



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH 710 120 A1**

(19)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(51) Int. Cl.: **B23B 19/02** (2006.01)
F16C 32/06 (2006.01)
F16C 33/04 (2006.01)
F16C 17/02 (2006.01)

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01321/14

(71) Requéant:
Posalux SA, Rue Fritz-Oppliger 18
2504 Bienne (CH)

(22) Date de dépôt: 02.09.2014

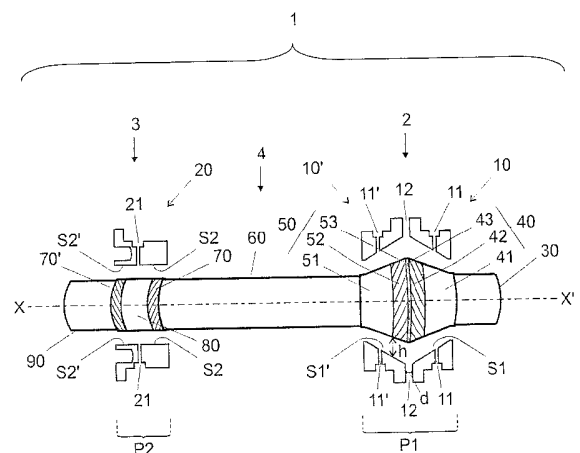
(72) Inventeur(s):
Marco Nadalin, 2075 Wavre (CH)
Alain Schorderet, 1400 Cheseaux-Noréaz (CH)

(43) Demande publiée: 15.03.2016

(74) Mandataire:
P&TS SA, Av. J.-J. Rousseau 4 P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Broche à paliers aérostatiques et aérodynamiques.**

(57) Broche ultra-haute vitesse à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), comprenant au moins deux paliers (2, 3) et un arbre rotatif (4) monté dans lesdits paliers, le premier palier (2) étant biconique, constitué de deux demi-coussinets de surfaces tronconiques adjacentes (10, 10') et d'une portion d'arbre biconique formée de deux parties tronconiques (40, 50) et adjacentes.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne des broches à paliers aérodynamiques et aérostatiques sans contact, à ultra haute vitesse de rotation.

Etat de la technique

[0002] Il existe des besoins en perçage mécanique de diamètres de plus en plus petits. C'est notamment le cas dans le domaine des circuits imprimés, du fait de la miniaturisation des substrats, ou encore pour le perçage en masse des trous de diamètre inférieur à 100 micromètres. En théorie, pour un perçage optimal, la vitesse de rotation de la broche devrait être d'environ 800 ktpm (800 000 tours par minutes). Les avantages d'une grande vitesse de rotation sont multiples, à savoir en particulier: l'augmentation de la productivité par l'augmentation de la durée de vie des outils et donc de la réduction de la consommation du nombre d'outils par an, soit aussi la réduction de coûts.

[0003] Pour atteindre ces ultra-hautes vitesses de rotation, le recours à d'autres technologies de paliers que ceux usuels est nécessaire.

[0004] La solution fournie par les paliers à gaz sans contact permet d'avoir très peu de dissipation. Cependant, le problème d'instabilité demeure sous certaines conditions et à partir de certaines vitesses.

[0005] La solution fournie par les paliers aérodynamiques à gorges en chevrons utilisés depuis plusieurs décades est l'une des solutions les plus performantes et prometteuses pour les broches ultra-hautes vitesses. En effet, depuis quelques années, des applications dans le domaine de l'énergie, la micro-énergie (mini et micro-compresseurs de pompes à chaleur, piles à combustibles, mini-turbines à gaz), et du médical démontrent l'intérêt de ces paliers pour des rotors de petites dimensions destinés à tourner à des ultra-hautes vitesses (jusqu'à 1.2 Mtpm). Cependant des complications liées à la géométrie ont été rencontrées.

[0006] Une solution combinant un palier cylindrique et un palier conique pour reprendre des charges radiales et des charges axiales, permet d'avoir une configuration compacte. Cependant le positionnement et la cinématique du rotor dans le palier conique dépendent fortement des tolérances d'usinage du palier. L'usinage est donc plus complexe et plus coûteux.

[0007] Par exemple les documents FR 1 347 907 et FR 1 280 154 présentent des paliers associant un palier radial et un palier conique. Cependant les roulements à bille semblent incompatibles avec des ultra hautes vitesses. Avec ces systèmes les problèmes de stabilité de l'arbre et de contrainte dynamique sont souvent rencontrés.

Bref résumé de l'invention

[0008] Un but de la présente invention est de proposer une broche à paliers sans contact associant au moins deux paliers ayant un fonctionnement hybride aérodynamique et aérostatique exempt des limitations connues.

[0009] Selon l'invention, ces buts sont atteints notamment au moyen d'une broche à palier ultra-haute vitesse hybride aérostatique et aérodynamique, comprenant au moins deux paliers et un arbre rotatif monté dans les dits paliers, dans laquelle le premier palier est biconique, constitué de deux demi-coussinets de surfaces tronconiques adjacentes et d'une portion d'arbre biconique formée de deux parties tronconiques et adjacentes.

[0010] Cette solution hybride aérostatique et aérodynamique a l'avantage de permettre le démarrage sans contact de la broche à partir d'une vitesse de rotation nulle, donnant aussi la possibilité de contrôler les conditions de fonctionnement au moyen de la pressurisation aérostatique.

[0011] Lesdits demi-coussinets adjacents permettent de diminuer les effets de dissipation et de régler axialement et radialement le palier biconique.

[0012] Lesdits demi-coussinets du palier biconique délimitent entre eux de préférence au moins un passage radial permettant la circulation d'un gaz. Avantageusement ce ou ces passages radiaux permettent l'évacuation du gaz circulant entre l'arbre et les deux-demi coussinets du palier biconique.

[0013] Le passage radial présente une dimension axiale réglable par modification de la distance entre les deux demi-coussinets.

[0014] De préférence, chaque demi-coussinet possède au moins un conduit radial permettant la circulation d'un gaz. Avantageusement ce ou ces conduits radiaux permettent l'arrivée du gaz sous pression provenant d'une source en direction de l'espace entre l'arbre et les deux-demi coussinets du palier biconique.

[0015] Le passage ou ledit conduit présente un diamètre inférieur à 200 micromètres, de préférence inférieur à 100 micromètres.

[0016] De préférence, chaque conduit radial débouche ou s'ouvre sur une partie lisse de la portion tronconique correspondante. Cette disposition permet d'assurer le bon fonctionnement du mode aérostatique.

[0017] Chaque partie tronconique de la portion d'arbre biconique est avantageusement constituée d'une partie lisse et d'une partie rainurée. Cette solution présente l'avantage par rapport à l'art antérieur de participer à la stabilité thermique et/ou dynamique du système.

[0018] Les rainures de chaque partie rainurée présentent une forme hélicoïdale, ou sont constituées de lignes, en particulier de lignes rectilignes, sinusoïdales, ondulées. De préférence, chaque rainure s'étend sur une ligne formant un tronçon hélicoïdal à la surface de la partie rainurée. Alternativement les rainures se trouvent à la surface d'une partie de chaque demi-coussinet.

[0019] Les rainures occupent de 20 à 80 pourcents de la longueur (la mesure selon l'axe x de l'arbre) d'une partie tronconique. Cette solution présente par ailleurs l'avantage par rapport à l'art antérieur d'augmenter la rigidité et la capacité de charge en optimisant les ratios de surfaces lisses et rainurées.

[0020] Dans un mode de réalisation, chaque partie tronconique de la portion d'arbre biconique est avantageusement constituée d'une partie lisse, d'une partie rainurée et d'une partie lisse cylindrique. La partie lisse cylindrique est disposée du côté de la grande base.

[0021] La partie lisse cylindrique est très courte de longueur et mesure entre 0.1 et 1 mm, de préférence 0.25 mm.

[0022] Les parties rainurées peuvent être placées de part et d'autre des parties lisses cylindriques.

[0023] Alternativement les parties lisses sont placées de part et d'autre des parties lisses cylindriques.

[0024] L'arbre est réalisé dans un matériau parmi: le titane, l'aluminium ou un de leurs alliages, l'acier, une céramique, un matériau composite.

[0025] L'invention a aussi pour objet une broche à palier hybride comportant en outre un deuxième palier comportant: un coussinet, une portion d'arbre radiale.

[0026] Dans ce but, la portion d'arbre radiale comporte de préférence au moins une partie lisse et/ou au moins une partie rainurée.

[0027] Selon une disposition préférentielle, La partie rainurée d'une portion d'arbre radiale occupe de 20 à 80 pourcents de la longueur de la portion radiale de l'arbre.

[0028] Le deuxième palier radial comporte de préférence au moins un conduit radial pour le passage d'un gaz.

[0029] Avantageusement, le conduit radial du palier radial donne sur une partie lisse de la portion radiale de l'arbre.

[0030] Selon une disposition préférentielle, la hauteur de vol h est comprise entre 1 et 20 micromètres, de préférence entre 3 et 15 micromètres.

[0031] La broche à Paliers hybrides comprend en outre une alimentation en air sous pression reliée au conduit radial et dont la pression est réglable au cours du mode aérostatique.

[0032] L'alimentation en air est apte à alimenter le conduit radial pendant le mode aérodynamique.

[0033] L'invention a aussi pour objet une machine de perçage à grande vitesse comportant une broche à palier hybride aérostatique et aérodynamiques telle que celle précédemment décrite dans laquelle le palier biconique est disposé côté outil ou côté opposé.

Brève description des figures

[0034] Des exemples de mise en œuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles:

La fig. 1 illustre une broche à paliers hybrides associant un palier radial et un palier biconique.

La fig. 2 illustre une vue rapprochée d'une portion tronconique de l'arbre de la broche à palier de la fig. 1 selon une variante.

La fig. 3 illustre une vue rapprochée de la portion radiale de l'arbre de la broche à palier de la fig. 1 selon une variante.

La fig. 4 illustre une vue d'ensemble d'un système de perçage équipé de la broche à paliers de la fig. 1.

Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

[0035] Dans le présent document on entend par «axial» tout élément considéré dans la direction de la longueur de l'arbre de la broche à paliers, à savoir selon l'axe X-X' de la fig. 1, et par «radial» tout élément considéré dans une direction orthogonale à l'arbre de la broche à paliers. En outre, l'interstice formé entre l'arbre et le coussinet 20 ou les demi-coussinets 11 et 11' détermine la hauteur de vol h qui correspond à l'écart (lorsque la broche à paliers est en fonctionnement

et à l'équilibre sans charge) entre le rayon interne du coussinet 20 ou des demi-coussinets 11 et 11' et le rayon externe correspondant de l'arbre 4. Par ailleurs, on entend par partie tronconique un tronc de cône avec sa grande base qui se prolonge axialement éventuellement par une partie cylindrique sur une courte distance inférieure ou égale à 1 mm.

[0036] La fig. 1 illustre une broche 1 à paliers hybrides aérostatique et aérodynamique à haute vitesse selon un mode de réalisation associant un palier biconique et 2 un palier radial 3.

[0037] Sur cette fig. 1 est représenté un arbre rotatif 4 d'axe X-X'. L'arbre 4 est constitué de cinq tronçons s'étendant successivement de façon adjacente à savoir: trois portions avec surface lisse 30, 60 et 90 (les portions 30 et 90 représentent les deux portions d'extrémités de l'arbre 4 tandis que la portion 60 représente la portion centrale de l'arbre), une portion biconique P1 et une portion radiale P2. A titre d'exemple, la portion 60 centrale mesure environ 20 mm, tandis que l'arbre 4 mesure entre 40 mm et 80 mm.

[0038] La portion radiale P2 comprend une partie lisse 80 placée entre deux parties rainurées 70 et 70' avec des rainures agencées en chevrons tel qu'illustrées sur les fig. 1 et 3. Les deux parties rainurées 70 et 70' occupent 20 à 80% de la longueur totale de la portion radiale P2 de l'arbre 4.

[0039] Dans une variante de réalisation, non représentée, la position le long de la portion radiale P2 de la partie lisse 80 et des parties rainurées 70 et 70' peuvent être inversées, à savoir avec une portion radiale P2 ayant une partie rainurée située entre deux parties lisses.

[0040] La portion d'arbre biconique P1 comporte deux parties tronconiques adjacentes 40 et 50, dont le plus grand diamètre est tourné en direction de l'autre des deux parties tronconiques 40 et 50. Le diamètre le plus grand de la portion d'arbre biconique P1 étant dans sa partie centrale.

[0041] Chaque partie tronconique 40 (50) est munie d'une partie rainurée 42 (52), d'une partie lisse 41 (51) et d'une autre partie lisse cylindrique 43 (53) tel qu'illustre la fig. 1. Sur chaque partie tronconique 40 (50), les rainures occupent de 20 à 80% de la longueur. Dans le cas de la fig. 2, la partie lisse cylindrique 43 est réduite à une dimension axiale nulle à l'emplacement de la grande base de la partie tronconique 40. La disposition des rainures sur les deux parties rainurées 42 et 52 est telle que l'on obtient une forme de chevrons.

[0042] Sur la fig. 1, les deux parties rainurées 42 et 52 sont placées de part et d'autre des deux parties lisses cylindriques 43 et 53. Dans une variante de réalisation partiellement représentée sur la fig. 2, les deux parties rainurées 42 et 52 sont adjacentes de sorte que la pointe des chevrons est disposée à la frontière entre les deux parties tronconiques 40 et 50.

[0043] Dans une variante de réalisation particulière, non représentée, la position le long de chaque partie tronconique 40 (50), de la partie lisse 41 (51) et de la partie rainurée 42 (52) peut être inversée. Dans ce cas pour chaque partie tronconique 40 (50), la partie lisse 41 (51) est située à l'extrémité de la partie tronconique 50 (40) tournée vers l'autre partie tronconique. Dans cette variante ce sont donc les deux parties lisses 41 et 51 qui sont adjacentes ou bien seulement séparées par deux parties lisses cylindriques 43 et 53 précédemment décrites.

[0044] Dans un autre mode de réalisation, non représenté, les rainures sont seulement situées sur les surfaces intérieures s1, s1', s2 et s2' des coussinets 20 et/ou demi coussinets 10 et 10' dans une répartition et un agencement axiaux similaires avec ce qui est décrit précédemment pour les surfaces rainurées des portions biconique P1 et radiale P2 de l'arbre 4.

[0045] En régime haute vitesse les rainures génèrent de la portance et de la rigidité, selon les configurations, elles apportent également de la stabilité dynamique et/ou favorisent l'évacuation de chaleur produite dans le film de gaz, tandis que la partie lisse permet d'augmenter la rigidité et la capacité de charge du système.

[0046] Dans un mode de réalisation, les rainures peuvent être obliques comme le montrent les fig. 1, 2 et 3.

[0047] Le palier biconique 2 est constitué de deux demi-coussinets coniques 10 et 10' et la partie d'arbre biconique est constituée de deux portions tronconiques adjacentes 40 et 50.

[0048] Le diamètre maximal de la portion d'arbre biconique P1 est inférieur à 40 mm, et est de préférence compris entre 7 et 12 mm, tandis que le diamètre minimal de la portion d'arbre biconique P1 équivaut au diamètre nominal de l'arbre donné plus loin.

[0049] Chaque demi-coussinet 10 et 10' est muni d'au moins un conduit radial 11, 11' d'environ 100 micromètres de diamètre, qui permet la circulation d'un gaz tel que l'air par exemple. Ce ou ces conduits radiaux débouchent sur la partie lisse de la portion tronconique 41, 41'. De préférence ces conduits radiaux 11, 11' sont disposés sur un même plan radial de chaque demi-coussinet 10 et 10', au moins au nombre de 4, voire au moins au nombre de 8, et de préférence au moins au nombre de 14, et avantageusement au nombre de 15. En effet, avec un nombre de conduits radiaux 11, 11' plus grand que quatre, la répartition circonférentielle de la pression d'air est améliorée, ce qui est un avantage significatif en mode aérostatique. En variante (cas de figure non représenté), ces conduits radiaux 11, 11' sont des conduits à poches par le fait qu'ils présentent un élargissement important de leur diamètre dans leur tronçon terminal tourné vers l'arbre 4. En alternative à ces conduits radiaux 11, 11', on peut utiliser un matériau poreux pour réaliser chaque demi-coussinet.

[0050] En aérostatique l'air entre par les conduits 11, 11' du palier biconique 2 et 21 du palier radial 3 et circulent vers les extrémités latérales desdits paliers. En aérodynamique l'air entre par le conduit 12 du palier biconique 2 et circule vers

les extrémités latérales dudit palier. En aérodynamique l'air entre par les extrémités latérales du palier radial 3 et ressort par le conduit 21 dudit palier.

[0051] Le palier biconique 2 est placé de préférence du côté exigeant plus de stabilité. Par exemple dans une machine de perçage le palier biconique 2 sera placé côté outil mais il peut également être placé du côté opposé à l'outil.

[0052] Le palier radial 3 est constitué d'un coussinet radial 20 et de la portion d'arbre radiale P1.

[0053] Le coussinet 20 du palier radial est également muni d'au moins un conduit 21 d'environ 100 micromètres de diamètre qui permet la circulation d'un gaz tel que l'air par exemple. Ce conduit radial débouche sur la partie lisse de la portion radiale 80. De préférence ce conduit radial 21 est disposé sur un même plan radial que le coussinet 20. De préférence, ces conduits radiaux 21 sont au moins au nombre de 4, voire au moins au nombre de 6 et de préférence au nombre de 8. En effet, avec un nombre de conduits radiaux plus grand que quatre, la répartition circonférentielle de la pression d'air est améliorée, ce qui est un avantage significatif en mode aérostatique. En variante (cas de figure non représenté), ce conduit radial 21 est un conduit à poches par le fait qu'il présente un élargissement important de son diamètre dans son tronçon terminal tourné vers l'arbre 4. En alternative à ce conduit radial 21, on peut utiliser un matériau poreux pour réaliser le coussinet.

[0054] Chaque conduit a un diamètre inférieur à 200 micromètres, de préférence 100 micromètres. Ces conduits servent à créer de la perte de charge.

[0055] L'arbre 4 est de préférence évidé par tronçon sur toute sa longueur, ce qui permet d'alléger la broche à palier 1. Egalement de préférence, l'arbre 4 présente un diamètre nominal (portions 30, 60 et 90) inférieur à 20 mm, de préférence entre 4 et 7 mm.

[0056] La fig. 4 illustre un système de perçage 100 intégrant la broche à palier précédemment décrite en relation avec les fig. 1 à 3. L'arbre 4 y est représenté avec les entrées d'air 11, 11' et les sorties d'air (passage radial 12) communiquant avec les éléments du système de perçage 100. L'arbre 4 est équipé d'un rotor à aimant permanent 101 placé à l'intérieur de l'arbre 4 tel que représenté. Ce rotor 101 induit un champ électrique dans les enroulements du stator 108.

[0057] Deux zones d'équilibrage se trouvent aux deux portions d'extrémités 30 et 90 de l'arbre 4. L'équilibrage se fait donc à gauche de la fig. 4, au niveau de la portion 30 de l'arbre, par des vis axiales 103 avec balourd et à droite de la fig. 4, au niveau de la portion 90 de l'arbre, par des vis de serrage 102. De cette façon, l'équilibrage dynamique sur l'axe X-X' de l'arbre 4 est assuré par réglage des deux extrémités de l'arbre 4.

[0058] L'arbre 4 peut être élaboré dans différents matériaux parmi: le titane, l'aluminium, un de leurs alliages, l'acier, une céramique, ou encore un matériau composite.

[0059] En référence avec le système de perçage de la fig. 4, L'élément piézo-électrique 104, monté sur une structure à disque qui vient en appui sur le demi-coussinet 10', permet de régler le positionnement axial de l'un des demi-coussinets 10' par rapport à l'autre demi-coussinet 10 avec une très grande rigidité radiale. Ce positionnement peut être fixe pendant le fonctionnement de la broche à paliers 1, par réglage lors du démarrage, en mode aérostatique, ou bien réglé par asservissement en fonction de la position déduite de la mesure d'un capteur de position, d'un capteur de température, d'un capteur de vitesse. Un tel capteur peut être capacitif, inductif ou un capteur laser.

[0060] Grâce à cette disposition, ou par tout autre agencement, le passage radial 12 présente une dimension axiale d réglable par modification de la distance entre les deux demi-coussinets 10, 10', ce qui permet de modifier la hauteur de vol h du palier biconique.

[0061] De préférence, on prévoit dans le palier radial 3 et/ou le palier biconique 2, une alimentation en air sous pression reliée auxdits conduits radiaux 11, 11', 21. Optionnellement la pression de cette alimentation en air est réglable, notamment lorsque le mode aérostatique domine. Optionnellement cette alimentation en air est apte à alimenter les conduits radiaux 11, 11', 21 du palier radial 3 et/ou du palier biconique 2 pendant le mode aérodynamique car de bons résultats ont été obtenus avec cette configuration.

[0062] Le système de refroidissement à air 107 est utilisé pour le stator. Un système de refroidissement à eau est optionnellement utilisé pour l'extérieur du stator 108.

[0063] Dans un mode de réalisation non représenté, les coussinets 20 ou demi-coussinets 10 et 10' des paliers radial 3 et biconique 2 peuvent être montés sur des supports flexibles, élastiques et dissipatifs typiquement des joints toriques en élastomère (situés entre le coussinet 20 du palier radial 3, les demi-coussinets 10 et 10' du palier biconique 2 et les éléments reliés au corps de la broche) afin de permettre l'amortissement, dissiper l'énergie des modes vibratoires critiques et augmenter les plages de régime de fonctionnement de la broche.

[0064] La hauteur de vol h est comprise entre 1 et 20 micromètres, de préférence entre 3 à 15 micromètres. Ces valeurs préférentielles concernent le palier biconique, ou bien le palier radial ou bien à la fois le palier biconique et le palier radial. Cette hauteur de vol h permet de contrôler la dynamique du rotor 101, d'élargir la plage de régime de fonctionnement de la broche, permet d'augmenter ponctuellement la capacité de charge axiale et radiale.

[0065] A haute vitesse, à cause de l'effet centrifuge, les surfaces vont se déformer. Pour cela les surfaces des paliers peuvent être usinées de façon à avoir des formes spécifiques pour compenser cette déformation. Dans ce cas de figure,

CH 710 120 A1

au repos, le palier radial n'est pas purement de forme cylindrique mais concave ainsi que les parties tronconiques qui ont une génératrice de forme concave.

Numéros de référence employés sur les figures

[0066]

1	Broche à paliers hybrides
2	Portion palier biconique
10	Demi-coussinet conique côté droit
10'	Demi-coussinet conique côté gauche
11	Conduit radial d'alimentation de la portion palier biconique côté droit
11'	Conduit radial d'alimentation de la portion palier biconique côté gauche
12	Conduit de distribution de la pression
S1, S1'	Surfaces internes des deux demi-coussinets du palier biconique
3	Portion Palier radial
20	Coussinet du palier radial
21	Conduit d'alimentation du coussinet du palier radial
S2 et S2'	Surfaces internes du coussinet du palier radial
h	Hauteur de vol
4	Arbre tournant
80	Partie lisse de la partie radiale de l'arbre située entre 70 et 70'
70	Partie avec rainures de la partie radiale de l'arbre côté droit
70'	Partie rainurée de la partie avec rainures de la partie radiale de l'arbre côté gauche
X-X'	L'axe longitudinal de l'arbre
P1	Portion tronconique de l'arbre 4
P2	Portion radiale de l'arbre 4
50	Partie tronconique de l'arbre côté gauche
51	Rainures de la partie tronconique de l'arbre côté gauche
52	Partie lisse de la partie tronconique de l'arbre côté gauche
53	Partie lisse et cylindrique de la partie tronconique de l'arbre côté gauche
40	Partie tronconique de l'arbre côté droit
41	Rainures de la partie tronconique de l'arbre côté droit
42	Partie lisse de la partie tronconique de l'arbre côté droit
43	Partie lisse et cylindrique de la partie tronconique de l'arbre côté droit
30	Portion lisse d'arbre située avant la partie tronconique 40 de l'arbre
60	Portion lisse située entre les parties 50 et 70 de l'arbre
90	Portion lisse située après la partie 70'
100	Système de perçage.
101	Rotor

102	Vis de serrage
103	Vis axiale
104	Actionneur piézoélectrique
107	Système de refroidissement à air
108	Stator
109	Alimentations en air

Revendications

1. Broche ultra-haute vitesse à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), comprenant au moins deux paliers (2, 3) et un arbre rotatif (4) monté dans lesdits paliers, le premier palier (2) étant biconique, constitué de deux demi-coussinets de surfaces tronconiques adjacentes (10, 10') et d'une portion d'arbre biconique formée de deux parties tronconiques (40, 50) et adjacentes.
2. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon la revendication précédente dans laquelle lesdits demi-coussinets (10, 10') délimitent entre eux au moins un passage radial (12) permettant la circulation d'un gaz.
3. Broche à Paliers hybrides selon la revendication 2, dans laquelle ledit passage radial (12) présente une dimension axiale réglable par modification de la distance entre les deux demi-coussinets (10, 10').
4. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon les revendications précédentes dans laquelle chaque demi-coussinet (10, 10') possède au moins un conduit radial (11, 11') permettant la circulation d'un gaz.
5. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon la revendication précédente dans laquelle ledit passage ou ledit conduit (11, 11') présente un diamètre inférieur à 200 micromètres, de préférence à inférieur à 100 micromètres.
6. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon la revendication précédente dans laquelle chaque conduit radial (11, 11') débouche ou s'ouvre sur une partie lisse de la portion tronconique (41, 41') correspondante.
7. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle chaque partie tronconique (40, 50) de la portion d'arbre biconique 4 comprend uniquement une partie lisse (41, 51) et une partie rainurée (42, 52).
8. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle les dites rainures de chaque partie rainurée présentent une forme hélicoïdale, ou sont constituées de lignes rectilignes, sinusoïdales, ondulées.
9. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les rainures occupent de 20 à 80 pourcents de la longueur d'une partie tronconique.
10. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 et 8 à 9 dans laquelle chaque partie tronconique (40, 50) de la portion d'arbre biconique comprends une partie lisse (41, 51), une partie rainurée (42, 52) et une partie lisse cylindrique (43, 53), ladite partie lisse cylindrique étant disposée du côté de la grande base.
11. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon la revendication précédente dans laquelle ladite partie lisse cylindrique (43, 53) mesure axialement entre 0 et 1 mm, de préférence 0.25 mm.
12. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon l'une quelconque des revendications 10 à 11 dans laquelle lesdites parties rainurées (42) et (52) sont placées de part et d'autre des parties lisses cylindriques (43) et (53).
13. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon l'une quelconque des revendications 10 à 11 dans laquelle lesdites parties lisses (41) et (51) sont placées de part et d'autre des parties lisses cylindriques (43) et (53).
14. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle l'arbre est réalisé dans un matériau parmi: le titane, l'aluminium ou un de leurs alliages, l'acier, une céramique, un matériau composite.
15. Broche à Paliers hybrides selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans laquelle le deuxième palier (3) est constitué:
d'un coussinet (20),

d'une portion d'arbre radial.

16. Broche à Paliers hybrides selon la revendication précédente, dans laquelle la portion d'arbre radial comporte au moins une partie lisse (80) et/ou au moins une partie rainurée (70 et/ou 70').
17. Broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1), selon la revendication précédente dans laquelle la partie rainurée d'une portion d'arbre radial occupent 20 à 80% de la longueur de la portion radiale de l'arbre.
18. Broche à Paliers hybrides, selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, dans laquelle le deuxième palier (3) radial a au moins un conduit (21) pour le passage d'un gaz.
19. Broche à Paliers hybrides selon la revendication précédente, dans laquelle le dit conduit (21) du palier radial (3) débouche sur une partie lisse de la portion radiale de l'arbre.
20. Broche à Paliers hybrides selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la hauteur de vol (h), est comprise entre 1 et 20 micromètres, de préférence entre 3 et 15 micromètres.
21. Broche à Paliers hybrides selon la revendication 4 ou 14, comprenant en outre une alimentation en air (109) sous pression reliée audit conduit radial (11, 11', 21) et dont la pression est réglable au cours du mode aérostatique.
22. Broche à Paliers hybrides selon la revendication précédente, dont l'alimentation en air (109) est apte à alimenter le dit conduit radial (11, 11', 21) pendant le mode aérodynamique.
23. Machine de perçage à grande vitesse comportant une broche à paliers hybrides aérostatiques et aérodynamiques (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, dans laquelle le palier biconique (2) est disposé côté outil ou côté opposé.

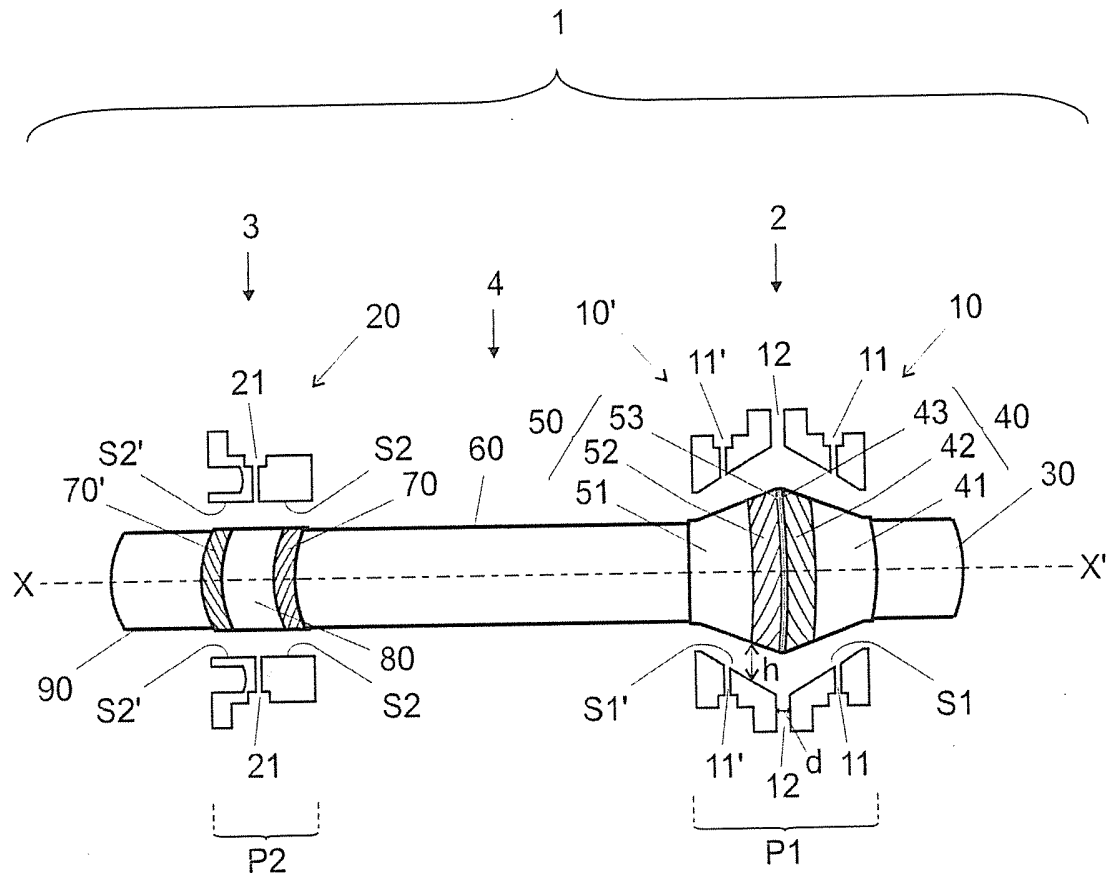


Fig. 1

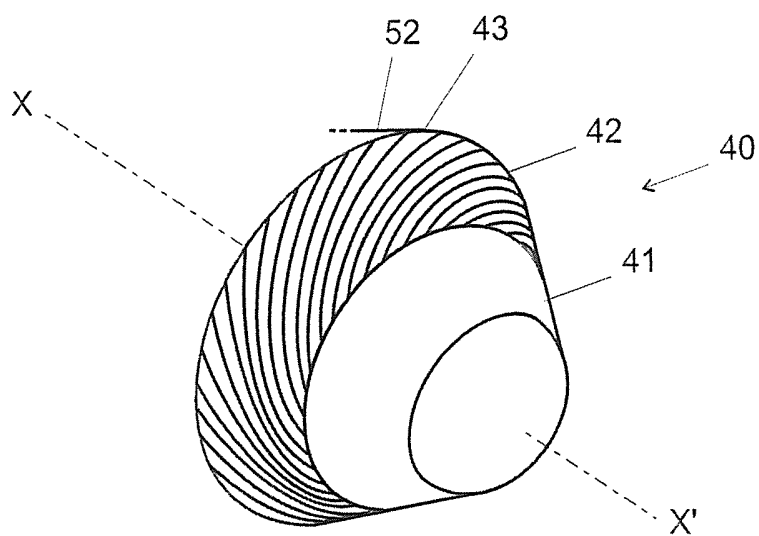


Fig. 2

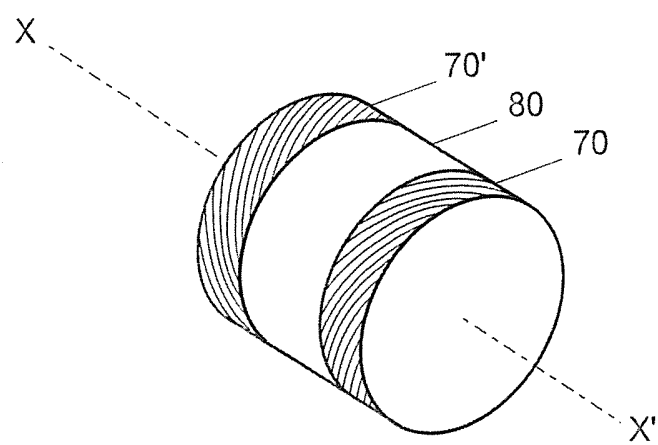
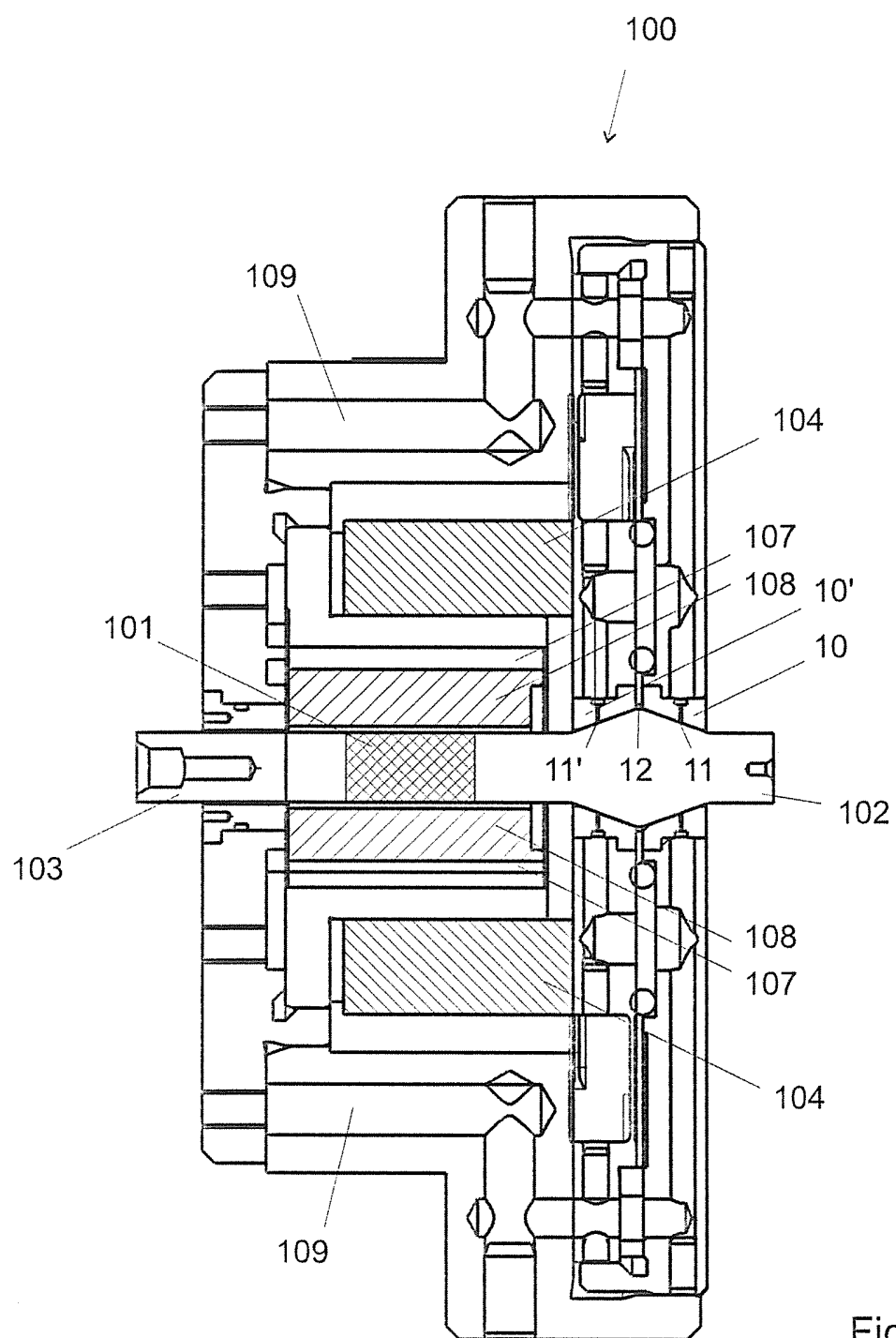


Fig. 3



TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		COTE DU DOSSIER DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE	
		POSALU-2-CH	
Demande nationale n°		Date du dépôt	
1321/2014		02-09-2014	
Pays du dépôt		Date de priorité revendiquée	
Déposant (Nom)			
Posalux SA			
Date de la requête d'une recherche de type international		Numéro donné par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international	
02-10-2014		SN 62865	
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB			
B23Q1/38		B23Q1/70 H05K3/00	
II. DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
IPC		B23Q F16C H05K	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III. ☐ IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDECTIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV. ☐ ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION (Observations sur la feuille supplémentaire)			

Form PCT/ISA 201 A (11/2000)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

CH 13212014

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE		
INV. B23Q1/36	B23Q1/70	H05K3/60
ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)		
B23Q F16C H05K		
Documentation consultée outre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)		
EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	DE 44 01 262 A1 (LANGENBECK PETER [DE]) 27 juillet 1995 (1995-07-27)	1,4-9, 14-23
A	* revendication 1; figures 1-2 *	2,3, 10-13
Y	GB 1 036 659 A (BARDEN CORP) 20 juillet 1966 (1966-07-20)	1,4-9, 14-23
	* page 2, ligne 112-118; figures 1-2 *	
Y	WO 98/46894 A1 (TIMKEN CO [US]; KNEPPER RICHARD A [US]; GORDON KEITH M [US]; LANDRY JA) 22 octobre 1998 (1998-10-22)	23
	* revendication 1; figures 1-11 *	
A	EP 0 208 122 A1 (INTERATOM [DE]) 14 janvier 1987 (1987-01-14)	1
	* revendication 1; figure 1 *	
	----- -/-	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après celle date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou sur la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tout autre moyen "P" document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe du la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "B" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée		Date d'expédition du rapport de recherche de type international
4 décembre 2014		- 8 -12- 2014
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Palatzen 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040 Fax (+31-70) 340-2016		Lasa Goñi, Andoni

Formulaire PCT/ISA/201 (plusieurs feuilles) (Janvier 2004)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

CH 13212014

C (suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 1 524 941 A (SKF SVENSKA KULLAGERFAB AB) 10 mai 1968 (1968-05-10) * page 3; figures 3-5 * -----	1

1

Formulaire PCT/ISA/201 (suite de la dernière feuille) (Janvier 2004)

page 2 de 2

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n°

CH 13212014

Document traité cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
DE 4401262	A1	27-07-1995	DE 4401262 A1	27-07-1995
			JP H07259850 A	09-10-1995
			US 5789839 A	04-08-1998
GB 1036659	A	20-07-1966	AUCUN	
WO 9846894	A1	22-10-1998	AU 7127898 A	11-11-1998
			CN 1252857 A	10-05-2000
			EP 0991868 A1	12-04-2000
			JP 2002503317 A	29-01-2002
			US 6439774 B1	27-08-2002
			WO 9846894 A1	22-10-1998
EP 0208122	A1	14-01-1987	CA 1271978 A1	24-07-1990
			EP 0208122 A1	14-01-1987
			ES 8704586 A1	16-06-1987
			US 4710034 A	01-12-1987
FR 1524941	A	10-05-1968	AUCUN	