

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

①① N° de publication : **3 133 080**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① N° d'enregistrement national : **22 01675**
⑤① Int Cl⁸ : **G 01 D 5/14 (2022.01), G 01 L 3/00, G 01 L 5/00**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé de réalisation d'un codeur.

②② Date de dépôt : 25.02.22.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 01.09.23 Bulletin 23/35.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 31.05.24 Bulletin 24/22.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

⑦② Inventeur(s) : FLAMMIER Cécile et DURET
Christophe.

⑦③ Titulaire(s) : NTN EUROPE SA.

⑦④ Mandataire(s) : STRATO-IP.

FR 3 133 080 - B1



Description

Titre de l'invention : Procédé de réalisation d'un codeur

- [0001] L'invention concerne un procédé de réalisation d'un codeur, un corps d'épreuve comprenant un tel codeur et un système de détermination d'un couple comprenant un tel corps d'épreuve.
- [0002] L'invention s'applique en particulier à la détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants autour d'un axe géométrique de rotation, notamment deux organes intégrés dans une transmission d'un couple moteur à un véhicule, par exemple entre le moteur électrique et la transmission mécanique 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 de montage dudit corps sur un organe, et une bague extérieure s'étendant autour de la bague intérieure en présentant des moyens de montage dudit corps d'épreuve sur l'autre organe, lesdites bagues étant reliées 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 représentatif du déplacement en rotation de la bague correspondante.
- [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 des bagues.
- [0007] La limite de cette solution réside dans la précision de la détermination du couple, notamment en relation avec des corps d'épreuve très rigides pour éviter de ressentir l'angle de torsion dans la transmission.
- [0008] En particulier, les pistes magnétiques peuvent présenter des défauts d'excentration par rapport à l'axe géométrique de rotation, notamment de deux natures différentes :
- une excentration magnétique induite par une distance entre le centre des pistes magnétiques et l'axe géométrique de rotation de la pièce ; et
 - une excentration mécanique induite par une distance entre le centre des anneaux et l'axe géométrique de rotation ;

- [0009] lesdits défauts pouvant provoquer une erreur lors de la comparaison des signaux de position, notamment en relation avec une détermination d'angles de torsion réduits.
- [0010] L'invention a pour but de résoudre les problèmes de l'art antérieur en proposant notamment un procédé de réalisation d'un codeur comprenant deux anneaux portant chacun une piste magnétique dont les éventuels défauts d'excentration permettent de ne pas affecter la précision de la détermination d'un couple.
- [0011] A cet effet, selon un premier aspect, l'invention propose un procédé de réalisation d'un codeur comprenant un corps présentant des moyens de montage autour d'un axe géométrique de rotation, ledit corps étant équipé de deux anneaux portant chacun une piste magnétique qui est apte à émettre un signal représentatif du déplacement dudit anneau en rotation, ledit procédé prévoyant de :
- fixer les anneaux sur le corps ; puis
 - aimanter chacune des pistes magnétiques de façon concentrique pour qu'elles présentent un axe de révolution commun.
- [0012] Selon un deuxième aspect, l'invention propose un corps d'épreuve pour un système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants autour d'un axe géométrique de rotation, ledit corps d'épreuve présentant une bague intérieure solidaire en rotation de moyens de montage dudit corps d'épreuve sur un organe, et une bague extérieure s'étendant autour de la bague intérieure en présentant des moyens de montage dudit corps d'épreuve sur l'autre organe, lesdites bagues étant reliées 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 codeur étant réalisé avec ledit corps d'épreuve par mise en œuvre d'un procédé selon le premier aspect dans lequel les anneaux sont fixés avant leur aimantation sur respectivement une bague dudit corps d'épreuve pour former respectivement une piste magnétique intérieure et une piste magnétique extérieure.
- [0013] Selon un troisième aspect, l'invention propose un système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants autour d'un axe géométrique de rotation, ledit système comprenant un corps d'épreuve selon le deuxième aspect et un capteur comprenant 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, ledit système comprenant en outre un dispositif de comparaison des signaux délivrés par le capteur, ledit dispositif étant apte à déterminer un angle entre les bagues qui est fonction du couple appliqué.
- [0014] D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit, faite en référence aux figures annexées, dans lesquelles :

- [0015] [Fig.1] est une représentation de face d'un corps d'épreuve avant fixation des anneaux selon une réalisation de l'invention,
- [0016] [Fig.1a] étant une coupe selon la ligne A-A de la [Fig.1] montrant la disposition d'un outil d'aimantation par rapport audit corps d'épreuve ;
- [0017] [Fig.2] est une représentation de face d'un corps d'épreuve instrumenté selon une réalisation de l'invention ;
- [0018] [Fig.3] représente de face l'aimantation de la piste magnétique intérieure d'un corps d'épreuve selon l'invention,
- [0019] [Fig.3a] étant une coupe selon la ligne A-A de la [Fig.3] ;
- [0020] [Fig.4] représente de face l'aimantation de la piste magnétique extérieure d'un corps d'épreuve selon l'invention.
- [0021] En relation avec ces figures, on décrit ci-dessous un système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants autour d'un axe géométrique de rotation R.
- [0022] En particulier, le système permet la détermination d'un couple appliqué entre deux organes intégrés dans une transmission d'un couple moteur à un véhicule, par exemple entre le moteur électrique et la transmission mécanique d'un vélo à assistance électrique.
- [0023] Le système comprend un corps d'épreuve présentant une bague intérieure 1 solidaire en rotation de moyens de montage dudit corps d'épreuve sur un organe, et une bague extérieure 2 s'étendant autour de la bague intérieure 1 en présentant des moyens de montage dudit corps d'épreuve sur l'autre organe.
- [0024] Les bagues 1, 2 sont reliées 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.
- [0025] Dans le mode de réalisation représenté, les bagues 1, 2 sont concentriques autour d'un manchon de montage 3 sur l'axe géométrique de rotation R, par exemple un arbre de transmission du couple à un autre arbre sur lequel la bague extérieure 2 est montée, la structure déformable comprenant au moins un bras radial 4 – quatre équirépartis angulairement sur les figures – qui relie les bagues 1, 2.
- [0026] Ainsi, le couple transmis entre les arbres induit une torsion des bagues 1, 2 et donc un déplacement angulaire relatif desdites bagues suivant un angle de torsion qui est fonction dudit couple, le système déterminant ledit couple sur la base de la mesure dudit angle de torsion.
- [0027] Pour ce faire, un codeur est réalisé avec le corps d'épreuve en équipant chacune des bagues 1, 2 avec un anneau respectivement intérieur 5 et extérieur 6 portant une piste magnétique respectivement intérieure 7 et extérieure 8 qui est apte à émettre un signal, par exemple périodique, représentatif du déplacement dudit anneau en rotation, le

système comprenant un capteur de mesure de la position angulaire de chacun desdits anneaux.

- [0028] En particulier, une succession de respectivement N_{pp_i} et N_{pp_e} paires de pôles 9 Nord et Sud est aimantée sur un anneau 5, 6 pour former une piste magnétique multipolaire 7, 8 apte à émettre un signal magnétique de forme pseudo-sinusoïdale.
- [0029] Les anneaux 5, 6 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 7, 8.
- [0030] Le capteur comprend un premier – respectivement un deuxième – motif d'éléments sensibles disposé à distance de lecture de la piste intérieure 7 – respectivement de la piste extérieure 8 – pour former un signal représentatif de la position angulaire de l'anneau 5, 6 correspondant.
- [0031] En particulier, chaque motif 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.
- [0032] Les éléments sensibles peuvent être à base d'un matériau magnétorésistif dont la résistance varie en fonction du signal magnétique de la piste 7, 8 à détecter, par exemple de type AMR, TMR ou GMR, ou d'une sonde à effet Hall.
- [0033] Selon une réalisation, la position angulaire peut être déterminée de façon incrémentale au moyen du signal émis par une piste magnétique 7, 8. 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 5, 6.
- [0034] 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 1, 2 qui est fonction du couple appliqué.
- [0035] 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 5, 6 et des moyens de soustraction permettant de calculer la différence entre lesdites positions angulaires.
- [0036] Le capteur peut comprendre des moyens d'application d'un facteur d'interpolation f_i et f_e au signal délivré par respectivement le premier et le deuxième motif d'éléments sensibles, les moyens de comptage mesurant un nombre de fronts n_i et n_e dans chacun desdits signaux interpolés.
- [0037] En relation avec des pistes intérieure 7 et extérieure 8 comprenant respectivement N_{pp_i} et N_{pp_e} paires de pôles 9 Nord et Sud, les moyens de soustraction effectuent par exemple l'opération $N_{pp_e} \cdot f_e \cdot n_i - N_{pp_i} \cdot f_i \cdot n_e$ pour calculer la différence entre les positions

angulaires des anneaux 5, 6.

- [0038] En particulier, le capteur comprend des moyens d'application de facteurs d'interpolation tels que : $f_e/f_i = N_{pp_i}/N_{pp_e}$. Lorsque les pistes 7, 8 présentent le même nombre de paires de pôles 9 ($N_{pp_i} = N_{pp_e}$) et donc une largeur polaire différente d'une piste 7 par rapport à l'autre piste 8, le calcul peut être réalisé par simple soustraction des fronts n_i et n_e avec un même facteur d'interpolation ($f_i = f_e$).
- [0039] Selon une réalisation, les nombres N_{pp_i} et N_{pp_e} de paires de pôles 9 sont tels que les pôles 9 des pistes 7, 8 présentent une largeur polaire qui est identique, ce qui procure l'avantage de pouvoir utiliser des motifs d'éléments sensibles avec la même configuration et dans les mêmes conditions de fonctionnement. On peut ainsi compenser leurs erreurs relatives à une période magnétique, par exemple leur non-linéarité ou d'autres défauts intrinsèques communs.
- [0040] Le procédé de réalisation du codeur prévoit de fixer d'abord les anneaux 5, 6 sur le corps, puis d'aimanter chacune des pistes magnétiques 7, 8 de façon concentrique pour qu'elles présentent un axe de révolution commun P.
- [0041] Dans le mode de réalisation représenté, les anneaux 5, 6 sont fixés avant leur aimantation sur respectivement une bague 1, 2 du corps pour former respectivement la piste magnétique intérieure 7 et la piste magnétique extérieure 8 par aimantation ultérieure.
- [0042] De façon avantageuse, le procédé prévoit de fixer de façon concentrique les anneaux 5, 6 sur les bagues 1, 2 pour qu'ils présentent un axe de révolution commun avec l'axe géométrique de rotation R.
- [0043] La fixation préalable permet que les anneaux 5, 6 présentent la même excentration mécanique qui est induite par une éventuelle distance entre leur centre et l'axe géométrique de rotation R, et l'aimantation ultérieure des pistes permet d'obtenir une même excentration magnétique e entre leur axe de révolution commun P et l'axe géométrique de rotation R.
- [0044] Ainsi, les excentrations e étant les mêmes, leurs éventuels défauts n'affectent pas la précision de la détermination d'un couple par comparaison de la position angulaire de chacun des anneaux 5, 6, dans la mesure où l'erreur de position sera alors la même et pourra donc être éliminée par soustraction.
- [0045] Selon un mode de réalisation, les pistes 7, 8 sont aimantées au moyen d'un outil 10 qui présente deux couronnes d'aimantation de respectivement un anneau 5, 6 fixé sur le corps, les couronnes pouvant présenter avantageusement une géométrie analogue à la géométrie de respectivement un anneau 5, 6.
- [0046] Cette réalisation permet de pouvoir aimanter les pistes 7, 8 simultanément en respectant de façon simple leur concentricité dans la mesure où elle est imposée par la géométrie des couronnes d'aimantation.

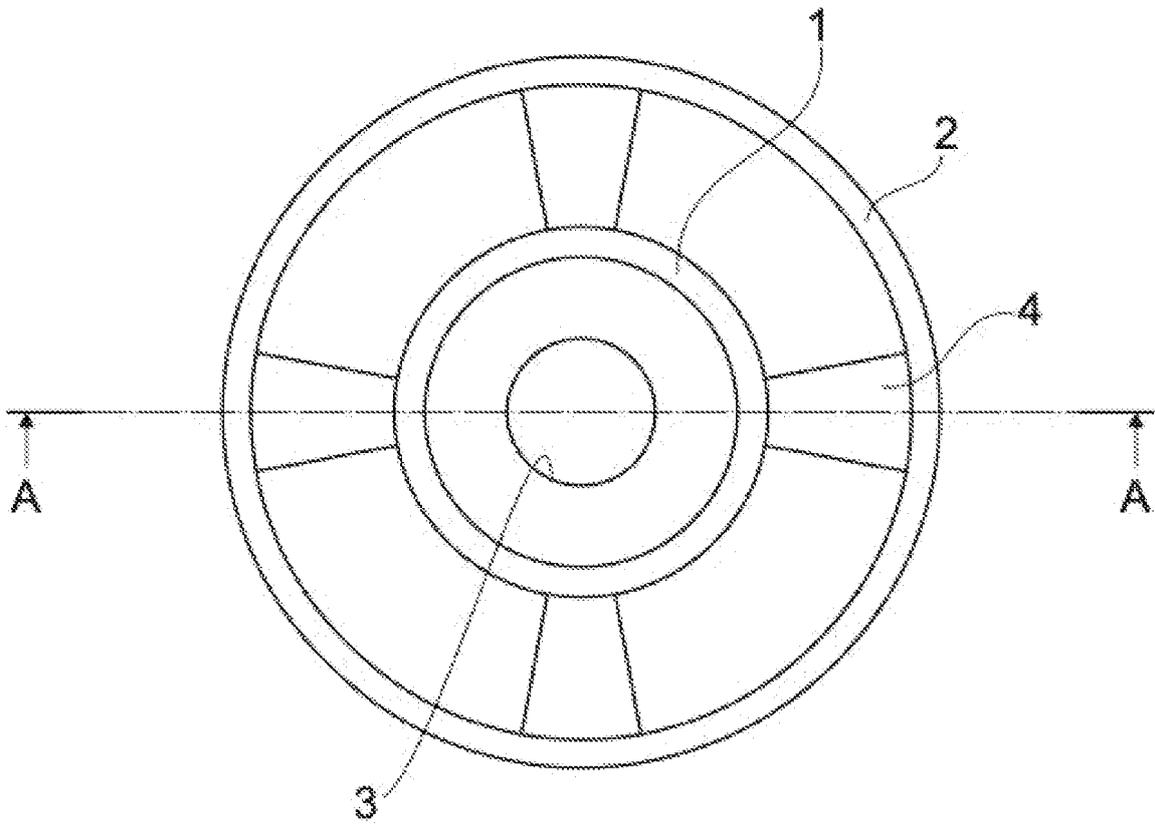
- [0047] L'aimantation peut est réalisée au moyen d'un outil 10 de sorte notamment à pouvoir aimanter les anneaux 5, 6 fixés sur les bagues 1, 2 avec leurs pistes magnétiques 7, 8 disposées dans un plan L, lesdites pistes pouvant comporter un nombre de paires de pôles 9 identique ou différent.
- [0048] Selon une autre réalisation, les pistes 7, 8 sont aimantées au moyen d'un outil 11, le corps et ledit outil étant montés en rotation relative selon l'axe de révolution commun P. En particulier, l'outil 11 peut être fixe et le corps monté en rotation par rapport audit outil.
- [0049] En relation avec les figures 3 et 4, le procédé prévoit un outil 11 d'aimantation d'un pôle 9, d'une paire de pôles 9 adjacents ou d'une succession angulaire de pôles 9, ledit outil et respectivement un anneau 5, 6 étant déplacés relativement pour être radialement en regard pour aimanter successivement les pôles 9 d'une piste 7, 8 par rotations successives relatives dudit outil par rapport audit anneau.

Revendications

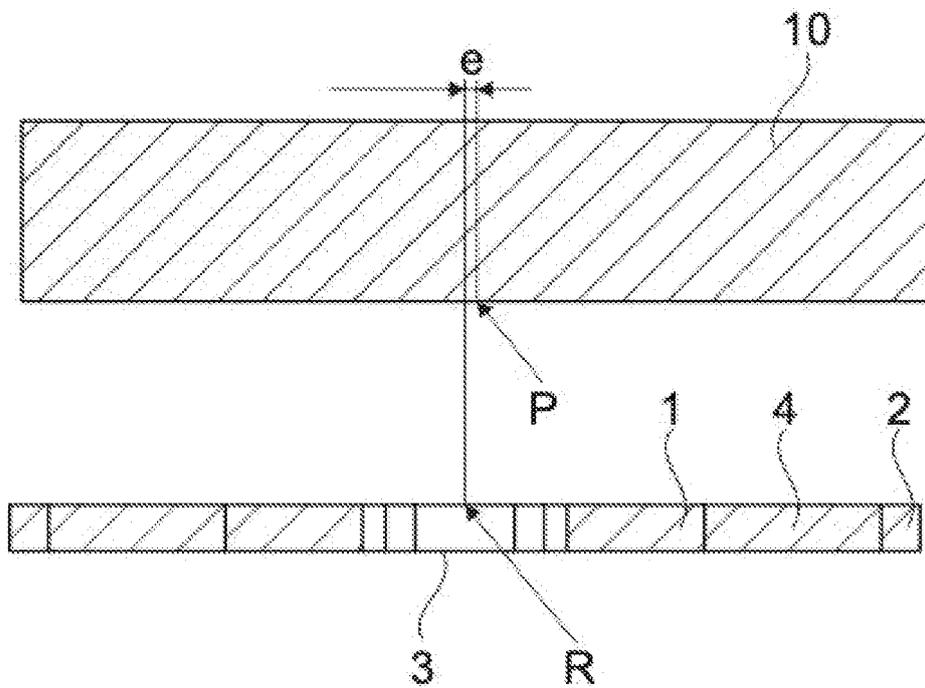
- [Revendication 1] Corps d'épreuve pour un système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants autour d'un axe géométrique de rotation (R), ledit corps d'épreuve présentant une bague intérieure (1) solidaire en rotation de moyens de montage dudit corps d'épreuve sur un organe, et une bague extérieure (2) s'étendant autour de la bague intérieure (1) en présentant des moyens de montage dudit corps d'épreuve sur l'autre organe, lesdites bagues étant reliées 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, ledit corps d'épreuve étant équipé de deux anneaux (5, 6) portant chacun une piste magnétique (7, 8) qui est apte à émettre un signal représentation du déplacement dudit anneau en rotation, lesdits anneaux (5, 6) étant fixés sur respectivement une bague (1, 2) et chacune des pistes magnétiques (7, 8) étant aimantées de façon concentrique pour qu'elles présentent un axe de révolution commun (P) de sorte que les anneaux (5, 6) forme respectivement une piste magnétique intérieure (7) et une piste magnétique extérieure (8) d'un codeur.
- [Revendication 2] Corps d'épreuve selon la revendication 1, caractérisé en ce que les anneaux (5, 6) présentent un axe de révolution commun avec l'axe géométrique de rotation (R).
- [Revendication 3] Corps d'épreuve selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les anneaux (5, 6) sont fixés sur le corps d'épreuve de sorte que leurs pistes (7, 8) soient disposées dans un plan (L).
- [Revendication 4] Corps d'épreuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les deux anneaux (5, 6) comprennent une matrice annulaire dans laquelle sont dispersées des particules magnétiques, lesdites particules étant aimantées pour former les pistes magnétiques (7, 8).
- [Revendication 5] Corps d'épreuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la structure déformable comprend au moins un bras radial (4) qui relie les bagues (1, 2).
- [Revendication 6] Corps d'épreuve selon l'une quelconque des revendications 1 ou 5, caractérisé en ce que les pistes intérieure (7) et extérieure (8) comprennent respectivement N_{pp_i} et N_{pp_e} paires de pôles (9) Nord et Sud pour former une piste magnétique multipolaire (7, 8).

- [Revendication 7] Corps d'épreuve selon la revendication 6, caractérisé en ce que les nombres N_{pp_i} et N_{pp_e} de paires de pôles (9) sont tels que les pôles (9) des pistes (7, 8) présentent une largeur polaire qui est identique.
- [Revendication 8] Système de détermination d'un couple appliqué entre deux organes tournants autour d'un axe géométrique de rotation (R), ledit système comprenant un corps d'épreuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 et un capteur comprenant un premier – respectivement un deuxième – motif d'éléments sensibles disposé à distance de lecture de la piste intérieure (7) – respectivement de la piste extérieure (8) – pour former un signal représentatif de la position angulaire de l'anneau (5, 6) correspondant, ledit système comprenant en outre un dispositif de comparaison des signaux délivrés par le capteur, ledit dispositif étant apte à déterminer un angle entre les bagues (1, 2) qui est fonction du couple appliqué.
- [Revendication 9] Système de détermination selon la revendication 8, caractérisé en ce que 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 (5, 6) et des moyens de soustraction permettant de calculer la différence entre lesdites positions angulaires.
- [Revendication 10] Système de détermination selon la revendication 8 lorsqu'elle dépend de la revendication 6, caractérisé en ce que le capteur comprend des moyens d'application d'un facteur d'interpolation f_i et f_e au signal délivré par respectivement le premier et le deuxième motif d'éléments sensibles, les moyens de comptage mesurant un nombre de fronts n_i et n_e dans chacun desdits signaux interpolés, les moyens de soustraction effectuant l'opération $N_{pp_e} \cdot f_e \cdot n_i - N_{pp_i} \cdot f_i \cdot n_e$ pour calculer la différence entre les positions angulaires des anneaux (5, 6).
- [Revendication 11] Système de détermination selon la revendication 10, caractérisé en ce que le capteur comprend des moyens d'application de facteurs d'interpolation tels que : $f_e/f_i = N_{pp_i}/N_{pp_e}$.

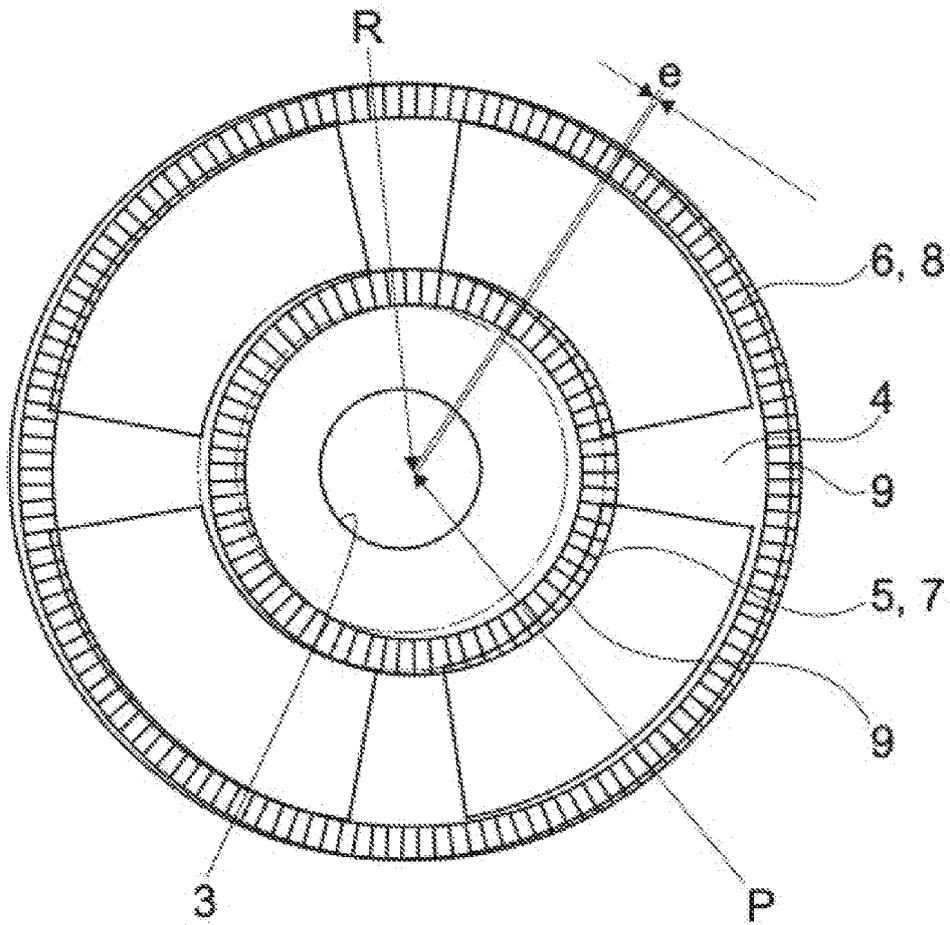
[Fig. 1]



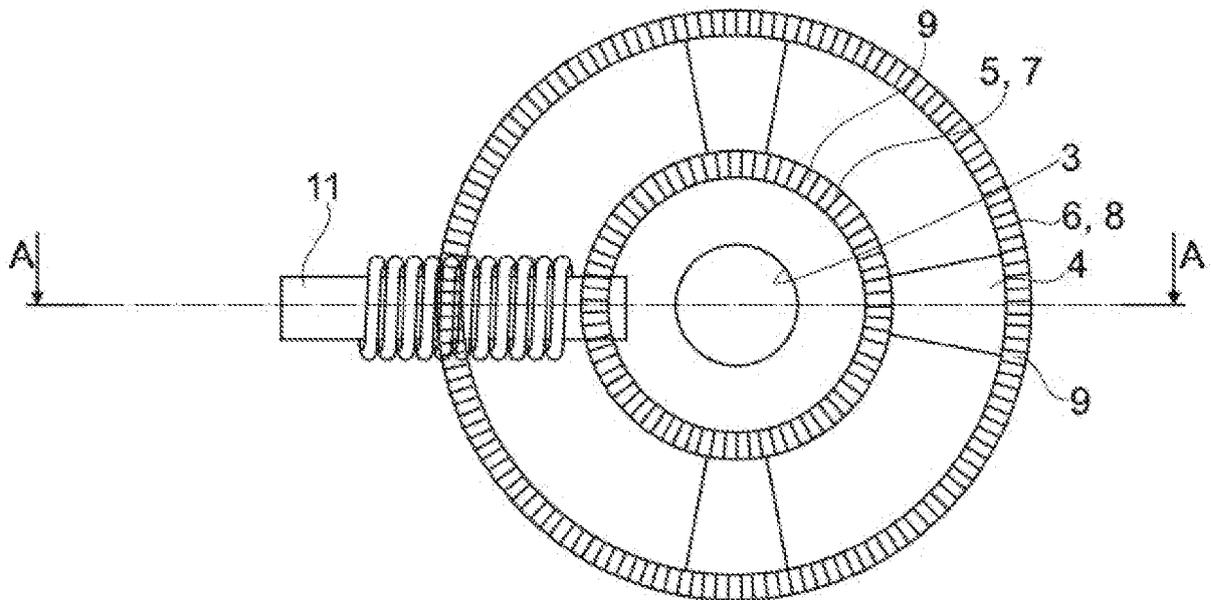
[Fig. 1a]



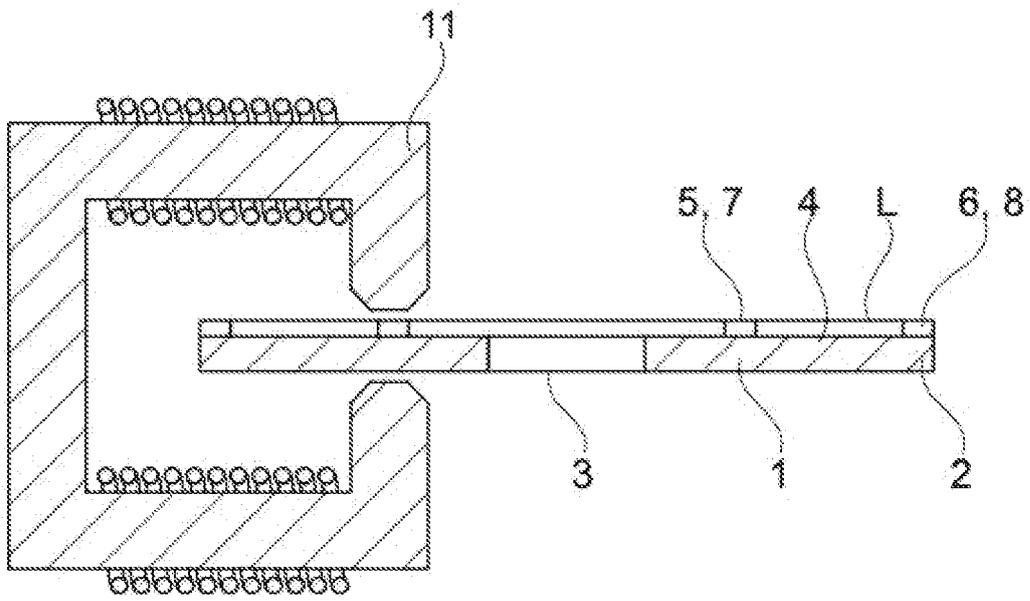
[Fig. 2]



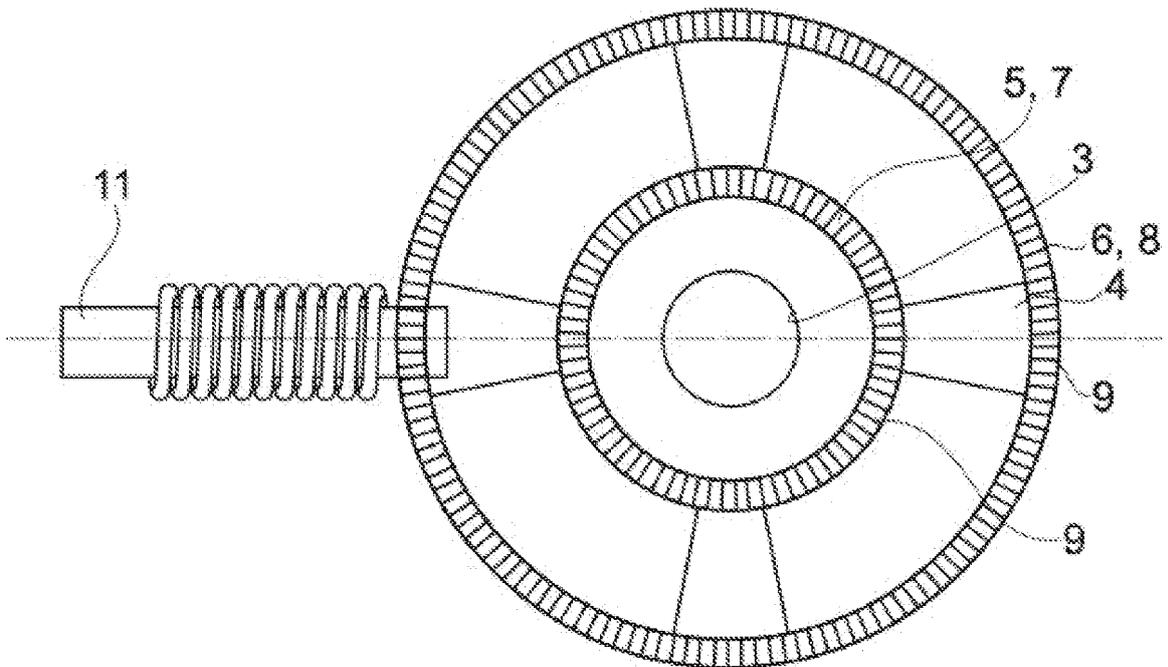
[Fig. 3]



[Fig. 3a]



[Fig. 4]



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**

EP 3 023 746 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD
[JP]) 25 mai 2016 (2016-05-25)

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

FR 2 774 469 A1 (ROULEMENTS SOC NOUVELLE
[FR]) 6 août 1999 (1999-08-06)

US 2004/045374 A1 (BOSSOLI JON W [US])
11 mars 2004 (2004-03-11)

EP 1 533 600 A1 (ROULEMENTS SOC NOUVELLE
[FR]) 25 mai 2005 (2005-05-25)

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

NEANT