

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-2425

(P2005-2425A)

(43) 公開日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(51) Int. Cl.⁷

C21C 7/04

B22D 11/00

B22D 11/108

C21C 7/06

C22C 38/00

F I

C21C 7/04

B22D 11/00

B22D 11/108

B22D 11/108

C21C 7/06

テーマコード (参考)

4E004

4K013

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-167831 (P2003-167831)

(22) 出願日 平成15年6月12日 (2003.6.12)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(74) 代理人 100078101

弁理士 綿貫 達雄

(74) 代理人 100059096

弁理士 名嶋 明郎

(74) 代理人 100085523

弁理士 山本 文夫

(72) 発明者 溝口 利明

愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内

(72) 発明者 上島 良之

愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内

最終頁に続く

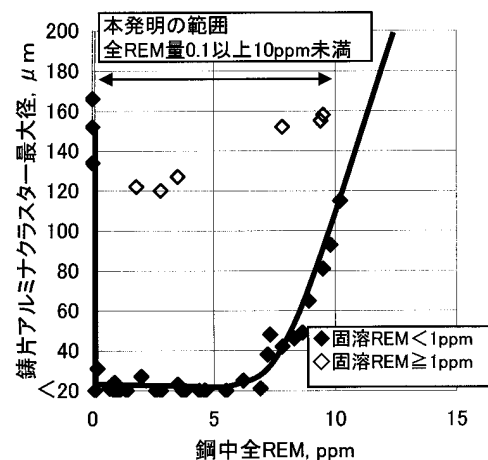
(54) 【発明の名称】 アルミナクラスターの少ない鋼材

(57) 【要約】

【課題】製品欠陥の原因となる粗大なアルミナクラスターの生成を溶鋼中およびAr気泡表面で防止することにより、自動車、家電用途の薄板のスリバー疵、構造用厚板の材質不良、耐摩耗用厚板の低温靱性低下、油井管用鋼管の溶接部UST欠陥等の表面疵や内部欠陥が少ない鋼材を提供する。

【解決手段】Al脱酸またはAl-Si脱酸した溶鋼中に、Ce、La、PrまたはNdの1種類以上の希土類金属(REM)を添加することにより、質量%で、全REMを0.1ppm以上10ppm未満とし、かつ固溶REMを1ppm未満とした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Al 脱酸または Al - Si 脱酸した溶鋼中に、Ce、La、Pr または Nd の 1 種類以上の希土類金属 (REM) を添加することにより、質量 % で、全 REM を 0.1 ppm 以上 10 ppm 未満とし、かつ固溶 REM を 1 ppm 未満としたことを特徴とするアルミナクラスターの少ない鋼材。

【請求項 2】

Al 脱酸または Al - Si 脱酸した溶鋼中に、Ce、La、Pr または Nd の 1 種類以上の希土類金属 (REM) を添加することにより、質量 % で、全 REM を 0.1 ppm 以上 5 ppm 未満とし、かつ固溶 REM を 1 ppm 未満としたことを特徴とするアルミナ 10
クラスターの少ない鋼材。

【請求項 3】

質量 % で、C : 0.0005 ~ 1.5 %、Si : 0.005 ~ 1.2 %、Mn : 0.05 ~ 3.0 %、P : 0.001 ~ 0.1 %、S : 0.0001 ~ 0.05 %、Al : 0.005 ~ 1.5 % で、残部が Fe 及び不可避免的不純物を含有したことを特徴とする請求 1
項 1 または 2 に記載のアルミナクラスターの少ない鋼材。

【請求項 4】

質量 % で、Cu : 0.1 ~ 1.5 %、Ni : 0.1 ~ 10.0 %、Cr : 0.1 ~ 10.0 %、Mo : 0.05 ~ 1.5 % の 1 種または 2 種以上を含有することを特徴とする請求 20
項 3 に記載のアルミナクラスターの少ない鋼材。

【請求項 5】

質量 % で、Nb : 0.005 ~ 0.1 %、V : 0.005 ~ 0.3 %、Ti : 0.001 ~ 0.25 % の 1 種または 2 種以上を含有することを特徴とする請求項 3 または 4 に記 30
載のアルミナクラスターの少ない鋼材。

【請求項 6】

質量 % で、B : 0.0005 ~ 0.005 % を含有することを特徴とする請求項 3 または 4 または 5 に記載のアルミナクラスターの少ない鋼材。

【請求項 7】

鑄片のスライム抽出で得られるアルミナクラスターの最大径が 100 μm 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 または 3 または 4 または 5 または 6 に記載のアルミナク 30
ラスターの少ない鋼材。

【請求項 8】

鑄片のスライム抽出で得られる 20 μm 以上のアルミナクラスターの個数が 2 個 / kg 以下である請求項 7 に記載のアルミナクラスターの少ない鋼材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車用鋼板、構造用・耐摩耗鋼用厚板や油井管用鋼管等に適したアルミナク 40
ラスターの少ない鋼材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献 1】特開昭 52 - 70918 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 26842 号公報

【特許文献 3】特開平 11 - 323426 号公報

【特許文献 4】特許 1150222 号公報

【特許文献 5】特許 1266834 号公報

【特許文献 6】特開平 9 - 192799 号公報

【非特許文献 1】城田ら、材料とプロセス, 4 (1991), p. 1214

【非特許文献 2】安中ら、鉄と鋼, (1995), p. 17

【非特許文献 3】H. Yin et al. ISIJ Int., 37 (1997) 50

7), p. 936

【0003】

鋼板などの圧延鋼材は、一般的に転炉で溶製された未脱酸の溶鋼をAlで脱酸するアルミキルド鋼として製造されている。脱酸時に生成するアルミナは硬質で、クラスター化しやすく、数100 μm以上の介在物として残留する。したがって、溶鋼からの除去が不十分な場合、薄板での熱延、冷延時のスリバー疵（線状疵）、構造用厚板での材質不良、耐摩耗鋼用厚板での低温靱性低下や油井管用鋼管での溶接部UST欠陥不良等の原因となる。

【0004】

このアルミナを溶鋼から除去する方法として、(1) 脱酸後に、アルミナの凝集、合体による溶鋼からの浮上、分離時間をできるだけ長くとるように転炉での出鋼時に脱酸剤のAlを投入する方法や、(2) 二次精錬法のひとつであるCASやRH処理で溶鋼の強攪拌を行い、アルミナの浮上、分離を促進する方法や、(3) 溶鋼中へのCaの添加によってアルミナを低融点介在物のCaO-Al₂O₃に形態制御し無害化する方法等が行われていた。

【0005】

ところが、前記(1)、(2)の方法によるアルミナの浮上分離対策では限界があって、数100 μm以上の介在物を完全に除去できないため、スリバー疵を防止できないという問題があった。(3)のCaによる酸化物系介在物の改質は、介在物の低融点化によってクラスター生成が防止でき微細化する。しかし、城田ら（材料とプロセス, 4(1991), p. 1214 参照）によれば、アルミナを溶鋼中で液相のカルシウムアルミネートにするためには[Ca]/[T.O]を0.7～1.2の範囲に制御する必要がある。そのためには、例えばT.Oが40ppmで28～48ppmという多量のCaを添加する必要がある。一方、タイヤ用のスチールコードや弁バネ材では、介在物を圧延加工時に変形しやすい低融点のCaO-SiO₂-Al₂O₃(-MnO)系に制御し、無化することが一般的に良く知られている。しかしながら、これらの方法では通常Caを安価なCaSi合金で添加するため、Siの上限の厳しい自動車用鋼板や缶用冷延鋼板では実用化されていないのが現状である。

【0006】

CeやLa等のREMを利用した溶鋼の脱酸では、▲1▼Alキルドを前提とし、Al脱酸後にREMをアルミナの改質剤として使用する方法や▲2▼Alを使用しないでREMを単独、またはCa、Mg等と組み合わせて脱酸する方法が知られている。

【0007】

Alキルドを前提にした方法として、特開昭52-70918号公報によれば、Al脱酸、またはAl-Si脱酸後にSe、Sb、LaまたはCeの一種以上を0.001～0.05%添加することにより、またはこれと溶鋼攪拌と組み合わせることによって、溶鋼/アルミナクラスター間の界面張力を制御して溶鋼中のアルミナクラスターを浮上分離させて除去する非金属介在物の少ない清浄鋼の製造法が示されている。また、特開2001-26842号公報では溶鋼をAlおよびTiで脱酸後、Caおよび/またはREMを添加することにより、酸化物系介在物の大きさを50 μm以下で、組成をAl₂O₃:10～30wt%、Caおよび/またはREM酸化物:5～30wt%、Ti酸化物:50～90wt%とする表面性状および内質に優れる冷延鋼板ならびにその製造方法が開示されている。さらに、特開平11-323426号公報ではAl、REMおよびZrの複合脱酸によってアルミナクラスターがなく、欠陥の少ない清浄なAlキルド鋼の製造方法が提案されている。しかしながら、これらの方法では、アルミナクラスターを確実に浮上分離させることが困難で、介在物欠陥を要求される品質レベルまで低減することができなかった。

【0008】

Alを使用しない方法として、特許1150222号公報では、溶鋼をCaO含有フラックスで脱酸後、Ca、Mg、REMの一種以上を含む合金を例えば100～20

0 p p m 添加し、介在物を低融点、軟質化するスチール用鋼の製造方法が開示されている。また、特許 1 2 6 6 8 3 4 号公報では Mn、Si 等の Al 以外の脱酸剤で T . O 1 0 0 p p m に調整後、空気酸化防止を目的に REM を 5 0 ~ 5 0 0 p p m 添加する極細伸線性の良好な線材の製造方法が示されている。しかしながら、これらの方法では、脱酸で安価な Al を使用しないため、脱酸剤のコストアップという問題があった。また、Si で脱酸する場合には、Si 上限の厳しい薄板材への適用は困難であった。

【0009】

一方、アルミナ粒子のクラスター化にはいくつかの生成機構が提案されている。例えば、特開平 9 - 1 9 2 7 9 9 号公報では溶鋼中の P_2O_5 が Al_2O_3 粒子の凝集体を促進していると考え、Ca を添加して、 $nCaO \cdot mP_2O_5$ とし、 Al_2O_3 のバインダーである P_2O_5 の結合力を低下させることにより、浸漬ノズルへの Al_2O_3 付着が防止できることが示されている。また、安中ら（鉄と鋼，（1995），p. 17）によれば、連続 casting で浸漬ノズルの閉塞防止のために用いている Ar ガス気泡に捕捉されたアルミナ粒子が、冷延鋼板に発生するスリバー疵の原因であると推察している。さらに、H. Yin et al.（ISIJ Int.，37（1997），p. 936）は、気泡に捕捉されたアルミナ粒子がキャピラリー効果により気泡表面で凝集体するという観察結果を示している。このように、アルミナクラスターの微視的な生成機構についても解明されつつあるが、クラスター化防止のための具体的方法が明らかでなかったため、アルミナクラスターによる介在物欠陥を、要求される品質レベルまで低減することが困難であった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記のような従来の問題点を有利に解決するためになされたものであり、薄板、厚板、鋼管、形鋼、棒鋼等の鋼材において製品欠陥の原因となる粗大なアルミナクラスターの生成を溶鋼中および Ar 気泡表面で防止することにより、自動車、家電用途の薄板のスリバー疵、構造用厚板の材質不良、耐摩耗用厚板の低温靱性低下、油井管用鋼管の溶接部 U S T 欠陥等の表面疵や内部欠陥が少ない鋼材を提供することを目的として完成されたものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

発明者は上記課題を解決するため、実験および検討を重ね、その成果として、▲1▼クラスターのアルミナ粒子間には FeO および $FeO \cdot Al_2O_3$ の低融点酸化物がバインダーとして存在すること、▲2▼このバインダーを適当な量の REM で還元することによって、溶鋼中および Ar 気泡表面でのアルミナ粒子の凝集体が抑制されること、▲3▼固溶 REM を必要以上に鋼中に残存させると溶鋼段階で溶鋼上部とのスラグとの反応によって、REM 酸化物と Al_2O_3 からなる複合酸化物が多量に生成し、溶鋼の清浄性が悪化することが分かった。すなわち、本発明のアルミナクラスターの少ない鋼材は、Al 脱酸または Al - Si 脱酸した溶鋼中に Ce、La、Pr または Nd の 1 種類以上の希土類金属（REM）を添加することにより、質量%で全 REM を 0.1 p p m 以上 1 0 p p m 未満とし、かつ固溶 REM を 1 p p m 未満としたことを特徴とするものである。なお、全 REM を 0.1 p p m 以上 5 p p m 未満とするとより効果的である。

【0012】

鋼の成分は、質量%で、C：0.0005 ~ 1.5%、Si：0.005 ~ 1.2%、Mn：0.05 ~ 3.0%、P：0.001 ~ 0.1%、S：0.0001 ~ 0.05%、Al：0.005 ~ 1.5%とし、あるいはさらに（a）Cu：0.1 ~ 1.5%、Ni：0.1 ~ 10.0%、Cr：0.1 ~ 10.0%、Mo：0.05 ~ 1.5%の1種または2種以上、または（b）Nb：0.005 ~ 0.1%、V：0.005 ~ 0.3%、Ti：0.001 ~ 0.25%の1種または2種以上、または（c）B：0.0005 ~ 0.005%の（a）、（b）、（c）何れか一つまたは

二つ以上を含有し、残部がF e及び不可避免的不純物とすることが好ましい。

【0013】

さらに、鋳片のスライム抽出で得られるアルミナクラスターの最大径が100 μm以下であることが好ましく、また、鋳片のスライム抽出で得られる20 μm以上のアルミナクラスターの個数が2個/kg以下であることが好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の好ましい実施の形態を示す。

本発明ではAl脱酸またはAl-Si脱酸した溶鋼中にCe、La、PrまたはNd等の1種類以上の希土類金属(REM)を添加することにより、全REMを0.1以上10 ppm未満とし、かつ質量%で固溶REMを1 ppm未満としたことを特徴とするものである。この組成範囲において、アルミナ粒子同士の凝集体による粗大アルミナクラスターの生成防止とスラグとの反応による溶鋼清浄性の悪化防止が両立できる。全REMを5 ppm未満にすると、より確実に粗大アルミナクラスターの生成防止が可能となる。なお、本発明における希土類元素とは原子番号57のLaから原子番号71のLuをさす。

【0015】

全REMの上限を10 ppm未満としたのは、図1に示す通り、10 ppm以上ではAl₂O₃中のREM酸化物濃度が増加し、凝集体しやすくなり、粗大クラスターが生成するためであり、下限を0.1 ppmとしたのは、これ未満ではREM添加の効果がなくなり、アルミナ粒子のクラスター化が防止できないためである。粗大アルミナクラスターの生成防止をより確実にするためには、全REMを5 ppm未満にするといよい。

【0016】

固溶REMを1 ppm未満とするのは、これ以上では溶鋼段階でスラグと鋼中固溶REMが反応して、REM酸化物とAl₂O₃からなる複合酸化物が多量に生成することにより、溶鋼の清浄性が悪化し、粗大クラスターが生成するためである。また、図2に示す通り、鍋ノズルの閉塞が発生する。

【0017】

なお、本発明におけるAl脱酸、Al-Si脱酸で製造される鋼材とは、質量%で、C: 0.0005~1.5%、Si: 0.005~1.2%、Mn: 0.05~3.0%、P: 0.001~0.1%、S: 0.0001~0.05%、Al: 0.005~1.5%とし、あるいはさらに(a) Cu: 0.1~1.5%、Ni: 0.1~10.0%、Cr: 0.1~10.0%、Mo: 0.05~1.5%の1種または2種以上、または(b) Nb: 0.005~0.1%、V: 0.005~0.3%、Ti: 0.001~0.25%の1種または2種以上、または(c) B: 0.0005~0.005%の(a)、(b)、(c) 何れか一つまたは二つ以上を含有し、残部がF e及び不可避免的不純物からなる炭素鋼であり、鋼材に必要な圧延を加えることにより、薄板、厚板、鋼管、形鋼、棒鋼等へ適用できる。

この範囲が好ましい理由は以下の通りである。

【0018】

Cは鋼の強度を最も安定して向上させる基本的な元素であるため、所望する材料の強度によって含有量を0.0005~1.5%の範囲で調整する。強度あるいは硬度確保のためには0.0005%以上含有させることが望ましいが、1.5%より多いと靱性が損なわれるので1.5%以下がよい。

【0019】

Siを0.005~1.2%としたのは、0.005%未満では予備処理が必要となって精錬に大きなコスト負担をかけ経済性を損ねることとなり、1.2%より多いとメッキ不良が発生し、表面性状や耐食性を劣化するためである。

【0020】

Mnを0.05～3.0%としたのは、0.05%未満では精錬時間が長くなって、経済性を損ねることになり、3.0%より多いと鋼材の加工性が大きく劣化するためである。

【0021】

Pを0.001～0.1%としたのは、0.001%未満では溶銑予備処理に時間とコストがかかり経済性を損ねることとなり、0.1%より多いと鋼材の加工性が大きく劣化するためである。

【0022】

Sを0.0001～0.05%としたのは、0.0001%未満では溶銑予備処理に時間とコストがかかり経済性を損ねることとなり、0.05%より多いと鋼材の加工性と耐食性が大きく劣化するためである。

10

【0023】

Alを0.005～1.5%としたのは、0.005%未満ではAlNとしてNをトラップし、固溶Nを減少させることができない。また、1.5%より多いと表面性状と加工性が劣化するので1.5%以下が良い。

【0024】

以上が基本成分系であるが、本発明では、これらの他にそれぞれの用途に応じて、(a) Cu、Ni、Cr、Moの1種以上、(b) Nb、V、Tiの1種以上、(c) Bの(a)、(b)、(c) 何れか一つまたは二つ以上を含有させることができる。

【0025】

Cu、Ni、Cr、Moは何れも鋼の焼入れ性を向上させる元素であって、Cu、NiおよびCrは0.1%以上、Moは0.05%以上含有させることによって、強度向上効果を示すが、Cuは1.5%およびMoは1.5%、NiおよびCrは10%を超えて添加すると靱性および加工性を損なうおそれがあるため、Cuは0.1～1.5%、NiおよびCrはそれぞれ0.1～10%、Moは0.05～1.5%の範囲に限定する。

20

【0026】

Nb、V、Tiはいずれも析出強化により鋼の強度を向上させる元素であって、NbおよびVは0.005%以上、Tiは0.001%以上含有させることによって、強度向上効果を示すが、Nbは0.1%、Vは0.3%、Tiは0.25%を超えて添加すると靱性を損なうおそれがあるため、Nbは0.005～0.1%、Vは0.005～0.3%、Tiは0.001～0.25%の範囲に限定する。

30

【0027】

Bは鋼の焼入れ性を向上させ、強度を高める元素であって、0.0005%以上含有させることによって、強度向上効果を示すが、0.005%を超えて添加するとBの析出物を増加させ靱性を損なうおそれがあるため、0.0005～0.005%の範囲に限定する。

【0028】

さらに、鋳片のスライム抽出で得られるアルミナクラスターの最大径が100 μm以下としたのは、100 μmより大きいと製品での表面欠陥や内部欠陥に繋がるためである。また、鋳片のスライム抽出で得られる20 μm以上のアルミナクラスターの個数が2個/kg以下としたのは、2個/kgより多いと圧延後に表面欠陥や内部欠陥に繋がるためである。

40

【0029】

溶鋼中へのREMの添加は、例えば、二次精錬装置のCASやRHを使って、溶鋼のAl脱酸後に行う。REMはCe、La等の純金属、REM金属の合金または他金属との合金のいずれでも良く、形状は塊状、粒状、またはワイヤー等であっても良い。REM添加量は極微量なので、溶鋼中REM濃度を均一にするため、RH槽内での還流溶鋼中への添加や取鍋添加後のArガス等での攪拌が望ましい。また、タンディッシュ、鋳型内溶鋼へREMを添加することもできる。

50

【 0 0 3 0 】

【 実施例 】

270 t の転炉において吹錬後、所定の炭素濃度に調整して出鋼した。2次精錬で目標の溶鋼成分に調整し、Al脱酸後、REM をCe、La、ミッシュメタル（例えば、質量%でCe：45%、La：35%、Pr：6%、Nd：9%、他不可避不純物からなるREM合金）、あるいはミッシュメタル、SiおよびFeの合金（Fe-Si-30%REM）として添加した。その結果を表1に示す。表1の溶鋼を垂直曲げ型連続鋳造機により、鋳片寸法が245 mm 厚×1200～2200 mm幅、鋳造速度が1.0～1.8 m/min、タンディッシュ内溶鋼温度が1520～1580 の条件で鋳片を製造した。その後、熱間圧延、酸洗、さらには必要に応じて冷間圧延を実施し、品質調査を行った。熱間圧延後の板厚は2～100 mm、冷間圧延後の板厚は0.2～1.8 mmであった。

【 0 0 3 1 】

鋳片から採取したサンプルの最大クラスター径、クラスター個数、欠陥発生率や鍋ノズル閉塞状況等は、表2に示すとおりで、本発明がアルミナクラスター起因の製品欠陥を大幅に低減して優れた生産性を示すものであることが確認できた。

【 0 0 3 2 】

なお、表1と表2における*1～*7の意味は以下のとおりである。

*1：全REMは介在物中に存在するREMと鋼中に固溶するREMの合計である。タンディッシュで採取した直径30 mm×高さ60 mmの溶鋼サンプル中央部から、試料1 gをドリルで切り出し、誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）で、REM（Ce、La、Pr、Ndの合計）を分析し、これを全REMとした。なお、質量分析装置の分析下限は各元素0.1 ppmである。

*2：固溶REMは以下の通り分析した。すなわち、コールドクルーシブル溶解で鋼中介在物をサンプル表面に排出した後、介在物のないサンプル中央部から、試料1 gをドリルで切り出し、ICP-MSでREM（Ce、La、Pr、Ndの合計）を分析し、これを固溶REMとした。タンディッシュで採取した直径30 mm×高さ60 mmの溶鋼サンプル中央部から、90 gの鋼片を切出し、これをコールドクルーシブルで溶解した。溶解はAr-2% H₂ガス中で実施した。分析下限未満でもREM元素が定性的に検出される場合を<0.1 ppmと表中に示した。なお、コールドクルーシブル溶解の詳細は、例えばCAMP-ISIJ, 14(2001), p. 817で報告されている。

*3：最大クラスター径の測定方法は、重量1 kg±0.1 kgの鋳片からスライム電解抽出（最小メッシュ20 μmを使用）した介在物を実体顕微鏡で写真撮影（40倍）し、写真撮影した介在物の長径と短径の平均値を全ての介在物で求めてその平均値の最大値を最大介在物径とした。クラスター個数は重量1±0.1 kgのスライム電解抽出（最小メッシュ20 μmを使用）した介在物であり、光学顕微鏡（100倍）で観察した20 μm以上の全ての介在物個数を1 kg単位個数に換算した。

*4：欠陥発生率は、以下の式による。

薄板は板表面でのスリパー疵発生率（＝スリパー疵総長／コイル長×100，％）。

厚板は製品板でのUST欠陥発生率あるいはセパレーション発生率（＝欠陥発生板数／検査総板数×100，％）。シャルピー試験後の破面観察でセパレーション発生有無を確認した。なお、表2の厚板材欠陥発生率では、欠陥がUST欠陥の場合は（UST）、セパレーション欠陥の場合は（SPR）と記述した。

鋼管は油井管溶接部でのUST欠陥発生率（＝欠陥発生管数／検査総管数×100，％）。

*5：-20での圧延方向におけるVノッチシャルピー衝撃試験値。試験片5本の平均値。

*6：室温における製品板の板厚方向絞り値（＝引張り試験後の破断部分の断面積

/ 試験前の試験片断面積 × 100, %)。

* 7 : 鍋ノズル閉塞状況は、○が閉塞なし、△が閉塞はあったが casting 速度の低下には至らなかった、×が閉塞によって casting 速度を低下させた、ことを示す。

【 0 0 3 3 】

【 表 1 】

	No.	製品 形状	鋼の成分(質量%, 但しREMIはppm、残部は鉄及び不可避不純物)							特殊元素	全REM*1	固溶REM*2
			C	Si	Mn	P	S	Ti,Al				
本発明例	A1	薄板	0.0005	0.035	0.55	0.017	0.0057	0.050	Ti:0.006		0.1	< 0.1
本発明例	A2	薄板	0.002	0.005	0.76	0.027	0.0114	0.020	Ti:0.01		2.6	0.3
本発明例	A3	薄板	0.004	0.011	0.14	0.040	0.0171	0.070	Ti:0.012		0.9	0.2
本発明例	A4	薄板	0.007	0.019	0.33	0.007	0.0219	0.034	Ti:0.01		6.2	0.5
本発明例	A5	薄板	0.002	0.013	0.36	0.019	0.0133	0.066	Ti:0.03		8.3	0.4
本発明例	A6	薄板	0.004	0.018	0.53	0.032	0.0190	0.035	Ti:0.045		9.5	0.7
本発明例	A7	薄板	0.006	0.032	0.81	0.042	0.0238	0.015	Ti:0.003		7.8	0.6
本発明例	A8	薄板	0.001	0.006	0.11	0.005	0.0048	0.055	Ti:0.01		5.5	0.9
本発明例	A9	薄板	0.019	0.077	0.65	0.015	0.0038	0.055			3.5	0.8
本発明例	A10	薄板	0.038	0.006	0.91	0.024	0.0105	0.030			1.1	0.7
本発明例	A11	薄板	0.067	0.030	0.15	0.038	0.0276	0.090			0.2	< 0.1
本発明例	A12	薄板	0.095	0.053	0.40	0.005	0.0238	0.032			2.8	0.5
本発明例	A13	薄板	0.029	0.005	0.13	0.017	0.0152	0.045			4.7	0.2
本発明例	A14	薄板	0.048	0.038	0.43	0.033	0.0181	0.066			6.9	0.3
本発明例	A15	薄板	0.124	0.057	0.69	0.044	0.0219	0.058			8.9	0.4
本発明例	A16	薄板	0.010	0.084	0.88	0.006	0.0057	0.066			0.7	0.1
本発明例	A17	薄板	0.007	0.013	0.16	0.033	0.0143	0.087			7.3	0.6
本発明例	A18	薄板	0.029	0.038	0.39	0.042	0.0067	0.075			5.5	0.2
本発明例	A19	薄板	0.019	0.075	0.58	0.013	0.0060	0.034			3.7	0.8
本発明例	A20	薄板	0.037	0.007	0.88	0.026	0.0110	0.056			1.4	0.4
本発明例	A21	厚板	0.280	0.290	1.08	0.011	0.0030	0.005	Cr:0.5		0.9	< 0.1
本発明例	A22	厚板	0.270	0.300	1.10	0.010	0.0040	0.013	Cr:0.48		2.6	0.6
本発明例	A23	厚板	0.300	0.680	2.53	0.009	0.0050	1.200	Cr:0.46		4.6	0.2
本発明例	A24	厚板	0.110	0.250	0.90	0.010	0.0050	0.065	Cu:0.2,Ni:0.85,Cr:0.45 Mo:0.35,V:0.04,B:0.001		6.2	0.8
本発明例	A25	厚板	0.060	0.250	0.61	0.012	0.0040	0.040	Ni:9.25		8.6	0.4
本発明例	A26	厚板	0.070	0.050	1.20	0.008	0.0005	0.030	Mo:0.25,Nb:0.015,V:0.025		9.8	0.9
本発明例	A27	鋼管	0.513	0.360	1.18	0.008	0.0238	0.008	Ti:0.015		7.2	0.6
本発明例	A28	鋼管	0.551	0.019	1.69	0.010	0.0460	0.009	Ti:0.045		5.5	0.6
本発明例	A29	鋼管	0.589	0.135	0.13	0.014	0.0460	0.006	Ti:0.25		3.8	0.8
本発明例	A30	鋼管	0.618	0.252	0.66	0.004	0.0300	0.006	Ti:0.16		1.1	0.4
本発明例	A31	鋼管	0.561	0.153	0.67	0.005	0.0504	0.008	Ti:0.07		2.0	< 0.1
本発明例	A32	鋼管	0.580	0.243	1.24	0.011	0.0390	0.005	Ti:0.038		4.4	0.2
比較例	B1	薄板	0.0005	0.011	0.14	0.027	0.0219	0.050	Ti:0.012		0.0	0.0
比較例	B2	薄板	0.002	0.013	0.36	0.019	0.0133	0.030	Ti:0.03		10.2	0.5
比較例	B3	薄板	0.031	0.022	0.21	0.010	0.0114	0.020	Ti:0.03		3.5	1.2
比較例	B4	薄板	0.038	0.053	0.40	0.038	0.0124	0.080	Ti:0.045		9.5	1.9
比較例	B5	薄板	0.002	0.025	0.60	0.020	0.0238	0.032	Ti:0.03		51.3	11.5
比較例	B6	厚板	0.270	0.280	1.11	0.008	0.0050	0.028	Cr:0.51		0.0	0.0
比較例	B7	厚板	0.290	0.310	1.06	0.012	0.0040	0.015	Cr:0.48		18.2	0.9
比較例	B8	厚板	0.310	0.270	1.07	0.010	0.0030	0.022	Cr:0.49		9.4	1.4
比較例	B9	厚板	0.100	0.230	0.88	0.008	0.0050	0.062	Cu:0.18,Ni:0.83,Cr:0.44 Mo:0.32,V:0.03,B:0.0015		1.8	1.1
比較例	B10	厚板	0.055	0.590	0.27	0.012	0.0040	0.035	Ni:9.33		19.8	9.0
比較例	B11	鋼管	0.072	0.052	1.26	0.010	0.0030	0.022	Ti:0.038		15.4	0.3
比較例	B12	鋼管	0.562	0.145	0.11	0.012	0.0340	0.006	Ti:0.12		0.0	0.0
比較例	B13	鋼管	0.480	0.370	0.19	0.009	0.0238	0.080	Ti:0.018		2.8	1.5
比較例	B14	鋼管	0.589	0.135	0.13	0.014	0.0460	0.006	Ti:0.25		7.8	2.8
比較例	B15	鋼管	0.637	0.144	1.35	0.002	0.0220	0.005	Ti:0.045		41.2	1.8

【 0 0 3 4 】

【 表 2 】

	No.	最大クラスター径 *3, μm	クラスター個数 *3, 個/kg	欠陥発生率 *4, %	衝撃吸収 エネルギー*5, J	板厚方向 絞り値*6, %	銅ノズル閉塞 状況*7
本発明例	A1	< 20	0.0	0.20			○
本発明例	A2	< 20	0.0	0.11			○
本発明例	A3	< 20	0.0	0.08			○
本発明例	A4	25	0.2	0.26			○
本発明例	A5	46	0.7	0.18			○
本発明例	A6	81	1.6	0.22			○
本発明例	A7	42	0.6	0.25			○
本発明例	A8	< 20	0.0	0.10			○
本発明例	A9	23	0.1	0.23			○
本発明例	A10	< 20	0.0	0.26			○
本発明例	A11	31	0.4	0.21			○
本発明例	A12	< 20	0.0	0.20			○
本発明例	A13	< 20	0.0	0.09			○
本発明例	A14	21	0.2	0.15			○
本発明例	A15	65	1.1	0.11			○
本発明例	A16	21	0.3	0.12			○
本発明例	A17	48	0.5	0.16			○
本発明例	A18	< 20	0.0	0.08			○
本発明例	A19	< 20	0.0	0.11			○
本発明例	A20	< 20	0.0	0.12			○
本発明例	A21	24	0.4		39.8		○
本発明例	A22	< 20	0.0		40.2		○
本発明例	A23	< 20	0.0		36.5		○
本発明例	A24	25	0.3	4.6(UST)			○
本発明例	A25	49	0.7	9.3(SPR)			○
本発明例	A26	93	1.8			58.5	○
本発明例	A27	38	0.5	0.00			○
本発明例	A28	< 20	0.0	0.00			○
本発明例	A29	< 20	0.0	0.20			○
本発明例	A30	< 20	0.0	0.10			○
本発明例	A31	27	0.2	0.20			○
本発明例	A32	< 20	0.0	0.20			○
比較例	B1	152	5.6	0.80			△
比較例	B2	115	3.1	0.60			△
比較例	B3	127	2.5	0.56			△
比較例	B4	158	3.9	0.60			×
比較例	B5	232	3.3	0.70			×
比較例	B6	134	6.8		21.6		△
比較例	B7	193	2.5		26.5		△
比較例	B8	155	4.8		22.3		×
比較例	B9	122	2.1	16.3(UST)			△
比較例	B10	201	3.0	23.6(SPR)			×
比較例	B11	172	4.3			31.0	△
比較例	B12	166	5.7	1.7			△
比較例	B13	120	2.9	1.4			×
比較例	B14	152	3.5	1.6			△
比較例	B15	217	3.7	1.1			×

【 0 0 3 5 】

【 発明の効果 】

以上の説明からも明らかなように、本発明によればA1脱酸、A1-Si脱酸鋼で、最終製品における粗大アルミナクラスター起因の表面疵や内部欠陥が少ない鋼材を得ることができる。

10

20

30

40

50

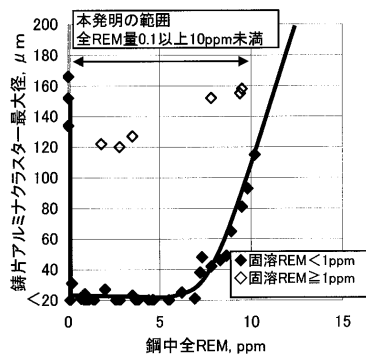
よって、本発明は従来の Al 脱酸鋼や Al - Si 脱酸鋼における問題点を一掃したアルミナクラスターの少ない鋼材の製造方法として、産業の発展に寄与するところは極めて大である。

【図面の簡単な説明】

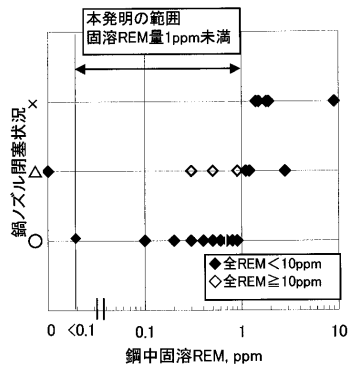
【図 1】本発明による鋼中全 REM 量と鋳片アルミナクラスター最大径の関係を示す説明図である。

【図 2】本発明による鋼中固溶 REM 量と鍋ノズル閉塞状況の関係を示す説明図で、この図において、鍋ノズル閉塞状況は、○が閉塞なし、△が閉塞はあったが鋳造速度の低下には至らなかった、×が閉塞によって鋳造速度を低下させた、ことを示す。

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/06	C 2 2 C 38/00 3 0 1 Z	
C 2 2 C 38/58	C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z	
	C 2 2 C 38/06	
	C 2 2 C 38/58	
(72)発明者 山口 純		
愛知県東海市東海町 5 - 3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内		
(72)発明者 渡辺 祐		
愛知県東海市東海町 5 - 3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内		
(72)発明者 三笠 彰		
愛知県東海市東海町 5 - 3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内		
(72)発明者 安井 洋二		
愛知県東海市東海町 5 - 3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内		
F ターム(参考) 4E004 MB14 NA01 NB01 NC04		
4K013 AA07 BA14 EA19 EA26 EA28		