

(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
2025年1月9日(09.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/009529 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 19/418 (2006.01) C22B 1/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/023935

(22) 国際出願日: 2024年7月2日(02.07.2024)

(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 2023-110832 2023年7月5日(05.07.2023) JP

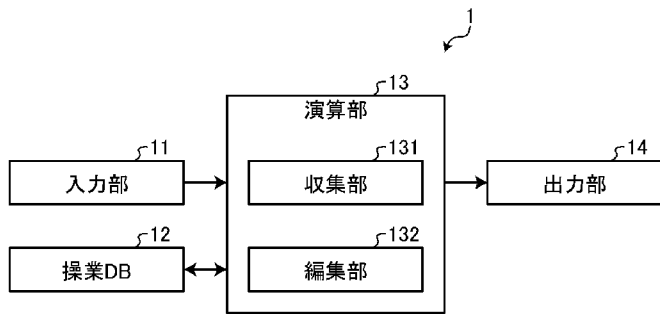
(71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松下 昌史(MATSUSHITA, Masafumi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 祇園 弘貴(GION, Hiroki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 馬場 晴久(BANBA, Haruhisa); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所(SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト Tokyo (JP).

(54) Title: PROCESS DATA EDITING METHOD, PROCESS ABNORMALITY DETECTION METHOD, PROCESS DATA EDITING DEVICE, AND PROCESS ABNORMALITY DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: プロセスデータの編集方法、プロセスの異常検知方法、プロセスデータの編集装置およびプロセスの異常検知装置



11 Input unit
12 Operation DB
13 Computation unit
14 Output unit
131 Collection unit
132 Editing unit

(57) Abstract: A process data editing method according to the present invention is for a production line composed of a plurality of pieces of equipment that include a plurality of apparatuses that perform prescribed processing on a starting material and a transport device that links the plurality of apparatuses and transports the starting material. The process data editing method includes a collection step in which a collection means of a computer collects process data that indicates the operating state of the plurality of pieces of equipment and an editing step in which an editing means of the computer corrects a time delay in accordance with the type of equipment through which the starting material is passing on the production line and associates the process data.

(57) 要約: プロセスデータの編集方法は、原料に所定の処理を施す複数の機器と、複数の機器を連結して原料を搬送する搬送装置とからなる複数の設備で構成される製造ラインにおいて、コンピュータが備える収集手段が、複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する収集ステップと、コンピュータが備える編集手段が、プロセスデータについて、製造ラインで原料が経由する設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける編集ステップと、を含む。

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

明 細 書

発明の名称：

プロセスデータの編集方法、プロセスの異常検知方法、プロセスデータの編集装置およびプロセスの異常検知装置

技術分野

[0001] 本発明は、プロセスデータの編集方法、プロセスの異常検知方法、プロセスデータの編集装置およびプロセスの異常検知装置に関する。

背景技術

[0002] 鉄鋼分野の焼結プロセスは、造粒、焼成、冷却といった複数の製造工程にまたがっており、長い時間をかけて焼結鉱が生産されている。そのため、製品や操業のある特性に対して原料に与えられたプロセスデータを分析する際は、各プロセスデータが与えられた時刻の違いを考慮した時間遅れの補正が必要となる。

[0003] オフラインのデータ分析作業では、着目するプロセスデータに応じた一定時間の時刻補正（時間遅れの補正）を加えることで、分析に必要なデータセットを作成することがある。また、例えば特許文献1には、焼結機上の温度分布とその変化を、原料およびパレットに取り付けた温度計によって計測する方法が提案されている。このように、パレットに敷かれた原料とともに移動する温度計から得られるデータは、上記のような時間遅れの補正を考慮する必要はない。

[0004] また、特許文献2では、RFIDタグを用いて、焼結機のパレットを個別に識別することで、焼結機内の位置ごとの温度分布等のデータを取得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：特開2011-84758号公報

特許文献2：特開2013-122341号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、特許文献1で提案された方法では、無線親機が個別のパレットに対応していないため、得られた温度分布等のデータが、焼結機上のどの位置で計測されたものであるかが不確定である。そのため、特許文献1で提案された方法は、得られた温度分布等のデータと、その他のプロセスデータとの関係に着目するような分析には向かないといえる。
- [0007] また、特許文献2で提案された方法では、上記の特許文献1の問題は解決されるものの、対象とする設備が焼結機に限定されている。そのため、特許文献2で提案された方法において、例えば造粒工程および焼成工程のように、工程をまたいだプロセスデータと、焼結機上の温度分布との関係から、原料の品質や操業の特性の分析を行うには、依然として、前述の時間遅れ補正を考慮する必要がある。
- [0008] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、製造ラインにおける各種プロセスデータについて、時間遅れを補正して関連付けることが可能なプロセスデータの編集方法、プロセスの異常検知方法、プロセスデータの編集装置およびプロセスの異常検知装置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

- [0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係るプロセスデータの編集方法は、原料に所定の処理を施す複数の機器と、前記複数の機器を連結して前記原料を搬送する搬送装置とからなる複数の設備で構成される製造ラインにおいて、コンピュータが備える収集手段が、前記複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する収集ステップと、前記コンピュータが備える編集手段が、前記プロセスデータについて、前記製造ラインで前記原料が経由する設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける編集ステップと、を含む。
- [0010] また、本発明に係るプロセスデータの編集方法は、上記発明において、前記編集ステップが、前記原料が経由する設備に前記搬送装置が含まれる場合

、前記搬送装置による原料の搬送速度と、前記搬送装置の設備長とに基づいて、前記時間遅れを補正する。

[0011] また、本発明に係るプロセスデータの編集方法は、上記発明において、前記編集ステップが、前記原料が経由する設備に前記原料を堆積させる機器が含まれる場合、堆積している前記原料の重量と設備入側における前記原料の挿入速度とに基づいて、または堆積している前記原料の重量と設備出側における前記原料の排出速度とに基づいて、前記時間遅れを補正する。

[0012] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係るプロセスの異常検知方法は、原料に所定の処理を施す複数の機器と、前記複数の機器を連結して前記原料を搬送する搬送装置とからなる複数の設備で構成される製造ラインにおいて、コンピュータが備える収集手段が、前記複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する収集ステップと、前記コンピュータが備える編集手段が、前記プロセスデータについて、前記製造ラインで前記原料が経由する設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける編集ステップと、前記コンピュータが備える異常検知手段が、時間遅れが補正された前記プロセスデータに基づいて、製造ラインにおける原料の品質または生産性に対する異常を検知する異常検知ステップと、を含む。

[0013] また、本発明に係るプロセスの異常検知方法は、上記発明において、前記製造ラインが、製鉄所の焼結プロセスラインである。

[0014] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係るプロセスデータの編集装置は、原料に所定の処理を施す複数の機器と、前記複数の機器を連結して前記原料を搬送する搬送装置とからなる複数の設備で構成される製造ラインにおいて、前記複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する収集手段と、前記プロセスデータについて、前記製造ラインで前記原料が経由する設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける編集手段と、を含む。

[0015] また、本発明に係るプロセスデータの編集装置は、上記発明において、前記編集手段が、前記原料が経由する設備に前記搬送装置が含まれる場合、前

記搬送装置による原料の搬送速度と、前記搬送装置の設備長とに基づいて、前記時間遅れを補正する。

[0016] また、本発明に係るプロセスデータの編集装置は、上記発明において、前記編集手段が、前記原料が経由する設備に前記原料を堆積させる機器が含まれる場合、堆積している前記原料の重量と設備入側における前記原料の挿入速度とに基づいて、または堆積している前記原料の重量と設備出側における前記原料の排出速度とに基づいて、前記時間遅れを補正する。

[0017] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係るプロセスの異常検知装置は、原料に所定の処理を施す複数の機器と、前記複数の機器を連結して前記原料を搬送する搬送装置とからなる複数の設備で構成される製造ラインにおいて、前記複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する収集手段と、前記プロセスデータについて、前記製造ラインで前記原料が経由する設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける編集手段と、時間遅れが補正された前記プロセスデータに基づいて、製造ラインにおける原料の品質または生産性に対する異常を検知する異常検知手段と、を備える。

発明の効果

[0018] 本発明に係るプロセスデータの編集方法、プロセスの異常検知方法、プロセスデータの編集装置およびプロセスの異常検知装置によれば、製造ラインにおける各種プロセスデータについて、時間遅れを補正して関連付けることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、鉄鋼の焼結プロセスラインの一例を示す図である。

[図2]図2は、サージホッパーの具体的構成の一例を示す図である。

[図3]図3は、焼結機の具体的構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、製造ラインにおいて、ある原料が上流側の設備から下流側の設備まで搬送されてくる間の、各設備における原料の挿入時刻、排出（切出）時刻を示す図である。

[図5]図5は、実施形態に係るプロセスデータの編集装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図6]図6は、実施形態に係るプロセスデータの編集方法の流れの一例を示すフローチャートである。

[図7]図7は、実施形態に係るプロセスの異常検知装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図8]図8は、実施形態に係るプロセスデータの編集方法の実施例であり、配合槽、ドラムミキサーおよびそれらを連結するベルトコンベヤの構成例と、ドラムミキサー内における原料の実質水分率の算出方法とを示す図である。

[図9]図9は、実施形態に係るプロセスデータの編集方法の実施例であり、（a）は、本発明によるトラッキングを実施しなかった場合の、目標水分率に対する実績水分率の関係を示す図であり、（b）は、本発明によるトラッキングを実施した場合の、目標水分率に対する実績水分率の関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明の実施形態に係るプロセスデータの編集方法、プロセスの異常検知方法、プロセスデータの編集装置およびプロセスの異常検知装置について、図面を参照しながら説明する。なお、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではなく、以下の実施の形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものも含まれる。

[0021] （焼結プロセスの概要）

まず、実施形態に係るプロセスデータの編集方法が適用される高炉鉄鋼業の焼結プロセスの概要について、図1～図4を参照しながら説明する。

[0022] 鉄鋼の焼結プロセスラインは、原料の造粒工程、焼成工程、冷却工程が連結された構成となり、時定数が数時間におよぶ製造ラインとなる。造粒工程では、図1に示すように、配合槽21、ドラムミキサー22といった機器により原料を処理する。また、焼成工程では、サージホッパー（原料挿入装置）23、焼結機24、点火炉25、粉碎機26といった機器により原料を処

理する。また、冷却工程では、クーラー（冷却器）２７、篩２８といった機器により原料を処理する。そして、篩２８により処理された原料は、高炉２９に投入される。

[0023] ここで、図１では図示を省略したが、各機器の間には、各機器を連結して原料を搬送する搬送装置（ベルトコンベヤ）が設けられている。なお、本実施形態では、原料に所定の処理を施す複数の機器と、これら複数の機器を連結して原料を搬送する搬送装置とを含めて「設備」と表記する。

[0024] サージホッパー２３は、図２に示すように、原料供給口２３１と、ロールフィーダ２３２と、主／分割ゲート２３３と、原料切出口２３４と、を備えている。このサージホッパー２３は、造粒された原料を所定量に切り出し、図３に示した焼結機２４のパレット２４１上に敷き詰める役割を果たす。また、サージホッパー２３は、原料を蓄える機構を持つため、発生する時間遅れが操業条件によって逐次変化する特徴を有している。

[0025] 続いて、焼結プロセスにおける原料の搬送の概要について説明する。図４は、ある原料が上流側の設備Ａから下流側の設備Ｇまで搬送されてくる間の、各設備における原料の挿入時刻、排出（切出）時刻を示している。なお、同図に示した設備Ａ～Ｇには、図１に示したような各種機器の他に、ベルトコンベヤも含まれる。

[0026] 特定の原料が設備を通過した実際の時刻を識別することは困難であるが、本実施形態では、各設備の稼働状態から時間遅れ補正量を算出することにより、原料が設備を通過した時刻を推定する。

[0027] 本実施形態では、例えばある時刻において、設備Ｇに搬送されてきた原料が、それよりも上流側の設備（例えば設備Ａ～Ｆ）でいつどのようなプロセスデータを与えられたか、あるいは上流側の設備でいつどのようなプロセスデータが計測されたのかをデータ化する。そしてその際に、各設備における原料の挿入から排出までの時間を算出しながら上流側の設備に遡ることにより、各設備におけるプロセスデータの時間遅れを補正し、各プロセスデータの関連付けを行う。

[0028] ここで、本実施形態における「プロセスデータ」とは、各設備から取得される各種データ（各種信号）のことを示している。このプロセスデータには、例えば各設備で原料を処理する際の設定値（例えば搬送速度、温度等）、各設備に取り付けられたセンサによる計測値（例えば温度等）、各設備に与える操作量（例えばモータの電流値等）等が含まれる。更に、焼結設備に搬送される原料の特定の位置における品位（水分比率や粒度等の観測データ）や、製造された焼結鉱の品位（強度、成分等の分析値）のデータ等もプロセスデータとして含めてもよい。

[0029] また、「各プロセスデータの関連付け」とは、例えば図4の星印で示した設備Gに挿入された原料に関するプロセスデータと、それよりも上流側の設備（例えば設備A～F）に挿入された原料に関するプロセスデータとを、それぞれ対応付けることを意味している。またその際、各プロセスデータについて、時間遅れを補正した上でそれぞれ対応付ける。また、本実施形態では、図4のXで示した、各設備における原料の挿入から排出までの時間（すなわち滞留時間）のことを、「時間遅れ補正量」と定義する。

[0030] なお、図4では、星印で示した最下流側の設備Gを起点として、最上流側の設備Aを終点として、各設備の時間遅れ量を算出する場合の例を示しているが、例えば設備Gの下流側に更に別の設備を追加して計算を行ってもよい。あるいは、設備Aの上流側に更に別の設備を追加して計算を行ってもよい。また、同図の星印で示した起点や終点を複数設定し、それぞれの起点～終点について計算を行ってもよい。

[0031] ここで、各設備における原料の挿入から排出までの時間（すなわち時間遅れ補正量）は、原料が経由する設備の特性や、当該設備の稼働状況を考慮して算出する必要がある。例えば造粒工程の場合、最初に配合槽21から切り出された原料はベルトコンベヤで搬送され、複数のベルトコンベヤを経由してドラムミキサー22に挿入される。

[0032] そして、ドラムミキサー22で疑似粒子化された原料は、再度ベルトコンベヤで搬送された後に、サージホッパー23に挿入され、続く焼成工程へと

渡される。この造粒工程において、ベルトコンベヤが定速制御されている場合、ベルトコンベヤへの原料の挿入から排出までの時間は一定とみなすことができる。一方で、ドラムミキサー 22 への挿入から排出までの時間（すなわち滞留時間）は、ドラムの回転速度によって変化するため、この点を考慮した時間遅れ補正量の算出が必要となる。

[0033] そこで、本実施形態では、原料が経由する設備の種類、すなわち原料の搬送ルートに応じて、例えば表 1 に示すようなパターン 1～3 を用いて時間遅れ補正量を算出する。

[0034]

[表1]

(表1)

区分	時間遅れ補正量の算出方法	適用設備の例
パターン1	原料搬送速度: $v(t)$ 設備長(挿入点から排出点までの距離): L として、次式より算出する $\int_{t_0}^{t_1} v(t) dt = L$	ベルトコンベヤ 焼結機 クーラー 他
パターン2	堆積している原料の重量: $M(t)$ 単位時間当たりの挿入量: $S_{in}(t)$ 単位時間当たりの排出量: $S_{out}(t)$ として、以下2式のいずれかより算出する $\int_{t_0}^{t_1} S_{in}(t) dt = M(t_1)$ $\int_{t_0}^{t_1} S_{out}(t) dt = M(t_0)$	サージホツパパー ホツトシュート 排出ホツパー 他
パターン3	ドラムミキサー回転速度: $R(t)$ ドラムミキサー形状係数: a として、次式より算出する $t_1 - t_0 \propto R(t)^{-1} = \frac{a}{R(t)}$	ドラムミキサー

[0035] <パターン1>

例えばベルトコンベヤ、焼結機24、クーラー27等のように、モータ等の駆動装置によって原料を搬送する設備では、表1のパターン1の方法を用いて時間遅れ補正量を算出する。この方法では、原料の搬送速度と設備長との関係に基づいて、時間遅れ補正量を算出する。また、刻一刻と計測される

搬送速度を時間積分（積算）した値が設備長に達した時点を、原料が当該設備から排出される時刻として決定する。また、当該設備からの排出時刻と当該施設への挿入時刻の差が、時間遅れ補正量となる。

[0036] ＜パターン２＞

例えばサージホッパー２３、ホットシュート、排出ホッパー等のように、原料を堆積させる設備では、表１のパターン２の方法を用いて時間遅れ補正量を算出する。この方法では、堆積している原料の重量と単位時間当たりの原料の挿入量との関係、または堆積している原料の重量と単位時間当たりの原料の排出量との関係に基づいて、時間遅れ補正量を算出する。また、当該設備からの排出時刻と当該施設への挿入時刻の差が、時間遅れ補正量となる。

[0037] ＜パターン３＞

例えばドラムミキサー２２では、表１のパターン３の方法を用いて時間遅れ補正量を算出する。この方法では、ドラムミキサー２２の回転速度とドラムミキサー２２の形状係数とに基づいて、時間遅れ補正量を算出する。なお、ドラムミキサー２２の形状係数は、ドラムミキサー２２の直径に比例する係数である。

[0038] （プロセスデータの編集装置）

続いて、実施形態に係るプロセスデータの編集装置の構成の一例について、図５を参照しながら説明する。同図は、実施形態に係るプロセスデータの編集装置を実現する情報処理装置１の構成を示している。この情報処理装置１は、例えばワークステーションやパソコン等の汎用コンピュータ、あるいはクラウド上に配置されたサーバ等により実現される。また、情報処理装置１は、入力部１１と、操業ＤＢ１２と、演算部１３と、出力部１４と、を備えている。

[0039] 入力部１１は、演算部１３に対する入力手段であり、例えばキーボード、マウスポインタ、テンキー等の入力装置によって実現される。入力部１１は、演算部１３における各種処理に必要な情報を入力する。

- [0040] 操業DB12には、各設備から取得されたプロセスデータが格納されている。このプロセスデータには、上記のように、例えば各設備で原料を処理する際の操業条件（例えばモータの電流値等の操作量）、各設備に取り付けられたセンサの計測値（例えば温度等）等が含まれる。
- [0041] 演算部13は、例えばCPU（Central Processing Unit）等からなるプロセッサと、RAM（Random Access Memory）やROM（Read Only Memory）等からなるメモリ（主記憶部）と、によって実現される。
- [0042] 演算部13は、プログラムを主記憶部の作業領域にロードして実行し、プログラムの実行を通じて各構成部等を制御することにより、所定の目的に合致した機能を実現する。演算部13は、前記したプログラムの実行を通じて、収集部131および編集部132として機能する。なお、図5では、例えば一つのコンピュータ（演算部）によって各部の機能を実現する例を示しているが、各部の機能の実現手段は特に限定されず、例えば複数のコンピュータによって各部の機能をそれぞれ実現してもよい。
- [0043] 収集部131は、操業DB12にアクセスし、複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する。
- [0044] 編集部132は、収集部131が収集したプロセスデータについて、製造ラインで原料が経由する設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける。すなわち、収集部131は、時間遅れを補正したプロセスデータ同士を対応付ける。これにより、例えば製造プロセスのある時点における原料が、それよりも上流側の設備でどのような状態であったのか（どのような処理が行われたのか）を、過去に遡って特定することが可能となる。なお、本実施形態では、このように時間遅れが補正されて関連付けられたプロセスデータのことを、「トラッキング済みデータ」とも表記する。
- [0045] 編集部132は、例えば原料が経由する設備に搬送装置（ベルトコンベヤ）が含まれる場合、前記した表1のパターン1に示すように、搬送装置による原料の搬送速度と、搬送装置の設備長とに基づいて、時間遅れを補正する。そして、編集部132は、時間遅れを補正したプロセスデータをそれぞれ

関連付ける。

[0046] また、編集部 1 3 2 は、例えば原料が経由する設備に原料を堆積させる機器が含まれる場合、前記した表 1 のパターン 2 に示す方法で時間遅れを補正する。すなわち、編集部 1 3 2 は、当該機器に堆積している原料の重量と設備入側における原料の挿入速度とに基づいて、または当該機器に堆積している原料の重量と設備出側における原料の排出速度とに基づいて、時間遅れを補正する。そして、編集部 1 3 2 は、時間遅れを補正したプロセスデータをそれぞれ関連付ける。

[0047] また、編集部 1 3 2 は、例えば原料が経由する設備にドラムミキサー 2 2 が含まれる場合、前記した表 1 のパターン 3 に示すように、ドラムミキサー 2 2 の回転速度とドラムミキサー 2 2 の形状係数とに基づいて、時間遅れ補正量を算出する。そして、編集部 1 3 2 は、時間遅れを補正したプロセスデータをそれぞれ関連付ける。

[0048] 編集部 1 3 2 では、例えばある原料に着目した場合、当該原料を処理した上流側の設備から下流側の設備にわたって、全てのプロセスデータについて時間遅れの補正を行って関連付けを行う。これにより、例えば製品や操作のある特性に対して原料に与えられたプロセスデータの分析を、容易に行うことが可能となる。

[0049] また、例えば焼結プロセスライン（図 1 参照）における特定の時点のプロセスデータを評価する際に、それよりも上流側の設備におけるプロセスデータとの関連性を確認することも可能となる。例えば、現在節 2 8（あるいは粉砕機 2 6、ドラムミキサー 2 2 等）で処理されている原料の品質に問題があった場合に、それよりも上流側の設備における原料の状態を確認し、原因を特定することが可能となる。

[0050] 出力部 1 4 は、例えば L C D ディスプレイ、C R T ディスプレイ等の表示装置によって実現される。出力部 1 4 は、編集部 1 3 2 によって編集されたトラッキング済みデータ等を入力する。

[0051] （プロセスデータの編集方法）

実施形態に係るプロセスデータの編集方法の一例について、図4および図6を参照しながら説明する。図6は、収集部131によってプロセスデータを収集した後に、編集部132が実施する処理の詳細の一例を示している。

[0052] まず、探索を開始する設備を設定する（ステップS1）。この「探索を開始する設備」とは、例えば図4における「設備G」のことを示している。続いて、探索を開始する任意の時刻を探索開始時刻に設定する（ステップS2）。ステップS1、S2のように、探索を開始する設備と探索開始時刻とを設定するのは、対象の設備を対象の時刻に通過した原料に対して、当該原料がそれより上流の設備において与えられたプロセスデータをトラッキングにより紐付けるためである。

[0053] 続いて、探索を開始する設備の一つ上流側の設備を、トラッキングの探索対象設備に設定する（ステップS3）。この「探索対象設備」とは、例えば図4における「設備F」のことを示している。ここで、隣接する設備において、上流側の設備の排出時刻と下流側の設備における挿入時刻は同じとみなすことができる。そこで、探索を開始する設備の一つ上流側に位置する探索対象設備の排出時刻を、探索開始時刻に設定する（ステップS4）。

[0054] 続いて、前記した表1のパターン1～3のいずれかを用いて、探索対象設備の時間遅れ補正量を算出する（ステップS5）。続いて、探索開始時刻を時間遅れ補正量だけ遡り（ステップS6）、遡った時刻を探索対象設備の挿入時刻として記録する（ステップS7）。

[0055] 続いて、探索対象設備が探索の最終設備であるか否かを判定する（ステップS8）。ステップS8において、探索対象設備が探索の最終設備ではない場合（ステップS8でNo）、ステップS3に戻り、ステップS3～S7の処理を、探索の最終設備に到達するまで繰り返す。

[0056] 一方、ステップS8において、探索対象設備が探索の最終設備である場合（ステップS8でYes）、次のような処理を行う。この場合、例えば各設備の挿入側あるいは排出側に設けられているセンサの計測データ（＝プロセスデータ）について、上記のトラッキング処理で記録した時刻のデータをそ

ぞれ関連付けて（ステップS 9）、トラッキング済みデータとして作成する。

[0057] （プロセスの異常検知装置）

実施形態に係るプロセスの異常検知装置の構成の一例について、図 7 を参照しながら説明する。同図は、実施形態に係るプロセスの異常検知装置を実現する情報処理装置 1 A の構成を示している。この情報処理装置 1 A は、例えばワークステーションやパソコン等の汎用コンピュータ、あるいはクラウド上に配置されたサーバ等により実現される。また、情報処理装置 1 A は、入力部 1 1 と、操業 DB 1 2 と、演算部 1 3 A と、出力部 1 4 と、を備えている。情報処理装置 1 A の構成のうち、入力部 1 1、操業 DB 1 2 および出力部 1 4 は前記した情報処理装置 1 と同様であるため、説明を省略する。

[0058] 演算部 1 3 A は、例えば CPU 等からなるプロセッサと、RAM や ROM 等からなるメモリ（主記憶部）と、によって実現される。演算部 1 3 A は、プログラムを主記憶部の作業領域にロードして実行し、プログラムの実行を通じて各構成部等を制御することにより、所定の目的に合致した機能を実現する。演算部 1 3 A は、前記したプログラムの実行を通じて、収集部 1 3 1、編集部 1 3 2 および異常検知部 1 3 3 として機能する。なお、図 7 では、例えば一つのコンピュータ（演算部）によって各部の機能を実現する例を示しているが、各部の機能の実現手段は特に限定されず、例えば複数のコンピュータによって各部の機能をそれぞれ実現してもよい。また、演算部 1 3 A の構成のうち、収集部 1 3 1 および編集部 1 3 2 は前記した演算部 1 3 と同様であるため、説明を省略する。

[0059] 異常検知部 1 3 3 は、編集部 1 3 2 において時間遅れが補正されたプロセスデータに基づいて、製造ラインにおける原料の品質または生産性に対する異常を検知する異常診断を行う。

[0060] 異常診断としては、例えば特定のプロセスデータを他のプロセスデータに基づいて予測する予測モデルを予め構築し、予測モデルに基づくプロセスデータの予測値とその実績値との差である予測誤差を評価する手法が挙げられ

る。また、別の異常診断の手法として、例えば各プロセスデータの正常時からの逸脱度を評価することにより異常を検知することもできる。この他、複数のプロセスデータを用いて、主成分分析等の統計的異常診断技術に基づく異常診断を行うことも可能である。

[0061] 異常検知部 133 では、例えば異常監視項目と上記のような異常診断の手法とを定めておき、異常監視項目ごとに異常の有無を検知する。また、異常検知部 133 では、例えば、現在篩 28（あるいは粉砕機 26、ドラムミキサー 22 等）で処理されている原料の品質に問題があった場合に、それよりも上流側の設備における原料の状態を確認し、原因を特定することも可能である。

[0062] （プロセスの異常検知方法）

実施形態に係るプロセスの異常診断方法について説明する。実施形態に係るプロセスの異常検知方法では、前記したプロセスデータの編集方法によって時間遅れが補正されたプロセスデータに基づいて、製造ラインにおける原料の品質または生産性に対する異常を検知する。また、上記の製造ラインとしては、例えば製鉄所の焼結プロセスライン等が挙げられる。

[0063] また、実施形態に係るプロセスの異常検知方法では、前記したプロセスデータの編集方法によって、上流側から下流側の設備までの物理的・空間的な広がりを持つデータに対して、時間遅れ量に基づいて各設備の状態または原料の状態を示すデータを関連付ける。そして、実施形態に係るプロセスの異常検知方法では、このようなデータセットを用いて、異常検知に必要な予測モデルを構築することもできる。

[0064] 例えば、焼結工場前の原料搬送ベルトコンベアの電流値は、ベルトコンベア上の原料の量に依存する。そのため、切り出された複数の原料の切り出しタイミングを合わせ、各モータ位置までの搬送時間を考慮した上で、各原料の重量から電流値を予測することができる。この予測モデルによる電流予測値と電流実績値との予測誤差に基づいて、ベルトコンベアのモータまたはベルトコンベアそのものの異常検知を行うことが可能となる。また、後述する

ドラムミキサー 22 内の原料水分率の予測モデルを利用した操業異常検知等も、時間遅れ補正のデータ編集がされたデータに基づいて実施される。更に製造された焼結鉱の強度等を含む品質を予測し、予測誤差に基づく品質異常検知を行うことも可能である。

[0065] 本実施形態によって得られるデータセットは、複数の変数の関係（相関等）に着目することでその効果を得ることができる。また、異常検知の方法としては、例えば正常時のデータを用いて構築した設備状態等の予測を行う予測モデルに基づいて、予測量と実績値との逸脱度や、予測量と目標値との逸脱度を評価して異常検知する方法、主成分分析等に基づく異常検知等が考えられる。また、異常検知に用いる予測モデルは、機械学習等の統計的手法に基づく手法に限らず、物理モデル等の科学的アプローチに基づく手法で構築してもよい。

[0066] 実施形態に係るプロセスの異常検知方法によれば、上流側の設備から下流側の設備までの時間遅れの影響を考慮して異常検知を行うため、時間遅れに依存するデータのバラツキを抑制することができ、精度のよい異常検知が可能となる。

[0067] （異常原因の特定）

予測誤差に基づいて異常検知された場合は、予測誤差に寄与する説明変数であるプロセスデータを特定し、異常原因の候補として明示することも可能である。また、各説明変数の正常状態からの逸脱度を評価して異常候補信号を抽出することも可能である。これにより、操業異常の原因を速やかに特定し、異常操業による製品品質への影響を最小限とし、正常な状態への復旧の短縮化を図り、生産速度の維持や製品品質の維持に貢献することができる。

[0068] （実施例）

本発明に係るプロセスデータの編集方法の実施例について、図 8 および図 9 を参照しながら説明する。図 8 は、配合槽 # 1 ～ # 20、ドラムミキサーおよびそれらを連結するベルトコンベヤ 1 ～ 3 の構成例と、ドラムミキサー内における原料の水分率（実質水分率）の算出方法とを示している。

- [0069] 焼結プロセスで利用する原料は、複数の配合槽で保管されており、原料の配合、生産スケジュール等を考慮して、複数の配合槽から原料を切り出し、造粒して利用している。各配合槽から切り出される原料の量（切り出し量）は、各配合槽に取り付けられた秤量機により、配合槽ごとに計測されている。また、各配合槽における水分量は、各配合槽に取り付けられた水分率計により、配合槽ごとに計測されている。
- [0070] 配合槽から切り出された原料は、ドラムミキサーで散水および攪拌がなされて造粒される。この造粒を最適化するためには、適切な水分率を維持する必要がある、水分率の目標値と実績値とを管理する必要がある。
- [0071] 原料の実質水分率は、図8の下部に示した式により算出する。一方、各配合槽に設置されている秤量機および水分率計は、ドラムミキサーから物理的に離れた位置に設けられている。そこで、本発明を利用して、プロセス全体を構成する各機器の稼働状態を表すプロセスデータを連続的に収集し、当該プロセスデータについて、原料の搬送ルートに応じて時間遅れを補正して関連付けることにより、トラッキング済みデータを作成する。
- [0072] 例えば下流側の設備であるドラムミキサーから、上流側の設備である配合槽#1までの遅れ時間が30分であると仮定する。この場合、現在のドラムミキサー内における原料の実質水分率に対して、その30分前の配合槽#1内における原料の切り出し量および水分量を紐付ける。また、それ以外の配合槽#2～#20の切り出し量および水分量についても、同様にドラムミキサーの実質水分率への紐付けを行うことにより、トラッキング済みデータを作成する。更に、例えばベルトコンベヤ1～3の搬送速度が異なる場合、これも加味して時間遅れを補正してトラッキング済みデータを作成する。
- [0073] これにより、例えば図9に示すように、ドラムミキサー内における原料の実質水分率を、高い精度で算出することが可能となる。なお、同図の（a）は、本発明によるトラッキングを実施しなかった場合の、目標水分率に対する実績水分率の関係を示す図である。また、同図の（b）は、本発明によるトラッキングを実施した場合の、目標水分率に対する実績水分率の関係を示

す図である。

[0074] また、本発明では、上記のように実質水分率を精度よく算出することにより、実質水分率の目標水分率からの乖離を抑止するための異常検知を行うことも可能である。この場合、本発明を利用することにより、異常検知の向上が期待され、原料の生産や品質の安定に繋げることが可能となる。

[0075] また、例えばドラムミキサーにおける水分率と、ドラムミキサーにおける散水量とから算出される造粒後の推定水分率について、造粒工程の目標水分率との比、または造粒工程の目標水分率との差を統計的に管理することも可能である。また、造粒工程の目標水分率との比、または造粒工程の目標水分率との差について、正常操業時における広がりを予め決定しておき、その広がりと比較して優位な逸脱が確認された場合に、異常であると検知することも可能である。更に、実質水分率に対して、物理的視点から閾値を設定できる場合、その値に基づいて異常を検知することも可能である。

[0076] 以上説明した実施形態に係るプロセスデータの編集方法、プロセスの異常検知方法、プロセスデータの編集装置およびプロセスの異常検知装置によれば、製造ラインにおける各種プロセスデータについて、時間遅れを補正して関連付けることが可能となる。その結果、時間遅れが補正され、適切に関連付けられたプロセスデータを、データ分析、品質管理、設備保全等の目的で活用することにより、プロセス全体の監視、異常検知、最適化等に利用することができる。

[0077] 以上、本発明者によってなされた発明を適用した実施の形態について説明したが、本実施形態による本発明の開示の一部をなす記述および図面により本発明は限定されることはない。すなわち、本実施形態に基づいて当業者等によりなされる他の実施の形態、実施例および運用技術等は、全て本発明の範疇に含まれる。

符号の説明

[0078] 1, 1 A 情報処理装置
1 1 入力部

- 1 2 操業ＤＢ
- 1 3, 1 3 A 演算部
 - 1 3 1 収集部（収集手段）
 - 1 3 2 編集部（編集手段）
 - 1 3 3 異常検知部（異常検知手段）
- 1 4 出力部
- 2 1 配合槽
- 2 2 ドラムミキサー
- 2 3 サージホッパー（原料挿入装置）
 - 2 3 1 原料供給口
 - 2 3 2 ロールフィーダ
 - 2 3 3 主／分割ゲート
 - 2 3 4 原料切出口
- 2 4 焼結機
 - 2 4 1 パレット
- 2 5 点火炉
- 2 6 粉砕機
- 2 7 クーラー（冷却器）
- 2 8 篩
- 2 9 高炉

請求の範囲

- [請求項1] 原料に所定の処理を施す複数の機器と、前記複数の機器を連結して前記原料を搬送する搬送装置とからなる複数の設備で構成される製造ラインにおいて、
- コンピュータが備える収集手段が、前記複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する収集ステップと、
- 前記コンピュータが備える編集手段が、前記プロセスデータについて、前記製造ラインで前記原料が経由する設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける編集ステップと、
- を含むプロセスデータの編集方法。
- [請求項2] 前記編集ステップは、前記原料が経由する設備に前記搬送装置が含まれる場合、前記搬送装置による原料の搬送速度と、前記搬送装置の設備長とに基づいて、前記時間遅れを補正する請求項1に記載のプロセスデータの編集方法。
- [請求項3] 前記編集ステップは、前記原料が経由する設備に前記原料を堆積させる機器が含まれる場合、堆積している前記原料の重量と設備入側における前記原料の挿入速度とに基づいて、または堆積している前記原料の重量と設備出側における前記原料の排出速度とに基づいて、前記時間遅れを補正する請求項1に記載のプロセスデータの編集方法。
- [請求項4] 原料に所定の処理を施す複数の機器と、前記複数の機器を連結して前記原料を搬送する搬送装置とからなる複数の設備で構成される製造ラインにおいて、
- コンピュータが備える収集手段が、前記複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する収集ステップと、
- 前記コンピュータが備える編集手段が、前記プロセスデータについて、前記製造ラインで前記原料が経由する設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける編集ステップと、
- 前記コンピュータが備える異常検知手段が、時間遅れが補正された

前記プロセスデータに基づいて、製造ラインにおける原料の品質または生産性に対する異常を検知する異常検知ステップと、

を含むプロセスの異常検知方法。

[請求項5] 前記製造ラインは、製鉄所の焼結プロセスラインである請求項4に記載のプロセスの異常検知方法。

[請求項6] 原料に所定の処理を施す複数の機器と、前記複数の機器を連結して前記原料を搬送する搬送装置とからなる複数の設備で構成される製造ラインにおいて、

前記複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する収集手段と、

前記プロセスデータについて、前記製造ラインで前記原料が経由する設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける編集手段と、

を含むプロセスデータの編集装置。

[請求項7] 前記編集手段は、前記原料が経由する設備に前記搬送装置が含まれる場合、前記搬送装置による原料の搬送速度と、前記搬送装置の設備長とに基づいて、前記時間遅れを補正する請求項6に記載のプロセスデータの編集装置。

[請求項8] 前記編集手段は、前記原料が経由する設備に前記原料を堆積させる機器が含まれる場合、堆積している前記原料の重量と設備入側における前記原料の挿入速度とに基づいて、または堆積している前記原料の重量と設備出側における前記原料の排出速度とに基づいて、前記時間遅れを補正する請求項6に記載のプロセスデータの編集装置。

[請求項9] 原料に所定の処理を施す複数の機器と、前記複数の機器を連結して前記原料を搬送する搬送装置とからなる複数の設備で構成される製造ラインにおいて、

前記複数の設備の稼働状態を示すプロセスデータを収集する収集手段と、

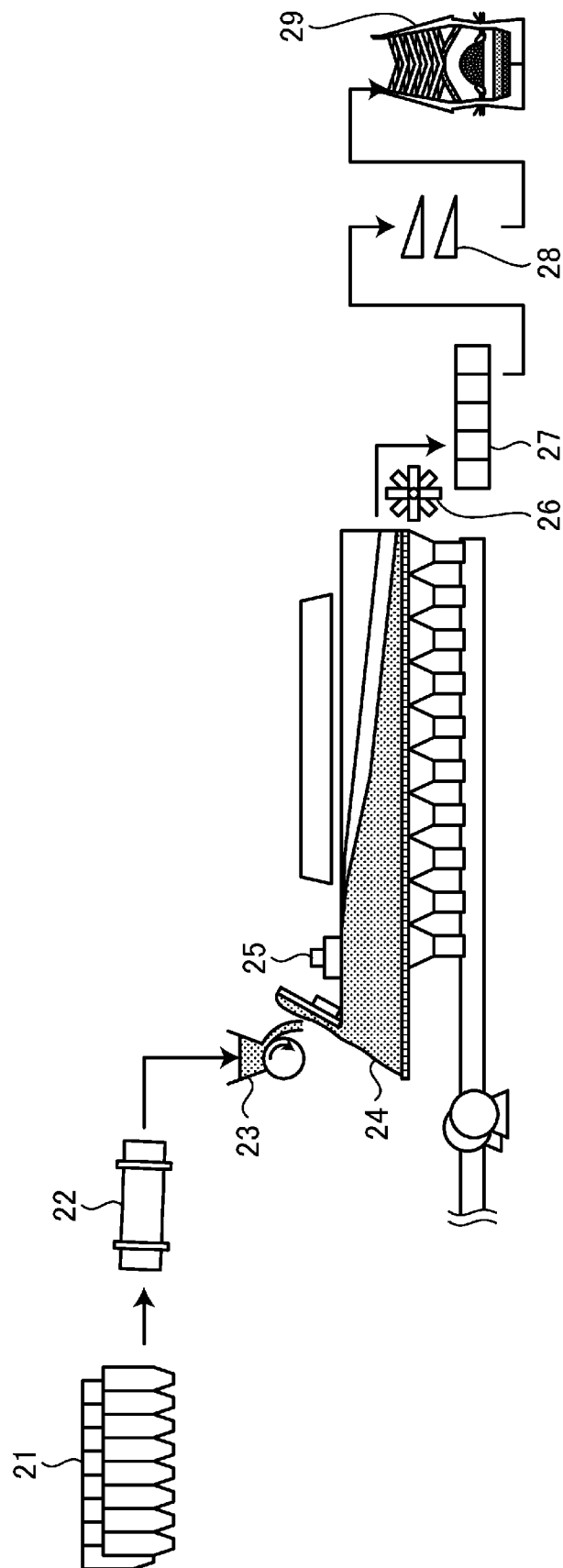
前記プロセスデータについて、前記製造ラインで前記原料が経由す

る設備の種類に応じて時間遅れを補正して関連付ける編集手段と、

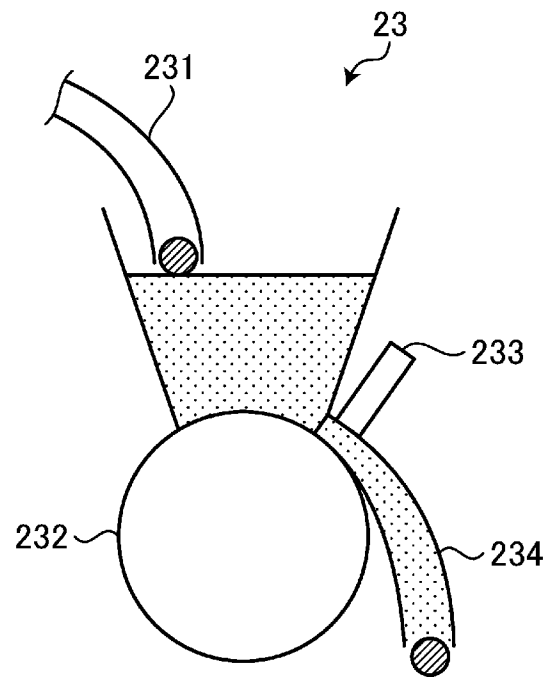
時間遅れが補正された前記プロセスデータに基づいて、製造ラインにおける原料の品質または生産性に対する異常を検知する異常検知手段と、

を備えるプロセスの異常検知装置。

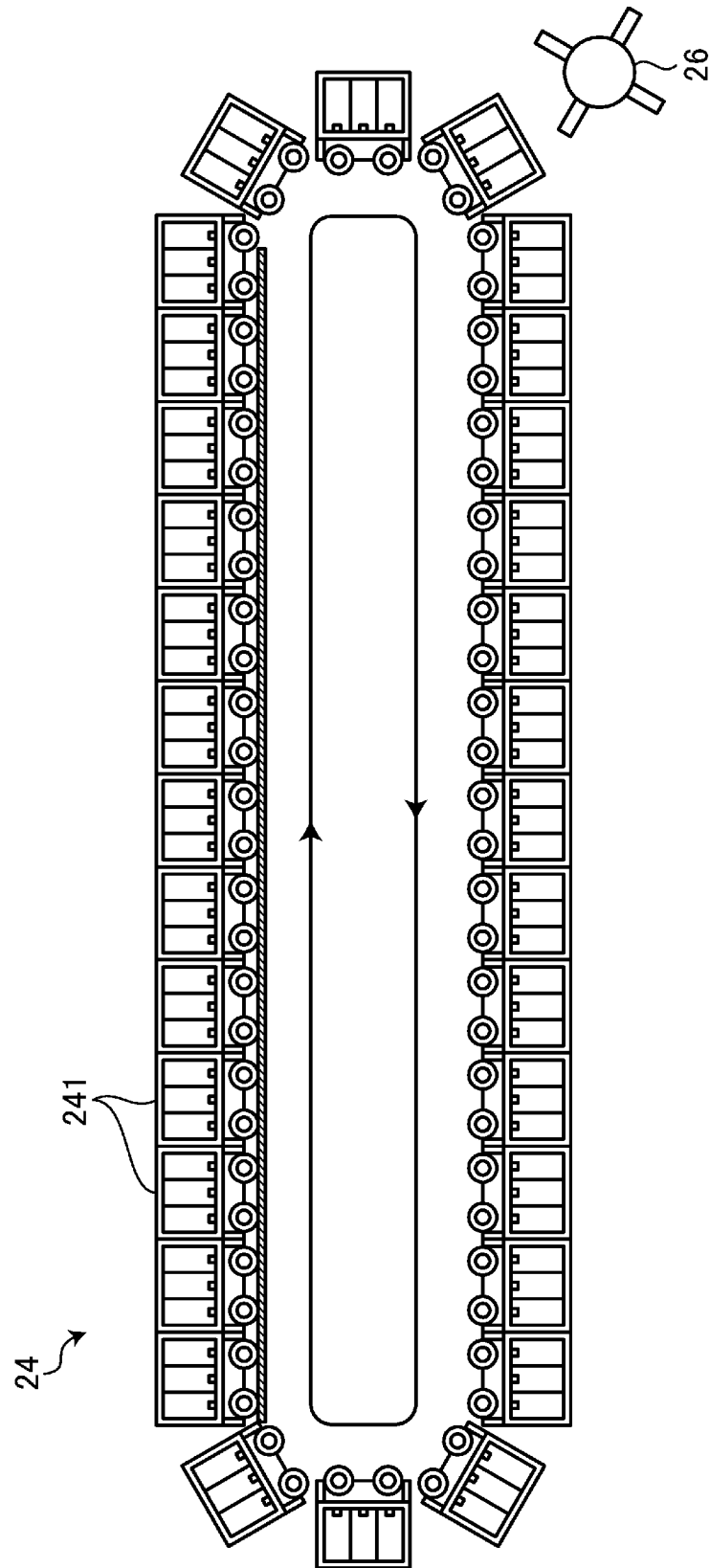
[図1]



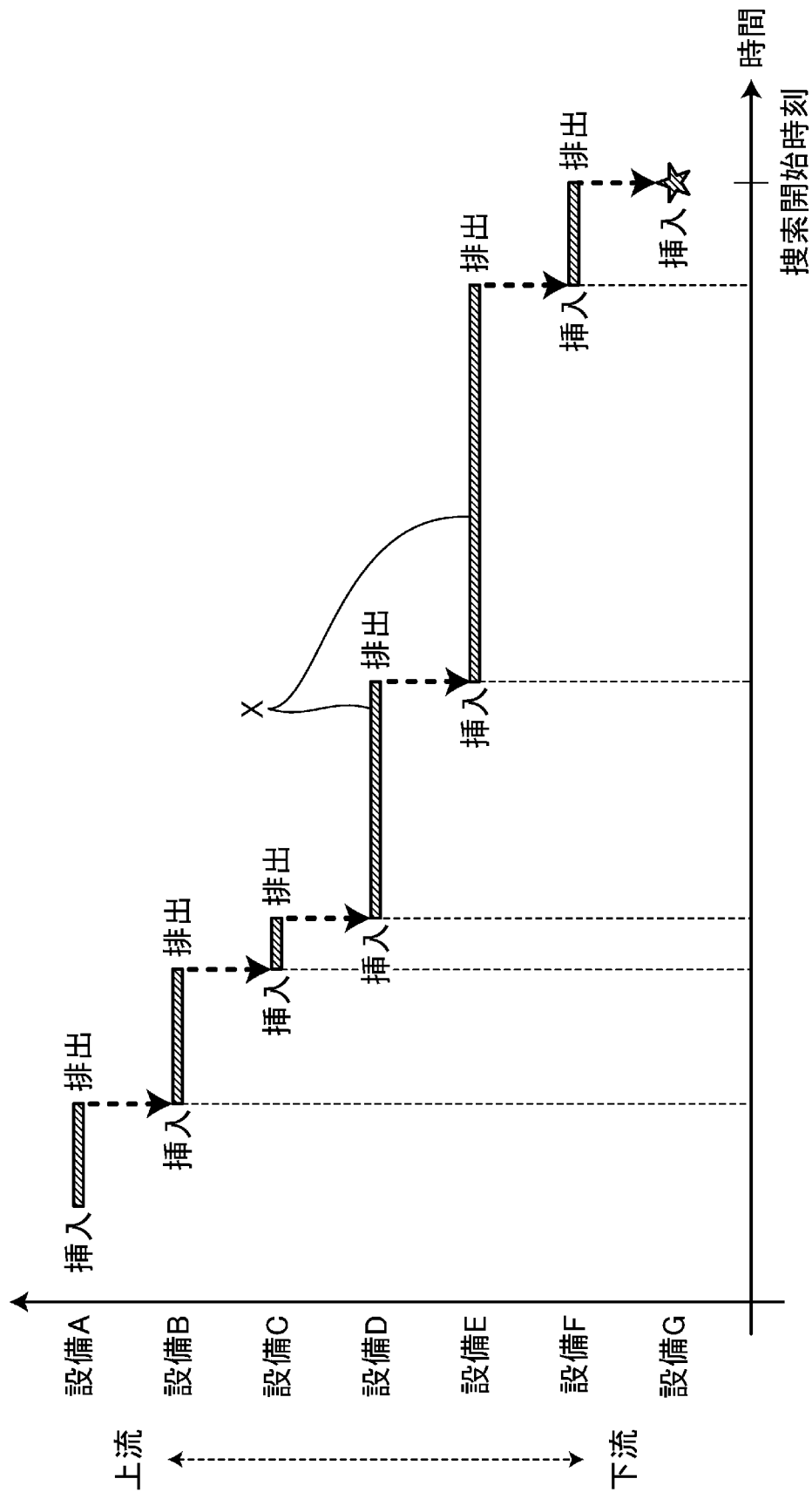
[図2]



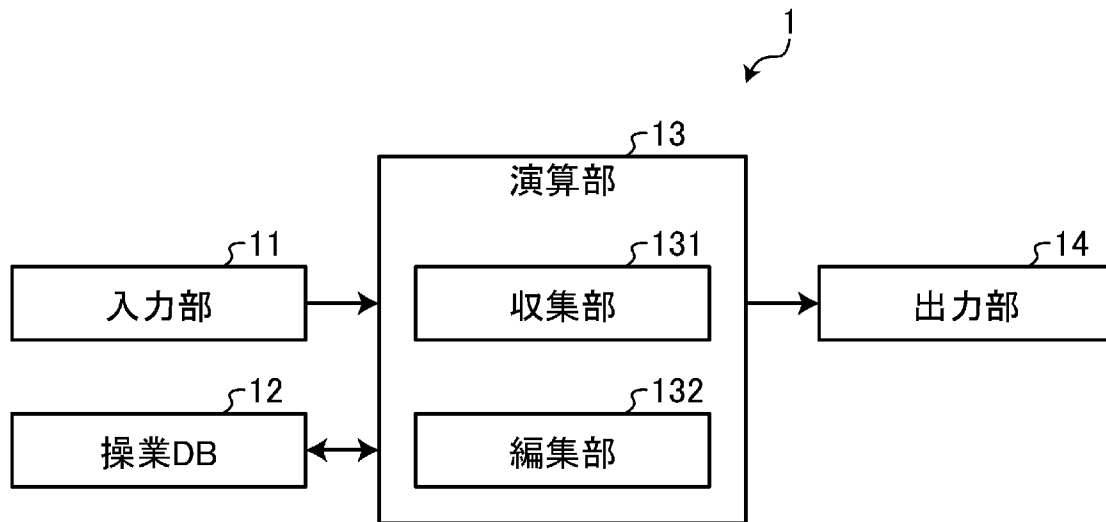
[図3]



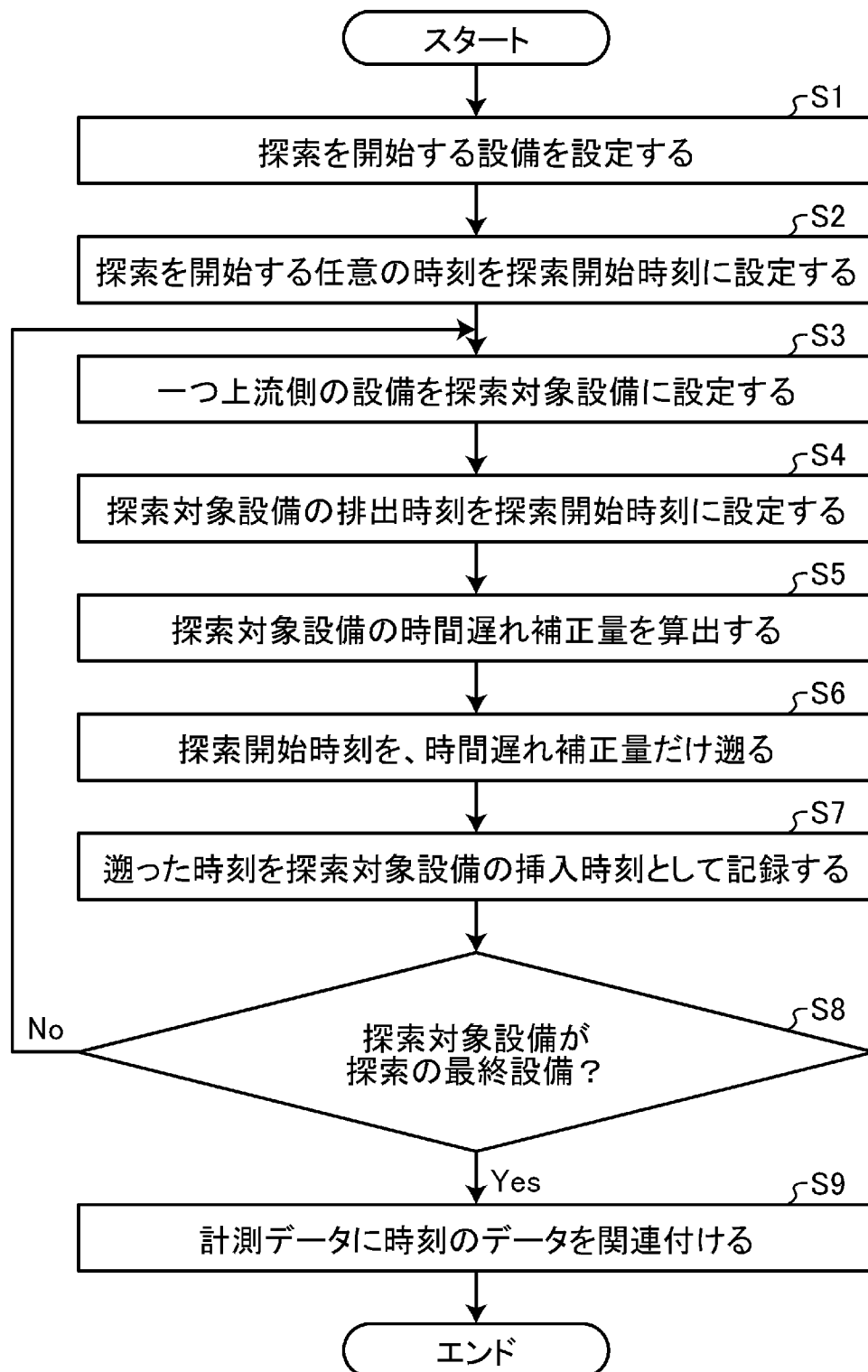
[図4]



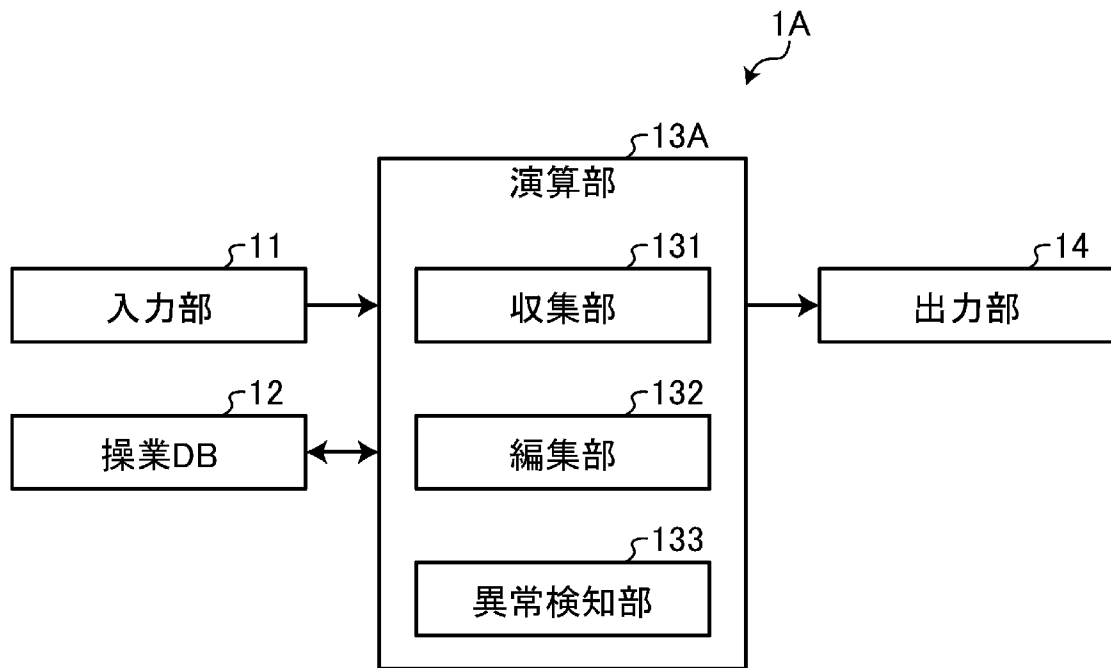
[図5]



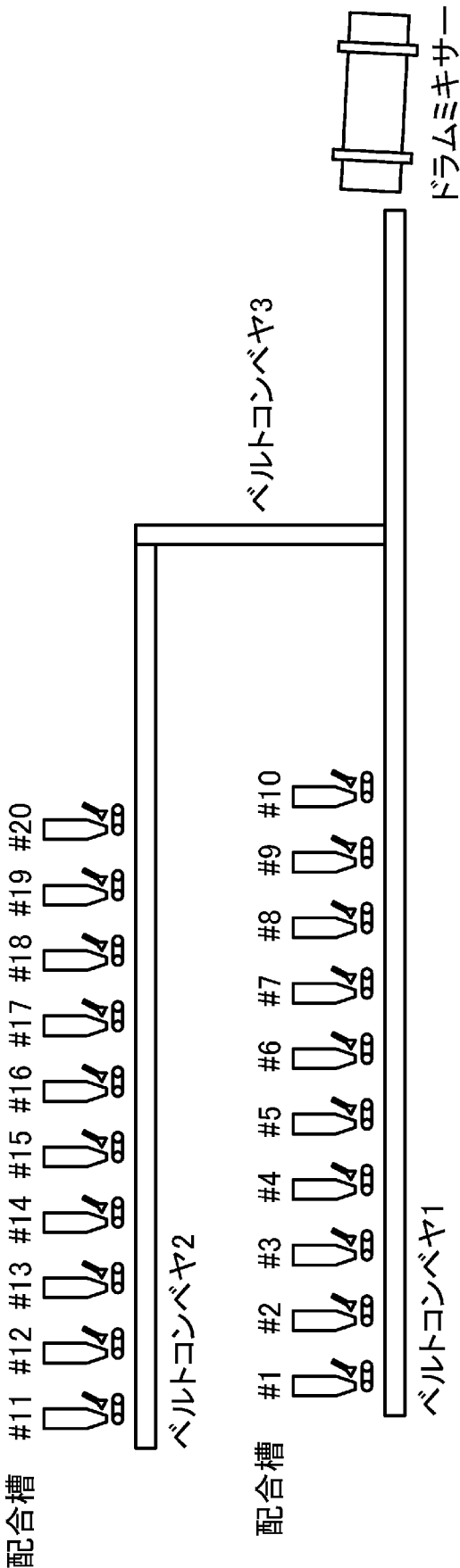
[図6]



[図7]

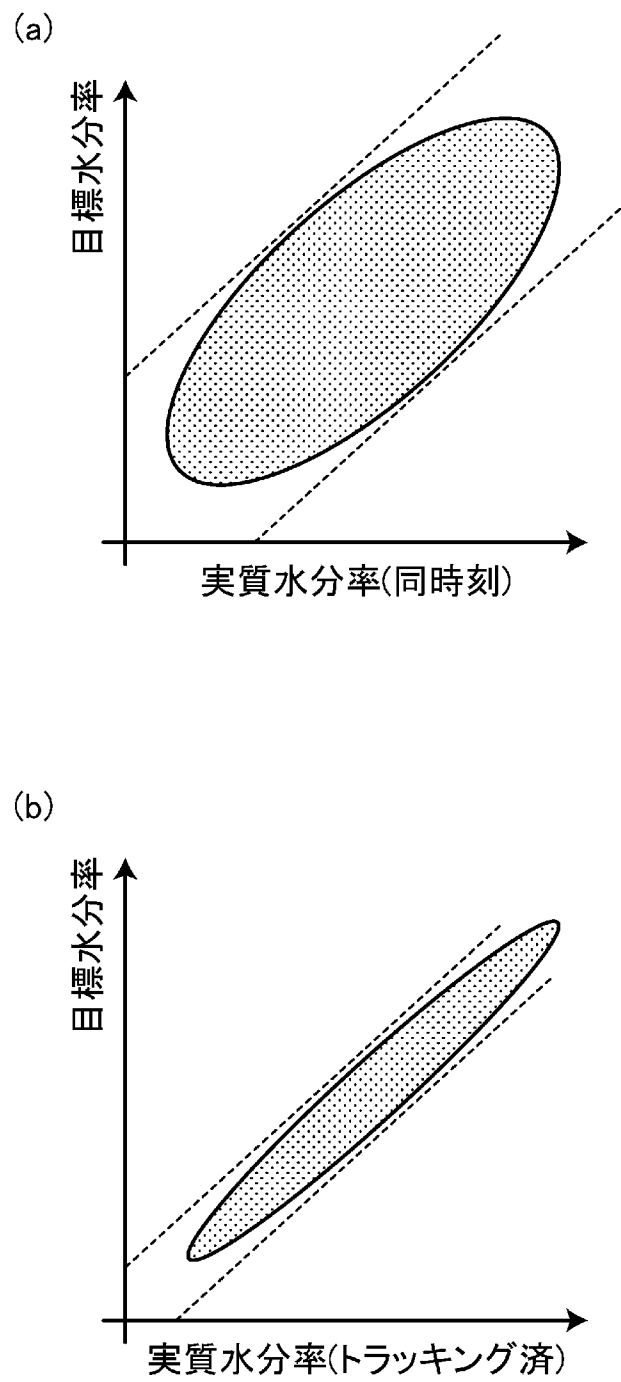


[図8]



配合槽*i*からの切り出し量: m_i
配合槽*i*切り出し原料の水分率: s_i
ドラムミキサーでの水分率= $\frac{\sum m_i s_i}{\sum m_i}$

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/023935

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G05B 19/418 (2006.01)i; C22B 1/20 (2006.01)i FI: G05B19/418 Z; C22B1/20 U 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; C22B1/20 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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	JP 2018-180666 A (OMRON CORPORATION) 15 November 2018 (2018-11-15) paragraphs [0030]-[0151], fig. 1-15	1-2, 4-7, 9
A	paragraphs [0030]-[0151], fig. 1-15	3, 8
X	JP 2021-86457 A (KAO CORPORATION) 03 June 2021 (2021-06-03) paragraphs [0024], [0038], fig. 1, 4	1-2, 4, 6-7, 9
Y	paragraphs [0024], [0038], fig. 1, 4	5
Y	JP 4-2732 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 07 January 1992 (1992-01-07) description, page 3, upper left column, line 1 - page 4, upper left column, line 15, fig. 1-2	5
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 29 July 2024		Date of mailing of the international search report 13 August 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 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/JP2024/023935

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2018-180666	A	15 November 2018	US	2018/0292799	A1	paragraphs [0045]-[0166], fig. 1-15
				EP	3385805	A1	
				CN	108693840	A	
JP	2021-86457	A	03 June 2021	WO	2021/106288	A1	
				CN	114760969	A	
JP	4-2732	A	07 January 1992	(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; C22B 1/20(2006.01)i

FI: G05B19/418 Z; C22B1/20 U

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; C22B1/20

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

1971-2024年

日本国実用新案登録公報

1996-2024年

日本国登録実用新案公報

1994-2024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	JP 2018-180666 A（オムロン株式会社）15.11.2018（2018-11-15） 段落[0030]-[0151], [図1]-[図15]	1-2, 4-7, 9
A	段落[0030]-[0151], [図1]-[図15]	3, 8
X	JP 2021-86457 A（花王株式会社）03.06.2021（2021-06-03） 段落[0024], [0038], [図1], [図4]	1-2, 4, 6-7, 9
Y	段落[0024], [0038], [図1], [図4]	5
Y	JP 4-2732 A（新日本製鐵株式会社）07.01.1992（1992-01-07） 明細書第3ページ左上欄1行-第4ページ左上欄第15行, 第1-2図	5

☐ 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、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

29.07.2024

国際調査報告の発送日

13.08.2024

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）

飯田 義久 3P 6212

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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/JP2024/023935

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-180666	A	15.11.2018	US	2018/0292799	A1	
				[0045]-[0166], FIG.1-15			
				EP	3385805	A1	
				CN	108693840	A	
JP	2021-86457	A	03.06.2021	WO	2021/106288	A1	
				CN	114760969	A	
JP	4-2732	A	07.01.1992	(ファミリーなし)			