

(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2004-249291

(P2004-249291A)

(43) 公開日 平成16年9月9日(2004.9.9)

(51) Int. Cl.⁷

B 2 2 D 11/10
 B 2 2 D 11/117
 B 2 2 D 41/54
 B 2 2 D 41/58
 // B 2 2 D 1/00

F I

B 2 2 D 11/10 3 3 O T
 B 2 2 D 11/10 3 6 O B
 B 2 2 D 11/117
 B 2 2 D 41/54
 B 2 2 D 41/58

テーマコード (参考)

4 E O 1 4

審査請求 未請求 請求項の数 45 O L (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-19304 (P2003-19304)
 (22) 出願日 平成15年1月28日 (2003.1.28)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-17925 (P2002-17925)
 (32) 優先日 平成14年1月28日 (2002.1.28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-98845 (P2002-98845)
 (32) 優先日 平成14年4月1日 (2002.4.1)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-377845 (P2002-377845)
 (32) 優先日 平成14年12月26日 (2002.12.26)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000001258
 J F E スチール株式会社
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
 (74) 代理人 100099944
 弁理士 高山 宏志
 (72) 発明者 淡路谷 浩
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
 本鋼管株式会社内
 (72) 発明者 鈴木 幹雄
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
 本鋼管株式会社内
 (72) 発明者 渡辺 圭児
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
 本鋼管株式会社内

最終頁に続く

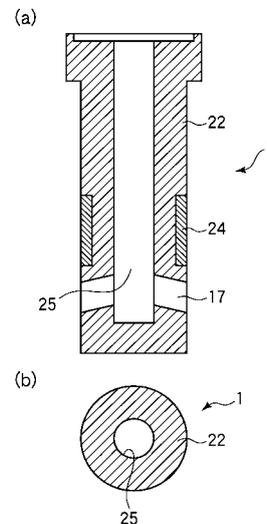
(54) 【発明の名称】 鋼の連続铸造用浸漬ノズルおよび鋼の連続铸造方法

(57) 【要約】

【課題】 溶鋼の連続铸造の際に、鑄片の清浄性を損なうことなくかつ連続铸造操業の安定性を阻害することなく、溶鋼中の $A l_2 O_3$ による閉塞を防止することができる鋼の連続铸造用浸漬ノズルおよび鋼の連続铸造方法を提供すること。

【解決手段】 鑄型内に溶鋼を供給する連続铸造用浸漬ノズル1は、少なくともその一部分が脱硫能を有する耐火物22からなる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、少なくともその一部分が脱硫能を有する耐火物からなることを特徴とする、鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 2】

前記脱硫能を有する耐火物は、溶鋼と接触するノズル内孔部に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 3】

鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、アルカリ土類金属を含む酸化物を含有する耐火物材料に、前記酸化物を還元する成分を配合した耐火物で少なくともその一部分が構成されることを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

10

【請求項 4】

前記アルカリ土類金属を含む酸化物は MgO を主体とし、前記酸化物を還元する成分は、金属 Al、金属 Ti、金属 Zr、金属 Ce、金属 Ca からなる群から選択された 1 種または 2 種以上であることを特徴とする請求項 3 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 5】

前記耐火物中の MgO の配合比率が 5 ~ 75 mass % であり、金属 Al、金属 Ti、金属 Zr、金属 Ce、金属 Ca からなる群から選択された 1 種または 2 種以上の配合比率が 15 mass % 以下であることを特徴とする請求項 4 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

20

【請求項 6】

前記耐火物は、さらに炭素を含むことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 7】

前記耐火物中の金属 Al、金属 Ti、金属 Zr、金属 Ce、金属 Ca からなる群から選択された 1 種または 2 種以上の配合比率が 15 mass % 以下であり、MgO の配合比率が 5 ~ 75 mass % であり、炭素の配合比率が 40 mass % 以下であることを特徴とする請求項 6 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 8】

前記アルカリ土類を含む酸化物は CaO を含有することを特徴とする請求項 4 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

30

【請求項 9】

前記耐火物中の CaO の含有量が 5 mass % 以下であることを特徴とする請求項 8 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 10】

鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、MgO を含有する耐火物材料に、金属 Al を配合した耐火物で少なくともその一部分が構成されることを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 11】

前記耐火物中の MgO の配合比率が 5 ~ 75 mass % であり、金属 Al の配合比率が 1 ~ 15 mass % であることを特徴とする請求項 10 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

40

【請求項 12】

前記耐火物中の金属 Al の配合比率が 2 ~ 15 mass % であることを特徴とする請求項 11 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 13】

前記耐火物中の金属 Al の配合比率が 5 ~ 10 mass % であることを特徴とする請求項 12 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 14】

前記耐火物は、さらに炭素を含むことを特徴とする請求項 10 から請求項 13 のいずれか

50

1 項に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 15】

前記耐火物中の炭素の配合比率が 40 mass % 以下であることを特徴とする請求項 14 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 16】

前記耐火物材料は、さらに CaO を含有することを特徴とする請求項 10 から請求項 15 のいずれか 1 項に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 17】

前記耐火物中の CaO の含有量が 5 mass % 以下であることを特徴とする、請求項 16 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

10

【請求項 18】

前記耐火物材料は、さらに、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 からなる群から選択された 1 種または 2 種以上を含有することを特徴とする請求項 3 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 19】

鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、スピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) を含有する耐火物材料に、金属 Al、金属 Ti、金属 Zr、金属 Ce、金属 Ca からなる群から選択された 1 種または 2 種以上を配合した耐火物で少なくともその一部分が構成されることを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 20】

前記耐火物中のスピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) の配合比率が 20 ~ 99 mass % であり、金属 Al、金属 Ti、金属 Zr、金属 Ce、金属 Ca からなる群から選択された 1 種または 2 種以上の配合比率が 15 mass % 以下であることを特徴とする請求項 19 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

20

【請求項 21】

前記耐火物は、さらに炭素を含むことを特徴とする請求項 19 または請求項 20 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 22】

前記耐火物中の炭素の配合比率が 40 mass % 以下であることを特徴とする請求項 21 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

30

【請求項 23】

前記耐火物材料は、さらに CaO を含有することを特徴とする請求項 19 から請求項 22 のいずれか 1 項に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 24】

前記耐火物中の CaO の含有量が 5 mass % 以下であることを特徴とする、請求項 23 に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 25】

前記耐火物材料は、さらに、 MgO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 からなる群から選択された 1 種または 2 種以上を含有することを特徴とする請求項 19 から請求項 24 のいずれか 1 項に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

40

【請求項 26】

前記耐火物は、溶鋼と接触するノズル内孔部に配置されていることを特徴とする請求項 3 から請求項 25 のいずれか 1 項に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 27】

前記耐火物は脱硫能を有することを特徴とする請求項 3 から請求項 26 のいずれか 1 項に記載の鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 28】

請求項 1 から請求項 27 のいずれかに記載の耐火物と、その耐火物を支持する支持用耐火物とを有することを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズル。

【請求項 29】

50

鑄型内に溶鋼を供給する連続鑄造用浸漬ノズルであって、溶鋼通流孔を有し、その内壁表面から脱硫能を有するガスを吐出可能に構成され、吐出された前記脱硫能を有するガスによって、前記溶鋼通流孔を通流する溶鋼のうち前記内壁表面部分に存在するものが脱硫されることを特徴とする鋼の連続鑄造用浸漬ノズル。

【請求項 30】

前記脱硫能を有するガスは、Mgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上であることを特徴とする請求項 29 に記載の鋼の連続鑄造用浸漬ノズル。

【請求項 31】

鑄型内に溶鋼を供給する連続鑄造用浸漬ノズルであって、溶鋼通流孔を有し、その内壁表面からMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上を吐出可能に構成され、前記溶鋼通流孔を通流する溶鋼に向けて前記ガスが吐出されることを特徴とする鋼の連続鑄造用ノズル。 10

【請求項 32】

鑄型内に溶鋼を供給する連続鑄造用浸漬ノズルであって、溶鋼通流孔を有し、脱硫能を有する金属粉末と耐火物材料とで構成され、溶鋼の熱により前記金属粉末から発生した脱硫能を有するガスによって、前記溶鋼通流孔を通流する溶鋼のうち前記内壁表面部分に存在するものが脱硫されることを特徴とする鋼の連続鑄造用浸漬ノズル。

【請求項 33】

前記脱硫能を有する金属粉末は、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上であり、溶鋼の熱により、Mgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上が発生することを特徴とする請求項 32 に記載の鋼の連続鑄造用浸漬ノズル。 20

【請求項 34】

鑄型内に溶鋼を供給する連続鑄造用浸漬ノズルであって、溶鋼通流孔を有し、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上からなる金属粉末と耐火物材料とで構成され、溶鋼の熱により前記金属粉末から発生したMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上が前記溶鋼通流孔を通流する溶鋼に供給されることを特徴とする鋼の連続鑄造用浸漬ノズル。

【請求項 35】

前記金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末の粒子の大きさは、0.1 ~ 3 mmであり、浸漬ノズルにおける金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上の配合比率は3 ~ 10 mass %であることを特徴とする請求項 33 または請求項 34 に記載の鋼の連続鑄造用浸漬ノズル。 30

【請求項 36】

請求項 1 から請求項 35 のいずれかに記載の鋼の連続鑄造用浸漬ノズルを用いて鑄型内に溶鋼を供給して連続鑄造することを特徴とする鋼の連続鑄造方法。

【請求項 37】

前記浸漬ノズルの溶鋼通流孔を流下する溶鋼にArガスを吹き込まずに溶鋼を鑄型内に注入することを特徴とする請求項 36 に記載の鋼の連続鑄造方法。

【請求項 38】

前記溶鋼がCaを添加しないAlキルド鋼である場合に、前記浸漬ノズルへのArガス吹き込み量を3 NL/min以下(0を含む)として連続鑄造することを特徴とする請求項 36 に記載の鋼の連続鑄造方法。 40

【請求項 39】

浸漬ノズルを用いて鑄型内に溶鋼を供給して連続鑄造する鋼の連続鑄造方法であって、脱硫能を有するガスを浸漬ノズル内に導入して浸漬ノズル内壁表面から浸漬ノズルの溶鋼通流孔へ吐出させ、これにより前記浸漬ノズルの溶鋼通流孔を通流する溶鋼のうち前記浸漬ノズルの内壁表面部分に存在するものを脱硫することを特徴とする鋼の連続鑄造方法。

【請求項 40】

前記脱硫能を有するガスは、Mgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上 50

であることを特徴とする請求項 39 に記載の鋼の連続铸造方法。

【請求項 41】

浸漬ノズルを用いて鑄型内に溶鋼を供給して連続铸造する鋼の連続铸造方法であって、Mg ガス、Ca ガス、Mn ガス、Ce ガスのうちの 1 種以上浸漬ノズル内に導入して浸漬ノズル内壁表面から浸漬ノズルの溶鋼通流孔へ吐出させ、溶鋼通流孔を通流する溶鋼に供給することを特徴とする鋼の連続铸造方法。

【請求項 42】

浸漬ノズルを用いて鑄型内に溶鋼を供給して連続铸造する鋼の連続铸造方法であって、前記浸漬ノズルを脱硫能を有する金属粉末と耐火物材料とで構成し、溶鋼の熱により前記金属粉末から発生した脱硫能を有するガスにより前記浸漬ノズルの溶鋼通流孔を通流する溶鋼のうち前記浸漬ノズルの内壁表面部分に存在するものを脱硫することを特徴とする鋼の連続铸造方法。

10

【請求項 43】

前記脱硫能を有する金属粉末は、金属 Mg 粉末、金属 Ca 粉末、金属 Mn 粉末、金属 Ce 粉末のうちの 1 種以上であり、溶鋼の熱により、Mg ガス、Ca ガス、Mn ガス、Ce ガスのうちの 1 種以上が発生することを特徴とする請求項 42 に記載の鋼の連続铸造方法。

【請求項 44】

浸漬ノズルを用いて鑄型内に溶鋼を供給して連続铸造する鋼の連続铸造方法であって、前記浸漬ノズルを金属 Mg 粉末、金属 Ca 粉末、金属 Mn 粉末、金属 Ce 粉末のうちの 1 種以上からなる金属粉末と耐火物材料とで構成し、溶鋼の熱により前記金属粉末から発生した Mg ガス、Ca ガス、Mn ガス、Ce ガスのうちの 1 種以上を溶鋼通流孔へ吐出させ、溶鋼通流孔を通流する溶鋼に供給することを特徴とする鋼の連続铸造方法。

20

【請求項 45】

前記金属 Mg 粉末、金属 Ca 粉末、金属 Mn 粉末、金属 Ce 粉末の粒子の大きさは、0.1 ~ 3 mm であり、浸漬ノズルにおける金属 Mg 粉末、金属 Ca 粉末、金属 Mn 粉末、金属 Ce 粉末のうちの 1 種以上の配合比率は 3 ~ 10 mass % であることを特徴とする請求項 43 または請求項 44 に記載の鋼の連続铸造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

30

本発明は、鋼の連続铸造の際に鑄型内に溶鋼を供給する鋼の連続铸造用浸漬ノズルおよびそれを用いた鋼の連続铸造方法に関し、詳しくは、内壁部への Al_2O_3 の付着による溶鋼通流孔の閉塞を防止することのできる鋼の連続铸造用浸漬ノズルおよび鋼の連続铸造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

アルミキルド鋼の製造においては、酸化脱炭精錬された溶鋼が Al により脱酸され、酸化脱炭精錬により増加した溶鋼中の酸素が除去される。この脱酸工程で生成した Al_2O_3 粒子は、溶鋼と Al_2O_3 との密度差を利用して溶鋼から浮上分離され除去されるが、数 $10 \mu m$ 以下の微小な Al_2O_3 粒子の浮上速度は極めて遅いため、実際のプロセスにおいて、 Al_2O_3 を完全に浮上・分離することは極めて困難であり、そのため、アルミキルド溶鋼中には微細な Al_2O_3 粒子が懸濁した状態で残留する。また、溶鋼中酸素を安定して低減させるため、Al 脱酸後の溶鋼中には Al が溶解して存在しており、この Al が取鍋からタンデッシュへの注入過程やタンデッシュ内において大気と接触して酸化した場合には、新たに Al_2O_3 が溶鋼中に生成される。

40

【0003】

一方、鋼の連続铸造では、タンディッシュから鑄型へと溶鋼を注湯する際に、耐火物製の浸漬ノズルを用いる。この浸漬ノズルに求められる特性としては、高温強度、耐熱衝撃性およびモールドパウダーや溶鋼に対する耐溶損性に優れることであり、そのため、これら特性に優れる Al_2O_3 - 黒鉛質や Al_2O_3 - SiO_2 - 黒鉛質の浸漬ノズルが広く用

50

いられている。

【0004】

しかしながら、 Al_2O_3 - 黒鉛質や Al_2O_3 - SiO_2 - 黒鉛質の浸漬ノズルを用いると、溶鋼中に懸濁しているこれらの Al_2O_3 が、 Al_2O_3 - 黒鉛質からなる浸漬ノズルや Al_2O_3 - SiO_2 - 黒鉛質を通過する際に、浸漬ノズル内壁に付着・堆積して、浸漬ノズルの閉塞が発生してしまう。

【0005】

浸漬ノズルが閉塞すると、鑄造作業上及び鑄片品質上で様々な問題が発生する。例えば、鑄片引き抜き速度を低下せざるを得ず、生産性が落ちるのみならず、甚だしい場合には、鑄込み作業そのものの中止を余儀なくされる。また、浸漬ノズル内壁に堆積した Al_2O_3 が突然剥離し、大きな Al_2O_3 粒子となって鑄型内に排出され、これが鑄型内の凝固シェルに捕捉された場合には製品欠陥となり、さらには、この部分の凝固が遅れ、鑄型直下に引き抜かれた時点で溶鋼が流出し、ブレードアウトにつながることもある。このような理由から、アルミキルド鋼を連続鑄造する際における浸漬ノズル内壁での Al_2O_3 の付着・堆積機構、およびその防止方法が従来から研究されてきた。

【0006】

従来考えられている Al_2O_3 付着機構として、1 : 溶鋼中に懸濁している Al_2O_3 が浸漬ノズル内壁に衝突して堆積する、2 : 浸漬ノズルを通過する溶鋼の温度が下がり、そのために溶鋼中の Al および酸素の溶解度が低下し、 Al_2O_3 が晶出して内壁に付着する、3 : 浸漬ノズル中の SiO_2 と黒鉛とが反応して SiO となり、これが溶鋼中の Al と反応して Al_2O_3 が浸漬ノズル内壁で生成し、浸漬ノズルの内壁を覆い、その上に溶鋼中に懸濁していた微細な Al_2O_3 粒子が衝突して堆積する等が提言されている。

【0007】

そして、これらの付着・堆積機構に基づき、1 : 浸漬ノズル内壁に Ar を吹き込んで浸漬ノズル内壁と溶鋼との間にガス膜をつくり、 Al_2O_3 が壁に接触しないようにする（例えば特許文献1参照）、2 : 浸漬ノズル内壁側の溶鋼温度が下がらないようにするため、浸漬ノズルの一部を導電性セラミックスで形成し、当該部分を浸漬ノズルの外部から高周波加熱する、または、浸漬ノズルの壁からの伝熱量を下げるために2層にする、もしくは断熱層を浸漬ノズル肉厚の間に設置する（例えば特許文献2参照）、3 : 酸素源となる SiO_2 の添加量を少なくした材質の浸漬ノズルを用い、 Al_2O_3 の生成を抑える（例えば特許文献3参照）等の Al_2O_3 付着防止対策が提言されている。また、浸漬ノズル内壁に付着した Al_2O_3 を除去する対策として、4 : 浸漬ノズル材質に Al_2O_3 と化合して低融点化合物をつくる成分を含有させ、浸漬ノズル内壁に付着した Al_2O_3 を低融点化合物として流出させる（例えば特許文献4参照）といった対策が提言されている。

【0008】

【特許文献1】

特開平4 - 28463号公報

【特許文献2】

特開平1 - 205858号公報

【特許文献3】

特開平4 - 94850号公報

【特許文献4】

特開平1 - 122644号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の各対策には以下の問題点がある。すなわち、上記1の対策では、浸漬ノズル内に吹き込んだ Ar ガスの一部は鑄型内の溶鋼表面から放散できずに凝固シェルに捕捉される。Ar ガスが捕捉されて生成した気孔（ピンホール）中には介在物が同

10

20

30

40

50

時に見つかることが多く、これが製品欠陥になる。また、鑄片表層部に捕捉された場合には、気孔内面が連続鑄造機内や圧延前の加熱炉内で酸化され、これがスケールオフされずに製品欠陥となる場合もある。

【0010】

このようなAr気泡によるピンホールの問題を解決するためには、溶鋼中にCaを添加し、介在物の組成をアルミナからカルシウム-アルミネートに変化させることによって、介在物の形態を固体から液体に変化させ、これによって浸漬ノズルの内壁に介在物が付着、堆積することを防止している。この鑄造方法ではArガスを吹き込まなくても Al_2O_3 の付着が発生せず鑄造が可能である。しかし、この方法では、介在物が液体となるため溶鋼から分離しにくくなり、溶鋼とともに鑄型へ流出し、結果的に介在物の多い鑄片となり、清浄性が劣化するという問題がある。

10

【0011】

上記2の対策では、浸漬ノズル内壁での鋼の凝固を防ぐ効果はあるが、 Al_2O_3 付着を防止する効果は少ない。このことは、溶鋼中に浸漬しているノズル内壁部分でも Al_2O_3 の付着・堆積が多いことから理解できる。

【0012】

上記3の対策では、浸漬ノズル材質中の SiO_2 が低下するため、浸漬ノズルの耐熱衝撃性が劣化する。通常、浸漬ノズルは予熱した後に使用される。それは耐火物が熱衝撃に弱く割れるためである。 SiO_2 は耐熱衝撃性を向上させる効果が極めて高く、 SiO_2 の含有量を下げることにより、鑄造開始時の溶鋼の通過直後、浸漬ノズルに割れの発生する頻度が非常に高くなる。

20

【0013】

また、上記4の対策では、例えばCaOを浸漬ノズルの構成材料として添加することにより、CaOと Al_2O_3 とを化合させて低融点化合物を生成させ、この低融点化合物を溶鋼と一緒に鑄型内へ注入して、浸漬ノズル内壁の Al_2O_3 付着を防止することはできるが、介在物の原因となる低融点化合物を鑄型内へ流出させるため、鑄片の清浄性が劣化するという問題点がある。さらに、浸漬ノズルの内壁が損耗していくので、長時間の鑄造には適していない。

【0014】

このように従来 Al_2O_3 付着防止対策は、浸漬ノズルの閉塞は防止可能であっても鑄片中の介在物を増加させたり、または操業の安定性を阻害したりするものであり、操業面および鑄片品質面の全ての面で満足する Al_2O_3 付着防止対策は、未だ確立されていないのが実状である。

30

【0015】

本発明はかかる事情に鑑みなされたものであって、溶鋼の連続鑄造の際に、鑄片の清浄性を損なうことなくかつ連続鑄造操業の安定性を阻害することなく、溶鋼中の Al_2O_3 による閉塞を防止することができる鋼の連続鑄造用浸漬ノズルおよび鋼の連続鑄造方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

まず、本発明の第1の観点について説明する。

本発明者等は、 Al_2O_3 粒子の浸漬ノズル内壁表面への付着・堆積機構を解明するために、 Al_2O_3 -黒鉛質の耐火物材料で作製した耐火物棒をアルミキルド溶鋼中に浸漬させ、 Al_2O_3 付着試験を行った。

40

【0017】

そして、付着・堆積に及ぼす溶鋼中のS濃度の影響を調べた結果、以下の事実を見出した。すなわち、1：溶鋼中のS濃度が高くなるほど、 Al_2O_3 付着厚みが厚くなる、2：溶鋼中S濃度を0.002mass%以下にすると、 Al_2O_3 の付着現象は起こらない、3：Sと同じように、表面活性元素であるSeやTeを溶鋼中に添加すると、1や2の現象が生じる。

50

【0018】

これらの結果から、 Al_2O_3 の付着機構を次のように考えた。すなわち、表面活性元素であるS原子は、浸漬ノズルの内壁面と溶鋼との界面に集積する性質があるため、溶鋼のS濃度はノズル内壁面側で高く、壁面から離れるにしたがって低くなるという濃度分布を形成する。この場合に、図1の(a)のようにノズル内壁面を0として、内壁面から離れる方向を“正”とすると、濃度勾配は“負”の値を示す。このようなSの濃度勾配を持つ濃度境界層中に Al_2O_3 粒子が侵入した場合、 Al_2O_3 粒子のノズル内壁面側のS濃度は高く、反対側のS濃度は低くなる。一方、 Al_2O_3 と溶鋼との間の界面張力はS濃度に著しく依存することが知られており、S濃度が高くなるほど界面張力は小さくなる。そのため、図1の(a)に示すように、 Al_2O_3 粒子のノズル内壁面に近い側で界面張力が小さく、ノズル内壁面から遠い側で界面張力が大きくなる。この界面張力の差によって、 Al_2O_3 粒子はノズル内壁表面側に吸引され、内壁表面に堆積していく。

10

【0019】

この場合、溶鋼中のS濃度が高くなると、ノズル内壁面と溶鋼との界面のS濃度が高くなるとともに濃度境界層の厚みが広がるので、 Al_2O_3 粒子は濃度境界層に侵入しやすくなり、かつノズル内壁面側への吸引力も大きくなるため、 Al_2O_3 付着量が増大する。一方、溶鋼中S濃度を極端に低下させると、界面のS濃度が低下し、濃度境界層厚みも薄くなるので、 Al_2O_3 粒子は濃度境界層に侵入し難くなり、かつノズル内壁面側への吸引力も小さくなるため、 Al_2O_3 付着が起こり難くなる。

【0020】

Al_2O_3 付着機構をこのように考えた場合、図1の(b)に示すように、ノズル内壁面部分の溶鋼中S濃度を内壁から離れた溶鋼内部のS濃度よりも低下させると、界面張力による吸引力は逆に反撥力に変わり、 Al_2O_3 粒子はノズル内壁から反撥するように離れていくことになる。

20

【0021】

そこで、ノズル内壁面部分の溶鋼のS濃度を低下させて図1の(b)に示すような“正”のS濃度勾配を形成する手段について検討した結果、浸漬ノズルを構成する耐火物の少なくとも一部が脱硫能を有していればよいことに想到した。つまり、浸漬ノズルを構成する耐火物が脱硫能を有していれば、ノズル内壁面近傍の溶鋼がその脱硫能を有する耐火物によって脱硫され、その部分のS濃度が低下し、図1の(b)に示すような“正”のS濃度勾配を形成することができる。

30

【0022】

このことを具体的な実験で確認した。実験は、 Al_2O_3 -黒鉛質耐火物材料からなる浸漬ノズルを丸棒に加工し、この丸棒の軸心にシリンダー状に孔加工し、その孔の中に、MgO粉末と該MgOを還元するための金属を配合した、還元剤としての金属粉末は、たとえば、Al、Ti、Zr、Ca、Ceの中から1種を選択し、さらに炭素粉末とを混合した。これを耐火物試験片に加工したシリンダー状孔に充填した。この試験片を、減圧可能なチャンバー内で溶解したアルミキルド溶鋼に浸漬させ、チャンバー内を大気圧以下に減圧(約0.7気圧)して Al_2O_3 付着試験を行った。金属および炭素粉末が充填された孔の中は大気圧に保持した。試験片内部では、MgO粉末と金属とが反応して、金属Mgが生成し、Mgはガス化する。孔内部の圧力とチャンバー内との圧力の差によって、Mgガスは試験片の壁を透過して試験片表面にわずかつ排出してくる。この試験では、試験片表面には Al_2O_3 粒子が全く付着しないことを確認した。また、試験片表面には、MgSが生成していたことも確認した。これらの結果から、試験片を透過した、Mgガスと溶鋼中のSとが反応して試験片表面部分の溶鋼が脱硫されることによりその部分のS濃度が低下し、“正”のS濃度勾配が形成され、その結果、試験片表面に Al_2O_3 粒子が付着しなくなることが導かれる。つまり、浸漬ノズルを構成する耐火物が脱硫能を有することにより、ノズル内壁面部分の溶鋼がその脱硫能を有する耐火物によって脱硫され、その部分のS濃度が低下して Al_2O_3 粒子はノズル内壁から反撥するという上記メカニズムの妥当性が確認された。

40

50

【0023】

本発明の第1の観点は以上のような本発明者らの知見に基づいてなされたものであり、鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、少なくともその一部分が脱硫能を有する耐火物からなることを特徴とする、鋼の連続鋳造用浸漬ノズルを提供する。

【0024】

また、本発明の第2の観点は、鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、アルカリ土類金属を含む酸化物を含有する耐火物材料に、前記酸化物を還元する成分を配合した耐火物で少なくともその一部分が構成されることを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズルを提供する。このような耐火物を用いることにより、浸漬ノズルの内壁への Al_2O_3 付着を有効に防止することができる。このような浸漬ノズルの内壁への Al_2O_3 付着防止のメカニズムについては他にも考えられるが、前記耐火物中のアルカリ土類金属を含む酸化物が上記還元成分により還元されてアルカリ土類金属が生成し、このアルカリ土類金属と溶鋼中のSとが反応して溶鋼が脱硫され、上述のようなメカニズムで Al_2O_3 粒子が付着しなくなるものと考えられることができる。

10

【0025】

前記アルカリ土類金属を含む酸化物は MgO を主体とし、前記酸化物を還元する成分は、金属Al、金属Ti、金属Zr、金属Ce、金属Caからなる群から選択された1種または2種以上であることが好ましい。また、前記耐火物は、さらに炭素を配合してもよい。炭素を含有することにより、耐火物中の金属Al、金属Ti、金属Zr、金属Ce、金属Caの浸漬ノズル予熱中における酸化を防止し、 MgO の還元効率を高めることができる。

20

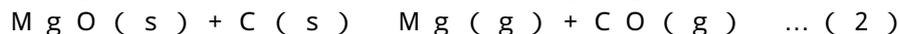
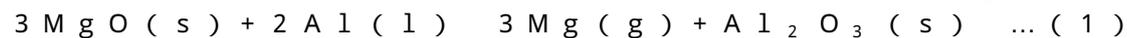
【0026】

本発明の第3の観点では、鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、上記耐火物の典型例である、 MgO を含有する耐火物材料に、金属Alを配合した耐火物でその少なくとも一部分が構成されることを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズルを提供する。この場合に、このような耐火物としては、さらに炭素を配合したものであってもよい。この場合も同様に浸漬ノズルの内壁への Al_2O_3 付着を有効に防止することができ、そのメカニズムとして他のものも考えられるが、以下知見に基づいた以下の具体的メカニズムを挙げることができる。

【0027】

MgO を含有する耐火物材料に、金属Alを配合した耐火物を浸漬ノズルの少なくとも一部に用いた場合には、浸漬ノズルの溶鋼通流孔を流下する溶鋼により、浸漬ノズルが $1200 \sim 1600$ 程度まで加熱され（その内壁面は 1500 前後、その外壁面は $900 \sim 1200$ 程度、鋳型内の溶鋼中に浸漬している部分は 1540 程度）、浸漬ノズル内に存在する MgO と金属Al、またはこれらと炭素とが加熱されて、 MgO と金属Alとで下記に示す(1)式に示す反応が生じ、炭素が含まれている場合には、(1)式および(2)式に示す反応が生じ、いずれの場合にも上記耐火物内にMgガスが生成される。

30



【0028】

上記(1)式の反応は、金属Ti、金属Zr、金属Ce、金属Caによっても金属Alと同様に起こる。ここで、炭素は(2)式に示す反応の他に、浸漬ノズルの予熱中におけるこれら金属の酸化を防止する役割も果たしている。

40

【0029】

後述するように、高速度で溶鋼が流下している浸漬ノズルの溶鋼通流孔内部は減圧され、大気圧よりも低くなり、また、浸漬ノズルを構成する耐火物材料が通常10数%から20数%の気孔率を有していることも相俟って、浸漬ノズルの耐火物内で発生したMgガスは浸漬ノズル側壁を拡散して、浸漬ノズル内壁面に到達する。

【0030】

浸漬ノズルの内壁面側には溶鋼が存在しており、MgはSとの親和力が強く、Mgガスは

50

浸漬ノズル内壁面と溶鋼との境界層に存在するSと反応してMgSを生成し、その部分の溶鋼のS濃度は低くなる。浸漬ノズル内壁近傍の溶鋼中S濃度の濃度勾配は、浸漬ノズル側が低く、溶鋼側が高い濃度勾配となる。その結果、浸漬ノズル内壁面と溶鋼との境界層に存在する Al_2O_3 粒子においては、浸漬ノズル側と溶鋼側とで溶鋼との界面張力に差が生じ、この界面張力の差に基づき Al_2O_3 粒子は浸漬ノズル内壁面から反撥するように離れていく。この効果によって浸漬ノズルの内壁面には Al_2O_3 が付着せず、 Al_2O_3 によるノズル閉塞が防止される。上記MgSを生成する反応は脱硫反応と見ることから、浸漬ノズル内壁近傍に存在している溶鋼が浸漬ノズルを構成する上記耐火物により脱硫されると見ることからできる。すなわち、MgOを含有する耐火物材料に、金属Al等を配合した耐火物は、その組成の耐火物が脱硫能を有している結果、 Al_2O_3 の付着を防止することができると思えることもできる。

10

【0031】

MgOおよび金属Al、またはこれらとAlを含む耐火物が配置されない通常の浸漬ノズルの場合には、浸漬ノズルの溶鋼通流孔内が減圧されることにより、大気が浸漬ノズル側壁を透過して溶鋼を酸化し、 Al_2O_3 が生成して Al_2O_3 付着の原因となるが、本発明に係る浸漬ノズルでは浸漬ノズル内部で発生するMgガスが大気の透過を妨げるので、この作用によっても Al_2O_3 付着が防止される。

【0032】

この場合、上記耐火物中のMgOの配合比率は、5～75mass%とすることが好ましい。MgOの配合比率が5mass%未満では、前述したようなMgガスによる付着防止効果が得られ難いためであり、一方、75mass%を超えて配合した場合には、連続鋳造用浸漬ノズルとして必要な耐熱衝撃性等が低下してしまうためである。

20

【0033】

上記耐火物中の金属Al、金属Ti、金属Zr、金属Ce、金属Caの1種または2種以上の配合比率は、15mass%以下であることが好ましい。これらが15mass%を超えて配合された場合にも Al_2O_3 付着防止効果は得られるが、15mass%以下の配合で得られる付着防止効果を超えるものではなく、特に金属Ti、金属Zr、金属Ce、金属Caは高価であるため、コスト増を招き好ましくない。

【0034】

特に、上記耐火物を、MgOを含有する耐火物材料に、金属Alを配合してなるものとする場合には、耐火物中のMgOの配合比率が5～75mass%であり、金属Alの配合比率が1～15mass%であることが好ましい。金属Alの配合比率は2～15mass%であることがさらに好ましく、5～10mass%であることが一層好ましい。

30

【0035】

また、耐火物に炭素を配合する場合には、その配合比率は40mass%以下とすることが好ましい。炭素の配合比率が40mass%を超えた場合には、連続鋳造用浸漬ノズルとして必要な耐熱衝撃性等が低下してしまうためである。

【0036】

上記耐火物を構成する耐火物材料は、MgOの他にCaOを配合させることが好ましい。上記耐火物が脱硫能を有する場合には、CaOを配合することにより脱硫効果が大きくなる。Mgガスと溶鋼中Sとの反応で生成するMgSは、Mgガスの供給量が減少すると逆反応が生じてMgガスとSに戻る場合がある。逆反応が生じてノズル内壁表面部分に存在する溶鋼中のS濃度が上昇すると、S濃度勾配が“負”になり、 Al_2O_3 粒子がノズル内壁側に吸引され、 Al_2O_3 粒子の付着・堆積が生じるようになる。この現象が生じることを回避するためにはCaOの存在が有効である。すなわち、CaOが存在すると、MgSの分解によって生成したS原子はCaOに溶解し固定されるので、S濃度勾配が“負”になることを防止することができる。このように、CaOが存在すると脱硫効果が高まる。上記耐火物中のCaOの配合量は5mass%以下であることが好ましい。5mass%を超えると耐火物中への吸湿が大きくなり好ましくない。また、上記耐火物中のCaOの配合量が0.5mass%未満であると脱硫効果を促進する効果が小さいため、0.

40

50

5 m a s s % 以上が好ましい。

【0037】

また、上記耐火物材料に Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 の1種または2種以上を含有させてもよい。これら含有させることで、上記耐火物の高温強度や耐熱衝撃性を向上させることができる。なお、 CaO も適量配合することにより、上記効果に加えてこのような効果を奏することができる。

【0038】

本発明の第4の観点は、鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、スピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) を含有する耐火物材料に、金属 Al 、金属 Ti 、金属 Zr 、金属 Ce 、金属 Ca からなる群から選択された1種または2種以上を配合した耐火物で少なくともその一部分が構成されることを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズルを提供する。

10

【0039】

スピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) を含有する耐火物材料に、金属 Al を添加してなる耐火物を浸漬ノズルの少なくとも一部に用いた場合には、浸漬ノズルの溶鋼通流孔を流下する溶鋼により、浸漬ノズルが $1200 \sim 1600$ 程度まで加熱され (その内壁面は 1500 前後、その外壁面は $900 \sim 1200$ 程度、鋳型内の溶鋼中に浸漬している部分は 1540 程度) た際に、浸漬ノズル内に存在するスピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) と金属 Al とが加熱される。そして、加熱されたスピネル中の MgO と金属 Al との間で下記に示す (3) 式に示す反応が生じ、上記耐火物内に Mg ガスが生成される。この (3) 式は基本的に上記 (1) 式と同じである。

20

【0040】



【0041】

上記 (3) 式に示す MgO の還元反応は、金属 Ti 、金属 Zr 、金属 Ce 、金属 Ca によっても金属 Al と同様に起こる。

【0042】

この場合にも第3の観点と同様、上記反応により耐火物内で生成した Mg ガスが浸漬ノズル側壁を拡散して、浸漬ノズル内壁面と溶鋼との境界層に存在する S と反応して MgS を生成し、同様のメカニズムによって Al_2O_3 の付着が防止される。上述したように MgS を生成する反応は脱硫反応と見ることもできるから、浸漬ノズル内壁近傍に存在している溶鋼が浸漬ノズルを構成する上記耐火物により脱硫されると見ることもでき、このスピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) を含有する耐火物材料に、金属 Al 等を配合した耐火物についても、それが脱硫能を有している結果、 Al_2O_3 の付着を防止することができると思われることができる。

30

【0043】

この場合、このような耐火物中のスピネルの配合比率は、 $20 \sim 99$ m a s s % とすることが好ましい。スピネルの配合比率が 20 m a s s % 未満では、前述したような Mg ガスによる付着防止効果が得られ難く、一方、 99 m a s s % を超えて配合した場合には、上記 (3) 式の反応に必要な他の元素を配合できなくなるためである。

【0044】

また、このようなスピネルを含有した耐火物中の金属 Al 、金属 Ti 、金属 Zr 、金属 Ce 、金属 Ca の1種または2種以上の配合比率は、 15 m a s s % 以下であることが好ましい。その配合量が 15 m a s s % を超えた場合であっても Al_2O_3 付着防止効果は得られるが、 15 m a s s % 以下の配合で得られる付着防止効果を超えるものではなく、また、特に、金属 Ti 、金属 Zr 、金属 Ce 、金属 Ca は高価であるため、コスト増を招き好ましくない。

40

【0045】

このような耐火物に炭素を加えることが好ましい。これにより、耐火物中の金属 Al 、金属 Ti 、金属 Zr 、金属 Ce 、金属 Ca の浸漬ノズル予熱中における酸化を防止し、 MgO の還元効率を高めることができる。この場合、炭素の配合比率は 40 m a s s % 以下が

50

好ましい。40 mass %を超える配合比率で炭素を配合した場合には、連続铸造用浸漬ノズルとして必要な耐スポーリング性等が低下してしまうためである。

【0046】

上記耐火物を構成する耐火物材料は、スピネルの他に、上記第3の観点と同様、CaOを配合させることにより脱硫効果が大きくなる。上記耐火物中のCaOの配合量は5 mass %以下であることが好ましい。5 mass %を超えると耐火物中への吸湿が大きくなり好ましくない。また、上記耐火物中のCaOの配合量が0.5 mass %未満であると脱硫効果を促進する効果が小さいため、0.5 mass %以上が好ましい。

【0047】

このようなスピネルを含有する耐火物は、耐火物材料としてスピネルの他に、MgO、Al₂O₃、SiO₂、ZrO₂、TiO₂の1種または2種以上を含有させてもよい。これら含有させることで、含スピネル耐火物材料の高温強度や耐スポーリング性を向上させることができる。

【0048】

以上の本発明の第1～第4の観点に係る浸漬ノズルは、以上のような耐火物でその全体が構成されていてもよいが、その一部が以上のような耐火物であってもよい。例えば、浸漬ノズルの溶鋼通流孔の周囲部分の全周に亘ってこのような耐火物で構成してもよい。この場合には、後述する図4のように浸漬ノズルの高さ方向の全部にこのような耐火物を設けてもよいし、高さ方向の一部であってもよい。また、Al₂O₃の付着防止効果をより確実なものとするためには、溶鋼通流孔を含む内側部で溶鋼が充満する部位、具体的には浸漬ノズルを溶鋼に浸漬した際の溶鋼湯面レベル以下の部位の全周に亘って（溶鋼吐出孔の周囲部分も含む）以上のような耐火物を配置することが好ましい。さらに、以上のような耐火物を支持用の耐火物で支持する構成としてもよい。これにより、上記耐火物が強度的に多少劣るものであっても、浸漬ノズルとして使用することが可能となる。具体的には、上述のように、浸漬ノズルの溶鋼通流孔の周囲部分の全周に亘って、または浸漬ノズルの溶鋼通流孔を含む内側部で溶鋼が充満する部位の全周に亘って以上のような耐火物を配置し、その外側を支持用耐火物として通常の浸漬ノズルの耐火物で構成することが好ましい。これにより、Al₂O₃の付着防止効果を発揮するのみならず、浸漬ノズルの強度が向上し、浸漬ノズルのハンドリングや使用可能時間を従来の浸漬ノズルと同等にすることができる。

【0049】

次に、本発明の第5の観点について説明する。

上述したように、図1の(b)に示すように、ノズル内壁面部分の溶鋼中S濃度を内壁から離れた溶鋼内部のS濃度よりも低下させるという“正”のS濃度勾配をつけると、界面張力による吸引力は逆に反撥力に変わり、Al₂O₃粒子はノズル内壁から反撥するように離れていくことになるが、このような状態を実現するためには、ノズル内壁表面から脱硫能を有するガスを吐出することも有効であることを見出した。つまり、ノズル内壁表面から脱硫能を有するガスを吐出すれば、ノズル内壁面部分の溶鋼がそのガスによって脱硫され、その部分のS濃度が低下し、図1の(b)に示すような状態を形成することができる。

【0050】

このことを具体的な実験で確認した。ここでは、Mgガス、Caガス、Mnガス、Ceガス等のSと親和力の強いガスを浸漬ノズル内壁表面から放出させ、Sと反応させて、溶鋼中のSを固定化することによってノズル内壁近傍からSを除去する試験を試みた。試験は、Al₂O₃-黒鉛質耐火物材料からなる浸漬ノズルを丸棒に加工し、この丸棒の軸心にシリンダー状に孔加工し、その孔の中に、金属Mg、金属Ca、金属Mn、金属Ceのなかから選択した1種と炭素粉末とが混合・充填された試験片を、減圧可能なチャンパー内で溶解したアルミキルド溶鋼に浸漬させ、チャンパー内を大気圧以下に減圧（約0.7気圧）してAl₂O₃付着試験を行った。金属および炭素粉末が充填された孔の中の圧力はチャンパー外部に繋いで大気圧に保持してあり、試験片内部では、溶鋼の熱により金属M

g、金属Ca、金属Ceはガス化し、それぞれ、Mgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスとなり、孔内部の圧力とチャンパー内との圧力の差によって、Mgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスは試験片を透過して試験片表面から溶鋼中に放出される。この試験では、試験片表面には Al_2O_3 粒子が全く付着しないことを確認した。また、試験片表面には、MgS、CaS、MnSおよびCeSが生成していたことも確認した。これらの結果から、試験片を透過したSと親和力の強い上記ガスと溶鋼中のSとが反応して試験片表面部分の溶鋼が脱硫されることによりその部分のS濃度が低下し、“正”のS濃度勾配が形成され、その結果、試験片表面に Al_2O_3 粒子が付着しなくなることが導かれる。つまり、浸漬ノズルから脱硫能を有するガスを吐出することにより、ノズル内壁面部分の溶鋼がその脱硫能を有するガスによって脱硫され、その部分のS濃度が低下して Al_2O_3 粒子はノズル内壁から反撥するという上記メカニズムの妥当性が確認された。

10

【0051】

本発明の第5の観点は、このような知見に基づくものであり、鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、溶鋼通流孔を有し、その内壁表面から脱硫能を有するガスを吐出可能に構成され、吐出された前記脱硫能を有するガスによって、前記溶鋼通流孔を通流する溶鋼のうち前記内壁表面部分に存在するものが脱硫されることを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズルを提供する。

【0052】

この場合に、前記脱硫能を有するガスは、Mgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上であることが好ましい。

20

【0053】

本発明の第6の観点は、鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、溶鋼通流孔を有し、その内壁表面からMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上を吐出可能に構成され、前記溶鋼通流孔を通流する溶鋼に向けて前記ガスが吐出されることを特徴とする鋼の連続鋳造用ノズルを提供する。

【0054】

本発明の第7の観点は、鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、溶鋼通流孔を有し、脱硫能を有する金属粉末と耐火物材料とで構成され、溶鋼の熱により前記金属粉末から発生した脱硫能を有するガスによって、前記溶鋼通流孔を通流する溶鋼のうち前記内壁表面部分に存在するものが脱硫されることを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズルを提供する。この第7の観点も同様に、脱硫能を有するガスが溶鋼に作用することによって、 Al_2O_3 粒子がノズル内壁から反撥し、 Al_2O_3 粒子の付着が防止される。ここで、脱硫能を有する金属とは、硫黄と反応して硫化物を形成する金属のことをいう。

30

【0055】

この場合に、前記脱硫能を有する金属粉末は、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上であることが好ましく、溶鋼の熱により、Mgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上が発生する。

【0056】

本発明の第8の観点は、鋳型内に溶鋼を供給する連続鋳造用浸漬ノズルであって、溶鋼通流孔を有し、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上からなる金属粉末と耐火物材料とで構成され、溶鋼の熱により前記金属粉末から発生したMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上が前記溶鋼通流孔を通流する溶鋼に供給されることを特徴とする鋼の連続鋳造用浸漬ノズルを提供する。

40

【0057】

この場合に、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn、金属Ce粉末の粒子の大きさは、0.1~3mmであり、浸漬ノズルにおける金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上の配合比率は3~10mass%であることが好ましい。

【0058】

上記第5および第6の観点における浸漬ノズルにおいては、ノズル側壁部に例えばスリッ

50

トを設けておき、このスリット内に外部から脱硫能を有するガス、好適にはMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上を搬送用ガスとしての不活性ガスとともに導入する。鋳型内へ浸漬ノズルを介して溶鋼を供給する際には、上述したように、浸漬ノズルの断面積よりもスライディングノズル部分またはストッパー部分の断面積の方を小さくして流量制御しているため、高速度で溶鋼が流下している浸漬ノズルの溶鋼通流孔では必ず減圧され、大気圧よりも低くなる。そのため、スリット内に導入されたガスは、浸漬ノズルを構成する耐火物が通常10数%から20数%の気孔率を有していることも相俟って、浸漬ノズルの溶鋼流出孔側に吸引され、内壁表面に透過する。そして、透過したMg



の反応が起こり、浸漬ノズル内壁表面部分の溶鋼が脱硫されてそのS濃度が低下する。その結果、ノズル内壁表面近傍の溶鋼中のS濃度は、内壁表面側で低く、内壁から離れるほど高くなるという“正”のS濃度勾配が形成され、Al₂O₃付着が抑制される。

【0059】

上記第7および第8の観点における浸漬ノズルにおいては、連続鋳造用浸漬ノズルを、脱硫能を有する金属粉末、好適には金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上と耐火物材料とで構成する。鋳造中、浸漬ノズルは、その中心部の溶鋼流出孔を流下する溶鋼によって1000～1600程度まで加熱される。浸漬ノズルの耐火物材料中に混合・配合された金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末も、浸漬ノズルと同様に加熱され、融点以上まで加熱されるとガス化が始まる。Mgの融点は659、Caの融点は843、Mnの融点は1244、Ceの融点は約650であり、浸漬ノズルを構成する耐火物の内部に配合されたこれら金属粉末は十分にガス化する。生成されたMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスは、前述したように、圧力差によって内壁表面に透過し、そして、透過したMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスと溶鋼中Sとが反応して、ノズル内壁表面と接触する部位の溶鋼中S濃度が低下する。その結果、ノズル内壁表面近傍の溶鋼中のS濃度は、内壁表面側で低く、内壁から離れるほど高くなるという“正”のS濃度勾配が形成され、Al₂O₃付着が抑制される。

【0060】

本発明においては、以上のように構成される本発明の浸漬ノズルを用いて鋳型内に溶鋼を供給して連続鋳造する。この場合に、前記浸漬ノズルの溶鋼通流孔を流下する溶鋼にArガスを吹き込まずに溶鋼を鋳型内に注入することができる。上述したように、本発明に係る浸漬ノズルでは内壁表面へのAl₂O₃の付着が防止されるので、従来Al₂O₃の付着防止対策として浸漬ノズルの溶鋼通流孔内に吹き込んでいたArガスの吹き込みをなくすることが可能となる。その結果、鋳片表層部のAr気泡に起因する製品欠陥を防止することができる。従来、Arガス吹き込みをしないで連続鋳造する場合には、溶鋼中に金属Caを添加する溶鋼処理を行っているが、本発明の浸漬ノズルを用いたアルミキルド鋼の鋳造では、Ca添加処理しなくても、Arガス吹き込み量を3NL/min以下(0を含む)とArガスを全く吹き込まないか吹き込み量を微量とした条件で連続鋳造することが可能である。

【0061】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図2は本発明が適用される鋼の連続鋳造設備の鋳型部分を示す概略断面図である。この鋼の連続鋳造設備は、相対する鋳型長辺銅板11と、鋳型長辺銅板11内に内装された相対する鋳型短辺銅板12とから構成される鋳型2を有し、この鋳型2の上方には、内部を耐火物で施行され、溶鋼Lを貯留するタンディッシュ3が配置されている。このタンディッシュ3の底部には上ノズル4が設けられ、この上ノズル4に接続して、固定板13、摺動

10

20

30

40

50

板 1 4、および整流ノズル 1 5 からなるスライディングノズル 5 が配置されている。スライディングノズル 5 の下面側には、浸漬ノズル 1 が配置されている。そして、タンディッシュ 3 から鋳型 2 へ溶鋼 L が流出する溶鋼流出孔 1 6 が形成されている。

【 0 0 6 2 】

浸漬ノズル 1 は、鋳型 2 内の溶鋼 L に浸漬され、その下端部に溶鋼吐出孔 1 7 が形成されていて、この溶鋼吐出孔 1 7 から吐出流 1 8 を鋳型短辺銅板 1 2 に向けて溶鋼を吐出する。鋳型 2 内に注入された溶鋼 L は鋳型 2 内で冷却されて凝固シェル 6 を形成し、鋳型 2 内の溶鋼湯面 7 にはモールドパウダー 8 が添加される。

【 0 0 6 3 】

本発明の第 1 の実施形態においては、浸漬ノズル 1 は、MgO 等の耐火物材料に、Al 等の金属を配合した Al_2O_3 付着防止機能を有する耐火物でその少なくとも一部分が構成される。図 3 の概略断面図に示す第 1 の例では、スラグと接触するスラグライン部 2 4 以外の全てをそのような Al_2O_3 付着防止機能を有する耐火物 2 2 で構成する（以下、「一体型」と呼ぶ）。また、図 4 の概略断面図に示す第 2 の例では、スラグライン部 2 4 以外の部分のうち、溶鋼が通流する溶鋼通流孔 2 5 の周囲部分のみを脱硫能を有する耐火物 2 2 で構成し、その外側を母材耐火物（支持用耐火物）2 3 で構成する（以下、「内挿型」と呼ぶ）。

10

【 0 0 6 4 】

耐火物 2 2 は、具体的にはアルカリ土類金属を含む酸化物を含有する耐火物材料に、酸化物を還元する成分を配合してなるものを用いることができる。この場合に、アルカリ土類金属を含む酸化物は MgO を主体とし、酸化物を還元する成分は、金属 Al、金属 Ti、金属 Zr、金属 Ce、金属 Ca からなる群から選択された 1 種または 2 種以上であることが好ましい。また、耐火物 2 2 は、さらに炭素を配合してもよい。典型的には MgO を含有する耐火物材料に、金属 Al を配合したもの、またはこれらにさらに炭素を配合したものが挙げられる。また、MgO の配合比率を 5 ~ 75 mass %、金属 Al、金属 Ti、金属 Zr、金属 Ce、金属 Ca の群から選択された 1 種または 2 種以上の配合比率を 15 mass % 以下、炭素を配合する場合には炭素の配合比率を 40 mass % 以下とすることが好ましい。さらに、耐火物 2 2 としては、耐火物材料として MgO の他に微量、好ましくは 5 mass % 以下の CaO を配合するとなお好ましい。また、耐火物 2 2 を構成する耐火物材料として MgO や CaO の他、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 からなる群から選択された 1 種または 2 種以上を配合してもよい。

20

30

【 0 0 6 5 】

また、耐火物 2 2 としては、スピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) を含有する耐火物材料に、金属 Al、金属 Ti、金属 Zr、金属 Ce、金属 Ca からなる群から選択された 1 種または 2 種以上を添加してなるものであってもよく、さらに炭素を配合したものであってもよい。また、スピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) の配合比率が 20 ~ 99 mass % であり、金属 Al、金属 Ti、金属 Zr、金属 Ce、金属 Ca からなる群から選択された 1 種または 2 種以上の配合比率が 10 mass % 以下、炭素を配合する場合には炭素の配合比率を 40 mass % 以下であることが好ましい。さらに、耐火物 2 2 としては、耐火物材料としてスピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) の他に微量、好ましくは 5 mass % 以下の CaO を配合するとなお好ましい。また、耐火物 2 2 を構成する耐火物材料としてスピネル ($MgO \cdot Al_2O_3$) や CaO の他、熱衝撃性を有し、高温強度を上げるために、MgO、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 からなる群から選択された 1 種または 2 種以上を配合してもよい。

40

【 0 0 6 6 】

通常、鋼の連続鋳造用浸漬ノズルは、高温強度に優れた Al_2O_3 - 黒鉛質耐火物や Al_2O_3 - SiO_2 - 黒鉛質耐火物が使用されることが多く、したがって、図 3 に示す本発明で規定する耐火物 2 2 の外側の母材耐火物 2 3 としては、 Al_2O_3 - 黒鉛質耐火物や Al_2O_3 - SiO_2 - 黒鉛質耐火物を用いることが好ましい。

【 0 0 6 7 】

50

また、モールドパウダーと接触する範囲に設けられるスラグライン部24としては、スラグに対する耐食性に優れる、例えば ZrO_2 -黒鉛質耐火物等を用いればよい。本発明に係る浸漬ノズル1において、スラグライン部24の設置は必ずしも必要ではないが、浸漬ノズル1の耐用性から設置した方が好ましい。

【0068】

特に、以上のような Al_2O_3 付着防止機能を有する耐火物22が、脱硫能を有する耐火物であれば、浸漬ノズル内壁面と溶鋼との境界層近傍の溶鋼のS濃度が低くなり、 Al_2O_3 粒子が反撥して高い Al_2O_3 付着防止機能を有することができる。

【0069】

次に、第2の実施形態について説明する。

10

本発明の第2の実施形態においては、浸漬ノズル1は、その内壁表面からMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上を吐出可能に構成され、これにより、 Al_2O_3 付着防止機能が発揮される。また、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上の金属粉末と耐火物材料とで構成され、溶鋼の熱により前記金属粉末から発生したMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上が、溶鋼通流孔を通流する溶鋼に供給され、これにより、 Al_2O_3 付着防止機能が発揮される。

【0070】

図5は前者の例を示す概略断面図であり、母材耐火物31の側壁部にスリット33が設けられ、スリット33には、Arガス等の不活性ガスを搬送用ガスとしてMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうちの1種以上を供給するためのガス導入管39が接続されており、そして、ガス導入管39は、このようなガスを発生させるためのガス発生装置38に接続している。ガス発生装置38は、例えば、加熱装置により金属Mg、金属Ca、金属Mn、金属Ceを加熱してガス化させる装置であり、ガス導入管39は、その内部を通過するガスが液化・凝縮しないように、その外周をニクロム線等の加熱装置によって加熱・保温されている。ガス発生装置38は、金属Mg、金属Ca、金属Mn、金属Ceのうちの1種以上の金属を収容し、これらの融点以上の温度まで加熱して金属蒸気を発生させる。それをArガス等の不活性ガスを搬送用ガスとしてガス導入管39を介してスリット33内に導入する。前述したように、溶鋼Lの鑄造中、スリット33内に導入された金属ガスは、浸漬ノズル1の溶鋼流出孔25を流下する溶鋼Lにより生じる圧力差によって内壁表面から溶鋼流出孔25内に排出される。

20

30

【0071】

浸漬ノズル1を構成する母材耐火物31としては、高温強度に優れた Al_2O_3 -黒鉛質耐火物、MgO-スピネル質耐火物やスピネル質耐火物を好適に用いることができる。スリット33の厚みは、0.5~3mmとすることが好ましい。0.5mm未満では、金属ガスが凝固してスリット33が閉塞するおそれが高くなり、一方、3mmを超えるとノズル強度の低下が現れ、浸漬ノズル1の折損事故につながるおそれがある。また、モールドパウダー8と接触する範囲に設けられるスラグライン部34としては、スラグに対する耐食性に優れる、例えば ZrO_2 -黒鉛質耐火物等を用いればよい。スラグライン部34の設置は必ずしも必要ではないが、浸漬ノズル1の耐用性から設置した方が好ましい。

40

【0072】

図6~8は後者の例、すなわち浸漬ノズル1を金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上の金属粉末と耐火物材料とで構成した例である。溶鋼Lの鑄造中、溶鋼Lの熱によって浸漬ノズル1が加熱され、それに伴って浸漬ノズル1に配合された金属粉末が融点以上の温度まで加熱されてガス化する。これにより発生したMgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスのうち1種以上は、溶鋼通流孔25を流下する溶鋼Lにより生じる圧力差によって浸漬ノズル1の内壁表面から溶鋼通流孔25内に吐出される。

【0073】

図6の例では、浸漬ノズル1を、スラグライン部34以外の全てを金属Mg粉末、金属C

50

a 粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上の金属粉末と、 Al_2O_3 - 黒鉛質またはMgO - スピネル質またはスピネル質の耐火物材料との混合物からなる金属粉末含有耐火物35で構成した一体型のものである。また、図7の例では、浸漬ノズル1のスラグライン部34以外の部分のうち、溶鋼が通流する溶鋼通流孔25の周囲部分のみを金属粉末含有耐火物35で構成し、その外側を上述した母材耐火物31で構成した内挿型のものである。さらに、図8の例では、金属粉末含有耐火物35を、母材耐火物31中の内壁表面側に分散させ、埋め込んで構成する(「複層型」と呼ぶ)。

【0074】

この場合、用いる金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末および金属Ce粉末の大きさは、0.1mm~3mmであり、浸漬ノズルにおけるその配合比率は3~10mass%であることが好ましい。これらの金属粉末が0.1mm未満では、ガス化反応時期が集中し、金属ガスを長時間に亘って発生させることが困難であり、一方、3mmを超えると、ガス化反応が緩やかに起こるのみならず、耐火物材料に配合した際に耐火物の特性を劣化させるおそれがある。また、これらの金属粉末の配合比率が、3mass%未満では金属ガスの発生量が少なく、所期の効果を得ることができず、一方、10mass%を超える場合には耐火物の特性を劣化させるおそれがある。

【0075】

このような第2の実施形態においては、Mg、Ca、Mn、Ceは硫黄親和金属であり、溶鋼中の硫黄と反応して溶鋼を脱硫する脱硫能を有していると考えられることもできるから、前者の例では、浸漬ノズル1の内壁表面から脱硫能を有するガスを吐出することにより、溶鋼通流孔を通流する溶鋼のうち前記内壁表面部分に存在するものが脱硫されること、また後者の例では、浸漬ノズル1を脱硫能を有する金属粉末と耐火物材料とで構成し、溶鋼の熱により金属粉末から発生した脱硫能を有するガスによって、溶鋼通流孔を通流する溶鋼のうち前記内壁表面部分に存在するものが脱硫されることによって、 Al_2O_3 粒子の付着を防止するメカニズムが考えられる。

【0076】

以上のような第1および第2の実施形態で説明したような浸漬ノズル1を用いた上記図2に示す連続鑄造設備により鋼の連続鑄造を行う際には、取鍋(図示せず)からタンディッシュ3内に注入された溶鋼Lを、スライディングノズル5で溶鋼流量を調整しながら、溶鋼流出孔16を経由させ、浸漬ノズル1の溶鋼吐出孔17から吐出流18を鑄型短辺銅板12に向けて鑄型2内に注入する。注入された溶鋼Lは鑄型2内で冷却されて凝固シェル6を形成し、鑄型2の下方に連続的に引き抜かれ鑄片となる。鑄造に際しては、鑄型2内の溶鋼湯面7上にはモールドパウダー8を添加する。

【0077】

この場合に、溶鋼LはAlにより脱酸されたアルミキルド鋼である場合が多く、溶鋼中に Al_2O_3 粒子が懸濁しているが、以上のような浸漬ノズル1を用いることにより、 Al_2O_3 粒子の付着が防止される。

【0078】

ここで、第1の実施形態の耐火物22が脱硫能を有している場合、または第2の実施形態のように浸漬ノズル1の溶鋼通流孔25を通流する溶鋼に脱硫能を有する金属ガスを供給する場合には、浸漬ノズル1の溶鋼通流孔25を通流する溶鋼Lのうち内壁面部分に存在する溶鋼は脱硫されてS濃度が低くなり、内壁面から離れた溶鋼通流孔25の中心側の溶鋼のS濃度が相対的に高くなって、溶鋼Lと Al_2O_3 粒子との間の界面張力に差が生じ、この界面張力の差により溶鋼L中に懸濁している Al_2O_3 は浸漬ノズル1の内壁面から離脱するように移動するので、浸漬ノズル1の内壁面での Al_2O_3 付着層厚みの成長が抑制され、 Al_2O_3 によるノズル閉塞が防止される。その結果、鑄造可能時間を飛躍的に延長させることが可能となり、また、浸漬ノズル1の内壁での Al_2O_3 粒子の付着・堆積による粗大化を防止することができるので、粗大化した Al_2O_3 の剥離に起因する鑄片の大型介在物を大幅に削減することができる。

【0079】

10

20

30

40

50

従来、上ノズル4、スライディングノズル5の固定板13、浸漬ノズル1のいずれか、またはこれらの2箇所以上から、溶鋼流出孔16内を流下する溶鋼L中にAl₂O₃付着防止のためのArガスを吹き込むことが行われているが、本発明に係る浸漬ノズル1を用いた場合には、上述のようにAl₂O₃粒子がほとんど付着しないため、Al₂O₃付着防止のためのArガスは吹き込む必要がない。仮に吹き込む場合にも極少量のArガス吹き込みで十分である。例えば、連続鑄造すべき溶鋼がCaを添加しないAlキルド鋼である場合には、浸漬ノズル1内へのArガス吹き込み量を3NL/min以下(0を含む)として連続鑄造することが可能である。このようにArガス吹き込みを行わないまたは低減することにより、Ar吹き込みに起因して鑄片表層部で発生していた製品欠陥を著しく低減することができる。

10

【0080】

なお、浸漬ノズル1を介して鑄型内へ溶鋼を供給する際には、図2の場合にはスライディングノズル5にて、また、ストッパーを設けた設備ではストッパーにより途中の浸漬ノズル断面積を縮小しながら、すなわち、浸漬ノズル1の断面積よりもスライディングノズル部分またはストッパー部分の断面積の方を小さくして流量制御しているため、高速度で溶鋼が流下している浸漬ノズル1の溶鋼通流孔25内では必ず減圧され、大気圧よりも低くなる。浸漬ノズルを構成している耐火物の気孔率は10~20%程度であるため、浸漬ノズルの耐火物内で発生するMgガス等は浸漬ノズル1の側壁を拡散して、浸漬ノズル1の内壁面に到達する。浸漬ノズル1の内部でガス化したMgやCaをノズル壁/溶鋼界面まで浸透させるには、界面圧力をできるだけ低下させることが重要である。

20

【0081】

浸漬ノズル1を構成する耐火物中をガスが透過する速度はQ(m³/sec・m²)、圧力差P(=P_{in}-P_{intf}、ここで、P_{intf}は耐火物内壁表面の圧力、P_{in}は浸漬ノズル内部で発生するガスの圧力)に比例する。そして、P_{intf}はスライディングノズルの開度に依存している。また、管内の一部の断面積が縮小・拡大する管の中を流れる流体の圧力は数式(4)式で表すことができる。

【0082】

【数1】

$$\frac{\Delta P}{\rho g} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{v_1^2}{2g} \quad (4)$$

30

【0083】

ここで、A₁、A₂はスライディングノズルおよび浸漬ノズルの横断面積(m²)、スライディングノズルの開度OARは、OAR(%)=(A₁/A₂)×100で表すことができる。また、gは重力加速度、v₁はスライディングノズルから浸漬ノズルへの吐出流の線速度を示す。タンディッシュ内の溶鋼深さh₁が1.3mの場合、数式(4)から計算されるPは、20%の開度のとき、0.56atm(ただし、v₁=(2gh₁)^{1/2}=(2×9.8×1.3)^{1/2}=5.05m)である。

40

【0084】

基礎実験で、チャンパー内の圧力を変えて、ガスの浸透速度を変化させた実験を行った。70%の開度に相当するPは0.08atmであり、Mgガスの浸透速度が小さく、アルミナ付着防止効果が出にくい。チャンパー内と大気圧の圧力差Pを0.35atm以上にすると、ガスの浸透が十分にありアルミナ付着の抑制効果が明確に現れた。したがって圧力差Pを0.35atm以上になるように開度を設定するのが望ましい。0.35atmの圧力差を得るための開度は55%である。

【0085】

50

上記数式(4)から、圧力差を大きくするには、開度を小さくして、流速を上げればよいが、開度を小さくし過ぎると、流量の制御が困難になるので、20%程度が制御の下限値とするのが実際的である。また、流速をあげるためには、タンディッシュ内の溶鋼深さ h_1 を大きくすればよいがタンディッシュの大きさは鑄造作業に適した形で決まっており、多くの場合0.5~2m程度である。

【0086】

なお、上記説明では鑄片断面が矩形型の鑄型2について説明したが、鑄片断面が円形の鑄型であっても本発明方法を使用することができる。さらに、連続鑄造機の個々の装置は上記に限るものではなく、例えば溶鋼流量調整装置としてスライディングノズル5の代わりにストッパーを用いてもよいように、その機能が同一であればどのような装置としてもよい。

10

【0087】

【実施例】

(実施例1)

MgOを含む酸化物を含有する耐火物材料に、MgOを還元する成分である金属Al、金属Ti、金属Zr、金属Ce、金属Caからなる群から選択された1種または2種以上を配合し、表1のNo.1~19に示す種々の組成の耐火物を図3または図4の耐火物22として用い、図3または図4に示す形状の浸漬ノズルを製造した。これら浸漬ノズルを用い、図2に示す連続鑄造設備により溶鋼を連続鑄造した。図4の内挿型の浸漬ノズルの場合、その外周部の母材耐火物は Al_2O_3 -黒鉛質の耐火物とした。また、比較のために、No.20、21に示す従来の Al_2O_3 -黒鉛質耐火物製の浸漬ノズルを用いた鑄造も実施した。

20

【0088】

鑄造条件は、300トン/ヒートを6ヒート連続して鑄造後、使用後の浸漬ノズルを回収して吐出孔直上部の内壁に付着した付着物を観察した。鑄造鋼種は低炭素アルミキルド鋼(C:0.04~0.05mass%、Si:tr、Mn:0.1~0.2mass%、Al:0.03~0.04mass%)であり、スラブ幅は950~1200mmの範囲であった。鑄片引き抜き速度は2.2~2.8m/minであった。

【0089】

付着物の観察では、 Al_2O_3 付着が非常に少なく(厚さ5mm以下)、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・付着した地金が全く観察されない状態を「付着ゼロ」(符号: で表示)、 Al_2O_3 付着厚さが5mm超10mm以下の範囲で、浸漬ノズル内壁面に凝固・付着した地金なしの状態を「付着小」(符号: で表示)、 Al_2O_3 付着厚さが10mm超20mm以下の範囲で、凝固・付着した地金が存在する状態を「付着中」(符号: で表示)と評価し、一方、 Al_2O_3 付着厚さが20mm超で、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・付着した地金も多い状態を「付着大」(符号: xで表示)と評価した。表1に、用いた耐火物の組成と Al_2O_3 付着状況の評価結果を示す。

30

【0090】

【表1】

No.	浸漬ノズル耐火物の組成(mass%)									ノズル 種類	Al ₂ O ₃ 付着状況
	MgO	Al ₂ O ₃	C	SiO ₂	Al	Ti	Zr	Ce	Ca		
1	54	17	24	—	5	—	—	—	—	一体型	◎
2	67	23	—	—	10	—	—	—	—	内挿型	◎
3	54	17	24	—	—	5	—	—	—	内挿型	◎
4	54	17	24	—	—	—	5	—	—	一体型	◎
5	54	17	24	—	—	—	—	5	—	内挿型	◎
6	54	17	24	—	—	—	—	—	5	一体型	◎
7	52	16	22	—	5	—	5	—	—	内挿型	◎
8	52	16	22	—	5	—	—	5	—	一体型	◎
9	54	17	24	—	5	—	—	—	5	内挿型	◎
10	75	0	20	—	5	—	—	—	—	内挿型	◎
11	5	65	25	—	5	—	—	—	—	内挿型	◎
12	80	0	15	—	5	—	—	—	—	内挿型	◎
13	58	17	24	—	1	—	—	—	—	内挿型	△~○
14	57	17	24	—	2	—	—	—	—	内挿型	○
15	54	17	24	—	5	—	—	—	—	内挿型	◎
16	49	17	24	—	10	—	—	—	—	内挿型	◎
17	44	17	24	—	15	—	—	—	—	内挿型	◎
18	45	10	40	—	5	—	—	—	—	内挿型	◎
19	40	10	45	—	5	—	—	—	—	内挿型	◎
20	—	50	28	22	—	—	—	—	—	一体型	×
21	4	46	28	22	—	—	—	—	—	一体型	×

10

20

30

【0091】

表1からも明らかなように、比較例のNo. 20、21はAl₂O₃付着が多く、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・付着した地金も多いため評価が「付着大」であったのに対し、本発明例であるMgOを含む酸化物を含有する耐火物材料に、MgOを還元する成分である金属Al、金属Ti、金属Zr、金属Ce、金属Caからなる群から選択された1種または2種以上を配合した耐火物を適用した浸漬ノズルのNo. 1~19の場合には、比較例よりもAl₂O₃付着量、地金の付着が少なかった。これらの中で、MgOの配合量が5~80mass%、Al等の還元成分の配合量が5~15mass%であるNo. 1~12、15~19は「付着ゼロ」の極めて良い評価であった。Al量が2mass%のNo. 14は「付着小」とこれらに比較してAl₂O₃付着性が若干劣っており、Al量が1mass%のNo. 13は「付着中」~「付着小」とと铸造チャンスによっては効果の小さい場合もあった。すなわち、Alが1mass%以上でAl₂O₃付着抑制効果が確認できたものの、安定してAl₂O₃付着抑制効果を得るためには2mass%以上が好ましく、Al₂O₃付着を確実に防止するためには5~15mass%以上が好ましいことが確認された。Alの配合量が15mass%のNo. 17はAl₂O₃付着性の評価では「付着ゼロ」と極めて良好な結果が得られたが浸漬ノズルの内面に亀裂が入る場合があった。以上から、内壁へのAl₂O₃付着抑制効果および材料の安定性の観点からするとAlの配合量は5~10mass%が最も好ましいという結果が得られた。

40

50

また、MgOの配合量が80mass%のNo. 12はAl₂O₃付着性の評価では「付着ゼロ」と極めて良好な結果が得られたが浸漬ノズルの内面に亀裂が入る場合があった。このことからMgOの配合量は5～75mass%が好ましいことが確認された。さらに、炭素配合量が40mass%以下では、内挿型の浸漬ノズルが健全な状態を保っていたが、炭素配合量が45mass%のNo. 19では内挿型浸漬ノズルの貼り合わせ部に剥離が生じる場合があった。このことから炭素を配合する場合には40mass%以下が好ましいことが確認された。

【0092】

(実施例2)

表2に示すように、表1のNo. 1と同じ組成であるNo. 22を基本組成とし、これにCaOを配合したNo. 23～26の組成の耐火物を図4の耐火物22として用いて図4に示す内挿型の浸漬ノズルを製造し、この浸漬ノズルを用い、図2に示す連続鋳造設備により溶鋼を連続鋳造した。

10

【0093】

鋳造条件は、300トン/ヒートを8ヒート連続して鋳造後、使用後の浸漬ノズルを回収して吐出孔直上部の内壁に付着した付着物および浸漬ノズルの状態を観察した。鋳造鋼種は低炭素アルミキルド鋼(C:0.04～0.05mass%、Si:tr、Mn:0.1～0.2mass%、Al:0.03～0.04mass%)であり、スラブ幅は950～1200mmの範囲であった。鋳片引き抜き速度は2.2～2.8m/minであった。

20

【0094】

付着物の観察では、Al₂O₃付着厚さが5mm以下で亀裂が全く観察されない状態を「極めて良好」(符号: ○で表示)、Al₂O₃付着厚さが5mm超10mm以下で亀裂が全く観察されない状態を「良好」(符号: ◎で表示)、Al₂O₃付着厚さが10mm超15mm以下であるか、微小な亀裂が発生した場合には「不良」(符号: ×で表示)、Al₂O₃付着厚さが15mm超であるか亀裂が発生した状態、またはその他の使用不適の原因がある場合を「不適」(符号: ×で表示)と評価した。

【0095】

【表2】

30

No.	MgO	Al ₂ O ₃	金属Al	CaO	C	アルミナ付着	耐熱衝撃性	評価
22	54	17	5	—	24	10	亀裂なし	○
23	53.5	17	5	0.5	24	8	亀裂なし	○
24	53	17	0	1	24	5	亀裂なし	◎
25	51	17	5	3	24	<5	亀裂なし	◎
26	49	17	5	5	24	<5	亀裂なし	◎

40

【0096】

表2に示すように、CaOを0.5mass%配合したNo. 23は基本組成のNo. 22と同じ「良好」の評価であり、No. 22に比較してAl₂O₃付着厚さが若干薄くなった程度であったが、CaOを1～5mass%配合したNo. 24～26は「極めて良好」となり、CaOを1～5mass%配合することによりAl₂O₃付着防止効果が格段に向上することが確認された。

【0097】

(実施例3)

鋳型部分が図2に示すように構成された連続鋳造設備(2ストランドマシン)を用い、一

50

方のストランドには本発明に係る浸漬ノズル、すなわち図7に示すように吐出孔を含む内孔側に、 MgO -炭素-金属Al質に Al_2O_3 と CaO を含有させた耐火物を張り、その外側を Al_2O_3 -黒鉛質耐火物で支持した。本発明に係る MgO -炭素-金属Al質に、 Al_2O_3 と CaO を含有させた耐火物としては、粒子直径が3mm以下のマグネシアクリンカー粉末、粒子直径が0.5mm以下の炭素粉末、および粒子直径が0.1~3mmの金属Al粉末を、配合比率4:2:1の割合で混合し、さらに Al_2O_3 を粉末を25mass%、 CaO 粉末を5mass%混ぜ合わせたものを用いた。最初に MgO 、黒鉛、金属Alを混ぜ合わせ、できるだけ MgO の周りに金属Alを配合させるように工夫した。その理由は、 MgO とAlとが反応して Mg ガスを効率的に発生させるためである。10
 Al_2O_3 を混ぜるのは、 MgO と反応してスピネルを形成させ、強度を上昇させるためである。溶鋼中にはカルシウムを全く添加せずに、Arガス流量は最初の2チャージの間全く流さず、後の2チャージの間3NL/minの流量で流した。

【0098】

他方のストランドには、従来から用いられている Al_2O_3 -C質の浸漬ノズルを使用した。このストランドでは、鑄造の開始から終了までArガスを10NL/minの流量で流した。

【0099】

タンディッシュ内の溶鋼深さを0.7~2mの間で調整して鑄造を実施した。スライディングノズルと浸漬ノズルの開度は引き抜き速度が一定の場合には20~70%の間で調整した。例えば、タンディッシュ内溶鋼深さ $h_1 = 1.3$ mのとき、開度を20%、40%、55%、60%にするためには、鑄造スループット量(ton/min)が3.6、5.1、6.0および6.3ton/minである。このような換算表を作成して鑄造を実施した。 20

【0100】

鑄造鋼種は低炭素アルミキルド鋼(C:0.04~0.05mass%、Si:tr、Mn:0.1~0.2mass%、S:0.008~0.15mass%、Al:0.03~0.04mass%)であり、スラブ幅は1600mmであった。鑄片引き抜き速度は1.4~2.4m/minであった。

【0101】

鑄造条件は、300トン/チャージを4チャージ連続して鑄造した。使用後の浸漬ノズルを回収して吐出孔直上部の内壁に付着した付着層厚みを鑄型幅方向位置およびそれと直角方向位置の4ヶ所の付着層厚みを測定し、その平均値をアルミナ付着層厚みとした。 30

【0102】

その結果を図9に示す。図9は、横軸にスライディングノズルの開度OARをとり、縦軸にノズル内壁のアルミナ付着厚さをとって、これらの関係を本発明に係る浸漬ノズルと従来の浸漬ノズルとで比較して示す図である。この図から明らかなように、本発明に係る浸漬ノズルの場合には、OARが60%の時には5mm程度の Al_2O_3 付着厚さが存在したが、40%、20%ではほとんど Al_2O_3 付着が存在しなかった。一方、従来型の Al_2O_3 -黒鉛質耐火物で構成した浸漬ノズルではArガスを常時10NL/min吹き込んだ鑄造を行ったにもかかわらず、OARが20%や40%に維持できずに3チャージと4チャージ目の鑄造はOARを70%以上に調整しないと鑄造が困難となった。その場合には、浸漬ノズル回収後に測定した Al_2O_3 付着厚さは20mm以上もあった。 40

【0103】

本発明に係る浸漬ノズルを用いて、Arガスをほとんど吹き込まずに鑄造した鑄片内にはピンホールは極端少なかった。従来型の浸漬ノズルを用いArガス吹き込み流量を10NL/min吹き込んだ時の鑄片内のピンホール数を1とすると、本発明による浸漬ノズルを使用して、Arガス吹き込み量が3NL/minの場合には、0.2まで減少し、0NL/minではピンホールは全く観察されなかった。

【0104】

本発明に係る浸漬ノズルを用いて、浸漬ノズルへのArガス吹き込み流量を0~10NL 50

/minに変化させた鑄造を行って、鑄片内のピンホール数を測定し、Arガス吹き込み流量を10NL/minの場合のときのピンホール発生数を1とすると、0NL/minの場合には0、3NL/minの場合には0.2、44NL/minの場合には0.4、6NL/minの場合には0.8、8NL/minの場合には0.9となり、ピンホールの発生を抑制するためには、Arガス流量を3NL/min以下に調整することが好ましいことが分かった。このようにArガス流量を少なくすると通常アルミナ-黒鉛質ノズルではアルミナ詰まりが発生して高々1~2チャージの鑄造で鑄造ストップとなる。しかし、本発明に係る浸漬ノズルを使用すれば、Arガス流量が3NL/min以下の条件でも、4チャージ以上の鑄造も可能である。

【0105】

この鑄造で製造したスラブを飲料用缶に製缶した結果、従来の鑄造方法(Al₂O₃-C質ノズル使用で、Arガス流量10NL/min)の場合、不良缶の発生数は100万個中20~50個であるのに対し、本発明の浸漬ノズルを用いてAr流量を3NL/min以下として製造したスラブでは、不良缶の発生数は10個以内と良好な水準であった。欠陥の原因も従来方法を用いた鑄造材ではパウダー起因が30%、アルミナ起因が30%、残りは不明であったのに対し、本発明に係る浸漬ノズルを用いてArガス流量を3NL/min以下とした場合は、パウダー起因はゼロで、アルミナ起因が80%で、残りが不明であった。

【0106】

このように本発明の浸漬ノズルを用いてArガス流量を3NL/min以下とした場合にはパウダー起因の欠陥が全く見られないこと、さらにスケール性の表面欠陥が激減することが特徴的である。

【0107】

(実施例4)

スピネル(MgO・Al₂O₃)を含有する耐火物材料に、金属Al、金属Ti、金属Zr、金属Ce、金属Caからなる群から選択された1種または2種以上を配合し、表3のNo.27~38に示す種々の組成の耐火物を図3または図4の耐火物22として用い、図3または図4に示す形状の浸漬ノズルを製造した。これら浸漬ノズルを用い、図2に示す連続鑄造設備により溶鋼を連続鑄造した。図4に示す内挿型の浸漬ノズルの場合、その外周部の母材耐火物はAl₂O₃-黒鉛質の耐火物とした。また、比較のために、No.39、40に示すスピネルが構成材料ではあるが還元剤である金属Al等の金属を含有しない耐火物、No.41に示す従来のAl₂O₃-黒鉛質耐火物を耐火物22とした浸漬ノズルを用いた鑄造も実施した。

【0108】

300トン/ヒートを6ヒート連続して鑄造後、使用後の浸漬ノズルを回収してスラグライン部の内側に付着した付着物を観察した。鑄造鋼種は低炭素アルミキルド鋼(C:0.04~0.05mass%、Si:tr、Mn:0.1~0.2mass%、S:0.01~0.02mass%、Al:0.03~0.04mass%)であり、スラブ幅は950~1200mmの範囲であった。鑄片引き抜き速度は2.2~2.8m/minであった。

【0109】

付着物の観察では、Al₂O₃付着が非常に少なく、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・付着した地金が全く観察されない状態を「付着無し」(符号: \square で表示)と判断し、一方、Al₂O₃付着が多く、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・付着した地金も多い状態を「付着有り」(符号: xで表示)と評価した。表3に、用いた耐火物の組成とAl₂O₃付着状況の評価結果を示す。

【0110】

【表3】

10

20

30

40

No.	浸漬ノズル耐火物の組成 (mass%)										ノズル 種類	Al ₂ O ₃ 附着 状況
	スピネル	Al	Ti	Zr	Ce	Ca	MgO	Al ₂ O ₃	C	SiO ₂		
27	80	5	—	—	—	—	—	15	—	—	一体型	○
28	80	—	5	—	—	—	—	15	—	—	内挿型	○
29	80	—	—	5	—	—	—	15	—	—	一体型	○
30	80	—	—	—	5	—	—	15	—	—	内挿型	○
31	80	—	—	—	—	5	—	15	—	—	一体型	○
32	80	5	5	—	—	—	—	10	—	—	内挿型	○
33	30	5	—	—	—	—	—	15	50	—	一体型	○
34	80	5	—	—	—	—	—	15	—	—	内挿型	○
35	60	5	—	—	—	—	—	10	25	—	一体型	○
36	70	5	—	—	—	—	—	—	25	—	内挿型	○
37	20	5	—	—	—	—	—	85	—	—	一体型	○
38	99	1	—	—	—	—	—	—	—	—	内挿型	○
39	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	内挿型	×
40	80	—	—	—	—	—	—	20	—	—	一体型	×
41	—	—	—	—	—	—	4	46	28	22	一体型	×

10

20

【0111】

表3からも明らかなように、比較例のNo. 39~41は、Al₂O₃ 附着が多く、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・附着した地金も多かったのに対し、スピネル(MgO・Al₂O₃) を含有する耐火物材料に、金属Al、金属Ti、金属Zr、金属Ce、金属Ca からなる群から選択された1種または2種以上を配合した耐火物を適用した浸漬ノズルNo. 27~38の場合には、Al₂O₃ 附着が非常に少なく、さらに、浸漬ノズル内壁面に凝固・附着した地金も全く見られなかった。

30

【0112】

(実施例5)

図5に示すスリット型形式の浸漬ノズルを用い、金属Mg、金属Ca、金属Mn、金属Ceのいずれか1種から発生する金属ガスをこのスリット内に供給しながら、図2に示す連続鋳造設備によりアルミキルド溶鋼を連続鋳造した。このような金属ガスとして、金属Mg、金属Ca、金属Mn、金属Ceのいずれか1種を電気抵抗炉内の金属収納管に装入してガス化したものを用い、このような金属ガスを浸漬ノズルまで導いた。電気抵抗炉から浸漬ノズルまでの経路はガスが凝固しないように融点以上の温度に加熱および保温した。電気炉での金属加熱温度は、金属MgOの場合には、900、1000、1100の3水準の加熱実験を行った。途中のガス導入管も同じ温度で保温した。金属Caの場合には、電気炉で1000に加熱し、ガス導入管を1000以上に保温した。金属Mnの場合には、電気炉で1300に加熱し、ガス導入管を1300以上に保温した。金属Ceの場合には、電気炉で1000に加熱し、ガス導入管を1000以上になるように保温した。浸漬ノズルとしては、母材耐火物がAl₂O₃-黒鉛質耐火物で構成されたものを用いた。比較のために、金属ガスを吹き込まない鋳造も実施した。

40

【0113】

鋳造条件は、300トン/ヒートを6ヒート連続して鋳造後、使用後の浸漬ノズルを回収して吐出孔から20mm上方の内壁表面に附着した附着層厚みを測定した。鋳造鋼種は低炭素アルミキルド鋼(C:0.04~0.05mass%、Si:tr、Mn:0.1~0.2mass%、Al:0.03~0.04mass%)であり、スラブ幅は950~

50

1200 mmの範囲であった。鑄片引き抜き速度は2.2～2.8 m/minであった。

【0114】

附着物の評価は、 Al_2O_3 附着が非常に少なく、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・附着した地金が全く観察されない状態を「附着無し」（符号：○で表示）と判断し、一方、 Al_2O_3 附着が多く、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・附着した地金も多い状態を「附着有り」（符号：×で表示）と判断し、この中間の状態を「若干附着」（符号：△で表示）とした。表4に、用いた金属ガス、電気抵抗炉の温度、 Al_2O_3 附着厚みの測定結果、および評価結果を示す。

【0115】

【表4】

10

No.	金属ガス種	電気抵抗炉 加熱温度 (°C)	Al_2O_3 附着厚み (mm)	評価
42	Mg	1000	5	○
43	Mg	900	15	△
44	Mg	1100	4	○
45	Ca	1000	5	○
46	Mn	1300	5	○
47	Ce	1000	3.5	○
48	—	—	25	×

20

【0116】

表4からも明らかのように、金属ガスを導入しない従来の鑄造方法（No. 48）の場合には、 Al_2O_3 附着が多く、評価は「附着有り」であったが、Mgガス、Caガス、Mnガス、Ceガスを浸漬ノズル内壁面から吐出した場合には、従来の鑄造方法の場合に比べて、 Al_2O_3 附着量を抑えることができた。Mgを用いた中では、電気抵抗炉の温度を900とした43では評価が「若干附着」であったが、1000以上としたNo. 42, 44では、評価は全て「附着無し」であった。

30

【0117】

（実施例6）

図6に示す一体型形式の浸漬ノズル、図7に示す内挿型形式の浸漬ノズル、および、図8に示す複層型形式の浸漬ノズルを用い、図2に示す連続鑄造設備によりアルミキルド溶鋼を連続鑄造した。ここでは、 Al_2O_3 - 黒鉛質耐火物材料に、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn、金属Ce粉末を混合・分散させた耐火物を用いた。金属粉末の大きさは0.1～3 mmを基準とし、また、金属粉末の配合比率は5 mass%を基準とした。ただし、金属Mg粉末の場合には、粉末の大きさおよび配合比率を変更した試験も実施した。内挿型の浸漬ノズルの母材耐火物は、 Al_2O_3 - 黒鉛質耐火物とした。比較のために、 Al_2O_3 - 黒鉛質耐火物材料で構成された従来の浸漬ノズルを用いた鑄造も実施した。

40

【0118】

鑄造条件は、300トン/ヒートを6ヒート連続して鑄造後、使用後の浸漬ノズルを回収して吐出孔から20 mm上方の内壁表面に附着した附着層厚みを測定した。鑄造鋼種は低炭素アルミキルド鋼（C：0.04～0.05 mass%、Si：tr、Mn：0.1～0.2 mass%、Al：0.03～0.04 mass%）であり、スラブ幅は950～1200 mmの範囲であった。鑄片引き抜き速度は2.2～2.8 m/minであった。

50

【0119】

附着物の評価は、 Al_2O_3 附着が非常に少なく、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・附着した地金が全く観察されない状態を「附着無し」（符号：○で表示）と判断し、一方、 Al_2O_3 附着が多く、かつ、浸漬ノズル内壁面に凝固・附着した地金も多い状態を「附着有り」（符号：×で表示）と判断し、この中間の状態を「若干附着」（符号：△で表示）とした。表5に、用いた浸漬ノズルの型式、金属種、金属粉末の大きさ、金属粉末の配合比率、 Al_2O_3 附着厚みの測定結果、評価結果、および使用後の浸漬ノズル状況を示す。

【0120】

【表5】

10

No.	ノズル型式	金属種	金属粉 大きさ (mm)	金属粉 配合比率 (mass%)	Al_2O_3 附着厚み (mm)	評価	ノズル状況
49	一体型	Mg	0.1~3	5	4	○	
50	内挿型	Mg	0.1~3	5	5.5	○	
51	複層型	Mg	0.1~3	5	6.5	○	
52	一体型	Mg	1~5	5	6	○	剥離あり
53	一体型	Mg	0.01~1	5	15	△	持続性小
54	内挿型	Mg	0.1~3	2	16	△	持続性小
55	内挿型	Mg	0.1~3	3	10	○	
56	内挿型	Mg	0.1~3	10	5	○	
57	内挿型	Mg	0.1~3	15	5	○	剥離あり
58	内挿型	Ca	0.1~3	5	<5	○	
59	内挿型	Mn	0.1~3	5	6	○	
60	内挿型	Ce	0.1~3	5	<5	○	
61	従来型	—	—	—	23	×	附着大

20

30

【0121】

表5からも明らかのように、 Al_2O_3 - 黒鉛質耐火物材料に、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Mn粉末、金属Ce粉末を混合・分散させた耐火物を浸漬ノズルに用いた場合には、従来の浸漬ノズルを使用した場合（No. 61）に比べて、 Al_2O_3 附着量を抑えることができた。そして、特に、金属粉末の大きさを0.1~3mmとするとともに、金属粉末を3~10mass%さらには5~10mass%配合した場合には、 Al_2O_3 附着が非常に少なく、かつ浸漬ノズル内壁表面に凝固・附着した地金も全く観察されなかった。3mm以上の金属粉末を配合した場合（No. 52）、および、金属粉末を10mass%を超えて配合した場合（No. 57）には、使用後の浸漬ノズルに若干剥離が見られ、耐用性が多少劣化することが確認された。また、微細な金属粉末を配合した場合（No. 53）では、金属粉末が鑄造の初期から中期にかけてガス化してしまい、 Al_2O_3 附着を防止する効果の持続性が小さかった。一方、金属粉末の配合比率が少ない場合（No. 54）では、発生するガス量が少なく Al_2O_3 附着防止効果が小さかった。

40

【0122】

【発明の効果】

本発明によれば、浸漬ノズルの内壁面部分において溶鋼のS濃度を低下させることができ

50

るので浸漬ノズル内壁面での Al_2O_3 付着層の成長を抑制することができ、 Al_2O_3 による浸漬ノズルの閉塞を防止することが可能となる。その結果、鑄造可能時間を飛躍的に延長させることができると同時に、浸漬ノズル内壁から剥離する粗大化した Al_2O_3 に起因する鑄片の大型介在物性の欠陥、並びに、浸漬ノズルの閉塞による鑄型内溶鋼の偏流に起因するモールドパウダー性の欠陥を大幅に削減することができ、工業上有益な効果がもたらされる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の原理を説明するための図。

【図 2】本発明に係る浸漬ノズルを適用した鋼の連続鑄造設備の鑄型部を示す断面図。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係る浸漬ノズルの一例を概略的に示す垂直断面図および水平断面図。 10

【図 4】本発明の第 1 の実施形態に係る浸漬ノズルの他の例を概略的に示す垂直断面図および水平断面図。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態に係る浸漬ノズルの一例を概略的に示す垂直断面図。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態に係る浸漬ノズルの他の例を概略的に示す垂直断面図。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態に係る浸漬ノズルのさらに他の例を概略的に示す垂直断面図。

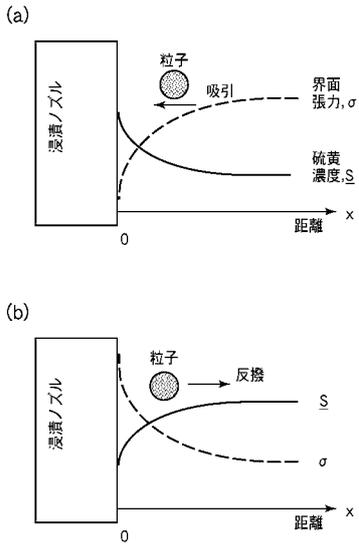
【図 8】本発明の第 2 の実施形態に係る浸漬ノズルのさらに他の例を概略的に示す垂直断面図。

【図 9】横軸にスライディングノズルの開度 $OA R$ をとり、縦軸にノズル内壁のアルミナ付着厚さをとって、これらの関係を本発明に係る浸漬ノズルと従来の浸漬ノズルとで比較して示す図。 20

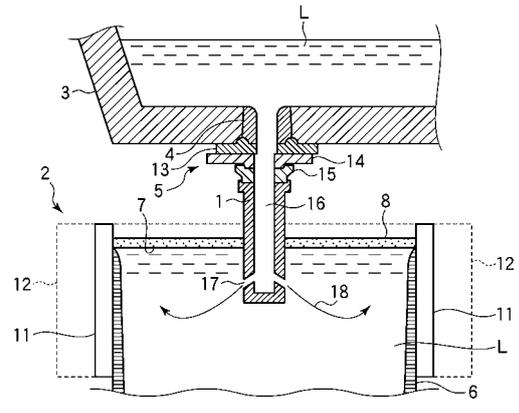
【符号の説明】

- 1 浸漬ノズル
- 2 鑄型
- 3 タンディッシュ
- 4 上ノズル
- 5 スライディングノズル
- 6 凝固シェル
- 8 モールドパウダー 30
- 17 溶鋼吐出孔
- 22 Al_2O_3 付着防止機能を有する耐火物
- 23 母材耐火物（支持用耐火物）
- 24 スラグライン部
- 25 溶鋼通流孔
- 31 母材耐火物
- 33 スリット
- 34 スラグライン部
- 35 金属粉末含有耐火物
- 38 ガス発生装置 40
- 39 ガス導入管
- L 溶鋼

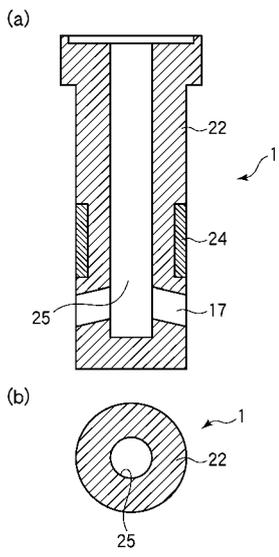
【 図 1 】



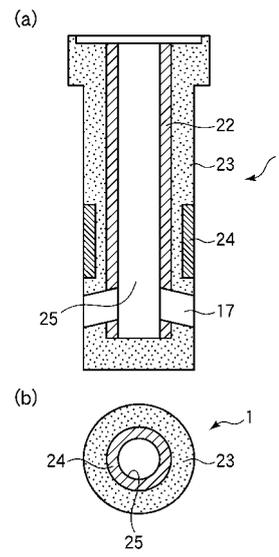
【 図 2 】



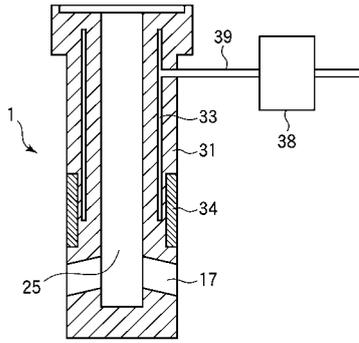
【 図 3 】



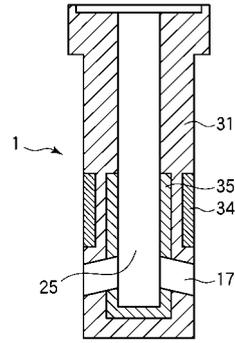
【 図 4 】



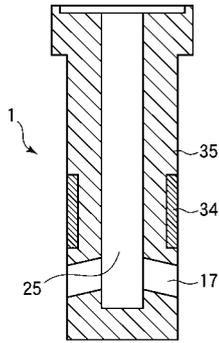
【図5】



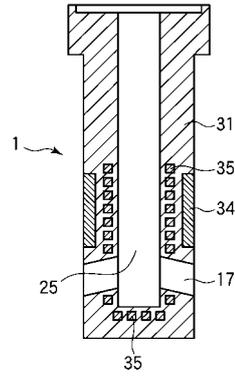
【図7】



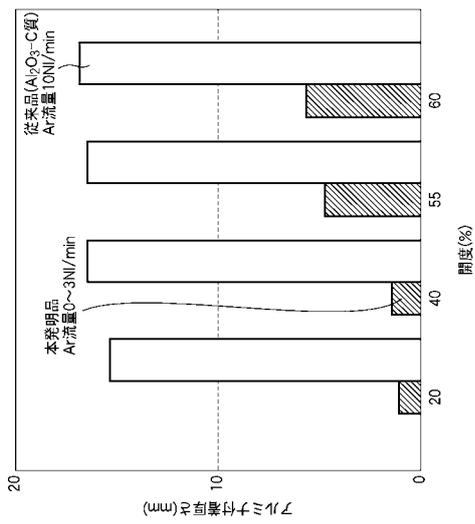
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

B 2 2 D 1/00

A

(72) 発明者 飯山 真人

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

Fターム(参考) 4E014 DA00