(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年7月3日(03.07.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/141981 A1

(51) 国際特許分類:
B22D 11/124 (2006.01) *B22D 11/22* (2006.01)
B22D 11/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/033020

(22) 国際出願日： 2024年9月17日(17.09.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

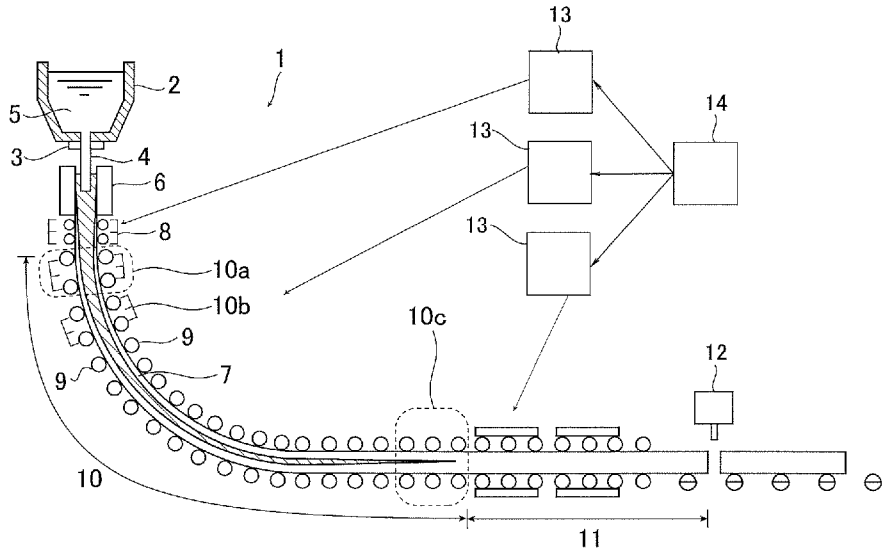
(30) 優先権データ：
特願 2023-218734 2023年12月26日(26.12.2023) JP

(71) 出願人：ＪＦＥスチール株式会社(**JFE STEEL CORPORATION**) [JP/JP]；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 (JP).

(72) 発明者：熊谷 篤(**KUMAGAI Atsushi**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 鎌田 航平(**KAMADA Kohei**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 上野 聖豪(**UENO Seigo**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 松本 卓也(**MATSUMOTO Takuya**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 大山 智史(**OYAMA Satoshi**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 亀田 澄広(**KAMEDA Kiyohiro**)；〒1000011 東京都千代田

(54) **Title:** CONTINUOUS CASTING METHOD FOR CAST SLAB

(54) 発明の名称： 鋳片の連続鋳造方法



(57) **Abstract:** Provided is a continuous casting method for a cast slab, the method making it possible to: improve the productivity of a cast slab having unprecedented thickness; and secure surface quality by suppressing cracking of the surface of the cast slab. The continuous casting method for a cast slab is carried out by a continuous casting machine comprising: a mold 6; a vertical unit 8 disposed on the downstream side of the mold 6 in the movement direction of a cast slab 7 which was drawn out from the mold 6; a bending unit 10 disposed on the downstream side of the vertical unit 8 in the movement direction; and a horizontal unit 11 disposed on the downstream side of the bending unit 10 in the movement direction. The surface temperature of the cast slab 7 on the output side of the vertical unit 8 is 700°C to 1200°C. A first cooling density X calculated from the amount of cooling water at the bending unit 10 is no more than a second cooling density Y calculated from the amount of cooling water at the horizontal unit 11.

WO 2025/141981 A1

［続葉有］

区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 田中 芳幸(**TANAKA Yoshiyuki**); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 入江 脩平(**IRIE Shuhei**); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 森田 周吾(**MORITA Shugo**); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 外石 圭吾(**TOISHI Keigo**); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP). 荒牧 則親(**ARAMAKI Norichika**); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 (JP).

(74) 代理人：熊坂 晃，外(**KUMASAKA Akira** et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目６番１号ＪＦＥテクノリサーチ株式会社知的財産事業部内 (JP).

(81) 指定国（表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能）：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国（表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能）：ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：従来になく厚みのある鋳片の生産性を向上することができ、かつ、鋳片の表面割れを抑制して表面品質を確保することのできる鋳片の連続鋳造方法を提供する。 鋳型６と、鋳型６から引き抜かれた鋳片７の移動方向で鋳型６の下流側に配置された垂直部８と、移動方向で垂直部８の下流側に配置された曲げ部１０と、移動方向で曲げ部１０の下流側に配置された水平部１１と、を備えている連続鋳造機による鋳片の連続鋳造方法であって、垂直部８の出側の鋳片７の表面温度が７００℃以上１２００℃以下であり、曲げ部１０での冷却水量から算出される第１冷却密度Ｘが水平部１１での冷却水量から算出される第２冷却密度Ｙ以下である。

明　細　書

発明の名称 ： 鋳片の連続鋳造方法

技術分野

[0001]　本発明は、鋳片の連続鋳造方法に関する。

背景技術

[0002]　ボイラー用鋼板、圧力容器用低合金鋼鋼板、海洋構造物や産業機械用の高強度鋼鋼板などには、板厚が１００ｍｍを超え、重要部材として使用される高品質極厚鋼板がある。高品質極厚鋼板では、使用性能上から内部品質が問題になることがある。そのため、従来では、造塊法を用いて大型鋳塊を製造し、この大型鋼鋳塊を十分な圧下比で圧延または鍛造することによって高品質極厚鋼板を製造する。これによって高品質極厚鋼板の内部品質を改善する製造方法をとっていた。

[0003]　一方、造塊法は生産性が低いので、垂直型連続鋳造法を用いて鋳片厚みの厚い、極厚スラブ鋳片を製造する方法が試みられている。その方法の一例が特許文献１に記載されている。特許文献１に記載されている方法では、鋳片厚みが３８０ｍｍ以上の場合には、連続鋳造設備の機長の制約や、鋳片のバルジング変形を防止するために、鋳造速度は０．２ｍ／ｍｉｎ以下に設定することが開示されている。

[0004]　また、垂直曲げ型連鋳機を用いて極厚スラブ鋳片（以下、鋳片と記す。）を生産する場合、鋳型から垂直方向とほぼ平行な方向に引き抜いた鋳片を水平方向とほぼ平行な方向に曲げる曲げ部で鋳片に応力がかかる。そのため、鋳片にコーナー割れ・横割れが生じるリスクが高まる。このようなリスクを低減する連続鋳造機の一例が特許文献２に記載されている。特許文献２に記載の垂直曲げ型の連続鋳造機では、鋳造する鋳片の化学成分、厚みに適した製造条件を設定することによって、表面欠陥や内部割れがない鋳片を製造するようになっている。具体的には、特許文献２に記載の鋳片の化学成分はＣ：０．０５～０．５５質量％、Ｓｉ：０．１０～２．００質量％、Ｍｎ：０

．３０～１．９０質量％、Ｐ：０．００５～０．０７０質量％、Ｓ：０．００３～０．１２０質量％である。当該鋳片の厚みは２８０～３５０ｍｍである。前記鋳片を、鋳造速度が０．７～１．１ｍ／ｍｉｎに設定され、比水量が０．１５～０．４０ｌ／ｋｇ・ｓｔｅｅｌに設定された垂直曲げ型の連続鋳造機によって鋳造する。また、その場合において、垂直長さ、曲げ長さ、二次冷却長さ、円弧長さ、矯正長さなどを予め設定した範囲に設定している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００７－２２９７３６号公報

特許文献2：特開２００９－２７４１１６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１に記載されている方法では、鋳片の厚みが３８０ｍｍ以上の場合には、鋳造速度は０．２ｍ／ｍｉｎ以下に制限される。つまり、特許文献１に記載されている方法では、鋳片の厚みが３８０ｍｍ以上の場合に、その生産性が低く、この点で未だ改良の余地があった。

[0007] 特許文献２に記載の垂直曲げ型の連続鋳造機では、生産性と表面割れの抑制とを両立できる鋳片の厚みは２８０～３５０ｍｍである。そのため、鋳片の厚みが３５０ｍｍ以上である場合には、生産性と表面割れの抑制とを両立できない可能性があり、この点で未だ改良の余地があった。

[0008] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、従来になく厚みのある鋳片の生産性を向上することができ、かつ、鋳片の表面割れを抑制して表面品質を確保することのできる鋳片の連続鋳造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するための手段は、以下の通りである。

［１］鋳型と、鋳型から引き抜かれた鋳片の移動方向で前記鋳型の下流側に配置された垂直部と、前記移動方向で前記垂直部の下流側に配置された曲げ部と、前記移動方向で前記曲げ部の下流側に配置された水平部と、を備えている連続鋳造機による鋳片の連続鋳造方法であって、前記垂直部の出側の前記鋳片の表面温度が７００℃以上１２００℃以下であり、前記曲げ部での冷却水量から算出される第１冷却密度Ｘが前記水平部での冷却水量から算出される第２冷却密度Ｙ以下である、鋳片の連続鋳造方法。

［２］前記垂直部、前記曲げ部、および、前記水平部のそれぞれで、前記鋳片に対して冷却水を供給するように構成されており、前記第１冷却密度Ｘは、前記曲げ部内で前記鋳片に供給される冷却水の総供給量を当該曲げ部内の前記鋳片の表面積によって除算した値であり、前記第２冷却密度Ｙは、前記水平部内で前記鋳片に供給される冷却水の総供給量を当該水平部内の前記鋳片の表面積によって除算した値である、［１］に記載の鋳片の連続鋳造方法。

［３］前記鋳片の厚みが３５０ｍｍ以上５００ｍｍ以下である、［１］または［２］に記載の鋳片の連続鋳造方法。

［４］前記垂直部での前記鋳片の引き抜き速度が０．２～１．５ｍ／ｍｉｎである、［１］から［３］のいずれかに記載の鋳片の連続鋳造方法。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、内部品質が良好で表面割れの少ない、あるいは、表面割れのない、鋳片の厚みが従来になく厚い極厚スラブを従来になく高速で連続して鋳造することができる。そのため、従来になく厚みのある鋳片の生産性を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本実施形態に係る鋳片の連続鋳造方法を適用することのできる垂直曲げ型連続鋳造機の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明を本発明の実施形態（以下、本実施形態と記す。）を通じて

具体的に説明する。以下に説明する本実施形態は、本発明の好適な一例を示すものであり、この例によって何ら限定されるものではない。

[0013] 本実施形態に係る鋳片の連続鋳造方法は、連続鋳造機の二次冷却帯での冷却量を最適化することにより、内部品質が良好で表面割れの少ない、あるいは、表面割れのない従来になく極厚の鋳片を従来になく高速で連続鋳造する方法である。図１は本実施形態に係る鋳片の連続鋳造方法を適用することのできる連続鋳造機の一例を示す図である。図１に示す連続鋳造機１は垂直曲げ型と称されるものであって、当該連続鋳造機１では、タンディッシュ２の底部にスライディングノズル３を介して浸漬ノズル４が取り付けられている。タンディッシュ２に図示しない取鍋から溶鋼５が供給される。スライディングノズル３はタンディッシュ２から浸漬ノズル４を介して鋳型６に供給する溶鋼５の量を調整する装置である。

[0014] 鋳型６に図示しない冷却流路が形成されており、当該冷却流路に図示しない冷却水の供給源から冷却水が供給される。鋳型６において、溶鋼５から冷却水に抜熱されることによって、表面に凝固シェルが形成された鋳片７が形成され、当該鋳片７を垂直方向とほぼ平行な方向に鋳型６から引き抜くようになっている。したがって、鋳型直下の鋳片７の内部には、溶鋼５が未だ凝固していない未凝固層が形成されている。なお、鋳型６は一次冷却帯と称される場合がある。また、図１において、未凝固層にハッチングを付してある。

[0015] 本実施形態では、図１に示す連続鋳造機１の鋳型６から引き抜く鋳片７の厚みは３５０～５００ｍｍに設定されている。また、鋳型６からの鋳片７の引き抜き速度は０．２～１．５ｍ／ｍｉｎに設定されている。当該引き抜き速度は定常状態での引き抜き速度である。なお、定常状態とは、鋳込み開始時、鋳込み終了時、および、スラブ接続時等を除いた鋳込み速度が一定となった状態を意味している。鋳片７の引き抜き速度が０．２ｍ／ｍｉｎ未満の場合は、鋳型６内で溶鋼５が凝固して鋳型６から鋳片７を引き抜けない可能性がある。鋳片７の引き抜き速度が１．５ｍ／ｍｉｎを超える場合は、凝固

シェルが十分に形成されず、鋳型６から鋳片７を引き抜くときに、凝固シェルが破れて漏鋼するブレークアウトを生じる可能性がある。そのため、鋳片７の引き抜き速度を０．２～１．５ｍ／ｍｉｎに設定することが好ましい。鋳片７の引き抜き速度を０．３～１．４ｍ／ｍｉｎに設定することがより好ましい。

[0016] 連続鋳造機１の鋳型６の下側に二次冷却帯が設けられている。具体的には、鋳型６の直下に、垂直方向とほぼ平行な方向に延びており、鋳型６から連続して引き抜かれる鋳片７を支持する垂直部８が設けられている。垂直部８は複数の鋳片支持ロール９を備えている。それらの鋳片支持ロール９は、図１に示すように、鋳片７の板厚方向で鋳片７の両側に配置されると共に、垂直方向とほぼ平行な方向に間隔をあけて配置されている。鋳片支持ロール９は鋳型６から引き抜いた鋳片７を支持するものである。そのため、鋳片７の板厚方向での鋳片支持ロール９同士の間隔は鋳型６からの引き抜き直後の鋳片７の板厚とほぼ同じに設定されている。また、鋳片支持ロール９の内部に冷却水が供給されるように構成されている。なお、垂直部８の各鋳片支持ロール９、および、後述する曲げ部１０の各鋳片支持ロール９、および、後述する水平部１１の各鋳片支持ロール９はほぼ同様に構成されている。例えば、それらの各鋳片支持ロール９としては、例えば、２１ＣｒＭｏＶ５１１からなる母材の表面に１３Ｃｒ４Ｎｉを肉盛溶接して製造されたロールを挙げることができる。

[0017] 鋳片７の移動方向で垂直部８の下流側に曲げ部１０が設けられている。曲げ部１０は、鋳型６から垂直方向とほぼ平行な方向に引き抜いた鋳片７を水平方向とほぼ平行な方向に曲げるように構成されている。曲げ部１０は複数のセグメントを備えている。各セグメントは図１に示すように、垂直部８と水平部１１とを滑らかに接続するように、円弧状に配列されている。各セグメントは複数の鋳片支持ロール９を備えている。それらの鋳片支持ロール９は鋳片７の板厚方向で鋳片７の両側に配置されると共に、上述した円弧に沿ってつまり鋳片７の移動方向に間隔をあけて配置されている。鋳片７の板厚

方向で曲げ部１０の鋳片支持ロール９同士の間隔は鋳型６からの引き抜き直後の鋳片７の板厚とほぼ同じに設定されている。なお、図１には、図面を簡単にするため、第１セグメント１０ａ、第２セグメント１０ｂ、最終セグメント１０ｃを記載してあり、その他のセグメントの記載を省略してある。第１セグメント１０ａは曲げ部１０の複数のセグメントのうち、鋳片７の移動方向で最も上流側に位置する。第２セグメント１０ｂは第１セグメント１０ａの下流側に位置する。最終セグメント１０ｃは鋳片の移動方向で最も下流側に位置する。

[0018] 第１セグメント１０ａは垂直部８と互いに隣接している。当該第１セグメント１０ａにおいて、垂直部８から出た平坦な形状の鋳片７を曲げるようになっている。最終セグメント１０ｃは水平部１１と互いに隣接している。最終セグメント１０ｃにおいて、湾曲している鋳片７を元の平坦な形状に矯正するように構成されている。なお、以下の説明では、第１セグメント１０ａを上部矯正帯１０ａと記し、最終セグメント１０ｃを下部矯正帯１０ｃと記す。

[0019] 水平部１１は水平方向とほぼ平行な方向に延びている。また、水平部１１は曲げ部１０と同様に、複数のセグメントを備えている。図１に示す例では、水平部１１は２つのセグメントによって構成されている。各セグメントは複数の鋳片支持ロール９を備えている。それらの鋳片支持ロール９は鋳片７の板厚方向で鋳片７の両側に配置されると共に、水平方向とほぼ平行な方向に間隔をあけて配置されている。鋳片７の板厚方向で水平部１１の鋳片支持ロール９同士の間隔は連続鋳造機１の出側で目標の鋳片の板厚となるように設定されている。

[0020] また、垂直部８、曲げ部１０、および、水平部１１のそれぞれにおいて、鋳片７の移動方向で互いに隣接する各鋳片支持ロール９同士の間に、図示しないスプレーノズルが配置されている。それらのスプレーノズルから鋳片７に冷却水を吹き付けて鋳片７を冷却するようになっている。このように鋳型６の下側に設けられた垂直部８、曲げ部１０、水平部１１、および、各スプ

レーノズルが上述した二次冷却帯に相当している。詳細は図示しないが、鋳片７の板厚方向で各スプレーノズルの先端部と鋳片７との間の距離は９０ｍｍ程度に設定されている。また、各スプレーノズルから鋳片７に噴射される冷却水の温度は一例として１５℃以上４５℃以下程度であってよい。

[0021] 鋳片７の移動方向で水平部１１の下流側に鋳片７を切断する鋳片切断機１２が設けられている。水平部１１において、凝固が完了した鋳片７は、鋳片切断機１２によって所定の長さに切断される。

[0022] また、図１に示す連続鋳造機１は垂直部８、曲げ部１０、および、水平部１１のそれぞれに対して、冷却水の供給量を互いに独立して制御できるように構成されている。具体的には、垂直部８の各スプレーノズル、曲げ部１０の各スプレーノズル、および、水平部１１の各スプレーノズルのそれぞれに流量制御装置１３を介して冷却水の供給源１４が接続されている。流量制御装置１３による冷却水の供給量の制御は図示しない制御装置によって行われてもよく、オペレーターが行ってもよい。また、流量制御装置１３は例えば流量制御弁であってよい。

[0023] 本実施形態では、上部矯正帯１０ａや下部矯正帯１０ｃでの鋳片７の曲げや矯正に伴って鋳片７に表面割れを生じさせないために、曲げ部１０、および、水平部１１での冷却水の冷却密度Ｘ、Ｙがそれぞれ設定されている。すなわち、上部矯正帯１０ａ、および、下部矯正帯１０ｃでの鋳片７の表面温度が鋳片７の脆化温度域内に入っていると、鋳片７の曲げや矯正に伴って鋳片７の表面割れが生じる可能性がある。そのため、鋳片７の脆化温度域を超える温度で上部矯正帯１０ａ、および、下部矯正帯１０ｃを鋳片７が通過するように、曲げ部１０での第１冷却密度Ｘと水平部１１での第２冷却密度Ｙとの冷却密度比Ｘ／Ｙが１．０以下に設定されている。すなわち、第１冷却密度Ｘは第２冷却密度Ｙ以下に設定されている。

[0024] 第１冷却密度Ｘは、曲げ部１０内の鋳片７の表面積によって曲げ部１０内で鋳片７に供給される冷却水の総供給量（以下、単に総量と記す。）を除算した値である。第２冷却密度Ｙは、水平部１１内の鋳片７の表面積によって

水平部１１内で鋳片７に供給される冷却水の総量を除算した値である。

[0025] 曲げ部１０内の鋳片７の表面積、および、水平部１１内の鋳片７の表面積は設計上、求めることができる。曲げ部１０での冷却水の総量とは、１チャージ分の溶鋼５を使用して鋳片７を連続鋳造する場合に、曲げ部１０で鋳片７に供給する冷却水の総量を意味している。これと同様に、水平部１１での冷却水の総量とは、１チャージ分の溶鋼５を連続鋳造する場合に、水平部１１で鋳片７に供給する冷却水の総量を意味している。また、１チャージとは、同じロットの溶鋼５を意味している。脆化温度域とは、鋳片７の曲げや矯正に伴って表面割れを生じやすい温度域を意味している。

[0026] 冷却密度比Ｘ／Ｙが１．０を超えると、曲げ部１０での冷却水量や当該冷却水量によって算出される第１冷却密度Ｘに対して、水平部１１での冷却水量や当該冷却水量によって算出される第２冷却密度Ｙが小さくなる。そのため、水平部１１での鋳片７の冷却に不足が生じ、鋳片７が完全に凝固しない可能性がある。また、曲げ部１０の上部矯正帯１０ａや下部矯正帯１０ｃの通過時に鋳片７の表面温度が脆化温度域に入ってしまい、鋳片７に表面割れが生じる可能性がある。一方、冷却密度比Ｘ／Ｙが０．０になると、例えば、曲げ部１０での第１冷却密度Ｘが０．０、つまり、曲げ部１０での冷却水量が０．０になると、鋳型６の直下において、鋳片７の凝固シェルが上述した定常状態よりも過剰に薄くなる。これにより大きなバルジングが発生し、鋳型６から鋳片７の引き抜きができなくなる可能性がある。そのため、冷却密度比Ｘ／Ｙは０．０より大きく、１．０以下であることが好ましく、０．０より大きく、０．９以下であることがより好ましい。

[0027] （作用・効果）

本実施形態の作用・効果について説明する。鋳型６から３５０～５００ｍｍの厚みの鋳片７が引き抜かれる。当該鋳片７の引き抜き速度は０．２～１．５ｍ／ｍｉｎに設定されている。その鋳片７には、垂直部８において、スプレーノズルから冷却水が吹き付けられる。こうして予め設定した温度にまで表面温度が低下させられる。本実施形態では、垂直部８の出側の鋳片７の

表面温度は７００～１２００℃であることが好ましい。例えば、垂直部８の出側の鋳片７の表面温度が７００℃未満であると、上部矯正帯１０ａや下部矯正帯１０ｃを通過するときに、鋳片７の表面温度が脆化温度域に入ってしまい、鋳片７の表面割れが生じる可能性がある。一方、垂直部８の出側の鋳片７の表面温度が１２００℃を超えると、バルジング増大により引き抜き不良が発生する可能性がある。

[0028] 次いで、曲げ部１０の上部矯正帯１０ａにおいて、鋳片7は湾曲させられ、その状態で水平部１１に向かって鋳片７が移動する。また、曲げ部１０においても、各スプレーノズルから鋳片７に冷却水が吹き付けられる。本実施形態では、曲げ部１０内での第１冷却密度Ｘと水平部１１内での第２冷却密度Ｙとの冷却密度比Ｘ／Ｙは上述したように、１．０以下に設定されている。つまり、曲げ部１０内での鋳片７の第１冷却密度Ｘは水平部１１内での鋳片の第２冷却密度Ｙよりも小さく設定されている。そのため、曲げ部１０での鋳片７の冷却が水平部１１での冷却よりも抑制される。これにより鋳片７の表面温度は脆化温度域を超える温度を維持し、その状態で、下部矯正帯１０ｃに鋳片7が到達する。そして、下部矯正帯１０ｃにおいて、湾曲した形状から元の平坦な形状に鋳片７が矯正される。次いで、水平部１１においても、各スプレーノズルから鋳片７に冷却水が吹き付けられ、鋳片７はその内部まで完全に凝固される。

[0029] このように、本実施形態によれば、各矯正帯１０ａ、１０ｃでの鋳片７の表面温度は脆化温度域を超える温度を維持している。そのため、本実施形態によれば、内部品質が良好でかつ表面割れの少ない、あるいは、表面割れのない、従来になく極厚の鋳片７を従来になく高速で連続鋳造することができる。そのため、従来になく極厚の鋳片７の生産性を向上することができる。

[0030] なお、本発明は上述した実施形態に限定されない。例えば、図１に示す連続鋳造機１を制御する図示しない制御装置を備え、当該制御装置によって二次冷却帯での鋳片７の冷却を制御してもよい。つまり、上述した制御装置によって垂直部８において、スプレーノズルから鋳片７に吹き付ける冷却水の

量を制御する。こうすることによって垂直部８の出側の鋳片７の表面温度を７００～１２００℃に設定する。また、制御装置によって曲げ部１０、および、水平部１１において、スプレーノズルから鋳片７に吹き付ける冷却水の量を制御する。こうすることによって冷却密度比Ｘ／Ｙを１．０以下に制御する。このように構成した場合においても、上述した実施形態と同様の作用・効果を得ることができる。

[0031] また、上述した本実施形態では、二次冷却帯において、鋳片７に冷却水を吹き付けることによって鋳片７を冷却したが、これに代えて、鋳片７に冷却水を吹き付けないドライキャスティングであってもよい。なお、ドライキャスティングの場合においては、鋳片７の引き抜き不良防止のために鋳型６の直下でのスプレーは稼働させる。しかしながら、曲げ部１０のスプレーは稼働させない。一方、水平部１１のスプレーは稼働させる。それらの結果、ドライキャスティングの場合の冷却密度比Ｘ／Ｙは限りなく０に近い値となる。

実施例

[0032] 次に本実施形態に係る鋳片の連続鋳造方法の効果を確認するために行った実施例について説明する。実施例では、上述した実施形態と同様に構成された連続鋳造機を用いて、試験条件を変更して各種の鋳片を連続鋳造した。具体的には、炭素含有量：０．０７～０．５０質量％の普通鋼用の溶鋼を用い、厚さ：３５０～４５０ｍｍの鋳片を鋳造速度：０．４～１．２ｍ／ｍｉｍで連続鋳造した。そして、連続鋳造した各鋳片の表面割れの発生状況を評価した。表１に実施例に用いた各鋼種の化学組成をまとめて示してある。表２に、実施例で連続鋳造した鋳片の鋼種、鋳込み速度つまり鋳片の引き抜き速度、鋳片厚み、および、二次冷却条件をまとめて示してある。なお、表２の水量密度が本実施形態の冷却密度に相当する。

[0033]

[表1]

鋼種	化学組成（質量%、残部Fe及び不純物）					
	C	Si	Mn	P	S	Sol.Al
a	0.07	0.34	1.52	0.05	0.002	0.035
b	0.16	0.33	1.50	0.15	0.003	0.027
c	0.50	0.18	0.65	0.10	0.004	0.023

[0034] [表2]

試験番号	鋼種	引き抜き速度 (m/min)	鋳片厚み (mm)	二次冷却条件			割れ発生状況
				X:湾曲部内水量密度 (L/m^2)	Y:水平部内水量密度 (L/m^2)	X/Y	
1	c	0.5	450	17	7	2.43	発生
2	b	0.7	400	25	11	2.27	発生
3	a	1	350	35	17	2.06	発生
4	c	0.9	400	31	11	2.82	発生
5	b	1.2	350	55	30	1.83	発生
6	c	0.5	450	32	43	0.74	良好
7	b	0.6	400	23	52	0.44	良好
8	c	1	350	17	65	0.26	良好
9	b	0.6	400	21	37	0.57	良好
10	a	0.4	500	12	48	0.25	良好

[0035] （表面割れのチェック方法）

表面割れのチェック方法について説明する。表２に示す条件で製造した鋳片の両面のそれぞれについて、約２ｍｍ切削した。その後、切削後の鋳片の各面の表面割れを浸透探傷試験（カラーチェックと称されることがある。）によって検出した。そして、鋳片の各面の表面割れの個数をカウントし、表面割れの合計個数が３個以下の場合に、当該鋳片について、「割れ良好」つまり、表面割れが従来よりも抑制されていると評価した。また、表面割れの合計個数が３個を超える場合に、当該鋳片について、「割れ発生」つまり、表面割れが従来とほぼ同等であると評価した。それらの評価結果を上述した製造条件と合わせて表２にまとめて示してある。表２に示す試験番号１～５は、各種の製造条件が本発明で規定する範囲を外れる比較例である。試験番号６～１０は、各種の製造条件が本発明で規定する範囲内にある実施例である。

[0036] （評価）

表２に示すように、比較例である試験番号１～５の条件で製造された鋳片は「割れ発生」と評価された。実施例である試験番号６～１０の条件で製造された鋳片は「割れ良好」と評価された。したがって、本発明に係る鋳片の連続鋳造法を実施することにより、従来になく厚みのある鋳片を従来になく高速で製造する場合に、鋳片の表面割れの発生を防止もしくは抑制できることが確認された。

符号の説明

[0037]

１	連続鋳造機
２	タンディッシュ
３	スライディングノズル
４	浸漬ノズル
５	溶鋼
６	鋳型
７	鋳片

８　　垂直部

９　　鋳片支持ロール

１０　　曲げ部

１０ａ　第１セグメント、上部矯正帯

１０ｂ　第２セグメント

１０ｃ　最終セグメント、下部矯正帯

１１　　水平部

１２　　鋳片切断機

１３　　流量制御装置

１４　　冷却水の供給源

請求の範囲

[請求項1] 鋳型と、鋳型から引き抜かれた鋳片の移動方向で前記鋳型の下流側に配置された垂直部と、前記移動方向で前記垂直部の下流側に配置された曲げ部と、前記移動方向で前記曲げ部の下流側に配置された水平部と、を備えている連続鋳造機による鋳片の連続鋳造方法であって、

前記垂直部の出側の前記鋳片の表面温度が７００℃以上１２００℃以下であり、

前記曲げ部での冷却水量から算出される第１冷却密度Ｘが前記水平部での冷却水量から算出される第２冷却密度Ｙ以下である、鋳片の連続鋳造方法。

[請求項2] 前記垂直部、前記曲げ部、および、前記水平部のそれぞれで、前記鋳片に対して冷却水を供給するように構成されており、

前記第１冷却密度Ｘは、前記曲げ部内で前記鋳片に供給される冷却水の総供給量を当該曲げ部内の前記鋳片の表面積によって除算した値であり、

前記第２冷却密度Ｙは、前記水平部内で前記鋳片に供給される冷却水の総供給量を当該水平部内の前記鋳片の表面積によって除算した値である、請求項１に記載の鋳片の連続鋳造方法。

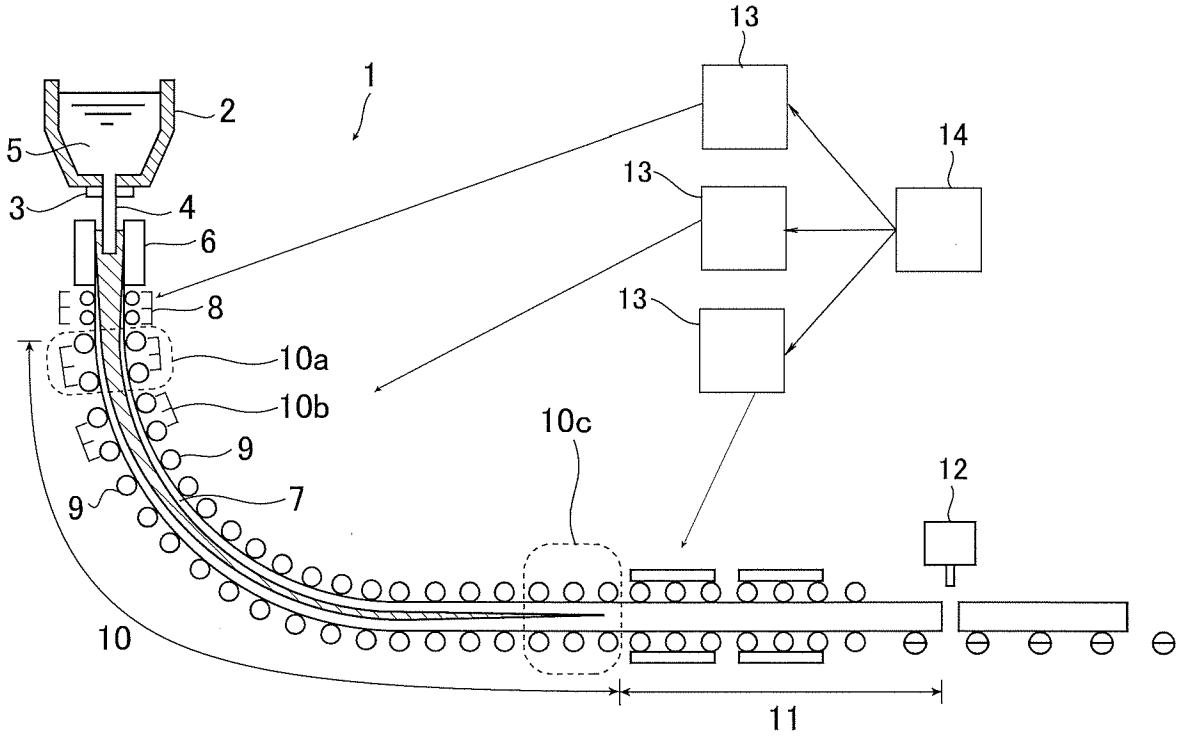
[請求項3] 前記鋳片の厚みが３５０ｍｍ以上５００ｍｍ以下である、請求項１または２に記載の鋳片の連続鋳造方法。

[請求項4] 前記垂直部での前記鋳片の引き抜き速度が０．２～１．５ｍ／ｍｉｎである、請求項１または２に記載の鋳片の連続鋳造方法。

[請求項5] 前記垂直部での前記鋳片の引き抜き速度が０．２～１．５ｍ／ｍｉｎである、請求項３に記載の鋳片の連続鋳造方法。

WO 2025/141981 PCT/JP2024/033020

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/033020

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22D 11/124(2006.01)i; ***B22D 11/20***(2006.01)i; ***B22D 11/22***(2006.01)i
FI: B22D11/124 N; B22D11/124 L; B22D11/20 A; B22D11/22 B

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B22D11/124; B22D11/20; B22D11/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-130547 A (JFE STEEL CORPORATION) 25 May 2006 (2006-05-25) claims 1-5, paragraphs [0011], [0019]-[0032], fig. 1-5	1-5
Y	JP 2019-155419 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraphs [0008], [0018]-[0040], tables 1-4, fig. 1-5	1-5
Y	JP 2019-141865 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 29 August 2019 (2019-08-29) paragraphs [0020], [0025]-[0064], table 1, fig. 1-5	1-5
A	JP 2011-218403 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 04 November 2011 (2011-11-04) entire text	1-5
A	JP 2014-061527 A (JFE STEEL CORPORATION) 10 April 2014 (2014-04-10) entire text	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 October 2024	**05 November 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/033020

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2006-130547 A	25 May 2006	(Family: none)	
JP 2019-155419 A	19 September 2019	(Family: none)	
JP 2019-141865 A	29 August 2019	(Family: none)	
JP 2011-218403 A	04 November 2011	(Family: none)	
JP 2014-061527 A	10 April 2014	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/033020

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B22D 11/124(2006.01)i; B22D 11/20(2006.01)i; B22D 11/22(2006.01)i
FI: B22D11/124 N; B22D11/124 L; B22D11/20 A; B22D11/22 B

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

B22D11/124; B22D11/20; B22D11/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2006-130547 A（ＪＦＥスチール株式会社）25.05.2006（2006-05-25） 請求項1-5，段落[0011],[0019]-[0032],図1-5	1-5
Y	JP 2019-155419 A（日本製鉄株式会社）19.09.2019（2019-09-19） 段落[0008],[0018]-[0040]，表1-4，図1-5	1-5
Y	JP 2019-141865 A（日本製鉄株式会社）29.08.2019（2019-08-29） 段落[0020],[0025]-[0064]，表1，図1-5	1-5
A	JP 2011-218403 A（新日本製鐵株式会社）04.11.2011（2011-11-04） 全文	1-5
A	JP 2014-061527 A（ＪＦＥスチール株式会社）10.04.2014（2014-04-10） 全文	1-5

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
24.10.2024	05.11.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
中西　哲也 4E 1191
電話番号 03-3581-1101 内線 3423

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/033020

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2006-130547 A	25.05.2006	（ファミリーなし）	
JP 2019-155419 A	19.09.2019	（ファミリーなし）	
JP 2019-141865 A	29.08.2019	（ファミリーなし）	
JP 2011-218403 A	04.11.2011	（ファミリーなし）	
JP 2014-061527 A	10.04.2014	（ファミリーなし）	