

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7508027号  
(P7508027)

(45)発行日 令和6年7月1日(2024.7.1)

(24)登録日 令和6年6月21日(2024.6.21)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 1 N	15/0227(2024.01)	G 0 1 N	15/0227	1 1 0	
C 2 2 B	1/16 (2006.01)	C 2 2 B	1/16		Q

請求項の数 19 (全21頁)

(21)出願番号	特願2023-529118(P2023-529118)	(73)特許権者	000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
(86)(22)出願日	令和5年1月10日(2023.1.10)	(74)代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/000332	(74)代理人	230118913 弁理士 杉村 光嗣
(87)国際公開番号	WO2023/136240	(74)代理人	100165696 弁理士 川原 敬祐
(87)国際公開日	令和5年7月20日(2023.7.20)	(74)代理人	100195534 弁理士 内海 一成
審査請求日	令和5年5月16日(2023.5.16)	(72)発明者	坪井 俊樹 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2022-2497(P2022-2497)	(72)発明者	結城 早登
(32)優先日	令和4年1月11日(2022.1.11)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理方法、情報処理装置、情報処理システム、情報処理プログラム、及び焼結鋳造方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の粒子を含む原料までの距離データを含む前記原料のプロフィールデータを取得するステップと、

前記プロフィールデータに基づいて特徴点を検出するステップと、

前記プロフィールデータから、前記特徴点に基づいて、前記複数の粒子のうち少なくとも一部の粒子の輪郭を検出するステップとを含む、情報処理方法。

## 【請求項 2】

前記粒子の輪郭を検出するステップにおいて、前記特徴点に基づいて初期輪郭を設定する、請求項 1 に記載の情報処理方法。

10

## 【請求項 3】

前記粒子の輪郭を検出するステップにおいて、動的輪郭モデルを用いて前記粒子の輪郭を検出する、請求項 1 に記載の情報処理方法。

## 【請求項 4】

前記特徴点を検出するステップにおいて、前記粒子の頂点を前記特徴点として検出する、請求項 1 に記載の情報処理方法。

## 【請求項 5】

前記特徴点を検出するステップにおいて、前記プロフィールデータにおいて極大値になっている点を前記粒子の頂点として検出する、請求項 4 に記載の情報処理方法。

20

**【請求項 6】**

前記特徴点を検出するステップにおいて、前記プロフィールデータについて第 1 の平滑化を実施した第 1 平滑化データに基づいて第 1 の特徴点を検出し、前記プロフィールデータについて前記第 1 の平滑化よりも小さい度合いの第 2 の平滑化を実施した第 2 平滑化データに基づいて第 2 の特徴点を検出し、

前記粒子の輪郭を検出するステップにおいて、前記プロフィールデータから、前記第 1 の特徴点に基づいて第 1 の輪郭を検出し、前記第 2 の特徴点に基づいて第 2 の輪郭を検出する、請求項 1 から 5 までのいずれか一項に記載の情報処理方法。

**【請求項 7】**

前記特徴点を検出するステップにおいて、前記プロフィールデータのうち前記第 1 の輪郭で囲まれる領域を除く領域において前記第 2 の特徴点を検出する、請求項 6 に記載の情報処理方法。

10

**【請求項 8】**

前記粒子の輪郭を検出するステップにおいて、前記プロフィールデータのうち前記第 1 の輪郭で囲まれる領域を除く領域において前記第 2 の輪郭を検出する、請求項 6 に記載の情報処理方法。

**【請求項 9】**

前記粒子の輪郭を検出するステップにおいて、前記第 1 の輪郭で囲まれる領域又は前記第 2 の輪郭で囲まれる領域のうち少なくとも一方の中においてエッジ検出処理を用いて輪郭を検出する、請求項 6 に記載の情報処理方法。

20

**【請求項 10】**

検出された前記粒子の輪郭に基づいて前記粒子の性状を測定するステップを更に含む、請求項 1 から 5 までのいずれか一項に記載の情報処理方法。

**【請求項 11】**

前記粒子の性状を測定するステップにおいて、前記粒子の性状として前記粒子の粒径を測定する、請求項 10 に記載の情報処理方法。

**【請求項 12】**

請求項 1 から 5 までのいずれか一項に記載の情報処理方法を実行する制御部を備える、情報処理装置。

**【請求項 13】**

請求項 12 に記載の情報処理装置と、前記原料のプロフィールデータを前記情報処理装置に出力する測定装置とを備える、情報処理システム。

30

**【請求項 14】**

請求項 1 から 5 までのいずれか一項に記載の情報処理方法をプロセッサに実行させる、情報処理プログラム。

**【請求項 15】**

請求項 10 に記載の情報処理方法を実行することによって、原料に含まれる粒子の性状を測定するステップと、

前記粒子の性状の計測結果に基づいて、前記原料を用いた焼結鉍の製造条件を設定するステップとを含む、焼結鉍製造方法。

40

**【請求項 16】**

前記焼結鉍の製造条件を設定するステップにおいて、焼結配合原料である鉄含有原料、副原料、又は炭素含有原料のうち少なくとも 1 つの原料の配合比率を変更する、請求項 15 に記載の焼結鉍製造方法。

**【請求項 17】**

前記焼結鉍の製造条件を設定するステップにおいて、造粒機の回転数、滞留時間、又は添加水分のうち少なくとも 1 の条件を調整する、請求項 15 に記載の焼結鉍製造方法。

**【請求項 18】**

前記焼結鉍の製造条件を設定するステップにおいて、原料装入装置のドラムフィーダー

50

回転数、シュート角度、又はドラムシュート回転数のうち、少なくとも1の条件を調整する、請求項15に記載の焼結鉍製造方法。

【請求項19】

前記原料に含まれる粒子の性状の計測結果において粒子径の分布が広がった場合、前記原料装入装置のドラムフィーダー回転数とシュート角度とを増加させ、

前記原料に含まれる粒子の性状の計測結果において粒子径の分布が狭まった場合、前記原料装入装置のドラムフィーダー回転数とシュート角度とを減少させる、請求項18に記載の焼結鉍製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本開示は、情報処理方法、情報処理装置、情報処理システム、情報処理プログラム、及び焼結鉍製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

高い測定精度でコークス等の粒状の工業用原料の各粒子の粒径を測定することができる装置が知られている（例えば特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【文献】特開2014-92494号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

原料から焼結鉍等を製造する場合、原料に含まれる粒子の性状に応じて製造条件が設定される。製品の品質を高めるために粒子の性状の計測精度を向上することが求められる。

【0005】

そこで、本開示は、粒子の性状の計測精度を向上できる情報処理方法、情報処理装置、情報処理システム、情報処理プログラム、及び粒子の性状の計測結果に基づく焼結鉍製造方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一実施形態に係る情報処理方法は、複数の粒子を含む原料までの距離データ又は前記原料の画像データを含む前記原料のプロフィールデータを取得するステップと、前記プロフィールデータに基づいて特徴点を検出するステップと、前記プロフィールデータから、前記特徴点に基づいて、前記複数の粒子のうち少なくとも一部の粒子の輪郭を検出するステップとを含む。

【0007】

本開示の一実施形態に係る情報処理装置は、前記情報処理方法を実行する制御部を備える。

40

【0008】

本開示の一実施形態に係る情報処理システムは、前記情報処理装置と、前記原料のプロフィールデータを前記情報処理装置に出力する測定装置とを備える。

【0009】

本開示の一実施形態に係る情報処理プログラムは、前記情報処理方法をプロセッサに実行させる。

【0010】

本開示の一実施形態に係る焼結鉍製造方法は、前記情報処理方法を実行することによって、原料に含まれる粒子の性状を測定するステップと、前記粒子の性状の計測結果に基づいて、前記原料を用いた焼結鉍の製造条件を設定するステップとを含む。

50

**【発明の効果】****【0011】**

本開示に係る情報処理方法、情報処理装置、情報処理システム、情報処理プログラム、及び焼結鉍製造方法によれば、粒子の性状の計測精度が向上され得る。また、粒子の性状の計測結果を焼結鉍製造方法に反映することができる。

**【図面の簡単な説明】****【0012】**

【図1】本開示に係る情報処理システムの構成例を示す模式図である。

【図2】本開示に係る情報処理システムの構成例を示すブロック図である。

【図3】本開示に係る情報処理方法の手順例を示すフローチャートである。

10

【図4】プロフィールデータの一例を示す断面図である。

【図5】プロフィールデータにおいて検出された特徴点の一例を示す図である。

【図6】特徴点から広がる方向に粒子の輪郭を検出する例を示す図である。

【図7】特徴点に基づいて設定した初期輪郭を広げることによって粒子の輪郭を検出する例を示す図である。

【図8】粒子の外側に設定した初期輪郭を狭めることによって粒子の輪郭を検出する比較例を示す図である。

【図9A】比較例としてプロフィールデータの外側に設定した初期輪郭を示す図である。

【図9B】図9Aにおいて初期輪郭を狭めることによって検出された粒子の輪郭を示す図である。

20

【図10A】プロフィールデータの一例を画像として表す図である。

【図10B】比較例に係る方法で図10Aのプロフィールデータから輪郭を検出して特定した粒子を示す図である。

【図10C】本開示に係る情報処理方法で図10Aのプロフィールデータから輪郭を検出して特定した粒子を示す図である。

【図11】篩分析の粒径と計測の粒径との相関の一例を示すグラフである。

【図12】情報処理方法の他の手順例を示すフローチャートである。

【図13】原料装入装置と焼結炉とを組み合わせた構成例を示す模式図である。

【図14】原料装入装置と焼結炉とを組み合わせた他の構成例を示す模式図である。

**【発明を実施するための形態】**

30

**【0013】**

以下、本開示に係る情報処理システム100（図1等参照）、情報処理装置4（図1等参照）、及び情報処理方法の実施形態が図面に基づいて説明される。各図面は模式的なものであって、現実のものとは異なる場合がある。また、以下の実施形態は、本開示の技術的思想を具体化するための装置又は方法を例示するものであり、構成を下記のものに特定するものでない。すなわち、本開示の技術的思想は、特許請求の範囲に記載された技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

**【0014】**

鉍物等の原料を用いた製造プロセスにおいて、原料の粒径若しくは形状、又は粒度分布が製造プロセスの操業に影響する。したがって、原料の性状をあらかじめ測定して把握することが求められる。特に、粉鉍石又は副原料等の原料をドラムミキサーに装入して焼結機で焼結することによって造粒粒子等の焼結鉍を製造する焼結プロセスにおいて、製造される造粒粒子の粒径が焼結機内の通気に影響を及ぼす。したがって、造粒粒子の原料となる粒子の粒径又は粒度分布を把握することが重要である。

40

**【0015】**

原料の粒度分布を把握するために、原料をサンプリングして篩にかけることによって粒度分布が分析され得る。しかし、篩を用いた分析に時間がかかるので、分析結果を高炉操業にリアルタイムに反映させることが難しい。そのため、原料の粒度分布をリアルタイムに測定する技術が求められる。例えば、カメラ又はレーザー距離計を用いて原料の上部の画像又は形状等の測定データを取得することによって、リアルタイムに原料の粒度分布が測

50

定され得る。

【 0 0 1 6 】

複数の粒子を含む原料の測定データから各粒子の性状を計測するために、粒子を個別に検出する必要がある。粒子は、原料に含まれる粒子の輪郭を検出し、輪郭内の領域を個々の粒子領域として認識することによって、個別に検出され得る。

【 0 0 1 7 】

物体の輪郭は、一般的に空間的な高さデータの変化に基づいて検出され得る。例えば、レーザ距離計を用いて取得されたコンベア上の堆積した岩石群の3D形状データに基づいて空間的に凹部になる位置を検出することによって、原料の輪郭であるエッジ部が検出されている(下記の文献1参照)。

文献1: Matthew J. Thurley, Automated Online Measurement of Particle Size Distribution using 3D Range Data, IFAC Proceedings Volumes, 2009, 42, 134-139

【 0 0 1 8 】

しかしながら、測定対象の原料の粒子が小さいほど、各粒子の輪郭が不明瞭であり、原料全体として高さの変化が少なくなる。その結果、原料の粒子が小さいほど、粒子の輪郭の検出精度が低下する傾向にある。また、文献1の手法において、個々の岩石の各点の高さを計算するために計算負荷が増大し得る。よって、リアルタイムで粒径を計測することが難しい。

【 0 0 1 9 】

本開示に係る情報処理システム100、情報処理装置4、及び情報処理方法によれば、原料に含まれる粒子の輪郭の検出精度が向上し得る。また、粒子の輪郭がロバストに検出され得る。その結果、粒子の性状の計測精度が向上し得る。例えば、高炉等の製造プロセスの操業において、コンベア上に堆積して運搬されている原料であるコークス、鉍石又は焼結鉍等の粒子の輪郭が高精度に検出され得る。また、焼結鉍等を製造するために用いられる、焼結鉍等よりも小さい粉鉍石、石灰石、造粒粒子、又は石炭等の粒子の輪郭が高精度に検出され得る。

【 0 0 2 0 】

(情報処理システム100の構成例)

図1及び図2に示されるように、一実施形態に係る情報処理システム100は、情報処理装置4と、測定装置3とを備える。情報処理システム100において、測定装置3は、コンベア1の上に堆積して運搬されている粒子2に関する情報を取得する。情報処理装置4は、粒子2に関する情報に基づいて粒子2の輪郭を検出する。また、情報処理装置4は、粒子2の輪郭の検出結果に基づいて粒子2の性状を計測する。

【 0 0 2 1 】

本実施形態において、コンベア1は、鉄鋼業における焼結機で使用される造粒粒子を運搬するコンベアであるとするがこれに限られない。また、粒子2は、鉄鋼業で利用する原料の一つである造粒粒子であるとするがこれに限られない。粒子2は、例えば、コークス、鉍石、焼結鉍、ペレット、石灰石、岩石、石炭、粉鉍石、又は粉コークス等を含んでよい。

【 0 0 2 2 】

<情報処理装置4>

情報処理装置4は、制御部40と、通信部48と、出力部46と、入力部47とを備える。制御部40は、情報処理装置4の種々の機能を制御及び管理するために、例えばCPU(Central Processing Unit)又はGPU(Graphics Processing Unit)等の少なくとも1つのプロセッサを含んで構成されてよい。制御部40は、1つのプロセッサで構成されてよいし、複数のプロセッサで構成されてよい。制御部40を構成するプロセッサは、後述する記憶部に格納されたプログラムを読み込んで実行することによって、情報処理装置4の機能を実現してよい。

【 0 0 2 3 】

制御部40は、情報処理装置4の種々の機能を実現する構成部に細分化されてよい。本

10

20

30

40

50

実施形態において、制御部 40 は、測定部 41、検出部 42 及び算出部 43 を含むとする。制御部 40 の各構成部の動作は後述される。

#### 【0024】

制御部 40 は、記憶部を備えてよい。記憶部は、各種の情報又はデータ等を格納する。記憶部は、例えば制御部 40 において実行されるプログラム、又は、制御部 40 において実行される処理で用いられるデータ若しくは処理の結果等を格納してよい。また、記憶部は、制御部 40 のワークメモリとして機能してよい。記憶部は、例えば半導体メモリ等を含んで構成されてよいがこれに限定されない。例えば、記憶部は、制御部 40 として用いられるプロセッサの内部メモリとして構成されてもよいし、制御部 40 からアクセス可能なハードディスクドライブ (HDD) として構成されてもよい。記憶部は、非一時的な読み取り可能媒体として構成されてもよい。記憶部は、制御部 40 と一体に構成されてもよいし、制御部 40 と別体として構成されてもよい。

10

#### 【0025】

通信部 48 は、有線又は無線によって測定装置 3 等の他の装置と通信するための通信インタフェースを含んで構成されてよい。通信インタフェースは、ネットワークを介して他の装置と通信可能に構成されてよい。通信部 48 は、他の装置との間でデータを入出力する入出力ポートを含んで構成されてよい。通信部 48 は、プロセスコンピュータ又は上位システムに対して、必要なデータ及び信号を送受信する。通信部 48 は、有線通信規格に基づいて通信してよいし、無線通信規格に基づいて通信してもよい。例えば無線通信規格は 3G、4G 及び 5G 等のセルラーフォンの通信規格を含んでよい。また、例えば無線通信規格は、IEEE 802.11 及び Bluetooth (登録商標) 等を含んでよい。通信部 48 は、これらの通信規格の 1 つ又は複数をサポートしてよい。通信部 48 は、これらの例に限られず、種々の規格に基づいて他の装置と通信したりデータを入出力したりしてよい。

20

#### 【0026】

出力部 46 は、制御部 40 から取得した情報を出力する。出力部 46 は、直接又は外部装置等を介して、文字、図形、又は画像等の視覚情報を出力することによってユーザに情報を通知してよい。出力部 46 は、表示デバイスを備えてもよいし、表示デバイスと有線又は無線で接続されてもよい。表示デバイスは、例えば液晶ディスプレイ等の種々のディスプレイを含んでよい。出力部 46 は、直接又は外部装置等を介して、音声等の聴覚情報を出力することによってユーザに情報を通知してもよい。出力部 46 は、スピーカ等の音声出力デバイスを備えてもよいし、音声出力デバイスと有線又は無線で接続されてもよい。出力部 46 は、振動デバイスを備えてもよい。出力部 46 は、視覚情報、聴覚情報又は触覚情報だけでなく、直接又は外部装置等を介して、ユーザが他の感覚で知覚できる情報を出力することによってユーザに情報を通知してもよい。

30

#### 【0027】

入力部 47 は、ユーザからの入力を受け付ける入力デバイスを含んでもよい。入力デバイスは、例えば、キーボード又は物理キーを含んでもよいし、タッチパネル若しくはタッチセンサ又はマウス等のポインティングデバイスを含んでもよい。入力デバイスは、これらの例に限られず、他の種々のデバイスを含んでもよい。

40

#### 【0028】

##### <測定装置 3>

本実施形態において、測定装置 3 は、レーザ距離計によって構成されとする。レーザ距離計は、レーザ光をコンベア 1 の幅方向 (図 1 において紙面の奥行方向) に沿ってライン状に照射して、被測定物である粒子 2 までの距離を 1 ラインごとに測定する。粒子 2 は、コンベア 1 の上に堆積して搬送されることによって運搬方向に移動している。レーザ距離計は、一定の測定周期でライン状に粒子 2 までの距離を測定し、各ラインにおける距離の測定値を積算することによって、粒子 2 の三次元形状データを生成できる。

#### 【0029】

上述した方法は、いわゆる光切断方法によって被測定物の三次元形状を取得する方法で

50

ある。測定装置 3 として、光切断方法を実施するために用いられるレーザ距離計及びデータ処理手段が採用されてよい。

【 0 0 3 0 】

レーザ距離計の測定領域は、コンペア 1 の幅と同じ領域に設定されてよいし、コンペア 1 の幅よりも大きい領域に設定されてもよい。レーザ距離計は、コンペア 1 によって搬送される粒子 2 の全体を測定できるように構成されてよい。

【 0 0 3 1 】

レーザ距離計がライン状に粒子 2 までの距離を測定する周期が短くされることによって、三次元形状データの測定密度が高められる。本実施形態において、測定周波数が 4 k H z (この場合の測定周期は 0 . 2 5 ミリ秒) に設定されるとする。

10

【 0 0 3 2 】

測定装置 3 は、レーザ距離計に限られず、T O F (Time Of Flight) 方式を利用した距離測定カメラによって構成されてもよい。測定装置 3 は、コンペア 1 の上に堆積した粒子 2 の三次元形状データ、又は、測定装置 3 から粒子 2 までの距離データを生成し、情報処理装置 4 に出力する。

【 0 0 3 3 】

測定装置 3 は、例えばカメラ等の撮像装置を含んで構成されてもよい。測定装置 3 は、コンペア 1 の上に堆積した複数の粒子 2 を含む堆積物質を撮影し、その撮影画像を情報処理装置 4 に出力する。測定装置 3 は、コンペア 1 の上に堆積した粒子 2 の画像データを生成し、情報処理装置 4 に出力する。また、測定装置 3 は、画像データを用いて、測定装置 3 から粒子 2 までの距離データを生成し、情報処理装置 4 に出力してもよい。例えば、測定装置 3 は、2 つのカメラを利用したステレオ手法を用いて 2 枚の画像の相関による対応付けから距離データを生成するステレオカメラとして構成されてもよい。また、測定装置 3 は、粒子 2 を撮影した画像の輝度と粒子 2 までの距離との間の相関関係 (例えば輝度が高いほどその点が測定装置 3 に近い関係) に基づいて、画像データを距離データに変換してもよい。

20

【 0 0 3 4 】

(情報処理システム 1 0 0 の動作例)

情報処理システム 1 0 0 において、情報処理装置 4 の制御部 4 0 は、コンペア 1 の上に堆積した粒子 2 の三次元形状データ、距離データ又は画像データを通信部 4 8 によって測定装置 3 から取得する。三次元形状データ、距離データ又は画像データは、プロフィールデータとも総称される。制御部 4 0 は、測定装置 3 から取得したプロフィールデータに基づいてコンペア 1 の上に堆積した粒子 2 の輪郭を検出する。さらに、制御部 4 0 は、粒子 2 の輪郭の検出結果に基づいて、粒子 2 の性状を計測してもよい。

30

【 0 0 3 5 】

< 粒子 2 の輪郭の検出 >

コンペア 1 の上において堆積物質として運搬されている粒子 2 のプロフィールデータは、個々の粒子 2 を区別できない 1 つのプロフィールデータとして表される。制御部 4 0 は、粒子 2 の性状を計測するために、個々の粒子 2 を区別して検出する必要がある。制御部 4 0 は、少なくとも一部の粒子 2 の輪郭を検出し、輪郭で囲まれた領域を粒子 2 として認識することによって、個々の粒子 2 を区別できる。

40

【 0 0 3 6 】

粒子 2 が小さいほど、粒子 2 のプロフィールデータにおいて粒子 2 の輪郭が不明瞭になる。例えば、プロフィールデータが三次元形状データ又は距離データである場合、粒子 2 が小さいほど、粒子 2 の高さの変化が小さくなり得る。プロフィールデータが画像データである場合、粒子 2 の高さの変化が小さいほど輝度の差が小さくなり得る。その結果、プロフィールデータから粒子 2 の輪郭が検出されにくくなる。

【 0 0 3 7 】

本実施形態に係る情報処理システム 1 0 0 において、情報処理装置 4 の制御部 4 0 は、プロフィールデータから粒子 2 の特徴点を検出し、粒子 2 の特徴点に基づいて粒子 2 の輪

50

郭を検出する。以下、制御部40が粒子2のプロフィールデータに基づいて粒子2の輪郭を検出する動作例が図3に例示されるフローチャートの手順に基づいて説明される。制御部40は、図3に例示されるフローチャートの手順を含む情報処理方法を実行することによって、粒子2の輪郭を検出できる。情報処理方法は、制御部40を構成するプロセッサに実行させる情報処理プログラムとして実現されてもよい。情報処理プログラムは、非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体に格納されてよい。

#### 【0038】

制御部40は、粒子2のプロフィールデータを取得する(ステップS1)。具体的に、制御部40は、測定部41で測定装置3の測定データを処理することによって粒子2のプロフィールデータを生成してもよいし、測定装置3から粒子2のプロフィールデータを取得してもよい。制御部40は、粒子2のプロフィールデータを取得又は測定する機能を測定部41として実現してもよい。

10

#### 【0039】

制御部40は、プロフィールデータから粒子2の特徴点を検出する(ステップS2)。制御部40は、粒子2の特徴点を検出する機能を検出部42として実現してもよい。具体的に、制御部40は、粒子2の特徴点として粒子2の頂点を検出してよい。特徴点として頂点を検出することは、1個の粒子2において検出される頂点の数が概ね1つであることに基づく。制御部40は、プロフィールデータが粒子2の高さデータである場合、粒子2の高さの極大値を粒子2の頂点として検出してよい。制御部40は、プロフィールデータが粒子2の画像データである場合、画像処理によって粒子2の頂点を検出してよい。本実施形態において、制御部40は、図4に例示されるように粒子2の高さとコンペア1の幅方向の位置との関係を表す距離データをプロフィールデータとして取得してよい。図4において、特徴点9は、粒子2の頂点に対応する点として×印で表されている。

20

#### 【0040】

また、制御部40は、図5に例示されるように粒子2の距離データを表す画像をプロフィールデータとして取得してもよい。図5において、測定装置3から近いほど、その点が高輝度の点(白に近い色の点)として表される。図5において、特徴点9は、粒子2の頂点に対応する点(高さが極大値となる点)として、白色の点で表されている。高さが極大値となる点は、概ね粒子2の中央部に位置している。また、特徴点9の数は、目視によって判別できる粒子2の個数に概ね対応していることが確認できる。オンライン計測時に測定したプロフィールデータ毎に粒子2の個数又は位置が変化する場合であっても、プロフィールデータが極大値となる点を特徴点として検出することによって、プロフィールデータの中のどこに粒子2が位置しているか簡便に判定され得る。

30

#### 【0041】

制御部40は、プロフィールデータが粒子2の画像データである場合、画像処理によって粒子2の特徴点を検出してよい。制御部40は、例えば、機械学習等による学習済みモデルに基づいて画像データから粒子2の特徴点を検出してよい。制御部40は、パターンマッチング等の所定のアルゴリズムに基づいて画像データから粒子2の特徴点を検出してよい。

#### 【0042】

制御部40は、粒子2の特徴点に基づいて粒子2の輪郭を検出する(ステップS3)。制御部40は、粒子2の輪郭を検出する機能を検出部42として実現してもよい。具体的に、制御部40は、図6に示されるように、粒子2のプロフィールデータの中に検出された特徴点9から周囲に広がる方向に粒子2の輪郭を検出してよい。図6において、粒子2の真の輪郭2Aが実線で示されている。また、検出された輪郭2Bが一点鎖線で示されている。

40

#### 【0043】

制御部40は、粒子2のプロフィールデータが粒子2の高さデータを含む場合、特徴点9から周囲に広がる方向に沿った高さの変化を算出する。制御部40は、高さの変化量が高さ変化閾値以上になった点を粒子2の輪郭2Bとして検出してよい。高さ変化閾値は、

50

適宜設定され得る。制御部 40 は、特徴点 9 から周囲に広がる複数の方向それぞれについて高さの変化を算出して粒子 2 の輪郭を検出してよい。

#### 【0044】

制御部 40 は、粒子 2 のプロフィールデータが粒子 2 の画像データを含む場合、特徴点 9 から周囲に広がる方向に沿った輝度の変化を算出する。制御部 40 は、輝度の変化量が輝度変化閾値以上になった点を粒子 2 の輪郭 2 B として検出してよい。輝度変化閾値は、適宜設定され得る。制御部 40 は、特徴点 9 から周囲に広がる複数の方向それぞれについて輝度の変化を算出して粒子 2 の輪郭を検出してよい。

#### 【0045】

制御部 40 は、図 7 に示されるように、特徴点 9 に基づいて初期輪郭 10 を設定し、初期輪郭 10 を周囲に広げることによって粒子 2 の輪郭を検出してもよい。制御部 40 は、初期輪郭 10 として特徴点 9 を中心として囲む正方形等の矩形の閉曲線を設定してよい。初期輪郭 10 は、矩形に限られず他の多角形であってもよいし、円又は楕円等の種々の曲線であってもよい。制御部 40 は、初期輪郭 10 が粒子 2 の領域内に収まるように初期輪郭 10 のサイズを設定してよい。制御部 40 は、初期輪郭 10 のサイズ又は形状を人間からの入力に基づいて設定してもよい。初期輪郭 10 のサイズ又は形状は、輪郭を検出する対象となる粒子 2 のサイズ、プロフィールデータの画素のサイズ、又は、プロフィールデータを測定する測定装置 3 の分解能等に基づいて設定され得る。

#### 【0046】

制御部 40 は、初期輪郭 10 に基づいて粒子 2 の輪郭を検出するために、動的輪郭モデルを用いてよい。動的輪郭モデルを用いることによって、対象とする物体の輪郭が高精度かつロバストに検出され得る。動的輪郭モデルは、参考文献（倉爪亮：レベルセット法とその実装方法について、特開 2015 - 114172 号公報）を参照することによって理解され得る。動的輪郭モデルにおいて、任意の曲線を入力として受け付け、入力された曲線の評価値を出力する評価関数が設定される。評価関数は、入力される曲線が粒子 2 の輪郭に近いほど、評価値として小さい値を出力するように設定される。また、評価関数は、入力される曲線が粒子 2 の輪郭に一致する場合に評価値として最小値を出力するように設定される。評価関数は、例えば、入力された曲線で囲まれる領域の内のデータと外のデータとの分散、入力された曲線の長さ、又は、入力された曲線で囲まれる領域の面積に基づいて評価値を出力し得る。

#### 【0047】

制御部 40 は、評価関数から出力される評価値が小さくなるように粒子 2 の輪郭に対応する曲線を推定する。制御部 40 は、粒子 2 の輪郭に対応する曲線を変化させたときの評価値の変化に基づいて、評価値が最小値に近づくように曲線を反復的に変化させる。つまり、制御部 40 は、評価値を最小化するように粒子 2 の輪郭に対応する曲線を推定し、推定した曲線を粒子 2 の輪郭として検出する。図 7 において、評価値を最小化するように推定した曲線は、真の輪郭 2 A に内側から近づくように推定されることによって検出された輪郭 2 B として一点鎖線で表されている。動的輪郭モデルを用いた輪郭の検出方法として、レベルセット法と称される、CHANら提案したもの（T. F. Chan and L. A. Vese, "Active Contours Without Edges", IEEE Trans. on IP, 10(2), pp.266-277, February 2001）が用いられ得る。輪郭の検出方法は、これに限られず、例えば動的輪郭モデルの一種の SNAKE 法等の他の種々の方法であってよい。

#### 【0048】

制御部 40 は、動的輪郭モデルを利用して輪郭を検出する場合、何らかの方法で真の輪郭 2 A に近い位置に初期輪郭 10 を設定する必要がある。例えば、初期輪郭 10 は、入力部 47 で人間が入力した内容に基づいて設定され得る。比較例として、図 8 に示されるように、破線で表される初期輪郭 90 が粒子 92 のプロフィールデータの外縁に設定されるとする。粒子 92 は、実線で表される真の輪郭 92 A を有する。粒子 92 が単独で存在する場合、一点鎖線で表される検出した輪郭 92 B は、真の輪郭 92 A に近づき得る。しかし、図 9 A に示されるように、真の輪郭 92 A の周囲に他の粒子が存在するプロフィール

10

20

30

40

50

データ 98 の外縁に破線で示されるように初期輪郭 90 が設定される場合、図 9 B に示される輪郭 92 B のように、プロフィールデータ 98 の周辺に位置する粒子の輪郭のみが検出される。その結果、図 9 A における真の輪郭 92 A が検出されない。つまり、制御部 40 は、プロフィールデータの外縁に単純に初期輪郭を設定しても、個々の粒子の輪郭を適切に検出できない。

#### 【0049】

本実施形態において、制御部 40 は、粒子 2 の内側に位置する特徴点に基づいて初期輪郭を設定できる。特徴点に基づいて初期輪郭を設定することによって、プロフィールデータの外縁に単純に初期輪郭を設定する場合よりも、個々の粒子の輪郭の検出精度が高められ得る。

10

#### 【0050】

また、他の比較例として、プロフィールデータで表される粒子 2 の高さ又は輝度等の変化量に基づいて粒子 2 の輪郭を検出することが考えられる。例えば、プロフィールデータの微分処理によって大きい値が算出される点が粒子 2 の輪郭として検出され得る。例えば図 10 A に示されるプロフィールデータ 8 において粒子 2 の輪郭が検出されると仮定する。他の比較例に係る方法としてプロフィールデータを微分することによって図 10 A のプロフィールデータから輪郭を検出した結果が図 10 B に示される。図 10 B において、検出された輪郭で囲まれる領域は、検出した粒子領域 92 C として示されている。一方で、本実施形態に係る情報処理方法によって図 10 A のプロフィールデータから輪郭を検出した結果が図 10 C に示される。図 10 C において、検出された輪郭で囲まれる領域は、検出した粒子領域 2 C として示されている。図 10 C において、図 10 B で検出されていない小さい粒子領域が検出されている。つまり、本実施形態に係る情報処理方法によれば、粒子 2 の大きさにかわらず高い精度で粒子 2 の輪郭が検出されているといえる。

20

#### 【0051】

制御部 40 は、出力部 46 によって、粒子 2 の輪郭の検出結果を表示又は出力してもよいし、通信部 48 によって、粒子 2 の輪郭の検出結果を他の装置へ出力してもよい。制御部 40 は、図 3 のステップ S3 の手順の実行後、図 3 のフローチャートの手順の実行を終了する。

#### 【0052】

< 粒子 2 の性状の計測 >

30

制御部 40 は、プロフィールデータから粒子 2 の輪郭を検出した結果に基づいて、粒子 2 の性状を計測してよい。制御部 40 は、粒子 2 の性状を計測する機能を算出部 43 として実現してもよい。制御部 40 は、例えば粒子 2 の性状として、粒子 2 の粒径、形状、平面視における縦横比、又は表面粗さ等を計測してよい。以下、制御部 40 が粒子 2 の性状として粒子 2 の粒径を計測する例が説明される。

#### 【0053】

制御部 40 は、例えば円形近似フィッティング方法によって、粒子 2 の粒径を計測してよい。円形近似フィッティング方法は、粒子 2 と判定した領域の面積と等しい面積を有する真円で粒子 2 と判定した領域を近似し、近似した円の直径を粒子 2 の粒径として算出する方法である。制御部 40 は、円形近似フィッティング方法に限られず、他の種々の方法で粒子 2 の粒径を計測してよい。制御部 40 は、出力部 46 によって粒子 2 の性状の計測結果を表示又は出力してもよいし、通信部 48 によって粒子 2 の性状の計測結果を他の装置へ出力してもよい。

40

#### 【0054】

以下、本実施形態における粒子 2 の粒径の算出精度が、本実施形態における粒子 2 の粒径の算出結果と篩分析によって計測した粒径との相関を表す図 11 のグラフを参照して説明される。本実施形態における粒子 2 の粒径は、ある 1 群の複数の粒子 2 が堆積した堆積物質のプロフィールデータから計測された値である。また、篩分析によって計測した粒径は、本実施形態における粒子 2 の粒径を計測した堆積物質と同じ 1 群の複数の粒子 2 の各々の粒径をまとめて篩分析で計測し、各粒子の粒径の平均値をその 1 群の粒子 2 の粒径と

50

して算出した値である。具体的に、粒子2を堆積した堆積物質を準備し、そのプロフィールデータから各粒子2の粒径が計測された。また、プロフィールデータから粒径を計測した後で、その堆積物質に含まれる粒子2の粒径が篩分析によって計測された。図11のグラフにおいて、横軸は篩分析によって計測された粒径の平均値を表す。縦軸は、本実施形態に係る情報処理方法によって計測された粒径の平均値を表す。篩分析による計測結果と本実施形態に係る情報処理方法による計測結果との間の相関係数( $R^2$ )は、0.80と算出された。篩分析の粒径は、実際の粒径に近いと考えられる。したがって、本実施形態に係る情報処理方法による計測結果は、実際の粒径に近いといえる。つまり、本実施形態に係る情報処理方法による粒子2の粒径の計測精度は高いといえる。

#### 【0055】

以上述べてきたように、本実施形態に係る情報処理装置4及び情報処理方法によれば、プロフィールデータから粒子2の特徴点を検出することによって、粒子2の輪郭が特徴点に基づいて高精度で検出され得る。また、検出した輪郭に基づいて粒子2の粒径が高精度で計測され得る。本実施形態において、粒子2の性状として粒子2の粒径が計測された。粒子2の性状として他の種々の項目が計測されてもよい。例えば、粒子2の性状として、検出した輪郭で囲まれる粒子領域におけるプロフィールデータの細かい凹凸、又は、輪郭の細かい凹凸に基づいて、粒子2の表面の気孔又は焼結孔等を含む表面形状(表面粗さ)が計測されてもよい。情報処理装置4は、粒子2の性状を計測する性状計測装置とも称される。

#### 【0056】

また、本実施形態に係る情報処理装置4及び情報処理方法によれば、動的輪郭モデルの初期輪郭が自動で高精度に設定され得る。初期輪郭が自動で高精度に設定されることによって、リアルタイムで粒子2の輪郭を検出したり性状を計測したりすることができる。

#### 【0057】

本実施形態に係る情報処理装置4及び情報処理方法は、例えば、高炉のような製造プロセスにおいて、コンベア上に堆積して運搬されている原料であるコークス、鉱石、又は焼結鉱等の性状の計測に適用できる。また、本実施形態に係る情報処理装置4及び情報処理方法は、コークス、鉱石、又は焼結鉱等よりも小粒径の原料である粉鉱石、石灰石、造粒粒子、又は石炭等の性状の計測にも適用可能である。

#### 【0058】

(他の実施形態)

粒子2のプロフィールデータはノイズを含むことがある。情報処理装置4の制御部40は、プロフィールデータから特徴点を検出する前処理として、ノイズを低減するための平滑化処理を実行してもよい。平滑化処理は、例えばローパスフィルタ又はバンドパスフィルタによって、プロフィールデータの空間周波数の高周波数成分を低減することによって実現され得る。低減する周波数の範囲が広いほど(高周波側のカットオフ周波数が低いほど)平滑化処理の度合いが高いといえる。また、平滑化処理は、所定サイズのフィルタでプロフィールデータの画素を平均化することによっても実現され得る。フィルタサイズが大きいほど平滑化処理の度合いが高いといえる。高い度合いの平滑化処理を実行することによって、プロフィールデータの凹凸の度合い(表面粗さ)が小さくなるといえる。

#### 【0059】

平滑化の度合いが低いことによって、ノイズの低減と小さい粒径の粒子2の検出とが両方とも実現され得る。平滑化の度合いが高いことによって、ノイズが低減され、大きい粒径の粒子の検出精度が高められ得る。

#### 【0060】

制御部40は、プロフィールデータを2種類の度合いで平滑化することによって、大きい粒径の粒子2の輪郭と小さい粒径の粒子2の輪郭とを別々に検出してもよい。つまり、制御部40は、2段階で粒子2の輪郭を検出してよい。具体的に、制御部40は、第1段階の処理として、高い度合いの平滑化処理を第1の平滑化処理として実行して、第1平滑化データを生成し、第1平滑化データに基づいて比較的大きい粒子2の特徴点及び輪郭を

10

20

30

40

50

検出してよい。第1平滑化データに基づいて検出される粒子2の特徴点は、第1の特徴点とも称される。第1平滑化データに基づいて検出される粒子2の輪郭は、第1の輪郭とも称される。

**【0061】**

制御部40は、第2段階の処理として、低い度合いの平滑化処理を第2の平滑化処理として実行して、第2平滑化データを生成し、第2平滑化データに基づいて比較的小さい粒子2の特徴点及び輪郭を検出してよい。第2平滑化データに基づいて検出される粒子2の特徴点は、第2の特徴点とも称される。第2平滑化データに基づいて検出される粒子2の輪郭は、第2の輪郭とも称される。このようにすることで、大きい粒子2の輪郭(第1の輪郭)の検出において、ノイズの影響が低減されやすい。また、小さい粒子2の輪郭(第2の輪郭)は、平滑化の度合いを低くすることによって検出されやすくなる。つまり、大きい粒子2の輪郭(第1の輪郭)の検出と小さい粒子2の輪郭(第2の輪郭)の検出とが両方とも実現され得る。

10

**【0062】**

制御部40は、第2段階の処理の前に、第1段階の処理で検出した大きい粒子2の輪郭(第1の輪郭)で囲まれる領域をプロフィールデータから除外したりプロフィールデータでマスクしたりしてよい。つまり、制御部40は、プロフィールデータのうち第1の輪郭で囲まれる領域を除く領域において第2の特徴点又は第2の輪郭を検出してよい。制御部40は、第2段階の処理において、第1段階の処理で検出した領域を考慮することによって、既に検出された大きい粒子2の輪郭と重複することなく、小さい粒子2の輪郭だけを

20

**【0063】**

制御部40は、上述した2段階の処理として、図12に例示されるフローチャートの手順を含む情報処理方法を実行してもよい。

**【0064】**

制御部40は、粒子2のプロフィールデータを取得する(ステップS11)。制御部40は、図3のステップS1の手順と同一又は類似に動作することによって、粒子2のプロフィールデータを取得してよい。

**【0065】**

制御部40は、プロフィールデータの第1の平滑化を実行する(ステップS12)。制御部40は、第1平滑化データで特徴点(第1の特徴点)を検出する(ステップS13)。制御部40は、特徴点(第1の特徴点)に基づいて初期輪郭を設定する(ステップS14)。制御部40は、動的輪郭モデルで初期輪郭に基づいて第1の輪郭を検出する(ステップS15)。

30

**【0066】**

制御部40は、プロフィールデータで第1の輪郭で囲まれる領域を特定する(ステップS16)。具体的に、制御部40は、第1の輪郭で囲まれる領域のデータをプロフィールデータから除外してもよいし、第1の輪郭で囲まれる領域をプロフィールデータ上でマスクとして設定してもよい。

40

**【0067】**

制御部40は、プロフィールデータの第2の平滑化を実行する(ステップS17)。制御部40は、第2平滑化データで特徴点(第2の特徴点)を検出する(ステップS18)。制御部40は、特徴点(第2の特徴点)に基づいて初期輪郭を設定する(ステップS19)。制御部40は、動的輪郭モデルで初期輪郭に基づいて第2の輪郭を検出する(ステップS20)。

**【0068】**

制御部40は、第1の輪郭と第2の輪郭との重複を確認する(ステップS21)。具体的に、制御部40は、第1の輪郭で囲まれる領域と第2の輪郭で囲まれる領域とがオーバーラップする場合、オーバーラップする領域のうち1つだけを残して他の領域を削除する

50

ように、輪郭の検出結果を修正してよい。制御部40は、各粒子の輪郭の検出結果に基づいて各粒子の性状を計測する(ステップS22)。制御部40は、ステップS22の手順の実行後、図12のフローチャートの手順の実行を終了する。

#### 【0069】

制御部40は、1つの粒子2において複数の特徴点を検出することがある。この場合、各特徴点に基づいて検出した輪郭で囲まれる粒子領域がオーバーラップし得る。制御部40は、検出した輪郭に基づいて、オーバーラップする粒子領域が存在するか判定し、判定結果に基づいて輪郭の検出結果を修正してよい。制御部40は、例えば、オーバーラップした輪郭のうち1つだけを残して他の輪郭の検出結果を削除してもよい。このようにすることで、複数頂点による1つの粒子領域の多重検出が防がれ得る。その結果、輪郭の検出精度が高められ得る。また、原料の粒子2が大きいほど、粒子2の形状が複雑になる傾向がある。粒径が大きい原料又は球体に近くない形状を有する原料の輪郭を検出する場合、個々の粒子上に複数の頂点が存在することもある。そのような原料の輪郭の検出において、上述した処理は、粒子の輪郭の検出精度の向上及び誤計測の防止に有効である。

10

#### 【0070】

また、動的輪郭モデルにおいて、評価関数の評価値(エネルギー)を最小化する輪郭位置に収束することが理想的である。しかし、対象によって輪郭位置が収束しない場合もある。輪郭位置が収束する場合、輪郭を変化させ探索させる反復計算回数を大きく設定しても、評価値(エネルギー)最小の位置の輪郭に留まり続けるので問題ない。しかしながら、輪郭位置が収束しない場合、反復計算回数を適切に設定しなければ、輪郭位置からかけ離れた結果になる。そのため、あらかじめ反復計算回数を適切に設定しておくことが望ましい。また、輪郭位置に収束しなかった場合でも、動的輪郭モデルにより抽出した輪郭は大まかな粒子存在領域を捉えている。そのため、正確に粒子輪郭を捉えるために、動的輪郭モデルにより抽出した輪郭内でエッジ検出処理が施されてよい。エッジ検出処理は、例えば不明瞭なエッジも検出しやすいキャニーフィルタ処理単体として構成されてよい。エッジ検出処理は、例えばキャニーフィルタ処理と膨張処理又は収縮処理とを組み合わせた処理として構成されてもよい。キャニーフィルタ処理単体が施されることによって1本の輪郭が抽出されない場合であっても、膨張処理又は収縮処理が施されることによって1本の輪郭につながられ得る。個々の粒子存在領域に絞った範囲でエッジ検出処理を施すことによって、複数粒子が堆積した画像又は距離データ全体へのエッジ検出処理適用では捉えられなかった不明瞭な個々の粒子の輪郭も詳細に捉えられる場合がある。

20

30

#### 【0071】

制御部40は、粒子2の輪郭を検出するステップにおいて、第1の輪郭で囲まれる領域又は前記第2の輪郭で囲まれる領域の少なくとも一方の中においてエッジ検出処理を用いて輪郭を検出してもよい。

#### 【0072】

(焼結鉍製造方法)

上述してきた情報処理装置4及び情報処理方法によって、焼結鉍の原料となる造粒粒子の輪郭が検出されてよい。また、造粒粒子の性状が計測されてよい。一般的に造粒後の造粒粒子のサイズは、大きいことが望まれるとともに、時間的に(いつ見ても)均一であることが望まれる。また、個々の粒子径が揃っていることが望まれる。しかしながら、造粒前の原料の粒子の性状のばらつき、又は、原料とともに持ち込まれる水分の影響等によって、造粒プロセスの操業上、一定の操作量を維持しているにも関わらず、造粒後の造粒粒子径が時間的にばらつくことがある。また、粒子径が所望される径よりも小さくなることもある。その結果、造粒粒子を焼結機に装入した際に通気の不安定化又は低下が生じやすくなる。通気の不安定化又は低下によって、製造される焼結鉍の品質が低下し得る。

40

#### 【0073】

造粒後の造粒粒子の焼結機への装入方法も重要である。原料装入装置の構成の概略が図13又は図14として示される。

#### 【0074】

50

図 1 3 に示されるように、原料装入装置は、サージホッパー 2 1 と、ドラムフィーダー 2 2 と、シュート 2 3 とを備える。原料装入装置は、焼結炉で焼結鉱を製造するための原料となる粒子 2 を、無端移動式のパレット 2 0 に供給して堆積させる。具体的に、サージホッパー 2 1 は、粒子 2 をドラムフィーダー 2 2 に投入する。ドラムフィーダー 2 2 は、時計回りに回転し、粒子 2 をシュート 2 3 に投入する。シュート 2 3 は、水平面に対してで表される角度で傾斜しており、ドラムフィーダー 2 2 から投入された粒子 2 を表面で滑らせてパレット 2 0 の上に投入し、パレット 2 0 に堆積させる。

【 0 0 7 5 】

パレット 2 0 は、粒子 2 を運搬方向（図 1 3 において右向き）に運搬することによって、粒子 2 が堆積した堆積物質を焼結炉に装入する。

【 0 0 7 6 】

焼結炉は、点火炉 2 4 を備える。点火炉 2 4 は、パレット 2 0 によって運搬されてきた堆積物質の表層部に着火する。堆積物質は、凝結材又は炭材等の可燃性の物質を含む。点火炉 2 4 は、堆積物質の表層部の可燃性の物質に着火する。着火した表層部は、燃焼を開始する。燃焼している部分は、燃焼部 2 5 として表される。

【 0 0 7 7 】

焼結炉は、パレット 2 0 の堆積物質の上部からパレット 2 0 の下部に向かって空気を吸引する排風機を更に備える。堆積物質がパレット 2 0 によって運搬される間に、パレット 2 0 の上部から下部に向かう空気の流れによって、燃焼部 2 5 が表層部から下部に向かって移動する。燃焼部 2 5 において発生する燃焼熱によって粒子 2 が加熱されて溶融する。燃焼部 2 5 において溶融した粒子 2 は、燃焼完了後に他の粒子 2 と結合して焼結鉱 2 6 になる。パレット 2 0 による運搬が進むほど、堆積物質の中において粒子 2 から焼結鉱 2 6 に変化した部分の層が厚くなる。燃焼部 2 5 がパレット 2 0 の下部に到達することによって、粒子 2 が全て焼結鉱 2 6 に変化する。

【 0 0 7 8 】

図 1 4 に示されるように、原料装入装置は、図 1 3 のシュート 2 3 の代わりにドラムシュート 2 7 を備えてもよい。この場合、ドラムフィーダー 2 2 は、時計回りに回転して粒子 2 をドラムシュート 2 7 に投入する。ドラムシュート 2 7 は、反時計回りに回転し、粒子 2 をパレット 2 0 の上に投入し、パレット 2 0 に堆積させる。

【 0 0 7 9 】

パレット 2 0 の上に堆積した造粒後の造粒粒子において、高さ方向の粒子径の分布が時間的に変化しないことが望まれる。しかしながら、造粒後の粒子径のバラつきに変化が生じた場合に、焼結機への装入方法を変化させなければ、パレット 2 0 の上に堆積した造粒後の造粒粒子の高さ方向の粒子径の分布が変化する。その結果、焼結機の通気の不安定化又は低下が生じやすくなる。通気の不安定化又は低下によって、製造される焼結鉱の品質が低下し得る。

【 0 0 8 0 】

本実施形態に係る情報処理装置 4 及び情報処理方法によれば、造粒粒子の粒径が把握されやすくなる。また、造粒粒子の粒径を常時把握することが可能になる。図 1 3 又は図 1 4 に例示した原料装入装置において、点火炉 2 4 で着火される前の堆積物質に含まれる粒子 2 の性状が測定装置 3 によって測定される。原料装入装置は、粒子 2 の性状の測定結果を、粒子 2 を投入する条件にフィードバックしてよい。

【 0 0 8 1 】

そして、造粒粒子を用いる製造プロセスにおいて、粒径に影響する操業因子を変更することで所望の粒径に制御し、粒径のばらつきを低減することが可能になる。さらに、焼結機への原料装入方法に関する操業因子を調整することで、焼結機のパレット 2 0 上に堆積する原料の高さ方向の粒度のバラつきの時間的な変化を一定に調節することが可能になる。言い換えれば、造粒粒子の粒径に基づいて焼結鉱の製造条件が設定され得る。具体的には、焼結鉱の製造条件として、焼結配合原料である、鉄含有原料、副原料、又は炭素含有原料の少なくとも 1 つの原料の配合比率を変更することによって、造粒後の粒子径が制御

10

20

30

40

50

され得る。また、焼結鉍の製造条件として、造粒機の回転数、滞留時間、又は添加水分のうち少なくとも1つを調整することによって、造粒後の粒子径が所望の粒径に制御され得る。さらに、焼結鉍の製造条件として、原料装入装置のドラムフィーダー22の回転数、シュート23の角度( )、又はドラムシュート27の回転数のうち、少なくとも1つを調節することで、焼結機のパレット20上に堆積する原料の高さ方向の粒度のバラツキの時間的な変化を一定に調節することが可能になる。より具体的には、造粒後の粒子径の粒度分布が広がった場合に、原料装入装置のドラムフィーダー22の回転数と、シュート23の角度( )と、を増加させ、造粒後の造粒粒子の粒子径の分布が狭まった場合に、原料装入装置のドラムフィーダー22の回転数と、シュート23の角度( )と、を減少させることで、焼結機のパレット20の上に堆積する原料の高さ方向の粒度のバラツキの時間的な変化を一定に調節することが可能になる。

10

## 【0082】

原料装入装置が図13に例示される構成を備える場合、堆積物質に含まれる粒子2の性状は、ドラムフィーダー22の回転数、又は、シュート23の角度( )の少なくとも一方に基づいて定まる。この場合、焼結鉍の製造条件を設定するステップにおいて、原料装入装置のドラムフィーダー22の回転数又はシュート23の角度( )のうち、少なくとも1の条件が調整されてよい。

## 【0083】

原料装入装置が図14に例示される構成を備える場合、堆積物質に含まれる粒子2の性状は、ドラムフィーダー22の回転数又はドラムシュート27の回転数の少なくとも一方に基づいて定まる。この場合、焼結鉍の製造条件を設定するステップにおいて、原料装入装置のドラムフィーダー22の回転数又はドラムシュート27の回転数のうち、少なくとも1の条件が調整されてよい。

20

## 【0084】

つまり、焼結鉍の製造条件を設定するステップにおいて、原料装入装置のドラムフィーダー22の回転数、シュート23の角度( )、又はドラムシュート27の回転数のうち、少なくとも1の条件が調整されてよい。

## 【0085】

焼結炉で焼結鉍を製造するための原料に含まれる粒子2の性状の計測結果において、粒子径の分布が広がった場合、ドラムフィーダー22の回転数とシュート23の角度( )とを増加させるように、原料装入装置による粒子2の投入条件が設定されてよい。逆に、粒子径の分布が狭まった場合、ドラムフィーダー22の回転数とシュート23の角度( )とを減少させるように、原料装入装置による粒子2の投入条件が設定されてよい。

30

## 【0086】

造粒後の粒子径を制御することで焼結機に装入した際に通気が安定する。さらに、造粒後の粒子の装入方法を調節することで、焼結機の通気が安定する。その結果、高品質な焼結鉍が製造され得る。

## 【0087】

本開示の実施形態について、諸図面及び実施例に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形又は改変を行うことが可能であることに注意されたい。従って、これらの変形又は改変は本開示の範囲に含まれることに留意されたい。例えば、各構成部又は各ステップなどに含まれる機能などは論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の構成部又はステップなどを1つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。本開示に係る実施形態は装置が備えるプロセッサにより実行されるプログラム又はプログラムを記録した記憶媒体としても実現し得るものである。本開示の範囲にはこれらも包含されるものと理解されたい。

40

## 【符号の説明】

## 【0088】

100 情報処理システム

1 コンベア

50

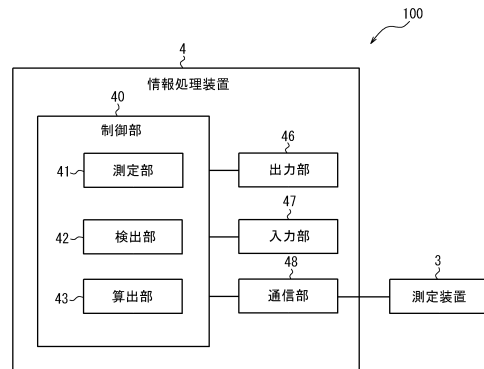
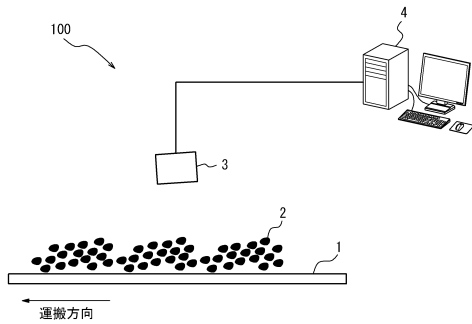
- 2 粒子 ( 2 A : 真の輪郭、 2 B : 検出した輪郭、 2 C : 検出した粒子領域 )
- 3 測定装置
- 4 情報処理装置 ( 4 0 : 制御部、 4 1 : 測定部、 4 2 : 検出部、 4 3 : 算出部、 4 6 : 出力部、 4 7 : 入力部、 4 8 : 通信部 )
- 8 プロフィールデータ
- 9 特徴点
- 1 0 初期輪郭
- 2 0 パレット
- 2 1 サージホッパー
- 2 2 ドラムフィーダー
- 2 3 シュート
- 2 4 点火炉
- 2 5 燃烧部
- 2 6 焼結鉞
- 2 7 ドラムシュート

10

【図面】

【図 1】

【図 2】



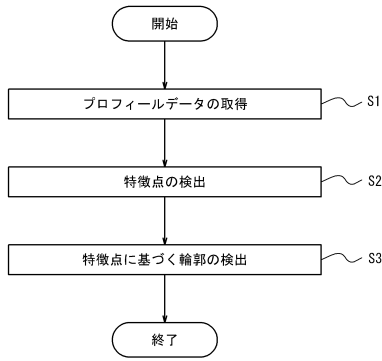
20

30

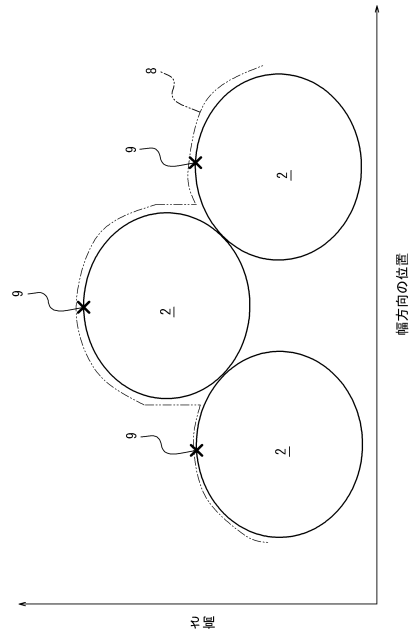
40

50

【図3】



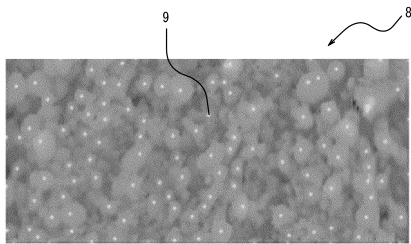
【図4】



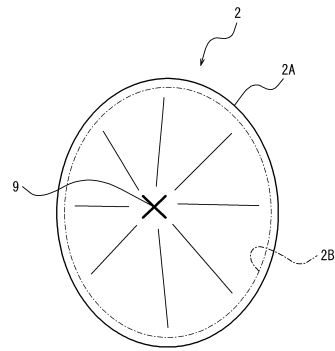
10

20

【図5】



【図6】

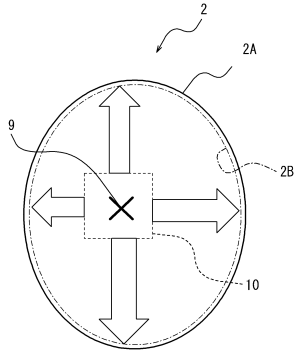


30

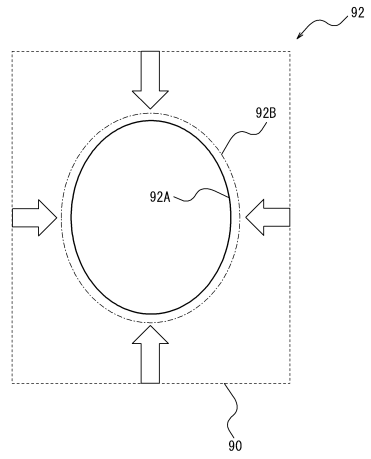
40

50

【 図 7 】



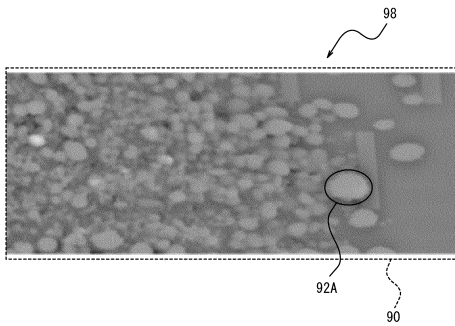
【 図 8 】



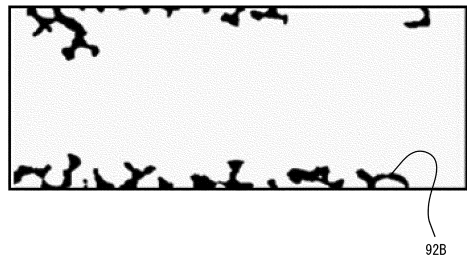
10

20

【 図 9 A 】



【 図 9 B 】

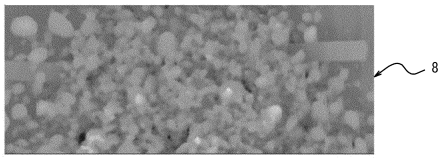


30

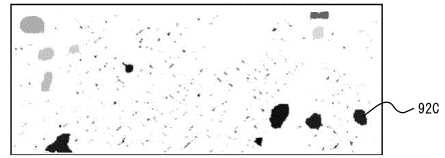
40

50

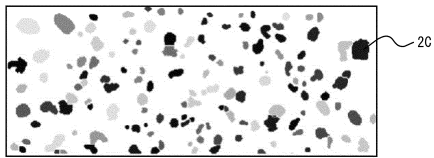
【 1 0 A】



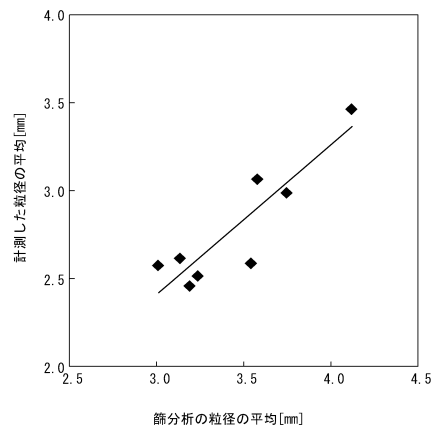
【 1 0 B】



【 1 0 C】



【 1 1】



10

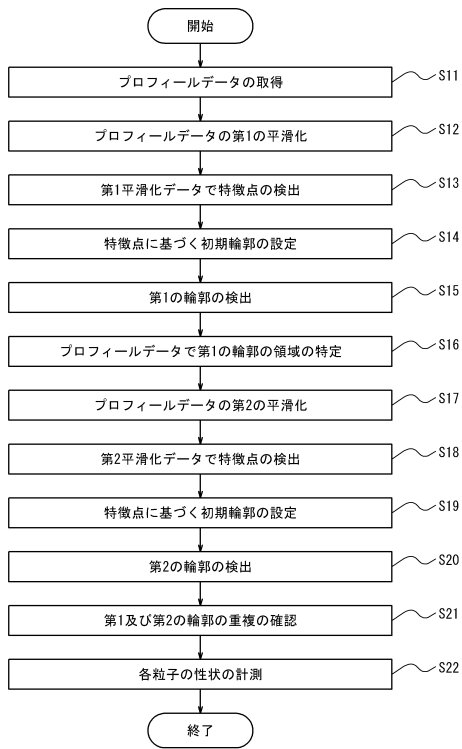
20

30

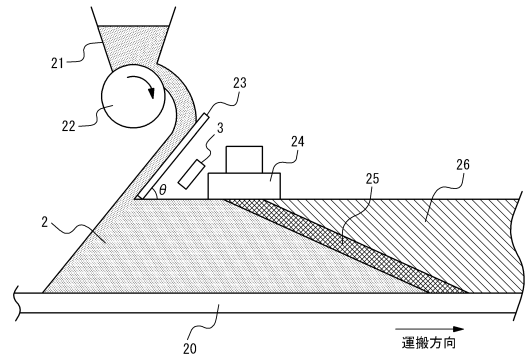
40

50

【 図 1 2 】



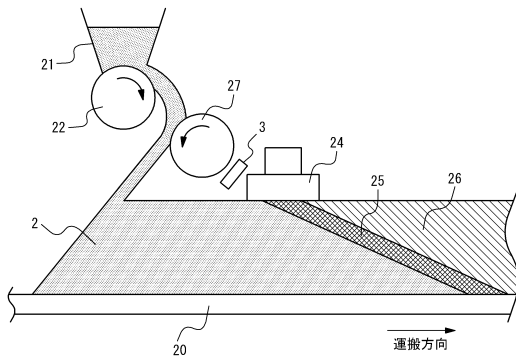
【 図 1 3 】



10

20

【 図 1 4 】



30

40

50

---

フロントページの続き

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

審査官 外川 敬之

(56)参考文献 特開2000-231640(JP,A)

特開2011-163757(JP,A)

特開平08-105691(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01N 15/0227

C22B 1/16