

(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
2015 年 10 月 8 日(08.10.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/152086 A1

- (51) 国際特許分類:
G06Q 50/10 (2012.01) F02C 7/00 (2006.01)
F01D 25/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/059753
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 27 日(27.03.2015)
- (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 2014-078102 2014 年 4 月 4 日(04.04.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみ
らい三丁目 3 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 北川 朋亮(KITAGAWA, Tomoaki); 〒
1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三
菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 笠野 学(KAS-
ANO, Manabu); 〒1088215 東京都港区港南二丁目

1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
中山 章(NAKAYAMA, Aki); 〒2208401 神奈川県
横浜市西区みなとみらい三丁目 3 番 1 号 三菱
日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).
山田 昭彦(YAMADA, Akihiko); 〒2208401 神奈川
県横浜市西区みなとみらい三丁目 3 番 1 号 三
菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa
(JP).

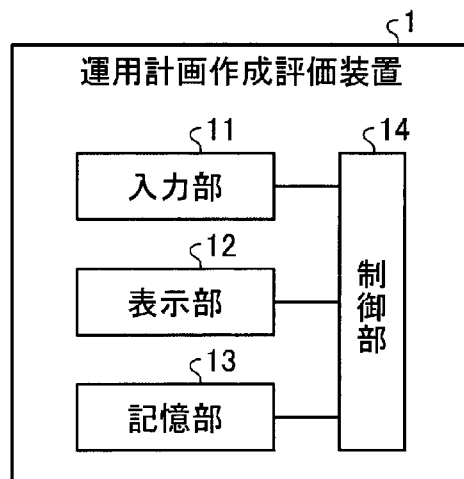
(74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒
1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号
虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国
際特許事務所 Tokyo (JP).

(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, 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,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

[続葉有]

(54) Title: OPERATION PLAN PREPARATION AND EVALUATION DEVICE AND OPERATION PLAN PREPARATION
AND EVALUATION METHOD

(54) 発明の名称: 運用計画作成評価装置及び運用計画作成評価方法



(57) Abstract: This operation plan preparation and evalu-
ation device (1) is equipped with: a storage unit (13) for stor-
ing master data on equipment and components, transaction
data on the equipment and components generated when pre-
paring a operation plan, and an initial parameter that is used
when preparing the operation plan; and a control unit (14) for
preparing the operation plan on the basis of the master data,
the transaction data, and the initial parameter. The control
unit (14) executes factor setting processing whereby a prede-
termined setting value is assigned as the initial parameter, op-
eration plan preparation processing whereby the operation
plan is prepared on the basis of the initial parameter set to the
setting value, the master data, and the transaction data, and
operation plan evaluation processing whereby multiple ver-
sions of the operation plan that are prepared by repeating the
operation plan preparation processing while changing the ini-
tial parameter are evaluated in order to derive the most ap-
propriate version of the operation plan.

(57) 要約:

[続葉有]

- 1 Operation plan preparation
and evaluation device
- 11 Input unit
- 12 Display unit
- 13 Storage unit
- 14 Control unit



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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

設備及び部品に関するマスタデータと、運用計画を作成するときに生成される設備及び部品に関するトランザクションデータと、運用計画を作成するときに用いられる初期パラメータとが格納される記憶部 13 と、マスタデータ、トランザクションデータ及び初期パラメータに基づいて、運用計画を作成する制御部 14 と、を備える運用計画作成評価装置 1 であって、制御部 14 は、初期パラメータとして所定の設定値を与える因子設定処理と、設定値となる初期パラメータ、マスタデータ及びトランザクションデータに基づいて、運用計画を作成する運用計画作成処理と、初期パラメータを異ならせながら運用計画作成処理を繰り返し行うことで作成される複数の運用計画のそれぞれを評価し、最適となる運用計画を導出する運用計画評価処理と、を実行する。

明 細 書

発明の名称：運用計画作成評価装置及び運用計画作成評価方法
技術分野

[0001] 本発明は、部品の運用計画作成評価装置及び運用計画作成評価方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、ガスタービン高温部品のローテーション計画（運用計画）において、高温部品の廃却時における余寿命を最小化するシステム及び方法が知られている（例えば、特許文献1参照）。このシステム及び方法では、高温部品の余寿命を求めて、求めた余寿命と次回予定されるガスタービンの運転時間とを比較して、高温部品のローテーション計画を作成している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-195056号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に記載のシステム及び方法では、高温部品の余寿命に基づいて、部品の運用計画を作成することから、他に最適な部品の運用計画が存在する可能性があるにもかかわらず、作成される部品の運用計画は、一義的に決まってしまう。

[0005] そこで、本発明は、最適な部品の運用計画を作成することができる運用計画作成評価装置及び運用計画作成評価方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の運用計画作成評価装置は、設備で使用される部品の運用計画を作成し、作成した前記運用計画を評価する運用計画作成評価装置であって、前記設備及び前記部品に関するマスタ情報と、前記運用計画を作成するときに生成される前記設備及び前記部品に関する生成情報と、前記運用計画を作成

するときに用いられる初期因子とが格納される記憶部と、前記マスタ情報、前記生成情報及び前記初期因子に基づいて、前記運用計画を作成する制御部と、を備え、前記制御部は、前記初期因子として所定の設定値を与える因子設定処理と、前記設定値となる前記初期因子、前記マスタ情報及び前記生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する運用計画作成処理と、前記因子設定処理において前記初期因子を異ならせながら前記運用計画作成処理を繰り返し行うことで作成される複数の前記運用計画のそれぞれを評価し、最適となる前記運用計画を導出する運用計画評価処理と、を実行することを特徴とする。

[0007] また、本発明の運用計画作成評価方法は、設備で使用される部品の運用計画を作成し、作成した前記運用計画を評価する運用計画作成評価方法であって、前記運用計画を作成するときに用いられる初期因子として所定の設定値を与える因子設定工程と、前記設定値となる前記初期因子、前記設備及び前記部品に関するマスタ情報、及び前記運用計画を作成するときに生成される前記設備及び前記部品に関する生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する運用計画作成工程と、前記因子設定工程において前記初期因子の設定値を異ならせながら前記運用計画作成工程を繰り返し行うことで作成される複数の前記運用計画のそれぞれを評価し、最適となる前記運用計画を導出する運用計画評価工程と、を実行することを特徴とする。

[0008] この構成によれば、マスタ情報と、生成情報と初期因子とに基づいて運用計画を作成することができる。このとき、初期因子の設定値を異ならせることで、複数の運用計画を作成することができる。そして、複数の運用計画をそれぞれ評価することで、最適な運用計画を導き出すことができる。

[0009] また、前記マスタ情報は、前記設備の運転ジョブに関する運転ジョブマスタ情報を含み、前記生成情報は、前記部品の個別の使用状況に関する個品リスト情報を含み、前記制御部は、前記個品リスト情報に基づいて、前記運転ジョブで必要な現在使用されていない前記部品を抽出する部品抽出処理と、前記部品抽出処理において抽出した複数の前記部品に対して優先度を与える

優先度付与処理と、前記優先度付与処理により前記優先度を付与した前記部品のうち、前記優先度の高い順から所定数量 m_i の前記部品を除外し、残った前記部品のうち、前記運転ジョブで使用する必要数量の前記部品を前記優先度の高い順から選定する部品選定処理と、を実行し、前記因子設定処理では、前記所定数量 m_i を前記初期因子として取り扱うことが好ましい。

[0010] この構成によれば、初期因子である所定数量 m_i の設定値を異ならせることで、複数の運用計画を作成することができる。このため、所定数量 m_i を異ならせた複数の運用計画をそれぞれ評価することで、所定数量 m_i に関する最適な運用計画を導き出すことができる。

[0011] また、前記マスタ情報は、前記設備の運転ジョブに関する運転ジョブマスタ情報を含み、前記生成情報は、前記部品の個別の使用状況に関する個品リスト情報を含み、前記制御部は、前記個品リスト情報に基づいて、前記運転ジョブで必要な現在使用されていない前記部品を抽出する部品抽出処理と、前記部品抽出処理において抽出した複数の前記部品に対して優先度を与える優先度付与処理と、を実行し、前記優先度付与処理では、「優先度＝係数 α_i ×部品の余寿命＋（１－係数 α_i ）×前回取り外した部品の取外し時期」の算出式、または「優先度＝係数 α_i ×部品の余寿命の優先順位＋（１－係数 α_i ）×前回取り外した部品の取外し時期を早い順に並べたときの優先順位」の算出式を用いて、前記部品に優先度を与えており、前記因子設定処理では、係数 α_i （ $0 \leq \alpha_i \leq 1$ ）を前記初期因子として取り扱うことが好ましい。

[0012] この構成によれば、初期因子である係数 α_i の設定値を異ならせることで、複数の運用計画を作成することができる。このため、係数 α_i を異ならせた複数の運用計画をそれぞれ評価することで、係数 α_i に関する最適な運用計画を導き出すことができる。なお、上記の優先度に関する算出式により算出される評価値は、小さいほど優先度が高いものとなる。

[0013] また、前記生成情報は、前記部品の個別の余寿命情報を含み、前記運用計画評価処理では、前記運用計画を評価するための評価関数を用いて、前記運用計画の評価値を算出しており、前記評価関数は、全ての前記部品の余寿命

を合算した総余寿命、所定の評価尺度、新規部品の数量、及び廃棄部品の数量の少なくとも1つを変数として含む関数であることが好ましい。

[0014] この構成によれば、評価関数を用いて、作成した運用計画の評価値を算出することができる。このため、運用計画に対応する評価値をそれぞれ比較することで、評価値の最も小さい運用計画を、最適な運用計画として評価することができる。

[0015] また、前記評価尺度は、前記設備の所定の運転ジョブ*i*における使用部品の純度*P_i*の重みつき平均であり、前記運転ジョブ*i*の数を*N*とし、前記運転ジョブ*i*に割り付けられた前記部品の集合を*C_i*とし、前記運転ジョブ*i*に割り付けられた前記部品のうち、前回割り付けられていた前記運転ジョブが*h*である部品の集合を*A_h*とすると、前記純度*P_i*の重みつき平均は、「純度*P_i*の重みつき平均 = $\sum_i \{ (|C_i| / N) \times P_i \}$ 」で表される算出式となり、前記純度*P_i*は、「純度*P_i* = $(1 / |C_i|) \max |C_i \cap A_i|$ 」で表される算出式となり、前記評価関数は、「評価値 = $w_1 \times$ 全ての部品の余寿命を合算した総余寿命 + $w_2 \times (1 - \text{純度 } P_i \text{ の重みつき平均}) + w_3 \times$ 新規部品の数量 + $w_4 \times$ 廃棄部品の数量」で表される関数となっていることが好ましい。

[0016] この構成によれば、上記の評価関数を用いて、運用計画の評価値を求めることができるため、運用計画を最適に評価することができる。なお、 w_1 から w_4 は、重みづけである。

[0017] また、前記運用計画作成処理では、前記設備の運転を開始する運転開始イベントと、前記設備の運転を停止する運転終了イベントとを含むイベントを生成するイベント生成処理と、前記運転開始イベントにおける前記部品の運用を模擬する運転開始イベント処理と、前記運転終了イベントにおける前記部品の運用を模擬する運転終了イベント処理と、を実行し、前記初期因子は、前記運転開始イベントにおいて使用される前記部品を選定するための因子であり、前記運転開始イベント処理では、前記因子設定処理で設定された前記設定値に基づいて、前記部品を選定することが好ましい。

[0018] この構成によれば、運転開始イベントにおける部品の選定に関する条件を

、初期因子を異ならせることで変更することにより、複数の運用計画を作成することができる。

[0019] また、前記イベント生成処理では、前記部品の検査を終了する検査終了イベントと、前記部品の補修を終了する補修終了イベントとを生成し、前記運用計画作成処理では、前記検査終了イベントにおける前記部品の運用を模擬する検査終了イベント処理と、前記補修終了イベントにおける前記部品の運用を模擬する補修終了イベント処理と、を実行することが好ましい。

[0020] この構成によれば、各種イベントを生成して、運用計画を作成することができるため、運用計画を正確に作成することができる。

[0021] 本発明の他の運用計画作成評価装置は、設備で使用される部品の運用計画を作成し、作成した前記運用計画を評価する運用計画作成評価装置であって、前記設備及び前記部品に関するマスタ情報と、前記運用計画を作成するときに生成される前記設備及び前記部品に関する生成情報と、前記運用計画を作成するときに用いられる初期因子とが格納される記憶部と、前記マスタ情報、前記生成情報及び前記初期因子に基づいて、前記運用計画を作成する制御部と、を備え、前記制御部は、前記初期因子として所定の設定値を与える因子設定処理と、前記設定値となる前記初期因子、前記マスタ情報及び前記生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する運用計画作成処理と、を実行し、前記運用計画作成処理では、前記設備の運転を開始する運転開始イベントと、前記設備の運転を停止する運転終了イベントとを含むイベントを生成するイベント生成処理と、前記運転開始イベントにおける前記部品の運用を模擬する運転開始イベント処理と、前記運転終了イベントにおける前記部品の運用を模擬する運転終了イベント処理と、を実行し、前記初期因子は、前記運転開始イベントにおいて使用される前記部品を選定するための因子であり、前記運転開始イベント処理では、前記因子設定処理で設定された前記設定値に基づいて、前記部品を選定することを特徴とする。

[0022] この構成によれば、マスタ情報と、生成情報と初期因子とに基づいて運用計画を作成することができる。このとき、初期因子の設定値を異ならせるこ

とで、複数の運用計画を作成することができる。このため、最適な運用計画を導き出すにあたって有用な運用計画を作成することができる。

[0023] 本発明の他の運用計画作成評価装置は、設備で使用される部品の運用計画を作成し、作成した前記運用計画を評価する運用計画作成評価装置であって、前記設備及び前記部品に関するマスタ情報と、前記運用計画を作成するときに生成される前記設備及び前記部品に関する生成情報とを記憶する記憶部と、前記マスタ情報及び前記生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する制御部と、を備え、前記制御部は、前記マスタ情報及び前記生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する運用計画作成処理と、前記運用計画作成処理によって作成される複数の前記運用計画のそれぞれを評価し、最適となる前記運用計画を導出する運用計画評価処理と、を実行し、前記生成情報は、前記部品の個別の余寿命情報を含み、前記運用計画評価処理では、前記運用計画を評価するための評価関数を用いて、前記運用計画の評価値を算出しており、前記評価関数は、全ての前記部品の余寿命を合算した総余寿命、所定の評価尺度、新規部品の数量、及び廃棄部品の数量の少なくとも1つを変数として含む関数となっていることを特徴とする。

[0024] この構成によれば、評価関数を用いて、作成された運用計画の評価値を算出することができる。このため、複数の運用計画に対応する評価値をそれぞれ比較することで、評価値の最も小さい運用計画を、最適な運用計画として評価することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、本実施例に係る運用計画作成評価装置の概略構成図である。

[図2]図2は、部品マスタデータを示す説明図である。

[図3]図3は、運転マスタデータを示す説明図である。

[図4]図4は、運転条件マスタデータを示す説明図である。

[図5]図5は、検査マスタデータを示す説明図である。

[図6]図6は、部品損傷度マスタデータを示す説明図である。

[図7]図7は、補修マスタデータを示す説明図である。

[図8]図8は、イベントキューデータを示す説明図である。

[図9]図9は、個品リストデータを示す説明図である。

[図10]図10は、新規投入品リストデータを示す説明図である。

[図11]図11は、廃棄品リストデータを示す説明図である。

[図12]図12は、ジョブ実行結果データを示す説明図である。

[図13]図13は、部品割付結果データを示す説明図である。

[図14]図14は、部品運用計画作成評価方法に関する制御動作のフローチャートである。

[図15]図15は、部品の運用計画作成処理に関する制御動作のフローチャートである。

[図16]図16は、運転開始イベント処理に関する制御動作のフローチャートである。

[図17]図17は、運転終了イベント処理に関する制御動作のフローチャートである。

[図18]図18は、検査終了イベント処理に関する制御動作のフローチャートである。

[図19]図19は、補修終了イベント処理に関する制御動作のフローチャートである。

[図20]図20は、各設備における各種ジョブのフローに関する説明図である。

[図21]図21は、本実施例の運用計画作成評価装置によって作成される部品の運用計画に基づく各種ジョブの実行結果を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下に、本発明に係る実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施例における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

実施例

[0027] 図 1 は、本実施例に係る運用計画作成評価装置の概略構成図である。図 2 から図 7 は、各種マスタデータを示す説明図である。図 8 から図 13 は、各種トランザクションデータを示す説明図である。図 14 は、部品運用計画作成評価方法に関する制御動作のフローチャートである。図 15 は、部品の運用計画作成処理に関する制御動作のフローチャートである。図 16 は、運転開始イベント処理に関する制御動作のフローチャートである。図 17 は、運転終了イベント処理に関する制御動作のフローチャートである。図 18 は、検査終了イベント処理に関する制御動作のフローチャートである。図 19 は、補修終了イベント処理に関する制御動作のフローチャートである。図 20 は、各設備における各種ジョブのフローに関する説明図である。図 21 は、本実施例の運用計画作成評価装置によって作成される部品の運用計画に関する説明図である。

[0028] 図 1 に示すように、本実施例に係る運用計画作成評価装置 1 は、部品の運用計画を作成し、作成した運用計画を評価するための装置である。この装置において運用計画がなされる部品としては、例えば、ガスタービン（設備）で使用する高温部品であり、高温部品としては、例えば、動翼等がある。

[0029] ここで、運用計画とは、使用している高温部品と予備部品との交換、あるいは使用している高温部品と補修済みの高温部品との交換の計画を行う、いわゆる取り回しの計画を行うことである。この取り回しは、同一のガスタービンに予め準備されている予備部品との間でのみ行われるものではなく、同一機種で異なるガスタービンに予め準備されている予備部品、あるいは同一又は同一機種で異なるガスタービンの補修済みの部品との間でも行われる。

[0030] 運用計画作成評価装置 1 は、入力部 11 と、表示部 12 と、記憶部 13 と、制御部 14 とを備える。入力部 11 は、キーボード等の入力装置を有し、オペレータが入力装置に対して行った操作に対応する信号を制御部 14 へ出力する。表示部 12 は、液晶パネル等の表示装置を有し、制御部 14 によって表示制御される。

[0031] 記憶部 13 は、各種のプログラムおよびデータを記憶する。記憶部 13 に

記憶されるプログラムには、部品の運用計画を作成するための運用計画作成プログラム、作成した運用計画を評価するための運用計画評価プログラム等が含まれる。また、記憶部13に記憶されるデータには、部品の運用計画を作成するにあたって用いられるマスタデータ（マスタ情報）及びトランザクションデータ（生成情報）等が含まれる。

[0032] マスタデータは、部品の運用計画を作成するための基礎データとなっており、不変の（固定された）データとなっている。マスタデータとしては、図2から図7に示すように、部品マスタデータD1、運転マスタデータD2、運転条件マスタデータD3、検査マスタデータD4、部品損傷度マスタデータD5及び補修マスタデータD6等がある。

[0033] 図2に示すように、部品マスタデータD1は、部品に関する基礎的な情報を含むマスタデータであり、部品番号と、部品種別と、部品区分と、設計寿命と、製作費用とを関連付けたデータとなっている。部品番号は、例えば、「部品#1」、「部品#2」等で取り扱われ、部品を識別するための情報となっている。部品種別は、例えば、「部品種別#1」、「部品種別#2」等で取り扱われ、部品の種別を識別するための情報となっている。部品区分は、例えば、「区分#1」、「区分#2」等で取り扱われ、部品の区分を識別するための情報となっている。設計寿命は、部品の設計寿命に関する情報となっている。製作費用は、部品の製作費用に関する情報となっている。

[0034] 図3に示すように、運転マスタデータD2は、ガスタービンの運転に関する基礎的な情報を含むマスタデータであり、運転ジョブIDと、設備と、開始時期と、終了時期と、運転後検査種別とを関連付けたデータとなっている。運転ジョブIDは、例えば、「運転#1」、「運転#2」等で取り扱われ、所定の期間におけるガスタービンの運転を識別するための情報となっている。設備は、例えば、「設備#1」、「設備#2」等で取り扱われ、ガスタービンの設備（例えば、号機）を識別するための情報となっている。開始時期は、所定の設備におけるガスタービンの運転の開始時期に関する情報となっている。終了時期は、所定の設備におけるガスタービンの運転の終了時期

に関する情報となっている。運転後検査種別は、ガスタービンの運転終了後に行われる検査の種別に関する情報となっている。

[0035] 図4に示すように、運転条件マスタデータD3は、ガスタービンの運転条件に関する基礎的な情報を含むマスタデータであり、運転ジョブIDと、設備と、必要部品種別と、必要部品区分と、必要数量と、消費寿命とを関連付けたデータとなっている。運転ジョブID及び設備については、上記のマスタデータと同様であるため、説明を省略する。必要部品区分は、所定の運転ジョブIDにおいて必要となる部品区分の情報となっている。必要数量は、所定の運転ジョブIDにおいて必要となる部品の数量に関する情報となっている。消費寿命は、所定の運転ジョブIDにおいて消費される部品の寿命に関する情報となっている。ここで、所定の運転ジョブが終了すると、所定の運転ジョブIDに対応付けられる消費寿命は、後述する図9に示す個品の運転時間に加算される。このため、部品の余寿命は、設計寿命から図9に示す個品の運転時間を減算する、つまり「余寿命＝設計寿命－個品の運転時間」の算出式に基づいて算出することができる。

[0036] 図5に示すように、検査マスタデータD4は、検査に関する基礎的な情報を含むマスタデータであり、検査種別IDと、検査期間とを関連付けたデータとなっている。検査種別IDは、例えば、「検査#1」、「検査#2」等で取り扱われ、検査の種別を識別するための情報となっている。検査期間は、所定の検査種別において必要となる検査の期間に関する情報となっている。

[0037] 図6に示すように、部品損傷度マスタデータD5は、部品の損傷度に関する基礎的な情報を含むマスタデータであり、設備と、部品種別と、運転時間と、部品損傷度と、割合とを関連付けたデータとなっている。設備及び部品種別については、上記のマスタデータと同様であるため、説明を省略する。運転時間は、部品の累積する運転時間に関する情報となっており、所定の部品に対し異なる運転時間の範囲（例えば、0～12000、12001～24000）を割り付けている。部品損傷度は、部品の損傷度の種別を識別す

るための情報となっており、損傷度の種別としては、例えば、「No Damage」、「Light」、「Medium」、「Heavy」、「Scrap（廃却）」等がある。割合は、所定の損傷度に至る部品の割合を示す情報である。

[0038] 図7に示すように、補修マスタデータD6は、補修に関する基礎的な情報を含むマスタデータであり、設備と、部品種別と、部品損傷度（損傷度）と、補修期間と、補修費用とを関連付けたデータとなっている。設備、部品種別及び部品損傷度については、上記のマスタデータと同様であるため、説明を省略する。補修期間は、部品の損傷度に応じて必要となる補修期間に関する情報となっている。補修費用は、部品の損傷度に応じて必要となる補修費用に関する情報となっている。

[0039] 次に、トランザクションデータは、部品の運用計画を作成するときに生成されたり、更新されたりするデータとなっており、可変のデータとなっている。トランザクションデータとしては、図8から図13に示すように、イベントキューデータD7、個品リストデータD8、新規投入品リストデータD9、廃棄品リストデータD10、ジョブ実行結果データD11及び部品割付結果データD12等がある。

[0040] 図8に示すように、イベントキューデータD7は、各種イベントを生起日順に待ち行列として並べたデータであり、イベントIDと、イベント種別と、ジョブIDと、生起日とを関連付けたデータとなっている。イベントIDは、発生するイベントを識別するための情報となっている。イベント種別は、発生するイベントの種別を識別するための情報となっており、イベントとしては、例えば、運転開始イベント、運転終了イベント、検査終了イベント及び補修終了イベント等がある。ジョブIDは、ジョブの種別を識別するための情報となっており、ジョブとしては、例えば、運転ジョブ、検査ジョブ及び補修ジョブ等がある。生起日は、イベントの発生時期に関する情報となっている。

[0041] 図9に示すように、個品リストデータD8は、個別の部品（以下、個品と

いう)の使用状況に関するデータであり、個品IDと、部品種別と、部品区分と、運転時間と、割り付けジョブIDとを関連付けたデータとなっている。部品種別及び部品区分については、上記のマスターデータ及びトランザクションデータと同様であるため、説明を省略する。個品IDは、個品を識別するための情報となっている。運転時間は、個品の累積する運転時間に関する情報となっている。割り付けジョブIDは、所定の個品に割り付けられるジョブに関する情報となっている。

[0042] 図10に示すように、新規投入品リストデータD9は、新規に投入された個品のリストに関するデータであり、個品IDと、部品種別と、部品区分と、部品番号と、運転時間と、投入日とを関連付けたデータとなっている。個品ID、部品種別、部品区分、部品番号及び運転時間については、上記のマスターデータ及びトランザクションデータと同様であるため、説明を省略する。投入日は、新規に投入した個品の投入時期に関する情報である。

[0043] 図11に示すように、廃棄品リストデータD10は、廃棄される個品のリストに関するデータであり、個品IDと、部品種別と、部品区分と、部品番号と、運転時間と、廃却日とを関連付けたデータとなっている。個品ID、部品種別、部品区分、部品番号及び運転時間については、上記のマスターデータ及びトランザクションデータと同様であるため、説明を省略する。廃却日は、廃棄した個品の廃棄時期に関する情報である。

[0044] 図12に示すように、ジョブ実行結果データD11は、実行済みの各種ジョブに関する履歴のデータであり、ジョブIDと、ジョブ種別と、開始日と、終了日とを関連付けたデータとなっている。ジョブIDについては、上記のトランザクションデータと同様であるため、説明を省略する。ジョブ種別は、ジョブの種別に関する情報となっている。開始日は、所定のジョブの開始の時期に関する情報となっている。終了日は、所定のジョブの終了の時期に関する情報となっている。

[0045] 図13に示すように、部品割付結果データD12は、個品の割り付けられたジョブの履歴に関するデータであり、個品IDと、部品種別と、部品区分

と、割り付けジョブIDとを関連付けたデータとなっている。個品ID、部品種別、部品区分及び割り付けジョブIDについては、上記のマスタデータ及びトランザクションデータと同様であるため、説明を省略する。

[0046] 制御部14は、集積回路を含んで構成され、所定のプログラムを実行することで、各種処理を実行する。具体的に、制御部14は、記憶部13に記憶された運用計画作成プログラムを実行することで、部品の運用計画を作成する運用計画作成処理を実行したり、記憶部13に記憶された運用計画評価プログラムを実行することで、作成した部品の運用計画を評価する運用計画評価処理を実行したりする。

[0047] 運用計画作成処理は、上記のマスタデータ及びトランザクションデータに基づいて、運用計画を作成する処理となっている。運用計画作成処理では、イベント生成処理と、運転開始イベント処理と、運転終了イベント処理と、検査終了イベント処理と、補修終了イベント処理とを実行している。イベント生成処理は、各種イベントを生成する処理であり、例えば、運転開始イベント、運転終了イベント、検査終了イベント、補修終了イベントを生成すると共に、生成したイベントをイベントキューデータD7に追加する処理を行っている。運転開始イベント処理は、運転開始イベントにおける部品の運用を模擬する処理であり、詳細については後述する。運転終了イベント処理は、運転終了イベントにおける部品の運用を模擬する処理であり、この処理も詳細については後述する。検査終了イベント処理は、検査終了イベントにおける部品の運用を模擬する処理であり、この処理も詳細については後述する。補修終了イベント処理は、補修終了イベントにおける部品の運用を模擬する処理であり、この処理も詳細については後述する。

[0048] ここで、運用計画作成処理では、上記のマスタデータ及びトランザクションデータその他、運転開始イベントにおいて部品を選定するための初期パラメータ（初期因子）に基づいて部品を選定すると共に、運転開始イベントにおいて選定された部品に基づいて、部品の運用計画を作成している。つまり、制御部14は、運用計画作成処理を実行するにあたり、初期パラメータとし

て所定の設定値を与える因子設定処理を実行している。なお、因子設定処理についても詳細は後述する。

[0049] 運用計画評価処理では、運用計画を評価するための評価関数を用いて、運用計画の評価値を算出している。評価関数は、作成された運用計画において、全ての個品の余寿命を合算した総余寿命、所定の評価尺度、新規部品の数量、及び廃棄部品の数量の少なくとも1つを変数として含む関数となっている。具体的に、評価関数 $f(z)$ は、「 $f(z) = w_1 \times \sum_k \text{個品 } k \text{ の余寿命 (全ての個品の余寿命を合算した総余寿命)} + w_2 \times (1 - \text{純度 } P_i \text{ の重みつき平均 (評価尺度)}) + w_3 \times \text{新規部品の数量} + w_4 \times \text{廃棄部品の数量}$ 」となっている。なお、 k は、個品の全数である。この評価関数 $f(z)$ は、算出された評価値が小さいほど、良い評価値となる。ここで、運転ジョブ i の数を N とし、運転ジョブ i に割り付けられた個品の集合を C_i とし、運転ジョブ i に割り付けられた個品のうち、前回割り付けられていた運転ジョブが h である個品の集合を A_h とする。このとき、純度 P_i の重みつき平均は、下記の(1)式で表される算出式となっており、純度 P_i は、下記の(2)式で表される算出式となっている。なお、 w_1 から w_4 は、重みづけの係数となっており、運用計画を評価するにあたって誤差が最小となるような係数に設定される。

$$\text{純度 } P_i \text{ の重みつき平均} = \sum_i \{ (|C_i| / N) \times P_i \} \quad \dots (1)$$

$$\text{純度 } P_i = (1 / |C_i|) \max |C_i \cap A_i| \quad \dots (2)$$

[0050] なお、(1)式では、評価尺度として、純度 P_i の重みつき平均を適用したが、これに代えて、運転ジョブ i に割り付けられた個品のうち、前回割り付けられていた運転ジョブの数 H を適用してもよいし、いわゆる、クラスタリング解析におけるエントロピを適用してもよく、特に限定されない。

[0051] 次に、図14を参照して、上記のマスタデータ及びトランザクションデータに基づいて、運用計画を作成し、作成した運用計画を評価する運用計画作成評価方法に関する制御動作について説明する。

[0052] 先ず、運用計画作成評価装置1の制御部14は、因子設定処理を実行する

ことで、運転開始イベントにおいて部品を選定するための初期パラメータとして、所定の設定値を設定する（ステップS 1 1：因子設定工程）。制御部 1 4 は、運用計画作成処理を実行して、設定した初期パラメータ、マスタデータ及びトランザクションデータに基づいて、部品の運用計画 z を作成する（ステップS 1 2：運用計画作成工程）。なお、部品の運用計画の作成に係る制御動作の詳細については後述する。そして、制御部 1 4 は、運用計画評価処理を実行して、評価関数 $f(z)$ を用いて、作成された部品の運用計画 z の評価値を計算する（ステップS 1 3：運用計画評価工程）。

[0053] この後、制御部 1 4 は、因子設定処理を実行することで、ステップS 1 1 において設定した初期パラメータとは異なる初期パラメータを再設定する（ステップS 1 4：因子設定工程）。制御部 1 4 は、運用計画作成処理を実行して、再設定した初期パラメータ、マスタデータ及びトランザクションデータに基づいて、部品の運用計画 z' を作成する（ステップS 1 5：運用計画作成工程）。そして、制御部 1 4 は、運用計画評価処理を実行して、評価関数 $f(z')$ を用いて、作成された部品の運用計画 z' の評価値を計算する（ステップS 1 6：運用計画評価工程）。

[0054] そして、制御部 1 4 は、ステップS 1 6において算出した運用計画 z' の評価値 $f(z')$ が、ステップS 1 3において算出した運用計画 z の評価値 $f(z)$ よりも良い評価値であるか否かを判定する（ステップS 1 7）。つまり、評価値 $f(z')$ が評価値 $f(z)$ よりも小さい評価値（ $f(z') < f(z)$ ）である場合、評価値 $f(z')$ が評価値 $f(z)$ よりも良い評価値となる。一方で、評価値 $f(z')$ が評価値 $f(z)$ よりも大きい評価値（ $f(z') > f(z)$ ）である場合、評価値 $f(z')$ が評価値 $f(z)$ よりも良い評価値ではないことになる。制御部 1 4 は、 $f(z')$ が $f(z)$ よりも良い評価値であると判定すると（ステップS 1 7：Yes）、暫定解を運用計画 z' とし（ステップS 1 8）、次のステップS 1 9に移行する。一方で、制御部 1 4 は、 $f(z')$ が $f(z)$ よりも良い評価値でないと判定すると（ステップS 1 7：No）、ステップS 1 8を実行せずに、次

のステップS 1 9に移行する。

[0055] 制御部 1 4 は、ステップS 1 9において、初期パラメータの再設定を所定の回数だけ繰り返したか否かを判定する。つまり、部品の運用計画は、1 回の初期パラメータの設定に対して、1 つ作成される。このため、部品の運用計画は、初期パラメータを設定した分だけ作成される。このとき、設定される初期パラメータは、他の初期パラメータに対して少しずつ変化させたものである。なお、制御部 1 4 は、ステップS 1 9において、予め用意された初期パラメータの全てに対し、部品の運用計画が作成された場合に、所定の回数だけ繰り返したと判定してもよい。また、制御部 1 4 は、ステップS 1 9において、所定の回数だけ繰り返しても、暫定解の更新がない場合に、所定の回数だけ繰り返したと判定してもよい。つまり、ステップS 1 9における所定の回数は、任意に設定可能である。

[0056] 制御部 1 4 は、ステップS 1 9において、所定の回数だけ繰り返したと判定する（ステップS 1 9：Y e s）と、暫定解を最適解とし（ステップS 2 0）、運用計画作成評価方法に関する制御動作を終了する。一方で、制御部 1 4 は、ステップS 1 9において、所定の回数だけ繰り返していないと判定する（ステップS 1 9：N o）と、再びステップS 1 4に進み、ステップS 1 4以降の制御動作を実行する。以上のように、制御部 1 4 は、初期パラメータを少しずつ変えながら、所定の回数、部品の運用計画を作成し、良い評価値（評価値が小さい）の運用計画を導出する。

[0057] 次に、図 1 5 を参照して、部品の運用計画の作成に係る制御動作について説明する。部品の運用計画は、部品の取り回しを、仮想日時に沿って模擬（シミュレート）することで作成される。

[0058] 先ず、運用計画作成評価装置 1 の制御部 1 4 は、記憶部 1 3 に記憶された運転マスタデータ D 2 から、全ての運転ジョブに関する情報を取得する（ステップS 2 1）。そして、制御部 1 4 は、イベント生成処理を実行して、取得した運転ジョブに基づくイベントを生成し、イベントキューデータ D 7 に生起日順に追加する（ステップS 2 2）。

[0059] 続いて、制御部14は、イベントキューデータD7にイベントがあるか否かを判定する（ステップS23）。制御部14は、イベントキューデータD7にイベントがないと判定する（ステップS23：Yes）と、部品の運用計画の作成に係る制御動作を終了する。一方で、制御部14は、イベントキューデータD7にイベントがあると判定する（ステップS23：No）と、イベントキューデータD7からイベントを取得し、取得したイベントをイベントキューデータD7から削除する（ステップS24）。制御部14は、イベントを取得すると、仮想日時を、取得したイベントの生起日（発生時期）に設定する（ステップS25）。

[0060] 続いて、制御部14は、取得したイベントが運転開始イベントであるか否かを判定する（ステップS26）。制御部14は、取得したイベントが運転開始イベントであると判定すると（ステップS26：Yes）、運転開始イベント処理を実行し（ステップS27）、再びステップS23に進む。なお、運転開始イベント処理については後述する。一方で、制御部14は、ステップS26において、取得したイベントが運転開始イベントでないと判定すると（ステップS26：No）、ステップS28に移行する。

[0061] 次に、制御部14は、ステップS28において、取得したイベントが運転終了イベントであるか否かを判定する。制御部14は、取得したイベントが運転終了イベントであると判定すると（ステップS28：Yes）、運転終了イベント処理を実行し（ステップS29）、再びステップS23に進む。なお、運転終了イベント処理については後述する。一方で、制御部14は、ステップS28において、取得したイベントが運転終了イベントでないと判定すると（ステップS28：No）、ステップS30に移行する。

[0062] また、制御部14は、ステップS30において、取得したイベントが検査終了イベントであるか否かを判定する。制御部14は、取得したイベントが検査終了イベントであると判定すると（ステップS30：Yes）、検査終了イベント処理を実行し（ステップS31）、再びステップS23に進む。なお、検査終了イベント処理については後述する。一方で、制御部14は、

ステップS 3 0において、取得したイベントが検査終了イベントでないと判定すると（ステップS 3 0：N o）、ステップS 3 2に移行する。

[0063] 制御部1 4は、ステップS 3 2において、取得したイベントが補修終了イベントであるとして、補修終了イベント処理を実行し（ステップS 3 2）、再びステップS 2 3に進む。

[0064] このように、制御部1 4は、イベントキューデータD 7にあるイベントがなくなるまで、各種イベント処理を実行する。

[0065] 次に、図1 6を参照して、運転開始イベント処理に関する制御動作について説明する。制御部1 4は、図1 5のステップS 2 7において運転開始イベント処理を実行すると、先ず、運転条件マスタデータD 3から、運転ジョブに必要な部品種別、必要数量及び消費寿命を取得する（ステップS 4 1）。この後、制御部1 4は、個品リストデータD 8に基づいて、運転ジョブで必要な現在使用されていない部品（個品）を抽出する部品抽出処理を実行する。つまり、制御部1 4は、部品抽出処理を実行して、運転ジョブに必要な個品のうち、個品リストデータD 8の割り付けジョブIDにジョブが割り付けられていない個品を抽出し、かつ個品の余寿命（＝設計寿命－個品の運転時間）が、消費寿命よりも大きい部品を、個品リストデータD 8から抽出する（ステップS 4 2）。

[0066] 続いて、制御部1 4は、抽出した複数の個品に対して優先度を与える優先度付与処理を実行する（ステップS 4 3）。ここで、優先度付与処理では、「優先度＝係数 α_i ×個品の余寿命＋（1－係数 α_i ）×前回取り外した個品の取外し時期」で表される算出式を用いて、個品に優先度を与えている。この優先度に関する算出式は、算出された評価値が小さいほど、高い優先度となる。そして、制御部1 4は、計算した優先度の高い順に個品を並べている。このとき、係数 α_i は、 $0 \leq \alpha_i \leq 1$ の範囲となっており、初期パラメータとして取り扱われている。つまり、係数 α_i は、個品の余寿命と、前回取り外した個品の取外し時期との割合を決定する係数となっている。そして、制御部1 4は、図1 4のステップS 1 1及びステップS 1 4における初期パラメ

一タの設定において、係数 α_i を所定の設定値として設定する。なお、優先度の算出式は、上記の算出式に限らず、「優先度＝係数 α_i ×部品の余寿命の優先順位＋（１－係数 α_i ）×前回取り外した個品の取外し時期の優先順位」で表される算出式を用いてもよい。

[0067] 次に、制御部１４は、優先度の高い順に並んだ個品の中から、個品を選定する部品選定処理を実行する（ステップＳ４４）。ここで、部品選定処理では、優先度を付与した個品のうち、優先度の高い順から所定数量 m_i の個品を除外し、残った個品のうち、運転ジョブで使用する必要数量の個品を優先度の高い順から選定している。このとき、所定数量 m_i は、初期パラメータとして取り扱われている。このため、制御部１４は、図１４のステップＳ１１及びステップＳ１４における初期パラメータの設定において、所定数量 m_i を所定の設定値として設定する。

[0068] 制御部１４は、ステップＳ４５において、所定数量 m_i の個品を除外すると、残った個品の数量が、必要数量以上であるか否かを判定する（ステップＳ４５）。制御部１４は、残った個品の数量が、必要数量以上であると判定すると（ステップＳ４５：Ｙｅｓ）、必要数量分の個品に運転ジョブを割り付けて、個品リストデータＤ８を更新し、部品割付結果データＤ１２に追加（記録）する（ステップＳ４７）。一方で、制御部１４は、残った個品の数量が、必要数量未満であると判定すると（ステップＳ４５：Ｎｏ）、不足数量分の個品のデータを個品リストデータＤ８に追加すると共に、不足数量分の個品のデータを新規投入品リストデータＤ９に追加した後（ステップＳ４６）、ステップＳ４７に移行する。そして、制御部１４は、ステップＳ４７の実行後、運転ジョブの開始時刻を、ジョブ実行結果データＤ１１に追加（記録）し（ステップＳ４８）、運転開始イベント処理の制御動作を終了して、図１５のステップＳ２３に進む。

[0069] 次に、図１７を参照して、運転終了イベント処理に関する制御動作について説明する。制御部１４は、図１５のステップＳ２９において運転終了イベント処理を実行すると、まず、運転ジョブが割り付けられた全ての個品につ

いて、個品の余寿命から運転ジョブの消費寿命を減算し、個品リストデータ D 8 を更新する（ステップ S 5 1）。この後、制御部 1 4 は、運転ジョブが割り付けられた全ての個品を解放（割り付けを解除）し、個品リストデータ D 8 を更新する（ステップ S 5 2）。そして、制御部 1 4 は、運転マスターデータ D 2 に含まれる全ての運転ジョブの消費寿命よりも余寿命が短い個品を、個品リストデータ D 8 から削除して、廃棄品リストデータ D 1 0 に追加（記録）する（ステップ S 5 3）。

[0070] 続いて、制御部 1 4 は、運転マスターデータ D 2 から運転ジョブ後の検査種別を取得する（ステップ S 5 4）。制御部 1 4 は、取得した検査種別に基づき、検査マスターデータ D 4 から検査期間を取得する（ステップ S 5 5）。制御部 1 4 は、運転ジョブの終了時期に、取得した検査期間を加算して検査終了日（生起日）とし、検査終了イベントを生成して、イベントキューデータ D 7 に追加（記録）する（ステップ S 5 6）。制御部 1 4 は、個品に検査ジョブを割り付けて、個品リストデータ D 8 を更新し、部品割付結果データ D 1 2 に追加（記録）する（ステップ S 5 7）。そして、制御部 1 4 は、運転ジョブの終了時刻と、検査ジョブの開始時刻とを、ジョブ実行結果データ D 1 1 に追加（記録）する（ステップ S 5 8）ことで、運転終了イベント処理に関する制御動作を終了する。

[0071] 次に、図 1 8 を参照して、検査終了イベント処理に関する制御動作について説明する。制御部 1 4 は、図 1 5 のステップ S 3 1 において検査終了イベント処理を実行すると、まず、検査ジョブが割り付けられた全ての個品を解放（割り付けを解除）し、個品リストデータ D 8 を更新する（ステップ S 6 1）。制御部 1 4 は、個品リストデータ D 8 に記録された運転時間に基づき、部品損傷度マスターデータ D 5 から個品の損傷度を求める（ステップ S 6 2）。そして、制御部 1 4 は、損傷度が「Scrap」となった廃却品（廃棄される部品）を、個品リストデータ D 8 から削除して、廃棄品リストデータ D 1 0 に追加（記録）する（ステップ S 6 3）。

[0072] 続いて、制御部 1 4 は、「Scrap」及び「No Damage」とな

った個品以外の個品について、個品の損傷度に基づき、補修マスタデータD 6から個品の損傷度別の補修期間を取得する（ステップS 6 4）。制御部1 4は、検査ジョブの終了時期に、取得した損傷度別の補修期間を加算して補修終了日（生起日）とし、補修終了イベントを生成して、イベントキューデータD 7に追加（記録）する（ステップS 6 5）。制御部1 4は、個品の損傷度に基づいて補修ジョブを割り付けて、個品リストデータD 8を更新し、部品割付結果データD 1 2に追加（記録）する（ステップS 6 6）。このとき、ステップS 6 6において、「No Damage」となった個品については、補修の必要がないため、補修ジョブの割り付けを行わずに、個品リストデータD 8を更新する。そして、制御部1 4は、検査ジョブの終了時刻と、補修ジョブの開始時刻とを、ジョブ実行結果データD 1 1に追加（記録）する（ステップS 6 7）ことで、検査終了イベント処理に関する制御動作を終了する。

[0073] 次に、図1 9を参照して、補修終了イベント処理に関する制御動作について説明する。制御部1 4は、図1 5のステップS 3 2において補修終了イベント処理を実行すると、まず、補修ジョブが割り付けられた全ての個品を解放（割り付けを解除）し、個品リストデータD 8を更新する（ステップS 7 1）。そして、制御部1 4は、補修ジョブの終了時刻を、ジョブ実行結果データD 1 1に追加（記録）する（ステップS 7 2）ことで、補修終了イベント処理に関する制御動作を終了する。

[0074] このように、制御部1 4は、運用計画作成処理を実行することで、ジョブ実行結果データD 1 1及び部品割付結果データD 1 2が生成され、このジョブ実行結果データD 1 1及び部品割付結果データD 1 2に基づき、部品の運用計画を作成する。

[0075] ここで、図2 0を参照し、運用計画作成処理において作成されたジョブ実行結果データD 1 1に基づく、各設備における各種ジョブのフローについて説明する。上記したように、ジョブとしては、運転ジョブ、検査ジョブ及び補修ジョブがあり、運転ジョブは、設備の運転計画に基づいて予め定められ

、同様に検査ジョブは、運転ジョブに応じて予め定められている。補修ジョブについては、個品の運転時間に基づく損傷度に応じて、適宜定められる。この運転ジョブ、検査ジョブ及び補修ジョブは、設備ごとにに応じて定められている。これらジョブは、仮想日時に沿って、先ず、所定の運転ジョブが行われ、運転ジョブの終了後に、検査ジョブが行われる。そして、検査ジョブの終了後に、補修ジョブが行われる。一方で、運転ジョブは、所定の仮想日時に沿って、連続して行われる場合があり、この場合、前回の運転ジョブで使用されている個品が、次の運転ジョブで使用されるとは限らない。

[0076] 次に、図21を参照し、運用計画作成処理において作成される部品の運用計画zの一例について説明する。なお、部品の運用計画zは、図10の新規投入品リストデータD9、図11の廃棄品リストデータD10、図12のジョブ実行結果データD11、図13の部品割付結果データD12等を含むものである。図21に示すように、ジョブ実行結果データD11に基づいて作成される部品の運用計画zは、設備#1における運転ジョブが、運転#1、運転#2、運転#3の順に連続的に行われており、また、設備#2における運転ジョブが、運転#4、運転#5、運転#6の順に連続的に行われている。

[0077] ここで、設備#1において、運転#1の運転ジョブに装着される部品セットAは、例えば、製作され保管された新規投入される部品であり、運転#1の運転後、取り外されて、検査#1の検査ジョブが行われた後、補修#1の補修ジョブが行われる。補修#1が行われた部品セットAは、設備#2において、運転#5の運転ジョブにおいて装着され、運転#5の運転後、取り外されて、検査#4の検査ジョブが行われた後、補修#4の補修ジョブが行われる。

[0078] また、設備#2において、運転#4の運転ジョブに装着される部品セットBは、例えば、製作され保管された新規投入される部品であり、運転#4の運転後、取り外されて、検査#2の検査ジョブが行われた後、補修#2の補修ジョブが行われる。補修#2が行われた部品セットBは、設備#1におい

て、運転#3の運転ジョブにおいて装着され、運転#3の運転後、取り外されて、検査#5の検査ジョブが行われた後、補修#5の補修ジョブが行われる。

[0079] また、設備#1において、運転#2の運転ジョブに装着される部品セットCは、例えば、製作され保管された新規投入される部品であり、運転#2の運転後、取り外されて、検査#3の検査ジョブが行われた後、補修#3の補修ジョブが行われる。補修#3が行われた部品セットCは、設備#2において、運転#6の運転ジョブにおいて装着され、運転#6の運転後、取り外される。

[0080] 以上のように、本実施例の構成によれば、マスタデータと、トランザクションデータと初期パラメータとに基づいて、部品の運用計画 z を作成することができる。このとき、初期パラメータの設定値を異ならせることで、複数の部品の運用計画 z を作成することができる。そして、複数の運用計画 z をそれぞれ評価することで、最適な運用計画 z を導き出すことができる。

[0081] また、本実施例の構成によれば、初期パラメータである所定数量 m_i の設定値を異ならせることで、複数の運用計画 z を作成することができる。このため、所定数量 m_i を異ならせた複数の運用計画 z をそれぞれ評価することで、所定数量 m_i に関する最適な運用計画 z を導き出すことができる。

[0082] また、本実施例の構成によれば、初期パラメータである係数 α_i の設定値を異ならせることで、複数の運用計画 z を作成することができる。このため、係数 α_i を異ならせた複数の運用計画 z をそれぞれ評価することで、係数 α_i に関する最適な運用計画 z を導き出すことができる。

[0083] また、本実施例の構成によれば、評価関数 $f(z)$ を用いて、作成した運用計画 z の評価値を算出することができる。このため、運用計画 z に対応する評価値をそれぞれ比較することで、評価値の最も高い運用計画 z を、最適な運用計画として評価することができる。

[0084] また、本実施例の構成によれば、評価関数 $f(z)$ の算出式を用いて、運用計画 z の評価値を求めることができるため、運用計画 z を最適に評価する

ことができる。

[0085] また、実施例 1 の構成によれば、運転開始イベントにおける部品の選定に関する条件を、初期パラメータを異ならせることで変更することにより、複数の運用計画 z を作成することができる。

[0086] また、実施例 1 の構成によれば、各種イベントを生成して、運用計画 z を作成することができるため、運用計画 z を正確に模擬して作成することができる。

符号の説明

- [0087] 1 運用計画作成評価装置
- 1 1 入力部
 - 1 2 表示部
 - 1 3 記憶部
 - 1 4 制御部
 - D 1 部品マスタデータ
 - D 2 運転マスタデータ
 - D 3 運転条件マスタデータ
 - D 4 検査マスタデータ
 - D 5 部品損傷度マスタデータ
 - D 6 補修マスタデータ
 - D 7 イベントキューデータ
 - D 8 個品リストデータ
 - D 9 新規投入品リストデータ
 - D 1 0 廃棄品リストデータ
 - D 1 1 ジョブ実行結果データ
 - D 1 2 部品割付結果データ
 - z 運用計画

請求の範囲

- [請求項1] 設備で使用される部品の運用計画を作成し、作成した前記運用計画を評価する運用計画作成評価装置であって、
- 前記設備及び前記部品に関するマスタ情報と、前記運用計画を作成するときに生成される前記設備及び前記部品に関する生成情報と、前記運用計画を作成するときに用いられる初期因子とが格納される記憶部と、
- 前記マスタ情報、前記生成情報及び前記初期因子に基づいて、前記運用計画を作成する制御部と、を備え、
- 前記制御部は、
- 前記初期因子として所定の設定値を与える因子設定処理と、
- 前記設定値となる前記初期因子、前記マスタ情報及び前記生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する運用計画作成処理と、
- 前記因子設定処理において前記初期因子の設定値を異ならせながら前記運用計画作成処理を繰り返し行うことで作成される複数の前記運用計画のそれぞれを評価し、最適となる前記運用計画を導出する運用計画評価処理と、を実行することを特徴とする運用計画作成評価装置。
- [請求項2] 前記マスタ情報は、前記設備の運転ジョブに関する運転ジョブマスタ情報を含み、
- 前記生成情報は、前記部品の個別の使用状況に関する個品リスト情報を含み、
- 前記制御部は、
- 前記個品リスト情報に基づいて、前記運転ジョブで必要な現在使用されていない前記部品を抽出する部品抽出処理と、
- 前記部品抽出処理において抽出した複数の前記部品に対して優先度を与える優先度付与処理と、
- 前記優先度付与処理により前記優先度を付与した前記部品のうち、

前記優先度の高い順から所定数量 m_i の前記部品を除外し、残った前記部品のうち、前記運転ジョブで使用する必要数量の前記部品を前記優先度の高い順から選定する部品選定処理と、を実行し、

前記因子設定処理では、前記所定数量 m_i を前記初期因子として取り扱うことを特徴とする請求項 1 に記載の運用計画作成評価装置。

[請求項3] 前記マスタ情報は、前記設備の運転ジョブに関する運転ジョブマスタ情報を含み、

前記生成情報は、前記部品の個別の使用状況に関する個品リスト情報を含み、

前記制御部は、

前記個品リスト情報に基づいて、前記運転ジョブで必要な現在使用されていない前記部品を抽出する部品抽出処理と、

前記部品抽出処理において抽出した複数の前記部品に対して優先度を与える優先度付与処理と、を実行し、

前記優先度付与処理では、「優先度 = 係数 α_i × 部品の余寿命 + (1 - 係数 α_i) × 前回取り外した部品の取外し時期」で表される算出式、または「優先度 = 係数 α_i × 部品の余寿命の優先順位 + (1 - 係数 α_i) × 前回取り外した部品の取外し時期を早い順に並べたときの優先順位」で表される算出式を用いて、前記部品に優先度を与えており、

前記因子設定処理では、係数 α_i ($0 \leq \alpha_i \leq 1$) を前記初期因子として取り扱うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の運用計画作成評価装置。

[請求項4] 前記生成情報は、前記部品の個別の余寿命情報を含み、

前記運用計画評価処理では、前記運用計画を評価するための評価関数を用いて、前記運用計画の評価値を算出しており、

前記評価関数は、全ての前記部品の余寿命を合算した総余寿命、所定の評価尺度、新規部品の数量、及び廃棄部品の数量の少なくとも 1

つを変数として含む関数となっていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の運用計画作成評価装置。

[請求項5]

前記評価尺度は、前記設備の所定の運転ジョブ i における使用部品の純度 P_i の重みつき平均であり、

前記運転ジョブ i の数を N とし、前記運転ジョブ i に割り付けられた前記部品の集合を C_i とし、前記運転ジョブ i に割り付けられた前記部品のうち、前回割り付けられていた前記運転ジョブが h である部品の集合を A_h とすると、

前記純度 P_i の重みつき平均は、「純度 P_i の重みつき平均 $= \sum_i \{ (|C_i| / N) \times P_i \}$ 」で表される算出式となり、

前記純度 P_i は、「純度 $P_i = (1 / |C_i|) \max |C_i \cap A_i|$ 」で表される算出式となり、

前記評価関数は、「評価値 $= w_1 \times$ 全ての部品の余寿命を合算した総余寿命 $+ w_2 \times (1 -$ 純度 P_i の重みつき平均 $) + w_3 \times$ 新規部品の数量 $+ w_4 \times$ 廃棄部品の数量」で表される関数となっていることを特徴とする請求項 4 に記載の運用計画作成評価装置。

[請求項6]

前記運用計画作成処理では、

前記設備の運転を開始する運転開始イベントと、前記設備の運転を停止する運転終了イベントとを含むイベントを生成するイベント生成処理と、

前記運転開始イベントにおける前記部品の運用を模擬する運転開始イベント処理と、

前記運転終了イベントにおける前記部品の運用を模擬する運転終了イベント処理と、を実行し、

前記初期因子は、前記運転開始イベントにおいて使用される前記部品を選定するための因子であり、

前記運転開始イベント処理では、前記因子設定処理で設定された前記設定値に基づいて、前記部品を選定することを特徴とする請求項 1

から5のいずれか1項に記載の運用計画作成評価装置。

[請求項7]

前記イベント生成処理では、前記部品の検査を終了する検査終了イベントと、前記部品の補修を終了する補修終了イベントとを生成し、

前記運用計画作成処理では、

前記検査終了イベントにおける前記部品の運用を模擬する検査終了イベント処理と、

前記補修終了イベントにおける前記部品の運用を模擬する補修終了イベント処理と、を実行することを特徴とする請求項6に記載の運用計画作成評価装置。

[請求項8]

設備で使用される部品の運用計画を作成し、作成した前記運用計画を評価する運用計画作成評価装置であって、

前記設備及び前記部品に関するマスタ情報と、前記運用計画を作成するときに生成される前記設備及び前記部品に関する生成情報と、前記運用計画を作成するときに用いられる初期因子とが格納される記憶部と、

前記マスタ情報、前記生成情報及び前記初期因子に基づいて、前記運用計画を作成する制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記初期因子として所定の設定値を与える因子設定処理と、

前記設定値となる前記初期因子、前記マスタ情報及び前記生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する運用計画作成処理と、を実行し、

前記運用計画作成処理では、

前記設備の運転を開始する運転開始イベントと、前記設備の運転を停止する運転終了イベントとを含むイベントを生成するイベント生成処理と、

前記運転開始イベントにおける前記部品の運用を模擬する運転開始イベント処理と、

前記運転終了イベントにおける前記部品の運用を模擬する運転終了イベント処理と、を実行し、

前記初期因子は、前記運転開始イベントにおいて使用される前記部品を選定するための因子であり、

前記運転開始イベント処理では、前記因子設定処理で設定された前記設定値に基づいて、前記部品を選定することを特徴とする運用計画作成評価装置。

[請求項9] 設備で使用される部品の運用計画を作成し、作成した前記運用計画を評価する運用計画作成評価装置であって、

前記設備及び前記部品に関するマスタ情報と、前記運用計画を作成するときに生成される前記設備及び前記部品に関する生成情報とを記憶する記憶部と、

前記マスタ情報及び前記生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記マスタ情報及び前記生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する運用計画作成処理と、

前記運用計画作成処理によって作成される複数の前記運用計画のそれぞれを評価し、最適となる前記運用計画を導出する運用計画評価処理と、を実行し、

前記生成情報は、前記部品の個別の余寿命情報を含み、

前記運用計画評価処理では、前記運用計画を評価するための評価関数を用いて、前記運用計画の評価値を算出しており、

前記評価関数は、全ての前記部品の余寿命を合算した総余寿命、所定の評価尺度、新規部品の数量、及び廃棄部品の数量の少なくとも1つを変数として含む関数となっていることを特徴とする運用計画作成評価装置。

[請求項10] 設備で使用される部品の運用計画を作成し、作成した前記運用計画

を評価する運用計画作成評価方法であって、

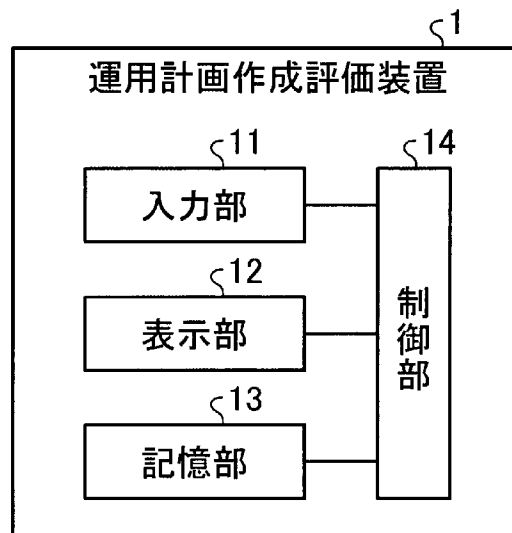
前記運用計画を作成するときに用いられる初期因子として所定の設定値を与える因子設定工程と、

前記設定値となる前記初期因子、前記設備及び前記部品に関するマスタ情報、及び前記運用計画を作成するときに生成される前記設備及び前記部品に関する生成情報に基づいて、前記運用計画を作成する運用計画作成工程と、

前記因子設定工程において前記初期因子の設定値を異ならせながら前記運用計画作成工程を繰り返し行うことで作成される複数の前記運用計画のそれぞれを評価し、最適となる前記運用計画を導出する運用計画評価工程と、を実行することを特徴とする運用計画作成評価方法

。

[図1]



[図2]

部品マスタデータ				製作費用 [円]
部品番号	部品種別	部品区分	設計寿命 [EOH]	
部品#1	部品種別#1	区分#1	...	...
部品#2	部品種別#1	区分#2	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

[図3]

運転マスタデータ D2

運転 ジョブID	設備	開始時期	終了時期	運転後 検査種別
運転#1	設備#1	2013/10	2015/4	検査#1
運転#2	設備#1	2015/4	2016/10	検査#2
...	...	...	...	...
運転#n	設備#2	2014/4	2015/10	検査#1
...	...	...	...	...

[図4]

運転条件マスタデータ D3

運転 ジョブID	設備	必要部品 種別	必要部品 区分	必要数量 [個]	消費寿命 [EOH]
運転#1	設備#1	部品種別#1	区分#1	98	12000
運転#1	設備#1	部品種別#1	区分#2	2	12000
運転#2	設備#1	部品種別#2	区分#1	50	12000
運転#2	設備#1	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

[図5]

検査マスターデータ ζ D4

検査種別ID	検査期間 [日]
検査#1	
検査#2	
...	...

[図6]

部品損傷度マスターデータ ζ D5

設備	部品種別	運転時間 [EOH]	部品 損傷度	割合 [%]
設備#1	部品#1	0~12000	No Damage	80
			Light	80
			Medium	15
			Heavy	5
			...	0
			Scrap(廃却)	0
		12001~24000	...	...
		...	...	...
	部品#2	...	...	...
	...	...	...	...
設備#2	...	...	...	...
...	...	...	...	...

[図7]

補修マスタデータ D6

設備	部品種別	損傷度	補修期間 [日]	補修費用 [円]
設備#1	部品#1	No Damage	0	...
		Light	60	...
		Medium	90	...
		Heavy	120	...
		...	...	...
	部品#2	...	...	...
	...	...	...	...
設備#2	...	...	...	...
...	...	...	...	...

[図8]

イベントキューデータ D7

イベントID	イベント種別	ジョブID	生起日
#1	運転開始	運転#1	2013/10
#2	運転開始	運転#2	2014/4
#3	運転終了	運転#1	2015/4
...	...	...	...
#m	検査終了	検査#x	...
...	...	...	...
#n	補修終了	補修#x	...
...	...	...	...

[図9]

個品リストデータ D8

個品ID	部品種別	部品区分	運転時間 [EOH]	割り付け ジョブID
個品#1	部品#1	区分#1	8000	運転#1
個品#2	部品#1	区分#1	12000	運転#2
個品#3	部品#1	区分#2	8000	補修#1
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

[図10]

新規投入品リストデータ D9

個品ID	部品種別	部品区分	部品番号	運転時間 [EOH]	投入日
個品#n	部品#1	区分#1	...	0	...
個品#n+1	部品#1	区分#1	...	0	...
個品#n+2	部品#1	区分#2	...	0	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

[図11]

廃棄品リストデータ D10

個品ID	部品種別	部品区分	部品番号	運転時間 [EOH]	廃却日
個品#n	部品#1	区分#1	...	12000	...
個品#n+1	部品#1	区分#1	...	12000	...
個品#n+2	部品#1	区分#2	...	12000	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

[図12]

ジョブ実行結果データ D11

ジョブID	ジョブ種別	開始日	終了日
運転#1	運転	2013/10	2015/4
運転#2	運転	2015/4	2016/10
検査#1	検査	...	...
補修#1	補修	...	...
...	...	...	...

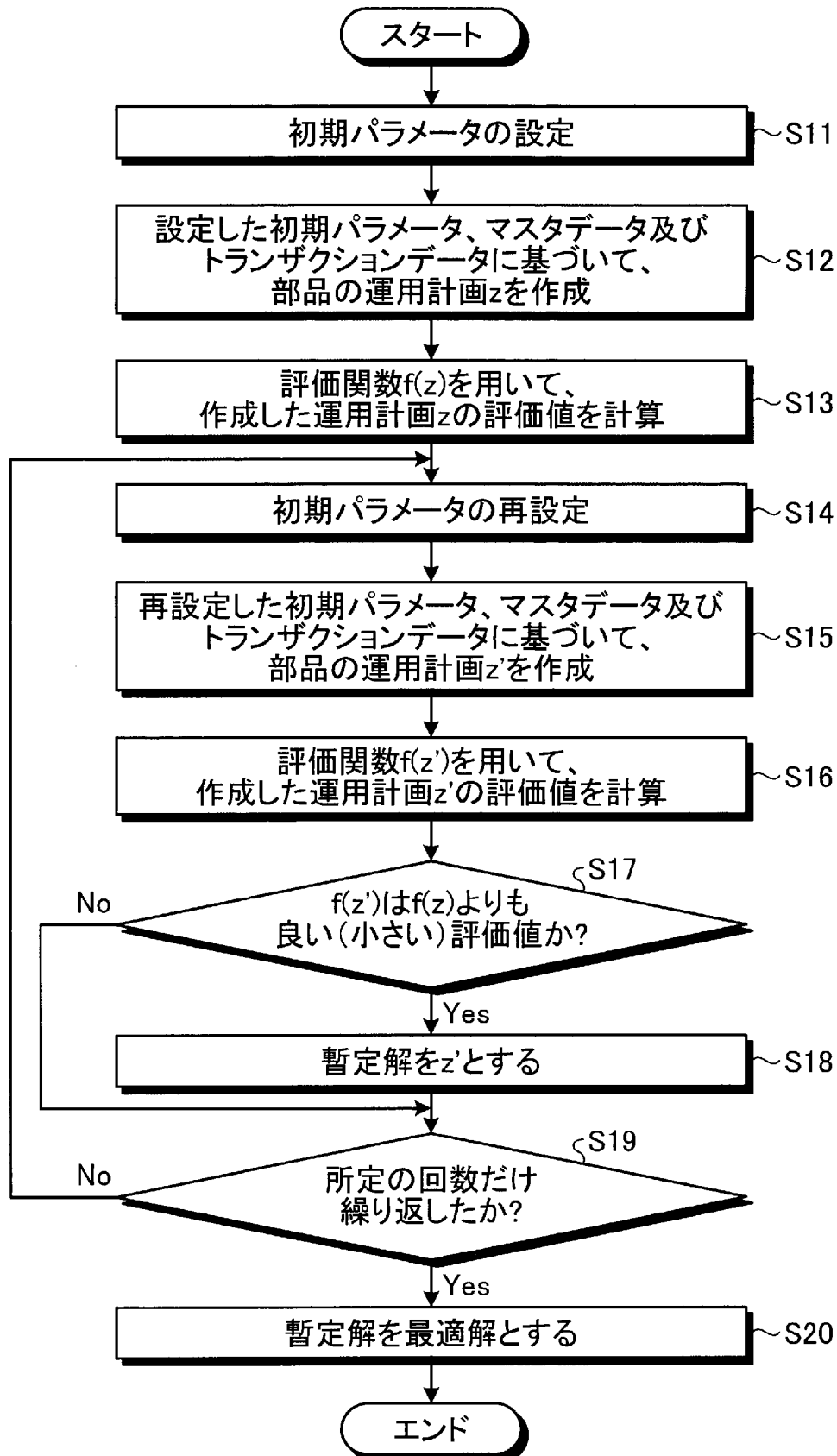
[図13]

部品割付結果データ

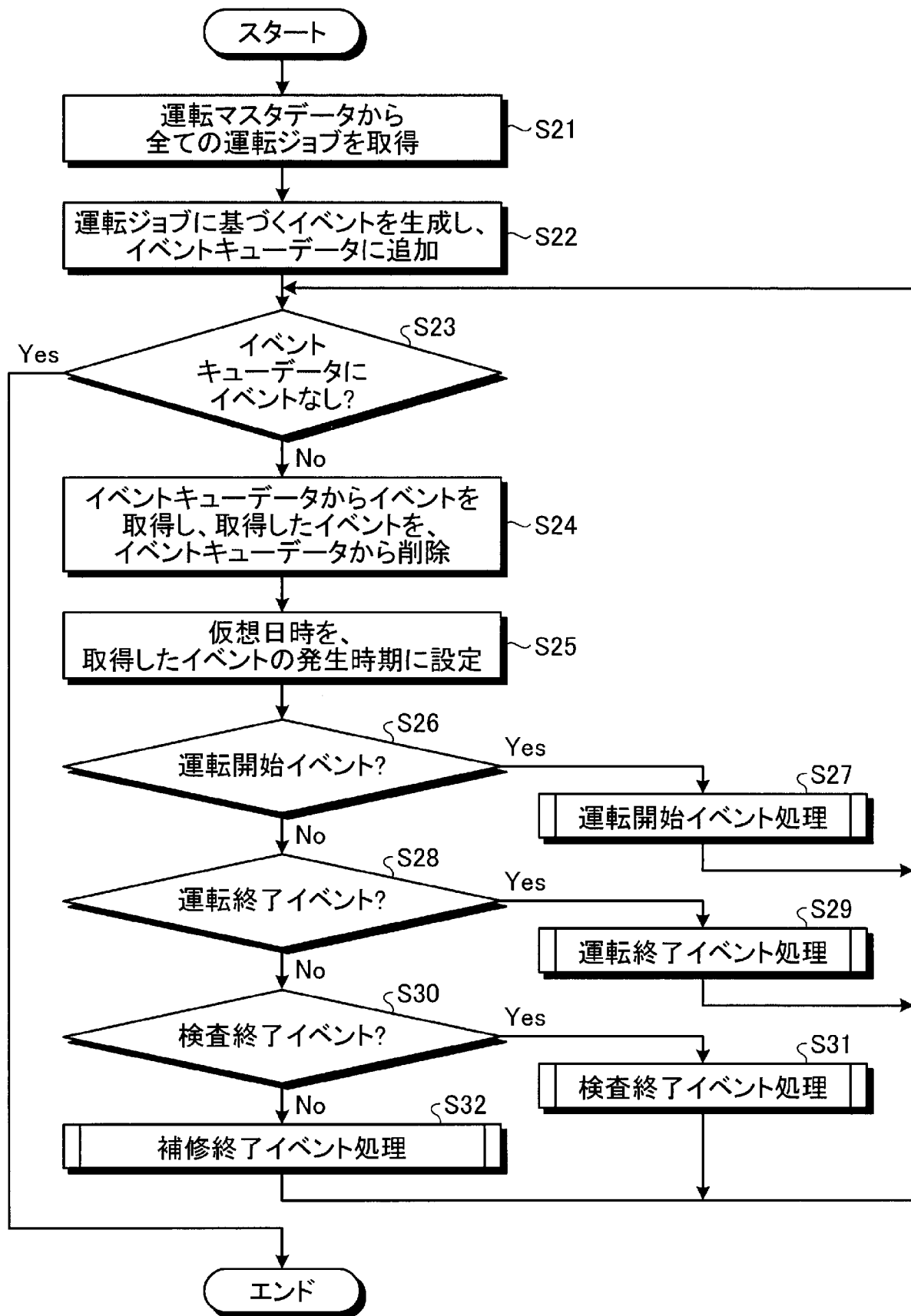
D12

個品ID	部品種別	部品区分	割り付け ジョブID
個品#1	部品#1	区分#1	運転#1
個品#2	部品#1	区分#1	運転#2
個品#3	部品#1	区分#2	補修#1
...	...	...	...
...	...	...	...

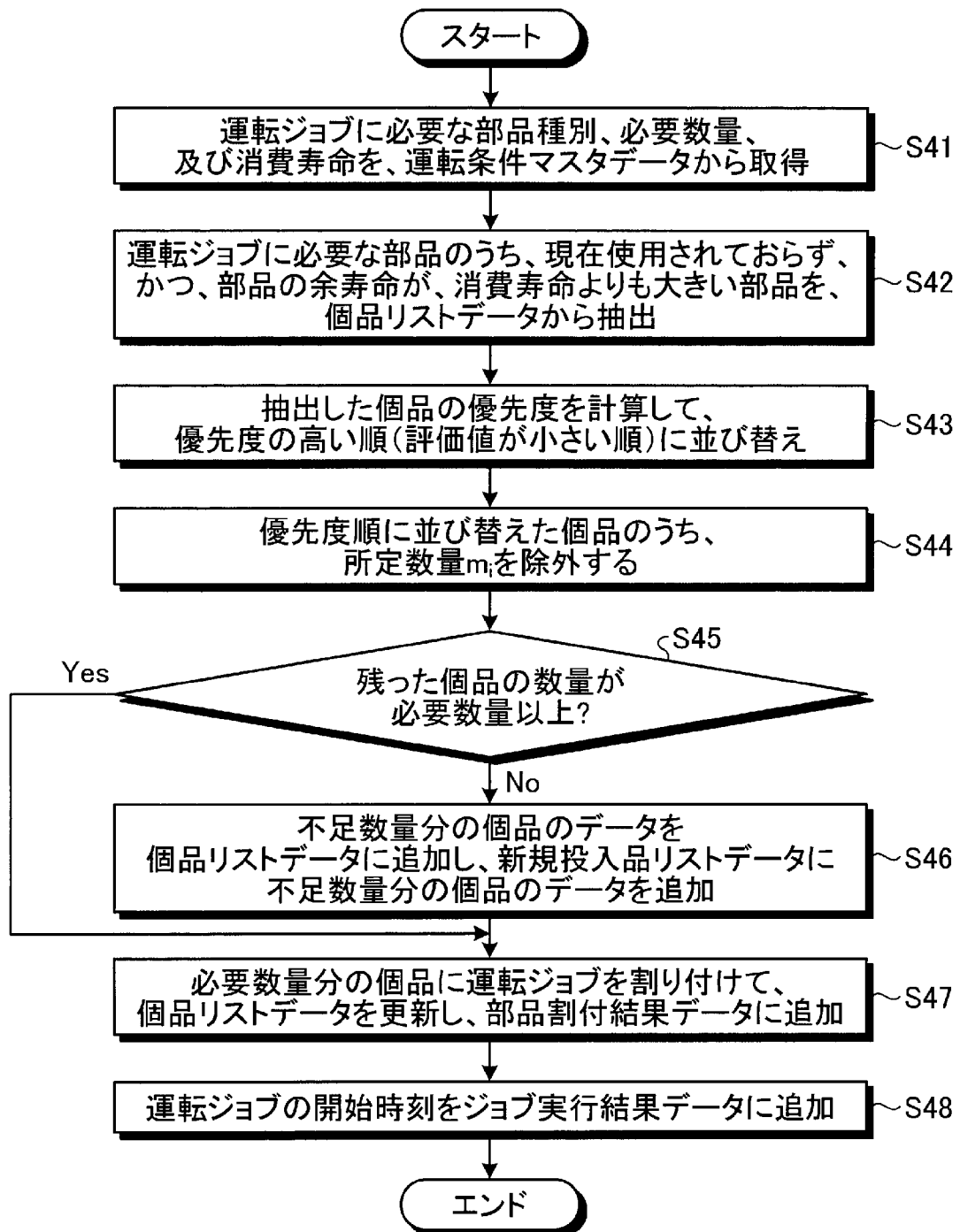
[図14]



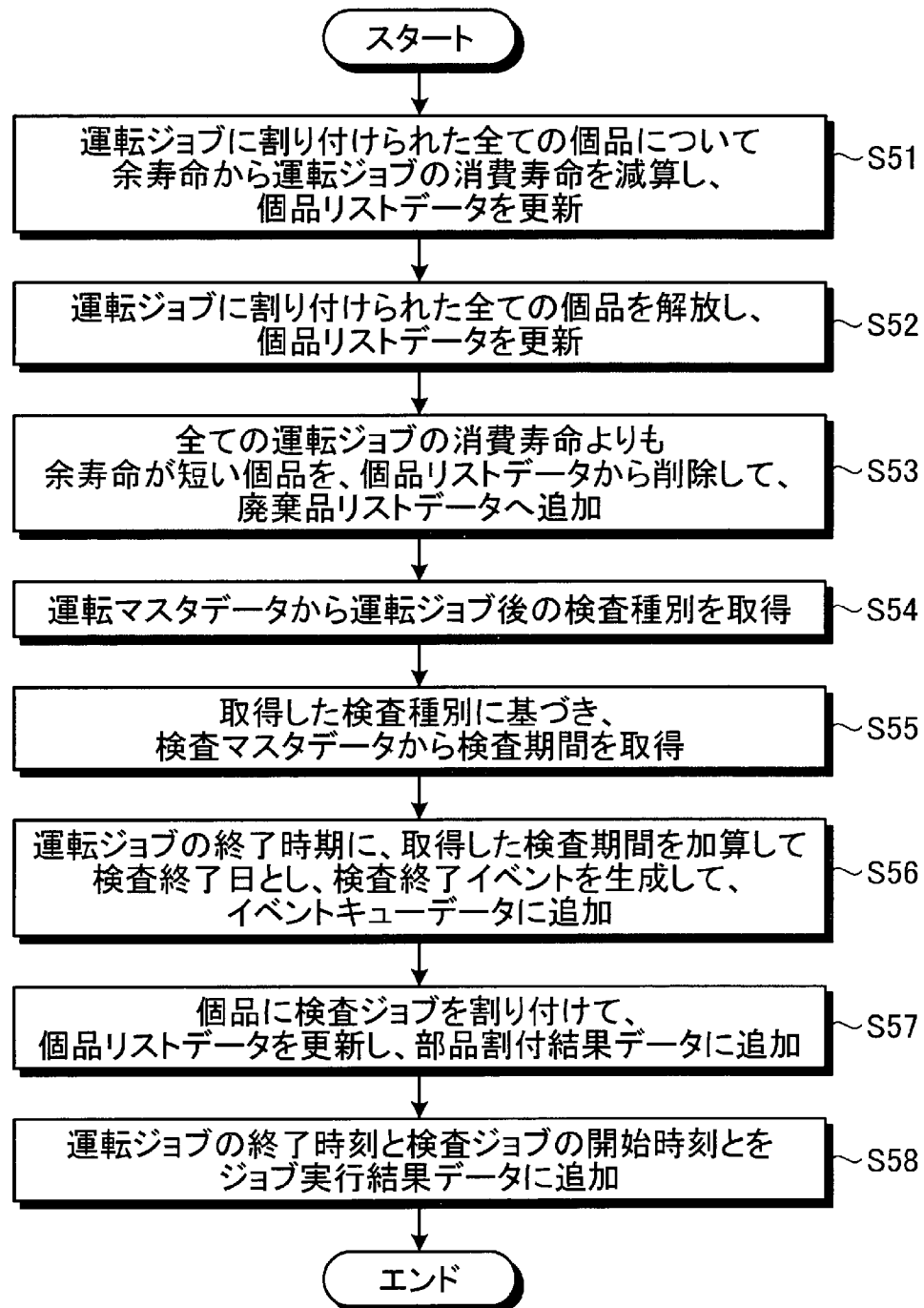
[図15]



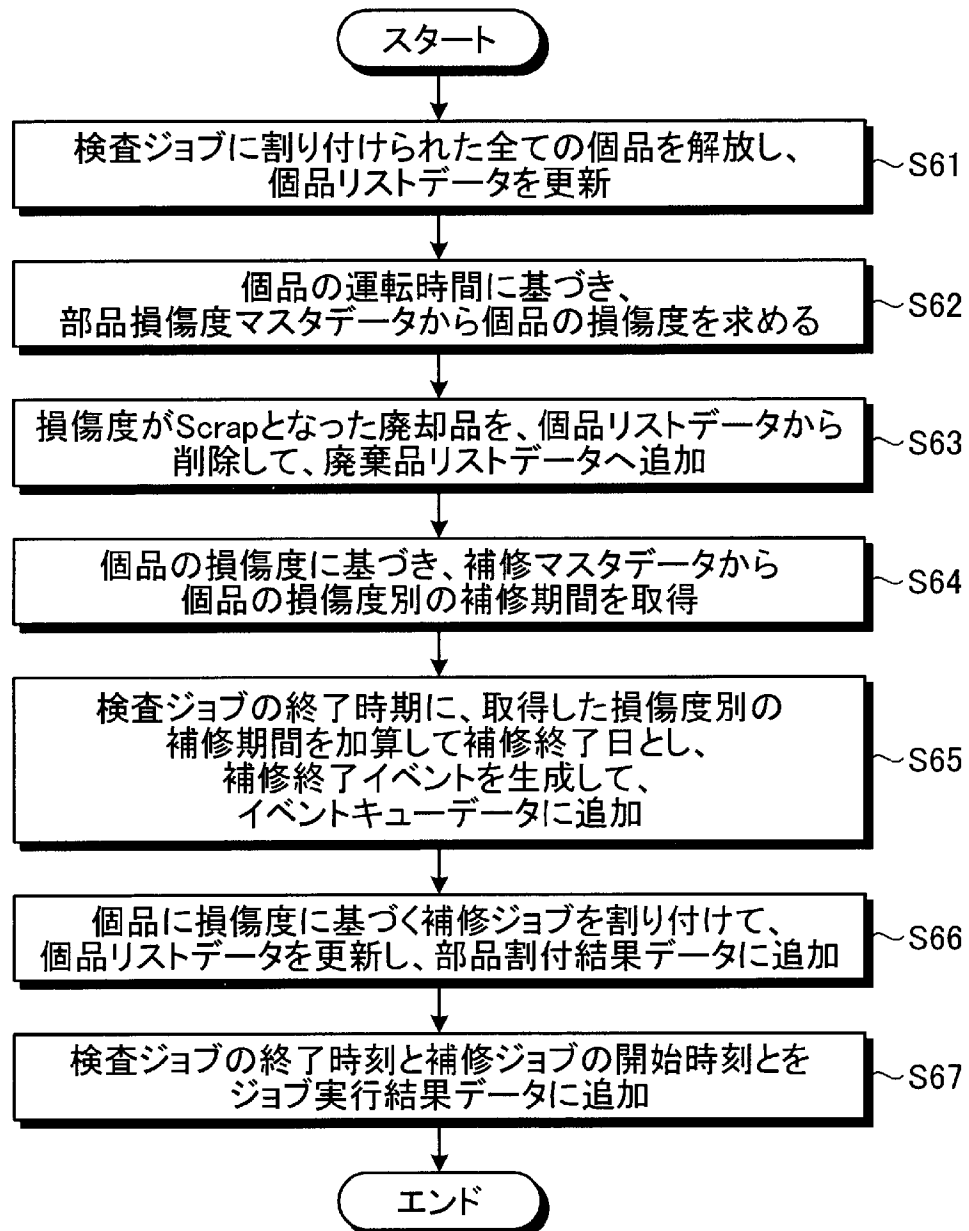
[図16]



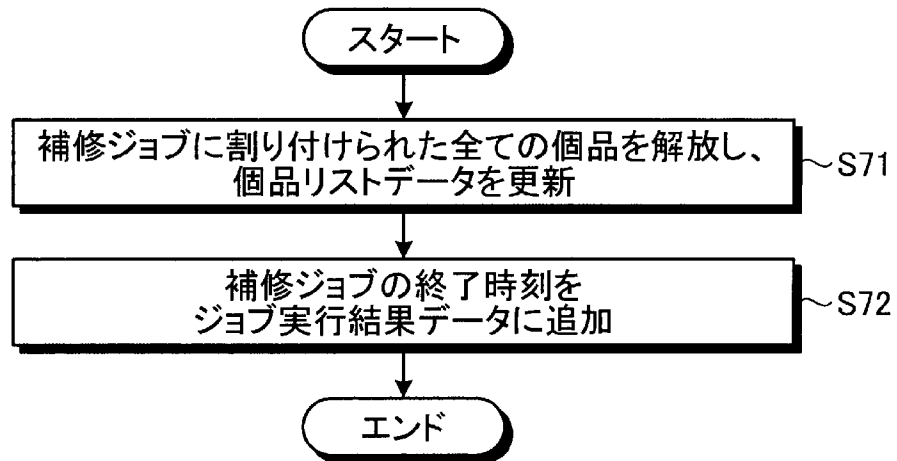
[図17]



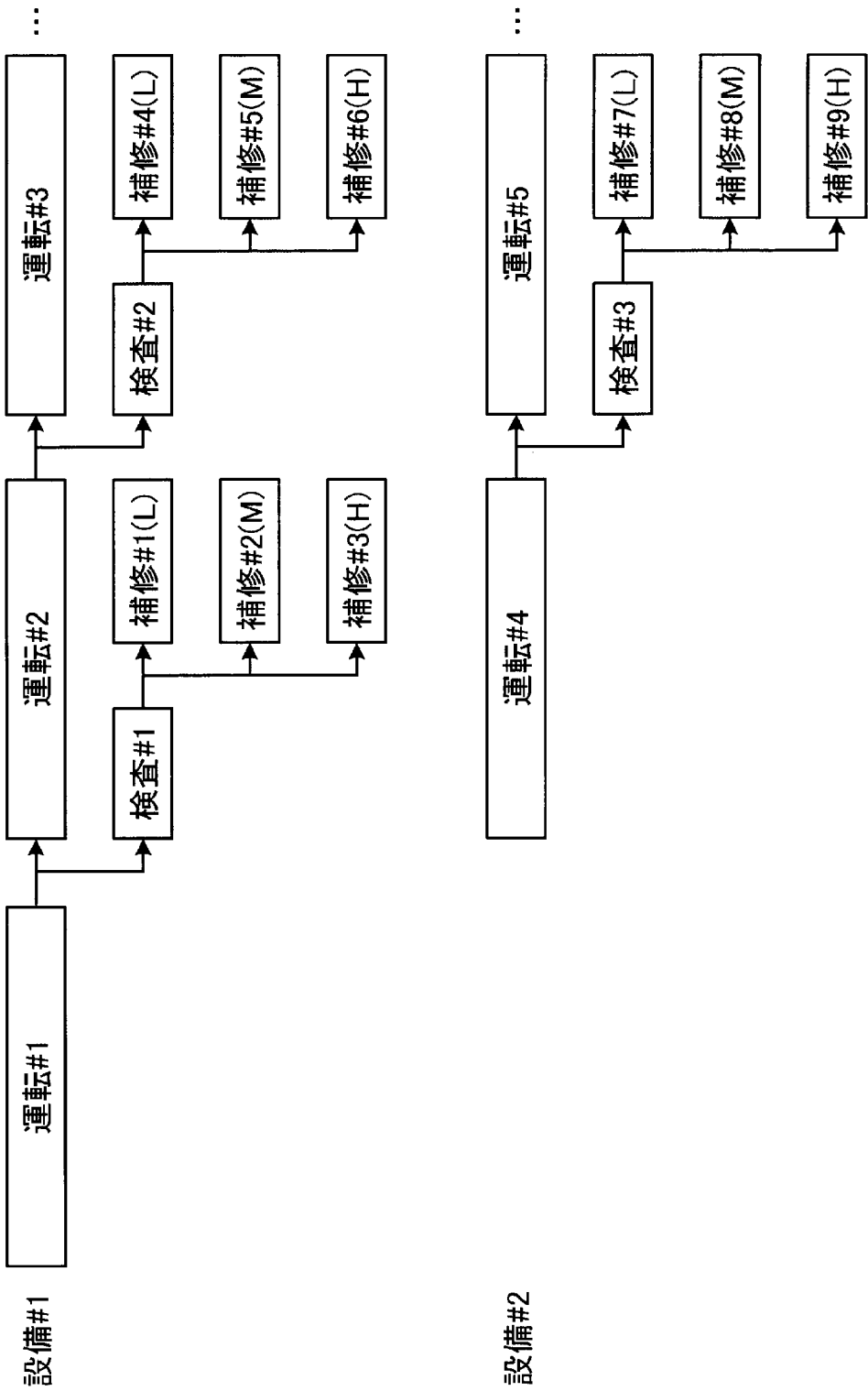
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q50/10(2012.01)i, F01D25/00(2006.01)i, F02C7/00(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)

G06Q10/00-50/34, F01D25/00, F02C7/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	JP 2004-5461 A (Hitachi, Ltd.), 08 January 2004 (08.01.2004), paragraphs [0001], [0019], [0063] to [0071]; fig. 1, 10 & US 2003/0187530 A1 & EP 1363217 A2 & JP 2004-3442 A	1, 4, 9-10 2-3, 5-8
A	JP 2002-195056 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 10 July 2002 (10.07.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

☒ 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
09 June 2015 (09.06.15)

Date of mailing of the international search report
16 June 2015 (16.06.15)

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

International application No.

PCT/JP2015/059753

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 10-196403 A (Toshiba Corp., Toshiba System Technology Corp.), 28 July 1998 (28.07.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 10-176546 A (Hitachi, Ltd.), 30 June 1998 (30.06.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	WO 2001/023725 A1 (Hitachi, Ltd.), 05 April 2001 (05.04.2001), entire text; all drawings & EP 1217189 A1 & CA 2365301 A	1-10
A	JP 2011-48688 A (Hitachi, Ltd.), 10 March 2011 (10.03.2011), entire text; all drawings & US 2011/0054965 A1 & EP 2290596 A1	1-10
A	"'Combined Cycle Hatsuden' (revised version) Dai VIII Sho Operation and Maintenance for Combined Cycle Plants", The Thermal and nuclear power, 15 December 2010 (15.12.2010), vol.61, no.12, pages 55 to 72	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06Q50/10(2012.01)i, F01D25/00(2006.01)i, F02C7/00(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（I P C））

Int.Cl. G06Q10/00-50/34, F01D25/00, F02C7/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 A	JP 2004-5461 A（株式会社日立製作所） 2004.01.08, 段落 1, 19, 63-71, 図 1, 10 & US 2003/0187530 A1 & EP 1363217 A2 & JP 2004-3442 A	1, 4, 9-10 2-3, 5-8
A	JP 2002-195056 A（財団法人電力中央研究所） 2002.07.10, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-10
A	JP 10-196403 A（株式会社東芝, 東芝システムテクノロジー株式会社） 1998.07.28, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-10

☒ 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

0 9 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 6 . 2 0 1 5

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

山下 剛史

5 L

8 9 4 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 2

C (続き) . 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 10-176546 A (株式会社日立製作所) 1998.06.30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	WO 2001/023725 A1 (株式会社日立製作所) 2001.04.05, 全文, 全図 & EP 1217189 A1 & CA 2365301 A	1-10
A	JP 2011-48688 A (株式会社日立製作所) 2011.03.10, 全文, 全図 & US 2011/0054965 A1 & EP 2290596 A1	1-10
A	[コンバインドサイクル発電] (改訂版) 第VIII章 コンバインド サイクル発電プラントの運転と保守, 火力原子力発電, 2010.12.15, 第61巻, 第12号, p.55-72	1-10