(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
2020年10月15日(15.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/209174 A1

(51) 国際特許分類:
*F27D 15/00* (2006.01)　*G01J 5/00* (2006.01)
*C04B 5/00* (2006.01)　*G01J 5/48* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2020/015197

(22) 国際出願日：　2020年4月2日(02.04.2020)

(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 2019-074905　2019年4月10日(10.04.2019)　JP

(71) 出願人：ＪＦＥ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).

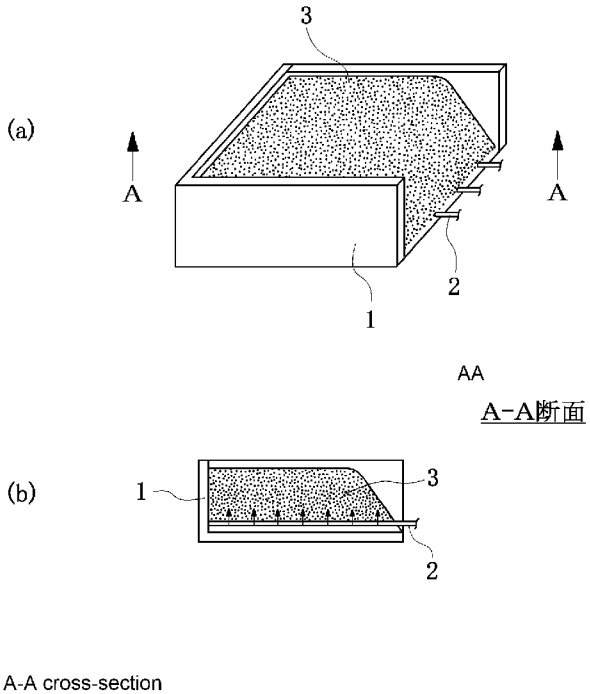
(72) 発明者：市川　孝一 (**ICHIKAWA Koichi**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：特許業務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, 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, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) **Title:** STEAM PROCESSING METHOD FOR STEEL-MAKING SLAG

(54) 発明の名称：　製鋼スラグの蒸気処理方法




AA A-A cross-section

(57) **Abstract:** Provided is a steam processing method for steel-making slag with which a reasonable steam flow rate control can be performed regardless of the state of steel-making slag in a bed and a steam processing of the steel-making slag can be performed while suppressing the use amount of steam. In this steam processing method for steel-making slag in which steel-making slag is stacked on a bed and the steel-making slag is steam processed by blowing steam from under the bed, the surface of the steel-making slag in the bed is divided into a plurality of zones with a predetermined size, a

WO 2020/209174 A1

［続葉有］

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.

(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))

temperature-time transition is measured on the surface of the steel-making slag in each of the divided zones, the distribution of steam flow rate is estimated in each zone of the steel-making slag on the basis or the measured temperature-time transition, and the steam blow amount of each zone of the steel-making slag is controlled on the basis of the estimated distribution of the steam flow rate.

(57) 要約:ベッド中の製鋼スラグの状態によらず合理的な蒸気流量制御が可能で、蒸気使用量を抑制した製鋼スラグの蒸気処理ができる、製鋼スラグの蒸気処理方法を提供する。製鋼スラグをベッド上に積み、蒸気をベッドの下方から吹き込んで製鋼スラグを蒸気処理する製鋼スラグの蒸気処理方法において、ベッド中の製鋼スラグの表面を一定条件の大きさの複数の区画に分割し、分割した各区画で、製鋼スラグ表面の温度時間推移を計測し、計測した温度時間推移に基づき、製鋼スラグの各区画における蒸気流量の分布を推定し、推定した蒸気流量の分布に基づき、製鋼スラグの各区画の蒸気吹込み量を制御する。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 製鋼スラグの蒸気処理方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、製鋼スラグを蒸気処理する蒸気処理設備の操業において、合理的な蒸気流量制御が可能な製鋼スラグの蒸気処理方法に関する。

## 背景技術

[0002] 製鋼スラグは、緻密で固く、締め固めれば大きな荷重を支持できるため、道路の路盤材として用いられる。しかし、たとえば転炉スラグをはじめとする製鋼スラグは長時間を経て膨張性を示す性質がある。そのため、路盤材として出荷する前に膨張源の反応を予め促進して大部分を反応させておくエージング処理を実施するのが通常である。

[0003] 製鋼スラグは破砕して鉄鋼スラグ路盤材として加工される。製鋼スラグ中に含まれるフリーライム（ｆ－ＣａＯ）は水分と反応して消石灰（Ｃａ（ＯＨ）$_2$）となり、製鋼スラグは２倍強に膨張する。未処理で用いると数年の内に路盤を破壊する恐れがあるので、製造工程の中で蒸気により水分との反応を促進する「蒸気エージング」処理を行う。膨張率の測定方法は、非特許文献１を用いることができる。

[0004] 蒸気エージング処理においては、大気圧と平衡する飽和蒸気温度近傍で処理することが、多く実施されている。処理にあたっては、数１００～数１０００ｔの製鋼スラグをほぼ平らに積み上げたベッドにする。多くの場合、壁で仕切られたピットの中に製鋼スラグを積み上げる。その後、ピット中の製鋼スラグの下に配置された蒸気供給管から蒸気を吹き込んでベッド内の製鋼スラグを約１００℃に昇温し、その後蒸気量を絞って１００℃近傍で製鋼スラグを数日保持する。ここで、ｆ－ＣａＯが水分と反応して製鋼スラグの膨張性は大きく低減する。

[0005] そのような蒸気エージング処理の方法として、複数の温度計をベッド内の製鋼スラグに挿入して設け、温度計の測温結果に応じて蒸気供給管の蒸気流

量を制御する方法が提案されている（特許文献１参照）。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：特開平４－１７５２５０号公報

非特許文献1：ＪＩＳ　Ａ　５０１５：２０１３　道路用鉄鋼スラグ　附属書Ｂ

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0007] 従来の蒸気エージング処理方法では、作業工数や蒸気使用量の合理化の観点からは処理設備は大型であるほどよい。しかしながら、処理設備を大型化すると、一つのピットに様々な履歴の製鋼スラグが入ることとなり、また、製鋼スラグをベッドに積み付ける重機での作業も積込みパターンを一定に持続することが困難である。そのため、箇所ごとの粗密差を内包する製鋼スラグベッドとなる。このため、下から蒸気を吹込み昇温する際に、製鋼スラグの粗密により蒸気の偏流が起きて、いずれの部分をも一定ペースで昇温して時間の過不足なく高温で保持することが困難になる。

[0008] このとき、製鋼スラグの昇温が遅い部分に合わせて、蒸気供給管のバルブ制御によりベッド全体の蒸気吹込み時間を延長すると、多くの蒸気が既に１００℃以上に保持された製鋼スラグの部分に更に吹き込むこととなり不合理である。全体の総量を増減しても相対的に流れにくい箇所は、結局他の箇所より少ない蒸気流量のまま変化していく。すなわち、昇温の済んだ大量の蒸気が必要でない部分にも余剰に流れることになる。こうして蒸気を無駄に使っているのに、蒸気が不十分なままの部分が残り、もっとも重要な膨脹の安定化がばらついたまま残ることとなる。

[0009] また、特許文献１に開示された方法のように、温度計を製鋼スラグに挿入するのは数的に限界があり、温度計間の距離を広げざるを得ず、測温されない部分が生じる。そのため、ベッドの中の製鋼スラグにおいて、どの箇所が

昇温不良でばらついているのか正確に把握できない。温度が十分に上がっていない箇所が見つけられずに残ってしまうことがあり、水浸膨張比は１ベッドの中で大小ばらついてしまう。

[0010] 本発明の目的は、従来技術の抱えている上述した課題を解決して、製鋼スラグを蒸気処理する蒸気処理方法において、ベッド中の製鋼スラグの状態によらず合理的な蒸気流量制御が可能で、蒸気使用量を抑制した製鋼スラグの蒸気処理ができる、製鋼スラグの蒸気処理方法を提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0011] 前記の目的を実現するため、本発明は、ベッド内の製鋼スラグの全面を測温できれば、ベッド内の製鋼スラグ全体での蒸気流量の分布が把握でき、その蒸気流量の分布に基づき供給する蒸気量を制御することを突き止め、以下に述べる新規な製鋼スラグの蒸気処理方法を開発するに至った。

[0012] 即ち、本発明は、製鋼スラグをベッド上に積み、蒸気をベッドの下方から吹き込んで製鋼スラグを蒸気処理する製鋼スラグの蒸気処理方法において、ベッド中の製鋼スラグの表面を複数の区画に分割し、分割した各区画で、製鋼スラグ表面の温度時間推移を計測し、計測した温度時間推移に基づき、製鋼スラグの各区画における蒸気流量の分布を推定し、推定した蒸気流量の分布に基づき、製鋼スラグの各区画の蒸気吹込み量を制御する、ことを特徴とする製鋼スラグの蒸気処理方法である。

[0013] なお、前記のように構成される本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法においては、

（１）前記製鋼スラグ表面の各区画における温度時間推移の計測を、ベッドの上方からベッド上に積まれた製鋼スラグの上面を熱画像観測することで行うこと、

（２）前記製鋼スラグ表面の各区画における温度時間推移の計測を、製鋼スラグの表面から挿入された複数の温度計と、ベッドの上方からベッド上に積まれた製鋼スラグの上面を熱画像観測することと、の両者による計測結果に基づき行うこと、

（３）前記熱画像観測を、サーモグラフィを用いて行うこと、

（４）前記製鋼スラグ表面の区画の１辺の長さが、積まれたベッド高さの２分の１以上、２以下の長方形として、蒸気処理を行うこと、

がより好ましい解決手段となるものと考えられる。

## 発明の効果

[0014] 本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法によれば、ベッド中の製鋼スラグの表面を複数の区画に分割し、分割した各区画で経時的に区画ごとの全面の温度時間推移を計測し、温度時間推移に基づき各区画での蒸気流量の分布を推定し、推定した蒸気流量の分布を各区画の蒸気流量制御に反映させることで、より一定な昇温、保温が可能となる。その結果、１ベッドの中での温度保持が均一化され、水浸膨張比のばらつきが低減し、大きい水浸膨張比で残留する部分がなくなり、その平均値も低下する。そのため、合理的な蒸気流量制御が可能となり、蒸気使用量を抑制しての蒸気処理が可能となる。

## 図面の簡単な説明

[0015] [図1]（ａ）、（ｂ）は、それぞれ、本発明の対象となる製鋼スラグの蒸気処理方法を説明するための斜視図および断面図である。

[図2]本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、ベッド中の製鋼スラグの表面を複数の区画に分割する方法の一例を説明するための図である。

[図3]（ａ）、（ｂ）は、それぞれ、本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、製鋼スラグの表面を複数の区画に分割する際に、矩形の１辺の長さの範囲を、製鋼スラグの積み付け高さに対する比率で決定する例を説明するための図である。

[図4]本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、製鋼スラグ表面の温度時間推移を計測する方法の一例を説明するための図である。

[図5]本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、製鋼スラグ表面の温度時間推移を計測する方法の他の例を説明するための図である。

[図6]本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、推定した蒸気流量の分布に基づき、製鋼スラグの各区画の蒸気吹込み量を制御する方法の一例を

説明するための図である。

## 発明を実施するための形態

[0016] ＜一般的な製鋼スラグの蒸気処理方法について＞

図１（ａ）、（ｂ）は、それぞれ、本発明の対象となる製鋼スラグの蒸気処理方法を説明するための斜視図および断面図である。図１（ａ）、（ｂ）に示す例において、１はスラグ処理槽、２は蒸気供給管、３は蒸気処理される製鋼スラグ、である。図１（ａ）、（ｂ）に示すように、本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法では、製鋼スラグ３をスラグ処理槽１のベッド上に積み、蒸気供給管２を介して蒸気をベッドの下方から吹き込んで製鋼スラグ３を蒸気処理している。蒸気供給管２は、床敷と呼ばれる比較的粗粒のスラグの充填層の中に埋設されることがある。その場合は、床敷の上に製鋼スラグ３を積む。床敷を設ける目的は、蒸気供給管２の直上以外の場所の製鋼スラグ３にも蒸気が分散して吹き込まれるようにすることと、重機などによる製鋼スラグ３の積み付けと搬出の際に蒸気供給管２が破損しないようにすることである。前者の目的のためには、床敷には例えば目開き５ｍｍの篩の篩上を用いて通気性を向上させることが望ましい。なお、スラグ処理槽１のベッド上に積まれた製鋼スラグ３の表面には、上方を向く上面と端部で徐々に厚みが薄くなる斜面とがあるが、その両者が本発明でいう製鋼スラグの表面の概念に含まれる。

[0017] 本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法は、図１（ａ）、（ｂ）に示す例において、スラグ処理槽１のベッド中の製鋼スラグ３の表面を複数の区画に分割し、分割した各区画で、製鋼スラグ表面の温度時間推移を計測し、計測した温度時間推移に基づき、製鋼スラグの各区画における蒸気流量の分布を推定し、推定した蒸気流量の分布に基づき、製鋼スラグの各区画の蒸気吹込み量を制御する点に特徴がある。

[0018] ＜製鋼スラグ表面を複数の区画に分割する工程について＞

図２は、本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、ベッド中の製鋼スラグの表面を複数の区画に分割する方法の一例を説明するための図であ

る。図２に示す例においては、スラグ処理槽１のベッド中の製鋼スラグ３の表面を、幅方向に同じ幅で５分割し、奥行き方向に同じ幅で３分割し、全体で１５区画に分割している。本発明において、上記分割数は一例であり、他の分割数とすることもできる。

[0019] 図３（ａ）、（ｂ）は、それぞれ、本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、製鋼スラグの表面を複数の区画に分割する際に、矩形の１辺の長さの範囲を、製鋼スラグの積み付け高さに対する比率で決定する例を説明するための図である。ここで、図３（ａ）、（ｂ）に示す例において、表面の区画の適正な大きさは、スラグ積み付けの高さ（Ｈとする）により異なる。各区画を矩形とした場合、1辺の長さが２分の１Ｈ未満では、幅が狭すぎ、蒸気の拡散の影響を受け、区画直下にある蒸気供給管と、隣接する蒸気供給配管のどこに問題があるか判断が困難となる場合がある。1辺の長さが２Ｈ超だと、区画が大きすぎ、区画の内部で蒸気ばらつきが生じうるため、区画全体の蒸気量制御では問題解消が困難になる場合がある。そのため、製鋼スラグ表面の区画の１辺の長さ（ａまたはｂ）が、積まれたベッド高さの２分の１以上、２以下の長方形として、蒸気処理を行うことが好ましい。

[0020] ＜製鋼スラグ表面の温度時間推移を計測する工程について＞

図４は、本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、製鋼スラグ表面の温度時間推移を計測する方法の一例を説明するための図である。図４に示す例では、製鋼スラグ３の表面の温度を計測するために、サーモグラフィ１１をスラグ処理槽１のベッド上に設けている。そして、ベッド上の製鋼スラグ３の表面および斜面の各区画の温度推移を、サーモグラフィ１１による熱画像イメージにより測定している。

[0021] 本例では、サーモグラフィ１１の代わりに、１本で長さ方向の位置毎に測温が可能な光ファイバを緊密な間隔で並べて、製鋼スラグ３の表面の温度を計測することもできる。光ファイバは、網の目のように並べても良いが、長さ方向は分割して測温できるので、いずれかの方向に光ファイバを平行に並べれば良い。製鋼スラグ３の表面全面を計測するためには、スラグ処理槽１

のベッドの端にまで並べる必要がある。光ファイバを並べる間隔は０．５ｍ以下で、０．２ｍ程度まで間隔を狭めることが望ましい。

[0022] 図４に示す例のように、サーモグラフィ１１を使用する場合、熱画像のデジタルイメージを一定期間（数１０秒）の間に複数回観測し、区画内の熱画像のデジタルイメージにおける各画素（ベッドの座標点に相当）の期間内の最高温度を各画素の温度として求める。これにより、ベッドから立ち上がる湯気の観測干渉を回避することができ、製鋼スラグ３の表面の各区画の温度分布を正確に測定できる。このように、一定期間内の各画素の最高温度から、各区画の温度分布を求める。そして、温度分布の変化を経時的に計測することで、製鋼スラグ３の表面における各区画の蒸気流量分布を推定することができる。推定した各区画の蒸気流量分布を、区画ごとの蒸気量制御に反映させる。

[0023] 本例では、製鋼スラグ３の表面の各区画の温度を経時的に計測することで、各区画の蒸気流量の分布が推算される。そして、得られた各区画の蒸気流量の分布を各区画の蒸気流量の制御に反映させることで、蒸気吹込みを減量して構わない区画と蒸気吹込みの増量が必要な区画とがわかり、合理的に蒸気を吹込むことができる。その結果、製鋼スラグ３に対し、より一定な昇温、保温が可能となり、蒸気使用量を抑制しての蒸気処理が可能となる。

[0024] 図５は、本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、製鋼スラグ表面の温度時間推移を計測する方法の他の例を説明するための図である。図５に示す例では、サーモグラフィ１１による各区画の製鋼スラグの表面温度の計測に加えて、温度計１２により各区画の表面温度を測温している。この例によれば、温度計１２による各区画の表面温度の測定を併用することで、製鋼スラグの昇温過程で下方の昇温が行われているより早い段階から蒸気流量の分布を求めることが可能となる。また、蒸気流量の分布の推定をより多くの深度の測定データに基づき行うことができ、測定の制度を増し、より合理的な蒸気流量制御が可能となるため好ましい。

[0025] ＜蒸気吹込み量を制御する工程について＞

図６は、本発明に係る製鋼スラグの蒸気処理方法において、推定した蒸気流量の分布に基づき、製鋼スラグの各区画の蒸気吹込み量を制御する方法の一例を説明するための図である。図６に示す例では、スラグ処理槽１のベッドの裏面の構造を示している。図６示す例において、蒸気供給管２は、その上流側に主流量調整バルブ２１を備えるとともに、その下流側に５つの第１の枝管２２を備えている。各第１の枝管２２には、３つの第２の枝管２３が設けられている。各第２の枝管２３は、上流側から流量調整バルブ２４と流量計２５と、蒸気噴出孔のない配管部２６と、蒸気噴出孔のある配管部２７と、を備えている。製鋼スラグの表面の区画は、全部で１５区画の例となっている。

[0026] 主流量調整バルブ２１および流量調整バルブ２４の制御は、以下のようにして実施されている。まず、スラグ処理槽１上に積まれた製鋼スラグ（図示せず）の表面の各区画の熱画像イメージを、サーモグラフィ１１で撮像する。次に、画像処理部３１により、撮像した熱画像イメージから、各区画の蒸気流量の分布を推定するとともに、推定した各区画の蒸気流量分布に基づき各区画の蒸気吹込み量を決定する。そして、決定された各区画の蒸気吹込み量に応じて、バルブ制御部３２により、主流量調整バルブ２１および流量調整バルブ２４を制御し、１５区画のそれぞれの区画で個別に蒸気吹込みを実施する。

[0027] 以上の構成により、主流量調整バルブ２１および流量調整バルブ２４のそれぞれの開度を一定時間ごとに自動調節して、蒸気流量が他より低い区画では蒸気を多量に流し、反対に蒸気流量が他よりも多いあるいは過剰な区画では蒸気流量を抑制する。ベッド全体での製鋼スラグの昇温速度均衡のため、単純に昇温が悪い区画の蒸気量を増やすだけでなく、流れやすい区画群を選んで蒸気流量を抑制することで、ベッド全体の蒸気流量を、部分ごとの制御のない場合に比べて低下させることができる。

[0028] 蒸気供給管２、第１の枝管２２、第２の枝管２３などの蒸気配管と測温箇所とは離れている。そのため、蒸気流量を変化させてから測定される温度が

変化するまでには時間差が生じるので、注意が必要である。測温に基づいて推定した蒸気流量の分布の高低によって蒸気流量を制御する場合には、上述した時間差を考慮した制御が必要である。例えば、ＰＩＤ制御においては事前に蒸気流量と温度とを測定して各パラメータを決定することが望ましい。しかし、スラグの粒径分布や充填状況は必ずしも一定でないため、パラメータの最適値は処理毎に変化する。そのため、事前の測定から決定したパラメータに対して、Ｐ時間とＩ時間とを１．２～１．５倍程度長く設定してオーバーシュートを防ぐことが望ましい。

## 実施例

[0029] 図１（ａ）、（ｂ）に示す蒸気処理方法に従って、粒度範囲０～４０ｍｍの転炉スラグを蒸気処理し、蒸気処理した転炉スラグからＣＳ－４０の下層路盤材を製造した。転炉スラグの蒸気処理にあたっては、準備した転炉スラグをスラグ処理槽のベッド上２．５ｍの高さに積んだ。積まれた転炉スラグのスラグ処理槽入口側の斜面は約４０°であった。転炉スラグの表面を、同一面積の１５区画に分割し、１５区画の各区画に対し本発明の蒸気処理方法に従って蒸気吹込み量を制御して、転炉スラグの蒸気処理を実施した。なお、区画の大きさは図３（ａ）、（ｂ）に示すａ、ｂにつき、ａ＝１．８Ｈ、ｂ＝１．６Ｈとした。

[0030] 発明例１は、図３に示すように、サーモグラフィのみで転炉スラグの表面温度を測定した。発明例２は、図４に示すように、サーモグラフィに加えて温度計（熱電対）を転炉スラグ上部から１ｍ深度に四方１．５ｍ間隔で挿入して、サーモグラフィと温度計とにより転炉スラグの表面温度を測定した。比較例は、従来のように、上記発明例２と同様に配置した温度計のみで転炉スラグの表面温度を測定し、蒸気吹き込み量の１５区画個別の調整はおこなわず、全区画合計の調整をおこなった。

[0031] 発明例１、発明例２および比較例において、昇温期間は、初期０．６ｋｇ／ｔ－スラグで開始し、全点（発明例１、２では全座標）が１００℃に達するまでとした。ここで、発明例１および発明例２では、測温結果から中途で

１００℃に到達した区画では１００℃を保つように蒸気吹き込み量を減らした。また、保温期間は、初期０．６ｋｇ／ｔ－スラグで開始し、４８時間保持とした。ここで、発明例１および発明例２では、中途で１００℃に到達した区画では１００℃を保つように蒸気吹き込み量を減らした。蒸気処理終了後、各区画の転炉スラグから１０点の試料を採取し、水浸膨張比を非特許文献１に記載の方法に従って求めた。結果を、以下の表１に示す。

[0032] [表1]

| | 比較例 | 発明例１ | 発明例２ |
|---|---|---|---|
| 昇温期間蒸気原単位(kg／T-スラグ) | 87 | 59 | 52 |
| 100℃到達時間(h) | 14.5 | 11 | 10 |
| 保温期間蒸気原単位(kg／T-スラグ) | 29 | 20 | 19 |
| 水浸膨張比　平均(%) | 0.64 | 0.36 | 0.32 |
| 水浸膨張比　標準偏差(%) | 0.12 | 0.04 | 0.02 |

[0033] 表１の結果から、発明例１および発明例２と比較例とを比較すると、昇温期間中に転炉スラグの表面での昇温状況に応じて蒸気量を変化させるため、昇温の遅れやバラツキを緩和でき、発明例１および発明例２では比較例と比較して、１００℃到達時間が短縮し、蒸気原単位も低下することがわかった。また、発明例１と発明例２とを比較すると、発明例２では発明例１と比べて、昇温のさらに早い時期から蒸気量制御に入るため、昇温時間や蒸気原単位がさらに低減できることがわかった。その結果、発明例１および発明例２では比較例にくらべて、より信頼性の高い路盤材製品の製造が可能となることがわかった。

## 産業上の利用可能性

[0034] 本発明の製鋼スラグの蒸気処理方法によれば、製鋼スラグだけでなく、蒸気処理を必要とするその他の塊状または粉状の粒体の処理においても、合理的な蒸気流量制御が可能で、蒸気使用量を抑制した蒸気処理ができる。

## 符号の説明

[0035] １　スラグ処理槽

２　蒸気供給管

３　製鋼スラグ

１１　サーモグラフィ

１２　温度計

２１　主流量調整バルブ

２２　第１の枝管

２３　第２の枝管

２４　流量調整バルブ

２５　流量計

２６　蒸気噴出孔のない配管部

２７　蒸気噴出孔のある配管部

３１　画像処理部

３２　バルブ制御部

# 請求の範囲

[請求項1] 製鋼スラグをベッド上に積み、蒸気をベッドの下方から吹き込んで製鋼スラグを蒸気処理する製鋼スラグの蒸気処理方法において、

ベッド中の製鋼スラグの表面を複数の区画に分割し、

分割した各区画で、製鋼スラグ表面の温度時間推移を計測し、

計測した温度時間推移に基づき、製鋼スラグの各区画における蒸気流量の分布を推定し、

推定した蒸気流量の分布に基づき、製鋼スラグの各区画の蒸気吹込み量を制御する、

ことを特徴とする製鋼スラグの蒸気処理方法。

[請求項2] 前記製鋼スラグ表面の各区画における温度時間推移の計測を、

ベッドの上方からベッド上に積まれた製鋼スラグの上面を熱画像観測することで行うことを特徴とする請求項１に記載の製鋼スラグの蒸気処理方法。

[請求項3] 前記製鋼スラグ表面の各区画における温度時間推移の計測を、

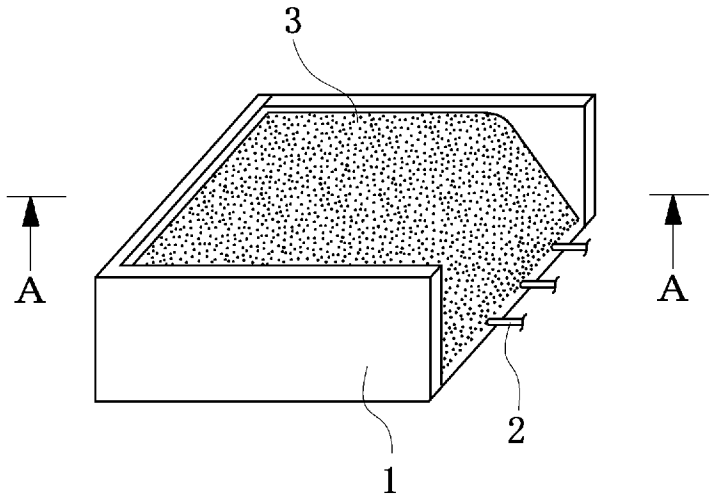
製鋼スラグの表面から挿入された複数の温度計と、ベッドの上方からベッド上に積まれた製鋼スラグの上面を熱画像観測することと、の両者による計測結果に基づき行うことを特徴とする請求項１に記載の製鋼スラグの蒸気処理方法。

[請求項4] 前記熱画像観測を、サーモグラフィを用いて行うことを特徴とする請求項２または３に記載の製鋼スラグの蒸気処理方法。

[請求項5] 前記製鋼スラグ表面の区画の１辺の長さが、積まれたベッド高さの２分の１以上、２以下の長方形として、蒸気処理を行うことを特徴とする請求項1～４のいずれか１項に記載の製鋼スラグの蒸気処理方法。

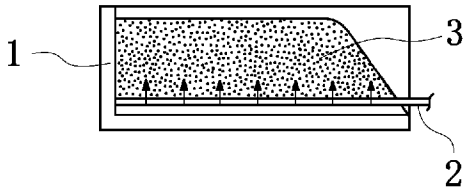
[図1]

(a)

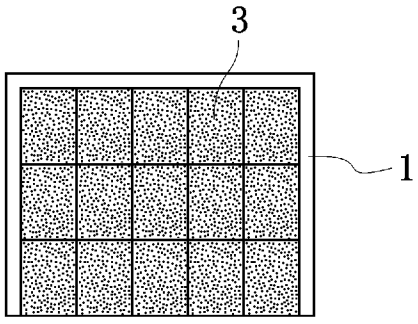



A-A断面

(b)

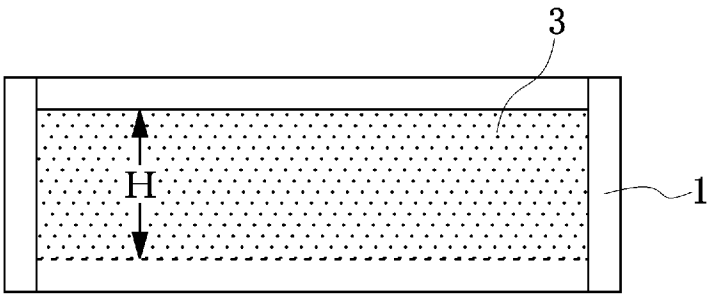



[図2]

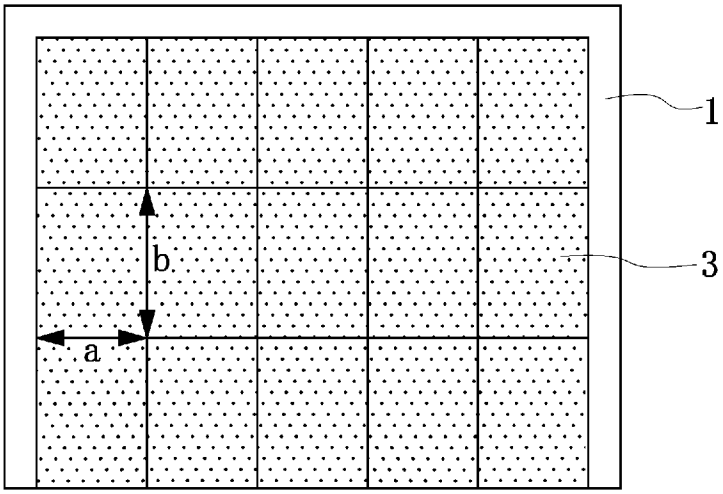


[図3]

(a)



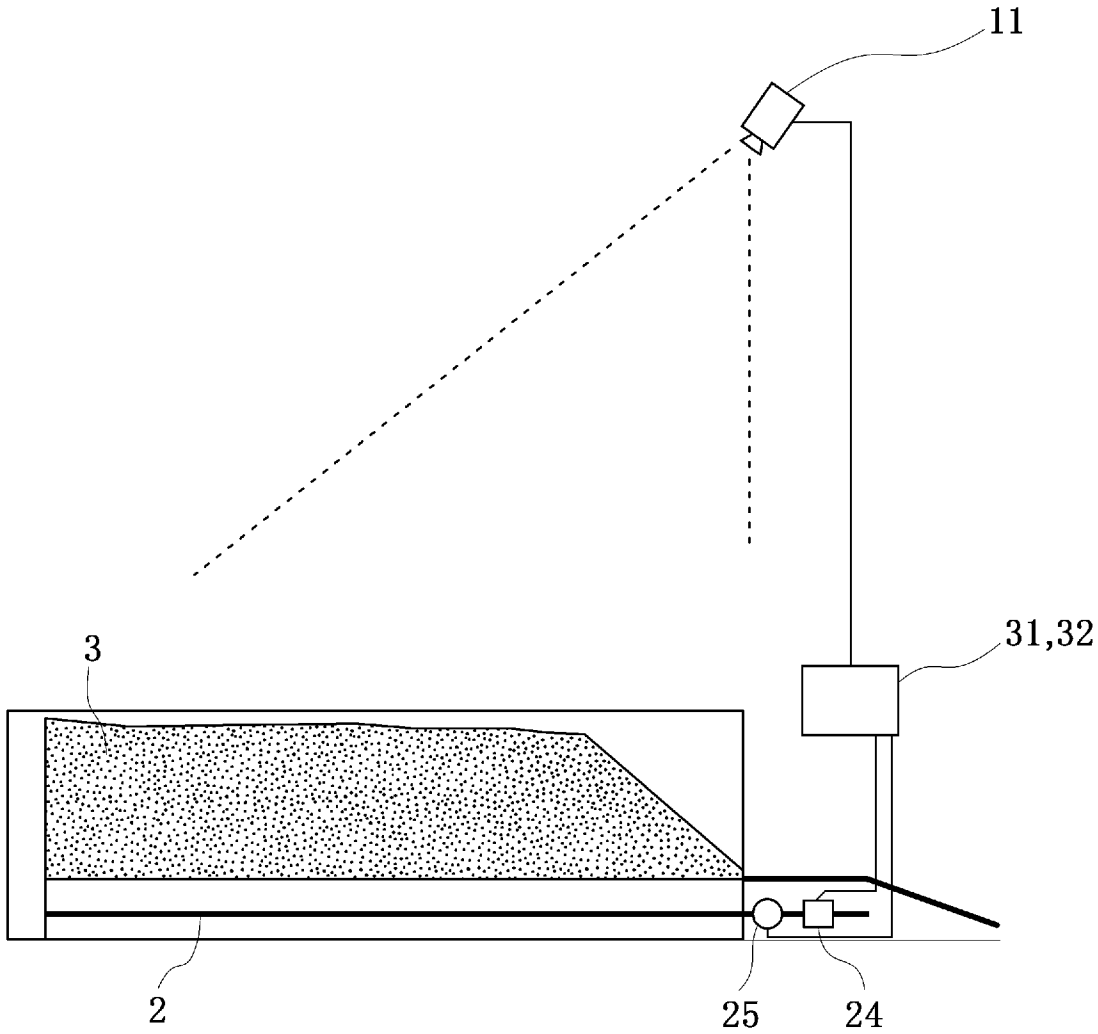

(b)



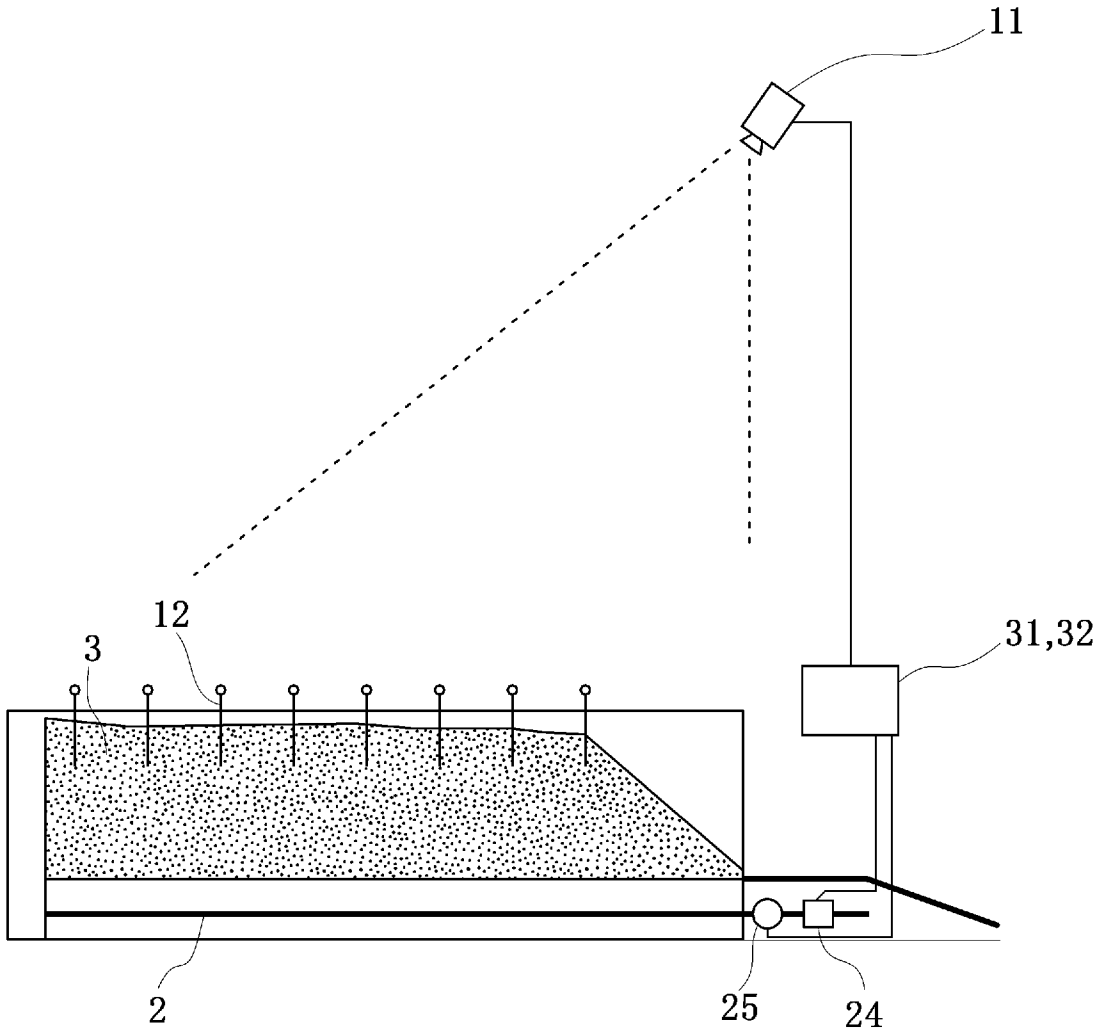

$\frac{1}{2}H \leqq a \leqq 2H$

$\frac{1}{2}H \leqq b \leqq 2H$

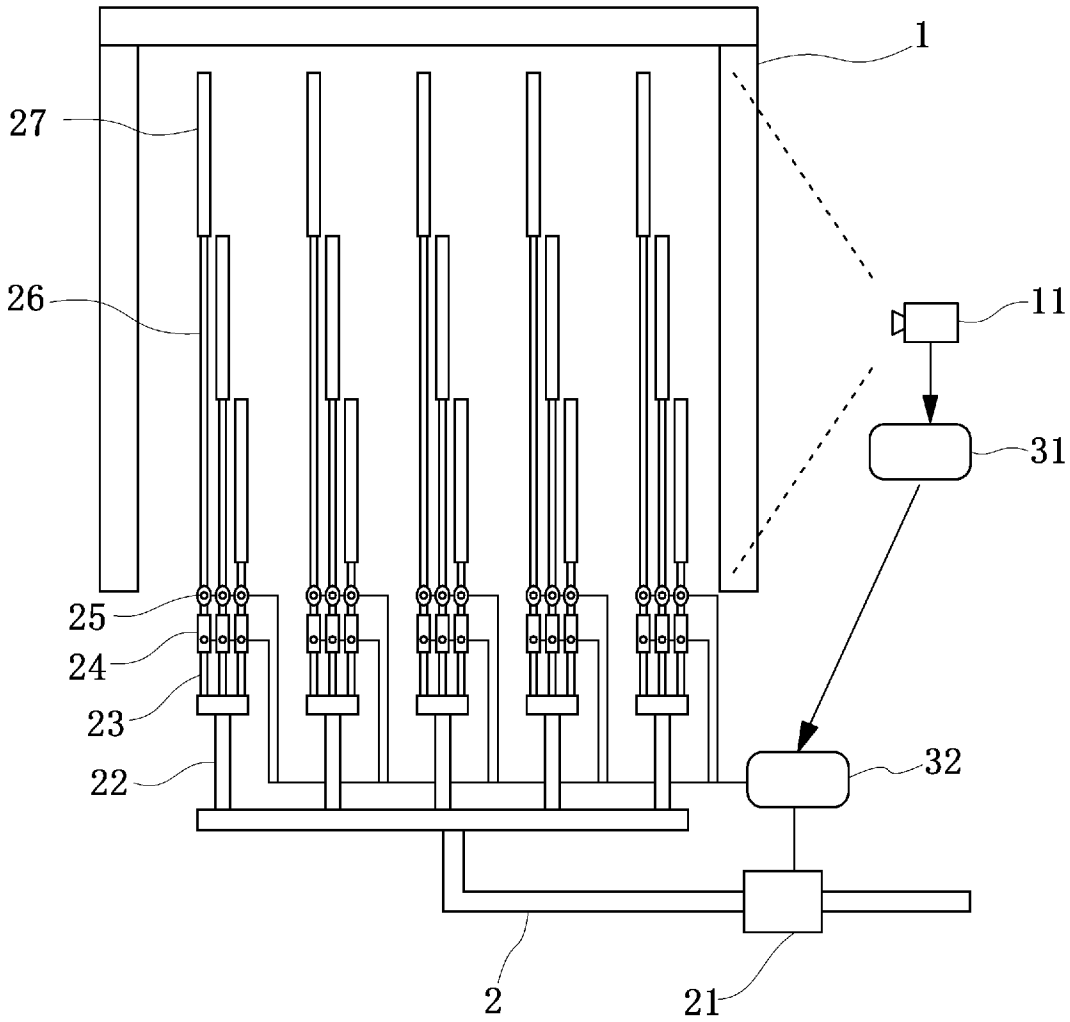
[図4]



[図5]



[図6]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/015197

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. F27D15/00(2006.01)i, C04B5/00(2006.01)i, G01J5/00(2006.01)i, G01J5/48(2006.01)i
FI: C04B5/00 C, F27D15/00 B, G01J5/00 101D, G01J5/48 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)
Int. Cl. F27D15/00, C04B5/00-C04B5/06, G01J5/00, G01J5/48

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)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y<br>A | JP 7-196343 A (NIPPON STEEL CORP.) 01 August 1995, claims, paragraphs [0014], [0017], [0019], [0020], [0025], fig. 1, 4, 5 | 1-2, 4<br>3, 5 |
| Y<br>A | JP 5-311213 A (NKK CORP.) 22 November 1993, paragraphs [0012]-[0016], fig. 1, 2 | 1-2, 4<br>3, 5 |
| A | JP 4-175250 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 23 June 1992 | 1-5 |
| A | JP 2017-81814 A (JFE STEEL CORP.) 18 May 2017 | 1-5 |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 08.06.2020 | 23.06.2020 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

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

International application No.
PCT/JP2020/015197

| Patent Documents referred to in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|---|---|---|---|
| JP 7-196343 A | 01.08.1995 | (Family: none) | |
| JP 5-311213 A | 22.11.1993 | (Family: none) | |
| JP 4-175250 A | 23.06.1992 | (Family: none) | |
| JP 2017-81814 A | 18.05.2017 | (Family: none) | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/015197

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F27D 15/00(2006.01)i; C04B 5/00(2006.01)i; G01J 5/00(2006.01)i; G01J 5/48(2006.01)i
FI: C04B5/00 C; F27D15/00 B; G01J5/00 101D; G01J5/48 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））

F27D15/00; C04B5/00-C04B5/06; G01J5/00; G01J5/48

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 | １９７１－２０２０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）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

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 7-196343 A (新日本製鐵株式会社) 01.08.1995 (1995-08-01)<br>特許請求の範囲，［００１４］，［００１７］，［００１９］，［００２０］，［００２５］，図１，４，５ | 1-2,4 |
| A | | 3,5 |
| Y | JP 5-311213 A (日本鋼管株式会社) 22.11.1993 (1993-11-22)<br>［００１２］－［００１６］,図１－２ | 1-2,4 |
| A | | 3,5 |
| A | JP 4-175250 A (住友金属工業株式会社) 23.06.1992 (1992-06-23) | 1-5 |
| A | JP 2017-81814 A (ＪＦＥスチール株式会社) 18.05.2017 (2017-05-18) | 1-5 |

☐ 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。

＊ 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 |
|---|---|
| 08.06.2020 | 23.06.2020 |

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）
小川　武 4T 9270
電話番号 03-3581-1101 内線 3465

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/JP2020/015197

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 7-196343 A | 01.08.1995 | （ファミリーなし） | |
| JP 5-311213 A | 22.11.1993 | （ファミリーなし） | |
| JP 4-175250 A | 23.06.1992 | （ファミリーなし） | |
| JP 2017-81814 A | 18.05.2017 | （ファミリーなし） | |