

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7230597号
(P7230597)

(45)発行日 令和5年3月1日(2023.3.1)

(24)登録日 令和5年2月20日(2023.2.20)

(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
B 2 2 D 11/10 (2006.01)	B 2 2 D 11/10 3 3 0 H
B 2 2 D 41/50 (2006.01)	B 2 2 D 41/50 5 2 0

請求項の数 6 (全16頁)

(21)出願番号	特願2019-43702(P2019-43702)	(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31年3月11日(2019.3.11)	(74)代理人	100106909 弁理士 棚井 澄雄
(65)公開番号	特開2020-146690(P2020-146690 A)	(74)代理人	100175802 弁理士 寺本 光生
(43)公開日	令和2年9月17日(2020.9.17)	(74)代理人	100134359 弁理士 勝俣 智夫
審査請求日	令和3年11月4日(2021.11.4)	(74)代理人	100188592 弁理士 山口 洋
		(72)発明者	村尾 武政 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】 注湯ノズル、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双ロール式連続鋳造装置において、前記溶融金属プール部に前記溶融金属を注湯する注湯ノズルであって、

前記溶融金属プール部に配置した際に、前記冷却ロールの軸心に平行な方向に沿って延在する底面部を有するノズル本体を備え、前記ノズル本体の少なくとも側面及び底面に前記溶融金属の吐出路が形成されており、

前記吐出路は、前記冷却ロールの外周面に対向するように形成された横経路と、鉛直方向下方に向けて形成された縦経路と、を有し、

前記ノズル本体の内部に整流部材が配設されており、前記整流部材に、前記横経路を構成する第1貫通孔と、前記縦経路を構成する第2貫通孔と、が形成されており、

前記第1貫通孔と前記第2貫通孔の断面積比により、前記横経路の総断面積Aと前記縦経路の断面積Bとの比A/Bが1以上9以下の範囲内とされていることを特徴とする注湯ノズル。

【請求項2】

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双ロール式連続鋳造装置において、前記溶融金属プール部に前記溶融金属を注湯する

10

20

注湯ノズルであって、

前記溶融金属プール部に配置した際に、前記冷却ロールの軸心に平行な方向に沿って延在する底面部を有するノズル本体を備え、前記ノズル本体の少なくとも側面及び底面に前記溶融金属の吐出路が形成されており、

前記吐出路は、前記冷却ロールの外周面に対向するように形成された横経路と、鉛直方向下方に向けて形成された縦経路と、を有し、

前記ノズル本体の内部に、供給された前記溶融金属の圧力を均一化する圧損部材が配設されており、前記ノズル本体には、前記冷却ロールの外周面に対向するように開口された第1開口孔と鉛直方向下方に向けて開口した第2開口孔とが形成されており、

前記第1開口孔と前記第2開口孔の断面積比により、前記横経路の縦断面積Aと前記縦経路の断面積Bとの比A/Bが1以上9以下の範囲内とされていることを特徴とする注湯ノズル。

10

【請求項3】

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に記載の注湯ノズルが、前記溶融金属プール部に配設され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】

前記注湯ノズルの前記横経路からの吐出幅W1と前記溶融金属プール部の前記冷却ロールの軸心に平行な方向長さW2との比W2/W1が1.3以上2.5以下の範囲内とされていることを特徴とする請求項3に記載の双ロール式連続鋳造装置。

20

【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製造方法であって、

請求項1または請求項2に記載の注湯ノズルを前記溶融金属プール部に配設し、前記注湯ノズルを用いて、前記溶融金属プール部に前記溶融金属を注湯することを特徴とする薄肉鋳片の製造方法。

【請求項6】

前記注湯ノズルの前記横経路からの吐出幅W1と前記溶融金属プール部の前記冷却ロールの軸心に平行な方向長さW2との比W2/W1を1.3以上2.5以下の範囲内とすることを特徴とする請求項5に記載の薄肉鋳片の製造方法。

30

【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双ロール式連続鋳造装置において、前記溶融金属プール部に前記溶融金属を注湯する際に使用される注湯ノズル、及び、この注湯ノズルを備えた双ロール式連続鋳造装置、この注湯ノズルを用いた薄肉鋳片の製造方法に関するものである。

40

【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溶融金属プール部にタンディッシュから溶融金属を供給し、前記冷却ロールの外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。

50

【 0 0 0 3 】

上述の双ロール式連続鑄造装置においては、得られた薄肉鑄片に対して直接圧延を行うため、幅方向の板厚が不均一となると、薄肉鑄片の表面割れや圧延時の蛇行等を引き起こすおそれがある。よって、連続鑄造を安定して実施するためには、幅方向の板厚が均一な薄肉鑄片を製造する必要がある。

【 0 0 0 4 】

ここで、上述の双ロール式連続鑄造装置においては、一对の冷却ロール間に形成された溶融金属プール部が、冷却ロールの軸心に平行な方向（薄肉鑄片の幅方向）に延在する形状となる。

このため、注湯ノズルは、例えば特許文献1, 2に示すように、冷却ロールの軸心に平行な方向（薄肉鑄片の幅方向）に沿った底面部を有する構造とされており、この底面部近傍に、溶融金属の吐出路が設けられている。

10

【 0 0 0 5 】

ここで、特許文献1に記載された注湯ノズルにおいては、底面部近傍の側面に吐出孔が形成されており、タンディッシュから供給された溶融金属を、前記冷却ロールの外周面向けて吐出するように構成されている。

一方、特許文献2に記載された注湯ノズルにおいては、底面部に吐出孔が形成されており、タンディッシュから供給された溶融金属を、鉛直方向下方側に向けて、吐出するように構成されている。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 文献 】 特開平08 - 155593号公報
特開2012 - 115857号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

ここで、上述の双ロール式連続鑄造装置においては、直接数mmの板を製造するため、その後の圧下比を大きくすることができない。このことから、鑄造時の板厚分布が最終製品の板厚や形状に直結するため、鑄造時の板厚精度が重要である。

30

双ロール式連続鑄造装置において製造される薄肉鑄片の板厚変動の原因としては、以下の2つが挙げられる。

【 0 0 0 8 】

(1) 溶融金属を注湯した際に、ノズルからの吐出流がロールを駆け上がり溶融金属プール部の湯面高さが変動し、溶融金属と冷却ロールとの接触開始点（凝固開始点）が冷却ロールの幅方向で変化し、幅方向で板厚分布が生じる。

(2) 溶融金属プールの温度低下により溶融金属プール内で等軸晶が生成し、等軸晶が沈降してロールキス点近傍で凝固シェル間に巻き込まれる。等軸晶が挟まれた場所は凝固シェル厚み + 等軸晶厚みとなるため、幅方向で板厚分布が生じる。

【 0 0 0 9 】

さらに、上述の双ロール式連続鑄造装置においては、溶融金属プール部の表面に酸化物からなるスカムが生じる。このスカムが凝固シェルに巻き込まれると、薄肉鑄片の表面清浄性が低下し、欠陥の原因となる。

40

また、鑄造中に凝固シェルに破れが生じると、溶融金属が漏れ出すおそれがあるため、鑄造を中止する必要があるため、鑄造を安定して行うことができなくなる。

【 0 0 1 0 】

ここで、特許文献1に記載されたように、タンディッシュから供給された溶融金属を、前記冷却ロールの外周面向けて吐出するように構成された注湯ノズルを用いた場合には、溶融金属プール部の表面に流動が生じ、スカムの巻き込みを抑制することができる。また、ロールキス点近傍に向けて溶融金属が吐出されないため、凝固シェル破れを抑制する

50

ことができる。

しかしながら、冷却ロールの外周面に向けて吐出される溶融金属の吐出流の流量が多く、かつ、流速が速くなると、冷却ロールに衝突した溶融金属が冷却ロールの外周面に沿って駆け上がるため、湯面変動が生じやすくなり、かつ、ノズル下部で溶鋼が滞留して温度が低下し、等軸晶が発生しやすくなる。このため、板厚変動が生じるおそれがあった。

【0011】

一方、特許文献2に記載されたように、タンディッシュから供給された溶融金属を、鉛直方向下方側に向けて吐出するように構成された注湯ノズルを用いた場合には、湯面変動が生じにくく、かつ、等軸晶の生成も抑制でき、板厚変動の発生を抑制することが可能となる。

10

しかしながら、ロールキス点に向けて溶融金属が吐出されることになるため、溶融金属の吐出流の流量が多く、かつ、流速が速くなると、凝固シェル破れが生じ、安定して鑄造ができないおそれがあった。また、溶融金属プール部の湯面近傍の流動が不十分となり、溶融金属プール部の湯面に生成したスカムの巻き込みが生じるおそれがあった。

【0012】

本発明は、前述した状況に鑑みてなされたものであって、板厚変動、スカムの巻き込み及び凝固シェル破れの発生を十分に抑制でき、高品質な薄肉鑄片を安定して鑄造することが可能な注湯ノズル、この注湯ノズルを備えた双ロール式連続鑄造装置、この注湯ノズルを用いた薄肉鑄片の製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】

20

【0013】

上記課題を解決するために、本発明に係る注湯ノズルは、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・成長させて薄肉鑄片を製造する双ロール式連続鑄造装置において、前記溶融金属プール部に前記溶融金属を注湯する注湯ノズルであって、前記溶融金属プール部に配置した際に、前記冷却ロールの軸心に平行な方向に沿って延在する底面部を有するノズル本体を備え、前記ノズル本体の少なくとも側面及び底面に前記溶融金属の吐出路が形成されており、前記吐出路は、前記冷却ロールの外周面に対向するように形成された横経路と、鉛直方向下方に向けて形成された縦経路と、を有し、前記ノズル本体の内部に整流部材が配設されており、前記整流部材に、前記横経路を構成する第1貫通孔と、前記縦経路を構成する第2貫通孔と、が形成されており、前記第1貫通孔と前記第2貫通孔の断面積比により、前記横経路の縦断面積Aと前記縦経路の断面積Bとの比A/Bが1以上9以下の範囲内とされていることを特徴としている。

30

【0014】

この構成の注湯ノズルによれば、溶融金属の吐出路が、冷却ロールの外周面に対向するように形成された横経路と、鉛直方向下方に向けて形成された縦経路と、を有しているので、溶融金属は、冷却ロールの外周面に向けて吐出されるとともに、鉛直方向下方側に向けて吐出されることになる。

そして、前記横経路の断面積Aと前記縦経路の断面積Bとの比A/Bが1以上9以下の範囲内とされているので、横経路から前記冷却ロールの外周面に向けて吐出される溶融金属の吐出流の流量及び流速が抑えられることになり、湯面変動の発生を抑制することが可能となる。また、鉛直方向下方に吐出することにより、ノズル直下での温度低下を抑制し、等軸晶の生成を抑制することが可能となる。これにより、板厚変動の発生を抑制することができる。

40

また、前記冷却ロールの外周面に向けて吐出される溶融金属の吐出流の流量及び流速が一定量確保されることになり、スカムの巻き込みを抑制することができる。

さらに、縦経路から鉛直方向下方側に向けて吐出される溶融金属の吐出流の流量及び流速が抑えられるので、凝固シェル破れの発生を抑制でき、安定して鑄造を行うことが可能となる。

【0016】

50

また、ノズル本体の内部に配設した整流部材に、前記横経路を構成する第1貫通孔と、前記縦経路を構成する第2貫通孔と、を形成し、前記第1貫通孔と前記第2貫通孔の断面積比により、前記横経路の断面積Aと前記縦経路の断面積Bとの比 A/B を1以上9以下の範囲内としているので、横経路から前記冷却ロールの外周面に向けて吐出される熔融金属の吐出流の流量及び流速、及び、縦経路から鉛直方向下方側に向けて吐出される熔融金属の吐出流の流量及び流速を抑えることが可能となる。

【0017】

また、本発明の注湯ノズルは、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おいて、前記熔融金属プール部に前記熔融金属を注湯する注湯ノズルであって、前記熔融金属プール部に配置した際に、前記冷却ロールの軸心に平行な方向に沿って延在する底面部を有するノズル本体を備え、前記ノズル本体の少なくとも側面及び底面に前記熔融金属の吐出路が形成されており、前記吐出路は、前記冷却ロールの外周面に対向するように形成された横経路と、鉛直方向下方に向けて形成された縦経路と、を有し、前記ノズル本体の内部に、供給された前記熔融金属の圧力を均一化する圧損部材が配設されており、前記ノズル本体には、前記冷却ロールの外周面に対向するように開口された第1開口孔と鉛直方向下方に向けて開口した第2開口孔とが形成されており、前記第1開口孔と前記第2開口孔の断面積比により、前記横経路の断面積Aと前記縦経路の断面積Bとの比 A/B が1以上9以下の範囲内とされていることを特徴としている。

【0018】

この場合、ノズル本体の内部に配設した圧損部材によって、ノズル本体に供給された熔融金属の圧力を均一化することができる。よって、ノズル本体に設けられた第1開口孔と第2開口孔の断面積比を調整して、前記横経路の断面積Aと前記縦経路の断面積Bとの比 A/B を1以上9以下の範囲内とすることにより、横経路から前記冷却ロールの外周面に向けて吐出される熔融金属の吐出流の流量及び流速、及び、縦経路から鉛直方向下方側に向けて吐出される熔融金属の吐出流の流量及び流速を抑えることが可能となる。

【0019】

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、上述の注湯ノズルが、前記熔融金属プール部に配設されていることを特徴としている。

【0020】

この構成の双ロール式連続鋳造装置によれば、上述の注湯ノズルを用いているので、横経路から前記冷却ロールの外周面に向けて吐出される熔融金属の吐出流の流量及び流速、及び、縦経路から鉛直方向下方側に向けて吐出される熔融金属の吐出流の流量及び流速を抑えることができ、板厚変動、スカムの巻き込み及び凝固シェル破れの発生を十分に抑制でき、高品質な薄肉鋳片を安定して鋳造することができる。

【0021】

ここで、本発明の双ロール式連続鋳造装置においては、前記注湯ノズルの前記横経路からの吐出幅 $W1$ と前記熔融金属プール部の前記冷却ロールの軸心に平行な方向長さ $W2$ との比 $W2/W1$ が1.3以上2.5以下の範囲内とされていることが好ましい。

この場合、前記注湯ノズルの前記横経路からの吐出幅 $W1$ と前記熔融金属プール部の前記冷却ロールの軸心に平行な方向長さ $W2$ との比 $W2/W1$ が1.3以上2.5以下の範囲内とされているので、前記冷却ロールの軸心に平行な方向に均一に熔融金属を吐出することができるとともに、熔融金属の吐出流の流量を十分に抑えることができる。

【0022】

本発明に係る薄肉鋳片の製造方法は、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製造方法であって、上述の注湯ノズル

ルを前記溶融金属プール部に配設し、前記注湯ノズルを用いて、前記溶融金属プール部に前記溶融金属を注湯することを特徴としている。

【0023】

この構成の薄肉鋳片の製造方法によれば、上述の注湯ノズルを用いているので、横経路から前記冷却ロールの外周面に向けて吐出される溶融金属の吐出流の流量及び流速、及び、縦経路から鉛直方向下方側に向けて吐出される溶融金属の吐出流の流量及び流速を抑えることができ、板厚変動、スカムの巻き込み及び凝固シェル破れの発生を十分に抑制でき、高品質な薄肉鋳片を安定して製造することができる。

【0024】

ここで、本発明の薄肉鋳片の製造方法においては、前記注湯ノズルの前記横経路からの吐出幅 $W1$ と前記溶融金属プール部の前記冷却ロールの軸心に平行な方向長さ $W2$ との比 $W2/W1$ を1.3以上2.5以下の範囲内とすることが好ましい。

10

この場合、前記注湯ノズルの前記横経路からの吐出幅 $W1$ と前記溶融金属プール部の前記冷却ロールの軸心に平行な方向長さ $W2$ との比 $W2/W1$ が1.3以上2.5以下の範囲内とされているので、前記冷却ロールの軸心に平行な方向に均一に溶融金属を吐出することができるとともに、溶融金属の吐出流の流量を十分に抑えることができる。

【発明の効果】

【0025】

上述のように、本発明によれば、板厚変動、スカムの巻き込み及び凝固シェル破れの発生を十分に抑制でき、高品質な薄肉鋳片を安定して製造することが可能な注湯ノズル、この注湯ノズルを備えた双ロール式連続鋳造装置、この注湯ノズルを用いた薄肉鋳片の製造方法を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の実施形態である注湯ノズルを備えた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】本発明の実施形態である注湯ノズルの概略説明図である。

【図3】図2に示す注湯ノズルに備えられた整流部材の概略説明図である。

【図4】本発明の他の実施形態である注湯ノズルの概略説明図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0027】

以下に、本発明の実施形態である注湯ノズル、及び、薄肉鋳片の製造方法について、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。

【0028】

本実施形態では、溶融金属として溶鋼を用いており、鋼材からなる薄肉鋳片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、3.0~3.5% 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。

40

また、本実施形態では、製造される薄肉鋳片1の幅が500mm以上2000mm以下の範囲内、厚さが1mm以上5mm以下の範囲内とされている。

また、本実施形態では、溶鋼流量が2.5kg/s以上35kg/s以下の範囲とされている。

【0029】

本実施形態である双ロール式連続鋳造装置10は、図1に示すように、一对の冷却ロール11、11と、薄肉鋳片1を曲げるベンダーロール12、12と、薄肉鋳片1を支持するピンチロール13、13と、一对の冷却ロール11、11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11、11とサイド堰15とによって画成された

50

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 を供給する注湯ノズル 20 と、を備えている。

ここで、溶鋼プール部 16 の湯面の面積（上面視して冷却ロール 11 とサイド堰 15 とに囲まれた領域の面積）は、 0.0035 m^3 以上 0.08 m^3 以下の範囲内とされている。

【0030】

この双ロール式連続鋳造装置 10 においては、溶鋼 3 が回転する冷却ロール 11, 11 に接触して冷却されることにより、冷却ロール 11, 11 の周面の上で凝固シェル 5、5 が成長し、一对の冷却ロール 11, 11 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 が鋳造される。

10

【0031】

そして、本実施形態である注湯ノズル 20 においては、図 2 (a) に示すように、ノズル本体 21 と、このノズル本体 21 の内部に挿入される内ノズル 26 と、を備えている。

内ノズル 26 は、図 2 (a) に示すように、管状をなしており、ノズル本体 21 の上部から挿入されている。なお、この内ノズル 26 においては、溶鋼の供給孔が底面部に形成されている場合、あるいは、下方の側壁部に形成されている場合がある。

【0032】

ノズル本体 21 は、内ノズル 26 が挿入される上部開口部が設けられた上部領域 21a と、溶鋼プール部 16 に配置した際に冷却ロール 11 の軸心に平行な方向に沿った底面形状を有する下部領域 21b と、上部領域 21a と下部領域 21b との連結する連結部 21c と、を備えている。

20

この下部領域 21b には、図 2 (a), (b) に示すように、側面に形成された第 1 開口孔 22A と、底面に形成された第 2 開口孔 22B と、が設けられている。

本実施形態においては、この第 1 開口孔 22A 及び第 2 開口孔 22B は、それぞれ下部領域 21b の冷却ロール 11 の軸心に平行な方向に延在するスリット状に形成されている。

【0033】

なお、ノズル本体 21 及び内ノズル 26 は、使用に耐え得る十分な強度、耐熱性等を有する耐火物で構成されていることが好ましく、具体的には、 $\text{CaO} \cdot \text{ZrO}_2$ 質、 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 SiC 、 C 、 BN 等、あるいは、これらの混合物で構成することができる。

30

ノズル本体 21 及び内ノズル 26 の材質は、使用状況に応じて、適宜選択することが好ましい。例えば、鋳造する材質（鋼種）に対する反応性等を考慮して選択することになる。本実施形態では、ノズル本体 21 及び内ノズル 26 の材質は、アルミナグラファイト（ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{C}$ ）とした。

【0034】

そして、本実施形態である注湯ノズル 20 においては、上述のノズル本体 21 の下部領域 21b の内部に、整流部材 30 が配置されている。本実施形態である整流部材 30 は、図 3 に示すように、側面視して底辺が上辺よりも小さい台形形状をなしている。

この整流部材 30 においては、高さ方向（図 3 において Z 方向）に延在して、整流部材 30 の下部側面に開口する第 1 貫通孔 31 と、整流部材 30 の厚さ方向（図 3 において Y 方向）中央部において高さ方向（図 3 において Z 方向）に延在して、整流部材 30 の底面に開口する第 2 貫通孔 32 と、が設けられている。

40

【0035】

本実施形態では、図 3 に示すように、第 1 貫通孔 31 は、複数の貫通孔が整流部材 30 の幅方向（図 3 において X 方向）に並列するように配置されて構成されており、溶鋼 3 を幅方向に均一に吐出することが可能な構成されている。なお、貫通孔の孔径 D とピッチ（貫通孔中心間距離）P の比 P/D を 1.3 以上 2.5 以下の範囲内とすることが好ましい。P/D を 1.3 以上とすることで、整流部材 30 の強度を確保し易くなる。一方、P/D を 2.5 以下とすることで、溶鋼 3 を均一に吐出し易くなる。

なお、第 2 貫通孔 32 は、図 3 に示すように、スリット状に形成されているが、前記の

50

ように貫通孔を形成してもよい。

【0036】

ここで、第1貫通孔31は、ノズル本体21の第1開口孔22Aに連通するように構成されており、第2貫通孔32は、ノズル本体21の第2開口孔22Bに連通するように構成されている。

このように、第1貫通孔31及び第1開口孔22Aにより、冷却ロール11の外周面に対向するように形成された横経路が形成され、第2貫通孔32及び第2開口孔22Bにより、鉛直方向下方に向けて形成された縦経路が形成され、これら横経路及び縦経路からなる吐出路により、溶鋼3が溶鋼プール部16へと供給されることになる。

【0037】

そして、溶鋼3の吐出路においては、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bが1以上9以下の範囲内とされている。水モデル実験の結果、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bが9超となると、横経路の吐出路からの流動が大きくなり、ロールへ駆け上がり、水面変動が生じた。また流動・伝熱の数値解析の結果、経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bが1未満となると、ロールキス点での温度分布に大きな差が生じ、シェル破れが生じる危険性があることが分かった。

なお、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bの下限は2以上であることが好ましく、3以上であることがさらに好ましい。また、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bの上限は7以下であることが好ましく、5以下であることがさらに好ましい。

【0038】

本実施形態では、上述のように、第1貫通孔31及び第1開口孔22Aにより横経路が形成され、第2貫通孔32及び第2開口孔22Bにより縦経路が形成されているので、第1貫通孔31と第2貫通孔32の断面積比により、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bが1以上9以下の範囲内に調整されている。なお、第1貫通孔31の断面積は、第1貫通孔31を構成する複数の貫通孔の断面積の合計となる。

【0039】

なお、整流部材30は、使用に耐え得る十分な強度、耐熱性等を有する耐火物で構成されていることが好ましく、具体的には、CaO・ZrO₂質、Al₂O₃、MgO、CaO、SiO₂、ZrO₂、SiC、C、BN等、あるいは、これらの混合物で構成することができる。

整流部材30の材質は、使用状況に応じて、適宜選択することが好ましい。例えば、鋳造する材質（鋼種）に対する反応性等を考慮して選択することになる。本実施形態では、整流部材30をCaO・ZrO₂質で構成した。

【0040】

そして、本実施形態である双ロール式連続鋳造装置10においては、上述の注湯ノズル20が、溶鋼プール部16に配設されており、注湯ノズル20の横経路からの吐出幅W1（本実施形態では、第1開口孔22Aの開口幅）と溶鋼プール部16における冷却ロール11の軸心に平行な方向長さW2（すなわち、薄肉鋳片1の幅）との比W2/W1が1.3以上2.5以下の範囲内とされている。水モデル実験の結果、横経路からの吐出幅W1と冷却ロール11の軸心に平行な方向長さW2との比W2/W1が1.3未満となると、横方向吐出路からの流動が均一にならず、スカムの流動が阻害され、スカム巻き込みが生じた。また横経路からの吐出幅W1と冷却ロール11の軸心に平行な方向長さW2との比W2/W1が2.5超となると、横経路からの吐出流量が多くなり、経路の吐出路からの流動が大きくなり、ロールへ駆け上がり、水面変動が生じた。

なお、注湯ノズル20の横経路からの吐出幅W1と溶鋼プール部16における冷却ロール11の軸心に平行な方向長さW2との比W2/W1の下限は2以上であることが好ましく、3以上であることがさらに好ましい。また、注湯ノズル20の横経路からの吐出幅W1と溶鋼プール部16における冷却ロール11の軸心に平行な方向長さW2との比W2/W1の上限は7以下であることが好ましく、5以下であることがさらに好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

次に、上述した双ロール式連続鑄造装置 1 0 を用いた本実施形態である薄肉鑄片の製造方法について説明する。

【 0 0 4 2 】

一対の冷却ロール 1 1、1 1 とサイド堰 1 5 によって形成された溶鋼プール部 1 6 に、タンディッシュ 1 8 から注湯ノズル 2 0 を介して溶鋼 3 を供給するとともに、一対の冷却ロール 1 1、1 1 を回転方向 R に向けて、すなわち、一対の冷却ロール 1 1、1 1 同士が近接する領域が薄肉鑄片 1 の引抜方向（図 1 においては下方向）に向かうように、それぞれの冷却ロール 1 1、1 1 を回転させる。

【 0 0 4 3 】

すると、冷却ロール 1 1 の周面には、凝固シェル 5 が形成される。そして、冷却ロール 1 1 の周面の上で凝固シェル 5 が成長し、一対の冷却ロール 1 1、1 1 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り、所定厚みの薄肉鑄片 1 が鑄造される。

【 0 0 4 4 】

ここで、本実施形態においては、タンディッシュ 1 8 から内ノズル 2 6 を介してノズル本体 2 1 内に溶鋼 3 が供給される。

そして、整流部材 3 0 の第 1 貫通孔 3 1 及びノズル本体 2 1 に設けられた第 1 開口孔 2 2 A によって構成された横経路を介して、溶鋼 3 が冷却ロール 1 1 の外周面に向けて吐出されるとともに、整流部材 3 0 の第 2 貫通孔 3 2 及びノズル本体 2 1 に設けられた第 2 開口孔 2 2 B によって構成された縦経路を介して、溶鋼 3 が鉛直方向下方側に向けて吐出されることになる。

【 0 0 4 5 】

以上のような構成とされた本実施形態である注湯ノズル 2 0 によれば、第 1 貫通孔 3 1 及び第 1 開口孔 2 2 A によって構成された横経路の断面積 A と、第 2 貫通孔 3 2 及び第 2 開口孔 2 2 B によって構成された縦経路の断面積 B との比 A / B が 1 以上 9 以下の範囲内とされている。横経路の断面積 A と縦経路の断面積 B との比 A / B が 9 以下とされているので、横経路から冷却ロール 1 1 の外周面に向けて吐出される溶鋼 3 の吐出流の流量及び流速が抑えられることになり、溶融金属のロールへの駆け上りを抑え、湯面変動の発生を抑制できる。また、縦方向からの吐出流によりノズル直下の温度を等軸晶の発生を抑制することが可能となる。これにより、製出される薄肉鑄片 1 の板厚変動を抑制することができる。また、横経路の断面積 A と縦経路の断面積 B との比 A / B が 1 以上のため高温の溶融金属による薄い凝固シェル破りを防止することができる。また、冷却ロール 1 1 の外周面に向けて吐出される溶鋼 3 の吐出流の流量及び流速が一定量確保されることになり、湯面近傍において溶鋼 3 の流動が確保され、スカムの巻き込みを抑制することができる。

【 0 0 4 6 】

さらに、本実施形態においては、ノズル本体 2 1 の内部に整流部材 3 0 が配設されており、整流部材 3 0 に、横経路を構成する第 1 貫通孔 3 1 と、縦経路を構成する第 2 貫通孔 3 2 と、が形成されており、第 1 貫通孔 3 1 と第 2 貫通孔 3 2 の断面積比により、横経路の断面積 A と縦経路の断面積 B との比 A / B が 9 以下とされているので、横経路から冷却ロール 1 1 の外周面に向けて吐出される溶鋼 3 の吐出流の流量及び流速が抑えられることになり、溶融金属のロールへの駆け上りを抑え、湯面変動の発生を抑制できる。また、縦方向からの吐出流によりノズル直下の温度を等軸晶の発生を抑制することが可能となる。これにより、製出される薄肉鑄片 1 の板厚変動を抑制することができる。また、横経路の断面積 A と縦経路の断面積 B との比 A / B が 1 以上のため高温の溶融金属による薄い凝固シェル破りを防止することができる。また、冷却ロール 1 1 の外周面に向けて吐出される溶鋼 3 の吐出流の流量及び流速が一定量確保されることになり、湯面近傍において溶鋼 3 の流動が確保され、スカムの巻き込みを抑制することができる。

【 0 0 4 7 】

さらに、本実施形態である双ロール式連続鑄造装置 1 0、及び、薄肉鑄片 1 の製造方法

10

20

30

40

50

によれば、上述の注湯ノズル20を用いているので、横経路から冷却ロール11の外周面に向けて吐出される溶鋼3の吐出流の流量及び流速、及び、縦経路から鉛直方向下方側に向けて吐出される溶鋼3の吐出流の流量及び流速を抑えることができ、板厚変動、スカムの巻き込み及び凝固シェル破れの発生を十分に抑制でき、高品質な薄肉鑄片1を安定して鑄造することができる。

【0048】

また、本実施形態である双ロール式連続鑄造装置10、及び、薄肉鑄片1の製造方法において、注湯ノズル20の横経路からの吐出幅W1と溶鋼プール部16における冷却ロール11の軸心に平行な方向長さW2との比 $W2/W1$ が1.3以上2.5以下の範囲内とされている場合には、冷却ロール11の軸心に平行な方向に均一に熔融金属を吐出することができるとともに、溶鋼3の吐出流の流量を十分に抑えることができる。

10

【0049】

以上、本発明の実施形態である整流部材、注湯ノズル、双ロール式連続鑄造装置、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、ベンダーロール及び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。

【0050】

また、本実施形態である注湯ノズルにおいては、ノズル本体の内部に整流部材が配設され、この整流部材に形成された第1貫通孔及び第2貫通孔の断面積比により、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比 A/B を1以上9以下の範囲内とするものとして説明したが、これに限定されることはなく、図4に示す注湯ノズル120のように、ノズル本体121の内部に、供給された溶鋼3の圧力を均一化する圧損部材130が配設され、ノズル本体121に形成された冷却ロール11の外周面に対向するように開口された第1開口孔122Aと鉛直方向下方に向けて開口した第2開口孔122Bの断面積比により、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比 A/B を1以上9以下の範囲内としてもよい。

20

【0051】

図4に示す注湯ノズル120によれば、ノズル本体121の内部に配設した圧損部材130によって、ノズル本体121に供給された溶鋼3の圧力を均一化することが可能となる。そして、ノズル本体121に形成された第1開口孔122Aと第2開口孔122Bの断面積比を調整して横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比 A/B が9以下とされているので、横経路から冷却ロール11の外周面に向けて吐出される溶鋼3の吐出流の流量及び流速が抑えられることになり、熔融金属のロールへの駆け上りを抑え、湯面変動の発生を抑制できる。また、縦方向からの吐出流によりノズル直下の温度を等軸晶の発生を抑制することが可能となる。これにより、製出される薄肉鑄片1の板厚変動を抑制することができる。また、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比 A/B が1以上のため高温の熔融金属による薄い凝固シェル破りを防止することができる。また、冷却ロール11の外周面に向けて吐出される溶鋼3の吐出流の流量及び流速が一定量確保されることになり、湯面近傍において溶鋼3の流動が確保され、スカムの巻き込みを抑制することができる。

30

40

【0052】

なお、圧損部材130としては、フィルターとして使用される多孔質耐火物等を用いることができる。なお、多孔質耐火物としては、例えば、1インチ当たりの孔数が6個以上20個以下のものを使用することが好ましい。

また、圧損部材130は、使用に耐え得る十分な強度、耐熱性等を有する耐火物で構成されていることが好ましく、具体的には、 $CaO \cdot ZrO_2$ 質、 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 SiC 、 C 、 BN 等、あるいは、これらの混合物で構成することができる。

圧損部材130の材質は、使用状況に応じて、適宜選択することが好ましい。例えば、

50

鑄造する材質（鋼種）に対する反応性等を考慮して選択することになる。

【 0 0 5 3 】

また、ノズル本体の幅方向端面にサイド吐出孔が形成されていてもよい。このサイド吐出孔を形成することで、熔融金属の吐出流によってサイド堰を保温することが可能となる。なお、このサイド吐出孔の断面積は、横経路及び縦経路の断面積に比べて非常に小さく、例えば、横経路及び縦経路の断面積合計の10%以下とされている。このため、横経路及び縦経路からの熔融金属の吐出状況に特に影響を与えない。

【実施例】

【 0 0 5 4 】

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。

10

図1に示す双ロール式連続鑄造装置を用いて、下記の条件で、アルミ脱酸鋼（Fe - 0.001質量% C - 0.01質量% Si - 0.15質量% Mn - 0.008質量% P - 0.005質量% S - 0.03質量% Al）の薄肉鑄片を製造した。

タンディッシュ容量：5 t

冷却ロールの直径：1200 mm

鑄造幅：800 mm

鑄造雰囲気：Ar

鑄片厚み：2.0 mm

鑄片幅：800 mm

単位時間当たりの鑄造量：1.1 t / 分

20

【 0 0 5 5 】

ここで、注湯ノズルとして、表1に示す構造のものを用いた。なお、表1において、方式の欄に、「整流部材」と記載されたものは図2に示す構造の注湯ノズルであり、「圧損部材」と記載されたものは図4に示す構造の注湯ノズルとなる。また、注湯ノズルの横経路の吐出幅W1は、表2に記載のとおりとした。

そして、鑄造実験の結果、鑄造性、板厚精度、鑄片の表面清浄性を、以下のようにして評価した。

【 0 0 5 6 】

（鑄造性）

鑄造予定量を4.5 tとし、鑄片破断により、鑄造を中止した場合を「×」とし、鑄造予定量を鑄造できた場合を「○」とした。評価結果を表2に示す。

30

【 0 0 5 7 】

（板厚精度）

鑄造開始から4分後の位置の薄肉鑄片の板幅方向の板厚を、マイクロメータを用いて10 mmピッチで測定し、最大板厚と最小板厚の板厚差を平均板厚で割った指標である鑄片板厚変動率が10%を超えたものを板厚精度「×」、鑄片板厚変動率が5%超え10%以下のものを板厚精度「 \square 」、鑄片板厚変動率が5%以下のものを板厚精度「○」と評価した。評価結果を表2に示す。

【 0 0 5 8 】

（鑄片の表面清浄性）

40

鑄造開始から4分後の位置の薄肉鑄片の板幅方向の表面欠陥数を調査し、表面欠陥が7個を超える場合を表面清浄性「×」、3個超7個以下の場合を表面清浄性「 \square 」、3個以下の場合を表面清浄性「○」と評価した。評価結果を表2に示す。

【 0 0 5 9 】

【表 1】

	方式	第1 貫通孔 断面積 (mm ²)	第2 貫通孔 断面積 (mm ²)	第1 開口孔 断面積 (mm ²)	第2 開口孔 断面積 (mm ²)	横経路と 縦経路の 断面積比 A/B
本発明例	1 整流部材	1200	1200	3000	3000	1.0
	2 整流部材	1800	600	3000	3000	3.0
	3 整流部材	2000	400	3000	3000	5.0
	4 整流部材	2250	250	3000	3000	9.0
	5 整流部材	3000	750	5000	5000	4.0
	6 整流部材	2500	600	4000	4000	4.2
	7 整流部材	1700	400	2500	2500	4.3
	8 整流部材	1500	400	2200	2200	3.8
	9 圧損部材	-	-	1600	1600	1.0
	10 圧損部材	-	-	2800	320	8.8
	11 圧損部材	-	-	3800	900	4.2
	12 圧損部材	-	-	2000	500	4.0
	13 整流部材	3360	840	6000	6000	4.0
	14 整流部材	1200	300	1500	1500	4.0
	15 圧損部材	-	-	3800	950	4.0
	16 圧損部材	-	-	2000	500	4.0
比較例	1 整流部材	2400	0	3000	3000	∞(横のみ)
	2 整流部材	2240	160	3000	3000	14.0
	3 整流部材	800	1600	3000	3000	0.5
	4 整流部材	0	2400	3000	3000	0(下のみ)
	5 圧損部材	-	-	3000	300	10.0
	6 圧損部材	-	-	1050	2150	0.5

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

【表 2】

		横経路の 吐出幅 W1 (mm)	W2/W1	铸造性	板厚精度	表面清浄
本発明例	1	400	2.00	○	○	○
	2	400	2.00	○	○	○
	3	400	2.00	○	○	○
	4	400	2.00	○	○	○
	5	600	1.33	○	○	○
	6	500	1.60	○	○	○
	7	350	2.29	○	○	○
	8	320	2.50	○	○	○
	9	400	2.00	○	○	○
	10	400	2.00	○	○	○
	11	600	1.33	○	○	○
	12	320	2.50	○	○	○
	13	700	1.14	○	○	△
	14	250	3.20	○	△	○
	15	700	1.14	○	○	△
	16	250	3.20	○	△	○
比較例	1	400	2.00	○	×	○
	2	400	2.00	○	×	○
	3	400	2.00	×	-	-
	4	400	2.00	×	-	-
	5	400	2.00	○	×	○
	6	400	2.00	×	-	-

【0061】

縦経路が形成されず、横経路のみが形成された比較例 1 においては、板厚精度が「×」となった。冷却ロールの外周面に向けて吐出される溶鋼の吐出流の流量が多く、かつ、流速が速くなり、冷却ロールに衝突した溶鋼が冷却ロールの外周面に沿って駆け上がって湯面変動が生じたため、及び、ノズル直下で溶鋼が滞留し、溶鋼温度が低下し、等軸晶が発生したためと推測される。

【0062】

横経路が形成されず、縦経路のみが形成された比較例 4 においては、铸造予定量を铸造できず、铸造を中止した。鉛直方向下方側（ロールキス点側）に向けて吐出される溶鋼の吐出流の流量が多く、かつ、流速が速くなり、凝固シェル破れが生じたためと推測される。なお、铸造を中止したことから、板厚精度及び表面清浄性については評価しなかった。

【0063】

横経路の断面積 A と縦経路の断面積 B との比 A/B が 9 を超える比較例 2, 5 において

10

20

30

40

50

は、板厚精度が「×」となった。冷却ロールの外周面に向けて吐出される溶鋼の吐出流の流量が多く、かつ、流速が速くなり、冷却ロールに衝突した溶鋼が冷却ロールの外周面に沿って駆け上がって湯面変動が生じたため、及び、ノズル直下で溶鋼が滞留し、溶鋼温度が低下し、等軸晶が発生したためと推測される。

【0064】

横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bが1未満である比較例3, 6においては、鑄造予定量を鑄造できず、鑄造を中止した。鉛直方向下側(ロールキス点側)に向けて吐出される溶鋼の吐出流の流量が多く、かつ、流速が速くなり、凝固シェル破れが生じたためと推測される。なお、鑄造を中止したことから、板厚精度及び表面清浄性については評価しなかった。

10

【0065】

これに対して、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bが1以上9以下の範囲内とされ、注湯ノズルの横経路からの吐出幅W1と溶鋼プール部の冷却ロールの軸心に平行な方向長さW2との比W2/W1が1.3未満とされた本発明例13, 15においては、表面清浄性が「」となったが、品質上問題ない範囲であり、鑄造性、板厚精度は良好であった。溶鋼プール部における溶鋼流動が不十分となり、スカムを巻き込んだためと推測される。

【0066】

横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bが1以上9以下の範囲内とされ、注湯ノズルの横経路からの吐出幅W1と溶鋼プール部の冷却ロールの軸心に平行な方向長さW2との比W2/W1が2.5を超える本発明例14, 16においては、板厚精度が「」となったが、品質上問題ない範囲であり、鑄造性、表面清浄性は良好であった。冷却ロールの外周面に向けて吐出される溶鋼の吐出流の流量が多く、かつ、流速が速くなり、冷却ロールに衝突した溶鋼が冷却ロールの外周面に沿って駆け上がって湯面変動が生じたためと推測される。

20

【0067】

また、本発明例1~12においては、横経路の断面積Aと縦経路の断面積Bとの比A/Bが1以上9以下の範囲内とされるとともに、注湯ノズルの横経路からの吐出幅W1と溶鋼プール部の冷却ロールの軸心に平行な方向長さW2との比W2/W1が1.3以上2.5以下の範囲内とされており、鑄造性、板厚精度、表面清浄がいずれも良好であり、高品質な薄肉鑄片を安定して鑄造することができた。

30

【0068】

以上の結果から、本発明例によれば、板厚変動、スカムの巻き込み及び凝固シェル破れの発生を十分に抑制でき、高品質な薄肉鑄片を安定して鑄造することが可能であることが確認された。

【符号の説明】

【0069】

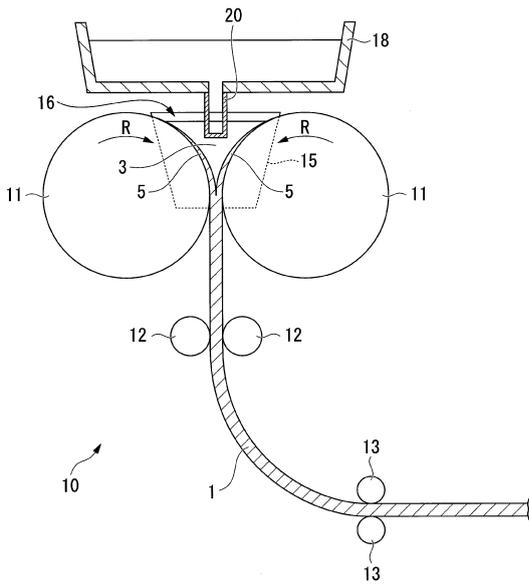
- 1 薄肉鑄片
- 3 溶鋼(溶融金属)
- 10 双ロール式連続鑄造装置
- 11 冷却ロール
- 16 溶鋼プール部(溶融金属プール部)
- 20, 120 注湯ノズル
- 21, 121 ノズル本体
- 22A, 122A 第1開口孔
- 22B, 122B 第2開口孔
- 30 整流部材
- 31 第1貫通孔
- 32 第2貫通孔
- 130 圧損部材

40

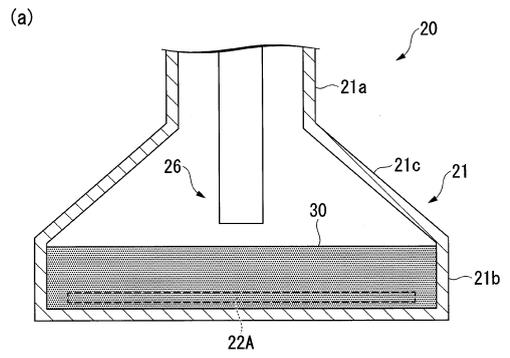
50

【図面】

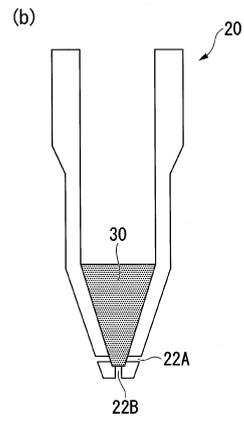
【図 1】



【図 2】

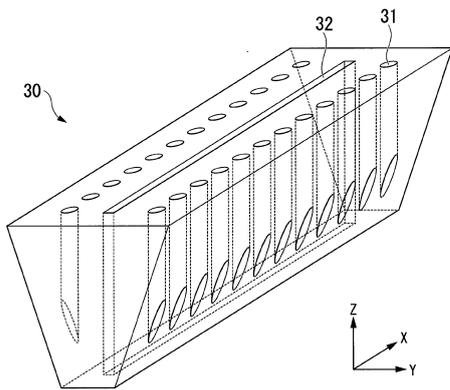


10

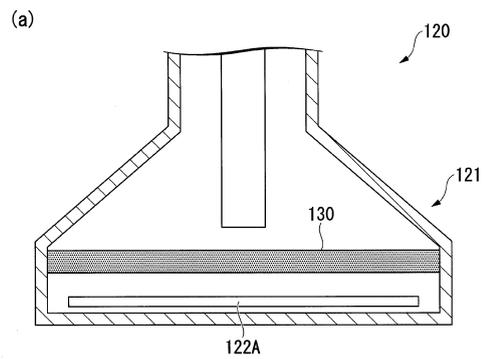


20

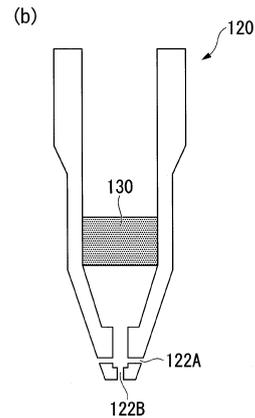
【図 3】



【図 4】



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 加藤 雄一

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

審査官 祢屋 健太郎

- (56)参考文献 特開平08-155593(JP,A)
特開2012-115857(JP,A)
特開平09-164457(JP,A)
特開平08-164450(JP,A)
特開2017-140635(JP,A)
特開平02-200355(JP,A)
特開昭62-282753(JP,A)
特開2003-181603(JP,A)
特開平09-122856(JP,A)
実開平02-148752(JP,U)
特開平03-027847(JP,A)
国際公開第2019/235613(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B22D 11/06