

(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11月25日(25.11.2021)



(10) 国際公開番号  
**WO 2021/234903 A1**

- (51) 国際特許分類:  
G06N 99/00 (2019.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/020102
- (22) 国際出願日: 2020年5月21日(21.05.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 谷口 淳 (TANIGUCHI, Jun); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 丸山和範 (MARUYAMA, Kazunori); 〒2118588 神

奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 添田武志 (SOEDA, Takeshi); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 片山 修平 (KATAYAMA, Shuhei); 〒1040031 東京都中央区京橋1-6-1 三井住友海上テプコビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, WORK PLAN SPECIFYING METHOD, AND WORK PLAN SPECIFYING PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、作業計画特定方法、および作業計画特定プログラム

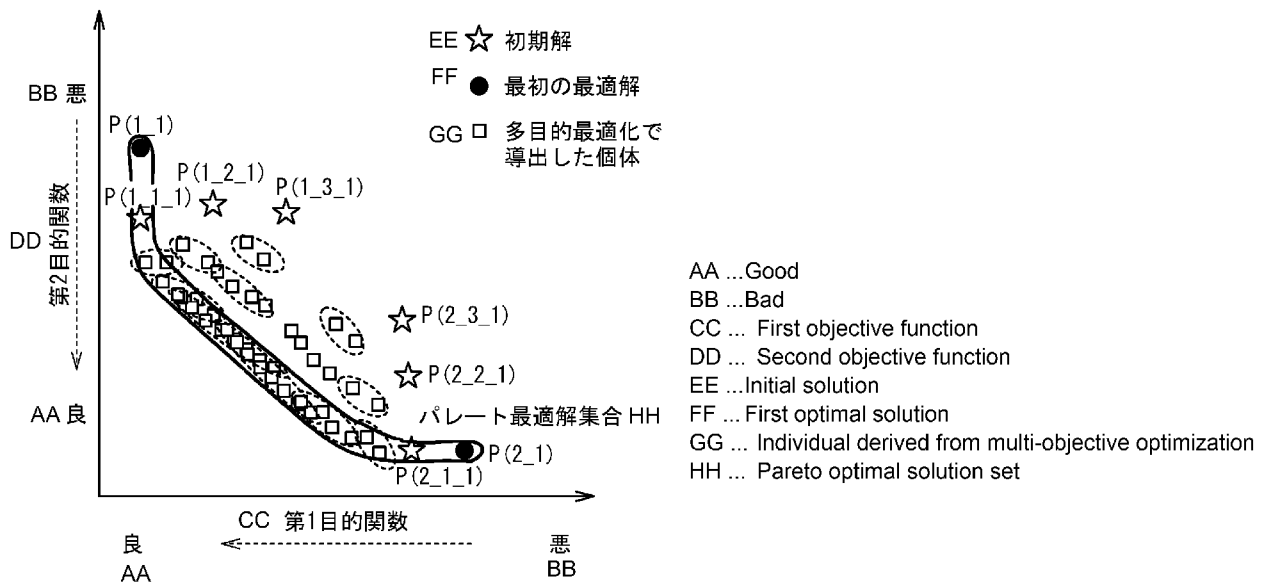


図8

(57) Abstract: An information processing device including an execution unit that: executes single-objective optimization, using an evolutionary algorithm, for a first objective function among a plurality of objective functions determined in accordance with a sequence of introducing a plurality of objects to a work line, and thereby specifies a first introduction sequence in which a value of the first objective function is better than in an initial introduction sequence; executes single-objective optimization for a second objective function, and thereby specifies a second introduction sequence in which a value of the second objective function is better than in the initial introduction sequence; and executes, using the first introduction sequence and the second introduction sequence, multi-objective optimization for the plurality of objective functions.

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))

---

(57) 要約 : 情報処理装置は、作業ラインへの複数の対象物の投入順序に応じて定まる複数の目的関数のうち第1目的関数に対する単目的最適化を進化的アルゴリズムによって実行することで、初期投入順序よりも第1目的関数の値が良好となる第1投入順序を特定し、第2目的関数に対する単目的最適化を実行することで、初期投入順序よりも第2目的関数の値が良好となる第2投入順序を特定し、第1投入順序および第2投入順序を用いて、複数の目的関数に対する多目的最適化を実行する実行部、を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、作業計画特定方法、および作業計画特定プログラム

### 技術分野

[0001] 本件は、情報処理装置、作業計画特定方法、および作業計画特定プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 生産ラインへの製品の投入順序を最適化するにあたって、生産コストや生産完了時間などの複数の目的関数について最適化する技術が開示されている（例えば、特許文献1，2参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-10544号公報  
特許文献2：特開2004-30413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、生産ラインへの製品の投入順序の組合せは膨大である。目的関数を複数設定した多目的最適化を行う場合、解の空間が広がってしまう。したがって、初期解としての初期投入順序から探索を開始して最適解の候補となるパレート最適解集合を算出するまでに、長時間を要することになってしまう。

[0005] 1つの側面では、本発明は、最適解集合を算出するまでの時間を短縮することができる情報処理装置、作業計画特定方法、および作業計画特定プログラムを提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 1つの態様では、情報処理装置は、複数の対象物が所定順序に従って作業

ラインにて処理され、前記作業ラインにおいて前記複数の対象物のそれぞれについて複数の作業が順番に行なわれ、前記複数の作業のうち少なくとも一部の作業が前記複数の対象物の間で相互に異なる、という条件において、前記所定順序を特定する情報処理装置であって、前記作業ラインへの前記複数の対象物の投入順序に応じて定まる複数の目的関数のうち第1目的関数に対する単目的最適化を実行することで、初期投入順序よりも前記第1目的関数の値が良好となる第1投入順序を特定し、第2目的関数に対する単目的最適化を実行することで、前記初期投入順序よりも前記第2目的関数の値が良好となる第2投入順序を特定し、前記第1投入順序および前記第2投入順序を用いて、前記複数の目的関数に対する多目的最適化を実行する実行部、を備える。

### 発明の効果

[0007] 最適解集合を算出するまでの時間を短縮することができる。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図1]生産ラインモデルを例示する図である。

[図2] (a) および (b) は製品情報を例示する図である。

[図3]解の探索空間を例示する図である。

[図4]実施例1に係る情報処理装置の全体構成を表す機能ブロック図である。

[図5]最適化パレート解の算出処理の一例を表すフローチャートである。

[図6]最適化パレート解の算出処理を例示する図である。

[図7]最適化パレート解の算出処理を例示する図である。

[図8]最適化パレート解の算出処理を例示する図である。

[図9]製品数100を想定した場合の投入順序計画の最適化の実行結果を簡素化して例示する図である。

[図10] (a) および (b) はシミュレーション結果である。

[図11]最適化パレート解の算出処理の一例を表すフローチャートである。

[図12]最適化パレート解の算出処理を例示する図である。

[図13]最適化パレート解の算出処理を例示する図である。

[図14]最適化パレート解の算出処理を例示する図である。

[図15]最適化パレート解の算出処理を例示する図である。

[図16]初期解を段階的に増やして $L_{max}$ をモニタして、収束判定を行う場合を例示する図である。

[図17]再スケジュールのイメージをガントチャート形式で例示する図である

。

[図18]再スケジュールのイメージをガントチャート形式で例示する図である

。

[図19]最適化パレート解の算出処理の一例を表すフローチャートである。

[図20]最適化パレート解の算出処理の一例を表すフローチャートである。

[図21]情報処理装置の各部のハードウェア構成を例示するブロック図である

。

### 発明を実施するための形態

[0009] 近年、多品種少量生産により、生産工程が複雑化している。製品ごとに異なる装置を異なる順番で生産する場合もあり、工程間での分岐や合流が多くなることから、モノの流れが停滞してしまうことがある。他にも、マシントラブルや特急品対応など生産の状況が変化するたびに停滞の影響は拡大し、生産時間の遅延が発生する。これに対して、生産時間短縮に向けて高価な処理装置を導入しても製造コストが高くなることから、生産設備を全て刷新することは困難である。この他にも製品の品質やエネルギーコスト、環境影響など、生産ラインにおける要求が多様化しており、すべての要求を満足する生産計画の立案が重要になっている。

[0010] 一方で、生産ラインシミュレーションやスケジューラといったソフトウェアによって、生産ラインをデジタル化し、生産計画立案時のあらゆるデータを入力することで、生産ラインへの製品投入順序における生産結果の事前検証が可能である。生産完了時間、生産コストなどを目的関数として、製品投入順序の条件をアルゴリズム(例えば遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm :GA))によって最適化すれば、モデルベースで生産ラインを予測制御すること

が可能になる。

[0011] ここで、ラインシミュレータの一例について説明する。まず、ラインシミュレータがシミュレーション対象とする生産ラインモデルの例について説明する。生産ラインモデルには、分岐および合流が存在し、複数の製品が1つずつ投入される。当該複数の製品のそれぞれについて、複数の作業が順番に行われる。当該複数の製品について、少なくとも一部の作業が異なっている。

[0012] 図1は、生産ラインモデルを例示する図である。図1の生産ラインモデルは、工程Aおよび工程Bで構成されたフローショップ型の生産ラインモデルである。製品投入順序に従って工程Aと工程Bを通過するときに分岐と合流を繰り返し、最後は検品と梱包工程を経て出荷に至る。工程Aと工程Bの間には仕掛かり品を置いておくストア領域が確保されている。工程Aでは、同じ仕様の装置が3台配置されている。工程Bでは、2台の装置と3台の異なる仕様の2種類の装置が配置される。工程Bの2台の装置は、処理時間が短い一方で装置の単価が高いため製造コストとしては高くなる。3台の装置は、処理時間が長い一方で、古くから所有している装置であるため生産コストは低くなる。例えば、納期に間に合うために生産完了時間を満足しながら生産コストを下げるような投入順序を、多目的最適化により生成することが求められる。

[0013] ラインシミュレータは、このような生産ラインモデルを細かい空間に分割し、一つ先の空間が空いた場合に当該空間に製品が流れる、といった単純なモデル計算を実行する。その際に、ラインシミュレータは、各製品についての情報を格納した生産マスタから、各製品の情報を読み込む。生産マスタには、例えば、図2(a)で例示するように、生産ラインモデルに投入する必要がある製品の型番のリストが格納されている。また、図2(b)で例示するように、生産マスタには、各工程において各型番の製品を通すことができる装置の情報などが格納されている。

[0014] 生産ラインモデルに投入された製品は、生産マスタに格納された情報に従

って各工程の装置で滞在時間だけ滞在し、その装置を通過する。最適化の指標（目的関数）として、生産完了時間（投入開始から、全ての製品がゴールに到達するまでの時間）や、ストア領域への最大ストア数、生産コスト、装置稼働率、納期遵守率などを用いることができる。例えば、滞在時間に対してコスト係数をかけることで、製品が生産ラインのゴールに通過するまでの生産コストを算出することができる。例えば、生産完了時間は、短いほど良好である。ストア領域への最大ストア数は、少ないほど良好である。生産コストは、低いほど良好である。装置稼働率は、高いほど良好である。納期遵守率は、高いほど良好である。

[0015] しかしながら、生産ラインへの投入順序の組合せは膨大である。目的関数を複数設定した多目的最適化を行う場合、図3で例示するように、解の探索空間が広がってしまう。したがって、初期投入順序から探索を開始して最適解の候補となるパレート最適解集合を算出するまでに、長時間を要することになってしまう。

[0016] そこで、以下の実施例では、パレート最適解集合を算出するまでの時間を短縮することができる情報処理装置、作業計画特定方法、および作業計画特定プログラムについて説明する。

### 実施例 1

[0017] 図4は、実施例1に係る情報処理装置100の全体構成を表す機能ブロック図である。情報処理装置100は、最適化処理用のサーバなどである。図4で例示するように、情報処理装置100は、生産ラインモデル格納部10、生産マスタ20、投入順序格納部30、計算実行時間格納部40、目的関数設定部50、最適化実行部60、結果出力部70、送受信部80などを備える。また、最適化結果表示装置として、最適化結果表示用のサーバ200が備わっていてもよい。サーバ200は、製品情報入力部201、拘束条件入力部202、表示部203、送信部204、受信部205などを備える。

[0018] 生産ラインモデル格納部10は、図1で例示したような生産ラインモデルを格納している。生産マスタ20は、図2(a)および図2(b)で例示し

たような製品情報を格納している。投入順序格納部30は、初期投入順序を格納している。初期投入順序とは、例えば顧客から発注を受けた通りに並べた順序であって、ユーザが入力装置を用いて事前に入力しておいてもよい。または、初期投入順序は、乱数によって生成しておいてもよい。初期投入順序は、目的関数について考慮せずに生成されるため、いずれの目的関数についても良好な値とはならないことが多い。

[0019] 以下、図5のフローチャートに沿って、最適化パレート解の算出処理について説明する。まず、最適化実行部60は、初期投入順序について、目的関数ごとに単目的最適化を実行する（ステップS1）。一例として、第1目的関数および第2目的関数の2つの目的関数を用いる。目的関数は、目的関数設定部50によって設定される。一例として、第1目的関数は生産コストであり、第2目的関数は生産完了時間である。図6において、星印は、投入順序格納部30に格納されている初期投入順序を表している。

[0020] まず、最適化実行部60は、投入順序格納部30に格納されている初期投入順序を読み込み、当該初期投入順序について、製品の投入順序を並び替えることで、第1目的関数に対して単目的最適化を行なう。具体的には、最適化実行部60は、並び替え後の投入順序について、ラインシミュレータを用いたシミュレーションを行ない、シミュレーション結果について目的関数を演算する。各投入順序を個体とみなし、最適化実行部60は、進化的アルゴリズムによって、単目的最適化を行なう。それにより、初期投入順序の第1目的関数の値よりも良好な値となる投入順序の解群が第1解として得られることになる。なお、進化的アルゴリズムでは、投入順序の全ての組み合わせについて解を探索するのではなく、全ての組み合わせのうち一部について解が探索されることになる。以下、最適化実行部60が単目的最適化および多目的最適化を行なう場合には、ラインシミュレータを用いたシミュレーションを行ない、シミュレーション結果について目的関数を演算するものとする。

[0021] 単目的最適化には、線形計画法の一つであるシンプレックス法や非線形計

画法の一つであるNelder-Mead法などを用いることができる。シンプレックス法やNelder-Mead法は、単目的最適化において計算時間を短縮するのに有効である。また、進化的アルゴリズムや局所探索法を利用することもできる。これらのアルゴリズムを多目的最適化にも用いることができる。進化的アルゴリズムには進化戦略アルゴリズムや遺伝的アルゴリズムなどが含まれる。局所探索法には焼きなまし法などが含まれる。

[0022] 次に、最適化実行部60は、初期投入順序について、製品の投入順序を並び替えることで、第2目的関数に対して単目的最適化を行なう。それにより、初期投入順序の第2目的関数の値よりも良好な値となる投入順序の解群が第2解として得られることになる。

[0023] 次に、最適化実行部60は、ステップS1で得られた単目的最適化結果に、ランク付けを行なう（ステップS2）。ランク付けとは、目的関数について最も良好な値のものから所定順位まで順に順序付けることをいう。ランク付けされた解は、 $P(n\_rank)$ と表すことができる。「 $n$ 」は、目的関数の種類であり、第1目的関数については「1」である。「 $rank$ 」は、第1目的関数について最も良好な値から順序付けた場合のランキングである。解 $P(1\_1)$ は、生産コストが最も低くなった最適解である。解 $P(1\_2)$ 、解 $P(1\_3)$ 、…は、最適解 $P(1\_1)$ を得るまでに算出された次善解である。以下、解 $P(1\_1)$ 、解 $P(1\_2)$ 、…を第1解と称する。第2目的関数については、生産完了時間が最も短くなった最適解 $P(2\_1)$ が得られ、最適解 $P(2\_1)$ を得るまでに算出された次善解 $P(2\_2)$ 、 $P(2\_3)$ 、…が得られる。以下、解 $P(2\_1)$ 、解 $P(2\_2)$ 、…を第2解と称する。

[0024] なお、第1解を得る過程で、第2目的関数は考慮していないため、第1解について、第2目的関数の値にはバラツキが見られている。同様に、第2解を得る過程で、第1目的関数は考慮していないため、第2について、第1目的関数の値にはバラツキが見られている。

[0025] 次に、最適化実行部60は、第1解および第2解について、異なる目的関

数について単目的最適化を行なう（ステップS3）。具体的には、最適化実行部60は、第1目的関数に対する単目的最適化で得られた第1解（解P（1\_\_1））から解P（1\_\_i））について、第2目的関数に対して、進化的アルゴリズムを用いた単目的最適化を行なう。また、最適化実行部60は、第2目的関数に対する単目的最適化で得られた第2解（解P（2\_\_1））から解P（2\_\_j））について、第1目的関数に対して、進化的アルゴリズムを用いた単目的最適化を行なう。この場合のiとjとは、同じ値であってもよく、異なってもよい。図7は、単目的最適化の結果を例示する図である。例えば、解P（1\_\_1）について第2目的関数が最も良好となる解P（1\_\_1\_\_1）が得られ、解P（1\_\_2）について第2目的関数が最も良好となる解P（1\_\_2\_\_1）が得られる。また、解P（2\_\_1）について第1目的関数が最も良好となる解P（2\_\_1\_\_1）が得られ、解P（2\_\_2）について第1目的関数が最も良好となる解P（2\_\_2\_\_1）が得られる。

[0026] 次に、最適化実行部60は、単目的の第3解（解P（1\_\_1\_\_1））からP（1\_\_i\_\_1））まで、および第4解（解P（2\_\_1\_\_1））からP（2\_\_j\_\_1））を初期解群として多目的最適化を実行する（ステップS4）。多目的最適化には、進化的アルゴリズムまたは局所探索法を用いることができる。多目的最適化を実行することで、解となる複数の個体を得ることができる。遺伝的アルゴリズムを用いた場合には、設定した世代数に応じて、解となる複数の個体を得ることができる。これらの個体から、評価関数が所定の条件を満たすパレート最適化集合を得ることができる。図8は、この場合に得られたパレート最適解の集合を例示する図である。

[0027] なお、評価関数とは、複数の目的関数を評価するための関数であり、本実施例においては第1目的関数および第2目的関数から得られる関数である。評価関数値は、各目的関数が良好になるほど良好となる。

[0028] 結果出力部70は、ステップS4で得られたパレート最適解を、送受信部80を介してサーバ200に送信する。受信部205は、送受信部80から送信されたパレート最適解を、表示部203に送る。表示部203は、パレ

ート最適解を表示する。それにより、ユーザは、探索対象の目的関数と、パレート最適解を把握することができる。表示部203は、情報処理装置100に備わっていてもよい。

[0029] 本実施例によれば、初期投入順序について第1目的関数に対する単目的最適化を行なうことによって、初期投入順序よりも第1目的関数について良好な値となる第1解（解P（1\_\_1）、解P（1\_\_2）、…）が得られる。また、初期投入順序よりも第2目的関数について良好な値となる第2解（解P（2\_\_1）、解（2\_\_2）、…）が得られる。これらの第1解および第2解により、第1目的関数および第2目的関数を軸とする平面（空間）において、多目的最適化を行なう場合の探索範囲が第1目的関数および第2目的関数が良好となる範囲で狭まることになる。なお、各単目的最適化を行なう場合に、長い計算時間は要しない。これらの第1解および第2解から多目的最適化を行なえば、初期投入順序から多目的最適化を行なう場合よりも、計算時間が短くなる。なお、本実施例においては、第1解について、最適解から所定順位までの解を用いているが、それに限られない。初期投入順序よりも第1目的関数について良好となる解を用いればよい。同様に、第2解について、最適解から所定順位までの解を用いているが、それに限られない。初期投入順序よりも第2目的関数について良好となる解を用いればよい。

[0030] 第1解として、第1目的関数が最も良好な値のものから所定順位までの複数の解を用いれば、多目的最適化を行なう場合の探索範囲が、第1目的関数が良好となる範囲で狭まることになる。したがって、パレート最適解群の探索に要する時間が短くなる。第2解として、第2目的関数が最も良好な値のものから所定順位までの複数の解を用いれば、多目的最適化を行なう場合の探索範囲が、第2目的関数が良好となる範囲で狭まることになる。したがって、パレート最適解群の探索に要する時間が短くなる。

[0031] 第1解について、第2目的関数に対する単目的最適化を行なうことによって、第1解よりも第2目的関数について良好となる第3解（解P（1\_\_1\_\_1）、解P（1\_\_2\_\_1）、…）が得られる。第3解を用いることで、多目

的最適化を行なう場合の探索範囲が、第2目的関数が良好となる範囲で狭まることになる。したがって、パレート最適解群の探索に要する時間が短くなる。なお、本実施例においては、第1解についての最適解を第3解として得ているが、それに限られない。第1解よりも、第2目的関数が良好となる解を第3解として得ればよい。第2解について、第1目的関数に対する単目的最適化を行なうことによって、第2解よりも第1目的関数について良好となる第4解（解P（2\_\_1\_\_1）、解P（2\_\_2\_\_1）、…）が得られる。第4解を用いることで、多目的最適化を行なう場合の探索範囲が、第1目的関数が良好となる範囲で狭まることになる。したがって、パレート最適解群の探索に要する時間が短くなる。なお、本実施例においては、第2解についての最適解を第4解として得ているが、それに限られない。第2解よりも、第1目的関数が良好となる解を第4解として得ればよい。

[0032] 図9は、製品数100を想定した場合の投入順序計画の最適化の実行結果を簡素化して例示する図である。初期解群を多くすることで最適化結果のパレート最適解集合は解空間の多くの領域における個体、つまり解の候補を網羅させることができる。1位～3位の単目的最適化結果を初期解として多目的最適化を実行したとき、多目的最適解のみを実行した時と同等のパレート最適解集合を得ることができている。

[0033] 次に、計算時間の短縮効果について説明する。生産ラインシミュレーションを実行した時の単目的最適化と多目的最適化の計算時間例を、図10（a）に示す。目的関数が複数ある場合、100倍以上の計算時間がかかることが分かる。初期解群を増やしながらか単目的最適化と多目的最適化を繰り返し実行した。図10（b）は、その結果を示す図である。図10（b）に示すように、多目的最適化のみの比較例では、実行時間に599秒を要している。これに対して、実施例1のように1位～3位までの初期解群による多目的最適化に到達するまでの総計算時間は、375秒であった。したがって、実施例1では、比較例に対して実行時間を37%削減できることがわかる。

## 実施例 2

- [0034] 実施例2では、収束判定を行なう。図11は、実施例2に係る、最適化パレート解の算出処理の一例を表すフローチャートである。まず、最適化実行部60は、実施例1のステップS1と同様に、目的関数ごとの単目的最適化を実行する(ステップS11)。次に、最適化実行部60は、実施例1のステップS2と同様に、ステップS11で得られた単目的最適化結果に、ランク付けを行なう(ステップS12)。
- [0035] 次に、最適化実行部60は、単目的最適化ごとのランク1位の解 $P(1\_1)$ と解 $P(2\_1)$ とに対して直線または曲線で近似して判定基準線を作成する(ステップS13)。図12の例では、解 $P(1\_1)$ および解 $P(2\_1)$ を通る直線を判定基準線として作成している。この判定基準線は、次のステップ以降の実行解候補がパレート最適解集合に近づいたか否かを判定するための垂線を作成するための基準となる。
- [0036] 次に、最適化実行部60は、第1目的関数に対して得られた解 $P(1\_1)$ に対して、第2目的関数に対して単目的最適化を行なう。また、最適化実行部60は、第2目的関数に対して得られた解 $P(2\_1)$ に対して、第1目的関数について単目的最適化を行なう(ステップS14)。
- [0037] 次に、最適化実行部60は、解 $P(1\_1)$ について第2目的関数が最も良好となる解 $P(1\_1\_1)$ および解 $P(2\_1)$ について第1目的関数が最も良好となる解 $P(2\_1\_1)$ と判定基準線との距離を算出する。最適化実行部60は、算出された2つの距離のうち、大きい方の距離を評価値 $L_{max\_0}$ として記録する(ステップS15)。図13の例では、解 $P(1\_1\_1)$ と判定基準線との距離が、評価値 $L_{max\_0}$ として記録される。
- [0038] 次に、最適化実行部60は、単目的最適解 $P(1\_1\_1)$ から $P(1\_i\_1)$ まで、および最適解 $P(2\_1\_1)$ から $P(2\_i\_1)$ を初期解群として多目的最適化を実行する(ステップS16)。
- [0039] 次に、最適化実行部60は、実行結果から得られたそれぞれの解について、判定基準線からの距離 $L_n$ を算出し、それらの中で最大となる最大距離 $L_{max\_i}$ を取得する(ステップS17)。ステップS16およびステップS17の

1 回目の実行時には、「 $i$ 」は1である。図14は、最適解 $P(1\_1\_1)$  および最適解 $P(2\_1\_1)$  から得られたそれぞれの解について、距離 $L_n$ が算出されている。

[0040] 次に、最適化実行部60は、 $L_{max\_i} - L_{max(i-1)}$  が規定値以下であるか否かを判定する(ステップS18)。ステップS18で「No」と判定された場合、最適化実行部60は、 $i$ に1を加える(ステップS19)。その後、ステップS16から再度実行される。図15は、解 $P(1\_2\_1)$  および最適解 $P(2\_2\_1)$  から得られたそれぞれの解についても、距離 $L_n$ が算出されている、その中から最大距離 $L_{max}$ が取得されている。

[0041] ステップS18で「Yes」と判定された場合、フローチャートの実行が終了する。図16は、初期解を段階的に増やして $L_{max}$ をモニタして、収束判定を行う場合を例示する図である。

[0042] 結果出力部70は、フローチャートの終了後に、最後に実行されたステップS16で得られたパレート最適解を、送受信部80を介してサーバ200に送信する。受信部205は、送受信部80から送信されたパレート最適解を、表示部203に送る。表示部203は、パレート最適解を表示する。それにより、ユーザは、探索対象の目的関数と、パレート最適解を把握することができる。

[0043] 本実施例によれば、第3解について第1目的関数の最も良好なものから順に、第4解について第2目的関数の最も良好なものから順に、多目的最適化を行なう。この場合において、順次行われる多目的最適化結果について、判定基準線からの距離の増加幅が閾値以下となった場合に、多目的最適化が終了する。この構成によれば、余計な計算時間を要せずに、十分な数のパレート最適解群を得ることができるようになる。

### 実施例 3

[0044] 実施例3では、計算実行時間のデータを活用した生産の再スケジュール方法について説明する。例えば装置故障や特急品の追加がある場合、再度最適化を実行して投入順序を入れ替える事例がある。生産の開始前に実施例1ま

たは実施例2の手順で生産オーダー順序を作成するとき、単目的最適化の実行時間および、繰り返し計算時の多目的最適化にかかった時間を取得する。これにより、再スケジュールが行われるときに、再スケジュールの計算実行時間を提示することができる。

[0045] 図17および図18は、再スケジュールのイメージをガントチャート形式で例示する図である。生産開始から終了までの時間軸を横軸にとり、再スケジュール時点からのスケジューリング時間をリスト表示する。例えば、システムを使うスケジュール管理者は、その要求時間5分でスケジュールを表示させたい場合、初期のスケジュール時にかかった計算時間リストから選択する。一般的には時間がかかるほど良い実行解が出力される。この場合、3分ほどで再スケジュールが完了する項目を選択すると、計算が実行され再スケジュールした投入順序を取得することができる。生産工程において決められた時間内に装置を稼働させたい場合や、製品そのものが劣化してしまうなどの制約がある場合に有効に活用できる。

[0046] 図19および図20は、実施例3に係る、最適化パレート解の算出処理の一例を表すフローチャートである。図19および図20で例示するように、最適化実行部60は、計算実行時間の取得を開始する（ステップS21）。例えば、最適化実行部60は、タイマー機能を実行する。

[0047] 次に、最適化実行部60は、実施例2のステップS11と同様に、目的関数ごとの単目的最適化を実行する（ステップS22）。次に、最適化実行部60は、単目的最適化の実行に要した実行時間を取得する（ステップS23）。次に、最適化実行部60は、実施例2のステップS12と同様に、ステップS22で得られた単目的最適化結果に、ランク付けを行なう（ステップS24）。

[0048] 次に、最適化実行部60は、実施例2のステップS13と同様に、単目的最適化ごとのランク1位の解 $P(1\_1)$ と解 $P(2\_1)$ とに対して直線または曲線で近似して判定基準線を作成する（ステップS25）。次に、最適化実行部60は、実施例2のステップS14と同様に、第1目的関数に対

して得られた解  $P(1\_1)$  に対して、目的関数 2 に対して単目的最適化を行なう。また、最適化実行部 60 は、第 2 目的関数に対して得られた解  $P(2\_1)$  に対して、第 1 目的関数について単目的最適化を行なう（ステップ S 26）。

[0049] 次に、実施例 2 のステップ S 15 と同様に、最適化実行部 60 は、解  $P(1\_1)$  について目的関数 2 が最も良好となる解  $P(1\_1\_1)$  および解  $P(2\_2)$  について目的関数 1 が最も良好となる解  $P(2\_1\_1)$  と判定基準線との距離を算出する。最適化実行部 60 は、算出された 2 つの距離のうち、大きい方の距離を評価値  $L_{max\_0}$  として記録する（ステップ S 27）。

[0050] 次に、最適化実行部 60 は、実施例 2 のステップ S 16 と同様に、単目的の最適解  $P(1\_1\_1)$  から  $P(1\_i\_1)$  まで、および最適解  $P(2\_1\_1)$  から  $P(2\_i\_1)$  を初期解群として多目的最適化を実行する（ステップ S 28）。次に、最適化実行部 60 は、実行結果から得られたそれぞれの解について、判定基準線からの距離  $L_n$  を算出し、それらの中で最大となる最大距離  $L_{max\_i}$  を取得する（ステップ S 29）。次に、最適化実行部 60 は、ステップ S 28 の多目的最適化計算の実行に要した実行時間を取得する（ステップ S 30）。ステップ S 28～ステップ S 30 の 1 回目の実行時には、「 $i$ 」は 1 である。

[0051] 次に、最適化実行部 60 は、 $L_{max\_i} - L_{max(i-1)}$  が規定値以下であるかを判定する（ステップ S 31）。ステップ S 31 で「No」と判定された場合、最適化実行部 60 は、 $i$  に 1 を加える（ステップ S 32）。その後、ステップ S 28 から再度実行される。

[0052] ステップ S 31 で「Yes」と判定された場合、最適化実行部 60 は、取得した実行時間および実行解を計算実行時間格納部 40 に格納する（ステップ S 33）。例えば、計算実行時間格納部 40 には、解  $P(1\_1\_1)$  および解  $P(2\_1\_1)$  の多目的最適化に要した時間、解  $P(1\_1\_1)$ ～解  $P(1\_2\_1)$  および解  $P(2\_1\_1)$ ～解  $P(2\_2\_1)$  の多

目的最適化に要した時間、…、解 $P(1\_1\_1)$ ～解 $P(1\_i\_1)$ および解 $P(2\_1\_1)$ ～解 $P(2\_i\_1)$ の多目的最適化に要した時間が格納される。

[0053] 次に、最適化実行部60は、再スケジュール要求時間を取得したか否かを判定する(ステップS34)。例えば、製品情報入力部201から送信部204を介して情報処理装置100の送受信部80にアラームが入力されたり、拘束条件入力部202から装置故障情報などが入力されると、最適化実行部60は、送受信部80を介して表示部204に再スケジュール要求時間の入力をユーザに指示する。ユーザは、図示しない入力装置などによって、再スケジュール要求時間を入力する。ステップS34で「No」と判定された場合、フローチャートの実行が終了する。

[0054] ステップS34で「Yes」と判定された場合、最適化実行部60は、スケジュール要求時間を満たす初期解群の取得数 $n$ をリストアップする(ステップS35)。次に、最適化実行部60は、初期解群の取得数 $n$ を決定する(ステップS36)。

[0055] 次に、最適化実行部60は、ステップS22と同様に、目的関数ごとの単目的最適化を実行する(ステップS37)。次に、最適化実行部60は、ステップS24と同様に、ステップS37で得られた単目的最適化結果に、ランク付けを行なう(ステップS38)。次に、最適化実行部60は、解 $P(1\_1)$ から解 $P(1\_n)$ を初期解として第2目的関数に対して単目的最適化を実行し、解 $P(2\_1)$ から解 $P(2\_n)$ を初期解として第1目的関数に対して単目的最適化を実行する(ステップS39)。

[0056] 次に、最適化実行部60は、単目的の最適解 $P(1\_1\_1)$ から $P(1\_n\_1)$ まで、および最適解 $P(2\_1\_1)$ から $P(2\_n\_1)$ を初期解群として多目的最適化を実行する(ステップS40)。次に、結果出力部70は、パレート解の生産スケジュールを、送受信部80を介してサーバ200に送信する(ステップS41)。その後、フローチャートの実行が終了する。受信部205は、送受信部80から送信されたパレート最適解を、

表示部203に送る。表示部203は、パレート最適解を表示する。それにより、ユーザは、探索対象の目的関数と、パレート最適解を把握することができる。

[0057] なお、結果出力部70は、ステップS34で「No」と判定された場合には、フローチャートの終了後に、最後に実行されたステップS28で得られたパレート最適解を、送受信部80を介してサーバ200に送信する。

[0058] 本実施例によれば、再スケジュールを探索する場合の要求時間を満たすように投入順序が探索される。

[0059] (ハードウェア構成)

図21は、情報処理装置100の各部のハードウェア構成を例示するブロック図である。図21で例示するように、情報処理装置100は、CPU101、RAM102、記憶装置103、インタフェース104等を備える。

[0060] CPU (Central Processing Unit) 101は、中央演算処理装置である。CPU101は、1以上のコアを含む。RAM (Random Access Memory) 102は、CPU101が実行するプログラム、CPU101が処理するデータなどを一時的に記憶する揮発性メモリである。記憶装置103は、不揮発性記憶装置である。記憶装置103として、例えば、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリなどのソリッド・ステート・ドライブ (SSD)、ハードディスクドライブに駆動されるハードディスクなどを用いることができる。記憶装置103は、作業計画特定プログラムを記憶している。インタフェース104は、外部機器とのインタフェース装置である。CPU101が作業計画特定プログラムを実行することで、情報処理装置100の各部が実現される。なお、情報処理装置100の各部として、専用の回路などのハードウェアを用いてもよい。

[0061] 上記各例において、生産ラインが、複数の対象物が所定順序に従って処理され、前記複数の対象物のそれぞれについて複数の作業が順番に行われ、前記複数の作業のうち少なくとも一部の作業が前記複数の対象物の間で相互に

異なる、作業ラインの一例である。製品が対象物の一例である。最適化実行部60が、前記作業ラインへの前記複数の対象物の投入順序に応じて定まる複数の目的関数のうち第1目的関数に対する単目的最適化を実行することで、初期投入順序よりも前記第1目的関数の値が良好となる第1投入順序を特定し、第2目的関数に対する単目的最適化を実行することで、前記初期投入順序よりも前記第2目的関数の値が良好となる第2投入順序を特定し、前記第1投入順序および前記第2投入順序を用いて、前記複数の目的関数に対する多目的最適化を実行する実行部、の一例である。計算実行時間格納部40が、前記多目的最適化を実行した場合の実行時間を格納する実行時間格納部の一例である。

[0062] 以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明に係る特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

### 符号の説明

- [0063]
- 10 生産ラインモデル格納部
  - 20 生産マスタ
  - 30 投入順序格納部
  - 40 計算実行時間格納部
  - 50 目的関数設定部
  - 60 最適化実行部
  - 70 結果出力部
  - 80 送受信部
  - 100 情報処理装置
  - 200 サーバ
  - 201 製品情報入力部
  - 202 拘束条件入力部
  - 203 表示部
  - 204 送信部

205 受信部

## 請求の範囲

[請求項1] 複数の対象物が所定順序に従って作業ラインにて処理され、前記作業ラインにおいて前記複数の対象物のそれぞれについて複数の作業が順番に行なわれ、前記複数の作業のうち少なくとも一部の作業が前記複数の対象物の間で相互に異なる、という条件において、前記所定順序を特定する情報処理装置であって、

前記作業ラインへの前記複数の対象物の投入順序に応じて定まる複数の目的関数のうち第1目的関数に対する単目的最適化を実行することで、初期投入順序よりも前記第1目的関数の値が良好となる第1投入順序を特定し、第2目的関数に対する単目的最適化を実行することで、前記初期投入順序よりも前記第2目的関数の値が良好となる第2投入順序を特定し、前記第1投入順序および前記第2投入順序を用いて、前記複数の目的関数に対する多目的最適化を実行する実行部、を備えることを特徴とする情報処理装置。

[請求項2] 前記実行部は、前記第1投入順序として、前記第1目的関数の値が最も良好な複数の投入順序を特定することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項3] 前記実行部は、前記第1投入順序について、前記第2目的関数に対する単目的最適化を進化的アルゴリズムによって実行することで、前記第2目的関数の値が改善される第3投入順序を特定し、得られた前記第3投入順序を用いて、前記複数の目的関数に対する前記多目的最適化を前記進化的アルゴリズムによって実行することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の情報処理装置。

[請求項4] 前記実行部は、前記第1目的関数および前記第2目的関数をそれぞれ軸とする座標において、前記第1投入順序のうち前記第1目的関数の値が最も良好な投入順序と、前記第2投入順序のうち前記第2目的関数の値が最も良好な投入順序とを通る境界を設定し、前記第3投入順序について最も前記第1目的関数の値が良好なものから前記多目的

最適化を順に行い、前記第3投入順序の前記多目的最適化結果と前記境界との距離に応じて、前記第3投入順序の前記多目的最適化を終了することを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

[請求項5] 前記多目的最適化を実行した場合の実行時間を格納する実行時間格納部を備え、

前記実行部は、入力された要求時間を満たすように、前記多目的最適化を再実行することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の情報処理装置。

[請求項6] 複数の対象物が所定順序に従って作業ラインにて処理され、前記作業ラインにおいて前記複数の対象物のそれぞれについて複数の作業が順番に行なわれ、前記複数の作業のうち少なくとも一部の作業が前記複数の対象物の間で相互に異なる、という条件において、前記所定順序を特定する作業計画特定方法であって、

コンピュータが、

前記作業ラインへの前記複数の対象物の投入順序に応じて定まる複数の目的関数のうち第1目的関数に対する単目的最適化を実行することで、初期投入順序よりも前記第1目的関数の値が良好となる第1投入順序を特定し、第2目的関数に対する単目的最適化を実行することで、前記初期投入順序よりも前記第2目的関数の値が良好となる第2投入順序を特定し、前記第1投入順序および前記第2投入順序を用いて、前記複数の目的関数に対する多目的最適化を実行する処理、を実行することを特徴とする作業計画特定方法。

[請求項7] 前記コンピュータが、

前記第1投入順序として、前記第1目的関数の値が最も良好な複数の投入順序を特定する処理を実行することを特徴とする請求項6に記載の作業計画特定方法。

[請求項8] 前記コンピュータが、

前記第1投入順序について、前記第2目的関数に対する単目的最適

化を進化的アルゴリズムによって実行することで、前記第2目的関数の値が改善される第3投入順序を特定し、得られた前記第3投入順序を用いて、前記複数の目的関数に対する前記多目的最適化を前記進化的アルゴリズムによって実行することを特徴とする請求項6または請求項7に記載の作業計画特定方法。

[請求項9]

前記コンピュータが、

前記第1目的関数および前記第2目的関数をそれぞれ軸とする座標において、前記第1投入順序のうち前記第1目的関数の値が最も良好な投入順序と、前記第2投入順序のうち前記第2目的関数の値が最も良好な投入順序とを通る境界を設定し、前記第3投入順序について最も前記第1目的関数の値が良好なものから前記多目的最適化を順に行い、前記第3投入順序の前記多目的最適化結果と前記境界との距離に応じて、前記第3投入順序の前記多目的最適化を終了する処理を実行することを特徴とする請求項8に記載の作業計画特定方法。

[請求項10]

前記コンピュータが、

前記多目的最適化を実行した場合の実行時間を格納し、入力された要求時間を満たすように、前記多目的最適化を再実行することを特徴とする請求項6から請求項9のいずれか一項に記載の作業計画特定方法。

[請求項11]

複数の対象物が所定順序に従って作業ラインにて処理され、前記作業ラインにおいて前記複数の対象物のそれぞれについて複数の作業が順番に行なわれ、前記複数の作業のうち少なくとも一部の作業が前記複数の対象物の間で相互に異なる、という条件において、前記所定順序を特定する作業計画特定プログラムであって、

コンピュータに、

前記作業ラインへの前記複数の対象物の投入順序に応じて定まる複数の目的関数のうち第1目的関数に対する単目的最適化を実行することで、初期投入順序よりも前記第1目的関数の値が良好となる第1投

入順序を特定し、第2目的関数に対する単目的最適化を実行することで、前記初期投入順序よりも前記第2目的関数の値が良好となる第2投入順序を特定し、前記第1投入順序および前記第2投入順序を用いて、前記複数の目的関数に対する多目的最適化を実行する処理、を実行させることを特徴とする作業計画特定プログラム。

[請求項12]

前記コンピュータに、

前記第1投入順序として、前記第1目的関数の値が最も良好な複数の投入順序を特定する処理を実行させることを特徴とする請求項11に記載の作業計画特定プログラム。

[請求項13]

前記コンピュータに、

前記第1投入順序について、前記第2目的関数に対する単目的最適化を進化的アルゴリズムによって実行することで、前記第2目的関数の値が改善される第3投入順序を特定し、得られた前記第3投入順序を用いて、前記複数の目的関数に対する前記多目的最適化を前記進化的アルゴリズムによって実行させることを特徴とする請求項11または請求項12に記載の作業計画特定プログラム。

[請求項14]

前記コンピュータに、

前記第1目的関数および前記第2目的関数をそれぞれ軸とする座標において、前記第1投入順序のうち前記第1目的関数の値が最も良好な投入順序と、前記第2投入順序のうち前記第2目的関数の値が最も良好な投入順序とを通る境界を設定し、前記第3投入順序について最も前記第1目的関数の値が良好なものから前記多目的最適化を順に行い、前記第3投入順序の前記多目的最適化結果と前記境界との距離に応じて、前記第3投入順序の前記多目的最適化を終了する処理を実行させることを特徴とする請求項13に記載の作業計画特定プログラム。

[請求項15]

前記コンピュータに、

前記多目的最適化を実行した場合の実行時間を格納し、入力された

要求時間を満たすように、前記多目的最適化を再実行させることを特徴とする請求項 1 1 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の作業計画特定プログラム。

[図1]

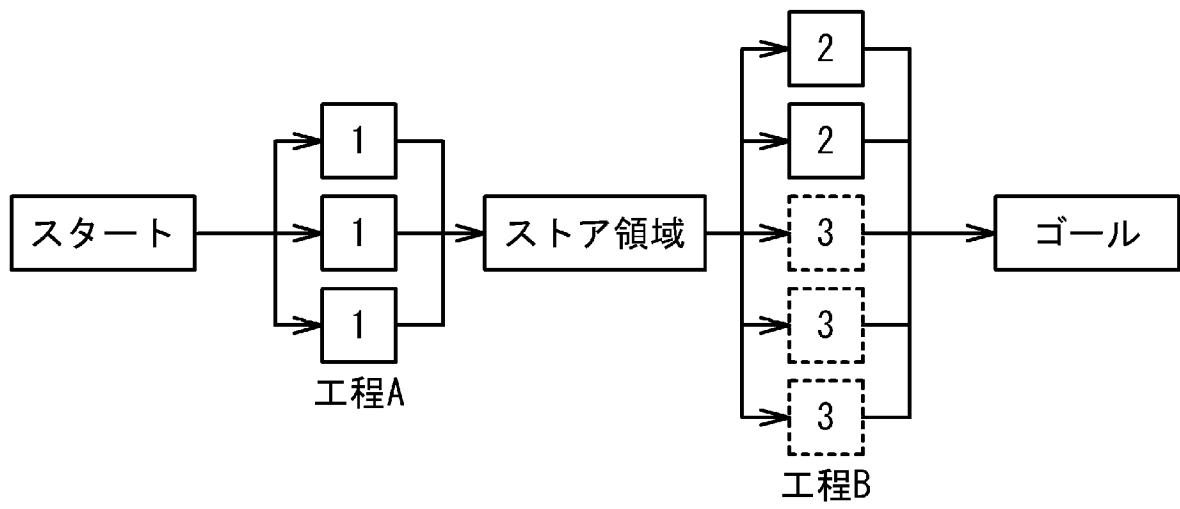


図1

[図2]

(a)

番号	製造製品
1	D001-001
2	D001-001
3	D002-626RA
4	D002-626RA
5	D002-626RA
6	D002-626RA
7	D002-626RA
8	D002-626RA
9	D003-B80240
10	D003-B80240
11	D003-B80240
12	D004-B60416
...	...

(b)

製造製品	工程Aで通せる装置	工程Bで通せる装置	...
D001-001	1, 2	1, 2	...
D002-626RA	1, 2	1, 2	...
D003-B80240	2	1, 2	...
D002-626RA	1	2	...
...	...	...	...

図2



[図4]

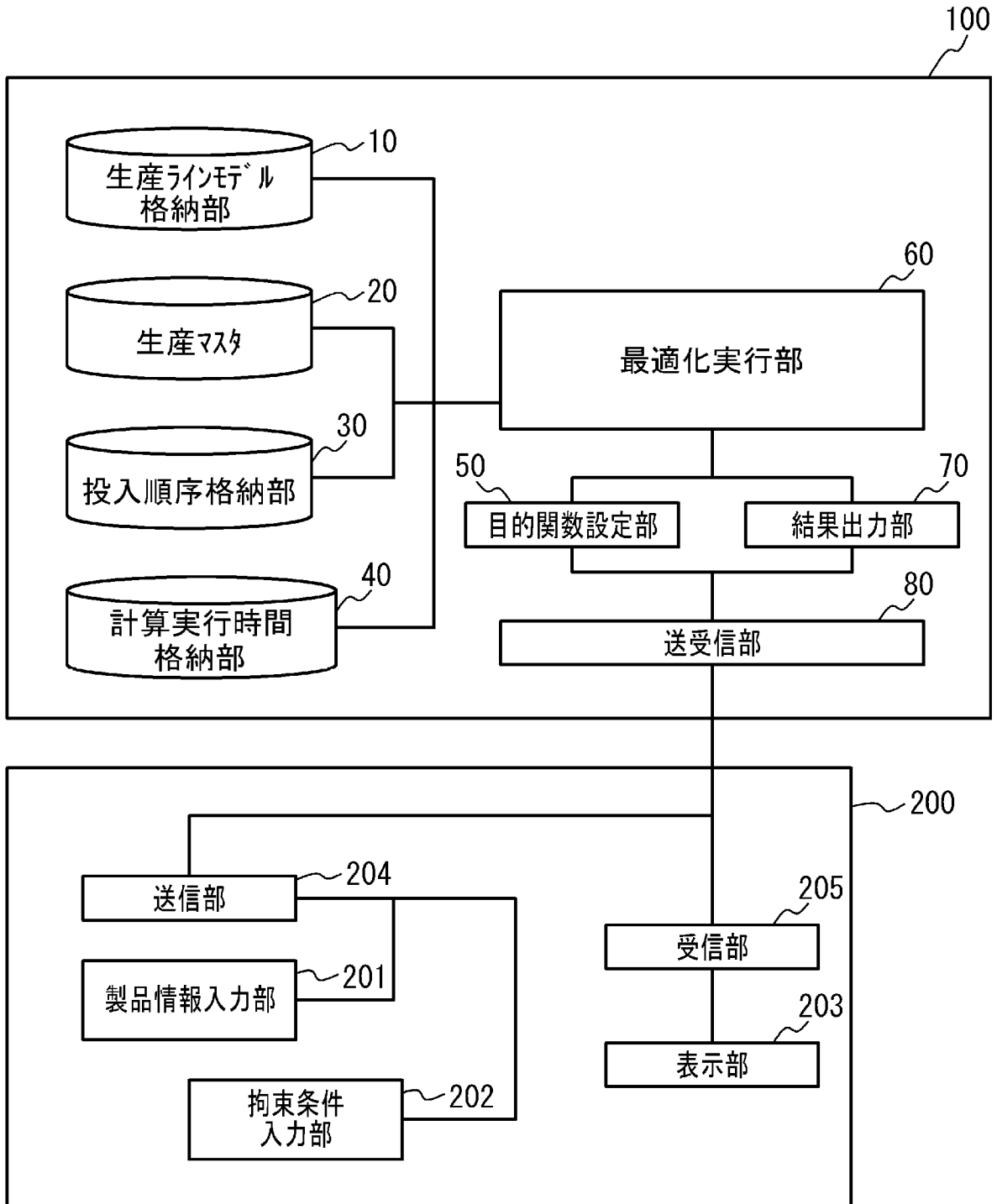


図4

[図5]

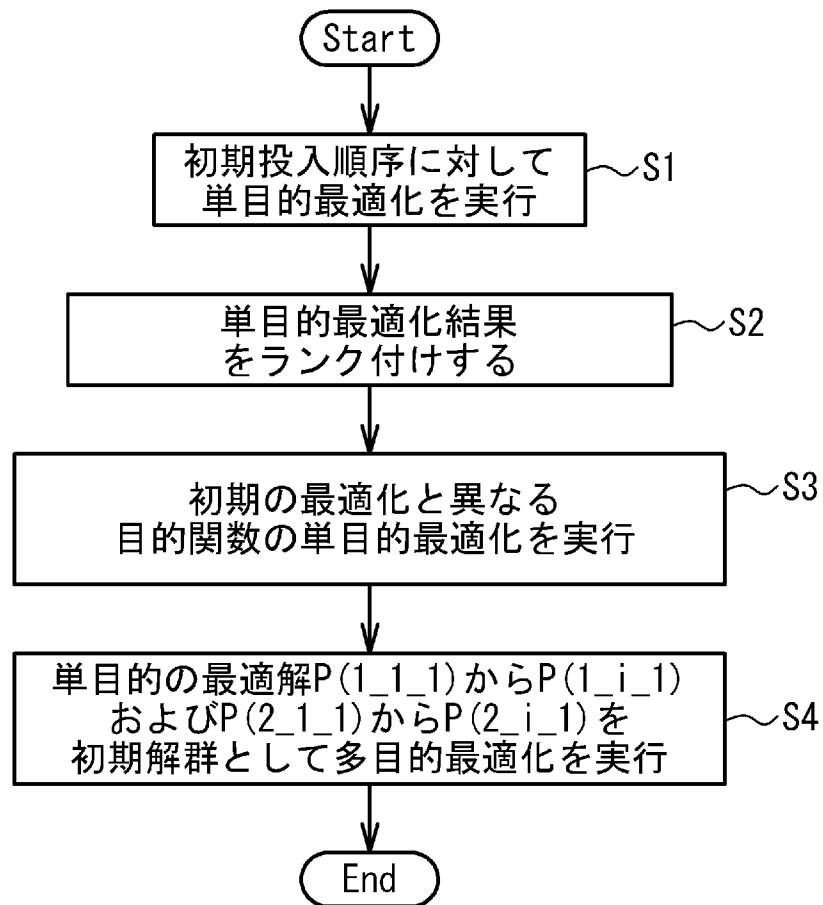


図5

[図6]

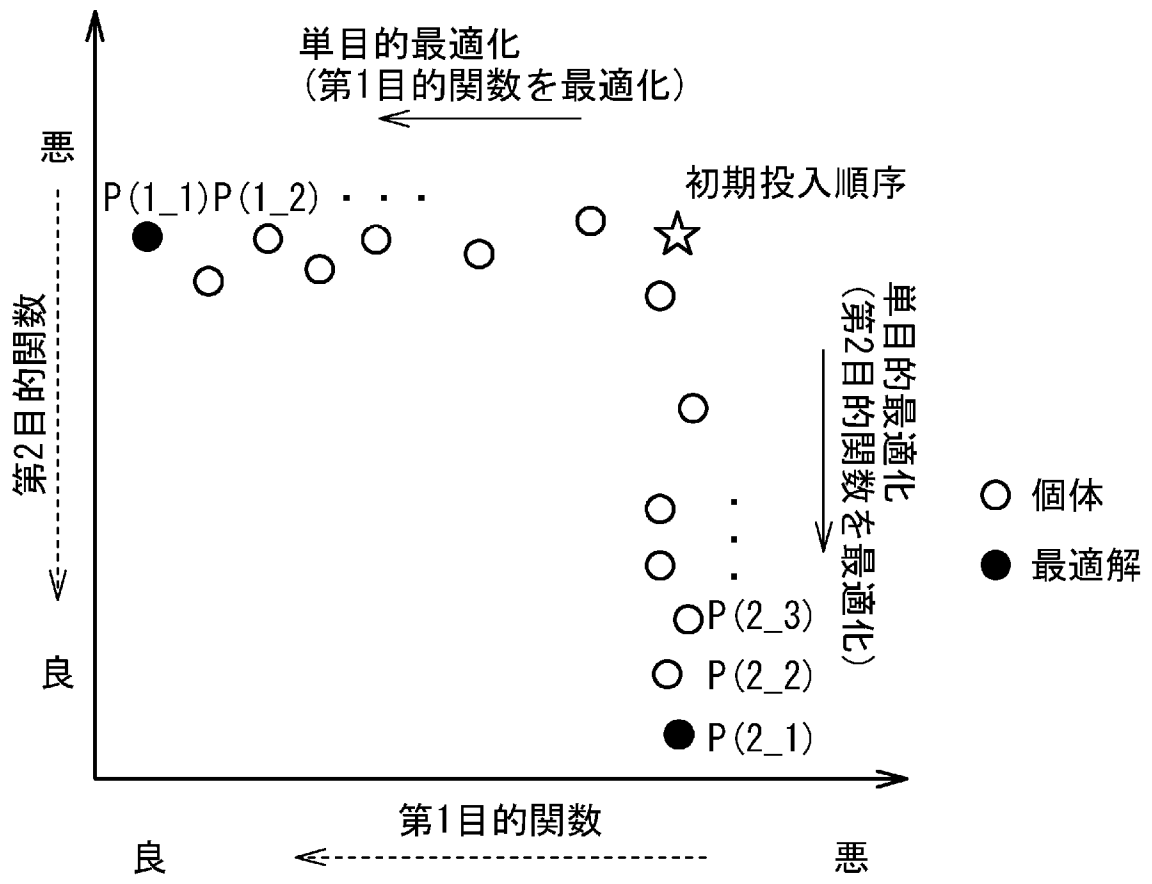
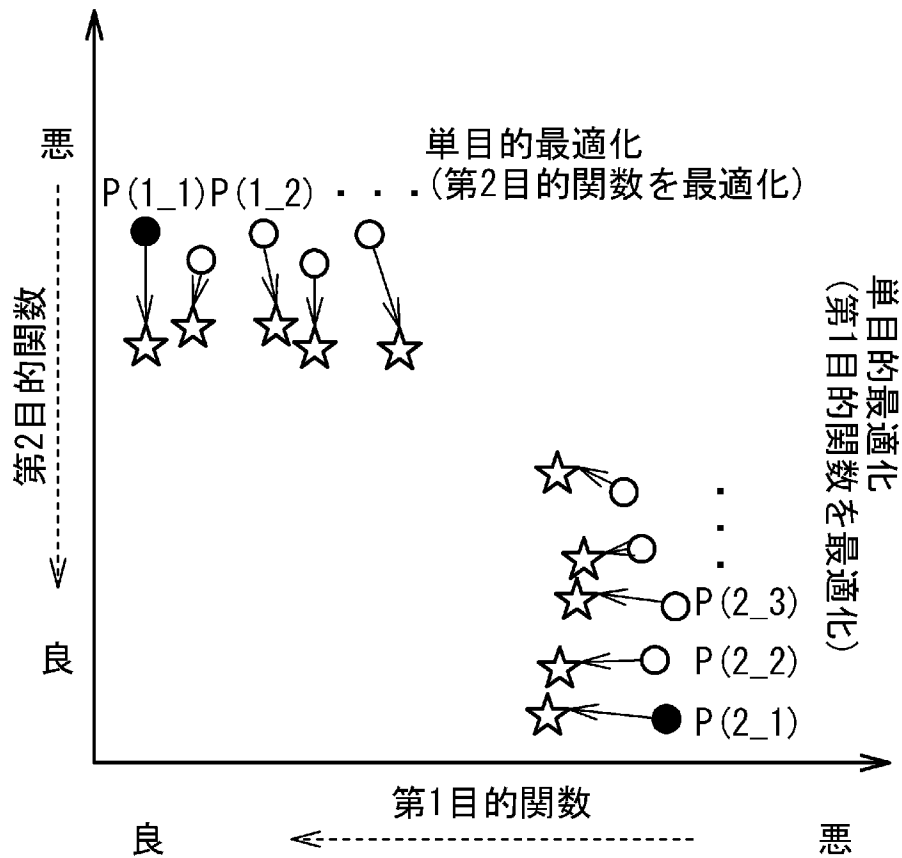


図6

[図7]



- ☆ 初期と異なる目的関数で単目的最適化したときの最適解
- 単目的最適化により導出した個体(次善解)
- 単目的最適化により導出した個体(最適解)

図7

[図8]

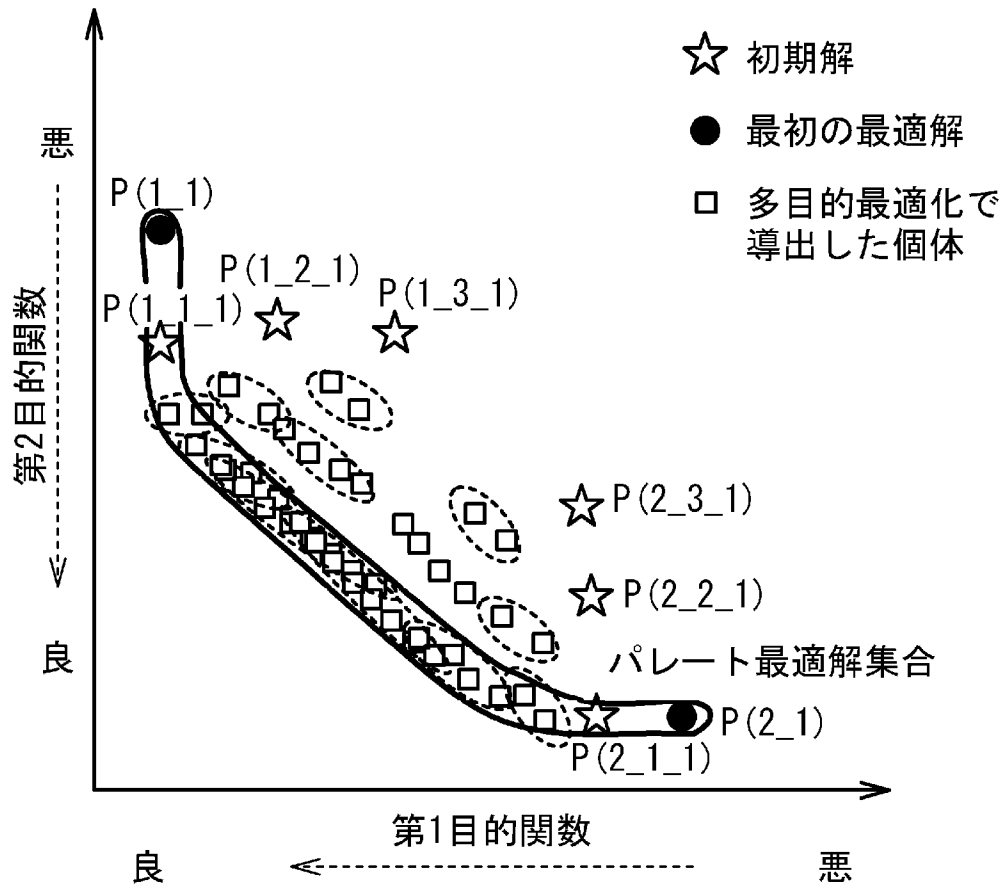


図8

[図9]

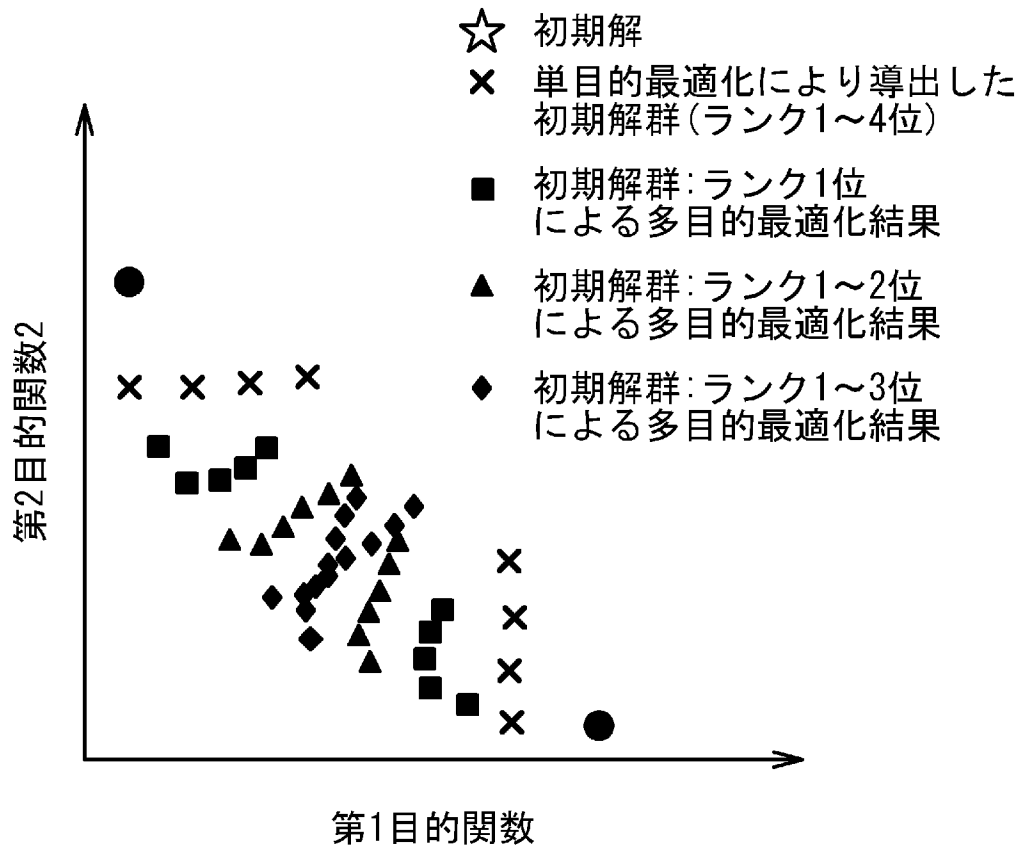


図9

[図10]

## (a) 単目的最適化と多目的最適化の計算時間例

	単目的最適化	多目的最適化
計算実行時間	4.8sec	599sec

## (b)

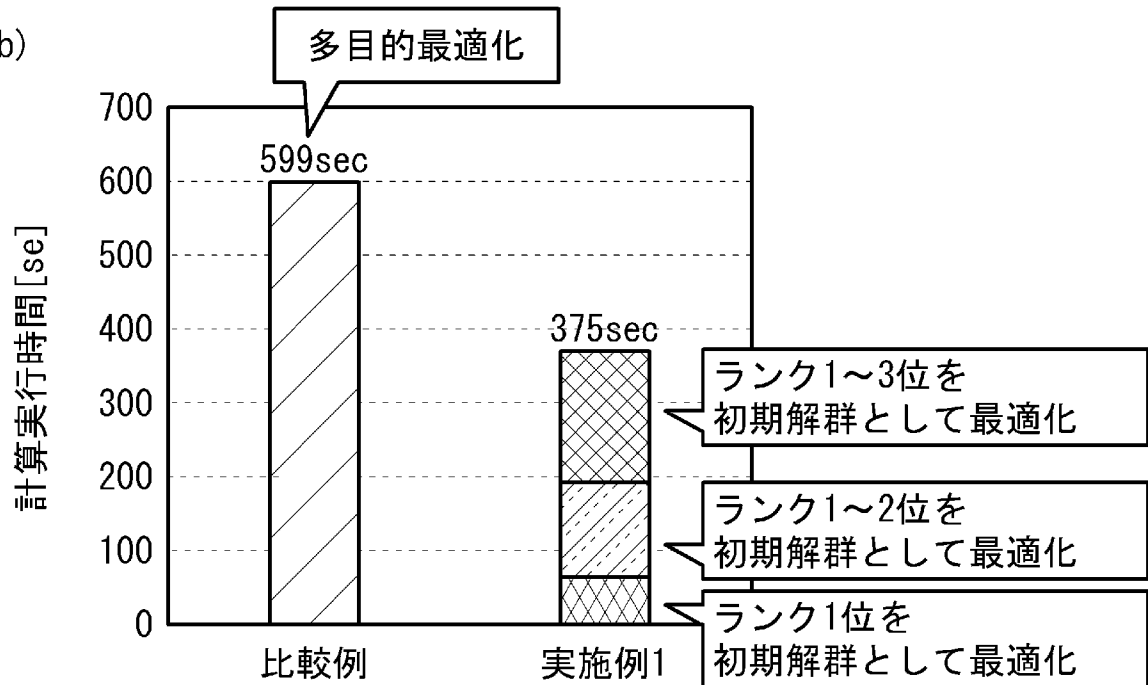


図10

[図11]

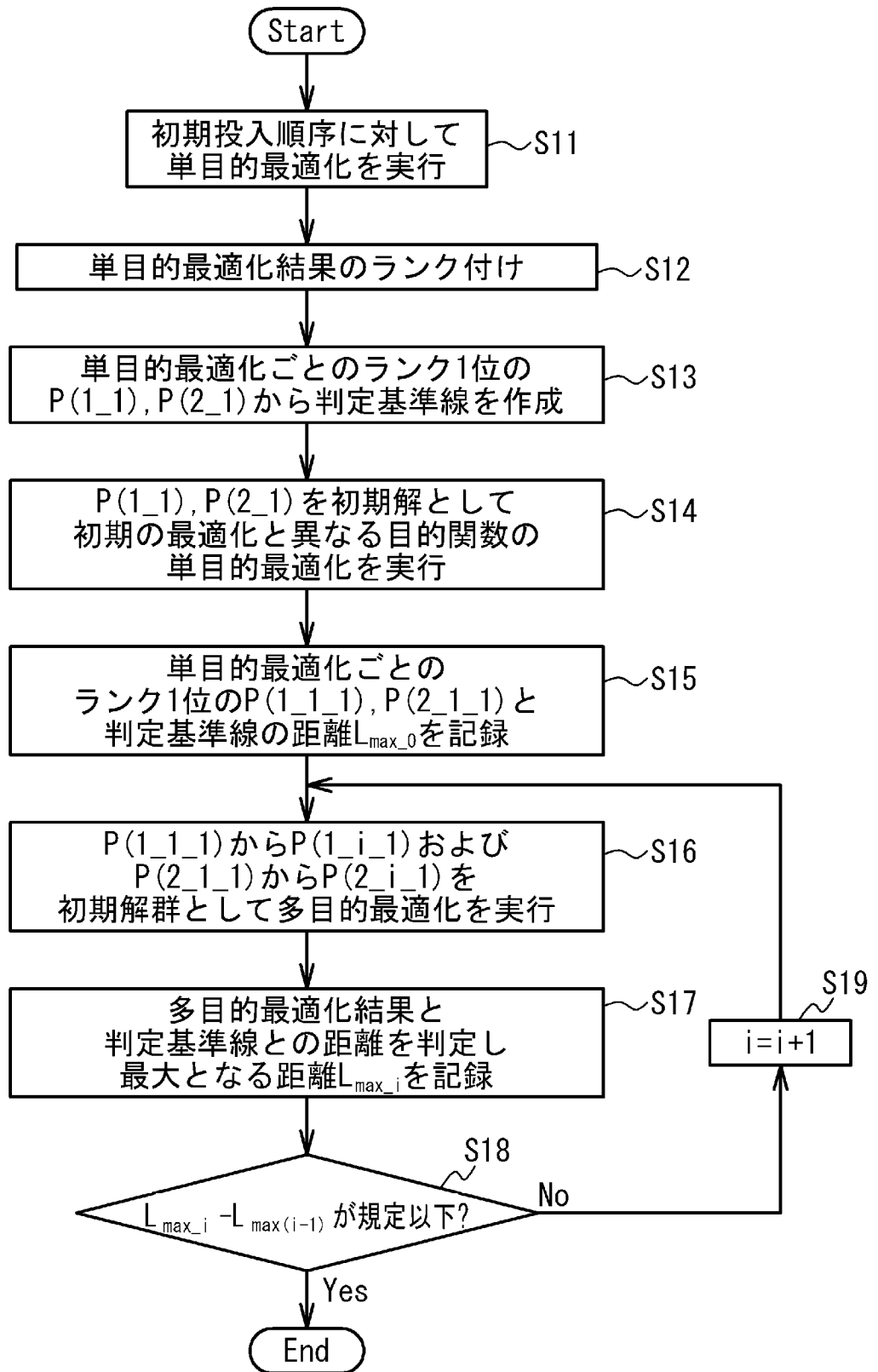


図11

[图12]

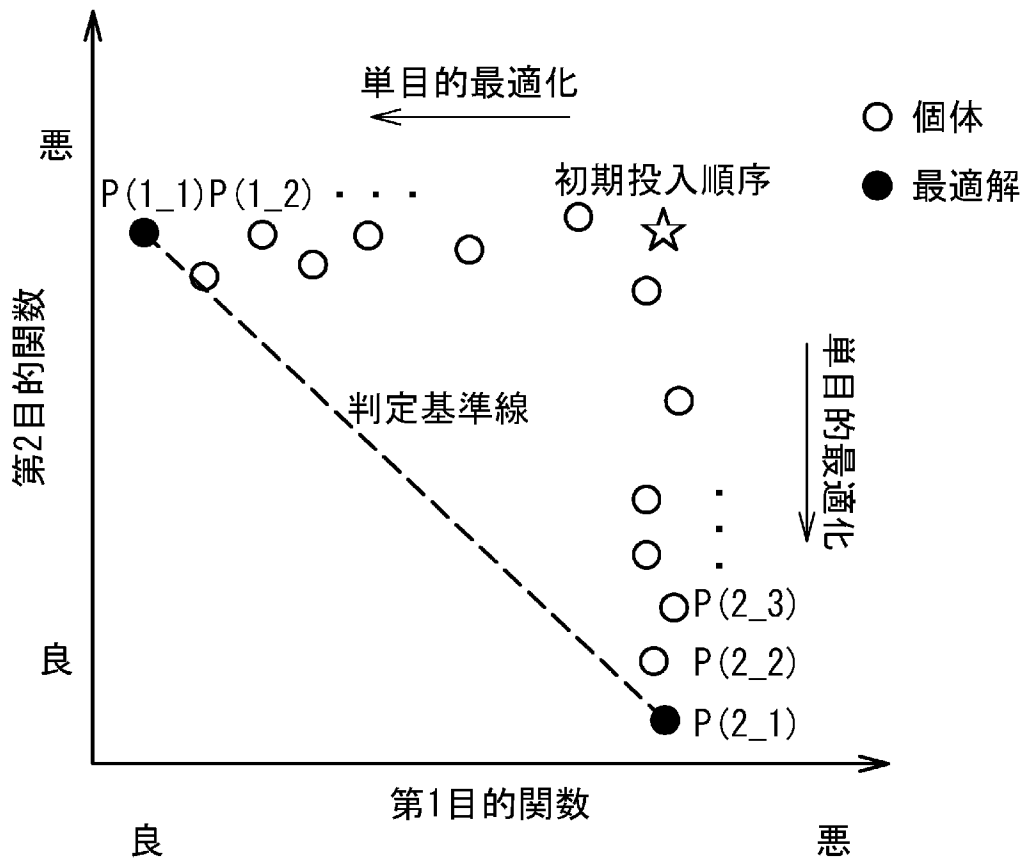


图12

[図13]

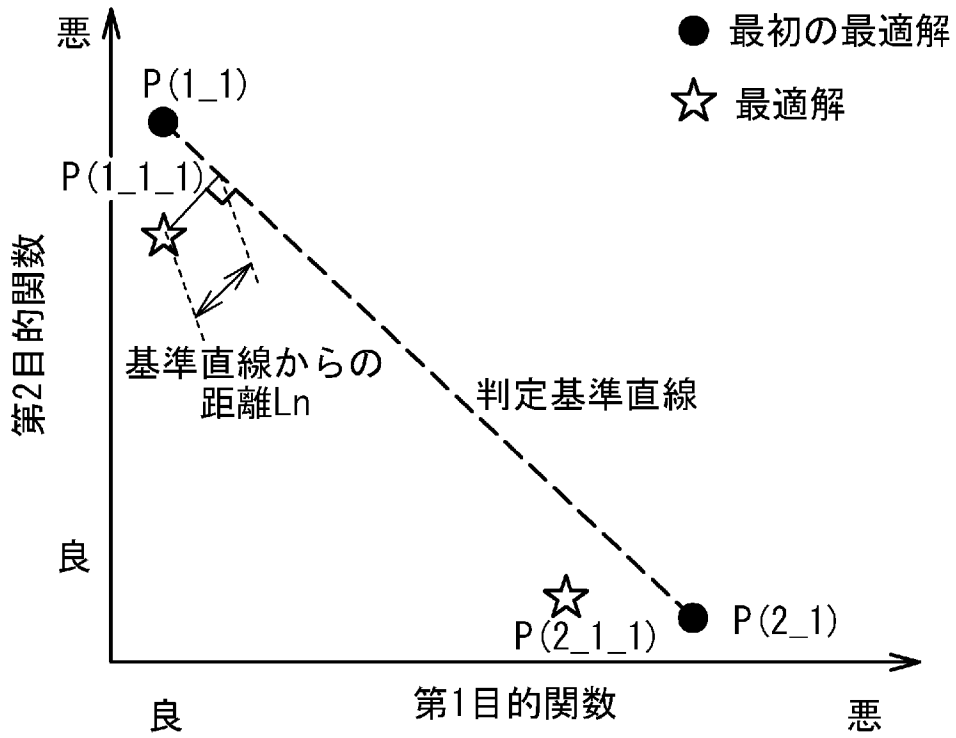


図13

[図14]

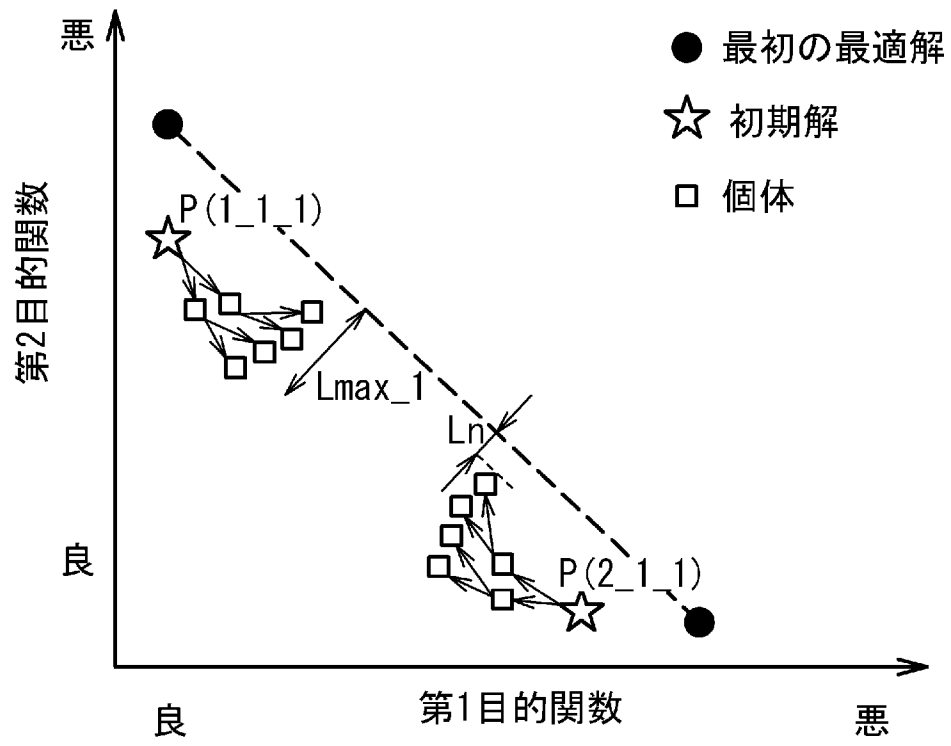


図14

[図15]

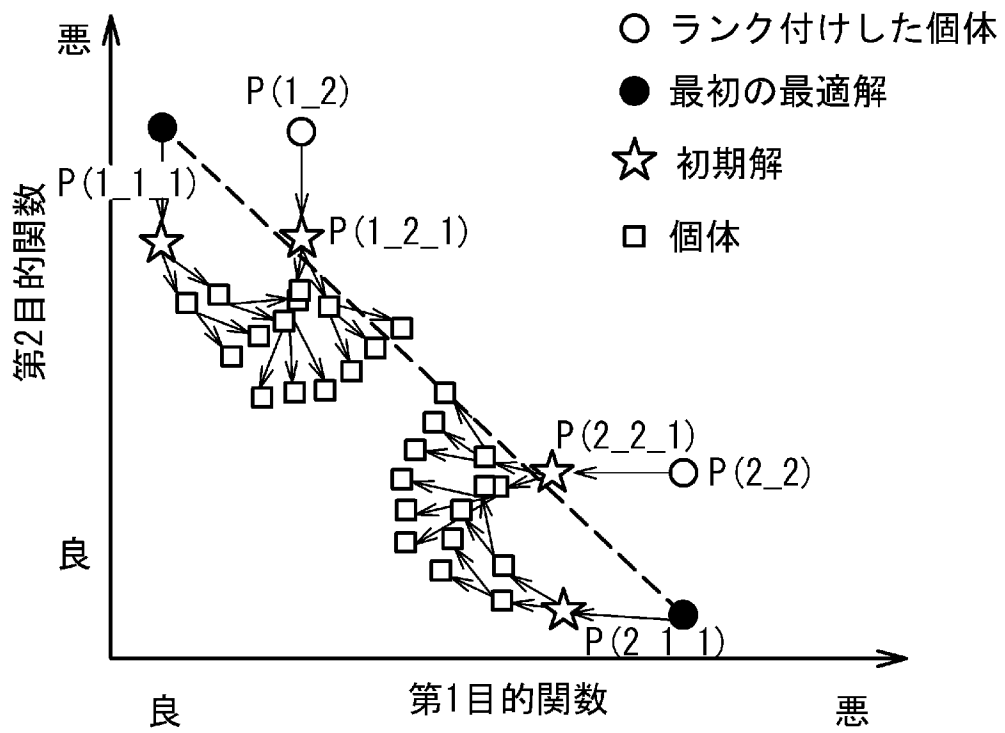


図15

[図16]

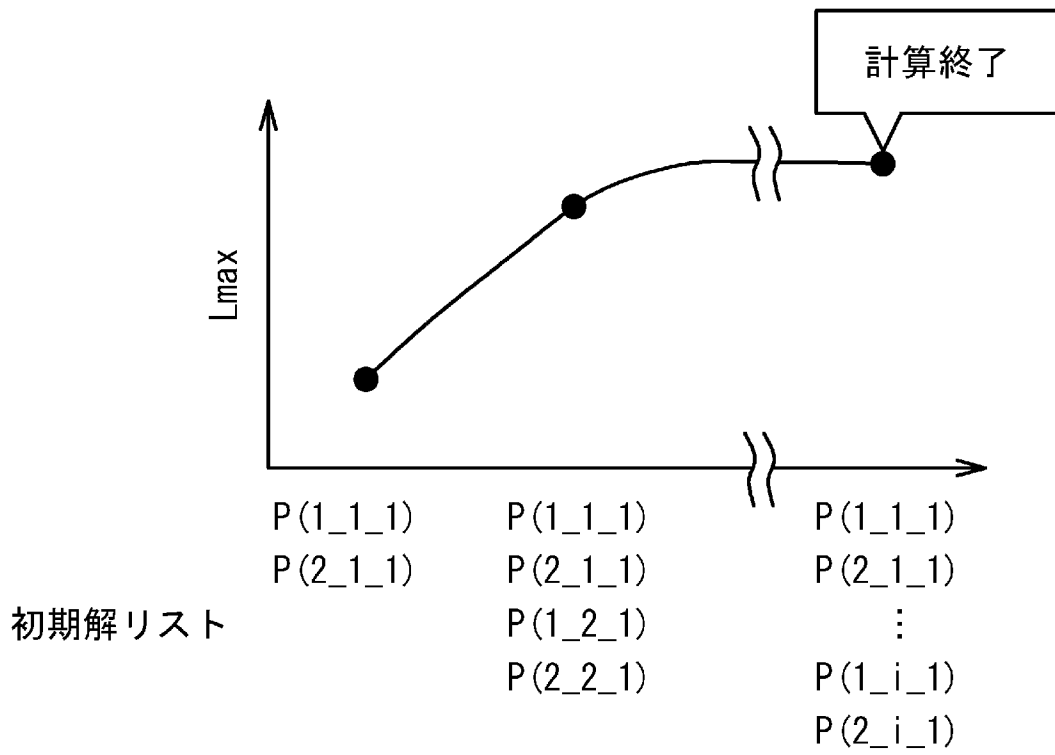


図16

[図17]

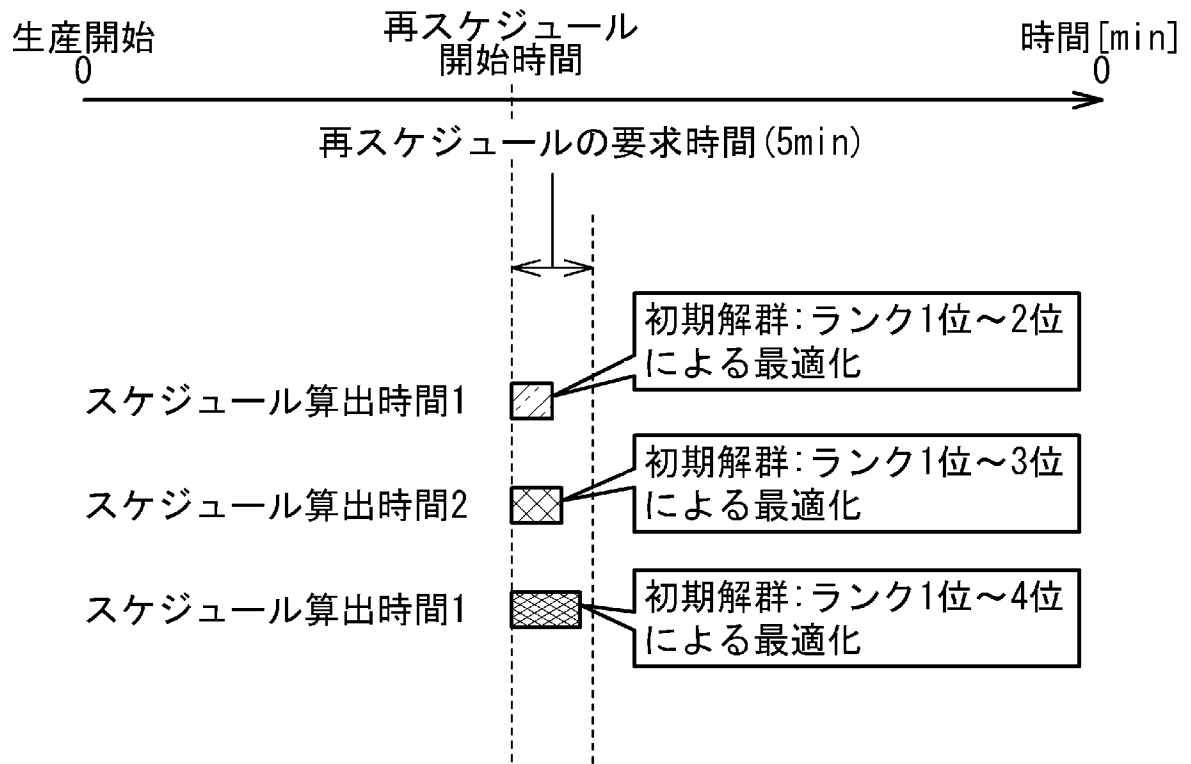


図17

[図18]

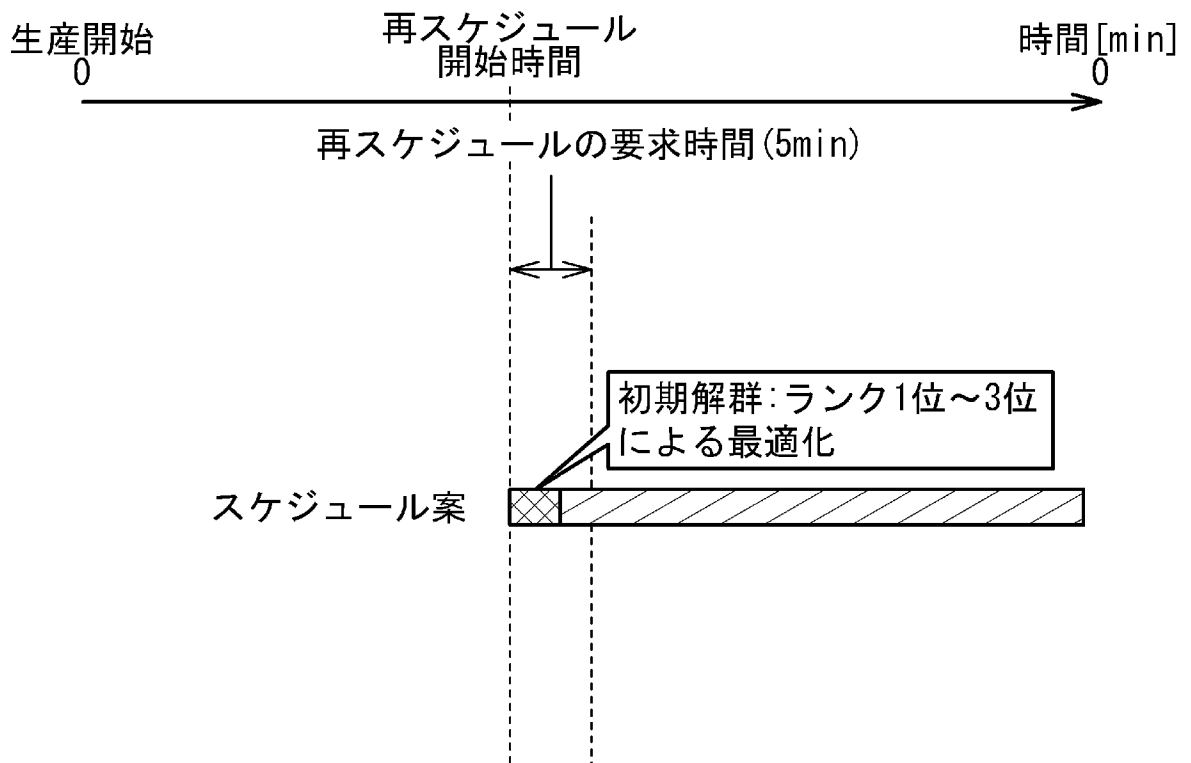


図18

[図19]

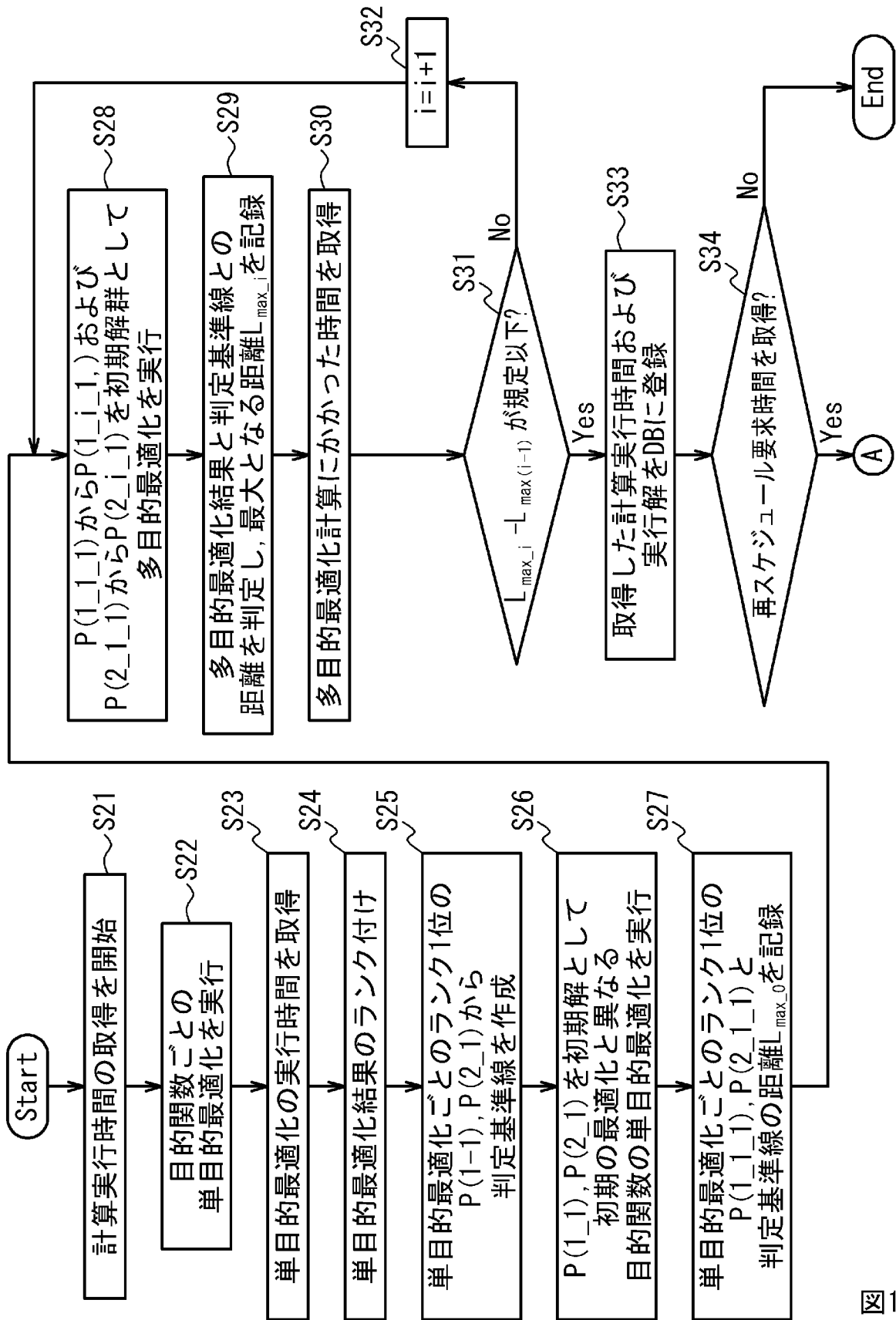


図19

[図20]

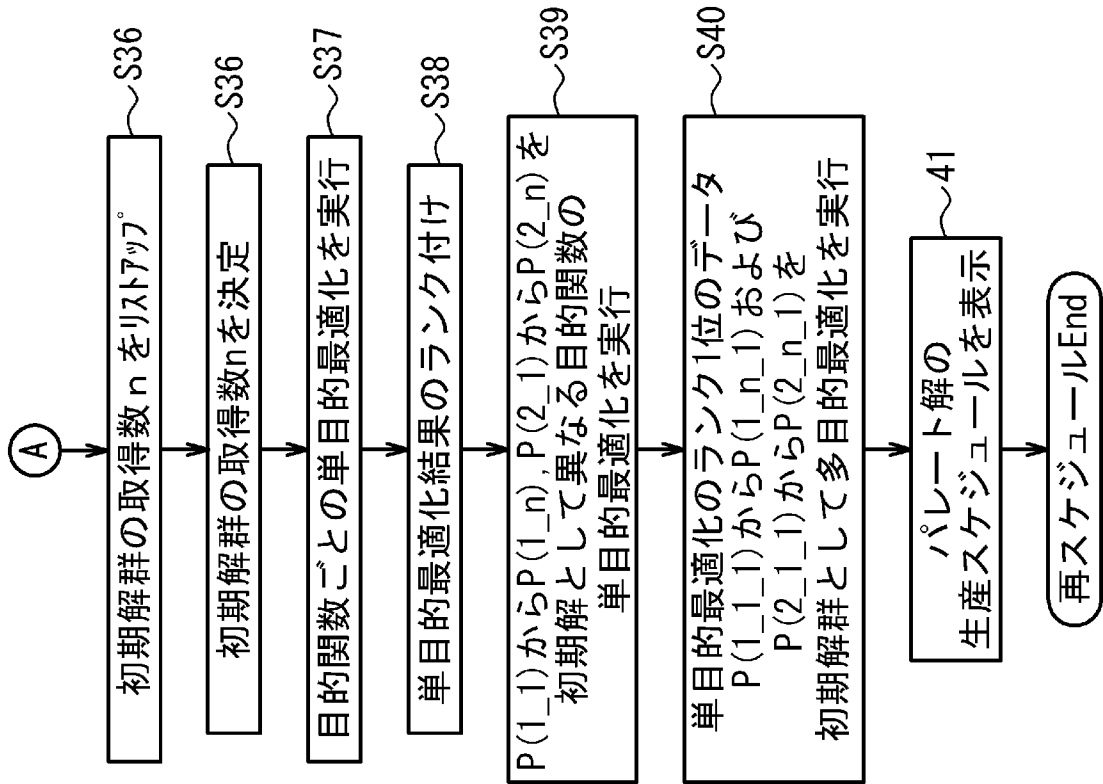


図20

[図21]

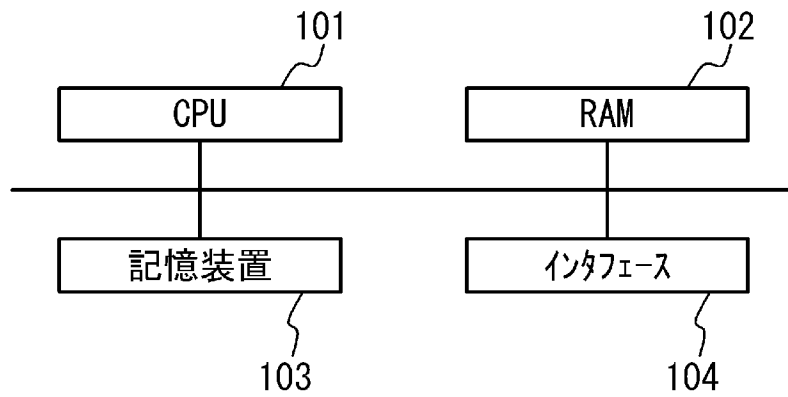


図21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/020102

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G06N99/00 (2019.01) i

FI: G06N99/00 180

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. G06N99/00

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.
Y	山崎貴司, 外 1 名. 多目的最適化を用いた多品種少量生産ラインでの製品投入計画立案に関する研究. 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2017 年春季研究発表会アブストラクト集. 15 March 2017, pp. 107-108, in particular, "2. Optimization Solvers" to "3. Multi-Purpose Product Rollout Plan Optimization", non-official translation (YAMAZAKI, Takashi et al. Study of Product Rollout Plan Formulation for High-Mix Low-Volume Production Lines Using Multipurpose Optimization. Abstracts of the 2017 Annual Spring Meeting of the Operations Research Society of Japan.)	1-2, 5-7, 10-12, 15
A		3-4, 8-9, 13-14

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

"I" 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  
07.08.2020

Date of mailing of the international search report  
25.08.2020

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

International application No.

PCT/JP2020/020102

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	辻本裕基, 外 3 名. 単一目的最適解を進化型多目的最適化アルゴリズムの初期個体群に含める効果. 第 53 回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集. 20 February 2009, pp. 143-144, in particular, "2. Proposed Method", (TSUJIMOTO, Yuki et al. Effects of including single-objective optimal solutions in an initial population on evolutionary multiobjective optimization algorithms. The 53rd Annual Conference of the Institute of Systems, Control and Information Engineers.)	1-2, 5-7, 10-12, 15 3-4, 8-9, 13-14
Y	JP 2019-67327 A (FUJITSU LTD.) 25 April 2019, paragraphs [0025]-[0030], [0049]-[0051], fig. 6, 9	5, 10, 15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/020102

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-67327 A	25.04.2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06N 99/00(2019.01)i FI: G06N99/00 180		
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）） G06N99/00		
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 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
Y  A	山崎貴司、外1名、多目的最適化を用いた多品種少量生産ラインでの製品投入計画立案に関する研究、日本オペレーションズ・リサーチ学会 2017年春季研究発表会 アブストラクト集、2017.03.15, pp.107-108 特に「2. 最適化ソルバー」 - 「3. 多目的製品投入計画最適化」	1-2, 5-7, 10-12, 15  3-4, 8-9, 13-14
Y  A	辻本裕基、外3名、単一目的最適解を進化型多目的最適化アルゴリズムの初期個体群に含める効果、第53回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集、 2009.02.20, pp.143-144 特に「2 提案手法」	1-2, 5-7, 10-12, 15  3-4, 8-9, 13-14
Y	JP 2019-67327 A (富士通株式会社) 25.04.2019 (2019 - 04 - 25) [0025] - [0030], [0049] - [0051], 図6, 9	5, 10, 15
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
“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		
国際調査を完了した日  07.08.2020	国際調査報告の発送日  25.08.2020	
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）  杉浦 孝光 5B 5287  電話番号 03-3581-1101 内線 3545	

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/JP2020/020102

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-67327 A	25.04.2019	(ファミリーなし)	