

(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
2022年1月20日(20.01.2022)

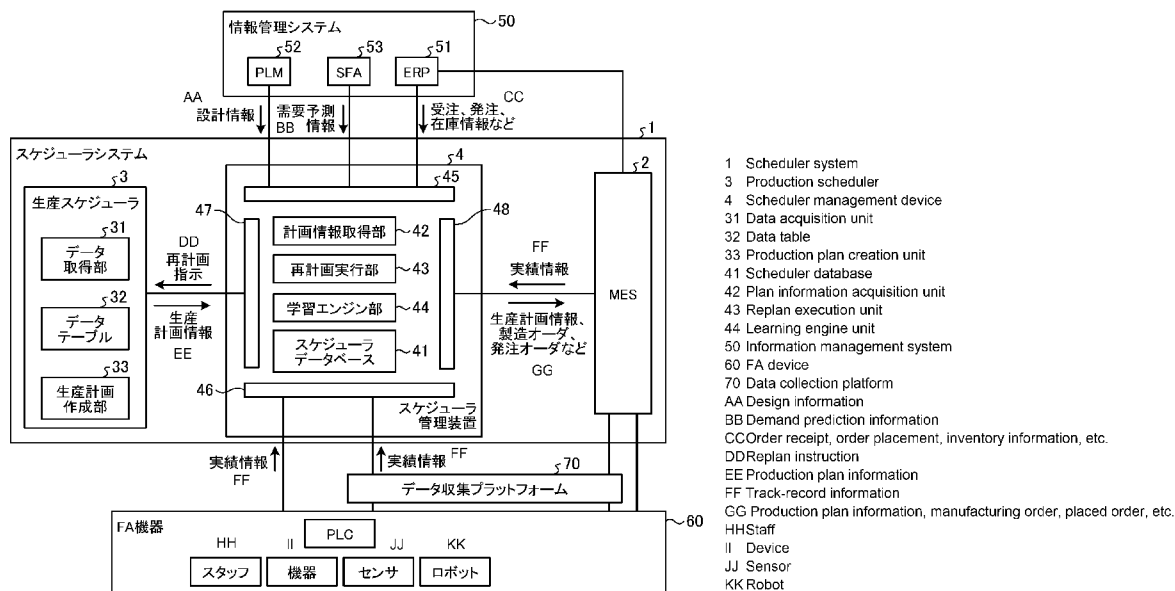


(10) 国際公開番号
WO 2022/014048 A1

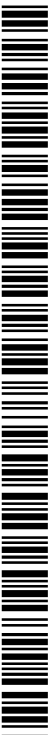
- (51) 国際特許分類:
G05B 19/418 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/027888
- (22) 国際出願日: 2020年7月17日(17.07.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 佐伯 隆 (SAEKI, Takashi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 林 英松
- (74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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,

(54) Title: SCHEDULER SYSTEM, SCHEDULER MANAGEMENT DEVICE, AND MACHINE LEARNING DEVICE

(54) 発明の名称: スケジューラシステム、スケジューラ管理装置および機械学習装置



(57) Abstract: This scheduler system comprises a production scheduler, a manufacturing execution system, and a scheduler management device. The scheduler management device includes a plan information acquisition unit, and a replan execution unit. The plan information acquisition unit acquires, from another device connected to the scheduler management device, monitoring data, which is data for monitoring the occurrence, after the creation of first production plan information, of an event that requires recreation of the first production plan information. The replan execution unit uses the monitoring data to detect the presence/absence of an event occurrence, and if an event occurs, instructs the production scheduler to acquire plan creation information which is information used in the creation of the first production plan information, and additional information which is information other than the plan creation information. After instructing the production



WO 2022/014048 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

scheduler to acquire the additional information and the plan creation information, the plan information acquisition unit uses the acquired additional information and the acquired plan creation information to instruct the production scheduler to recreate second production plan information in which an order is spread across a plurality of processes.

(57) 要約：スケジューラシステムは、生産スケジューラと、製造実行システムと、スケジューラ管理装置と、を備える。スケジューラ管理装置は、計画情報取得部と、再計画実行部と、を有する。計画情報取得部は、第1生産計画情報の作成後に第1生産計画情報の再作成が必要となるイベントの発生を監視するためのデータである監視対象データをスケジューラ管理装置に接続される他の機器から取得する。再計画実行部は、監視対象データを用いてイベントの発生の有無を検知し、イベントが発生した場合に、第1生産計画情報の作成に用いられた情報である計画作成情報以外の情報である追加情報および計画作成情報の取得を生産スケジューラに指示する。計画情報取得部は、生産スケジューラへの追加情報および計画作成情報の取得の指示の後に、取得した追加情報および計画作成情報を用いて、オーダが複数の工程に跨る第2生産計画情報の再作成を生産スケジューラに指示する。

明 細 書

発明の名称：

スケジューラシステム、スケジューラ管理装置および機械学習装置

技術分野

[0001] 本開示は、製品の生産計画を作成するスケジューラシステム、スケジューラ管理装置および機械学習装置に関する。

背景技術

[0002] 従来では、生産スケジューラが、複数のオーダを跨る生産計画を作成し、作成した生産計画を製造実行システム（Manufacturing Execution System：以下、MESという）に設定する。そして、MESが、設定された生産計画に基づいて、計画的に生産を行っていた。しかし、生産現場での作業の進捗遅れまたは予定外の追加生産によって、生産工程によっては生産計画どおりに生産できない生産遅延が発生する場合がある。生産遅延が発生すると、生産計画を立て直す必要があった。

[0003] そこで、特許文献1には、所定のイベントが発生した場合に、オーダを跨る生産計画を再計画することができる生産計画作成装置が開示されている。具体的には、特許文献1に記載の生産計画作成装置は、複数の設備で複数の工程を経て製造される複数種類の製品における生産計画を作成するものであり、複数の工程スケジューラ装置と、全体統合装置と、を備える。工程スケジューラ装置は、工程毎に設けられ当該工程の生産計画を作成する。全体統合装置は、工程スケジューラ装置で作成された生産計画と生産実績とから工程毎に製品種類毎の各仕掛量を算出し、各仕掛量と各最少必要仕掛量とから各過不足仕掛量を求める。全体統合装置は、不足仕掛量が存在する場合には、不足仕掛量に対応する工程の前工程の工程スケジューラ装置へ不足発生時期を納期として不足仕掛量の不足要求を要求する。また、全体統合装置は、新規受注の場合には、新規受注に対応する種類の製品の最終工程の工程スケジューラ装置へ新規受注の生産要求を要求する。そして、工程スケジューラ

装置は、不足要求の場合には不足要求を充足するように、また生産要求の場合には新規受注を充足するように、生産計画を再作成する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-199143号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の技術では、生産計画を再計画する場合に、初期設定されている項目の情報、すなわち不足要求または生産要求に対応する項目の情報に基づいて再計画している。そのため、生産計画が遅延する原因が初期設定された項目以外の条件、一例では不足要求および生産要求以外の条件に起因する場合には、特許文献1に記載の技術では、遅延の原因となる条件のデータを取得することができないので、有効な生産計画を再計画することが困難になるという問題があった。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、再計画の原因となる条件を考慮して、生産計画を再計画することができるスケジューラシステムを得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示のスケジューラシステムは、生産スケジューラと、製造実行システムと、スケジューラ管理装置と、を備える。生産スケジューラは、複数のオーダの生産計画を示す第1生産計画情報を作成する。製造実行システムは、生産スケジューラで作成された第1生産計画情報の内、自己で管理するオーダに対応する生産計画の内容を受け取り、受け取った生産計画の内容に基づいて、複数の工程に対応する製造装置における生産を実行する。スケジューラ管理装置は、生産スケジューラに第1生産計画情報の再作成を指示する。スケジューラ管理装置は、計画情報取得部と、再計画実行部と、を有する。計画情報取得部は、第1生

産計画情報の作成後に第1生産計画情報の再作成が必要となるイベントの発生を監視するためのデータである監視対象データをスケジューラ管理装置に接続される他の機器から取得する。再計画実行部は、監視対象データを用いてイベントの発生の有無を検知し、イベントが発生した場合に、第1生産計画情報の作成に用いられた情報である計画作成情報以外の情報である追加情報および計画作成情報の取得を生産スケジューラに指示する。計画情報取得部は、生産スケジューラへの追加情報および計画作成情報の取得の指示の後に、取得した追加情報および計画作成情報を用いて、オーダが複数の工程に跨る第2生産計画情報の再作成を生産スケジューラに指示する。

発明の効果

[0008] 本開示にかかるスケジューラシステムは、再計画の原因となる条件を考慮して、生産計画を再計画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

[0009] [図1]実施の形態1によるスケジューラシステムの構成の一例を模式的に示すブロック図

[図2]生産計画情報の一例を示す図

[図3]実施の形態1によるスケジューラ管理装置の機能構成の一例を模式的に示すブロック図

[図4]実施の形態1によるスケジューラ管理装置における学習エンジン部の機能構成の一例を模式的に示すブロック図

[図5]実施の形態1によるスケジューラシステムでの生産計画情報の再作成の方法の手順の一例を示すフローチャート

[図6]実施の形態1によるスケジューラシステムの構成の他の例を模式的に示すブロック図

[図7]実施の形態1によるスケジューラ管理装置のハードウェア構成の一例を模式的に示すブロック図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本開示の実施の形態にかかるスケジューラシステム、スケジュー

ラ管理装置および機械学習装置を図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 によるスケジューラシステムの構成の一例を模式的に示すブロック図である。スケジューラシステム 1 は、複数のオーダの生産計画を示す生産計画情報に基づいて生産を行う M E S 2 と、M E S 2 での生産計画情報を作成する生産スケジューラ 3 と、生産スケジューラ 3 に対して生産計画情報の作成または再作成を指示するスケジューラ管理装置 4 と、を備える。M E S 2 は、生産スケジューラ 3 で作成された生産計画情報の内、自己で管理するオーダに対応する生産計画の内容を受け取り、受け取った生産計画の内容に基づいて、複数の工程に対応する製造装置における生産を実行する。具体的には、M E S 2 は、生産再計画情報、製造オーダおよび発注オーダ等に基づいて製品を生産するように F A (Factory Automation) 機器 6 0 を制御する。

[0012] 生産スケジューラ 3 は、最新のマスタデータおよびトランザクションデータを保持し、スケジューラ管理装置 4 からの指示に応じて、複数のオーダを跨る生産計画情報を作成する。マスタデータは、製造現場で作製している製品の品目を示す品目マスタと、品目マスタに登録されているそれぞれの製品を構成する部品を示す部品マスタと、品目マスタに登録されているそれぞれの製品についての製造工程を示す工程マスタと、を含む。トランザクションデータは、マスタデータに登録されている製品についての在庫状況、製造実績などの実績情報、および資材納入予定データなどを含む。実施の形態 1 では、生産スケジューラ 3 は、スケジューラ管理装置 4 によって起動され、生産計画情報の作成または再作成を行う。生産スケジューラ 3 によって最初に作成される生産計画情報は、第 1 生産計画情報に対応し、第 1 生産計画情報の後に再作成される生産計画情報は、第 2 生産計画情報に対応する。

[0013] 生産スケジューラ 3 は、データ取得部 3 1 と、データテーブル 3 2 と、生産計画作成部 3 3 と、を有する。データ取得部 3 1 は、スケジューラ管理装置 4 からの指示に従って、M E S 2、情報管理システム 5 0 または F A 機器

60から生産計画情報の作成または再作成に必要なデータを取得する。データテーブル32は、データ取得部31で取得した生産計画情報の作成または再作成に必要なデータを含むデータ記憶情報である。データテーブル32は、記憶部に記憶される。生産計画作成部33は、納期および個数を含む製造オーダーを、時間軸に沿って製造設備、人員、工具などを含む生産資源に割り付けた生産計画情報を作成する。生産計画作成部33は、複数の割り付け方の中から指定された割り付け方にしたがって、生産計画情報を作成する。割り付け方には、「各オーダーに優先順位を定義して、その順序で割り付ける方法」、「納期遵守の上で在庫を極小化するように割り付ける方法」、「納期遵守の上で段取り時間を極小化するように割り付ける方法」、「納期遵守の上で稼働率を極大化するように割り付ける方法」などがある。

[0014] 図2は、生産計画情報の一例を示す図である。生産計画情報100は、縦軸が製造ライン名101であり、横軸が時間102である。縦軸には、製造工程の順に製造ライン名101が配置される。製造ラインは、製品を製造する場合には、製品を製造する製造工程に対応して設けられ、1つ以上の製造装置を含む設備である。製造ライン名101は、各工程で使用される製造ラインに付される名称である。1つの工程に複数の製造ラインが存在する場合には、複数の製造ライン名101が配置される。横軸は、時間軸である。そして、製品の生産オーダー103毎に、占有する製造ライン名101と使用時間帯とが設定される。生産計画情報100では、時間軸に沿って、複数の生産オーダー103が製造ラインを跨って構成されており、生産オーダー103が重ならないことで、製造ラインでオーバブッキングすることなく生産をすることが可能となる。

[0015] 図1に戻り、スケジューラ管理装置4は、製造設備における製品の生産計画情報の作成を生産スケジューラ3に指示し、その結果、作成された第1生産計画情報である生産計画情報を生産スケジューラ3から取得する装置である。また、スケジューラ管理装置4は、現在実行中の生産計画情報を変更しなければならないイベントの発生の有無を監視し、イベントの発生を検知し

た場合に、生産スケジューラ 3 を起動するとともに、生産計画情報の再作成を生産スケジューラ 3 に指示し、その結果、再作成された第 2 生産計画情報である生産計画情報を取得する。以下では、生産計画情報が再作成される場合について説明を行う。

- [0016] スケジューラ管理装置 4 は、情報管理システム 5 0 と接続する情報システムインタフェース (InterFace : 以下、I/F という) 部 4 5 と、FA 機器 6 0 と接続する製造現場 I/F 部 4 6 と、生産スケジューラ 3 と接続する生産スケジューラ I/F 部 4 7 と、MES 2 と接続する MES I/F 部 4 8 と、を備える。情報システム I/F 部 4 5、製造現場 I/F 部 4 6、生産スケジューラ I/F 部 4 7 および MES I/F 部 4 8 の各 I/F 部の仕様は、接続される MES 2 等の外部機器と合せることにより、他の外部機器と自在に接続可能となる。
- [0017] 情報システム I/F 部 4 5 は、ネットワークを介して情報管理システム 5 0 と接続される。情報管理システム 5 0 の一例は、基幹系情報システム (Enterprise Resources Planning : 以下、ERP という) 5 1、製品ライフサイクル管理システム (Product Lifecycle Management : 以下、PLM という) 5 2、営業支援システム (Sales Force Automation : 以下、SFA という) 5 3 である。ERP 5 1 は、製品の受注、発注、在庫情報等の実績情報をスケジューラ管理装置 4 および MES 2 に出力する。PLM 5 2 は、製品の設計情報をスケジューラ管理装置 4 に出力する。SFA 5 3 は、製品の需要予測情報をスケジューラ管理装置 4 に出力する。
- [0018] 製造現場 I/F 部 4 6 は、ネットワークを介して FA 機器 6 0 と接続される。FA 機器 6 0 の一例は、製造現場に設置されたプログラマブルロジックコントローラ (Programmable Logic Controller : PLC) である。プログラマブルロジックコントローラは、製造ラインを構成する機器、センサ、ロボットなどに接続される。センサは、機器またはロボットの稼働状況などを検知する。スタッフは、FA 機器 6 0 が配置される製造現場で、生産計画情報にしたがって作業を行う。FA 機器 6 0 は、製造した製品の実績情報、製

造装置の稼働状況を含む情報をスケジューラ管理装置4およびMES 2に出力する。

- [0019] 生産スケジューラ1/F部47は、生産スケジューラ3と接続される。スケジューラ管理装置4は、生産スケジューラ3に対して生産計画情報の再作成の指示である再計画指示を出力し、生産スケジューラ3から生産計画情報を取得する。
- [0020] MES 1/F部48は、MES 2と接続される。スケジューラ管理装置4は、生産スケジューラ3から取得した生産計画情報と、生産計画情報に対応する製造オーダおよび発注オーダと、をMES 2に出力するとともに、MES 2が生産計画情報に基づいて実施した実績情報をMES 2から取得する。
- [0021] スケジューラ管理装置4は、スケジューラデータベース41と、計画情報取得部42と、再計画実行部43と、学習エンジン部44と、を備える。
- [0022] スケジューラデータベース41は、生産計画情報の再作成の実施に必要なデータであるスケジュール情報を記憶するスケジュール情報記憶部である。具体的には、スケジューラデータベース41は、生産計画情報の再作成が必要となるイベントの発生を監視するためのデータである監視対象データ、生産計画情報の再作成の判定を行うための条件である再計画条件、生産計画情報の再作成時に優先して守られるべきルールである再計画ルールを含むスケジュール情報を記憶する。
- [0023] 計画情報取得部42は、MES 2、情報管理システム50およびFA機器60から監視対象データを収集または作成する。計画情報取得部42は、情報システム1/F部45を介して、情報管理システム50から製品の実績情報、設計情報および需要予測情報を含む計画情報を監視対象データとして取得する。また、計画情報取得部42は、製造現場1/F部46を介して、FA機器60から実績情報、設備の稼働状況を含む計画情報を監視対象データとして取得する。計画情報取得部42は、MES 1/F部48を介して、MES 2から実績データを含む計画情報を監視対象データとして取得する。

実績データは、情報管理システム50から取得してもよいし、FA機器60から取得してもよいし、MES2から取得してもよい。計画情報取得部42は、取得した監視対象データをスケジューラデータベース41に保存する。なお、スケジューラ管理装置4は、製造現場に設置されたFA機器60の仕様に依存することなく、FA機器60からデータを取得するソフトウェアが導入された機器であるデータ収集プラットフォーム70に接続されていてもよい。計画情報取得部42は、データ収集プラットフォーム70経由でもFA機器60からの実績情報または設備の稼働状況を収集することができる。さらに、計画情報取得部42は、生産計画情報の再作成が必要な場合に、再計画実行部43からの指示に従って生産スケジューラ3への再計画ルールを含む生産計画情報の再作成の実行の指示を送信する。

[0024] 再計画実行部43は、スケジューラデータベース41から監視対象データと再計画条件とを取得し、取得した監視対象データと再計画条件とを比較し、その時点における生産計画情報の再作成が必要なイベントが発生したかを確認する。再計画実行部43は、再作成が必要なイベントが発生した場合に、情報管理システム50などのスケジューラシステム1に接続される他の機器から取得した監視対象データの内容を生産スケジューラ3が保持する各種のデータテーブル32に反映する。一例では、再計画実行部43は、マスターデータおよびトランザクションデータを、スケジューラデータベース41から読み出し、フォーマット変換などの処理を行い、生産スケジューラ3が保持する各種のデータテーブル32に反映する。

[0025] また、再計画実行部43は、必要に応じて生産計画情報の再計画の実行に必要な情報の取得を生産スケジューラ3に指示する。これは、生産計画情報の再計画の原因が、デフォルトで設定された生産計画情報の作成に用いられる計画作成情報にはない追加の情報である追加情報に基づくものである場合に、生産スケジューラ3に対して、計画作成情報に加えて追加情報を収集させるものである。一例では、計画作成情報は、監視対象データである。再計画実行部43は、生産スケジューラ3によって作成された生産計画情報を取

得する。

[0026] 学習エンジン部44は、生産計画情報の再作成の実施ロジックを学習する。学習エンジン部44は、過去に発生した生産計画情報の遅延量を学習し、学習の結果を新たな生産計画情報の再作成に反映する。具体的には、学習エンジン部44は、生産計画情報の再作成の精度を向上させるために必要な再計画条件および監視対象データを学習し、新たに学習した監視対象データを計画情報取得部42に反映し、再計画条件および再計画ルールを再計画実行部43に反映する。

[0027] ここで、スケジューラ管理装置4で生産計画情報を再計画する処理を行う機能をさらに詳細に説明する。図3は、実施の形態1によるスケジューラ管理装置の機能構成の一例を模式的に示すブロック図である。図3では、スケジューラ管理装置4のスケジューラデータベース41、計画情報取得部42および再計画実行部43を図示しており、他の機能処理部の図示は省略している。

[0028] スケジューラデータベース41は、監視対象データ411、再計画条件412、再計画判定結果413、再計画ルール414および実績データ415を記憶する。監視対象データ411は、生産計画情報の再作成が必要となるイベントの発生を監視するために必要なデータであり、また生産計画情報を再作成するために必要なデータである。監視対象データ411は、計画情報取得部42によって取得される。すなわち、監視対象データ411は、再計画条件412を用いて生産計画情報の再作成を判定することができる内容を有し、生産計画情報を再作成するための内容を有するものである。監視対象データ411の一例は、製品の受注状況を示す受注情報、設備の稼働状況を示す情報、設備の故障を示す設備故障情報、製品の在庫状況を示す在庫情報、製品の製造実績を示す実績情報である。

[0029] 再計画条件412は、生産計画情報の再作成が必要となる条件である。再計画条件412は、複数の事象に応じて、事象ごとに設定されている。再計画条件412の一例には、下記の(1)から(5)のものが挙げられる。

- (1) 緊急受注が発生した場合の再計画条件
- (2) 設備故障が発生した場合の再計画条件
- (3) 設備故障の予兆が発生した場合の再計画条件
- (4) 資材納入遅延が発生した場合の再計画条件
- (5) 製品品質が低下した場合の再計画条件

[0030] なお、(3)の設備故障の予兆を確認する方法としては、時間基準保全 (Time Based Maintenance : TBM)、状態基準保全 (Condition Based Maintenance : CBM) を用いてもよいし、機械学習またはディープラーニングの技術を利用した保全方法を用いてもよい。

[0031] 再計画判定結果 4 1 3 は、再計画実行部 4 3 によって監視対象データ 4 1 1 が再計画条件 4 1 2 と比較され、再計画の実施要否が判定された結果を示すデータである。

[0032] 再計画ルール 4 1 4 は、生産計画情報の再作成時に守られるべき内容が規定された情報である。再計画条件 4 1 2 に対応して、再計画ルール 4 1 4 が定められる。再計画ルール 4 1 4 の一例には、下記の (A) から (E) のものが挙げられる。下記の (A) から (E) のそれぞれは、上記の再計画条件 4 1 2 の (1) から (5) の例に対応している。

(A) 緊急受注が発生した場合に、緊急受注として検知されたオーダの優先度を高くするルール

(B) 設備故障が発生した場合に、設備故障が発生している設備を、故障発生日の翌日まで非稼働状態にするルール

(C) 設備故障の予測対応が発生している場合に、設備故障の予測情報に基づき、設備が故障すると予測される時間帯の設備を非稼働にするルール

(D) 資材の納入遅延が発生する場合に、資材の納入遅延情報に対応して、生産スケジューラ 3 のオーダ情報を更新するルール

(E) 製品品質の低下が発生した場合に、製品検査合格率の低下に対応し、製品検査合格率が低下している品目の製造開始時刻を後ろ倒しにするルール

[0033] 実績データ 4 1 5 は、生産スケジューラ 3 によって作成または再作成され

た生産計画情報にしたがって生産された製品の実績データである。スケジューラデータベース41は、MES2、情報管理システム50またはFA機器60から取得したデータをデータ項目毎に記憶する。データ項目のうち最新のデータのみが必要なデータ項目である場合には、スケジューラデータベース41は、該当するデータを更新して保管する。

[0034] 計画情報取得部42は、監視対象テーブル421と、データ入出力部422と、リスケジュール部423と、を有する。監視対象テーブル421は、取得する監視対象データのデータ項目と監視対象データの取得先情報とを記載した監視対象情報を記憶する監視対象情報記憶部である。

[0035] データ入出力部422は、予め定められた時間間隔で監視対象テーブル421に基づいてスケジューラ管理装置4の外部から監視対象データを取得し、取得した監視対象データをスケジューラデータベース41に保存する。なお、データ入出力部422における監視対象データの取得方法は、予め定められた時間間隔で自ら外部に取得しに行くのみならず、予め定められた時間間隔で外部から送られてきた監視対象データを取得するようにしてもよい。また、データ入出力部422は、リアルタイムに監視対象データを取得するようにしてもよい。さらに、データ入出力部422は、生産スケジューラ3が再作成した生産計画情報を取得し、再計画実行部43に出力する。

[0036] リスケジュール部423は、後述する再計画実行部43からの指示によって起動され、生産スケジューラ3に生産計画情報を再作成させる指示を送信する。

[0037] 再計画実行部43は、イベント監視部431と、再計画部432と、再計画結果確認部433と、を有する。

[0038] イベント監視部431は、MES2、情報管理システム50およびFA機器60から取得する監視対象データから生産計画情報の再作成の実行に関するイベントを監視する。イベント監視部431は、再計画イベント監視部4311と、再計画起動部4312と、を有する。

[0039] 再計画イベント監視部4311は、予め定められた間隔毎、一例では30

分毎、に、スケジューラデータベース41から監視対象データ411と最新の再計画条件412とを取得する。再計画イベント監視部4311は、監視対象データ411が複数の再計画条件412に合致するか否かを順番に判定し、生産計画情報の再作成のイベントの発生を検知する。再計画イベント監視部4311は、判定結果を再計画判定結果情報として再計画起動部4312およびスケジューラデータベース41に出力する。スケジューラデータベース41は、取得した再計画判定結果情報を再計画判定結果413の項目に記憶する。

[0040] ここで、緊急受注の再計画条件412に合致するか否かを判定する場合を例に挙げる。この場合には、再計画条件412には、「現在時刻に製造リードタイムと物流リードタイムとを積算し、その積算時間が納期内にある」という内容が設定されているものとする。再計画イベント監視部4311は、取得した現在時刻、製造リードタイム、物流リードタイムおよび納期の監視データを用いて緊急受注の再計画条件412を満たすかを判定する。すなわち、再計画イベント監視部4311は、「現在時刻に製造リードタイムと物流リードタイムを積算した時間」が「納期内にある」場合には、生産計画情報の再作成が不要であることを示す再計画判定結果情報を再計画起動部4312に通知し、「納期内にない」場合には、生産計画情報の再作成が必要なことを示す再計画判定結果情報を再計画起動部4312に通知する。また、再計画イベント監視部4311は、再計画判定結果情報をスケジューラデータベース41の再計画判定結果413の項目に記憶する。

[0041] 再計画起動部4312は、再計画イベント監視部4311から生産計画情報の再作成が必要な旨の通知を受けると、再計画部432を起動する。

[0042] 再計画部432は、生産計画情報の再作成が必要な場合に、イベント監視部431で検知されたイベントの内容に応じて生産スケジューラ3に生産計画情報の再計画を実施させるための準備を行う。再計画部432は、再計画ルール実行部4321と、スケジューラ環境更新部4322と、リスケジュール起動部4323と、を有する。

[0043] 再計画ルール実行部4321は、イベント監視部431で検知されたイベントの種類に応じて、再計画ルール414を実行する。具体的には、再計画ルール実行部4321は、スケジューラデータベース41から再計画ルール414を取得し、再計画ルール414を順次実行する。上記(A)の緊急受注の再計画ルール414を実行する場合を例に挙げると、再計画ルール実行部4321は、緊急受注したオーダに、緊急受注用のコードを付する。これによって、生産スケジューラ3は、生産計画情報を再作成する場合に、緊急受注用のコードが付されたオーダを優先的に実行する生産計画情報を作成することができる。再計画ルール実行部4321は、設定済の再計画ルール414を全て実行した後、再計画ルール414の実行が終了した旨をスケジューラ環境更新部4322に通知する。

[0044] スケジューラ環境更新部4322は、生産スケジューラ3が保持するデータテーブル32の項目のうちトランザクション情報に該当するデータを更新する。また、生産スケジューラ3が保持するデータテーブル32と、計画情報取得部42が保持する監視対象テーブル421と、は項目が一致するように連携されている。そのため、スケジューラ環境更新部4322は、生産スケジューラ3のデータテーブル32の項目と、監視対象テーブル421の項目と、が一致しない場合には、計画情報取得部42に対して、生産スケジューラ3のデータテーブル32の項目を監視対象テーブル421の項目と一致させるように指示する。これによって、計画情報取得部42のデータ入出力部422は、生産スケジューラ3のデータテーブル32を更新する。スケジューラ環境更新部4322は、生産スケジューラ3のデータテーブル32の更新処理が完了すると、データテーブル32の更新が完了した旨をリスケジュール起動部4323に通知する。

[0045] リスケジュール起動部4323は、計画情報取得部42のリスケジュール部423を起動する。これによって、計画情報取得部42のリスケジュール部423は、生産スケジューラ3に生産計画情報を再作成させる。つまり、生産スケジューラ3のデータテーブル32の更新が完了した後に、生産スケ

ジューラ 3 に生産計画情報を再作成させる指示が出されることになる。デフォルトで設定される監視対象データ以外の原因によって生産計画情報の再作成が指示されるときに、生産スケジューラ 3 のデータテーブル 3 2 の項目が再作成の原因となるデータを含む監視対象データの項目に合わせて更新される。そして、生産スケジューラ 3 は、再作成の原因となるデータを含む監視対象データを用いて、生産計画情報を再作成することが可能となる。

[0046] 再計画結果確認部 4 3 3 は、生産スケジューラ 3 から取得した再作成された新たな生産計画情報が実際の生産において受け入れ可能な計画か否かを確認する。再計画結果確認部 4 3 3 は、再作成された生産計画情報が実際の生産において受け入れ可能である場合には、生産スケジューラ 3 から取得した再作成された生産計画情報のその時点における生産計画情報に対する変更された点である変更箇所を抽出し、その時点における生産計画情報に対する再作成された生産計画情報の変更箇所を図示しない表示部に表示してユーザに通知する。また、再計画結果確認部 4 3 3 は、その時点における生産計画情報に対する再作成された生産計画情報の遅延量を算出する。

[0047] 実施の形態 1 のスケジューラ管理装置 4 では、再計画条件 4 1 2 に対応する項目が監視対象データ 4 1 1 として登録されることになる。一例では、上記した (1) から (5) がデフォルトの再計画条件 4 1 2 であり、製造現場においては、デフォルトの再計画条件 4 1 2 の (1) から (5) に該当しない再計画条件 4 1 2 が新たに生成される場合がある。この場合、ユーザによって、スケジューラデータベース 4 1 に新たな再計画条件 4 1 2 が追加され、それに合わせて監視対象データ 4 1 1 で監視する新規の監視項目も更新されることになる。しかし、この時点では、この更新は生産スケジューラ 3 には反映されていない。

[0048] 追加された新規の監視項目が遅延の原因となる場合において、追加された新規の監視項目の更新が生産スケジューラ 3 になされずに、生産スケジューラ 3 に生産計画情報の再作成を指示しても、追加された新規の監視項目に対応する監視対象データを生産スケジューラ 3 は取得することができない。す

なわち、生産スケジューラ3は、遅延の原因となる監視対象データを用いずに、生産計画情報を再計画することになるため、再作成された生産計画情報は遅延を解消するために適切なものであるとはいえない。

[0049] しかし、実施の形態1では、再計画部432のスケジューラ環境更新部4322が、生産スケジューラ3が保持するデータテーブル32の項目と、計画情報取得部42が保持する監視対象テーブル421の項目と、が一致するかを確認し、一致しない場合には一致させるように指示する。この指示に基づいて計画情報取得部42が生産スケジューラ3のデータテーブル32の項目を更新した後で、リスケジュール起動部4323が、リスケジュール部423を起動して生産スケジューラ3に生産計画情報の再計画を実行させる指示を送る。そして、生産スケジューラ3では、監視対象テーブル421と項目が一致するデータテーブル32の項目に基づいて、外部からデータを取得し、取得したデータを用いて生産計画情報を再作成する。つまり、実施の形態1では、計画情報取得部42の監視対象テーブル421と、生産スケジューラ3のデータテーブル32と、を連携させることによって、生産スケジューラ3は、遅延の原因となるデータを含む監視対象データを用いて生産計画情報を再作成することができる。その結果、再作成された生産計画情報は遅延を解消するために適切なものとなる。

[0050] なお、計画情報取得部42は、スケジューラ環境更新部4322からの指示に基づいて、生産スケジューラ3のデータテーブル32の項目のパラメータ設定を行うことによって、データテーブル32の項目の設定を行うことができる。一例では、データテーブル32の項目のパラメータ設定が、データ項目のオンまたはオフの設定によって設定可能な場合には、計画情報取得部42は、データ項目のパラメータ設定をオンに設定することにより、データテーブル32の項目を追加する。上記した新たな再計画条件412が追加された場合には、新たな再計画条件412の追加に基づく新たな監視項目に対応するデータ項目をオンに設定することで、生産スケジューラ3のデータテーブル32の項目の追加を行うことができる。また、必要なくなったデータ

項目をオフに設定することで、生産スケジューラ3は不必要な情報を用いることなく生産計画情報を再作成することができる。この場合、一例では、スケジューラ環境更新部4322が、データ項目の表示のオンまたはオフを切り替えることができるパラメータ設定の画面を図示しない表示部に表示させ、図示しない入力部からユーザによる入力結果を受け付ける。そして、計画情報取得部42が、入力結果を生産スケジューラ3のデータテーブル32に反映させる。

[0051] このように計画情報取得部42の監視対象テーブル421を更新することによって、生産スケジューラ3は、生産計画情報の精度を上げるための情報を追加で取得可能となり、取得したデータを用いて精度の高い生産計画情報を再作成することができる。

[0052] つぎに、学習エンジン部44における新規の再計画条件および新規の監視対象データの学習について説明する。なお、再計画条件を学習できれば、監視対象データは、再計画条件の項目を用いて導くことが可能であるため、以下では、再計画条件の学習について説明する。

[0053] 図4は、実施の形態1によるスケジューラ管理装置における学習エンジン部の機能構成の一例を模式的に示すブロック図である。学習エンジン部44は、状態観測部441と、学習部442と、を備える。

[0054] 状態観測部441は、再作成した生産計画情報201と、生産計画情報の遅延原因202と、遅延量203と、を状態変数として観測する。再作成した生産計画情報201は、生産スケジューラ3から得られる。生産計画情報の遅延原因202は、再計画実行部43の再計画イベント監視部4311で判定された再計画判定結果、またはスケジューラデータベース41に保存された再計画判定結果413から得られる。遅延量203は、再計画実行部43の再計画結果確認部433から得られる。

[0055] 学習部442は、再作成した生産計画情報201、生産計画情報の遅延原因202および遅延量203の状態変数に基づいて作成されるデータセットに従って、遅延量が最も少なくなる生産計画情報を機械学習する。学習部4

4 2 によって機械学習される生産計画情報は、第 3 生産計画情報に対応する。

[0056] 学習部 4 4 2 が用いる学習アルゴリズムはどのようなものを用いてもよい。一例として、強化学習 (Reinforcement Learning) を適用した場合について説明する。強化学習は、ある環境内におけるエージェントである行動主体が、現在の状態を観測し、取るべき行動を決定する、というものである。エージェントは行動を選択することで環境から報酬を得て、一連の行動を通じて報酬が最も多く得られるような方策を学習する。強化学習の代表的な手法として、Q 学習 (Q-learning) または TD 学習 (TD-learning) が知られている。例えば、Q 学習の場合、行動価値関数 $Q(s, a)$ の一般的な更新式 (行動価値テーブル) は次式 (1) で表される。

[0057] [数1]

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow Q(s_t, a_t) + \alpha \left(r_{t+1} + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t) \right) \quad \cdots (1)$$

[0058] (1) 式において、 s_t は時刻 t における環境を表し、 a_t は時刻 t における行動を表す。行動 a_t により、環境は s_{t+1} に変わる。 r_{t+1} はその環境の変化によってもらえる報酬を表し、 γ は割引率を表し、 α は学習係数を表す。なお、 γ は $0 < \gamma \leq 1$ 、 α は $0 < \alpha \leq 1$ の範囲とする。Q 学習を適用した場合、再作成した生産計画情報 2 0 1 が行動 a_t となる。

[0059] (1) 式で表される更新式は、時刻 $t + 1$ における最良の行動 a の行動価値が、時刻 t において実行された行動 a の行動価値 Q よりも大きければ、行動価値 Q を大きくし、逆の場合は、行動価値 Q を小さくする。換言すれば、時刻 t における行動 a の行動価値 Q を、時刻 $t + 1$ における最良の行動価値に近づけるように、行動価値関数 $Q(s, a)$ を更新する。それにより、或る環境における最良の行動価値が、それ以前の環境における行動価値に順次伝播していくようになる。

[0060] 学習部 4 4 2 は、報酬計算部 4 4 2 1 と、関数更新部 4 4 2 2 と、をさらに備えている。

- [0061] 報酬計算部4421は、状態変数に基づいて報酬を計算する。報酬計算部4421は、再作成前の生産計画情報に対する再作成された生産計画情報の遅延量である計画遅延の許容範囲に基づいて、報酬 r を計算する。例えば、計画遅延が減る場合には報酬 r を増大させる（例えば「1」の報酬を与える）。他方、計画遅延が増える場合には報酬 r を低減させる（例えば「-1」の報酬を与える）。計画遅延の許容範囲は、公知の方法に従って抽出される。
- [0062] 関数更新部4422は、報酬計算部4421によって計算される報酬に従って、報酬が最も大きくなるように、すなわち遅延量が最も少なくなるように生産計画情報を更新する。例えばQ学習の場合、(1)式で表される行動価値関数 $Q(s_t, a_t)$ を算出するための関数として用いる。
- [0063] なお、本実施の形態では、学習部442が用いる学習アルゴリズムに強化学習を適用した場合について説明したが、これに限られるものではない。学習アルゴリズムについては、強化学習以外にも、教師あり学習、教師なし学習、または半教師あり学習等を適用することも可能である。
- [0064] また、上述した学習アルゴリズムとしては、特徴量そのものの抽出を学習する、深層学習(Deep Learning)を用いることもでき、他の公知の方法、例えばニューラルネットワーク、遺伝的プログラミング、機能論理プログラミング、サポートベクターマシンなどにしたがって機械学習を実行してもよい。
- [0065] なお、学習エンジン部44は、スケジューラシステム1の遅延量が最も少なくなる生産計画情報を学習するために使用されるが、例えば、ネットワークを介してスケジューラシステム1に接続され、このスケジューラシステム1とは別個の装置であってもよい。また、学習エンジン部44は、スケジューラシステム1に内蔵されていてもよい。さらに、学習エンジン部44は、クラウドサーバ上に存在していてもよい。
- [0066] また、学習部442は、複数のスケジューラシステム1に対して作成されるデータセットに従って、遅延量が最も少なくなる生産計画情報を学習する

ようにしてもよい。なお、学習部442は、同一の現場で使用される複数のスケジューラシステム1からデータセットを取得してもよいし、或いは、異なる現場で独立して稼働する複数の工作機械から収集されるデータセットを利用して遅延量が最も少なくなる生産計画情報を学習してもよい。さらに、データセットを収集するスケジューラシステム1を途中で対象に追加し、或いは、逆に対象から除去することも可能である。さらに、あるスケジューラシステム1に関して遅延量が最も少なくなる生産計画情報を学習した学習エンジン部44を、これとは別のスケジューラシステム1に取り付け、当該別のスケジューラシステム1に関して遅延量が最も少なくなる生産計画情報を再学習して更新するようにしてもよい。

[0067] スケジューラ管理装置4は、MES2と生産スケジューラ3との間に着脱可能な構成を有していてもよい。これにより、スケジューラ管理装置4は、ユーザの要求に応じたMES2または生産スケジューラ3を選択し、選択した生産スケジューラ3に対して生産計画情報の計画精度を高める機能を追加することができる。

[0068] つぎに、スケジューラシステム1における生産計画情報の再作成の方法について説明する。図5は、実施の形態1によるスケジューラシステムでの生産計画情報の再作成の方法の手順の一例を示すフローチャートである。

[0069] まず、スケジューラ管理装置4のデータ入出力部422は、予め定められた周期で監視対象テーブル421に基づいて外部から監視対象データ411を取得する(ステップS11)。ついで、データ入出力部422は、取得した監視対象データ411をスケジューラデータベース41に保存する(ステップS12)。

[0070] ついで、イベント監視部431の再計画イベント監視部4311は、予め定められた間隔で、スケジューラデータベース41から監視対象データ411および最新の再計画条件412を取得する(ステップS13)。その後、再計画イベント監視部4311は、監視対象データ411が再計画条件412に合致するか否かを判定する(ステップS14)。判定結果は、判定結果

情報として再計画起動部4312およびスケジューラデータベース41に出力される。スケジューラデータベース41は、取得した判定結果情報を再計画判定結果413の項目に保管する。

- [0071] 監視対象データ411が再計画条件412に合致しない場合（ステップS14でN oの場合）には、再計画イベント監視部4311は、生産計画情報の再作成が不要である旨の通知を再計画起動部4312に通知し（ステップS15）、処理がステップS11に戻る。
- [0072] また、監視対象データ411が再計画条件412に合致する場合（ステップS14でY e sの場合）には、再計画イベント監視部4311は、生産計画情報の再作成が必要な旨を再計画起動部4312に通知する（ステップS16）。
- [0073] 再作成が必要な旨の通知を受けると、再計画起動部4312は、再計画部432を起動し（ステップS17）、再計画部432の再計画ルール実行部4321は、再計画ルール414を実行する（ステップS18）。再計画ルール実行部4321は、再計画ルール414をすべて実行した後に、再計画ルール414を全て実行した旨をスケジューラ環境更新部4322に通知する（ステップS19）。
- [0074] 続いて、スケジューラ環境更新部4322は、生産スケジューラ3のデータテーブル32の項目のうちトランザクション情報に該当するデータを更新するように計画情報取得部42に指示する（ステップS20）。また、スケジューラ環境更新部4322は、生産スケジューラ3のデータテーブル32の項目が、監視対象テーブル421の項目と一致しない場合には、計画情報取得部42に対して、データテーブル32の項目を監視対象テーブル421の項目と一致させるように指示する（ステップS21）。そして、計画情報取得部42は、生産スケジューラ3のデータテーブル32を更新する（ステップS22）。データテーブル32の更新処理が完了した後、スケジューラ環境更新部4322は、データテーブル32の更新処理が完了した旨をリスケジュール起動部4323に通知する（ステップS23）。

- [0075] リスケジュール起動部4 3 2 3は、計画情報取得部4 2のリスケジュール部4 2 3を起動する（ステップS 2 4）。リスケジュール部4 2 3は、生産スケジューラ3に生産計画情報を再作成させる指示を送信する（ステップS 2 5）。これによって、生産スケジューラ3は、生産計画情報を再作成し、その結果をスケジューラ管理装置4に送信する。
- [0076] 計画情報取得部4 2は、生産スケジューラ3から再作成された生産計画情報を取得し、再計画結果確認部4 3 3に送信する（ステップS 2 6）。再計画結果確認部4 3 3は、受け取った生産計画情報のうち、再作成によって変更された点を抽出し、ユーザに対し表示部に表示する（ステップS 2 7）。以上で、処理が終了する。
- [0077] なお、上記した説明では、スケジューラ管理装置4と生産スケジューラ3とは個別に設けられる場合を説明したが、生産スケジューラ3が上記したスケジューラ管理装置4の機能を含むものであってもよい。図6は、実施の形態1によるスケジューラシステムの構成の他の例を模式的に示すブロック図である。なお、図1と同一の機能を有するものについては、同一の符号を付し、その説明を省略する。
- [0078] 上記したように、生産スケジューラ3がスケジューラ管理装置4の機能を有している。生産スケジューラ3は、データ取得部3 1、データテーブル3 2、生産計画作成部3 3、スケジューラデータベース3 4 1、計画情報取得部3 4 2、再計画実行部3 4 3、学習エンジン部3 4 4、情報システムI / F部3 4 5、製造現場I / F部3 4 6およびMES I / F部3 4 8を備える。
- [0079] スケジューラデータベース3 4 1、計画情報取得部3 4 2、再計画実行部3 4 3、学習エンジン部3 4 4、情報システムI / F部3 4 5、製造現場I / F部3 4 6およびMES I / F部3 4 8は、図1におけるスケジューラ管理装置4のスケジューラデータベース4 1、計画情報取得部4 2、再計画実行部4 3、学習エンジン部4 4、情報システムI / F部4 5、製造現場I / F部4 6およびMES I / F部4 8にそれぞれ対応している。そのため

、これらの処理部の説明は省略する。

[0080] 図7は、実施の形態1によるスケジューラ管理装置のハードウェア構成の一例を模式的に示すブロック図である。スケジューラ管理装置4は、各種処理を実行するプロセッサ210と、情報を記憶するメモリ220と、ユーザによる操作に従って情報を入力する入力部230と、スケジューラ管理装置4の外部の装置との接続インタフェースである通信部240と、情報を表示する表示部250と、を備えるコンピュータによって構成される。プロセッサ210と、メモリ220と、入力部230と、通信部240と、表示部250と、は、バスライン260によって接続されている。

[0081] プロセッサ210の例は、CPU (Central Processing Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、DSP (Digital Signal Processor) ともいう) またはシステムLSI (Large Scale Integration) である。メモリ220は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) または外部記憶装置を含む。RAMには、プロセッサ210によって実行される生産計画情報の再作成の手順を記載した再計画プログラムがロードされ、またプロセッサ210によって使用されるデータが一時的に保持される。ROMには、スケジューラ管理装置4であるコンピュータの基本となる制御のためのプログラムであるBIOS (Basic Input/Output System) あるいはUEFI (Unified Extensible Firmware Interface) が記憶されている。外部記憶装置は、HDD (Hard Disk Drive) あるいはSSD (Solid State Drive) である。外部記憶装置には、再計画プログラムと、各種データと、が記憶される。なお、再計画プログラムは、ROMに記憶されてもよい。

[0082] ROMおよび外部記憶装置に記憶されているプログラムは、RAMにロードされる。プロセッサ210は、RAMに再計画プログラムをロードして各種処理を実行する。実施の形態1では、プロセッサ210は、再計画プログラムを実行することによって、上記した計画情報取得部42、再計画実行部43および学習エンジン部44の各処理部の機能を実現する。

[0083] 再計画プログラムは、コンピュータによる読み取りが可能とされた記憶媒体に記憶されたものであってもよい。スケジューラ管理装置4は、記憶媒体に記憶された再計画プログラムを外部記憶装置へ格納してもよい。記憶媒体は、フレキシブルディスクである可搬型記憶媒体、あるいは半導体メモリであるフラッシュメモリであってもよい。再計画プログラムは、他のコンピュータあるいはサーバ装置からネットワークを介して、スケジューラ管理装置4となるコンピュータへインストールされてもよい。

[0084] 実施の形態1では、スケジューラ管理装置4で監視対象のデータを規定する監視対象テーブル421と、生産スケジューラ3で生産計画情報を再作成する際に使用するデータを示すデータテーブル32と、を連携させるようにした。生産計画情報を再作成する際に、生産スケジューラ3のデータテーブル32の項目がスケジューラ管理装置4の監視対象テーブル421の項目と一致していない場合に、スケジューラ管理装置4は、生産スケジューラ3のデータテーブル32の項目を監視対象テーブル421の項目と一致させてから、生産計画情報の再作成の指示を出すようにした。これによって、生産計画情報を再作成する原因となるデータが、生産スケジューラ3で取得することが設定されていないデータである場合でも、生産計画情報を再作成する原因となるデータを生産スケジューラ3は取得することができる。その結果、再計画する原因、すなわち遅延となる原因を反映した有効な生産計画情報を再作成することができるという効果を有する。

[0085] また、監視対象データ411をリアルタイムで監視し、再計画条件412の発生を即時に認識して、再計画条件412に紐付けて定義されている再計画ルール414を実行することによって、生産計画情報の再作成を自動化することができる。さらに、生産計画情報を再作成する際に、他の機器等から計画作成情報を取得してから、生産計画情報の再作成を行うので、最新の計画作成情報に基づいた高精度の生産計画情報を作成することができる。

[0086] 以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一

部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0087] 1 スケジューラシステム、2 MES、3 生産スケジューラ、4 スケジューラ管理装置、31 データ取得部、32 データテーブル、33 生産計画作成部、41, 341 スケジューラデータベース、42, 342 計画情報取得部、43, 343 再計画実行部、44, 344 学習エンジン部、45, 345 情報システムI/F部、46, 346 製造現場I/F部、47 生産スケジューラI/F部、48, 348 MES I/F部、50 情報管理システム、60 FA機器、70 データ収集プラットフォーム、411 監視対象データ、412 再計画条件、413 再計画判定結果、414 再計画ルール、415 実績データ、421 監視対象テーブル、422 データ入出力部、423 リスケジュール部、431 イベント監視部、432 再計画部、433 再計画結果確認部、441 状態観測部、442 学習部、4311 再計画イベント監視部、4312 再計画起動部、4321 再計画ルール実行部、4322 スケジューラ環境更新部、4323 リスケジュール起動部、4421 報酬計算部、4422 関数更新部。

請求の範囲

- [請求項1] 複数のオーダの生産計画を示す第1生産計画情報を作成する生産スケジューラと、
- 前記生産スケジューラで作成された前記第1生産計画情報の内、自己で管理するオーダに対応する前記生産計画の内容を受け取り、受け取った前記生産計画の内容に基づいて、複数の工程に対応する製造装置における生産を実行する製造実行システムと、
- 前記生産スケジューラに前記第1生産計画情報の再作成を指示するスケジューラ管理装置と、
- を備え、
- 前記スケジューラ管理装置は、
- 前記第1生産計画情報の作成後に前記第1生産計画情報の再作成が必要となるイベントの発生を監視するためのデータである監視対象データを前記スケジューラ管理装置に接続される他の機器から取得する計画情報取得部と、
- 前記監視対象データを用いて前記イベントの発生の有無を検知し、前記イベントが発生した場合に、前記第1生産計画情報の作成に用いられた情報である計画作成情報以外の情報である追加情報および前記計画作成情報の取得を前記生産スケジューラに指示する再計画実行部と、
- を有し、
- 前記計画情報取得部は、前記生産スケジューラへの前記追加情報および前記計画作成情報の取得の指示の後に、取得した前記追加情報および前記計画作成情報を用いて、前記オーダが前記複数の工程に跨る第2生産計画情報の再作成を前記生産スケジューラに指示することを特徴とするスケジューラシステム。
- [請求項2] 前記生産スケジューラは、前記第1生産計画情報の作成に用いられる取得すべき情報を記憶するデータ記憶情報を有し、

前記スケジューラ管理装置の前記計画情報取得部は、監視対象となるデータである監視対象データを定めた監視対象テーブルに基づいて、前記他の機器から前記監視対象データを取得し、

前記スケジューラ管理装置の前記再計画実行部は、再計画が必要となる予め定められた条件である再計画条件を前記監視対象データが満たすかを判定し、再計画が必要な場合に、前記データ記憶情報の項目が前記監視対象テーブルの項目と一致するように、前記データ記憶情報の項目を更新させ、

前記スケジューラ管理装置の前記計画情報取得部は、再計画が必要な場合に、前記生産スケジューラに対して前記第2生産計画情報の再作成を指示することを特徴とする請求項1に記載のスケジューラシステム。

[請求項3] 前記再計画実行部は、再作成前の前記第1生産計画情報に対する前記生産スケジューラから取得した前記第2生産計画情報の変更箇所を抽出し、前記第1生産計画情報に対する前記第2生産計画情報の変更箇所を表示部に表示することを特徴とする請求項2に記載のスケジューラシステム。

[請求項4] 前記スケジューラ管理装置は、過去に発生した前記第1生産計画情報の遅延量を学習し、学習の結果を前記第2生産計画情報の再作成に反映する学習エンジン部を備えることを特徴とする請求項1から3のいずれか1つに記載のスケジューラシステム。

[請求項5] 前記学習エンジン部は、
前記第2生産計画情報と、前記第1生産計画情報の遅延原因と、前記第1生産計画情報に対する前記第2生産計画情報の遅延量と、を状態変数として観測する状態観測部と、

前記状態変数に基づいて作成されるデータセットに従って、前記遅延量が最も少なくなる第3生産計画情報を機械学習する学習部と、

を備えることを特徴とする請求項4に記載のスケジューラシステム

。

[請求項6] 前記スケジューラ管理装置は、前記製造実行システムと前記生産スケジューラとの間で着脱可能に構成されることを特徴とする請求項1から5のいずれか1つに記載のスケジューラシステム。

[請求項7] 複数のオーダーの生産計画を示す第1生産計画情報を作成する生産スケジューラと、

前記生産スケジューラで作成された前記第1生産計画情報の内、自己で管理するオーダーに対応する前記生産計画の内容を受け取り、受け取った前記生産計画の内容に基づいて、複数の工程に対応する製造装置における生産を実行する製造実行システムと、

を備え、

前記生産スケジューラは、

前記第1生産計画情報の作成に用いられる情報である計画作成情報を取得するデータ取得部と、

取得した前記計画作成情報を用いて、前記オーダーが前記複数の工程に跨る前記第1生産計画情報を作成する生産計画作成部と、

前記第1生産計画情報の作成後に前記第1生産計画情報の再作成が必要となるイベントの発生を監視するためのデータである監視対象データを、前記生産スケジューラに接続される他の機器から取得する計画情報取得部と、

前記監視対象データを用いて前記イベントの発生の有無を検知し、前記イベントが発生した場合に、前記オーダーが前記複数の工程に跨る第2生産計画情報の作成に用いられる前記計画作成情報および前記計画作成情報以外の追加情報を取得する指示を前記データ取得部に与える再計画実行部と、

を有し、

前記データ取得部は、前記再計画実行部から前記指示を受けると、前記計画作成情報および前記追加情報を取得し、

前記生産計画作成部は、取得した前記計画作成情報および前記追加情報を用いて、前記第2生産計画情報を再作成することを特徴とするスケジューラシステム。

[請求項8] 前記生産スケジューラは、過去に発生した前記第1生産計画情報の遅延量を学習し、学習の結果を前記第2生産計画情報の再作成に反映する学習エンジン部をさらに有することを特徴とする請求項7に記載のスケジューラシステム。

[請求項9] 前記学習エンジン部は、
前記第2生産計画情報と、前記第1生産計画情報の遅延原因と、前記第1生産計画情報に対する前記第2生産計画情報の遅延量と、を状態変数として観測する状態観測部と、

前記状態変数に基づいて作成されるデータセットに従って、前記遅延量が最も少なくなる第3生産計画情報を機械学習する学習部と、

を備えることを特徴とする請求項8に記載のスケジューラシステム

。

[請求項10] 複数のオーダの生産計画を示す生産計画情報を作成する生産スケジューラに前記生産計画情報の再作成を指示するスケジューラ管理装置であって、

第1生産計画情報の作成後に前記第1生産計画情報の再作成が必要となるイベントの発生を監視するためのデータである監視対象データを前記スケジューラ管理装置に接続される他の機器から取得する計画情報取得部と、

前記監視対象データを用いて前記イベントの発生の有無を検知し、前記イベントが発生した場合に、前記第1生産計画情報の作成に用いられた情報である計画作成情報以外の情報である追加情報および前記計画作成情報の取得を前記生産スケジューラに指示する再計画実行部と、

を有し、

前記計画情報取得部は、前記生産スケジュールへの指示の後に、取得した前記追加情報および前記計画作成情報を用いて、前記オーダが複数の工程に跨る、前記生産スケジュールに対する第2生産計画情報の再作成を指示することを特徴とするスケジュール管理装置。

[請求項11]

前記計画情報取得部は、監視対象となるデータである監視対象データを定めた監視対象テーブルに基づいて、前記他の機器から前記監視対象データを取得し、

前記再計画実行部は、再計画が必要となる予め定められた条件である再計画条件を前記監視対象データが満たすかを判定し、再計画が必要な場合に、前記生産スケジュールが有し、前記第2生産計画情報の作成に用いられる取得すべき情報を記憶するデータ記憶情報の項目が前記監視対象テーブルの項目と一致するように、前記データ記憶情報の項目を更新させ、

前記計画情報取得部は、再計画が必要な場合に、前記データ記憶情報の項目の更新の後に、前記生産スケジュールに対して前記第1生産計画情報の再作成を指示することを特徴とする請求項10に記載のスケジュール管理装置。

[請求項12]

過去に発生した前記第1生産計画情報の遅延量を学習し、学習の結果を前記第2生産計画情報の再作成に反映する学習エンジン部をさらに備えることを特徴とする請求項10または11に記載のスケジュール管理装置。

[請求項13]

複数のオーダの生産計画を示す第1生産計画情報を作成した後に予め定められたイベントが発生した場合に、前記第1生産計画情報の作成に用いられた情報である計画作成情報以外の情報である追加情報を前記計画作成情報とともにスケジュールシステムに接続される他の機器から取得し、取得した前記追加情報および前記計画作成情報を用いて前記オーダが複数の工程に跨る第2生産計画情報を再作成する前記スケジュールシステムで、前記第1生産計画情報に対する前記第2生

産計画情報の遅延量が最も少なくなる第3生産計画情報を機械学習する機械学習装置であって、

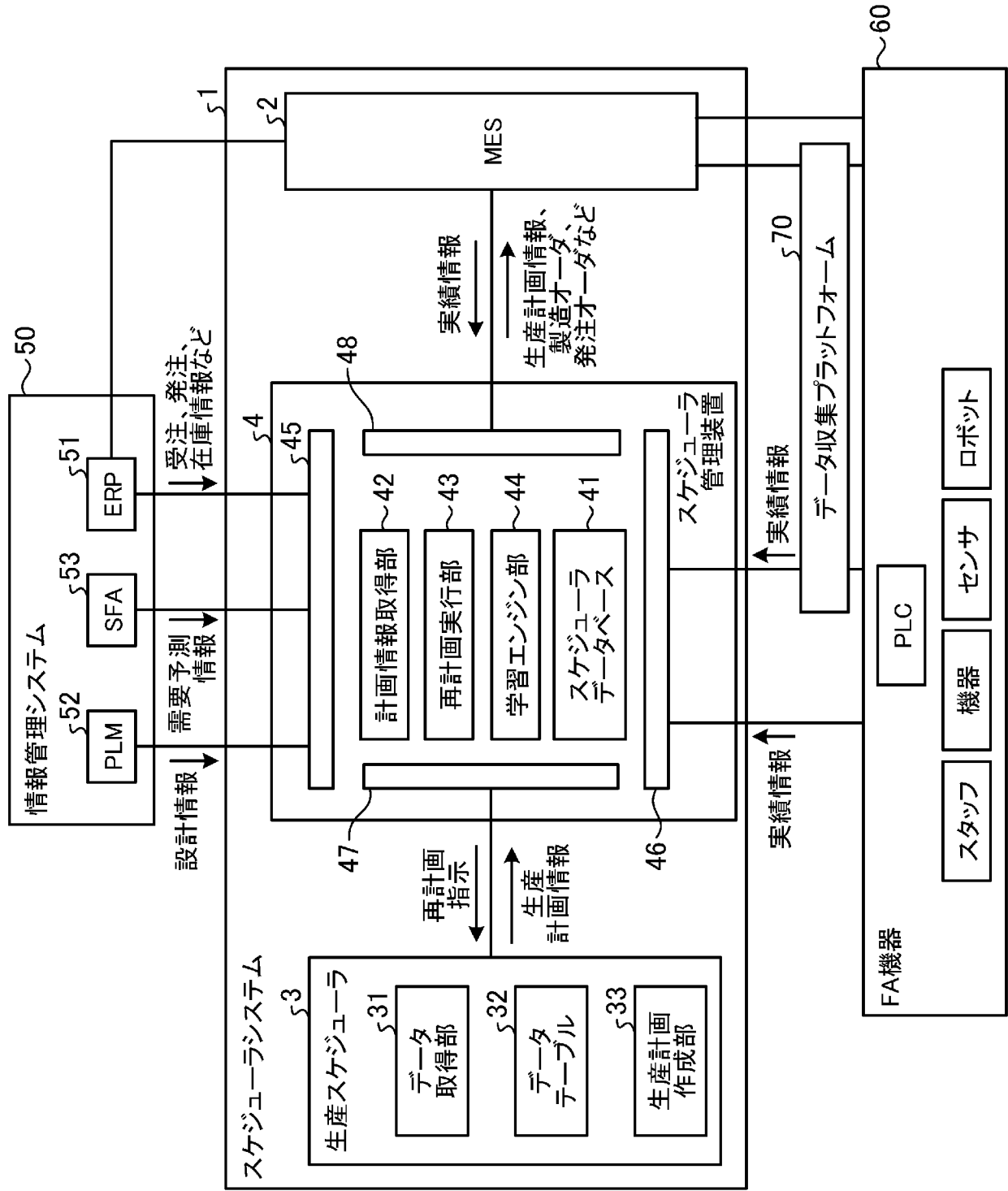
前記第2生産計画情報と、前記第1生産計画情報の遅延原因と、前記遅延量と、を状態変数として観測する状態観測部と、

前記状態変数に基づいて作成されるデータセットに従って、前記遅延量が最も少なくなる前記第3生産計画情報を機械学習する学習部と

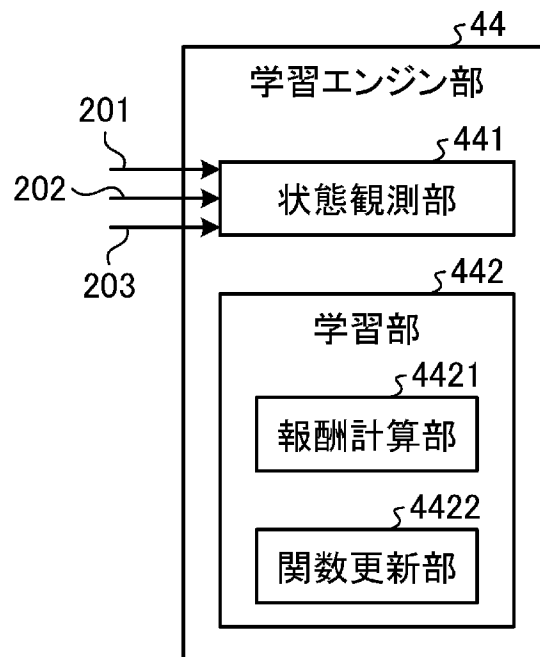
、

を備えることを特徴とする機械学習装置。

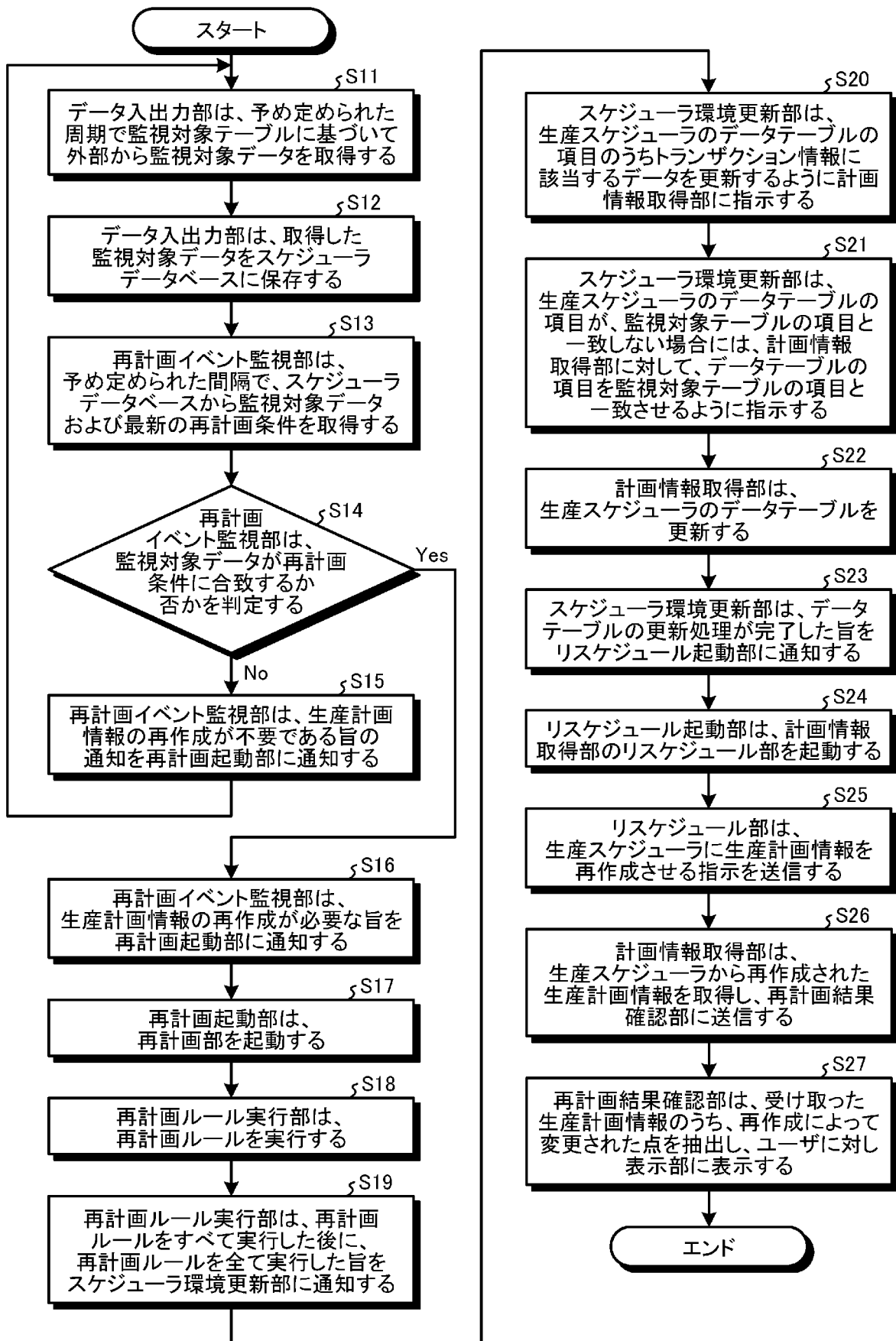
[図1]



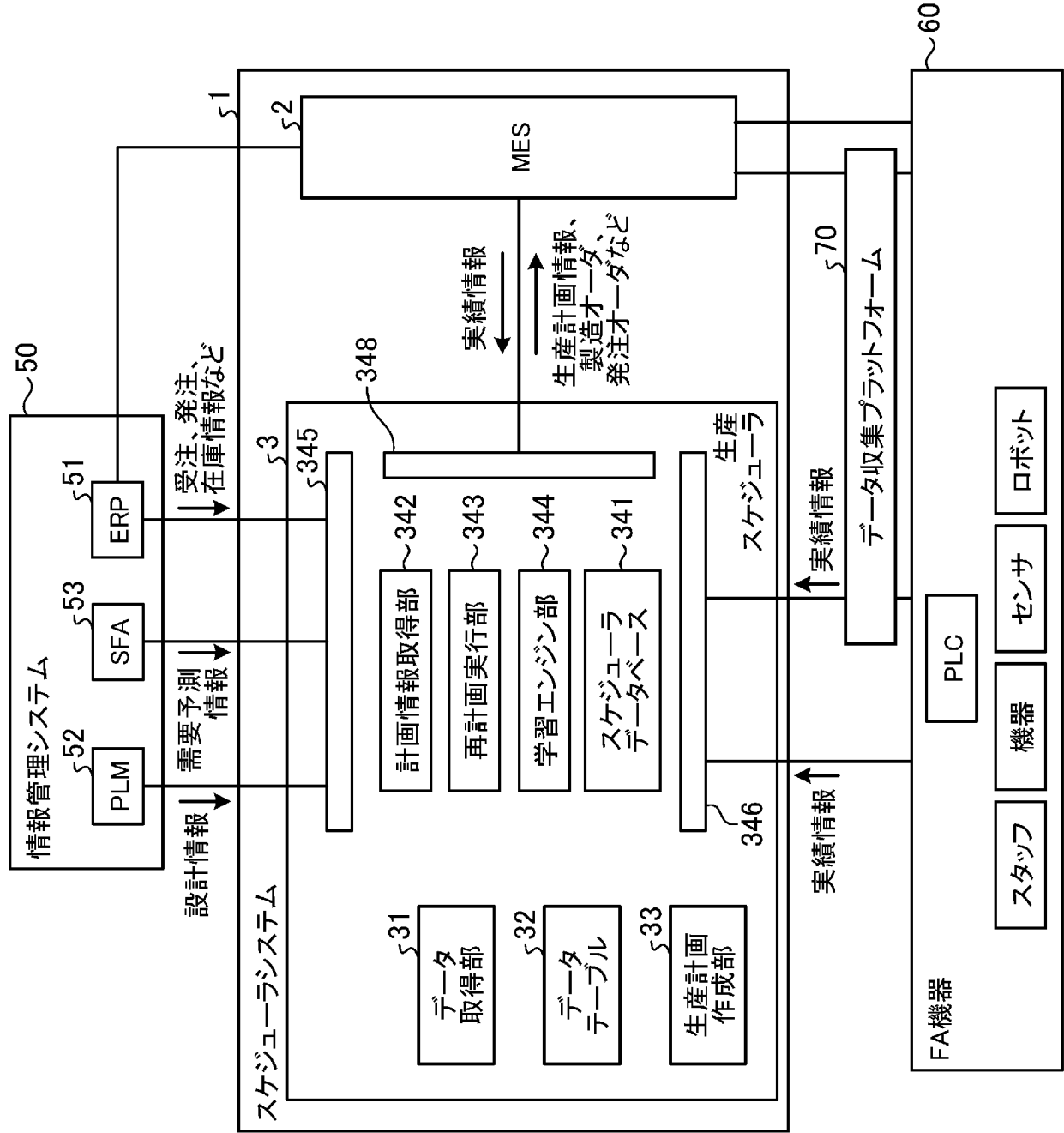
[図4]



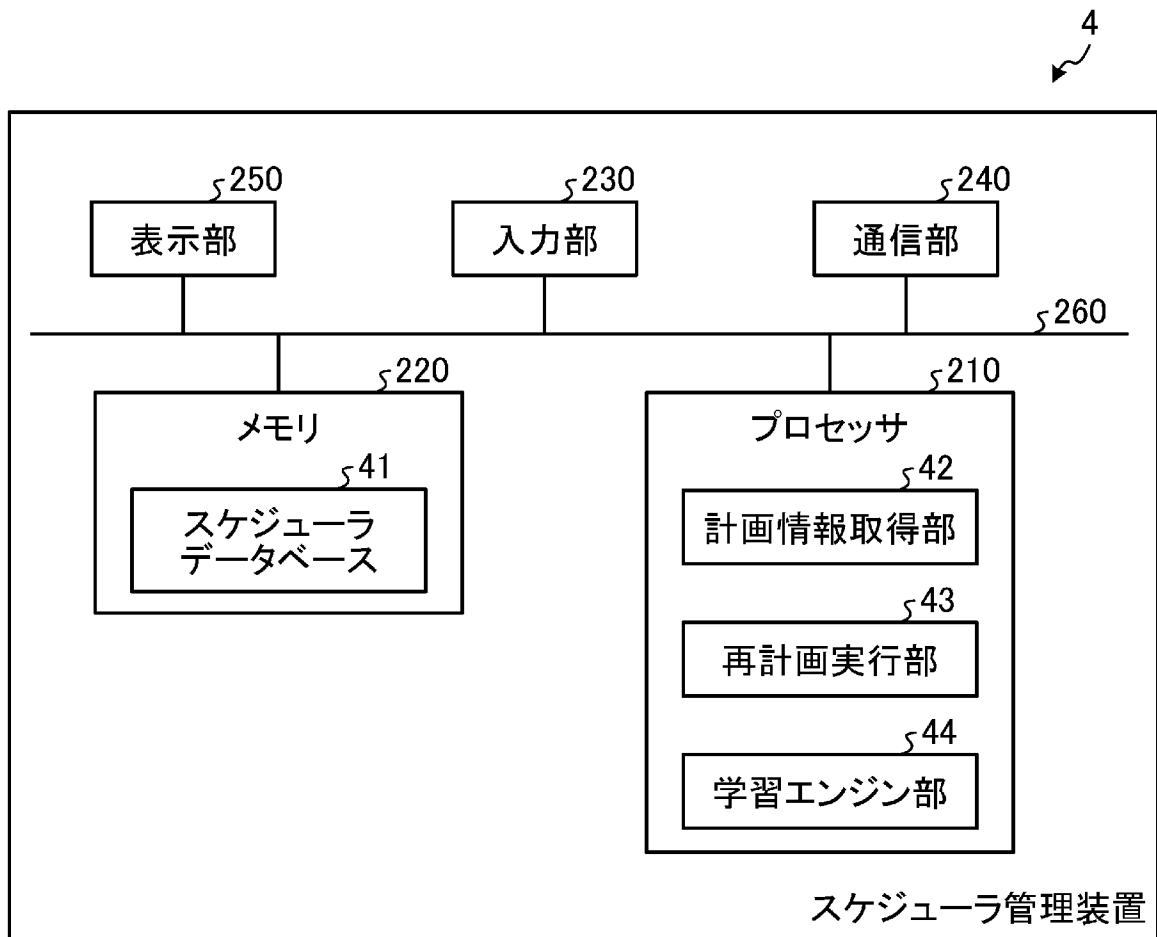
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G05B19/418 (2006.01) i

FI: G05B19/418Z

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-35749 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 12 February 1993 (1993-02-12)	1-13
A	JP 6-176031 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 24 June 1994 (1994-06-24)	1-13
A	JP 2002-169605 A (CANON INC.) 14 June 2002 (2002-06-14)	1-13

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

10 September 2020

Date of mailing of the international search report

24 September 2020

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/027888

JP 5-35749 A	12 February 1993	(Family: none)
JP 6-176031 A	24 June 1994	US 5442561 A
JP 2002-169605 A	14 June 2002	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 19/418(2006.01)i FI: G05B19/418 Z		
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）） 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 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 5-35749 A（新日本製鐵株式会社）12.02.1993（1993 - 02 - 12）	1-13
A	JP 6-176031 A（日本電信電話株式会社）24.06.1994（1994 - 06 - 24）	1-13
A	JP 2002-169605 A（キヤノン株式会社）14.06.2002（2002 - 06 - 14）	1-13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 10.09.2020	国際調査報告の発送日 24.09.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 牧 初 3U 9064 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/027888

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 5-35749 A	12.02.1993	(ファミリーなし)	
JP 6-176031 A	24.06.1994	US 5442561 A	
JP 2002-169605 A	14.06.2002	(ファミリーなし)	