

(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2004-52087

(P2004-52087A)

(43) 公開日 平成16年2月19日(2004.2.19)

| (51) Int. Cl. <sup>7</sup> | F I                                  | テーマコード (参考) |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------|
| <b>C 2 2 F</b> 1/04        | C 2 2 F 1/04                         | A           |
| <b>B 2 2 D</b> 29/00       | B 2 2 D 29/00                        | G           |
| // <b>C 2 2 F</b> 1/00     | B 2 2 D 29/00                        | H           |
|                            | C 2 2 F 1/00                         | 6 O 1       |
|                            | C 2 2 F 1/00                         | 6 I 1       |
|                            | 審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁) 最終頁に続く |             |

|           |                              |          |   |
|-----------|------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2002-214863 (P2002-214863) | (71) 出願人 | 000001199<br>株式会社神戸製鋼所<br>兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番2<br>6号 |
| (22) 出願日  | 平成14年7月24日 (2002.7.24)       | (74) 代理人 | 100067828<br>弁理士 小谷 悦司                              |
|           |                              | (74) 代理人 | 100075409<br>弁理士 植木 久一                              |
|           |                              | (72) 発明者 | 藤川 隆男<br>兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号<br>株式会社神戸製鋼所高砂製作所内      |
|           |                              | (72) 発明者 | 真鍋 康夫<br>兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号<br>株式会社神戸製鋼所高砂製作所内      |

(54) 【発明の名称】 A l 基金属鑄造品の熱間等方圧プレス処理法

## (57) 【要約】

【課題】 A l 基金属鑄造品を対象とし、圧力媒体として熔融塩の如き液体を使用するのではなく、処理が簡単で環境問題を起こすことのないガスを圧力媒体とする H I P 法によって、引け巣などの解消と溶体化処理、更にはクエンチ処理を含めた一連の工程を簡単に且つ効率よく遂行し得る技術を確立すること。

【解決手段】 ガスを圧力媒体として A l 基金属鑄造品に H I P 処理を施し、内部の引け巣やガス気孔を消滅させる方法であって、 A l 基金属鑄造品を、 A l 基金属に対し非反応性で且つ通気・通液性を有する低伝熱性無機材料で被包した状態で H I P 装置内へ装入し、加熱・加圧して H I P 処理および溶体化処理を行った後、降圧して H I P 装置から取り出し、クエンチ用冷媒に浸漬して急冷する。

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ガスを圧力媒体として A l 基金属鑄造品に H I P 処理を施し、内部の引け巣やガス気孔を消滅させる方法であって、A l 基金属鑄造品を、A l 基金属に対し非反応性で且つ通気・通液性を有する低伝熱性無機材料で被包した状態で加熱・加圧して H I P 処理および溶体化処理を行った後、降圧して H I P 装置から取り出し、クエンチ用冷媒に浸漬することを特徴とする熱間等方圧プレス処理法。

**【請求項 2】**

前記通気・通液性を有する低伝熱性無機材料として、セラミック繊維材を使用し、A l 基金属鑄造品を該セラミック繊維材で被包した状態で H I P 処理、溶体化処理およびクエンチ処理を行う請求項 1 に記載の処理法。

10

**【請求項 3】**

前記通気・通液性を有する低伝熱性無機材料として、セラミック粒子を使用し、該セラミック粒子を通液性容器内に装入すると共に、該セラミック粒子群に A l 基金属鑄造品を埋没させた状態で、H I P 処理、溶体化処理およびクエンチ処理を行う請求項 1 に記載の処理法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【産業上の利用分野】**

本発明は、A l 基金属鑄造品の熱間等方圧プレス処理法に関し、より詳細には、A l 基金属鑄造品に熱間等方圧プレス処理、溶体化処理およびクエンチ処理を施して所定の強度特性を与えるための熱間等方圧プレス処理法に関し、特に、熱間等方圧プレスと、溶体化および液体クエンチからなる一連の熱処理を簡略化すると共に全体としての工程数を低減し、処理効率を高め得る様に改善された処理技術に関するものである。

20

**【0002】**

なお、本発明において上記 A l 基金属鑄造品とは、純 A l および各種の A l 合金よりなる鑄造品が含まれるが、以下の説明では、単に A l 鑄造品ということがある。

**【0003】****【従来技術】**

熱間等方圧プレス (H I P) 法は、鑄造品にしばしばみられる引け巣やガス気孔の除去、セラミックや粉末冶金製品の如き焼結品の内部に残留する気孔の除去などを始めとして広く活用されている。特に鑄造品に H I P 処理を施すと、機械的な強度特性に重大な影響を及ぼす気孔状の欠陥である引け巣やガス気孔を効率よく除去できることから、例えば N i 基スーパーアロイや T i 合金の如き航空機用ジェットエンジンや機体構造部品の製造、軽量化を目標として機体部品や油圧部品などに使用される A l 鑄造品の製造などにも利用されている。

30

**【0004】**

鑄造品の多くは、鑄造後に溶体化処理、クエンチおよび時効処理を施し、鑄造材の微細組織を制御して最適化することで所定の強度特性を与え、最終製品とされる。そして鑄造品にこれらの処理を施す場合は、まず H I P 処理によって引け巣などの内部欠陥をなくした後、溶体化処理やクエンチなどの熱処理を行うのが一般的である。

40

**【0005】**

ところで通常の鑄造材の場合、H I P 処理温度は溶体化処理温度とほぼ同等であるか、或いはやや低い温度であることから、H I P 処理のための高温条件下で同時に溶体化処理を済ませることができれば、全体としての熱処理時間を短縮し得ることから、これまでも幾つかの試みがなされている。ところが実際には、高圧ガスの使用などに起因する様々の問題があり、実現されるまでには至っていない。

**【0006】**

技術面での最大の課題は、H I P 処理で高温に保持した後の冷却速度が遅いため十分なクエンチ (急冷) 効果が得られず、冷却過程で合金成分の一部が析出してしまうことである

50

。そのため、H I P 処理後の冷却速度を高めることによって上記合金成分の析出を回避する方法が検討され、例えば米国特許第 5, 1 2 3, 8 3 2 号には、1 2 0 0 前後の温度で H I P 処理が行われる N i 基あるいは F e 基の鋳造品を対象とし、H I P 装置内での冷却速度を 3 0 ~ 1 0 0 / 分に高めることによりこの問題を解決すべく、H I P 装置内で高圧ガスを強制的に対流させる急冷 H I P 装置が開示されている。

【 0 0 0 7 】

こうした急冷 H I P 法を N i 基や F e 基の合金に適用する場合、クエンチ効果を得るには、H I P 処理温度である 1 0 0 0 ~ 1 2 0 0 から 4 0 0 程度までの温度域を急冷すればよく、また合金の種類によっては、3 0 ~ 1 0 0 / 分程度の冷却速度でも十分な効果が得られると考えられている。

10

【 0 0 0 8 】

ところが A l 鋳造品の場合は、H I P 処理温度が 5 0 0 ~ 5 5 0 程度と低温であるため、H I P 処理と溶体化処理を兼ねて実施するには、少なくとも 1 5 0 程度以下の温度域までを 1 0 0 / 分以上、好ましくは 1 0 0 0 / 分以上といった高速で冷却しなければならず、前掲の急冷 H I P 装置では、この様な高レベルの冷却速度を実現することができない。

【 0 0 0 9 】

そこで、ガス以外の圧力媒体を用いた熱間等方圧プレス法も検討されている。たとえば特開 2 0 0 1 - 2 6 2 2 9 5 号公報には、A l 鋳造品の如き軽合金鋳物を対象とし、溶体化処理と急冷（クエンチ）および時効処理を組合せて実施する際に、溶体化処理を少なくとも部分的な熱間静水圧プレス法（H I P 法と同じ）によって同時に行う方法、更には、溶体化処理そのものに熱間静水圧プレス法を採用する方法が開示されている。

20

【 0 0 1 0 】

H I P 法は、前述した如く一般に溶体化処理と同等の温度で行われるので、H I P 処理温度で保持した後の冷却を高速で行うことができれば、H I P 処理のための熱を利用して同時に溶体化処理を行うことが可能となる。但しこの時に問題となるのは、前述した如く高圧ガスを用いる H I P 法の場合、H I P 処理温度で保持した後の冷却工程で、熱処理（クエンチ）に必要とされる程の急冷を実現できないことである。

【 0 0 1 1 】

前掲の従来技術では、圧力媒体として熔融塩、即ち液体を使用することで、高圧保持後の減圧（放圧）に要する時間を短縮し、減圧時の温度低下を抑制すると共に、処理品（鋳造品）を収納したバスケットを熔融塩から素早く取り出して急冷工程へ移送する方法が採用されている。なお上記公報では、圧力媒体としてガス加圧も含めた流体を使用し得ることが上位概念で記載されているが、高圧ガスを用いて H I P 処理することの利点と課題については記載されておらず、具体的な条件としては、熔融塩（液状媒体）を用いた液圧 H I P で圧力を 7 0 0 ~ 1 2 0 0 b a r とし、保持時間を 1 分以内とすることが好ましいと記載されているだけである。換言すると当該公報に開示された方法は、熔融塩（液状媒体）の使用を前提とする熱間等方圧プレス法を開示するだけのものと理解される。

30

【 0 0 1 2 】

尚、この様な熔融塩を用いた H I P 処理法は、A l 合金の如き軽合金以外の材料も含めて古くから検討されているが、熔融塩の使用に伴う作業上の問題、即ち設備周辺に漏れ出した熔融塩による周辺機器の腐食や環境汚染、更には、処理後の製品の水洗に要する工程数の増大や洗浄排水からの塩の回収、排水の浄化に要する水処理設備の設置などに伴う設備負担など、多くの問題が山積していることもあって、実用化されるまでに至っていない。今後ますます厳しさを増すことが予測される環境問題を考えると、熔融塩の使用を必須とする上記方法は好ましい方法とは言い難い。

40

【 0 0 1 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

本発明は上記の様な従来技術に指摘される問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、鉄基金属などに較べて比較的低い温度域で H I P 処理や溶体化処理が行われる A l 基金

50

属鋳造品を対象とし、圧力媒体として溶融塩の如き液体を使用するのではなく、処理が簡単で環境問題を起こすことのないガスを圧力媒体とするH I P法によって、引け巣などの解消と溶体化処理、更にはクエンチ処理を含めた一連の工程を簡単に且つ効率よく遂行し得るような技術を確立することにある。

**【0014】****【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決することのできた本発明にかかるA l基金属鋳造品の熱間等方圧プレス処理法とは、ガスを圧力媒体としてA l基金属鋳造品にH I P処理を施し、内部の引け巣やガス気孔を消滅させる方法であって、A l基金属鋳造品を、A l基金属に対し非反応性で且つ通気・通液性を有する低伝熱性無機材料で被包した状態で加熱・加圧してH I P処理および溶体化処理を行った後、降圧してH I P装置から取り出し、クエンチ用冷媒に浸漬して急冷するところに特徴を有している。

10

**【0015】**

この方法を実施する際のより具体的な手法としては、1 上記通気・通液性の低伝熱性無機材料として、セラミック繊維材からなる不織布やフェルト、ウエップ、シート、ブランケット、マットなどを使用し、A l基金属鋳造品をこれらのセラミック繊維材で被包した状態でH I P処理、溶体化処理およびクエンチ処理を行う方法、および、2 前記通気・通液性の低伝熱性無機材料として、低伝熱性のセラミック粒子を使用し、該セラミック粒子を通液性容器内に装入すると共に、該セラミック粒子群にA l基金属鋳造品を埋没させた状態で、H I P処理、溶体化処理およびクエンチ処理を行う方法が好ましい方法として推奨される。

20

**【0016】****【発明の実施の形態および実施例】**

上記の様に本発明では、ガスを圧力媒体としてA l基金属鋳造品（以下、再びA l鋳造品という）にH I P処理を施し、内部の引け巣やガス気孔を消滅させる際に、A l鋳造品を、A l基金属に対し非反応性で且つ通気・通液性を有する低伝熱性無機材料で被包した状態でH I P装置内へ装入し、加熱・加圧してH I P処理および溶体化処理を行った後、降圧してH I P装置から取り出し、クエンチ用冷媒に浸漬して急冷するところに特徴を有するもので、具体的な実施態様としては、

1 前記通気・通液性を有する低伝熱性の無機材料として、セラミック繊維からなる不織布、フェルト、ウエップ、シート、ブランケット、マットなどを用いる方法と、

30

2 石英ビーズの如き低伝熱性のセラミック粒子を用いる方法

の2つの態様が例示される。

**【0017】**

いずれの方法を採用するにしても、H I P処理のための高圧ガス雰囲気下では、上記無機材料が有している通気性によって圧縮媒体ガスの十分な自然対流が確保され、処理品（A l鋳造品）を効率よく加熱することができる。また、H I P処理の後に、例えば水の如き冷媒クエンチのために処理品を大気圧下でクエンチ槽へ移送する際には、空隙が多く低伝熱性の無機材料が有している断熱・保温性が活かされ、処理品がH I P処理温度（溶体化処理温度）から急速に降温するのを可及的に抑制する。

40

**【0018】**

即ち本発明では、A l鋳造品を通気・通液性の低伝熱性無機材料で被包した状態でH I P装置内へ装入し、所定温度まで昇温すると共に所定圧力までガス加圧することによってH I P処理を行うが、このH I P処理工程では、A l鋳造品を被包している無機材料は空隙率が高く高通気・通液性であるから、高圧ガスは該無機材料層内で十分に対流し、A l鋳造品は均一に加熱される。よって、H I P処理による圧密化（引け巣や空隙の解消）は効率よく進行する。

**【0019】**

また、該H I P処理のための加熱を溶体化処理のための熱としても有効に活用することが有効であることは、先に説明した通りである。ところが、前掲の従来技術でも指摘した通

50

り、H I P 処理や溶体化処理が比較的低い温度域で行われる A 1 鋳造品の場合は、H I P 処理後に大気圧まで放圧してからクエンチ設備まで移送するまでの間で放熱によってかなり高温するため、所定の急冷効果が得られ難くなる。

#### 【0020】

ところが本発明の場合、前述の如く A 1 鋳造品は、通気・通液性の低伝熱性無機材料で被包した状態で H I P 装置内へ装入されており、H I P 処理後に放圧して同装置から取り出したときでも、A 1 鋳造品は上記低伝熱性無機材料で被包されて保温されているので、移送時の降温が可及的に防止される。そのため、H I P 処理と並行して当該温度での溶体化処理を施した場合でも、当該処理温度を実質的に保持した状態でクエンチ設備まで移送することができ、その後直ちにクエンチ用液体槽に浸漬することで、十分なクエンチ効果が保証される。尚、A 1 鋳造品を被包している前記無機材料は前述の如く空隙率の高い通気・通液性素材であるから、クエンチ用液体に浸漬したときは直ちに液体の浸入を許し、内部の A 1 鋳造品は急冷される。よって、被包した無機材料が A 1 鋳造品に対するクエンチ（急冷）効果を損なう恐れもない。

10

#### 【0021】

以下、本発明を実施する際のより具体的な構成を、先に掲げた 2 つの好ましい実施形態を例にとって詳細に説明していく。

#### 【0022】

本発明における第 1 の好ましい実施形態では、A 1 鋳造品に H I P 処理を施して内部の引け巣やガス気孔を消滅させる際に、A 1 鋳造品をセラミック繊維からなる不織布やフェルト、ウエップ、シート、ブランケット、マットなどで被包しておき、H I P 処理時に当該処理温度と圧力を保持すると共に、H I P 装置内の温度を溶体化処理温度に保って同時に溶体化処理を行う。そして、当該温度を保持したままで圧縮媒体ガスを回収・放出して装置内を大気圧に戻し、次いで、セラミック繊維材からなる不織布やフェルトなどで被包された A 1 鋳造品を H I P 装置から取り出し、水等のクエンチ用液状冷媒に浸漬することによりクエンチ処理を行う。

20

#### 【0023】

液状冷媒としては、水の外、鉱物油等の各種油などを使用することも可能であるが、クエンチ後の処理の簡便性、冷媒に要するコスト、急冷効果等を総合的に考慮して最も一般的なのは水である。しかし本発明は、もとより冷媒として水を用いたクエンチ（急冷）のみに限定されるわけではない。

30

#### 【0024】

この方法を実施するに当り「A 1 基金属に対し非反応性で且つ通気・通液性を有する低伝熱性無機材料で A 1 鋳造品を被包する」ことによる作用効果を主体にして説明を進める。

#### 【0025】

H I P 処理の圧縮媒体ガスとして一般的に使用されるアルゴンや窒素などは、A 1 鋳造品を H I P 処理する際の一般的な条件である例えば 500 ~ 550 、100 MPa といった温度・圧力条件下では極めて流動性に富んだ流体であり、温度による密度変化も大きいことから、少しの温度差でも激しい自然対流現象を生じる。そのため、A 1 鋳造品の周囲に部分的な温度分布が生じたとしても、H I P 装置内でガスの自然対流が保証される限り、A 1 鋳造品は確実に灼熱される。

40

#### 【0026】

しかも、それらの圧縮媒体ガスは粘性が極めて低いため、大気圧下では気体に対する流動抵抗が問題となる様な状況、例えば連通気孔を有する素材や通気・通液性繊維材などで被包された状態であっても、それら通気性材料によって圧縮媒体ガスの自然対流が阻害する程度は極めて少ない。また、セラミック繊維からなる不織布やフェルトなどは一般に空隙率が非常に高く、全体としての空隙率は通常 90 % 以上、更には 95 % 程度以上であり、ガスに対する流動抵抗が小さく且つ繊維自体の熱容量も小さいので、A 1 鋳造品をこの様な繊維材で被包したとしても、高圧ガス雰囲気下で内部の A 1 鋳造品の加熱が大きく阻害されることはない。

50

## 【0027】

一方、大気圧雰囲気下では、外部を被包する空隙率の高い低伝熱性のセラミック繊維材が、高温に保持された内部のA1鋳造品に対して優れた保温効果を発揮する。本発明に係る第1の発明では、このような高圧ガスの特性と、セラミック繊維材料からなる不織布やマットなどが有する特徴を活用するところに最大の特徴を有している。

## 【0028】

以下、図を参照しつつ上記実施形態について具体的に説明していく。

## 【0029】

図1は、処理品(A1鋳造品)1をセラミック繊維材2からなる不織布やフェルト、ブランケットなどで覆った状態を模式的に示したものである。セラミック繊維材2としては、A1鋳造品の一般的なHIP処理温度である500~550の温度域でA1基金属に対して非反応性で且つ耐熱性を有し、更に低伝熱性の素材であれば特に制限なく使用できるが、好ましいものとしては、アルミナ-シリカ系のガラス状繊維、珪酸カルシウム繊維、純アルミナ繊維やジルコニア繊維の如き各種セラミック繊維、石綿などが挙げられる。

10

## 【0030】

これらのうち市販品として入手することのできる好ましいセラミック繊維材としては、例えばイソライト工業社製の商品名「カオウール」等が挙げられる。これらは、厚さ6mm程度の繊維質ブランケットが標準品として入手可能であるが、これを薄く削いで3mm程度の厚さとすれば、本発明の目的に十分適合できる。

## 【0031】

このようなセラミック繊維材で処理品(A1鋳造品)を被包し、例えばステンレス等の針金で縛って固定する。この様にして準備した多数のA1鋳造品をバスケット内へ装入し、HIP処理に供される。

20

## 【0032】

セラミック繊維材の空隙率は大きいが、前述した如く大気圧条件下では、空気または圧縮媒体ガスの密度が低く且つ単位体積当りの比熱も小さいため、温度差があっても生じるガスの自然対流は弱く、また低伝熱性であるため、大気圧条件下では高い断熱効果を発揮する。一方、該セラミック繊維材は空隙率が高く通気・通液性に富んでおり、高圧ガス雰囲気下では温度差による自然対流を起こすため、断熱効果は大きく低下する。本発明では、こうしたセラミック繊維材が有している伝熱特性をうまく活用する点に大きな特徴がある。

30

## 【0033】

実際に採用される処理工程の代表例は、例えば図2に示す通りであり、本例では、溶体化処理をHIP処理工程で併せて実施する。一般に、A1鋳造品の溶体化処理は530前後の温度で6~10時間程度保持することによって行われ、この溶体化処理では、鋳造時に析出した成分を均質化すること、特に、鋳造時の冷却で析出した針状析出物の尖った部分を丸く鈍化させることに主眼が置かれる。

## 【0034】

一般に、A1鋳造品中に含まれる析出物の母材(マトリックス)への固溶量は高圧力下で増大する傾向があるので、HIP処理のための高圧条件下で同時に溶体化処理を行うと、大気圧条件下で溶体化処理を行う場合に較べると処理時間を短縮することが可能となる。たとえばAl-Si系合金の場合、大気圧下でのSiの固溶量は最大で1.5原子%であるが、100MPaでは1.9原子%、200MPaでは2.4原子%にまで増加する。このため、溶体化処理を大気圧(常圧)で行う場合、上記の様に530前後の温度で6~10時間程度保持しなければならないが、100~200MPaといった通常のHIP処理圧力で溶体化処理を行うと、同程度の温度(530前後)でも2~3時間程度で十分な溶体化処理効果を得ることが可能となる。

40

## 【0035】

図2に例示した処理工程について説明すると、先ず、例えば前記図1に示した如くセラミック繊維材で被包した複数の処理品(A1鋳造品)を、バスケットなど任意の通気・通液

50

性容器に入れてH I P装置内へ装入し、真空引き・ガス置換を行う。次いでH I P装置内を昇温しつつ高圧ガスを吹き込んで昇圧し、例えば500～530、50～200MPaの保持条件で1～4時間程度保持する。高圧ガスとしては、アルゴンや窒素などが一般的に使用されるが、これらに限られるわけではなく、これらの混合ガスや乾燥空気等を使用することも可能である。

**【0036】**

このとき、Al 鋳造品を被包しているセラミック繊維材は、前述の如く空隙率が高く且つ通気・通液性の高いものであり、また高圧力条件下では熱伝達を阻害することもないので、内部のAl 鋳造品に対する高圧ガスの加圧（圧密化）作用や均熱作用が損なわれることもなく、Al 鋳造品は通常の方法と実質的に同程度の時間で十分に圧密化され、引け巣や空孔欠陥は解消される。

10

**【0037】**

この温度・圧力の保持期間中、Al 鋳造品の圧密化が進行すると共に、前述した如く高圧の高温条件下で溶体化処理も同時に進行するので、該温度・圧力での保持時間を例えば2～3時間程度に設定すれば、この間に圧密化と溶体化のための加熱処理を同時に進めることができる。

**【0038】**

その後、例えば500～530のH I P処理温度（および溶体化処理温度）を保持したままで、高圧ガスを抜いてH I P装置内の圧力を大気圧まで低下させる。その後、直ちにH I P装置からAl 鋳造品を取り出し、クエンチのための液状冷媒槽の上方へ素早く移送して液状冷媒中にAl 鋳造品を落下・浸漬させてクエンチ（急冷）を行う。

20

**【0039】**

ところで、高圧ガスを用いたH I P処理を終えたAl 鋳造品を大気に曝したままの状態ではH I P装置から取り出して移送すると、特に薄肉の鋳造品ではこの移送作業を素早く行ったとしても、Al 鋳造品の表面温度は直ぐに50程度は低下し、表面と内部で温度差ができる。そのため、該温度差を有する状態で液状冷媒槽内へ投入してクエンチを行うと、急冷開始温度の違いによってクエンチ効果に差異が生じ、クエンチ後の物性の均質性が損なわれる。また薄物のAl 鋳造品では、上記搬送工程での放熱によって鋳造品全体の温度が大幅に低下し、クエンチ効果自体が著しく損なわれる恐れも生じてくる。

**【0040】**

ところが、上記の様にAl 鋳造品をセラミック繊維材で被包しておくこと、大気雰囲気中で当該セラミック繊維材が発揮する断熱・保温作用によって移送時の温度降下が抑えられ、Al 鋳造品の表面と内部の温度差が低減する他、鋳造品全体としての降温も可及的に抑えられるので、冷媒クエンチ後の物性を可及的に均質に保持し得ると共に、安定して十分な急冷クエンチ効果を確保することが可能となる。尚セラミック繊維材は、低密度で通気・通液性（水の浸透性）が大きく且つ熱容量も小さいので、液状冷媒を用いたクエンチの際の急冷効果も殆ど損なわれることがない。

30

**【0041】**

図3は本発明の他の処理パターンを例示するもので、この例では、溶体化処理の大半を大気圧下の溶体化処理炉で行う。即ち、前記と同様にしてAl 鋳造品をセラミック繊維材で被包しておき、この状態で溶体化処理炉へ装入してから昇温し所定時間（たとえば5時間程度）保持する。その後、Al 鋳造品を高温に保った状態で溶体化処理炉から取り出してH I P装置方向へ移送し、該装置内へ装入する。この時も、移送中におけるAl 鋳造品の温度降下は、被包したセラミック繊維材の有する断熱・保温効果によって最小限に抑えられる。もっとも、移送時間を極力短縮することが望ましいことは当然である。

40

**【0042】**

次いで、直ちにH I P装置内へH I P用ガスを注入してH I P処理を行う。この時、H I P用ガスの断熱圧縮によって温度が若干変動する恐れもあるので、こうした温度変動を極力抑えて均一な溶体化処理温度を確保するには、例えばH I P装置の処理室内に均熱化用のガス攪拌ファンを設けてガスを攪拌することが望ましい。そして、加圧状態で例えば1

50

～ 15 分程度保持して A1 鋳造品を圧密化した後、前記図 2 の場合と同様に溶体化処理温度および HIP 処理温度を保ったままで放圧して A1 鋳造品を取り出し、冷媒クエンチ処理を行う。この間の A1 鋳造品は、前記と同様セラミック繊維材で保温されているため移送時の温度降下は可及的に抑えられ、且つ該セラミック繊維材は高い通気・通液性と空隙率を有しているので冷媒クエンチ時は直ちに液状冷媒の浸入を許し急冷効果を損なうこともない。

【0043】

この様に A1 鋳造品をセラミック繊維材で被包しておけば、冷媒クエンチに際し冷媒槽へ A1 鋳造品を落下投入するときにも、該セラミック繊維材が緩衝材として機能するため、A1 鋳造品の機械的な損傷や傷の発生が抑制されるという副次的な効果も期待される。

10

【0044】

次に、本発明を実施する際のもう一つの態様である「無機材料として低伝熱性のセラミック粒子を使用し、該セラミック粒子を通液性容器内に装入すると共に、該セラミック粒子群に A1 鋳造品を埋没させた状態で、HIP 処理、溶体化処理およびクエンチ処理を行う方法」を実施する際にも、高圧ガスによる A1 鋳造品の加熱・加圧作用、および大気圧下で A1 鋳造品を移送する際の保温効果、更には、液状冷媒クエンチ時における急冷効果などについては、前掲のセラミック繊維材で A1 鋳造品を被包して行う場合と実質的に同じ作用効果が得られる。しかしこの態様では、下記の付加的作用も得ることができるので好ましい。

【0045】

即ちこの態様を実施する場合、通常は、例えば金網製のバスケット等に A1 鋳造品を装入し、その周りに低伝熱性のセラミック粒子を充填するという形態で実施されるため、常にバスケット等で多数の A1 鋳造品を搬送することとなり、多数個の A1 鋳造品の処理を同時に行うことができるので極めて効率的である。

20

【0046】

尚この際に使用されるセラミック粒子としては、低伝熱性で且つ集合体として十分な通気・通液性を有するものであれば、その種類や形状などは特に制限されないが、中でも特に好ましいのは直径 1 mm 弱から数 mm の球体であり、このようなサイズの球体であれば、充填率が高くて HIP 処理時の余分な空間（デッドスペース）を低減でき、圧縮媒体ガスの使用量を低減し得るといった利点も享受できる。

30

【0047】

また、セラミック粒子として石英ビーズを使用すると、1 当該石英ビーズの卓越した低伝熱性が有効に活かされて優れた保温効果が得られる、2 比重が 2.2 程度と軽量でハンドリングが容易である、3 熱容量が他のセラミック粒子よりも小さいためクエンチ時の過大な冷媒（水など）の蒸発を回避できる、4 熱膨張率が小さいため 500 程度の温度から例えば水クエンチしても熱衝撃によるビーズの破損が少なく繰返し使用が可能である、といった数々の利点が有効に発揮されるので特に好ましい。

【0048】

尚セラミック粒子としては、上述したビーズ状（球状）のものが一般的であるが、この他、例えば蒸留などで充填材として使用されるセラミック質のラシヒリングや鞍なども、通気性と通液性を有し且つ大気雰囲気中で断熱作用を発揮する点ではセラミックビーズと同様の効果を有するので、同様に活用できる。

40

【0049】

【発明の効果】

本発明は以上の様に構成されており、A1 合金鋳造品の HIP 処理を、（溶体化処理 + クエンチ + 時効処理）からなる一連の組合せとして実施することができ、HIP 処理後に再加熱して溶体化処理を行っていた従来法に較べて、再加熱による溶体化処理が不要になるばかりか、高圧下の HIP 処理で併せて溶体化処理を行うことで溶体化処理時間を大幅に短縮できる。

【0050】

50

また、HIP処理による通常の作用効果として、引け巣や気孔の消滅による延性・疲労寿命などの改善は勿論のこと、針状析出物の存在が原因と考えられている疲労寿命の低下を効果的に防止することができ、極めて信頼性の高いAl鋳造品を提供できる。更に、HIP処理＋溶体化処理＋急冷クエンチの一連の作業に要する時間を著しく短縮することができ、ひいては生産性の大幅な向上と製造コストの低減が可能となる。

【0051】

より具体的には、本発明を活用したAl鋳造品専用のHIP装置を使用することで、従来から実施されている[HIP処理＋溶体化処理＋急冷クエンチ]の一連の作業に要する処理コストの1/5程度以下、更には1/10程度以下にまで低減することも可能となる。その結果、従来は処理コスト面の制約から実用化が困難とされてきた自動車用Al鋳造品に対して、上記[HIP処理＋溶体化処理＋急冷クエンチ]からなる改質技術の適用の道が拓けることとなる。

10

【0052】

更には、前述したAl鋳造品の物性改善効果により、Al鋳造部品の安全設計面も考慮した部品の薄肉化が容易になり、自動車部品の軽量化およびこれに関連する省エネルギー化や排気ガス低減などにも寄与できる。また本発明は、自動車部品に限らず、車両、船舶、航空機材料、更には家電製品用のパネル材等として利用されるAl鋳造品の製造に幅広く有効に活用できる。

【0053】

加えて本発明によれば、従来例では[HIP処理＋溶体化処理＋急冷クエンチ]からなる一連の処理効果を確保することの必要上、その採用を余儀なくされていた熔融塩の使用に伴う作業の煩雑性や環境問題、廃液処理などの問題を起こす恐れもなく、ガスを圧縮媒体とする非常にクリーンなプロセスであることから、今後の環境問題への要請にも応え得る極めて有用な方法である。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施する際に、繊維質ブランケットを用いたAl鋳造品の被包例を示す説明図である。

【図2】本発明の一実施例を示す工程説明図である。

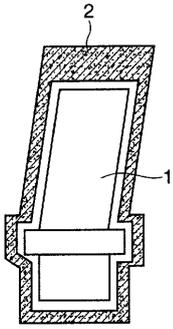
【図3】本発明の他の実施例を示す工程説明図である。

【符号の説明】

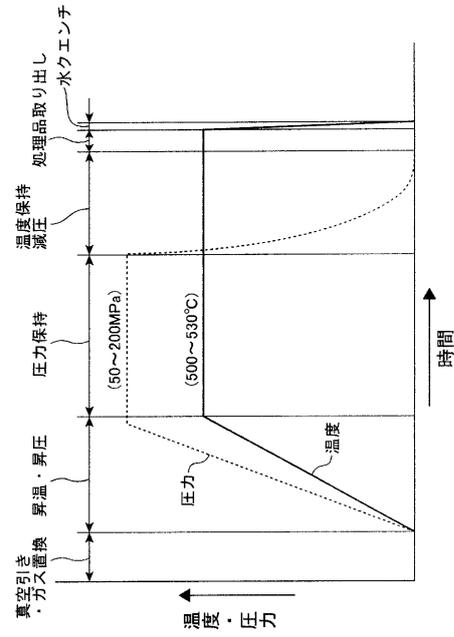
30

- 1 Al基金属鋳造品
- 2 セラミック繊維材

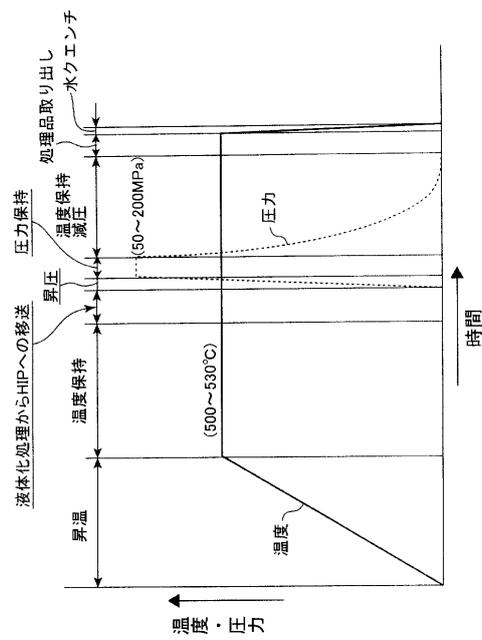
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

|         |      |         |
|---------|------|---------|
| C 2 2 F | 1/00 | 6 3 0 A |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 8 2   |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 8 3   |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 9 2 A |