

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7535874号  
(P7535874)

(45)発行日 令和6年8月19日(2024.8.19)

(24)登録日 令和6年8月8日(2024.8.8)

(51)国際特許分類 F I  
 F 2 3 G 5/50 (2006.01) F 2 3 G 5/50 Q  
 G 0 1 N 21/3554(2014.01) G 0 1 N 21/3554

請求項の数 15 (全18頁)

(21)出願番号	特願2020-89568(P2020-89568)	(73)特許権者	308024395 荏原環境プラント株式会社 東京都大田区羽田旭町1 1 番 1 号
(22)出願日	令和2年5月22日(2020.5.22)	(74)代理人	230104019 弁護士 大野 聖二
(65)公開番号	特開2021-183891(P2021-183891 A)	(74)代理人	230112025 弁護士 小林 英了
(43)公開日	令和3年12月2日(2021.12.2)	(74)代理人	230117802 弁護士 大野 浩之
審査請求日	令和5年2月28日(2023.2.28)	(74)代理人	100106840 弁理士 森田 耕司
		(74)代理人	100131451 弁理士 津田 理
		(74)代理人	100167933 弁理士 松野 知紘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理装置、情報処理プログラム、および情報処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データと、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データを入力として、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルを推定して出力する推定部と、

を備えたことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記レーザー式レベルセンサは、ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度および高さを計測し、

前記推定部は、前記データ取得部により過去に取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の反射強度、または反射強度および高さの計測データと、当該領域でのごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の反射強度、または反射強度および高さの計測データを入力として、当該領域でのごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定して出力する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記推定部は、前記データ取得部により取得されたごみの表面の計測データを複数のブロックに分割し、分割されたブロック単位の計測データであって、1つのブロックに含まれる複数の点の計測データを前記学習済みモデルに入力し、当該ブロックでのごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルをブロック単位で推定して出力する、  
ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記推定部により推定されたごみの特性を示す値またはごみの質を分類するラベルに基づいて、前記ごみの攪拌または搬送を行うクレーンを制御するクレーン制御装置へ操作指示を送信する、または前記ごみの燃焼を制御する燃焼制御装置へ操作指示を送信する指示部、

10

をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記ごみの特性は、重量、密度、水分量、発熱量のうちの少なくとも1つである、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記機械学習のアルゴリズムは、最尤分類法、ボルツマンマシン、ニューラルネットワーク、サポートベクターマシン、ベイジアンネットワーク、スパース回帰、決定木、ランダムフォレストを用いた統計的推定、強化学習、ディープラーニングのうちの少なくとも1つである、

20

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の情報処理装置。

【請求項 7】

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサと、

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の情報処理装置と、  
を備えたことを特徴とするごみ処理プラント。

【請求項 8】

前記レーザー式レベルセンサは、クレーンガーダに設置されている、

ことを特徴とする請求項 7 に記載のごみ処理プラント。

30

【請求項 9】

コンピュータを、

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データと、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データを入力として、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルを推定して出力する推定部と、

40

として機能させることを特徴とする情報処理プログラム。

【請求項 10】

コンピュータが実行する情報処理方法であって、

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するステップと、

前記レーザー式レベルセンサから過去に取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データと、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記レーザー式レベルセンサから新たに取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データを入力として、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した

50

1つのラベルを推定して出力するステップと、  
を含むことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 1 1】

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサにより計測されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データに、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルを正解として関係づけて教師データを生成する教師データ生成部を備えたことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 1 2】

前記教師データ生成部により生成された教師データを機械学習することにより学習済みモデルを構築するモデル構築部  
をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

10

【請求項 1 3】

投入ホッパに投入されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データと、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データを入力として、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルを推定して出力する推定部と、  
を備えたことを特徴とする情報処理装置。

20

【請求項 1 4】

投入扉近傍に設置され、ごみ搬入車両から搬出されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データと、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得されたごみの表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データを入力として、当該領域でのごみの特性を示す1つの値またはごみの質を分類した1つのラベルを推定して出力する推定部と、  
を備えたことを特徴とする情報処理装置。

30

【請求項 1 5】

灰ピット内に貯留された焼却灰の表面に赤外線レーザーを照射して焼却灰の表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得された焼却灰の表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データと、当該領域での焼却灰の特性を示す1つの値または焼却灰の質を分類した1つのラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得された焼却灰の表面の1つの領域に含まれる複数の点の計測データを入力として、当該領域での焼却灰の特性を示す1つの値または焼却灰の質を分類した1つのラベルを推定して出力する推定部と、  
を備えたことを特徴とする情報処理装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、情報処理装置、情報処理プログラム、および情報処理方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

50

従来、廃棄物焼却施設において、特に、厨芥ごみやごみピット底部に位置し圧密されたごみ、汚泥などの水分量の多いごみは、発熱量が低い低質ごみであり、不安定燃焼の原因となっている。

【0003】

ところで、近赤外線波長域の水の吸収スペクトルには、970nm付近、1190nm付近、1450nm付近、および1940nm付近にピークが表れる。

【0004】

特許文献1では、ごみピットを撮像して水の吸収帯の分光画像と水の非吸収帯の分光画像を取得し、各分光画像の輝度値ヒストグラムの歪度の差分等を水分指標とし、ごみ表層の水分量を特定する方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2019-158256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、分光画像を用いる方法では、光量を考慮すると、赤外線カメラおよび赤外線照射装置が必要である。

【0007】

また、分光画像を用いる方法では、固定カメラで撮像するため、ごみピット内に崖や凹凸(すなわち光が当たらない部分)ができたり、画像中にクレーン等のごみ以外のものが写ったりした場合、その部分が死角となり、正確な水分量を測定できないことがある。

【0008】

本発明は、以上のような点を考慮してなされたものである。本発明の目的は、分光画像を用いる方法が有する上記課題の少なくとも1つを解決できる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の態様に係る情報処理装置は、

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得されたごみの表面の計測データと、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得されたごみの表面の計測データを入力として、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定して出力する推定部と、

を備える。

【0010】

このような態様によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサを利用するため、赤外線カメラおよび赤外線照射装置をそれぞれ用意する必要がなく、経済的である。また、赤外線照射装置が光源となって赤外線が照射される場合、ごみピット内に貯留されたごみの表面に凹凸があると光源とは逆側に影ができて死角となり、正確な水分量を測定できないことになり、影ができないようにするためにはカメラの周囲に複数の赤外線照射装置を設置する必要があるのに対し、このような態様によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサを利用するため、光源とは逆側にできる影によって死角となることがなく、ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルをより正確に推定できる。

【0011】

本発明の第2の態様に係る情報処理装置は、第1の態様に係る情報処理装置であって、

前記レーザー式レベルセンサは、ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザ

10

20

30

40

50

ーを照射してごみの表面の反射強度および高さを計測する。

【0012】

このような態様によれば、ごみの表面の反射強度および高さの両方をレーザー式レベルセンサにより同時に計測でき、ごみの表面の高さを計測するために高さ計測装置を別途設置する必要がないため、経済的である。また、ごみの表面の反射強度および高さの両方を入力として、学習済みモデルを用いて、ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定することで、より正確な推定が可能である。

【0013】

本発明の第3の態様に係る情報処理装置は、第1または2の態様に係る情報処理装置であって、

前記推定部は、前記データ取得部により取得されたごみの表面の計測データを複数のブロックに分割し、分割された計測データを前記学習済みモデルに入力し、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルをブロック単位で推定して出力する。

【0014】

本発明の第4の態様に係る情報処理装置は、第1～3のいずれかの態様に係る情報処理装置であって、

前記推定部により推定されたごみの特性を示す値またはごみの質を分類するラベルに基づいて、前記ごみの攪拌または搬送を行うクレーンを制御するクレーン制御装置へ操作指示を送信する、または前記ごみの燃焼を制御する燃焼制御装置へ操作指示を送信する指示部、

をさらに備える。

【0015】

本発明の第5の態様に係る情報処理装置は、第1～4のいずれかの態様に係る情報処理装置であって、

前記レーザー式レベルセンサは、クレーンガードに設置されている。

【0016】

このような態様によれば、センサの下方を2次元的に測定する2Dタイプのレーザー式レベルセンサであっても、クレーンの走行に合わせて都度計測を行うことで、ごみピット内の領域全体の計測が可能である。

【0017】

本発明の第6の態様に係る情報処理装置は、第1～5のいずれかの態様に係る情報処理装置であって、

前記ごみの特性は、重量、密度、水分量、発熱量のうちの少なくとも1つである。

【0018】

本発明の第7の態様に係る情報処理装置は、第1～6のいずれかの態様に係る情報処理装置であって、

前記機械学習のアルゴリズムは、最尤分類法、ボルツマンマシン、ニューラルネットワーク、サポートベクターマシン、ベイジアンネットワーク、スパース回帰、決定木、ランダムフォレストを用いた統計的推定、強化学習、ディープラーニングのうちの少なくとも1つである。

【0019】

本発明の第8の態様に係るごみ処理プラントは、

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサと、

第1～7のいずれかの態様に係る情報処理装置と、  
を備える。

【0020】

本発明の第9の態様に係る情報処理プログラムは、

コンピュータを、

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強

10

20

30

40

50

度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得されたごみの表面の計測データと、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得されたごみの表面の計測データを入力として、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定して出力する推定部と、

として機能させる。

【0021】

本発明の第10の態様に係る情報処理方法は、

コンピュータが実行する情報処理方法であって、

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するステップと、

前記レーザー式レベルセンサから過去に取得されたごみの表面の計測データと、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記レーザー式レベルセンサから新たに取得されたごみの表面の計測データを入力として、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定して出力するステップと、

を含む。

【0022】

本発明の第11の態様に係る情報処理装置は、

ごみピット内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサにより計測されたごみの表面の計測データに、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを正解として関係づけて教師データを生成する教師データ生成部を備える。

【0023】

本発明の第12の態様に係る情報処理装置は、第11の態様に係る情報処理装置であって、

前記教師データ生成部により生成された教師データを機械学習することにより学習済みモデルを構築するモデル構築部

をさらに備える。

【0024】

本発明の第13の態様に係る情報処理装置は、

投入ホッパに投入されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得されたごみの表面の計測データと、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得されたごみの表面の計測データを入力として、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定して出力する推定部と、

を備える。

【0025】

このような態様によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサを利用するため、赤外線カメラおよび赤外線照射装置をそれぞれ用意する必要がなく、経済的である。また、赤外線照射装置が光源となって赤外線が照射される場合、投入ホッパに投入されたごみの表面に凹凸があると光源とは逆側に影ができて死角となり、正確な水分量を測定できないことになり、影ができないようにするためにはカメラの周囲に複数の赤外線照射装置を設置する必要があるのに対し、このような態様によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサを利用するため、光源とは逆側にできる影によって死角となることがなく

10

20

30

40

50

、ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルをより正確に推定できる。

【0026】

本発明の第14の態様に係る情報処理装置は、

投入扉近傍に設置され、ごみ搬入車両、例えばパッカー車から搬出されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得されたごみの表面の計測データと、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得されたごみの表面の計測データを入力として、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定して出力する推定部と、

10

を備える。

【0027】

このような態様によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサを利用するため、赤外線カメラおよび赤外線照射装置をそれぞれ用意する必要がなく、経済的である。また、赤外線照射装置が光源となって赤外線が照射される場合、ごみ搬入車両（たとえばパッカー車）から搬出されたごみの表面に凹凸があると光源とは逆側に影ができて死角となり、正確な水分量を測定できないことになり、影ができないようにするためにはカメラの周囲に複数の赤外線照射装置を設置する必要があるのに対し、このような態様によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサを利用するため、光源とは逆側にできる影によって死角となることなく、ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルをより正確に推定できる。

20

【0028】

本発明の第15の態様に係る情報処理装置は、

灰ピット内に貯留された焼却灰の表面に赤外線レーザーを照射して焼却灰の表面の反射強度を計測するレーザー式レベルセンサから計測データを取得するデータ取得部と、

前記データ取得部により過去に取得された焼却灰の表面の計測データと、当該焼却灰の特性を示す値または焼却灰の質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデルを用いて、前記データ取得部により新たに取得された焼却灰の表面の計測データを

30

入力として、当該焼却灰の特性を示す値または灰の質を分類したラベルを推定して出力する推定部と、

を備える。

【0029】

このような態様によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサを利用するため、赤外線カメラおよび赤外線照射装置をそれぞれ用意する必要がなく、経済的である。また、赤外線照射装置が光源となって赤外線が照射される場合、灰ピット内に貯留された焼却灰の表面に凹凸があると光源とは逆側に影ができて死角となり、正確な水分量を測定できないことになり、影ができないようにするためにはカメラの周囲に複数の赤外線照射装置を設置する必要があるのに対し、このような態様によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサを利用するため、光源とは逆側にできる影によって死角となることなく、焼却灰の特性を示す値または焼却灰の質を分類したラベルをより正確に推定できる。

40

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、分光画像を用いる方法が有する上記課題の少なくとも1つを解決できる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】図1は、一実施の形態に係るごみ焼却プラントの構成を示す概略図である。

50

【図 2】図 2 は、一実施の形態に係る情報処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】図 3 は、一実施の形態に係る情報処理装置による情報処理方法の一例を示すフローチャートである。

【図 4】図 4 は、推定部の動作の一例を説明するための図である。

【図 5】図 5 は、一実施の形態の第 1 変形例に係るごみ焼却プラントの構成を示す概略図である。

【図 6】図 6 は、一実施の形態の第 2 変形例に係るごみ焼却プラントの構成を示す概略図である。

【図 7】図 7 は、一実施の形態の第 3 変形例に係るごみ焼却プラントの構成を示す概略図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下に、添付の図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下の説明および以下の説明で用いる図面では、同一に構成され得る部分について、同一の符号を用いるとともに、重複する説明を省略する。

【0033】

図 1 は、一実施の形態に係るごみ焼却プラント 100 の構成を示す概略図である。

【0034】

図 1 に示すように、ごみ焼却プラント 100 は、廃棄物であるごみを積載するごみ搬入車両（たとえばパッカー車）22 が停車するプラットホーム 21 と、プラットホーム 21 から投入されるごみが貯留されるごみピット 3 と、ごみピット 3 内に貯留されるごみを攪拌および搬送するクレーン 5 と、クレーン 5 により搬送されるごみが投入される投入ホッパ 4 と、投入ホッパ 4 から投入されたごみを焼却する焼却炉 1 と、焼却炉 1 内で生じる排ガスから排熱を回収する排熱ボイラ 2 と、焼却灰が貯留される灰ピット 7 とを備えている。焼却炉 1 の種類は、図 1 に示すようなストーカ炉に限られるものではなく、流動炉（流動床炉ともいう）も含まれる。また、ごみピット 3 の構造は、図 1 に示すような 1 段ピットに限られるものであなく、2 段ピットも含まれる。また、ごみ焼却プラント 100 には、クレーン 5 の動作を制御するクレーン制御装置 50 と、焼却炉 1 内での廃棄物の燃焼を制御する燃焼制御装置 20 とが設けられている。

20

【0035】

ごみ搬入車両（たとえばパッカー車）22 に積載された状態で搬入されるごみは、投入扉近傍のプラットホーム 21 からごみピット 3 内へと投入され、ごみピット 3 内にて貯留される。ごみピット 3 内に貯留されるごみは、クレーン 5 によって攪拌されるとともに、クレーン 5 によって投入ホッパ 4 へと搬送され、投入ホッパ 4 を介して焼却炉 1 内部へと投入され、焼却炉 1 内部にて焼却されて処理される。

30

【0036】

図 1 に示すように、ごみ焼却プラント 100 には、ごみピット 3 内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射して計測を行うレーザー式レベルセンサ 6 と、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定する情報処理装置 10 とが設けられている。

40

【0037】

レーザー式レベルセンサ 6 は、ごみピット 3 の上方に設置されており、ごみピット 3 内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度を計測する。レーザー式レベルセンサ 6 は、ごみピット 3 内に貯留されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度および高さ（レベル）を同時に計測してもよい。なお、本明細書において、赤外線レーザーとは、中心波長が近赤外線波長域（700～2000 nm）にあるレーザー光をいう。レーザー式レベルセンサ 6 は、照射する赤外線レーザーの中心波長が、近赤外線波長域の水の吸収スペクトルにおいてピークが表れる 970 nm 付近、1190 nm 付近、1450 nm 付近または 1940 nm 付近であるものが好ましい。レーザー式レベルセンサ 6 は、複数個設置されてもよい。

50

## 【 0 0 3 8 】

レーザー式レベルセンサ6としては、L I D A R ( L i g h t D e t e c t i o n A n d R a n g i n g ) タイプのセンサが用いられてもよい。レーザー式レベルセンサ6は、センサの下方を2次元的に測定する2Dタイプであってもよいし、センサの下方を3次元的に測定する3Dタイプであってもよい。

## 【 0 0 3 9 】

レーザー式レベルセンサ6は、図示された例ではクレーンガーダー(クレーン5を吊り下げて移動する構造体)に設置されているが、これに限定されるものではなく、ごみピット3の天井や側壁上部に設定されもよい。レーザー式レベルセンサ6がクレーンガーダー上に設置されている場合には、クレーン5の走行に合わせてごみピット3内に貯留されたごみの表面を都度計測することが可能である。

10

## 【 0 0 4 0 】

次に、ごみピット3内のごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定する情報処理装置10の構成について説明する。図2は、情報処理装置10の構成を示すブロック図である。情報処理装置10は、1つまたは複数のコンピュータによって構成されている。

## 【 0 0 4 1 】

図2に示すように、情報処理装置10は、通信部11と、制御部12と、記憶部13とを有している。各部は、バスを介して互いに通信可能に接続されている。

## 【 0 0 4 2 】

このうち通信部11は、レーザー式レベルセンサ6、クレーン制御装置50および燃焼制御装置20の各装置と情報処理装置10との間の通信インターフェースである。通信部11は、レーザー式レベルセンサ6、クレーン制御装置50および燃焼制御装置20の各装置と情報処理装置10との間で情報を送受信する。

20

## 【 0 0 4 3 】

記憶部13は、たとえばハードディスクやフラッシュメモリ等の不揮発性データストレージである。記憶部13には、制御部12が取り扱う各種データが記憶される。また、記憶部13には、後述する教師データ生成部12dにより生成された教師データ13bと、モデル構築部12eにより構築された学習済みモデル13aと、データ取得部12aにより取得された計測データ13cとが記憶される。

30

## 【 0 0 4 4 】

制御部12は、情報処理装置10の各種処理を行う制御手段である。図2に示すように、制御部12は、データ取得部12aと、推定部12bと、指示部12cと、教師データ生成部12dと、モデル構築部12eとを有している。これらの各部は、情報処理装置10内のプロセッサが所定のプログラムを実行することにより実現されてもよいし、ハードウェアで実装されてもよい。

## 【 0 0 4 5 】

データ取得部12aは、レーザー式レベルセンサ6により計測されたごみの表面の反射強度(または反射強度および高さ)を計測データ13cとして取得する。取得された計測データ13cは、記憶部13に記憶される。

40

## 【 0 0 4 6 】

教師データ生成部12dは、レーザー式レベルセンサ6により計測されたごみの表面の計測データ13c(1つの領域に含まれる複数点の計測データ)に、当該領域でのごみの特性を示す値(1つの値)またはごみの質を分類したラベル(1つのラベル)を正解として関係づけて教師データ13bを生成する。生成された教師データ13bは、記憶部13に記憶される。

## 【 0 0 4 7 】

ここで、ごみの特性とは、たとえば、ごみの重量、密度、水分量、発熱量のうちの少なくとも1つであってもよい。ごみの特性を示す値のうち、たとえば、重量および密度は、レーザー式レベルセンサ6によって計測されたごみを投入ホッパ4へ投入した際のごみ焼

50

却プラント100の運転履歴に基づいて特定され得る。水分量および発熱量は、レーザー式レベルセンサ6によって計測されたごみを投入ホッパ4へ投入してから燃焼状態に影響が出るタイムラグを考慮した時刻におけるごみ焼却プラント100の運転履歴に基づいて特定され得る。投入ホッパ4へ投入してから燃焼状態に影響が出るまでのタイムラグは、実験またはシミュレーション、運転員の経験値に基づいて適宜決定されてもよい。

【0048】

ごみの質を分類したラベルとは、たとえば、普通ごみ、高質ごみ（すなわち高カロリーごみ）、低質ごみ（すなわち低カロリーごみ）の3段階に分類したラベルであってもよいし、2段階、または4段階以上に分類したラベルであってもよい。ごみの質を分類したラベルは、レーザー式レベルセンサ6による計測が行われた時刻と同じ時刻に撮像されたごみの表面の撮像画像を運転員が目視で確認して経験則に基づいて特定され得る。

10

【0049】

教師データ生成部12dは、ごみピット3内に貯留されたごみの表面を複数のブロックに分割し、ブロック単位の計測データ13c（ブロックに含まれる複数点の計測データ）に、当該ブロックのごみの特性を示す値（1つの値）またはごみの質を分類したラベル（1つのラベル）を正解として関係づけて、ブロック単位の教師データ13bを生成してもよい。

【0050】

モデル構築部12eは、教師データ生成部に12dより生成された教師データ13bを機械学習することにより学習済みモデル13aを構築する。モデル構築部12eは、教師データ生成部に12dより生成されたブロック単位の教師データ13bを機械学習することにより学習済みモデル13aを構築してもよい。構築された学習済みモデル13a（プログラム構造において学習済みモデル13aを実現するための学習済みパラメータ）は、記憶部13に記憶される。

20

【0051】

機械学習のアルゴリズムは、最尤分類法、ボルツマンマシン、ニューラルネットワーク、サポートベクターマシン、ベイジアンネットワーク、スパース回帰、決定木、ランダムフォレストを用いた統計的推定、強化学習、ディープラーニングのうち少なくとも一つであってもよい。

【0052】

モデル構築の具体的な方法について説明する。すなわち、モデル構築部12eは、ブロック単位の教師データ13bのうち、ブロックに含まれる複数点（たとえば $5 \times 4 = 20$ 点）の計測データ13cを入力値、当該ブロックに対応するごみの特性を示す値（1つの値）またはごみの質を分類したラベル（1つのラベル）を出力値として、入力値と出力値の関係性を、上述した機械学習のアルゴリズムによって機械学習することで、入力値と出力値を関係づけるパラメータを求める。

30

【0053】

たとえば、機械学習のアルゴリズムとして、ディープラーニング手法の一つである畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いる場合、モデル構築部12eは、当該ブロックの教師データ13bに含まれる複数の計測データ13cを畳み込みニューラルネットワークの入力値とし、当該ブロックに対応するごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを出力値として、入力値と出力値の関係性を勾配降下法や誤差逆伝播法などの手法により機械学習し、ネットワークの各ノードのパラメータを最適化することで、入力値と出力値を関係づけるパラメータ、すなわち学習済みパラメータとしてのモデル13aを得ることができる。

40

【0054】

図4は、推定部12bの動作の一例を説明するための図である。図4に示すように、推定部12bは、データ取得部12aにより新たに取得されたごみの表面の計測データ（1つの領域に含まれる複数点の計測データ）を入力として、学習済みモデル13aを用いて、当該領域でのごみの特性を示す値（1つの値）またはごみの質を分類したラベル（1つ

50

のラベル)を推定して出力する。

【0055】

図4に示すように、推定部12bは、データ取得部12aにより取得されたごみの表面の計測データを複数(図示された例では $3 \times 3 = 9$ )のブロックに分割し、分割されたブロック単位の計測データ(図示された例では1つのブロックに含まれる $5 \times 4 = 20$ 点の計測データ)を、ブロック単位の教師データ13bを機械学習することにより構築された学習済みモデル13aに入力し、当該ブロックのごみの特性を示す値(1つの値)またはごみの質を分類したラベル(1つのラベル)をブロック単位で推定して出力してもよい。たとえば、推定部12bは、 $3 \times 3 = 9$ つのブロックに分割する場合には、ブロックごとに1つの推定値(ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベル)を得ることで、最終的に9つのブロックのそれぞれに対応する9つの推定値を得てもよい。推定部12bは、ごみピット3内を分割した各ブロックとごみピット3の番地割とを紐づけて番地ごとにごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定して出力してもよい。

10

【0056】

指示部12cは、推定部12bにより推定されたごみの特性を示す値またはごみの質を分類するラベルに基づいて、ごみの攪拌または搬送を行うクレーン5を制御するクレーン制御装置50へ操作指示を送信する、またはごみの燃焼を制御する燃焼制御装置20へ操作指示を送信する。

【0057】

具体的には、たとえば、指示部12cは、推定部12bによりブロック単位で推定されたごみの特性を示す値またはごみの質を分類するラベルに基づいて、ごみピット3内に貯留されたごみの特性またはごみの質が各ブロックで均一になるように、または今回焼却炉1へ投入する予定のごみの特性またはごみの質が前回焼却炉1へ投入されたごみの特性またはごみの質と近くなるように、クレーン制御装置50へ操作指示を送信してもよい。

20

【0058】

または、指示部12cは、推定部12bによりブロック単位で推定されたごみの特性を示す値またはごみの質を分類するラベルに基づいて、クレーン5によって掴まれてごみピット3から投入ホッパ4へと一緒に搬送されるごみの特性またはごみの質を把握し、投入ホッパ4を介して焼却炉1内へと一緒に投入されるごみの特性またはごみの質に応じてごみの燃焼を制御(たとえば、燃焼温度の上げ下げ、燃焼時間の増減、空気量の増減、ごみ送り量の増減、薬剤噴霧量の増減)するように、燃焼制御装置20へ操作指示を送信してもよい。このとき、焼却炉1へ投入してから燃焼状態に影響が出るまでのタイムラグは、実験またはシミュレーション、運転員の経験値に基づいて適宜決定されてもよい。

30

【0059】

次に、このような構成からなる情報処理装置10による情報処理方法の一例について説明する。図3は、情報処理方法の一例を示すフローチャートである。

【0060】

図3に示すように、まず、教師データ生成部12dが、レーザー式レベルセンサ6により過去に計測されたごみの表面の計測データ13cに、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを正解として関係づけて教師データ13bを生成する(ステップS11)。生成された教師データ13bは、記憶部13に記憶される。

40

【0061】

次に、モデル構築部12eが、教師データ生成部に12dより生成された教師データ13bを機械学習することにより学習済みモデル13aを構築する(ステップS12)。構築された学習済みモデル13a(プログラム構造において学習済みモデル13aを実現するための学習済みパラメータ)は、記憶部13に記憶される。

【0062】

次に、データ取得部12aが、レーザー式レベルセンサ6により新たに計測されたごみの表面の反射強度(または反射強度および高さ)を計測データ13cとして取得する(ステップS13)。取得された計測データ13cは、記憶部13に記憶される。

50

## 【 0 0 6 3 】

次に、推定部 1 2 b が、データ取得部 1 2 a により取得されたごみの表面の計測データを複数のブロックに分割し、分割されたブロック単位の計測データを学習済みモデル 1 3 a に入力し、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルをブロック単位で推定して出力する（ステップ S 1 4）。

## 【 0 0 6 4 】

次に、指示部 1 2 c が、推定部 1 2 b によりブロック単位で推定されたごみの特性を示す値またはごみの質を分類するラベルに基づいて、クレーン制御装置 5 0 または燃焼制御装置 2 0 へ操作指示を送信する（ステップ S 1 5）。

## 【 0 0 6 5 】

ところで、発明が解決しようとする課題の欄でも言及したように、分光画像を用いる方法では、光量を考慮すると、赤外線カメラおよび赤外線照射装置が必要である。また、分光画像を用いる方法では、固定カメラで撮像するため、ごみピット内に崖や凹凸（すなわち光が当たらない部分）ができたり、画像中にクレーン等のごみ以外のものが写ったりした場合、その部分が死角となり、正確な水分量を測定できないことがある。

## 【 0 0 6 6 】

これに対して、本実施の形態によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサ 6 を利用するため、赤外線カメラおよび赤外線照射装置をそれぞれ用意する必要がなく、経済的である。また、赤外線照射装置が光源となって赤外線が照射される場合、ごみピット 3 内に貯留されたごみの表面に凹凸があると光源とは逆側に影ができて死角となり、正確な水分量を測定できないことになり、影ができないようにするためにはカメラの周囲に複数の赤外線照射装置を設置する必要があるのに対し、このような態様によれば、自らが光源となって照射した赤外線レーザーを直接する計測するレーザー式レベルセンサ 6 を利用するため、光源とは逆側にできる影によって死角となることなく、ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルをより正確に推定できる。

## 【 0 0 6 7 】

また、本実施の形態によれば、ごみの表面の反射強度および高さの両方をレーザー式レベルセンサ 6 により同時に計測でき、ごみの表面の高さを計測するために高さ計測装置を別途設置する必要がないため、経済的である。また、ごみの表面の反射強度および高さの両方を入力として、学習済みモデル 1 3 a を用いて、ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定することで、より正確な推定が可能である。

## 【 0 0 6 8 】

また、本実施の形態によれば、レーザー式レベルセンサ 6 は、クレーンガードに設置されているため、センサの下方を 2 次元的に測定する 2 D タイプのレーザー式レベルセンサであっても、クレーン 5 の走行に合わせて都度計測を行うことで、ごみピット 3 内の領域全体の計測が可能である。

## 【 0 0 6 9 】

なお、上述した実施の形態に対して様々な変更を加えることが可能である。以下、上述した実施の形態の変形例について説明する。

## 【 0 0 7 0 】

図 5 は、第 1 変形例に係るごみ焼却プラント 1 0 0 の構成を示す概略図である。図 5 に示す例では、レーザー式レベルセンサ 6 1 が、投入ホッパ 4 の上方に設置されており、投入ホッパ 4 に投入されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度（または反射強度および高さ）を計測する。

## 【 0 0 7 1 】

情報処理装置 1 0 のデータ取得部 1 2 a は、投入ホッパ 4 に投入されたごみの表面の計測データをレーザー式レベルセンサ 6 1 から取得する。推定部 1 2 b は、データ取得部 1 2 a により過去に取得されたごみの表面の計測データと、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデル 1 3 a を用いて

10

20

30

40

50

、データ取得部 1 2 a により新たに取得されたごみの表面の計測データを入力として、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定して出力する。指示部 1 2 c は、推定部 1 2 b により推定されたごみの特性を示す値またはごみの質を分類するラベルに基づいて、燃烧制御装置 2 0 へ操作指示を送信する。これにより、燃烧制御を高度化することが可能となる。

【 0 0 7 2 】

図 6 は、第 2 変形例に係るごみ焼却プラント 1 0 0 の構成を示す概略図である。図 6 に示す例では、レーザー式レベルセンサ 6 2 が、投入扉近傍に設置されており、ごみ搬入車両（たとえばパッカー車） 2 2 から搬出されたごみの表面に赤外線レーザーを照射してごみの表面の反射強度（または反射強度および高さ）を計測する。

10

【 0 0 7 3 】

情報処理装置 1 0 のデータ取得部 1 2 a は、ごみ搬入車両（たとえばパッカー車） 2 2 から搬出されたごみの表面の計測データをレーザー式レベルセンサ 6 2 から取得する。推定部 1 2 b は、データ取得部 1 2 a により過去に取得されたごみの表面の計測データと、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデル 1 3 a を用いて、データ取得部 1 2 a により新たに取得されたごみの表面の計測データを入力として、当該ごみの特性を示す値またはごみの質を分類したラベルを推定して出力する。指示部 1 2 c は、推定部 1 2 b により推定されたごみの特性を示す値またはごみの質を分類するラベルに基づいて、クレーン制御装置 5 0 へ操作指示を送信する。これにより、ごみピット 3 におけるピットワークを高度化することが可能となる。また、ごみの質（すなわち水分量など）に応じた処理委託費の精算に活用することも可能である。

20

【 0 0 7 4 】

図 7 は、第 3 変形例に係るごみ焼却プラント 1 0 0 の構成を示す概略図である。図 7 に示す例では、レーザー式レベルセンサ 6 3 が、灰ピット 7 の上方に設置されており、灰ピット 7 内に貯留された焼却灰の表面に赤外線レーザーを照射して焼却灰の表面の反射強度（または反射強度および高さ）を計測する。

【 0 0 7 5 】

情報処理装置 1 0 のデータ取得部 1 2 a は、灰ピット 7 内に貯留された焼却灰の表面の計測データをレーザー式レベルセンサ 6 3 から取得する。推定部 1 2 b は、データ取得部 1 2 a により過去に取得された焼却灰の表面の計測データと、当該焼却灰の特性を示す値または焼却灰の質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデル 1 3 a を用いて、データ取得部 1 2 a により新たに取得された焼却灰の表面の計測データを入力として、当該焼却灰の特性を示す値または焼却灰の質を分類したラベルを推定して出力する。指示部 1 2 c は、推定部 1 2 b により推定された焼却灰の特性を示す値または焼却灰の質を分類するラベルに基づいて、灰ピット 7 に設置された不図示の灰搬送用クレーン制御装置へ操作指示を送信する。これにより、灰ピット 7 におけるピットワークを高度化することが可能となる。指示部 1 2 c は、推定部 1 2 b により推定された焼却灰の特性を示す値または焼却灰の質を分類するラベルに基づいて、不図示の灰押出装置あるいは灰搬出装置における水の噴霧量を制御してもよい。

30

40

【 0 0 7 6 】

ここで、焼却灰の特性を示す値とは、たとえば、含水率（水分量）であってもよい。また、焼却灰の質を分類するラベルとは、たとえば、高含水、低含水の 2 段階に分類したラベルであってもよいし、3 段階以上に分類したラベルであってもよい。

【 0 0 7 7 】

なお、上述した実施の形態および変形例では、ごみ焼却プラントにレーザー式レベルセンサを設置した態様について説明したが、ごみ焼却プラントだけでなく、例えば木質バイオマス発電所の燃料貯留設備の天井にレーザー式レベルセンサを設置して、当該レーザー式レベルセンサの計測データに基づいて、どの部分の燃料が湿っているか乾いているかを見分けて、投入する燃料を選択するように情報処理装置を構成してもよい。

50

## 【 0 0 7 8 】

すなわち、レーザー式レベルセンサが、木質バイオマス発電所の燃料貯留設備の天井に設置されており、燃料貯留設備内に貯留された燃料の表面に赤外線レーザーを照射して燃料の表面の反射強度（または反射強度および高さ）を計測する。

## 【 0 0 7 9 】

情報処理装置 10 のデータ取得部 12 a は、燃料貯留設備内に貯留された燃料の表面の計測データをレーザー式レベルセンサから取得する。推定部 12 b は、データ取得部 12 a により過去に取得された燃料の表面の計測データと、当該燃料の特性を示す値または燃料の質を分類したラベルとの関係性を機械学習している学習済みモデル 13 a を用いて、データ取得部 12 a により新たに取得された燃料の表面の計測データを入力として、当該燃料の特性を示す値または燃料の質を分類したラベルを推定して出力する。指示部 12 c は、推定部 12 b により推定された燃料の特性を示す値または焼却灰の質を分類するラベルに基づいて、燃料貯留設備に設置された不図示の燃料搬送手段へ、どの部分の燃料を投入すべきかについての操作指示を送信する。

10

## 【 0 0 8 0 】

なお、上述した実施の形態および変形例において、制御部 12 の処理の一部は、情報処理装置 10 ではなく、情報処理装置 10 とは別のクラウドサーバ上で行われてもよい。記憶部 13 の一部は、情報処理装置 10 ではなく、情報処理装置 10 とは別のクラウドサーバ上にあってもよい。

## 【 0 0 8 1 】

たとえば、教師データ生成部 12 d の処理がクラウドサーバ上で実行され、教師データ 13 b が生成されてもよいし、モデル構築部 12 e の処理がクラウドサーバ上で実行され、学習済みモデル 13 a が構築されてもよい。また、クラウドサーバ上で構築された学習済みモデル 13 a を利用して推定部 12 b の処理がクラウドサーバ上で実行されてもよいし、上記学習済みモデル 13 a（学習済みパラメータ）を情報処理装置 10 がクラウドサーバからダウンロードし、これを情報処理装置 10 内で利用して推定部 12 b の処理が実行されてもよい。

20

## 【 0 0 8 2 】

制御部 12 は、推定部 12 b の推定結果を定期的にモニタリングし、学習済みモデル 13 a のモデル見直し及び更新の要否を判断してもよい。

30

## 【 0 0 8 3 】

たとえば、制御部 12 は、エッジサーバーを用いて推定部 12 b の推定結果の正常・異常判定を行い、異常が検出された場合、当該計測データ及び推定結果が、焼却炉 1 の運営において問題があるか判断する。運営上問題があると判断された場合、教師データ生成部 12 d が、異常検出された計測データに対して熟練運転員により再度付与されたごみの質を分類したラベルに基づいて、新しく教師データ 13 b を用意し、モデル構築部 12 e が、新しく用意された教師データ 13 b を学習して学習済みモデル 13 a を生成する。

## 【 0 0 8 4 】

以上、実施の形態および変形例を例示により説明したが、本発明の範囲はこれらに限定されるものではなく、請求項に記載された範囲内において目的に応じて変更・変形することが可能である。また、各実施の形態および変形例は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

40

## 【 0 0 8 5 】

また、本実施の形態に係る情報処理装置 10 は 1 つまたは複数のコンピュータによって構成され得るが、1 つまたは複数のコンピュータに情報処理装置 10 を実現させるためのプログラム及び当該プログラムを非一時的に記録した記録媒体も、本件の保護対象である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 8 6 】

- 1 焼却炉
- 2 燃焼装置

50

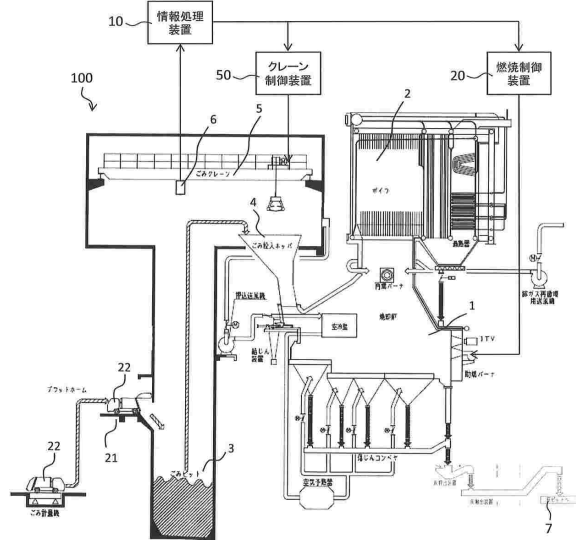
- 3 ごみピット
- 4 投入ホッパ
- 5 クレーン
- 6、6 1 ~ 6 3 レーザー式レベルセンサ
- 7 灰ピット
- 1 0 情報処理装置
- 1 1 通信部
- 1 2 制御部
- 1 2 a データ取得部
- 1 2 b 推定部
- 1 2 c 指示部
- 1 2 d 教師データ生成部
- 1 2 e モデル構築部
- 1 3 記憶部
- 1 3 a 学習済みモデル
- 1 3 b 教師データ
- 1 3 c 計測データ
- 2 0 燃焼制御装置
- 2 1 プラットホーム
- 2 2 ごみ搬入車両
- 5 0 クレーン制御装置
- 1 0 0 ごみ焼却プラント

10

20

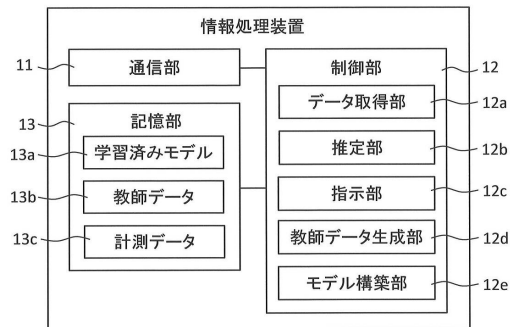
【図面】

【図 1】



【図 2】

10



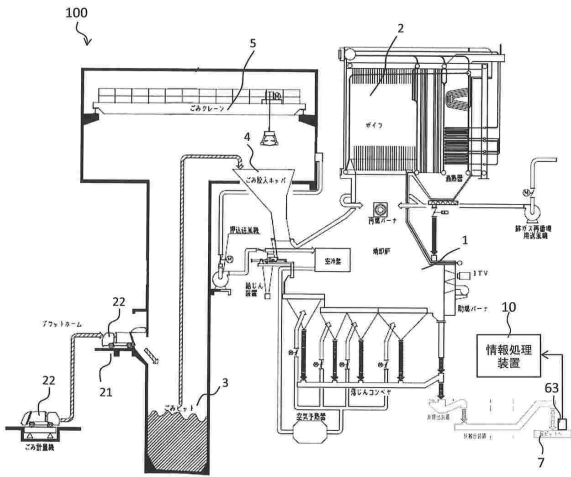
30

40

50



【図7】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (74)代理人 100174137  
弁理士 酒谷 誠一
- (74)代理人 100184181  
弁理士 野本 裕史
- (72)発明者 松岡 慶  
東京都大田区羽田旭町11番1号 荏原環境プラント株式会社内
- (72)発明者 町田 隼也  
東京都大田区羽田旭町11番1号 荏原環境プラント株式会社内
- 審査官 大谷 光司
- (56)参考文献 国際公開第2019/026551(WO, A1)  
特開2006-046680(JP, A)  
特開2019-148409(JP, A)  
特開2008-064361(JP, A)  
欧州特許出願公開第01048900(EP, A1)  
特開2017-180964(JP, A)  
特開平09-178141(JP, A)  
国際公開第2020/040110(WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
F23G 5/50  
G01N 21/3554