

(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
2023年7月27日(27.07.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/140260 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 15/02 (2006.01) *G01N 33/22* (2006.01)

二丁目2番3号 J F E スチール株式会社
知的財産部内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/001226

(22) 国際出願日: 2023年1月17日(17.01.2023)

(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 2022-007397 2022年1月20日(20.01.2022) JP

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

(72) 発明者: 水野 拓陽 (MIZUNO Takuyo);
〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 山平 尚史 (YAMAHIRA Naoshi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町

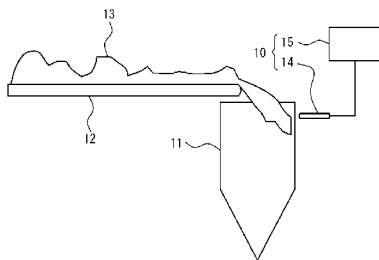
(74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji);
〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

(54) Title: PARTICLE SIZE ESTIMATION METHOD AND PARTICLE SIZE ESTIMATION DEVICE

(54) 発明の名称: 粒度推定方法及び粒度推定装置



(57) Abstract: A particle size estimation device 10 includes a sound sensor 14 and an information processing unit 15. The sound sensor 14 is positioned near a prescribed piece of equipment 11. The prescribed piece of equipment 11 handles particles to be measured. The sound sensor 14 collects collision sounds when particles containing a plurality of particles are caused to collide with the prescribed piece of equipment 11. The information processing unit 15 executes estimation related to the size of the particles, on the basis of the sound collected by the sound sensor 14.

(57) 要約: 粒度推定装置10は音響センサ14と情報処理部15とを有する。音響センサ14は所定の設備11近傍に位置する。所定の設備11は測定対象の粒子を扱う。音響センサ14は所定の設備11に複数の粒子を含む粒子を衝突させる時の衝突音を集音する。情報処理部15は、音響センサ14が集音した音響に基づいて粒子の粒度に関する推定を行う。

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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： 粒度推定方法及び粒度推定装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2022年1月10日に日本国に特許出願された特願2022-007397の優先権を主張するものであり、この先の出願の開示全体をここに参照のために取り込む。

技術分野

[0002] 本発明は、粒度推定方法及び粒度推定装置に関するものである。

背景技術

[0003] 製鉄工程において、高炉内のコークスは、炉内の通気性を確保するために高強度且つ均一であることが要求される。均一な高強度のコークスの製造には、石炭をコークス炉で加熱し乾留させる際に粒子に強固な接触が生じるように、コークス炉に装入する石炭の嵩密度を上げるように、理想的な粒度の割合に石炭粒度が調整される。

[0004] 粒径の大きい粗粒は、加熱処理時に隣接する石炭との収縮率の差により接触界面にひび割れが生じ易く、コークス強度が低下する。一方、粒径が小さい細粒は、コークス炉に装入時大気中に舞い易く、嵩密度を低下させる。従って、コークス製造用の粉碎後の石炭の粒度は、高強度で均一であるコークスを製造するために、目標とする粒度範囲に入るように、粉碎条件を調節する必要がある。更に、粉碎条件は粉碎前の粒度、粉碎後の粒度等の石炭性状をもとに変えられるが、粉碎の前後における石炭の粒度を測定することは重要である。

[0005] 従来、石炭の粒度の測定では、カメラを用いて石炭を撮像した2次元画像において石炭の像を識別し、識別した各石炭の粒径を算出することにより粒度分布を算出することが提案されている（特許文献1参照）。又、石炭にレーザを照射し、散乱したレーザ光の角度から粒径を演算する粒度測定方法が提案されている（特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-016983号公報

特許文献2：特開2012-173241号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、特許文献1で提案された粒度分布算出方法では、画像の奥行き方向、言換えると高さ方向の情報を含まないため、2つ以上の粒子が積層していた場合、下層の粒子を識別できない。そのため、正確な粒度の測定が困難である。また、特許文献2で提案された粒度測定方法では、石炭に照射したレーザの回折角度から粒度を算出するので、粒径が大きくなるほど回折角度が大きくなる。そのため、粉碎前石炭のような粒径の大きい粒子の測定が困難である。

[0008] 従って、上記のような従来技術の問題点に鑑みてなされた本開示の目的は、粒度の推定を正確に行う粒度推定方法及び粒度推定装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上述した諸課題を解決すべく、第1の観点による粒度推定方法では、
複数の粒子を所定の設備に衝突させ、
前記粒子の前記所定の設備への衝突音を音響センサに集音させ、
前記音響センサが集音した音響に基づいて、前記粒子の粒度に関する推定を行う。

[0010] また、第2の観点による粒度推定装置は、
測定対象の粒子を扱う所定の設備近傍に位置し、該所定の設備に複数の前記粒子を含む粒子を衝突させる時の衝突音を集音する音響センサと、
前記音響センサが集音した音響に基づいて、前記粒子の粒度に関する推定を行う情報処理部と、を備える。

発明の効果

[0011] 上記のように構成された本開示に係る粒度推定方法及び粒度推定装置によれば、粒子の粒度に関する正確な推定が行われ得る。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本実施形態に係る粒度推定装置の所定の設備に対する配置図である。

[図2]図1の情報処理部の概略構成を示す機能ブロック図である。

[図3]図2の制御部が実行する事前サンプリング処理を説明するためのフローチャートである。

[図4]図2の制御部が実行する粒度推定処理を説明するためのフローチャートである。

[図5]粒径が31.5～45mmの石炭、16～31.5mmの石炭、及び16～45mmの石炭をホッパーに衝突させた際のそれぞれの音響における0.5kHz帯の音圧の時間変化を示す第1のグラフ、第2のグラフ、及び第3のグラフである。

[図6]粒径が9～16mmの石炭をホッパーに衝突させた際の音響における0.5kHz帯及び1.4kHz帯それぞれの音圧の時間変化を示す第4のグラフ及び第5のグラフである。

[図7]粒径が31.5～45mmの石炭及び16～31.5mmの石炭をホッパーに衝突させた際のそれぞれの音響における1.4kHz帯の音圧の時間変化を示す第6のグラフ及び第7のグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示に係る実施形態について、図面を参照して説明する。

[0014] 図1は、本開示の一実施形態に係る粒度推定装置10の概略図である。粒度推定装置10は、測定対象の複数の粒子13の集合体を扱う所定の設備11に設けられる。複数の粒子は、例えば、5mm以上の石炭を含む。所定の設備11は、粒子13と衝突を生じさせる設備である。所定の設備11は、例えば、貯留用のホッパーである。所定の設備11には、コンベア12により搬送される複数の粒子13が鉛直上方から投入され、所定の設備11の側

面に衝突する。粒度推定装置 10 は、所定の設備 11 と複数の粒子 13 との衝突音に基づいて、複数の粒子 13 の粒度に関する推定を行う。

[0015] 粒度推定装置 10 は、音響センサ 14 及び情報処理部 15 を含んで構成される。

[0016] 音響センサ 14 は、所定の設備近傍に位置する。音響センサ 14 は、例えば、マイクロホンである。音響センサ 14 は、所定の設備 11 に複数の粒子 13 を衝突させる時の衝突音を集音する。より具体的には、音響センサ 14 は、衝突音を含む音響を集音する。音響センサ 14 は、20 kHz 以下の可聴領域帯の音響を集音することが想定され、当該音響を検出可能なセンサが選択されてよい。

[0017] 情報処理部 15 は、サーバ装置又はパーソナルコンピュータであってよい。情報処理部 15 は、音響センサ 14 が集音した音響に基づいて、粒子の粒度に関する推定を行う。図 2 に示すように、情報処理部 15 は、例えば、インタフェース 16、入力部 17、出力部 18、記憶部 19、及び制御部 20 を含む。

[0018] インタフェース 16 は、外部機器と情報を通信する。インタフェース 16 は、例えば、音響センサ 14 が集音する音響を、信号として取得する。インタフェース 16 は、音響センサ 14 以外の外部機器と情報を送受信してよい。

[0019] 入力部 17 は、ユーザ入力を検出する 1 つ以上のインタフェースを含む。例えば、入力部 17 は、物理キー、静電容量キー、出力部 18 のディスプレイと一体的に設けられたタッチスクリーン、音声入力を受け付けるマイク、または被写体を撮像するカメラなどであるが、これらに限られない。

[0020] 出力部 18 は、情報を出力してユーザに通知する 1 つ以上のインタフェースを含む。例えば、出力部 18 は、情報を映像で出力するディスプレイ、又は情報を音声で出力するスピーカ等であるが、これらに限られない。

[0021] 記憶部 19 は、半導体メモリ、磁気メモリ、又は光メモリ等であるが、これらに限られない。記憶部 19 は、例えば、主記憶装置、補助記憶装置、ま

たはキャッシュメモリとして機能してもよい。記憶部 19 は、情報処理部 15 の動作に用いられる任意の情報を記憶する。記憶部 19 は、例えば、システムプログラム、アプリケーションプログラムなどを記憶してもよい。記憶部 19 は、後述するように、所定の設備 11 の環境音に相当する音響を記憶してよい。所定の設備 11 の環境音は、複数の粒子 13 の所定の設備 11 への衝突に際した衝突音を除いた、所定の設備 11 への複数の粒子 13 の投入時に生じる周囲の音である。

[0022] 制御部 20 は、1 つ以上のプロセッサを含む。プロセッサは、汎用のプロセッサ、又は特定の処理に特化した専用のプロセッサであるが、これらに限られない。専用のプロセッサは、特定用途向け IC (ASIC; Application Specific Integrated Circuit) を含んでよい。制御部 20 は、プログラマブルロジックデバイス (PLD; Programmable Logic Device) を含んでよい。PLD は、FPGA (Field-Programmable Gate Array) を含んでよい。制御部 20 は、情報処理部 15 の各部位の制御を行う。

[0023] 制御部 20 は、事前サンプルモード及び粒度推定モードを運転モードとして有してよい。事前サンプルモードにおいて、制御部 20 は、所定の設備 11 の環境音を採取してよい。粒度推定モードにおいて、制御部 20 は、粒度に関する推定を行ってよい。事前サンプルモード及び粒度推定モードの切替えは、入力部 17 への操作入力に基づいてよい。

[0024] 事前サンプルモードにおいて、粒度推定装置 10 のユーザには、粒度の推定の実行前に、粒子 13 を衝突させない状態で、所定の設備 11 の環境音の採取を行うことが指示されている。例えば、ユーザは、何も載置させない状態でコンベア 12 を稼働させた状態で、音響センサ 14 に音響を集音させる操作入力を入力部 17 に入力するように指示されている。

[0025] 事前サンプルモードにおいて、制御部 20 は、音響センサ 14 が集音する音響を環境音として認定して、記憶部 19 に格納してよい。更には、制御部

20は、当該音響を、FFT解析により複数の周波数帯に分離してよい。制御部20は、分離した周波数帯それぞれにおいて閾値以上の音圧のある周波数帯を環境音の周波数帯として記憶部19に格納してよい。

[0026] 粒度推定モードにおいて、粒度推定装置10のユーザには、粒子13が所定の設備11に衝突中に、音響センサ14に集音させることが指示されている。粒度推定モードにおいて、制御部20は、以下に説明するように、音響センサ14が集音する音響に基づいて、粒子の粒度に関する推定を行う。

[0027] 制御部20は、推定のために、音響センサ14が集音した音響から、粒子の衝突音を抽出してよい。制御部20は、粒度推定モードにおいて集音した音響から、記憶部19に記憶された所定の設備11の環境音に相当する音響をキャンセルすることにより抽出してよい。

[0028] より具体的には、制御部20は、粒度推定モードにおいて、集音した音響を、例えばFFT解析することにより、複数の周波数帯に分離してよい。制御部20は、分離した複数の周波数帯の中で、例えば事前サンプリングモードに集音した環境音を複数の周波数帯に分離した音響でキャンセルして抽出しても良いし、音の周波数帯を除く他の周波数帯を粒子の衝突音として抽出してもよい。

[0029] 制御部20は、集音した音響を複数の周波数帯に分離して、当該複数の周波数帯の衝突音に基づいて、粒子の粒度に関する推定を行ってよい。制御部20は、上述のように、抽出した粒子の衝突音、言換えると、環境音を除く、複数の周波数帯のそれぞれの衝突音に基づいて、粒子の粒度に関する推定を行ってよい。

[0030] 制御部20は、例えば、分離した複数の周波数帯の中の第1の帯域の音圧が第1の閾値を超えるか否かを判別してよい。制御部20は、第1の帯域の音圧が第1の閾値を超える場合、第1の帯域に対応する第1の粒径以上の粒子13が複数の粒子に含まれていると推定してよい。

[0031] 第1の粒径は、任意に定められてよい。第1の粒径は、例えば、所定の設備11において所望の粒度範囲の上限値であってよい。第1の粒径は、例え

ば、31.5 mmである。定められた第1の粒径を測定対象の粒子13が超えるか否かによって音圧の変化が明確となる周波数帯域が第1の帯域に定められてよい。第1の粒径が31.5 mmである構成においては、第1の帯域は0.5 kHz帯である。又、第1の閾値は、0.05 m/s²である。0.5 kHz帯とは、例えば、0.5 kHzを中心とする所定の幅の帯域である。所定の幅は、ゼロ、言換えると0.5 kHzそのものであってよく、幅を有してよい。

[0032] 又、制御部20は、例えば、分離した複数の周波数帯の中の第2の帯域の衝突音の音圧の最大値に対する第3の帯域の衝突音の音圧の最大値の比を算出してよい。第3の帯域は第2の帯域より大きな周波数範囲である。制御部20は、当該比が第2の閾値を超えるか否かを判別してよい。制御部20は、当該比が第2の閾値を超える場合、複数の粒子には第2の帯域及び第3の帯域に対応する第2の粒径以下の粒子13のみが含まれていると推定してよい。

[0033] 第2の粒径は任意に定められてよい。第2の粒径は、例えば、所定の設備11において所望の粒度範囲の下限值であってよい。第2の粒径は、例えば、16 mmである。定められた第2の粒径を測定対象の粒子13が超えるか否かによって音圧の比の変化が明確となる周波数帯域が第2の帯域及び第3の帯域に定められてよい。第2の帯域は第1の帯域と同じであってよく、異なっていてよい。第2の粒径が16 mmである構成においては、第2の帯域及び第3の帯域はそれぞれ0.5 kHz帯及び14 kHz帯である。又、第2の閾値は3である。14 kHz帯とは、例えば、14 kHzを中心とする所定の幅の帯域である。所定の幅は、ゼロ、言換えると0.5 kHzそのものであってよく、幅を有してよい。

[0034] 制御部20は、粒子の粒度に関する推定後に、推定結果を出力部18に出力させてよい。又は、制御部20は、推定される粒度に基づいて粒子13に対して所定の処理を行う外部機器に推定結果を付与してよい。

[0035] 次に、本実施形態において制御部20が実行する事前サンプリング処理に

ついて、図3のフローチャートを用いて説明する。事前サンプリング処理は、制御部20の動作モードが事前サンプリングモードに切り替えられる場合、開始する。

[0036] ステップS100において、制御部20は、音響センサ14の集音を開始させる操作入力を入力部17が検出するか否かを判別する。検出しない場合、プロセスはステップS100に戻る。検出する場合、プロセスはステップS101に進む。

[0037] ステップS101では、制御部20は、音響の取得を開始する。制御部20は、取得する音響を、例えば、記憶部19に格納開始する。取得開始後、プロセスはステップS102に進む。

[0038] ステップS102では、制御部20は、音響センサ14の集音を終了する操作入力を入力部17が検出するか否かを判別する。検出しない場合、プロセスはステップS102を繰返す。検出する場合、プロセスはステップS103に進む。

[0039] ステップS103では、制御部20は、音響の取得を停止する。停止後、プロセスはステップS104に進む。

[0040] ステップS104では、制御部20は、ステップS101からステップS103までの間に取得した音響をFFT解析により、複数の周波数帯に分離する。分離後、プロセスはステップS105に進む。

[0041] ステップS105では、制御部20は、ステップS104において分離した複数の周波数帯の中で、閾値以上の音圧を振幅として含む周波数帯を環境音の周波数帯として認定する。認定後、プロセスはステップS106に進む。

[0042] ステップS106では、制御部20は、ステップS105において環境音の周波数帯域と認定した周波数帯域を記憶部19に格納する。格納後、事前サンプリング処理は終了する。

[0043] 次に、本実施形態において制御部20が実行する粒度推定処理について、図4のフローチャートを用いて説明する。粒度推定処理は、制御部20の動

作モードが粒度推定モードに切り替えられる場合、開始する。

- [0044] ステップS200において、制御部20は、音響センサ14の集音を開始させる操作入力を入力部17が検出するか否かを判別する。検出しない場合、プロセスはステップS200に戻る。検出する場合、プロセスはステップS201に進む。
- [0045] ステップS201では、制御部20は、音響の取得を開始する。制御部20は、取得する音響を、例えば、記憶部19に格納開始する。取得開始後、プロセスはステップS202に進む。
- [0046] ステップS202では、制御部20は、ステップS201において取得を開始した音響をFFT解析により、複数の周波数帯に分離する。分離後、プロセスはステップS203に進む。
- [0047] ステップS203では、制御部20は、ステップS202において分離した周波数帯域の中で、記憶部19に記憶した環境音の周波数帯域をキャンセルする。キャンセル後、プロセスはステップS204に進む。
- [0048] ステップS204では、制御部20は、ステップS203において環境音をキャンセルした複数の周波数帯域の音響に基づいて、粒子の粒度に関する推定を行う。更に、制御部20は、推定結果を出力部18に出力させる。又は、制御部20は、推定結果を外部機器に付与する。粒度に関する推定後、粒度推定処理は終了する。
- [0049] 以上のような構成の本実施形態の粒度推定装置10は、所定の設備11近傍に位置し且つ所定の設備11に複数の粒子13を衝突させる時の衝突音を集音する音響センサ14と、音響センサ14が集音した音響に基づいて、粒子の粒度に関する推定を行う。粒子の衝突音に関して、粒子の粒度が小さくなるにつれて周波数帯が高くなり、音圧は小さくなることが知られている。それゆえ、上述のような構成により、粒度推定装置10は、粒子の粒度を正確に推定し得る。
- [0050] また、本実施形態の粒度推定装置10では、音響センサ14が集音した音響から粒子の衝突音を抽出する。このような構成により、粒度推定装置10

は、粒度の推定に寄与しない音を含む音響から粒子の衝突音を抽出するので、粒度の推定精度を向上させ得る。

[0051] また、本実施形態の粒度推定装置 10 では、音響センサ 14 が集音した音響を複数の周波数帯に分離し、分離した複数の周波数帯のそれぞれ衝突音に基づいて粒子の粒度に関する推定を行う。粒子の粒度により周波数帯別の音圧に相違があるので、上述のような構成により、粒度推定装置 10 は、多様な粒度に対応する推定を行い得る。

[0052] また、本実施形態の粒度推定装置 10 は、分離した複数の周波数帯の中の第 1 の帯域の音圧が第 1 の閾値を超える場合、複数の粒子には当該第 1 の帯域に対応する第 1 の粒径以上の粒子 13 が含まれていることの推定を行う。具体的に、粒径が 31.5 mm の前後における 0.5 kHz 帯の音圧の実測値を用いて、上記の構成による効果を説明する。図 5 に示すように、粒径が 31.5 ~ 45 mm の石炭をホッパーに衝突させた際の音響における 0.5 kHz 帯の音圧の時間変化の第 1 のグラフ 21 において、音圧のピーク値は 0.05 を超えていた。又、粒径が 16 ~ 31.5 mm の石炭をホッパーに衝突させた際の音響における 0.5 kHz 帯の音圧の時間変化の第 2 のグラフ 22 において、音圧のピーク値は 0.05 を超えることが無かった。又、粒径が 16 ~ 45 mm の石炭をホッパーに衝突させた際の音響における 0.5 kHz 帯の音圧の時間変化の第 3 のグラフ 23 において、音圧のピーク値は 0.05 を超えていた。このような実測値に基づけば、0.5 kHz の帯域の音圧が 0.05 を超える場合、測定対象の石炭の粒径が 31.5 mm を超えていると推定可能である。したがって、上述のような構成を有する粒度推定装置 10 は、第 1 の帯域及び第 1 の閾値を所定の設備 11 に対する実測値に応じて設定することにより、複数の粒子に第 1 の粒径以上の粒子 13 が含まれていることを高い精度で推定し得る。

[0053] また、本実施形態の粒度推定装置 10 は、分離した複数の周波数帯の中の第 2 の帯域の衝突音の音圧の最大値に対する、当該第 2 の帯域より大きな第 3 の帯域の衝突音の音圧の最大値の比が第 2 の閾値を超える場合、複数の粒

子には当該第2の帯域及び当該第3の帯域に対応する第2の粒径以下の粒子13のみが含まれていることを推定する。具体的に、粒径が16mmの前後における0.5kHz帯及び14kHz帯の音圧の実測値を用いて、上記の構成による効果を説明する。図6に示すように、粒径が9～16mmの石炭をホッパーに衝突させた際の音響における0.5kHz帯の音圧の時間変化の第4のグラフ24において、音圧のピーク値は0.02程度であった。又、粒径が9～16mmの石炭をホッパーに衝突させた際の音響における14kHz帯の音圧の時間変化の第5のグラフ25において、音圧のピーク値は0.1近くであった。図7に示すように、粒径が31.5～45mmの石炭をホッパーに衝突させた際の音響における14kHz帯の音圧の時間変化の第6のグラフ26において、音圧のピーク値は0.05程度であった。又、粒径が16～31.5mmの石炭をホッパーに衝突させた際の音響における14kHz帯の音圧の時間変化の第7のグラフ27において、音圧のピーク値は0.05程度であった。第1のグラフ21から第7のグラフ27から認識されるように、低周波数帯域に対する高周波数帯域の音圧のピークの比は、粒度が小さくなるほど大きくなることが分かる。したがって、上述のような構成を有する粒度推定装置10は、第2の帯域、第3の帯域、及び第2の閾値を所定の設備11に対する実測値に応じて設定することにより、複数の粒子に第2の粒径以下の粒子13のみが含まれていることを高い精度で推定し得る。

[0054] 以上、粒度推定装置10の実施形態を説明してきたが、本開示の実施形態としては、装置を実施するための方法又はプログラムの他、プログラムが記録された記憶媒体（一例として、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁気テープ、ハードディスク、又はメモリカード等）としての実施態様をとることも可能である。

[0055] また、プログラムの実装形態としては、コンパイラによってコンパイルされるオブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラムコード等のアプリケーションプログラムに限定されることはなく、オペレーティング

グシステムに組み込まれるプログラムモジュール等の形態であってもよい。さらに、プログラムは、制御基板上のCPUにおいてのみ全ての処理が実施されるように構成されてもされなくてもよい。プログラムは、必要に応じて基板に付加された拡張ボード又は拡張ユニットに実装された別の処理ユニットによってその一部又は全部が実施されるように構成されてもよい。

[0056] 本開示に係る実施形態について説明する図は模式的なものである。図面上の寸法比率等は、現実のものとは必ずしも一致していない。

[0057] 本開示に係る実施形態について、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、各構成部等に含まれる機能等は論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の構成部等を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。

[0058] 本開示に記載された構成要件の全て、及び／又は、開示された全ての方法、又は、処理の全てのステップについては、これらの特徴が相互に排他的である組合せを除き、任意の組合せで組み合わせることができる。また、本開示に記載された特徴の各々は、明示的に否定されない限り、同一の目的、同等の目的、または類似する目的のために働く代替の特徴に置換することができる。したがって、明示的に否定されない限り、開示された特徴の各々は、包括的な一連の同一、又は、均等となる特徴の一例にすぎない。

[0059] さらに、本開示に係る実施形態は、上述した実施形態のいずれの具体的構成にも制限されるものではない。本開示に係る実施形態は、本開示に記載された全ての新規な特徴、又は、それらの組合せ、あるいは記載された全ての新規な方法、又は、処理のステップ、又は、それらの組合せに拡張することができる。

[0060] 本開示において「第1」及び「第2」等の記載は、当該構成を区別するための識別子である。本開示における「第1」及び「第2」等の記載で区別された構成は、当該構成における番号を交換することができる。例えば、第1

の帯域は、第2の帯域と識別子である「第1」と「第2」とを交換することができる。識別子の交換は同時に行われる。識別子の交換後も当該構成は区別される。識別子は削除してよい。識別子を削除した構成は、符号で区別される。本開示における「第1」及び「第2」等の識別子の記載のみに基づいて、当該構成の順序の解釈、小さい番号の識別子が存在することの根拠に利用してはならない。

符号の説明

- [0061] 1 0 粒度推定装置
- 1 1 ホッパー
- 1 2 コンベア
- 1 3 複数の粒子
- 1 4 音響センサ
- 1 5 情報処理部
- 1 6 インタフェース
- 1 7 入力部
- 1 8 出力部
- 1 9 記憶部
- 2 0 制御部
- 2 1 第1のグラフ
- 2 2 第2のグラフ
- 2 3 第3のグラフ
- 2 4 第4のグラフ
- 2 5 第5のグラフ
- 2 6 第6のグラフ
- 2 7 第7のグラフ

請求の範囲

- [請求項1] 複数の粒子を所定の設備に衝突させ、
前記粒子の前記所定の設備への衝突音を音響センサに集音させ、
前記音響センサが集音した音響に基づいて、前記粒子の粒度に関する推定を行う
粒度推定方法。
- [請求項2] 前記粒子の粒度に関する推定は、
前記音響センサが集音した音響から、前記粒子の衝突音を抽出することを含む
請求項1に記載の粒度推定方法。
- [請求項3] 前記粒子の衝突音は、前記音響センサが集音した音響から、環境音に相当する音響を複数の周波数帯の音響に分離し、キャンセルすることにより、抽出される
請求項2に記載の粒度推定方法。
- [請求項4] 前記粒子の粒度に関する推定は、
前記音響センサが集音した音響を、複数の周波数帯に分離することと、
分離した前記複数の周波数帯のそれぞれで、前記複数の周波数帯に分離した環境音をキャンセルした衝突音に基づいて、前記粒子の粒度に関する推定を行うことと、を含む
請求項1から3のいずれか1項に記載の粒度推定方法。
- [請求項5] 前記粒子の粒度に関する推定は、
分離した前記複数の周波数帯の中の第1の帯域の音圧が第1の閾値を超える場合、前記複数の粒子には該第1の帯域に対応する第1の粒径以上の粒子が含まれていることの推定を含む
請求項4に記載の粒度推定方法。
- [請求項6] 前記粒子の粒度に関する推定は、
分離した前記複数の周波数帯の中の第2の帯域の衝突音の音圧の最

大値に対する、該第2の帯域より大きな第3の帯域の衝突音の音圧の最大値の比が第2の閾値を超える場合、前記複数の粒子には該第2の帯域及び該第3の帯域に対応する第2の粒径以下の粒子のみが含まれていることの推定を含む

請求項2から4のいずれか1項に記載の粒度推定方法。

[請求項7] 前記音響センサが集音した音響は、20kHz以下の可聴領域帯である

請求項1から6のいずれか1項に記載の粒度推定方法。

[請求項8] 前記複数の粒子は5mm以上の石炭を含む

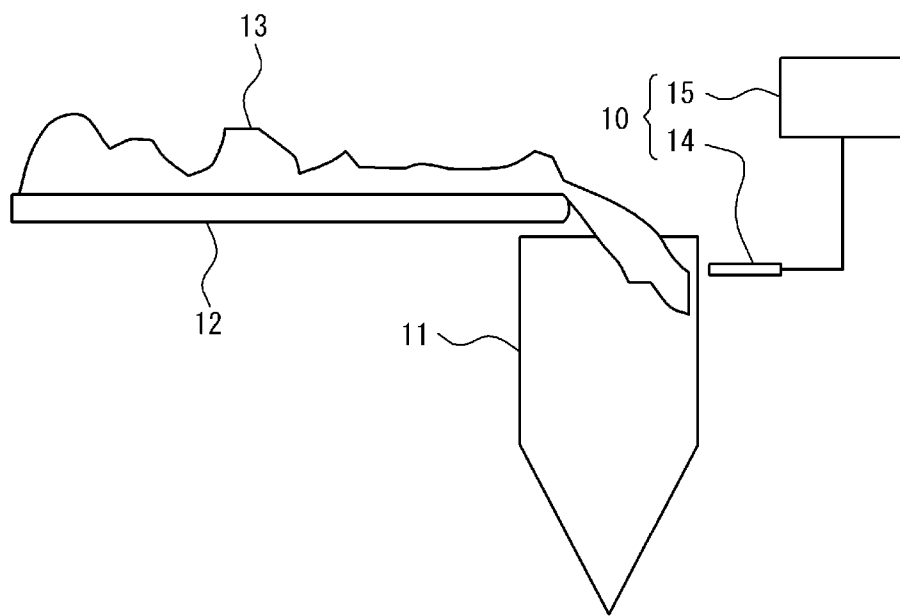
請求項1から7のいずれか1項に記載の粒度推定方法。

[請求項9] 測定対象の粒子を扱う所定の設備近傍に位置し、該所定の設備に複数の前記粒子を衝突させる時の衝突音を集音する音響センサと、

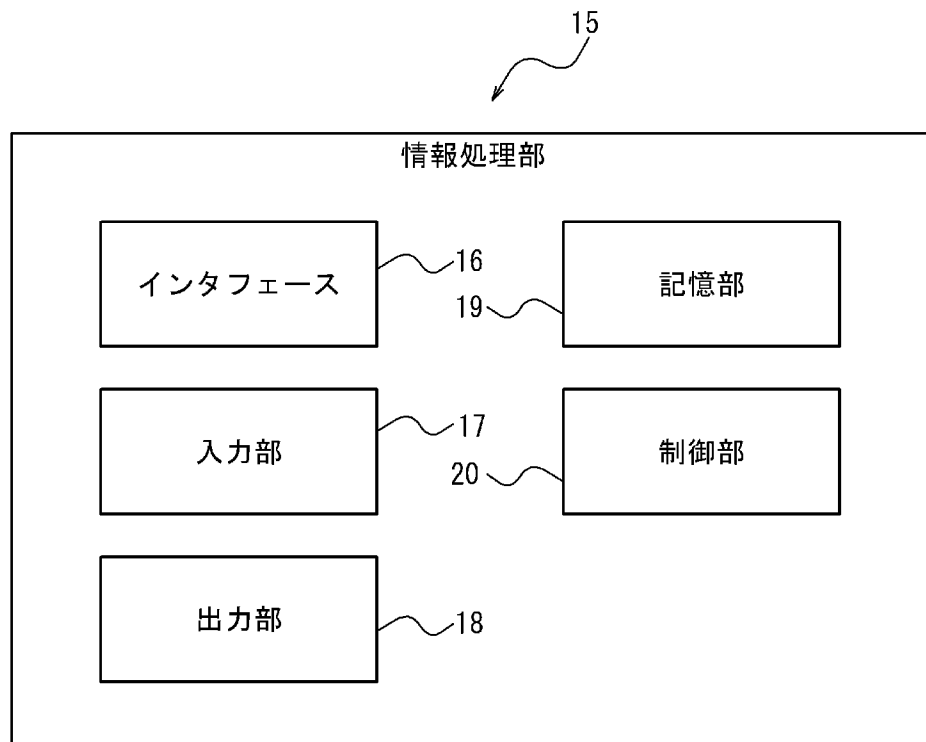
前記音響センサが集音した音響に基づいて、前記粒子の粒度に関する推定を行う情報処理部と、を備える

粒度推定装置。

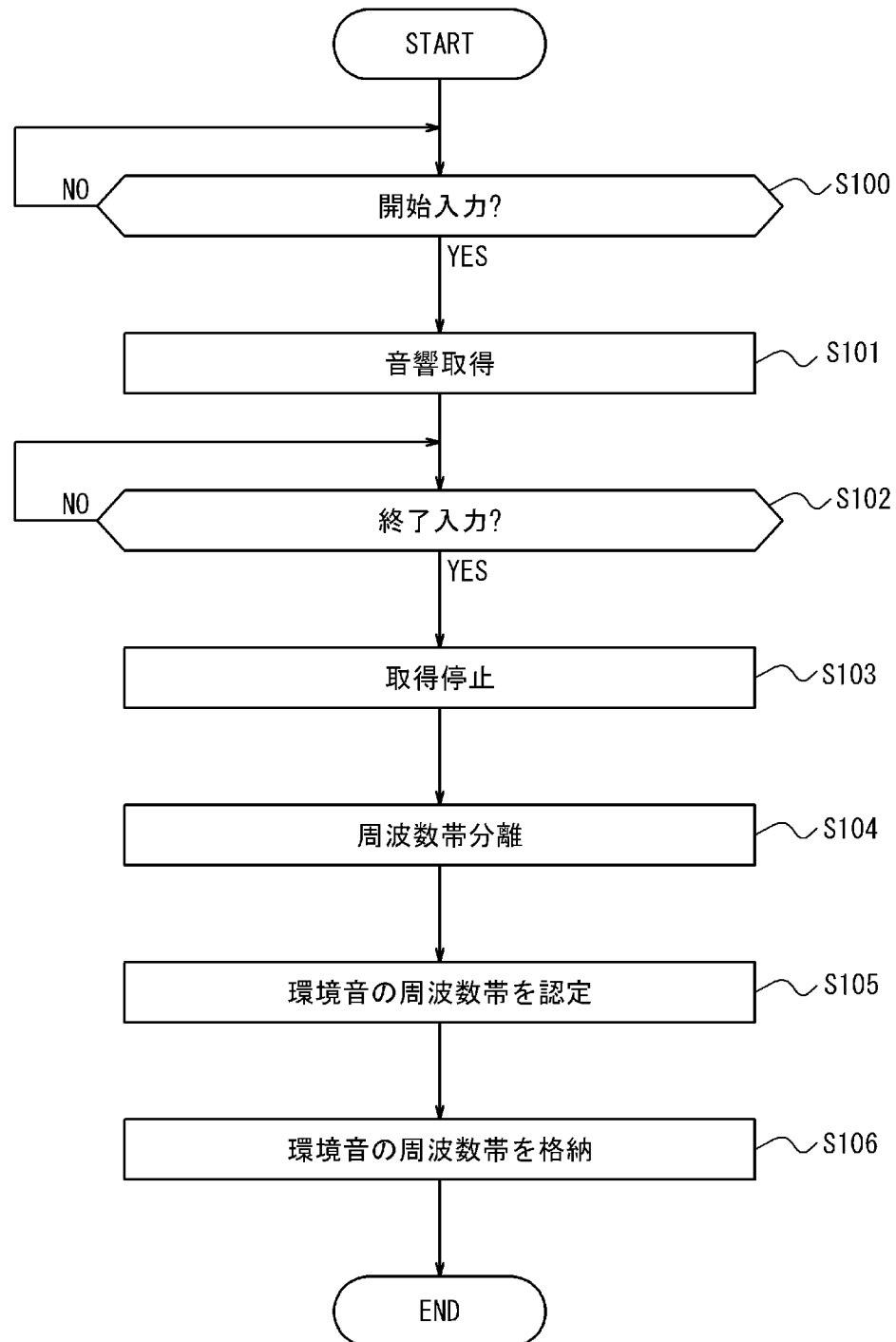
[図1]



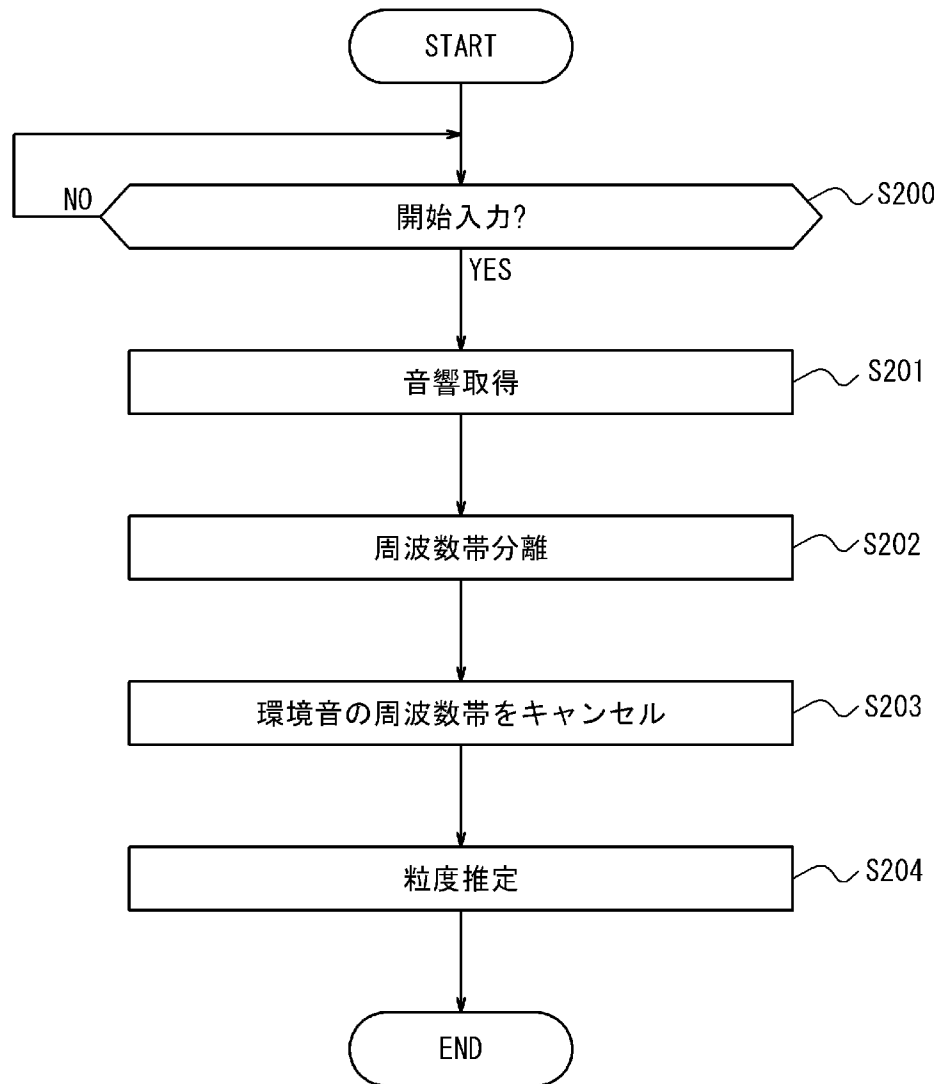
[図2]



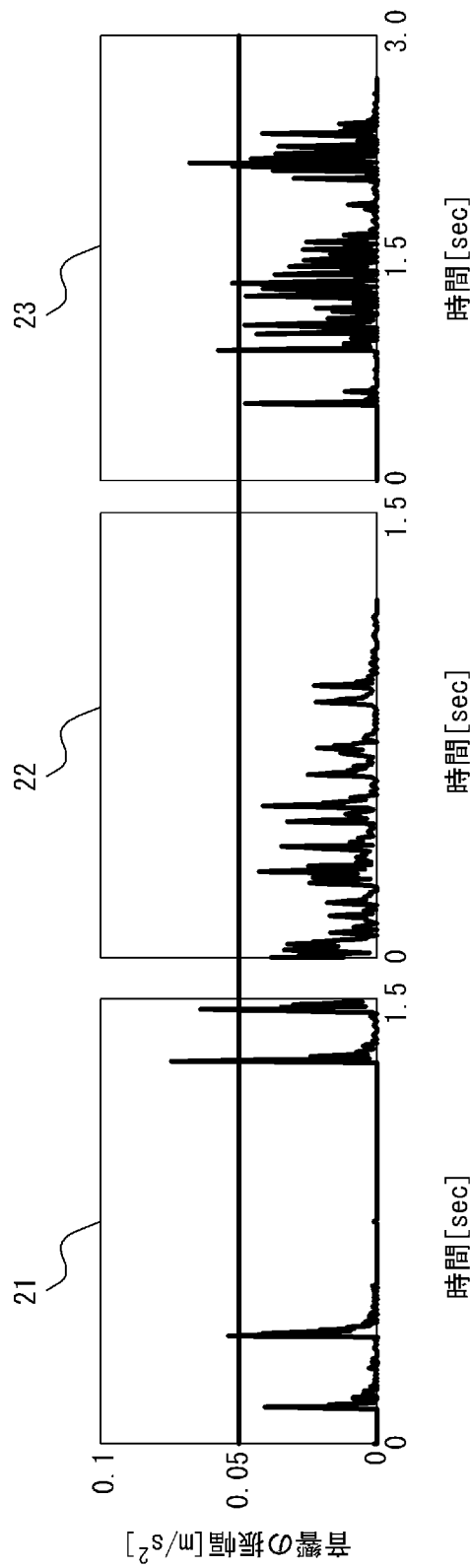
[図3]



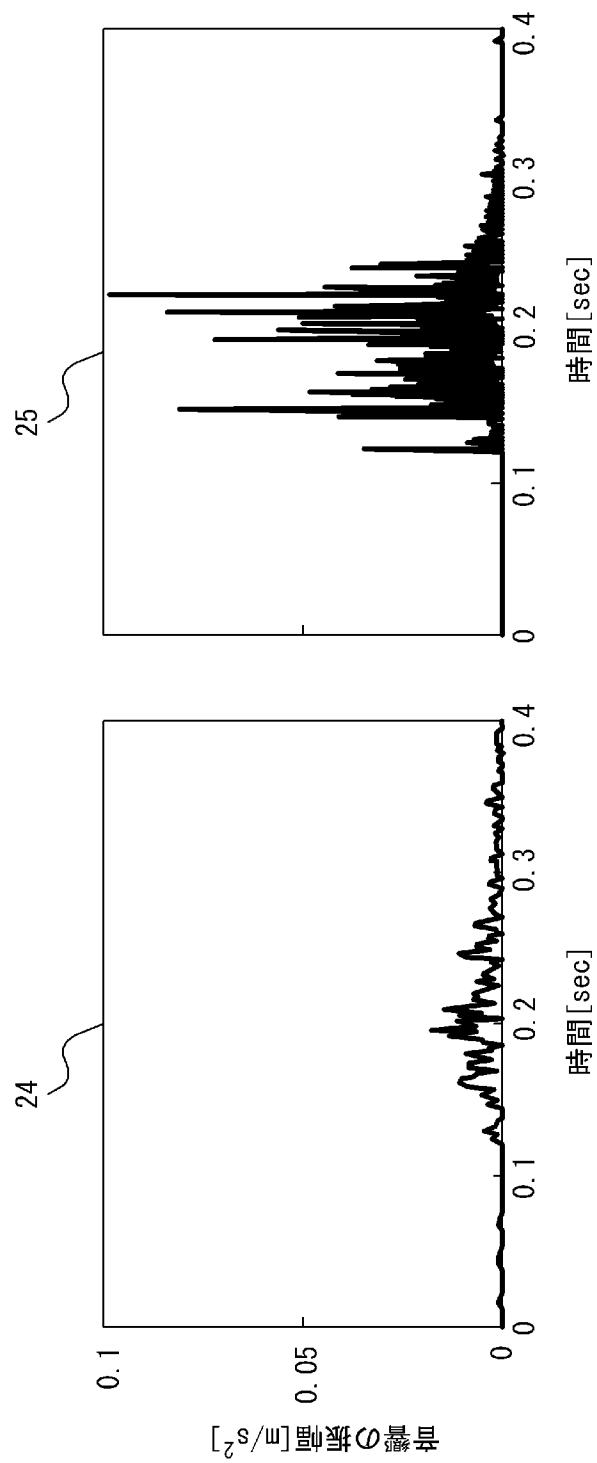
[図4]



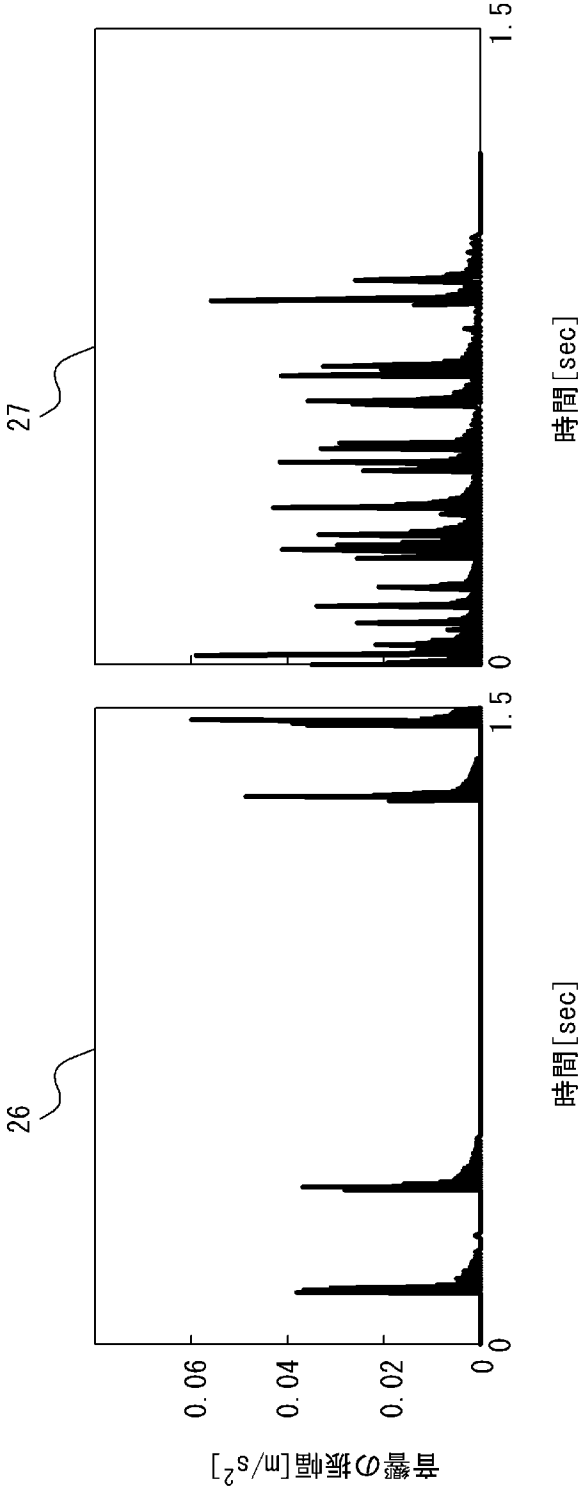
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/001226

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 15/02**(2006.01)i; **G01N 33/22**(2006.01)i

FI: G01N15/02 D; G01N33/22 A

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)

G01N15/02; G01N33/22

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-13108 A (NKK CORP.) 14 January 1997 (1997-01-14)	1-2, 9
Y	paragraphs [0001]-[0011], fig. 1-5	3-9
X	JP 50-75070 A (MITSUBISHI STEEL MFG.CO., LTD.) 20 June 1975 (1975-06-20)	1-4
Y	page 1, left column, line 1 to page 2, lower right column, line 1, fig. 1-8	3-9
Y	小田晃他. 礫の接触時間を利用した粒度分布の推定法. 平成 18 年度. 砂防学会研究発表会概要集, 22 May 2006, non-official translation (ODA, Akira et al. Method for estimating particle size distribution using gravel contact time. Volume 2006. Research and presentation abstracts of the Japan Society of Erosion Control Engineering)	5-7
	page 84, lines 26-42	
Y	JP 3-186362 A (MISAWA HOMES CO., LTD.) 14 August 1991 (1991-08-14)	5-7
	page 2, lower left column, line 1 to lower left column, line 16, fig. 1-2	
A	JP 5-18884 A (SINTOKOGIO, LTD.) 26 January 1993 (1993-01-26)	1-9
	entire text, all drawings	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 March 2023

Date of mailing of the international search report

04 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/001226

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-280634 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 05 December 1987 (1987-12-05) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2019-135320 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 15 August 2019 (2019-08-15) entire text, all drawings	1-9
A	CN 111474091 A (SHANGHAI RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.) 31 July 2020 (2020-07-31) entire text, all drawings	1-9
A	CN 103411858 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY) 27 November 2013 (2013-11-27) entire text, all drawings	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/001226

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	9-13108	A	14 January 1997	(Family: none)	
JP	50-75070	A	20 June 1975	(Family: none)	
JP	3-186362	A	14 August 1991	(Family: none)	
JP	5-18884	A	26 January 1993	(Family: none)	
JP	62-280634	A	05 December 1987	(Family: none)	
JP	2019-135320	A	15 August 2019	(Family: none)	
CN	111474091	A	31 July 2020	(Family: none)	
CN	103411858	A	27 November 2013	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 15/02(2006.01)i; G01N 33/22(2006.01)i FI: G01N15/02 D; G01N33/22 A										
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）） G01N15/02; G01N33/22										
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>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023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	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	JP 9-13108 A（日本鋼管株式会社）14.01.1997（1997-01-14） [0001] - [0011] [図1] - [図5]	1-2, 9								
Y		3-9								
X	JP 50-75070 A（三菱製鋼株式会社）20.06.1975（1975-06-20） 第1頁左欄第1行目～第2頁右下欄第1行目、第1～8図	1-4								
Y		3-9								
Y	小田晃 他、礫の接触時間を利用した粒度分布の推定法、平成18年度 砂防学会研究発表会概要集、2006.05.22 第84頁第26行目～第42行目	5-7								
Y	JP 3-186362 A（ミサワホーム株式会社）14.08.1991（1991-08-14） 第2頁左下欄第1行目～左下欄第16行目、第1～2図	5-7								
A	JP 5-18884 A（新東工業株式会社）26.01.1993（1993-01-26） 全文、全図	1-9								
A	JP 62-280634 A（三菱重工業株式会社）05.12.1987（1987-12-05） 全文、全図	1-9								
☒ 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> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 </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 “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 17.03.2023	国際調査報告の発送日 04.04.2023									
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） 野田 華代 2J 4455 電話番号 03-3581-1101 内線 3252									

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 2019-135320 A (株式会社神戸製鋼所) 15.08.2019 (2019 - 08 - 15) 全文, 全図	1-9
A	CN 111474091 A (SHANGHAI RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.) 31.07.2020 (2020 - 07 - 31) 全文, 全図	1-9
A	CN 103411858 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY) 27.11.2013 (2013 - 11 - 27) 全文, 全図	1-9

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/JP2023/001226

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	9-13108	A	14.01.1997	(ファミリーなし)	
JP	50-75070	A	20.06.1975	(ファミリーなし)	
JP	3-186362	A	14.08.1991	(ファミリーなし)	
JP	5-18884	A	26.01.1993	(ファミリーなし)	
JP	62-280634	A	05.12.1987	(ファミリーなし)	
JP	2019-135320	A	15.08.2019	(ファミリーなし)	
CN	111474091	A	31.07.2020	(ファミリーなし)	
CN	103411858	A	27.11.2013	(ファミリーなし)	