

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年10月1日(01.10.2015)

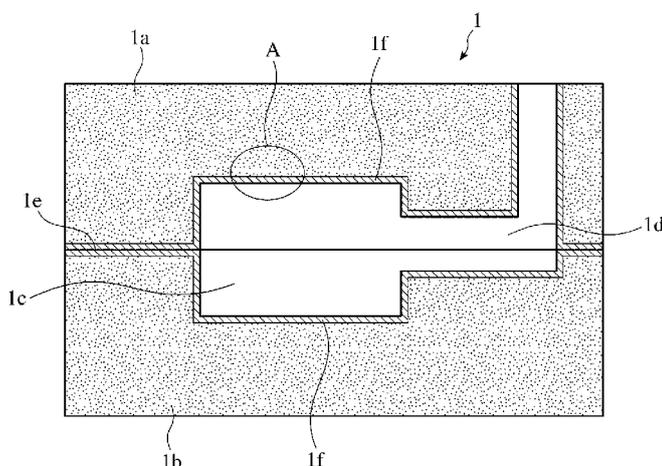


(10) 国際公開番号  
WO 2015/147069 A1

- (51) 国際特許分類:  
B22C 3/00 (2006.01) B22C 1/10 (2006.01)  
B22C 1/00 (2006.01) B22C 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/059156
- (22) 国際出願日: 2015年3月25日(25.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2014-063452 2014年3月26日(26.03.2014) JP
- (71) 出願人: 日立金属株式会社(HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1058614 東京都港区芝浦1丁目2-1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 福本 賢太郎(FUKUMOTO Kentaro); 〒8000393 福岡県京都郡苅田町長浜町35番地 日立金属株式会社九州工場内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 高石 橘馬(TAKAISHI Kitsuma); 〒1620825 東京都新宿区神楽坂6丁目67 神楽坂F Nビル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: GREEN SAND FOR CASTING OF STEEL CASTINGS, METHOD FOR PRODUCING SAME, AND METHOD FOR PRODUCING METAL CASTINGS USING SAID GREEN SAND

(54) 発明の名称: 鋳鋼品の鋳造用生型及びその製造方法、並びにかかる生型を用いた鋳鋼品の製造方法



(57) Abstract: Provided is green sand for use in casting of steel castings, comprising a casting sand that includes sand, a binder, and a carbon component in an amount of 3 mass parts or less per 100 mass parts of sand, in which a lining layer of a thermosetting resin is formed in a recess that includes at least a cavity for casting of a steel casting, the lining layer having average hardness (measured with a self-hardening hardness tester) of 50-95, and thickness of 0.5-2.5 mm.

(57) 要約: 鋳鋼品を鋳造するための生型であって、砂と、粘結材と、砂 100 質量部に対して 3 質量部以下の炭素分を含む鋳物砂からなり、少なくとも鋳鋼品を鋳造するキャビティを含む凹部に熱硬化性樹脂の被覆層が形成されており、前記被覆層が 50~95 の平均硬度 (自硬性硬度計で測定) 及び 0.5~2.5 mm の厚みを有する生型。



WO 2015/147069 A1

## 明 細 書

発明の名称：

鋳鋼品の鋳造用生型及びその製造方法、並びにかかる生型を用いた鋳鋼品の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、特に難削材として知られるステンレス系鋳鋼品を鋳造するのに好適な生型及びその製造方法、並びにかかる生型を用いた鋳鋼品の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 鋳鋼品の鋳造用生型を形成する鋳物砂は、一般に骨材（砂）、ベントナイト等の粘結材、二次添加物である炭素成分（石炭材、澱粉等）、及び水を含んでいる。鋳物砂中の骨材、粘結材等の割合は、成型された生型が所望の物性〔通気度、強度、キャビティ表面の安定性及びコンパクトビリティ（CB値）等〕を有するように適宜設定される。鋳物砂に添加される石炭粉、コークス粉、黒鉛粉、ピッチ粉等の炭素成分は、鋳物への骨材（砂）の付着（砂焼付）を抑制し、鋳放し状態での鋳鋼品の鋳肌品質を安定させる。石炭材に関する技術は、特開昭63-177939号及び特開2009-291801号に開示されている。

[0003] 特開昭63-177939号は、鋳油10～90重量％と炭素質原料90～10重量％とを含有する鋳物砂型用添加剤1～2部と、骨材100部と、ベントナイト（粘結材）10部と、澱粉1部と、水3部とを混練し、得られた鋳物砂を成型することにより鋳造用生型を製造する方法を開示している。また、特開2009-291801号は、グリセリンを含有する食用植物油を主成分とする炭素質添加剤と、ベントナイト（粘結材）と、必要に応じて澱粉等の添加剤と、一定量の水とを含有する生型用鋳物砂を開示している。

[0004] しかし、特開昭63-177939号及び特開2009-291801号に開示された添加剤はいずれも鋳油、炭素質原料又は植物油を含んでおり、これらが添加された鋳物砂で形成された生型を用いて0.05～0.60質量％程度の炭素を含む垂共析組

成である鋳鋼品を鋳造すると、生型に含まれる炭素分により鋳肌表面に浸炭が生じるおそれがある。鋳肌表層に浸炭があると、鋳鋼品が難削化する。この問題は、例えば内燃機関用排気部材として用いる耐熱特性及び耐食特性が求められるステンレス系鋳鋼品の場合、特に深刻である。

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] 従って本発明の目的は、砂焼付の発生を抑制して従来並の鋳肌品質を維持しつつ、鋳肌表層の浸炭を抑制する鋳鋼品の鋳造用生型及びその製造方法、並びにかかる生型を用いた鋳鋼品の製造方法を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0006] 従来並の鋳肌品質（砂焼付）を維持しつつ鋳肌表層の浸炭を抑制するという相矛盾する二つの目的を両立させるために鋭意研究した結果、(1) 生型を構成する鋳物砂中の炭素分の割合を浸炭が生じない程度にまで低減し、かつ(2) 生型の凹部に形成する熱硬化性樹脂の被覆層の厚さを、キャビティに入った溶湯の凝固が開始するまでキャビティ表面を熱硬化性樹脂の分解ガスで覆って砂焼付を防止するとともに、溶湯が凝固すると直ちに分解ガスが消失するような厚さに設定すると、鋳肌品質の維持と鋳肌表層の浸炭の抑制を同時に達成できることを発見し、本発明に想到した。

[0007] すなわち、鋳鋼品を鋳造するための本発明の生型は、  
砂と、粘結材と、砂100質量部に対して3質量部以下の炭素分とを含む鋳物砂からなり、

少なくとも鋳鋼品を鋳造するキャビティを含む凹部に熱硬化性樹脂の被覆層が形成されており、

前記被覆層が50～95の平均硬度（自硬性硬度計で測定）及び0.5～2.5 mmの厚みを有することを特徴とする。

[0008] 前記被覆層を構成する熱硬化性樹脂の塗布量は固形分基準で100～500 g/m<sup>2</sup>であるのが好ましい。

[0009] 大気中で800℃まで10℃／分の速度で昇温した後の前記被覆層の単位体積当

たりの炭素残存量は20～200 mg/cm<sup>3</sup>であるのが好ましい。

[0010] 上記生型を製造する本発明の方法は、

砂と、粘結材と、砂100質量部に対して3質量部以下の炭素分を含む鋳物砂を造型することにより、鋳鋼品を鋳造するためのキャビティを含む凹部を有する少なくとも一对の生型部（例えば、上型及び下型）を作製し、

熱硬化性樹脂と有機溶媒とを含む塗布液を少なくとも前記凹部に塗布し、前記凹部に塗布された熱硬化性樹脂を加熱硬化させて、50～95の平均硬度（自硬性硬度計で測定）を有する被覆層を形成することを特徴とする。

[0011] 前記熱硬化性樹脂の加熱硬化は、型合わせの前及び／又は後に行うことができる。第一の実施形態では、前記熱硬化性樹脂を加熱硬化した後に少なくとも一对の生型部を型合わせする。第二の実施形態では、塗布した塗布液を乾燥してなる被覆層の硬化を、30～45の平均硬度（自硬性硬度計で測定）となるまで加熱する第一の硬化工程と、一次硬化した被覆層をさらに加熱して平均硬度（自硬性硬度計で測定）を50～95とする第二の硬化工程とにより行う。

[0012] 前記塗布液の粘度は15～100 mPa・sであるのが好ましい。

[0013] 本発明の鋳鋼品の製造方法は上記生型を使用することを特徴とする。

### 発明の効果

[0014] 本発明の生型は、砂100質量部に対して3質量部以下の炭素分を含む鋳物砂からなる生型の凹部に熱硬化性樹脂の被覆層が形成されており、前記被覆層が50～95の平均硬度（自硬性硬度計で測定）及び0.5～2.5 mmの厚みを有するので、従来並の鋳肌品質を維持しつつ鋳肌表層の浸炭が抑制された鋳鋼品を製造することができる。

### 図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の生型の構成を示す断面図である。

[図2]図1のA部を示す拡大部分断面図である。

[図3(a)]図1の生型の製造工程の第一の例における造型工程を示す断面図である。

[図3(b)]図1の生型の製造工程の第一の例における塗布液の塗布工程を示す断面図である。

[図3(c)]図1の生型の製造工程の第一の例における熱硬化性樹脂の硬化工程を示す断面図である。

[図3(d)]図1の生型の製造工程の第一の例における型合わせ工程を示す断面図である。

[図4(a)]図1の生型の製造工程の第二の例における造型工程を示す断面図である。

[図4(b)]図1の生型の製造工程の第二の例における塗布液の塗布工程を示す断面図である。

[図4(c)]図1の生型の製造工程の第二の例における熱硬化性樹脂の第一の硬化工程を示す断面図である。

[図4(d)]図1の生型の製造工程の第二の例における型合わせ工程を示す断面図である。

[図4(e)]図1の生型の製造工程の第二の例における熱硬化性樹脂の第二の硬化工程を示す断面図である。

[図5(a)]生型を構成する鋳物砂（熱硬化性樹脂を被覆する前）を示す拡大概略図である。

[図5(b)]生型を構成する鋳物砂に熱硬化性樹脂を被覆した状態を示す拡大概略図である。

[図6]図1の生型を用いた鋳鋼品の製造方法を示す断面図である。

[図7]図6のB部を示す拡大部分断面図である。

[図8(a)]実施例1の生型を構成する鋳物砂を示すSEM写真（100倍）である。

[図8(b)]実施例1の生型を構成する鋳物砂にフェノール樹脂を被覆した状態を示すSEM写真（100倍）である。

### 発明を実施するための形態

[0016] 本発明の実施形態を添付図面を参照して以下詳細に説明するが、本発明はそれらに限定されるものではない。一つの実施形態に関する説明は、特に断

りがなければ他の実施形態にも適用される。

[0017] 図1は本発明の生型の構成を示し、図2は図1のA部を拡大して示し、図3及び図4は図1の生型の製造工程を示し、図6は図1の生型を用いた鋳鋼品の製造工程を示す。ここで「鋳鋼品」とは、0.05~0.6質量%のC及びその他の元素（Ni、Cr、Si、W、Mo、Nb等）を含有し、残部がFe及び不可避不純物からなる亜共析組成の鋳物を意味するが、勿論限定的ではない。

[0018] [1] 生型の構成

図1に示すように、実質的に炭素分を含まない鋳物砂からなる生型1は、見切り面（型合わせ面）1eで型合わせされた上型1a及び下型1bからなる。上型1aと下型1bとが型合わせされ生型1は、内部に製品を形成するためのキャビティ（製品キャビティ）1cと、湯道1dとを有する。製品キャビティ1c及び湯道1dは、上型1a及び下型1bの各々において凹部により形成されている。勿論、生型1の周囲に型枠を配置しても良い。また製品キャビティ1c及び湯道1d以外に、生型1に押湯、堰、湯口等を設けても良い。

[0019] (A) 鋳物砂

鋳物砂は、砂と、粘結材と、炭素分とを含む。

[0020] (1) 砂

鋳物砂を構成する骨材としての砂自体は通常使用されているもので良く、例えば山砂、半合成砂又は合成砂を使用することができる。山砂は天然に産出する粘度分が少なくとも2%のものであれば良く、例えば愛知県産の野間砂、大阪府産の河内砂、三重県産の志摩砂、島根県産の松江砂、福島県産の大田砂等の他、遠州砂、玄海砂等が挙げられる。半合成砂としては、山砂にケイ砂、粘結剤及び添加剤を適当に配合したものが挙げられる。合成砂としては、山砂を全く使用せずにケイ砂等の原料砂に粘結剤及び添加剤とを配合してなるものが挙げられる。合成砂に使用する原料砂としては、ガイロメケイ砂、浜砂及び川砂等の天然ケイ砂、人造ケイ砂、ジルコンケイ酸、オリピン砂、クロマイト砂等が挙げられる。

[0021] (2) 粘結材

粘結材としては、ベントナイト、粘土、モンモリロナイト、カオリン等が挙げられる。粘結材の量は生型の特性を考慮して適宜調整するが、一般に砂100質量部に対して5~12質量部である。

[0022] (3) 炭素分

炭素分としては、石炭、黒鉛、コークス、ピッチコークス、アスファルト等の炭素質原料、デキストリン、澱粉等の澱粉質添加剤、鉱油、植物油等の液体状油等が挙げられる。炭素分は砂又は粘結材に含有されている炭素化合物を含まない。炭素分は単独で用いても2種以上を組合せて用いても良い。

[0023] 鋳鋼品の浸炭を防止するために、本発明では炭素分は砂100質量部に対して3質量部以下とする。炭素分が3質量部超の鋳物砂からなる生型を用いて鋳造すると、鋳肌表層の浸炭が進む。炭素分の配合量は1質量部がより好ましく、0.7質量部以下が最も好ましい。

[0024] (B) 被覆層

図1及び図2に示すように、少なくとも製品キャビティ1cの表層に、熱硬化性樹脂からなる50~95の平均硬度（自硬性硬度計で測定）を有する被覆層1fが形成されている。従来並の鋳肌品質を維持しつつ鋳肌表層の浸炭を抑制するという本発明の目的から、製品キャビティ1cに被覆層1fが形成されていれば良いが、溶湯が通る湯道1dにも被覆層1fを形成すれば、浸炭の抑制に効果的である。従って、本発明では少なくともキャビティ1c及び湯道1dを含む凹部に被覆層1fを形成する。さらに、見切り面1eにも被覆層1fを形成しておけば、それらの表面の強度を高めることができ、溶湯の供給時における型壊れ等を抑制できる。

[0025] 熱硬化性樹脂は、鋳鋼の溶湯に接触すると容易に分解してガス化し得るとともに、型合わせ時に破損しないように高強度及び高硬度を有する熱硬化性樹脂であれば特に限定されず、例えばフェノール樹脂、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂（ユリア樹脂）、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、ポリウレタン、熱硬化性ポリイミド等が挙げられる。熱硬化性樹脂からなる被覆層1fの平均硬度は50~95の範囲内である。被覆層1fの硬度は自硬性

硬度計（株式会社ナカヤマ製、型式：NK-009）を使用して求める。被覆層1fの平均硬度が低すぎると砂焼付を抑制できず、また高すぎると通気度が確保できずガス欠陥が発生するおそれがある。

[0026] 被覆層1fを構成する熱硬化性樹脂は高温の溶湯に触れると分解し、ガスとなって消失するが、一部が炭化して炭素分が製品キャビティ1cの表層に残存するおそれがある。鑄肌表層の浸炭を効果的に抑制するために、大気中で室温から800℃まで10℃/分の速度で昇温したときの被覆層1fの単位体積当たりの炭素の残存量は200 mg/cm<sup>3</sup>以下であるのが好ましい。炭素の残存量が少なすぎると、ガスの発生が少ないために砂焼付が発生しやすくなる。従って、炭素の残存量は20 mg/cm<sup>3</sup>以上であるのが好ましい。また、炭素の残存量が多すぎると鑄肌表層の浸炭を十分に防止できないので、炭素の残存量の上限を200 mg/cm<sup>3</sup>とするのが好ましい。炭素の残存量は20～100 mg/cm<sup>3</sup>であるのがより好ましい。なお、炭素残存量は熱硬化性樹脂の熱重量分析（Thermogravimetric Analysis：TGA）により測定できる。

[0027] 図2に示すように、砂1j及び粘結材（図示せず）等で構成された生型1は、通気性を確保するため砂1jの間に多くの空隙（気孔）1iを有する。有機溶媒に熱硬化性樹脂を溶解した塗布液は製品キャビティ1cの表層に存在する気孔1iに浸透するので、塗布液の乾燥後に、表層に存在する砂1jの表面に熱硬化性樹脂が残留する。その結果、製品キャビティ1cの表層に砂1jの表面が熱硬化性樹脂で覆われた領域が形成される。この領域を被覆層1fと呼ぶ。被覆層1fでは、砂1jの表面が熱硬化性樹脂で覆われているだけで、空隙（気孔）1iは残存している。図2に示すように熱硬化性樹脂の深さは一定ではないので、被覆層1fの厚みTは平均値により表す。被覆層1fの厚みTの平均値は、被覆層1fを形成した製品キャビティ1cの断面を複数箇所（例えば3箇所）測定し、平均すれば求めることができる。

[0028] 被覆層1fの厚みTが大きすぎると、分解されなかった熱硬化性樹脂が炭化し、残存する炭素分により鑄肌表層が浸炭させるおそれがある。鑄肌表層の浸炭を効果的に抑制するために、被覆層1fの厚みTは2.5 mm以下が好ましく、2.

0 mm以下がより好ましく、1.5 mm以下が最も好ましい。また、被覆層1fの厚みTが小さすぎると、鑄造作業中に被覆層1fが剥離しやすい。被覆層1fが剥離すると、剥離部に溶湯が侵入して生型の砂と直接接触するため、砂焼付が生じる。従って、被覆層1fの厚みTは0.5 mm以上が好ましい。

[0029] 被覆層1fは、厚みTだけでなく熱硬化性樹脂の塗布量も重要である。熱硬化性樹脂の塗布量は単位面積当たりの熱硬化性樹脂の乾燥重量 (g/m<sup>2</sup>) により表される。熱硬化性樹脂の塗布量は100~500 g/m<sup>2</sup>が好ましい。熱硬化性樹脂の塗布量が100 g/m<sup>2</sup>未満であると、砂焼付を抑制できない。また、熱硬化性樹脂の塗布量が500 g/m<sup>2</sup>超であると、生型の通気度が小さくなりすぎてガス欠陥が発生するおそれがあるだけでなく、分解されなかった熱硬化性樹脂が炭化し、残存する炭素分により鑄肌表層が浸炭させるおそれがある。良好な鑄肌品質を維持しつつ鑄肌表層の浸炭を効果的に抑制するために、被覆層1fにおける硬化性樹脂の塗布量は220~380 g/m<sup>2</sup>がより好ましい。熱硬化性樹脂の塗布量は、塗布液乾燥後の生型の重量増分 $\Delta D$  (g) を熱硬化性樹脂の塗布面積 (m<sup>2</sup>) で割ることにより求めることができる。

[0030] 被覆層1fの通気度は70~150であるのが好ましい。被覆層1fの通気度が小さすぎると、発生したガスが溶湯にトラップされ、得られる鑄鋼品にピンホール等の欠陥が生じやすい。また被覆層1fの通気度が大きすぎると、被覆層1fの剥離により鑄鋼品の外観や砂落ちが悪化する。通気度はJIS Z 2601の付属書3に記載された迅速法により測定することができる。

[0031] [2] 生型の製造方法

(A) 第一の例

(1) 造型工程

所定量の砂、粘結材、炭素分及び水を混練することにより調製した鑄物砂から、図3(a) に示すように製品キャビティ1c及び湯道1dを形成する凹部1g-1, 1g-2を有する上型1a及び下型1bを造型する。造型を容易にするとともに、生型の強度を確保するために、鑄物砂に添加する粘結材及び水の量は生型の特性を考慮して適宜調整するが、一般に砂100質量部に対し、粘結材5~12質

量部及び水1～5質量部である。

[0032] 上型1a及び下型1bは、例えば製品キャビティ、湯道等が形成された模型が収められた鋳枠内に鋳物砂を投入した後、ジョルトスクイズ法等で圧縮し、最後に模型を抜くことにより形成できる。

[0033] (2) 塗布工程

図3(b) に示すように、上型1a及び下型1bのキャビティ1c及び湯道1dを含む凹部1g-1, 1g-2の表面及び型合わせ面1eに、被覆層1fを形成するための熱硬化性樹脂と有機溶媒とを含む塗布液1kを塗布する。図示の例では凹部1g-1, 1g-2だけでなく型合わせ面1eにも塗布液1kを塗布しているが、少なくとも凹部1g-1, 1g-2に塗布すれば良い。塗布量の安定化及び被覆層1fの膜厚均一化のために、図3(b) に示すように水平に移動する噴霧ノズル10により塗布液1kをスプレー塗布するのが好ましい。

[0034] 凹部1g-1, 1g-2の表面から砂粒子1jの空隙1i内に適量浸透するように、塗布液1kは15～100 mPa・sの粘度（JIS K6910のブルックフィールド粘度計で測定）を有するのが好ましい。その結果、凹部1g-1, 1g-2の表層に0.5～2.5 mmの厚みTの被覆層1fが形成される。塗布液1kの粘度が大きすぎると、塗布液1kが凹部1g-1, 1g-2の表層に浸透し難く、凹部1g-1, 1g-2の表面近傍にのみ被覆層1fが形成されやすい。このため、被覆層1fは剥離しやすくなり、得られる鋳鋼品の外観や砂落ちが悪化する。一方、塗布液1kの粘度が小さすぎると、塗布液1kは過剰に浸透し、被覆層1fが厚くなりすぎる。塗布液1kの塗布量は熱硬化性樹脂の濃度により異なるが、上記の通り凹部1g-1, 1g-2に塗布された熱硬化性樹脂の量が固形分基準で100～500 g/m<sup>2</sup>となるように設定するのが好ましい。

[0035] (3) 被覆層形成工程

図3(c) に示すように、上型1a及び下型1bの凹部1g-1, 1g-2に塗布した塗布液を加熱し、熱硬化性樹脂を硬化させる。加熱は、有機溶媒を蒸発させつつ行っても、有機溶媒の蒸発後に行っても良い。これにより、自硬性硬度計で測定した平均硬度が50～95の範囲内の被覆層1fが形成される。塗布液1kの加

熱方法は特に限定されず、例えば図3(c) に示すように水平移動するブローワー11から温風を吹き付けたり、水平面に配列したヒータにより加熱したりすることができる。

[0036] (4) 型合わせ工程

図3(d) に示すように、凹部1g-1, 1g-2に被覆層1fを形成した上型1aと下型1bとを型合わせし、図1に示す一体的な生型1を形成する。

[0037] (B) 第二の例

生型1の製造方法の第二の例を図4を参照して説明する。なお、図4において図3と同じ部位には同じ符号を付与し、詳細な説明を省略する。生型1の製造方法の第二の例は、図4(c) 及び図4(e) に示す第一及び第二の硬化工程を有する以外、第一の例と同じである。

[0038] 第二の例では、図4(a) に示す造型工程で形成された上型1a及び下型1bの凹部1g-1, 1g-2に図4(b) に示す塗布工程で塗布液1kを塗布した後、図4(c) に示す第一の硬化工程でブローワー11から温風を吹き付け、塗布液1kを加熱することにより半硬化層1Lを形成する。図4(d) に示す型合わせ工程で半硬化層1Lが形成された上型1a及び下型1bを型合わせした後、図4(e) に示す第二の硬化工程で、湯道1dよりブローワー12から噴出させた温風をキャビティ1cに吹込み、半硬化層1Lを加熱硬化させて被覆層1fを形成する。

[0039] このように被覆層1fを形成する第二の硬化工程の前に、第一の硬化工程で予備硬化させて半硬化層1Lを形成することにより、急激な硬化による被覆層1fの割れ等を防止し、もって鋳鋼品の外観不良を抑制できる。この観点から、半硬化層1Lの自硬性硬度計で測定された平均硬度は30~45であるのが好ましい。第二の例でも、被覆層1fの平均硬度（自硬性硬度計で測定）は50~95の範囲内であるのが好ましい。

[0040] 本発明の方法により、粘結材で結合された砂1jの表面 [図5(a)] に薄い熱硬化性樹脂層が形成される。その結果、少なくとも生型1の凹部1g-1, 1g-2に空隙1iが残存した被覆層1f [図5(b)] が形成される。

[0041] [3] 鋳鋼品の製造方法

図6に示すように、被覆層1fを形成した上型1a及び下型1bからなる生型1の製品キャビティ1cに湯道1dを通じて溶湯を鋳込むことにより、砂焼付の面で従来なみの鋳肌品質を維持しつつ鋳肌表層の浸炭が抑制された鋳鋼品が製造される。その理由は明らかではないが、以下のように推定される。すなわち、(a) 図7に示すように製品キャビティ1cの被覆層1fが高温の溶湯Mに触れると、被覆層1fの熱硬化性樹脂がほぼ完全にガス化するので、熱硬化性樹脂の分解ガス（矢印で示す）により砂焼付が抑制されるとともに、(b) 0.5~2.5 mmと比較的薄い被覆層1fが溶湯Mに触れた後すぐに消失し、かつ生型1を構成する鋳物砂の炭素分も3質量部以下と少ないので、凝固中の溶湯Mが炭素に接触する時間が短く、鋳肌表層の浸炭が抑制される。浸炭層の形成が抑制された鋳鋼品は優れた被削性を有する。なお、被覆層1fの深い領域にある熱硬化性樹脂は、浅い領域にある熱硬化性樹脂より僅かに遅れてガス化するので、溶湯Mが凝固するまで製品キャビティ1cの鋳物砂と直接接触するのを阻止することに寄与する。

[0042] 本発明を以下実験例によりさらに詳細に説明するが、本発明はそれらに限定されない。

#### [0043] 実施例1

##### (1) 調砂工程

ケイ砂100質量部に対して、ベントナイト8.1質量部、水3.0質量部、及び炭素粉3質量部を混合し、鋳物砂を調製した。

##### [0044] (2) 造型工程

鋳造方案模型をセットした鋳枠に鋳物砂を投入後、ジョルトスキーズ法で圧縮し、上型及び下型を形成した。自硬性硬度計（株式会社ナカヤマ製のNK-009）で5ヶ所測定した上型及び下型の凹部の平均硬度は20であった。造型した生型の凹部表面のSEM写真（100倍）を図8(a)に示す。図8(a)から明らかのように、粘結材で覆われた砂の間に多くの空隙があった。

##### [0045] (3) 塗布工程

表2に示すように、フェノール樹脂40質量%及びエタノール60質量%からな

る塗布液（粘度：20 mPa・s）を、上型及び下型の凹部及び型合わせ面に塗布した。塗布液の塗布量は固形分基準で300 g/m<sup>2</sup>であった。

[0046] (4) 被覆層形成工程

上型及び下型の凹部及び型合わせ面に塗布した塗布液を白熱灯により加熱硬化させ、被覆層を形成した。被覆層を形成した生型の凹部表面のSEM写真（100倍）を図8(b)に示す。図8(b)から明らかなように、被覆層で覆われた砂の間にも十分な空隙が残存しており、熱硬化性樹脂の分解ガスを排気するのに十分であることが分かる。

[0047] (a) 厚みTの測定

被覆層が形成された上型及び下型の凹部の表面からスプーンで縦×横×深さが3 cm×3 cm×3 cmのブロックを5個切り出し、被覆層を壊さないようにしてブロックから鋳物砂を刷毛で除去し、硬化被覆層のみからなる試料の厚さをノギスで測定した。この測定を全てのブロックに対して行い、得られた測定値を平均し、被覆層の厚みTとした。その結果、硬化した被覆層の厚みTは1.1 mmであった。

[0048] (b) 炭素残存量の測定

前記被覆層の厚みを測定した1個の試料〔被覆層の表面積：3×3 cm<sup>2</sup>、被覆層の厚み：T、試料の体積：3×3×T cm<sup>3</sup>〕に対して、大気中で室温から800℃まで10℃/分の速度で昇温する熱重量分析（TGA）を行い、単位体積当たりの炭素残存量を測定した。その結果、被覆層の炭素残存量は100 mg/cm<sup>3</sup>であった。

[0049] (c) 硬度の測定

被覆層の硬度は、自硬性硬度計（株式会社ナカヤマ製のNK-009）で5ヶ所測定し、平均することにより求めた。その結果、凹部における被覆層の硬度は67であった。

[0050] (5) 型合わせ工程

凹部及び型合わせ面に被覆層を形成した上型と下型とを通常の方法で型合わせし、生型とした。

[0051] 上記生型のキャビティに、0.45質量%のC、1.30質量%のSi、1.02質量%のMn、10.1質量%のNi、19.9質量%のCr、10.0質量%のNb、0.15質量%のS、及び0.18質量%のNを含有し、残部がFe及び不可避不純物からなる組成の溶湯を1620~1630°Cで注湯した。溶湯が凝固した後、型バラシを行って鋳鋼品を取り出し、平均径が2.4 mmの鋼球を用いたショットブラストを15分間行って鋳肌表面に付着した鋳物砂を除去した。同様にして全部で100個の鋳鋼品を製造した。

[0052] (a) 砂焼付発生率の測定

ショットブラスト後の鋳肌表面における砂焼付を目視で観察し、砂焼付が発生した鋳鋼品の個数を鋳鋼品の全数（100個）で割り、砂焼付発生率（%）を求めた。その結果、砂焼付発生率は1%であった。

[0053] (b) 表面欠陥発生率の測定

ガス抜け不良にともない発生するピンホールや、凹部被覆層の割れや破損にともない発生するバリ等の鋳鋼品の表面欠陥を目視で観察し、表面欠陥が発生した鋳鋼品の個数を鋳鋼品の全数（100個）で割り、表面欠陥発生率（%）を求めた。その結果、表面欠陥発生率は2%であった。

[0054] (c) 被削性の評価

鋳鋼品の鋳肌の被削性を評価するために、TiAlNをPVDコーティングした超硬インサートを使用し、下記の条件で鋳鋼品の表層（鋳肌を含む深さ1.0 mmの範囲）フライス切削した。

切削速度：150 m／分

切込み量：1.0 mm

刃送り送り：0.2 mm／刃

送り速度：381 mm／分

回転速度：76 rpm

切削液：なし（乾式）

[0055] 超硬インサートの逃げ面の摩耗量が0.2 mm以上になったときに工具寿命に到達したと判定し、工具寿命に至るまでの切削時間を被削性のパラメータと

した。比較例1の工具寿命（被削性）を100としたとき、実施例1の被削性は126であった。

[0056] 実施例2

(a) 塗布液におけるフェノールの割合を30質量%とし、(b) 塗布液の粘度及び塗布量をそれぞれ17 mPa・s及び100 g/m<sup>2</sup>とし、(c) 被覆層形成工程の条件を変更することにより、硬度が50、厚みTが2.3 mm、及び炭素残存量が22 mg/cm<sup>3</sup>の被覆層を凹部に形成した以外、実施例1と同様にして100個の鋳鋼品を製造した。実施例1と同様に被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率を測定した結果、被削性は133、砂焼付発生率は3%、及び表面欠陥発生率は3%であった。

[0057] 実施例3

(a) 塗布液におけるフェノールの割合を20質量%とし、(b) 塗布液の粘度をそれぞれ13 mPa・sとし、(c) 被覆層の硬化を二段階で行って、硬度が50、厚みTが1.7 mm、及び炭素残存量が50 mg/cm<sup>3</sup>の被覆層を凹部に形成した以外、実施例1と同様にして100個の鋳鋼品を製造した。二段階の硬化では、第一の硬化工程で硬度が36の半硬化層を形成し、型合わせした後、第二の硬化工程で半硬化層をさらに加熱して完全に硬化させた。実施例1と同様に被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率を測定した結果、被削性は130、砂焼付発生率は2%、及び表面欠陥発生率は4%であった。

[0058] 実施例4～6

塗布液におけるフェノールの割合、及び塗布液の塗布量を表2に示すように変更した以外実施例1と同様にして、100個の鋳鋼品を製造した。実施例1と同様に各実施例の鋳鋼品の被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率を測定した。実施例4では、被削性は113、砂焼付発生率は1%、及び表面欠陥発生率は4%であった。実施例5では、被削性は109、砂焼付発生率は1%、及び表面欠陥発生率は3%であった。実施例6では、被削性は118、砂焼付発生率は2%、及び表面欠陥発生率は2%であった。

[0059] 比較例1

鑄物砂における炭素粉の割合を4.0質量部とした以外実施例1と同様にして、100個の鑄鋼品を製造した。実施例1と同様に被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率を測定した結果、被削性は100、砂焼付発生率は3%、及び表面欠陥発生率は11%であった。

[0060] 比較例2

塗布液におけるフェノールの割合、及び塗布液の塗布量を表2に示すように変更した以外比較例1と同様にして、100個の鑄鋼品を製造した。実施例1と同様に被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率を測定した結果、被削性は92、砂焼付発生率は1%、及び表面欠陥発生率は35%であった。

[0061] 比較例3

塗布液におけるフェノールの割合、及び塗布液の塗布量を表2に示すように変更した以外実施例1と同様にして、100個の鑄鋼品を製造した。実施例1と同様に被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率を測定した結果、被削性は72、砂焼付発生率は23%、及び表面欠陥発生率は10%であった。被削性の悪化は、鑄肌表面の砂焼付によると考えられる。

[0062] 実施例1～6及び比較例1～3の生型の製造条件を表1に示し、生型に塗布した塗布液の組成、粘度及び塗布量、及び被覆層の硬度、厚み及び炭素残存量を表2に示す。また、実施例1～6及び比較例1～3の鑄鋼品の被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率、並びに総合判定を下記の通り三段階評価で表3に示す。

[0063] 被削性（比較例1を100として相対値で表す。）

◎：120以上。

○：100超120未満。

×：100以下。

[0064] 砂焼付発生率

◎：2%以下。

○：2%超10%未満。

×：10%以上。

## [0065] 表面欠陥発生率

◎：2%以下。

○：2%超10%未満。

×：10%以上。

## [0066] 総合判定

◎：被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率の評価が全て◎のとき。

○：被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率のいずれかの評価が○のとき。

×：被削性、砂焼付発生率及び表面欠陥発生率のいずれかの評価が×のとき。

## [0067] [表1]

例 No.	生型の製造条件				
	鋳物砂				造型後の 凹部の硬 度 <sup>(1)</sup>
	ベント ナイト	水	炭素分		
種類			割合		
実施例 1	8.1	3	炭素粉	3	20
実施例 2	8.1	3	炭素粉	3	20
実施例 3	8.1	3	炭素粉	3	20
実施例 4	8.1	3	炭素粉	3	20
実施例 5	8.1	3	炭素粉	3	20
実施例 6	8.1	3	炭素粉	3	20
比較例 1	8.1	3	炭素粉	4	20
比較例 2	8.1	3	炭素粉	4	20
比較例 3	8.1	3	炭素粉	3	20

注：(1) 造型した上型及び下型の凹部（被覆層を形成していない）の平均硬度。

## [0068]

[表2]

例 No.	熱硬化性樹脂		塗布液		硬化工程の数	被覆層		
	種類	質量%	粘度 (mPa・s)	塗布量 (g/m <sup>2</sup> )		表面 硬度 <sup>(1)</sup>	厚み T (mm)	炭素残存量 (mg/cm <sup>3</sup> )
実施例 1	Ph <sup>(2)</sup>	40	20	300	1	67	1.1	100
実施例 2	Ph <sup>(2)</sup>	30	17	100	1	50	2.3	22
実施例 3	Ph <sup>(2)</sup>	20	13	300	2 <sup>(3)</sup>	50	1.7	50
実施例 4	Ph <sup>(2)</sup>	70	100	340	1	80	0.5	198
実施例 5	Ph <sup>(2)</sup>	50	45	500	1	95	0.9	208
実施例 6	Ph <sup>(2)</sup>	22	15	500	1	69	2.3	92
比較例 1	Ph <sup>(2)</sup>	40	20	300	1	67	1.1	100
比較例 2	Ph <sup>(2)</sup>	80	140	550	1	98	0.4	360
比較例 3	Ph <sup>(2)</sup>	5	10	200	1	36	2.8	8

注：(1) 凹部における表面硬度。

(2) フェノール。

(3) 熱硬化性樹脂の加熱硬化を第一及び第二の硬化工程により行い、第一の硬化工程後の凹部表面硬度は36であった。

[0069] [表3]

例 No.	製品特性			
	被削性	砂焼付発生率	表面欠陥発生率	総合判定
実施例 1	◎	◎	◎	◎
実施例 2	◎	○	○	○
実施例 3	◎	◎	○	○
実施例 4	○	◎	○	○
実施例 5	○	◎	○	○
実施例 6	○	◎	◎	○
比較例 1	×	○	×	×
比較例 2	×	◎	×	×
比較例 3	×	×	×	×

[0070] 実施例1～6では、生型において含まれる炭素分の割合、被覆層の表面硬度

を上記のように調整することにより、表3に示すように被削性が○又は◎判定と優れ、砂焼付及び表面欠陥の発生が○又は◎判定と抑制された鋳鋼品を得ることができた。これに対して、生型において含まれる炭素分の割合、被覆層の表面硬度が本発明が規定する範囲を外れた比較例1～3では、被削性、砂焼付及び表面欠陥のいずれか、又はすべてが×判定となった。

### 符号の説明

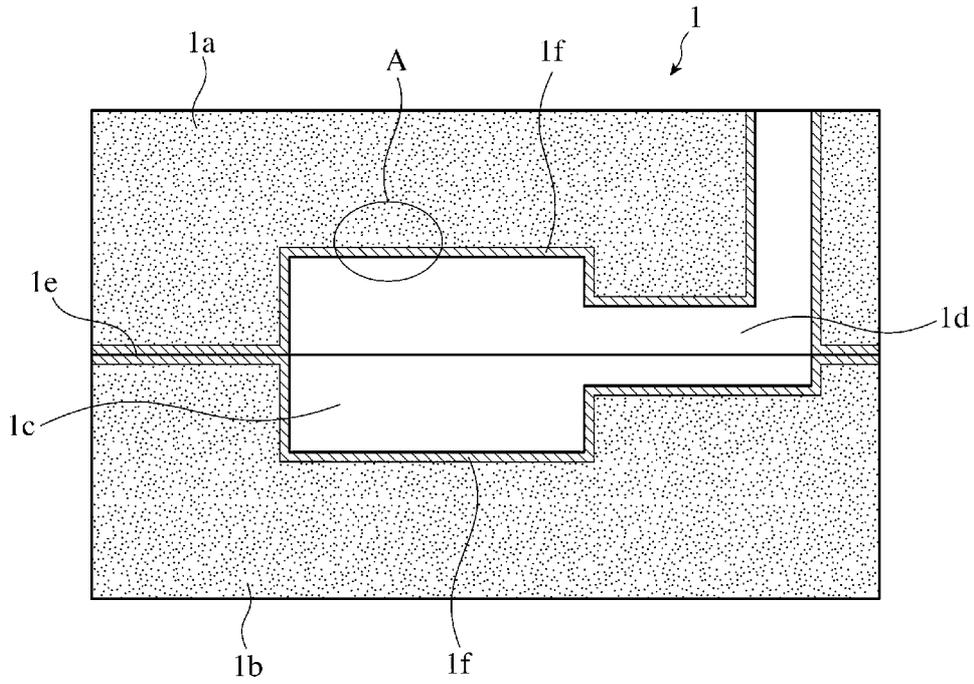
- [0071] 1 : 生型  
1a : 上型  
1b : 下型  
1c : 製品キャビティ  
1d : 湯道  
1e : 見切り面  
1f : 被覆層  
1g-1, 1g-2 : 凹部  
1i : 空隙  
1j : 砂  
1k : 塗布液  
1L : 半硬化層  
M : 溶湯

## 請求の範囲

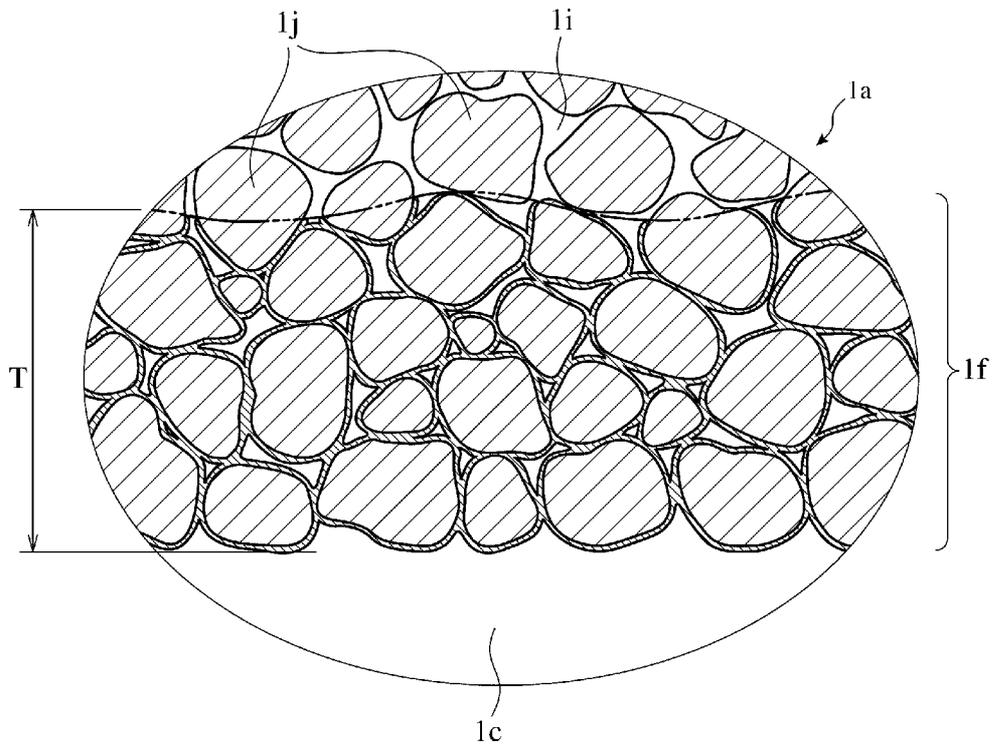
- [請求項1] 鋳鋼品を鋳造するための生型であって、  
砂と、粘結材と、砂100質量部に対して3質量部以下の炭素分を含む鋳物砂からなり、  
少なくとも鋳鋼品を鋳造するキャビティを含む凹部に熱硬化性樹脂の被覆層が形成されており、  
前記被覆層が50～95の平均硬度（自硬性硬度計で測定）及び0.5～2.5 mmの厚みを有することを特徴とする生型。
- [請求項2] 請求項1に記載の生型において、前記被覆層を構成する熱硬化性樹脂の塗布量が固形分基準で100～500 g/m<sup>2</sup>であることを特徴とする生型。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の生型において、大気中で800℃まで10℃/分の速度で昇温した後の前記被覆層の単位体積当たりの炭素残存量が20～200 mg/cm<sup>3</sup>であることを特徴とする生型。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれかに記載の生型を製造する方法であって、  
砂と、粘結材と、砂100質量部に対して3質量部以下の炭素分を含む鋳物砂を造型することにより、鋳鋼品を鋳造するためのキャビティを含む凹部を有する少なくとも一対の生型部を作製し、  
熱硬化性樹脂と有機溶媒とを含む塗布液を少なくとも前記凹部に塗布し、  
前記凹部に塗布された熱硬化性樹脂を加熱硬化させて、50～95の平均硬度（自硬性硬度計で測定）を有する被覆層を形成することを特徴とする方法。
- [請求項5] 請求項4に記載の生型の製造方法において、前記熱硬化性樹脂の加熱硬化を型合わせの前及び／又は後に行うことを特徴とする方法。
- [請求項6] 請求項5に記載の生型の製造方法において、前記熱硬化性樹脂を加熱硬化した後に少なくとも一対の生型部を型合わせすることを特徴とする方法。

- [請求項7]           請求項5に記載の生型の製造方法において、塗布した塗布液を乾燥してなる被覆層の硬化を、30～45の平均硬度（自硬性硬度計で測定）となるまで加熱する第一の硬化工程と、一次硬化した被覆層をさらに加熱して平均硬度（自硬性硬度計で測定）を50～95とする第二の硬化工程とにより行うことを特徴とする方法。
- [請求項8]           請求項5～7のいずれかに記載の生型の製造方法において、前記塗布液の粘度が15～100 mPa・sであることを特徴とする方法。
- [請求項9]           請求項1～3のいずれかに記載の生型を用いて鋳鋼品を製造することを特徴とする方法。

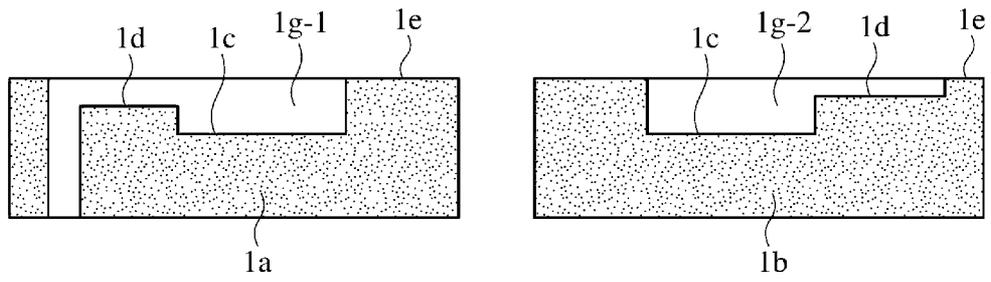
[図1]



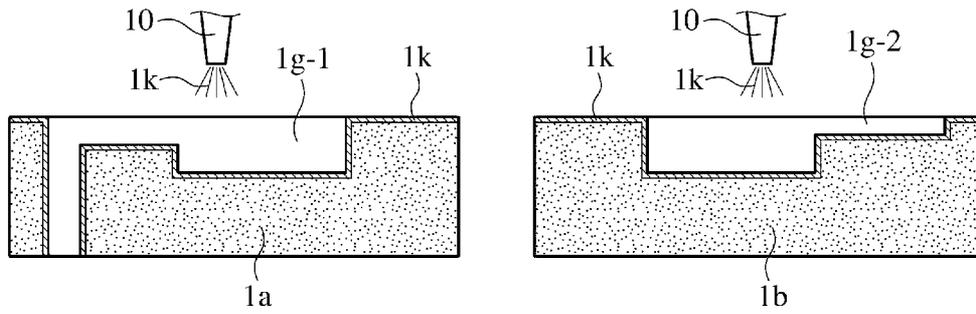
[図2]



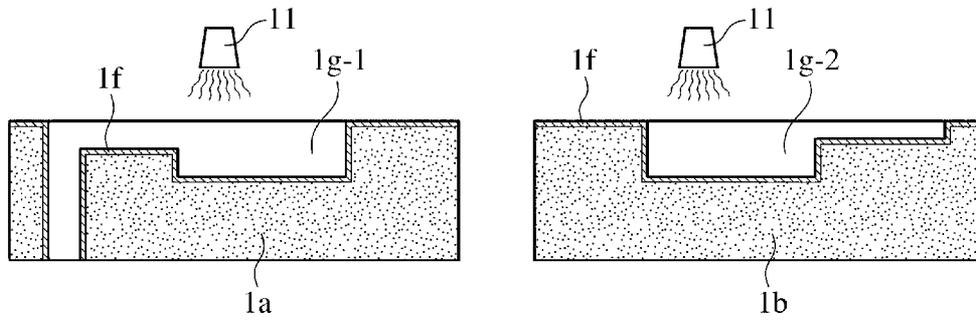
[図3(a)]



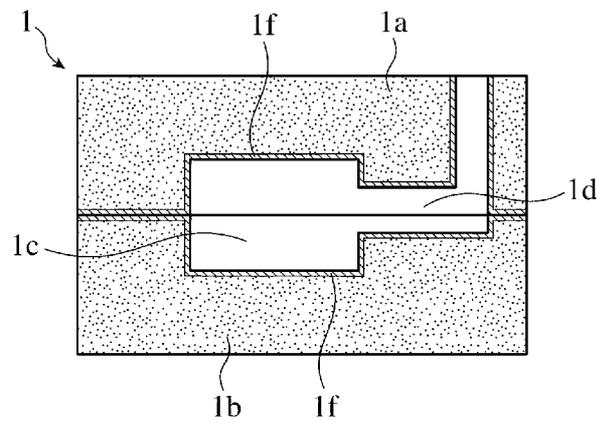
[図3(b)]



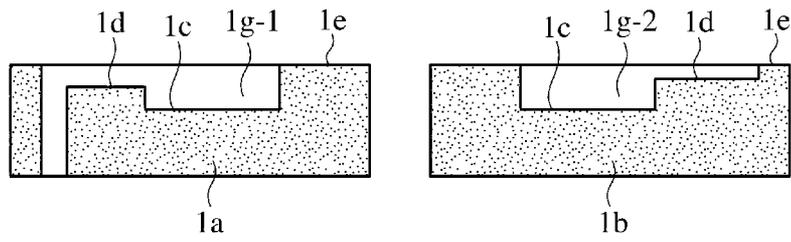
[図3(c)]



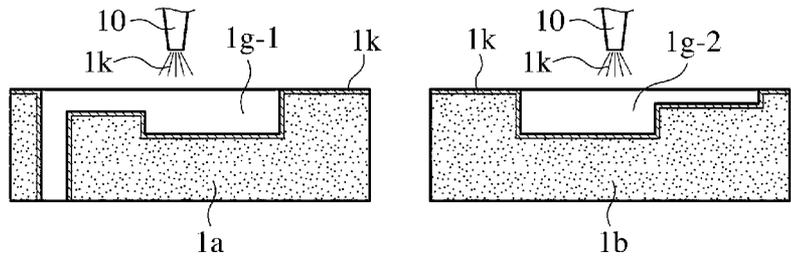
[図3(d)]



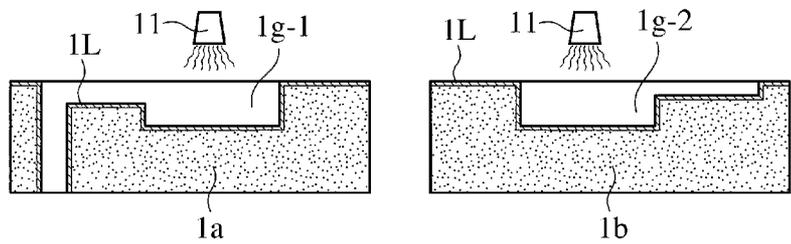
[図4(a)]



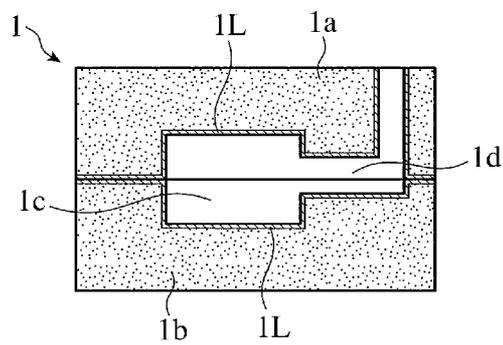
[図4(b)]



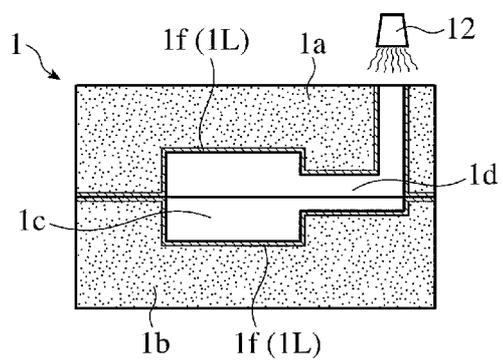
[図4(c)]



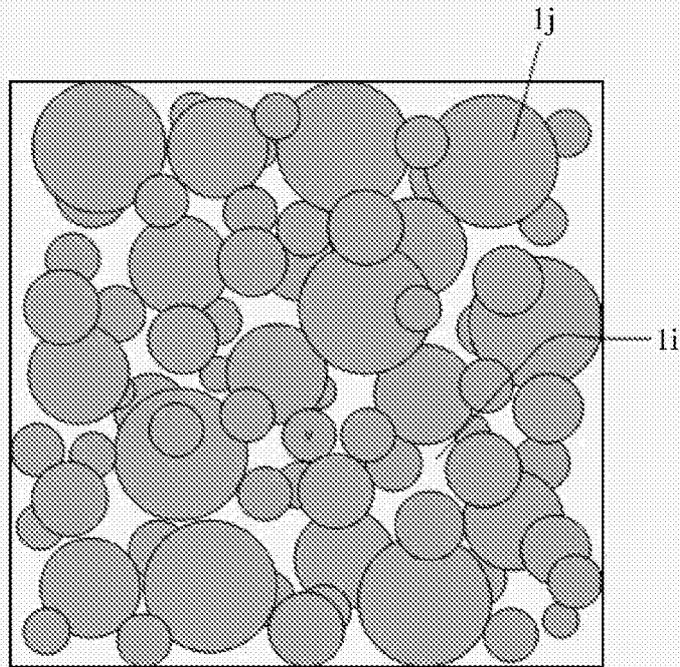
[図4(d)]



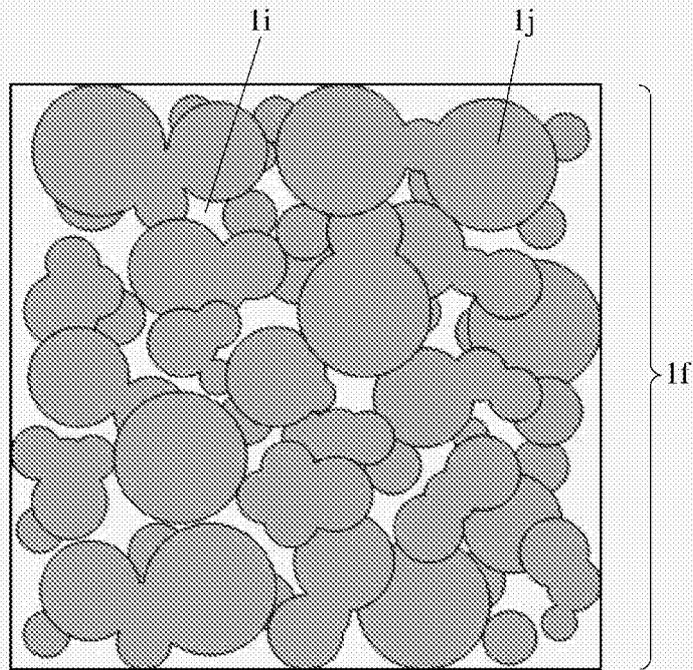
[図4(e)]



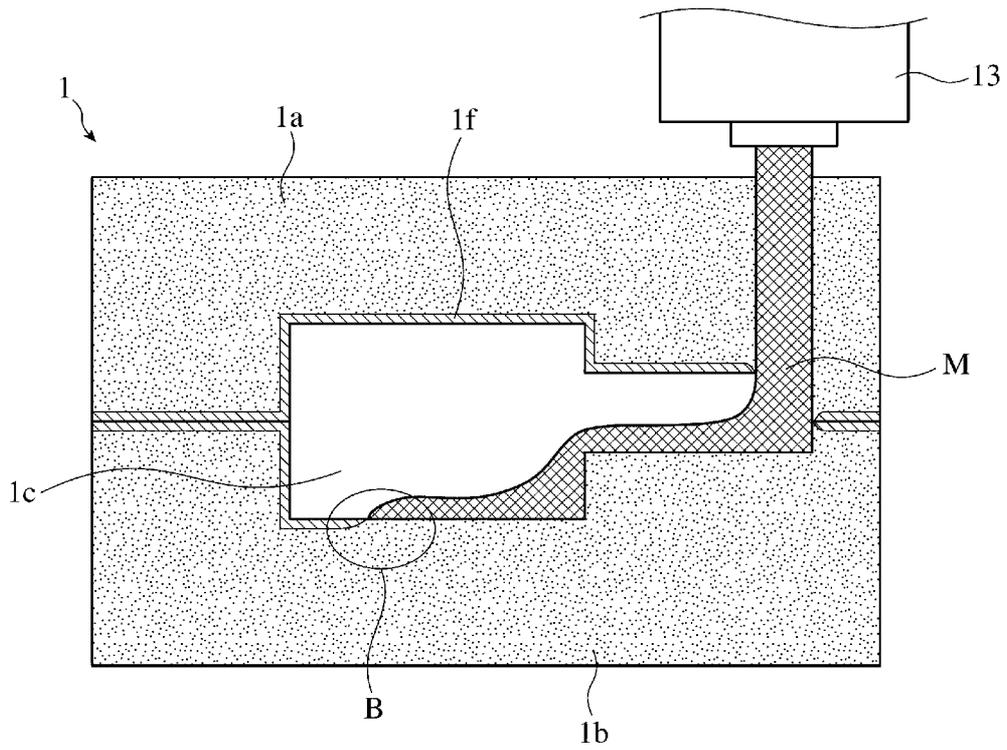
[図5(a)]



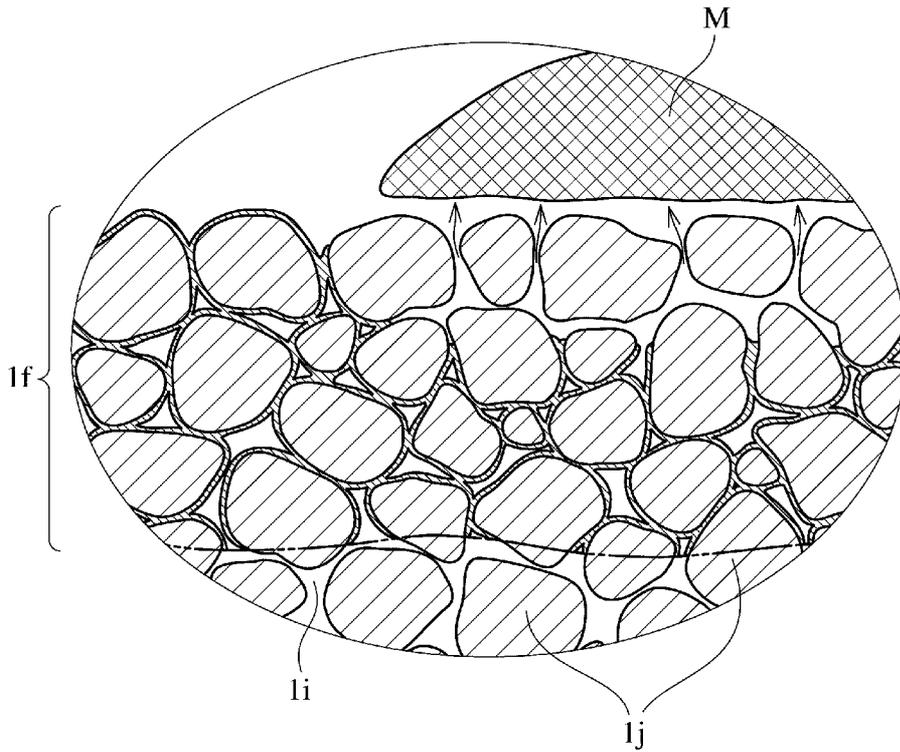
[図5(b)]



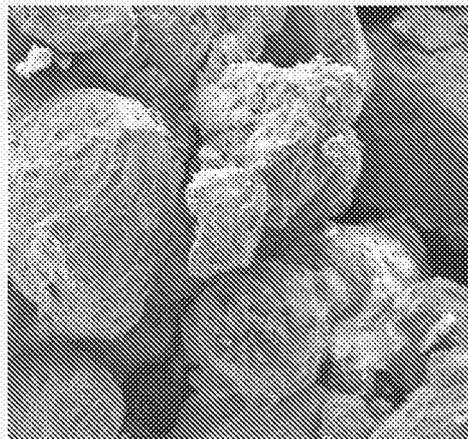
[図6]



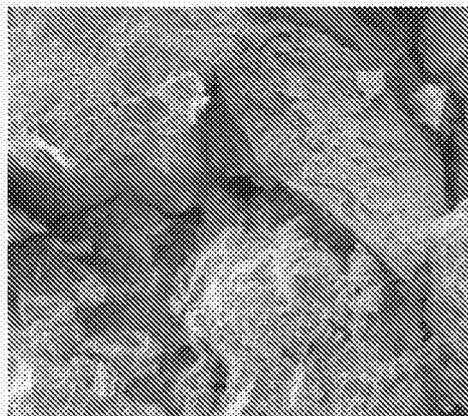
[図7]



[図8(a)]



[図8(b)]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/059156

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*B22C3/00(2006.01)i, B22C1/00(2006.01)i, B22C1/10(2006.01)i, B22C9/02(2006.01)i*  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
*B22C3/00, B22C1/00, B22C1/10, B22C9/02*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-52048 A (Kurodite Kogyo Kabushiki Kaisha), 20 February 1992 (20.02.1992), claims (Family: none)	1-9
A	JP 53-32827 A (Kabushiki Kaisha Nakata Giken), 28 March 1978 (28.03.1978), claims & DE 2735640 A1	1-9
A	JP 8-257678 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 October 1996 (08.10.1996), claims; paragraphs [0006] to [0011] (Family: none)	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04 June 2015 (04.06.15)	Date of mailing of the international search report 16 June 2015 (16.06.15)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/059156

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-103268 A (Daido Castings Co., Ltd.), 30 May 2013 (30.05.2013), paragraphs [0002] to [0008] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B22C3/00(2006.01)i, B22C1/00(2006.01)i, B22C1/10(2006.01)i, B22C9/02(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B22C3/00, B22C1/00, B22C1/10, B22C9/02		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4-52048 A（クロダイト工業株式会社）1992.02.20, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-9
A	JP 53-32827 A（株式会社ナカタ技研）1978.03.28, 特許請求の範囲 & DE 2735640 A1	1-9
A	JP 8-257678 A（三菱重工業株式会社）1996.10.08, 特許請求の範囲、[0006] - [0011] （ファミリーなし）	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 04.06.2015	国際調査報告の発送日 16.06.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 池ノ谷 秀行 電話番号 03-3581-1101 内線 3425	4E 4142

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-103268 A (株式会社大同キャスティングス) 2013.05.30, [0002] - [0008] (ファミリーなし)	1-9