

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 873 948**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **05 08245**

⑤1 Int Cl⁸ : B 24 C 1/00 (2006.01), F 02 F 1/00, B 05 D 3/12

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 02.08.05.

③0 Priorité : 06.08.04 DE 102004038176.3.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.02.06 Bulletin 06/06.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : DAIMLERCHRYSLER AG Aktiengesellschaft — DE.

⑦2 Inventeur(s) : BOHM JENS, BRACKENHAMMER DIETER, DIESSNER STEFAN, HEUBERGER AXEL, IZQUIERDO PATRICK, PFEFFINGER HARALD, SCHILLING DEZSOE, TRABER JURGEN, VOCINO NAZARIO et ZWINK WALTER.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤4 PROCÉDE DE PROJECTION D'UN FLUIDE SUR DES SURFACES DE GLISSEMENT DE CYLINDRES DEVANT ULTÉRIEUREMENT RECEVOIR UN REVÊTEMENT PAR VOIE THERMIQUE.

⑤7 L'invention concerne un procédé de projection d'un fluide sur des surfaces de glissement de cylindres devant ultérieurement recevoir un revêtement par voie thermique, procédé selon lequel un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est moulé, les surfaces devant recevoir un revêtement par voie thermique, de ce qui sera ultérieurement les pistes de glissement de cylindres, sont rendues rugueuses, les pistes de glissement de cylindres reçoivent un revêtement par un procédé de projection thermique et les pistes de glissement de cylindres sont réusinées à la cote finale. Selon l'invention, la surface d'au moins deux alésages de cylindres est rendue rugueuse simultanément, en utilisant un jet respectif pour chaque alésage de cylindres.

FR 2 873 948 - A1



Procédé de projection d'un fluide sur des surfaces de glissement de cylindres devant ultérieurement recevoir un revêtement par voie thermique

L'invention concerne un procédé de projection de fluide sur des surfaces de glissement de cylindres qui feront ultérieurement l'objet d'application d'un revêtement par voie thermique.

5 Par le EP 1 141 438 B1, on sait, pour fabriquer des moteurs en faisant appel à une projection thermique, couler un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, le nettoyer et le dégraisser, rendre rugueux les alésages de cylindre, en utilisant des jets de corindon et/ou de sable,
10 et procéder à l'application d'un revêtement par voie thermique. Lors de l'application d'un revêtement et lors de l'opération d'augmentation de la rugosité, on utilise un gabarit, qui couvre momentanément des alésages de cylindre ne devant pas être usinés et qui présente intérieurement,
15 le cas échéant, des couches consommables interchangeableables. Après l'application d'un revêtement, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres fait l'objet d'un usinage pour lui donner sa cote finale.

Malgré les avantages de ce procédé, en particulier
20 l'attachement ou accrochage de la couche, obtenue par projection et formant ultérieurement la surface de glissement de cylindre, est susceptible d'amélioration. En outre, également, le coût en appareillage est assez élevé. Il en va de même pour les coûts de fabrication.

25 Le but de l'invention est de développer un procédé, à l'aide duquel on puisse obtenir un bon attachement de la couche, sachant que la fabrication devrait être aussi économique que possible et devrait présenter un taux de rebut aussi faible que possible.

30 Le problème est résolu par un procédé de projection d'un fluide sur des surfaces de glissement de cylindres

devant ultérieurement recevoir un revêtement par voie thermique, procédé selon lequel un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est moulé, les surfaces devant recevoir un revêtement par voie thermique, de ce qui sera
5 ultérieurement les pistes de glissement de cylindres, sont rendues rugueuses, les pistes de glissement de cylindres reçoivent un revêtement par un procédé de projection thermique et les pistes de glissement de cylindres sont réusinées à la cote finale,

10 caractérisé en ce

la surface d'au moins deux alésages de cylindres est rendue rugueuse simultanément, en utilisant un jet respectif pour chaque alésage de cylindres.

15 Selon des aspects préférés mais non limitatifs du procédé selon l'invention :

- on choisit comme jet un jet de liquide et/ou un jet d'eau, mélangé à des particules solides ;
- on ajoute au jet un agent de nettoyage et/ou un agent de conservation, en particulier en une proportion
20 comprise en 1 et 5 % en volume ;
- l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est chauffé après l'opération d'augmentation de la rugosité ;
- l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est
25 nettoyé, en particulier dégraissé, avant l'opération d'augmentation de la rugosité ;
- lors de l'opération d'augmentation de la rugosité, simultanément du matériau de l'alésage de cylindre est enlevé, en une épaisseur inférieure en particulier à
30 une fourchette comprise entre 0,020 et 0,140 mm, de préférence, entre 0,004 mm et 0,006 mm ;
- avant introduction d'une lance de projection dans l'alésage de cylindres, le jet est mis en service à l'extérieur de l'alésage et est ensuite introduit dans

- l'alésage, après écoulement d'un temps de stabilisation susceptible d'être prédéterminé ;
- pendant le temps de stabilisation, le jet est dirigé sur une surface d'impact ;
 - 5 - à l'intérieur d'un poste d'usinage dans lequel est effectuée l'opération d'augmentation de la rugosité, la surface d'impact est disposée devant la lance de projection ;
 - lors de la stabilisation, le jet est guidé en forme de cercle, et en ce que la surface d'impact est guidée en 10 l'entourant radialement de tous côtés ;
 - on choisit en tant que surface d'impact un métal dur ou un acier durci ou trempé, en particulier un insert d'acier durci ou trempé, en particulier un matériau n° 15 1.7131 ou 16MnCr5 ;
 - au moins deux lances de projection sont alimentées en fluide de nettoyage, depuis une source de pression unique ;
 - au moins une lance de projection est guidée de façon 20 mobile axialement, indépendamment d'une autre ;
 - l'opération d'augmentation de la rugosité est effectuée également dans la zone de la sortie de cylindre, côté vilebrequin; c'est-à-dire également à l'extérieur de ce qui sera ultérieurement le cylindre, 25 ou bien ce qui sera ultérieurement la surface de glissement de cylindre ;
 - l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, après l'opération d'augmentation de la rugosité au moyen d'un jet, est basculé, le basculement ou la rotation 30 se faisant à la valeur d'un angle aigu défini entre l'axe axial de l'alésage de cylindre et la ligne de champ de la force de gravité ;
 - le basculement s'effectue autour d'un axe longitudinal des alésages de cylindres d'une rangée ;

- 5 - l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est tourné lentement (c'est-à-dire que, pour le déplacement à cette position de basculement, on affecte de façon réglable au moins 5 s, de préférence on met à disposition le maximum d'après le temps de cycle de la ligne d'usinage) d'un angle supérieur à 90° (120°, 170°), sachant qu'on prend comme base de position initiale l'état vertical de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres ;
- 10 - l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est tourné une seule fois autour de son axe longitudinal.
- Ci-après, on indique un procédé de fabrication d'un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, ayant des pistes de glissement de cylindre soumises à une projection
- 15 thermique, procédé dans lequel les avantages se référant à l'invention se manifestent nettement. On choisit cette voie du fait que les avantages, en partie, se produisent ensuite en un tout autre endroit. Au stade de la fabrication, en particulier on moule un ensemble carter de
- 20 vilebrequin/bloc-cylindres. Pour l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, fabriqué de préférence sous la forme de pièce moulée et, de façon particulièrement préférée, sous la forme de pièce moulée sous pression, on utilise comme matériau en particulier un matériau de type
- 25 fonte grise, ou bien un matériau de type métal léger, tel qu'en particulier un alliage d'aluminium.
- L'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, moulé et, dans le cas de l'invention, un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres présentant une surépaisseur, au
- 30 moins dans la zone de la surface d'étanchéité de culasse, présente quatre alésages de cylindre disposés le long d'une rangée dans le cas de moteurs à quatre cylindres. Les parois des alésages de cylindre sont munies d'une couche de glissement. La couche de glissement, après un préusinage
- 35 des alésages de cylindre ou bien de l'ensemble carter de

vilebrequin/bloc-cylindres, est appliquée en particulier au moyen d'un procédé de projection thermique, en particulier d'un procédé de projection au plasma, ou bien d'un procédé de projection à arc électrique et à fil.

5 On utilise ici comme matériau pour de tels buts des matériaux usuels dans la projection thermique, de préférence, des matériaux contenant du Fe. L'épaisseur de la couche de glissement est usuellement de plusieurs centaines, de préférence, cependant, d'au moins 150
10 micromètres.

L'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres moulé est, en particulier, nettoyé et dégraissé, après l'opération de coulée. Ensuite, la rugosité de la surface des alésages de cylindre est augmentée. De manière
15 préférée, l'opération augmentant la rugosité est effectuée en utilisant un fluide projeté sur les parois, sous pression élevée (plusieurs centaines, jusqu'à plusieurs milliers de bar). Ici, on ajoute au fluide du jet, tel que, dans le cas, par exemple, de la projection de
20 sable, également des particules de solide tel que sable ou du corindon. Dans la présente demande, de tels procédés sont appelés encore par simplification, uniquement des procédés par projection ou un usinage par projection.

De manière préférée, on utilise un jet d'eau exempt de
25 particules, auquel en particulier on ajoute de 1 à 5 % en volume d'un agent de nettoyage liquide ou d'un agent de conservation liquide. Grâce à l'utilisation d'un agent de conservation, l'exposition à certains risques de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, sur lequel on
30 effectue la projection, et du dispositif par la corrosion sont au moins diminués, sachant que l'agent de nettoyage sert à effectuer un autre enlèvement, respectivement un meilleur enlèvement, des impuretés ou des résidus, tels qu'en particulier des agents de séparation de broche, que

l'on utilise lorsque l'on effectue une coulée de moulage sous pression.

Lors de l'usinage par projection avec un tel jet d'eau, il faut de manière avantageuse, dans le cas d'un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres qui est soumis à une telle projection, ne pas recourir à un procédé de nettoyage coûteux. A ceci sont liés, entre autres, une diminution du coût de l'usinage global, un faible encombrement pour les machines et un plus faible coût d'investissement.

Avantageusement, l'usinage par projection prévu pour augmenter la rugosité n'est pas utilisé seulement pour augmenter la rugosité de la surface sur laquelle on veut appliquer un revêtement, mais également simultanément pour nettoyer et dégraisser les parois. Dans ce cas, l'utilisation d'un agent de nettoyage liquide est particulièrement pertinente. De ce fait, entre autres, une étape opératoire et, ainsi, le coût machine, sont réduits, sachant que simultanément est liée une réduction concernant le temps d'usinage et les coûts unitaires des pièces.

Du fait que la dureté peut être différente sur la longueur axiale de l'alésage de cylindre, il s'avère approprié de choisir le temps d'exposition de la paroi d'alésage de cylindre, sur laquelle on veut opérer un enlèvement de matière, de manière que, dans le cas de la dureté minimale de la paroi, l'enlèvement de matière, plus le diamètre intérieur subsistant ensuite, corresponde au maximum à ce qui sera ultérieurement la cote finale, diminuée de la valeur de l'application minimale nécessaire de la couche de glissement. En particulier ici, lors d'essais, un enlèvement maximal de matière, en particulier entre 0,020 et 0,140 mm, de préférence entre 0,004 et 0,006 mm, s'est avéré avantageux.

En anticipation au procédé ultérieur, il faut mentionner ici en particulier qu'il est approprié,

concernant le meilleur attachement ultérieur de la couche appliquée par projection à l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres d'augmenter, au moins légèrement (de quelques millimètres) - en observant dans
5 la direction du vilebrequin - la rugosité de l'alésage de cylindre, également sur la zone de ce qui sera ultérieurement la surface de glissement de cylindre, côté vilebrequin, ceci se faisant de la manière décrite et, avantageusement également, d'effectuer un nettoyage, un
10 dégraissage, et, le cas échéant, un enlèvement de matière.

De manière surprenante, on a constaté qu'il était avantageux, dans le cas d'utilisation d'un procédé de projection (sous haute pression), qu'une lance, guidant le jet et l'orientant sur la paroi de l'alésage de cylindre,
15 soit exploitée de manière qu'elle soit activée quelque temps en étant située hors de l'alésage de cylindre. C'est-à-dire qu'elle est exploitée au maximum sous ce qui sera ultérieurement la pression de travail avec le fluide, en particulier de l'eau, ou bien un fluide chargé des
20 particules solides. Ensuite, la lance est alors insérée dans l'alésage de cylindre, les parois sont balayées par le jet et usinées de la manière souhaitée.

Pour obtenir une réduction des temps de fonctionnement et ainsi également, entre autres, pour obtenir une
25 réduction des coûts, il est naturellement pertinent, pour l'augmentation de la rugosité et/ou pour l'enlèvement de matière, au moyen d'un jet, et/ou de manière ainsi pertinente, en particulier, par addition de l'agent de nettoyage et/ou de l'agent de conservation, pour le
30 nettoyage et le dégraissage, d'utiliser plusieurs lances pour obtenir l'augmentation de rugosité. De manière surprenante, il a été constaté ici que, dans le cas de cette manière de procéder, il était avantageux que ces lances fonctionnent de manière qu'elle soient activées non
35 seulement quelques temps - comme ce qui était mentionné

dans le cas d'utilisation d'une lance unique - à l'extérieur de l'alésage de cylindre, mais que les jets qui s'échappent ici soient dirigés contre une surface d'impact. La surface d'impact sert ici de manière intéressante à la stabilisation du jet de travail et ainsi à la reproductibilité des résultats de travail.

Dans le cas d'un mode de réalisation préféré de la surface d'impact sous la forme d'un cylindre creux, dans lequel la sortie de jet est à disposer d'une certaine manière, les lances peuvent, de manière améliorée, être tournées sans problème déjà pour balayer les parois des alésages de cylindre avec le jet. En particulier, le risque de dégradation des deux lances, par chaque fois l'autre lance, est diminué. Les surfaces d'impact qui entourent concentriquement les lances sont, de préférence, fabriquées en un métal dur ou en acier de blindage (par exemple en particulier un acier pour insert n° 1.7131 (16MoCr5)) de sorte que l'effet abrasif des jets dirigés à la sortie des lances, en particulier depuis une buse plate en acier, malgré leur pression extrêmement élevée, est relativement faible et la durée d'utilisation de telles surfaces d'impact est très grande.

C'est dans la même direction qu'est envisagée l'utilisation d'une source de pression, unique pour les lances mises en œuvre, du fait que, ici, on peut partir du résultat de travail, identique ou comparable, pour l'alésage du cylindre chaque fois usiné. Ceci exerce une influence particulière, en particulier dans le cas d'enlèvement de matière, déjà mentionné, sur la paroi de l'alésage de cylindre qui sera ultérieurement à garnir d'un revêtement.

Si on utilise plusieurs lances pour l'usinage simultané de plusieurs alésages de cylindre d'une rangée de cylindres, de manière pertinente, on ne les introduit pas simultanément dans des alésages de cylindre se suivant

directement, mais bien plus, on laisse entre elles au moins la valeur d'un cylindre. De ce fait, entre autres, une influence mutuelle et une mise en danger des lances, en particulier sous l'effet de leurs jets, sont diminuées. En
5 particulier, leur guidage est également simplifié, du fait que l'espace libre entre deux lances est agrandi.

En particulier, pour un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, dans le cas où le nombre d'alésages de cylindres est impair et dans le cas où on
10 utilise plusieurs lances de projection, il est pertinent de configurer au moins une lance de façon qu'elle soit déplaçable axialement indépendamment des autres et/ou qu'elle puisse être exploitée séparément des autres avec un fluide de projection, donc en particulier avec de l'eau. De
15 ce fait, par exemple, on peut mettre hors service une des lances, si elle n'est disposée dans aucun alésage de cylindre, et/ou on peut la faire fonctionner dans la zone de la surface d'impact et/ou la faire demeurer à sa position de repos, tandis que l'autre lance de projection
20 sollicite avec le jet l'un des alésages de cylindre.

De manière préférée, l'équipement de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres s'effectue avec une ou plusieurs surfaces d'impact cylindriques creuses, à l'intérieur de l'unité d'usinage par projection et,
25 précisément, dans la zone dans laquelle également les lances de projection sont introduites dans les alésages de cylindre. Avantageusement, les surfaces d'impact sont ici disposées sur un guidage, au moyen duquel elles sont abaissées sur la surface d'étanchéité de culasse et peuvent
30 être appliquées de façon définie localement sur celle-ci ou en être dégagées et peuvent être fixées. L'agencement d'une des surfaces d'impact est dans ce but de manière appropriée disposé autour d'une lance, de manière que la lance soit disposée à l'intérieur de la surface d'impact cylindrique

creuse et que la surface d'impact soit guidée concentriquement autour de la lance.

L'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, ayant été le cas échéant pré-usiné au niveau de la surface d'étanchéité de culasse, en particulier ayant subi un
5 fraisage plan, mais présentant encore une surépaisseur, de préférence d'entre 0,3 et 0,7 mm et, de façon particulièrement préférée, entre 0,4 et 0,5 mm, après l'usinage par projection est sorti de cette unité
10 d'usinage. L'unité d'usinage par projection présente, de manière préférée, un plateau rotatif ayant au moins deux logements, de manière qu'un équipement simultané de l'unité de logement dans la zone des lances et un prélèvement et/ou un équipement d'un logement soient rendus possibles. En
15 variante, ceci est réalisé également au moyen d'entraînements linéaires ou d'autres appareillages de production de ce type, usuels.

Après avoir effectué l'usinage par projection, donc au moins avoir augmenté la rugosité des parois des alésages de
20 cylindres, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est basculé. Pour cela, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est tourné autour d'un axe longitudinal d'une rangée de cylindres, de manière que, au moins en une position de rotation à laquelle en particulier
25 il reste au moins brièvement, entre l'axe axial d'un alésage de cylindre et la ligne de champ de la force due au poids, il soit fait un angle aigu. De manière préférée, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, en partant de la position initiale, définie par la surface d'étanchéité pour
30 culasse tournée vers le haut, est tourné de plus de 90° (120°, 170°). Il s'est avéré ici être avantageux que l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres soit tourné aussi lentement que possible. En particulier le déplacement à cette position de basculement devrait durer au moins
35 5 secondes. De préférence, pour le basculement, on affecte

le maximum de temps disponible, d'après le temps de cycle de la ligne d'usinage. De manière appropriée, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres tourne même d'un tour complet autour de son axe longitudinal. Lors de ce
5 basculement entre autres, de manière simple, le fluide de projection est évacué au moins en partie des alésages de cylindres et, ici en particulier, est évacué des cavités et/ou des contre-dépouilles, réalisées également à dessein pour l'attachement du revêtement ultérieur, qui ont été
10 obtenues par l'augmentation de la rugosité.

De manière pertinente, le basculement de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres s'effectue pendant le temps pendant lequel il est transporté, du prélèvement de l'unité d'usinage par projection en une unité d'usinage à
15 sec. Pendant ce temps, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres peut être sollicité avantageusement en plus par de l'air comprimé, chauffé à au moins 50°C et, de manière particulièrement préférée, à au moins 70°C. Grâce à cette disposition, l'enlèvement du
20 fluide de projection est encore amélioré.

Dans l'unité d'usinage à sec, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, après avoir été rendu rugueux est chauffé, et l'humidité résiduelle est éliminée au moins notablement, en particulier complètement. Pour cela, on
25 peut utiliser un four normal, dont l'air intérieur est en particulier mis en circulation constante et, le cas échéant, également soumis à un séchage. A l'intérieur du four, il peut en outre s'avérer pertinent de souffler avec de l'air chaud encore sur L'ensemble carter de
30 vilebrequin/bloc-cylindres.

Après le séchage, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est passé à l'unité d'usinage d'application thermique de revêtement, à l'intérieur de laquelle les alésages de cylindre reçoivent un revêtement,
35 pour réaliser ce qui sera ultérieurement les surfaces de

glissement de cylindre. L'unité d'usinage d'application thermique de revêtement présente, comme déjà l'unité d'usinage par projection, de manière préférée également un plateau rotatif avec au moins deux logements, de sorte
5 qu'ici également il est possible d'effectuer un approvisionnement simultané de cette unité d'usinage, dans la zone des lances d'application de revêtement, et un déchargement et/ou un approvisionnement d'un logement. En variante, ceci peut être réalisé également par des
10 entraînements linéaires, ou bien des appareillages de production usuels de ce type.

De manière préférée, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est muni, dans la zone de l'unité d'usinage d'application de revêtement, d'au moins
15 un gabarit de projection, réalisé en particulier sous la forme de pièce tubulaire et, ainsi, cylindrique creux, dont la largeur libre est supérieure à la largeur libre d'un alésage de cylindre. Sa longueur axiale correspond à la largeur du jet de projection thermique, c'est-à-dire à
20 environ 20 à 30 mm. L'équipement avec le gabarit de projection se fait, de préférence, hors de la zone de l'unité d'usinage d'application de revêtement, zone dans laquelle une lance d'application de revêtement est disposée. De ce fait, en particulier dans le cas d'un
25 gabarit de projection déjà utilisé, celui-ci est surveillé et, par exemple, le cas échéant enlevé en temps utile, si l'encrassement préliminaire est trop fort et/ou si l'on présume que le matériau du revêtement présente une faible adhérence, ceci sans que se produise une intervention
30 notable dans le déroulement proprement dit de la production. De manière avantageuse, le gabarit de projection est appliqué, ou dégagé, et fixé sur la surface d'étanchéité de culasse, dans la zone du logement extérieur de l'unité d'application de revêtement. Il est ici prévu,
35 pour un alésage de cylindre, de manière particulière

d'avoir un gabarit de projection tubulaire unique, sachant qu'il est possible de munir au moins un alésage de cylindre unique, mais également plusieurs, jusqu'à la totalité des alésages de cylindre, d'un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, d'un gabarit de projection associé, tubulaire et de forme cylindrique creuse. Ici, en particulier, entre la paroi intérieure du gabarit de projection et l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, dans la zone de l'alésage de cylindre masquée par le gabarit de projection, est réalisé un anneau de cercle, de préférence continu. L'épaisseur de l'anneau de cercle est au maximum de 1 cm et, de préférence, entre 0,3 et 0,7 mm, de façon particulièrement préférée d'environ 0,5 mm.

L'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, muni à présent, sur la surface d'étanchéité de culasse, de préférence d'un gabarit de projection cylindrique, creux et analogue à une pièce tubulaire, et présentant encore une surépaisseur d'une valeur préférée comprise entre 0,3 et 0,7 mm et, de façon particulièrement préférée, compris entre 0,4 et 0,5 mm, est introduit dans une zone intérieure de l'unité d'usinage d'application de revêtement, zone dans laquelle le revêtement des parois des alésages de cylindre doit être effectué au moyen d'un procédé de projection thermique. L'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, maintenu de façon définie localement avec le gabarit de projection, disposé par dessus de façon définie localement, est transporté sous une lance d'application de revêtement qui, en particulier, est susceptible de tourner autour de son axe longitudinal.

En outre, également en cas d'utilisation d'un seul gabarit de projection cylindrique, creux, unique, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est réalisé également de façon à pouvoir tourner autour de cet axe, sachant que l'axe coïncide avec l'axe de l'alésage de

cylindre individuel, sur lequel on veut pratiquer le revêtement. Dans le cas d'une telle manière de procéder, il est avantageux que, chaque fois, un unique alésage de cylindre d'une rangée de cylindres soit soumis à
5 l'application thermique de revêtement.

Les différents alésages de cylindre peuvent pour cela - comme également dans les autres cas - en soi ou également à plusieurs ou également en totalité, être chacun déjà muni d'un gabarit de projection individuel, cylindrique, creux
10 et analogue à un tube, lesquels gabarits peuvent de leur côté, à leur tour, être disposés sur une plaque de base.

De manière préférée, la lance d'application de revêtement débute son déplacement depuis un point extérieur à l'alésage de cylindre, pour exclure des effets de mise en
15 service. Ici, le jet de projection peut par exemple être orienté sur la surface intérieure du gabarit de projection, pour, en particulier, diminuer une souillure de l'installation. Après un temps de mise en régime, la lance d'application de revêtement est introduite dans l'alésage
20 de cylindre et, après achèvement d'un processus opératoire pouvant être prédéterminé, le revêtement est appliqué, à l'épaisseur minimale souhaitée. Lors de l'application du revêtement, il est approprié de faire passer dans l'alésage de cylindre un gaz, de préférence un gaz inerte qui, en
25 partie, élimine les particules de pulvérisation et les chasse de l'alésage. La vitesse d'écoulement est ici, de manière avantageuse, comprise entre 7 et 12 m/seconde, de préférence, est d'environ 10 m/seconde.

Pour effectuer le revêtement respectif d'un alésage de
30 cylindre, on peut traiter un alésage de cylindre unique, ou bien plusieurs, ou la totalité, avec et sans extraction séparée et nouvel équipement, avec un gabarit de pulvérisation.

Le poste d'usinage décrit, devant effectuer
35 l'application du revêtement des alésages de cylindre, avec

une couche appliquée en particulier par une projection thermique et, de préférence, au moyen d'un procédé de projection au fil et à l'arc électrique (procédé LDS), présente ainsi une unité d'usinage par projection et
5 d'application de revêtement. De manière pertinente, à chacune de ces unités est associé un poste d'équipement qui, en particulier, forme simultanément un poste de prélèvement, de sorte que, pour l'étape opératoire respective, les unités sont équipées de l'ensemble carter
10 de vilebrequin/bloc-cylindres et les ensembles carter de vilebrequin/bloc-cylindres, dont l'usinage est terminé et se trouvant à cet endroit, peuvent être prélevés. A l'unité d'usinage par projection et application d'un revêtement est en outre associée une unité d'usinage à sec, dans laquelle
15 l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est chauffé après l'application de la projection, et le fluide de projection est au moins notablement éliminé.

Après l'application de revêtement sur l'alésage de cylindre, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres
20 est prélevé de l'unité d'usinage par application de revêtement et transféré à la suite de l'usinage, en particulier la partie d'usinage opérant avec enlèvement de copeaux. Ici, on procède à un rodage préalable de superfinition de la surface ayant subi une projection, donc
25 de la piste de glissement de cylindre, de préférence l'alésage de cylindre. On creuse un chanfrein dans la zone de la surface d'étanchéité de culasse, on fraise la surface d'étanchéité de culasse, de préférence à la cote finale, en utilisant des plaquettes de coupe réversible, et les pistes
30 de glissement de cylindre subissent un rodage final de superfinition en une ou plusieurs étapes, pour atteindre leur cote finale. Jusqu'au rodage préalable et final, qui doivent être effectués au moins l'un après l'autre temporellement, ces étapes opératoires, travaillant avec

enlèvement de copeaux, sont effectués en principe dans un ordre de succession quelconque.

De manière pertinente, le chanfrein, cependant, est ménagé après le rodage préalable, du fait que, alors, la surface de glissement de cylindre achevée n'est plus souillée, ou bien ne l'est que légèrement. Ceci vaut de même pour le fraisage d'usinage à la cote finale de la surface d'étanchéité de culasse. De manière pertinente, le chanfrein est, du point de vue de son inclinaison et de sa profondeur de pénétration, configuré de manière que, au passage ultérieur du chanfrein à la surface d'étanchéité de culasse usinée à la cote finale, il ne présente aucun matériau issu de l'usinage par projection, mais, au contraire, uniquement du matériau issu de la coulée de fonderie. Il est alors approprié que le chanfrein soit effectué après le rodage préalable et avant l'usinage final de la surface d'étanchéité de culasse et de la piste de glissement de cylindre. En adoptant cet ordre de succession, la surface de glissement achevée n'est plus souillée ou ne l'est que légèrement et, en outre, l'adjonction du matériau issu de la projection est améliorée, du fait qu'elle n'est plus exposée au risque, par exemple, d'un enlèvement de matière par une arête de coupe, suite au fraisage plan de la surface d'étanchéité de culasse à la cote finale. Pour toutes les interventions, citées et alors encore être mentionnées ci-après, il est en outre pertinent que les arêtes de coupe des outils respectifs travaillant par enlèvement de copeaux agissent depuis l'extérieur, c'est-à-dire à peu près parallèlement à la perpendiculaire à la surface, lors de la pénétration dans le matériau à enlever. De ce fait, en particulier, un détachement de matériau, imputable à un engament par le dessous de l'arête de coupe et à un soulèvement subséquent, par l'arête de coupe, est au moins diminué, voire supprimé.

Pour creuser le chanfrein d'introduction, on utilise, de préférence, un cône monté à la cardan (perceuse pour lamage, fraiseuse ou analogue), sur la face frontale côté introduction duquel est disposé un tourillon de guidage, dont le diamètre efficace extérieur est choisi de manière à correspondre, du point de vue des tolérances d'usinage, au maximum à la largeur libre minimale de l'alésage de cylindre sur lequel on va appliquer le revêtement.

En particulier, le tourillon de guidage est réalisé sous la forme d'un rodoir, dont les arêtes de coupe sont en particulier adaptées à la cote finale des surfaces de glissement de cylindres. De préférence, le rodoir présente des tranchants, mobiles radialement et pouvant être bloqués, au repos et en position de travail. De ce fait, le creusement du chanfrein et le rodage se font en une seule passe opératoire et dans un seul poste d'usinage.

Avantageusement, le tourillon de guidage, dans la zone de ce qui sera ultérieurement le chanfrein d'introduction, est appliqué sur l'alésage de cylindre et de ce fait orienté de façon inclinée par rapport à l'axe longitudinal de l'alésage de cylindre. Après avoir procédé en particulier à l'orientation flottante et/ou vibrante et/ou secouante, le tourillon de guidage est orienté parallèlement à, en particulier axialement en coïncidence avec, l'axe longitudinal de l'alésage de cylindre. Après ou pendant l'orientation axiale du tourillon de guidage, celui-ci est simultanément enfoncé au moins partiellement dans l'alésage de cylindre.

Ainsi qu'il est pertinent dans la zone de la surface d'étanchéité de culasse, entre autres pour améliorer l'adhérence du matériau appliqué par projection, l'alésage de cylindre, ayant reçu un revêtement, de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres peut être muni, dans la zone du côté sortie, côté vilebrequin, d'un chanfrein d'extrémité. Ce chanfrein d'extrémité est réalisé de

manière que, à la transition du chanfrein d'extrémité et de l'espace réservé au vilebrequin, aucun matériau de revêtement ne soit présent, mais uniquement le matériau du moulage de fonderie, respectivement le matériau de base.

5 Après avoir creusé le chanfrein d'extrémité, on enlève la partie, située côté vilebrequin, de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres; c'est-à-dire de l'espace réservé au vilebrequin, au moins partiellement un matériau de revêtement qui s'est déposé à cet endroit, en

10 particulier au moment de la projection thermique. L'enlèvement du matériau de revêtement se fait en particulier en utilisant un jet, de préférence un jet de liquide mélangé à des particules solides et/ou d'un jet d'eau produit à une pression entre 300 et 1000 bar, de

15 préférence, entre 300 et 600 bar. On ajoute au jet, en particulier entre 1 à 5 % en volume d'agent de nettoyage et/ou d'agent de conservation. On peut utiliser comme fluide de projection pour le nettoyage de l'espace réservé au vilebrequin donc le même fluide, que celui ayant déjà

20 été utilisé lors de l'augmentation de la rugosité. La différence réside cependant dans le fait qu'ici on travaille avec une pression notablement plus faible. Le matériau, adhérant encore sur les parois de l'espace réservé au vilebrequin après ce nettoyage au jet sous

25 pression, peut subsister à cet endroit du fait que, comme ceci s'est avéré lors des essais, il ne se détache pas de lui-même, même s'il est exposé à des sollicitations maximales. Ici, également, pour éviter des souillures inutiles de la surface de glissement de cylindre, il est

30 pertinent que l'alésage de cylindre soit soumis à un enlèvement de matière, jusqu'à atteinte de la cote finale, après creusement du chanfrein d'extrémité. En outre, l'usinage à la cote finale de l'alésage de cylindre peut, de manière pertinente, également être effectué ensuite,

35 après l'usinage final de l'espace réservé au vilebrequin.

Pour creuser le chanfrein d'extrémité, de même que pour creuser le chanfrein d'introduction, on peut utiliser une fraiseuse circulaire. Sur la surface frontale, située côté pénétration, de cette fraiseuse circulaire, est
5 disposé de manière appropriée un tourillon de guidage, dont le diamètre efficace extérieur est choisi de manière à correspondre, compte tenu des tolérances d'usinage, au maximum de la largeur libre minimale de l'alésage de cylindre recevant le revêtement. Le reste de la
10 configuration et une manière de procéder avantageuse peuvent être trouvés dans ce qui a été déjà écrit.

En variante à cela, pour creuser le chanfrein d'extrémité, de même que pour creuser le chanfrein d'introduction, on peut utiliser un cône monté à la cardan.
15 Sur la face frontale, située côté introduction, de ce cône de manière appropriée, on dispose un tourillon de guidage, dont le diamètre efficace extérieur est choisi tel que, du point de vue des tolérances d'usinage, il corresponde au maximum à la largeur libre minimale de l'alésage de
20 cylindre ayant reçu un revêtement. Le reste de la configuration et des manières de procéder avantageuses peuvent être trouvés dans ce qui a déjà été décrit.

Comme déjà mentionné, il est approprié de veiller à ce que, dans un usinage opérant avec enlèvement de copeaux du
25 chanfrein d'introduction et/ou du chanfrein d'extrémité et/ou de la surface d'étanchéité de culasse et/ou de l'espace réservé au vilebrequin et/ou dans l'alésage de cylindre, l'outil respectif opérant avec enlèvement de copeaux soit guidé de manière que les arêtes de coupe
30 respectives pénètrent de l'extérieur dans le matériau de la couche devant être enlevée.

Lors du nettoyage/de l'enlèvement du matériau de revêtement de l'espace réservé au vilebrequin, il est pertinent de recouvrir le cylindre par rapport au reste de
35 la pièce. Avantagement, pour cela, on introduit un

poinçon dans le cylindre ou bien on l'amène contre le chanfrein d'extrémité. De préférence, le poinçon s'applique en face périphérique et/ou frontale, avec un effet d'étanchéité, sur le chanfrein d'extrémité, sur lequel, de
5 préférence, il se ferme de façon étanche en s'aidant d'un joint d'étanchéité.

Pour des moteurs dont les cylindres sont disposés en plusieurs rangées (par exemple des moteurs en V ou des moteurs en W), pour éviter l'introduction de matériaux de
10 projection, il est pertinent d'isoler les unes des autres les rangées individuelles dans la zone de l'espace réservé au vilebrequin, par introduction d'un gabarit de masquage, au moins lorsque l'on pratique le revêtement thermique. Pour cela, le gabarit de masquage présente, de préférence,
15 une couche en élastomère, disposée entre deux tôles et qui peut être appliquée dans la zone se trouvant entre deux rangées, contre les parois, en particulier de l'espace réservé au vilebrequin. De façon pertinente, en même temps, même, les tôles, ainsi qu'également la couche en
20 élastomère, présentent une forme en négatif par rapport au contour de l'application. De préférence, les tôles, lors de l'application du gabarit de masquage, présentent un certain espacement par rapport à la paroi, alors que, par contre, l'élastomère d'étanchéité de la couche élastomère vient
25 s'appliquer sur la paroi.

D'autres modes de réalisation pertinents de l'invention ressortiront de la suite de la description. Au reste, l'invention est explicitée plus en détail à l'aide d'exemples de réalisation, illustrés sur les figures. Dans
30 le dessin :

La Fig. 1 représente un schéma de déroulement du processus global,

la Fig. 2 représente un schéma d'un poste d'usinage possible d'au moins l'opération d'augmentation

de la rugosité, jusqu'à celle d'application du revêtement,

5 les Figs. 3 à 9 représentent différents schémas de déroulement, dans le cas de travaux de finition, opérant avec enlèvement de copeaux, d'un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres ayant reçu un revêtement,

10 la Fig. 10 représente un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, avec des surfaces d'impact, placées dans la zone de sa face d'étanchéité de culasse,

15 la Fig. 11 représente un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, avec un gabarit de projection, placé dans la zone de sa face d'étanchéité de culasse,

la Fig. 12 représente un cône pour le creusement d'un chanfrein,

20 la Fig. 13 représente une face d'étanchéité de culasse, dans le cas d'un usinage opérant avec enlèvement de copeaux,

la Fig. 14 représente un alésage de cylindre, directement après l'application d'un revêtement,

25 la Fig. 15 représente un alésage de cylindre ayant reçu une projection, avec le chanfrein d'introduction ainsi que la face d'étanchéité de culasse, avec une surépaisseur,

30 la Fig. 16 représente un alésage de cylindre ayant reçu une projection, avec chanfrein d'introduction, ainsi que la face d'étanchéité de culasse à la cote finale,

35 la Fig. 17 représente une vue en coupe d'un alésage de cylindre, ayant reçu un revêtement, d'un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, avec un espace réservé au vilebrequin, limitrophe,

- la Fig. 18 représente un alésage de cylindre ayant reçu un revêtement, dans la zone de son chanfrein d'extrémité, avec un poinçon d'étanchéité, mis en place,
- 5 la Fig. 19 représente un gabarit de masquage pour des moteurs en V, et
- la Fig. 20 représente l'application du gabarit de masquage, dans la zone de l'espace réservé au vilebrequin, entre deux rangées de cylindre
- 10 d'un moteur en V.

Sur la figure 1, on a représenté le déroulement de principe d'un procédé de fabrication d'ensembles de carter de vilebrequin/bloc-cylindres comprenant des pistes de

15 glissement de cylindre, ayant subi une projection thermique. Selon ce schéma, dans un premier poste d'usinage 1, l'ébauche de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 est coulée et, le cas échéant, encore soumise à un usinage préalable, dans une unité

20 d'usinage, non-représentée ici, de ce poste d'usinage. La préparation peut ici comprendre en particulier l'élimination des scories, des restes de fonderie et, également, un fraisage plan de la surface d'étanchéité de culasse 14, à une cote de surépaisseur.

25 Après ce premier poste d'usinage 1, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 est transféré à un deuxième poste d'usinage 2, dans lequel, par exemple, il est nettoyé, dégraissé, les parois des alésages de cylindre 10 font l'objet, par zones, d'un enlèvement de matière et

30 d'une augmentation de la rugosité. Pour cela, le deuxième poste d'usinage 2 peut, pour chacune de ces étapes opératoires, présenter une unité d'usinage individuelle, ou bien également plusieurs unités d'usinage qui effectuent plusieurs étapes opératoires, ou bien se complètent

35 mutuellement. En particulier, il faut renvoyer à ce sujet

encore à l'effet, déjà mentionné plusieurs fois, par exemple, d'un jet d'eau, mélangé à un agent de protection contre la corrosion ou à un agent de nettoyage, en particulier liquide ou dissout dans l'eau, le jet d'eau
5 étant appliqué sous haute pression, en ayant simultanément un effet nettoyant, dégraissant, abrasif et augmentant la rugosité.

Après ce prétraitement, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 prétraité est transféré à un
10 troisième poste d'usinage 3, dans lequel les alésages de cylindre 10 et, de préférence, sur leurs extrémités axiales encore par zones, la surface d'étanchéité de culasse 14 et l'espace réservé au vilebrequin 55, de manière connue, reçoivent un revêtement, en particulier par voie thermique.

Après l'application du revêtement sur les alésages de cylindre 10, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, muni des pistes de glissement de cylindre ayant subi la projection, est transféré à un quatrième poste d'usinage 4, dans lequel il est usiné à sa cote finale, en
20 particulier avec enlèvement de copeaux. Dans ce quatrième poste d'usinage 4, ou bien à la suite de celui-ci, peut encore être effectué, au moyen du nettoyage sous haute pression, mentionné ci-dessus, un enlèvement des résidus de projection relativement plus lâches, provenant de
25 l'opération d'application de revêtement par voie thermique.

La figure 2 représente une illustration plus précise, concernant les unités d'usinage du deuxième 2 et du troisième poste d'usinage 3 regroupées. La configuration de la figure 2 comprend une unité d'usinage par jet,
30 comprenant une chambre d'usinage par jet 21 et une table tournante 22 afférente, une unité d'usinage à sec 6, une unité d'application d'air comprimé 7, un robot industriel 7 à plusieurs axes, pour effectuer l'approvisionnement et le déchargement des différentes unités d'usinage, et une unité
35 d'usinage applicatrice de revêtement, munie d'une chambre

d'application de revêtement, ainsi que d'une table tournante 32 afférente. Les tables tournantes 22 et 32 présentent chacune au moins deux logements 23, 24 et 33, 34, sur lesquels un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 peut être déposé, ou bien d'où il peut être enlevé.

Dans la chambre de projection 21, les alésages de cylindre 10, qui préalablement ont été munis de surfaces d'impact 11 pour le jet de fluide frappant depuis les buses des lances de projection, sont préparés de la manière mentionnée, donc en particulier nettoyés, dégraissés, soumis à un enlèvement de matière et rendus rugueux. Ensuite, au moyen du plateau tournant 22, ils sont sortis de la chambre de projection 21 sachant que, simultanément, l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 venant ensuite est introduit dans cette chambre de projection 21. L'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 prétraité est transporté, au moyen du robot industriel 5, vers l'unité d'usinage à sec 6 à l'occasion de quoi, de manière pertinente, il est lentement tourné autour d'un axe longitudinal et sollicité par de l'air comprimé chauffé ou surchauffé, au moyen de l'unité de fourniture d'air comprimé 7. Préalablement encore, les surfaces d'impact 11, analogues à une pièce tubulaire à forme cylindrique creuse, ont été enlevées de la surface d'étanchéité de culasse 14 de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8.

La rotation de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 et l'exposition à de l'air comprimé servent avantagement en particulier au moins à enlever partiellement le fluide de projection et, ici, de préférence, pour l'extraire des cavités et contre-dépouilles des parois, rendues rugueuses, des alésages de cylindre 10. Un reste subsistant de fluide de projection est éliminé dans l'unité d'usinage à sec 6. L'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 ayant été séché est

déposé sur un logement 34 libre de la table tournante 32 de l'unité d'usinage applicatrice de revêtement, muni de gabarits de projection 12 et introduit dans la chambre d'application de revêtement 31 et, dans celle-ci, de
5 manière connue, soumis à l'application d'un revêtement.

Sur les Figures 3 et 9 sont représentés différents schémas de déroulement, dans le cas de travaux de finition, opérant avec enlèvement de copeaux, de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres revêtu.

10 Selon la Figure 3, sur les alésages de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 ayant subi la projection, au moins le chanfrein d'introduction 54 est creusé (410), ensuite la surface d'étanchéité de culasse 14 est soumise à usinage final (420) et, ensuite, l'alésage de
15 cylindre 10 est soumis à un usinage final (430), en une ou plusieurs étapes. Il est ici avantageux que les surfaces de glissement de cylindre 53 achevées ne doivent plus avoir à subir de nettoyage au moins notable.

Selon la Figure 4, sur les alésages de l'ensemble
20 carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 ayant subi l'injection, on creuse d'abord le chanfrein d'introduction 54 (410), ensuite on soumet à l'usinage final (430) les alésages de cylindre 10 en une ou plusieurs étapes et, ensuite, on soumet à usinage final (420) la
25 surface d'étanchéité de culasse 14. Dans ce cas, il faut que les surfaces de glissement de cylindre 53 achevées soient encore soumises à un nettoyage final.

Selon la Figure 5, d'abord les perçages de cylindres 10 sont soumis à un usinage final (430) en une ou
30 plusieurs étapes, puis d'abord le chanfrein d'introduction 54 est creusé (410) sur les alésages 10 de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 ayant subi la projection et, ensuite, la surface d'étanchéité de culasse 14 est soumise à un usinage final (420). Dans ce
35 cas, il faut que les surfaces de glissement de cylindre 53

achevées soient encore également soumises à un nettoyage final.

Selon la Figure 6, d'abord sur les perçages 10 de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 ayant
5 subit la projection, est d'abord creusé le chanfrein d'introduction 54 (410), ensuite les alésages de cylindre 10 sont soumis à un pré-usinage (431), puis la surface d'étanchéité de culasse 14 est soumise à un usinage final (420) et, ensuite, les alésages de cylindres 10 font
10 l'objet d'un usinage final (432). Dans ce cas, il faut que les surfaces de glissement de cylindres 53 achevées n'aient plus à faire l'objet d'un nettoyage au moins notable.

Selon la Figure 7, d'abord, sur les alésages 10 de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 ayant
15 subi la projection, on creuse d'abord le chanfrein d'introduction 54 (410), ensuite on pré-usine (431) les usinages de cylindre (10), ensuite on soumet à un usinage final (432) les alésages de cylindre 10 et, ensuite, on soumet à l'usinage final (420) la surface d'étanchéité de
20 culasse 14. Dans ce cas, il faut que les surfaces de glissement de cylindre 53 achevées soient également encore soumises à un nettoyage final.

Selon la Figure 8, d'abord les alésages de cylindres 10 sont soumis à un alésage préalable (431), puis
25 on creuse (410) le chanfrein d'introduction 54 sur les alésages 10 de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 ayant reçu la projection, ensuite on soumet à usinage final (420) la surface d'étanchéité de culasse 14 et, ensuite, on soumet à usinage final (432) les alésages
30 de cylindres 10. Dans ce cas, les surfaces de glissement de cylindres 53 achevées ne doivent plus être nettoyées au moins de façon notable.

Selon la Figure 9, d'abord les alésages de cylindres 10 sont soumis à un pré-usinage (431), ensuite,
35 d'abord sur les perçages (10) de l'ensemble carter de

vilebrequin/bloc-cylindres 8 ayant subi la projection, d'abord on creuse le chanfrein d'introduction 54 (410), ensuite on soumet à un usinage final (432) les alésages de cylindre 10 et, ensuite, on soumet à usinage final (420) la surface d'étanchéité de culasse 14. Dans ce cas, il faut que les surfaces de glissement de cylindres 53 achevées soient également encore soumises à un nettoyage final.

Dans tous les déroulements représentés sur les Figures 3 à 9, les étapes opératoires déjà citées, respectivement le creusement du chanfrein d'extrémité 56, situé du côté vilebrequin, des alésages de cylindre 10 sont effectués, de préférence, de manière simple, au moyen d'une fraiseuse à tête plongeuse, ou d'une fraiseuse circulaire de configuration conique, et l'usinage final de l'espace réservé au vilebrequin 55 est possible. En particulier, il est avantageux que l'usinage final de l'espace réservé au vilebrequin 55 soit effectué avant l'usinage final des surfaces de glissement de cylindre 53, respectivement lorsque l'alésage de cylindre 10 est masqué, ou également après l'usinage final des surfaces de glissement de surface 53.

Sur la Figure 10, on a représenté une partie de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 d'un moteur en ligne à quatre cylindres, sur la surface d'étanchéité de culasse 14 duquel est disposée une plaque de base 9 comprenant deux plaques d'impact 11 disposées dessus. La plaque de base 9 couvre ici, en comptant à partir de la gauche, les deuxième et quatrième alésages de cylindres 10, tandis que les faces d'impact 11 fixées dessus, qui sont analogues à des pièces tubulaires et sont de forme cylindrique creuse, sont disposées au-dessus du premier et du troisième alésages de cylindres 10. Grâce à la configuration à forme cylindrique creuse des surfaces d'impact 11, les lances de projection peuvent être passées à travers elles et introduites dans les alésages de

cylindres 10 correspondants. Grâce à la configuration analogue à une pièce tubulaire des surfaces d'impact 11, c'est-à-dire à l'étendue axiale des surfaces d'impact qui est au moins aussi grande que l'ouverture du jet en impact en cet endroit, elles peuvent de manière préférée être appliquées sur la surface d'étanchéité de culasse 14, également sans plaque de base 9, sachant que les alésages de cylindre 10, qui pour le moment ne sont pas en cours d'usinage, sont toujours encore masqués. En outre, dans ce cas, les deux lances de projection sont protégées également contre leurs jets de fluide mutuels, du fait que les surfaces d'impact 11 empêchent ceux-ci de se propager.

Sur la Figure 11, est représentée une partie d'un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8 d'un moteur en ligne sur la surface d'étanchéité de culasse 14 duquel est disposé un gabarit de projection 12. Le gabarit de projection 12, qui est disposé et fixé concentriquement à l'alésage de cylindre 10 sur la surface d'étanchéité de culasse 14, présente une ouverture plus grande que la largeur libre de l'alésage de cylindre 10. De ce fait, un anneau de cercle 13 reste non couvert par la surface d'étanchéité de culasse 14, entre l'alésage de cylindres 10 et le gabarit de projection 12. L'étendue axiale du gabarit de projection 12 est ici plus grande que l'ouverture d'un jet de matériau projeté sur lui et préalablement porté à fusion, du côté supérieur et/ou extérieur, de sorte que, en cas d'utilisation de tels gabarits de projection 12, les alésages de cylindres 10, qui, momentanément ne sont pas à garnir d'un revêtement, ainsi que les zone extérieures de la surface d'étanchéité de culasse 14, sont au moins largement masqués et, de ce fait, protégés du jet de matériau venant d'une lance d'application de revêtement.

Sur la Figure 12 est représenté un outil de creusement d'un chanfrein, en particulier d'un chanfrein d'introduction 14 ou d'un chanfrein d'extrémité 56 dans le

cas d'un alésage de cylindre 10, avec une surface de glissement de cylindre 53 ayant subi une projection, sachant que le chanfrein fait, avec l'axe de cylindre 19, un angle compris entre 5 et 15°. L'outil présente un
5 cône 14, à l'aide duquel le chanfrein, en particulier le chanfrein d'introduction 54, peut être creusé.

Pour orienter le cône 15, sur sa face frontale, située côté introduction, est disposé un tourillon d'introduction 16. Le cône 15 et le tourillon
10 d'introduction 16 présentent, sur leurs périphéries extérieures, situées côté engagement, des arêtes de tranchant 17, prévues pour assurer une mise en prise avec enlèvement de copeaux. Les arêtes de tranchant 17 du tourillon d'introduction 16 effectuent essentiellement un
15 usinage dans le revêtement 18, tandis que les arêtes de tranchant 17 du cône usinent le revêtement 18 et, ultérieurement, le matériau de base de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8. Pour orienter le cône 15 monté à la cardan, tel que représenté, le tourillon
20 d'introduction 16 est appliqué obliquement sur le bord supérieur de l'alésage de cylindre 10 et est orienté lentement dans la direction de l'axe de cylindre 19, ceci se faisant avec un mouvement permanent de léger secouement ou vibration. En même temps, le tourillon d'introduction 16
25 pénètre dans l'alésage de cylindre 10, sachant que le cône 15 est orienté par rapport à celui-ci. Si le cône 15 est orienté et que le tourillon d'introduction 16 est au moins notablement en coïncidence avec l'axe d'alésage de cylindre 19, l'outil est actionné, faisant que le
30 revêtement 18 et le chanfrein d'introduction 54 sont usinés avec enlèvement de copeaux. Selon un mode de réalisation préféré, les arêtes de tranchant 17 du tourillon d'introduction 16 sont disposées de façon à être réglables radialement, de sorte que, après avoir effectué
35 l'orientation à leur position finale radiale, agissant avec

enlèvement de copeaux, elles sont déployées et ensuite mises en prise.

Sur la figure 13, on a représenté l'usinage de la surface d'étanchéité de culasse 14. Selon l'illustration, 5 ici, la surface d'étanchéité de culasse 14 est soumise à un fraisage plan. Ici la tête de fraiseuse 50 est mise en rotation à droite, faisant que les dents de fraise 52 se déplacent depuis l'extérieur dans le matériau.

Sur la figure 14, on a représenté un alésage de 10 cylindre 10 directement après l'application de revêtement. Sur la surface d'étanchéité de culasse 14 se trouve encore le gabarit de projection 12. L'anneau de cercle 13, disposé entre le gabarit de projection 12 et l'ouverture supérieure d'alésage de cylindre, est garni d'un revêtement de 15 bordure 51 éliminable, formé d'un matériau de revêtement. Les parois de l'alésage de cylindre 10 sont complètement garnies par le revêtement 18 formé du matériau de revêtement.

Tel qu'illustré sur la figure 15, dans l'alésage de 20 cylindre supérieur 10 et son revêtement 18 est creusé un chanfrein d'introduction 54, en particulier ce creusement étant effectué par fraisage. Après creusement, la surface d'étanchéité 14 peut présenter encore des parties du revêtement de bordure 51. Du fait de la réalisation du 25 chanfrein d'introduction, cependant, le revêtement 18 ne présente plus aucun contact direct, avec la surface d'étanchéité de culasse 14. Bien plus, à la transition avec la surface d'étanchéité de culasse 14, il n'y a plus encore que le matériau de moulage, donc le matériau de base de 30 l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres 8, qui subsiste.

Ensuite, comme illustré sur la figure 16, la surépaisseur de la surface d'étanchéité de culasse 14 est enlevée, faisant que, entre autres, on enlève également de 35 manière simple le revêtement de bordure 51. La profondeur

de pénétration et l'angle de calage du cône 15 creusant le chanfrein d'introduction 54 sont choisis tels que, également après enlèvement de la surépaisseur, le revêtement 18 ne présentera plus aucun contact avec la surface d'étanchéité de culasse 14. Il est assuré de ce fait que le revêtement ne soit de ce fait pas mis en danger lorsque l'on a un fraisage plan de la surface d'étanchéité de surface 14. En particulier, dans la zone de la transition avec la paroi de l'alésage de cylindre 10, il n'y aurait aucun affaiblissement de l'attachement, tel que ceci, par exemple, se produit du fait d'un soulèvement ou d'une fracturation microscopique du revêtement 18, sous l'effet de l'action d'une arête de tranchant 17 et, en particulier, d'une dent de fraise 52.

Sur la figure 17, ce comportement a été représenté à l'aide du chanfrein inférieur de l'alésage de cylindre 10, précisément le chanfrein d'extrémité 56. Ici également, après avoir creusé le chanfrein d'extrémité 56 à la transition du cylindre dont l'usinage n'est pas achevé, ainsi que du cylindre dont l'usinage est achevé et qui présente la surface de glissement de cylindre 53 terminée, il n'y a plus aucune trace de revêtement dans l'espace réservé au vilebrequin.

Sur la figure 18, on a représenté un poinçon d'étanchéité 57 introduit dans le cylindre par le bas, c'est-à-dire dans la direction venant de l'espace réservé au vilebrequin 55. Le poinçon d'étanchéité 57 présente, du côté introduction, une tige, dont le diamètre extérieur est inférieur à la largeur libre de l'alésage de cylindre 10 revêtu. Sur sa face frontale inférieure, le poinçon d'étanchéité 57 présente une gorge de pourtour, dans laquelle un élastomère d'étanchéité, en particulier une bague d'étanchéité 58, est disposée. Au dessous de cette gorge, le diamètre extérieur du poinçon d'étanchéité 57 est supérieur à la largeur libre de l'alésage de cylindre 10

ayant reçu un revêtement, ce pourquoi la bague d'étanchéité 58 est en appui étanche sur le chanfrein d'extrémité 56. Grâce à cette disposition, on peut en outre usiner l'espace réservé au vilebrequin 55, de préférence, à l'aide, de préférence, d'un nettoyage sous haute pression et/ou d'un déblaiement effectué à l'aide d'un jet d'eau, de préférence mélangé à un agent de conservation et/ou de nettoyage. En outre, également, il est possible d'effectuer un usinage opérant avec enlèvement de copeaux. Ceci est d'un avantage particulier, en particulier si l'usinage des surfaces de glissement de cylindre 53 est déjà terminé.

Lors de l'application d'un revêtement d'alésage de cylindre 10 de moteur à plusieurs rangées de cylindres, de préférence de moteur en V et/ou W, il se produit toujours des dépôts gênants de matériau au niveau des alésages de cylindre 10 appartenant à une rangée de cylindres parallèle, telle que celle sur laquelle momentanément on effectue l'usinage. Il est ici pertinent de disposer, côté vilebrequin, un gabarit de masquage 59 entre les deux rangées de cylindres (voir figure 20), tel que représenté par exemple sur la figure 19.

Le gabarit de masquage 59 présente deux tôles de stabilisation 60 extérieures et une lèvre d'étanchéité 61 intermédiaire, disposée parallèlement, formée d'un matériau, de préférence élastomère. Le gabarit de masquage 59 est ici conformé de manière qu'il corresponde à peu près au négatif de la surface sur laquelle il est appliqué entre les deux rangées de cylindres. Avantagusement, l'étendue des tôles 60, dans la direction de la surface d'appui, est inférieure à celle de la lèvre d'étanchéité 61, de sorte qu'on peut avoir un bon appui.

En particulier, le gabarit de masquage 59 est denté du côté où se fait l'appui. De ce fait, le fond de dent 63 peut être appliqué dans la zone de la masse d'équilibrage

du vilebrequin et les dents peuvent être appliquées dans la zone du montage en palier du vilebrequin.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de projection d'un fluide sur des surfaces de glissement de cylindres devant ultérieurement recevoir un revêtement par voie thermique, procédé selon lequel un ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est moulé, les surfaces devant recevoir un revêtement par voie thermique, de ce qui sera ultérieurement les pistes de glissement de cylindres, sont rendues rugueuses, les pistes de glissement de cylindres reçoivent un revêtement par un procédé de projection thermique et les pistes de glissement de cylindres sont réusinées à la cote finale,

caractérisé en ce

la surface d'au moins deux alésages de cylindres est rendue rugueuse simultanément, en utilisant un jet respectif pour chaque alésage de cylindre.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'

on choisit comme jet un jet de liquide et/ou un jet d'eau, mélangé à des particules solides.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on ajoute au jet un agent de nettoyage et/ou un agent de conservation, en particulier en une proportion comprise en 1 et 5 % en volume.

4. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est chauffé après l'opération d'augmentation de la rugosité.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est nettoyé, en particulier dégraissé, avant l'opération d'augmentation de la rugosité.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lors de l'opération d'augmentation de la rugosité, simultanément du matériau de l'alésage de cylindre est

enlevé, en une épaisseur inférieure en particulier à une fourchette comprise entre 0,020 et 0,140 mm, de préférence, entre 0,004 mm et 0,006 mm.

7. Procédé selon la revendication 1,
5 caractérisé en ce que,
avant introduction d'une lance de projection dans l'alésage de cylindres, le jet est mis en service à l'extérieur de l'alésage et est ensuite introduit dans l'alésage, après écoulement d'un temps de stabilisation
10 susceptible d'être prédéterminé.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que, pendant le temps de stabilisation, le jet est dirigé sur une surface d'impact.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en
15 ce que, à l'intérieur d'un poste d'usinage dans lequel est effectuée l'opération d'augmentation de la rugosité, la surface d'impact est disposée devant la lance de projection.

10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en
20 ce que, lors de la stabilisation, le jet est guidé en forme de cercle, et en ce que la surface d'impact est guidée en l'entourant radialement de tous côtés.

11. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on choisit en tant que surface d'impact un métal
25 dur ou un acier durci ou trempé, en particulier un insert d'acier durci ou trempé, en particulier un matériau n° 1.7131 ou 16MnCr5.

12. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'
30 au moins deux lances de projection sont alimentées en fluide de nettoyage, depuis une source de pression unique.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'au moins une lance de projection est guidée de façon mobile axialement, indépendamment d'une autre.

14. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération d'augmentation de la rugosité est effectuée également dans la zone de la sortie de cylindre, côté vilebrequin; c'est-à-dire également à l'extérieur de ce qui sera ultérieurement le cylindre, ou bien ce qui sera ultérieurement la surface de glissement de cylindre.

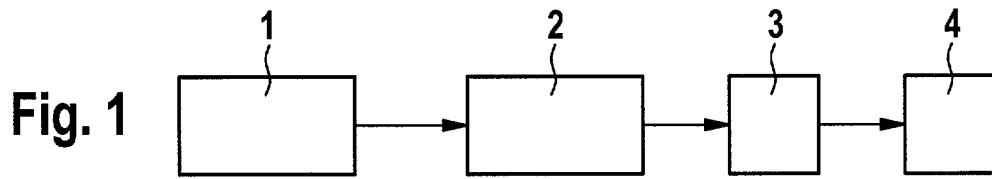
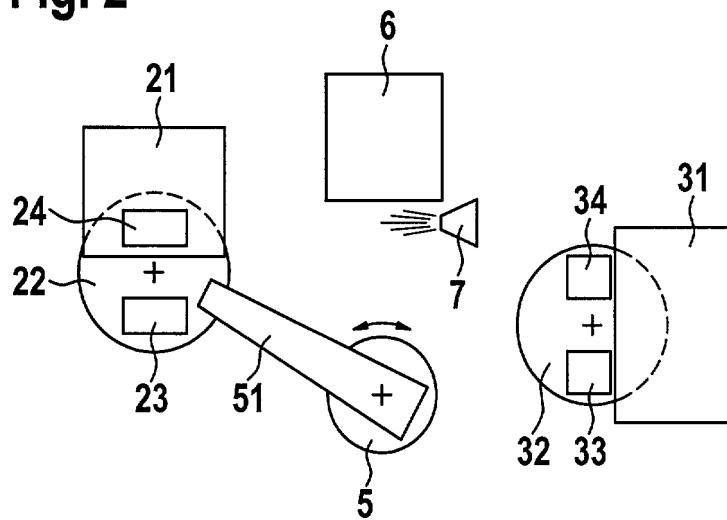
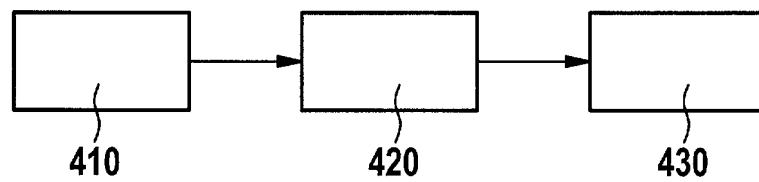
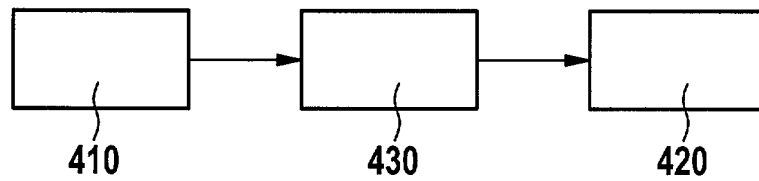
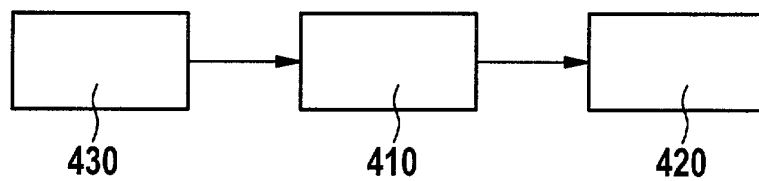
15. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres, après l'opération d'augmentation de la rugosité au moyen d'un jet, est basculé, le basculement ou la rotation se faisant à la valeur d'un angle aigu défini entre l'axe axial de l'alésage de cylindre et la ligne de champ de la force de gravité.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que le basculement s'effectue autour d'un axe longitudinal des alésages de cylindres d'une rangée.

17. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est tourné lentement (c'est-à-dire que, pour le déplacement à cette position de basculement, on affecte de façon réglable au moins 5 s, de préférence on met à disposition le maximum d'après le temps de cycle de la ligne d'usinage) d'un angle supérieur à 90° (120° , 170°), sachant qu'on prend comme base de position initiale l'état vertical de l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres.

18. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'ensemble carter de vilebrequin/bloc-cylindres est tourné une seule fois autour de son axe longitudinal.

1 / 6

**Fig. 2****Fig. 3****Fig. 4****Fig. 5**

2 / 6

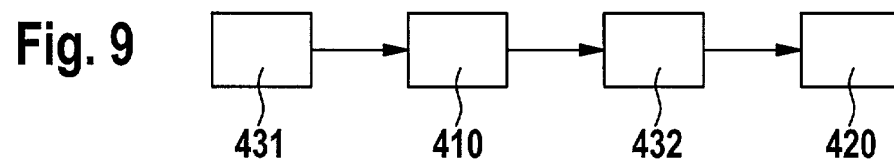
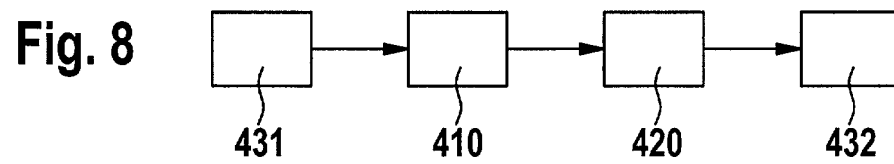
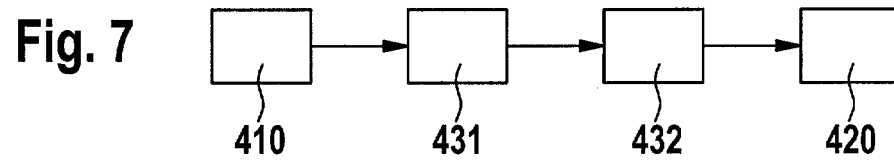
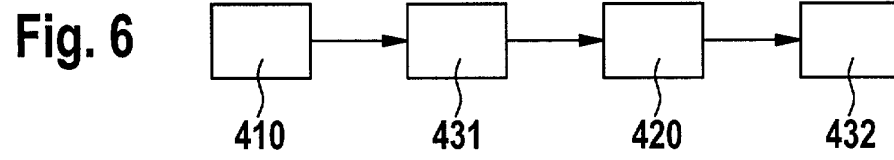
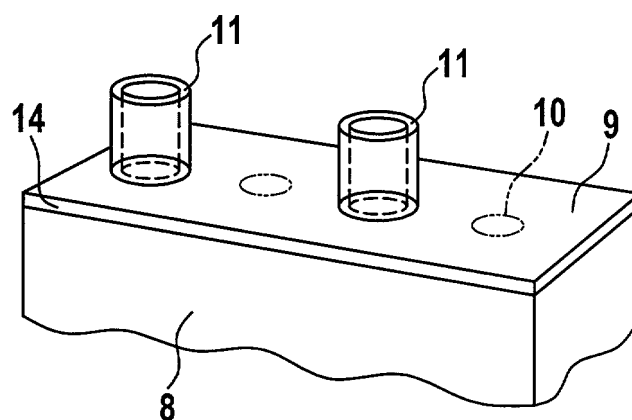


Fig. 10



3 / 6

Fig. 11

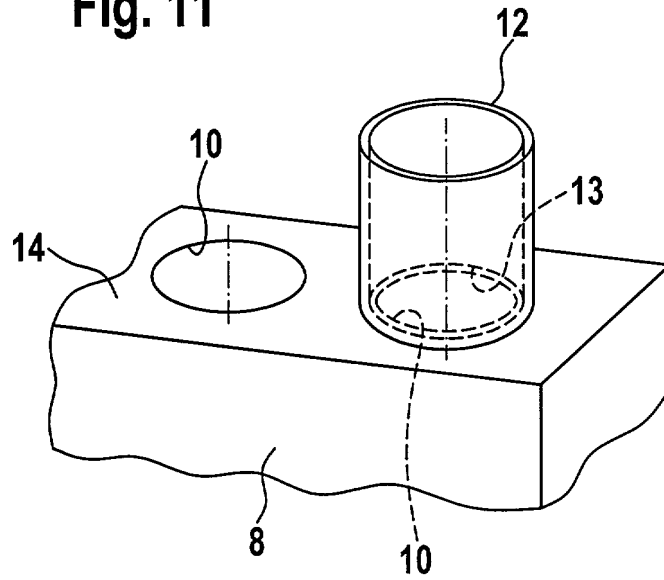
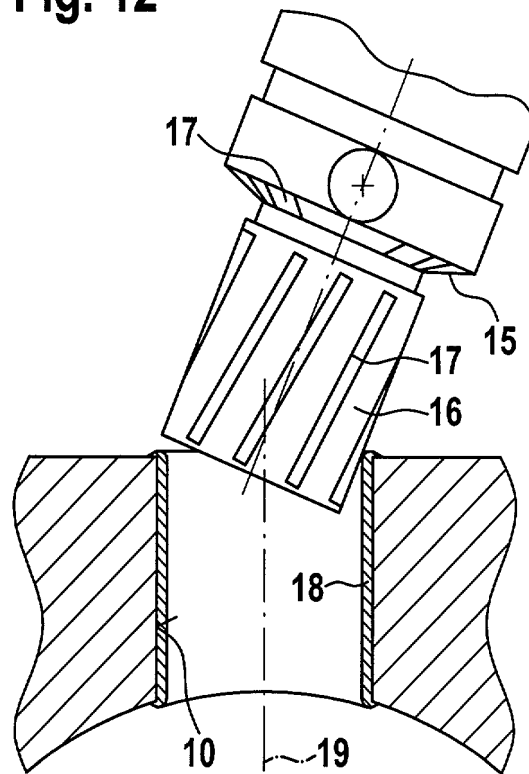


Fig. 12



4 / 6

Fig. 13

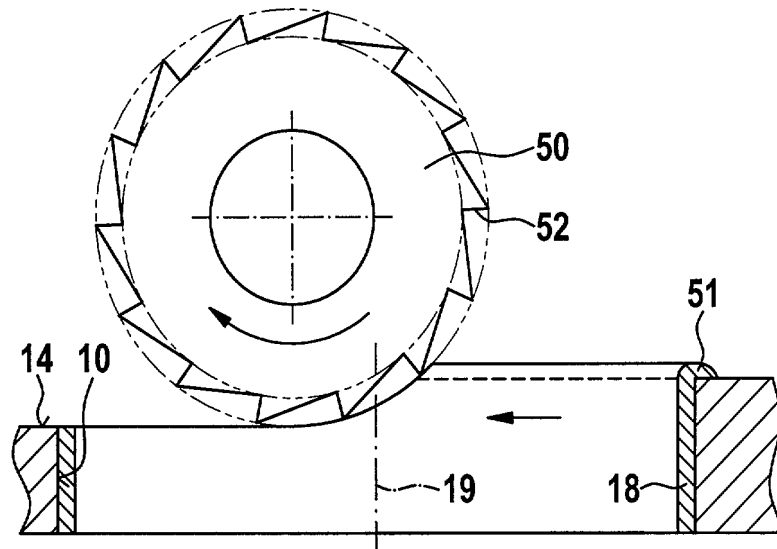
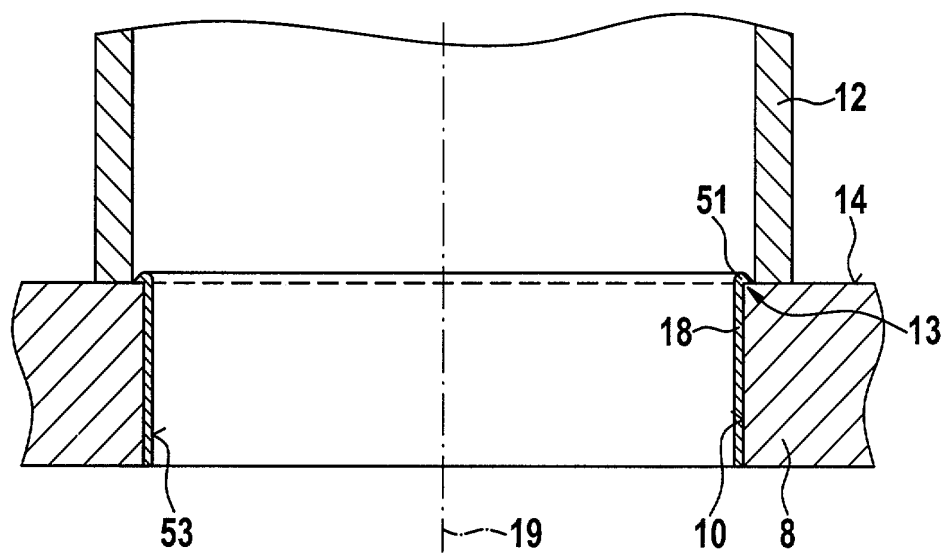


Fig. 14



5 / 6

Fig. 15

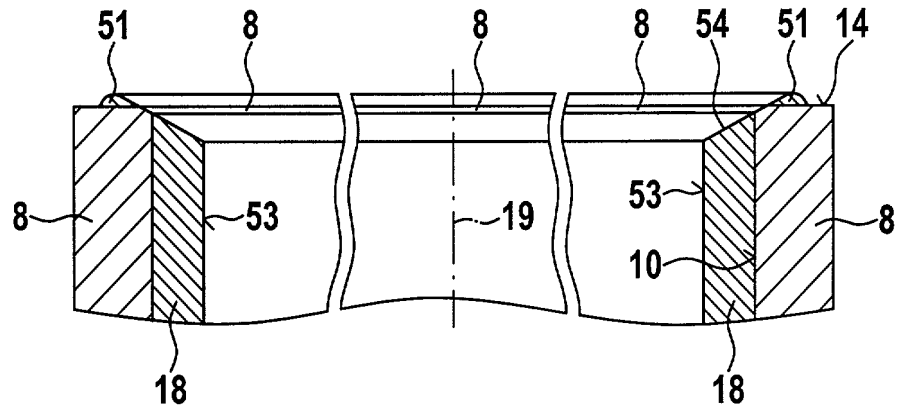


Fig. 16

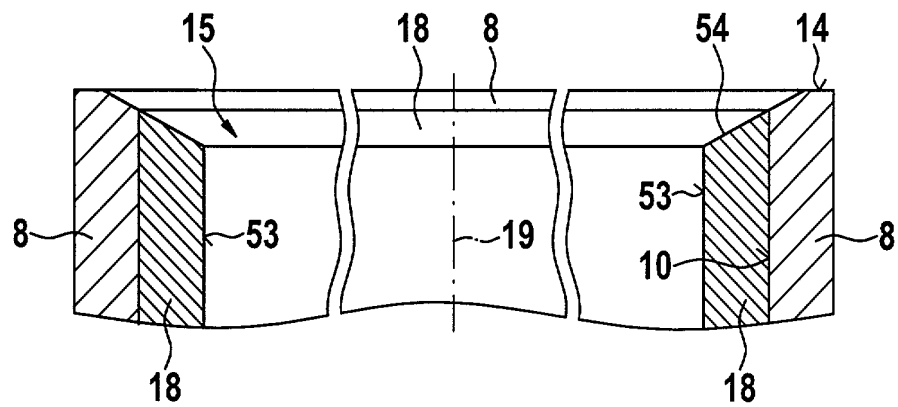
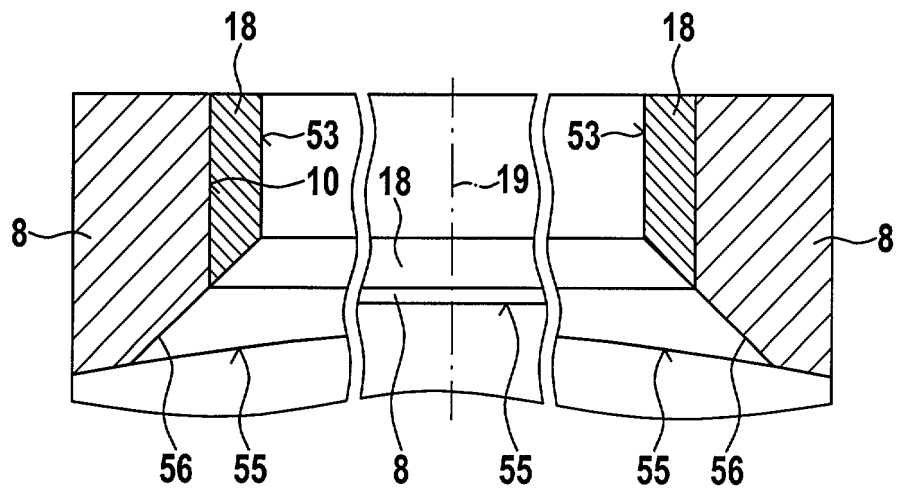


Fig. 17



6 / 6

Fig. 18

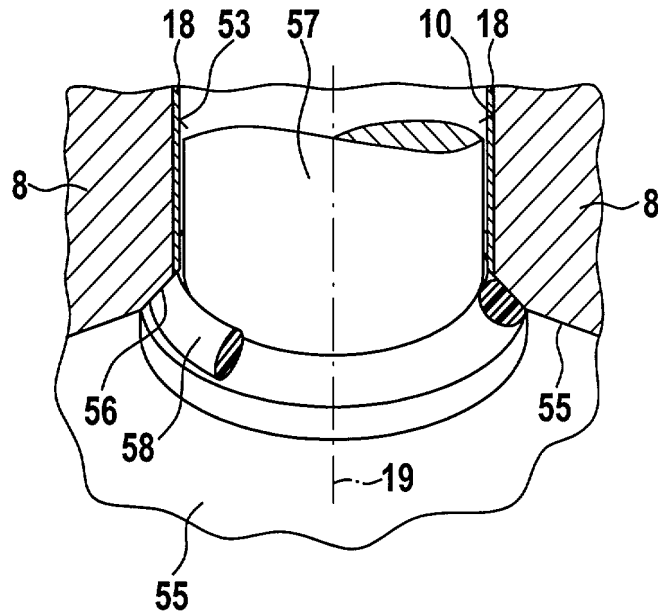


Fig. 19

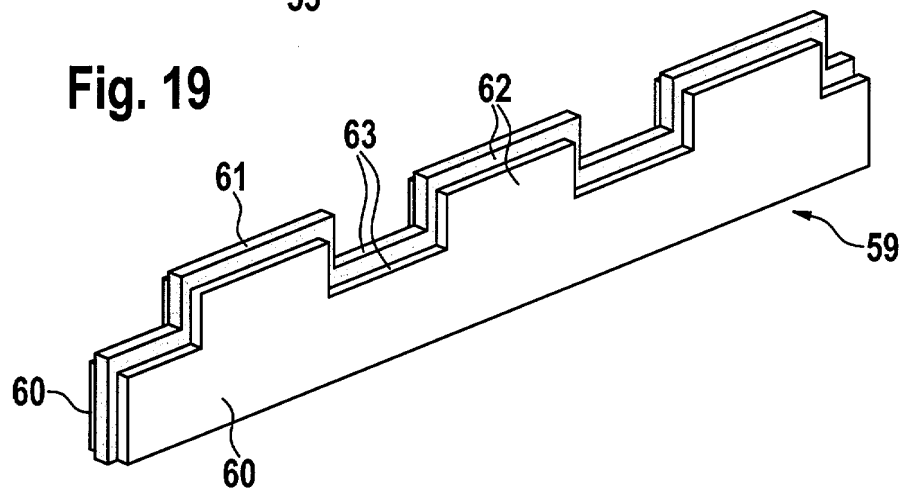


Fig. 20

