

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5033246号
(P5033246)

(45) 発行日 平成24年9月26日 (2012. 9. 26)

(24) 登録日 平成24年7月6日 (2012. 7. 6)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 2 D 27/02 (2006. 01)
 B 2 2 D 11/05 (2006. 01)
 B 2 2 D 11/00 (2006. 01)
 B 2 2 D 21/06 (2006. 01)
 B 2 2 D 23/00 (2006. 01)

B 2 2 D 27/02 C
 B 2 2 D 11/05 A
 B 2 2 D 11/00 D
 B 2 2 D 11/05 B
 B 2 2 D 21/06

請求項の数 11 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-549533 (P2010-549533)
 (86) (22) 出願日 平成22年2月8日 (2010. 2. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/051789
 (87) 国際公開番号 W02010/090313
 (87) 国際公開日 平成22年8月12日 (2010. 8. 12)
 審査請求日 平成24年1月19日 (2012. 1. 19)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-27335 (P2009-27335)
 (32) 優先日 平成21年2月9日 (2009. 2. 9)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 390007227
 東邦チタニウム株式会社
 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎三丁目3番5号
 (73) 特許権者 000006655
 新日本製鐵株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
 (74) 代理人 100096884
 弁理士 末成 幹生
 (72) 発明者 田中 寿宗
 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎三丁目3番5号
 東邦チタニウム株式会社内
 (72) 発明者 多田 修
 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎三丁目3番5号
 東邦チタニウム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子ビームを用いた金属スラブの製造装置およびこれを用いた金属スラブの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子ビーム溶解による金属スラブの製造装置であって、前記製造装置は、大気遮断弁により分離可能な金属溶解部と金属抜き出し部から構成されており、前記金属溶解部は、溶解室、電子銃、ハース、幅可変の角形鋳型および大気遮断弁から構成され、また、前記金属抜き出し部は、スラブ室、引き抜き台座、引き抜きシャフト、および引き抜き駆動装置から構成されていることを特徴とする金属スラブの製造装置。

【請求項 2】

前記幅可変の角形鋳型は、一对の長辺鋳型壁と、一对の短辺鋳型壁とから構成されており、前記短辺鋳型壁がシャフトガイドに貫通して配置された壁駆動シャフトを介して、長

10

【請求項 3】

前記壁駆動シャフトは、対向する一对の短辺鋳型壁のそれぞれに接続されており、一方の壁駆動シャフトは、シャフト駆動装置およびモーター駆動シャフトを介してモーターに接続されており、他方の壁駆動シャフトは、シャフト駆動装置、動力伝達シャフトおよびモーター駆動シャフトを介してモーターに接続されていることを特徴とする請求項 2 に記載の金属スラブの製造装置。

【請求項 4】

前記モーター駆動シャフトは、電子ビーム溶解炉の炉壁に内装されたＯリング軸受けを

20

介して電子ビーム溶解炉の外部に配置されたモーターに接続されていることを特徴とする請求項3に記載の金属スラブの製造装置。

【請求項5】

前記動力伝達シャフトは、Oリング軸受けを介してシャフト駆動装置に接続されていることを特徴とする請求項3に記載の金属スラブの製造装置。

【請求項6】

前記一方の壁駆動シャフトは、シャフト駆動装置およびモーター駆動シャフトを介してモーターに接続されており、前記他方の壁駆動シャフトは、シャフト駆動装置、動力伝達シャフトおよびモーター駆動シャフトおよび前記モーターに接続され、前記モーターおよび全ての駆動装置を電子ビーム溶解炉の内部に配設したことを特徴とする請求項3に記載の金属スラブの製造装置。

10

【請求項7】

請求項1～6のいずれかに記載の金属スラブの製造装置を用いた金属スラブの製造方法であって、前記幅可変の角形鋳型を構成する角形鋳型の幅を変更するに先立って、前記角形鋳型内で生成した金属スラブを角形鋳型から抜き出した後、前記角形鋳型を構成する短辺鋳型壁を移動させることを特徴とする金属スラブの製造方法。

【請求項8】

前記角形鋳型を構成する角形鋳型壁の幅を縮めるように、前記角形鋳型を構成する短辺鋳型壁を移動させることを特徴とする請求項7に記載の金属スラブの製造方法。

【請求項9】

20

前記角形鋳型を構成する角形鋳型壁の幅を変更する際に、前記角形鋳型壁を構成する短辺鋳型壁の片側のみを移動させることを特徴とする請求項7または8に記載の金属スラブの製造方法。

【請求項10】

前記金属スラブの溶製が終了した後、次の工程を行うことを特徴とする請求項7～9のいずれかに記載の金属スラブの製造方法。

工程1：スラブの引き抜き台座が、角形鋳型内に入るまで、前記引き抜き台座を上昇させる。

工程2：前記角形鋳型の内部に引き抜き台座が装入された後、前記角形鋳型を構成する短辺鋳型壁を前記引き抜き台座と一旦接触させた後、前記引き抜き台座が下降可能なように前記短辺鋳型壁を引き抜き台座から離間させる。

30

工程3：角形鋳型にハースから溶湯を注入すると共に前記引き抜き台座を下方に連続的に移動させて所定長さの金属スラブを溶製する。

工程4：前記金属スラブの溶製が終了した後、引き抜き台座を下降させて、生成した金属スラブ全体がスラブ室に収まるまで、引き抜き台座を下降させて、角形鋳型内から生成スラブを抜き出す。

工程5：前記スラブ室内に生成スラブを抜き出した後、大気遮断弁を駆動して溶解室を大気と遮断した後、次いでスラブ室の圧力を大気圧まで戻しつつ冷却後、前記スラブ室から生成した金属スラブを取り出す。

工程6：前記大気遮断弁により溶解室が大気と遮断された後、前記溶解室内が減圧状態に維持された状態で、前記角形鋳型を構成する短辺鋳型壁を移動させて鋳型幅を変更する。

40

工程7：幅可変された鋳型幅に整合した引き抜き台座を角形鋳型内に挿入後、溶解を再開する。

【請求項11】

前記金属が純チタン、ニオブ、タンタル、またはこれらの少なくとも1つを含む合金であることを特徴とする請求項7～10のいずれかに記載の金属スラブの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、金属の電子ビーム溶解技術に関し、特に、前記電子ビーム溶解炉で溶製されるスラブの幅を変更可能なように構成した電子ビーム溶解装置およびこれを用いた金属スラブの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

金属チタンは従来、航空機用、あるいは化学プラント用に用いられてきたが、最近では自動車や二輪車あるいはスポーツ用品という身近な商品にまで使用されてきている。また、半導体に用いるターゲット用の高純度チタンインゴットの溶製においても重要な役割を演じている。

【0003】

これらの製品に用いるインゴットのサイズは、用途に応じて種々の大きさが選択されており比較的大きなインゴットを溶製する場合には、真空アーク溶解炉が用いられることが多い。また、高い純度が求められるターゲット用のインゴットを製造する場合には電子ビーム溶解炉が好んで用いられる。

【0004】

金属の電子ビーム溶解炉は、断面が円形のインゴットを製造するような鑄型を用いているが、角形の薄手のインゴット（以降、単に「スラブ」と呼ぶ場合がある。）を直接製造できる鑄型を用いた技術も知られている（例えば、特許文献1参照）。従来のインゴットを板材に加工するには、ブレードダウンといった中間工程が必要とされるが、前記したスラブは断面が角形であるために、スラブが電子ビーム溶解炉で溶製された後に中間工程を省略して直接ロールにかけて板材に圧延することができるという効果を奏するものである。

【0005】

一方、近年の電子ビーム溶解炉の普及に伴い、溶製されるスラブの幅にも多様性が求められている。鉄鋼の分野においては、鑄型の幅可変技術は広く知られており（例えば、引用文献2参照）、鑄型の内部に鑄片を保持した状態で鑄型の幅を連続的に縮小する操作がなされているが、前記スラブの幅を拡大する方法についてはブレードアウトの虞があるために鉄鋼の連鑄の分野でも実施されていない。

【0006】

しかしながら、金属チタンは鋼と違って活性であるため加熱された状態で大気に触れさせることができず、前記鋼の連続鑄造技術をそのまま適用することは難しく鑄型から抜き出されたチタンスラブは大気と遮断された真空中に保持して冷却する必要がある。

【0007】

よって、電子ビーム溶解炉を用いてチタンスラブを溶製する場合には、鋼とは異なり、溶解炉の密閉された溶解室で生成されたスラブを、同じく密閉された容器（以降、「スラブ室」と呼ぶ場合がある。）内で減圧雰囲気下にて冷却させた後、前記スラブ室を大気圧下まで戻し、前記スラブを大気中へ取り出すという操作がなされている。

【0008】

前記操作の際、スラブ室は、溶解室と大気遮断弁で縁が切られた後、溶解室から切り離されたところで前記スラブの抜き出し操作がなされる。この間、溶解炉内は、金属の溶解中の雰囲気維持されて減圧状態に保持されている。

【0009】

よって、チタンを製造する際の鑄型の幅を変更するには、鋼の場合とは異なり溶解室を大気下に戻した後、溶解室を開放し、前記鑄型を幅の異なる鑄型と交換する必要があり改善が求められていた。

【0010】

このように、チタンに関して鑄型の幅を変化させる技術は、公知文献にも記載がなく、電子ビーム溶解炉を構成する溶解室を大気開放することなく、幅の違うスラブを製造できる技術が望まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開平04-131330号公報

【特許文献2】特開昭59-073154号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は、電子ビーム溶解炉を用いた金属スラブの製造装置およびこれを用いた金属スラブの連続的製造方法であって、前記製造装置を大気開放することなく、装置内の鑄型の幅を変更することにより幅の異なった金属スラブを効率よく製造することができる金属スラブの製造装置および前記装置を用いた金属スラブの連続的製造方法の提供を目的としている。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

かかる実情に鑑み前記課題について鋭意検討を進めてきたところ、金属溶解部と金属抜き出し部から構成された金属製造用電子ビーム溶解装置において、前記金属溶解部を溶解室、電子銃、ハース、幅可変の角形鑄型および大気遮断弁から構成し、更に、前記金属抜き出し部をスラブ室、引き抜き台座、引き抜きシャフトおよび引き抜き駆動装置から構成することにより、前記溶解室内の雰囲気を維持しつつ幅の違った金属スラブを溶製することができることを見出し、本願発明を完成するに至った。

20

【0014】

即ち、本発明に係る電子ビームを用いた金属スラブの製造装置は、大気遮断弁により分離可能な金属溶解部と金属抜き出し部から構成されており、前記金属溶解部は、溶解室、電子銃、ハース、幅可変の角形鑄型および大気遮断弁から構成され、また、前記金属抜き出し部は、スラブ室、引き抜き台座、引き抜きシャフト、および引き抜き駆動装置から構成されていることを特徴とするものである。

【0015】

本願発明に係る金属スラブの製造装置は、前記幅可変の角形鑄型が、一对の長辺鑄型壁と、一对の短辺鑄型壁とから構成されており、前記短辺鑄型壁がシャフトガイドに貫通して配置された壁駆動シャフトを介して、長辺鑄型壁面に沿って摺動可能なように構成されていることを好ましい態様としている。

30

【0016】

前記本願発明に係る金属スラブの製造装置は、壁駆動シャフトが、対向する一对の短辺鑄型壁のそれぞれに接続されており、一方の壁駆動シャフトは、シャフト駆動装置およびモーター駆動シャフトを介してモーターに接続されており、他方の壁駆動シャフトは、シャフト駆動装置、動力伝達シャフトおよびモーター駆動シャフトを介してモーターに接続されていることを好ましい態様としている。

【0017】

前記本願発明に係る金属スラブの製造装置は、前記モーター駆動シャフトが、電子ビーム溶解炉の炉壁に内装されたリング軸受けを介して電子ビーム溶解炉の外部に配置されたモーターに接続されていることを好ましい態様としている。

40

【0018】

また、本願発明に係る金属スラブの製造装置は、壁駆動シャフトが、対向する一对の短辺鑄型壁のそれぞれに接続されており、一方の壁駆動シャフトは、シャフト駆動装置およびモーター駆動シャフトを介してモーターに接続されており、他方の壁駆動シャフトは、シャフト駆動装置、動力伝達シャフトおよびモーター駆動シャフトおよび前記モーターに係合され、前記モーターおよび全ての駆動装置を電子ビーム溶解炉の内部に配設したことを好ましい態様としている。

【0019】

本発明の金属スラブの製造方法は、前記金属スラブの製造装置を用いた金属スラブの製

50

造方法であって、前記幅可変の角形鋳型を構成する角形鋳型の幅を変更するに先立って、前記角形鋳型内で生成した金属スラブを角形鋳型から抜き出した後、前記角形鋳型を構成する短辺鋳型壁を移動させることを特徴としている。

【0020】

また本願発明は、角形鋳型を用いた金属インゴットの溶製中において、前記角形鋳型の幅を縮める方向に移動させることを好ましい態様とするものである。

【0021】

更には、前記角形鋳型の幅を変更する際には、角形鋳型を構成する短辺鋳型壁の片方だけを移動させることを好ましい態様とするものである。

【0022】

また、本願発明に係る金属インゴットの製造方法は、金属インゴットの溶製が終了した後、次の工程を行うことを特徴とするものである。

工程1：スラブの引き抜き台座が、角形鋳型内に入るまで、前記引き抜き台座を上昇させる。

工程2：前記角形鋳型の内部に引き抜き台座が装入された後、前記角形鋳型を構成する短辺鋳型壁を前記引き抜き台座と一旦接触させた後、前記引き抜き台座が下降可能なように前記短辺鋳型壁を引き抜き台座から離間させる。

工程3：角形鋳型にハースから溶湯を注入すると共に前記引き抜き台座を下方に連続的に移動させて所定長さの金属スラブを溶製する。

工程4：前記金属スラブの溶製が終了した後、引き抜き台座を下降させて、生成した金属スラブ全体がスラブ室に収まるまで、引き抜き台座を下降させて、角形鋳型内から生成スラブを抜き出す。

工程5：前記スラブ室内に生成スラブを抜き出した後、大気遮断弁を駆動して溶解室を大気と遮断した後、次いでスラブ室の圧力を大気圧まで戻しつつ冷却後、前記スラブ室から生成した金属スラブを取り出す。

工程6：前記大気遮断弁により溶解室が大気と遮断された後、前記溶解室内が減圧状態に維持された状態で、前記角形鋳型を構成する短辺鋳型壁を移動させて鋳型幅を変更する。

工程7：幅可変された鋳型幅に整合した引き抜き台座を角形鋳型内に挿入後、溶解を再開する。

【発明の効果】

【0023】

前記した電子ビームを用いた金属スラブ製造装置および製造方法を用いることにより、前記金属溶解部の減圧または真空状態を維持しつつ、前記スラブを角形鋳型から金属抜き出し部に完全に抜き出すことができ、その結果、前記金属溶解部内に保持した角形鋳型の幅を、減圧または真空状態を維持したまま容易に変更することができるという効果を奏する。本願発明に係る金属の製造装置および製造方法を用いることにより、幅の異なったスラブを効率良く製造することができるという効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本願発明の電子ビームを使用した金属スラブの製造装置を示す断面図である。

【図2】本願発明の第1実施形態に係る幅可変鋳型の平面図である。

【図3】本願発明の幅可変鋳型の正面図である。

【図4】角形鋳型の内面ハツリ装置の模式図である。

【図5】本願発明の第2実施形態に係る幅可変鋳型の平面図である。

【図6】本願発明の第3実施形態に係る幅可変鋳型の平面図である。

【図7】本願発明の第4実施形態に係る幅可変鋳型の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本発明の最良の実施形態について図面を用いて以下に説明する。図1～図3は本発明を

10

20

30

40

50

実施するための好適な装置構成例を表している。

図1は、本願発明に係る金属スラブの製造に好ましい製造装置の構造例を表している。前記溶解装置は、金属溶解部Lと金属抜き出し部Mから構成されており、前記金属溶解部Lは、頂部に電子銃6を具備した溶解室7を有し、前記溶解室7の内部には、電子ビームにより溶解した原料を保持するハース3および前記ハース3で溶製された金属を凝固せしめる幅可変の角形鋳型2が配置されている。また、溶解室7の底部には、溶解室内と大気から遮断するための大気遮断弁1が配設されている。

【0026】

金属抜き出し部Mは、図1に示すように金属溶解部Lと切り離しが可能であり、その内部には、溶製されて冷却凝固されたスラブ10と、スラブ10を鋳型から引き抜くための引き抜き手段とを有する。引き抜き手段は、スラブ10に係合させる引き抜き台座4と、引き抜きシャフト11と、引き抜きシャフト駆動手段5とからなる。

10

【0027】

金属溶解室7内のハース3には、まず、図示しない原料供給装置より溶解原料が供給される。ハース3内に供給された溶解原料は、溶解室7の頂部に保持した電子銃6から照射される電子ビームにより加熱・溶融される。加熱・溶融された溶湯は、引き抜き台座4を事前に上昇させて装入しておいた角形鋳型2へ連続的に供給される。

【0028】

前記角形鋳型2内に供給された溶湯は、水冷された角形鋳型2に抜熱されつつ、凝固する。凝固したスラブは、引き抜きシャフト駆動手段を駆動させて、スタブに係合された引き抜き手段により下方に連続的に引き抜かれる。連続的に引き抜かれて生成した金属スラブ10は、スラブ室内に収容可能な長さまで生成することができる。

20

【0029】

前記所定長さの金属スラブ10が生成された後、ハース3への原料供給を停止した後、角形鋳型2から金属スラブ10を完全に引き抜き、前記金属スラブ10の頂部が完全にスラブ室8内に収容されたことを確認後、大気遮断弁1を閉じて、溶解室7とスラブ室8の縁を切る。次いで、スラブ10が所定の温度まで冷却されたことを確認した後、スラブ室8内を大気圧に戻した後、金属抜き出し部Mを金属溶解部Lから切り離す。

【0030】

金属溶解部Lから切り離された金属抜き出し部Mの開口端より、金属スラブ10をスラブ室8から抜き出すことができる。なお、前記金属スラブ10の抜き出しに際しては、前記金属スラブ10と大気との反応を防止するため、金属スラブ10が500～600℃近傍まで冷却されていることを確認しておくことが好ましい。

30

【0031】

第1実施形態

本願発明においては、前記の金属スラブ10の抜き出し操作の後に、金属溶解部L内に配設されている角形鋳型2の幅を変更することができる。図2は、本願発明の第1実施形態に係る金属インゴットの製造方法に用いる幅可変の角形鋳型2の好ましい態様を表している。図2は、図1における角形鋳型2を上方から見た図である。

【0032】

本実施形態における角形鋳型2は、長辺鋳型壁21と短辺鋳型壁22a/bから構成されており、前記短辺鋳型壁22aおよび22bは、それぞれシャフトガイド23に貫通配置された壁駆動シャフト24aおよび24bに接続されている。前記壁駆動シャフト24a/bおよび動力伝達シャフト26は、シャフト駆動装置25に接続されている。前記シャフト駆動装置25は、モーター駆動シャフト27を介して、大気と溶解炉内部を遮断するリング軸受け28を経て、電子ビーム溶解炉壁30の外部である大気中に配置された壁駆動用モーター29に接続されている。

40

【0033】

壁駆動用モーター29を減圧下にある電子ビーム溶解炉の内部ではなく、炉外である大気中に配設することにより、前記壁駆動用モーター29の駆動軸に使用されている潤滑油

50

の揮発損失を効果的に回避することができ、その結果、壁駆動用モーター２９の焼付きを効果的に抑制することができるという効果を奏するものである。

【００３４】

更に、本願発明に係る前記壁駆動用モーター２９を電子ビーム溶解炉の外部に配設することにより、前記壁駆動用モーター２９に供給する電力ケーブルと電子ビーム溶解炉との短絡事故の心配もなく安全性の点でも優れた効果を奏するものである。

【００３５】

前記モーター駆動シャフト２７に直結しているシャフト駆動装置２５には、電子ビーム溶解炉壁３０に近い方の短辺鋳型壁２２ａに直結している壁駆動シャフト２４ａと、動力伝達シャフト２６とに対して同時に動力を伝達できる機構を内装しておくことが好ましい。

10

【００３６】

前記の装置構成をとることで、電子ビーム溶解炉の外部に配置した一式の壁駆動用モーター２９を用いることで、壁駆動シャフト２４ａと動力伝達シャフト２６とをそれぞれ介することで、二式の短辺鋳型壁２２ａ／ｂを、同時に移動させることができ、その結果、角形鋳型２の幅を外部より自在に変更できるという効果を奏するものである。

【００３７】

また、モーター駆動シャフト２７に直結されたシャフト駆動装置２５には、壁駆動用モーター２９から、動力伝達シャフト２６あるいは壁駆動シャフト２４ａの一方への動力を一時的に断つようなクラッチ機構を設けておくことが好ましい。

20

【００３８】

前記のようなクラッチ機構を設けておくことで、壁駆動用モーター２９の動力を動力伝達シャフト２６には伝達させずに手前側にある短辺鋳型壁２２ａのみに動力を伝達するか、あるいは逆に手前側にある短辺鋳型壁２２ａには動力を伝達させずに動力伝達シャフト２６のみに動力を伝達することができるという効果を奏するものである。これにより、短辺鋳型壁２２ａ／ｂを非対称に動作させることができる。

【００３９】

これは、角形鋳型２の短辺鋳型壁２２側から溶湯注入する場合に有効な手段である。角形鋳型２の短辺鋳型壁２２側から溶湯を注入することで、短辺鋳型壁２２ａ／ｂの注入側から他方へ温度が低下するような温度分布となるが、この温度分布は、長辺鋳型壁２１から見ると対向する長辺鋳型壁と対称な温度分布であるため、溶製される金属スラブ１０の厚み方向の温度分布が均一化され、その結果、溶製される金属スラブ１０の長手方向の変形を効果的に抑制することができ、直線性に優れた金属スラブ１０を溶製することができる。特に溶製される金属スラブ１０の厚みが薄いスラブを溶製する場合に前記した態様は好適である。

30

【００４０】

更に、本願発明においては、金属スラブ１０の溶製中においても、角形鋳型２の幅を縮める方向に移動させることもできる。前記のような幅を縮めるように操作を行うことで生成された金属スラブ１０の頂部に形成されたプールから金属スラブ１０の表面への湯ダレを効果的に抑制することができるという効果を奏するものである。

40

【００４１】

また、本願発明においては、電子ビーム溶解炉の内部に配設した壁駆動シャフト２４と動力伝達シャフト２６を支持する軸受けにも、前記したＯリング軸受けを用いることが好ましい。

【００４２】

前記Ｏリング軸受けにより、シャフト駆動装置２５内部とその外部である溶解炉雰囲気とは連通していないために、電子ビーム溶解炉内を減圧吸引した場合においても、シャフト駆動装置２５の内部は大気圧に維持される。よって、軸受け部からの潤滑油の揮発消失を抑制でき、その結果、軸受けの焼きつきも効果的に抑制することができるという効果を奏するものである。

50

【0043】

図3は、角形鋳型2の鉛直断面を表している。前記短辺鋳型壁22の下端は、長辺鋳型壁21の下端よりも下方に延在するように配設することが好ましい。このような構造とすることで、引き抜き台座4の上昇限界を、前記短辺鋳型壁22の下端とすることで、前記引き抜き台座4の位置を適切な位置に配置することができるという効果を奏するものである。

【0044】

本願発明においては、前記短辺鋳型壁22を引き抜き台座4に接触するまで移動させた後、前記短辺鋳型壁22を僅かに後退させて、引き抜き台座4と短辺鋳型壁22を離間させておくことが好ましい。前記引き抜き台座4と短辺鋳型壁22との離間距離は、1～5 mmの範囲とすることが好ましい。

10

【0045】

前記したように引き抜き台座4を角形鋳型2内に配設することで、引き抜き台座4のみならず、前記引き抜き台座4の上に生成される金属スラブ10を角形鋳型2との競りを回避しつつ、円滑に角形鋳型2内で生成した金属スラブ10を引き抜くことができるという効果を奏するものである。

【0046】

本願発明においては、溶解室7内の雰囲気は、前記溶解室7の側壁に貫通して係合された配管により、図示しない減圧機構に係合され、溶解室7内の圧力が金属の電子ビーム溶解に好適な $10^{-3} \sim 10^{-4}$ Torrに維持される。

20

【0047】

前記引き抜き台座4の表面には、凹部を設けておくことが好ましい。前記のような凹部を設けておくことで、生成した金属スラブ10と引き抜き台座4とを確実に係合することができるという効果を奏するものである。

【0048】

第2実施形態

図5は、本願発明の第2実施形態に係る好ましい態様を表している。本実施形態では、短辺鋳型壁22aおよび22bを駆動させるモーター29は、電子ビーム溶解炉壁30の内部に配設されている。その結果、図4のように炉外に配設したモーターの動力を内部に伝達するモーター駆動軸27を貫通させる貫通口を炉壁に設ける必要がなく、よって、同貫通部からの大気の侵入も効果的に回避することができるという効果を奏するものである。

30

【0049】

第3実施形態

図6は、本願発明の第3実施形態に係る好ましい態様を表している。本実施形態では、短辺鋳型壁22aおよび22bを駆動させる独立した2個のモーター29を短辺鋳型壁外に配設したことを特徴とするものである。その結果、前記短辺鋳型壁22aおよび22bの位置決めを、1個のモーターによる駆動力を一对の短辺鋳型壁に分散する第1および第2実施形態よりも精度よく進めることができるという効果を奏する。

【0050】

第4実施形態

図7は、本願発明の第4実施形態に係る短辺鋳型壁22aおよび22bの別の好ましい態様を表している。本実施形態では、前記短辺鋳型壁22aおよび22bの両端部、すなわちインゴットのコーナー部に相当する部分に面取り部が設けられている。その結果、当該鋳型を用いて溶製されるスラブのコーナー部の抜熱強度が緩和され、溶製されるスラブのコーナー部に健全な凝固組織を生成させることができるという効果を奏するものである。

40

【0051】

以上述べた本願発明の第1～第4実施形態に係る装置および方法に従えば、内部に鋳片の存在した状態で駆動させる鋼の連続鋳造とは違って、小さい力で角形鋳型2の幅を変更

50

することができ、金属溶解部Lの減圧あるいは真空雰囲気を破ることなく、溶製されるスラブの幅を変更できるというこれまでの電子ビーム溶解技術ではなし得なかったような高い生産性を発揮させることができるという効果を奏するものである。

【0052】

次いで、本願発明に係る角形鋳型2の整備手段について説明する。角形鋳型2は、溶解を重ねるにつれて、その内面に付着が成長あるいは熔融金属膜が残留する場合があります、これが生成スラブの引き抜きを阻害する場合があります。

【0053】

この問題に対し、図4に示すような角形鋳型2の内部を貫通して上下可能な鋳型内面ハツリ装置50を配設しておくことが好ましい。前記のようなハツリ装置50を配設しておくことで、スラブ10の抜き出し後の角形鋳型2に対し、長辺鋳型壁21や短辺鋳型壁22の内面に付着残留した熔融金属膜を掻き取り、鋳型内面を平滑な状態に維持しておくことができるという効果を奏するものである。

10

【0054】

前記ハツリ装置50の先端部には、例えばワイヤブラシ51を装着することにより、長辺鋳型壁21や短辺鋳型壁22の内面に付着残留した鋳付を効果的に除去することができる。

【0055】

本願発明で溶製される金属インゴットの製造方法は、チタンあるいはチタン合金のみならずニオブやタンタルあるいはその他の活性金属に対しても好適に適用することができる。

20

【0056】

更に、本願発明に係る金属インゴットの溶製に用いる角形鋳型の厚みを薄くすることで、例えばチタンスラブを直接溶製することができる。前記チタンスラブは、熱間圧延機に直接送り込むことができる。その結果、従来のような熱間鍛造や熱間圧延工程を省略することができる、薄板製造の工程を効率化することができるという効果を奏するものである。

【0057】

以上、本願発明に係る装置および方法を用いることにより、ハース、鋳型および電子銃を擁した金属溶解部Lの減圧または真空状態を破ることなく、連続的に金属インゴットを溶製することができるという効果を奏する。更に、幅可変鋳型を用いることにより、幅の異なったスラブも効率的に溶製できるという従来の電子ビーム溶解技術ではなし得なかった効果を奏するものである。

30

【0058】

さらに、本願発明においては、前記鋳型の幅を拡大するのみならず縮小する方向にも可動配置することができるために、金属インゴットの溶製スケジュールの自由度を広げることができるという効果も奏するものである。

【実施例】

【0059】

[実施例1]

図1および図2に示した装置を用いて、電子ビーム溶解炉を構成する金属溶解部を大気開放することなく、減圧を維持した状態にて、3種類の幅の異なる単重10tのチタンスラブをそれぞれ5本ずつ計15本製造した。溶製されたスラブの表層部が大気との接触により形成される酸化物や窒化物の生成の証拠となる変色の様子は観察されなかった。

40

【0060】

[実施例2]

駆動用のモーターを溶解炉内部に一对有し(図6)、かつ短辺鋳型壁に面取り部を有する(図7)装置を用いて、3種類の幅の異なる単重10tのチタンスラブをそれぞれ3本ずつ、計9本製造した。溶製されたスラブの鋳肌は、平滑であるのみならず、表面には酸化物や窒化物の生成されたような顕著な変色の様子は観察されなかった。その変色は殆ど無く、実施例1よりも更に優れていた。また、同スラブのコーナー部にも割れのような欠

50

陥はなく、健全な凝固組織を有していることが確認された。

【0061】

〔比較例1〕

幅可変鋳型ではなく幅固定式の鋳型を用いて鋳型を変更する際には、電子ビーム溶解炉を解体して変更した以外は実施例1と同じ条件で15本のチタンスラブを製造した。

【0062】

実施例1において15本のチタンスラブを製造する際に要した時間は、比較例1に比べて40%短縮され、その結果、チタンスラブの生産性は、1.5倍に向上することが確認された。

【産業上の利用可能性】

10

【0063】

本発明によれば、減圧または真空条件で溶製を行う必要のある活性金属の鋳型の幅を、大気圧に戻すことなく変更することができ、金属スラブの生産性を向上させることができる。

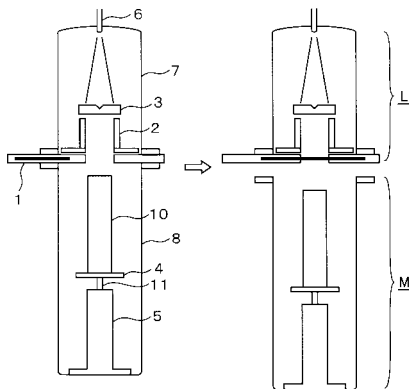
【符号の説明】

【0064】

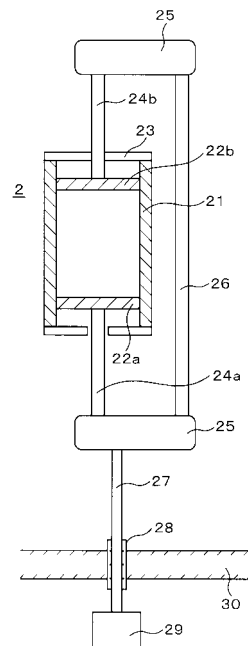
1…大気遮断弁、2…角形鋳型、3…ハース、4…引き抜き台座、5…引き抜きシャフト駆動装置、6…電子銃、7…溶解室、8…スラブ室、10…金属スラブ、11…引き抜きシャフト、21…長辺鋳型壁、22…短辺鋳型壁、23…シャフトガイド、24…壁駆動シャフト、25…シャフト駆動装置、26…動力伝達シャフト、27…モーター駆動シャフト、28…Oリング、29…モーター、30…電子ビーム溶解炉壁、31…変速機、32…変速機、50…鋳型内面ハツリ装置、51…ワイヤブラシ、L…金属溶解部、M…金属引き抜き部。

20

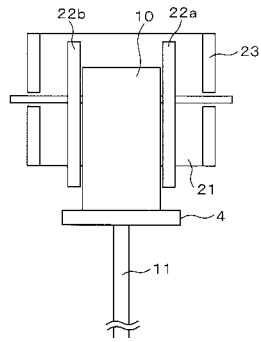
【図1】



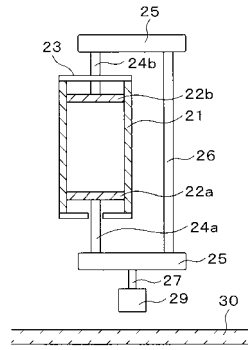
【図2】



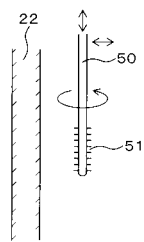
【図 3】



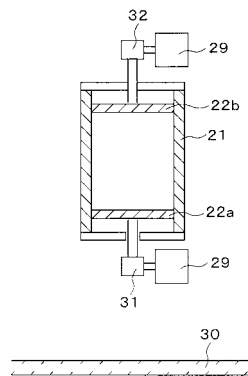
【図 5】



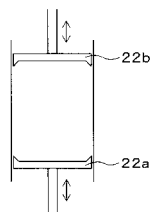
【図 4】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 2 D 23/00 C

(72)発明者 小田 高士
神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎三丁目3番5号 東邦チタニウム株式会社内

(72)発明者 宮崎 義正
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内

(72)発明者 高橋 一浩
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内

審査官 川崎 良平

(56)参考文献 特開2007-162113 (JP, A)
特表2005-508758 (JP, A)
実開昭63-184663 (JP, U)
特開平04-131330 (JP, A)
特開昭59-073154 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B22D 11/04, 21/06, 27/02