

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 094 656

21 N° d'enregistrement national : 19 03571

51 Int Cl⁸ : B 23 D 43/00 (2019.01), B 23 Q 11/10

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 03.04.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.10.20 Bulletin 20/41.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS
— FR.

72 Inventeur(s) : CHOMIENNE Vincent et RANCIC Michael.

73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS.

74 Mandataire(s) : GEVERS & ORES.

54 OUTIL DE BROCHAGE, MACHINE DE BROCHAGE COMPORTANT UN TEL OUTIL ET PROCÉDÉ D'USINAGE D'UNE PIÈCE AU MOYEN D'UNE TELLE MACHINE.

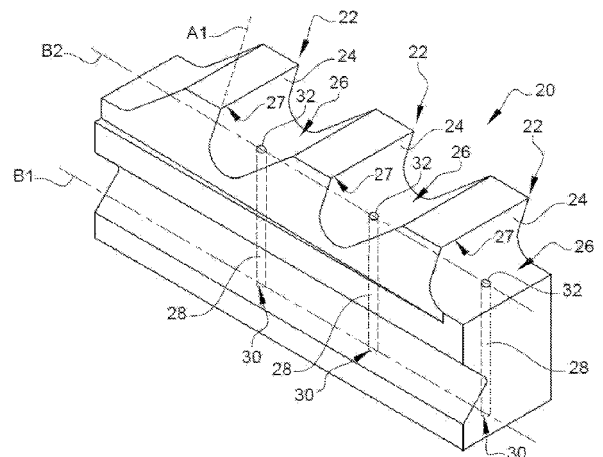
57 L'invention concerne un outil de brochage (20), comprenant :

au moins une zone de coupe (22) comportant une face de coupe (24 ; 24a, 24b 24c) destinée à entrer en contact avec une pièce (1) de manière à retirer de la matière de ladite pièce, au moins une cavité (26 ; 26a, 26b, 26c) correspondant à ladite zone de coupe, ladite cavité étant agencée de manière à recevoir ladite matière retirée,

caractérisé en ce qu'il comprend également :

au moins un canal de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') destiné à être alimenté en lubrifiant, ledit canal de lubrification ayant un orifice d'entrée (30) agencé pour recevoir le lubrifiant et au moins un orifice de sortie (32) débouchant dans ladite cavité.

Figure pour l'abrégé : Figure 3



FR 3 094 656 - A1



Description

Titre de l'invention : OUTIL DE BROCHAGE, MACHINE DE BROCHAGE COMPORTANT UN TEL OUTIL ET PROCÉDÉ D'USINAGE D'UNE PIÈCE AU MOYEN D'UNE TELLE MACHINE

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention se rapporte au domaine des outils et machines de brochage, notamment pour des pièces de l'industrie aéronautique. L'invention concerne également un procédé de brochage d'une pièce au moyen de l'outil et de la machine de brochage.

Arrière-plan technique

[0002] De façon connue, dans l'industrie aéronautique, certaines pièces métalliques sont réalisées au moyen d'une technique d'usinage par enlèvement de copeaux, par exemple par brochage.

[0003] Le brochage est principalement utilisé pour l'obtention d'alvéoles, notamment en forme de queue-d'aronde ou en forme de pied de sapin. En particulier, l'obtention d'alvéoles, qui sont des formes complexes, nécessite l'utilisation d'une succession de broches, chaque broche réalisant un enlèvement de matière d'une zone particulière de l'alvéole. Le brochage peut également être utilisé pour l'obtention de cannelures ou de formes complexes et linéaires.

[0004] La figure 1 illustre le principe de l'usinage par enlèvement de copeaux, qui est d'enlever à l'aide d'un outil de la matière à une pièce brute, sous forme de copeaux, de façon à donner à la pièce brute la forme et les dimensions souhaitées. Sur cette figure, une pièce 1 métallique est usinée par enlèvement de copeaux, au moyen d'un outil 2 qui comporte un bec 3 et une interface 4 qui est en contact avec un copeau 5 qui est destiné à être retiré de la pièce 1.

[0005] Le phénomène physique principal se déroulant lors de l'usinage conventionnel par enlèvement de copeaux est une déformation plastique intense, c'est-à-dire une déformation irréversible, au niveau du bec 3 de l'outil 2. Cette déformation intense est générée lors de la mise en contact de l'outil 2, qui est dur, avec la pièce 1, qui est moins dure que l'outil 2, couplée avec la réalisation d'un mouvement relatif entre ces deux éléments. Par exemple, sur la figure 1, la flèche A illustre le mouvement de translation de l'outil 2 par rapport à la pièce 1.

[0006] Au niveau du bec 3 de l'outil 2, des contraintes thermomécaniques intenses sont générées dans la matière de la pièce 1 et sur l'outil 2, et notamment dans les zones 6 et 7 d'intenses contraintes thermomécaniques. Le fort écrouissage de la matière et les

effets thermique en résultant, c'est-à-dire le phénomène d'adoucissement thermique, va permettre de cisailer la pièce, notamment au niveau d'une zone 8 de cisaillement, et donc de créer un copeau 5. Ce copeau 5, qui est issu de la pièce 1, se détache alors de la pièce 1 et frotte intensément sur la face de coupe de l'outil 2, c'est-à-dire sur l'interface 4 outil-copeau, ce qui induit une génération de chaleur. Ainsi, de fortes contraintes thermomécaniques sont induites par le copeau 5 sur l'outil 2, et inversement.

- [0007] L'ordre de grandeur des contraintes mécaniques à l'interface 4 outil-copeau et au niveau du bec 3 de l'outil 2 est le giga Pascal et les températures pouvant être atteintes localement sont de l'ordre 1000° C pour les matériaux aéronautiques à faible conductivité, tels que des alliages à base de titane et des alliages à base de nickel. Lorsqu'elles sont trop fortes, ces contraintes thermomécaniques induisent des endommagements graves de l'outil tels que des écaillages ou des bris d'outil.
- [0008] Une technique d'usinage conventionnelle par enlèvement de copeaux à l'aide d'arêtes multiples est le brochage. L'outil permettant d'enlever de la matière à la pièce brute, appelé un outil de brochage, est constitué de plusieurs éléments, appelés broches.
- [0009] La figure 2 représente le principe d'une opération de brochage. Sur cette figure, une pièce 1 métallique est usinée au moyen d'un outil de brochage 9.
- [0010] Chaque outil de brochage 9 comprend, sur un même corps 10, une succession de faces coupantes 11a, 11b distantes les unes des autres d'une valeur prédéterminée P, appelée pas, et étagées d'une autre valeur prédéterminée h, dite de progression à la dent, qui correspond pour chacune des faces 11a, 11b coupantes à la quantité de matière enlevée sur la pièce 1 usinée. Deux broches 12a, 12b successives sont séparées par une cavité 13, appelée chambre à copeaux. La chambre à copeau 13 est l'endroit où le copeau 5 obtenu vient s'enrouler et se loger avant son éjection dès la fin de prise de matière. Les premières broches qui rencontrent la pièce 1 à usiner par brochage, dites « broches d'ébauche droite », réalisent l'ébauche de la forme à usiner à l'aide d'arêtes de coupe rectilignes. Puis, des deuxièmes broches, dites « broches d'ébauche forme », réalisent la semi-finition de la forme à usiner à l'aide d'arêtes de coupe de forme quelconque, permettant ainsi d'approcher du profil final de la forme à usiner. Enfin, des troisièmes broches, dites « de finition de forme », réalisent la finition de la forme à brocher à l'aide d'arêtes de coupe de forme quelconque. En général, l'outil 2 est fixe sur un bâti d'une machine de brochage et la pièce 1 a un mouvement de translation linéaire, représenté par la flèche A.
- [0011] L'opération de brochage peut être réalisée sous lubrification. En général, l'huile utilisée pour la lubrification est une huile entière. L'apport du lubrifiant lors des opérations de brochage s'effectue uniquement par l'extérieur de l'outil de brochage.

Ainsi, lorsqu'une ou plusieurs dents 12a, 12b sont engagées dans la pièce 1 usinée, le lubrifiant ne peut que très difficilement, voire pas du tout, parvenir dans la zone de coupe, c'est-à-dire dans la zone de contact entre la pièce 1 et l'outil 2. Ceci conduit à une augmentation des efforts de coupe pouvant dégrader l'outil, notamment par écaillage ou bris d'outil, ce qui est encore plus important avec l'augmentation des vitesses de coupe qui conduisent à une élévation de la température vue par l'outil.

[0012] De même dans le cadre d'une progression à la dent h importante, ou lors de l'utilisation d'un outil 2 réalisant une grande partie de la forme en finition, par exemple un élément de finition usinant une forme complexe, la formation d'un copeau 5 et sa fragmentation est complexe. Ceci conduit à la génération d'efforts très importants, et, par voie de conséquence, des endommagements importants des arêtes 11a, 11b de coupe, notamment par écaillage ou bris d'outil, pouvant avoir des impacts majeurs sur la pièce 1 usinée.

[0013] Un premier impact est un impact géométrique. En effet, la rupture, ou l'écaillage, d'une dent a pour conséquence que cette dent ne peut pas réaliser la forme pour laquelle elle a été conçue. Les caractéristiques géométriques de la forme à usiner, telles que des cannelures, ou des alvéoles, ne vont pas être respectées.

[0014] Le second impact est un impact qui concerne l'intégrité matière. En effet, l'incrustation d'un bris d'outil sur la surface d'une pièce est un site préférentiel pour l'amorçage d'une fissure en fatigue, entre autres, menant à une réduction significative de la durée de vie de la pièce. Les écaillages d'arêtes coupantes induisent des anomalies de matière dont la sévérité peut également être préjudiciable pour la durée de vie de la pièce.

[0015] Dans le domaine de l'aéronautique, la vérification visuelle des dents de chaque élément d'une broche est une bonne pratique après chaque opération de brochage. L'endommagement important d'une dent sur un élément conduit aussi bien à l'achat d'un nouvel élément coûteux et long à fabriquer, qu'au potentiel rebut de la pièce.

[0016] L'invention a pour objectif de proposer une solution permettant de remédier à au moins certains de ces inconvénients.

[0017] En particulier, la présente invention propose une solution permettant de prévenir ces risques d'endommagement de l'outil de brochage grâce à l'apport de lubrifiant sous haute pression au plus près de la zone de coupe.

Résumé de l'invention

[0018] À cet effet, l'invention concerne un outil de brochage, comprenant :

- au moins une zone de coupe comportant une face de coupe destinée à entrer en contact avec une pièce de manière à retirer de la matière, sous la forme d'au moins un copeau, de ladite pièce,

- au moins une cavité correspondant à ladite zone de coupe, ladite cavité étant agencée de manière à recevoir ledit au moins un copeau,
- [0019] caractérisé en ce qu'il comprend également :
- au moins un canal de lubrification destiné à être alimenté en lubrifiant, ledit canal de lubrification ayant un orifice d'entrée agencé pour recevoir le lubrifiant et au moins un orifice de sortie débouchant dans ladite cavité.
- [0020] Avantageusement, l'outil de brochage selon l'invention permet une lubrification au niveau de la zone de coupe, ce qui permet de prévenir ces risques d'endommagement de l'outil de brochage.
- [0021] En effet, la réalisation de canaux de lubrification internes dans l'outil de brochage permettent d'acheminer un lubrifiant liquide, quel qu'en soit sa nature, par exemple de l'huile entière, ou sous forme d'émulsion, au niveau de la cavité, qui est appelée chambre à copeau.
- [0022] Plus particulièrement, la cavité est équipée d'un ou plusieurs orifices de sortie permettant la sortie du lubrifiant, dirigé de manière à lubrifier la zone de coupe et la face de coupe de manière optimale.
- [0023] L'outil de brochage peut comprendre une pluralité de canaux de lubrification destinés à être alimentés en lubrifiant, chaque canal de lubrification ayant un orifice d'entrée agencé pour recevoir le lubrifiant et au moins un orifice de sortie débouchant dans ladite cavité.
- [0024] L'outil de brochage peut comprendre entre un et trente canaux de lubrification ayant un orifice de sortie débouchant dans une cavité.
- [0025] Les orifices de sortie de la pluralité de canaux de lubrification sont répartis sur la surface de la cavité.
- [0026] En particulier, les orifices de sortie de la pluralité de canaux de lubrification peuvent être régulièrement répartis sur la surface de la cavité. Autrement dit, la distance entre deux orifices de sortie consécutifs de la pluralité de canaux de lubrification peut être identique à la distance entre deux autres orifices de sortie consécutifs de la pluralité de canaux de lubrification.
- [0027] En alternative, la distance entre les orifices de sortie de deux canaux de lubrification consécutifs de la pluralité de canaux de lubrification peut varier en s'éloignant ou en se rapprochant de la face de coupe.
- [0028] De préférence, la distance entre les orifices de sortie de deux canaux de lubrification consécutifs de la pluralité de canaux de lubrification peut augmenter en s'éloignant de la face de coupe.
- [0029] Avantageusement, ceci permet d'optimiser la lubrification de la zone de coupe.
- [0030] En alternative, la distance entre les orifices de sortie de deux canaux de lubrification consécutifs de la pluralité de canaux de lubrification peut augmenter en se rapprochant

de la face de coupe.

- [0031] La face de coupe s'étend selon un premier axe, et au moins un canal de lubrification peut s'étendre selon un deuxième axe qui est différent du premier axe. Autrement dit, les canaux de lubrification peuvent être inclinés par rapport à la face de coupe.
- [0032] En particulier, un angle solide compris entre 0° et 90° peut s'étendre entre le premier axe et le deuxième axe. De préférence, l'angle solide entre le premier axe et le deuxième axe peut être compris entre 0° et 60° .
- [0033] Avantagement, ceci permet une optimisation de la lubrification de la zone de coupe.
- [0034] Les orifices de sortie de la pluralité de canaux de lubrification peuvent être alignés.
- [0035] De même, les orifices d'entrée de la pluralité de canaux de lubrification peuvent être alignés selon un troisième axe, qui est différent du premier axe.
- [0036] Avantagement, ceci permet de rendre plus facile la lubrification de l'outil de brochage. En effet, comme les orifices d'entrée sont alignés, il n'y a pas besoin d'adapter le placement de l'outil de brochage pour l'alimentation en lubrifiant de chaque orifice d'entrée.
- [0037] Le nombre d'orifices de sortie, la position des canaux de lubrification, ainsi que leur inclinaison est fonction des dimensions et de la forme de la face de coupe.
- [0038] Un canal de lubrification peut être rectiligne et s'étendre selon un axe. En alternative, un canal de lubrification peut présenter une forme de coude, et comprendre au moins deux portions rectilignes s'étendant selon des axes différents.
- [0039] Un canal de lubrification peut comporter un orifice d'entrée agencé pour recevoir le lubrifiant et une pluralité d'orifices de sortie, chaque orifice de sortie débouchant dans la cavité.
- [0040] La section des orifices d'entrée et de sortie d'un canal de lubrification peut être de forme circulaire, ovale, polygonale, ou quelconque.
- [0041] La section du canal de lubrification peut être de forme circulaire, ovale, polygonale, ou quelconque.
- [0042] L'outil de brochage peut comprendre une pluralité de zones de coupe, chaque zone de coupe comportant une face de coupe destinée à entrer en contact avec une pièce de manière à retirer de la matière de ladite pièce, et une pluralité de cavités destinées à recevoir ladite matière, une cavité étant agencée entre deux zones de coupe successives. Dans chaque cavité peut déboucher au moins un orifice de sortie d'un canal de lubrification destiné à être alimenté en lubrifiant, le canal de lubrification ayant un orifice d'entrée agencé pour recevoir le lubrifiant.
- [0043] L'outil de brochage selon l'invention peut être réalisé par métallurgie des poudres, par exemple par frittage.
- [0044] Pour un outil de brochage usiné dans la masse, les canaux de lubrification de l'outil

de brochage peuvent être réalisés par enfonçage par électroérosion.

[0045] L'invention concerne également une machine de brochage caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un outil de brochage selon l'invention, et
- un système de lubrification comportant un réservoir de lubrifiant et des moyens de lubrification configurés pour acheminer le lubrifiant dudit réservoir à au moins un orifice de sortie d'au moins un canal de lubrification sous haute pression.

[0046] De façon avantageuse, le système de lubrification permet l'alimentation d'au moins un canal de lubrification afin d'acheminer le lubrifiant au plus près de la zone de coupe d'un outil de brochage au cours du brochage.

[0047] De plus, l'assistance haute pression permet une sécurisation de l'opération de brochage et une réduction de la taille des éléments de l'outil de brochage, ainsi qu'une réduction des coûts associés.

[0048] Le système de lubrification permet d'assurer un débit et une pression suffisante pour transférer le lubrifiant du réservoir jusqu'à l'outil de brochage. En particulier, le système de lubrification est capable d'acheminer le lubrifiant sous haute pression jusqu'aux orifices de sortie situés dans la cavité.

[0049] Cette lubrification permet d'induire une forte contrainte sur la matière retirée de la pièce, c'est-à-dire sur un copeau, à proximité de la face de coupe, ce qui provoque une flexion plus importante du copeau. Cette contrainte mécanique supplémentaire sur le copeau favorise sa fragmentation, c'est-à-dire que le copeau sera plus petit qu'un copeau généré avec une lubrification conventionnelle, comme pour les outils de brochage selon l'art antérieur.

[0050] De plus, la fragmentation des copeaux, et ainsi la réduction de leur taille, permet de minimiser les dimensions des cavités, c'est-à-dire des chambres copeaux, ce qui rend l'outil de brochage plus robuste. En outre, les risques de coincement de gros copeaux dans les chambres à copeaux conduisant à des endommagements de l'outil de brochage ou de la pièce sont réduits. Cette diminution de la taille de la chambre à copeaux et donc du pas P entre deux zones de coupe induit une diminution de la taille des éléments de l'outil de brochage. Cette réduction de la longueur de l'outil de brochage contribue à une diminution du temps d'usinage et du coût de fabrication de l'outil de brochage.

[0051] De plus, comme les frottements augmentent la température de l'outil de brochage, ce qui contribue à l'accélération de son usure, il est important de réduire au maximum leurs effets. L'apport de lubrification haute pression à l'interface entre le copeau et l'outil de brochage permet de réduire la surface de frottement, en favorisant le recourbement du copeau. La diminution de la surface de frottement conduit à une

réduction de la quantité de chaleur générée sur l'outil de brochage, et donc à une augmentation de sa durée de vie.

- [0052] Le système de lubrification permet d'acheminer le lubrifiant sous haute pression, c'est-à-dire sous une pression comprise entre 10 et 300 bars.
- [0053] La machine de brochage peut également comporter un bâti.
- [0054] L'outil de brochage peut être mobile en translation par rapport au bâti. La pièce peut être fixe en translation par rapport au bâti. Le système de lubrification peut être fixe en translation par rapport au bâti.
- [0055] En variante, l'outil de brochage peut être fixe en translation par rapport au bâti, et la pièce et le système de lubrification peuvent être mobiles en translation par rapport au bâti.
- [0056] Autrement dit, l'un parmi l'outil de brochage et la pièce est mobile en translation par rapport au bâti, l'autre parmi l'outil de brochage et la pièce est fixe en translation par rapport au bâti, et le système de lubrification est fixe en translation par rapport à la pièce. Ainsi, l'outil de brochage et la pièce sont en mouvement de translation relatif l'un par rapport à l'autre.
- [0057] Les moyens de lubrification peuvent comporter un distributeur de lubrification configuré pour alimenter en lubrifiant sous haute pression au moins un ou chaque canal de lubrification d'au moins une ou de chaque cavité correspondant à une zone de coupe dont une face de coupe entre en contact avec la pièce.
- [0058] Au cours du brochage, le distributeur de lubrification permet l'alimentation sélective d'au moins un canal de lubrification afin d'acheminer le lubrifiant au plus près de la zone de coupe d'un outil de brochage.
- [0059] L'interface entre le système de lubrification et l'outil de brochage permet ainsi d'alimenter en lubrifiant uniquement les canaux de lubrification situés au niveau des cavités en regard des faces de coupe engagées ou sur le point de s'engager dans la matière de la pièce. En effet, le distributeur de lubrification permet d'alimenter uniquement les canaux de lubrification en regard des faces de coupe engagées ou sur le point de s'engager dans la matière de la pièce.
- [0060] Le distributeur de lubrification, qui est fixe par rapport à la pièce à brocher, permet d'alimenter les canaux de lubrification des différentes cavités de l'outil de brochage lorsque les cavités arrivent à son niveau, au moment de s'engager dans la pièce. La dimension du distributeur de lubrification permet de cesser l'alimentation des canaux de lubrification dès lors que la cavité concernée n'est plus dans la pièce. Ce distributeur de lubrification est propre à chaque épaisseur de pièce à brocher de manière à alimenter uniquement les canaux de lubrification nécessaires.
- [0061] Le distributeur de lubrification peut comporter au moins un joint d'étanchéité.
- [0062] Avantagusement, le joint d'étanchéité solidaire du distributeur de lubrification

permet d'assurer l'étanchéité de l'interface avec l'outil de brochage.

[0063] L'invention concerne également un procédé d'usinage d'une pièce au moyen d'une machine de brochage selon l'invention, la machine de brochage comportant un bâti, le procédé comprenant les étapes consistant en :

- un déplacement en translation de l'un parmi l'outil de brochage et la pièce par rapport au bâti de manière à ce qu'au moins une face de coupe entre en contact avec la pièce, l'autre parmi l'outil de brochage et la pièce étant fixe par rapport au bâti,
- une lubrification de la au moins une cavité correspondant à la zone de coupe pour laquelle la face de coupe entre en contact avec la pièce, au moyen du système de lubrification qui est fixe par rapport à la pièce, et
- un arrêt de la lubrification de la au moins une cavité correspondant à ladite zone de coupe dès que la face de coupe cesse d'être en contact avec la pièce.

[0064] Avantageusement, ce procédé permet une lubrification sélective des cavités de l'outil de brochage.

[0065] La lubrification peut être réalisée au moyen d'un lubrifiant liquide, telle qu'une huile entière, ou qu'une émulsion.

Brève description des figures

[0066] La présente invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description d'un exemple non limitatif qui suit, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

[0067] [fig.1]

la figure 1 est une vue en coupe du principe de l'usinage par enlèvement de copeaux ;

[0068] [fig.2]

la figure 2 est une vue en coupe du principe d'une opération de brochage ;

[0069] [fig.3]

la figure 3 est une vue en perspective d'un outil de brochage selon l'invention ;

[0070] [fig.4]

la figure 4 est une vue en coupe d'un outil de brochage selon l'invention ;

[0071] [fig.5]

la figure 5 est une vue en coupe d'une machine de brochage selon l'invention ;

[0072] [fig.6]

la figure 6 est une vue en coupe de la machine de brochage de la figure 5 ; et

[0073] [fig.7]

la figure 7 représente une vue agrandie de l'encadré B de la figure 6.

[0074] Les éléments ayant les mêmes fonctions dans les différentes mises en œuvre ont les

mêmes références dans les figures.

Description détaillée de l'invention

- [0075] Les figures 3 et 4 représentent un outil de brochage 20 selon l'invention.
- [0076] L'outil de brochage 20 comporte une pluralité de zones de coupe 22, ici trois zones de coupe. Chaque zone de coupe 22 comporte une face de coupe 24 destinée à entrer en contact avec une pièce à brocher de manière à retirer de la matière, sous forme d'au moins un copeau, de la pièce. La face de coupe 24 est une surface de la zone de coupe 22, entre une zone de dépouille 25, également appelée face de dépouille, et une cavité 26. Une face de coupe 24 peut être une surface d'une forme quelconque, ou une surface plane comme sur les figures 3 et 4.
- [0077] De même, une face de dépouille 25 peut être une surface d'une forme quelconque, ou une surface plane comme sur les figures 3 et 4.
- [0078] Une arête de coupe 27 est définie comme une intersection entre une face de coupe 24 et une zone de dépouille 25.
- [0079] Sur la figure 4, les faces de coupe 24 ne sont pas étagées. Bien que non représenté, les faces de coupe 24 peuvent être étagées.
- [0080] L'outil de brochage 20 comporte une pluralité de cavités 26, chaque cavité 26 correspondant à une zone de coupe 22. Une cavité 26 est agencée de manière à recevoir la matière qu'une face de coupe 24a retiré de la pièce à brocher. Ainsi, une cavité est associée à une face de coupe 24, et donc à une zone de coupe 22. Une cavité est agencée entre deux zones de coupe 22 consécutives. Selon une vue en coupe, par exemple telle que représentée sur la figure 4, une cavité 26 présente une forme générale de « U ». Bien entendu, la cavité peut présenter toute autre forme de section, par exemple en forme générale de « V » ou une forme quelconque.
- [0081] L'outil de brochage 20 comporte également une pluralité de canaux de lubrification 28, destinés à être alimentés en lubrifiant, chaque canal de lubrification 28 ayant un orifice d'entrée 30 agencé pour recevoir du lubrifiant et un orifice de sortie 32 débouchant dans une cavité 26.
- [0082] Sur la figure 3, il y a un canal de lubrification 28 par cavité 26. Toutefois, l'outil de brochage 20 peut comprendre une pluralité de canaux de lubrification 28 par cavité 26. En particulier, l'outil de brochage 20 peut comprendre entre un et trente canaux de lubrification 28 par cavité 26. Sur la figure 4, il y a quatre canaux de lubrification 28a, 28b, 28c, 28d pour la cavité 26.
- [0083] Bien que non représenté, un canal de lubrification 28 peut comporter un seul orifice d'entrée 30 et une pluralité d'orifices de sortie 32, chaque orifice de sortie 32 débouchant dans une cavité 26. Autrement dit, un canal de lubrification 28 peut se diviser en sous-canaux de lubrification, chaque sous-canal de lubrification ayant un orifice de

sortie 32 débouchant dans une cavité 26.

- [0084] Comme représenté sur la figure 4, les orifices de sortie 32 des canaux de lubrification 28 sont répartis sur la surface d'une cavité 26.
- [0085] En particulier, les orifices de sortie 32 des canaux de lubrification 28 peuvent être régulièrement répartis sur la surface de la cavité.
- [0086] En variante, la distance entre les orifices de sortie 32 de deux canaux de lubrification 28 consécutifs peut varier en s'éloignant de la face de coupe 24. Comme représenté sur la figure 4, la distance entre les orifices de sortie 32 de deux canaux de lubrification 28 consécutifs peut augmenter en s'éloignant de la face de coupe 24. En effet, la distance entre l'orifice 32 du canal de lubrification 28a et l'orifice 32 du canal de lubrification 28b est inférieure à la distance entre l'orifice 32 du canal de lubrification 28b et l'orifice 32 du canal de lubrification 28c. De même, la distance entre l'orifice 32 du canal de lubrification 28c et l'orifice 32 du canal de lubrification 28d est supérieure à la distance entre l'orifice 32 du canal de lubrification 28b et l'orifice 32 du canal de lubrification 28c. Ainsi, l'espacement entre deux orifices de sortie 32 de deux canaux de lubrification 28 consécutif diminue en se rapprochant de la face de coupe 24.
- [0087] En variante, bien que non représenté, la distance entre les orifices de sortie 32 de deux canaux de lubrification 28 consécutifs peut augmenter en s'approchant de la face de coupe 24. Ainsi, l'espacement entre deux orifices de sortie 32 de deux canaux de lubrification 28 consécutif diminue en s'éloignant de la face de coupe 24.
- [0088] La distance entre les orifices d'entrée 30 des canaux de lubrification 28 peut être identique. En alternative, la distance entre les orifices d'entrée 30 des canaux de lubrification 28 consécutifs peut varier.
- [0089] La face de coupe 24 s'étend selon un axe, noté A1 sur la figure 4. Au moins un canal de lubrification 28 peut s'étendre selon un autre axe, qui est différent de l'axe A1. Comme représenté sur la figure 4, dans le plan (A1, B2), le canal de lubrification 28a s'étend sensiblement selon l'axe A1, le canal de lubrification 28b s'étend selon un axe A2 qui forme un angle α_2 avec l'axe A1, le canal de lubrification 28c s'étend selon un axe A3 qui forme un angle α_3 avec l'axe A1, et le canal de lubrification 28d s'étend selon un axe A4 qui forme un angle α_4 avec l'axe A1. Dans le plan (A1, B2), les angles α_1 , α_2 et α_3 peuvent être compris entre 0° et 90° , et de préférence entre 0° et 60° .
- [0090] Les canaux de lubrification peuvent s'étendre selon des axes non compris dans le plan (A1, B2), par exemple dans un plan défini par un axe parallèle à l'axe A1 et un axe parallèle à l'axe B2, et définir des angles solides dans ces plans. Les angles solides α_1 , α_2 et α_3 peuvent être compris entre 0° et 90° . De préférence, les angles solides α_1 , α_2 et α_3 sont compris entre 0° et 60° .
- [0091] Comme représenté sur la figure 3, les orifices d'entrée 30 des canaux de lubrification

28 peuvent être alignés. Par exemple, les orifices d'entrée 30 peuvent être alignés dans la direction d'élongation de l'outil de brochage 20, représentée par l'axe B1 sur la figure 3.

- [0092] De même, les orifices de sortie 32 des canaux de lubrification 28 peuvent être alignés. Par exemple, les orifices de sortie 32 peuvent être alignés dans la direction d'élongation de l'outil de brochage 20, représentée par l'axe B2 sur la figure 3.
- [0093] Un canal de lubrification 28 peut être rectiligne et s'étendre selon un axe. Par exemple, les canaux de lubrification 28a, 28b et 28c sont rectilignes et s'étendent respectivement selon les axes A1, A2 et A3.
- [0094] En alternative, un canal de lubrification 28 peut présenter une forme de coude et comprendre des portions rectilignes. Par exemple, le canal de lubrification 28d présente une forme de coude, et comprend deux portions rectilignes, la deuxième portion rectiligne s'étendant selon l'axe A4.
- [0095] La longueur d'un canal de lubrification 28, c'est-à-dire la dimension longitudinale d'un canal de lubrification, peut être différente de la longueur d'un autre canal de lubrification 28. Par exemple, sur la figure 4, les canaux de lubrification 28a, 28b, 28c, 28d ont des longueurs différentes. Ces différences de longueur des canaux de lubrification induisent des différences de hauteur des orifices de sortie 32. Ainsi, les orifices de sortie 32 peuvent ne pas être alignés selon un axe orthogonal à la direction d'élongation de l'outil de brochage 20.
- [0096] La section d'un canal de lubrification 28 peut être de forme circulaire, ovale, polygonale, ou quelconque.
- [0097] La section d'un orifice d'entrée 30 d'un canal de lubrification 28 peut être de forme circulaire, telle que représentée sur la figure 3, ou ovale, ou polygonale, ou quelconque. De même, la section d'un orifice de sortie 32 d'un canal de lubrification 28 peut être de forme circulaire, comme sur la figure 3, ou ovale, ou polygonale, ou quelconque.
- [0098] En particulier, le nombre d'orifices de sortie 32, la position des canaux de lubrification 28 sur la cavité 26, ainsi que leur inclinaison par rapport à l'axe A1 de l'arête de coupe 24 dépend des dimensions et de la forme de l'arête de coupe 24.
- [0099] Les figures 5 à 7 représentent une machine de brochage selon l'invention.
- [0100] La machine de brochage 40 comprend un bâti. La pièce 1 à brocher peut être agencée fixe par rapport au bâti. En variante, la pièce à brocher peut être agencée mobile en translation par rapport au bâti.
- [0101] La machine de brochage 40 comprend également l'outil de brochage 20, qui peut être agencé mobile en translation par rapport au bâti, le mouvement de translation de l'outil de brochage 20 étant représenté par la flèche A. L'outil de brochage 20 peut être agencé sur un coulisseau 42, qui est mobile en translation par rapport au bâti. En

variante, l'outil de brochage 20 peut être fixe par rapport au bâti.

- [0102] La machine de brochage 40 comprend également un système de lubrification 41, qui est fixe en translation par rapport à la pièce. Le système de lubrification 41 comporte un réservoir 43 de lubrifiant et des moyens de lubrification 45 configurés pour acheminer le lubrifiant du réservoir 43 à au moins un orifice de sortie 32 d'un canal de lubrification 28 sous haute pression. Le système de lubrification 41 permet d'acheminer le lubrifiant sous une pression comprise entre 10 et 300 bars.
- [0103] Les moyens de lubrification 45 peuvent comporter un distributeur de lubrification 44 configuré pour alimenter en lubrifiant sous haute pression le ou chaque canal de lubrification 28 d'une ou de chaque cavité 26 correspondant à une zone de coupe 22 dont une arête de coupe 24 entre en contact avec la pièce 1. En particulier, le distributeur de lubrification 44 alimente en lubrifiant uniquement les canaux de lubrification 28 des cavités 26 correspondant aux zones de coupe 22 dont les arêtes de coupe 24 sont en contact avec la pièce 1, ou sont sur le point d'entrer en contact avec la pièce 1. Autrement dit, le distributeur de lubrification 44 n'alimente en lubrifiant que les canaux de lubrification 28 pour lesquels les cavités 26 correspondent aux arêtes de coupe 24 engagées ou sur le point de s'engager dans la pièce 1. Par exemple, sur la figure 5, trois arêtes de coupe 24a, 24b, 24c sont en contact avec la pièce 1 de manière à former un copeau 5, les cavités 26a, 26b, 26c correspondantes sont alors lubrifiées au travers des canaux de lubrification 28'. La lubrification des zones de coupe est illustrée par les pointillés 34. Les canaux de lubrification 28 de la figure 5 ne sont pas alimentés en lubrifiant. Ainsi, l'alimentation des canaux de lubrification 28' cesse dès lors que l'arête de coupe 24 à laquelle correspond une cavité 26 n'est plus dans la pièce 1.
- [0104] Ainsi, au cours du brochage, le distributeur de lubrification 44 permet l'alimentation sélective des canaux de lubrification 28, 28' afin d'acheminer le lubrifiant du réservoir 43 au niveau de la zone de coupe d'un outil de brochage 20.
- [0105] Le distributeur de lubrification 44 peut comporter un ou une pluralité de joints d'étanchéité 46 permettant d'assurer l'étanchéité de l'interface du distributeur de lubrification 44 avec l'outil de brochage 20. Sur les figures 6 et 7, un canal de lubrification 28, représenté en pointillés sur la figure 6, est alimenté en lubrifiant depuis le réservoir 43, la flèche L sur la figure 7 représentant l'alimentation en lubrifiant par le distributeur de lubrification 44.
- [0106] Un procédé d'usinage d'une pièce 1 au moyen d'une machine de brochage 40 telle que décrite précédemment comprend une étape consistant en un déplacement en translation de l'un parmi l'outil de brochage 20 et la pièce 1 par rapport au bâti, l'autre parmi l'outil de brochage 20 et la pièce 1 étant fixe par rapport au bâti, de manière à ce qu'au moins une arête de coupe 24a, 24b, 24c entre en contact avec la pièce 1.
- [0107] Le procédé comprend également une étape consistant en une lubrification de la ou de

chaque cavité 26 correspondant à une zone de coupe pour laquelle l'arête de coupe 24a, 24b, 24c entre en contact avec la pièce 1, au moyen du système de lubrification 41.

- [0108] Le procédé comprend également une étape consistant en un arrêt de la lubrification de la ou de chaque cavité correspondant à la zone de coupe dès que l'arête de coupe 24a, 24b, 24c cesse d'être en contact avec la pièce 1.
- [0109] En particulier, la lubrification peut être réalisée au moyen d'un lubrifiant liquide, telle qu'une huile entière, ou qu'une émulsion.
- [0110] Les dimensions du distributeur de lubrification 44 sont basées sur les dimensions de la pièce 1 à brocher, de sorte que la lubrification ne soit réalisée que pour les zones de coupe 22 dont les arêtes de coupe 24 sont en contact avec la pièce 1.

Revendications

- [Revendication 1] Outil de brochage (20), comprenant :
- au moins une zone de coupe (22) comportant une face de coupe (24 ; 24a, 24b, 24c) destinée à entrer en contact avec une pièce (1) de manière à retirer de la matière, sous la forme d'au moins un copeau (5), de ladite pièce (1),
 - au moins une cavité (26 ; 26a, 26b, 26c) correspondant à ladite zone de coupe (22), ladite cavité (26 ; 26a, 26b, 26c) étant agencée de manière à recevoir ledit au moins un copeau,
- caractérisé en ce qu'il comprend également :
- au moins un canal de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') destiné à être alimenté en lubrifiant, ledit canal de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') ayant un orifice d'entrée (30) agencé pour recevoir le lubrifiant et au moins un orifice de sortie (32) débouchant dans ladite cavité (26 ; 26a, 26b, 26c).
- [Revendication 2] Outil de brochage (20) selon la revendication précédente, comprenant une pluralité de canaux de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') destinés à être alimentés en lubrifiant, chaque canal de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') ayant un orifice d'entrée (30) agencé pour recevoir le lubrifiant et au moins un orifice de sortie (32) débouchant dans ladite cavité (26 ; 26a, 26b, 26c).
- [Revendication 3] Outil de brochage (20) selon la revendication précédente, dans lequel la distance entre les orifices de sortie (32) de deux canaux de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') consécutifs de la pluralité de canaux de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') varie en s'éloignant de la face de coupe (24 ; 24a, 24b 24c).
- [Revendication 4] Outil de brochage (20) selon l'une des revendications précédentes, la face de coupe (24 ; 24a, 24b 24c) s'étendant selon un premier axe (A1), et dans lequel au moins un canal de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') s'étend selon un deuxième axe (A2, A3, A4) qui est différent dudit premier axe (A1).
- [Revendication 5] Outil de brochage (20) selon l'une des revendications 2 ou 3, la face de coupe (24 ; 24a, 24b 24c) s'étendant selon un premier axe (A1), et dans lequel les orifices d'entrée (30) sont alignés selon un troisième axe (B1) qui est différent dudit premier axe (A1).
- [Revendication 6] Outil de brochage (20) selon l'une des revendications précédentes, comprenant une pluralité de zones de coupe (22), chaque zone de coupe

(22) comportant une face de coupe (24 ; 24a, 24b 24c) destinée à entrer en contact avec la pièce (1) de manière à retirer de la matière de ladite pièce (1), et une pluralité de cavité (26 ; 26a, 26b, 26c) destinées à recevoir ladite matière, une cavité (26 ; 26a, 26b, 26c) étant agencée entre deux zones de coupe (22) successives, et dans lequel, dans chaque cavité (26 ; 26a, 26b, 26c) débouche au moins un orifice de sortie (32) d'un canal de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') destiné à être alimenté en lubrifiant, ledit canal de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') ayant un orifice d'entrée (30) agencé pour recevoir le lubrifiant, .

[Revendication 7]

Machine de brochage (40) caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un outil de brochage (20) selon l'une des revendications précédentes, et
- un système de lubrification (41) comportant un réservoir (43) de lubrifiant et des moyens de lubrification (45) configurés pour acheminer le lubrifiant dudit réservoir (43) à au moins un orifice de sortie (32) d'au moins un canal de lubrification (28 ; 28a, 28b, 28c, 28d ; 28') sous haute pression.

[Revendication 8]

Machine de brochage (40) selon la revendication précédente, comprenant l'outil de brochage (20) selon la revendication 6, la machine de brochage (40) comportant également un bâti, l'un parmi l'outil de brochage (20) et la pièce (1) étant mobile en translation par rapport au bâti, l'autre parmi l'outil de brochage (20) et la pièce (1) étant fixe en translation par rapport au bâti, le système de lubrification (41) étant fixe en translation par rapport à la pièce (1), et dans laquelle les moyens de lubrification (45) comportent un distributeur de lubrification (44) configuré pour alimenter en lubrifiant sous haute pression le au moins un ou chaque canal de lubrification (28') d'au moins une ou de chaque cavité (26a, 26b, 26c) correspondant à une zone de coupe (22) dont une face de coupe (24a, 24b 24c) entre en contact avec la pièce (1).

[Revendication 9]

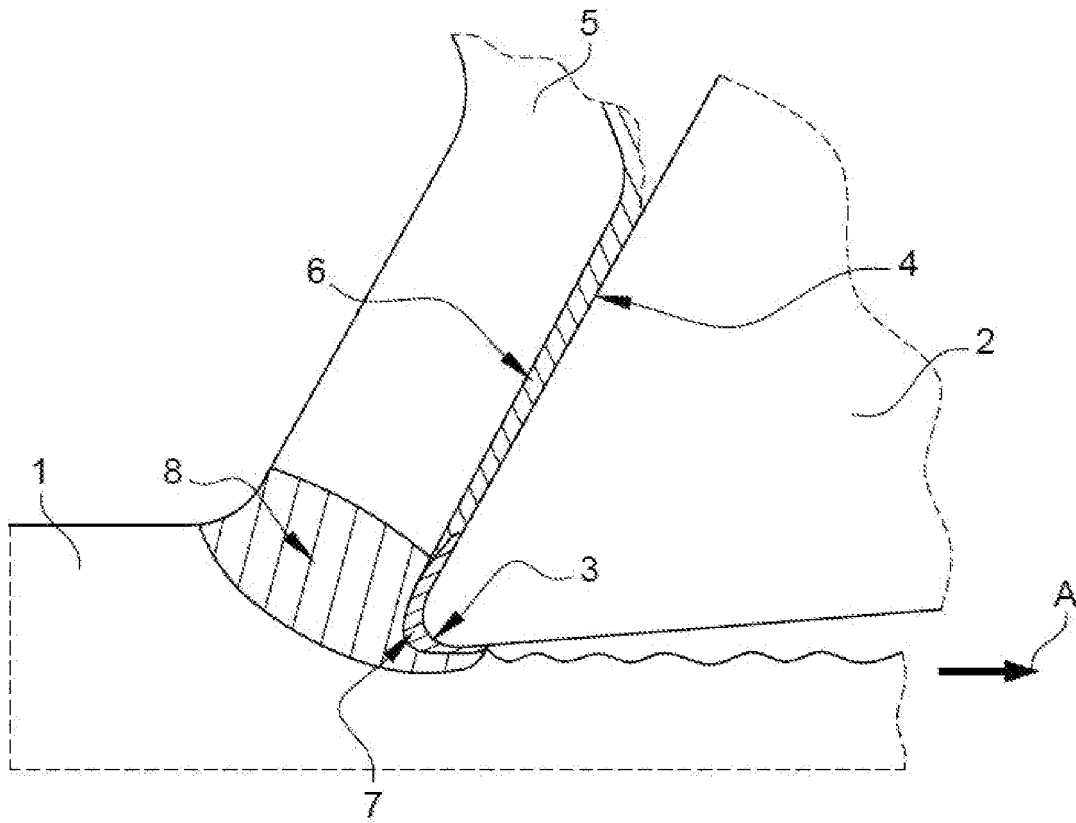
Machine de brochage (40) selon la revendication précédente, dans laquelle le distributeur de lubrification (44) comporte au moins un joint d'étanchéité (46).

[Revendication 10]

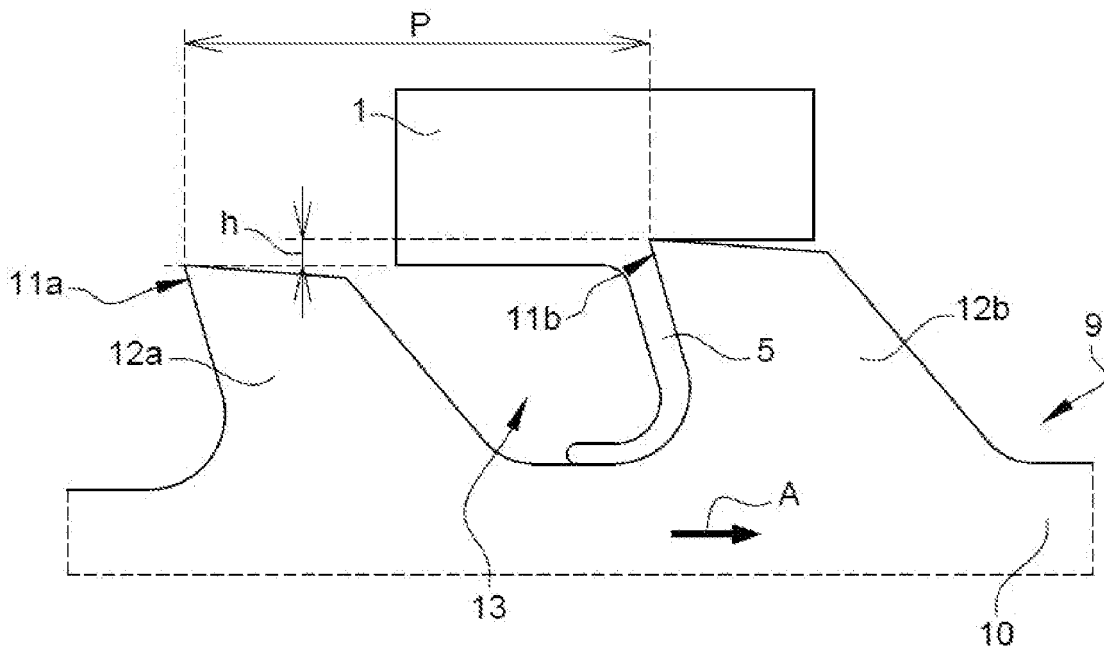
Procédé d'usinage d'une pièce (1) au moyen d'une machine de brochage (40) selon l'une des revendications 7 à 9, la machine de brochage (40) comportant un bâti, l'un parmi l'outil de brochage (20) et ladite pièce (1) étant fixe par rapport au bâti, le procédé comprenant les étapes consistant en :

- un déplacement en translation de l'autre parmi l'outil de brochage (20) et la pièce (1) par rapport au bâti de manière à ce que au moins une face de coupe (24a, 24b 24c) entre en contact avec la pièce (1),
- une lubrification, au moyen du système de lubrification (41), de la au moins une cavité (26a, 26b, 26c) correspondant à la zone de coupe (22) pour laquelle la face de coupe (24a, 24b 24c) entre en contact avec la pièce (1),
- un arrêt de la lubrification de la au moins une cavité (26a, 26b, 26c) correspondant à ladite zone de coupe dès que la face de coupe (24a, 24b 24c) cesse d'être en contact avec la pièce (1).

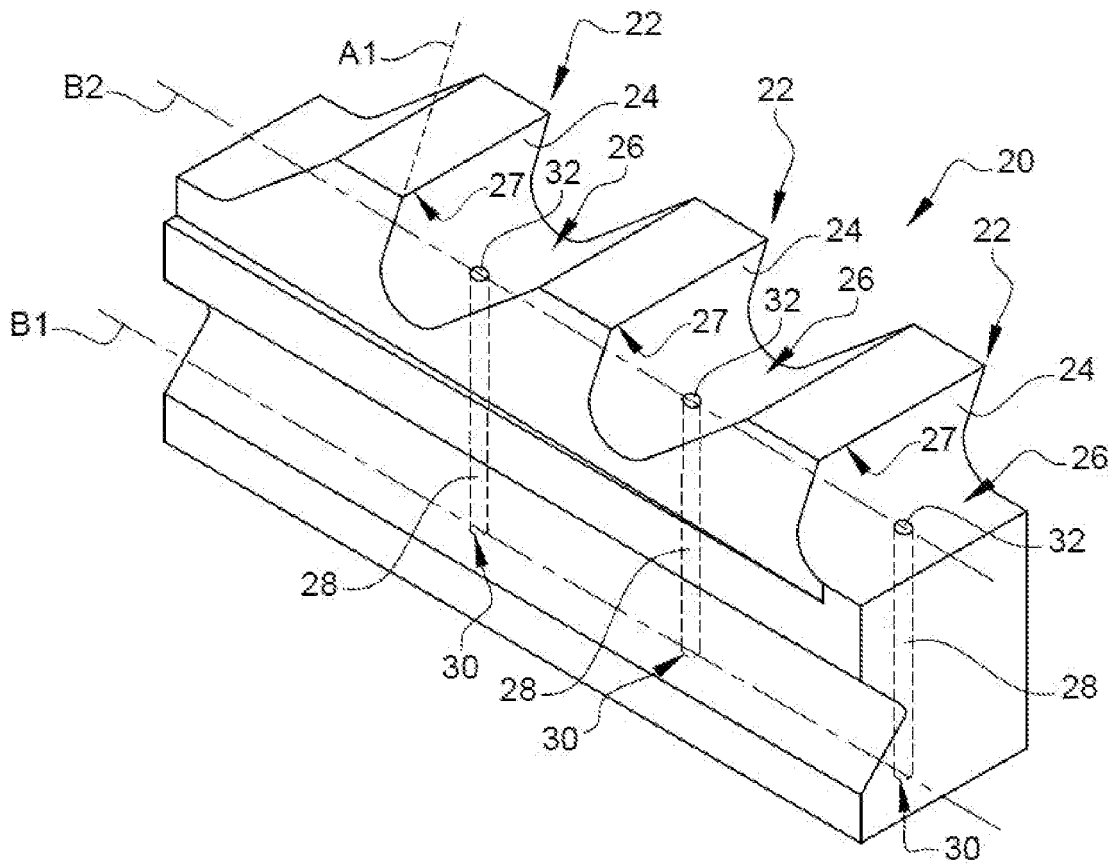
[Fig. 1]



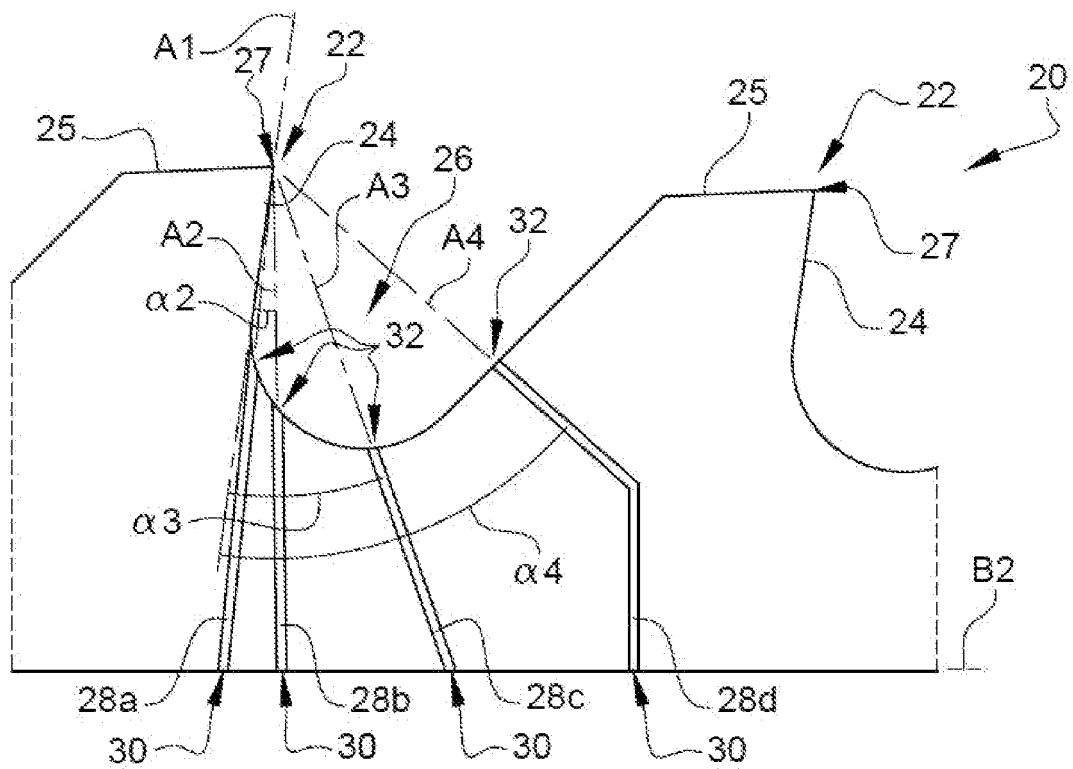
[Fig. 2]



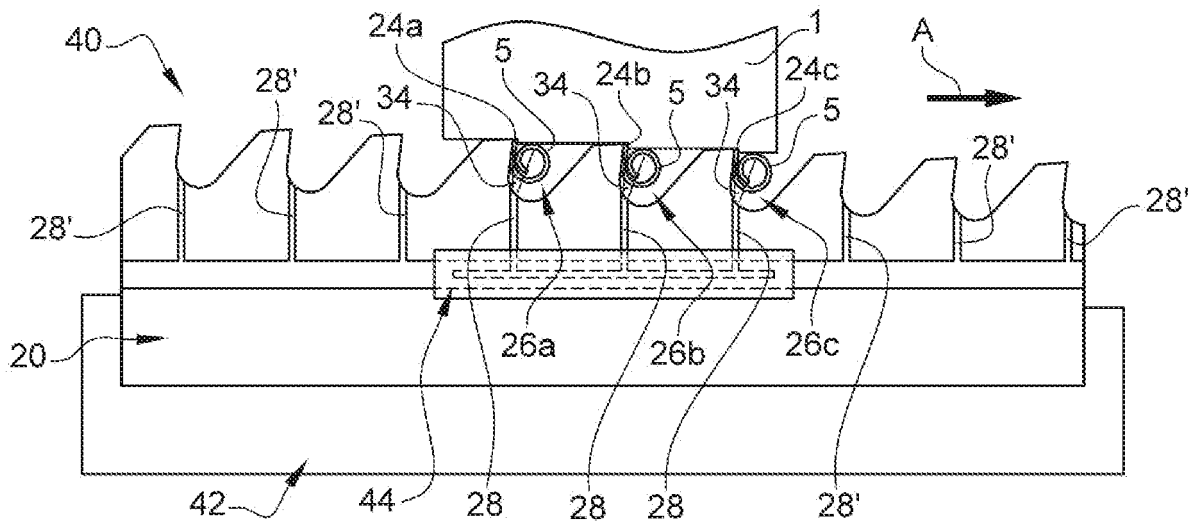
[Fig. 3]



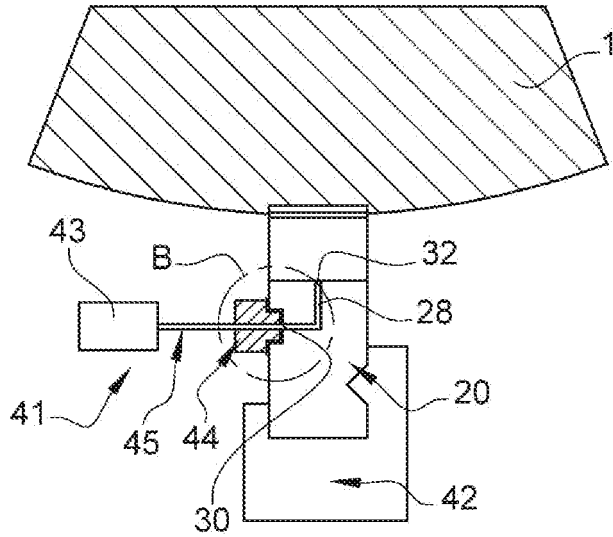
[Fig. 4]



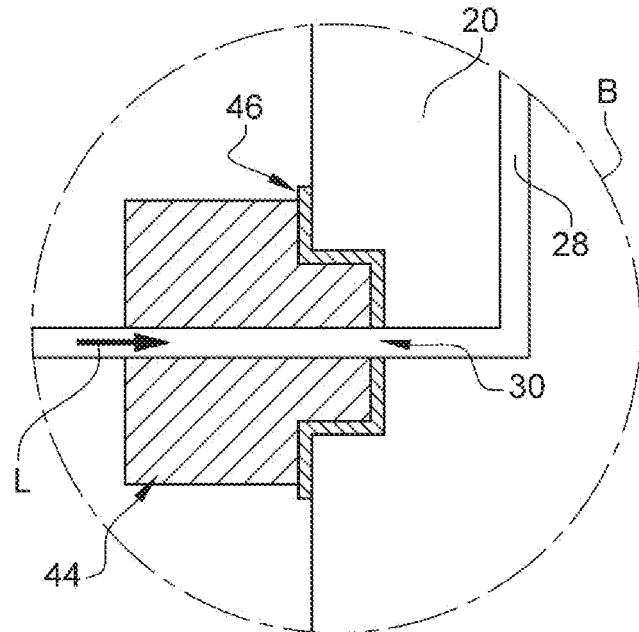
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 865179
FR 1903571

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	JP S49 1515 B1 (FUJIKOSHI CO LTD [JP]) 14 janvier 1974 (1974-01-14) * figures 1, 2, 3a-3d *	1,2,4-10	B23D43/00 B23F21/26
X	JP S51 45693 U (KOBE STEEL LTD [JP]) 3 avril 1976 (1976-04-03) * figures 1-4 *	1,4,6-8, 10	
X	US 3 641 642 A (SCHMIDT FREDERICK W) 15 février 1972 (1972-02-15) * figures 2, 8-10 *	1,2,4-7	
X A	US 5 820 320 A (KOBARI TOSHIKI [JP] ET AL) 13 octobre 1998 (1998-10-13) * colonne 11, lignes 44-59 * * figures 10, 11 *	1,2,6,7 3	
X	US 2002/012573 A1 (HILL CHRISTOPHER P R [GB]) 31 janvier 2002 (2002-01-31) * alinéa [0015] * * figures 1-3 *	1,6,7	
X	JP S59 8718 U (FUJUKOSHI CO LTD [JP]) 20 janvier 1984 (1984-01-20) * figures 2a-2c *	1,2,4,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B23B B23C B23D B23F B23Q
X	JP 2015 066671 A (NAT AEROSPACE LAB) 13 avril 2015 (2015-04-13) * revendication 3 * * figures 1, 2 *	1,4,6	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 décembre 2019		Schäfer, Lisa	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1903571 FA 865179**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **09-12-2019**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP S491515	B1	14-01-1974	AUCUN	

JP S5145693	U	03-04-1976	AUCUN	

US 3641642	A	15-02-1972	AUCUN	

US 5820320	A	13-10-1998	JP 3309193 B2	29-07-2002
			JP H07263195 A	13-10-1995
			US 5626682 A	06-05-1997
			US 5820320 A	13-10-1998

US 2002012573	A1	31-01-2002	GB 2365376 A	20-02-2002
			US 2002012573 A1	31-01-2002

JP S598718	U	20-01-1984	AUCUN	

JP 2015066671	A	13-04-2015	AUCUN	
