

(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2014-76454  
(P2014-76454A)

(43) 公開日 平成26年5月1日(2014.5.1)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 D 27/20 (2006.01)	B 2 2 D 27/20	Z
B 2 2 D 21/04 (2006.01)	B 2 2 D 21/04	A
B 2 2 D 27/08 (2006.01)	B 2 2 D 27/08	
B 2 2 D 35/00 (2006.01)	B 2 2 D 35/00	D
B 2 2 D 1/00 (2006.01)	B 2 2 D 1/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-224384 (P2012-224384)  
(22) 出願日 平成24年10月9日 (2012.10.9)

(71) 出願人 592032636  
学校法人トヨタ学園  
愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地  
1  
(74) 代理人 100091096  
弁理士 平木 祐輔  
(74) 代理人 100105463  
弁理士 関谷 三男  
(74) 代理人 100160668  
弁理士 美馬 保彦

最終頁に続く

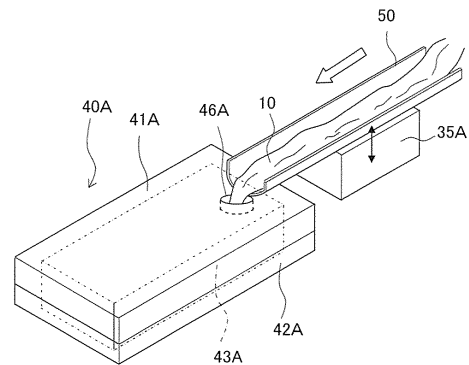
(54) 【発明の名称】 Al-Si系鑄造合金の製造方法

(57) 【要約】

【課題】溶湯の冷却段階で、安価に、初晶Siおよび共晶を微細化することができるAl-Si系鑄造合金の製造方法を提供する。

【解決手段】Al-Si系合金からなる溶湯の冷却過程の際に溶湯を加振する工程を少なくとも含むAl-Si系鑄造合金の製造方法である。溶湯を加振する工程は、Al-Si系合金を溶融した溶湯に初晶Siが晶出し始める時期から前記溶湯が共晶温度に到達するまでの冷却期間のうち、溶湯に初晶Siが晶出し始める時期を少なくとも含む期間に、溶湯に超音波振動を付与することにより初晶Siを微細化する第1の加振工程と、第1の加振工程後の溶湯を鑄型内に流し込む際に、溶湯を共晶温度よりも高い温度で加振することにより、前記溶湯に共晶を析出させると共に該共晶を微細化する第2の加振工程とを少なくとも含む。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

A l - S i 系合金を溶融して A l - S i 系合金からなる溶湯を得る溶融工程と、前記溶湯の冷却過程の際に、前記溶湯を加振する工程と、加振された溶湯を鑄型内に流し込んで鑄造する工程とを少なくとも含む A l - S i 系鑄造合金の製造方法であって、

前記溶湯を加振する工程は、A l - S i 系合金を溶融した溶湯に初晶 S i が晶出し始める時期から前記溶湯が共晶温度に到達するまでの冷却期間のうち、前記溶湯に初晶 S i が晶出し始める時期を少なくとも含む期間に、前記溶湯に超音波振動を付与することにより前記初晶 S i を微細化する第 1 の加振工程と、

前記第 1 の加振工程後の溶湯を鑄型内に流し込む際に、該溶湯を共晶温度よりも高い温度で加振することにより、前記溶湯に共晶を析出させると共に該共晶を微細化する第 2 の加振工程とを少なくとも含むことを特徴とする A l - S i 系鑄造合金の製造方法。

10

**【請求項 2】**

前記第 2 の加振工程において、前記鑄型内に流し込む流動中の溶湯を超音波振動素子に接触させながら、前記溶湯を加振することを特徴とする請求項 1 に記載の A l - S i 系鑄造合金の製造方法。

**【請求項 3】**

前記第 2 の加振工程は、樋を介して前記鑄型内に前記溶湯を流し込むものであり、前記樋を振動させることにより、前記樋を流れる溶湯を加振することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の A l - S i 系鑄造合金の製造方法。

20

**【請求項 4】**

前記第 1 の超音波付与工程において、前記溶湯の湯面から所定の距離を空けて配置した超音波振動素子により、前記溶湯に超音波振動を非接触で付与することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の A l - S i 系鑄造合金の製造方法。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、A l - S i 系鑄造合金の製造方法に係り、特に溶湯を冷却させる際に超音波振動を利用した A l - S i 系鑄造合金の製造方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来から、超音波を液体に照射したとき、液体中への音響流や超音波キャビテーションの発生が広く知られている。金属液相プロセスへの超音波の適用も多数報告されており、中でも超音波による凝固組織の微細化は古くから知られている。このような凝固組織の微細化は、金属を溶融した溶湯に超音波振動した際に、溶湯内に発生するキャビテーションなどの物理現象が密接に関係すると言われおり、超音波振動をアルミニウム合金の鑄造プロセスに適用することは公知となっている。

40

**【0003】**

例えば、このような技術の一例として、溶湯に液相線温度を挟んだ温度領域で超音波振動を付加して凝固結晶組織を微細化する鑄造方法であって、流動中の溶湯に連続して超音波振動を付加する鑄造方法が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。具体的には、溶湯の流動案内通路に、超音波振動発生器のホーンを配置し、該超音波発生器によって、流動案内通路内の溶湯を振動させている。この技術によれば、流動中の溶湯に対して連続して超音波振動を付加するので、従来に比較し超音波振動の付加時間を極短時間で処理ができ

50

るようになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-272819号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した特許文献1の技術では、液相線を挟んだ領域でしか、溶湯を加振していないため、初晶Siを微細化することができたとしても、共晶を微細化することができない。そこで、共晶が析出する領域を狙って溶湯を加振した場合には、初晶Siが先に析出してしまうおそれがある。

10

【0006】

そこで、初晶Siの晶出から共晶が晶出するまでの時間を短縮すべく、超音波振動発生溶湯の冷却速度を高めようとした場合には、超音波振動発生器のホーンが熱衝撃による破損するおそれがあった。

【0007】

また、ホーン上を流れる溶湯の流動距離をより長くして、ホーン上で、初晶Siの晶出から共晶が晶出するまで、溶湯に超音波振動を付与することも考えられるが、このような場合には、ホーンを大型化する必要があり、設備が大型化し、設備コストが高価なものになってしまう。

20

【0008】

本発明は、このような点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、溶湯の冷却段階で、安価に、初晶Siおよび共晶を微細化することができるAl-Si系鋳造合金の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を鑑みて、本発明に係るAl-Si系鋳造合金の製造方法は、Al-Si系合金を溶融してAl-Si系合金からなる溶湯を得る溶融工程と、前記溶湯の冷却過程の際に、前記溶湯を加振する工程と、加振された溶湯を鋳型内に流し込んで鋳造する工程とを少なくとも含むAl-Si系鋳造合金の製造方法であって、前記溶湯を加振する工程は、Al-Si系合金を溶融した溶湯に初晶Siが晶出し始める時期から前記溶湯が共晶温度に到達するまでの冷却期間のうち、前記溶湯に初晶Siが晶出し始める時期を少なくとも含む期間に、前記溶湯に超音波振動を付与することにより前記初晶Siを微細化する第1の加振工程と、前記第1の加振工程後の溶湯を鋳型内に流し込む際に、該溶湯を共晶温度よりも高い温度で加振することにより、前記溶湯に共晶を析出させると共に該共晶を微細化する第2の加振工程とを少なくとも含むことを特徴とする。

30

【0010】

本発明によれば、第1の加振工程において、溶湯に初晶Siが晶出し始める時期から前記溶湯が共晶温度に到達するまでの期間のうち、前記溶湯に初晶Siが晶出し始める時期を少なくとも含む期間に、溶湯に超音波振動を付与する。この期間において、超音波振動を溶湯に付与することにより、溶湯内にキャビテーション気泡は発生する。このキャビテーション気泡が、初晶Siの異質生成時の核となると考えられる。

40

【0011】

この結果、超音波振動を付与しないものに比べて、初晶Siをより多く晶出させることができる。晶出した初晶Siは、超音波振動を付与しないものに比べて、微細化された初晶Siであり、この初晶Siが溶湯内において均一に分散する。なお、本発明でいう「微細化する」とは、超音波振動を溶湯に付与しない場合に比べて、その結晶が微細化することをいう。

【0012】

50

次に、第2の加振工程において、前記第1の加振工程後の溶湯を鋳型内に流し込む際に、該溶湯を共晶温度よりも高い温度で加振する。これにより、（溶湯の未加振時の）共晶温度よりも高い温度において、溶湯内にキャビテーション気泡が発生することで溶湯の一部に圧力が付与される。この結果、従来では（溶湯の未加振時の）共晶温度においてAl-Siの共晶が析出しつつ溶湯の凝固が促進されるどころ、この共晶温度よりも高い温度（具体的には共晶温度よりも50程度高い温度）において、溶湯の流動性がより高い状態でAl-Siの共晶を析出させて、これを微細化することができる。

【0013】

このようにして、第1および第2の加振工程を経た溶湯を鋳型内に流し込むことにより、初晶SiおよびAl-Siの共晶が微細化されたAl-Si系鋳造合金を、簡易的かつ安価に製造することができる。

10

【0014】

より好ましい態様としては、前記第2の加振工程において、前記鋳型内に流し込む流動中の溶湯を超音波振動素子に接触させながら前記溶湯を加振する。本発明によれば、第2の加振工程において、鋳型内に流し込む流動中の溶湯を超音波振動素子に接触させながら、直接的に溶湯を加振する（溶湯に超音波振動を付与する）ので、効率良くAl-Siの共晶を析出させて、これを微細化することができる。

【0015】

また、別の好ましい態様としては、前記第2の加振工程は、樋を介して前記鋳型内に前記溶湯を流し込むものであり、前記樋を振動させることにより、前記樋を流れる溶湯を加振する。本発明によれば、樋を介して間接的に樋を流れる溶湯を加振するので、加振装置そのものが直接溶湯に晒されることがなく、装置の長寿命化を図ることができる。

20

【0016】

また、前記第1の超音波付与工程において、前記溶湯の湯面から所定の距離を空けて配置した超音波振動素子により、前記溶湯に超音波振動を非接触で付与することが好ましい。溶湯に超音波振動を非接触で付与することにより、超音波振動素子が直接溶湯に接触しないので、素子の長寿命化を図ることができるばかりでなく、溶湯中のノロ（ $Al_2O_3$ ）の発生を抑制することができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、溶湯の冷却段階で、安価に、初晶Siおよび共晶を微細化することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態に係るAl-Si系合金溶湯に第1の加振を付与する工程を説明するための模式的概念図。

【図2】図1に示す第1の加振工程後、Al-Si系合金溶湯に第2の加振を付与する工程を説明するための模式的概念図。

【図3】図2の第2の加振工程を行うための別の態様を説明するための模式図。

【図4】第1の加振および第2の加振工程において、溶湯を加振する期間を説明するための図。

40

【図5】実施例1および比較例1～3に係るAl-Si系鋳造合金の製造方法により製造された鋳造品の上面図。

【図6】実施例1および比較例1～3に係るAl-Si系鋳造合金の上部のミクロ組織を示す写真図。

【図7】実施例1および比較例1～3に係るAl-Si系鋳造合金の下部のミクロ組織を示す写真図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

次に、発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明の一実施形態に係るAl-Si系

50

合金溶湯に第1の加振を付与する工程を説明するための模式的概念図である。図2は、図1に示す第1の加振工程後、Al-Si系合金溶湯に第2の加振を付与する工程を説明するための模式的概念図であり、図3は、図2の第2の加振工程を行うための別の態様を説明するための模式図である。図4は、第1の加振および第2の加振工程において、溶湯を加振する期間を説明するための図である。

#### 【0020】

本実施形態では、Siが12質量%以上含有した過共晶Al-Si系合金である溶湯10からAl-Si系鑄造合金を製造方法である。この製造方法では、まず、Al-Si系合金の素材を溶融してAl-Si系合金からなる溶湯を得る(溶融工程)。

#### 【0021】

次に、図1～図3に示す如く、溶湯の冷却過程の際に、溶湯10を加振する(加振する工程)。加振工程は第1の加振工程と第2加振の工程からなる。第1の加振工程では、図1に示すように、凝固過程(冷却過程)の溶湯10の湯面から所定の距離を空けて配置した超音波振動素子20により、非接触で溶湯10に超音波振動を付与する。

#### 【0022】

より具体的には、Al-Si系合金を溶融した溶湯10をラドルなどの処理容器30に収容し、図4に示すように、溶湯10に初晶Siが晶出し始める時期から前記溶湯が共晶温度に到達するまでの冷却期間のうち、溶湯10に初晶Siが晶出し始める時期を少なくとも含む期間に、溶湯に超音波振動を付与し(具体的には、19.15kHz)、初晶Siを微細化する。

#### 【0023】

図1に示す如く、溶湯10に超音波振動が付与されると、溶湯10の湯面近傍領域が振動するとともに、溶湯10の湯面と超音波振動素子20の間で空気の対流が起こって溶湯10の湯面が冷却される。そのため、超音波振動素子20に対向する溶湯10の湯面の近傍領域において多数の結晶核10a・10a・・・が核生成する。また、溶湯10に付与される超音波振動により、溶湯10の内部に湯面から底部に向かう緩やかな強制対流が発生する。

#### 【0024】

このように、超音波振動を溶湯10に付与することにより、溶湯内にキャビテーション気泡を発生させることにより、溶湯10の一部に圧力を付与し、超音波振動を付与しないものに比べて、初晶Siをより多く晶出させることができる。晶出した初晶Siは、超音波振動を付与しないものに比べて、微細化された初晶Siとなる。さらに、溶湯10に超音波振動を非接触で付与することにより、超音波振動素子20が直接溶湯に接触しないので、素子の長寿命化を図ることができるばかりでなく、溶湯中のノロ( $Al_2O_3$ )の発生を抑制することができる。

#### 【0025】

ここで、超音波振動素子20は点ではなく、所定の面積を有し、湯面に対向する面から振動を発することから、超音波振動の共振が起こり、溶湯10の湯面から振動子までの距離によっては超音波振動が増幅され、あるいは相殺される。従って、超音波振動素子20と溶湯10の湯面との間の所定の距離は、(1)超音波振動の共振が起こり、超音波振動が増幅される距離であって、かつ、(2)超音波振動素子20の劣化等の影響が抑えられる範囲内で極力短いこと、が望ましい。

#### 【0026】

本明細書で、図4に示すように、溶湯10に初晶Siが晶出し始める時期は、溶湯10が液相線温度に到達した時期をいう。ここで、第1の加振工程の好ましい終了タイミングは、初晶Siの微細化、加振による共晶の析出を考慮すると、少なくとも共晶温度から+46～52程度の温度領域になるまでの期間である。

#### 【0027】

次に、図2に示すように、鑄型40を用いて鑄造品を鑄造する。具体的には、鑄型40の母材は、熱間工具鋼等の鉄系材料からなる一対の固定型41および可動型42により構

10

20

30

40

50

成される。一方の固定型 4 1 と可動型 4 2 とを、連結部材 4 8 で連結された型締ピン 4 7 で型締めすることにより、鑄型 4 0 には鑄造品の形状に応じたキャビティ 4 3 が形成される。固定型 4 1 には、金属が溶融した溶湯を注入するためのゲート 4 6 が設けられている。ゲート 4 6 を介して溶湯 1 0 が、プランジャ 4 5 によりキャビティ 4 3 内に射出され、その内部に充填される。

【 0 0 2 8 】

本実施形態では、第 1 の加振工程後にラドル 3 0 a 内の溶湯 1 0 を鑄型 4 0 内に流し込む際に、溶湯 1 0 を共晶温度よりも高い温度（具体的には共晶温度から + 4 6 ~ 5 2 程度）で加振することにより、溶湯 1 0 に共晶を析出させると共に該共晶を微細化する。

【 0 0 2 9 】

具体的には、鑄型 4 0 内に流し込む流動中の溶湯 1 0 を超音波振動素子（ホーン）3 5 に接触させながら、溶湯 1 0 を加振する（具体的には、1 9 . 1 5 k H z）。これにより、（溶湯の未加振時の）共晶温度よりも高い温度において、溶湯 1 0 内にキャビテーション気泡が発生することで溶湯の一部に圧力が付与される。

【 0 0 3 0 】

この結果、従来では（溶湯の未加振時の）共晶温度において A l - S i の共晶が析出しつつ溶湯の凝固が促進されるどころ、この共晶温度よりも高い温度（具体的には共晶温度よりも 5 0 程度高い温度）において、溶湯 1 0 の流動性がより高い状態で A l - S i の共晶を析出させて、これを微細化することができる。

【 0 0 3 1 】

すなわち、第 2 の加振工程は、溶湯に加振することにより晶出点をずらし、共晶温度（例えば実施例では、共晶温度 5 6 4 ）以上の温度領域（5 6 4 + 4 6 ~ 5 2 ）で、共晶を晶出させ、これを微細化することができる。このときに、通常、過共晶領域では晶出されない - A l も晶出する。

【 0 0 3 2 】

特に、本実施形態では、第 2 の加振工程において、鑄型 4 0 内に流し込む流動中の溶湯 1 0 を超音波振動素子 3 5 に接触させながら、直接的に溶湯 1 0 に超音波振動を付与するので、効率良く A l - S i の共晶を析出させて、これを微細化することができる。

【 0 0 3 3 】

このような超音波振動素子 3 5 は、溶湯 1 0 を加振することができ、ゲートに溶湯 1 0 に案内することができるのであれば、板状、スリット状、溝が形成された形状等、特に限定されるものではなく、共晶を晶出させて、これを微細化することができるのであれば、溶湯 1 0 に超音波振動を付与しなくても、溶湯 1 0 を加振させるだけでもよい。

【 0 0 3 4 】

また、第 2 の加振工程を図 3 に示す重力鑄造を行う際に行ってもよい。図 3 に示すように、鑄型 4 0 A は、上型 4 1 A および下型 4 2 A を備えており、上型 4 1 A および下型 4 2 A を型締めすることにより、その内部にキャビティ 4 3 A が形成されている。

【 0 0 3 5 】

上型 4 1 A には、キャビティ 4 3 A に連通するゲート 4 6 A が形成されており、ゲート 4 6 A の上方には、溶湯 1 0 を注入するための樋 5 0 が形成されている。樋 5 0 の下方には、樋 5 0 を振動させる加振装置 3 5 A が配置されており、加振装置 3 5 A をたとえば上下方向に振動させることにより、樋 5 0 を流れる溶湯 1 0 を加振することができる。そして、この加振された溶湯 1 0 は、ゲート 4 6 A を介して、キャビティ 4 3 A 内に注入され、鑄造品が鑄造される。

【 0 0 3 6 】

この実施形態によれば、加振装置 3 5 A により樋 5 0 を介して間接的に樋 5 0 を流れる溶湯 1 0 を加振する（具体的には、1 0 ~ 2 0 k H z）ので、溶湯 1 0 に A l - S i の共晶を析出させてこれを微細化することができるばかりでなく、加振装置 3 5 A そのものが直接溶湯 1 0 に晒されることがなく、装置の長寿命化を図ることができる。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

このようにして、図1および、図2または図3に示す装置を用いて、第1および第2の加振工程を経た溶湯10を鑄型内に流し込むことにより、初晶SiおよびAl-Siの共晶が微細化されたAl-Si系鑄造合金を、簡易的かつ安価に製造することができる。

【実施例】

【0038】

以下に本実施形態を実施例により説明する。

【0039】

〔実施例1〕

実施例1では、Al-Si系鑄造合金を製造した。まず、過共晶のAl-Si合金(A390, Si:16.5~17.5質量%、Cu:4.3~4.36質量%、Mg:0.37~0.52質量%、残部Al)の素材を準備し(液相線温度648、共晶温度561、熔融温度682)を準備し、黒鉛るつぼ内に投入し、これを熔融炉内に投入した。大気雰囲気下で、熔融炉内の温度を700にし、熔融温度に到達後20分間、脱ガスとして、高純度Arガス、0.75MPa、1.0L/minの条件で供給し、20分間静置した。

10

【0040】

次に、図1に示す装置を用いて、第1の加振工程として、ラドルに入った溶湯に超音波振動を付与した(超音波を付与した)。具体的には、図4に示すように、冷却段階において、溶湯に初晶Siが晶出し始める時期(溶湯温度が液相線温度(648)に到達した時期)から溶湯温度が640(共晶温度よりも高い温度)に到達するまでの15秒間超音波を付与した。超音波振動の周波数は、19.15kHz、振幅は22~25μmとした。これにより、溶湯に晶出する初晶Siを微細化した。

20

【0041】

次に、図2に示すように、ゲート(湯口)上方に、超音波素子を配置した。そして、第1の加振工程後、共晶温度561よりも高い温度642~607の温度領域となった溶湯に対して、超音波振動素子に接触させながら流動中の溶湯を加振する(第2の加振工程)と共に、図3に示すような重力鑄造法により、鑄型内に溶湯を流し込んだ。第2の加振工程により、流動中の溶湯は、0.9~1.2秒、加振されたことになる。超音波振動の周波数は、19.15kHz、振幅は22~25μmとした。

30

【0042】

図5は、実施例1に係るAl-Si系鑄造合金の製造方法により製造されたハンドル形状の鑄造品の上面図であり、紙面に垂直方向(重力方向)から、第2の加振工程を経た溶湯が流れ込み、白抜きの矢印に沿って流れ込み、キャビティ内に充填され、その後冷却、脱型後、ハンドル形状の鑄造品を得た。

【0043】

〔比較例1〕

実施例1と同じようにAl-Si系鑄造合金を製造した。実施例1と相違する点は、第1および第2の加振工程を経ることなく、700に加熱した溶湯を鑄型内に流し込み、ハンドル形状の鑄造品を製造した点である。

40

【0044】

〔比較例2〕

実施例1と同じようにAl-Si系鑄造合金を製造した。実施例1と相違する点は、第1および第2の加振工程を経ることなく、700に加熱した溶湯を鑄型内に流し込み、その後、超音波振動素子(ホーン)を湯口から浸漬し、凝固するまで実施例1と同様の条件で超音波振動を付与しながら、ハンドル形状の鑄造品を製造した点である。

【0045】

〔比較例3〕

実施例1と同じようにAl-Si系鑄造合金を製造した。実施例1と相違する点は、第1の加振工程を経ることなく、第2の加振工程のみを行い、ハンドル形状の鑄造品を製造した点である。

50

【 0 0 4 6 】

< 顕微鏡観察 >

実施例 1 および比較例 1 ~ 3 の Al - Si 系 鋳造合金からなる 鋳造品において、図 5 に示す、A ~ C の位置における上部および下部近傍の金属組織を顕微鏡観察した。この結果を図 6 および 7 に示す。図 6 は、実施例 1 および比較例 1 ~ 3 に係る Al - Si 系 鋳造合金の上部のミクロ組織を示す写真図である。図 7 は、実施例 1 および比較例 1 ~ 3 に係る Al - Si 系 鋳造合金の下部のミクロ組織を示す写真図である。なお、これらの写真は、同じ倍率 ( × 4 5 0 倍 ) で観察したものである。

【 0 0 4 7 】

( 結果 1 )

図 6 および 7 に示すように、実施例 1 の場合には、比較例 1 ~ 3 に比べて、上部および下部ともに、初晶 Si、 - Al とともに微細化され、共晶も微細化されていた。

10

【 0 0 4 8 】

一方、比較例 1 の場合には、実施例 1 に比べて、針状の共晶、粗大な初晶 Si、 - Al が存在した。比較例 1 の場合には、第 1 および第 2 の加振工程を行わなかったことにより、初晶 Si、 - Al、および共晶が、微細化されなかったことによると考えられる。

【 0 0 4 9 】

比較例 2 の場合には、実施例 1 に比べて粗大な初晶 Si が存在した。また、図 7 に示すように、比較例 2 の場合には、実施例 1 に比べて鋳造品の下部には針状の共晶が多い。これは、キャビティ内で下方に加振が伝わる前に、溶湯が先に流れて凝固してしまい、下部の共晶が微細化できなかったものと考えられる。

20

【 0 0 5 0 】

比較例 3 の場合には、実施例に比べて、下部には粗大な初晶 Si、 - Al が存在した。これは、初晶 Si が微細化されない状態で鋳込んでいるので、これにより粗大な結晶が下部で固まったものと考えられる。

【 0 0 5 1 】

以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。

【 符号の説明 】

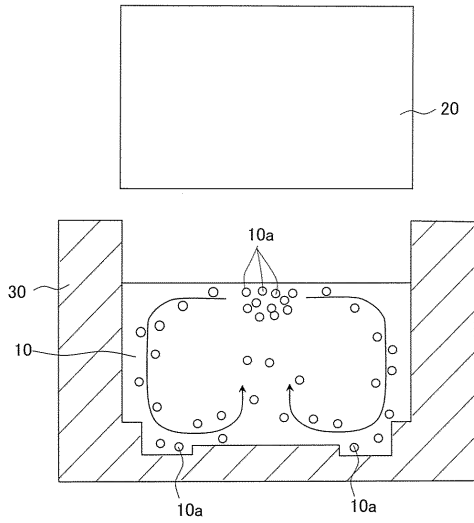
30

【 0 0 5 2 】

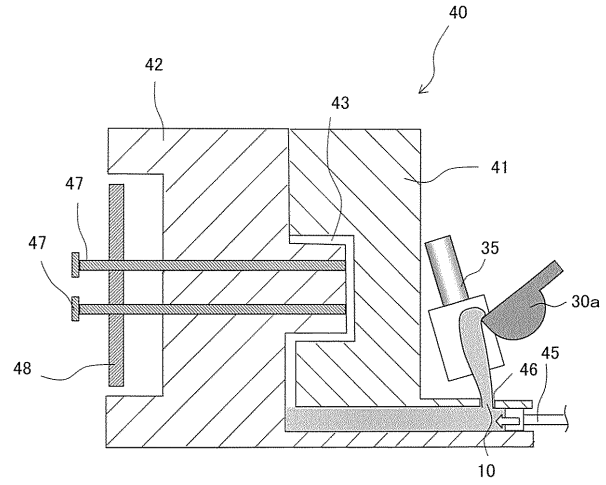
1 0 : 溶湯、1 0 a : 結晶核、2 0 : 超音波振動素子、3 0 : 処理容器、3 0 a : ラドル、3 5 : 超音波振動素子、3 5 A : 加振装置、4 0 , 4 0 A : 鋳型、4 1 : 固定型、4 1 A : 上型、4 2 : 可動型、4 2 A : 下型、4 3 , 4 3 A : キャビティ、4 5 : プランジャ、4 6 , 4 6 A : ゲート、4 7 : 型締ピン、5 0 : 樋



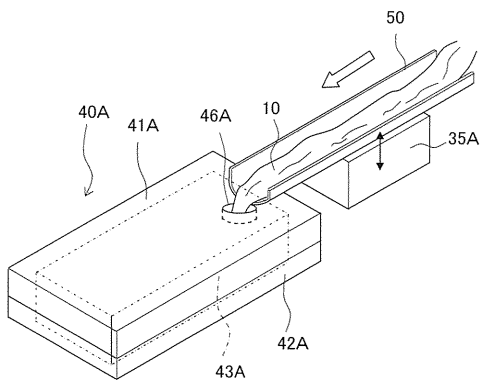
【 図 1 】



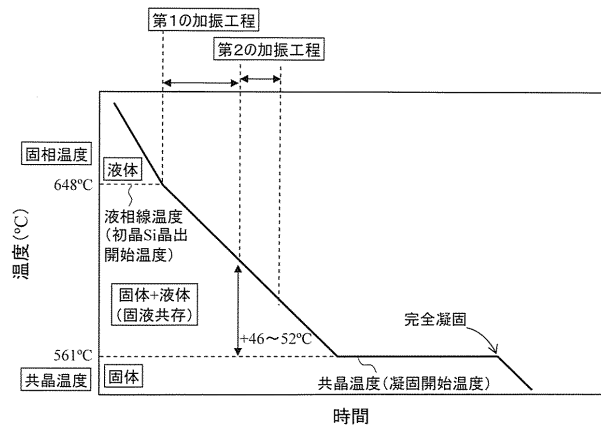
【 図 2 】



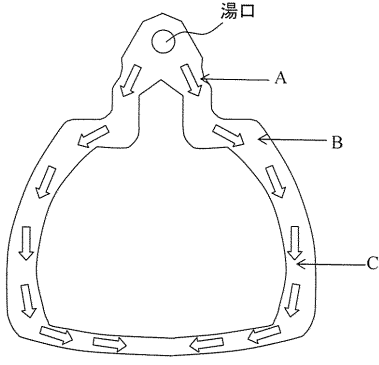
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

	実施例1		
	比較例3		
	比較例2		
	比較例1		
A部上			
B部上			
C部上			

【 図 7 】

	実施例1		
	比較例3		
	比較例2		
	比較例1		
A部下			
B部下			
C部下			

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1番地1 豊田工業大学内