

(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  
2017年7月20日(20.07.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/122536 A1

- (51) 国際特許分類:  
C21C 1/02 (2006.01) C21C 5/34 (2006.01)  
C21C 5/28 (2006.01) C21C 5/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/088880
- (22) 国際出願日: 2016年12月27日(27.12.2016)
- (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 2016-006136 2016年1月15日(15.01.2016) 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: 宮田 政樹(MIYATA, Masaki); 〒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). 笠原 秀平(KASAHARA, Shuhei); 〒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: 國分 孝悦(KOKUBUN, Takayoshi); 〒1700013 東京都豊島区東池袋1丁目17番8号 NBF池袋シティビル5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, 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, 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:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: CONVERTER FURNACE-BLOWING METHOD

(54) 発明の名称: 転炉吹錬方法

(57) Abstract: Molten steel with a C concentration of at least 0.3 mass% is produced by: charging molten pig iron with an Si concentration of 0.15 mass% or less and P concentration of at least 0.09 mass% in a bottom-blowing converter furnace; top-blowing a mixed powder, which has CaO powder and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> powder with a mass ratio of CaO components to Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> components of 9:1-6:4 and comprises at least 95 mass% total of CaO, CaCO<sub>3</sub>, FeO and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, together with oxygen gas having a flow rate of 1.5-3.0 Nm<sup>3</sup>/min/ton of molten pig iron; during the top-blowing, making the top-blown amount of CaO components in the mixed powder to be 10-15 kg/ton of the molten pig iron and the CaO component feed rate to be 1.5-3.0 kg/min/ton of molten pig iron; completing the top-blowing of the mixed powder while the C concentration in the molten pig iron is at least 2.5 mass%; and after completion of the top-blowing of the mixed powder, continuing the top-blowing of the oxygen gas.

(57) 要約: 底吹き転炉へ、Si濃度が0.15質量%以下、かつ、P濃度が0.09質量%以上の溶銑を装入し、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉であってCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分との質量比が9:1~6:4であり、かつCaO、CaCO<sub>3</sub>、FeO、及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を合計で95質量%以上含む混合粉を、流量1.5~3.0Nm<sup>3</sup>/min/溶銑tonの酸素ガスと共に上吹きし、上吹き中において、前記混合粉中のCaO分の上吹き量を10~15kg/溶銑tonとし、前記CaO分の供給速度を1.5~3.0kg/min/溶銑tonとして、溶鉄中のC濃度が2.5質量%以上である間に前記混合粉の上吹きを終了するようにし、前記混合粉の上吹きが終了した後も前記酸素ガスの上吹きを継続してC濃度が0.3質量%以上の溶鋼を製造する。



WO 2017/122536 A1

## 明 細 書

発明の名称： 転炉吹錬方法

技術分野

[0001] 本発明は、上底吹き転炉で、低いS i濃度の溶銑を少量のスラグで脱りんし、脱燐で生成したスラグを排出することなく溶銑から一連の吹錬により、C濃度の高い低りん鋼を溶製する転炉吹錬方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、C濃度が高くP濃度が低い鋼の需要が高まっており、転炉を用いてこのような組成の溶鋼を大量生産することが望まれている。しかしながら、上吹き酸素ガスによって溶銑を酸化してスラグ中にFeOを生成させても、溶銑中のC濃度が高い場合には、溶銑中のCによってFeOが還元され易い。これにより、吹錬途中の溶銑中C濃度が高い期間はスラグ中のFeO濃度が低い値で推移し、スラグの脱りん能が低くなってしまふ。そのため、その期間中は溶銑中のP濃度が高くなってしまふ。以上の理由から、溶鋼中のC濃度が高い段階で溶鋼中のP濃度を低くすることは難しい。

[0003] そこで、C濃度が3.5質量%以上と高く、温度が1400℃以下と低いために、熱力学的に脱燐反応に有利な溶銑段階で溶銑を脱りんして、生成されたP濃度の高いスラグを分離除去する溶銑脱りん法が提案されている。この方法を用いると、その脱りん溶銑を所望のC濃度まで脱炭するだけで、C濃度が高く、かつP濃度が低い溶鋼を容易に製造することができる。その中で最も生産性の高い方法として、転炉を2基用い、一方の転炉で溶銑を脱りんし、その後もう一方の転炉で脱炭吹錬する方法が特許文献1に開示されている。

[0004] ところが近年、環境の負荷を軽減するために、主要な脱りん剤である生石灰の滓化剤として用いていた蛍石（フッ化カルシウム）を使用することが難しくなった。生石灰の融点は約2300℃と非常に高いが、このような背景から比較的低温で処理する溶銑脱りん時に、速やかに滓化させて高い脱りん

利用効率を得るのが難しくなった。また、脱りんと脱炭とで転炉を2基用いると製造コストが多くかかってしまうことから、溶銑段階から一連の吹錬工程でC濃度が高く、かつP濃度が低い溶鋼を製造することが望まれる。

[0005] また、環境の負荷を軽減するために、スラグ発生量の削減も求められている。生石灰の脱りん利用効率を高めるためには、スラグの塩基度（ $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ 質量比）を高めるのが有効である。したがって、少ない量の生石灰を用いてスラグの塩基度を高めるためには、溶銑中のSi濃度を下げればよい。そこで、溶銑脱りん処理を行うために酸素ガスを溶銑へ上吹きすると、溶銑中のSiが酸化して $\text{SiO}_2$ が生成されるので、溶銑中のSi濃度が高いほどスラグ中に取り込まれる $\text{SiO}_2$ 量が増えることになる。そのため、少ないスラグ量でスラグの塩基度を高めるには、溶銑中のSi濃度を下げる必要がある。

[0006] 蛍石を用いず、少ない量の生石灰で溶銑脱りん処理を行う方法として、 $\text{CaO}$ 粉、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 粉、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 粉の混合粉を酸素ガスと共に溶銑へ吹き付ける方法が、特許文献2に開示されている。この方法では、上吹き酸素と溶銑とが接触する $2000^\circ\text{C}$ 以上の高温の火点へ主要な脱りん剤である $\text{CaO}$ 粉を吹き付けて、融点の高い $\text{CaO}$ を比較的速やかに滓化させる。このとき、 $\text{CaO}$ と低融点化合物を生成する $\text{Al}_2\text{O}_3$ を混合することによって $\text{CaO}$ の滓化を更に促進させる。また、 $\text{CaO}$ と低融点の化合物を生成し、スラグの酸化力を向上できる $\text{Fe}_2\text{O}_3$ をも混合することによって、火点で生成したスラグの流動性を確保し、且つスラグの脱りん能も高めて、極めて高効率に溶銑脱りん処理を実現できるとしている。

[0007] しかしながら、この方法で生成されるスラグは溶銑段階で脱りん効率を向上させる観点のみに注目しており、脱燐で生成したスラグを排出することなく溶銑から一連の吹錬として、そのまま脱炭吹錬を続けてもC濃度が高くP濃度が低い溶鋼を溶製できるのか否かについては不明である。

[0008] 一方で、転炉において上吹き酸素ガスと共に $\text{CaO}$ 粉を溶銑へ上吹きして吹錬し、C濃度が0.20～0.25質量%でP濃度の低い溶鋼を製造する

方法が特許文献3に開示されている。しかしながらこの方法では酸素ガスと共に酸化鉄を上吹きしていないため、火点において生成されるスラグ中のCaO-FeO系融体のFeO濃度が低く、火点の温度が高いことにより、特許文献2に記載の方法ほどの脱りん利用効率を得られない。また、脱燐が難しいC濃度が0.3質量%以上でも、P濃度を十分に低下させることができるかどうかは不明である。

[0009] また、特許文献4には、石灰粉を吹錬時間の7割以上で吹き付けて吹錬を行う高炭素溶鋼の製錬方法が開示されている。しかしながらこの方法では、別途行われる脱燐処理によって溶銑のP濃度を予め0.05質量%以下に低下させる必要があり、一連の吹錬工程で脱燐処理と脱炭処理とを行うことができない。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0010] 特許文献1：特公昭55-30042号公報  
特許文献2：特許第3525766号公報  
特許文献3：特開2005-139511号公報  
特許文献4：特開2002-275520号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明は、前述した問題点を鑑み、少ないスラグ量で、溶銑段階から吹錬を中断することなく、高いC濃度かつ低いP濃度の溶鋼を製造する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

[0012] 本発明の要旨は以下の通りである。

(1) 上底吹き転炉へ、Si濃度が0.15質量%以下、かつ、P濃度が0.09質量%以上の溶銑を装入し、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉であってCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分との質量比が9:1~6:4であり、かつCaO、

$\text{CaCO}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、及び $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の合計が95質量%以上である混合粉を、流量 $1.5 \sim 3.0 \text{ Nm}^3/\text{min}$ /溶銑tonの酸素ガスと共に上吹きし、上吹き中において、前記混合粉中の $\text{CaO}$ 分の上吹き量を $10 \sim 15 \text{ kg}/\text{溶銑ton}$ とし、前記 $\text{CaO}$ 分の供給速度を $1.5 \sim 3.0 \text{ kg}/\text{min}/\text{溶銑ton}$ として、溶鉄中のC濃度が2.5質量%以上である間に前記混合粉の上吹きを終了するようにし、前記混合粉の上吹きが終了した後も前記酸素ガスの上吹きを継続してC濃度が0.3質量%以上の溶鋼を製造することを特徴とする転炉吹錬方法。

(2) 前記混合粉の最大粒径を $0.15 \text{ mm}$ 以下とすることを特徴とする(1)に記載の転炉吹錬方法。

(3) 前記上吹き中において、さらに $\text{CO}_2$ ガスを $0.05 \sim 0.3 \text{ Nm}^3/\text{min}/\text{溶銑ton}$ 底吹きすることを特徴とする(1)または(2)に記載の転炉吹錬方法。

### 発明の効果

[0013] 本発明によれば、少ないスラグ量で、P濃度が0.09質量%以上の溶銑から吹錬を中断することなく、高いC濃度かつ低いP濃度の溶鋼を高能率で製造することができる。

### 発明を実施するための形態

[0014] 本発明者らは、通常の溶銑(P濃度が0.09~0.15質量%)からC濃度が高くP濃度が低い溶鋼を高能率で製造するために、 $\text{CaO}$ 含有粉を酸素ガスとともに上吹きする吹錬法について鋭意検討した結果、以下の方法に想到した。なお、C濃度が高い溶鋼とは、C濃度が0.3~1.0質量%の溶鋼を指し、P濃度が低い溶鋼とは、P濃度が0.02質量%以下の溶鋼を指すものとする。

[0015] 本発明に係る転炉吹錬方法では、上底吹き転炉へ、Si濃度が0.15質量%以下の溶銑(P濃度が0.09質量%以上)を装入し、 $\text{CaO}$ 粉及び $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 粉の混合粉であって $\text{CaO}$ 分と $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 分との質量比が9:1~6:4であり、かつ $\text{CaO}$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、及び $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の合計が95質量

%以上である混合粉を、流量 $1.5 \sim 3.0 \text{ Nm}^3/\text{min}/\text{溶鉄 ton}$ の酸素ガスと共に上吹きし、上吹き中において、前記混合粉中のCaO分の上吹き量を $10 \sim 15 \text{ kg}/\text{溶鉄 ton}$ とし、前記CaO分の供給速度が $1.5 \sim 3.0 \text{ kg}/\text{min}/\text{溶鉄 ton}$ として、溶鉄中のC濃度が2.5質量%以上である間に前記混合粉の上吹きを終了するようにし、前記混合粉の上吹きが終了した後も前記酸素ガスの上吹きを中断することなく継続してC濃度が0.3質量%以上の溶鋼を製造する。なお、処理中は、溶鋼を攪拌して脱りんを促進するために底吹き機能を有する上底吹き転炉を用いるが、その底吹きには、炉底に設置した羽口からCOガスまたはCO<sub>2</sub>ガスを $0.05 \sim 0.3 \text{ Nm}^3/\text{min}/\text{溶鉄 ton}$ 吹き込むことが好ましい。

[0016] また、CaO粉とは、主に生石灰、石灰石などを粉状にしたものであり、主にCaOやCaCO<sub>3</sub>である。一方、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉とは、主に鉄鉱石を粉状にしたものであり、主にFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなるが、FeOや結晶水を含んでもよい。また、CaO粉が生石灰と石灰石との混合粉である場合、CaO分は、(CaO質量+CaCO<sub>3</sub>質量×0.56)で計算するものとする。また、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分は、FeOも含めてFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分とみなす。

[0017] この方法によれば、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉をO<sub>2</sub>ガスと共に溶鉄浴面へ上吹きして、2000℃以上の火点にて高塩基度のスラグを生成させる。これにより、高温の火点領域において高塩基度かつ高FeO濃度のスラグが形成され、それが溶鉄中のPと反応するため、きわめて高い脱りん効率を実現できる。また、高塩基度であってもFeO濃度が高ければ、そのスラグの融点は比較的低下するため、流動性が確保されて、極めて素早く脱りん反応が進行する。また、混合粉の最大粒径は、O<sub>2</sub>ガスによる搬送や火点でのスラグ形成の容易性を考慮して0.15mm以下とすることが好ましい。

[0018] 溶鉄中のPの活量は溶鉄中のC濃度が高いほど高くなる。すなわち、溶鉄中のC濃度が高いほど脱りん反応が進行し易いのである。そこで、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉を上吹きする終了時点の溶鉄中のC濃度と脱りん率

との関係を調査したところ、溶鉄中のC濃度が2.5質量%以上である間にCaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉をO<sub>2</sub>ガスとともに上吹きし、その後、O<sub>2</sub>ガスのみを上吹きして脱炭吹錬すると、容易にC濃度が高くP濃度が低い溶鋼を製造することができることを見出した。

[0019] 脱りん反応と同時にスラグ中のFeOが溶鉄中のCによって還元されていき、スラグ中のFeO濃度の低下に伴い溶融スラグ中に高融点の2CaO・SiO<sub>2</sub>−3CaO・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>固溶体もしくは3CaO・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>固相が晶出する。そして、スラグ中のP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>のほとんどが上記固溶体として晶出した後、残った液相中のFeOが更に還元されて液相スラグの融点が上昇し、液相スラグが固化するのである。

[0020] なお、溶鉄中のC濃度が2.5質量%以上である間にCaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉を上吹きして脱りん率を高くした後に、O<sub>2</sub>ガスのみを上吹きして脱炭吹錬を行っている間、溶鉄およびスラグの温度は上昇し続ける。これにより、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉の上吹きによって生成された上述の固化したスラグのうち、FeOの濃度が高い部分が溶融し、溶鉄中のCによって還元される。一方、吹錬中の温度上昇に伴い、スラグ中の2CaO・SiO<sub>2</sub>−3CaO・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>固溶体もしくは3CaO・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>固相の一部もスラグ中のFeO濃度が高い溶融部へ溶解し、その後、溶鉄中のCによって還元されて復りんが生じる。ところが、2CaO・SiO<sub>2</sub>−3CaO・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>固溶体もしくは3CaO・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>固相の融点は約1750℃以上と極めて高いため、復りん速度は極めて遅いことも見いだした。

[0021] 次に、吹錬工程における各条件を検証するための実験結果を説明する。

まず、高炉から出銑されたP濃度が0.1質量%程度の溶銑に対して脱珪処理を施し、溶銑中のSi濃度を0.01~0.15質量%以下にした。その後、上底吹き転炉を用いて吹錬を行った。吹錬工程では、まず、脱珪処理された溶銑を上底吹き転炉へ装入し、その後、吹錬終了時の溶鋼温度を1670±5℃にすべく、温度調整剤としてFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を96質量%含有する鉄鉱石を適宜添加した。次に、粒径が0.15mm以下のCaO粉のみもしくは

CaO粉にFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉のどちらかまたは両方をO<sub>2</sub>ガスに混合して上吹きした。

[0022] (Step 1)

初めに、本発明の課題が「少ないスラグ量で、溶銑段階から吹錬を中断することなく、高いC濃度かつ低いP濃度の溶鋼を製造する転炉吹錬方法を提供すること」であることに鑑みて、吹錬終了時点でのC濃度とP濃度をC：0.85～0.99質量%でP≤0.020質量%（溶鋼温度は1670±5℃）に統一し、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉を上吹きする終了時点の溶鉄中のC濃度を2.5～3.6質量%の範囲として、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉を上吹き酸素ガスと共に溶鉄中のC濃度が所定の濃度の条件を満たしている間上吹きし、その後もO<sub>2</sub>ガスのみを上吹きし続けて、溶鋼を製造した。

このとき、「溶銑中Si濃度の影響、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉の組成の影響、上吹き酸素ガスの流量の影響、上吹き中における混合粉中のCaO分の上吹き量の影響、前記CaO分の供給速度の影響」を確認した。

このとき、特に断らない限り、溶銑中Si濃度：0.05質量%、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉中のCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分との質量比を4：1、混合粉中のCaO分は10～15kg/溶銑ton、1.5～3.0kg/min/溶銑tonの速度、O<sub>2</sub>ガス流量2.0～2.5Nm<sup>3</sup>/min/溶銑tonに統一した。また、混合粉を上吹きする終了時点の溶鉄中のC濃度は、酸素源(酸素ガス、酸化鉄、等)供給量と溶銑成分(炭素、シリコン)の酸化に必要な酸素量との関係（但し、操業経験から予想される酸素利用効率を考慮する）から計算によって求めた。

[0023] 吹錬条件および結果を表1に示す。なお、表1に示す上吹き混合粉の割合は不純物を除いた場合の割合を示しており、混合粉中において、CaO分+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計が95質量%以上であるものとする。

[0024]

[表1]

区分	処理前溶銹組成 (mass%)			上置き Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> kg/t	上吹き O <sub>2</sub> 流量 Nm <sup>3</sup> /min/t	上吹き混合粉 組成(mass%)			CaO量 kg/t	CaO粉 上吹き 速度 kg/min/t	混合粉 上吹き 終了時 [O] %	処理後溶銹			評価
	Si	P	S			CaO	組成(mass%)					温度 ℃	C	P	
							Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							
本発明例1	0.01	0.100	0	80	20	0	15.0	2.5	3.0	1670	0.92	0.015	○		
本発明例2	0.1	0.098	6.3	80	20	0	15.0	2.5	3.1	1668	0.88	0.018	○		
本発明例3	0.15	0.099	6.3	80	20	0	15.0	2.5	3.1	1667	0.85	0.020	○		
本発明例4	0.05	0.099	7.5	80	20	0	10.0	1.5	3.6	1672	0.95	0.020	○		
本発明例5	0.05	0.100	7.0	80	20	0	12.0	2.0	3.3	1675	0.93	0.018	○		
本発明例6	0.05	0.098	6.3	80	20	0	15.0	2.5	2.7	1665	0.96	0.016	○		
本発明例7	0.05	0.098	6.3	90	10	0	15.0	2.5	3.2	1672	0.95	0.020	○		
本発明例8	0.05	0.100	3.6	70	30	0	15.0	2.5	2.9	1665	0.86	0.015	○		
本発明例9	0.05	0.098	0.0	60	40	0	15.0	2.5	2.7	1663	0.92	0.020	○		
本発明例10	0.05	0.098	7.5	80	20	0	10.0	2.5	3.6	1674	0.91	0.020	○		
本発明例11	0.05	0.098	6.3	80	20	0	15.0	2.5	3.1	1668	0.90	0.015	○		
本発明例12	0.05	0.098	6.3	80	20	0	15.0	1.5	2.5	1669	0.89	0.020	○		
本発明例13	0.05	0.098	6.3	80	20	0	15.0	2.3	2.8	1668	0.95	0.016	○		
本発明例14	0.05	0.098	6.3	80	20	0	15.0	3.0	3.3	1668	0.99	0.020	○		
本発明例15	0.05	0.100	6.3	80	20	0	15.0	2.5	3.0	1670	0.3	0.020	○		
本発明例16	0.05	0.100	6.3	80	20	0	15.0	2.5	3.0	1671	0.5	0.015	○		
本発明例17	0.05	0.100	6.3	80	20	0	15.0	2.5	3.1	1669	0.8	0.014	○		
本発明例18	0.05	0.100	6.3	80	20	0	15.0	2.5	3.0	1668	1	0.013	○		
比較例1	0.05	0.100	10.0	100	0	0	15.0	2.0	2.7	1672	0.55	0.033	×		
比較例2	0.05	0.098	10.0	100	0	0	20.0	2.5	2.9	1670	0.55	0.030	×		
比較例3	0.05	0.098	9.2	95	5	0	15.0	2.5	3.1	1672	0.95	0.026	×		
比較例4	0.05	0.096	0.0	55	45	0	15.0	2.5	2.9	1661	0.98	0.023	×		
比較例5	0.05	0.101	10.0	70	23	7	15.0	2.5	3.0	1668	0.88	0.061	×		
比較例6	0.05	0.098	8.0	80	20	0	3.0	1.5	2.7	1670	0.91	0.025	×		
比較例7	0.05	0.100	7.5	80	20	0	10.0	1.3	2.6	1668	0.89	0.024	×		
比較例8	0.05	0.098	6.3	80	20	0	15.0	3.5	3.5	1671	0.96	0.023	×		
比較例9	0.05	0.100	6.3	50	20	0	15.0	2.5	3.0	1670	0.2	0.031	×		
比較例10	0.05	0.101	6.3	80	20	0	15.0	1.5	2.1	1668	0.95	0.023	×		
比較例11	0.05	0.102	6.0	80	20	0	18.0	2.0	2.4	1660	0.97	0.021	×		

[0025] (1) 溶銹中のSi濃度の影響

本発明例1～3では、Si濃度を脱珪処理により0.01～0.15質量%まで下げた溶銹を上底吹き転炉に装入し、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を96質量%含有する鉄鉱石6.3kg/溶銹tonを上置き添加した。そして、流量が2.5N

$\text{m}^3/\text{min}/\text{溶銑 ton}$ の $\text{O}_2$ ガスと共に $\text{CaO}$ 分と $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 分とを質量比で4:1とした混合粉（混合粉中の $\text{CaO}$ は $15\text{ kg}/\text{溶銑 ton}$ ）を上吹きした。このとき、混合粉中の $\text{CaO}$ 分の上吹き速度を $2.5\text{ kg}/\text{min}/\text{溶銑 ton}$ として上吹きし、混合粉の上吹きを終了した後も同一酸素流量で脱炭吹錬した。その結果、溶銑中の $\text{Si}$ 濃度が0.15%以下で、処理後の溶鋼中の $\text{P}$ 濃度を目標値である0.020質量%以下にすることができると確認できた。

[0026] 上記混合粉は火点で熔融して脱りん反応に寄与するので、 $\text{CaO}$ の滓化に溶銑中の $\text{Si}$ があまり必要でない。そのため、溶銑中の $\text{Si}$ 濃度が低いほど生成されるスラグの平均塩基度が向上し、処理後の溶鋼中の $\text{P}$ 濃度が低下したと考えられる。

[0027] (2) 上吹き $\text{O}_2$ 流量の影響

本発明例4~6では、 $\text{Si}$ 濃度を脱珪処理により0.05質量%まで下げた溶銑を上底吹き転炉に装入し、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を96質量%含有する鉄鉱石6.3~7.5 $\text{ kg}/\text{溶銑 ton}$ を上置き添加した。そして、流量が1.5~3.0 $\text{ Nm}^3/\text{min}/\text{溶銑 ton}$ の $\text{O}_2$ ガスと共に $\text{CaO}$ 分と $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 分とを質量比で4:1とした混合粉（混合粉中の $\text{CaO}$ 分は10~15 $\text{ kg}/\text{溶銑 ton}$ ）を上吹きした。このとき、混合粉中の $\text{CaO}$ 分の上吹き速度を1.5~2.5 $\text{ kg}/\text{min}/\text{溶銑 ton}$ として上吹きし、混合粉の上吹きを終了した後も同一酸素流量で脱炭吹錬した。その結果、上吹き $\text{O}_2$ ガスの流量が1.5~3.0 $\text{ Nm}^3/\text{min}/\text{溶銑 ton}$ で、処理後の溶鋼中の $\text{P}$ 濃度を目標値である0.020質量%以下にすることができると確認できた。

[0028] なお、上吹き $\text{O}_2$ ガスの流量を1.5 $\text{ Nm}^3/\text{min}/\text{溶銑 ton}$ 未満にすると、転炉の吹錬時間が延びて生産性が低下するため、 $\text{O}_2$ ガスの流量の下限を1.5 $\text{ Nm}^3/\text{min}/\text{溶銑 ton}$ とする。一方、 $\text{O}_2$ ガスの流量が3.0 $\text{ Nm}^3/\text{min}/\text{溶銑 ton}$ を超えると、吹錬初期にスラグ中の $\text{FeO}$ 濃度が過度に増加してスロッピングが発生する可能性がある。したがって、 $\text{O}_2$ ガスの流量の上限を3.0 $\text{ Nm}^3/\text{min}/\text{溶銑 ton}$ とする。

[0029] (3-1) 混合粉の組成の影響 (CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉中のCaO分の割合)

本発明例7~9及び比較例1~4では、Si濃度を脱珪処理により0.05質量%まで下げた溶銑を上底吹き転炉に装入し、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を96質量%含有する鉄鉱石0~8.3kg/溶銑tonを上置き添加した。そして、流量が2.5Nm<sup>3</sup>/min/溶銑tonのO<sub>2</sub>ガスと共に、CaO粉のみ15kg/溶銑tonまたは20kg/溶銑ton、もしくは混合粉中のCaO分は15~20kg/溶銑tonとし、CaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分との比率を変えた混合粉を、CaO粉または混合粉中のCaO分の上吹き速度を2.0~2.5kg/min/溶銑tonとして上吹きし、CaO粉または混合粉の上吹きを終了した後も同一酸素流量で脱炭吹錬した。その結果、混合粉におけるCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分との質量比が9:1~6:4である場合には、処理後の溶鋼中のP濃度を目標値である0.020質量%以下にすることができた。

[0030] 比較例1及び2のようにCaO粉のみを上吹きした場合は、CaO分の上吹き量を15~20kg/溶銑tonとし、CaO分の上吹き速度を2.0~2.5kg/min/溶銑tonと変更しても、処理後の溶鋼中のP濃度は0.030~0.033質量%となり、目標値 (P濃度≤0.020質量%) を達成できなかった。CaO粉のみを用いると、火点において生成されるスラグ中のCaO-FeO融体でFeO濃度が低いため、融点が比較的高くなることから流動性が比較的低くなってしまふ。さらには、スラグ中のCaO-FeO融体の温度もFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉を混合して上吹きした場合より高くなってしまふ。以上の理由から、脱りん反応が進行し難くなり、同一のCaO原単位を上吹きしても脱りん率が低値になってしまつたと考えられる。同様の理由で、比較例3のように混合粉中のFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>濃度が5質量%と低い場合も、処理後の溶鋼中のP濃度が目標値に達しなかったと考えられる。

[0031] 一方、比較例4のように混合粉中のFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>濃度を45質量%にまで増やした場合も、処理後の溶鋼中のP濃度が目標値に達しなかった。この場合、

火点で生成されるスラグ中におけるCaO-FeO融体中のFeO濃度が過度に上昇してCaO濃度が低下してしまい、CaO-FeO融体の脱りん能が低下してしまったことが原因と考えられる。さらに、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>による火点冷却が強すぎてCaO-FeO融体の温度が過度に低下して流動性が低下したため、脱りん反応効率が低下してしまったと考えられる。以上の実験結果から、混合粉におけるCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分の質量比は9：1～6：4とする。

[0032] (3-2) 混合粉の組成の影響 (CaO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>混合粉)

比較例5では、CaO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の混合粉を用い、表1に示す条件で吹錬を行ったところ、処理後の溶鋼中のP濃度は目標に達しなかった。この場合、スラグ中において火点で生成されるCaO-FeO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>融体は融点が低く、非常に流動性が高い。そのため、混合粉を上吹きしている間は非常に脱りん反応が効率良く進行する。しかしながら、その後の脱炭吹錬中に溶鉄の温度が上昇していくと、混合粉を上吹きしていた時に生成されたスラグが溶融し始めて、顕著に復りんしてしまったと考えられる。

[0033] (4) 混合粉中のCaO量の影響

本発明例10、11及び比較例6では、Si濃度を脱珪処理により0.05質量%まで下げた溶銑を上底吹き転炉に装入し、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を96質量%含有する鉄鉱石6.3～8.0kg/溶銑tonを上置き添加した。そして、流量が2.5～3.5Nm<sup>3</sup>/min/溶銑tonのO<sub>2</sub>ガスと共にCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分とを質量比で4：1とした混合粉（混合粉中のCaOは8～15kg/溶銑ton）を、混合粉中のCaO分の上吹き速度を1.5～2.5kg/min/溶銑tonとして上吹きし、混合粉の上吹きを終了した後も同一酸素流量で脱炭吹錬した。その結果、混合粉中のCaO分が10～15kg/溶銑tonであれば、処理後の溶鋼中のP濃度を目標値である0.020質量%以下にすることができた。

[0034] ところが、比較例6のように混合粉中のCaO分を8kg/溶銑tonまで減らすと、処理後の溶鋼中のP濃度が目標値に達しなかった。スラグ中に

取り込まれた ( $P_2O_5$ ) のほとんどは  $2CaO \cdot SiO_2 - 3CaO \cdot P_2O_5$  固溶体もしくは  $3CaO \cdot P_2O_5$  固相としてスラグ中に存在する。すなわち、スラグ中にはある程度以上の  $CaO$  量が必要であることが確認できた。したがって、 $CaO$  量の下限は  $10\text{ kg} / \text{溶鉄 ton}$  とする。以上の実験結果、及び、環境への負荷と生石灰のコストという観点から、混合粉中の  $CaO$  量は  $10 \sim 15\text{ kg} / \text{溶鉄 ton}$  とする。

[0035] (5) 混合粉中の  $CaO$  分の上吹き速度の影響

本発明例 12～14、比較例 7～8 では、 $Si$  濃度を脱珪処理により  $0.05$  質量%まで下げた溶鉄を上底吹き転炉に装入し、 $Fe_2O_3$  を  $96$  質量%含有する鉄鉱石  $6.3 \sim 7.5\text{ kg} / \text{溶鉄 ton}$  を上置き添加した。そして、流量が  $2.0 \sim 2.5\text{ Nm}^3 / \text{min} / \text{溶鉄 ton}$  の  $O_2$  ガスと共に  $CaO$  分と  $Fe_2O_3$  分とを質量比で  $4 : 1$  とした混合粉 (混合粉中の  $CaO$  は  $15\text{ kg} / \text{溶鉄 ton}$ ) を、混合粉中の  $CaO$  分の上吹き速度を  $1.3 \sim 3.5\text{ kg} / \text{min} / \text{溶鉄 ton}$  として上吹きし、混合粉の上吹きを終了した後も同一酸素流量で脱炭吹錬した。その結果、混合粉中の  $CaO$  分の上吹き速度が  $1.5 \sim 3.0\text{ kg} / \text{min} / \text{溶鉄 ton}$  であれば、処理後の溶鋼中の  $P$  濃度を目標値である  $0.020$  質量%以下にすることができた。

[0036] ところが、比較例 7 のように混合粉中の  $CaO$  分の上吹き速度を  $1.3\text{ kg} / \text{min} / \text{溶鉄 ton}$  まで下げると、処理後の溶鋼中の  $P$  濃度が目標値に達しなかった。この場合、スラグ中において火点で生成される  $CaO - FeO$  融体中の  $CaO$  濃度が過度に低下してしまい、 $CaO - FeO$  融体の脱りん能が低下してしまったと考えられる。一方、比較例 8 のように混合粉中の  $CaO$  分の上吹き速度を  $3.5\text{ kg} / \text{min} / \text{溶鉄 ton}$  まで上げると、スラグ中において火点で生成される  $CaO - FeO$  融体中の  $CaO$  濃度が過度に高くなり、 $CaO - FeO$  融体の融点が上昇して流動性が低下し、脱りん反応速度が低下してしまったと考えられる。以上の理由から、混合粉中の  $CaO$  分の上吹き速度は、 $1.5 \sim 3.0\text{ kg} / \text{min} / \text{溶鉄 ton}$  とする。

[0037] (Step 2)

次に、上記のStep 1で確認したことを踏まえて、上底吹き転炉へ、Si濃度が0.15質量%以下、かつ、P濃度が0.09質量%以上の溶銑を装入し、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉であってCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分の質量比が9:1~6:4である混合粉を、流量1.5~3.0Nm<sup>3</sup>/min/溶銑tonの酸素ガスと共に上吹きし、上吹き中において、前記混合粉中のCaO分の上吹き量を10~15kg/溶銑tonとし、前記CaO分の供給速度を1.5~3.0kg/min/溶銑tonとした条件下において、

溶鉄中のC濃度が所定濃度以上である間に前記混合粉の上吹きを終了するようにする効果と、前記混合粉の上吹きが終了した後も前記酸素ガスの上吹きを継続してC濃度が0.3質量%以上でP濃度が0.020%以下の溶鋼を製造することが安定して可能かどうかを確認した。なお、Step 1の吹錬と同様に、処理後の溶鋼温度を調整するためにFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を96質量%含有する鉄鉱石3.6~7.5kg/溶銑tonを上置き添加した。

[0038] (6) 混合粉の上吹きを終了する時点での溶鋼中のC濃度の影響

この調査においては、上記した共通条件に加えて、処理後の溶鋼中のC濃度を0.80~1.00質量%に統一した。この調査の対象とした、本発明例4、6、12、13、17、18では、いずれも処理後のP濃度が0.020質量%以下を達成することができた。

[0039] 一方、比較例10、11のように混合粉の上吹きを終了する時点の溶鉄中のC濃度が2.1質量%または2.4質量%まで低下すると、処理後の溶鋼中のP濃度が目標値に達しなかった。溶鉄中C濃度が高いほどPの活量が高いため、脱りん反応が進行し易い。そのため、前述したように、溶鉄中C濃度が2.5質量%以上となっている間に混合粉の上吹きを終了させた方が、脱りん率が向上したと考えられる。以上の理由から、溶鉄中のC濃度が2.5質量%以上の間に混合粉の上吹きを終了するようにする。また、脱りん時においても脱炭は同時に進行することから、混合粉の上吹きを終了した時の溶鉄のC濃度の上限は、実質的に3.6質量%程度となる。

[0040] (7) 処理後の溶鋼中のC濃度の影響

この調査においては、上記した共通条件に加えて、混合粉の上吹きを終了する時点での溶鋼中のC濃度を3.0質量%または3.1質量%に統一した。この調査の対象とした、本発明例15~18では、Si濃度を脱珪処理により0.05質量%まで下げた溶銑を上底吹き転炉に装入し、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を9.6質量%含有する鉄鉱石6.3kg/溶銑tonを上置き添加した。そして、流量が2.5Nm<sup>3</sup>/min/溶銑tonのO<sub>2</sub>ガスと共にCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分とを質量比で4:1とした混合粉（混合粉中のCaOは15kg/溶銑ton）を、混合粉中のCaO分の上吹き速度を2.5kg/min/溶銑tonとして上吹きし、混合粉上吹き終了後も同一酸素流量で脱炭吹錬した。その結果、処理後の溶鋼中のC濃度が0.3~1.0質量%の範囲で、処理後の溶鋼中のP濃度を目標値である0.020質量%以下にすることができることが分かった。

[0041] 上述したように、混合粉の上吹きを終了した後、溶鉄およびスラグの温度は急上昇し続けるため、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉を上吹きしていた時に生成された固化スラグ中のFeO濃度が高い部分が熔融し、溶鉄中のCによって還元される。一方、吹錬中の温度上昇に伴い、スラグ中の2CaO・SiO<sub>2</sub>-3CaO・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>固溶体の一部もFeO濃度が高い部分へ溶解し、その後、溶鉄中のCによって固溶体が還元されて復りんが生じる。ところが、2CaO・SiO<sub>2</sub>-3CaO・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>固溶体の融点は約1750℃以上と極めて高く、C濃度が0.3質量%以上であれば、復りん速度は極めて遅いため、目標とするP濃度を達成できたと考えられる。

[0042] なお、上述したように、混合粉の上吹きを終了した後は、復りんする可能性はあるが、顕著に脱りんが進むとは考えにくい。したがって、溶鉄中のC濃度が1.0質量%以上であっても、混合粉上吹き終了以降の時点におけるP濃度は、C濃度が1.0質量%時のP濃度より低いと考えられる。

[0043] また、実験では高いC濃度としてC濃度が0.3~1.0質量%の溶鋼を製造することを前提としているが、特にC濃度が0.8~1.0質量%以上の溶鋼では効果がより顕著になるため、好ましい。

[0044] 一方、比較例9のように、処理後の溶鋼中のC濃度が0.2質量%になるまで吹錬を続けると、処理後の溶鋼中のP濃度は目標値に達しなかった。処理後の溶鋼中のC濃度を0.2質量%まで下げると、上吹きしていた酸素ガスにより溶鉄が顕著に酸化され、混合粉を上吹きしていた時に生成された固化スラグの周囲にFeO濃度の高い熔融スラグが生成し、固化スラグの溶解速度が増加する。そして、固化スラグから溶け出てきたP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が溶鋼中のCによって還元されて復りんが生じる。その結果、処理後の溶鋼中のP濃度が0.025質量%となり、目標値を達成できなかったと考えられる。

### 実施例

[0045] 次に、本発明の実施例について説明するが、実施例での条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

[0046] (実施例)

溶鉄中のSi濃度を脱珪処理により0.05質量%まで下げた溶鉄を上底吹き転炉に装入し、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を96質量%含有する鉄鉱石6.3kg/溶鉄tonを上置き添加した。そして、流量が2.5Nm<sup>3</sup>/min/溶鉄tonのO<sub>2</sub>ガスと共にCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分とを質量比で4:1とした混合粉(混合粉中のCaOは15kg/溶鉄ton)を、混合粉中のCaO分の上吹き速度を2.5kg/min/溶鉄tonとして上吹きし、混合粉の上吹きを終了した後も同一酸素流量で脱炭吹錬した。混合粉の上吹き終了時点での溶鉄中のC濃度は3.1質量%だった。また、処理中は炉底に設置した羽口からCO<sub>2</sub>ガスを0.1Nm<sup>3</sup>/min/溶鉄ton吹き込み続けた。

[0047] その結果、処理後の溶鋼は1670℃となり、溶鋼中において、C濃度が0.98質量%、P濃度が0.015質量%となり、目標となるP濃度0.020質量%以下を達成した。

[0048] (比較例)

溶銑中のSi濃度を脱珪処理により0.05質量%まで下げた溶銑を上底吹き転炉に装入し、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を96質量%含有する鉄鉱石8.3kg/溶銑tonを上置き添加した。そして、流量が $2.5\text{Nm}^3/\text{min}/\text{溶銑ton}$ の $\text{O}_2$ ガスと共にCaO分と $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 分とを質量比で4:1とした混合粉（混合粉中のCaOは20kg/溶銑ton）を、混合粉中CaO分の上吹き速度を $1.5\text{kg}/\text{min}/\text{溶銑ton}$ として上吹きし、混合粉上吹き終了後も同一酸素流量で脱炭吹錬した。混合粉の上吹き終了時点での溶銑中のC濃度は2.2質量%だった。また、処理中は炉底に設置した羽口から $\text{CO}_2$ ガスを $0.1\text{Nm}^3/\text{min}/\text{溶銑ton}$ 吹き込み続けた。

[0049] その結果、処理後の溶鋼中のP濃度は0.023質量%となり、目標となるP濃度0.020質量%以下を達成できなかった。

#### 産業上の利用可能性

[0050] 本発明によれば、少ないスラグ量で、P濃度が0.09質量%以上の溶銑から吹錬を中断することなく、高いC濃度かつ低いP濃度の溶鋼を高能率で製造することができ、産業上の利用価値が大きい。

## 請求の範囲

- [請求項1] 上底吹き転炉へ、Si濃度が0.15質量%以下、かつ、P濃度が0.09質量%以上の溶銑を装入し、CaO粉及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉の混合粉であってCaO分とFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分との質量比が9:1~6:4であり、かつCaO、CaCO<sub>3</sub>、FeO、及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計が95質量%以上である混合粉を、流量1.5~3.0Nm<sup>3</sup>/min/溶銑tonの酸素ガスと共に上吹きし、上吹き中において、前記混合粉中のCaO分の上吹き量を10~15kg/溶銑tonとし、前記CaO分の供給速度を1.5~3.0kg/min/溶銑tonとして、溶銑中のC濃度が2.5質量%以上である間に前記混合粉の上吹きを終了するようにし、前記混合粉の上吹きが終了した後も前記酸素ガスの上吹きを継続してC濃度が0.3質量%以上の溶鋼を製造することを特徴とする転炉吹錬方法。
- [請求項2] 前記混合粉の最大粒径を0.15mm以下とすることを特徴とする請求項1に記載の転炉吹錬方法。
- [請求項3] 前記上吹き中において、さらにCOガスまたはCO<sub>2</sub>ガスを0.05~0.3Nm<sup>3</sup>/min/溶銑ton底吹きすることを特徴とする請求項1または2に記載の転炉吹錬方法。

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/088880

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
C21C1/02(2006.01)i, C21C5/28(2006.01)i, C21C5/34(2006.01)i, C21C5/36(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)  
C21C1/02, C21C5/28, C21C5/34, C21C5/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2007-224388 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 06 September 2007 (06.09.2007), (Family: none)	1-3
A	JP 2006-9146 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 12 January 2006 (12.01.2006), (Family: none)	1-3

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 19 January 2017 (19.01.17)	Date of mailing of the international search report 31 January 2017 (31.01.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C21C1/02(2006.01)i, C21C5/28(2006.01)i, C21C5/34(2006.01)i, C21C5/36(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. C21C1/02, C21C5/28, C21C5/34, C21C5/36

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2007-224388 A（住友金属工業株式会社）2007.09.06,（ファミリーなし）	1-3
A	JP 2006-9146 A（住友金属工業株式会社）2006.01.12,（ファミリーなし）	1-3

☐ 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

19.01.2017

国際調査報告の発送日

31.01.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）  
 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）

坂本 薫昭

4E

9265

電話番号 03-3581-1101 内線 3425