



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
02.12.92 Bulletin 92/49

⑤① Int. Cl.⁵ : **B22C 9/04**

②① Numéro de dépôt : **90402066.6**

②② Date de dépôt : **18.07.90**

⑤④ **Procédé de fabrication de moules-carapaces pour fonderie.**

③⑩ Priorité : **20.07.89 FR 8909760**

④③ Date de publication de la demande :
23.01.91 Bulletin 91/04

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
02.12.92 Bulletin 92/49

⑧④ Etats contractants désignés :
CH DE FR GB LI

⑤⑥ Documents cités :
EP-A- 0 251 847
FR-A- 2 255 977
US-A- 2 908 952
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 9, no. 87
(M-372)[1810], 17 avril 1985; & JP-A-59 215 241
(SUMITOMO DUREZ K.K.)05-12-1984
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 10, no.
273 (M-518)[2329], 17 septembre 1986; & JP-
A-61 095 735 (SUMITOMO DEYUREZU
K.K.)14-05-1986

⑦③ Titulaire : **SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET**
DE CONSTRUCTION DE MOTEURS
D'AVIATION, "S.N.E.C.M.A."
2, boulevard du Général Martial Valin
F-75724 Paris Cédex 15 (FR)

⑦② Inventeur : **Burkath, Nadine**
9, rue Hudri
F-92400 Courbevoie (FR)
Inventeur : **Marty, Christian**
59, rue des Peupliers
F-92100 Boulogne Billancourt (FR)
Inventeur : **Rappart, Yvan**
30, rue Dalayrac
F-94120 Fontenay Sous Bois (FR)

⑦④ Mandataire : **Moinat, François et al**
S.N.E.C.M.A. Service des Brevets Boîte
Postale 81
F-91003 Evry Cédex (FR)

EP 0 409 726 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un procédé de fabrication de moules-carapaces pour fonderie, notamment destinés à être utilisés dans des procédés de fonderie dits à la cire perdue.

Comme il est déjà bien connu, les procédés de fonderie à la cire perdue utilisant des moules-carapaces en céramique comportent notamment les étapes suivantes :

- réalisation d'un modèle, généralement en cire, de la pièce à réaliser,
- dépôt sur le modèle d'une suspension de céramiques à partir d'une barbotine épaisse,
- dépôt de grains de céramique en stucco,
- séchage, par exemple en étuve, entraînant une élimination du solvant de la suspension et une consolidation de la couche,
- dépôt d'une nouvelle couche de suspension de céramiques à partir d'une barbotine fluide,
- nouveau dépôt de grains de céramique en stucco,
- séchage, comme précédemment,
- les couches sont renouvelées éventuellement autant de fois que de nouveaux éléments doivent être introduits en vue d'obtenir les caractéristiques recherchées dans l'application particulière, qu'elles soient de nature physique, chimique ou mécanique,
- traitement thermique de l'ensemble obtenu dans des conditions déterminées, adaptées aux compositions et produits utilisés, conduisant à l'élimination du modèle organique et à une "cuisson" du moule avec une consolidation notamment par frittage éventuellement réactif,
- réalisation d'une opération de coulée de pièce dans le moule obtenu.

Des exemples de composition de barbotine sont notamment donnés par FR-A-2 599 649.

Dans l'utilisation d'un procédé tel qu'il a été schématiquement décrit ci-dessus diverses difficultés sont apparues imposant des précautions particulières d'emploi. Le dépôt de la première couche sur le modèle en cire s'avère notamment délicat. Il est nécessaire en effet d'utiliser une barbotine épaisse pour obtenir cette première couche, de la revêtir d'un dépôt de grains et de surveiller de près les conditions de séchage pour éviter un surséchage. Toutes ces conditions contraignantes sont en effet nécessaires pour limiter les décohésions de ladite première couche et éviter un phénomène de feuilletage. Ces difficultés sont aggravées notamment lorsque le modèle présente des zones peu accessibles dites "enfermées" et des problèmes d'adhérence du dépôt céramique sur le modèle en cire entraînant des décollements de la couche apparaissent également en présence d'angles vifs ou de sections fines. Ces configurations sont notamment rencontrées dans des applications parti-

culièrement visées par l'invention à des pièces aéronautiques, notamment destinées à des moteurs aéronautiques, et qui présentent ces particularités, comme par exemple des aubes refroidies pour turbines.

Certaines tentatives de solution ont consisté notamment à rechercher des ajustements de compositions des barbotines. C'est ainsi que, notamment dans le cas de compositions d'un type connu en soi comportant un liant colloïdal, des produits tensioactifs ont été rajoutés, tels que à base de nonylphénol. Toutefois ces rajouts comportent un risque de déstabilisation des compositions et ont habituellement un effet moussant qui impose un ajout supplémentaire d'un produit anti-moussant.

On connaît également par US-A-2 908 952 le principe d'application d'un film d'adhérence et de protection sur un modèle pour réaliser un moule. Dans ce cas, le film est obtenu à partir d'une solution d'alkyl cellulose, agent mouillant, formaldéhyde et hydroxyde d'ammonium dans l'eau.

Ces problèmes ont été résolus grâce à l'invention au sens des revendications 1 et 4 sans entraîner les inconvénients des solutions précédemment connues et en procurant de nombreux avantages notamment par rapport au choix connu des produits utilisés pour l'adhérence, au moyen d'un procédé de fabrication de moules-carapaces pour fonderie du type précédemment évoqué comportant les étapes successives suivantes :

- (a) -dépôt sur le modèle d'un agent d'adhérence ;
- (b) dépôt d'une couche d'une suspension de céramiques à partir d'une barbotine fluide ;
- (c) -séchage ;
- (d) -dépôt d'une nouvelle couche de suspension de céramique à partir de la même barbotine fluide précédemment utilisée à l'étape (b) ;
- (e) -dépôt de grains de céramique en stucco ;
- (f) -séchage.

caractérisé en ce que l'agent d'adhérence déposé à ladite étape (a) du procédé est constitué d'une solution à 3% d'une amino-silane dans un solvant constitué d'un mélange d'éthanol et d'acétate d'éthyle chacun dans une proportion comprise entre 25% et 75% du solvant.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'un exemple non limitatif de réalisation illustrant l'invention.

EXEMPLE

On a préparé un produit solvant par mélange d'éthanol et d'acétate d'éthyle. Les tests réalisés à partir de diverses proportions des composants ont permis d'établir que les proportions acceptables de chacun des constituants se situent entre 25% et 75%. On a notamment constaté que l'alcool seul avait une

réaction avec l'agent d'adhérence utilisé et le rend inefficace en moins de 24 heures. Par ailleurs, l'acétate d'éthyle seul conduit à une détérioration de l'état de surface du modèle en cire par dissolution. Par contre le mélange des deux produits dans les proportions indiquées limitent les réactions néfastes.

Une solution est obtenue en ajoutant dans ledit solvant 3% d'un agent d'adhérence de type aminosilane. Divers produits commerciaux fournis par la Société Dynamit Nobel sous les dénominations commerciales Dynasilan 1505 ou Ammo, par exemple, ont été testés avec succès. La solution obtenue présente une bonne stabilité et a une durée de conservation en bidon fermé de plusieurs semaines.

L'étape (a) du procédé de fabrication de moules-carapaces pour fonderie caractéristique de l'invention et consistant en un dépôt d'un agent d'adhérence sur le modèle peut alors être effectuée selon le processus suivant :

- (a1) -immersion du modèle dans la solution dont la préparation a été décrite ci-dessus, pendant 3 à 4 minutes au moins ;
- (a2) -élimination du solvant par évaporation à l'ambiante;
- (a3) -rinçage éventuel à l'eau pour éliminer les coulures éventuelles ou surplus d'agent d'adhérence ;
- (a4) -séchage à l'ambiante.

L'efficacité du dépôt d'agent d'adhérence ainsi obtenu sur le modèle est conservée pendant environ 24 heures et une réactivation reste possible, simplement en répétant le processus a1 à a4 décrit ci-dessus.

Après ce dépôt, on a procédé à l'étape (b) de dépôt d'une couche de suspension de céramique par trempage du modèle dans une barbotine fluide, suivie de l'étape (c) de séchage.

La suppression de l'utilisation précédemment mise en oeuvre dans les procédés antérieurs connus d'une barbotine épaisse pour la réalisation de la première couche présente divers avantages :

- du fait de sa densité, cette barbotine épaisse nécessitait l'utilisation d'un mélangeur particulier pour sa préparation ;
- sa stabilité est moins assurée et on rencontrait des difficultés à contrôler et maintenir constante cette barbotine épaisse du fait de l'évolution sensible dans le temps de ses caractéristiques rhéologiques et de son pH ;
- un procédé de trempage utilisant un robot ne lui était guère applicable, contrairement à la barbotine fluide utilisée selon l'invention.

On a ensuite répété autant de fois que nécessaire pour obtenir les épaisseurs désirées et les caractéristiques du moule recherchées les étapes suivantes du procédé conforme à l'invention :

- (d) dépôt d'une nouvelle couche de suspension de céramiques à partir de la même barbotine fluide

de utilisée à l'étape (b) ;

- (e) dépôt de grains de céramique en stucco;
- (f) séchage.

L'utilisation d'une barbotine fluide dès le premier trempage du modèle (étape b du procédé selon l'invention) permet de mieux napper le modèle dans les enfermés ou zones peu accessibles lors des opérations de trempage et de mieux maîtriser les épaisseurs déposées à l'égouttage. L'accrochage des grains en stucco est réalisé sur une seconde couche renforçant la première couche sèche issue de la barbotine fluide, ce qui empêche le stucco de traverser la première couche, d'entrer en contact avec la cire du modèle et de détériorer l'état de surface. Quel que soit le stucco utilisé, fin ou grossier, on a ainsi observé une amélioration, de l'ordre de 30% du Ra, de l'état de surface de la carapace obtenue.

A partir de cet exemple de réalisation qui a permis de constater dans la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention les avantages du dépôt sur le modèle d'un agent d'adhérence de nombreux avantages dont certains ont déjà été signalés et notamment :

- la suppression de l'adjonction de produits tensio-actifs dans les barbotines et des inconvénients qui en découlaient ;
- l'obtention d'une liaison entre les surfaces du modèle et de la carapace présentant une bonne résistance mécanique ;
- une tolérance plus importante vis à vis des conditions de séchage,

des variantes de réalisation restent possibles.

L'efficacité de l'agent d'adhérence a été testée sur diverses cires et sur un matériau de modèle de type rhodoïd.

Les essais décrits ci-dessus ont été réalisés en utilisant des barbotines en suspensions aqueuses comportant un liant à base de silice colloïdale. Mais des applications peuvent également être envisagées avec des suspensions en milieu alcool, notamment en utilisant des barbotines comportant du silicate d'éthyle.

Le mode d'application de la solution comportant l'agent d'adhérence qui a été décrit par immersion peut être effectué par aspersion.

Par ailleurs, en dehors des produits commerciaux signalés, l'agent d'adhérence peut être obtenu à partir d'un produit de type aminosilane.

On notera enfin, comme avantage du procédé selon l'invention offrant de grandes souplesses d'utilisation, qu'il permet, en effectuant un dépôt sélectif de l'agent d'adhérence sur certaines zones choisies d'un modèle, de n'effectuer un dépôt de couche céramique que sur ces parties intéressantes du modèle.

En fonction des contraintes de fabrication, le procédé classique utilisant une barbotine épaisse peut être conservé en incorporant l'étape préalable du dépôt de l'agent d'adhérence, conformément à l'inven-

tion et en conservant les avantages d'amélioration de l'encollement à l'interface cire/céramique et évitant les décohésions ultérieures, en cas de surséchage notamment.

Revendications

1. Procédé de fabrication de moules-carapaces pour fonderie utilisant un modèle, notamment en cire, de la pièce de fonderie à réaliser comportant les étapes successives suivantes :

- (a) - dépôt sur le modèle d'un agent d'adhérence ;
- (b) - dépôt d'une couche d'une suspension de céramiques à partir d'une barbotine fluide ;
- (c) - séchage ;
- (d) - dépôt d'une nouvelle couche de suspension de céramiques à partir de la même barbotine fluide précédemment utilisée à l'étape (b) ;
- (e) - dépôt de grains de céramique en stucco ;
- (f) - séchage,

les étapes (d) à (f) étant, de manière connue en soi, répétées autant de fois qu'il est nécessaire pour obtenir les épaisseurs et les caractéristiques du moule recherchées et suivies d'un traitement thermique de cuisson et consolidation du moule par frittage avec élimination du modèle organique,

caractérisé en ce que l'agent d'adhérence déposé à ladite étape (a) du procédé est constitué d'une solution à 3% d'un produit de type aminosilane dans un solvant obtenu par mélange d'éthanol et d'acétate d'éthyle, chacun dans une proportion comprise entre 25% et 75% du solvant.

2. Procédé de fabrication de moules-carapaces selon la revendication 1 dans lequel ladite étape (a) du procédé est effectuée selon le processus suivant :

- (a1) - immersion du modèle dans ladite solution pendant 3 à 4 minutes au moins ;
- (a2) - élimination du solvant par évaporation à l'ambiante ;
- (a3) - rinçage éventuel à l'eau pour éliminer les coulures ou surplus d'agent d'adhérence ;
- (a4) - séchage à l'ambiante.

3. Procédé de fabrication de moules-carapaces selon la revendication 1 dans lequel ladite étape (a) du procédé est effectuée par aspersion du modèle au moyen de ladite solution.

4. Procédé de fabrication de moules-carapaces pour fonderie utilisant un modèle, notamment en cire, de la pièce de fonderie à réaliser caractérisé

en ce qu'il comporte les étapes successives suivantes :

- (a) - dépôt sur le modèle d'un agent d'adhérence constitué d'une solution à 3% d'un produit de type aminosilane dans un solvant obtenu par mélange d'éthanol et d'acétate d'éthyle, chacun dans une proportion comprise entre 25% et 75% du solvant,
- (b) - dépôt sur le modèle d'une suspension de céramique à partir d'une barbotine épaisse ;
- (c) - dépôt de grains de céramique en stucco ;
- (d) - séchage ;
- (e) - réitération de dépôt d'une ou plusieurs couches selon le processus (b) (c) et (d) à partir d'au moins une barbotine de fluidité adaptée.

5. Procédé de fabrication de moules-carapaces selon la revendication 4 dans lequel ladite étape (a) du procédé est effectuée selon le processus suivant :

- (a1) - immersion du modèle dans ladite solution pendant 3 à 4 minutes au moins ;
- (a2) - élimination du solvant par évaporation à l'ambiante ;
- (a3) - rinçage éventuel à l'eau pour éliminer les coulures ou surplus d'agent d'adhérence ;
- (a4) - séchage à l'ambiante.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Gießereimaskenformen unter Verwendung eines Modells von dem zu verwirklichenden Gußstück, insbesondere aus Wachs, umfassend die nachstehenden, aufeinanderfolgenden Stufen:

- (a) Auftragen eines Haftmittels auf das Modell,
- (b) Auftragen eines keramischen Suspensionsüberzugs ausgehend von einem flüssigen Tonschlamm,
- (c) Trocknen,
- (d) Auftragen eines weiteren Suspensionsüberzugs aus dem auch in Stufe (b) verwendeten flüssigen Tonschlamm,
- (e) Auftragen von keramischen Teilchen in Stuckarbeit und
- (f) Trocknen,

wobei die Stufen (d) bis (f) in an sich bekannter Weise so oft als notwendig zur Gewinnung der gesuchten Dicken und Charakteristiken der Formen wiederholt werden und diesen eine thermische Brandbehandlung und Verfestigung der Formen durch Sintern mit Eliminierung des organischen Modells nachfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das in der Stufe (a) aufgetragene Haftmittel aus einer 3-prozentigen Lösung eines

Produkts vom Aminosilantyp in einem Lösungsmittel besteht, das durch Mischen von Ethanol und Ethylacetat, in einem Anteil von jeweils zwischen 25 und 75 % vom Lösungsmittel, erhalten wurde.

2. Verfahren zur Herstellung von Maskenformen gemäß Anspruch 1, wobei die Stufe (a) des Verfahrens in der folgenden Weise durchgeführt wird:

(a1) Eintauchen des Modells in die Lösung während mindestens 3 bis 4 Minuten,
 (a2) Eliminieren des Lösungsmittels durch Umgebungsverdunstung,
 (a3) eventuelles Spülen mit Wasser zum Entfernen von überflüssigem oder überschüssigem Haftmittel und
 (a4) Umgebungstrocknen.

3. Verfahren zur Herstellung von Maskenformen gemäß Anspruch 1, wobei die Stufe (a) des Verfahrens durch Besprengen des Modells mit der Lösung durchgeführt wird.

4. Verfahren zur Herstellung von Gießereimaskenformen unter Verwendung eines Modells von dem zu verwirklichenden Gußstück, insbesondere aus Wachs, **gekennzeichnet durch** die nachstehenden, aufeinanderfolgenden Stufen:

(a) Auftragen eines Haftmittels, das aus einer 3-prozentigen Lösung eines Produkts vom Aminosilantyp in einem Lösungsmittel besteht, welches durch Mischen von Ethanol und Ethylacetat, in einem Anteil von jeweils 25 - 75 % vom Lösungsmittel, erhalten wurde, auf das Modell,
 (b) Auftragen eines keramischen Suspensionsüberzugs ausgehend von einem eingedickten Tonschlamm,
 (c) Auftragen von keramischen Teilchen in Stuckarbeit,
 (d) Trocknen,
 (e) erneutes Aufbringen von einer oder mehreren Überzügen entsprechend den Stufen (b), (c) und (d) mittels mindestens einem Schlamm von geeigneter Fließfähigkeit.

5. Verfahren zur Herstellung von Maskenformen gemäß Anspruch 4, wobei die Stufe (a) des Verfahrens in der folgenden Weise durchgeführt wird:

(a1) Eintauchen des Modells in die Lösung während mindestens 3 bis 4 Minuten,
 (a2) Eliminieren des Lösungsmittels durch Umgebungsverdunstung,
 (a3) eventuelles Spülen mit Wasser zum Entfernen von überflüssigem oder überschüssigem Haftmittel und

(a4) Umgebungstrocknen.

Claims

1. Process for the production of shell moulds for casting using a pattern notably in wax of the cast component to be produced comprising the following successive steps:

(a) - deposition on the pattern of a bonding agent;
 (b) - deposition of a coating of ceramics in suspension in a liquid slip;
 (c) - drying;
 (d) - deposition of a new coating of ceramics using the same liquid slip as previously used in step (b);
 (e) - deposition of a stucco coat of ceramic grains;
 (f) - drying.

Steps (d) to (f) being repeated, in accordance with known practice, as many times as necessary to build up the desired thickness and characteristics of the mould and followed by a thermal curing and consolidation treatment by sintering and the removal of the organic pattern, characterised in that the bonding agent deposited in the said step (a) of the process is made up of a solution of 3% of a product of the aminosilane type in a solvent obtained by mixing ethanol and ethyl acetate, each in a proportion lying between 25% and 75% of the solvent.

2. Process for the production of shell moulds in accordance with Claim 1 in which the said step (a) of the process is carried out in accordance with the following procedure:

(a1) - immersion of the pattern in the said solution for at least 3 to 4 minutes;
 (a2) - removal of the solvent by evaporation in ambient atmosphere;
 (a3) - if necessary, rinsing in water to remove runs or excess bonding agent;
 (a4) - drying in ambient atmosphere.

3. Process for the production of shell moulds in accordance with Claim 1 in which the said step (a) of the process is carried out by spraying the pattern with the said solution.

4. Process for the production of shell moulds for casting using a pattern, notably of wax, of the component to be produced characterised in that it comprises the following successive steps:

(a) - deposition on the pattern of a bonding agent made up of a solution of 3% of a product of the aminosilane type in a solvent obtained by mixing ethanol and ethyl acetate, each in a

proportion lying between 25% and 75% of the solvent,

(b) - deposition on the pattern of ceramics in suspension in a thick slip;

(c) - deposition of ceramic grains in the form of a stucco; 5

(d) - drying;

(e) - repetition of the depositing of one or more layers in accordance with the process (b) (c) and (d) using at least one suitably liquid slip. 10

5. Process for the production of shell moulds in accordance with Claim 4 in which the said step (a) of the process is carried out in accordance with the following process: 15

(a1) - immersion of the pattern in the said solution for at least 3 to 4 minutes;

(a2) - removal of the solvent by evaporation in ambient atmosphere;

(a3) - if necessary, rinsing in water to remove runs or excess bonding agent; 20

(a4) - drying in ambient atmosphere.

25

30

35

40

45

50

55