

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7087749号
(P7087749)

(45)発行日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(24)登録日 令和4年6月13日(2022.6.13)

(51)国際特許分類		F I			
B 2 2 D	11/22	(2006.01)	B 2 2 D	11/22	A
B 2 2 D	11/16	(2006.01)	B 2 2 D	11/16	1 0 4 P
			B 2 2 D	11/16	Z

請求項の数 3 (全11頁)

(21)出願番号	特願2018-131525(P2018-131525)	(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7月11日(2018.7.11)	(74)代理人	100106909 弁理士 棚井 澄雄
(65)公開番号	特開2020-6425(P2020-6425A)	(74)代理人	100175802 弁理士 寺本 光生
(43)公開日	令和2年1月16日(2020.1.16)	(74)代理人	100134359 弁理士 勝俣 智夫
審査請求日	令和3年3月3日(2021.3.3)	(74)代理人	100188592 弁理士 山口 洋
		(72)発明者	寺澤 壮一 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	上瀧 晴雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 金属の連続鋳造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水冷構造の鋳型を用いて鋳片を連続鋳造する金属の連続鋳造方法であって、前記鋳型に供給される冷却水量の制御モードとして、定常鋳造時における冷却水量で制御する定常流量制御モードと、前記定常鋳造時よりも少ない冷却水量で制御する低流量制御モードと、を有し、
鋳造速度を減速する過程において、鋳造速度が閾値よりも低くなった際に、前記定常流量制御モードから前記低流量制御モードへと切り替え、
鋳造速度が低い状態において、前記鋳型内における凝固シェルの成長を抑制する構成とされており、
前記定常流量制御モードから前記低流量制御モードへの切り替えを、鋳造速度を低下させる過程において、鋳造速度が前記閾値よりも低い状態が一定時間継続された時点で実施することを特徴とする金属の連続鋳造方法。

【請求項 2】

前記低流量制御モードが所定時間以上維持された際に、前記定常流量制御モードに切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の金属の連続鋳造方法。

【請求項 3】

前記鋳造速度を減速する際の時間当たりの速度変化量 に応じて、前記定常流量制御モードから前記低流量制御モードへと切り替える前記閾値を変更することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の金属の連続鋳造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水冷構造の鋳型を用いて鋳片を連続鋳造する金属の連続鋳造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

スラブ等の鋳片を製造する連続鋳造方法においては、水冷構造の鋳型内に、浸漬ノズルを用いて溶融金属を供給し、鋳型内で溶融金属を冷却して凝固シェルを成長させ、鋳片を連続的に鋳造する構成とされている。

10

ここで、上述の連続鋳造方法においては、例えば特許文献1、2に示すように、鋳型から製出された鋳片に対して直接冷却水を吹き付ける2次冷却帯において、冷却水量を制御することが行われている。

【0003】

一方、水冷構造の鋳型を用いて鋳片を連続鋳造する場合、鋳片の表面品質等を向上させるためには、鋳型内へ供給する冷却水量を制御する必要がある。

そこで、例えば特許文献3 - 5においては、鋳造速度に応じて、冷却水量を制御する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【文献】特開昭61 - 049760号公報

特開2007 - 253202号公報

特開昭49 - 107928号公報

特開昭52 - 046331号公報

特開平07 - 227659号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、鋳造終了時には、鋳片のトップ部には引け巣が生じることから、トップ部を切断除去している。ここで、引け巣の深さが長くなると、切断除去する領域が長くなり、歩留まりが低下してしまう。このため、鋳造終了時に発生する引け巣の深さを浅くすることが求められている。

30

【0006】

また、連続鋳造を実施する場合、鋳造時間の経過に伴って浸漬ノズルの閉塞が生じることがある。この場合、一旦鋳造を停止して、浸漬ノズルの交換を行う。すなわち、浸漬ノズルの閉塞が生じた場合には、浸漬ノズルを鋳型内から取り外して、新規の浸漬ノズルの準備、あるいは、浸漬ノズル内の洗浄を行い、新規の浸漬ノズルあるいは洗浄後の浸漬ノズルを、再度、鋳型内に取り付けることによって、鋳造を再開することが可能となる。

しかしながら、この浸漬ノズルの交換時には、鋳造を停止した状態において鋳型内で凝固シェルが成長するとともに倒れ込みが生じ、新規の浸漬ノズルあるいは洗浄後の浸漬ノズルを再度鋳型内に取り付けることができなくなるといった問題があった。

40

【0007】

上述のように、鋳造終了時や浸漬ノズルの交換時においては、鋳造速度が低い状態となるため、特許文献3 - 5に示すように、鋳造速度に応じて冷却水量を制御した場合には、冷却水量が不足し、モールド材等が熱劣化してしまうおそれがあった。

また、特許文献3 - 5に示すように、鋳造速度に応じて冷却水量を制御する場合には、制御が複雑となり、実作業時における外乱によって冷却水量の制御が不安定となり、鋳造を安定して実施することができなくなるといった問題があった。

【0008】

50

本発明は、前述した状況に鑑みてなされたものであって、鑄造終了時や浸漬ノズルの交換時においても、鑄型内における凝固シェルの成長を抑制し、鑄造終了後の引け巣の深さを浅くすることができ、かつ、浸漬ノズルの交換作業を効率的に行うことができるとともに、モールド材の熱劣化を抑制することができる金属の連続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】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明に係る金属の連続鑄造方法は、水冷構造の鑄型を用いて鑄片を連続鑄造する金属の連続鑄造方法であって、前記鑄型に供給される冷却水量の制御モードとして、定常鑄造時における冷却水量で制御する定常流量制御モードと、前記定常鑄造時よりも少ない冷却水量で制御する低流量制御モードと、を有し、鑄造速度を減速する過程において、鑄造速度が閾値よりも低くなった際に、前記定常流量制御モードから前記低流量制御モードへと切り替え、鑄造速度が低い状態において、前記鑄型内における凝固シェルの成長を抑制する構成とされており、前記定常流量制御モードから前記低流量制御モードへの切り替えを、鑄造速度を低下させる過程において、鑄造速度が前記閾値よりも低い状態が一定時間継続された時点で実施することを特徴としている。

10

【0010】

この構成の金属の連続鑄造方法によれば、鑄造速度を減速する過程において、鑄造速度が閾値よりも低くなった際に、前記定常流量制御モードから前記低流量制御モードへと切り替える構成とされているので、鑄造終了時及び浸漬ノズル交換時において鑄造速度が十分に低下した場合であっても、鑄型内における凝固シェルの成長が抑制されることになり、鑄造終了時においては引け巣の深さを浅くすることができ、浸漬ノズル交換時においては交換後の浸漬ノズルを鑄型内に容易に挿入することができる。

20

また、低流量制御モードとして冷却水量を確保することによって、モールド材の熱劣化を抑制することができる。

さらに、鑄造速度の閾値によって、制御モードを切り替えるといった比較的簡単な構成とされているので、外乱等で冷却水量の制御が不安定となることが抑制され、鑄造を安定して行うことができる。

【0011】

ここで、本発明の金属の連続鑄造方法においては、前記定常流量制御モードから前記低流量制御モードへの切り替えを、鑄造速度を低下させる過程において、鑄造速度が前記閾値よりも低い状態が一定時間継続された時点で実施する構成とされているので、鑄造速度のばらつきによって一時的に鑄造速度が前記閾値よりも低くなっても即座に制御モードの切り替えを行わないため、冷却水量の制御がさらに安定することになる。

30

【0012】

また、本発明の金属の連続鑄造方法においては、前記低流量制御モードが所定時間以上維持された際に、前記定常流量制御モードに切り替える構成としてもよい。

この場合、前記低流量制御モードが所定時間以上維持された場合には、強制的に前記定常流量制御モードに切り替えられるため、冷却水量が少ない状態が長時間維持されず、モールド材の熱劣化を確実に抑制することが可能となる。

40

【0013】

さらに、本発明の金属の連続鑄造方法においては、前記鑄造速度を減速する際の時間当たりの速度変化量 に応じて、前記定常流量制御モードから前記低流量制御モードへと切り替える前記閾値を変更する構成としてもよい。

この場合、前記鑄造速度を減速する際の時間当たりの速度変化量 に応じて前記閾値を変更することから、例えば鑄造を急停止する場合においても、鑄型内における凝固シェルの成長を抑制することが可能となる。

【発明の効果】

【0014】

上述のように、本発明によれば、鑄造終了時や浸漬ノズルの交換時においても、鑄型内に

50

おける凝固シェル成長を抑制し、鑄造終了後の引け巣の深さを浅くすることができ、かつ、浸漬ノズルの交換作業を効率的に行うことができるとともに、モールド材の熱劣化を抑制することができる金属の連続鑄造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態である金属の連続鑄造方法を実施する連続鑄造装置の一例を示す説明図である。

【図2】図1に示す連続鑄造装置の鑄型周辺の概略説明図である。

【図3】図2におけるX-X断面矢視図である。

【図4】図2におけるY-Y断面矢視図である。

【図5】本発明の実施形態である金属の連続鑄造方法において、鑄造速度と冷却水量との変化を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下に、本発明の実施形態である金属の連続鑄造方法について、添付した図面を参照して説明する。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。

まず、本発明の実施形態である金属の連続鑄造方法を実施する連続鑄造装置の一例について、図1から図4を参照して説明する。

【0017】

図1に示す連続鑄造装置1は、取鍋2によって転炉から溶鋼を移送し、ロングノズル3を介してタンディシュ4に溶鋼を移し、このタンディシュ4において大きな介在物を浮上分離した後、浸漬ノズル20を介して鑄型30内に溶鋼を供給し、鑄片を連続的に鑄造するものである。

鑄型30から製出された鑄片は、複数のサポートロール41からなるサポートロール群40によって、下方へと引き抜かれ、ベンディングロール42によって湾曲させられている。

【0018】

また、本実施形態である鋼の連続鑄造装置1においては、図2から図4に示すように、鑄型30と、この鑄型30内に溶鋼を吐出する浸漬ノズル20と、鑄型30内の上部の溶鋼を攪拌する電磁攪拌装置50と、浸漬ノズル20内の溶鋼に非酸化性ガスを導入する非酸化性ガス導入手段10と、を備えている。

ここで、図2及び図3に示すように、タンディシュ4と浸漬ノズル20とは、上ノズル6及びスライディングノズル7を介して接続されている。

【0019】

本実施形態における鑄型30は、図4に示すように、断面矩形状の鑄造空間を有する筒状をなしており、この鑄造空間の形状に合わせた断面の鑄片を鑄造するものである。

この鑄型30は、図4に示すように、一对の長辺壁を構成する一对の長辺モールド板31(31A、31B)と、一对の短辺壁を構成する一对の短辺モールド板32(32A、32B)と、長辺モールド板31を背面側から支持するバックプレート33と、短辺モールド板32を背面側から支持するバックプレート34と、を備えている。

【0020】

ここで、鑄型30の水平断面において、長辺モールド板31に沿った方向を鑄型幅方向とし、短辺モールド板32に沿った方向を鑄型厚さ方向とする。

本実施形態においては、短辺モールド板32(32A、32B)は、一对の長辺モールド板31(31A、31B)によって挟持され、鑄型幅方向に沿って移動可能とされており、幅の異なる鑄片を同一の鑄型30にて鑄造することができる構成とされている。

なお、上述の浸漬ノズル20は、鑄型幅方向中央及び鑄型厚さ方向中央に位置しており、吐出孔22(22A、22B)の開口部が鑄型30の短辺モールド板32(32A、32B)にそれぞれ対向するように配置されている。

【0021】

ここで、長辺モールド板31を支持するバックプレート33の背面側には、図4に示すよ

10

20

30

40

50

うに、長辺モールド板 3 1 の長辺方向（鋳型幅方向）に沿うように電磁攪拌装置 5 0 が配設されている。

この電磁攪拌装置 5 0 は、鋳型 3 0 内の溶鋼に移動磁界を発生させ、溶鋼を強制的に流動させるものである。ここで、一方の長辺モールド板 3 1 A 側の電磁攪拌装置 5 0 による移動磁界の方向と、他方の長辺モールド板 3 1 B 側の電磁攪拌装置 5 0 による移動磁界の方向と、を逆方向にすることで、鋳型 3 0 内の溶鋼には、旋回流が発生する。

【 0 0 2 2 】

浸漬ノズル 2 0 を介して供給される溶鋼には、非酸化性ガス導入手段 1 0 により、非酸化性ガスの一種であるアルゴンガスが吹き込まれている。

そして、図 2 及び図 3 に示すように、鋳型 3 0 の長辺モールド板 3 1 及び短辺モールド板 3 2 の表面には、凝固シェル S が成長することになる。

10

さらに、鋳型空間内に貯留された溶鋼の上には、溶鋼の保温と凝固シェル S と長辺モールド板 3 1 及び短辺モールド板 3 2 との間の潤滑性を確保するために、連続鋳造パウダー 9 が供給される。

【 0 0 2 3 】

そして、本実施形態である金属の連続鋳造方法においては、図 5 に示すように、鋳型 3 0 に供給される冷却水量の制御モードとして、定常鋳造時における冷却水量で制御する定常流量制御モードと、定常鋳造時よりも少ない冷却水量で制御する低流量制御モードと、を有している。

本実施形態においては、低流量制御モードにおける冷却水量は、定常流量制御モードにおける冷却水量の 4 5 % 以上 9 0 % 以下の範囲内とされている。

20

【 0 0 2 4 】

なお、低流量制御モードにおける冷却水量の下限については、鋳型 3 0 から排出される冷却水（排水）を循環して使用した場合において、鋳型 3 0 内で冷却水の沸騰が生じない排水温度となるように、設定することが好ましい。

また、低流量制御モードにおける冷却水量の上限については、鋳型 3 0 内における凝固シェル S の成長を考慮して設定することが好ましい。

【 0 0 2 5 】

ここで、図 5 に示すように、鋳造を停止するため、あるいは、浸漬ノズルを交換するために、鋳造速度を減速する過程において、鋳造速度が閾値 V_{CD} よりも低くなった際に、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替える。

30

本実施形態においては、切替保持タイマーを有しており、鋳造速度が閾値 V_{CD} よりも低い状態が T_D 時間継続した時点で、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替えるように構成されている。

【 0 0 2 6 】

ここで、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替える鋳造速度の閾値 V_{CD} については、鋳造速度を減速する際の時間当たりの速度変化量 ΔV に応じて変更するように構成されている。

具体的には、鋳造速度を減速する際の時間当たりの速度変化量 ΔV が一定以上となり、鋳造速度を急激に減速させる場合には、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替える鋳造速度の閾値 V_{CD} を高く設定し、減速過程の早期段階で低流量制御モードへと切り替えることになる。

40

【 0 0 2 7 】

さらに、本実施形態においては、固定時間式強制切替タイマーを備えている。この固定時間式強制切替タイマーにより、低流量制御モードが所定時間以上維持された際には、定常流量制御モードへと強制的に切り替えられることになる。

【 0 0 2 8 】

また、本実施形態では、鋳造開始時、あるいは、浸漬ノズルを交換後に鋳造を再開する際には、図 5 に示すように、鋳造速度を増速する過程において、鋳造速度が閾値 V_{IN} よりも高くなった際に、低流量制御モードから定常流量制御モードへと切り替える。

50

本実施形態においては、切替保持タイマーを有しており、鑄造速度が閾値 V_{IN} よりも高い状態が T_I 時間継続した時点で、低流量制御モードから定常流量制御モードへと切り替えるように構成されている。

【0029】

上述のようにして、鑄造開始から鑄造停止、及び、浸漬ノズルを交換して鑄造を再開する際において、鑄型30に供給される冷却水量が、定常流量制御モード、あるいは、低流量制御モードで制御される。

【0030】

以上のような構成とされた本実施形態である金属の連続鑄造方法によれば、鑄造を停止するため、あるいは、浸漬ノズル20を交換するために、鑄造速度を減速する過程において、鑄造速度が閾値 V_{CD} よりも低くなった際に、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替える構成とされているので、鑄造終了時、あるいは、浸漬ノズル20の交換時に鑄造速度が十分に低下した場合であっても、鑄型30内における凝固シェルSの成長が抑制されることになる。

これにより、鑄造終了時においては、引け巣の深さを浅くすることができ、歩留まりを向上させることができる。また、浸漬ノズル20の交換時には、交換後の浸漬ノズル20を鑄型30内に容易に挿入することができる。

【0031】

さらに、低流量制御モードとして冷却水量を一定量確保することにより、長辺モールド板31及び短辺モールド板32の熱劣化を抑制することができる。

さらに、鑄造速度の閾値 V_{CD} によって、制御モードを切り替えるといった比較的簡単な制御構成とされているので、外乱等で制御が不安定となることが抑制され、安定して鑄造を行うことができる。

【0032】

さらに、本実施形態においては、切替保持タイマーを有しており、鑄造速度が閾値 V_{CD} よりも低い状態が T_D 時間継続した時点で、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替えるように構成されているので、鑄造速度のばらつき（いわゆるチャタリング）によって一時的に鑄造速度が閾値 V_{CD} よりも低くなっても即座に制御モードの切り替えを行わないため、制御がさらに安定することになる。

【0033】

また、本実施形態においては、固定時間式強制切替タイマーを備えており、低流量制御モードが所定時間以上維持された際には、定常流量制御モードへと強制的に切り替えられるように構成されているので、冷却水量の少ない低流量制御モードが必要以上に維持されることがなく、長辺モールド板31及び短辺モールド板32の熱劣化を確実に抑制することが可能となる。

【0034】

さらに、本実施形態においては、鑄造速度を減速する際の時間当たりの速度変化量に応じて、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替える閾値 V_{CD} を変更する構成としており、具体的には、鑄造速度を減速する際の時間当たりの速度変化量が一定以上となり、鑄造速度を急激に減速させる場合には、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替える鑄造速度の閾値 V_{CD} を高く設定し、減速過程の早期段階で低流量制御モードへと切り替える構成としているので、鑄造を急停止する場合においても、鑄型30内における凝固シェルSの成長を抑制することが可能となる。

【0035】

また、本実施形態においては、鑄造開始時、あるいは、浸漬ノズル20を交換後に鑄造を再開する際には、図5に示すように、鑄造速度を増速する過程において、鑄造速度が閾値 V_{IN} よりも高くなった際に、低流量制御モードから定常流量制御モードへと切り替える構成とされているので、鑄造開始時、あるいは、浸漬ノズル20を交換後に鑄造を再開する際において十分に鑄造速度が増速される前に、凝固シェルSの成長を十分に抑制することができ、鑄造を安定して実施することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

以上、本発明の実施形態である金属の連続鑄造方法について説明したが、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 から図 4 に示す連続鑄造装置及び鑄型を例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、他の構成の連続鑄造装置及び鑄型であっても適用することができる。

【 0 0 3 7 】

また、本実施形態では、切替保持タイマー、及び、固定時間式強制切替タイマーを備えたものとして説明したが、これらを備えていないものであってもよい。

さらに、本実施形態では、鑄造速度を減速する際の時間当たりの速度変化量 に応じて、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替える閾値 V_{CD} を変更する構成としたが、これに限定されるものではない。

【 0 0 3 8 】

また、本実施形態では、鑄造開始時、鑄造開始時、あるいは、浸漬ノズル 20 を交換後に鑄造を再開する際に、鑄造速度を増速する過程において、鑄造速度が閾値 V_{IN} よりも高くなった際に、低流量制御モードから定常流量制御モードへと切り替える構成のものとして説明したが、これに限定されることはない。

【実施例】

【 0 0 3 9 】

以下に、本発明の効果を確認すべく実施した確認実験の結果を示す。

上述の〔発明を実施するための形態〕に記載された連続鑄造装置及び鑄型を用いて、表 1 に示す組成の炭素鋼の連続鑄造を実施した。鑄片の断面サイズは、 $2200\text{ mm} \times 3000\text{ mm}$ とした。また、定常時の鑄造速度を 1.10 mpm とした。

【 0 0 4 0 】

本発明例として、上述の〔発明を実施するための形態〕に記載されたように、鑄型に供給される冷却水量を、鑄造速度が閾値 V_{CD} よりも低くなった際に、定常流量制御モードから低流量制御モードへと切り替えるように制御を実施した。

比較例として、低流量制御モードを設けずに、鑄型に供給される冷却水量を制御した。

【 0 0 4 1 】

一旦鑄造を停止して 3 min 経過後に、対向する長辺モールド板の表面に形成された凝固シェルの倒れ込み量（長辺モールド板表面からの距離）を測定した。

また、鑄造終了後に鑄片のトップ部を 100 mm 毎に段階的に切断し、引け巣の深さを評価した。

評価結果を表 2 に示す。

【 0 0 4 2 】

【表 1】

組成(質量%)					
C	Si	Mn	P	S	Al
0.15	0.20	1.10	≤ 0.020	≤ 0.008	0.030

【 0 0 4 3 】

【表 2】

	倒れ込み量 (mm)	引け巣深さ (mm)
本発明例	20~30	700
比較例	50~100	800

10

【0044】

表 2 に示すように、鑄造停止から 3 m i n 経過後における凝固シェルの倒れ込み量は、比較例では 5 0 ~ 1 0 0 m m であったのに対して、本発明例では 2 0 ~ 3 0 m m に抑えられていた。

また、引け巣の深さについては、比較例では 8 0 0 m m であったのに対して、本発明例では 7 0 0 m m となった。

【0045】

以上のことから、本発明例によれば、鑄造終了時や浸漬ノズルの交換時においても、鑄型内における凝固シェルの成長を抑制し、鑄造終了後の引け巣の深さを浅くすることができ、かつ、浸漬ノズルの交換作業を効率的に行うことができることが確認された。

20

【符号の説明】

【0046】

2 0 浸漬ノズル

3 0 鑄型

S 凝固シェル

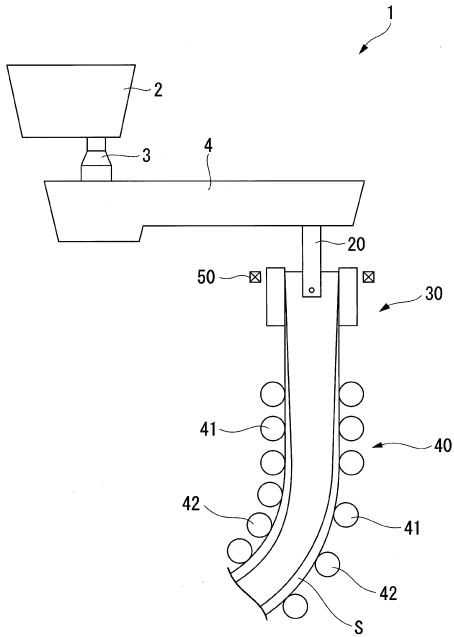
30

40

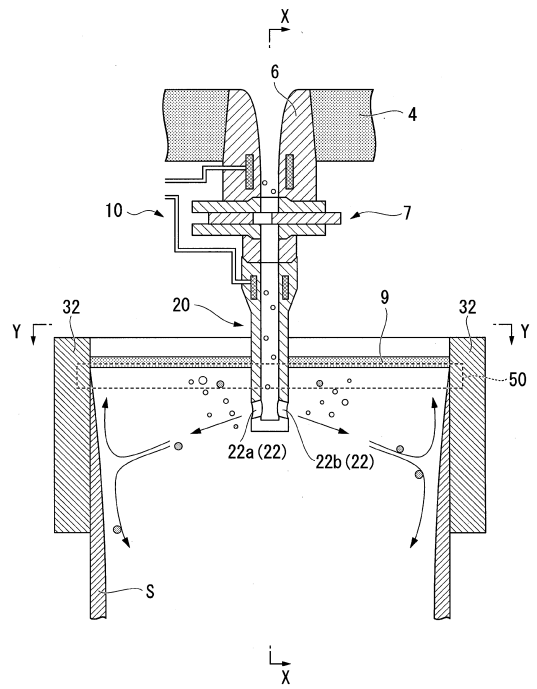
50

【図面】

【図 1】



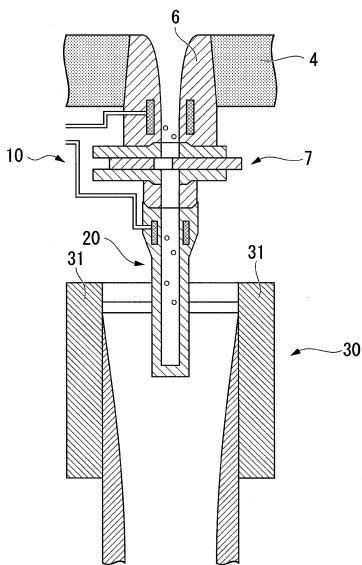
【図 2】



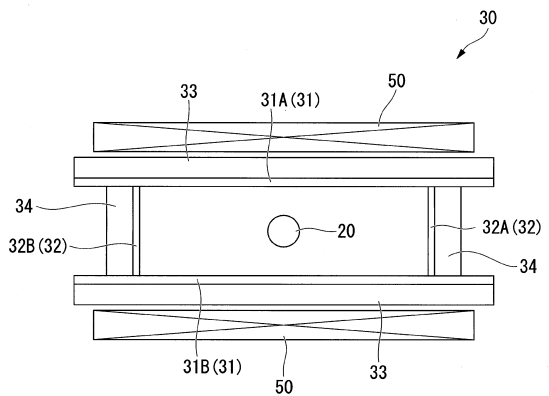
10

20

【図 3】



【図 4】

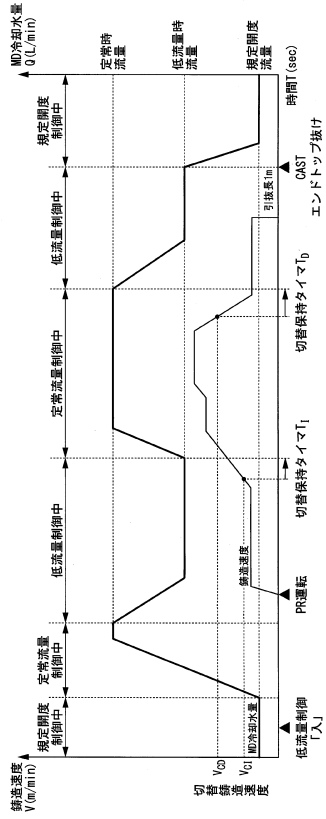


30

40

50

【 5 】



10

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 高橋 啓二
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 國方 康伸
(56)参考文献 特開平07-227659(JP,A)
特開昭53-004726(JP,A)
特開昭59-206150(JP,A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B22D11/00-11/22