

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①1 N° de publication : **3 064 202**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **18 52466**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 23 B 29/02** (2018.01), B 23 B 27/00, B 23 B 29/03,  
B 23 Q 11/00

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 OUTIL D'ENLEVEMENT DE MATIERE, EN PARTICULIER BARRE D'ALESAGE, AINSI QUE  
PROCEDE D'USINAGE D'UN CERTAIN NOMBRE D'ALESAGES.

②2 Date de dépôt : 22.03.18.

③0 Priorité : 22.03.17 DE 102017204858.1.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *KENNAMETAL INC. — US.*

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 28.09.18 Bulletin 18/39.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 01.01.21 Bulletin 20/53.

⑦2 Inventeur(s) : HACKER MICHAEL et KUNSCHIR  
SEBASTIAN.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

⑦3 Titulaire(s) : KENNAMETAL INC..

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑦4 Mandataire(s) : PLASSERAUD IP.

**FR 3 064 202 - B1**



## DESCRIPTION

Arrière-plan de l'invention

L'invention concerne un outil rotatif d'enlèvement de matière, en particulier  
5 une barre d'alésage présentant les caractéristiques du préambule de la revendication  
de brevet 1, ainsi qu'un procédé d'usinage d'un certain nombre d'alésages qui sont  
écartés les uns des autres d'une distance d'écartement prédéfinie, en particulier dans  
la direction axiale, à l'aide d'un tel outil d'enlèvement de matière.

10 Une barre d'alésage de ce type ainsi qu'un procédé similaire sont  
décrits par ex. dans le document WO 2014/195007 A1.

Les arbres-paliers, par ex. les arbres à cames ou à vilebrequin de  
véhicules automobiles, sont habituellement supportés au niveau de plusieurs  
15 supports de palier, écartés axialement les uns des autres, dans des alésages de  
palier, ci-après désignés par le terme alésages. Les alésages individuels sont  
habituellement percés à une dimension finale à l'aide d'une barre d'alésage de  
série. Celle-ci présente des taillants, destinés à chaque fois à usiner un alésage  
respectif, agencés de manière décalée les uns par rapport aux autres de la  
20 distance d'écartement respective, de telle sorte que plusieurs des alésages  
peuvent être usinés simultanément à l'aide d'une telle barre d'alésage de série  
par les taillants écartés les uns des autres dans la direction axiale.

Sur la base de la distance d'écartement entre alésages, des positions de  
25 travail présentant chacune un taillant sont par conséquent formées sur la barre  
d'alésage. Habituellement, seul un taillant est réalisé par position de travail.

Pour l'opération d'alésage, la barre d'alésage doit être guidée ou  
supportée. Un support immédiat de la barre d'alésage dans la zone des taillants  
30 respectifs par des éléments de guidage, comme cela est par exemple connu  
pour les alésoirs, n'est pas aisément possible, car la barre d'alésage doit d'abord  
être introduite à travers les alésages bruts qui doivent encore être usinés.

Par conséquent, la demande WO 2014/195007 attribuée à la demanderesse décrit une solution pour le support de la barre d'alésage, c'est-à-dire en particulier une barre d'alésage réalisée différemment, permettant un usinage efficient d'alésages alignés les uns sur les autres. À cet effet, la barre d'alésage présente un organe principal, présentant un axe de rotation, et plusieurs éléments de découpe écartés les uns des autres dans la direction axiale et en outre au moins un élément de guidage pour le guidage de l'organe principal dans un alésage de guidage, les éléments de guidage étant écartés d'un rayon de guidage par rapport à l'axe de rotation. L'organe principal est en outre divisé en une zone fonctionnelle et en une zone excentrée, les éléments de découpe ainsi que les éléments de guidage étant agencés de manière répartie autour de l'organe principal sur une plage angulaire inférieure à 180°. De plus, la face périphérique de l'organe principal dans la zone excentrée présente une distance par rapport à l'axe de rotation réduite en comparaison avec celle par rapport au rayon de guidage, de telle sorte que l'organe principal peut être passé de manière excentrée à travers un alésage correspondant, dont le rayon brut non usiné est inférieur au rayon de guidage.

Conformément à un perfectionnement préféré, la barre d'alésage présente en outre un élément d'équilibrage, l'élément d'équilibrage formant un composant de l'organe principal, qui peut se diviser ainsi en un corps de base et en ledit au moins un élément d'équilibrage. Cet élément d'équilibrage permet de compenser au moins partiellement un déséquilibre éventuel et d'obtenir une meilleure rotation. À cet effet, l'élément d'équilibrage est généralement fabriqué en un autre matériau que celui du corps de base, en particulier un matériau d'une densité supérieure comparée à celle du matériau du corps de base.

### Objet de l'invention

Partant de ce qui précède, l'objet de l'invention concerne un outil d'enlèvement de matière de conception avantageuse et vise à permettre un usinage simple, en particulier de pièces à usiner présentant des alésages écartés les uns des autres dans la direction axiale d'une distance d'écartement prédéfinie.

### Solution du problème

Ce problème est résolu selon l'invention par un outil d'enlèvement de matière présentant les caractéristiques de la revendication 1 ainsi que par un procédé présentant les caractéristiques de la revendication 8. Les perfectionnements préférés sont à chaque fois consignés dans les revendications dépendantes. Les avantages indiqués concernant l'outil d'enlèvement de matière et les modes de réalisation préférés s'appliquent par analogie également au procédé et vice-versa.

Le point de départ de l'invention est un outil d'enlèvement de matière conforme au document WO 2014/195007 mentionné dans l'introduction, présentant un corps de base et un élément d'équilibrage ; comme mentionné précédemment, l'élément d'équilibrage et le corps de base sont généralement fabriqués en des matières ou des matériaux différents et l'élément d'équilibrage est généralement fabriqué en une matière d'une densité supérieure à celle du corps de base.

L'outil d'enlèvement de matière selon l'invention est conçu de telle sorte que celui-ci présente des propriétés de déformation très spéciales, prédéfinies d'un point de vue construction. Grâce à la conception spéciale décrite ci-après de l'élément d'équilibrage et du corps de base, il est garanti qu'en cas d'utilisation de l'outil d'enlèvement de matière ici présenté, il se produit une déformation qui a pour effet qu'un coin tranchant d'un taillant de l'outil d'enlèvement de matière, vu en coupe transversale, se déplace essentiellement dans une direction perpendiculaire par rapport à un plan médian. Ainsi, il est en particulier garanti que le coin tranchant correspondant ne se déplace pas parallèlement au plan médian et, vu à partir du coin tranchant, en particulier pas radialement vers l'intérieur vers l'axe de rotation. Ainsi, une direction de déformation définie est quasiment prédéfinie, qui influence en particulier également de manière favorable la précision de l'outil d'enlèvement de matière.

L'outil d'enlèvement de matière est en particulier conçu en tant que barre d'alésage et comprend un organe principal s'étendant dans la direction axiale, présentant un axe de rotation parallèle à la direction axiale, au moins un élément de découpe et un certain nombre d'éléments de guidage pour le guidage de l'organe principal dans un alésage de guidage. Les éléments de guidage sont écartés d'un

rayon de guidage par rapport à l'axe de rotation et l'organe principal, vu en coupe transversale, est divisé en une zone fonctionnelle et en une zone excentrée. En outre, les éléments de découpe ainsi que les éléments de guidage sont disposés de manière décalée sur une plage angulaire de  $<180^\circ$  autour de l'organe principal et la face périphérique de l'organe principal présente, dans la zone excentrée, une distance réduite par rapport à l'axe de rotation en comparaison avec celle par rapport au rayon de guidage. De plus, l'organe principal présente le corps de base susmentionné ainsi que ledit au moins un élément d'équilibrage qui se positionne à l'intérieur de la zone excentrée et qui est conçu pour une compensation au moins partielle du déséquilibre. L'outil d'enlèvement de matière est conçu pour la prédéfinition de la direction de déformation souhaitée, de telle sorte qu'il se forme, entre le corps de base et l'élément d'équilibrage, un plan de séparation qui est au moins essentiellement parallèle au plan médian susmentionné, qui est défini par l'axe de rotation et le coin tranchant susmentionnés d'un élément de découpe, c'est-à-dire dudit au moins un élément de découpe.

Par « au moins essentiellement parallèle », on entend une plage de tolérance d'inclinaison de jusqu'à  $\pm 10^\circ$  et de préférence seulement de jusqu'à  $\pm 5^\circ$  par rapport à une orientation exactement parallèle. Plus préférablement, le plan de séparation est orienté de manière exactement parallèle.

Ledit plan de séparation est globalement un plan imaginaire, qui sépare les deux corps géométriques l'un de l'autre, c'est-à-dire le corps de base et l'élément d'équilibrage, et au niveau duquel ces deux corps sont reliés l'un à l'autre. Le plan de séparation est généralement défini par la surface de contact avec laquelle l'élément d'équilibrage est posé sur le corps de base et via laquelle l'élément d'équilibrage est fixé au corps de base, par collage par exemple. Alors que le plan de séparation constitue toujours un plan au sens mathématique, en fonction de la conception de l'outil d'enlèvement de matière, la surface de contact n'est pas nécessairement définie par un plan mathématique, mais, par exemple, par une surface structurée qui présente par exemple des nervures, un profil ondulé ou une autre géométrie à des fins de denture et/ou pour une meilleure fixation et/ou un positionnement plus facile lors du montage.

Le coin tranchant ou coin de découpe est à son tour, en règle générale, formé par un angle d'un taillant d'un élément de découpe de l'outil d'enlèvement de matière. Au sens large, un point prédéfini, en particulier un point marquant, forme le coin tranchant ou le coin de découpe le long d'un taillant correspondant. Le coin  
5 tranchant correspond de préférence au point radialement le plus externe du taillant.

De plus, il est avantageux que l'outil d'enlèvement de matière présente au moins deux ou exactement deux éléments de guidage et soit conçu de manière telle que, vu en coupe transversale, une normale par rapport au plan de séparation  
10 (surfactive) ou au plan médian, qui passe par l'axe de rotation, forme une bissectrice de l'angle entre les positions des deux éléments de guidage. Ainsi, on obtient entre autres un support concentrique fiable de l'outil d'enlèvement de matière. La conception des éléments de guidage, en particulier la conception géométrique et le positionnement relatif par rapport au corps de base, correspond de préférence à ceux  
15 de l'une des variantes de réalisation décrites dans le document WO 2014/195007. Il en va de même pour ledit au moins un élément de découpe, pour l'élément d'équilibrage, pour le corps de base et/ou pour l'ensemble de l'organe principal.

Ainsi, on préfère entre autres une conception de l'outil d'enlèvement de  
20 matière, dans laquelle l'élément d'équilibrage est aligné, en périphérie, sur le corps de base. L'élément d'équilibrage et le corps de base se prolongent par conséquent, dans le sens périphérique, l'un l'autre sans coude et sans épaulement. A l'endroit du raccord, l'élément d'équilibrage et le corps de base présentent de préférence le même rayon. L'étendue maximale de l'élément d'équilibrage dans la direction  
25 radiale correspond de préférence au rayon maximal de la zone excentrée.

Dans la conception préférée, l'élément d'équilibrage est conçu, globalement, vu en coupe transversale, comme un segment de cercle. De manière correspondante, le corps de base est également conçu comme un segment de  
30 cercle. L'élément d'équilibrage est particulièrement formé à l'intérieur de la zone excentrée. L'élément d'équilibrage et le corps de base sont par conséquent reliés l'un à l'autre au niveau de faces plates aplaties. Une fixation sur une grande surface de l'élément d'équilibrage sur le corps de base est ainsi rendue possible. Le segment de cercle défini par l'élément d'équilibrage est habituellement plus

petit que celui du corps de base. Le corps de base représente, vu en coupe transversale, par exemple 60 % à 80 % de la section transversale totale de l'organe principal. L'élément d'équilibrage inclut les portions de surface restantes.

5                    Pour atteindre la compensation souhaitée du déséquilibre, l'élément d'équilibrage et le corps de base sont de préférence composés de matériaux différents, qui se distinguent en termes de densité. L'élément d'équilibrage est en particulier composé d'un matériau plus lourd que celui du corps de base. De ce fait, les zones surfaciques transversales absentes dans la zone excentrée sont  
10 au moins suffisamment compensées en termes de répartition de masse par la densité plus élevée. Le matériau pour l'élément d'équilibrage est de préférence un métal lourd. Par contre, le corps de base est constitué de préférence d'un matériau plus léger, en particulier de l'acier à outils.

15                    Dans un perfectionnement préféré, un élément d'absorption d'énergie, conçu pour l'amortissement de l'énergie d'oscillation, est créé par l'agencement de l'élément d'équilibrage. L'utilisation de l'élément d'équilibrage distinct crée par conséquent une possibilité supplémentaire de mettre à disposition un élément d'amortissement, de telle sorte que l'énergie d'oscillation est absorbée, à la suite  
20 de quoi une oscillation est empêchée ou du moins réduite. La conception en élément d'absorption d'énergie peut par exemple être atteinte par une conception spéciale de l'élément d'équilibrage lui-même. La sélection spéciale du matériau pour l'élément d'équilibrage a par exemple un effet d'amortissement des vibrations, car il est composé d'un matériau plus lourd. Ceci est  
25 particulièrement avantageux pour une rotation pauvre en vibrations.

                      Dans la conception utile, l'élément d'équilibrage est en particulier collé au corps de base pour la formation de l'élément d'absorption de l'énergie. D'une part, une fixation fiable est atteinte grâce au collage. De manière  
30 complémentaire, on obtient ainsi l'avantage particulier selon lequel la colle, qui présente une certaine élasticité, transforme l'énergie de mouvement, par exemple en cas d'oscillations de flexion ou de torsion, en chaleur de frottement interne, ce qui a donc pour effet d'amortir l'énergie d'oscillation.

Par ailleurs, l'invention concerne également une conception de l'outil d'enlèvement de matière dans laquelle le corps de base ou l'organe principal est divisé, dans la direction axiale, en au moins deux parties pouvant être reliées de manière réversible l'une à l'autre, chacune des parties présentant de préférence au moins un élément de découpe et/ou un élément de guidage.

L'outil d'enlèvement de matière est, exactement comme dans le cas du document WO 2014/195007, en particulier une barre d'alésage présentant plusieurs taillants ou éléments de découpe écartés les uns des autres dans la direction axiale, par exemple une barre d'alésage ou une barre d'alésage de série du type décrit au début. Le principe de l'invention décrit ici s'applique cependant aussi à d'autres outils d'enlèvement de matière rotatifs ne présentant par exemple qu'une seule position de découpe axiale. Ainsi, en variante, l'outil d'enlèvement de matière est conçu sous forme d'un outil à barre de guidage, dans lequel au moins un élément de guidage ainsi qu'un élément de découpe se trouvent sur un rayon de découpe et de guidage au moins sensiblement identiques ou l'outil d'enlèvement de matière est conçu sous forme d'alésoir d'incision. L'invention est expliquée ci-après, sans perte de généralité, dans le contexte d'une barre d'alésage.

La barre d'alésage sert de façon générale à l'usinage d'alésages qui sont écartés les uns des autres dans une direction axiale d'une distance d'écartement prédéfinie et, de manière correspondante, de préférence, un certain nombre de positions de travail présentant à chaque fois un taillant sont formés, conformément à la distance d'écartement entre les alésages, sur la barre d'alésage.

Habituellement, seul un taillant est formé à chaque fois par position de travail, chacun de ces taillants étant généralement formé par un élément de découpe séparé. Les alésages sont généralement écartés les uns des autres de plusieurs centimètres et la longueur totale de la barre d'alésage mesure habituellement plusieurs dizaines de centimètres, par exemple jusqu'à 50 cm ou même plus.

La barre d'alésage présente en outre un organe principal s'étendant dans la direction axiale, présentant un axe de rotation parallèle à la direction axiale, autour duquel il tourne lors du processus de perçage en soi, par exemple à l'aide d'une broche d'outil. Sur l'organe principal, on trouve généralement, comme mentionné

précédemment, plusieurs positions de travail décalées les uns par rapport aux autres dans la direction axiale, présentant à chaque fois un élément ou un corps de découpe. En complément, au moins une position de guidage est en outre formée sur l'organe principal présentant au moins un, de préférence cependant deux éléments  
5 de guidage. Au niveau de la position de guidage, la barre d'alésage s'appuie lors du processus d'usinage dans un alésage de guidage via les éléments de guidage.

Aussi bien les éléments de découpe que les éléments de guidage sont généralement fixés en tant que corps distincts sur l'organe principal. Les éléments de  
10 guidage sont généralement formés en tant que barres de guidage. Un corps de découpe correspondant est généralement un insert de découpe en métal dur, en nitrure de bore ou en un autre matériau de découpe conventionnel qui est par exemple vissé sur l'organe principal. Les barres de guidage sont généralement aussi  
15 fabriquées en un tel matériau et, par exemple, formées en tant que barres en métal dur collées ou soudées. En variante par rapport à des éléments de guidage distincts, ledit au moins un élément de guidage est formé par l'organe principal lui-même, la face périphérique de l'organe principal constituant dans ce cas par exemple l'élément  
de guidage. Les éléments de guidage se trouvent, par rapport à l'axe de rotation, sur un rayon de guidage et les éléments de découpe se trouvent, par rapport à l'axe de  
20 rotation, sur un rayon de découpe. Le rayon de guidage et le rayon de découpe sont généralement de taille identique ou de taille approximativement identique.

L'organe principal est donc divisé en une zone fonctionnelle, présentant les éléments fonctionnels, c'est-à-dire en particulier les éléments de  
25 guidage ainsi que les éléments de découpe, et en une zone excentrée, la zone fonctionnelle et donc les éléments fonctionnels ne s'étendant que sur une plage angulaire inférieure à  $180^\circ$ . En même temps, une face périphérique de l'organe principal présente, dans la zone excentrée opposée, une distance réduite par rapport à l'axe de rotation en comparaison avec celle du rayon de guidage.

30

Grâce à cet organe principal légèrement en retrait dans la zone excentrée en liaison avec la disposition des éléments fonctionnels uniquement sur une moitié de l'organe principal, on obtient la possibilité selon laquelle la barre d'alésage puisse être passée dans sa totalité de manière excentrique,

c'est-à-dire de manière radialement décalée par rapport à l'axe de rotation, à travers les alésages correspondants, le rayon de l'alésage étant inférieur au rayon de guidage. En même temps, un appui immédiat de la barre d'alésage au niveau de la position de travail, c'est-à-dire immédiatement au niveau du taillant, est ainsi assuré lors de l'opération d'alésage en soi.

Cette conception repose sur la considération selon laquelle un appui concentrique fiable de la barre d'alésage est déjà atteint lorsque les éléments de guidage supportent de manière fiable la barre d'alésage dans une zone périphérique dans laquelle la barre d'alésage est repoussée en raison de forces de découpe se produisant lors de l'opération d'alésage. Appui concentrique désigne ici le fait que l'axe de rotation coïncide avec l'axe de l'alésage. Grâce aux éléments fonctionnels disposés uniquement sur un côté, un espace de dégagement peut être créé sur le côté périphérique « libre » à l'opposé, de telle sorte qu'une introduction excentrique appropriée de la barre d'alésage dans les alésages est possible et qu'ensuite l'opération d'usinage parallèle en soi de plusieurs alésages de paliers peut avoir lieu avec un bon appui.

Ce principe fondamental, selon lequel tous les éléments fonctionnels de l'outil d'enlèvement de matière, qui constituent quasiment un profil perturbateur, c'est-à-dire les éléments de découpe ainsi que les éléments de guidage, se situent dans une plage angulaire inférieure à  $180^\circ$ , combiné à la conception spéciale de l'organe principal quasiment aplati dans la plage excentrée, permet par conséquent une introduction excentrique, mais aussi une évacuation hors d'un alésage et en même temps un usinage centré de l'alésage. L'évacuation excentrique empêche un endommagement de la surface d'alésage usinée lors du retrait de l'outil d'enlèvement de matière de l'alésage. À ce titre, ce principe fondamental de l'invention est également avantageux pour les outils à barre de guidage qui ne comportent pas d'éléments de découpe axialement décalés.

30

Il est préférable que la face périphérique de l'organe principal s'étende, dans la zone excentrée, le long d'une ligne courbe, en particulier le long d'une ligne en arc de cercle. Le point central de cette ligne courbe est disposé sur un axe d'introduction disposé de manière excentrique par rapport à l'axe de rotation.

Il est en particulier déplacé à l'intérieur de la zone fonctionnelle par rapport à l'axe de rotation. Grâce à la conception en particulier en arc de cercle, la zone excentrée est par conséquent formée - vue en coupe transversale ou du dessus - par un demi-cercle qui est décalé pour la formation de l'espace libre nécessaire avec son point central dans la plage fonctionnelle. Au lieu de la ligne en arc de cercle, il existe fondamentalement aussi la possibilité d'une autre conformation de contour, en particulier un contour périphérique elliptique dans la zone excentrée.

Dans la conception utile, la face périphérique de l'organe principal s'étend dans la zone fonctionnelle le long d'une ligne en arc (de cercle). Dans cette variante de réalisation spéciale, l'allure de la face périphérique de l'organe principal peut donc se rapprocher de deux lignes en arc de cercle dont les points centraux sont respectivement décalés vers l'autre zone.

Selon une première variante de réalisation, les éléments de guidage sont écartés des éléments de découpe dans la direction axiale et en particulier disposés sur une face frontale libre sans qu'un élément de découpe ne soit disposé au niveau de la position axiale des éléments de guidage. Dans cette variante, la barre d'alésage est d'abord introduite excentriquement à travers les alésages, jusqu'à ce que la position de guidage soit introduite avec les éléments de guidage dans un alésage de guidage de préférence usiné à la dimension finale au préalable. Ensuite, les autres alésages sont usinés avec les éléments de découpe. Dans cette forme de réalisation, les positions de travail distinctes et les éléments de découpe distincts sont de préférence décalés les uns par rapport aux autres de manière équidistante de la même distance d'écartement dans la direction axiale, comme prédéfini par la distance d'écartement des alésages. Ainsi, un usinage simultané et parallèle des différents alésages de palier est garanti.

Dans une autre mode de réalisation préféré, les éléments de guidage sont disposés en une même position axiale qu'un des éléments de découpe, de telle sorte que la position de travail et la position de guidage coïncident et forment une position de guidage-travail combinée sur la barre d'alésage. L'élément de découpe de la position guidage-travail, plus précisément son taillant, est disposé devant, dans la direction axiale, par rapport aux taillants des

autres positions de travail par rapport à la distance d'écartement prédéfinie. Ainsi, un procédé d'usinage en deux étapes, dans lequel, dans une première étape d'usinage, le taillant de la position de guidage-travail usine d'abord un alésage de palier en un alésage de guidage, est rendu possible. Le guidage et le support de la barre d'alésage s'effectuent au niveau de l'alésage à usiner, à l'aide des éléments de guidage qui, à cet effet, sont disposés sur la même position axiale que l'élément de découpe ou sur une position légèrement décalée vers l'arrière par rapport à l'élément de découpe, comme il est de coutume lors des opérations d'usinage avec alésoirs d'incision. Ensuite, lors d'une deuxième étape d'usinage, les autres alésages sont usinés simultanément par les autres éléments de découpe, tandis que la barre d'alésage est supportée via les éléments de guidage dans l'alésage de guidage formé. Ainsi, un usinage séparé de l'alésage de guidage n'est plus requis et une étape de travail est économisée.

Opportunément, les éléments de guidage s'étendent sur une longueur axiale qui est dimensionnée de telle sorte qu'ils supportent l'organe principal dans l'alésage de guidage tant que les autres alésages sont usinés. Lors de l'opération d'usinage, l'alésage de guidage est par conséquent d'abord formé, avant le contact des taillants de l'autre position de travail avec les alésages qui lui sont associés. Lors de l'usinage de ces autres alésages, l'organe principal est supporté dans l'alésage de guidage via les éléments de guidage allongés.

La position de guidage-travail est de préférence réalisée dans une zone centrale de l'organe principal. En particulier pour des longueurs en porte-à-faux très grandes de la barre d'alésage, on obtient ainsi un support central et ainsi un bon guidage concentrique lors de l'usinage de l'alésage de guidage.

En raison de la formation de la zone excentrée, l'organe principal ne présente, vu en coupe transversale, aucune géométrie de cercle, ce qui en cas de rotation autour de l'axe de rotation, entraînerait en principe un déséquilibre. Une disposition de l'élément d'équilibrage, comme déjà mentionné ci-dessus, est cependant destinée à au moins réduire ce déséquilibre. Cet élément d'équilibrage constitue un composant de l'organe principal, qui se divise donc en un corps de base et en ledit au moins un élément d'équilibrage. Ainsi, le

déséquilibre en principe induit est au moins partiellement compensé et une meilleure stabilité de marche est atteinte.

En principe, la possibilité d'agencer une partie centrale de l'outil  
5 d'enlèvement de matière de manière interchangeable via deux positions de  
séparation existe également.

Conformément à une autre variante de conception de l'outil  
d'enlèvement de matière, celui-ci présente un corps de base qui s'étend, partant  
10 d'un accouplement, jusqu'à une face frontale en une extrémité libre dans la  
direction axiale, ainsi qu'un élément d'équilibrage qui s'étend uniquement sur une  
zone partielle du corps de base dans la direction axiale et qui se termine en  
particulier à une certaine distance de la face frontale. Ainsi, l'extrémité libre de  
l'outil d'enlèvement de matière, à savoir la section adjacente de l'outil  
15 d'enlèvement de matière à la face frontale opposée à la direction axiale, est  
exempte de masse d'équilibrage, à la suite de quoi le centre de gravité local de  
l'outil d'enlèvement de matière dans la zone de l'extrémité libre est décalé par  
rapport à l'axe de rotation de l'outil d'enlèvement de matière. Lors de l'utilisation  
de l'outil d'enlèvement de matière, une force centrifuge agit alors sur le centre de  
20 gravité local et, par la suite, l'outil d'enlèvement de matière se fléchit, l'extrémité  
libre, partant de l'axe de rotation, étant fléchie radialement vers l'extérieur et le cas  
échéant pressée contre une paroi de l'alésage. De cette façon, un type de  
précontrainte pour l'outil d'enlèvement de matière est réalisé de manière ciblée.  
Ceci entraîne la réalisation de l'objectif réel, à savoir un logement très sûr de  
25 l'outil, c'est-à-dire de l'outil d'enlèvement de matière, dans l'alésage de logement,  
c.-à-d. que le soulèvement de l'outil de la paroi de l'alésage est empêché, ce qui  
contribue au fonctionnement extrêmement robuste et précis du système d'outils.  
En même temps, la qualité élevée d'équilibrage est conservée dans la zone de  
l'outil qui n'est pas directement supportée.

30

Le concept de base ici est considéré comme une approche inventive  
autonome et l'introduction d'une demande axée sur celui-ci est expressément  
réservée par la présente mention. En outre, l'approche est principalement  
indépendante de l'orientation du plan de séparation entre le corps de base et

l'élément d'équilibrage et s'applique dès lors également aux réalisations de l'outil d'enlèvement de matière qui sont décrites dans le document WO 2014/195007 attribué à la demanderesse.

5 L'élément d'équilibrage est ainsi relié avantageusement de manière indissociable au corps de base et à cet effet collé par exemple au corps de base.

L'extrémité libre, exempte de la masse d'équilibrage, de l'outil d'enlèvement de matière s'étend, dans la plupart des cas d'application, sur une  
10 extension dans la direction axiale qui correspond de préférence à au moins 5 %, plus préférentiellement à au moins 10 % et en particulier à au moins 20 % de l'extension totale du corps de base dans la direction axiale.

En règle générale, l'extrémité libre, exempte de la masse d'équilibrage,  
15 de l'outil d'enlèvement de matière s'étend en outre sur une extension dans la direction axiale qui correspond de préférence à un maximum de 50 %, plus préférentiellement à un maximum de 30 % et en particulier à un maximum de 20 % de l'extension totale du corps de base dans la direction axiale.

20 Conformément à perfectionnement avantageux, l'élément d'équilibrage s'étend certes à son tour sur environ la longueur totale du corps de base dans la direction axiale, mais cet élément d'équilibrage est divisé en deux parties, une première partie ou une première section partielle s'étendant, partant de l'accouplement dans la direction axiale, jusqu'à l'extrémité libre de la barre  
25 d'alésage et la deuxième partie ou la deuxième section partielle s'étendant sur l'extrémité libre et se terminant au niveau de la face frontale. La première section partielle est ainsi de préférence reliée de manière indissociable au corps de base et, par exemple, collée sur celui-ci. La deuxième section partielle agencée au niveau de l'extrémité libre est par contre reliée de manière dissociable au corps  
30 de base et, c'est-à-dire, par exemple, vissée sur celui-ci. Ainsi, la deuxième section partielle de l'élément d'équilibrage s'enlève si nécessaire à tout moment et l'extrémité libre peut être libérée de la masse d'équilibrage.

Les extensions préférées dans la direction axiale de la deuxième section partielle disposée au niveau de l'extrémité libre de l'élément d'équilibrage correspondent de préférence aux extensions susmentionnées dans la direction axiale de l'extrémité libre, exempte de la masse d'équilibre, de l'outil  
5 d'enlèvement de matière.

Les exemples de réalisation de l'invention sont expliqués ci-après sur la base des illustrations.

10 Description des illustrations

Les illustrations montrent, dans des représentations schématiques simplifiées :

FIG 1A, B une barre d'alésage introduite dans plusieurs alésages  
15 écartés les uns des autres, dans une présentation latérale partiellement découpée au début et à la fin d'une opération d'usinage,

FIG 2 une vue frontale sur la barre d'alésage,

20 FIG 3 une vue frontale sur un alésage à usiner, contenant une barre d'alésage en son sein lors d'une introduction excentrique de la barre d'alésage dans les alésages,

FIG 4 une présentation similaire à la FIG 3, la barre d'alésage étant  
25 cependant déplacée dans une position d'usinage centrée dans laquelle la véritable opération d'alésage a lieu,

FIG 5A-C représentations d'une barre d'alésage introduite dans des alésages selon une deuxième variante de réalisation, pour l'illustration d'une  
30 opération d'usinage en deux étapes, la FIG 5A présentant la position de la barre d'alésage avant l'usinage d'un alésage pour l'alésage de guidage, la FIG 5B présentant une position intermédiaire avant le début de l'usinage des autres alésages et la FIG 5C présentant une position finale après l'usinage des alésages,

FIG 6 une illustration d'une autre variante de réalisation avec élément d'équilibrage comparable à la FIG 2,

5 FIG 7 une autre variante de réalisation de la barre d'alésage avec élément d'équilibrage dans une présentation latérale partiellement coupée et

FIG 8 une deuxième variante de réalisation de la barre d'alésage avec élément d'équilibrage dans une présentation latérale partiellement coupée.

10

Dans les figures, les pièces à effets similaires sont munies des mêmes symboles de référence.

#### Description de l'exemple de réalisation

15

Conformément aux deux variantes de réalisation découlant des FIG 1A, 1B ou FIG 5A, 5B, 5C, une barre d'alésage 2 également conçue comme barre d'alésage de série s'étend dans la direction axiale 4 depuis un accouplement arrière 6 jusqu'à une face frontale 8. Consécutivement à l'accouplement 6, la barre d'alésage 2 présente un organe principal 10 en forme de barre sur lequel des éléments de découpe 12 axialement écartés les uns des autres sont fixés en une position de travail correspondante sur l'organe principal 10. Tous les éléments de découpe 12 sont disposés sur l'organe principal 10 dans la même position angulaire et se situent par conséquent sur une ligne. Par position de travail, un seul élément de découpe 12 est à chaque fois disposé sur l'organe principal 10. De plus, des éléments de guidage 14 réalisés selon le type de barres de guidage sont disposés sur l'organe principal en une position de guidage de l'organe principal 10. Les éléments de découpe 12 ainsi que les éléments de guidage 14 constituent des éléments fonctionnels.

20  
25

En variante par rapport à la variante présentée avec le positionnement des éléments de découpe 12 à chaque fois en des positions angulaires identiques, les éléments fonctionnels, en particulier les éléments de découpe 12, sont disposés dans les différentes positions axiales en des positions angulaires différentes. Ceci permet notamment la réduction de l'inclinaison d'oscillation. Les éléments de

30

découpe 12 ne sont de préférence décalés que de quelques degrés (par exemple de moins de  $10^\circ$ ) par rapport à une position angulaire de consigne définie.

Les figures 1A, 1B représentent en outre une variante de réalisation en option, dans laquelle l'organe principal 10 est divisé en deux parties 10A, 10B via une position de séparation dissociable de manière réversible. La position de séparation ou d'accouplement est représentée dans les figures simplement par une ligne en pointillés. Les deux parties 10A et 10B se raccordent l'une à l'autre dans la direction axiale 4. La position d'accouplement peut fondamentalement être disposée, dans la direction axiale 4, aussi après les éléments de guidage 16 de telle sorte qu'ils sont donc associés à la partie arrière 10B. Par exemple, cette position ou une autre position de séparation est réalisée au niveau de la face frontale avant représentée dans la FIG 1A, 1B, de telle sorte qu'une (autre) pièce peut être apposée sur cette face frontale.

15

La barre d'alésage 2 sert généralement à l'usinage simultané de plusieurs alésages 16, en particulier un alésage de palier, par exemple pour un arbre à vilebrequin ou un arbre à cames. Les alésages 16 individuels sont réalisés dans des supports 18 de palier d'un carter, qui sont écartés les uns des autres d'une distance d'écartement définie. En règle générale, des supports 18 de palier adjacents sont écartés les uns des autres de la même distance d'écartement  $a$ . En principe, les supports 18 de palier individuels et par conséquent aussi les positions de travail correspondantes peuvent présenter des distances d'écartement  $a$  différentes. La distance d'écartement  $a$  se situe généralement dans une plage de plusieurs cm, par exemple dans une plage allant de 5 cm à 20 cm, selon la taille du moteur et du cylindre. Dans l'exemple de réalisation, cinq supports 18 de palier sont représentés. Selon le montage du moteur, une quantité supérieure ou inférieure peut être utilisée. Tous les alésages 16 sont alignés les uns sur les autres, présentant par conséquent un axe B d'alésage commun qui, en règle générale, coïncide avec un axe de rotation R de la barre d'alésage 2 en situation d'usinage. La barre d'alésage 2 tourne autour de l'axe de rotation R lors de l'opération d'usinage.

30

Pour l'usinage des alésages 16, on procède généralement de telle sorte que la barre d'alésage 2 est d'abord introduite à travers les alésages 16 dans la direction axiale 4 jusqu'à ce que les éléments de découpe 12 distincts soient positionnés respectivement devant les alésages 16 qui leurs sont associées. Pour  
5 permettre l'introduction de la barre d'alésage 2, celle-ci est, tel qu'expliqué en détail par la suite, introduite de manière excentrique dans les alésages 2. L'axe de rotation R est disposé de manière décalée par rapport à l'axe d'alésage B. Ensuite, l'opération d'usinage proprement dite commence. À cet effet, la barre d'alésage 2 est de nouveau orientée de manière concentrique par rapport à l'axe  
10 d'alésage B, de telle sorte que l'axe d'alésage B et l'axe de rotation R sont de nouveau au moins quasiment superposés. La rotation de la barre d'alésage 2 autour de l'axe de rotation R permet d'effectuer ensuite l'opération d'usinage proprement dite, pendant laquelle les éléments de découpe 12 distincts entrent en contact avec l'alésage 16 correspondant. Lors de cet usinage par enlèvement de  
15 matière, la barre d'alésage 2 est supportée par les éléments de guidage 14 dans l'un des alésages 16, ci-après dénommé alésage de guidage 16A.

Pour permettre cette opération de travail fondamentale, c'est-à-dire l'introduction excentrique avec l'orientation centrée subséquente et le démarrage  
20 de l'opération d'alésage, les éléments de découpe 12 ainsi que les éléments de guidage 14 sont disposés dans des positions angulaires définies sur l'organe principal 10. La disposition spéciale ainsi que le principe de fonctionnement sont ensuite expliqués sur la base des FIG 2 à 4 :

25 La FIG 2 montre une vue frontale sur la barre d'alésage 2 avec exactement deux éléments de guidage 14 ainsi que l'élément de découpe 12 frontal, suivis, dans la direction axiale 4, des autres éléments de découpe 12 dans la position angulaire identique.

30 L'organe principal 10 est divisé en environ deux moitiés, une moitié de tige constituant une zone fonctionnelle 19 et l'autre moitié une zone excentrée 20. Tous les éléments fonctionnels, à savoir les éléments de guidage 14 ainsi que l'élément de découpe 12, qui constituent un profil perturbateur lors de l'introduction, sont disposés sur une face périphérique 22 de l'organe principal 10

de manière répartie sur une plage angulaire  $\alpha$  dans de la zone fonctionnelle 19. La plage angulaire  $\alpha$  est inférieure à  $180^\circ$ . Dans l'exemple de réalisation présenté, ces trois éléments fonctionnels s'étendent sur une plage angulaire  $\alpha$  d'env.  $160^\circ$ . Alors que l'un élément de guidage 14 est disposé dans la direction de rotation 24, immédiatement après l'élément de découpe 12 à une distance angulaire de par exemple  $10^\circ$  à  $20^\circ$ , le deuxième élément de guidage 14 est disposé environ à l'extrémité de la plage angulaire  $\alpha$  à une distance angulaire par rapport à l'élément de découpe 12 dans une plage allant par exemple de  $130^\circ$  à  $160^\circ$ .

10 Les deux éléments de guidage 14 sont disposés de telle sorte qu'une composante de force  $F$  résultante qui agit lors de l'opération d'usinage sur l'organe principal 10 est orientée dans la zone entre les deux éléments de guidage 14. Ceci garantit que les éléments de guidage 14 sont pressés contre une paroi d'alésage 26 lors de l'opération d'usinage, de telle sorte qu'un guidage  
15 concentrique de la barre d'alésage 2 est garanti.

Les éléments de guidage 14 sont écartés d'un rayon de guidage  $r_1$  par rapport à l'axe de rotation  $R$ . Le point radial le plus externe de l'élément de découpe 12 définit le taillant, qui est de préférence situé sur le même rayon de guidage  $r_1$ . Pour certaines variantes de réalisation, le taillant peut également  
20 être décalé radialement légèrement vers l'intérieur afin d'exercer une précontrainte radiale sur les éléments de guidage 14.

L'organe principal 10 lui-même présente un contour divergent de la forme  
25 circulaire. Dans l'exemple de réalisation, l'organe principal 10, vu en coupe transversale, se compose au moins approximativement de deux segments circulaires déplacés l'un contre l'autre. Dans la zone fonctionnelle 19, la face périphérique 22 se déplace le long d'une ligne en arc de cercle présentant un premier rayon de cercle  $k_1$  autour de l'axe de rotation  $R$ . Dans la zone excentrée  
30 20, la face périphérique 22 s'étend par contre le long d'un deuxième arc de cercle présentant un deuxième rayon de cercle  $k_2$  autour d'un axe décalé par rapport à l'axe de rotation  $R$  ci-après dénommé axe d'introduction  $E$ . Comme le montre en particulier la FIG 2, l'axe d'introduction  $E$  est décalé dans la direction radiale par rapport à l'axe de rotation  $R$ , la zone fonctionnelle 19 étant déplacée vers l'intérieur.

Ainsi, une distance  $d$  allant de l'axe de rotation  $R$  à la face périphérique 22 (en particulier mesurée en une position au milieu de la plage angulaire  $(360^\circ - \alpha)$  de la zone excentrée 20) est considérablement réduite en comparaison avec celle par rapport au rayon de guidage  $r_1$ , de telle sorte qu'une zone libre ou de dégagement 28 environ en forme de croissant de lune est formée consécutivement à la zone excentrée 20. Le rayon de guidage est par exemple plus grand de 10-30 % que la distance  $d$ . Dans la FIG 2, un cercle présentant le deuxième rayon de cercle  $k_2$  autour de l'axe d'introduction  $E$  est représenté en pointillés à titre d'illustration. En même temps, un cercle de guidage présentant le rayon de guidage  $r_1$  est

5 28 environ en forme de croissant de lune est formée consécutivement à la zone excentrée 20. Le rayon de guidage est par exemple plus grand de 10-30 % que la distance  $d$ . Dans la FIG 2, un cercle présentant le deuxième rayon de cercle  $k_2$  autour de l'axe d'introduction  $E$  est représenté en pointillés à titre d'illustration. En même temps, un cercle de guidage présentant le rayon de guidage  $r_1$  est

10 représenté sous forme de ligne continue de cercle autour de l'axe de rotation  $R$ .

L'espace de dégagement 28 formé permet de déplacer l'organe principal 10 pour l'introduction de la barre d'alésage 2 dans les alésages 16 radialement en direction de cet espace de dégagement 28, de telle sorte que la barre d'alésage 2

15 peut être passé avec les éléments de découpe 12 et les éléments de guidage 14. Cette opération d'introduction est expliquée dans la FIG 3 :

Pour l'introduction de la barre d'alésage 2 à travers les alésages 16, la barre d'alésage 2 est introduite excentriquement par rapport à l'axe d'alésage  $B$  le long de l'axe d'introduction  $E$  à travers les alésages 16. Le contour et le dimensionnement de la zone excentrée 20, en particulier ceux de la face périphérique 22 dans la zone excentrée 20, sont sélectionnés de telle sorte qu'en cas d'une telle introduction excentrique, il est garanti que les éléments fonctionnels individuels 12, 14 présentent un accès libre à la paroi d'alésage 26 de l'alésage 16 non usiné. L'alésage 16 présente, dans l'état de départ non usiné, un rayon brut  $r_2$  qui est représenté dans les figures 3 et 4 par une ligne auxiliaire.

20 long de l'axe d'introduction  $E$  à travers les alésages 16. Le contour et le dimensionnement de la zone excentrée 20, en particulier ceux de la face périphérique 22 dans la zone excentrée 20, sont sélectionnés de telle sorte qu'en cas d'une telle introduction excentrique, il est garanti que les éléments fonctionnels individuels 12, 14 présentent un accès libre à la paroi d'alésage 26 de l'alésage 16 non usiné. L'alésage 16 présente, dans l'état de départ non usiné, un rayon brut  $r_2$  qui est représenté dans les figures 3 et 4 par une ligne auxiliaire.

Pour l'usinage, la barre d'alésage 2 est ensuite de nouveau centrée, c'est-à-dire décalée radialement, de telle sorte que l'axe d'alésage  $B$  et l'axe de rotation  $R$  soient alignés l'un sur l'autre, ainsi que l'illustre la FIG 4. Dans cet état, l'opération d'usinage est ensuite effectuée. Pour ce faire, la barre d'alésage 2 est mise en rotation dans le sens de rotation 24 autour de l'axe de rotation  $R$ , de telle sorte que l'élément de découpe 12 correspondant usine la paroi intérieure 26 de l'alésage jusqu'à un rayon final  $r_3$ .

30 rotation  $R$  soient alignés l'un sur l'autre, ainsi que l'illustre la FIG 4. Dans cet état, l'opération d'usinage est ensuite effectuée. Pour ce faire, la barre d'alésage 2 est mise en rotation dans le sens de rotation 24 autour de l'axe de rotation  $R$ , de telle sorte que l'élément de découpe 12 correspondant usine la paroi intérieure 26 de l'alésage jusqu'à un rayon final  $r_3$ .

Les éléments de guidage 12 permettent d'obtenir un guidage concentrique de la barre d'alésage 2. Pour garantir un guidage concentrique aussi précis que possible de la barre d'alésage 2, les éléments de guidage 14 sont de préférence  
5 disposés de manière légèrement excentrique par rapport à l'axe de rotation ou sont disposés sur un rayon un peu plus grand, comme décrit dans le document DE 10 2012 223 183 A1. Dans cette mesure, le nouveau contenu de divulgation contenu dans cette demande est entièrement référencé et introduit par la présente.

10 En variante ou en complément, un adaptateur d'orientation est utilisé. Celui-ci est disposé entre un logement d'outil (broche) d'une machine-outil et l'outil d'enlèvement de matière. L'adaptateur d'orientation reçoit l'accouplement 6 de l'outil d'enlèvement de matière. Celui-ci peut être décalé ou basculé à l'intérieur de l'adaptateur d'orientation - selon la variante de réalisation de l'adaptateur  
15 d'orientation - ou, en combinaison, dans la direction radiale. Globalement, ceci permet un guidage concentrique et un réglage de la barre d'alésage 2.

Le principe de base décrit pour les figures 2 et 4 est réalisé aussi bien pour la première variante de réalisation des figures 1A et 1B que pour la  
20 deuxième variante de réalisation des figures 5A - 5C.

Pour la première variante de réalisation, les éléments de guidage 14 sont réalisés sur la face frontale de l'organe principal 10, sans qu'un élément de découpe 12 ne soit disposé au niveau de cette position désignée comme position  
25 de guidage de l'organe principal 10. Dans cette variante de réalisation, une étape préparatoire séparée consiste dans un premier temps à percer d'abord l'alésage de guidage 16A au rayon final  $r_3$  avant l'introduction consécutive de la barre d'alésage 2. Celle-ci est d'abord introduite de manière excentrique avec ses éléments de guidage 14 dans l'alésage de guidage 16. Ensuite, après le centrage  
30 de la barre d'alésage 2, l'opération d'usinage des autres alésages 16 commence. Les éléments de découpe 12 individuels sont par conséquent également séparés les uns des autres d'une distance d'écartement  $a$  conformément à la distance d'écartement  $a$ , en particulier de manière équidistante.

En revanche, dans la variante de réalisation des figures 5A - 5C, un usinage commun de tous les alésages 16 avec seulement une introduction unique de la barre d'alésage 2 est rendu possible. Aucun usinage préalable d'un alésage pour la formation d'un alésage de guidage 16A n'est donc nécessaire. L'opération  
5 d'usinage s'effectue en deux étapes, la première étape consistant à former d'abord l'alésage de guidage 16A et la deuxième étape consistant à usiner les autres alésages 16. En principe, plus d'un alésage de guidage 16A peut également être réalisé. La réalisation de l'alésage de guidage 16A s'effectue selon le principe de la barre de guidage, comme par exemple connu pour les alésoirs.

10

Pour ce faire, l'une des positions de travail dans laquelle un élément de découpe 12 est à chaque fois disposé est également réalisé en tant que position de guidage, de telle sorte qu'une position de guidage-travail 32 combinée est formée sur l'organe principal 10. Ceci se caractérise par le fait que les éléments  
15 de guidage 14 sont également disposés dans cette position, à côté de l'élément de découpe 12. Les éléments de guidage 14 commencent par conséquent dans la position axiale de l'élément de découpe 12 et s'étendent vers l'arrière dans la direction axiale 4 sur une longueur axiale l. Cette position de guidage-travail 32 est formée opportunément dans une zone médiane 30 de la barre d'alésage 2.

20

Dans la variante de réalisation ici décrite, comprenant au total les cinq supports 18 de palier, cette position de guidage-travail 32 est donc associée au troisième support de palier 18A, qui est le support central. À la différence du premier exemple de réalisation des figures 1A, 1B, les éléments de découpe 12  
25 individuels ne sont plus répartis de manière équidistante dans la direction axiale 4. Au contraire, l'élément de découpe 12A central de la position de guidage-travail 32 est disposé en avant par rapport à la distance d'écartement a pour garantir que le support de palier 18A central soit d'abord usiné et qu'un alésage de guidage 16A soit réalisé. L'élément de découpe 12A central est par  
30 conséquent décalé vers l'avant environ de la largeur du support de palier 18A partant d'une disposition équidistante dans la direction vers l'élément de découpe 12 suivant et en même temps écarté plus loin de cette distance de l'élément de découpe 12 consécutif vers l'arrière. Comme l'illustre la FIG 5B, l'écart par rapport à la répartition égale est légèrement inférieur à la largeur des

supports de palier 18, de telle sorte que les autres éléments de découpe 12 sont donc déjà en contact lorsque l'élément de découpe 12A central se trouve encore dans l'alésage de guidage 16A. À ce moment, un support de la barre d'alésage 2 via les éléments de guidage 14 dans l'alésage de guidage 16A est déjà effectué.

5

Dans cette variante de réalisation, les éléments de guidage 14 sont également décisifs pour un guidage concentrique fiable de la barre d'alésage 2 lors de l'usinage de l'alésage de guidage 16A. Ceci requiert qu'ils démarrent essentiellement à la même hauteur axiale que l'élément de découpe 16A central.

10

La longueur axiale L des éléments de guidage 14 est - comme décrit dans le premier exemple de réalisation - dimensionnée de telle sorte que l'organe principal 10 est supporté jusqu'à ce que les autres éléments de découpe 12 usinent les alésages 16. La longueur axiale L est par conséquent plus grande que l'étendue axiale du support de palier 18 et généralement aussi que l'étendue axiale de l'élément de découpe 12, elle vaut en particulier plusieurs fois l'étendue axiale des supports de palier 18 et/ou des éléments de découpe 12.

15

Comme l'illustre la FIG 6, l'organe principal 10 est en outre divisé en un corps de base 34 et en un élément d'équilibrage 36 qui y est fixé. L'élément d'équilibrage 36 est relié au corps de base 34 au moyen d'une couche adhésive 38, le corps de base dans la FIG 6 étant représenté en-dessous et l'élément d'équilibrage 36 au-dessus de la couche adhésive 38. En guise de complément, un raccord vissé supplémentaire peut en outre être utilisé.

20

La barre d'alésage 2 est alors conçue de telle sorte qu'entre le corps de base 34 et l'élément d'équilibrage 36, un plan de séparation T est réalisé, qui est orienté parallèlement au plan médian M qui est défini par l'axe de rotation R et un coin tranchant SE d'un élément de découpe 12, c'est-à-dire dudit au moins un élément de découpe 12. Pour chaque coin tranchant SE, il s'agit dans l'exemple de réalisation du point radialement le plus externe du taillant de l'élément de découpe 12, plus précisément du point radialement le plus externe de l'élément de découpe 12.

25

30

En outre, la barre d'alésage 2 de la FIG 6 présente deux éléments de guidage 14 et est conçue de telle sorte qu'une normale N au plan de séparation T, qui passe par l'axe de rotation R, forme une bissectrice de l'angle entre les positions des deux éléments de guidage 14. Les deux angles partiels de dimensions égales sont caractérisés par des doubles lignes en arc de cercle dans la FIG 6. Ainsi, un support concentrique fiable de la barre d'alésage 2 est entre autres obtenu.

Comme l'illustre la FIG 6, l'élément d'équilibrage 36 est formé, vu en coupe transversale, comme un segment de cercle, le segment de cercle couvrant par exemple une plage angulaire entre  $40^\circ$  et  $180^\circ$ . L'élément d'équilibrage 36 s'étend dans la direction axiale 4 et présente par conséquent, sur la face périphérique, une surface enveloppante partiellement cylindrique. La face de fixation ou surface de contact avec le corps de base 34 est de préférence formé en tant que face plate et, dans ce cas, coïncide avec le plan de séparation. Le corps de base 34, vu en coupe transversale, est également réalisé comme un segment de cercle, conformément à l'élément d'équilibrage 36. Vu en coupe transversale, le corps de base 34 présente une section transversale plus grande que l'élément d'équilibrage 36.

Grâce à l'élément d'équilibrage 36, un déséquilibre provoqué par l'espace de dégagement 28 (en cas de conception homogène de l'organe principal 10) est au moins partiellement compensé. Pour ce faire, l'élément d'équilibrage 36 est composé d'un matériau d'une densité supérieure à celle du corps de base 34. L'élément d'équilibrage 36 est par exemple constitué par un métal lourd tandis que le corps de base 34 est constitué par un acier plus léger, en particulier de l'acier à outils.

Par conséquent, une déformation non souhaitée se produit lors de l'utilisation d'un outil d'enlèvement de matière correspondant, par exemple comme dans les bandes bimétalliques thermiques. La conception spéciale de l'élément d'équilibrage 36 et du corps de base 34 décrite ci-dessus garantit toutefois que lors de l'utilisation de cette barre d'alésage 2, la déformation qui se produit généralement entraîne un déplacement du coin tranchant SE, vu en coupe, essentiellement dans une direction VR perpendiculaire au plan médian M. Ainsi, il est notamment garanti que le coin tranchant SE correspondant n'est pas parallèle au plan médian M et, vu depuis le coin tranchant, ne se déplace en

particulier pas radialement vers l'intérieur dans la direction de l'axe de rotation R. Ainsi, une direction de déformation VR est quasiment prédéfinie et influence en particulier de manière favorable la précision de la barre d'alésage 2.

5                    Un autre avantage particulier de la disposition de l'élément d'équilibrage 36 réside dans sa propriété d'amortissement des vibrations. D'une part, l'utilisation du métal lourd a un effet positif sur la prévention des vibrations. En complément, cette propriété d'amortissement des vibrations est soutenue par la liaison adhésive au moyen d'une couche adhésive 38. L'énergie de  
10 déplacement et donc l'énergie vibratoire peuvent être absorbées par la couche adhésive 38 grâce à des effets de frottement intérieur. Ainsi, l'énergie de déplacement est absorbée et les vibrations éventuelles, par ex. les vibrations par flexion ou par torsion, sont efficacement amorties.

15                    Une autre variante de réalisation de la barre d'alésage 2 est restituée de manière schématique dans la fig. 7. Le corps de base 34 s'étend, partant de l'accouplement 6, dans la direction axiale 4 jusqu'à la face frontale 8 au niveau d'une extrémité libre 40 de la barre d'alésage 2. L'élément d'équilibrage 36 collé au corps de base 34 s'étend par contre dans la direction axiale 4 uniquement sur une zone  
20 partielle du corps de base 34 et finit à une certaine distance de la face frontale 8. Ainsi, l'extrémité libre 40 de la barre d'alésage 2 est exempte de la masse d'équilibrage et le centre de gravité local de la barre d'alésage 2 se situe par conséquent au niveau de l'extrémité libre 40 de manière décalée vers l'axe de rotation R. Une force centrifuge agit alors sur le centre de gravité local correspondant  
25 en cas d'utilisation de la barre d'alésage 2 et, par la suite, la barre d'alésage 2 se fléchit, l'extrémité libre 40, partant de de l'axe de rotation R, étant fléchie radialement vers l'extérieur et le cas échéant pressée contre une paroi d'alésage 26. De cette façon, un type de précontrainte est réalisé, qui contribue à un logement sûr de l'outil, c'est-à-dire de la barre d'alésage 2 dans l'alésage de logement.

30

Dans la Fig. 8, une légère modification de cette variante de réalisation de la barre d'alésage 2 est restituée de manière schématique. Ici, l'élément d'équilibrage 36 s'étend certes de nouveau sur toute la longueur du corps de base 34 dans la direction axiale 4, mais cet élément d'équilibrage 36 est divisé en deux

parties, la première partie ou la première section partielle s'étendant, partant de l'accouplement 6 dans la direction axiale 4 jusqu'à l'extrémité libre 40 de la barre d'alésage 2, et la deuxième partie ou la deuxième section partielle s'étendant sur l'extrémité libre 40 et se terminant au niveau de la face frontale 8. La première  
5 section partielle est reliée de manière indissociable au corps de base 34 et par exemple collée sur celui-ci. La deuxième section partielle disposée au niveau de l'extrémité libre 40 est par contre reliée de manière dissociable au corps de base 34, par exemple vissée sur celui-ci à l'aide d'une vis 42. Ainsi, la deuxième section partielle de l'élément d'équilibrage 36 s'enlève à tout moment afin d'obtenir une  
10 barre d'alésage 2 selon la fig. 7 et d'utiliser ses avantages spéciaux.

Aussi bien dans la fig. 7 que dans la fig. 8, une représentation des éléments de découpe 12 et des éléments de guidage 14, ainsi qu'une représentation des supports de palier 18, a été supprimée pour des raisons de clarté.

## REVENDEICATIONS

1. Outil d'enlèvement de matière (2), en particulier barre d'alésage (2), pour usiner des alésages (16) écartés les uns des autres d'une distance d'écartement (a) prédéfinie dans la direction axiale (4), comprenant un organe principal (10) s'étendant dans la direction axiale (4), présentant avec un axe de rotation (R), présentant au moins un élément de découpe (12) présentant un coin tranchant (SE) ainsi qu'un certain nombre d'éléments de guidage (14) pour le guidage de l'organe principal (10) dans un alésage de guidage (16A),

- les éléments de guidage (14) étant écartés d'un rayon de guidage (r1) par rapport à l'axe de rotation (R),

- vu en coupe transversale, l'organe principal (10) étant divisé en une zone fonctionnelle (19) et en une zone excentrée (20),

- les éléments de découpe (12) ainsi que les éléments de guidage (14) étant disposés de manière répartie sur une plage angulaire ( $\alpha$ ) inférieure à  $180^\circ$  autour de la périphérie de l'organe principal (10),

- la face périphérique (22) de l'organe principal (10) présentant, dans la zone excentrée (20), une distance (d) réduite par rapport à l'axe de rotation (R) en comparaison avec celle par rapport au rayon de guidage (r1) et

- l'organe principal (10) présentant un corps de base (34) ainsi qu'au moins un élément d'équilibrage (36) qui est positionné à l'intérieur de la zone excentrée (20) et qui est conçu pour compenser au moins partiellement le déséquilibre qui existe éventuellement,

### **caractérisé**

**en ce** qu'entre **le** corps de base (34) et l'élément d'équilibrage (36), un plan de séparation (T) est formé, qui est orienté au moins de manière essentiellement parallèle, avec une tolérance d'inclinaison de jusqu'à  $\pm 10^\circ$  par rapport à une orientation exactement parallèle, à un plan médian (M) qui est défini par l'axe de rotation (R) et le coin tranchant (SE) de l'élément de découpe (12).

2. Outil d'enlèvement de matière (2) selon la revendication 1,

### **caractérisé**

**en ce que** deux éléments de guidage (14) sont utilisés, une normale (N) par rapport au plan de séparation (T), qui passe par l'axe de rotation (R), formant une bissectrice de l'angle entre les positions des deux éléments de guidage (14).

3. Outil d'enlèvement de matière (2) selon la revendication 1 ou 2,  
**caractérisé**  
**en ce que** l'élément d'équilibrage (36) s'aligne en périphérie sur le corps de base (34).
4. Outil d'enlèvement de matière (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,  
**caractérisé**  
**en ce que** l'élément d'équilibrage (36), vu en coupe transversale, est formé en tant que segment de cercle.
5. Outil d'enlèvement de matière (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,  
**caractérisé**  
**en ce que** l'élément d'équilibrage (36) est collé sur le corps de base (34).
6. Outil d'enlèvement de matière (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,  
**caractérisé**  
**en ce que** l'élément d'équilibrage (36) et le corps de base (34) sont fabriqués en des matériaux différents, le matériau de l'élément d'équilibrage (36) présentant une densité supérieure à celle du matériau du corps de base (24).
7. Outil d'enlèvement de matière (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,  
**caractérisé**  
**en ce que** l'organe principal (10) est divisé, dans la direction axiale (4), en au moins deux parties pouvant être reliées de manière réversible l'une à l'autre,

chacune des parties présentant de préférence au moins un élément de découpe (12) et/ou un élément de guidage (14).

8. Outil d'enlèvement de matière (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

**caractérisé**

**en ce que** le corps de base (34) s'étend, partant d'un accouplement (6), jusqu'à une face frontale (8) au niveau d'une extrémité libre (40) dans la direction axiale (4) et en ce que l'élément d'équilibrage (36) s'étend uniquement sur une section partielle du corps de base dans la direction axiale (4) et se termine en particulier à une certaine distance de la face frontale (8).

9. Outil d'enlèvement de matière (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

**caractérisé**

**en ce que** le corps de base (34) s'étend, partant d'un accouplement (6), jusqu'à une face frontale (8) au niveau d'une extrémité libre (40) dans la direction axiale (4) et en ce qu'une section partielle de l'élément d'équilibrage (36) disposée au niveau de l'extrémité libre (40) est fixée de manière dissociable.

10. Procédé d'usinage d'un certain nombre d'alésages (16), en particulier de plusieurs alésages (16) écartés d'une distance d'écartement (a) prédéfinie, à l'aide d'un outil d'enlèvement de matière (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

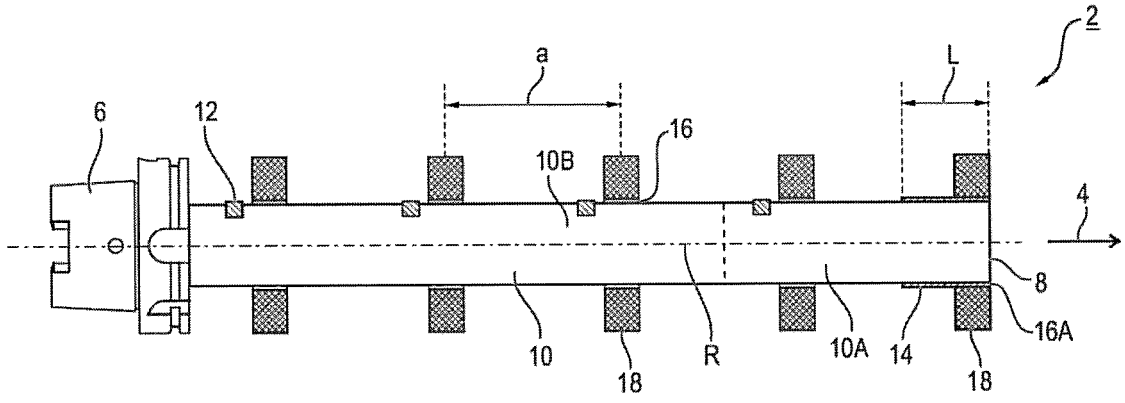


Fig. 1A

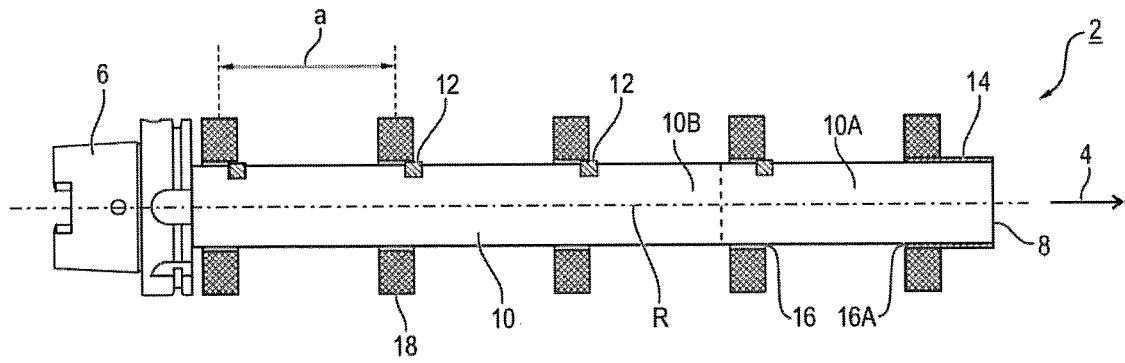


Fig. 1B



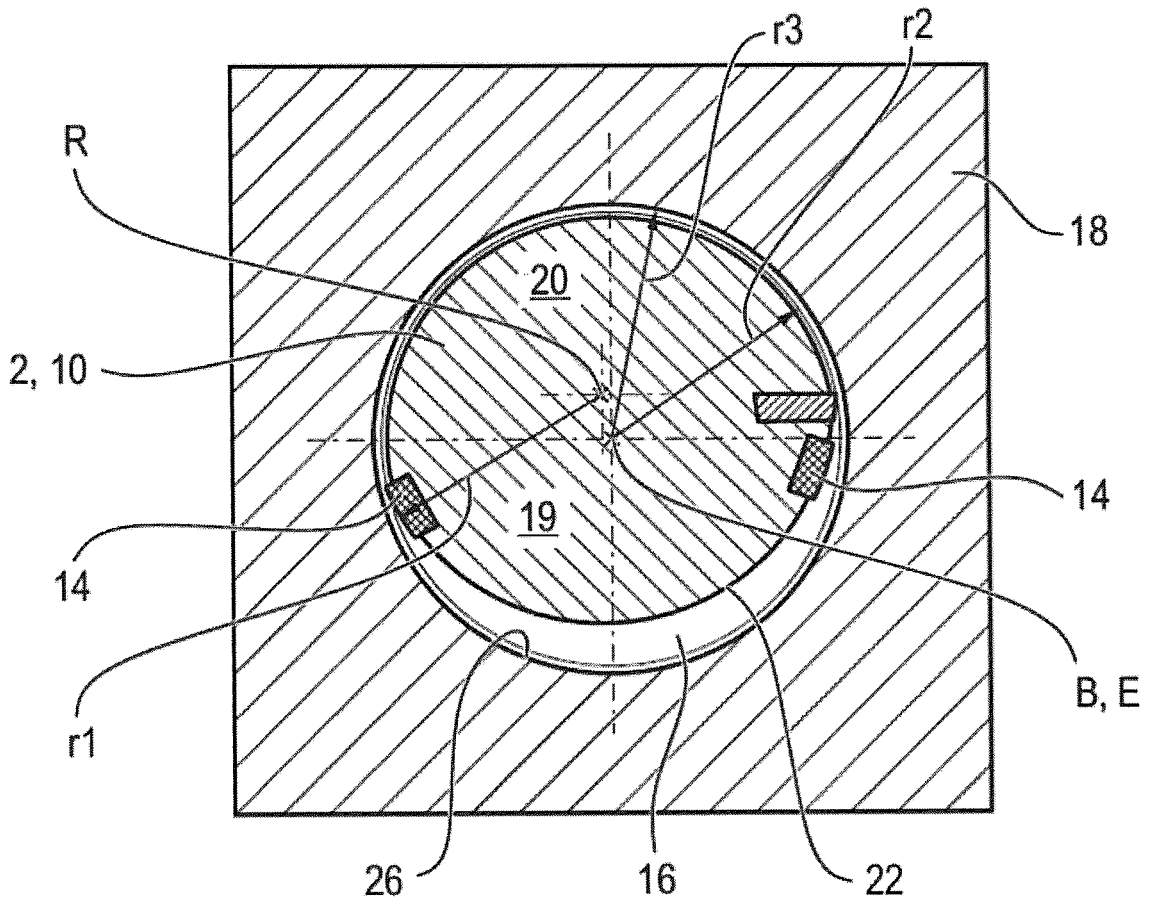


Fig. 3

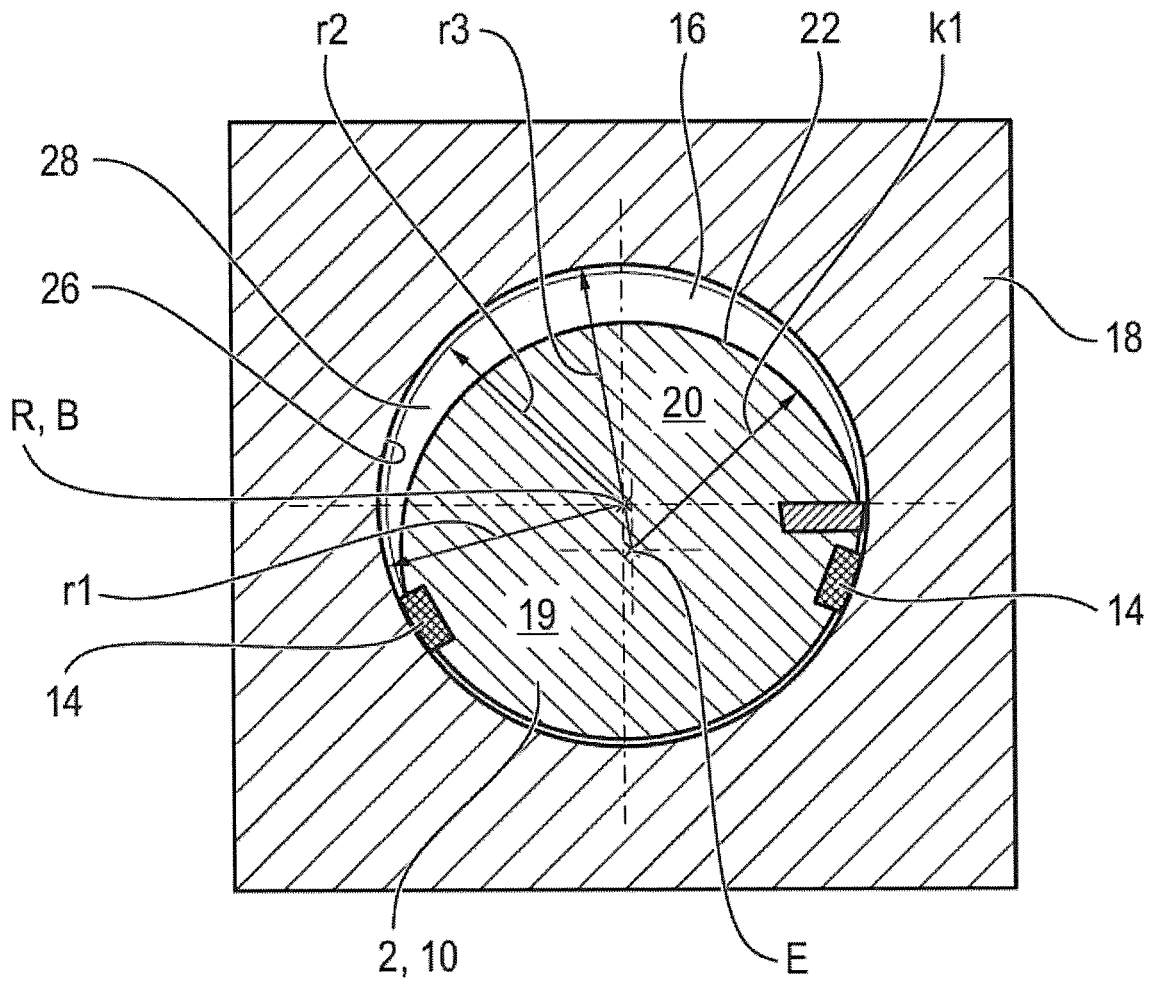


Fig. 4

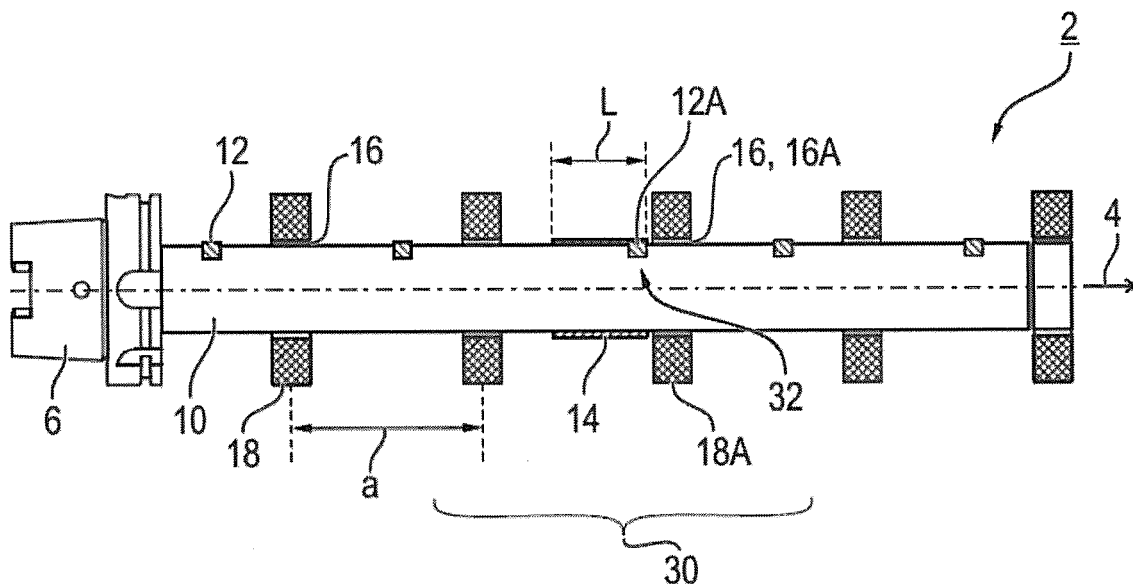


Fig. 5A

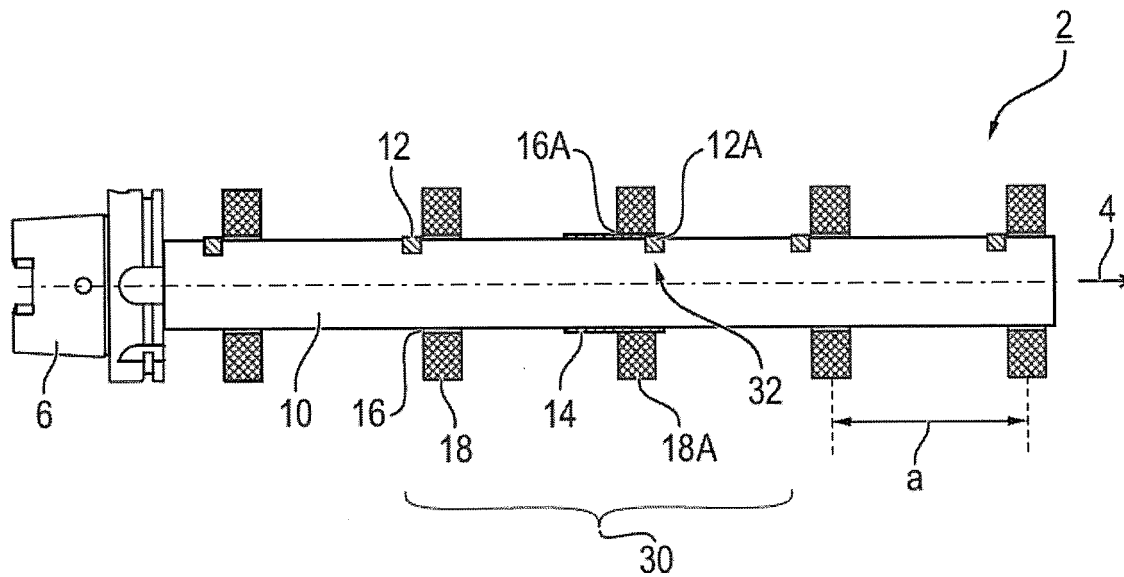
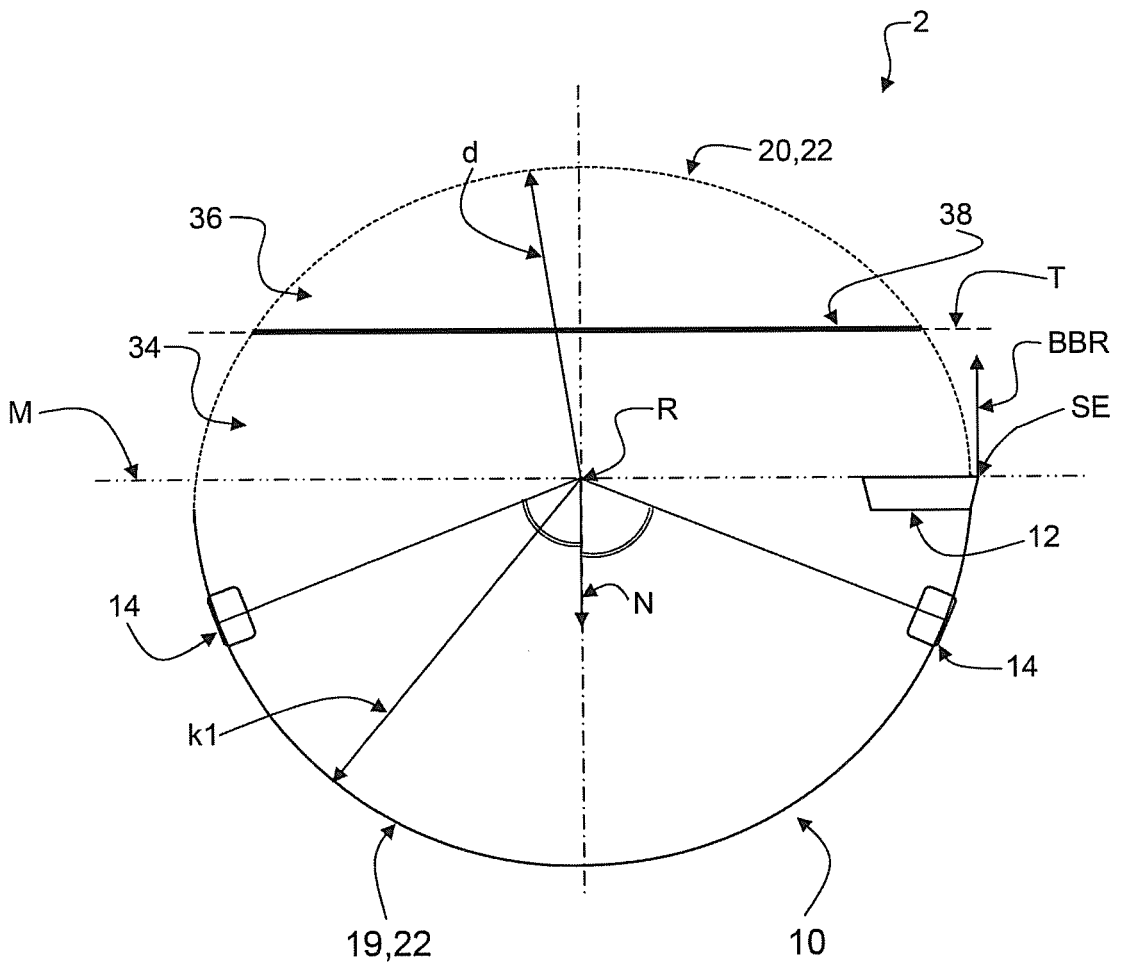
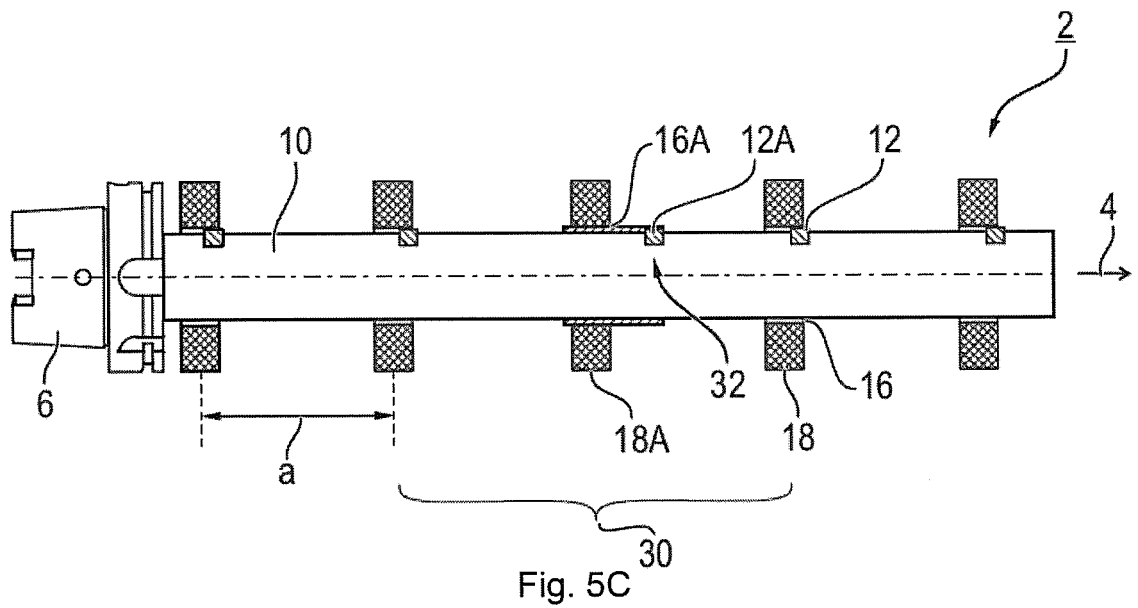


Fig. 5B



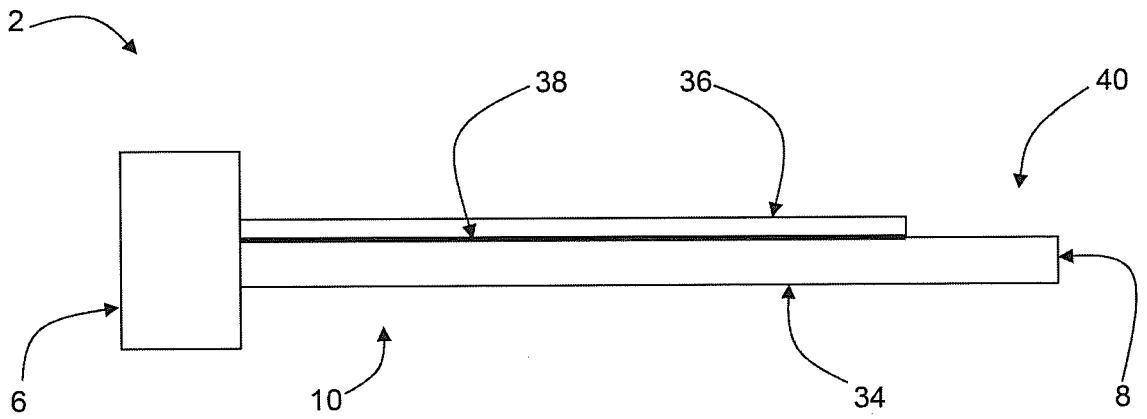


Fig. 7

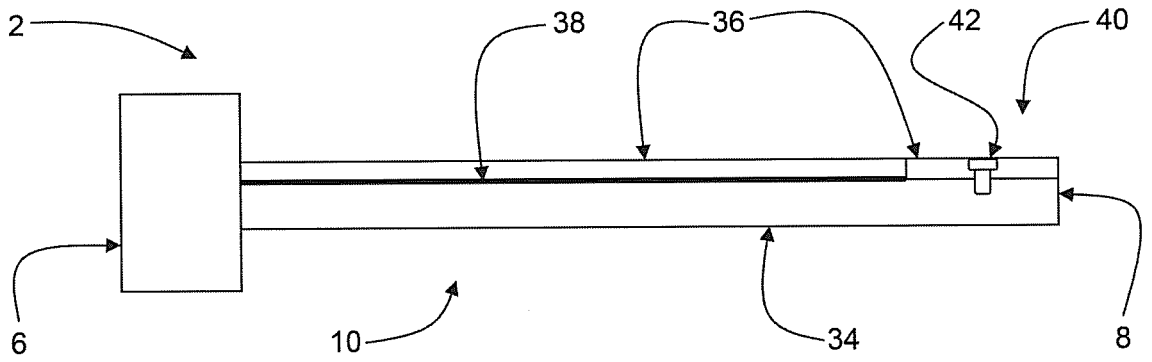


Fig. 8

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2016/114401 A1 (HACKER MICHAEL [DE] ET  
AL) 28 avril 2016 (2016-04-28)

US 2005/109182 A1 (MURAKAMI DAISUKE [JP]  
ET AL) 26 mai 2005 (2005-05-26)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT