

(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
2016年1月28日(28.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/013186 A1

- (51) 国際特許分類:
B22D 11/04 (2006.01) B22D 11/22 (2006.01)
B22D 11/124 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/003602
- (22) 国際出願日: 2015年7月16日(16.07.2015)
- (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 2014-150925 2014年7月24日(24.07.2014) JP
- (71) 出願人: J F E 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 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松井 章敏 (MATSUI, Akitoshi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (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 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (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 J F E スチール株式会社

- (74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA, Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CONTINUOUS CASTING OF STEEL

(54) 発明の名称: 鋼の連続 casting 方法

FIG. 5

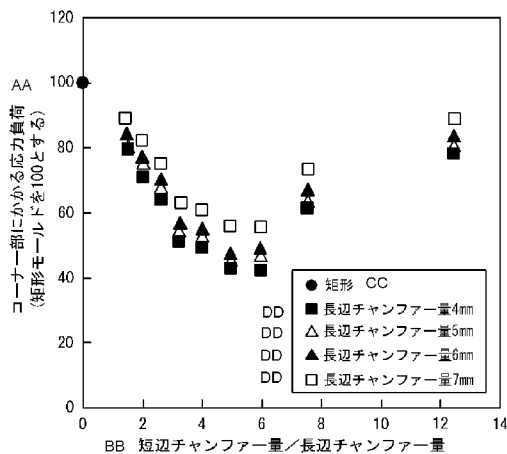


FIG. 5:
 AA Stress load applied to corner parts (100 being a rectangular mold)
 BB Short-side chamfer amount/long-side chamfer amount
 CC Rectangular shape
 DD Long-side chamfer amount

(57) Abstract: The objective of the present invention is to provide a high-quality slab, particularly without corner cracking, by reliably suppressing surface cracks in the slab by controlling the temperature of the corner part of the slab by means of a secondary cooling while using a casting mold having an appropriately shaped casting space, which conventionally has not been sufficiently achieved merely by controlling the slab structure by means of a secondary cooling. In this continuous casting method, wherein a casting mold is charged with molten steel and a slab is drawn directly from the casting mold, the casting slab that is used has a casting space for which the four corners of a rectangular space defined by a pair of long sides and a pair of short sides are removed in a right-angled triangular shape such that the ratio (b/a) of the length (b) on the short sides of the casting mold to the length (a) on the long sides of the casting mold is between 3.0 - 6.0. In addition, before reaching the straightening point the surface temperature of at least the corner parts of the slab is lowered to equal to or less than the AR₃ point from directly beneath the casting mold, and then the surface temperature of at least the corner parts is raised to 800°C or higher, after which the straightening point is passed through at 800°C or higher.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/013186 A1



(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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

従来、2次冷却による鑄片組織の制御のみでは十分に解消されなかった鑄片の表面割れを、適切な形状の鑄造空間を有する鑄型を用いつつ2次冷却にて鑄片コーナ一部分の温度を制御することによって確実に抑制し、特にコーナ割れのない高品質なスラブを提供する。溶鋼を鑄型に装入し、該鑄型から直接鑄片を引き抜く連続鑄造方法において、一對の鑄型長辺と一對の鑄型短辺とで区画される矩形空間の四隅を、前記鑄型長辺側の長さ a に対する前記鑄型短辺側の長さ b の比 b/a が 3.0 以上 6.0 以下となる直角三角形状に取り除いた鑄造空間を有する、鑄型を用いて、前記鑄型の直下から曲げ矯正点に至る前において、前記鑄片の少なくともコーナ一部分の表面温度を、一旦 A_{r3} 点以下まで低下し、次いで、少なくとも該コーナ一部分の表面温度を 800°C 以上にしてから前記曲げ矯正点を 800°C 以上で通過させる。

明 細 書

発明の名称： 鋼の連続鋳造方法

技術分野

[0001] 本発明は、連続鋳造における鋳片の表面割れの発生を抑制した、鋼の連続鋳造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 鋼板の機械的性質の向上を目的に、Cu、Ni、Nb、VおよびTiなどの合金元素を含有した低合金鋼が、特に厚鋼板に適用されている。このような低合金鋼を、例えば垂直曲げ型連続鋳造機を用いて鋳造する場合に、鋳片の矯正部や曲げ部において鋳片の鋳造方向と直交する矩形断面の四隅（以下、コーナー部ともいう）に応力が負荷され、表面割れ、とりわけコーナー部に割れが発生しやすい。このコーナー割れは厚鋼板の表面疵の原因となりやすく、鋼板製品の歩留まりを低下させる原因となる。

[0003] すなわち、低合金鋼の鋳片は、その凝固組織がオーステナイト相からフェライト相に変態する Ar_3 変態点の近傍温度にて、熱間延性が著しく低下する。さらに、低合金鋼の鋳片では、2次冷却される過程において、AlNやNbCなどがオーステナイト粒界に析出し、脆化しやすい。そのために、鋳片表面、とりわけ応力が負荷されるコーナー部に割れが発生しやすい。

[0004] そこで、連続鋳造工程では、上述のコーナー割れを防止するために、2次冷却によって鋳片表面温度を制御し、鋳片凝固組織を割れにくい組織に制御することが一般に行われている。

[0005] 例えば、特許文献1には、鋳片を矩形の鋳型から引き抜いた直後に鋳片の2次冷却を開始し、鋳片の表面温度を一旦 Ar_3 変態点より低い温度に冷却した後、 Ar_3 変態点を超える温度に復熱させ、その後鋳片を矯正する際に、鋳片表面温度を Ar_3 変態点より低い温度に保持する時間と鋳片表面温度が到達する最低の温度とを適切な範囲にすることによって、鋳片表面から少なくとも2mm深さまでの凝固組織を、オーステナイト粒界が不明瞭なフェライトおよびパ

ーライトの混合組織とする技術が開示されている。

- [0006] また、特許文献2には、凝固シェル厚が10mm以上15mm以下のところで鑄型による1次冷却を終了して2次冷却を開始し、鑄片全面の表面温度を鑄型を出てから2分以内の間に一旦600°C以上Ar₃点以下の範囲まで低下させ、曲げ部における鑄片表面温度および矯正部における鑄片表面温度の両者が850°C以上となるように2次冷却を行う技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特許第3702807号
特許文献2：特許第3058079号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] しかしながら、上記した従来技術は、以下の問題点を抱えていた。
即ち、特許文献1及び特許文献2に記載の技術では、2次冷却スプレーから鑄片に噴射された後に鑄片を伝って流れる、垂れ水の影響が懸念される。とりわけ、鑄造速度が遅くなると、垂れ水が鑄片表面の冷却に影響して、例えば伝熱解析等により鑄片表面温度を定量的に制御することが困難になる場合があった。
- [0009] さらに、特許文献2に記載の技術は、鑄片全面の温度をAr₃変態点以下に低下させるために、多量のスプレー水を噴射せざるを得ない。鑄造厚みが大きい場合には更に多量のスプレー水が必要となるが、あまりに多量のスプレー水を噴射すると、鑄片の幅方向に温度バラツキが生じやすく、鑄片表層下での内部割れの発生が懸念されることになる。
- [0010] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、従来、2次冷却による鑄片組織の制御のみでは十分に解消されなかった鑄片の表面割れを、適切な形状の鑄造空間を有する鑄型を用いつつ2次冷却にて鑄片コーナー部の温度を制御することによって確実に抑制し、特にコーナ

一割れのない高品質なスラブを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の要旨構成は、次のとおりである。

(1) 溶鋼を鋳型に装入し、該鋳型から直接鋳片を引き抜く連続鋳造方法において、

一対の鋳型長辺と一対の鋳型短辺とで区画される矩形空間の四隅を、前記鋳型長辺側の長さ a に対する前記鋳型短辺側の長さ b の比 b/a が3.0以上6.0以下となる直角三角形状に取り除いた鋳造空間を有する、鋳型を用いて、

前記鋳型の直下から曲げ矯正点に至る前において、前記鋳片の少なくともコーナー部の表面温度を、一旦 Ar_3 点以下まで低下し、次いで、少なくとも該コーナー部の表面温度を $800^{\circ}C$ 以上にしてから前記曲げ矯正点を $800^{\circ}C$ 以上で通過させることを特徴とする鋼の連続鋳造方法。

[0012] (2) 前記比 b/a が4.0超である前記(1)に記載の鋼の連続鋳造方法。

[0013] (3) 前記鋳型長辺側の長さ a が4～6mmおよび、前記鋳型短辺側の長さ b が12～36mmであることを特徴とする、前記(1)または(2)に記載の鋼の連続鋳造方法。

発明の効果

[0014] 本発明に従って、適切な形状の鋳造空間が区画された鋳型を用いつつ、2次冷却により鋳片コーナー部の温度を制御することによって、連続鋳造鋳片のコーナー割れを防止し、高品質のスラブを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]連続鋳造機を示す図である。

[図2]鋳片コーナー部の結晶組織を示す模式図である。

[図3]鋳片コーナー部の結晶組織を示す模式図である。

[図4]鋳型を示す模式図である。

[図5]鋳型における面取り形状と鋳片コーナー部での応力との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の連続鑄造方法について、図面を参照して、詳しく説明する。

さて、溶鋼は、例えば図1に示すような、垂直曲げ型の連続鑄造機を用いて連続鑄造されるが、その際、特に曲げ矯正点での矯正時に鑄片コーナー部で表面割れを誘発させないために、適切な形状の鑄造空間が区画された鑄型を用いるとともに、鑄型直下の冷却帯において適切な冷却パターンを経ることが肝要である。

[0017] なお、図1において、符号1は取鍋2内に装入した溶鋼である。該溶鋼1は、取鍋2からロングノズル3、タンディッシュ4そして浸漬ノズル5を介して、水冷鑄型6内に供給される。この水冷鑄型6にて冷却された溶鋼1は、凝固殻を生成しながら鑄型6の出側へ導かれて鑄型6から引き抜かれ、鑄型6直下の2次冷却帯7にてさらに冷却されて凝固殻の成長を促進される。2次冷却帯7の出側において、鑄片は湾曲を強制されて水平方向に導かれてから、引き抜き矯正帯（曲げ部）8において曲げの矯正がなされて連続鑄造鑄片9となる。

[0018] ここで、発明者らは、図1に示した垂直曲げ型連続鑄造機にて鑄造された鑄片について、表面割れの観察を実施した。鑄片の割れは、下面コーナー及びその近傍（図2参照）に集中して発生している。なお、鑄片の下面側とは、垂直曲げ連鑄機の湾曲帯の曲げの外側、すなわち水平帯で下面となる長辺面側をいう。この割れ部をエッチングにて組織観察すると、図2に模式にて示すように、旧オーステナイト粒界に沿って割れが発生していることがわかった。これらの調査結果から、鑄片下面でのコーナー割れは、曲げ部での応力負荷によって発生すると考え、2次冷却条件を種々変更する実験を行った。

[0019] すなわち、種々の2次冷却条件にて伝熱解析を用いた実験を行ったところ、鑄型直下から曲げ部に入るまでの間に、鑄片コーナー部の表面温度を、一旦 A_{r_3} 点以下に低下させ、その後、曲げ部に入るまでの間に、鑄片コーナー

部の表面温度を2次冷却によって制御すれば、鋳片コーナ一部分の割れが低減することが分かった。

しかしながら、依然として、いくつかの鋳片では相変わらず下面側にコーナ割れが残存しており、これらコーナ割れの周囲の凝固組織を観察すると、図3に模式で示すように、鋳片表層は旧オーステナイト粒界の不明瞭なフェライト-パーライトの混合組織が得られつつあるものの、旧オーステナイト粒界も一部に残存している。そして、コーナ割れは、残存している旧オーステナイト粒界に沿って発生していることが判明した。

[0020] さらに、この現象を水モデル実験や数値解析手法を用いて調査・整理したところ、2次冷却水の垂れ水が影響していることが分かった。すなわち、2次冷却水はスプレーから鋳片に向かって噴射された後に、一部の水が鋳片表面を伝って流れ、いわゆる垂れ水となって鋳片の冷却に寄与する。この垂れ水は、鋳造速度や鋳造幅、さらには鋳片表面温度など鋳造条件が変化すると、その量も変化するため、垂れ水の影響を正確に評価することは非常に困難である。このような垂れ水が鋳片温度に影響を及ぼし、鋳片が想定以上に冷却された結果、凝固組織の一部に旧オーステナイト粒界が残存し、曲げ部の応力負荷に伴って旧オーステナイト粒界に沿う割れが発生したものと考えられた。

[0021] 従って、垂れ水の影響を完璧に考慮に入れて鋳片温度を制御することができれば、凝固組織を完全なものにすることができる可能性も考えられるが、非常に緻密な解析に基づいたスプレー制御や設備メンテナンスを要することが想定され、工業的規模の製造においては現実的でない。

また、一般に、垂直曲げ型連続鋳造機は、曲げ部に入るまでの垂直部長さが例えば3.5m程度と短い鋳造機である。かように、曲げ部に入るまでの距離が短い連続鋳造機では、一旦 A_{r3} 点以下に温度を低下させる際に、垂れ水等の影響で過度に鋳片が冷却されると、その後、曲げ部に入るまでの間に復熱させるための時間を稼ぐことが難しく、凝固組織が不完全となることも想定される。

[0022] このような事情から、2次冷却スプレー水量のみを制御して鑄片表面温度をコントロールし、割れの発生しない完全な凝固組織に制御することは困難と考え、発明者らは2次冷却条件の規制に加えて、更なるコーナー部割れの抑制技術について検討を行った。

ここで、発明者らは、鑄片コーナー部への応力負荷に着目した。すなわち、図3に示したように、2次冷却条件を規制することで凝固組織は改善され、コーナー部割れの程度も図2と比較すると軽微なものとなるため、2次冷却条件に加えて、曲げ・矯正時にコーナー部にかかる応力を低減できれば、コーナー割れの発生を防止できる可能性があると考えた。

[0023] そこで、応力計算等による検討を行った結果、鑄片を、その鑄造方向と直交する矩形断面の四隅の角部を取除いた面取り形状とすることにより、鑄片のコーナー部での応力負荷を軽減できることを知見した。そして、鑄片の四隅を面取り形状とするには、矩形断面の鑄型の同様に矩形である鑄造空間の四隅（の直角部）を直角三角形形状に取り除いて面取り形状とした、鑄型を用いて鑄造を行うことが肝要である。以下、このような面取り形状とした鑄造空間を有する鑄型を、チャンファーモールドとも称する。

[0024] ここで、チャンファーモールドについて、例えば特許文献3に、四隅に角落とし部を設けることが記載されている。この特許文献3に記載の技術は、鑄片コーナー部での凝固シェル成長を正常化しコーナー部の凝固遅れによる鑄片内部欠陥を防止することを目的にしている。従って、特許文献3に記載されているチャンファーの形状が、本発明で所期する鑄片の表面割れの防止にも適しているかは不明である。すなわち、特許文献3に記載の技術では、鋼の凝固初期段階において、矩形断面の鑄型におけるコーナー部の凝固が他の部分よりも進みやすく、凝固収縮によって凝固シェルと鑄型の矩形コーナー部との間に生じたエアギャップが結果的に凝固遅れをまねいて内部欠陥となりやすかったものを、鑄型のコーナー部をチャンファー形状（面取り形状）にすることにより、コーナー部の鑄型冷却の程度をコーナー部以外の鑄型冷却に近い状態とするものである。具体的には、鑄造空間の四隅を各隅相

互で均等に取除いたチャンファー形状を与えるものであるが、かようなチャンファーモールドを用いても図2に示したような、コーナー部の表面割れを抑制することはできなかった。

特許文献3：特許第4864559号

[0025] そこで、本発明の目的に適合する鑄型の面取り形状を明らかにすべく、鋭意検討を重ねた結果、特許文献3に記載の条件とは異なる新たな形状規定が必要であることが判明した。ここに、チャンファーモールドにおける面取り部について、矩形鑄造空間の各隅の直角部分を直角三角形形状に取り除く面取りを行う場合に、図4にチャンファーモールドの上面図を示すように、該直角三角形を鑄型長辺11側の長さ a に対する鑄型短辺12側の長さ b の比 b/a で規定し、この比 b/a が鑄片のコーナー部における応力負荷に及ぼす影響について応力計算を行った。その計算結果を、面取り前の矩形モールドでの応力を100としたときの指数に整理して、図5に示す。

[0026] 図5に示すように、まず、チャンファーモールドとすることによって鑄片のコーナー部への応力負荷が、矩形モールドと比較して小さくなることが分かる。特に、比 b/a が3～6の範囲において、鑄片コーナー部の応力負荷が低減する傾向にあることが分かる。更に、鑄型長辺1側の長さ a が小さいほど鑄片コーナー部の応力負荷が小さくなることも分かった。

[0027] 上述した知見の下、前記比 b/a が1～8の種々の鑄型を用いた連続鑄造において、鑄片が曲げ部に入るまでの間に、鑄片コーナー部の表面温度を一旦 Ar_3 点以下に低下させ、その後曲げ部に入るまでの間に、鑄片コーナー部の表面温度を $800^{\circ}C$ 以上にし、曲げ部を $800^{\circ}C$ 以上で通過する条件にて2次冷却を行ったところ、比 b/a が3～6の鑄型を用いた場合に、鑄片コーナー部の表面割れを確実に抑制することができた。

なお、比 b/a が3～6の鑄型を用いても、鑄片コーナー部の表面温度が Ar_3 点以下まで低下していない場合、曲げ部に入るまでの間に $800^{\circ}C$ 以上になっていない場合、そして曲げ部の通過温度が $800^{\circ}C$ に至らない場合には、凝固組織に旧オーステナイト粒界が多く残存してしまうため、コーナー割れ発生率

を十分に低減することはできない。

[0028] さらに、鋳型における比 b/a は、4超であることが好ましい。なぜなら、比 b/a が4以下の場合は、図5に示したように、 b/a が4超~6の場合と比較して、若干ではあるが、コーナー部にかかる応力負荷が高くなるためである。

[0029] また、鋳型長辺側の長さ a が4~6mmおよび、鋳型短辺側の長さ b が12~36mmであることが好ましい。なぜなら、図5に示したように、長辺側の長さ a が短くなるほどコーナー部にかかる応力負荷は低減傾向にあり、長辺側の長さ a が7mmの場合においては、4~6mmの場合と比較して、やや応力負荷が大きくなる傾向にあるためである。

実施例 1

[0030] 垂直曲げ型連続鋳造機により、表1に示す組成を有する、割れ感受性の高い低合金鋼を鋳造した。この鋼の Ar_3 変態点は725℃である。鋳造条件は、鋳造厚み220~300mm、鋳造幅1400~2100mmおよび鋳造速度0.60~2.50m/minの範囲であった。この条件での連続鋳造において、表2に示す種々の面取り部形状を有する鋳型を製作して用いた。比較として矩形の鋳型を使用する連続鋳造を、鋳造条件を同じくして実施した。

2次冷却水量は鋳造厚み、鋳造幅、鋳造速度に応じて変化させたが、鋳片コーナー部の表面温度を、曲げ部に入るまでに一旦、 Ar_3 変態点以下に低下させ、その後、曲げ部に入るまでの間に復熱させて800℃以上にして曲げ部を800℃以上で通過するように伝熱解析を用いて調整した。比較として、鋳片コーナー部の温度が本発明の条件を満たさない鋳造も実施した。

なお、曲げ部通過時の鋳片温度は、熱電対や放射温度計を用いて測定することで確認した。鋳造後の鋳片は、鋳片表面の割れの観察を容易にするために、ショットブラストにより鋳片表面の酸化物を除去し、その後、カラーチェック（染色浸透探傷試験）を行って、コーナー部の割れ有無を調査した。そして、コーナー割れ発生率として、コーナー割れ鋳片本数/調査鋳片本数×100%で評価した。また、鋳片コーナー部から30mm角の凝固組織観察用サン

プルを切り出し、観察面を研磨後、3%ナイトール腐食を行い、光学顕微鏡により凝固組織を観察した。

[0031] [表1]

表1

C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Ni	Nb	V	N
0.07%	0.2%	1.5%	0.010%	0.0020%	0.050%	0.30%	0.70%	0.015%	0.010%	0.0050%

[0032] これらの評価結果を表2に示す。なお、本発明例及び比較例ともに、各水準で10チャージ（1チャージは約300トン）の鋳造量を対象として評価している。

[0033]

[表2]

表2	モールド形状				鋳片コーナー温度(2次冷却)			結果	
	モールド形状	長辺 チャンファー量 mm	短辺 チャンファー量 mm	短辺/長辺	曲げ部通過前の コーナー最低温度 (伝熱解析) ℃	曲げ部通過前の コーナー得熱温度 (伝熱解析) ℃	曲げ部通過時の コーナー表面温度 (測定平均値) ℃		
比較例1	矩形	-	-	-	748	847	862	凝固組織 旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	コーナー割れ 発生率 %
比較例2	矩形	-	-	-	612	769	785	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	9.4
比較例3	矩形	-	-	-	655	830	845	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	10.8
比較例4	矩形	-	-	-	608	805	815	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	4.7
比較例5	チャンファー	4	20	5.0	740	860	881	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	5.2
比較例6	チャンファー	5	20	4.0	751	815	837	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	5.3
比較例7	チャンファー	7	21	3.0	746	845	861	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	5.5
比較例8	チャンファー	4	24	6.0	750	820	835	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	6.7
比較例9	チャンファー	4	20	5.0	620	765	784	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	6.8
比較例10	チャンファー	5	20	4.0	610	783	790	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	5.4
比較例11	チャンファー	7	21	3.0	613	775	792	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	6.2
比較例12	チャンファー	4	24	6.0	620	765	783	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	7.3
比較例13	チャンファー	7	7	1.0	635	815	823	旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織	6.6
比較例14	チャンファー	7	14	2.0	644	808	819	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	4.0
比較例15	チャンファー	4	28	7.0	641	811	821	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	3.8
発明例1	チャンファー	7	21	3.0	650	825	840	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	4.5
発明例2	チャンファー	7	21	3.0	622	803	814	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	1.4
発明例3	チャンファー	5	20	4.0	704	803	812	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	1.4
発明例4	チャンファー	5	20	4.0	641	812	834	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	0.7
発明例5	チャンファー	4	20	5.0	616	812	821	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	0.6
発明例6	チャンファー	4	20	5.0	662	828	839	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	0.0
発明例7	チャンファー	4	24	6.0	605	803	811	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	0.0
発明例8	チャンファー	4	24	6.0	624	819	833	一部、旧オーステナイト 粒界が明瞭な組織残存	0.0

[0034] 比較例1及び2は、矩形モールドを用い、鋳片コーナー部温度も本発明を満たさない条件にて製造された例である。この場合、コーナー部の割れ発生率は9.4~10.8%と高位であった。これらの凝固組織を観察したところ、図2で示したような旧オーステナイト粒界が明瞭な組織であった。

[0035] 比較例3及び4は、矩形モールドを用い、鋳片コーナー温度は本発明を満たす条件である。この場合、コーナー割れ発生率は4.7~5.2%であり、比較例1及び2と比較すると低位ではあるものの、更なる改善を要するレベルで

あった。これらの凝固組織は、図3で示したように、一部に旧オーステナイト粒界が残存する組織であった。

[0036] 比較例5～12は、チャンファーモールドを用い、鋳片コーナー温度は本発明を満たさない条件である。この場合も、コーナー割れ発生率は5.3～7.3%となり、改善が必要なレベルであった。これらの凝固組織も、図2で示したような旧オーステナイト粒界が明瞭な組織であった。

比較例13～15は、チャンファーモールドを用い、鋳辺コーナー温度も本発明を満たす条件である。但し、チャンファー部の形状について、長辺側の長さaと短辺側の長さbの比 b/a は本発明を満たさない条件である。この場合も、コーナー割れ発生率は3.8～4.5%となり、改善が必要なレベルであった。

[0037] 一方、発明例1～8は、チャンファーモールドを用い、鋳片コーナー温度が本発明を満たすように2次冷却スプレーを調整した条件である。これらについては、コーナー割れ発生率はいずれも1.4%以下と良好であった。これらの凝固組織を観察したところ、図3に示したような一部に旧オーステナイト粒界が残存する組織であり、比較例3及び4と同様の凝固組織であった。つまり、凝固組織が一部不完全であっても、チャンファーモールドを併用することにより、コーナー割れ発生を防止できることが確認できた。

実施例 2

[0038] 上記した実施例1と同様の条件での連続鋳造を行うに際し、鋳型長辺側の長さaを4～7mmとし、鋳型短辺側の長さbとの比 b/a が3.0～6.0の範囲で、鋳型短辺側の長さbを表3に示すように変化させた鋳型を用いた。そして、コーナー部割れの発生について、実施例1の場合と同様に評価した。その結果を、表3に併記する。

[0039]

[表3]

表3	モールド形状			鑄片コーナー温度(2次冷却)			コーナー割れ発生率 %	
	モールド形状	長辺 チャンファー量 mm	短辺 チャンファー量 mm	短辺/長辺	曲げ部通過前の コーナー最低温度 (伝熱解析) °C	曲げ部通過前の コーナー復熱温度 (伝熱解析) °C		曲げ部通過時の コーナー表面温度 (測定平均値) °C
発明例9	チャンファー	4	12	3.0	618	808	821	1.4
発明例10	チャンファー	4	14	3.5	624	810	825	1.2
発明例11	チャンファー	4	16	4.0	613	811	823	0.7
発明例12	チャンファー	4	17	4.3	615	814	820	0.0
発明例13	チャンファー	4	18	4.5	622	803	814	0.0
発明例14	チャンファー	4	20	5.0	620	807	819	0.0
発明例15	チャンファー	4	22	5.5	615	809	825	0.0
発明例16	チャンファー	4	24	6.0	623	811	822	0.0
発明例17	チャンファー	5	15	3.0	631	808	813	1.2
発明例18	チャンファー	5	18	3.6	627	812	822	1.2
発明例19	チャンファー	5	20	4.0	625	814	820	0.6
発明例20	チャンファー	5	21	4.2	626	813	821	0.0
発明例21	チャンファー	5	22	4.4	629	811	818	0.0
発明例22	チャンファー	5	25	5.0	633	813	819	0.0
発明例23	チャンファー	5	28	5.6	624	809	821	0.0
発明例24	チャンファー	5	30	6.0	630	815	823	0.0
発明例25	チャンファー	6	18	3.0	625	810	821	1.3
発明例26	チャンファー	6	21	3.5	619	807	825	1.2
発明例27	チャンファー	6	24	4.0	633	807	820	0.8
発明例28	チャンファー	6	25	4.2	630	809	820	0.0
発明例29	チャンファー	6	27	4.5	628	811	822	0.0
発明例30	チャンファー	6	30	5.0	629	812	818	0.0
発明例31	チャンファー	6	33	5.5	617	809	819	0.0
発明例32	チャンファー	6	36	6.0	631	808	817	0.0
発明例33	チャンファー	7	21	3.0	624	810	820	1.9
発明例34	チャンファー	7	24	3.4	628	808	821	1.9
発明例35	チャンファー	7	28	4.0	630	811	819	1.3
発明例36	チャンファー	7	29	4.1	631	812	823	0.6
発明例37	チャンファー	7	31	4.4	629	813	822	0.6
発明例38	チャンファー	7	35	5.0	634	812	818	0.7
発明例39	チャンファー	7	38	5.4	627	808	821	0.7
発明例40	チャンファー	7	42	6.0	628	815	823	0.9

[0040] 発明例9～32のうち、鑄型長辺側の長さaが4～6mmで、且つ、b/aが4超～6の条件においてはコーナー割れの発生を完全に抑制することができている。b/aが3～4の場合にはわずかにコーナー割れの発生が認められたが、これらの発生率も0.6～1.4%であり、十分に低位である。

[0041] 一方、鑄型長辺側の長さaが7mmの場合（発明例33～40）には、b/aが4超～6の条件においても若干のコーナー割れ発生が認められ、発生率は0.6

～0.9%であった。また、 b/a が3～4の条件におけるコーナー割れ発生率は1.3～1.9%であった。これらも十分に低位な発生率である。

すなわち、鑄型長辺側長さ a を4～6mmとし、 b/a を3～6、より好ましくは4超～6の範囲とするのが本発明の好適例であることが分かる。その際、鑄型短辺側長さ b は12～36mmとなり、より好ましくは16mm超～36mmの範囲となる。

なお、鑄型長辺側長さ a が4mmを下回る場合は、鑄型の四隅において厳しい加工精度が求められるから、実操業においては4mm以上とすることが好ましい。ちなみに、面取り部は、例えば無垢の銅板に削り出し加工を施すことによって成形することができる。

[0042] 上記のとおり、本発明のチャンファーモールドを使用し、鑄片コーナー部温度を適切な範囲で制御することで、コーナー割れ発生率の低い高品質な鑄片を効率良く製造できることが確認された。

符号の説明

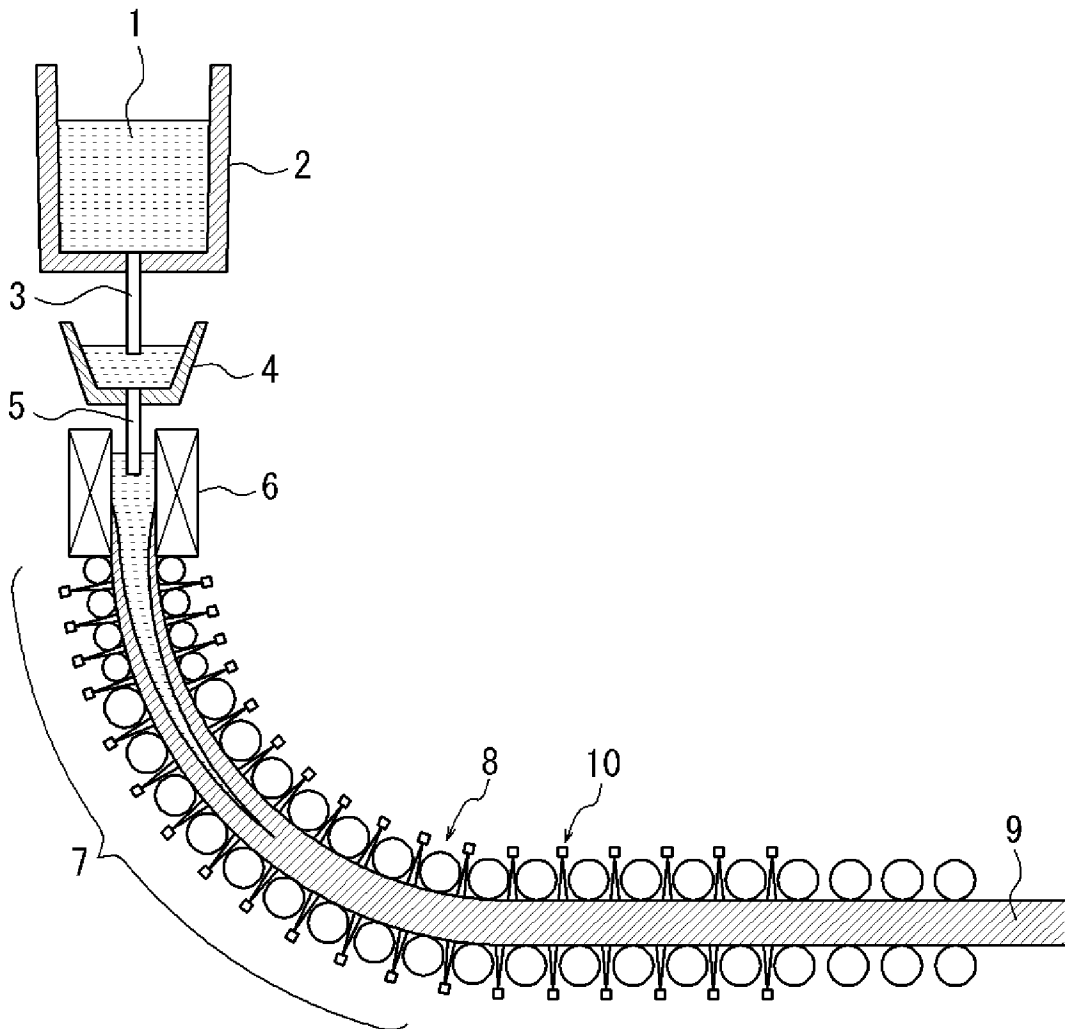
- [0043]
- 1 溶鋼
 - 2 取鍋
 - 3 ロングノズル
 - 4 タンディッシュ
 - 5 浸漬ノズル
 - 6 水冷鑄型
 - 7 2次冷却帯
 - 8 引き抜き矯正帯（曲げ部）
 - 9 連続鑄造鑄片
 - 1 1 鑄型長辺
 - 1 2 鑄型短辺

請求の範囲

- [請求項1] 溶鋼を鑄型に装入し、該鑄型から直接鑄片を引き抜く連続鑄造方法において、
- 一対の鑄型長辺と一対の鑄型短辺とで区画される矩形空間の四隅を、前記鑄型長辺側の長さ a に対する前記鑄型短辺側の長さ b の比 b/a が3.0以上6.0以下となる直角三角形状に取り除いた鑄造空間を有する、鑄型を用いて、
- 前記鑄型の直下から曲げ矯正点に至る前において、前記鑄片の少なくともコーナー部の表面温度を、一旦 Ar_3 点以下まで低下し、次いで、少なくとも該コーナー部の表面温度を $800^{\circ}C$ 以上にしてから前記曲げ矯正点を $800^{\circ}C$ 以上で通過させることを特徴とする鋼の連続鑄造方法。
- [請求項2] 前記比 b/a が4.0超である請求項1に記載の鋼の連続鑄造方法。
- [請求項3] 前記鑄型長辺側の長さ a が4～6mmおよび、前記鑄型短辺側の長さ b が12～36mmであることを特徴とする、請求項1または2に記載の鋼の連続鑄造方法。

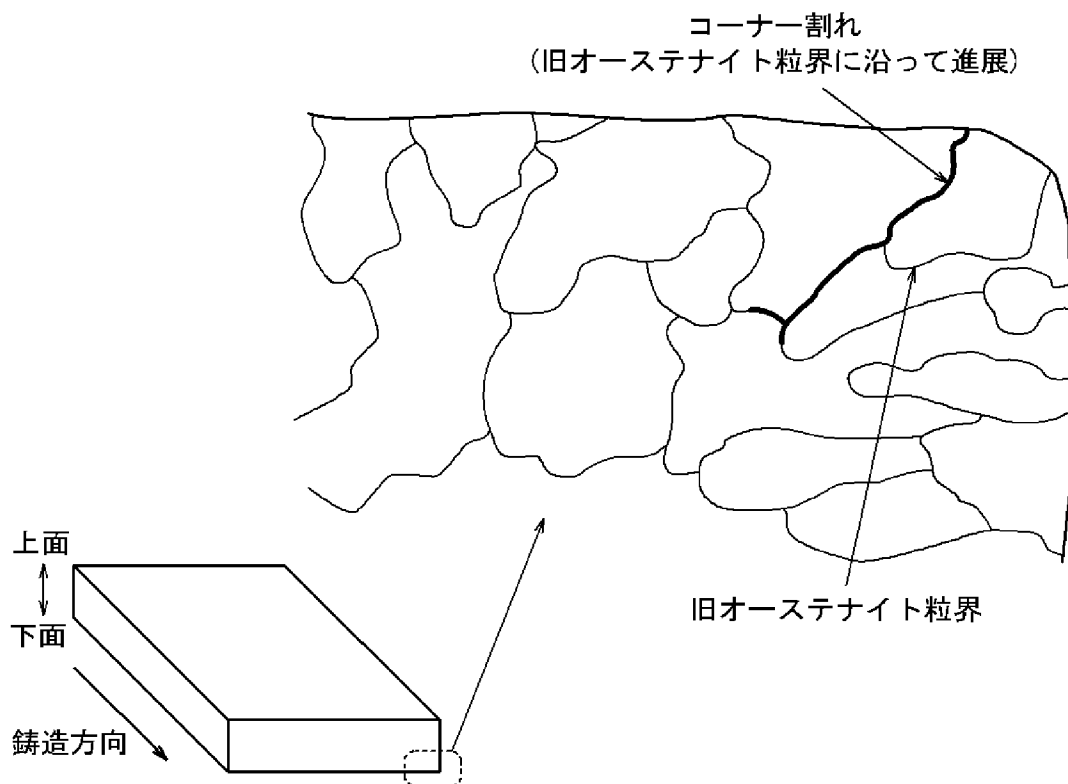
[図1]

FIG. 1



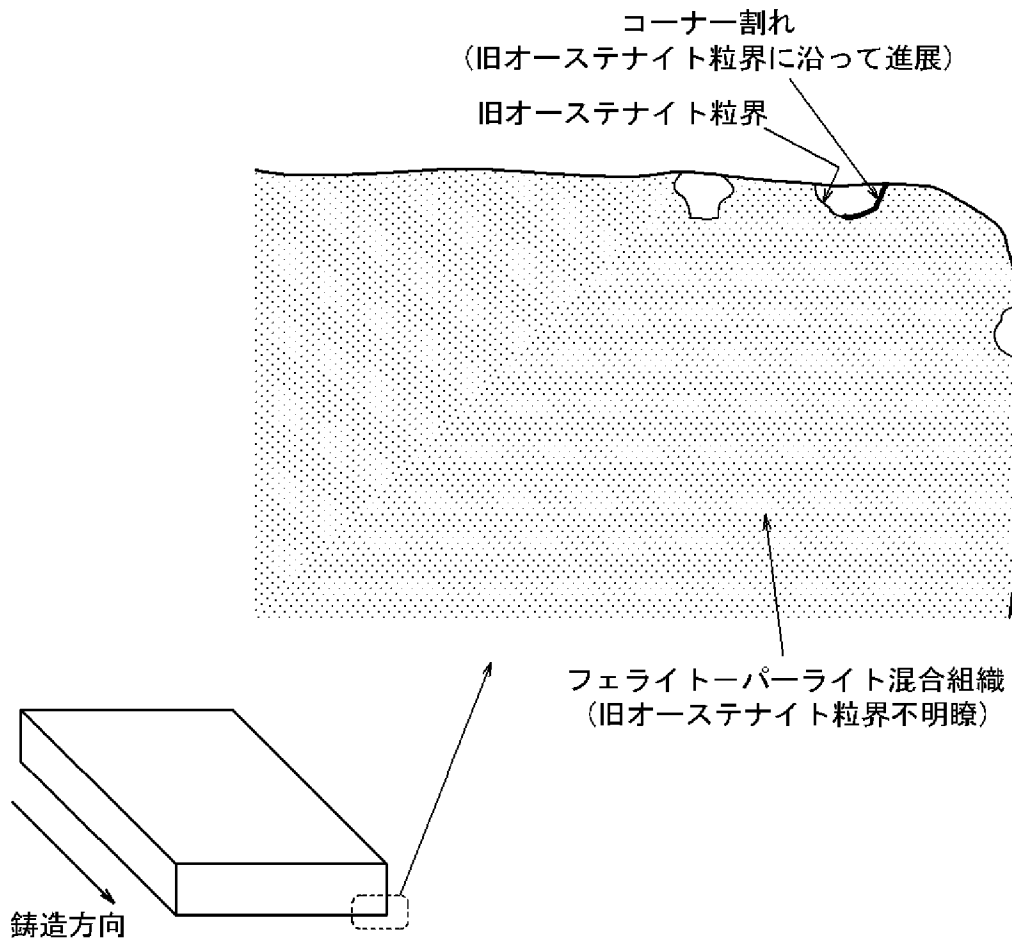
[図2]

FIG. 2



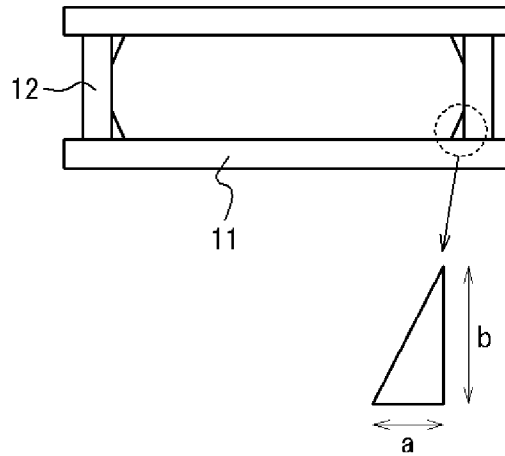
[図3]

FIG. 3



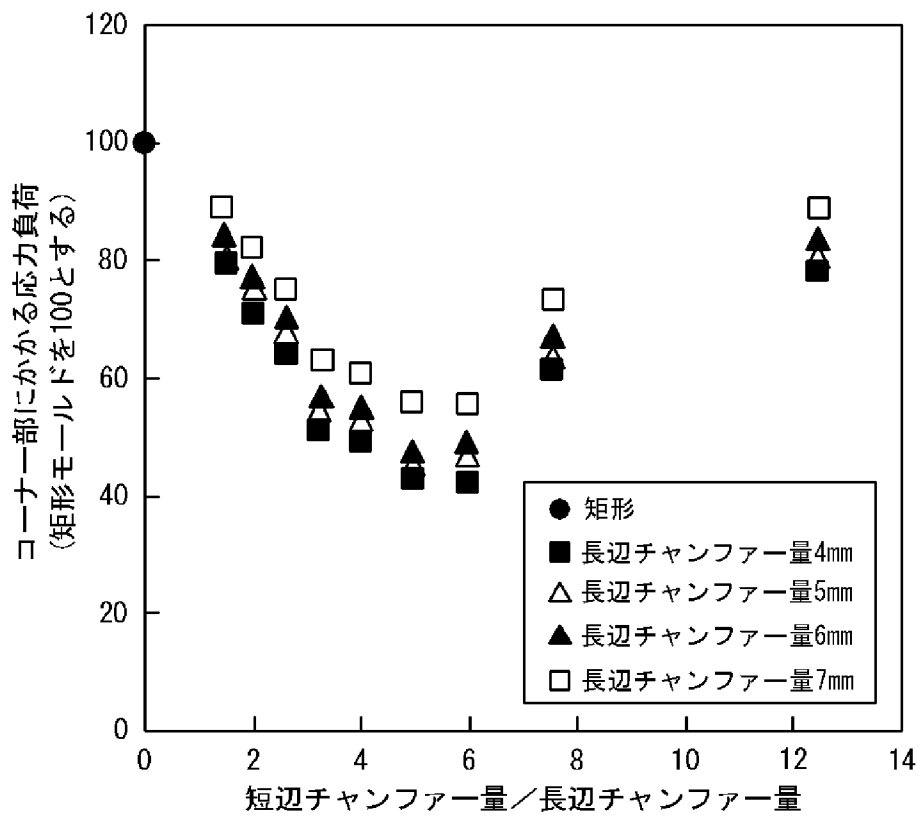
[図4]

FIG. 4



[図5]

FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/003602

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B22D11/04(2006.01)i, B22D11/124(2006.01)i, B22D11/22(2006.01)i

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)
B22D11/04, B22D11/124, B22D11/22

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 58-224055 A (Nippon Steel Corp.), 26 December 1983 (26.12.1983), claims (Family: none)	1-3
A	JP 11-197809 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 27 July 1999 (27.07.1999), claims (Family: none)	1-3
A	WO 2013/100499 A1 (POSCO), 04 July 2013 (04.07.2013), claims; fig. 6 to 8 & JP 2015-503450 A & EP 2799162 A1 & KR 10-2013-0074898 A & CN 104023874 A	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 25 September 2015 (25.09.15)	Date of mailing of the international search report 06 October 2015 (06.10.15)
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003602

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102642000 A (Shougang Corp.), 22 August 2012 (22.08.2012), claims; drawings (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B22D11/04(2006.01)i, B22D11/124(2006.01)i, B22D11/22(2006.01)i		
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）） Int.Cl. B22D11/04, B22D11/124, 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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
A	JP 58-224055 A（新日本製鐵株式会社）1983. 12. 26, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-3
A	JP 11-197809 A（住友金属工業株式会社）1999. 07. 27, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-3
A	WO 2013/100499 A1 (POSCO) 2013. 07. 04, 特許請求の範囲、 F i g . 6 - F i g . 8 & JP 2015-503450 A & EP 2799162 A1 & KR 10-2013-0074898 A & CN 104023874 A	1-3
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 「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矛盾するものではなく、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 25. 09. 2015	国際調査報告の発送日 06. 10. 2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 池ノ谷 秀行 電話番号 03-3581-1101 内線 3425	4E 4142

C (続き) . 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
A	CN 102642000 A (首钢总公司) 2012.08.22, 特許請求の範囲、図面 (ファミリーなし)	1-3