





(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))

明 細 書

発明の名称：溶銑予備処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、溶銑予備処理方法に関するものである。

本願は、2016年3月17日に日本に出願された特願2016-053234号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、溶銑予備処理工程では、CaOを必須成分として含む精錬剤（脱磷剤や脱硫剤）を使用して、溶銑予備処理（脱Pや脱S）が行われる。ここで、CaOの融点は2625℃と高いため、従来、CaOを粉体化させて溶鋼中での反応滓化を促進する手法や、CaF₂、Al₂O₃もしくはMgOを添加して融点を低下させ、スラグと溶鉄の反応を促進する手法が広く採用されている。

[0003] なお、製鋼工程（溶銑予備処理工程～転炉精錬工程～2次精錬工程）において発生するスラグをリサイクルする技術として、溶銑予備処理工程に続く転炉精錬（脱C）工程で発生する転炉スラグを冷却後に粉砕し、細粒化して滓化速度を高めた上で、溶銑予備処理工程における精錬剤として使用する技術（特許文献1）や、2次精錬工程で発生する取鍋スラグを精錬剤として使用する技術（特許文献2）が開示されている。

[0004] 上記のような従来技術のうち、特許文献1の発明は、転炉精錬（脱C）工程で発生する転炉スラグにはCaOが多く含有されており塩基度も高い点に着目してなされた発明であり、リサイクルによって転炉スラグの排出量削減を図れる点では意義がある。しかしながら、本発明者らの実験調査によると、転炉スラグ単独では、滓化率は50％程度に留まるため、別途、大量の生石灰（転炉スラグ由来でないCaO）を追加使用する必要があり、特許文献1の発明では、精錬剤コストの削減効果が期待できないという問題がある。

[0005] また、特許文献2の発明は、2次精錬工程で発生する取鍋スラグには、Ca

Oとともに、 Al_2O_3 が多く含有されている点に着目してなされた発明である。特許文献2の発明では、スラグの融点を低下させる作用を有する Al_2O_3 による滓化促進効果は享受できるものの、同時にスラグの粘度が上昇する。スラグの粘度が高い場合、スラグが泡立ちやすく、転炉やトーピードカーなどの反応容器からスラグが溢出して操業を阻害するスロッピングの発生リスクが高まるという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特開平4－120209号公報

特許文献2：日本国特開2006－274349号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、スラグの系外排出量の削減を図るとともに、スロッピングの発生を回避し、精錬剤として使用する生石灰の使用量を削減することができる溶銑予備処理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

[0008] (1) 本発明の一態様に係る溶銑予備処理方法は、溶銑予備処理工程を経た溶銑を転炉精錬する際に得られる転炉スラグを、溶銑予備処理用の精錬剤としてリサイクルする溶銑予備処理方法であって、前記転炉スラグの粒径が3mm以上25mm未満の範囲となり、前記転炉スラグのうち、粒径20mm以上25mm未満の転炉スラグの比率が前記転炉スラグの全量に対して10質量%以上15質量%未満となるように前記転炉スラグを整粒する第1の工程と；整粒後の前記転炉スラグを溶銑予備処理容器内に投入する第2の工程と；前記第1の工程より後でかつ前記第2の工程より前、又は、前記第2の工程と同時に、前記転炉スラグ100質量%に対して1.0質量%以上10.0質量%未満の Al_2O_3 を前記溶銑予備処理容器内に投入する第3の工程

と；前記溶銑予備処理容器内に、前記転炉スラグ100質量%に対して0.3質量%以上10.0質量%未満の MnO を投入する第4の工程と；を有する。

[0009] 上記構成からなる溶銑予備処理方法によれば、スラグの系外排出量の削減を図るとともに、スロッピングの発生を回避し、精錬剤として使用する生石灰の使用量を削減することができる。

[0010] (2) 上記(1)に記載の溶銑予備処理方法において、前記 Al_2O_3 が、転炉精錬工程を経た溶鋼を二次精錬する際に得られる二次精錬スラグに含まれる Al_2O_3 であってもよい。

[0011] (3) 上記(1)又は(2)に記載の溶銑予備処理方法において、更に、前記第1の工程より後でかつ前記第2の工程より前、又は、前記第2の工程と同時に、前記転炉スラグ100質量%に対し、 FeO 換算で1.0質量%以上20.0質量%未満の酸化鉄を前記溶銑予備処理容器内に投入する第5の工程を有してもよい。

[0012] (4) 上記(1)から(3)のいずれか一項に記載の溶銑予備処理方法において、更に、前記第3の工程と同時に、前記溶銑予備処理容器内に、前記転炉スラグ100質量%に対し、 K_2O 、 Li_2O 、 Na_2O 、 CaF_2 、 MgO 、 SrO のうち1種又は2種以上をそれぞれ0.3質量%以上5.0質量%未満投入する第6の工程を有してもよい。

発明の効果

[0013] 本発明の上記態様に係る溶銑予備処理方法によれば、溶銑予備処理容器内のスラグの粘度を上昇させることなく転炉スラグの滓化を促進することができるため、スラグの系外排出量の削減を図るとともに、スロッピングの発生を回避し、精錬剤として使用する生石灰の使用量を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本実施形態に係る溶銑予備処理方法を説明するためのフロー図である。

[図2]転炉スラグのうち、粒径20mm以上25mm未満の転炉スラグの比率が、転炉スラグの滓化率及び投入ホッパーの詰まり発生率に与える影響を示

すグラフである。

[図3]転炉スラグ投入時刻を基準（0秒）とした Al_2O_3 の投入タイミング（投入時刻）と転炉スラグ滓化率との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に本発明の好ましい実施形態を説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限られない。

[0016] 溶銑予備処理工程を経た溶銑を転炉で脱炭精錬する際に得られる転炉スラグは、含有P（リン）濃度が低く、かつ、脱Pや脱S（窒素）に必要な塩基性スラグを造る主成分となるCaOを多く含有している。

[0017] 本実施形態に係る溶銑予備処理方法では、図1に示すように、高炉溶銑の溶銑予備処理、転炉精錬、二次精錬を順次行う。本実施形態に係る溶銑予備処理方法では、転炉精錬で得られる転炉スラグを溶銑予備処理工程における精錬剤としてリサイクルすることにより、溶銑予備処理工程で精錬剤として使用される生石灰（転炉スラグ由来でないCaO）の量を削減するとともに、転炉スラグの系外排出量の削減を図っている。

[0018] ここで、転炉スラグの融点は $1400^{\circ}C$ 程度であり、溶銑予備処理温度である $1300^{\circ}C \sim 1350^{\circ}C$ 程度では、転炉スラグの塊自体は溶解しない。本実施形態に係る溶銑予備処理方法では、転炉スラグの低融点化を促す物質として、 Al_2O_3 、 MnO 、 FeO 、 K_2O 、 Li_2O 、 Na_2O 、 CaF_2 、 MgO 、 SrO の各成分を転炉スラグとともに添加し、転炉スラグの粒径を小さく整粒する。これにより、転炉スラグを速やかに溶融させて滓化率を向上させるとともに、精錬効率の向上、すなわち精錬剤として追加利用する生石灰量の削減と脱P率の向上を図ることができる。

[0019] 本実施形態に係る溶銑予備処理方法では、転炉精錬（脱C）時に得られた転炉スラグを排滓し、冷却した後、細粒化したものを篩い分けて、粒径（球相当径）で $3mm$ 以上 $25mm$ 未満の範囲とした上で、転炉スラグのうち、粒径 $20mm$ 以上 $25mm$ 未満の転炉スラグの比率が転炉スラグの全量に対して 10 質量%以上 15 質量%未満となるように選別する（第1の工程）。

そして、このように整粒した後の転炉スラグを上述の精錬剤としてリサイクルするために、溶銑予備処理容器内に投入する（第2の工程）。

[0020] 転炉スラグの粒径を3 mm以上25 mm未満の範囲とすることにより、反応界面積が増大し、伝熱が促進されるため、転炉スラグを速やかに溶融させることができる。

転炉スラグの粒径を粒径3 mm以上とすることで、集塵により投入した転炉スラグの一部又は全部が反応容器の外に散逸することを抑制し、十分に反応に寄与させることができる。そのため、追加で使用する生石灰量を抑制することができる。転炉スラグの粒径を25 mm未満とすることで、転炉スラグの比表面積を大きく確保することができ、スラグの溶融時間を短縮できるため、滓化率が上昇する。これによって精錬効率が上昇するため、追加で使用する生石灰量を抑制することができる。

[0021] 尚、本発明者らは、上記のように3 mm以上25 mm未満の範囲に整粒した転炉スラグのうちでも、粒径20 mm以上25 mm未満であるものの比率を種々変化させて実機操業にて試験を行い、図2のような結果を得た。

[0022] 図2の結果によれば、粒径20 mm以上（かつ25 mm未満）の転炉スラグの比率が転炉スラグの全量に対して10質量%以上の場合、投入ホッパーの詰まりが発生する割合が低く、操業を著しく阻害することがない。また、粒径20 mm以上（かつ25 mm未満）の転炉スラグの比率が転炉スラグの全量に対して15質量%未満の場合、転炉スラグの滓化率が上昇する。

従って、転炉スラグの全量に対して、粒径20 mm以上（かつ25 mm未満）の転炉スラグの比率がグラフ中の矢印で示された範囲にあること、すなわち上述のような転炉スラグの粒径の条件を満たすことにより、操業を阻害することなく、精錬剤として効率良く転炉スラグを再利用することができる。

[0023] 本実施形態に係る溶銑予備処理方法では、溶銑予備処理容器内に、上記の転炉スラグ100質量%（全量）に対し、1.0質量%以上10.0質量%未満の Al_2O_3 を上記転炉スラグ投入より前、もしくは同時に、すなわち、第1の工程より後でかつ第2の工程より前、又は、第2の工程と同時に投入

するとともに（第3の工程）、0.3質量%以上10.0質量%未満のMnOを投入する（第4の工程）。これにより、スラグの粘度上昇を回避しつつ、転炉スラグの滓化を促進することができる。

[0024] Al_2O_3 の添加量が1.0質量%以上の場合、スラグの融点を低下させる効果が十分に得られ、スラグの融点は溶銑温度である1250℃以下となり、滓化率が向上する。その結果、追加で使用する生石灰量を抑制することができる。

Al_2O_3 の添加量が10.0質量%未満の場合、スラグ粘度の増加が抑制され、スラグの泡立ちが抑制されるため、スラグが反応容器から溢れるスロッピング発生の確率を低くすることができる。

[0025] MnOの添加量が0.3質量%以上の場合、スラグ粘度の上昇を抑制する効果が得られる。その結果、スロッピング発生の確率を低くすることができる。

MnOの添加量については、10.0質量%を超えて添加しても、効果の面で大きな変化は見られない。よって、コストを抑えるため、好ましくはMnOの添加量を10.0質量%以内とする。MnO源としては、例えば、マンガニ石を30mm程度に粉砕したものを使用することができる。MnOを投入する第4の工程は、 Al_2O_3 を投入する第3の工程と同時、第3の工程の前、あるいは第3の工程の後のいずれであってもよい。

[0026] また、本発明者らは試験実験研究の結果として図3の関係を明らかにした。

図3の結果によれば、滓化促進剤として投入する Al_2O_3 の投入時刻が、転炉スラグ投入より前、もしくは同時である場合に転炉スラグの滓化率が高いことがわかる（グラフ中の矢印で示された範囲）。一方、転炉スラグ投入後に Al_2O_3 を投入した場合には、滓化促進効果が低いことが分かった。

[0027] Al_2O_3 源としては、転炉精錬工程を経た溶鋼を二次精錬する際に得られる二次精錬スラグをリサイクル使用することが好ましい。通常、二次精錬スラグには Al_2O_3 が20.0質量%から40.0質量%程度含まれている。従って、二次精錬スラグの化学組成を予め分析して投入量を決定すれば、二次

精錬スラグの投入のみで所望の Al_2O_3 濃度を達成できる。

[0028] このように、 Al_2O_3 源として二次精錬スラグをリサイクル使用することは、製鋼工程（溶銑予備処理工程～転炉精錬工程～二次精錬工程）において発生するスラグの系外排出量削減と等価であり、スラグ廃棄に伴うコストや環境負荷を低減することができる。すなわち、二次精錬スラグ使用量がスラグ系外排出削減量と一致するため、二次精錬スラグ使用量の分、スラグ廃棄に伴うコストや環境負荷を低減することができる。

尚、 Al_2O_3 源として二次精錬スラグを用いない場合は、ボーキサイト、ギブサイトなどの Al_2O_3 含有鉱物や廃アルミナレンガなどを用いることができる。

[0029] 上述の FeO は、溶銑予備処理時の固体酸素源として使用される。上述の転炉スラグ 100 質量% に対し、 FeO 換算で 1.0 質量% 以上 20.0 質量% 未満の酸化鉄を前記溶銑予備処理容器内に投入する第 5 の工程を有することが好ましい。

これにより、精錬効率の向上を実現することができる。酸化鉄源としては、鉄鉱石の他、粉鉱石を焼結して塊状にしたものや、スケール粉やダストを成型したペレットなどを使用することができる。

第 5 の工程は、第 1 の工程より後でかつ第 2 の工程より前、又は、第 2 の工程と同時であることが好ましい。

[0030] 上述の K_2O 、 Li_2O 、 Na_2O 、 CaF_2 、 MgO 、 SrO は、スラグの融点を低下させるための滓化促進剤として使用される。上述の転炉スラグ 100 質量% に対し、これらの滓化促進剤のうちで、1 種又は 2 種以上をそれぞれ 0.3～5.0 質量% 未満を、溶銑予備処理容器内に投入する第 6 の工程を有することが好ましい。これにより、転炉スラグの滓化率を増大させて精錬効率を向上させることができる。

[0031] 上記の滓化促進剤の投入量が 0.3 質量% 以上の場合、精錬効率がより向上する。また、上記の滓化促進剤の投入量が 5.0 質量% 未満の場合、精錬効率の向上効果と共に、製造コストを抑制することも可能となる。

[0032] また、これら滓化促進剤の成分は Al_2O_3 と同じタイミングで投入することにより、転炉スラグの滓化促進効果を享受することができる。これら成分の投入時の形態としては、上記化合物を主成分として精製した化学物質の他、上記成分を含有する化合物、例えば K_2CO_3 、 Li_2CO_3 、 Na_2CO_3 、 $MgCO_3$ 、 $SrCO_3$ などの炭酸塩、あるいは蛍石、長石、ドロマイトなどの鉱石、鉱物を20mm程度に粉砕したものなど、いずれも好適に使用することができる。

[0033] 上記の転炉スラグと Al_2O_3 、 MnO 、 FeO 、 K_2O 、 Li_2O 、 Na_2O 、 CaF_2 、 MgO 、 SrO 等の滓化促進剤の投入方法は、特に限定されず、溶銑予備処理時に溶銑予備処理容器内に添加されていれば良い。

転炉精錬と溶銑予備処理を別々の精錬容器で行う操業形態の他に、転炉精錬と溶銑予備処理を同一の転炉を交互に使用して行う操業形態にも適用することができる。

[0034] 転炉精錬と溶銑予備処理を同一の転炉を交互に使用して行う操業形態では、転炉精錬処理後に、一部の転炉スラグを残して排滓を行い、そこに、溶銑予備処理を行う溶銑と、上記の転炉スラグの細粒と Al_2O_3 等の滓化促進剤を投入して、溶銑予備処理を行うこともできる。

[0035] 上記の通り、本実施形態に係る溶銑予備処理方法は、溶銑予備処理工程を経た溶銑を転炉精錬する際に得られる転炉スラグを、溶銑予備処理用の精錬剤としてリサイクルする溶銑予備処理方法である。

本実施形態に係る溶銑予備処理方法は、前記転炉スラグの粒径が3mm以上25mm未満の範囲となり、前記転炉スラグのうち、粒径20mm以上25mm未満の転炉スラグの比率が前記転炉スラグの全量に対して10質量%以上15質量%未満となるように前記転炉スラグを整粒する第1の工程を有する。

また、本実施形態に係る溶銑予備処理方法は、整粒後の前記転炉スラグを溶銑予備処理容器内に投入する第2の工程を有する。

また、本実施形態に係る溶銑予備処理方法は、前記第1の工程より後でかつ

前記第2の工程より前、又は、前記第2の工程と同時に、前記転炉スラグ100質量%に対して1.0質量%以上10.0質量%未満の Al_2O_3 を前記溶銑予備処理容器内に投入する第3の工程を有する。

また、本実施形態に係る溶銑予備処理方法は、前記溶銑予備処理容器内に、前記転炉スラグ100質量%に対して0.3質量%以上10.0質量%未満の MnO を投入する第4の工程を有する。

これにより、溶銑予備処理容器内のスラグの粘度を上昇させることなく転炉スラグの滓化を促進することができるため、スラグの系外排出量の削減を図るとともに、スロッピングの発生を回避し、精錬剤として使用する生石灰の使用量を削減することができる。

[0036] [実施例]

以下に、本発明に係る溶銑予備処理方法の効果を確認すべく、実施した実験例の結果等について説明する。

先ず、溶銑予備処理工程を経た溶銑を転炉精錬する際に得られる転炉スラグを、冷却した後、細粒化したものを篩い分けて、下記の表1に示す粒径とした転炉スラグの細粒を得た。

[0037] この転炉スラグの細粒100質量%（全量）に対し、下記の表1に示す割合の Al_2O_3 と MnO 、並びにその他の副原料を溶銑予備処理容器に投入した。そして、他の精錬条件を同一とした条件下で脱P処理を行った。

尚、表1の中で、「二次精錬スラグ割合（質量%）」の欄に値の記載がある実験例では、投入される Al_2O_3 は、二次精錬スラグ中に含まれる Al_2O_3 に由来するものである。

[0038] 表1には、各実験例に係る、 Al_2O_3 投入後の転炉スラグ投入時刻、脱P率（ $= ([\%P]_{\text{初期}} - [\%P]_{\text{終了後}}) / [\%P]_{\text{初期}}$ ）、溶銑予備処理で投入した転炉スラグ100質量%に対する脱炭炉での追加生石灰割合、転炉スラグに Al_2O_3 と MnO 、並びにその他の副原料を入れたときの転炉スラグの融点、スロッピングの有無、二次精錬スラグリサイクルによるスラグ系外排出量削減原単位、副原料ホッパー詰まり発生率、転炉スラグ滓化率等を示した

。スロッピングの有無は、溶銑予備処理時のスロッピングの発生状況を目視で確認することで判断した。

[0039] 尚、脱P率は、製品に許容されるP濃度を満たすため、80%以上が必須である。脱炭炉での追加生石灰は、80%以上の脱P率を達成するために添加量が調整される。本発明を実施しない場合の追加生石灰割合は60～90%であるため、これが60%未満であれば精錬効率の改善と見做せる。

また、転炉スラグの融点は、本発明を実施しない場合は1400℃程度であった。転炉スラグの融点を溶銑温度である1350℃以下に低下させれば、滓化率が向上して精錬効率の改善が見込める。

[0040] スラグ系外排出量削減原単位は、本来は系外に排出すべき二次精錬スラグをリサイクル利用するものであるから、 Al_2O_3 源として投入した二次精錬スラグ量の原単位と一致する。

[0041] 副原料投入ホッパー詰まりの発生率が10%を超える場合は作業が大きく阻害されるため、副原料投入ホッパー詰まりの発生率が10%未満であることが必須である。

転炉スラグの滓化率は、 $(\text{精錬終了後のスラグ中CaO濃度}) / (\text{転炉スラグが全て溶解したときのCaO濃度}) \times 100 (\%)$ として定義され、これが40(%)を超える値であれば精錬材としての生石灰使用量を削減することができるため、精錬効率を改善できたと判断した。

[0042]

[表1]

転炉 スラグ 最小 粒径 (mm)	転炉 スラグ 最大 粒径 (mm)	転炉スラグ 25mm未満の 転炉スラグ の比率 (質量%)	Al ₂ O ₃ (質量%)	MnO (質量%)	FeO (質量%)	K ₂ O (質量%)	Li ₂ O (質量%)	Na ₂ O (質量%)	CaF ₂ (質量%)	MgO (質量%)	SrO (質量%)	Al ₂ O ₃ 投入後の 転炉スラグ 投入時刻 (秒)	二次 精錬 スラグ 割合 (質量%)	転炉 スラグ 融点 (°C)	脱炭 での追加 生石灰 使用割合 (質量%)	脱 P率 (%)	スロッ ピング (有・x 無・O)	系外排出 スラグ削減 原単位 (kg/t- steel)	副原料投入 ホッパー 詰まり 発生率(%)	転炉 スラグ 滓化率 (%)	備考
実施例1	6	22	13	1.3	3.7							179		1304	55	88	O	0.0	0	70	
実施例2	6	22	11	1.3	3.7							196		1337	50	81	O	0.0	0	69	
実施例3	6	22	14	1.3	0.4							443		1337	43	95	O	0.0	0	83	
実施例4	6	22	13	8.0	3.7							224		1270	42	83	O	0.0	0	88	
実施例5	6	22	13	1.3	8.0							67		1337	41	82	O	0.0	0	82	
実施例6	16	21	13	1.3	3.7							428		1337	43	93	O	0.0	0	80	
実施例7	7	24	13	1.3	3.7							60		1337	46	87	O	0.0	0	71	
実施例8	13	25	13	6.0	0.3	9.0						454		1305	43	87	O	0.0	0	65	
実施例9	11	22	13	7.0	5.0	4.0						188	17.5	1340	50	87	O	6.1	0	92	
実施例10	17	23	13	6.7	3.1	0.5	3.7					324		1326	48	90	O	0.0	0	92	
実施例11	15	20	11	6.8	8.2	8.8	1.1					79	18.4	1305	44	88	O	6.4	0	72	
実施例12	7	23	13	1.5	3.9		4.0					242		1317	47	85	O	0.0	0	69	
実施例13	15	23	13	3.0	0.5			1.8				86		1313	41	87	O	0.0	0	100	
実施例14	16	21	13	2.5	1.6	0.1		2.1				15		1321	44	83	O	0.0	0	74	
実施例15	15	21	13	6.3	2.6	5.8		4.9				347	15.4	1340	42	84	O	5.4	0	80	
実施例16	13	22	13	7.6	2.5	4.5			2.8			295		1343	43	83	O	0.0	0	85	
実施例17	7	24	13	3.3	1.2	3.0			3.4			50	10.6	1319	48	90	O	3.7	5	74	
実施例18	9	20	11	9.4	7.6					2.4		152		1327	46	86	O	0.0	0	96	
実施例19	4	24	13	9.9	4.0	0.1				3.1		454		1315	45	87	O	0.0	0	66	
実施例20	6	20	11	4.0	4.5	4.1				1.4		313	8.3	1348	48	87	O	2.9	0	80	
実施例21	11	23	13	4.1	4.0	0.8					2.8	218		1312	46	83	O	0.0	0	88	
実施例22	6	21	13	9.1	3.1	8.9					2.1	135		1323	48	87	O	0.0	0	99	
実施例23	6	20	11	1.4	9.8	2.5					1.1	493	4.2	1336	46	92	O	1.5	0	72	
実施例24	12	21	13	6.0	3.9			1.4		1.8		484		1327	49	88	O	0.0	0	94	
実施例25	13	23	13	7.1	3.6	0.2		4.7	3.3			163		1334	49	82	O	0.0	0	93	
実施例26	13	21	13	4.7	5.8	3.9		4.2	3.7			48	10.4	1330	46	87	O	3.7	0	83	
実施例27	14	23	13	3.8	3.1	3.9		3.3				248	8.1	1309	46	86	O	2.8	5	83	
実施例28	18	23	13	9.4	6.6	6.6	1.7	3.9		1.6		113		1338	43	80	O	0.0	5	85	
実施例29	4	23	13	1.5	6.0	6.2		3.3	4.0		3.5	13	3.9	1321	44	85	O	1.4	0	67	
実施例30	6	22	13	1.3	3.7	24.0						365		1337	44	82	O	0.0	0	65	

[0043] [表2]

転炉 スラグ 最小 粒径 (mm)	転炉 スラグ 最大 粒径 (mm)	転炉 スラグ 25mm未満の 転炉スラグ の比率 (質量%)	Al ₂ O ₃ (質量%)	MnO (質量%)	FeO (質量%)	K ₂ O (質量%)	Li ₂ O (質量%)	Na ₂ O (質量%)	CaF ₂ (質量%)	MgO (質量%)	SrO (質量%)	Al ₂ O ₃ 投入後の 転炉スラグ 投入時刻 (秒)	二次 スラグ 含有 割合 (質量%)	転炉 スラグ 融点 (°C)	脱炭 炉 での追加 生石灰 使用割合 (質量%)	脱 P率 (%)	スロ ッ ギ ン グ ピ ン グ 有・無 (○×)	系外排出 スラグ削減 原単位 (kg/t- steel)	副原料投入 ホッパー 詰まり 発生率(%)	転炉 スラグ 浄化率 (%)	備考
比較例1	3	7	0	0.8	6.0	6.0						155		1414	66	80	○	0.0	50	23	
比較例2	4	51	13	4.0	5.0	7.0						402		1319	90	82	○	0.0	5	26	
比較例3	15	25	13	8.0	0.0	5.0						156		1312	70	81	×	0.0	5	85	
比較例4	0.8	8.0	0	7.8	6.3	2.2			0.5			247		1300	80	84	○	0.0	35	66	
比較例5	4	16	0	12.0	6.0	0.4						405		1340	41	90	×	0.0	30	69	
比較例6	13	22	13	8.1	17.0	3.9						197		1335	43	90	○	0.0	5	80	コスト高
比較例7	7	13	0	8.0	8.0	0.9						42		1328	40	91	○	0.0	50	75	
比較例8	8	15	0	8.0	10.0	18.0						497	16.0	1316	46	89	○	5.6	50	71	
比較例9	10	18	0	8.7	6.2							266		1335	47	94	○	0.0	35	70	
比較例10	8	13	0	5.1	9.3	1.9	1.7					21		1346	49	81	○	0.0	35	79	
比較例11	4	7	0	4.1	3.1	4.1	3.9					228	10.3	1301	50	88	○	3.6	45	83	
比較例12	5	14	0	7.9	5.2	0.3	4.4					380		1305	46	83	○	0.0	35	86	
比較例13	7	16	0	1.9	3.2	1.8	2.1					372		1308	43	92	○	0.0	40	66	
比較例14	7	16	0	1.4	6.3	4.4	1.5					423	2.9	1332	48	91	○	1.0	30	86	
比較例15	8	17	0	8.1	3.5	5.2	4.8					245	21.9	1324	46	81	○	7.7	45	77	
比較例16	7	9	0	4.0	5.4	3.9		2.1				325		1328	42	80	○	0.0	45	74	
比較例17	14	18	0	6.1	7.4	3.1		4.5				221	13.6	1311	43	81	○	4.7	40	96	
比較例18	6	12	0	5.3	8.4				4.7			458		1342	40	91	○	0.0	40	72	
比較例19	15	17	0	2.8	2.4	0.4			4.7			155		1322	46	94	○	0.0	50	71	
比較例20	7	12	0	3.6	3.4	1.8			4.6			220	9.0	1333	43	88	○	3.2	30	78	
比較例21	10	19	0	9.4	6.2	2.9				2.7		108		1303	43	89	○	0.0	40	91	
比較例22	9	17	0	5.8	3.6	5.5				3.5		269	15.3	1306	48	84	○	5.3	40	74	
比較例23	10	19	0	2.8	6.2						3.3	232		1308	41	86	○	0.0	35	73	
比較例24	6	14	0	3.6	7.0	7.4					2.2	345	11.6	1316	48	88	○	4.1	45	85	
比較例25	7	16	0	6.1	7.7	7.5		2.1		3.6		413		1345	48	89	○	0.0	45	70	
比較例26	8	11	0	3.4	8.0		3.1	4.5	4.7			194		1330	45	83	○	0.0	40	92	
比較例27	6	16	0	9.3	9.8	0.7		3.8	3.2	4.5		28		1303	45	95	○	0.0	45	71	
比較例28	3	16	0	2.9	6.0	3.2	2.3	4.0		2.8		312	6.9	1314	47	91	○	2.4	35	88	
比較例29	6	22	8	1.3	3.7							141		1337	40	92	○	0.0	40	80	
比較例30	6	22	17	1.3	3.7							144		1337	80	81	○	0.0	5	30	
比較例31	6	22	50	1.3	3.7							62		1337	80	88	○	0.0	5	12	
比較例32	6	22	13	0.2	6.0							496		1348	85	80	○	0.0	5	15	
比較例33	6	22	13	20.0	6.0							258		1150	30	91	×	0.0	5	90	
比較例34	6	22	13	8.0	0.0							340		1270	35	85	×	0.0	0	92	
比較例35	6	22	13	8.1	17.0							43		1269	40	94	○	0.0	5	90	コスト高
比較例36	6	22	11	1.3	3.7							-257		1337	74	83	○	0.0	0	16	
比較例37	6	22	14	1.3	3.7							-150		1337	64	87	○	0.0	0	25	
比較例38	6	22	13	8.0	3.7							-106		1270	70	82	○	0.0	0	11	
比較例39	6	22	13	1.3	8.0							-220		1337	70	86	○	0.0	0	11	
比較例40	16	21	13	1.3	3.7							-199		1337	68	81	○	0.0	0	11	
比較例41	7	24	13	1.3	3.7							-78		1337	71	80	○	0.0	0	11	

[0044] 実施例1～30に示すように、粒径3mm以25mm未満の範囲となり、か

つ転炉スラグのうち、粒径20mm以上25mm未満の転炉スラグの比率が転炉スラグの全量に対して10質量%以上15質量%未満となるように整粒した転炉スラグを、1.0質量%以上10.0質量%未満の Al_2O_3 と、0.3質量%以上10.0質量%未満の MnO とともに使用した場合、比較例1～41と比較して、生石灰（転炉スラグ由来でない CaO ）の使用量を削減しつつ、高い脱P率を維持することができることが確認された。また、 Al_2O_3 源として二次精錬スラグをリサイクルした場合は、系外排出スラグ量を削減することができた。

[0045] 意図的に Al_2O_3 を添加していない比較例1では、転炉スラグの溶融が進まず、脱P率が低下した。脱P率80%を確保するため、追加生石灰量を増大させた結果、追加生石灰割合が66質量%に達した。

[0046] 転炉スラグの最大粒径を51mmとした比較例2でも転炉スラグが溶融し難く、脱P率82%を確保するため、生石灰（転炉スラグ由来でない CaO ）の使用量を90質量%にまで増加させる必要があった。

[0047] MnO を添加していない比較例3では、 Al_2O_3 によってスラグの粘度が大きく上昇し、スラグが泡立ちやすくなったため、スロッピングの発生が確認された。

[0048] 転炉スラグの最小粒径を0.8mmとした比較例4では、転炉スラグが集塵機により吸引されて損失したため、溶銑予備処理炉内に十分投入できず、脱P率を維持するために大量の生石灰を使用することとなった。

[0049] Al_2O_3 投入量が12.0質量%であった比較例5では、スラグの粘度上昇が著しく、スロッピングが発生した。

[0050] MnO 投入量が17.0質量%であった比較例6では、生石灰使用量、脱P率ともに良好であったが、マンガン鉱石を多量に使用したため、コストが増大して損失が発生した。

[0051] 粒径20mm以上25mm未満の比率がそれぞれ17質量%、50質量%と高い比較例30、31では、転炉スラグの滓化率が低く、脱P率を維持するために大量の生石灰が必要だった。

- [0052] Al_2O_3 の添加量が0.2質量%と低い比較例32では、転炉スラグの滓化率が低く、脱P率を維持するために大量の生石灰が必要だった。
- [0053] Al_2O_3 の添加量が20.0質量%と高い比較例33では、スラグの粘度が上昇したために著しいスロッピングが発生し、操業が阻害された。
- [0054] MnO を添加しない比較例34では、 MnO によるスラグ粘度低下の効果がないため、スロッピングが発生して操業が阻害された。
- [0055] MnO の添加量が17.0質量%と多い比較例35は、生石灰使用量、脱P率ともに良好であったが、マンガン鉱石を多量に使用したため、コストが増大して損失が発生した。
- [0056] 滓化促進剤である Al_2O_3 を転炉スラグ投入より78～257秒後に投入した比較例36～41では、転炉スラグの滓化率が11～25%と低い値であり、脱P率を向上させるために脱炭工程で追加の生石灰を使用することになり、コストが増大した。
- [0057] 転炉スラグのうちで粒径20mm以上25mm未満の転炉スラグの比率が低い比較例7～29では、いずれも生石灰使用量、脱P率ともに良好であったが、副原料ホッパー詰まりの発生比率が高く、操業が阻害された。
- [0058] 以上のように、本発明に係る溶銑予備処理方法よれば、溶銑予備処理容器内のスラグの粘度を上昇させることなく転炉スラグの滓化を促進することができる。また、本発明に係る溶銑予備処理方法よれば、投入ホッパーの閉塞という操業阻害要因を避けることができる。

産業上の利用可能性

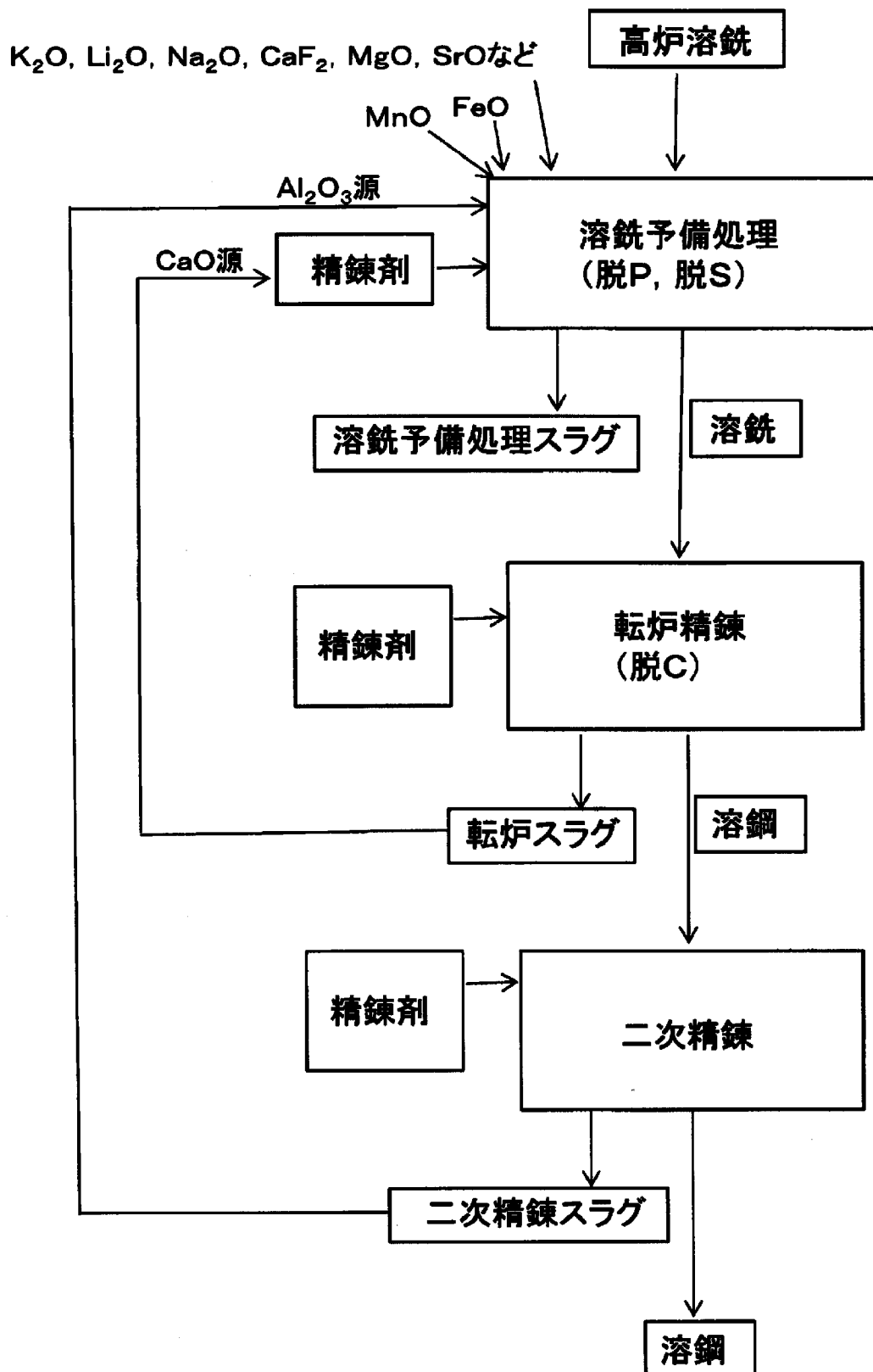
- [0059] 本発明に係る溶銑予備処理方法は、製鋼工程で発生するスラグを精錬剤として再利用してスラグの系外排出量の削減を図るとともに、精錬剤の使用によるスロッピングの発生を回避し、かつ高純度鋼の製鋼工程において、精錬剤として使用する生石灰（転炉スラグ由来でない CaO ）の使用量を削減することができ産業界における価値は極めて高い。

請求の範囲

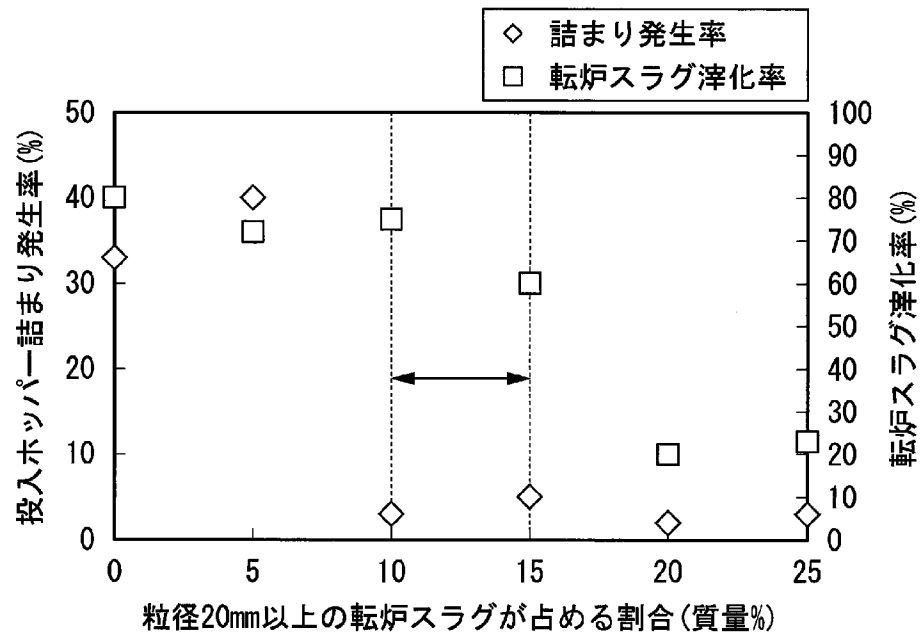
- [請求項1] 溶銑予備処理工程を経た溶銑を転炉精錬する際に得られる転炉スラグを、溶銑予備処理用の精錬剤としてリサイクルする溶銑予備処理方法であって、
- 前記転炉スラグの粒径が3 mm以上25 mm未満の範囲となり、前記転炉スラグのうち、粒径20 mm以上25 mm未満の転炉スラグの比率が前記転炉スラグの全量に対して10質量%以上15質量%未満となるように前記転炉スラグを整粒する第1の工程と；
- 整粒後の前記転炉スラグを溶銑予備処理容器内に投入する第2の工程と；
- 前記第1の工程より後でかつ前記第2の工程より前、又は、前記第2の工程と同時に、前記転炉スラグ100質量%に対して1.0質量%以上10.0質量%未満の Al_2O_3 を前記溶銑予備処理容器内に投入する第3の工程と；
- 前記溶銑予備処理容器内に、前記転炉スラグ100質量%に対して0.3質量%以上10.0質量%未満の MnO を投入する第4の工程と；
- を有することを特徴とする溶銑予備処理方法。
- [請求項2] 前記 Al_2O_3 が、転炉精錬工程を経た溶鋼を二次精錬する際に得られる二次精錬スラグに含まれる Al_2O_3 であることを特徴とする請求項1に記載の溶銑予備処理方法。
- [請求項3] 更に、前記第1の工程より後でかつ前記第2の工程より前、又は、前記第2の工程と同時に、前記転炉スラグ100質量%に対し、 FeO 換算で1.0質量%以上20.0質量%未満の酸化鉄を前記溶銑予備処理容器内に投入する第5の工程を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の溶銑予備処理方法。
- [請求項4] 更に、前記第3の工程と同時に、前記溶銑予備処理容器内に、前記転炉スラグ100質量%に対し、 K_2O 、 Li_2O 、 Na_2O 、 MgO 、

CaF_2 、 SrO のうち1種又は2種以上をそれぞれ0.3質量%以上5.0質量%未満投入する第6の工程を有することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の溶銑予備処理方法。

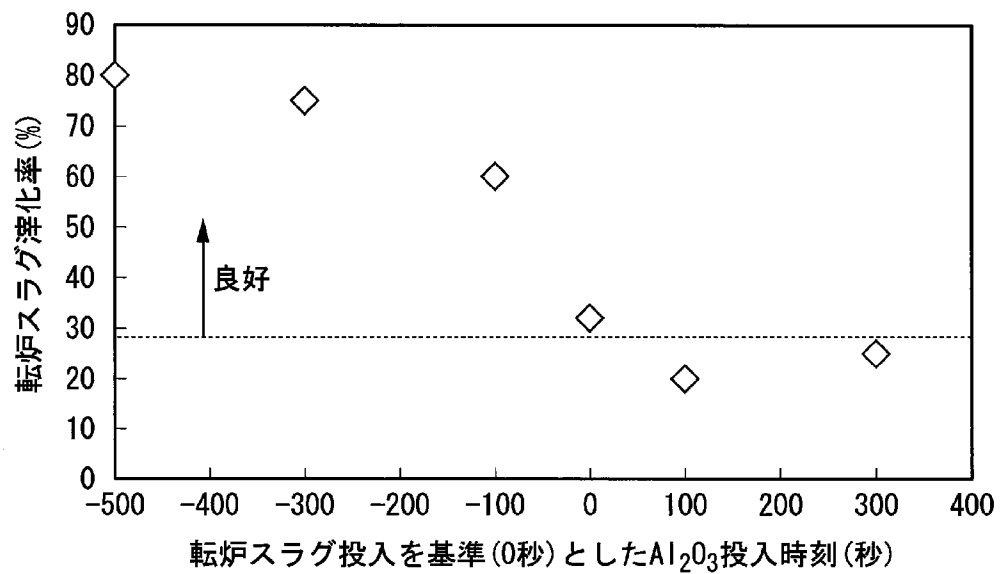
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/010850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21C1/02(2006.01)i, C21C5/28(2006.01)i, C21C7/00(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, C21C7/00

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 2008-138253 A (Nippon Steel Corp.), 19 June 2008 (19.06.2008), claims (Family: none)	1-4
A	JP 8-157921 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 18 June 1996 (18.06.1996), claims (Family: none)	1-4
A	JP 6-287615 A (Nippon Steel Corp.), 11 October 1994 (11.10.1994), claims; paragraph [0011] (Family: none)	1-4

☒ 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
23 May 2017 (23.05.17)

Date of mailing of the international search report
30 May 2017 (30.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/010850

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 3836549 C1 (KRUPP STAHL AG), 18 January 1990 (18.01.1990), entire text (Family: none)	1-4

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, C21C7/00(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, C21C7/00

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 2008-138253 A（新日本製鐵株式会社）2008.06.19, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-4
A	JP 8-157921 A（住友金属工業株式会社）1996.06.18, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-4
A	JP 6-287615 A（新日本製鐵株式会社）1994.10.11, 特許請求の範囲、[0011]（ファミリーなし）	1-4

☒ 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

23.05.2017

国際調査報告の発送日

30.05.2017

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）

池ノ谷 秀行

4E

4142

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	DE 3836549 C1 (KRUPP STAHL AG) 1990.01.18, 全文 (ファミリーなし)	1-4