

(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
2020年2月13日(13.02.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/031228 A1

(51) 国際特許分類:

G05B 19/418 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2018/029393

(22) 国際出願日:

2018年8月6日(06.08.2018)

(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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 金 木 佑 介 (KANEKI, Yusuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤 隆

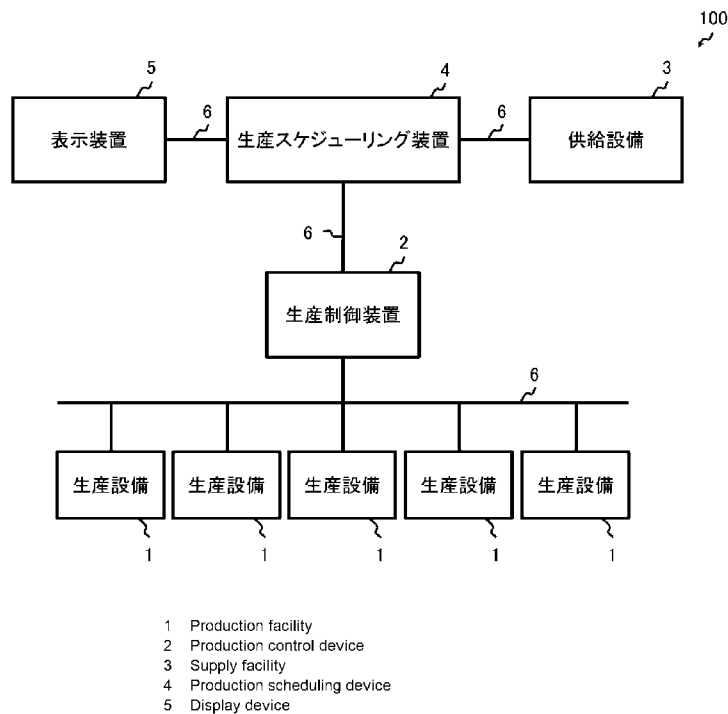
臣(SATO, Takaomi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 京屋 貴則(KYOYA, Takanori); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:村上 加奈子, 外(MURAKAMI, Kanako et al.); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社 知的財産センター内 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,

(54) Title: PRODUCTION SCHEDULING DEVICE AND PRODUCTION SCHEDULING METHOD

(54) 発明の名称: 生産スケジューリング装置、および生産スケジューリング方法



(57) Abstract: Provided is a production scheduling device (4) equipped with a control unit (41) and a memory (43) that stores a production plan, wherein the control unit (41) comprises: a production facility operational status calculation unit that calculates production facility operational statuses, which are the operational statuses of production facilities (1), according to the production plan, and creates production facility operational status information; a supply facility operational status calculation unit that calculates a supply facility operational status, which is the operational status of a supply facility

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,
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, 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))

(3) that supplies resources to production facilities (1), the operational status of which has been changed on the basis of the production facility operational status information, wherein the supply facility operational status calculation unit creates supply facility operational status information; a cost calculation unit that calculates the total cost of the resources consumed by the production facilities (1) and the supply facility (3), on the basis of the production facility operational status information and the supply facility operational status information; a determination unit that determines, on the basis of the total cost, whether or not it is necessary to change the production plan; and a production plan changing unit that changes the production plan on the basis of the result of the determination by the determination unit. With this configuration, the production scheduling device (4) can create a production plan taking the environment into account.

(57) 要約：生産計画に従って、生産設備（１）の運転状態である生産設備運転状態を計算し、生産設備運転状態情報を作成する生産設備運転状態計算部と、生産設備運転状態情報に基づいて運転状態が変更された生産設備（１）に資源を供給する供給設備（３）の運転状態である供給設備運転状態を計算し、供給設備運転状態情報を作成する供給設備運転状態計算部と、生産設備運転状態情報と供給設備運転状態情報に基づいて、生産設備（１）と供給設備（３）にて消費される資源の総費用を計算する費用計算部と、総費用に基づいて生産計画を変更する必要があるか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果に基づいて、生産計画を変更する生産計画変更部と、を有する制御部（４１）と、生産計画を記憶するメモリ（４３）と、を備えることで、環境を考慮した生産計画を作成することができる生産スケジューリング装置（４）を提供する。

明 細 書

発明の名称：

生産スケジューリング装置、および生産スケジューリング方法

技術分野

[0001] 本発明は、工場における製品の生産計画を作成する生産スケジューリング装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、環境意識の高まりおよびコスト削減の観点から工場における省エネルギーあるいは省資源などの環境対策に対する需要が高まっている。このような環境対策の一環として、環境を考慮した生産計画を立案することが求められており、生産計画を自動で作成する生産スケジューリング装置にも同様の機能が求められている。

[0003] このような環境を考慮した生産計画を実現する方法として、特許文献1では、製品の生産するための作業の流れを示す生産工程および生産設備の生産能力等をモデル化し、製品の生産をシミュレーションすることによって、生産の品質あるいは製品の納期を考慮した生産計画を作成する生産スケジューリング装置において、生産計画を作成する際に発電会社等の電力プロバイダから送信される、供給される電力に関する情報であるデマンドレスポンスを考慮して生産計画を変更し、省エネルギーを実現する生産計画の作成方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2016-081074号公報（図1、図2、図3、図4）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1では、生産設備ごとの稼働状態に対するエネルギー消費量の関係を示す電力消費一覧表あるいは電力消費特性表を有しており、電力消費一

覧表あるいは電力消費特性表を用いて生産設備全体の消費電力を調整し、電力プロバイダからのデマンドレスポンスにて要求された電力抑制量を実現するように生産計画を変更することで、省エネルギーを実現する生産計画を作成することができる。

[0006] しかし、特許文献1では、供給される電力に関する情報は電力事情が逼迫した際に電力プロバイダから送信されるデマンドレスポンスのみであり、電力事情が逼迫していない通常時においては生産計画に消費電力が適切に考慮されているとはいえず、省エネルギーを実現する生産計画が作成できないという問題がある。

[0007] また、特許文献1では、生産設備に供給される資源として考慮しているのは電力のみであり、その他の資源、例えば、水資源などが考慮されておらず、適切な省資源を実現するような環境を考慮した生産計画が作成できないという問題がある。

[0008] 本発明は上述のような問題点を解決するためになされたもので、生産設備以外の生産計画に関連する設備の運転状態も考慮することで、環境を考慮した生産計画を作成できる生産スケジューリング装置を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の生産スケジューリング装置は、生産計画に従って、生産設備の運転状態である生産設備運転状態を計算し、生産設備運転状態情報を作成する生産設備運転状態計算部と、生産設備運転状態情報に基づいて運転状態が変更された生産設備に資源を供給する供給設備の運転状態である供給設備運転状態を計算し、供給設備運転状態情報を作成する供給設備運転状態計算部と、生産設備運転状態情報と供給設備運転状態情報に基づいて、生産設備と供給設備にて消費される資源の総費用を計算する費用計算部と、総費用に基づいて生産計画を変更する必要があるか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果に基づいて、生産計画を変更する生産計画変更部と、を有する制御部と、生産計画を記憶するメ

モリと、を備えるものである。

発明の効果

[0010] 本発明にかかる生産スケジューリング装置によれば、上述の構成を備えるため、生産設備以外の実施形態に係る生産計画に関連する設備の運転状態も考慮することで、環境を考慮した生産計画を作成することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施の形態1における生産スケジューリングシステムの一例を示す構成図である。

[図2]本発明の実施の形態1における生産スケジューリング装置の一例を示す構造図である。

[図3]本発明の実施の形態1における生産スケジューリング装置の制御部の機能構成の一例を示す構成図である。

[図4]本発明の実施の形態1における工程情報の一例を示すデータ構成図である。

[図5]本発明の実施の形態1における生産工程の順序を示す説明図である。

[図6]本発明の実施の形態1における生産能力情報の一例を示すデータ構成図である。

[図7]本発明の実施の形態1における工程動作情報の一例を示すデータ構成図である。

[図8]本発明の実施の形態1における設備動作情報の一例を示すデータ構成図である。

[図9]本発明の実施の形態1における生産計画情報の一例を示すデータ構成図である。

[図10]本発明の実施の形態1における計算時間情報の一例を示すデータ構成図である。

[図11]本発明の実施の形態1における計算単位時間情報の一例を示すデータ構成図である。

[図12]本発明の実施の形態1における組立工程における生産資源情報の一例

を示すデータ構成図である。

[図13]本発明の実施の形態1における塗装工程における生産資源情報の一例を示すデータ構成図である。

[図14]本発明の実施の形態1における検査工程における生産資源情報の一例を示すデータ構成図である。

[図15]本発明の実施の形態1における組立工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[図16]本発明の実施の形態1における塗装工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[図17]本発明の実施の形態1における検査工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[図18]本発明の実施の形態1における圧縮空気供給設備の供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。

[図19]本発明の実施の形態1における水再利用設備の供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。

[図20]本発明の実施の形態1における圧縮空気供給設備の供給資源情報の一例を示すデータ構成図である。

[図21]本発明の実施の形態1における水再利用設備の供給資源情報の一例を示すデータ構成図である。

[図22]本発明の実施の形態1における圧縮空気供給設備の供給設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[図23]本発明の実施の形態1における水再利用設備の供給設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[図24]本発明の実施の形態1における資源消費情報の一例を示すデータ構成図である。

[図25]本発明の実施の形態1における費目情報の一例を示すデータ構成図である。

[図26]本発明の実施の形態1における費用情報の一例を示すデータ構成図で

ある。

[図27]本発明の実施の形態1における生産計画変更情報の一例を示すデータ構成図である。

[図28]本発明の実施の形態1における変換後の生産計画情報の一例を示すデータ構成図である。

[図29]本発明の実施の形態1における変換後の費用情報の一例を示すデータ構成図である。

[図30]本発明の実施の形態1における生産計画変更処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図31]本発明の実施の形態2における圧縮空気供給設備における供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。

[図32]本発明の実施の形態2における圧縮空気供給設備における前供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。

[図33]本発明の実施の形態2における圧縮空気供給設備における比較供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。

[図34]本発明の実施の形態2における圧縮空気供給設備における供給設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[図35]本発明の実施の形態2における生産計画変更処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図36]本発明の実施の形態3における生産スケジューリング装置の制御部の機能構成の一例を示す構成図である。

[図37]本発明の実施の形態3における供給計画変更情報の一例を示すデータ構成図である。

[図38]本発明の実施の形態3における水再利用設備における供給計画変更後の供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。

[図39]本発明の実施の形態3における生産計画変更処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図40]本発明の実施の形態4における生産スケジューリング装置の制御部の

機能構成の一例を示す構成図である。

[図41]本発明の実施の形態4における運転状態変更情報の一例を示すデータ構成図である。

[図42]本発明の実施の形態4における変更後の組立工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[図43]本発明の実施の形態4における変更後の塗装工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[図44]本発明の実施の形態4における変更後の検査工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[図45]本発明の実施の形態4における生産計画変更処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図46]本発明の実施の形態5における生産スケジューリング装置の制御部の機能構成の一例を示す構成図である。

[図47]本発明の実施の形態6における生産スケジューリングシステムの一例を示す構成図である。

[図48]本発明の実施の形態6における生産スケジューリング装置の制御部の機能構成の一例を示す構成図である。

[図49]本発明の実施の形態6における污水处理設備の廃棄設備動作計画情報の一例を示す構成図である。

[図50]本発明の実施の形態6における污水处理設備の廃棄物情報の一例を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に、本発明にかかる生産スケジューリング装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下で参照する図面においては、同一もしくは相当する部分に同一の符号を付している。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0013] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1における生産スケジューリングシステムの

一例を示す構成図である。図1に示すように、生産スケジューリングシステム100は、5つの生産設備1、生産制御装置2、供給設備3、生産スケジューリング装置4、表示装置5、およびネットワーク6を備えている。なお、生産スケジューリングシステム100が5つの生産設備1を備えている場合について説明しているが、5つの生産設備1を備えている場合に限定されず、4つ以下あるいは6つ以上の任意の生産設備1を備えていてもよい。また、生産スケジューリングシステム100が供給設備3を1つのみ備えている場合について説明しているが、供給設備3は1つである場合に限定されず、2つ以上の複数の供給設備3を備えていてもよい。

[0014] 生産設備1は、製品の生産のために用いられる設備であり、例えば製品の原材料を加工する、射出成形機、押出成型機、旋盤および研削盤などの加工装置、製品にネジ、ナットなどの部品を締めるなどして、製品を組み立てる組立装置、あるいは磁粉探傷検査装置、放射線検査装置、および浸透探傷検査装置などの検査装置などを備えた設備である。

[0015] 生産制御装置2は、製品の生産計画に関する情報である生産計画情報に従って生産設備1を制御し、製品の生産を管理する装置である。生産制御装置2は、例えばプログラマブルロジックコントローラ (programmable logic controller、PLC) などである。なお生産計画情報は、生産スケジューリング装置4から取得する情報であり、詳細は後述する。

[0016] 供給設備3は、生産設備1に資源を供給する設備である。供給設備3が生産設備1に供給する資源は、例えば、冷たい冷水、温かい温水、圧縮空気、あるいは電力などである。供給設備3は、設備に関する供給設備情報を作成し、生産スケジューリング装置4に出力する。なお、供給設備情報の詳細は後述する。また、図示していないが、生産設備1と供給設備3は、給水管、空气管、あるいは電線路などの資源を供給するための供給路によって接続されている。なお、供給設備3は、生産制御装置2によって制御のできない設備であって、生産設備1と供給設備3を管理する管理者は異なっていることもある。また、供給設備3は、生産制御装置2が制御する生産設備1にのみ

資源を供給する設備であり、生産制御装置 2 が制御しない生産設備 1 には資源を供給しない。

- [0017] 生産スケジューリング装置 4 は、生産計画に関連する各種情報を有しており、供給設備 3 から供給設備 3 に関する供給設備情報を取得し、取得した供給設備情報および生産設備 1 に関連する生産設備情報に基づいて、生産設備情報のうちの製品の生産計画情報を、供給設備 3 を考慮した適切な生産計画情報に変更する。また、生産スケジューリング装置 4 は、変更後の生産計画情報を生産制御装置 2 および表示装置 5 に出力する。なお、供給設備情報、生産設備情報、生産スケジューリング装置 4 における生産計画変更方法、および生産計画情報の詳細は後述する。
- [0018] 表示装置 5 は、生産スケジューリング装置 4 から取得した生産計画情報に基づいて表示画面を作成し、表示する装置である。表示装置 5 は、液晶ディスプレイ (liquid crystal display) あるいは有機 EL ディスプレイ (organic electro-luminescence display) 等のモニタを備えた装置であり、作成した表示画面をモニタに表示する。なお、表示装置 5 が生産スケジューリング装置 4 と別体である場合について説明しているが、表示装置 5 は生産スケジューリング装置 4 と別体である場合に限定されず、表示装置 5 が生産スケジューリング装置 4 と一体となっても、つまり、生産スケジューリング装置 4 が表示機能を有していてもよい。
- [0019] ネットワーク 6 は、生産設備 1 と生産制御装置 2、生産制御装置 2 と生産スケジューリング装置 4、供給設備 3 と生産スケジューリング装置 4、および生産スケジューリング装置 4 と表示装置 5 とを接続するネットワークであり、例えば C C - L i n k (Control & Communication Link、登録商標) などのフィールドネットワーク、E t h e r n e t (登録商標) などの一般的なネットワーク、あるいは専用の入出力線である。なお、生産設備 1 と生産制御装置 2、生産制御装置 2 と生産スケジューリング装置 4、供給設備 3 と生産スケジューリング装置 4、および生産スケジューリング装置 4 と表示装置 5 が全て同じネットワーク 6 にて接続されている場合について説明してい

るが、全て同じネットワーク 6 にて接続されることに限定されず、それぞれが別のネットワークにて接続されてもよい。

[0020] 次に生産スケジューリング装置 4 の詳細について説明する。

図 2 は、本発明の実施の形態 1 における生産スケジューリング装置の一例を示す構造図である。図 2 に示すように生産スケジューリング装置 4 は、制御部 4 1、ストレージ 4 2、メモリ 4 3、通信部 4 4、および入力部 4 5 を備えている。なお、生産スケジューリング装置 4 は、各部の動力源となる図示しない電源も備える。

[0021] 制御部 4 1 は、生産スケジューリング装置 4 を制御する装置であり、ストレージ 4 2、メモリ 4 3、通信部 4 4、および入力部 4 5 を制御し、供給設備 3 から取得した供給設備情報および生産設備 1 の生産設備情報に基づいて、生産設備情報のうちの製品の生産計画情報を、供給設備 3 を考慮した適切な生産計画情報に変更する。制御部 4 1 は、CPU (Central Processing Unit) などプロセッサであっても、FPGA (Field Programmable Gate Array)、LSI (Large Scale Integration) などの 1 つの集積回路であっても、あるいはその組み合わせであってもよい。なお、制御部 4 1 が供給設備 3 の供給設備情報および生産設備 1 の生産設備情報に基づいて、生産設備情報のうちの製品の生産計画情報を、供給設備 3 を考慮した適切な生産計画情報に変更する生産計画変更方法の詳細は後述する。また、以下の説明において制御部 4 1 は、制御処理をソフトウェアにて実現する CPU であるとする。

[0022] ストレージ 4 2 は、制御部 4 1 が実行する各種プログラム、制御部 4 1 が各種プログラムを実行する際に参照するデータ、および制御部 4 1 が各プログラムを実行する結果として作成されるデータなどが記憶される記憶装置である。本発明の実施の形態 1 では、プログラムとして制御部 4 1 が生産設備 1 の生産設備情報および供給設備 3 の供給設備情報に基づいて製品の生産計画情報を変更する生産計画変更プログラム 4 2 1 が記憶されている。ストレージ 4 2 は、例えばフラッシュメモリ、ROM (Read Only Memory)、ハードディスク (hard disk drive、HDD)、ソリッドステートドライブ (solid s

tate drive、SSD)あるいはメモリカードリーダーライタ (memory card reader / writer)などの不揮発性メモリである。

[0023] メモリ43は、制御部41がプログラムの処理を実行する際に直接アクセスする記憶装置であり、ストレージ42に記憶された各種プログラムとデータがコピーされ一時的に記憶される。メモリ43は、例えばRAM (Random Access Memory)などの揮発性メモリである。なお、制御部41は、通常ストレージ42に記憶された各種プログラムをメモリ43に一時的に記憶し、順次メモリ43から読み込むことで、各種プログラムを実行する。

[0024] 通信部44は、データを受信する受信機とデータを送信する送信機を備え、外部と通信する装置であり、制御部41は通信部44を介して供給設備3から供給設備情報を取得し、生産制御装置2および表示装置5へ製品の生産計画情報を出力する。

[0025] 入力部45は、ユーザからの入力を受け付ける装置であり、例えばキーボード、マウス、タッチパッド、あるいは表示機能を有しているタッチパネルである。

[0026] 次に、制御部41が生産設備1の生産設備情報および供給設備3の供給設備情報に基づいて、製品の生産計画情報を変更する生産計画変更方法について説明する。ここで、製品の生産計画情報を変更するために、制御部41は、生産設備1の生産設備情報および供給設備3の供給設備情報に基づいて製品の生産計画を変更する生産計画変更処理を実施する。なお、生産計画変更処理は、ストレージ42に記憶されている生産計画変更プログラム421を制御部41が実行することによって実施される。

[0027] 図3は、本発明の実施の形態1における生産スケジューリング装置の制御部の機能構成の一例を示す構成図である。図3に示すように、制御部41は生産設備運転状態を計算する生産設備運転状態計算部411、通信を制御する通信制御部412、供給設備運転状態を計算する供給設備運転状態計算部413、生産設備1および供給設備3にて消費する資源の総計を計算する資源消費計算部414、生産設備1および供給設備3にて消費する資源の費用

を計算する費用計算部415、生産計画を変更する必要があるか否かを判定する判定部416、および生産計画を変更する生産計画変更部417を有している。また、図3には説明のため、メモリ43、生産制御装置2、供給設備3、および表示装置5を図示している。ここで、メモリ43は制御部41が生産計画変更プログラム421を実行する過程で生成されるデータベースである供給計算データベース432、およびストレージ42に記憶されたデータベースを一時的にコピーした生産計算データベース431、費目データベース433、消費目標データベース434、および生産計画変更データベース435を有している。図3において、各機能ブロックの処理の流れが実線矢印で、そしてデータの流れが破線矢印で示されている。なお、生産計算データベース431および供給計算データベース432は、定期的にストレージ42にコピーされ、記憶される。

[0028] 生産設備運転状態計算部411は、メモリ43に記憶された生産計算データベース431から取得した生産設備1に関連する生産設備情報に基づいて、生産設備1の運転状態を示す生産設備運転状態を計算し、生産設備運転状態情報を作成する。ここで、生産設備情報は、製品を生産する生産工程を示す工程情報、各生産工程の単位時間当たりの生産能力を示す生産能力情報、各生産工程が有する設備動作を示す工程動作情報、各生産工程に係る生産設備1の設備動作にかかる時間を示す設備動作情報、製品の生産を開始する開始時間および生産する生産数量を示す生産計画情報、計算に用いる生産設備1の運転可能時間を示す計算時間情報、運転状態を計算する単位時間を示す計算単位時間情報、および各生産工程にて消費する資源を示す生産資源情報から構成される。

[0029] まず、図4から図14を用いて生産設備情報である工程情報、生産能力情報、工程動作情報、設備動作情報、生産計画情報、計算時間情報、計算単位時間情報、および生産資源情報について説明する。なお、以下において、供給設備3は、資源である圧縮空気を生産設備1に供給する圧縮空気供給設備、および資源である水を生産設備1に供給し、かつ一度使用した水を浄水し

て、再度使用できるようにする水再利用設備であるとする。

[0030] 図4は、本発明の実施の形態1における工程情報の一例を示すデータ構成図である。図4(a)は製品Aに関する工程情報であり、図4(b)は製品Bに関する工程情報である。ここで、製品Aと製品Bは異なる製品である。図4において、工程情報は、処理を実施する対象である生産工程を示す生産工程、生産工程より一つ前に処理を実施する前工程、および生産工程より一つ後に処理を実施する後工程の3つの情報より構成されている。ここで、組立は各部品を製品として組み立てる組立工程を示し、塗装は各部品の表面に装飾あるいは保護の目的で塗料による被膜を形成する塗装工程を示し、検査は生産された製品の品質が基準を満たしているかを検査する検査工程を示している。また、図において、前工程が開始である生産工程が最初の工程であることを示し、後工程が終了である生産工程が最後の工程であることを示している。

[0031] 図4(a)に示すように、製品Aに関する生産工程情報は、組立、塗装、および検査の3つの工程を有しており、工程順序が組立、塗装、検査の順である。一方、図4(b)に示すように、製品Bに関する生産工程情報も組立、塗装、および検査の3つの工程を有しており、工程順序が塗装、組立、検査の順である。

[0032] 図5は、本発明の実施の形態1における生産工程の順序を示す説明図である。図5は、図4に示す製品Aおよび製品Bの生産工程情報をフローで示した説明図であり、図5(a)は図4(a)に示す製品Aを示す説明図であり、図5(b)は図4(b)に示す製品Bを示す説明図である。図5(a)に示すように、製品Aの生産工程は、工程の開始から組立工程、塗装工程、検査工程の順に工程を経て、工程を終了する。一方、図5(b)に示すように、製品Bの生産工程は、工程の開始から塗装工程、組立工程、検査工程の順に工程を経て、工程を終了する。

[0033] 図6は、本発明の実施の形態1における生産能力情報の一例を示すデータ構成図である。図6において、生産能力情報は、処理を実施する対象である

生産工程を示す生産工程、処理を実施する対象である製品を示す対象製品、および生産工程により 1 時間に処理可能な製品の数量を示す生産能力の 3 つの情報から構成されている。図 6 に示すように、対象製品が製品 A である場合、組立工程および塗装工程は 30 個／時間の生産能力を有し、対象製品が製品 B である場合、組立工程および塗装工程は 20 個／時間の生産能力を有している。また、検査工程は、対象製品が製品 A および製品 B のいずれにおいても、30 個／時間の生産能力を有している。なお、図 6 において、生産能力が生産工程により 1 時間に処理可能な製品の数量を示す場合について説明しているが、生産能力は 1 時間に処理可能な製品の数量に限定されず、1 日、2 時間以上、あるいは 1 時間未満などの所定の時間に処理可能な製品の数量であっても、1 つの製品を生産するのにかかる時間であってもよい。

[0034] 図 7 は、本発明の実施の形態 1 における工程動作情報の一例を示すデータ構成図である。図 7 において、工程動作情報は、処理を実施する対象である生産工程を示す生産工程および生産工程に係る生産設備 1 の動作を示す設備動作の 2 つの情報から構成されている。設備動作において、起動は生産工程に係る生産設備 1 を起動する動作であり、組立処理は生産工程に係る生産設備 1 が製品を組み立てる動作であり、塗装処理は生産工程に係る生産設備 1 が製品を塗装する動作であり、検査処理は生産工程に係る生産設備 1 が製品を検査する動作であり、待機とは生産工程において処理する製品が無く処理を実施せずに生産設備 1 を待機状態とする動作であり、終了処理は生産工程に係る生産設備 1 が各生産工程の処理を終了するために実施する動作であり、停止は各生産工程に係る生産設備 1 を停止する動作である。なお、組立処理および塗装処理は製品の種類ごとに異なる動作である。図 7 に示すように、例えば組立工程は起動、製品 A 組立処理、製品 B 組立処理、待機、終了処理、および停止の 6 つの設備動作を有している。

[0035] 図 8 は、本発明の実施の形態 1 における設備動作情報の一例を示すデータ構成図である。図 8 において、設備動作情報は、処理を実施する対象である生産工程を示す生産工程、各生産工程に係る生産設備 1 の動作を示す設備動

作、および各設備動作にかかる時間を示す動作時間の3つの情報から構成されている。ここで、図7に示す設備動作のうち、組立処理、塗装処理、検査処理、および待機については、所定の動作時間はなく、生産する製品の種類および数量によって変化するため、設備動作情報には含まれない。図8に示すように、例えば組立工程において、起動の動作時間は1時間であり、終了処理の動作時間は1時間であり、停止の動作時間は0時間である。つまり、組立工程に係る生産設備1において、停止の動作には時間がかからないことを示している。

[0036] 図9は、本発明の実施の形態1における生産計画情報の一例を示すデータ構成図である。図9において、生産計画情報は、処理を実施する対象である製品を示す対象製品、生産設備1において対象製品の生産を開始する日時を示す生産開始日時、および生産設備1において生産する対象製品の数量を示す生産数量の3つの情報から構成されている。ここで、生産開始日時は、指定された日時以降に対象製品の生産を開始することを示している。図9に示すように、例えば製品Aは、生産開始日時が2018/07/01 09:00であり、生産数量は60個である。つまり、生産計画情報は、生産設備1は製品Aを2018/07/01 09:00以降に生産を開始し、生産数量は60個であることを示している。

[0037] 図10は、本発明の実施の形態1における計算時間情報の一例を示すデータ構成図である。図10において、計算時間情報は、生産工程の処理の開始あるいは処理の終了を示す生産処理、および生産処理の処理可能日時を示す生産処理日時の2つの情報から構成される。ここで、生産処理日時は、生産処理が開始の場合に生産工程の処理を開始することのできる日時を、生産処理が終了の場合に生産工程の処理を終了しなければならない日時を示している。図10に示すように、生産設備1における各生産工程の処理は2018/07/01 00:00時より開始することができ、生産設備1における各生産工程の処理は2018/07/01 23:59までに終了しなければならない。

[0038] 図11は、本発明の実施の形態1における計算単位時間情報の一例を示すデータ構成図である。図11において、計算単位時間情報は、生産設備運転状態計算部411が生産設備1における生産工程の処理状態を計算する単位時間を示す計算単位時間から構成されている。図11に示すように、生産設備運転状態計算部411は生産設備1における生産工程の生産設備運転状態を3,600秒ごとに計算する。なお、計算単位時間が3,600秒である場合について説明しているが、計算単位時間は3,600秒であることに限定されず、例えば7,200秒、10,800秒など任意の時間であってもよい。

[0039] 図12から図14は、各生産工程の生産資源情報のデータ構成を示している。図12は、本発明の実施の形態1における組立工程における生産資源情報の一例を示すデータ構成図である。図13は、本発明の実施の形態1における塗装工程における生産資源情報の一例を示すデータ構成図である。図14は、本発明の実施の形態1における検査工程における生産資源情報の一例を示すデータ構成図である。

[0040] 図12から図14において、生産資源情報は、処理を実施する対象である生産工程を示す生産工程、生産工程に係る生産設備1の動作を示す設備動作、設備動作にて消費する資源を示す資源、資源の消費量を示す消費量、資源を供給する供給設備3を示す供給設備、および資源に対応した費用上の名称を示す費目の6つの情報から構成されている。

[0041] 図12から図14に示すように、組立工程では、資源として電気、作業者、ネジ、および圧縮空気を消費し、塗装工程では資源として電気、作業者、塗料A、塗料B、および水を消費し、検査工程では、資源として電気および作業者を消費する。なお、作業者は各設備動作において生産設備1にて作業を実施する人であり、1hは1時間(h)に1人の作業者が作業することを示している。また、図12に示すように、例えば組立工程の製品A組立処理は、資源として電気、ネジ、圧縮空気、および作業者の4つの資源を消費する。

- [0042] 次に図 1 5 から図 1 7 を用いて、生産設備運転状態計算部 4 1 1 が生産設備 1 の運転状態、つまり、生産設備 1 が実施する生産工程の処理状態を計算する方法について説明する。なお、以下において、生産工程間の生産物の輸送にかかる時間は各生産工程の生産処理の時間に含まれており、生産工程間の生産物の輸送は 1 時間ごとにまとめて実施され、各生産工程にて生産された生産物は次の生産工程に輸送されるとする。
- [0043] 生産設備運転状態計算部 4 1 1 は、生産設備情報、つまり、図 4、および図 6 から図 1 4 に示す工程情報、生産能力情報、工程動作情報、設備動作情報、生産計画情報、計算時間情報、計算単位時間情報、および生産資源情報に基づいて、生産工程ごとに生産設備運転状態を計算する。例えば以下において、生産設備運転状態計算部 4 1 1 が組立工程について生産設備運転状態を計算する場合について説明する。
- [0044] まず、生産設備運転状態計算部 4 1 1 は、メモリ 4 3 の生産計算データベース 4 3 1 から生産設備情報、つまり、図 4、および図 6 から図 1 4 に示す工程情報、生産能力情報、工程動作情報、設備動作情報、生産計画情報、計算時間情報、計算単位時間情報、および生産資源情報を取得する。
- [0045] 生産設備運転状態計算部 4 1 1 は、図 4 に示す工程情報より各製品の生産工程と生産工程の工程順序を取得する。例えば、生産設備運転状態計算部 4 1 1 は、製品 A の生産工程が組立、塗装、および検査の 3 つであり、工程順序が組立、塗装、検査の順であることを取得し、製品 B の生産工程が組立、塗装、および検査の 3 つであり、工程順序が塗装、組立、検査の順であることを取得する。
- [0046] そして、生産設備運転状態計算部 4 1 1 は、図 6 に示す生産能力情報より製品 A の組立工程の生産能力が 1 時間に 3 0 個の処理を実施でき、製品 B の組立工程の生産能力が 1 時間に 2 0 個の処理を実施できることを取得する。また、生産設備運転状態計算部 4 1 1 は、図 7 に示す工程動作情報より製品 A の組立工程の設備動作が、起動、製品 A 組立処理、待機、終了処理、および停止の 5 つであり、製品 B の組立工程の設備動作が、起動、製品 B 組立処

理、待機、終了処理、および停止の5つであることを取得する。ここで、生産設備運転状態計算部411は取得した生産能力と設備動作の情報に基づいて、製品Aの組立工程の製品A組立処理が1時間に30個の処理であるとする。

[0047] さらに、生産設備運転状態計算部411は、図8に示す設備動作情報より、組立工程の起動の設備動作に1時間、終了処理の設備動作に1時間、および停止の設備動作に0時間かかることを取得する。また、生産設備運転状態計算部411は、図9に示す生産計画情報より製品Aの生産開始日時が2018/07/01 09:00で生産数量が60個であること、および生産Bの生産開始日時が2018/07/01 13:00で生産数量が60個であることを取得する。

[0048] さらに、生産設備運転状態計算部411は、図10に示す計算時間情報より、生産設備1における生産工程を2018/07/01 00:00から開始することができること、および生産設備1における生産工程を2018/07/01 23:59までに終了しないといけないことを取得する。また、生産設備運転状態計算部411は、図11に示す計算単位時間情報より、生産設備運転状態計算部411が3,600秒ごとに生産設備1の生産設備運転状態を計算することを取得する。最後に、生産設備運転状態計算部411は、図12から図14に示す生産資源情報より、各生産工程において消費する資源の名称、資源の消費量、資源を供給する供給設備、および資源に対応する費目を取得する。

[0049] 次に、生産設備運転状態計算部411は、取得した各種情報に基づいて生産設備1の生産設備運転状態を計算する。生産設備運転状態計算部411は、取得した各製品の生産開始日時および生産工程の工程順序に基づいて、製品Aの組立工程を2018/07/01 09:00より、製品Bの組立工程を2018/07/01 14:00より開始することを算出する。ここで、製品Bの生産が14:00より開始するのは、製品Bの塗装工程が13時より開始し、塗装工程における生産物が14:00に組立工程に輸送され

るためである。

[0050] また、生産設備運転状態計算部411は、取得した生産能力と設備動作の情報に基づいて、製品Aの組立工程の製品A組立処理が1時間に30個の処理であり、製品Bの組立工程の製品B組立処理が1時間に20個の処理であることを算出する。これにより、製品A組立処理が2018/07/01 09:00に開始し、2018/07/01 11:00に終了すること、製品B組立処理が2018/07/01 14:00に開始し、2018/07/01 17:00に終了することが算出される。

[0051] さらに、生産設備運転状態計算部411は、取得した各製品の組立工程の設備動作の情報および各設備動作の動作時間に基づいて、製品Aの生産を2018/07/01 09:00に開始するために、2018/07/01 08:00に起動の設備動作を実施すること、2018/07/01 11:00から14:00まで待機の設備動作を実施すること、および終了処理の設備動作を17:00に開始し、18:00に終了すること、停止の設備動作を18:00に実施することを導出する。

[0052] 最後に、生産設備運転状態計算部411は、取得した各生産工程において消費する資源の名称、資源の消費量、資源を供給する供給設備、および資源に対応する費目に基づいて、各生産工程において消費する資源の名称、資源の消費量、資源を供給する供給設備、および資源に対応する費目を、各生産工程の各設備動作に対応付ける。

[0053] 生産設備運転状態計算部411が計算した生産設備1の組立工程の生産設備運転状態をまとめた結果を図15に示す。図15は、本発明の実施の形態1における組立工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。図15において、組立工程の生産設備運転状態情報は、処理を実施する対象である生産工程を示す生産工程、生産工程に係る生産設備1が動作する動作日時を計算単位時間ごとに示した動作日時、生産する製品を示す製品名、生産する製品の数量を示す生産数量、生産工程に係る生産設備1の動作を示す設備動作、および各設備動作にて消費する資源と消費数量を示す消費資

源の6つの情報から構成されている。ここで、消費資源の名称は消費する資源の費目の名称となっている。

[0054] 生産設備運転状態計算部411が生産設備1の組立工程の生産設備運転状態を計算した方法と同様の方法にて、生産設備運転状態計算部411は生産設備1の塗装工程の生産設備運転状態および生産設備1の検査工程の生産設備運転状態を計算する。図16は、本発明の実施の形態1における塗装工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。図17は、本発明の実施の形態1における検査工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[0055] なお、上記において、生産設備運転状態計算部411がメモリ43の生産計算データベース431から生産設備情報を取得する際に取得順序があるように、また取得した生産設備情報に基づいて、生産設備運転状態を計算する際に計算順序があるように説明しているが、これらの順序は説明のための一例であり、生産設備運転状態計算部411が生産設備情報を取得する取得順序および取得した生産設備情報に基づいて生産設備運転状態を計算する計算順序は上記に説明の順序に限定されず、任意の順序あるいは同時に実施してもよい。

[0056] 次に、生産設備運転状態計算部411は、作成した生産設備運転状態情報をメモリ43の生産計算データベース431に記憶する。

[0057] 図3に戻って、通信制御部412は、通信部44を介して生産制御装置2、供給設備3、および表示装置5との情報の送受信に係る通信を制御する。まず、通信制御部412は、メモリ43の生産計算データベース431から図15から図17に示す生産設備運転状態情報を取得し、取得した生産設備運転状態情報から、供給設備が対応付けられた消費資源の消費数量とその消費資源を消費する設備動作の動作日時を抽出し、抽出した消費資源を供給する供給設備3に対して、動作日時に消費数量の消費資源を供給する場合の供給設備3に関連する供給設備情報を要求する指示を出力する。例えば、組立工程において製品Aを生産する場合に通信制御部412が供給設備3に出力

する指示は、図 15 に示す生産設備運転状態情報に基づいて、供給設備 3 である圧縮空気供給設備から、2018/07/01 09:00 および 2018/07/01 10:00 に 150L の圧縮空気を供給する場合の供給設備 3 である圧縮空気供給設備に関連する供給設備情報を要求するものである。なお、供給設備 3 に関連する供給設備情報の詳細は後述する。

[0058] その後、通信制御部 412 は、供給設備 3 から供給設備情報を取得し、取得した供給設備情報をメモリ 43 に供給計算データベース 432 として記憶する。ここで、供給設備情報は、供給設備 3 の設備動作の計画を示す供給設備動作計画情報、および各供給設備 3 にて消費する資源を示す供給資源情報の 2 つの情報から構成されている。なお、供給資源情報は通信制御部 412 が供給設備 3 から取得する供給設備情報に含まれておらず、元々メモリ 43 の供給計算データベース 432 に記憶されていてもよい。

[0059] 図 18 および図 19 は各供給設備 3 の供給設備動作計画情報のデータ構成を示しており、図 20 および図 21 は各供給設備 3 の供給資源情報のデータ構成を示している。図 18 は、本発明の実施の形態 1 における圧縮空気供給設備の供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。図 19 は、本発明の実施の形態 1 における水再利用設備の供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。図 20 は、本発明の実施の形態 1 における圧縮空気供給設備の供給資源情報の一例を示すデータ構成図である。図 21 は、本発明の実施の形態 1 における水再利用設備の供給資源情報の一例を示すデータ構成図である。

[0060] 図 18 において、供給設備 3 である圧縮空気供給設備における供給設備動作計画情報は、圧縮空気供給設備が動作する動作日時を計算単位時間ごとに示した動作日時、圧縮空気の供給量を示す供給量、および圧縮空気供給設備の動作を示す設備動作の 3 つの情報から構成されている。ここで、設備動作の圧縮処理は、空気を圧縮して生産設備 1 へ供給する動作を示す処理である。また、図 19 において、供給設備 3 である水再利用設備における供給設備動作計画情報は、水再利用設備が動作する動作日時を計算単位時間ごとに示

した動作日時、水の供給量を示す供給量、供給する水のうち水再利用設備にて再利用処理を実施した再利用水の水量を示す再利用水、供給する水のうち水道などからの給水された水量を示す給水、および水再利用設備の動作を示す設備動作の5つの情報から構成されている。

[0061] 例えば、図18に示すように、供給設備3が圧縮空気供給設備である場合、図15に示す生産設備1の組立工程における生産設備運転状態情報に従うと、圧縮空気供給設備は2018/07/01 09:00に設備動作として150Lの圧縮空気を供給する圧縮処理を実施することになる。

[0062] 次に、図20および図21において、供給資源情報は、資源を供給する供給設備3を示す供給設備、供給設備3の動作を示す設備動作、各設備動作にて消費される資源を示す資源、資源の消費量を示す消費量、および資源に対応した費用上の名称を示す費目の5つの情報から構成される。ここで、圧縮空気および再利用水が資源として記載されていないのは、圧縮空気および再利用水は費用のかからない、つまり費目の無い資源であるため、消費量を考慮する必要が無いためである。また、費目の給水は、費用のかかる水に設定される費目である。

[0063] 図3に戻って、通信制御部412は、生産計画変更部417から取得した生産計画に関する生産計画情報を、通信部44を介して生産制御装置2および表示装置5に出力する。なお、生産計画変更部417から取得する生産計画情報の詳細は後述する。

[0064] 供給設備運転状態計算部413は、メモリ43の供給計算データベース432から供給設備情報を取得し、取得した供給設備情報に基づいて供給設備3の供給設備運転状態を計算する。例えば以下において、供給設備運転状態計算部413が供給設備3である圧縮空気供給設備について供給設備運転状態を計算する場合について説明する。

[0065] まず、供給設備運転状態計算部413は、メモリ43の供給計算データベース432から供給設備3である圧縮空気供給設備の供給設備情報である、図18に示す供給設備動作計画情報と図21に示す供給資源情報を取得する

。次に供給設備運転状態計算部413は、取得した供給設備動作計画情報と供給資源情報とに基づいて、圧縮空気供給設備の供給設備運転状態を計算し、供給設備運転状態情報を作成する。

[0066] 図22は、本発明の実施の形態1における圧縮空気供給設備の供給設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。図22において、圧縮空気供給設備の供給設備運転状態情報は、供給設備、動作日時、供給量、設備動作、および各設備動作にて消費される資源の名称および消費する消費量を示す消費資源の5つの情報から構成される。ここで、消費資源の名称は消費する資源の費目の名称であり、電気となっている。図22に示すように、例えば2018/07/01 09:00の動作日時において、圧縮空気供給設備は、圧縮空気の供給量が150Lであり、設備動作が圧縮処理であり、消費資源が500Whの電気である。

[0067] 供給設備運転状態計算部413は、圧縮空気供給設備の場合と同様に、水再利用設備についても供給設備運転状態を計算する。図23は、本発明の実施の形態1における水利用設備の供給設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。図23に示すように、水利用設備の消費資源は電気と給水である。

[0068] 供給設備運転状態計算部413は、作成した供給設備3の供給設備運転状態情報をメモリ43の供給計算データベース432に記憶する。

[0069] 図3に戻って、資源消費計算部414は、メモリ43の生産計算データベース431から生産設備1の生産設備運転状態情報を、供給計算データベース432から供給設備3の供給設備運転状態情報を取得し、取得した生産設備運転状態情報と供給設備運転状態情報とに基づいて、生産設備1および供給設備3にて消費する資源の総計を計算し、資源消費情報を作成する。

[0070] 図24は、本発明の実施の形態1における資源消費情報の一例を示すデータ構成図である。図24において、資源消費情報は、生産設備1の生産設備運転状態情報および供給設備3の供給設備運転状態情報に従った場合に消費される資源を示す消費資源、および消費資源の消費数量を示す消費量の2つ

の情報から構成される。ここで、消費資源の名称は消費する費目の名称である。また、図24に示す資源消費情報は、図15から図17に示す生産設備1の生産設備運転状態情報および図22と図23に示す供給設備3の供給設備運転情報に従った場合の資源消費情報である。図24に示すように、例えばネジは1,500本消費され、電気は48,000Wh、労務費は23h消費される。

[0071] 図3に戻って、費用計算部415は、資源消費計算部414から資源消費情報を、メモリ43の費目データベース433から費目情報を取得し、取得した資源消費情報と費目情報に基づいて、生産設備1および供給設備3にて必要となる費用の合計を計算し、費用情報を作成する。

[0072] 図25は、本発明の実施の形態1における費目情報の一例を示すデータ構成図である。図25において、費目情報は資源に対応した費用上の名称を示す費目、および各費目の費用単価を示す費用の2つの情報から構成される。図25に示すように、例えばネジは1本10円であり、電気は1Wh0.02円であり、労務費は1時間1000円である。なお、図25において、各費目は1つの費用のみを有している場合について説明しているが、各費目は1つの費用のみを有している場合に限定されず、各費目は選択条件のある2つ以上の費用を有していてもよい。2つ以上の費用を有している例としては、例えば労務費において、08:00から17:00は1,000円/hであり、17:00から08:00は1,500円/hであるなど、労働時間を条件として2つの費用を有する場合などである。

[0073] 図26は、本発明の実施の形態1における費用情報の一例を示すデータ構成図である。

図26において、費用情報は資源に対応した費用上の名称を示す費目、資源の消費量を示す消費量、および費目の費用の合計を示す費用合計の3つの情報から構成される。ここで、費用合計は、費用計算部415が図24に示す資源消費情報と図25に示す費目情報に基づいて計算したもので、費目の費用単価に消費量を掛け合わせた値である。また、費目の総費用は、全ての費

目の費用合計を総計したものであり、生産設備 1 および供給設備 3 にて必要となる費用の総計である。図 26 に示すように、総費用は 71,960 円である。

[0074] 図 3 に戻って、判定部 416 は、費用計算部 415 から費用情報を、メモリ 43 の消費目標データベース 434 から消費目標情報を取得し、取得した費用情報と消費目標情報とに基づいて、生産計画情報を変更する必要があるか否かを判定する。ここで、消費目標情報は費用情報の総費用と比較する、資源の消費目標値を費用に換算した値であり、判定部 416 は、費用情報の総費用が消費目標情報以下の場合は生産計画情報を変更する必要があると判定し、費用情報の総費用が消費目標情報より大きい場合は生産計画情報を変更する必要があると判定する。なお、消費目標情報の値は、ユーザが要求する適切な省資源を実現する値に従って任意に設定した値である。

[0075] 例えば、消費目標情報が 71,960 円よりも大きい場合、判定部 416 は図 26 に示す費用情報の総費用と比較して、生産計画情報を変更する必要があると判定し、消費目標情報が 71,960 円以下の場合、判定部 416 は生産計画情報を変更する必要があると判定する。

[0076] 生産計画変更部 417 は、判定部 416 から取得した判定の結果が生産計画情報を変更する必要があるとの判定の場合は、特に処理を実施しない。この場合、通信制御部 412 が、生産計画情報を生産制御装置 2 および表示装置 5 に出力する。

[0077] 一方、生産計画変更部 417 は、判定部 416 から取得した判定の結果が生産計画情報を変更する必要があるとの判定の場合は、メモリ 43 の生産計画変更データベース 435 から生産計画変更情報を取得し、取得した生産計画変更情報に基づいて生産計画情報を変更する。また、生産計画変更部 417 は、変更した生産計画情報をメモリ 43 の生産計算データベース 431 に記憶する。この場合、生産設備運転状態計算部 411 は、生産設備 1 の生産設備運転状態を再度計算する。

[0078] 図 27 は、本発明の実施の形態 1 における生産計画変更情報の一例を示す

データ構成図である。図 27 において、生産計画変更情報は、処理を実施する優先順位を示す優先度、および実施する生産計画変更処理を示す生産計画変更処理の 2 つの情報から構成される。生産計画変更部 417 は、図 27 に示す生産計画変更情報の優先度の順番に従って、生産計画変更処理を実施し、変更した生産計画情報をメモリ 43 の生産計算データベース 431 に記憶する。その後、制御部 41 の各機能構成部は、処理を再度実施する。その結果、判定部 416 が生産計画情報を変更する必要があると判定するまで、生産計画変更部 417 は総当たりにて生産計画変更処理を実施する。

[0079] ここで、生産開始日時変更処理は、図 9 に示す生産計画情報の生産開始日時を図 11 に示す計算単位時間情報の計算単位時間、前後の時間に変更する処理である。なお、各対象製品に対して生産が禁止されている生産開始日時が設定されている場合、あるいは変更後の時間に他の製品が既に計画されている場合は、生産開始日時はその時間を除いた時間にのみ変更されることになる。例えば生産計画変更部 417 は、生産開始日時変更処理により、図 9 に示す生産計画情報において製品 A の生産開始日時を 2018/07/01 10:00 に変更する処理を実施する。

[0080] また、生産平準化処理は、図 9 に示す生産計画情報における各対象製品の生産計画を複数に分散させる処理である。なお、各対象製品に対して生産が禁止されている生産開始日時が設定されている場合、あるいは分散後の時間に他の製品が既に計画されている場合は、生産開始日時はその時間を除いた時間にのみ変更されることになる。例えば生産計画変更部 417 は、生産平準化処理により、図 9 に示す生産計画情報において製品 A の生産計画である生産開始日時 2018/07/01 09:00 に生産数量 60 個の計画を、生産開始日時 2018/07/01 09:00 に生産数量 30 個と生産開始日時 2018/07/01 16:00 に生産数量 30 個に分散させる処理を実施する。

[0081] また、生産詰込処理は、図 9 に示す生産計画情報における各対象製品において複数に分散された生産計画を集約する処理である。なお、各対象製品に

対して生産が禁止されている生産開始日時が設定されている場合、あるいは集約後の時間に他の製品が既に計画されている場合は、生産開始日時はその時間を除いた時間にのみ変更されることになる。例えば図9に示す生産計画情報において各対象製品が分散して計画されていた場合、生産計画変更部417は、分散された生産計画を集約する処理を実施する。

[0082] 生産計画変更部417が図9に示す生産計画情報を図27に示す生産開始日時変更処理に従って、変更した後の生産計画情報を図28に示す。図28は、本発明の実施の形態1における変換後の生産計画情報の一例を示すデータ構成図である。図28に示すように、生産計画変更部417は図9に示す生産計画情報における製品Aの生産計画を変更し、生産開始日時を1時間後の2018/07/01 10:00に変更している。

[0083] 生産計画変更部417は、図28に示す変換後の生産計画情報をメモリ43の生産計算データベース431に記憶し、生産設備運転状態計算部411に生産設備1の生産設備運転状態を再度計算することを命令する指示を出力する。その後、図28に示す変換後の生産計画情報に基づいて、生産設備運転状態計算部411、通信制御部412、供給設備運転状態計算部413、資源消費計算部414、費用計算部415、判定部416、および生産計画変更部417の処理を実施する。なお、生産設備運転状態計算部411、通信制御部412、供給設備運転状態計算部413、資源消費計算部414、費用計算部415、判定部416、および生産計画変更部417における処理は判定部416が生産計画情報を変更する必要がないと判定するまで継続されることになる。

[0084] 図28に示す変換後の生産計画情報に基づいて再度計算を実施した結果である変換後の費用情報を図29に示す。図29は、本発明の実施の形態1における変換後の費用情報の一例を示すデータ構成図である。図29に示すように、図26に示す費用情報と比較し、電気が1,700Wh、労務費が1h減っており、総費用が1,034円安い70,926円となる。この結果、消費目標情報が71,960円以下、例えば71,000円の場合におい

ても、判定部416は生産計画情報を変更する必要がないと判定し、処理を終了することになる。

[0085] 以上のように、制御部41の生産設備運転状態計算部411、通信制御部412、供給設備運転状態計算部413、資源消費計算部414、費用計算部415、判定部416、および生産計画変更部417によって処理を実施することによって、生産計画情報をユーザが要求する適切な省資源を実現する生産計画情報に変更することができ、環境を考慮した生産計画を作成することができる。

[0086] 次に制御部41の生産計画変更処理の流れについて説明する。図30は、本発明の実施の形態1における生産計画変更処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0087] まず、制御部41はユーザからの生産計画変更処理の要求を受信する、あるいは自動にて生産計画変更処理を開始する。ユーザが生産計画変更処理の開始を要求する方法としては、例えば入力部45として生産計画変更処理の開始ボタンを備え、ユーザが該当のボタンを押下する方法など任意の方法であってよい。制御部41が自動にて生産計画変更処理を開始する方法としては、例えば図9に示す生産計画情報がストレージ42に記憶されたことを契機に生産計画変更処理を開始する方法など任意の方法であってよい。

[0088] ステップS101では、生産設備運転状態計算部411が生産設備情報に基づいて生産設備運転状態情報を作成し、生産計算データベース431に記憶する。ここで、生産設備情報は、メモリ43の生産計算データベース431に記憶された情報であり、図4から図14に示す、工程情報、生産能力情報、工程動作情報、設備動作情報、生産計画情報、計算時間情報、計算単位時間情報、および生産資源情報の8つの情報から構成される情報である。また、生産設備運転状態情報は、図15から図17に示す情報である。

[0089] 次に、ステップS102では、通信制御部412がステップS101にて作成された生産設備運転状態情報に基づいて供給設備3に対する指示を生成し、出力する。ここで、通信制御部412が生成する指示は、生産設備運転

状態情報に基づいて、供給設備 3 に対して供給設備情報を要求することを命令する指示である。

[0090] 次に、ステップ S 1 0 3 では、通信制御部 4 1 2 が通信部 4 4 を介して供給設備 3 から供給設備情報を取得し、供給計算データベース 4 3 2 に記憶する。ここで、供給設備情報は、図 1 8 から図 2 1 に示す、供給設備動作計画情報、および供給資源情報の 2 つの情報から構成されている。

[0091] 次に、ステップ S 1 0 4 では、供給設備運転状態計算部 4 1 3 が供給設備情報に基づいて供給設備運転状態情報を作成し、供給計算データベース 4 3 2 に記憶する。ここで、供給設備運転状態情報は、図 2 2 と図 2 3 に示す情報である。

[0092] 次に、ステップ S 1 0 5 では、資源消費計算部 4 1 4 が生産設備運転状態情報と供給設備運転状態情報に基づいて、資源消費情報を作成する。ここで、資源消費情報は、図 2 4 に示す情報である。

[0093] 次に、ステップ S 1 0 6 では、費用計算部 4 1 5 が資源消費情報と費目情報に基づいて、費用情報を作成する。ここで、費目情報はメモリ 4 3 の費目データベース 4 3 3 に記憶された情報であり、図 2 5 に示す情報である。また、費用情報は、図 2 6 に示す情報である。

[0094] 次に、ステップ S 1 0 7 では、判定部 4 1 6 が費用情報と消費目標情報に基づいて、生産計画情報を変更する必要があるか否かを判定し、生産計画情報を変更する必要がある場合（N o）はステップ S 1 0 9 に移行し、生産計画情報を変更する必要がある場合（Y e s）はステップ S 1 0 8 に移行する。ここで、消費目標情報は、メモリ 4 3 の消費目標データベース 4 3 4 に記憶された情報であり、ユーザが要求する適切な省資源を実現する値に従って任意に設定した資源の消費目標値を費用に換算した値である。また、判定部 4 1 6 は、費用情報と消費目標情報を比較し、費用情報の総費用が消費目標情報以下の場合には生産計画情報を変更する必要があると判定し、費用情報の総費用が消費目標情報よりも大きい場合は生産計画情報を変更する必要があると判定する。

- [0095] ステップS 1 0 8では、生産計画変更部4 1 7が生産計画変更情報に基づいて生産計画情報を変更し、生産計算データベース4 3 1に記憶し、ステップS 1 0 1に移行する。ここで、生産計画変更情報は図2 7に示す情報であり、生産計画変更部4 1 7は優先度の順番に従って、生産計画変更処理を実施する。その結果、ステップS 1 0 7にて判定部4 1 6が生産計画情報を変更する必要があると判定するまで、生産計画変更部4 1 7は総当たりにて生産計画変更処理を実施する。
- [0096] ステップS 1 0 9では、通信制御部4 1 2が生産計画情報を生産制御装置2および表示装置5に出力する。
- [0097] 以上のように、実施の形態1の生産スケジューリング装置4によれば、生産設備1に資源を供給する供給設備3の運転状態を考慮することで、環境を考慮した生産計画を作成することができる。
- [0098] なお、生産設備運転状態計算部4 1 1が生産設備運転状態を計算する方法として、各生産工程の生産処理に生産工程間の生産物の輸送にかかる時間を含む情報に基づいて計算する方法について説明しているが、各生成工程の生産処理に生産工程間の生産物の輸送にかかる時間を含む情報に基づいて計算する方法に限定されず、各生産工程間の生産物の輸送にかかる時間を各生産工程の生産処理とは別に定義する情報に基づいて計算してもよい。
- [0099] また、生産設備運転状態計算部4 1 1が生産設備運転状態を計算する方法として、各生産工程にて生成される生産物が1時間ごとにまとめて次の生産工程に輸送されると仮定して計算する方法について説明しているが、各生産工程にて生成される生産物が1時間ごとにまとめて次の生産工程に輸送されると仮定して計算する方法に限定されず、各生産工程にて生産された生産物を1つずつ次の生産工程に輸送するとして計算してもよい。各生産工程にて生産された生産物を個々に次の生産工程に輸送するとして計算する方法は、実施の形態1において説明したような表形式の情報に基づいて計算する方法ではなく、例えば各生産工程に投入される生産物をワークとして管理し、個々のワークの処理にかかる時間を計算する方法などがある。個々のワークの

処理かかる時間を計算する方法では、各生産工程が投入されるワークを管理する投入リストと生産工程にて処理された後のワークを管理する処理済みリストをそれぞれ有し、処理済みリストにワークが追加されると、該当のワークを次の生産工程が自身の投入リストに引き取り処理を実施するとして個々のワークを処理していく。このように各生産工程にて生産された生産物を個々に次の生産工程に輸送するとして計算する方法は、現実の状況に近い生産設備運転状態を計算することができるという効果を得ることができる。

[0100] なお、判定部416が、費用情報とユーザが任意に設定した目標値である消費目標情報を比較することで生産計画情報を変更する必要があるか否かを判定する方法について説明しているが、判定する方法は費用情報と消費目標情報を比較する方法に限定されず、予め生産計画変更部417にて生産計画情報を変更した複数の変更後の生産計画情報を生成し、生産計画情報に基づいた費用情報と複数の変更後の生産計画情報に基づいた費用情報のうち最も費用の安い生産計画情報を適切な生産計画情報と判定する方法など、1つの生産計画情報を特定することのできる判定方法であればよい。

[0101] なお、生産設備情報が工程情報、生産能力情報、工程動作情報、設備動作情報、生産計画情報、計算時間情報、計算単位時間情報、および生産資源情報の8つの情報から構成されている場合について説明しているが、生産設備情報が8つの情報から構成されることに限定されず、工程情報、生産能力情報、工程動作情報、設備動作情報、生産計画情報、計算時間情報、計算単位時間情報、および生産資源情報がさらに複数の情報に分割されていても、7つ以下の情報に統合されていてもよい。

[0102] また、供給設備情報が供給設備動作計画情報、および供給資源情報の2つの情報から構成されている場合について説明しているが、供給設備情報が2つの情報から構成されることに限定されず、供給設備動作計画情報、および供給資源情報がさらに複数の情報に分割されていても、1つの情報に統合されていてもよい。

[0103] 実施の形態2.

実施の形態 1 では、供給設備 3 が、生産制御装置 2 が制御する生産設備 1 にのみ資源を供給する設備である実施の形態について説明した。実施の形態 2 では、供給設備 3 が、生産制御装置 2 が制御する生産設備 1 以外の生産設備にも資源を供給する設備である実施の形態について説明する。なお、生産スケジューリングシステム 100 の構成、生産スケジューリング装置 4 の構成、制御部 41 の機能構成、および生産設備運転状態計算部 411、資源消費計算部 414、費用計算部 415、判定部 416、および生産計画変更部 417 における処理は実施の形態 1 と同様のため説明を省略する。また、以下において説明のない限り各種データベースに記憶された各種情報は実施の形態 1 と同じ情報であるとする。

[0104] 図 3 に示す通信制御部 412 は、メモリ 43 の生産計算データベース 431 に記憶された生産設備運転状態情報に基づいて供給設備 3 に指示を出力し、その結果、通信制御部 412 は供給設備 3 から供給設備情報を取得し、取得した供給設備情報を供給計算データベース 432 に記憶する。ここで、供給設備情報は、実施の形態 1 と異なり、供給設備 3 の設備動作の計画を示す供給設備動作計画情報、通信制御部 412 からの指示がある前の供給設備 3 の設備動作の計画を示す前供給設備動作計画情報、および各供給設備 3 にて消費する資源を示す供給資源情報の 3 つの情報から構成されている。なお、供給資源情報は通信制御部 412 が供給設備 3 から取得する供給設備情報に含まれておらず、元々メモリ 43 の供給計算データベース 432 に記憶されていてもよい。また、供給資源情報は実施の形態 1 と同様であり、図 20 および図 21 に示す情報である。

[0105] また、以下において説明する内容は供給設備 3 が圧縮空気供給設備である場合と水再利用設備である場合において共通のため、供給設備 3 が圧縮空気供給設備である例についてのみ説明する。

[0106] 図 31 は、本発明の実施の形態 2 における圧縮空気供給設備における供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。また、図 32 は、本発明の実施の形態 2 における圧縮空気供給設備における前供給設備動作計画情

報の一例を示すデータ構成図である。

[0107] 図31において、供給設備動作計画情報は、圧縮空気供給設備が動作する動作日時を計算単位時間ごとに示した動作日時、圧縮空気の供給量を示す供給量、および圧縮空気供給設備の動作を示す設備動作の3つの情報から構成されている。また、図32において、前供給設備動作計画情報は、圧縮空気供給設備が動作する動作日時を計算単位時間ごとに示した動作日時、圧縮空気の供給量を示す供給量、および圧縮空気供給設備の動作を示す設備動作の3つの情報から構成されている。

[0108] 図3に戻って、供給設備運転状態計算部413は、メモリ43の供給計算データベース432から供給設備情報を取得し、取得した供給設備情報のうち供給設備動作計画情報と前供給設備動作計画情報に基づいて、通信制御部412の指示により追加された圧縮空気供給設備の動作処理を抽出した比較供給設備動作計画情報を作成する。

[0109] 図33は、本発明の実施の形態2における圧縮空気供給設備における比較供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。図33において、供給設備動作計画情報は、圧縮空気供給設備が動作する動作日時を計算単位時間ごとに示した動作日時、圧縮空気の供給量を示す供給量、および圧縮空気供給設備の動作を示す設備動作の3つの情報から構成されている。

[0110] 図33に示すように、比較供給設備動作計画情報は2018/07/01 09:00から2018/07/01 16:00に設備動作が有し、これらの設備動作が、通信制御部412の指示により圧縮空気供給設備に追加された設備動作であることが分かる。ここで、起動、終了処理、および停止の設備動作については、動作日時は異なるが図31に示す供給設備動作計画情報および図32に示す前供給設備動作計画情報の両方が有しているため、図33に示す比較供給設備動作計画情報では除かれている。

[0111] また、供給設備運転状態計算部413は、比較供給設備動作計画情報と供給資源情報に基づいて、供給設備運転状態情報を作成し、メモリ43の供給計算データベース432に記憶する。図34は、本発明の実施の形態2にお

ける圧縮空気供給設備における供給設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。図34において、圧縮空気供給設備の供給設備運転状態情報は、供給設備、動作日時、供給量、設備動作、および消費資源の5つの情報から構成される。ここで、図34に示す圧縮空気供給設備の供給設備運転状態情報は、図22に示す実施の形態1における圧縮空気供給設備の供給設備運転状態情報と異なり、起動、終了処理、および停止の設備動作が除かれた情報となっている。なお、資源消費計算部414以降の処理は実施の形態1と同様である。

[0112] 以上のように、生産設備運転状態計算部411が作成した生産設備運転情報に基づいた通信制御部412からの指示前後の供給設備3の設備動作を比較し、通信制御部412からの指示により追加された供給設備3の設備動作だけを抽出し、費用を計算することで、供給設備3が、生産制御装置2が制御する生産設備1以外の生産設備にも資源を供給する設備である場合も、適切に供給設備3の運転状態を考慮することができ、環境を考慮した生産計画を作成することができる。

[0113] 次に制御部41の生産計画変更処理の流れについて説明する。図35は、本発明の実施の形態2における生産計画変更処理の流れの一例を示すフローチャートである。ここで、ステップS201、ステップS202、ステップS203、ステップS206、ステップS207、ステップS208、ステップS209、およびステップS210は、実施の形態1の図30におけるステップS101、ステップS102、ステップS103、ステップS105、ステップS106、ステップS107、ステップS108、およびステップS109とそれぞれ同様のため、説明を省略する。但し、ステップS203において通信制御部412が供給設備3から取得する供給設備情報は、実施の形態1と異なっており、供給設備動作計画情報、前供給設備動作計画情報、および供給資源情報の3つの情報から構成されている。

[0114] ステップS204では、供給設備運転状態計算部413が、供給設備情報に含まれる供給設備動作計画情報と前供給設備動作計画情報に基づいて、比

較供給設備動作計画情報を作成する。ここで、比較供給設備動作計画情報は、図 3 3 に示す情報である。

[0115] 次に、ステップ S 2 0 5 では、供給設備運転状態計算部 4 1 3 が比較供給設備動作計画情報と供給資源情報に基づいて供給設備運転状態情報を作成し、供給計算データベース 4 3 2 に記憶する。ここで、供給設備運転状態情報は、図 3 4 に示す情報である。

[0116] 以上のように、実施の形態 2 の生産スケジューリング装置 4 によれば、供給設備 3 が、生産制御装置 2 が制御する生産設備 1 以外の生産設備にも資源を供給する設備である場合も、適切に供給設備 3 の運転状態を考慮することができ、環境を考慮した生産計画を作成することができる。

[0117] 実施の形態 3.

実施の形態 1 では、判定部 4 1 6 の判定結果に基づいて生産計画変更部 4 1 7 が生産計画情報を変更する実施の形態について説明した。実施の形態 3 では、制御部 4 1 がさらに供給設備 3 の供給計画を変更する供給計画変更部を有し、判定部 4 1 6 の判定結果に基づいて、生産計画変更部 4 1 7 が生産計画情報を変更するか、あるいは供給計画変更部が供給計画を変更する実施の形態について説明する。なお、生産スケジューリングシステム 1 0 0 の構成、生産スケジューリング装置 4 の構造、および生産設備運転状態計算部 4 1 1、供給設備運転状態計算部 4 1 3、資源消費計算部 4 1 4、および費用計算部 4 1 5 における処理は実施の形態 1 と同様のため説明を省略する。また、以下において説明のない限り各種データベースに記憶された各種情報は実施の形態 1 と同じ情報であるとする。

[0118] 図 3 6 は、本発明の実施の形態 3 における生産スケジューリング装置の制御部の機能構成の一例を示す構成図である。図 3 6 に示すように、制御部 4 1 は生産設備運転状態計算部 4 1 1、通信制御部 4 1 2、供給設備運転状態計算部 4 1 3、資源消費計算部 4 1 4、費用計算部 4 1 5、判定部 4 1 6、生産計画変更部 4 1 7、および供給設備 3 の供給計画を変更する供給計画変更部 4 1 8 を有している。また、図 3 6 には説明のため、メモリ 4 3、生産

制御装置 2、供給設備 3、および表示装置 5 を図示している。ここで、メモリ 4 3 は制御部 4 1 が生産計画変更プログラム 4 2 1 を実行する過程で生成されるデータベースである供給計算データベース 4 3 2、およびストレージ 4 2 に記憶されたデータベースを一時的にコピーした生産計算データベース 4 3 1、費目データベース 4 3 3、消費目標データベース 4 3 4、生産計画変更データベース 4 3 5、および供給計画変更データベース 4 3 6 を有している。図 3 6 において、各機能ブロックの処理の流れが実線矢印で、そしてデータの流れが破線矢印で示されている。

[0119] ここで、供給計画変更データベース 4 3 6 は、供給計画変更部 4 1 8 の処理に必要となる供給計画変更情報が記憶されたデータベースである。なお、供給計画変更情報の詳細は後述する。また、生産計算データベース 4 3 1 および供給計算データベース 4 3 2 は、定期的にストレージ 4 2 にコピーされ、記憶される。また、生産計算データベース 4 3 1、供給計算データベース 4 3 2、費目データベース 4 3 3、消費目標データベース 4 3 4、および生産計画変更データベース 4 3 5 は実施の形態 1 と同様のため説明を省略する。

[0120] 通信制御部 4 1 2 は、通信部 4 4 を介して生産制御装置 2、供給設備 3、および表示装置 5 との情報の送受信に係る通信を制御する。まず、通信制御部 4 1 2 は、メモリ 4 3 の供給計算データベース 4 3 2 から、図 1 5 から図 1 7 に示す生産設備運転状態情報を取得し、取得した生産設備運転状態情報から、供給設備が対応付けられた消費資源の消費数量とその消費資源を消費する設備動作の動作日時を抽出し、抽出した消費資源を供給する供給設備 3 に対して、動作日時に消費数量の消費資源を供給する場合の供給設備 3 に関連する供給設備情報を要求する指示を出力する。その後、通信制御部 4 1 2 は、供給設備 3 から供給設備情報を取得し、取得した供給設備情報をメモリ 4 3 に供給計算データベース 4 3 2 として記憶する。この処理は、実施の形態 1 における処理と同様のため説明を省略する。

[0121] また、通信制御部 4 1 2 は、供給計画変更部 4 1 8 から取得した供給計画

変更に関する供給計画変更情報に基づいて、通信部 4 4 を介して供給設備 3 に供給計画を変更することを命令する指示を出力する。その後、通信制御部 4 1 2 は、供給設備 3 から指示に従って変更された供給設備情報を取得し、取得した変更後の供給設備情報をメモリ 4 3 の供給計算データベース 4 3 2 に記憶する。なお、供給計画変更部 4 1 8 から取得する供給計画変更情報および供給設備 3 から取得した変更後の供給設備情報の詳細は後述する。

[0122] また、通信制御部 4 1 2 は、生産計画変更部 4 1 7 から取得した生産計画に関する生産計画情報を、通信部 4 4 を介して生産制御装置 2 および表示装置 5 に出力する。この処理は、実施の形態 1 における処理と同様のため説明を省略する。

[0123] 判定部 4 1 6 は、費用計算部 4 1 5 から費用情報を、メモリ 4 3 の消費目標データベース 4 3 4 から消費目標情報を取得し、取得した費用情報と消費目標情報とに基づいて、生産計画情報あるいは供給計画を変更する必要があるか否かを判定する。具体的には、判定部 4 1 6 は、生産計画情報を変更するか、供給設備 3 の供給計画を変更するか、あるいは生産計画情報および供給設備 3 の供給計画の両方を変更する必要があるかを判定する。ここで、消費目標情報は費用情報の総費用と比較する資源の消費目標値を費用に換算した値であり、生産計画情報を変更する基準となる生産計画消費目標値と供給計画を変更する基準となる供給計画消費目標値の 2 つの目標値が設定された情報である。なお、生産計画情報を変更することは、生産設備運転状態情報および供給設備運転状態情報の両方の再計算が必要となるため、生産計画消費目標値は供給計画消費目標値よりも大きな値が設定される。

[0124] 判定部 4 1 6 は、費用情報の総費用が消費目標情報の供給計画消費目標値以下の場合は生産計画情報および供給設備 3 の供給計画の両方を変更する必要があると判定し、費用情報の総費用が消費目標情報の供給計画消費目標値より大きく生産計画消費目標値以下である場合は供給設備 3 の供給計画を変更する必要があると判定し、費用情報の総費用が消費目標情報の生産計画消費目標値より大きい場合は生産計画情報を変更する必要があると判定する

。なお、消費目標情報の値は、ユーザが要求する適切な省資源を実現する値に従って任意に設定した値である。

[0125] 例えば、消費目標情報の供給計画消費目標値が71,960円よりも小さく、消費目標情報の生産計画消費目標値が71,960円よりも大きい場合、判定部416は図26に示す費用情報の総費用と比較して、供給計画を変更する必要があると判定する。

[0126] 生産計画変更部417は、判定部416から取得した判定の結果が生産計画情報および供給計画の両方を変更する必要があるとの判定の場合は、特に処理を実施しない。この場合、通信制御部412が、生産計画情報を生産制御装置2および表示装置5に出力する。

[0127] 一方、生産計画変更部417は、判定部416から取得した判定の結果が生産計画情報を変更する必要があるとの判定の場合は、メモリ43の生産計画変更データベース435から生産計画変更情報を取得し、取得した生産計画変更情報に基づいて生産計画情報を変更する。また、生産計画変更部417は、変更した生産計画情報をメモリ43の生産計算データベース431に記憶する。この場合、生産設備運転状態計算部411は、生産設備1の生産設備運転状態を再度計算する。この処理については、実施の形態1と同様のため詳細な説明は省略する。

[0128] 供給計画変更部418は、判定部416から取得した判定の結果が供給計画を変更する必要があるとの判定の場合は、メモリ43の供給計画変更データベース436から供給計画変更情報を取得し、取得した供給計画変更情報に基づいて供給設備3の供給計画を変更することを命令する指示を生成する。

[0129] 図37は、本発明の実施の形態3における供給計画変更情報の一例を示すデータ構成図である。図37において、供給計画変更情報は、処理を実施する優先順位を示す優先度、および実施する供給計画変更処理を示す供給計画変更処理の2つの情報から構成される。供給計画変更部418は、図37に示す供給計画変更情報の優先度の順番に従って、供給計画変更処理を選択し

、選択した供給計画変更処理に基づいて供給設備 3 の供給計画を変更することを命令する指示を生成する。ここで、供給平準化処理は、供給計画を複数に分散させる処理である。また、供給詰込処理は、複数に分散された供給計画を集約する処理である。

[0130] 図 3 6 に戻って、通信制御部 4 1 2 は、供給計画変更部 4 1 8 が生成した指示を取得し、取得した指示を、通信部 4 4 を介して供給設備 3 に出力する。

[0131] また、通信制御部 4 1 2 は、通信部 4 4 を介して供給設備 3 から供給計画変更後の供給設備情報を取得し、取得した供給設備情報をメモリ 4 3 の供給計算データベース 4 3 2 に記憶する。その後、供給設備運転状態計算部 4 1 3 は、供給設備 3 の供給設備運転状態を再度計算する。ここで、供給計画変更後の供給設備情報は、供給計画変更後の供給設備 3 の設備動作の計画を示す供給設備動作計画情報、および各供給設備 3 にて消費する資源を示す供給資源情報から構成されている。なお、供給資源情報は通信制御部 4 1 2 が供給設備 3 から取得する供給設備情報に含まれておらず、元々メモリ 4 3 の供給計算データベース 4 3 2 に記憶されていてもよい。

[0132] 以下において説明する内容は供給設備 3 が圧縮空気供給設備である場合と水再利用設備である場合において共通のため、供給設備 3 が水再利用設備である例についてのみ説明する。

[0133] 図 3 8 は、本発明の実施の形態 3 における水再利用設備における供給計画変更後の供給設備動作計画情報の一例を示すデータ構成図である。図 3 8 において、供給設備動作計画情報は、水再利用設備が動作する動作日時を計算単位時間ごとに示した動作日時、水の供給量を示す供給量、供給する水のうち水再利用設備にて再利用処理を実施した再利用水の水量を示す再利用水、供給する水のうち水道などからの給水された水量を示す給水、および水再利用設備の動作を示す設備動作の 5 つの情報から構成されている。

[0134] 図 3 8 に示すように、水再利用設備における供給計画変更後の供給設備動作計画情報は、図 1 9 に示す供給計画変更前の供給設備動作計画情報に比べ

、再利用水が600L増加し、給水が600L減少した供給設備動作計画情報となっている。その結果、水再利用設備が消費する資源は、電気が20,000Wh増加し、給水が600L減少することになり、費用情報の総費用が5,600円安くなることになる。

[0135] なお、供給計画変更後に供給設備運転状態計算部413は、供給計画変更後の供給設備情報に基づいて、供給設備運転状態を計算する。その後、制御部41の機能構成部は判定部416が生産計画情報および供給設備3の供給計画の両方を変更する必要があると判定するまで、処理を繰り返す。

[0136] 次に制御部41の生産計画変更処理の流れについて説明する。図39は、本発明の実施の形態3における生産計画変更処理の流れの一例を示すフローチャートである。ここで、ステップS301、ステップS302、ステップS303、ステップS304、ステップS305、ステップS306、ステップS308、およびステップS312は、実施の形態1の図30におけるステップS101、ステップS102、ステップS103、ステップS104、ステップS105、ステップS106、ステップS108およびステップS109とそれぞれ同様のため、説明を省略する。

[0137] ステップS307では、判定部416が費用情報と消費目標情報とに基づいて、生産計画情報あるいは供給設備3の供給計画を変更する必要があるかを判定し、生産計画情報を変更する必要があると判定した場合(1)はステップS308に、供給設備3の供給計画を変更する必要があると判定した場合(2)はステップS309に、生産計画情報および供給設備3の供給計画の両方を変更する必要があると判定した場合(3)はステップS312に移行する。ここで、消費目標情報は、メモリ43の消費目標データベース434に記憶された情報であり、生産計画情報を変更する基準となる生産計画消費目標値と供給計画を変更する基準となる供給計画消費目標値の2つの目標値があり、ユーザが要求する適切な省資源を実現する値に従って任意に設定した資源の消費目標値を費用に換算した値である。なお、生産計画情報を変更することは、生産設備運転状態情報および供給設備運転状態情報の両

方の再計算が必要となるため、生産計画消費目標値は供給計画消費目標値よりも大きな値が設定される。

[0138] 判定部416は、費用情報の総費用が消費目標情報の供給計画消費目標値以下の場合には生産計画情報および供給設備3の供給計画の両方を変更する必要がないと判定し、費用情報の総費用が消費目標情報の供給計画消費目標値より大きく生産計画消費目標値以下である場合は供給設備3の供給計画を変更する必要があると判定し、費用情報の総費用が消費目標情報の生産計画消費目標値よりも大きい場合は生産計画情報を変更する必要があると判定する。

[0139] ステップS309では、供給計画変更部418が供給計画変更情報に基づいて供給設備3の供給計画を変更することを命令する指示を生成する。具体的には、供給計画変更部418は図37に示す供給計画変更情報の優先度の順番に従って、供給計画変更処理を選択し、選択した供給計画変更処理に基づいて供給設備3の供給計画を変更することを命令する指示を生成する。その結果、ステップS307にて判定部416が生産計画情報および供給設備3の供給計画を変更する必要がないと判定するまで、供給計画変更部418は総当たりにて供給計画変更処理を実施する。

[0140] 次に、ステップS310では、通信制御部412が、供給計画変更部418が生成した指示を、通信部44を介して供給設備3に出力する。ここで、供給設備運転状態情報は、図22および図23に示す情報である。

[0141] 次に、ステップS311では、通信制御部412が通信部44を介して供給設備3から供給計画変更後の供給設備情報を取得し、メモリ43の供給計算データベース432に記憶する。ここで、供給計画変更後の供給設備情報は、供給計画変更後の供給設備3の設備動作の計画を示す供給設備動作計画情報、および供給資源情報から構成されている。また、供給計画変更後の供給設備動作計画情報は、図38に示す情報である。

[0142] 以上のように、実施の形態3の生産スケジューリング装置4によれば、生産設備1の生産計画情報だけでなく供給設備3の供給計画を適切に変更する

ことで、適切に供給設備 3 の運転状態を考慮することができ、環境を考慮した生産計画を作成することができる。

[0143] なお、判定部 4 1 6 が生産計画情報を変更する必要がある、供給設備 3 の供給計画を変更する必要がある、および生産計画情報および供給設備 3 の供給計画の両方を変更する必要がある、の 3 つの場合について判定する方法について説明しているが、判定部 4 1 6 の判定方法は 3 つの場合を判定する場合に限定されず、3 つの場合にさらに生産計画情報および供給設備 3 の供給計画の両方を変更する必要がある場合を加えた 4 つの場合を判定してもよい。この場合、生産計画情報を変更したことにより変更される供給設備 3 の供給設備 3 の供給計画をさらに変更することができ、より生産スケジューリングシステム 1 0 0 全体において省資源な生産計画を作成することができるという効果を得ることができる。

[0144] 実施の形態 4.

実施の形態 1 では、判定部 4 1 6 の判定結果に基づいて生産計画変更部 4 1 7 が生産計画情報を変更する実施の形態について説明した。実施の形態 4 では、制御部 4 1 がさらに生産設備 1 の運転状態を変更する生産設備運転状態変更部を有し、判定部 4 1 6 の判定結果に基づいて、生産計画変更部 4 1 7 が生産計画情報を変更するか、あるいは生産設備運転状態変更部が生産設備 1 の運転状態を変更する実施の形態について説明する。なお、生産スケジューリングシステム 1 0 0 の構成、生産スケジューリング装置 4 の構造、および生産設備運転状態計算部 4 1 1、通信制御部 4 1 2、供給設備運転状態計算部 4 1 3、資源消費計算部 4 1 4、および費用計算部 4 1 5 における処理は実施の形態 1 と同様のため説明を省略する。また、以下において説明のない限り各種データベースに記憶された各種情報は実施の形態 1 と同じ情報であるとする。

[0145] 図 4 0 は、本発明の実施の形態 4 における生産スケジューリング装置の制御部の機能構成の一例を示す構成図である。図 4 0 に示すように、制御部 4 1 は生産設備運転状態計算部 4 1 1、通信制御部 4 1 2、供給設備運転状態

計算部 4 1 3、資源消費計算部 4 1 4、費用計算部 4 1 5、判定部 4 1 6、生産計画変更部 4 1 7、および生産設備 1 の運転状態を変更する生産設備運転状態変更部 4 1 9 を有している。また、図 4 0 には説明のため、メモリ 4 3、生産制御装置 2、供給設備 3、および表示装置 5 を図示している。ここで、メモリ 4 3 は制御部 4 1 が生産計画変更プログラム 4 2 1 を実行する過程で生成されるデータベースである供給計算データベース 4 3 2、およびストレージ 4 2 に記憶されたデータベースを一時的にコピーした生産計算データベース 4 3 1、費目データベース 4 3 3、消費目標データベース 4 3 4、生産計画変更データベース 4 3 5、および運転状態変更データベース 4 3 7 を有している。図 4 0 において、各機能ブロックの処理の流れが実線矢印で、そしてデータの流れが破線矢印で示されている。

[0146] ここで、運転状態変更データベース 4 3 7 は、生産設備運転状態変更部 4 1 9 の処理に必要となる運転状態変更情報が記憶されたデータベースである。なお、運転状態変更情報の詳細は後述する。また、生産計算データベース 4 3 1 および供給計算データベース 4 3 2 は、定期的にストレージ 4 2 にコピーされ、記憶される。また、生産計算データベース 4 3 1、供給計算データベース 4 3 2、費目データベース 4 3 3、消費目標データベース 4 3 4、および生産計画変更データベース 4 3 5 は実施の形態 1 と同様のため説明を省略する。

[0147] 判定部 4 1 6 は、費用計算部 4 1 5 から費用情報を、メモリ 4 3 の消費目標データベース 4 3 4 から消費目標情報を取得し、取得した費用情報と消費目標情報とに基づいて、生産計画情報あるいは生産設備 1 の運転状態を変更する必要があるか否かを判定する。具体的には、判定部 4 1 6 は、生産計画情報を変更するか、生産設備 1 の運転状態を変更するか、あるいは生産計画情報および生産設備 1 の運転状態の両方を変更する必要があるかを判定する。また、判定部 4 1 6 は、判定した結果を生産計画変更部 4 1 7 および生産設備運転状態変更部 4 1 9 に出力する。ここで、消費目標情報は費用情報の総費用と比較する資源の消費目標値を費用に換算した値であり、生産計画情

報を変更する基準となる生産計画消費目標値と生産設備 1 の運転状態を変更する基準となる運転状態消費目標値の 2 つの目標値が設定された情報である。なお、生産計画情報を変更することは、生産設備 1 の生産計画全体を変更することになるため、生産計画消費目標値は運転状態消費目標値よりも大きな値が設定される。

[0148] 判定部 4 1 6 は、費用情報の総費用が消費目標情報の運転状態消費目標値以下の場合は生産計画情報および生産設備 1 の運転状態の両方を変更する必要がないと判定し、費用情報の総費用が消費目標情報の運転状態消費目標値より大きく生産計画消費目標値以下である場合は生産設備 1 の運転状態を変更する必要があると判定し、費用情報の総費用が消費目標情報の生産計画消費目標値より大きい場合は生産計画情報を変更する必要があると判定する。なお、消費目標情報の値は、ユーザが要求する適切な省資源を実現する値に従って任意に設定した値である。

[0149] 例えば、消費目標情報の運転状態消費目標値が 7 1, 9 6 0 円よりも小さく、消費目標情報の生産計画消費目標値が 7 1, 9 6 0 円よりも大きい場合、判定部 4 1 6 は図 2 6 に示す費用情報の総費用と比較して、生産設備 1 の運転状態を変更する必要があると判定する。

[0150] 生産計画変更部 4 1 7 は、判定部 4 1 6 から取得した判定の結果が生産計画情報および生産設備 1 の運転状態の両方を変更する必要がないとの判定の場合は、特に処理を実施しない。この場合、通信制御部 4 1 2 が、生産計画情報を生産制御装置 2 および表示装置 5 に出力する。

[0151] 一方、生産計画変更部 4 1 7 は、判定部 4 1 6 から取得した判定の結果が生産計画情報を変更する必要があるとの判定の場合は、メモリ 4 3 の生産計画変更データベース 4 3 5 から生産計画変更情報を取得し、取得した生産計画変更情報に基づいて生産計画情報を変更する。また、生産計画変更部 4 1 7 は、変更した生産計画情報をメモリ 4 3 の生産計算データベース 4 3 1 に記憶する。この場合、生産設備運転状態計算部 4 1 1 は、生産設備 1 の生産設備運転状態を再度計算する。この処理については、実施の形態 1 と同様の

ため詳細な説明は省略する。

[0152] 生産設備運転状態変更部419は、判定部416から取得した判定の結果が生産設備1の運転状態を変更する必要があるとの判定の場合は、メモリ43の運転状態変更データベース437から運転状態変更情報を取得し、取得した運転状態変更情報に基づいて生産設備情報を変更する。また、生産設備運転状態変更部419は、変更した生産設備情報をメモリ43の生産計算データベース431に記憶する。この場合、生産設備運転状態計算部411は、生産設備1の生産設備運転状態を再度計算する。

[0153] 図41は、本発明の実施の形態4における運転状態変更情報の一例を示すデータ構成図である。図41において、運転状態変更情報は、処理を実施する優先順位を示す優先度、および実施する運転状態変更処理を示す運転状態変更処理の2つの情報から構成される。生産設備運転状態変更部419は、図41に示す運転状態変更情報の優先度の順番に従って、運転状態変更処理を実施し、変更した生産設備情報をメモリ43の生産計算データベース431に記憶する。その後、制御部41の各機能構成部は、処理を再度実施する。その結果、判定部416が生産計画情報および生産設備1の運転状態の両方を変更する必要があると判定するまで、生産計画変更部417あるいは生産設備運転状態変更部419は総当たりにて生産計画変更処理あるいは運転状態変更処理を実施する。

[0154] ここで、生産能力変更処理は、図6に示す生産能力情報の生産能力の単位時間あたりに生産できる製品の数量を変更する処理である。生産能力変更処理は、例えば、組立工程において対象製品が製品Bである場合の生産能力および塗装工程において対象製品が製品Bである場合の生産能力を30個/時間に変更する処理である。

[0155] また、生産時間変更処理は、各生産工程に対して生産を禁止する時間を設定するなど、生産工程の生産時間を変更する処理である。生産時間変更処理は、例えば、電力価格の高い昼間に生産を禁止する時間を設定する処理である。なお、電力価格の高い昼間に生産を禁止する時間を設定することで、電

力価格の安い夜間の生産を増加させることができ、省資源を実現することができるという効果を得ることができる。

[0156] 以下において判定部416が生産設備1の運転状態を変更する必要があると判定し、生産設備運転状態変更部419が運転状態変更情報の生産能力変更処理に従って、図6に示す生産能力情報の組立工程において対象製品が製品Bである場合の生産能力および塗装工程において対象製品が製品Bである場合の生産能力を30個／時間に変更した場合について説明する。

[0157] 図42から図44に生産設備運転状態変更部419が運転状態変更情報に基づいて生産能力情報を変更した後の組立工程、塗装工程、および検査工程の生産設備運転状態情報を示す。図42は、本発明の実施の形態4における変更後の組立工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。図43は、本発明の実施の形態4における変更後の塗装工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。図44は、本発明の実施の形態4における変更後の検査工程の生産設備運転状態情報の一例を示すデータ構成図である。

[0158] 図42から図44において、生産設備運転状態情報は、処理を実施する対象である生産工程を示す生産工程、生産工程に係る生産設備1が動作する動作日時を計算単位時間ごとに示した動作日時、生産する製品を示す製品名、生産する製品の数量を示す生産数量、生産工程に係る生産設備1の動作を示す設備動作、および各設備動作にて消費する資源と消費数量を示す消費資源の6つの情報から構成されている。ここで、消費資源の名称は消費する資源の費目の名称となっている。

[0159] 図42から図44に示すように、生産能力情報を変更した後の生産設備運転状態情報は、図15から図17に示す変更前の生産設備運転状態情報に比べ、電気が400Wh減少し、労務費が3h減少した生産設備運転状態情報となっている。その結果、生産設備1が消費する資源は、電気が400Wh減少し、労務費が3h減少することになり、費用情報の総費用が3,008円安くなることになる。

[0160] なお、生産設備運転状態変更部419が、運転状態変更処理を実施し、変更した生産設備情報をメモリ43の生産計算データベース431に記憶した後、制御部41の各機能構成部は判定部416が生産計画情報および生産設備1の運転状態の両方を変更する必要があると判定するまで、処理を繰り返す。

[0161] 次に制御部41の生産計画変更処理の流れについて説明する。図45は、本発明の実施の形態4における生産計画変更処理の流れの一例を示すフローチャートである。ここで、ステップS401、ステップS402、ステップS403、ステップS404、ステップS405、ステップS406、ステップS408、およびステップS410は、実施の形態1の図30におけるステップS101、ステップS102、ステップS103、ステップS104、ステップS105、ステップS106、ステップS108およびステップS109とそれぞれ同様のため、説明を省略する。

[0162] ステップS407では、判定部416が費用情報と消費目標情報とに基づいて、生産計画情報あるいは生産設備1の運転状態を変更する必要があるかを判定し、生産計画情報を変更する必要があると判定した場合(1)はステップS408に、生産設備1の運転状態を変更する必要があると判定した場合(2)はステップS409に、生産計画情報および生産設備1の運転状態の両方を変更する必要があると判定した場合(3)はステップS410に移行する。ここで、消費目標情報は、メモリ43の消費目標データベース434に記憶された情報であり、生産計画情報を変更する基準となる生産計画消費目標値と生産設備1の運転状態を変更する基準となる運転状態消費目標値の2つの目標値があり、ユーザが要求する適切な省資源を実現する値に従って任意に設定した資源の消費目標値を費用に換算した値である。なお、生産計画情報を変更することは、生産設備1の生産計画全体を変更することになるため、生産計画消費目標値は運転状態消費目標値よりも大きな値が設定される。

[0163] 判定部416は、費用情報の総費用が消費目標情報の運転状態消費目標値

以下の場合には生産計画情報および生産設備 1 の運転状態の両方を変更する必要がないと判定し、費用情報の総費用が消費目標情報の運転状態消費目標値より大きく生産計画消費目標値以下である場合は生産設備 1 の運転状態を変更する必要があると判定し、費用情報の総費用が消費目標情報の生産計画消費目標値よりも大きい場合は生産計画情報を変更する必要があると判定する。

[0164] ステップ S 4 0 9 では、生産設備運転状態変更部 4 1 9 が運転状態変更情報に基づいて生産設備情報を変更し、メモリ 4 3 の生産計算データベース 4 3 1 に記憶し、ステップ S 4 0 1 に移行する。ここで、運転状態変更情報は図 4 1 に示す情報であり、生産設備運転状態変更部 4 1 9 は優先度の順番に従って、運転状態変更処理を実施し、変更した生産設備情報をメモリ 4 3 の生産計算データベース 4 3 1 に記憶する。その結果、ステップ S 4 0 7 にて判定部 4 1 6 が生産計画情報および生産設備 1 の運転状態を変更する必要がないと判定するまで、判定部 4 1 6 が生産設備 1 の運転状態を変更する必要があると判定した場合、生産設備運転状態変更部 4 1 9 は総当たりにて運転状態変更処理を実施する。

[0165] 以上のように、実施の形態 4 の生産スケジューリング装置 4 によれば、生産設備 1 の生産計画情報だけでなく生産設備 1 の運転状態を適切に変更することで、適切に生産設備 1 の運転状態および供給設備 3 の運転状態を考慮することができ、環境を考慮した生産計画を作成することができる。

[0166] なお、判定部 4 1 6 が生産計画情報を変更する必要がある、生産設備 1 の運転状態を変更する必要がある、および生産計画情報および生産設備 1 の運転状態の両方を変更する必要がない、の 3 つの場合について判定する方法について説明しているが、判定部 4 1 6 の判定方法は 3 つの場合を判定する場合に限定されず、3 つの場合にさらに生産計画情報および生産設備 1 の運転状態の両方を変更する必要がある場合を加えた 4 つの場合を判定してもよい。この場合、生産計画情報を変更したことにより変更される生産設備 1 の運転状態をさらに変更することができ、より生産スケジューリングシステム 1

〇〇全体において省資源な生産計画を作成することができるという効果を得ることができる。

[0167] 実施の形態５．

実施の形態１では、判定部４１６の判定結果に基づいて生産計画変更部４１７が生産計画変更情報に従って総当たりで生産計画変更処理を実施することで、生産計画情報を変更する実施の形態について説明した。実施の形態５では、制御部４１がさらに生産計画変更部４１７が実施した生産計画変更処理とその結果を学習し、生産計画変更部４１７が選択する適切な生産計画変更処理を推定する生産計画変更推定部を有し、生産計画変更推定部が、生産計画変更部４１７が実施する適切な生産計画変更処理を推定する実施の形態について説明する。なお、生産スケジューリングシステム１００の構成、生産スケジューリング装置４の構造、および生産設備運転状態計算部４１１、通信制御部４１２、供給設備運転状態計算部４１３、資源消費計算部４１４、費用計算部４１５、および判定部４１６における処理は実施の形態１と同様のため説明を省略する。また、以下において説明のない限り各種データベースに記憶された各種情報は実施の形態１と同じ情報であるとする。

[0168] 図４６は、本発明の実施の形態５における生産スケジューリング装置の制御部の機能構成の一例を示す構成図である。図４６に示すように、制御部４１は生産設備運転状態計算部４１１、通信制御部４１２、供給設備運転状態計算部４１３、資源消費計算部４１４、費用計算部４１５、判定部４１６、生産計画変更部４１７、および生産計画変更部４１７が実施した生産計画変更処理とその結果を学習し、生産計画変更部４１７がする適切な生産計画変更処理を推定する生産計画変更推定部４２０を有している。また、図４６には説明のため、メモリ４３、生産制御装置２、供給設備３、および表示装置５を図示している。ここで、メモリ４３は制御部４１が生産計画変更プログラム４２１を実行する過程で生成されるデータベースである供給計算データベース４３２、およびストレージ４２に記憶されたデータベースを一時的にコピーした生産計算データベース４３１、費目データベース４３３、消費目

標データベース434、生産計画変更データベース435、および生産計画推定データベース438を有している。図46において、各機能ブロックの処理の流れが実線矢印で、そしてデータの流れが破線矢印で示されている。

[0169] ここで、生産計画推定データベース438は、生産計画変更部417が実施した生産計画変更処理を記憶した生産計画変更ログ情報および生産計画変更ログ情報に基づいて生産計画変更推定部420が生成した生産計画変更推定モデルが記憶されたデータベースである。ここで、生産計画変更推定モデルは、生産計画変更推定部420が生産計画変更ログ情報に基づいて、非階層型クラスタリング手法であるK平均法、あるいはカーネル法を組み合わせたカーネルK平均法などの機械学習手法にて生成された推定モデルである。また、生産計算データベース431および供給計算データベース432は、定期的にストレージ42にコピーされ、記憶される。また、生産計算データベース431、供給計算データベース432、費目データベース433、消費目標データベース434、および生産計画変更データベース435は実施の形態1と同様のため説明を省略する。

[0170] 生産計画変更部417は、判定部416から取得した判定の結果が生産計画情報を変更する必要があるとの判定の場合は、特に処理を実施しない。この場合、通信制御部412が、生産計画情報を生産制御装置2および表示装置5に出力する。

[0171] 一方、生産計画変更部417は、判定部416から取得した判定の結果が生産計画情報を変更する必要があるとの判定の場合は、生産計画変更推定部420が生産計画推定モデルを生成する前は、メモリ43の生産計画変更データベース435から生産計画変更情報を取得し、取得した生産計画変更情報に基づいて生産計画情報を変更する。この場合、生産設備運転状態計算部411は、生産設備1の生産設備運転状態を再度計算する。この処理については、実施の形態1と同様のため詳細な説明は省略する。

[0172] その後、生産計画変更部417は、判定部416から取得した判定の結果が生産計画情報を変更する必要があるとの判定の場合に、実施した生産計画

変更処理を、メモリ 43 の生産計画推定データベース 438 に取得日時と関連付けて生産計画変更ログ情報として記憶する。

[0173] また、生産計画変更部 417 は、生産計画変更推定部 420 が生産計画推定モデルを生成した後は、生産計画変更推定部 420 から生産計画推定モデルに基づいた生産計画の推定結果である生産計画変更処理を取得し、取得した生産計画変更処理に基づいて生産計画情報を変更する。また、生産計画変更部 417 は、変更した生産計画情報をメモリ 43 の生産計画データベース 431 に記憶する。その後、生産設備運転状態計算部 411 は、生産設備 1 の生産設備運転状態を再度計算する。

[0174] 生産計画変更推定部 420 は、メモリ 43 の生産計画推定データベース 438 から生産計画変更ログ情報を取得し、取得した生産計画変更ログ情報に基づいて生産計画変更部 417 が実施する適切な生産計画変更処理を推定する生産計画変更推定モデルを生成し、メモリ 43 の生産計画推定データベース 438 に記憶する。また、生産計画変更推定部 420 は、生産計画推定モデルを生成した後は、生産推定モデルに基づいて適切な生産計画変更処理を推定する。なお、生産計画推定モデルは、定期的に更新されるとしてもよい。また、生産計画推定データベース 438 は、定期的にストレージ 42 にコピーされ、記憶される。

[0175] 以上のように、実施の形態 5 の生産スケジューリング装置 4 によれば、生産計画変更推定部 420 によって適切な生産変更処理を推定するため、少ない処理量にて適切な生産計画情報を生成することができ、環境を考慮した製品の生産計画を生成することができる。

[0176] なお、生産計画変更推定部 420 が生産計画推定モデルを生成する場合について説明しているが、生産計画変更推定部 420 が生産計画推定モデルを生成する場合に限定されず、生産計画推定部 420 が生産計画推定モデルを生成せず、遺伝的アルゴリズムあるいはラグランジュ緩和法による全解探索手法を用いて、所定の有限時間で総費用が最少となる適切な生産計画変更処理を推定し、生産計画変更部 417 に出力するとしてもよい。また、生産計

画変更推定部420が生産推定モデルを生成する場合においても、生産計画変更推定部420は、生産計画推定モデルを生成するまで、遺伝的アルゴリズムあるいはラグランジュ緩和法による全解探索手法を用いて、所定の有限時間で総費用が最少となる適切な生産計画変更処理を推定し、生産計画変更部417に出力するとしてもよい。

[0177] 実施の形態6.

実施の形態1では、生産設備1に資源を供給する供給設備3の運転状態を考慮した生産計画情報を作成する実施の形態について説明した。実施の形態6では、生産設備1からの廃棄物を処理する廃棄設備の運転状態を考慮した生産計画情報を作成する実施の形態について説明する。

[0178] 図47は、本発明の実施の形態6における生産スケジューリングシステムの一例を示す構成図である。図47に示すように、生産スケジューリングシステム200は、5つの生産設備1、生産制御装置2、生産スケジューリング装置4、表示装置5、ネットワーク6、および廃棄設備7を備えている。ここで、生産スケジューリングシステム200は、図1に示す生産スケジューリングシステム100と異なり、供給設備3の代わりに廃棄設備7を有している。なお、生産スケジューリングシステム200が5つの生産設備1を備えている場合について説明しているが、5つの生産設備1を備えている場合に限定されず、4つ以下あるいは6つ以上の任意の生産設備1を備えていてもよい。また、生産スケジューリングシステム200が廃棄設備7を1つのみ備えている場合について説明しているが、廃棄設備7は1つである場合に限定されず、2つ以上の複数の廃棄設備7を備えていてもよい。なお、生産設備1、生産制御装置2、表示装置5、および生産スケジューリング装置4の構造は実施の形態1と同様のため説明を省略する。

[0179] 廃棄設備7は、生産設備1からの廃棄物を処理する設備である。廃棄設備7が処理する廃棄物は、例えば、生産設備1から廃棄された二酸化炭素ガス、汚水、あるいは金属くずなどである。廃棄設備7は、設備に関する廃棄設備情報を生成し、生産スケジューリング装置4に出力する。ここで、廃棄設

備情報の詳細は後述する。また、図示していないが、生産設備 1 と廃棄設備 7 は、空気管あるいは排水管などの廃棄物を廃棄するための廃棄路によって接続されている。なお、廃棄設備 7 は、生産制御装置 2 によって制御のできない設備であって、生産設備 1 と廃棄設備 7 を管理する管理者は異なっていることもある。

[0180] 図 4 8 は、本発明の実施の形態 6 における生産スケジューリング装置の制御部の機能構成の一例を示す構成図である。図 4 8 に示すように、制御部 4 1 は生産設備運転状態計算部 4 1 1、通信制御部 4 1 2、資源消費計算部 4 1 4、費用計算部 4 1 5、判定部 4 1 6、生産計画変更部 4 1 7、および廃棄設備 7 の廃棄設備情報に基づいて、廃棄設備運転状態を計算し、廃棄設備運転状態情報を作成する廃棄設備運転状態計算部 4 2 1 を有している。また、図 4 8 には説明のため、メモリ 4 3、生産制御装置 2、供給設備 3、および表示装置 5 を図示している。ここで、メモリ 4 3 は制御部 4 1 が生産計画変更プログラム 4 2 1 を実行する過程で生成されるデータベースである廃棄計算データベース 4 3 9、およびストレージ 4 2 に記憶されたデータベースを一時的にコピーした生産計算データベース 4 3 1、費目データベース 4 3 3、消費目標データベース 4 3 4、および生産計画変更データベース 4 3 5 を有している。図 4 8 において、各機能ブロックの処理の流れが実線矢印で、そしてデータの流れが破線矢印で示されている。ここで、図 3 に示す実施の形態 1 における制御部 4 1 と異なるのは、供給設備情報に基づいた供給設備運転状態情報の代わりに廃棄設備情報に基づいた廃棄設備運転状態情報が各機能構成部にて処理される点である。

[0181] 廃棄設備情報は、廃棄設備 7 の設備動作の計画を示す廃棄設備動作計画情報、および各廃棄設備 7 にて処理する廃棄物を示す廃棄物情報から構成されている。以下において、廃棄設備 7 が汚水を処理する污水处理設備である場合について説明する。図 4 9 は、本発明の実施の形態 6 における污水处理設備の廃棄設備動作計画情報の一例を示す構成図である。また、図 5 0 は、本発明の実施の形態 6 における污水处理設備の廃棄物情報の一例を示す構成図

である。

[0182] 図49において、廃棄設備7である污水处理設備における廃棄設備動作計画情報は、污水处理設備が動作する動作日時を計算単位時間ごとに示した動作日時、汚水の処理量を示す処理量、および污水处理設備の動作を示す設備動作の3つの情報から構成されている。ここで、設備動作の浄水処理は、生産設備1から廃棄された汚水を安全な水に浄化する処理である。

[0183] 例えば、図48に示すように、廃棄設備7が污水处理設備である場合、污水处理設備は2018/07/01 09:00に設備動作として100Lの汚水を浄化する浄水処理を実施することになる。

[0184] 次に、図50において、廃棄物情報は、廃棄物を処理する廃棄設備7を示す廃棄設備、廃棄設備7の動作を示す設備動作、各設備動作にて消費される資源を示す資源、資源の消費量を示す消費量、および資源に対応した費用上の名称を示す費目の5つの情報から構成される。

[0185] 図49および図50に示すように、廃棄設備動作計画情報および廃棄物情報は、図18から図21に示す実施の形態1の供給設備動作計画情報および供給資源情報と、項目の名称は異なるものの同様の構成である。したがって、廃棄設備動作計画情報および廃棄物情報から構成される廃棄設備情報に基づいて、廃棄設備運転状態を計算する廃棄設備運転状態計算部421における計算処理は、実施の形態1における供給設備運転状態計算部413における供給設備運転状態を計算する計算処理と同様となる。なお、計算処理の詳細は実施の形態1と同様のため、説明を省略する。

[0186] また、廃棄設備運転状態計算部421は、計算した結果を基に廃棄設備運転状態情報を作成し、メモリ43の廃棄計算データベース439に記憶する。ここで、廃棄計算データベース439は、実施の形態1の供給計算データベース432に対応するデータベースである。このように、廃棄設備運転状態計算部421および廃棄計算データベース439は、元になる情報が供給設備3の情報であるか、廃棄設備7の情報であるかの違いはあるが、実施の形態1における供給設備運転状態計算部413および供給計算データベース

4 3 2 と同様の機能構成部およびデータベースである。したがって、廃棄設備運転状態計算部 4 2 1 が作成した廃棄設備運転状態計算情報に基づいて各処理を実施する制御部 4 1 の各機能構成部の処理も、実施の形態 1 と同様となる。なお、制御部 4 1 の各機能構成部の処理は、実施の形態 1 と同様のため、説明を省略する。

[0187] 以上のように、実施の形態 6 の生産スケジューリング装置 4 によれば、生産設備 1 から廃棄される廃棄物を処理する廃棄設備 7 の運転状態を考慮することで、環境を考慮した生産計画を作成することができる。

[0188] なお、供給設備運転状態計算部 4 1 3 の代わりに廃棄設備運転状態計算部 4 2 1 を有する生産スケジューリング装置 4 ついて説明しているが、供給設備運転状態計算部 4 1 3 の代わりに廃棄設備運転状態計算部 4 2 1 を有する場合に限定されず、供給設備運転状態計算部 4 1 3 に加え廃棄設備運転状態計算部 4 2 1 を有する生産スケジューリング装置 4 であってもよい。この場合、生産設備 1 に資源を供給する供給設備 3 と生産設備 1 からの廃棄物を処理する廃棄設備 7 の両方を考慮した生産計画を作成することができ、より環境を考慮した生産計画を作成することができるという効果を得ることができる。

符号の説明

[0189] 1 生産設備、2 生産制御装置、3 供給設備、4 生産スケジューリング装置、5 表示装置、6 ネットワーク、7 廃棄設備、4 1 制御部、4 2 ストレージ、4 3 メモリ、4 4 通信部、4 5 入力部、1 0 0 , 2 0 0 生産スケジューリングシステム。

請求の範囲

- [請求項1] 生産計画に従って、生産設備の運転状態である生産設備運転状態を計算し、生産設備運転状態情報を作成する生産設備運転状態計算部と、
- 、
- 前記生産設備運転状態情報に基づいて運転状態が変更された前記生産設備に資源を供給する供給設備の運転状態である供給設備運転状態を計算し、供給設備運転状態情報を作成する供給設備運転状態計算部と、
- と、
- 前記生産設備運転状態情報と前記供給設備運転状態情報に基づいて、前記生産設備と前記供給設備にて消費される資源の総費用を計算する費用計算部と、
- 前記総費用に基づいて前記生産計画を変更する必要があるか否かを判定する判定部と、
- 前記判定部の判定結果に基づいて、生産計画を変更する生産計画変更部と、
- を有する制御部と、
- 前記生産計画を記憶するメモリと、
- を備える生産スケジューリング装置。
- [請求項2] 前記供給設備運転状態計算部は、前記生産設備運転状態情報に基づいて運転状態が変更される前の前記供給設備の動作処理と、前記生産設備運転状態情報に基づいて運転状態が変更された後の前記供給設備の動作処理に基づいて、前記生産設備運転状態情報により追加された前記供給設備の動作処理を抽出した前記供給設備運転状態情報を作成する請求項1に記載の生産スケジューリング装置。
- [請求項3] 前記制御部が、前記判定部の判定結果に基づいて前記供給設備の供給計画を変更する供給計画変更部を備え、
- 前記判定部が前記総費用に基づいて前記生産計画あるいは前記供給計画を変更する必要があるか否かを判定する請求項1あるいは2に記載

載の生産スケジューリング装置。

[請求項4] 前記制御部が、前記判定部の判定結果に基づいて前記生産設備の運転状態を変更する生産設備運転状態変更部を備え、

前記判定部が前記総費用に基づいて前記生産計画あるいは前記生産設備運転状態を変更する必要があるか否かを判定する請求項1から3のいずれか1項に記載の生産スケジューリング装置。

[請求項5] 前記制御部が、前記生産計画変更部が実施した生産計画変更処理を記憶した生産計画変更ログ情報に基づいて生産計画を変更するための適切な生産計画変更処理を推定する生産計画変更推定部を備える請求項1から4のいずれか1項に記載の生産スケジューリング装置。

[請求項6] 前記制御部が、前記生産設備運転状態情報に基づいて運転状態が変更された前記生産設備からの廃棄物を処理する廃棄設備の運転状態である廃棄設備運転状態を計算し、廃棄設備運転状態情報を作成する廃棄設備運転状態計算部を備え、

前記費用計算部が前記生産設備運転状態情報、前記供給設備運転状態情報、および前記廃棄設備運転状態情報に基づいて、生産設備、供給設備、および廃棄設備にて消費される資源の総費用を計算する請求項1から5のいずれか1項に記載の生産スケジューリング装置。

[請求項7] 生産計画に従って、生産設備の運転状態である生産設備運転状態を計算し、生産設備運転状態情報を作成する生産設備運転状態計算ステップと、

前記生産設備運転状態情報に基づいて運転状態が変更された前記生産設備に資源を供給する供給設備の運転状態である供給設備運転状態を計算し、供給設備運転状態情報を作成する供給設備運転状態計算ステップと、

前記生産設備運転状態情報と前記供給設備運転状態情報に基づいて、生産設備と供給設備にて消費される資源の総費用を計算する費用計算ステップと、

前記総費用に基づいて前記生産計画を変更する必要があるか否かを判定する判定ステップと、

前記判定ステップの判定結果に基づいて、生産計画を変更する生産計画変更ステップと、
を備える生産スケジューリング方法。

[請求項8]

生産計画に従って、生産設備の運転状態である生産設備運転状態を計算し、生産設備運転状態情報を作成する生産設備運転状態計算部と、
、

前記生産設備運転状態情報に基づいて運転状態が変更された前記生産設備からの廃棄物を処理する廃棄設備の運転状態である廃棄設備運転状態を計算し、廃棄設備運転状態情報を作成する廃棄設備運転状態計算部と、

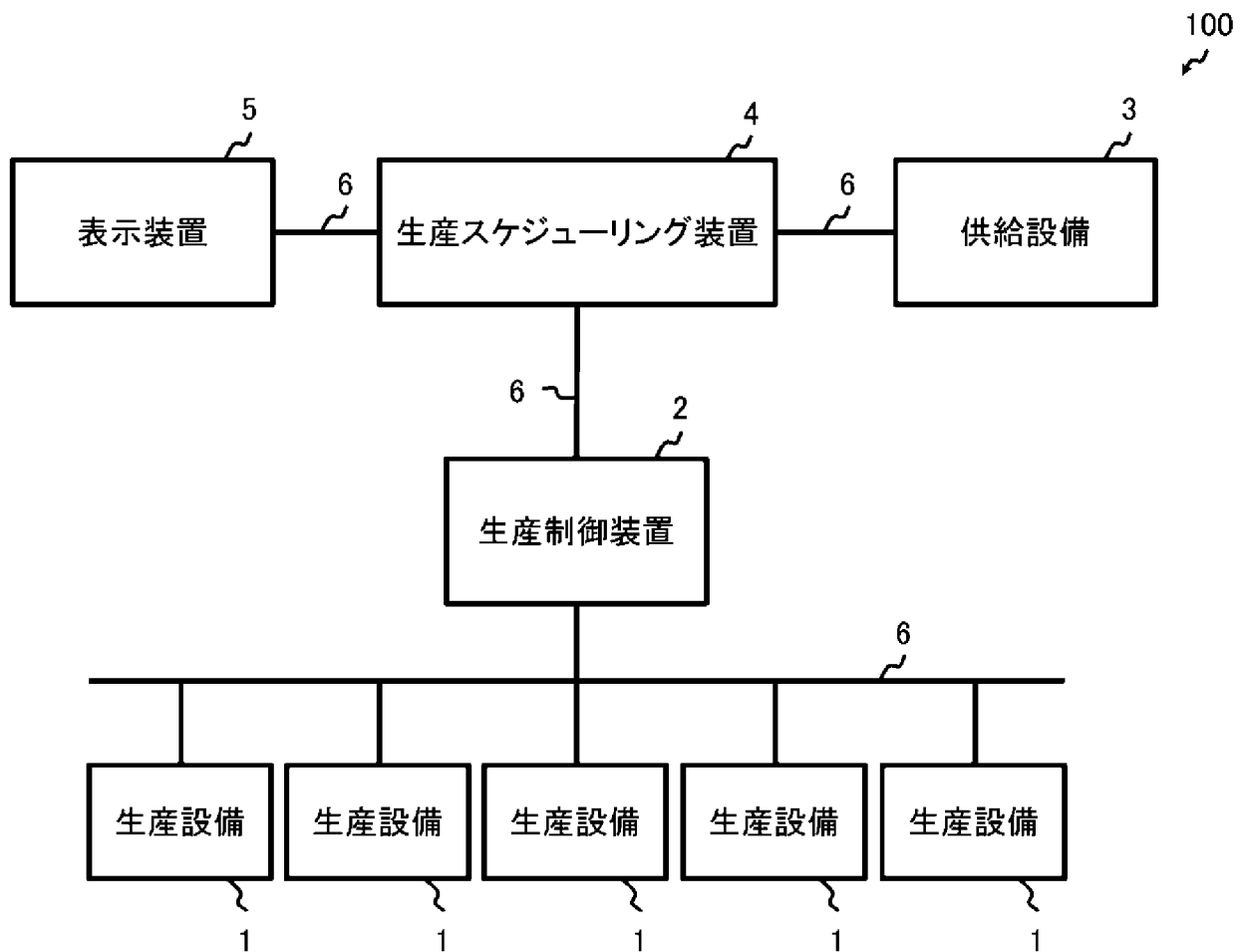
前記生産設備運転状態情報と前記廃棄設備運転状態情報に基づいて、生産設備と廃棄設備にて消費される資源の総費用を計算する費用計算部と、

前記総費用に基づいて前記生産計画を変更する必要があるか否かを判定する判定部と、

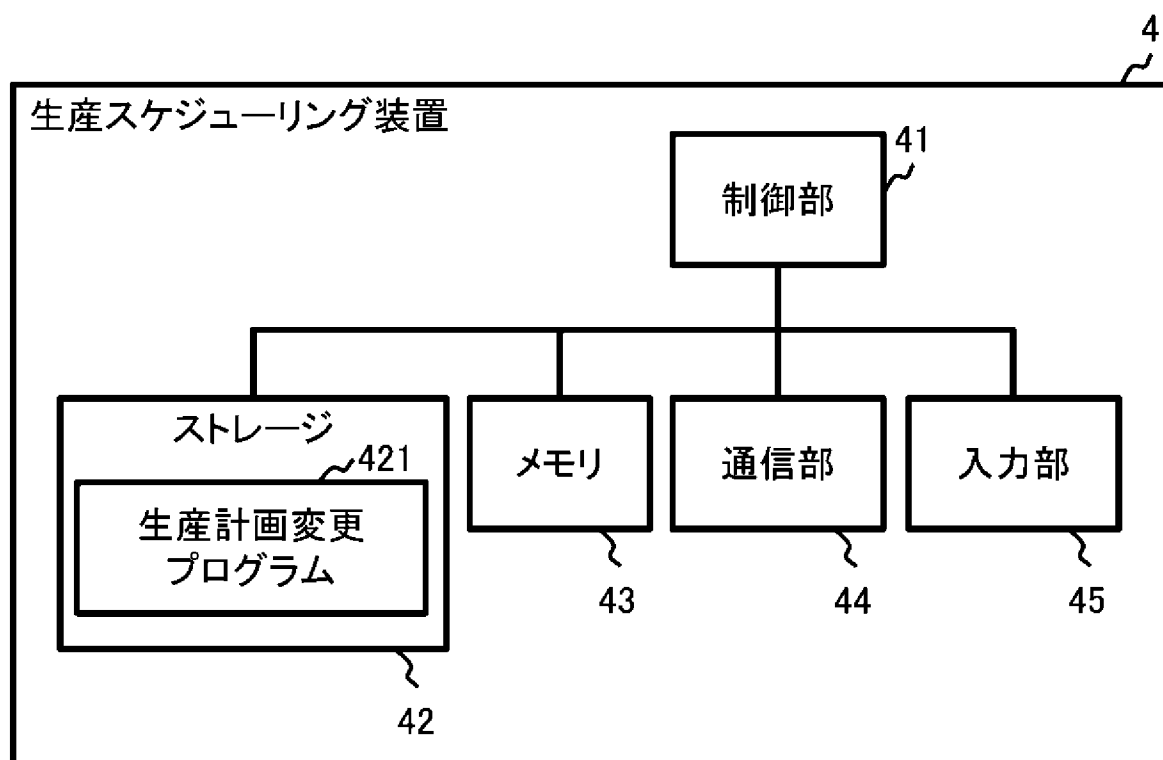
前記判定部の判定結果に基づいて、生産計画を変更する生産計画変更部と、
を有する制御部と、

前記生産計画を記憶するメモリと、
を備える生産スケジューリング装置。

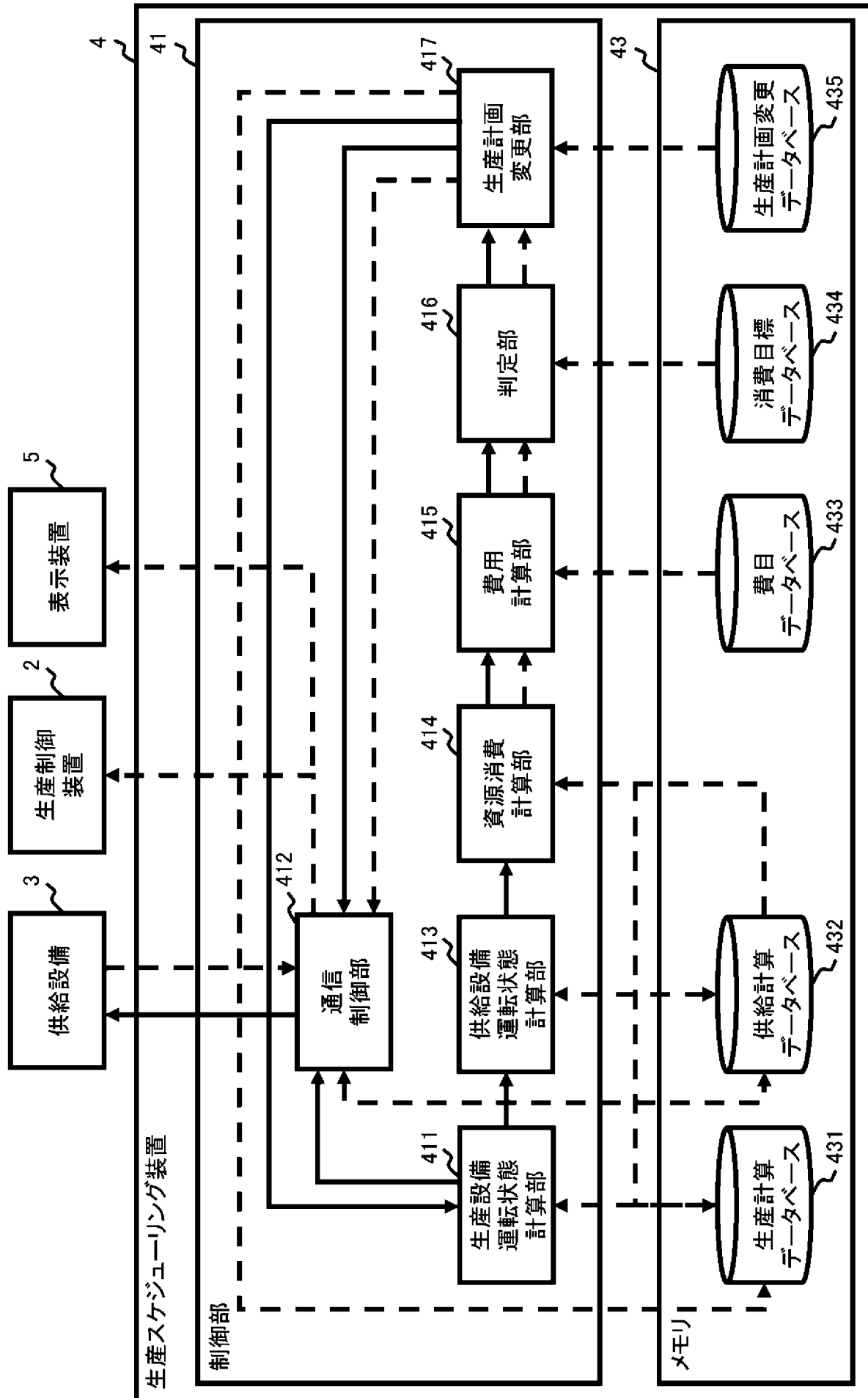
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

(a)

生産工程	前工程	後工程
組立	開始	塗装
塗装	組立	検査
検査	塗装	終了

(b)

生産工程	前工程	後工程
塗装	開始	組立
組立	塗装	検査
検査	組立	終了

[図5]

(a)



(b)



[図6]

生産工程	対象製品	生産能力
組立	製品A	30個/時間
組立	製品B	20個/時間
塗装	製品A	30個/時間
塗装	製品B	20個/時間
検査	全て	30個/時間

[図7]

生産工程	設備動作
組立	起動
組立	製品A 組立処理
組立	製品B 組立処理
組立	待機
組立	終了処理
組立	停止
塗装	起動
塗装	製品A 塗装処理
塗装	製品B 塗装処理
塗装	待機
塗装	終了処理
塗装	停止
検査	起動
検査	検査処理
検査	待機
検査	終了処理
検査	停止

[図8]

生産工程	設備動作	動作時間
組立	起動	1時間
組立	終了処理	1時間
組立	停止	0時間
塗装	起動	1時間
塗装	終了処理	1時間
塗装	停止	1時間
検査	起動	1時間
検査	終了処理	1時間
検査	停止	0時間

[図9]

対象製品	生産開始日時	生産数量
製品A	2018/07/01 09:00	60個
製品B	2018/07/01 13:00	60個

[図10]

生産処理	生産処理日時
開始	2018/07/01 00:00
終了	2018/07/01 23:59

[図11]

計算単位時間
3,600秒

[図12]

生産工程	設備動作	資源	消費量	供給設備	費目
組立	起動	電気	50Wh	—	電気
		作業者	1h	—	労務費
組立	製品A 組立処理	電気	100Wh	—	電気
		ネジ	10個／製品	—	ネジ
		圧縮空気	5L／製品	圧縮空気 供給設備	空気
		作業者	1h	—	労務費
組立	製品B 組立処理	電気	100Wh	—	電気
		ネジ	15個／製品	—	ネジ
		圧縮空気	5L／製品	圧縮空気 供給設備	空気
		作業者	1h	—	労務費
組立	待機	電気	50Wh	—	電気
組立	終了処理	電気	100Wh	—	電気
		作業者	1h	—	労務費
組立	停止	—	—	—	—

[図13]

生産工程	設備動作	資源	消費量	供給設備	費目
塗装	起動	電気	50Wh	—	電気
		作業者	1h	—	労務費
塗装	製品A 塗装処理	電気	100Wh	—	電気
		塗料A	0.1L／製品	—	塗料A
		水	10L／製品	水再利用 設備	水
		作業者	1h	—	労務費
塗装	製品B 塗装処理	電気	150Wh	—	電気
		塗料B	0.15L／製品	—	塗料B
		水	15L／製品	水再利用 設備	水
		作業者	1h	—	労務費
塗装	待機	電気	50Wh	—	電気
		作業者	1h	—	労務費
塗装	終了処理	電気	100Wh	—	電気
		作業者	1h	—	労務費
塗装	停止	—	—	—	—

[図14]

生産工程	設備動作	資源	消費量	供給設備	費目
検査	起動	電気	—	—	電気
		作業者	1h	—	労務費
検査	検査処理	電気	100Wh	—	電気
		作業者	1h	—	労務費
検査	待機	電気	100Wh	—	電気
検査	終了処理	電気	—	—	電気
		作業者	1h	—	労務費
検査	停止	—	—	—	—

[図15]

生産工程	動作日時	製品名	生産数量	設備動作	消費資源			
					ネジ	電気	空気	労務費
組立	2018/07/01 08:00	—	—	起動	—	50Wh	—	1h
組立	2018/07/01 09:00	製品A	30個	製品A 組立処理	300本	100Wh	150L	1h
組立	2018/07/01 10:00	製品A	30個	製品A 組立処理	300本	100Wh	150L	1h
組立	2018/07/01 11:00	—	—	待機	—	50Wh	—	—
組立	2018/07/01 12:00	—	—	待機	—	50Wh	—	—
組立	2018/07/01 13:00	—	—	待機	—	50Wh	—	—
組立	2018/07/01 14:00	製品B	20個	製品B 組立処理	300本	100Wh	100L	1h
組立	2018/07/01 15:00	製品B	20個	製品B 組立処理	300本	100Wh	100L	1h
組立	2018/07/01 16:00	製品B	20個	製品B 組立処理	300本	100Wh	100L	1h
組立	2018/07/01 17:00	—	—	終了処理	—	100Wh	—	1h
組立	2018/07/01 18:00	—	—	停止	—	—	—	—

[図16]

生産工程	動作日時	製品名	生産数量	設備動作	消費資源				
					塗料A	塗料B	電気	水	労務費
塗装	2018/07/01 09:00	—	—	起動	—	—	50Wh	—	1h
塗装	2018/07/01 10:00	製品A	30個	製品A 塗装処理	3L	—	100Wh	300L	1h
塗装	2018/07/01 11:00	製品A	30個	製品A 塗装処理	3L	—	100Wh	300L	1h
塗装	2018/07/01 12:00	—	—	待機	—	—	50Wh	—	1h
塗装	2018/07/01 13:00	製品B	20個	製品B 塗装処理	—	3L	150Wh	300L	1h
塗装	2018/07/01 14:00	製品B	20個	製品B 塗装処理	—	3L	150Wh	300L	1h
塗装	2018/07/01 15:00	製品B	20個	製品B 塗装処理	—	3L	150Wh	300L	1h
塗装	2018/07/01 16:00	—	—	製品B 組立処理	—	—	100Wh	—	1h
塗装	2018/07/01 17:00	—	—	製品B 組立処理	—	—	—	—	—

[図17]

生産工程	動作日時	製品名	生産数量	設備動作	消費資源	
					電気	労務費
検査	2018/07/01 10:00	—	—	起動	—	1h
検査	2018/07/01 11:00	製品A	30個	検査処理	100Wh	1h
検査	2018/07/01 12:00	製品A	30個	検査処理	100Wh	1h
検査	2018/07/01 13:00	—	—	待機	100Wh	—
検査	2018/07/01 14:00	—	—	待機	100Wh	—
検査	2018/07/01 15:00	製品B	20個	検査処理	150Wh	1h
検査	2018/07/01 16:00	製品B	20個	検査処理	150Wh	1h
検査	2018/07/01 17:00	製品B	20個	検査処理	150Wh	1h
検査	2018/07/01 18:00	—	—	終了処理	—	1h
検査	2018/07/01 18:00	—	—	停止	—	—

[図18]

動作日時	供給量	設備動作
2018/07/01 07:00	—	起動
2018/07/01 08:00	—	起動
2018/07/01 09:00	150L	圧縮処理
2018/07/01 10:00	150L	圧縮処理
2018/07/01 11:00	—	待機
2018/07/01 12:00	—	待機
2018/07/01 13:00	—	待機
2018/07/01 14:00	100L	圧縮処理
2018/07/01 15:00	100L	圧縮処理
2018/07/01 16:00	100L	圧縮処理
2018/07/01 17:00	—	終了処理
2018/07/01 18:00	—	終了処理
2018/07/01 19:00	—	停止

[図19]

動作時刻	供給量	再利用水	給水	設備動作
2018/07/01 07:00	—	—	—	起動
2018/07/01 08:00	—	—	—	起動
2018/07/01 09:00	—	—	—	起動
2018/07/01 10:00	300L	150L	150L	供給処理 再利用処理 給水処理
2018/07/01 11:00	300L	150L	150L	供給処理 再利用処理 給水処理
2018/07/01 12:00	—	—	—	待機
2018/07/01 13:00	300L	150L	150L	供給処理 再利用処理 給水処理
2018/07/01 14:00	300L	150L	150L	供給処理 再利用処理 給水処理
2018/07/01 15:00	300L	150L	150L	供給処理 再利用処理 給水処理
2018/07/01 16:00	—	—	—	終了処理
2018/07/01 17:00	—	—	—	終了処理
2018/07/01 18:00	—	—	—	停止

[図20]

供給設備	設備動作	資源	消費量	費目
圧縮空気 供給設備	起動	電気	500Wh	電気
	圧縮処理	電気	1000Wh	電気
	待機	電気	500Wh	電気
	終了処理	電気	500Wh	電気
	停止	—	—	—

[図21]

供給設備	設備動作	資源	消費量	費目
水再利用設備	起動	電気	3000Wh	電気
	供給処理	電気	1000Wh	電気
	再利用処理	電気	5000Wh	電気
	給水処理	電気	1000Wh	電気
		水	150L/h	給水
	待機	電気	1000Wh	電気
	終了処理	電気	1000Wh	電気
	停止	—	—	—

[図22]

供給設備	動作日時	供給量	設備動作	消費資源
				電気
圧縮空気供給設備	2018/07/01 07:00	—	起動	500Wh
	2018/07/01 08:00	—	起動	500Wh
	2018/07/01 09:00	150L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 10:00	150L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 11:00	—	待機	500Wh
	2018/07/01 12:00	—	待機	500Wh
	2018/07/01 13:00	—	待機	500Wh
	2018/07/01 14:00	100L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 15:00	100L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 16:00	100L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 17:00	—	終了処理	500Wh
	2018/07/01 18:00	—	終了処理	500Wh
	2018/07/01 19:00	—	停止	—

[図23]

供給設備	動作時刻	供給量	再利用水	給水	設備動作	資源消費量	
						電気	給水
水再利用設備	2018/07/01 07:00	—	—	—	起動	3000Wh	—
	2018/07/01 08:00	—	—	150L	給水処理	1000Wh	150L
	2018/07/01 09:00	—	—	150L	給水処理	1000Wh	150L
	2018/07/01 10:00	300L	—	—	供給処理	1000Wh	—
		—	150L	—	再利用処理	5000Wh	—
		—	—	150L	給水処理	1000Wh	150L
	2018/07/01 11:00	300L	—	—	供給処理	1000Wh	—
		—	150L	—	再利用処理	5000Wh	—
		—	—	150L	給水処理	1000Wh	150L
	2018/07/01 12:00	—	—	—	待機	1000Wh	—
	2018/07/01 13:00	300L	—	—	供給処理	1000Wh	—
		—	150L	—	再利用処理	5000Wh	—
		—	—	150L	給水処理	1000Wh	150L
	2018/07/01 14:00	300L	—	—	供給処理	1000Wh	—
		—	150L	—	再利用処理	5000Wh	—
		—	—	150L	給水処理	1000Wh	150L
	2018/07/01 15:00	300L	—	—	供給処理	1000Wh	—
	2018/07/01 16:00	—	—	—	終了処理	1000Wh	—
	2018/07/01 17:00	—	—	—	終了処理	1000Wh	—
	2018/07/01 18:00	—	—	—	停止	—	—

[図24]

消費資源	消費量
ネジ	1,500本
空気	600L
塗料A	6L
塗料B	9L
水	1,500L
給水	900L
電気	48,000Wh
労務費	23h

[図25]

費目	費用
ネジ	10円/本
空気	0円
塗料A	1,000円/L
塗料B	2,000円/L
水	0円
給水	10円/L
電気	0.02円/Wh
労務費	1000円/h

[図26]

費目	消費量	費用合計
ネジ	1,500本	15,000円
空気	600L	0円
塗料A	6L	6,000円
塗料B	9L	18,000円
水	1,500L	0円
給水	900L	9,000円
電気	48,000Wh	960円
労務費	23h	23,000円
総費用	—	71,960円

[図27]

優先度	生産計画変更処理
1	生産開始日時 変更処理
2	生産平準化処理
3	生産詰込処理

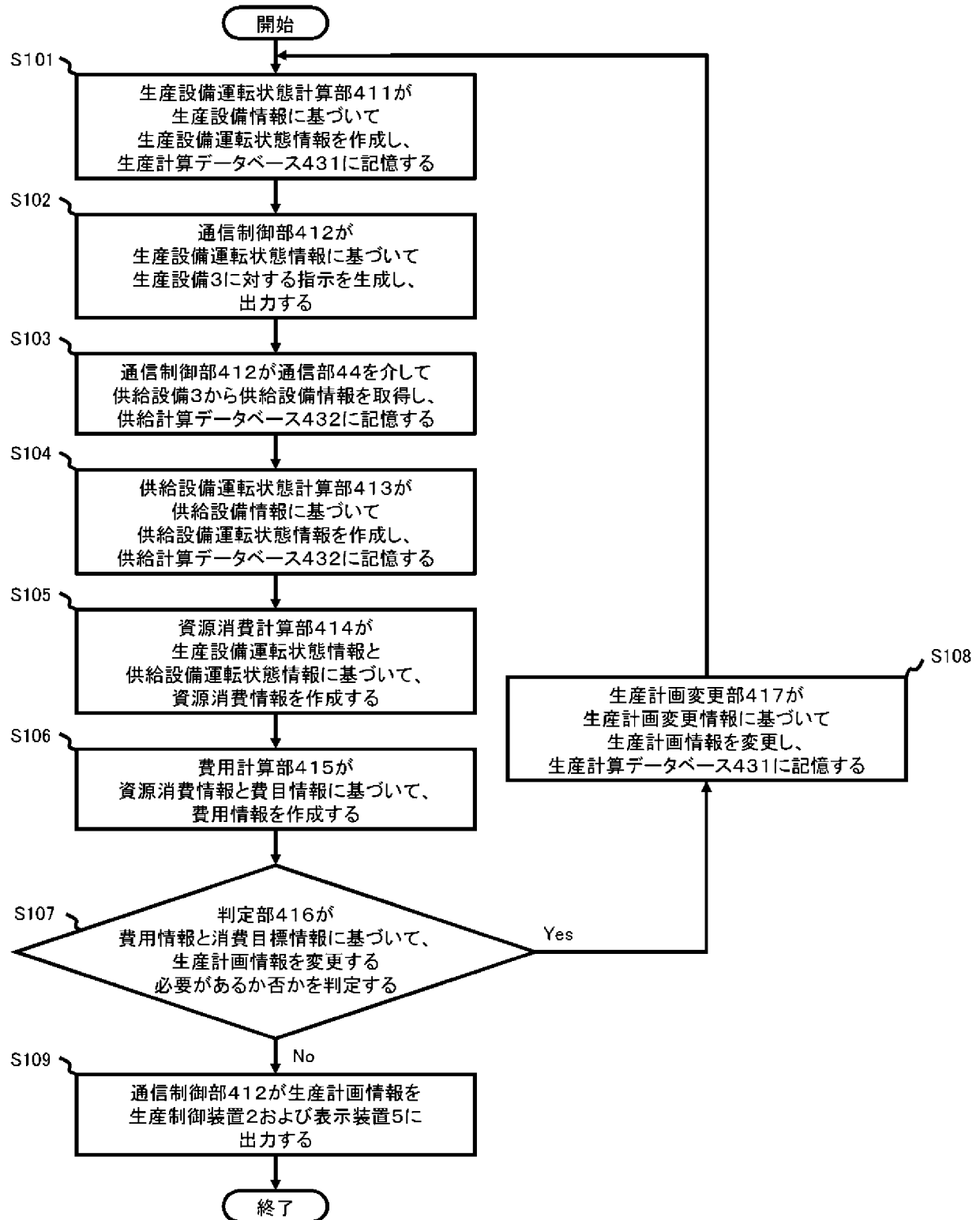
[図28]

対象製品	生産開始日時	生産数量
製品A	2018/07/01 10:00	60個
製品B	2018/07/01 13:00	60個

[図29]

費目	消費量	費用合計
ネジ	1,500本	15,000円
空気	600L	0円
塗料A	6L	6,000円
塗料B	9L	18,000円
水	1,500L	0円
給水	900L	9,000円
電気	46,300Wh	926円
労務費	22h	22,000円
総費用	—	70,926円

[図30]



[図31]

動作日時	供給量	設備動作
2018/07/01 05:00	—	起動
2018/07/01 06:00	—	起動
2018/07/01 07:00	200L	圧縮処理
2018/07/01 08:00	200L	圧縮処理
2018/07/01 09:00	150L	圧縮処理
2018/07/01 10:00	150L	圧縮処理
2018/07/01 11:00	—	待機
2018/07/01 12:00	—	待機
2018/07/01 13:00	—	待機
2018/07/01 14:00	100L	圧縮処理
2018/07/01 15:00	100L	圧縮処理
2018/07/01 16:00	100L	圧縮処理
2018/07/01 17:00	—	終了処理
2018/07/01 18:00	—	終了処理
2018/07/01 19:00	—	停止

[図32]

動作日時	供給量	設備動作
2018/07/01 05:00	—	起動
2018/07/01 06:00	—	起動
2018/07/01 07:00	200L	圧縮処理
2018/07/01 08:00	200L	圧縮処理
2018/07/01 09:00	—	終了処理
2018/07/01 10:00	—	終了処理
2018/07/01 11:00	—	停止

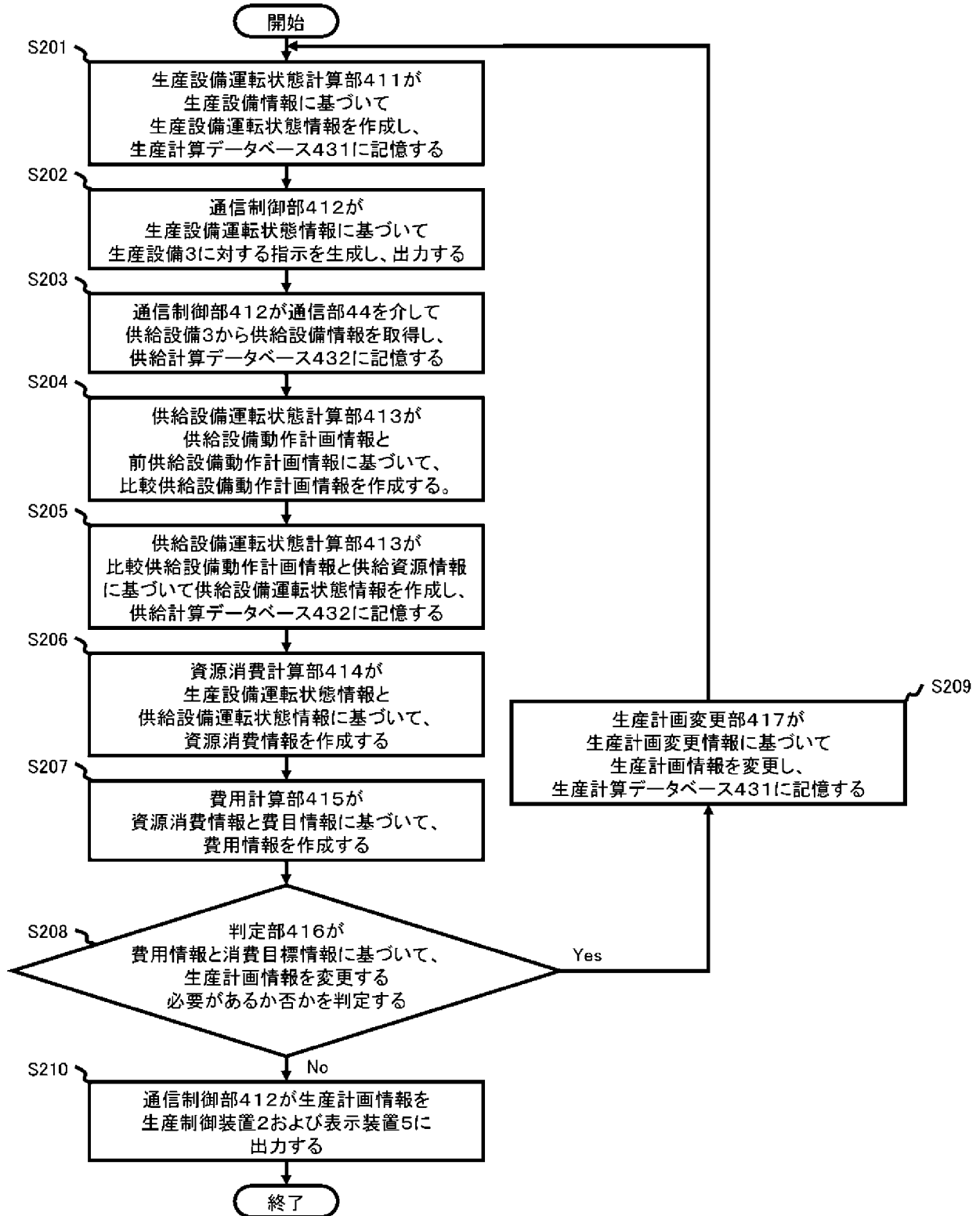
[図33]

動作日時	供給量	設備動作
2018/07/01 05:00	—	—
2018/07/01 06:00	—	—
2018/07/01 07:00	—	—
2018/07/01 08:00	—	—
2018/07/01 09:00	150L	圧縮処理
2018/07/01 10:00	150L	圧縮処理
2018/07/01 11:00	—	待機
2018/07/01 12:00	—	待機
2018/07/01 13:00	—	待機
2018/07/01 14:00	100L	圧縮処理
2018/07/01 15:00	100L	圧縮処理
2018/07/01 16:00	100L	圧縮処理
2018/07/01 17:00	—	—
2018/07/01 18:00	—	—
2018/07/01 19:00	—	—

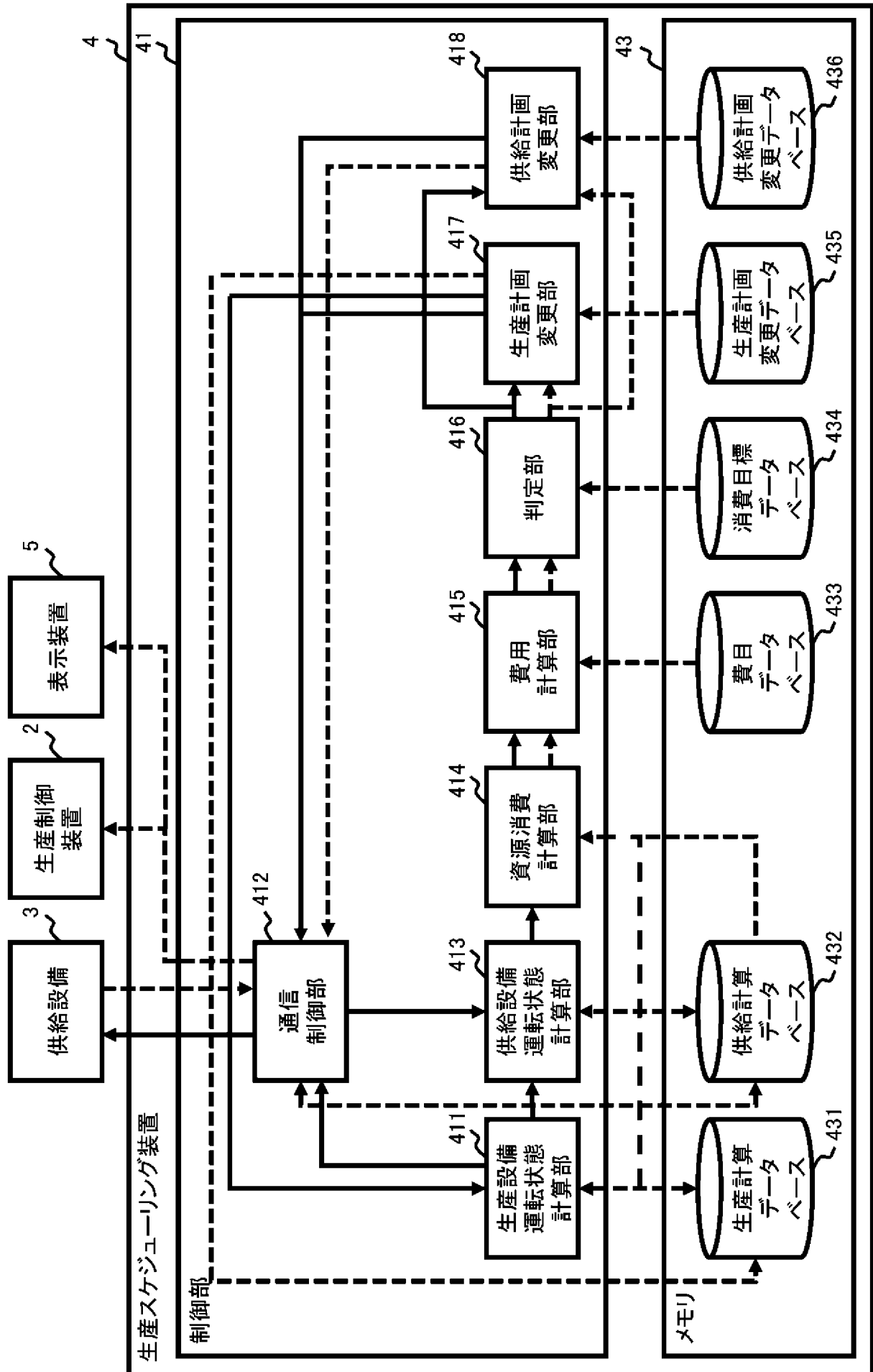
[図34]

供給設備	動作日時	供給量	設備動作	消費資源
				電気
圧縮空気 供給設備	2018/07/01 07:00	—	—	—
	2018/07/01 08:00	—	—	—
	2018/07/01 09:00	150L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 10:00	150L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 11:00	—	待機	500Wh
	2018/07/01 12:00	—	待機	500Wh
	2018/07/01 13:00	—	待機	500Wh
	2018/07/01 14:00	100L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 15:00	100L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 16:00	100L	圧縮処理	1000Wh
	2018/07/01 17:00	—	—	—
	2018/07/01 18:00	—	—	—
	2018/07/01 19:00	—	—	—

[図35]



[図36]



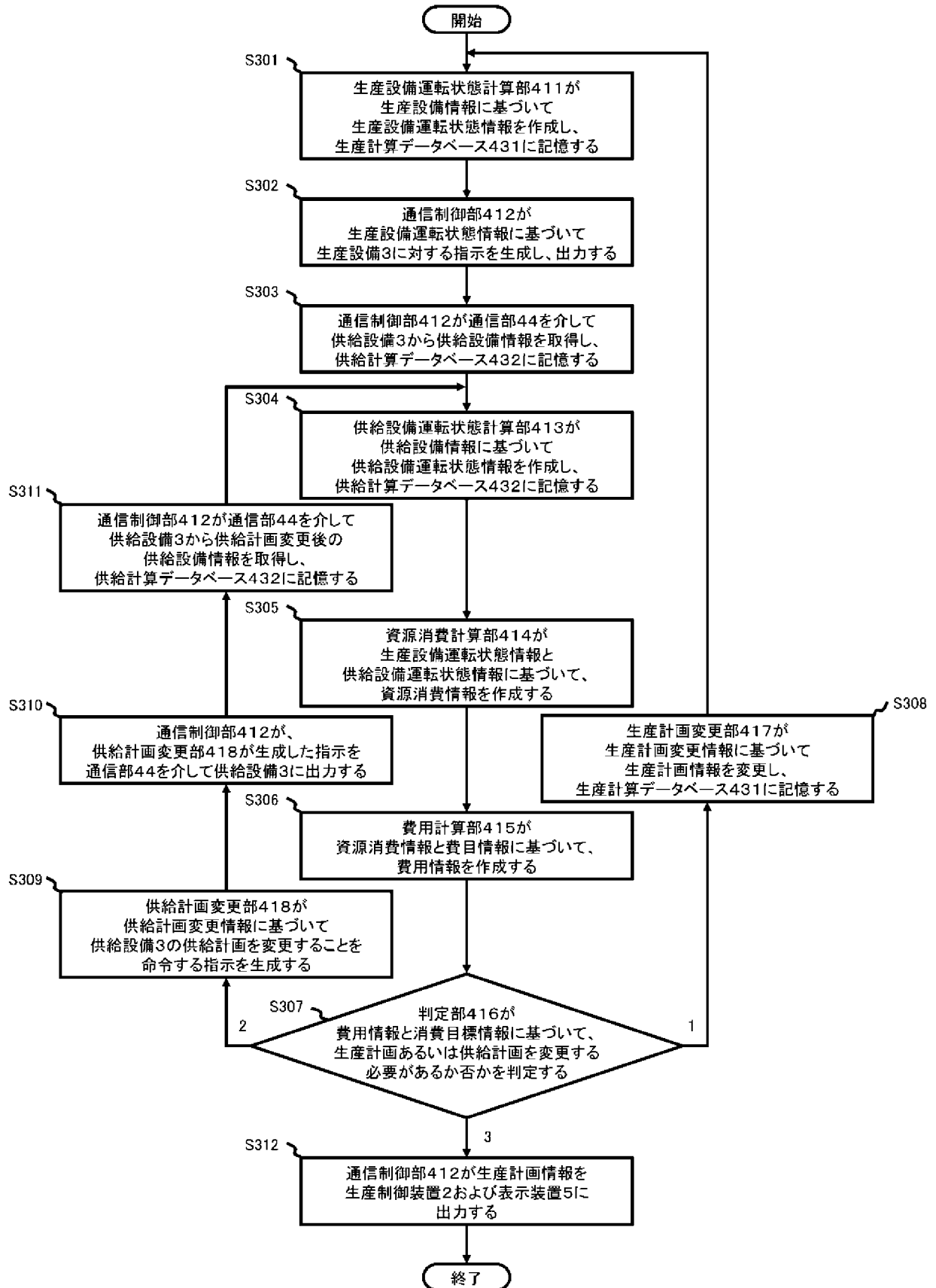
[図37]

優先度	供給計画変更処理
1	供給平準化処理
2	供給詰込処理

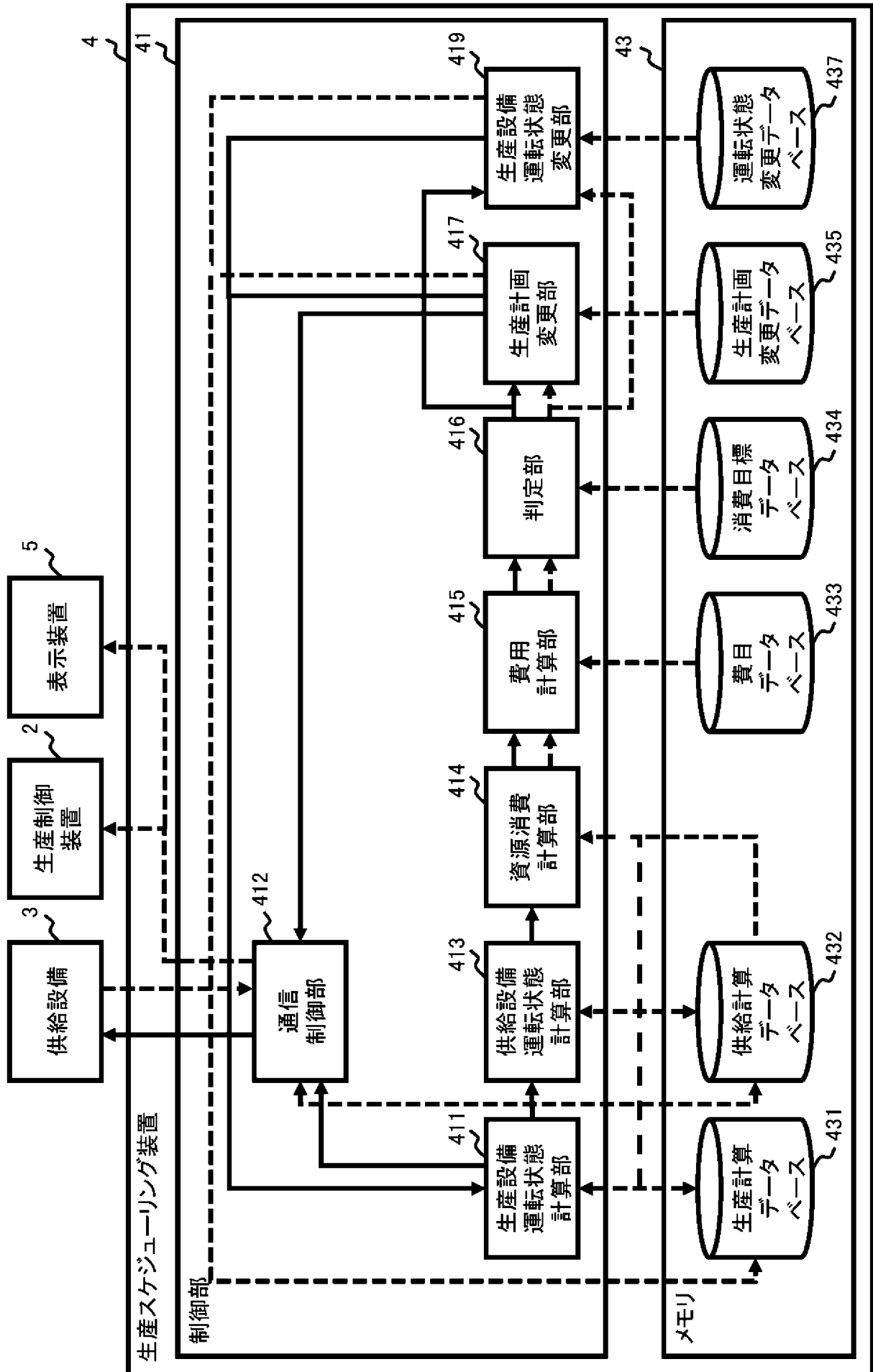
[図38]

動作時刻	供給量	再利用水	給水	設備動作
2018/07/01 04:00	—	—	—	起動
2018/07/01 05:00	—	—	—	起動
2018/07/01 06:00	—	—	—	起動
2018/07/01 07:00	—	150L	—	再利用処理
2018/07/01 08:00	—	150L	—	再利用処理
2018/07/01 09:00	—	150L	—	再利用処理
2018/07/01 10:00	300L	150L	—	供給処理 再利用処理
2018/07/01 11:00	300L	150L	—	供給処理 再利用処理
2018/07/01 12:00	—	150L	—	再利用処理
2018/07/01 13:00	300L	150L	—	供給処理 再利用処理
2018/07/01 14:00	300L	150L	—	供給処理 再利用処理
2018/07/01 15:00	300L	150L	150L	供給処理 再利用処理 給水処理
2018/07/01 16:00	—	—	—	終了処理
2018/07/01 17:00	—	—	—	終了処理
2018/07/01 18:00	—	—	—	停止

[図39]



[図40]



[図41]

優先度	運転状態変更処理
1	生産能力変更処理
2	生産時間変更処理

[図42]

生産工程	動作日時	製品名	生産数量	設備動作	消費資源			
					ネジ	電気	空気	労務費
組立	2018/07/01 08:00	—	—	起動	—	50Wh	—	1h
組立	2018/07/01 09:00	製品A	30個	製品A 組立処理	300本	100Wh	150L	1h
組立	2018/07/01 10:00	製品A	30個	製品A 組立処理	300本	100Wh	150L	1h
組立	2018/07/01 11:00	—	—	待機	—	50Wh	—	—
組立	2018/07/01 12:00	—	—	待機	—	50Wh	—	—
組立	2018/07/01 13:00	—	—	待機	—	50Wh	—	—
組立	2018/07/01 14:00	製品B	30個	製品B 組立処理	450本	100Wh	150L	1h
組立	2018/07/01 15:00	製品B	30個	製品B 組立処理	450本	100Wh	150L	1h
組立	2018/07/01 16:00	—	—	終了処理	—	100Wh	—	1h
組立	2018/07/01 17:00	—	—	停止	—	—	—	—

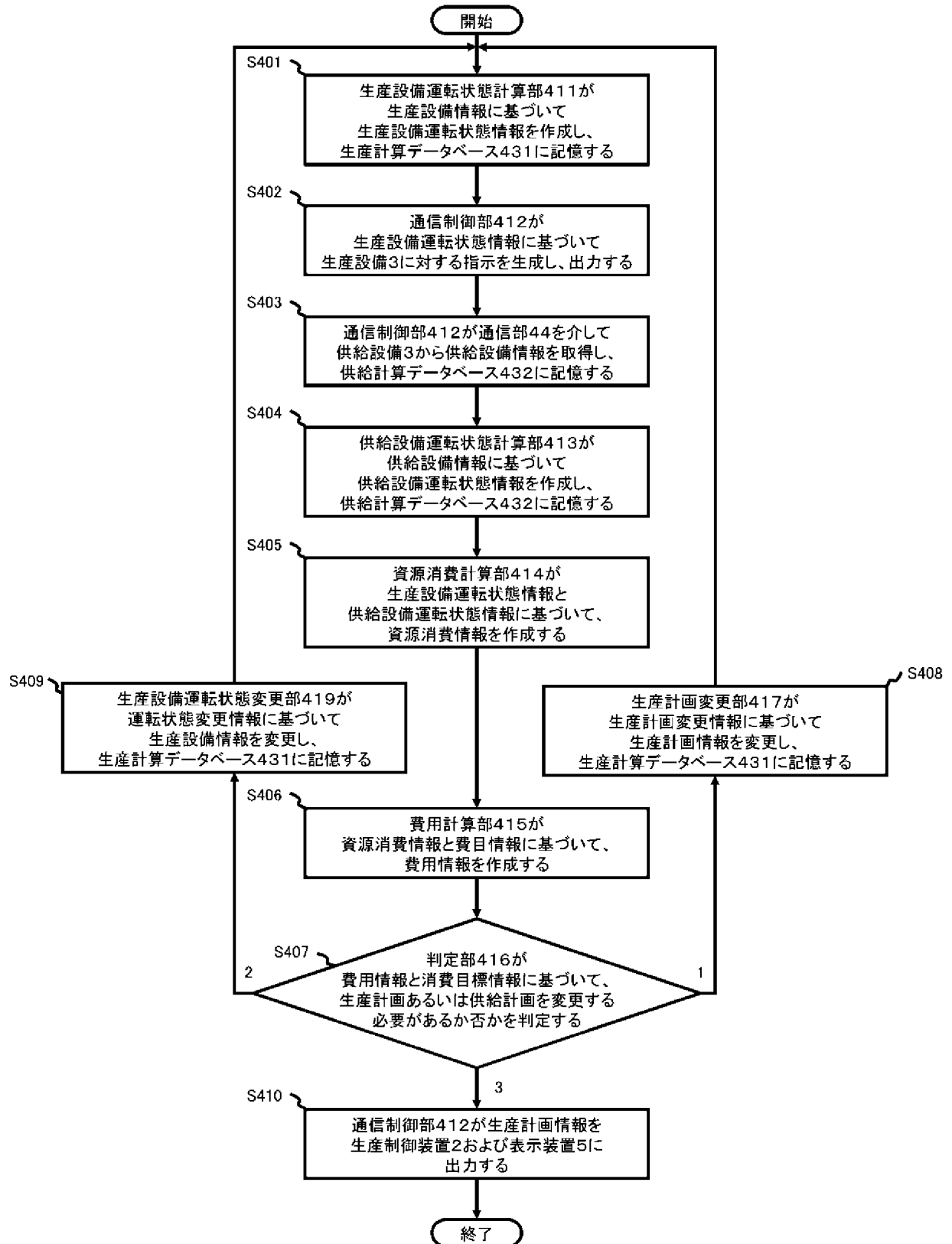
[図43]

生産工程	動作日時	製品名	生産数量	設備動作	消費資源				
					塗料A	塗料B	電気	水	労務費
塗装	2018/07/01 09:00	—	—	起動	—	—	50Wh	—	1h
塗装	2018/07/01 10:00	製品A	30個	製品A 塗装処理	3L	—	100Wh	300L	1h
塗装	2018/07/01 11:00	製品A	30個	製品A 塗装処理	3L	—	100Wh	300L	1h
塗装	2018/07/01 12:00	—	—	待機	—	—	50Wh	—	1h
塗装	2018/07/01 13:00	製品B	30個	製品B 塗装処理	—	4.5L	150Wh	450L	1h
塗装	2018/07/01 14:00	製品B	30個	製品B 塗装処理	—	4.5L	150Wh	450L	1h
塗装	2018/07/01 16:00	—	—	製品B 組立処理	—	—	100Wh	—	1h
塗装	2018/07/01 17:00	—	—	製品B 組立処理	—	—	—	—	—

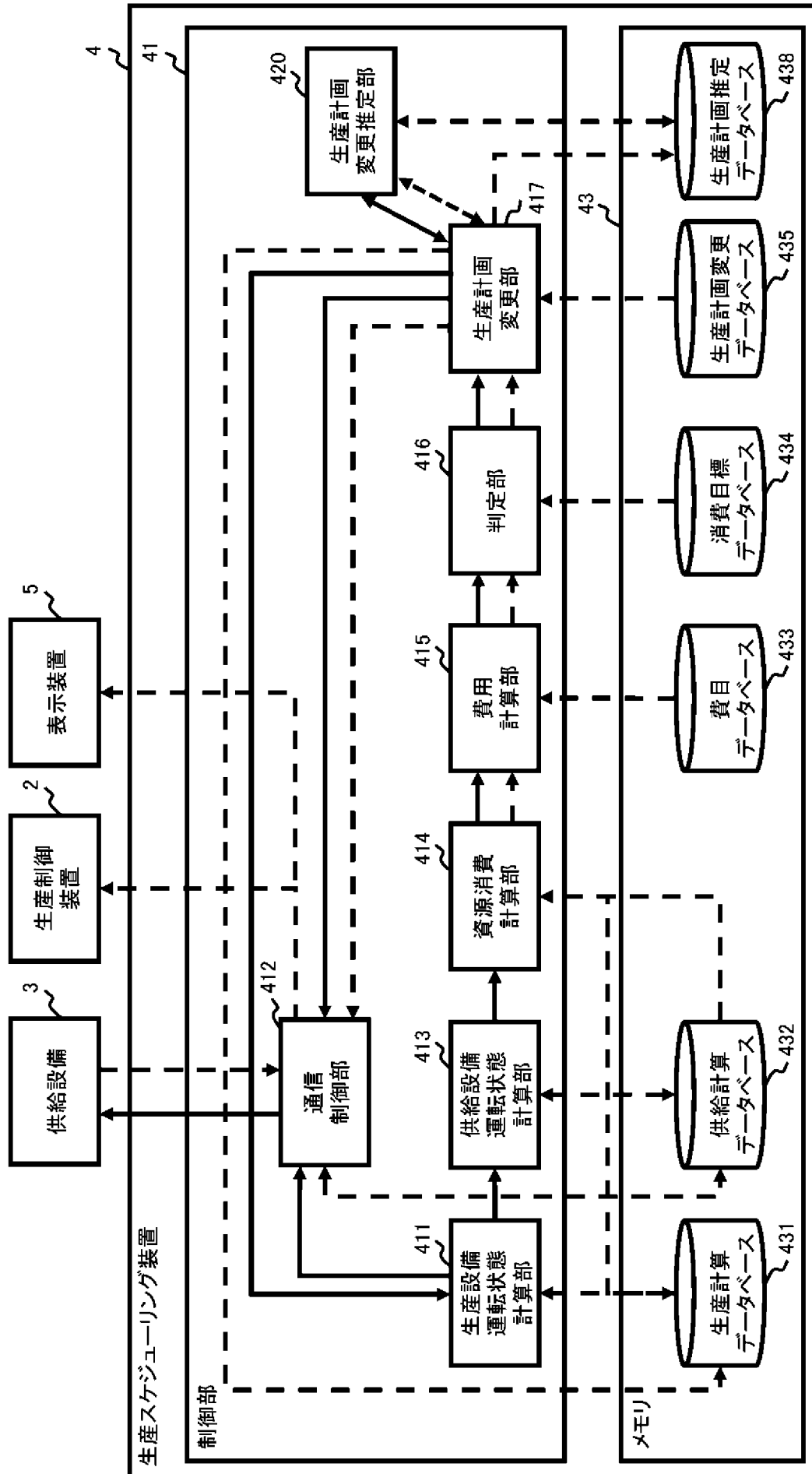
[図44]

生産工程	動作日時	製品名	生産数量	設備動作	消費資源	
					電気	労務費
検査	2018/07/01 10:00	—	—	起動	—	1h
検査	2018/07/01 11:00	製品A	30個	検査処理	100Wh	1h
検査	2018/07/01 12:00	製品A	30個	検査処理	100Wh	1h
検査	2018/07/01 13:00	—	—	待機	100Wh	—
検査	2018/07/01 14:00	—	—	待機	100Wh	—
検査	2018/07/01 15:00	製品B	30個	検査処理	150Wh	1h
検査	2018/07/01 16:00	製品B	30個	検査処理	150Wh	1h
検査	2018/07/01 17:00	—	—	終了処理	—	1h
検査	2018/07/01 17:00	—	—	停止	—	—

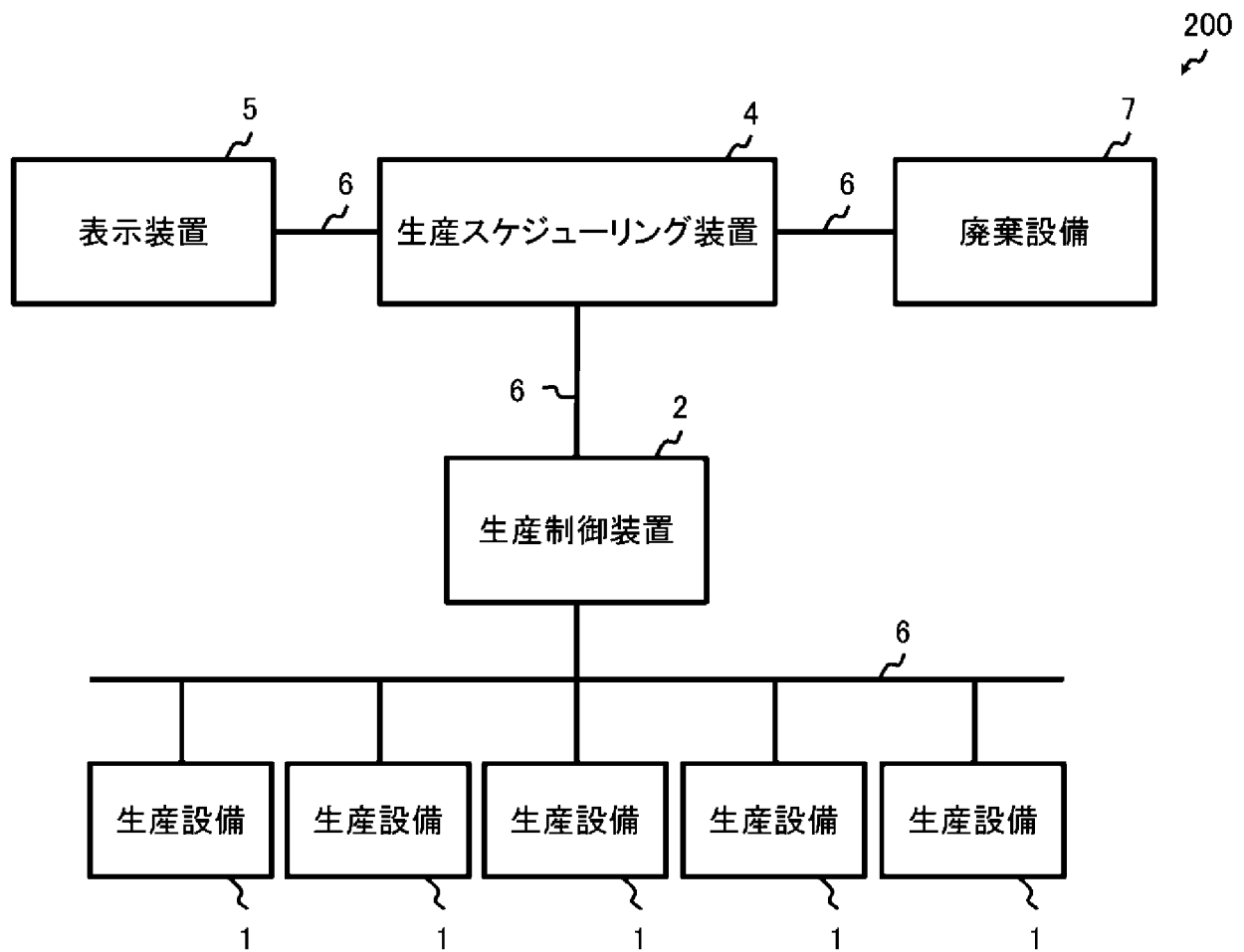
[図45]



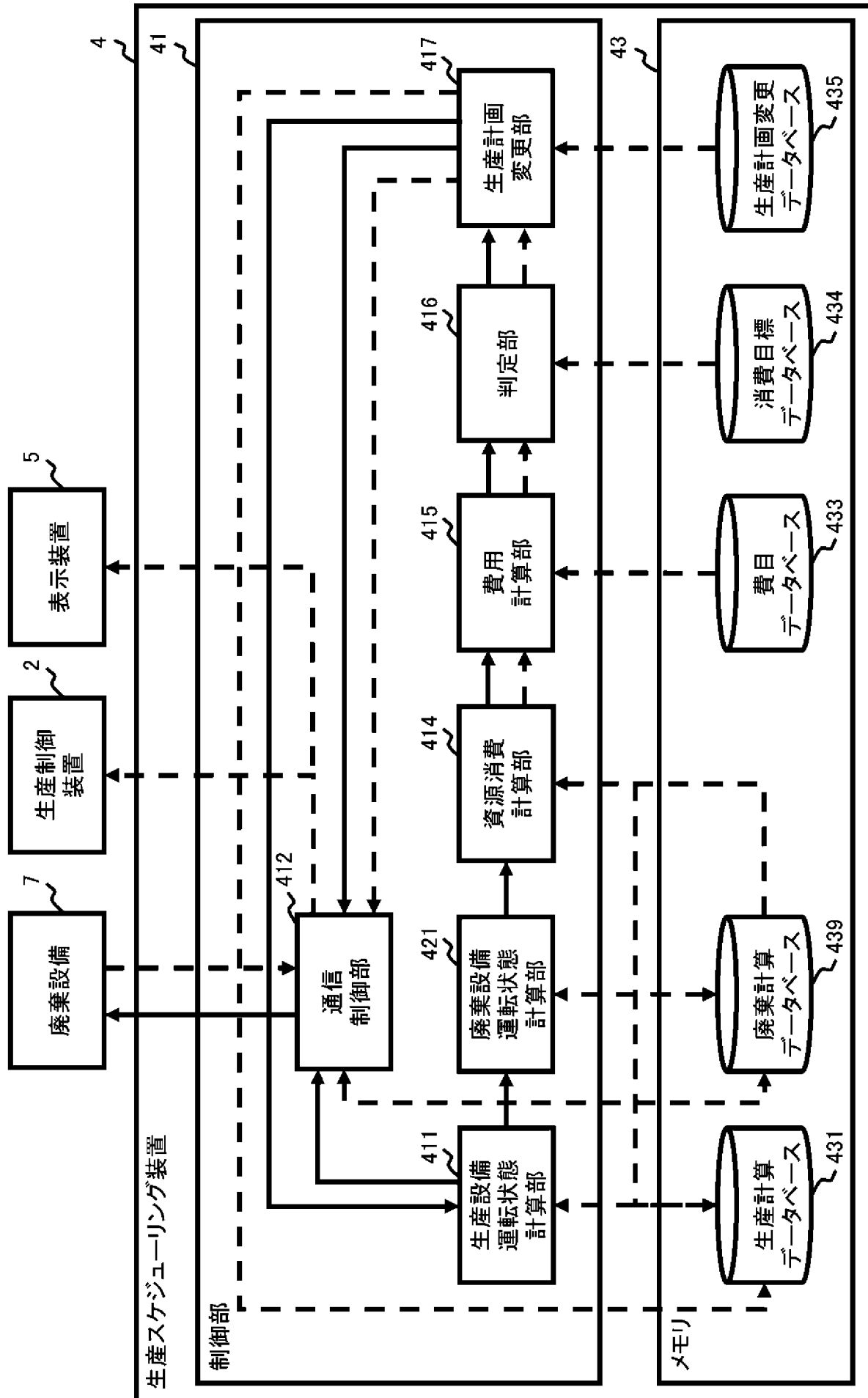
[図46]



[図47]



[図48]



[図49]

動作日時	処理量	設備動作
2018/07/01 07:00	—	起動
2018/07/01 08:00	—	起動
2018/07/01 09:00	100L	浄水処理
2018/07/01 10:00	100L	浄水処理
2018/07/01 11:00	—	待機
2018/07/01 12:00	—	待機
2018/07/01 13:00	—	待機
2018/07/01 14:00	50L	浄水処理
2018/07/01 15:00	50L	浄水処理
2018/07/01 16:00	50L	浄水処理
2018/07/01 17:00	—	終了処理
2018/07/01 18:00	—	終了処理
2018/07/01 19:00	—	停止

[図50]

廃棄設備	設備動作	資源	消費量	費目
污水处理設備	起動	電気	1000Wh	電気
	浄水処理	電気	2000Wh	電気
	待機	電気	500Wh	電気
	終了処理	電気	500Wh	電気
	停止	—	—	—

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/029393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G05B19/418 (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)

Int. Cl. G05B19/418

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2014-160359 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 04 September 2014, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2016-81074 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP.) 16 May 2016, entire text, all drawings & US 2017/0207629 A1, entire text, all drawings	1-8
A	JP 2001-184114 A (NKK CORP.) 06 July 2001, entire text, all drawings (Family: none)	1-8

☐ 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
15.10.2018

Date of mailing of the international search report
23.10.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G05B19/418(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G05B19/418

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2014-160359 A（富士電機株式会社）2014.09.04, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2016-81074 A（横河電機株式会社）2016.05.16, 全文, 全図 & US 2017/0207629 A1, 全文, 全図	1-8
A	JP 2001-184114 A（日本鋼管株式会社）2001.07.06, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-8

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

15.10.2018

国際調査報告の発送日

23.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

加藤 啓

3 U

3 4 2 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3364