

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 754 514 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
22.01.1997 Bulletin 1997/04

(51) Int Cl.⁶: **B22C 3/00**

(21) Numéro de dépôt: **96401620.8**

(22) Date de dépôt: **19.07.1996**

(84) Etats contractants désignés:
CH DE ES FR GB IT LI SE

(30) Priorité: **19.07.1995 FR 9508721**

(71) Demandeurs:
• **AUTOMOBILES PEUGEOT**
 75116 Paris (FR)
• **AUTOMOBILES CITROEN**
 92200 Neuilly-sur-Seine (FR)

(72) Inventeurs:
• **Nicol, Jean-Christophe**
 78470 Saint-Remy-les-Chevreuses (FR)
• **Frainais, Michel**
 78340 Les Clayes-sous-Bois (FR)
• **Ahlers, Rolf-Jürgen**
 70195 Stuttgart (DE)

(74) Mandataire: **Martin, Jean-Jacques**
 Cabinet REGIMBEAU
 26, Avenue Kléber
 75116 Paris (FR)

(54) Moule de fonderie et procédé de réalisation d'un tel moule

(57) L'invention concerne un moule de fonderie (1) comprenant un substrat (2) dont la surface interne est revêtue d'une couche (5) protectrice permanente en matériau réfractaire inerte vis-à-vis du métal coulé, remarquable en ce que ladite surface interne dudit sub-

strat présente une texture rugueuse (3) et ladite couche protectrice est une couche mince épousant la texture rugueuse de la surface interne du substrat.

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un tel moule.

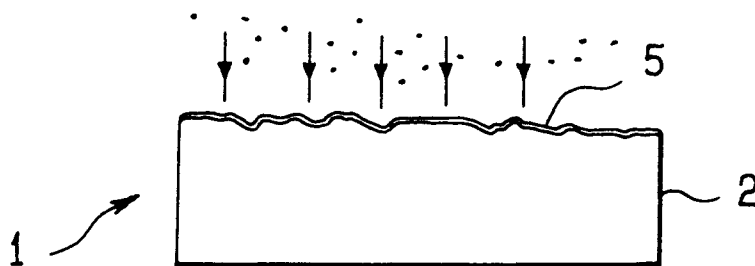


FIG. 2

EP 0 754 514 A1

Description

La présente invention est relative à un moule de fonderie comprenant un substrat dont la surface interne est revêtue d'une couche protectrice permanente en matériau réfractaire inerte vis-à-vis du métal coulé, notamment l'aluminium ou un alliage à base d'aluminium.

Elle concerne également un procédé de réalisation d'un tel moule de fonderie.

Le moulage en coquille (c'est-à-dire au moyen d'un moule métallique) constitue un procédé éprouvé et au point sur le plan technologique, notamment pour le moulage d'alliages d'aluminium-silicium.

Classiquement, pour protéger les parois du moule des interactions entre, d'une part, l'alliage liquide et, d'autre part, l'acier ou la fonte qui constituent le moule, on revêt lesdites parois d'une couche de matériau réfractaire. Ce revêtement associe des liants et diverses charges minérales, plus ou moins conductrices et inertes vis-à-vis du métal coulé.

Le brevet FR-A-1 257 063 par exemple décrit un revêtement pour moules de fonderie préparé sur une plaque modèle sous forme d'une croûte détachable, ledit revêtement étant formé d'une ou plusieurs couches, pouvant être successivement un oxyde, un cermet, un métal ou un alliage. La croûte est ensuite transportée dans le moule où on la fixe grâce à une couche intermédiaire. L'épaisseur de ladite croûte ne peut être inférieure à 1 mm.

Ce revêtement est actuellement réalisé par "poteyage", c'est-à-dire par dépôt (au pinceau ou en utilisant un pistolet de projection) d'une suspension ou solution, le moule ainsi revêtu étant ensuite étuvé aux alentours de 300°C pour évacuer les solvants.

Cette couche réfractaire présente idéalement une texture rugueuse, est friable et répond à plusieurs fonctions.

Elle permet d'éviter l'étamage, c'est-à-dire le collage de l'alliage liquide sur les parois du moule. Elle assure la lubrification du moule.

En outre, de par sa "friabilité", elle facilite le démoulage : quelques grains à la surface du moule de fonderie sont arrachés à chaque extraction de pièce coulée, sans pour autant altérer notablement cette surface.

Egalement, ce revêtement réfractaire protège le moule et évite ainsi sa destruction prématurée.

En particulier, ce revêtement constitue une interface entre le moule et l'alliage liquide, qui minimise les interactions.

Il constitue également une barrière thermique qui abaisse la température maximale atteinte à la surface de la coquille et prolonge ainsi la durée de vie du moule.

En outre, un tel revêtement assure certains échanges thermiques et participe à la maîtrise de la solidification dirigée.

Cependant, la faible résistance mécanique du dépôt réalisé par poteyage entraîne une destruction pro-

gressive du revêtement lors des cycles de fabrication des pièces de fonderie. Cela amène à retoucher localement ce revêtement en cours de production et à régulièrement nettoyer complètement l'outil par grenailage pour refaire alors l'opération dite de poteyage.

La technique de poteyage est de ce fait coûteuse. Elle nécessite en particulier l'immobilisation et le démontage réguliers des moules. Le poteyage a donc une incidence non négligeable sur le prix de revient des pièces.

Afin de pallier les inconvénients précédemment discutés, on a déjà proposé de remplacer les revêtements classiquement réalisés par poteyage par d'autres revêtements de protection. On pourra avantageusement se référer à cet égard à la demande de brevet EP-252 862 qui met en oeuvre des couches de protection à base de Y_2O_3 .

Ces couches de protection sont déposées directement sur l'acier du moule et s'avèrent d'une tenue dans le temps peu satisfaisante. Elles se détériorent rapidement du fait de la différence importante entre leur coefficient de dilatation thermique et celui du substrat sur lequel elles sont déposées.

Lors d'un cycle de moulage, en effet, un moule de fonderie est soumis à de forts écarts thermiques. Avant l'opération de coulée, il est chauffé par des brûleurs de façon à être maintenu à une température de l'ordre de 350°C. Puis, l'alliage y est coulé à une température qui est de l'ordre de 680°C dans le cas des alliages d'aluminium. Les températures des parois du moule varient donc entre 350°C et 680°C à chaque fois qu'une pièce est coulée, les cadences de coulée pouvant atteindre le rythme d'une coulée toutes les cinq minutes. Ces écarts thermiques entre le substrat et son revêtement induisent des différences de dilatation qui par leur répétition détruisent ledit revêtement.

Diverses améliorations ont également été proposées :

Le document FR-A-2 721 240, non publié à la date de dépôt de priorité de la présente demande, décrit un revêtement déposé directement sur la paroi d'un moule de fonderie, ladite paroi étant rugueuse. Cependant, on constate à la lecture de la figure 2 que la rugosité du revêtement (qui est de l'ordre de 8 micromètres) est très différente de celle du substrat qui est de l'ordre de 4 micromètres (page 7, lignes 17-18) : le revêtement n'épouse donc pas la texture rugueuse du substrat.

Le document EP-A-670 190, non publié à la date de dépôt de priorité de la présente demande et déposé par la demanderesse, décrit un revêtement fixé grâce à une sous-couche d'accrochage. Il ne s'agit pas d'un substrat rugueux sur lequel est déposé un revêtement épousant cette texture rugueuse.

On a également proposé dans le document EP-A-0 543 444 un moule de fonderie dont la surface est pourvue d'empreintes en creux et sur laquelle on dépose le revêtement protecteur constitué d'un matériau résistant à la corrosion et à l'érosion, tel que le nitrure de titane,

le carbure de titane, le carbure de silicium et l'oxyde d'aluminium. Le revêtement est déposé en couche mince. Cependant, les empreintes présentes sur le substrat sont des lignes parallèles ou des cavités formant un dessin régulier : il ne s'agit pas de "rugosité" au sens de la présente demande qui désigne une surface irrégulière (par exemple celle d'un poteyage classique).

Un but de l'invention est de proposer un moule de fonderie qui présente un revêtement réfractaire permanent, c'est-à-dire dont la durée de vie est augmentée de façon substantielle par rapport à celle des revêtements obtenus par poteyage.

Selon l'invention, le moule de fonderie est caractérisé en ce que la surface interne du substrat présente une texture rugueuse et la couche de protection est une couche mince épousant la texture rugueuse de la surface interne du substrat.

On a constaté que l'utilisation directe d'une couche mince d'un revêtement réfractaire déposée par tout moyen approprié sur une surface interne lisse du substrat génère lors de la coulée des défauts de par la non adhérence de la pellicule d'oxyde en surface du moule. Par ailleurs, il s'est avéré qu'il n'était pas possible de "texturer" ce revêtement.

De façon inattendue, le moule de fonderie et le procédé de réalisation de ce moule selon l'invention évite cette difficulté.

Par l'expression "moule de fonderie", on entend un substrat formant moule sur lequel est déposé un revêtement de protection.

Selon une variante avantageuse, la texture de la surface interne du substrat reproduit celle d'un poteyage classique.

On doit noter que la texture d'un poteyage classique n'est pas constante et se modifie légèrement au fur et à mesure des coulées. De préférence, la texture correspond à la texture obtenue après quelques coulées.

Le moule selon l'invention est particulièrement approprié pour la coulée de pièces en aluminium ou en alliage à base d'aluminium.

La nature du matériau pouvant être déposé est très large : métallique, céramiques de type carbures, nitrides, borures, de composition stoechiométrique ou non.

Parmi les matériaux testés, le TiCNO (oxycarbonitride de titane) est celui ayant montré la meilleure inertie chimique et thermique vis-à-vis de l'aluminium liquide. Par "couche mince", on entend une couche dont l'épaisseur varie communément entre 20 et 300 μm . Néanmoins, cette couche mince peut avoir une épaisseur beaucoup plus faible comprise entre 2 et 20 μm , de préférence 2 à 6 μm .

L'invention propose également un procédé pour la réalisation d'un moule de fonderie selon l'invention. Il comprend les étapes suivantes :

- a) préparation de la surface interne du substrat de façon à lui donner la texture rugueuse appropriée,
- b) suivie du dépôt en couche mince du matériau ré-

fractaire sur la surface préparée et récupération du moule.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description du procédé de réalisation qui suit. Cette description est purement illustrative et non limitative. Elle doit être lue en regard des figures 1 et 2 annexées sur lesquelles on a représenté schématiquement, en vue en coupe, un détail avec arraché d'un substrat de texture appropriée (figure 1) et d'un moule de fonderie 1 selon l'invention (figure 2).

Selon la figure 1, une partie d'un substrat 2 métallique est soumise à un enlèvement de matière par utilisation connue en soi d'un faisceau laser 4 de façon à obtenir une rugosité 3 correspondant à celle d'un revêtement obtenu par poteyage classique.

La mémorisation préalable de la texture souhaitée par lecture laser et analyse d'image permet de commander au moyen d'un ordinateur le fraisage afin de reproduire fidèlement la structure. La structure réalisée peut également être issue d'une création numérique d'une texture rugueuse assurant la même fonctionnalité à la surface. Ce type de fraisage s'impose de par la finesse des structures constatées ou leur complexité.

Cette première étape est suivie du dépôt sous vide (figure 2) d'une couche mince 5 de matériau réfractaire de type dépôt chimique ou physique en phase vapeur connu en soi.

La liaison avec le substrat s'avère excellente car elle est à la fois mécanique (accrochage) et physico-chimique (grâce à des phénomènes de diffusion).

L'invention est plus particulièrement décrite pour la fonderie des alliages d'aluminium en coquille par gravité. Elle s'applique bien entendu de façon générale à tout moulage en coquille, sans restriction quant à l'alliage coulé, et notamment au moulage en coquille sous haute pression ou sous basse pression.

En outre, indépendamment du problème technique relatif aux moules de fonderie, précédemment évoqué, il a été constaté que, de façon générale, les pièces métalliques texturées selon le procédé décrit et recouvertes d'un revêtement du type de ceux qui viennent d'être décrits, présentent une résistance thermomécanique et une adhérence de leur revêtement élevées.

Une application avantageuse de l'invention est la fabrication de pièces pour véhicules automobiles, et en particulier la fabrication de pièces de moteurs traitées selon le procédé objet de l'invention.

Revendications

1. Moule de fonderie (1) comprenant un substrat (2) dont la surface interne est revêtue d'une couche (5) protectrice permanente en matériau réfractaire inerte vis-à-vis du métal coulé, caractérisé en ce que ladite surface interne dudit substrat présente une texture rugueuse (3) et ladite couche protectri-

ce est une couche mince épousant la texture rugueuse de la surface interne du substrat.

un ordinateur ayant mémorisé la texture d'un poteyage obtenue par création numérique.

2. Moule de fonderie selon la revendication 1, caractérisé en ce que la texture de la surface interne du substrat est celle d'un poteyage classique. 5
3. Moule de fonderie selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau de la couche protectrice permanente est choisi dans le groupe constitué par les métaux ou les céramiques. 10
4. Moule de fonderie selon la revendication 3, caractérisé en ce que les céramiques sont choisies dans le groupe constitué par les carbures, les nitrures, les borures, de composition stoechiométrique ou non. 15
5. Moule de fonderie selon la revendication 4, caractérisé en ce que la céramique est l'oxycarbonitrure de titane (TiCNO) de composition stoechiométrique ou non. 20
6. Moule de fonderie selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche mince varie entre 20 et 300 μm . 25
7. Moule de fonderie selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche mince est comprise entre 2 et 20 μm , de préférence entre 2 et 6 μm . 30
8. Moule de fonderie selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est destiné au moulage d'aluminium ou d'alliages à base d'aluminium. 35
9. Procédé de réalisation d'un moule de fonderie selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : 40
 - a) préparation de la surface interne du substrat de façon à lui donner la texture rugueuse appropriée,
 - b) suivie du dépôt en couche mince du matériau réfractaire sur la surface préparée et récupération du moule. 45
10. Procédé de réalisation selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'étape a) est effectuée par fraisage laser. 50
11. Procédé de réalisation selon la revendication 10, caractérisé en ce que le fraisage est commandé par un ordinateur ayant mémorisé la texture d'un poteyage par analyse préalable d'une telle texture. 55
12. Procédé de réalisation selon la revendication 10, caractérisé en ce que le fraisage est commandé par

13. Procédé de réalisation selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'étape b) est effectuée par dépôt sous vide de type dépôt chimique ou physique en phase vapeur.

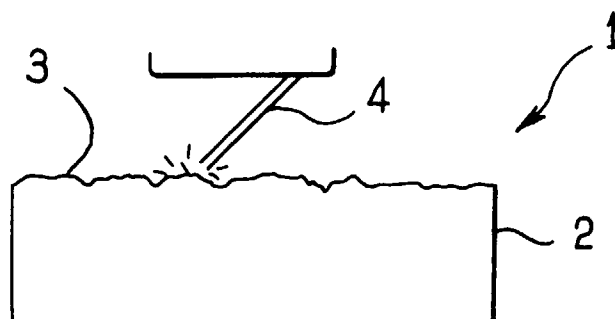


FIG. 1

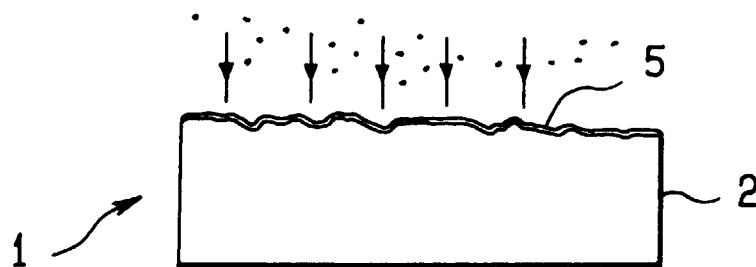


FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 40 1620

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	FR-A-1 257 063 (RÉGIE NATIONALE DES USINES RENAULT) 12 Juillet 1961 * colonne 1, ligne 28 - ligne 40 * * colonne 2, ligne 32 - colonne 3, ligne 20 *	1,3,4,9	B22C3/00
X,P	FR-A-2 721 240 (RENAULT) 22 Décembre 1995 * revendications *	1,3,4,8,9	
X,P	EP-A-0 670 190 (PEUGEOT; CITROEN SA (FR)) 6 Septembre 1995 * revendications 1,3,4 * * revendications 1,3,4 *	1,3,9	
X	EP-A-0 543 444 (BORGO NOVA SPA) 26 Mai 1993 * revendications * * figures * * colonne 4, ligne 1-18 *	1,3,4,8,9	
A	GB-A-2 273 718 (CHROMALLOY GAS TURBINE CORP) 29 Juin 1994 * figures 1-4 * * revendications *	1,9,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) B22C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 30 Octobre 1996	Examineur Riba Vilanova, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (Pw/C02)