

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
27 mars 2025 (27.03.2025)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/062011 A1

(51) Classification internationale des brevets :

H02K 7/116 (2006.01) **H02K 49/04** (2006.01)
B60L 7/28 (2006.01) **H02K 49/10** (2006.01)
H02K 21/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2024/076536

(22) Date de dépôt international :

20 septembre 2024 (20.09.2024)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2310032 22 septembre 2023 (22.09.2023) FR

(71) Déposant : **SAFRAN LANDING SYSTEMS** [FR/FR] ; 7
rue Général Valérie André Inovel Parc Sud, 78140 VELI-
ZY-VILLACOUBLAY (FR).

(72) Inventeurs : **LADEIRA BOECHAT LEMOS, Thiago** ;
SAFRAN, c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle,
Rond-point René Ravaud, Réau, 77550 MOISSY-CRA-
MAYEL (FR). **SANTER, Lucas Fernand Jean-Marie** ;
SAFRAN, c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle,

Rond-point René Ravaud, Réau, 77550 MOISSY-CRA-
MAYEL (FR). **KLIM, Graeme Peter Arthur** ; SAFRAN,
c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-point
René Ravaud, Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).
ELLIS, Andrew Michael ; SAFRAN, c/o Centre d'Excel-
lence Propriété Intellectuelle, Rond-point René Ravaud, Ré-
au, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **SCHMIDT, Ro-
bert Kyle** ; SAFRAN, c/o Centre d'Excellence Proprié-
té Intellectuelle, Rond-point René Ravaud, Réau, 77550
MOISSY-CRAMAYEL (FR).

(74) Mandataire : **CABINET BOETTCHER** ; 5 rue de
Vienne, 75008 PARIS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: WHEEL WITH MAGNETIC BRAKING DEVICE; AIRCRAFT LANDING GEAR AND AIRCRAFT PROVIDED WITH SUCH A WHEEL

(54) Titre : ROUE A DISPOSITIF DE FREINAGE MAGNETIQUE; ATERRISSEUR D'AERONEF ET AERONEF EQUIPES D'UNE TELLE ROUE

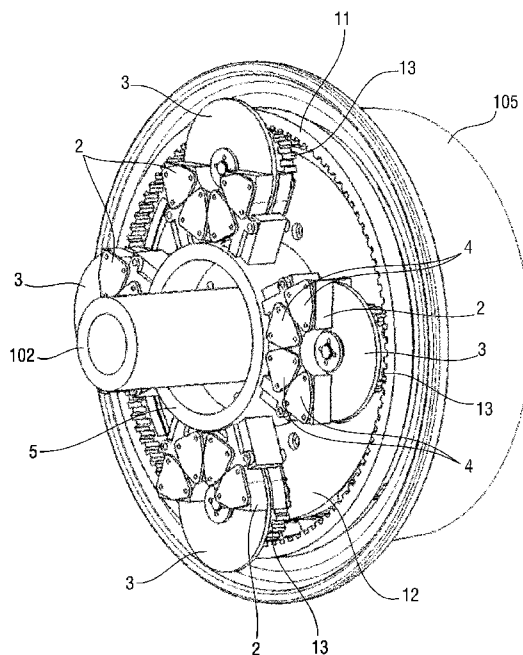


Fig. 8

(57) Abstract: The invention relates to a wheel comprising an eddy current magnetic braking device, the device comprising at least one stator and at least one rotor, and magnets secured to one of these in order to produce a magnetic flux therebetween that is capable of inducing eddy currents in the other when the wheel rotates. According to the invention, the rotor is rotatably connected to the wheel via a transmission mechanism of the wheel. The invention also relates to a landing gear and an aircraft comprising such a wheel.

(57) Abrégé : Roue, comportant un dispositif de freinage magnétique à courant de Foucault, le dispositif comprenant au moins un stator et au moins un rotor, et des aimants solidaires de l'un de ceux-ci pour produire entre ceux-ci un flux magnétique susceptible d'engendrer des courants de Foucault dans l'autre de ceux-ci lorsque la roue tourne. Selon l'invention, le rotor est lié en rotation à la roue par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission de la roue. Atterrisseur et aéronef comportant une telle roue.

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

- (84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

**ROUE A DISPOSITIF DE FREINAGE MAGNETIQUE ; ATTERRISEUR
D'AERONEF ET AERONEF EQUIPES D'UNE TELLE ROUE**

La présente invention concerne le domaine du freinage des
5 roues de véhicules telles que les roues d'aéronefs.

La présente invention concerne une roue portant un dispositif de freinage magnétique ainsi qu'un atterrisseur d'aéronef et un aéronef équipés d'une telle roue.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

10 Une roue d'aéronef comprend généralement une jante ceinturée d'un pneumatique et reliée par un voile à un moyeu monté pour tourner sur un arbre (essieu ou fusée) support de roue.

Il est connu des dispositifs de freinage par friction comprenant une pile de disques de freinage qui est logée dans
15 un espace annulaire s'étendant entre la jante et le moyeu et qui comprend une alternance de disques rotoriques liés en rotation avec la roue et de disques statoriques fixes par rapport à l'arbre support de roue. Le dispositif de
20 freinage comprend également des actionneurs hydrauliques ou électromécaniques montés sur un porte-actionneurs et agencés pour appliquer un effort de presse sur la pile de disques de manière à engendrer un couple de freinage pour freiner la rotation de la roue.

25 Sont en outre connus des dispositifs de freinage magnétique à courant de Foucault (dénommé « Eddy current » en anglais) utilisés pour le freinage de roues de véhicules et plus particulièrement de roues d'aéronef.

Le document FR-A-3122405 décrit un tel dispositif comprenant un rotor lié en rotation à la roue, deux stators qui encadrent le rotor et qui sont liés en rotation à l'arbre support de roue et libres en translation par rapport audit arbre, des aimants pour produire un flux magnétique axial entre les stators et le rotor, et des actionneurs linéaires
35 pour déplacer axialement les stators entre une position de

freinage maximal dans laquelle les stators sont rapprochés du rotor et une position de libre rotation de la roue dans laquelle les stators sont éloignés du rotor.

5 Toutefois, même dans la position de freinage maximal, la performance du dispositif de freinage magnétique à courant de Foucault dépend de la vitesse du rotor par rapport au stator et passe par un pic pour une vitesse prédéterminée en fonction de l'agencement du dispositif et notamment des matériaux employés. D'une manière générale, la performance
10 du dispositif de freinage magnétique à courant de Foucault n'est pas satisfaisante dans le cas où l'aéronef portant ledit dispositif roule à faible vitesse.

Au surplus, d'une manière générale encore, les performances d'un dispositif de freinage magnétique à courant de Foucault dépendent de la puissance des aimants utilisés et de
15 leurs dimensions. Or, la masse et l'encombrement sont des contraintes sévères et donc non compatibles avec une application aéronautique.

OBJET DE L'INVENTION

20 L'invention a notamment pour but de proposer une roue freinée remédiant au moins en partie aux inconvénients précités.

RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, on prévoit une roue, destinée à être supportée
25 par un arbre, la roue comportant un dispositif de freinage magnétique à courant de Foucault, le dispositif comprenant au moins un stator et au moins un rotor, et des aimants solidaires de l'un de ceux-ci pour produire entre ceux-ci un flux magnétique susceptible d'engendrer des courants de
30 Foucault dans l'autre de ceux-ci lorsque la roue tourne. Selon l'invention, le rotor est lié en rotation à la roue par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission de mouvement.

Ainsi, pour une vitesse de rotation donnée de la roue, le

mécanisme de transmission permet, via un rapport de transmission adapté, de faire tourner le rotor dans une plage de vitesses autorisant une meilleure performance du dispositif de freinage. La présence du mécanisme de transmission et la possibilité d'en choisir le rapport de transmission laissent plus de liberté au concepteur du dispositif de freinage dans l'agencement du dispositif de freinage, les matériaux choisis, la puissance des aimants sélectionnés, les courants d'alimentation des électroaimants...

Selon un premier mode de réalisation, ledit mécanisme est agencé pour que le rotor ait une vitesse de rotation supérieure à une vitesse de rotation de la roue.

Le mécanisme de transmission est alors un multiplicateur ayant un rapport de transmission supérieur à 1.

Par exemple grâce au mécanisme de transmission, le rotor demeure à une vitesse de rotation supérieure à celle de la roue.

Ceci permet par exemple au dispositif de freinage magnétique de pouvoir être employé à plus faible vitesse de rotation de la roue qu'avec les dispositifs de l'art antérieur.

Le mécanisme de transmission a par exemple un effet multiplicateur pour la transmission du couple de freinage du rotor vers la roue.

Selon un deuxième mode de réalisation, ledit mécanisme est agencé pour que le rotor ait une vitesse de rotation inférieure à une vitesse de rotation de la roue.

Le mécanisme de transmission est alors un réducteur avec un rapport de transmission inférieur à 1.

Par exemple, dans le cas où la vitesse de rotation de la roue lors d'un atterrissage d'aéronef est supérieure à la vitesse de performance maximale du dispositif de freinage, l'utilisation d'un mécanisme de transmission réduisant la vitesse du rotor par rapport à la vitesse de la roue permet

au dispositif de freinage d'être plus efficace dès le début du freinage.

Par exemple, dans le cas où le rotor porte les aimants du dispositif de freinage magnétique, la force centrifuge entraîne des sollicitations mécaniques importantes sur la fixation des aimants au rotor. La diminution de la vitesse de rotation du rotor permet une moindre sollicitation de la fixation des aimants par la force centrifuge.

Le dispositif de freinage magnétique s'avère ainsi plus performant tout en conservant un encombrement et une masse standards pour ce type de dispositif, et sans qu'il ne soit complexifié.

Optionnellement, le mécanisme de transmission comprend une couronne à denture interne agencée pour être solidaire du rotor coaxialement à celui-ci, un porte-satellites agencé pour être solidaire de la jante coaxialement à celle-ci et qui porte des satellites engrenant avec la couronne à denture interne, et un planétaire central à denture externe engrenant avec les satellites et portant le rotor.

Optionnellement, le mécanisme de transmission comprend une couronne à denture interne agencée pour être solidaire de la jante coaxialement à celle-ci, un porte-satellites qui est destiné à être solidaire de l'arbre, le porte-satellites portant des satellites engrenant avec la couronne à denture interne, et un planétaire central à denture externe engrenant avec les satellites et portant le rotor.

Optionnellement le mécanisme de transmission comprend une couronne à denture interne, un porte-satellites qui est destiné à être solidaire de l'arbre, le porte-satellites portant des satellites engrenant avec la couronne à denture interne, le rotor étant porté par l'un des satellites.

Optionnellement, le dispositif de freinage magnétique comporte plusieurs rotors portés chacun par l'un des satellites.

Optionnellement, le dispositif comporte autant de stators

que de rotors, chaque stator étant monté à niveau de l'un des rotors coaxialement à celui-ci.

Optionnellement, la couronne à denture interne est agencée pour être solidaire de la jante coaxialement à celle-ci.

5 Optionnellement le au moins un rotor tourne autour d'un axe de rotation qui est parallèle et décalé d'un axe de rotation de la roue.

Optionnellement, le au moins un rotor comprend au moins une face s'étendant en vis-à-vis d'une face du stator, la
10 face dans laquelle des courants de Foucault sont générés étant de plus petites dimensions que la face en vis-à-vis. Optionnellement, le rotor et le stator sont conformés de sorte que des courants de Foucault ne soient générés que dans un segment angulaire seulement du stator ou rotor.

15 Optionnellement, l'un du rotor et du stator est un disque et l'autre du rotor et du stator est une couronne divisée en au moins deux secteurs de couronne mobiles radialement entre une première position dans laquelle chaque secteur de couronne a au moins une face en regard d'une face du
20 disque pour établir le flux magnétique axial et une deuxième position dans laquelle ladite au moins une face du secteur de couronne est décalée radialement par rapport à la face du disque pour interrompre le flux magnétique axial, le dispositif comprenant au moins un actionneur re-
25 lié aux secteurs de couronne pour déplacer les secteurs de couronne entre leurs deux positions.

Optionnellement, la roue comporte une jante et un moyeu reliés par un voile en définissant un espace annulaire, le dispositif de freinage étant placé devant une entrée de
30 l'espace annulaire, la couronne étant destiné à être solidaire de l'arbre.

Optionnellement, le rotor et le stator sont agencés de sorte que le flux magnétique susceptible d'engendrer des courants de Foucault est un flux axial.

35 L'invention concerne également un atterrisseur comprenant

une jambe ayant une extrémité portant l'arbre sur lequel est monté le moyeu d'une roue telle que précitée.

L'invention concerne un aéronef comprenant au moins un atterrisseur tel que précité.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation particuliers et non limitatifs de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

10 Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

[Fig. 1] la figure 1 est une vue schématique partielle de face d'un aéronef équipé d'atterrisseurs selon l'invention ;

15 [Fig. 2] la figure 2 est une vue schématique partielle d'une roue selon un premier mode de réalisation de l'invention, en demi-coupe axiale ;

[Fig. 3] la figure 3 est une vue de face d'une partie d'un mécanisme de transmission de la roue illustrée à la figure
20 2 ;

[Fig. 4] la figure 4 est une vue de face d'une autre partie du mécanisme de transmission de la roue illustrée à la figure 2 ;

[Fig. 5] la figure 5 est une vue schématique partielle
25 d'une roue selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, en demi-coupe axiale, les secteurs de couronne étant dans leur deuxième position ou position de rotation libre de la roue ;

[Fig. 6] la figure 6 est une vue schématique en perspective
30 de la roue représentée à la figure 5, les secteurs de couronne étant dans leur deuxième position ;

[Fig. 7] la figure 7 est une vue schématique en perspective
35 de la roue représentée à la figure 5, les secteurs de couronne étant dans leur première position ou position de freinage maximal ;

[Fig.8] la figure 8 est une vue schématique en perspective d'une roue selon un troisième mode de réalisation de l'invention, ;

5 [Fig. 9] la figure 9 est une vue schématique partielle de la roue illustrée à la figure 8, en demi-coupe axiale ;

[Fig. 10] la figure 10 est une vue schématique en perspective d'une roue selon un quatrième mode de réalisation de l'invention ;

10 [Fig. 11] la figure 11 est une vue schématique partielle de la roue selon un cinquième mode de réalisation de l'invention, en demi-coupe axiale ;

[Fig. 12] la figure 12 est une vue schématique partielle de la roue selon un sixième mode de réalisation de l'invention, en demi-coupe axiale.

15 DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

La figure 1 représente un aéronef 100 comportant des atterrisseurs 101.

20 Au moins un des atterrisseurs 101 comporte une jambe ayant une extrémité pourvue ici de deux arbres 102 coaxiaux sur chacun desquels est montée pour pivoter au moins une roue 103, chaque arbre 102 ayant un axe central définissant un axe X de rotation de la roue 103 qu'il porte.

25 Au moins une des roues 103 comporte de façon connue en soi un moyeu 104 monté pour pivoter sur l'arbre 102 et une jante 105 reliée au moyeu 104 par un voile 106. La jante 105 et le moyeu 104 définissent entre eux un espace annulaire 107 ayant une extrémité fermée par le voile 106 et une extrémité ouverte vers l'extérieur de la roue 103 formant une entrée de l'espace annulaire 107. La jante 105
30 est ceinturée par un pneumatique non représenté reçu entre deux lèvres 108 de la jante 105.

Selon l'invention, au moins une des roues est équipée d'un dispositif de freinage magnétique généralement désigné en 1.

35 Le dispositif de freinage magnétique 1 s'étend par exemple

devant l'entrée de l'espace annulaire 107, à l'extérieur de celui-ci.

En référence aux figures 2 à 4, un premier mode de réalisation va être à présent décrit.

5 Le dispositif de freinage magnétique 1 comprend un élément fixe, ou stator 2, et un élément mobile, ou rotor 3.

Le stator 2 est la partie du dispositif liée en rotation à l'arbre 102 ou à la jambe de l'atterrisseur 101, ici par l'intermédiaire d'un tube de torsion 5.

10 Le tube de torsion 5 comprend un corps 5.1 engagé sur une collerette externe 102' de l'arbre 102, et une collerette interne 5.2 qui est fixée (par exemple par des vis) à la collerette 102'.

De préférence, le stator 2 est monté sur le tube de torsion 15 5 de sorte à pouvoir également coulisser axialement (i.e. parallèlement à l'axe X) le long dudit tube de torsion 5 et donc le long de l'arbre 102 ou de la jambe de l'atterrisseur 101.

Le dispositif de freinage magnétique 1 comprend alors au 20 moins un actionneur 6 relié au stator. Par exemple l'actionneur 6 est lié en rotation à l'arbre 102 ou à la jambe de l'atterrisseur 101.

L'actionneur est optionnellement relié au stator 2 par l'intermédiaire d'une platine 7. Plus précisément ici, le 25 corps de chaque actionneur 6 reçoit à coulissement un piston qui est mobile en translation selon une direction axiale et qui possède un tronçon d'extrémité libre sur lequel est fixée la platine 7 : ainsi, par l'intermédiaire de la platine 7, le stator 2 peut coulisser relativement à 30 l'arbre 102 (ou la jambe de l'atterrisseur) et ainsi se rapprocher ou s'éloigner de la roue 103.

Dès lors, le stator 2 est déplaçable entre une position de freinage maximal dans laquelle le stator 2 est rapproché du rotor 3 et une position de libre rotation de la roue 35 103 dans laquelle le stator 2 est éloigné du rotor 3.

Par ailleurs, le stator 2 a de préférence une forme de couronne coaxiale à la roue 103 et à l'arbre 102.

Le stator 2 comprend par exemple un support amagnétique pourvu d'une pluralité d'aimants 4 présentant des faces
5 libres (à l'opposé de celles portées par le support). Les aimants 4 sont par exemple des aimants permanents.

Les aimants 4 engendrent des champs magnétiques pour produire un flux magnétique en direction du rotor 3 se trouvant en face, c'est-à-dire un flux magnétique axial paral-
10 lèle à l'axe X.

Le rotor 3 est en matériau électriquement conducteur. Le rotor 3 est par exemple en matériau métallique et par exemple en cuivre, en aluminium, en argent, en nickel

Dans le cas présent, le rotor 3 a une forme de disque
15 annulaire coaxial à la roue 103 et à l'arbre 102.

Le dispositif de freinage magnétique comporte un mécanisme de transmission de mouvement 10 par l'intermédiaire duquel le rotor 3 est lié en rotation à la roue 103. Le mécanisme de transmission 10 est ici un multiplicateur tel que le
20 rotor 3 a, en service, une vitesse de rotation supérieure à une vitesse de rotation de la roue 103.

Le mécanisme de transmission 10 est ici de type épicycloïdal.

Le mécanisme de transmission 10 comprend ainsi une couronne
25 à denture interne 11 (visible sur la figure 3) agencée pour être solidaire du rotor 3 coaxialement à celui-ci. La couronne à denture interne 11 porte ainsi le rotor 3 afin qu'il soit en regard du stator 2 coaxialement au stator 2. Le mécanisme de transmission 10 comprend également un
30 porte-satellites 12 et des satellites 13, portés par le porte-satellites 12 et engrenant avec la couronne à denture interne 11. Le porte-satellites 12 est solidaire de la jante 105 coaxialement à celle-ci.

Le mécanisme de transmission 10 comporte également un pla-
35 nétaire central 14 à denture externe, illustré à la figure

4, engrenant avec les satellites 13.

Le planétaire central 14 fait partie ici du tube de torsion 5. Le planétaire central 14 forme ainsi intérieurement au moins une partie du corps 5.1.

5 Le planétaire central 14 est ainsi solidaire en rotation de l'arbre 102 et coaxial audit arbre 102.

Par ailleurs, le planétaire central 14 présente extérieurement un premier tronçon 14.1 pourvu d'une denture externe pour l'engendrement avec les satellites 13.

10 Le planétaire central 14 comporte extérieurement par exemple un deuxième tronçon 14.2, successif au premier et coaxial au premier, le deuxième tronçon 14.2 présentant un diamètre externe plus important que le premier tronçon 14.1.

15 Le rotor 3 est donc lié en rotation à la roue 103 par l'intermédiaire de la jante 105 et du mécanisme de transmission 10.

Le rotor 3 tourne sur lui-même autour de son axe central par rapport au stator 2 qui lui fait face : pendant ce
20 déplacement du rotor 3 selon une direction circonférentielle par rapport au stator 2, une face principale du rotor 3 reste parallèle à une face principale du stator 2 (et donc aux faces libres des aimants).

L'actionneur 6 déplace le stator 2 selon une direction
25 axiale de la roue 103 entre :

- une première position, ou position de freinage maximal de la roue 103, dans laquelle le stator 2 est rapproché du rotor 3, et ;
- une deuxième position, ou position de rotation libre
30 de la roue 103, dans laquelle le stator 2 est écarté du rotor 3.

Lorsque le stator 2 est dans la position de freinage maximal, le champ magnétique des aimants 4 produit un flux magnétique suffisant pour engendrer des courants de Foucault dans le rotor 3 lorsque le rotor 3 pivote en face
35

des aimants 4.

Grâce au mécanisme de transmission 10, le rotor 3 demeure à une vitesse de rotation supérieure à celle de la roue 103 ce qui permet au dispositif de freinage magnétique 1

5 de pouvoir être employé à plus faible vitesse de rotation de la roue 103 que dans l'art antérieur.

Le dispositif de freinage magnétique 1 s'avère ainsi plus performant.

On comprend que pour provoquer le freinage, l'actionneur 6

10 est piloté pour amener le stator 2 dans la première position et que, pour interrompre le freinage, l'actionneur 6 est piloté pour amener le stator 2 dans la deuxième position, position dans laquelle les aimants 4 ne permettent pas d'engendrer dans le rotor 3 des courants de Foucault

15 suffisants pour provoquer le freinage du rotor 3.

Le circuit de commande de l'actionneur 6 comprend de manière classique une unité électronique de commande de freinage (non représentée ici) qui reçoit en entrée un signal de commande provenant d'un instrument manipulé par le pilote de l'aéronef 100 et émet des signaux de commande à

20 une unité de commande d'actionneurs qui produit, à partir du signal de commande, un signal de puissance transmis à l'actionneur 6 pour modifier la distance séparant axialement le stator 2 du rotor 3 en fonction de l'effort de freinage requis par le pilote. La modification de l'entrefer entre le stator 2 et le rotor 3 par l'actionneur 6 va

25 augmenter ou diminuer le couple de freinage et donc la vitesse de l'aéronef 100. La modification de l'entrefer par l'actionneur 6 joue sur le flux magnétique transmis au

30 rotor 3 par les aimants 4.

D'autres variantes sont envisageables dans le cadre de l'invention.

En référence aux figures 5 à 7, un deuxième mode de réalisation va être à présent décrit.

35 Contrairement au premier mode de réalisation, dans lequel

le stator 2 et le rotor 3 pouvaient être rapprochés ou éloignés l'un de l'autre selon une direction axiale, dans le deuxième mode de réalisation, le stator 2 et le rotor 3 peuvent être déplacés l'un par rapport à l'autre selon une direction radiale.

A cet effet, le stator 2 est divisé en quatre secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D, identiques les uns aux autres, s'étendant selon un angle de 90°. Chaque secteur de couronne 2A, 2B, 2C, 2D a une section transversale (selon un plan contenant l'axe X) en U avec deux branches se faisant face. Chaque branche comprend de préférence un support amagnétique pourvu d'une pluralité d'aimants 4, par exemple des aimants permanents, ayant des faces libres (à l'opposé de la branche qui les porte) et engendrant des champs magnétiques pour produire un flux magnétique en direction de la branche se trouvant en face, c'est-à-dire un flux magnétique axial parallèle à l'axe X. Les deux branches de chaque secteur de couronne 2A, 2B, 2C, 2D, ainsi pourvues d'aimants 4, délimitent entre elles une rainure dont les flancs sont formés par des faces 2.1, 2.2 formées au moins par les faces libres des aimants 4.

Dans ce deuxième mode de réalisation, le tube de torsion 5 comprend un corps 5.1 engagé sur une collerette externe 102' de l'arbre 102, une collerette interne 5.2 qui est fixée (par exemple par des vis) à la collerette 102', et une collerette externe 5.3 portant des actionneurs 6 ici hydrauliques.

Dans ce deuxième mode de réalisation, les actionneurs 6 sont au nombre de huit disposés en paires à 90° les uns des autres et chaque secteur de couronne 2A, 2B, 2C, 2D est relié aux deux actionneurs 6 d'une des paires. Les actionneurs 6 de chaque paire sont disposés en opposition aux actionneurs 6 de la paire d'actionneurs qui se trouve à 180° par rapport à eux. Les actionneurs 6 peuvent avoir un corps fixé sur la collerette externe 5.3 du tube de

torsion 5 mais ont ici un corps 6.1 en une seule pièce avec la collerette externe 5.3 du tube de torsion 5. Le corps 6.1 de chaque actionneur 6 reçoit à coulissement un piston 6.2 qui est mobile en translation selon une direction radiale et qui possède un tronçon d'extrémité libre sur laquelle est fixée une des branches d'un des secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D de sorte que chaque secteur de couronne 2A, 2B, 2C, 2D est porté et guidé par les deux actionneurs 6 d'une même paire d'actionneurs.

10 Le rotor 3 a toujours une forme de disque annulaire coaxial à la roue 103 et à l'arbre 102.

Le rotor 3 est toujours lié en rotation à la jante 105 de la roue 103 par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission 10 agencé pour que le rotor 3 ait une vitesse supérieure à une vitesse de rotation de la roue 103.

15 Dans ce deuxième mode de réalisation, la couronne à denture interne 11 est agencée pour être solidaire de la jante coaxialement à celle-ci, le porte-satellites 12 est solidaire du tube de torsion 5 et le planétaire central 14 à denture externe porte le rotor 3 et est solidaire dudit rotor 3. Le planétaire central 14 est ainsi monté pour pivoter sur une portée du porte-satellites 12 et/ou du tube de torsion 5.

20 Le rotor 3 est donc ici porté par le planétaire central 14 pour être coaxial à l'arbre 102 et être entouré par les secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D.

Le rotor 3 a deux faces 3.1, 3.2, principales et opposées l'une à l'autre, entre lesquelles s'étend parallèlement un plan médian confondu avec un plan médian de la rainure s'étendant parallèlement et à mi-chemin entre les faces 2.1, 2.2. Les faces 3.1, 3.2 sont parallèles aux faces 2.1, 2.2.

30 Le rotor 3 est donc lié en rotation à la roue 103, ici à la jante 105 de la roue 103 par l'intermédiaire du planétaire central 14, et tourne sur lui-même autour de son axe

central par rapport aux secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D qui l'entourent : pendant ce déplacement du rotor 3 selon une direction circonférentielle par rapport aux secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D, les faces principales 3.1, 3.2 restent parallèles aux faces principales 2.1, 2.2. Les actionneurs 6 déplacent les secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D selon une direction radiale de la roue 103 entre :

- une première position, ou position de freinage maximal de la roue 103, dans laquelle les secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D du stator 2 sont rapprochés du rotor 3, les secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D chevauchant un pourtour externe du rotor 3, de sorte que les faces 2.1, 2.2 du stator 2 s'étendent en regard des faces 3.1, 3.2 du rotor 3 en étant séparées de celles-ci par un premier entrefer prédéterminé et ;
- une deuxième position, ou position de rotation libre de la roue 103, dans laquelle les secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D du stator 2 sont écartés du rotor 3, les secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D étant dégagés du pourtour externe du rotor 3, de sorte que les faces 2.1, 2.2 du stator 2 sont décalées radialement vers l'extérieur par rapport aux faces 3.1, 3.2 du rotor 3 et sont séparées des faces 3.1, 3.2 par un deuxième entrefer prédéterminé supérieur au premier entrefer prédéterminé.

Lorsque les secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D sont dans la position de freinage maximal, le rotor 3 a des portions disposées entre les branches des secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D et a ses faces 3.1, 3.2 opposées faisant face aux faces 2.1, 2.2 du stator 2 respectivement.

Lorsque les secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D sont dans la position de freinage maximal, le champ magnétique des aimants 4 produit un flux magnétique suffisant pour engendrer des courants de Foucault dans le rotor 3 lorsque le

rotor 3 pivote en face des aimants 4.

Le rotor 3 a une épaisseur telle qu'un effet de peau (autrement appelé effet pelliculaire ou effet Kelvin) soit engendré depuis chaque face 3.1, 3.2 du rotor 3 sur plus
5 de la moitié de l'épaisseur du rotor 3 au moins sur une plage de vitesses relatives possibles du rotor 3 par rapport aux secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D. Les courants de Foucault engendrés depuis les deux faces 3.1, 3.2 vont alors circuler dans la partie centrale du rotor 3, ce qui
10 va augmenter le couple de freinage. On obtient ainsi dans la partie centrale une « superposition des effets de peau » produit depuis chaque face 3.1, 3.2, l'épaisseur du rotor 3 étant suffisamment faible pour obtenir cette superposition tout en satisfaisant les contraintes thermiques et
15 mécaniques. Dans un exemple, cette superposition donne environ 60% de performance en plus.

On notera que la branche de chaque secteur angulaire disposée du côté de la face 3.2 assure une fonction d'écran thermique empêchant que la chaleur engendrée dans le rotor
20 3 par les courants de Foucault ne soit transmise à la jante 105 et au pneumatique qu'elle porte.

Les actionneurs 6 sont commandés de manière connue en elle-même pour déplacer de manière synchronisée les secteurs de couronne 2A, 2B, 2C, 2D entre leurs deux positions.

25 Mis à part les éléments développés ci-dessus, tout ce qui a été dit pour le premier mode de réalisation est également applicable pour le deuxième mode de réalisation.

En référence aux figures 8 à 9, un troisième mode de réalisation va être à présent décrit.

30 Contrairement au premier mode de réalisation, dans lequel l'ensemble du rotor 3 était soumis au flux magnétique du stator 2, dans le troisième mode de réalisation, une partie seulement du rotor 3 est soumis au flux magnétique du stator 2.

35 Dans ce troisième mode de réalisation, le dispositif de

freinage magnétique 1 comprend plusieurs éléments fixes, ou stators 2, et plusieurs éléments mobiles, ou rotors 3. Les rotors 3 sont en matériaux électriquement conducteurs. Les rotors 3 sont par exemple en matériau métallique et par exemple en cuivre, en aluminium, en argent, en nickel ...

Dans le cas présent, les rotors 3 ont chacun une forme de disque annulaire dont l'axe s'étend parallèlement à la roue 103 et à l'arbre 102 mais non coaxialement à eux.

Le dispositif de freinage magnétique 1 comporte ici encore un mécanisme de transmission 10 par l'intermédiaire duquel les rotors 3 sont liés en rotation à la roue 103. Le mécanisme de transmission 10 est tel que les différents rotors 3 ont, en service, une vitesse de rotation supérieure à une vitesse de rotation de la roue 103.

Le mécanisme de transmission 10 est ici de type épicycloïdal.

Le mécanisme de transmission 10 comprend ainsi une couronne à denture interne 11 agencée pour être solidaire de la jante 105 coaxialement à celle-ci.

Le mécanisme de transmission 10 comprend également un porte-satellites 12 et des satellites 13, portés par le porte-satellites 12 et engrenant avec la couronne à denture interne 11. Le porte-satellites 12 est solidaire de l'arbre 102 coaxialement à celui-ci. Par exemple le porte-satellites 12 est fixé à l'arbre 102 par l'intermédiaire d'un tube de torsion 5. Le tube de torsion comporte un corps 5.1 engagé sur une collerette externe 102' de l'arbre 102, et une collerette interne 5.2 qui est fixée (par exemple par des vis) à la collerette externe 102'. Le porte-satellites 12 vient lui-même se fixer à la collerette interne 5.2 (sur une face de ladite collerette opposée à celle accolée à la collerette externe 102' de l'arbre 102) par exemple par l'intermédiaire de vis.

Dans ce troisième mode de réalisation, chaque rotor 3 est

porté par l'un des satellites 13 coaxialement audit satellite 13. Préférentiellement, chaque satellite 13 est équipé d'un rotor 3.

5 Le mécanisme de transmission 10 comporte également un planétaire central 14 à denture externe engrenant avec les satellites 13. Le planétaire central 14 est monté pour pivoter sur une portée du porte-satellites 12 et/ou du tube de torsion 5.

10 Le rotor 3 est donc lié en rotation à la roue 103 par l'intermédiaire de la jante 105 et du mécanisme de transmission 10.

On comprend donc que, comme pour les deux premiers modes de réalisation, les staturs 2 sont ici la partie du dispositif liée en rotation à l'arbre 102 ou à la jambe de l'atterrisseur 101. Dans le cas présent, les staturs 2 sont
15 liés en rotation à l'arbre 102 par l'intermédiaire du tube de torsion 5. Les staturs 2 sont par exemple montés sur le corps 5.1 du tube de torsion 5 et par exemple fixés audit corps 5.1.

20 Dans le cas présent, les staturs 2 ont chacun une forme de secteur angulaire dont l'axe s'étend parallèlement à la roue 103 et à l'arbre 102 mais non coaxialement à eux.

Chaque stator 2 est ici conformé en un secteur angulaire d'angle d'ouverture compris entre 90 et 200 degrés, et par
25 exemple entre 120 et 190 degrés. Chaque stator 2 est ici conformé en une demi-couronne (i.e. un secteur angulaire d'angle d'ouverture de 180 degrés).

Plus précisément ici, chaque stator 2 a une section transversale (selon un plan de section contenant l'axe X) avec
30 deux branches se faisant face. Les deux branches sont ici indépendantes l'une de l'autre mais pourraient en variante être fixées l'une à l'autre par une branche centrale additionnelle, le stator 2 présentant alors une section transversale en U comme dans le deuxième mode de réalisation.
35 Chacune des branches est ainsi conformée en un secteur

angulaire comme indiqué précédemment.

Chaque secteur angulaire peut être décomposé en plusieurs sous-secteurs formant conjointement une même branche, les sous-secteurs étant fixés entre eux ou étant séparés les uns des autres. Chaque sous-secteur peut ainsi porter son propre aimant 4.

Optionnellement, chaque aimant 4 est lui-même conformé en un secteur angulaire et par exemple un secteur angulaire d'angle d'ouverture identique au sous-secteur le portant.

Chaque branche comprend de préférence un support amagnétique pourvu d'une pluralité d'aimants 4, ayant des faces libres (à l'opposé de celles portées par la branche associée). Les aimants 4 sont ici des électroaimants.

Lorsqu'ils sont alimentés, les aimants 4 engendrent des champs magnétiques pour produire un flux magnétique en direction de la branche se trouvant en face, c'est-à-dire un flux magnétique axial parallèle à l'axe X.

Les deux branches de chaque stator 2, ainsi pourvues d'aimants 4, délimitent entre elles une rainure dont les flancs sont formés par des faces 2.1, 2.2 formées au moins par les faces libres des aimants 4.

De façon avantageuse, chaque rotor 3 est associé à un stator 2 dédié.

Chaque rotor 3 a ainsi deux faces 3.1, 3.2, principales et opposées l'une à l'autre, entre lesquelles s'étend parallèlement un plan médian confondu avec un plan médian de la rainure s'étendant parallèlement et à mi-chemin entre les faces 2.1, 2.2. Les faces 3.1, 3.2 sont parallèles aux faces 2.1, 2.2. Chaque rotor 3 est par ailleurs porté par l'un des satellites 13 pour être coaxial au stator 2 associé et être entouré par ledit stator 2.

Comme déjà indiqué les rotors 3 sont liés en rotation à la roue 103, ici à la jante 105 de la roue 103 par l'intermédiaire des satellites 13, et tournent sur eux-mêmes autour de leur axe central par rapport au stator 2 associé qui

l'entoure. Pendant ce déplacement du rotor 3 selon une direction circonférentielle par rapport aux branches du stator 2 qui l'entoure, les faces principales 3.1, 3.2 restent parallèles aux faces principales 2.1, 2.2.

5 Les différents rotors 3 s'étendent donc de sorte que leurs faces principales 3.1 (respectivement 3.2) soient toutes agencées dans un même premier plan (respectivement un même deuxième plan, différent du premier plan et parallèle à lui). Par ailleurs, les différents stators s'étendent de
10 sorte que leurs faces principales 2.1 (respectivement 2.2) soient toutes agencées dans un même troisième plan, différent du premier plan et parallèle à lui (respectivement un même quatrième plan, différent du premier plan et parallèle à lui).

15 Le dispositif de freinage magnétique 1 comporte ou porte un organe d'alimentation (non représenté ici) des électroaimants formant ici les aimants 4.

L'organe d'alimentation peut moduler l'alimentation électrique des électroaimants entre :

- 20
- une valeur d'alimentation maximale, correspondant à un freinage maximal de la roue 103, et ;
 - une valeur d'alimentation nulle, correspondant à une rotation libre de la roue 103.

Lorsque les électroaimants sont alimentés, le champ magnétique des aimants 4 de chaque stator 2 produit un flux
25 magnétique suffisant pour engendrer des courants de Foucault dans le rotor 3 associé lorsque le rotor 3 pivote en face des aimants 4.

Avantageusement, ces courants de Foucault ne sont engendrés
30 que dans un segment angulaire seulement des rotors 3, à savoir les segments angulaires des rotors 3 se trouvant à niveau des branches du stator 2 associé. En effet, du fait que le stator 2 (et donc ses branches) ne forme pas un disque complet, le rotor 3 associé n'est que partiellement
35 encadré par le stator 2 associé. Le reste du rotor 3 (i.e.

le segment angulaire du rotor 3 complémentaire à celui agencé dans la rainure du stator 2 associé) joue alors le rôle de dissipateur thermique. En effet, les courants de Foucault engendrent un réchauffement du rotor 3 : le segment angulaire complémentaire en contact avec l'air environnant peut dès lors évacuer cette chaleur. De façon avantageuse, cette évacuation se fait par convection forcée du fait de la rotation du rotor.

Du fait que chaque rotor 3 tourne, on comprend donc qu'une même portion du rotor 3 appartiendra successivement et périodiquement soit au segment angulaire dans lequel sont générés les courants de Foucault soit au segment angulaire complémentaire.

De manière avantageuse encore, les rotors 3 tournent à une vitesse de rotation supérieure à celle de la roue 103, ce qui favorise encore davantage cette convection forcée.

Ceci limite le risque que la chaleur engendrée dans les rotors 3 par les courants de Foucault ne soit transmise à la jante 105 et au pneumatique qu'elle porte.

Par ailleurs, on note que la branche de chaque stator 2 disposée du côté de la face 3.2 du rotor associé assure une fonction d'écran thermique, ladite branche étant en effet agencée entre le rotor 3 et le reste du dispositif de freinage magnétique 1.

Ceci limite encore davantage un risque que la chaleur engendrée dans le rotor 3 par les courants de Foucault ne soit transmise à la jante 105 et au pneumatique qu'elle porte.

On note également que les rotors 3 sont agencés de sorte que leurs axes de rotation respectifs soient parallèles à l'axe de rotation X de la roue 103 à freiner mais décalés radialement dudit axe de rotation X.

On note de plus que la vitesse de rotation des rotors 3 est proportionnelle à celle de la roue 103 à freiner.

De préférence, chaque rotor 3 a une épaisseur telle qu'un

effet de peau (autrement appelé effet pelliculaire ou effet Kelvin) soit engendré depuis chaque face 3.1, 3.2 du rotor 3 sur plus de la moitié de l'épaisseur du rotor 3 (pour le segment angulaire présent dans la rainure) au moins sur
5 une plage de vitesses relatives possibles du rotor 3 par rapport au stator associé. Les courants de Foucault engendrés depuis les deux faces 3.1, 3.2 (pour le segment angulaire présent dans la rainure) vont alors circuler dans la partie centrale du rotor 3, ce qui va augmenter le couple
10 de freinage. On obtient ainsi dans la partie centrale une « superposition des effets de peau » produit depuis chaque face 3.1, 3.2, l'épaisseur du rotor 3 étant suffisamment faible pour obtenir cette superposition tout en satisfaisant les contraintes thermiques et mécaniques. Dans un
15 exemple, cette superposition donne environ 60% de performance en plus.

Mis à part les éléments développés ci-dessus, tout ce qui a été dit pour le premier mode de réalisation ou le deuxième mode de réalisation est également applicable pour le troi-
20 sième mode de réalisation.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

25 L'invention est utilisable sur tout type de véhicule et par exemple un véhicule terrestre ou encore un véhicule aérien ou amphibie.

L'invention est utilisable pour d'autres applications qu'un véhicule et par exemple pour tout équipement indus-
30 triel ou personnel requérant un freinage.

Le dispositif de freinage magnétique pourra avoir une structure différente de celle décrite.

Les différents modes de réalisation décrits pourront ainsi être combinés entre eux.

35 Par exemple, dans le troisième mode de réalisation, on

pourra avoir un stator associé à plusieurs rotors, voire à tous les rotors, comme dans le premier mode de réalisation ou le deuxième mode de réalisation.

Par exemple, le stator et/ou le rotor du premier mode de réalisation ou du deuxième mode de réalisation pourront être conformés de sorte que des courants de Foucault ne soient générés que dans un segment angulaire seulement du stator (respectivement le rotor), comme dans le troisième mode de réalisation, et non sur toute la circonférence du stator (respectivement du rotor).

Par exemple, les stators du troisième mode de réalisation pourront être montés sur le tube de torsion de sorte à pouvoir être rapprochés ou éloignés des rotors pour moduler l'effort de freinage comme dans le premier mode de réalisation ou le deuxième mode de réalisation. Par exemple, au moins une des branches de chaque stator pourra être montée coulissante sur le tube de torsion selon l'axe de l'arbre (comme dans le premier mode de réalisation) et déplacée par l'intermédiaire d'un ou plusieurs actionneurs. Les actionneurs pourront par exemple être portés par le tube de torsion en étant fixés à celui-ci et reliés aux branches pour pouvoir les déplacer. Par exemple un même actionneur pourra être relié à plusieurs stators. De préférence, les actionneurs seront configurés pour assurer un déplacement simultané des différentes branches. La figure 10 illustre une telle configuration. Les aimants pourront par exemple être des aimants permanents et non plus des électroaimants. Dans une variante de la figure 10, un unique stator formé d'une seule branche sera le seul associé aux différents rotors de sorte que le stator d'un bloc pourra alors se déplacer relativement aux rotors.

Par exemple, les stators du troisième mode de réalisation ou le stator du deuxième mode de réalisation pourront ne comporter qu'une seule branche comme dans le premier mode de réalisation (le rotor associé n'étant alors plus encadré

de part et d'autre par le stator considéré).

Quel que soit le mode de réalisation considéré, le mécanisme de transmission pourra être différent de ce qui a été indiqué. Ainsi bien qu'ici le mécanisme de transmission

5 soit de type épicycloïdal à un étage, le mécanisme de transmission pourra être de type épicycloïdal à plusieurs étages. Les engrenages au sein dudit mécanisme de transmission pourront être droits et/ou hélicoïdaux. Le mécanisme pourra ne pas comporter de planétaire central ou bien
10 de couronne à denture interne. Ladite couronne pourra être à denture externe et/ou le planétaire central à denture interne. Le planétaire central et/ou la couronne à denture interne et/ou le porte-satellite pourront être portés par l'arbre ou bien par la roue à freiner. Par exemple, la
15 figure 11 illustre une variante dans laquelle le planétaire central est porté par la roue à freiner et non plus par l'arbre comme dans le troisième mode de réalisation. De préférence, le planétaire central est alors porté par le moyeu plutôt que par la jante, le moyeu étant moins sujet
20 à déformation.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, les aimants pourront être portés par le rotor au lieu du stator. On a représenté sur la figure 12 une roue équipée d'un dispositif de freinage dans lequel le rotor 3 porte les aimants
25 4, le stator 2 étant alors en un matériau électriquement conducteur.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, le système de transmission 10 qui lie en rotation le rotor 3 à la jante 105 pourra être un mécanisme de démultiplication
30 (c'est-à-dire que son rapport de transmission soit supérieur à 1) afin que le rotor associé puisse avoir une vitesse de rotation supérieure à celle de la roue ou un mécanisme de réduction (c'est-à-dire que son rapport de transmission soit inférieur à 1) afin le rotor associé
35 puisse avoir une vitesse de rotation inférieure à celle de

la roue. En référence à la figure 12, le système de transmission 10 qui lie en rotation le rotor 3 à la jante 105 est ainsi optionnellement un réducteur, c'est-à-dire que son rapport de transmission est inférieur à 1, de sorte que la vitesse de rotation du rotor 3 est inférieure à la vitesse de rotation de la jante et donc de la roue 103.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, le rotor pourra être lié à l'arbre et le stator à la roue à l'inverse de ce qui a été décrit. Le rotor pourra ainsi former la couronne et le stator le disque annulaire.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, la forme, l'agencement et les dimensions des aimants pourront être différents de ceux décrits ou représentés. Par exemple, les aimants pourront avoir des dimensions différentes et/ou être agencés selon un motif de HALBACH.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, les aimants et le matériau magnétique en regard pourront être agencés pour produire entre un stator et un rotor un flux uniquement axial comme ce qui a été décrit, ou bien un flux uniquement radial ou bien encore un flux magnétique « raxial » (c'est-à-dire un flux magnétique à la fois radial et à la fois axial). Par exemple, le figure 10 illustre une configuration avec un flux purement radial. Dans ce cas de figure, le rotor est configuré de sorte à présenter un bord annulaire coaxial à l'axe de rotation du rotor et s'étendant rectilignement le long dudit axe. Ce bord s'étend en service à l'intérieur d'une rainure correspondante formée par au moins un aimant du stator, rainure s'étendant circonférentiellement sur 360 degrés ou moins (la profondeur de la rainure étant ainsi définie le long de l'axe de rotation du rotor).

Quel que soit le mode de réalisation considéré, les aimants pourront être des électroaimants en place d'être des aimants permanents.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, le nombre

de rotors et/ou le nombre de stators pourront être différents de ceux mentionnés. Plusieurs rotors décalés axialement les uns des autres et plusieurs stators décalés axialement les uns des autres pourront ainsi coopérer ensemble pour générer des courants de Foucault de freinage. Quel que soit le mode de réalisation considéré (et même dans le troisième mode de réalisation ou le quatrième mode de réalisation ou le cinquième mode de réalisation), le dispositif de freinage magnétique pourra comprendre un seul rotor et/ou un seul stator.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, si le stator (respectivement le rotor) comporte des branches, le nombre de branches pourra être égal au moins à deux. Ainsi au moins un stator (respectivement un rotor) pourra comprendre trois branches (ou plus) ménageant entre elles deux rainures (ou plus) accueillant chacune une portion d'un rotor (respectivement un stator).

Quel que soit le mode de réalisation considéré, le dispositif pourra comprendre des moyens de guidage en translation du stator relativement au rotor (respectivement du rotor relativement au stator). Par exemple, le tube de torsion pourra être pourvu de guides le long desquels le stator (respectivement le rotor) sera monté pour coulisser. Quel que soit le mode de réalisation considéré, les actionneurs pourront comprendre :

- des actionneurs hydrauliques ou électromécaniques,
- des actionneurs linéaires,
- des actionneurs rotatifs ayant par exemple un pignon de sortie engrenant avec une crémaillère liée au secteur de couronne,
- des actionneurs à simple effet (un élément élastique assurant le rappel en position de rotation libre) ou à double effet,
- ou autres.

Quel que soit le mode de réalisation considéré une même

roue pourra être à la fois équipée d'un dispositif selon l'invention et d'un dispositif de freinage additionnel et par exemple un dispositif de freinage de l'art antérieur comme par exemple un dispositif de freinage par friction.

5 Par exemple le dispositif de freinage magnétique s'étendra devant l'entrée de l'espace annulaire, à l'extérieur de celui-ci, et le dispositif de freinage additionnel s'étendra à l'intérieur dudit espace annulaire. La figure 2 illustre une telle configuration étant entendu que le dispositif de freinage additionnel peut également être associé

10 au dispositif de freinage selon un autre mode de réalisation de l'invention. Le dispositif de freinage par friction pourra comprendre des organes de friction, par exemple une pile de disques de carbone logée dans l'espace annulaire,

15 et une pluralité d'actionneurs électromécaniques portés par un porte-actionneurs. Chaque actionneur électromécanique comprendra un moteur électrique et un poussoir apte à être déplacé par le moteur électrique pour presser la pile de disques. L'actionneur électromécanique sera ainsi

20 destiné à produire un effort de freinage commandé sur la pile de disques. Un mode de pilotage des dispositifs de freinage est par exemple connu du document FR-A-2953196. Chaque secteur de couronne pourra s'étendre sur moins de 90° ou plus de 90°. Le nombre de secteurs de couronne

25 pourra être inférieur à quatre, par exemple deux ou trois, ou supérieur à quatre, par exemple six.

Les secteurs de couronne peuvent être engagés sur un pourtour externe ou un pourtour interne du disque.

Chaque sous-secteur angulaire pourra s'étendre sur moins

30 de 25° ou plus de 25°. Le nombre de sous-secteur angulaire pourra être égal à quatre, inférieur à quatre, par exemple deux ou trois, ou supérieur à quatre, par exemple six.

Le corps des actionneurs pourra être en une seule pièce avec le tube de torsion. Le tube de torsion pourra avoir

35 toute forme adaptée.

Il est possible d'utiliser, pour l'actionnement mécanique du dispositif de freinage magnétique, un actionneur agissant sur plusieurs secteurs de couronne, plutôt qu'un actionneur pour chaque secteur de couronne. Un unique actionneur peut ainsi agir sur deux secteurs de couronne diamétralement opposés l'un à l'autre pour les déplacer dans des sens opposés.

Le nombre de satellites pourra être de trois ou de quatre comme ce qui a été illustré ou pourra être plus important (et être par exemple de cinq) ou moins important (et être par exemple de deux). Quel que soit le mode de réalisation envisagé, le nombre de satellites sera de préférence d'au moins trois et de préférence encore d'au moins quatre.

Pour chaque élément qui a été décrit comme étant solidaire en rotation du tube de torsion (porte-satellite, planétaire, actionneur, couronne, ...), ledit élément pourra être solidaires d'une autre pièce agencée pour être liée en rotation à un arbre support de la roue (telle qu'une protection de l'arbre) ou être directement solidaire en rotation dudit arbre.

REVENDICATIONS

1. Roue (103), destinée à être supportée par un arbre (102), la roue comportant un dispositif de freinage magnétique (1) à courant de Foucault, le dispositif comprenant au moins un stator (2) et au moins un rotor (3), et des aimants (4) solidaires de l'un de ceux-ci pour produire entre ceux-ci un flux magnétique susceptible d'engendrer des courants de Foucault dans l'autre de ceux-ci lorsque la roue tourne, la roue étant caractérisée en ce que le rotor est lié en rotation à la roue par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission (10) de mouvement.

2. Roue selon la revendication 1, dans laquelle le mécanisme de transmission (10) est agencé pour que le rotor ait une vitesse supérieure à une vitesse de rotation de la roue.

3. Roue selon la revendication 1, dans laquelle le mécanisme de transmission (10) est agencé pour que le rotor ait une vitesse inférieure à une vitesse de rotation de la roue.

4. Roue selon la revendication 1, dans laquelle le mécanisme de transmission (10) comprend une couronne à denture interne (11) agencée pour être solidaire du rotor coaxialement à celui-ci, un porte-satellites (12) agencé pour être solidaire de la jante (105) coaxialement à celle-ci et qui porte des satellites (13) engrenant avec la couronne à denture interne (11), et un planétaire central (14) à denture externe engrenant avec les satellites (13) et portant le rotor (3).

5. Roue selon la revendication 1, dans laquelle le mécanisme de transmission (10) comprend une couronne à denture interne (11) agencée pour être solidaire de la jante (105) coaxialement à celle-ci, un porte-satellites (12) qui est destiné à être solidaire de l'arbre (102), le porte-satellites portant des satellites (13) engrenant

avec la couronne à denture interne (11), et un planétaire central (14) à denture externe engrenant avec les satellites (13) et portant le rotor (3).

5 6. Roue selon la revendication 1, dans laquelle le mécanisme de transmission (10) comprend une couronne à denture interne (11), un porte-satellites (12) qui est destiné à être solidaire de l'arbre (102), le porte-satellites portant des satellites (13) engrenant avec la couronne à denture interne (11), le rotor (3) étant porté par
10 l'un des satellites.

7. Roue selon la revendication 6, dans laquelle le dispositif de freinage magnétique (1) comporte plusieurs rotors (3) portés chacun par l'un des satellites (13).

15 8. Roue selon la revendication 7, dans laquelle le dispositif de freinage magnétique (1) comporte autant de stators (2) que de rotors (3), chaque stator étant monté à niveau de l'un des rotors coaxialement à celui-ci.

20 9. Roue selon l'une des revendications 5 à 8, dans laquelle la couronne à denture interne (11) est agencée pour être solidaire de la jante (105) coaxialement à celle-ci.

25 10. Roue selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le au moins un rotor (3) tourne autour d'un axe de rotation qui est parallèle et décalé d'un axe de rotation de la roue.

30 11. Roue selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le au moins un rotor (3) comprend au moins une face s'étendant en vis-à-vis d'une face du stator (2), la face dans laquelle des courants de Foucault sont générés étant de plus petites dimensions que la face en vis-à-vis.

12. Roue selon la revendication 11, dans laquelle le rotor (3) et le stator (2) sont conformés de sorte que des courants de Foucault ne soient générés que dans un segment angulaire seulement du stator ou rotor.

35 13. Roue selon l'une des revendications précédentes,

dans laquelle l'un du rotor (3) et du stator (2) est un disque et l'autre du rotor (3) et du stator (2) est une couronne divisée en au moins deux secteurs de couronne (2A, 2B, 2C, 2D) mobiles radialement entre une première position
5 dans laquelle chaque secteur de couronne (2A, 2B, 2C, 2D) a au moins une face (2.1, 2.2) en regard d'une face (3.1, 3.2) du disque pour établir le flux magnétique et une deuxième position dans laquelle ladite au moins une face (2.1, 2.2) du secteur de couronne (2A, 2B, 2C, 2D) est décalée
10 radialement par rapport à la face (3.1, 3.2) du disque pour interrompre le flux magnétique, le dispositif (1) comprenant au moins un actionneur (6) relié aux secteurs de couronne (2A, 2B, 2C, 2D) pour déplacer les secteurs de couronne (2A, 2B, 2C, 2D) entre leurs deux positions.

15 14. Atterrisseur (101) comprenant une jambe ayant une extrémité portant l'arbre (102) sur lequel est monté le moyeu (104) d'une roue (103) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

20 15. Aéronef (100) comprenant au moins un atterrisseur (101) selon la revendication 14.

1/11

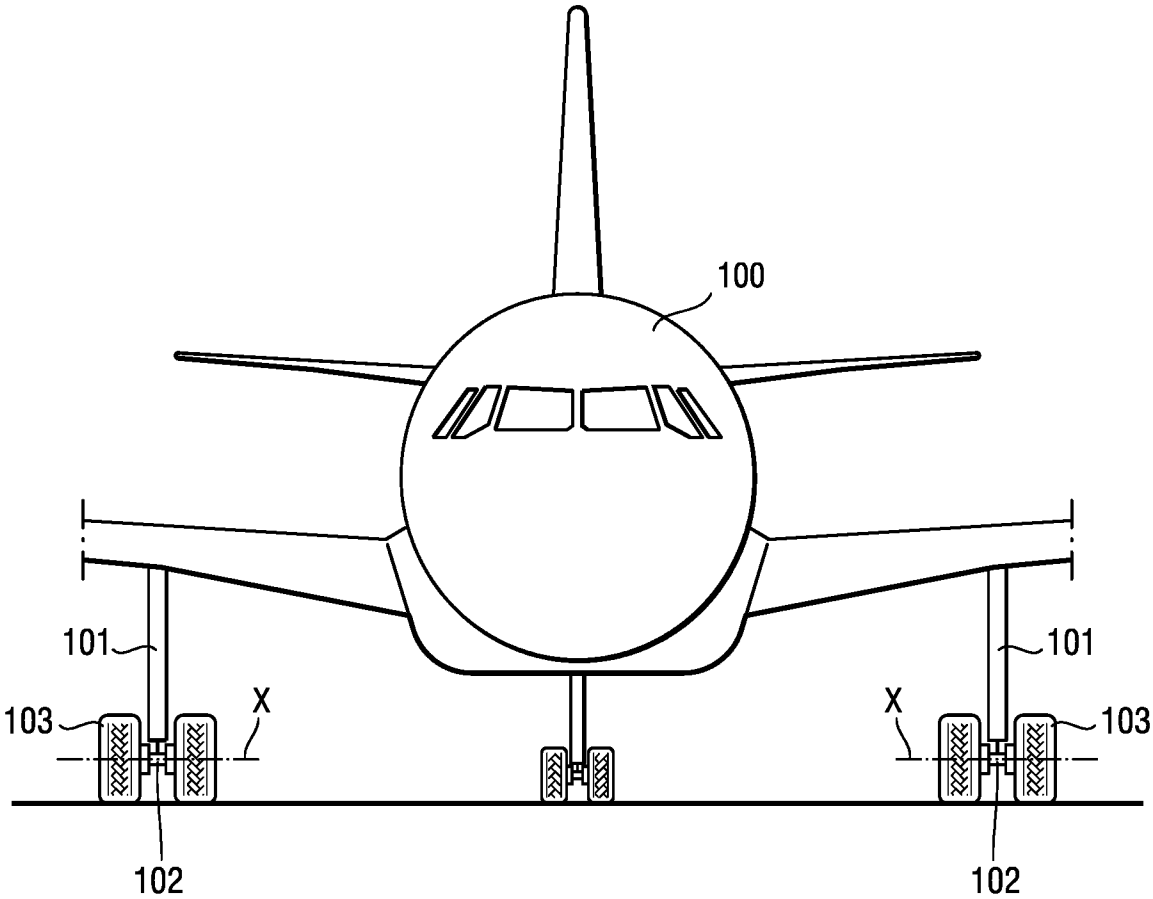


Fig. 1

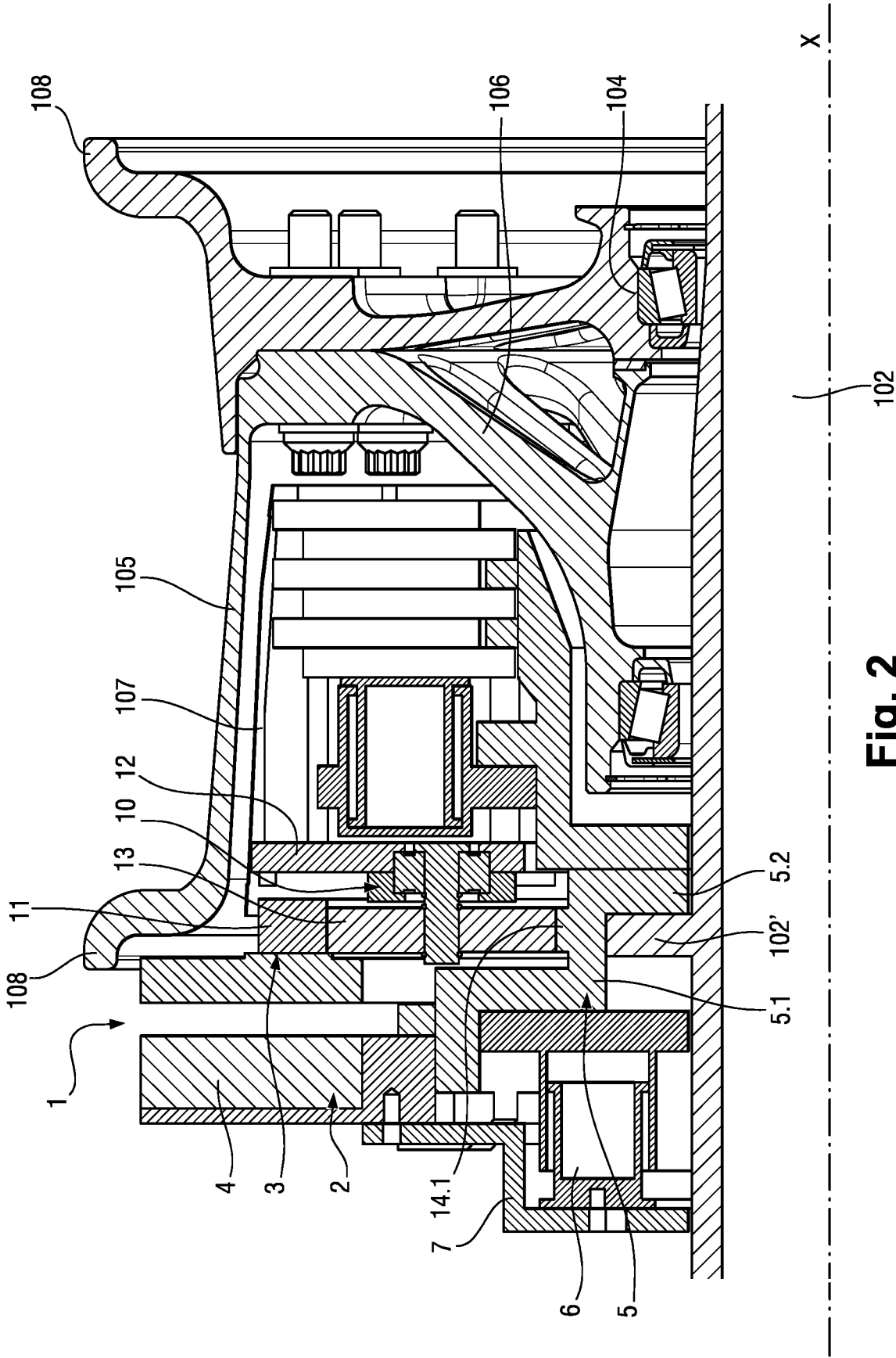
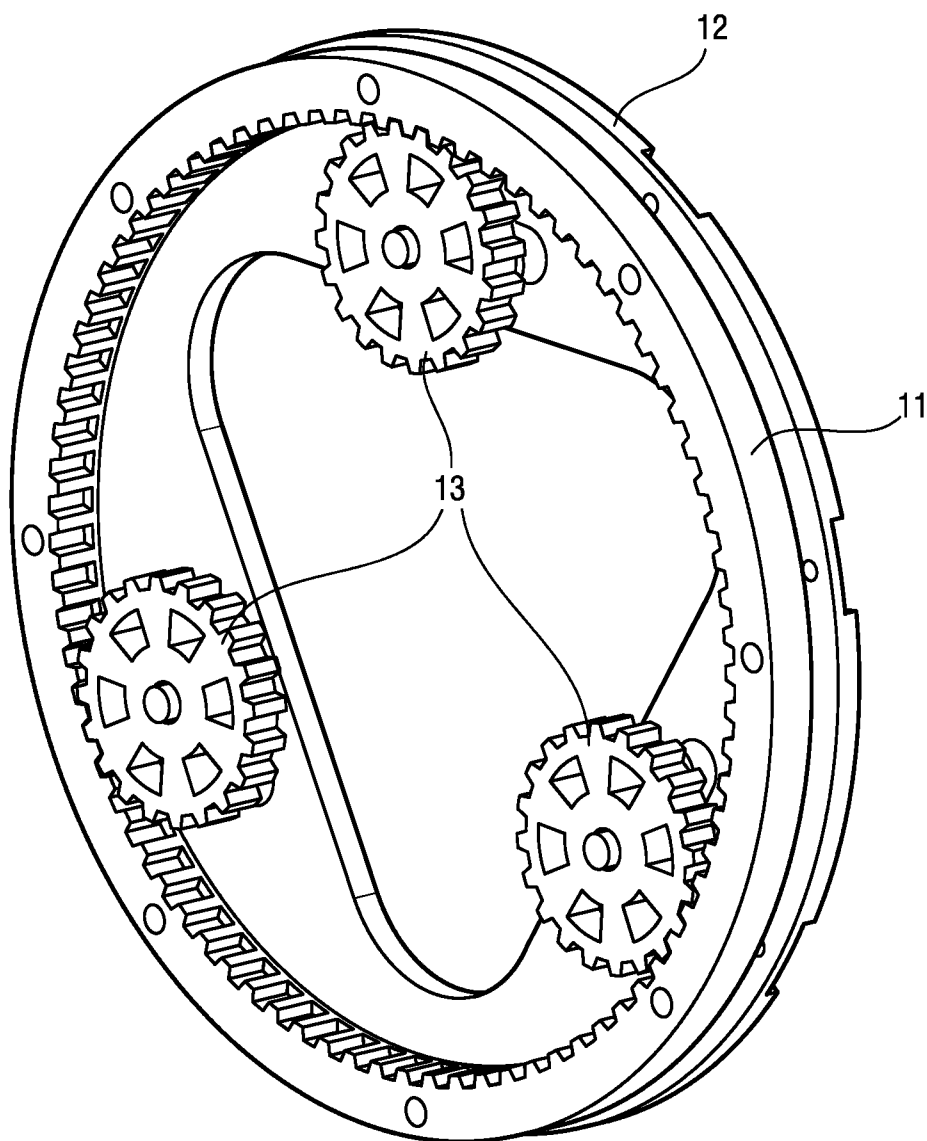


Fig. 2

3/11

**Fig. 3**

4/11

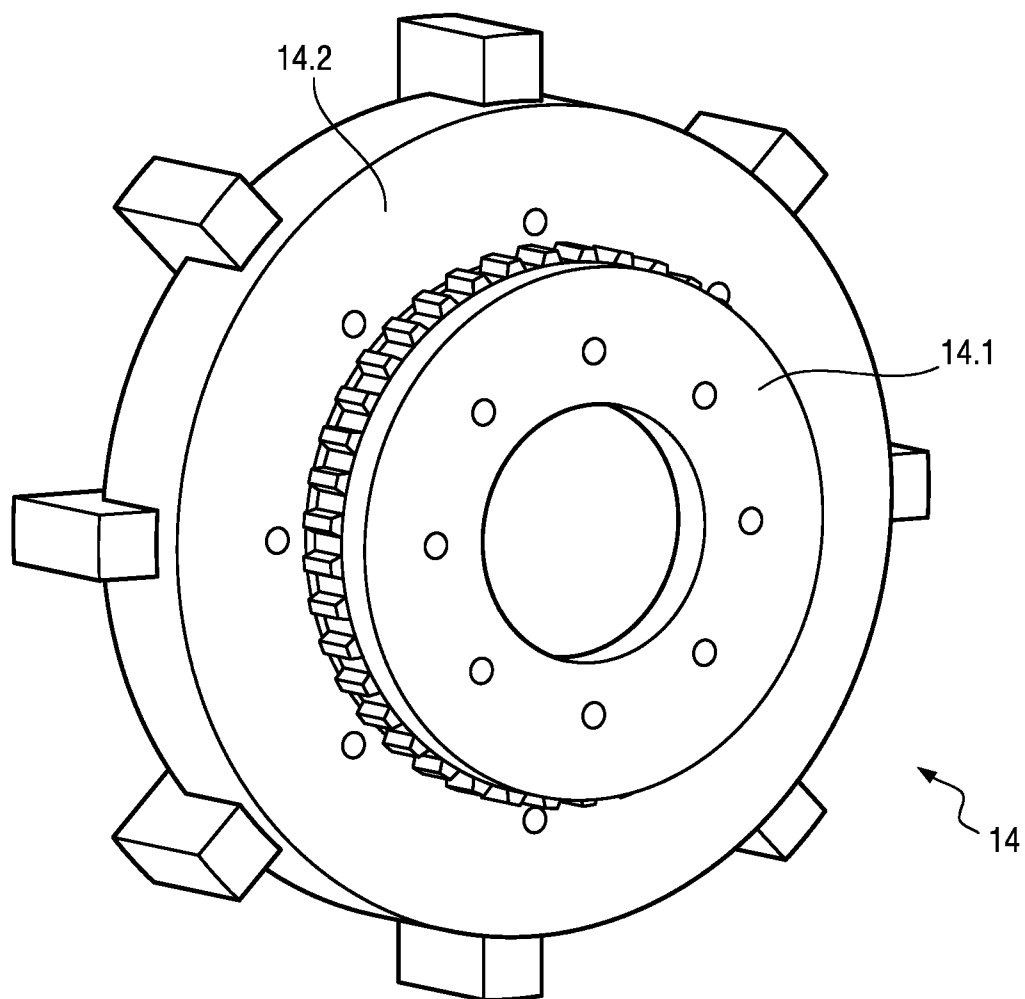
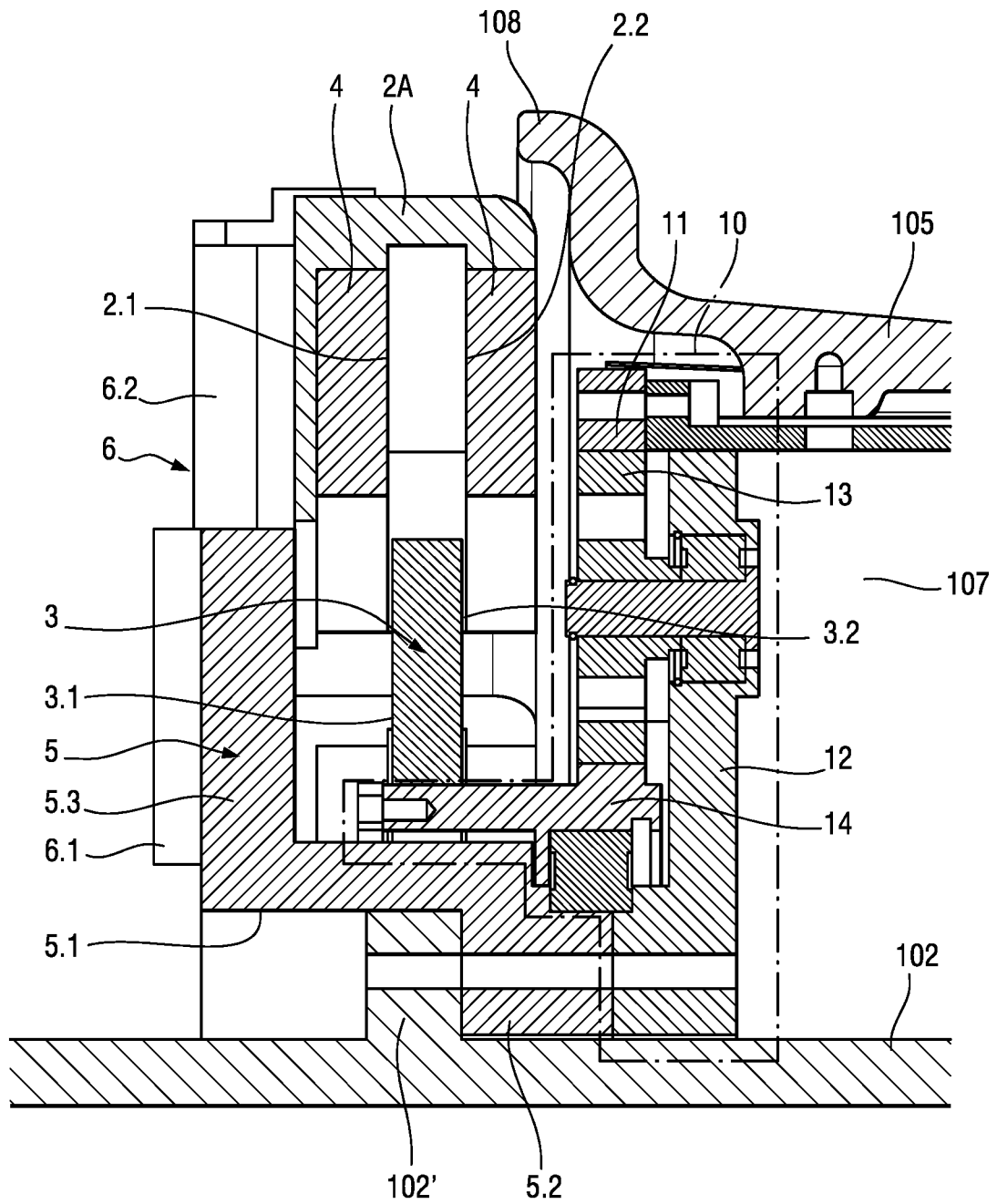


Fig. 4

5/11

**Fig. 5**

6/11

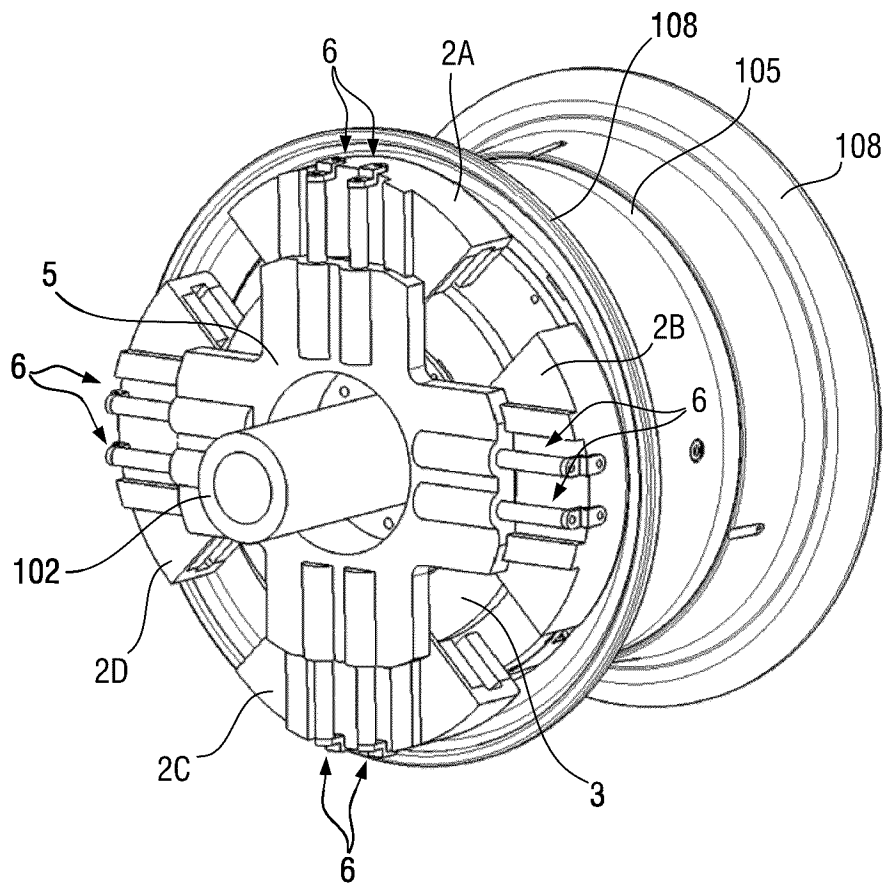


Fig. 6

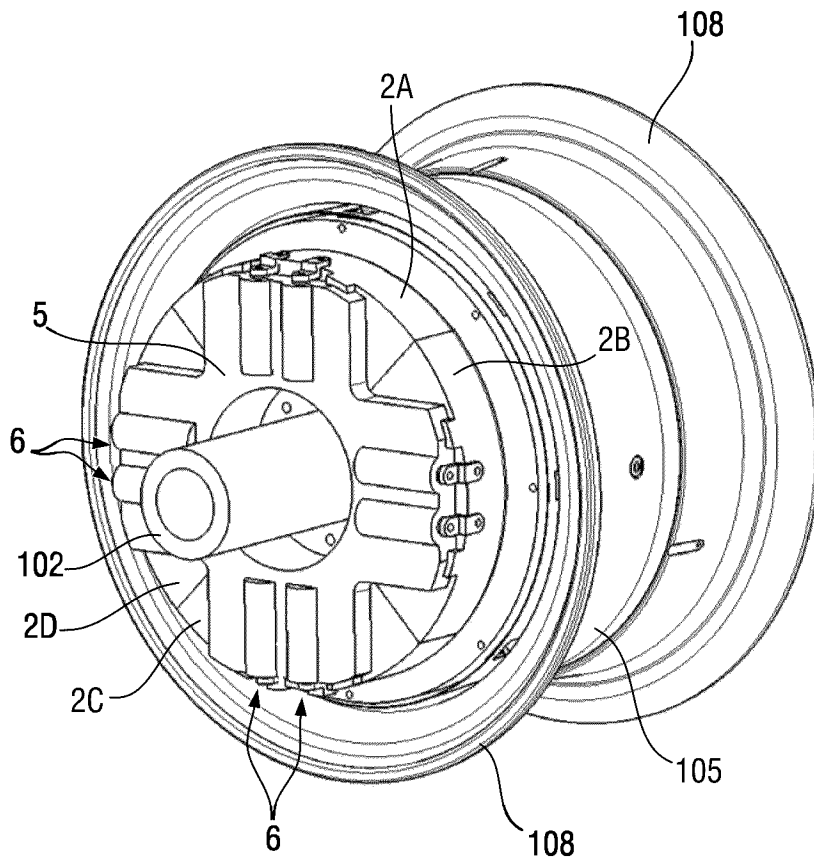


Fig. 7

7/11

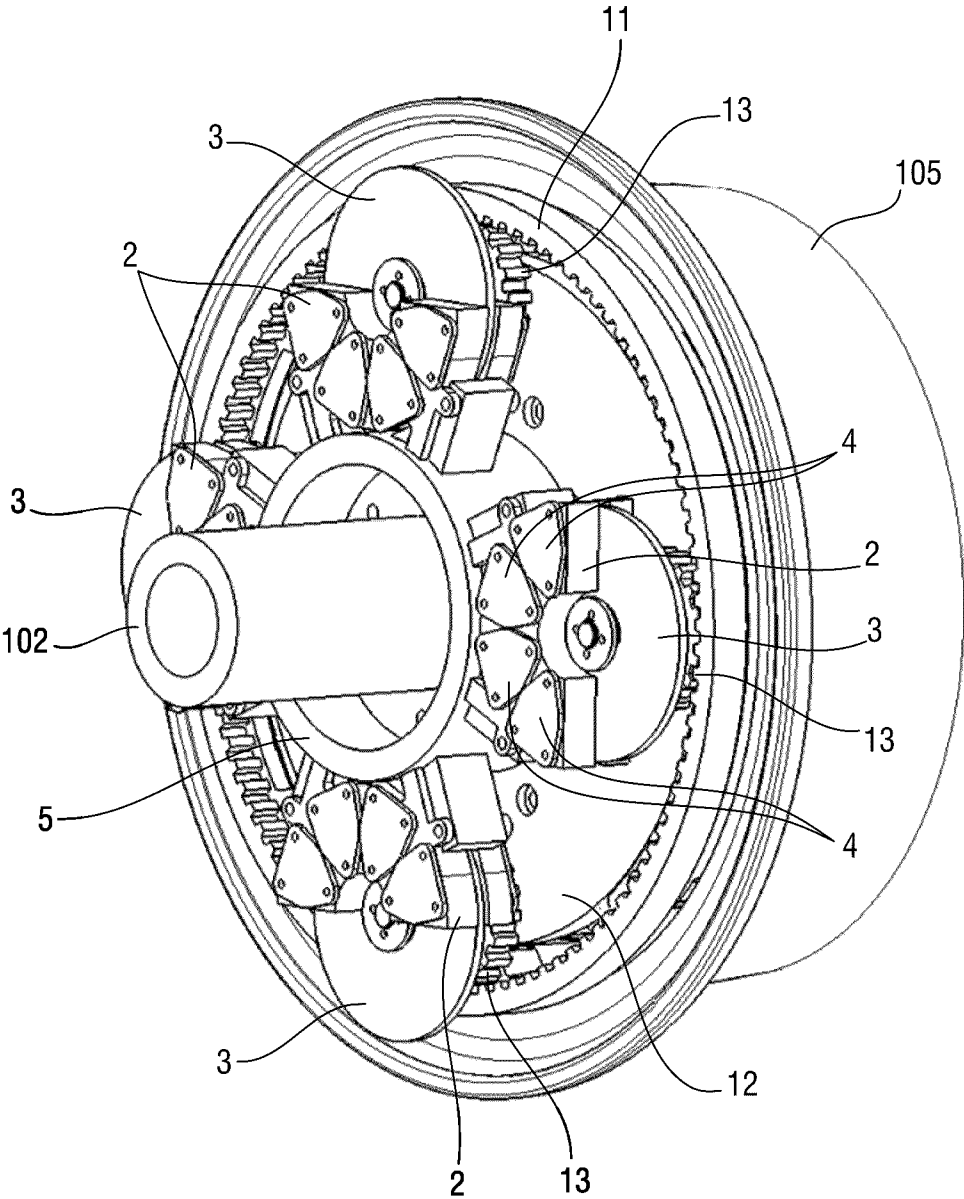


Fig. 8

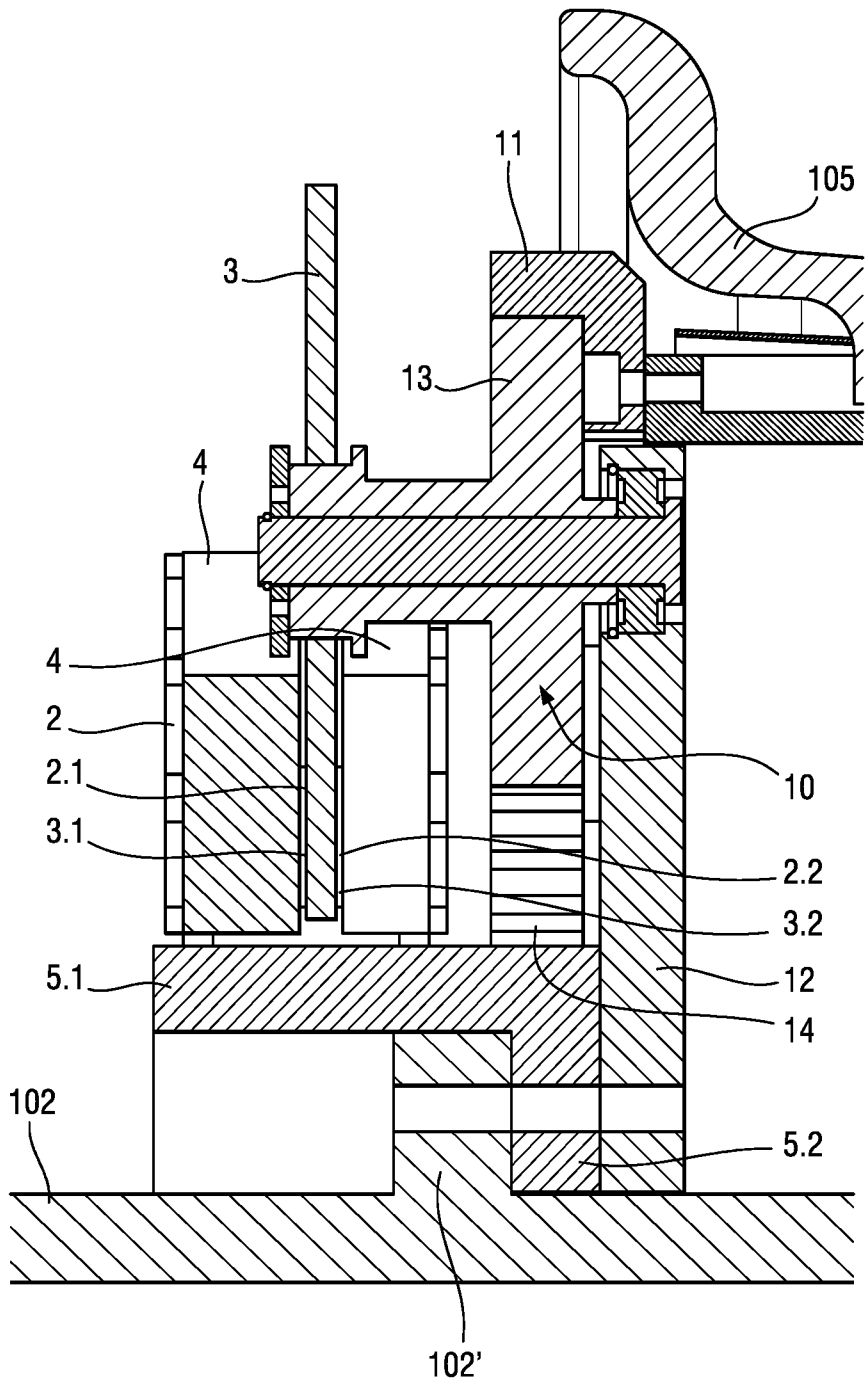


Fig. 9

9/11

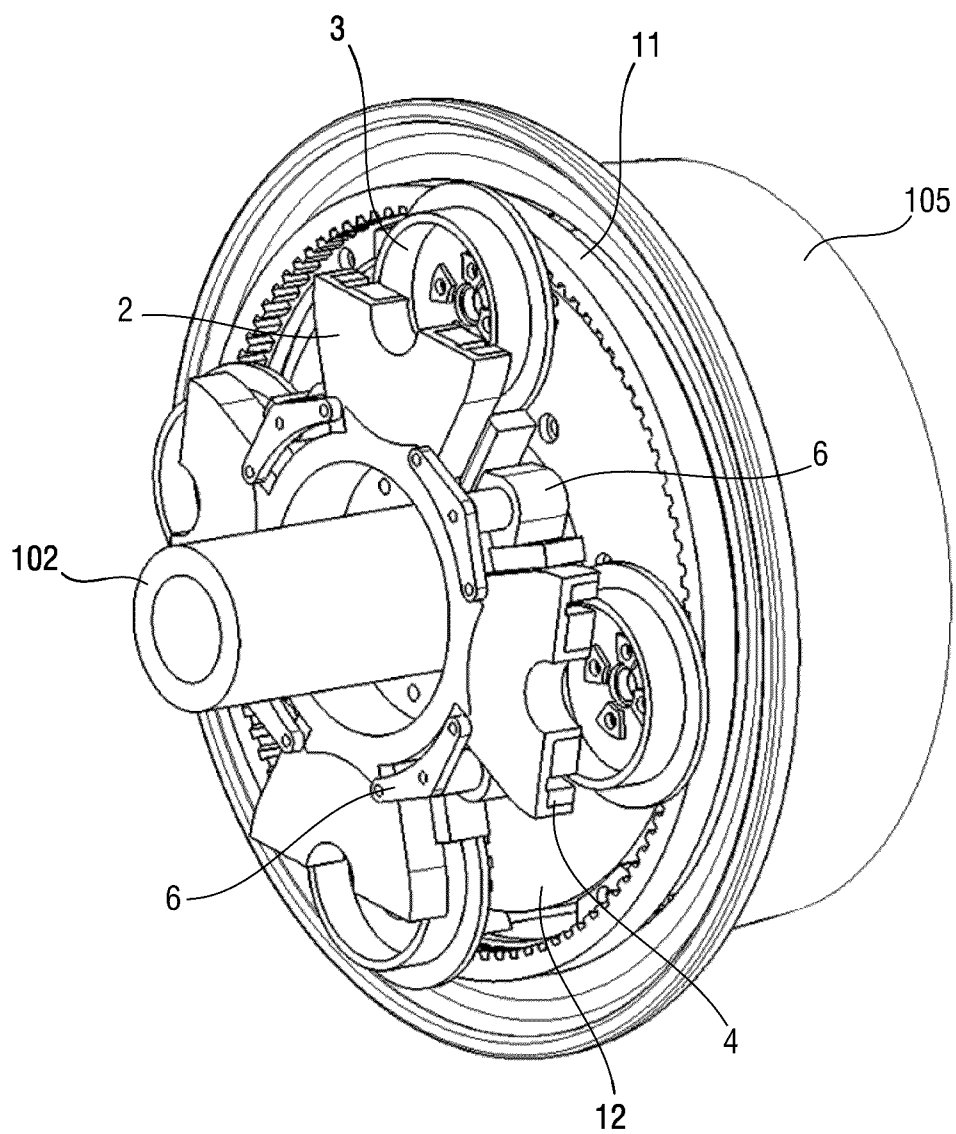


Fig. 10

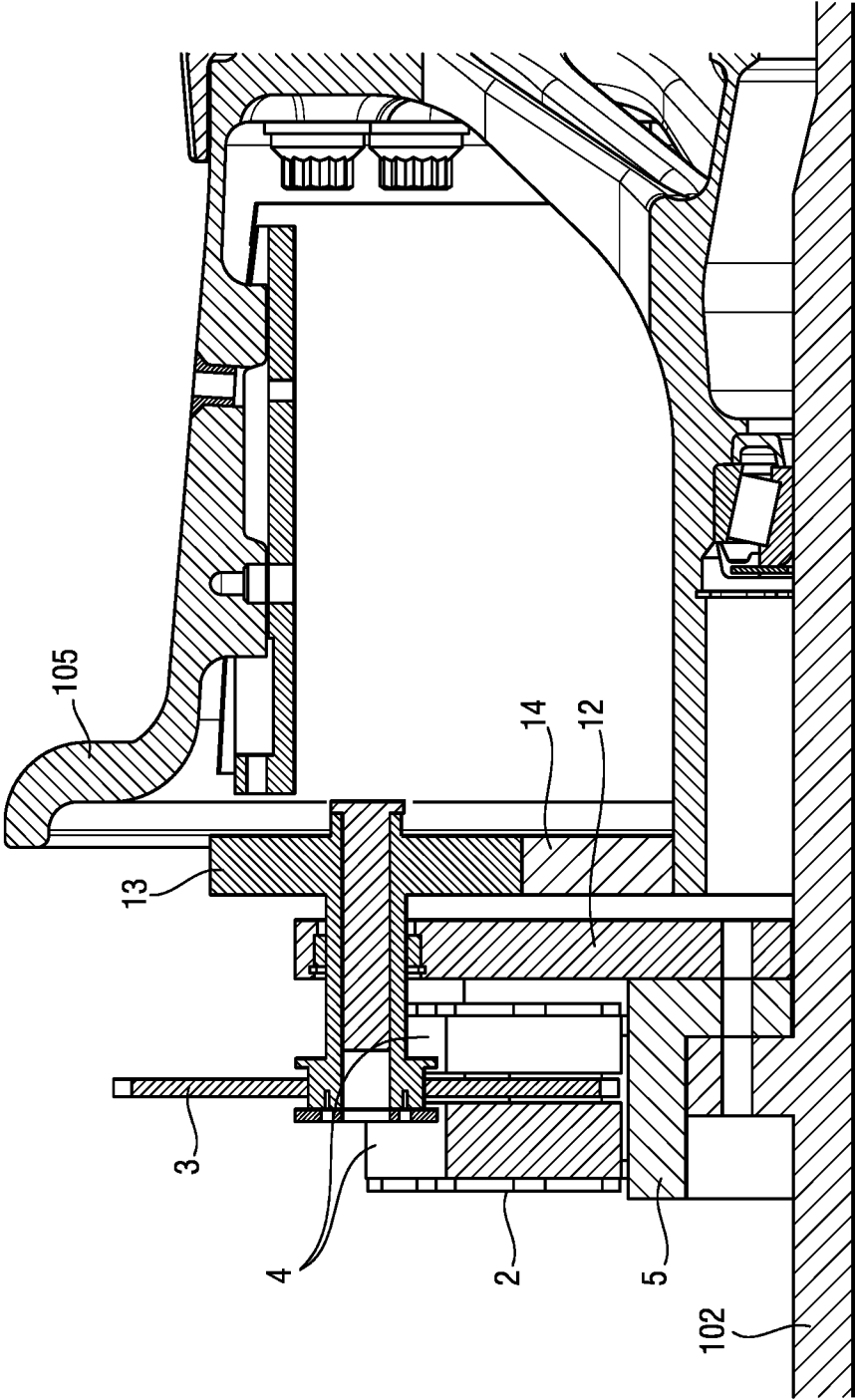


Fig. 11

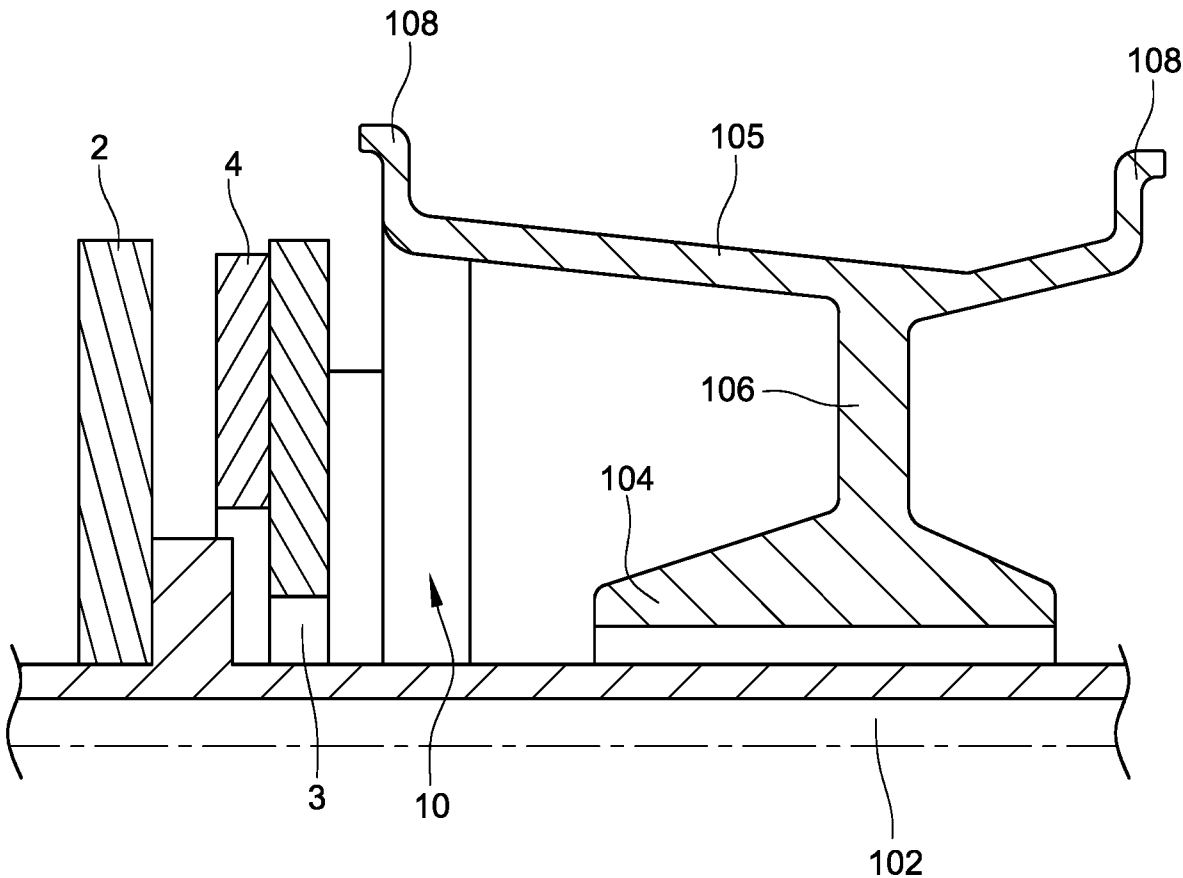


Fig.12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/076536

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 7/116**(2006.01)i; **B60L 7/28**(2006.01)i; **H02K 21/02**(2006.01)i; **H02K 49/04**(2006.01)i; **H02K 49/10**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K; B60L; B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2006962 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 02 January 1970 (1970-01-02)	1,2,6
Y	page 1, line 1 - line 15	3-5,9-15
A	page 2, line 18 - page 3, line 9	7,8
Y	US 2023283145 A1 (DUAN CHENGWU [CN] ET AL) 07 September 2023 (2023-09-07) paragraphs [0005], [0060], [0069] - [0075]	3,10
Y	CN 104578685 A (YANGZHOU ANXING ELECTROMECHANICAL TECHNOLOGY CO LTD) 29 April 2015 (2015-04-29) paragraphs [0006], [0029], [0030], [0036]; figure 1	4,5,9
Y	DE 934296 C (BAERMANN MAX) 20 October 1955 (1955-10-20) page 1, line 4 - line 5 page 2, line 69 - line 121	11,12
Y	US 2020300310 A1 (KOSTIC NIKOLA [CA]) 24 September 2020 (2020-09-24) paragraphs [0019], [0024], [0076], [0093] - [0094], [0100] - [0118]	13-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 January 2025

Date of mailing of the international search report

27 January 2025

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Frapporti, Marc

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/076536

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	2006962	A1	02 January 1970	NONE			
US	2023283145	A1	07 September 2023	CN	116742890	A	12 September 2023
				DE	102022119291	A1	07 September 2023
				US	2023283145	A1	07 September 2023
CN	104578685	A	29 April 2015	NONE			
DE	934296	C	20 October 1955	NONE			
US	2020300310	A1	24 September 2020	CA	3076713	A1	22 September 2020
				US	2020300310	A1	24 September 2020

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02K7/116 B60L7/28 H02K21/02 H02K49/04 H02K49/10 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H02K B60L B64C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO - Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 006 962 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 2 janvier 1970 (1970-01-02)	1, 2, 6
Y	page 1, ligne 1 - ligne 15	3 - 5, 9 - 15
A	page 2, ligne 18 - page 3, ligne 9	7, 8

Y	US 2023/283145 A1 (DUAN CHENGWU [CN] ET AL) 7 septembre 2023 (2023-09-07)	3, 10
	alinéas [0005], [0060], [0069] - [0075]	

Y	CN 104 578 685 A (YANGZHOU ANXING ELECTROMECHANICAL TECHNOLOGY CO LTD) 29 avril 2015 (2015-04-29)	4, 5, 9
	alinéas [0006], [0029], [0030], [0036];	
	figure 1	

	- / - -	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
16 janvier 2025		27/01/2025
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Frapporti, Marc

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	DE 934 296 C (BAERMANN MAX) 20 octobre 1955 (1955-10-20) page 1, ligne 4 - ligne 5 page 2, ligne 69 - ligne 121 -----	11, 12
Y	US 2020/300310 A1 (KOSTIC NIKOLA [CA]) 24 septembre 2020 (2020-09-24) alinéas [0019], [0024], [0076], [0093] - [0094], [0100] - [0118] -----	13-15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/076536

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2006962	A1	02-01-1970	AUCUN	

US 2023283145	A1	07-09-2023	CN 116742890 A	12-09-2023
			DE 102022119291 A1	07-09-2023
			US 2023283145 A1	07-09-2023

CN 104578685	A	29-04-2015	AUCUN	

DE 934296	C	20-10-1955	AUCUN	

US 2020300310	A1	24-09-2020	CA 3076713 A1	22-09-2020
			US 2020300310 A1	24-09-2020
