

(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 22 D 18/04	(2006.01) B 22 D 18/04 F
B 22 D 18/08	(2006.01) B 22 D 18/08 501 J
B 22 D 35/00	(2006.01) B 22 D 18/08 501 C
B 22 D 46/00	(2006.01) B 22 D 35/00 C
B 22 D 37/00	(2006.01) B 22 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】 真空鋳造装置と真空鋳造方法

## (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)内の溶融金属(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、前記溶融金属(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)内へ前記溶融金属(12)を充填して鋳造物を成型する真空鋳造装置において、

前記レベルセンサ(19)により検知される前記溶融金属(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)内の吸引減圧と協動して、前記キャビティ(29c)内へ前記溶融金属(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鋳造装置。

## 【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)内への溶融金属(12)の給湯速度を制御することを特徴とした請求項1に記載の真空鋳造装置。

## 【請求項 3】

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に記載の真空鋳造装置。

【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)内の溶融金属(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、前記溶融金属(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)内へ前記溶融金属(12)を充填して鋳造物を成型する真空鋳造方法であつて、

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溶融金属(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)内の吸引減圧と協動して前記キャビティ(29c)内へ前記溶融金属(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鋳造方法。

【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)内への溶融金属(12)の給湯速度が制御されることを特徴とした請求項4に記載の真空鋳造方法。

【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動して、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溶融金属に推力を与え、金型のキャビティ内に溶融金属を充填して鋳造物を成型する真空鋳造装置と真空鋳造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

真空鋳造法として、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、溶融金属槽との間の圧力差を利用して、溶融金属槽(保持炉)の溶融金属を、ストークを介して上方に押し上げ、溶融金属槽の上方に配置された金型キャビティ内に溶融金属を充填し、鋳造物を製造する方法が知られている。

30

【0003】

溶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、アルミニウム鋳造物を製造する場合、アルミ溶湯の密度が2.5g/cm<sup>3</sup>と比較的軽量な金属であるため、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溶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、溶融金属槽を密閉炉にしてその中の圧力を調整し、溶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、溶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、キャビティ内への溶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溶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溶融金属をキャビティ内に充填する低圧鋳造装置は、例えば、特許

50

文献3(特開2014-104469号公報)に開示されている。この低圧鋳造装置では給湯量を高精度に制御でき、400程度に加熱された鋳型の下から2~8cm/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鋳造物を成型することができる。しかしながら、この低圧鋳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鋳造装置より給湯速度を上げても空気の巻き込みを少なくし、かつ、給湯速度を上げても凝固しにくい金型温度まで下げるこによって金型冷却時間を短縮し、鋳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動して、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、短時間で高品質な鋳造物を生産することができる真空鋳造装置及び真空鋳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、真空鋳造装置は、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動して、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できる構成とした。

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を充填して鋳造物を成型する真空鋳造装置において、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内の吸引減圧と協動してキャビティ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鋳造装置である。

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6mm以上15mm以下であることを特徴とした本発明の1に記載の真空鋳造装置である。

【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 内へ溶融金属 12 を充填して鋳造物を成型する真空鋳造方法であって、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 内の吸引減圧と協動してキャビティ 29c 内へ溶融金属 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ことを特徴とした真空鋳造方法である。

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 内への溶融金属 12 の給湯速度が制御される。

【発明の効果】

10

【0012】

本発明の 1 の真空鋳造装置によると、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、溶融金属 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 が駆動されことで、溶融金属 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溶融金属 12 が踊らず（揺動攪拌せず）凝固しない程度の給湯速度で溶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、高品質な鋳造物を成型することができる。

【0013】

20

本発明の 2 の真空鋳造装置によると、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、溶融金属 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、キャビティ内への溶融金属 12 の給湯速度を高精度に制御できる。

【0014】

本発明の 3 の真空鋳造方法によると、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することができ、鋳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 が駆動されことで、溶融金属 12 の給湯速度を高精度に制御でき、高品質な鋳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】真空鋳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】真空鋳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】真空鋳造装置における溶融金属の給湯制御の一例を示すブロック図である。

【図 4】真空鋳造装置のキャビティ内の圧力と、電磁ポンプの圧力と、溶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、溶融金属 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、溶融金属 12 を金型 27 に給湯する真空鋳造装置に関し、給湯誘導子 14 を駆動して、溶融金属 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、本発明による真空鋳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。この真空鋳造装置は、真空ポンプ 25 により金型 27 を吸引減圧して、溶融金属 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 内に一旦溶融金属 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（掛け合わざる事）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、下部に図示してい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 を給湯することができる。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、鋳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、後述のベローズ 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ド等の昇降駆動機構 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 4 0 を貫通し、ベローズ 3 9 の上面の支持板 5 2 を下部に押して、ベローズ 3 9 を収縮させる。

【 0 0 2 4 】

金型 2 7 の下型 2 9 a の上に上型 2 9 b 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 2 9 c が形成されて、このキャビティ 2 9 c は湯口 2 9 d 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 2 9 c は、真空ポンプ 2 5 と直接又は管状のベローズ 3 9 を介して連結している。上型 2 9 b の上面には上部ダイベース 4 0 ' が固定され、上部ダイベース 4 0 ' は、支柱 4 1 、 4 1 により吊り下げダイベース 4 0 に連結されている。

【 0 0 2 5 】

管状のベローズ 3 9 は、上型 2 9 b 上の上部ダイベース 4 0 ' と吊り下げダイベース 4 0 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 3 9 内の上面に固定される支持板 5 2 は、吊り下げダイベース 4 0 に固定されておらず、管状のベローズ 3 9 の収縮に伴って、上下に移動する。また、支持板 5 2 には複数の押しピン 3 8 が設置されている。押しピン 3 8 は上部ダイベース 4 0 ' 及び上型 2 9 b を貫通する管を貫通してキャビティ 2 9 c 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 3 8 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 4 3 が設けられており、その隙間 4 3 を介して、キャビティ 2 9 c 内が管状のベローズ 3 9 と連結する。また、管状のベローズ 3 9 内には、真空ポンプ 2 5 による吸引減圧の際などに、管状のベローズ 3 9 が押し潰されないように支持バネ付スライド機構 4 9 やベローズ収縮防止ピン 4 6 が支持板 5 2 にそれらの上端が固定されて設置されている。

【 0 0 2 6 】

また、本実施例では、上型 2 9 b と下型 2 9 a との間に隙間 4 2 を設け、隙間 4 2 の全外周にわたり真空ポンプ 2 5 と直接連結する空気通路 4 4 を設けている。このように、真空ポンプ 2 5 と連結する空気通路 4 4 が、隙間 4 2 の全外周にわたり設けられていることにより、空気通路 4 4 が真空ポンプ 2 5 により吸引減圧され、それによりキャビティ 2 9 c 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 3 8 の外周に設けられている隙間 4 3 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 2 9 c 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。

【 0 0 2 7 】

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 2 9 b が下型 2 9 a を重ね合わせた状態にしてキャビティ 2 9 c を真空ポンプ 2 5 により吸引減圧する。キャビティ 2 9 c 内を真空ポンプ 2 5 により瞬時に - 1 0 0 k P a ( - 1 k g / c m <sup>2</sup> G ) 程度まで吸引減圧させると、大気圧がかかった溶融金属槽 1 1 に収納された溶融金属 1 2 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 内の溶融金属 1 2 に推力を与える電磁ポンプ 1 7 の給湯誘導子 1 4 を、溶融金属 1 2 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 1 7 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、制動保持された溶融金属 1 2 を精度よくキャビティ 2 9 c 内に給湯することができる。

【 0 0 2 8 】

ところが、キャビティ 2 9 c 内を真空ポンプ 2 5 により瞬時に吸引減圧させた後又は同時に電磁ポンプ 1 7 を駆動すると、大気圧がかかった溶融金属槽 1 1 に収納された溶融金属 1 2 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溶融金属 1 2 に電磁ポンプ 1 7 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溶融金属 1 2 には、流体慣性が働いており、所定のレベル 3 0 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 3 0 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溶融金属 1 2 が、所定のレベル 3 0 を通り過ぎ、キャビティ 2 9 c 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。

10

20

30

40

50

## 【0029】

従って、電磁ポンプ17の給湯誘導子14が、真空ポンプ25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溶融金属12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29c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溶融金属12に逆磁力が発生し、ストーク1内に一旦溶融金属12を保持し、その後、キャビティ29c内への迅速かつ精度のよい給湯が安定して実現する。

## 【0030】

以上の様にキャビティ29c内をゆっくり真空にすることでストーク1内に一旦溶融金属12を保持することも出来るが、本実施例の電磁ポンプ17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18から勢いよく上昇する溶融金属12にブレーキがかかる。実験では流路ギャップを6mm以上15mm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、10mm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29c内を短時間に一挙に真空にする時に、上昇する溶融金属12をストーク1の設定レベル30に短時間で保持することができる。

10

## 【0031】

しかし、設定レベル30に溶融金属12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4cm変化するため、真空時は、設定レベル30より5cm以下に溶融金属12を上昇させ、レベルセンサ19により電磁ポンプ17の逆推力を短時間で調整して、設定レベル30に溶融金属12が保持できるようになることが望ましい。更に溶融金属12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、溶融金属12がストーク1からキャビティ29c内へ飛散しまうため、溶融金属12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30は金型27より5cm下に設けることが望ましい。例えば、100gの溶融金属12に含まれる水素量が数cc/100gになると、設定レベル30は金型27より10cm以上、下に設ける必要がある。

20

## 【0032】

給湯誘導子14は、レベルセンサ19により検知される溶融金属12のレベル信号により制御され、溶融金属12のキャビティ29c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14を駆動する駆動電源31がレベルセンサ19により検知される溶融金属12のレベル信号をもとに制御器21によって制御されることを表している。この制御器21には、給湯誘導子14が駆動電源31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21による同一駆動パターンで給湯誘導子14が駆動電源31により駆動されるため、キャビティ29c内への溶融金属12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21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。

30

## 【0033】

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、真空鋳造装置のキャビティ29c内の圧力(下側点線で表示)と、電磁ポンプ17の圧力(下側実線で表示)と溶融金属12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、溶融金属12の湯面の高さは、溶融金属槽11の湯面からの高さを表す。制御器21は、図4のグラフで表される電磁ポンプ17の圧力を再現するように、駆動電源31を制御する。図4のグラフが示すように、キャビティ29c内の吸引減圧と協動して、駆動電源31が給湯誘導子14を所定の制動並びに加圧駆動パターンで駆動する。

40

## 【0034】

まず、駆動電源31から給湯誘導子14にインバータで変換された三相交流が通電され、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29cが

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も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、鋳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、鋳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、鋳造物が分離、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、成型した鋳造物 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、成型した鋳造物 5 9 を上型 2 9 b から分離させる。

#### 【0040】

この成型された鋳造物 5 9 を受け皿等に取り出すことにより、1 回の鋳造工程が完了する。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 29a の上に上型 29b を重ね合わせ、金型 27 を組み立て、成型を繰り返す。鋳造を完了する場合には、溶融金属 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溶融金属 12 を溶融金属槽 11 に戻す。このように一旦、溶融金属 12 を所定のレベル 30 の位置に戻すのは、一気に溶融金属槽 11 に戻すと、溶融金属槽 11 の溶融金属 12 が踊り（溶融金属 12 の湯面が揺動搅拌され）、溶融金属槽液面の酸化物等の不純物を巻き込んでしまい、その後の鋳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、本発明の真空鋳造装置は、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、溶融金属 12 の給湯速度を高精度に制御でき、金型 27 の下からゆっくり溶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 内の湯廻り不良や溶融金属 12 の搅拌を低減し、高品質な鋳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 29c 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鋳造サイクル時間を短縮できる。

10

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0042】

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

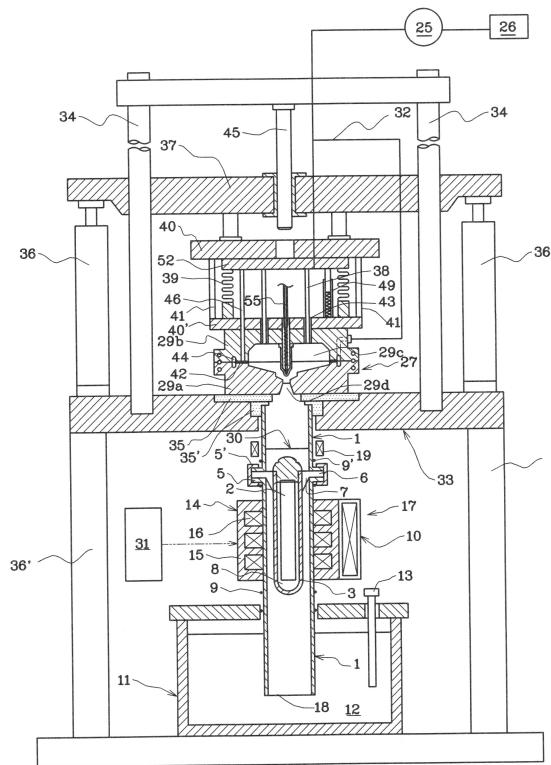
20

#### 【符号の説明】

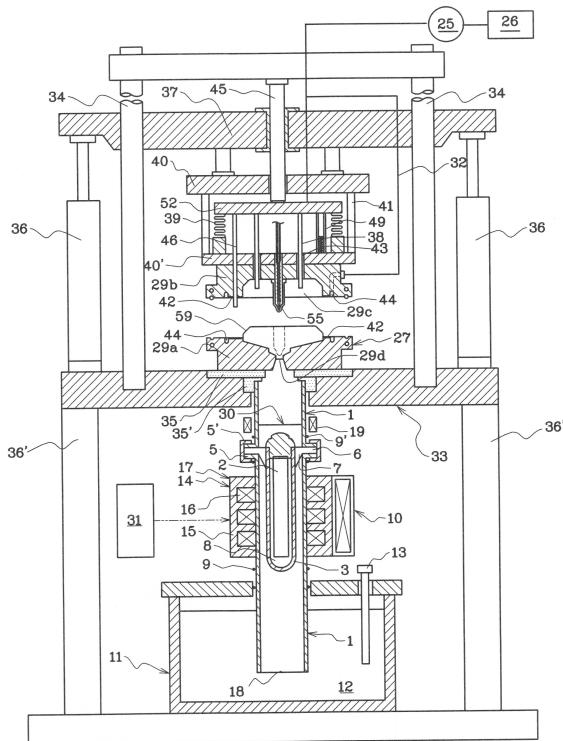
#### 【0043】

1	ストーク	
2	コア	
3	保護管	
1 2	溶融金属	
1 4	給湯誘導子	
1 7	電磁ポンプ	
1 9	レベルセンサ	30
2 1	制御器	
2 5	真空ポンプ	
2 7	金型	
2 9 a	金型の下型	
2 9 b	金型の上型	
2 9 c	金型のキャビティ	
2 9 d	金型の湯口	
3 1	駆動電源	
3 8	押しピン	
3 9	ペローズ	40
4 2、4 3	隙間	

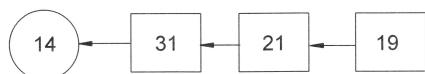
【図1】



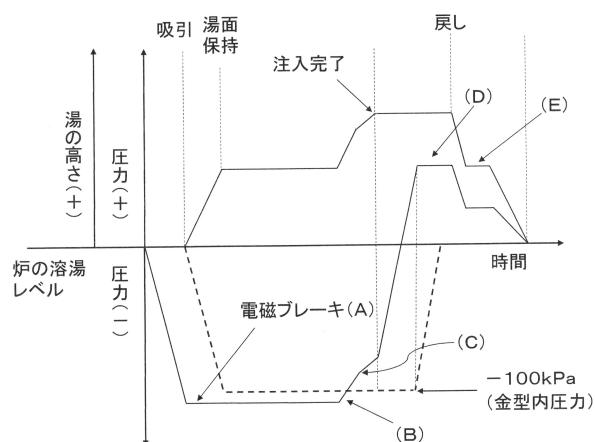
【図2】



【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2012-106277 (JP, A)

特開2014-104469 (JP, A)

特開2013-208646 (JP, A)

特開昭62-234653 (JP, A)

特開2012-232338 (JP, A)

米国特許出願公開第2006/0169435 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 2 D 18 / 0 0 , 3 5 / 0 0 , 3 7 / 0 0