

(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
2020年7月16日(16.07.2020)



(10) 国際公開番号

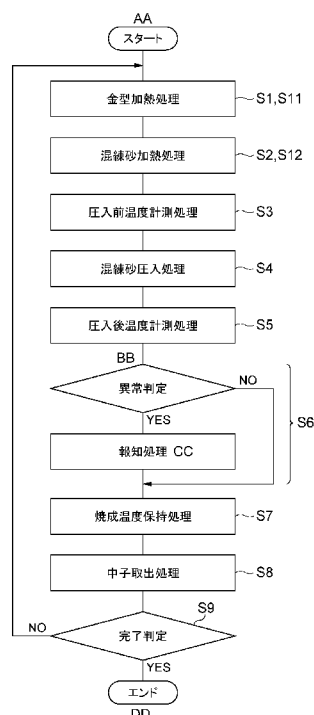
WO 2020/144892 A1

- (51) 国際特許分類:
B22C 9/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/034833
- (22) 国際出願日: 2019年9月4日(04.09.2019)
- (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 2019-001665 2019年1月9日(09.01.2019) JP
- (71) 出願人: 新東工業株式会社 (SINTOKOGIO, LTD.) [JP/JP]; 〒4506424 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目2番12号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 野口 陽平 (NOGUCHI Youhei); 〒4428505 愛知県豊川市穂ノ原3丁目1番地 新東工業株式会社豊川製作所内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: CORE MOLDING METHOD AND CORE MOLDING DEVICE

(54) 発明の名称: 中子造型方法及び中子造型装置

[図1]



AA... START
S1, S11... HEAT DIE
S2, S12... HEAT KNEADED SAND
S3... MEASURE TEMPERATURE BEFORE PRESSING IN
S4... PRESS IN KNEADED SAND
S5... MEASURE TEMPERATURE AFTER PRESSING IN
BB... DETERMINE ABNORMALITY
CC... REPORT
S7... HOLD FIRING TEMPERATURE
S8... EXTRACT CORE
S9... DETERMINE COMPLETION
DD... END

(57) Abstract: This core molding method is a method for molding a core using a die into which a kneaded sand is pressed, the method having: a step for heating the die so that the die attains a higher temperature than a pre-set firing temperature; a step for pressing the kneaded sand into the heated die; a step for holding, at the firing temperature, the temperature of the die into which the kneaded sand is pressed; and a step for extracting a core from the die after the holding step.

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, ST, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 中子造型方法は、混練砂が圧入される金型を用いて中子を造型する方法であって、金型の温度が予め定められた焼成温度より高い温度となるように金型を加熱するステップと、加熱された金型に混練砂を圧入するステップと、混練砂が圧入された金型の温度を焼成温度で保持するステップと、保持するステップの後において金型から中子を取り出すステップと、を有する。

明 細 書

発明の名称： 中子造型方法及び中子造型装置

技術分野

[0001] 本開示は、中子造型方法及び中子造型装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、混練砂を金型に入れて、金型を加熱し、金型の形状に沿って混練砂を硬化させる中子造型装置が記載されている。この装置は、金型の温度を計測する金型温度センサを有する金型と、金型を加熱する加熱装置と、加熱装置の金型に対する加熱温度を制御する温度調節器とを備える。温度調節器は、金型の各場所の加熱温度を設定し、加熱装置に金型を加熱させる。金型温度センサは、金型の各場所の温度を温度調節器にフィードバックする。温度調節器は、フィードバックに基づき、金型の各場所の加熱温度を適正に制御する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：実用新案登録第 2 5 8 9 3 9 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に記載の中子造型装置において、金型に混練砂を圧入した場合、金型の熱が混練砂に奪われ、金型の温度は低下する。低下した金型の温度と混練砂を焼成する温度との差が大きくなるほど、混練砂を焼成する温度にするために加熱装置が金型を加熱する時間が増大する。すなわち、混練砂を焼成する温度より低い温度で混練砂を焼成する時間が増大する。このような条件で中子を造型すると、中子は金型に張り付きやすくなり、中子の造型不良が生じるおそれがある。

[0005] 本開示は、中子の金型への張り付きを抑制する中子造型方法及び中子造型装置を提供する。

課題を解決するための手段

- [0006] 本開示に係る中子造型方法は、混練砂が圧入される金型を用いて中子を造型する方法であって、金型の温度が予め定められた焼成温度より高い温度となるように金型を加熱するステップと、加熱された金型に混練砂を圧入するステップと、混練砂が圧入された金型の温度を焼成温度に保持するステップと、保持するステップの後において金型から中子を取り出すステップと、を有する。
- [0007] この方法では、加熱するステップとして、金型が予め定められた焼成温度より高い温度となるように加熱される。圧入するステップでは、混練砂が、加熱された金型に圧入される。保持するステップでは、混練砂が圧入された金型の温度は、混練砂を焼成する際の金型の温度である焼成温度に保持される。取り出すステップでは、保持するステップの後において、中子が金型から取り出される。このように、加熱するステップにおいて混練砂の圧入前に金型が焼成温度より高い温度となるように加熱されている。このため、この方法は、混練砂の圧入前に金型が加熱されていない場合、又は、金型が焼成温度に維持されている場合と比べて、混練砂の圧入により金型の温度が焼成温度よりも低くなり、かつ、金型の温度と焼成温度との差異が大きくなることを抑制することができる。これにより、この方法は、混練砂の圧入前に金型が焼成温度より高い温度となるように加熱されていない場合と比較して、焼成温度より低い温度で混練砂を焼成する時間を減少させることができる。よって、この方法は、中子の金型への張り付きを抑制することができる。
- [0008] 一実施形態に係る中子造型方法では、加熱するステップ終了時の金型の第1温度を計測するステップと、圧入するステップ終了時の金型の第2温度を計測するステップと、をさらに有し、加熱するステップ、第1温度を計測するステップ、圧入するステップ、第2温度を計測するステップ、保持するステップ、及び取り出すステップを順に繰り返し実行し、取り出すステップの後における加熱するステップでは、計測された第1温度、計測された第2温度及び焼成温度に基づいて金型の事前温度を決定し、決定された事前温度に

基づいて金型を加熱してもよい。この場合、加熱するステップ、第1温度を計測するステップ、圧入するステップ、第2温度を計測するステップ、保持するステップ、及び取り出すステップが順に実行され、これらを1サイクルとして繰り返し実行される。あるサイクルの取り出すステップの後に次のサイクルとして実行される加熱するステップでは、計測された第1温度、計測された第2温度及び焼成温度に基づき、金型の事前温度が決定される。この方法では、2回目以降のサイクルにおける加熱するステップにおいて、金型は事前温度に基づき加熱される。事前温度は、従前の第1温度、第2温度及び焼成温度との関係を利用して決定される。よって、この方法は、過去のデータを用いて事前温度を適切に決定することができる。

[0009] 一実施形態に係る中子造型方法では、加熱するステップ終了時の金型の第1温度を計測するステップをさらに有し、保持するステップは、金型の温度制御開始から混練砂が圧入された金型の温度を予め定められた焼成温度へと変更するまでの調整時間を計測するステップを含み、加熱するステップ、第1温度を計測するステップ、圧入するステップ、保持するステップ、及び取り出すステップを順に繰り返し実行し、取り出すステップの後における加熱するステップでは、計測された第1温度及び計測された調整時間に基づいて金型の事前温度を決定し、決定された事前温度に基づいて金型を加熱してもよい。この場合、加熱するステップ、第1温度を計測するステップ、圧入するステップ、保持するステップ、及び取り出すステップが順に実行され、これらを1サイクルとして繰り返し実行される。あるサイクルの取り出すステップの後に次のサイクルとして実行される加熱するステップでは、計測された第1温度及び調整時間に基づき、金型の事前温度が決定される。この方法では、2回目以降のサイクルにおける加熱するステップにおいて、金型は事前温度に基づき加熱される。事前温度は、従前の第1温度と調整時間との関係を利用して決定される。よって、この方法は、過去のデータを用いて事前温度を適切に決定することができる。

[0010] 一実施形態に係る中子造型方法では、第2温度を計測するステップ後、第

2 温度が焼成温度より高く、かつ、第2 温度と焼成温度との差分が予め定められた第1 閾値より大きい場合に異常を報知するステップをさらに有してもよい。加熱するステップにおいて金型が過剰に加熱された場合、圧入するステップにおいて混練砂が金型に圧入されても、第2 温度が焼成温度と第1 閾値との和よりも高くなるおそれがある。この状態で造型された中子では、適切な焼成温度で造型された中子と比較して、品質が低下するおそれがある。この方法は、上記状態となったときに異常を報知することにより、中子の品質低下の可能性を知らせることができる。

[0011] 一実施形態に係る中子造型方法では、圧入するステップ前に混練砂を加熱するステップをさらに有してもよい。この場合、圧入するステップの前に混練砂が加熱されることで、混練砂が加熱されない場合と比較して、圧入するステップにおける金型の温度低下が抑制される。これにより、この方法は、混練砂の圧入により金型の温度が焼成温度よりも低くなり、かつ、金型の温度と焼成温度との差異が大きくなることを抑制することができる。このため、この方法は、混練砂の圧入前に金型が焼成温度より高い温度となるように加熱されておらず、混練砂が加熱されていない場合と比較して、焼成温度より低い温度で混練砂を焼成する時間を減少させることができる。また、この方法は、加熱するステップにおいて、混練砂を加熱しない場合と比べて、金型の加熱量を小さくすることができる。

[0012] 本開示の他の側面である中子造型装置は、混練砂が圧入される金型を用いて中子を造型する装置であって、混練砂を焼成する金型と、混練砂を金型に圧入する圧入装置と、金型の温度を制御する金型用熱制御器と、金型の温度を計測する金型用温度センサと、圧入装置、金型用熱制御器及び金型用温度センサと接続される制御部と、を備え、制御部は、金型用熱制御器を用いて金型の温度が予め定められた焼成温度より高い温度となるように金型を加熱するステップと、加熱された金型に圧入装置を用いて混練砂を圧入するステップと、混練砂が圧入された金型の温度を金型用熱制御器及び金型用温度センサを用いて焼成温度で保持するステップと、保持するステップの後におい

て金型から中子を取り出すステップと、を実行する。

[0013] この装置によれば、加熱するステップとして、制御部によって制御された金型用熱制御器の制御により、金型が予め定められた焼成温度より高い温度となるように加熱される。圧入するステップでは、制御部によって制御された圧入装置により、混練砂が、加熱された金型に圧入される。保持するステップでは、金型用熱制御器、金型用温度センサ及び制御部により、混練砂が圧入された金型の温度は、混練砂を焼成する際の金型の温度である焼成温度に保持される。取り出すステップでは、保持するステップの後において、中子が金型から取り出される。このように、加熱するステップにおける金型用熱制御器により混練砂の圧入前に金型が焼成温度より高い温度となるように加熱されている。このため、この装置は、混練砂の圧入前に金型が加熱されていない場合、又は、金型が焼成温度に維持されている場合と比べて、混練砂の圧入により金型の温度が焼成温度よりも低くなり、かつ、金型の温度と焼成温度との差異が大きくなることを抑制することができる。これにより、この装置は、混練砂の圧入前に金型が焼成温度より高い温度となるように加熱されていない場合と比較して、焼成温度より低い温度で混練砂を焼成する時間を減少させることができる。よって、この装置は、中子の金型への張り付きを抑制することができる。

[0014] 一実施形態に係る中子造型装置は、金型用温度センサと制御部と接続され、金型の温度を記録する記録部をさらに備え、制御部は、金型用温度センサを用いて加熱するステップ終了時の金型の第1温度を計測し、記録部に記録するステップと、金型用温度センサを用いて圧入するステップ終了時の金型の第2温度を計測し、記録部に記録するステップと、をさらに実行し、加熱するステップ、第1温度を計測するステップ、圧入するステップ、第2温度を計測するステップ、保持するステップ、及び取り出すステップを順に繰り返し実行し、取り出すステップの後における加熱するステップでは、記録部に記録された第1温度及び第2温度と焼成温度とに基づいて金型の事前温度を決定し、決定された事前温度に基づいて金型用熱制御器を用いて金型を加

熱してもよい。この場合、加熱するステップ、第1温度を計測するステップ、圧入するステップ、第2温度を計測するステップ、保持するステップ、及び取り出すステップが順に実行され、これらを1サイクルとして繰り返し実行される。あるサイクルの取り出すステップの後に次のサイクルとして実行される加熱するステップでは、記録部に記録された第1温度及び第2温度、並びに焼成温度に基づき、金型の事前温度が決定される。この装置では、2回目以降のサイクルにおける加熱するステップにおいて、金型は事前温度に基づき加熱される。事前温度は、従前の第1温度、第2温度及び焼成温度との関係を利用して決定される。よって、この装置は、過去のデータを用いて事前温度を適切に決定することができる。

[0015] 一実施形態に係る中子造型装置は、金型用温度センサと制御部と接続され、金型の温度及び金型の温度変化に対応する時間を記録する記録部をさらに備え、金型用温度センサを用いて加熱するステップ終了時の金型の第1温度を計測し、記録部に記録するステップをさらに有し、金型用温度センサを用いて保持するステップは、金型の温度制御開始から混練砂が圧入された金型の温度を予め定められた焼成温度へと変更するまでの調整時間を計測し、記録部に記録するステップを含み、加熱するステップ、第1温度を計測するステップ、圧入するステップ、保持するステップ、及び取り出すステップを順に繰り返し実行し、取り出すステップの後における加熱するステップでは、記録部に記録された第1温度及び調整時間に基づいて金型の事前温度を決定し、決定された事前温度に基づいて金型用熱制御器を用いて金型を加熱してもよい。この場合、加熱するステップ、第1温度を計測するステップ、圧入するステップ、保持するステップ、及び取り出すステップが順に実行され、これらを1サイクルとして繰り返し実行される。あるサイクルの取り出すステップの後に次のサイクルとして実行される加熱するステップでは、記録部に記録された第1温度及び調整時間に基づき、金型の事前温度が決定される。この装置では、2回目以降のサイクルにおける加熱するステップにおいて、金型は事前温度に基づき加熱される。事前温度は、従前の第1温度と調

整時間との関係を利用して決定される。よって、この装置は、過去のデータを用いて事前温度を適切に決定することができる。

[0016] 一実施形態に係る中子造型装置では、制御部に接続され、異常を報知する報知部をさらに備え、制御部は、第2温度を計測するステップ後、第2温度が焼成温度より高く、かつ、第2温度と焼成温度との差分が予め定められた第1閾値より大きい場合に異常を報知部に報知させるステップをさらに実行してもよい。加熱するステップにおいて金型が過剰に加熱された場合、圧入するステップにおいて混練砂が金型に圧入されても、第2温度が焼成温度と第1閾値との和よりも高くなるおそれがある。この状態で造型された中子では、適切な焼成温度で造型された中子と比較して、品質が低下するおそれがある。この装置は、上記状態となったときに報知部により異常を報知することにより、中子の品質低下の可能性を知らせることができる。

[0017] 一実施形態に係る中子造型装置では、混練砂を貯留し、圧入装置により混練砂を排出する混練容器と、混練容器及び制御部に接続され、混練容器を加熱させる混練容器用ヒーターとをさらに備え、制御部は、圧入するステップ前に混練容器用ヒーターにより混練容器を加熱することで混練砂を加熱するステップをさらに実行してもよい。この場合、圧入するステップの前に混練砂が加熱されることで、混練砂が加熱されない場合と比較して、圧入するステップにおける金型の温度低下が抑制される。これにより、この装置は、混練砂の圧入により金型の温度が焼成温度よりも低くなり、かつ、金型の温度と焼成温度との差異が大きくなることを抑制することができる。このため、この装置は、混練砂の圧入前に金型が焼成温度より高い温度となるように加熱されておらず、混練砂が加熱されていない場合と比較して、焼成温度より低い温度で混練砂を焼成する時間を減少させることができる。また、この装置は、加熱するステップにおいて、混練砂を加熱しない場合と比べて、金型の加熱量を小さくすることができる。

発明の効果

[0018] 本開示に係る中子造型方法及び中子造型装置によれば、中子の金型への張

り付きを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、第1実施形態及び第2実施形態に係る中子造型方法の一例を示すフローチャートである。

[図2]図2は、第1実施形態及び第2実施形態に係る中子造型装置の一例を示す概要図である。

[図3]図3は、第1実施形態及び第2実施形態に係る中子造型装置の機能の一例を示すブロック図である。

[図4]図4は、第1実施形態及び第2実施形態に係る中子造型装置の金型の温度変化の過程で圧入後温度が焼成温度以下の場合の一例を示すグラフである。

[図5]図5は、第1実施形態及び第2実施形態に係る中子造型装置の金型の温度変化の過程で圧入後温度が焼成温度より大きい場合の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して、本開示の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明は繰り返さない。図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。「上」「下」「左」「右」の語は、図示する状態に基づくものであり、便宜的なものである。

[0021] (第1実施形態)

図1は、実施形態に係る中子造型方法の一例を示すフローチャートである。図1に示す中子造型方法は、混練砂が圧入される金型を用いて中子を造型する方法である。混練砂は、中子を製造する原料である。混練砂は、例えば、水ガラスで被覆された、又は水ガラスと混練された耐火性の鉬物砂又は合成砂である。鉬物砂又は合成砂は、例えば、アルミナサンド、珪砂、ジルコン砂などである。

[0022] 混練砂は、加熱された金型に対して圧入される。混練砂は、焼成温度 T と

なった金型の内部で焼成される。焼成温度 T とは、中子を造型する上で適切な、混練砂を焼成する温度である。焼成温度 T は、混練砂、中子又は金型の種類などによって適宜設定される。金型の内部で混練砂が焼成され、金型の内壁に沿って硬化することで、中子が造型される。図 1 に示されるフローチャートは、例えば図 2 に示される中子造型装置によって実施される。図 2 は、実施形態に係る中子造型装置の一例を示す概要図である。

[0023] 図 2 に示されるように、中子造型装置 1 は、金型 10 と、圧入装置 20 と、金型用熱制御器 30 と、金型用温度センサ 40 と、制御部 50 とを備える。中子造型装置 1 は、混練容器 80 と混練容器用ヒーター 81 とを備え得る。

[0024] 金型 10 は、混練砂を焼成するための型である。金型 10 は、例えば、左型 11 及び右型 12 を有する。金型 10 は、左型 11 と右型 12 とを組み合わせて使用される。組み合わされた左型 11 及び右型 12 の内部には、キャビティ 13 が画成される。左型 11 と右型 12 とには、キャビティ 13 に混練砂を供給するため、上部に混練砂投入孔が穿設されている。混練砂は、圧入装置 20 により混練砂投入孔を通じてキャビティ 13 に圧入される。金型 10 の温度が焼成温度 T に所定期間維持されることで、圧入された混練砂が焼成される。混練砂は焼成されることで硬化し、中子となる。中子は、キャビティ 13 の形状に造型される。造型された中子は、金型 10 から取り出される。例えば、左型 11 は、離型された後に、その上部を中心に回転可能に構成される。左型 11 の下端が右型 12 の下端から離間するように左型 11 を回転させることで、金型 10 から中子を取り出すことができる。

[0025] 圧入装置 20 は、混練砂を金型 10 に圧入する装置である。圧入装置 20 は、例えば、金型 10 の上方に設けられる。圧入装置 20 は、混練砂に対して上方から下方に向けて力を加えることで混練砂投入孔を通じて混練砂を金型 10 に圧入する。圧入装置 20 は、例えば、ピストン又はエアー供給装置である。圧入装置 20 は、金型 10 の上方に配置された混練容器 80 内の混練砂を、金型 10 のキャビティ 13 内に圧入する。

- [0026] 混練容器 80 は、混練砂を貯留し、圧入装置 20 により混練砂を排出する。混練容器 80 は、例えば、金属製である。混練容器 80 は、例えば、上方が開放された有底筒状の構造であり、底部に開閉可能な弁の構造を持つ吐出口を有する。混練容器 80 は、内部に混練砂を貯留する。上方からの力の付加がない場合は、底部の吐出口から混練砂は排出されない。混練砂を金型 10 に圧入する場合、混練容器 80 は、例えば圧入装置 20 に対して下方に、かつ、金型 10 に対して上方に設けられる。混練容器 80 の吐出口は、金型 10 に近接又は接触するように設けられる。混練容器 80 は、圧入装置 20 から付加される力に伴い、内部に貯留された混練砂を吐出口から下方に排出し、金型 10 のキャビティ 13 内に混練砂を供給する。
- [0027] 混練容器用ヒーター 81 は、混練容器 80 を加熱する。混練容器用ヒーター 81 は、混練容器 80 の外側の面に近接又は接触するように設けられる。混練容器用ヒーター 81 は、制御部 50 の制御に基づき、混練容器 80 を目標温度まで加熱する。目標温度とは、制御部 50 及び混練容器用ヒーター 81 により混練容器 80 を加熱する上で制御部 50 において適宜設定される目標の温度である。また、中子造型装置 1 は、例えば、混練容器用温度センサ 82 を有する。混練容器用温度センサ 82 は、混練容器 80 の温度を制御部 50 に送信する。
- [0028] 金型用熱制御器 30 は、金型 10 の温度を制御する。金型用熱制御器 30 は、金型 10 の各箇所に対して加熱、降温、又は温度保持を行う。金型用熱制御器 30 は金型 10 の内部に設けられてもよいし、金型 10 の外部に設けられてもよい。金型用熱制御器 30 は、例えば、ヒーター又は冷却水循環器である。
- [0029] 金型用温度センサ 40 は、金型 10 の温度を計測する。金型用温度センサ 40 は、例えば金型 10 の外側の複数の箇所に設けられる。金型用温度センサ 40 は、金型 10 の各箇所における温度の値を一定時間ごとに出力する。金型用温度センサ 40 は、例えば熱電対センサである。なお、金型用温度センサ 40 は、非接触温度センサであってもよい。

[0030] 制御部 50 は、例えば、コンピュータなどの制御装置から構成される。制御部 50 のハードウェアは、例えば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、A/D 変換回路、D/A 変換回路、通信用 I/F (インターフェース) 回路を搭載した回路 (制御) 基板から構成される。CPU、ROM、RAM、A/D 変換回路、D/A 変換回路、及び通信用 I/F 回路は、バスに接続されている。なお、A/D 変換回路、及び D/A 変換回路は入出力用 I/F 回路を介してバスに接続される。

[0031] 図 3 は、実施形態に係る中子造型装置の機能の一例を示すブロック図である。図 3 に示されるように、制御部 50 は、例えば、取得部 51、計測部 52、設定部 53、受付部 54、判定部 55、及び指示部 56 を有する。制御部 50 は、圧入装置 20、金型用熱制御器 30、金型用温度センサ 40、記録部 60、報知部 70、混練容器用ヒーター 81、及び混練容器用温度センサ 82 と接続される。

[0032] 取得部 51 は、金型用温度センサ 40 により計測された金型 10 の温度を取得する。取得部 51 は、混練容器用温度センサ 82 により計測された混練容器 80 の温度を取得してもよい。

[0033] 計測部 52 は、金型用温度センサ 40 により計測された金型 10 における所定の温度から所定の温度までの時間を計測する。取得部 51 は、混練容器用温度センサ 82 と接続され、混練容器 80 における所定の温度から所定の温度までの時間を計測してもよい。計測部 52 は、所定の処理の開始時点から以降の所定の処理の終了時点まで、又は金型 10 の温度が所定の温度となる時点までの時間を計測する。計測部 52 は、所定の処理の終了時点から以降の所定の処理の開始時間まで、又は金型 10 の温度が所定の温度となる時点までの時間を計測する。計測部 52 は、金型 10 の温度が所定の温度となる時点から所定の処理の開始時点まで、又は所定の処理の終了時点までの時間を計測する。

[0034] 設定部 53 は、記録部 60 に従前の温度に関するデータがある場合、少な

くとも記録部60に記録された従前の温度に基づいて、金型10の事前温度を決定する。事前温度とは、圧入装置20により混練砂を金型10に圧入する前において、金型用熱制御器30により金型10を加熱する際の目標となる温度である。事前温度は、焼成温度Tより高い温度である。設定部53は、取得部51により取得された金型10の温度又は取得部51により取得された混練容器80の温度を用いて事前温度を決定してもよい。

[0035] 設定部53は、記録部60に従前の温度に関するデータがある場合、記録部60に記録された従前の温度に基づいて、混練容器80の目標温度を決定する。目標温度は、圧入装置20により混練砂を金型10に圧入する前において、事前に混練容器用ヒーター81により混練容器80を加熱する際の目標となる温度である。設定部53は、取得部51により取得された金型10の温度、取得部51により取得された混練容器80の温度、又は計測部52により計測された時間を用いて目標温度を決定してもよい。

[0036] 受付部54は、焼成温度Tの入力を受け付ける。受付部54は、記録部60に従前の温度に関するデータがなく、設定部53が事前温度又は目標温度を設定できない場合において、事前温度又は目標温度の作業員による入力を受け付ける。受付部54は、焼成時間の入力を受け付けてもよい。焼成時間とは、金型10に対して混練砂の圧入が終了した時間から、金型10における混練砂の焼成が終了する時間までの時間である。受付部54は、例えば、キーボードやタッチパネルである。受付部54は、タッチパネルなどで報知部70と一体化していてもよい。

[0037] 判定部55は、取得部51により取得された金型10の温度と、設定部53又は受付部54において設定された事前温度又は焼成温度Tとを比較して、金型用熱制御器30及び制御部50による処理を継続するか否かを判定する。判定部55は、取得部51により取得された混練容器80の温度と、設定部53又は受付部54において設定された目標温度とを比較して、混練容器用ヒーター81及び制御部50による処理を継続するか否かを判定する。

[0038] 指示部56は、判定部55の判定結果に基づき、金型用熱制御器30に対

し、加熱、降温、又は温度保持を指示する。指示部56は、判定部55の判定結果に基づき、混練容器用ヒーター81に対し、加熱、降温、又は温度保持を指示する。

[0039] 中子造型装置1は、記録部60を備え得る。記録部60は、金型10に関する温度を記録する。記録部60は、例えば、事前温度、目標温度、及び焼成温度Tを記録する。記録部60は、焼成時間など、金型10の温度変化に対応する時間を記録してもよい。記録部60は、混練容器80に関する温度及び混練容器80の温度変化に対応する時間を記録してもよい。

[0040] 中子造型装置1は、報知部70を備え得る。報知部70は、判定部55及び指示部56の指示に基づき、異常を報知する。報知部70は、例えば、ディスプレイなどの表示端末における画面表示、スピーカーによるアラーム音の出力などの態様で異常を作業員に報知する。異常とは、金型用温度センサ40により計測された金型10の温度が作業員により予め定められた条件を満たした場合を指す。報知部70は、制御部50によって行われている処理内容を可視化して表示してもよい。作業員は、報知部70を確認した上で、制御部50の受付部54に対して入力操作を行うことが可能である。

[0041] 以下、再び図1を参照し、中子造型方法について説明する。中子造型方法は、制御部50において実行される。制御部50は、中子造型方法として、S1(S11)からS8の各処理を順に繰り返し実行し得る。中子造型方法のS1(S11)からS8の各処理を1回順に実行することを1サイクルとする。ここで、S1は、1サイクル目における金型加熱処理であり、S11は、2サイクル目以降の金型加熱処理である。S2は、1サイクル目における混練砂加熱処理であり、S12は、2サイクル目以降の混練砂加熱処理である。金型加熱処理(S1, S11)の前に、混練砂を混練容器80内に投入し、混練する処理を設けてもよい。

[0042] 1サイクル目における金型加熱処理(S1)では、制御部50の指示部56の指示に基づき、金型用熱制御器30は、金型10を加熱する。受付部54において事前温度が受け付けられる。受付部54は、受け付けた事前温度

を判定部 55 及び記録部 60 に送信する。記録部 60 は事前温度を記録する。

[0043] 判定部 55 において、取得部 51 により取得された金型 10 の温度が事前温度未満と判定された場合、指示部 56 は、金型用熱制御器 30 に対して、金型 10 の温度が事前温度となるように金型 10 を加熱させる。判定部 55 において、取得部 51 により取得された金型 10 の温度が事前温度以上と判定された場合、制御部 50 は、次の処理に移行する。この場合、金型用熱制御器 30 は、例えば、金型 10 の加熱を停止し、金型 10 の温度を保持する。判定部 55 は、上記の判定を随時行う。

[0044] 1 サイクル目における混練砂加熱処理（S2）では、制御部 50 の指示部 56 の指示に基づき、混練容器用ヒーター 81 は、混練容器 80 を加熱する。受付部 54 において目標温度が受け付けられる。受付部 54 は、受け付けた目標温度を判定部 55 及び記録部 60 に送信する。記録部 60 は目標温度を記録する。

[0045] 判定部 55 において、取得部 51 により取得された混練容器 80 の温度が目標温度未満と判定された場合、指示部 56 は、混練容器用ヒーター 81 に対し、混練容器 80 の温度が目標温度となるよう、混練容器 80 を加熱させる。混練容器 80 の加熱により、混練砂は加熱される。混練砂は、例えば、25℃から30℃の間に加熱される。混練砂は、例えば、40℃を上限として加熱される。

[0046] 判定部 55 において、取得部 51 により取得された混練容器 80 の温度が目標温度以上と判定された場合、制御部 50 は、次の処理に移行する。この場合、指示部 56 は、混練容器用ヒーター 81 によって混練容器 80 の温度を保持させる。判定部 55 は、上記の判定を随時行う。1 サイクル目における混練砂加熱処理（S2）は、少なくとも混練砂圧入処理（S4）の前に実行されていればよい。混練砂加熱処理（S2）以降の処理が実行されている間においても、制御部 50 及び混練容器用ヒーター 81 は、混練容器 80 の温度を制御していてもよい。

- [0047] 圧入前温度計測処理（S 3）では、金型用温度センサ40が用いられ、金型加熱処理（S 1, S 1 1）終了時の金型10の温度である圧入前温度（第1温度の一例）が計測され、記録部60に記録される。制御部50の取得部51は、金型加熱処理（S 1, S 1 1）終了時において、金型用温度センサ40を用いて計測された金型10の温度である圧入前温度を取得する。取得部51は、圧入前温度を記録部60に送信する。記録部60は、圧入前温度を記録する。圧入前温度計測処理（S 3）は、記録部60における記録が終了した時点で終了し、制御部50は次の処理に移行する。
- [0048] 混練砂圧入処理（S 4）では、圧入装置20が用いられ、加熱された金型10に混練砂が圧入される。混練砂圧入処理（S 4）に移行した場合、混練容器80は、制御部50の制御に基づき移動し、圧入装置20の下方に配置される。制御部50によって予め定められた混練砂の圧入量又は圧入時間に基づき、圧入装置20は、混練容器80から金型10に混練砂を圧入する。
- [0049] 圧入装置20は、例えば、ピストンにより混練砂を金型10のキャビティ13内に圧入する。混練砂圧入処理（S 4）は、予め定められた混練砂の圧入量又は圧入時間に達した場合に終了する。制御部50の制御により圧入装置20は圧入を終了し、制御部50は次の処理に移行する。他の各処理において、混練容器80は、圧入装置20に対して下方に配置されていてもよい。
- [0050] 圧入後温度計測処理（S 5）では、金型用温度センサ40が用いられ、混練砂圧入処理（S 4）終了時の金型10の温度である圧入後温度（第2温度の一例）が計測され、記録部60に記録される。制御部50の取得部51は、混練砂圧入処理（S 4）終了時において、金型用温度センサ40を用いて計測された金型10の温度である圧入後温度を取得する。取得部51は、圧入後温度を記録部60に送信する。記録部60は、圧入後温度を記録する。圧入後温度計測処理（S 5）は、記録部60における記録が終了した時点で終了し、制御部50は次の処理に移行する。
- [0051] 異常判定及び報知処理（S 6）では、圧入後温度計測処理（S 5）後、圧

入後温度が焼成温度Tより高く、かつ、圧入後温度と焼成温度Tとの差分が予め定められた第1閾値より大きい場合、報知部70は異常を報知する。受付部54では、圧入後温度が焼成温度Tより高い場合における圧入後温度と焼成温度Tとの差分に対する第1閾値の入力が受け付けられる。第1閾値は、例えば、3℃以上10℃以下の範囲内で予め設定される。受付部54は、判定部55及び記録部60に第1閾値を送信する。制御部50の判定部55は、焼成温度Tと、記録部60に記録された圧入後温度とを比較し、圧入後温度が焼成温度Tより高く、かつ、圧入後温度と焼成温度Tとの差分が受付部54において第1閾値より大きいと判定した場合に異常と判定する。

[0052] 判定部55において異常と判定された場合、指示部56は、異常を報知部70に報知させる。報知部70により異常が報知された場合、又は、判定部55に異常と判定されなかった場合、制御部50は次の処理に移行する。なお、判定部55において異常と判定された場合、金型10から中子を取り出して図1に示されるフローチャートを終了する。記録部60は、第1閾値を記録する。

[0053] 焼成温度保持処理（S7）では、混練砂が圧入された金型10の温度は、金型用熱制御器30及び金型用温度センサ40が用いられ、焼成温度Tで保持される。受付部54において受け付けた焼成温度Tを判定部55及び記録部60に送信する。判定部55は、金型用温度センサ40及び取得部51により取得された金型10の温度と、焼成温度Tとを比較する。判定部55により金型10の温度が焼成温度T未満と判定された場合、指示部56は、金型用熱制御器30に対して、金型10の温度が焼成温度Tとなるように金型10の温度を制御させる。

[0054] 焼成温度保持処理（S7）では、金型用熱制御器30及び制御部50は、金型10に対して混練砂の圧入が終了した時間に焼成時間を加えた時間まで、金型10の温度が焼成温度Tになるように保持する。受付部54において、焼成時間は予め受け付けられる。判定部55において、計測部52によって計測された金型10に対して混練砂の圧入が終了した時間からの経過時間

が焼成時間未満と判定された場合、指示部 5 6 は、金型 1 0 の温度が焼成温度 T になるように保持する。判定部 5 5 において、金型 1 0 に対して混練砂の圧入が終了した時間からの経過時間が焼成時間以上と判定された場合、制御部 5 0 は次の処理に移行する。次のサイクルも実行される場合、金型用熱制御器 3 0 による金型 1 0 への温度の制御は実行されたままでもよい。判定部 5 5 は、上記の判定を随時行う。記録部 6 0 は、焼成温度 T 及び焼成時間を記録する。

[0055] 中子取出処理（S 8）では、焼成温度保持処理（S 7）の後において金型 1 0 から中子を取り出される。混練砂が混練砂圧入処理（S 4）から焼成温度保持処理（S 7）までの間に、焼成温度 T に保持された金型 1 0 において焼成されることで、金型 1 0 のキャビティ 1 3 内で中子が造型される。中子取出処理（S 8）では、左型 1 1 が離型された後に、左型 1 1 の下端が右型 1 2 の下端から離間するように左型 1 1 を回動させることで、キャビティ 1 3 から中子を取り出すことができる。中子取出処理（S 8）は、中子を取り出し、左型 1 1 を右型 1 2 と再び合わせた時点で終了し、制御部 5 0 は次の処理に移行する。

[0056] 完了判定（S 9）では、すべての中子の造型を完了したか否かが判定される。制御部 5 0 は、記録部 6 0 の従前の記録に基づき、完了判定（S 9）までに造型された中子の個数を更新する。制御部 5 0 において、中子の個数が制御部 5 0 により予め定められた造型個数に達していると判定された場合、制御部 5 0 は、一連のサイクルを終了する。中子造型装置 1 は中子の造型を終了する。制御部 5 0 において、中子の個数が造型個数に達していないと判定された場合、制御部 5 0 は、2 サイクル目以降の金型加熱処理（S 1 1）へと移行する。記録部 6 0 は、完了判定（S 9）までに造型された中子の個数を記録する。

[0057] 2 サイクル目以降の金型加熱処理（S 1 1）では、制御部 5 0 の指示部 5 6 の指示に基づき、金型用熱制御器 3 0 は、金型 1 0 を加熱する。2 サイクル目以降においては、制御部 5 0 の設定部 5 3 は、記録部 6 0 に記録された

圧入前温度、圧入後温度及び焼成温度 T に基づき、事前温度を設定する。事前温度は、混練容器 80 の温度及び記録部 60 に記録された目標温度を含めて決定されてもよい。

[0058] 設定部 53 において、事前温度は、例えば、圧入後温度が焼成温度 T 以下、かつ、圧入後温度と焼成温度 T との差分が従前のサイクルより小さくなるように設定される。記録部 60 に記録された圧入後温度が受け付けた焼成温度 T 以下、かつ、記録部 60 に記録されたあるサイクルの圧入後温度と受け付けた焼成温度 T との差分が予め定められた第 2 閾値以下に収まっているならば、設定部 53 は、そのサイクルの事前温度を今回のサイクルの事前温度としてもよい。第 2 閾値は、例えば、3℃以上 10℃以下の範囲内で予め設定される。設定部 53 は、設定された事前温度を判定部 55 及び記録部 60 に送信する。2 サイクル目以降の金型加熱処理 (S 11) における以降の処理は、2 サイクル目以降の混練砂加熱処理 (S 12) を除き、1 サイクル目の金型加熱処理 (S 1) において受付部 54 が事前温度を判定部 55 及び記録部 60 に送信した後の処理と同一である。

[0059] 2 サイクル目以降の混練砂加熱処理 (S 12) では、制御部 50 の指示部 56 の指示に基づき、混練容器用ヒーター 81 は、混練容器 80 を加熱する。2 サイクル目以降においては、制御部 50 の設定部 53 は、記録部 60 に記録された圧入前温度、圧入後温度、焼成温度 T、及び目標温度に基づき、目標温度を設定する。目標温度は、事前温度と合わせて、例えば、圧入後温度が焼成温度 T 以下、かつ、圧入後温度と焼成温度 T との差分が従前のサイクルより小さくなるように設定される。記録部 60 に記録された圧入後温度が受け付けた焼成温度 T 以下、かつ、記録部 60 に記録された圧入後温度と受け付けた焼成温度 T との差分が予め定められた第 2 閾値以下に収まっているならば、設定部 53 は、そのときの目標温度を今回のサイクルの目標温度としてもよい。

[0060] 設定部 53 は、設定された目標温度を判定部 55 及び記録部 60 に送信する。2 サイクル目以降の混練砂加熱処理 (S 12) 以降の処理は、1 サイク

ル目の混練砂加熱処理（S 2）において受付部 5 4 が目標温度を判定部 5 5 及び記録部 6 0 に送信した後の処理と同一である。

[0061] 図 4 は、実施形態に係る中子造型装置の金型の温度変化の過程で圧入後温度が焼成温度 T 以下の場合の一例を示すグラフである。図 5 は、実施形態に係る中子造型装置の金型の温度変化の過程で圧入後温度が焼成温度 T より大きい場合の一例を示すグラフである。図 4 及び図 5 の横軸は金型 1 0 の温度制御開始からの時間（s）、縦軸は金型 1 0 の温度（℃）である。図 4 及び図 5 の縦軸に記載されている T は、焼成温度 T を表す。

[0062] 図 4 及び図 5 には、混練砂加熱ライン L 1 0 0 及び混練砂非加熱ライン L 2 0 0 が描画されている。混練砂加熱ライン L 1 0 0 は、1 サイクル目の金型加熱処理（S 1）から 2 サイクル目以降の中子取出処理（S 8）までに得られた金型 1 0 の温度の時間変化を示す曲線である。混練砂非加熱ライン L 2 0 0 は、混練砂加熱処理（S 2，S 1 2）を除く、1 サイクル目の金型加熱処理（S 1）から 2 サイクル目以降の中子取出処理（S 8）までに得られた金型 1 0 の温度の時間変化を示す曲線である。混練砂加熱ライン L 1 0 0 及び混練砂非加熱ライン L 2 0 0 において、焼成温度 T は、図 4 及び図 5 のそれぞれの図の中で同一である。

[0063] 混練砂加熱ライン L 1 0 0 上において、各処理を実行した結果の一例として、図 4 には測定点 D P 1 0 1、測定点 D P 1 0 2、測定点 D P 1 0 3、測定点 D P 1 0 4、測定点 D P 1 0 5、測定点 D P 1 0 6、測定点 D P 1 0 7、測定点 D P 1 0 8、測定点 D P 1 0 9、及び測定点 D P 1 1 0 が、図 5 には測定点 D P 1 1 1、測定点 D P 1 1 2、測定点 D P 1 1 3、測定点 D P 1 1 5、測定点 D P 1 1 6、測定点 D P 1 1 7、測定点 D P 1 1 8、及び測定点 D P 1 2 0 がそれぞれプロットされている。混練砂非加熱ライン L 2 0 0 上において、各処理を実行した結果の一例として、図 4 には測定点 D P 2 0 1、測定点 D P 2 0 2、測定点 D P 2 0 3、測定点 D P 2 0 4、測定点 D P 2 0 5、測定点 D P 2 0 6、測定点 D P 2 0 7、測定点 D P 2 0 8、測定点 D P 2 0 9、及び測定点 D P 2 1 0 が、図 5 には測定点 D P 2 1 1、測定点

DP212、測定点DP213、測定点DP215、測定点DP216、測定点DP217、測定点DP218、及び測定点DP220がそれぞれプロットされている。

[0064] 図4における測定点DP101及び測定点DP201、並びに図5における測定点DP111及び測定点DP211は、1サイクル目の金型加熱処理（S1）開始時の温度を示す。図4における測定点DP102及び測定点DP202、並びに図5における測定点DP112及び測定点DP212は、圧入前温度計測処理（S3）において測定された、1サイクル目の金型加熱処理（S1）終了時の温度である圧入前温度を示す。

[0065] 図4における測定点DP103及び測定点DP203、並びに図5における測定点DP113及び測定点DP213は、圧入後温度計測処理（S5）において測定された、1サイクル目の混練砂圧入処理（S4）終了時の温度である圧入後温度を示す。図4における測定点DP104及び測定点DP204は、1サイクル目の焼成温度保持処理（S7）中の焼成温度Tに達した際の焼成温度Tを示す。図4における測定点DP105及び測定点DP205、並びに図5における測定点DP115及び測定点DP215は、1サイクル目の中子取出処理（S8）時の温度を示す。

[0066] 図4における測定点DP106及び測定点DP206、並びに図5における測定点DP116及び測定点DP216は、2サイクル目以降の金型加熱処理（S11）開始時の温度を示す。図4における測定点DP107及び測定点DP207、並びに図5における測定点DP117及び測定点DP217は、圧入前温度計測処理（S3）において測定された、2サイクル目以降の金型加熱処理（S11）終了時の温度である圧入前温度を示す。

[0067] 図4における測定点DP108及び測定点DP208、並びに図5における測定点DP118及び測定点DP218は、圧入後温度計測処理（S5）において測定された、2サイクル目以降の混練砂圧入処理（S4）終了時の温度である圧入後温度を示す。図4における測定点DP109及び測定点DP209は、2サイクル目以降の焼成温度保持処理（S7）中の焼成温度T

に達した際の焼成温度 T を示す。図 4 における測定点 $DP110$ 及び測定点 $DP210$ 、並びに図 5 における測定点 $DP120$ 及び測定点 $DP220$ は、2 サイクル目以降の中子取出処理 (S8) 時の温度を示す。

[0068] 図 4 に示されるように 2 サイクル目以降の金型加熱処理 (S11) において、設定部 53 により記録部 60 に記録された圧入前温度、圧入後温度及び焼成温度 T に基づき、事前温度が適切に決定される。これにより、測定点 $DP108$ の温度と焼成温度 T との差分は、測定点 $DP103$ の温度と焼成温度 T との差分と比較して小さくなる。混練砂加熱ライン $L100$ 上の測定点 $DP108$ から測定点 $DP109$ までの時間は、混練砂加熱ライン $L100$ 上の測定点 $DP103$ から測定点 $DP104$ までの時間と比較して短くなる。また、測定点 $DP208$ の温度と焼成温度 T との差分は、測定点 $DP203$ の温度と焼成温度 T との差分と比較して小さくなる。混練砂非加熱ライン $L200$ 上の測定点 $DP208$ から測定点 $DP209$ までの時間は、混練砂非加熱ライン $L200$ 上の測定点 $DP203$ から測定点 $DP204$ までの時間と比較して短くなる。2 サイクル目以降の金型加熱処理 (S11) により事前温度が適切に決定されることで、焼成温度 T より低い温度で混練砂を焼成する時間を減少させることができる。

[0069] 混練砂圧入処理 (S4) の前における混練砂加熱処理 (S2) により混練砂が加熱される場合、混練砂が加熱されない場合と比較して、混練砂圧入処理 (S4) における金型 10 の圧入後温度の低下が抑制される。これにより、測定点 $DP103$ の温度は、測定点 $DP203$ の温度と比較して高くなる。また、測定点 $DP108$ の温度は、測定点 $DP208$ の温度と比較して高くなる。また、混練砂加熱ライン $L100$ 上の測定点 $DP103$ から測定点 $DP104$ までの時間は、混練砂非加熱ライン $L200$ 上の測定点 $DP203$ から測定点 $DP204$ までの時間と比較して短くなる。混練砂加熱ライン $L100$ 上の測定点 $DP108$ から測定点 $DP109$ までの時間は、混練砂非加熱ライン $L200$ 上の測定点 $DP208$ から測定点 $DP209$ までの時間と比較して短くなる。これにより、混練砂加熱処理 (S2) により混練砂

が加熱されることで、混練砂が加熱されない場合と比較して、圧入後温度が焼成温度 T よりも低くなり、かつ、圧入後温度と焼成温度 T との差異が大きくなることを抑制することができる。よって、焼成温度 T より低い温度で混練砂を焼成する時間を減少させることができる。

[0070] 2サイクル目以降の混練砂加熱処理（S12）において、設定部53により記録部60に記録された圧入前温度、圧入後温度、焼成温度 T 、及び目標温度に基づき、目標温度が適切に決定される。2サイクル目以降の金型加熱処理（S11）において決定された事前温度と2サイクル目以降の混練砂加熱処理（S12）において決定された目標温度とにより、測定点DP108の温度と焼成温度 T との差分は、測定点DP103の温度と焼成温度 T との差分と比較して小さくなる。混練砂加熱ラインL100上の測定点DP108から測定点DP109までの時間は、混練砂加熱ラインL100上の測定点DP103から測定点DP104までの時間と比較して短くなる。2サイクル目以降の混練砂加熱処理（S12）により目標温度が適切に決定されることで、焼成温度 T より低い温度で混練砂を焼成する時間を減少させることができる。

[0071] 図5は、金型用熱制御器30が、例えばヒーターのような加熱機能のみを有し、冷却機能を有さない場合の金型10の温度変化を示している。図5に示されるように混練砂圧入処理（S4）後において、金型10の温度が圧入後温度まで低下した場合であっても、測定点DP113、測定点DP213、測定点DP118、及び測定点DP218の温度のように焼成温度 T より高くなる場合が生じる。焼成温度 T は、測定点DP218及び測定点DP220より低い温度であり、図5の破線が示す温度である。これらは、金型加熱処理（S1，S11）において金型10が過剰に加熱された場合、圧入するステップにおいて混練砂が金型10に圧入されても、圧入後温度が焼成温度 T と第1閾値との和よりも高くなる状態を示している。この状態で造型された中子では、適切な焼成温度 T で造型された中子と比較して、品質が低下するおそれがある。上記状態となった場合、報知部70が異常を報知するこ

とにより、中子の品質低下の可能性を知らせることができる。

[0072] 2サイクル目以降の金型加熱処理（S 1 1）において、記録部 6 0 に記録されたデータを用いて事前温度が決定される。事前温度を更新した場合において、圧入後温度が焼成温度 T より小さくならなかった場合であっても、測定点 D P 1 1 8 の温度と焼成温度 T との差分は、測定点 D P 1 1 3 の温度と焼成温度 T との差分と比較して小さくなる。測定点 D P 2 1 8 の温度と焼成温度 T との差分は、測定点 D P 2 1 3 の温度と焼成温度 T との差分と比較して小さくなる。

[0073] 2サイクル目以降の混練砂加熱処理（S 1 2）において、記録部 6 0 に記録されたデータを用いて目標温度が決定される。混練砂の温度調整により、測定点 D P 1 1 8 の温度と測定点 D P 2 1 8 の温度との差分は、測定点 D P 1 1 3 の温度と測定点 D P 2 1 3 の温度との差分と比較して小さくなる。

[0074] 次回のサイクルにおいて、今回のサイクルの結果の記録を用いてフィードバックを行い、圧入後温度が焼成温度 T より小さくなるように、事前温度及び目標温度は設定される。2サイクル目以降の金型加熱処理（S 1 1）及び混練砂加熱処理（S 1 2）において、フィードバックを繰り返すことで、適切に設定された事前温度に基づいて金型 1 0 が加熱され、適切に設定された目標温度に加熱された混練容器 8 0 内の混練砂が圧入されることで、金型 1 0 の温度が焼成温度 T より高い状態で焼成された中子の造型を抑制することができる。

[0075] 以上、本実施形態の中子造型方法及び中子造型装置 1 によると、中子の金型 1 0 への張り付きを抑制することができる。また、金型加熱処理（S 1, S 1 1）により、混練砂の圧入前に金型 1 0 が加熱されていない場合、又は、金型 1 0 が焼成温度 T に維持されている場合と比べて、混練砂の圧入により金型 1 0 の温度が焼成温度 T よりも低くなり、かつ、金型 1 0 の温度と焼成温度 T との差異が大きくなることを抑制することができる。混練砂の圧入前に金型 1 0 が焼成温度 T より高い温度となるように加熱されていない場合と比較して、焼成温度 T より低い温度で混練砂を焼成する時間を減少させる

ことができる。

[0076] 金型加熱処理（S 1, S 1 1）、圧入前温度計測処理（S 3）、混練砂圧入処理（S 4）、圧入後温度計測処理（S 5）、焼成温度保持処理（S 7）、及び中子取出処理（S 8）を順に繰り返し実行することで、過去のデータを用いて事前温度を適切に決定することができる。適切に設定された事前温度に基づいて金型 1 0 が加熱されることで、焼成温度 T とは異なる温度で混練砂を焼成する時間を従前より減少させることができる。

[0077] 異常判定及び報知処理（S 6）を実行し、圧入後温度が焼成温度 T より高く、かつ、圧入後温度と焼成温度 T との差分が第 1 閾値より大きい場合、異常が報知されることで、中子の品質低下の可能性を知らせることができる。混練砂加熱処理（S 2, S 1 2）を実行することで、混練砂の圧入により金型 1 0 の温度が焼成温度 T よりも低くなり、かつ、金型 1 0 の温度と焼成温度 T との差異が大きくなることを抑制することができる。混練砂の圧入前に金型 1 0 が焼成温度 T より高い温度となるように加熱されておらず、混練砂が加熱されていない場合と比較して、焼成温度 T より低い温度で混練砂を焼成する時間を減少させることができる。また、この方法は、金型加熱処理（S 1, S 1 1）において、混練砂を加熱しない場合と比べて、金型用熱制御器 3 0 による金型 1 0 の加熱量を小さくすることができる。

[0078] （第 2 実施形態）

次に、第 2 実施形態に係る中子造型装置について説明する。本実施形態の説明では、第 1 実施形態との相違点を説明し、重複する説明を省略する。第 2 実施形態に係る中子造型装置は、第 1 実施形態に係る中子造型装置 1 と比較して、制御部 5 0 において圧入後温度計測処理（S 5）が実行されない点、制御部 5 0 において異常判定及び報知処理（S 6）が実行されない点、及び、制御部 5 0 が計測された時間に基づいて 2 サイクル目以降の事前温度及び目標温度を設定する点において相違する。

[0079] 図 1 を再び参照する。制御部 5 0 は、焼成温度保持処理（S 7）が終了するまでに、焼成温度保持処理（S 7）内において調整時間計測処理を実行す

る。調整時間計測処理は、金型１０の温度を焼成温度Ｔに保持する焼成温度保持処理（Ｓ７）の実行中に並行して行われる。調整時間とは、金型加熱処理（Ｓ１，Ｓ１１）の開始から混練砂圧入処理（Ｓ４）後に金型１０の温度が焼成温度Ｔとなるまでの時間である。調整時間は、金型用温度センサ４０により計測された温度に基づき、計測部５２により計測された時間である。調整時間は、記録部６０により記録される。

[0080] 焼成温度保持処理（Ｓ７）内の調整時間計測処理において、計測部５２は、調整時間を計測する。計測部５２は、計測された調整時間を記録部６０に送信する。記録部６０は調整時間を記録する。調整時間計測処理は、記録部６０における記録が終了した時点で終了し、制御部５０は、金型１０の温度を焼成温度Ｔに保持する焼成温度保持処理（Ｓ７）を継続する。今回のサイクルにおいて、調整時間計測処理以降の処理は焼成温度保持処理（Ｓ７）の処理中及び処理後と同一である。

[0081] ２サイクル目以降の金型加熱処理（Ｓ１１）では、制御部５０の指示部５６の指示に基づき、金型用熱制御器３０は、金型１０を加熱する。２サイクル目以降においては、制御部５０の設定部５３は、記録部６０に記録された圧入前温度及び調整時間に基づき、事前温度を決定する。事前温度は、混練容器８０の温度及び記録部６０に記録された目標温度を含めて決定されてもよい。

[0082] 設定部５３において、事前温度は、例えば、調整時間が従前のサイクルの調整時間と比較して小さくなるように設定される。調整時間は、予め定められた最短の調整時間である最短調整時間との差分が第３閾値以内に収まるように設定される。最短調整時間及び第３閾値は、受付部５４において受け付けられる。第３閾値は、例えば１０秒である。記録部６０に記録されたあるサイクルの調整時間と最短調整時間との差分が第３閾値以下に収まっていれば、設定部５３は、そのサイクルの事前温度を今回のサイクルの事前温度として用いてもよい。設定部５３は、設定された事前温度を判定部５５及び記録部６０に送信する。２サイクル目以降の金型加熱処理（Ｓ１１）における

以降の処理は、２サイクル目以降の混練砂加熱処理（Ｓ１２）を除き、１サイクル目の金型加熱処理（Ｓ１）において受付部５４が事前温度を判定部５５及び記録部６０に送信した後の処理と同一である。

[0083] ２サイクル目以降の混練砂加熱処理（Ｓ１２）では、制御部５０の指示部５６の指示に基づき、混練容器用ヒーター８１は、混練容器８０を加熱する。２サイクル目以降においては、制御部５０の設定部５３は、記録部６０に記録された圧入前温度、調整時間及び目標温度に基づき、目標温度を設定する。目標温度は、事前温度と合わせて、例えば、調整時間が従前のサイクルの調整時間と比較して小さくなるように設定される。調整時間は、予め定められた最短の調整時間である最短調整時間との差分が第３閾値以内に収まるように設定される。記録部６０に記録されたあるサイクルの調整時間と最短調整時間との差分が第３閾値以下に収まっていれば、設定部５３は、そのサイクルの目標温度を今回のサイクルの目標温度として用いてもよい。

[0084] 設定部５３は、設定された目標温度を判定部５５及び記録部６０に送信する。２サイクル目以降の混練砂加熱処理（Ｓ１２）以降の処理は、１サイクル目の混練砂加熱処理（Ｓ２）において受付部５４が目標温度を判定部５５及び記録部６０に送信した後の処理と同一である。

[0085] 図４を再び参照する。図４に示されるように調整時間は、測定点ＤＰ１０１から測定点ＤＰ１０４までの時間、測定点ＤＰ２０１から測定点ＤＰ２０４までの時間、測定点ＤＰ１０６から測定点ＤＰ１０９までの時間、及び測定点ＤＰ２０６から測定点ＤＰ２０９までの時間である。

[0086] ２サイクル目以降の金型加熱処理（Ｓ１１）において、設定部５３により、記録部６０に記録された圧入前温度及び調整時間に基づき、事前温度が適切に決定される。また、２サイクル目以降の金型加熱処理（Ｓ１１）において、設定部５３により、記録部６０に記録された圧入前温度、調整時間及び目標温度に基づき、目標温度が適切に決定される。これらによる作用及び効果は、第１実施形態に係る中子造型装置１と同一である。

[0087] （変形例）

以上、種々の例示的实施形態について説明してきたが、上述した例示的实施形態に限定されることなく、様々な省略、置換、及び変更がなされてもよい。例えば、制御部50は、中子造型方法として、混練砂加熱処理(S2)、圧入前温度計測処理(S3)、圧入後温度計測処理(S5)、異常判定及び報知処理(S6)、焼成温度保持処理(S7)中の調整時間計測処理、完了判定(S9)、2サイクル目以降の金型加熱処理(S11)、又は、2サイクル目以降の混練砂加熱処理(S12)を実行しなくともよい。制御部50は、中子造型方法として、S1(S11)からS8の各処理を繰り返し実行しなくともよい。

[0088] 金型加熱処理(S1, S11)と混練砂加熱処理(S2, S12)とは順番が入れ替わってもよい。この場合、設定部53が事前温度を決定する際に、現時点の金型10の温度、記録部60に記録された圧入前温度、圧入後温度、調整時間、焼成温度Tなどに加えて、混練容器80の温度及び記録部60に記録された目標温度を用いて決定することができる。設定部53が目標温度を決定する際に、現時点の混練容器80の温度及び記録部60に記録された目標温度などに加えて、記録部60に記録された圧入前温度、圧入後温度、調整時間、及び焼成温度Tを用いて決定することができる。金型加熱処理(S1, S11)と混練砂加熱処理(S2, S12)とは同時に実行されてもよい。

[0089] 金型加熱処理(S1, S11)が実行される前、かつ、左型11と右型12とが合わさることによる金型10の型閉じの前において、清掃処理が実行されてもよい。清掃処理では、金型10内がエアブローにより清掃され、金型10内に離型剤(例えば、シリコン分散液)が噴霧される。これにより、金型10からの中子の取り外しが容易となる。

[0090] 混練容器用ヒーター81は、混練容器用熱制御器であってもよい。この場合、混練容器用熱制御器は、混練容器80を加熱する機能と冷却する機能とを有する。混練砂加熱処理(S2, S12)では、制御部50の指示部56の指示に基づき、混練容器用熱制御器は、混練容器80を加熱又は冷却する

。混練砂圧入処理（Ｓ４）において、圧入装置２０が制御部５０の制御に基づき移動し、混練容器８０の上方に配置されてもよい。

[0091] ２サイクル目以降の金型加熱処理（Ｓ１１）と２サイクル目以降の混練砂加熱処理（Ｓ１２）とは、圧入前温度、圧入後温度、及び焼成温度Ｔに加えて調整時間も合わせて用いることで、事前温度又は目標温度を決定してもよい。混練砂加熱処理（Ｓ２，Ｓ１２）は、混練砂の種類にも基づいて目標温度を決めてもよい。圧入後温度は、混練砂の圧入後、予め定められた所定の時間の経過後までのうち、最低温度としてもよい。

[0092] 受付部５４は、２サイクル目以降の金型加熱処理（Ｓ１１）において、事前温度の入力を受け付けてもよい。設定部５３において事前温度の設定がなされなかった場合、受付部５４は、受け付けた事前温度を指示部５６に送信する。この場合、設定部５３によって設定された事前温度と、受付部５４によって受け付けた事前温度とが重複して設定され、設定された温度が相違した場合は、受付部５４は、報知部７０を通じて相違した旨を作業員に報知する。受付部５４は、受付部５４において受け付けた事前温度を指示部５６に送信するか否かを作業員に選択させる。受付部５４において受け付けた事前温度を送信すると選択された場合、受付部５４は、受付部５４において受け付けた事前温度を指示部５６に送信する。受付部５４において受け付けた事前温度を指示しないと選択された場合、設定部５３は、設定部５３において設定された事前温度を指示部５６に送信する。

[0093] 受付部５４は、２サイクル目以降の混練砂加熱処理（Ｓ１２）において、目標温度の入力を受け付けてもよい。設定部５３において目標温度の設定がなされなかった場合、受付部５４は、受け付けた目標温度を指示部５６に送信する。この場合、設定部５３によって設定された目標温度と、受付部５４によって受け付けた目標温度とが重複して設定され、設定された温度が相違した場合は、受付部５４は、報知部７０を通じて相違した旨を作業員に報知する。受付部５４は、受付部５４において受け付けた目標温度を指示部５６に送信するか否かを作業員に選択させる。受付部５４において受け付けた目

標温度を送信すると選択された場合、受付部 5 4 は、受付部 5 4 において受け付けた目標温度を指示部 5 6 に送信する。受付部 5 4 において受け付けた目標温度を指示しないと選択された場合、設定部 5 3 は、設定部 5 3 において設定された目標温度を指示部 5 6 に送信する。

[0094] 設定部 5 3 又は受付部 5 4 は、取得部 5 1 により取得された金型 1 0 の温度若しくは混練容器 8 0 の温度、計測部 5 2 により計測された時間、又は記録部 6 0 に記録された圧入前温度、圧入後温度、焼成温度 T などの従前の温度若しくは焼成時間などに基づいて、事前温度加熱時間を決定してもよい。制御部 5 0 は、金型加熱処理 (S 1, S 1 1) において、金型用熱制御器 3 0 に対し、金型 1 0 の温度が事前温度になるよう加熱させる。この場合、制御部 5 0 は、金型用熱制御器 3 0 に対し、金型 1 0 の温度制御を開始してから事前温度加熱時間が経過するまで加熱させる。金型 1 0 の温度制御を開始してから事前温度加熱時間が経過した場合、圧入前温度計測処理 (S 3) を実行し、その時点での金型 1 0 の温度を圧入前温度としてもよい。

[0095] 設定部 5 3 又は受付部 5 4 は、取得部 5 1 により取得された金型 1 0 の温度若しくは混練容器 8 0 の温度、計測部 5 2 により計測された時間、又は記録部 6 0 に記録された圧入前温度、圧入後温度、焼成温度 T などの従前の温度若しくは焼成時間などに基づいて、目標温度加熱時間を決定してもよい。制御部 5 0 は、混練砂加熱処理 (S 2, S 1 2) において、混練容器用ヒーター 8 1 に対して、混練容器 8 0 の温度が目標温度になるよう加熱させる。この場合、制御部 5 0 は、混練容器用ヒーター 8 1 に対し、混練容器 8 0 の温度制御を開始してから目標温度加熱時間が経過するまで加熱させる。

[0096] 異常判定及び報知処理 (S 6) では、制御部 5 0 の判定部 5 5 において、圧入後温度が焼成温度 T より高い状態の時間が予め定められた閾値を超えるか否かを判定した上で、指示部 5 6 の指示に基づき報知部 7 0 に異常を報知させてもよい。第 2 実施形態において、調整時間の上限値を予め定めてもよい。計測部 5 2 において計測された時間が調整時間の上限値より大きくなった場合、制御部 5 0 において、異常判定及び報知処理 (S 6) が実行されて

もよい。

[0097] 焼成温度保持処理（S 7）は、金型 1 0 の温度が焼成温度 T になった時間から一定の時間経過後に終了し、次の処理に移行してもよい。

符号の説明

[0098] 1 …中子造型装置、1 0 …金型、1 1 …左型、1 2 …右型、1 3 …キャビティ、2 0 …圧入装置、3 0 …金型用熱制御器、4 0 …金型用温度センサ、5 0 …制御部、5 1 …取得部、5 2 …計測部、5 3 …設定部、5 4 …受付部、5 5 …判定部、5 6 …指示部、6 0 …記録部、7 0 …報知部、8 0 …混練容器、8 1 …混練容器用ヒーター、8 2 …混練容器用温度センサ、T …焼成温度。

請求の範囲

- [請求項1] 混練砂が圧入される金型を用いて中子を造型する中子造型方法であって、
- 前記金型の温度が予め定められた焼成温度より高い温度となるように前記金型を加熱するステップと、
- 加熱された前記金型に前記混練砂を圧入するステップと、
- 前記混練砂が圧入された前記金型の温度を前記焼成温度で保持するステップと、
- 前記保持するステップの後において前記金型から前記中子を取り出すステップと、
- を有する、中子造型方法。
- [請求項2] 前記加熱するステップ終了時の前記金型の第1 温度を計測するステップと、
- 前記圧入するステップ終了時の前記金型の第2 温度を計測するステップと、
- をさらに有し、
- 前記加熱するステップ、前記第1 温度を計測するステップ、前記圧入するステップ、前記第2 温度を計測するステップ、前記保持するステップ、及び前記取り出すステップを順に繰り返し実行し、
- 前記取り出すステップの後における前記加熱するステップでは、計測された前記第1 温度、計測された前記第2 温度及び前記焼成温度に基づいて前記金型の事前温度を決定し、前記決定された事前温度に基づいて前記金型を加熱する、請求項1 に記載の中子造型方法。
- [請求項3] 前記加熱するステップ終了時の前記金型の第1 温度を計測するステップをさらに有し、
- 前記保持するステップは、前記金型の温度制御開始から前記混練砂が圧入された前記金型の温度を予め定められた前記焼成温度へと変更するまでの調整時間を計測するステップを含み、

前記加熱するステップ、前記第1温度を計測するステップ、前記圧入するステップ、前記保持するステップ、及び前記取り出すステップを順に繰り返し実行し、

前記取り出すステップの後における前記加熱するステップでは、計測された前記第1温度及び計測された前記調整時間に基づいて前記金型の事前温度を決定し、前記決定された事前温度に基づいて前記金型を加熱する、請求項1に記載の中子造型方法。

[請求項4] 前記第2温度を計測するステップ後、前記第2温度が前記焼成温度より高く、かつ、前記第2温度と前記焼成温度との差分が予め定められた第1閾値より大きい場合に異常を報知するステップをさらに有する、請求項2に記載の中子造型方法。

[請求項5] 前記圧入するステップ前に前記混練砂を加熱するステップをさらに有する、請求項1から4の何れか一項に記載の中子造型方法。

[請求項6] 混練砂が圧入される金型を用いて中子を造型する中子造型装置であって、

前記混練砂を焼成する前記金型と、

前記混練砂を前記金型に圧入する圧入装置と、

前記金型の温度を制御する金型用熱制御器と、

前記金型の温度を計測する金型用温度センサと、

前記圧入装置、前記金型用熱制御器及び前記金型用温度センサと接続される制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記金型用熱制御器を用いて前記金型の温度が予め定められた焼成温度より高い温度となるように前記金型を加熱するステップと、

加熱された前記金型に前記圧入装置を用いて前記混練砂を圧入するステップと、

前記混練砂が圧入された前記金型の温度を前記金型用熱制御器及び

前記金型用温度センサを用いて前記焼成温度で保持するステップと、
前記保持するステップの後において前記金型から前記中子を取り出すステップと、

を実行する、中子造型装置。

[請求項7] 前記金型用温度センサと前記制御部と接続され、前記金型の温度を記録する記録部をさらに備え、

前記制御部は、

前記金型用温度センサを用いて前記加熱するステップ終了時の前記金型の第1温度を計測し、前記記録部に記録するステップと、

前記金型用温度センサを用いて前記圧入するステップ終了時の前記金型の第2温度を計測し、前記記録部に記録するステップと、
をさらに実行し、

前記加熱するステップ、前記第1温度を計測するステップ、前記圧入するステップ、前記第2温度を計測するステップ、前記保持するステップ、及び前記取り出すステップを順に繰り返し実行し、

前記取り出すステップの後における前記加熱するステップでは、前記記録部に記録された前記第1温度及び前記第2温度と前記焼成温度とに基づいて前記金型の事前温度を決定し、前記決定された事前温度に基づいて前記金型用熱制御器を用いて前記金型を加熱する、請求項6に記載の中子造型装置。

[請求項8] 前記金型用温度センサと前記制御部と接続され、前記金型の温度及び前記金型の温度変化に対応する時間を記録する記録部をさらに備え、

前記金型用温度センサを用いて前記加熱するステップ終了時の前記金型の第1温度を計測し、前記記録部に記録するステップをさらに有し、

前記金型用温度センサを用いて前記保持するステップは、前記金型の温度制御開始から前記混練砂が圧入された前記金型の温度を予め定

められた前記焼成温度へと変更するまでの調整時間を計測し、前記記録部に記録するステップを含み、

前記加熱するステップ、前記第1温度を計測するステップ、前記圧入するステップ、前記保持するステップ、及び前記取り出すステップを順に繰り返し実行し、

前記取り出すステップの後における前記加熱するステップでは、前記記録部に記録された前記第1温度及び前記調整時間に基づいて前記金型の事前温度を決定し、前記決定された事前温度に基づいて前記金型用熱制御器を用いて前記金型を加熱する、請求項6に記載の中子造型装置。

[請求項9] 前記制御部に接続され、異常を報知する報知部をさらに備え、
前記制御部は、

前記第2温度を計測するステップ後、前記第2温度が前記焼成温度より高く、かつ、前記第2温度と前記焼成温度との差分が予め定められた第1閾値より大きい場合に異常を前記報知部に報知させるステップをさらに実行する、請求項7に記載の中子造型装置。

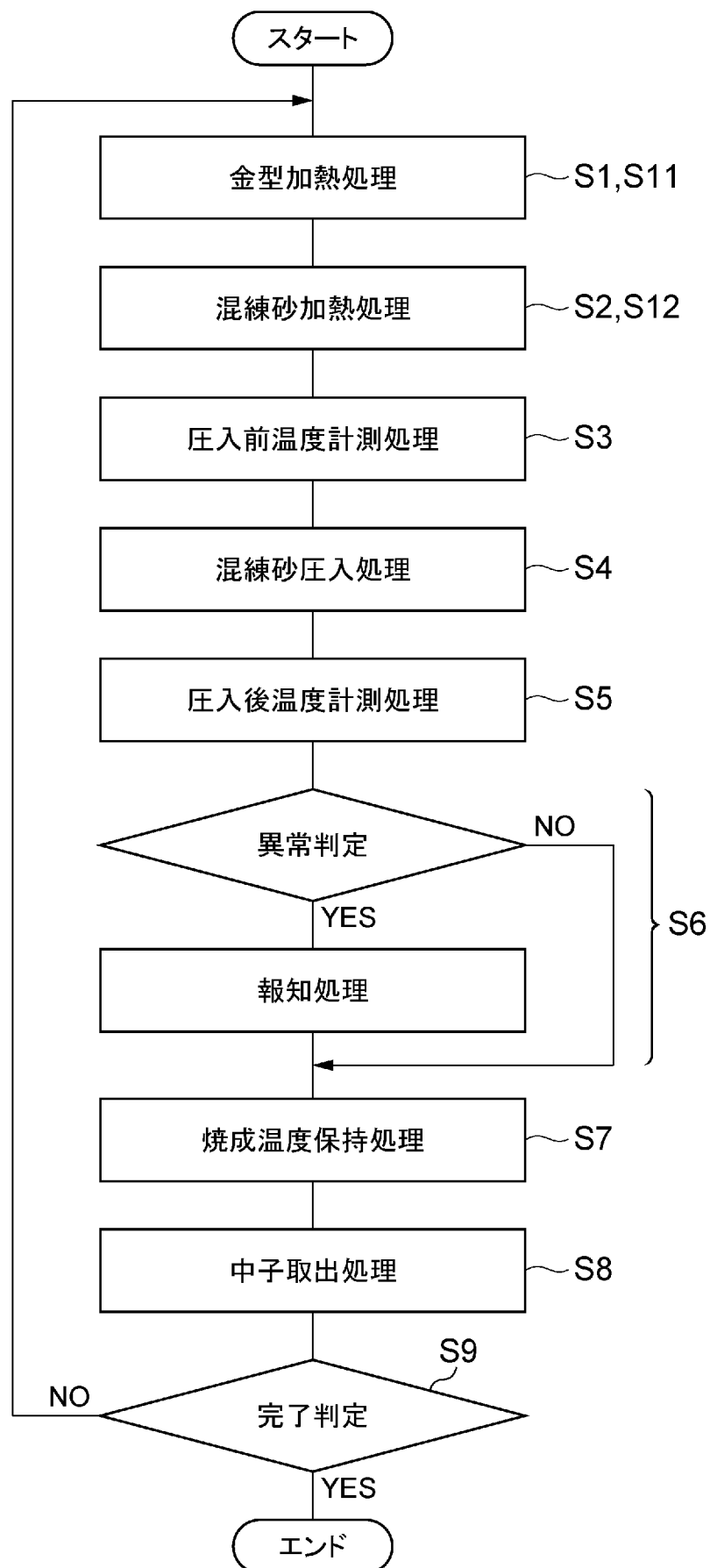
[請求項10] 前記混練砂を貯留し、前記圧入装置により前記混練砂を排出する混練容器と、

前記混練容器及び前記制御部に接続され、前記混練容器を加熱させる混練容器用ヒーターと、をさらに備え、

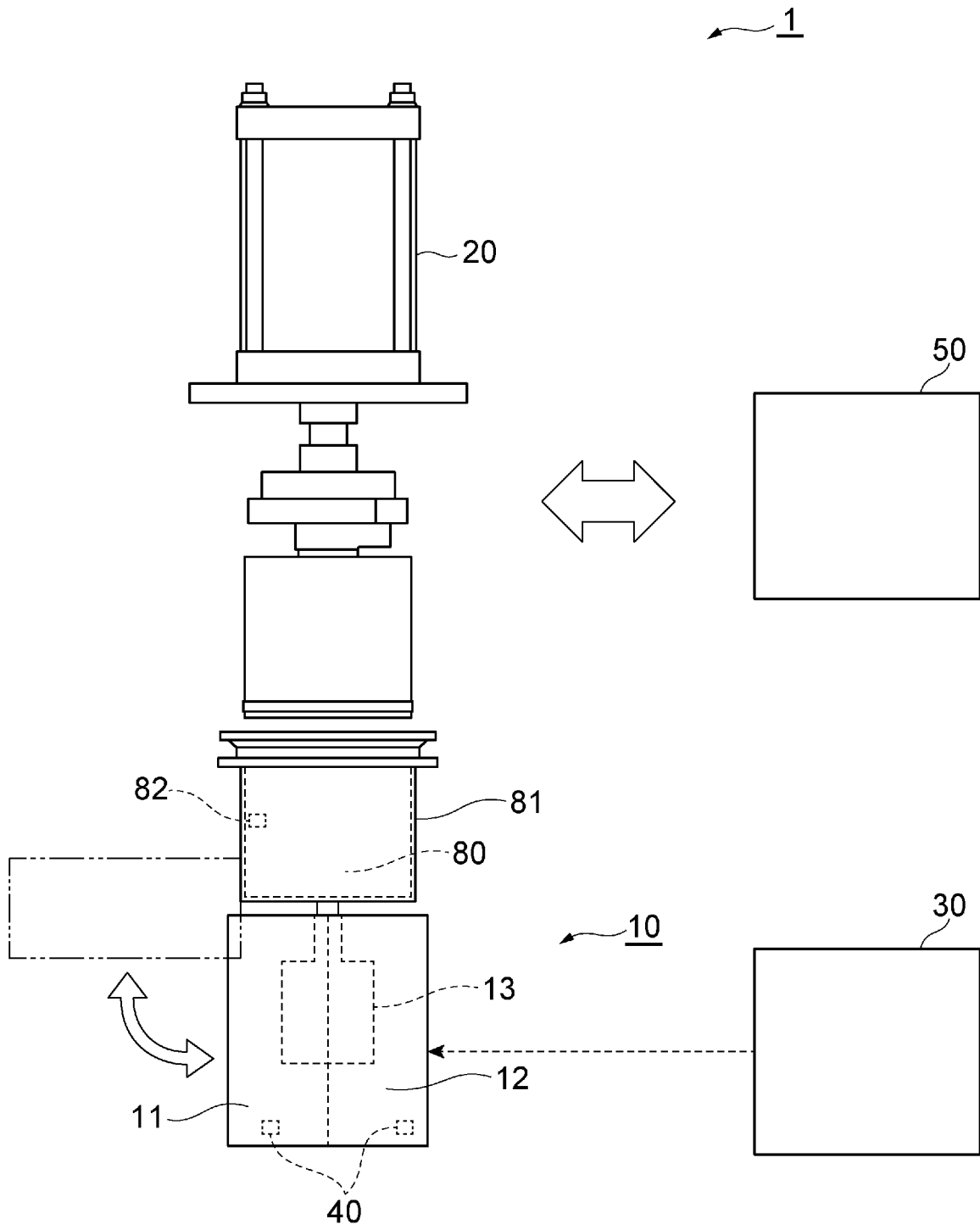
前記制御部は、

前記圧入するステップ前に前記混練容器用ヒーターにより前記混練容器を加熱することで前記混練砂を加熱するステップをさらに実行する、請求項6から9の何れか一項に記載の中子造型装置。

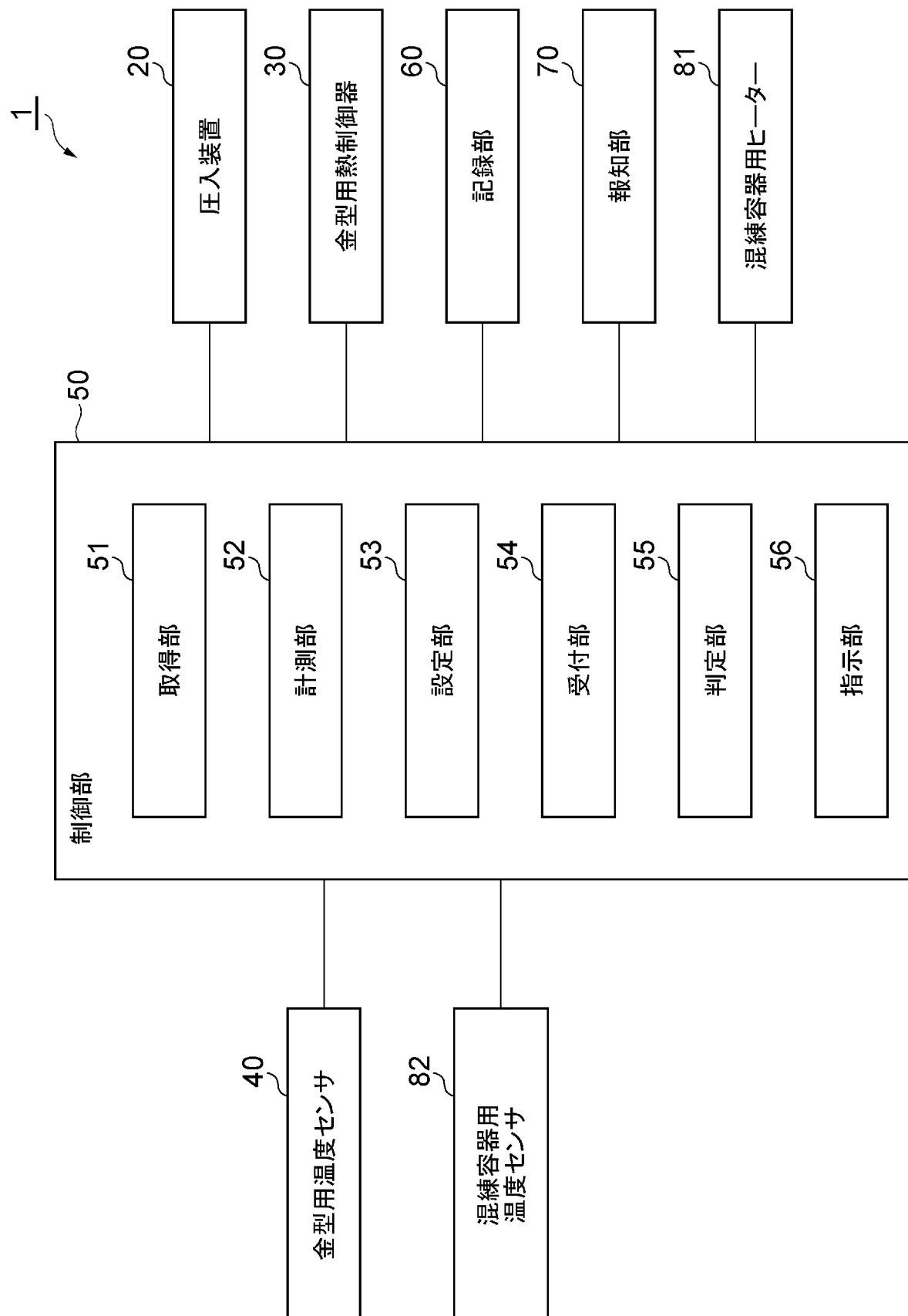
[図1]



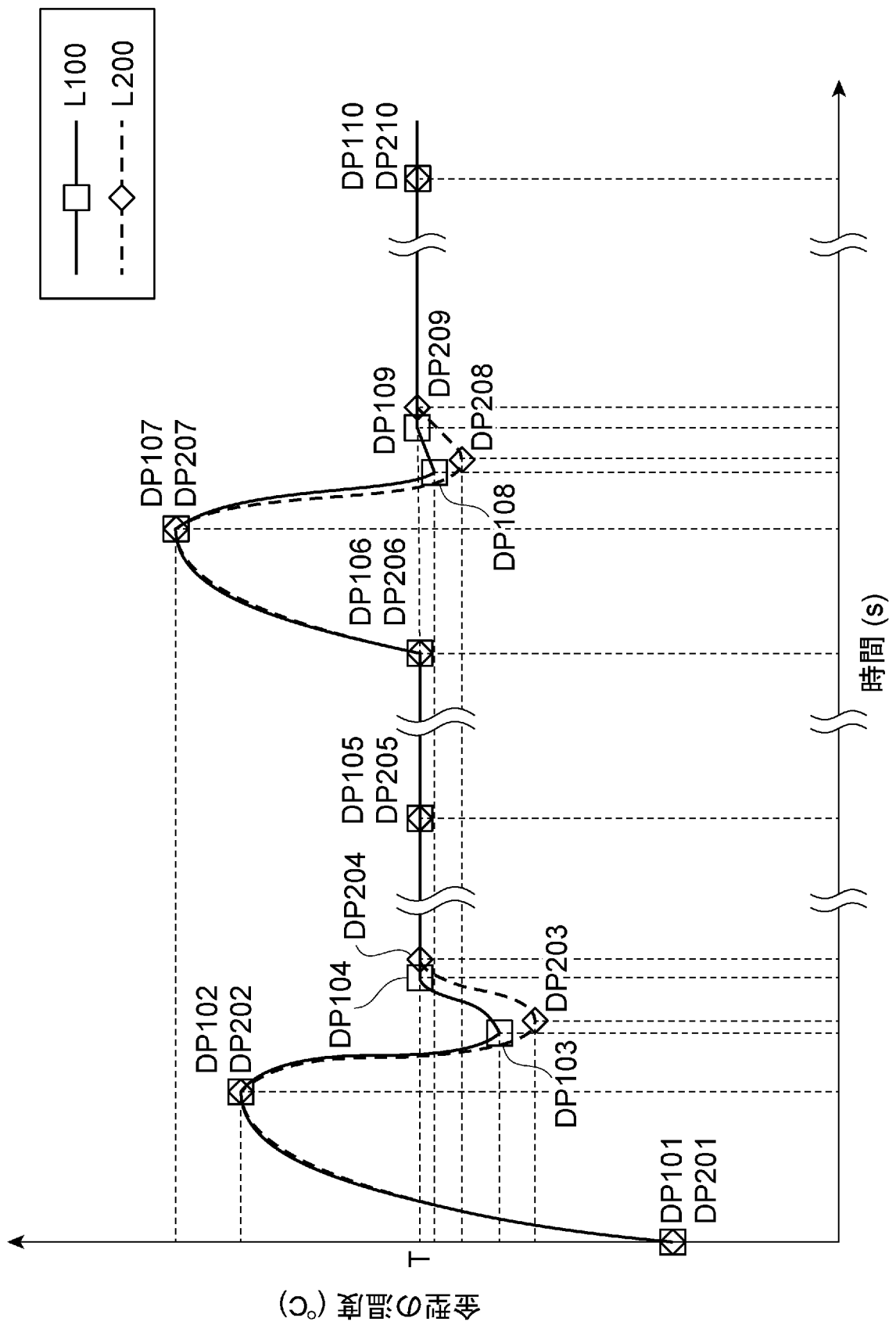
[図2]



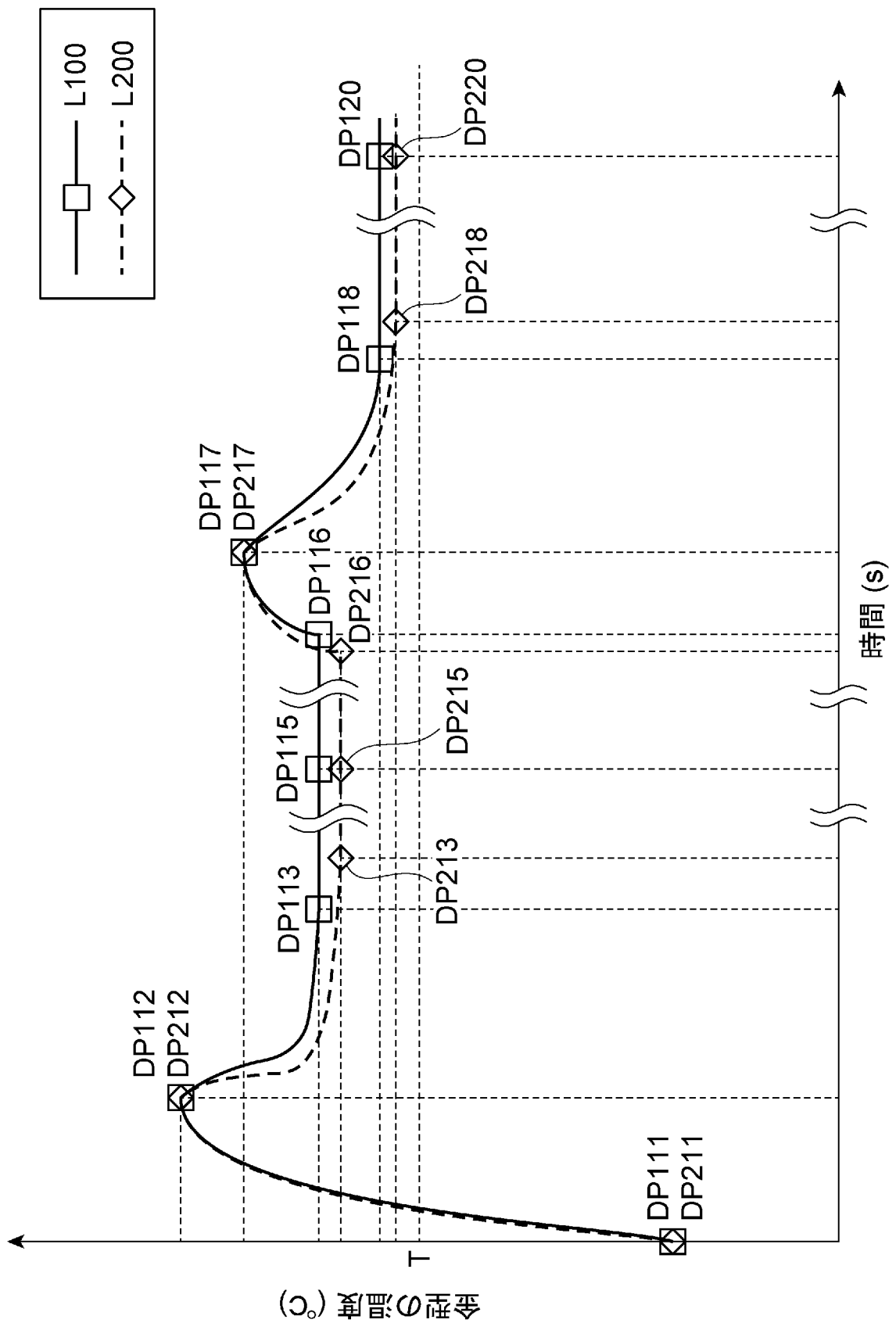
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/034833

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B22C9/10 (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)

Int. Cl. B22C9/10

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 06-142831 A (SUGA GIKEN KK) 24 May 1994,	1
Y	claims, paragraph [0003] (Family: none)	2-10
Y	WO 2013/175813 A1 (SINTOKOGIO, LTD.) 28 November 2013, paragraphs [0001], [0036], [0146] & US 2015/0144283 A1, paragraphs [0001], [0071], [0181] & EP 2805782 A1, paragraphs [0001], [0037], [0147] & CN 104169022 A & KR 10-2015-0016204 A & TW 201347874 A & ES 2671635 T & DK 2805782 T & PL 2805782 T	2-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19.11.2019

Date of mailing of the international search report
26.11.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B22C9/10(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. B22C9/10

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 Y	JP 06-142831 A（有限会社菅技研）1994.05.24, 特許請求の範囲、 第0003段落（ファミリーなし）	1 2-10
Y	W0 2013/175813 A1（新東工業株式会社）2013.11.28, 第0001段落、 第0036段落、第0146段落 & US 2015/0144283 A1, paragraph0001, paragraph0071, paragraph0181 & EP 2805782 A1, paragraph0001, paragraph0037, paragraph0147	2-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

19.11.2019

国際調査報告の発送日

26.11.2019

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）

米田 健志

4E

8924

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 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
	& CN 104169022 A & KR 10-2015-0016204 A & TW 201347874 A & ES 2671635 T & DK 2805782 T & PL 2805782 T	