

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7056400号
(P7056400)

(45)発行日 令和4年4月19日(2022.4.19)

(24)登録日 令和4年4月11日(2022.4.11)

(51)国際特許分類 F I
B 2 2 D 11/06 (2006.01) B 2 2 D 11/06 3 3 0 B

請求項の数 6 (全14頁)

(21)出願番号	特願2018-115321(P2018-115321)	(73)特許権者	000006655 日本製鉄株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(22)出願日	平成30年6月18日(2018.6.18)	(74)代理人	100106909 弁理士 棚井 澄雄
(65)公開番号	特開2019-217518(P2019-217518 A)	(74)代理人	100175802 弁理士 寺本 光生
(43)公開日	令和1年12月26日(2019.12.26)	(74)代理人	100134359 弁理士 勝俣 智夫
審査請求日	令和3年2月3日(2021.2.3)	(74)代理人	100188592 弁理士 山口 洋
		(72)発明者	吉田 直嗣 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
		(72)発明者	宮崎 雅文

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冷却ロール、双ロール式連続鋳造装置、及び、薄肉鋳片の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転する一対の冷却ロールと一対のサイド堰によって形成された熔融金属プール部に、熔融金属を供給し、前記冷却ロールの周面に凝固シェルを形成・成長させて薄肉鋳片を製造する双ロール式連続鋳造装置に用いられる冷却ロールであって、
前記冷却ロールの幅方向端部の周面と側面との境界部に凹部を設け、
前記凹部は、ロール幅方向の長さが0.1mm以上0.5mm以下の範囲内、ロール径方向の長さが0.3mm以上3mm以下の範囲内、周方向長さが1mm以上30mm以下の範囲内とされており、
前記凹部は、前記境界部において周方向に周期的に複数配置されており、周期的に配置された前記凹部は、周方向に30mm以上250mm以下の間隔で配設されていることを特徴とする冷却ロール。

【請求項2】

前記冷却ロールの幅方向一端側に形成された凹部と、前記冷却ロールの幅方向他端側に形成された凹部とが、周方向で互いに異なる位置に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の冷却ロール。

【請求項3】

回転する一対の冷却ロールと一対のサイド堰によって形成された熔融金属プール部に、熔融金属を供給し、前記冷却ロールの周面に凝固シェルを形成・成長させて薄肉鋳片を製造する双ロール式連続鋳造装置であって、

請求項 1 または請求項 2 に記載の冷却ロールを備えていることを特徴とする双ロール式連続鋳造装置。

【請求項 4】

一方の冷却ロールに形成された凹部と他方の冷却ロールに形成された凹部とがロールキス点において対向しないように、一方の冷却ロールと他方の冷却ロールとが配置されていること特徴とする請求項 3 に記載の双ロール式連続鋳造装置。

【請求項 5】

回転する一对の冷却ロールと一对のサイド堰によって形成された熔融金属プール部に、熔融金属を供給し、前記冷却ロールの周面に凝固シェルを形成・成長させて薄肉鋳片を製造する薄肉鋳片の鋳造方法であって、

請求項 1 または請求項 2 に記載の冷却ロールを用いることを特徴とする薄肉鋳片の鋳造方法。

【請求項 6】

前記熔融金属プール部における前記熔融金属と前記冷却ロールの周方向の接触長さ L とした場合に、周期的に配置された複数の前記凹部の周方向の間隔が L 以下であることを特徴とする請求項 5 に記載の薄肉鋳片の鋳造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一对の冷却ロールと一对のサイド堰によって形成された熔融金属プール部に熔融金属を供給し、前記冷却ロールの周面に凝固シェルを形成・成長させて、薄肉鋳片を製造する双ロール式連続鋳造装置において用いられる冷却ロール、この冷却ロールを用いた双ロール式連続鋳造装置及び薄肉鋳片の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

金属の薄肉鋳片を製造する方法として、内部に水冷構造を有し互いに逆方向に回転する一对の冷却ロールを備え、回転する一对の冷却ロールと一对のサイド堰によって形成された熔融金属プール部に熔融金属を供給し、前記冷却ロールの周面に凝固シェルを形成・成長させ、一对の冷却ロールの外周面にそれぞれ形成された凝固シェル同士をロールキス点で圧着して所定の厚さの薄肉鋳片を製造する双ロール式連続鋳造装置が提供されている。このような双ロール式連続鋳造装置は、各種金属において適用されている。

【0003】

上述の双ロール式連続鋳造装置においては、冷却ロールの上方に配置された熔融金属容器から浸漬ノズルを介して熔融金属プール部に熔融金属を連続的に供給する。熔融金属は、熔融金属プール部の中央部に配置された浸漬ノズルから冷却ロールの周面に向けて吐出され、冷却ロールの周面に沿って一对のサイド堰側へとそれぞれ流れていく。回転する冷却ロールの周面上では熔融金属が凝固成長して凝固シェルを形成し、各冷却ロールの周面の凝固シェルがキス点で圧着される。

【0004】

熔融金属プール部の側壁となるサイド堰は、薄肉鋳片の鋳造時に、回転する冷却ロールの側面と摺動して熔融金属をシールして保持する働きをする。ここで、冷却ロールは熔融金属と接触する極めて短時間に大量の熱を奪う必要があるため、ロールは内部水冷構造とされている。この冷却ロールは、ロール本体とその外周部に装着した外周スリーブとからなっており、外周スリーブの材質としては熱伝導率の高い銅合金が使用されている。

ここで、サイド堰は、鋳造前に予熱されるとともに鋳造時も外部から加熱されるが、冷却ロールと常に摺動しているために冷却ロールから抜熱されて冷却される。この冷却が過多になると、熔融金属が、低温になったサイド堰に接することによってサイド堰表面上で凝固し、生じた凝固層がサイド堰表面に付着し成長する。これを地金と称する。

【0005】

このようにしてサイド堰表面上で生成した地金は、厚肉に成長した後、冷却ロールの周面

10

20

30

40

50

にて鑄造される薄肉鑄片とともに一对の冷却ロール間に噛み込んで引き込まれるおそれがある。

地金が薄肉鑄片とともに一对の冷却ロール間に引き込まれると、薄肉鑄片とともに地金が冷却ロール間で圧着されるため、局所的に厚みが大きくなる。また、地金が一対の冷却ロールに噛み込まれる際には、一時的に一对の冷却ロール間の距離が大きくなり、薄肉鑄片の幅全体で厚くなる現象（地金のない部分では、凝固が遅れ高温となる、いわゆるホットバンド）の発生や、それにともなう薄肉鑄片の板厚変動、表面疵等の品質欠陥や板破断、湯漏れ等の操業上のトラブルの原因となる。

【0006】

また、上述の双ロール式連続鑄造装置においては、一对の冷却ロールで圧下した際に、凝固シェルの先端部が折損して浮遊晶となり、この浮遊晶が溶鋼金属プール部に存在すると、湯流れの淀みが生じやすいサイド堰近傍において浮遊晶が滞留し、やがて流動性が損なわれてスラリー状の半凝固層が形成される。この半凝固層についても、薄肉鑄片に巻き込まれた場合には、地金と同様に、ホットバンド等が発生し、安定して鑄造を実施することができなくなる。

10

【0007】

したがって、この双ロール式連続鑄造装置において、冷却ロールの周面上の凝固を均一に進行させて健全な薄板を製造するためには、サイド堰表面における地金及び半凝固層の発生と成長を防止することがプロセス上最も重要な課題の一つである。

そこで、たとえば特許文献1、2には、サイド堰表面における地金の発生を抑制する技術が提案されている。

20

【0008】

特許文献1には、冷却ロールの端面に摺接されたサイド堰を振動させることによって、サイド堰の内面に付着する凝固殻（地金）を早期に脱落させ、薄肉鑄片への巻き込みを抑制し、薄肉鑄片の破断を起こすことなく均質な薄肉鑄片を安定して製造できる双ロール式連続鑄造装置が提案されている。

特許文献2には、冷却ロールの端面との摺接面内においてサイド堰を振動させる加振装置を設け、鑄造の非正常状態の期間はサイド堰を振動させ、定常状態の期間はサイド堰の振動を停止させる方法が提案されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0009】

【文献】特開昭60-184450号公報
特開平05-237603号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、特許文献1、2のいずれもサイド堰の振動方向はサイド堰と冷却ロールの端面の摺動面内であり、冷却ロールの端面とサイド堰が常に接しているため、冷却ロールからの抜熱は避けられず、サイド堰が温度低下し、サイド堰表面における地金の生成及び成長を十分に抑制することができなかった。

40

また、特許文献1においては、サイド堰を振動させることによってサイド堰の内面に付着する凝固殻（地金）を早期に脱落させるように構成しているが、単にサイド堰を振動させたのみでは、地金や半凝固層を早期に脱落させることができず、サイド堰表面において地金や半凝固層が成長してしまうおそれがあった。

【0011】

本発明は、前述した状況に鑑みてなされたものであって、大きく成長した地金及び半凝固層の巻き込みによるホットバンド等の発生を抑制することができ、安定して鑄造を行うことが可能な冷却ロール、この冷却ロールを備えた双ロール式連続鑄造装置、及び、薄肉鑄片の製造方法を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明に係る冷却ロールは、回転する一对の冷却ロールと一对のサイド堰によって形成された熔融金属プール部に、熔融金属を供給し、前記冷却ロールの周面に凝固シェルを形成・成長させて薄肉鋳片を製造する双ロール式連続鋳造装置に用いられる冷却ロールであって、前記冷却ロールの幅方向端部の周面と側面との境界部に凹部を設け、前記凹部は、ロール幅方向の長さが0.1mm以上0.5mm以下の範囲内、ロール径方向の長さが0.3mm以上3mm以下の範囲内、周方向長さが1mm以上30mm以下の範囲内とされており、前記凹部は、前記境界部において周方向に周期的に複数配置されており、周期的に配置された前記凹部は、周方向に30mm以上250mm以下の間隔で配設されていることを特徴としている。

10

【0013】

この構成の冷却ロールによれば、鋳造中に、前記冷却ロールの幅方向端部の周面と側面との境界部に設けられた凹部に熔融金属が差し込んで凝固し、バリ状の凝固部が形成される。このバリ状の凝固部が冷却ロールの回転に伴ってサイド堰と摺動する際に、サイド堰表面の地金や半凝固層と一体化して薄肉鋳片に巻き込まれることになる。このように、サイド堰表面の地金や半凝固層を、大きく成長する前に薄肉鋳片へ巻き込ませることにより、ホットバンドの発生を抑制することができ、安定して鋳造を行うことが可能となる。

【0014】

ここで、本発明の冷却ロールにおいては、前記凹部は、ロール幅方向の長さが0.1mm以上0.5mm以下の範囲内、ロール径方向の長さが0.3mm以上3mm以下の範囲内、周方向長さが1mm以上30mm以下の範囲内とされていることが好ましい。

20

この場合、凹部の大きさが上述のように規定されているので、熔融金属を凹部に的確に差し込ませることができ、バリ状の凝固部によって、サイド堰表面の地金や半凝固層を、大きく成長する前に薄肉鋳片へ巻き込ませることができる。また、薄肉鋳片の端部形状の品質が大きく低下することを抑制できる。

【0015】

また、本発明の冷却ロールにおいては、前記凹部は、前記境界部において周方向に周期的に複数配置されていることが好ましい。

この場合、前記冷却ロールの幅方向端部の周面と側面との境界部に設けられた凹部が、前記境界部において周方向に周期的に複数配置されているので、サイド堰表面の地金や半凝固層を、大きく成長する前に的確に鋳片へ巻き込ませることが可能となる。

30

【0016】

さらに、本発明の冷却ロールにおいては、周期的に配置された前記凹部は、周方向に30mm以上250mm以下の間隔で配設されていることが好ましい。

この場合、サイド堰表面の地金や半凝固層を、大きく成長する前に的確に鋳片へ巻き込ませることが可能となる。

【0017】

また、本発明の冷却ロールにおいては、前記冷却ロールの幅方向一端側に形成された凹部と、前記冷却ロールの幅方向他端側に形成された凹部とが、周方向で互いに異なる位置に配置されていることが好ましい。

40

この場合、薄肉鋳片の長手方向の同一箇所において、薄肉鋳片の幅両端部に地金や半凝固層が巻き込まれることを抑制でき、地金や半凝固層の巻き込みによる薄肉鋳片への影響を抑え、安定して鋳造を行うことが可能となる。

【0018】

本発明の双ロール式連続鋳造装置は、回転する一对の冷却ロールと一对のサイド堰によって形成された熔融金属プール部に、熔融金属を供給し、前記冷却ロールの周面に凝固シェルを形成・成長させて薄肉鋳片を製造する双ロール式連続鋳造装置であって、上述の冷却ロールを備えていることを特徴としている。

この構成の双ロール式連続鋳造装置によれば、上述の冷却ロールを備えているので、サイ

50

ド堰表面の地金や半凝固層を、大きく成長する前に薄肉鋳片へ巻き込ませることにより、ホットバンドの発生を抑制することができ、安定して鋳造を行うことが可能となる。

【0019】

ここで、本発明の双ロール式連続鋳造装置においては、一方の冷却ロールに形成された凹部と他方の冷却ロールに形成された凹部とがロールキス点において対向しないように、一方の冷却ロールと他方の冷却ロールとが配置されていることが好ましい。

この場合、一方の冷却ロールの凝固シェルに巻き込ませた地金や半凝固層と、他方の冷却ロールの凝固シェルに巻き込ませた地金や半凝固層と、がロールキス点で対向することを抑制でき、地金や半凝固層の巻き込みによる薄肉鋳片への影響を抑え、安定して鋳造を行うことが可能となる。

10

【0020】

本発明の薄肉鋳片の鋳造方法は、回転する一对の冷却ロールと一对のサイド堰によって形成された溶融金属プール部に、溶融金属を供給し、前記冷却ロールの周面に凝固シェルを形成・成長させて薄肉鋳片を製造する薄肉鋳片の鋳造方法であって、上述の冷却ロールを用いることを特徴としている。

この構成の薄肉鋳片の鋳造方法によれば、上述の冷却ロールを用いているので、サイド堰表面の地金や半凝固層を、大きく成長する前に鋳片へ巻き込ませることができ、ホットバンドの発生を抑制することができ、安定して鋳造を行うことが可能となる。

【0021】

ここで、本発明の薄肉鋳片の鋳造方法においては、前記溶融金属プール部における前記溶融金属と前記冷却ロールの周方向の接触長さ L とした場合に、周期的に配置された複数の前記凹部の間隔が L 以下であることが好ましい。

20

この場合、サイド堰表面の地金や半凝固層を、ロールキス点から湯面にまで達するように大きく成長する前に的確に鋳片へ巻き込ませることが可能となる。

【発明の効果】

【0022】

上述のように、本発明によれば、大きく成長した地金及び半凝固層の巻き込みによるホットバンド等の発生を抑制することができ、安定して鋳造を行うことが可能な冷却ロール、この冷却ロールを備えた双ロール式連続鋳造装置、及び、薄肉鋳片の製造方法を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施形態である双ロール式連続鋳造装置の一例を示す説明図である。

【図2】図1に示す双ロール式連続鋳造装置の一部拡大説明図である。

【図3】図1に示す双ロール式連続鋳造装置における溶鋼プール部の湯面の流動を示す説明図である。

【図4】図1に示す双ロール式連続鋳造装置におけるサイド堰における地金の発生領域を示す説明図である。

【図5】本発明の実施形態である冷却ロールの説明図である。(a)が側面図、(b)が一方の端面図、(c)が他方の端面図である。

40

【図6】図5に示す冷却ロールの一部拡大説明図である。

【図7】図5に示す冷却ロールの凹部の断面説明図である。

【図8】図1に示す双ロール式連続鋳造装置における一对の冷却ロールの配置を示す説明図である。

【図9】本発明例1における鋳片の表面温度測定結果を示すグラフである。

【図10】比較例における鋳片の表面温度測定結果を示すグラフである。

【図11】本発明例1によって得られた薄肉鋳片の概略説明図である。

【図12】比較例によって得られた薄肉鋳片の概略説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

50

以下に、本発明の実施形態について、添付した図面を参照して説明する。以下の実施形態においては、鑄造する対象金属を鋼として説明する。なお、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではない。

【0025】

本実施形態では、熔融金属として溶鋼を用いており、鋼材からなる薄肉鑄片1を製造するものとされている。なお、鋼種としては、例えば0.001~0.01% C極低炭鋼、0.02~0.05% C低炭鋼、0.06~0.4% C中炭鋼、0.5~1.2% C高炭鋼、SUS304鋼に代表されるオーステナイト系ステンレス鋼、SUS430鋼に代表されるフェライト系ステンレス鋼、3.0~4.0% Si方向性電磁鋼、0.1~6.5% Si無方向性電磁鋼等（なお、%は、質量%）が挙げられる。

10

また、本実施形態では、製造される薄肉鑄片1の幅が200mm以上1800mm以下の範囲内、厚さが0.8mm以上5mm以下の範囲内とされている。

【0026】

次に、本実施形態である双ロール式連続鑄造装置10について説明する。

図1に示す双ロール式連続鑄造装置10は、一对の冷却ロール20(20A, 20B)と、薄肉鑄片1を支持するピンチロール12, 12及び13, 13と、一对の冷却ロール20(20A, 20B)の幅方向端部に配設されたサイド堰15と、これら一对の冷却ロール20(20A, 20B)とサイド堰15とによって画成された溶鋼プール部16に供給される溶鋼3を保持するタンディッシュ18と、このタンディッシュ18から溶鋼プール部16へと溶鋼3を供給する浸漬ノズル19と、を備えている。

20

【0027】

ここで、図2に示すように、冷却ロール20の端面にサイド堰15が配設されることによって、溶鋼プール部16が画成されている。

なお、溶鋼プール部16の湯面は、図3に示すように、一对の冷却ロール20(20A, 20B)の周面と一对のサイド堰15, 15によって四方を囲まれた矩形をなしており、この矩形をなす湯面の中央部に浸漬ノズル19が配設されている。

また、図4に示すように、溶鋼プール部16におけるサイド堰15の溶鋼3との摺動部は、略逆三角形をなしている。

【0028】

この溶鋼プール部16における溶鋼3の流動は、図3に示すように、浸漬ノズル19から冷却ロール20の周面に向けて流れ、冷却ロール20の周面に沿って、一对のサイド堰15側へとそれぞれ流れていく。そして、冷却ロール20とサイド堰15の接触点においては、溶鋼3の流動のデッドゾーンとなっており、溶鋼3が十分に流動せずに停滞する領域(停滞域)Dとなる。

30

【0029】

そして、図5に示すように、冷却ロール20においては、その幅方向端部の周面と側面との境界部に、ロール径方向及びロール幅方向に凹んだ凹部21が設けられている。

本実施形態では、図5に示すように、冷却ロール20の幅方向端部の周面と側面との境界部において、周方向に周期的に複数の凹部21が配置されていることが好ましい。

【0030】

この凹部21は、図6及び図7に示すように、ロール幅方向の長さaが0.1mm以上0.5mm以下の範囲内、ロール径方向の長さbが0.3mm以上3mm以下の範囲内、周方向長さcが1mm以上30mm以下の範囲内とされていることが好ましい。

40

また、周期的に配置された凹部21の周方向の間隔p(図6に示すように凹部21の中心位置同士の間隔)は30mm以上250mm以下の範囲内とされていることが好ましい。

なお、本実施形態では、溶鋼プール部16における溶鋼3と冷却ロール20の周方向の接触長さLとした場合に、周期的に配置された複数の凹部21の周方向の間隔がL以下とされていることが好ましい。

【0031】

さらに、本実施形態においては、凹部21は、1周(360°)を等間隔に按分するよう

50

に配設されており、中心角換算で 8° 以上 40° 以下の間隔で配置されていることが好ましい。

【0032】

また、本実施形態の冷却ロール20においては、図5に示すように、冷却ロール20の幅方向一端側(図5において左側)に形成された凹部21と、冷却ロール20の幅方向他端側(図5において右側)に形成された凹部21とが、周方向で互いに異なる位置に配置されていることが好ましい。すなわち、図5(b)と図5(c)に示すように、冷却ロール20の幅方向一端面に形成された凹部21同士の間、他端面に形成された凹部21が配置されていることが好ましいのである。

【0033】

また、本実施形態の双ロール式連続鑄造装置10においては、図8に示すように、一方の冷却ロール20Aに形成された凹部21と、他方の冷却ロール20Bに形成された凹部21と、がロールキス点において対向しないように、一方の冷却ロール20Aと他方の冷却ロール20Bとが配置されていることが好ましい。

【0034】

さらに、本実施形態の双ロール式連続鑄造装置10においては、一方の冷却ロール20Aの幅方向一端側に形成された凹部21と、一方の冷却ロール20Aの幅方向他端側に形成された凹部21と、他方の冷却ロール20Bの幅方向一端側に形成された凹部21と、他方の冷却ロール20Bの幅方向他端側に形成された凹部21とが、ロールキス点で一致しないように配置されていることが好ましい。

【0035】

この双ロール式連続鑄造装置10においては、タンディッシュ18から浸漬ノズル19を介して溶鋼プール部16に溶鋼3が供給される。溶鋼プール部16においては、溶鋼3が回転する冷却ロール20(20A, 20B)に接触して冷却されることにより、冷却ロール20の周面の上で凝固シェル5、5が成長する。そして、一对の冷却ロール20(20A, 20B)にそれぞれ形成された凝固シェル5、5同士がロールキス点で圧着されることによって、所定厚みの薄肉鑄片1が鑄造される。

【0036】

このとき、サイド堰15は冷却ロール20と常に摺動しているので、冷却ロール20から抜熱されて冷却される。このため、図4に示すように、サイド堰15表面の冷却ロール20との摺動線近傍の領域Sには地金が成長し堆積する。

また、図3に示すように、冷却ロール20とサイド堰15の接触点においては、溶鋼3の流動のデッドゾーンとなっており、溶鋼3が十分に流動せずに停滞する領域(停滞域)Dとなる。このため、溶鋼プール部16内に存在する浮遊晶がこの停滞域Dに滞留して半凝固層が形成される。これら地金や半凝固層が大きく成長した状態で薄肉鑄片1に巻き込まれると、ホットバンド等が発生し、安定して鑄造を行うことができなくなる。

【0037】

そこで、本実施形態においては、上述のように冷却ロール20の幅方向端部の周面と側面との境界部に凹部21を設けることにより、この凹部21に溶鋼3が差し込んで凝固することで形成されたバリ状の凝固部が、サイド堰15の表面に形成された地金や半凝固層と一体化し、これら地金及び半凝固層を、大きく成長する前に薄肉鑄片1へ巻き込ませるように構成している。

【0038】

ここで、上述のように、冷却ロール20における凹部21のサイズ、配置を規定した理由について説明する。

【0039】

凹部21のロール幅方向の長さaを 0.1mm 以上とすることにより、溶鋼3の表面張力に抗して溶鋼3を凹部21へと確実に差し込ませることができる。また、凹部21のロール幅方向の長さaを 0.5mm 以下とすることにより、薄肉鑄片1の端部形状が乱れることを抑制できる。

10

20

30

40

50

以上のことから、本実施形態では、凹部 2 1 のロール幅方向の長さ a を 0 . 1 mm 以上 0 . 5 mm 以下の範囲内とすることが好ましい。

【 0 0 4 0 】

凹部 2 1 のロール径方向の長さ b を 0 . 3 mm 以上とすることにより、溶鋼 3 の表面張力に抗して溶鋼 3 を凹部 2 1 へと確実に差し込ませることができる。また、凹部 2 1 のロール径方向の長さ b を 3 mm 以下とすることにより、薄肉鋳片 1 の端部形状が乱れることを抑制できる。

以上のことから、本実施形態では、凹部 2 1 のロール径方向の長さ b を 0 . 3 mm 以上 3 mm 以下の範囲内とすることが好ましい。

【 0 0 4 1 】

凹部 2 1 の周方向長さ c を 1 mm 以上とすることにより、溶鋼 3 の表面張力に抗して溶鋼 3 を凹部 2 1 へと確実に差し込ませることができる。また、凹部 2 1 の周方向長さ c を 3 0 mm 以下とすることにより、薄肉鋳片 1 の端部形状が乱れることを抑制できる。

以上のことから、本実施形態では、凹部 2 1 の周方向長さ c を 1 mm 以上 3 0 mm 以下の範囲内とすることが好ましい。

【 0 0 4 2 】

周期的に配置された凹部 2 1 の周方向の間隔 p を 3 0 mm 以上とすることにより、隣接する凹部 2 1 の間に存在する地金及び半凝固層がある程度成長し、凹部 2 1 に差し込んで凝固して形成されたバリ状の凝固部によつて的確に薄肉鋳片 1 へと巻き込ませることができる。また、凹部 2 1 の周方向の間隔 p を 2 5 0 mm 以下とすることにより、粗大な地金及び半凝固層が形成されることを抑制できる。

以上のことから、本実施形態では、周期的に配置された凹部 2 1 の周方向の間隔 p を 3 0 mm 以上 2 5 0 mm 以下の範囲内とすることが好ましい。

【 0 0 4 3 】

また、溶鋼プール部 1 6 における溶鋼 3 と冷却ロール 2 0 の周方向の接触長さ L とした場合に、周期的に配置された複数の凹部 2 1 の周方向の間隔 p を L 以下とすることにより、ロールキス点から湯面まで達するような粗大な地金及び半凝固層が形成されることを抑制できるので好ましい。

なお、凹部 2 1 の周方向の間隔 p は、 $L \times (1 / 4)$ 以上 $L \times (1 / 2)$ 以下とすることが一層好ましい。

【 0 0 4 4 】

以上のような構成とされた本実施形態によれば、冷却ロール 2 0 の幅方向端部の周面と側面との境界部に凹部 2 1 を設けているので、鋳造中に凹部 2 1 に溶鋼 3 が差し込んで凝固し、バリ状の凝固部が形成され、このバリ状の凝固部が冷却ロール 2 0 の回転に伴ってサイド堰 1 5 と摺動する際に、サイド堰 1 5 表面の地金や半凝固層と一体化して薄肉鋳片 1 に巻き込まれることになり、地金や半凝固層を、大きく成長する前に薄肉鋳片 1 へ巻き込ませることができ、ホットバンドの発生を抑制することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

また、冷却ロール 2 0 の幅方向一端側に形成された凹部 2 1 と、冷却ロール 2 0 の幅方向他端側に形成された凹部 2 1 とが、周方向で互いに異なる位置に配置されていることが好ましい。この場合、薄肉鋳片 1 の長手方向の同一箇所において、薄肉鋳片 1 の幅両端部に地金や半凝固層が巻き込まれることを抑制でき、地金や半凝固層の巻き込みによる薄肉鋳片 1 への影響を抑え、安定して鋳造を行うことが可能となる。

【 0 0 4 6 】

さらに、本実施形態においては、一方の冷却ロール 2 0 A に形成された凹部 2 1 と他方の冷却ロール 2 0 B に形成された凹部 2 1 とがロールキス点において対向しないように、一方の冷却ロール 2 0 A と他方の冷却ロール 2 0 B とが配置されていることが好ましい。この場合、一方の冷却ロール 2 0 A の凝固シェル 5 に巻き込ませた地金や半凝固層と、他方の冷却ロール 2 0 B の凝固シェル 5 に巻き込ませた地金や半凝固層とがロールキス点で接触することを抑制でき、地金や半凝固層の巻き込みによる薄肉鋳片 1 への影響を抑え、安

10

20

30

40

50

定して鑄造を行うことが可能となる。

【0047】

以上、本発明の実施形態である冷却ロール、双ロール式連続鑄造装置及び薄肉鑄片の製造方法について具体的に説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、その発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

例えば、本実施形態では、図1に示すように、ピンチロールを配設した双ロール式連続鑄造装置を例に挙げて説明したが、これらのロール等の配置に限定はなく、適宜設計変更してもよい。

また、凹部21の形状は、図に例示したものに限定されることはない。さらに、凹部21の配置等についても本実施形態に限定されるものではない。

10

【実施例】

【0048】

以下に、本発明の効果を確認すべく、実施した実験結果について説明する。

【0049】

図1に示す構成の双ロール式連続鑄造装置を用いて、質量%で、0.05% C、0.6% Si、1.5% Mn、0.03% Al、残部 Fe 及び不純物とされた組成の鋼からなる薄肉鑄片を鑄造した。この組成の鋼の液相線温度は1517 であり、過熱度30~50 となるように溶鋼プール部に注入する溶鋼温度は1547~1567 とした。

【0050】

ここで、冷却ロールは、直径600 mm、幅800 mmとし、内部水冷式のロール本体と、その外周部に装着した銅製スリーブとからなっていて、銅製スリーブの周面にNiめっきを施したものを準備した。そして、表1に示すように、冷却ロールの幅方向端部の周面と側面との境界部に凹部を設けた。

20

そして、溶鋼プール部における溶鋼深さ212 mm、冷却ロールの周速度50 m/minにて、厚さ2 mmの薄肉鑄片を鑄造した。

【0051】

冷却ロール直下の薄肉鑄片の表面温度を放射温度計によって測定し、定常時の温度から30 以上高温となるピークが発生した場合にホットバンドが発生したと判断し、ホットバンドの発生回数をカウントした。評価結果を表1に示す。

また、本発明例1の温度測定結果を図9に、比較例の温度測定結果を図10に示す。さらに、本発明例1の薄肉鑄片における地金の巻き込み状況を図11に、比較例の薄肉鑄片における地金の巻き込み状況を図12に示す。

30

【0052】

40

50

【表 1】

	凹部				評価		
	ロール側の 個数 (個)	周方向間隔		幅方向長さ a (mm)	径方向長さ b (mm)	周方向長さ c (mm)	ホットバンドの 発生回数 (個/min)
		中心角 (°)	p (mm)				
本発明例 1	9	40	209	0.50	2.0	5	0
本発明例 2	18	20	105	0.30	3.0	30	0
本発明例 3	30	12	63	0.10	3.0	10	0
本発明例 4	45	8	42	0.30	0.3	1	0
本発明例 5	6	60	314	0.30	2.0	15	0.8
本発明例 6	30	12	63	0.60	4.0	40	0.9
本発明例 7	3	120	630	0.50	2.0	10	2.5
本発明例 8	31	不規則配置		0.50	3.0	20	1.1
本発明例 9	18	20	105	0.08	3.0	30	0.6
本発明例 10	18	20	105	0.30	0.2	30	0.6
比較例	0	-	-	-	-	-	11.0

【0053】

冷却ロールに凹部を設けなかった比較例においては、大きく成長した地金が不規則に巻き込まれたため、ホットバンドが多く発生した。

これに対して、冷却ロールに凹部を設けた本発明例においては、ホットバンドの発生回数が大きく低減した。

特に、凹部の大きさや周方向の間隔を望ましい範囲とした本発明例 1 ~ 4 においては、ホットバンドが皆無となった。

【0054】

以上の結果から、本発明によれば、大きく成長した地金や半凝固層が鑄片に巻き込まれてホットバンド等が頻繁に発生することを抑制でき、安定して鑄造できることが確認された。

【符号の説明】

【0055】

- 1 薄肉鑄片
- 3 溶鋼（溶融金属）

10

20

30

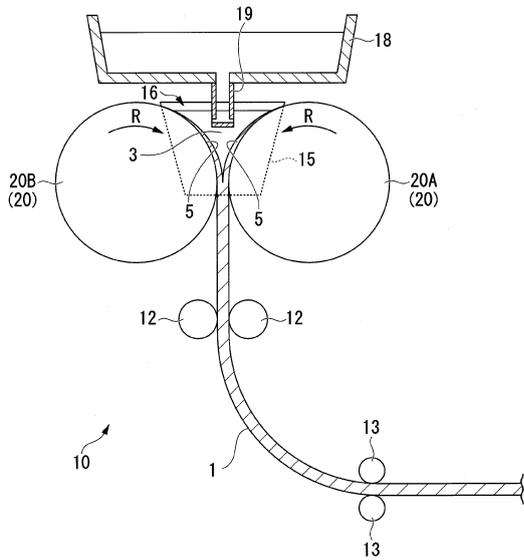
40

50

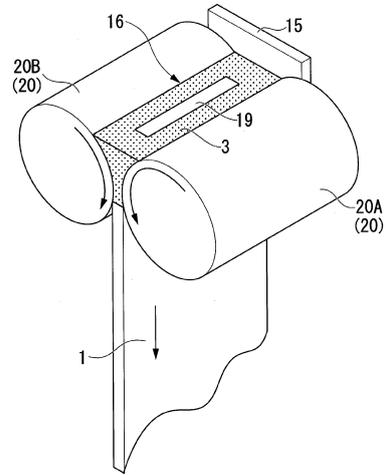
- 5 凝固シェル
- 10 双ロール式連続鋳造装置
- 15 サイド堰
- 16 溶鋼プール部（溶融金属プール部）
- 20 冷却ロール
- 21 凹部

【図面】

【図 1】



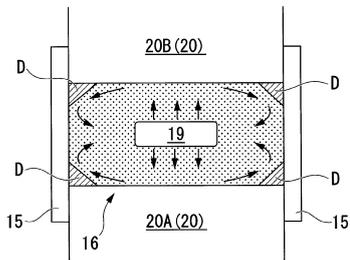
【図 2】



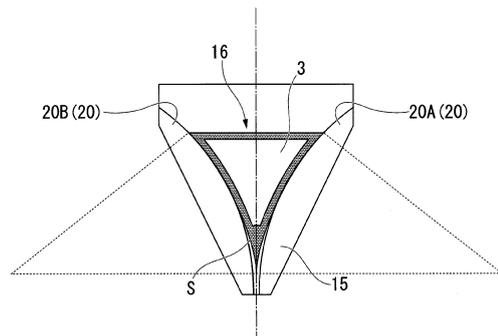
10

20

【図 3】



【図 4】

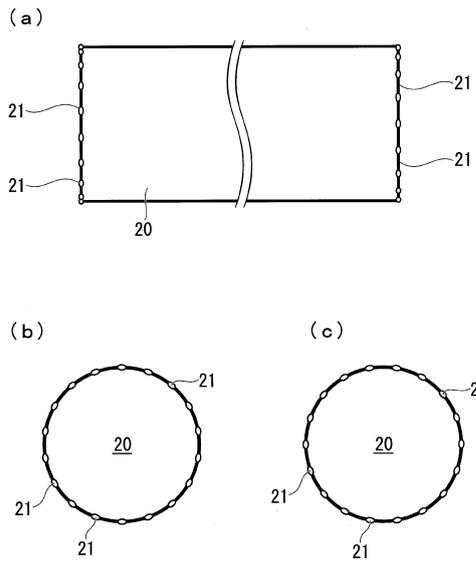


30

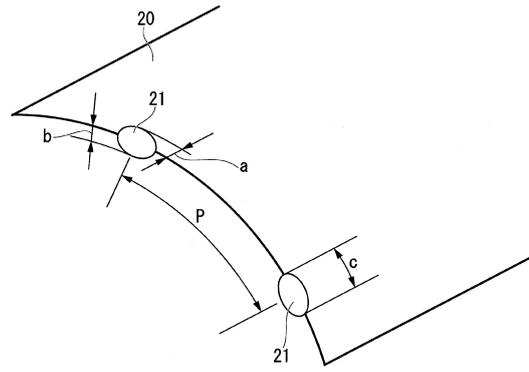
40

50

【 図 5 】



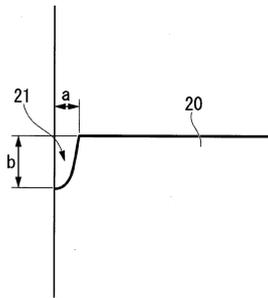
【 図 6 】



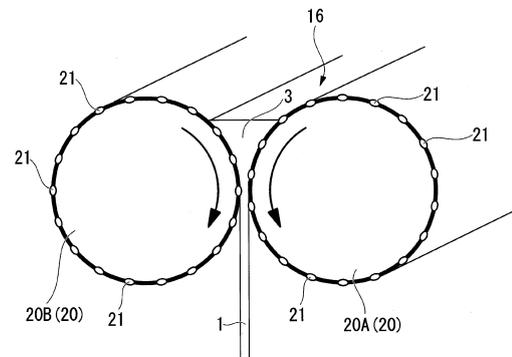
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

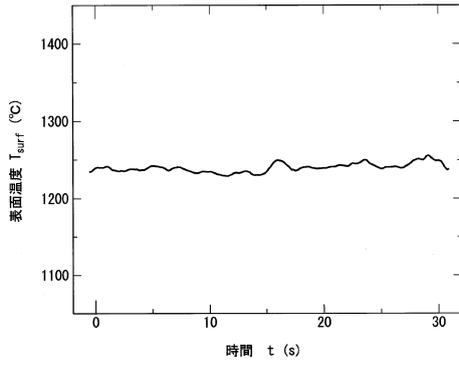


30

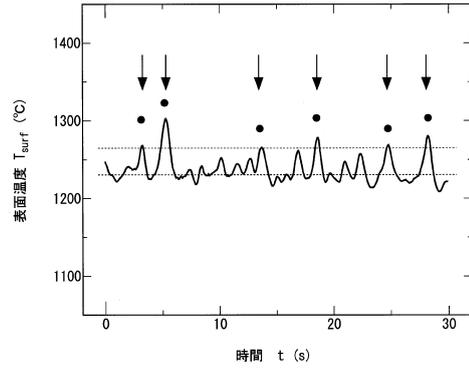
40

50

【図 9】



【図 10】

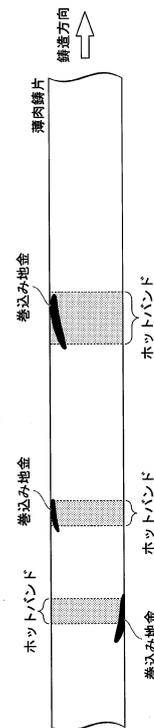


10

【図 11】



【図 12】



20

30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

(72)発明者 新井 貴士

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

審査官 坂口 岳志

(56)参考文献 特開平04-004955(JP,A)

特開平02-165849(JP,A)

特開平04-270033(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B22D 11/00 - 11/22