

(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
2014 年 8 月 28 日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/129125 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 17/50 (2006.01) G06Q 10/04 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/000537
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 31 日(31.01.2014)
- (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 2013-031747 2013 年 2 月 21 日(21.02.2013) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 大石 耕太(OISHI, Kouta) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 松本邦保(MATSUMOTO, Kuniyasu) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 家入 健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目 3 番 8 アサ

ヒビルデング 10 階響国際特許事務所 Kanagawa (JP).

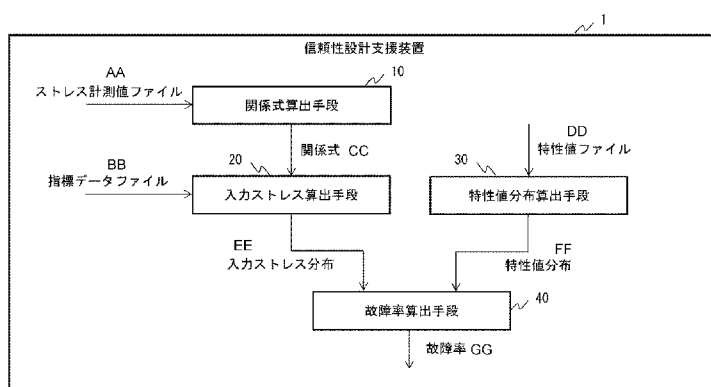
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: RELIABILITY DESIGN ASSISTANCE DEVICE, RELIABILITY DESIGN ASSISTANCE METHOD, AND RELIABILITY DESIGN ASSISTANCE PROGRAM

(54) 発明の名称: 信頼性設計支援装置、信頼性設計支援方法、及び信頼性設計支援プログラム



- 1 Reliability design assistance device
10 Relational expression computation means
20 Input stress computation means
30 Characteristic value distribution computation means
40 Fault rate computation means
AA Stress measurement value file
BB Index data file
CC Relational expression
DD Characteristic value file
EE Input stress distribution
FF Characteristic value distribution
GG Fault rate

(57) Abstract: A relational expression computation means (10) carries out an approximation calculation upon a data string wherein a value of a subject factor which changes according to either a user or an environment and an input stress measurement value which is measured when a subject device is used are associated, and computes a relational expression. An input stress computation means (20) computes an input stress which is inputted into the subject device according to the relational expression and index data of the subject factor. A fault rate computation means (40) computes a fault rate of the subject device according to the input stress and a characteristic value distribution of the subject device.

(57) 要約: 関係式算出手段(10)は、ユーザ又は環境に応じて変化する対象因子の値と、対象装置の使用時に計測した入力ストレス計測値と、を関連づけたデータ列に対して近似計算を行って関係式を算出する。入力ストレス算出手段(20)は、関係式と、対象因子の指標データと、に応じて対象装置に入力される入力ストレスを算出する。故障率算出手段(40)は、入力ストレスと、対象装置の特性値分布と、に応じて対象装置の故障率を算出する。

明 細 書

発明の名称：

信頼性設計支援装置、信頼性設計支援方法、及び信頼性設計支援プログラム

技術分野

[0001] 本発明は信頼性設計支援装置、信頼性設計支援方法、及び信頼性設計支援プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、製造業者に対する安全性要求が高まってきている。これに伴い、製品開発時におけるリスクアセスメントの実施が必須となってきた。一般的なリスクアセスメントは、例えば以下のようなプロセスで実行される。

[0003] はじめに、「（１）製品の使用、誤使用の明確化」を実行する。これは、製品の使用するユーザや意図される使用シーンを特定し、予見可能な誤使用を明確化する工程である。続いて、「（２）故障率の見積もり、及び発生頻度の見積もり」を実行する。これは、製品の使用及び誤使用が製品を構成する部品に与える入力ストレス（負荷）を見積り、故障率を見積もる工程（２－１：故障率の見積もり）と、誤使用頻度や部品故障確率を考慮してリスクの発生頻度を見積もる工程（２－２：発生頻度の見積もり）と、から構成される。

[0004] また、上記（２）の工程と並行して、「（３）ハザードの特定、ハザードが与えるリスクの程度の見積もり」を実行する。これは、製品使用及び誤使用により引き起こされる故障や挙動が引き起こすハザードを特定する工程（３－１：ハザードの特定）と、ハザードが与えるリスクの程度を見積もる工程（３－２：リスクの程度の見積もり）と、から構成される。

[0005] そして、上記（２）及び（３）の工程後に「（４）リスクの評価」を実行する。これは、上記工程により算出したリスクの発生頻度、及びリスクの程度、の２軸で評価を行い、リスクの評価を行う工程である。上記した（１）

～（４）の工程の内、故障率を見積もる工程（２－１）において高精度な故障率の見積もりを行うことが非常に重要である。

[0006] 特許文献１には、屋内に設置して利用される家電製品等の故障率を算出する信頼性設計支援装置が開示されている。当該信頼性設計支援装置は、不良発生 of の基準値を明確化し、部品の特性値の確率密度分布と当該基準値を照合することにより故障率を算出する。

[0007] また、屋外環境で使用される製品の市場では、ストレス・ストレングスモデルを用いた故障率の算出が行われている。ストレス・ストレングスモデルを用いた手法では、市場における入力ストレスを計測等により分布として定義し、当該分布と部品特性値の確率密度分布を照合して故障率を算出する。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献１：特開２００２－１４９７１４号公報

非特許文献

[0009] 非特許文献１：田村 泰彦、飯塚 悦功著、不具合に関する設計知識の運用に関する研究：ストレス・ストレングスモデルによる知識獲得、Journal of the Japanese Society for Quality Control 31(1), P168-180

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、上述の特許文献１の技術を用いた場合には以下の問題がある。特許文献１に記載の信頼性設計支援装置は、不良発生 of の基準値を明確化することにより故障率を算出している。しかし、入力ストレスのばらつきが大きい場合には不良発生 of の基準値を定めることができないため、当該信頼性設計支援装置を使用することができない。

[0011] また上述 of の一般的なストレス・ストレングスモデルでは、上述のように入力ストレス分布を用いる。入力ストレス分布は、製品を構成する部品形状や構成等 of の設計因子に加え、ユーザ of の身体的特徴等や使われ方（製品を使用す

る際の路面状況等)の因子によって決定される。一般的なストレスストレングスモデルではこれらの因子に関する考慮が行われていない。

[0012] たとえば自動車のように大きなエネルギーを生み出す商品の場合、ユーザの体重等の因子や使われ方の因子は入力ストレスにほとんど影響しない。そのため、自動車等の製品設計時には、ストレスストレングスモデルによって高精度に故障率を算出することができる。

[0013] 一方、ユーザの体重や路面状況等の因子、すなわちユーザや環境に応じて変化する因子が入力ストレス分布に大きな相関を持つ場合、一般的なストレスストレングスモデルでは導出された故障率の精度も低くなってしまう。

[0014] すなわち、従来の技術では、ユーザや環境に応じて変化する因子が入力ストレスに大きな相関を持つ場合に製品故障率を精度良く算出できないという問題があった。

[0015] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、ユーザ又は環境に応じて変化する因子が入力ストレスに大きな相関を持つ場合であっても製品故障率を精度良く算出する信頼性設計支援装置、信頼性設計支援方法、及びプログラムを提供することを主たる目的とする。

課題を解決するための手段

[0016] 本発明にかかる信頼性設計支援装置の一態様は、ユーザや環境に応じて変化する対象因子の値と、対象装置の使用時に計測した入力ストレス計測値と、を関連づけたデータ列に対して近似計算を行って関係式を算出する関係式算出手段と、前記関係式と、前記対象因子の指標データと、に応じて前記対象装置に入力される入力ストレスを算出する入力ストレス算出手段と、前記入力ストレスと、前記対象装置の特性値分布と、に応じて前記対象装置の故障率を算出する故障率算出手段と、を有する、ものである。

[0017] また、この一態様において、前記指標データは、前記ユーザの身体的特徴に関する確率密度分布であり、前記入力ストレス算出手段は、前記関係式と、前記確率密度分布と、を基に前記入力ストレスに関する分布であるストレス分布を算出し、前記故障率算出手段は、前記ストレス分布と前記特性値分

布と、の重複から前記対象装置の故障率を算出する、ことが望ましい。

[0018] また、この一態様において、前記入力ストレス算出手段は、前記対象因子の最悪値を前記関係式に代入することにより閾値直線を算出し、前記故障率算出手段は、前記特性値分布と前記閾値直線が形成する分布領域から前記対象装置の故障率を算出する、ことが望ましい。

[0019] さらに、この一態様において、前記対象装置に使用される部品形状データを使用して有限要素解析を行うことにより、前記入力ストレス算出手段が算出した前記入力ストレスを調整する入力ストレス分布調整手段を更に有する、ことが望ましい。

[0020] なお、この一態様において、前記対象因子は、前記ユーザの身体的特徴、前記対象装置の使用環境、前記対象装置の使用時の実測値、または前記対象装置の特性値であり、前記指標データは、前記対象因子が前記ユーザの身体的特徴である場合に、前記ユーザの身体的特徴にかかる確率密度分布であり、前記対象因子が前記対象装置の使用時の実測値である場合に、当該実測値が複数列举された実測データであり、前記対象因子が前記対象装置の特性値である場合に、前記対象装置の性質から算出できる最悪値である。

[0021] 本発明にかかる信頼性設計支援方法の一態様は、ユーザや環境に応じて変化する対象因子の値と、対象装置の使用時に計測した入力ストレス計測値と、を関連づけたデータ列に対して近似計算を行って関係式を算出する関係式算出ステップと、前記関係式と、前記対象因子の指標データと、に応じて前記対象装置に入力される入力ストレスを算出する入力ストレス算出ステップと、前記入力ストレスと、前記対象装置の特性値分布と、に応じて前記対象装置の故障率を算出する故障率算出ステップと、を実行するものである。

[0022] 本発明にかかるプログラムの一態様は、コンピュータに、ユーザや環境に応じて変化する対象因子の値と、対象装置の使用時に計測した入力ストレス計測値と、を関連づけたデータ列に対して近似計算を行って関係式を算出する関係式算出ステップと、前記関係式と、前記対象因子の指標データと、に応じて前記対象装置に入力される入力ストレスを算出する入力ストレス算出

ステップと、前記入力ストレスと、前記対象装置の特性値分布と、に応じて前記対象装置の故障率を算出する故障率算出ステップと、を実行させる、ものである。

発明の効果

[0023] 本発明では、ユーザや環境に応じて変化する対象因子が入力ストレスに大きな相関を持つ場合であっても製品故障率を精度良く算出する信頼性設計支援装置、信頼性設計支援方法、及びプログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]実施の形態1にかかる信頼性設計支援装置1の構成を示すブロック図である。

[図2]実施の形態1にかかる信頼性設計支援装置1の動作を示す概念図である。

[図3]実施の形態1にかかる信頼性設計支援装置1の動作を示す概念図である。

[図4]実施の形態1にかかる信頼性設計支援装置1の動作を示す概念図である。

[図5]実施の形態1にかかる信頼性設計支援装置1を用いたリスクアセスメント手法を示すフローチャートである。

[図6]実施の形態1にかかる信頼性設計支援装置1のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図7]実施の形態2にかかる信頼性設計支援装置1の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0025] <実施の形態1>

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は、本実施の形態にかかる信頼性設計支援装置の構成を示すブロック図である。信頼性設計支援装置1は、上述の製品開発時におけるリスクアセスメントの各プロセス（上述の（1）～（4））を行う装置である。以下の説明では、上

述のプロセス内の「(2-1) 故障率の見積もり」に関する構成及び動作について主に説明する。

[0026] なお、信頼性設計支援装置 1 が設計支援を行う対象とする装置（対象装置）は、任意の製品でよい。例えば対象装置は、人体と密着する電動アシスト自転車、小型移動モビリティ、装着型ロボット等である。これらの対象装置は、主に人体と接触する装置であり、ユーザ毎に変化する因子（例えば体重）及び環境（対象装置が使用される路面状況等）の因子が入力ストレスに対して支配的な（非常に影響の大きい）装置である。例えば、ユーザの体重が増減すると、製品に与えられるストレスが大きく変化する。

[0027] 信頼性設計支援装置 1 は、関係式算出手段 10、入力ストレス算出手段 20、特性値分布算出手段 30、及び故障率算出手段 40 を有する。以下、各手段の詳細について説明する。

[0028] 関係式算出手段 10 は、ストレス計測値ファイルを読み込む。ストレス計測値ファイルとは、ある因子（以下の説明では、対象因子とも記載する。）の値と、当該対象因子の値に対応するストレス計測値と、が関連付けられたデータ列が記述されたファイルである。ここで対象因子はユーザや環境に応じて変化し得る因子であり、ストレス計測値は対象装置を使用した場合に計測した値である。例えばストレス計測ファイルには、各ユーザの体重の重さと、各ユーザが対象装置を使用した場合のストレス計測値と、を関連付けたデータ列が記述されている。なお、ストレス計測ファイルに記述される対象因子として、体重に加えて、身長、靴の大きさ等の身体的な特徴や、身長と小型移動モビリティのハンドルの高さとの比等が挙げられる。

[0029] 関係式算出手段 10 は、ストレス計測値ファイルのデータ列を一般的な近似手法を用いて解析することにより、対象因子の値とストレスの大きさとの関係を示す関係式を算出する。関係式算出手段 10 は、たとえば近似手法として応答曲面法を用いて関係式を算出する。なお関係式算出手段 10 は、近似手法として重回帰分析等を用いてもよい。関係式算出手段 10 は、算出した関係式を入力ストレス算出手段 20 に供給する。

[0030] 入力ストレス算出手段20は、対象因子の指標データが記述された指標データファイルを読み出す。例えば指標データファイルは、対象因子の確率密度分布が記述されている。この場合に指標データファイルには、横軸を体重として縦軸を分布割合とするグラフ情報（またはこれに類する情報）が記述されている。なお、指標データファイルには、人体統計データのように信頼性の高い既知のデータを用いることが望ましい。入力ストレス算出手段20は、関係式算出手段10が算出した関係式と、指標データファイルと、を基に入力ストレス分布を算出する。

[0031] 指標データファイルには、上述のように確率密度分布の他に、実測した統計データや論理的に算出できる最悪値を記述しておくことも可能である。実測した統計データとして、例えば小型移動モビリティ使用時におけるユーザの両足の位置の分布を用いることができる。また論理的に算出できる最悪値として、例えば対象須地の設計によって定まるモータの最大トルク、最高速度、使用環境の化学物質濃度（IEC（International Electrotechnical Commission）規格によって標準化されている値）等が該当する。

[0032] 入力ストレス算出手段20が算出する入力ストレス分布とは、横軸にストレスの大きさを取り、縦軸に発生頻度を示す情報である。入力ストレス算出手段20は、関係式算出手段10が算出した関係式と指標データファイルに対し、たとえばモンテカルロ法を用いた解析を行うことにより入力ストレス分布を算出する。入力ストレス算出手段20は、算出した入力ストレス分布を故障率算出手段40に供給する。なお入力ストレス算出手段20が算出する入力ストレスは、必ずしも分布の形式ではなく、後述する図3に示すように直線式等であってもよい。

[0033] 特性値分布算出手段30は、特性値ファイルを読み出す。特性値ファイルは、対象装置に使用される部品の強度等の特性値が記述されたファイルである。特性値ファイルには、対象装置の該当部品を複数サンプリングし、各部品のストレスの大きさを計測した計測値が記述されている。ストレスの計測は、例えば一般的な引っ張り試験等により行う。特性値分布算出手段30は

、特性値ファイルから横軸をストレスとし、縦軸を発生頻度とする特性値分布を算出する。特性値分布算出手段30は、算出した特性値分布を故障率算出手段40に供給する。

[0034] なお上述の説明では、各手段（関係式算出手段10、入力ストレス算出手段20、特性値分布算出手段30）はファイル形式の情報を読み出したが、必ずしもこれに限られず、例えばデータベースに格納された各データを読み出すようにしてもよい。

[0035] また上述の説明では、特性値分布算出手段30が特性値ファイルから対象装置の特性値分布を算出するものとしたが、必ずしもこれに限られない。例えば、信頼性設計支援装置1に対して特性値分布を記述した入力ファイルが直接入力される構成であってもよい。

[0036] 故障率算出手段40は、入力ストレス分布と特性値分布との重複に応じて、対象装置の故障率を算出する。故障率の算出手法の詳細は、図2を参照して後述する。故障率算出手段40は、算出した故障率を任意の出力手段（例えばディスプレイ装置）や記憶装置（例えばファイルシステム）に出力する。

[0037] 続いて図2を参照して、信頼性設計支援装置1の第1の動作例を説明する。図2は、信頼性設計支援装置1の第1の動作例を示す概念図である。以下の説明では、対象因子はユーザの体重であるものとする。ユーザの体重は、ユーザ毎に異なる因子である。

[0038] 関係式算出手段10は、ストレス計測値ファイルの全データ列を読み出す。当該データ列には、例えば体重Xkgのユーザと、体重Xkgのユーザが対象装置を使用した場合のストレス計測値と、が関連付けられて記載されている。関係式算出手段10は、ストレス計測値ファイルの全データ列を応答曲面法等の近似手法の解析対象とすることにより関係式（図2（A））を算出する。

[0039] また入力ストレス算出手段20は、図2（B）に示すような体重分布の統計情報を示す指標データファイルを読み出す。ここで指標データファイルは

、対象装置の用途に応じて適宜記述されたファイルであれば良い。例えば、対象装置が日本人のみしか使用しない場合、全人類の体重の確率密度分布を用いるのではなく、日本人の体重の確率密度分布を用いてもよい。

[0040] 入力ストレス算出手段20は、関係式(図2(A))と体重分布の統計情報(図2(B))を用いた既知の解析(例えばモンテカルロ法による解析)を行うことにより入力ストレス分布(図2(C))を算出する。入力ストレス分布とは、前述のようにストレスの大きさと発生頻度の関係を示す分布である。

[0041] 特性値分布算出手段30は、対象商品に用いられる部品の強度分析を行い、部品の特性値分布(例えば強度分布)を算出する(図2(D))。ここで部品の特性分布とは、図2(D)に示すようにストレスの大きさと故障の発生頻度との関係を表す分布である。

[0042] 故障率算出手段40は、入力ストレス分布(図2(C)、図2(D))と、特性値分布(図2(D))を照合し、故障率を算出する。詳細には故障率算出部40は、両分布の重複部分と、部品の特性値分布の全体と、の比を故障率として算出する。すなわち故障率算出部40は、部品の全体個数を分母とし、重複部分にかかる部品個数を分子とした計算を行うことにより故障率を算出する。

[0043] 続いて図3を参照して、信頼性設計支援装置1の第2の動作例を説明する。図3は、信頼性設計支援装置1の第2の動作例を示す概念図である。以下の説明では、対象因子は対象装置が使用されるユーザの住環境の温度であるものとする。住環境の温度もユーザの使用状態に応じて変化する因子である。

[0044] 関係式算出手段10は、ストレス計測値ファイルの全データ列を読み出す。当該データ列には、例えば温度と、当該温度において対象装置を使用した場合のストレス計測値と、が関連付けられて記載されている。関係式算出手段10は、ストレス計測値ファイルの全データ列を応答曲面法等の近似手法の解析対象とすることにより関係式(図3(A))を算出する。

- [0045] 入力ストレス算出手段20は、指標データファイルを読み出す。例えば指標データファイルには、対象装置の使用場所で測定した温度データが複数記述されている。入力ストレス算出手段20は、当該温度データの中で最大値（最高温度であり、最悪値を示す。）を抽出する（図3（B））。入力ストレス算出手段20は、抽出した最大値を関係式（図3（A））に代入することにより入力ストレス最大値を示す閾値直線（図3（C））を算出する。
- [0046] 故障率算出手段40は、入力ストレス最大値を示す閾値直線（図3（C）、図3（D））と、特性値分布（図3（D））を照合して故障率を算出する。故障率算出手段40は、図示するように閾値直線よりもストレスが小さい範囲を基に故障率を算出する。
- [0047] 続いて図4を参照して、信頼性設計支援装置1の第3の動作例を説明する。図4は、信頼性設計支援装置1の第3の動作例を示す概念図である。以下の説明では、対象装置が小型移動モビリティであるものとする。また対象因子は、対象装置の使用時の速度分布であるものとする。当該動作例は、図2を参照して説明した第1の動作例と指標データファイルのみが異なるため、指標データファイルの内容について以下に説明する。
- [0048] 指標データファイルには、図4（B）に示すように対象装置の内部制御により上限値（最大速度）が制限される速度分布が記載されている。入力ストレス算出手段20は、関係式（図4（A））と速度分布（図4（B））を用いた既知の解析（例えばモンテカルロ法による解析）を行うことにより入力ストレス分布（図4（C））を算出する。
- [0049] 続いて、図5を参照して信頼性設計支援装置1を用いたリスクアセスメントの一手法について説明する。はじめに設計者は、リスクアセスメントの対象となる対象装置のユーザ（または対象装置と接触する可能性があるもの）を想定する（S1）。そして設計者は、想定したユーザ（または対象装置と接触する可能性があるもの）による使用方法及び予見可能な誤使用を明確化する（S1）。
- [0050] 次に設計者は、対象装置の使用及び誤使用により引き起こされる挙動が原

因として生じるハザードを特定する（Ｓ３－１）。そして設計者は、ハザードがユーザに与える影響を基に、リスクの程度を見積もる（Ｓ３－２）。続いて設計者は、見積もったリスクの程度や対象装置の出荷予定台数等を基に、許容可能なリスクの発生頻度、すなわち許容故障率を定義する（Ｓ４）。例えば設計者は、対象装置の全出荷予定台数に対して１台もユーザに大きな影響を与えない確率となるように許容故障率を定義する。

[0051] Ｓ３－１～Ｓ４の工程と並行して、設計者は上述の信頼性設計支援装置１の設定を行う（Ｓ２－１－ａ）。そして、設計者は信頼性設計支援装置１に入力する各種ファイル（指標データファイル、ストレス計測値ファイル、特性値ファイル）の準備を行う。

[0052] 信頼性設計支援装置１は、上述の手法により故障率を算出し、算出した故障率と許容故障率を比較する。算出した故障率が許容故障率よりも小さくなるまで、設計者は対象装置の設計を適宜調整する。なお、この許容故障率を扱うための信頼性設計支援装置１は、図１の構成に加えて故障率算出手段４０の後段に故障率評価手段（図示せず）を有していればよい。故障率評価手段は、故障率算出手段４０が算出した故障率と、設計者が入力する許容故障率と、を比較する。

[0053] 次に図６を参照して信頼性設計支援装置１のハードウェア構成について説明する。信頼性設計支援装置１は、ハードウェアとして入力装置１１０、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１２０、ＲＯＭ（Read Only Memory）１３０、ＲＡＭ（Random Access Memory）１４０、及び出力装置１５０を有する。なお、図６に示す構成は一例であり、その他の構成であってもよい。また、ＵＳＢ（Universal Serial Bus）メモリ等の記憶装置を着脱可能に構成してもよい。

[0054] 入力装置１１０は、キーボード、マウス等の情報入力装置である。ＲＯＭ１３０は、ＢＩＯＳ（Basic Input/Output System）やＩＰＬ（Initial Program Loader）などの記憶に用いられる記憶装置である。ＲＡＭ１４０は、プログラムを保持し、プログラムを実行するＣＰＵ１２０のワーキングエリア

等として用いられるメモリである。CPU 120は、プログラムの読み込み及び実行を行い、出力装置150への出力制御を行う。出力装置150は、CPU 120の制御によって演算処理結果等を出力する装置である。出力装置150は、例えば液晶ディスプレイ装置やプリンタ装置等である。

[0055] 続いて本実施の形態にかかる信頼性設計支援装置1の効果について説明する。信頼性設計支援装置1は、上述のようにユーザ毎または対象装置の使用環境に応じて変化する対象因子の確率分布や最大値／最小値を基に入力ストレス（例えば図2（C）、図3（C））を算出している。そして信頼性設計支援装置1は、この入力ストレスを用いて対象装置の故障率を算出している。すなわち信頼性設計支援装置1は、因子の値の変化を考慮した入力ストレスの算出を行っている。そのため信頼性設計支援装置1は、ユーザや環境によって変化する変化因子が入力ストレスに対して支配的な場合であっても、適切な故障率の算出が可能となる。特に信頼性設計支援装置1は、体重や身長等の身体的な特徴が入力ストレスに対して大きな影響を与える人体サポート機器（例えば電動アシスト自転車、小型移動モビリティ、装着型ロボット等）を対象とする場合であっても、その故障率を正確に算出することができる。これにより、高信頼かつ低コストを実現した対象装置の設計が可能となる。

[0056] 信頼性設計支援装置1は、図2に示すように対象因子としてユーザの身体的特徴（体重、身長等）を考慮して故障率を算出することができる。この場合に信頼性設計支援装置1は、母数が大きな統計的な確率密度分布、すなわち信頼性の高い分布を基に入力ストレス分布を算出することができる。よって信頼性設計支援装置1は、信頼性の高い入力ストレス分布を算出することができる。そのため信頼性設計支援装置1は、故障率を精度よく算出することが可能となる。

[0057] 信頼性設計支援装置1は、図3に示すように対象因子の最大値（最悪値）を基に故障率を算出することもできる。これにより信頼性設計支援装置1は、対象装置が最も劣悪な環境で使用された場合（例えば最も高温下で使用さ

れた場合)を考慮した故障率を算出することができる。この故障率を評価することにより、より安全な商品設計を実現することができる。なお、上述の説明では対象因子の最大値を用いたが必ずしもこれに限られず、例えば因子の性質に応じて最小値を考慮した故障率を算出してもよい。

[0058] <実施の形態2>

本実施の形態にかかる信頼性設計支援装置1は、対象装置に使用される部品の形状特性を考慮した故障率算出を行うことを特徴とする。本実施の形態にかかる信頼性設計支援装置1について、実施の形態1と異なる点を以下に説明する。なお、以下の説明において実施の形態1と同一の処理部については、同一名称及び同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0059] 図7は、本実施の形態にかかる信頼性設計支援装置1の構成を示すブロック図である。本実施の形態にかかる信頼性設計支援装置1は、図1の構成に加えて入力ストレス分布調整手段50を更に備える構成である。

[0060] 入力ストレス算出手段20は、上述の手法でストレス分布を算出する。この際に、入力ストレス算出手段20は、横軸のストレスをニュートン単位とする値で算出し、縦軸を発生頻度とする入力ストレス分布を算出し、当該入力ストレス分布を入力ストレス調整手段50に供給する。

[0061] 入力ストレス調整手段50には、上述の入力ストレス分布に加え、部品形状ファイルが入力される。部品形状ファイルは、対象装置を構成する部品の形状を示すデータが格納されたファイルである。当該部品形状ファイルは、後述する有限要素解析に使用できるフォーマットでデータ(部品形状データ)が格納されている。

[0062] 入力ストレス調整手段50は、部品形状ファイルと、入力ストレス分布と、を基に有限要素解析を行い、調整済みの入力ストレス分布を算出する。この入力ストレス分布は、横軸のストレスをメガパスカル(Mpa)単位とする値で算出し、縦軸を発生頻度とする分布である。入力ストレス調整手段50は、部品形状ファイルを用いて調整した入力ストレス分布(横軸のストレスをメガパスカル(Mpa)単位とするストレス分布)を故障率算出手段4

0に供給する。故障率算出手段40は、実施の形態1と同様の手法で故障率を算出すればよい。

[0063] 続いて本実施の形態にかかる信頼性設計支援装置1の効果について説明する。上述のように本実施の形態では、対象装置に使用される部品形状をも考慮した入力ストレス分布を算出している。これにより、本実施の形態にかかる信頼性設計支援装置1は、より精度の高い故障率の算出を実現することができる。

[0064] 上述の実施の形態1及び実施の形態2にかかる信頼性設計支援装置1の各手段（関係式算出手段10、入力ストレス算出手段20、特性値分布算出手段30、故障率算出手段40、入力ストレス調整手段50）は、CPU120によってプログラムの形式で実行される。プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（non-transitory computer readable medium）を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（tangible storage medium）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体（例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば光磁気ディスク）、CD-ROM（Read Only Memory）、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ（例えば、マスクROM、PROM（Programmable ROM）、EPROM（Erasable PROM）、フラッシュROM、RAM（random access memory））を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（transitory computer readable medium）によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0065] 以上、本発明を上記実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施形態の構成にのみ限定されるものではなく、本願特許請求の範囲の請求項の発明の範囲内で当業者であればなし得る各種変形、修正、組み合わせを含むこと

は勿論である。

[0066] この出願は、2013年2月21日に提出された日本出願特願2013-031747を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0067] 1 信頼性設計支援装置
- 10 関係式算出手段
 - 20 入力ストレス算出手段
 - 30 特性値分布算出手段
 - 40 故障率算出手段
 - 50 入力ストレス調整手段
- 110 入力装置
 - 120 CPU
 - 130 ROM
 - 140 RAM
 - 150 出力装置

請求の範囲

- [請求項1] ユーザや環境に応じて変化する対象因子の値と、対象装置の使用時に計測した入力ストレス計測値と、を関連づけたデータ列に対して近似計算を行って関係式を算出する関係式算出手段と、
- 前記関係式と、前記対象因子の指標データと、に応じて前記対象装置に入力される入力ストレスを算出する入力ストレス算出手段と、
- 前記入力ストレスと、前記対象装置の特性値分布と、に応じて前記対象装置の故障率を算出する故障率算出手段と、
- を有する、信頼性設計支援装置。
- [請求項2] 前記指標データは、前記ユーザの身体的特徴に関する確率密度分布であり、
- 前記入力ストレス算出手段は、前記関係式と、前記確率密度分布と、を基に前記入力ストレスとしてストレス分布を算出し、
- 前記故障率算出手段は、前記ストレス分布と前記特性値分布と、の重複から前記対象装置の故障率を算出する、
- ことを特徴とする請求項1に記載の信頼性設計支援装置。
- [請求項3] 前記入力ストレス算出手段は、前記対象因子の最悪値を前記関係式に代入することにより閾値直線を算出し、
- 前記故障率算出手段は、前記特性値分布と前記閾値直線が形成する分布領域から前記対象装置の故障率を算出する、
- ことを特徴とする請求項1に記載の信頼性設計支援装置。
- [請求項4] 前記対象装置に使用される部品形状データを使用して有限要素解析を行うことにより、前記入力ストレス算出手段が算出した前記入力ストレスを調整する入力ストレス分布調整手段を更に有する、
- ことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の信頼性設計支援装置。
- [請求項5] 前記対象因子は、前記ユーザの身体的特徴、前記対象装置の使用環境、前記対象装置の使用時の実測値、または前記対象装置の特性値で

あり、

前記指標データは、

前記対象因子が前記ユーザの身体的特徴である場合に、前記ユーザの身体的特徴にかかる確率密度分布であり、

前記対象因子が前記対象装置の使用時の実測値である場合に、当該実測値が複数列挙された実測データであり、

前記対象因子が前記対象装置の特性値である場合に、前記対象装置の性質から算出できる最悪値である、請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の信頼性設計支援装置。

[請求項6]

ユーザや環境に応じて変化する対象因子の値と、対象装置の使用時に計測した入力ストレス計測値と、を関連づけたデータ列に対して近似計算を行って関係式を算出する関係式算出ステップと、

前記関係式と、前記対象因子の指標データと、に応じて前記対象装置に入力される入力ストレスを算出する入力ストレス算出ステップと、

前記入力ストレスと、前記対象装置の特性値分布と、に応じて前記対象装置の故障率を算出する故障率算出ステップと、

を実行する信頼性設計支援方法。

[請求項7]

コンピュータに、

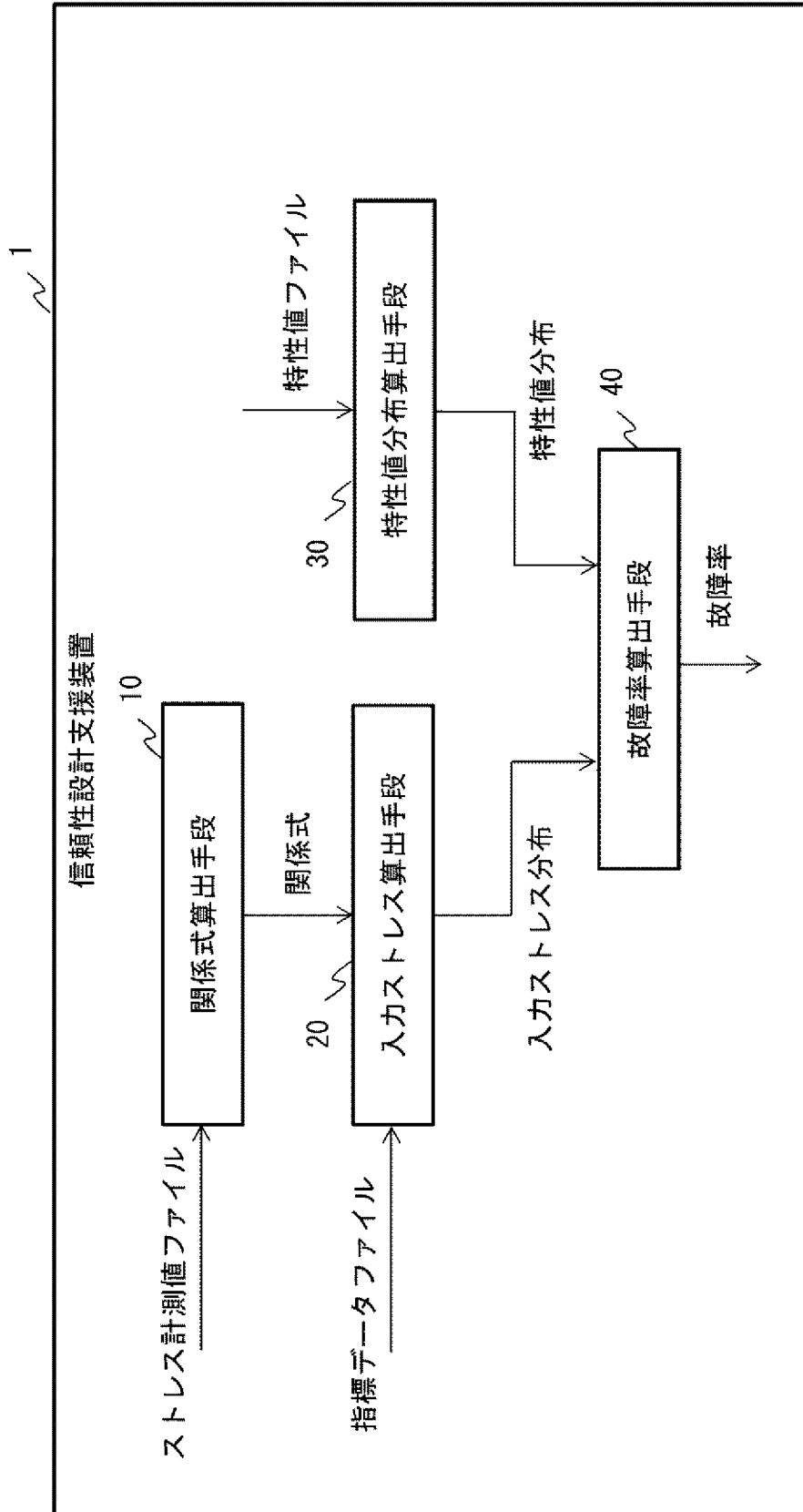
ユーザや環境に応じて変化する対象因子の値と、対象装置の使用時に計測した入力ストレス計測値と、を関連づけたデータ列に対して近似計算を行って関係式を算出する関係式算出ステップと、

前記関係式と、前記対象因子の指標データと、に応じて前記対象装置に入力される入力ストレスを算出する入力ストレス算出ステップと、

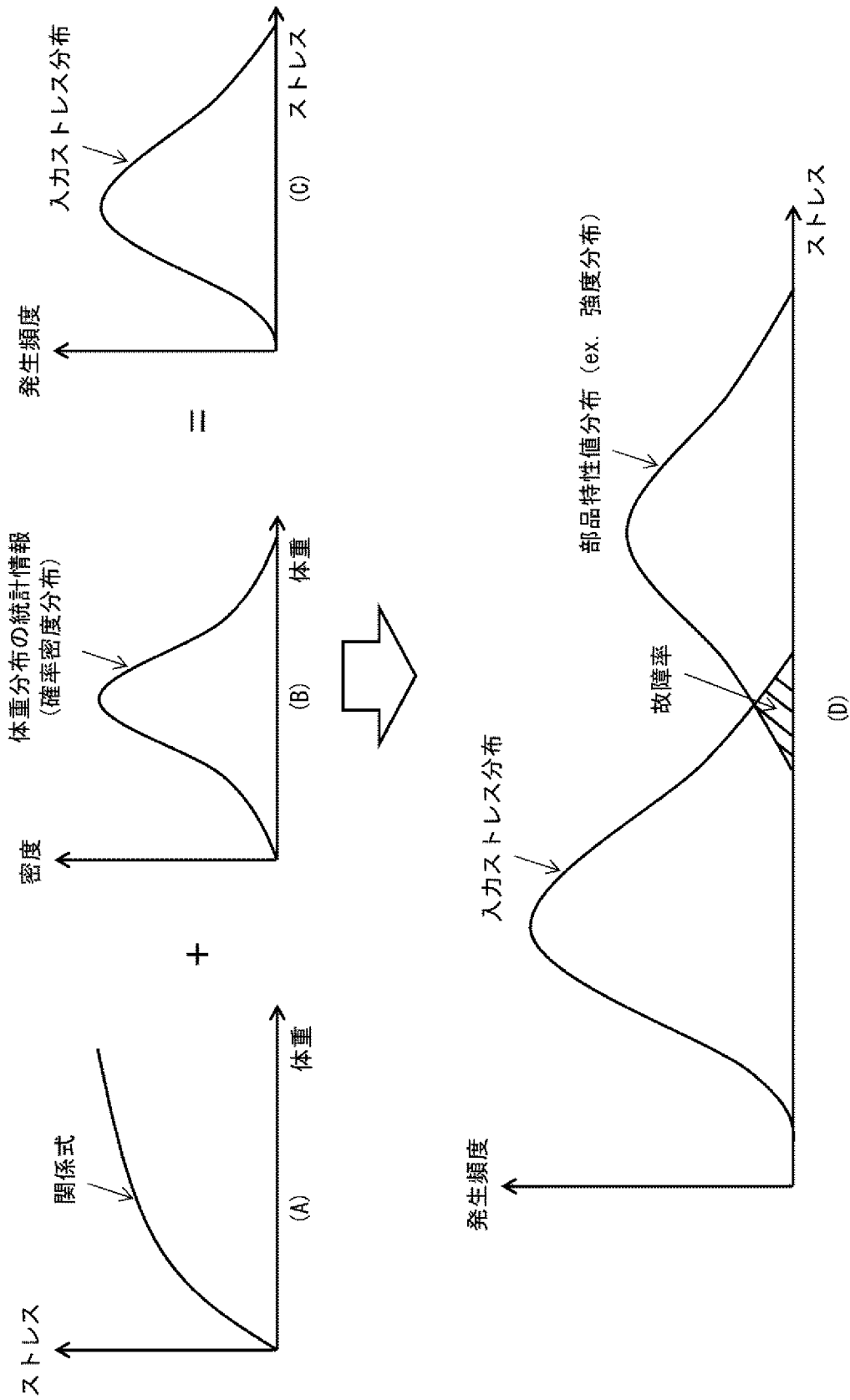
前記入力ストレスと、前記対象装置の特性値分布と、に応じて前記対象装置の故障率を算出する故障率算出ステップと、を実行させる、

信頼性設計支援プログラム。

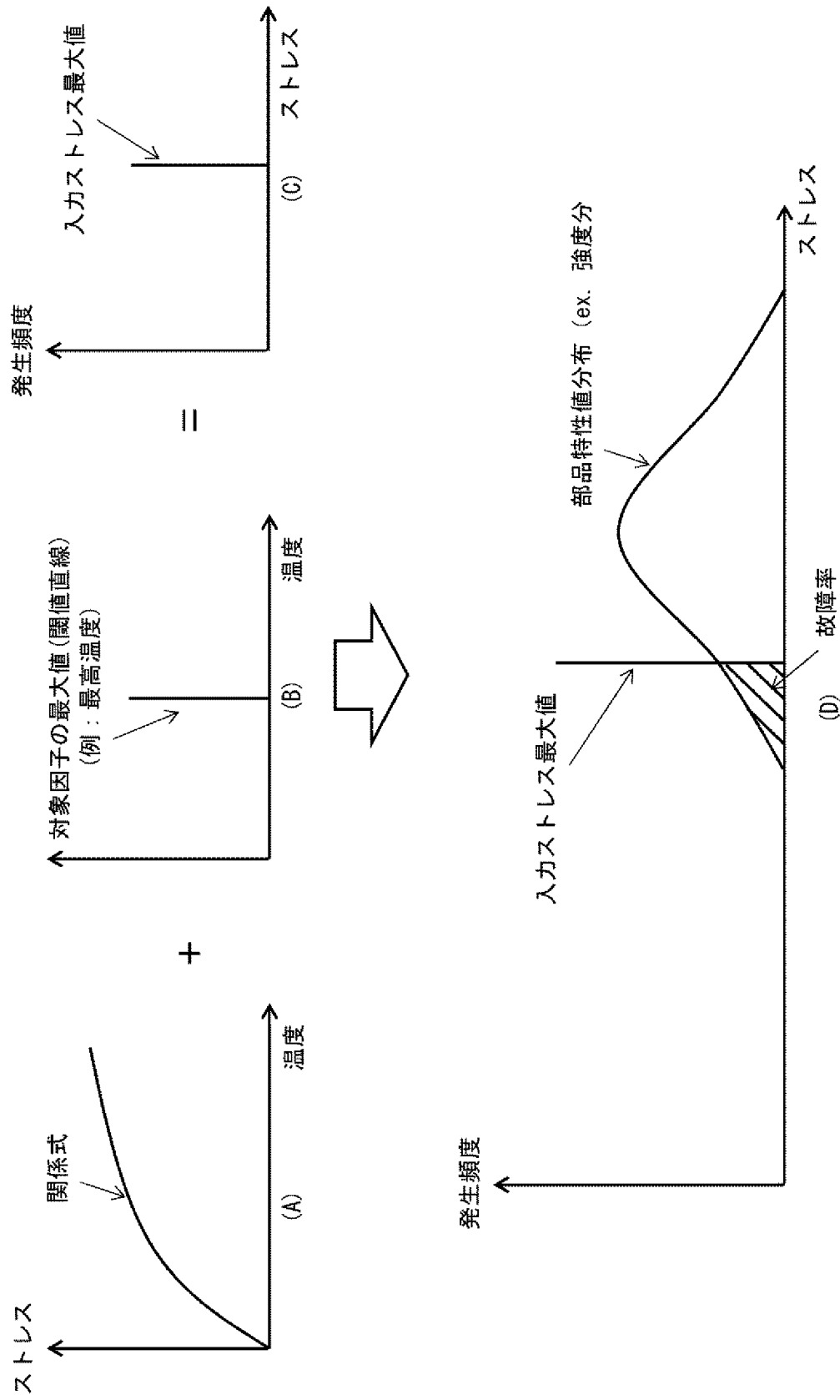
[図1]



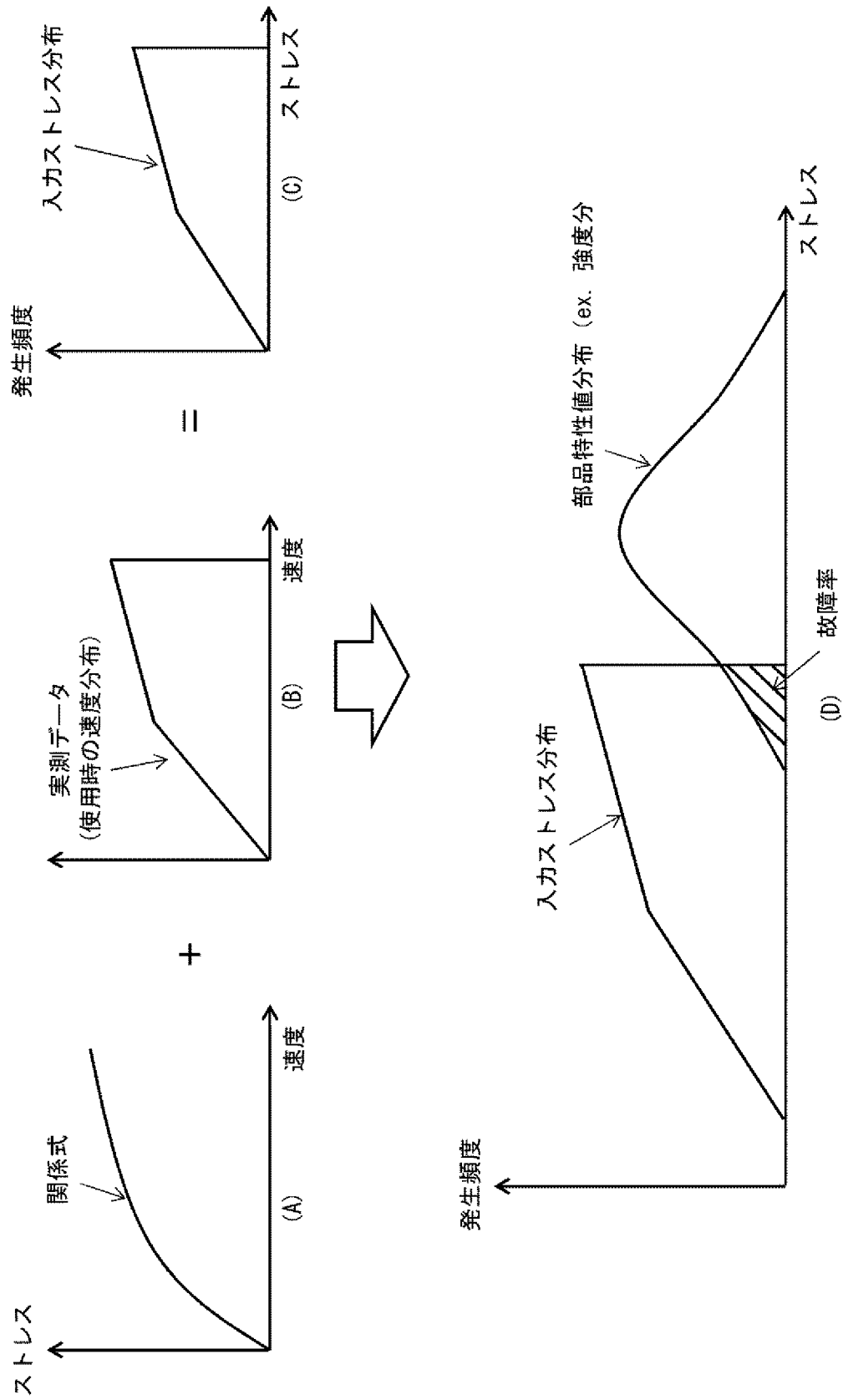
[図2]



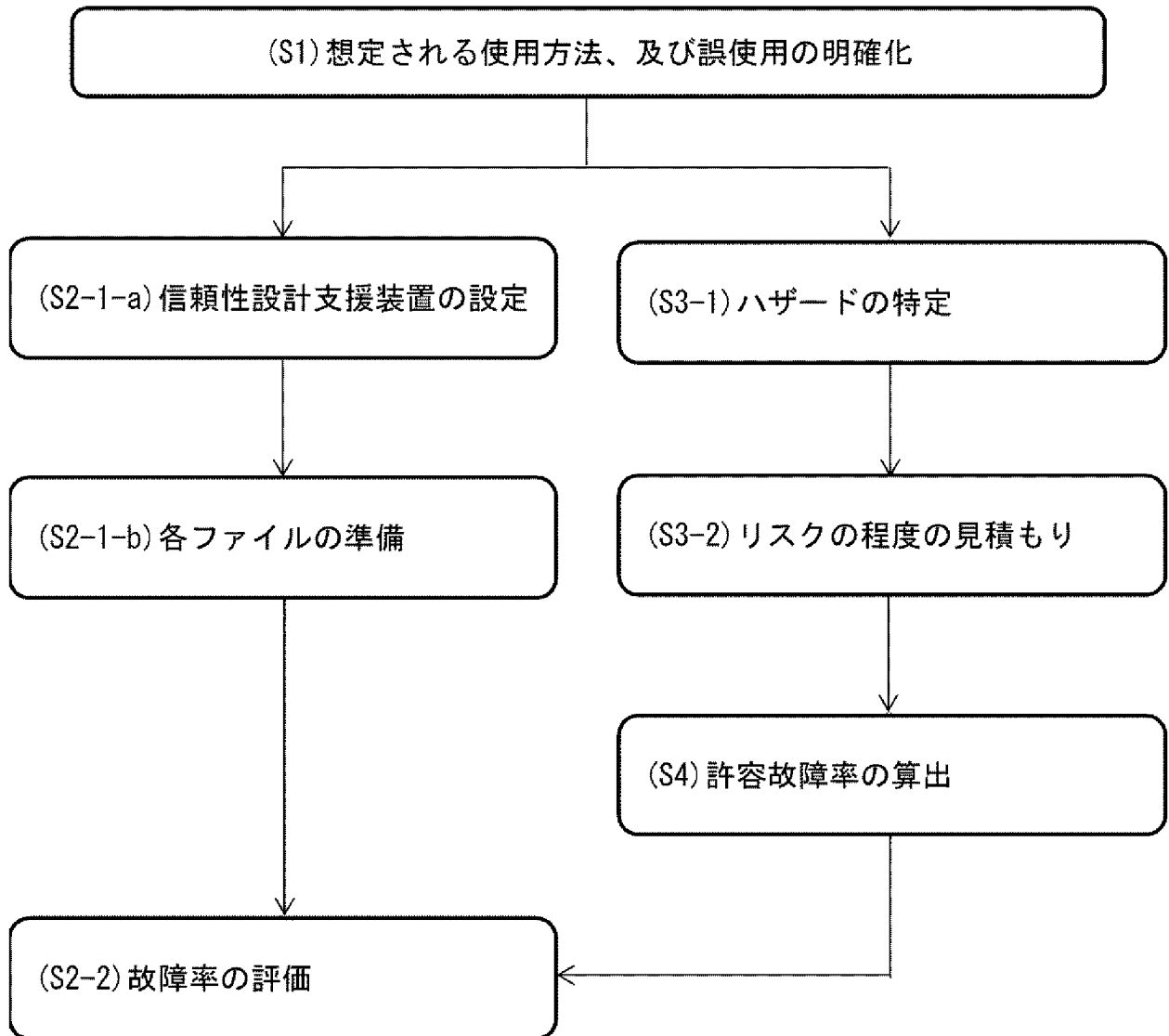
[図3]



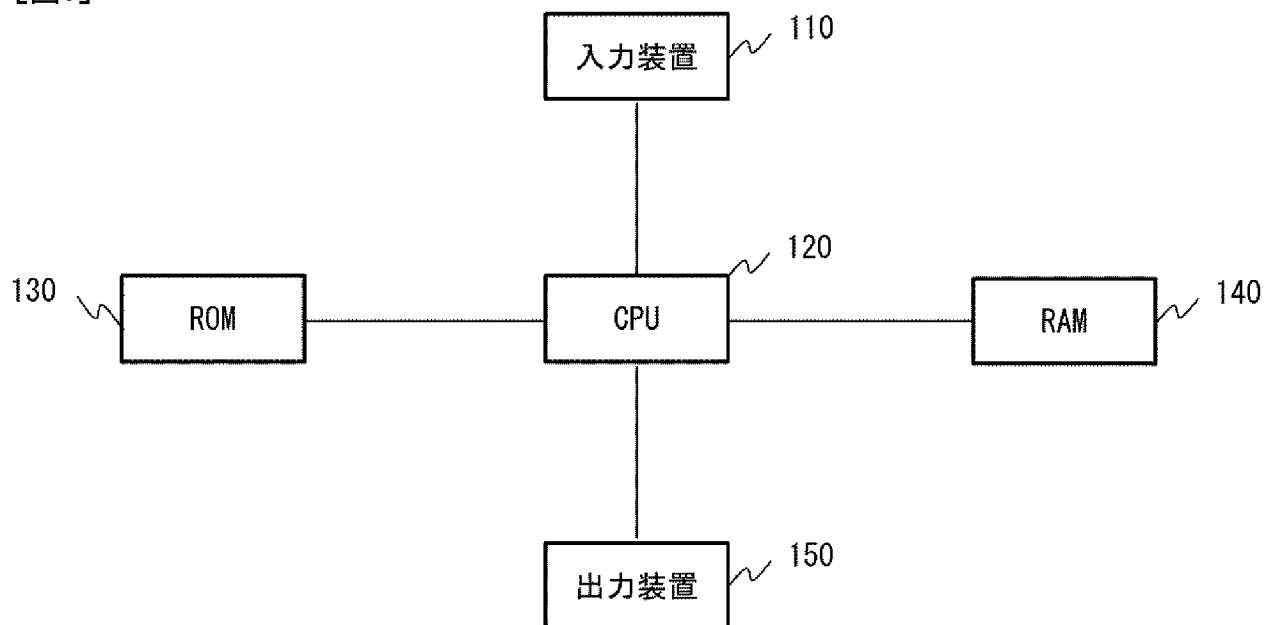
[図4]



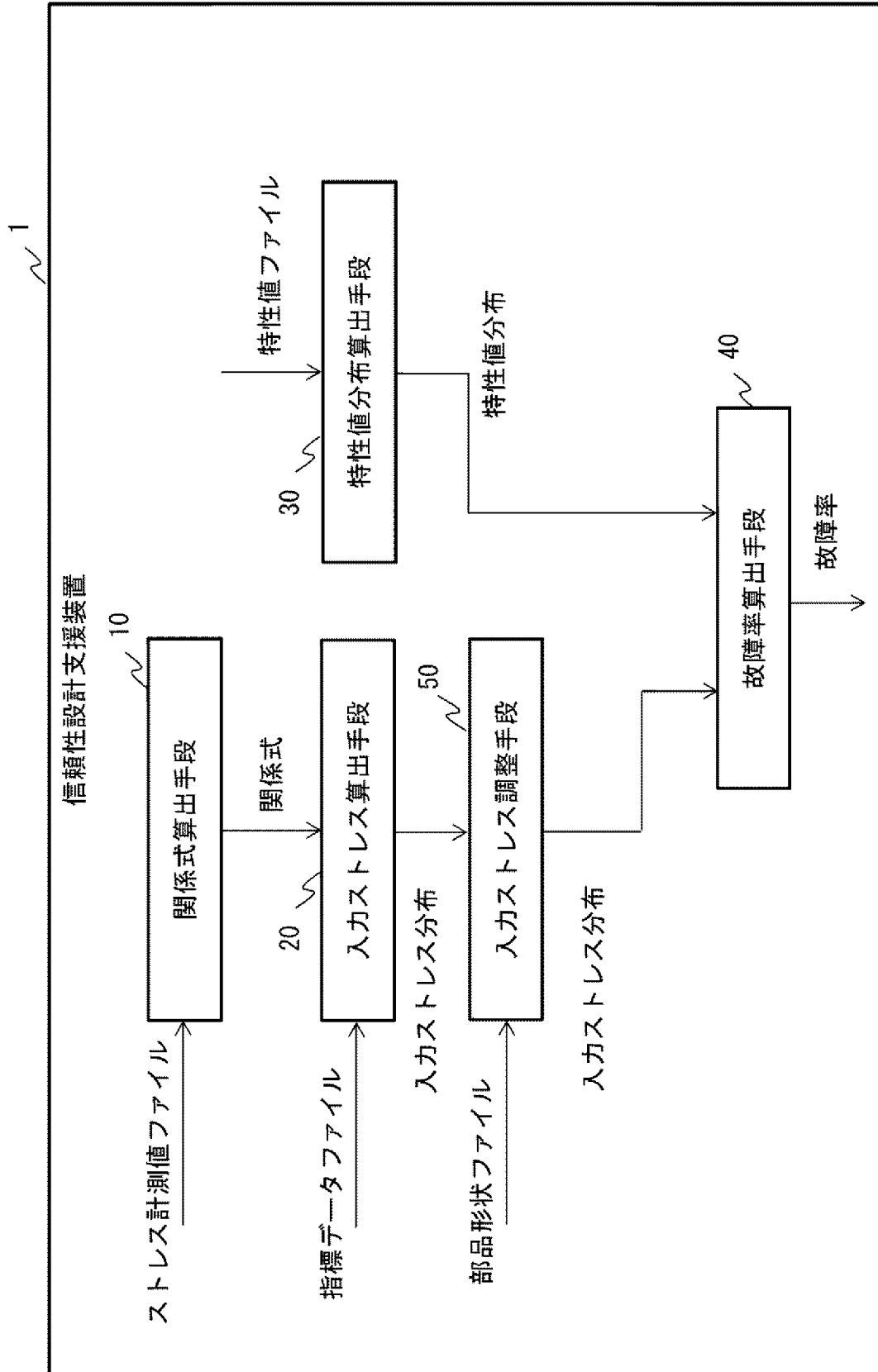
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000537

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F17/50(2006.01)i, G06Q10/04(2012.01)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)

G06F17/50, G06Q10/04

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2002-149714 A (Toshiba Corp.), 24 May 2002 (24.05.2002), paragraphs [0003] to [0005], [0032] to [0041], [0068] to [0070] (Family: none)	1-7
A	JP 2007-108843 A (Toshiba Corp.), 26 April 2007 (26.04.2007), abstract (Family: none)	1-7
A	Tetsuro SEKI, Jitsumu ni Yakudatsu Series 3 Shinraisei Data Kaiseki Nyumon, 1st print, JUSE Press, Ltd., 05 October 2011 (05.10.2011), pages 152 to 154	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
20 February, 2014 (20.02.14)

Date of mailing of the international search report
04 March, 2014 (04.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F17/50(2006.01)i, G06Q10/04(2012.01)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（I P C））

Int.Cl. G06F17/50, G06Q10/04

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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 2002-149714 A（株式会社東芝）2002.05.24, 【0003】～【0005】, 【0032】～【0041】, 【0068】～【0070】 （ファミリーなし）	1-7
A	JP 2007-108843 A（株式会社東芝）2007.04.26, 要約 （ファミリーなし）	1-7
A	関哲朗, 実務に役立つシリーズ3 信頼性データ解析入門, 第1刷, 株式会社日科技連出版社, 2011.10.05, p p. 152～154	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

20.02.2014

国際調査報告の発送日

04.03.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

早川 学

5M

9652

電話番号 03-3581-1101 内線 3599