

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6869261号  
(P6869261)

(45) 発行日 令和3年5月12日(2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月15日(2021.4.15)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>B 2 2 D</b>	<b>27/20</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 2 D 27/20 C
<b>C 2 1 C</b>	<b>1/08</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 1 C 1/08
<b>C 2 2 C</b>	<b>35/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 35/00
<b>C 2 2 C</b>	<b>33/08</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 33/08
<b>B 2 2 D</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 2 D 1/00 W

請求項の数 9 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-554072 (P2018-554072)	(73) 特許権者	518170804
(86) (22) 出願日	平成29年4月12日 (2017.4.12)		エルケム エイエスエイ
(65) 公表番号	特表2019-519373 (P2019-519373A)		E L K E M A S A
(43) 公表日	令和1年7月11日 (2019.7.11)		ノルウェー国 0277 オスロ, デラン
(86) 国際出願番号	PCT/N02017/050093		メンスパイエン 169
(87) 国際公開番号	W02017/179995		D r a m m e n s v e i e n 1 6 9 ,
(87) 国際公開日	平成29年10月19日 (2017.10.19)	(74) 代理人	100064388
審査請求日	平成30年12月12日 (2018.12.12)		弁理士 浜野 孝雄
(31) 優先権主張番号	15/099,897	(74) 代理人	100194113
(32) 優先日	平成28年4月15日 (2016.4.15)		弁理士 八木田 智
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(72) 発明者	リップタック, マシュー
			アメリカ合衆国 37363 テネシー州
			, ウールトワー, ラークスパー ドライブ
			10047
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ねずみ鋳鉄接種剤

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

15~90重量%のシリコン、0.1~10重量%のストロンチウム、0.35重量%未満のカルシウム、1.5~10.0重量%のアルミニウム、0.1~15重量%のジルコニウム及び残余量の鉄を含有し、かつ、不可避的不純物を有する鋳鉄用フェロシリコン接種剤。

【請求項2】

前記シリコンが40~80重量%の量で存在する、請求項1に記載のフェロシリコン接種剤

【請求項3】

アルミニウムが2~6重量%で存在する、請求項1に記載のフェロシリコン接種剤。

【請求項4】

前記アルミニウムが2~4重量%で存在する、請求項1に記載のフェロシリコン接種剤。

【請求項5】

請求項1に記載のフェロシリコン接種剤を溶融鋳鉄に添加することを含むねずみ鋳鉄の接種方法。

【請求項6】

移動取鍋内の溶融ねずみ鋳鉄に他の接種剤を添加しない請求項5に記載の方法。

【請求項7】

注湯ユニット内の溶融ねずみ鋳鉄に他の接種剤を添加しない請求項5に記載の方法。

【請求項8】

10

20

鑄型への注湯流の溶融ねずみ鑄鉄に他の接種剤を添加しない請求項5に記載の方法。

【請求項9】

請求項1に記載のフェロシリコン接種剤を、鑄造工程中に注湯ユニット内の溶融鑄鉄に一回添加する、請求項5に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鑄鉄の製造に関し、より具体的には、その特性全体を改良するねずみ鑄鉄用接種剤に関する。

【背景技術】

【0002】

鑄鉄は、典型的には、キューボラ又は誘導炉で製造され、一般的に約2~4%の炭素を有する。炭素は鉄と密接に混合され、凝固鑄鉄内で炭素がとる形態は鑄鉄の特性にとって非常に重要である。炭素が鉄炭化物の形態をとる場合、鑄鉄は白鑄鉄と呼ばれ、特定の用途において望ましくない堅くて脆いという物理的特性を有する。炭素がグラファイトの形態をとる場合、鑄鉄は柔らかく機械加工が可能であり、ねずみ鑄鉄と呼ばれる。

【0003】

グラファイトは、鑄鉄において、フレーク状、バーミキュラー状、ノジュール状又は球状の形態及びそれらの変形の形態で存在し得る。ノジュール状又は球状の形態は、最高の強度及び最も延性のある形態の鑄鉄を生成する。

【0004】

グラファイトがとる形態に加えて、鑄鉄に対するグラファイトの量は、鑄鉄の凝固中にグラファイトの形成を促進する特定の添加物によって制御することができる。これらの添加物は、接種物として鑄鉄に添加される接種剤及びそれらの添加剤として参照される。鑄鉄製造では、鑄造工場は、鑄造物の薄い部分に鉄炭化物が形成されることで常に悩まされる。鑄造物の厚い部分のゆっくりとした冷却に比べて薄い部分は急速に冷却するので、鉄炭化物の形成がもたらされる。

【0005】

鑄鉄製品における鉄炭化物の形成は、「チル(chill)」として参照される。チルの形成は、「チル深さ」を測定することによって定量化される。チル化を防止し、チル深さを減少させる接種剤の能力は、複数の接種剤の能力を測定して比較する便利な方法である。

【0006】

業界が発展するにつれて、より強い材料が必要とされてきている。これは、Cr、Mn、V、Mo等の炭化物を促進する元素とのより多くの合金化、より薄い鑄造セクション及び鑄造物のより軽い設計を意味する。従って、ねずみ鑄鉄のチル深さを減少させ、かつ、機械加工性を改善する接種剤を開発する必要性がある。

【0007】

接種剤の正確な化学的性質及び構造、並びに接種材料が機能する理由が完全には理解されていないので、産業界に新しい接種剤を提供するための多くの研究が行われている。

【0008】

カルシウム及び特定の他の元素は、鉄炭化物の生成を抑制し、グラファイトの生成を促進すると考えられている。接種剤の殆どがカルシウムを含んでいる。これらの鉄炭化物抑制剤の添加は、通常、フェロシリコン合金の添加物によって促進され、おそらく最も広く使用されるフェロシリコン合金は、75~80重量%のシリコンを含有する高シリコン合金及び45~50重量%のシリコンを含有する低シリコン合金である。

【0009】

米国特許第3,527,597号は、約0.35重量%未満のカルシウム及び5重量%までのアルミニウムを含有するシリコン含有接種剤に対して約0.1~10重量%のストロンチウムを添加することにより良好な接種力が得られることを見出した。米国特許第3,527,597号は、参照文献として本明細書に組み込まれる。

10

20

30

40

50

## 【0010】

米国特許第4,749,549号は、本質的に約15~90重量%のシリコン、約0.1~10重量%のストロンチウム、約0.35重量%未満のカルシウム、約5重量%までのアルミニウム、約30重量%以下の銅、約0.1~15重量%のジルコニウム及び約0.1~20重量%のチタンから選択される1種以上の添加剤、並びに、残余量の鉄を含み、通常量の不可避的不純物を有する接種剤を提供した。米国特許第4,749,549号は、参照により本明細書に組み込まれる。

## 【0011】

また、ストロンチウムリッチ材料と、及びジルコニウム、チタン単独又はこれらの組み合わせから選択される1種以上の添加剤が豊富な材料とを、所望量のストロンチウムがフェロシリコンに入るのに十分な温度及び十分な時間で、カルシウムが少ない溶融フェロシリコンに添加することによって、10 鑄鉄用の接種剤を製造する方法が、参照により本明細書に組み込まれる米国特許第4,666,516号で開示されている。

## 【0012】

Superseed (登録商標) Extra接種剤、即ち、(1.0~1.5重量%のZr、0.6~1.0重量%のSr、0.1重量%のCa及び0.5重量%未満のAlを含む) フェロシリコン合金が、薄肉で高強度のねずみ鉄鑄を製造するために、数年に亘って上手く使用されてきた。

## 【0013】

しかしながら、幾つかの鑄鉄については、薄肉のねずみ鉄鑄のチルを減少させるために、鑄鉄のアルミニウム含有量を少なくとも0.01重量%まで増加させることが望ましい。これを達成するために、Alinoc (登録商標) 接種剤 (3.5~4.5重量%のAl、及び0.5~1.5重量%のCaを含むフェロシリコン合金) を移動取鍋の鑄鉄に添加して、20 鑄鉄のアルミニウム含有量を増加させ、続けて注ぎ取鍋にSuperseed (登録商標) Extra接種剤を添加して、新世代の薄肉ねずみ鉄鑄のチルを減少させている。

## 【0014】

しかし、これは、おそらくAlinoc (登録商標) 接種剤中の高いカルシウム含有量によって引き起こされる注湯ユニットにおけるスラグの蓄積に起因する問題を生じさせる。このため注湯ユニットは、限られた数の鑄鉄溶湯に対してのみにしか使用できず、従って鑄鉄製品を製造するためのコストを増加させる。従って、移動取鍋、注湯ユニット又は溶融鑄鉄流内の鑄鉄に添加される唯一の接種剤として使用され得る、より高いアルミニウム含有量及び低いカルシウム含有量を有する接種剤が必要とされている。30

## 【発明の概要】

## 【0015】

チルのないねずみ鉄鑄物を製造するために、アルミニウム含有量の制御が重要であることが分かった。チル (Chill) は、鑄造設計が、殆どの場合、望ましくないコンディションである、どのようにして鑄造微細構造内で鉄炭化物を促進するかに関連している。

## 【0016】

さらに、アルミニウムを制御することによって高強度の鉄を製造できることが判明した。

## 【0017】

また、接種剤中のカルシウムの量を0.5重量%未満に減少させることは、注湯ユニット内のスラグの蓄積を緩和するために重要であることも分かった。カルシウムを殆ど又は全く含まない接種剤にアルミニウムを添加し、移動取鍋又は注湯ユニット内の溶融みずみ鉄に接種することにより、肉薄の鑄物におけるチルを低減し、同時に、移動取鍋及び注湯ユニットにおけるスラグの堆積量を低減することが分かった。40

## 【0018】

本発明の接種剤は、本質的に約15~90重量%のシリコン、約0.1~10重量%のストロンチウム、約0.35重量%未満のカルシウム、約1.5~約10重量%のアルミニウム、約0.1~15重量%のジルコニウム、残余量の鉄を含み、通常量の不可避的不純物を有する鑄鉄用フェロシリコン接種剤として定義され得る。

## 【0019】

本発明の接種剤は、移動取鍋内の溶融みずみ鑄鉄に適切に添加され、前記移送用取鍋は、炉と型との間で使用されるホルダーである。鑄鉄を注ぐ時、即ち、鑄型の中に注湯する時に、溶融鑄鉄流に加えて注湯ユニットにも添加することができる。

【0020】

接種剤は、唯一の接種剤として、又はSuperseed（登録商標）Extra接種剤のような他の接種材料と共に、移動取鍋内、又は、その後の注湯工程中の溶融みずみ鑄鉄に添加され得る。また、本発明に係る接種剤は、一回だけ添加することが好適である。

【0021】

0.010重量%の溶融鑄鉄のアルミニウム含有量が得られたとすると、より高いアルミニウム含量を有する接種剤が、スラグ除去又は二次合金の使用の追加費用なしに、みずみ鑄鉄ミクロ構造（より高いセル数、より低い炭化物含量、より高いパーライト含量）及び材料の機械的特性を改善することが見出された

【0022】

本発明の接種剤を唯一の接種剤として使用することにより、接種システムからカルシウムを除去することは、真に驚くべきことであり、移動取鍋におけるチル及びスラグ形成を減少させ、結果として注湯ユニットにおけるスラグの堆積を減少させる、その能力において予期せぬことであった。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】A、C、E及びGは、鑄鉄中0.006%のアルミニウム含量による結果を示し、B、D、F及びHは、鑄鉄中0.012%のアルミニウム含量による結果を示す。

【図2】作動時間が短い注湯ユニットを示している。

【図3】スラグが堆積した注湯ユニットを示している。

【図4】本発明による接種剤を使用した場合のスラグ堆積が少ない注湯ユニットを示している。

【図5】本発明による接種剤を使用した場合のスラグ堆積が少ない他の注湯ユニットを示している。

【図6】接種剤が鑄鉄に一般的にどのように添加されるかを示している。

【図7】従来技術及び本発明によるスラグ組成物の相図を示している。

【図8】実施例3に記載の接種剤を接種した鑄鉄試料の引張強度を示す。

【発明を実施するための形態】

【0024】

接種剤中のアルミニウム含量が、約1.5~10.0重量%、より好ましくは約2~6重量%であるべきことが判明した。

【0025】

本発明によれば、本発明の接種剤中のストロンチウム含量は、約0.1~10重量%の間であるべきである。好ましくは、接種剤は、約0.4~4重量%のストロンチウム含有量、又は約0.4~1重量%の間のストロンチウム含有量を有し得る。良好な市販の接種剤は、約1重量%のストロンチウムを含有する。

【0026】

本発明によれば、ジルコニウムの量は0.1~15%の間、好ましくは、約0.1~10%の間であるべきである。最良の結果は、約0.5~2.5%のジルコニウム含有量で得られる。

【0027】

また、本発明によれば、カルシウム含量は約0.35%を超えてはならず、好ましくは約0.15%未満である。最良の結果は、カルシウム含量が約0.1%未満である場合に得られる。

【0028】

接種剤中のシリコンの量は、接種剤の約15~90重量%、好ましくは約40~80重量%の間であるべきである。

【0029】

接種剤の残余は鉄であり、通常の量の不可避的不純物を有する。

10

20

30

40

50

## 【0030】

本発明の接種剤は、従来の原材料を用いて任意の従来の方法で製造することができる。一般に、ストロンチウム金属又はストロンチウムシリサイドを、アルミニウムリッチ材料及び、ジルコニウムリッチ材料；チタンリッチ材料又はその両方と共に、添加するためのフェロシリコンの溶湯が形成される。好ましくは、埋没アーク炉が、フェロシリコンの溶湯を製造するために使用される。この溶湯のカルシウム含有量は、カルシウム含有量を0.35重量%レベル以下に低下させるように調整される。これに、アルミニウム、ストロンチウム金属又はストロンチウムシリサイド及びジルコニウムリッチ材料が添加される。アルミニウム、ストロンチウム金属又はストロンチウムシリサイド、ジルコニウムリッチ材料の溶融物への添加は、任意の従来の方法で達成される。次いで溶融物を通常の方法で鑄造して凝固させる。

10

## 【0031】

次いで、固形接種剤は、鑄鉄溶湯への添加を容易にするために、従来の方法で粉砕される。粉砕された接種剤のサイズは、接種方法によって決定され、例えば、取鍋接種において使用するために粉砕された接種剤は、ストリーム接種のために粉砕された接種剤より大きい。固形接種剤が約3/8インチの大きさまで粉砕された時に、取鍋接種のために許容できる結果が見出される。

## 【0032】

接種剤を製造する別の方法は、シリコン、鉄、ストロンチウム金属またはストロンチウムシリサイド、アルミニウム及びジルコニウムリッチ材料を反応容器内に層状に入れ、次いで、それを溶融して溶湯を形成することである。その後、その溶湯は、上述したように凝固されて粉砕される。

20

## 【0033】

接種剤のための基合金は、好ましくは、従来の方法で石英及びスクラップ鉄の溶融物を形成するような任意の従来の方法で得ることができるフェロシリコンであるが、既に形成されたフェロシリコン又はシリコン金属及び鉄を使用することもできる。

## 【0034】

接種剤中のシリコン含量は、約15重量%～90重量%、好ましくは、約40重量%～80重量%である。接種剤がフェロシリコンの基合金から作られる場合、残りの割合、即ち、残余量の他の全ての要素は鉄である。

30

## 【0035】

カルシウムは通常、石英、フェロシリコン及び他の添加剤中に存在し、溶融合金のカルシウム含有量は一般に約0.35%より大きくなる。結果として、合金のカルシウム含有量は、接種剤が特定の範囲内のカルシウム含有量を有するように調整されなければならないことになる。この調節は従来の方法で行われる。

## 【0036】

アルミニウムは、カルシウムが除去された後に接種剤に添加される。

## 【0037】

接種剤料中のストロンチウムの正確な化学的形態又は構造は正確には分かっていない。接種剤が種々の構成成分の溶湯から作られるとき、ストロンチウムはストロンチウムシリサイド( $\text{SrSi}_2$ )の形で接種材料中に存在すると考えられている。しかしながら、接種剤中のストロンチウムの許容される形態は、接種剤がどのように形成されても、ストロンチウム金属及びストロンチウムシリサイドであると考えられている。

40

## 【0038】

ストロンチウム金属は、主な鉱石、ストロンチアナイト、炭酸ストロンチウム( $\text{SrCO}_3$ )及びセレスタイト、硫酸ストロンチウム( $\text{SrSO}_4$ )からは容易に抽出されない。接種剤の製造工程中にストロンチウム金属を使用することは経済的に実用的ではなく、接種剤はストロンチウム鉱石で作られることが好ましい。

## 【0039】

米国特許第3,333,954号には、許容される形態のストロンチウムを含有するシリコン含

50

有接種剤の簡便な製造方法が開示されており、ここでは、ストロンチウム源は、炭酸ストロンチウム又は硫酸ストロンチウムである。炭酸塩及び硫酸塩が、フェロシリコンの溶湯に添加される。硫酸塩の添加は、フラックスのさらなる添加によって達成される。適切なフラックスとして、アルカリ金属の炭酸塩、水酸化ナトリウム及びホウ砂が開示されている。米国特許第3,333,954号の方法は、所望の量のストロンチウムをフェロシリコンに入れるのに十分な温度及び十分な時間で、カルシウム含有量が少ない溶融フェロシリコンにストロンチウムリッチ材料を添加することを包含する。米国特許第3,333,954号は、参照文献として本明細書に組み込まれる。また、米国特許第3,333,954号は、ストロンチウムを含むシリコン含有接種剤を調整するための適切な方法を開示しており、本発明に係る接種剤を生成するために、それに、アルミニウムリッチ材料が添加され、かつ、ジルコニウムリッチ材料又はチタンリッチ材料の何れか、若しくはその両方が添加され得る。アルミニウムリッチ材料及びジルコニウムリッチ材料、チタンリッチ材料、又はその両方の添加は、これらの材料をストロンチウムリッチ材料の添加前、添加後又は添加中にフェロシリコン溶湯に添加することによって達成することができる。アルミニウムリッチ材料及びジルコニウムリッチ材料、チタンリッチ材料、又はその両方の添加は、任意の従来の方法で達成される。

10

**【0040】**

完成した接種剤には、微量元素又は不可避的不純物が通常量存在する。好ましくは、接種剤の不可避的不純物の量を低く抑えられる。

**【0041】**

明細書及び特許請求の範囲において、要素の割合は、特記しない限り、凝固した最終製品接種剤に基づく重量パーセントである。

20

**【0042】**

接種剤は、これまでに記載されているような様々な成分の溶融混合物から形成されることが好ましい。しかしながら、複数の成分の溶融混合物を形成することなく、全ての成分を含む乾燥混合物又はブリケットの形態で本発明に係る接種剤を製造することでもチル深さは幾らか改善される。合金中の二つ又は三つの成分を使用し、次いで乾燥形態又はブリケットとして他の成分を処理すべき溶融鉄溶湯に添加することも可能である。従って、ストロンチウムを含有するシリコン含有接種剤を形成し、それをアルミニウム及びジルコニウムリッチ材料と共に使用することは、本発明の範囲内である。

30

**【0043】**

接種剤の鑄鉄への添加は、任意の従来の方法で達成される。例えば、図6に示されているように、接種剤は、それが鑄型に入る時に、鑄型ライナーシステムの内側に配置されたインサートを使用して、移動取鍋、注湯ユニット(2)、鑄鉄流(3)に添加され得る。

**【0044】**

好ましくは、接種剤は、最終鑄造物の可能な限り近くで添加される。典型的には、非常によい結果を得るために、取鍋及び注湯流接種が使用される。また、鑄型接種を使用してもよい。注湯流接種は、鑄鉄流が鑄型に注がれる時に、鑄鉄流に接種剤を添加することである。

**【0045】**

添加する接種剤の量は変化する。従来の手順を用いて接種剤の添加量を決定することができる。取鍋接種を行う場合、鑄鉄の重量に基づいて0.3~0.6%の間の接種剤を添加することにより、許容可能な結果が見出された。

40

**【0046】**

本発明の接種剤を鑄鉄に添加して灰色の鑄鉄を生成することを主に説明したが、延性鉄のチルを低減ために、本発明の接種剤を添加してすることが可能である。

**【0047】**

以下に、本発明の実施例を説明していく。

**【実施例】****【0048】**

50

本発明の接種剤が、従来の市販の接種剤又は未処理の試料と比較して、はるかに優れた結果をもたらすことは明らかである。

【0049】

ここで例示のために選択された本発明の好ましい実施例は、本発明の概念及び範囲から逸脱することなく本発明の好ましい実施例の全ての変更及び修正を網羅することを意図していることは理解されるべきである。

【実施例1】

【0050】

第1ラウンドの試験では、合金中に2重量%のアルミニウムを含有する本発明による接種剤が使用され、許容できるレベルの炭化物を含む鑄鉄が製造され、スラグの蓄積は問題ではなかった。以下は、鑄鉄中の最終アルミニウム0.006%と0.012%との差を示す試験のラウンドであり、前者は完全に炭化物であり、後者は炭化物を含まないか、またはこの鑄造で許容される微量の炭化物のみを有する。このプロセスには、他に大きな変更はない。図1に結果を示している。本発明による接種剤を接種したサンプルA及びEには炭化物は見られなかった。図1のサンプルB及びFから分かるように、鑄鉄構造は炭化物を含んでいる。

10

【実施例2】

【0051】

硬質スラグ堆積の発生は、0.5~1.5%のカルシウム含有量を有する接種剤(Alinoc(登録商標))を添加した直後に発生した。これは、主に注湯ユニットの壁における鉄レベルの下で発生し、寿命を短くし、余分な洗浄コストを生じさせる。図2は、使用時間の短い注湯ユニットを示し、図3は、Alinoc(登録商標)接種剤を移動取鍋に加え、Al含有量が0.5%未満のSuperseed(登録商標)Extra接種剤を注湯ユニットに加えた時に、側壁上のスラグが堆積した注湯ユニットを示している。

20

【0052】

Al含有量が0.5重量%未満のSuperseed(登録商標)Extra接種剤と、Al含有量が0.5重量%未満のSuperseed(登録商標)Extra接種剤と共に本発明による接種剤とを鑄鉄溶湯に接種することにより、一回試験を行った。図4及び図5に示されるように、注湯ユニットにスラグの堆積が殆ど又は全く見られなかった。

【0053】

熔融鑄鉄とスラグが共存するので、注湯ユニットにおけるスラグの化学的性質を観察することが望ましかった。移動取鍋にAlinoc(登録商標)接種剤を使用せず、0.5重量%未満のAl含有量のSuperseed(登録商標)Extra接種剤0.5重量%を移動取鍋中の鑄鉄に添加した場合に生じたものを近似したベースラインをとった(ベースライン)。一つのサンプルは、改良した方法(0.125%のAlinoc(登録商標)接種剤及び0.5重量%のアルミニウムを含有する0.375%のSuperseed(登録商標)Extra接種剤)で採取した(サンプル2015)。もう一つのサンプルは、2重量%のアルミニウムを含有する本発明に係る接種剤を使用した採取した(サンプル2016)。両サンプルは、新しい鉄の移動直後に注湯ユニットから採取した。スラグ組成を表1に示す。

30

【0054】

【表1】

40

注湯ユニット内のスラグの組成範囲				
	SiO <sub>2</sub>	FeO+MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO+SrO+MgO
ベースライン	45	25-30	15-20	6-10
サンプル2015	45	25-30	16-23	8-11
サンプル2016	29-38	30-35	15-18	13-18

【0055】

表1から分かるように、ベースラインのスラグ及びサンプル2015のスラグは、ほぼ同じ組成物である。しかしながら、本発明に係る接種剤を使用したサンプル2016の組成物は、SiO<sub>2</sub>がより低く、FeO及びMnOがより高い。サンプル2015及びサンプル20

50

16のスラグ組成物を、30%のFeOに対するSiO<sub>2</sub>、CaO及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の相図にプロットした。その結果を図7に示す。スラグ組成物は、相図において赤色の三角形で示されている。図7から分かるように、スラグ組成物が、本発明による接種剤を接種したサンプル2016については、サンプル2015におけるトリジマイトからFeO及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>におけるスラグリッチに向けて移動している。サンプル2016のスラグ組成物は、サンプル2015のトリジマイトスラグよりも除去し易い、硬度が低くかつ強靱でないスラグを提供する。

【0056】

このスラグ組成物の変化は、スラグ組成物をAl、Sr及びZrに富むようにシフトさせ、かつ、スラグ組成物をトリジマイトから効果的に離れる方向に移動させる接種システムの変更に最も関連していると考えられる。

10

【0057】

必要なアルミニウムは、鉄の質を向上させるために液体ねずみ鉄に必要なアルミニウムレベルを得る効率的な手段を提供する濃度で、Superseed（登録商標）Extra接種剤等の合金を接種する目的で添加され得る。このアルミニウム添加方法に起因して、スラグ生成は減少されることになり、かつ、より容易に処理される化学性質を提供する。アルミニウム添加と接種工程とを組み合わせることにより、より経済的な解決法も可能になる。

【0058】

しかし、Alinoc（登録商標）接種剤を添加すると、スラグの生成に繋がるカルシウムも同様に導入される。スラグの観察は、カルシウムがスラグに移動したことを示しており、注湯ユニット内のスラグ堆積をより速くする原因となった。2%アルミニウムを含むSuperseed（登録商標）Extra接種剤のバッチが製造され、改良された微細構造を依然として維持しながらスラグの堆積の問題はなかった。

20

【0059】

二段階処理では、接種剤は2つの場所、一般的には、満たされた移動取鍋及び鋳造物を製造するために鋳型が満たされる時の注湯流に添加される。他方において、本発明による一段階処理法では、接種剤は、満たされた移動取鍋のような一か所で添加される。

【0060】

鉄移動容器及び注湯ユニットにおけるスラグ制御は、鋳物工場が毎日取り組むコンスタントな問題であり、Alinoc（登録商標）接種剤中のカルシウムのような追加成分を加えることによって、スラグの化学的性質が影響を受ける。化学変化により、重質のスラグが生成され、それを除去することは非常に困難である。アルミニウム含有量を増加させた本発明の接種剤を使用することで、スラグ堆積を生じさせるカルシウムを投入することなく、アルミニウムの投入が制御され得る。

30

【実施例3】

【0061】

本発明による二つの異なる接種剤を生成した。

【0062】

接種剤Aは以下の組成を有する。：73.1重量%のSi、1.94重量%のAl、0.10重量%のCa、1.19重量%のZr、0.99重量%のSr、残りはFeである。

【0063】

接種剤Bは以下の組成を有する。：71.3重量%のSi、4.4重量%のAl、0.085重量%のCa、1.27重量%のZr、0.98重量%のSr、残りはFeである。であった。

40

【0064】

本発明による接種剤Aを、唯一の接種剤として、注湯取鍋中の鋳鉄溶湯に、ベース鋳鉄の重量に基づいて0.3重量%の量で加えた。また、接種剤Bを、ベースの鋳鉄の重量に対して0.3重量%の量で、唯一の接種剤として注湯取鍋中の鋳鉄溶湯に添加した。

【0065】

比較のために、ベース鋳鉄に、0.5重量%未満のAlを含有するSuperseed（登録商標）Extra接種剤を接種した。これを接種材料Cと記す。

【0066】

50

ベース鋳鉄は、以下の組成を有する。： 3.45重量%のC、1.82重量%のSi、0.071重量%のS、0.049重量%のP、0.0039重量%

【 0 0 6 7 】

接種剤A、接種剤B及び先行技術の接種剤Cを接種した鋳鉄の最終組成を表2に示す。

【 0 0 6 8 】

【表 2】

最終鋳鉄(wt%)

Element	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Ti%	Al%	Cr%	Sn%	Sb%	Cu%
ターゲット	3.35 ±0.20	2.05 ±0.20	0.070 ±0.005	0.050 ±0.015	0.60 ±0.10	Max 0.010	0.0030	0.13 ±0.010	0.12 ±0.02	0.057 ±0.013	0.50 ±0.05
接種剤 B	3.32	2.00	0.072	0.051	0.59	0.004	0.012	0.14	0.12	0.057	0.51
接種剤 A	3.42	2.01	0.071	0.050	0.59	0.004	0.0068	0.14	0.12	0.057	0.51
接種剤 B	3.44	1.98	0.071	0.051	0.59	0.004	0.0117	0.14	0.12	0.058	0.51
接種剤 C	3.44	2.07	0.071	0.048	0.59	0.004	0.0036	0.14	0.12	0.056	0.50
接種剤 A	3.42	2.04	0.072	0.050	0.59	0.004	0.0066	0.14	0.12	0.058	0.51

10

【 0 0 6 9 】

目的は、最終的な鋳鉄中に少なくとも0.010重量%のアルミニウムの目標レベルを得ること、並びに低いチル及び良好な機械的特性を得ることである。表3から分かるように、目標のアルミニウム含有量は、4.4重量%のアルミニウムを含有する接種剤Bの添加によって得られた。鋳鉄を基準にして0.3重量%の量の接種剤Aの添加は、目標アルミニウム含有量に達しなかった。目標アルミニウム含量に達するためには、0.3重量%を超える接種剤Aを添加しなければならない。先行技術による接種剤Cは、予想通り、鋳鉄のアルミニウム含有量を増加させなかった。

20

【 0 0 7 0 】

接種剤 A、接種剤 B 及び接種剤 C を接種した鋳物に対するチル深さを決めるためにクサビを成形した。その結果を表 4 に示す。

【 0 0 7 1 】

【表 4】

接種剤	チル, mm	チル, mm	コメント
接種剤 B	2.1	2	上隅に炭化物の気配
接種剤 A	1.9	2	上隅に炭化物の気配
接種剤 B	1.4	1	上隅に炭化物の気配
接種剤 A	3.5	4	上隅に炭化物の気配
接種剤 C	2.5	3	上隅に炭化物の気配

30

【 0 0 7 2 】

表4から、ベース鋳鉄の重量に基づいて4.4重量%のアルミニウム含有量を有する接種剤 Bが非常に低いチル深さをもたらすことが分かる。

40

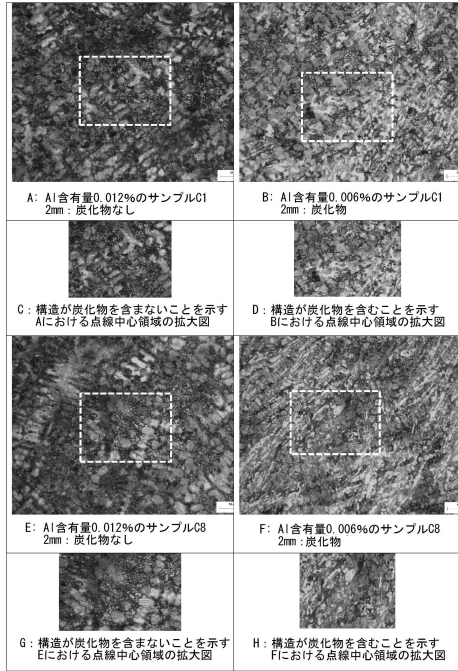
【 0 0 7 3 】

接種材料A、接種材料B及び先行技術の接種剤Cを接種した鋳鉄について、引張強度を測定した。降伏強度及び極限強度の結果を図8に示す。

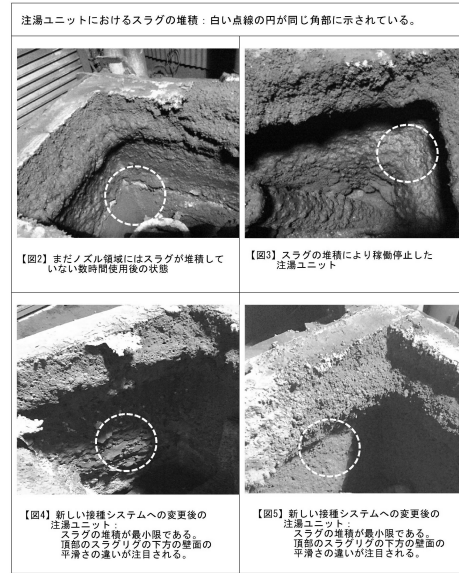
【 0 0 7 4 】

図8から、接種剤Bを接種した鋳鉄は、接種剤Aを接種した鋳鉄よりも明らかに高い降伏強度及び極限強度を有するが、従来技術の接種剤Cを接種した鋳鉄は、最も低い降伏強度及び極限強度を示すことが分かる。

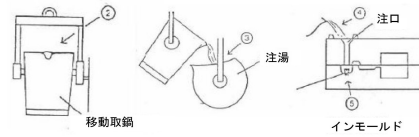
【図 1】



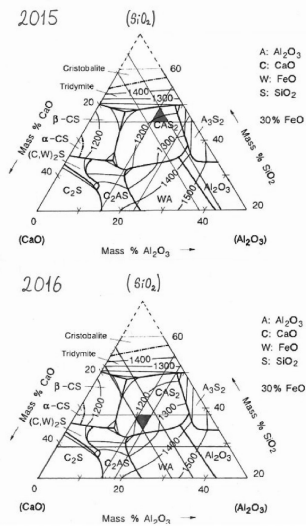
【図 2 - 5】



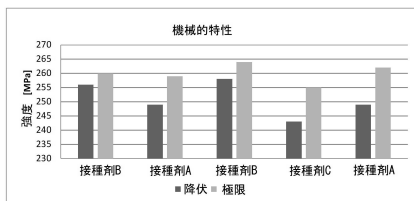
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I  
C 0 1 B 33/06 (2006.01) C 0 1 B 33/06  
C 2 2 C 37/00 (2006.01) C 2 2 C 37/00 Z

審査官 坂本 薫昭

(56) 参考文献 特開 2 0 0 4 - 3 3 9 5 7 7 ( J P , A )  
特開昭 6 2 - 1 8 0 0 1 0 ( J P , A )  
特公昭 3 9 - 0 2 4 2 1 2 ( J P , B 1 )

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , DB 名)  
B 2 2 D 1 / 0 0 , 2 7 / 2 0  
C 0 1 B 3 3 / 0 6  
C 2 1 C 1 / 0 8 , 1 / 1 0  
C 2 2 C 3 3 / 0 8 , 3 5 / 0 0 , 3 7 / 0 0