

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6317658号
(P6317658)

(45) 発行日 平成30年4月25日(2018.4.25)

(24) 登録日 平成30年4月6日(2018.4.6)

(51) Int.Cl.

F 1

B 2 2 D 18/04 (2006.01)
 B 2 2 D 18/08 (2006.01)
 B 2 2 D 35/00 (2006.01)
 B 2 2 D 46/00 (2006.01)
 B 2 2 D 37/00 (2006.01)

B 2 2 D 18/04 F
 B 2 2 D 18/08 5 O 1 J
 B 2 2 D 18/08 5 O 1 C
 B 2 2 D 35/00 C
 B 2 2 D 46/00

請求項の数 5 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-210508 (P2014-210508)
 (22) 出願日 平成26年10月15日(2014.10.15)
 (65) 公開番号 特開2016-78064 (P2016-78064A)
 (43) 公開日 平成28年5月16日(2016.5.16)
 審査請求日 平成29年1月30日(2017.1.30)

(73) 特許権者 000183945
 助川電気工業株式会社
 茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号
 (74) 代理人 100081927
 弁理士 北條 和由
 (72) 発明者 三浦 邦明
 茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号
 助川電気工業株式会社内
 (72) 発明者 浅葉 信
 茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号
 助川電気工業株式会社内

審査官 川崎 良平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空鑄造装置と真空鑄造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部にキャビティ(29c)を有する金型(27)と、前記金型(27)と連結し、前記キャビティ(29c)内を吸引減圧する真空ポンプ(25)と、ストーク(1)内の熔融金属(12)に推力を与える給湯誘導子(14)と、前記ストーク(1)内に設けられ、前記熔融金属(12)の位置を検知するレベルセンサ(19)と、を備え、前記キャビティ(29c)内へ前記熔融金属(12)を充填して鑄造物を成型する真空鑄造装置において、

前記レベルセンサ(19)により検知される前記熔融金属(12)の湯面を所定の高さに保持するよう前記給湯誘導子(14)を駆動し、前記真空ポンプ(25)による前記キャビティ(29c)内の吸引減圧と協働して、前記キャビティ(29c)内へ前記熔融金属(12)を給湯する前記給湯誘導子(14)を所定の制動並びに加圧駆動パターンで駆動する駆動電源(31)と、

前記駆動パターンを記憶して駆動電源(31)を制御する制御器と、を備えることを特徴とした真空鑄造装置。

【請求項2】

制御器(21)は、給湯誘導子(14)の駆動電源(31)を制御することにより、キャビティ(29c)内への熔融金属(12)の給湯速度を制御することを特徴とした請求項1に記載の真空鑄造装置。

【請求項3】

10

20

前記ストーク（１）は、コア（２）を含み、該コア（２）の保護管（３）と、前記ストーク（１）との間に生じる流路ギャップが６ｍｍ以上１５ｍｍ以下であることを特徴とした請求項１又は２に記載の真空鑄造装置。

【請求項４】

内部にキャビティ（２９ｃ）を有する金型（２７）と、前記金型（２７）と連結し、前記キャビティ（２９ｃ）内を吸引減圧する真空ポンプ（２５）と、ストーク（１）内の熔融金属（１２）に推力を与える給湯誘導子（１４）と、前記ストーク（１）内に設けられ、前記熔融金属（１２）の位置を検知するレベルセンサ（１９）と、を用いて、前記キャビティ（２９ｃ）内へ前記熔融金属（１２）を充填して鑄造物を成型する真空鑄造方法であって、

10

前記給湯誘導子（１４）の駆動電源（３１）が、前記レベルセンサ（１９）により検知される前記熔融金属（１２）の湯面を所定の高さに保持するよう前記給湯誘導子（１４）を駆動し、前記真空ポンプ（２５）による前記キャビティ（２９ｃ）内の吸引減圧と協働して前記キャビティ（２９ｃ）内へ前記熔融金属（１２）を給湯する前記給湯誘導子（１４）を所定の制動並びに加圧駆動パターンで駆動することを特徴とした真空鑄造方法。

【請求項５】

制御器（２１）が給湯誘導子（１４）の駆動電源（３１）を制御することにより、キャビティ（２９ｃ）内への熔融金属（１２）の給湯速度が制御されることを特徴とした請求項４に記載の真空鑄造方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【０００１】

本発明は、真空ポンプにより金型のキャビティ内を吸引減圧するのと協働して、所定のパターンでストーク（給湯管）内の給湯誘導子を駆動して熔融金属に推力を与え、金型のキャビティ内に熔融金属を充填して鑄造物を成型する真空鑄造装置と真空鑄造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

真空鑄造法として、金型のキャビティ内を真空ポンプで吸引減圧し、減圧されたキャビティ内と、熔融金属槽との間の圧力差を利用して、熔融金属槽（保持炉）の熔融金属を、ストークを介して上方に押し上げ、熔融金属槽の上方に配置された金型キャビティ内に熔融金属を充填し、鑄造物を製造する方法が知られている。

30

【０００３】

熔融金属槽が密閉炉ではなく、キャビティ内を真空ポンプで吸引減圧し、高真空状態（約－１００ｋＰａ）にすると、例えば、アルミニウム鑄造物を製造する場合、アルミ溶湯の密度が 2.5 g/cm^3 と比較的軽量の金属であるため、アルミ溶湯は、ストーク内を上方に勢いよく汲み上げられ、瞬時にキャビティ内に充填されてしまう。このようにキャビティ内の空間に熔融金属が勢いよく充填されると、キャビティ内で湯が踊り、湯廻り不良や酸化物や残された空気の巻き込みなどの不具合が生じる。特にキャビティ内に中子が設けられている場合には、その不具合が顕著となる。

40

【０００４】

このような不具合を改善するため、特許文献１（特開平５－１６９２３１号公報）及び特許文献２（特開平６－１１４５３３号公報）では、熔融金属槽を密閉炉にしてその中の圧力を調整し、熔融金属がキャビティ内に充填される速度を制御している。これらの技術においては、真空ポンプで金型のキャビティ内を減圧すると共に、熔融金属槽内の圧力を増加させていくことで、キャビティ内の湯廻り不良や残された空気の巻き込みなどを低減している。しかし、キャビティ内への熔融金属の給湯速度を調整する為には、電磁ポンプを用いて熔融金属の給湯速度を制御することが更に望まれる。

【０００５】

電磁ポンプを用いて熔融金属をキャビティ内に充填する低圧鑄造装置は、例えば、特許

50

文献 3 (特開 2014 - 104469 号公報) に開示されている。この低圧鑄造装置では給湯量を高精度に制御でき、400 程度に加熱された鑄型の下から 2 ~ 8 cm/s 程度の給湯速度でゆっくり溶融金属を注入するのでガスや酸化物の巻き込みの少ない高品質な鑄造物を成型することができる。しかしながら、この低圧鑄造装置ではキャビティ内の減圧に真空ポンプを使用していないため、キャビティ内に多くの空気が存在するため、キャビティ内への給湯速度を上げることが出来ない。従って、真空ポンプにより短時間で吸引減圧して、キャビティ内の空気を非常に少なくして従来の低圧鑄造装置より給湯速度を上げて空気の巻き込みを少なくし、かつ、給湯速度を上げて凝固しにくい金型温度まで下げることによって金型冷却時間を短縮し、鑄造サイクル時間を短縮できる方法が望まれる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 5 - 169231 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 114533 号公報

【特許文献 3】特開 2014 - 104469 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記事情に鑑み、真空ポンプにより金型のキャビティ内を吸引減圧するのと協働して、所定のパターンでストーク内の給湯誘導子を駆動して溶融金属に制動並びに加圧推力を与え、従来よりも温度が低い金型に於いて減圧下のキャビティ内への溶融金属の給湯速度を制御し、短時間で高品質な鑄造物を生産することができる真空鑄造装置及び真空鑄造方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明では、前記の目的を達成するため、真空鑄造装置は、真空ポンプ 25 と金型 27 を連結して、真空ポンプ 25 により金型 27 のキャビティ 29c 内を吸引減圧するのと協働して、所定のパターンでストーク 1 内の給湯誘導子 14 を駆動して溶融金属 12 に制動並びに加圧推力を与え、キャビティ 29c 内への溶融金属 12 の給湯速度を制御することが

30

【0009】

すなわち、本発明の 1 は、内部にキャビティ 29c を有する金型 27 と、その金型 27 と連結し、キャビティ 29c 内を吸引減圧する真空ポンプ 25 と、ストーク 1 内の溶融金属 12 に推力を与える給湯誘導子 14 と、ストーク 1 に設けられ、溶融金属 12 の位置を検知するレベルセンサ 19 を備え、キャビティ 29c 内へ溶融金属 12 を充填して鑄造物を成型する真空鑄造装置において、レベルセンサ 19 により検知される溶融金属 12 の湯面を所定の高さに保持するよう給湯誘導子 14 を駆動し、真空ポンプ 25 によるキャビティ 29c 内の吸引減圧と協働してキャビティ 29c 内へ前記溶融金属 12 を給湯する給湯誘導子 14 を所定の制動並びに加圧駆動パターンで駆動する駆動電源 31 と、駆動パターンを記憶して駆動電源 31 を制御する制御器と、を備えることを特徴とした真空鑄造装置である。

40

【0010】

本発明の 2 は、ストーク 1 が、コア 2 を含み、該コア 2 の保護管 3 と、ストーク 1 との間に生じる流路ギャップが、給湯誘導子 14 による湯面制動が安定して得られる 6 mm 以上 15 mm 以下であることを特徴とした本発明の 1 に記載の真空鑄造装置である。

【0011】

本発明の 3 は、内部にキャビティ 29c を有する金型 27 と、金型 27 と連結し、キャビティ 29c 内を吸引減圧する真空ポンプ 25 と、ストーク 1 内の溶融金属 12 に推力を与える給湯誘導子 14 と、ストーク 1 に設けられ、溶融金属 12 の位置を検知するレベル

50

センサ１９と、を用いて、キャビティ２９ｃ内へ熔融金属１２を充填して鑄造物を成型する真空鑄造方法であって、前記給湯誘導子１４の駆動電源３１が、レベルセンサ１９により検知される熔融金属１２の湯面を所定の高さに保持するよう給湯誘導子１４を制動駆動し、真空ポンプ２５によるキャビティ２９ｃ内の吸引減圧と協働してキャビティ２９ｃ内へ熔融金属１２を給湯する給湯誘導子１４を所定の制動並びに加圧駆動パターンで駆動することを特徴とした真空鑄造方法である。

具体的には、後に説明するように、制御器２１により同一駆動パターンで給湯誘導子１４が駆動電源３１により駆動されることにより、キャビティ２９ｃ内への熔融金属１２の給湯速度が制御される。

【発明の効果】

10

【００１２】

本発明の１の真空鑄造装置によると、真空ポンプを用いてキャビティ２９ｃ内を吸引減圧しているため、吸引減圧にかかる時間を短縮することができる。また、電磁ポンプ１７を構成する給湯誘導子１４を駆動することで、熔融金属１２の湯面を所定の高さに保持することができる。また、所定の制動並びに加圧駆動パターンに従い、給湯誘導子１４が駆動されることで、熔融金属１２の給湯速度を高精度に制御でき、従来よりも温度が低い金型の下から熔融金属１２が踊らず（揺動攪拌せず）凝固しない程度の給湯速度で熔融金属を注入することができる。それにより、キャビティ２９ｃ内の湯廻り不良や残された空気巻き込みなどを低減し、高品質な鑄造物を成型することができる。

【００１３】

20

本発明の２の真空鑄造装置によると、適切な幅の流路ギャップを有するため、キャビティ２９ｃ内の吸引減圧時に、熔融金属１２の湯面振動を抑え、直ちに上昇してキャビティ２９ｃ内に注入しない様に制動することができる。それにより、キャビティ内への熔融金属１２の給湯速度を高精度に制御できる。

【００１４】

本発明の３の真空鑄造方法によると、真空ポンプを用いてキャビティ２９ｃ内を吸引減圧しているため、吸引減圧にかかる時間を短縮ことができ、鑄造サイクル時間を短縮できる。また、所定の制動並びに加圧駆動パターンに従い、給湯誘導子１４が駆動されることで、熔融金属１２の給湯速度を高精度に制御でき、高品質な鑄造物を成型することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】真空鑄造装置の一実施例を示す上型と下型を重ね合わせた状態の断面図である。

【図２】真空鑄造装置の一実施例を示す上型を上昇させて上型と下型を分離した状態の断面図である。

【図３】真空鑄造装置における熔融金属の給湯制御の一例を示すブロック図である。

【図４】真空鑄造装置のキャビティ内の圧力と、電磁ポンプの圧力と、熔融金属の湯面の高さとの関係の一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

40

本発明は、熔融金属１２が金型２７に給湯される際に、真空ポンプ２５により金型２７を吸引減圧して、熔融金属１２を金型２７に給湯する真空鑄造装置に関し、給湯誘導子１４を駆動して、熔融金属１２の給湯速度を高精度に制御するものである。以下、本発明の実施の形態を、図面に基づいて順に説明する。

【００１７】

図１、２は、本発明による真空鑄造装置の一実施例であり、図１は金型２７の上型２９ｂを下型２９ａに重ね合わせた状態、図２は金型２７の上型２９ｂを下型２９ａから分離した状態を示している。この真空鑄造装置は、真空ポンプ２５により金型２７を吸引減圧して、熔融金属１２が吸引されるのと反対方向にストーク１の給湯誘導子１４を有する電磁ポンプ１７で推力を与えて、ストーク１内に一旦熔融金属１２を所定のレベル３０に保

50

持し、徐々に電磁ポンプ 17 の推力を弱めていき、ストーク 1 を通して下側から金型 27 に溶融金属 12 を充填する形式のものである。

【0018】

溶融金属槽 11 に収納された溶融金属 12 にストーク 1 の下端が差し込まれている。ストーク 1 の溶融金属 12 の液面より上にある部分の周囲には、磁性体製のヨーク 15 にコイル 16 を巻回した給湯誘導子 14 が配置されている。ヨーク 15 は、ストーク 1 の溶融金属 12 の液面より上にある部分を囲むようにその外周側に嵌め込まれており、このヨーク 15 に三相コイルを構成するコイル 16 が巻回されている。この給湯誘導子 14 には、冷却器 10 が設けられ、駆動時に冷却される。

【0019】

給湯誘導子 14 は、インバータを含む駆動電源 31 により駆動される。この駆動電源 31 からは給湯誘導子 14 にインバータで変換された三相交流が通電され、給湯誘導子 14 に移動磁界を発生させる。この移動磁界による電磁誘導により、導電体であるストーク 1 内の溶融金属 12 に誘導電流が発生し、この誘導電流と移動磁界との相互作用（掛け合わせる事）によって推力が与えられる。

【0020】

ストーク 1 の上部と下部は、フランジ継手等の継手 5、5' を介して密に接続されている。保護管 3 のストーク 1 に近い一端部の周囲にフランジ 6 が延設され、このフランジ 6 の外周に近い部分がストーク 1 の上部と下部とを接続する前記の継手 5、5' の間に挟持されている。これにより、保護管 3 の中のコア 2 がストーク 1 の中心に位置するように保持されている。フランジ 6 には、溶融金属 12 の通路となる複数の円弧状の通過孔 7 が設けられている。ストーク 1 の上部は、下部に図示してないバネ等により弾力的に押しつけられている。この状態で継手 5、5' の間に挿入された耐熱性のガスケットにより継手 5、5' の部分のシール性が確保されている。

【0021】

ストーク 1 は、セラミック等の耐熱性、耐蝕性のある材料で作られており、その外周に設けた保温用のマイクロヒータ等からなるヒータ 9、9' により溶融金属 12 の融点以上の温度に加熱され、溶融金属 12 の凝固を防ぐ。溶融金属槽 11 の中の溶融金属 12 に液面センサ等のセンサ 13 が設けられ、これにより溶融金属槽 11 の中の溶融金属 12 の液位が検知される。他方、ストーク 1 には、電磁誘導により溶融金属 12 の存在を検知する形式の誘導式液面センサ等のセンサ 19 が設けられ、これによりストーク 1 内の液位が検知される。

【0022】

ストーク 1 の上端は、台板 33 に嵌め込まれており、この台板 33 は、溶融金属槽 11 と誘導子 14 を囲むようにして立設された少なくとも 3 本以上の支柱 36'、36' によって支えられている。また、ストーク 1 の上端は、金型 27 にリング板状の絶縁材 35、35' を介して接続され、溶融金属槽 11 から金型 27 に溶融金属 12 を給湯することが出来る。台板 33 が金型 27 に対して断熱材 35 を介して熱絶縁されているため金型 27 が溶融金属 12 で高温になっても、台板 33 を低い温度に保持出来る。またストーク 1 も下型 29a に対して断熱材 35、35' により熱絶縁されている。これにより、ストーク 1 内の溶融金属 12 の温度低下による凝固層の拡大を防止し、更に電磁ポンプ 17 のストーク 1 の溶融金属 12 の温度低下も防止し、鑄造時の湯回り不良を防止できる。

【0023】

金型 27 の下型 29a の上に上型 29b が重ね合わせられ、これら上下の型 29a、29b により金型 27 が形成される。上型 29b の上下動は、スライド板 37 の上下動に伴って行われる。このスライド板 37 にはスライドガイド 34、34 と、後述のペローズ 39 を収縮させる押出部材 45 が貫通している。台板 33 とスライド板 37 との間に油圧シリンダ等の昇降駆動機構 36、36 が設けられ、この昇降駆動機構 36、36 の動作によりスライド板 37 がスライドガイド 34、34 に沿って上下にスライドされる。また、押出部材 45 も昇降駆動機構（図示せず）の動作により上下にスライドして、吊り下げダイ

10

20

30

40

50

ベース４０を貫通し、ベローズ３９の上面の支持板５２を下部に押して、ベローズ３９を収縮させる。

【００２４】

金型２７の下型２９ａの上に上型２９ｂが重ね合わせられると、鋳造物を成型するためのキャビティ２９ｃが形成されて、このキャビティ２９ｃは湯口２９ｄを通してストーク１の上端に連絡される。また、キャビティ２９ｃは、真空ポンプ２５と直接又は管状のベローズ３９を介して連結している。上型２９ｂの上面には上部ダイベース４０'が固定され、上部ダイベース４０'は、支柱４１、４１により吊り下げダイベース４０に連結されている。

【００２５】

管状のベローズ３９は、上型２９ｂ上の上部ダイベース４０'と吊り下げダイベース４０間に設置されており、伸縮性と気密性を兼ね備えた材料からなる。管状のベローズ３９内の上面に固定される支持板５２は、吊り下げダイベース４０に固定されておらず、管状のベローズ３９の収縮に伴って、上下に移動する。また、支持板５２には複数の押しピン３８が設置されている。押しピン３８は上部ダイベース４０'及び上型２９ｂを貫通する管を貫通してキャビティ２９ｃ内に到達するように構成されている。本実施例では、押しピン３８の外周面と押しピンが貫通する管との間に空気が連通する隙間４３が設けられており、その隙間４３を介して、キャビティ２９ｃ内が管状のベローズ３９と連結する。また、管状のベローズ３９内には、真空ポンプ２５による吸引減圧の際などに、管状のベローズ３９が押し潰されないように支持バネ付スライド機構４９やベローズ収縮防止ピン４

【００２６】

また、本実施例では、上型２９ｂと下型２９ａとの間に隙間４２を設け、隙間４２の全外周にわたり真空ポンプ２５と直接連結する空気通路４４を設けている。このように、真空ポンプ２５と連結する空気通路４４が、隙間４２の全外周にわたり設けられていることにより、空気通路４４が真空ポンプ２５により吸引減圧され、それによりキャビティ２９ｃ内を外周方向から均一な圧力で吸引減圧することができる。また、前述の押しピン３８の外周に設けられている隙間４３からも同時に吸引減圧することができるため、キャビティ２９ｃ内を外周方向及び上方向から均一な圧力で、短時間で吸引減圧することができる。

【００２７】

この真空鋳造装置により鋳造物を成型するときは、まず、上型２９ｂが下型２９ａを重ね合わせた状態にしてキャビティ２９ｃを真空ポンプ２５により吸引減圧する。キャビティ２９ｃ内を真空ポンプ２５により瞬時に -100 kPa ($-1\text{ kg/cm}^2\text{ G}$)程度まで吸引減圧させると、大気圧がかかった熔融金属槽１１に収納された熔融金属１２は、ストーク１を通過して勢いよく汲み上げられる。従って、ストーク１内の熔融金属１２に推力を与える電磁ポンプ１７の給湯誘導子１４を、熔融金属１２の金型注入方向と反対方向に推力を与えて制動保持するように駆動する。電磁ポンプ１７で発生した電磁力を強めたり、弱めたりする調整を行うことで、制動保持された熔融金属１２を精度よくキャビティ２９ｃ内に給湯することができる。

【００２８】

ところが、キャビティ２９ｃ内を真空ポンプ２５により瞬時に吸引減圧させた後又は同時に電磁ポンプ１７を駆動すると、大気圧がかかった熔融金属槽１１に収納された熔融金属１２は、ストーク１を通過して勢いよく汲み上げられ、その汲み上げられる最中の熔融金属１２に電磁ポンプ１７で推力を与えることになる。勢いよく汲み上げられる最中の熔融金属１２には、流体慣性が働いており、所定のレベル３０に湯面を保持するように逆方向の推力をかけても、その流体慣性により、所定のレベル３０を通り過ぎてしまう。そして、その湯面が流体慣性により上下に揺動し、この揺動が止まるためには時間がかかる。また、勢いよく汲み上げられた熔融金属１２が、所定のレベル３０を通り過ぎ、キャビティ２９ｃ内に少しでも注入されてしまうと、精度のよい給湯が望めない。

【 0 0 2 9 】

従って、電磁ポンプ 1 7 の給湯誘導子 1 4 が、真空ポンプ 2 5 による吸引減圧力に見合った推力を、給湯方向と逆方向に熔融金属 1 2 に与えるように、予め電磁力を加えておき、徐々にキャビティ 2 9 c 内をゆっくり真空にすることが望ましい。そうすると、ストーク 1 内をゆっくりと上昇する熔融金属 1 2 に逆磁力が発生し、ストーク 1 内に一旦熔融金属 1 2 を保持し、その後、キャビティ 2 9 c 内への迅速かつ精度のよい給湯が安定して実現する。

【 0 0 3 0 】

以上の様にキャビティ 2 9 c 内をゆっくり真空にすることでストーク 1 内に一旦熔融金属 1 2 を保持することも出来るが、本実施例の電磁ポンプ 1 7 のストーク 1 には、コア 2 を内在する保護管 3 があり、この保護管 3 とストーク 1 との間の流路ギャップを狭めることによって、ストーク 1 には流路絞り効果が働き、ストーク 1 の下端の導入口 1 8 から勢いよく上昇する熔融金属 1 2 にブレーキがかかる。実験では流路ギャップを 6 mm 以上 1 5 mm 以下にすると、慣性で上昇する高さも少なく比較的短時間で安定し、1 0 mm 以下にすると数秒で安定するため、好ましい。この様に流路ギャップを狭めることで、キャビティ 2 9 c 内を短時間に一挙に真空にする時に、上昇する熔融金属 1 2 をストーク 1 の設定レベル 3 0 に短時間で保持することができる。

【 0 0 3 1 】

しかし、設定レベル 3 0 に熔融金属 1 2 を保持しようとしても、大気圧の変動により、真空中を上昇する高さは変動し、例えば大気圧の変動が 1 % すると真空中を上昇する高さは約 4 c m 変化するため、真空時は、設定レベル 3 0 より 5 c m 以下に熔融金属 1 2 を上昇させ、レベルセンサ 1 9 により電磁ポンプ 1 7 の逆推力を短時間で調整して、設定レベル 3 0 に熔融金属 1 2 が保持できるようにすることが望ましい。更に熔融金属 1 2 に含まれる水素がガス化して湯面変動が起こり、飛沫が発生し、熔融金属 1 2 がストーク 1 からキャビティ 2 9 c 内へ飛散しまうため、熔融金属 1 2 に含まれる水素の量にも依るが、それを防ぐため、設定レベル 3 0 は金型 2 7 より 5 c m 下に設けることが望ましい。例えば、1 0 0 g の熔融金属 1 2 に含まれる水素量が数 c c / 1 0 0 g になると、設定レベル 3 0 は金型 2 7 より 1 0 c m 以上、下に設ける必要がある。

【 0 0 3 2 】

給湯誘導子 1 4 は、レベルセンサ 1 9 により検知される熔融金属 1 2 のレベル信号により制御され、熔融金属 1 2 のキャビティ 2 9 c 内への給湯速度が制御される。図 3 は、この制御系統を示しており、給湯誘導子 1 4 を駆動する駆動電源 3 1 がレベルセンサ 1 9 により検知される熔融金属 1 2 のレベル信号をもとに制御器 2 1 によって制御されることを表している。この制御器 2 1 には、給湯誘導子 1 4 が駆動電源 3 1 により制御された制動並びに加圧パターンが記録され、繰り返し同じ駆動パターンで給湯することが出来る記録装置が内蔵されている。このようにして、制御器 2 1 による同一駆動パターンで給湯誘導子 1 4 が駆動電源 3 1 により駆動されるため、キャビティ 2 9 c 内への熔融金属 1 2 の給湯速度を高精度に制御できる。なお、本実施例の駆動パターンは、使用者が制御器 2 1 のタッチパネル等を操作することにより設定することができる。

【 0 0 3 3 】

次に本実施例の駆動パターンを、図 4 を用いて説明する。図 4 は、真空鑄造装置のキャビティ 2 9 c 内の圧力（下側点線で表示）と、電磁ポンプ 1 7 の圧力（下側実線で表示）と熔融金属 1 2 の湯面の高さ（上側実線で表示）との関係を示すグラフである。なお、熔融金属 1 2 の湯面の高さは、熔融金属槽 1 1 の湯面からの高さを表す。制御器 2 1 は、図 4 のグラフで表される電磁ポンプ 1 7 の圧力を再現するように、駆動電源 3 1 を制御する。図 4 のグラフが示すように、キャビティ 2 9 c 内の吸引減圧と協働して、駆動電源 3 1 が給湯誘導子 1 4 を所定の制動並びに加圧駆動パターンで駆動する。

【 0 0 3 4 】

まず、駆動電源 3 1 から給湯誘導子 1 4 にインバータで変換された三相交流が通電され、移動磁界を発生させておく。この移動磁界による電磁誘導により、キャビティ 2 9 c が

10

20

30

40

50

真空にされてゆくと同時にストーク 1 内を溶融金属 1 2 が駆け上がってゆき、導電体である溶融金属 1 2 に真空吸引方向とは逆方向に推力が瞬時に発生する。そして、誘導式液面センサ等のセンサ 1 9 の信号を基に、給湯誘導子 1 4 への三相交流を通電調整し、ストーク 1 内の溶融金属 1 2 の湯面を設定レベル 3 0 に保持する（図 4 の湯面保持部）。この設定レベル 3 0 で溶融金属 1 2 の給湯の待機状態とする（図 4 の（A）で示す電磁ブレーキ部）。

【0035】

その後、金型 2 7 のキャビティ 2 9 c 内を真空ポンプ 2 5 で直接又は管状のベローズ 3 9 内部を介して吸引減圧する。前述のように、本実施例の金型 2 7 は、上型 2 9 b と下型 2 9 a との間に空気が連通する隙間 4 2 が設けられ、また押しピン 3 8 の外周面にも空気が連通する隙間が設けられているため、金型 2 7 のキャビティ 2 9 c 内は短時間で吸引減圧される。図 4 の下側点線が金型 2 7 のキャビティ 2 9 c の吸引減圧の様子を示すグラフである。キャビティ 2 9 c が吸引減圧されると、溶融金属 1 2 が真空吸引方向に吸引される。真空ポンプによるキャビティ 2 9 c 内の吸引減圧をそのまま維持して、電磁ポンプ 1 7 の逆推力を徐々に弱めて溶融金属 1 2 の湯面を徐々に上昇させ、溶融金属 1 2 の湯面がストーク 1 内の最上部を通過し電磁ポンプ 1 7 の逆推力を弱めてキャビティ 2 9 c 内に溶融金属 1 2 を注入し、必要に応じてキャビティ 2 9 c 内のレベル調整を行ってゆく（図 4 の（B）で示す）。

【0036】

そして、キャビティ 2 9 c 内に溶融金属 1 2 が充填完了するまでキャビティ 2 9 c 内の吸引減圧を維持したままにして、電磁ポンプ 1 7 の逆推力を徐々に弱めていき、キャビティ 2 9 c 内に溶融金属 1 2 を徐々に給湯し充填を完了させる（図 4 の（C）で示す）。それにより、キャビティ 2 9 c 内に所定の給湯量を静かに精度よく給湯できる。電磁ポンプ 1 7 の逆推力を徐々に弱めて溶融金属 1 2 の湯面を徐々に上昇させる給湯速度は、従来の給湯速度より早くし金型温度を下げて凝固しない範囲とすることによって金型冷却時間を短縮し、鑄造サイクル時間を短縮できる。

【0037】

キャビティ 2 9 c 内への溶融金属 1 2 が充填完了後は、電磁ポンプ 1 7 の逆推力を一挙に弱めてゼロにして、電力の位相反転を行い、キャビティ 2 9 c 内の吸引減圧と同じ方向へ圧力を掛けて溶融金属 1 2 が凝固収縮分の溶融金属 1 2 を注入する（図 4 の（D）で示す）。それにより、鑄造物が冷却して凝固する際に、全体が収縮し、内部に余計な隙間ができるのを防ぐことができ、いわゆる押し湯効果が得られる。

【0038】

また、キャビティ 2 9 c 内に充填する際には、図 1 に示すように、分流子 5 5 を使用して、溶融金属 1 2 の流れを均一的に分けるようにしてもよい。分流子 5 5 を使用することで、金型 2 7 の湯口 2 9 d で、鑄造物が分離、切断しやすくなるという利点がある。また、分流子 5 5 を金型 2 7 よりも高温にすることにより、溶融金属 1 2 の温度低下を防止するという利点がある。

【0039】

キャビティ 2 9 c の中に溶融金属 1 2 を充填後、冷却して凝固した後にキャビティ 2 9 c 内の吸引減圧を大気開放した後、図 2 に示すように、スライド板 3 7 と共に上型 2 9 b を上昇させ、上型 2 9 b を下型 2 9 a から分離させる。金型 2 7 のキャビティ 2 9 c が開くと、成型した鑄造物 5 9 は上型 2 9 b に付いている。上型 2 9 b を上昇させて行くと、押出部材 4 5 が支持板 5 2 に当たり、ベローズ 3 9 内の支持板 5 2 が押され、支持板 5 2 に設置された複数の押しピン 3 8 の先端部がキャビティ 2 9 c の中に入り込んで、成型した鑄造物 5 9 を上型 2 9 b から分離させる。

【0040】

この成型された鑄造物 5 9 を受け皿等に取り出すことにより、1 回の鑄造工程が完了する。その後、電磁ポンプ 1 7 の電力を弱めていき、再び溶融金属 1 2 をストーク 1 内の所定のレベル 3 0 の位置に保持する（図 4 の（E）で示す）。以下、上記で説明した図 4 に

10

20

30

40

50

示す給湯誘導子の駆動パターンに従い、下型 29 a の上に上型 29 b を重ね合わせ、金型 27 を組み立て、成型を繰り返す。鑄造を完了する場合には、熔融金属 12 をストーク 1 内の所定のレベル 30 の位置に戻したあと、電磁力をゼロにして熔融金属 12 を熔融金属槽 11 に戻す。このように一旦、熔融金属 12 を所定のレベル 30 の位置に戻すのは、一気に熔融金属槽 11 に戻すと、熔融金属槽 11 の熔融金属 12 が踊り（熔融金属 12 の湯面が揺動攪拌され）、熔融金属槽液面の酸化物等の不純物を巻き込んでしまい、その後の鑄造物の中に酸化物等の不純物を混入させてしまうからである。

【0041】

以上説明してきたように、本発明の真空鑄造装置は、所定の制動並びに加圧駆動パターンに従い、給湯誘導子 14 が駆動されることで、熔融金属 12 の給湯速度を高精度に制御でき、金型 27 の下からゆっくり熔融金属を注入することができる。それにより、キャビティ 29 c 内の湯廻り不良や熔融金属 12 の攪拌を低減し、高品質な鑄造物を成型することができる。また、真空ポンプを用いてキャビティ 29 c 内を短時間で吸引減圧しているため、吸引減圧にかかる時間を短縮することができ、更に従来の金型温度も低温化出来るので鑄造サイクル時間を短縮できる。

10

【産業上の利用可能性】

【0042】

本発明による真空鑄造装置は、スライド機構により上型を上下動して鑄型を組み立て、或いは脱型する構造の真空鑄造装置において、所定の駆動パターンに従い、熔融金属の給湯速度を高精度に制御でき、良質な鑄造物を生産することができるため、このような鑄造の分野で利用することが出来る。

20

【符号の説明】

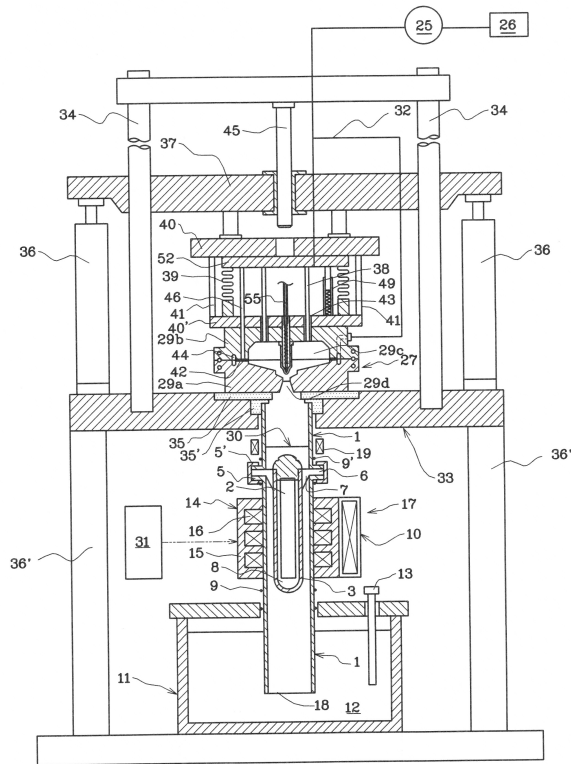
【0043】

- 1 ストーク
- 2 コア
- 3 保護管
- 12 熔融金属
- 14 給湯誘導子
- 17 電磁ポンプ
- 19 レベルセンサ
- 21 制御器
- 25 真空ポンプ
- 27 金型
- 29 a 金型の下型
- 29 b 金型の上型
- 29 c 金型のキャビティ
- 29 d 金型の湯口
- 31 駆動電源
- 38 押しピン
- 39 ベローズ
- 42、43 隙間

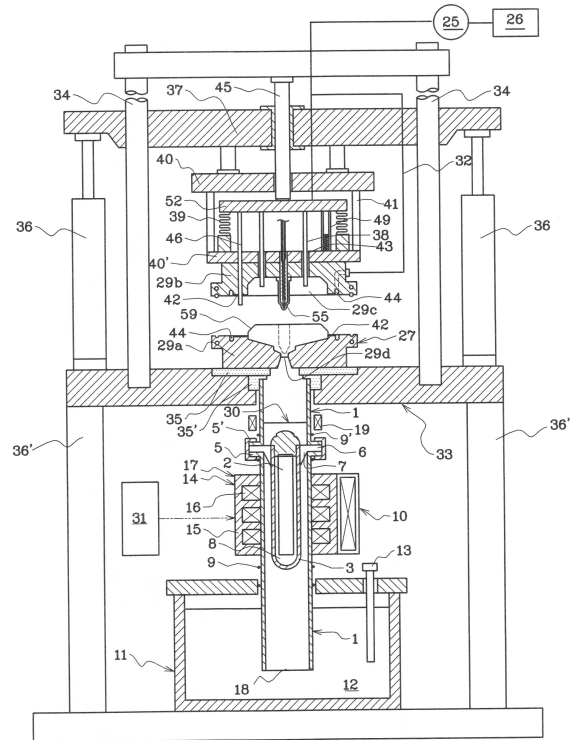
30

40

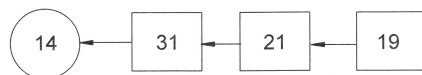
【図 1】



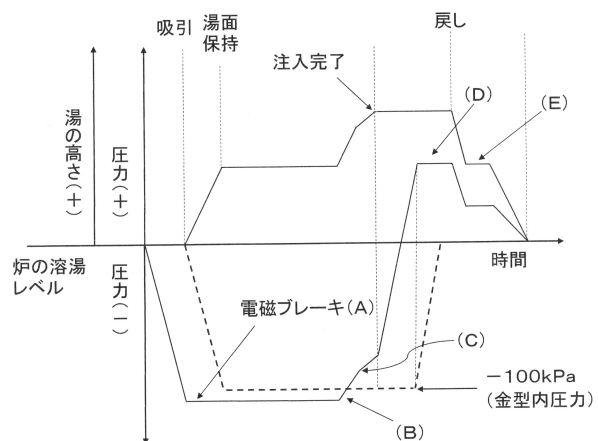
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	B 2 2 D	37/00	A
	B 2 2 D	18/04	R
	B 2 2 D	18/04	V
	B 2 2 D	18/04	Y
	B 2 2 D	18/04	Z

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 0 6 2 7 7 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 0 4 4 6 9 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 2 0 8 6 4 6 (J P , A)
特開昭 6 2 - 2 3 4 6 5 3 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 3 2 3 3 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 1 6 9 4 3 5 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 2 D 1 8 / 0 0 , 3 5 / 0 0 , 3 7 / 0 0