



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : **0 462 850 A1**

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **91401295.0**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **B22D 19/00, B22D 19/14,  
C22C 1/10, F02F 1/24**

(22) Date de dépôt : **17.05.91**

(30) Priorité : **19.06.90 FR 9007667**

(43) Date de publication de la demande :  
**27.12.91 Bulletin 91/52**

(84) Etats contractants désignés :  
**DE GB IT**

(71) Demandeur : **AUTOMOBILES PEUGEOT**  
**75, avenue de la Grande Armée**  
**F-75116 Paris (FR)**  
Demandeur : **AUTOMOBILES CITROEN**  
**62 Boulevard Victor-Hugo**  
**F-92200 Neuilly-sur-Seine (FR)**

(72) Inventeur : **Barthole, Michel**  
**7 rue de Bretagne**  
**F-78140 Velizy (FR)**  
Inventeur : **Le Borgne, Gilles**  
**14 résidence le Clos de Verrières**  
**F-91370 Verrières le Buisson (FR)**  
Inventeur : **Viro, Jean-Roch**  
**13 allée des Sorbiers**  
**F-91630 Marolles en Hurepoix (FR)**

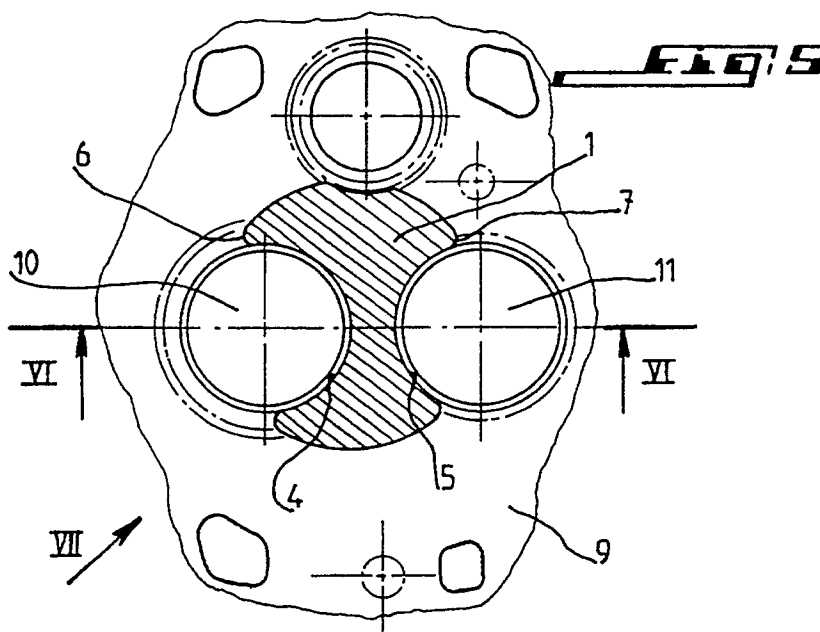
(74) Mandataire : **Durand, Yves Armand Louis et al**  
**CABINET WEINSTEIN 20, Avenue de**  
**Friedland**  
**F-75008 Paris (FR)**

(54) **Procédé de fabrication de pièces en alliage d'aluminium coulé comportant un insert et culasse de moteur à combustion interne obtenue par ce procédé.**

(57) La présente invention concerne un procédé de fabrication de pièces (9) en alliage d'aluminium coulé comportant un insert (1).

Cet insert est composé d'un matériau composite à matrice métallique, qui est constitué par un renfort à base de fibres céramiques telles que des fibres d'alumine ou d'alumine - silice formant feutre, imprégné sous haute pression par un alliage d'aluminium différent de ou identique à l'alliage de coulée. Pour réaliser la fixation chimique ultérieure entre l'insert et la pièce, la surface de l'insert est soumise à un traitement chimique du type zincate, suivi d'un traitement de revêtement électrolytique.

L'invention trouve application dans l'industrie automobile pour la fabrication de culasses (9) en alliage d'aluminium, comprenant un insert (1) dans au moins une de ses zones (4,5) inter-sièges de soupapes.



EP 0 462 850 A1

L'invention concerne généralement un procédé de fabrication de pièces en alliage d'aluminium coulé comportant un insert.

La présente invention trouve application notamment dans la fabrication d'une culasse de moteur à combustion interne, munie d'un insert.

5 Dans la métallurgie des alliages de fonderie, un procédé de fabrication d'une pièce coulée comportant un insert en matière céramique est connu. Il consiste à déposer sur l'insert, un matelas souple de fibres en matière céramique, puis à placer l'insert dans un moule et enfin à couler le métal dans le moule.

Or, les pièces ainsi obtenues, sont souvent soumises dans leur utilisation, à des cycles thermiques ; et sous l'effet des températures élevées, ces pièces atteignent rapidement leur limite de rupture, leur limite à la  
10 fatigue thermique et leur limite élastique à température du matériau considéré.

Dans le cas particulier des culasses de moteur, la pièce en alliage formant la culasse subit de fortes variations de température pendant le fonctionnement du moteur, la température maximale pouvant atteindre 350°C. La partie de la culasse formant les zones inter-sièges de soupape se détériore par fissuration, se déforme à chaud et sa durée de vie diminue en conséquence.

15 La présente invention a pour but de pallier les inconvénients mentionnés ci-dessus en proposant un procédé de fabrication de pièces en alliage d'aluminium coulé comportant un insert, où l'insert est composé d'un matériau composite à matrice métallique, qui est constitué par un renfort à base de fibres d'alumine ou d'alumine-silice formant feutre, imprégné sous haute pression par un alliage d'aluminium différent de ou identique à l'alliage de coulée.

20 Par ailleurs, dans ce procédé, la fixation, notamment chimique, entre l'insert et la pièce en alliage coulé doit être parfaite. En effet, une couche d'alumine imperméable et non fusible recouvre toute la surface de l'insert et présente un obstacle à la création d'une liaison chimique entre l'insert et la pièce en alliage de coulée.

L'invention a donc également pour but de créer une liaison chimique à l'interface insert - pièce.

A cet effet, l'invention propose un procédé de fabrication de pièces en alliage d'aluminium coulé comportant  
25 un insert, qui consiste plus précisément à faire subir à une surface en alliage matriciel d'au moins une face de l'insert, un traitement chimique du type zincate, suivi d'au moins un traitement électrolytique tel qu'un revêtement de nickel.

Suivant une caractéristique de l'invention, le traitement chimique au zincate forme sur la surface précitée une couche de zinc ou d'alliage zinc - fer contenant environ 15% de fer.

30 Suivant une autre caractéristique de l'invention, le traitement électrolytique est effectué à partir d'une solution de sulfate ou de sulfamate de nickel.

Selon une variante de l'invention, la surface précitée de l'insert subit un second traitement électrolytique tel qu'un revêtement d'argent.

L'invention a également pour objet une culasse de moteur à combustion interne, munie d'au moins un  
35 insert, la culasse en alliage d'aluminium coulé étant fabriquée par le procédé selon l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit et qui se réfère aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple, dans lesquels.

La figure 1 représente une coupe schématique de l'insert formé d'un matériau composite avant le traitement de sa surface.

40 La figure 2 représente une coupe schématique de ce même insert après le traitement de sa surface.

La figure 3 représente une vue en plan de l'insert après imprégnation et avant introduction dans le moule.

La figure 4 est une vue en coupe de l'insert suivant la ligne IV-IV.

La figure 5 représente une vue partielle et de dessous d'une culasse de moteur à combustion interne.

La figure 6 représente une coupe partielle de la culasse représentée à la figure 5, suivant la ligne VI-VI.

45 La figure 7 représente une vue partielle en perspective de la culasse représentée à la figure 5 suivant la direction VII.

Suivant le procédé de fabrication de pièces en alliage coulé selon l'invention, un insert est disposé au sein de la pièce.

Cet insert est fabriqué au préalable à partir de matériau composite qui se compose d'une part d'un matériau  
50 de renfort à base de fibres céramiques telles que par exemple des fibres d'alumine ou d'alumine - silice, qui sont enchevêtrées à la manière d'un feutre dont la cohésion est assurée par un liant minéral, tel que par exemple un liant de silice, et d'autre part d'une matrice à base d'aluminium et plus précisément d'un alliage d'aluminium différent de ou identique à l'alliage d'aluminium de la pièce coulée. Cet alliage d'aluminium formant la matrice est encore appelé alliage matriciel. Ce matériau composite est fabriqué en imprégnant sous haute  
55 pression le matériau de renfort par l'alliage d'aluminium ou alliage matriciel à l'état liquide.

Un procédé de fabrication de ce matériau composite est décrit notamment dans la demande de brevet européen déposée sous le No. 89402986.7.

Un exemple de matériau de ce type comprend un renfort de fibres courtes d'alumine, une matrice AS5U4G2

selon les normes AFNOR.

En se reportant à la figure 1, l'insert 1 comprend :

– une partie centrale a, qui est formée de matériau composite renforcé de fibres céramiques imprégnées par un alliage d'aluminium ;

5 – une face b en matériau composite où les fibres céramiques affleurent, c'est la face utile de l'insert qui permet l'exploitation optimale des propriétés du matériau composite, cette face n'entrera pas en contact avec l'alliage de coulée ;

– une face c et une face d qui sont constituées par une surépaisseur d'alliage d'aluminium ou encore d'alliage matriciel, l'alliage d'aluminium sans fibres affleure donc les faces c et d.

10 La face c de par sa contre-dépouille, servira uniquement à l'accrochage mécanique entre l'insert et la pièce coulée.

Quant à la face d, elle sera utilisée comme décrit ci-après pour créer une liaison chimique à l'interface insert - pièce, ce qui permet la fixation chimique entre la pièce et l'insert.

L'insert ainsi fabriqué est ensuite soumis à des traitements d'ordre chimique.

15 Plus précisément, la surface de la face d de l'insert va subir un traitement chimique et au moins un traitement électrolytique.

En effet, la face d décrite ci-dessus présente sur sa surface une couche d'alumine imperméable et non fusible qui entrave la fixation chimique ultérieure entre l'insert et la pièce.

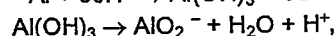
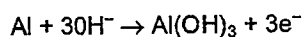
Pour ce faire, il est nécessaire d'éliminer cette couche d'alumine.

20 A cet effet, la surface d est soumise à un traitement chimique du type zincate et de préférence du type zinc - fer.

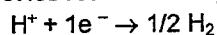
Ce traitement est réalisé au moyen d'une solution contenant de l'oxyde de zinc, de la soude, du tartrate double de potassium et de sodium et du chlorure ferrique.

Les mécanismes mis en oeuvre dans la réaction sont pour les principaux comme suit.

25 Les réactions du type anodique :



permettent de détruire la couche d'alumine, et les réactions du type cathodique :



30 forment alors une couche de zinc, ou d'alliage zinc - fer qui remplace la couche d'alumine.

Dans le cas de l'alliage zinc - fer, cette couche a une teneur en fer d'environ 15%.

35 En référence à la figure 2, cette couche représentée en f est très fine, ayant une épaisseur inférieure à 1 micron.

Cette couche f a pour rôle d'empêcher la couche d'alumine de se reformer en surface de la face d de l'insert, elle évite donc la réoxydation superficielle de la face d de l'insert.

Mais cette couche peu épaisse est fragile et doit être protégée afin de faciliter les manipulations et la conservation de l'état de la surface de l'insert.

40 De ce fait, la surface de l'insert, c'est-à-dire cette face f, subit un traitement électrolytique pour former un revêtement.

Un revêtement classique est par exemple un dépôt électrolytique de nickel.

Le traitement se fait dans un bain contenant du sulfate ou du sulfamate de nickel, du chlorure de nickel, et de l'acide borique.

45 Une couche g de quelques microns d'épaisseur se forme, protégeant ainsi la couche f et limitant la réoxydation superficielle de l'insert avant la coulée de la pièce. De plus, cette couche f permet la diffusion de nickel dans l'alliage d'aluminium de coulée créant ainsi la liaison chimique à l'étape de coulée de la pièce.

Enfin, dans des conditions de coulée difficiles, il est possible de placer sur la couche g, un revêtement supplémentaire par un dépôt électrolytique d'argent.

50 Ce revêtement est réalisé à partir d'un bain contenant de manière typique : du cyanure double d'argent et de potassium, du cyanure de potassium et du carbonate de potassium.

La couche h en argent ainsi obtenue, d'une épaisseur de quelques microns, protège mieux que le nickel la surface de l'insert en limitant plus efficacement la réoxydation de la surface de l'insert avant la coulée. Par ailleurs, cette couche h en argent améliore la liaison chimique à l'interface insert - pièce du fait que le coefficient de diffusion de l'argent dans l'aluminium est plus élevé que celui du nickel dans l'aluminium.

55 Les faces de l'insert ainsi préparées et traitées assurent à la fois un accrochage mécanique et une liaison chimique à l'interface insert - pièce.

Toutes les formes d'insert peuvent être envisagées.

L'insert qui va être placé dans le moule pour la coulée de la pièce, peut être sous une forme provisoire, parfois nécessaire pour le maintenir immobile au cours de la coulée. Dans ce cas, il sera usiné après l'étape de coulée, afin d'atteindre sa forme définitive.

Puis, l'étape d'insertion proprement dite est envisagée.

5 Toutes les configurations de pièces sont possibles, les moules étant préparés en conséquence.

L'insert comportant l'ensemble des couches de revêtement f et g et éventuellement h sur sa face d, est positionné à l'intérieur du moule. Ce dernier est ensuite fermé et la coulée de la pièce peut commencer.

Toutes les techniques de coulée d'alliages légers actuelles et futures peuvent être appliquées ici.

10 L'alliage d'aluminium de la pièce est coulé suivant des paramètres spécifiques tels que la température de l'insert dans le moule, la température de coulée de l'alliage liquide et la quantité d'alliage qui, au contact de l'insert, réchauffe celui-ci pendant la durée de la coulée. L'ensemble de ces paramètres pris en combinaison agit sur la création d'une liaison chimique à l'interface insert - pièce. Une combinaison optimale des paramètres engendre une très bonne liaison chimique.

La pièce ainsi coulée comportant un insert, est ensuite démoulée.

15 Le procédé de fabrication d'une pièce en alliage comportant un insert selon l'invention, trouve application dans l'industrie automobile.

En particulier des culasses de moteur à combustion interne, en alliage d'aluminium, sont ainsi produites.

20 Un exemple d'insert prévu pour être introduit dans une culasse, est représenté à la figure 3. Il présente des faces latérales 2 et 3 de forme concave, où viendront se loger les soupapes dans les zones inter-sièges 4 et 5. L'insert en coupe transversale selon la figure 4, a une section trapézoïdale. Les contre-dépouilles 6 et 7 servent à la fixation mécanique de l'insert, et la face 8 qui subira les traitements chimique et électrolytique selon l'invention, sert à la fixation chimique entre l'insert et la pièce.

L'alliage d'aluminium de la culasse est ensuite coulé par exemple par gravité sur cet insert en matériau composite qui a subi les traitements chimiques et électrolytiques mentionnés précédemment.

25 Dans le cas des culasses, un insert (ou plus) est (sont) par exemple disposé (s) au niveau des zones entre les sièges de soupape.

En référence à la figure 5, l'insert 1 vient se loger entre deux zones inter-sièges de soupapes 4 et 5 à l'intérieur de la culasse 9. Des soupapes viendront se loger dans les espaces 10 et 11.

30 La figure 6 étant une coupe partielle de la culasse représentée à la figure 5, montre bien l'insert 1 fixé notamment par sa face 8 à la culasse 9 par la liaison chimique engendrée par le procédé de fabrication de la culasse.

L'insert 1 est positionné entre les espaces 10 et 11 ou encore conduits de soupape, l'un conduit d'admission, l'autre conduit d'échappement.

35 Les têtes de soupape respectivement 12 et 13 viennent se loger contre l'insert 1 dans les conduits 10 et 11, en entrant en contact avec l'insert 1 dans les zones 4 et 5.

De même, la vue en perspective de la figure 7 illustre bien le positionnement de l'insert fixé au sein de la culasse. Les têtes de soupapes 12 et 13 peuvent se déplacer de part et d'autre de l'insert 1.

40 La culasse en alliage d'aluminium ainsi fabriquée comprenant un insert dans au moins une de ses zones inter-sièges de soupapes, prolonge la durée de vie de la culasse en améliorant nettement la durée de vie en fatigue thermique et la limite élastique en température de ces zones inter-sièges de soupapes.

La culasse résiste alors beaucoup mieux aux variations de températures au cours des cycles du moteur, comparée aux culasses classiques.

L'invention trouve également application dans la fabrication d'autres pièces en alliage d'aluminium coulé.

45

## Revendications

50 1. Procédé de fabrication de pièces en alliage d'aluminium coulé comportant un insert composé d'un matériau composite à matrice métallique, qui est constitué par un renfort à base de fibres céramiques telles que des fibres d'alumine ou d'alumine-silice formant feutre, imprégné sous haute pression par un alliage d'aluminium différent de ou identique à l'alliage de coulée, caractérisé en ce qu'il consiste à faire subir à une surface en alliage matriciel d'au moins une face (d) de l'insert (1) précité, un traitement chimique du type zincate, suivi d'au moins un traitement électrolytique tel qu'un revêtement de nickel pour créer une liaison chimique à l'interface insert-pièce.

55

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le traitement au zincate forme sur la surface précitée une couche (f) de zinc ou d'alliage zinc-fer contenant environ 15% de fer.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le traitement chimique au zincate est de préférence un traitement de type zinc-fer dans une solution contenant de l'oxyde de zinc, de la soude, du chlorure ferrique et du tartrate double de potassium et de sodium.
- 5 4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le traitement électrolytique est effectué à partir d'une solution de sulfate ou de sulfamate de nickel, formant une couche (g) de nickel.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la solution de sulfate ou de sulfamate de nickel comprend de plus du chlorure de nickel et de l'acide borique.
- 10 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la surface précitée de l'insert subit un second traitement électrolytique tel qu'un revêtement d'argent pour former une couche (h) d'argent.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'insert ainsi traité est introduit dans un moule où la pièce est coulée et en ce que la pièce comprenant l'insert est ensuite démoulée.
- 15 8. Culasse (9) de moteur à combustion interne, munie d'au moins un insert (1), caractérisée en ce que ladite culasse (9) en alliage d'aluminium coulé, est fabriquée par le procédé suivant l'une des revendications 1 à 7.
- 20 9. Culasse selon la revendication 8, caractérisée en ce que ledit insert (1) est prévu dans des zones (4,5) entre les sièges de soupapes.

25

30

35

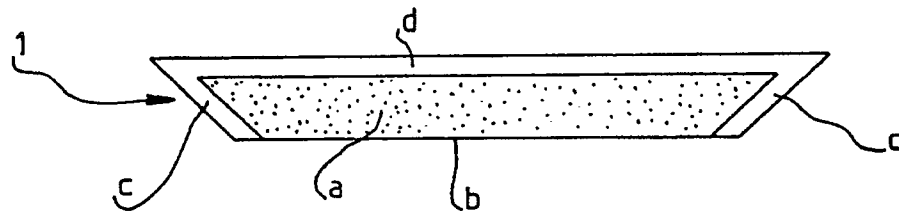
40

45

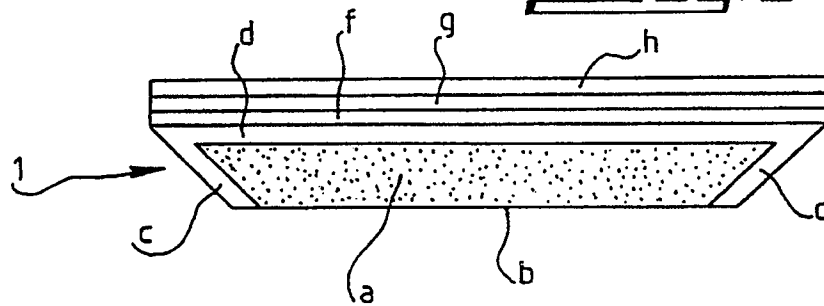
50

55

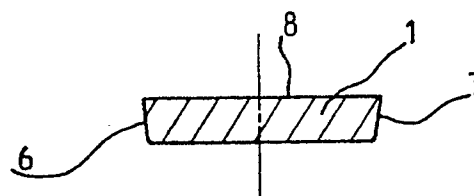
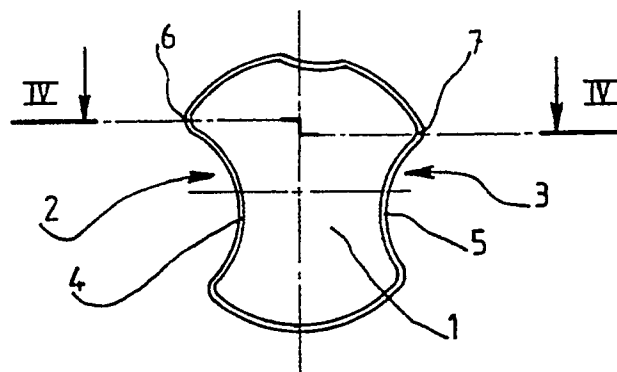
**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 1295

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.5)
X	EP-A-0 203 198 (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO) * Page 4, ligne 8 - page 5, ligne 35; page 7, lignes 6-21; page 13, lignes 12-18; figure 13 *	8,9	B 22 D 19/00 B 22 D 19/14 C 22 C 1/10 F 02 F 1/24
Y	---	1,4,5,7	
Y	"Metals Handbook", édition 9, vol. 5: "Surface cleaning, finishing and coating", 1982, pages 601-606, ASM, Ohio, US; "Surface preparation methods (for aluminium) * En entier *	1,4,5,7	
A	IDEM ---	2,3	
X	GB-A-2 173 436 (KOLBENSCHMIDT) * En entier *	8,9	
A	DE-A-2 439 870 (FORD-WERKE) * Figure 2; page 6 *	1,4,5	
A	WO-A-8 909 669 (SANDVIK) * Page 5, ligne 15 - page 6, ligne 9 *	4,5	
E	EP-A-0 384 045 (TEMAV S.p.A.) * Colonnes 1-2; exemples 3,4; revendications 1,3,5,6,10,12 *	1,7	
A	EP-A-0 246 423 (VEREINIGTE ALUMINIUM-WERKE) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 05-09-1991	Examinateur BOMBEKE M.J.P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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 L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

EPO FORM 1503 01.82 (P0402)