

(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
2020年4月30日(30.04.2020)



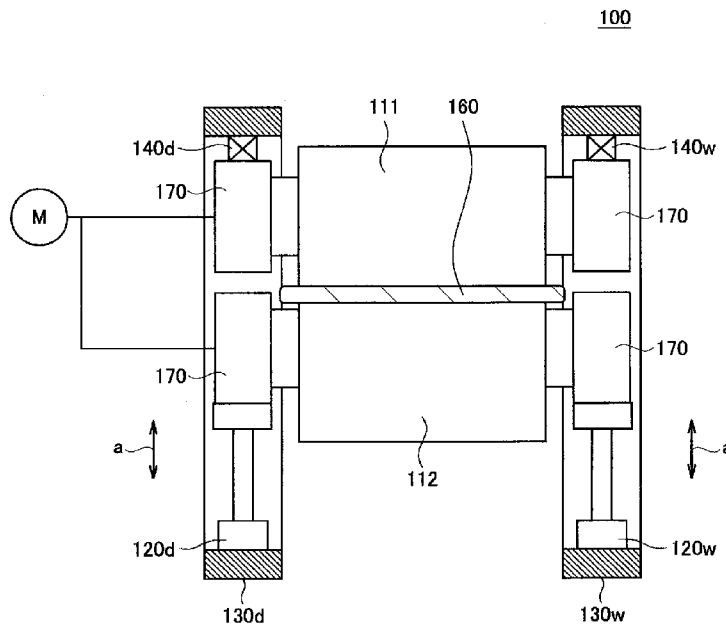
(10) 国際公開番号

WO 2020/085313 A1

- (51) 国際特許分類:
B22D 11/06 (2006.01) *B21B 1/46* (2006.01)
B21B 39/14 (2006.01) *B22D 11/12* (2006.01)
B22D 11/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/041336
- (22) 国際出願日: 2019年10月21日(21.10.2019)
- (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 2018-198355 2018年10月22日(22.10.2018) JP
- (71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 新國 大介 (NIKKUNI Daisuke); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 白石利幸 (SHIRAISHI Toshiyuki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 左田野 豊 (SADANO Yutaka); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 宮崎 雅文 (MIYAZAKI Masafumi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: SLAB MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 鋳片の鋳造方法



(57) Abstract: In this slab manufacturing method, a twin-drum continuous casting machine for manufacturing slabs by solidifying molten metal with a pair of rotating casting drums is used and casting drum housing rolling system deformation characteristics which were acquired prior to the start of slab casting and which indicate deformation characteristics of a housing supporting the casting drums and deformation characteristics of a screw-down system for screwing down the casting drums are used to calculate an estimated plate thickness of a slab at both ends in the width direction on the basis



WO 2020/085313 A1

(74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.);
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

(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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

of formula 1 ((Estimated plate thickness) = (Screw-down position of cylinder) + (Elastic deformation of casting drum) + (Casting drum housing screw-down system deformation) + (Drum profile of casting drum) - (Elastic deformation of casting drum at time of screw-down position zero-point adjustment)), and the screw-down position of the cylinder provided at both ends of the casting drums in the width direction is controlled such that the difference between the estimated plate thickness at the two ends is less than or equal to a prescribed value.

(57) 要約: 本発明によれば、回転する一対の鋳造ドラムにより金属溶湯を凝固させて鋳片を製造する双ドラム式連続鋳造装置を用いて、前記鋳片の鋳造開始前に取得された前記鋳造ドラムを支持するハウジングの変形特性と前記鋳造ドラムを圧下する圧下系の変形特性とを示す鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性を用いて、式1 ((推定板厚) = (シリンダの圧下位置) + (鋳造ドラムの弾性変形) + (鋳造ドラムハウジング圧下系変形) + (鋳造ドラムのドラムプロフィール) - (圧下位置零点調整時における鋳造ドラムの弾性変形)) より前記鋳片の幅方向の両端部の推定板厚を算出し、前記両端部の前記推定板厚の差が所定値以下となるように前記鋳造ドラムの幅方向の両端部に設けられるシリンダの圧下位置をそれぞれ制御する、鋳片の鋳造方法が提供される。

明 細 書

発明の名称： 鋳片の鋳造方法

技術分野

[0001] 本発明は、鋳片の鋳造方法に関する。

本願は、2018年10月22日に日本に出願された特願2018-198355号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 金属薄帯（以下、鋳片という。）の製造は、例えば特許文献1に示されるように、双ドラム式連続鋳造装置が用いられている。双ドラム式連続鋳造装置は、一对の連続鋳造用鋳造ドラム（以下、鋳造ドラムという。）を平行に配置し、対向する周面をそれぞれ上方から下方に回転させ、これら鋳造ドラムの周面によって形成された湯溜まり部に金属溶湯を注入し、金属溶湯を鋳造ドラムの周面上で冷却、凝固させて、金属薄帯を連続鋳造する。一对の鋳造ドラムは、鋳造中は回転軸の平行を維持したまま、所定の押圧力で鋳片を押圧している。鋳片から鋳造ドラムに対する反力は、凝固状態によって変化し、幅方向に不均一となることがあり、一对の鋳造ドラムの回転軸の平行度を厳密に保つことは困難である。このため、鋳片には幅方向両端部における板厚の差、いわゆるウェッジ（wedge）が発生することがある。ウェッジが発生すると、鋳造ドラムの下流に配置される圧延工程において蛇行が発生することがあり、圧延不良を引き起こすことがある。

[0003] 例えば、ウェッジの発生を抑制する手法として、特許文献1には、一对の鋳造ドラムが互いに平行な状態を維持したまま、鋳造ドラムの開閉、交差角およびオフセット量を制御して、鋳片のクラウンおよびウェッジを調整する技術が開示されている。

[0004] 特許文献2には、平行な回転軸を有し任意の間隙を保持して互いに逆方向に回転する2個のドラムの表面間隙に金属の溶湯を鋳込み薄板を鋳造する双ドラム式連鋳機の圧下制御方法が開示されている。この方法では、一方のド

ラムの両端部の押付力を検出加算し、これに基づく信号により、一方のドラムの両端の押付力の和が所定の値になるように他方のドラムの両端を油圧シリンダによって平行に移動させることにより、ウェッジを低減している。

[0005] 特許文献3には、回転する一对のロール間あるいは、いずれか一方のロール側に熔融金属を注湯し、長辺側となる該ロール側に造形された熔融金属の凝固殻を双ロールで圧縮して、薄帯板を連続的に製造する薄帯板の連続製造方法が開示されている。この方法では、回転するロールに働く圧縮負荷を検出して、この値が目標値になる様ロール間内の凝固時間を制御することにより板厚を制御している。

[0006] 特許文献4には、ロール対の間隙で凝固殻が圧着される際の圧下荷重を継続して計測し、計測される圧下荷重が目標荷重に維持されるようにロール対の回転速度を制御する技術が開示されている。かかる方法では、ロール対の回転速度を制御することにより板厚を制御している。

[0007] また特許文献5には、圧延機の圧下設定制御方法において、板厚計が設置されていない場合等で板厚を求める際に、各ロール変形の寄与分とロール変形以外の寄与分とに分離してミル伸びを予測し板厚を推定することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：日本国特開2017-196636号公報
特許文献2：日本国特開昭62-323710号公報
特許文献3：日本国特開昭58-173837号公報
特許文献4：日本国特開昭62-123658号公報
特許文献5：日本国特開昭60-030508号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、さらにウェッジを高精度に制御するには、特許文献1に記

載の技術では、鑄造ドラムの鑄造方向下流に板厚を測定する厚み分布計等を設置して、測定結果を鑄造ドラムのシリンダ位置等にフィードバックして、板厚を制御する必要がある。厚み分布計を設置する際に、むだ時間を小さくするため、鑄造装置にできるだけ近いことが望ましい。しかし、鑄造装置直下に厚み分布計を設置すると熔融金属の引き抜きに失敗した場合に、熔融金属が厚み分布計に降り注ぎ、厚み分布計を破損させてしまう可能性がある。このため、厚み分布計は、鑄造ドラムから、より離れた位置に設置する必要がある。これによると、むだ時間が大きくなるため、計測した板厚に応じてウェッジを高精度にフィードバック制御することは難しい。

[0010] 特許文献2に記載の技術では、鑄造ドラムの剛性は、両端部で等しいとは限らず、押付力の和を目標とするように油圧シリンダによって平行に移動させたとしても、ウェッジが低減するとは限らない。

[0011] 特許文献3に記載の技術では、材料の平均的な板厚制御を目的としており、平均板厚は所定の範囲内に収めることができるが、ウェッジを低減させることはできない。

[0012] 特許文献4に記載の技術では、特許文献3に開示された技術と同様に、鑄片の平均的な板厚は所定の範囲内に収めることができるが、ウェッジを低減させることはできない。

[0013] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、ウェッジをより精度よく低減することが可能な、新規かつ改良された鑄片の鑄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

[0014] (1) 本発明の一態様に係る鑄片の鑄造方法では、回転する一对の鑄造ドラムにより金属溶湯を凝固させて鑄片を製造する双ドラム式連続鑄造装置を用いて、前記鑄片の鑄造開始前に取得された前記鑄造ドラムを支持するハウジングの変形特性と前記鑄造ドラムを圧下する圧下系の変形特性とを示す鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性を用いて、下記式1より前記鑄片の幅方向の両端部の推定板厚を算出し、前記両端部の前記推定板厚の差が所定値以下

となるように前記鋳造ドラムの幅方向の両端部に設けられるシリンダの圧下位置をそれぞれ制御する。

ただし、式1において、シリンダ圧下位置、鋳造ドラムハウジング圧下系変形は、それぞれ、圧下位置零点調整時からの差分を表す。

$$\begin{aligned} (\text{推定板厚}) = & (\text{シリンダの圧下位置}) \\ & + (\text{鋳造ドラムの弾性変形}) \\ & + (\text{鋳造ドラムハウジング圧下系変形}) \\ & + (\text{鋳造ドラムのドラムプロフィール}) \\ & - (\text{圧下位置零点調整時における鋳造ドラムの弾性変形}) \cdots \end{aligned}$$

・式1

[0015] 上記構成により、鋳片の幅方向の両端部の推定板厚が算出されて、該推定板厚の差が所定値以下となるように鋳造ドラムの両端部に設けられたシリンダの圧下位置が制御されることで、鋳造後の鋳片を実測して鋳造時の鋳片の板厚を制御するより、むだ時間を短く鋳片を鋳造することができる。

[0016] (2) 上記(1)に記載の鋳片の鋳造方法では、前記鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性は、前記鋳造ドラムの幅方向端部に設けられた一対のサイド堰を開放し、前記鋳造ドラムの間に前記鋳造ドラムのドラム長よりも板幅が長く板厚が均一な板を挟んだ状態で締込みを実施することにより得られた前記シリンダの圧下位置及び荷重に基づき取得されてもよい。

[0017] (3) 上記(1)又は(2)に記載の鋳片の鋳造方法では、前記鋳造ドラムの圧下位置零点調整は、前記鋳造ドラムの幅方向端部に設けられた一対のサイド堰を開放して、前記鋳造ドラムの間に前記鋳造ドラムのドラム長よりも板幅が長く板厚が均一な板を挟んだ状態で行われてもよい。

発明の効果

[0018] 以上説明したように本発明によれば、より精度よく鋳片のウェッジを低減できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態に係る連続鋳造設備を示す概略的な断面図である。

[図2] 鋳造ドラムの構成の一例を示した概略的な図である。

[図3] 圧延機における鋳片Sの蛇行の様子を示した概略平面図である。

[図4] 圧延機において蛇行が発生する鋳片の一例の断面を示す概略的な図である。

[図5] 鋳造ドラムにおけるウェッジの発生を示した模式図である。

[図6] 鋳造ドラムの圧下位置零点調整の一例を示した概略的な図である。

[図7] 鋳造ドラムの圧下位置零点調整の一例を示した概略的な図である。

[図8] 鋳造ドラムの圧下位置零点調整の一例を示した概略的な図である。

[図9] 鋳造ドラムの構成の一例を示した概略的な図である。

[図10] 鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性を取得する一例を示した概略的な図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0021] なお、本明細書中において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。本明細書中において、「工程」との用語は、独立した工程だけではなく、他の工程と明確に区別できない場合であってもその工程の所期の目的が達成されれば、本用語に含まれる。また、以下の実施形態の各要素は、それぞれの組み合わせが可能であることは自明である。

[0022] <鋳片の鋳造方法の概要>

まず、図1～図5を参照して、鋳片を製造する連続鋳造設備の一例を挙げて、鋳片の鋳造方法の概要を説明する。

[0023] (連続鋳造設備)

まず、図1を参照して、連続鋳造設備1を用いた鋳片の鋳造方法の概要を説明する。図1は、本発明が適用される連続鋳造設備1の一例を示した図である。連続鋳造設備1は、双ドラム式連続鋳造装置100（以下、連続鋳造

装置100と称す。)と、第1ピンチロール20と、圧延機30と、第2ピンチロール40と、巻取装置50と、を備える。

[0024] 連続鋳造装置100は、第1鋳造ドラム111と第2鋳造ドラム112とからなる一对の鋳造ドラムを有する。一对の鋳造ドラムは、水平方向に平行に対向して配置されている。連続鋳造装置100は、一对の鋳造ドラムの対向する面同士が下方へ繰り出されるように、第1鋳造ドラム111と第2鋳造ドラム112とを互いに異なる周方向R1およびR2へ回転させ、これら鋳造ドラムの周面によって形成された湯溜まり部に金属溶湯を注入し、金属溶湯を鋳造ドラムの周面上で冷却、凝固させて、鋳片Sを連続鋳造する。

[0025] 図2を参照して、連続鋳造装置100を詳しく説明する。図2は、鋳造ドラムの軸方向からの連続鋳造装置100の詳細を示した図である。連続鋳造装置100は、図2に示すように、第1鋳造ドラム111と第2鋳造ドラム112とを備える一对の鋳造ドラムと、一对の第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の幅方向端部に配設されたサイド堰150と、これら一对の第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112とサイド堰150とによって画成された金属溶湯溜まり部115に供給される金属溶湯117を保持するタンディッシュ113と、このタンディッシュ113から金属溶湯溜まり部115へと金属溶湯117を供給する浸漬ノズル114と、を備えている。

[0026] このような連続鋳造装置100は、回転する第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112に接触して金属溶湯117が冷却されることにより、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の周面上で凝固シェル116が成長し、一对の鋳造ドラムにそれぞれ形成された凝固シェル116が、一对の鋳造ドラムの最接近点で圧着されることによって、所定の厚みの鋳片Sが鋳造される。

[0027] 連続鋳造装置100では、鋳造開始前には、鋳造ドラムが低温であることが一般的である。鋳造を開始すると、鋳造ドラムは高温の金属溶湯との接触により昇温する。また、鋳造ドラムは、内面から冷却媒体（例えば、冷却水

)によって一定温度以上にならないように冷却されている。鑄造ドラムの温度が一定に到達して以降の期間を定常鑄造時といい、定常鑄造時の鑄造ドラムの温度を定常温度という。

[0028] ここで図1に示すように、連続鑄造装置100より鑄造された鑄片Sは、第1ピンチロール20により圧延機30に送出される。

[0029] 圧延機30は、鑄片Sを所望の板厚に圧延する。圧延機30は、上ワークロール31および下ワークロール32と、上ワークロール31および下ワークロール32をそれぞれ支持する上バックアップロール33および下バックアップロール34と、を備える。

[0030] 圧延機30により所望の板厚に圧延された鑄片Sは、第2ピンチロール40により巻取装置50に送出され、巻取装置50にてコイル状に巻き取られる。

[0031] (圧延機における蛇行)

上述したような連続鑄造設備1の圧延機30では、鑄片Sの通板位置が圧延方向に対して直角方向に移動する、蛇行が発生する場合がある。ここで図3は、圧延機30における鑄片Sの蛇行の様子を示した概略平面図であり、上ワークロール31側から鑄片Sの板面を見た図である。上ワークロール31と下ワークロール32とにより圧延された鑄片Sは、圧延方向に対して平行に進行しておらず、蛇行している。このような蛇行は、上ワークロール31および下ワークロール32の幅方向に一侧と他側が非対称に圧延されることにより発生する。なお、圧延機の一側と他側とは、後述するような圧延機のモータが駆動する駆動側および駆動側とは反対側の作業側を意味してもよい。

[0032] このような鑄片Sの蛇行は、圧延機30にて圧延される前の鑄片Sの板厚の形状に起因して発生し得る。図4には、蛇行を発生させる鑄片を長手方向(搬送方向)に断面視した断面図の一例を示す。鑄片Sは、一方の端部の板厚 t_1 が他方の端部の板厚 t_2 よりも厚く、幅方向に一方から他方へ向かって徐々に板厚が変化している。このような板厚が均一でない鑄片Sが圧延され

ると、板厚の厚い部分が板厚の薄い部分よりも大きく延伸される。圧下率は、入側において板厚 t_2 側よりも板厚 t_1 側の端部の方で大きくなる。この場合、入側での材料速度は、板厚 t_2 側よりも板厚 t_1 側の端部で小さくなり、鋳片 S の一端と他端との入側速度の差、すなわち鋳片 S の面内で回転が生じることで、蛇行が発生する。

[0033] より詳細に説明すると、圧延機の入側および出側にて鋳片 S の材料の総量は一致するため、鋳片 S の速度と板厚を乗じた値は、圧延機の入側および出側にて同一となる。このとき、出側板厚が幅方向に均一の場合、圧延機入側において鋳片 S の一端と他端との板厚に差があると、圧下率に差が生じ、例えば入側板厚が厚い端部が、入側板厚が低い端部より入側速度が低くなる。これにより、入側速度が高い端部が入側速度の低い端部より速くワークロールに引き込まれて圧延され、鋳片 S に回転速度が生じ、圧延機における蛇行が発生する。

[0034] 図 4 に示す板厚 t_1 と板厚 t_2 との差であるウェッジの発生に関して詳しくは後述するが、ウェッジは圧延機 30 の上工程に配置される連続鋳造装置 100 にて鋳片 S が鋳造される際に、鋳造ドラムにてウェッジが精度よく低減されないことにより生じる。よって、圧延機 30 における蛇行を低減するには、連続鋳造装置 100 にて生じるウェッジを精度よく低減することが有効である。

[0035] (鋳造ドラムにおけるウェッジの発生)

図 5 を参照して、連続鋳造装置 100 におけるウェッジの発生に関して説明する。図 5 は、連続鋳造装置 100 の鋳造方向の直上からみた連続鋳造装置 100 の平面図である。

[0036] 図 5 は、鋳片 S にウェッジが生じる場合の連続鋳造装置 100 の様子を示した図である。図 5 に示すように、第 1 鋳造ドラム 111 および第 2 鋳造ドラム 112 の回転軸 $A r 1$ および回転軸 $A r 2$ が平行ではない状態で鋳片 S が鋳造されると、図 5 に示したように鋳片 S の板厚が幅方向に変化してウェッジが生じる。

- [0037] ここで、図6～図8を参照して、第1 鋳造ドラム111および第2 鋳造ドラム112の回転軸が平行とならずに鋳造が行われる要因の一例を説明する。図6～図8は、鋳造ドラムの鋳造方向において、鋳造ドラムの直上から見た鋳造開始前の圧下位置零点調整時の鋳造ドラムを模式的に示した図である。
- [0038] 図6～図8に示されるように、鋳造開始前の鋳造ドラムの板プロフィールは、板幅方向に凹形状を有する。図6～図8では、説明のためにプロフィールの凹形状を強調して示している。これは、第1 鋳造ドラム111および第2 鋳造ドラム112が鋳造を開始してから定常鋳造時に到達するまでに、経過時間とともに熱膨張して変化することに起因する。鋳造ドラムは、熱膨張が見られる定常鋳造時における金属薄帯の板プロフィール（クラウン）が所望の板プロフィールとなるように、鋳造ドラムの初期プロフィールが設定されている。詳しくは、鋳造ドラムの幅中央部のドラム径が鋳造ドラムの両端部のドラム径よりも小さくされた凹クラウンに設定されている。
- [0039] このような凹クラウンが付与された鋳造ドラムでは、一对の鋳造ドラム同士を接触（キス）させて、所定の荷重Fを付与した際の圧下位置（押付位置）を零として、圧下位置零点調整が行われる。この圧下位置零点調整により、鋳造ドラムを圧下するシリンダの圧下位置の初期値等が設定され得る。
- [0040] ところが、鋳造ドラムには、上述したように凹クラウンが付与されている。このため、鋳造ドラム同士を接触（キス）させて、鋳造ドラムに対して所定の荷重Fが付与された場合には、鋳造ドラムの両端部同士のみが接触する。このため、例えば、図6に示すように、鋳造ドラムの幅方向の位置が完全に一致していない場合には、鋳造ドラムに対して所定の荷重Fをかけた際、第1 鋳造ドラム111の両端部と第2 鋳造ドラム112の両端部の接触点はずれて、ずれ量xが発生し不安定な状態となる。このため、圧下位置零点調整の精度が低下する。
- [0041] これを避けるために、凹クラウンを付与した鋳造ドラムを用いた圧下位置零点調整時には、図7に示すように、鋳造ドラム間に薄板118を挟んだ圧

下位置零点調整が行われる。図7では、薄板118の幅方向の長さの中間点118Cが、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の幅方向の長さの中間点111Cおよび中間点112Cを結ぶ直線上に配置されており、鋳造ドラムの両端部にずれが発生しない例を示している。ずれが発生しなければ、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の回転軸Ar1および回転軸Ar2が平行であるため、圧下位置零点調整を安定して実施することができる。

[0042] しかし、薄板118を鋳造ドラムに挟んで圧下位置零点調整を行う場合であっても、図8に示すように、薄板118の幅方向の長さの中間点118Cが、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の幅方向の長さの中間点111Cおよび中間点112Cを結ぶ直線上に配置されず、薄板118が鋳造ドラムの幅方向のどちらか一方の端部に寄って配置されることがある。この場合、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の回転軸Ar1および回転軸Ar2が平行ではなくなるため、圧下位置零点調整を行っても左右（第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の幅方向の両端）で誤差を含む状態となる。このような状態で鋳造を行うと、シリンダ圧下位置で制御した場合には、鋳造される鋳片にウェッジが発生してしまう。

[0043] 本発明者らは、圧延機通過時の鋳片の蛇行発生を低減するため、上述したようなウェッジを低減すべく、鋳造ドラムにより鋳造される鋳片の板厚を鋳片の幅方向の両端部で推定して、推定された板厚に基づいて、鋳造される鋳片の板厚を制御する方法を検討した。

[0044] ここで、板厚の推定に関して説明する。例えば、特許文献5に示すように、圧延機においては、板厚計が設置されていない場合等で板厚を求める際に、各ワークロール変形の寄与分とワークロール以外の変形の寄与分とに分離して板厚を推定することがある。具体的には、圧延機では、ワークロールの幅方向長さが鋳片の板幅よりも長く、圧延機のワークロールの幅方向両端部のギャップを推定し、両端部のギャップの平均を用いて、ロールバレル中央の板厚を求めている。圧延機では、圧下位置零点調整時に荷重を安定的に付

与することができるため圧下位置零点調整を誤差なく実施でき、このように両端部のギャップを用いて、鋳片中央の板厚を精度よく推定できる。

[0045] しかしながら圧延機では、連続鋳造装置から送り出された鋳片が、圧延機の幅方向のどの位置にあるのか把握ができていない。このため、圧延機におけるワークロール間のギャップを推定できたとしても、鋳片の両端部に対応するギャップがどの位置であるかを把握することができず、鋳片の両端部の板厚を推定することができない。このため、圧延機では、推定板厚を用いて、鋳片の両端部のウェッジを推定することはできなかった。

[0046] 一方、鋳造ドラムでは、図5に示すように、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112と、鋳造ドラムの幅方向の両端に設けられるサイド堰150と、により囲まれて鋳片が鋳造される。このため、鋳片と鋳造ドラムの幅方向長さ（バレル長さ）とが一致する。発明者らは、本事象に着目し、圧延機における板厚推定を鋳造ドラムに対して適用し、鋳片の両端部の板厚を推定し、推定された板厚に基づいて、鋳造ドラムの押圧手段を制御することでウェッジを低減できることを想到した。

[0047] （連続鋳造装置の構成）

図9を参照して、本発明の一実施形態に係る鋳片の鋳造方法を実施するための鋳造ドラムの一構成例を説明する。図9は、連続鋳造装置を鋳造方向の直上から見た構成詳細の一例を示す平面図である。

[0048] 第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112は、水平方向に対向して配備され、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の間で鋳片が鋳造される。第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112は、モータMの駆動により回転し、鋳片Sを鋳造方向下流に送り出す。以下、本明細書では、連続鋳造装置100の鋳造ドラムの幅方向において、モータMによる駆動側をドライブサイドDSとし、駆動側とは反対側をワークサイドWSとする。以降、ドライブサイドDSの板厚 t_{DS} からワークサイドWSの板厚 t_{WS} を減じた値をウェッジ（ $t_{DS} - t_{WS}$ ）として説明する。

[0049] 連続鋳造装置100では、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム1

1 2 の幅方向の両端に、第 1 鋳造ドラム 1 1 1 および第 2 鋳造ドラム 1 1 2 が対向して生じる間隙を囲むように、サイド堰 1 5 0 d およびサイド堰 1 5 0 w が設けられる。第 1 鋳造ドラム 1 1 1 および第 2 鋳造ドラム 1 1 2 と、サイド堰 1 5 0 d およびサイド堰 1 5 0 w とにより囲まれる領域に金属溶湯が貯められて、順次鋳片 S が鋳造される。

[0050] 第 1 鋳造ドラム 1 1 1 および第 2 鋳造ドラム 1 1 2 の幅方向の軸の両端は、それぞれハウジング 1 3 0 d およびハウジング 1 3 0 w に支持される。第 2 鋳造ドラム 1 1 2 の幅方向の軸の両端は、鋳造ドラムが対向する方向で、第 1 鋳造ドラム 1 1 1 が配置される側とは反対側にて、シリンダ 1 2 0 d およびシリンダ 1 2 0 w と接続される。シリンダ 1 2 0 d およびシリンダ 1 2 0 w は、鋳造ドラムが対向する方向に移動可能である。第 2 鋳造ドラム 1 1 2 は、シリンダ 1 2 0 d およびシリンダ 1 2 0 w により、第 2 鋳造ドラム 1 1 2 の両端部を鋳造ドラムが対向する方向で第 1 鋳造ドラム 1 1 1 が配置される側に圧下される。なお、シリンダ 1 2 0 d およびシリンダ 1 2 0 w は、第 2 鋳造ドラム 1 1 2 の両端部をそれぞれ独立して圧下制御可能である。

[0051] 第 1 鋳造ドラム 1 1 1 の軸の両端には、シリンダ 1 2 0 d およびシリンダ 1 2 0 w が配置される側とは反対側に、第 1 鋳造ドラム 1 1 1 にかかる荷重を測定するロードセル 1 4 0 d およびロードセル 1 4 0 w がそれぞれ設けられる。これにより、シリンダ 1 2 0 d およびシリンダ 1 2 0 w の圧下による荷重をそれぞれ測定することができる。

[0052] (板厚の推定)

次に、上述した連続鋳造装置 1 0 0 にて鋳造される鋳片のドライブサイドの端部 S d およびワークサイドの端部 S w で示される両端部の板厚を推定する方法を説明する。鋳片の端部 S d および鋳片の端部 S w は、鋳造ドラムの一端を少なくとも含む端部領域を示す。

[0053] ここでは、板厚推定の一例として、鋳片の端部 S d の板厚推定を例に挙げて説明する。板厚は、鋳造ドラムのドラム間隙から推定される。鋳造ドラムのドラム間隙は、シリンダ圧下位置による変化の他、鋳造ドラムにかかる荷

重、鋳片との接触等によって変化が生じる。鋳造ドラムにかかる荷重、鋳片との接触等によるドラム間隙の変化は、鋳造ドラムの弾性変形の寄与分と、ドラム以外の弾性変形の寄与分と、鋳造ドラムのドラムプロフィールの変化の寄与分と、に分離して考えることができる。鋳造ドラム以外の弾性変形寄与分を、鋳造ドラムハウジング圧下系変形と呼ぶ。これらの弾性変形量とシリンダの圧下位置に基づいて、端部 S d の推定板厚は下記式 1 により推定することができる。

$$\begin{aligned}
 \text{[0054]} \quad (\text{推定板厚}) &= (\text{シリンダの圧下位置}) + (\text{鋳造ドラムの弾性変形}) \\
 &+ (\text{鋳造ドラムハウジング圧下系変形}) \\
 &+ (\text{鋳造ドラムのドラムプロフィール}) \\
 &- (\text{圧下位置零点調整時における鋳造ドラムの弾性変形}) \cdot \cdot \cdot \\
 &\cdot \text{式 1}
 \end{aligned}$$

[0055] ただし、式 1 において、シリンダ圧下位置、鋳造ドラムハウジング圧下系変形は、それぞれ、圧下位置零点調整時からの差分を表す。差分は、圧下位置零点調整時のシリンダ圧下位置、鋳造ドラムハウジング変形に対する偏差であってもよい。

[0056] (シリンダの圧下位置)

シリンダの圧下位置とは、連続鋳造装置 100 のシリンダ 120 d が移動する方向におけるシリンダの位置を示す。例えば、シリンダの圧下位置とは、シリンダの位置が零点調整された零点である初期値からの差分による位置を示す。シリンダの圧下位置は、図 9 の矢印 a に沿った方向の変位から求めることができる。シリンダの圧下位置は、シリンダ 120 d (又はシリンダ 120 w) の移動量を計測可能な位置センサ等 (図示せず) により適時測定することができる。

[0057] (鋳造ドラムの弾性変形)

鋳造時における鋳造ドラムの弾性変形とは、鋳造を開始してから鋳造を終了するまでの任意の時点における鋳造ドラムの弾性変形を示す。鋳造ドラムは、鋳造ドラムと接触する鋳片からの反力または、鋳造ドラムに加えられる

外力の影響により、鋳造ドラムの軸に撓みが発生したり、鋳造ドラムに扁平変形が発生したりする。これらの変形を鋳造時における鋳造ドラムの弾性変形と言う。鋳造ドラムの弾性変形は、弾性理論を用いた解析等の手段により、求めることができる。

[0058] 例えば、鋳造ドラムのドラム変形の寄与分の鋳造ドラムの軸の撓みについては、鋳造ドラムを両端支持梁とみなして、材料力学の梁のたわみ計算から算出することができる。たわみ計算の際に用いられる幅方向の荷重分布については、鋳造ドラムの軸の両端に設けられるロードセル値に基づき幅方向について線形の分布を仮定して問題ない。

[0059] (鋳造ドラムハウジング圧下系変形)

鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性とは、鋳造ドラムにかかる圧下荷重の影響をうけて、ハウジング130dおよびハウジング130wが変形する特性と、シリンダ120dおよびシリンダ120wを含む鋳造ドラムを圧下する構成が変形する特性と、を包含した変形特性を示す。例えば、特許文献5に記載の方法を用いて、鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性を求めることができる。鋳造ドラムハウジング圧下系変形は、後述するように、ロードセル140d(又はロードセル140w)が測定した荷重等に基づいて算出できる。

[0060] (鋳造ドラムのドラムプロフィール)

鋳造ドラムのドラムプロフィールとは、鋳造ドラムの熱膨張量または鋳造ドラムの摩耗量を示す指標である。鋳造ドラムのドラムプロフィールでは、熱膨張量は、鋳造ドラムにかかる熱を踏まえて、鋳造ドラム表面形状の変形量を算出する。摩耗量は、鋳造前のドラムプロフィールを実測しても良いし、鋳造条件から推定しても良い。例えば、鋳造ドラム設計時の表面形状は既知であるため、その表面形状に熱膨張および摩耗による形状変形を加算することで、ドラムプロフィールの変形量を求めることができる。

[0061] (圧下位置零点調整時における鋳造ドラムの弾性変形)

圧下位置零点調整時における鋳造ドラムの弾性変形とは、鋳造開始前に鋳

造ドラムの圧下位置の初期値を決定する圧下位置零点調整の時の鑄造ドラムの弾性変形を示す。圧下位置零点調整は、鑄造ドラムに対して荷重をかけた状態で行うため、鑄造ドラムに弾性変形が発生する。その時の弾性変形量を圧下位置零点調整時の鑄造ドラムの弾性変形としている。この弾性変形量は、鑄造時の鑄造ドラムの弾性変形と同様に、ドラムを両端支持梁とみなした材料力学の梁のたわみ計算から算出することができる。

[0062] 推定板厚は、上述したように、「シリンダの圧下位置」と「鑄造ドラムの弾性変形」と「鑄造ドラムハウジング圧下系変形」と「鑄造ドラムのドラムプロフィール」との値の和から、「鑄造ドラムの圧下位置零点調整時における鑄造ドラムの弾性変形」の値を減じることで求められる。

[0063] (鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性の取得)

上述した、上記式1の各項のうち、ドラム以外の構成の変形特性を示す鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性は、特に低荷重領域で接触面の微妙な形状に大きく依存し、特性が変化しやすく、公知の物理モデルを用いて幾何学形状を厳密に把握することが困難であった。そこで、後述する方法を用いて鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性を取得することで、推定板厚をより精度よく求められる。

[0064] 本実施形態においては、式1の鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性を、鑄片の鑄造を開始する前に取得する。図10を参照して鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性の取得方法を説明する。図10は、鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性の取得方法の一例を示した図である。

[0065] 図10に示されるように、鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性の取得は、第1鑄造ドラム111および第2鑄造ドラム112に試験板160を挟んで行われる。試験板160は、長手方向の長さが鑄造ドラムの幅方向のバレル長よりも長く、板厚が均一である。この状態から、シリンダ120dおよびシリンダ120wにより圧下して締めこむことで、第1鑄造ドラム111および第2鑄造ドラム112により試験板160を押圧する。試験板160の長手方向に垂直な方向の長さは、限定されないが、第1鑄造ドラム111

および第2 鋳造ドラム 1 1 2 に十分に接することができるように、第1 鋳造ドラム 1 1 1 および第2 鋳造ドラム 1 1 2 のドラム径の2 倍程度の、5 0 ~ 1 0 0 c m 程度の長さであることがより好ましい。

[0066] このようにバレル長よりも長い試験板 1 6 0 を使用することにより、鋳造ドラムの両端部に均等な荷重を与えることができ、精度よく鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性を取得することができる。鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性は、荷重変化と、鋳造ドラムハウジング圧下系の変形量との関係を示す。これにより、鋳造時に鋳造ドラムにかかる荷重に応じた鋳造ドラムハウジングおよびシリンダ等を含む圧下系が変形する変形量の影響を、精度よく推定板厚に反映できる。

[0067] 具体的には、試験板 1 6 0 を鋳造ドラムに挟んだ状態で、第1 鋳造ドラム 1 1 1 および第2 鋳造ドラム 1 1 2 を回転させない状態で、試験板 1 6 0 を挟み込み実施する。試験板 1 6 0 に対して零点調整時の荷重よりも大きな所定の荷重で鋳造ドラムを締めこんでいき、鋳造ドラムの圧下位置とロードセル 1 4 0 d、1 4 0 w が測定した荷重とを取得して、各荷重での鋳造ドラムの変形量を計算する。そして、鋳造ドラムの圧下位置から鋳造ドラムの変形量を減じることで、各荷重に対する鋳造ドラムハウジング圧下系変形量を取得する。これにより、鋳片 S を鋳造する際に鋳片 S に対して負荷する荷重に応じた鋳造ドラムハウジング圧下系変形量を取得できる。

[0068] また、他の手法としては、試験板 1 6 0 を挟んだ状態で、第1 鋳造ドラム 1 1 1 および第2 鋳造ドラム 1 1 2 を回転させ、上記所定の荷重で、鋳造ドラムを締めこんでいき、所定の時間だけ該荷重を保持して、該荷重と鋳造ドラムの圧下位置との平均値を取得する。その後、さらに、鋳造ドラムの荷重を変化させて、変化させた荷重を所定の時間だけ保持して、別水準の荷重と鋳造ドラムの圧下位置との平均値を取得する。ここで、各荷重を保持する時間は、鋳造ドラム 2 回転分であってもよい。また、この平均値は、荷重と圧下位置の時系列データを取得して、これらの時間平均から算出してもよい。このようにして、各荷重での鋳造ドラムの変形量が計算され、鋳造ドラムの

圧下位置から鋳造ドラムの変形量が減じられることで、各荷重に対する鋳造ドラムハウジング圧下系変形量が取得される。

[0069] 試験板160は、例えば、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の表面に形成されたディンプル等を潰さないように、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112よりも柔らかい材料から形成されることがより好ましい。試験板160は、限定されないが、例えばアルミ合金から形成されることがより好ましい。

[0070] 鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性の取得は、一連の鋳造作業開始前に一度行っておけばよい。また、ハウジングまたは圧下系の構成の一部が交換された場合に行うことで、設備状況に応じた鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性の取得が可能である。

[0071] また、圧下位置零点調整において、図10のように、鋳造ドラムの幅方向端部に設けられる一对のサイド堰を開放して、鋳造ドラムの間に、鋳造ドラムのドラム長よりも長く板厚が均一な板を挟み、鋳造ドラムを締めこんでもよい。これにより、鋳造ドラムの回転軸が平行な状態が保持された状態で鋳片ドラムが締め込まれるので、鋳造ドラムの両端に均等な負荷を付与することができ、圧下位置零点調整の精度を高めることができる。その結果、回転軸の傾きによる誤差を含まずに、圧下位置零点調整ができるためシリンダの圧下位置制御を精度よく行うことができる。

[0072] (鋳片の鋳造方法)

以下、上記実施形態に係る連続鋳造装置による鋼板の鋳造方法について説明する。

[0073] まず、鋳片の鋳造開始前に、第1鋳造ドラム111と第2鋳造ドラム112との幅方向端部に設けられた一对のサイド堰150dおよび150wを開放して、第1鋳造ドラム111と第2鋳造ドラム112との間に鋳造ドラムのドラム長よりも長く板厚が均一な板を挟み、鋳造ドラムの締め込みを実施する。そして、上述の手法により、鋳造ドラムを支持するハウジングの変形特性と鋳造ドラムを圧下する圧下系の変形特性とを示す鋳造ドラムハウジン

グ圧下系変形特性を取得する。なお、鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性の取得とともに、圧下位置零点調整を行ってもよい。

[0074] 次に、連続鋳造装置100を制御する制御部（図示せず。）により、上記式1に基づき、鋳片の幅方向の両端部の板厚を算出する。連続鋳造装置100には、例えば、第1鋳造ドラム111および第2鋳造ドラム112の温度測定器、荷重を測定するロードセル140dおよびロードセル140w等の各種計測器が配備されている。制御部は、これらの各種計測器から各種値を取得して、上記式1より、鋳片の両端部の推定板厚を算出する。制御部は、予め取得した鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性を上記式1に用いることができるため、推定板厚をより精度よく算出することができる。

[0075] 次に、制御部は、算出された鋳片の両端部の板厚の差が所定値以下となるように鋳造ドラムの幅方向の両端部に設けられるシリンダの圧下位置をそれぞれ制御する。これにより、鋳造される鋳片のウェッジが低減され、その結果、連続鋳造装置100の下流に配置される圧延機30における蛇行を防止できる。なお、算出された鋳片の両端部の板厚の差の所定値は、例えば、実操業で許容できる蛇行量から経験的に求めても良い。例えば、所定値は、 $40\mu\text{m}$ であってもよく、さらに詳しくは、 $20\mu\text{m}$ であってもよい。

[0076] 以上、本実施形態における鋳片の鋳造方法の詳細に関して説明を行った。

実施例

[0077] 本実施例では、本発明の効果を確認するために、上記実施形態に示した連続鋳造設備1を用いて、鋳片を鋳造し圧延した。本実施例で使用した鋳造ドラムは、ドラムバレル長1000mmであった。シリンダ位置、圧力、板厚は定常部の値を用いた。ウェッジ低減効果の評価は、下記表1にまとめて示し、ウェッジの絶対値が $20\mu\text{m}$ 未満を◎（良好）、 $40\mu\text{m}$ 未満を○（合格）、それ以上を×（不合格）と記した。

[0078] 実施例1では、図10に示したような、鋳造ドラムの幅方向端部に設けられた一対のサイド堰を開放して、鋳造ドラムの間に鋳造ドラムのドラム長よりも長く板厚が均一な板を挟んだ状態で圧下位置零点調整を行った。表1中

には、この圧下位置零点調整方法をAと記した。鋳片の鋳造時には、鋳片の両端部の推定板厚が幅方向の左右で同一となるように、鋳造ドラムの両端部に設けられるシリンダの圧下位置の制御を行った。

[0079] 実施例2では、圧下位置零点調整方法として、図7に示したような、鋳造ドラムのドラムバレル長よりも短い板を、一对の鋳造ドラムに挟んで圧下位置零点調整を行った。表1中には、この圧下位置零点調整方法をBと記した。鋳片の鋳造時には、鋳片の両端部の推定板厚が幅方向の左右で同一となるように、鋳造ドラムの両端部に設けられるシリンダの圧下位置の制御を行った。

[0080] 比較例1は、実施例2と同様に、図7に示したような、鋳造ドラムのドラムバレル長よりも短い板を、一对の鋳造ドラムに挟んで圧下位置零点調整を行った。鋳片の鋳造時には、推定板厚を用いず、鋳片ドラムの両端部における圧下力が左右で同一となるように、鋳造ドラムの両端部に設けられるシリンダの圧下位置の制御を行った。

[0081] 比較例2は、実施例2と同様に、図7に示したような、鋳造ドラムのドラムバレル長よりも短い板を、一对の鋳造ドラムに挟んで圧下位置零点調整を行った。鋳片の鋳造時には、推定板厚を用いず鋳片ドラムの両端部における圧下位置が左右で同一となるように、鋳造ドラムの両端部に設けられるシリンダの圧下位置の制御を行った。

[0082] 実施例1の鋳片では、定常部における実測の板厚は、ドライブサイドDSの端部の板厚が1.820mmであり、ワークサイドWSの端部の板厚が1.830mmであった。ウェッジ（ウェッジ量）は $-10\mu\text{m}$ であり、非常に良好であった。また、連続鋳造装置の下流に設置された圧延機における圧延工程においても、蛇行も発生せず、問題なく圧延を実施できた。

[0083] 実施例2の鋳片では、定常部における実測の板厚は、ドライブサイドDSの端部の板厚が1.795mmであり、ワークサイドWSの端部の板厚が1.828mmであった。よってウェッジは $-33\mu\text{m}$ であり、良好であった。また、連続鋳造装置の下流に設置された圧延機における圧延工程において

も、蛇行も発生せず、問題なく圧延を実施できた。

[0084] 比較例1の鋳片は、定常部における実測の板厚は、ドライブサイドDSの端部の板厚が1.800mmであり、ワークサイドWSの端部の板厚が1.720mmであった。ウェッジは80 μ mと大きく、連続鋳造装置の下流に設置された圧延機における圧延工程において蛇行が発生し、鋳片が破断した。

[0085] 比較例2の鋳片は、定常部における実測の板厚が、ドライブサイドDSの端部の板厚が1.870mmであり、ワークサイドWSの端部の板厚が1.750mmであった。ウェッジは120 μ mと大きく、連続鋳造装置の下流に設置された圧延機における圧延工程で蛇行が発生し、鋳片が破断した。

[0086]

[表1]

	零点調整	制御方法	定常部での実測値								評価
			シリンダ位置 [mm]		シリンダ圧下力 [tonf]		実測板厚 [mm]		ウェッジ [μm]		
			DS	WS	DS	WS	DS	WS			
実施例 1	A	推定板厚 左右同一制御	1.420	1.430	0.50	0.50	1.820	1.830	-10	◎	
実施例 2	B	推定板厚 左右同一制御	1.395	1.620	0.50	0.54	1.795	1.828	-33	○	
比較例 1	B	圧下力 左右同一	1.400	1.500	0.50	0.50	1.800	1.720	+80	×	
比較例 2	B	圧下力 左右同一	1.450	1.450	0.60	0.30	1.870	1.750	+120	×	

[0087] 以上より、双ドラム式連続鋳造装置による鋳片の鋳造において、鋳片の鋳造開始前に取得された鋳造ドラムを支持するハウジングの変形特性と鋳造ドラムを圧下する圧下系の変形特性とを示す鋳造ドラムハウジング圧下系変形特性を用いて、上記式1より、推定板厚を算出し、鋳片の両端部の差が所定値以下となるようにシリンダの圧下位置をそれぞれ制御することで、より精度よく鋳片のウェッジを低減し、鋳造ドラムの下流に設置される圧延機にて蛇行を防止することができる。

[0088] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

産業上の利用可能性

[0089] 本発明は、ウェッジをより精度よく低減することが可能な鋳片の鋳造方法を提供できるため、産業上の利用可能性が高い。

符号の説明

[0090]	1	連続鋳造設備
	20	第1ピンチロール
	30	圧延機
	31	上ワークロール
	32	下ワークロール
	33	上バックアップロール
	34	下バックアップロール
	40	第2ピンチロール
	50	巻取装置
	100	連続鋳造装置
	111	第1鋳造ドラム
	112	第2鋳造ドラム
	113	タンディッシュ
	114	浸漬ノズル
	115	金属溶湯溜まり部
	116	凝固シェル
	117	金属溶湯
	118	薄板

120 d、120 w	シリンダ
130 d、130 w	ハウジング
140 d、140 w	ロードセル
150、150 d、150 w	サイド堰
160	試験板
170	ロール軸受け箱

請求の範囲

[請求項1] 回転する一对の鑄造ドラムにより金属溶湯を凝固させて鑄片を製造する双ドラム式連続鑄造装置を用いて、

前記鑄片の鑄造開始前に取得された前記鑄造ドラムを支持するハウジングの変形特性と前記鑄造ドラムを圧下する圧下系の変形特性とを示す鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性を用いて、下記式1より前記鑄片の幅方向の両端部の推定板厚を算出し、

前記両端部の前記推定板厚の差が所定値以下となるように前記鑄造ドラムの幅方向の両端部に設けられるシリンダの圧下位置をそれぞれ制御する、鑄片の鑄造方法。

ただし、式1において、シリンダ圧下位置、鑄造ドラムハウジング圧下系変形は、それぞれ、圧下位置零点調整時からの差分を表す。

(推定板厚) = (シリンダの圧下位置)

+ (鑄造ドラムの弾性変形)

+ (鑄造ドラムハウジング圧下系変形)

+ (鑄造ドラムのドラムプロフィール)

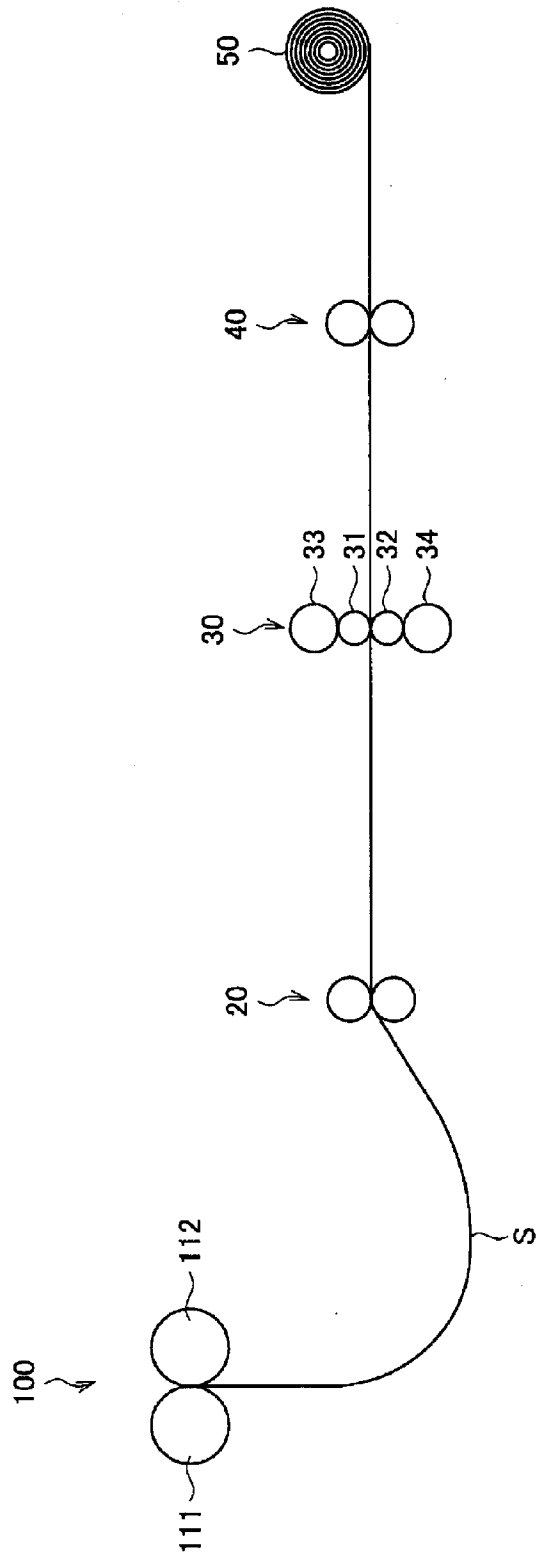
- (圧下位置零点調整時における鑄造ドラムの弾性変形) ·

····式1

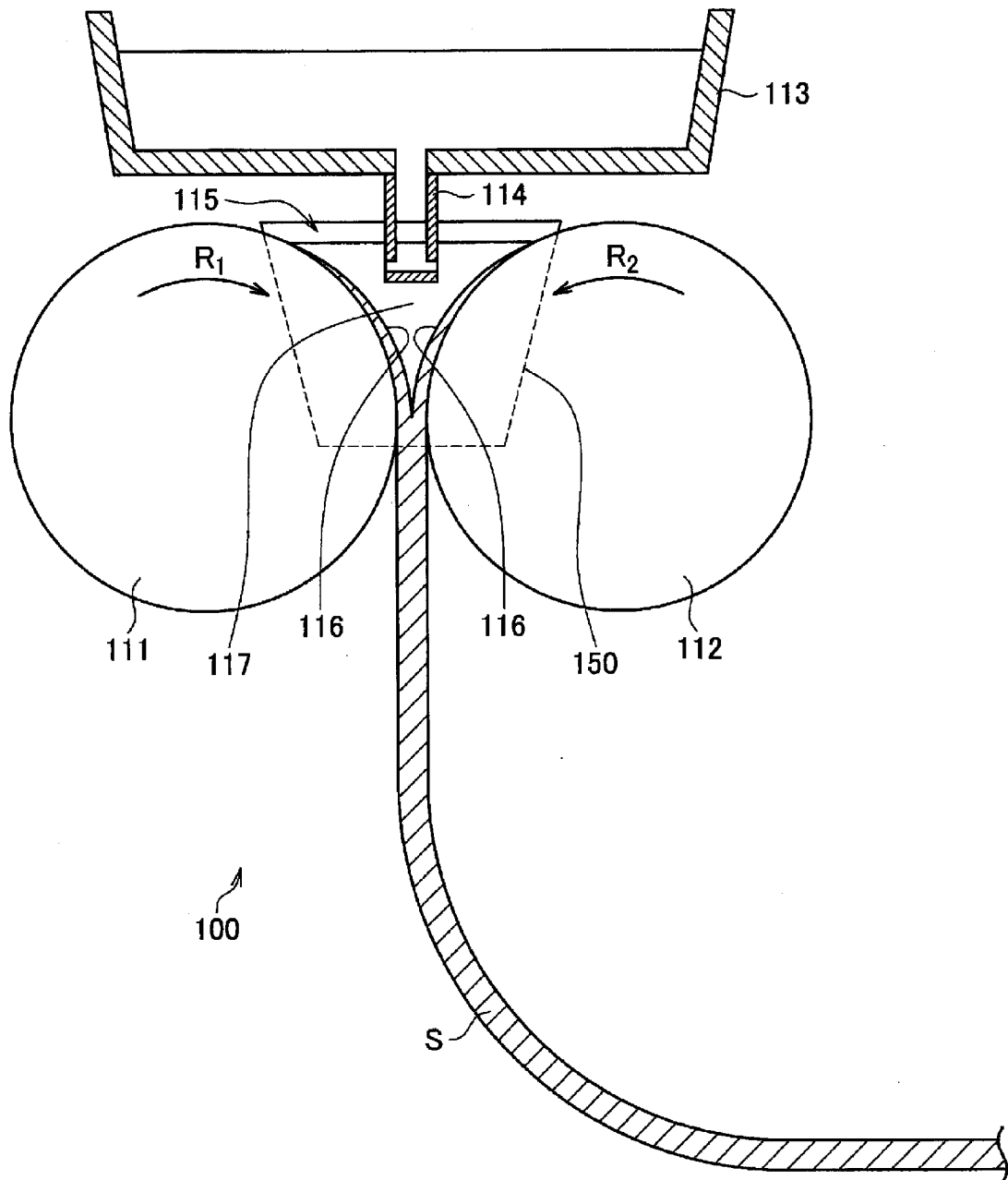
[請求項2] 前記鑄造ドラムハウジング圧下系変形特性は、前記鑄造ドラムの幅方向端部に設けられた一对のサイド堰を開放し、前記鑄造ドラムの間に前記鑄造ドラムのドラム長よりも板幅が長く板厚が均一な板を挟んだ状態で締込みを実施することにより得られた前記シリンダの圧下位置及び荷重に基づき取得される、請求項1に記載の鑄片の鑄造方法。

[請求項3] 前記鑄造ドラムの圧下位置零点調整は、前記鑄造ドラムの幅方向端部に設けられた一对のサイド堰を開放して、前記鑄造ドラムの間に前記鑄造ドラムのドラム長よりも板幅が長く板厚が均一な板を挟んだ状態で行われる、請求項1または2に記載の鑄片の鑄造方法。

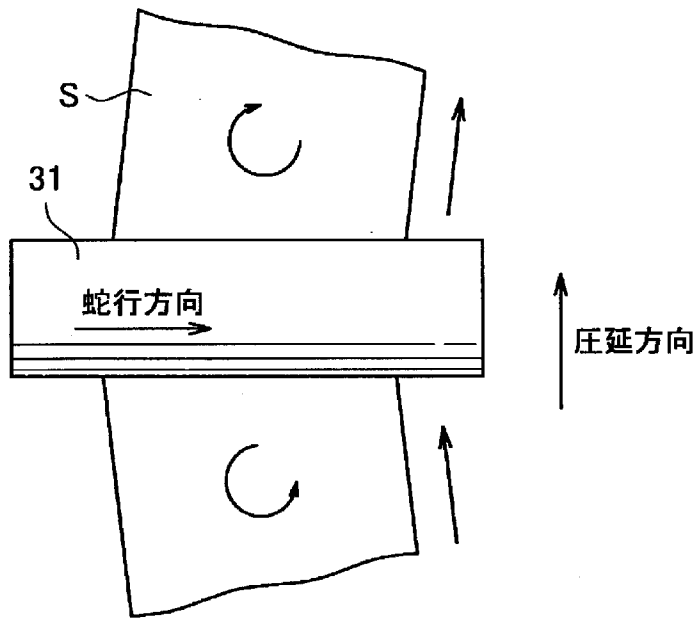
[図1]



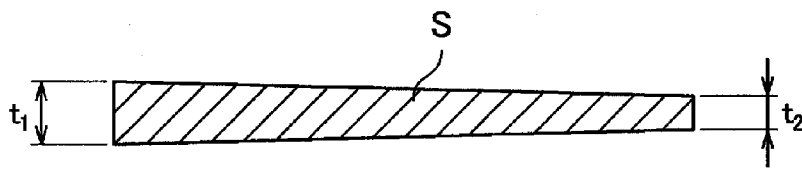
[図2]



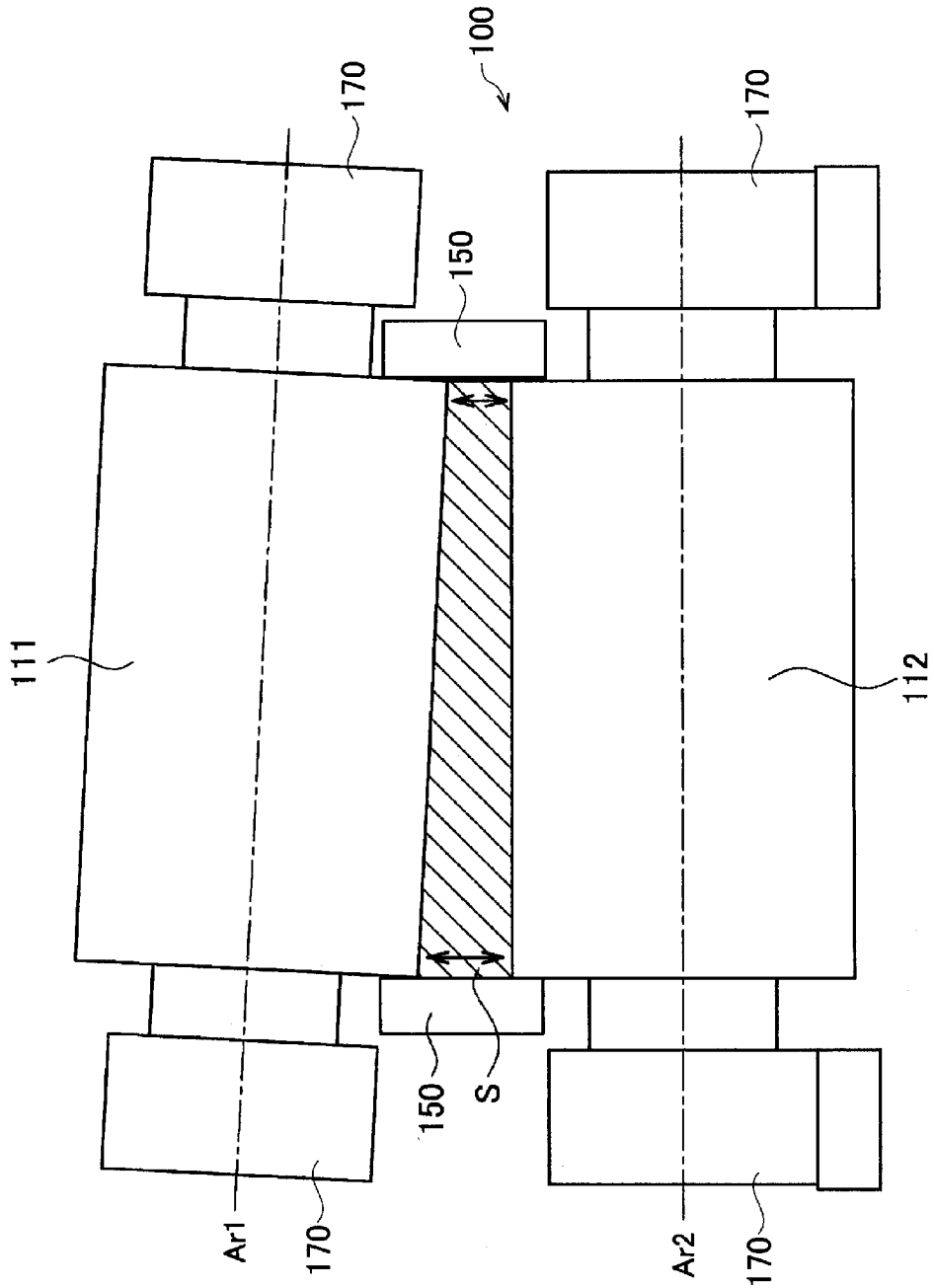
[图3]



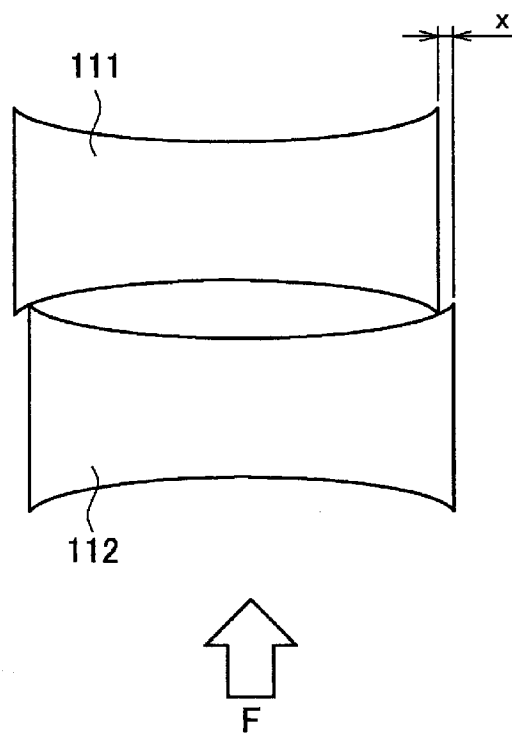
[图4]



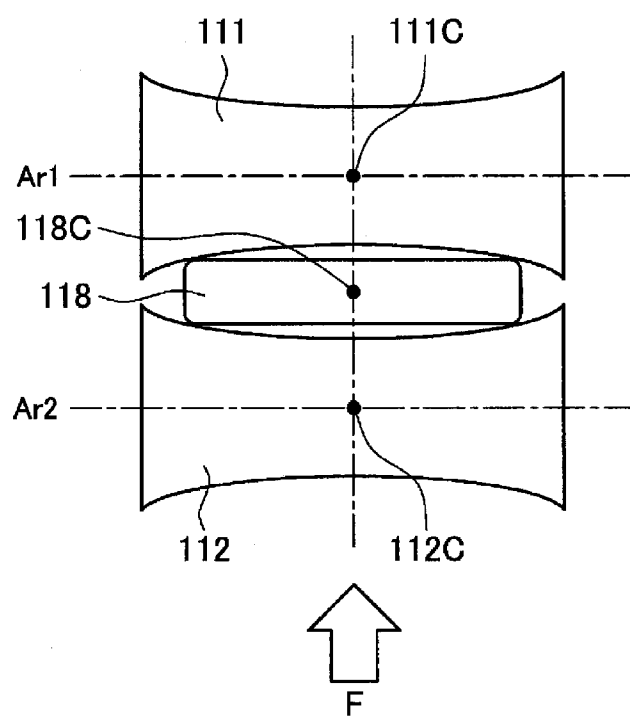
[図5]



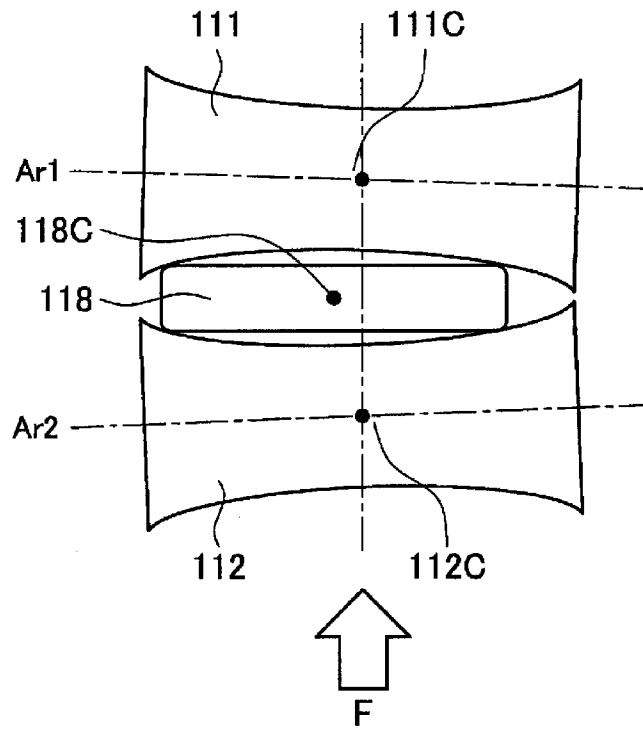
[図6]



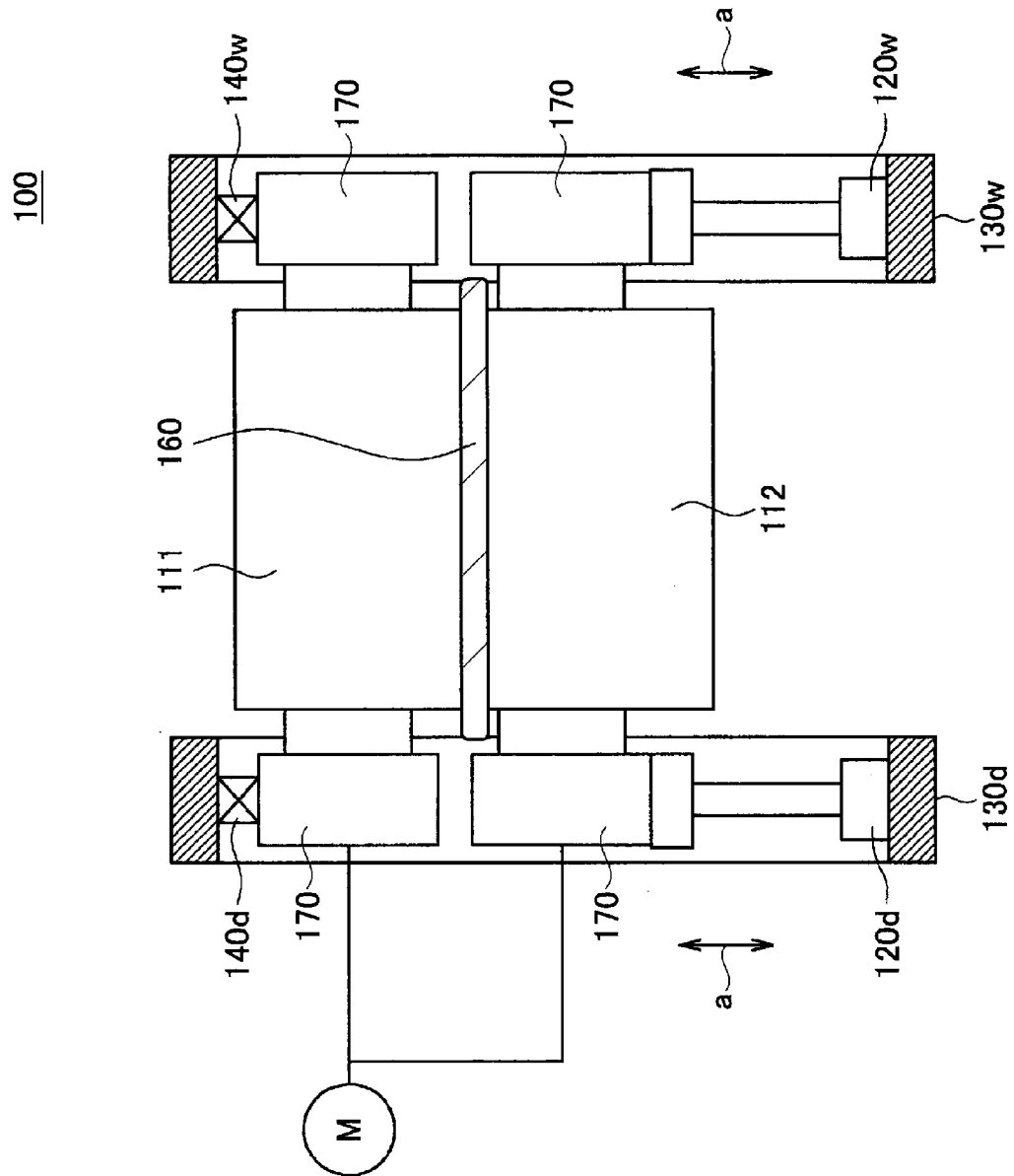
[図7]



[図8]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/041336

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B22D11/06(2006.01)i, B21B39/14(2006.01)i, B22D11/16(2006.01)i,
B21B1/46(2006.01)n, B22D11/12(2006.01)n

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)

Int.Cl. B22D11/06, B21B39/14, B22D11/16, B21B1/46, B22D11/12

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 <u>A</u>	JP 6-106305 A (HITACHI ZOSEN CORP.) 19 April 1994, claims, paragraphs [0005]-[0022], fig. 1-4 (Family: none)	1 <u>2-3</u>
Y <u>A</u>	JP 4-187345 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 06 July 1992, page 2, upper left column, line 18 to lower left column, line 10, page 3, upper left column, line 7 to page 4, upper right column, line 3, fig. 1-3 & US 5191927 A, column 1, line 35 to column 2, line 26, column 3, line 30 to column 6, line 4, fig. 1-3 & EP 487056 A2	1 <u>2-3</u>

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 11 December 2019 (11.12.2019)	Date of mailing of the international search report 24 December 2019 (24.12.2019)
--	---

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/JP2019/041336

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y <u>A</u>	JP 2008-213014 A (IHI CORPORATION) 18 September 2008, abstract, claims, paragraphs [0002]-[0011], [0031], [0041], fig. 1-2 & WO 2008/106744 A1, abstract, claim 1, page 1, lines 1-37, page 7, lines 19-23, page 9, lines 27-37, fig. 1-2	1 <u>2-3</u>
Y <u>A</u>	JP 60-83747 A (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 13 May 1985, page 3, upper left column, line 13 to upper right column, line 7 (Family: none)	1 <u>2-3</u>
Y <u>A</u>	JP 60-83746 A (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 13 May 1985, page 2, upper left column, line 1 to upper right column, line 1 (Family: none)	1 <u>2-3</u>
A	JP 1-317660 A (HITACHI, LTD.) 22 December 1989, entire text, all drawings (Family: none)	1-3
A	JP 2017-196636 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 02 November 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-3
A	JP 8-229639 A (USINOR-SACILOR (SCIETE ANONYME)) 10 September 1996, entire text, all drawings & US 5671625 A, entire text, all drawings & EP 709152 A1 & CN 1130106 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B22D11/06(2006.01)i, B21B39/14(2006.01)i, B22D11/16(2006.01)i, B21B1/46(2006.01)n, B22D11/12(2006.01)n			
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. B22D11/06, B21B39/14, B22D11/16, B21B1/46, B22D11/12			
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 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019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 A	JP 6-106305 A（日立造船株式会社）1994.04.19, 特許請求の範囲、段落[0005]-[0022]、図1-4（ファミリーなし）	1 <u>2-3</u>	
Y A	JP 4-187345 A（三菱重工業株式会社）1992.07.06, 第2頁左上第18行-左下欄第10行、第3頁左上欄第7行-第4頁右上欄第3行、図1-3 & US 5191927 A, 第1欄第35行-第2欄第26行、第3欄第30行-第6欄第4行、図1-3 & EP 487056 A2	1 <u>2-3</u>	
<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		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 11.12.2019		国際調査報告の発送日 24.12.2019	
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） 藤長 千香子 電話番号 03-3581-1101 内線 3425	
		4E	5796

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
Y A A	JP 2008-213014 A (株式会社 I H I) 2008.09.18, 要約、特許請求の範囲、段落[0002]－[0011]、[0031]、[0041]、図 1-2 & WO 2008/106744 A1、要約、請求項 1, 第 1 頁第 1 行-第 37 行、第 7 頁第 19 行-23 行、第 9 頁第 27 行-37 行、図 1-2	1 <u>2-3</u>
Y A	JP 60-83747 A (石川島播磨重工業株式会社) 1985.05.13, 第 3 頁左上欄第 13 行－右上欄第 7 行 (ファミリーなし)	1 <u>2-3</u>
Y A	JP 60-83746 A (石川島播磨重工業株式会社) 1985.05.13, 第 2 頁左上欄第 1 行－右上欄第 1 行 (ファミリーなし)	1 <u>2-3</u>
A	JP 1-317660 A (株式会社日立製作所) 1989.12.22, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2017-196636 A (新日鐵住金株式会社) 2017.11.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 8-229639 A (ユジノール サシロール (ソシエテ アノニム)) 1996.09.10, 全文、全図 & US 5671625 A , 全文、全図 & EP 709152 A1 & CN 1130106 A	1-3