

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-34040

(P2014-34040A)

(43) 公開日 平成26年2月24日(2014.2.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 D 17/00 (2006.01)	B 2 2 D 17/00 Z	
B 2 2 D 17/30 (2006.01)	B 2 2 D 17/30 E	
B 2 2 D 1/00 (2006.01)	B 2 2 D 1/00 Z	
B 2 2 D 23/00 (2006.01)	B 2 2 D 23/00 Z	
B 2 2 D 27/20 (2006.01)	B 2 2 D 27/20 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-175469 (P2012-175469)
(22) 出願日 平成24年8月7日(2012.8.7)

(71) 出願人 592032636
学校法人トヨタ学園
愛知県名古屋市中区久方2丁目1番地
1
(74) 代理人 100080621
弁理士 矢野 寿一郎
(74) 代理人 100124730
弁理士 正津 秀明

最終頁に続く

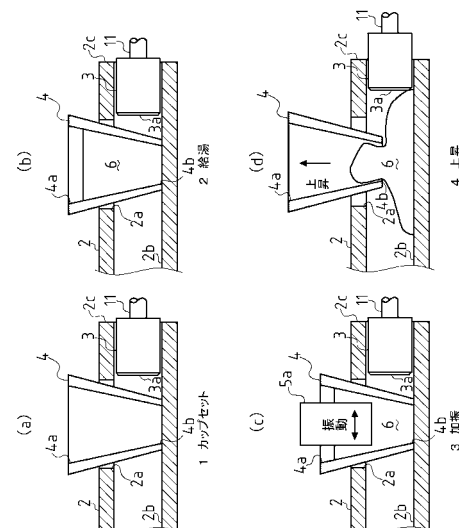
(54) 【発明の名称】 鋳造方法

(57) 【要約】

【課題】 溶湯に振動を安定して付与することができる鋳造方法を提供する。

【解決手段】 スリーブ2に溶湯6を供給し、該溶湯6に振動を付与して鋳造する鋳造方法であって、前記スリーブ2に溶湯6を供給する際に、前記スリーブ2の給湯口2aに溶湯6を保持するための溶湯保持容器4を準備する容器準備工程と、前記溶湯保持容器4内に前記溶湯6を給湯して保持する保持工程と、前記溶湯保持容器4内に保持された溶湯6に振動を付与して調質する調質工程と、該調質工程後に、前記溶湯保持容器4を除去する除去工程と、を含む。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スリーブに溶湯を供給し、該溶湯に振動を付与して鑄造する鑄造方法であって、
前記スリーブに溶湯を供給する際に、前記スリーブの給湯口に溶湯を保持するための溶湯保持容器を準備する容器準備工程と、
前記溶湯保持容器内に前記溶湯を給湯して保持する保持工程と、
前記溶湯保持容器内に保持された溶湯に振動を付与して調質する調質工程と、
該調質工程後に、前記溶湯保持容器を除去する除去工程と、を含むことを特徴とする鑄造方法。

【請求項 2】

前記溶湯保持容器は、筒状部材であり、
前記容器準備工程では、前記スリーブに溶湯を供給する際に、前記スリーブの給湯口に前記筒状部材をセットすることを特徴とする請求項 1 に記載の鑄造方法。

【請求項 3】

前記筒状部材は、断熱材から成り、
前記除去工程は、前記調質工程後に、前記溶湯を保持した筒状部材ごと前記スリーブからキャビティ内に射出することで、前記筒状部材を除去することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の鑄造方法。

【請求項 4】

前記溶湯への振動の付与は超音波振動を付与することにより行われることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の鑄造方法。

【請求項 5】

前記溶湯への前記超音波振動の付与は前記溶湯の共晶温度以上のときに行うことを特徴とする請求項 4 に記載の鑄造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、溶湯に振動を付与して鑄造する鑄造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ダイカスト鑄造を行う際に、溶湯に対して超音波振動を付与して鑄造品の欠陥を抑制したり、金属結晶粒を微細化したりする鑄造技術が知られている（例えば、特許文献 1、2 参照）。

【0003】

特許文献 1 では、プランジャーチップに超音波を付与して鑄造する技術が開示されている。具体的には、特許文献 1 では、射出ロッド先端に装着したプランジャーチップと、前記射出ロッドの後端に装着した超音波振動子と、該超音波振動子に接続した発信器とからなることを特徴とする超音波印加ダイカスト装置が開示されている。このように構成されたダイカスト装置では、溶湯がプランジャースリーブに半分程度注入された後、射出ロッドが押し込まれることにより、溶湯は超音波振動を付与されながらプランジャースリーブ上部に形成された射出口の方へと押し上げられる。

【0004】

特許文献 2 では、ラドル内の溶湯に超音波を付与して鑄造する技術が開示されている。具体的には、特許文献 2 では、合金材の溶湯を溶解炉からプランジャースリーブまで運搬して注入するラドルを備えた鑄造装置であって、当該ラドルが、超音波振動子と、該超音波振動子からの振動を増幅放射する超音波振動ホーンとを備えた超音波振動装置を有し、該超音波振動ホーンが、ラドルに汲み取られたラドル内溶湯に超音波振動を付加する鑄造装置及び鑄造方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-224573号公報

【特許文献2】特開2011-200883号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載された鑄造装置により鑄造を行う場合では、プランジャースリーブ内に溶湯が注入されると、当該溶湯はスリーブの長手方向に流れて広がってしまうため振動作用部であるプランジャーチップの近傍には溶湯の一部しか停滞せず、超音波によるキャビテーションを溶湯の一部にしか発生させることができない。さらに、プランジャーチップが大きく、かつ該プランジャーチップとプランジャースリーブとのクリアランス部（摺動部）を有することより、プランジャーチップにより付与される超音波振動がクリアランス部を介してプランジャースリーブ側にも伝わり、プランジャーチップから溶湯に付与される超音波振動が減衰してしまう。この超音波振動の減衰を補うべく超音波振動を溶湯に付与するためには、強力な超音波振動を発信することができる大がかりな発信器が必要となる。

10

【0007】

特許文献2に記載された鑄造装置により鑄造を行う場合では、常に超音波振動ホーンが高温にさらされるので、超音波振動ホーンの熱劣化が早く進み、溶湯に安定して振動を付与することが困難である。さらに、ラドル内に超音波振動ホーンがセットされたままになっているため、超音波振動ホーンやラドル内に合金材（アルミニウム合金）が付着・堆積してしまう。

20

【0008】

そこで、本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、溶湯に振動を安定して付与することができる鑄造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段を説明する。

【0010】

30

即ち、請求項1においては、

スリーブに溶湯を供給し、該溶湯に振動を付与して鑄造する鑄造方法であって、

前記スリーブに溶湯を供給する際に、前記スリーブの給湯口に溶湯を保持するための溶湯保持容器を準備する容器準備工程と、

前記溶湯保持容器内に前記溶湯を給湯して保持する保持工程と、

前記溶湯保持容器内に保持された溶湯に振動を付与して調質する調質工程と、

該調質工程後に、前記溶湯保持容器を除去する除去工程と、を含むものである。

【0011】

請求項2においては、

前記溶湯保持容器は、筒状部材であり、

40

前記容器準備工程では、前記スリーブに溶湯を供給する際に、前記スリーブの給湯口に前記筒状部材をセットするものである。

【0012】

請求項3においては、

前記筒状部材は、断熱材から成り、

前記除去工程は、前記調質工程後に、前記溶湯を保持した筒状部材ごと前記スリーブからキャビティ内に射出することで、前記筒状部材を除去するものである。

【0013】

請求項4においては、

前記溶湯への振動の付与は超音波振動を付与することにより行われるものである。

50

【0014】

請求項5においては、
前記溶湯への前記超音波振動の付与は前記溶湯の共晶温度以上のときに行うものである。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、溶湯に振動を安定して付与することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明に係る鑄造装置の構成を示す側面断面図。

10

【図2】第1実施形態の鑄造方法を説明するための側面断面図であり、(a)は給湯口にセットされた筒状部材を示す図、(b)は給湯された筒状部材を示す図、(c)は溶湯を加振している状態を示す図、(d)は給湯口から上昇する筒状部材を示す図。

【図3】第1実施形態に係る鑄造方法のフローを示す図。

【図4】第2実施形態に係る鑄造方法のフローを示す図。

【図5】第2実施形態の鑄造方法を説明するための側面断面図であり、(a)は給湯口にセットされた有底筒状部材を示す図、(b)は給湯された有底筒状部材を示す図、(c)は溶湯を加振している状態を示す図、(d)は有底筒状部材ごと射出される溶湯を示す図。

【図6】第3実施形態に係る鑄造方法のフローを示す図。

20

【図7】第3実施形態の鑄造方法を説明するための側面断面図であり、(a)は給湯口に形成されたカップ状容器を示す図、(b)は給湯されたカップ状容器を示す図、(c)は溶湯を加振している状態を示す図、(d)は射出される溶湯を示す図。

【図8】A390におけるソノ凝固実験の結果として示す溶湯の凝固組織の写真であり、(a)は通常凝固組織(Ascast)を示す写真、(b)は液相線近傍及び共晶温度近傍の各ソノ凝固組織を示す写真、(c)は液相線近傍と共晶温度近傍の間の温度におけるソノ凝固組織を示す写真。

【発明を実施するための形態】

【0017】

次に、発明の実施の形態を説明する。

30

まず、本発明の第1実施形態に係る鑄造方法が用いられる鑄造装置10の構成について、図1を用いて説明をする。

なお、本実施形態では、本発明の鑄造方法をダイカスト鑄造に適用する例を説明するが、特にダイカスト鑄造への適用に限定するものではなく、鑄型に溶湯(溶融金属)を供給して行われる鑄造に対して広く適用可能である。

【0018】

鑄造装置10は、図1に示すように、金型1、スリーブ2、プランジャーチップ3、溶湯保持容器である筒状部材4、把持移動手段(図示せず)、アクチュエータ(図示せず)、及び超音波印加手段5により主に構成されている。鑄造装置10は、スリーブ2に溶湯6を供給し、該溶湯6に振動を付与後、該溶湯6を金型1のキャビティ7内に充填して所定形状の鑄造品を鑄造するためのコールドチャンバーダイカストマシンである。

40

なお、以下の説明においては、便宜上、図1における矢印Aの方向を前方と規定して説明する。また、図1においては、図面上の上下方向を鑄造装置10の上下方向と規定して説明する。

【0019】

金型1は、可動型1aと固定型1bからなり、型締めされた各型1a・1bの合わせ面に、鑄造品形状をかたどった空隙部であるキャビティ7と、スリーブ2から該キャビティ7に溶湯6を供給するための経路となる湯道8が形成されている。

そして、金型1の固定型1b側には、湯道8に連通させて、溶湯6を供給するための経路となるスリーブ2が付設されている。

50

なお、可動型 1 a において、スリーブ 2 の前端部と対向する側の側面部にはスプルコア 9 が配設される。そして、スリーブ 2 の軸心方向断面における内周面 2 b にて囲まれる空間のうち、スプルコア 9 で占められていない部分（空隙部分）の面積は、前方に向かって徐々に縮小され、スリーブ 2 の前端部は湯道 8 と連通される。

【0020】

スリーブ 2 は、その内部にキャビティ 7 に向けて射出される溶湯 6 を貯留するための管状の部位であり、スリーブ 2 後端の上部に筒状部材 4 を用いて溶湯 6 を供給するための平面視略四角形状の開口部である給湯口 2 a が形成されている。また、スリーブ 2 の固定型 1 b に接続される側とは反対側の端部には開放された開放端部 2 c が形成されている。そして、スリーブ 2 内には、開放端部 2 c 側からプランジャーチップ 3 が挿入されている。

10

【0021】

プランジャーチップ 3 は、スリーブ 2 の内径に略一致する外径（但し、スリーブ 2 の内径に比して小さい）に形成される略円柱状の部位である。プランジャーチップ 3 は、スリーブ 2 内を摺動して所定の圧力で溶湯 6 をスリーブ 2 内からキャビティ 7 へ射出するための部位である。このプランジャーチップ 3 は、スリーブ 2 内に挿入され、エアシリンダや油圧シリンダ等のアクチュエータ（図示せず）が備える支持軸 1 1 によって、スリーブ 2 と軸心が同一となるように支持されている。プランジャーチップ 3 は、スリーブ 2 の内周面 2 b に沿って軸心方向に摺動可能に配設される。

なお、前記射出の際は、スリーブ 2 内において、プランジャーチップ 3 の前端面 3 a が図 1 における位置 P まで摺動し、溶湯 6 がキャビティ 7 内に充填される。

20

【0022】

支持軸 1 1 は、図示せぬアクチュエータに備えられる軸部であり、軸心方向に進退（往復）可能に構成されている。そして、このような支持軸 1 1 の先端に、プランジャーチップ 3 を配設することによって、スリーブ 2 内にてプランジャーチップ 3 を往復摺動させることができる構成としている。

【0023】

筒状部材 4 は、スリーブ 2 内に溶湯 6 を供給する前に、超音波印加手段 5 により超音波振動を溶湯 6 に付与するため、溶湯 6 を一時的に保持（貯留）する溶湯保持容器である。筒状部材 4 は、筒形状の中空部材であり、筒状部材 4 の上下にそれぞれ平面視略四角形状の上端開口部 4 a、下端開口部 4 b を有し、上端開口部 4 a は下端開口部 4 b よりも開口面積が広い形状となっている。なお、筒状部材 4 の平面断面形状としては、本実施形態では給湯口 2 a の形状に合わせた略四角形状であるが、特に限定するものではなく、多角形状や楕円状、円状などであってもよく、スリーブ 2 に設ける給湯口 2 a の形状や溶湯 6 の使用量に応じて適宜筒状部材の形状を設定すればよい。筒状部材 4 は、その下端開口部 4 b をスリーブ 2 の給湯口 2 a に挿通するとともに、スリーブ 2 の内周面 2 b の底部に当接させることで、筒状部材 4 の上端開口部 4 a 側を給湯口 2 a から突出し、筒状部材 4 の下端開口部 4 b 側をスリーブ 2 内に収容した状態で給湯口 2 a にセットすることが可能である（図 2（a）参照）。すなわち、図 2（a）に示すように筒状部材 4 が給湯口 2 a にセットされた場合、筒状部材 4 が側面周囲部となり、スリーブ 2 の内周面 2 b 下側部分が底部となるカップ状容器を形成する。スリーブ 2 の給湯口 2 a に筒状部材 4 がセットされた場合、図示せぬラドル等の注湯手段により筒状部材 4 の上端開口部 4 a 上方から筒状部材 4 内に溶湯 6 を給湯し、図 2（b）に示すように、筒状部材 4 内に溶湯 6 を貯留することが可能である。

30

40

なお、筒状部材 4 を構成する材質としては、高温の溶湯に耐える耐熱性を有するものであればよく、例えば、セラミックや高耐熱性金属等が挙げられる。

【0024】

把持移動手段は、筒状部材 4 を把持及び移動可能である手段である。すなわち、把持移動手段は、筒状部材 4 を把持してスリーブ 2 の給湯口 2 a の直上まで移動後、下降して、スリーブ 2 の給湯口 2 a に筒状部材 4 をセットするとともに、超音波加振後に筒状部材 4 を把持して、図 2（d）に示すように上昇し、筒状部材 4 を給湯口 2 a から除去すること

50

ができる。

【0025】

超音波印加手段5は、筒状部材4内に保持された溶湯6に超音波振動を付与する手段であり、超音波伝達手段である超音波ホーン5aと、該超音波ホーン5aの上部に接続される超音波振動子5bと、超音波発信源5cと、超音波ホーン5a及び超音波振動子5bを上下方向に駆動するためのアクチュエータとを備える。超音波ホーン5aは、超音波振動子5bにより発生させた所定方向（本実施形態においては図2（c）に示す矢印方向）の振動エネルギーを被伝達物である溶湯6に伝達する金属製の共鳴体であり、溶湯6中に浸漬して溶湯6に超音波振動を付与することが可能である。また、超音波振動子5bは、超音波発信源5cを介して高周波電源に接続されており、所定の振動条件の超音波振動を発生させることが可能である。超音波印加手段5は、アクチュエータにより超音波ホーン5a及び超音波振動子5bを上下方向に駆動させて、超音波ホーン5aの先端部を筒状部材4内の溶湯6に浸漬し（図2（c）参照）、該筒状部材4内の溶湯6に対して直接超音波振動を付与することができる。

なお、溶湯6に付与される振動は、本実施形態においては音波振動であって、特に超音波による振動であることが好ましいが、該音波の周波数域を特に限定するものではない。一般に超音波とは、人間の可聴域の上限以上の周波数の音波のことをいうが、本実施形態でいう超音波振動とは、具体的には15kHz程度以上の周波数の音波による振動のことをいう。

【0026】

次に、本発明の鑄造方法に係る実施形態について図を用いて説明する。

【0027】

（第1実施形態）

本発明の第1実施形態を図2、図3を用いて説明する。本実施形態の鑄造方法は、スリーブ2に溶湯6を供給し、該溶湯6に振動を付与して鑄造する鑄造方法であって、容器準備工程S10と、保持工程S20と、調質工程S30と、除去工程S40と、射出工程S50とを含むものである。

【0028】

容器準備工程S10は、スリーブ2に溶湯6を供給する際に、スリーブ2の給湯口2aに溶湯6を保持するための溶湯保持容器である筒状部材4を準備する工程である。

【0029】

具体的には、容器準備工程S10では、図2（a）に示すように、前記スリーブ2に溶湯6を供給する際に、スリーブ2の給湯口2aに筒状部材4をセットする。すなわち、容器準備工程S10では、筒状部材4の把持移動手段により筒状部材4を把持してスリーブ2の給湯口2aの直上まで移動後、下降して、その下端開口部4bをスリーブ2の給湯口2aに挿通するとともに、スリーブ2の内周面2bの底部に当接させることで、筒状部材4の上端開口部4a側を給湯口2aから突出し、筒状部材4の下端開口部4b側をスリーブ2内に収容した状態でセットされる。

【0030】

保持工程S20は、図2（b）に示すように、容器準備工程S10においてスリーブ2の給湯口2aにセットされた筒状部材4内に、高温で溶解させたアルミニウム合金等の溶湯6を注湯手段により給湯して保持する工程である。

【0031】

調質工程S30は、図2（c）に示すように、筒状部材4内に保持された溶湯6に振動を付与して調質する工程である。すなわち、調質工程S30では、図示せぬアクチュエータを制御して超音波印加手段5の超音波ホーン5a及び超音波振動子5bを下降するように駆動し、超音波ホーン5aの先端部を溶湯6に浸漬し、この状態で溶湯6に対して超音波振動を付与することで、鑄造品の金属結晶粒を微細化し、鑄造品として所望の機械特性（例えば、耐磨耗性や靱性）が得られる調質が行われる。具体的には、調質工程S30では、超音波印加手段5により溶湯6に超音波振動を付与して溶湯6の攪拌及び振動付与を

行って溶湯 6 における初期凝固層を制御したり、溶湯 6 に対してバブリングするためのガス量制御を行ったりして、溶湯 6 の脱ガス処理による溶湯 6 の清浄化が行われる。その後、超音波振動の付与が停止され、超音波ホーン 5 a 及び超音波振動子 5 b は、アクチュエータの駆動により上昇し、該超音波ホーン 5 a の先端部が溶湯 6 から引き上げられる。

【0032】

除去工程 S 4 0 は、調質工程 S 3 0 後に、筒状部材 4 を除去する工程である。すなわち、除去工程 S 4 0 では、図示せぬ筒状部材 4 の把持移動手段によりスリーブ 2 の給湯口 2 a にセットされた筒状部材 4 を把持して上昇させて、筒状部材 4 をスリーブ 2 の給湯口 2 a から除去する際に、図 2 (d) に示すように、筒状部材 4 内に保持されていた溶湯 6 を筒状部材 4 の下端開口部 4 b からスリーブ 2 内へと流出させる。こうして、筒状部材 4 内の溶湯 6 は、スリーブ 2 内に供給される。

10

【0033】

射出工程 S 5 0 は、除去工程 S 4 0 の際にスリーブ 2 内に供給された溶湯 6 を、プランジャーチップ 3 によりスリーブ 2 内から湯道 8 を介してキャビティ 7 内に射出する工程である。射出工程 S 5 0 後、キャビティ 7 内に充填された溶湯 6 は冷却されることで凝固し、金型 1 の可動型 1 a が型開されて鑄造品が取り出される。

【0034】

第 1 実施形態によれば、溶湯 6 をスリーブ 2 の給湯口 2 a 近傍に貯留して振動を付与するため、溶湯 6 に振動を安定して付与することができる。すなわち、第 1 実施形態によれば、スリーブ 2 内に溶湯 6 を供給する前段階として、給湯口 2 a に筒状部材 4 をセット後、該筒状部材 4 内に溶湯 6 を給湯することで溶湯 6 を給湯口 2 a 近傍に一時的に貯留し、この溶湯 6 に対して超音波振動を付与するため、溶湯 6 がスリーブ 2 内に広がることなく、溶湯 6 全体に対して安定かつ均一に超音波振動を付与することができる。また、第 1 実施形態によれば、従来技術のように、超音波ホーン 5 a が常に高温にさらされることもなく、超音波ホーン 5 a に溶湯 6 が付着凝固し、堆積することを抑制でき、溶湯が付着凝固した場合でもシンプルな構造であるため清掃が容易である。また、第 1 実施形態によれば、高粘度溶湯であっても調質後（溶湯 6 への超音波付与後）、直ちに溶湯 6 をスリーブ 2 内に供給してキャビティ 7 内に射出できるため、鑄造時間の短縮が可能となるとともに、調質状態（溶湯 6 への超音波付与の効果）を維持した状態で溶湯 6 をキャビティ 7 に充填し鑄造できるため鑄造品の金属結晶粒の微細化が容易に行えて、所望の機械特性（例えば、耐磨耗性や靱性）を有した鑄造品を得ることができる。

20

30

【0035】

（第 2 実施形態）

本発明の第 2 実施形態を図 4、図 5 を用いて説明する。本実施形態の鑄造方法は、スリーブ 2 に溶湯 6 を供給し、該溶湯 6 に振動を付与して鑄造する鑄造方法であって、容器準備工程 S 1 1 0 と、保持工程 S 1 2 0 と、調質工程 S 1 3 0 と、除去工程 S 1 4 0 とを含むものである。本実施形態の鑄造方法における、容器準備工程 S 1 1 0、保持工程 S 1 2 0 0、及び調質工程 S 1 3 0 は上述した第 1 実施形態における容器準備工程 S 1 0、保持工程 S 2 0、及び調質工程 S 3 0 と同様の工程であり、その説明は省略し、第 1 実施形態とは異なる工程となる、除去工程 S 1 4 0 について以下に具体的に説明する。

40

なお、第 2 実施形態においては、前述した筒状部材 4 の代わりに、図 5 に示す有底筒状部材 1 2 を用いる。

【0036】

有底筒状部材 1 2 は、スリーブ 2 内に溶湯 6 を供給する前に、超音波印加手段 5 により超音波振動を溶湯 6 に付与するため、溶湯 6 を一時的に保持（貯留）する溶湯保持容器である。有底筒状部材 1 2 は、断熱材から成る有底の筒形状の部材、すなわちカップ状の容器であり、有底筒状部材 1 2 の上部には平面視略四角形状の上端開口部 1 2 a、有底筒状部材 1 2 内の下部には底部 1 2 b を有し、上端開口部 1 2 a は底部 1 2 b よりも面積が広い形状となっている。なお、有底筒状部材 1 2 の平面断面形状としては、本実施形態では給湯口 2 a の形状に合わせた略四角形状であるが、特に限定するものではなく、多角形状

50

や楕円状、円状などであってもよく、スリーブ2に設ける給湯口2aの形状や溶湯6の使用量に応じて適宜有底筒状部材12の形状を設定すればよい。有底筒状部材12は、その下端部をスリーブ2の給湯口2aに挿通するとともに、スリーブ2の内周面2bの底部に当接させることで、有底筒状部材12の上端開口部12aが給湯口2aよりも下側に配置されるとともに、有底筒状部材12全体をスリーブ2内に収容した状態でセットすることが可能である(図5(a)参照)。すなわち、図5(a)に示すように有底筒状部材12が給湯口2aにセットされた場合、該給湯口2a直下にカップ状容器を形成する。スリーブ2の給湯口2aに有底筒状部材12がセットされた場合、図示せぬラドル等の注湯手段により有底筒状部材12の上端開口部12a上方から有底筒状部材12内に溶湯6を給湯し、図5(b)に示すように、有底筒状部材12内に溶湯6を貯留することが可能である。

10

なお、有底筒状部材12を構成する断熱材の材質としては、断熱性及び高温の溶湯に耐える耐熱性を有していればよく、例えば、繊維化したセラミックファイバーが編み込まれたシート状のものをを用いることができる。このようなセラミックファイバーとしては、例えば、アルミナ(Al_2O_3)とシリカ(SiO_2)を主成分とした繊維、カーボン繊維等が挙げられる。

【0037】

除去工程S140は、調質工程S130後に、溶湯6を保持した有底筒状部材12ごとスリーブ2から湯道8を介してキャビティ7内に射出することで、有底筒状部材12を除去する工程である。すなわち、除去工程S140では、溶湯6が給湯された有底筒状部材12を、該有底筒状部材12ごとブランジャチップ3によりスリーブ2内からキャビティ7内に射出することで、有底筒状部材12をスリーブ2の給湯口2aから除去する。溶湯6が貯留された有底筒状部材12は、ブランジャチップ3による射出の際の圧力により破碎されるとともに、溶湯6と混ざり合いながら湯道8を通過することで、有底筒状部材12はさらに繊維状に小さく破碎されて溶湯6中に散在し、キャビティ7内に充填される。除去工程S140後、キャビティ7内に充填された溶湯6は冷却されることで凝固し、金型1の可動型1aが型開されて鋳造品が取り出される。

20

【0038】

第2実施形態によれば、先の第1実施形態による効果に加えて、溶湯6が貯留された有底筒状部材12ごとスリーブ2からキャビティ7内に射出するため、第1実施形態の鋳造方法のように把持移動手段により有底筒状部材12を給湯口2aから除去する必要がない。さらに、第2実施形態によれば、断熱材からなる有底筒状部材12が繊維状に小さく破碎されて溶湯6中に散在し、該溶湯6により鋳造することで、断熱性を有する複合合金材の製造が可能となる。例えば、有底筒状部材12がシリカ繊維であり、溶湯6がアルミニウム合金である場合は、シリカ繊維とアルミニウム合金とが複合化されるため強度等の機械特性が向上した複合アルミ材の製造が可能となる。

30

なお、有底筒状部材12は、溶湯6を保持可能であるが、所定の圧力により破碎可能なセラミック等の繊維で構成されるため、スリーブ2内において有底筒状部材12ごと射出した場合でもスリーブ2内を損傷することはない。

【0039】

(第3実施形態)

40

本発明の第3実施形態を図6、図7を用いて説明する。本実施形態の鋳造方法は、スリーブ2に溶湯6を供給し、該溶湯6に振動を付与して鋳造する鋳造方法であって、容器準備工程S210と、保持工程S220と、調質工程S230と、除去工程S240と、射出工程S250とを含むものである。

なお、第3実施形態においては、前述した筒状部材4や有底筒状部材12の代わりに、図7に示す閉鎖部材13を用いる。以下では、先ず、閉鎖部材13について説明してから、本実施形態の各工程について具体的に説明する。

【0040】

閉鎖部材13は、スリーブ2内に溶湯6を供給する前に、超音波印加手段5により超音波振動を溶湯6に付与するため、溶湯6を一時的に保持(貯留)する溶湯保持容器を形成

50

するための部材である。閉鎖部材 1 3 は、給湯口 2 a 前部において、スリーブ 2 の軸心に対して垂直に配置される板状部材であり、図示しない閉鎖部材用アクチュエータにより上下可能である。すなわち、閉鎖部材 1 3 及び閉鎖部材用アクチュエータは、スリーブ 2 内を給湯口 2 a 前部にて閉鎖することが可能であるシャッター機構を構成する。図 2 (a) に示すように、閉鎖部材 1 3 が給湯口 2 a 前部においてスリーブ 2 内を閉鎖し、かつプランジャーチップ 3 を給湯口 2 a 後端に合わせて配置した場合、スリーブ 2 内の内周面 2 b、閉鎖部材 1 3 の後面、及びプランジャーチップ 3 の前端面 3 a にて形成される有底状の空間となって、スリーブ 2 の該給湯口 2 a 直下にカップ状容器 1 5 を形成する。スリーブ 2 の給湯口 2 a にカップ状容器 1 5 が形成された場合、図示せぬラドル等の注湯手段によりスリーブ 2 の給湯口 2 a 上方からカップ状容器 1 5 内に溶湯 6 を給湯し、図 7 (b) に示すように、カップ状容器 1 5 内に溶湯 6 を貯留することが可能である。

10

【0041】

容器準備工程 S 2 1 0 は、スリーブ 2 に溶湯 6 を供給する際に、スリーブ 2 の給湯口 2 a に溶湯 6 を保持するための溶湯保持容器であるカップ状容器 1 5 を準備する工程である。

【0042】

具体的には、容器準備工程 S 2 1 0 では、図 7 (a) に示すように、前記スリーブ 2 に溶湯 6 を供給する際に、スリーブ 2 の給湯口 2 a にカップ状容器 1 5 を形成する。すなわち、容器準備工程 S 2 1 0 では、閉鎖部材用アクチュエータにより閉鎖部材 1 3 を下降してスリーブ 2 内を給湯口 2 a 前部にて閉鎖するとともに、プランジャーチップ 3 を給湯口 2 a 後端に合わせて配置することで、スリーブ 2 の給湯口 2 a 直下にカップ状容器 1 5 を形成する。

20

【0043】

保持工程 S 2 2 0 は、図 7 (b) に示すように、容器準備工程 S 2 1 0 においてスリーブ 2 の給湯口 2 a に形成されたカップ状容器 1 5 内に、高温で溶解させたアルミニウム合金等の溶湯 6 を注湯手段により給湯して保持する工程である。

【0044】

調質工程 S 2 3 0 は、図 7 (c) に示すように、カップ状容器 1 5 内に保持された溶湯 6 に振動を付与して調質する工程である。すなわち、調質工程 S 2 3 0 では、図示せぬアクチュエータを制御して超音波印加手段 5 の超音波ホーン 5 a 及び超音波振動子 5 b を下降するように駆動し、超音波ホーン 5 a の先端部を溶湯 6 に浸漬し、この状態で溶湯 6 に対して超音波振動を付与することで、鋳造品の金属結晶粒を微細化し、鋳造品として所望の機械特性（例えば、耐磨耗性や靱性）が得られる調質が行われる。具体的には、調質工程 S 2 3 0 では、超音波印加手段 5 により溶湯 6 に超音波振動を付与して溶湯 6 の攪拌及び振動付与を行って溶湯 6 における初期凝固層を制御したり、溶湯 6 に対してバブリングするためのガス量制御を行ったりして、溶湯 6 の脱ガス処理による溶湯 6 の清浄化が行われる。その後、超音波振動の付与が停止され、超音波ホーン 5 a 及び超音波振動子 5 b は、アクチュエータの駆動により上昇し、該超音波ホーン 5 a の先端部が溶湯 6 から引き上げられる。

30

【0045】

除去工程 S 2 4 0 は、調質工程 S 2 3 0 後に、カップ状容器 1 5 を除去する工程である。すなわち、除去工程 S 2 4 0 では、図示せぬ閉鎖部材用アクチュエータにより閉鎖部材 1 3 を上昇させて、カップ状容器 1 5 をスリーブ 2 の給湯口 2 a から除去する際に、図 7 (d) に示すように、カップ状容器 1 5 内に保持されていた溶湯 6 をスリーブ 2 内の前方へと流出させる。こうして、カップ状容器 1 5 内の溶湯 6 は、スリーブ 2 内に供給される。

40

【0046】

射出工程 S 2 5 0 は、除去工程 S 2 4 0 の際にスリーブ 2 内に供給された溶湯 6 を、プランジャーチップ 3 によりスリーブ 2 内から湯道 8 を介してキャビティ 7 内に射出する工程である。射出工程 S 2 5 0 後、キャビティ 7 内に充填された溶湯 6 は冷却されることで

50

凝固し、金型 1 の可動型 1 a が型開されて鑄造品が取り出される。

【0047】

第 3 実施形態によれば、先の第 1 実施形態の効果に加えて、第 1 実施形態や第 2 実施形態の鑄造方法のように筒状部材 4 や有底筒状部材 1 2 を準備する必要がなく、より鑄造時間の短縮が可能となる。

【0048】

第 1 実施形態、第 2 実施形態、及び第 3 実施形態の各鑄造方法において、アルミニウム合金等の合金材を溶解した溶湯を用いる場合、溶湯への超音波振動の付与は、該溶湯の共晶温度以上のときに行うことが好ましい。合金材からなる溶湯を共晶温度以上で超音波振動を付与後、該溶湯を用いて鑄造することにより、鑄造品の金属結晶粒を微細化することができるため、所望の機械特性（例えば、耐磨耗性や靱性）を有した鑄造品を得ることができる。以下において、溶湯の冷却過程における超音波振動の付与と凝固組織との関係について調べた実験結果を示す。

【0049】

（ソノ凝固実験：溶湯の冷却過程における超音波振動の付与と凝固組織との関係）

溶湯として合金材の一例である A 3 9 0 を用いた場合において、溶湯の冷却過程における超音波振動の付与と凝固組織との関係について図 8 を用いて説明する。

【0050】

本発明者は、A 3 9 0 合金（A l - 1 7 m a s s % S i ）に用いてソノ凝固実験を行い、以下の結果及び結論を得た。

なお、「ソノ凝固」とは、冷却過程にある金属溶湯を超音波加振しながら凝固させることをいう。

1) 液相線温度 6 5 5 °C より 5 °C 高い 6 6 0 °C のにおけるソノ凝固では、初晶 S i 晶出を促進させる（図 8（a）に示す写真（1）参照）が、非平衡 α -A l の晶出は不可能であることがわかった。

なお、図 8 の各写真において確認される黒色の結晶粒は、S i（シリコン）である。

2) 共晶温度 5 6 3 °C より 4 °C 高い 5 6 7 °C におけるソノ凝固では、非平衡 α -A l を晶出させる（図 8（b）に示す写真（2）参照）ことが可能であるが粗大化した初晶 S i の微細化は困難であることがわかった。

3) 上記 2 項を併合したソノ凝固条件により得られた凝固組織を図 8（c）（写真（3））に示す。結論として、ソノ凝固条件として 6 6 0 °C ~ 5 6 7 °C の冷却過程において溶湯に超音波振動を付与した場合、微細化した初晶 S i 及び非平衡 α -A l が共存する凝固組織が得られる。すなわち、ソノ凝固条件として 6 6 0 °C ~ 5 6 7 °C の冷却過程において溶湯に超音波振動を付与した場合、凝固組織として、微細化した初晶 S i が存在することで、耐磨耗性を有したものとなり、さらに、非平衡 α -A l が存在することで、高靱性を有したものを得ることが可能となる。

【0051】

上記結論から考察されることとしては、A 3 9 0 合金を使用して、コールドチャンバーダイカストを行う場合、例えばラドル等の注湯手段内で 6 4 5 °C 付近までの冷却は可能であると粘度特性上考えられるため、半凝固ダイカストを目指すためには注湯手段内で 6 4 5 °C までソノ凝固して初晶 S i を微細化し、該注湯手段によりスリーブ 2 に注湯後、該スリーブ 2 内でさらに 5 6 7 °C までソノ凝固させることで磨耗性と高靱性を有する凝固組織を実現することができると予測される。

【0052】

合金材からなる溶湯を用いた場合において、上述の結論を、第 1 実施形態、第 2 実施形態及び第 3 実施形態の各鑄造方法に適用することが可能である。先ず、各実施形態の鑄造方法における超音波振動の付与は、溶湯の粘度特性を考慮すると少なくとも共晶温度以上が好ましい。また、第 1 実施形態、第 2 実施形態及び第 3 実施形態の各鑄造方法における、調質工程の際に、あるいは、保持工程において溶湯保持容器へ溶湯 6 を給湯する前段階であるラドル等の注湯手段内に溶湯 6 を貯留した際において、ソノ凝固条件として液相線

温度 + 5 °C ~ 共晶温度 + 4 °C の溶湯の温度範囲で超音波振動を付与する（溶湯 6 中にキャビテーションを発生させる）ことで、凝固組織として、微細化した初晶 S i を晶出させて、耐摩耗性を有したものとなり、さらに、非平衡 α - A l を晶出させて、高靱性を有したものを得ることが可能となる。

【0053】

非平衡 α - A l を晶出させる場合を考えると、非平衡 α - A l の溶湯への再溶融を防ぐためにも、できるだけ共晶温度近傍で超音波振動を付与することが望ましいのであるが、共晶温度近傍では溶湯の粘性特性も増加するため、溶湯を金型に充填して鋳造を行うためには、ある程度共晶温度よりも高い温度での超音波振動の付与になってしまう。そのため、非平衡 α - A l を晶出させるためには、共晶温度 + 4 °C ~ 共晶温度 + 10 °C までの溶湯の温度範囲において超音波振動を付与することが好ましく、さらには、共晶温度 + 4 °C ~ 共晶温度 + 5 °C の溶湯の温度範囲において超音波振動を付与することがより好ましい。

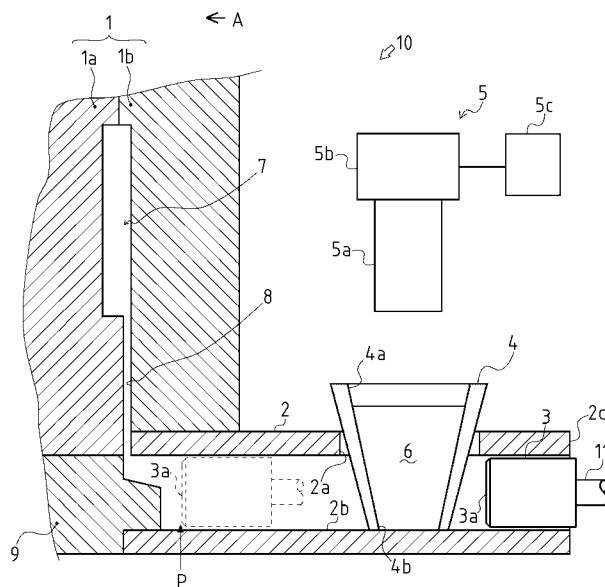
なお、溶湯の温度測定方法については、特に限定するものではないが、熱電対等を用いるとよい。

【符号の説明】

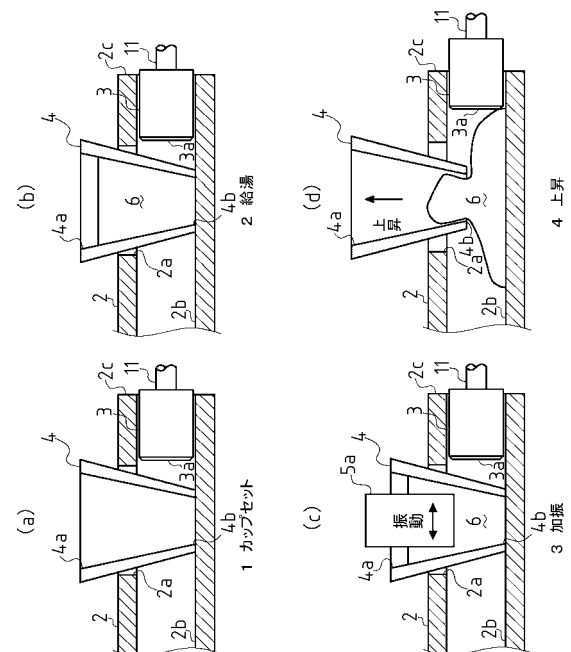
【0054】

- 1 金型
- 2 スリーブ
- 2 a 給湯口
- 4 筒状部材（溶湯保持容器）
- 5 超音波印加手段
- 6 溶湯

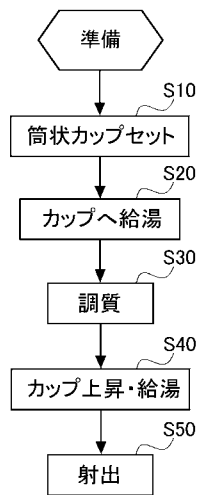
【図 1】



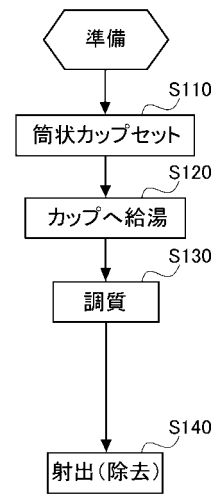
【図 2】



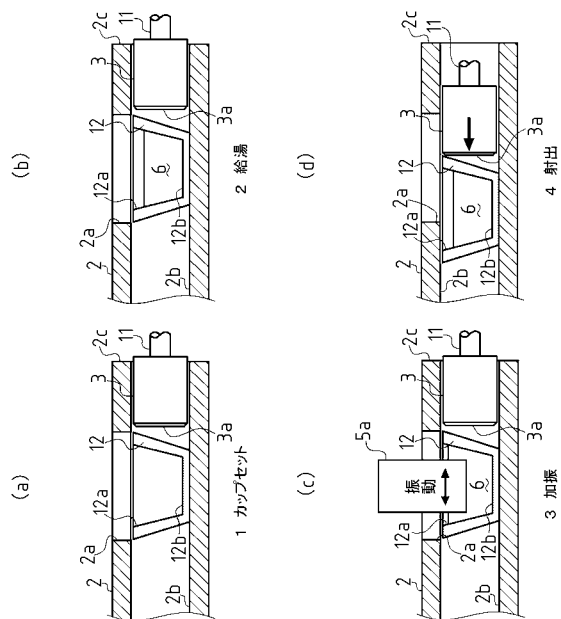
【図 3】



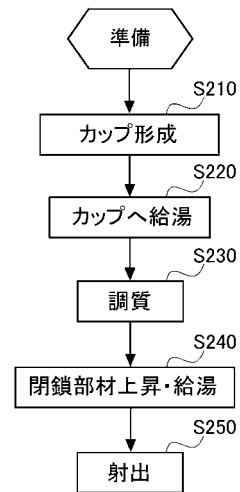
【図 4】



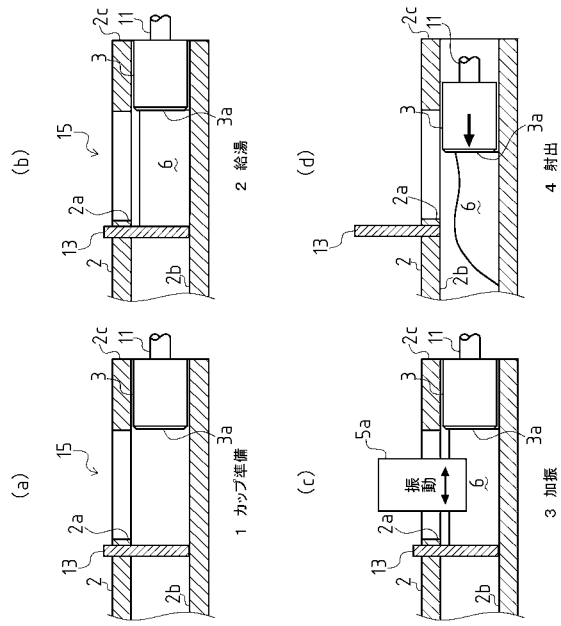
【図 5】



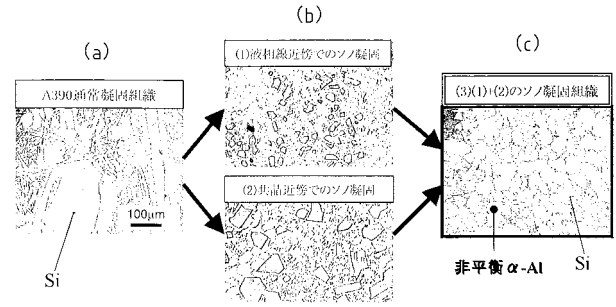
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 恒川 好樹

愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1 学校法人トヨタ学園 豊田工業大学内