

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014年7月31日(31.07.2014)



(10) 国際公開番号  
WO 2014/115824 A1

- (51) 国際特許分類:  
B22D 11/041 (2006.01) B22D 27/02 (2006.01)  
B22D 11/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/051426
- (22) 国際出願日: 2014年1月23日(23.01.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-012034 2013年1月25日(25.01.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.))  
[JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 中岡 威博(NAKAOKA Takehiro). 黒澤 瑛介(KUROSAWA Eisuke). 堤 一之(TSUTSUMI Kazuyuki). 大山 英人(OYAMA Hideto). 金橋 秀豪(KANAHASHI Hidetaka). 石田 斉(ISHIDA Hitoshi). 高橋 大喜(TAKAHASHI Daiki). 松若 大介(MATSUWAKA Daisuke).
- (74) 代理人: 濱田 百合子, 外(HAMADA Yuriko et al.);  
〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CONTINUOUSLY CASTING INGOT MADE OF TITANIUM OR TITANIUM ALLOY

(54) 発明の名称: チタンまたはチタン合金からなる鑄塊の連続鑄造方法

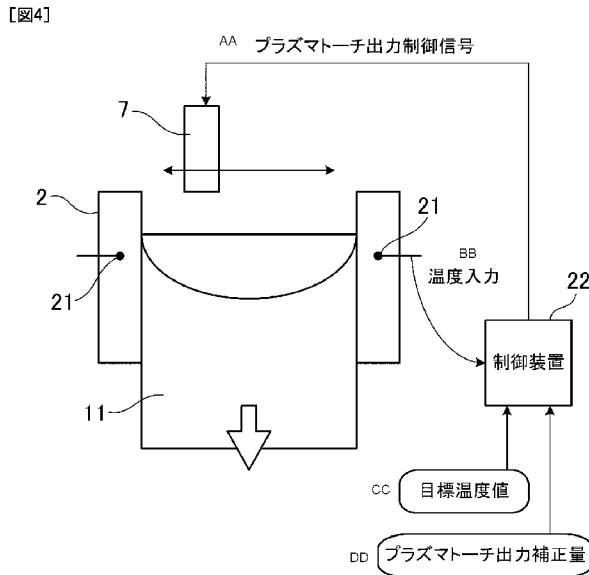


Fig. 4  
 22 Control device  
 AA Plasma torch output control signal  
 BB Temperature input  
 CC Target temperature value  
 DD Plasma torch output correction amount

(57) Abstract: Disclosed is a continuous casting method in which a melt obtained by melting titanium or a titanium alloy is poured into a bottomless mold and is drawn downward while being solidified, wherein: the surface of the melt in the mold (2) is heated by horizontally moving a plasma torch (7) over the surface of the melt; thermocouples (21) are provided at a plurality of locations along the circumferential direction of the mold (2); if the temperature of the mold (2) measured by one of the thermocouples (21) is lower than a target temperature, then the output of the plasma torch (7) is increased when the plasma torch (7) comes close to the location where that thermocouple (21) is installed; and if said temperature is higher than the target temperature, then the output of the plasma torch (7) is decreased when the plasma torch (7) comes close to the location where that thermocouple (21) is installed. Thus, it is possible to cast an ingot having an excellent casting-surface state.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/115824 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

チタンまたはチタン合金を溶解させた溶湯を無底の鑄型内に注入して凝固させながら下方に引き抜く連続鑄造法において、プラズマトーチ7を鑄型2内の溶湯の湯面上で水平移動させながら湯面を加熱し、鑄型2の周方向に沿って複数箇所に熱電対21を設け、いずれかの熱電対21で測定された鑄型2の温度が目標温度より低い場合には、その熱電対21の設置箇所にプラズマトーチ7が近接した際にプラズマトーチ7の出力を増加させ、目標温度より高い場合には、その熱電対21の設置箇所にプラズマトーチ7が近接した際にプラズマトーチ7の出力を低下させることにより、鑄肌の状態が良好な鑄塊を鑄造することができる。

## 明 細 書

発明の名称：

**チタンまたはチタン合金からなる鋳塊の連続鋳造方法**

**技術分野**

[0001] 本発明は、チタンまたはチタン合金からなる鋳塊を連続的に鋳造する、チタンまたはチタン合金からなる鋳塊の連続鋳造方法に関する。

**背景技術**

[0002] 真空アーク溶解や電子ビーム溶解によって溶融させた金属を無底の鋳型内に注入して凝固させながら下方に引抜くことで、鋳塊を連続的に鋳造することが行われている。

[0003] 特許文献1には、チタンまたはチタン合金を不活性ガス雰囲気中でプラズマアーク溶解して鋳型内に注入して凝固させる、自動制御プラズマ溶解鋳造方法が開示されている。不活性ガス雰囲気中で行われるプラズマアーク溶解においては、真空中で行われる電子ビーム溶解とは異なり、純チタンだけでなく、チタン合金も鋳造することが可能である。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0004] 特許文献1：日本国特許第3077387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、鋳造された鋳塊の鋳肌凹凸や傷があると、圧延前に表面を切削する等の前処理が必要となり、歩留り低減や作業工数の増加の原因となる。そこで、鋳肌凹凸や傷が無い鋳塊を鋳造することが求められる。

[0006] ここで、プラズマアーク溶解により大型の鋳塊を連続鋳造する場合には、溶湯の湯面全体を加熱するためにプラズマトーチを所定のコースで水平移動させている。そして、湯面におけるプラズマトーチの出力や移動位置、速度、鋳型抜熱を適正化することで、鋳塊の全域にわたって鋳肌の品質を向上さ

せるようにしている。

[0007] しかし、鋳型内に注入される溶湯の温度変動や、鋳型への接触状態の変化など、操業条件の突発的な変化により、局所的に入抜熱のバランスが変化し、鋳肌の品質が悪化することがある。

[0008] また、温度条件が大きく変わった場合に当該変化の発見が遅れると、低温時には鋳塊の凝固により引抜きができなくなったり、高温時には凝固シェルが破れて湯漏れが発生したりするなど、操業トラブルになる場合がある。

[0009] そこで、従来、操業オペレータが鋳型内の状況を監視して、手動でプラズマトーチの移動パターンを切り替える等の操作を行って対応していたが、検知や対応が遅れたり、見逃しが発生したりする可能性がある。

[0010] 本発明の目的は、鋳肌の状態が良好な鋳塊を鋳造することが可能なチタンまたはチタン合金からなる鋳塊の連続鋳造方法を提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0011] 本発明におけるチタンまたはチタン合金からなる鋳塊の連続鋳造方法は、チタンまたはチタン合金を溶解させた溶湯を無底の鋳型内に注入して凝固させながら下方に引抜くことにより、チタンまたはチタン合金からなる鋳塊を連続的に鋳造する連続鋳造方法であって、プラズマトーチを前記鋳型内の前記溶湯の湯面上で水平移動させながら、前記プラズマトーチからのプラズマアークで前記溶湯の湯面を加熱する加熱工程と、前記鋳型の周方向に沿って前記鋳型の複数箇所に設けられた温度センサで前記鋳型の温度をそれぞれ測定する測温工程と、前記温度センサで測定された前記鋳型の温度と、前記温度センサ毎に予め設定された目標温度とに基づいて、前記プラズマトーチから前記溶湯の湯面への単位面積当たりの入熱量を制御する入熱量制御工程と、を有することを特徴とする。

[0012] 上記の構成によれば、温度センサで測定した鋳型の温度と、温度センサ毎に予め設定された目標温度とに基づいて、プラズマトーチから溶湯の湯面への単位面積当たりの入熱量が制御される。例えば、温度センサの測温値が目標温度になるように、プラズマトーチから溶湯の湯面への単位面積当たりの

入熱量を増減させる。このように、温度センサの測温値と目標温度とに基づいてプラズマトーチから溶湯の湯面への単位面積当たりの入熱量をリアルタイムで変化させることで、溶湯の湯面近傍の入抜熱状態を適切に制御することができる。これにより、鑄肌の状態が良好な鑄塊を鑄造することができる。

[0013] また、本発明におけるチタンまたはチタン合金からなる鑄塊の連続鑄造方法において、前記入熱量制御工程では、いずれかの前記温度センサで測定した前記鑄型の温度が前記目標温度よりも低い場合には、その温度センサの設置個所に前記プラズマトーチが接近した際に前記プラズマトーチの出力を増加させ、いずれかの前記温度センサで測定した前記鑄型の温度が前記目標温度よりも高い場合には、その温度センサの設置個所に前記プラズマトーチが接近した際に前記プラズマトーチの出力を低下させてよい。上記の構成によれば、温度センサの測温値と目標温度とに基づいてプラズマトーチの出力をリアルタイムで変化させることで、溶湯の湯面近傍の入抜熱状態を適切に制御することができる。

[0014] また、本発明におけるチタンまたはチタン合金からなる鑄塊の連続鑄造方法においては、前記温度センサで測定した前記鑄型の温度と前記目標温度との差に基づいてプラズマトーチ出力補正量を算出する算出工程を更に有し、前記入熱量制御工程では、前記プラズマトーチの基準的な出力パターンである基準プラズマトーチ出力パターンに前記プラズマトーチ出力補正量を足し合わせることで、前記プラズマトーチの出力を補正してよい。上記の構成によれば、温度センサの測温値と目標温度とに基づいてプラズマトーチの出力をリアルタイムで変化させることができる。

### 発明の効果

[0015] 本発明のチタンまたはチタン合金からなる鑄塊の連続鑄造方法によると、温度センサの測温値と目標温度とに基づいてプラズマトーチから溶湯の湯面への単位面積当たりの入熱量をリアルタイムで変化させることで、溶湯の湯面近傍の入抜熱状態を適切に制御することができる。これにより、鑄肌の状

態が良好な鋳塊を鋳造することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0016] [図1]図 1 は連続鋳造装置を示す斜視図である。
- [図2]図 2 は連続鋳造装置を示す断面図である。
- [図3A]図 3 A は表面欠陥の発生メカニズムを表す説明図である。
- [図3B]図 3 B は表面欠陥の発生メカニズムを表す説明図である。
- [図4]図 4 は鋳型を測方から見たモデル図である。
- [図5]図 5 は鋳型を上方から見たモデル図である。
- [図6A]図 6 A は補正後のプラズマトーチ出力の算出方法を表わすグラフ図であって、実測温度および目標温度を示す。
- [図6B]図 6 B は補正後のプラズマトーチ出力の算出方法を表わすグラフ図であって、基準プラズマトーチ出力パターンを示す。
- [図6C]図 6 C は補正後のプラズマトーチ出力の算出方法を表わすグラフ図であって、プラズマトーチ出力補正量を示す。
- [図6D]図 6 D は補正後のプラズマトーチ出力の算出方法を表わすグラフ図であって、プラズマトーチ出力を示す。
- [図7A]図 7 A はプラズマトーチ出力補正量の算出方法を表わすグラフ図であって、プラズマトーチ出力補正值を示す。
- [図7B]図 7 B はプラズマトーチ出力補正量の算出方法を表わすグラフ図であって、補正係数を示す。
- [図7C]図 7 C はプラズマトーチ出力補正量の算出方法を表わすグラフ図であって、プラズマトーチ出力補正量を示す。
- [図8]図 8 は、図 1 とは異なる連続鋳造装置を示す斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

[0018] (連続鋳造装置の構成)

本実施形態によるチタンまたはチタン合金からなる鋳塊の連続鋳造方法では、プラズマアーク溶解させたチタンまたはチタン合金の溶湯を無底の鋳型

内に注入して凝固させながら下方に引抜くことで、チタンまたはチタン合金からなる鋳塊を連続的に鋳造する。この連続鋳造方法を実施するチタンまたはチタン合金からなる鋳塊の連続鋳造装置 1 は、斜視図である図 1、および、断面図である図 2 に示すように、鋳型 2 と、コールドハース 3 と、原料投入装置 4 と、プラズマトーチ 5 と、スターティングブロック 6 と、プラズマトーチ 7 と、を有している。連続鋳造装置 1 のまわりは、アルゴンガスやヘリウムガス等からなる不活性ガス雰囲気にされている。

[0019] 原料投入装置 4 は、コールドハース 3 内に、スポンジチタンやスクラップ等のチタンまたはチタン合金の原料を投入する。プラズマトーチ 5 は、コールドハース 3 の上方に設けられており、プラズマアークを発生させてコールドハース 3 内の原料を溶融させる。コールドハース 3 は、原料が溶融した溶湯 1 2 を、注湯部 3 a から鋳型 2 内に注入する。鋳型 2 は、銅製であって、無底で断面形状が矩形に形成されており、角筒状の壁部の少なくとも一部の内部を循環する水によって冷却されるようになっている。スターティングブロック 6 は、図示しない駆動部によって上下動され、鋳型 2 の下側開口部を塞ぐことが可能である。プラズマトーチ 7 は、鋳型 2 内の溶湯 1 2 の上方に設けられており、図示しない移動手段により溶湯 1 2 の湯面上で水平移動されながら、鋳型 2 内に注入された溶湯 1 2 の湯面をプラズマアークで加熱する。

[0020] 以上の構成において、鋳型 2 内に注入された溶湯 1 2 は、水冷式の鋳型 2 との接触面から凝固していく。そして、鋳型 2 の下側開口部を塞いでいたスターティングブロック 6 を所定の速度で下方に引き下ろしていくことで、溶湯 1 2 が凝固した角柱状の鋳塊（スラブ） 1 1 が、下方に引抜かれながら連続的に鋳造される。

[0021] ここで、真空雰囲気での電子ビーム溶解では、微量成分が蒸発するために、チタン合金の鋳造は困難である。これに対し、不活性ガス雰囲気でのプラズマアーク溶解では、純チタンだけでなく、チタン合金も鋳造することが可能である。

[0022] なお、連続鑄造装置 1 は、鑄型 2 内の溶湯 1 2 の湯面に固相あるいは液相のフラックスを投入するフラックス投入装置を有していてもよい。ここで、真空雰囲気での電子ビーム溶解では、フラックスが飛散するのでフラックスを鑄型 2 内の溶湯 1 2 に投入するのが困難である。これに対して、不活性ガス雰囲気でのプラズマアーク溶解は、フラックスを鑄型 2 内の溶湯 1 2 に投入することができるという利点を有する。

[0023] (操業条件)

ところで、チタンまたはチタン合金からなる鑄塊 1 1 を連続鑄造した際に、鑄塊 1 1 の表面(鑄肌)に凹凸や傷があると、次工程である圧延過程で表面欠陥となる。このような鑄塊 1 1 表面の凹凸や傷は、圧延する前に切削等で取り除く必要があり、歩留まりの低下や作業工程の増加などに起因してコストアップの要因となる。そのため、表面に凹凸や傷が無い鑄塊 1 1 を鑄造することが求められる。

[0024] ここで、図 3 A、図 3 B に示すように、チタンからなる鑄塊 1 1 の連続鑄造においては、プラズマアークや電子ビームにより加熱される溶湯 1 2 の湯面近傍(湯面から湯面下 10~20 mm 程度までの領域)においてのみ、鑄型 2 と鑄塊 1 1 (凝固シェル 1 3)の表面とが接触している。この接触領域より深い領域では鑄塊 1 1 が熱収縮することで、鑄型 2 との間にエアギャップ 1 4 が発生する。そして、図 3 A に示すように、初期凝固部 1 5 (溶湯 1 2 が鑄型 2 に触れて最初に凝固する部分)への入熱が過多の場合、凝固シェル 1 3 が薄すぎるために、強度不足により凝固シェル 1 3 の表面が引きちぎられる「ちぎれ欠陥」が発生する。一方、図 3 B に示すように、初期凝固部 1 5 への入熱が不足すると、成長した(厚くなった)凝固シェル 1 3 上に溶湯 1 2 が被ることで「湯被り欠陥」が発生する。したがって、溶湯 1 2 の湯面近傍における初期凝固部 1 5 への入熱状況が鑄肌の性状に大きな影響を与えると推定され、溶湯 1 2 の湯面近傍の入熱状態を適切に制御することで良好な鑄肌の鑄塊 1 1 が得られると考えられる。

[0025] そこで、鑄型 2 を測方から見たモデル図である図 4、および、鑄型 2 を上

方から見たモデル図である図5に示すように、鋳型2の周方向に沿って鋳型2の複数箇所に熱電対（温度センサ）21を設ける。そして、各熱電対21が測定した鋳型2の温度と、熱電対21毎に予め設定された目標温度とに基づいて、プラズマトーチ7から溶湯12の湯面への単位面積当たりの入熱量を制御するようにしている。本実施形態においては、各熱電対21で測定された鋳型2の温度と、熱電対21毎に予め設定された目標温度とに基づいて、溶湯12の湯面上で水平移動されるプラズマトーチ7の出力を制御するようにしている。なお、プラズマトーチ7の出力を一定とし、プラズマトーチ7と溶湯12の湯面との距離を変化させたり、プラズマガスの流量を変化させたりすることで、プラズマトーチ7から溶湯12の湯面への単位面積当たりの入熱量を制御するようにしてもよい。また、鋳型2の温度を計測する手段は、熱電対21に限定されず、光ファイバー等であってもよい。

[0026] 具体的には、各熱電対21が測定した鋳型2の温度は、制御装置22に入力される。制御装置22には、熱電対21毎に予め設定された目標温度値およびプラズマトーチ出力補正量が入力されている。そして、制御装置22は、各熱電対21が測定した鋳型2の温度と目標温度とに基づいたプラズマトーチ出力制御信号を、プラズマトーチ7に出力する。このようにして、制御装置22は、いずれかの熱電対21で測定した鋳型2の温度が目標温度よりも低い場合には、その熱電対21の設置箇所にプラズマトーチ7が接近した際にプラズマトーチ7の出力を増加させるように、プラズマトーチ7の出力を制御する。また、制御装置22は、いずれかの熱電対21で測定した鋳型2の温度が目標温度よりも高い場合には、その熱電対21の設置箇所にプラズマトーチ7が接近した際にプラズマトーチ7の出力を低下させるように、プラズマトーチ7の出力を制御する。

[0027] このように、熱電対21の測温値と目標温度とに基づいてプラズマトーチ7から溶湯12の湯面への単位面積当たりの入熱量をリアルタイムで変化させることで、溶湯12の湯面近傍の入抜熱状態を適切に制御することができる。これにより、鋳肌の状態が良好な鋳塊11を鋳造することができる。

[0028] また、熱電対21の測温値と目標温度とに基づいてプラズマトーチ7の出力をリアルタイムで変化させることで、溶湯12の湯面近傍の入抜熱状態を適切に制御することができる。

[0029] プラズマトーチ7の制御にあたっては、まず、鑄肌の状態が良好な鑄塊11を鑄造することが可能なプラズマトーチ7の基準的な出力パターンである基準プラズマトーチ出力パターン $PA(L)$  [W]を事前に決めておく。 $PA(L)$ は、プラズマトーチ7の移動経路における位置 $L$  [m]でのプラズマトーチ7の出力値である。さらに、各側温位置 $i$ での鑄型2の目標温度 $Ta(i)$  [°C]を、過去の操業実績やシミュレーション等により事前に決めておく。具体的には、基準プラズマトーチ出力パターン $PA(L)$ を用いて鑄造したときにおいて、表面品質が良好であると測定された温度、または、表面品質が良好であると予測される時点での温度を、目標温度 $Ta(i)$ として用いる。目標温度 $Ta(i)$ は、実測値でもシミュレーションによる計算値でもよい。さらに、熱電対21による実測温度 $Tm(i)$  [°C]と鑄型2の目標温度 $Ta(i)$ との差である $\Delta T(i)$ に基づいて、プラズマトーチ出力補正量 $\Delta P(L, \Delta T(i))$  [W]を事前に求めておく。ここで、 $\Delta T(i) = Tm(i) - Ta(i)$ である。

[0030] そして、連続鑄造中にリアルタイムで鑄型2の実測温度 $Tm(i)$ を計測する。そして、プラズマトーチ出力 $P(L)$  [W]を、下記の式1に従って制御する。

[0031]  $P(L) = PA(L) + \Delta P(L, Tm(i) - Ta(i)) \dots$  (式1)

[0032] 上記の出力調整を指定時間間隔毎に実行する。

[0033] より具体的には、図5に示すように、プラズマトーチ7の移動軌道23における角部に、トーチ位置A~Dをそれぞれ設ける。また、鑄型2の長辺の中央、および、鑄型2の短辺の中央のそれぞれに、熱電対21を設ける。以後、これらの熱電対21の位置をそれぞれ位置(1)~(4)とする。

[0034] 図6Aは、位置(1)~(4)にそれぞれ設置された熱電対21の実測温

度  $T_m(i)$  と、目標温度  $T_a(i)$  とを示す。また、図 6 B は、トーチ位置 A ~ D における基準プラズマトーチ出力パターン  $P_A(L)$  を示す。

[0035] 図 6 A において、実測温度  $T_m(i)$  と目標温度  $T_a(i)$  との差  $\Delta T(i)$  から、プラズマトーチ出力補正量  $\Delta P(L, \Delta T(i))$  が求められる。図 6 C は、トーチ位置 A ~ D におけるプラズマトーチ出力補正量  $\Delta P(L, \Delta T(i))$  を示す。そして、基準プラズマトーチ出力パターン  $P_A(L)$  にプラズマトーチ出力補正量  $\Delta P(L, \Delta T(i))$  を足し合わせることで、補正後のプラズマトーチ出力  $P(L)$  を求める。図 6 D は、トーチ位置 A ~ D における補正後のプラズマトーチ出力  $P(L)$  を示す。

[0036] このように、基準プラズマトーチ出力パターン  $P_A(L)$  に、プラズマトーチ出力補正量  $\Delta P(L, \Delta T(i))$  を足し合わせることで、プラズマトーチ 7 の出力を補正する。これにより、熱電対 21 の測温値と目標温度とに基づいてプラズマトーチ 7 の出力をリアルタイムで変化させることができる。

[0037] なお、プラズマトーチ出力補正量  $\Delta P(L, \Delta T(i))$  は、以下の式 2 により求められる。

[0038] 
$$\Delta P(L, \Delta T(i)) = \sum (i=1, N) (\Delta P_u(L, i) \times f_d(T_m(i) - T_a(i))) \dots \text{(式 2)}$$

[0039] ここで、 $N$  は温度の測温点数、 $\Delta P_u(L, i)$  [W/°C] は  $i$  番目の熱電対 21 における実測温度が目標温度から単位温度ずれたときのプラズマトーチ出力補正值、 $f_d(\Delta T)$  [°C/°C] は、測温値とのずれ量による補正係数である。

[0040] 図 7 A は、プラズマトーチ出力補正值  $\Delta P_u(L, i)$  を示す。また、図 7 B は、補正係数  $f_d(\Delta T)$  を示す。ここで、目標温度と実測温度との差が非常に大きくなる場合には、凝固異常により操業トラブルが発生する可能性がある。そこで、目標温度と実測温度との差が予め設けた閾値を超える場合には、オペレータにアラームを出力したり、引抜き速度を低下させたり、鑄造中止等を行ってもよい。また、図 7 C は、プラズマトーチ出力補正值  $\Delta$

$P_u(L, i)$  と補正係数  $f_d(T_m(i) - T_a(i))$  で求められるプラズマトーチ出力補正量  $\Delta P(L, \Delta T(i))$  を示す。

[0041] (効果)

以上に述べたように、本実施形態に係るチタンまたはチタン合金からなる鋳塊 11 の連続鋳造方法によると、熱電対 21 で測定した鋳型 2 の温度と、熱電対 21 毎に予め設定された目標温度とに基づいて、プラズマトーチ 7 から溶湯 12 の湯面への単位面積当たりの入熱量が制御される。例えば、熱電対 21 の測温値が目標温度になるように、プラズマトーチ 7 から溶湯 12 の湯面への単位面積当たりの入熱量を増減させる。このように、熱電対 21 の測温値と目標温度とに基づいてプラズマトーチ 7 から溶湯 12 の湯面への単位面積当たりの入熱量をリアルタイムで変化させることで、溶湯 12 の湯面近傍の入抜熱状態を適切に制御することができる。これにより、鋳肌の状態が良好な鋳塊 11 を鋳造することができる。

[0042] また、いずれかの熱電対 21 で測定した鋳型 2 の温度が目標温度よりも低い場合には、その熱電対 21 の設置個所にプラズマトーチ 7 が接近した際にプラズマトーチ 7 の出力を増加させる。また、いずれかの熱電対 21 で測定した鋳型 2 の温度が目標温度よりも高い場合には、その熱電対 21 の設置個所にプラズマトーチ 7 が接近した際にプラズマトーチ 7 の出力を低下させる。このように、熱電対 21 の測温値に基づいてプラズマトーチ 7 の出力をリアルタイムで変化させることで、溶湯 12 の湯面近傍の入抜熱状態を適切に制御することができる。

[0043] また、基準プラズマトーチ出力パターンにプラズマトーチ出力補正量を足し合わせることで、プラズマトーチ 7 の出力が補正される。これにより、熱電対 21 の測温値に基づいてプラズマトーチ 7 の出力をリアルタイムで変化させることができる。

[0044] (変形例)

なお、本実施形態の連続鋳造方法を実施する連続鋳造装置 201 は、図 8 に示すように、断面円形の鋳型 202 を用いて円柱状の鋳塊 211 を連続鋳

造するものであってもよい。

[0045] (本実施形態の変形例)

以上、本発明の実施形態を説明したが、具体例を例示したに過ぎず、特に本発明を限定するものではなく、具体的構成などは、適宜設計変更可能である。また、発明の実施の形態に記載された、作用及び効果は、本発明から生じる最も好適な作用及び効果を列挙したに過ぎず、本発明による作用及び効果は、本発明の実施の形態に記載されたものに限定されるものではない。

[0046] 本出願は2013年1月25日出願の日本特許出願(特願2013-012034)に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

## 符号の説明

- [0047]
- 1, 201 連続鑄造装置
  - 2, 202 鑄型
  - 3 コールドハース
  - 3a 注湯部
  - 4 原料投入装置
  - 5 プラズマトーチ
  - 6 スターティングブロック
  - 7 プラズマトーチ
  - 11, 211 鑄塊
  - 12 溶湯
  - 13 凝固シェル
  - 14 エアギャップ
  - 15 初期凝固部
  - 21 熱電対
  - 22 制御装置
  - 23 移動軌道

## 請求の範囲

### [請求項1]

チタンまたはチタン合金を溶解させた溶湯を無底の鋳型内に注入して凝固させながら下方に引抜くことにより、チタンまたはチタン合金からなる鋳塊を連続的に鋳造する連続鋳造方法であって、

プラズマトーチを前記鋳型内の前記溶湯の湯面上で水平移動させながら、前記プラズマトーチからのプラズマアークで前記溶湯の湯面を加熱する加熱工程と、

前記鋳型の周方向に沿って前記鋳型の複数箇所に設けられた温度センサで前記鋳型の温度をそれぞれ測定する測温工程と、

前記温度センサで測定された前記鋳型の温度と、前記温度センサ毎に予め設定された目標温度とに基づいて、前記プラズマトーチから前記溶湯の湯面への単位面積当たりの入熱量を制御する入熱量制御工程と、

を有することを特徴とするチタンまたはチタン合金からなる鋳塊の連続鋳造方法。

### [請求項2]

前記入熱量制御工程は、

いずれかの前記温度センサで測定した前記鋳型の温度が前記目標温度よりも低い場合には、その温度センサの設置個所に前記プラズマトーチが接近した際に前記プラズマトーチの出力を増加させ、

いずれかの前記温度センサで測定した前記鋳型の温度が前記目標温度よりも高い場合には、その温度センサの設置個所に前記プラズマトーチが接近した際に前記プラズマトーチの出力を低下させることを特徴とする請求項1に記載のチタンまたはチタン合金からなる鋳塊の連続鋳造方法。

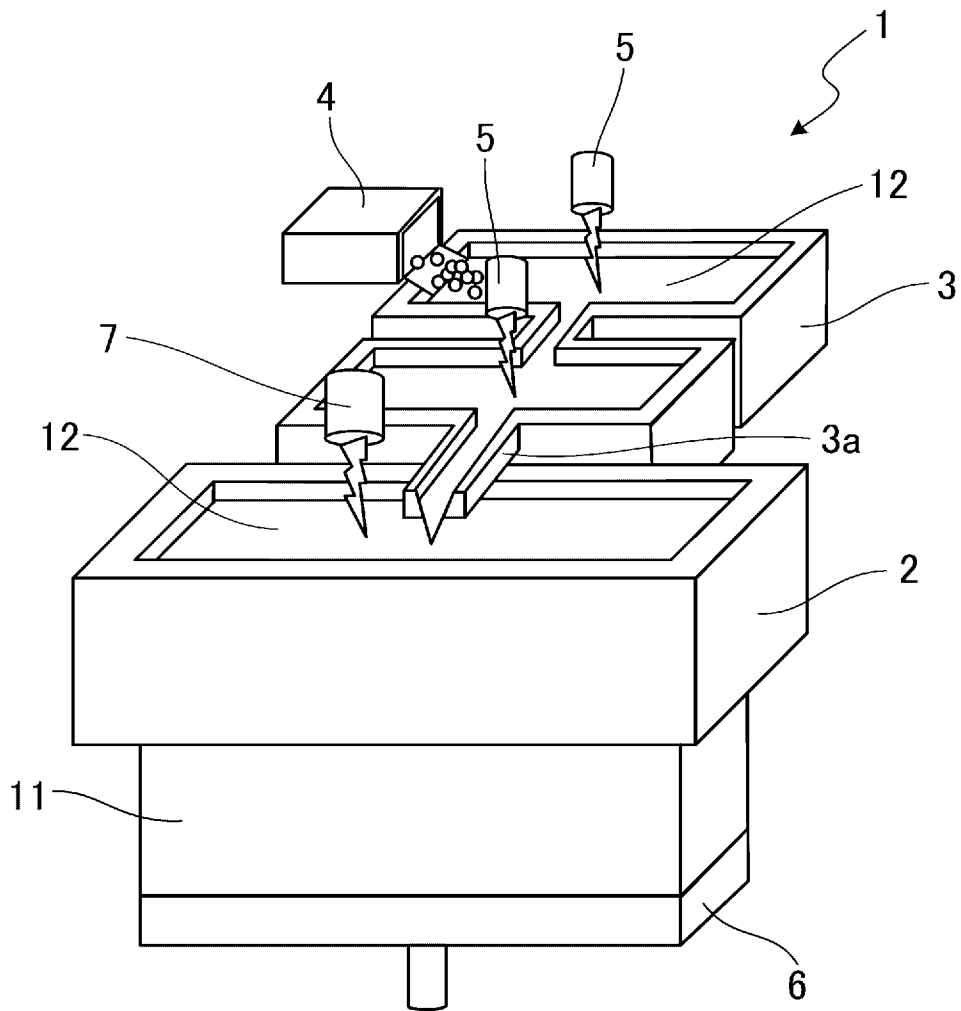
### [請求項3]

前記温度センサで測定した前記鋳型の温度と前記目標温度との差に基づいてプラズマトーチ出力補正量を算出する算出工程を更に有し、

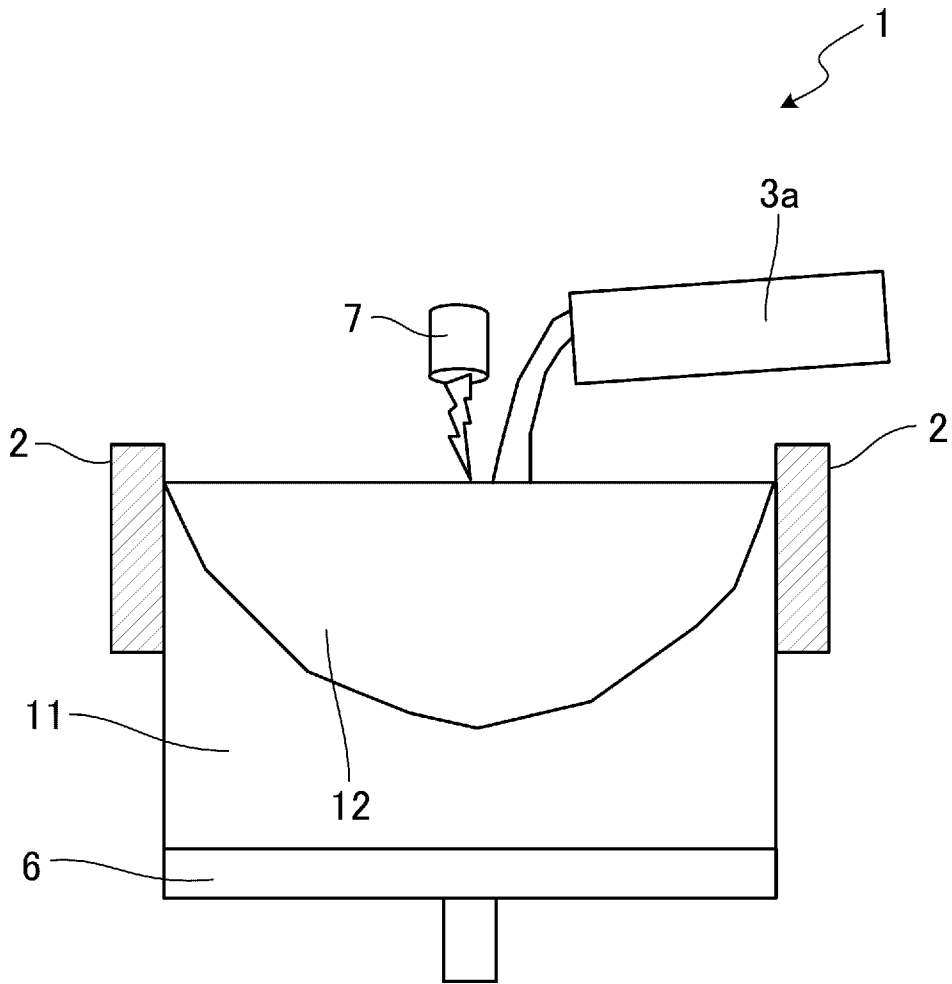
前記入熱量制御工程は、前記プラズマトーチの基準的な出力パターンである基準プラズマトーチ出力パターンに前記プラズマトーチ出力

補正量を足し合わせることで、前記プラズマトーチの出力を補正することを特徴とする請求項2に記載のチタンまたはチタン合金からなる鑄塊の連続鑄造方法。

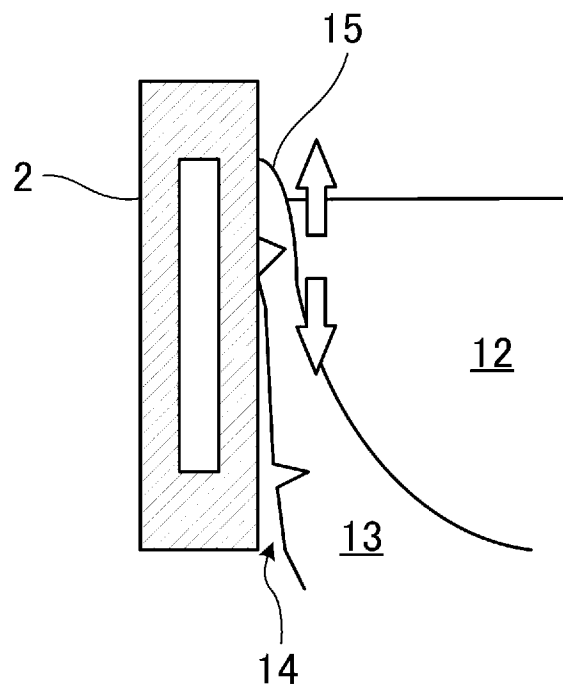
[図1]



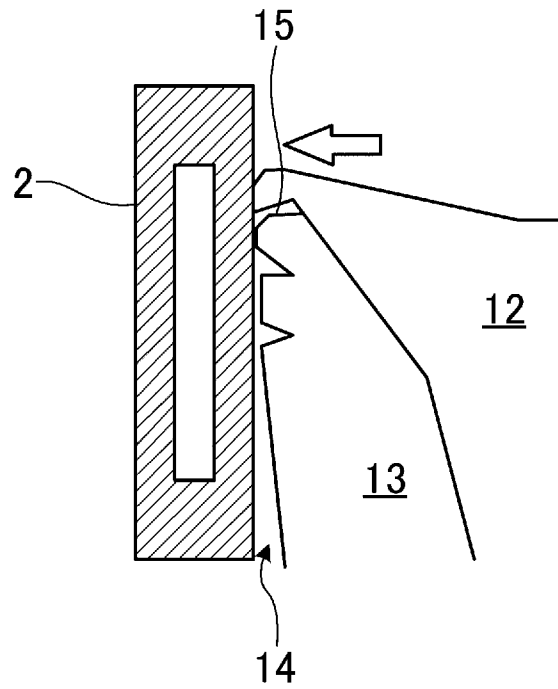
[図2]



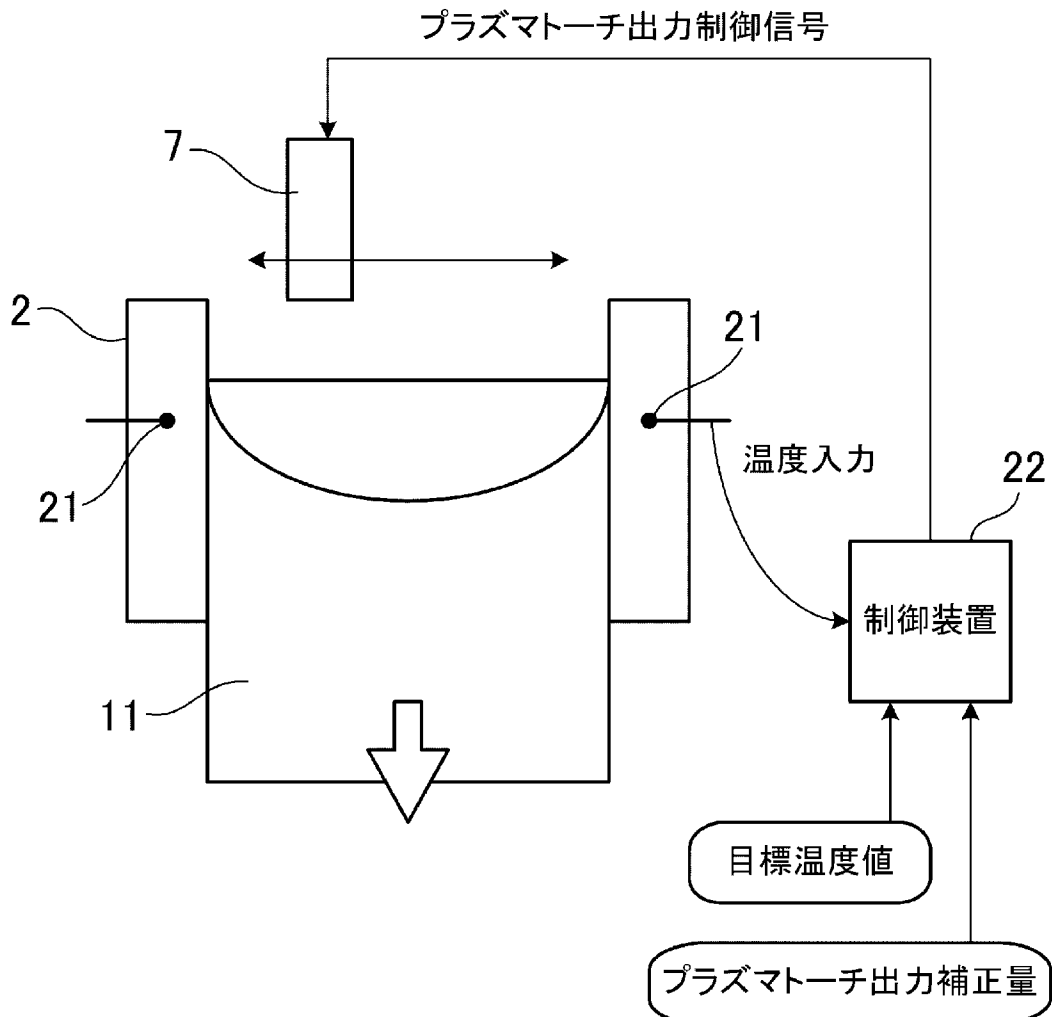
[図3A]



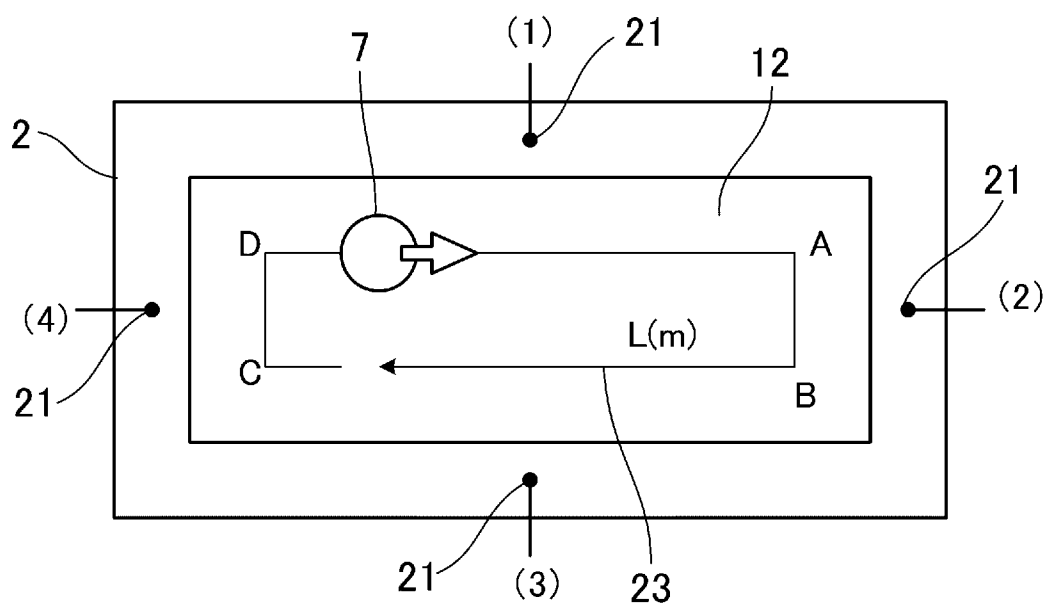
[図3B]



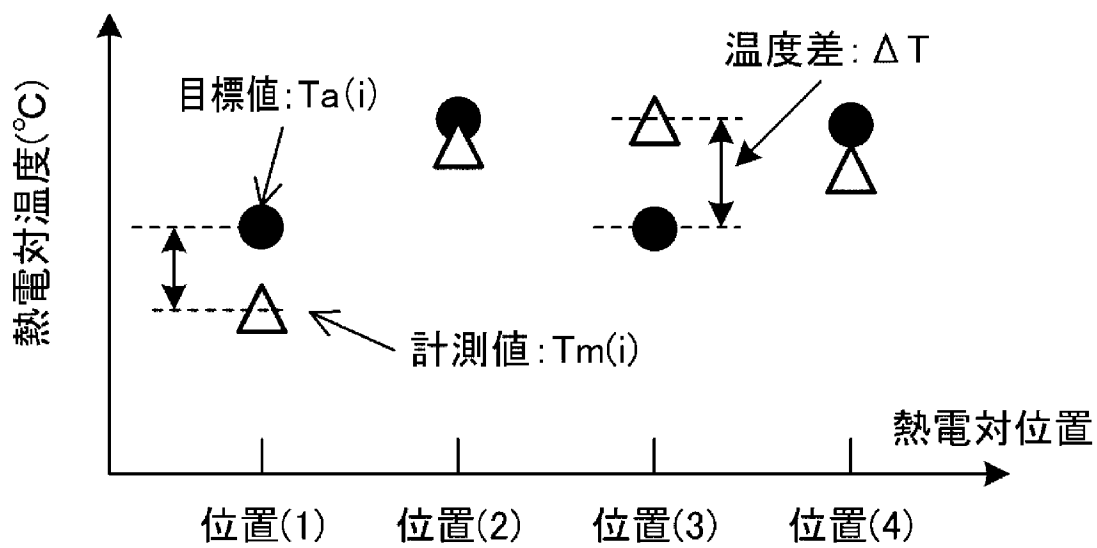
[図4]



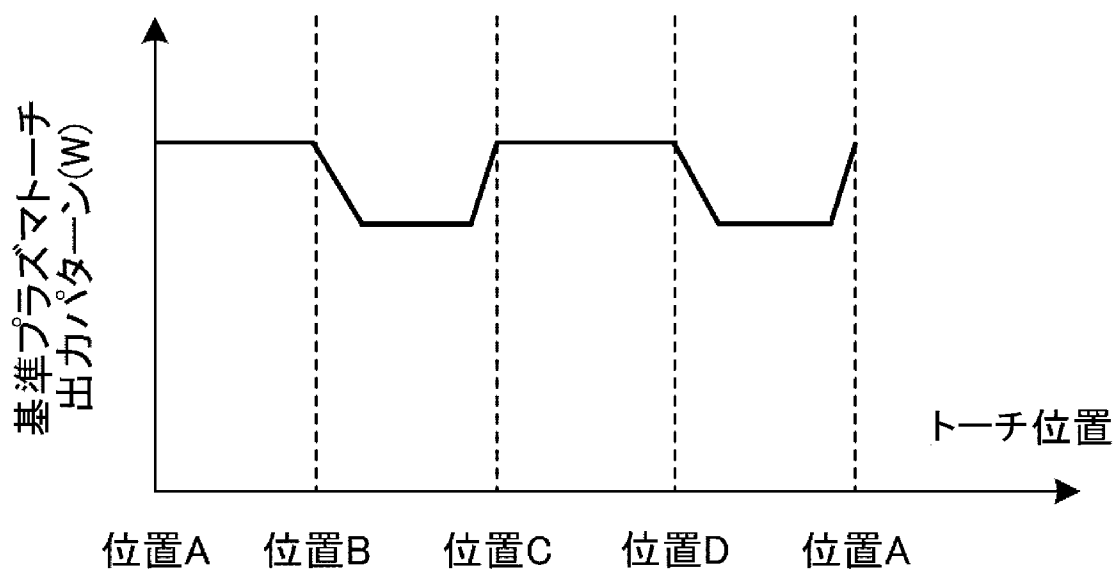
[図5]



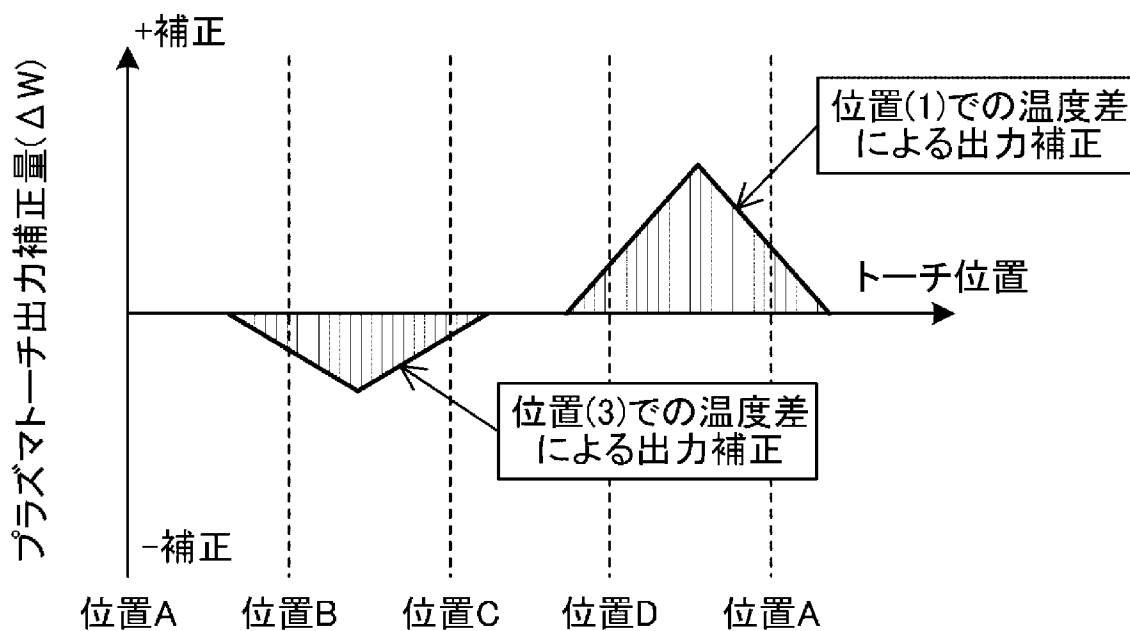
[図6A]



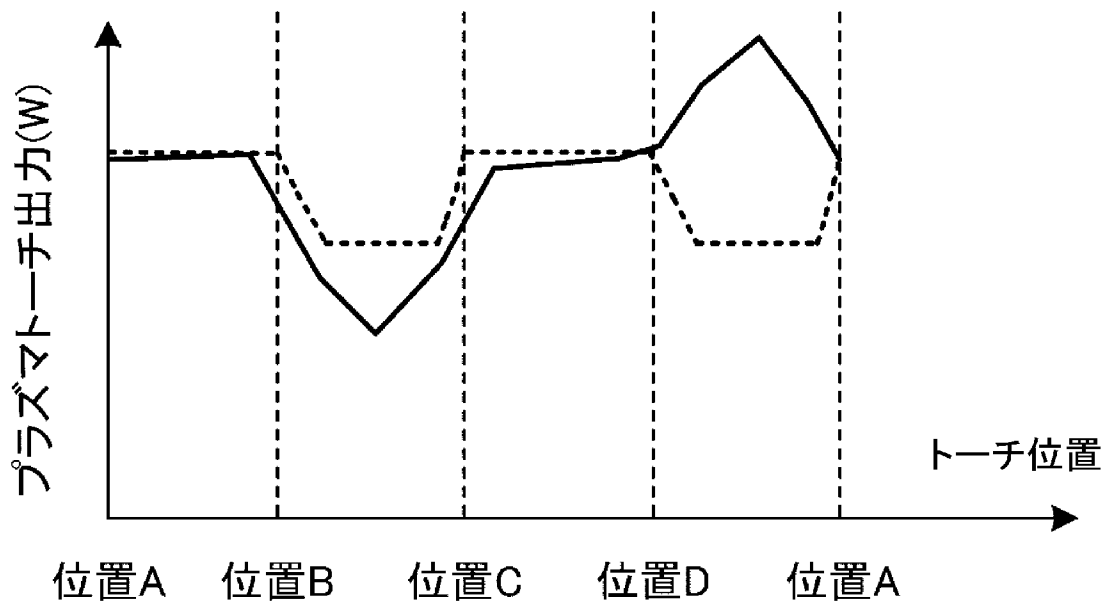
[図6B]



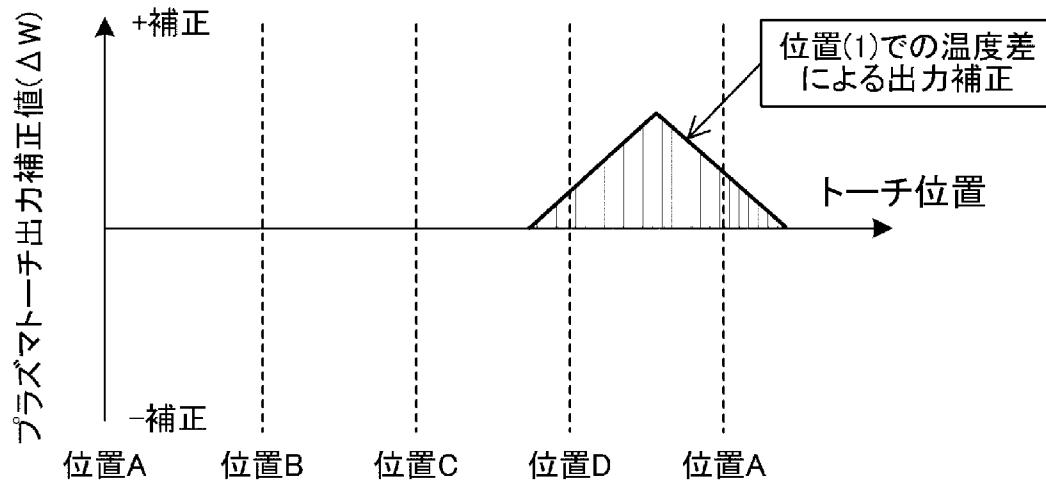
[図6C]



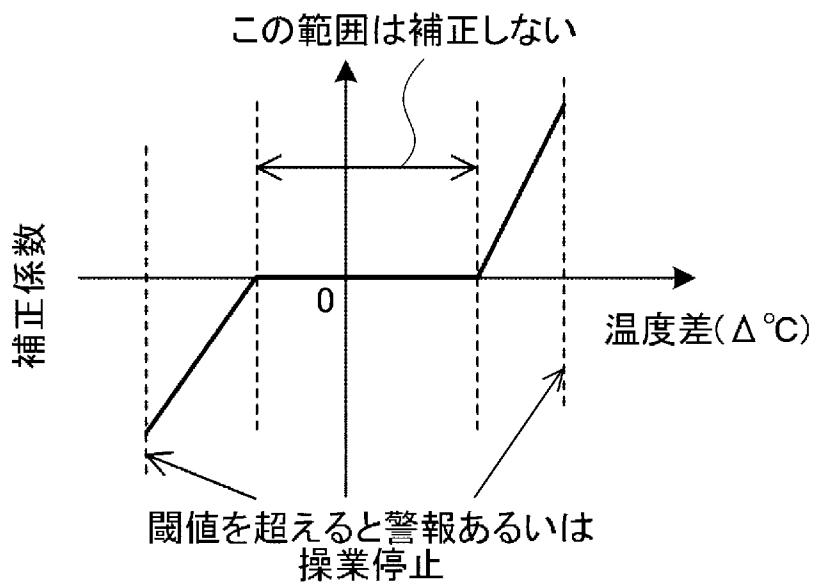
[図6D]



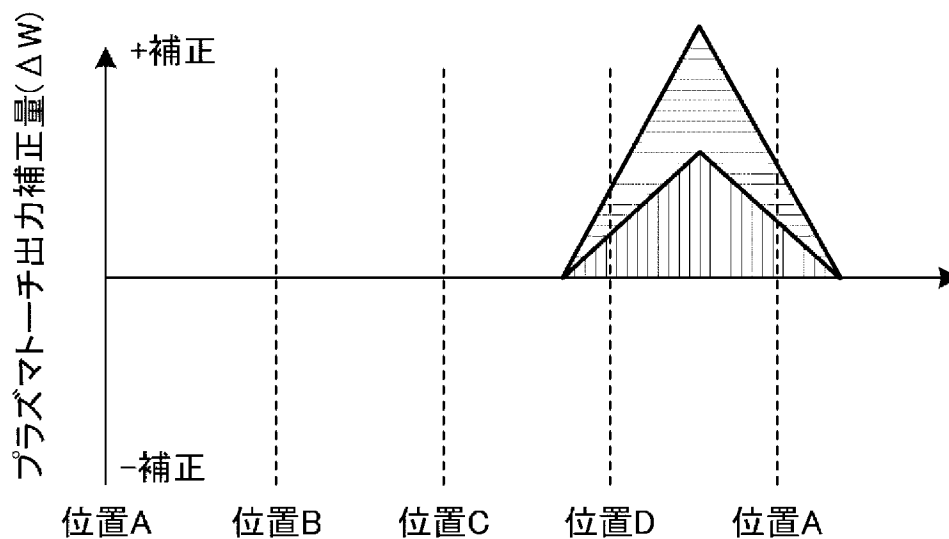
[図7A]



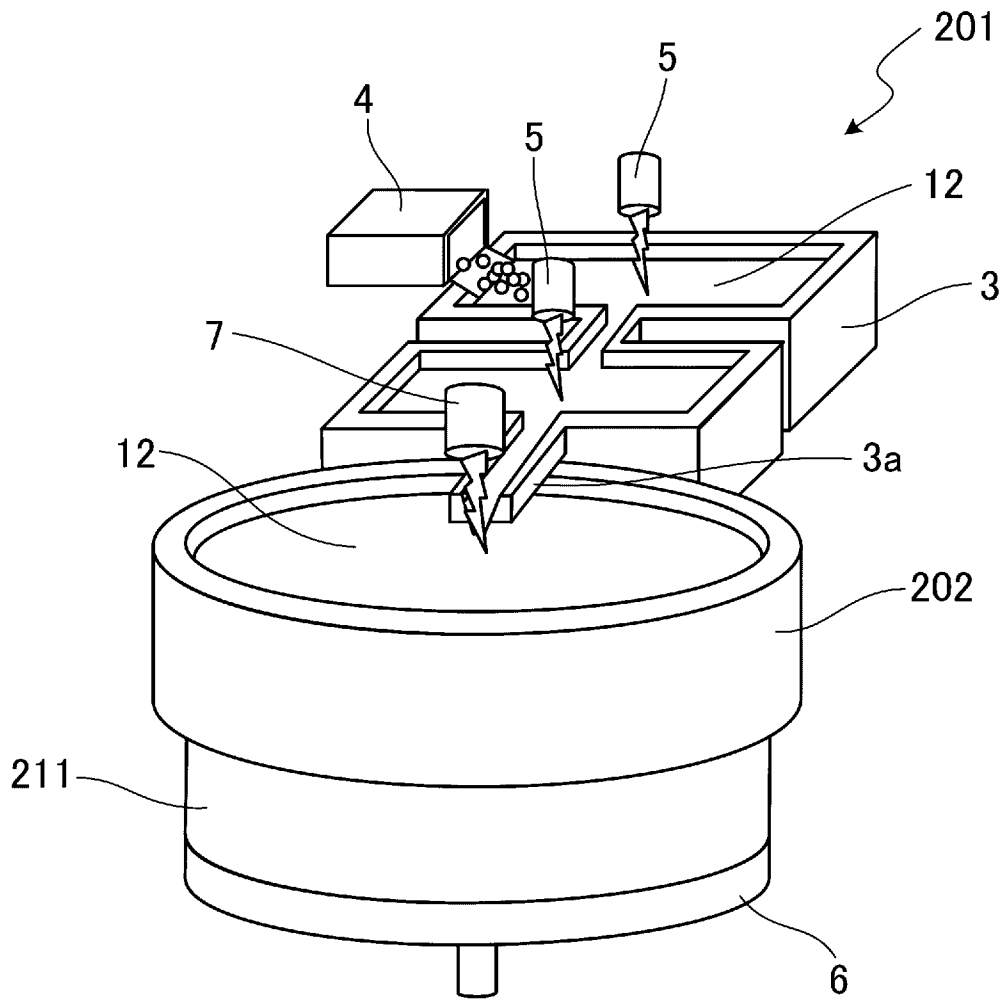
[図7B]



[図7C]



[図8]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/JP2014/051426
--

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*B22D11/041(2006.01)i, B22D11/16(2006.01)i, B22D27/02(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
*B22D11/041, B22D11/16, B22D27/02*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2014</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2014</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2014</i>

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<i>JP 5-192746 A (General Electric Co.),                      03 August 1993 (03.08.1993),                      entire text                      &amp; US 5273101 A                      &amp; EP 518537 A1                      &amp; AU 1474592 A                      &amp; CN 1067398 A                      &amp; CA 2068197 A1</i>	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04 March, 2014 (04.03.14)	Date of mailing of the international search report 11 March, 2014 (11.03.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B22D11/041(2006.01)i, B22D11/16(2006.01)i, B22D27/02(2006.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B22D11/041, B22D11/16, B22D27/02										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2014年									
日本国実用新案登録公報	1996-2014年									
日本国登録実用新案公報	1994-2014年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	JP 5-192746 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 1993.08.03, 全文 & US 5273101 A & EP 518537 A1 & AU 1474592 A & CN 1067398 A & CA 2068197 A1	1-3								
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 04.03.2014	国際調査報告の発送日 11.03.2014									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 富永 泰規 電話番号 03-3581-1101 内線 3425	4E 9832								