

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5200380号
(P5200380)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日(2013.2.22)

(51) Int.Cl.			F 1		
C 2 1 C	7/064	(2006.01)	C 2 1 C	7/064	Z
C 2 1 C	7/00	(2006.01)	C 2 1 C	7/00	J
C 2 1 C	7/04	(2006.01)	C 2 1 C	7/04	B
C 2 1 C	7/072	(2006.01)	C 2 1 C	7/072	S
C 2 1 C	7/10	(2006.01)	C 2 1 C	7/10	J

請求項の数 1 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-1249 (P2007-1249)
 (22) 出願日 平成19年1月9日(2007.1.9)
 (65) 公開番号 特開2008-169407 (P2008-169407A)
 (43) 公開日 平成20年7月24日(2008.7.24)
 審査請求日 平成21年7月27日(2009.7.27)

(73) 特許権者 000001258
 J F E スチール株式会社
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
 (74) 代理人 100126701
 弁理士 井上 茂
 (74) 代理人 100130834
 弁理士 森 和弘
 (72) 発明者 中井 由枝
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
 F E スチール株式会社内
 (72) 発明者 鷺見 郁宏
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
 F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶鋼の脱硫方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

大気圧下で脱炭精錬を行う脱炭精錬炉から取鍋への出鋼中に珪素含有合金鉄を投入して取鍋内の溶鋼の珪素濃度を0.10質量%以上に調整し、出鋼後の前記取鍋内のスラグに対してアルミニウムを含有するスラグ改質剤を添加して、前記スラグのトータル・Fe及び酸化マンガンの合計濃度を5質量%以下に調整し、その後、前記取鍋を真空脱ガス設備に搬送し、

該真空脱ガス設備では、溶鋼にアルミニウムを添加し、次いで、減圧下の溶鋼表面に向けて上吹きランスを介して酸素ガスを供給して溶鋼中のアルミニウムを燃焼させて溶鋼を昇熱し、その後、溶鋼昇熱後の溶鋼に溶解するアルミニウム濃度を0.010質量%以上に確保した状態で、溶鋼昇熱のための酸素ガスの供給終了後から3分間以上溶鋼を減圧下で環流して前記溶鋼昇熱時に生成したAl₂O₃の溶鋼からの浮上・分離を進行させ、その後、50torr以下の減圧下の溶鋼の表面に向けて、上吹きランスを介して脱硫剤を搬送用ガスとともに吹き付けて添加し、前記溶鋼を脱硫処理することを特徴とする、溶鋼の脱硫方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、転炉などの脱炭精錬炉から取鍋に出鋼された取鍋内の溶鋼に対して減圧下で脱硫剤を添加して行う溶鋼の脱硫方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、鋼の高付加価値化及び鉄鋼材料の使用用途拡大に伴う材料特性の向上のために、従来にも増して高純度鋼の要求が増加している。この要求に応えるためには、溶鋼の極低硫化は重要な1つの条件である。

【0003】

硫黄濃度が0.003～0.010質量%程度の所謂「低硫鋼」の溶製においては、転炉での脱炭精錬工程の前に溶銑段階で脱硫処理を施すことで対処可能であるが、高級電磁鋼板や高級ラインパイプ用鋼板などの硫黄濃度が0.0010質量%以下である所謂「極低硫鋼」では、溶銑段階の脱硫処理のみでは対処できず、溶銑段階で脱硫処理を施した後、更に転炉から出鋼後の溶鋼段階でも脱硫処理が行われている。従来、この溶鋼の脱硫処理は、加熱手段、攪拌手段及びフラックスのインジェクション（吹き込み）手段などを備えた、大気圧で行う所謂「取鍋精錬炉」で行われていた。

10

【0004】

ところで、極低硫鋼のような高級品種では、脱水素或いは溶鋼の清浄化などの目的のために脱ガス処理が必要であり、従って、極低硫鋼は、転炉などで脱炭精錬された後、先ず、取鍋精錬炉で脱硫処理され、その後、RH真空脱ガス装置などの真空脱ガス設備で脱水素処理などがなされ、取鍋内において2つの二次精錬設備を経て製造されていた。しかし、2つの二次精錬設備の間を搬送することの煩雑さや、設備の二重投資などの問題点を解決するために、脱水素が主体であった真空脱ガス設備において脱硫処理を行うことで、製造プロセスの簡素化を図る多数の試みが提案されている。

20

【0005】

例えば、真空脱ガス設備として最も広く使用されているRH真空脱ガス装置を対象とした脱硫方法として、特許文献1には、取鍋内スラグ中の酸化鉄及び酸化マンガンの合計濃度を5質量%以下に調整し、その後、RH真空脱ガス装置での精錬中に上吹きランスを用いて減圧下の溶鋼浴面に脱硫剤を吹き付けて脱硫処理することが提案され、特許文献2には、取鍋内のスラグのトータル・Fe濃度を10質量%以下に調整した後、RH真空脱ガス装置の真空槽内に環流する溶鋼表面に対して鉛直に、CaOを主成分としてCaF₂またはAl₂O₃を含有する脱硫剤を上吹きランスを介して吹き付けて脱硫処理することが提案され、特許文献3には、酸素との親和力の強い金属を含有する脱硫剤を、ランス高さを1～3mとした上吹きランスを介して減圧下の溶鋼浴面に吹き付けて脱硫処理することが提案されている。

30

【0006】

特許文献4には、取鍋内スラグの酸化鉄と酸化マンガンの合計濃度を5質量%以下に調整した後、真空槽内の溶鋼に上吹きランスを介して酸素及びアルミニウムを添加して溶鋼温度を上昇させた後、前記ランスを介して脱硫剤を吹き付けて脱硫処理することが提案され、特許文献5には、取鍋内のスラグ組成、真空槽内の真空度、上吹きランスのランス高さ、脱硫剤の組成、脱硫剤の吹き込み速度を規定して、上吹きランスから減圧下の溶鋼に向けて脱硫剤を吹き付けて脱硫処理することが提案されている。

【0007】

また、特許文献6には、溶鋼中のアルミニウム濃度を0.100質量%以上として上吹きランスから減圧下の溶鋼表面に脱硫剤を吹き付けて脱硫処理し、脱硫処理後、溶鋼中のアルミニウムを燃焼除去することが提案されている。

40

【特許文献1】特開平5-214424号公報

【特許文献2】特開平5-171253号公報

【特許文献3】特開平6-73429号公報

【特許文献4】特開平5-287359号公報

【特許文献5】特開平9-170012号公報

【特許文献6】特開平6-299229号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

RH真空脱ガス装置では取鍋内のスラグを攪拌することは困難であり、RH真空脱ガス装置で脱硫処理を行う場合には、特許文献1, 2, 4, 5に記載されているように、RH真空脱ガス装置へ到着する前に、取鍋内のスラグの酸素ポテンシャルを低減し、脱硫処理に適したスラグに調整することが必要である。また、溶鋼の成分に関しては、脱硫効率が溶鋼の酸素ポテンシャルに依存することから、特許文献6は、溶鋼中のアルミニウム濃度を0.100質量%程度の高い濃度にするを提案し、特許文献1でも溶鋼中のアルミニウム濃度を0.025~0.053質量%にするを提案している。

【0009】

本発明者等は、種々検討した結果、RH真空脱ガス装置で溶鋼を脱硫処理する場合に、溶鋼中のアルミニウム以外の成分も脱硫効率に寄与することを知見した。しかしながら、従来、特許文献1, 2, 4, 5, 6のように脱硫効率を向上させるために、脱硫処理前に取鍋内のスラグ組成及び溶鋼中のアルミニウム濃度を調整することは提案されているが、その他の成分については何ら言及していない。

【0010】

また、特許文献1~5には、RH真空脱ガス装置における脱硫方法の各種条件が提案されているが、特許文献5のように、脱硫剤の吹き込み条件やスラグ組成などを細かく規定した場合においても、以下の問題点が残る。

【0011】

即ち、RH真空脱ガス装置は取鍋精錬炉のように溶鋼を加熱するための電気加熱装置を有していないため、脱硫剤添加による温度降下の影響を受けやすい。そのために、溶鋼中のアルミニウムを燃焼させて溶鋼温度を昇熱する必要の生ずる場合がある。また、RH真空脱ガス装置では、脱水素処理や脱窒素処理などのガス成分の除去処理以外に、脱硫処理のみならず真空脱炭処理を行う必要のある場合もある。これらの処理のうちで、真空脱炭処理及びアルミニウムの燃焼による昇熱処理は酸化反応であり、酸素ガスの供給などによって溶鋼の酸素ポテンシャルが高められる。一方、脱硫処理は還元反応であるため、溶鋼の酸素ポテンシャルは低いほど好ましい。

【0012】

従って、脱硫処理の後に真空脱炭処理及びアルミニウムの燃焼による昇熱処理を実施すると、脱硫処理により一旦溶鋼からスラグに移行した硫黄が溶鋼中の酸素ポテンシャルの上昇に伴って溶鋼に戻る反応、所謂「復硫反応」が生じるため、安定して溶鋼の硫黄濃度を下げることができない。一方、真空脱炭処理及びアルミニウムの燃焼による昇熱処理の後に脱硫処理を実施する場合には、スラグの酸素ポテンシャルが高く、脱硫処理のために添加した脱硫剤が酸化されてしまい脱硫反応が進行しない、また、脱硫処理のために溶鋼を脱酸処理した際に発生した Al_2O_3 と添加した脱硫剤とが反応し、脱硫剤の脱硫能力が低下してしまうなどの問題が発生する。特に、アルミニウムの燃焼による昇熱処理においては、生成する Al_2O_3 が多く、脱硫剤の脱硫能力を低下させる。

【0013】

これらから、真空脱ガス設備で脱硫処理を実施する場合には、脱硫処理以外の精錬に応じて、脱硫能を低下させない脱硫方法を確立することが必要であるが、特許文献1~5はこの点について何ら言及していない。

【0014】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、RH真空脱ガス装置などの真空脱ガス設備で溶鋼を脱硫処理するに当たり、取鍋内スラグの組成、溶鋼成分及び真空脱ガス設備における精錬の順序を最適化し、従来に比べて格段に効率良く脱硫処理することのできる、溶鋼の脱硫方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明者等は、上記課題を達成するべく、転炉から出鋼された溶鋼をRH真空脱ガス装

10

20

30

40

50

置で脱硫処理する際に、出鋼時の溶鋼成分、出鋼後の取鍋内スラグの改質条件、及び、RH真空脱ガス装置における精錬の順序、精錬間の時間を変更した試験操業を実施し、これらの条件が脱硫処理に及ぼす影響を調査・検討した。

【0016】

その結果、80%以上の高い脱硫率を確保するためには、脱硫処理前のスラグ中のトータル・Feと酸化マンガンとの合計濃度を5質量%以下に調整する必要があることが分かった。また、溶鋼中の珪素濃度も重要であり、スラグ中のトータル・Feと酸化マンガンとの合計濃度を5質量%以下に調整すると同時に、溶鋼中の珪素濃度を0.10質量%以上とする必要があることが分かった。尚、スラグ中のトータル・Feとは、スラグ中の全ての鉄酸化物(FeOやFe₂O₃など)の鉄分の合計値である。

10

【0017】

また、溶鋼温度が不足してRH真空脱ガス装置でアルミニウムの燃焼による昇熱処理を行う場合には、この昇熱処理が完了した後、3分間以上真空脱ガス精錬を継続して溶鋼中のAl₂O₃を十分に浮上・分離させてから脱硫剤を添加することで、効率的に脱硫処理を行えることが分かった。

【0018】

本発明は、上記検討結果に基づいてなされたものであり、本発明に係る溶鋼の脱硫方法は、大気圧下で脱炭精錬を行う脱炭精錬炉から取鍋への出鋼中に珪素含有合金鉄を投入して取鍋内の溶鋼の珪素濃度を0.10質量%以上に調整し、出鋼後の前記取鍋内のスラグに対してアルミニウムを含有するスラグ改質剤を添加して、前記スラグのトータル・Fe及び酸化マンガンの合計濃度を5質量%以下に調整し、その後、前記取鍋を真空脱ガス設備に搬送し、該真空脱ガス設備では、溶鋼にアルミニウムを添加し、次いで、減圧下の溶鋼表面に向けて上吹きランスを介して酸素ガスを供給して溶鋼中のアルミニウムを燃焼させて溶鋼を昇熱し、その後、溶鋼昇熱後の溶鋼に溶解するアルミニウム濃度を0.010質量%以上に確保した状態で、溶鋼昇熱のための酸素ガスの供給終了後から3分間以上溶鋼を減圧下で環流して前記溶鋼昇熱時に生成したAl₂O₃の溶鋼からの浮上・分離を進行させ、その後、50 torr以下の減圧下の溶鋼の表面に向けて、上吹きランスを介して脱硫剤を搬送用ガスとともに吹き付けて添加し、前記溶鋼を脱硫処理することを特徴とするものである。

20

【発明の効果】

30

【0021】

本発明によれば、脱硫処理前のスラグ中のトータル・Fe及び酸化マンガンの合計濃度を5質量%以下とし、且つ、溶鋼の珪素濃度を0.10質量%以上とするので、溶鋼及びスラグの酸素ポテンシャルが低下し、溶鋼を効率良く脱硫処理することができる。また、溶鋼温度が不足して真空脱ガス設備でアルミニウムの燃焼による昇熱処理を行う場合には、昇熱処理終了後、減圧下で3分間以上溶鋼を精錬してから脱硫処理を開始するので、昇熱処理で生成したAl₂O₃の浮上・分離が進行し、脱硫剤はこのAl₂O₃の影響を受けることなく、脱硫能を低下させずに効率良く脱硫処理することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

40

以下、本発明を具体的に説明する。

【0023】

高炉から出銑された溶銑を溶銑鍋やトーチカーなどの溶銑保持・搬送用容器で受銑し、次工程の大気圧下で脱炭精錬を行う転炉に搬送する。この搬送途中で溶銑に対して脱硫処理を実施する。これは、転炉精錬後の溶鋼段階で脱硫処理を実施する鋼種は、一般的に極低硫鋼であるので、予め溶銑段階で脱硫処理を施し、溶鋼段階での脱硫処理の負荷を軽減させるためである。この溶銑段階における脱硫処理は、機械的に攪拌している溶銑にCaO系脱硫剤を上置き添加する機械攪拌式脱硫法や、搬送用ガスとともに溶銑中にCaO系脱硫剤を吹き込むインジェクション法(吹き込み法)などの慣用の脱硫方法を用いればよい。脱硫処理後、生成した脱硫スラグを溶銑保持・搬送用容器から排出し、溶銑を転

50

炉に搬送する。

【0024】

この溶銑を転炉に装入し、上吹き酸素、底吹き酸素などによって脱炭精錬する。脱炭精錬の終了後、脱炭精錬によって得られた溶鋼を転炉から取鍋に出鋼する。この出鋼の際に、Fe-Si合金或いはSi-Mn合金などの珪素含有合金鉄を取鍋内に添加し、取鍋内の溶鋼中に溶解する珪素濃度が0.10質量%以上となるように調整する。また、この出鋼時に、金属アルミニウムを取鍋内に添加して溶鋼を脱酸しても構わない。金属アルミニウムの添加量は、溶鋼の酸素ポテンシャルを低位に安定させるために、溶鋼中に溶解するアルミニウムが0.01質量%以上となるように調整することが好ましい。また更に、スラグ中のトータル・Fe（以下「T・Fe」と記す）及び酸化マンガンを希釈するために、出鋼時に生石灰または生石灰を含有するフラックスを添加しても構わない。

10

【0025】

そして、出鋼後、取鍋内の溶鋼上に存在するスラグにアルミニウムを含有するスラグ改質剤を添加して、スラグ中のT・Fe及び酸化マンガンの合計濃度を5質量%以下に調整する。アルミニウムを含有するスラグ改質剤としては、金属アルミニウム単体、金属アルミニウムと生石灰などとの混合物、Al灰（「アルミドロス」ともいう）などが使用できる。特に、安価であることからAl灰が好適である。Al灰とは、金属アルミニウムを30～50質量%含有した金属アルミニウムとAl₂O₃との混合物であり、他の成分も含有している。

【0026】

次いで、この溶鋼をRH真空脱ガス装置、DH真空脱ガス装置、或いはVOD炉などの真空脱ガス設備に搬送し、搬送した真空脱ガス設備において所定の真空精錬並びに脱硫処理を実施する。

20

【0027】

尚、真空脱ガス設備において脱硫処理を施す溶鋼としては、高炉から出銑された溶銑を転炉で脱炭精錬した溶鋼に限るものではなく、冷銑、鉄スクラップなどを電気炉で溶解して電気炉で脱炭精錬して溶製した溶鋼であっても構わない。その場合には、上記説明の出鋼以降の工程で、転炉を電気炉に置き換えればよい。電気炉で溶製した溶鋼の場合には、脱硫処理が1回だけとなるので、極低硫鋼を対象としない場合も当然ある。

【0028】

真空脱ガス設備の代表的な設備はRH真空脱ガス装置であり、以下、真空脱ガス設備としてRH真空脱ガス装置を用いて精錬する例で説明する。図1に、本発明を実施する際に用いたRH真空脱ガス装置の例を示す。

30

【0029】

図1に示すように、RH真空脱ガス装置1は、上部槽6及び下部槽7からなる真空槽5と、下部槽7の下部に設けられた上昇側浸漬管8及び下降側浸漬管9とを備え、上部槽6には、排気装置（図示せず）と接続するダクト11と、原料投入口12と、真空槽5の内部を上下方向に移動可能な上吹きランス13とが設けられ、また、上昇側浸漬管8には環流用ガス吹き込み管10が設けられている。環流用ガス吹き込み管10からは環流用ガスとしてArガスが上昇側浸漬管8の内部に吹き込まれる構造となっている。

40

【0030】

上吹きランス13は、酸素ガスを真空槽5の内部の溶鋼3に向かって吹き付けることや、脱硫剤を非酸化性ガスや希ガスを搬送用ガスとして真空槽5の内部の溶鋼3に向かって吹き付けることができるように構成されている。当然ながら非酸化性ガスや希ガスのみを吹き込んだり、非酸化性ガス及び希ガスと、酸素ガスとの混合ガスを吹き込んだりすることもできるように構成されている。

【0031】

このような構成のRH真空脱ガス装置1において、以下のようにして溶鋼3の脱硫処理を実施する。

【0032】

50

まず、溶鋼 3 を収納する取鍋 2 を真空槽 5 の直下に搬送する。取鍋 2 の内部には転炉や電気炉などにおける脱炭精錬で発生し、スラグ改質剤によって T . F e 及び酸化マンガンの合計濃度が 5 質量 % 以下に改質されたスラグ 4 が溶鋼 3 の湯面を覆っている。次いで、取鍋 2 を昇降装置（図示せず）によって上昇させ、上昇側浸漬管 8 及び下降側浸漬管 9 を取鍋 2 に収容された溶鋼 3 に浸漬させる。そして、環流用ガス吹き込み管 10 から上昇側浸漬管 8 の内部に A r ガスを環流用ガスとして吹き込むとともに、真空槽 5 の内部をダクト 11 に連結される排気装置にて排気して真空槽 5 の内部を減圧する。真空槽 5 の内部が減圧されると、取鍋 2 に収容された溶鋼 3 は、環流用ガス吹き込み管 10 から吹き込まれる A r ガスとともに上昇側浸漬管 8 を上昇して真空槽 5 の内部に流入し、その後、下降側浸漬管 9 を介して取鍋 2 に戻る流れ、所謂、「環流」を形成して R H 真空脱ガス精錬が施される。

10

【 0 0 3 3 】

この R H 真空脱ガス精錬中に、上吹きランス 13 から搬送用ガスとともに粉状の脱硫剤を、真空槽 5 の内部の溶鋼 3 に向けて吹き付けて添加（「投射」ともいう）し、溶鋼 3 の脱硫処理を実施する。使用する脱硫剤は特に規定する必要はないが、安価であることから C a O を主体とする C a O 系脱硫剤が好適である。具体的には、生石灰単体或いは生石灰と蛍石との混合体などを使用することができる。

【 0 0 3 4 】

投射した脱硫剤は、溶鋼 3 に巻き込まれ、下降側浸漬管 9 を通って取鍋 2 に至り、取鍋内で浮上してスラグ 4 に混入する。脱硫剤がスラグ 4 に混入するまでの過程において溶鋼中の硫黄と脱硫剤との反応が起こり、脱硫反応生成物は脱硫剤とともにスラグ 4 に混入する。スラグ 4 は、T . F e 及び酸化マンガンの合計濃度が 5 質量 % 以下であり、酸素ポテンシャルが低く、復硫は発生しない。また、溶鋼 3 の珪素濃度が 0 . 10 質量 % 以上であり、酸素ポテンシャルが低いので、脱硫反応が促進される。

20

【 0 0 3 5 】

脱硫剤を真空槽 5 の内部の溶鋼 3 に投射して脱硫処理する場合、真空槽 5 の内部の真空度を高くする（圧力を低くする）と、上吹きランス 13 からの噴出ガス速度の減衰が少なくなるため、搬送用ガス流量を一定とした場合でも、噴出ガスの溶鋼 3 の浴面におけるガス動圧が高くなり、精錬剤の歩留まりが向上すると同時に投射位置における脱硫反応が促進されることから有利である。従って、真空槽 5 の内部の圧力は 50 torr (66 . 7 h P a) 以下にすることが好ましく、高真空までの排気が可能であるならば、10 torr (13 . 3 h P a) 以下にすることが望ましい。

30

【 0 0 3 6 】

溶鋼 3 を R H 真空脱ガス装置 1 で精錬する場合、本来の目的である、脱水素処理及び脱窒素処理などのガス成分の除去処理以外に、脱硫処理のみならず、真空脱炭処理、アルミニウムの燃焼による昇熱処理（以下、単に「昇熱処理」とも記す）及び溶鋼 3 の成分調整を行う必要がある場合がある。これらの処理のうちで真空脱炭処理及び昇熱処理は酸化反応であり、特に真空脱炭処理の場合には、酸素ガスの付与などによって溶鋼 3 の酸素ポテンシャルを高める必要がある。一方、脱硫処理は還元反応であるため、溶鋼 3 の酸素ポテンシャルは低いほど好ましい。

40

【 0 0 3 7 】

従って、脱硫処理の後に真空脱炭処理及びアルミニウムの燃焼による昇熱処理を実施すると、脱硫処理で使用した還元剤即ち脱酸剤が酸化されてしまうために無駄となるのみならず、一旦、溶鋼 3 からスラグ 4 に移行した硫黄が、真空脱炭処理時及び昇熱処理時の酸素ポテンシャルの上昇に伴って溶鋼 3 に戻る反応、所謂復硫反応が生じるため、安定して溶鋼 3 の硫黄濃度を下げることができない。

【 0 0 3 8 】

そこで、本発明においては、酸化反応である真空脱炭処理及びアルミニウムの燃焼による昇熱処理を実施した後に脱硫処理を実施し、脱硫処理を実施した後に成分調整を実施する。真空脱炭処理と昇熱処理との双方を実施しなければならない場合には、真空脱炭処理

50

においても溶鋼3は昇熱するので、先ず、真空脱炭処理を実施し、次いで、アルミニウムの燃焼による昇熱処理を実施する。アルミニウムの燃焼による昇熱処理の後に脱硫処理を実施する場合には、昇熱処理によって生成した Al_2O_3 の脱硫剤に及ぼす影響を少なくするために、昇熱処理の終了後、具体的には昇熱処理のための上吹きランス13からの酸素ガスの供給(送酸)を停止した後、3分間以上溶鋼3を環流させて、昇熱処理によって生成した Al_2O_3 の浮上・分離を図ってから脱硫処理を開始する。具体的には、以下のようにして溶鋼3に対してRH脱ガス精錬を実施する。

【0039】

(1)真空脱炭処理を伴う場合：溶鋼3の還流が開始されたなら、先ず、上吹きランス13から酸素ガスを供給するなどして真空脱炭処理を実施する。そして、真空脱炭処理後、溶鋼3に溶解するアルミニウムが0.010質量%以上となるように、原料投入口12から金属アルミニウムを添加して溶鋼3を脱酸し、その後、上吹きランス13から脱硫剤を吹き付けて脱硫処理を実施する。脱硫処理後に、原料投入口12から合金鉄や冷却材を添加して溶鋼3の成分及び温度の調整を実施し、その後、RH真空脱ガス精錬を終了する。尚、真空脱炭処理後に金属アルミニウムを投入する理由は、真空脱炭処理によって溶鋼中のアルミニウムは酸化されて実質的にゼロになり、これを補うためである。また、冷却材とは、チョッパー屑のような小型の薄鋼板屑を丸い形状に加工したものである。

10

【0040】

(2)真空脱炭処理及び昇熱処理の双方を伴う場合：溶鋼3の還流が開始されたなら、先ず、上吹きランス13から酸素ガスを供給するなどして真空脱炭処理を実施する。そして、真空脱炭処理後、原料投入口12から金属アルミニウムを投入して溶鋼中のアルミニウム濃度を十分に高め、その状態で上吹きランス13から酸素ガスを溶鋼表面に向けて吹き付け、溶鋼中のアルミニウムを酸化し、この酸化反応による熱を利用して溶鋼3を昇熱させる。この昇熱処理の終了後、溶鋼3に溶解するアルミニウムが0.010質量%以上となるように、原料投入口12から金属アルミニウムを添加して溶鋼3を脱酸する。昇熱処理の終了後、3分間以上溶鋼3を環流させた後、上吹きランス13から脱硫剤を吹き付けて脱硫処理を実施する。脱硫処理後に、原料投入口12から合金鉄や冷却材を添加して溶鋼3の成分及び温度の調整を実施し、その後、RH真空脱ガス精錬を終了する。尚、昇熱処理の終了時点で溶鋼3に溶解するアルミニウムが0.010質量%以上確保されているならば、昇熱処理終了後の金属アルミニウムの添加は必要ない。

20

30

【0041】

(3)昇熱処理を伴う場合：溶鋼3の還流が開始されたなら、先ず、原料投入口12から金属アルミニウムを投入して溶鋼中のアルミニウム濃度を十分に高め、その状態で上吹きランス13から酸素ガスを溶鋼表面に向けて吹き付け、溶鋼中のアルミニウムを酸化し、この酸化反応による熱を利用して溶鋼3を昇熱させる。この昇熱処理の終了後、溶鋼3に溶解するアルミニウムが0.010質量%以上となるように、原料投入口12から金属アルミニウムを添加して溶鋼3を脱酸する。昇熱処理の終了後、3分間以上溶鋼3を環流させた後、上吹きランス13から脱硫剤を吹き付けて脱硫処理を実施する。脱硫処理後に、原料投入口12から合金鉄や冷却材を添加して溶鋼3の成分及び温度の調整を実施し、その後、RH真空脱ガス精錬を終了する。尚、昇熱処理の終了時点で溶鋼3に溶解するアルミニウムが0.010質量%以上確保されているならば、昇熱処理終了後の金属アルミニウムの添加は必要ない。

40

【0042】

真空脱炭処理及び昇熱処理の双方を実施しない場合には、溶鋼3の還流が開始されたなら直ちに脱硫処理を実施し、その後、溶鋼3の成分及び温度の調整を実施する。

【0043】

このようにして溶鋼3の脱硫処理を実施することで、溶鋼3及びスラグ4の酸素ポテンシャルが低下し、溶鋼3を効率良く脱硫処理することが可能となる。また、溶鋼温度が不足してアルミニウムの燃焼による昇熱処理を行う場合には、昇熱処理終了後、減圧下で3分間以上溶鋼3を環流してから脱硫処理を開始するので、昇熱処理で生成した Al_2

50

O_3 の浮上・分離が進行し、脱硫剤はこの Al_2O_3 の影響を受けることなく、脱硫能を低下させずに効率良く脱硫することができる。

【0044】

尚、上記説明は真空脱ガス設備としてRH真空脱ガス装置1を使用した例で説明したが、本発明はRH真空脱ガス装置1に限るものではなく、上吹きランスを有するならば、DH真空脱ガス装置、VOD設備、VAD設備などにも上記説明に沿って実施することができる。

【実施例1】

【0045】

図1に示すRH真空脱ガス装置を用いて、本発明の脱硫方法を実施した例を説明する。

10

【0046】

転炉で脱炭精錬された約350トンの溶鋼を取鍋に出鋼した。この出鋼時、取鍋内にFe-Si合金を添加し、溶鋼中の珪素濃度を0.10質量%以上とした。また、比較のために、Fe-Si合金の投入量を変更し、溶鋼中の珪素濃度が0.10質量%未満の操業も実施した。また、出鋼時、金属アルミニウムを添加して溶鋼中の溶解アルミニウムを0.010質量%以上として脱酸するとともに、生石灰を出鋼流に向けて1000kg添加した。

【0047】

出鋼後、取鍋内のスラグにスラグ改質剤として金属アルミニウムを添加してスラグの改質を実施した。比較のために、スラグ改質剤である金属アルミニウムを添加しない操業も実施し、スラグ組成の脱硫率へ及ぼす影響について調査した。尚、脱硫率とは、脱硫処理前後の溶鋼中硫黄濃度の差分を脱硫処理前の溶鋼中硫黄濃度に対して百分率で表示したものである。

20

【0048】

その後、溶鋼を収容した取鍋をRH真空脱ガス装置に搬送した。RH真空脱ガス装置による処理前の溶鋼は、炭素濃度が0.02~0.1質量%、珪素濃度が0.01~0.43質量%、硫黄濃度が0.0025~0.0040質量%で、溶鋼温度は1600~1650であった。

【0049】

RH真空脱ガス装置での処理開始後、必要に応じて酸素ガスを上吹きランスから供給して真空脱炭処理を実施した後、溶鋼温度を測定し、脱硫処理開始前に必要な温度が確保されているかを確認した。必要な温度とは、脱硫処理の経過に伴う温度低下と脱硫剤の添加による温度低下とを考慮して、処理条件毎に決められる温度である。温度不足の場合には、原料投入口から金属アルミニウムを添加し、上吹きランスから酸素ガスを供給して溶鋼中のアルミニウムを酸化・燃焼させ、その燃焼熱で溶鋼の温度を所定の温度まで上昇させた。

30

【0050】

この酸素ガスの供給終了後、3分間以上溶鋼を環流させてから脱硫処理を開始した。また、比較のために、酸素ガスの供給終了から3分間経過しない間に脱硫処理を開始する操業も実施して、脱硫率に及ぼす昇熱処理終了後からの経過時間の影響を調査した。脱硫処理は、上吹きランスの先端位置を溶鋼表面から1.5~2.5mの範囲とし、真空槽内の真空度を50torr(66.7hPa)以下に調整した後、上吹きランスからArガスを搬送用ガスとしてCaO系脱硫剤を真空槽内の溶鋼表面に向けて投射して実施した。

40

【0051】

表1に、RH真空脱ガス装置到着時のスラグ中のT.Feと酸化マンガン(MnO)の合計濃度、RH真空脱ガス装置到着時の溶鋼の珪素濃度及び硫黄濃度、及び、RH脱ガス精錬終了時の溶鋼中硫黄濃度、並びに脱硫率を示す。尚、表1に示すデータは、全て、昇熱処理を実施した場合には昇熱処理終了後5分間の溶鋼環流時間を確保した操業のデータである。

【0052】

50

【表 1】

	RH到着時スラグ 中T.Fe+MnO (質量%)	溶鋼成分(質量%)			脱硫率 (%)
		RH到着時 珪素	RH到着時 硫黄	RH終了時 硫黄	
本発明例1	2.8	0.10	0.0038	0.0008	78.9
本発明例2	3.0	0.14	0.0030	0.0005	83.3
本発明例3	3.1	0.17	0.0025	0.0005	80.0
本発明例4	3.7	0.20	0.0035	0.0007	80.0
本発明例5	4.0	0.25	0.0038	0.0005	86.8
本発明例6	2.0	0.27	0.0030	0.0006	80.0
本発明例7	4.6	0.31	0.0034	0.0003	91.2
本発明例8	3.5	0.34	0.0040	0.0007	82.5
本発明例9	2.2	0.40	0.0035	0.0007	80.0
本発明例10	4.4	0.42	0.0035	0.0004	88.6
本発明例11	3.1	0.43	0.0035	0.0007	80.0
本発明例12	1.3	0.25	0.0028	0.0005	82.1
本発明例13	2.0	0.14	0.0030	0.0003	90.0
本発明例14	1.0	0.17	0.0034	0.0006	82.4
本発明例15	2.8	0.20	0.0035	0.0007	80.0
本発明例16	4.6	0.25	0.0030	0.0005	83.3
本発明例17	3.7	0.27	0.0035	0.0006	82.9
比較例1	2.5	0.01	0.0035	0.0030	14.3
比較例2	1.5	0.02	0.0037	0.0032	13.5
比較例3	2.0	0.05	0.0032	0.0025	21.9
比較例4	3.8	0.07	0.0034	0.0025	26.5
比較例5	5.5	0.31	0.0040	0.0012	70.0
比較例6	5.7	0.34	0.0035	0.0011	68.6
比較例7	7.0	0.40	0.0028	0.0010	64.3
比較例8	8.8	0.42	0.0030	0.0011	63.3
比較例9	9.9	0.31	0.0034	0.0012	64.7
比較例10	12.4	0.28	0.0034	0.0025	26.5
比較例11	18.7	0.25	0.0025	0.0016	36.0
比較例12	14.8	0.24	0.0030	0.0020	33.3

【0053】

図2は、本発明例1～10及び比較例1～4において得られた、RH真空脱ガス装置到着時の溶鋼中珪素濃度と脱硫率との関係を示す図である。これらのデータは全て、RH真空脱ガス装置到着時のスラグ中のT.FeとMnOの合計濃度が5質量以下のデータである。

【0054】

図2に示すように、溶鋼中の珪素濃度が0.10質量%未満の場合(比較例1～4)では、30%未満の低い脱硫率であったが、溶鋼中の珪素濃度が0.10質量%以上の場合には、80%以上の高い脱硫率を得ることができた。溶鋼中の珪素濃度が0.10質量%以上であるならば、珪素濃度の増加に伴う脱硫率の増加は見られないことから、溶鋼中の珪素濃度は0.10質量%以上であればよく、必要以上に高くする必要はない。0.10質量%以上の範囲で、求められる鉄鋼製品の規格から決定すればよい。

【0055】

図3は、本発明例11～17及び比較例5～12において得られたRH真空脱ガス装置到着時のスラグ中T.FeとMnOの合計濃度と、脱硫率との関係を示す図である。これらのデータは全て、RH真空脱ガス装置到着時の溶鋼中の珪素濃度が0.10質量以上のデータである。

【0056】

図3に示すように、RH真空脱ガス装置到着時のスラグ中T.FeとMnOの合計濃度が5質量%以下の場合(本発明例1～17)では、脱硫率は80%以上であったが、RH真空脱ガス装置到着時のスラグ中T.FeとMnOの合計濃度が5質量%を超え10質量%以下の場合(比較例5～9)では、脱硫率が60～70%とやや悪化し、更に、RH真空脱ガス装置到着時のスラグ中T.FeとMnOの合計濃度が12質量%を超えた場合(比較例10～12)では、40%未満の低い脱硫率であった。

10

【0057】

表2に、RH脱ガス精錬におけるアルミニウムの燃焼による昇熱処理の実施時期、昇熱処理終了時から脱硫処理開始までの環流時間、各過程における溶鋼中硫黄濃度、及び、脱硫率を示す。尚、表2に示すデータは、全て、RH真空脱ガス装置到着時の溶鋼中の珪素濃度が0.10質量以上で、且つ、RH真空脱ガス装置到着時のスラグ中のT.FeとMnOの合計濃度が5質量%以下の操業のデータである。

【0058】

【表2】

20

	昇熱処理実施時期	昇熱処理終了時から脱硫処理開始までの環流時間(分)	溶鋼中硫黄濃度(質量%)			脱硫率(%)
			RH到着時	脱硫剤添加直後	RH終了時	
本発明例18	脱硫処理前	10	0.0034	0.0005	0.0005	85.3
本発明例19		9	0.0030	0.0006	0.0006	80.0
本発明例20		7	0.0028	0.0004	0.0004	85.7
本発明例21		6	0.0035	0.0005	0.0005	85.7
本発明例22		5	0.0040	0.0008	0.0007	82.5
本発明例23		4	0.0035	0.0003	0.0003	91.4
本発明例24		3	0.0030	0.0005	0.0005	83.3
比較例13	脱硫処理前	2	0.0035	0.0012	0.0012	65.7
比較例14		0	0.0034	0.0014	0.0013	61.8
比較例15	脱硫処理後	-	0.0034	0.0005	0.0010	70.6
比較例16		-	0.0035	0.0006	0.0012	65.7
比較例17		-	0.0028	0.0005	0.0010	64.3
比較例18		-	0.0030	0.0004	0.0009	70.0
比較例19		-	0.0035	0.0006	0.0011	68.6

30

【0059】

表2に示すように、脱硫処理の後に昇熱処理を実施した比較例15～19では、復硫が発生し、80%以上の高い脱硫率を得ることができなかった。

40

【0060】

図4は、昇熱処理を脱硫処理前に行った場合(本発明例18～24及び比較例13～14)において得られた、昇熱処理のための送酸の終了後から脱硫処理開始までの送酸終了後還流時間(=昇熱処理終了時から脱硫処理開始までの環流時間)と脱硫率との関係を示す図である。

【0061】

図4に示すように、送酸終了後還流時間が3分未満の場合(比較例13～14)では、60～70%の低い脱硫率であるが、昇熱処理終了後3分間の環流時間を確保した後に脱

50

硫処理を実施した場合には、80%以上の高い脱硫率が得られた。但し、昇熱処理終了後10分間を越える環流時間を確保した場合には処理時間の増加につながるため、昇熱処理終了後3～10分間の環流時間を確保することが好ましい。

【0062】

以上の結果から、RH真空脱ガス装置到着時の溶鋼中の珪素濃度を0.10質量以上とし、且つRH真空脱ガス装置到着時のスラグ中のT.FeとMnOの合計濃度を5質量以下とし、更に、RH真空脱ガス装置でアルミニウムの燃焼による昇熱処理を実施する場合には、昇熱処理終了後、3分間以上溶鋼を環流させた後に脱硫処理することで、80%以上の高い脱硫率が得られることが分かった。

【図面の簡単な説明】

10

【0063】

【図1】本発明を実施する際に用いたRH真空脱ガス装置の例を示す図である。

【図2】RH真空脱ガス装置到着時の溶鋼中珪素濃度と脱硫率との関係を示す図である。

【図3】RH真空脱ガス装置到着時のスラグ中T.FeとMnOの合計濃度と、脱硫率との関係を示す図である。

【図4】送酸終了後の還流時間と脱硫率との関係を示す図である。

【符号の説明】

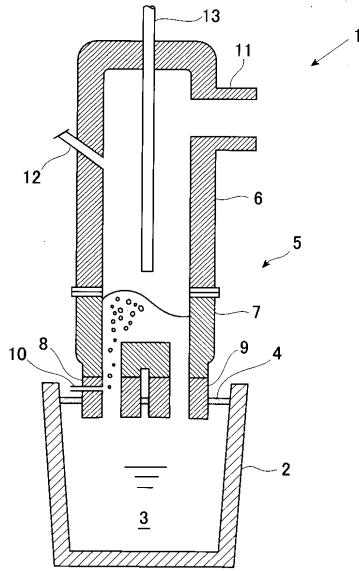
【0064】

- 1 RH真空脱ガス装置
- 2 取鍋
- 3 溶鋼
- 4 スラグ
- 5 真空槽
- 6 上部槽
- 7 下部槽
- 8 上昇側浸漬管
- 9 下降側浸漬管
- 10 環流用ガス吹き込み管
- 11 ダクト
- 12 原料投入口
- 13 上吹きランス

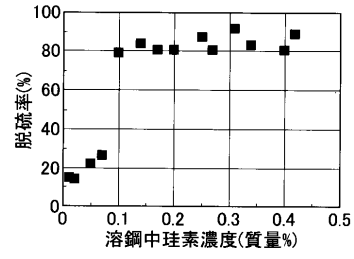
20

30

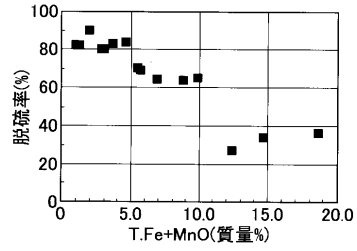
【 図 1 】



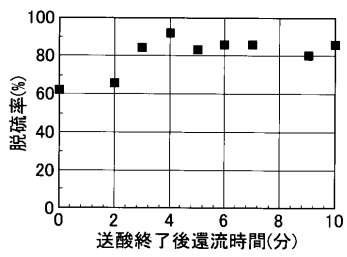
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 2 1 C 7/10 R

(72)発明者 鍋島 誠司
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

(72)発明者 岸本 佑
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

審査官 平塚 義三

(56)参考文献 特開平05 - 287359 (J P , A)
特開平08 - 246029 (J P , A)
特開2000 - 239733 (J P , A)
特開平10 - 168511 (J P , A)
特開2000 - 129335 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C 2 1 C 7 / 0 6 4
C 2 1 C 7 / 0 0
C 2 1 C 7 / 0 4
C 2 1 C 7 / 0 7 2
C 2 1 C 7 / 1 0