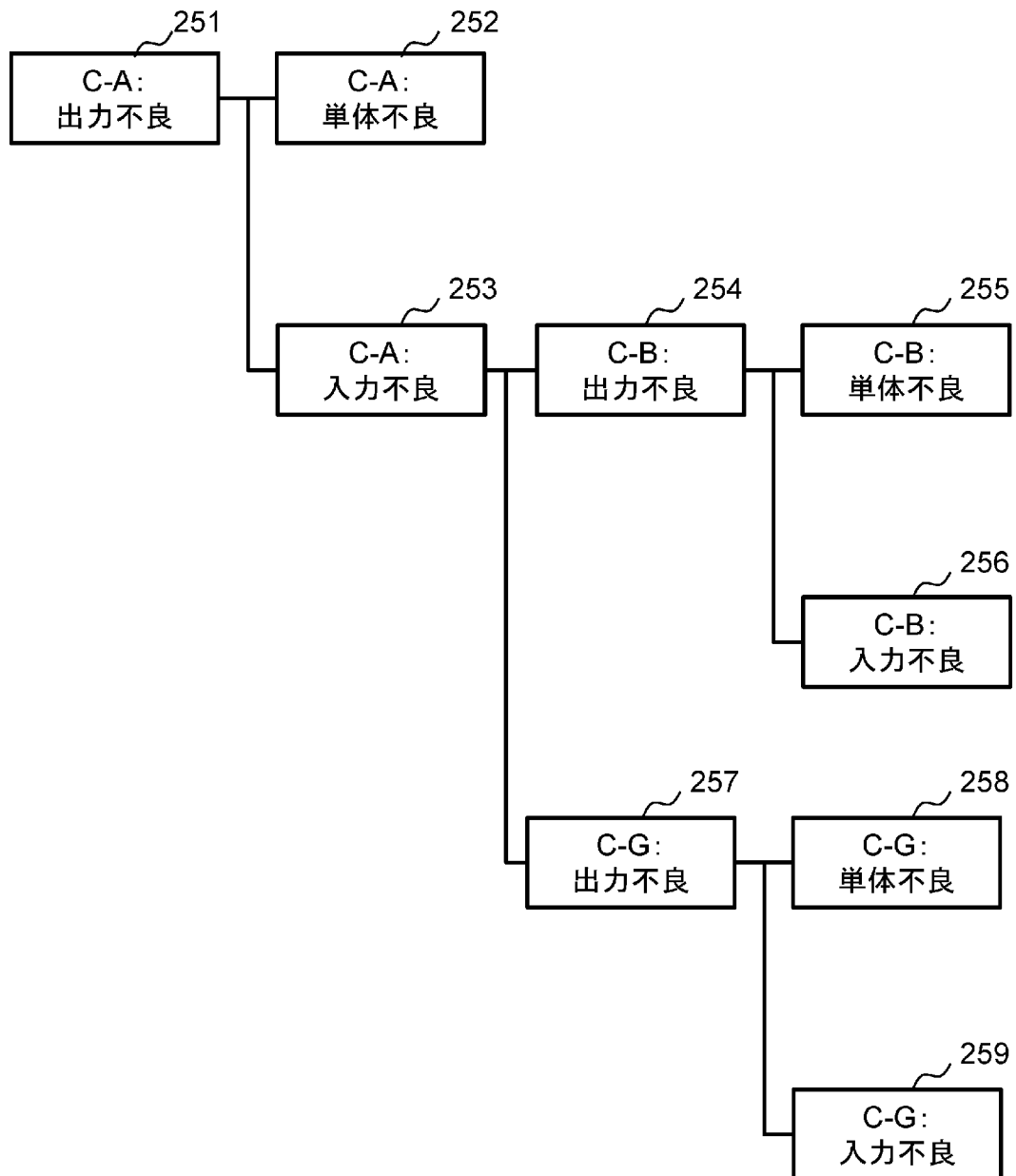
[図4B]

図 4B



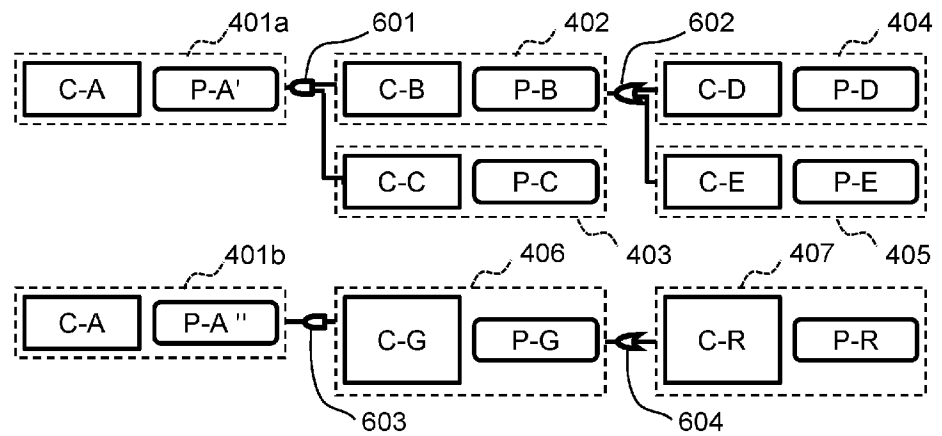
[図5]

図 5



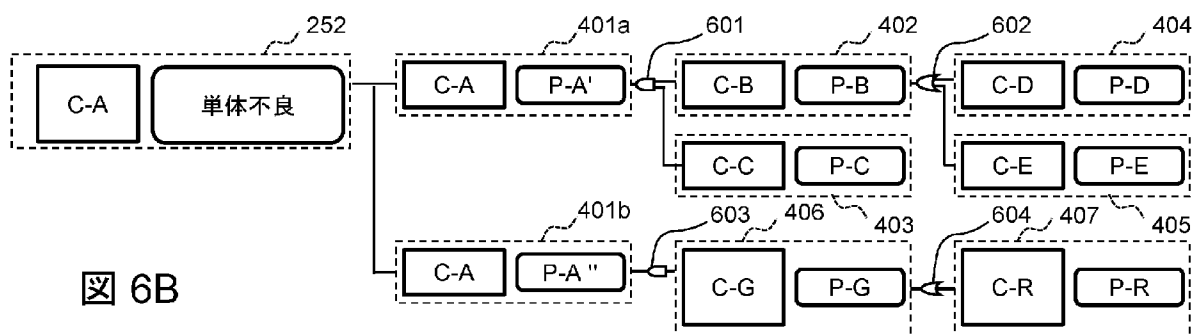
[図6A]

図 6A



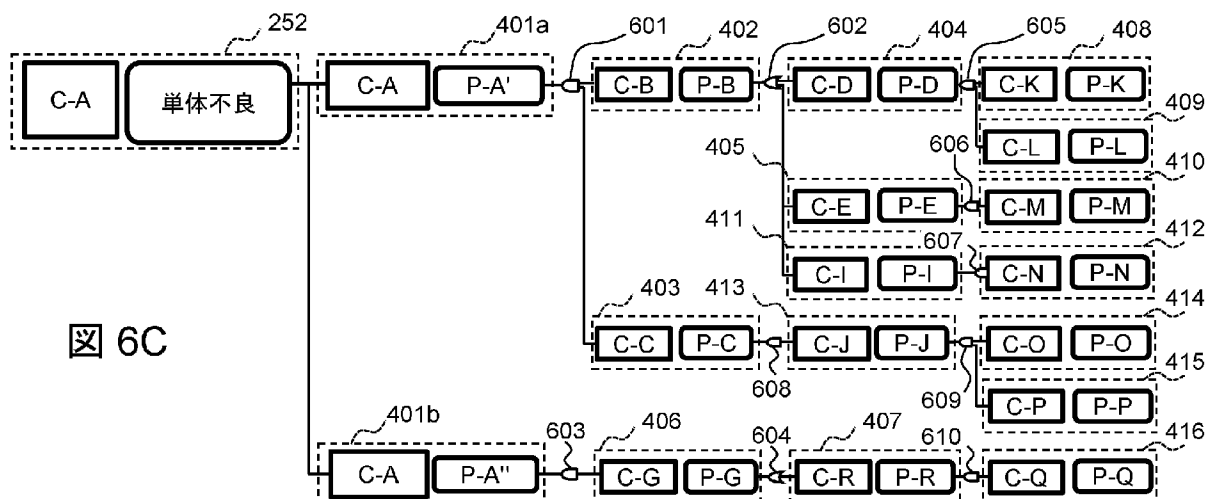
[図6B]

図 6B



[図6C]

図 6C



[図7A]

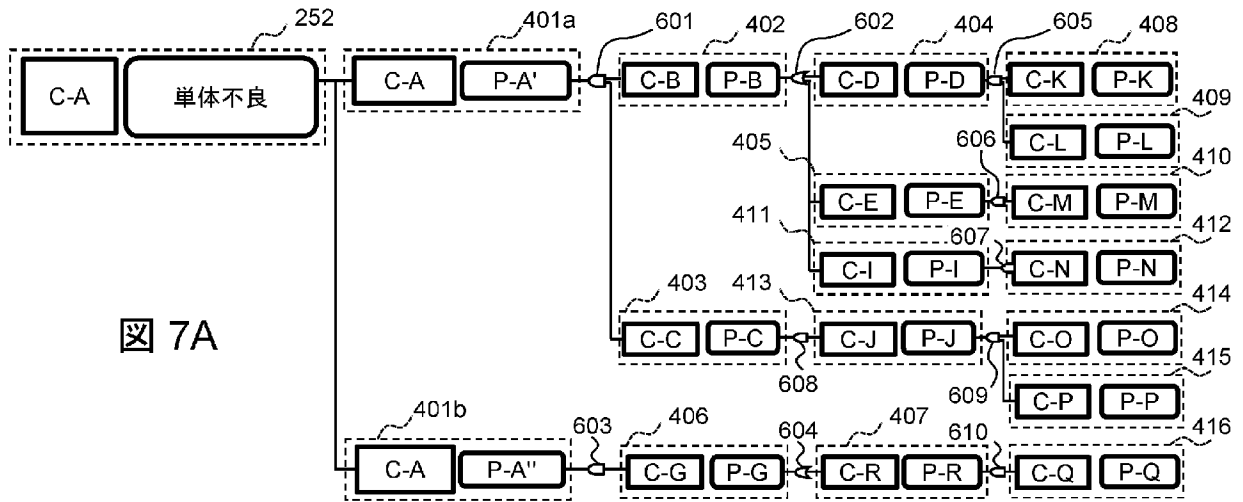


図 7A

[図7B]

図 7B

	部品
1	部品A
2	部品B
3	部品C
4	部品D
5	部品E
6	部品F
7	部品G
8	部品H
9	部品I
10	部品J

300

[図7C]

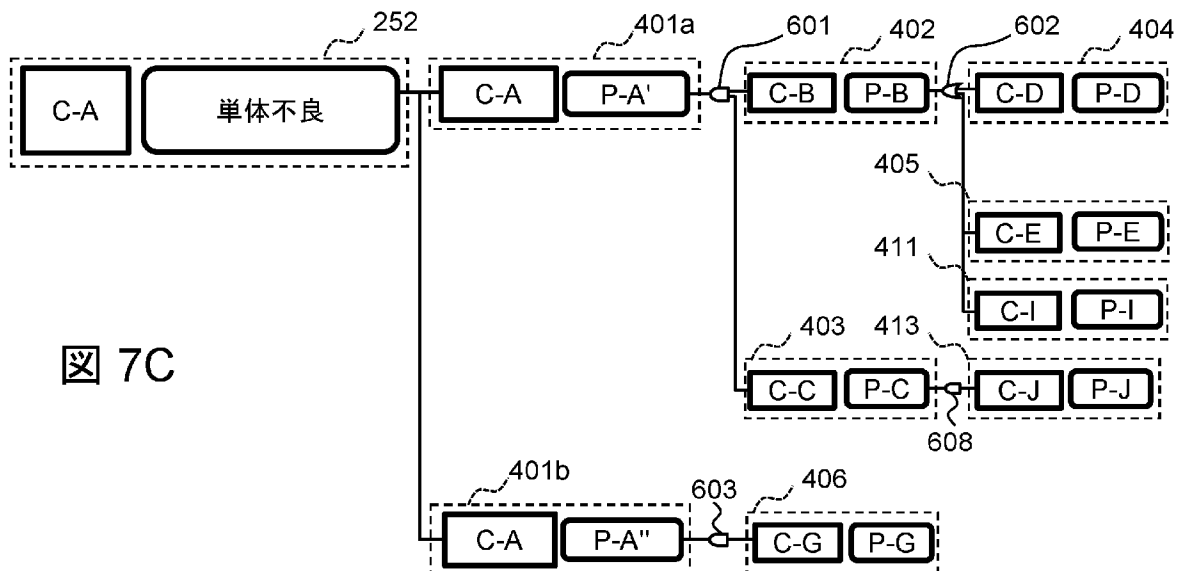


図 7C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/032830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G05B23/02 (2006.01) i, G06Q50/10 (2012.01) i, G06F30/20 (2020.01) i
FI: G05B23/02301Y, G05B23/02302Y, G05B23/02T, G06F17/50612C, G06Q50/10

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. G05B23/02, G06Q50/10, G06F30/20

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.
X	JP 2017-111657 A (HITACHI, LTD.) 22 June 2017 (2017-06-22), paragraphs [0007], [0014]-[0022], fig.	1-2, 4-7, 9-12, 14-15
Y	5-15	3, 8, 13
Y	JP 6-123642 A (TOSHIBA CORPORATION) 06 May 1994 (1994-05-06), paragraph [0025], fig. 1	3, 8, 13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 October 2020

Date of mailing of the international search report

10 November 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/JP2020/032830

JP 2017-111657 A 22 June 2017 (Family: none)

JP 6-123642 A 06 May 1994 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 23/02(2006.01)i; G06Q 50/10(2012.01)i; G06F 30/20(2020.01)i FI: G05B23/02 301Y; G05B23/02 302Y; G05B23/02 T; G06F17/50 612C; G06Q50/10														
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）） G05B23/02; G06Q50/10; G06F30/20														
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												
X	JP 2017-111657 A（株式会社日立製作所）22.06.2017（2017 - 06 - 22） 段落[0007], [0014]-[0022], 図5-15	1-2, 4-7, 9-12, 14-15												
Y		3, 8, 13												
Y	JP 6-123642 A（株式会社東芝）06.05.1994（1994 - 05 - 06） 段落[0025], 図1	3, 8, 13												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 26.10.2020	国際調査報告の発送日 10.11.2020													
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） 影山 直洋 3U 5785 電話番号 03-3581-1101 内線 3364													

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/JP2020/032830

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-111657	A	22.06.2017	(ファミリーなし)	
JP	6-123642	A	06.05.1994	(ファミリーなし)	