

(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2005-297030

(P2005-297030A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005. 10. 27)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 2 D 11/00

B 2 2 D 11/10

B 2 2 D 11/115

B 2 2 D 11/18

F I

B 2 2 D 11/00

B 2 2 D 11/10 3 3 O A

B 2 2 D 11/115 U

B 2 2 D 11/18 F

テーマコード (参考)

4 E O O 4

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-118844 (P2004-118844)

(22) 出願日 平成16年4月14日 (2004. 4. 14)

(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 100099759

弁理士 青木 篤

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬

(74) 代理人 100087413

弁理士 古賀 哲次

(74) 代理人 100113918

弁理士 亀松 宏

(74) 代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複層鋳片の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 1種類の溶鋼と鋳型あたり1本の注入ノズルと鋳型に設置された静磁場ブレーキを用い、表層に付加する元素を鋳型内の溶鋼上方から供給する複層鋳片の製造方法において、比較的短い注入ノズルを用い、ノズル出口の位置を静磁場発生コイル位置より上方とした場合でも、鋳片表層と内部の成分差を安定して得る。

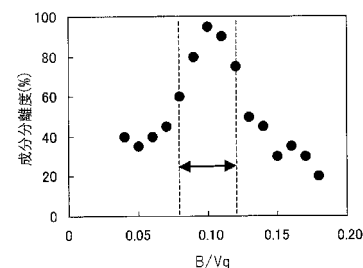
【解決手段】 下向きの吐出口を持つ注入ノズルを鋳型当たり1本使用し、かつ、鋳型に設置された静磁場ブレーキを用い、表層に付加する元素を鋳型内の溶鋼上方から供給する複層鋳片の製造方法において、ノズル出口の位置を静磁場を発生させるコイル位置より上方とし、かつ、ノズル出口の平均流速と静磁場ブレーキの磁場の大きさが、以下の関係を満たすことを特徴とする。

$$0.08 \leq B/Vq \leq 0.12$$

B：静磁場ブレーキのコイル高さ方向（鋳造方向）の中央における磁束密度（T）、Vq：注入ノズル吐出口の平均流速（m/s）

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下向きの吐出口を持った注入ノズルを鋳型当たり 1 本使用して鋳型内に溶鋼を注入し、鋳片表層に相当する部分に付与する元素を鋳型内の溶鋼上方から供給すると共に、鋳型に設置された静磁場ブレーキを用いて成分混合を抑制して複層鋳片を鋳造する方法において、ノズル吐出口が静磁場発生コイル位置より上方となるようにノズルを配置し、かつ、ノズル吐出口からの平均吐出流速と静磁場ブレーキの磁場の大きさが以下の関係を持つようにして鋳造することを特徴とする複層鋳片の製造方法。

$$0.08 \leq B / Vq \leq 0.12$$

B：静磁場ブレーキのコイル高さ方向（鋳造方向）の中央における磁束密度（T）

10

Vq：注入ノズル吐出口の平均流速（m/s）

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋳片の表層と内部で成分の異なる複層鋳片を製造するための方法に係るものである。複層鋼材は、従来は、2 種 3 枚の鋼材を表層 - 内部 - 表層となるように重ね合わせて圧延することにより製造されていたが、近年、複層鋳片を直接製造する鋳造法が開発されてきた。本発明は、この複層鋳片を鋳造により直接製造する方法に係るものである。

【背景技術】

【0002】

20

従来の技術としては、鋳型内の静磁場を境界とし、下方の熔融金属を供給するノズルの先端をラッパ状にして異種熔融金属を注湯する方法が提示されている（特許文献 1 参照）が、この方法は、溶鋼を 2 種類、ノズルを 2 本用いるために、製造コストが高くなるという問題がある。また、下方の熔融金属を供給するノズル出口を静磁場の下になるようにする必要がある。

【0003】

また、2 種類の溶鋼を用いる代わりに、1 種類の溶鋼と鋳型あたり 1 本の注入ノズルを用い、鋳型内の静磁場で仕切られた鋳型内の上部にある溶鋼プールに連铸パウダーから溶質元素を添加し、鋳片表層に当該元素を富化する方法が示されている（特許文献 2 参照）。しかしながら、この場合には、ノズルの位置に関する記述はなく、図から推定すると、注入ノズルの位置が静磁場コイルの上端になっているので、長いノズルが必要となる。

30

【0004】

更に、直流磁界によって区分された溶鋼プールのうち下部プールに溶鋼を注入し、上部プールの溶鋼にワイヤーや連铸パウダーから所定の溶質元素を添加して、鋳片表層に当該元素を富化する方法が示されている（特許文献 3 参照）。この場合にも、ノズルの位置を直流磁界より下方にする必要があり、長いノズルが必要となる。

【0005】

その他、複層鋳片を連続鋳造で製造する方法が多数提示されているが、注入ノズル位置について、比較的短い注入ノズルを用いて、静磁場や直流磁界の位置よりもノズル出口を上方に設置した場合に、明確な鋳片表層と内部の成分差を安定して得る方法に言及した発明は見当たらない。

40

【0006】

【特許文献 1】特開平 1 - 8 3 3 4 7 号公報

【特許文献 2】特開平 7 - 2 8 4 8 7 9 号公報

【特許文献 3】特開平 7 - 2 9 0 1 9 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、1 種類の溶鋼と鋳型あたり 1 本の注入ノズルと鋳型に設置された静磁場ブレーキを用い、かつ、表層に付加する元素を鋳型内の溶鋼上方から供給する複層鋳片の鋳造

50

方法において、比較的短い注入ノズルを用いて、ノズル出口の位置を静磁場を発生させるコイル位置より上方とした場合にでも、明確な鑄片表層と内部の成分差を安定して得る方法を提供するものである。

【0008】

明確な成分差を安定して得ることにより、狙った表層および内部の機能を持つ鑄片を得ることが出来、また、製造コストも安くなる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明は以下の構成を特徴とする。

【0010】

下向きの吐出口を持った注入ノズルを鑄型当たり1本使用して鑄型内に溶鋼を注入し、鑄片表層に相当する部分に付与する元素を鑄型内の溶鋼上方から供給すると共に、鑄型に設置された静磁場ブレーキを用いて成分混合を抑制して複層鑄片を鑄造する方法において、ノズル吐出口が静磁場発生コイル位置より上方となるようにノズルを配置し、かつ、ノズル吐出口からの平均吐出流速と静磁場ブレーキの磁場の大きさが以下の関係を持つようにして鑄造することを特徴とする複層鑄片の製造方法。

$$0.08 \leq B / Vq \leq 0.12$$

B：静磁場ブレーキのコイル高さ方向（鑄造方向）の中央における磁束密度（T）

Vq：注入ノズル吐出口の平均流速（m/s）

【発明の効果】

【0011】

本発明により、1種類の溶鋼と鑄型あたり1本の注入ノズルと鑄型に設置された静磁場ブレーキを用い、かつ、表層に付加する元素を鑄型内の溶鋼上方から供給する複層鑄片の鑄造方法において、比較的短い注入ノズルを用いて、ノズル出口の位置を静磁場を発生させるコイル位置より上方とした場合にでも、明確な鑄片表層と内部の成分差を安定して得ることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明者らは、比較的短い注入ノズルを用いても明確な鑄片表層と内部の成分差を安定して得る方法として、ノズル吐出口を下向きとして、同時に、ブレーキ力を弱める方向で調整して、注入ノズルからの溶鋼を下部プールに積極的に供給することを考案した。

【0013】

以下に、本発明の詳細を記す。連続鑄造で複層鑄片を製造する場合の従来の考え方は、鑄型内の静磁場や直流磁界で溶鋼プールを上下に仕切り、注入ノズルより供給される溶鋼は出来るだけ下部プールに入るようし、上部プールにワイヤーや連鑄パウダーから供給する溶質元素は出来るだけ、下部プールに混入しないようにするものであった。

【0014】

この場合、溶鋼を供給する注入ノズル出口を静磁場や直流磁界の上部にすると、溶鋼流速の制動の効果が小さくなり、上部プールを必要以上に攪拌して、ワイヤーや連鑄パウダーから供給された溶質元素を下部プールまで侵入させ、結果として、鑄片表層と内部の当該溶質元素の濃度差をあいまいにする恐れがあった。

【0015】

しかしながら、長さの長い注入ノズルを用いることには、いくつかの制約や欠点がある。たとえば、ノズル耐火物コストが高くなる、連続鑄造機によっては、長いノズルを鑄型内に挿入することが出来ない等の問題である。

【0016】

本発明者らは、従来の考えとは逆に、ブレーキ力を弱め、かつ、ノズル注入口を下方を向くように設置することにより、注入ノズル出口がブレーキ帯の上方にあっても、注入流がブレーキ帯を通過して下部プールに到達するようにすることを着想した。

【0017】

10

20

30

40

50

そこで、本発明者は、上記発想に基づいて、図 2 に示す鑄造装置を作製した。鑄型 4 の上方には、電磁攪拌装置 3 が設けられ、その下方（鑄型の中央部）には、静磁場ブレーキ 5 が設けられている。溶鋼を注入する注入ノズル 1 は、その出口が静磁場ブレーキ 5 の上方に位置するように設けられている。

【 0 0 1 8 】

このように構成した鑄型 4 において、静磁場ブレーキのブレーキ力を弱め、注入ノズル 1 から溶鋼を注入すると、注入流は、ブレーキ帯を通過して下部プールに到達するので、連鑄パウダー 2 で覆われた上部プールで形成され、下方に移動するに従い厚みを増す凝固シェル（表層）6 の上に、さらに凝固シェル（内部）7 を形成して、複層鑄片を鑄造することができる。

10

【 0 0 1 9 】

しかしながら、この場合でもブレーキ力が弱すぎれば、上部プールにワイヤーや連鑄パウダーから供給された溶質元素がブレーキ帯を通過して、下部プールに混合したり、下部プールに注入された溶鋼の流れが反転して上部プールの溶鋼を乱してしまう恐れがある。

【 0 0 2 0 】

そこで、実験により、ブレーキ力の適正条件を求めた。表 1 に示す鋼で鑄造を行い、ノズル吐出口からの溶鋼流速とブレーキ力を変化させて鑄造し、得られた複層鑄片の表層と内部の成分差の状況を調査した。表層に富化する元素を P とし、連鑄パウダーから供給した。FeP の形態で連鑄パウダーで混合し、その濃度は、数回の試験実績から求めた。

【 0 0 2 1 】

20

【表 1】

表 1

(質量%)

	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Ni	N	O
表層	0.04	1.5	0.1	0.2	0.01	0.003	0	0	0.0035	0.0030
内部	0.04	1.5	0.1	0.01	0.01	0.003	0	0	0.0035	0.0030

10

20

30

40

【 0 0 2 2 】

今回の表層 P 濃度の目標値に対しては、連 鋳パウダー中での F e P 濃度は 2 0 % である成分の分析結果を図 1 に示す。ここで、成分分離度は、下記の定義であり、分離度 6 0 % 以上が、明確な成分差を持つことを示す。

50

成分分離度(%) = (当該元素の表層から5 ~ 10 mm内部と30 ~ 40 mm内部の濃度差) × 100 / (当該元素の表層と内部の目標濃度の差)

【0023】

図より、注入ノズル出口の平均流速 V_q (m/s)と静磁場ブレーキのコイル高さ方向中央における磁束密度(T)との関係が、下記(1)式条件を満たす場合に鑄片表層と内部のP濃度が明確に異なることが判った。すなわち、この条件で成分分離が明確な複層鑄片を得ることが出来ることが判った。

$$0.08 \leq B / V_q \leq 0.12 \quad \dots (1)$$

【0024】

このような結果が得られた理由は、次のように考えられる。すなわち、 B / V_q が0.12より大きい場合には、ブレーキ力が強すぎるために、注入ノズルから供給された溶鋼の一部が、静磁場ブレーキ下部プールに行けないために上昇し、静磁場ブレーキ上部プールを乱して不均一な流れを生じさせ、上部プール内へワイヤーや連鑄パウダーから供給された溶質元素の濃度を鑄型内の場所毎に不均一にするためである。 10

【0025】

一方、 B / V_q が0.08より小さい場合には、前述したように、ブレーキ力が弱すぎて、ワイヤーや連鑄パウダーから上部プールに供給された溶質元素がブレーキ帯を通過して下部プールに混合したり、下部プールに注入された溶鋼の流れが反転して上部プールの溶鋼を乱し、同様に、溶質元素の濃度を鑄型内の場所毎に不均一にするためである。

【0026】

次に、発明の条件を規定した理由と、該発明の具体的な適用法について説明する。対象となるプロセスは、連続鑄造であり、目的は複層鑄片の製造である。 20

【0027】

いくつかある複層鑄片の製造方法のうち、本発明は、注入ノズルを鑄型当たり1本使用し、かつ、鑄型に設置された静磁場ブレーキを用い、かつ、表層に付加する元素を鑄型内の溶鋼上方から供給する複層鑄片の鑄造方法に限定する。これは、注入ノズルを2本以上用いる方法では、コスト的に高価になるからである。

【0028】

注入ノズルを鑄型あたり1本用いる方法では、鑄片表層に富化する溶質元素を添加するためには、ワイヤーによる添加か連鑄パウダーによる添加が必要になるので、両者の方法を採用した。また、鑄型に設置された静磁場を用いるのは、電磁ブレーキの中でも静磁場のタイプのものが、鑄片幅方向の磁場分布が比較的均一だからである。 30

【0029】

使用するノズルの形式について、下向きの吐出口を持ったものとしたのは、注入された溶鋼が出来るだけ上部プールを攪拌することなく、下部プールに供給されるようにするためである。ノズル出口の位置を静磁場を発生させるコイル位置より上方としたのは、ノズルの長さが長くなることを出来るだけ避けるためである。

【0030】

ノズル出口の平均流速と静磁場ブレーキの磁場の大きさに関しては、実機試験で得られた結果を元にして、以下の関係を規定した。すなわち、下記条件を満足した場合のみ、成分分離が明確な複層鑄片を得ることが出来る。 40

$$0.08 \leq B / V_q \leq 0.12$$

B：静磁場ブレーキのコイル高さ方向（鑄造方向）中央における磁束密度(T)

V_q ：注入ノズル出口の平均流速(m/s)

【0031】

なお、この発明においては、ブレーキだけでなく、鑄型上部で電磁攪拌を用いて溶鋼表面を攪拌すると、連鑄パウダーまたはワイヤーで添加した溶質元素が、上部溶鋼プールで更に均一となりやすくなる。

【実施例】

【0032】

連続鑄造機を用いて、複層鋳片を製造した。鋳片の成分を表 2 に示す。各水準で共通の実験条件および評価法を表 3 に示す。実験水準および結果を表 4 に示す。

【 0 0 3 3 】

【 表 2 】

表 2	(質量%)									
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Ni	N	O
A 表層	0. 01	0. 02	0. 2	0. 01	0. 008	0. 005	0	0	0. 0030	0. 0025
A 内部	0. 12	0. 02	0. 2	0. 01	0. 008	0. 005	0	0	0. 0030	0. 0025
B 表層	0. 04	1. 5	0. 1	0. 01	0. 01	0. 003	0	0	0. 0035	0. 0030
B 内部	0. 04	1. 5	0. 1	0. 2	0. 01	0. 003	0	0	0. 0035	0. 0030
C 表層	0. 10	0. 2	1. 5	0. 01	0. 006	0. 004	0. 5	0. 5	0. 0030	0. 0020
C 内部	0. 10	0. 2	1. 5	0. 01	0. 006	0. 004	0. 5	0	0. 0030	0. 0020

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

表 3

(1) 製造プロセス	： 転炉→RH→連続鑄造
(2) 連続鑄造	： スラブ連鑄機、鑄片サイズ：幅1800mm一定、厚み250mm
(3) ノズル条件	： 下向き単孔ノズル（内径：100mm） ノズル下端～ブレーキ上端距離（100mm）
(4) 溶質元素供給方法	：
鋼種 A	： ワイヤーで添加
鋼種 B, C	： 連鑄用パウダー（フラックス）に混入して、連鑄パウダーとして溶鋼上面に供給。
(5) 電磁力条件	： 鑄型上部：電磁攪拌（電流値＝500A） 鑄型中間部：電磁ブレーキ（静磁場タイプ：最大磁束密度：0.5T）
(6) 成分分離度の評価方法	：
成分分離度（％）	＝（当該元素の表層から5～10mm内部と30～40mm内部の濃度差） ×100／（当該元素の表層と内部の目標濃度の差）

【表 4】

表 4

区分	鋼種	ノズル 吐出平均流速 V_q (m/s)	ブレーキ磁束密度 B (T) * 1	B/V_q	鑄造速度 (m/min)	比水量 (l/kg)	成分 分離度 (%) * 2	評価
発明 1	A	2.86	0.25	0.09	1.5	1.3	80	○
発明 2	B	2.48	0.25	0.10	1.3	1.0	95	○
発明 3	C	2.10	0.25	0.12	1.1	0.9	75	○
比較 1	A	2.86	0.4	0.14	1.5	1.3	45	×
比較 2	B	2.48	0.1	0.04	1.3	1.0	40	×
比較 3	C	1.91	0.25	0.13	1.0	0.9	50	×

* 2 : 60%以上で合格

* 1 : コイル高さ中央部の値

10

20

30

40

【0036】

表 4 より、本発明の場合の条件を満たす場合には、鑄片表層と内部での成分分離が明確な複層鑄片を得ることが出来た。

【0037】

50

一方、比較 1 , 比較 2 , 比較 3 のいずれの比較例においても、鑄片表層と内部での成分分離が明確な複層鑄片を得ることが出来なかった。

【 0 0 3 8 】

すなわち、比較 1 では、ブレーキが強すぎて、適正な $B / V q$ を得ることが出来ず、分離度が低下した。また、比較 2 では、ブレーキが弱すぎて、適正な $B / V q$ を得ることが出来ず、分離度が低下した。更に、比較 3 では、鑄造速度が低く、注入ノズルからの吐出流速が小さいのに対して適正な磁束密度をとしなかったために、適正な $B / V q$ が得られず、分離度が悪化した。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 9 】

前述したように、本発明により、鑄片表層と内部での成分分離が明確な複層鑄片を提供することができる。複層鑄片は、多様な用途に用いられるので、本発明は、産業上の利用可能性が大きいものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 0 】

【図 1】指標 $B / V q$ と成分分離度の関係を表す図である。

【図 2】鑄造装置の概略を説明する図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 1 】

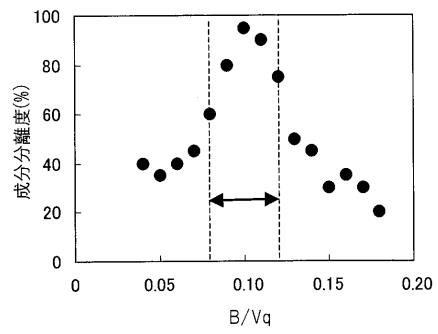
- 1 ... 注入ノズル
- 2 ... 連鑄パウダー
- 3 ... 電磁攪拌装置
- 4 ... 鑄型
- 5 ... 静磁場ブレーキ
- 6 ... 凝固シェル（表層）
- 7 ... 凝固シェル（内部）

10

20

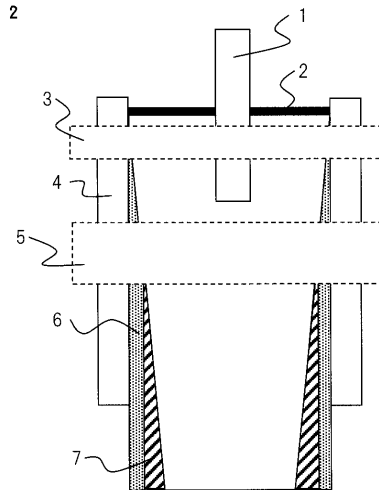
【 図 1 】

図 1



【 図 2 】

図 2



フロントページの続き

(72)発明者 若生 昌光

大分県大分市大字西ノ洲 1 番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内

Fターム(参考) 4E004 AA09 MB06 MB12 MB14 NA02 NC04 SC03