

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6228524号  
(P6228524)

(45) 発行日 平成29年11月8日(2017.11.8)

(24) 登録日 平成29年10月20日(2017.10.20)

(51) Int.Cl.	F 1
B22D 11/06 (2006.01)	B22D 11/06 A
B22D 11/00 (2006.01)	B22D 11/00 B
B22D 11/108 (2006.01)	B22D 11/108 A
C21C 7/00 (2006.01)	C21C 7/00 H
C21C 7/04 (2006.01)	C21C 7/04 C

請求項の数 5 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-192187 (P2014-192187)	(73) 特許権者	714003416
(22) 出願日	平成26年9月22日(2014.9.22)	日新製鋼株式会社	
(65) 公開番号	特開2015-85387 (P2015-85387A)	東京都千代田区丸の内三丁目4番1号	
(43) 公開日	平成27年5月7日(2015.5.7)	(74) 代理人	100110423
審査請求日	平成29年8月15日(2017.8.15)	弁理士	曾我 道治
(31) 優先権主張番号	特願2013-200834 (P2013-200834)	(74) 代理人	100111648
(32) 優先日	平成25年9月27日(2013.9.27)	弁理士	梶並 順
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100147500

早期審査対象出願

(74) 代理人	弁理士 田口 雅啓
(74) 代理人	100166235
(74) 代理人	弁理士 大井 一郎
(74) 代理人	100179914

弁理士 光永 和宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】連続鋳造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

取鍋内のアルミニウム脱酸が行われた溶融金属をタンディッシュ内に注入し、前記タンディッシュ内の前記溶融金属を鋳型に連続注入して金属片を鋳造する連続鋳造方法において、

前記取鍋内の前記溶融金属を前記タンディッシュ内に注入するための注入ノズルとして、前記タンディッシュ内に延びるロングノズルを前記取鍋に設けるロングノズル設置ステップと、

前記ロングノズルの出口を前記タンディッシュ内に注入された前記溶融金属に浸漬させつつ、前記ロングノズルを通じて前記タンディッシュ内に前記溶融金属を注入すると共に、前記タンディッシュ内の前記溶融金属を前記鋳型に注入する鋳造ステップと、

前記タンディッシュ内の前記溶融金属の表面を覆うようにタンディッシュパウダーを散布する散布ステップと、

前記タンディッシュパウダーを散布した前記溶融金属の周囲にシールガスとして窒素ガスを供給するシールガス供給ステップと、

前記タンディッシュ内に貯留されている状態以外の状態の前記溶融金属にカルシウム含有物を添加する添加ステップと  
を含む連続鋳造方法。

## 【請求項2】

前記溶融金属はチタンを成分として含有する請求項1に記載の連続鋳造方法。

10

20

**【請求項 3】**

前記カルシウム含有物を、前記溶融金属の铸造前の工程である精炼工程で添加する請求項1または2に記載の連續铸造方法。

**【請求項 4】**

前記カルシウム含有物は、前記タンディッシュから前記铸造型に前記溶融金属を注入するためのノズルの内壁面に含まれる請求項1～3のいずれか一項に記載の連續铸造方法。

**【請求項 5】**

前記タンディッシュパウダーを散布する前では、シールガスとしてアルゴンガスを前記タンディッシュ内の前記溶融金属の周囲に供給する請求項1～4のいずれか一項に記載の連續铸造方法。

10

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

この発明は、連續铸造方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

金属の一種であるステンレス鋼の製造工程では、電気炉で原料を溶解して溶銑が生成され、生成された溶銑は、転炉、真空脱ガス装置でステンレス鋼の特性を低下させる炭素を除去する脱炭処理等を含む精炼が行われて溶鋼とされ、その後、溶鋼が連續铸造されることによって凝固して板状のスラブ等を形成する。なお、精炼工程では、溶鋼の最終的な成分の調整が行われる。

20

**【0003】**

連續铸造工程では、溶鋼は、取鍋からタンディッシュに注がれ、さらに、タンディッシュから連續铸造用の铸造型の中に注がれて铸造される。このとき、最終的な成分調整後の溶鋼が、大気中の窒素又は酸素と反応して窒素の含有量を増大させること又は酸化されるのを防ぐために、タンディッシュ内における取鍋から铸造型に至る溶鋼の周囲には、溶鋼表面を大気から遮断するシールガスが供給される。

例えば、特許文献1には、シールガスとしてアルゴンガスを使用する連鉄(連續铸造)スラブの製造方法が記載されている。

**【先行技術文献】**

30

**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開平4-284945号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

特許文献1の製造方法のように、シールガスとしてアルゴンガスを使用すると、溶鋼内に取り込まれたアルゴンガスが気泡として残り、連鉄スラブの表面及びその近傍において、アルゴンガスによる気泡欠陥、つまり表面欠陥が生じやすい。そして、連鉄スラブに表面欠陥が生じると、所要の品質を確保するために表面を削り取る必要があり、コストが増大するという問題がある。このため、本発明者は、不活性ガスとして、溶鋼内で気泡として残存しにくい窒素をシールガスとして使用し、さらに、窒素の溶鋼への溶け込みを防ぐために溶鋼表面にパウダー層を形成して窒素と溶鋼とを遮断する技術を開発した。

40

**【0006】**

また、ステンレス鋼には、酸化しやすいチタン等を成分として含む鋼種がある。このような鋼種のステンレス鋼の精炼工程では、脱炭素用に吹精される酸素とチタンとの反応を防ぐために、酸素とさらに反応しやすいアルミニウムを添加して溶鋼中の酸素を除去するアルミニウム脱酸が行われる。アルミニウムは、酸素と反応してアルミナとなることによって、溶鋼中の酸素を取り除く。しかしながら、アルミナの融点は2020と高いため、溶鋼中のアルミナは、溶鋼の温度が低下する铸造工程で析出し、例えばタンディッシュ

50

から鋳型へのノズルの内壁に付着・堆積して閉塞があることがある。このため、本発明者は、タンディッシュ内の溶鋼にCa含有物を添加して、アルミナをより低融点のアルミニウムカルシウムに変化させてノズルの閉塞を防止する対策をとってきた。

【0007】

しかしながら、タンディッシュ内においてCa含有物を添加する際にシールガスである窒素が溶鋼中に混入し、混入した窒素が溶鋼中の成分と接触して反応することで生成される生成物が、スラブの表面近傍に介在物として析出して表面欠陥を生じさせるという問題が生じた。

【0008】

この発明はこのような問題点を解決するためになされたものであり、アルミニウム脱酸が行われた溶鋼（溶融金属）の鋳造時におけるタンディッシュから鋳型へのノズルの閉塞を防止しつつ、溶鋼を鋳造したスラブ（金属片）における表面欠陥の低減を図る連続鋳造方法を提供することを目的とする。10

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するために、この発明に係る連続鋳造方法は、取鍋内のアルミニウム脱酸が行われた溶融金属をタンディッシュ内に注入し、タンディッシュ内の溶融金属を鋳型に連続注入して金属片を鋳造する連続鋳造方法において、取鍋内の溶融金属をタンディッシュ内に注入するための注入ノズルとして、タンディッシュ内に延びるロングノズルを取鍋に設けるロングノズル設置ステップと、ロングノズルの注出口をタンディッシュ内に注入された溶融金属に浸漬させつつ、ロングノズルを通じてタンディッシュ内に溶融金属を注入すると共に、タンディッシュ内の溶融金属を鋳型に注入する鋳造ステップと、タンディッシュ内の溶融金属の表面を覆うようにタンディッシュパウダーを散布する散布ステップと、タンディッシュパウダーを散布した溶融金属の周囲にシールガスとして窒素ガスを供給するシールガス供給ステップと、タンディッシュ内に貯留されている状態以外の状態の溶融金属にカルシウム含有物を添加する添加ステップとを含む。20

【0010】

溶融金属はチタンを成分として含有してもよい。

カルシウム含有物を、溶融金属の鋳造前の工程である精錬工程で添加してもよい。

カルシウム含有物は、タンディッシュから鋳型に溶融金属を注入するためのノズルの内壁面に含まれてもよい。30

タンディッシュパウダーを散布する前では、シールガスとしてアルゴンガスをタンディッシュ内の溶融金属の周囲に供給してもよい。

【発明の効果】

【0011】

この発明に係る連続鋳造方法によれば、アルミニウム脱酸が行われた溶融金属の鋳造時におけるタンディッシュから鋳型へのノズルの閉塞を防止しつつ、溶融金属を鋳造した金属片における表面欠陥を低減することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】ステンレス鋼の製造工程における二次精錬工程及び鋳造工程を示す模式図である。40

【図2】この発明の実施の形態1に係る連続鋳造方法で用いる連続鋳造装置の構成を示す模式図である。

【図3】連続鋳造時における図2のタンディッシュの状態を示す模式図である。

【図4】この発明の実施の形態2に係る連続鋳造方法で用いる連続鋳造装置の構成を示す模式図である。

【図5】実施例1～5での連続鋳造時におけるタンディッシュの浸漬ノズルでの析出物の堆積状況を比較した図である。

【発明を実施するための形態】

50

## 【0013】

実施の形態1.

以下、この発明の実施の形態1に係る連続鋳造方法について添付図面に基づいて説明する。なお、以下の実施の形態では、二次精錬工程でアルミニウム脱酸を必要とするステンレス鋼の1つであるチタン(Ti)を成分として含有するステンレス鋼の連続鋳造方法について説明する。

## 【0014】

まず、ステンレス鋼の製造は、溶解工程、一次精錬工程、二次精錬工程、及び鋳造工程がこの順で実施されて行われる。

溶解工程では、ステンレス製鋼用の原料となるスクラップ及び合金などが電気炉で溶解されて溶銑が生成され、生成された溶銑は転炉に注銑される。さらに、一次精錬工程では、転炉内の溶銑に酸素を吹精することによって含有されている炭素を除去する粗脱炭処理が行われ、それによりステンレス溶鋼と酸化物及び不純物を含むスラグとが生成する。また、一次精錬工程では、ステンレス溶鋼の成分が分析され、目的とする成分に近づけるために合金を投入する成分の粗調整も実施される。さらに、一次精錬工程で生成したステンレス溶鋼は、取鍋に出鋼されて二次精錬工程に移される。

## 【0015】

図1を参照すると、二次精錬工程では、ステンレス溶鋼1は、取鍋2と共に真空酸素脱炭装置(真空脱ガス装置、VODとも呼ばれ、以下、VODと称す)10内に入れられ、仕上げ脱炭処理、最終的な脱硫、酸素・窒素・水素などの脱ガス処理、及び介在物の除去等がなされる。そして、ステンレス溶鋼1が上述の処理を受けることによって、製品としての目的の特性を有するステンレス溶鋼が生成する。なお、二次精錬工程では、ステンレス溶鋼1の成分が分析され、目的とする成分にさらに近づけるために合金を投入する、成分の最終的な調整も実施される。ここで、ステンレス溶鋼1は、溶融金属を構成している。

## 【0016】

VOD10は、内部に取鍋2を入れることができる真空槽11を有している。取鍋2には、一次精錬工程において酸化物等の不純物を含むスラグが除去された後のステンレス溶鋼1が入れられている。真空槽11は、内部の空気を外部に排出するための排気管11aを有しており、排気管11aは図示しない真空ポンプ及び蒸気エジェクターに接続されるように構成されている。

また、VOD10は、真空槽11の外部から内部に延び且つ真空槽11内で取鍋2の上部からステンレス溶鋼1に酸素を吹精するように構成された酸素ガスランス12を有している。ステンレス溶鋼1では、含有炭素は、吹精される酸素と反応して一酸化炭素に酸化されることによって除去される。そして、真空槽11内を減圧することによって、含有炭素の上記反応が促進される。

## 【0017】

さらに、VOD10は、取鍋2の底部からステンレス溶鋼1に攪拌用のアルゴン(Ar)ガスを送るためのアルゴンガスランス13と、上方から取鍋2内のステンレス溶鋼1に合金を投入するための合金ホッパ14とを、真空槽11に有している。

真空槽11内のステンレス溶鋼1には、酸素と反応しやすいTiが成分として添加される。このため、Tiを添加する前に、ステンレス溶鋼1に含有される未反応の酸素を除去するために、脱酸剤(脱酸素剤)として、Tiよりも酸素との反応性が高いアルミニウム(A1)含有合金が、合金ホッパ14から添加されるように構成されている。A1含有合金中のA1は、酸素と反応してアルミナ(A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)となり、A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の多くは、Arガスによる攪拌によって凝集してスラグ内に吸収される。なお、ステンレス溶鋼1に含有する窒素及び水素は、真空槽11内を減圧することによってステンレス溶鋼1から除去される。

## 【0018】

鋳造工程では、取鍋2が真空槽11から取り出されて連続鋳造装置(CC)100にセ

10

20

30

40

50

ットされる。取鍋 2 内のステンレス溶鋼 1 は、連続铸造装置 100 に注ぎ込まれ、さらに連続铸造装置 100 が備える铸型 105 によって、例えば金属片としてスラブ状のステンレス鋼片 1c に铸造される。铸造されたステンレス鋼片 1c は、次の図示しない圧延工程において、熱間圧延又は冷間圧延され熱間圧延鋼帯又は冷間圧延鋼帯とされる。

【0019】

さらに、連続铸造装置 (CC) 100 の構成の詳細を説明する。

図 2 を参照すると、連続铸造装置 100 は、取鍋 2 から送られるステンレス溶鋼 1 を一時的に貯留しつつ铸型 105 に送るための容器であるタンディッシュ 101 を有している。タンディッシュ 101 は、上部が開放した本体 101b と、本体 101b の開放した上部を閉鎖し外部と遮断する上蓋 101c と、本体 101b の底部から延びる浸漬ノズル 101d とを有している。そして、タンディッシュ 101 では、本体 101b 及び上蓋 101c によってこれらの内部に閉鎖された内部空間 101a が形成される。浸漬ノズル 101d は、入口 101e で本体 101b の底部から内部空間 101a 内に開口している。

【0020】

また、取鍋 2 は、タンディッシュ 101 の上方にセットされ、取鍋 2 の底部には、上蓋 101c を貫通して内部空間 101a 内に延びる注入ノズルとしてのロングノズル 3 が接続されている。そして、ロングノズル 3 の下方先端の注出口 3a が、内部空間 101a で開口している。また、ロングノズル 3 と上蓋 101c との間は、シールされ気密性が保たれている。

【0021】

上蓋 101c には、複数のガス供給ノズル 102 が設けられている。ガス供給ノズル 102 は、図示しないガスの供給源に接続されており、内部空間 101a 内に上方から下方に向かって所定のガスを送出する。また、ロングノズル 3 は、この所定のガスがその内部に供給されるように構成されている。

【0022】

さらに、上蓋 101c には、内部空間 101a 内に上方から下方に向かってタンディッシュパウダー (以下、TD パウダーと呼ぶ) 5 を送出するためのパウダーノズル 103 が設けられている。パウダーノズル 103 は、図示しない TD パウダー供給源に接続されている。なお、TD パウダー 5 は、合成スラグ剤等からなり、ステンレス溶鋼 1 の表面を覆うことによって、ステンレス溶鋼 1 の表面の酸化防止作用、ステンレス溶鋼 1 の保温作用、ステンレス溶鋼 1 の介在物を溶解吸収する作用等を、ステンレス溶鋼 1 に対して奏する。

【0023】

また、浸漬ノズル 101d の上方には、上下方向に移動可能な棒状のストッパ 104 が設けられており、ストッパ 104 は、上蓋 101c を貫通してタンディッシュ 101 の内部空間 101a から外部にわたって延在している。

ストッパ 104 は、下方に移動することによってその先端で浸漬ノズル 101d の入口 101e を閉鎖することができる他、入口 101e を閉鎖した状態から上方に引き上げられることによって、引き上げ量に応じて入口 101e の開口面積を調節し、タンディッシュ 101 内のステンレス溶鋼 1 を浸漬ノズル 101d 内に流入させると共に流入量を制御することができるように構成されている。また、ストッパ 104 と上蓋 101c との間は、シールされ気密性が保たれている。

【0024】

また、タンディッシュ 101 の底部から外部に突出する浸漬ノズル 101d の先端 101f は、下方の铸型 105 の貫通穴 105a 内に延在し、その側方で開口している。

貫通穴 105a は、矩形断面を有し上下に铸型 105 を貫通している。貫通穴 105a は、その内壁面が図示しない一次冷却機構によって水冷されるように構成され、内部のステンレス溶鋼 1 を冷却して凝固させ所定の断面の铸片 1b を形成する。

さらに、铸型 105 の貫通穴 105a の下方には、铸型 105 によって形成された铸片 1b を下方に引き出して移送するためのロール 106 が間隔をあけて複数設けられている。また、ロール 106 の間には、铸片 1b に対して散水して冷却するための図示しない二

10

20

30

40

50

次冷却機構が設けられている。

【0025】

次に、本実施の形態1に係る連続鋳造方法による連続鋳造装置100及びその周辺の動作を説明する。

図1及び図2をあわせて参照すると、一次精錬後、転炉から取鍋2に移されたステンレス溶鋼1は、取鍋2に入れられた状態でVOD10の真空槽11内に設置される。

【0026】

真空槽11内では、取鍋2内のステンレス溶鋼1は、アルゴンガスランス13から供給されるArガスによって攪拌を受けると共に、排気管11aに接続された真空ポンプ及び蒸気エジェクターの作用によって減圧作用を受ける。減圧作用によって、ステンレス溶鋼1は、含有する窒素及び水素を放出してその含有量を低下させる。さらに、ステンレス溶鋼1は、酸素ガスランス12から酸素が吹精されることによって、含有する炭素を酸素と反応させてその含有量を低下させる。また、酸素との反応性が高いTiが成分として添加されるステンレス溶鋼1には、合金ホッパ14から、Tiよりも酸素との反応性が高い脱酸剤としてのAl含有合金が添加され、Al含有合金がステンレス溶鋼1を脱酸した後にTiが添加される。また、ステンレス溶鋼1の成分を構成する成分調整用の合金等も添加される。Al含有合金中のAlは、ステンレス溶鋼1中の酸素と反応してアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)となり、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の多くはスラグ中に吸収され、一部がステンレス溶鋼1中に残る。このステンレス溶鋼1中のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、前述のとおりタンディッシュ101から鋳型105への浸漬ノズル101dの内壁に付着して閉塞させるため、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をより低融点のアルミニン酸カルシウムに変化させて浸漬ノズル101dの閉塞を防止することを目的に、フェロシリコンタイプの合金であるフェロシリカルシウム(FeSiCa)合金及び金属カルシウムの少なくとも1つがステンレス溶鋼1に添加される。また、ステンレス溶鋼1には、硫黄の含有量を低下させるために脱硫も実施される。

ここで、FeSiCa合金及び金属カルシウムは、カルシウム含有物を構成している。

【0027】

上述のような不純物の除去及び成分調整が完了した(つまり二次精錬が完了した)ステンレス溶鋼1は、取鍋2と共に真空槽11から連続鋳造装置100に移される。

図2及び図3をあわせて参照すると、取鍋2は、タンディッシュ101の上方に設置される。さらに、取鍋2の底部にはロングノズル3が取り付けられ、ロングノズル3における注出口3aを有する先端がタンディッシュ101の内部空間101aに延びている。このとき、ストッパ104は、浸漬ノズル101dの入口101eを閉鎖している。

【0028】

次に、ガス供給ノズル102からタンディッシュ101の内部空間101a内に、シールガス4として不活性ガスであるArガス4aが噴射されると共に、ロングノズル3の内部にもArガス4aが供給される。これによって、タンディッシュ101の内部空間101a及びロングノズル3内に存在していた不純物を含む空気が、タンディッシュ101の外部に押し出され、内部空間101a及びロングノズル3内はArガス4aで満たされる。つまり、取鍋2からタンディッシュ101の内部空間101aが、Arガス4aで満たされる。

【0029】

その後、取鍋2に設けられた図示しないバルブが開放され、取鍋2内のステンレス溶鋼1が、重力の作用によってロングノズル3内を流下し、タンディッシュ101の内部空間101a内に流入する。つまり、タンディッシュ101内は、図3の工程Aに示す状態となる。

このとき、流入したステンレス溶鋼1は、内部空間101aに充満するArガス4aによって周囲がシールされ空気と接触しないため、空気中に含まれ且つステンレス溶鋼1への溶解性を有する窒素(N<sub>2</sub>)のステンレス溶鋼1への溶け込みによるN<sub>2</sub>成分の増加が抑制される。これにより、窒素成分(N)とステンレス溶鋼1に成分として含有されるTiとが接触して反応することによるTiNの生成が抑えられる。なお、TiNは、クラス

10

20

30

40

50

ター化してステンレス溶鋼1中で大型介在物（例えば、230μmの径程度）として存在するようになる。しかしながら、TiNによる大型介在物の発生が抑えられるため、冷却されて固化したステンレス溶鋼1内において、TiNが大型介在物として析出することが抑えられる。

【0030】

また、タンディッシュ101内では、ロングノズル3の出口3aから流下するステンレス溶鋼1が溜まっているステンレス溶鋼1の表面1aをたたき込むことによって、少量であるがArガス4aがステンレス溶鋼1に巻き込まれて混入する。しかしながら、Arガス4aは、ステンレス溶鋼1と反応を起こしたりしない。

【0031】

そして、タンディッシュ101内では、次々に流入するステンレス溶鋼1によって、その表面1aが上昇する。上昇する表面1aがロングノズル3の出口3aの近傍となると、出口3aから流下するステンレス溶鋼1による表面1aのたたき込みが小さくなり周囲の気体の巻き込み量も少なくなるため、パウダーノズル103からステンレス溶鋼1の表面1aに向かって、TDパウダー5が散布される。TDパウダー5は、表面1a上の全体を覆うように散布される。

【0032】

TDパウダー5の散布後、ガス供給ノズル102からは、Arガス4aに換えて、不活性ガスである窒素(N<sub>2</sub>)ガス4bが噴射される。これにより、タンディッシュ101の内部空間101a内では、Arガス4aが外部に押し出され、TDパウダー5とタンディッシュ101の上蓋101cとの間の領域が、N<sub>2</sub>ガス4bで満たされる。

【0033】

このとき、ステンレス溶鋼1の表面1a上に層状に堆積したTDパウダー5が、ステンレス溶鋼1の表面1aとN<sub>2</sub>ガス4bとの接触を遮断し、N<sub>2</sub>ガス4bのステンレス溶鋼1への溶け込みを防ぐ。これにより、ステンレス溶鋼1に成分として含有されるTiと窒素成分(N)との接触が抑制されてTiNの生成が抑制されるため、ステンレス溶鋼1中におけるTiNによる大型介在物の発生が抑えられ、冷却されて固化したステンレス溶鋼1内においてもTiNが大型介在物として析出することが抑えられる。

【0034】

また、二次精錬工程では、脱酸処理で発生したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の一部がスラグに吸収されずにステンレス溶鋼1中に残留する。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、融点が2020と高いため、ステンレス溶鋼1中で析出してクラスター化し、固化後のステンレス溶鋼1中でも大型介在物として存在するようになる。さらに、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、ステンレス溶鋼1中で析出することによって、浸漬ノズル101dの内側及びその近傍に付着・堆積し浸漬ノズル101dを閉塞することもある。

【0035】

しかしながら、ステンレス溶鋼1中には、二次精錬工程でFeSiCa合金及び金属カルシウムの少なくとも1つが添加されており、これらFeSiCa合金及び金属カルシウムは、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に対してアルミニン酸カルシウム(12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)に変化させる反応を起こす。12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の融点よりも大幅に低い1400の融点を有しており、ステンレス溶鋼1中で溶解して分散している。よって、12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、ステンレス溶鋼1において、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のように大型介在物として析出して存在するようなく、さらに、浸漬ノズル101dの内側及びその近傍に付着・堆積してこれを閉塞させることもない。

【0036】

従って、FeSiCa合金及び金属カルシウムの少なくとも1つを添加することによって、ステンレス溶鋼1中に残留していたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が析出した場合においても、12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>となり溶解して分散される。さらに、FeSiCa合金及び金属カルシウムの少なくとも1つの添加は、タンディッシュ101内にあるステンレス溶鋼1に対して行われないため、ステンレス溶鋼1を覆っているTDパウダー5の層を乱すことがない

10

20

30

40

50

。これにより、乱れたT Dパウダー5の層からN<sub>2</sub>ガス4bがステンレス溶鋼1に溶け込んでステンレス溶鋼1中のTiと反応するようなことが防がれる。つまり、T Dパウダー5の層が乱れることによるTiNの生成が防がれる。

なお、ステンレス溶鋼1のSi含有量が低く規制されている場合は、カルシウム含有物質としてFeSiCa合金を使用するとSi含有量が規制値を外れる恐れがあるため、金属カルシウム及び後述するドロマイトイタライタ層が設けられたタンディッシュ101の浸漬ノズルの少なくとも一方を使用することが好ましい。

#### 【0037】

また、タンディッシュ101の内部空間101a内では、上昇する表面1aがロングノズル3の注出口3aをステンレス溶鋼1に浸漬させ、さらに内部空間101aにおけるステンレス溶鋼1の深さが所定深さDとなると、ストッパ104が上昇される。それにより、内部空間101a内のステンレス溶鋼1が、浸漬ノズル101d内を通って鋳型105の貫通穴105a内に流入し、鋳造が開始する。また、同時に、取鍋2内のステンレス溶鋼1は、ロングノズル3を通って内部空間101aに継続して注出され、内部空間101aには新たなステンレス溶鋼1が補充される。このとき、タンディッシュ101内は、図3の工程Bに示すような状態となる。

鋳造中、タンディッシュ101では、ロングノズル3の注出口3aをステンレス溶鋼1に浸漬させつつ、ステンレス溶鋼1が所定深さDの近傍の深さを維持し、ステンレス溶鋼1の表面1aがほぼ一定の位置になるように、浸漬ノズル101dからのステンレス溶鋼1の流出量及びロングノズル3を通じたステンレス溶鋼1の流入量が調節される。

#### 【0038】

なお、内部空間101aにおけるステンレス溶鋼1の深さが所定深さDのとき、ロングノズル3は、注出口3aがステンレス溶鋼1の表面1aから約100~150mmの深さとなるように、ステンレス溶鋼1に貫入していることが好ましい。上記の深さよりも深くロングノズル3が貫入すると、内部空間101aに溜まっているステンレス溶鋼1の内圧による抵抗によって、注出口3aからのステンレス溶鋼1の注出が困難になる。一方、上記の深さよりも浅くロングノズル3が貫入すると、鋳造時に所定の位置付近に維持するよう制御されるステンレス溶鋼1の表面1aが変動して注出口3aが露出することがあり、この場合、注出されたステンレス溶鋼1が表面1aをたたき込み、N<sub>2</sub>ガス4bを巻き込み混入させる可能性があるためである。

#### 【0039】

また、鋳型105の貫通穴105a内に流入したステンレス溶鋼1は、貫通穴105aを流通する過程で図示しない一次冷却機構によって冷却され、貫通穴105aの内壁面側を凝固させて凝固シェル1baを形成する。なお、貫通穴105aの内壁面には、浸漬ノズル101dの先端101f側からモールドパウダーが供給される。モールドパウダーは、ステンレス溶鋼1の表面でスラグ溶融化する、貫通穴105a内のステンレス溶鋼1の表面の酸化を防止する、鋳型105と凝固シェル1baとの間を潤滑する、貫通穴105a内のステンレス溶鋼1の表面を保温する等の役割を果たす。

#### 【0040】

凝固シェル1baとその内部の未凝固のステンレス溶鋼1とによって鋳片1bが形成され、鋳片1bは、ロール106によって両側から挟まれて下方に向かって引き出される。引き出された鋳片1bは、ロール106の同士の間を通って送られる過程で、図示しない二次冷却機構によって散水冷却され、内部のステンレス溶鋼1を完全に凝固させる。これにより、鋳片1bがロール106によって鋳型105から引き出されつつ、新たな鋳片1bが鋳型105内で形成されることで、鋳型105からロール106の延在方向の全体にわたって連続する鋳片1bが形成される。さらに、ロール106により送り出された鋳片1bが切断されることによって、スラブ状のステンレス鋼片1cが形成される。

#### 【0041】

そして、ストッパ104には、鋳型105の貫通穴105a内のステンレス溶鋼1の表面が一定高さとなるように、浸漬ノズル101dの入口101eの開放面積を調節する

10

20

30

40

50

制御がなされる。これによって、ステンレス溶鋼1の流入量が制御される。さらに、入口101eからのステンレス溶鋼1の流出量と同等になるように、取鍋2からのロングノズル3を通じたステンレス溶鋼1の流入量が調節される。これにより、タンディッシュ101の内部空間101a内におけるステンレス溶鋼1の表面1aは、ステンレス溶鋼1の深さが所定深さDの近傍を維持する状態で、鉛直方向にほぼ一定の位置を維持するように制御される。このとき、ロングノズル3は、その先端の注出口3aをステンレス溶鋼1に浸漬させている。そして、上述のように、タンディッシュ101内において、注出口3aをステンレス溶鋼1に浸漬させつつ、ステンレス溶鋼1の表面1aの鉛直方向の位置をほぼ一定に維持した铸造状態を、定常状態と呼ぶ。

## 【0042】

10

よって、定常状態で铸造が行われている間、ロングノズル3から流入するステンレス溶鋼1による表面1a及びTDパウダー5のたたき込みが生じないため、N<sub>2</sub>ガス4bは、TDパウダー5によってステンレス溶鋼1から遮断された状態を維持する。これにより、N<sub>2</sub>ガス4bのステンレス溶鋼1への溶け込みが防がれる。

## 【0043】

また、取鍋2内のステンレス溶鋼1が無くなると、取鍋2からロングノズル3が取り外され、ロングノズル3をタンディッシュ101に残した状態で、ステンレス溶鋼1を含む別の取鍋2に取り替えられる。取り替えられた取鍋2には、再びロングノズル3が接続される。また、この取鍋2の交換作業中も铸造作業は継続して実施され、このため、タンディッシュ101の内部空間101aにおけるステンレス溶鋼1の表面1aが下降する。この取鍋2の交換作業中も、N<sub>2</sub>ガス4bの内部空間101aへの供給は継続される。そして、タンディッシュ101内は、図3の工程Cに示すような状態となる。

20

## 【0044】

なお、取鍋2の交換作業中、内部空間101aにおいてステンレス溶鋼1の表面1aがロングノズル3の注出口3aよりも下方とならないように、ストッパ104によって浸漬ノズル101dの入口101eの開口面積を調節し、ステンレス溶鋼1の流出量、つまり铸造速度が制御される。上述のように複数の取鍋2内のステンレス溶鋼1を連続して铸造することによって、铸片1bでは、取鍋2の取り替え時に起因する継ぎ目をなくすことができる。さらに、取鍋2が変わる毎に铸造の初期等で铸片1bの品質が変化することも低減される。そして、1つの取鍋2毎に铸造を終了する場合に必要であった工程であるタンディッシュ101にステンレス溶鋼1を溜めて铸造を開始するまでの工程の省略が可能となる。

30

## 【0045】

さらに、铸造が進行して交換した取鍋2内のステンレス溶鋼1が無くなり铸造を終了する場合、取鍋2及びロングノズル3が取り除かれ、タンディッシュ101内は、図3の工程Dに示すような状態となる。このとき、ステンレス溶鋼1の新たな流下がなくたたき込み等による表面1a及びTDパウダー5の乱れが生じないため、铸造終了まで、N<sub>2</sub>ガス4bのステンレス溶鋼1への溶け込みが防がれる。

## 【0046】

40

また、ロングノズル3の注出口3aが内部空間101a内のステンレス溶鋼1に浸漬する前(図3の工程A参照)においても、注出口3aとタンディッシュ101の本体101bの底部との距離が短いこと、注出口3aとステンレス溶鋼1の表面1aとの距離が短いこと、及び、ステンレス溶鋼1による表面1aのたたき込みが注出口3aの浸漬までの短時間に限られることによって、ステンレス溶鋼1への空気及びArガス4aの巻き込みによる混入が低減している。

## 【0047】

50

なお、ステンレス溶鋼1による表面1aのたたき込みが発生する状態のときにArガスの代わりにシールガスとしてN<sub>2</sub>ガス4bを使用する、或いは、表面1aにTDパウダー5を散布してシールガスとしてN<sub>2</sub>ガス4bを使用すると、N<sub>2</sub>ガス4bがステンレス溶鋼1に過度に溶解してその成分を製品として不適合なものにすると共にTiNによる多量

の介在物を生じさせる可能性がある。このため、ロングノズル3の注出口3aが浸漬するまでの鋳造初期に内部空間101aに溜められたステンレス溶鋼1から鋳造されたステンレス鋼片1cの全てを廃棄する必要が生じる可能性がある。しかしながら、鋳造初期にArガス4aを使用することによって、ステンレス溶鋼1の成分を変化させずに所要の範囲に収めることができると共にTiNの発生を防ぐことができる。また、二次精錬工程で生成したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、FeSiCa合金及び金属カルシウムの少なくとも1つによって12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に変えられてステンレス溶鋼1に溶解している。よって、鋳造初期の僅かな空気又はArガス4aが混入したステンレス溶鋼1から鋳造されたステンレス鋼片1cは、大型介在物を含まず且つ所要の成分構成を有しているため、混入したArガス4aにより発生する気泡を除去するための表面切削がなされた後、製品として使用することができる。10

#### 【0048】

また、鋳造初期の後から鋳造終了までの鋳造時間の大部分を占める、鋳造初期以外の時期に鋳造されたステンレス鋼片1cは、鋳造初期に混入した空気及びArガス4aの影響を受けなくなっている、TDパウダー5によってN<sub>2</sub>ガス4bの混入が防がれてもいる。このため、鋳造初期以外の時期に鋳造されたステンレス鋼片1cは、二次精錬後の状態から窒素含有量を増加させず、混入する気体の気泡化による表面欠陥の発生も防いでいる。

#### 【0049】

さらに、TDパウダー5によってN<sub>2</sub>ガス4bからステンレス溶鋼1が遮断されるため、ステンレス溶鋼1ではTiNの生成量が大きく抑えられる。さらに、二次精錬工程で生成したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、FeSiCa合金及び金属カルシウムの少なくとも1つによって12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に変えられてステンレス溶鋼1に溶解している。20

よって、鋳造初期以外の時期に鋳造されたステンレス鋼片1cは、大型介在物及び気泡による表面欠陥の発生が大きく抑えられ、製品としてそのまま使用することができる。

#### 【0050】

実施の形態2.

この発明の実施の形態2に係る連続鋳造方法では、実施の形態1に係る連続鋳造方法における二次精錬工程でのステンレス溶鋼1へのFeSiCa合金及び金属カルシウムの添加を行わず、タンディッシュ101の浸漬ノズルの内壁面にこれを覆うドロマイトグラファイト層を形成するようにしたものである。30

なお、実施の形態2において、前出した図における参照符号と同一の符号は、同一または同様な構成要素であるので、その詳細な説明は省略する。

#### 【0051】

図4を参照すると、連続鋳造装置100のタンディッシュ101の本体101bの底部からは、実施の形態1と同様にして、浸漬ノズル101dが、鋳型105の貫通穴105a内に伸びている。さらに、浸漬ノズル101dの内壁面及び先端101fの内壁面の全体はそれぞれ、ドロマイトグラファイトからなる内側層201d及び201fで覆われている。そして、内側層201dは、ストッパ104が嵌る入口201eを形成している。

#### 【0052】

ドロマイトグラファイトは、成分として、MgO(酸化マグネシウム)、CaO(酸化カルシウム)及びC(炭素)を含む。ドロマイトグラファイトの成分構成の一例として、MgO:24.0質量%、CaO:39.0質量%、C:35.0質量%からなるものがある。そして、ドロマイトグラファイトは、下記の式(1)に示すように反応して、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を低融点の12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に変える。40



よって、ドロマイトグラファイトは、実施の形態1でステンレス溶鋼1に添加したFeSiCa合金及び金属カルシウムと同様の作用を奏する。

ここで、内側層201d及び201fのドロマイトグラファイトは、Ca含有物を構成している。

#### 【0053】

50

このため、鋳造中、浸漬ノズル 101d 内に流入するステンレス溶鋼 1 では、含有される  $Al_2O_3$  は  $12CaO \cdot 7Al_2O_3$  に変化し、ステンレス溶鋼 1 内に溶解して分散する。よって、浸漬ノズル 101d 及びその周辺で  $Al_2O_3$  が付着・堆積することが抑制されると共に、鋳造後のステンレス鋼片 1c において  $Al_2O_3$  が大型介在物として析出することによる表面欠陥の発生が大きく抑えられる。

さらに、ドロマイトグラファイトは、タンディッシュ 101 内にあるステンレス溶鋼 1 に対して添加されるわけではないため、ステンレス溶鋼 1 を覆っている TD パウダー 5 の層を乱すことがない。これにより、乱れた TD パウダー 5 を介して  $N_2$  ガス 4b がステンレス溶鋼 1 に溶け込むことが防がれ、TiN が大型介在物として析出することによる表面欠陥の発生が大きく抑えられる。

10

#### 【0054】

また、この発明の実施の形態 2 に係る連続鋳造方法に関するその他の構成及び動作は、実施の形態 1 と同様であるため、説明を省略する。

さらに、実施の形態 2 における連続鋳造方法によれば、上記実施の形態 1 の連続鋳造方法と同様な効果が得られる。

また、実施の形態 2 におけるドロマイトグラファイトからなる内側層 201d 及び 201f を、実施の形態 1 における浸漬ノズル 101d に適用してもよい。これにより、ステンレス溶鋼 1 中の  $Al_2O_3$  がより確実に  $12CaO \cdot 7Al_2O_3$  に変えられる。

#### 【0055】

##### (実施例)

20

以下、実施の形態 1 及び 2 に係る連続鋳造方法を用いてステンレス鋼片を鋳造した実施例を説明する。

Ti 添加フェライト系ステンレス鋼について、実施の形態 1 及び 2 の連続鋳造方法を用いてステンレス鋼片であるスラブを鋳造した実施例 1 ~ 5 と、比較例 1 とを比較した。

#### 【0056】

実施例 1 ~ 3 は、実施の形態 1 の連続鋳造方法に対応し、二次精錬工程で FeSiCa 合金が添加される例である。

実施例 4 は、実施の形態 1 の連続鋳造方法に対応し、二次精錬工程で金属カルシウムが添加される例である。

実施例 5 は、実施の形態 2 の連続鋳造方法に対応し、タンディッシュの浸漬ノズルの内壁面にドロマイトグラファイトからなる層が設けられる例である。なお、実施例 5 におけるステンレス鋼の化学成分構成の規格は、実施例 4 におけるステンレス鋼の化学成分構成の規格と同じである。

30

#### 【0057】

比較例 1 は、実施の形態 1 の連続鋳造方法において、Ca 含有物として、二次精錬工程で FeSiCa 合金及び金属カルシウムを添加せず、タンディッシュ内にある TD パウダーで覆われたステンレス溶鋼に対して CaSiワイヤを投入した例である。

#### 【0058】

また、以下の検出結果は、実施例では、鋳造初期を除く定常状態で鋳造されたスラブからサンプリングしたものであり、比較例では、鋳造開始からの実施例のサンプリング時期と同時期に鋳造されたスラブからサンプリングしたものである。

40

実施例及び比較例のそれぞれについて、ステンレス鋼の化学成分構成の規格を表 1 に示し、シールガスの種類、注入ノズルの種類、TD パウダーの使用の有無、及びステンレス溶鋼に加えられる Ca 含有物からなる鋳造条件を表 2 に示す。

#### 【0059】

【表1】

	化学成分(質量%)						
	C	Cr	Si	Mn	Ti	Al	N
実施例1	0.014以下	11.00	0.60	0.70以下	0.25	0.05以下	0.030以下
実施例2	0.030以下	11.00	0.60	0.70以下	0.30	0.15以下	0.030以下
実施例3	0.020以下	11.00	0.30	0.70以下	0.20	0.10以下	0.030以下
実施例4, 5	0.014以下	11.50	0.20以下	0.70以下	0.30	0.07以下	0.030以下
比較例1	0.030以下	10.00	0.90	0.25	0.15	0.07以下	0.015以下

表1:実施例及び比較例におけるステンレス鋼の化学成分構成の規格

【0060】

【表2】

	シールガスの種類	注入ノズルの種類	TDパウダーの使用	Ca含有物
実施例1	N <sub>2</sub>	ロングノズル	有	FeSiCa合金
実施例2	N <sub>2</sub>	ロングノズル	有	FeSiCa合金
実施例3	N <sub>2</sub>	ロングノズル	有	FeSiCa合金
実施例4	N <sub>2</sub>	ロングノズル	有	金属カルシウム
実施例5	N <sub>2</sub>	ロングノズル	有	ドロマイトグラファイト
比較例1	N <sub>2</sub>	ロングノズル	有	CaSiワイヤ

表2:実施例及び比較例における鋳造条件

【0061】

さらに、以下の表3において、製造した多数のスラブから気泡欠陥が検出されたスラブ数の割合と、上記スラブから介在物による欠陥が検出されたスラブ数の割合とについて、実施例1～5を総合した結果と比較例1の結果との間で比較した。そして、表3では、実施例1～5については、スラブを表面研削しない場合と表面研削した場合の結果を示し、比較例1については、表面研削しない場合の結果を示している。なお、表面研削した場合については、スラブの表面を片面2mm厚(両面で4mm厚)で研削を行った。

【0062】

10

20

30

【表3】



表3: 実施例及び比較例における欠陥発生率

【 0 0 6 3 】

表3の結果から、実施例1～5は、スラブを表面研削しない場合でも、気泡欠陥の発生率が0であり、介在物による欠陥の発生率も低く抑えられている。さらに、実施例1～5は、スラブ表面を研削すれば、欠陥の発生率も0となり、非常に優秀な品質を有する。

【 0 0 6 4 】

また、図5は、実施例1～5で、スラブの铸造時におけるタンディッシュの浸漬ノズルでの析出物の堆積状況を比較したものである。図5では、横軸は、ステンレス鋼を連續して铸造した長さを示し、縦軸は、ストッパ（図2のストッパ104参照）の偏差を示す。なお、ストッパ偏差とは、タンディッシュの浸漬ノズルの入口（図1の入口101e及び図4の入口201e参照）を閉鎖したときのストッパの上下方向の位置ずれのことである。つまり、浸漬ノズルの入口に析出物の付着がない場合、ストッパ偏差は0である。一方、浸漬ノズルの入口に析出物が堆積すると、閉鎖時のストッパの位置が上方にずれるが、このずれ量がストッパ偏差となる。そして、ストッパの偏差が5mmに達すると、浸漬ノズルの入口が析出物で閉塞すると想定する。

【 0 0 6 5 】

図5において、実施例1～3では、鋳造長が伸びてもストップ偏差は1mm前後で互いに同様に推移し、浸漬ノズルの入口の閉塞は発生しない。実施例4では、鋳造長が伸びてもストップ偏差は3mm前後で同様に推移し、浸漬ノズルの入口の閉塞は発生しない。実施例5では、鋳造長が伸びてもストップ偏差は2.5mm程度までにしか達さず、浸漬ノズルの入口の閉塞は発生しない。

〔 0 0 6 6 〕

なお、上記鋼種以外にも 18Cr-1Mo-0.5Ti 系及び 22Cr-1.2Mo-Nb-Ti 系のステンレス鋼などの Ti を成分として含む鋼種について本発明を適用し、実施例 1～5 に示すような表面欠陥抑制効果及び浸漬ノズル閉塞防止が得られるこことを確認した。

また、実施の形態 1 及び 2 に係る連続铸造方法は、Ti を成分として含むステンレス鋼について説明したが、二次精錬工程でアルミニウム脱酸を必要とし且つNb を成分として含むステンレス鋼にも適用すると効果的である。

また、実施の形態 1 及び 2 に係る連続鋳造方法は、ステンレス鋼の製造に適用されているが、他の金属の製造に適用してもよい。

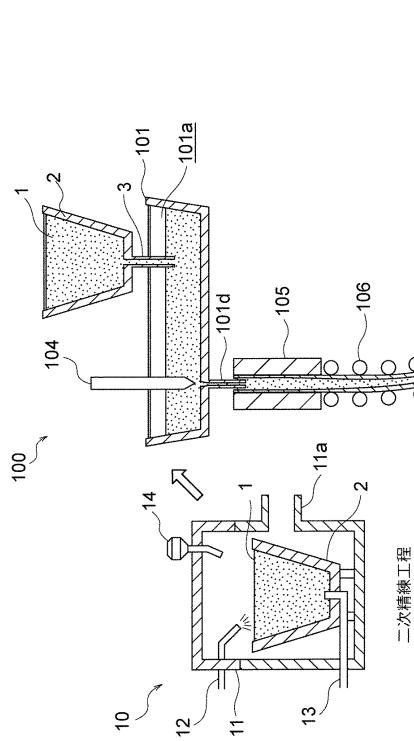
また、実施の形態 1 及び 2 に係る連続鋳造方法におけるタンディッシュ 101 での制御は、連続鋳造に適用されていたが、他の鋳造方法に適用してもよい。

## 【符号の説明】

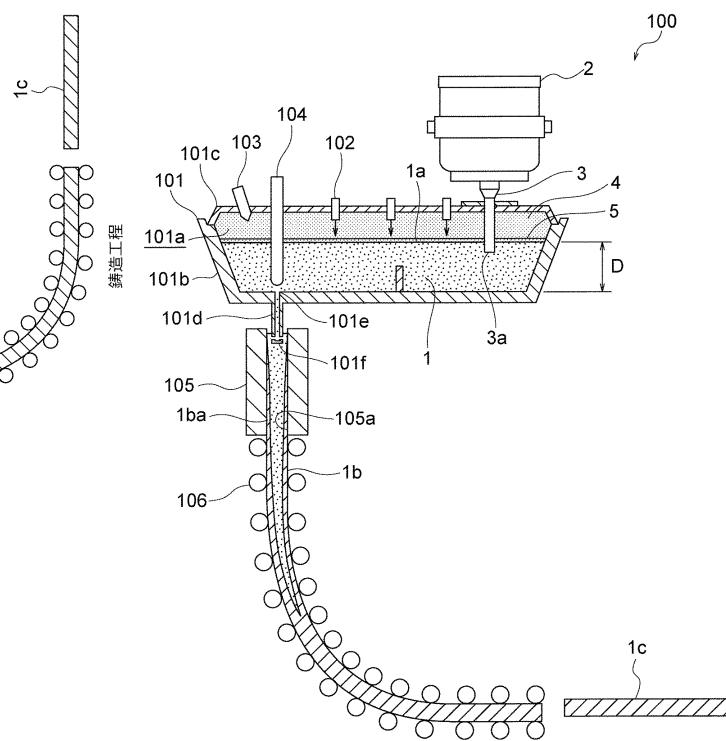
## 【0067】

1 ステンレス溶鋼（溶融金属）、1c ステンレス鋼片（金属片）、2 取鍋、3 ロングノズル（注入ノズル）、3a 注出口、4a アルゴン（Ar）ガス（シールガス）、4b 窒素（N<sub>2</sub>）ガス（シールガス）、5 タンディッシュパウダー、100 連続铸造装置、101 タンディッシュ、105 鋳型。

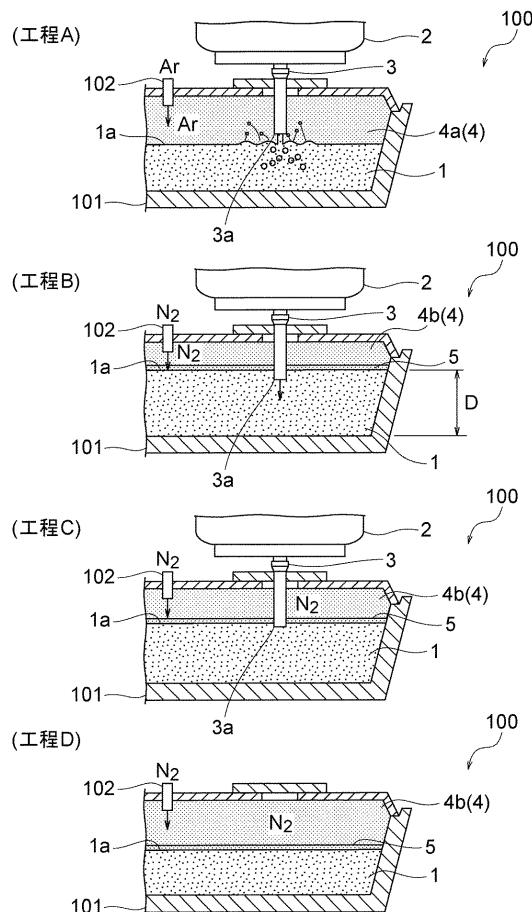
【図1】



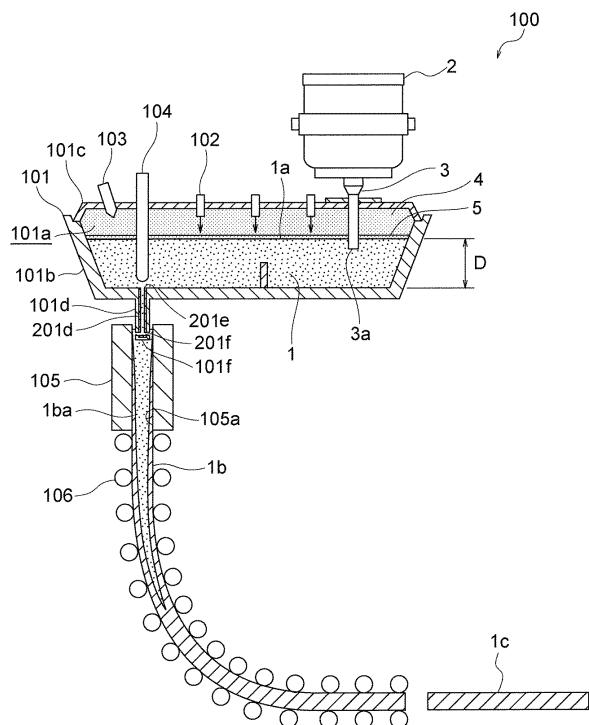
【図2】



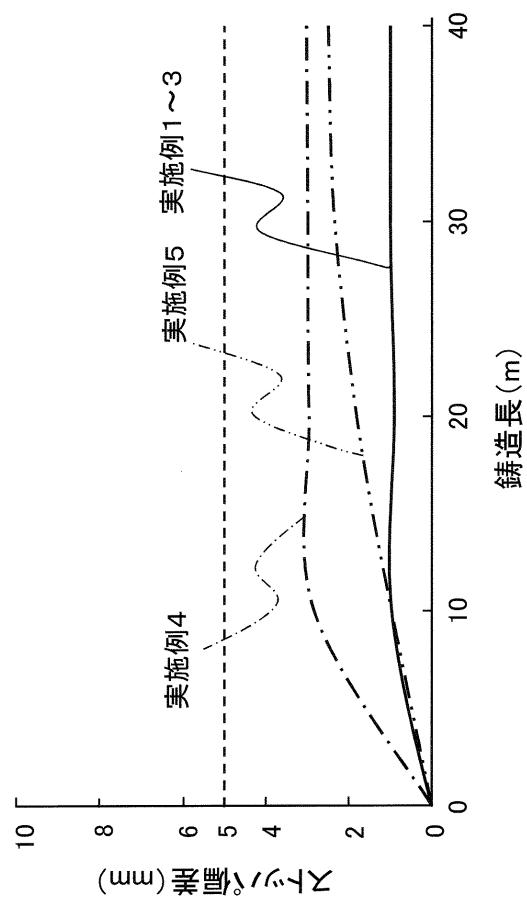
【図3】



【 図 4 】



【図5】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
C 21C 7/06 (2006.01) C 21C 7/06

(72)発明者 本田 裕樹  
山口県周南市野村南町4976番地 日新製鋼株式会社 周南製鋼所内  
(72)発明者 森川 広  
山口県周南市野村南町4976番地 日新製鋼株式会社 周南製鋼所内  
(72)発明者 長 洋聰  
山口県周南市野村南町4976番地 日新製鋼株式会社 周南製鋼所内  
(72)発明者 温品 法明  
山口県周南市野村南町4976番地 日新製鋼株式会社 周南製鋼所内

審査官 國方 康伸

(56)参考文献 特開平06-039505 (JP, A)  
特開平04-284945 (JP, A)  
特開平03-183721 (JP, A)  
特開平01-122644 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 22D 11/00 - 11/22  
C 21C 7/00 - 7/10