

(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2013-103255

(P2013-103255A)

(43) 公開日 平成25年5月30日(2013.5.30)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**B 2 2 D 7/10 (2006.01)** B 2 2 D 7/10 1 0 2  
**B 2 2 D 27/06 (2006.01)** B 2 2 D 27/06 B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-249301 (P2011-249301)	(71) 出願人	000180070 山陽特殊製鋼株式会社 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地
(22) 出願日	平成23年11月15日(2011.11.15)	(74) 代理人	100101085 弁理士 横井 健至
		(74) 代理人	100134131 弁理士 横井 知理
		(72) 発明者	大場 康英 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地 山陽特殊製鋼株式会社内
		(72) 発明者	丹田 浩司 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地 山陽特殊製鋼株式会社内

最終頁に続く

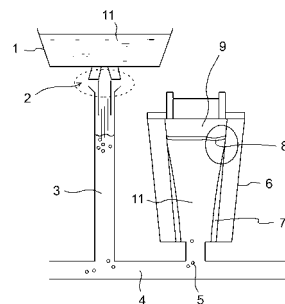
(54) 【発明の名称】 下注ぎ造塊用の被覆剤

(57) 【要約】

【課題】 下注ぎにより鋼塊を鋳造する際、鋼塊にピンホールが発生を防止して、鋼塊の深い位置に生じる短い疵に基づく鋼塊表面の表面疵の生成を抑止する下注ぎ造塊用の被覆剤を提案する。

【解決手段】 Si、Al、Ca、Mg、Na、Liの酸化物系化合物およびフッ化物系化合物の1種または2種以上と、フリーカーボンからなる被覆剤9であり、この被覆剤9の1～6%がフリーカーボンの含有量で、かつ、この被覆剤9の1300における粘度が0.4～2.0Pa・sであり、その凝固温度が1000～1200である下注ぎ被覆剤9を用いて、図1に示すように、取鍋1からの溶鋼11をシール部2でシールガスによりシールし、湯道4を経て鋳型6に下注ぎ鋳造して鋼塊を製造する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

Si、Al、Ca、Mg、Na、Liの各元素からなる酸化物系化合物およびフッ化物系化合物の1種または2種以上と、フリーカーボンからなる被覆剤で、フリーカーボンの含有量は該被覆剤の1～6%で、かつ該被覆剤の1300における粘度が0.4～2.0 Pa・sであることを特徴とする下注ぎ造塊用の被覆剤。

## 【請求項 2】

Si、Al、Ca、Mg、Na、Liの酸化物系化合物およびフッ化物系化合物の1種または2種以上と、フリーカーボンからなる被覆剤は、凝固温度が1000～1200であることを特徴とする請求項1に記載の下注ぎ造塊用の被覆剤。

10

## 【請求項 3】

フリーカーボンは、カーボンブラックのみからなることを特徴とする請求項2に記載の下注ぎ造塊用の被覆剤。

## 【請求項 4】

被覆剤は水分の含有量が0.3%以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の下注ぎ造塊用の被覆剤。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、インゴット鑄造用の被覆剤に関し、特に下注ぎ造塊用の被覆剤の改善によってピンホールの発生を防止する技術に関する。

20

## 【背景技術】

## 【0002】

鋼塊鑄造による鋼塊すなわちインゴットを圧延して得た製品では、長さ30mm未満程度の短い疵が製品の全長に点在し、これらからなる疵が圧着されることなく、圧延製品に表面疵が頻発していた。これまでの発明者らの調査により、これらの深くて短い疵の起源はインゴットの表皮下に存在するピンホールであることが明らかとなった。このインゴットのピンホールは、鑄型内に注湯された溶鋼表面のメニスカス近傍における鑄型周辺の凝固シェル外部の鑄型近傍からのガス巻き込み、あるいは、溶鋼中の気泡が鑄型内の凝固シェルへの捕捉により、これらが単独若しくは複合で発生すると発明者らは考えている。

30

## 【0003】

鋼塊鑄造で、外気温に近い温度の鑄型を用いて鑄造する際、鑄造時の天候が良くない場合には、結露によって鑄型内表面に水分が形成されることによって溶鋼中に水分がピックアップされ、鑄型内での凝固時にこの水分に起因する水素性ピンホールが生成して表面欠陥を発生する。そこで、外気温や露点温度および鑄型の温度の変化を計測して鑄型の予熱を行って、鑄型周辺の凝固シェル内にトラップされて、固相の水素飽和溶解度を超えてブローホール化する水分を無くすように、鑄型の予熱を行なって、初相が相で凝固するものとした下注ぎ鑄造方法が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

## 【0004】

さらに、鑄込み中に反応したH<sub>2</sub>ガスやCO<sub>2</sub>ガスに起因するブローホール性表面欠陥の発生を防止する方法が提案されている（例えば、特許文献2参照。）。

40

## 【0005】

この提案の方法は鑄込み中に反応したガスに起因するブローホール性表面欠陥の発生を防止するために不活性ガスまたは窒素ガスにより、鑄型内部の雰囲気酸素濃度を1質量%以下に保持したまま鑄込みを実施し、また、H<sub>2</sub>OおよびCO<sub>2</sub>のそれぞれの含有量が1質量%以下の鋼塊用の被覆剤を使用する方法で、表面欠陥を起源とした製品の外面における線状疵や表面直下の空隙欠陥を低減できる方法である。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

50

【特許文献1】特開2011-152588号公報

【特許文献2】特開2011-11227号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記の特許文献1の提案の方法では、雰囲気制御のために特別な設備を導入している。しかし、このような特別な設備の導入は、3トンなどの小型のインゴットを多数鑄造する工程では、設備コストが掛かり過ぎるために問題があった。

【0008】

さらに、特許文献2の提案の方法では、鋼塊鑄造において鑄込み中に反応した $H_2$ ガスや $CO_2$ ガスに起因するブローホール性表面欠陥の発生を防止する方法であるが、被覆剤の改善によってピンホールの発生を防止するものではなかった。

【0009】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、鑄型で下注ぎにより鋼塊を鑄造する際に、鋼塊にピンホールの発生を防止して、該ピンホールを起源とする鋼塊の深い位置に生じる短い疵に基づく鋼塊表面の表面疵の生成を抑止する鑄型内の溶鋼を被覆する被覆剤を提案することである。

【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の本発明の手段は、請求項1の手段では、Si、Al、Ca、Mg、Na、Liの酸化物系化合物およびフッ化物系化合物の1種または2種以上と、フリーカーボンからなる被覆剤であり、この被覆剤の1~6%（望ましくは2~4%）がフリーカーボンの含有量でかつこの被覆剤の1300における粘度が0.4~2.0 Pa・sであることを特徴とする下注ぎ造塊用の被覆剤である。

【0011】

請求項2の手段では、Si、Al、Ca、Mg、Na、Liの酸化物系化合物およびフッ化物系化合物の1種または2種以上と、フリーカーボンからなる被覆剤は、凝固温度が1000~1200であることを特徴とする請求項1の手段の下注ぎ造塊用の被覆剤である。

【0012】

請求項3の手段では、フリーカーボンは、カーボンブラックのみである微粒のカーボンであることを特徴とする請求項2の手段の下注ぎ造塊用の被覆剤である。

【0013】

請求項4の手段では、被覆剤は水分の含有量が0.3%以下（望ましくは0.05~0.2%）であることを特徴とする請求項3の手段の下注ぎ造塊用の被覆剤である。

【発明の効果】

【0014】

上記の手段の下注ぎ造塊用の被覆剤を用いることでピンホールに起因する疵が無く、表面性状の良好な鋼塊が得られ、さらに、この鋼塊を圧延することで表面疵の無い圧延材が得られる。

【0015】

特に、請求項1の手段では、鑄型内の被覆剤の溶融層は流動性が十分で、均一に流入しやすくなり、潤滑性が十分となり、鑄型内で溶鋼中から浮上するガスが被覆剤の溶融層を抜けやすく、したがって鑄型内の溶鋼のメニスカスで気泡の滞留が起こらないので、得られた鋼塊にガス巻き込み形のピンホールが容易に発生しない。フリーカーボンは被覆剤の溶け過ぎを防止する滓化性調整の働きおよび燃焼発熱によるメニスカスの保温を行って、被覆剤の溶融層の不均一な流入の要因を排除し、フリーカーボンの含有量を被覆剤の1~6%（望ましくは2~4%）とすることで被覆剤の溶融層の厚みを適切にし、初期の滓化の遅滞を無くして鋼塊にピンホールの発生を無くしている。

【0016】

10

20

30

40

50

請求項2の手段では、被覆剤の溶け過ぎを無くし、また初期の滓化を均一として、鋼塊のピンホール疵の発生を防止している。

【0017】

請求項3の手段では、カーボンブラックからのみなる微粒のカーボンをフリーカーボンとしており、フリーカーボンにコークスや黒鉛などからなる粗粒のカーボンを含有していないので、燃焼して消滅するまでの時間が短く、鑄込み開始後の初期の被覆剤の溶融層の生成が遅くなったり不均一になることが無く、鋼塊ボトム部でのピンホール疵の発生が防止される。

【0018】

請求項4の手段では、水分含有量を0.3%未満、特に0.05%未満としていないので、コスト高となることなく、水分含有量を0.3%未満としているので、ピンホールの発生頻度も高くなく、良好な鋼塊が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】下注ぎ鑄造の鑄型内の溶鋼へのガス巻き込み状態を示す模式図で、取鍋、湯道および鑄型の模式的断面図である。

【図2】鑄型内のメニスカス近傍における凝固シェル外部からのガス巻き込みを示す模式図である。

【図3】鑄型内の溶鋼中のシールガスによる気泡の凝固シェルへの捕捉を示す模式図である。

【図4】鋼塊の鑄型内のボトム位置とトップ位置との間に相等する圧延材における疵の個数を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明を実施するための形態について、表および図面を参照して以下に説明する。

鋼塊の鑄造による造塊では、鑄型内に注湯された溶鋼と未滓化の被覆剤との接触を防止して、水素ガスに起因するピンホールの生成を防止する。このため、鑄型内で安定的に被覆剤の溶融層を生成し、溶鋼と未滓化の被覆剤との接触を防止する造塊用の被覆剤が要求される。そこで、下注ぎ造塊では、下注ぎ造塊用の被覆剤の滓化性の向上と被覆剤の溶融層の生成の促進を図っている。

【0021】

ところで、未滓化の被覆剤には必ず水分が含まれているが、この水分が溶鋼と接触すると、溶鋼が水分をピックアップして水素ガスを生成する。したがって、この未滓化の被覆剤に含有の水分が水素ガスに起因するピンホールを生成する要因となる。しかしながら、溶鋼と未滓化の被覆剤の接触を防止することで安定的に被覆剤の溶融層が生成でき、この生成された被覆剤の溶融層によりCOガスやCO<sub>2</sub>ガスに起因するピンホールの生成が防止できる。

【0022】

本発明の下注ぎ造塊用の被覆剤では、請求項3の手段とすることで、初期の被覆剤の溶融層の速やかな生成を図っている。すなわち、上記のCOガスやCO<sub>2</sub>ガスに起因するピンホールの生成が防止できることで満足できる被覆剤であっても、鑄造初期に被覆剤が溶鋼上に落下したときに、溶鋼が被覆剤からピックアップする水分に起因してピンホールが鑄型のボトム側の鋼塊で発生しやすい。そこで、この鑄型のボトム側でのピンホールの発生を防止するためには、鑄型内における初期の被覆剤から速やかに溶融層を生成することが重要となる。

【0023】

さらに、鑄型内の溶鋼中のArやN<sub>2</sub>などの気泡がメニスカスで滞留することを防止する。すなわち、取鍋から注入管を経て湯道へ注湯する際に、図1の(b)のように、取鍋と注入管の接続部をシールするシールガスのAr、N<sub>2</sub>などが注湯に巻き込まれる。この注湯に巻き込まれたAr、N<sub>2</sub>などのガスの気泡が注入管を経て湯道から下注ぎ鑄型の湯

10

20

30

40

50

上り部に注入され、さらに、鋳型内に下注ぎされる溶鋼と共に Ar、N<sub>2</sub>などのガスの気泡が注入されて、このガスの気泡が溶鋼中を上昇してメニスカスで滞留することを防止して、溶鋼上の被覆剤を通過して抜けやすくする。

【0024】

ところで、図1の(c)のように、シールガスの Ar、N<sub>2</sub>などの気泡が、鋳型内のメニスカスで滞留することを防止するために、被覆剤を抜けやすくしなければ、溶鋼中の Ar や N<sub>2</sub>などの気泡がメニスカスへの浮上の途中もしくはメニスカスに滞留したこれらの気泡が鋳型周辺の凝固シェルに捕捉される。さらに、また、溶鋼に溶存されているシールガスからの N<sub>2</sub>ガスや溶鋼中の水分からの H<sub>2</sub>ガスなどの溶存ガスが鋳型内での溶鋼の凝固時に溶解度の低下に伴って凝固界面に排出され、凝固シェルに捕捉される。

10

【0025】

上記したように、鋼塊に生じているピンホールは、上記した機構の単独もしくは複合によって発生すると考えられる。すなわち、第1の機構では、メニスカス近傍におけるシェル外部からのガス巻き込みである。また、第2の機構では、溶鋼中の気泡のシェルへの捕捉である。

【0026】

本発明の下注ぎ造塊用の被覆剤のパウダー組成および物性値を表1に示す。この表1に基づいて、発明例1～6の実施例と比較例1～11について以下に説明する。

【0027】

【表 1】

パウダー組成および物性値		組成* [重量%]										物性値		圧延材 疵個数
		F.C (微粒)		水分		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O+Li <sub>2</sub> O	F**	粘度 [Pa·s]	凝固温度 [°C]	
		3.0	0	0.1	50.7	5.9	27.9	0.5	6.9	8.0	1.1	1060		
1	3.0	0	0.1	50.7	5.9	27.9	0.5	6.9	8.0	1.1	1060	◎		
2	3.0	0	0.2	39.7	6.5	44.4	2.7	3.4	3.3	0.45	1160	◎		
3	4.0	0	0.05	49.7	5.7	27.5	0.7	8.1	8.2	0.74	1055	◎		
4	6.0	0	0.12	13.6	34.3	28.5	1.7	11.1	10.8	0.42	1100	○		
5	5.0	0	0.08	60.5	3.1	21.9	0	10.0	4.5	1.5	1082	○		
6	1.0	0	0.25	46.7	11.3	28.0	5.4	2.5	6.1	1.1	1030	○		
1	1.5	1.0	0.1	50.7	5.9	27.9	0.5	6.9	8.0	1.1	1060	×		
2	3.5	0	0.15	48.7	13.3	28.7	1.3	5.0	2.9	2.3	1100	△		
3	7.0	0	0.2	39.3	7.7	28.7	0.8	17.0	6.5	0.25	1030	△		
4	0	13.0	0.3	61.9	20.5	10.8	6.6	0.3	0	10<	-	××		
5	2.0	0.50	0.25	46.7	11.3	28.0	5.4	2.5	6.1	1.1	1030	×		
6	0	0	0.22	56.8	17.6	21.9	1.6	1.5	0.7	10<	-	××		
7	2.0	5.0	0.18	53.8	5.6	22.6	2.3	7.3	8.4	2.5	1080	×		
8	6.0	0	0.24	39.1	3.8	23.8	8.4	17.2	7.7	0.15	985	△		
9	5.0	2.0	0.07	38.3	2.4	30.4	14.9	10.0	4.0	0.21	1207	×		
10	0.50	0	0.2	39.7	6.5	44.4	2.7	3.4	3.3	0.45	1160	△		
11	3.0	0	0.4	50.7	5.9	27.9	0.5	6.9	8.0	1.1	1060	△		

\* 組成はF.Cおよび水分を除いた合計が100% (すなわち淨化後の融液の組成) となるように表示している。

\*\* Fはパウダー基材におけるフッ化物、例えばCaF<sub>2</sub>、NaF、AlF<sub>3</sub>に含まれる総F濃度である。

◎、○：ピンホール少なく良好、圧延材の疵個数 2個/m<sup>2</sup> 以下

△、×、××：ピンホール発生多い

10

20

30

40

## 【実施例 1】

## 【0028】

本発明の下注ぎ造塊用の被覆剤である改善パウダーを使用して、3 t 鋼塊の鑄型 6 内に下注ぎ造塊用の被覆剤 9 を一袋当たり 6 kg のものを吊り下げて鑄造開始して、図 1 に示すように、取鍋 1 から Ar ガスあるいは N<sub>2</sub> ガスのシール部 2 でシールし、注入管 3、湯道 4 を経て下注ぎにより鑄型 6 に溶鋼 11 を注入して造塊を実施した。なお、図 2 は鑄型内のメニスカス 8 の近傍における凝固シェル 7 の外部からのガス 10 の巻き込みを示す第 1 の機構の図である。図 3 は、溶鋼 11 中の気泡 5 の凝固シェル 7 への捕捉を示す第 2 の機構の図である。

50

## 【0029】

以上の造塊の結果を表1により示す。表1に示すように、圧延材の疵個数の項の二重丸の と一重丸の は、鋼塊のトップからボトムまでにピンホールの発生が少なく良好であり、圧延材の疵の個数は、鋼塊のトップからボトムまでに、 $1\text{ m}^2$  当たり2個未満で、 $1\text{ m}^2$  当たり3個未満である。一方、比較例の圧延材の疵個数の項の、 $\times$  および  $\times\times$  はピンホールの発生が多く不良であり、圧延材の疵の個数は $1\text{ m}^2$  当たり4個未満で、 $\times$  では疵の個数は $1\text{ m}^2$  当たり4個以上の領域が鋼塊のトップからボトムまでの半分未満を占め、 $\times\times$  では疵の個数は $1\text{ m}^2$  当たり4個以上の領域が鋼塊のトップからボトムまでの半分以上を占めている。なお、表1の物性値の粘度および凝固温度はそれぞれ一般的な方法で測定したもので、粘度は回転円筒法から求め、凝固温度は粘度の変曲点であるブレークポイントから求めたものである。

10

## 【0030】

図4に示すグラフは、ピンホールに起因する圧延材の表面疵の個数を縦軸に、鋼塊のボトムからトップまでの間の相当位置を横軸に示す。このグラフは鋼塊を圧延後、圧延材を磁粉探傷してピンホールに起因する表面疵を計数した数値に基づくグラフである。このグラフの、黒丸で示す発明例1および白抜き三角で示す発明例2は、圧延材の $1\text{ m}^2$  当たりの疵の個数が2個以下であり、疵が少なく良好である。

## 【0031】

これに対して、白抜き四角で示す比較例6は、圧延材の $1\text{ m}^2$  当たりの疵の個数が2～6個であり、全体的に疵が多い。これは、上記の第1の機構によってメニスカスの近傍における凝固シェルの外部からのガス巻き込みおよび第2の機構の溶鋼中の気泡の凝固シェルへの捕捉によってピンホールが発生したことによる。さらに、白抜き菱形で示す比較例5は、鋼塊のボトム部分で圧延材の $1\text{ m}^2$  当たりの疵の個数が11個と顕著に多くなっているものである。これは、フリーカーボンにコークスや黒鉛からなる粗粒のカーボンを含むため、初期の被覆剤の溶融層が速やかに生成できていないためである。しかし、鋼塊のトップ側では、発明例と同程度の圧延材の疵個数のレベルとなっている。これは、滓化して被覆剤の溶融層が生成すれば、融液の物性としては、発明例と同等になるためである。

20

## 【符号の説明】

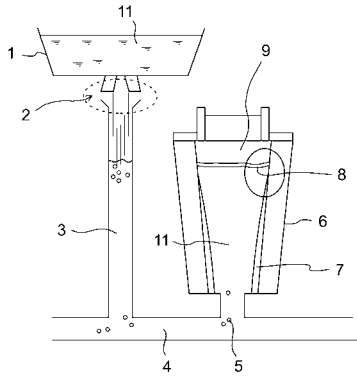
## 【0032】

- 1 取鍋
- 2 シール部
- 3 注入管
- 4 湯道
- 5 気泡
- 6 鑄型
- 7 凝固シェル
- 8 メニスカス
- 9 被覆剤
- 10 外部からのガス
- 11 溶鋼

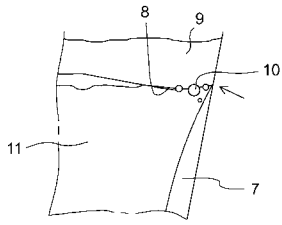
30

40

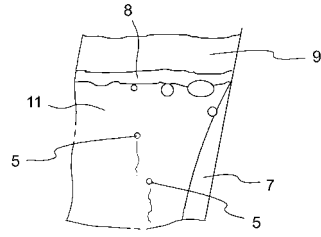
【 図 1 】



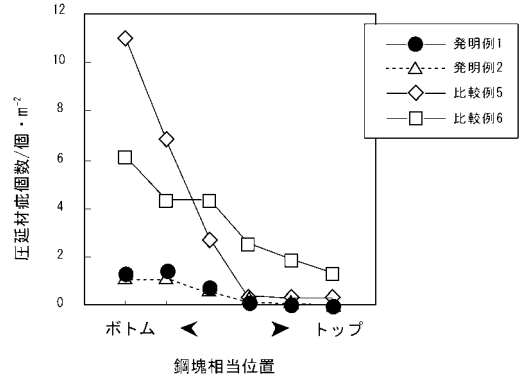
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 哲也

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地 山陽特殊製鋼株式会社内