(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
2018年8月23日(23.08.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/150862 A1

(51) 国際特許分類:
C21C 5/28 (2006.01) *C21C 1/04* (2006.01)
C21C 1/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/002897

(22) 国際出願日： 2018年1月30日(30.01.2018)

(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 2017-028842 2017年2月20日(20.02.2017) JP

(71) 出願人: 新日鐵住金株式会社 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 山口 将史 (YAMAGUCHI Masashi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 松澤 玲洋 (MATSUZAWA Akihiro); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).

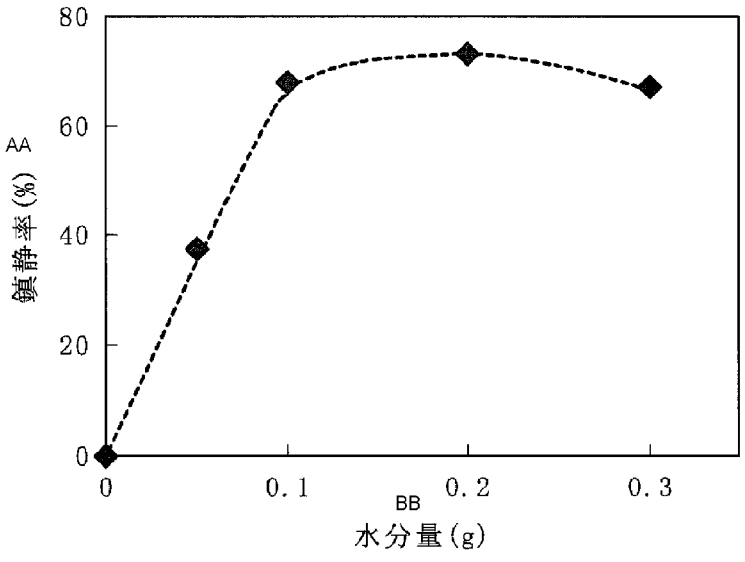
(74) 代理人: 特許業務法人樹之下知的財産事務所 (KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目２６番１３号３階 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** SLAG FOAMING SUPPRESSION MATERIAL, SLAG FOAMING SUPPRESSION METHOD, AND CONVERTER FURNACE BLOWING METHOD

(54) 発明の名称： スラグフォーミング鎮静材及びスラグフォーミング鎮静方法並びに転炉吹錬方法

<1>



AA Rate of suppression (%)
BB Water content (g)

(57) **Abstract:** Provided is slag foaming suppression material that includes at least 50% by mass hydroxide and the endothermic quantity is 1800 J/g or greater. Also provided is a slag foaming suppression method wherein this slag foaming suppression material is introduced into a slag pot into which slag is dumped. Also provided is a converter furnace blowing method wherein desiliconization blowing and dephosphorization blowing are carried out on hot metal charged into a single converter furnace or desiliconization blowing is carried out on hot metal charged into at least one converter furnace among

WO 2018/150862 A1

[続葉有]

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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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)）

two or more converter furnaces, the converter furnace is tilted, the slag foaming suppression method is used when slag inside the converter furnace is discharged from a furnace opening in a state where the hot metal remains inside the converter furnace, and after slag discharge, decarbonization blowing is carried out on the hot metal inside the converter furnace.

(57) 要約：スラグフォーミング鎮静材は、水酸化物を５０質量％以上含み、吸熱量が１８００Ｊ／ｇ以上である。スラグフォーミング鎮静方法は、このスラグフォーミング鎮静材を、スラグを排滓する排滓鍋に投入する。転炉吹錬方法は、１基の転炉に装入された溶銑に脱Ｓｉ吹錬及び脱Ｐ吹錬を行って、あるいは、２基以上の転炉のうち少なくとも１基の転炉に装入された溶銑に脱Ｓｉ吹錬を行って、転炉を傾動させ、この転炉内に溶銑を残した状態で転炉内のスラグを炉口から排滓する際に、前記スラグフォーミング鎮静方法を適用し、排滓後に、転炉内の溶銑に脱Ｃ吹錬を行う。

明　細　書

発明の名称 ：

スラグフォーミング鎮静材及びスラグフォーミング鎮静方法並びに転炉吹錬方法

技術分野

[0001] 本発明は、フォーミングしたスラグの鎮静材及び鎮静方法並びに転炉吹錬方法に関する。

背景技術

[0002] 精錬の予備処理方法として、現在まで様々な方法が開発されているが、近年主流となっている方法が転炉型の予備処理方式である。

例えば、非特許文献１には、高炉から出銑された溶銑を転炉に装入して脱Ｓｉ及び脱Ｐ吹錬を行った後、転炉を傾動させ、転炉内に溶銑を残した状態で生成したスラグを炉口から排滓し、その後脱Ｃ吹錬を行う方法が開示されている。

また、他の方法として特許文献１には、高炉から出銑された溶銑を転炉に装入して脱Ｓｉ吹錬を行った後、転炉を傾動させ、転炉内に溶銑を残した状態で生成したスラグを炉口から排滓し、脱Ｐ吹錬を行い、その後転炉から溶銑を一度排出することで脱Ｐスラグと分離し、この溶銑のみを別の転炉に再度装入して脱Ｃ吹錬を行う方法が開示されている。

前者は１基の転炉を、後者は２基以上の転炉を用いた操業方法であるが、両方法ともスラグを炉口から効率的に排滓するため、吹錬中に発生するスラグのフォーミング（泡立ち）を利用して、スラグの体積を増加させる点で共通している。

[0003] 転炉で発生するスラグのフォーミングは、スラグへのガス供給速度よりもスラグのガス散逸速度が下回った場合に発生する。

また、脱Ｓｉ（及び脱Ｐ）吹錬中にフォーミングしたスラグは炉外に排出されるが、その際、炉下に設置したスラグパン（排滓鍋）に収容する。この

スラグパンへの排滓量を増加させるほど、炉内に残留するSiO_2やP_2O_5を削減でき、生石灰といった新規副原料の使用量を低減することが可能となる。

従って、短時間で多量のスラグを炉外に排出することが求められる。ここで、短時間としたのは、スラグのフォーミング高さは吹錬終了後から減少していく傾向にあるため、短時間で排滓することがスラグを最も多量に炉外に排出できると考えられることによる。

[0004] しかしながら、スラグパン内でもスラグのフォーミングは継続して発生するため、多量のスラグをスラグパンへ排滓しようとすると、スラグがスラグパンから溢れてしまう問題が生じてしまう。

この対策として、スラグパン内にフォーミングを鎮静させる物質（以下、スラグフォーミング鎮静材、フォーミング鎮静材、又は、単に鎮静材という）を投入することで、その問題の解決に取り組んでいる。

[0005] スラグのフォーミングの鎮静には、主に気泡の発生鎮静やガスの散逸促進があり、これらのメカニズムを基に、様々な鎮静材が開発された。

例えば、特許文献２には、軽金属と炭素質物質及び金属水酸化物及び（又は）水の混合物とを、互いに独立して存在させた鎮静材（スラグ泡立防止剤）が開示されている。

特許文献３には、生ドロマイトを含む鎮静材（フォーミング防止剤）が開示され、この生ドロマイトによる吸熱反応を利用した鎮静方法が開示されている。

そして、特許文献４には、水酸化アルミニウムと炭酸カルシウムを構成成分とする鎮静材（フォーミング抑制剤）が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０１３－１６７０１５号公報

特許文献2：特開昭６３－１３７１１６号公報

特許文献3：特開２００３－２１３３１４号公報

特許文献4：特許第６００５３１０号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：小川雄司、矢野正孝、北村信也、平田浩著、「転炉を用いた脱りん脱炭連続処理プロセスの開発」、鉄と鋼、Ｖｏｌ．８７（２００１年）Ｎｏ．１、ｐ．２１～２８

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、前記したいずれの技術も、フォーミングを劇的に抑えるまでには至っておらず、スラグパン内のフォーミングを完全に鎮静できていないため、中間排滓を連続的に実施できていない。そのため、多量の鎮静材を使用することで、中間排滓を可能な限り連続的に実施しようとしている。

[0009] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、脱Ｓｉ及び脱Ｐ吹錬後、あるいは、脱Ｓｉ吹錬後の炉外へ排滓されたスラグのフォーミングを効率的に鎮静可能なスラグフォーミング鎮静材及びスラグフォーミング鎮静方法並びに転炉吹錬方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記の課題を解決するためになされた本発明の要旨は、以下の通りである。

（１）水酸化物を５０質量％以上含み、吸熱量が１８００Ｊ／ｇ以上であることを特徴とするスラグフォーミング鎮静材。

[0011] （２）密度が１．５ｇ／ｃｍ^{3}以上であることを特徴とする本発明のスラグフォーミング鎮静材。

[0012] （３）更に有機物を２０質量％以上５０質量％以下含むことを特徴とする本発明のスラグフォーミング鎮静材。

[0013] （４）本発明のスラグフォーミング鎮静材を、スラグを排滓する排滓鍋に投入することを特徴とするスラグフォーミング鎮静方法。

[0014] （５）１基の転炉に装入された溶銑に脱Ｓｉ吹錬及び脱Ｐ吹錬を行って前記

転炉を傾動させ、該転炉内に溶銑を残した状態で該転炉内のスラグを炉口から排滓する際に、本発明のスラグフォーミング鎮静方法を適用し、排滓後に、前記転炉内の溶銑に脱Ｃ吹錬を行うことを特徴とする転炉吹錬方法。

[0015] （６）２基以上の転炉のうち少なくとも１基の前記転炉に装入された溶銑に脱Ｓｉ吹錬を行って前記転炉を傾動させ、該転炉内に溶銑を残した状態で該転炉内のスラグを炉口から排滓する際に、本発明のスラグフォーミング鎮静方法を適用し、排滓後に、前記転炉内の溶銑に脱Ｐ吹錬を行うことを特徴とする転炉吹錬方法。

[0016] 本発明に係るスラグフォーミング鎮静材は、水酸化物を５０質量％以上含み、吸熱量が１８００Ｊ／ｇ以上であるので、スラグの冷却効果が高められ、従来よりもスラグのフォーミングを鎮静化することができる。

特に、本発明に係るスラグフォーミング鎮静方法及び転炉吹錬方法は、上記した鎮静材を使用するので、転炉の炉口からスラグを排滓する際の排滓鍋内におけるスラグのフォーミングを鎮静化でき、スラグの溢れを起こすことなく多量のスラグを転炉内から排滓できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]水分量と鎮静率の関係を示すグラフである。

[図2]吸熱量と鎮静率の関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。

本発明の一実施の形態に係るスラグフォーミング鎮静材（以下、単に鎮静材ともいう）は、水酸化物を５０質量％以上含み、吸熱量が１８００Ｊ／ｇ以上である。以下、詳しく説明する。

[0019] 転炉における脱Ｓｉ及び脱Ｐ吹錬では、酸素を溶銑に供給することで、溶銑中のＳｉ及びＰを酸化してSiO_2及びP_2O_5とし、スラグへ移行させて除去している。このとき、溶銑中のＣは酸素ガスあるいはスラグ中のＦｅＯと反応してＣＯガスとなり、その一部がスラグに捉えられスラグ内に滞留する

ことで、フォーミングが発生する。

[0020] スラグが適度にフォーミングした後、このスラグを転炉の下方に設置したスラグパン（排滓鍋の一例）へ炉口から排滓するが、スラグパン内でもフォーミングが発生する。これは、吹錬中の溶銑の一部がスラグ内に粒鉄として懸濁しており、この粒鉄中に含まれるＣがスラグパン内で、式（１）の反応によりＣＯ気泡を発生するためである。

Ｃ＋ＦｅＯ＝ＣＯ（ｇ）＋Ｆｅ　　・・・（１）

[0021] スラグパン内では、落下してきたスラグの運動エネルギーにより強い撹拌が発生することで、ＣＯ気泡が多量に発生し、スラグが激しくフォーミングする。そのため、フォーミングの鎮静効果がある物質をスラグパン内のスラグに投入し、スラグパンからのスラグの溢れを防止する必要がある。

[0022] スラグのフォーミングの鎮静方法としては、気泡の発生を鎮静する方法と気泡の散逸を促進する方法とが考えられる。上記した式（１）の反応は吸熱反応であることから、排滓されたスラグを冷却することで気泡の発生鎮静に繋がるため、従来より鎮静方法の一つとしてスラグの冷却が検討されていた。

そこで、この冷却効果に着目し、転炉内の溶銑の脱Ｓｉ及び脱Ｐ吹錬後に炉口から排滓されたスラグを想定した組成及び温度の条件において、スラグの冷却がフォーミング鎮静効果に与える影響を小型炉実験により検証した。なお、フォーミング鎮静を高効率で実施するためには、少量で急激に冷却する物質であることが好ましいと想定されるため、冷却に液体の水を使用した。水は安価で多量に使用できる物質であり、かつ、式（２）に示す分解反応における吸熱によりスラグの冷却が期待できるためである。

H_2O（ｇ）＝H_2（ｇ）＋１／２O_2（ｇ）　　・・・（２）

[0023] 試験方法は、鉄坩堝内でスラグ１００ｇを１３５０℃において溶解させ、このスラグに銑鉄を上方より投入した。一定時間後、鉄製の棒をスラグに浸漬させ、スラグの付着高さを測定し、その後水分を添加した。更に、一定時間後（例えば、２０～３０秒後）、再び鉄製の棒をスラグに浸漬させて、ス

ラグの付着高さを測定した。

この高さの変化量を鎮静率として、式（３）を使用して算出し、フォーミング鎮静効果を評価した。

（鎮静率）＝（H_1-H_0）／H_0×１００　　・・・（３）

ここで、H_0は水分投入前のスラグ高さ（ｍｍ）、H_1は水分投入後のスラグ高さ（ｍｍ）、である。

[0024] 投入した水分量と鎮静率の関係を図１示す。

図１に示すように、水分投入量が増加するにつれて鎮静率は増加し、水分投入量０．１ｇ以上で飽和した。これより、適度な水分の投入はスラグ冷却による大幅な鎮静効果を発揮することが分かった。なお、水分投入量が０．３ｇになると鎮静率は若干低下したが、これは、水分投入量が多くなり過ぎると局所的にスラグ表面が融点以下まで冷却されるため、その部分が皮張りしてしまい、スラグ中の気泡の散逸を減少させてしまうためだと推定される。

[0025] 続いて、水分投入量を水の分解反応の吸熱量におきかえて、図２に吸熱量と鎮静率の関係を示す。

図２に示すように、吸熱量が増加するにつれて鎮静率も増加している。良好な鎮静率を得るためには、１８００Ｊ／ｇ以上の吸熱量が必要であることが確認できる。吸熱量が４０００Ｊ／ｇを超えると鎮静率が若干低下する傾向がみられるため、吸熱量は４０００Ｊ／ｇ以下であることが好ましい。

なお、今回の結果は、鎮静材として水を用いた実験の結果であるが、後述する水酸化物を含む鎮静材でも、同様な吸熱量の範囲で良好な鎮静効果が得られることを確認している。また、この場合の吸熱量は示差熱分析（ＤＴＡ）装置を用いて測定した。

[0026] ところで、炉口からのスラグの排滓中に過剰に溶銑が混入した場合、液体の水分は溶銑と反応して水蒸気爆発を引き起こす可能性がある。そこで、危険性の抑制や、水の分解反応を利用した吸熱によるスラグの鎮静率向上を期待して、水酸化物の投入を検討した。

水酸化物は、式（４）及び式（５）に示す分解反応が、スラグパン内にて発生する。

$X(OH)_t$（ｓ）＝$XO_{t/2}$（ｓ）＋ｔ／２H_2O（ｇ）　・・・（４）

ｔ／２H_2O（ｇ）＝ｔ／２H_2（ｇ）＋ｔ／４O_2（ｇ）　・・・（５）

上記した式（４）及び式（５）はいずれも吸熱反応である。

従って、水酸化物をスラグに投入することで、水蒸気爆発を引き起こす危険性が極めて低位となり、かつ、スラグの冷却による鎮静率の向上が可能となる。

[0027] 次に、鎮静材の好適な水酸化物の組成範囲について説明する。

鎮静材中に含まれる水酸化物の比率が大きいほど、鎮静材のスラグ冷却効果は大きくなる。この観点から、冷却効果を担保するために５０質量％（好ましくは５５質量％）を下限とする。

ここで、水酸化物の比率が５０質量％未満の場合、鎮静材による冷却効果が低位となりフォーミング鎮静効果が小さくなる。

なお、水酸化物の比率の上限値は特に限定しないが、８０質量％を超える場合、鎮静材の単位質量当たりの冷却量が大きくなり、スラグが局所的に固相となって、フォーミング鎮静効果が小さくなる場合があるため、８０質量％以下であることが好ましい。

[0028] また、鎮静材は、密度が１．５ｇ／ｃｍ^{3}以上であることが好ましい。

鎮静材の密度がフォーミングしたスラグの密度（例えば、１．０～１．５ｇ／ｃｍ^3）以上でなければ、スラグパン内のスラグ表面のみに鎮静材の効果が発揮されてしまい、フォーミング鎮静効果が減少してしまうおそれがある。

そのため、鎮静材の密度を、フォーミングしたスラグの密度以上、即ち１．５ｇ／ｃｍ^{3}以上とすることが好ましい。なお、鎮静材の密度が大きいほど、鎮静材がスラグに沈み込む深さがおおきくなることから、よいと推定されるため、上限については特に限定していないが、鎮静材の構成を考慮すれば、例えば、３ｇ／ｃｍ^{3}程度である。

[0029] 更に鎮静材は、有機物を２０質量％以上５０質量％以下（好ましくは、下限を２５質量％、上限を４５質量％）含有することが好ましい。

前記した効果により、スラグの冷却による気泡の発生の鎮静効果でフォーミングを効率的に鎮静できることを見出したが、スラグパン内のスラグ中に残存する、あるいは、一部発生するガスを散逸する効果は期待できない。

そこで、ガスの散逸効果を鎮静材に付与することで、更なる鎮静効果が期待される。

このガスの散逸効果を備える物質としては有機物が好ましい。これは、有機物が炭素分を含有しているためガスの散逸効果が期待され、また、有機物の熱分解反応により吸熱することや、有機物が安価で手に入り易く扱いが容易であること、という利点が挙げられることによる。

[0030] 上記したように、鎮静材は、水酸化物を５０質量％以上（好ましくは８０質量％以下）含有していれば、水酸化物と有機物のみで構成することができるが、この有機物と共に、又は、有機物の代わりに、酸化物が含まれてもよい。

ここで、水酸化物としては、$Al(OH)_3$や$Ca(OH)_2$がある。

有機物としては、例えば、アクリル樹脂やメタクリル樹脂等の樹脂、また、スギや赤松といった木屑（木材）等が挙げられる。

酸化物としては、酸化鉄、SiO_2、ＭｇＯ、Al_2O_3等がある。

また、炭酸カルシウムは吸熱量が低く、炭酸カルシウムが増えた分水酸化物の含有量が減るため、吸熱量の低下により鎮静効果が落ちる恐れある。そのため、本発明の鎮静材は、炭酸カルシウム（$CaCO_3$）を含まないか、含むとしても、６質量％以下が好ましく、３質量％未満とすることがより好ましい。

[0031] なお、鎮静材の粒径は３ｍｍ以上２０ｍｍ以下であることが好ましい。

これは、鎮静材の粒径が３ｍｍ未満の場合、粒径が過剰に細かくなり、例えば、鎮静材を供給する投入ホッパー内での棚吊り発生や、粉塵として舞い上がり作業環境の悪化を招くといった可能性が高まるためである。一方、粒

径が２０ｍｍ超の場合、スラグへ迅速に溶解しにくく、フォーミングの鎮静効果が小さくなり易いためである。

[0032] 以上に示した鎮静材は、使用にあっては、袋等の容器に入れ、排滓流の落下位置近傍へ投入することがより好ましい。

この位置では、スラグパン内でのスラグの撹拌が最も大きく、鎮静材に含まれる水酸化物をスラグ内部まで到達させることができ、フォーミングを効果的に鎮静し易くなることによる。

なお、いずれの投入方法においても、排滓終了まで投入を継続する必要はなく、スラグパン内でのスラグのフォーミング状況をみて、スラグ溢れが起こらないと予想できる場合は、途中で中断してもよい。

[0033] 以上に示した鎮静材を用いたスラグフォーミング鎮静方法は、転炉の炉口からスラグパンにスラグを排滓する際に、鎮静材をスラグパン内に投入することで、スラグパン内におけるスラグのフォーミングを鎮静化でき、スラグ溢れを起こすことなく多量のスラグを転炉内から排滓できる方法である。

また、上記したスラグフォーミング鎮静方法は、転炉へ溶銑を装入して吹錬を行い、吹錬を一旦中断して転炉を傾動させ、転炉の炉内に溶銑を残した状態で転炉の下方に設置したスラグパンにスラグを排滓する、転炉吹錬方法に用いることができる。

具体的には、以下の通りである。

[0034] １基の転炉に装入された溶銑に脱Ｓｉ吹錬及び脱Ｐ吹錬を行って転炉を傾動させ、この転炉内に溶銑を残した状態で転炉内のスラグを炉口から排滓する際に、上記したスラグフォーミング鎮静方法を適用し（即ち、上記した鎮静材をスラグパン内に投入し）、排滓後に、転炉内の溶銑に脱Ｃ吹錬を行う（１基の転炉を用いる転炉吹錬方法：非特許文献１参照）。

また、２基以上の転炉のうち少なくとも１基の転炉に装入された溶銑に脱Ｓｉ吹錬を行って転炉を傾動させ、この転炉内に溶銑を残した状態で転炉内のスラグを炉口から排滓する際に、上記したスラグフォーミング鎮静方法を適用し（即ち、上記した鎮静材をスラグパン内に投入し）、排滓後に、転炉

内の溶銑に脱Ｐ吹錬を行う（２基以上の転炉を用いる転炉吹錬方法：特許文献１参照）。

[0035] 上記した方法は、スラグのフォーミング現象を利用して、炉口からスラグを排滓するという形態は同様であるため、上記したスラグフォーミング鎮静方法を実施することで、その効果を享受することができる。

また、上記した転炉吹錬方法以外においても、ある精錬容器から別の精錬容器へスラグを排滓する段階で、フォーミングの鎮静が必要な場合は、上記したスラグフォーミング鎮静方法（スラグフォーミング鎮静材の排滓先精錬容器への投入）を用いることで、スラグの溢れを鎮静できる。

更に、本発明のスラグフォーミング鎮静材は、転炉内で発生するスラグフォーミングの鎮静材としても使用することができる。

実施例

[0036] 次に、本発明の作用効果を確認するために行った実施例について説明する。

ここでは、前記した１基あるいは２基以上の転炉を用いる転炉吹錬方法において、内容積３００ｍ^{3}の転炉へ４００トンの溶銑を装入して吹錬を行い、吹錬を一旦中断して転炉を傾動させ、転炉内に溶銑を残した状態で、転炉内のスラグを転炉の下方に設置したスラグパン（内容積：５０ｍ^3）に２～４分間排出した。その際、鎮静材を投入シュートからスラグパン内に連続的に投入した。

使用した鎮静材の組成を含む特徴を表１に示す。

[0037]

[表1]

	鎮静材の種類（記号）	含有量 水酸化物（質量%）	有機物（質量%）	酸化物（質量%）	吸熱量（J/g）	密度（g/cm^3）	主要含有物	含有有機物
実施例	A1	50	-	50	2230	1.4	$Al(OH)_3$	-
	A2	70	-	30	2397	1.8	$Ca(OH)_2$	-
	B1	53	47	-	1815	1.3	$Ca(OH)_2$	木材、アクリル樹脂
	B2	60	40	-	2054	1.8	$Ca(OH)_2$	アクリル樹脂
	C1	70	30	-	3122	2.0	$Al(OH)_3$	アクリル樹脂
	C2	55	45	-	2453	1.9	$Al(OH)_3$	メタクリル樹脂
	C3	87	13	-	3880	2.3	$Al(OH)_3$	アクリル樹脂
比較例	D1	-	42	58	994	2.0	生ドロマイト	アクリル樹脂
	E1	-	40	60	947	2.0	$CaCO_3$	アクリル樹脂
	F1	40	54	6	1409	1.7	$Ca(OH)_2$	メタクリル樹脂

[0038] ここで、記号Ａ１、Ａ２、Ｂ１、Ｂ２、Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３は、本発明の実施例である。

具体的には、記号Ａ１、Ａ２の鎮静材は、水酸化物にＡｌ（ＯＨ）$_3$あるいはＣａ（ＯＨ）$_2$を使用したものであり、有機物は含有されていない。また、記号Ｂ１、Ｂ２の鎮静材は、水酸化物にＣａ（ＯＨ）$_2$を、有機物に木材及びアクリル樹脂あるいはアクリル樹脂のみを、それぞれ使用したものである。そして、記号Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３の鎮静材は、水酸化物にＡｌ（ＯＨ）$_3$を、有機物にアクリル樹脂あるいはメタクリル樹脂を、それぞれ使用したものである。

なお、表１中の水酸化物、有機物以外の成分は、酸化鉄、SiO_2、ＭｇＯ、Al_2O_3等の酸化物である。

[0039] 一方、記号Ｄ１、Ｅ１、Ｆ１は、比較例である。

具体的には、記号Ｄ１、Ｅ１の鎮静材は、水酸化物を含有しておらず、生ドロマイトあるいは$CaCO_3$を代替としたものである。また、記号Ｆ１の鎮静材は、水酸化物（Ｃａ（ＯＨ）$_2$）の含有量が本発明の適正範囲の下限値未満のものである。

なお、記号Ｄ１、Ｅ１、Ｆ１の鎮静材は全て、有機物を含有しており、それぞれアクリル樹脂あるいはメタクリル樹脂を含有している。

[0040] 各鎮静材の吸熱量は、示差熱分析（ＤＴＡ）装置を用いて、坩堝：白金、

試料重量：２０～３０ｍｇ、試料粒度：１５０μｍアンダー、昇温速度：１０℃／分、最高温度：１４５０℃、雰囲気：Ａｒ、という実験条件で求めた。

[0041] スラグの排滓中は、スラグパン内の様子を目視にて観察した。

このとき、スラグがスラグパンから溢れそうになった場合は、転炉の傾動を一旦停止して排滓を中断し、フォーミングの成長が停滞してスラグが溢れなければ、再度転炉を傾動して排滓を再開した。なお、排滓時間には、排滓を中断している時間も含んでおり、この排滓中断時も鎮静材を継続して投入した。

[0042] スラグパンを設置する移動台車に取り付けられた秤量機で重量変化を測定し、スラグパンに投入した鎮静材の重量を差し引いて、排滓したスラグの重量（w_{slag}）を算出した。

また、排滓前の転炉内のスラグの重量（W_{slag}）は、以下の方法で算出した。

[0043] 排滓前の転炉内のスラグの重量W_{slag}（トン／チャージ）は、リサイクルスラグの重量W_{R-slag}（トン／チャージ）と、溶銑中のＳｉの酸化により発生するSiO_2量W_{SiO2}（トン／チャージ）と、転炉へのＣａＯ投入量W_{CaO}（トン／チャージ）との合計値、即ち、以下に示す式から算出できる。

$$W_{slag}=W_{R-slag}+W_{SiO2}+W_{CaO}$$

[0044] ここで、リサイクルスラグとは、前チャージで脱Ｃ吹錬を行って、転炉の出鋼孔から溶鋼を出鋼した後に、転炉内に残されたＰ濃度が低いスラグであり、次チャージの脱Ｓｉ（及び脱Ｐ）で溶銑の脱Ｐ精錬に使用可能なものである。つまり、リサイクルスラグの重量W_{R-slag}は、前チャージの脱Ｃ吹錬後に転炉内に残されたスラグ量であり、脱Ｃ吹錬後に転炉の炉口からスラグを排出する際の転炉の傾動角度より算出できる。この転炉の傾動角度とは、転炉の正立時（吹錬中の状態）を基準（０度）として、転炉の軸心を傾けた最終的な角度（傾斜角度）である。

[0045] 上記したリサイクルスラグの重量W_{R-slag}と転炉の傾動角度との間には、

相関関係がある。

具体的には、転炉の傾動角度が大きくなるに伴って、リサイクルスラグの重量W_{R-slag}が少なくなる傾向にある。この関係は、例えば、過去の操業実績に基づいて得ることができる。

[0046] また、溶銑中のＳｉの酸化により発生するSiO_2量W_{SiO2}は、予め測定した溶銑予備処理を行う溶銑の分析値を用いて、以下に示す式から算出できる。

W_{SiO2}＝（ＨＭ）×（ＨＭ－Ｓｉ）×（SiO_2分子量）／（Ｓｉ分子量）

ここで、ＨＭは溶銑量（トン／チャージ）、ＨＭ－Ｓｉは溶銑中のＳｉ量（質量％）、SiO_2分子量は６０．１、Ｓｉ分子量は２８．１、である。

[0047] そして、転炉へのＣａＯ投入量ＷＣａＯは、溶銑予備処理を行う際に転炉内のスラグに添加される副原料量（ＣａＯ量）から得ることができる。

[0048] 上記した方法で算出した、排滓したスラグの重量（w_{slag}）と、排滓前の転炉内のスラグの重量（W_{slag}）を用い、式（６）の排滓率（％）により、フォーミング鎮静効果の有無を評価した。なお、フォーミングの鎮静効果が優れるほど、フォーミングによる排滓中断が発生しなくなるため、排滓率が高い値となる。

（排滓率）＝（w_{slag}）／（W_{slag}）×１００　　・・・（６）

ここで、w_{slag}は排滓したスラグの重量（トン／チャージ）、W_{slag}は排滓前の転炉内のスラグの重量（トン／チャージ）、である。

[0049] なお、排滓率は、スラグパンでのスラグフォーミングの他、転炉の内容積やスラグパンの内容積、溶銑量等の影響を受ける。

このため、１基の転炉を用いる転炉吹錬方法では、表２に結果を示す処理方式で６０％以上の排滓率、２基以上の転炉を用いる転炉吹錬方法では、表３に結果を示す処理方式で５０％以上の排滓率を、良好な排滓率としている。

なお、排滓中のスラグパンからのスラグ溢出の有無は目視で判定した。

[0050] まず、１基の転炉を用いる転炉吹錬方法の結果について、表２を参照しな

がら説明する。

なお、スラグ組成は塩基度（ＣａＯ質量％／SiO_2質量％）が１．０～１．３、スラグ中の酸化鉄濃度が２０～３０質量％、スラグの温度は１２５０～１３５０℃、であった。

[0051] [表2]

		鎮静材の種類（記号）	排滓中断	スラグ溢出	排滓率（質量％）	排滓時間（分）
実施例	1	A1	なし	なし	61	2.9
	2	A2	なし	なし	62	2.9
	3	B1	なし	なし	62	2.9
	4	B2	なし	なし	69	2.5
	5	C1	なし	なし	71	2.4
	6	C2	なし	なし	72	2.4
	7	C3	なし	なし	62	2.9
比較例	8	-	あり	あり	28	4.5
	9	D1	あり	なし	50	4.0
	10	E1	あり	なし	48	4.0
	11	F1	あり	なし	51	3.9

[0052] 表２に示す実施例１～７は、前記した表１に記載の実施例の鎮静材を使用した実施例である。

実施例１～７はいずれも、鎮静材中の水酸化物の含有量と鎮静材の吸熱量（更には、鎮静材中の有機物の含有量や鎮静材の密度）が、本発明の適正範囲内であったため、スラグをスラグパンから溢れさせることなく、速やかに排滓できた。そのため、排滓率も６１質量％以上と高位であった。

[0053] 表２に示す比較例８は、鎮静材を投入しなかった例であり、表２に示す比較例９～１１は、前記した表１に記載の比較例の鎮静材を使用した例である。

比較例８は、鎮静材を投入しなかったため、スラグパンからスラグが溢れ出し、排滓率は２８質量％程度にとどまった。

比較例９、１０は、水酸化物を含有せず、吸熱量が過小な（比較例９：９９４Ｊ／ｇ、比較例１０：９４７Ｊ／ｇ）鎮静材を使用したため、フォーミ

ングの鎮静効果が小さくなった。これにより、排滓を一時中断したため、排滓率は４８～５０質量％にとどまった。

比較例１１は、水酸化物の含有量が過小な（４０質量％）鎮静材を使用したため、比較例９、１０と同様の理由により、排滓率は５１質量％程度となった。

[0054] 次に、２基以上の転炉を用いる転炉吹錬方法の結果について、表３を参照しながら説明する。

なお、スラグ組成は塩基度（ＣａＯ質量％／SiO_2質量％）が０．６～０．８、スラグ中の酸化鉄濃度が２０～３０質量％、スラグの温度は１２５０～１３５０℃、であった。

[0055] [表3]

		鎮静材の種類（記号）	排滓中断	スラグ溢出	排滓率（質量％）	排滓時間（分）
実施例	12	A1	なし	なし	50	3.5
	13	A2	なし	なし	53	3.3
	14	B1	なし	なし	53	3.3
	15	B2	なし	なし	57	3.2
	16	C1	なし	なし	62	2.9
	17	C2	なし	なし	63	2.9
	18	C3	なし	なし	57	2.9
比較例	19	-	あり	あり	28	4.8
	20	D1	あり	なし	40	4.2
	21	E1	あり	なし	38	4.2
	22	F1	あり	なし	45	4.0

[0056] 表３に示す実施例１２～１８は、前記した表１に記載の実施例の鎮静材を使用した実施例である。

実施例１２～１８はいずれも、鎮静材中の水酸化物の含有量と鎮静材の吸熱量（更には、鎮静材中の有機物の含有量や鎮静材の密度）が、本発明の適正範囲内であったため、スラグをスラグパンから溢れさせることなく、速やかに排滓できた。そのため、排滓率も５０質量％以上と高位であった。

[0057] 表３に示す比較例１９は、鎮静材を投入しなかった例であり、表３に示す

比較例２０～２２は、前記した表１に記載の比較例の鎮静材を使用した例である。

比較例１９は、鎮静材を投入しなかったため、スラグパンからスラグが溢れ出し、排滓率は２８質量％程度にとどまった。

比較例２０、２１は、水酸化物を含有せず、吸熱量が過小な（比較例２０：９９４Ｊ／ｇ、比較例２１：９４７Ｊ／ｇ）鎮静材を使用したため、フォーミングの鎮静効果が小さくなった。これにより、排滓を一時中断したため、排滓率は３８～４０質量％にとどまった。

比較例２２は、水酸化物の含有量が過小な（４０質量％）鎮静材を使用したため、比較例２０、２１と同様の理由により、排滓率は４５質量％程度となった。

[0058] 以上のことから、本発明のスラグフォーミング鎮静材及びスラグフォーミング鎮静方法並びに転炉吹錬方法により、脱Ｓｉ及び脱Ｐ吹錬後、あるいは、脱Ｓｉ吹錬後の炉外へ排滓されたスラグのフォーミングを効率的に鎮静できることを確認できた。

[0059] 以上、本発明を、実施の形態を参照して説明してきたが、本発明は何ら上記した実施の形態に記載の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載されている事項の範囲内で考えられるその他の実施の形態や変形例も含むものである。例えば、前記したそれぞれの実施の形態や変形例の一部又は全部を組合せて本発明のスラグフォーミング鎮静材及びスラグフォーミング鎮静方法並びに転炉吹錬方法を構成する場合も本発明の権利範囲に含まれる。

前記実施の形態においては、スラグフォーミング鎮静材を、スラグを排滓するスラグパンに投入する場合について説明したが、スラグのフォーミングを鎮静させるのであれば、スラグパンに限定されるものではなく、他の排滓鍋に投入することもできる。

請求の範囲

[請求項1] 水酸化物を５０質量％以上含み、吸熱量が１８００Ｊ／ｇ以上であることを特徴とするスラグフォーミング鎮静材。

[請求項2] 請求項１記載のスラグフォーミング鎮静材において、密度が１．５ｇ／ｃｍ^{3}以上であることを特徴とするスラグフォーミング鎮静材。

[請求項3] 請求項１又は２記載のスラグフォーミング鎮静材において、更に有機物を２０質量％以上５０質量％以下含むことを特徴とするスラグフォーミング鎮静材。

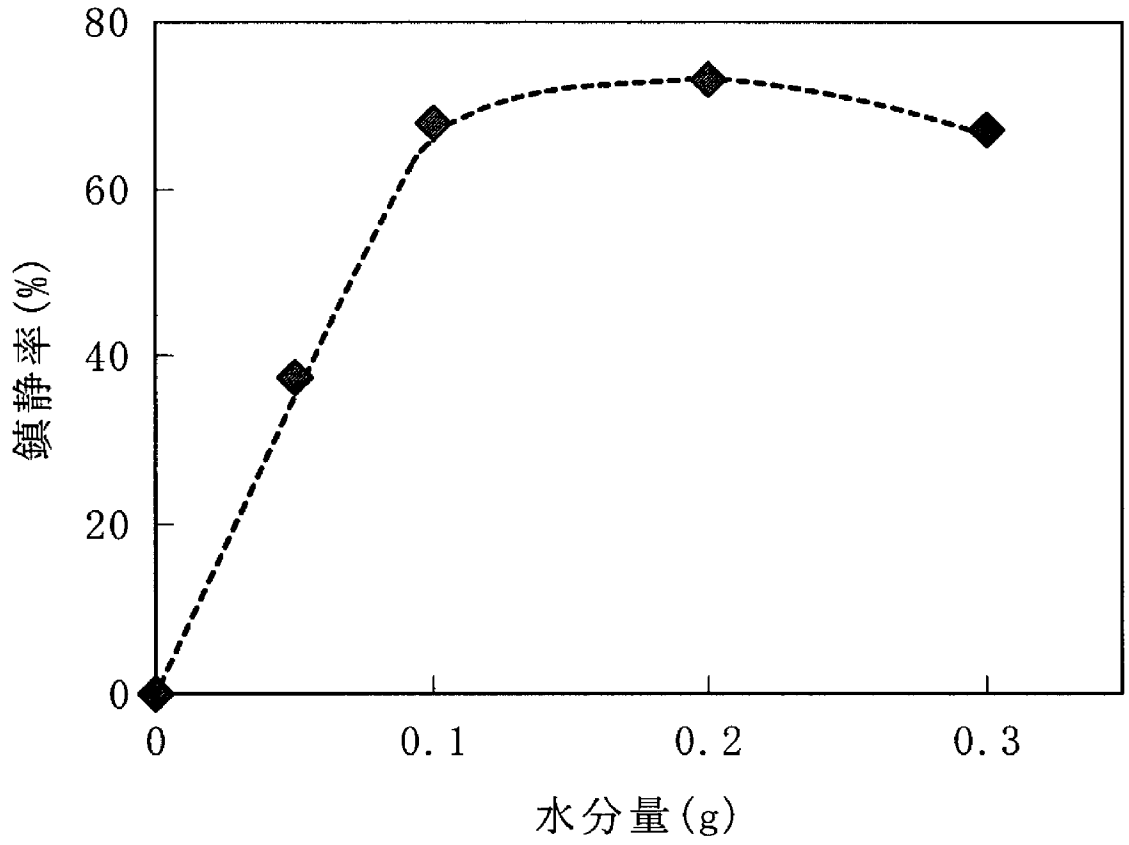
[請求項4] 請求項１～３のいずれか１項に記載のスラグフォーミング鎮静材を、スラグを排滓する排滓鍋に投入することを特徴とするスラグフォーミング鎮静方法。

[請求項5] １基の転炉に装入された溶銑に脱Ｓｉ吹錬及び脱Ｐ吹錬を行って前記転炉を傾動させ、該転炉内に溶銑を残した状態で該転炉内のスラグを炉口から排滓する際に、請求項４記載のスラグフォーミング鎮静方法を適用し、排滓後に、前記転炉内の溶銑に脱Ｃ吹錬を行うことを特徴とする転炉吹錬方法。

[請求項6] ２基以上の転炉のうち少なくとも１基の前記転炉に装入された溶銑に脱Ｓｉ吹錬を行って前記転炉を傾動させ、該転炉内に溶銑を残した状態で該転炉内のスラグを炉口から排滓する際に、請求項４記載のスラグフォーミング鎮静方法を適用し、排滓後に、前記転炉内の溶銑に脱Ｐ吹錬を行うことを特徴とする転炉吹錬方法。

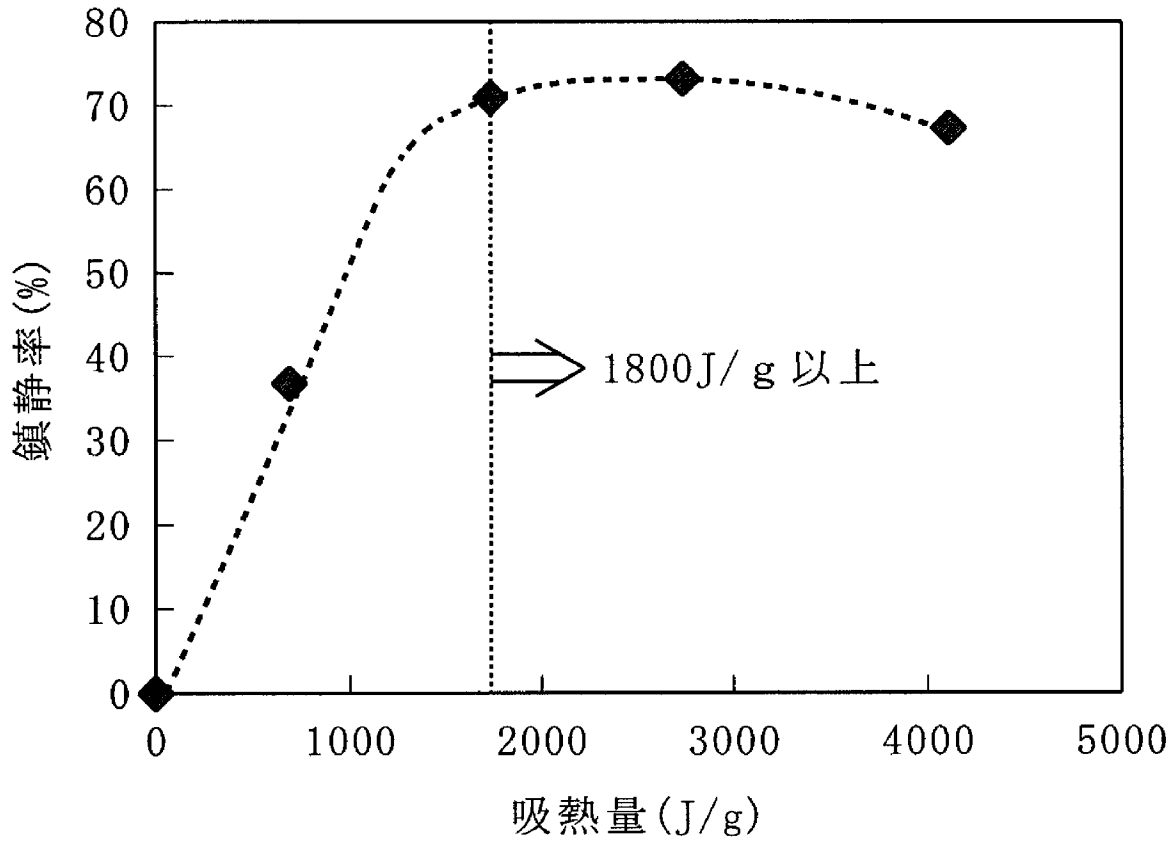
[図1]

〈1〉



[図2]

〈2〉


80
70
60
50
40
30
20
10
0
鎮静率(%)
1800J/g以上
0
1000
2000
3000
4000
5000
吸熱量(J/g)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/002897

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. C21C5/28(2006.01)i, C21C1/02(2006.01)i, C21C1/04(2006.01)i

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. C21C5/28, C21C1/02, C21C1/04

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
A	JP 6005310 B1 (INTOCASTJP CORP.) 12 October 2016, entire text & JP 2017-128768 A	1-6
A	JP 63-137116 A (RIKEN KOGYO KK) 09 June 1988, entire text (Family: none)	1-6
A	KR 10-2013-0066134 A (POSCO) 20 June 2013, entire text (Family: none)	1-6

☒ 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 10.04.2018	Date of mailing of the international search report 17.04.2018
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/JP2018/002897

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/129016 A1 (JFE STEEL CORPORATION) 18 August 2016, entire text & JP 2016-148061 A & JP 5888445 B1 & CN 107208169 A & KR 10-2017-0103850 A & TW 201628992 A	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００２８９７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C21C5/28(2006.01)i, C21C1/02(2006.01)i, C21C1/04(2006.01)i

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））

Int.Cl.　C21C5/28, C21C1/02, C21C1/04

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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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
A	JP 6005310 B1（イントキャストジェーピー株式会社）2016.10.12, 全文 & JP 2017-128768 A	1-6
A	JP 63-137116 A（リケン工業株式会社）1988.06.09, 全文（ファミリーなし）	1-6
A	KR 10-2013-0066134 A (POSCO) 2013.06.20, 全文（ファミリーなし）	1-6

☑　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矛盾するものではなく、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
１０．０４．２０１８	１７．０４．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｅ　４１４２
池ノ谷　秀行
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４２５

Ｃ（続き）．　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	WO 2016/129016 A1 (ＪＦＥスチール株式会社) 2016.08.18, 全文 & JP 2016-148061 A & JP 5888445 B1 & CN 107208169 A & KR 10-2017-0103850 A & TW 201628992 A	1-6