

(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10月5日(05.10.2023)



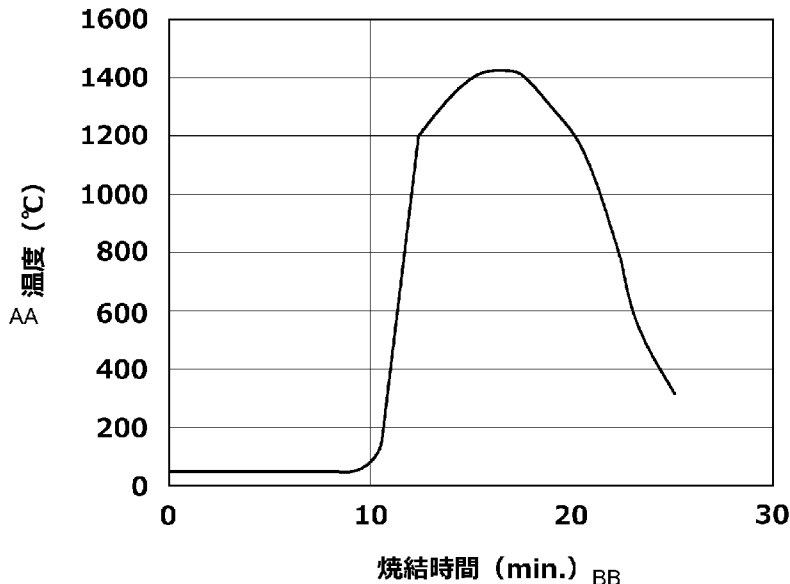
(10) 国際公開番号

WO 2023/189242 A1

- (51) 国際特許分類:  
C22B 1/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/008343
- (22) 国際出願日: 2023年3月6日(06.03.2023)
- (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 2022-051407 2022年3月28日(28.03.2022) 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: 堀田 謙弥(HORITA Kenya); 〒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). 岩見 友司(IWAMI Yuji); 〒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). 樋口 隆英(HIGUCHI Takahide); 〒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). 河野 崇史(KAWANO Takashi); 〒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). 池田 幸平(IKEDA Kohei); 〒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).

(54) Title: SINTERED ORE STRUCTURE PREDICTION METHOD AND SINTERED ORE PRODUCTION METHOD USING SAME

(54) 発明の名称: 焼結鉱組織の予測方法およびそれを用いた焼結鉱の製造方法



AA Temperature (°C)  
BB Sintering time (min.)

(57) Abstract: Proposed are: a sintered ore structure prediction method which enables sintered ore structures, such as a mineral structure and a pore structure of sintered ore, to be ascertained and managed online; and a sintered ore production method which uses the prediction method. This prediction method is for predicting sintered ore structures of sintered ore which is produced by charging an endlessly moving pallet carriage of a Dwight-Lloyd type sintering machine with a sintering material to form a charged layer and by sintering the charged layer, and the method predicts the sintered ore



WO 2023/189242 A1

- (74) 代理人: 弁理士法人銀座マロニエ特許事務所(GINZA MARONIE P.C.); 〒1040061 東京都中央区銀座2丁目8番9号木挽館銀座ビル 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, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

structures by using history of sintering temperatures in the charged layer, said history being obtained from sintered ore production conditions and a heat-transfer model. In addition, sintered ore production conditions under which the sintered ore structures predicted by the aforementioned sintered ore structure prediction method match predetermined sintered ore structures are identified, and the sintered ore is produced under the identified production conditions.

(57) 要約: 焼結鉱の鉱物組織や気孔構造といった焼結鉱組織をオンラインで把握し、管理できる焼結鉱組織の予測方法およびそれを用いた焼結鉱の製造方法を提案する。ドワイトロイド式の焼結機の無端移動式のパレット台車に焼結原料を装入して装入層を形成させ、装入層を焼結して製造される焼結鉱の焼結鉱組織の予測方法であって、焼結鉱の製造条件と伝熱モデルとから求められる装入層内の焼結温度履歴を用いて焼結鉱組織を予測する。また、上述した焼結鉱組織の予測方法を用いて予測される焼結鉱組織が予め定められた焼結鉱組織になる焼結鉱の製造条件を特定し、特定された製造条件で焼結鉱を製造する。

## 明 細 書

発明の名称：

焼結鉍組織の予測方法およびそれを用いた焼結鉍の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、高炉の原料として用いられる焼結鉍の焼結鉍組織の予測方法および当該予測方法を用いた焼結鉍の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 焼結鉍の強度や被還元性等の品質は、焼結鉍中の鉍物組織や気孔構造に依存する。焼結鉍の鉍物組織や気孔構造は、原料条件および操業条件で決定する焼結温度履歴によって左右される。焼結鉍の品質を確保する上で焼結鉍の鉍物組織や気孔構造の制御は重要だが、鉍物組織や気孔構造の測定にはオフラインで製造後の焼結鉍を採取し、断面観察やXRD等で評価する必要があるが、オンラインでの管理ができない。

[0003] 焼結鉍製造時における焼結原料の装入層の焼結温度履歴を測定する方法として、例えば特許文献1には、熱電対で実測した高さ方向の温度データから特徴量を計算することで操業状態を管理する手法が開示されている。しかし、実際の無端移動式のパレット台車に熱電対を設置し、連続的にデータを測定すること、もしくはバッチ式で日々測定することは現実的に困難であった。それに加えて、本手法ではフィードバックアクションとなり操業改善のチャンスロスが生じるため、フィードフォワードのアクションが提案できない課題があった。

[0004] また、焼結温度履歴を推定する方法は、すでに非特許文献1で伝熱モデルが数式化されている。そして、例えば、特許文献2には非特許文献1の伝熱モデルを用いて、燃焼性の異なる炭材使用時にも比較的高精度に温度履歴を計算できる方法が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-44491号公報

特許文献2：特開2015-137368号公報

### 非特許文献

[0006] 非特許文献1：鞭巖 外1名、焼結鉍の操業解析、鉄と鋼、第56年（1970）、第3号、P371～381

非特許文献2：大野光一郎 外4名、焼結プロセス層内の温度分布推定数値シミュレーションに及ぼすコークスの燃焼速度式の影響、鉄と鋼、Vol. 101、（2015）、No. 1、P19～P24

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0007] このように、焼結温度履歴を推定する伝熱モデルは知られているが、鉍物組織や気孔構造などの焼結鉍の焼結鉍組織を予測する技術は開示されていない。上述したように、鉍物組織や気孔構造を把握するには、オフラインで製造後の焼結鉍を採取し、断面観察やXRD等で評価する必要がある。そのため、焼結鉍の品質に影響を及ぼす鉍物組織や気孔構造をオンラインで管理できないといった課題があった。加えて、既に製造された焼結鉍の分析になるため、フィードバックのアクションに留まり、操業改善のチャンスロスが発生してしまう点も解決できないため、フィードフォワードのアクションが課題である。

[0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、焼結鉍の鉍物組織や気孔構造といった焼結鉍組織をオンラインで把握し、管理できる焼結鉍組織の予測方法およびそれを用いた焼結鉍の製造方法を提案することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、ドワイトロイド式の焼結機の無端移動式のパレット台車に焼結原料を装入して装入層を形成させ、前記装入層を焼結して製造される焼結鉍の焼結鉍組織の予測方法であって、焼結鉍の製造条件と伝熱モデルとから求

められる前記装入層内の焼結温度履歴を用いて前記焼結鉍組織を予測する、焼結鉍組織の予測方法である。

[0010] なお、前記のように構成される本発明に係る焼結鉍組織の予測方法においては、

(1) 前記焼結鉍の製造条件として、前記焼結原料に配合される原料の成分濃度、粒度および配合量と、前記パレット台車の速度と、前記装入層の層厚と、負圧と、を用いること、

(2) 前記焼結鉍の製造条件として、さらに、気体燃料吹込み量、酸素吹込み量および循環排ガス量のいずれか一つ以上を用いること、

(3) 予め求められる焼結温度履歴と焼結鉍組織との対応関係を用いて前記焼結鉍組織を予測すること、

(4) 前記焼結鉍組織は、焼結鉍中におけるカルシウムフェライトの含有量および／または焼結鉍の気孔率気孔率であること、  
がより好ましい解決手段となるものと考えられる。

[0011] また、本発明は、上述した焼結鉍組織の予測方法を用いる焼結鉍の製造方法であって、前記焼結鉍組織の予測方法を用いて予測される焼結鉍組織が予め定められた焼結鉍組織になる焼結鉍の製造条件を特定し、特定された前記製造条件で前記焼結鉍を製造する、焼結鉍の製造方法である。

### 発明の効果

[0012] 本発明に係る焼結鉍組織の予測方法の実施により、短時間で焼結鉍組織が予測できるので、焼結鉍の鉍物組織や気孔構造といった焼結鉍組織をオンラインで把握し、管理できるようになる。さらに、予測された焼結鉍組織が目標とする焼結鉍組織になるように焼結鉍の製造条件を設定することで、焼結鉍の組織を制御でき、高品質な焼結鉍の製造が実現できる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本実施形態に係る焼結組織の予測方法が実施できる焼結鉍の製造設備の一例を示す模式図である。

[図2]装入層の焼結温度と焼結時間との関係から求めた焼結温度履歴の一例を

示すグラフである。

[図3]焼結温度履歴から温度履歴指数を算出する方法の一例を示すグラフである。

[図4]カルシウムフェライトの含有量と温度履歴指数との相関関係の一例を示すグラフである。

[図5]カルシウムフェライトの含有量の予測値と実測値との相関関係の一例を示すグラフである。

[図6]製造される焼結鉱のカルシウムフェライトの含有量の経時変化の一例を示すグラフである。

[図7]焼結温度履歴から温度履歴指数を算出する方法の他の例を示すグラフである。

[図8]気孔率と温度履歴指数との対応関係の一例を示すグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。なお、以下の実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための装置や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、本発明の技術的思想は、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。

[0015] <本発明の実施対象となる焼結鉱の製造設備について>

図1は、本実施形態に係る焼結組織の予測方法が実施できる焼結鉱の製造設備1の一例を示す模式図である。焼結鉱の製造設備1は、造粒装置であるドラムミキサー2と、焼結機3と、破碎機4と、クーラー5と、篩分装置6とを有する。鉄含有原料、副原料および炭材やコークス粉といった凝結材を含む焼結原料は、造粒水が添加されてドラムミキサー2で造粒される。造粒された焼結原料は焼結機3に搬送される。

[0016] 焼結機3は、例えば、ドワイトロイド式の焼結機である。焼結機3は、焼結原料供給装置11と、無端移動式のパレット台車12と、点火炉13と、ウインドボックス14とを有する。造粒された焼結原料は、焼結原料供給装

置 1 1 からパレット台車 1 2 に装入され、焼結原料の装入層が形成される。点火炉 1 3 で装入層表層に含まれる凝結材が点火されるとともに、ウインドボックス 1 4 を通じて装入層内の空気が下方へ吸引されることで、装入層内の燃焼溶融帯が装入層の下方に移動される。この燃焼溶融帯の移動により、装入層が焼結されて焼結ケーキとなる。

[0017] ウインドボックス 1 4 を通じて装入層内の空気を下方へ吸引する際、装入層の上方から気体燃料および／または酸素を富化した酸素富化空気を供給してもよい。気体燃料は、高炉ガス、コークス炉ガス、転炉ガス、都市ガス、天然ガス、メタンガス、エタンガス、プロパンガスおよびこれらの混合ガスから選ばれるいずれかの可燃性ガスである。

[0018] 焼結ケーキは破砕機 4 によって破砕され、クーラー 5 で冷却される。焼結ケーキの破砕物は、篩分装置 6 で粒径 5 mm 以上の焼結鉱と粒径 5 mm 未満の返鉱とに篩分けされる。返鉱は、再び、焼結原料に用いられる。このようにして焼結鉱は生産される。

[0019] <本発明の焼結鉱組織の予測方法について>

本実施形態に係る焼結鉱組織の予測方法では、焼結鉱の製造設備 1 で製造される焼結鉱の焼結鉱組織を予測する。焼結鉱組織の予測は、まず、(1) 焼結鉱の製造条件と伝熱モデルとを用いて焼結温度履歴を算出し、次いで、(2) 算出した焼結温度履歴を用いて焼結鉱組織を予測する。好適な実施形態においては、予め求められた焼結温度履歴と焼結鉱組織との対応関係を用いて焼結鉱の焼結鉱組織を予測する。

[0020] <(1) 焼結温度履歴の算出について>

焼結温度履歴の算出は、公知の手法である非特許文献 2 に記載の方法を用いて行う。具体的には、焼結原料に配合される鉄含有原料、副原料および凝結材の成分濃度、粒度および配合量と、パレット台車速度と、装入層の層厚と、負圧とを含む焼結鉱の製造条件と、伝熱モデルとを用いて焼結温度履歴を算出する。本実施形態において、伝熱モデルは、例えば、エネルギー保存式から導かれる固相の熱収支式(下記(1)式)および気相の熱収支式(下

記(2)式)である。

[0021] [数1]

$$\rho_s C_{p,s} \frac{\partial T_s}{\partial t} - \frac{6(1-\varepsilon_a)}{d} h(T_g - T_s) + Q(\text{reaction}) = k_s \frac{\partial^2 T_s}{\partial Z^2} \quad \dots (1)$$

[0022] [数2]

$$\rho_g C_{p,g} \frac{\partial T_g}{\partial t} - \frac{6(1-\varepsilon_a)}{d} h(T_s - T_g) + C_{p,g} \frac{\partial \rho_g u T}{\partial Z} = k_s \frac{\partial^2 T_g}{\partial Z^2} \quad \dots (2)$$

[0023] 上記(1)、(2)式において、 $\rho_s$ は固体の密度[kg/m<sup>3</sup>]であり、 $C_{p,s}$ は固体の比熱[J/(kg×K)]であり、 $T_s$ は固体の温度[K]であり、 $t$ は時間[sec]であり、 $d$ は平均粒径[m]であり、 $\varepsilon_a$ は空隙率[-]であり、 $h$ は対流伝熱係数[J/(m<sup>2</sup>×s×K)]であり、 $T_g$ はガス温度[K]であり、 $k_s$ は固体熱伝導度[J/(m<sup>2</sup>×s×K)]であり、 $Z$ は座標[m]である。また、 $Q$ は焼結原料に含まれる各物質の反応熱[J/s]であり、当該反応熱は、各物質の反応熱と反応速度とを乗じて算出する。上記(2)式において、 $\rho_g$ はガスの密度[kg/m<sup>3</sup>]であり、 $C_{p,g}$ はガスの比熱[J/(kg×K)]であり、 $u$ はガス流速[m/s]であり、 $T$ は温度[K]であり、 $k_g$ はガス熱伝導度[J/(m<sup>2</sup>×s×K)]である。

[0024] 固体の密度 $\rho_s$ および気体の密度 $\rho_g$ は仮値を用いる。固体の密度 $\rho_s$ の仮値として下記に記載の値を用い、気体の密度 $\rho_g$ の仮値として下記に記載の値を用いる。また、固体の比熱 $C_{p,s}$ およびガスの比熱 $C_{p,g}$ は、それぞれ下記に記載の値を用いる。

[0025] <固体の物性(ヘマタイトを使用)>

[数3]

密度：

$$\rho_s = 5.260 \times 10^3 \quad [\text{kg/m}^3]$$

比熱：

$$C_{p,s} = 800.0 \quad [\text{J/K}]$$

熱伝導率：

$$298 < T_s < 912$$

$$k_s = \frac{1}{1.887 \cdot 10^{-4} T_s} \quad [\text{J/m} \cdot \text{s} \cdot \text{K}]$$

$$912 < T_s < 1500$$

$$k_s = \frac{1}{8.319 \cdot 10^{-5} T_s + 9.243 \cdot 10^{-2}} \quad [\text{J/m} \cdot \text{s} \cdot \text{K}]$$

[0026] &lt;ガスの物性（空気を使用）&gt;

[数4]

熱伝導率：

$$k_g = (28.836\sqrt{T} - 244.89) \times 10^{-4} \quad [\text{J/m} \cdot \text{s} \cdot \text{K}]$$

密度：

$$\rho_g = \frac{1.293}{\{1.0 + 0.00367(T - 273.15)\}} \quad [\text{kg/m}^3]$$

比熱：

$$C_{p,g} = -2 \times 10^{-6} T^3 + 4 \times 10^{-3} T^2 - 8 \times 10^{-1} T + 998.3 \quad [\text{J/K}]$$

[0027] 以下、各物性について説明する。

固体の温度  $T_s$  は、現在の固体の計算温度であり、また、ガスの温度  $T_g$  は、現在のガスの計算温度である。時間  $t$  は、当該モデルを用いてどのくらいの時間間隔の温度変化を算出するかにより定められる設定値である。平均粒

径  $d$  は造粒された焼結原料の平均粒径の実測値を用いる。空隙率  $\varepsilon_a$  は仮値を用いる。空隙率  $\varepsilon_a$  の仮値として「0.5」を用いる。対流伝熱係数  $h$  は、負圧と空隙率と平均粒径から風量を計算し、当該風量とランツ・マーシャルの式とを用いて算出できる。固体熱伝導度  $k_s$  は上記に記載の値を用いる。反応熱  $Q$  は、焼結原料に配合される成分濃度、粒度および配合量と、各成分の反応熱と、反応速度と、を用いて算出できる。ガス流速  $u$  は、負圧と空隙率と平均粒径とを用いて算出できる。負圧は、風箱に設けられる圧力計の実測値を用いる。ガスの熱伝導度  $k_g$  は、上記に記載の値を用いる。

[0028] パレット台車の速度は、焼結鉢の製造条件として予め設定されるものであり、点火時間（高温にさらされる時間）や、計算開始から計算完了までの時間を定めるのに用いる。層厚も焼結鉢の製造条件として予め設定されるものであり、計算開始や計算終了までの時間を定めるのに用いる。

[0029] また、気体燃料吹込み装置や酸素ガス吹込み装置を有する焼結機を用いる場合、操業条件として、気体燃料の吹込み量、酸素ガスの吹込み量および循環排ガス量の1つ以上の操業条件を用いて（1）式の反応熱  $Q$  を修正してもよい。

[0030] 上記（1）式および（2）式に上記値と、 $T_s$  および  $T_g$  に現在の温度を入力すると、設定した時間刻み（ $\Delta t$ ：例えば1秒）後の温度変化が算出される。 $T_s$  および  $T_g$  の初期温度は点火炉の温度である1300℃を用いる。また、例えば、時間刻みが1秒で計算時間が30分ならば、1800個の温度データが取得され、当該温度データを用いて図2に示すような焼結温度履歴を示すグラフを作成できる。

[0031] <（2）焼結鉢組織の予測について>

以下に順に説明するように、（1）で算出した焼結温度履歴を用いて、焼結鉢組織、ここでは、焼結鉢中のカルシウムフェライトの含有量および焼結鉢の気孔率を予測する。

[0032] <焼結鉢中のカルシウムフェライトの含有量の予測について>

（1）式、（2）式および操業データを用いて装入層の焼結温度履歴を求

める。装入層の中心部は平均的な焼結温度となると考えられることから、装入層の高さ中心部（層厚600mm時の300mm地点）の焼結温度履歴を求め、当該温度履歴から温度履歴指数1として1200～1350℃の高温保持時間を算出する。温度履歴指数1は、図3における $\Delta t_1$ から $\Delta t_2$ を減じることで算出できる。

[0033] カルシウムフェライトは1200℃以上で生成し、1350℃より高くなると熔融分解するので、温度履歴指数1は、焼結鉱に含まれるカルシウムフェライトの含有量に相関があるといえる。そのため、温度履歴指数1が既知の焼結鉱に含まれるカルシウムフェライトの含有量をXRDで実測する実験を予め行い、図4に示すような高温保持時間と焼結鉱に含まれるカルシウムフェライトとの対応関係を予め求めておけば、当該対応関係と温度履歴指数1とから焼結鉱に含まれるカルシウムフェライトの含有量を予測できる。ここで、焼結鉱のカルシウムフェライトの含有量は、焼結鉱組織の一例である。

[0034] なお、図4に示すように、カルシウムフェライトの含有量と温度履歴指数1との対応関係は、焼結原料に含まれるCaOの含有量によって変わり得る。このため、カルシウムフェライトの含有量と温度履歴指数1との対応関係は、CaOの含有量ごとに求めておくことが好ましい。これにより、高い精度で焼結鉱に含まれるカルシウムフェライトの含有量を予測できる。

[0035] また、カルシウムフェライトの含有量と温度履歴指数1との対応関係は、CaOと同様に、焼結原料に含まれるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量によっても変わり得る。このため、カルシウムフェライトの含有量と温度履歴指数1との対応関係は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量ごとに求めることが好ましい。これにより、さらに高い精度で焼結鉱に含まれるカルシウムフェライトの含有量を予測できる。

[0036] 図5は、カルシウムフェライトの含有量の予測値と実測値との相関関係を示すグラフである。カルシウムフェライトの含有量の予測値は、温度履歴指数1と、CaO含有量と、図4に示したグラフから算出した値であり、カルシウムフェライトの含有量の実測値は、当該当該焼結鉱に含まれるカルシウ

ムフェライトの含有量をXRD測定して求めた測定値である。図5に示すように、予測値と実測値の決定係数 ( $R^2$ ) は0.84となり、高い精度で焼結鉱に含まれるカルシウムフェライトの含有量を予測できることが確認された。

[0037] このように、カルシウムフェライトの含有量を予測できれば、製造される焼結鉱のカルシウムフェライトの含有量が予め定められた目標とするカルシウムフェライトの含有量になるように焼結鉱の製造条件を調整することもできる。

[0038] 図6は、製造される焼結鉱のカルシウムフェライトの含有量の経時変化を示すグラフである。カルシウムフェライトの含有量が25~30質量%であった焼結鉱の製造条件を、カルシウムフェライトの含有量が35~40質量%になるように焼結鉱の製造条件を変更した。具体的には、温度履歴指数1がカルシウムフェライトの含有量35~40質量%に対応する時間になるように、焼結原料の製造条件として粉コークスの配合量を増加させた。この結果、製造条件変更後に製造される焼結鉱のカルシウムフェライトの含有量は35~40質量%となり、T1強度の高い焼結鉱の製造が実現できた。なお、T1強度（タンブラー強度）はJIS M 8712:2017に記載の方法で測定できる。

[0039] 焼結鉱の製造条件の調整として、例えば、操作する条件が2つの場合には、以下の表1に示すような2次元のマトリックステーブルを作成し、目標とするカルシウムフェライトの含有量に対応した温度履歴指数1になるように製造条件を定めればよい。なお、表1に示した例は、一例として2つの条件（風量と粉コークス含有量）で温度履歴指数1の2次元のマトリックステーブルを作成した例を示したが、これに限らず、3つの条件で3次元のマトリックステーブルを作成してもよい。

[0040]

[表1]

		風量(m/s)			
		0.1	0.2	~	1
コークス 含有量 (mass%)	3	a1	a2	a3	a4
	4	b1	b2	b3	b4
	~	c1	c2	c3	c4
	7	d1	d2	d3	d4

温度履歴指数 1 : a1~a4, b1~b4, c1~c4. d1~d4

[0041] <焼結鉍の気孔率の予測について>

また、この焼結温度履歴から、温度履歴指数 2 として焼結温度履歴のグラフの 1200℃以上となる領域の積分値を算出してもよい。1200℃以上となる領域の積分値とは、図 7 の斜線部で示す領域である。

[0042] 融液が生成し、生成した融液が流動すると気孔が埋まるので、温度履歴指数 2 は、焼結鉍の気孔率に相関があるといえる。そのため、予め温度履歴指数 2 が既知の焼結鉍の気孔率を下記の手順で測定し、温度履歴指数 2 と焼結鉍に含まれる気孔率との対応関係（図 8）を実験により求めておけば、当該対応関係と温度履歴指数 2 とから焼結鉍の気孔率を予測できる。焼結鉍の気孔率は、焼結鉍組織の他の例である。

[0043] 焼結鉍の気孔率は下記 S 1 1 および S 1 2 の手順で測定できる。

(S 1 1) 焼結鉍 S 1 を粉砕し、+1mm-2mm の粒径に篩う。粉砕方法としては、ディスクミルやジョークラッシャーのように所定の粒径以下に粉砕されたものがそれ以上粉砕されない粉砕装置を用いることが好ましい。

(S 1 2) 得られた、粒径+1mm-2mm の焼結鉍を J I S R 1655 : 2003 に準拠して、水銀圧入法による気孔径分布を測定し、気孔径 3.6nm~200μm の累積気孔体積から気孔率および平均気孔径が求められる。

[0044] 図 8 は、気孔率と温度履歴指数 2 との対応関係を示すグラフである。図 8 に示すように、気孔率と温度履歴指数 2 との対応関係は、焼結原料に含まれ

るCaOの含有量によって変わり得る。このため、気孔率と温度履歴指数2との対応関係は、CaOの含有量ごとに求めておくことが好ましい。これにより、高い精度で焼結鈇の気孔率を予測できる。

[0045] また、カルシウムフェライトの含有量と同様に、上記対応関係を用いて、製造される焼結鈇の気孔率が予め定められた気孔率になるように、焼結鈇の製造条件を調整できる。焼結鈇の製造条件の調整方法は、カルシウムフェライトの含有量と同様に、表1に示したようなマトリックステーブルを用いて調整してもよい。

[0046] <本発明に係る焼結鈇の製造方法について>

上述した焼結鈇組織の予測方法の実施により、短時間で焼結鈇組織が予測できるので、焼結鈇の鈇物組織や気孔構造といった焼結鈇組織をオンラインで把握し、管理できるようになる。さらに、予測された焼結鈇組織が目標とする焼結鈇組織になるように焼結鈇の製造条件を設定することで、焼結鈇の組織を制御でき、高品質な焼結鈇の製造が実現できる。

### 産業上の利用可能性

[0047] 本発明に係る焼結鈇組織の予測方法によれば、焼結鈇の鈇物組織や気孔構造といった焼結鈇組織をオンラインで把握し、管理でき、その焼結鈇組織の予測方法を用いた焼結鈇の製造方法とともに、産業上有用である。

### 符号の説明

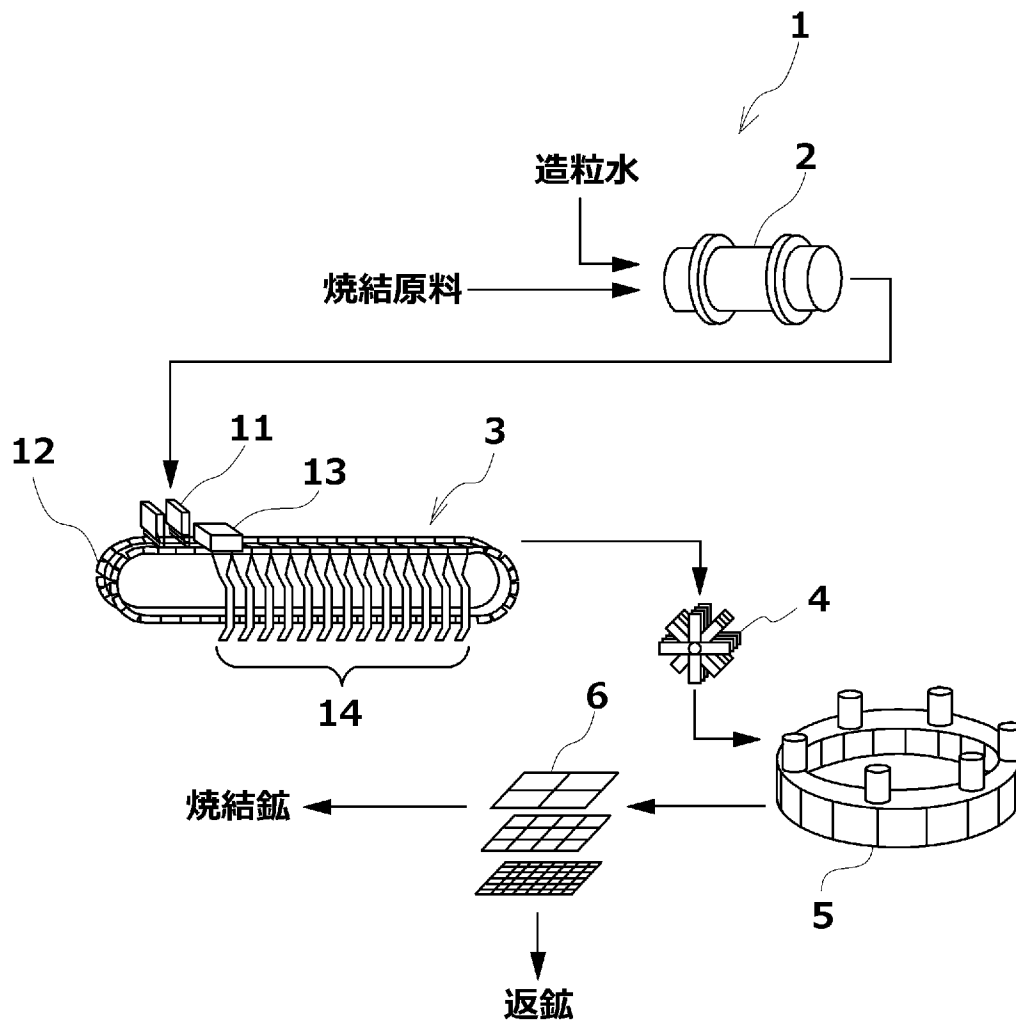
- [0048]
- 1 焼結鈇の製造設備
  - 2 ドラムミキサー
  - 3 焼結機
  - 4 破碎機
  - 5 クーラー
  - 6 篩分装置
  - 1 1 原料供給装置
  - 1 2 パレット台車
  - 1 3 点火炉

#### 14 ウインドボックス

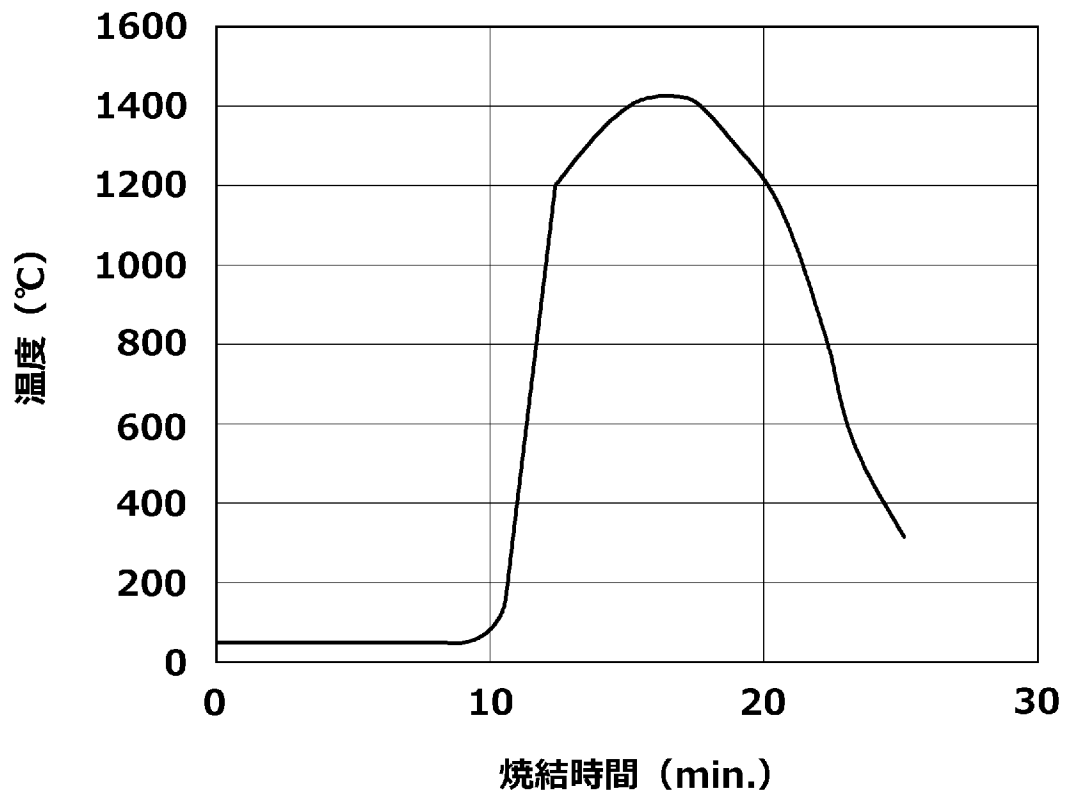
## 請求の範囲

- [請求項1]           ドワイトロイド式の焼結機の無端移動式のパレット台車に焼結原料を装入して装入層を形成させ、前記装入層を焼結して製造される焼結鉍の焼結鉍組織の予測方法であって、
- 焼結鉍の製造条件と伝熱モデルとから求められる前記装入層内の焼結温度履歴を用いて前記焼結鉍組織を予測する、焼結鉍組織の予測方法。
- [請求項2]           前記焼結鉍の製造条件として、前記焼結原料に配合される原料の成分濃度、粒度および配合量と、前記パレット台車の速度と、前記装入層の層厚と、負圧と、を用いる、請求項1に記載の焼結鉍組織の予測方法。
- [請求項3]           前記焼結鉍の製造条件として、さらに、気体燃料吹込み量、酸素吹込み量および循環排ガス量のいずれか一つ以上を用いる、請求項2に記載の焼結鉍組織の予測方法。
- [請求項4]           予め求められる焼結温度履歴と焼結鉍組織との対応関係を用いて前記焼結鉍組織を予測する、請求項1～3の何れか一項に記載の焼結鉍組織の予測方法。
- [請求項5]           前記焼結鉍組織は、焼結鉍中におけるカルシウムフェライトの含有量および／または焼結鉍の気孔率である、請求項1～4の何れか一項に記載の焼結鉍組織の予測方法。
- [請求項6]           請求項1～5の何れか一項に記載の焼結鉍組織の予測方法を用いる焼結鉍の製造方法であって、
- 前記焼結鉍組織の予測方法を用いて予測される焼結鉍組織が予め定められた焼結鉍組織になる焼結鉍の製造条件を特定し、
- 特定された前記製造条件で前記焼結鉍を製造する、焼結鉍の製造方法。

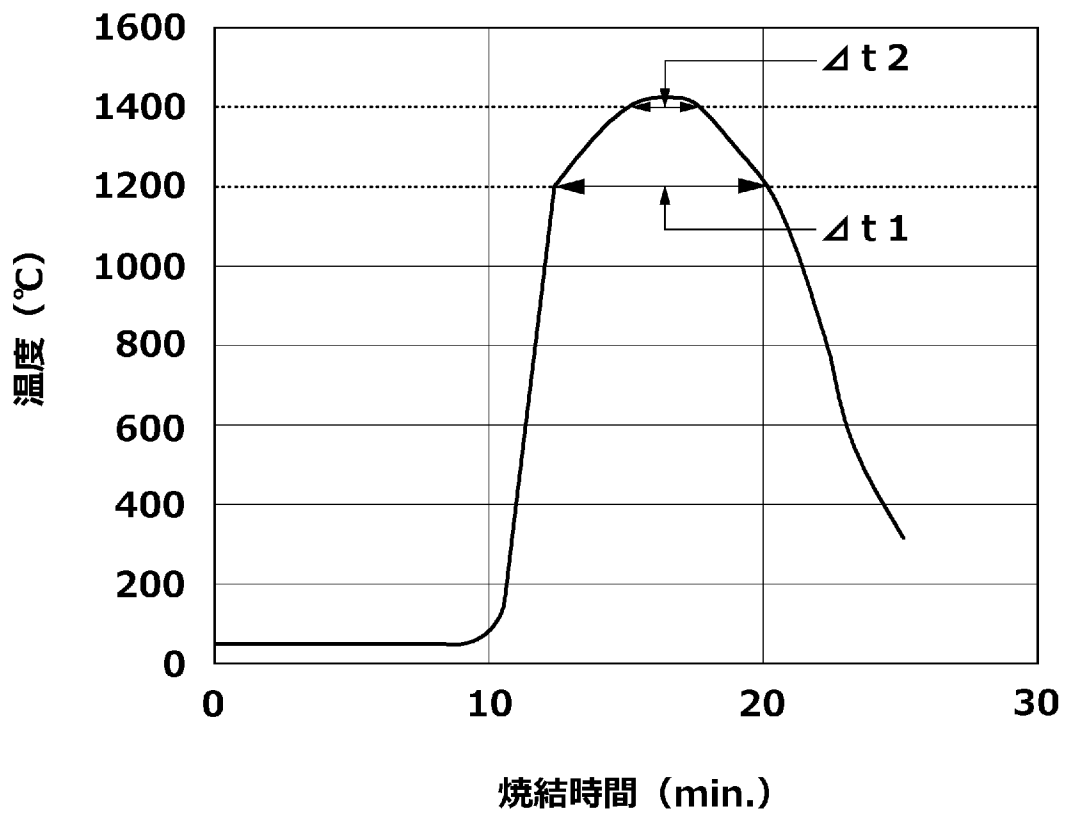
[図1]



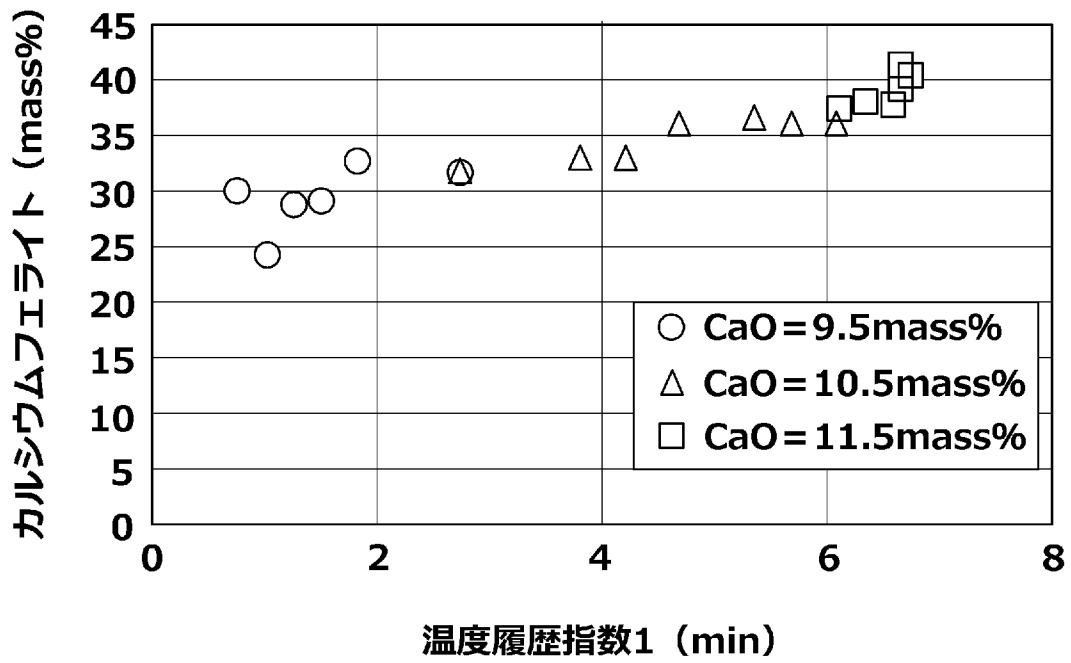
[図2]



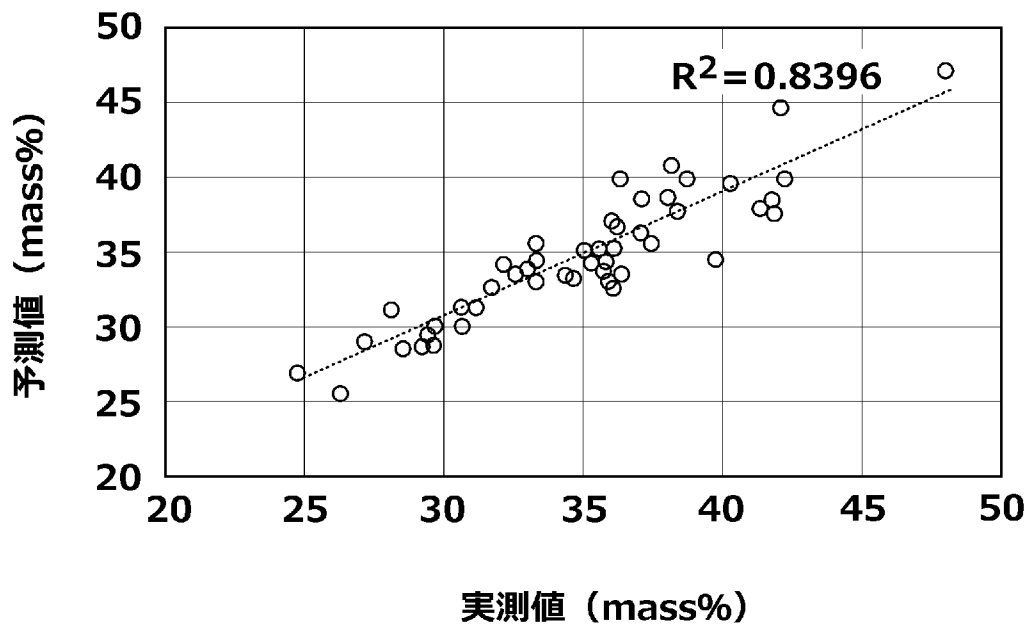
[図3]



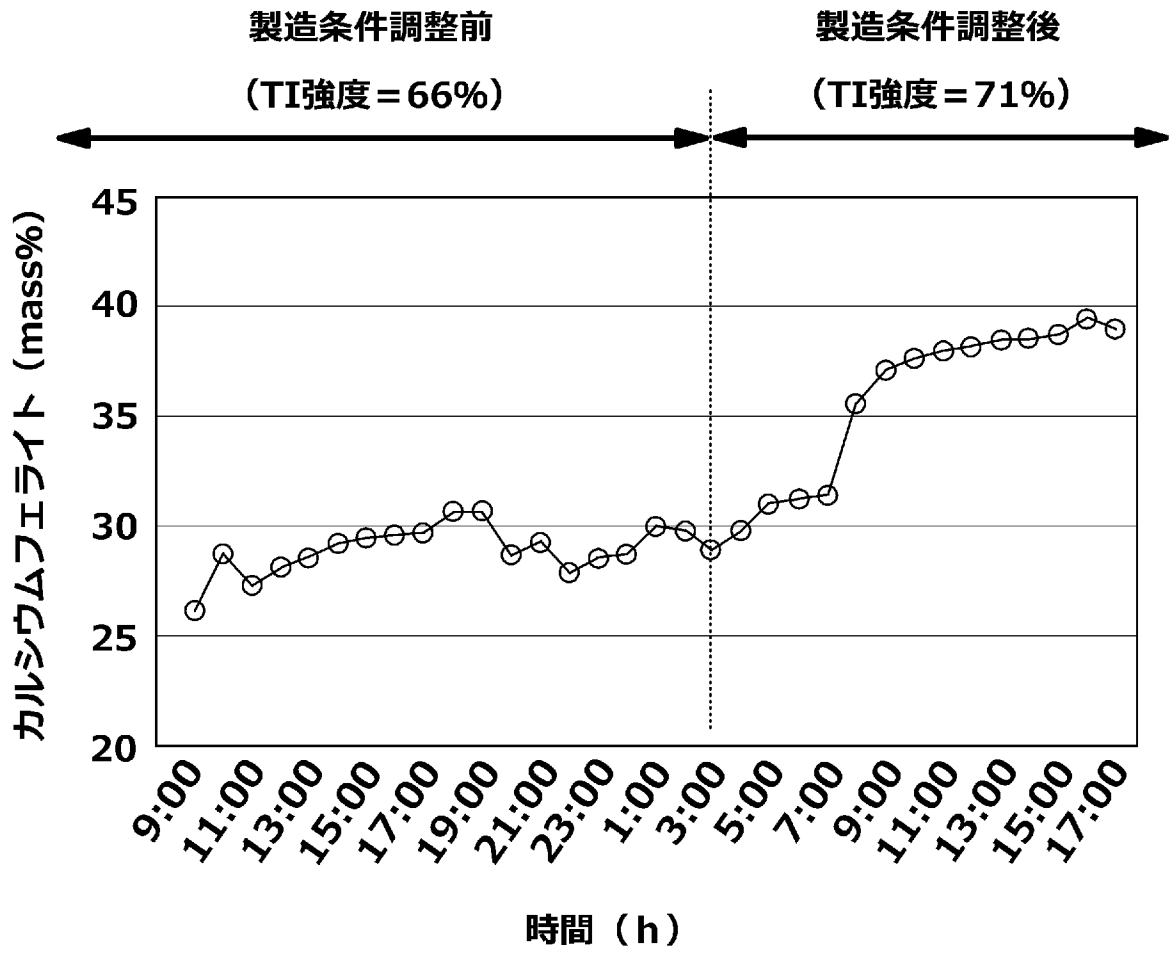
[図4]



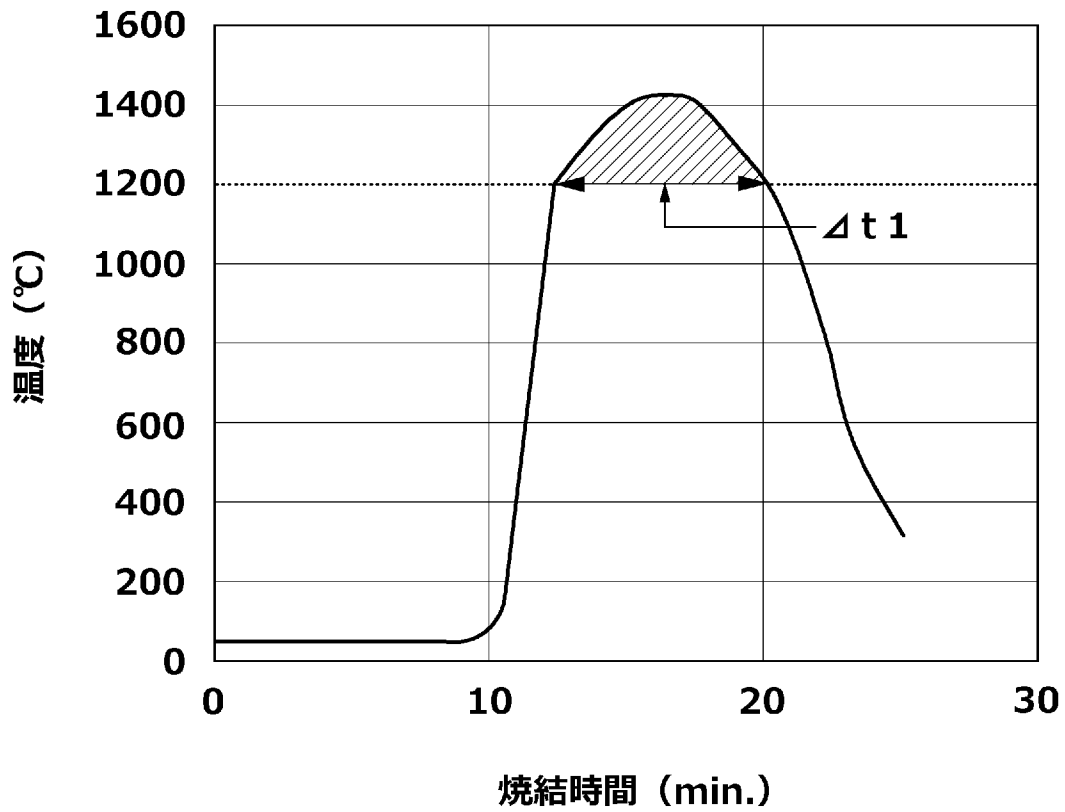
[図5]



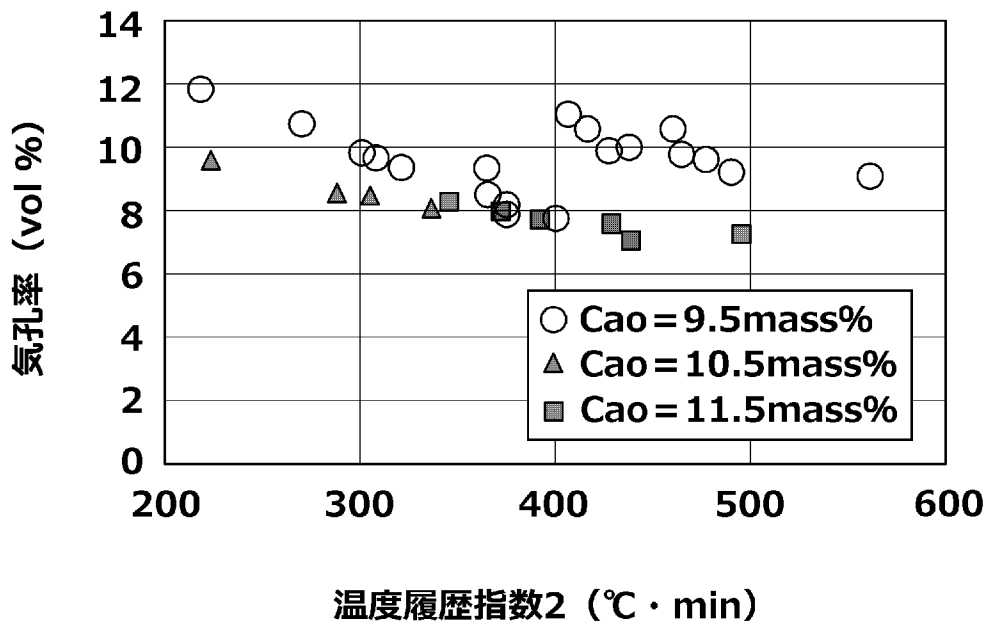
[図6]



[図7]



[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/008343

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
C22B 1/20(2006.01)i FI: C22B1/20 K; C22B1/20 T		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22B1/20		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 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)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 111128313 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 08 May 2020 (2020-05-08) paragraphs [0001]-[0284], fig. 3, 8-9	1-4, 6
A		5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>08 May 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>23 May 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/008343**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 111128313 A	08 May 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C22B 1/20(2006.01)i FI: C22B1/20 K; C22B1/20 T		
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）） C22B1/20 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 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	CN 111128313 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 08.05.2020 (2020 - 05 - 08) 段落0001-0284, 図3, 8-9	1-4, 6
A		5
.....		
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		
<input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “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	国際調査報告の発送日	
08.05.2023	23.05.2023	
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）  柘屋 健太郎 4E 3635  電話番号 03-3581-1101 内線 3425	

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/JP2023/008343

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN 111128313 A	08.05.2020	(ファミリーなし)	