

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6428923号
(P6428923)

(45) 発行日 平成30年11月28日 (2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日 (2018.11.9)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 2 D 11/11 (2006.01)	B 2 2 D 11/11 D
B 2 2 D 11/10 (2006.01)	B 2 2 D 11/10 3 3 O E

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-510215 (P2017-510215)	(73) 特許権者	000006655
(86) (22) 出願日	平成28年3月31日 (2016.3.31)		新日鐵住金株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/060769		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(87) 国際公開番号	W02016/159284	(74) 代理人	100129838
(87) 国際公開日	平成28年10月6日 (2016.10.6)		弁理士 山本 典輝
審査請求日	平成29年5月31日 (2017.5.31)	(74) 代理人	100101203
(31) 優先権主張番号	特願2015-72279 (P2015-72279)		弁理士 山下 昭彦
(32) 優先日	平成27年3月31日 (2015.3.31)	(74) 代理人	100104499
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 岸本 達人
		(72) 発明者	花尾 方史
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内
		(72) 発明者	内山 裕陽
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼の連続鑄造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

浸漬ノズルの吐出孔から吐出される吐出流に電磁ブレーキをかけながら、鑄型内へ溶鋼を供給する鋼の連続鑄造方法であって、

電磁ブレーキの磁束密度 (B) を、下記 (式1) の範囲とし、
前記鑄型として水平断面形状で短辺と長辺を有し、かつ、前記鑄型内で対向する長辺間の距離を長辺中央で長辺両端よりも拡張したファンネル鑄型を用い、

D_{max} / D_0 が $1.16 \sim 1.24$ であることを特徴とする鋼の連続鑄造方法。

$B_{min} \leq B \leq B_{max}$ … (式1)

ここで、

$$B_{min} = \frac{800 \cdot \left(\frac{D_{max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left(\frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{|v \cdot \sin \theta|}$$

$$B_{max} = \frac{3000 \cdot \left(\frac{D_{max}}{D_0}\right)^3 \cdot \left(\frac{H_{SEN}}{H_0}\right)}{|v \cdot \sin \theta|^2}$$

D_0 = 水平断面形状で短辺と長辺を有する鑄型の、長辺両端において、鑄型内で対向する長辺間の距離として計測される鑄型厚み (m)、

D_{max} = 水平断面形状で短辺と長辺を有する鑄型の、長辺中央において、鑄型内で対向する長辺間の距離として計測される鑄型厚みの最大値 (m)、 10

H_0 = 溶鋼表面から電磁ブレーキコイル中心までの鉛直方向距離 (m)、

H_{SEN} = 浸漬ノズル底面から電磁ブレーキコイル中心までの鉛直方向距離 (m)、

v = 浸漬ノズルから吐出された溶鋼の流速 (m/s)、

θ = 溶鋼の吐出角度 (°)。

【請求項 2】

前記 H_{SEN}/H_0 が 0.161 ~ 0.327 であることを特徴とする、請求項 1 に記載の鋼の連続鑄造方法。

【請求項 3】

前記溶鋼の流速 v が 0.441 m/s ~ 1.256 m/s であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の鋼の連続鑄造方法。 20

【請求項 4】

前記溶鋼の吐出角度 θ が $-45^\circ \sim -5^\circ$ であることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の鋼の連続鑄造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼の連続鑄造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

鋼の連続鑄造は、タンディッシュ内の溶鋼を、浸漬ノズルを介して連続鑄造設備の鑄型内に供給しながら行われる。溶鋼は、浸漬ノズルの下端部に形成された吐出孔から鑄型内に吐出されて、鑄型内で冷却され、ブレードアウトしない程度の凝固シェル厚が確保された状態で鑄型出口から引き抜かれる。凝固シェルは、引き抜かれる過程でスプレーにより二次冷却されて完全に凝固した後、切断され、鑄片となる。

【0003】

鑄片の清浄度を向上させる技術として、例えば特許文献 1 には、鑄型の長辺側メニスカス近傍に電磁攪拌装置を対向設置することにより、鑄型内の溶鋼の表面に旋回流を発生させ、この旋回流の洗浄効果によって、鑄片欠陥の要因となる、介在物や気泡が鑄型の表面に付着する現象を、抑制する技術が開示されている。また、特許文献 2 には、浸漬ノズルの吐出孔から吐出される吐出流に電磁ブレーキを作用させることにより、溶鋼の下降速度を抑制し、溶鋼中の介在物が浮上する時間を確保する技術が開示されている。 40

【0004】

しかし、上記特許文献 1 の技術では、浸漬ノズルの吐出孔から吐出された吐出流に電磁ブレーキが作用しないため、吐出流の下降速度が抑制されない。そのため、溶鋼中に残存するアルミナ等の介在物や気泡が十分に浮上除去されないまま、鑄片の深部に侵入して内部欠陥の原因となる問題がある。この問題は、上記特許文献 2 のように、吐出流に電磁ブレーキを作用させることによって回避することができる。

【0005】

吐出流に電磁ブレーキを作用させた場合、図 3 (鑄型の正面断面図) および図 4 (鑄型 50

の側面断面図)に示すように、浸漬ノズル2に沿った上昇流が生じ、この上昇流は溶鋼の表面付近で反転して下降流となる。ここで、特に、厚みの薄い鋳片を製造するための鋳型では、鋳型の長辺面間の距離(D_0)が近くなる。そのため、上記下降流に運ばれる介在物や気泡が、鋳型の長辺を構成する長辺壁3a、3bの上に形成される凝固シェル8と接触して、ここで捕捉されやすくなり、表面欠陥の要因となる、という新たな問題が発生する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-183597号公報

10

【特許文献2】特許第5245800号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、上記した従来の問題点を解決し、電磁ブレーキによって内部欠陥を抑制しつつ、この電磁ブレーキに起因する表面欠陥の発生を回避し、従来技術に比べて、鋳片の清浄度を高めることができる技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決する本発明では、浸漬ノズルの吐出孔から吐出される吐出流に電磁ブレーキをかけながら、鋳型内へ溶鋼を供給する鋼の連続鋳造方法において、電磁ブレーキの磁束密度(B)を、下記(式1)の範囲とする。ここで、電磁ブレーキの磁束密度(B)とは、電磁ブレーキコイル中心における磁束密度を意味する。

20

$$B_{\min} \leq B \leq B_{\max} \quad \dots \text{(式1)}$$

ここで、

【0009】

[数1]

$$B_{\min} = \frac{800 \cdot \left(\frac{D_{\max}}{D_0}\right)^3 \cdot \left(\frac{H_{SEN}}{H_0}\right)}{|v \cdot \sin \theta|}$$

30

【0010】

[数2]

$$B_{\max} = \frac{3000 \cdot \left(\frac{D_{\max}}{D_0}\right)^3 \cdot \left(\frac{H_{SEN}}{H_0}\right)}{|v \cdot \sin \theta|^2}$$

40

D_0 = 水平断面形状で短辺と長辺を有する鋳型の、長辺両端において、鋳型内で対向する長辺間の距離として計測される鋳型厚み(m)、

$D_{\max}$ = 水平断面形状で短辺と長辺を有する鋳型の、長辺中央において、鋳型内で対向する長辺間の距離として計測される鋳型厚みの最大値(m)、

H_0 = 溶鋼表面から電磁ブレーキコイル中心までの鉛直方向距離(m)、

H_{SEN} = 浸漬ノズル底面から電磁ブレーキコイル中心までの鉛直方向距離(m)、

v = 浸漬ノズルから吐出された溶鋼の流速(m/s)、

θ = 上向きを正として、水平線と成す角度として求めた、溶鋼の吐出角度(°)。

50

【0011】

また、上記本発明において、鑄型として、水平断面形状で短辺と長辺を有する矩形鑄型を用いることができる。

【0012】

また、鑄型として矩形鑄型を用いる上記本発明において、上記溶鋼の流速 v が $0.685 \text{ m/s} \sim 0.799 \text{ m/s}$ であることが好ましい。これにより、上昇流が全体にわたり緩やかに形成され、凝固界面に沿った下降流の形成を抑制することが容易になる。

【0013】

また、上記本発明において、鑄型として、水平断面形状で短辺と長辺を有し、かつ、鑄型内で対向する長辺間の距離を、長辺中央で長辺両端よりも拡張したファンネル鑄型を用いることが好ましい。

10

【0014】

また、鑄型としてファンネル鑄型を用いる上記本発明において、 D_{max}/D_0 が $1.16 \sim 1.24$ であることが好ましい。これにより、下降流により介在物が運ばれた場合にも、その介在物が凝固界面に供給される頻度を低下させることが容易になる。

【0015】

また、鑄型としてファンネル鑄型を用いる上記本発明において、 H_{SEN}/H_0 が $0.161 \sim 0.327$ であることが好ましい。これにより、上昇流が全体にわたり緩やかに形成され、凝固界面に沿った下降流の形成を抑制することが容易になる。

20

【0016】

また、鑄型としてファンネル鑄型を用いる上記本発明において、上記溶鋼の流速 v が $0.441 \text{ m/s} \sim 1.256 \text{ m/s}$ であることが好ましい。これにより、鑄型内の溶鋼流動を安定させ、溶鋼表面の変動を抑制することが容易になる。

【0017】

また、上記本発明において、上記溶鋼の吐出角度 θ が $-45^\circ \sim -5^\circ$ であることが好ましい。これにより、鑄型内の溶鋼流動を安定させ、溶鋼表面の変動を抑制することが容易になる。

【発明の効果】

【0018】

浸漬ノズルの吐出孔から吐出される吐出流に電磁ブレーキをかけながら、溶鋼を鑄型内へと供給する鋼の連続鑄造方法において、電磁ブレーキの磁束密度 (B) を、上記 (式1) の範囲とする構成を採用した本発明によれば、溶鋼の下降速度を抑制して、鋼片の内部欠陥を低減させるという、電磁ブレーキの効果を享受しつつ、厚みの薄い鑄片を製造するための鑄型を用いる場合であっても、電磁ブレーキに起因する表面欠陥の発生を効果的に回避することができる。

30

【0019】

すなわち、本発明によれば、上記 (式1) に従って電磁ブレーキを適正な強度とする、という極めて簡便な手法で、鑄型の内部欠陥および表面欠陥の双方を確実に低減させ、鑄片の清浄度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0020】

【図1】本発明の1つの実施形態における、連続鑄造装置の鑄型近傍の構成の概略を示すための平面を模式的に示した説明図である。

【図2】本発明の1つの実施形態における、連続鑄造装置の鑄型近傍の構成の概略を示すための正面断面を模式的に示した説明図である。

【図3】電磁ブレーキを作用させた際の鑄型内の溶鋼の流動状態を説明する正面断面図である。

【図4】電磁ブレーキを作用させた際の鑄型内の溶鋼の流動状態を説明する側面断面図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0021】

以下に本発明の好ましい実施形態を示す。

【0022】

本実施形態では、図1に示すように、水平断面形状が略長方形である鑄型1の、長辺および短辺の略中央付近に浸漬ノズル2を配置し、図2に示すように、鑄型1の長辺を構成する長辺壁3の外側には、浸漬ノズル2の下端よりも下方となる高さ位置に、電磁ブレーキ装置4を、鑄型1を挟んで対向配置している。

【0023】

本実施形態では、図1に示すように、水平断面形状で短辺と長辺を有し、かつ、鑄型内で対向する長辺間距離を、長辺中央(D_{max})で長辺両端(D_0)よりも拡張したファンネル鑄型を用いている。その他、本発明では、 $D_{max} = D_0$ である矩形鑄型を用いることもできる。ここで、 $D_{max} > D_0$ とすることにより、溶鋼表面付近の水平方向の旋回流を安定させることができるほか、溶鋼表面付近で反転して生じる下降流から凝固シェルを遠ざけることにより、介在物および気泡の捕捉機会を低減することができる。

【0024】

浸漬ノズル2のうち、鑄型1の短辺壁7a、7bに面した部分には、鑄型1内へ斜め下向きに溶鋼を吐出する吐出孔5が各々形成されている。浸漬ノズル2内には、Arガスが吹き込まれているため、吐出孔5から吐出された吐出流6には、Arガスの気泡や、アルミナやスラグ系の介在物が含まれる。

【0025】

これらのArガスの気泡や、アルミナやスラグ系の介在物が、鑄型1内で十分に浮上除去されないまま、鋼片の深部に侵入して内部欠陥となる現象を回避すべく、本実施形態では、浸漬ノズル2の下端部よりも下方となる高さ位置に、電磁ブレーキ装置4を、鑄型1を挟んで対向配置している。

【0026】

電磁ブレーキ装置4は、電磁石などによって構成され、浸漬ノズル2の吐出孔5から吐出された直後の吐出流6に対して、鑄型1の長辺壁3a、3bに沿った鑄型幅方向(図1のX方向)に亘ってほぼ一様な磁束密度分布を有する直流磁界を、鑄型1の短辺壁7a、7bに沿った鑄型厚み方向(図1のY方向)に付与することができる。この直流磁界と吐出流によって、図1のX方向に誘導電流が発生し、この誘導電流と前記の直流磁界によって、吐出流6の近傍に、吐出流6と逆向きの対向流が形成されて、溶鋼の下降速度が抑制される。これにより、溶鋼中に残存するアルミナ等の介在物や気泡が十分に浮上除去されないまま鋼片の深部に侵入する現象を回避することができる。

【0027】

なお、従来技術で、吐出流に電磁ブレーキを作用させた場合、図3および図4に示したように、浸漬ノズル2に沿った上昇流が生じ、この上昇流は溶鋼の表面付近で反転して下降流となる。特に、 D_0 が400mm以下程度の鑄型では、この下降流により運ばれる介在物や気泡が、長辺壁3a、3b上の凝固シェル8と接触して捕捉されやすくなり、表面欠陥の要因となりやすい問題があった。これに対し本発明では、上記(式1)に従って電磁ブレーキの磁束密度を適正な強度とすることにより、下降流により運ばれる介在物や気泡が、長辺壁3a、3b上の凝固シェル8に捕捉される現象を抑制可能とした。

【0028】

上記(式1)は、発明者の各種検討によって導かれたものであり、上記(式1)を構成する全ての要素の組み合わせによって、はじめて、本発明の効果を奏するものである。ここで、 B_{min} は、電磁ブレーキの磁束密度の適正な強度範囲の下限値であり、磁束密度がこの下限値を下回ると、介在物や気泡が吐出流に乗って下方へ侵入することを防ぎきれない。また、 B_{max} は、電磁ブレーキの磁束密度の適正な強度範囲の上限値であり、磁束密度がこの上限値を上回ると、浸漬ノズル2に沿った上昇流が強くなり過ぎるため、これに応じて反転する下降流も強くなり、この下降流により運ばれる介在物や気泡の凝固シェル8との接触頻度が高くなる。その結果、表面欠陥が生じやすくなる。この B_{min} お

10

20

30

40

50

よび B_{max} は、鑄型内の流動に影響を与える諸因子の組み合わせにより定義される。

【0029】

具体的には、水平断面形状で短辺と長辺を有する鑄型の、長辺両端において、鑄型内で対向する長辺間の距離として計測される鑄型厚み (D_0) と、水平断面形状で短辺と長辺を有する鑄型の、長辺中央において、鑄型内で対向する長辺間の距離として計測される鑄型厚みの最大値 (D_{max}) と、溶鋼表面から電磁ブレーキコイル中心までの鉛直方向距離 (H_0) と、浸漬ノズル底面から電磁ブレーキコイル中心までの鉛直方向距離 (H_{SEN}) と、浸漬ノズルから吐出された溶鋼の流速 (v) と、溶鋼の吐出角度 (θ) とを、上記(式1)を満足するように組み合わせることによって、はじめて、鑄型の内部欠陥および表面欠陥の双方を低減させ、鑄片の清浄度を高めることができる。

10

【0030】

H_{SEN} の値が小さくなるほど、電磁ブレーキによる吐出流への制動力が大きくなるため、吐出流の下降速度が抑制され、図3および図4に示した上昇流の流速が大きくなる。その結果、この上昇流が溶鋼の表面付近で反転して形成される下降流の流速も大きくなるため、この下降流により運ばれる介在物や気泡が、鑄型の長辺壁 3a、3b 上の凝固シェル 8 と接触して捕捉されて表面欠陥となる確率が高くなる。

【0031】

一方、 H_{SEN} の値が大きくなって、 H_0 に近くなると、電磁ブレーキの効果が薄れる他、溶鋼表面の変動が大きくなる。その結果、モールドパウダーの巻き込みを生じやすくなる。

20

【0032】

また、 θ の値が大きくなるほど、大きな電磁ブレーキによる制動力が必要になり、上昇流も大きくなる傾向がある。

【0033】

このように、上記(式1)の各変数の増減は、それぞれ異なる作用を奏するため、従来、これらを組み合わせて構成される連続鑄造設備において、鑄型サイズや鑄造速度や浸漬ノズルなどを変更する度に、電磁ブレーキの最適な強度を決定することは困難であった。これに対し、本発明によれば、上記(式1)に従って電磁ブレーキを適正な強度とする、という極めて簡便な手法で、鑄型の内部欠陥および表面欠陥の双方を確実に低減させ、鑄片の清浄度を高めることができる。

30

【0034】

本発明において、鑄型が、 $D_{max} = D_0$ である矩形鑄型である場合、浸漬ノズルから吐出される溶鋼の流速 v は、 $0.685 \text{ m/s} \sim 0.799 \text{ m/s}$ であることが好ましい。溶鋼流速 v が 0.685 m/s 以上であることにより、介在物の凝固界面への捕捉を抑制するための溶鋼流動を得ることが容易になる。また、溶鋼流速 v が 0.799 m/s 以下であることにより、溶鋼表面の変動を抑制することが容易になる。

【0035】

一方、本発明において、鑄型がファンネル鑄型である場合、 D_{max}/D_0 は、 $1.16 \sim 1.24$ であることが好ましい。 D_{max}/D_0 が 1.16 以上であることにより、上昇流が全体にわたり緩やかに形成され、凝固界面に沿った下降流の形成を抑制することが容易になる。また、 D_{max}/D_0 が 1.24 以下であることにより、鑄型内から凝固殻を引き抜く際の抵抗を小さくすることが容易になる。鑄型がファンネル鑄型である場合、上記の効果を顕著にするという観点から、 D_{max}/D_0 は、 $1.18 \sim 1.22$ であることがより好ましい。

40

【0036】

また、鑄型がファンネル鑄型である場合、 H_{SEN}/H_0 は、 $0.161 \sim 0.327$ であることが好ましい。 H_{SEN}/H_0 が 0.161 以上であることにより、溶鋼表面への熱供給を安定させることが容易になる。また、 H_{SEN}/H_0 が 0.327 以下であることにより、溶鋼表面の変動を抑制させることが容易になる。鑄型がファンネル鑄型である場合、上記の効果を顕著にさせるという観点から、 H_{SEN}/H_0 は、 $0.15 \sim 0.$

50

30であることがより好ましい。

【0037】

また、鑄型がファンネル鑄型である場合、浸漬ノズルから吐出される溶鋼の流速 v は、 $0.441\text{ m/s} \sim 1.256\text{ m/s}$ であることが好ましい。溶鋼流速 v が 0.441 m/s 以上であることにより、介在物の捕捉を抑制する溶鋼流動が得られるとともに、溶鋼表面への熱供給が容易になる。また、溶鋼流速 v が 1.256 m/s 以下であることにより、溶鋼表面の変動を抑制することが容易になる。鑄型がファンネル鑄型である場合、上記の効果を顕著にするという観点から、溶鋼流速 v は、 $0.500\text{ m/s} \sim 1.100\text{ m/s}$ であることがより好ましい。

【0038】

10

また、鑄型がファンネル鑄型である場合、溶鋼の吐出角度 θ は、 $-45^\circ \sim -5^\circ$ であることが好ましい。溶鋼の吐出角度 θ が -45° 以上であることにより、溶鋼表面への熱供給が容易になる。また、溶鋼の吐出角度 θ が -5° 以下であることにより、溶鋼表面の変動の抑制が容易になる。鑄型がファンネル鑄型である場合、上記の効果を顕著にさせるという観点から、溶鋼の吐出角度 θ は、 $-45^\circ \sim -15^\circ$ であることがより好ましい。

【実施例】

【0039】

下記表1に示す各条件の鑄造条件で鋼の連続鑄造を行い、製造されたコイルの品質を評価した。コイルの品質評価は、具体的には、各50個以上のコイルに関し、目視検査によりスリバー疵をカウントし、その疵個数によって、◎（疵個数 ≤ 0.5 個/コイル）、○（ 0.5 個/コイル $<$ 疵個数 ≤ 1.0 個/コイル）、×（疵個数 > 1.0 個/コイル）の各評価を与えた。

20

【0040】

【表 1】

	鋳造 速度	鋳型					浸漬ノズル			請求範囲要件		コイル 品質	
		ボトム形状		ファンネル部	電磁ブレーキ		ノズル底面- コイル中心 間距離	吐出 流速	吐出 角度	電磁ブレーキ			
		幅	厚み	厚み	磁束密度	表面-コイル 中心間距離				適正強度範囲			
		Vc	W ₀	D ₀	D _{max}	B	H ₀	H _{SEN}	v	θ	B _{min}		B _{max}
		m/min	mm	mm	mm	G	mm	mm	m/s	deg.	G		G
実施例1	1.4	1630	250	290	4100	606.5	198	0.799	-45	722	4789	◎	
実施例2	1.4	1630	250	310	4100	606.5	198	0.799	-45	881	5850	◎	
実施例3	1.4	1630	250	250	4100	606.5	148	0.799	-30	489	4587	○	
実施例4	1.4	1630	250	290	4100	606.5	148	0.799	-30	763	7159	◎	
実施例5	1.4	1630	250	310	4100	606.5	148	0.799	-30	932	8745	◎	
実施例6	1.4	1630	250	300	4100	606.5	198	0.799	-45	799	5302	◎	
実施例7	1.4	1400	250	300	4100	606.5	198	0.686	-45	930	7187	◎	
実施例8	1.4	1150	250	300	4100	606.5	198	0.564	-45	1132	10651	◎	
実施例9	1.4	900	250	300	4100	606.5	198	0.441	-45	1447	17390	◎	
実施例10	1.0	1630	250	300	4100	606.5	148	0.571	-30	1182	15534	○	
実施例11	1.4	1630	250	300	4100	606.5	148	0.799	-30	844	7926	◎	
実施例12	1.8	1630	250	300	1100	606.5	148	1.027	-30	657	4795	○	
実施例13	1.8	1630	250	300	1800	606.5	148	1.027	-30	657	4795	◎	
実施例14	1.8	1630	250	300	4100	606.5	148	1.027	-30	657	4795	◎	
実施例15	1.8	1630	250	300	4400	606.5	148	1.027	-30	657	4795	◎	
実施例16	1.8	1630	250	300	4600	606.5	148	1.027	-30	657	4795	○	
実施例17	1.0	1630	250	300	4100	606.5	198	0.571	-45	1118	10391	○	
実施例18	1.4	1630	250	300	4100	606.5	198	0.799	-45	799	5302	◎	
実施例19	1.0	1630	250	300	4100	606.5	198	0.571	-30	1581	20783	○	
実施例20	1.4	1630	250	300	4100	606.5	198	0.799	-30	1130	10603	◎	
実施例21	1.8	1630	250	300	4100	606.5	198	1.027	-30	879	6414	◎	
実施例22	2.2	1630	250	300	800	606.5	198	1.256	-30	719	4294	○	
実施例23	1.4	1630	250	300	4100	606.5	98	0.799	-30	559	5248	◎	
実施例24	1.4	1630	250	300	4100	606.5	98	0.799	-15	1080	19586	◎	
実施例25	1.4	1630	250	300	4100	606.5	98	0.799	-5	3208	172724	○	
実施例26	1.0	1630	300	300	3000	606.5	148	0.685	-30	570	6243	○	
実施例27	1.0	1630	300	350	1500	606.5	148	0.685	-30	905	9914	○	
比較例1	1.4	1630	250	250	4100	606.5	198	0.799	-45	462	1303	×	
比較例2	1.4	1630	250	300	4100	606.5	148	0.799	-45	597	3963	×	
比較例3	2.2	1630	250	300	4100	606.5	148	1.256	-30	537	3210	×	
比較例4	1.8	1630	250	300	4100	606.5	198	1.027	-45	621	3207	×	
比較例5	2.2	1630	250	300	4100	606.5	198	1.256	-45	508	2147	×	
比較例6	1.4	1630	250	300	4100	606.5	98	0.799	-45	395	2624	×	
比較例7	1.8	1630	250	300	500	606.5	148	1.027	-30	657	4795	×	
比較例8	1.8	1630	250	300	5000	606.5	148	1.027	-30	657	4795	×	
比較例9	1.4	1630	300	300	4500	606.5	148	0.959	-30	407	3185	×	
比較例10	1.4	1630	300	350	500	606.5	148	0.959	-30	647	5058	×	

【0041】

実施例1、2、4、5、6、7、8、9、11、13、14、15、18、20、21、23、24は、電磁ブレーキ磁束密度が適正範囲内で、且つ、ファンネル鋳型を用いたものである。これらの実施例に示すように、電磁ブレーキ磁束密度が適正範囲内で、かつ

10

20

30

40

50

ファンネル鑄型を用いた場合には、その他の鑄造条件（鑄造速度、鑄造幅、ファンネル部の膨らみ厚及び浸漬ノズル条件）に影響されることなく、何れも、極めて良好◎なコイル品質を示すことが確認された。

【0042】

実施例3、26は、何れも、電磁ブレーキ磁束密度が適正範囲内であるが、ファンネル部の無い矩形鑄型を使用したものである。この条件下におけるコイル品質は良好○であった。

実施例10、17、19、27は、何れも、ファンネル鑄型を使用し、且つ、電磁ブレーキ磁束密度を適正範囲内としつつ、鑄造速度を低めにした例である。この条件下におけるコイル品質は何れも良好○であった。

10

実施例22は、ファンネル鑄型を使用し、且つ、電磁ブレーキ磁束密度を適正範囲内としつつ、鑄造速度を速めにした例である。この条件下におけるコイル品質は良好○であった。

実施例25は、ファンネル鑄型を使用し、且つ、電磁ブレーキ磁束密度を適正範囲内としつつ、吐出角度を浅め（ -5° ）にした例である。この条件下におけるコイル品質は良好○であった。

【0043】

比較例1～10は、何れも電磁ブレーキ磁束密度が適正範囲内にないものである。この条件下におけるコイル品質は何れも不良×であった。

【0044】

20

比較例7、8と、実施例12～16は、電磁ブレーキ磁束密度以外の他の条件を統一し、上記（式1）による電磁ブレーキ磁束密度の適正範囲が657～4795（Gauss）の例である。

実施例13～15は、電磁ブレーキ磁束密度が、適正範囲で、上限値および下限値の何れからも離れたものであり、何れも、極めて良好◎なコイル品質を示すことが確認された。

比較例7は、電磁ブレーキ磁束密度が適正下限値より24%小さく、比較例8は、電磁ブレーキ磁束密度が適正上限値より4%大きかった。これらは、何れもコイル品質が不良×であった。

ファンネル鑄型を使用した実施例12は、電磁ブレーキ磁束密度を、適正範囲内であるが、実施例13～15における電磁ブレーキ磁束密度と比べると、下限値近くとした例である。この条件下におけるコイル品質は良好○であった。

30

ファンネル鑄型を使用した実施例16は、電磁ブレーキ磁束密度を、適正範囲内であるが、実施例13～15における電磁ブレーキ磁束密度と比べると、上限値近くとした例である。この条件下におけるコイル品質は良好○であった。

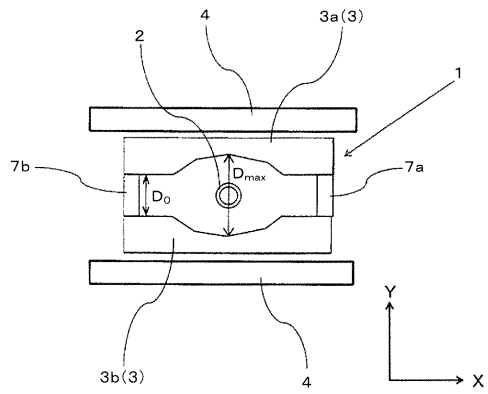
【符号の説明】

【0045】

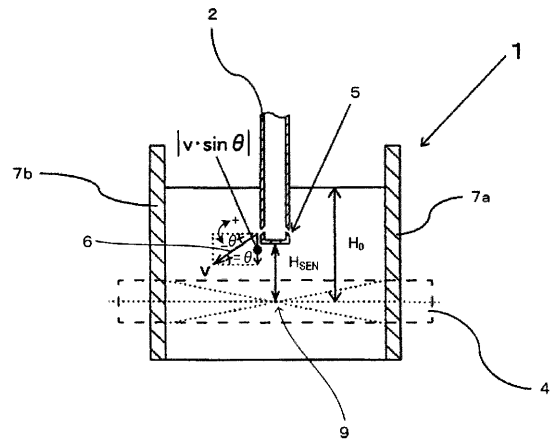
- 1…鑄型
- 2…浸漬ノズル
- 3、3a、3b…長辺壁
- 4…電磁ブレーキ装置
- 5…吐出孔
- 6…吐出流
- 7a、7b…短辺壁
- 8…凝固シェル
- 9…電磁ブレーキコイル中心

40

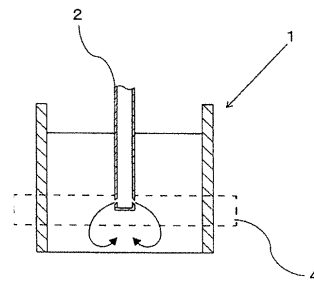
【図 1】



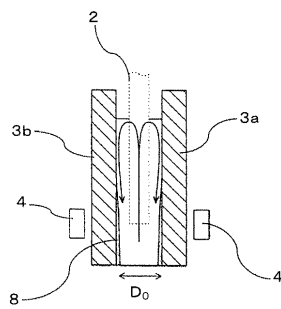
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤本 航平
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 宮原 正年
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

審査官 坂口 岳志

- (56)参考文献 特開2009-066618 (JP, A)
特開2002-239691 (JP, A)
国際公開第2013/069121 (WO, A1)