



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets³ : F02F 1/18; C22C 1/04 B22F 1/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 84/ 00050 (43) Date de publication internationale: 5 janvier 1984 (05.01.84)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR83/00120 (22) Date de dépôt international: 15 juin 1983 (15.06.83) (31) Numéros des demandes prioritaires: 82/11032 82/20982 (32) Dates de priorité: 17 juin 1982 (17.06.82) 9 décembre 1982 (09.12.82) (33) Pays de priorité: FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): ALUMINIUM PECHINEY [FR/FR]; 23, rue Balzac, F-75008 Paris (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement) : HURET, Noël [FR/FR]; 63, boucle de la Nacelle, Les Richardets, F-93160 Noisy le Grand (FR). MEUNIER, Jean [FR/FR]; 5, rue Casimir Perier, F-38000 Grenoble (FR). (74) Mandataire: PASCAUD, Claude; Péchiney Ugine Kuhlmann, 28, rue de Bonnel, F-69433 Lyon Cedex 3 (FR).		(81) Etats désignés: BR, CH (brevet européen), DE (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), JP, SE (brevet européen), US. Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>
(54) Title: MOTOR CYLINDER SLEEVES BASED ON ALUMINUM ALLOYS AND CALIBRATED SILICON GRAINS AND METHODS FOR OBTAINING THEM (54) Titre: CHEMISES DE MOTEURS A BASE D'ALLIAGES D'ALUMINIUM ET DE GRAINS DE SILICIUM CALIBRES ET LEURS PROCÉDES D'OBTENTION (57) Abstract The present invention relates to sleeves for internal combustion engines based on aluminum-silicon alloys and silicon grains and to the methods for producing said sleeves. It is characterized in that said grains are carefully calibrated and dispersed in the alloy matrix. The sleeves may also contain at least one intermetal compound such as Ni₃Sn, for example. Those sleeves are obtained by spinning or sintering of a mixture of powders. The invention finds application particularly in the motor vehicle industry and to all fields where sleeve-piston assemblies of good compatibility and based on aluminum alloys are desired. (57) Abrégé La présente invention est relative à des chemises de moteurs à explosion ou à combustion interne à base d'alliages d'aluminium-silicium et de grains de silicium et leurs procédés d'obtention. Elle est caractérisée en ce que ces grains sont soigneusement calibrés et dispersés dans la matrice d'alliage. Ces chemises peuvent également contenir au moins un composé intermétallique tel que le Ni₃Sn par exemple. Ces chemises sont obtenues par filage ou frittage d'un mélange de poudres. L'invention trouve son application notamment dans l'industrie de l'automobile et dans tout genre d'industrie où on cherche à disposer d'ensembles chemise-piston de bonne compatibilité à partir d'alliages d'aluminium.		

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	LI	Liechtenstein
AU	Australie	LK	Sri Lanka
BE	Belgique	LU	Luxembourg
BR	Brésil	MC	Monaco
CF	République Centrafricaine	MG	Madagascar
CG	Congo	MR	Mauritanie
CH	Suisse	MW	Malawi
CM	Cameroun	NL	Pays-Bas
DE	Allemagne, République fédérale d'	NO	Norvège
DK	Danemark	RO	Roumanie
FI	Finlande	SE	Suède
FR	France	SN	Sénégal
GA	Gabon	SU	Union soviétique
GB	Royaume-Uni	TD	Tchad
HU	Hongrie	TG	Togo
JP	Japon	US	Etats-Unis d'Amérique
KP	République populaire démocratique de Corée		

- 1 -

CHEMISES DE MOTEURS A BASE D'ALLIAGES D'ALUMINIUM ET DE GRAINS DE SILICIUM
CALIBRES ET LEURS PROCEDES D'OBTENTION'

La présente invention est relative à des chemises de moteurs à explosion ou à combustion interne dont la structure présente des grains de silicium calibrés et dispersés dans une matrice d'un alliage d'aluminium-silicium eutectique. Elle concerne également quelques uns des procédés d'obtention de ces chemises.

Les chemises de moteurs à base d'aluminium ne sont pas nouvelles mais leur utilisation a toujours posé des problèmes de compatibilité de leur surface de travail avec les éléments de moteurs tels que les pistons qui sont en contact avec elles. On a cherché à pallier les difficultés rencontrées de différentes façons telles que prévoir un chemisage en acier, revêtir la surface de l'alésage du cylindre de métaux plus durs comme le fer ou le chrome, sans toutefois pouvoir les surmonter complètement.

Puis, on s'est tourné vers des alliages ayant une meilleure tenue mécanique tels que les aluminium-silicium hypereutectiques mais, on s'est alors aperçu que les cristaux de silicium primaire qui apparaissent lors du moulage de la chemise avaient, du fait de leur taille relativement grande et de leur forme anguleuse, une tendance fâcheuse à rayer la surface des pistons et on a été ainsi amené à protéger la surface de ces derniers par un revêtement.

C'est alors que, voulant néanmoins bénéficier de certains avantages apportés par les A-S hypereutectiques, on a cherché à changer la structure de ces alliages notamment au niveau des grains de silicium pour essayer de leur conférer la compatibilité nécessaire sans avoir recours à des traitements de surface ultérieurs. Parmi les tentatives faites, il faut citer :

- d'une part, toutes celles consistant à modifier la structure de coulée telles que celles décrites dans le brevet français 1 441 860 où on procède à une attaque acide de la matrice d'aluminium de manière à mettre en relief les grains de silicium puis on réalise un polissage de ces grains,



- 2 -

- d'autre part, celles visant à obtenir une nouvelle structure de coulée. C'est le cas du brevet français 2 235 534 dans lequel la chemise est moulée dans des conditions de refroidissement telles qu'elle ne présente aucune phase de silicium primaire mais au contraire
5 des particules fibreuses ou sphéroïdisées de dimensions inférieures à 10 μm .

Plus récemment, la demanderesse dans son brevet 2 343 895 s'est aussi tournée vers une nouvelles structure d'A-S hypereutectiques mais en
10 substituant au procédé de coulée celui du filage de poudres obtenues par atomisation. Une telle technique présente, en effet, l'avantage de mettre en oeuvre des poudres formées avec une grande vitesse de refroidissement et dans lesquelles les grains de silicium primaire ont une taille relativement petite et en tout cas inférieure à
15 celle résultant de la coulée classique. Cette taille n'est pas modifiée par le filage et on obtient ainsi une nouvelle structure présentant des particules de silicium fines et bien réparties qui améliorent sensiblement la compatibilité de la chemise avec le piston.

20

Toutefois, au cours d'essais dans des conditions particulièrement sévères, on observe néanmoins une détérioration de la chemise.

A la suite d'une étude poussée du phénomène, on a alors constaté
25 qu'il était lié à la trop grande finesse des grains de silicium. A partir de ces résultats, la demanderesse a pris conscience qu'il était possible d'améliorer encore cette compatibilité. C'est pourquoi, elle a élaboré des chemises dont la structure présente des grains de silicium soigneusement calibrés dans une fourchette de granulométrie
30 relativement étroite, se situant en moyenne au-dessus du maximum ayant conduit à un mauvais comportement et en-dessous de celle trop grossière des produits coulés.

La présente invention concerne donc une chemise de moteur à combustion
35 interne à base d'un alliage d'aluminium-silicium eutectique contenant éventuellement d'autres éléments et caractérisée en ce que sa structure présente une distribution de grains de silicium calibrés de

- 3 -

dimensions comprises entre 20 et 50 μm .

Ainsi, cette chemise est celle constituée par une matrice en alliage d'aluminium-silicium eutectique, c'est-à-dire contenant environ 12 % de silicium et dans laquelle n'apparaît aucun grain de silicium primaire. Cet alliage peut éventuellement contenir d'autres éléments d'addition qui contribuent à améliorer ses caractéristiques mécaniques ou certaines propriétés en relation avec le comportement au frottement ou à l'usure.

10

Dans cette matrice, sont distribués des grains de silicium calibrés, c'est-à-dire répondant à une courbe de granulométrie la plus resserrée possible et dont les dimensions sont de toute façon comprises entre 20 et 50 μm . Sont ainsi exclues toutes les particules fines de silicium ainsi que les grains de trop grande taille qui contribuent à diminuer la compatibilité recherchée.

De plus, pour obtenir un compromis favorable entre les qualités apportées d'une part par la matrice, d'autre part par les grains de silicium, on a pu constater qu'une proportion en poids de 5 à 15 % de grains de silicium par rapport à la masse de la chemise convenait très bien.

Ces grains de silicium ont une pureté supérieure à 99,5 % et de préférence une teneur en calcium inférieure à 300 ppm. Ils peuvent éventuellement être traités pour en éliminer le fer. Leur faciès est différent en fonction du mode d'obtention. Ainsi, on peut avoir non seulement des grains classiques préparés par broyage et tamisage, mais également des grains fabriqués par pulvérisation de silicium liquide qui présentent un contour plus arrondi.

En ce qui concerne la matrice en alliage d'aluminium-silicium, on fait appel de préférence à des alliages eutectiques du type A-S12U4G, c'est-à-dire renfermant des éléments tels que le cuivre et le magnésium ayant pour effet d'améliorer la tenue mécanique.



- 4 -

En outre, on favorise les propriétés de frottement des chemises par la présence d'adjuvants comme du graphite ou de tout autre corps jouant un rôle équivalent. De préférence, on utilise un graphite artificiel de type granulaire, forme s'intégrant bien physiquement
5 aux autres composants de la chemise. La proportion la plus convenable se situe entre 3 et 10 % en poids de la masse au sein de laquelle il est dispersé.

La demanderesse a aussi constaté qu'on pouvait encore améliorer
10 davantage les performances des ensembles chemise-piston du point de vue compatibilité et remédier notamment à l'apparition de certains phénomènes de collage ponctuel qui apparaissent lorsque la chemise travaille au-delà des températures limites généralement admises, en ajoutant dans la chemise une dispersion d'au moins un composé
15 intermétallique, distincte de celle de tels composés susceptibles d'exister au sein de l'alliage et dont la température de fusion est supérieure à 700° C.

Ainsi, l'invention consiste-t-elle aussi à avoir dans la chemise en
20 plus des grains de silicium calibrés, une dispersion d'au moins un composé intermétallique.

Il y a lieu de souligner que cette dispersion est différente du point de vue structure et/ou composition de celle qui pourrait être
25 présente dans l'alliage de base. En effet, il est possible que cet alliage contienne certains éléments susceptibles de former entre eux des composés intermétalliques au cours de son élaboration par métallurgie des poudres. Mais ces composés appartiennent à la structure même de l'alliage de base et n'ont donc rien à voir avec
30 celui (ou ceux) concerné(s) par l'invention. Ces composés intermétalliques constituant cette dispersion sont choisis parmi ceux qui ont une température de fusion supérieure à 700° C.

On a en effet trouvé que la présence de tels composés dans la
35 structure d'une chemise à matrice d'aluminium-silicium eutectique avait pour propriété de réduire fortement sinon de supprimer la tendance de la chemise à se souder localement au piston lorsque

- 5 -

certaines limites de températures sont dépassées.

De plus, les essais réalisés montrent que ces composés intermétalliques contribuent à améliorer simultanément le rôle joué par les grains de
5 silicium en créant des points durs dans la chemise et en renforçant ainsi sa résistance à l'usure et celui du graphite en exacerbant sa fonction d'agent lubrifiant comme en témoignent les mesures de coefficient de frottement.

10 Le composé intermétallique Ni_3Sn dans lequel trois atomes de nickel sont combinés à un atome d'étain pour former ces cristaux du type hexagonal, s'est avéré particulièrement performant à la fois dans ses fonctions d'agent de "non-collage" et dans celles de produit lubrifiant et résistant à l'usure.

15

De tels composés doivent être répartis régulièrement dans la masse de la chemise sous forme de grains. Cependant, pour développer pleinement leurs effets, ces grains sont de préférence calibrés, c'est-à-dire qu'ils répondent à une courbe de granulométrie la plus
20 resserrée possible et dont les dimensions sont de toute façon comprises entre 5 et 50 μm . On exclut ainsi d'une part, les grains trop fins qui en raison de leur surface spécifique élevée, conduisent au grippage des outillages de fabrication des chemises, d'autre part, les grains trop gros qui provoquent l'augmentation du coefficient
25 de frottement.

Pour obtenir un compromis favorable entre les avantages apportés par la matrice en alliage d'aluminium-silicium eutectique, les grains de silicium, le lubrifiant et les grains de composé inter-
30 métallique, on a constaté qu'une proportion de ces derniers de 5 à 15 % de la masse de la chemise convenait très bien.

Les grains de composé intermétallique peuvent présenter un faciès différent en fonction de leur mode d'obtention. C'est ainsi qu'on
35 peut avoir non seulement des grains préparés par broyage mais également des grains fabriqués par pulvérisation du composé à l'état liquide qui présentent de ce fait un contour plus arrondi.



- 6 -

Quant à l'alliage de base constituant la matrice du matériau de l'invention, outre l'alliage du type $A-S_{12} U_4 G$, on peut également utiliser un alliage du type $A-S_{12} Z_5 GU$.

- 5 L'invention concerne également quelques uns des procédés d'obtention de telles chemises. Ces procédés possèdent une phase commune consistant à diviser l'alliage d'aluminium-silicium eutectique à partir de l'état liquide en une poudre. Ceci est obtenu par tous procédés existant comme par exemple la pulvérisation centrifuge, l'atomisation,
- 10 etc..... Cette poudre est alors tamisée pour en éliminer les particules de dimensions non comprises entre 60 et 400 μm puis mélangée à des grains de silicium de granulométrie comprise entre 20 et 50 μm et en quantité telle qu'ils représentent 5 à 15 % en poids de la masse de la chemise ; on y ajoute éventuellement 3 à 10 % en poids
- 15 de graphite ou tout autre élément susceptible d'améliorer la qualité de la chemise tel que le carbure de silicium pour augmenter sa dureté ou l'étain pour la rendre plus apte au frottement. Dans le cas de chemises destinées à travailler au-delà des limites de température généralement admise, on incorpore un composé intermétallique sous
- 20 forme de grains suivant les pourcentages en poids compris entre 5 et 15 % et de dimensions comprises entre 5 et 50 μm . Après homogénéisation convenable, un tel mélange peut alors être traité de deux façons différentes, soit par frittage, soit par filage.
- 25 Dans le cas du frittage, le mélange de poudres est mis en forme par compression à froid dans une presse verticale ou isostatique, puis frittée sous atmosphère contrôlée. La chemise ainsi obtenue est alors usinée aux dimensions convenables.
- 30 Dans le cas du filage, le mélange est comprimé à froid sous forme de billette ou chargé directement dans le pot d'une presse puis, filé sous forme de tube après un éventuel préchauffage à l'abri de l'atmosphère.
- 35 Le matériel de filage utilisé est bien connu de l'homme de l'art. Il peut s'agir, soit d'un outillage à pont, soit d'un ensemble filière plate-aiguille flottante. Le tube ainsi obtenu à la sortie

- 7 -

de la presse est dressé, tronçonné à la longueur des chemises et ces dernières sont ensuite usinées.

Il est possible d'effectuer une trempe directement sur le tube sortant
5 de la filière puis de procéder à un traitement thermique classique de revenu, de façon à améliorer les propriétés mécaniques de la chemise fabriquée.

Le mélange peut aussi être comprimé sous forme de pions que l'on
10 soumet à un filage inverse de manière à former des godets dont on tronçonne ensuite le fond et le bord opposé pour recueillir des chemises qui sont ensuite usinées. Il est également possible d'effectuer une trempe directe des godets après filage.

15 L'invention peut être illustrée au moyen de trois figures jointes à la présente demande et qui représentent des dessins de micrographies tirées sous un grossissement de 200, de chemises de moteurs fabriquées suivant des techniques différentes.

20 La figure 1 correspond à une chemise obtenue par coulée d'un alliage d'aluminium-silicium hypereutectique, la figure 2 à une chemise obtenue par filage de poudre d'alliage d'aluminium-silicium hypereutectique ; la figure 3 à une chemise selon l'invention
25 obtenue par filage d'un mélange de poudre d'alliage d'aluminium-silicium eutectique et de poudre de silicium calibrée.

Sur la figure 1, l'alliage d'aluminium-silicium est un A-Si17U4G suivant les normes de l'Aluminium Association qui contient donc 17 % de silicium et de ce fait est dit hypereutectique en silicium.

30 On distingue des cristaux de silicium primaire (1) qui sont donc apparus au début de la solidification de l'alliage et qui sont dispersés dans une matrice où apparaît sous forme d'aiguille(s) du silicium eutectique. On remarque que ces cristaux ont une taille relativement importante et une forme angulaire ayant pour propriété une tendance
35 fâcheuse à rayer la surface des pistons au regard desquels travaillent les chemises.

- 8 -

Sur la figure 2, l'alliage d'aluminium-silicium est également un A-Si17U4G mais résultant du filage de poudre obtenue par atomisation. Du fait de la grande vitesse de refroidissement utilisée pour former cette poudre, les grains de silicium primaire (3) ont une taille
5 relativement petite comparable à celle du silicium eutectique, et en tout cas inférieure à celle résultant de la coulée classique. On distingue également sur cette figure des particules de graphite (4) qui s'allongent dans le sens du filage et représentent environ en poids 3 % de la masse de la chemise.

10

La trop grande finesse des grains de silicium, des chemises ainsi constituées est la cause de leur détérioration lors d'essais dans des conditions particulièrement sévères.

15 Sur la figure 3, l'alliage d'aluminium-silicium est un A-Si2U4G qui contient 12 % de silicium et de ce fait est dit eutectique en silicium. Il résulte également du filage de poudre obtenue par atomisation, mais on a ajouté suivant l'invention avant filage, environ 5 % en poids de poudre de silicium dont les grains (5)
20 ont un faciès de particules résultant d'un broyage et une dimension comprise entre 20 et 50 μm . Ces grains sont dispersés dans une matrice eutectique au sein de laquelle on distingue des particules de silicium (7) qui ont coalescé et des particules de graphite (6) associés à raison de 3 % au poids. On notera la texture tout à
25 fait originale des chemises selon l'invention, texture qui contribue à améliorer notablement la compatibilité avec les pistons des chemises ainsi réalisées.

Les chemises faisant objet de l'invention trouvent leur application
30 notamment dans l'industrie de l'automobile et dans tout genre d'industrie où l'on cherche à disposer d'ensembles, chemise-piston de bonne compatibilité à partir d'alliages d'aluminium.



- 9 -

REVENDEICATIONS

- 1°) Chemise de moteur à combustion interne obtenue par métallurgie de poudre à partir de grains d'alliages d'aluminium-silicium, de silicium et éventuellement d'autres éléments, caractérisée en ce que la structure présente une matrice d'aluminium-silicium eutectique
- 5 c'est-à-dire essentiellement exempte de grains de silicium primaire dans laquelle ont été distribués des grains de silicium ayant tous une dimension comprise entre 20 et 50 μm .
- 2°) Chemise selon la revendication 1, caractérisée en ce que les
- 10 grains de silicium représentent 5 à 15 % de la masse de la chemise.
- 3°) Chemise selon la revendication 1, caractérisée en ce que les grains de silicium ont le faciès de particules résultant d'un broyage.
- 15 4°) Chemise selon la revendication 1, caractérisée en ce que les grains de silicium ont le faciès résultant de la pulvérisation de silicium liquide.
- 5°) Chemise selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'alliage
- 20 aluminium-silicium eutectique est un A-Si2U4G.
- 6°) Chemise selon la revendication 1, caractérisée en ce que parmi les autres éléments figure le graphite.
- 25 7°) Chemise selon la revendication 6, caractérisée en ce que la teneur en graphite de la chemise est comprise entre 3 et 10 % en poids.
- 8°) Chemise selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle contient une dispersion d'au moins un composé intermétallique distincte de celle de tels composés susceptibles d'exister au sein de
- 30 l'alliage et dont la température de fusion est supérieure à 700°C.
- 9°) Chemise selon la revendication 8, caractérisée en ce que le composé intermétallique est le Ni_3Sn .

- 10 -

10°) Chemise selon la revendication 8, caractérisée en ce que le composé intermétallique se présente sous forme de grains calibrés de dimensions comprises entre 5 et 50 μm .

5 11°) Chemise selon la revendication 8, caractérisée en ce que le composé intermétallique représente 5 à 15 % du poids de la masse de la chemise.

10 12°) Chemise selon la revendication 8, caractérisée en ce que les grains de composé intermétallique ont un faciès de particules résultant d'un broyage.

15 13°) Chemise selon la revendication 8, caractérisée en ce que les grains de composé intermétallique ont le faciès de particules résultant de la solidification d'un liquide pulvérisé.

20 14°) Chemise selon la revendication 8, caractérisée en ce que l'alliage d'aluminium-silicium eutectique appartient au groupe constitué par $\text{Al-Si}_{12}\text{U}_4\text{G}$ et $\text{Al-Si}_{12}\text{Z}_5\text{GU}$.

25 15°) Procédé de fabrication de chemises selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage d'aluminium-silicium eutectique est divisé à partir de l'état liquide en une poudre de dimensions comprises entre 60 et 400 μm , puis mélangé à des grains de silicium de granulométrie comprise entre 20 et 50 μm et en quantité telle qu'ils représentent 5 à 15 % en poids de la masse de la chemise, auxquels on ajoute éventuellement 3 à 10 % de graphite en poudre.

30 16°) Procédé de fabrication de chemises selon la revendication 8, caractérisé en ce que on incorpore un composé intermétallique sous forme de grains suivant des pourcentages en poids compris entre 5 et 15 % et des dimensions comprises entre 5 et 20 μm .

35 17°) Procédé selon les revendications 15 et 16, caractérisé en ce que le mélange de poudres et de grains est mis en forme par compression à froid, puis fritté sous atmosphère contrôlée.



- 11 -

18°) Procédé selon les revendications 15 et 16, caractérisé en ce que le mélange de poudres et de grains est filé dans une presse appartenant au groupe constitué par les presse à aiguille flottante et à outillage à pont et le produit obtenu tronçonné à la longueur voulue après dressage.

19°) Procédé selon les revendications 15 et 16, caractérisé en ce que le produit filé est trempé à la sortie de la presse puis soumis à un traitement thermique de revenu.

10

20°) Procédé selon les revendications 15 et 16, caractérisé en ce que le mélange est comprimé sous forme de pions puis soumis à un filage inverse, de manière à former un godet donc on tronçonne le fond et le bord opposé.

15

21°) Procédé selon les revendications 15 et 16, caractérisé en ce que l'on effectue une trempe directe des godets après filage.



1/1

FIG.1



FIG.2

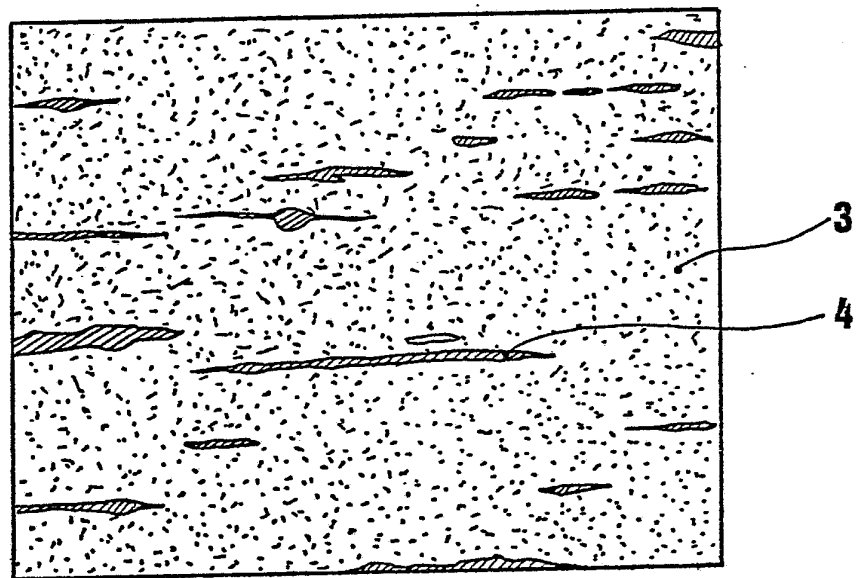
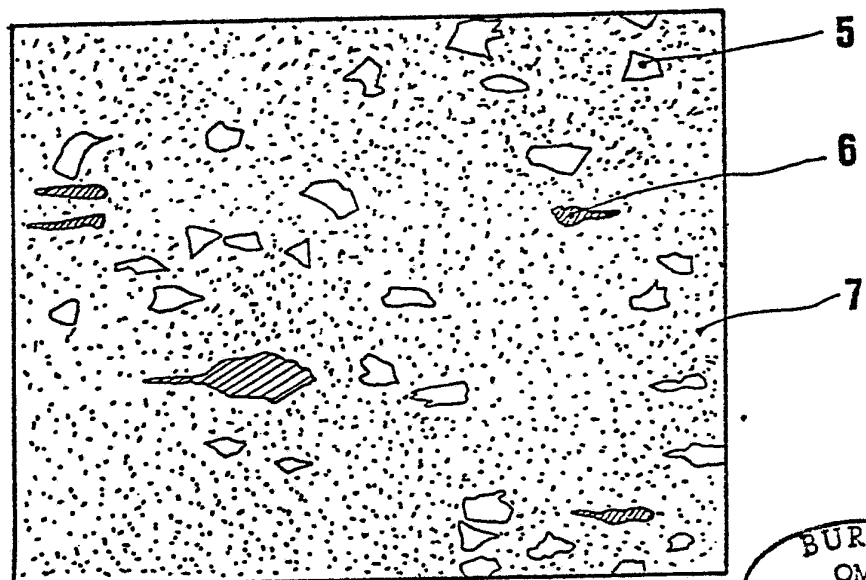


FIG.3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 83/00120

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl. ³ : F 02 F 1/18; C 22 C 1/04; B 22 F 1/00		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ³ :	F 02 F; C 22 C; B 22 F	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category *	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
Y	FR, A, 2343895 (PECHINEY) 07 October 1977, see page 1, line 1 to page 6, line 25; figures 1,3 (Cited in the application)	1,2,4,8,13,14,15, 16,18,19,21
Y	Automotive Engineering, September 1977, New York (US) "New Alloy Cylinder Liners Take Uncoated Pistons" page 22, see the whole document	1,2,6,7,8,13,14
A	DE, B, 116019.4 (METALLGESELLSCHAFT) 27 December 1963, see column 1, line 1 to column 4, line 48	1,2,6,8,15,16,17, 18
A	GB, A, 768204 (METALLGESELLSCHAFT) 13 February 1957, see page 1, lines 13-35; lines 64-73	1,15,16,17
A	FR, A, 1448528 (DOW CHEMICAL) 05 August 1966, see page 2, left-hand column, paragraph 1	19,21
A	FR, A, 1354356 (PANSERI) 27 January 1964, see page 3, left-hand column	20
A	DE, A, 2252607 (YANMAR DIESEL) 09 May 1974, see page 3, paragraph 4 - page 4, paragraph 2; page 5, paragraph 2	8
A	CH, A, 337661 (METALLGESELLSCHAFT) 30 May 1959, see page 1, lines 29-45	8
A	GB, A, 805100 (GENERAL MOTORS) 26 November 1958, see page 1, lines 40-80	8,11
* Special categories of cited documents: ¹⁵ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "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. "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ²		Date of Mailing of this International Search Report ²
15 September 1983 (15.09.83)		11 October 1983 (11.10.83)
International Searching Authority ¹		Signature of Authorized Officer ²⁰
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET) -2-		
Category *	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No ¹⁸
A	GB, A, 530996 (JONES) 27 December 1940, see page 2, line 97 - page 3, line 11	8,10

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/ER 83/00120 (SA 5320)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 06/10/83

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A- 2343895	07/10/77	DE-A- 2709844	15/09/77
		US-A- 4099314	11/07/78
		GB-A- 1533100	22/11/78
		US-A- 4155756	22/05/79
		JP-A- 52109415	13/09/77
		SE-A- 7702614	11/09/77
DE-B- 1160194		None	
GB-A- 768204		None	
FR-A- 1448528		None	
FR-A- 1354356		None	
DE-A- 2252607	09/05/74	None	
CH-A- 337661		None	
GB-A- 805100		None	
GB-A- 530996		None	

For more details about this annex :
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 83/00120

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ³		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
CIB. ³ : F 02 F 1/18; C 22 C 1/04; B 22 F 1/00		
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ		
Documentation minimale consultée ⁴		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB. ³ :	F 02 F; C 22 C; B 22 F	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁵		
III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS ¹⁴		
Catégorie *	Identification des documents cités, ¹⁶ avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹⁷	N° des revendications visées ¹⁸
Y	FR, A, 2343895 (PECHINEY) 7 octobre 1977, voir page 1, ligne 1 à page 6, ligne 25; figures 1,3 (cité dans la demande) --	1,2,4,8,13,14,15,16,18,19,21
Y	Automotive Engineering, septembre 1977, New York (US) "New Alloy Cylinder Liners Take Uncoated Pistons", page 22, voir l'article en entier --	1,2,6,7,8,13,14
A	DE, B, 1160194 (METALLGESELLSCHAFT) 27 décembre 1963, voir colonne 1, ligne 1 à colonne 4, ligne 48 --	1,2,6,8,15,16,17,18
A	GB, A, 768204 (METALLGESELLSCHAFT) 13 février 1957, voir page 1, lignes 13-35; lignes 64-73 --	1,15,16,17
A	FR, A, 1448528 (DOW CHEMICAL) 5 août 1966, voir page 2, colonne de gauche, alinéa 1 --	19,21
		./.
* Catégories spéciales de documents cités: ¹⁵ « A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent « E » document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date « L » document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) « O » document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens « P » document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée « T » document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention « X » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive « Y » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier. « & » document qui fait partie de la même famille de brevets		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée ²	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale ²	
15 septembre 1983	11 OCT. 1983	
Administration chargée de la recherche internationale ¹	Signature du fonctionnaire autorisé ²⁰	
OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	G.L.M. Kruidenberg	

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS ¹⁴ (SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDICQUÉS SUR LA DEUXIÈME FEUILLE)		
Catégorie *	Identification des documents cités, ¹⁶ avec indication, si nécessaire des passages pertinents ¹⁷	N° des revendications visées ¹⁵
A	FR, A, 1354356 (PANSERI) 27 janvier 1964, voir page 3, colonne de gauche --	20
A	DE, A, 2252607 (YANMAR DIESEL) 9 mai 1974, voir page 3, paragraphe 4 - page 4, paragraphe 2; page 5, paragraphe 2 --	8
A	CH, A, 337661 (METALLGESELLSCHAFT) 30 mai 1959, voir page 1, lignes 29-45 --	8
A	GB, A, 805100 (GENERAL MOTORS) 26 novembre 1958, voir page 1, lignes 40-80 --	8,11
A	GB, A, 530996 (JONES) 27 décembre 1940, voir page 2, ligne 97 - page 3, ligne 11 -----	8,10

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE RELATIF

A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO. PCT/FR 83/00120 (SA 5320)

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche international visé ci-dessus. Lesdits membres sont ceux contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 06/10/83

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets	Date de publication
FR-A- 2343895	07/10/77	DE-A- 2709844	15/09/77
		US-A- 4099314	11/07/78
		GB-A- 1533100	22/11/78
		US-A- 4155756	22/05/79
		JP-A- 52109415	13/09/77
		SE-A- 7702614	11/09/77
DE-B- 1160194		Aucun	
GB-A- 768204		Aucun	
FR-A- 1448528		Aucun	
FR-A- 1354356		Aucun	
DE-A- 2252607	09/05/74	Aucun	
CH-A- 337661		Aucun	
GB-A- 805100		Aucun	
GB-A- 530996		Aucun	