

【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】溶鋼の連続鋳造方法

【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鋳型内に供給する連続鋳造方法において、前記溶鋼を鉛直下方に吐出する開口面積 $300\sim5000mm^2$ 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鋳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鋳型内の前記溶鋼中に浸漬して前記溶鋼を供給速度 $3.5\sim8\ ton/min$ で供給し、前記浸漬ノズルの下方の前記鋳型内の前記溶鋼に直流磁界を磁束密度 $0.05\sim0.45T$ で印加することを特徴とする連続鋳造方法。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、鋳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鋳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】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】**【0002】****【従来の技術】**

溶鋼2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浴面を盛り上げさ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、ブレーキ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、鋳型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、鋳型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、鋳型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、鋳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、連続鋳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、連続鋳造における鋳造速度の增速が必要である。鋳造速度を增速しても、無手入れで熱間圧延の可能な高品質の鋳片を製造するためには、鋳型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】

そこで鋳型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、鋳型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鋳型₁内の溶鋼₂に磁場を印加し、ローレンツ力によって鋳型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、溶鋼の連続鋳造を行なうにあたって、電磁ブレーキを作用させて鋳型内の溶鋼の流動を抑制することによって、鋳造速度を增速しても安定した操業を維持し、しかも優れた品質の鋳片を製造できる連続鋳造方法を提供することを目的とする。

【手続補正12】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0013**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0013】****【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13】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0014**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0014】**

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、バルジングやブレー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14】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0015**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0015】**

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15】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0016**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0016】**

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16】

【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铸造用铸型の例を示す断面図であり、铸型1の長辺面に垂直な断面(すなわち铸型1の短辺面に平行な断面)を示す。

溶鋼2の連続铸造を行なうにあたって、铸型1内に供給された溶鋼2は、铸型1に接触して冷却され、凝固シェル3を形成する。また、铸型1と凝固シェル3との潤滑、铸型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、铸型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を铸型1内に供給しながら、凝固シェル3を下方に引き抜いて铸片を製造する。

【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を铸型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を铸型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から铸型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、鋳型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21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

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22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

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使用させても、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23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

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の下方でかつ鋳型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鋳型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24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

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0.05T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0.45T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、0.05~0.45Tの範囲内を満足する必要がある。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

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3.5ton/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、8ton/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、3.5~8ton/minの範囲内を満足する必要がある。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

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27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

【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)	鋳片品質の評価				総合 評価
				鋳片のバルジング 指數 A	鋳片内部の 介在物指數 B	鋼帶の 表面欠陥指數 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、指數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、铸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铸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では指數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、本発明の効果が發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铸型内の溶鋼の流動を抑制することによって、铸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铸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】**

本発明を適用する铸型の例を示す断面図である。

【図2】

従来の铸型の例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 铸型
- 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