

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants.

②② Date de dépôt : 07.07.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : NTN-SNR ROULEMENTS SA —
FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 12.01.24 Bulletin 24/02.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 08.11.24 Bulletin 24/45.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : BAUDU Alexandre et RUHLAND
Siegfried.

⑦③ Titulaire(s) : NTN-SNR ROULEMENTS SA.

⑦④ Mandataire(s) : STRATO-IP.



Description

Titre de l'invention : Système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants

- [0001] L'invention concerne un système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants dans un sens autour d'un axe géométrique de rotation.
- [0002] Les organes peuvent notamment être intégrés dans une transmission d'un couple moteur à un véhicule, par exemple au niveau du pédalier d'un vélo à assistance électrique.
- [0003] Pour ce faire, il est connu d'utiliser un corps d'épreuve présentant une bague intérieure solidaire en rotation de moyens d'accouplement dudit corps d'épreuve à un premier des organes, et une bague extérieure s'étendant autour de la bague intérieure en présentant des moyens d'accouplement dudit corps d'épreuve au deuxième des organes, lesdites bagues étant reliées de façon concentrique autour de l'axe de rotation par une structure déformable qui est agencée pour transmettre le couple entre les organes tout en autorisant un débattement angulaire entre lesdites bagues en fonction du couple appliqué entre les organes.
- [0004] Un tel corps d'épreuve peut être instrumenté avec un codeur en équipant chacune des bagues d'un anneau portant une piste magnétique respectivement intérieure et extérieure qui est apte à émettre un signal périodique représentatif du déplacement en rotation de la bague correspondante. En particulier, chacune des pistes présente une succession de paires de pôles Nord et Sud pour former une piste magnétique multipolaire délivrant un signal magnétique pseudo-sinusoïdal.
- [0005] Le système de détermination comprend alors un capteur présentant un premier – respectivement un deuxième – motif d'éléments sensibles disposé à distance de lecture de la piste intérieure – respectivement de la piste extérieure – pour former un signal représentatif de la position angulaire de l'anneau correspondant.
- [0006] Le document FR-2 821 931 décrit l'utilisation d'un dispositif de comparaison de tels signaux qui est apte à déterminer un angle de déplacement relatif des bagues, et donc le couple appliqué en ce qu'il induit ledit angle par torsion d'une structure déformable.
- [0007] Dans certaines applications, notamment en relation avec la transmission d'un vélo à assistance électrique, la place disponible pour l'implantation du corps d'épreuve est fortement limitée. Il en résulte la nécessité de concevoir des corps d'épreuve d'encombrement réduit, notamment radialement, ce qui contraint d'autant la réalisation de la structure déformable.
- [0008] Cette contrainte est d'autant plus critique que la déformation de la structure doit être limitée pour éviter de ressentir l'angle de torsion dans la transmission, tout en étant ex-

trêmement fiable tant relativement au débattement angulaire induit qu'au niveau de sa résistance mécanique. En particulier, la structure déformable peut avoir à subir un débattement de l'ordre de quelques degrés d'angle tout en résistant à un couple de l'ordre de 250 Nm.

[0009] L'invention a pour but d'améliorer l'art antérieur en proposant notamment un système dont le corps d'épreuve est compact tout en étant résistant mécaniquement et fiable relativement à l'angle de débattement permettant de déterminer le couple appliqué.

[0010] A cet effet, l'invention propose un système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants dans un sens autour d'un axe géométrique de rotation, ledit système comprenant :

- un corps d'épreuve présentant une bague intérieure solidaire en rotation de moyens d'accouplement dudit corps d'épreuve à un premier des organes, et une bague extérieure s'étendant autour de la bague intérieure en présentant des moyens d'accouplement dudit corps d'épreuve au deuxième des organes, lesdites bagues étant reliées de façon concentrique autour de l'axe par une structure déformable qui est agencée pour transmettre le couple entre les organes tout en autorisant un débattement angulaire entre lesdites bagues en fonction du couple appliqué entre lesdits organes ;
- un dispositif de détermination d'un angle entre les bagues qui est fonction du couple appliqué ;

[0011] la structure déformable comprenant un ensemble de branches réparties angulairement entre les bagues, chacune desdites branches s'étendant suivant une direction D entre une extrémité intérieure et une extrémité extérieure, ladite direction formant un angle INCb avec la direction radiale Dr passant par ladite extrémité intérieure, ledit angle étant orienté suivant le sens de rotation d'une valeur comprise entre 15° et 40°.

[0012] D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit, faite en référence aux figures annexées, dans lesquelles :

[0013] [Fig.1] est une représentation partielle en perspective coupée transversalement du pédalier d'un vélo à assistance électrique équipé d'un système de détermination de couple selon l'invention, la [Fig.1a] étant un zoom éclaté de la [Fig.1] montrant plus particulièrement le montage du corps d'épreuve selon un premier mode de réalisation ;

[0014] [Fig.2] est une représentation en perspective du corps d'épreuve de la [Fig.1], [Fig.2a] étant une vue de face dudit corps d'épreuve dépourvu de codeur ;

[0015] [Fig.3] et

[0016] [Fig.4] sont des représentations analogues à la [Fig.2a] montrant respectivement une variante de réalisation du corps d'épreuve ;

[0017] [Fig.5] représente de face une branche dans le corps d'épreuve des figures 2 à 4 ;

- [0018] [Fig.6] est un zoom éclaté analogue à celui de la [Fig.1a] montrant plus particulièrement un corps d'épreuve selon un deuxième mode de réalisation, la [Fig.6a] étant une vue en coupe longitudinale éclatée du pédalier d'un vélo à assistance électrique équipé d'un système de détermination de couple comprenant le corps d'épreuve selon ledit deuxième mode de réalisation ;
- [0019] [Fig.7] est une vue de face du corps d'épreuve de la [Fig.6] dépourvu de codeur, [Fig.7a] étant une vue analogue d'un corps d'épreuve selon une variante de réalisation ;
- [0020] [Fig.8] représente de face une branche dans le corps d'épreuve des figures 6 et 7.
- [0021] En relation avec ces figures, on décrit ci-dessous un système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants 1, 2 dans un sens autour d'un axe géométrique de rotation R.
- [0022] Dans cette description, les termes de positionnement dans l'espace sont pris en référence à l'axe R de rotation. En particulier, les termes « intérieur » et « extérieur » sont relatifs à une disposition respectivement proche et à distance de cet axe R, et les termes « axial » et « radial » sont relatifs à une disposition respectivement suivant cet axe R et s'éloignant ou se rapprochant de lui.
- [0023] En particulier, le système permet la détermination d'un couple appliqué entre deux organes 1, 2 intégrés dans une transmission d'un couple moteur à un véhicule, par exemple au niveau du pédalier d'un vélo à assistance électrique.
- [0024] La [Fig.1] représente un pédalier d'un vélo à assistance électrique comprenant une manivelle 3 équipée d'une pédale 4, ladite manivelle étant montée sur un arbre entraîné en rotation selon l'axe R pour former un organe 1 d'application d'un couple de pédalage $M+$ suivant le sens de pédalage.
- [0025] Le système comprend un corps d'épreuve qui permet de transmettre le couple de pédalage $M+$ à l'autre des organes 2, qui, sur les figures, est représenté sous la forme d'un manchon, par exemple d'un porte satellite d'un train épicycloïdal d'une boîte de vitesse motorisée, exerçant un couple M_{bv} .
- [0026] Dans cette application, l'effort de pédalage F en bout de pédale 4 à considérer suivant la norme EN15194 : 2017 est de 1 500 N qui, avec une longueur L_m de manivelle de 165 mm, engendre un couple $M+$ de l'ordre de 250 Nm. En particulier, le couple à transmettre par le corps d'épreuve n'est que dans un sens de rotation (celui représenté $M+$ sur les figures), dans la mesure où l'autre sens correspond à la roue libre du vélo.
- [0027] Le corps d'épreuve présente une bague intérieure 5 solidaire en rotation de moyens d'accouplement dudit corps d'épreuve au premier organe 1, et une bague extérieure 6 s'étendant autour de la bague intérieure 5 en présentant des moyens d'accouplement dudit corps d'épreuve au deuxième organe 2.
- [0028] En relation avec les figures, la bague intérieure 5 présente un alésage 7 équipé des

moyens d'accouplement sur l'arbre, par exemple sous la forme d'un taraudage ou de cannelures.

- [0029] S'agissant de l'accouplement à l'autre organe 2, le premier mode de réalisation (figures 1 à 5) prévoit que la bague extérieure 6 présente une paroi circonférentielle intérieure qui est pourvue de moyens géométriques d'engrenage avec le deuxième organe 2. En particulier, le manchon présente des ergots 8 d'accouplement dans des logements 9 formés dans la paroi.
- [0030] Dans le deuxième mode de réalisation (figures 6 à 8), la paroi circonférentielle intérieure de la bague extérieure 6 présente au moins un lobe radial 10 qui est équipé d'un moyen de fixation de ladite bague extérieure sur le manchon. En particulier, trois lobes 10 à 120° sont prévus, chacun d'eux présentant un orifice 11 de fixation par une goupille 12 ou par vissage dans un orifice complémentaire du manchon.
- [0031] Les bagues 5, 6 sont reliées par une structure déformable qui est agencée pour transmettre le couple entre les organes 1, 2 tout en autorisant un débattement angulaire entre lesdites bagues en fonction du couple appliqué entre lesdits organes.
- [0032] En particulier, le couple résultant des couples de pédale M_+ sur la bague intérieure 5 et du couple M_{bv} appliqué par le manchon sur la bague extérieure 6 induit une torsion entre les bagues 5, 6 et donc un déplacement angulaire relatif desdites bagues suivant un angle de torsion qui est fonction dudit couple.
- [0033] Le système comprend un dispositif de détermination de l'angle entre les bagues 5, 6 qui, notamment en tenant compte de la raideur de la structure déformable, est fonction du couple appliqué.
- [0034] Selon une réalisation, le dispositif de détermination comprend :
- un codeur réalisé en équipant chacune des bagues 5, 6 d'un anneau 13, 14 portant une piste magnétique respectivement intérieure 13a et extérieure 14a qui est apte à émettre un signal périodique représentatif du déplacement en rotation de la bague 5, 6 correspondante ;
 - un capteur comprenant un premier 15 – respectivement un deuxième 16 – motif d'éléments sensibles disposé à distance de lecture de la piste intérieure 13a – respectivement de la piste extérieure 14a – pour former un signal représentatif de la position angulaire de l'anneau 13, 14 correspondant ;
 - un dispositif de comparaison des signaux délivrés par le capteur, ledit dispositif étant apte à déterminer un angle entre les bagues 5, 6 qui est fonction du couple appliqué.
- [0035] En relation avec les figures, l'axe du pédalier est monté en rotation dans un carter 17 sur lequel le capteur est implanté avec les motifs 15, 16 à distance de lecture des pistes 13a, 14a correspondantes.
- [0036] Selon une réalisation, chacun des anneaux 13, 14 est porté par une armature respec-

tivement intérieure 13b et extérieure 14b, la bague intérieure 5 – respectivement extérieure 6 – présentant des moyens de fixation de l'armature intérieure 13b – respectivement extérieure 14b – sur elle.

- [0037] En particulier, chacune des bagues 5, 6 présente des orifices 5a, 6a de fixation des armatures 13b, 14b, notamment par vissage ou rivetage. En relation avec les figures, trois orifices 5a, 6a de fixation sont disposés à 120° les uns des autres.
- [0038] Selon une réalisation, une succession de paires de pôles Nord et Sud est aimantée sur respectivement un anneau 13, 14 pour former une piste magnétique multipolaire 13a, 14a apte à émettre un signal magnétique de forme pseudo-sinusoidale.
- [0039] Les anneaux 13, 14 peuvent comprendre une matrice annulaire, par exemple réalisée à base d'un matériau plastique ou élastomère, dans laquelle sont dispersées des particules magnétiques, notamment des particules de ferrite ou de terres rares comme le NdFeB, lesdites particules étant aimantées pour former les pistes magnétiques 13a, 14a.
- [0040] Chaque motif 15, 16 peut comprendre au moins deux éléments sensibles, notamment une pluralité d'éléments sensibles alignés, tel que décrit dans les documents FR-2 792 403, EP-2 602 593 et EP-2 602 594.
- [0041] Les éléments sensibles peuvent être à base d'un matériau magnétorésistif dont la résistance varie en fonction du signal magnétique de la piste 13a, 14a à détecter, par exemple de type AMR, TMR ou GMR, ou d'une sonde à effet Hall.
- [0042] Selon une réalisation, la position angulaire peut être déterminée de façon incrémentale au moyen du signal émis par une piste magnétique 13a, 14a. Selon une autre réalisation, la position angulaire peut être déterminée de façon absolue, c'est-à-dire par rapport à une position de référence, en prévoyant une piste magnétique secondaire ou un codage spécifique sur l'anneau 13, 14.
- [0043] Le système comprend en outre un dispositif de comparaison des signaux délivrés par le capteur, ledit dispositif étant apte à déterminer un angle entre les bagues 5, 6 qui est fonction du couple appliqué. En relation avec les figures, le capteur comprend une carte 18 sur laquelle les motifs 15, 16 d'éléments sensibles sont implantés dans un circuit électronique.
- [0044] Selon une réalisation, les capteurs délivrent des signaux carrés incrémentaux en quadrature, le dispositif de comparaison comprenant des moyens de comptage indiquant la position angulaire de chacun des anneaux 13, 14 et des moyens de sous-traction permettant de calculer la différence entre lesdites positions angulaires, notamment tels que décrit dans le document FR-2 821 931.
- [0045] La structure déformable comprend un ensemble de branches 19 réparties angulairement entre les bagues 5, 6. En particulier, les branches 19 et les bagues 5, 6 sont formées d'une seule pièce, par exemple par découpe avec une machine à fil (figures

1-5) ou par emboutissage (figures 6-8) d'un flan en matériau métallique.

- [0046] Selon un premier aspect, chacune des branches 19 s'étend suivant une direction D entre une extrémité intérieure 19a et une extrémité extérieure 19b, ladite direction formant un angle $INCb$ avec la direction radiale Dr passant par ladite extrémité intérieure, ledit angle étant orienté suivant le sens de rotation d'une valeur comprise entre 15° et 40° .
- [0047] Une telle inclinaison des branches 19 de 15° à 40° dans le sens inverse de la rotation engendre un bras de levier qui, en sollicitant les branches 19 en traction, réduit les contraintes d'une manière très efficace avec comme contrepartie une augmentation de la raideur.
- [0048] Comme représenté sur les figures 5 et 8, pour un couple $M+$ appliqué sur la bague intérieure 5 dans un sens antihoraire, les branches 19 sont inclinées à droite. Le choix de l'angle d'inclinaison $INCb$ dépend du couple maximum à transmettre et de la largeur des branches 19. Sur la [Fig.5], l'angle $INCb$ est de l'ordre de 20° et, sur la [Fig.8], il est de l'ordre de 28° .
- [0049] En relation avec les figures, chacune des branches 19 présente :
- un pied s'étendant en largeur Lbp autour de l'extrémité intérieure 19a, ledit pied se raccordant à la bague intérieure 5 par deux portées de pied respectivement amont 20 et aval 21 suivant le sens de rotation ; et
 - une tête s'étendant en largeur Lbt autour de l'extrémité extérieure 19b, ladite tête se raccordant à la bague extérieure 6 par deux portées de tête respectivement amont 22 et aval 23 suivant le sens de rotation.
- [0050] Outre l'inclinaison des branches 19, les têtes et/ou les pieds peuvent être raccordés de façon asymétrique à la bague 5, 6 correspondante. En particulier, comme pour l'inclinaison, l'asymétrie est possible car il y a qu'un sens de rotation dans lequel le couple doit être transmis.
- [0051] En pied de branche et en tête de branche, nous avons typiquement des concentrations des contraintes à cause de la part de flexion des branches 19, qui peuvent être lissées grâce à l'asymétrie qui est générée par un décalage radial du rayon de sortie de part et d'autre des pieds et des têtes.
- [0052] En particulier, la portée de pied amont 20 peut être inscrite dans un rayon RpH qui est supérieur à un rayon RpB dans lequel est inscrite la portée de pied aval 21.
- [0053] En outre, les figures 5 et 8 représentent l'extrémité intérieure 19a de la branche 19 qui est disposée selon le rayon RpH , les portées de pied amont 20 et aval 21 s'étendant chacune suivant un rayon $RSpH$, $RSpB$.
- [0054] De même, la portée de tête amont 22 peut être inscrite dans un rayon RtH qui est supérieur à un rayon RtB dans lequel est inscrite la portée de tête aval 23, l'extrémité extérieure 19b de la branche 19 étant disposée selon le rayon RtB et les portées de tête

amont 22 et aval 23 s'étendant chacune suivant un rayon RStH, RStB.

- [0055] Pour satisfaire à la contrainte d'encombrement radial du corps d'épreuve, la longueur des branches 19 est limitée. En particulier, les branches 19 fonctionnent comme un ressort à lames et, pour obtenir un ressort souple tout en maîtrisant les contraintes maximales, c'est la longueur de la branche 19 qui est importante.
- [0056] Pour maximiser la longueur de branches 19, la tête de branche 19 doit être le plus proche possible du diamètre extérieur REXT de la bague extérieure 6, tout en gardant une section minimale entre la tête de branche et ledit diamètre extérieur.
- [0057] En relation avec les figures, la compacité radiale du corps d'épreuve peut être telle que la bague extérieure 6 s'étend suivant un rayon extérieur REXT, le rayon RtH étant tel que : $1,05 < \text{REXT}/\text{RtH} < 1,15$.
- [0058] Pour le pied de branche 19, sa position radiale joue sur l'effet bras de levier BL. Ainsi, pour éviter que les contraintes de traction dans la branche 19 n'augmentent et ne deviennent critiques, il est préférable de rallonger la branche 19 vers l'extérieur et de mettre la position radiale de la tête en rapport au diamètre extérieur du corps d'épreuve.
- [0059] De façon avantageuse, la largeur des branches 19 peut ne pas être constante, notamment en étant évolutive, afin de pouvoir harmoniser les contraintes au sein desdites branches, notamment en relation avec les contraintes de flexion et de traction qu'elles subissent.
- [0060] En relation avec les figures 5 et 8, dans lesquelles l'épaisseur Epb des branches est constante, un pied – respectivement une tête – s'étend sur une largeur de pied Lbp – respectivement sur une largeur de tête Lbt –, ladite branche présentant un secteur intermédiaire 19c situé entre ladite tête et ledit pied, ledit secteur intermédiaire présentant une largeur Lbmin qui est inférieure aux largeurs de pied Lbp et de tête Lbt.
- [0061] De façon avantageuse, chacun des secteurs intermédiaires 19c s'étend suivant un rayon RLbmin qui est tel que : $0,2 < (\text{RtB} - \text{RLbmin}) / (\text{RtB} - \text{RpH}) < 0,40$, RtB, RpH étant les rayons dans lesquels s'étendent les extrémités respectivement extérieure 19b et intérieure 19a des branches 19.
- [0062] En outre, chacun des rayons RStH, RStB, RSpB, RSpH peut être compris entre 50% et 150% de la largeur Lbmin, notamment en relation avec les contraintes de fabrication du corps d'épreuve.
- [0063] Selon un deuxième aspect, qui peut être mis en œuvre seul ou en combinaison avec le premier aspect décrit ci-dessus, les branches 19 sont disposées en groupes d'au moins une branche 19, chacun desdits groupes s'étendant sur un secteur angulaire d'angle BANg, lesdits groupes étant espacés deux à deux d'un secteur angulaire qui est dépourvu de branches 19, l'angle d'au moins un, et notamment de chacun, des secteurs angulaires dépourvus de branche étant supérieur à l'angle BANg.

- [0064] Lors de la transmission du couple, les branches 19 ont une composante de traction qui engendre une flexion du secteur angulaire dépourvu de branche et donc une augmentation des contraintes dans lesdites branches. La flexion est une fonction de l'angle du secteur dépourvu de branches.
- [0065] Pour limiter les surcontraintes dans les branches 19, le secteur angulaire dépourvu de branche est formé entre une paroi circonférentielle respectivement intérieure de la bague extérieure 6 et extérieure de la bague intérieure 5, la distance radiale entre lesdites parois circonférentielles étant au moins localement inférieure à la longueur des branches 19, de sorte à augmenter la rigidité du secteur dépourvu de branche.
- [0066] En relation avec le deuxième mode de réalisation (figures 6 à 8), la distance radiale entre les parois circonférentielles est au moins localement inférieure à 50% de la longueur des branches 19. En particulier, la distance radiale entre le rayon extérieur REXT de la bague extérieure 6 et la paroi circonférentielle intérieure de ladite bague est au moins localement supérieure à 25% du rayon extérieur REXT.
- [0067] Sur les figures 6 à 8, le corps d'épreuve comprend trois groupes de une branche 19 qui sont séparés par un secteur dépourvu de branche. En particulier, les secteurs dépourvus de branche s'étendent sur un angle BANb qui est supérieur à 60°, les lobes 10 s'étendant chacun dans un secteur dépourvu de branche.
- [0068] En particulier, chacun des lobes 10 présente une largeur LargBAN qui permet d'augmenter la rigidité du secteur dépourvu de branche. Par ailleurs, chacun des lobes 10 est suffisamment large pour pouvoir être équipé également de l'orifice 6a de fixation de l'armature extérieure 14b, la paroi circonférentielle extérieure de la bague intérieure 5 présentant également des lobes radiaux 5b sur lesquels les orifices de fixation 5a de l'armature intérieure 13a sont formés.
- [0069] Les figures 3 et 7a représentent un corps d'épreuve présentant une butée 24 de limitation du débattement angulaire entre les bagues 5, 6, afin d'éviter une rupture de la structure déformable en cas de surcharge.
- [0070] Pour ce faire, deux parois s'étendent radialement entre les bagues 5, 6 en étant solidaire de respectivement une bague 5, 6, lesdites parois étant espacées d'un jeu radial déterminant le débattement angulaire maximal desdites bagues.
- [0071] En relation avec les figures 1-5, au moins un secteur angulaire dépourvu de branche est équipé d'un jeu de deux plots 25a, 25b solidaires de respectivement une bague 5, 6 en s'étendant entre lesdites bagues. En particulier, les plots 25a, 25b sont équipés des moyens 5a, 6a de fixation de l'armature respectivement intérieure 13b et extérieure 14b.
- [0072] Sur les figures 1-3, les plots 25a, 25b forment la butée 24 en portant les parois radiales. De façon avantageuse, le secteur angulaire équipé d'une butée 24 s'étend suivant un angle BANBUT qui est supérieur à l'angle BANb d'un secteur angulaire

dépourvu de butée.

- [0073] Selon un exemple de conception, l'angle BANBUT est compris entre 150% et 250% de l'angle BANg. En particulier, au moins un plot 25a s'étend sur un secteur angulaire d'angle qui est supérieur à l'angle BANg afin de pouvoir maximiser la rigidité de la butée 24.
- [0074] En relation avec la [Fig.2a], la structure déformable présente une succession angulaire répétée d'un motif comprenant un groupe de deux branches 19, un secteur angulaire dépourvu de branche, un groupe de deux branches 19 et un secteur angulaire équipé d'une butée 24. En particulier, trois motifs sont disposés entre les bagues 5, 6.
- [0075] Ainsi, en regroupant deux branches 19 de chaque côté de la butée 24, on obtient un secteur angulaire dépourvu de branche qui permet de surcharger de façon analogue les deux branches 19 adjacentes afin que l'ensemble des branches 19 soient sollicitées en déformation de façon analogue.
- [0076] De façon avantageuse, l'angle BANBUT du secteur équipé de la butée 24 est plus grand que celui du secteur dépourvu de branche afin de privilégier l'effet butée. Sur la [Fig.2a], le rapport BANBUT/BANb est de : $55^\circ/25.89^\circ = 2,1$.
- [0077] En variante, un groupe de cinq branches 19 peut être formé entre deux secteurs angulaires équipés d'une butée 24 ([Fig.3]), ou un groupe de sept branches 19 peut être disposé entre deux secteurs équipés de plots 25a, 25b n'assurant pas la fonction de butée ([Fig.4]), afin de privilégier le nombre de branches 19 se déformant entre les bagues 5, 6.

Revendications

[Revendication 1]

Système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants (1, 2) dans un sens autour d'un axe géométrique de rotation (R), ledit système comprenant :

- un corps d'épreuve présentant une bague intérieure (5) solidaire en rotation de moyens d'accouplement dudit corps d'épreuve à un premier des organes (1), et une bague extérieure (6) s'étendant autour de la bague intérieure (5) en présentant des moyens d'accouplement dudit corps d'épreuve au deuxième des organes (2), lesdites bagues étant reliées de façon concentrique autour de l'axe (R) par une structure déformable qui est agencée pour transmettre le couple entre les organes (1, 2) tout en autorisant un débattement angulaire entre lesdites bagues en fonction du couple appliqué entre lesdits organes ;
- un dispositif de détermination d'un angle entre les bagues (5, 6) qui est fonction du couple appliqué ;

la structure déformable comprenant un ensemble de branches (19) réparties angulairement entre les bagues (5, 6), chacune desdites branches s'étendant suivant une direction D entre une extrémité intérieure (19a) et une extrémité extérieure (19b), ladite direction formant un angle INCb avec la direction radiale Dr passant par ladite extrémité intérieure, ledit angle étant orienté suivant le sens de rotation d'une valeur comprise entre 15° et 40° , ledit système étant caractérisé en ce que chacune des branches (19) présente un pied s'étendant en largeur Lbp autour de l'extrémité intérieure (19a), ledit pied se raccordant à la bague intérieure (5) par deux portées de pied respectivement amont (20) et aval (21) suivant le sens de rotation, la portée de pied amont (20) étant inscrite dans un rayon RpH qui est supérieur à un rayon RpB dans lequel est inscrite la portée de pied aval (21).

[Revendication 2]

Système de détermination d'un couple selon la revendication 1, caractérisé en ce que la portée de pied amont (20) est inscrite dans un rayon RpH qui est supérieur à un rayon RpB dans lequel est inscrite la portée de pied aval (21).

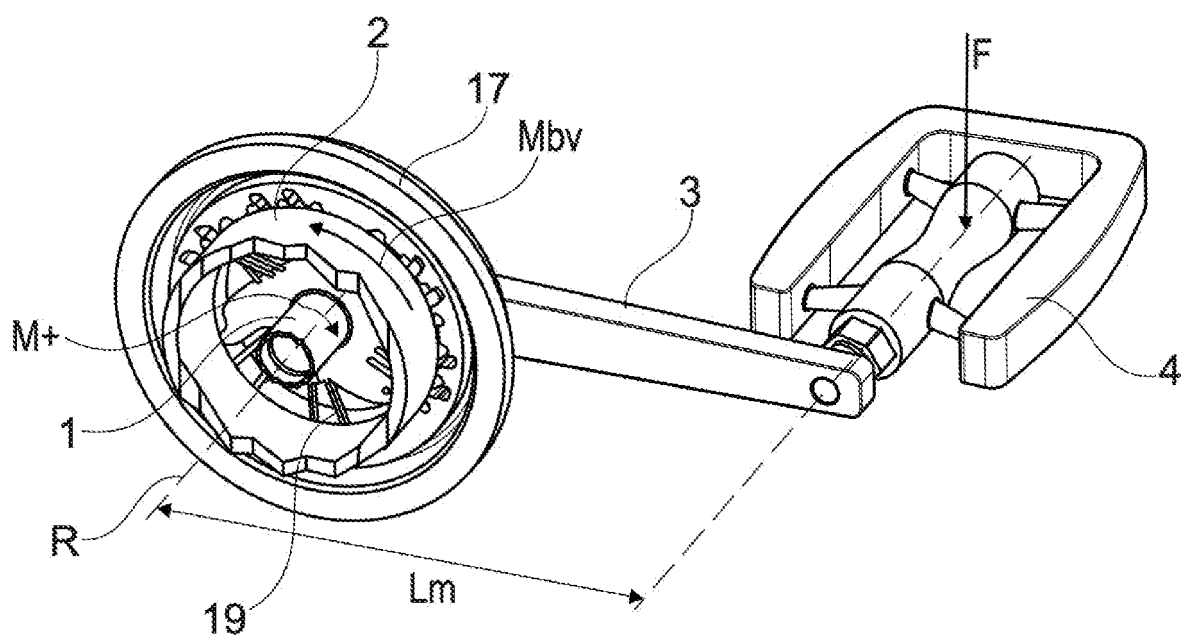
[Revendication 3]

Système de détermination d'un couple selon la revendication 2, ca-

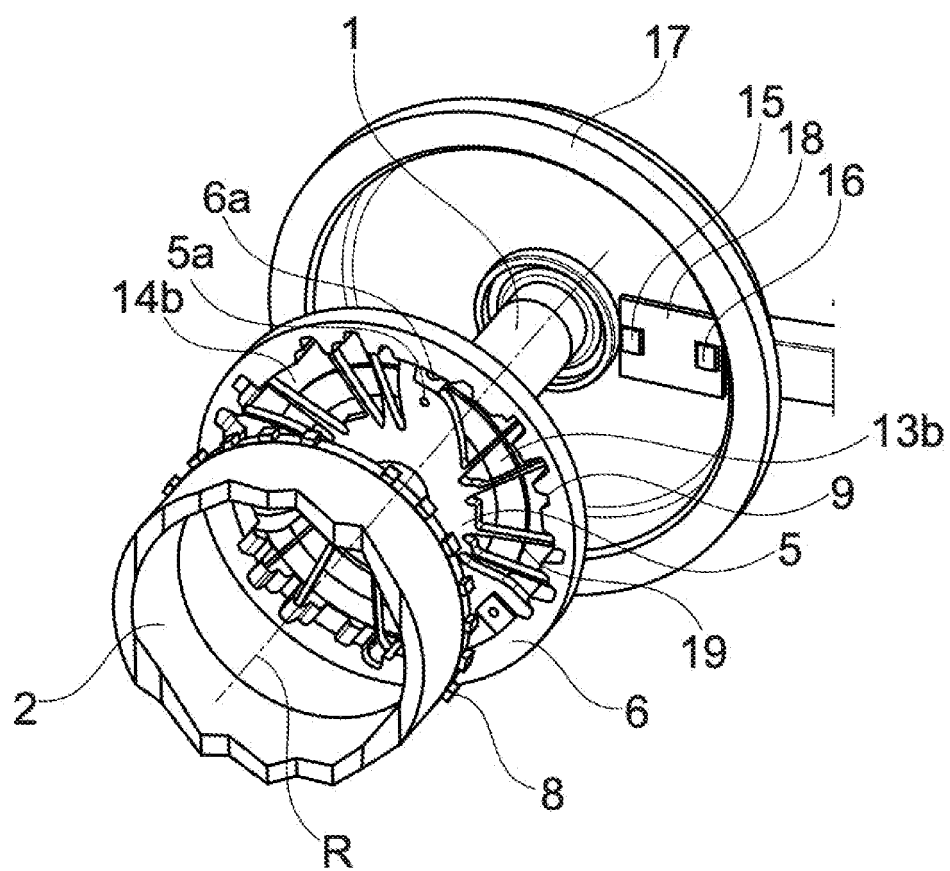
- ractérisé en ce que l'extrémité intérieure (19a) de la branche (19) est disposée selon le rayon RpH.
- [Revendication 4] Système de détermination d'un couple selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les portées de pied amont (20) et aval (21) s'étendent chacune suivant un rayon RSpH, RSpB.
- [Revendication 5] Système de détermination d'un couple selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chacune des branches (19) présente une tête s'étendant en largeur Lbt autour de l'extrémité extérieure (19b), ladite tête se raccordant à la bague extérieure (6) par deux portées de tête respectivement amont (22) et aval (23) suivant le sens de rotation.
- [Revendication 6] Système de détermination d'un couple selon la revendication 5, caractérisé en ce que la portée de tête amont (22) est inscrite dans un rayon RtH qui est supérieur à un rayon RtB dans lequel est inscrite la portée de tête aval (23).
- [Revendication 7] Système de détermination d'un couple selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'extrémité extérieure (19b) de la branche (19) est disposée selon le rayon RtB.
- [Revendication 8] Système de détermination d'un couple selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les portées de tête amont (22) et aval (23) s'étendent chacune suivant un rayon RStH, RStB.
- [Revendication 9] Système de détermination d'un couple selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que chacune des branches (19) présente un pied – respectivement une tête – s'étendant sur une largeur de pied Lbp – respectivement sur une largeur de tête Lbt –, ladite branche présentant un secteur intermédiaire (19c) situé entre ladite tête et ledit pied, ledit secteur intermédiaire présentant une largeur Lbmin qui est inférieure aux largeurs de pied Lbp et de tête Lbt.
- [Revendication 10] Système de détermination d'un couple selon la revendication 9, caractérisé en ce que chacun des secteurs intermédiaires (19c) s'étend suivant un rayon RLbmin qui est tel que : $0,2 < (RtB - RLbmin) / (RtB - RpH) < 0,40$, RtB, RpH étant les rayons dans lesquels s'étendent les extrémités respectivement extérieure (19b) et intérieure (19a) des branches (19).
- [Revendication 11] Système de détermination d'un couple selon l'une des revendications 9 ou 10 lorsqu'elle dépend des revendications 4 et 8, caractérisé en ce que chacun des rayons RStH, RStB, RSpB, RSpH est compris entre 50% et 150% de la largeur Lbmin.

- [Revendication 12] Système de détermination d'un couple selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que la bague extérieure (6) s'étend suivant un rayon extérieur REXT, le rayon RtH est tel que : $1,05 < REXT/RtH < 1,15$.
- [Revendication 13] Système de détermination d'un couple selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le dispositif de détermination comprend :
- un codeur réalisé en équipant chacune des bagues (5, 6) d'un anneau (13, 14) portant une piste magnétique respectivement intérieure (13a) et extérieure (14a) qui est apte à émettre un signal périodique représentatif du déplacement en rotation de la bague (5, 6) correspondante ;
 - un capteur comprenant un premier (15) – respectivement un deuxième (16) – motif d'éléments sensibles disposé à distance de lecture de la piste intérieure (13a) – respectivement de la piste extérieure (14a) – pour former un signal représentatif de la position angulaire de l'anneau (13, 14) correspondant ;
 - un dispositif de comparaison des signaux délivrés par le capteur, ledit dispositif étant apte à déterminer un angle entre les bagues (5, 6) qui est fonction du couple appliqué.

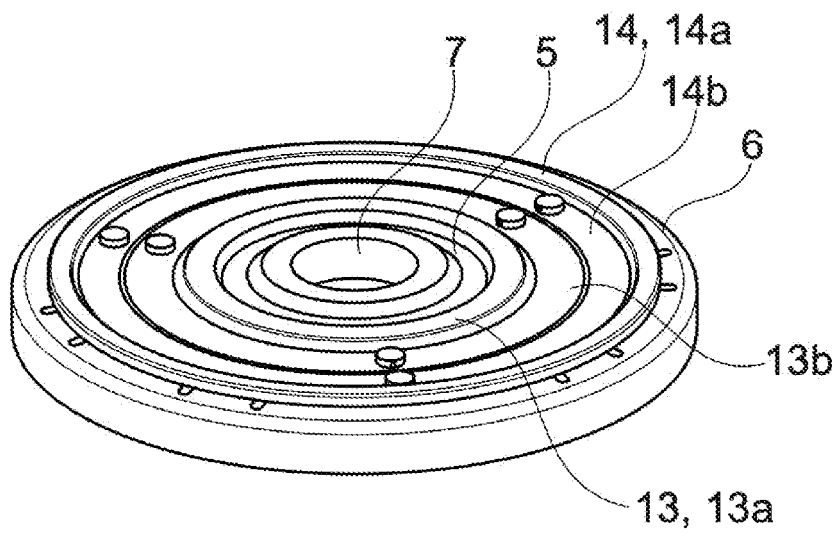
[Fig. 1]



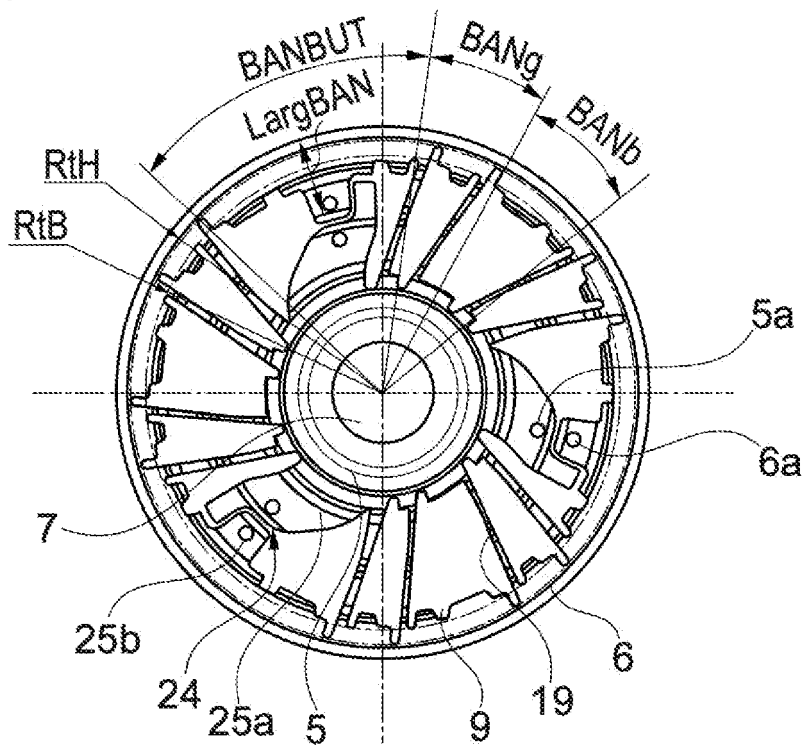
[Fig. 1a]



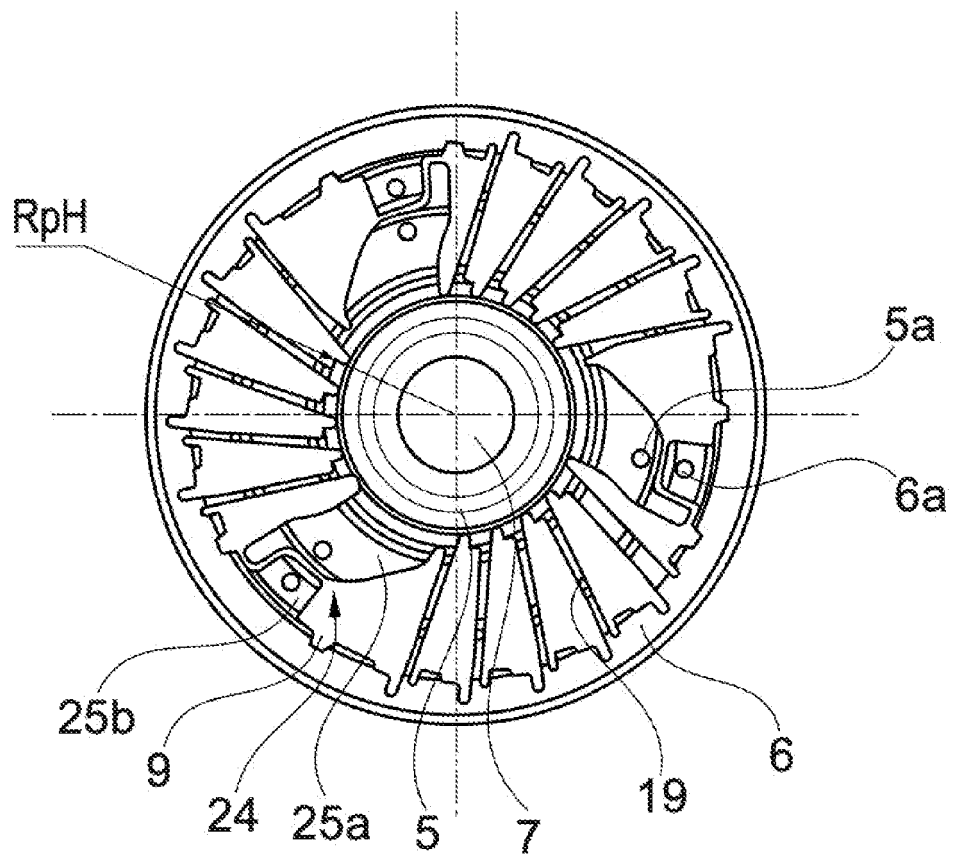
[Fig. 2]



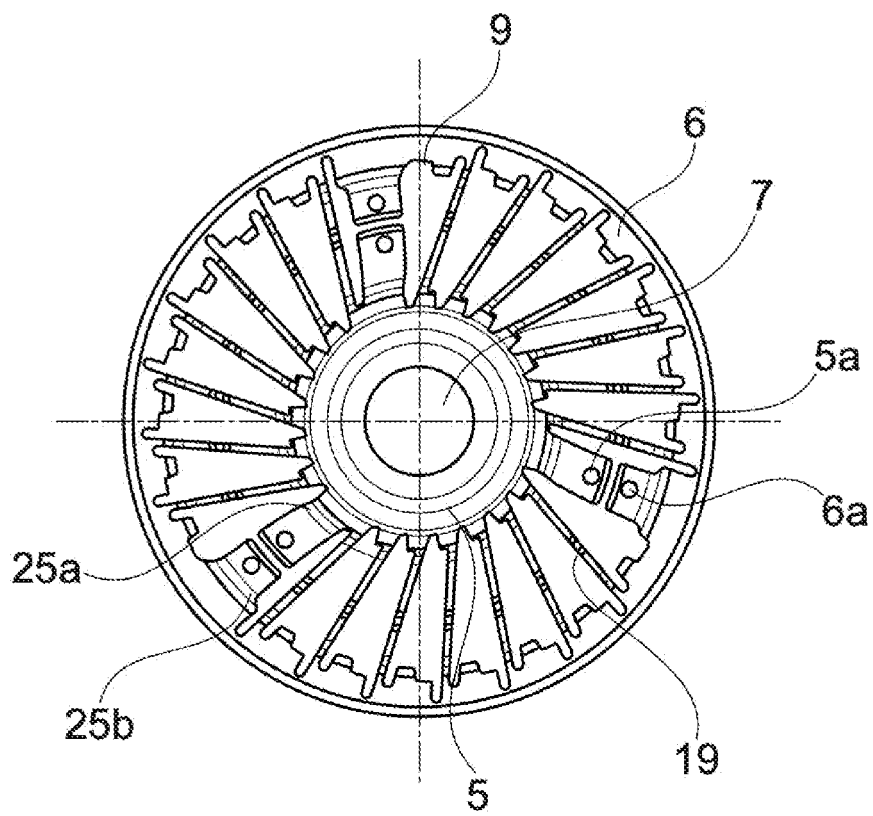
[Fig. 2a]



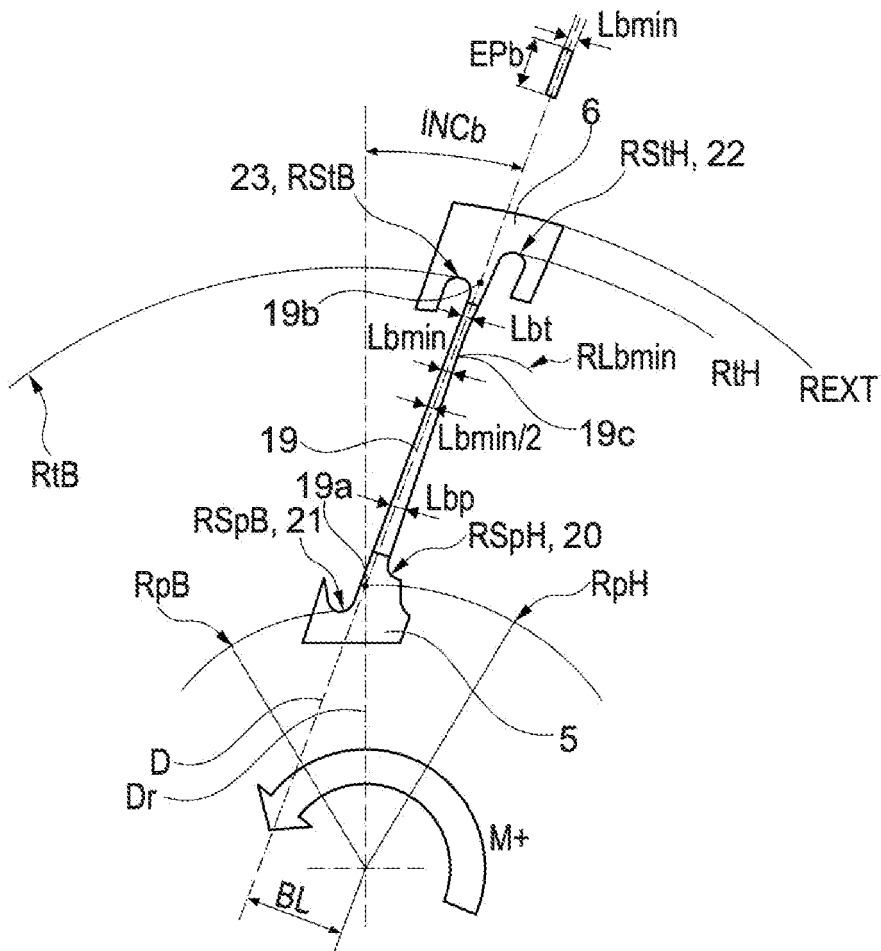
[Fig. 3]



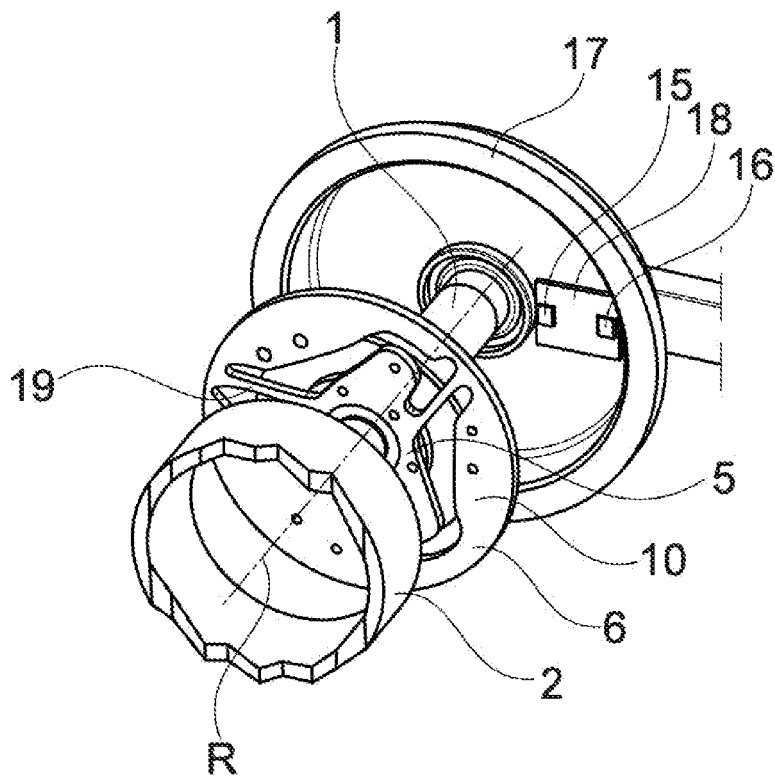
[Fig. 4]



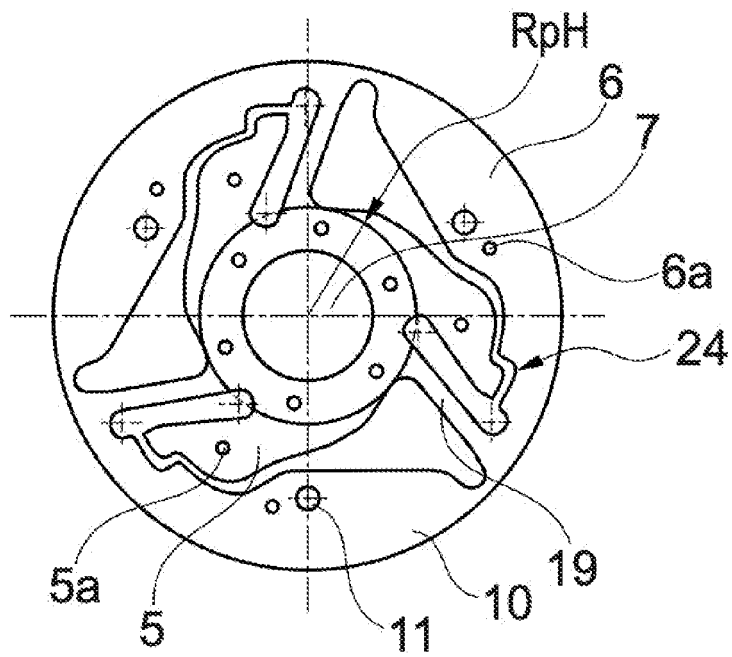
[Fig. 5]



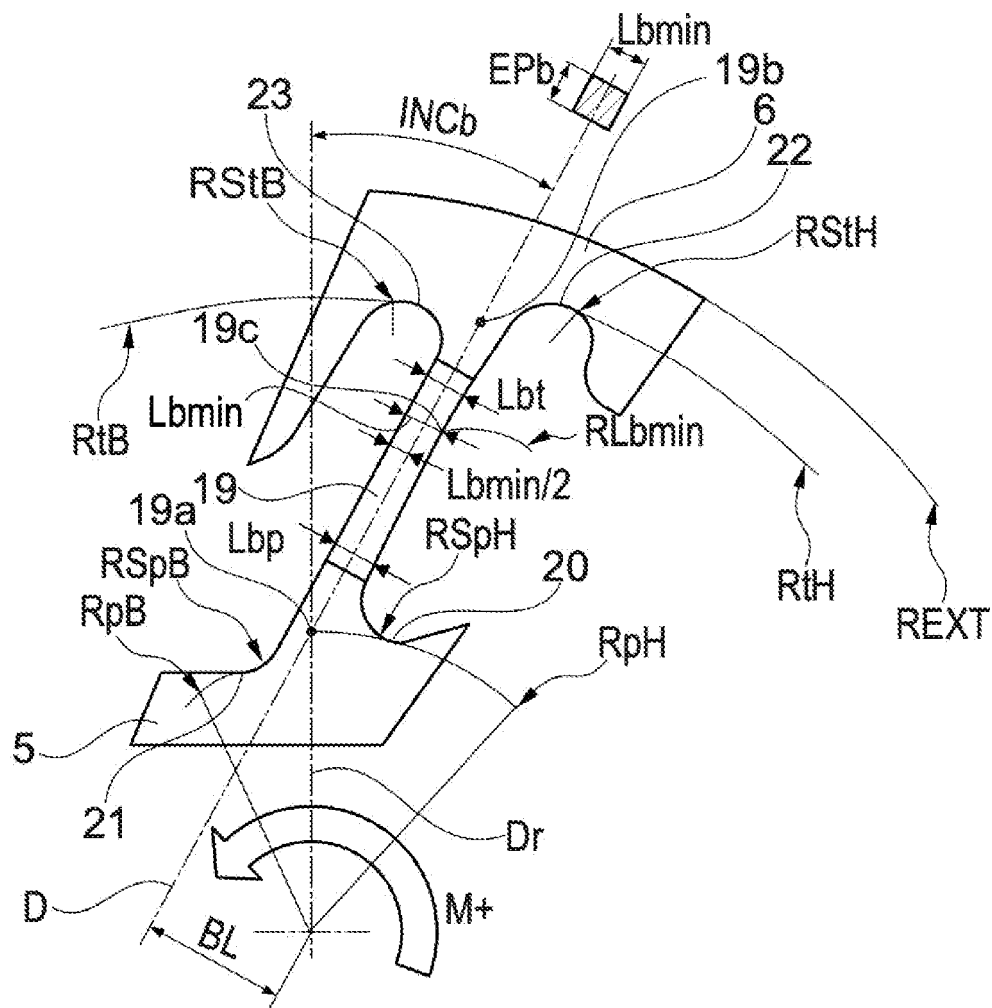
[Fig. 6]



[Fig. 7a]



[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 2014/260682 A1 (CHRISTMANN H AARON
[US]) 18 septembre 2014 (2014-09-18)

WO 2014/145277 A1 (CHRISTMANN H AARON
[US]) 18 septembre 2014 (2014-09-18)

US 2014/260684 A1 (CHRISTMANN H AARON
[US]) 18 septembre 2014 (2014-09-18)

**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