

(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
2021年4月22日(22.04.2021)



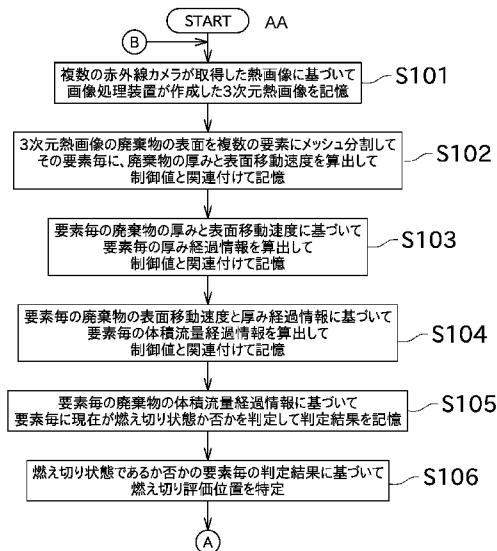
(10) 国際公開番号

WO 2021/075484 A1

- (51) 国際特許分類:
F23G 5/50 (2006.01) *F23M 11/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/038873
- (22) 国際出願日: 2020年10月15日(15.10.2020)
- (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 2019-190890 2019年10月18日(18.10.2019) JP
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 下川達之(SHIMOKAWA, Tatsuyuki).
- (74) 代理人: 桂川直己(KATSURAGAWA, Naoki); 〒5300012 大阪府大阪市北区芝田2-2-17 和光ビル 桂川国際特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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, 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.

(54) Title: COMBUSTION STATE EVALUATION METHOD AND COMBUSTION CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 燃烧状況評価方法及び燃烧制御方法



- S101 Store three-dimensional thermal image created by image processing device on basis of thermal images acquired by plurality of infrared cameras
- S102 Carry out mesh division of surface of waste in three-dimensional thermal image into plurality of elements, calculate thickness and surface movement speed of waste for each element, and store in association with control value
- S103 Calculate thickness progression information for each element on basis of thickness and surface movement speed of waste for each element, and store in association with control value
- S104 Calculate volumetric flow rate progression information for each element on basis of surface movement speed of waste and thickness progression information for each element, and store in association with control value
- S105 Determine whether burnout state currently exists for each element on basis of volumetric flow rate progression information of waste for each element, and store determination result
- S106 Identify burnout evaluation position on basis of determination result for each element regarding whether burnout state exists
- AA Start

(57) Abstract: A combustion state evaluation method that includes: a creation step, a division step, a first calculation step, a second calculation step, a third calculation step, a determination step, and an evaluation step. In the creation step, waste accumulated in at least a combustion section is observed, and a three-dimensional thermal image is created. In the division step, the waste in the three-dimensional thermal image is mesh-divided into a plurality of elements. In the first calculation step, the thickness of the waste and the surface movement speed of the waste are calculated for each element. In the second calculation step, thickness progression information is calculated for each element. In the third calculation step, volumetric flow rate progression information is calculated for each element.

(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))

(57) 要約: 燃焼状況評価方法は、作成工程と、分割工程と、第1算出工程と、第2算出工程と、第3算出工程と、判定工程と、評価工程と、を含む。作成工程では、少なくとも燃焼部に堆積した廃棄物を観測して、3次元熱画像を作成する。分割工程では、3次元熱画像の廃棄物を複数の要素にメッシュ分割する。第1算出工程では、廃棄物の厚み、及び、廃棄物の表面移動速度を要素毎に算出する。第2算出工程では、厚み経過情報を要素毎に算出する。第3算出工程では、体積流量経過情報を要素毎に算出する。

明 細 書

発明の名称： 燃焼状況評価方法及び燃焼制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、主として、火格子により廃棄物を搬送しながら焼却する火格子式の焼却炉において、安定な燃焼を適切に維持するために燃焼状況を評価する方法に関する。

背景技術

[0002] 焼却炉には、多種多様な廃棄物が投入されるため、投入された廃棄物の性状が変化した場合であっても、安定な燃焼を適切に維持できることが重要となる。また、火格子式の焼却炉では、廃棄物を乾燥させる乾燥部と、廃棄物を火炎燃焼させる燃焼部と、廃棄物を後燃焼（オキ燃焼）させる後燃焼部と、に区分されている。安定な燃焼を適切に維持する燃焼制御を行うためには、燃焼状況を適切に評価する値を得ることが重要となる。特許文献1から8には、燃焼部に関する情報を取得して制御する方法が開示されている。

[0003] 特許文献1の方法では、焼却炉の壁部に設けた2つの撮像手段により、火炎の可視画像と、火格子上の廃棄物の赤外線画像（熱画像）を取得し、この可視画像と熱画像とを燃焼制御のために用いる。特許文献2の方法では、2台のテレビカメラを用いて焼却炉内を撮影して可視画像を取得し、これらの画像に基づいて立体画像を作成し、この立体画像を燃焼制御のために用いる。特許文献3から5の方法では、1又は複数の熱画像撮像部により、火格子上の廃棄物の熱画像を撮像し、1又は複数の熱画像を燃焼制御のために用いる。特に、特許文献3及び4では、火炎の影響を除外するために、特定の波長の赤外線を検出する熱画像撮像部を用いることが記載されている。特許文献6の方法では、レーダ装置を用いて火格子上の燃料の3次元分布を取得するとともに、赤外線カメラを用いて火格子上の燃料の温度分布を取得し、これらの情報を燃焼制御のために用いる。特許文献7の方法では、火炎の波長を除去する光学フィルタを有しているステレオカメラを用いて火格子上の廃

棄物の高さを取得して燃え切り位置を推定し、燃え切り位置を燃焼制御のために用いる。特許文献8の方法では、炉内を移動するごみの熱画像を炎越しに連続的に撮像し、熱画像データからごみの炉本体の両側の内壁面との境界線を検出することで、撮影領域におけるごみの推定体積を算出し、ごみの推定体積を燃焼制御に用いる。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開平10-54532号公報
特許文献2：特開平5-118524号公報
特許文献3：特関2017-187228号公報
特許文献4：特開2018-21686号公報
特許文献5：特開2017-116252号公報
特許文献6：特開平8-35630号公報
特許文献7：特開2018-155411号公報
特許文献8：特許6472035号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 特許文献1及び2のように可視画像を用いる場合、燃焼部で発生している火炎が邪魔となり、火格子上の廃棄物の形状及び動きを十分に取得できない。そもそも、特許文献2は、異常燃焼の位置を検出するために画像を取得し立体画像を作成しており、火格子上の廃棄物を検出対象としていない。特許文献3から5は、1又は複数の廃棄物の熱画像をそのまま用いるため、廃棄物の詳細な形状及びその動きを十分に取得できない。また、特許文献6のように火格子上の燃料をレーダで検出する場合、高温環境かつ火炎が存在する状況において、廃棄物で反射された電磁波を検出するため、レーダ自体のコストが高くなる。また、特許文献6では、赤外線カメラは、燃料の形状ではなく温度分布を取得するために用いられている。特許文献7では

、廃棄物高さ情報を用いて燃え切り位置を推定しているが、廃棄物の性状に応じて廃棄物の高さだけでなく廃棄物の送り速度も変化するため、廃棄物高さのみからでは、燃焼状況を適切に評価できないことがある。特許文献8では、ごみの推定体積の算出に使用する情報として、ごみの炉本体の両側の内壁面との境界線のみを使用するため、炉幅方向のごみ高さの違いが考慮されない。その結果、ごみの推定体積の精度が低くなるため、燃焼制御の指標とするためには、誤差が大き過ぎる可能性がある。

[0006] 本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その主要な目的は、火格子式の焼却炉内の燃焼状況を適切に評価する値を得るための方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段とその効果を説明する。

[0008] 本発明の観点によれば、以下の燃焼状況評価方法が提供される。即ち、この燃焼状況評価方法は、乾燥部と燃焼部と後燃焼部とに区分されており、廃棄物が堆積した状態で間欠的に動作することで当該廃棄物を搬送する火格子を備える焼却炉に対して行われる。この燃焼状況評価方法は、作成工程と、分割工程と、第1算出工程と、第2算出工程と、第3算出工程と、判定工程と、評価工程と、を含む。前記作成工程では、複数の赤外線カメラを用いて、火炎が放射しない波長の光を選択的に透過させるフィルタを介して、少なくとも前記燃焼部に堆積した前記廃棄物を観測して、視点が異なる複数の熱画像を取得し、当該複数の熱画像に基づいて、3次元熱画像を作成する。前記分割工程では、前記3次元熱画像の前記廃棄物を複数の要素にメッシュ分割する。前記第1算出工程では、前記3次元熱画像に基づいて、前記廃棄物の厚み、及び、前記廃棄物の表面移動速度を前記要素毎に算出する。前記第2算出工程では、前記第1算出工程の算出結果に基づいて、前記要素に位置する前記廃棄物が当該要素に位置するまでに厚みが時系列でどのように変化したかを示す厚み経過情報を、前記要素毎に算出する。前記第3算出工程で

は、前記第1算出工程及び前記第2算出工程の算出結果に基づいて、前記要素に位置する前記廃棄物が当該要素に位置するまでに体積流量が時系列でどのように変化したかを示す体積流量経過情報を、前記要素毎に算出する。

[0009] これにより、廃棄物の体積流量経過情報は、例えば燃焼部にある廃棄物の熱分解の進行状況を示すものであるため、燃焼状況を評価するための指標となる。更に、廃棄物をメッシュ分割して評価することで、体積流量の変化が平均化されにくいため、体積流量の変化傾向を適切に把握することができる。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、火格子式の焼却炉内の燃焼状況を適切に評価する値を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の方法を行う対象の焼却炉を含む廃棄物焼却設備の概略構成図。

[図2]焼却炉の機能ブロック図。

[図3]赤外線カメラの取付位置を示す焼却炉の立体模式図。

[図4]燃焼を安定させるために制御装置が行う制御の一部を示すフローチャート。

[図5]燃焼を安定させるために制御装置が行う制御の残りを示すフローチャート。

[図6]廃棄物の厚み、表面移動速度、及びメッシュ分割を示す斜視図。

[図7]厚み経過情報について説明する図。

[図8]体積流量経過情報について説明する図。

[図9]燃え切り状態の判定結果と燃え切り評価位置について説明する平面模式図。

[図10]燃え切り位置が上流側に移動したときの様子を示す廃棄物焼却設備の概略構成図。

[図11]燃え切り位置が下流側に移動したときの様子を示す廃棄物焼却設備の概略構成図。

発明を実施するための形態

- [0012] <廃棄物焼却設備の全体構成>初めに、図1を参照して、本実施形態の焼却炉（廃棄物焼却炉）10を含む廃棄物焼却設備（廃棄物焼却施設）100について説明する。図1は、本発明の方法を行う対象の焼却炉10を含む廃棄物焼却設備100の概略構成図である。なお、以下の説明では、単に上流、下流と記載したときは、廃棄物、燃焼ガス、排ガス、一次空気、二次空気、循環排ガス等が流れる方向の上流及び下流を意味するものとする。
- [0013] 図1に示すように、廃棄物焼却設備100は、焼却炉10と、ボイラ30と、蒸気タービン発電設備35と、を備える。焼却炉10は、供給された廃棄物を焼却する。なお、焼却炉10の詳細な構成は後述する。
- [0014] ボイラ30は、廃棄物の燃焼によって発生した熱を利用して蒸気を生成する。ボイラ30は、流路壁に設けられた多数の水管31及び過熱器管32で、炉内で発生した高温の燃焼ガスと水との熱交換を行うことにより蒸気（過熱蒸気）を生成する。水管31及び過熱器管32で生成された蒸気は、蒸気タービン発電設備35へ供給される。
- [0015] 蒸気タービン発電設備35は、図略のタービン及び発電装置を含んで構成されている。タービンは、水管31及び過熱器管32から供給された蒸気によって回転駆動される。発電装置は、タービンの回転駆動力を用いて発電を行う。
- [0016] ここで、安定した発電を行うには、ボイラ30での蒸気（過熱蒸気）の生成量を安定化させることが必要である。ボイラ30での蒸気（過熱蒸気）の生成量を安定化させるためには、ボイラ30への入熱を安定させる必要がある。つまり、発電量を一定に保つには、焼却炉10からボイラ30へ供給される燃焼ガスの保有熱量を安定させて、ボイラ30への入熱を安定に保つ必要がある。
- [0017] <焼却炉10の構成>焼却炉10は、廃棄物を炉内に供給するための給じん装置40を備える。給じん装置40は、廃棄物投入ホッパ41と、給じん装置本体42と、を備える。廃棄物投入ホッパ41は、炉外から廃棄物が投

入される部分である。給じん装置本体 4 2 は、廃棄物投入ホッパ 4 1 の底部分に位置し、水平方向に移動可能に構成されている。給じん装置本体 4 2 は、廃棄物投入ホッパ 4 1 に投入された廃棄物を下流側に供給する。この給じん装置本体 4 2 の移動速度、単位時間あたりの移動回数、移動量（ストローク）、及びストローク端の位置（移動範囲）は、制御装置 9 0 によって制御されている。なお、給じん装置は水平方向に対し多少の角度をもって移動する型式でもよい。

[0018] 給じん装置 4 0 によって炉内に供給された廃棄物は、搬送部 2 0 によって、乾燥部 1 1、燃焼部 1 2、及び後燃焼部 1 3 の順に供給されていく。搬送部 2 0 は、乾燥部 1 1 に設けられた乾燥火格子 2 1 と、燃焼部 1 2 に設けられた燃焼火格子 2 2 と、後燃焼部 1 3 に設けられた後燃焼火格子 2 3 と、で構成されている。従って、搬送部 2 0 は複数段の火格子から構成されている。それぞれの火格子は、各部の底面に設けられており、廃棄物が載置される。

[0019] 火格子は、廃棄物搬送方向に並べて配置された可動火格子と固定火格子とから構成されており、可動火格子が前進、停止、後進、停止等の順で動作することで、廃棄物を下流側へ搬送するとともに、廃棄物を攪拌することができる。可動火格子の動作速度を増速（減速）させることで、廃棄物の搬送速度を増速（減速）させることができる。また、可動火格子の停止時間を短く（長く）することで、廃棄物の搬送速度を増速（減速）させることができる。また、火格子は、気体が通過可能な大きさの隙間を空けて並べて配置されている。

[0020] 乾燥部 1 1 は、焼却炉 1 0 に供給された廃棄物を乾燥させる部分である。乾燥部 1 1 の廃棄物は、乾燥火格子 2 1 の下から供給される一次空気及び隣接する燃焼部 1 2 における燃焼の輻射熱によって乾燥する。その際、熱分解によって乾燥部 1 1 の廃棄物から熱分解ガスが発生する。また、乾燥部 1 1 の廃棄物は、乾燥火格子 2 1 によって燃焼部 1 2 に向かって搬送される。

[0021] 燃焼部 1 2 は、乾燥部 1 1 で乾燥した廃棄物を主に燃焼させる部分である

。燃焼部 1 2 では、廃棄物が主に火炎燃焼を起こし火炎が発生する。燃焼部 1 2 における廃棄物及び燃焼により発生した灰及び燃焼しきれなかった未燃物は、燃焼火格子 2 2 によって後燃焼部 1 3 に向かって搬送される。また、燃焼部 1 2 で発生した燃焼ガス及び火炎は、絞り部 1 7 を通過して後燃焼部 1 3 に向かって流れる。なお、燃焼火格子 2 2 は、乾燥火格子 2 1 と同じ高さに設けられているが、乾燥火格子 2 1 よりも低い位置に設けられていてもよい。

[0022] 後燃焼部 1 3 は、燃焼部 1 2 で燃焼しきれなかった廃棄物（未燃物）を燃焼させる部分である。後燃焼部 1 3 では、燃焼ガスの輻射熱と一次空気によって、燃焼部 1 2 で燃焼しきれなかった未燃物の燃焼が促進される。その結果、未燃物の殆どが灰となって、未燃物は減少する。なお、後燃焼部 1 3 で発生した灰は、後燃焼部 1 3 の底面に設けられた後燃焼火格子 2 3 によってシュート 2 4 に向かって搬送される。シュート 2 4 に搬送された灰は、廃棄物焼却設備 1 0 0 の外部に排出される。なお、本実施形態の後燃焼火格子 2 3 は、燃焼火格子 2 2 よりも低い位置に設けられているが、燃焼火格子 2 2 と同じ高さに設けられていてもよい。

[0023] 上述したように、乾燥部 1 1、燃焼部 1 2、及び後燃焼部 1 3 では、生じる反応が異なるため、それぞれの壁面等は、生じる反応に応じた構成となっている。例えば、燃焼部 1 2 では火炎燃焼が生じるため、乾燥部 1 1 よりも耐火レベルが高い構造が採用されている。

[0024] 再燃焼部 1 4 は、燃焼ガスに含まれる未燃ガスを燃焼させる部分である。再燃焼部 1 4 は、乾燥部 1 1、燃焼部 1 2、及び後燃焼部 1 3 から上方に向かって延び、その途中に二次空気が供給される。これにより、燃焼ガスは二次空気と混合及び攪拌され、燃焼ガスに含まれる未燃ガスが再燃焼部 1 4 で燃焼される。なお、燃焼部 1 2 及び後燃焼部 1 3 で生じる燃焼を一次燃焼と称し、再燃焼部 1 4 で生じる燃焼（つまり、一次燃焼で残存した未燃ガスの燃焼）を二次燃焼と称する。

[0025] 気体供給装置 5 0 は、炉内に気体を供給する装置である。本実施形態の気

体供給装置 50 は、一次空気供給部 51 と、二次空気供給部 52 と、排ガス供給部 53 と、を有している。それぞれの供給部は、気体を誘引又は送出するための送風機によって構成されている。

[0026] 本明細書では、一次燃焼のために供給する気体を一次燃焼用気体と称する。一次燃焼用気体としては、一次空気、循環排ガス、それらの混合ガスが含まれる。一次空気とは、外部から取り込んだ空気であって、燃焼等に用いられていない（即ち、循環排ガスを除く）気体である。従って、一次空気には、外部から取り込んだ空気を加熱等した気体も含まれる。同様に、本明細書では、二次燃焼のために供給する気体を二次燃焼用気体と称する。二次燃焼用気体としては、二次空気、循環排ガス、それらの混合ガスが含まれる。二次空気の定義は一次空気と同様である。

[0027] 一次空気供給部 51 は、一次空気供給経路 71 を介して炉内に一次空気を供給する。一次空気供給経路 71 は、第 1 供給経路 71a と、第 2 供給経路 71b と、第 3 供給経路 71c と、に分岐されている。なお、一次空気供給経路 71 にヒータを設け、各部に供給する一次空気の温度を調整できるようにしてもよい。

[0028] 第 1 供給経路 71a は、乾燥火格子 21 の下方に設けられた乾燥段風箱 25 に一次空気を供給するための経路である。第 1 供給経路 71a には第 1 ダンパ 81 が設けられており、乾燥段風箱 25 に供給する一次空気の供給量を調整することができる。また、第 1 ダンパ 81 は制御装置 90 によって制御されている。

[0029] 第 2 供給経路 71b は、燃焼火格子 22 の下方に設けられた燃焼段風箱 26 に一次空気を供給するための経路である。第 2 供給経路 71b には第 2 ダンパ 82 が設けられており、燃焼段風箱 26 に供給する一次空気の供給量を調整することができる。また、第 2 ダンパ 82 は制御装置 90 によって制御されている。

[0030] 第 3 供給経路 71c は、後燃焼火格子 23 の下方に設けられた後燃焼段風箱 27 に一次空気を供給するための経路である。第 3 供給経路 71c には第

３ダンパ８３が設けられており、後燃焼段風箱２７に供給する一次空気の供給量を調整することができる。また、第３ダンパ８３は制御装置９０によって制御されている。

[0031] 二次空気供給部５２は、二次空気供給経路７２を介して、焼却炉１０の空気ガス保有空間１６にその上部（天井部）から二次空気を供給するとともに、絞り部１７によって燃焼ガスが方向を転換する部分（絞り部１７の近傍）に二次空気を供給する。また、二次空気供給経路７２には、制御装置９０によって制御される第４ダンパ８４が設けられており、各部への二次空気の供給量を調整することができる。

[0032] 排ガス供給部５３は、循環排ガス供給経路７３を介して、廃棄物焼却設備１００から排出された排ガスを炉内に供給する（再循環させる）。廃棄物焼却設備１００から排出された排ガスはろ過式の集じん器６０で浄化され、その一部が排ガス供給部５３によって燃焼部１２の両側面（紙面手前側及び紙面奥側の面）から焼却炉１０へ供給される。なお、排ガスが供給される位置は、特に限定されない。例えば、排ガスは焼却炉１０の上方（天井部）から供給されてもよく、一方の側面のみから供給されていてもよい。排ガスを焼却炉１０に供給することで、焼却炉１０内の酸素濃度が低下し、燃焼温度の局所的な過上昇を抑えることができる。その結果、 NO_x の発生を抑えることができる。循環排ガス供給経路７３には、制御装置９０によって制御される第５ダンパ８５が設けられており、循環排ガスの供給量を調整することができる。

[0033] 焼却炉１０には、図１及び図２に示すように、燃焼状態等を把握するための複数のセンサが設けられている。具体的には、焼却炉内ガス温度センサ９１と、焼却炉出口ガス温度センサ９２と、 CO ガス濃度センサ９３と、 NO_x ガス濃度センサ９４と、赤外線カメラ９５と、が設けられている。

[0034] 焼却炉内ガス温度センサ９１は、焼却炉１０内（例えば空気ガス保有空間１６よりも下流かつ後燃焼部１３よりも上流）に配置されており、焼却炉内ガス温度を検出して制御装置９０へ出力する。焼却炉出口ガス温度センサ９

2は、焼却炉10の出口近傍（例えば再燃焼部14よりも下流かつボイラ30よりも上流）に配置されており、焼却炉出口ガス温度を検出して制御装置90へ出力する。COガス濃度センサ93は、集じん器60の下流に配置されており、排ガスに含まれるCOガス濃度（焼却炉排出COガス濃度）を検出して制御装置90へ出力する。NO_xガス濃度センサ94は、集じん器60の下流に配置されており、排ガスに含まれるNO_xガス濃度（焼却炉排出NO_xガス濃度）を検出して制御装置90へ出力する。

[0035] 本実施形態では、赤外線カメラ95が2つ設けられている。それぞれの赤外線カメラ95は同じ構造である。また、赤外線カメラ95は、3つ以上設けられていてもよい。赤外線カメラ95は、3次元熱画像（温度分布を3次元的に示す画像）を作成することを目的として、複数設けられている。そのため、複数の赤外線カメラ95の相対位置は予め記憶されている。なお、赤外線カメラ95は、静止画を撮像することを主目的とする機器であってもよいし、動画を撮像することを主目的とする機器であってもよい。動画は連続する複数の静止画であるため、何れの機器であっても、熱画像を取得するという機能は同じである。

[0036] 赤外線カメラ95は、炉内の物体から放射される赤外線を検出することで、炉内の熱画像を取得する。個々の赤外線カメラ95が取得する熱画像は、赤外線カメラ95の視点から見た炉内の温度分布を示す画像である。視点とは、計測器である赤外線カメラ95が配置されている位置を示す。また、本実施形態の赤外線カメラ95は、選択透過フィルタ（フィルタ）95aを介して、炉内の熱画像を取得する。選択透過フィルタ95aは、火炎が放射しない波長（例えば3.9 μ m帯）の光を選択的に透過させるフィルタである。なお、ここでの「火炎が放射しない」という文言は、火炎が放射する他の波長の光と比較して大幅に光強度が低い（殆ど照射しない）という意味であり、火炎が全く放射しないことを示すものではない。選択透過フィルタ95aを介して炉内の熱画像を取得することで、火炎以外の物体についての熱画像を取得できる。言い換えれば、火炎を透過して、その奥にある物体の熱画

像を取得できる。なお、本実施形態において、選択透過フィルタ 95 a は、赤外線カメラ 95 と一体的に構成されているが、別体であってもよい。つまり、炉内の光が通る経路上に選択透過フィルタ 95 a を配置し、この選択透過フィルタ 95 a を透過した透過光を通常の赤外線カメラで処理してもよい。

[0037] 本実施形態では、赤外線カメラ 95 は、主として燃焼部 12 の熱画像を取得することを目的としている。更に言えば、燃焼火格子 22 に堆積している廃棄物の熱画像が主たる観察対象である。ここで、図 3 に示すように、廃棄物の搬送方向と上下方向（鉛直方向）の両方に垂直な方向を炉幅方向と称する。また、炉幅方向の端部に設けられている壁を側壁と称する。燃焼部 12 又は後燃焼部 13 の側壁に赤外線カメラ 95 を設けることで、燃焼部 12 の廃棄物を観察することは可能である。しかし、燃焼部 12 の側壁は非常に高温になり易いため、赤外線カメラ 95 の設置が困難であるか、高コストの耐熱構造が必要となる。そのため、本実施形態では、後燃焼部 13 よりも搬送方向の下流側にある壁である奥壁 13 a（壁部）に赤外線カメラ 95 が設けられている。赤外線カメラ 95 は、奥壁 13 a に形成された窓部 13 b を介して、赤外線を取得する。ここで、後燃焼部 13 よりも搬送方向の下流側とは、廃棄物がシュート 24 に落下する経路ではなく、廃棄物が後燃焼火格子 23 によって搬送される方向に引いた延長線に沿う方向である。つまり、奥壁 13 a は、後燃焼部 13 を起点として、この搬送方向の下流側に延ばした直線と交差する。

[0038] 更に、赤外線カメラ 95 は、燃焼部 12 の廃棄物の表面（上面）を観察できるように、燃焼火格子 22 よりも上方であって、燃焼火格子 22 に堆積される廃棄物よりも上方に配置されることが好ましい。また、絞り部 17 が存在する場合は、絞り部 17 が邪魔とならない位置（例えば、絞り部 17 と同じか、それよりも低い位置、あるいは、再燃焼部 14 よりも低い位置）に赤外線カメラ 95 を設けることが好ましい。更に、燃焼部 12 の廃棄物の表面を一層的確に観察するために、視点方向を斜め下向きにすることが好ましい。

。

[0039] なお、奥壁 13 a は、燃焼部 12 の側壁と比較して低温であるため、比較的簡易な耐熱構造（例えば、比較的安価な耐熱ガラス）を設ければよい。また、赤外線カメラ 95 の主たる観察対象は、燃焼部 12 の廃棄物であるが、後燃焼部 13 の廃棄物を更に観察できることが更に好ましい（理由は後述）。この観点においても、赤外線カメラ 95 を奥壁 13 a に設けることが好ましい。なお、奥壁 13 a に赤外線カメラ 95 を設けることは必須ではなく、例えば炉内の天井部に設けてもよい。また、十分な耐熱構造を設けることが可能であれば、燃焼部 12 又は後燃焼部 13 の側壁に赤外線カメラ 95 を設けてもよい。また、2つの赤外線カメラ 95 のうち、一方のみを奥壁 13 a 以外に設けてもよい。また、赤外線カメラ 95 は、熱画像の撮像範囲を変更可能な構成であってもよい。なお、この赤外線カメラ 95 は、焼却炉 10 を停止させること無しに、撮像範囲を変更可能であってもよい。

[0040] <制御装置が行う処理>制御装置 90 は、CPU、RAM、ROM等によって構成されており、種々の演算を行うとともに、廃棄物焼却設備 100 全体を制御する。画像処理装置 96 も同様に、CPU、RAM、ROM等によって構成されており、2つの赤外線カメラ 95 が取得した熱画像に基づいて 3次元熱画像を作成する処理（画像合成処理）を行うことができる。本実施形態では、制御装置 90 と画像処理装置 96 は、個別のハードウェアであるが、1つのハードウェアが制御装置 90 と画像処理装置 96 の両方の機能を有していてもよい。以下、制御装置 90 が行う燃焼制御であって、特に 3次元熱画像を解析して行う制御について、図 4 及び図 5 のフローチャートに沿って説明する。図 4 及び図 5 は、燃焼を安定させるために制御装置 90 が行う制御を示すフローチャートである。

[0041] <S101>初めに、制御装置 90 は、複数（2つ）の赤外線カメラ 95 が取得した熱画像に基づいて画像処理装置 96 が作成した 3次元熱画像を記憶する（S101）。複数の熱画像から 3次元熱画像を作成する処理は公知の技術なので簡単に説明する。ここでは、2つの赤外線カメラ 95 を区別す

るために第1及び第2を付けて説明することがある。本実施形態の赤外線カメラ95が取得する熱画像には、火炎は含まれないため、第1赤外線カメラが取得する熱画像には、第1赤外線カメラの位置から見た廃棄物の表面の温度分布が表れている。第2赤外線カメラについても同様である。そして、廃棄物の表面の特定箇所Aが、2つの熱画像のそれぞれ何処に表示されるかを特定する。上述したように第1赤外線カメラと第2赤外線カメラの位置関係は既知なので、三角法等に基づいて、第1又は第2赤外線カメラから、廃棄物の特定箇所Aまでの距離を計算できる。この処理を廃棄物の表面の他の部分についても行うことで、廃棄物の表面の位置（3次元座標）を特定できる。

[0042] なお、赤外線カメラではなく、可視画像（色画像）や輝度画像を取得するカメラを用いる場合、燃焼部12の廃棄物の表面には火炎が存在するため、火炎が邪魔となって、廃棄物の表面の位置を特定できない。また、選択透過フィルタ95aを用いずに赤外線カメラだけを用いる場合も、廃棄物の表面から放出された赤外線ではなく、火炎から放出された赤外線が検出されるため、廃棄物の表面の位置を特定できない。従って、本実施形態の選択透過フィルタ95a及び赤外線カメラ95を用いることで、燃焼部12の廃棄物の位置を的確に特定できる。

[0043] <S102>次に、制御装置90は、3次元熱画像の廃棄物の表面を複数の要素（分割単位）にメッシュ分割して、その要素毎に（1）廃棄物の厚みと（2）表面移動速度を算出して制御値と関連付けて記憶する（S102）。メッシュ分割とは、所定の条件で3次元熱画像の廃棄物を複数の領域に分割することである。本実施形態では、図6に示すように、搬送方向の平行線と炉幅方向の平行線をそれぞれ複数引くことで、廃棄物を格子状に分割している。本実施形態では、メッシュ分割された要素は四角形であるが、別の形状であってもよい。なお、複数の要素の形状や面積はそれぞれ同じであってもよいし、異なってもよい。例えば、重要と考えられる部分だけを細かくメッシュ分割してもよい。また、廃棄物の厚みと表面移動速度は、後述の

ように燃焼制御の制御値を補正するために用いられるため、これらの値を補正データと称する。

[0044] 上記の（１）に関し、廃棄物の厚みとは、図６に示すように、火格子から廃棄物の表面までの上下方向に沿う長さである。火格子の表面（上面）の位置は、予め制御装置９０等に記憶されている。また、３次元熱画像に基づいて、廃棄物の表面の位置を特定できる。従って、この２つの位置（座標）を比較することで、廃棄物の厚みを要素毎に算出できる。以上のようにして、１枚の３次元熱画像に基づいて、ある一時刻における、要素毎の廃棄物の厚みの分布を算出できる。なお、３次元熱画像は順次作成されるので、新たに作成された３次元熱画像に対しても同様に廃棄物の厚みが算出される。このようにして、制御装置９０は、要素毎の廃棄物の厚みを算出し、所定の記憶部に時系列で記憶する。

[0045] 廃棄物の厚みを算出する意義は以下のとおりである。即ち、燃焼部１２に堆積した廃棄物は、燃焼火格子２２の燃焼操作（送り操作）に伴い、熱分解が生じて熱分解ガスが排出されることで、質量及び体積が低減する。つまり、廃棄物の厚みの時間変化は、廃棄物が熱分解していく経過を示すものであり、燃焼操作の進行の程度の一種の指標となる。

[0046] 上記の（２）に関し、廃棄物の表面移動速度とは、図６に示すように、廃棄物の表面が搬送方向に移動する速度である。図６では、分かり易くするために比較的厚みが大きい部分に太線を描き、この部分が移動する様子を示している。３次元熱画像には、廃棄物の表面の形状が表れているため、時系列で作成された３次元熱画像に基づいて、廃棄物の表面がどのように動いているかを得ることができる。従って、廃棄物の表面の特定部分の移動距離と、３次元熱画像が取得された時間間隔等と、に基づいて、メッシュ分割された要素毎の表面移動速度を算出できる。以上のようにして、要素毎の廃棄物の表面移動速度の分布を算出できる。なお、３次元熱画像は順次作成されるので、新たに作成された３次元熱画像及びその過去の３次元熱画像を用いて、廃棄物の新たな表面移動速度が算出される。このようにして、制御装置９０

は、廃棄物の表面移動速度を算出し、所定の記憶部に時系列で記憶する。

[0047] 廃棄物の表面移動速度を算出する意義は以下のとおりである。即ち、廃棄物の表面移動速度は、燃焼部 1 2 に堆積した廃棄物が燃焼火格子 2 2 の燃焼操作（送り操作）により、体積を減少させながら、送り方向に送られていく実速度を示すものであり、燃焼操作によって、廃棄物がどう「動かされてきた」かの指標である。なお、廃棄物の表面以外がどのように移動するかは 3 次元熱画像からは算出できないため、本実施形態では、「廃棄物の表面移動速度」が「廃棄物全体の移動速度」を示すとみなして、以降の計算を行う。

[0048] 制御値とは、焼却炉 1 0 の燃焼状態を制御するために変更される値であり、例えば、各火格子の搬送速度、一次燃焼用気体の供給量、及び二次燃焼用気体の供給量等を定めるための値である。廃棄物の厚み、表面移動速度、及び後述の体積流量は、この制御値の影響を受ける。そのため、制御値の影響を考慮して評価及び制御を行うために、制御装置 9 0 は、廃棄物の厚み及び表面移動速度を、焼却炉 1 0 に設定した制御値と関連付けて記憶している。また、メッシュ分割された要素に応じて制御値が異なる場合（例えば燃焼火格子 2 2 上の要素と、後燃焼火格子 2 3 上の要素と、では火格子の搬送速度が異なる）、制御装置 9 0 は、対応する要素に応じた制御値と関連付けて廃棄物の厚み及び表面移動速度を記憶する。

[0049] < S 1 0 3 > 次に、制御装置 9 0 は、要素毎の廃棄物の厚みと表面移動速度に基づいて、要素毎の厚み経過情報を算出して制御値と関連付けて記憶する（S 1 0 3）。厚み経過情報とは、図 7 に示すように、前記要素に位置する前記廃棄物が当該要素に位置するまでに、厚みが時系列でどのように変化したかを示す情報である。図 7 には、各要素の厚み経過情報がそれぞれグラフで模式的に示されている。このグラフに示すように、厚み経過情報は、「厚み」と「時間経過に伴う搬送方向位置」を対応付けた情報である。つまり、厚み経過情報とは、例えば要素 A に着目した場合、現時点で要素 A にある廃棄物が、過去に上流側の位置に存在していた時点でどのような厚みであったかを示す情報である。なお、厚み経過情報は、厚みと時刻を対応付けた情

報であってもよい。

[0050] 厚み経過情報は、例えば以下のようにして算出できる。例えば、ある要素 A に着目した場合、現時点で要素 A の位置にある廃棄物の搬送経過（つまり、どの時刻にどの要素に位置していたか）は、要素 A 及びその上流側の要素の現在及び過去の表面移動速度に基づいて算出できる。また、要素毎かつ時刻毎の廃棄物の厚みは、ステップ S 1 0 2 で算出されて記憶されている。従って、廃棄物の搬送経過が示す時刻及び要素と、廃棄物の厚みと、を対応付けることで、厚み経過情報を算出できる。このようにして、制御装置 9 0 は、廃棄物の厚み及び表面移動速度に基づいて、厚み経過情報を算出する。なお、3次元熱画像は順次作成されるので、新たに作成された3次元熱画像を用いて同様の計算を行うことで、廃棄物の新たな厚み経過情報が算出される。制御装置 9 0 は、算出した厚み経過情報を所定の記憶部に時系列で記憶する。なお、厚み経過情報を制御値と関連付ける処理及び理由は、ステップ S 1 0 2 と同様である。

[0051] 厚み経過情報を得る意義は以下のとおりである。即ち、厚み経過情報は、燃焼部 1 2 に堆積した廃棄物が燃焼火格子 2 2 の燃焼操作（送り操作）により、火格子上を堆積して通過していくなかで、どのように体積を減少させながら、送り方向に送られていく過程を示すものであり、燃焼操作によって、廃棄物がどう体積を減らしてきたのかの指標である。

[0052] < S 1 0 4 > 次に、制御装置 9 0 は、要素毎の廃棄物の表面移動速度と厚み経過情報に基づいて、要素毎の体積流量経過情報を算出して制御値と関連付けて記憶する（S 1 0 4）。体積流量経過情報とは、図 8 に示すように、前記要素に位置する前記廃棄物が当該要素に位置するまでに体積流量が時系列でどのように変化したかを示す情報である。図 8 には、各要素の体積流量経過情報がそれぞれグラフで模式的に示されている。このグラフに示すように、体積流量経過情報は、「体積流量」と「時間経過に伴う搬送方向位置」を対応付けた情報である。つまり、体積流量経過情報とは、例えば要素 A に着目した場合、現時点で要素 A にある廃棄物が、過去に上流側の位置に存在

していた時点でどのような体積流量であったかを示す情報である。なお、体積流量経過情報は、体積流量と時刻の対応関係を示す情報であってもよい。

[0053] 体積流量は、単位時間に移動する廃棄物の体積である。従って、体積流量は、「廃棄物の厚み」、「廃棄物の表面移動速度」、「炉幅長さ」をそれぞれ掛け合わせることで、算出できる。また、要素毎の体積流量を算出する場合の炉幅長さは、各要素の炉幅長さである。従って、体積流量経過情報は、「厚み経過情報が示す廃棄物の厚み」と「廃棄物の表面移動速度」を要素（位置）及び時刻を合わせて掛け合わせた値に、「各要素の炉幅長さ」を掛けることで算出できる。このようにして、制御装置 90 は、要素毎の体積流量経過情報を算出し、所定の記憶部に記憶する。なお、3次元熱画像は順次作成されるので、新たに作成された3次元熱画像を用いて同様の計算を行うことで、廃棄物の新たな体積流量経過情報が算出される。制御装置 90 は、算出した体積流量経過情報を制御値と関連付けて所定の記憶部に時系列で記憶する。なお、体積流量経過情報を制御値と関連付ける処理及び理由は、ステップ S102 と同様である。また、炉幅長さは定数なので、体積流量経過情報は、廃棄物の厚み及び表面移動速度のみの関数である。言い換えれば、体積流量経過情報は、廃棄物の厚みだけでなく、移動速度も含む概念の情報である。

[0054] なお、各火格子の炉幅長さが一定であって各要素の炉幅長さが一定である場合は、体積流量経過情報を算出する際に、炉幅長さを掛ける処理を省略してもよい。なぜなら、燃焼制御に必要なとなるのは、体積流量の具体的な値ではなく、その変化態様だからである。言い換えれば、図 8 の上側の図のグラフの縦軸は、具体的な体積流量に限られず、体積流量に比例する（相関する）値であってもよい。

[0055] 体積流量経過情報を取得する意義は以下のとおりである。即ち、燃焼部 12 に堆積した廃棄物は、燃焼火格子 22 の燃焼操作（送り操作）に伴い、熱分解が生じて熱分解ガスが排出されることで、質量及び体積が低減する。つまり、体積流量経過情報は、廃棄物が熱分解していく経過を示すものであり

、燃焼操作の進行の程度の直接的な指標である。特に、廃棄物燃焼反応が進行するにつれて、廃棄物の熱分解ガス化反応（廃棄物の体積変化の程度が大きい反応）が減少し、残留する未燃炭素の後燃焼反応（廃棄物の体積変化の程度が小さい反応）に移行する。従って、体積流量経過情報は、「燃え切り状態」の程度を評価するのに最も適した指標である。

[0056] <S 1 0 5>次に、制御装置 9 0 は、要素毎の体積流量経過情報に基づいて、要素毎に現在が燃え切り状態か否かを判定して判定結果を記憶する（S 1 0 5）。なお、各要素にある廃棄物が「燃え切り状態」か否かを判定する際には、以下の何れかの方法を選択して用いる。

（１）各要素について、体積流量経過情報のうち、最新の体積流量のみを用いる簡易的な判定方法

（２）各要素について、体積流量経過情報が示す全ての時間の（複数の時点の）体積流量を用いる高精度な判定方法

（１）、（２）の何れの方法を用いる場合であっても、体積流量の変化が小さくなっている要素（後燃焼に移行している要素）については、燃え切り状態と判定する。ただし、体積流量の変化の程度は、焼却炉 1 0 の制御値に応じて異なるため、制御値に応じた条件（例えば閾値）を用いて判定を行うことが好ましい。

[0057] また、焼却炉 1 0 の燃焼状況が安定している場合は、（１）の方法を用いても十分高い精度で燃え切り状態か否かを判定できる。一方で、焼却炉 1 0 の燃焼状況が安定しておらず、燃焼状況が変化している場合は、（１）の方法では燃え切り状態か否かを適切に判定できない可能性がある。そのため、このような場合は、判定精度を確保するために（２）の方法を用いることが好ましい。なお、制御装置 9 0 の演算能力が高い場合は、常に（２）の方法を用いてもよい。

[0058] <S 1 0 6>次に、制御装置 9 0 は、燃え切り状態であるか否かの要素毎の判定結果に基づいて、燃え切り評価位置を特定する（S 1 0 6）。燃え切り評価位置とは、焼却炉 1 0 全体として火炎燃焼が終了した位置の指標であ

って燃焼を評価するための位置である。言い換えれば、燃え切り評価位置とは、廃棄物の焼却処理において「どこで燃え切り状態となったか」を焼却炉 10 全体で代表させる位置である。多様な性状の物質の混合物である廃棄物を焼却する場合、それぞれの物質が「燃え切り状態」となるまでの時間も多様であるため、「燃え切り状態」となる位置も多様となる。詳細に説明すると、それぞれの物質が「燃え切り状態」となる位置と、実際に火炎が発しなくなる条件（温度や酸素等の条件）は多様であるため、実際の「燃え切り状態」位置も多様となる。そのため、燃え切り状態となる位置は、搬送方向で一致するとは限らない。例えば、図 9 に示すような分布が生じる可能性がある。なお、図 9 は、搬送部 20 を上下方向で見た模式図であり、図 9 に示す正方形の 1 つ 1 つがメッシュ分割された要素である。図 9 に示すように、燃え切り状態となる位置はバラツキがあるため、要素毎の燃え切り状態か否かの判定結果を総括的に評価して、焼却炉 10 全体としての燃え切り位置を特定する。

[0059] また、この方法は、廃棄物の「塊り」内のそれぞれが含有する多様な性状の物質の性状・混合比率が変化した場合であっても同様の挙動を示す「体積流量経過情報」を用いて燃え切り状態の判定を行うため、燃え切り状態の判定を高い信頼性で行うことができる。燃え切り評価位置は、搬送方向の位置を示すものであるが、例えば、炉幅方向に伸びる直線又は曲線として取り扱うこともできる。

[0060] なお、従来（特許文献 7）では、熱画像等を解析して得られた廃棄物層高さ（廃棄物の厚み）の廃棄物搬送方向の差異から、「燃え切り状態」の場所を特定することによって燃え切り位置が算出されることがあった。

[0061] しかし、この従来の方法では、以下の問題があった。即ち、廃棄物は多様な性状の物質の集合体であるため、「燃え切り状態」での廃棄物の体積は、含有されていた物質に応じて異なる。焼却炉内に入れられた廃棄物において、各位置にあるそれぞれの廃棄物の「塊り」が含有する物質の性状及び混合比率は様々であり、かつその情報を得ることはできない。従って、「燃え切

り状態」であるか否かを判定するための廃棄物層高さの閾値の情報を得ることはできない。以上により、この閾値は、予め一定の仮定を行って決めておかざるを得ない。

[0062] しかし、このような信頼性が高くない閾値を用いて「燃え切り状態」であるか否かを判定する場合、判定精度が低くなり易い。しかも、一般に、「燃え切り位置が変化する状態」は、焼却炉の中に現にある廃棄物の性状が、それまでに燃焼させてきた廃棄物の性状から変化した場合である。このような場合は、それまで使っていた閾値が適正ではなくなっている可能性が高い。即ち、判定の重要性が高まる状態のときに、判定の誤差がより大きくなるために、制御の信頼性が落ちるおそれがあった。

[0063] この点、本実施形態では、廃棄物の「塊り」内の物質の性状・混合比率が変化した場合であっても、常に類似の挙動を示す「体積流量経過情報」を用いて燃え切り評価位置の特定を行う。そのため、燃え切り評価位置の特定を高い信頼性をもって行うことができる。

[0064] なお、燃え切り評価位置は、燃焼部 12 ではなく後燃焼部 13 に存在している可能性もある。その場合であっても燃え切り評価位置を特定するため、上述した、ステップ S 101 から S 106 の処理は、燃焼部 12 だけでなく後燃焼部 13 の廃棄物に対しても行うことが好ましい。この点、上述したように、本実施形態では赤外線カメラ 95 を奥壁 13a に設けているため、後燃焼部 13 の廃棄物の熱画像を含めて取得することが可能である。なお、燃え切り評価位置が後燃焼部 13 の下流端及びその近傍に位置している可能性は低いため、例えば後燃焼部 13 のうち搬送方向の中央よりも上流側の部分のみについて行えば十分である。

[0065] <S 107>次に、制御装置 90 は、燃え切り評価位置の時間変化に基づいて、燃え切り評価位置が上流側に移動しているか否かを特定する（S 107）。この判定は、過去に算出した燃焼開始評価位置と、現在の燃焼開始評価位置を比較すること等によって行われる。例えば、焼却炉 10 に供給される廃棄物に含まれるガス化熱分解成分量（熱分解によりガス化する成分の量

）が少なくなった場合、燃焼部１２で廃棄物が火炎燃焼するために実際に必要な時間（実燃焼時間）が短くなる。従って、実燃焼時間が、予め想定されている廃棄物の想定燃焼時間よりも短くなる（差異が生じる）。この場合、図１０に示すように、燃焼部１２の中途部で燃焼が完了するため、燃焼部１２の中途部で燃え切り状態になる（燃え切り位置が上流側に移動する）。この状態を放置していると、燃焼部１２での燃焼が行われる位置、後燃焼部１３での後燃焼が行われる位置がそれぞれ上流側へ徐々に移動していくこととなり、安定な燃焼を維持できなくなる。

[0066] <Ｓ１０８>これを防止するため、制御装置９０は、基本的には燃え切り評価位置が上流側に移動していると特定した場合（Ｓ１０７でＹｅｓの場合）、燃焼火格子２２の廃棄物の搬送速度（以下、単に搬送速度）を増速させる（Ｓ１０８）。上述のように、搬送速度を増速させるためには、燃焼火格子２２の可動火格子の動作速度を増速させるか、それに代えて又は加えて、燃焼火格子２２の可動火格子の停止時間を短くする。可動火格子の動作速度又は停止時間は、搬送速度の制御における制御値の一例である。これにより、火格子上の燃焼、後燃焼のそれぞれの位置が上流側に移動する事態を防止することができる。従って、燃え切り位置を適切な範囲に収めることができるので、安定な燃焼を維持することができる。

[0067] ただし、燃焼火格子２２の搬送速度を増速させた際の判定に用いた燃え切り評価位置の情報は、既に燃焼が終了した廃棄物に関する情報（過去の情報）であることを踏まえ、現に燃焼部１２にある廃棄物の性状に関する情報である上記の補正データに基づいて、搬送速度の増速の程度を補正することで、更に安定な燃焼を維持できる。なお、ステップＳ１０８の処理及び他の処理において、補正データに基づく補正を行う際は、廃棄物の厚みの時間変化、廃棄物の表面移動速度の時間変化の少なくとも何れかを使用して補正を行う。

[0068] 具体的には、廃棄物の厚みの減少が加速している場合（即ち、単位時間あたりの厚みの減少量（正）が大きくなっている場合）、実燃焼時間が想定燃

焼時間よりも更に短くなる傾向にあるため、搬送速度を更に増速させることが好ましい場合がある。また、廃棄物の表面移動速度が加速している場合も同様に、実燃焼時間が想定燃焼時間よりも更に短くなる傾向にあるため、搬送速度を更に増速させることが好ましい場合がある。

[0069] なお、焼却炉 10 で生じる燃焼は、焼却炉 10 の形状や構造、及び投入される廃棄物によって大きく異なる。また、要求される処理量、焼却炉 10 の耐久性、及び排ガスに関する法規制等によっても、目標とする燃焼状態が大きく異なる。そのため、燃え切り評価位置が上流側に移動していても搬送速度を増速させる制御が行われない場合も考えられる。同様に、補正データに基づく搬送速度の補正についても、上記とは逆の補正が行われる可能性もある。なお、制御装置 90 は、燃焼火格子 22 の搬送速度の増速の要否及びその程度について、燃え切り評価位置が上流側に移動しているか否か、及び補正データだけでなく、更に別の検出データ（例えば焼却炉内ガス温度センサ 91 から NO_x ガス濃度センサ 94 等の検出データ）に基づいて決定することが好ましい。

[0070] <S109>制御装置 90 は、燃え切り評価位置が上流側に移動していないと特定した場合（S107 で N の場合）、燃え切り評価位置の時間変化に基づいて、燃え切り評価位置が下流側に移動しているか否かを特定する（S109）。この判定は、上記と同様に、過去に算出した燃え切り評価位置と、現在の燃え切り評価位置を比較すること等によって行われる。例えば、焼却炉 10 に供給される廃棄物に含まれるガス化熱分解成分量が多くなった場合、燃焼部 12 で廃棄物を燃焼させるための実燃焼時間が長くなる。従って、実燃焼時間が、予め想定されている廃棄物の想定燃焼時間よりも長くなる（差異が生じる）。この場合、図 11 に示すように、燃焼部 12 の下流側の端部でも燃焼が完了していないため、後燃焼部 13 の中途部で燃え切り状態になる（燃え切り位置が下流側に移動する）こととなる。この状態を放置していると、火格子上の燃焼、後燃焼のそれぞれの位置が全体的に、下流側へ徐々に移動していくこととなり、安定な燃焼を維持できなくなる。

[0071] <S 1 1 0>これを防止するため、制御装置 9 0 は、基本的には燃え切り評価位置が下流側に移動していると特定した場合（S 1 0 9 で Y e s の場合）、燃焼火格子 2 2 の搬送速度を減速させる（S 1 1 0）。上述のように、搬送速度を減速させるためには、燃焼火格子 2 2 の可動火格子の動作速度を減速させるか、それに代えて又は加えて、燃焼火格子 2 2 の可動火格子の停止時間を長くする。これにより、火格子上の燃焼、後燃焼のそれぞれの位置が下流側に移動する事態を防止することができる。従って、燃え切り位置を適切な範囲に収めることができるので、安定な燃焼を維持することができる。また、搬送速度を減速させる場合においても、上記と同様の理由により、補正データに基づいて補正を行うことが好ましい。

[0072] 具体的には、廃棄物の厚みの減少が加速している場合、実燃焼時間が想定燃焼時間よりも短くなる傾向にあるため、搬送速度の減速させる程度を小さくすることが好ましい場合がある。また、廃棄物の表面移動速度が加速している場合も同様に、実燃焼時間が想定燃焼時間よりも短くなる傾向にあるため、搬送速度の減速させる程度を小さくすることが好ましい場合がある。なお、搬送速度の増速時の補正において説明した理由により、環境等の状況によっては、補正データに基づく搬送速度の補正について、上記とは逆の補正が行われる可能性もある。また、搬送速度の減速時の制御においても、更に別の検出データに基づいて制御値を決定することが好ましい。

[0073] また、実燃焼時間と予め想定されている廃棄物の想定燃焼時間とに差異が生じたとして、燃焼火格子 2 2 の搬送速度を変更させることは、現に乾燥火格子 2 1 から燃焼火格子 2 2 に供給されている廃棄物の性状は既に従来の想定と異なっていることを意味する。その結果、その状態で乾燥火格子 2 1 及び後燃焼火格子 2 3 の搬送速度を従来と同じにしていると、既に乾燥、後燃焼に必要な時間は変化しているため、安定な燃焼を維持できない。

[0074] <S 1 1 1>これを防止するため、制御装置 9 0 は、燃焼火格子 2 2 の搬送速度を変更した場合（S 1 0 7 又は S 1 0 9 で Y e s の場合）、燃焼火格子 2 2 の搬送速度の変更の原因である廃棄物の性状の変化の状態に応じて、

乾燥火格子 2 1 及び後燃焼火格子 2 3 の搬送速度を変更する（S 1 1 1）。

なお、制御装置 9 0 は、乾燥火格子 2 1 及び後燃焼火格子 2 3 の搬送速度の変更の要否及び変更すべき量について、燃焼火格子 2 2 の搬送速度の変更量だけではなく、更に他の検出データに基づいて決定することが好ましい。

[0075] また、乾燥火格子 2 1 及び後燃焼火格子 2 3 の搬送速度を変更する場合においても、上記と同様の理由により、補正データに基づいて補正を行うことが好ましい。基本的には、燃焼火格子 2 2 と同様に、乾燥火格子 2 1 と後燃焼火格子 2 3 の搬送速度を変更することが好ましいが、乾燥火格子 2 1 に存在する廃棄物が後燃焼火格子 2 3 に到達するまでのタイムラグ（言い換えれば、各部の廃棄物の性状の違い）、乾燥部 1 1 での乾燥時間、燃焼部 1 2 での燃焼時間、後燃焼部 1 3 での後燃焼時間に相関関係、があるとは言い切れない等の理由により、上記とは異なる制御を行うことが好ましい場合も考えられる。

[0076] <S 1 1 2>次に、制御装置 9 0 は、燃焼火格子 2 2 の搬送速度の変更の原因である廃棄物の性状の変化の状態に応じて、第 1 ダンパ 8 1 から第 5 ダンパ 8 5 の少なくとも何れかを調整することで、一次燃焼用気体及び二次燃焼用気体の供給量を調整する（S 1 1 2）。即ち、この第 1 ダンパ 8 1 から第 5 ダンパ 8 5 の開度が制御値の一例である。従来では、例えば焼却炉内ガス温度センサ 9 1 から NO_x ガス濃度センサ 9 4 の検出データ等を用いて、一次燃焼用気体及び二次燃焼用気体の供給量を調整している。

[0077] これに対し、本実施形態では、他の検出データに加えて、燃え切り評価位置の移動方向（上流側に移動しているか、下流側に移動しているか）に基づいて、一次燃焼用気体及び二次燃焼用気体の供給量を調整する。ここで、燃え切り評価位置が上流側に移動していて各火格子の搬送速度を増速させた場合、廃棄物の性状にも関係するが一般的には、熱分解ガスの時間あたりの発生量が少なくなるとともに、一次燃焼が行われることで生じる時間あたりの一次燃焼ガス量（CO 等の未燃焼ガスを含む）が少なくなる。従って、一次燃焼用気体及び二次燃焼用気体の供給量を減少させる必要がある。一方で、

燃え切り評価位置が下流側に移動して各火格子の搬送速度を減速させた場合、廃棄物の性状にも関係するが一般的には、時間あたりの熱分解ガスの発生量が多くなるとともに、一次燃焼が行われることで生じる時間あたりの一次燃焼ガス量が多くなる。従って、一次燃焼用気体及び二次燃焼用気体の供給量を増加させる必要がある。

[0078] また、一次燃焼用気体及び二次燃焼用気体の供給量を変更する場合においても、上記と同様の理由により、補正データに基づいて補正を行うことが好ましい。具体的には、廃棄物の厚みの減少が加速している場合、燃焼時間が短くなる傾向（燃え切り評価位置が上流側に移動する傾向）にあるため、一次燃焼用気体及び二次燃焼用気体の供給量を減少させることが好ましい場合がある。また、廃棄物の表面移動速度が加速している場合も同様に、燃焼時間が短くなる傾向にあるため、一次燃焼用気体及び二次燃焼用気体の供給量を減少させることが好ましい場合がある。なお、搬送速度の増速時の補正において説明した理由により、環境等の状況によっては、一次燃焼用気体及び二次燃焼用気体の供給量の補正について、上記とは逆の補正が行われる可能性もある。

[0079] また、廃棄物の性状は常に変化する可能性があるため、制御装置 90 は、ステップ S 109 で N の場合、及びステップ S 112 の処理の後に、再びステップ S 101 以降の処理を行う。これにより、廃棄物の性状が変化した場合であっても、廃棄物の乾燥及び燃焼の進行状況が適正になるように修正することができるため、燃え切り評価位置を適切な範囲に収め、安定な燃焼を維持することができる。

[0080] 以上に説明したように、本実施形態の燃焼状況評価方法は、乾燥部 11 と燃焼部 12 と後燃焼部 13 とに区分されており、廃棄物が堆積した状態で間欠的に動作することで当該廃棄物を搬送する火格子を備える焼却炉 10 に対して行われる。この燃焼状況評価方法は、作成工程と、分割工程と、第 1 算出工程と、第 2 算出工程と、第 3 算出工程と、判定工程と、評価工程と、を含む。作成工程では、複数の赤外線カメラ 95 を用いて、火炎が放射しない

波長の光を選択的に透過させる選択透過フィルタ 95 a を介して、少なくとも燃焼部 12 に堆積した廃棄物を観測して、視点が異なる複数の熱画像を取得し、当該複数の熱画像に基づいて、3次元熱画像を作成する。分割工程では、3次元熱画像の廃棄物を複数の要素にメッシュ分割する。第1算出工程では、3次元熱画像に基づいて、廃棄物の厚み、及び、廃棄物の表面移動速度を要素毎に算出する。第2算出工程では、第1算出工程の算出結果に基づいて、要素に位置する廃棄物が当該要素に位置するまでに厚みが時系列でどのように変化したかを示す厚み経過情報を、要素毎に算出する。第3算出工程では、第1算出工程及び第2算出工程の算出結果に基づいて、要素に位置する廃棄物が当該要素に位置するまでに体積流量が時系列でどのように変化したかを示す体積流量経過情報を、要素毎に算出する。

[0081] これにより、廃棄物の体積流量経過情報は、例えば燃焼部にある廃棄物の熱分解の進行状況を示すものであるため、燃焼状況进行评估するための指標となる。更に、廃棄物をメッシュ分割して評価することで、体積流量の変化が平均化されにくいため、体積流量の変化傾向を適切に把握することができる。

[0082] また、本実施形態の燃焼状況評価方法において、判定工程では、体積流量経過情報を解析して、廃棄物が燃え切り状態であるか否かを要素毎に判定する。評価工程では、判定工程の判定結果に基づいて、焼却炉 10 全体として火炎燃焼が終了した位置の指標であって燃焼进行评估するための位置である燃え切り評価位置を特定する。

[0083] これにより、廃棄物の体積流量が時系列でどのように変化してきたかに基づいて燃え切り評価位置を特定するため、廃棄物の厚みのみを用いる方法等と比較して、高い信頼性で燃え切り評価位置を特定できる。更に、廃棄物をメッシュ分割して評価することで、炉幅方向の端部のみ进行评估する方法と比較して、より高い信頼性で燃え切り評価位置を特定できる。

[0084] また、本実施形態の燃焼状況評価方法において、後燃焼部 13 から、当該後燃焼部 13 における廃棄物搬送方向の下流側（図 1 の右側）へ延ばした直

線と交差する奥壁 13 a に、少なくとも 1 つの赤外線カメラ 95 が設けられている。

[0085] これにより、燃焼部 12 の側壁に赤外線カメラ 95 を配置する構成と比較して、耐熱構造を簡易にすることができる。また、燃焼部 12 だけでなく後燃焼部 13 の廃棄物も同時に観測することが可能になる。

[0086] また、本実施形態の燃焼状況評価方法において、判定工程では、体積流量経過情報のうち、要素毎の最新の体積流量に基づいて、廃棄物が燃え切り状態であるか否かを要素毎に判定する（1）の方法を実行可能である。

[0087] これにより、演算量が少ない簡単な方法で燃え切り状態であるか否かの判定を行うことができる。

[0088] また、本実施形態の燃焼状況評価方法において、判定工程では、体積流量経過情報のうち、要素毎の体積流量の時系列の変化に基づいて、廃棄物が燃え切り状態であるか否かを要素毎に判定する（2）の方法を実行可能である。

[0089] これにより、信頼性が高い方法で燃え切り状態であるか否かの判定を行うことができる。また、（1）の方法と（2）の方法を選択して用いることで、演算量の少なさと信頼性の高さを両立させることができる。

[0090] また、本実施形態の燃焼状況評価方法において、燃え切り評価位置が搬送方向上流側に移動していることが特定された場合は、燃焼火格子 22 による廃棄物の搬送速度を増速させる制御を行う。燃え切り評価位置が搬送方向下流側に移動していることが特定された場合は、燃焼火格子 22 による廃棄物の搬送速度を減速させる制御を行う。

[0091] これにより、燃え切り位置が適切になるように調整することができるため、安定な燃焼を維持することができる。

[0092] また、本実施形態の燃焼制御方法では、第 1 算出工程で算出した、廃棄物の厚み、及び、廃棄物の表面移動速度の少なくとも何れかに基づいて、燃焼火格子 22 による廃棄物の搬送速度を変速させるための制御値を補正する。

[0093] これにより、燃焼が終了した廃棄物に関する情報である燃え切り評価位置

に加え、現に燃焼部 1 2 にある廃棄物の性状に関する情報を用いて制御値を補正できるので、補正をしないときと比較して、現に燃焼領域にある廃棄物により合致した安定な燃焼を維持することができる。

[0094] また、本実施形態の燃焼状況評価方法では、燃焼火格子 2 2 の搬送速度を変更するとともに、燃焼火格子 2 2 の搬送速度の変更の原因である廃棄物の性状の変化の状態に応じて、乾燥火格子 2 1 及び後燃焼火格子 2 3 の搬送速度を変更する。

[0095] これにより、燃焼火格子 2 2 の搬送速度のみならず、乾燥火格子 2 1、後燃焼火格子 2 3 の搬送速度を変更することで、燃焼状態の全体の変動を修正できる。

[0096] また、本実施形態の燃焼制御方法では、燃え切り評価位置が搬送方向上流側に移動しているか搬送方向下流側に移動しているかに基づいて、乾燥部 1 1、燃焼部 1 2、及び後燃焼部 1 3 の少なくとも何れかへ供給する一次燃焼用気体の供給量を調整する。

[0097] これにより、廃棄物の搬送速度を変更したことに起因する一次燃焼用気体の過不足を修正することができるので、乾燥、燃焼、及び後燃焼をより適切に行うことができる。

[0098] また、本実施形態の燃焼制御方法において、焼却炉 1 0 では、乾燥部 1 1、燃焼部 1 2、及び後燃焼部 1 3 で行われる一次燃焼と、当該一次燃焼で発生した未燃焼ガスを含む一次燃焼ガスを燃焼させる二次燃焼と、が行われる。燃え切り評価位置が搬送方向上流側に移動しているか搬送方向下流側に移動しているかに基づいて、二次燃焼用気体の供給量を調整する。

[0099] これにより、燃え切り位置の移動方向に基づいて一次燃焼の進行状況（即ち一次燃焼ガスの発生量等）を推測することができるので、それに応じて二次燃焼用気体の供給量を調整することで、二次燃焼において一次燃焼ガスに含まれる未燃焼ガスを十分に燃焼させることができる。

[0100] 以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

- [0101] 上記実施形態では、燃焼部 1 2 の搬送方向の全体（上流端から下流端まで）の 3 次元熱画像を作成する処理を説明した。これに代えて、制御装置 9 0 は、燃焼部 1 2 の搬送方向の一部（例えば上流端及びその近傍を除いた部分、あるいは、搬送方向の中央よりも下流側の部分）の 3 次元熱画像を作成する構成であってもよい。
- [0102] 上記実施形態では、炉内の熱画像を取得する装置として、燃え切り位置を含む熱画像を取得する赤外線カメラ 9 5 のみを備える構成である。これに代えて、従来から存在する撮像装置（具体的には、燃焼火格子 2 2 の搬送方向の中央よりも下流側の範囲の通常の可視画像を撮像する撮像装置）を更に備えていてもよい。
- [0103] 上記実施形態では、燃え切り評価位置の移動方向に基づいて、乾燥火格子 2 1 から後燃焼火格子 2 3（特に燃焼火格子 2 2）の搬送速度と、一次燃焼用気体と二次燃焼用気体の供給量と、を変更する処理を行ったが、燃え切り評価位置の移動方向に加えて、移動速度を用いて、これらの値を変更する処理を行ってもよい。
- [0104] 上記実施形態で示したフローチャートは一例であり、一部の処理を省略したり、一部の処理の内容を変更したり、新たな処理を追加したりしてもよい。例えば、上記実施形態では、ステップ S 1 0 8, S 1 1 0, S 1 1 1, S 1 1 2 の全てにおいて補正データに基づいて補正を行うが、これらの処理の少なくとも 1 つについて、補正データに基づく補正を省略してもよい。また、ステップ S 1 0 8 において、乾燥火格子 2 1 及び後燃焼火格子 2 3 の両方ではなく一方のみに対して、補正データに基づく補正を行ってもよい。また、ステップ S 1 1 0 において、一次燃焼用気体と二次燃焼用気体の両方ではなく一方のみに対して、補正データに基づく補正を行ってもよい。
- [0105] 上記実施形態では、燃焼制御で用いる検出データとして、焼却炉内ガス温度センサ 9 1、焼却炉出口ガス温度センサ 9 2、CO ガス濃度センサ 9 3、及び NO_x ガス濃度センサ 9 4 の検出データを挙げて説明したが、少なくとも 1 つの検出データを省略して燃焼制御を行ってもよいし、上記とは別の検

出データを加えて燃焼制御を行ってもよい。別の検出データとしては、例えば、排ガスからの熱量回収に伴うボイラ蒸発量、又は、水噴霧により冷却を行う場合は水噴霧冷却用水量等を用いることができる。

符号の説明

- [0106] 1 0 焼却炉
 1 1 乾燥部
 1 2 燃焼部
 1 3 後燃焼部
 2 1 乾燥火格子
 2 2 燃焼火格子
 2 3 後燃焼火格子
 9 0 制御装置
 9 5 赤外線カメラ
 9 6 画像処理装置

請求の範囲

[請求項1] 乾燥部と燃焼部と後燃焼部とに区分されており、廃棄物が堆積した状態で間欠的に動作することで当該廃棄物を搬送する火格子を備える焼却炉に対して、

複数の赤外線カメラを用いて、火炎が放射しない波長の光を選択的に透過させるフィルタを介して、少なくとも前記燃焼部に堆積した前記廃棄物を観測して、視点が異なる複数の熱画像を取得し、当該複数の熱画像に基づいて、3次元熱画像を作成する作成工程と、

前記3次元熱画像の前記廃棄物を複数の要素にメッシュ分割する分割工程と、

前記3次元熱画像に基づいて、前記廃棄物の厚み、及び、前記廃棄物の表面移動速度を前記要素毎に算出する第1算出工程と、

前記第1算出工程の算出結果に基づいて、前記要素に位置する前記廃棄物が当該要素に位置するまでに厚みが時系列でどのように変化したかを示す厚み経過情報を、前記要素毎に算出する第2算出工程と、

前記第1算出工程及び前記第2算出工程の算出結果に基づいて、前記要素に位置する前記廃棄物が当該要素に位置するまでに体積流量が時系列でどのように変化したかを示す体積流量経過情報を、前記要素毎に算出する第3算出工程と、

を含む処理を行うことを特徴とする燃焼状況評価方法。

[請求項2] 請求項1に記載の燃焼状況評価方法であって、

前記体積流量経過情報を解析して、前記廃棄物が燃え切り状態であるか否かを前記要素毎に判定する判定工程と、

前記判定工程の判定結果に基づいて、焼却炉全体として火炎燃焼が終了した位置の指標であって燃焼を評価するための位置である燃え切り評価位置を特定する評価工程と、

を含むことを特徴とする燃焼状況評価方法。

[請求項3] 請求項2に記載の燃焼状況評価方法であって、

前記後燃焼部から、当該後燃焼部における廃棄物搬送方向の下流側へ延ばした直線と交差する壁部に、少なくとも1つの前記赤外線カメラが設けられていることを特徴とする燃焼状況評価方法。

[請求項4]

請求項2又は3に記載の燃焼状況評価方法であって、

前記判定工程では、前記体積流量経過情報のうち、前記要素毎の最新の体積流量に基づいて、前記廃棄物が燃え切り状態であるか否かを前記要素毎に判定する方法を実行可能であることを特徴とする燃焼状況評価方法。

[請求項5]

請求項2から4までの何れか一項に記載の燃焼状況評価方法であって、

前記判定工程では、前記体積流量経過情報のうち、前記要素毎の体積流量の時系列の変化に基づいて、前記廃棄物が燃え切り状態であるか否かを前記要素毎に判定する方法を実行可能であることを特徴とする燃焼状況評価方法。

[請求項6]

請求項2から5までの何れか一項に記載の燃焼状況評価方法を用いて、前記焼却炉の燃焼を制御する燃焼制御方法であって、

前記燃え切り評価位置が搬送方向上流側に移動していることが特定された場合は、前記燃焼部の前記火格子による前記廃棄物の搬送速度を増速させる制御を行い、

前記燃え切り評価位置が搬送方向下流側に移動していることが特定された場合は、前記燃焼部の前記火格子による前記廃棄物の搬送速度を減速させる制御を行うことを特徴とする燃焼制御方法。

[請求項7]

請求項6に記載の燃焼制御方法であって、

前記第1算出工程で算出した、前記廃棄物の厚み、及び、前記廃棄物の表面移動速度の少なくとも何れかに基づいて、前記燃焼部の前記火格子による前記廃棄物の搬送速度を変速させるための制御値を補正することを特徴とする燃焼制御方法。

[請求項8]

請求項6又は7に記載の燃焼制御方法であって、

前記燃焼部の前記火格子の搬送速度を変更するとともに、前記燃焼部の前記火格子の搬送速度の変更の原因である前記廃棄物の性状の変化の状態に応じて、前記乾燥部の前記火格子及び前記後燃焼部の前記火格子の搬送速度を変更することを特徴とする燃焼制御方法。

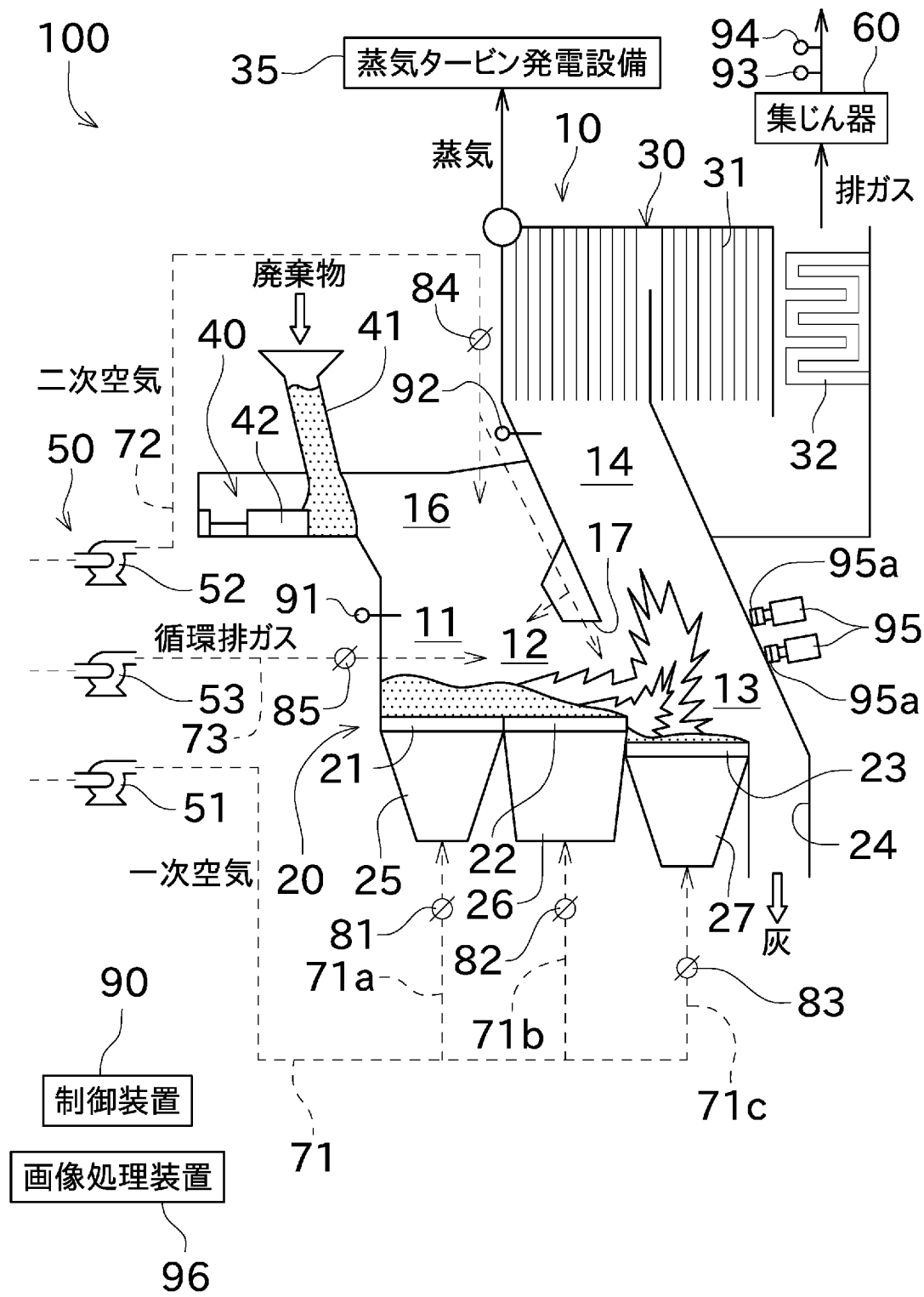
[請求項9]

請求項6から8までの何れか一項に記載の燃焼制御方法であって、
前記燃え切り評価位置が搬送方向上流側に移動しているか搬送方向下流側に移動しているかに基づいて、前記乾燥部、前記燃焼部、及び前記後燃焼部の少なくとも何れかへ供給する一次燃焼用気体の供給量を調整することを特徴とする燃焼制御方法。

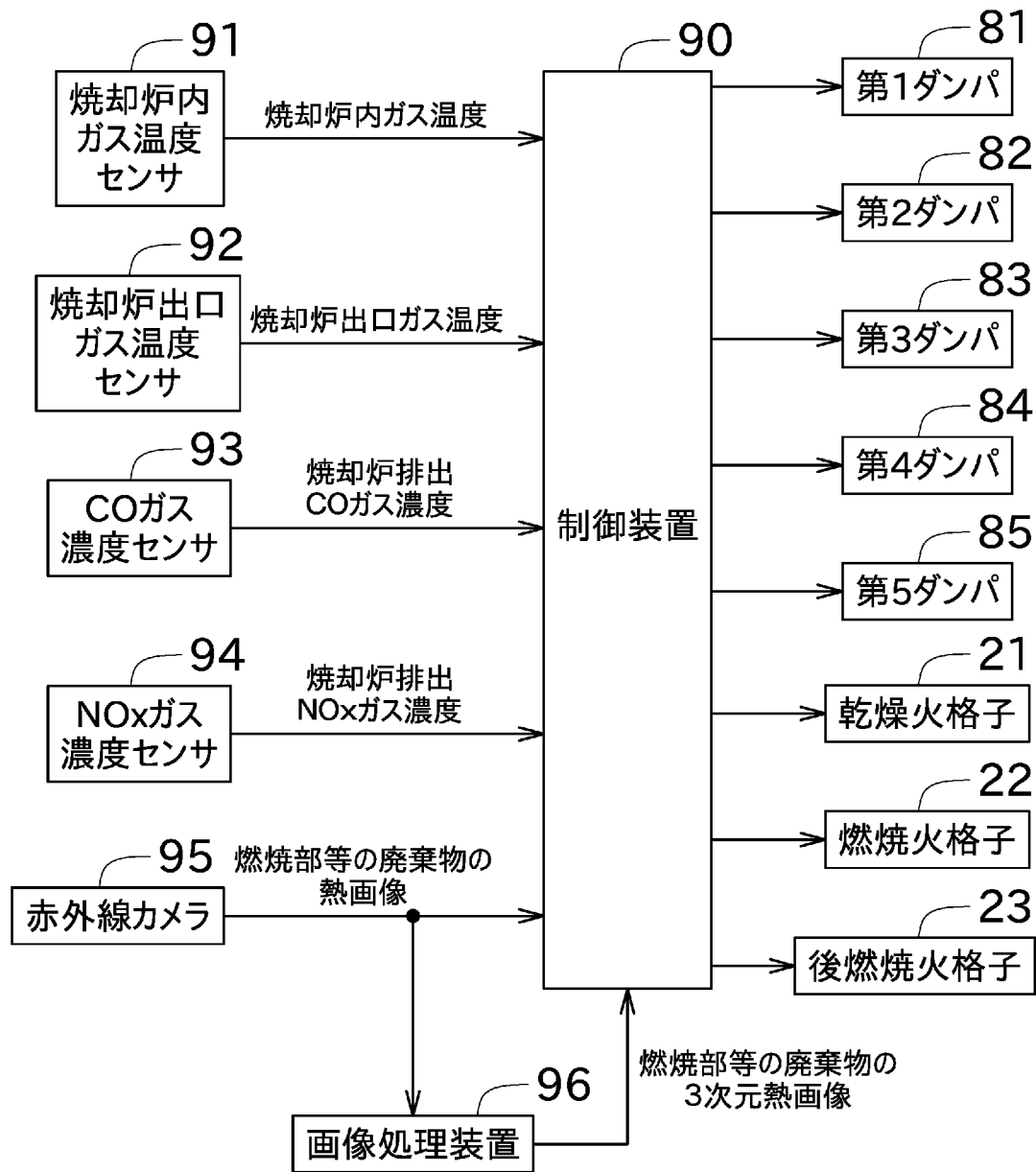
[請求項10]

請求項6から9までの何れか一項に記載の燃焼制御方法であって、
前記焼却炉では、前記乾燥部、前記燃焼部、及び前記後燃焼部で行われる一次燃焼と、当該一次燃焼で発生した未燃焼ガスを含む一次燃焼ガスを燃焼させる二次燃焼と、が行われ、
前記燃え切り評価位置が搬送方向上流側に移動しているか搬送方向下流側に移動しているかに基づいて、二次燃焼用気体の供給量を調整することを特徴とする燃焼制御方法。

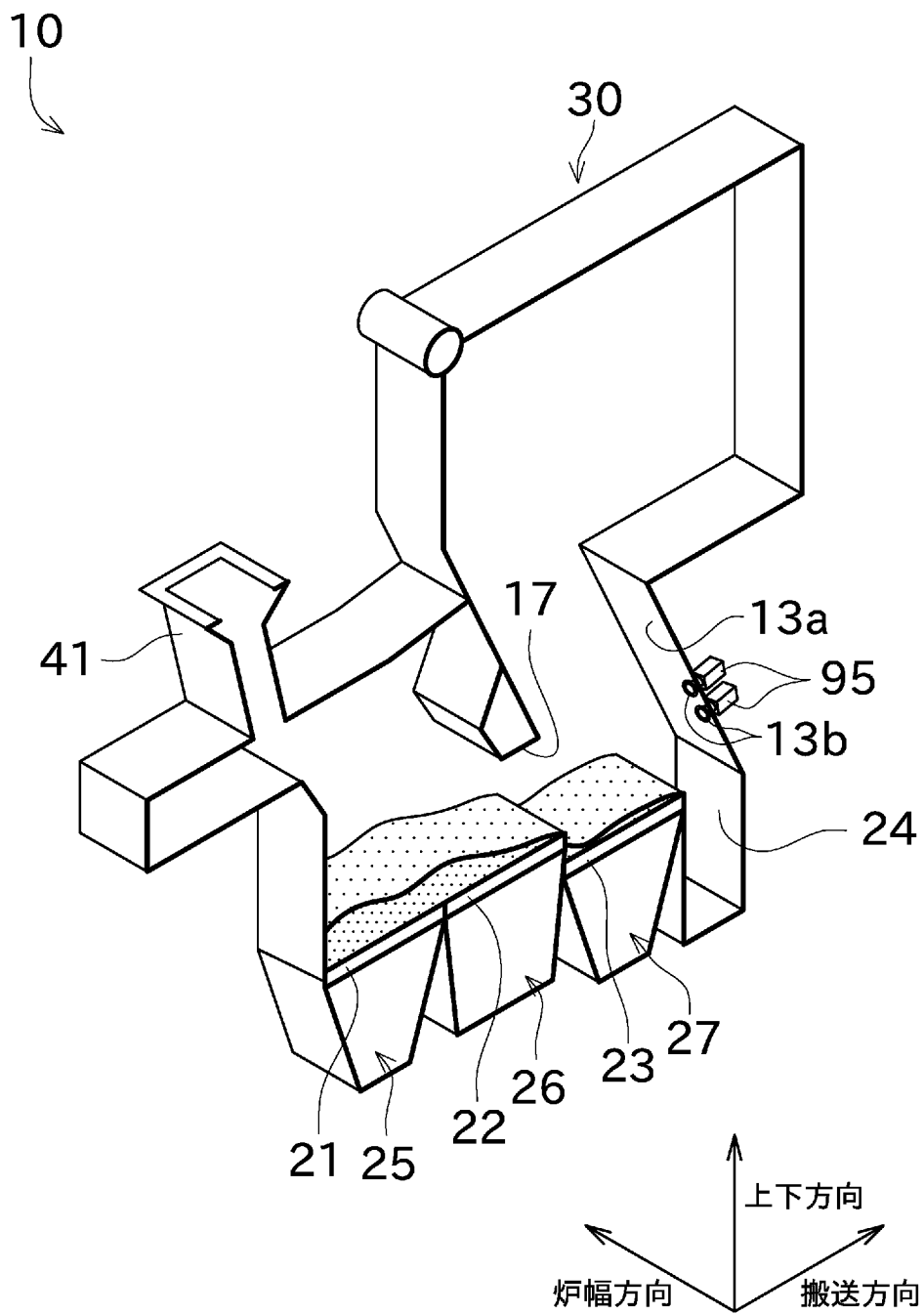
[図1]



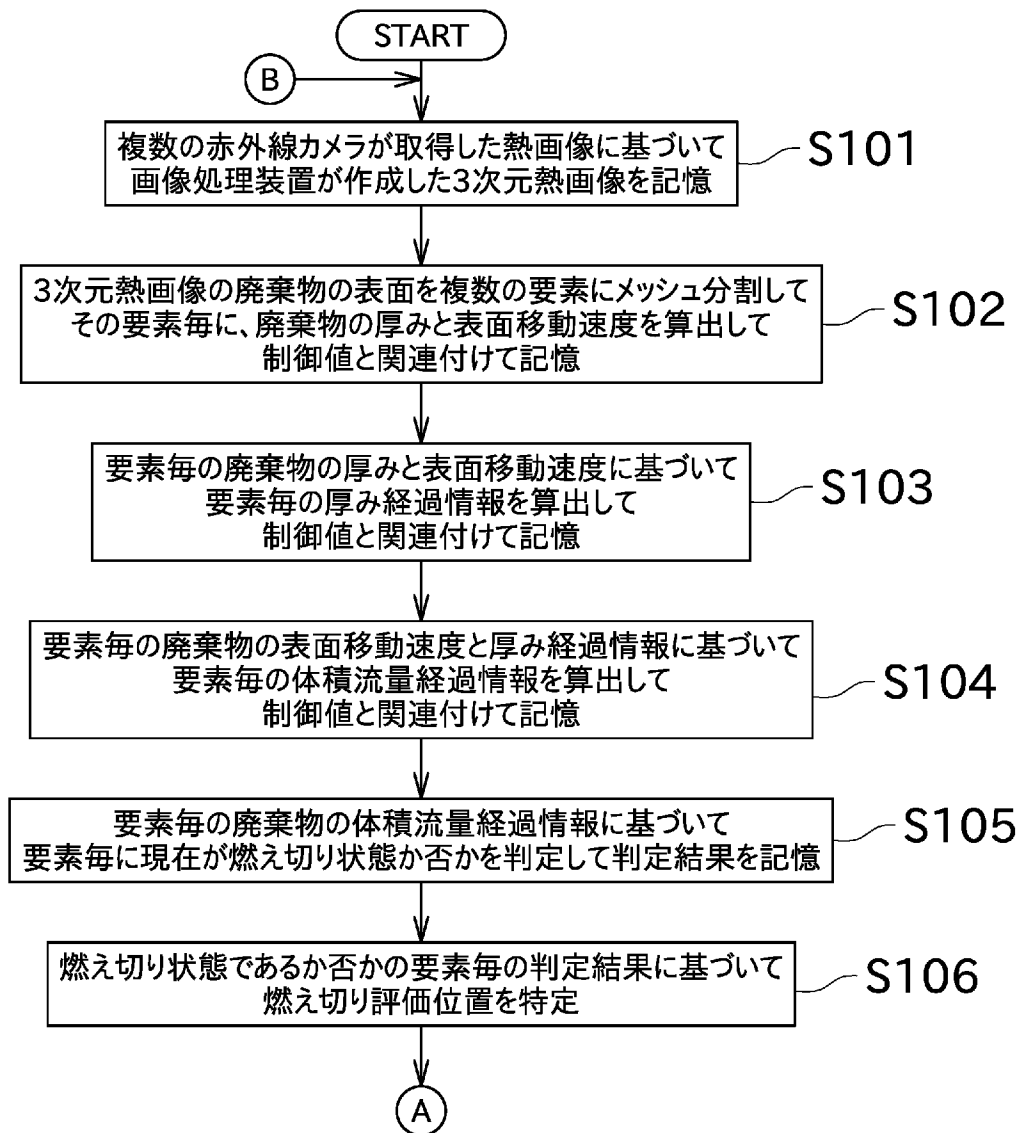
[図2]



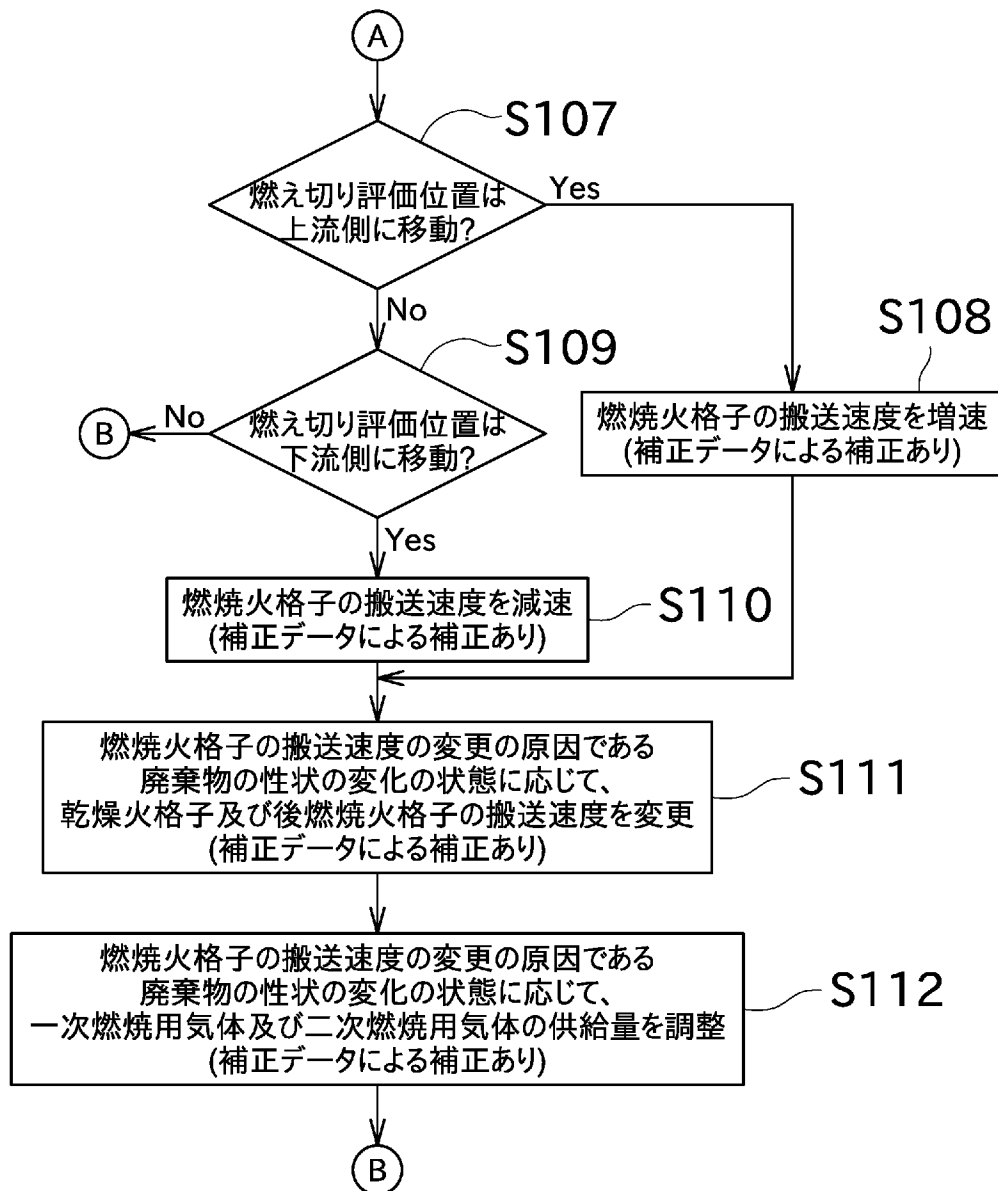
[図3]



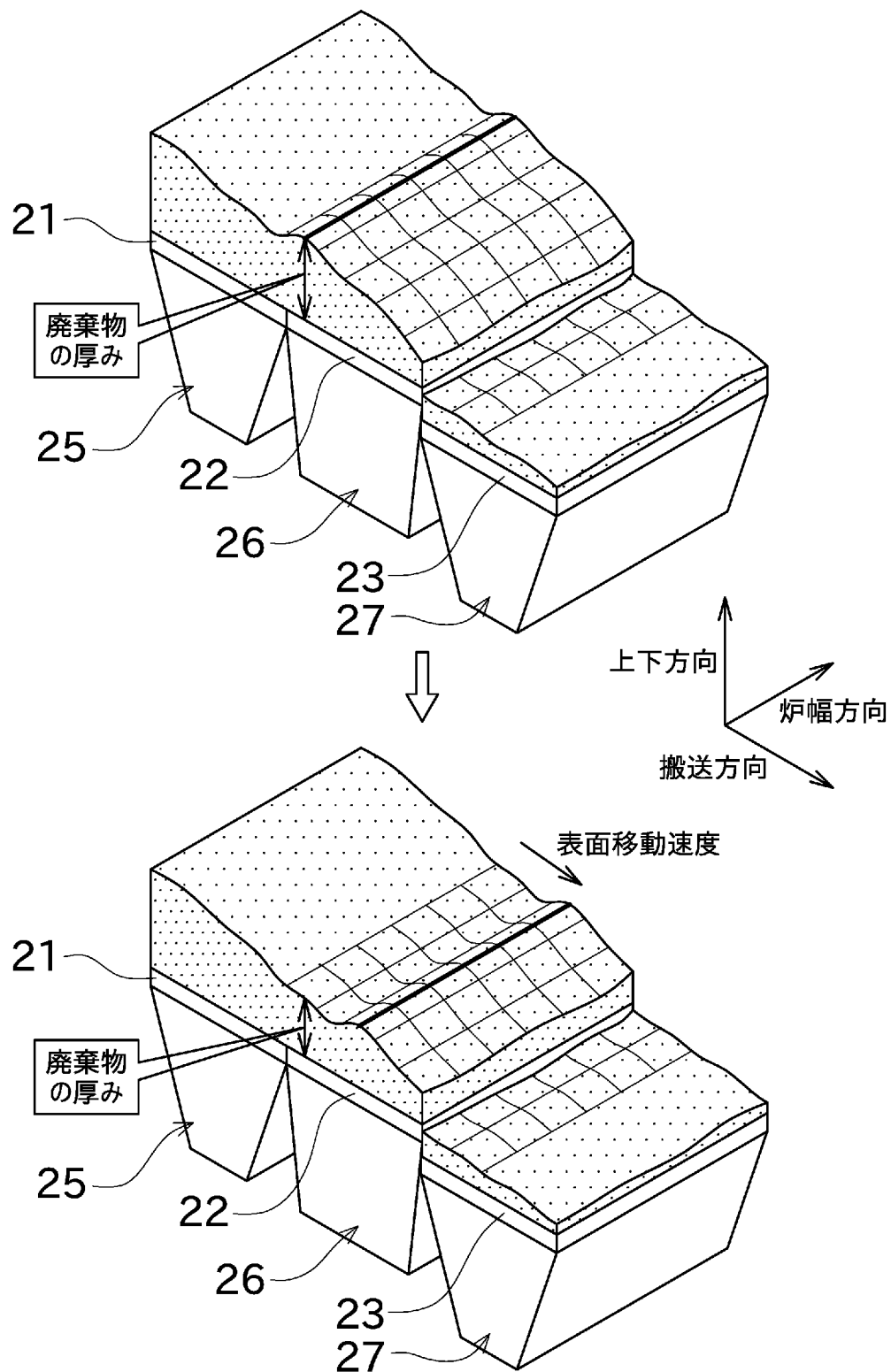
[図4]



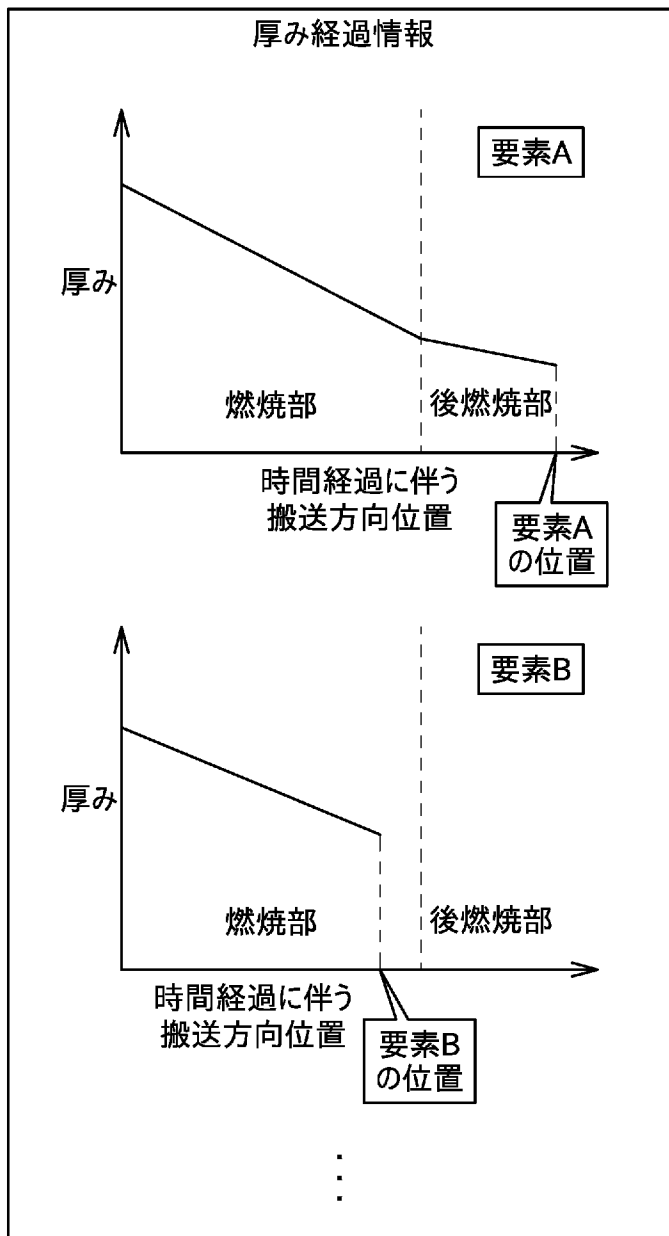
[図5]



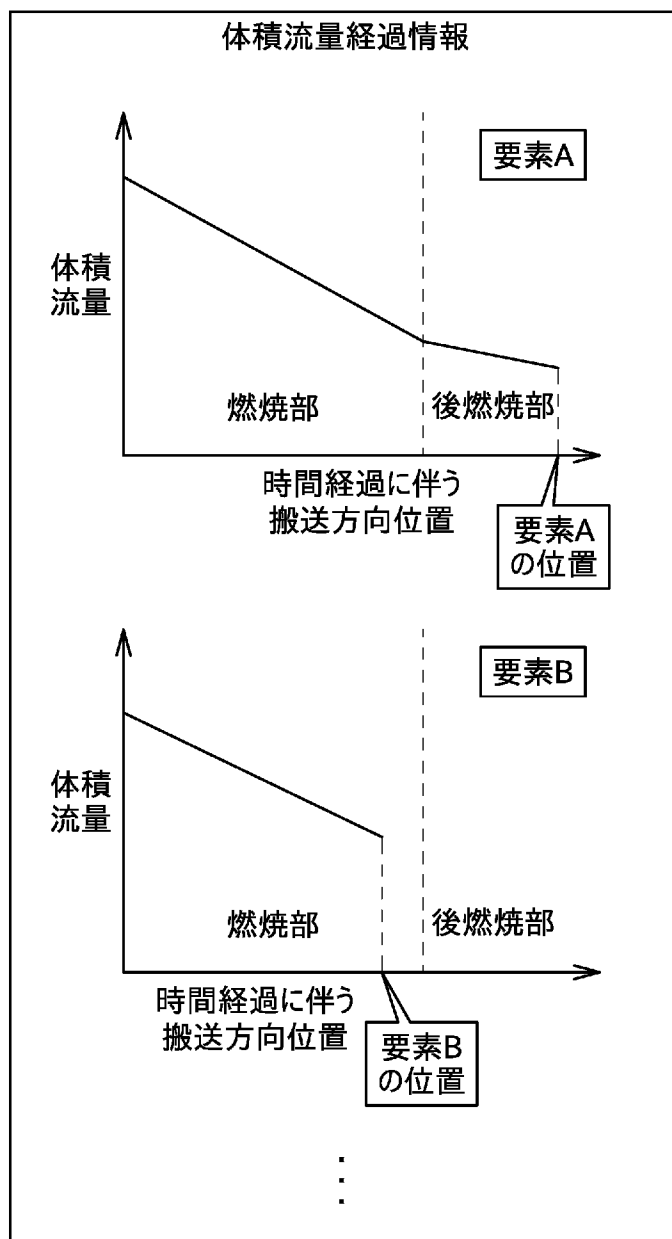
[図6]



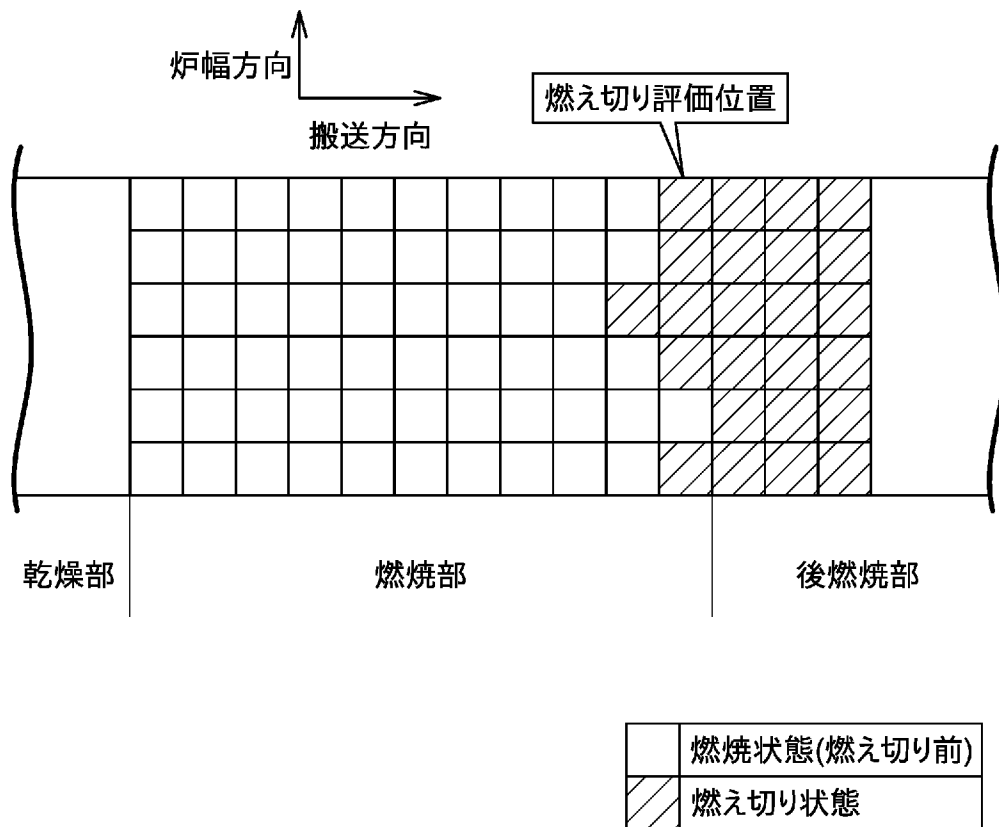
[図7]



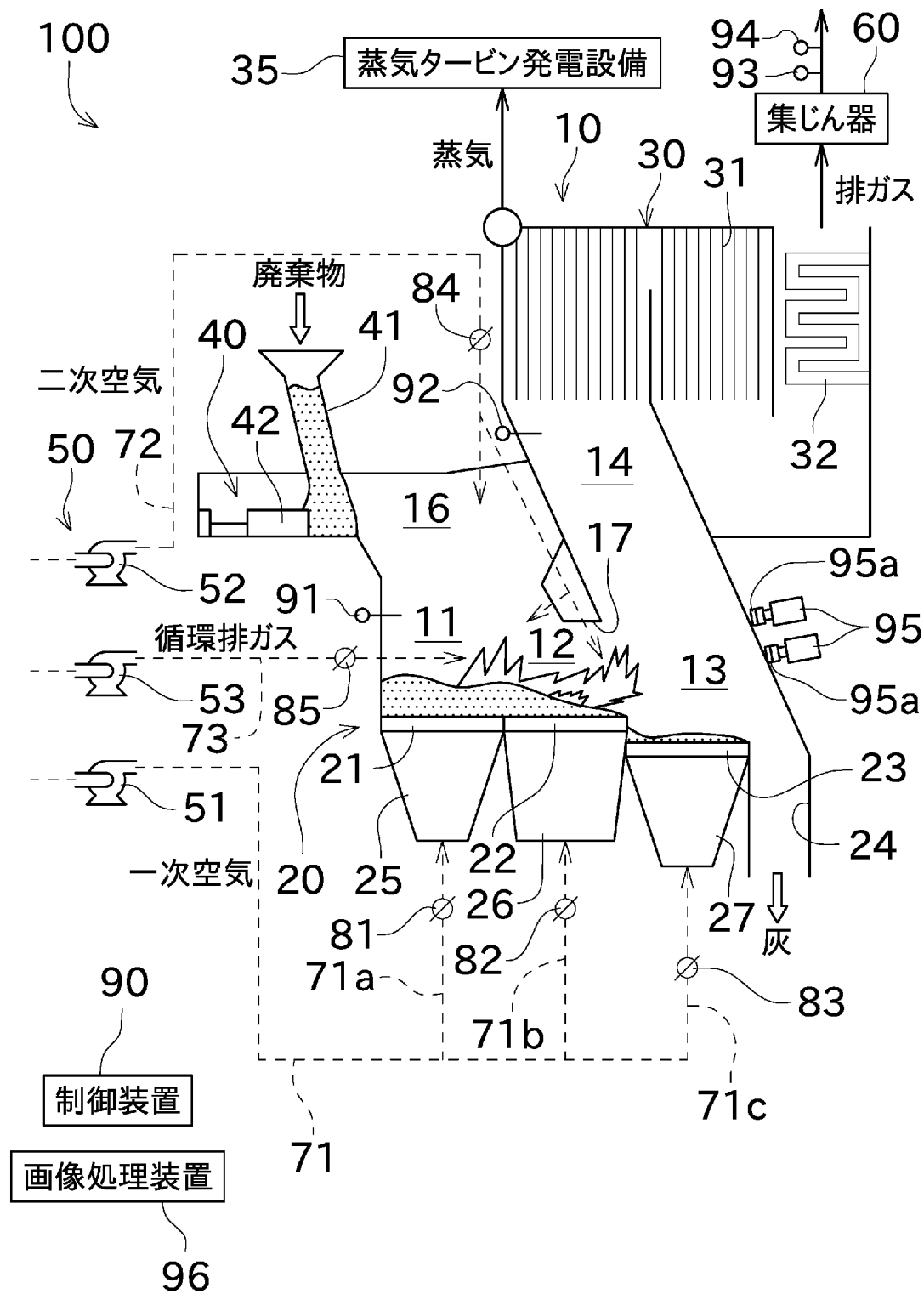
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/038873

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F23G5/50(2006.01)i, F23M11/04(2006.01)i
FI: F23M11/04102, F23G5/50G, F23G5/50H, F23G5/50L

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. F23G5/50, F23M11/04

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.
Y A	JP 6543389 B1 (KAWASAKI HEAVY IND LTD.) 10 July 2019 (2019-07-10), paragraphs [0022], [0039], [0046]-[0054], fig. 5	1 2-10
Y	JP 2019-132485 A (TAKUMA KK) 08 August 2019 (2019-08-08), paragraphs [0024]-[0026], fig. 2	1
Y	JP 2017-187228 A (HITACHI Zosen CORPORATION) 12 October 2017 (2017-10-12), paragraph [0046], fig. 5	1
Y	JP 2001-193913 A (KUBOTA CORPORATION) 17 July 2001 (2001-07-17), paragraph [0013]	1
Y	JP 5-272732 A (MITSUI ENG & SHIPBUILD CO., LTD.) 19 October 1993 (1993-10-19), claim 2	1



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

"I" 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
02 November 2020

Date of mailing of the international search report
17 November 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

International application No.

PCT/JP2020/038873

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-35167 A (KANUMA KANKYO BIKA CENTER KK) 05 February 2004 (2004-02-05), claim 5	1
A	JP 2018-155411 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 04 October 2018 (2018-10-04), claim 1	1-10
A	JP 2004-239508 A (JFE ENGINEERING CORPORATION) 26 August 2004 (2004-08-26), claim 1	1-10
A	JP 3-156206 A (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 04 July 1991 (1991-07-04), entire text, all drawings	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/038873

JP 6543389 B1	10 July 2019	(Family: none)
JP 2019-132485 A	08 August 2019	(Family: none)
JP 2017-187228 A	12 October 2017	WO 2017/175483 A1 paragraph [0045], fig. 5
JP 2001-193913 A	17 July 2001	(Family: none)
JP 5-272732 A	19 October 1993	(Family: none)
JP 2004-35167 A	05 February 2004	(Family: none)
JP 2018-155411 A	04 October 2018	(Family: none)
JP 2004-239508 A	26 August 2004	(Family: none)
JP 3-156206 A	04 July 1991	US 5081940 A entire text, all drawings EP 427231 A2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F23G 5/50(2006.01)i; F23M 11/04(2006.01)i FI: F23M11/04 102; F23G5/50 G; F23G5/50 H; F23G5/50 L														
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）） F23G5/50; F23M11/04														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			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				
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												
Y	JP 6543389 B1 (川崎重工業株式会社) 10.07.2019 (2019-07-10) 段落[0022][0039][0046]-[0054], 図5	1												
A	段落[0022][0039][0046]-[0054], 図5	2-10												
Y	JP 2019-132485 A (株式会社タクマ) 08.08.2019 (2019-08-08) 段落[0024]-[0026], 図2	1												
Y	JP 2017-187228 A (日立造船株式会社) 12.10.2017 (2017-10-12) 段落[0046], 図5	1												
Y	JP 2001-193913 A (株式会社クボタ) 17.07.2001 (2001-07-17) 段落[0013]	1												
Y	JP 5-272732 A (三井造船株式会社) 19.10.1993 (1993-10-19) [請求項2]	1												
Y	JP 2004-35167 A (株式会社鹿沼環境美化センター) 05.02.2004 (2004-02-05) [請求項5]	1												
A	JP 2018-155411 A (三菱重工業株式会社) 04.10.2018 (2018-10-04) [請求項1]	1-10												
☒ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 参考文献のカテゴリー</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 参考文献のカテゴリー	"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	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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	
* 参考文献のカテゴリー	"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													
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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													
"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	"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													
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"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														
国際調査を完了した日 02.11.2020	国際調査報告の発送日 17.11.2020													
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） 堀川 泰宏 3L 4018 電話番号 03-3581-1101 内線 3337													

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 2004-239508 A (J F Eエンジニアリング株式会社) 26.08.2004 (2004 - 08 - 26) [請求項1]	1-10
A	JP 3-156206 A (石川島播磨重工業株式会社) 04.07.1991 (1991 - 07 - 04) 全文, 全図	1-10

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/JP2020/038873

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 6543389 B1	10.07.2019	(ファミリーなし)	
JP 2019-132485 A	08.08.2019	(ファミリーなし)	
JP 2017-187228 A	12.10.2017	W0 2017/175483 A1 段落[0045], 図5	
JP 2001-193913 A	17.07.2001	(ファミリーなし)	
JP 5-272732 A	19.10.1993	(ファミリーなし)	
JP 2004-35167 A	05.02.2004	(ファミリーなし)	
JP 2018-155411 A	04.10.2018	(ファミリーなし)	
JP 2004-239508 A	26.08.2004	(ファミリーなし)	
JP 3-156206 A	04.07.1991	US 5081940 A 全文, 全図 EP 427231 A2	