

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4216642号
(P4216642)

(45) 発行日 平成21年1月28日(2009.1.28)

(24) 登録日 平成20年11月14日(2008.11.14)

(51) Int. Cl.		F I			
B 2 2 D	11/10	(2006.01)	B 2 2 D	11/10	3 3 0 C
B 2 2 D	41/50	(2006.01)	B 2 2 D	11/10	3 3 0 T
			B 2 2 D	41/50	5 2 0

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2003-142473 (P2003-142473)	(73) 特許権者	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
(22) 出願日	平成15年5月20日(2003.5.20)	(74) 代理人	100090697 弁理士 中前 富士男
(65) 公開番号	特開2004-344900 (P2004-344900A)	(74) 代理人	100090088 弁理士 原崎 正
(43) 公開日	平成16年12月9日(2004.12.9)	(72) 発明者	森 健一 福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新 日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内
審査請求日	平成17年9月13日(2005.9.13)	(72) 発明者	平本 祐二 福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新 日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 浸漬ノズル及びこれを用いた連続鋳造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶鋼が上から下に通過する筒状部と、該筒状部の下部に設けられ、前記溶鋼を横方向に吐出可能な左右対となる吐出口とを有し、前記筒状部の下部を除く部分の内径 D_1 と前記各吐出口間の間隔 D_2 との比 D_2 / D_1 が $0.8 \sim 1.2$ である浸漬ノズルにおいて、前記各吐出口の少なくとも上部及び下部のいずれか一方又は双方には、前記各吐出口から吐出した前記溶鋼の流れを誘導可能なひさし部が設けられ、しかも前記吐出口には、前記溶鋼を吐出可能な複数の小孔が形成された吐出部が設けられ、一方側の前記吐出口の内断面積 S_1 と、前記複数の小孔の総断面積 S_2 との比 S_1 / S_2 が $2 \sim 5.5$ であり、しかも前記小孔の内径 d と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 D_1 / d が $2 \sim 8$ であり、
更に、前記吐出部は、ドロマイトクリンカーを骨材の一部に使用し、CaO成分の含有量 W_1 とMgO成分の含有量 W_2 との質量比 W_1 / W_2 が $0.46 \sim 3.0$ 、かつMgO成分を $30 \sim 70$ 質量% 含み、しかも炭素成分を $1 \sim 1.0$ 質量% 含み、 SiO_2 及び Fe_2O_3 の各含有率がいずれも 3 質量% 以下となる耐火物で構成されていることを特徴とする浸漬ノズル。

【請求項2】

請求項1記載の浸漬ノズルにおいて、前記ひさし部の突出長さ L_1 と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_1 / D_1 が $0.5 \sim 2$ であって、前記ひさし部の幅 W と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 W / D_1 が $1 \sim 3$ であることを特徴とする浸漬ノズル。

【請求項3】

10

20

請求項 1 及び 2 のいずれか 1 項に記載の浸漬ノズルにおいて、前記吐出口の基端から前記ひさし部の先端へかけての流路長さ L_2 と、前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_2 / D_1 が 1 ~ 2 であることを特徴とする浸漬ノズル。

【請求項 4】

請求項 1 及び 2 のいずれか 1 項に記載の浸漬ノズルにおいて、前記吐出部の前端から前記ひさし部の先端へかけての流路長さ L_3 と、前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_3 / D_1 が 1 ~ 2 であることを特徴とする浸漬ノズル。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の浸漬ノズルにおいて、前記複数の小孔の総断面積 S_2 と、前記筒状部の内断面積 S_3 との比 S_3 / S_2 が 0.5 ~ 1.5 であることを特徴とする浸漬ノズル。

10

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の浸漬ノズルにおいて、前記筒状部の下部を除く部分には、縮径部が設けられていることを特徴とする浸漬ノズル。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の浸漬ノズルにおいて、前記筒状部の下部を除く部分には、前記溶鋼を通過させる複数の貫通孔を備えた整流部材が設けられていることを特徴とする浸漬ノズル。

【請求項 8】

溶鋼が上から下に通過する筒状部の内径 D_1 と、該筒状部の下部に設けられ、前記溶鋼を横方向に吐出可能な左右対となる吐出口間の間隔 D_2 との比 D_2 / D_1 が 0.8 ~ 1.2 であり、前記各吐出口の少なくとも上部及び下部のいずれか一方又は双方に、前記各吐出口から吐出した前記溶鋼の流れを誘導可能なひさし部が設けられ、しかも前記吐出口に前記溶鋼を吐出可能な複数の小孔が形成された吐出部が設けられ、一方側の前記吐出口の内断面積 S_1 と、前記複数の小孔の総断面積 S_2 との比 S_1 / S_2 が 2 ~ 5.5 であり、前記小孔の内径 d と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 D_1 / d が 2 ~ 8 であり、更に、前記吐出部が、ドロマイトクリンカーを骨材の一部に使用し、CaO 成分の含有量 W_1 と MgO 成分の含有量 W_2 との質量比 W_1 / W_2 が 0.46 ~ 3.0、かつ MgO 成分を 30 ~ 70 質量% 含み、しかも炭素成分を 1 ~ 10 質量% 含み、 SiO_2 及び Fe_2O_3 の各含有率がいずれも 3 質量% 以下となる耐火物で構成された浸漬ノズルを介して、鑄型内に前記溶鋼を注湯し、該溶鋼を凝固させながら 0.6 m/min 以上の鑄造速度で前記鑄型から引き抜くことを特徴とする連続鑄造方法。

20

【請求項 9】

請求項 8 記載の連続鑄造方法において、前記ひさし部の傾斜角度を水平状態に対して上向き 10 度から下向き 35 度の範囲に設定し、前記吐出口をメニスカス位置から 150 ~ 350 mm の範囲で前記鑄型中の前記溶鋼に浸漬させ、アルゴンガスの吹き込み量を 0.2 ~ 2.0 NL/min にすることを特徴とする連続鑄造方法。

【請求項 10】

請求項 8 及び 9 のいずれか 1 項に記載の連続鑄造方法において、前記ひさし部の突出長さ L_1 と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_1 / D_1 が 0.5 ~ 2 であって、前記ひさし部の幅 W と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 W / D_1 が 1 ~ 3 であることを特徴とする連続鑄造方法。

30

40

【請求項 11】

請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の連続鑄造方法において、前記吐出口の基端から前記ひさし部の先端へかけての流路長さ L_2 と、前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_2 / D_1 が 1 ~ 2 であることを特徴とする連続鑄造方法。

【請求項 12】

請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の連続鑄造方法において、前記吐出部の前端から前記ひさし部の先端へかけての流路長さ L_3 と、前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_3 / D_1 が 1 ~ 2 であることを特徴とする連続鑄造方法。

50

【請求項 1 3】

請求項 8 ~ 1 2 のいずれか 1 項に記載の連続鑄造方法において、前記複数の小孔の総断面積 S_2 と、前記筒状部の内断面積 S_3 との比 S_3 / S_2 が $0.5 \sim 1.5$ であることを特徴とする連続鑄造方法。

【請求項 1 4】

請求項 8 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の連続鑄造方法において、前記筒状部の下部を除く部分には、縮径部が設けられていることを特徴とする連続鑄造方法。

【請求項 1 5】

請求項 8 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の連続鑄造方法において、前記筒状部の下部を除く部分には、前記溶鋼を通過させる複数の貫通孔を備えた整流部材が設けられていることを特徴とする連続鑄造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、連続鑄造において熔融金属を鑄型に注入するための浸漬ノズル及びこれを用いた連続鑄造方法に関し、詳しくは浸漬ノズルの吐出口から鑄型内に放出される溶鋼流を緩慢で均一な流れにし、溶鋼流に随伴する気泡や介在物の深部への侵入を抑制して、高速鑄造を可能にすることができる浸漬ノズル及びこれを用いた連続鑄造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

従来、連続鑄造において、熔融金属を鑄型に注湯する際、鑄型内に吐出する溶鋼の流れを緩慢かつ均一にする浸漬ノズル（連続鑄造用浸漬ノズルとも言う）として、以下のものが開示されている。

例えば、特許文献 1 に開示された浸漬ノズルは、浸漬ノズルの左右に上下一対の吐出口をそれぞれ設け、しかも上下の吐出口間の距離 D を、 $D < L - Z - 64Y - 370$ としたものである。ここで、 L はモールド長さ、 Y はスループット、 Z はモールド上端からメニスカスに至るまでの距離である。

この式は、パウダーの巻き込みを防止するため、吐出口の上端からメニスカスに至るまでの距離 X を設定した式、即ち $X > 80(0.8Y - 1)$ と、ブレークアウトの発生を防止するための式、即ち $D < L - (X + Z + 450)$ に基づいて求めた式である。

30

また、特許文献 2 に開示された浸漬ノズルは、吐出口を側方に長めに突出させて、この突出口に CaO を主成分とした格子状、棒状等の CaO 含有体を取付け、清浄鋼を鑄造できるものである。

そして、特許文献 3 に開示された浸漬ノズルは、この浸漬ノズルの下部に、側面に複数の小径の吐出口が形成された拡径したボックスが設けられたもので、各吐出口から溶鋼を吐出させることで、吐出流を分散させて溶鋼の流速を低減するものである。

【0003】

【特許文献 1】

特開平 2 - 1 8 7 2 4 0 号公報

【特許文献 2】

40

実開昭 6 3 - 8 5 3 5 8 号公報

【特許文献 3】

実開昭 6 0 - 7 1 4 6 2 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 1 の浸漬ノズルは、吐出口を、横長かつ高さ方向に 2 孔に限定しているため、2 孔の間隔が近い場合には、吐出口から出た後の流れが合流し、溶鋼を 2 孔から分散させて吐出させた効果が無くなる。一方、2 孔の間隔が広い場合には、溶鋼の高さ方向の圧力差によって上下の吐出口を通過する流量のバランスが崩れ、即ち下側の吐出口からの流量が大きくなって、吐出流速が大きくなるため、溶鋼を 2 孔から分散させて吐

50

出させた効果が小さくなる。

このため、溶鋼の流れを、緩慢かつ均一にできず、耐火物との反応生成物や溶鋼中の酸化物である介在物が鑄片の深部に侵入し、鑄片の品質を悪くしていた。

【0005】

また、特許文献2の浸漬ノズルは、吐出口を側方に延長することで、吐出する溶鋼の流れの方向を定めることができるが、その傾斜角度が下向きであれば、溶鋼の流れによって介在物を鑄型内深くまで持ち込み、浮上させることができなくなるため、清浄鋼を得ることができない。一方、その傾斜角度が上向きであれば、上向き流の流速を低減できず、その流れに伴ってパウダーを巻き込むため、やはり清浄鋼を得ることができない。また、吐出流速を低減して、介在物、パウダーの巻き込みを防止するためには、格子あるいは棒の隙間の流路を適度な大きさに設定する必要があるが、その部分については規定されていない。そして、CaOは、溶鋼中のAl₂O₃などの酸化物と反応し溶損して次第に失われるため、CaOを主成分としたのみでは、鑄造時間全体にわたって本構造の効果を持続することは困難である。

10

【0006】

特許文献3の浸漬ノズルでは、溶鋼の落下力が細孔に直接作用するため、吐出部から吐出する溶鋼の流れを緩慢かつ均一にできない。また、下部に設けられた吐出口によって下向き流が形成されるため、下降流が強くなり、気泡や介在物が鑄片の深部に侵入し、集積して内部表層欠陥の要因になる。

特に、主吐出口の外側に空間部を設け、更に外側に複数の小径の吐出口が配置されているため、構造が複雑になり、製造コストが高くなる。なお、ボックスの周辺部に形成された吐出口から吐出する溶鋼流になる程、その流れを拘束することが困難であるため、吐出した溶鋼流が放射状に拡散する。一方、ボックスの中央部に形成された吐出口から吐出する溶鋼流は、ボックスの周辺部から吐出する溶鋼流によって拘束される。このため、各吐出口からの溶鋼流速が、中央部で強く、外周部で弱くなり、各吐出口から吐出する溶鋼流を適正な均一流速にすることができず、しかも複数の吐出口で均一な流速分布を形成できないなどの問題がある。

20

本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、鑄型内の溶鋼の流れを緩慢にし、かつ均一な流れを形成して、気泡や介在物欠陥を防止して高速鑄造を可能にする浸漬ノズル及びこれを用いた連続鑄造方法を提供することを目的とする。

30

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記目的に沿う第1の発明に係る浸漬ノズルは、溶鋼が上から下に通過する筒状部と、該筒状部の下部に設けられ、前記溶鋼を横方向に吐出可能な左右対となる吐出口とを有し、前記筒状部の下部を除く部分の内径D1と前記各吐出口間の間隔D2との比D2/D1が0.8~1.2である浸漬ノズルにおいて、

前記各吐出口の少なくとも上部及び下部のいずれか一方又は双方には、前記各吐出口から吐出した前記溶鋼の流れを誘導可能なひさし部が設けられ、しかも前記吐出口には、前記溶鋼を吐出可能な複数の小孔が形成された吐出部が設けられ、一方側の前記吐出口の内断面積S1と、前記複数の小孔の総断面積S2との比S1/S2が2~5.5であり、しかも前記小孔の内径dと前記筒状部の前記内径D1との比D1/dが2~8であり、
更に、前記吐出部は、ドロマイトクリンカーを骨材の一部に使用し、CaO成分の含有量W1とMgO成分の含有量W2との質量比W1/W2が0.46~3.0、かつMgO成分を30~70質量%含み、しかも炭素成分を1~10質量%含み、SiO₂及びFe₂O₃の各含有率がいずれも3質量%以下となる耐火物で構成されている。

40

このように、各吐出口の少なくとも上部及び下部のいずれか一方又は双方には、ひさし部が設けられているので、下降流の形成を抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制できる。

また、筒状部の下部を除く部分の内径D1と各吐出口間の間隔D2との比D2/D1を0.8~1.2に設定するので、浸漬ノズルの形状を複雑化することなく単純化できる。

50

【0008】

ここで、内径 D_1 と間隔 D_2 との比 D_2/D_1 が0.8より小さくなる場合、内径 D_1 に対して間隔 D_2 が小さくなり過ぎるため、筒状部内に落下した溶鋼の落下力が吐出口に直接作用し、下降流の形成が抑制できず、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入する。一方、内径 D_1 と間隔 D_2 との比 D_2/D_1 が1.2より大きくなる場合、内径 D_1 に対して間隔 D_2 が大きくなり過ぎるため、浸漬ノズルの形状が複雑になり、強度の低下や耐火物コストの上昇を招く。

以上のことから、浸漬ノズルの形状を単純化でき、しかも気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを防止するため、内径 D_1 と間隔 D_2 との比 D_2/D_1 を、好ましくは0.85~1.15、更には0.9~1.1にすることが好ましい。

10

【0009】

前記目的に沿う第2の発明に係る浸漬ノズルは、第1の発明に係る浸漬ノズルにおいて、前記ひさし部の突出長さ L_1 と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_1/D_1 が0.5~2であって、前記ひさし部の幅 W と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 W/D_1 が1~3である。

このように、ひさし部の突出長さ L_1 と筒状部の内径 D_1 との比 L_1/D_1 、及びひさし部の幅 W と筒状部の内径 D_1 との比 W/D_1 をそれぞれ設定するので、下降流の形成を更に抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止できる。

【0010】

ここで、ひさし部の突出長さ L_1 と筒状部の内径 D_1 との比 L_1/D_1 が大きい程、下降流の形成を抑制する効果が大きくなるが、比 L_1/D_1 が2を超える場合、ひさし部の先端から例えば鑄型の短辺部材までの距離が小さくなり過ぎ、短辺部材への衝突流速が上昇して下降流速が上昇し、下降流の形成を抑制できない。一方、比 L_1/D_1 が0.5より小さい場合、ひさし部による下降流の形成を抑制する効果が小さくなる。

20

以上のことから、ひさし部による下降流の形成を抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止するためには、ひさし部の突出長さ L_1 と筒状部の内径 D_1 との比 L_1/D_1 を、好ましくは0.8~1.7、更には1~1.5に設定することが好ましい。

【0011】

また、ひさし部の幅 W と筒状部の内径 D_1 との比 W/D_1 が大きい程、下降流の形成を抑制する効果が大きくなるが、比 W/D_1 が3を超える場合、ひさし部の両側端から例えば鑄型の長辺部材までの距離が小さくなり過ぎ、長辺部材への衝突流速が上昇して下降流速が上昇し、下降流の形成を抑制できない。一方、比 W/D_1 が1より小さい場合、ひさし部による下降流の形成を抑制する効果が小さくなる。

30

以上のことから、ひさし部による下降流の形成を抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止するためには、ひさし部の幅 W と筒状部の内径 D_1 との比 W/D_1 を、好ましくは1.1~2.5、更には1.2~2に設定することが好ましい。

【0012】

前記目的に沿う第3の発明に係る浸漬ノズルは、第1及び第2の発明に係る浸漬ノズルにおいて、前記吐出口の基端から前記ひさし部の先端へかけての流路長さ L_2 と、前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_2/D_1 が1~2である。

40

このように、吐出口の基端からひさし部の先端へかけての流路長さ L_2 と、筒状部の内径 D_1 との比 L_2/D_1 を設定するので、下降流の形成を更に抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止できる。

ここで、流路長さ L_2 と筒状部の内径 D_1 との比 L_2/D_1 が大きい程、下降流の形成を抑制する効果が大きくなるが、比 L_2/D_1 が2を超える場合、ひさし部の先端から例えば鑄型の短辺部材までの距離が小さくなり過ぎ、短辺部材への衝突流速が上昇して下降流速が上昇し、下降流の形成を抑制できない。一方、比 L_2/D_1 が1より小さい場合、ひさし部による下降流の形成を抑制する効果が小さくなる。

50

以上のことから、ひさし部による下降流の形成を抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止するためには、流路長さ L_2 と筒状部の内径 D_1 との比 L_2/D_1 を、好ましくは $1.2 \sim 1.8$ 、更には $1.3 \sim 1.7$ に設定することが好ましい。

【0013】

前記目的に沿う第1の発明に係る浸漬ノズルは、前記各吐出口には、前記溶鋼を吐出可能な複数の小孔が形成された吐出部が設けられている。

このように、各吐出口には、溶鋼を吐出可能な複数の小孔が形成された吐出部が設けられているので、複数の小孔によって吐出流を広範囲に分散することができ、吐出する溶鋼の低流速化を図ることができる。

10

【0014】

前記目的に沿う第4の発明に係る浸漬ノズルは、第1及び第2の発明に係る浸漬ノズルにおいて、前記吐出部の前端から前記ひさし部の先端へかけての流路長さ L_3 と、前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_3/D_1 が $1 \sim 2$ である。

このように、吐出部の前端からひさし部の先端へかけての流路長さ L_3 と、筒状部の内径 D_1 との比 L_3/D_1 を設定するので、下降流の形成を更に抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止できる。

ここで、流路長さ L_3 と筒状部の内径 D_1 との比 L_3/D_1 が大きい程、下降流の形成を抑制する効果が大きくなるが、比 L_3/D_1 が2を超える場合、ひさし部の先端から例えば鑄型の短辺部材までの距離が小さくなり過ぎ、短辺部材への衝突流速が上昇して下降流速が上昇し、下降流の形成を抑制できない。一方、比 L_3/D_1 が1より小さい場合、ひさし部による下降流の形成を抑制する効果が小さくなる。

20

以上のことから、ひさし部による下降流の形成を抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止するためには、流路長さ L_3 と筒状部の内径 D_1 との比 L_3/D_1 を、好ましくは $1.2 \sim 1.8$ 、更には $1.3 \sim 1.7$ に設定することが好ましい。

【0015】

前記目的に沿う第1の発明に係る浸漬ノズルは、一方側の前記吐出口の内断面積 S_1 と、前記複数の小孔の総断面積 S_2 との比 S_1/S_2 が $2 \sim 5.5$ である。

このように、一方側の吐出口の内断面積 S_1 と、複数の小孔の総断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を設定するので、各小孔から吐出する溶鋼の流速を均一にでき、しかも吐出した溶鋼が鑄型内壁に衝突して形成される反転流の悪影響を抑制できる。

30

ここで、内断面積 S_1 と総断面積 S_2 の比 S_1/S_2 が 6.5 を超える場合、小孔から吐出する溶鋼の流れが十分拡散せず、一部で吸い込み流を生じるなど、均一な流速を得ることができない。一方、比 S_1/S_2 が1より小さい場合、小孔からの溶鋼流が合体して吐出流が強くなり過ぎ、反転流の悪影響が発生する。

以上のことから、均一な流速を得ることができ、しかも反転流の悪影響を抑制、更には防止するためには、内断面積 S_1 と総断面積 S_2 の比 S_1/S_2 を、 $2 \sim 5.5$ 、更には $3 \sim 5$ に設定することが好ましい。

【0016】

40

前記目的に沿う第1の発明に係る浸漬ノズルは、前記小孔の内径 d と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 D_1/d が $2 \sim 8$ である。

このように、小孔の内径 d と筒状部の内径 D_1 との比 D_1/d を設定するので、小孔による圧損を増加させて溶鋼の流速を低減でき、更に溶鋼の二次メニスカス位置（筒状部内の溶鋼の湯面位置）を上昇できるため、吐出部の上端部と下端部との間の溶鋼の圧力差を小さくでき、溶鋼の流量を吐出部の高さ方向に均一にできる。

【0017】

ここで、小孔の内径 d と筒状部の内径 D_1 との比 D_1/d が 8 を超える場合、筒状部の内径 D_1 に対して小孔の内径 d が小さくなり過ぎるため、溶鋼中の介在物の付着により各小孔に閉塞を生じるか、あるいは小孔の内径 d に対して筒状部の内径 D_1 が大きくなり、鑄

50

型内でのクリアランスが確保できない。一方、比 D_1/d が2より小さい場合、小孔による圧損が小さくなり、流速低減効果を得ることができなくなる。

以上のことから、各小孔に閉塞を生じさせることなく、鋳型内でのクリアランスを確保し、しかも吐出部から吐出する溶鋼の流速低減効果を得るためには、小孔の内径 d と筒状部の内径 D_1 との比 D_1/d を、好ましくは2~6、更には2~5に設定することが好ましい。

【0018】

前記目的に沿う第5の発明に係る浸漬ノズルは、第1~第4の発明に係る浸漬ノズルにおいて、前記複数の小孔の総断面積 S_2 と、前記筒状部の内断面積 S_3 との比 S_3/S_2 が0.5~1.5である。

10

このように、複数の小孔の総断面積 S_2 と、筒状部の内断面積 S_3 との比 S_3/S_2 を設定するので、複数の小孔から吐出する溶鋼の平均の吐出流速を低減し、しかもパウダールの巻き込み、気泡、介在物の侵入深さの増大を抑制、更には防止できる。

ここで、総断面積 S_2 と内断面積 S_3 との比 S_3/S_2 が1.5を超える場合、内断面積 S_3 に対する小孔の総断面積 S_2 が小さくなり過ぎ、複数の小孔から吐出する溶鋼の平均の吐出流速を低減することができない。一方、比 S_3/S_2 が0.5より小さい場合、内断面積 S_3 に対する小孔の総断面積 S_2 が大きくなり過ぎ、小孔による圧損の付与効果が減少するため、例えば吐出口を浸漬深さの浅い位置あるいは深い位置に設ける必要性が生じ、パウダールの巻き込み、気泡、介在物の侵入深さの増大の起因となる。

以上のことから、複数の小孔から吐出する溶鋼の平均の吐出流速を低減し、しかもパウダールの巻き込み、気泡、介在物の侵入深さの増大を抑制、更には防止するためには、総断面積 S_2 と内断面積 S_3 との比 S_3/S_2 を、好ましくは0.7~1.3、更には0.8~1.2に設定することが好ましい。

20

【0019】

前記目的に沿う第1の発明に係る浸漬ノズルは、前記吐出部はドロマイトを主体とする耐火物で構成されている。

ここで、ドロマイトとは、CaO成分とMgO成分を含有するものであり、溶鋼中のAlが酸化することで生成する Al_2O_3 や、溶鋼中に含まれる Al_2O_3 が、その表面に付着した場合、CaO成分と Al_2O_3 とが反応して低融点の化合物、即ち Al_2O_3 -CaO系液相を形成できるものである。

30

これにより、例えば小孔に Al_2O_3 が付着しても、小孔の内側面(溶鋼接触面、稼働面とも言う)に Al_2O_3 -CaO系液相が形成され、これが小孔を流れる溶鋼によって下流側へ流されるので、アルミナ系介在物による小孔の孔詰まりを防止できる。

【0021】

前記目的に沿う第6の発明に係る浸漬ノズルは、第1~第5の発明に係る浸漬ノズルにおいて、前記筒状部の下部を除く部分には、縮径部が設けられている。

このように、筒状部の下部を除く部分に縮径部を設けるので、筒状部内に落下する溶鋼の落下力を縮径部で吸収できる。

【0022】

前記目的に沿う第7の発明に係る浸漬ノズルは、第1~第6の発明に係る浸漬ノズルにおいて、前記筒状部の下部を除く部分には、前記溶鋼を通過させる複数の貫通孔を備えた整流部材が設けられている。

40

このように、筒状部の下部を除く部分に複数の貫通孔を備えた整流部材を設けるので、筒状部内に落下する溶鋼の落下力を整流部材で吸収でき、しかも整流部材の各貫通孔によって整流部材を通過する溶鋼の落下流を均一化できる。

【0023】

前記目的に沿う第8の発明に係る連続鋳造方法は、溶鋼が上から下に通過する筒状部の内径 D_1 と、該筒状部の下部に設けられ、前記溶鋼を横方向に吐出可能な左右対となる吐出口間の間隔 D_2 との比 D_2/D_1 が0.8~1.2であり、前記各吐出口の少なくとも上部及び下部のいずれか一方又は双方に、前記各吐出口から吐出した前記溶鋼の流れを誘導

50

可能なひさし部が設けられ、しかも前記吐出口に前記溶鋼を吐出可能な複数の小孔が形成された吐出部が設けられ、一方側の前記吐出口の内断面積 S_1 と、前記複数の小孔の総断面積 S_2 との比 S_1 / S_2 が $2 \sim 5.5$ であり、前記小孔の内径 d と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 D_1 / d が $2 \sim 8$ であり、更に、前記吐出部が、ドロマイトクリンカーを骨材の一部に使用し、 CaO 成分の含有量 W_1 と MgO 成分の含有量 W_2 との質量比 W_1 / W_2 が $0.46 \sim 3.0$ 、かつ MgO 成分を $30 \sim 70$ 質量% 含み、しかも炭素成分を $1 \sim 10$ 質量% 含み、 SiO_2 及び Fe_2O_3 の各含有率がいずれも 3 質量% 以下となる耐火物で構成された浸漬ノズルを介して、鑄型内に前記溶鋼を注湯し、該溶鋼を凝固させながら $0.6 m/min$ 以上の鑄造速度で前記鑄型から引き抜く。

このように、上記した構成の浸漬ノズルを使用して、鑄型に溶鋼を注湯することにより、鑄型内に形成される吐出部からの溶鋼の吐出流を緩慢、かつ均一な流れにでき、形成される下向き流を弱く、しかも、偏流のない均一な流れにできるので、筒状部との反応生成物や溶鋼中の酸化物である介在物が鑄片の深部に侵入するのを抑制できる。

ここで、鑄造速度を $0.6 m/min$ 以上にすることにより、鑄片の表層や内部欠陥の無い鑄片を製造できるが、生産性をより高め、鑄片を高温度で加熱炉などの後工程に供給して熱エネルギーを有効に活用するには、鑄造速度を $0.8 m/min$ 以上にすることが好ましく、更には $1.0 m/min$ 以上にすることが好ましい。一方、上限値については規定していないが、溶鋼の凝固を行う例えば連続鑄造設備の冷却能力を考慮すれば、例えば $2.3 m/min$ 以下の鑄造速度で鑄造するのが良い。

【0024】

前記目的に沿う第9の発明に係る連続鑄造方法は、第8の発明に係る連続鑄造方法において、前記ひさし部の傾斜角度を水平状態に対して上向き 10 度から下向き 35 度の範囲に設定し、前記吐出口をメニスカス位置から $150 \sim 350 mm$ の範囲で前記鑄型中の前記溶鋼に浸漬させ、アルゴンガスの吹き込み量を $0.2 \sim 2.0 NL/min$ にする。

このように、ひさし部の傾斜角度、及び鑄型内の溶鋼への浸漬ノズルの浸漬深さ、及びアルゴンガスの吹き込み量を規定することで、各吐出口から吐出する溶鋼の上向き流及び下向き流の速度を抑制することができ、上向き流に起因する湯面変動やパウダー巻き込みによる欠陥、下向き流に起因する気泡や介在物の鑄片深部への侵入を抑制することができる。しかも、溶鋼の吐出流の偏流が無いので、例えばひさし部の傾斜角度を従来よりも広い範囲に設定でき、同時に浸漬深さをメニスカス位置から $150 \sim 350 mm$ の範囲にして、安定した高速鑄造が可能になる。

【0025】

ここで、ひさし部の傾斜角度が水平位置に対して上向き 10 度を超える場合、上向き流による湯面の変動やパウダーの巻き込みを生じる。一方、ひさし部の傾斜角度が水平位置に対して下向き 35 度を超える場合、下向き流が強くなり、この下向き流に随伴する介在物や気泡が鑄片の深部に侵入し、鑄片の内部欠陥の要因になり、高品質の鑄片を製造できない。

以上のことから、高品質の鑄片を製造するためには、ひさし部の傾斜角度を、水平位置に対して上向き 5 度から下向き 20 度の範囲とすることが好ましく、更には水平位置に対して上向き 5 度から下向き 15 度の範囲とすることが好ましい。

【0026】

また、例えば、浸漬ノズルの吐出口の上端部の浸漬深さが $150 mm$ より浅くなる場合、各吐出口から吐出する溶鋼の上向き流が湯面に作用し、湯面変動やパウダーの巻き込みの原因になる。一方、浸漬深さが $350 mm$ を超える場合、溶鋼の下向き流が強くなり、気泡や介在物を鑄片の深部に随伴し、その浮上を阻害して鑄片の内部の品質が低下する。

以上のことから、高品質の鑄片を製造するためには、浸漬ノズルの吐出口の上端部の浸漬深さを $200 \sim 300 mm$ とすることが好ましく、更には $200 \sim 250 mm$ とすることが好ましい。

【0027】

そして、アルゴンガス (Ar ガスとも言う) の吹き込み量が $0.2 NL/min$ より少な

10

20

30

40

50

くなれば、Arガス気泡による浸漬ノズルの閉鎖防止効果が減少し、かつArガス気泡による介在物の浮上促進効果が減少する。一方、吹き込み量が $20\text{NL}/\text{min}$ より多くなると、浸漬ノズルの閉鎖防止効果を良好にできるが、Arガス気泡の増加による湯面の変動やパウダの巻き込み、凝固殻への気泡の捕捉、鍍片内部への気泡の侵入などの問題が発生し、鍍片の品質低下を招く恐れがある。

以上のことから、Arガスの吹き込み量を、好ましくは $0.2 \sim 10\text{NL}/\text{min}$ 、より好ましくは $0.2 \sim 5\text{NL}/\text{min}$ に設定することで、Arガスの気泡の浮上力を活用し、浸漬ノズルの含有成分であるCaO成分と反応して生成した低融点の $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$ 系の生成物の浮上促進を図り、清浄度の高い鍍片を製造する。

【0028】

前記目的に沿う第10の発明に係る連続鑄造方法は、第8及び第9の発明に係る連続鑄造方法において、前記ひさし部の突出長さ L_1 と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_1/D_1 が $0.5 \sim 2$ であって、前記ひさし部の幅 W と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 W/D_1 が $1 \sim 3$ である。

このように、ひさし部の突出長さ L_1 と筒状部の内径 D_1 との比 L_1/D_1 、及びひさし部の幅 W と筒状部の内径 D_1 との比 W/D_1 をそれぞれ設定するので、下降流の形成を更に抑制して、気泡及び介在物が鍍片の深部に侵入することを抑制、更には防止できる。

【0029】

前記目的に沿う第11の発明に係る連続鑄造方法は、第8～第10の発明に係る連続鑄造方法において、前記吐出口の基端から前記ひさし部の先端へかけての流路長さ L_2 と、前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_2/D_1 が $1 \sim 2$ である。

このように、吐出口の基端からひさし部の先端へかけての流路長さ L_2 と、筒状部の内径 D_1 との比 L_2/D_1 を設定するので、下降流の形成を更に抑制して、気泡及び介在物が鍍片の深部に侵入することを抑制、更には防止できる。

【0030】

前記目的に沿う第8の発明に係る連続鑄造方法は、前記各吐出口には、前記溶鋼を吐出可能な複数の小孔が形成された吐出部が設けられている。

このように、各吐出口には、溶鋼を吐出可能な複数の小孔が形成された吐出部が設けられているので、複数の小孔によって吐出流を広範囲に分散することができ、吐出する溶鋼の低流速化を図ることができる。

【0031】

前記目的に沿う第12の発明に係る連続鑄造方法は、第8～第10の発明に係る連続鑄造方法において、前記吐出部の前端から前記ひさし部の先端へかけての流路長さ L_3 と、前記筒状部の前記内径 D_1 との比 L_3/D_1 が $1 \sim 2$ である。

このように、吐出部の前端からひさし部の先端へかけての流路長さ L_3 と、筒状部の内径 D_1 との比 L_3/D_1 を設定するので、下降流の形成を更に抑制して、気泡及び介在物が鍍片の深部に侵入することを抑制、更には防止できる。

【0032】

前記目的に沿う第8の発明に係る連続鑄造方法は、一方側の前記吐出口の内断面積 S_1 と、前記複数の小孔の総断面積 S_2 との比 S_1/S_2 が $2 \sim 5.5$ である。

このように、一方側の吐出口の内断面積 S_1 と、複数の小孔の総断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を設定するので、各小孔から吐出する溶鋼の流速を均一にでき、しかも反転流の悪影響を抑制できる。

【0033】

前記目的に沿う第8の発明に係る連続鑄造方法は、前記小孔の内径 d と前記筒状部の前記内径 D_1 との比 D_1/d が $2 \sim 8$ である。

このように、小孔の内径 d と筒状部の内径 D_1 との比 D_1/d を設定するので、小孔による圧損を増加させて溶鋼の流速を低減でき、更に溶鋼の二次メニスカス位置を上昇できるため、吐出部の上端部と下端部との間の溶鋼の圧力差を小さくでき、溶鋼の流量を吐出部の高さ方向に均一にできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

前記目的に沿う第 1 3 の発明に係る連続鋳造方法は、第 8 ~ 第 1 2 の発明に係る連続鋳造方法において、前記複数の小孔の総断面積 S_2 と、前記筒状部の内断面積 S_3 との比 S_3 / S_2 が $0.5 \sim 1.5$ である。

このように、複数の小孔の総断面積 S_2 と、筒状部の内断面積 S_3 との比 S_3 / S_2 を設定するので、複数の小孔から吐出する溶鋼の平均の吐出流速を低減し、しかもパウダールの巻き込み、気泡、介在物の侵入深さの増大を抑制、更には防止できる。

【 0 0 3 5 】

前記目的に沿う第 8 の発明に係る連続鋳造方法は、前記吐出部はドロマイトを主体とする耐火物で構成されている。

これにより、例えば小孔に Al_2O_3 が付着しても、小孔の内側面に $Al_2O_3 - CaO$ 系液相が形成され、これが小孔を流れる溶鋼によって下流側へ流されるので、アルミナ系介在物による小孔の孔詰まりを防止できる。

【 0 0 3 7 】

前記目的に沿う第 1 4 の発明に係る連続鋳造方法は、第 8 ~ 第 1 3 の発明に係る連続鋳造方法において、前記筒状部の下部を除く部分には、縮径部が設けられている。

このように、筒状部の下部を除く部分に縮径部を設けるので、筒状部内に落下する溶鋼の落下力を縮径部で吸収できる。

【 0 0 3 8 】

前記目的に沿う第 1 5 の発明に係る連続鋳造方法は、第 8 ~ 第 1 4 の発明に係る連続鋳造方法において、前記筒状部の下部を除く部分には、前記溶鋼を通過させる複数の貫通孔を備えた整流部材が設けられている。

このように、筒状部の下部を除く部分に複数の貫通孔を備えた整流部材を設けるので、筒状部内に落下する溶鋼の落下力を整流部材で吸収でき、しかも整流部材の各貫通孔によって整流部材を通過する溶鋼の落下流を均一化できる。

【 0 0 3 9 】

即ち、本発明者らは、従来のように 2 つの孔を備えた浸漬ノズルにおいて、鋳造速度の増加に伴い、鋳型近傍の下降流の流速が増加し、気泡、介在物の侵入深さが増加することにより鋳片内部に欠陥が増加するという課題に対し、改善に取り組み、吐出流を低流速化し安定化した流れを得るためのノズル構造の検討を行った結果、本発明の浸漬ノズル及びこれをを用いた連続鋳造方法により低流速で均一な吐出流が得られることを確認した。

【 0 0 4 0 】

【 発明の実施の形態 】

続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。

ここに、図 1 (A)、(B) はそれぞれ本発明の第 1 の実施の形態に係る浸漬ノズルの側断面図、平面図、図 2 は本発明の第 2 の実施の形態に係る浸漬ノズルの側断面図、図 3 は本発明の第 3 の実施の形態に係る浸漬ノズルの側断面図、図 4 (A)、(B) はそれぞれ本発明の第 4 の実施の形態に係る浸漬ノズルの側断面図、平面図、図 5 は同浸漬ノズルの吐出部の正面図、図 6 は本発明の第 1 の実施の形態に係る浸漬ノズルを用いた連続鋳造方法の説明図、図 7 (A) ~ (C) はそれぞれ第 1 の従来例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図、第 2 の従来例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図、第 1 の実施例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図、図 8 は製造した鋳片中の気泡侵入量の説明図、図 9 は (A)、(B) はそれぞれ第 1 の従来例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図、第 2 の実施例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図、図 1 0 は製造した鋳片中の気泡侵入量の説明図、図 1 1 は製造した鋳片の不具合発生指数と鋳造速度との関係を示す説明図である。

【 0 0 4 1 】

図 1 (A)、(B) に示すように、本発明の第 1 の実施の形態に係る浸漬ノズル (連続鋳造用浸漬ノズルとも言う) 1 0 は、溶鋼 1 1 が上から下に通過する筒状部 1 2 と、筒状部 1 2 の下部に設けられ、溶鋼 1 1 を横方向に吐出可能な左右対となる吐出口 1 3、1 4 と

10

20

30

40

50

を有し、筒状部 1 2 の下部を除く部分の内径 D_1 (例えば、50 ~ 90 mm) と各吐出口 1 3、1 4 間の間隔 (各吐出口 1 3、1 4 の基端間の間隔) D_2 との比 D_2 / D_1 が 0.8 ~ 1.2 となったものである。以下、詳しく説明する。

【0042】

この各吐出口 1 3、1 4 は、正面視して矩形状となったもので、筒状部 1 2 を中心としてその両側部にそれぞれ配置され、しかも各吐出口 1 3、1 4 の上部に、筒状部 1 2 から前方に突出した状態のひさし部 1 5、1 6 が設けられている。なお、各ひさし部 1 5、1 6 は、各吐出口 1 3、1 4 から吐出した溶鋼の流れを誘導するものである。

ここで、各ひさし部 1 5、1 6 の筒状部 1 2 からの突出長さ L_1 と、筒状部 1 2 の内径 D_1 との比 L_1 / D_1 は 0.5 ~ 2 に設定され、またひさし部 1 5、1 6 の幅 W と筒状部 1 2 の内径 D_1 との比 W / D_1 は 1 ~ 3 に設定されている。なお、各吐出口 1 3、1 4 の基端、即ち筒状部 1 2 の内側面から、ひさし部 1 5、1 6 の先端へかけての流路長さ L_2 と、筒状部 1 2 の内径 D_1 との比 L_2 / D_1 は、1 ~ 2 の範囲に設定されている。

【0043】

この各ひさし部 1 5、1 6 の傾斜角度は、水平位置に対して上向き 10 度から下向き 35 度の範囲に設定されている。このように、ひさし部 1 5、1 6 の傾斜角度を変更することで、各吐出口 1 3、1 4 から吐出する溶鋼 1 1 の流れの方向を容易に変えることができるので、溶鋼 1 1 の流れを容易に安定化することができ、しかも鋼種や鑄造条件に適応した鑄造を行うことが可能になる。

なお、筒状部 1 2 は、従来から使用されている浸漬ノズル用の耐火物、例えばアルミナ黒鉛質耐火物 (AG) を用いて形成することができる。

【0044】

また、図 2 に示すように、本発明の第 2 の実施の形態に係る浸漬ノズル 2 3 は、筒状部 2 0 の下部を除く部分、即ち筒状部 2 0 の内部に存在する溶鋼 1 1 の湯面位置 (二次メニスカス位置) 2 1 より例えば 50 ~ 300 mm 上方の筒状部 2 0 の内周部に、その内径 D_3 が筒状部 2 0 の内径 D_1 よりも小さな縮径部 2 2 (例えば、 $1/2 \times D_1$ $D_3 < D_1$) を設けている。なお、筒状部 2 0 は、縮径部 2 2 を設けたこと以外、筒状部 1 2 と略同様の構成である。

これにより、落下する溶鋼 1 1 を縮径部 2 2 の段差部分に衝突させ、溶鋼 1 1 の落下エネルギーを減衰することができる。

【0045】

また、図 3 に示すように、本発明の第 3 の実施の形態に係る浸漬ノズル 2 6 は、筒状部 2 4 の内部に存在する溶鋼 1 1 の湯面位置 (二次メニスカス位置) 2 1 より例えば 50 ~ 300 mm 上方の筒状部 2 4 の内周部に、整流部材 2 5 を設けている。

ここで、筒状部 2 4 の内部には、内径が僅かに (例えば、5 ~ 10 mm) 縮径して段差を備える係止部 2 7 が設けられ、この係止部 2 7 の上面に、整流部材 2 5 の下面を当接させて配置している。なお、筒状部 2 4 は、係止部 2 7 を設けたこと以外、筒状部 1 2 と略同様の構成である。

【0046】

この整流部材 2 5 は、外形が円柱状に構成されたものであり、整流部材 2 5 の軸心を中心として略等角度に設けられ、しかも整流部材 2 1 の軸心方向に形成された溶鋼 1 1 が通過可能な複数 (例えば、4 以上) の貫通孔 2 8 が設けられている。このため、各貫通孔 2 8 の内側面が稼働面 (以下、溶鋼接触面とも言う) となる。

これにより、浸漬ノズル 2 6 内に落下してきた溶鋼 1 1 を、浸漬ノズル 2 6 内の溶鋼 1 1 の湯面に直接衝突させることなく、整流部材 2 5 で溶鋼 1 1 の落下エネルギーを一旦減衰した後、各貫通孔 2 8 で分散させて更に下流側へ供給できるので、浸漬ノズル 2 6 内の湯面の変動を抑制できる。

なお、前記した整流部材 2 5 を、ドロマイトを主体とした耐火物で構成することが好ましく、この場合、前記したように、少なくとも筒状部 2 4 と整流部材 2 5 とが接する部分に、ジルコニア系のモルタルを使用する。

【0047】

次に、本発明の第4の実施の形態に係る浸漬ノズル（連続鋳造用浸漬ノズルとも言う）30について説明する。

図4（A）、（B）に示すように、浸漬ノズル30は、溶鋼11が上から下に通過する筒状部31と、筒状部31の下部に設けられ、溶鋼11を横方向に吐出可能な左右対となる吐出口32、33とを有したものである。

【0048】

この各吐出口32、33は、正面視して矩形状となったもので、筒状部31を中心としてその両側部にそれぞれ配置され、しかも各吐出口32、33の上部、下部、及び両側部には、筒状部31から両側方向に突出して各吐出口32、33を囲んだひさし部34、35が設けられている。

ここで、ひさし部34、35の筒状部31からの突出長さL1と、筒状部31の内径D1との比 $L1/D1$ は0.5～2に設定され、またひさし部34、35の幅Wと筒状部31の内径D1との比 $W/D1$ は1～3に設定されている。このように、各吐出口32、33は、前記した大きさのひさし部34、35に囲まれているので、気泡の巻き込みを低減できると共に、吐出流の乱れも低減できる。

また、各ひさし部34、35の傾斜角度は、水平位置に対して上向き10度から下向き35度の範囲に設定されている。このように、ひさし部34、35の傾斜角度を変更することで、各吐出口32、33から吐出する溶鋼11の流れの方向を容易に変えることができるので、溶鋼11の流れを容易に安定化することができ、しかも鋼種や鋳造条件に適應した鋳造を行うことが可能になる。

【0049】

図4（A）、（B）、図5に示すように、各吐出口32、33には、実質的に同一の内径dを有し、溶鋼11を吐出可能で、しかも上端部から下端部へかけて分散されて配置された複数（例えば、5～20個）の小孔36が形成された吐出部37、38が設けられている。

ここで、筒状部31の下部を除く部分の内径D1（例えば、50～90mm）と各吐出口32、33間、即ち吐出部37、38間の間隔D2との比 $D2/D1$ は、0.8～1.2に設定され、また吐出部37、38の前端からひさし部34、35の先端へかけての流路長さL3と、筒状部31の内径D1との比 $L3/D1$ は、1～2に設定されている。

また、一方側の吐出口32の内断面積S1と、複数の小孔36の総断面積S2との比 $S1/S2$ は、1～6.5に設定され、小孔36の内径dと筒状部31の内径D1との比 $D1/d$ は2～8に設定され、しかも複数の小孔36の総断面積S2と、筒状部31の内断面積S3との比 $S3/S2$ は0.5～1.5に設定されている。

【0050】

なお、各吐出部37、38は実質的に同一の構成であるため、以下一方側の吐出部37についてのみ説明する。

吐出部37は、ドロマイトを主体とした耐火物で構成されている。

この吐出部37を構成する耐火物は、例えばCaO成分の含有量W1とMgO成分の含有量W2との質量比 $W1/W2$ が0.46～3.0であって、しかもMgO成分が30～70質量%含まれたものである。なお、この耐火物中には、炭素成分が1～10質量%含有されている。また、この耐火物には、CaO成分及びMgO成分を除いた残部成分の含有量W3に対するCaO成分の含有量W1の質量比 $W1/W3$ が2～30で、特に、残部成分中の SiO_2 及び Fe_2O_3 の各含有率がいずれも3質量%以下となるように調整されている。

【0051】

この耐火物は、上記した組成を満足するように、ドロマイトクリンカーを骨材の一部に使用し、これに例えば粒径が0.5mm以下のMgO粒子を3～30質量%添加し、更に結合材として、例えばフェノール樹脂を添加して調整することができる。

そして、上記した耐火物から、複数の小孔を予め形成した吐出部を形成し、フェノール樹

10

20

30

40

50

脂を硬化処理することにより、吐出部 37 を形成することができる。

また、筒状部 31 は、従来から使用されている浸漬ノズル用の耐火物、例えばアルミナ黒鉛質耐火物を用いて形成することができる。

なお、アルミナ黒鉛質耐火物とドロマイトとは反応するため、少なくとも筒状部 31 と吐出部 37 とが接する部分に、ジルコニア系のモルタルを使用する。なお、筒状部自体をジルコニア黒鉛質耐火物で構成することも可能である。

【0052】

このように、吐出部 37 はドロマイトを主体とする耐火物で構成されているので、複数の小孔 36 への Al_2O_3 の付着や堆積を、従来と比較して抑制、更には防止できる。

また、吐出部 37 は、アルミナ黒鉛質耐火物又はジルコニア黒鉛質耐火物 (ZG) を主体とし、炭素成分及び珪素成分のいずれか一方又は双方の含有量が 1 質量% 以下となった耐火物で構成することも可能である。

これにより、溶鋼 11 を各小孔 36 から吐出させ、溶鋼 11 の流れを広範囲に分散させて低流速とした後、ひさし部 34、35 により各吐出口 32、33 の前方へ誘導できる。

【0053】

続いて、本発明の第 1 の実施の形態に係る浸漬ノズル 10 を用いた連続鑄造方法について説明する。

図 6 に示すように、溶鋼 11 をタンディッシュ 40 に入れ、更にタンディッシュ 40 の下方に設けた浸漬ノズル 10 を介して鑄型 41 に注湯した。なお、鑄型 41 は、例えば 2500 mm x 1000 ~ 1800 mm の断面矩形状のものである。そして、鑄型 41 による冷却と支持セグメント 42 に設けた冷却水ノズルからの散水による冷却によって、凝固殻 (凝固シェル) 43 を生成させ、凝固殻 43 の成長を促進しながら、軽圧下セグメント 44 の複数の押圧ロール (図示しない) によって圧下を行い、ピンチロール 45 により 0.6 m/min 以上の鑄造速度で鑄型 41 から引き抜き、鑄片 46 を鑄造する。

【0054】

なお、浸漬ノズル 10 は、浸漬ノズル 10 の各吐出口 13、14 の上端部が、例えばメニスカス (湯面) 位置から 150 ~ 350 mm の範囲の深さで、鑄型 41 中の溶鋼 11 に浸漬するように配置し固定されている。また、浸漬ノズル 10 中に、アルゴンガスを吹き込む場合は、タンディッシュ 40 に設けられた上ノズル及びスライディングノズル (SN) プレートを通じて浸漬ノズル 10 に吹き込まれるアルゴンガス量、及びスリットを通じて浸漬ノズル 10 に吹き込まれるアルゴンガス量の総量で、例えば 0.2 ~ 20 NL/min に調整する。

【0055】

なお、浸漬ノズル 10 の代わりに、浸漬ノズル 30 を使用した場合、各吐出部 37、38 の複数の小孔 36 から鑄型 41 内へ溶鋼 11 を吐出させることで、溶鋼 11 中の Al から生成した Al_2O_3 は、各小孔 36 の内側面である稼動面に付着するが、付着した Al_2O_3 がドロマイトクリンカー内の CaO と反応して低融点の Al_2O_3 - CaO 系液相が形成され、また過剰な Al_2O_3 - CaO 系液相の形成が抑えられ、しかも耐火物の消化も抑えることができる。

また、ドロマイトクリンカーの結晶粒子の粒界に SiO_2 及び Fe_2O_3 が存在することで、ドロマイトクリンカー内の CaO と反応して低融点の化合物を形成し、CaO の移動を活発化させると共に、CaO の反応性を向上させることができる。そして、稼動面側に形成される MgO リッチな層により、稼動面側の耐食性を向上できる。

これにより、溶鋼 11 の吐出流を緩慢にし、かつ均一な流速分布にすることができ、湯面変動の抑制や、パウダー巻き込みの防止ができ、吐出流に随伴して鑄片の深部に侵入する気泡、介在物などに起因した鑄片の品質欠陥を防止することができる。

【0056】

【実施例】

前記した実施の形態に係る連続鑄造方法を適用し、試験を行った結果について説明する。

図 7 に、鑄型 41 内で形成される溶鋼の流れの状態について示す。

前記した浸漬ノズル10のひさし部を上向きに傾斜させた第1の実施例に係る浸漬ノズル50を使用した場合、図7(C)に示すように、鑄型41内に形成される各吐出口51、52からの溶鋼11の吐出流を緩慢、かつ均一な流れにでき、形成される溶鋼11の下向き流を弱く、しかも、偏流のない均一な流れにできる。また、発生した上向きの吐出流は、各ひさし部53、54に衝突し、その流速が低減される。

【0057】

一方、筒状部55の下部に、その軸心を下向きに傾斜させ、溶鋼11を下斜め方向に吐出可能な各吐出口56、57をそれぞれ設けた第1の従来例に係る浸漬ノズル58を使用した場合、図7(A)に示すように、下向き流の流速を低減できない。これにより、強い下向き流に随伴する気泡や介在物が鑄片の深部に侵入するため、鑄片内部の気泡や介在に起因する欠陥を防止できず、鑄片の品質低下を招いたり、鑄片を安定に製造できない問題が発生する。

10

また、筒状部60の下部に、その軸心を上向きに傾斜させ、溶鋼11を上斜め方向に吐出可能な各吐出口61、62をそれぞれ設けた第2の従来例に係る浸漬ノズル63を使用した場合、図7(B)に示すように、下向き流の流速を低減できるが、上向き流の流速が低減できない。このため、上向き流による湯面の変動やパウダー巻き込みが生じ、鑄片内部の気泡や介在に起因する欠陥を防止できず、鑄片の品質低下を招いたり、鑄片を安定に製造できない問題が発生する。

【0058】

ここで、第1の従来例に係る浸漬ノズル58、及び第1の実施例に係る浸漬ノズル50をそれぞれ使用して製造した鑄片中に含まれる気泡侵入量の比較を、図8に示す。なお、気泡侵入量指数は、第1の従来例の浸漬ノズル58を使用して、鑄造速度を1.0(m/分)とした場合に製造した鑄片中の気泡量を100としたものであり、その指数が高くなる程、鑄変中に多くの気泡が存在し、鑄片の品質が低下することを示している。

20

第1の従来例に係る浸漬ノズル58を使用して鑄造を行った場合、鑄造速度を1.0(m/分)から1.6(m/分)に上昇させることで、気泡侵入量指数が1.6倍に増加する。一方、第1の実施例に係る浸漬ノズル50を使用して鑄造を行った場合、鑄造速度が1.0(m/分)のときで気泡侵入量指数は60となり、浸漬ノズル58と比較して大幅に低減できたことが分かる。また、鑄造速度を1.6(m/分)に上昇させても、気泡侵入量指数は80程度であり、浸漬ノズル58と比較して約半分程度にできたことが分かる。以上のことから、第1の実施例に係る浸漬ノズル50を使用することで、各吐出口51、52からの溶鋼11の吐出流の偏流を抑制し、更には防止して、高品質の鑄片を従来よりも高速度で鑄造できる。

30

【0059】

続いて、図9(A)、(B)にそれぞれ、前記した第1の従来例に係る浸漬ノズル58、及び前記した浸漬ノズル30と略同様の構成である第2の実施例に係る浸漬ノズル65を使用した場合における鑄型41内で形成される溶鋼11の流れの状態について示す。

第2の実施例に係る浸漬ノズル65を使用した場合、図9(B)に示すように、鑄型41内に形成される各吐出口66、67からの溶鋼11の吐出流を緩慢、かつ均一な流れにでき、形成される溶鋼11の下向き流を弱く、しかも、偏流のない均一な流れにできる。

40

一方、第1の従来例に係る浸漬ノズル58を使用した場合、図9(A)に示すように、下向き流の流速を低減できない。これにより、強い下向き流に随伴する気泡や介在物が鑄片の深部に侵入するため、鑄片内部の気泡や介在に起因する欠陥を防止できず、鑄片の品質低下を招いたり、鑄片を安定に製造できない問題が発生する。

【0060】

ここで、第1の従来例に係る浸漬ノズル58、及び第2の実施例に係る浸漬ノズル65をそれぞれ使用して製造した鑄片中に含まれる気泡侵入量の比較を、図10に示す。

第2の実施例に係る浸漬ノズル65を使用して鑄造を行った場合、鑄造速度が1.0(m/分)のときで気泡侵入量指数は40となり、浸漬ノズル58と比較して大幅に低減できることが分かる。また、鑄造速度を1.6(m/分)に上昇させても、気泡侵入量指数は

50

50程度であり、高速鋳造でも高品質の鋳片を製造できることが分かる。

以上のことから、第2の実施例に係る浸漬ノズル65を使用することで、各吐出口66、67からの溶鋼11の吐出流の偏流を抑制し、更には防止して、更に高品質の鋳片を従来よりも高速度で鋳造できる。

【0061】

続いて、図11に、第1の実施の形態に係る浸漬ノズル10の比 $L1/D1$ 及び比 $L2/D1$ のみを、前記した範囲から外した実施例に係る浸漬ノズルと、前記した第1の従来例に係る浸漬ノズル58とを使用して製造した鋳片の不具合（不良品）発生指数と鋳造速度との関係を示す。なお、鋳片の不具合発生指数とは、所定期間内に製造した鋳片（10～20本の鋳片）に対する不具合の発生割合を示しており、1に近づくほど不具合が多く発生していることを示している。ここで、試験は、表1に示すように、ひさし部の傾斜角度、浸漬ノズルの浸漬深さ、及びアルゴンガス（Arガス）の吹き込み量の各条件をそれぞれ変化させて行った。

【0062】

【表1】

浸漬ノズル	符号	傾斜角度 θ	浸漬深さ (mm)	Arガス吹き込み量 (NL/分)
本発明	○	上向き10度	220	2
	□	下向き35度	220	2
	△	上向き5度	150	2
	☆	上向き5度	350	2
	◇	上向き5度	220	0.2
	▷	上向き5度	220	20
従来例	×	下向き15度	220	2

【0063】

図11に示すように、浸漬ノズルは、ひさし部の傾斜角度（上向き10度から下向き35度の範囲）、浸漬ノズルの浸漬深さ（150～350mm）、及びアルゴンガス（Arガス）の吹き込み量（0.2～20NL/分）の各条件を変化させても、不具合の発生率が0.35未満となっており、高品質の鋳片を製造できることを確認できた。なお、不具合の発生率は、鋳片の引き抜き速度が0.5～1.7（mm/分）の範囲においても殆ど変わらず、やはり高品質の鋳片を製造できることを確認できた。

【0064】

一方、第1の従来例に係る浸漬ノズル58は、図11に示すように、鋳片の引き抜き速度が低速になる程、即ち0.7（mm/分）未満の場合、鋳片にヘゲ、スリバ等が発生し、鋳片表層の品質を低下させる。また、鋳片の引き抜き速度が高速になる程、即ち1.5（mm/分）を超える場合、鋳片に、気泡、介在物等の起因による内部欠陥が発生する。従って、不具合の発生率が、実施例に係る浸漬ノズルと比較して、大幅に高くなることが分かる。

以上のことから、実施例に係る浸漬ノズルを使用することで、鋳型内の溶鋼の流れを緩慢にし、かつ均一な流れを形成して、気泡や介在物欠陥を防止して高速鋳造を可能にできる。

【0065】

なお、前記した第2、第3の実施の形態に係る浸漬ノズル23、26の比 $L1/D1$ のみを、前記した範囲から外した各浸漬ノズルでは、図11に示した結果よりも不具合の発生率を10%低減できた。

また、前記した第1の実施の形態に係る浸漬ノズル10では、図11に示した結果よりも

不具合の発生率を20%低減できた。

このように、吐出流の緩慢化及び均一化を図って溶鋼を鑄型内に吐出できるので、鑄型内の溶鋼の流れを緩慢にし、かつ均一な流れを形成して、気泡や介在物欠陥を防止して高速鑄造を可能にする。

【0066】

以上、本発明を、実施の形態を参照して説明してきたが、本発明は何ら上記した実施の形態に記載の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載されている事項の範囲内で考えられるその他の実施の形態や変形例も含むものである。例えば、前記したそれぞれの実施の形態や変形例の一部又は全部を組合せて本発明の浸漬ノズル及びこれを用いた連続鑄造方法を構成する場合も本発明の権利範囲に含まれる。

10

前記実施の形態においては、各吐出口の上部のみにひさし部を設けた場合、また各吐出口の上部、下部、及び両側部に、各吐出口を囲むようにひさし部を設けた場合について説明した。しかし、ひさし部は各吐出口の少なくとも上部及び下部のいずれか一方又は双方に設けられればよいので、ひさし部を各吐出口の下部のみ、又は上部及び下部のみに設けることも可能である。

そして、前記実施の形態においては、ひさし部の幅を筒状部の外径と実質的に同じにした場合について説明したが、筒状部の外径よりも側方に突出した状態で設けることも可能である。

【0067】

【発明の効果】

20

請求項1～7記載の浸漬ノズル、及び請求項8～15記載の連続鑄造方法においては、鑄型内に形成される吐出口からの溶鋼の吐出流を緩慢、かつ均一な流れにでき、形成される溶鋼の下向き流を弱く、しかも、偏流のない均一な流れにできる。これにより、下向き流の減衰と均一化によって鑄片深部へ侵入する気泡や介在物を減少させることができ、鑄片の欠陥を防止できる。また、極端な上向きの吐出流の発生を抑制できるので、湯面の変動を回避してパウダーの巻き込みなどの欠陥や湯面近傍への熱供給を適正にして、安定した鑄造が可能になる。そして、鑄片の凝固殻の内側のウォッシング効果を積極的に発現して、凝固殻に捕捉される気泡や介在物を速やかに浮上させて、表層部の欠陥を減少することができる。更に、吐出流を緩慢にできるので、高速鑄造が可能になり、鑄造の生産性を向上できる。なお、ひさし部により吐出口から吐出する溶鋼の拡散を抑制して、均一な流れ

30

にすることができる。従って、気泡や介在物欠陥を防止した高品質の鑄片を効率的、かつ経済的に安定して製造できる。

また、例えばひさし部の傾斜角度を変えることにより、溶鋼の吐出流の吐出方向（吐出角度）を容易に変更することができるので、浸漬ノズルの構造を簡素化でき、しかも従来のような例えばボックス部を設ける必要性が無くなるので、耐火物、製造の両コストを低減でき経済的である。

【0068】

特に、請求項2記載の浸漬ノズル、及び請求項10記載の連続鑄造方法においては、ひさし部の突出長さ L_1 と筒状部の内径 D_1 との比 L_1/D_1 、及びひさし部の幅 W と筒状部の内径 D_1 との比 W/D_1 をそれぞれ設定するので、下降流の形成を更に抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止できる。これにより、吐出口から吐出する溶鋼の拡散を抑制、更には防止して、更に均一な流れにすることができる。

40

【0069】

請求項3記載の浸漬ノズル、及び請求項11記載の連続鑄造方法においては、吐出口の基端からひさし部の先端へかけての流路長さ L_2 と、筒状部の内径 D_1 との比 L_2/D_1 を設定するので、下降流の形成を更に抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止でき、高品質の鑄変を製造できる。

【0070】

請求項1記載の浸漬ノズル、及び請求項8記載の連続鑄造方法においては、各吐出口に溶

50

鋼を吐出可能な複数の小孔が形成された吐出部が設けられているので、複数の小孔によって吐出流を広範囲に分散することができ、吐出する溶鋼の低流速化を図ることができる。これにより、吐出部から吐出する溶鋼の流れを、緩慢で、かつ偏流の無い流れにすることができる。

【0071】

請求項4記載の浸漬ノズル、及び請求項12記載の連続鑄造方法においては、吐出部の前端からひさし部の先端へかけての流路長さ L_3 と、筒状部の内径 D_1 との比 L_3/D_1 を設定するので、下降流の形成を更に抑制して、気泡及び介在物が鑄片の深部に侵入することを抑制、更には防止でき、高品質の鑄変を製造できる。

【0072】

請求項1記載の浸漬ノズル、及び請求項8記載の連続鑄造方法においては、一方側の吐出口の内断面積 S_1 と、複数の小孔の総断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を設定するので、各小孔から吐出する溶鋼の流速を均一にでき、しかも反転流の悪影響を抑制できる。

【0073】

請求項1記載の浸漬ノズル、及び請求項8記載の連続鑄造方法においては、小孔による圧損を増加させて溶鋼の流速を低減でき、更に溶鋼の二次メニスカス位置を上昇できるため、吐出部の上端部と下端部との間の溶鋼の圧力差を小さくでき、溶鋼の流量を吐出部の高さ方向に均一にできる。これにより、溶鋼の圧損の変動の解消と、吐出口からの溶鋼の吐出流の合体によって吐出流が強くなり、鑄型内壁に衝突して反転する下向き、上向きの溶鋼の流れを抑制して、気泡や介在物の深部への侵入を防止できる。

【0074】

請求項5記載の浸漬ノズル、及び請求項13記載の連続鑄造方法においては、複数の小孔から吐出する溶鋼の流速を低減でき、しかも、例えば、パウダーの巻き込み、気泡、介在物の侵入深さを、従来よりも浅くできるので、気泡欠陥や介在物欠陥を防止した高品質の鑄片を製造できる。

【0075】

請求項1記載の浸漬ノズル、及び請求項8記載の連続鑄造方法においては、吐出部の材質がドロマイトを主体としているので、例えば貫通孔に Al_2O_3 が付着しても、貫通孔の内側面に Al_2O_3-CaO 系液相が形成され、これが貫通孔を流れる溶鋼によって下流側へ流されるので、従来のようなアルミナ系介在物による小孔の孔詰まりを防止でき、製造する鑄片の品質を向上できる。

【0077】

請求項6記載の浸漬ノズル、及び請求項14記載の連続鑄造方法においては、筒状部の下部を除く部分に縮径部を設けるので、筒状部内に落下する溶鋼の落下力を縮径部で吸収でき、従来発生していた吐出流の偏流を抑制でき、良好な品質を備えた鑄片を製造できる。

【0078】

請求項7記載の浸漬ノズル、及び請求項15記載の連続鑄造方法においては、筒状部内に落下する溶鋼の落下力を整流部材で吸収でき、しかも整流部材の各貫通孔によって整流部材を通過する溶鋼の落下流を均一化できるので、従来発生していた吐出流の偏流を更に抑制でき、良好な品質を備えた鑄片を製造できる。

【0079】

請求項9記載の連続鑄造方法においては、ひさし部の傾斜角度、及び鑄型内の溶鋼への浸漬ノズルの浸漬深さを規定することで、吐出口から吐出する溶鋼の上向き流及び下向き流の速度を抑制することができるので、上向き流に起因する湯面変動やパウダー巻き込みによる欠陥、下向き流に起因する気泡や介在物の鑄片深部への侵入を抑制することができ、高品質の鑄片を製造できる。しかも、溶鋼の吐出流の偏流が無いので、例えばひさし部の傾斜角度を従来よりも広い範囲に設定でき、同時に浸漬深さをメニスカス位置から150～350mmの範囲にして、安定した高速鑄造が可能になり、生産性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【図 1】(A)、(B)はそれぞれ本発明の第 1 の実施の形態に係る浸漬ノズルの側断面図、平面図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態に係る浸漬ノズルの側断面図である。

【図 3】本発明の第 3 の実施の形態に係る浸漬ノズルの側断面図である。

【図 4】(A)、(B)はそれぞれ本発明の第 4 の実施の形態に係る浸漬ノズルの側断面図、平面図である。

【図 5】同浸漬ノズルの吐出部の正面図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態に係る浸漬ノズルを用いた連続鋳造方法の説明図である。

【図 7】(A)～(C)はそれぞれ第 1 の従来例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図、第 2 の従来例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図、第 1 の実施例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図である。

10

【図 8】製造した鋳片中の気泡侵入量の説明図である。

【図 9】(A)、(B)はそれぞれ第 1 の従来例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図、第 2 の実施例に係る浸漬ノズルの使用状態の説明図である。

【図 10】製造した鋳片中の気泡侵入量の説明図である。

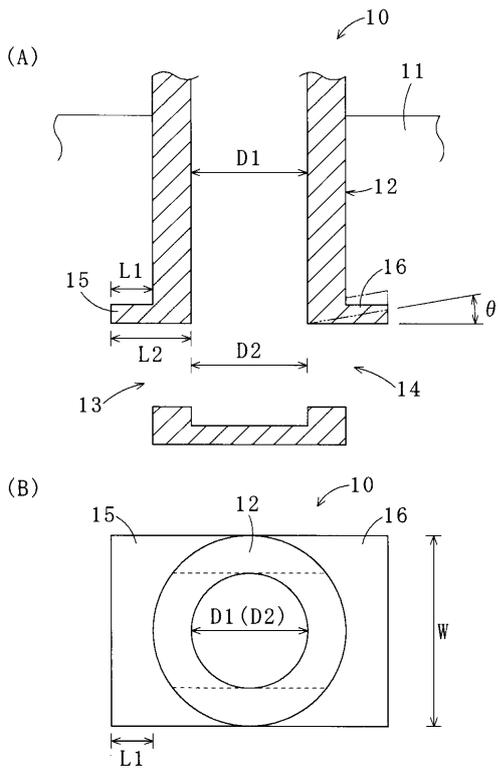
【図 11】製造した鋳片の不具合発生指数と鋳造速度との関係を示す説明図である。

【符号の説明】

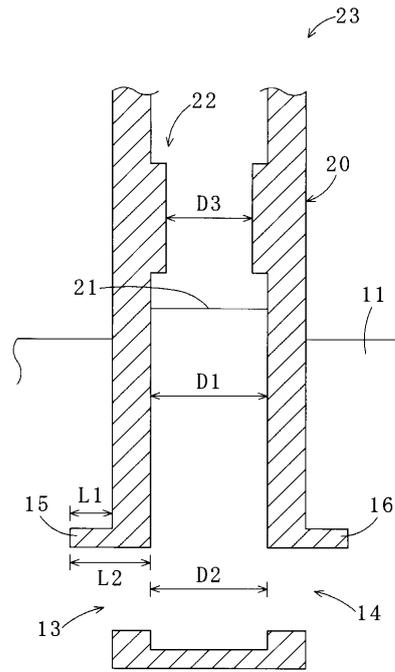
10：浸漬ノズル、11：溶鋼、12：筒状部、13、14：吐出口、15、16：ひさし部、20：筒状部、21：湯面位置、22：縮径部、23：浸漬ノズル、24：筒状部、25：整流部材、26：浸漬ノズル、27：係止部、28：貫通孔、30：浸漬ノズル、31：筒状部、32、33：吐出口、34、35：ひさし部、36：小孔、37、38：吐出部、40：タンディッシュ、41：鋳型、42：支持セグメント、43：凝固殻、44：軽圧下セグメント、45：ピンチロール、46：鋳片、50：浸漬ノズル、51、52：吐出口、53、54：ひさし部、55：筒状部、56、57：吐出口、58：浸漬ノズル、60：筒状部、61、62：吐出口、63、65：浸漬ノズル、66、67：吐出口

20

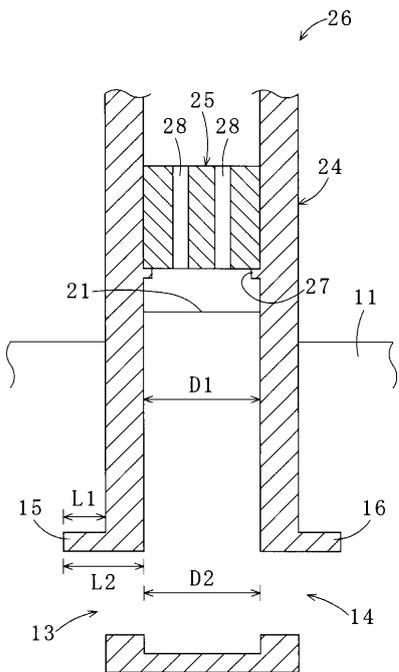
【図1】



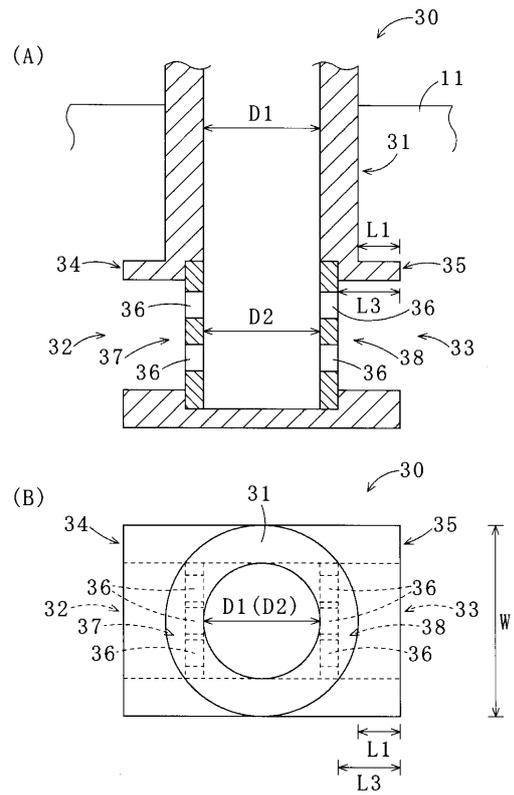
【図2】



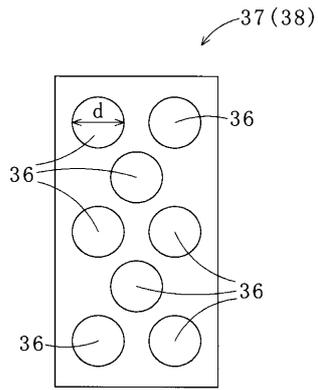
【図3】



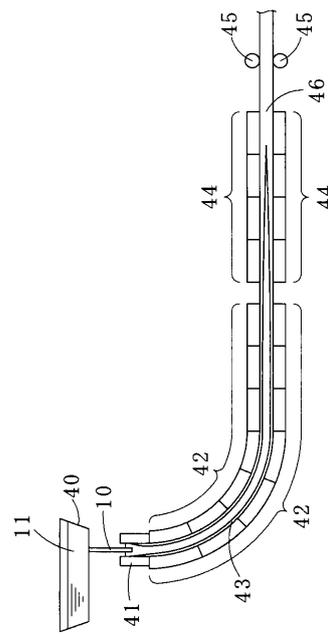
【図4】



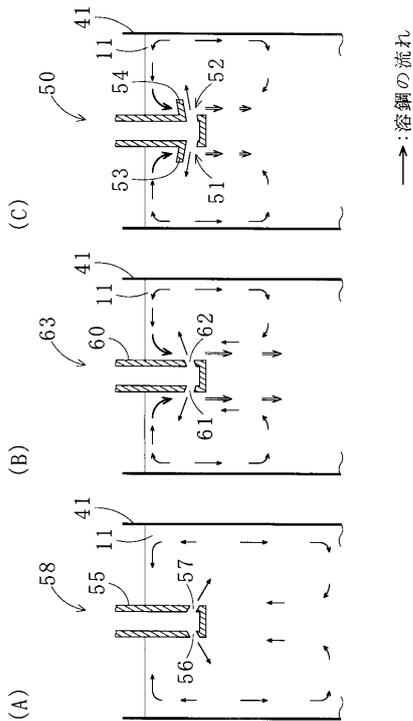
【図5】



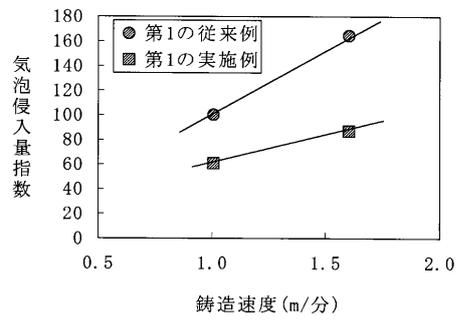
【図6】



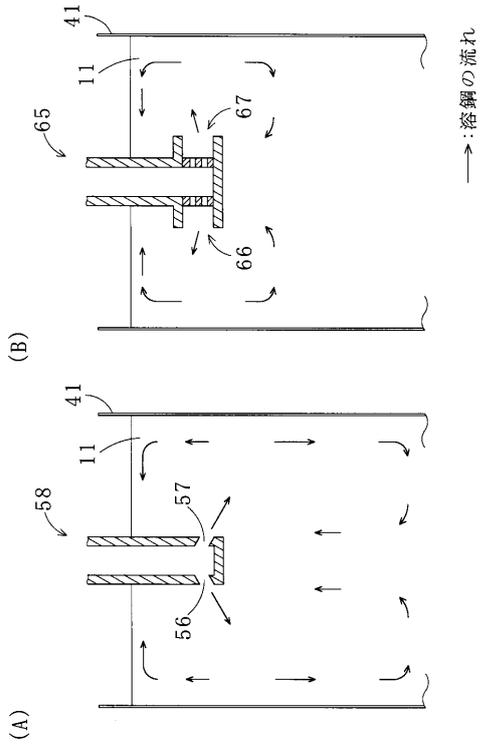
【図7】



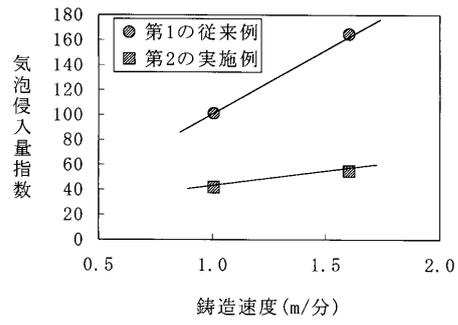
【図8】



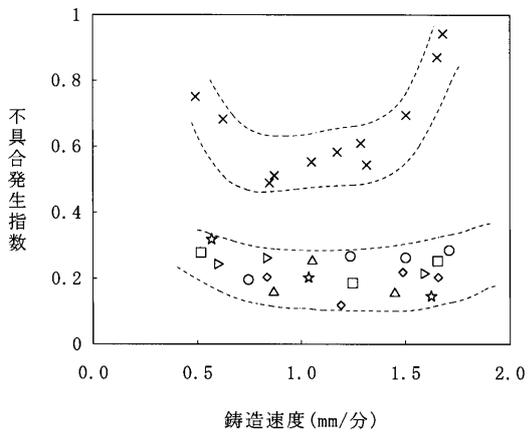
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- (72)発明者 福永 新一
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内
- (72)発明者 小西 淳平
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内
- (72)発明者 諸星 隆
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内

審査官 馳平 憲一

- (56)参考文献 実開昭62-146553(JP,U)
特開昭50-014540(JP,A)
特表平11-506393(JP,A)
特開2001-239351(JP,A)
実開昭49-117316(JP,U)
特開平02-187240(JP,A)
実開昭63-085358(JP,U)
実開昭60-071462(JP,U)
実開昭63-062251(JP,U)
実開昭62-159956(JP,U)
特開昭52-057023(JP,A)
特開平08-039214(JP,A)
実開昭59-089648(JP,U)
特開平06-122051(JP,A)
特開平06-262302(JP,A)
特開2005-014070(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22D 11/00-11/22

B22D 41/50