

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5704641号
(P5704641)

(45) 発行日 平成27年4月22日(2015.4.22)

(24) 登録日 平成27年3月6日(2015.3.6)

(51) Int.Cl.	F 1
B 2 2 D 18/04 (2006.01)	B 2 2 D 18/04 B
B 2 2 D 18/08 (2006.01)	B 2 2 D 18/04 R
	B 2 2 D 18/04 Q
	B 2 2 D 18/08 5 0 1 C

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-40436 (P2011-40436)	(73) 特許権者	899000068
(22) 出願日	平成23年2月25日(2011.2.25)		学校法人早稲田大学
(65) 公開番号	特開2012-176424 (P2012-176424A)		東京都新宿区戸塚町1丁目104番地
(43) 公開日	平成24年9月13日(2012.9.13)	(74) 代理人	100147485
審査請求日	平成26年2月18日(2014.2.18)		弁理士 杉村 憲司
		(74) 代理人	100119530
			弁理士 富田 和幸
		(74) 代理人	100164448
			弁理士 山口 雄輔
		(72) 発明者	山縣 裕
			岐阜県岐阜市福光東2丁目7番 17-5
			06 サンライズ88
		(72) 発明者	神戸 洋史
			神奈川県三浦市初声町和田1386

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低温金型・低圧鑄造法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部にキャビティが形成された金型と、該金型の下方に設けられ、溶湯が満たされた溶解炉と、該溶解炉内の溶湯に下端部を浸漬させて設けられ、上記溶解炉の炉内空間と上記キャビティとを連通させる導管とをそなえる鑄造装置を用いて行う金型低圧鑄造法において、

上記金型のキャビティ部の平均内面温度を250 以下とし、かつ該金型の湯口部の内面温度を350 以上とする一方、該金型のキャビティ部内面に、粉体離型剤を1m²当たり1~10g塗布し、さらに該キャビティ内に設置した中空の中子の当該中空部を巾木の開口部を通して金型外へ排気しつつ、上記溶解炉の炉内空間を加圧することにより、該溶解炉内の溶湯を上記キャビティに充填することを特徴とする低温金型・低圧鑄造法。

【請求項2】

前記金型のキャビティに導入された溶湯と金型との熱伝達係数を3kW/(m²・)以下に制御することを特徴とする請求項1に記載の低温金型・低圧鑄造法。

【請求項3】

前記鑄造装置が、金型内部に設置した中空の中子の内部を減圧するための機構と、金型キャビティ全体を減圧するための機構の2系統の減圧機構を有し、各々の減圧機構の減圧開始タイミングおよび到達圧力を個別に制御して鑄造を行うことを特徴とする請求項1または2に記載の低温金型・低圧鑄造法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、低温金型・低圧鋳造法に関し、特に低温での金型低圧鋳造を可能ならしめることにより、例えばアルミニウム合金鋳物における2次デンドライトアームスペーシングを微細化して上記合金鋳物の機械的特性の向上を図るだけでなく、従来不可能とされたメートルサイズの中空薄肉鋳物の製造を実現しようとするものである。

【背景技術】

【0002】

低圧鋳造法は、鋳型内への溶湯注入を低圧で行う鋳造方法である。かかる低圧鋳造においては、一般に内部にキャビティ（鋳造空間）が形成された鋳型と、この鋳型の下方に設けられ、溶湯が満たされた溶解炉と、この溶解炉内の溶湯に下端部を浸漬させて設けられ、上記溶解炉の炉内空間と上記キャビティとを連通させる導管（ストークス）とをそなえる鋳造装置を用い、上記炉内空間を加圧することにより、溶解炉内の溶湯をキャビティに充填した後、この加圧状態を所定時間保持するようになっている。

10

【0003】

かような低圧鋳造法として、特許文献1に、金型内部を減圧し、かつ溶湯面を空気圧で加圧して溶湯をキャビティに充填し、さらに減圧を途中で停止し、溶湯に静水圧を与えることによって鑄巣などの収縮欠陥の抑制を図る方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】特開平5-169231号公報

【特許文献2】特開2001-129649号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

低圧鋳造法においては、一般に砂と有機物を含むバインダーで構成される中子が用いられる。かような中子を使用した場合、中子と溶湯が接触した際に、バインダーが熱分解して炭化水素系のガスが発生する。このガスはしばしば溶湯に巻き込まれて鋳物の欠陥となる。また、発生したガスの圧力が溶湯の流動に対して背圧となり、溶湯の充填を阻害する要因ともなる。

30

しかしながら、上掲した特許文献1では、キャビティ内を減圧することについては言及されているものの、中子と溶湯が接した際に発生するガスをキャビティ内へ放散させないようにすることは不可能であり、またこの問題に対する技術的対処法については提示されていない。

【0006】

特許文献1に開示の方法に従ってキャビティ内を減圧した場合、溶湯と中子が接触した段階においては湯先の背圧を低減することは可能であると考えられるが、中子から発生したガスが溶湯に向かって放散されることを防ぐことは、原理的に不可能である。従って、単にキャビティ内を減圧する手段では、中子から発生したガスの巻き込みによる鋳物欠陥の発生を抑制することはできない。

40

【0007】

また、従来の低圧鋳造法では、溶湯の流動性を確保するために、平均的な金型の温度は300以上、通常は400程度とされ、またキャビティの一部または全面に塗型を使用していた。そのため、例えばアルミニウム合金を鋳造する場合、少なくとも塗型に接した部分については、アルミニウム合金鋳物の2次デンドライトアームスペーシングが20 μ m以下になるような凝固速度を実現することは不可能であった。2次デンドライトアームスペーシングが20 μ m以下になれば、従前の金型低圧鋳造法で製造したアルミニウム合金鋳物と比較して、耐力、破断伸びおよび熱疲労特性などの機械的特性の著しい向上が期待されるのであるが、鋳物製品全体にわたってこれを実現するような鋳造法が提案、実現された例は

50

ない。

【0008】

一方、特許文献2には、高圧ダイカストに対して用いる中子からの発生ガスを取り除くための手法が提案されている。しかしながら、この技術は、あくまで高圧ダイカストを対象とするものであり、低圧鋳造法に対する適用例ではない。また、高圧ダイカストで一般的に用いられる離型剤に保温性はなく、中子からガスを排出したとしても、低圧鋳造法のように、いわゆる層流充填で溶湯をキャビティに導入して、メートルサイズの鋳物を鋳造することは事実上不可能で、メートルサイズの中空薄肉鋳物を製造するための方法とはならない。

【0009】

また、最大寸法：1 m以上、平均肉厚：3 mm以下の大型、薄肉、中空のアルミニウム合金鋳物を一体で鋳造することは、溶接線の低減による機械的特性の信頼性の向上のみならず、工数の大幅な低減や軽量化、部品の剛性向上を同時になし得ることから、特に自動車産業が長年にわたって切望するところであった。

しかしながら、このような鋳物を製造する工法は、現在までのところ開発されていない。

【0010】

本発明は、上記の現状に鑑み開発されたもので、低温における低圧鋳造を可能とすることにより、アルミニウム合金鋳物の2次デンドライトアームスペーシングの微細化はいうまでもなく、メートルサイズの中空薄肉鋳物を効果的に製造することができる低温金型・低圧鋳造法を提案することを目的とする。

【0011】

具体的には、中子と溶湯が接した際に発生するガスが溶湯に対して放散されることを抑制することで、溶湯がガスを巻き込むことにより発生する鋳物欠陥を抑制しつつ、同時にアルミニウム合金鋳物において平均2次デンドライトアームスペーシングが20 μm以下の微細な組織とし、また最大寸法：1 m以上、平均肉厚：3 mm以下という、従前になく大型、薄肉、中空の鋳物の製造を可能ならしめた低温金型・低圧鋳造法を提案することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

さて、発明者らは、上記の目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、以下に述べる知見を得た。

すなわち、溶湯と金型間の抜熱性を向上させて鋳造組織の微細化を図るには、

- (1) 塗型を使用しない、
 - (2) 溶湯の流動性は粉体の離型剤を用いて確保する、
 - (3) 低温の金型を用いる
- こと、また中子と溶湯との接触により発生したガスの溶湯中への放散を防止するには、
- (4) 中子の中空部を巾木の開口部を通して金型外へ排気することが有利である。

しかし、上記(1)～(4)だけでは、メートルサイズの薄肉鋳物を製造しようとする場合に、溶湯の温度降下が大きいため、これを防止するには

- (5) 湯口部についてはヒーターで加熱することが有利である。

本発明は、上記(1)～(5)の知見に基づいて開発されたものである。

【0013】

すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

1. 内部にキャビティが形成された金型と、該金型の下方に設けられ、溶湯が満たされた溶解炉と、該溶解炉内の溶湯に下端部を浸漬して設けられ、上記溶解炉の炉内空間と上記キャビティとを連通させる導管とをそなえる鋳造装置を用いて行う金型低圧鋳造法において、

10

20

30

40

50

上記金型のキャビティ部の平均内面温度を250 以下とし、かつ該金型の湯口部の内面温度を350 以上とする一方、該金型のキャビティ部内面に、粉体離型剤を1 m²当たり1 ~10 g 塗布し、さらに該キャビティ内に設置した中空の中子の当該中空部を巾木の開口部を通して金型外へ排気しつつ、上記溶解炉の炉内空間を加圧することにより、該溶解炉内の溶湯を上記キャビティに充填することを特徴とする低温金型・低圧鋳造法。

【0014】

2 . 前記金型のキャビティに導入された溶湯と金型との熱伝達係数を3 kW / (m² ·)以下に制御することを特徴とする前記1 に記載の低温金型・低圧鋳造法。

【0015】

3 . 前記鋳造装置が、金型内部に設置した中空の中子の内部を減圧するための機構と、金型キャビティ全体を減圧するための機構の2 系統の減圧機構を有し、各々の減圧機構の減圧開始タイミングおよび到達圧力を個別に制御して鋳造を行うことを特徴とする前記1 または2 に記載の低温金型・低圧鋳造法。

【発明の効果】

【0016】

本発明においては、中子から発生するガスが溶湯に巻き込まれて鋳物欠陥となることを抑制し、キャビティの製品部においては塗型を一切使用せず、断熱性を有する粉体の離型剤を使用することで、溶湯の流動性を確保する。これにより、最大寸法：1 m 以上で平均肉厚：3 mm 以下の大型、中空、薄肉鋳物を製造することが可能となる。

また、溶湯を金型キャビティに充填させ静水圧がかかった時点で、流動中に比べて数倍以上に熱伝達係数が増大し、塗型を介さず金型へ抜熱することによって、従前の低圧鋳造に比べて格段に抜熱速度を向上させることができる。これにより、アルミニウム合金鋳物において2 次デンドライトアームスペーシングが20 μm 以下の微細組織を達成することができる。

さらに、従来の低圧鋳造法とは異なり、金型のキャビティ温度を250 以下の低温とすることができるため、熱応力による変形が極めて小さくなる。メートルサイズの鋳物で、高圧ダイカスト並の薄肉を実現することは、従前の低圧鋳造法の金型温度では熱応力変形のために事実上、不可能であった。これに対し、本発明では、金型の温度を従前のように400 もの高温に保つことなく、また断熱性の粉体離型剤で溶湯の流動性を確保できるので、金型の変形を従前より格段に小さくでき、これによりはじめて、メートルサイズの薄肉中空鋳物を鋳造が可能となる。

【0017】

なお、従前の高圧ダイカストでも、平均肉厚：3 mm 以下のメートルサイズの大型アルミニウム合金鋳物を製造することは可能であったが、所定の強度を有する大型中空の中子の製造技術が確立していないため、全体を中空構造とすることは不可能であった。さらに、高圧ダイカストの金型のコストは、低圧鋳造法に比べて格段に高価であり、メートルサイズのダイカスト鋳物では一般に数千万円のコストを要するため、生産数1 万個以下の鋳物において採算をあわせることは困難であった。また、従来の金型重力鋳造法では、中子を用いて中空構造とすることはできるものの、塗型を用いる必要があったことから、微細な凝固組織を実現することは不可能であった。

これに対し、本発明の鋳造法は、生産数が1 万個以下であっても、十分に採算がとれる条件で、メートルサイズの薄肉中空鋳物を微細な組織で鋳造できる、という顕著な効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施に用いて好適な低温金型・低圧鋳造装置の側断面図である。

【図2】本発明に従い得られた2 輪車の車体フレームを示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明を具体的に説明する。

10

20

30

40

50

図1に、本発明の実施に用いて好適な低温金型・低圧鑄造装置を、側断面で示す。

図中、符号1は金型であり、この金型1は上型10と下型12からなっている。そして、従前の低圧鑄造装置と同様に保持した溶湯に空圧を付与できる気密構造になっている。

14は砂とバインダから形成された中空の中子であり、金型1の内部に設置されている。この中子14は、溶湯と接する面において開口部を持たない。なお、この中子14には、鑄物と中子の剥離を促進するために、必要に応じて中子の外表面に塗型を塗ることもできる。

この中子14の巾木15の一部には、開口部16が設けられており、この開口部16は、金型に彫り込まれた減圧ランナー18に接続されている。この減圧ランナー18は、金型1の外表面に通じており、排気管19を介して減圧タンク20に接続されている。減圧タンク20は排気装置22に接続されている。減圧タンク20と金型1を接続する排気管19にはバルブ24が設置されている。

10

【0020】

上型10と下型12を開いた状態で、粉体の離型剤を、製品部のキャビティ内面に塗布する。かかる粉体の離型剤としては、珪藻土、黒鉛、金属石けん、ワックスおよび滑石から選んだ少なくとも一種の粉末が好適である。かかる粉末の粒径は50 μm 以下とするのが好ましい。また、塗布量については、製品部のキャビティ内面に、単位面積：1 m^2 当たり1~10gグラム、望ましくは2~5gとする必要がある。なお、付きまわりを向上させる目的で静電塗布を行うことは有利である。

【0021】

また、上型10と下型12はそれぞれ、水冷機構やオイル温度調節機構により、キャビティ内面の温度を250以下、好ましくは150以下に制御できる仕組みになっている。

20

【0022】

導管(ストークス)26と金型1との接続部分および金型1の湯口部28については、湯口ヒーター30を設置し、湯口内面温度が350以上になるように制御する。ただし、ヒーター30から発生する熱が金型全体へ伝わらないよう、湯口部28は金型本体とは切り離れた入れ子構造にすることが好ましい。ヒーター30は湯口部28となる入れ子に接しているが、入れ子と金型本体との間には断熱材32が挿入されている。この入れ子には、温度制御用の熱電対が設置されている。また、湯口部28となる入れ子の内面については必要に応じて塗型を使用する。湯口部28における凝固を製品部の凝固に対して相対的に遅らせるためであり、また湯口部28に凝固片が残存することを防止するためである。なお、ストークス26と湯口部28は必要に応じて複数個を同時に使用することもできる。

30

【0023】

粉体の離型剤25を塗布後、型を閉める。ついで、バルブ24を閉めた状態で、減圧タンク20を所定の圧力まで排気装置22で排気する。減圧タンクの容積はおよそ1 m^3 であり、中子の形状にもよるが、大気圧に対してマイナス90kPa程度に減圧することが好ましい。

【0024】

中子内部の排気速度は、バルブ24の開度によって調節可能である。特段のことがなければ、一気に全開とする。中子内部の排気開始後、適当なタイミングでキャビティ内部の排気を開始する。ついで、キャビティ内部の排気開始と同時に、または適当な時間経過後に気密室中の溶湯に空圧を与え、ストークスを通じて金型内部に溶湯を送り込む。この際、溶湯がゲート通過後飛散して空気を巻き込まないように、いわゆる層流充填になるように、ゲートの配置位置と配置数、各ゲートの断面積を設定する。キャビティの製品部における溶湯の充填完了時間は製品の大きさにもよるが1~5秒程度とすることが好ましい。バルブ24は鑄物製品部の凝固が終了するまで開いたままとし、また排気装置22も鑄物製品部の凝固が終了するまで稼働させることが好ましい。

40

本発明では、中空の中子の内部を減圧するための減圧機構と、金型キャビティ全体を減圧するための減圧機構を、独立して設けているので、これら2系統の減圧機構を操作することにより、中子の内部とキャビティの内部に対して、減圧開始タイミングおよび到達圧力が個別に独立して制御することができる。

【0025】

50

鋳物製品部のすべての部分が凝固した時点でバルブ24を閉じ、鋳物の温度が300 以下になるのを待って、金型を開いて製品の取り出しを行う。

【0026】

上述したとおり、本発明では、中空の中子の巾木に開口部を設け、この開口部を金型に彫り込んだ減圧ランナーを通じて排気装置に接続し、溶湯が中子と接触する前に排気を開始するので、溶湯が中子に接触した際に発生するガスが、溶湯やキャビティ内へ排出されることなく、巾木の開口部から鋳型外へ排出することができる。

【0027】

また、本発明では、金型の製品部のキャビティ部の平均内面温度を250 以下、望ましくは150 以下に制御し、かつ製品部のキャビティ内面に塗型を用いないことにより、溶湯が凝固するときの抜熱速度を従前の低圧鋳造法よりも格段に上昇させることができる。その結果、微細な凝固組織を得ることが可能となる。なお、キャビティ部の冷却は、水冷による内冷機構、あるいはオイル温度調節機構とすることが好適である。

10

【0028】

さらに、本発明では、塗型を使用せず、1製品鋳造ごとに、粉体の離型剤をキャビティ内面に1m²当たり1~10gになるように塗布することで、キャビティ内を溶湯が流動しているときの溶湯と金型の間の熱伝達係数を3kW/(m²・)以下、望ましくは2kW/(m²・)以下に制御することができるので、溶湯を平均3mm以下の狭い間隙を有するキャビティの隅々まで充填させることが可能になる。なお、粉体の離型剤としては、セラミックスや黒鉛、ワックスなどが有利に適合する。

20

しかも、溶湯がキャビティに充填された後、この加圧状態を所定時間保持することにより、熱伝達係数が数倍以上になることで、溶湯の充填性と凝固速度の向上の両立を図ることができる。

【実施例】

【0029】

本発明に従う低温金型・低圧鋳造法を用いて、図2に示すような、2輪車の車体フレームを鋳造した。鋳造条件は次のとおりである。

- ・金型キャビティ部の平均内面温度：120
- ・金型の湯口部の内面温度：400
- ・粉体離型剤：黒鉛、滑石、珪藻土、金属石けんからなる複合粉末（粒径：10μm、塗布量：5g/m²）
- ・溶湯と金型の間の熱伝達係数：2kW/(m²・)
- ・用いた合金 JIS AC4CH
- ・溶湯温度：720

30

【0030】

得られた車体フレームは、最大寸法：約1m、平均肉厚：3m以下の、AC4CH (A356)合金製中空一体鋳造物である。

かくして得られた車体フレームの各部位における2次デンドライトアームスペーシングについて調査したところ、金型近傍、中子近傍で大差なく、20μm以下の微細組織が得られていることが確認された。

40

また、得られた車体フレームは、T6の実体品強度で280MPaから300MPa、破断伸びが8%から15%程度の機械的特性を有していた。さらに、総重量で従来と同等の部品に対して、20%以上の軽量化を達成することができた。

しかも、高圧ダイカストでは不可能であった鋳物の中空閉断面化が可能となり、部品剛性の向上を図ることができた。

さらには、溶接廃止による工数削減と寸法精度向上、溶接廃止によるデザイン自由度の向上、高圧ダイカスト廃止による金型費用削減を同時に実現することができた。

【符号の説明】

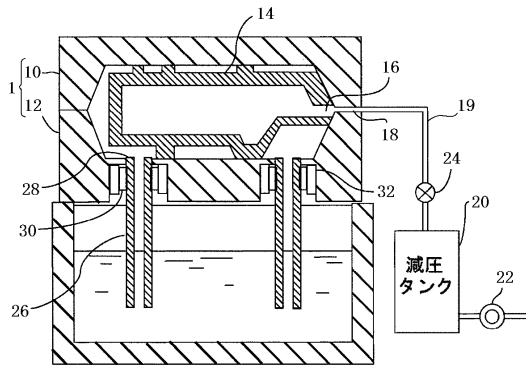
【0031】

- 1 金型

50

- 10 上型
- 12 下型
- 14 中子
- 15 巾木
- 16 巾木の開口部
- 18 減圧ランナー
- 19 排気管
- 20 減圧タンク
- 22 排気装置
- 24 バルブ
- 26 ストークス
- 28 湯口部
- 30 湯口ヒーター
- 32 断熱材

【図1】



【 図 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 八下田 健次
栃木県下野市石橋953-46
- (72)発明者 橋内 透
静岡県袋井市三門町2-3-402
- (72)発明者 小岩井 修二
神奈川県秦野市元町7-6
- (72)発明者 岡根 利光
東京都台東区松が谷4-15-3-706
- (72)発明者 吉田 誠
東京都新宿区大久保三丁目4番1号 学校法人早稲田大学 理工学部内

審査官 池ノ谷 秀行

- (56)参考文献 特開平09-225589(JP,A)
特開平06-114533(JP,A)
特開平06-114535(JP,A)
特開2010-194585(JP,A)
特開平09-295102(JP,A)
米国特許第5238216(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22D 18/04
B22D 18/08
B22C 9/00-9/30