

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 2 部門第 2 区分
 【発行日】平成 19 年 8 月 2 日 (2007.8.2)

【公開番号】特開 2002-239691 (P2002-239691A)
 【公開日】平成 14 年 8 月 27 日 (2002.8.27)
 【出願番号】特願 2001-43189 (P2001-43189)
 【国際特許分類】

B 2 2 D 11/10 (2006.01)

B 2 2 D 11/11 (2006.01)

B 2 2 D 11/115 (2006.01)

【F I】

B 2 2 D 11/10 3 3 0 G

B 2 2 D 11/11 D

B 2 2 D 11/115 B

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 6 月 19 日 (2007.6.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】溶鋼の連続鑄造方法

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 浸漬ノズルを用いて溶鋼を鑄型内に供給する連続鑄造方法において、前記溶鋼を鉛直下方に吐出する開口面積 $300 \sim 5000 \text{ mm}^2$ の吐出口を前記浸漬ノズルの下端面に 1 個設け、かつ前記溶鋼を前記鑄型の短辺方向に吐出する吐出口を前記浸漬ノズルの側面に 2 個以上設けて、前記浸漬ノズルの前記下端面に設けた吐出口と前記側面に設けた吐出口とを前記鑄型内の前記溶鋼中に浸漬して前記溶鋼を供給速度 $3.5 \sim 8 \text{ ton/min}$ で供給し、前記浸漬ノズルの下方の前記鑄型内の前記溶鋼に直流磁界を磁束密度 $0.05 \sim 0.45 \text{ T}$ で印加することを特徴とする連続鑄造方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、鑄型内の溶鋼に電磁ブレーキを作用させて、溶鋼の流動を抑制しつつ連続鑄造を行なう方法に関する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

【従来の技術】

溶鋼の連続鋳造を行なう際に従来から使用されている鋳型の例として、その断面図を図2に示す。鋳型1内に供給された溶鋼2は、鋳型1に接触して冷却され、薄い凝固層3（以下、凝固シェルという）を形成する。また、鋳型1と凝固シェル3との潤滑、鋳型1内の溶鋼2の保温、溶鋼2浴面の酸化防止を目的として、鋳型1内の溶鋼2浴面にモールドパウダー4を投入する。こうして溶鋼2を鋳型1内に供給しながら、凝固シェル3を下方に引き抜いて鋳片を製造する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

溶鋼2を鋳型1内へ供給するノズルは、溶鋼2が空気によって酸化されるのを防止し、かつモールドパウダー4や介在物が溶鋼2中に巻き込まれるのを防止するために浸漬ノズル5を使用する。

浸漬ノズル5は、先端部に設けられた吐出口を鋳型1内の溶鋼2に浸漬した状態で使用され、吐出口が鉛直下方へ向かって開口して溶鋼2を鉛直下方へ吐出する浸漬ノズル（以下、ストレートノズルという）、あるいは吐出口が鋳型1の短辺方向に対向して両側に1個ずつ開口して溶鋼2を鋳型1の短辺方向に吐出する浸漬ノズル（以下、2孔ノズルという）等が知られている。なお図2は、浸漬ノズル5として2孔ノズルを使用する例を示す断面図であり、鋳型1の長辺面に垂直な断面（すなわち鋳型1の短辺面に平行な断面）を示す。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0004】

ストレートノズルを用いる場合は、吐出口が閉塞し難いという長所はあるものの、吐出口から鉛直下方へ向かって吐出する溶鋼2が、凝固シェル3内の未凝固の溶鋼2に侵入する深さが深くなる。そのため、溶鋼2に巻き込まれたモールドパウダー4や介在物が凝固シェル3内の未凝固の溶鋼2に深く侵入するので、鋳片に表面欠陥や内部欠陥が発生しやすい。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

一方、2孔ノズルを用いる場合は、溶鋼2が鋳型1の短辺方向に吐出するので、凝固シェル3内の未凝固の溶鋼2に侵入する深さは浅い。したがって、鋳片の表面欠陥や内部欠陥は抑制される。このような理由から、連続鋳造を行なう場合は、図2に示すように、2孔ノズルを使用するのが一般的である。

しかし2孔ノズルを使用すると、吐出口6から鋳型1の短辺方向に吐出された溶鋼2が凝固シェル3の短辺面に衝突し、その一部が上向きに流動（以下、反転流という）する。反転流は、鋳型1内の溶鋼2浴面を盛り上がらせて湯面変動を助長し、モールドパウダー4を巻き込んで、鋳片に表面欠陥や内部欠陥が発生する原因になる。また、凝固シェル3

の短辺面に溶鋼 2 が衝突することによって、凝固シェル 3 の短辺面が再溶解して、ブレークアウトや短辺バルジング等が発生する危険性もある。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

そこで、鑄型 1 内を流動する溶鋼 2 と凝固シェル 3 との衝突を緩和するために、溶鋼 2 を水平より上方向または下方向に吐出するように吐出口 6 を設けた 2 孔ノズル 5 が知られている。しかし溶鋼 2 を水平より上方向に吐出させると、鑄型 1 内の溶鋼 2 浴面を盛り上げさせて湯面変動を助長する。一方、溶鋼 2 を水平より下方向に吐出させると、鑄型 1 内の溶鋼 2 浴面の流速が低下するため、浴面近傍の溶鋼 2 が滞留して、モールドパウダー 4 の溶解が不均一になり、かつ捕捉された気泡が溶鋼 2 中に残留する。したがって、水平より上方向または下方向に溶鋼 2 を吐出させる技術は、いずれの場合も、鑄片に表面欠陥や内部欠陥が発生する原因になる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

近年、省エネルギーの観点から、連続鑄造と熱間圧延とを直結して直送圧延や熱片装入が実用化されるようになった。直送圧延や熱片装入に対応するためには、連続鑄造における鑄造速度の増速が必要である。鑄造速度を増速しても、無手入れで熱間圧延の可能な高品質の鑄片を製造するためには、鑄型 1 内の溶鋼 2 の流動（たとえば反転流）を抑える必要がある。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

そこで鑄型 1 内を流動する溶鋼 2 に磁場を印加して流速を低下させる技術（以下、電磁ブレーキという）が種々検討されている。電磁ブレーキの技術は、鑄型 1 の互いに対向する長辺面に電磁石を配設し、電磁石を構成するコイルに電流を流して鑄型 1 内の溶鋼 2 に磁場を印加し、ローレンツ力によって鑄型 1 内の溶鋼 2 の流速を低下させるものである。このようにしてコイルの電流値（すなわち磁場の強さ）を制御することによって、電磁ブレーキの強さを制御することが可能である。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記のような問題を解消し、溶鋼の連続鑄造を行なうにあたって、電磁ブレーキを作用させて鑄型内の溶鋼の流動を抑制することによって、鑄造速度を増速しても安定した操業を維持し、しかも優れた品質の鑄片を製造できる連続鑄造方法を提供することを目的とする。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 3】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、鋳型内の溶鋼の流動に及ぼす電磁ブレーキの作用について鋭意研究した結果、下記のような知見を得た。

(a) 鋳型内の反転流が強すぎると、溶鋼の浴面近傍の流速が大きくなり、モールドパウダーや介在物を巻き込む。

(b) 鋳型内の反転流が弱すぎると、溶鋼の浴面近傍の流速が小さくなり、浴面近傍の溶鋼が滞留するので、モールドパウダーの溶解が不均一になり、かつ捕捉された介在物や気泡が溶鋼中に残留する。

(c) 吐出口から吐出する溶鋼の流速が大きすぎると、溶鋼が凝固シェルに衝突するので、凝固シェルが再溶解する。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 4】

これらのうちの (a)および (b)は、鋳片の表面欠陥や内部欠陥が発生する原因になり、鋳片品質の劣化を招く。一方、(c)は、バルジングやブレイクアウトが発生する原因になり、設備故障や操業停止を招く。したがって、吐出口から吐出する溶鋼の流速を適正に維持するとともに、反転流の流速も適正に維持する必要がある。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 5】

そこで本発明においては、浸漬ノズルの下端面と側面とに吐出口を設けて溶鋼の流量を分散させて、各吐出口から吐出する溶鋼の流速を低下させ、反転流の流速を適正に維持するようにした。さらに、浸漬ノズルの下端面に設けられた吐出口から鉛直下方に流動する溶鋼に、直流磁界による電磁ブレーキを作用させて、未凝固の溶鋼中への侵入を抑制するようにした。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 6】

本発明は、浸漬ノズルを用いて溶鋼を鋳型内に供給する連続鋳造方法において、溶鋼を鉛直下方に吐出する開口面積 $300 \sim 5000 \text{ mm}^2$ の吐出口を浸漬ノズルの下端面に 1 個設け、かつ溶鋼を鋳型の短辺方向に吐出する吐出口を浸漬ノズルの側面に 2 個以上設けて、浸漬ノズルの下端面に設けた吐出口と側面に設けた吐出口とを鋳型内の溶鋼中に浸漬して溶鋼を供給速度 $3.5 \sim 8 \text{ ton/min}$ で供給し、浸漬ノズルの下方の鋳型内の溶鋼に直流磁界を磁束密度 $0.05 \sim 0.45 \text{ T}$ で印加する連続鋳造方法である。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0017
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正17】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0018
【補正方法】変更
【補正の内容】
【0018】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明を適用する連続鑄造用鑄型の例を示す断面図であり、鑄型1の長辺面に垂直な断面（すなわち鑄型1の短辺面に平行な断面）を示す。

溶鋼2の連続鑄造を行なうにあたって、鑄型1内に供給された溶鋼2は、鑄型1に接触して冷却され、凝固シェル3を形成する。また、鑄型1と凝固シェル3との潤滑、鑄型1内の溶鋼2の保温、溶鋼2浴面の酸化防止を目的として、鑄型1内の溶鋼2浴面にモールドパウダー4を投入する。こうして溶鋼2を鑄型1内に供給しながら、凝固シェル3を下方に引き抜いて鑄片を製造する。

【手続補正18】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0019
【補正方法】変更
【補正の内容】
【0019】

溶鋼2を鑄型1内へ供給するノズルは、溶鋼2が空気によって酸化されるのを防止し、かつモールドパウダー4や介在物が溶鋼2中に巻き込まれるのを防止するために浸漬ノズル5を使用する。浸漬ノズル5は、溶鋼2を鉛直下方へ吐出する吐出口7を浸漬ノズル5の下端面に1個設け、かつ溶鋼2を鑄型1の短辺方向に吐出する吐出口6を浸漬ノズル5の側面に2個以上設けたものを使用する。

【手続補正19】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0020
【補正方法】変更
【補正の内容】
【0020】

浸漬ノズル5の側面と下端面に吐出口6、7を設けて溶鋼2の流量を分散させることによって、各吐出口6、7から吐出する溶鋼2の流速を低下させる。

ただし、浸漬ノズル5の下端面に設けられる吐出口7の開口面積が 300mm^2 未満では、浸漬ノズル5の側面に設けられる吐出口6から鑄型1の短辺方向に吐出する溶鋼2の流量が増加して、反転流の増加や凝固シェル3の再溶解が発生する。一方、吐出口7の開口面積が 5000mm^2 を超えると、鉛直下方に吐出する溶鋼2の流量が増加して、後述する直流磁界による電磁ブレーキを作用させても、未凝固の溶鋼2中への侵入を十分に抑制できない。したがって浸漬ノズル5の下端面に設けられる吐出口7の開口面積は、 $300 \sim 5000\text{mm}^2$ の範囲内を満足する必要がある。

【手続補正20】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0021
【補正方法】変更
【補正の内容】
【0021】

浸漬ノズル 5 の側面に設けられる吐出口 6 は、鑄型 1 の短辺方向に対向して浸漬ノズル 5 の両側に少なくとも 1 個ずつ（合計 2 個以上）設ける。この浸漬ノズル 5 の側面に設けられる吐出口 6 の開口面積は特に限定しない。前記した浸漬ノズル 5 の下端面に設けられる吐出口 7 の開口面積や、後述する溶鋼 2 の供給速度、直流磁界の磁束密度を考慮して、適宜設定すれば良い。

【手続補正 2 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 2】

したがって浸漬ノズル 5 の側面に設けられる吐出口 6 の数も限定せず、2 個以上であれば良い。ただし、浸漬ノズル 5 の側面に吐出口 6 を設ける際の加工の負荷および側面に吐出口 6 を設けた浸漬ノズル 5 の強度の観点から、吐出口 6 の数は 6 個以下が好ましい。

また、吐出口 6 から溶鋼 2 を水平より上方向に吐出すると、後述するように、溶鋼 2 の流動に電磁ブレーキが作用しない。したがって、浸漬ノズル 5 の側面に設けられる吐出口 6 から溶鋼 2 を吐出する方向は、水平方向または水平より下方向とするのが好ましい。

【手続補正 2 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 3】

なお、浸漬ノズル 5 の側面に設けられる吐出口 6 から溶鋼 2 を吐出する角度が水平より下方向に 70° を超えると、浸漬ノズル 5 の下端面に設けられる吐出口 7 から鉛直下方に吐出する溶鋼 2 とともに、溶鋼 2 の流動が増大するので、直流磁界による電磁ブレーキを作用させても、未凝固の溶鋼 2 中への侵入を十分に抑制できない。したがって吐出口 6 から溶鋼 2 を吐出する角度は、 0° （すなわち水平方向）ないし水平より下方向へ 70° の範囲内が好ましい。

【手続補正 2 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 4】

電磁ブレーキを作用させるための直流磁界発生装置 8 は、浸漬ノズル 5 の下方でかつ鑄型 1 の互いに対向する長辺面の背面に配設される。直流磁界発生装置 8 は、コイル（図示せず）に直流電流を流して磁界（以下、直流磁界という）を発生させる装置である。溶鋼 2 に直流磁界を印加して電磁ブレーキを作用させるときは、コイルに直流電流を流してローレンツ力を発生させて鑄型 1 内の溶鋼 2 の流速を低下させる。このようにしてコイルに流す直流電流値（すなわち直流磁界の強さ）を制御することによって、電磁ブレーキの強さを制御することが可能である。

【手続補正 2 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 5】

直流磁界発生装置 8 は浸漬ノズル 5 の下方に配設されるので、浸漬ノズル 5 の下端面に設けられた吐出口 7 から吐出する溶鋼 2 と浸漬ノズル 5 の側面に設けられた吐出口 6 から

吐出されて下方に流動する溶鋼 2 とに電磁ブレーキが作用する。

なお、直流磁界の磁束密度が鋳型内で 0.05 T 未満では、電磁ブレーキの作用が弱いので、鋳型 1 内の溶鋼 2 の流動を十分に抑制できない。一方、直流磁界の磁束密度が鋳型内で 0.45 T を超えると、電磁ブレーキの作用が強すぎるので、浸漬ノズル 5 下方の溶鋼 2 の流動が停滞し、鋳型 1 内の浴面近傍の反転流が増大する。したがって直流磁界の磁束密度は鋳型内で、0.05 ~ 0.45 T の範囲内を満足する必要がある。

【手続補正 2 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 6】

また浸漬ノズル 5 から鋳型 1 内に供給される溶鋼 2 の供給速度が 3.5 ton/min 未満では、連続鋳造の生産性が低下する。一方、溶鋼 2 の供給速度が、8 ton/min を超えると、各吐出口 6, 7 から吐出する溶鋼 2 の流速が増大するので、電磁ブレーキが十分に作用せず、しかも反転流が増大する。したがって溶鋼 2 の供給速度は、3.5 ~ 8 ton/min の範囲内を満足する必要がある。

【手続補正 2 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 7】

本発明は、大量に生産される溶鋼の連続鋳造に適用されるので、多大な経済的効果が得られる。

【手続補正 2 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 3】

【表 2】

	溶鋼の供給速度 (ton/min)	磁束密度 (T)	浸漬ノズル 下端面の吐出口 の開口面積 (mm ²)	鑄片品質の評価				総合 評価
				鑄片のバブルジグ 指数 A	鑄片内部の 介在物指数 B	鑄帯の 表面欠陥指数 C	A + B + C	
比較例 5	4	0.3	290	1.1	5.2	3.1	9.4	△
比較例 6	4	0.3	5200	0.3	7.1	0.5	7.9	△
発明例 1	4	0.3	314	1.1	2.2	3.1	6.4	○
発明例 2	4	0.3	2826	1.1	2.3	2.4	5.8	○
発明例 3	6	0.3	5000	0.3	2.4	1.1	3.8	○
発明例 4	6	0.05	2826	1.1	3.1	2.2	6.4	○
発明例 5	6	0.2	2826	1.1	2.9	2.5	6.5	○
発明例 6	7	0.3	2826	1.1	2.8	1.2	5.1	○
発明例 7	7	0.45	2826	1.1	2.7	2.1	5.9	○
比較例 1	4	0	0	7.9	9.5	9.2	26.6	×
比較例 2	6	0	0	10	10	10	30	×
比較例 3	4	0.04	0	8.5	7.2	8.2	23.9	×
比較例 4	4	0.3	0	9.1	6.8	7.8	23.7	×

【手続補正 28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0035】

発明例 1 ~ 7 と比較例 1 ~ 4 を比べると、発明例 1 ~ 7 では、指数 A , B , C の合計が 3.8 ~ 6.5 であるのに対して、比較例 1 ~ 4 では 26.6 ~ 30 であった。つまり本発明では、鑄造速度を増速しても安定した操業を維持し、しかも優れた品質の鑄片を製造できることが確かめられた。

比較例 5 ~ 6 は、浸漬ノズル 5 の下端面に設ける吐出口 7 の開口面積が本発明の範囲を外れる例である。比較例 5 ~ 6 と発明例 1 ~ 7 を比べると、発明例 1 ~ 7 では指数 A , B , C の合計が 3.8 ~ 6.5 であるのに対して、比較例 5 ~ 6 では 7.9 ~ 9.4 であった。つまり本発明の範囲を満足することによって、本発明の効果が発揮されることが確かめられた。

【手続補正 29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

【発明の効果】

本発明では、電磁ブレーキを作用させて鑄型内の溶鋼の流動を抑制することによって、鑄造速度を増速しても安定した操業を維持し、しかも優れた品質の鑄片を得ることができる。

【手続補正 30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を適用する鑄型の例を示す断面図である。

【図 2】

従来の鑄型の例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 鑄型
- 2 溶鋼
- 3 凝固シェル
- 4 モールドパウダー
- 5 浸漬ノズル
- 6 吐出口
- 7 吐出口
- 8 直流磁界発生装置