

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

①① N° de publication : **3 097 605**

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

②① N° d'enregistrement national : **19 06595**

⑤① Int Cl⁸ : **F 16 D 65/14** (2019.01), F 16 D 55/228, F 16 D 121/
24, F 16 D 125/40

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Etrier de frein à double actionneur, frein à disque et procédé de freinage associés.

②② Date de dépôt : 19.06.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 25.12.20 Bulletin 20/52.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 11.06.21 Bulletin 21/23.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *FOUNDATION BRAKES FRANCE
Société par Actions Simplifiée à Associé Unique — FR.*

⑦② Inventeur(s) : BOURLON Philippe et HURWIC
Aleksander.

⑦③ Titulaire(s) : *FOUNDATION BRAKES FRANCE
Société par Actions Simplifiée à Associé Unique.*

⑦④ Mandataire(s) : IPAZ.

FR 3 097 605 - B1



Description

Titre de l'invention : « Etrier de frein à double actionneur, frein à disque et procédé de freinage associés »

[0001] L'invention se rapporte à un étrier de frein du type étrier fixe comprenant au moins un couple de pistons, qui sont disposés de part et d'autre du disque de frein. L'invention englobe plus généralement un dispositif d'actionnement d'au moins deux patins de freinage contre une piste de frottement respective et opposée d'un disque de frein d'un véhicule, le dispositif comprenant deux actionneurs, chaque actionneur étant respectivement disposé dans un piston dudit couple. L'invention se rapporte aussi à un dispositif et un procédé de freinage associés.

Etat de la technique

- [0002] Le domaine de l'invention concerne les étriers de frein dotés d'une motorisation électrique, et plus particulièrement les groupes motoréducteurs pour des usages embarqués dans des dispositifs de freinage de véhicules routiers, plus particulièrement des véhicules automobiles légers et utilitaires, et notamment à quatre roues.
- [0003] Dans de tels véhicules, les dispositifs de freinage réalisent trois fonctions de freinage : la fonction de frein de service, la fonction de frein de stationnement et la fonction de frein de secours.
- [0004] La fonction de frein de service consiste principalement à ralentir le véhicule et obtenir son arrêt. Dans la plupart des automobiles actuelles, le frein de service est assuré par des freins à tambour ou des freins à disque, ou à disques à l'avant du véhicule et à tambours à l'arrière à véhicule.
- [0005] La fonction de frein de stationnement consiste à maintenir un véhicule immobilisé de façon continue pendant de longues durées.
- [0006] La fonction de frein de secours consiste à ralentir un véhicule en mouvement de façon exceptionnelle, par exemple en cas de défaillance du circuit de commande du frein de service. Très souvent, ce fonctionnement est réalisé par le même mécanisme que le frein de stationnement, et le plus souvent uniquement sur les freins arrières.
- [0007] De manière classique, les dispositifs de freinage sont en général actionnés par
- [0008] – une pression hydraulique pour réaliser la fonction de frein de service, et
 - une traction d'un câble en général à l'aide d'un levier à cliquet pour réaliser la fonction de frein de stationnement.
- [0009] Depuis une dizaine d'années, il est devenu courant de prévoir un système motorisé voire automatisé de gestion du frein de stationnement, en commandant un actionneur électrique. L'actionneur électrique est souvent situé à l'extérieur du frein lui-même, et fonctionne par exemple en exerçant une traction sur un câble en lieu et place de la

commande manuelle. Une telle gestion extérieure présente différents inconvénients, par exemple complexité et coût de fabrication et de maintenance.

- [0010] Dans le même temps, il est recherché aussi de réaliser des freins à fonctionnement purement électrique, c'est à dire y compris la fonction de frein de service.
- [0011] Afin de gagner en compacité et de réduire le nombre de pièces, l'intégration complète des mécanismes d'actionnement, et plus particulièrement des groupes moto-réducteurs, dans le mécanisme de base du frein, c'est à dire la partie qui est directement située sur ou autour de la roue, est un axe de développement recherché depuis plusieurs années. Qu'il s'agisse de freins à disque ou de freins à tambour, la cinématique de ces mécanismes utilise un déplacement assez faible mais nécessite un effort de serrage assez important. Pour des raisons de compacité, les motorisations électriques sont souvent choisies à vitesse de rotation élevée, ce qui permet de limiter leur taille et leur poids pour une puissance donnée, mais cela oblige aussi à prévoir une très grande démultiplication pour fournir le couple nécessaire.
- [0012] Les freins à disque du type étrier flottant ou coulissant, présente un piston de frein d'un seul côté du disque, en général à actionnement hydraulique. Dans cette configuration, il est connu d'utiliser un système vis-écrou pour exercer un appui linéaire sur le patin, souvent par l'intermédiaire de ce même piston. Une telle configuration est par exemple décrite dans le document FR2999257.
- [0013] Il existe aussi des freins à disque d'une architecture différente, du type étrier fixe, comprenant des pistons répartis des deux côtés du disque. Ces étriers de type fixe offrent une plus grande puissance de freinage, et sont souvent utilisés sur des véhicules dit « de compétition », qui ne nécessitent pas de freinage de stationnement, ou des véhicules dit « sportifs » dont le dispositif de freinage comprend souvent un dispositif de frein de stationnement supplémentaire, distinct de l'étrier principal. Le dispositif de frein de stationnement est alors agencé pour réaliser uniquement la fonction de frein de stationnement.
- [0014] Pour réaliser une motorisation d'un tel étrier fixe, il est nécessaire que le déplacement des pistons et leur appui au freinage soit identique de part et d'autre du disque afin d'éviter la déformation dudit disque.
- [0015] En outre, et notamment en situation d'urgence, il est parfois nécessaire d'être en mesure d'actionner rapidement le dispositif de freinage. Le délai maximal autorisé, pour satisfaire les exigences de sécurité, entre la demande de freinage d'urgence et le moment où le dispositif de freinage est en mesure de délivrer l'effort utile, est typiquement de quelques dizaines de millisecondes.
- [0016] Un but de l'invention est de pallier les inconvénients de l'état de la technique, et en particulier de fournir un dispositif de freinage du type étrier fixe électrique à la fois fiable et performant, pour un freinage de stationnement et/ou un freinage de service.

[0017] Cet objectif est recherché conjointement avec des avantages en matière de grande réduction, un faible poids et encombrement, simplicité, coût de fabrication et d'entretien.

Présentation de l'invention

[0018] Selon un premier aspect, l'invention propose un étrier de frein d'un frein à disque, étrier du type fixe présentant deux branches en vis-à-vis, une branche intérieure et une branche extérieure, lesdites branches étant reliées l'une à l'autre de manière à chevaucher un disque de frein. Chaque branche comprend au moins un piston de freinage disposé axialement et agencé pour agir sur un patin de freinage, de manière à former au moins un couple de pistons de freinage comprenant un premier piston de freinage et un deuxième piston de freinage disposés en vis-à-vis et venant serrer ledit disque de frein dans une position dite active, par l'intermédiaire d'un premier patin de freinage et respectivement d'un deuxième patin de freinage.

[0019] Selon l'invention, l'étrier de frein comprend au moins un couple de deux actionneurs électriques, disposés chacun dans une branche de l'étrier. Chaque actionneur comprend un moteur électrique. Ledit couple de deux actionneurs comprend :

[0020] - un premier actionneur, dit actionneur de maintien, agencé pour déplacer en translation le premier piston de freinage, lequel appuie sur le premier patin de freinage au moyen d'un mécanisme de transmission mécanique irréversible, et

[0021] - un deuxième actionneur, dit actionneur principal, agencé pour déplacer en translation le deuxième piston de freinage, lequel appuie sur le deuxième patin de freinage.

[0022] L'invention permet de fournir un étrier de frein de type fixe et électrique assurant un freinage à la fois fiable et performant, pour un freinage de stationnement et/ou un freinage de service, tout en limitant son encombrement, son poids et ainsi son coût de fabrication, et en limitant la consommation d'énergie. L'étrier de frein proposé permet en outre de limiter le freinage résiduel en durée et/ou en intensité.

[0023] On entend par couple de piston de freinage, deux pistons de freinage pouvant, ou non, être identiques.

[0024] On entend par couple de deux actionneurs électriques, deux actionneurs électriques pouvant, ou non, être identiques, notamment en termes de puissance électrique d'une part et/ou de couple ou d'effort mécanique transmissible ou admissible d'autre part.

[0025] On entend par actionneur, un dispositif comprenant un moteur électrique, un mécanisme de transformation du mouvement de rotation en mouvement de translation, et un pouvant comprendre, ou non, un mécanisme de réduction, ou d'amplification, dit réducteur mécanique, entre le moteur électrique et le mécanisme de transformation du mouvement de rotation en mouvement de translation.

- [0026] On entend par position active du disque de frein, ou par la suite position active d'un patin de freinage, une position dite avancée dans laquelle la face de friction dudit patin est en appui contre la piste annulaire de frottement associée du disque de frein, de façon qu'un effort d'appui est exercé contre la piste annulaire de frottement associée du disque de frein. En outre, on entend par position inactive d'un patin de freinage, une position dite reculée prise par le patin lorsque le frein n'est pas actionné et dans laquelle ladite face de friction est espacée axialement de ladite piste annulaire de frottement associée du disque de frein, d'un jeu de fonctionnement déterminé.
- [0027] Pour la suite, on entend par position de contact d'un patin de freinage, ou position d'approche, une position dite intermédiaire dans laquelle la face de friction dudit patin est en pré-appui contre la piste annulaire de frottement associée du disque de frein, de façon qu'un effort de pré-appui est exercé contre la piste annulaire de frottement associée du disque de frein, l'effort de pré-appui étant inférieur à l'effort d'appui. L'effort de pré-appui est insuffisant pour réaliser un frottement optimal entre un patin de freinage et la piste annulaire associée du disque de frein. L'effort de pré-appui est insuffisant pour réaliser un freinage demandé.
- [0028] On entend par effort de serrage dit demandé, ou effort de serrage demandé, un effort entre les premier et deuxième patins de freinage, dans le cas d'un étrier de frein fixe coopérant avec deux patins de freinage actionnés par deux pistons, lorsque ceux-ci sont en position active, afin de réaliser un freinage demandé.
- [0029] On entend par freinage demandé, un ralentissement ou un maintien du véhicule à l'état immobilisé.
- [0030] On entend par direction axiale, notamment concernant un coulissement axial ou un appui axial, une direction parallèle à l'axe de rotation d'un disque de frein.
- [0031] Selon des perfectionnements optionnels de l'invention :
- [0032] – la puissance électrique maximale du moteur électrique du premier actionneur est inférieure à la puissance électrique maximale du moteur électrique du deuxième actionneur,
- la puissance électrique maximale du moteur électrique du premier actionneur est insuffisante pour assurer un effort de serrage demandé,
- la puissance électrique maximale du moteur électrique du premier actionneur est inférieure à la puissance maximale électrique qui serait nécessaire au premier actionneur pour fournir un effort d'appui égal à l'effort nominal du frein,
- le premier actionneur comprend uniquement un moteur électrique et un mécanisme de transmission mécanique irréversible,
- le premier actionneur est disposé dans la branche extérieure et le deuxième actionneur est disposé dans la branche intérieure,

- le premier actionneur est disposé en tout ou en majorité à l'intérieur d'un volume formé par l'intérieur du premier piston de freinage,
- le mécanisme de transmission mécanique irréversible est un mécanisme de transformation de mouvement de rotation en mouvement de translation irréversible,
- le mécanisme de transmission mécanique irréversible du premier actionneur est un premier mécanisme vis-écrou irréversible, de façon que le premier actionneur entraîne le premier piston de freinage par l'intermédiaire du premier mécanisme vis-écrou irréversible, disposé de façon coaxiale audit premier piston de freinage,
- le deuxième actionneur comprend un mécanisme de transformation de mouvement de rotation en mouvement de translation irréversible,
- le deuxième actionneur comprend un deuxième mécanisme vis-écrou irréversible, de façon que le deuxième actionneur entraîne le deuxième piston de freinage par l'intermédiaire du deuxième mécanisme vis-écrou irréversible, disposé de façon coaxiale audit deuxième piston de freinage,
- le deuxième actionneur comprend un moteur électrique, un réducteur mécanique et un deuxième mécanisme vis-écrou irréversible,
- le réducteur mécanique du deuxième actionneur est par exemple d'un type connu, comme décrit par exemple dans le document FR3031154.

[0033] Selon un deuxième aspect de l'invention, en particulier conforme au premier aspect, il est proposé un frein à disque comprenant un étrier de frein comprenant une ou plusieurs des précédentes caractéristiques.

[0034] Selon un troisième aspect de l'invention, il est proposé un véhicule ou un sous-ensemble de véhicule comprenant au moins un frein à disque conforme au deuxième aspect de l'invention.

[0035] Selon un quatrième aspect, l'invention a également pour objet un procédé d'actionnement de frein à disque destiné à ralentir un véhicule et/ou à maintenir un véhicule dans un état immobilisé, procédé au cours duquel il est mis en œuvre un étrier de frein, selon l'une quelconque des caractéristiques du premier aspect de l'invention, en réponse à une commande de freinage demandant un effort de serrage dit demandé, afin de réaliser le freinage ou l'immobilisation du véhicule.

[0036] Le procédé d'actionnement selon l'invention permet de réaliser un freinage demandé à la fois fiable et performant, pour un freinage de stationnement et/ou un freinage de service, tout en limitant la consommation d'énergie et les risques de déformation du disque de frein.

[0037] Selon un premier mode de réalisation, le procédé d'actionnement comprend les étapes suivantes :

- [0038] en une phase d'approche, commander le moteur électrique du premier actionneur, de manière à mettre en contact au moins le premier patin de freinage avec la piste de frottement du disque de frein avec un effort de pré-appui, qui est insuffisant pour réaliser l'effort de serrage demandé, puis
- [0039] en une phase de serrage :
- [0040] – commander le moteur électrique du deuxième actionneur de manière à exercer un appui du deuxième patin de freinage sur la piste de frottement du disque de frein avec un effort de serrage réalisant l'effort de serrage demandé, et
- commander le premier actionneur de manière à empêcher le premier patin de freinage de reculer et résister ainsi à l'effort de serrage du deuxième actionneur, par un effort formé en tout ou partie par un effort de réaction issu du mécanisme de transmission mécanique irréversible dudit premier actionneur,
- [0041] de manière à réaliser le freinage demandé.
- [0042] De préférence, le premier et le deuxième actionneurs sont commandés de façon à ce que le premier patin de freinage vienne en contact contre le disque de frein avant le deuxième patin de freinage. Par exemple, lors de la phase d'approche, le deuxième patin n'entre pas en contact avec la piste de frottement du disque de frein.
- [0043] Selon une particularité, le premier actionneur est commandé par désactivation. Selon une particularité, le premier actionneur est commandé par activation en maintenant un effort de pré-appui inférieur à l'effort de serrage demandé et inférieur à l'effort appliqué par le deuxième actionneur, par exemple pour maintenir en charge le mécanisme de transmission du premier actionneur. Ce maintien en charge peut aussi permettre de suppléer partiellement ou de compléter l'effort de réaction fourni par l'irréversibilité dudit mécanisme de transmission, par exemple pour éviter un desserrage en cas de vibration ou en cas d'insuffisance ou de défaut de l'irréversibilité.
- [0044] Selon une variante de réalisation, le procédé comprend les étapes suivantes :
- [0045] en une phase d'approche, pendant laquelle le deuxième patin de freinage n'est pas en contact avec le disque de frein, commander le moteur du premier actionneur de manière à mettre en contact le premier patin de freinage sur sa piste de frottement du disque de frein, avec un effort de pré-appui, insuffisant pour réaliser l'effort de serrage demandé, sans activer le deuxième actionneur, puis
- [0046] en une phase de serrage :
- [0047] – commander le moteur du deuxième actionneur de manière à approcher le deuxième patin de freinage, puis le mettre en appui sur la piste de frottement du disque de frein avec un effort de serrage réalisant l'effort de serrage demandé, et
- commander le moteur du premier actionneur de manière à empêcher le premier patin de freinage de reculer et résister ainsi à l'effort de serrage du

deuxième actionneur, par un effort formé en tout ou partie par un effort de réaction issu du mécanisme de transmission mécanique irréversible dudit premier actionneur,

[0048] de manière à réaliser le freinage demandé.

[0049] Selon un deuxième mode de réalisation, le procédé d'actionnement comprend les étapes suivantes :

[0050] en une phase d'approche, commander les moteurs électriques du premier actionneur et du deuxième actionneur de façon simultanée, de manière à mettre en contact les premier et deuxième patins de freinage avec la piste de frottement du disque de frein, chacun avec un effort de pré-appui, insuffisant pour réaliser l'effort de serrage demandé, puis :

[0051] en une phase de serrage :

- [0052] – commander le moteur électrique du deuxième actionneur de manière à exercer un appui du deuxième patin sur la piste de frottement du disque de frein avec un effort de serrage réalisant l'effort de serrage demandé, et
- commander le premier actionneur de manière à empêcher le premier patin de freinage de reculer et résister ainsi à l'effort de serrage du deuxième actionneur, par un effort formé en tout ou partie par un effort de réaction issu du mécanisme de transmission mécanique irréversible dudit premier actionneur,

[0053] de manière à réaliser le freinage demandé.

[0054] Selon le premier ou le deuxième mode de réalisation, le procédé d'actionnement est mis en œuvre pour réaliser un freinage de stationnement motorisé, au sein d'un étrier de frein qui est agencé pour être aussi utilisé en frein de service, notamment comme frein de service hydraulique.

Brève description des dessins

[0055] D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée d'un mode de mise en œuvre nullement limitatif, et des dessins annexés sur lesquels :

[0056] [fig.1] est une vue schématique en coupe longitudinale à l'axe d'un couple de pistons, d'un étrier de frein fixe selon un exemple de mode de réalisation ;

[0057] Les Fig.2 à Fig.6 sont des schémas qui illustrent un cycle de freinage et desserrage selon un premier exemple de mode de réalisation :

[0058] [fig.2] représente une position desserrée du disque de frein,

[0059] [fig.3] représente une phase d'approche des patins de freinage,

[0060] [fig.4] représente une phase de serrage,

[0061] [fig.5] représente une phase de desserrage,

[0062] [fig.6] représente une phase d'éloignement ;

[0063] Les Fig.7 à Fig.8 sont des schémas qui illustrent le processus de freinage selon un deuxième exemple de mode de réalisation :

[0064] [fig.7] représente une phase d'approche,

[0065] [fig.8] représente une phase de serrage ;

[0066] [fig.9] est un schéma qui illustre une variante de la phase de serrage, qui est applicable aux différents modes de réalisation.

Description détaillée de l'invention

[0067] La FIGURE 1 illustre un frein à disque 100 de véhicule automobile du type à étrier de frein fixe 36. De manière connue, le frein à disque comporte un disque de frein 101 qui est monté tournant autour d'un axe de rotation d'orientation axiale A. Le disque de frein est solidaire en rotation avec une roue du véhicule automobile.

[0068] Selon le mode de réalisation représenté, le frein à disque 100 comprend deux patins de freinage opposés, un deuxième patin de freinage 118 et un premier patin de freinage 119 (aussi appelés arrière et avant ou intérieur et extérieur ou encore côté châssis et côté roue), agencés pour translater axialement de part et d'autre du disque de frein 101. Chaque patin de freinage 118, 119 comprend une garniture de friction agencée et configurée pour entrer en contact et prendre appui contre une piste annulaire de frottement associée du disque de frein.

[0069] Le frein à disque 100 comprend un étrier de frein 36 comprenant deux branches en vis-à-vis destinées à enjambrer un secteur de disque de frein avec une branche de chaque côté du disque, une branche intérieure 40 dit branche arrière et une branche extérieure 42 dit branche avant. L'étrier 36 comporte une voûte 38 qui s'étend axialement en enjambant le disque de frein et relie les deux branches. Les deux branches intérieure 40 et extérieure 42 s'étendent radialement depuis les extrémités arrière et avant de la voûte 38 vers l'axe de rotation du disque de frein.

[0070] Chaque branche intérieure 40 ou extérieure 42 comprend un piston de freinage, un premier piston de freinage 52 et un deuxième piston de freinage 50, chacun monté coulissant et dont une face transversale d'appui est agencée en vis à vis de la plaque de support du patin de freinage 118, 119 respectif. Chaque piston de freinage est agencé pour coopérer avec son patin de freinage associé afin d'appliquer la garniture de patin contre une piste annulaire de frottement du disque de frein, par exemple mais non obligatoirement sous l'effet d'une pression hydraulique.

[0071] L'étrier de frein 36 comprend en outre un couple d'actionneurs électriques, chaque actionneur étant agencé pour actionner un piston de freinage. Selon le mode de réalisation représenté, l'étrier de frein comprend un couple de deux actionneurs électriques, disposés chacun dans une branche de l'étrier. Le couple d'actionneurs comprend un premier actionneur de maintien 62 et un deuxième actionneur principal

60. Le premier actionneur de maintien 62 est disposé dans la branche extérieure 42 et le deuxième actionneur principal 60 est disposé dans la branche intérieure 40 de l'étrier de frein.

[0072] Le deuxième actionneur principal 60 comprend un moteur électrique et un réducteur mécanique, dit motoréducteur 80 et un mécanisme de transformation de mouvement de rotation en mouvement de translation. Le réducteur mécanique comprend une succession de roues dentées. Selon l'exemple de mode de réalisation représenté, le mécanisme de transformation de mouvement de rotation en mouvement de translation est un mécanisme vis-écrou irréversible 70. Ledit mécanisme vis-écrou 70 est disposé de manière coaxiale dans un logement du deuxième piston de freinage 50. Le deuxième actionneur principal 60 est agencé pour déplacer en translation le deuxième piston de freinage 50, et appliquer le deuxième patin de freinage 118 contre une piste annulaire de frottement du disque de frein 101.

[0073] Le premier actionneur de maintien 62 comprend un moteur électrique 63 et un mécanisme de transformation de mouvement de rotation en mouvement de translation. Le mécanisme de transformation de mouvement de rotation en mouvement de translation est un mécanisme de transmission mécanique irréversible. Selon le mode de réalisation représenté, le mécanisme de transformation de mouvement de rotation en mouvement de translation du premier actionneur est un mécanisme vis-écrou irréversible 72. Ledit mécanisme vis-écrou 72 est disposé de manière coaxiale dans un logement du premier piston de freinage 52. Le premier actionneur de maintien 62 est agencé pour déplacer en translation le premier piston de freinage 52, et appliquer le premier patin de freinage 119 contre une piste annulaire de frottement du disque de frein 101.

[0074] La puissance électrique, maximale ou nominale, du moteur électrique 63 du premier actionneur 62 est inférieure à la puissance électrique, maximale ou nominale, du moteur électrique du deuxième actionneur 60. Le moteur électrique 63 du premier actionneur 62 peut présenter en outre un encombrement et/ou un poids inférieur(s) par rapport à l'encombrement et/ou au poids du moteur électrique du deuxième actionneur 60.

[0075] Le premier actionneur de maintien est agencé et configuré, par l'intermédiaire du moteur électrique du premier actionneur, pour appliquer peu d'effort contre le disque de frein, ou moins d'effort que le deuxième actionneur. Le premier actionneur de maintien est agencé et configuré, par l'intermédiaire du mécanisme vis-écrou 72 du premier actionneur, pour supporter l'effort, au moins l'effort d'appui dit principal exercé par le deuxième actionneur principal. Le premier actionneur 62 réalise un effort de réaction en réponse à l'effort d'appui du deuxième actionneur, de façon que l'effort de réaction soit équivalent à l'effort d'appui mais de sens opposé. Le couple de deux

actionneurs de puissance électrique différente permet de réaliser un effort de serrage demandé de manière à ralentir ou maintenir à l'état immobile un véhicule.

[0076] Il va maintenant être décrit un procédé d'actionnement du frein à disque comprenant l'étrier de frein décrit ci-dessus, destiné à ralentir un véhicule et/ou à maintenir un véhicule dans un état immobilisé. En réponse à une commande ou une consigne de freinage, l'étrier de frein est mis en œuvre pour exercer un effort de serrage dit demandé. Selon le nombre de frein à disque compris dans le véhicule, le procédé d'actionnement du ou des freins à disque permet de réaliser le freinage demandé. Pour la suite de la description, le procédé est décrit pour un seul frein à disque, ce dernier étant représenté de manière schématique sur les FIGURES 2 à 9.

[0077] Lors d'une opération de freinage, l'étrier de frein 36 est commandé pour réaliser le serrage des patins de freinage 118, 119, chacun monté coulissant selon une direction axiale, parallèle à l'axe de rotation du disque de frein, le long d'une course de fonctionnement entre deux positions principales :

- [0078] – une position inactive dans laquelle la garniture de friction du patin de freinage 118, 119 est écartée axialement par rapport à la face associée du disque de frein 101, d'un jeu déterminé de fonctionnement, voir FIGURE 2,
- une position active dans laquelle chaque piston de freinage 50, 52 sollicite axialement le patin de freinage 118, 119 vers le disque de frein 101 pour exercer un effort axial de serrage de la garniture de friction en appui contre la face en vis à vis du disque de frein, voir FIGURES 4, 8 et 9.

[0079] Selon un premier mode de réalisation et en référence aux FIGURES 2 à 4, le procédé d'actionnement, depuis une position inactive jusqu'à une position active, est séquencé en deux phases : une phase d'approche et une phase de serrage.

[0080] Lors d'une phase d'approche, au départ de laquelle les deux patins de freinage 118, 119 sont en position inactive (voir FIGURE 2), le moteur électrique 63 du premier actionneur 62 est commandé de manière à :

- [0081] – traduire le premier piston de freinage 52, et ainsi traduire le premier patin de freinage 119 vers le disque de frein 101, et
- en référence à la FIGURE 3, établir un contact du premier patin de freinage 119 avec la piste de frottement du disque de frein 101 avec un effort de pré-appui, qui est insuffisant pour réaliser l'effort de serrage demandé, représenté par la flèche F1.

[0082] Le premier patin de freinage 119 se situe, à la fin de la phase d'approche, dans une position de contact, une position intermédiaire entre une position inactive et une position active. Ce contact de pré-appui réalise par exemple un frottement de type résiduel pendant un très court instant. Le positionnement du premier patin de freinage 119 permet de préparer le premier actionneur 62 à réaliser l'effort de réaction en

réponse à l'effort d'appui de serrage du deuxième actionneur 60.

- [0083] Ensuite, lors de la phase de serrage, au départ de laquelle le premier patin de freinage 119 est dans une position intermédiaire de pré-appui et le deuxième patin de freinage 118 est (ou est resté) en position inactive (voir FIGURE 3), le deuxième actionneur 60 et le premier actionneur 62 sont commandés de façon que les patins de freinages 118 et 119 soient en position active, de manière à réaliser le freinage demandé.
- [0084] Le moteur électrique du deuxième actionneur 60 est commandé de manière à :
- [0085] – traduire le deuxième piston de freinage 50, et ainsi traduire le deuxième patin de freinage 118 vers le disque de frein 101, et
- en référence à la FIGURE 4, exercer un appui du deuxième patin de freinage 118 sur la piste de frottement du disque de frein 101 avec un effort de serrage réalisant l'effort de serrage demandé, représenté par la flèche F2.
- [0086] Le premier actionneur 62 est commandé de manière à empêcher le premier patin de freinage 119 de reculer et résister à l'effort de serrage du deuxième actionneur 60 par un effort de réaction formé en tout ou partie par un effort de réaction issu du mécanisme vis-écrou irréversible 72 du premier actionneur 62.
- [0087] De préférence, lors de la phase de serrage, les deux actionneurs 62, 60 sont commandés simultanément. Par exemple, les deux moteurs électriques peuvent en outre être commandés simultanément.
- [0088] Selon un second mode de réalisation décrit dans ses différences par rapport au premier mode de réalisation, et en référence aux FIGURES 7 et 8, le procédé d'actionnement prévoit, lors de la phase d'approche (voir FIGURE 7), de commander le premier actionneur 62 et le deuxième actionneur 60 de manière à :
- [0089] – traduire le premier piston de freinage 52, et ainsi traduire le premier patin de freinage 119 vers le disque de frein 101, de manière à exercer un effort de pré-appui, représenté par la flèche F1, et
- traduire le deuxième piston de freinage 50, et ainsi traduire le deuxième patin de freinage 118 vers le disque de frein 101, de manière à exercer un effort de pré-appui, représenté par la flèche F21, et de façon à ce que ledit deuxième patin de freinage 118 vienne en contact contre le disque de frein 101 après que le premier patin de freinage soit en position de contact avec le disque de frein 101.
- [0090] Ensuite, lors de la phase de serrage, au départ de laquelle les patins de freinage 118, 119 sont dans une position de contact, le deuxième actionneur 60 et le premier actionneur 62 sont commandés de façon que les patins de freinages 118 et 119 soient en position active de manière à réaliser le freinage demandé.
- [0091] En référence à la FIGURE 8, le moteur électrique du deuxième actionneur 60 est commandé de manière à exercer un appui du deuxième patin de freinage 118 sur la

piste de frottement du disque de frein 101 avec un effort de serrage réalisant l'effort de serrage demandé. L'effort de serrage est également représenté par une flèche F2.

- [0092] De préférence lors de la phase d'approche, selon le premier ou le deuxième mode de réalisation, le premier actionneur est commandé de manière à ce que l'effort de pré-appui est déterminé pour être admissible par la seule résistance du disque, tant que le deuxième patin de freinage n'est pas en contact avec le disque de frein. On entend par résistance du disque, la résistance à la flexion.
- [0093] Selon un troisième mode de réalisation décrit dans ses différences par rapport au premier mode de réalisation, et en référence à la FIGURE 9, le procédé d'actionnement prévoit, lors de la phase d'approche, de commander simultanément le premier actionneur 62 et le deuxième actionneur 60 de manière à :
- [0094] – traduire le premier piston de freinage 52, et ainsi traduire le premier patin de freinage 119 vers le disque de frein 101, et
 - traduire le deuxième piston de freinage 50, et ainsi traduire le deuxième patin de freinage 118 vers le disque de frein 101, de façon à ce que les deuxième 118 et premier 119 patins de freinage viennent simultanément en position de contact contre le disque de frein 101.
- [0095] Ensuite, lors de la phase de serrage, au départ de laquelle les patins de freinage 118, 119 sont dans une position de contact, le deuxième actionneur 60 et le premier actionneur 62 sont commandés de façon que les patins de freinages 118 et 119 soient en position active de manière à réaliser le freinage demandé.
- [0096] En référence à la FIGURE 9, le moteur électrique du deuxième actionneur 60 est commandé de manière à exercer un appui du deuxième patin de freinage 118 sur la piste de frottement du disque de frein 101 avec un effort de serrage réalisant l'effort de serrage demandé, représenté par la flèche F2. En outre, le moteur électrique du premier actionneur 62 est commandé de manière à exercer ou maintenir un pré-appui du premier patin de freinage 119 sur la piste de frottement du disque de frein 101 avec un effort de pré-appui, représenté par la flèche F1, de façon à assister l'effort de réaction du mécanisme de transmission mécanique irréversible.
- [0097] En référence aux FIGURES 5 et 6, à l'issue de l'opération de freinage, les deux actionneurs sont commandés de façon que les patins de freinages 118 et 119 soient en position inactive. Tout d'abord, en référence à la FIGURE 5, le deuxième actionneur principal 60 est commandé de façon à traduire le deuxième piston de freinage 50, et ainsi traduire le deuxième patin de freinage 118 vers une direction opposée à celle du disque de frein 101, voir la flèche F23. Puis en référence à la FIGURE 6, le premier actionneur 62 est commandé de façon à traduire le premier piston de freinage, et ainsi traduire le premier patin de freinage 119 vers une direction opposée à celle du disque de frein 101, voir la flèche F13.

[0098] Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

[Tableau 1] Nomenclature

- [0099] A direction axiale
36 étrier de frein
38 voûte
40 branche intérieure
42 branche extérieure
- [0100] 50 deuxième piston de freinage
52 premier piston de freinage
60 deuxième actionneur principal
62 premier actionneur de maintien
63 moteur électrique du premier actionneur de maintien
70 deuxième mécanisme vis-écrou irréversible
72 premier mécanisme vis-écrou irréversible, mécanisme de transmission mécanique
80 motoréducteur du deuxième actionneur principal
100 frein à disque
- [0101] 101 disque de frein
118 deuxième patin de freinage
119 premier patin de freinage

Revendications

- [Revendication 1] Etrier de frein (36) d'un frein à disque (100), étrier de frein du type fixe présentant deux branches en vis-à-vis, une branche intérieure (40) et une branche extérieure (42), lesdites branches étant reliées l'une à l'autre de manière à chevaucher un disque de frein (101), chaque branche (40, 42) comprenant au moins un piston de freinage disposé axialement et agencé pour agir sur un patin de freinage, de manière à former au moins un couple de pistons de freinage comprenant un premier piston de freinage (52) et un deuxième piston de freinage (50) disposés en vis-à-vis et venant serrer ledit disque de frein (101) dans une position dite active par l'intermédiaire d'un premier patin de freinage (119) et respectivement d'un deuxième patin de freinage (118), **caractérisé en ce que** l'étrier de frein (36) comprend au moins un couple de deux actionneurs électriques, disposés chacun dans une branche de l'étrier, chaque actionneur comprenant un moteur électrique, ledit couple de deux actionneurs comprenant :
- un premier actionneur (62), dit actionneur de maintien, agencé pour déplacer en translation le premier piston de freinage (52), lequel appuie sur le premier patin de freinage (119) au moyen d'un mécanisme de transmission mécanique irréversible, et
 - un deuxième actionneur (60), dit actionneur principal, agencé pour déplacer en translation le deuxième piston de freinage (50), lequel appuie sur le deuxième patin de freinage (118).
- [Revendication 2] Etrier de frein (36) selon la revendication 1, caractérisé en que la puissance électrique maximale du moteur électrique du premier actionneur (62) est inférieure à la puissance électrique maximale du moteur électrique du deuxième actionneur (60).
- [Revendication 3] Etrier de frein (36) selon la revendication 2, caractérisé en que le premier actionneur (62) est disposé dans la branche extérieure (42) et le deuxième actionneur (60) est disposé dans la branche intérieure (40).
- [Revendication 4] Etrier de frein (36) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le premier actionneur (62) est disposé en tout ou en majorité à l'intérieur d'un volume formé par l'intérieur du premier piston de freinage (52).
- [Revendication 5] Etrier de frein (36) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le mécanisme de transmission mécanique irréversible

du premier actionneur (62) est un premier mécanisme vis-écrou irréversible (72), de façon que le premier actionneur (62) entraîne le premier piston de freinage (52) par l'intermédiaire du premier mécanisme vis-écrou irréversible (72), disposé de façon coaxiale audit premier piston de freinage (52).

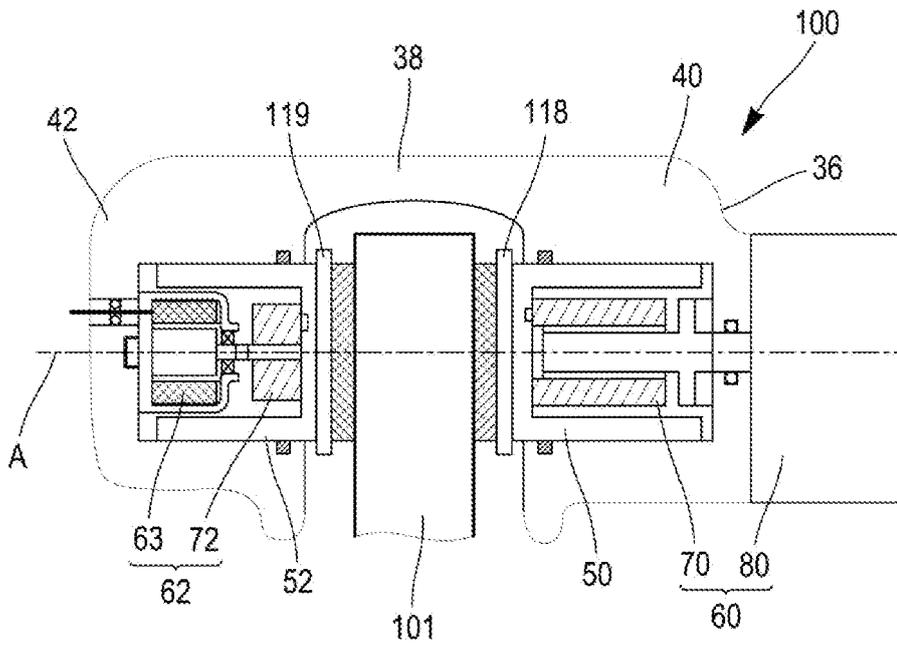
- [Revendication 6] Etrier de frein (36) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le deuxième actionneur (60) comprend un deuxième mécanisme vis-écrou irréversible (70), de façon que le deuxième actionneur (60) entraîne le deuxième piston de freinage (50) par l'intermédiaire du deuxième mécanisme vis-écrou irréversible (70), disposé de façon coaxiale audit deuxième piston de freinage (50).
- [Revendication 7] Frein à disque (100) comprenant un étrier de frein (36) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
- [Revendication 8] Véhicule ou sous-ensemble de véhicule comprenant au moins un frein à disque (100) selon la revendication précédente.
- [Revendication 9] Procédé d'actionnement d'un frein à disque (100) destiné à ralentir un véhicule et/ou à maintenir un véhicule dans un état immobilisé, caractérisé en ce qu'il comprend une mise en œuvre d'un étrier de frein (36) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 en réponse à une commande de freinage demandant un effort de serrage dit demandé.
- [Revendication 10] Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- en une phase d'approche, commander le moteur électrique du premier actionneur (62), de manière à mettre en contact au moins le premier patin de freinage (119) avec la piste de frottement du disque de frein (101) avec un effort de pré-appui, qui est insuffisant pour réaliser l'effort de serrage demandé, puis :
- en une phase de serrage :
- commander le moteur électrique du deuxième actionneur (60) de manière à exercer un appui du deuxième patin de freinage (118) sur la piste de frottement du disque de frein (101) avec un effort de serrage réalisant l'effort de serrage demandé, et
 - commander le premier actionneur (62) de manière à empêcher le premier patin de freinage (119) de reculer et résister ainsi à l'effort de serrage du deuxième actionneur (60), par un effort formé en tout ou partie par un effort de réaction issu du mécanisme de transmission mécanique irréversible dudit premier actionneur (62), de manière à réaliser le freinage demandé.

- [Revendication 11] Procédé selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que le premier (62) et le deuxième (60) actionneurs sont commandés de façon à ce que le premier patin de freinage (119) vienne en contact contre le disque de frein (101) avant le deuxième patin de freinage (118).
- [Revendication 12] Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- en une phase d'approche, pendant laquelle le deuxième patin de freinage (118) n'est pas en contact avec le disque de frein (101), commander le moteur électrique du premier actionneur (62) de manière à mettre en contact le premier patin de freinage (119) sur sa piste de frottement du disque de frein (101), avec un effort de pré-appui, insuffisant pour réaliser l'effort de serrage demandé, sans activer le deuxième actionneur (60) puis :
- en une phase de serrage :
- commander le moteur électrique du deuxième actionneur (60) de manière à approcher le deuxième patin de freinage (118), puis le mettre en appui sur la piste de frottement du disque de frein (101) avec un effort de serrage réalisant l'effort de serrage demandé, et
 - commander le moteur électrique du premier actionneur (62) de manière à empêcher le premier patin de freinage (119) de reculer et résister ainsi à l'effort de serrage du deuxième actionneur (60), par un effort formé en tout ou partie par un effort de réaction issu du mécanisme de transmission mécanique irréversible dudit premier actionneur (62),
- de manière à réaliser le freinage demandé.
- [Revendication 13] Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- en une phase d'approche, commander les moteurs électriques du premier actionneur (62) et du deuxième actionneur (60) de façon simultanée, de manière à mettre en contact les premier (119) et deuxième (118) patins de freinage avec la piste de frottement du disque de frein (101), chacun avec un effort de pré-appui, insuffisant pour réaliser l'effort de serrage demandé, puis :
- en une phase de serrage :
- commander le moteur électrique du deuxième actionneur (60) de manière à exercer un appui du deuxième patin de freinage (118) sur la piste de frottement du disque de frein (101) avec un effort de serrage réalisant l'effort de serrage demandé, et

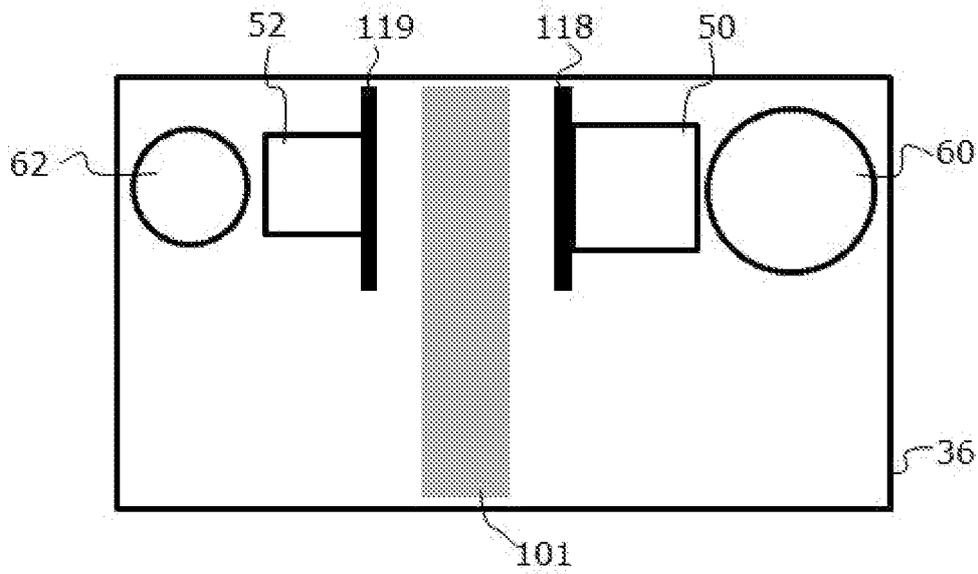
- commander le premier actionneur (62) de manière à empêcher le premier patin de freinage (119) de reculer et résister ainsi à l'effort de serrage du deuxième actionneur (60), par un effort formé en tout ou partie par un effort de réaction issu du mécanisme de transmission mécanique irréversible dudit premier actionneur (62), de manière à réaliser le freinage demandé.

[Revendication 14] Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre pour réaliser un freinage de stationnement motorisé, au sein d'un étrier de frein (36) qui est agencé pour être aussi utilisé en frein de service, notamment comme frein de service hydraulique.

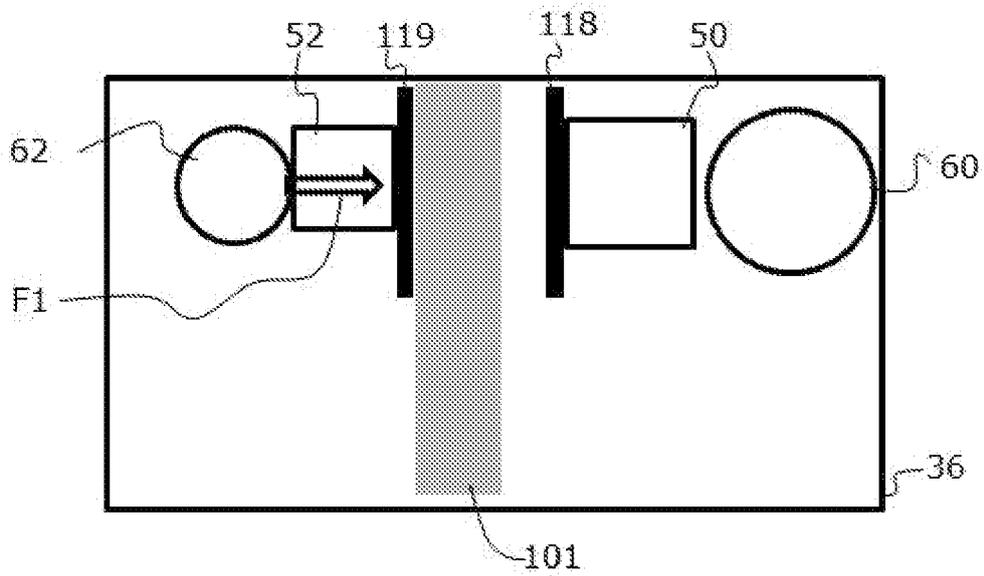
[Fig. 1]



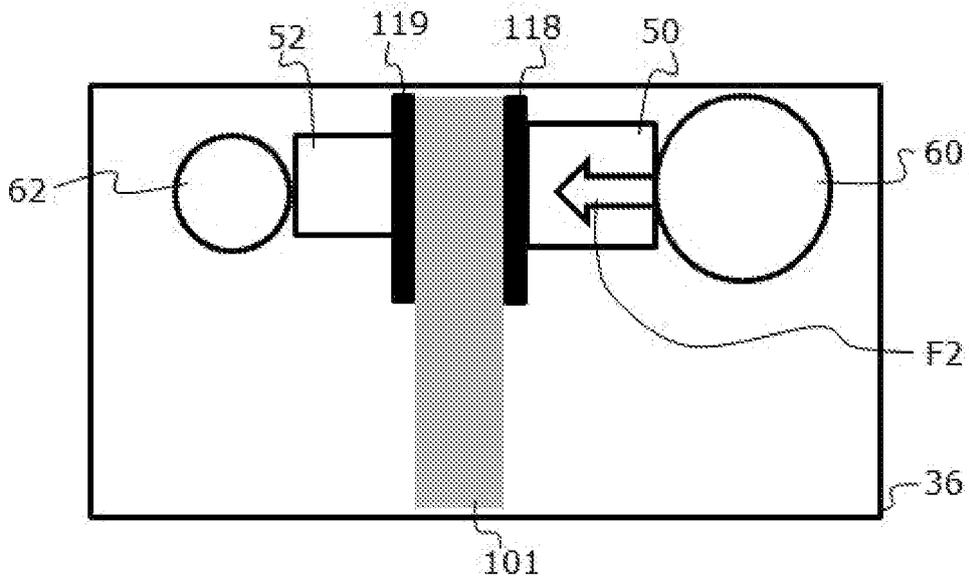
[Fig. 2]



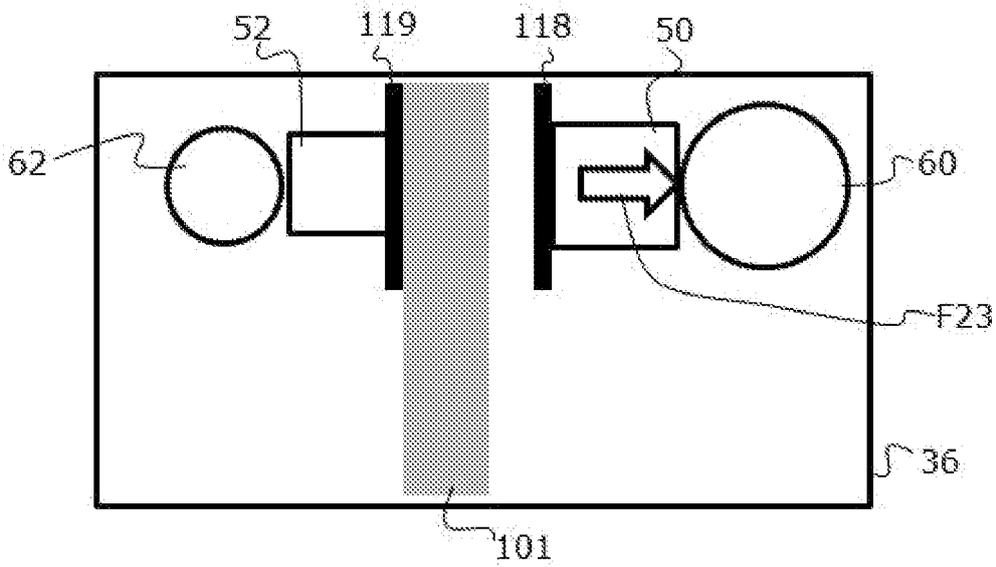
[Fig. 3]



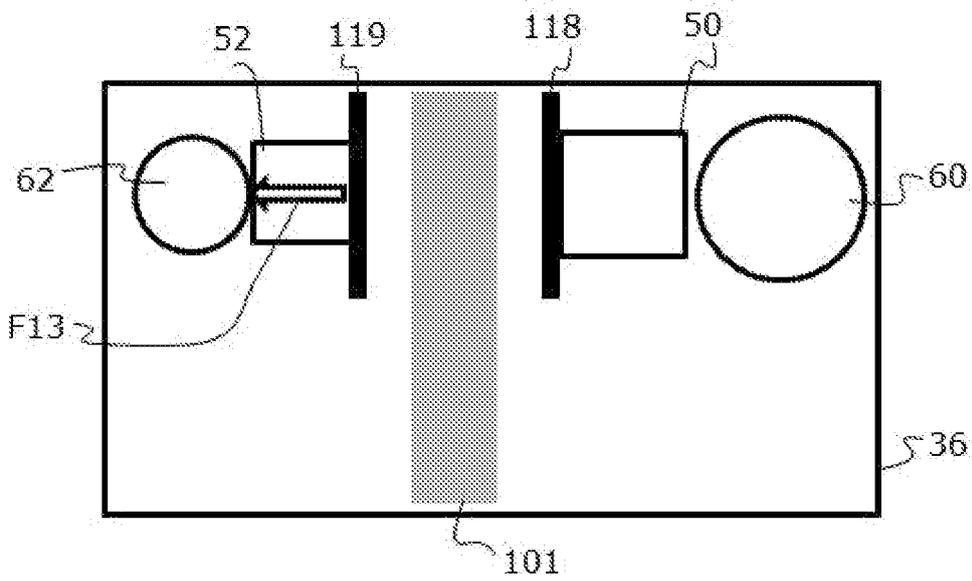
[Fig. 4]



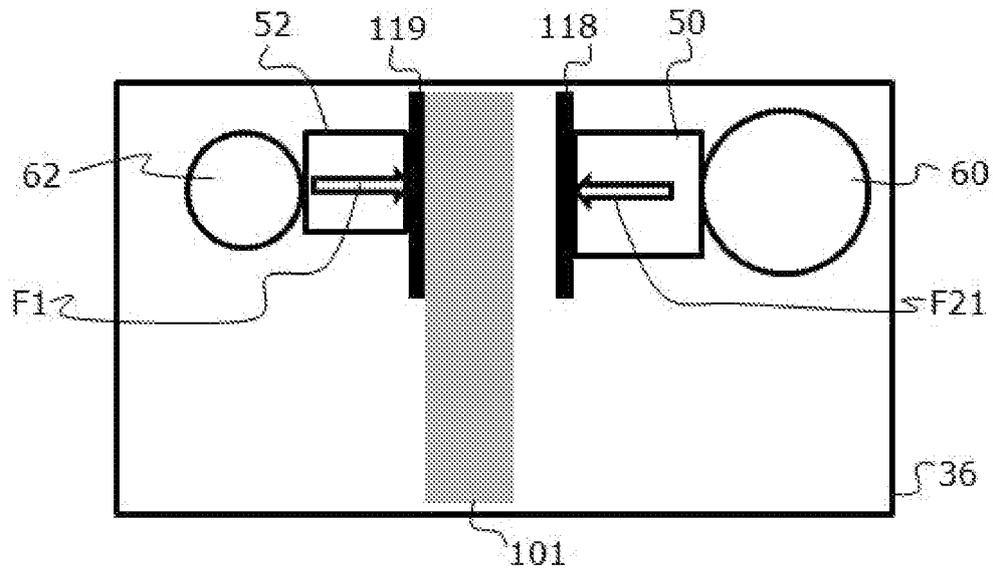
[Fig. 5]



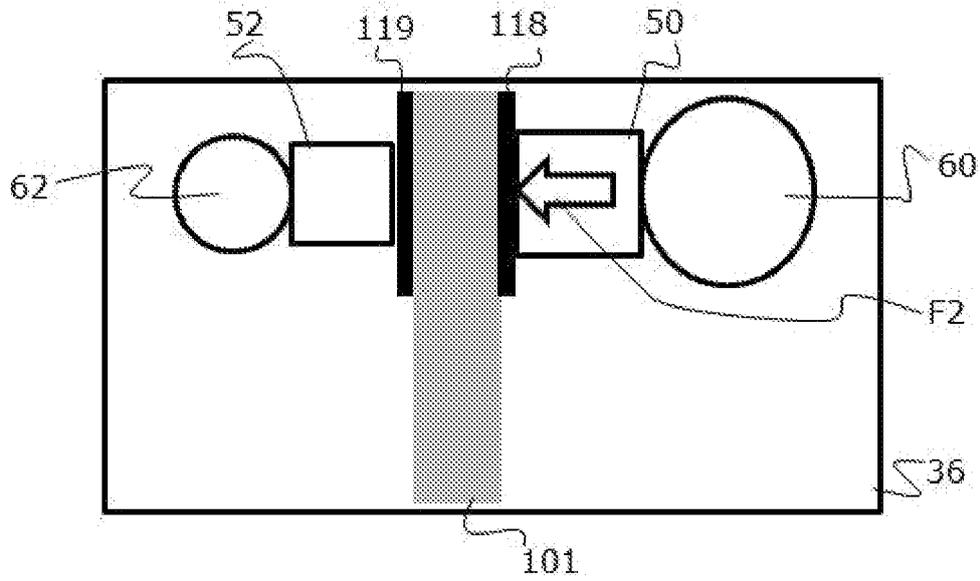
[Fig. 6]



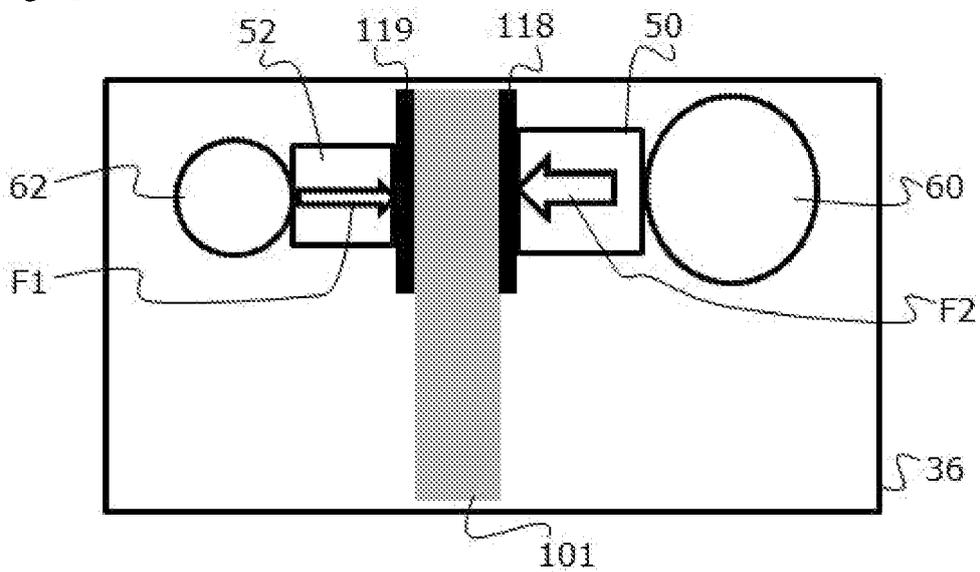
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



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**

NEANT

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

EP 2 878 849 A2 (AKEBONO BRAKE IND [JP])
3 juin 2015 (2015-06-03)

WO 2017/114645 A1 (CHASSIS BRAKES INT BV
[NL]) 6 juillet 2017 (2017-07-06)

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

NEANT