

(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
2013年7月18日(18.07.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/105305 A1

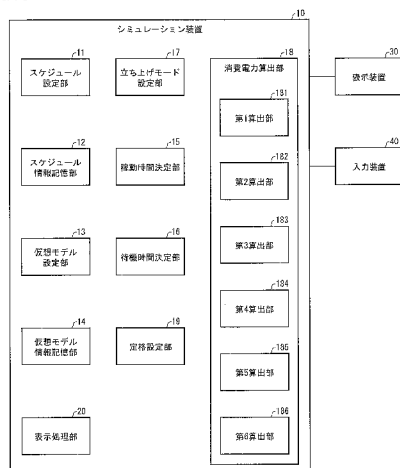
- (51) 国際特許分類:
G05B 19/418 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/073307
- (22) 国際出願日: 2012年9月12日(12.09.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-004393 2012年1月12日(12.01.2012) JP
特願 2012-054996 2012年3月12日(12.03.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): オムロン株式会社(OMRON CORPORATION) [JP/JP];
〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 川井 若浩 (KAWAI, Wakahiro).
- (74) 代理人: 増井 義久, 外(MASUI, Yoshihisa et al.);
〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル4F Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 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,

[続葉有]

(54) Title: SIMULATION DEVICE, SIMULATION METHOD, PROGRAM AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: シミュレーション装置、シミュレーション方法、プログラムおよび記録媒体

【図9】



(57) Abstract: This simulation device (10) is a device for outputting, by way of simulation, power consumed in a system having a plurality of units of equipment, which is provided with a virtual model setting unit (13) which sets the type of form of power consumption for a unit of equipment, and a power consumption calculation unit (18) which outputs the power consumption for the unit of equipment in accordance with the type that has been set.

(57) 要約: シミュレーション装置(10)は、複数の設備を有するシステムで消費される電力をシミュレーションにより出力する装置であり、設備の電力消費形態のタイプを設定する仮想モデル設定部(13)と、設定されたタイプに従って、設備の消費電力を出力する消費電力算出部(18)とを備える。

- 10 Simulation device
11 Schedule setting unit
12 Schedule information storage unit
13 Virtual model setting unit
14 Virtual model information storage unit
15 Active time determination unit
16 Wait time determination unit
17 Operational mode setting unit
18 Power consumption calculation unit
181 First calculation unit
182 Second calculation unit
183 Third calculation unit
184 Fourth calculation unit
185 Fifth calculation unit
186 Sixth calculation unit
19 Raising setting unit
20 Display processing unit
30 Display device
40 Input device

WO 2013/105305 A1

WO 2013/105305 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

シミュレーション装置、シミュレーション方法、プログラムおよび記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、設備の消費電力をシミュレーションにより出力するシミュレーション装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、電子部品や機構部品等の加工あるいは組立を複数の設備を用いて連続的に行う製造ラインが知られている。このような製造ラインの構築は、図22に示されるような方法で実施されている。まず、製品の材質、形状、部品構成等の情報に基づいて製造工程を設計する（S100）。次に、製造工程を実現するための設備、工具、搬送方法、作業人員などの資源を生産能力に合わせて導入、配置することで製造ラインを決定する（S101）。その後、決定した製造ラインにおいて実際に製品を製造しながら生産能力を評価する（S102）。生産能力が設計段階で想定した能力と比べて劣る場合には、その原因を追究し、何らかの改善を行う（S103）。S103では、製造ラインの再設計などが実施される。その後、再度S102の評価を繰り返す。S101～S103を複数回繰り返して行うことで、適正な製造ラインが完成する。

[0003] ところが、図22で示す方法で製造ラインを構築する場合、製造工程の設計に基づいて準備された各設備を最適に連動させるために多くの労力を要することとなる。また、製造工程の設計のプロセスにまで後戻りして工程を変更する必要等が発生して、適正な製造ラインの構築に長期間を要するという問題があった。また、他の設備との連動のために必要な待機時間、空転時間等の発生により、設備の最大能力を発揮できない、もしくは、設計された生産能力を達成できない等の問題が発生しやすい。

[0004] そこで、このような問題を解消するために、製品の仕様、製造条件等を基にコンピュータ上に製造ラインの仮想モデルを構築し、当該仮想モデルにおいて製造ライン全体の動きをシミュレーションさせ、製造ラインを評価する方法が提案されている（特許文献1～4参照）。特に、特許文献3，4には、仮想モデル内の設備能力を意図的に変化させて、製造ラインの稼働状態をシミュレーションする方法や、各設備の稼働および停止の確率を用いて製造ラインの稼働率を算出する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2003-44115号公報（2003年2月14日公開）」

特許文献2：日本国公開特許公報「特開2008-234176号公報（2008年10月2日公開）」

特許文献3：日本国特許公報「特許第4247083号公報（2009年4月2日発行）」

特許文献4：日本国公開特許公報「特開2009-157673号公報（2009年7月16日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 近年のCO₂削減に関する認識の高まりから、製造ラインの設計においては、生産タクトの短縮、製造コストの最少化といった目的に加えて、消費電力を最小限に抑える設計の必要性が増加している。しかしながら、特許文献1～4に記載の技術では消費電力について考慮されていない。

[0007] 製造ラインの消費電力を見積もる方法としては、製造ラインを構成する各設備の定格電力から消費電力の総量を算出する方法が考えられる。すなわち、図23に示されるように、計画時間を入力し、計画時間と製造ラインを構成する各設備の定格電力とを乗じた値を合計することで、製造ラインの消費

電力を算出する。ただし、このようにして算出された消費電力は、各設備の停止や待機などが考慮されておらず、実際の製造ラインの消費電力よりも非常に大きくなってしまう。そこで、特許文献3で記載されている設備の停止の確率を用いることが考えられる。しかしながら、特許文献3では、製造ラインにおいて複数の設備が関連して動作することに起因した設備の停止や待機については考慮されていない。そのため、消費電力のシミュレーション結果の精度向上が期待できない。

[0008] また、製造ラインに限らず、互いに関連して動作する複数の設備を有するシステムに含まれる設備の消費電力を精度よくシミュレーションすることが望まれている。例えば、廃棄対象物（例えば、工場廃棄物、工場廃水、廃ガス、ゴミ等）を複数の設備が順に処理する廃棄物処理システムなどである。

[0009] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、設備の消費電力を精度よくシミュレーションにより出力することが可能なシミュレーション装置、シミュレーション方法、プログラムおよび記録媒体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

[0010] 上記の課題を解決するために、本発明のシミュレーション装置は、設備の電力消費形態のタイプを設定するタイプ設定部と、前記タイプ設定部により設定されたタイプに従って前記設備の消費電力をシミュレーションにより出力する出力部とを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明のシミュレーション装置によれば、設備の消費電力を精度よくシミュレーションにより出力することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]製造ラインの仮想モデルの一例を示す模式図である。

[図2]タイプ1の電力消費形態を示す印刷機の電力波形を示す図である。

[図3]タイプ2の電力消費形態を示す高速実装機の電力波形を示す図である。

[図4]タイプ2の電力消費形態を示す高精度実装機の電力波形を示す図である

。

[図5]タイプ3の電力消費形態を示すリフロー炉の安定状態時の電力波形を示す図である。

[図6]タイプ4の電力消費形態を示す検査機の電力波形を示す図である。

[図7]タイプ5の電力消費形態を示す照明機の立ち上げ時の電力波形を示す図である。

[図8]タイプ6の電力消費形態を示すリフロー炉の立ち上げ時の電力波形を示す図であり、(a)は余熱がないときであり、(b)は余熱があるときである。

[図9]本発明の一実施形態に係るシミュレーション装置の構成を示すブロック図である。

[図10]スケジュール情報の一例を示す図である。

[図11]仮想モデル設定部により設定される仮想モデル情報の一部を示す図である。

[図12]仮想モデル設定部により設定される仮想モデル情報の別の一部を示す図である。

[図13]仮想モデル設定部により設定される立ち上げ電力テーブルの一例を示す図である。

[図14]定格設定部が記憶する定格電力テーブルの一例を示す図である。

[図15]本発明の一実施形態に係るシミュレーション装置の処理の流れを示すフローチャートである。

[図16]図15のS13の詳細を示す図である。

[図17]図11および図12に示す仮想モデル情報が設定されたときの、S3～S7の処理の具体的な処理例を示す図である。

[図18]図11および図12に示す仮想モデル情報が設定されたときの、S8の処理の具体的な処理例を示す図である。

[図19]図10に示すスケジュール情報が設定され、図13に示す立ち上げ電力テーブルが設定されたときの、S11の処理の具体例を示す図である。

[図20]変形例に係るシミュレーション装置の構成を示すブロック図である。

[図21]図20に示すシミュレーション装置のタイミング設定部の処理の一例を示すフローチャートである。

[図22]従来の製造ラインの構築方法を示すフローチャートである。

[図23]製造ラインの消費電力をシミュレートする方法の参考例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して本発明の一実施形態に係る製造ラインのシミュレーション装置を詳細に説明する。

[0014] <製造ラインの仮想モデル>

図1は、本実施形態のシミュレーション装置において設定される製造ラインの仮想モデルの一例を示す図である。図1に示されるように、仮想モデル200は、プリント配線基板に電子部品を実装して電子部品実装基板を作製するための製造ラインのモデルである。

[0015] 仮想モデル200は、電子部品実装基板の基材となるプリント配線基板（以下、単に基板という）（ワーク）にはんだ材を印刷するための印刷機201、基板に電子部品を実装するための高速実装機203および高精度実装機204、はんだ材を加熱硬化させるリフロー炉206、各工程後の加工状態を確認するための第1検査機202、第2検査機205および第3検査機207、ならびに、第3検査機207による検査の際にワークに光を照射する照明機208を含む。これらの設備は、製造ラインにおいてワーク（処理対象物）である基板に対して処理を行うことにより製品を製造する設備（以下、ライン設備という）である。

[0016] また、仮想モデル200は、製造ラインの稼動を支援する工場設備（以下、支援設備という）として、印刷機201、高速実装機203および高精度実装機204に圧縮エアーを供給するエアーコンプレッサ211と、リフロー炉206からのガスを排気する排気ダクト213、および製造ラインスペースの空調を行う空調機212がある。

[0017] このように、製造ラインの仮想モデル 200 には、製造ラインを構成するライン設備と、製造ラインを支援する支援設備とが含まれる。

[0018] <設備の電力消費形態のタイプ>

ライン設備および支援設備の電力消費形態は、以下の 6 つのタイプ 1 ～タイプ 6 に分類することができる。なお、タイプ 1, 2, 4 はライン設備における電力消費形態である。また、タイプ 3, 5, 6 は、ライン設備および支援設備のどちらの設備でも取り得る電力消費形態である。また、タイプ 5, 6 の何れかと、タイプ 1 ～4 の何れかとの両方の電力消費形態を示す設備もある。

[0019] (タイプ 1 (第 1 タイプ))

ワークに対して処理を施す稼動状態と、ワークに対して処理を施さずに待機している待機状態とで消費電力が異なるライン設備における消費電力形態である。そして、待機状態における単位時間当たりの消費電力を第 1 単位固定電力とすると、稼動状態における単位時間あたりの消費電力が、第 1 単位固定電力よりも大きくなるタイプである。すなわち、稼動状態における消費電力は、設備が稼動している時間（稼動時間）に第 1 単位固定電力を乗じた設備固定電力と、設備固定電力とは別に必要となる稼動用の電力（以下、設備稼動電力という）とを加算した値となる。なお、設備稼動電力は、対象となるライン設備において所定の単位動作を行うために設備固定電力とは別に必要となる電力（以下、単位動作電力という）に、単位動作を行う回数（動作回数）を乗じることにより求めることができる。なお、本タイプでは、待機状態は 1 つのみである。

[0020] 本タイプは、例えば図 1 に示す仮想モデル 200 では、印刷機 201 による電力消費形態である。図 2 は、印刷機 201 の電力消費形態を示す図である。図 2 に示されるように、待機状態では、制御コントローラ、駆動モータの空転等で発生する設備固定電力が消費される。そして、稼動状態では、設備固定電力に加えて、基板へのはんだペースト印刷、および、所定の印刷回数毎に実施される洗浄処理に要する設備稼動電力が追加され、設備固定電力

と設備稼働電力との和の電力が消費される。

[0021] (タイプ2 (第2タイプ))

上記のタイプ1と同様に、ワークに対して処理を施す稼働状態と、ワークに対して処理を施さずに待機している待機状態とで消費電力が異なるライン設備における消費電力形態である。ただし、待機状態として第1待機状態および第2待機状態の2つの待機状態が存在し、第1待機状態のときに単位時間当たり第2単位固定電力が消費され、第2待機状態のときに単位時間当たり第3単位固定電力(>第2単位固定電力)が消費される。稼働状態の消費電力は、第3単位固定電力に稼働時間を乗じた値である設備固定電力と設備稼働電力との和となる。

[0022] 本タイプは、例えば図1に示す仮想モデルでは、高速実装機203または高精度実装機204による電力消費形態である。図3は、高速実装機203の電力消費形態を示し、図4は、高精度実装機204の電力消費形態である。図3に示されるように、高速実装機203では、単位時間当たり第2単位固定電力を消費する第1待機状態と、第2単位固定電力よりも大きい第3単位固定電力を単位時間当たり消費する第2待機状態とを有する。同様に、図4に示されるように、高精度実装機204でも、第2単位固定電力を消費する第1待機状態と、第2単位固定電力よりも大きい第3単位固定電力を消費する第2待機状態とを有する。

[0023] なお、高速実装機203および高精度実装機204において、第1待機状態とは、部品が実装される基板(ワーク)を保持することなく、前段のライン設備から新たな基板が搬送されるのを待機している状態である。一方、第2待機状態とは、後段のライン設備が処理中であるため、部品の実装処理が終了した基板を後段の設備に搬送することができずに、当該基板を保持したまま待機している状態である。この場合、基板を保持するための電力が必要となるため、第3単位固定電力が第2単位固定電力よりも大きくなる。

[0024] 稼働状態では、基板を保持するとともに、部品を基板の所定の位置に実装する処理(実装処理)が必要となるため、第3単位固定電力に稼働時間を乗

じた電力（設備固定電力）に当該実装処理のために必要となる設備稼働電力を加えた電力が消費されることとなる。

[0025] （タイプ3（第3タイプ））

製造ラインを稼働させる間、常に電源がオンとされる設備であり、設備において略一定の電力が消費される電力消費形態である。本タイプの設備がライン設備である場合、他のライン設備の遅延に関係なく（つまり、ワークの搬送の有無に関係なく）略一定の電力が消費される。

[0026] 本タイプは、例えば図1に示す仮想モデルでは、設定温度で安定した状態のリフロー炉206や、排気ダクト213、エアーコンプレッサ211、常時電源オンとしたときの第1～第3検査機202・205・207の電力消費形態である。

[0027] 図5は、リフロー炉206の電力消費形態である。なお、図5は、設定温度で安定した状態のリフロー炉206の電力消費形態を示している。図5に示されるように、ワークの搬送の有無に関係なく、略一定の電力が消費されている。このような設備は、通常、休日等の製造ライン全体を停止する時間帯のみ計画的に電源がオフにされる。

[0028] なお、タイプ3に属する電力消費形態を示す設備で消費される電力は、当該設備において単位時間当たりに消費される第4単位固定電力に稼働時間を乗じることにより求めることができる。

[0029] （タイプ4（第4タイプ））

ワークに対する処理を行うときに電源がオンとされ、電源がオンのとき略一定の電力が消費されるライン設備での電力消費形態である。

[0030] 本タイプは、例えば図1に示す仮想モデルでは、使用時のみ電源オンとされる第1検査機202、第2検査機205、第3検査機207の電力消費形態である。作業者は、検査を行うときに検査機の電源をオンとし、電力が消費されることとなる。ただし、検査するときに限らず、製造ラインを稼働させる間、常に電源をオンとする場合には、タイプ3の電力消費形態となる。すなわち、タイプ4に属する設備は、使用状態によってはタイプ3となりう

る。

[0031] なお、タイプ4に属する設備で消費される電力は、当該設備において所定の単位動作を行うために必要となる電力である単位動作電力に単位動作を行う回数を乗じることにより求めることができる。

[0032] 図6は、第1検査機202における電力消費形態である。図6に示されるように、稼動時間だけ略一定の電力が消費される。

[0033] (タイプ5 (第5タイプ))

設備を立ち上げるとき(起動時)の電力消費形態のタイプである。なお、本タイプでは、立ち上げ前の状態に関係なく、略一定の電力が立ち上げにより消費される。

[0034] 本タイプは、光量の安定に時間がかかる照明等の設備がある。例えば図1に示す仮想モデルでは、照明機208の立ち上げ時の電力消費形態が本タイプに該当する。

[0035] 図7は、仮想モデルに含まれる照明機208の立ち上げ時における電力消費形態である。図6に示されるように、照明の光量が安定するまでの一定時間(約30分)だけ立ち上げのための電力を消費する。

[0036] (タイプ6 (第6タイプ))

タイプ5と同様に、設備を立ち上げるとき(起動時)の電力消費形態のタイプである。ただし、本タイプは、立ち上げ前の状態によって、立ち上げ時の消費電力(以下、立ち上げ電力という)が変化する形態である。

[0037] 本タイプに属する電力消費形態は、図2に示す仮想モデルのリフロー炉206のような加熱装置である。このような加熱装置では、短期間の電源オフでは炉内に熱が残留しているため、熱が残留していない状態のときと比べて短時間で設定温度に到達する。そのため、立ち上げ前の電源オフの時間によって立ち上げ電力が変化する。

[0038] 図8(a)は、リフロー炉206に熱が残留していない状態で立ち上げたときの電力消費形態であり、図8(b)は、リフロー炉206に熱が残留している状態で立ち上げたときの電力消費形態である。図8(a)(b)に示

されるように、リフロー炉 206 のような加熱装置では、電源オンにした直後の初期段階（図中 a で示す）で大きな電力消費があり、炉内の温度が設定温度に到達したタイミング（図中 b で示す）で電力の制御が開始される。その後、一定時間の電力制御の後、タイミング X において炉内温度が設定温度で安定し、電力消費も安定する。ここで、電源オンにしてからタイミング X までが立ち上げに要する時間（以下、立ち上げ時間という）となり、立ち上げ時間における電力波形の積分値が立ち上げ電力となる。なお、タイミング X 以降は、上述したようにタイプ 3 の電力消費形態となる。

[0039] 図 8（a）（b）に示されるように、リフロー炉 206 に熱が残留している状態では、熱が残留していない状態と比べて、炉内温度が設定温度に到達するまでに時間が短くなり、立ち上げ電力が小さくなる。

[0040] <シミュレーション装置の構成>

本実施形態に係るシミュレーション装置は、上記のような各設備の電力消費形態のタイプを考慮して、製造ラインの仮想モデルにおける所定期間（例えば 1 日）の消費電力をシミュレートする装置である。これにより、実際の製造ラインに近い消費電力を精度良くシミュレートすることができる。

[0041] 図 9 は、シミュレーション装置 10 の構成を示すブロック図である。図 9 に示されるように、シミュレーション装置 10 は、表示装置 30 および入力装置 40 と接続されている。そして、シミュレーション装置 10 は、スケジュール設定部 11、スケジュール情報記憶部 12、仮想モデル設定部 13 と、仮想モデル情報記憶部 14 と、稼動時間決定部 15 と、待機時間決定部 16 と、立ち上げモード設定部 17 と、消費電力算出部 18 と、定格設定部 19 と、表示処理部 20 とを備えている。

[0042] なお、シミュレーション装置 10 は、例えば PC（Personal Computer）ベースのコンピュータによって構成される。そして、シミュレーション装置 10 における処理は、プログラムをコンピュータに実行させることによって実現される。このプログラムは例えば CD-ROM（Compact Disc Read Only Memory）などのリムーバブルメディアに記録され、シミュレーション装置 1

0が前記リムーバブルメディア（コンピュータ読み取り可能な記録媒体）から前記プログラムを読み込んで使用する形態であってもよい。また、ハードディスク（コンピュータ読み取り可能な記録媒体）などにインストールされたプログラムをシミュレーション装置10が読み込んで使用する形態であってもよい。

[0043] 表示装置30は、シミュレーション装置10から受信した表示データに基づいて文字や画像などの各種の情報を表示出力するものである。表示装置30は、例えば、LCD（液晶ディスプレイ）、PDP（プラズマディスプレイ）、有機EL（electroluminescence）ディスプレイ等の表示手段である。

[0044] 入力装置40は、ユーザから各種の入力を受け付けるものであり、入力用ボタン、キーボード、マウスなどのポインティングデバイス、その他の入力デバイスによって構成されている。入力装置40は、オペレータから入力された情報を入力データに変換してシミュレーション装置10に送信する。

[0045] （スケジュール設定部）

スケジュール設定部11は、入力装置40に対する入力に従って、製造ラインの仮想モデルにおける稼動／停止のスケジュールを設定するものである。具体的には、スケジュール設定部11は、ユーザ入力に応じて、所定期間（例えば一日）における、製造ラインを稼動させる稼動計画時間帯と、製造処理を停止させる停止計画時間帯とを示すスケジュール情報を生成し、スケジュール情報記憶部12に格納する。ユーザは、実際の製造ラインにおける昼休みや作業交代等を考慮して、稼動計画時間帯および停止計画時間帯を入力すればよい。

[0046] （スケジュール情報記憶部）

スケジュール情報記憶部12は、スケジュール設定部11により設定されたスケジュール情報を記憶するものである。図10は、スケジュール情報の一例を示す図である。図10の例では、スケジュールの開始予定時刻である2:00から1日の間において、稼動計画時間帯A～Dと、停止計画時間帯E～Hとが設定されている。

[0047] (仮想モデル設定部)

仮想モデル設定部 13 は、入力装置 40 に対する入力に従って、シミュレーションの対象となる製造ラインの仮想モデルを設定するものである。具体的には、仮想モデル設定部 13 は、以下のような処理を行う。

[0048] 仮想モデル設定部 13 は、製造ラインの仮想モデルを設定するために必要な情報の入力を促す画面を表示装置 30 に表示させ、入力装置 40 に入力された情報を取得する。仮想モデル設定部 13 が入力を促す情報としては、以下のような情報が挙げられる。

(a) 仮想モデルに含まれる設備の各々を識別する設備識別情報（例えば設備名）。なお、全く同じ処理を行うための設備が複数台ある場合には、当該複数台の設備について一つの設備識別情報が入力される。また、同仕様の設備であっても、ワークに異なる処理を行うために配置される複数台の設備については、設備ごとに異なる設備識別情報が入力される。

(b) 各設備の台数。なお、ここで入力される台数は、全く同じ処理を行う設備についての台数が設定される。

(c) 各設備の電力消費形態のタイプを示すタイプ情報。

(d) 各設備がライン設備であるか支援設備であることを示す種別情報。

(e) 各ライン設備について、ワークに対して処理を行う順番。

[0049] 図 11 は、上記の (a) ~ (e) の情報の一例を示す図である。なお、図において、種別情報「ライン」はライン設備であることを示しており、種別情報「支援」は支援設備であることを示している。

[0050] さらに、仮想モデル設定部 13 は、以下の情報についても入力を促し、入力装置 40 から取得する。

(f) タイプ 1, 2, 4 の電力消費形態を示すライン設備について、当該設備を稼動するために設備固定電力とは別に必要となる単位時間当たりの電力である基準電力。例えば、対象となる設備を所定時間（例えば 1 時間）だけ連続して稼動させたときの消費電力を予め実験等で求めておき、当該消費電力から（単位固定電力×所定時間）を引いた電力を基準電力として入力すれ

ばよい。より具体的には、ユーザは、図2に示すような電力波形から、連続して稼動している状態の設備稼働電力を基に基準電力を予め求め、入力すればよい。

(g) タイプ1、2、4の電力消費形態を示すライン設備について、当該ライン設備でワークに対して所定の単位動作を行う際の単位動作電力。なお、上述したように、単位動作電力には、設備固定電力が含まれない。単位動作電力は、例えば図2～4、6に示されるような電力波形を実験等により取得し、電力波形から予め求めればよい。図2の電力波形のように、10回の印刷動作ごとに1回の洗浄動作を行う印刷機201の場合、10回の印刷動作および1回の洗浄動作を連続して行うときの消費電力から設備固定電力を差し引き、その値を10で割った値を単位動作電力とすればよい。この場合、1枚分の基板に対する印刷動作および洗浄動作が単位動作となる。また、高速実装機203や高精度実装機204の場合、基板上に1つの部品を実装する動作を単位動作としてもよいし、もしくは、基板上に所定数の部品を実装する動作を単位動作としてもよい。

(h) タイプ1、2、4の電力消費形態を示すライン設備について、単位動作を行う動作回数(処理数)。例えば、印刷機201では、1枚分の基板に対する印刷動作および洗浄動作を単位動作とすると、印刷機201に投入する基板の枚数となる。また、高速実装機203では、基板上に1つの部品を実装する動作を単位動作とすると、動作回数は、印刷機201に投入される基板の枚数に、1枚の基板上に高速実装機203により実装される部品数を乗じた数となる。なお、ユーザは、スケジュール設定部11によって設定されたスケジュール情報で示される所定期間(例えば1日)稼動計画時間帯で想定される動作回数を入力する。

(i) タイプ1の電力消費形態を示すライン設備についての第1単位固定電力。

(j) タイプ2の電力消費形態を示すライン設備についての第2単位固定電力および第3単位固定電力。また、第2単位固定電力および第3単位固定電力。

力の各々について、当該単位固定電力が発生する際の待機状態の種別を示す待機状態情報。なお、待機状態情報としては、前段の設備からのワークの搬送を待機する状態を示す情報と、後段の設備へのワークの搬送を待機する状態を示す情報とがある。

(k) タイプ3の電力消費形態を示す設備における第4単位固定電力。なお、ユーザは、図5に示すような電力波形から第4単位固定電力を求めてもよく、もしくは、設備の定格電力を第4単位固定電力としてもよい。

(l) タイプ3の電力消費形態を示すライン設備に投入されるワーク数（以下、投入ワーク数という）（処理数）。なお、ワークに対する処理時間が他のライン設備と比較して小さいことが明らかであるライン設備については、投入ワーク数の入力を省略してもよい。省略する場合には、例えば、「考慮なし」のような文字を入力すればよい。

(m) タイプ3の電力消費形態を示すライン設備における、所定時間（例えば1時間）で処理可能な最大ワーク数（以下、最大処理ワーク数という）。なお、ワークに対する処理時間が他のライン設備と比較して小さいことが明らかであるライン設備については、最大処理ワーク数の入力を省略してもよい。省略する場合には、例えば、「考慮なし」のような文字を入力すればよい。

[0051] 図12のA領域は、上記の(f)～(m)の情報の一例を示す図である。なお、図において、待機状態情報「前段」は、前段の設備からのワークの搬送を待機する状態を示し、待機状態情報「後段」は、後段の設備へのワークの搬送を待機する状態を示す。また、図中において、「単位固定電力」の列は、タイプ1に属する設備については第1単位固定電力を示し、タイプ2に属する設備については「第2」が第2単位固定電力を、「第3」が第3単位固定電力を示し、タイプ3に属する設備については第4単位固定電力を示す。

[0052] なお、(f) 基準電力、(g) 単位動作電力、(i) 第1単位固定電力、(j) 第2単位固定電力および第3単位固定電力、(k) 第4単位固定電力

、（ｍ）最大処理ワーク数は、１台の設備に対する値が入力される。

[0053] 一方、（ｈ）動作回数、（ｌ）投入ワーク数は、入力された（ｂ）台数分の設備の全てに対する値の合計値が入力されるものとする。なお、（ｈ）動作回数、（ｌ）投入ワーク数は、スケジュール設定部１１により設定されたスケジュール情報の期間（例えば１日）での値が入力される。

[0054] また、ユーザは、空調機２１２の第４単位固定電力として、設置を想定している空調機２１２の定格電力を入力してもよいし、「自動」を入力してもよい。空調機２１２の第４単位固定電力として「自動」が設定された場合、後述するように、仮想モデル内のライン設備の消費電力を基に、最適な空調機２１２の定格電力が第４単位固定電力として自動的に設定される。

[0055] さらに、仮想モデル設定部１３は、以下の情報についても入力を促し、入力装置４０から取得する。

（ｎ）タイプ５の電力消費形態を示す設備について、電源をオンにしてから設備が安定するまでに要する時間（立ち上げ時間）、および、立ち上げ時間で消費される電力（立ち上げ電力）。

（ｏ）タイプ６の電力消費形態を示す設備について、立ち上げ電力に関する情報である立ち上げ電力テーブル。立ち上げ電力テーブルは、（１）設定温度で安定している状態の設備の電源を一旦オフとした後の停止時間と、（２）当該停止時間の終了時点において再び安定状態にするために、電源をオンにしてから安定状態までに必要な時間である立ち上げ時間と、（３）立ち上げ時間において消費される電力（立ち上げ電力）との対応関係を示すテーブルである。なお、このテーブルには、電源オフにしてから電源オンにするまでの時間（電源オフ時間）を加えてもよい。電源オフ時間は、停止時間から立ち上げ時間を差し引いた時間となる。立ち上げ電力テーブルは、設定温度で安定している状態の設備の電源を一旦オフとした後に再度電源をオンとして炉内温度が設定温度で再び安定するまでの電力波形を測定する実験を、電源オフから電源オンまでの時間を変えて行うことにより予め作成される。なお、ここで停止時間とは、設備が非安定状態であり正常な稼動ができない状

態の時間である。そのため、停止時間には、電源がオンにされているが立ち上げ中である時間も含まれる。

[0056] 図 1 2 の B 領域は、上記の (n) および (o) の情報の一例を示す図である。また、図 1 3 は、図 1 2 に示す立ち上げ電力テーブル T の一例を示す図である。なお、(n) および (o) の情報は、1 台の設備に対する情報が入力される。

[0057] 図 1 3 に示す立ち上げ電力テーブル T では、停止時間「15 分」および「30 分」に対応する立ち上げ時間が「30 分」となっている。これは、設定温度で安定している状態の設備の電源を一旦オフとした直後に電源をオンとしても、炉内温度を設定温度で再び安定させるために 30 分かかることを意味している。すなわち、立ち上げ時間は最短でも 30 分である。そのため、停止時間が 15 分の場合、その停止時間の開始の 15 分前に電源をオンにしなければ、停止時間の終了時点で炉内温度を設備温度で安定化させることができない。すなわち、停止時間内に電源をオフにすることができないことを意味している。停止時間が 30 分のときも同様である。(停止時間) - (立ち上げ時間) = (電源オフ時間) が 0 以下である場合は、停止時間中に電源をオフにすることができないことを意味する。

[0058] 仮想モデル設定部 1 3 は、上記の (a) ~ (o) の情報の入力を受け付け、図 1 1 および図 1 2 に示されるように、(a) 設備識別情報と、当該設備識別情報で示される設備についての (b) ~ (o) の情報とを対応付けて仮想モデル情報記憶部 1 4 に格納する。

[0059] (仮想モデル情報記憶部)

仮想モデル情報記憶部 1 4 は、仮想モデル設定部 1 3 により設定された上記の (a) ~ (o) の情報を互いに対応付けて記憶するものである。

[0060] (稼動時間決定部)

稼動時間決定部 1 5 は、ライン設備ごとに、当該ライン設備を稼働させる必要最小限の時間である設備稼働時間を決定するものである。具体的には、稼動時間決定部 1 5 は、タイプ 1, 2, 4 に属するライン設備の各々につい

て、台数、基準電力、動作回数、および単位動作電力に基づいて、以下の式に従い設備稼働時間を決定する。

$$(\text{設備稼働時間}) = (\text{単位動作電力}) \times (\text{動作回数}) / \{ (\text{基準電力}) \times (\text{台数}) \} \quad .$$

[0061] また、稼働時間決定部 15 は、タイプ 3 に属するライン設備については、投入ワーク数および最大処理ワーク数に基づいて、以下の式に従い設備稼働時間を決定する。ただし、投入ワーク数および最大処理ワーク数が設定されていないタイプ 3 のライン設備については設備稼働時間を決定しない。

$$(\text{設備稼働時間}) = (\text{投入ワーク数}) / \{ (\text{最大処理ワーク数}) \times (\text{台数}) \} \quad .$$

[0062] 稼働時間決定部 15 は、各ライン設備について、当該ライン設備に対して決定した設備稼働時間と、スケジュール情報における稼働計画時間帯の合計値とを比較する。稼働時間決定部 15 は、決定した設備稼働時間が稼働計画時間帯の合計値よりも大きい場合、スケジュール情報で示される所定期間（例えば 1 日）での稼働が不可能であるため、スケジュール情報または仮想モデルの再設定を促すエラー通知を表示装置 30 に表示させる。

[0063] 一方、決定した全ての設備稼働時間が稼働計画時間帯の合計値以下である場合、稼働時間決定部 15 は、ライン設備を識別する設備識別情報（例えば、設備名）と当該ライン設備について決定した設備稼働時間とを対応付けた稼働時間情報を、待機時間決定部 16 および消費電力算出部 18 に出力する。

[0064] また、稼働時間決定部 15 は、稼働時間決定部 15 により決定された設備稼働時間の中から最長のものをライン稼働時間（最長稼働時間）として抽出し、抽出したライン稼働時間を待機時間決定部 16 および消費電力算出部 18 に出力する。

[0065] （待機時間決定部）

待機時間決定部 16 は、タイプ 1, 2 の何れかに属するライン設備の各々について、待機時間を決定するものである。待機時間決定部 16 は、タイプ

1, 2の何れかに属する各ライン設備について、ライン稼働時間から当該設備に対して決定された設備稼働時間を差し引くことにより待機時間を決定する。

[0066] また、待機時間決定部16は、最長の設備稼働時間に対応するライン設備を最長稼働設備として特定する。そして、待機時間決定部16は、タイプ2に属するライン設備の各々について、当該設備に対応する上記(e)で設定された順番と最長稼働設備に対応する順番とを比較する。待機時間決定部16は、最長稼働設備に対応する順番よりも後の順番を示している設備の待機状態を、前段の設備の処理が遅れることによる待機であると判定し、最長稼働設備に対応する順番よりも前の順番を示している設備の待機状態を、後段の設備の処理が遅れることによる待機であると判定し、その判定結果（以下、待機状態判定結果）を生成する。

[0067] 待機時間決定部16は、待機時間を決定したライン設備について、当該ライン設備を識別する設備識別情報と、当該ライン設備について決定した待機時間とを対応付けた待機時間情報を消費電力算出部18に出力する。なお、待機状態判定結果を生成した場合には、待機時間決定部16は、待機状態判定結果を待機時間情報に含ませる。

[0068] (立ち上げモード設定部)

立ち上げモード設定部17は、タイプ5またはタイプ6の電力消費形態を示す設備について、停止計画時間帯も電源をオンにしたままとする第1モードと、停止計画時間帯において可能な範囲で電源をオフとして省電力化を図る第2モードとのいずれかを設定するものである。立ち上げモード設定部17は、入力装置40へのユーザ入力に応じて、第1モードおよび第2モードの何れかを選択し、選択したモードを示す立ち上げモード情報を消費電力算出部18に出力する。

[0069] (消費電力算出部)

消費電力算出部18は、スケジュール情報で示される所定期間（例えば1日）において仮想モデルで消費される電力予想量を算出するものである。消

費電力算出部 18 は、第 1 算出部 181、第 2 算出部 182、第 3 算出部 183、第 4 算出部 184、第 5 算出部 185、および第 6 算出部 186 を備える。

[0070] (第 1 算出部)

第 1 算出部 181 は、タイプ 1 の電力消費形態を示すライン設備の消費電力（第 1 消費電力）を算出するものである。ただし、当該ライン設備がタイプ 5 またはタイプ 6 にも属する場合には、停止計画時間帯を除いた期間の消費電力を算出する。第 1 算出部 181 は、タイプ 1 に属する各ライン設備について、仮想モデル情報で示される、当該ライン設備に対する台数、第 1 単位固定電力、単位動作電力および動作回数と、稼動時間決定部 15 から出力されたライン稼働時間とに基づいて、以下の式（1）により第 1 消費電力を算出する。

$$\begin{aligned} & \text{(第 1 消費電力)} = \\ & \text{(単位動作電力)} \times \text{(動作回数)} + \text{(ライン稼動時間)} \times \text{(第 1 単位固定電力)} \times \text{(台数)} \quad \cdots \text{式 (1)} \end{aligned}$$

このように、第 1 算出部 181 は、タイプ 1 に設定されたライン設備について、当該ライン設備における処理数（動作回数）、および、ライン稼動時間に基づいて、第 1 消費電力を出力する。なお、上記の式では、複数台ある設備については、当該複数台全ての消費電力の合計値を求めることとなる。

[0071] 式（1）の右辺の第 1 項は、稼動状態でのみ必要となる消費電力を示しており、第 2 項は、待機状態および稼動状態に共通して必要となる消費電力を示している。つまり、式（1）は、待機状態のときには単位時間あたり第 1 単位固定電力が消費され、稼動状態のときには更に単位動作電力に動作回数を乗じた電力が追加で消費されることを前提としている。そのため、タイプ 1 に属するライン設備について、待機状態と稼動状態との電力消費形態の差を考慮して消費電力をシミュレートすることができる。

[0072] (第 2 算出部)

第 2 算出部 182 は、タイプ 2 の電力消費形態を示すライン設備の消費電

力（第2消費電力）を算出するものである。ただし、当該ライン設備がタイプ5またはタイプ6にも属する場合には、停止計画時間帯を除いた期間の消費電力を算出する。第2算出部182は、タイプ2に属する各ライン設備について、仮想モデル情報で示される、当該ライン設備に対応する台数、第2単位固定電力、第3単位固定電力、単位動作電力および動作回数と、稼動時間決定部15から出力されたライン稼動時間および設備稼働時間と、待機時間決定部16から出力される待機時間および待機状態判定結果とに基づいて、以下のようにして第2消費電力を算出する。

[0073] <待機状態判定結果が、前段の設備の処理が遅れることによる待機を示している場合>

第2算出部182は、仮想モデル情報の中から、待機状態情報「前段」に対応する単位固定電力が第2単位固定電力および第3単位固定電力（>第2単位固定電力）のいずれであるかを確認する。待機状態情報「前段」に対応する単位固定電力が第2単位固定電力（小さい方の単位固定電力）である場合、下記の式（2-1）に従い第2消費電力を算出する。

（第2消費電力）＝

（単位動作電力）×（動作回数）＋（ライン稼動時間）×（第3単位固定電力）×（台数）－（待機時間）×{（第3単位固定電力）－（第2単位固定電力）}×（台数）

・・・ 式（2-1）

もしくは、下記の式（2-2）でもよい。

（第2消費電力）＝

（単位動作電力）×（動作回数）＋（設備稼動時間）×（第3単位固定電力）×（台数）＋（待機時間）×（第2単位固定電力）×（台数）・・・

式（2-2）

もしくは、下記の式（2-3）でもよい。

（第2消費電力）＝

（単位動作電力）×（動作回数）＋（ライン稼動時間－待機時間）×（第3

単位固定電力) × (台数) + (待機時間) × (第2単位固定電力) × (台数) . . . 式(2-3)。

[0074] また、待機状態情報「前段」に対応する単位固定電力が第3単位固定電力(大きい方の単位固定電力)である場合、下記の式(2-4)に従い第2消費電力を算出する。

(第2消費電力) =
(単位動作電力) × (動作回数) + (ライン稼働時間) × (第3単位固定電力) × (台数) . . . 式(2-4)

もしくは、下記の式(2-5)でもよい。

(第2消費電力) =
(単位動作電力) × (動作回数) + (設備稼働時間) × (第3単位固定電力) × (台数) + (待機時間) × (第3単位固定電力) × (台数) . . . 式(2-5)

<待機状態判定結果が、後段の設備の処理が遅れることによる待機を示している場合>

第2算出部182は、仮想モデル情報の中から、待機状態情報「後段」に対応する単位固定電力が第2単位固定電力および第3単位固定電力(>第2単位固定電力)のいずれであるかを確認する。待機状態情報「後段」に対応する単位固定電力が第2単位固定電力(小さい方の単位固定電力)である場合、上記の式(2-1) ~ (2-3)の何れかに従い第2消費電力を算出する。

[0075] また、待機状態情報「後段」に対応する単位固定電力が第3単位固定電力(大きい方の単位固定電力)である場合、上記の式(2-4)または(2-5)に従い第2消費電力を算出する。

[0076] なお、待機時間が0である場合、上記の何れかの式において待機時間=0を入力し、第2消費電力を算出すればよい。

[0077] このように、第2算出部182は、タイプ2に設定されたライン設備について、当該ライン設備における処理数(動作回数)、設備稼働時間(または

ライン稼動時間)、待機時間および待機状態情報に基づいて、第2消費電力を出力する。なお、上記の式(2-1)~(2-5)では、複数台ある設備については、当該複数台全ての消費電力の合計値を求めることとなる。

[0078] これらの式(2-1)~(2-5)の右辺の第1項は、稼動状態でのみ必要となる消費電力を示しており、第2項および第3項は、待機状態および稼動状態に共通して必要となる消費電力を示している。つまり、これらの式(2-1)~(2-5)は、第2単位固定電力に対応する待機状態のときには単位時間あたり第2単位固定電力が消費され、第3単位固定電力に対応する待機状態のときには単位時間あたり第3単位固定電力が消費され、稼動状態のときには更に単位動作電力に動作回数を乗じた電力が追加で消費されることを前提としている。そのため、タイプ2に属するライン設備について、待機状態と稼動状態との電力消費形態の差を考慮して消費電力をシミュレートすることができる。

[0079] (第3算出部)

第3算出部183は、タイプ3の電力消費形態を示す設備の消費電力(第3消費電力)を算出するものである。ただし、当該設備がタイプ5またはタイプ6にも属する場合には、停止計画時間帯を除いた期間の消費電力を算出する。第3算出部183は、タイプ3に属する各設備について、稼動時間決定部15から出力されたライン稼動時間と、仮想モデル情報の中の第4単位固定電力および台数とに基づいて、以下の式(3)により第3消費電力を算出する。

(第3消費電力) =

(ライン稼動時間) × (第4単位固定電力) × (台数) ……式(3)。

[0080] なお、上記の式(3)では、複数台ある設備については、当該複数台全ての消費電力の合計値を求めることとなる。

[0081] (第4算出部)

第4算出部184は、タイプ4の電力消費形態を示すライン設備の消費電力(第4消費電力)を算出するものである。ただし、当該ライン設備がタイ

プ5またはタイプ6にも属する場合には、立ち上げ時を除いた期間の消費電力を算出する。第4算出部184は、タイプ4に属する各設備について、仮想モデル設定部13により設定された単位動作電力および動作回数に基づいて、以下の式(4)に従い第4消費電力を算出する。

$$(\text{第4消費電力}) = (\text{単位動作電力}) \times (\text{動作回数}) \cdots \text{式(4)}。$$

[0082] なお、台数が複数であっても、全台数で実施される動作回数が設定されているため、複数台の設備については、当該複数台全ての消費電力の合計値を求めることとなる。

[0083] (第5算出部)

第5算出部185は、タイプ5の電力消費形態を示す設備の停止計画時間帯における消費電力(第5消費電力)を算出するものである。

[0084] 第5算出部185は、ライン稼動時間とスケジュール情報とを基に、稼動の終了予定時刻を求める。具体的には、第5算出部185は、スケジュール情報で示される計画期間の開始予定時刻から稼動計画時間帯の積算時間がライン稼動時間と一致する時刻を終了予定時刻とする。例えば、図10に示されるようなスケジュール情報が設定され、ライン稼動時間が6時間である場合、第5算出部185は、終了予定時刻として14:30を求める。そして、第5算出部185は、開始予定時刻から終了予定時刻までに含まれる停止計画時間帯のすべてを特定する。ここで、特定した停止計画時間帯の各々を特定停止期間という。第5算出部185は、タイプ5に属する各設備について、特定停止期間と、仮想モデル情報の中の立ち上げ時間、立ち上げ電力、台数および単位固定電力と、立ち上げモード設定部17から出力される立ち上げモード情報とに基づいて第5消費電力を算出する。

[0085] 立ち上げモード情報が第1モードを示している場合、第5算出部185は、タイプ5に属する各設備について、以下の式(5-1)に従い第5消費電力を算出する。

$$(\text{第5消費電力}) =$$

$$(\text{立ち上げ電力}) \times (\text{台数}) + (\text{最初の稼動計画時間帯より前の停止計画時$$

間帯を除く特定停止期間の合計時間) × (単位固定電力) × (台数) . . .
式 (5 - 1)。

[0086] 上記の式 (5 - 1) による第 5 消費電力は、以下の条件を前提として算出されている。すなわち、最初の稼動計画時間帯よりも前の停止計画時間帯において立ち上げを行い、残りの特定停止期間については、電源をオンのままとする。

[0087] 一方、立ち上げモード情報が第 2 モードを示している場合、第 5 算出部 185 は、タイプ 5 に属する各設備について、特定停止期間の中で立ち上げ時間よりも大きい時間帯を示す特定停止期間を再立ち上げ可能停止期間とし、立ち上げ時間以下の時間を示す特定停止期間を再立ち上げ不可停止期間として分類する。そして、以下の式 (5 - 2) に基づいて第 5 消費電力として求める。

(第 5 消費電力) =

(再立ち上げ可能停止期間の数) × (立ち上げ電力) × (台数) + (再立ち上げ不可停止期間の合計時間) × (単位固定電力) × (台数) . . . 式 (5 - 2)。

[0088] 上記の式 (5 - 2) による第 5 消費電力は、以下の条件を前提として算出されている。すなわち、再立ち上げ可能停止期間については、当該期間内で可能な範囲で電源をオフとし、当該期間の終了時点で設備の立ち上げが終了するように当該期間内で電源をオンとする。また、再立ち上げ不可停止期間については、電源をオンのままとする。これにより、停止計画時間帯における無駄な消費電力をなるべく抑えたときの消費電力を算出することができる。

[0089] なお、単位固定電力は、タイプ 1 にも属する設備の場合は第 1 単位固定電力であり、タイプ 2 にも属する設備の場合は第 2 単位固定電力であり、タイプ 3 に属する設備の場合は第 4 単位固定電力とする。

[0090] (第 6 算出部)

第 6 算出部 186 は、タイプ 6 の電力消費形態を示す設備の停止計画時間

帯における消費電力（第6消費電力）を算出するものである。

[0091] 第6算出部186は、第5算出部185と同様に、開始予定時刻からの稼動計画時間帯の積算時間がライン稼動時間と一致する時刻である終了予定時刻を求め、特定停止期間を特定する。そして、第6算出部186は、タイプ6に属する各設備について、特定停止期間と、仮想モデル情報の中の立ち上げ電力テーブル、台数および単位固定電力と、立ち上げモード設定部17から出力される立ち上げモード情報とに基づいて第6消費電力を算出する。

[0092] 立ち上げモード情報が第1モードを示している場合、第6算出部186は、タイプ6に属する各設備について、最初の稼動計画時間帯より前の停止計画時間帯の停止時間に対応する立ち上げ電力を立ち上げ電力テーブルから読み出し、以下の式（6-1）に従い第6消費電力を算出する。

（第6消費電力）＝（最初の稼動計画時間帯より前の停止計画時間帯に対応する立ち上げ電力）×（台数）＋（最初の稼動計画時間帯より前の停止計画時間帯を除く特定停止期間の合計時間）×（単位固定電力）×（台数）・・・式（6-1）。

[0093] 上記の式（6-1）による第6消費電力は、以下の条件を前提として算出されている。すなわち、最初の稼動計画時間帯よりも前の停止計画時間帯において立ち上げを行い、残りの特定停止期間については、電源をオンのままとする。

[0094] 一方、立ち上げモード情報が第2モードを示している場合、第6算出部186は、タイプ6に属する各設備について、以下のようにして第6消費電力を求める。すなわち、第6算出部186は、各特定停止期間について、当該特定停止期間と同じ時間を示す停止期間に対応する電源オフ可否情報および立ち上げ電力を読み出す。電源オフ可否情報が「可」を示している場合、当該特定停止期間を再立ち上げ可能停止期間とし、電源オフ可否情報が「否」を示している場合、特定停止期間を再立ち上げ不可停止期間として分類する。また、第6算出部186は、再立ち上げ可能停止期間の停止時間に対応する立ち上げ電力を立ち上げ電力テーブルから読み出す。

[0095] そして、以下の式（６－２）に基づいて第６消費電力として求める。

（第６消費電力）＝

（再立ち上げ可能停止期間に対応する立ち上げ電力の合計値）×（台数）＋

（再立ち上げ不可停止期間の合計時間）×（単位固定電力）×（台数）・・・

・式（６－２）。

[0096] 上記の式（６－２）による第６消費電力は、以下の条件を前提として算出されている。すなわち、再立ち上げ可能停止期間については、当該期間内で可能な範囲で電源をオフとし、当該期間の終了時点で設備の立ち上げが終了するように当該期間内で電源をオンとする。また、再立ち上げ不可停止期間については、電源をオンのままとする。これにより、停止計画時間帯における無駄な消費電力をなるべく抑えたときの消費電力を算出することができる。

[0097] なお、単位固定電力は、タイプ１にも属する設備の場合は第１単位固定電力であり、タイプ２にも属する設備の場合は第２単位固定電力であり、タイプ３にも属する設備の場合は第４単位固定電力とする。

[0098] （定格設定部）

定格設定部１９は、仮想モデル設定部１３により空調機２１２の第４単位固定電力として「自動」が設定された場合に、空調機２１２の第４単位固定電力の値を設定するものである。

[0099] 定格設定部１９は、製造ラインを構成するライン設備の消費電力の範囲と、当該製造ラインに適した空調機２１２の定格電力とを対応付けた定格電力テーブルを予め記憶しておく。定格電力テーブルは、実験や経験等に基づいて予め作成されている。図１４は、定格電力テーブルの一例を示す図である。

[0100] そして、定格設定部１９は、ライン設備の各々について消費電力算出部１８により算出された消費電力の合計値をライン電力として求め、当該ライン電力を含む消費電力の範囲に対応する定格電力を、空調機２１２の第４単位固定電力として設定する。定格設定部１９は、設定した第４単位固定電力を

消費電力算出部 18 に出力する。

[0101] (表示処理部)

表示処理部 20 は、消費電力算出部 18 により算出された各設備の消費電力を表示装置 30 に表示させる処理を行う。表示処理部 20 は、設備ごとの消費電力を求め、表示装置 30 に表示させる。また、表示処理部 20 は、ライン設備の消費電力の合計値、支援設備の消費電力の合計値、全設備の消費電力の合計値を算出し、表示装置 30 に表示させてもよい。

[0102] <シミュレーション装置の処理の流れ>

次に、シミュレーション装置 10 の処理の流れについて説明する。図 15 は、シミュレーション装置 10 の処理の流れを示すフローチャートである。

[0103] まず、スケジュール設定部 11 は、入力装置 40 に対する入力に従って、所定期間（例えば一日）における稼動計画時間帯と停止計画時間帯とを示すスケジュール情報を設定する（S1）。例えば、図 10 に示されるようなスケジュール情報を設定する。

[0104] 次に、仮想モデル設定部 13 は、入力装置 40 に対する入力に従って、製造ラインの仮想モデルに含まれる各種の設備について、上述した（a）～（o）の各種の仮想モデル情報を設定する（S2）。特に、本実施形態では、各設備の電力消費形態のタイプ（上述したタイプ 1～6）を設定し、各タイプに応じた情報を設定する。また、ユーザは、空調機 212 の定格電力である第 4 単位固定電力について、具体的な値を入力してもよいし、「自動」を入力してもよい。

[0105] 次に、稼動時間決定部 15 は、ライン設備の各々について、当該ライン設備を稼動させる必要最小限の時間である設備稼働時間を算出する（S3）。算出方法については上述したとおりである。

[0106] 稼動時間決定部 15 は、ライン設備の各々について、設備稼働時間とスケジュール情報の稼動計画時間帯の合計値とを比較する（S4）。例えば、図 10 に示されるスケジュール情報である場合、稼動計画時間帯の合計値 15.5 時間と比較される。

- [0107] 設備稼働時間が稼働計画時間帯の合計値よりも大きい場合（S 4でN o）、仮想モデルにおける、スケジュール情報、動作回数または台数等の入力の不適切であり、稼働計画時間帯の合計時間内で稼働できないことを意味する。そのため、稼働時間決定部 1 5 は、スケジュール情報または仮想モデルの再設定を促すエラー通知を表示装置 3 0 に表示させる（S 5）。
- [0108] 全ての設備稼働時間が稼働計画時間帯の合計値以下である場合（S 4でY e s）、稼働時間決定部 1 5 は、設備稼働時間の中から最長のものをライン稼働時間として抽出する。その後、待機時間決定部 1 6 は、タイプ 1, 2 の何れかに属する各ライン設備について、ライン稼働時間から設備稼働時間を差し引くことにより待機時間を決定する（S 6）。また、タイプ 2 に属するライン設備の各々について、当該設備の待機状態が、前段の設備の処理が遅れることによる待機であるか、後段の設備の処理が遅れることによる待機であることを示す待機状態判定結果を生成する。
- [0109] 次に、第 1 算出部 1 8 1 は、タイプ 1 に属するライン設備について、台数、第 1 単位固定電力、単位動作電力、動作回数およびライン稼働時間に基づいて、上述した式（1）により第 1 消費電力を算出する。上述した式（1）は、待機状態のときには単位時間あたり第 1 単位固定電力が消費され、稼働状態のときには更に単位動作電力に動作回数を乗じた電力が追加で消費されることを前提としている。そのため、タイプ 1 に属するライン設備について、待機状態と稼働状態との電力消費形態の差を考慮した消費電力をシミュレートすることができる。
- [0110] また、第 2 算出部 1 8 2 は、タイプ 2 に属する設備について、台数、第 2 単位固定電力、第 3 単位固定電力、単位動作電力、動作回数、ライン稼働時間、設備稼働時間、待機時間および待機状態判定結果に基づいて第 2 消費電力を求める。具体的な式（2-1）～（2-5）は上述したとおりである。上述した式（2-1）～（2-5）は、第 2 単位固定電力に対応する待機状態のときには単位時間あたり第 2 単位固定電力が消費され、第 3 単位固定電力に対応する待機状態のときには単位時間あたり第 3 単位固定電力が消費さ

れ、稼動状態のときには更に単位動作電力に動作回数を乗じた電力が追加で消費されることを前提としている。そのため、タイプ2に属するライン設備について、待機状態と稼動状態との電力消費形態の差を考慮して消費電力をシミュレートすることができる。

[0111] このようにして、第1算出部181および第2算出部182は、待機時間を考慮した第1消費電力および第2消費電力を算出する(S7)。

[0112] 次に、第3算出部183は、空調機212を除く、タイプ3に属する設備について、ライン稼動時間を基に第3消費電力を算出する。また、第4算出部184は、タイプ4に属する設備について、第4消費電力を算出する(S8)。この算出は、上述した式(3)または(4)に従って行うことができる。

[0113] 次に、消費電力算出部18は、立ち上げモード設定部17から出力された立ち上げモード情報を確認する(S9)。立ち上げモード情報が第1モードを示している場合、第5算出部185および第6算出部186は、式(5-1)および式(6-1)に従い、第5消費電力および第6消費電力を算出する(S10)。すなわち、最初の稼動計画時間帯よりも前の停止計画時間帯において立ち上げを行い、残りの特定停止期間については、電源をオンのままとして、停止計画時間帯の消費電力を算出する。

[0114] 一方、立ち上げモード情報が第2モードを示している場合、第5算出部185および第6算出部186は、上述の式(5-2)および式(6-2)に従って第5消費電力および第6消費電力を算出する(S11)。すなわち、停止計画時間帯において可能な範囲で電源をオフとしたときの、停止計画時間帯での消費電力を求めることができる。そのため、ユーザは、立ち上げモード情報を第1モードに設定したときの消費電力と、第2モードに設定したときの消費電力とを確認することにより、第2モードとすることによる省電力効果を評価することができる。

[0115] 次に、定格設定部19は、仮想モデル情報において、空調機212に対応する第4単位固定電力として「自動」が設定されているか否かを判断する(

S 1 2)。

[0116] 「自動」ではなく、第4単位固定電力として具体的な数値が設定されている場合、第3算出部183は、当該数値を基に、空調機212で消費される第3消費電力を算出する(S14)。

[0117] 一方、「自動」が設定されている場合、定格設定部19は、図16に示されるように、S7、S8およびS10でライン設備に対して算出された消費電力の合計値をライン消費電力として求める。そして、定格設定部19は、定格電力テーブル(図14参照)の中から、ライン消費電力を含む消費電力の範囲に対応する定格電力を、空調機212の第4単位固定電力として設定する(S13)。

[0118] その後、第3算出部183は、定格設定部19から出力された第4単位固定電力を基に、空調機212で消費される第3消費電力を算出する(S14)。

[0119] 最後に、表示処理部20は、算出された第1～第6消費電力を設備ごとの消費電力を求める。つまり、タイプ1～4の何れかに属するとともにタイプ5または6に属する設備については、当該設備に対して算出された第1～第4消費電力の何れかと、当該設備に対して算出された第5または第6消費電力との合計値を算出する。これ以外の設備については、表示処理部20は、当該設備に対して算出された第1～第4消費電力のいずれかを、当該設備の消費電力とする。

[0120] そして、表示処理部20は、設備ごとの消費電力を表示装置30に表示させる(S15)。また、表示処理部20は、ライン設備の消費電力の合計値、支援設備の消費電力の合計値、全設備の消費電力の合計値を合わせて表示してもよい。これにより、ユーザは、仮想モデルにおいて想定される消費電力を容易把握することがきる。

[0121] <第1および第2消費電力の具体的な算出例>

図17は、図11および図12に示す仮想モデル情報が設定されたときの、S3～S7の処理の具体的な処理例を示す図である。なお、図17におい

て、図 1 5 に示す処理と同じ処理については同一の符号を付けている。

[0122] なお、図 1 2 では、印刷機 2 0 1 について、1 枚の基板に印刷する一連の動作を単位動作としたときの単位動作電力および動作回数が設定されている。すなわち、動作回数として、基板数が設定されている。また、高速実装機 2 0 3 および高精度実装機 2 0 4 について、1 つの部品を基板上に実装する動作を単位動作としたときの単位動作電力および動作回数が設定されている。すなわち、動作回数として、各実装機 2 0 3 ・ 2 0 4 で実装される部品の総数が設定されている。

[0123] さらに、図 1 1 に示されるように、各ライン設備の台数が 1 であり、高速実装機 2 0 3 の設備稼働時間が最長となるような各種情報が入力されたものとする。

[0124] 図 1 7 に示されるように、S 3 では、設備稼働電力として、印刷機 2 0 1 については単位動作電力×基板数が、高速実装機 2 0 3 および高精度実装機 2 0 4 については単位動作電力×部品数が算出され、各々を基準電力で割ることにより設備稼働時間が算出される。

[0125] その後、設備稼働時間が稼働計画時間帯の合計値（図 1 7 では単に「稼働計画時間」と記載）と比較され、設備稼働時間が当該合計値以下であることが確認されると、各設備稼働時間が比較される。その結果、ライン稼働時間および待機時間が決定される。なお、図 1 7 では、高速実装機 2 0 3 の設備稼働時間が最長であったものとする。この場合、高精度実装機 2 0 4 について「前段」を示す待機状態情報が待機時間決定部 1 6 より出力される。

[0126] そして、印刷機 2 0 1 について、待機時間を含むライン稼働時間に基づいて第 1 消費電力が算出される。また、高精度実装機 2 0 4 については、前段の高速実装機 2 0 3 の処理が遅いために待機状態が発生すると判断され、待機状態については、待機時間×第 2 単位固定電力で示される電力が消費され、稼働状態については、（ライン稼働時間－待機時間）×第 3 単位固定電力＋単位動作電力×部品数で示される電力が消費されるものとして、第 2 消費電力が算出される。

[0127] なお、高速実装機 203 については、最長稼働設備であるため、第 3 単位固定電力×ライン稼働時間+単位動作電力×部品数で示される電力が消費されるものとして、第 2 消費電力が算出される。

[0128] <第 3 および第 4 消費電力の具体的な算出例>

図 18 は、図 11 および図 12 に示す仮想モデル情報が設定されたときの、S8 の処理の具体例を示す図である。図 11 および図 12 に示す仮想モデル情報では、タイプ 4 に属する設備が設定されていないため、タイプ 3 に属する設備についてのみ第 3 消費電力が算出されている。

[0129] 図 18 に示されるように、S3 で算出された設備稼働時間の中で最も長い時間であるライン稼働時間と第 4 単位固定電力（図中では定格電力と記載）とを乗じることで、各設備の第 3 消費電力が算出されている。

[0130] <S11 による第 5 および第 6 消費電力の具体的な算出例>

図 19 は、図 10 に示すスケジュール情報が設定され、図 13 に示す立ち上げ電力テーブルが設定されたときの、S11 において第 6 消費電力を算出する処理の具体例を示す図である。

[0131] まず、スケジュール情報で設定された停止計画時間帯 E～H の各々について、第 6 算出部 186 は、立ち上げ電力テーブルの中から、当該停止計画時間帯で示される時間と同じ停止時間に対応する立ち上げ時間を読み出す。そして、第 6 算出部 186 は、停止計画時間帯で示される時間が立ち上げ時間よりも大きい場合にのみ、当該停止計画時間帯において電源をオフにすることが可能であると判断する（S21）。図 10 に示すスケジュール情報の場合、停止計画時間帯 F を除く、停止計画時間帯 E、G、H が電源をオフにすることが可能な時間帯となる。

[0132] 次に、第 6 算出部 186 は、スケジュール情報において、電源をオフにすることが可能な最初の停止計画時間帯が E であると認識する。そして、停止計画時間帯 E までの稼働計画時間帯の合計値を求める。図 10 に示すスケジュール情報では、停止計画時間帯 E より前の稼働計画時間帯がないため 0 となる。そのため、第 6 算出部 186 は、電源をオフにすることが可能な次の

停止計画時間帯がGであると判断する。そして、第6算出部186は、停止計画時間帯Gまでの稼動計画時間帯A、Bの合計値「4.5時間」を求め、ライン稼動時間と比較する(S22)。

[0133] 稼動計画時間帯A、Bの合計値がライン稼動時間以上である場合(S22でYes)、第6算出部186は、稼動計画時間帯Bまでの稼動でよいと判断し、稼動計画時間帯Bまでの停止計画時間帯E、Fにおける消費電力を算出する。具体的には、第6算出部186は、電源をオフにすることが可能な停止計画時間帯Eについては、図13に示す立ち上げ電力テーブルから、当該時間帯Eの停止時間に対応する立ち上げ電力を、時間帯Eでの消費電力として読み出す。また、第6算出部186は、電源をオフにできない停止計画時間帯Fについては、時間帯Fの時間「0.5時間」に第4単位固定電力(図19では「定格電力」と記載)を乗じた電力を、時間帯Fでの消費電力として算出する。そして、第6算出部186は、停止計画時間帯E、Fについて求めた消費電力を足し合わせることで第6消費電力を算出する(S23)。

[0134] 稼動計画時間帯A、Bの合計値がライン稼動時間未満である場合(S22でNo)、第6算出部186は、電源をオフにすることが可能な次の停止計画時間帯がHであると判断する。そして、第6算出部186は、停止計画時間帯Hまでの稼動計画時間帯A、B、Cの合計値「9.5時間」を求め、ライン稼動時間と比較する(S24)。

[0135] 稼動計画時間帯A、B、Cの合計値がライン稼動時間以上である場合(S24でYes)、第6算出部186は、稼動計画時間帯Cまでの稼動でよいと判断し、稼動計画時間帯Cまでの停止計画時間帯E、F、Gにおける消費電力を算出する。具体的には、第6算出部186は、電源をオフにすることが可能な停止計画時間帯E、Gについては、図13に示す立ち上げ電力テーブルから、当該時間帯E、Gの各々の停止時間に対応する立ち上げ電力を、時間帯E、Gでの消費電力として読み出す。また、第6算出部186は、電源をオフにできない停止計画時間帯Fについては、時間帯Fの時間「0.5

時間」に第4単位固定電力を乗じた電力を、時間帯Fでの消費電力として算出する。そして、第6算出部186は、停止計画時間帯E、F、Gについて求めた消費電力を足し合わせることで第6消費電力を算出する（S25）。

[0136] 稼動計画時間帯A、B、Cの合計値がライン稼動時間未満である場合（S24でNo）、第6算出部186は、電源をオフにすることが可能な次の停止計画時間帯がないと判断する。そして、第6算出部186は、すべての稼動計画時間帯A、B、C、Dの合計値「15.5時間」を求め、ライン稼動時間と比較する（S26）。

[0137] 稼動計画時間帯A、B、C、Dの合計値がライン稼動時間以上である場合（S26でYes）、第6算出部186は、すべての停止計画時間帯E、F、G、Hにおける消費電力を算出する。具体的には、第6算出部186は、電源をオフにすることが可能な停止計画時間帯E、G、Hについては、図13に示す立ち上げ電力テーブルから、当該時間帯E、G、Hの各々の停止時間に対応する立ち上げ電力を、時間帯E、G、Hでの消費電力として読み出す。また、第6算出部186は、電源をオフにできない停止計画時間帯Fについては、時間帯Fの時間「0.5時間」に第4単位固定電力を乗じた電力を、時間帯Fでの消費電力として算出する。そして、第6算出部186は、停止計画時間帯E、F、G、Hについて求めた消費電力を足し合わせることで第6消費電力を算出する。

[0138] なお、稼動計画時間帯A、B、C、Dの合計値がライン稼動時間未満である場合（S26でNo）、稼動計画時間帯の範囲でライン稼動することができないため、スケジュール情報の変更を促すエラー通知を行う（S28）。なお、本実施形態では、図15に示すS5において、既にエラー通知を行っているため、S26においてNoとなる場合はない。ただし、図15のS4においてNoであってもS6以降の処理を実施してもよいとする変形例の場合には、S28の処理が実施されることとなる。

[0139] なお、S11で第5消費電力を算出する場合、S21において、第5算出部185は、設備に対して設定された立ち上げ時間よりも長い停止計画時間

帯を、電源をオフにすることが可能な時間帯として特定すればよい。また、S 2 3, S 2 5、S 2 7において、第5算出部185は、停止計画時間帯E, G, Hについて、設備に対して設定された立ち上げ電力を加算すればよい。

[0140] 以上のように、本実施形態に係るシミュレーション装置10は、複数の設備を有するシステムで消費される電力をシミュレーションにより出力する装置であって、設備について、当該設備での電力消費形態のタイプを設定する仮想モデル設定部（タイプ設定部）13と、設定されたタイプに従って、各設備の消費電力を出力する消費電力算出部（出力部）18とを備える。

[0141] これにより、各設備について、その設備の電力消費形態に応じた消費電力をシミュレーションにより出力することができるため、消費電力を精度よくシミュレーションすることが可能となる。すなわち、製造に必要な電力消費量を、実際の稼働状態を考慮した正確な値で出力することができる。

[0142] また、シミュレーションにより出力された消費電力の正確な値と、製造ラインにおける実測値とを比較することで、製造ラインの不具合発生を判定できる。

[0143] さらに、各設備のフル稼働時の消費電力と、シミュレーションによる消費電力との比較から、設備能力の過不足が判定でき、設備の台数等を適切に設定することができる。

[0144] さらに、省電力化の検討の際に考慮すべき設備として、シミュレーションの結果において消費電力が相対的に大きな設備を抽出することができる。

[0145] 具体的には、仮想モデル設定部13により設定される設備のタイプには、上記のタイプ1～タイプ6の少なくとも1つが含まれる。

[0146] また、シミュレーション装置10は、設備における処理数（動作回数）に基づいて、当該設備の稼働時間（設備稼働時間）を決定する稼働時間決定部15を備える。そして、第1算出部181は、タイプ1に設定された設備について、当該設備における動作回数（処理数）と、複数の設備に対する設備稼働時間のうち最長のライン稼働時間とに基づいて、第1消費電力を出力す

る。

[0147] 動作回数は、稼動状態にときの動作の回数である。そのため、動作回数に基づくことにより、稼動状態に必要な消費電力を求めることができる。また、ライン稼動時間は、待機状態と稼動状態との両方の状態を含む時間である。そのため、ライン稼動時間に基づくことにより、待機状態と稼動状態とに共通して必要な消費電力を求めることができる。そのため、タイプ1に属する設備について、待機状態と稼動状態との電力消費形態の差を考慮した消費電力をシミュレートすることができる。その結果を参考にすることで、製造ラインの消費電力削減を目的とした、製造ラインを構成するライン設備間の関連（待機、空転時間）を考慮した設備仕様、設備配置を容易に行うことができる。

[0148] また、待機時間決定部16は、2タイプ2に設定された設備について、最長稼動時間が決定された設備が当該設備の前段および後段のいずれであるかに基づいて、当該設備の待機時間が第1待機状態であるか第2待機状態であることを示す待機状態情報を生成する。そして、第2算出部182は、タイプ2に設定された設備について、動作回数（処理数）、設備稼動時間（またはライン稼動時間）、待機時間および待機状態情報とに基づいて、第2消費電力を出力する。

[0149] これにより、タイプ2に属する設備について、待機状態と稼動状態との電力消費形態の差を考慮した消費電力をシミュレートすることができる。その結果を参考にすることで、製造ラインの消費電力削減を目的とした、製造ラインを構成するライン設備間の関連（待機、空転時間）を考慮した設備仕様、設備配置を容易に行うことができる。

[0150] また、第3算出部183は、タイプ3に設定された設備について、当該設備が単位時間当たりに消費する第4単位固定電力とライン稼動時間とに基づいて、第3消費電力を出力する。これにより、製品数等の製造条件に無関係な設備についても、製造ラインの稼動状態を反映した消費電力を出力することができる。

[0151] また、シミュレーション装置 10 は、稼動計画時間帯および停止計画時間帯を設定するスケジュール設定部 11 を備える。そして、仮想モデル設定部 13 は、タイプ 5 に設定された設備について、電源をオンにしてから安定状態になるまでの時間である立ち上げ時間と、当該立ち上げ時間で消費される電力である立ち上げ電力とを設定する。第 5 算出部 185 は、タイプ 5 に設定された設備について、停止計画時間帯の時間と、当該設備に対応する立ち上げ時間との比較に基づいて、当該停止計画時間帯において電源をオフにすることが可能か否か判断し、電源をオフにすることが可能である場合には、前記立ち上げ電力を、当該停止計画時間帯における消費電力として出力する。

[0152] これにより、停止計画時間帯において電源をオフとし、できるだけ省電力化を図ったときの停止計画時間帯における消費電力を出力することができる。そのため、停止計画時間帯において電源をオンのままにしたときの当該停止計画時間帯における消費電力と比較することにより、省電力化の効果を容易に確認することができる。

[0153] また、仮想モデル設定部 13 は、タイプ 6 に設定された設備について、（１）安定状態において電源を一旦オフとした後の停止時間と、（２）当該停止時間の終了時点において、再び安定状態にするために必要な時間である立ち上げ時間と、（３）当該立ち上げ時間において消費される電力である立ち上げ電力とを対応付けた立ち上げ電力テーブルを設定する。そして、第 6 算出部 186 は、タイプ 6 に設定された設備について、停止計画時間帯について、当該停止計画時間帯の停止時間と、当該停止時間に対応する前記立ち上げ時間との比較に基づいて、当該停止計画時間帯において電源をオフにすることが可能か否か判断し、電源をオフにすることが可能である場合には、当該停止計画時間帯の停止時間に対応する立ち上げ電力を、当該停止計画時間帯における消費電力として出力する。

[0154] これにより、停止計画時間帯において電源をオフとし、できるだけ省電力化を図ったときの停止計画時間帯における消費電力を出力することができる。

。そのため、停止計画時間帯において電源をオンのままにしたときの当該停止計画時間帯における消費電力と比較することにより、省電力化の効果を容易に確認することができる。

[0155] また、シミュレーション装置 10 は、空調機（第 1 設備）212 を除く設備の消費電力の合計値と、空調機 212 の定格電力とを対応付けた定格電力テーブル（定格電力情報）を予め記憶しており、空調機 212 を除く設備に対して出力された消費電力の合計値を求め、当該合計値に対応する定格電力を定格電力テーブルから読み出す定格設定部 19 を備える。そして、第 3 算出部 183 は、定格設定部 19 により読み出された定格電力に基づいて、空調機 212 の消費電力を出力する。

[0156] 従来は、単に定格電力を基に空調機 212 以外の設備の消費電力を求め、その合計値から空調機 212 の定格電力を求めていた。この場合、空調機 212 以外の設備の消費電力は、実際よりも高く見積もられる。なぜなら、タイプ 1, 2 に属する設備のように待機状態では消費電力が小さくなるなど、実際の運転の際には、常に定格電力が消費されるわけではないからである。しかしながら、上記の構成によれば、空調機 212 の定格電力を他の設備の消費電力に応じた適切なものに設定することができる。これにより、製造ラインの設計段階においても、適切な定格電力を有する空調機 212 を適宜選択することができる。

[0157] <変形例 1>

本実施形態のシミュレーション装置 10 は、各設備の設備稼動時間および待機時間を考慮して消費電力をシミュレーションするものである。ただし、実際の製造ラインでは、シミュレーション装置 10 によるシミュレーションの通りに実施するためには、各設備の電源をオンにするタイミングを適切に設定する必要がある。すなわち、製造ラインの稼動開始直後では、前段のライン設備からワークが搬送されてこない間、後段のライン設備の電源をオンにしておくと、上記のシミュレーションでは想定されていない無駄な待機時間が新たな発生するためである。

[0158] そのため、シミュレーション装置 10 は、図 20 に示されるように、各ライン設備の電源をオンにするタイミングを決定するタイミング設定部を備えていてもよい。

[0159] タイミング決定部は、ユーザ入力に従って、各ライン設備について、1つのワークに対する処理時間（以下、タクトタイムという）を設定する。

[0160] なお、タイミング設定部は、各ライン設備のタクトタイムの入力を促す画面を表示装置 30 に表示させ、入力装置 40 から当該タクトタイムを取得してもよい。もしくは、タイミング決定部は、タイプ 1, 2, 4 に属するライン設備については、1つのワークに対する処理で実施される動作回数を入力装置 40 から取得し、仮想モデル設定部 13 により設定された単位動作電力と基準電力とから、

$$(\text{タクトタイム}) = (\text{単位動作電力}) \times (\text{動作回数}) / \text{基準電力}$$

の式に基づいてタクトタイムを設定してもよい。

[0161] なお、ユーザは、タクトタイムが非常に小さいライン設備については、タクトタイム「0」を入力してもよい。もしくは、ユーザからタクトタイムを考慮しない旨の入力を受けたとき、タイミング決定部は、タクトタイム「0」を設定してもよい。

[0162] タイミング決定部は、各ライン設備のタクトタイムに基づいて、各ライン設備の電源をオンにするタイミングを決定する。すなわち、タイミング決定部は、仮想モデル設定部 13 により設定された順番「1」のライン設備について、電源をオンにするタイミングをスケジュール情報における各稼働計画時間帯の開始時刻に設定する。また、タイミング決定部は、順番「k」（k は 2 以上の整数）のライン設備について、順番「1」のライン設備の開始時刻から順番「1」～「k-1」のタクトタイムの合計時間だけ経過した時刻を、電源をオンにするタイミングとして設定すればよい。

[0163] ただし、タイプ 5 または 6 に属するライン設備については、上記のようにして設定されたタイミングから立ち上げ時間だけ前の時刻を、電源をオンにするタイミングとして設定すればよい。

[0164] もしくは、タイミング設定部は、タイプ5または6に属するライン設備について、図21に示されるようなフローに従って、電源をオンにするタイミングを設定してもよい。なお、図21は、図1に示す仮想モデルにおいて、第1検査機202および第2検査機205のタクトタイムが「0」に設定されたときの、リフロー炉206の電源をオンにするタイミングを設定するときのフローである。

[0165] まず、タイミング設定部は、スケジュール情報を参照して、各稼動計画時間帯について、その前の停止計画時間帯の時間を特定し、特定した時間と同一の停止時間に対応する立ち上げ時間を立ち上げ電力テーブルから読み出す(S31)。

[0166] 次に、タイミング設定部は、リフロー炉206より1つ前の順番のライン設備である高精度実装機204のタクトタイムを特定する(S32)。そして、S32で特定したタクトタイムとS31で読み出した立ち上げ時間とを比較する(S33)。タクトタイムが立ち上げ時間以上である場合(S33でYes)、タイミング設定部は、リフロー炉206の電源をオンにするタイミングを、高精度実装機204の電源をオンにするタイミングと同一に設定する(S34)。

[0167] 一方、タクトタイムが立ち上げ時間未満である場合(S33でNo)、タイミング設定部は、さらに1つ前の順番のライン設備である高速実装機203のタクトタイムを特定し、前回に特定したタクトタイム(ここではS32で特定したタクトタイム)に加算する(S35)。そして、S35で求めたタクトタイムの合計値とS31で読み出した立ち上げ時間とを比較する(S36)。タクトタイムの合計値が立ち上げ時間以上である場合(S36でYes)、タイミング設定部は、リフロー炉206の電源をオンにするタイミングを、高速実装機203の電源をオンにするタイミングと同一に設定する(S37)。

[0168] 一方、タクトタイムの合計値が立ち上げ時間未満である場合(S36でNo)、タイミング設定部は、さらに1つ前の順番のライン設備である印刷機

201のタクトタイムを特定し、前回に求めたタクトタイムの合計値（ここではS36で求めたタクトタイム）に加算する（S38）。そして、S38で求めたタクトタイムの合計値とS31で読み出した立ち上げ時間とを比較する（S39）。タクトタイムの合計値が立ち上げ時間以上である場合（S39でYes）、タイミング設定部は、リフロー炉206の電源をオンにするタイミングを、印刷機201の電源をオンにするタイミングと同一に設定する（S40）。

[0169] タクトタイムの合計値が立ち上げ時間未満である場合（S39でNo）、タイミング設定部は、S31で読み出した立ち上げ時間からS38で特定したタクトタイムの合計値を差し引いた時間だけ、印刷機201の電源をオンにするタイミングよりも前の時刻を、リフロー炉206の電源をオンにするタイミングとして設定すればよい。

[0170] このように、本変形例では、シミュレーション装置10は、複数のライン設備が順に処理を行う製造ライン（システム）の仮想モデルについて、各ライン設備のタクトタイムを設定し、設定したタクトタイムに基づいて、各ライン設備の電源をオンにするタイミング（電源オンタイミング）を設定するタイミング設定部を備える。

[0171] 具体的には、タイミング設定部は、 $k-1$ 番目のライン設備における電源オンタイミングから、 $k-1$ 番目のタクトタイムだけ加えた時点（仮タイミング）を、 k 番目のライン設備における電源オンタイミングと設定する。

[0172] ただし、 k 番目のライン設備がタイプ5または6に属する設備の場合、タイミング設定部は、上記の仮タイミングから当該設備の立ち上げ時間だけ遡った時点、 k 番目のライン設備における電源オンタイミングと設定する。もしくは、タイミング設定部は、 k 番目のライン設備の立ち上げ時間が、 $k-m$ 番目のライン設備から $k-1$ 番目のライン設備までのタクトタイムの合計値以下となる、最小の m を求める。そして、タイミング設定部は、 $k-m$ 番目のライン設備に対する仮タイミングを、 k 番目のライン設備における電源オンタイミングと設定してもよい。

[0173] これにより、タイプ5, 6に属するライン設備について、他のライン設備の稼動状態に応じて電源をオンにするタイミング（電源オンタイミング）を適切に設定することができる。その結果、無駄な消費電力が発生しない電源オンタイミングを容易に把握することができ、製造ラインの設計の際に役立つ。

[0174] <変形例2>

上記の説明では、稼動時間決定部15は、タイプ1, 2および4の電力消費形態を示す設備の設備稼動時間を、基準電力、動作回数、および単位動作電力に基づいて決定するものとした。しかしながら、稼動時間決定部15は、タイプ1, 2および4の電力消費形態を示す設備についても、タイプ3と同様に、投入ワーク数および最大処理ワーク数に基づいて設備稼動時間を決定してもよい。この場合、仮想モデル設定部13は、タイプ1, 2および4の電力消費形態を示す設備について、ユーザ入力に従って投入ワーク数および最大処理ワーク数を設定する。

[0175] この場合、第1算出部181は、以下の式（1'）に従って第1消費電力を算出することができる。

（第1消費電力）＝ {（投入ワーク数）／（最大処理ワーク数）} ／（基準電力）＋（ライン稼動時間）×（第1単位固定電力）・・・式（1'）。

[0176] 式（1'）の右辺の第1項は、稼動状態でのみ必要となる消費電力を示しており、第2項は、待機状態および稼動状態に共通して必要となる消費電力を示している。このように、上記の式（1）と同様に、第1算出部181は、タイプ1に設定されたライン設備について、当該ライン設備における処理数（つまり、動作回数や投入ワーク数）、および、ライン稼動時間に基づいて、第1消費電力を出力する。

[0177] また、同様に、第2算出部182は、上記の式（2-1）～（2-5）において、右辺の第1項を、{（投入ワーク数）／（最大処理ワーク数）} ／（基準電力）とすることにより、第2消費電力を求めることができる。

[0178] 同様に、第4算出部184は、上記の式（4）において、右辺を、{（投

入ワーク数) / (最大処理ワーク数) } / (基準電力) とすることにより、第4消費電力を求めることができる。

[0179] <その他>

上記の説明では、仮想モデル設定部13により設定されるタイプには、以下のタイプ1～6があるとした。

[0180] タイプ1：他の設備の処理が遅れることにより待機する待機状態の消費電力と稼動状態の消費電力とが異なる設備における電力消費形態

タイプ2：前段の設備の処理が遅れることにより待機する第1待機状態の消費電力と、後段の設備の処理が遅れることにより待機する第2待機状態の消費電力と、稼動状態の消費電力とが異なる設備における電力消費形態

タイプ3：他の設備の処理における遅延に関係なく、略一定の電力が消費される設備における電力消費形態

タイプ4：稼動時のみ電力が消費される設備における電力消費形態

タイプ5：電源をオンにしてから安定状態になるまで所定の立ち上げ時間を要する設備であり、電源をオンにしてから安定状態になるまで略一定の電力が消費される設備における、電源をオンにしてから安定状態になるまでの電力消費形態

タイプ6：電源をオンにしてから安定状態になるまで所定の立ち上げ時間を要する設備であり、電源をオンにする前の状態によって立ち上げ時間が変わる設備における、電源をオンにしてから安定状態になるまでの電力消費形態。

[0181] しかしながら、仮想モデル設定部13により設定されるタイプには、上記のタイプ1から6の少なくとも1つを含んでいればよい。

[0182] また、本明細書において、製造ラインとは、ワークに対して加工・組立・検査等の処理を行う系統・システムを意味し、1直線に沿って複数の設備が並ぶようなラインに限定されるものではない。例えば、建物の1階に設置される設備と前記建物の2階に設置される設備とによって工程全体が実現されるような製造ラインでもよいし、複数の設備が複数の建物に分散されており

全設備によって工程全体が実現されるような製造ラインでもよい。

[0183] また、以上の説明では、製造ラインを例にして説明したが、本発明の適用範囲は製造ラインに限られるものではなく、検査ラインや、配送センタにおける荷物の仕分ライン等にも適用可能である。

[0184] その他、ラインに限らず、互いに関連して動作する複数の設備を含むシステムであっても適用できる。例えば、被対象物の処理工程の管理システムにも適用することが可能である。なお、被対象物の処理工程とは、例えば、鉱工業製品、農産物、または原料の検査工程、廃棄対象物（例えば、工場廃棄物、工場廃水、廃ガス、ゴミ等）の処理工程、廃棄対象物の検査工程、設備の検査工程、リサイクル工程等である。このような管理システムでも、複数の設備が順に処理を行うため、上記のタイプ 1 や 2 などの電力消費形態を示す設備が含まれる。

[0185] 例えば、複数の浄化設備を用いて、工場廃水や生活廃水を処理する浄化システムがある。この場合、複数の排水槽 A～D があり、排水槽 A から第 1 フィルタを通して排水槽 B に排水を送る第 1 ポンプと、排水槽 B から第 2 フィルタを通して排水槽 C に排水を送る第 2 ポンプと、排水槽 C から第 3 フィルタを通して排水槽 D に排水を送る第 3 ポンプとが浄化設備として設置される。この場合、第 2 ポンプは、第 3 ポンプの処理が遅れた場合、排水槽 C の排水が溢れないように待機状態となる。ただし、待機状態であっても、逆流の防止等の何らかの理由で第 2 ポンプを通常よりも低い消費電力で動作させるケースがある。この場合、第 2 ポンプは、タイプ 1 の電力消費形態を示す設備となる。

[0186] <まとめ>

以上のように、本発明のシミュレーション装置は、設備の電力消費形態のタイプを設定するタイプ設定部と、前記タイプ設定部により設定されたタイプに従って前記設備の消費電力をシミュレーションにより出力する出力部とを備えることを特徴とする。

[0187] これにより、設備の電力消費形態に応じた消費電力をシミュレーションに

より出力することができる。そのため、消費電力を精度よくシミュレーションすることが可能となる。

[0188] また、本発明のシミュレーション装置において、前記出力部は、複数の設備を有するシステムに含まれる設備の消費電力をシミュレーションにより出力することが好ましい。

[0189] これにより、設備ごとに電力消費形態に応じた消費電力をシミュレーションにより出力することができる。そのため、消費電力を精度よくシミュレーションすることが可能となる。

[0190] なお、前記タイプ設定部により設定されるタイプには、例えば、以下の第1タイプから第6タイプがある。

- ・第1タイプ：他の設備の処理が遅れることにより待機する待機状態の消費電力と稼動状態の消費電力とが異なる設備における電力消費形態

- ・第2タイプ：前段の設備の処理が遅れることにより待機する第1待機状態の消費電力と、後段の設備の処理が遅れることにより待機する第2待機状態の消費電力と、稼動状態の消費電力とが異なる設備における電力消費形態

- ・第3タイプ：略一定の電力が消費される設備における電力消費形態

- ・第4タイプ：稼動時のみ電力が消費される設備における電力消費形態

- ・第5タイプ：電源をオンにしてから安定状態になるまで所定の立ち上げ時間を要する設備であり、電源をオンにしてから安定状態になるまで略一定の電力が消費される設備における、電源をオンにしてから安定状態になるまでの電力消費形態

- ・第6タイプ：電源をオンにしてから安定状態になるまで所定の立ち上げ時間を要する設備であり、電源をオンにする前の状態によって立ち上げ時間が変わる設備における、電源をオンにしてから安定状態になるまでの電力消費形態。

[0191] また、本発明のシミュレーション装置は、前記設備における処理数に基づいて、当該設備の稼動時間を決定する稼動時間決定部を備え、前記出力部は、第1タイプに設定された設備の消費電力を、当該設備における処理数、お

よび、前記複数の設備に対して前記稼動時間決定部により決定された稼動時間のうちの最長稼動時間に基づいてシミュレーションにより出力することが好ましい。

[0192] 上記の構成によれば、設備の処理数に基づくことにより、当該設備における稼動状態に必要な消費電力を求めることができる。また、最長稼動時間は、待機状態と稼動状態との両方の状態を含む時間である。そのため、最長稼動時間に基づくことにより、待機状態と稼動状態とで共通して必要な消費電力を求めることができる。そのため、第1タイプに属する設備について、待機状態と稼動状態との電力消費形態の差を考慮した消費電力をシミュレートすることができる。

[0193] また、本発明のシミュレーション装置は、前記設備における処理数に基づいて、当該設備の稼動時間を決定する稼動時間決定部と、前記複数の設備に対して前記稼動時間決定部により決定された稼動時間のうち最長のものを最長稼動時間とすると、第2タイプに設定された設備について、当該設備に対して決定された稼動時間と前記最長稼動時間との差である待機時間を求めるとともに、最長稼動時間が決定された設備が当該設備の前段および後段のいずれであるかに基づいて、当該待機時間が第1待機状態であるか第2待機状態であることを示す待機状態情報を生成する待機時間決定部とを備え、前記出力部は、第2タイプに設定された設備の消費電力を、当該設備における処理数、当該設備について決定された稼動時間、当該設備について決定された待機時間および待機状態情報に基づいてシミュレーションにより出力する。

[0194] 上記の構成によれば、処理数に基づくことにより、稼動状態に必要な消費電力を求めることができる。また、待機状態情報に基づくことにより、待機状態の種類に応じた消費電力を求めることができる。さらに、稼動時間および待機時間に基づくことにより、待機状態と稼動状態とで共通して必要な消費電力を求めることができる。そのため、第2タイプに属する設備について、待機状態と稼動状態との電力消費形態の差を考慮した消費電力をシミュレートすることができる。

- [0195] なお、最長稼働時間は、稼働時間と待機時間との合計である。そのため、最長稼働時間を用いて、待機状態と稼働状態とで共通して必要な消費電力を求める場合も、稼働時間と待機時間とに基づいて消費電力を出力することとなる。
- [0196] また、本発明のシミュレーション装置において、前記設備における処理数に基づいて当該設備の稼働時間を決定する稼働時間決定部と、前記複数の設備に対して前記稼働時間決定部により決定された稼働時間のうち最長のものを最長稼働時間とするとき、出力部は、第3タイプに設定された設備の消費電力を、当該設備が単位時間あたりに消費する電力と前記最長稼働時間とに基づいてシミュレーションにより出力する。
- [0197] 上記の構成によれば、第3タイプの設備について、他の設備の稼働状態を反映した消費電力を出力することができる。
- [0198] また、本発明のシミュレーション装置は、前記システムの稼働計画時間帯および停止計画時間帯を設定するスケジュール設定部を備え、前記タイプ設定部は、第5タイプに設定された設備について、電源をオンにしてから安定状態になるまでの時間である立ち上げ時間と、当該立ち上げ時間で消費される電力である立ち上げ電力とを設定し、前記出力部は、第5タイプに設定された設備について、前記スケジュール設定部により設定された停止計画時間帯の時間と当該設備における立ち上げ時間との比較に基づいて当該停止計画時間帯において電源をオフにすることが可能か否か判断し、電源をオフにすることが可能である場合には、当該設備に対応する立ち上げ電力を、当該停止計画時間帯における消費電力として出力する。
- [0199] 上記の構成によれば、停止計画時間帯において電源をオフとし、できるだけ省電力化を図ったときの停止計画時間帯における消費電力を出力することができる。そのため、停止計画時間帯において電源をオンのままにしたときの当該停止計画時間帯における消費電力と比較することにより、省電力化の効果を容易に確認することができる。
- [0200] また、本発明のシミュレーション装置は、前記システムの稼働計画時間帯

および停止計画時間帯を設定するスケジュール設定部を備え、前記タイプ設定部は、第6タイプに設定された設備について、(1)安定状態において電源を一旦オフとした後の停止時間と、(2)当該停止時間の終了時点において再び安定状態にするために、電源をオンにしてからの安定状態までに必要な時間である立ち上げ時間と、(3)当該立ち上げ時間において消費される電力である立ち上げ電力と、を対応付けた立ち上げ電力情報を設定し、前記出力部は、第6タイプに設定された設備について、前記スケジュール設定部により設定された停止計画時間帯の停止時間と当該停止時間に対応する前記立ち上げ時間との比較に基づいて当該停止計画時間帯において電源をオフにすることが可能か否か判断し、電源をオフにすることが可能である場合には、当該停止計画時間帯の停止時間に対応する立ち上げ電力を、当該停止計画時間帯における消費電力として出力する。

[0201] 上記の構成によれば、停止計画時間帯において電源をオフとし、できるだけ省電力化を図ったときの停止計画時間帯における消費電力を出力することができる。そのため、停止計画時間帯において電源をオンのままにしたときの当該停止計画時間帯における消費電力と比較することにより、省電力化の効果を容易に確認することができる。

[0202] また、本発明のシミュレーション装置は、前記複数の設備のうち第1設備を除く設備の消費電力の合計値と前記第1設備の定格電力とを対応付けた定格電力情報を予め記憶しており、第1設備を除く設備に対して前記出力部により出力された消費電力の合計値に対応する定格電力を前記定格電力情報から読み出す定格設定部を備え、前記出力部は、前記定格設定部により読み出された定格電力に基づいて前記第1設備の消費電力を出力する。

[0203] 従来、図23に示されるように単に定格電力を基に第1設備以外の設備の消費電力を求め、その合計値から第1設備の定格電力を求めることがあった。この場合、第1設備以外の設備の消費電力は、実際よりも高く見積もられる。なぜなら、第1タイプや第2タイプに属する設備のように待機状態では消費電力が小さくなるなど、実際の運転の際には、常に定格電力が消費され

るわけではないからである。

[0204] しかしながら、上記の構成によれば、シミュレーションにより他の設備の電力消費形態を考慮して求めた消費電力に応じて、第1設備の定格電力を適切なものに設定することができる。

[0205] また、本発明のシミュレーション方法は、複数の設備を有するシステムに含まれる設備で消費される電力をシミュレーションにより出力するシミュレーション方法であって、前記設備について、当該設備での電力消費形態のタイプを設定する設定ステップと、設定されたタイプに従って、各設備の消費電力を出力する出力ステップとを含むことを特徴とする。この構成によれば、前記した効果と略同じ効果を奏する。

[0206] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0207] なお、上記した各実施形態におけるシミュレーション装置10の各部は、CPU (Central Processing Unit) などの演算手段が、ROM (Read Only Memory) やRAM (Random Access Memory) などの記憶手段に記憶されたプログラムを実行し、キーボードなどの入力手段、ディスプレイなどの出力手段、あるいは、インターフェース回路などの通信手段を制御することにより実現することができる。したがって、これらの手段を有するコンピュータが、上記プログラムを記録した記録媒体を読み取り、当該プログラムを実行するだけで、本実施形態の生産ライン管理装置の各種機能および各種処理を実現することができる。また、上記プログラムをリムーバブルな記録媒体に記録することにより、任意のコンピュータ上で上記の各種機能および各種処理を実現することができる。

[0208] この記録媒体としては、マイクロコンピュータで処理を行うために図示しないメモリ、例えばROMのようなものがプログラムメディアであっても良いし、また、図示していないが外部記憶装置としてプログラム読み取り装置

が設けられ、そこに記録媒体を挿入することにより読み取り可能なプログラムメディアであっても良い。

[0209] また、何れの場合でも、格納されているプログラムは、マイクロプロセッサがアクセスして実行される構成であることが好ましい。さらに、プログラムを読み出し、読み出されたプログラムは、マイクロコンピュータのプログラム記憶エリアにダウンロードされて、そのプログラムが実行される方式であることが好ましい。なお、このダウンロード用のプログラムは予め本体装置に格納されているものとする。

[0210] また、上記プログラムメディアとしては、本体と分離可能に構成される記録媒体であり、磁気テープやカセットテープ等のテープ系、フレキシブルディスクやハードディスク等の磁気ディスクやCD/MO/MD/DVD等のディスクのディスク系、ICカード（メモリカードを含む）等のカード系、あるいはマスクROM、EPROM（Erasable Programmable Read Only Memory）、EEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）（登録商標）、フラッシュROM等による半導体メモリを含めた固定的にプログラムを担持する記録媒体等がある。

[0211] また、インターネットを含む通信ネットワークを接続可能なシステム構成であれば、通信ネットワークからプログラムをダウンロードするように流動的にプログラムを担持する記録媒体であることが好ましい。

[0212] さらに、このように通信ネットワークからプログラムをダウンロードする場合には、そのダウンロード用のプログラムは予め本体装置に格納しておくか、あるいは別な記録媒体からインストールされるものであることが好ましい。

産業上の利用可能性

[0213] 本発明は、例えば、複数の設備を備えたシステムに対して利用可能である。当該システムとしては、製造ライン、検査ライン、仕分ライン、廃棄物処理システム、排水浄化システム等がある。

符号の説明

- [0214] 1 0 シミュレーション装置
- 1 1 スケジュール設定部
 - 1 2 スケジュール情報記憶部
 - 1 3 仮想モデル設定部（タイプ設定部）
 - 1 4 仮想モデル情報記憶部
 - 1 5 稼動時間決定部
 - 1 6 待機時間決定部
 - 1 7 立ち上げモード設定部
 - 1 8 消費電力算出部（出力部）
 - 1 9 定格設定部
 - 2 0 表示処理部
 - 3 0 表示装置
 - 4 0 入力装置
 - 1 8 1 第1算出部（出力部）
 - 1 8 2 第2算出部（出力部）
 - 1 8 3 第3算出部（出力部）
 - 1 8 4 第4算出部（出力部）
 - 1 8 5 第5算出部（出力部）
 - 1 8 6 第6算出部（出力部）
 - 2 0 0 仮想モデル
 - 2 0 1 印刷機（設備）
 - 2 0 2 第1検査機（設備）
 - 2 0 3 高速実装機（設備）
 - 2 0 4 高精度実装機（設備）
 - 2 0 5 第2検査機（設備）
 - 2 0 6 リフロー炉（設備）
 - 2 0 7 第3検査機（設備）
 - 2 0 8 照明機（設備）

2 1 1 エアーコンプレッサ（設備）

2 1 2 空調機（第 1 設備）

2 1 3 排気ダクト（設備）

請求の範囲

- [請求項1] 設備の電力消費形態のタイプを設定するタイプ設定部と、
 前記タイプ設定部により設定されたタイプに従って前記設備の消費電力をシミュレーションにより出力する出力部とを備えることを特徴とするシミュレーション装置。
- [請求項2] 前記出力部は、複数の設備を有するシステムに含まれる設備の消費電力をシミュレーションにより出力することを特徴とする請求項1に記載のシミュレーション装置。
- [請求項3] 前記タイプ設定部に設定されるタイプには、他の設備の処理が遅れることにより待機する待機状態の消費電力と稼動状態の消費電力とが異なる設備における電力消費形態である第1タイプが含まれることを特徴とする請求項2に記載のシミュレーション装置。
- [請求項4] 前記タイプ設定部に設定されるタイプには、前段の設備の処理が遅れることにより待機する第1待機状態の消費電力と、後段の設備の処理が遅れることにより待機する第2待機状態の消費電力と、稼動状態の消費電力とが異なる設備における電力消費形態である第2タイプが含まれることを特徴とする請求項2または3に記載のシミュレーション装置。
- [請求項5] 前記タイプ設定部に設定されるタイプには、略一定の電力が消費される設備における電力消費形態である第3タイプが含まれることを特徴とする請求項2～4の何れか1項に記載のシミュレーション装置。
- [請求項6] 前記タイプ設定部に設定されるタイプには、稼動時のみ電力が消費される設備における電力消費形態である第4タイプが含まれることを特徴とする請求項2～5の何れか1項に記載のシミュレーション装置。
- [請求項7] 前記タイプ設定部に設定されるタイプには、電源をオンにしてから安定状態になるまで所定の立ち上げ時間を要する設備であり、電源をオンにしてから安定状態になるまで略一定の電力が消費される設備に

おける、電源をオンにしてから安定状態になるまでの電力消費形態である第5タイプが含まれることを特徴とする請求項2～6の何れか1項に記載のシミュレーション装置。

[請求項8] 前記タイプ設定部により設定されるタイプには、電源をオンにしてから安定状態になるまで所定の立ち上げ時間を要する設備であり、電源をオンにする前の状態によって立ち上げ時間が変わる設備における、電源をオンにしてから安定状態になるまでの電力消費形態である第6タイプが含まれることを特徴とする請求項2～7の何れか1項に記載のシミュレーション装置。

[請求項9] 前記設備における処理数に基づいて当該設備の稼動時間を決定する稼動時間決定部を備え、

前記出力部は、第1タイプに設定された設備の消費電力を、当該設備における処理数、および、前記複数の設備に対して前記稼動時間決定部により決定された稼動時間のうちの最長稼動時間に基づいてシミュレーションにより出力することを特徴とする請求項3に記載のシミュレーション装置。

[請求項10] 前記設備における処理数に基づいて当該設備の稼動時間を決定する稼動時間決定部と、

前記複数の設備に対して前記稼動時間決定部により決定された稼動時間のうち最長のものを最長稼動時間とすると、第2タイプに設定された設備について、当該設備に対して決定された稼動時間と前記最長稼動時間との差である待機時間を求めるとともに、最長稼動時間が決定された設備が当該設備の前段および後段のいずれであるかに基づいて、当該待機時間が第1待機状態であるか第2待機状態であるかを示す待機状態情報を生成する待機時間決定部とを備え、

前記出力部は、第2タイプに設定された設備の消費電力を、当該設備における処理数、当該設備について決定された稼動時間、当該設備について決定された待機時間および待機状態情報に基づいてシミュレ

ーションにより出力することを特徴とする請求項4に記載のシミュレーション装置。

[請求項11] 前記設備における処理数に基づいて当該設備の稼動時間を決定する稼動時間決定部と、

前記複数の設備に対して前記稼動時間決定部により決定された稼動時間のうち最長のものを最長稼動時間とすると、前記出力部は、第3タイプに設定された設備の消費電力を、当該設備が単位時間当たり消費する電力と前記最長稼動時間とに基づいてシミュレーションにより出力することを特徴とする請求項5に記載のシミュレーション装置。

[請求項12] 前記システムの稼動計画時間帯および停止計画時間帯を設定するスケジュール設定部を備え、

前記タイプ設定部は、第5タイプに設定された設備について、電源をオンにしてから安定状態になるまでの時間である立ち上げ時間と当該立ち上げ時間で消費される電力である立ち上げ電力とを設定し、

前記出力部は、第5タイプに設定された設備について、前記スケジュール設定部により設定された停止計画時間帯の時間と当該設備における立ち上げ時間との比較に基づいて当該停止計画時間帯において電源をオフにすることが可能か否か判断し、電源をオフにすることが可能である場合には、当該設備に対応する立ち上げ電力を当該停止計画時間帯における消費電力として出力することを特徴とする請求項7に記載のシミュレーション装置。

[請求項13] 前記システムの稼動計画時間帯および停止計画時間帯を設定するスケジュール設定部を備え、

前記タイプ設定部は、第6タイプに設定された設備について、(1) 安定状態において電源を一旦オフとした後の停止時間と、(2) 当該停止時間の終了時点において再び安定状態にするために、電源をオンにしてから安定状態までに必要な時間である立ち上げ時間と、(3)

）当該立ち上げ時間において消費される電力である立ち上げ電力と、
を対応付けた立ち上げ電力情報を設定し、

前記出力部は、第6タイプに設定された設備について、前記スケジュール設定部により設定された停止計画時間帯の停止時間と当該停止時間に対応する前記立ち上げ時間との比較に基づいて当該停止計画時間帯において電源をオフにすることが可能か否か判断し、電源をオフにすることが可能である場合には、当該停止計画時間帯の停止時間に対応する立ち上げ電力を当該停止計画時間帯における消費電力として出力することを特徴とする請求項8に記載のシミュレーション装置。

[請求項14]

前記複数の設備のうち第1設備を除く設備の消費電力の合計値と前記第1設備の定格電力とを対応付けた定格電力情報を予め記憶しており、第1設備を除く設備に対して前記出力部により出力された消費電力の合計値に対応する定格電力を前記定格電力情報から読み出す定格設定部を備え、

前記出力部は、前記定格設定部により読み出された定格電力に基づいて前記第1設備の消費電力を出力することを特徴とする請求項2～13の何れか1項に記載のシミュレーション装置。

[請求項15]

複数の設備を有するシステムに含まれる設備で消費される電力をシミュレーションにより出力するシミュレーション方法であって、

前記設備について、当該設備での電力消費形態のタイプを設定する設定ステップと、

設定されたタイプに従って各設備の消費電力を出力する出力ステップとを含むことを特徴とするシミュレーション方法。

[請求項16]

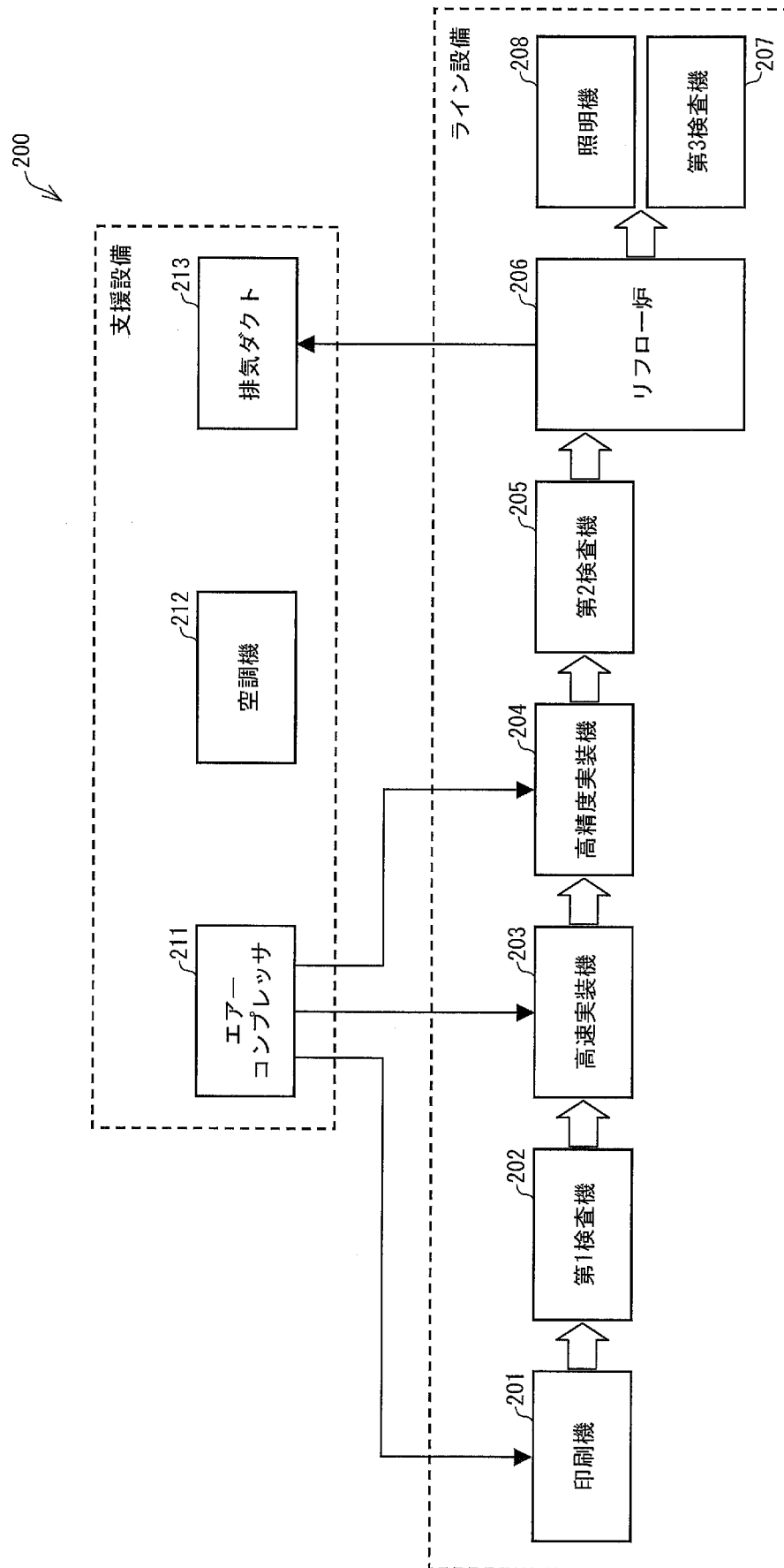
複数の設備を有するシステムに含まれる設備で消費される電力をシミュレーションにより出力するコンピュータで実行されるプログラムであって、

前記設備について、当該設備での電力消費形態のタイプを設定する設定ステップと、

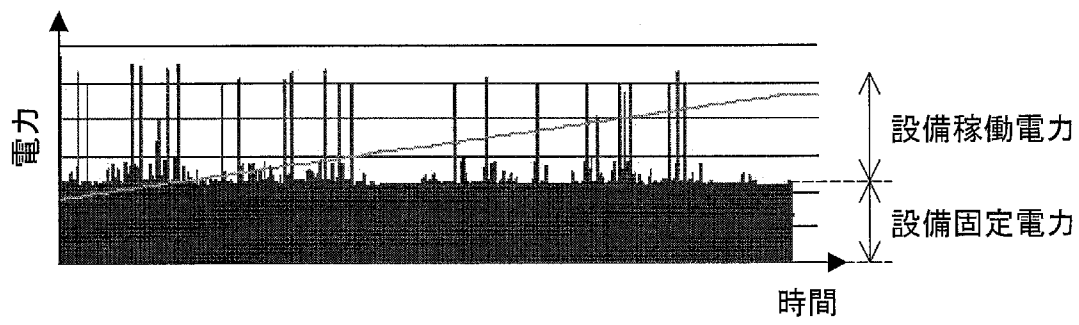
設定されたタイプに従って各設備の消費電力を出力する出力ステップとを、前記コンピュータに実行させるプログラム。

[請求項17] 請求項16に記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

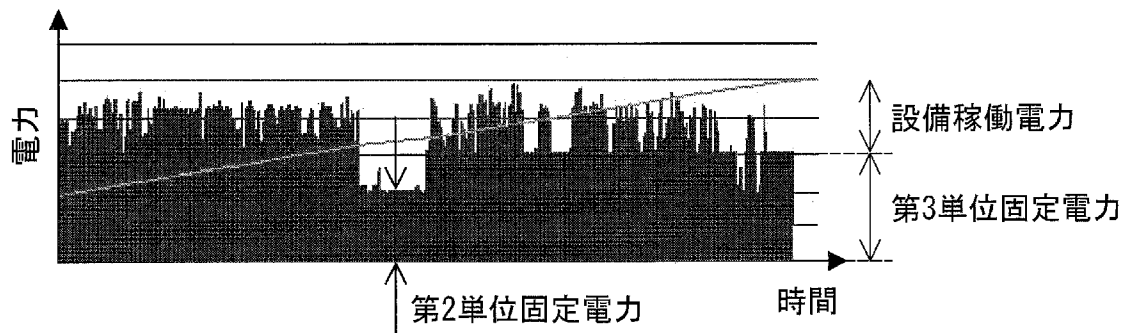
[図1]



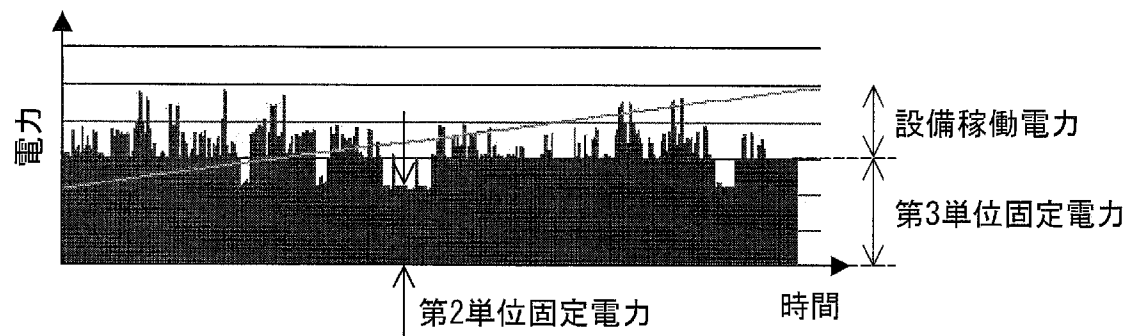
[図2]



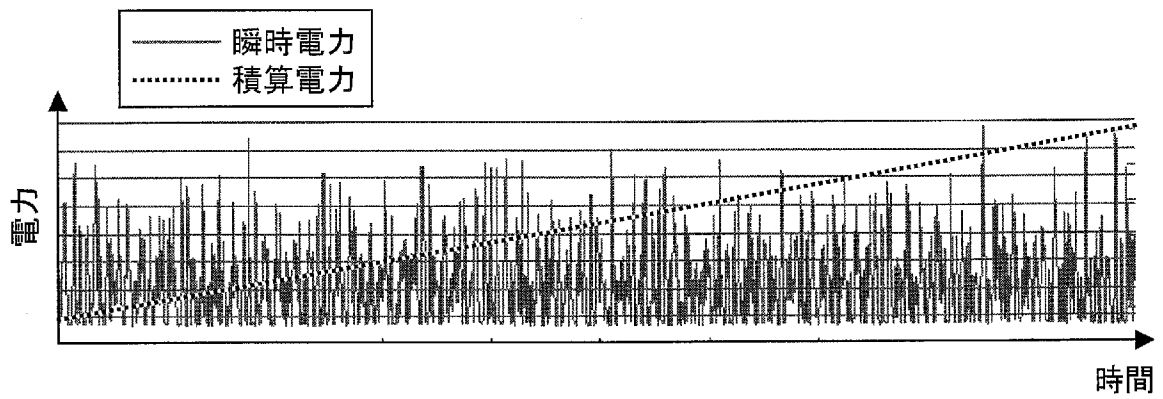
[図3]



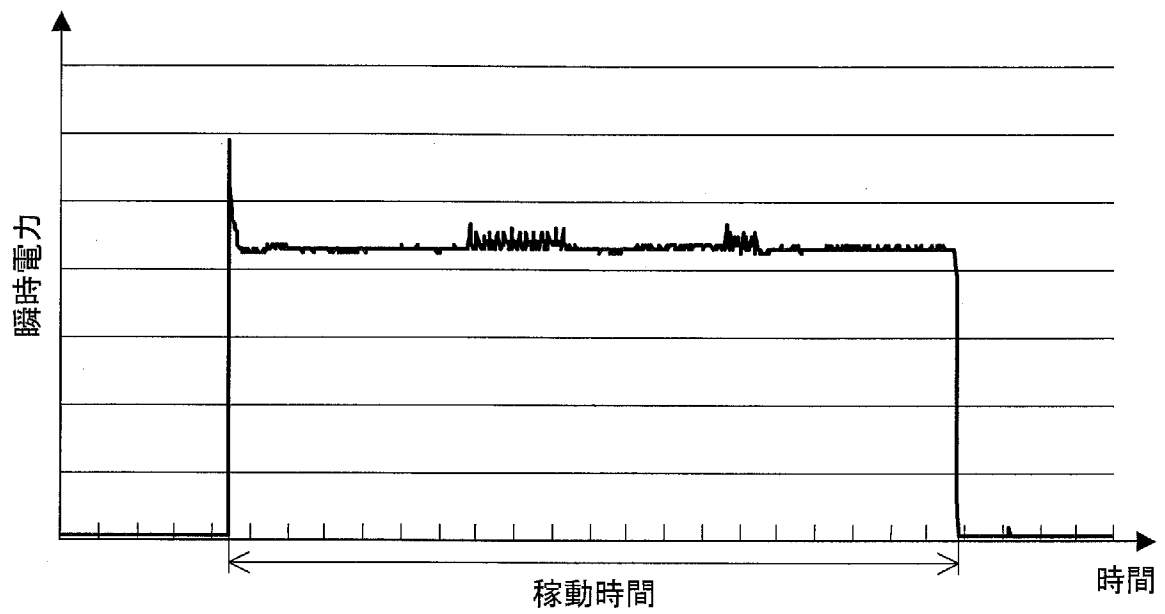
[図4]



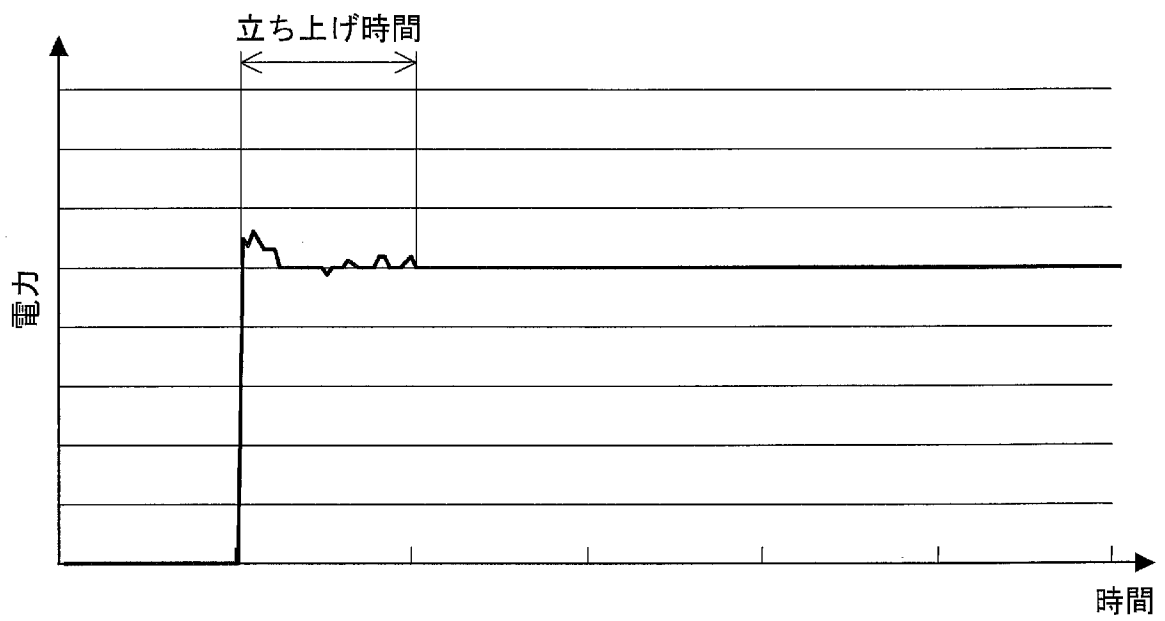
[図5]



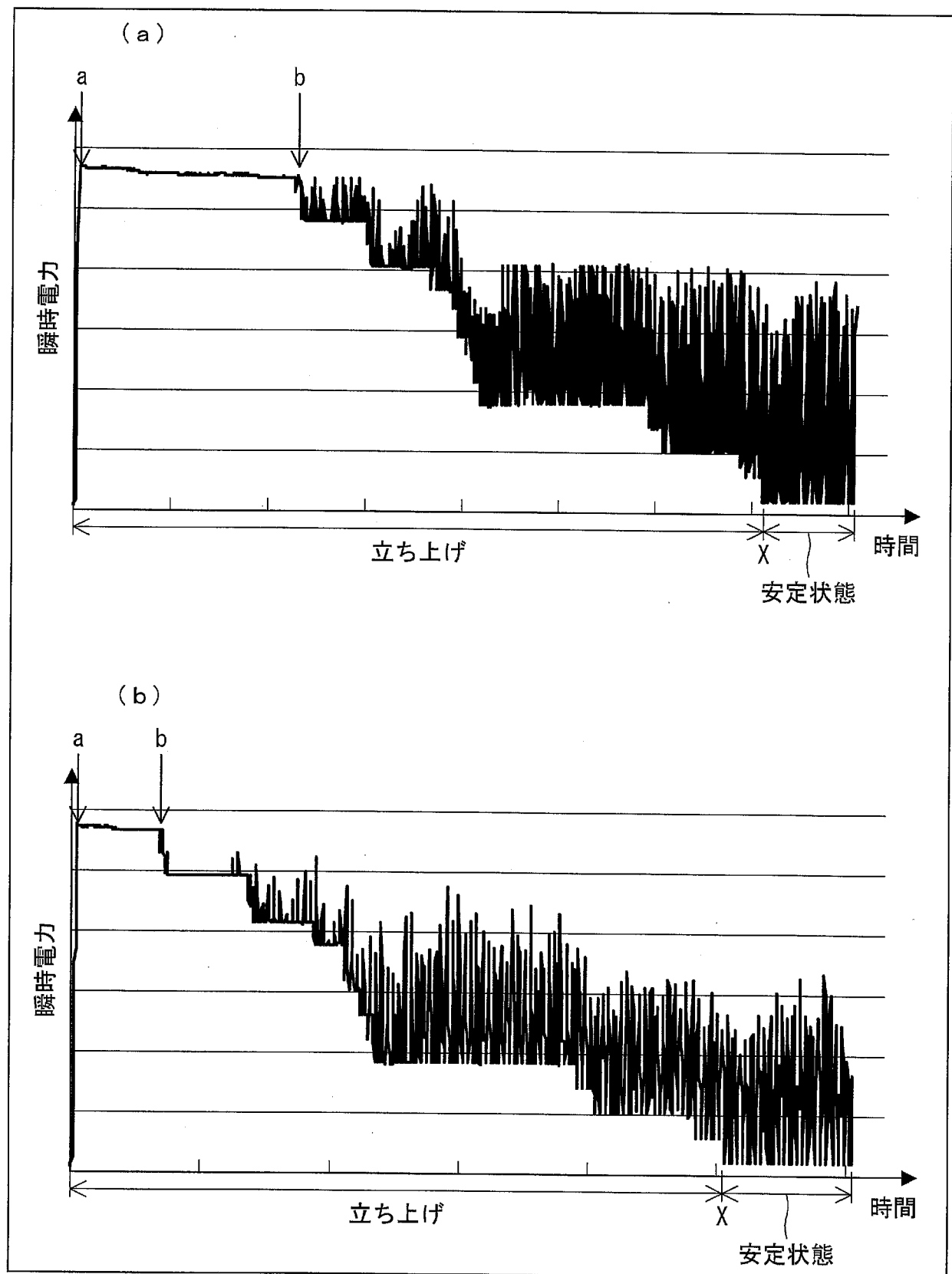
[図6]



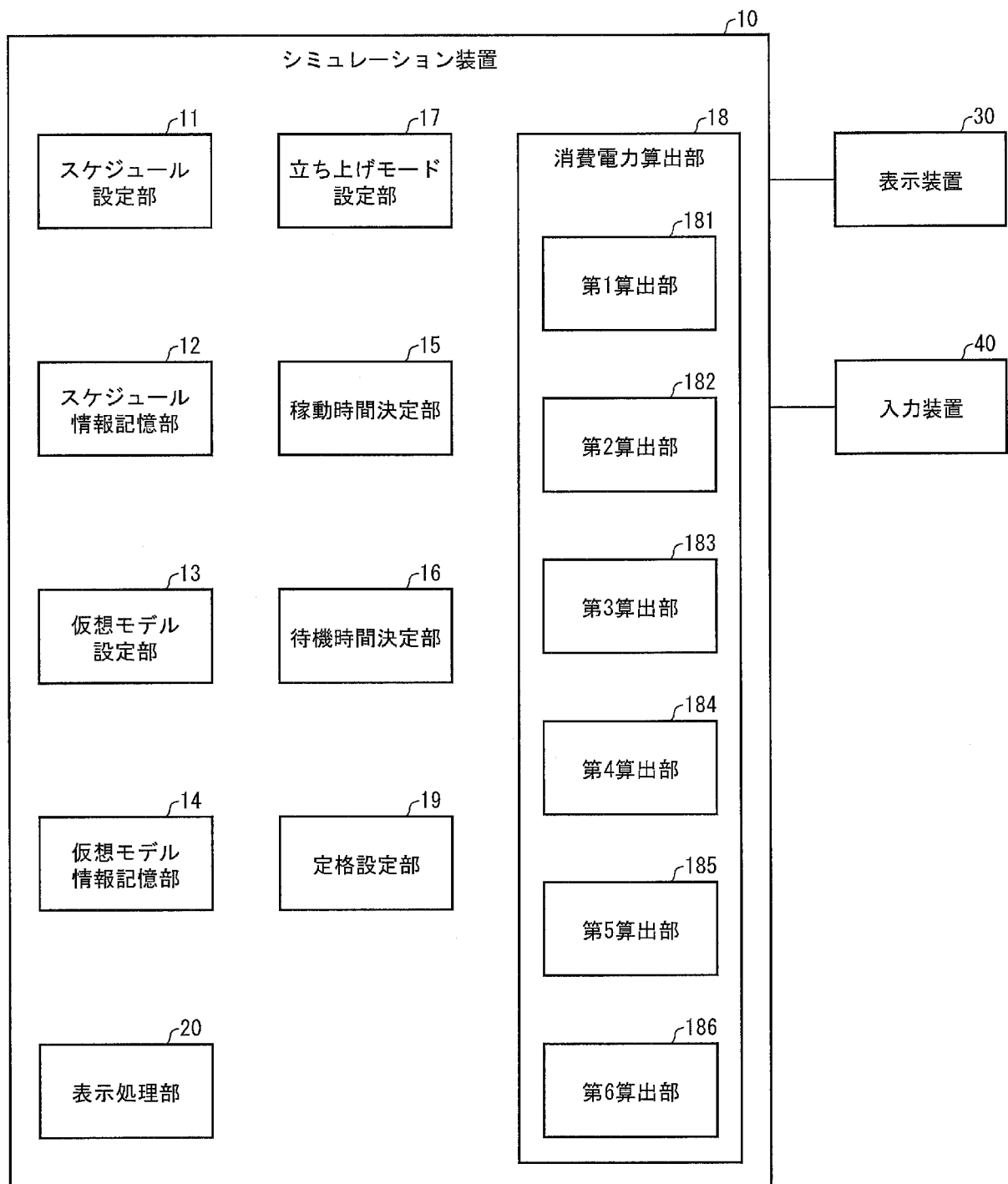
[図7]



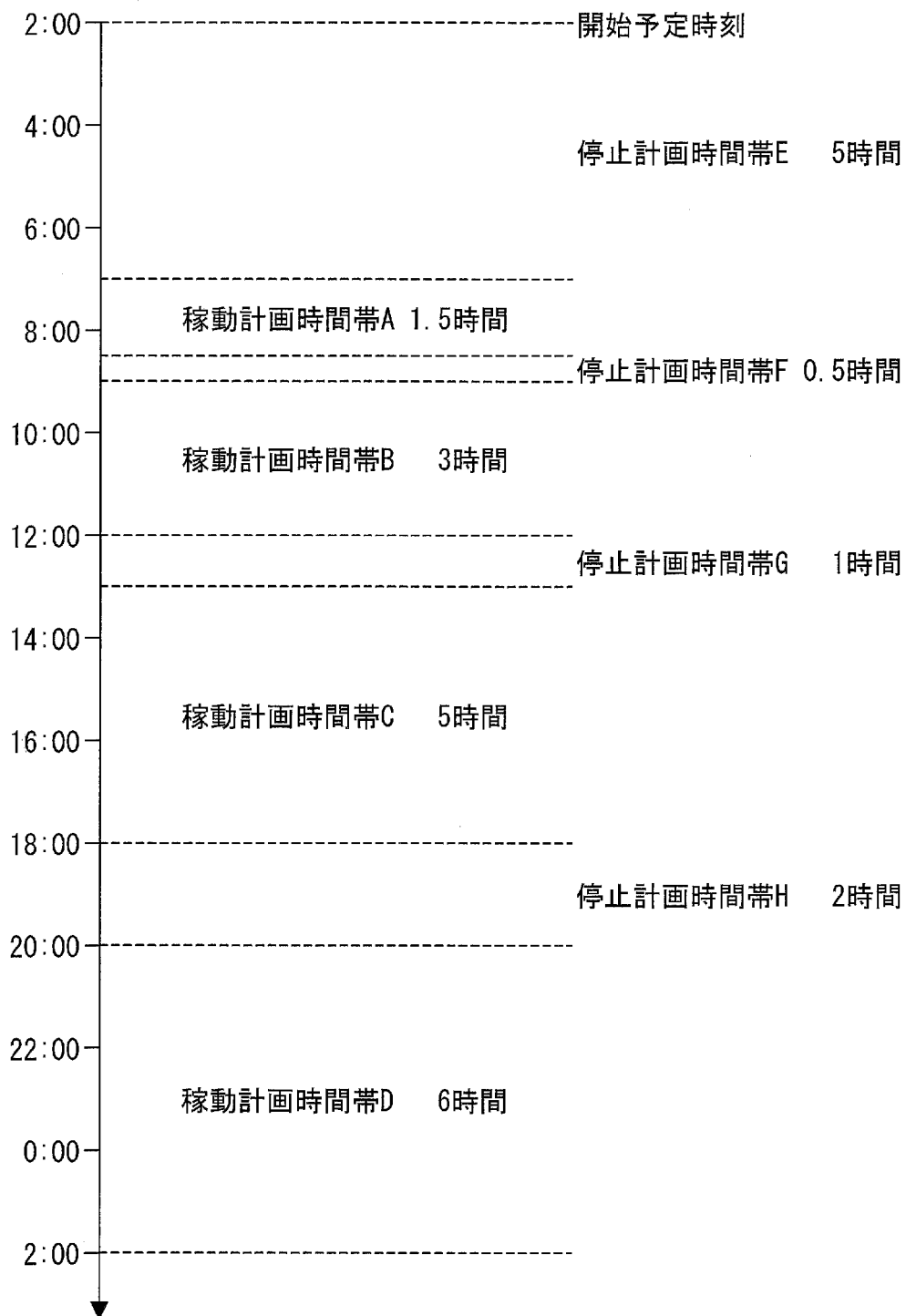
[図8]



[図9]



[図10]



[図11]

設備名	台数	タイプ情報	種別情報	順番
印刷機	1	タイプ1	ライン	1
第1検査機	1	タイプ3	ライン	2
高速実装機	1	タイプ2	ライン	3
高精度実装機	1	タイプ2	ライン	4
第2検査機	1	タイプ3	ライン	5
リフロー炉	1	タイプ3, 6	ライン	6
照明機	1	タイプ3, 5	ライン	7
第3検査機	1	タイプ3	ライン	8
コンプレッサ	1	タイプ3	支援	—
排気ダクト	1	タイプ3	支援	—
空調機	1	タイプ3	支援	—

[図12]

設備名	タイプ情報	基準電力	単位動作電力	動作回数	単位固定電力	待機状態情報	投入ワーク数	最大処理ワーク数	立ち上げ時間	立ち上げ電力	立ち上げ電力 テーブル
印刷機	タイプ1	200	1	1000	20						
第1検査機	タイプ3	—			3		考慮なし	考慮なし			
高速実装機	タイプ2	120	0.04	30000	第2:5	前段					
					第3:7	後段					
高精度実装機	タイプ2	150	0.06	20000	第2:6	前段					
					第3:8	後段					
第2検査機	タイプ3	—			3		考慮なし	考慮なし			
リフロー炉	タイプ3, 6	—			50		考慮なし	考慮なし			テーブルT
照明機	タイプ3, 5				8				30分	10	
第3検査機	タイプ3	—			3		考慮なし	考慮なし			
コンプレッサ	タイプ3	—			15		—	—			
排気ダクト	タイプ3	—			10		—	—			
空調機	タイプ3	—			自動		—	—			

B領域

A領域

[図13]

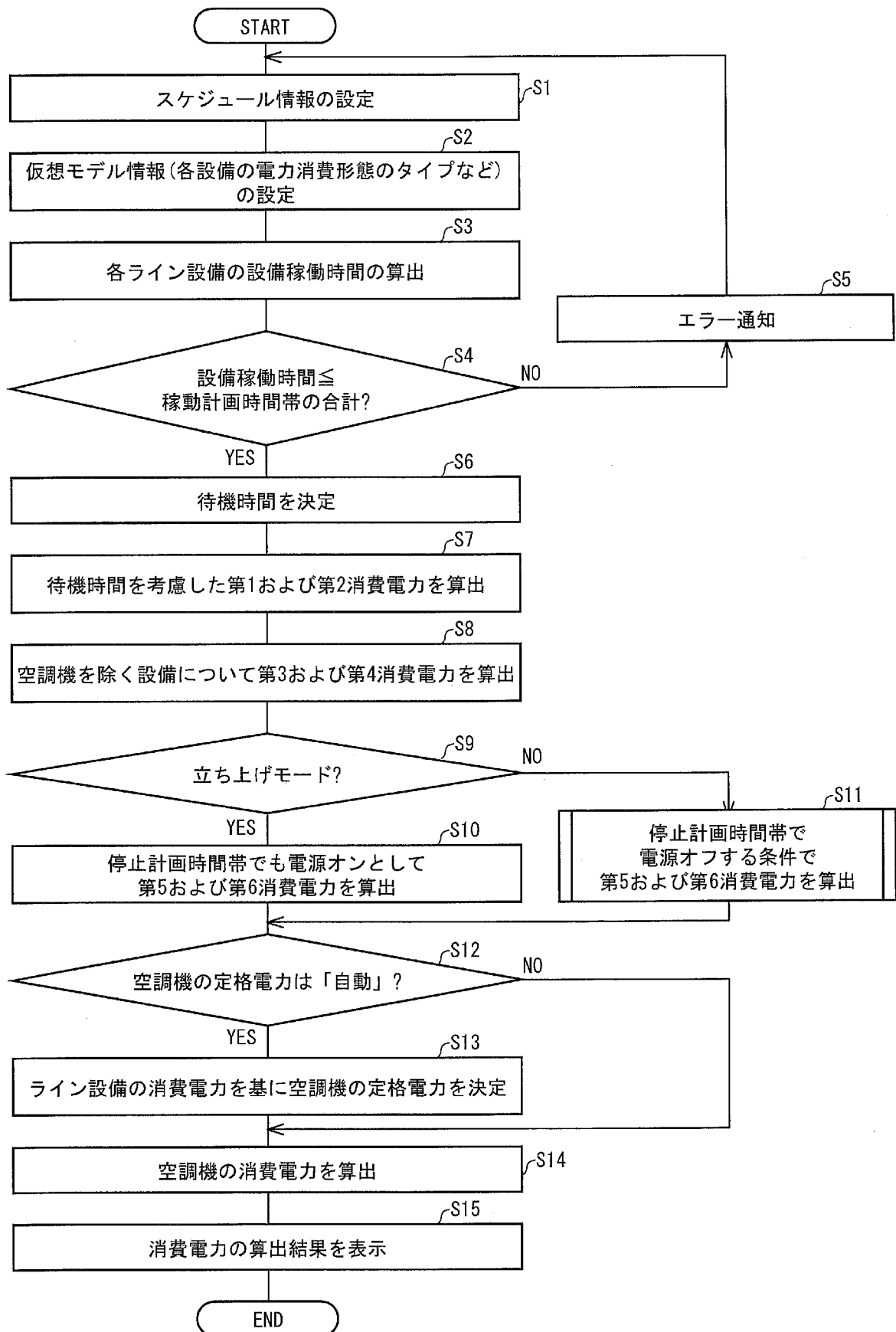
テーブルT

	停止時間	立ち上げ時間	立ち上げ電力	電源オフ時間
停止不可	15分	30分	〇〇〇Kwh	-15
	30分	30分	〇〇〇Kwh	0
停止可能	45分	40分	〇〇〇Kwh	5
	60分	45分	〇〇〇Kwh	15
	⋮	⋮	⋮	⋮
	120分以上	60分(最大)	〇〇〇Kwh	60以上

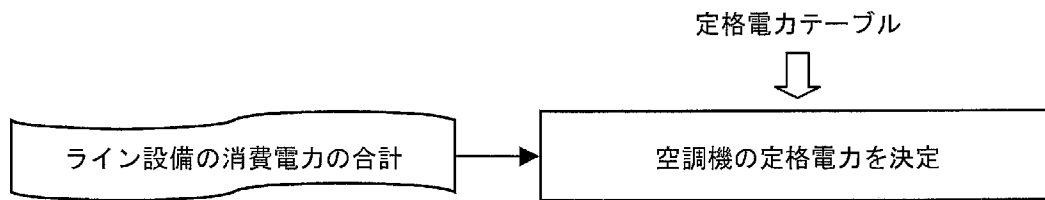
[図14]

ライン設備の消費電力の合計	定格電力
0~△△△	×××
□□□~〇〇〇	××××

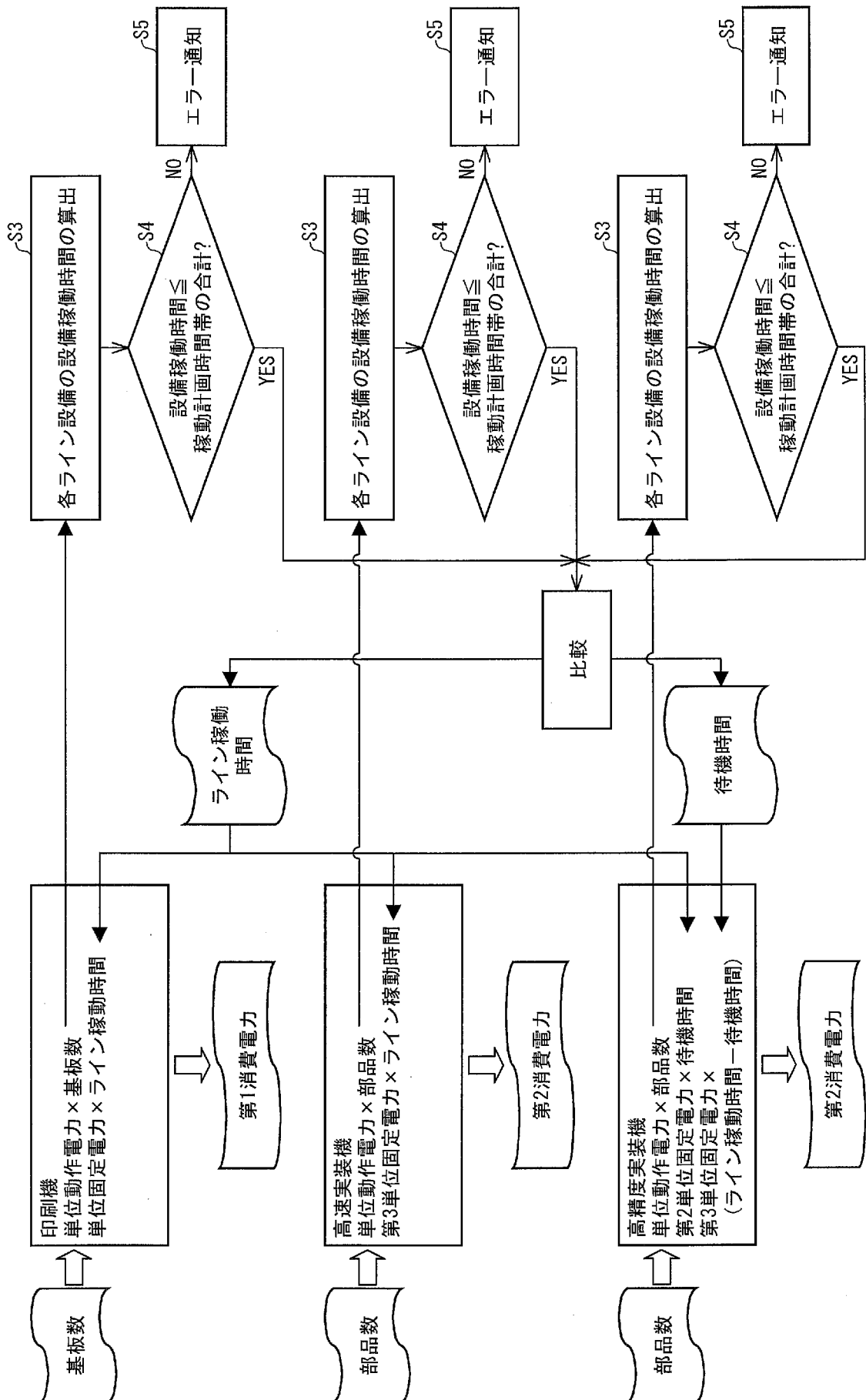
[図15]



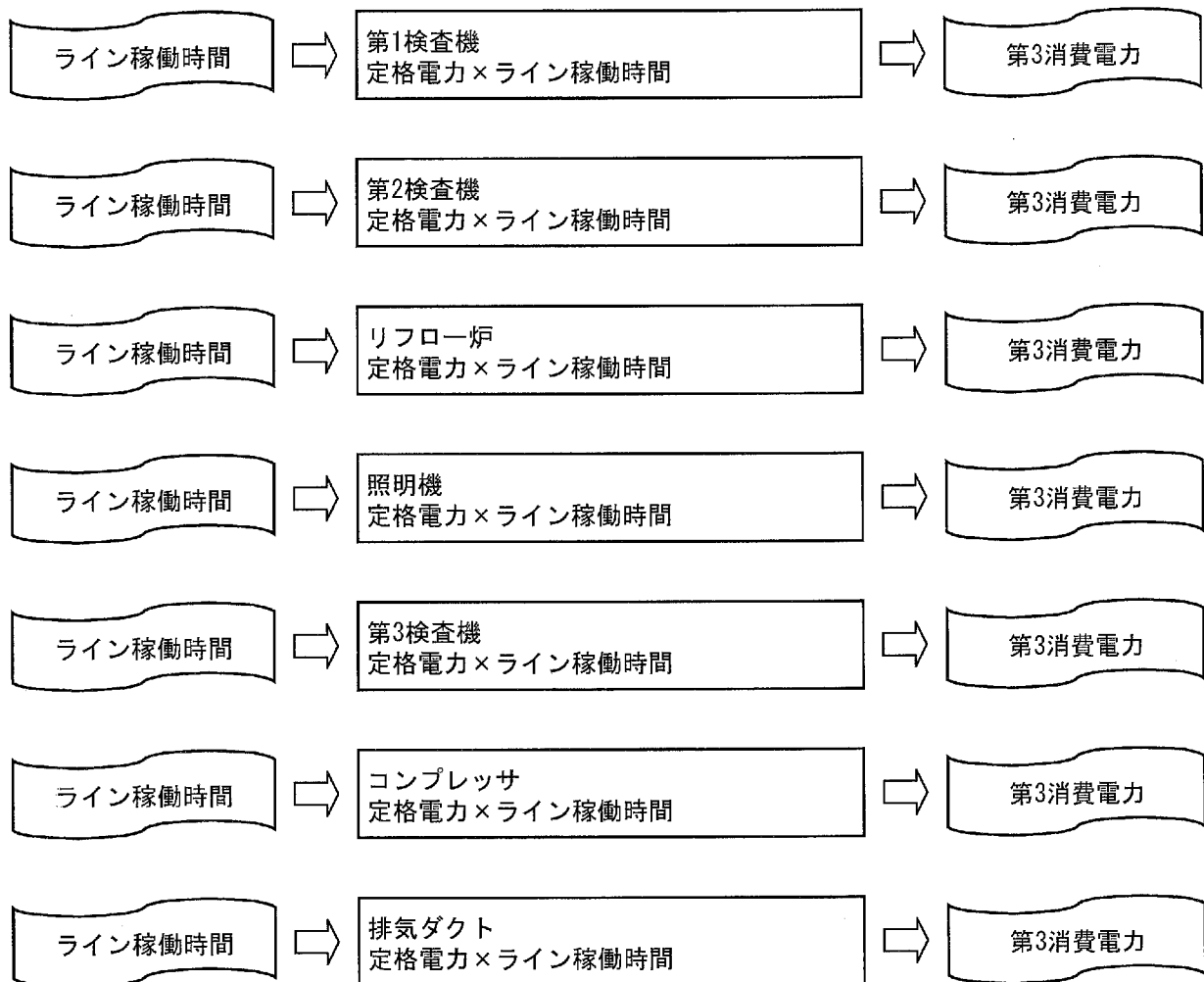
[図16]



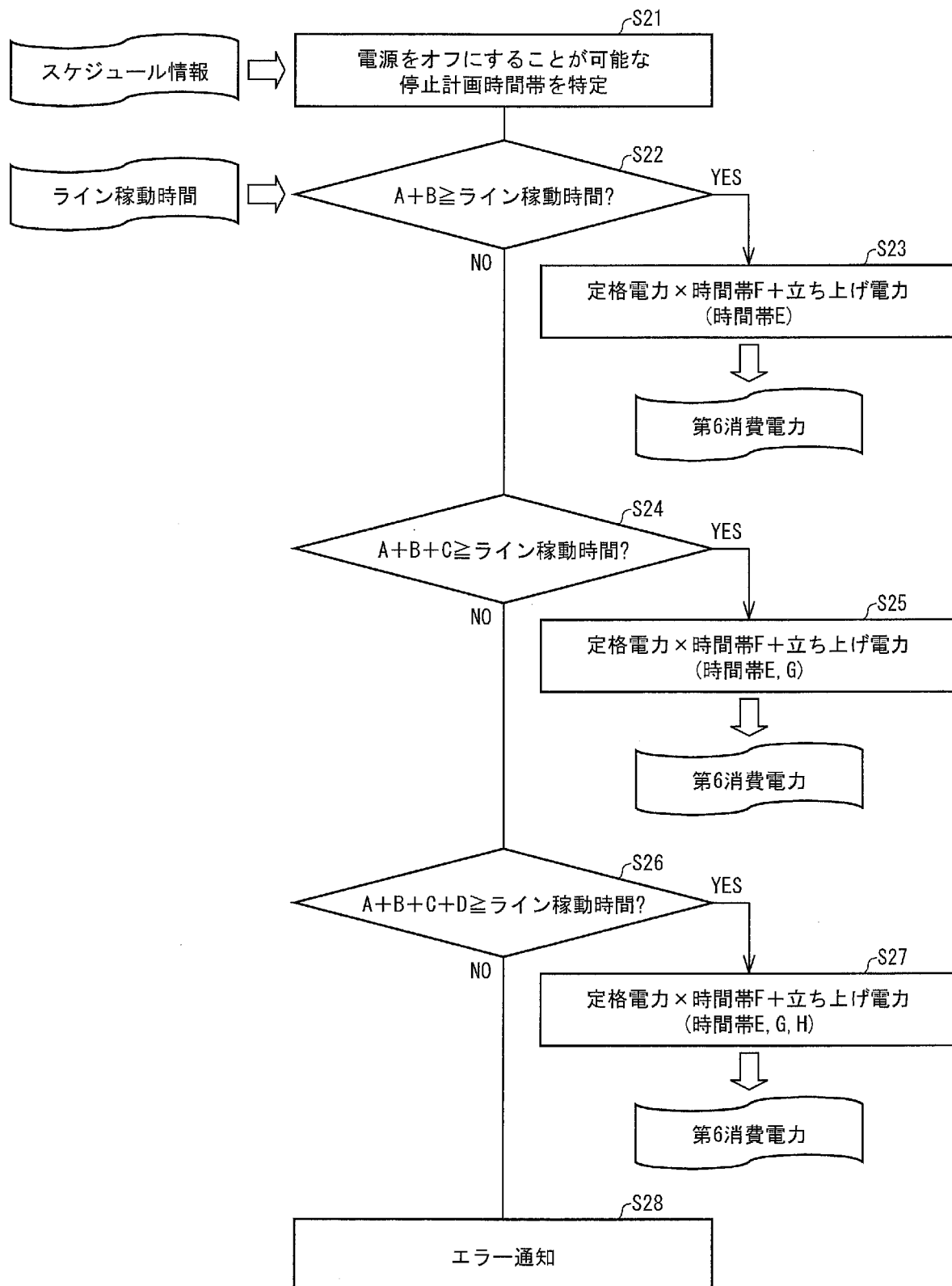
[図17]



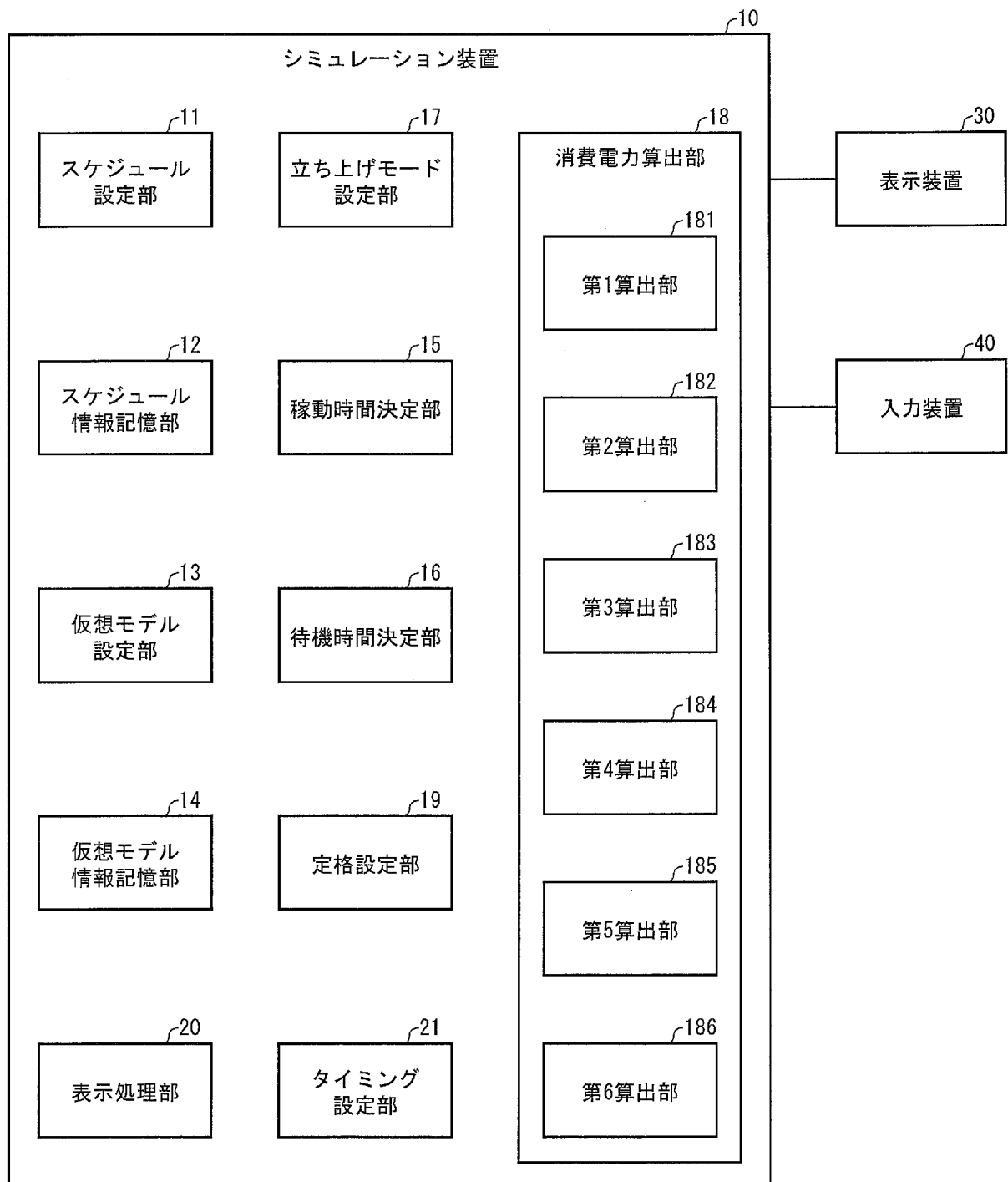
[図18]



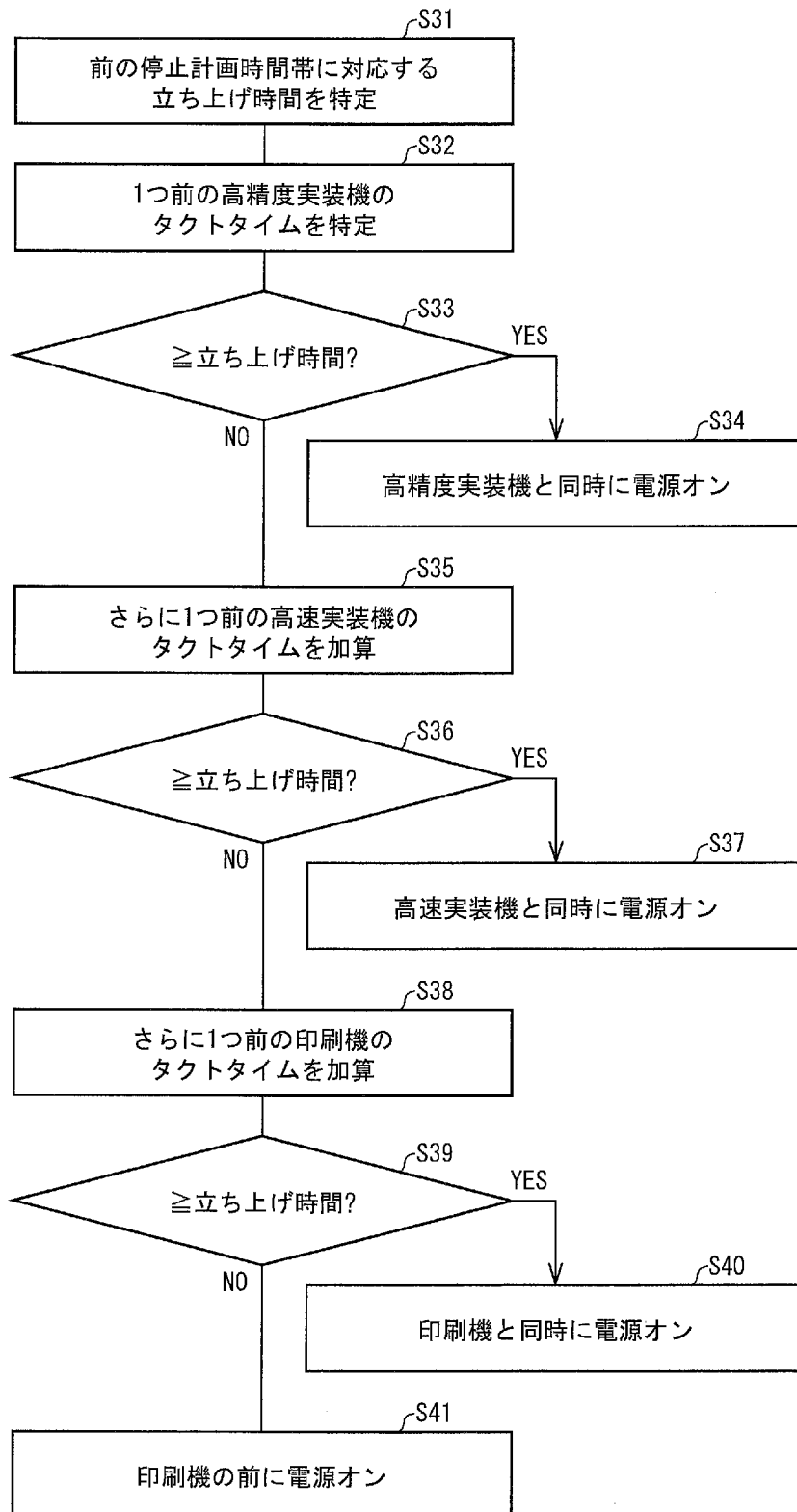
[図19]



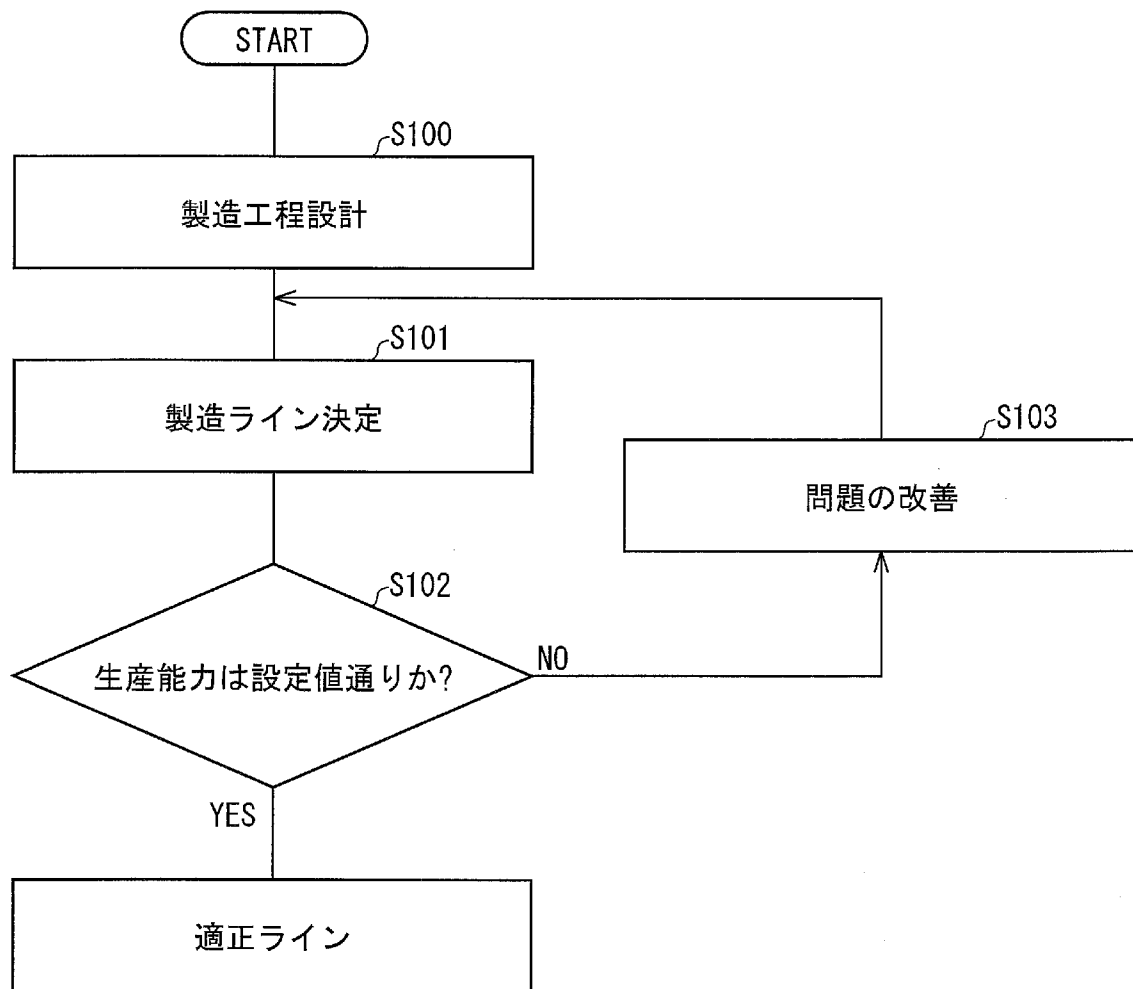
[図20]



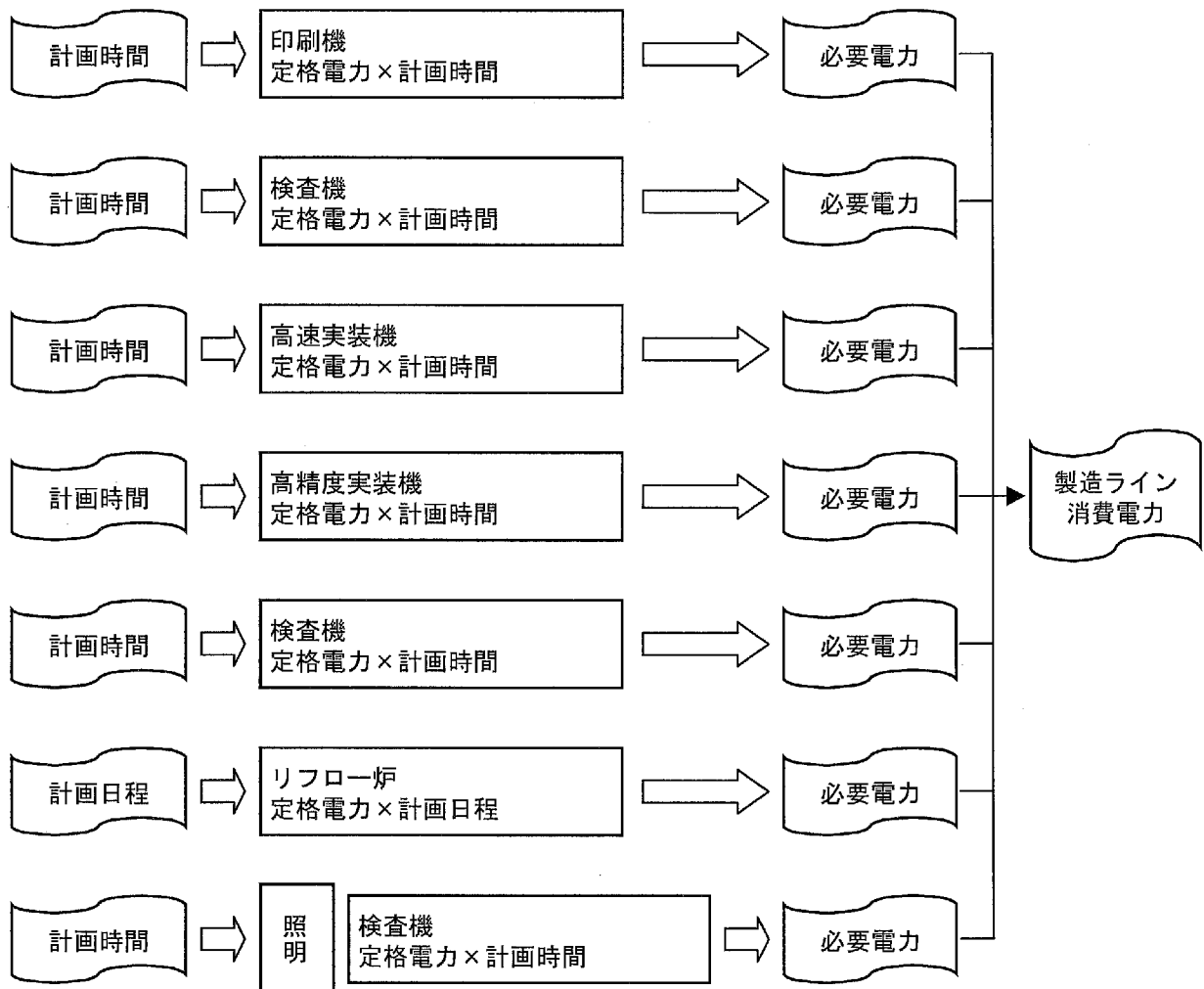
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/073307

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

G05B19/418

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	Yasuhiko MINAMI et al., "Evaluation of Maximum Electric Power Consumption Reduction Based on use Situations and Power Characteristics of Home Electronics", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Sogo Taikai Koen Ronbunshu, 02 March 2010 (02.03.2010), Tsushin Koen Ronbunshu 2, pages S-146 to S-147	1-2, 5-8, 15-17 3-4, 9-14
P, X	JP 2012-65468 A (Toshiba Corp.), 29 March 2012 (29.03.2012), paragraphs [0018] to [0107]; fig. 1 to 16 (Family: none)	1-2, 5-8, 15-17

☒ 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
11 October, 2012 (11.10.12)Date of mailing of the international search report
23 October, 2012 (23.10.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/073307

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-44115 A (Toshiba Corp.), 14 February 2003 (14.02.2003), paragraphs [0030] to [0126]; fig. 1 to 17 (Family: none)	1-17
A	JP 2008-234176 A (Mazda Motor Corp.), 02 October 2008 (02.10.2008), paragraphs [0012] to [0032]; fig. 1 to 10 (Family: none)	1-17
A	JP 4247083 B2 (Toshiba Corp.), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraphs [0016] to [0075]; fig. 1 to 27 & US 2005/0107904 A1	1-17
A	JP 2009-157673 A (Hitachi, Ltd.), 16 July 2009 (16.07.2009), paragraphs [0015] to [0095]; fig. 1 to 24 & US 2011/0022212 A1 & EP 2228701 A1 & WO 2009/084423 A1 & KR 10-2010-0086069 A & CN 101910962 A	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

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 (I P C))

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	南靖彦他, 家電機器の利用状況と電力特性に基づく最大消費電力削減に関する評価, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2010.03.02, 通信講演論文集2, p. S-146 - S-147	1-2, 5-8, 15-17
A		3-4, 9-14
P, X	JP 2012-65468 A (株式会社東芝) 2012.03.29, 段落【0018】-【0107】, 図1-16 (ファミリーなし)	1-2, 5-8, 15-17

☒ 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

1 1 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 3 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

稲垣 浩司

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

3 U

9 5 5 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-44115 A (株式会社東芝) 2003.02.14, 段落【0030】－【0126】, 図1－17 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2008-234176 A (マツダ株式会社) 2008.10.02, 段落【0012】－【0032】, 図1－10 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 4247083 B2 (株式会社東芝) 2009.04.02, 段落【0016】－【0075】, 図1－27 & US 2005/0107904 A1	1-17
A	JP 2009-157673 A (株式会社日立製作所) 2009.07.16, 段落【0015】－【0095】, 図1－24 & US 2011/0022212 A1 & EP 2228701 A1 & WO 2009/084423 A1 & KR 10-2010-0086069 A & CN 101910962 A	1-17