

(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
08 mars 2018 (08.03.2018)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/042124 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02K 1/27 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/052303

(22) Date de dépôt international :
30 août 2017 (30.08.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1658096 31 août 2016 (31.08.2016) FR

(71) Déposant : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES
MOTEUR [FR/FR] ; 2 rue André Boulle, 94046 CRETEIL
CEDEX (FR).

(72) Inventeurs : GAUTRU, Jean-François ; C/O VALEO
EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 2, rue Andre
Boulle, 94046 CRETEIL CEDEX (FR). WALME, Be-
noît ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MO-
TEUR, 2 Rue André Boulle, 94046 CRETEIL CEDEX
(FR). RAKOTOVAO, Mamy ; C/O VALEO EQUIPE-
MENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 2, rue Andre Boulle,
94046 CRETEIL CEDEX (FR). QUITSCH, Cordula ; C/
O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR,
2 Rue André Boulle, 94046 CRETEIL CEDEX (FR).
KIM, Nam-Gook ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELEC-
TRIQUES MOTEUR, 2, rue André Boulle, 94046 CRE-
TEIL CEDEX (FR). PAGNARD, Maxime ; C/O VALEO
EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 2 rue An-
dré-Boulle, 94046 CRETEIL CEDEX (FR). DABROWS-
KA, Patrycja ; C/O Valeo Electric and Eletronic Systems

(54) Title: ROTOR FOR A ROTARY ELECTRIC MACHINE PROVIDED WITH AT LEAST ONE DEFORMABLE PORTION FOR FILLING A CAVITY

(54) Titre : ROTOR DE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE MUNI D'AU MOINS UNE PORTION DEFORMABLE POUR LE REMPLISSAGE D'UNE CAVITÉ

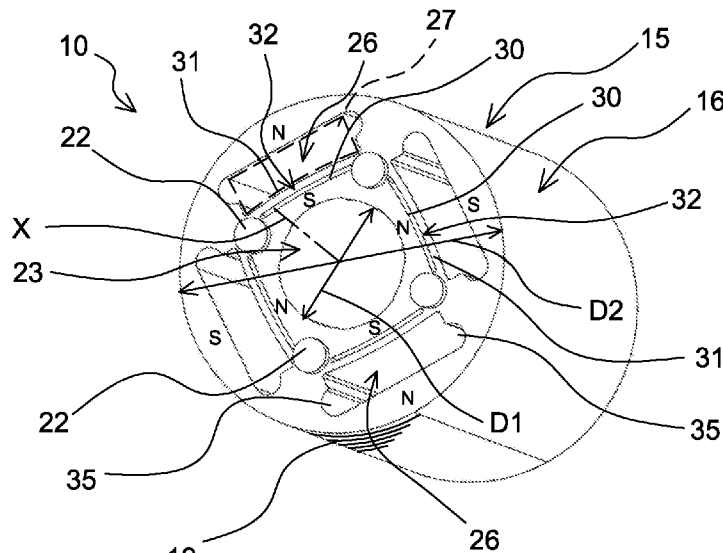


Fig.2

(57) Abstract: The invention mainly relates to a rotor (10) for a rotary electric machine, particularly for a motor vehicle, comprising: - a body (15) comprising a stack of laminations (16) stacked one on top of the other, - the stack of laminations (16) comprising: - a central opening (23) for the passage of a rotor shaft; - at least one cavity (26) intended to receive at least one permanent magnet (27), characterised in that the stack of laminations (16) further comprises: - a recess (30), and - a wall (31) separating the cavity (26) from the recess, - the wall (31) comprising at least one deformable portion (32) arranged to at least partially fill the recess (30) during deformation thereof.

(57) Abrégé : L'invention porte principalement sur un rotor (10) de machine électrique tournante, notamment pour véhicule automobile, comportant: - un corps (15) comportant un paquet de tôles (16) empilées les unes sur les autres, - le paquet de tôles (16) comportant: - une ouverture centrale (23) pour le passage d'un arbre de rotor, - au moins une cavité (26) destinée à recevoir au moins un aimant permanent (27), caractérisé en ce que le paquet de tôles (16) comporte en outre: - un évidement (30), et - une paroi (31) séparant la

[Suite sur la page suivante]

Sp. z o.o., Ul. Bestwinska 21, Czechowice-Dziedzice, 43500
CZECZOWICE (PL).

(74) **Mandataire : CONDEMIN, Olivier ; VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR**, 2, rue André Boulle, 94046 CRETEIL CEDEX (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (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, 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))

ROTOR DE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE MUNI D'AU MOINS UNE PORTION DEFORMABLE POUR LE REMPLISSAGE D'UNE CAVITE

L'invention porte sur un rotor de machine électrique tournante muni d'au moins une portion déformable pour le remplissage d'une cavité.

- 5 De façon connue en soi, les machines électriques tournantes comportent un stator et un rotor solidaire d'un arbre. Le rotor peut être solidaire d'un arbre menant et/ou mené et peut appartenir à une machine électrique tournante sous la forme d'un alternateur, d'un moteur électrique, ou d'une machine réversible pouvant fonctionner dans les deux modes.
- 10 Le stator est monté dans un carter configuré pour porter à rotation l'arbre par exemple par l'intermédiaire de roulements. Le stator comporte un corps constitué par un empilage de tôles minces formant une couronne, dont la face intérieure est pourvue d'encoches ouvertes vers l'intérieur pour recevoir des enroulements de phase. Dans un bobinage de type ondulé réparti, les
- 15 enroulements sont obtenus par exemple à partir d'un fil continu recouvert d'émail ou à partir d'éléments conducteurs en forme d'épingles reliées entre elles par soudage. Alternativement, dans un bobinage de type "concentrique", les enroulements de phase sont constitués par des bobines fermées sur elles-mêmes qui sont enroulées autour des dents du stator. Ces
- 20 enroulements sont des enroulements polyphasés connectés en étoile ou en triangle ou étoile - triangle dont les sorties sont reliées à une électronique de commande. Le système peut être en double triphasé.

- Par ailleurs, le rotor comporte un corps formé par un empilage de feuilles de tôles maintenues sous forme de paquet au moyen d'un système de fixation
- 25 adapté, tel que des rivets traversant axialement le rotor de part en part, ou grâce à des agrafes ou des boutons, ou encore par soudure laser ou par collage des feuilles entre elles. Le rotor comporte des pôles formés par des aimants permanents logés dans des cavités ménagées dans le corps de rotor.

- 30 On connaît des machines électriques tournantes accouplées à un arbre d'un compresseur électrique. Ce compresseur électrique permet de compenser

au moins en partie la perte de puissance des moteurs thermiques de cylindrée réduite utilisés sur de nombreux véhicules automobiles pour en diminuer la consommation et les émissions de particules polluantes (principe dit de "downsizing" en anglais).

- 5 A cet effet, le turbocompresseur électrique, disposé sur le conduit d'admission en amont ou en aval du moteur thermique, comprend une turbine pour permettre de comprimer l'air afin d'optimiser le remplissage des cylindres du moteur thermique. La machine électrique est activée pour entraîner la turbine afin de minimiser le temps de réponse en couple,
- 10 notamment lors des phases transitoires à l'accélération, ou en phase de redémarrage automatique du moteur thermique après une mise en veille (fonctionnement "stop and start" en anglais).

- Compte tenu de la taille réduite de la machine et des performances magnétiques recherchées qui sont très élevées (le compresseur doit pouvoir
- 15 être entraîné dans un temps inférieur à 500ms jusqu'à 100000 tours/min dans certaines situations de vie), il existe le besoin de réduire au minimum les lames d'air parasites pouvant exister entre les aimants et les faces des cavités.

- La présente invention vise à répondre à ce besoin en proposant un rotor de machine électrique tournante, notamment pour véhicule automobile,
- 20 comportant:

- un corps comportant un paquet de tôles empilées les unes sur les autres,
 - le paquet de tôles comportant:
 - une ouverture centrale pour le passage d'un arbre de rotor,
 - 25 - au moins une cavité destinée à recevoir au moins un aimant permanent,
- caractérisé en ce que le paquet de tôles comporte en outre:
- un évidement, et
 - une paroi séparant la cavité par rapport à l'évidement,
 - 30 - la paroi comportant au moins une portion déformable agencée pour remplir au moins partiellement l'évidement lors de sa déformation.

La déformation pourra être de type élastique ou plastique. L'invention permet ainsi de réduire voire de supprimer la lame d'air du fait du remplissage de

l'évidement par la portion déformable lors de l'insertion de l'aimant permanent correspondant. L'invention présente en outre un caractère économique, dans la mesure où la structure du paquet de tôles pourra être aisément modifiée pour former l'évidement et la portion déformable de la paroi séparant la cavité par rapport à l'évidement.

Selon une réalisation, la portion déformable et l'évidement s'étendent sur une longueur sensiblement égale, la longueur étant mesurée dans une direction perpendiculaire à un rayon du rotor.

Selon une réalisation, le rotor comporte un axe de rotation et une circonférence externe.

Selon une réalisation, la paroi comporte un bord interne situé du côté de l'axe de rotation du rotor et un bord externe situé du côté de la circonférence externe du rotor.

Selon une réalisation, l'aimant comporte une face interne s'étendant dans une direction orthoradiale et située du côté de l'axe du rotor et l'aimant comporte une face externe s'étendant dans une direction orthoradiale et située du côté de la circonférence externe du rotor.

Selon une réalisation, la portion déformable est agencée pour exercer un effort sur l'aimant, dans une direction radiale.

Selon une réalisation, ledit rotor comporte au moins un aimant permanent configuré pour déformer la portion déformable lors de son insertion dans la cavité.

Selon une réalisation, la paroi et l'évidement sont agencés de sorte qu'après insertion de l'aimant dans la cavité, le bord interne de la paroi est en contact avec le paquet de tôles, notamment sur au moins 1/3 de sa longueur, et le bord externe est en contact avec la face interne, notamment sur au moins 1/3 de la largeur de la face interne.

Ceci permet de réduire fortement, voire de supprimer la lame d'air présente dans l'évidement.

Selon une réalisation, la portion déformable est agencée de sorte que sur un rayon du rotor passant par le milieu de l'aimant, on rencontre successivement la circonférence externe du paquet de tôles, l'aimant, la portion déformable, le paquet de tôles et l'arbre.

- 5 Selon une réalisation, la portion déformable est en contact avec l'aimant au niveau dudit rayon.

Selon une réalisation, la portion déformable est en contact avec le paquet de tôles au niveau dudit rayon.

- 10 Selon une réalisation, la cavité s'étend suivant une direction orthoradiale, notamment pour que l'aimant permanent génère un flux magnétique suivant une direction radiale.

Selon une réalisation, la paroi comporte une unique portion déformable.

En variante, la cavité pourra présenter une orientation différente pour des machines à flux axial, radial ou transverse.

- 15 Selon une réalisation, la portion déformable est un bord d'une tôle du paquet de tôles.

Selon une réalisation, la paroi comporte une pluralité de portions déformables suivant un axe dans lequel s'étend le rotor.

- 20 Dans le cas de tôles identiques, chaque tôle du paquet comporte une portion déformable.

Selon une réalisation, la paroi comporte une portion non déformable disposée en retrait radial par rapport à la portion déformable.

- 25 Selon une réalisation, la portion déformable présente une forme bombée vers l'intérieur de la cavité, notamment lorsque la cavité est dans son état avant insertion de l'aimant.

Selon une réalisation, la portion bombée est centrée par rapport à la largeur de la cavité, la largeur de la cavité étant notamment considérée dans une direction orthoradiale.

Ceci permet de réduire fortement, voire de supprimer la lame d'air présente dans l'évidement.

5 Selon une réalisation, la portion déformable s'étend selon une largeur au moins égale à $1/3$ de la largeur de la cavité, les dimensions étant mesurées dans une direction orthoradiale.

Selon une réalisation, la portion déformable s'étend sur une largeur sensiblement égale à la largeur de l'aimant.

10 Ceci permet, après insertion de l'aimant, de maximiser la largeur de la zone dépourvue de lame d'air et dans laquelle passe le flux magnétique généré par l'aimant.

Selon une réalisation, lorsque la cavité est dépourvue d'aimant permanent, la plus petite largeur de la cavité est inférieure strictement à une largeur de l'aimant permanent.

15 Selon une réalisation, l'aimant permanent présente une forme parallélépipédique rectangle.

Selon une réalisation, l'aimant permanent comporte une face incurvée de manière à présenter une forme de tuile.

Selon une réalisation, la cavité est fermée à sa circonférence externe.

20 Selon une réalisation, la cavité est fermée à sa circonférence externe, par les tôles du paquet de tôles.

En d'autres termes, le paquet de tôles est configuré pour fermer la cavité sur la circonférence externe du rotor.

Selon une réalisation, l'aimant permanent est enterré.

25 Selon un autre aspect, l'invention a pour objet une machine électrique tournante, notamment pour véhicule automobile, caractérisée en ce qu'elle comporte un rotor tel que précédemment défini et un stator, notamment entourant le rotor. En variante, l'invention est applicable à un rotor entourant le stator, lequel est à dents externes. Un tel stator comporte des dents

délimitant des encoches recevant les phases, ces dents s'étendant vers l'extérieur de la culasse du stator.

Selon une réalisation, la cavité débouche axialement de part en part dans le paquet de tôles. En variante, la cavité pourra être borgne.

- 5 Selon une réalisation, l'épaisseur de la portion déformable se situe entre 0.1mm et 5mm.

- 10 Selon une réalisation, le corps de rotor comporte une paroi externe cylindrique continue. Autrement dit, l'entrefer est constant. Alternativement, l'entrefer peut être variable suivant la circonférence du rotor. Le corps pourra comporter des portions planes pour diminuer le bruit acoustique. Ainsi le corps de rotor présente une forme qui n'est pas parfaitement cylindrique avec, en bordure de sa section, des arcs de cercles et des droites successivement.

- 15 Selon une réalisation, l'aimant présente une forme de tuile complémentaire de celle du corps de rotor. L'aimant est ainsi en contact surfacique avec le corps de rotor.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention.

- 20 La figure 1 est une vue en coupe d'un turbocompresseur comportant une machine électrique tournante selon la présente invention;

La figure 2 montre une vue en perspective du paquet de tôles du rotor de la machine électrique tournante selon la présente invention;

- 25 Les figures 3a et 3b sont des vues en coupe transversale partielle du rotor illustrant la configuration d'une portion déformable respectivement avant et après insertion d'un aimant à l'intérieur de la cavité correspondante;

Les figures 4a et 4b sont des vues en perspective respectivement d'une tôle munie d'une portion déformable et d'une tôle classique démunie d'une telle

portion pouvant être utilisées de façon combinée pour former le paquet de tôles selon l'invention.

Les éléments identiques, similaires, ou analogues conservent la même référence d'une figure à l'autre.

- 5 Par ailleurs, dans la description qui suit, les faces d'un élément dites "internes" sont situées du côté de l'axe du rotor et les faces dites "externes" sont situées du côté de l'entrefer de la machine électrique.

La figure 1 montre un compresseur électrique 1, comportant une turbine 2 munie d'ailettes 3 apte à aspirer, via une entrée 4, de l'air non-comprimé issu
10 d'une source d'air (non représentée) et à refouler de l'air comprimé via la sortie 5 après passage dans une volute référencée 6. La sortie 5 pourra être reliée à un répartiteur d'admission (non représenté) afin d'optimiser le remplissage des cylindres du moteur thermique. En l'occurrence, l'aspiration de l'air est réalisée suivant une direction axiale, c'est-à-dire suivant l'axe de
15 la turbine 2, et le refoulement est réalisé suivant une direction radiale perpendiculaire à l'axe de la turbine 2. En variante, l'aspiration est radiale tandis que le refoulement est axial. Alternativement, l'aspiration et le refoulement sont réalisés suivant une même direction par rapport à l'axe de la turbine (axiale ou radiale).

- 20 A cet effet, la turbine 2 est entraînée par une machine électrique 7 montée à l'intérieur du carter 8. Cette machine électrique 7 comporte un stator 9, qui pourra être polyphasé, entourant un rotor 10 avec présence d'un entrefer. Ce stator 9 est monté dans le carter 8 configuré pour porter à rotation un arbre 11 par l'intermédiaire de roulements 14. L'arbre 11 est lié en rotation avec la
25 turbine 2 ainsi qu'avec le rotor 10. Le stator 9 est de préférence monté dans le carter 8 par frettage.

La machine électrique 7 présente un temps de réponse court compris entre 100 ms et 600 ms, notamment compris entre 200 ms et 400 ms, par exemple étant de l'ordre de 250 ms pour passer de 5000 à 100000 tours/min. De
30 préférence, la tension d'utilisation est de 12 V ou 48 V et un courant en régime permanent est de l'ordre de 150 A à 260A. De préférence, la machine électrique 7 est apte à fournir un pic de courant, c'est-à-dire un courant

délivré sur une durée continue inférieure à 3 secondes, compris entre 150 A et 800A, notamment entre 180 A et 220 A. En variante, la machine électrique 7 est apte à fonctionner en mode alternateur, ou est une machine électrique de type réversible.

- 5 Plus précisément, le stator 9 comporte un corps 91 constitué par un empilage de tôles minces formant une couronne, dont la face intérieure est pourvue d'encoches ouvertes vers l'intérieur pour recevoir des enroulements de phase d'un bobinage 92. Dans un bobinage de type ondulé, les enroulements sont obtenus par exemple à partir d'un fil continu recouvert
10 d'émail ou à partir d'éléments conducteurs en forme d'épingles en forme de U dont les extrémités libres sont reliées entre elles par soudage. Alternativement, dans un bobinage de type "concentrique", les enroulements de phase sont constitués par des bobines fermées sur elles-mêmes qui sont enroulées autour des dents du stator 9. La protection entre le corps de rotor
15 et le fil de bobinage est assurée soit par un isolant de type papier, soit par du plastique par surmoulage ou au moyen d'une pièce rapportée. Ces enroulements sont des enroulements polyphasés connectés en étoile ou en triangle dont les sorties sont reliées à une électronique de commande.

- Par ailleurs, le rotor 10 d'axe de rotation X montré en détails sur la figure 2
20 est à aimants permanents. Le corps de rotor 15 comporte un paquet de tôles 16 formé par un empilement axial de tôles 19 les unes sur les autres. Chaque tôle 19 s'étend dans un plan radial perpendiculaire à l'axe X. Ce corps de rotor 15 est réalisé en matière ferromagnétique. Les tôles 19 sont maintenues par des moyens de fixation, par exemple des rivets 22,
25 traversant axialement de part en part l'empilement des tôles 19.

Le corps de rotor 15 peut être lié en rotation à l'arbre 11 de différentes manières, par exemple par emmanchement en force de l'arbre 11 cannelé à l'intérieur de l'ouverture centrale 23 du paquet de tôles 16 ou à l'aide d'un dispositif à clavette.

- 30 Le corps de rotor 15 présente une périphérie interne délimitant l'ouverture centrale 23 ayant un diamètre interne D1 par exemple de l'ordre de 10mm, et une périphérie externe ayant un diamètre externe D2 compris entre 20 mm et 50 mm, notamment compris entre 24mm et 34mm, et de préférence de

l'ordre de 28mm. Par ailleurs, un diamètre externe du stator 9 est compris entre 35mm et 80mm, notamment entre 45mm et 55mm, par exemple entre 48mm et 52mm.

5 Le rotor 10 comporte une pluralité de cavités 26 destinées à recevoir chacune au moins un aimant permanent 27. Chaque cavité 26 traverse axialement le paquet de tôles 16 de part en part. Les cavités 26 s'étendent de préférence suivant une direction orthoradiale. Chaque cavité 26 est fermée à sa circonférence externe. La fermeture des cavités 26 du côté de leur périphérie externe est obtenue par le fait que le corps comporte une
10 paroi externe cylindrique continue. Une telle configuration de rotor est dite à aimant permanents enterrés, dans la mesure où les aimants sont enfermés par quatre de leurs faces par une cavité 26 correspondante, les deux faces axiales de l'aimant 27 étant enfermées par des flasques rapportés de la machine fixés sur les extrémités du paquet de tôles 16.

15 Dans le cas présent, les aimants permanents 27 ont une forme de parallélépipède rectangle dont les angles pourront être biseautés. Les aimants 27 sont à aimantation radiale, c'est-à-dire que les deux faces parallèles l'une par rapport à l'autre ayant une orientation orthoradiale sont magnétisées de manière à pouvoir générer un flux magnétique suivant une
20 orientation radiale par rapport à l'axe X.

Comme cela est bien visible sur la figure 2 où les lettres N et S correspondent respectivement aux pôles Nord et Sud, les aimants 27 situés dans deux cavités 26 consécutives sont de polarités alternées.

25 Les aimants 27 sont de préférence réalisés en terre rare afin de maximiser la puissance magnétique de la machine 7. En variante, ils pourront toutefois être réalisés en ferrite selon les applications et la puissance recherchée de la machine électrique 7. Le nombre de cavités 26 est de préférence égal à quatre. Il est toutefois possible d'augmenter le nombre de cavités 26 et d'aimants 27 en fonction de l'application. Ainsi, il est possible d'utiliser un
30 aimant 27 unique à l'intérieur de chaque cavité 26, ou plusieurs aimants 27 empilés l'un sur l'autre à l'intérieur d'une même cavité 26, notamment deux aimants empilés.

Le paquet de tôles 16 comporte en outre des évidements 30 associés chacun à une cavité 26. Chaque cavité 26 est séparée de l'évidement 30 par une paroi 31 comportant au moins une portion déformable 32.

5 Comme cela est illustré par la figure 3a, la portion déformable 32 présente une forme bombée vers l'intérieur de la cavité 26. Il est à noter que lorsque la cavité 26 est dépourvue d'aimant 27 permanent, la plus petite largeur L1 de la cavité 26 est inférieure strictement à la largeur L2 de l'aimant 27. Ces largeurs L1, L2 sont mesurées suivant une direction radiale par rapport à l'axe X.

10 Ainsi, comme cela est illustré par la figure 3b, suite à l'insertion d'un aimant 27 à l'intérieur d'une cavité 26, la portion déformable 32 est déformée par l'aimant 27 de manière à remplir au moins partiellement l'évidement 30. Cela permet de réduire voire de supprimer la lame d'air présente dans l'évidement 30. En outre, la portion déformable 32 exerce par réaction un effort sur
15 l'aimant 27 pour assurer son maintien à l'intérieur de la cavité 26 correspondante.

Dans exemple de réalisation, l'épaisseur L3 de la portion déformable 32 se situe entre 0.1mm et 5mm.

20 Par ailleurs, il existe deux espaces 35 de part et d'autre de l'aimant 27 suivant une direction orthoradiale. Ces espaces 35 sont délimités par des faces d'extrémités orthoradiales des aimants 27 et les faces de la cavité 26 en vis-à-vis. Ces espaces 35 sont destinés à recevoir des éléments de maintien 38 des aimants 27, tels que des ressorts.

25 Comme on peut le voir sur les figures 4a et 4b, chaque feuille de tôle 19 forme globalement annulaire comporte une ouverture centrale 23 et une pluralité de trous 41 formant une portion axiale des cavités 26. Chaque tôle 19 comporte également des creusures 42 correspondant à une portion axiale des évidements 30 du paquet de tôles 16. Les trous 41 sont séparés des creusures 42 par un bord 43 de faible épaisseur. L'empilement axial des
30 bords 43 de la feuille de tôle 19 forme la paroi 31 du paquet.

Suivant un premier mode de réalisation, toutes les tôles 19 comportent un bord 43 bombé constituant une portion déformable 32. Ainsi, la paroi 31 comporte une pluralité de portions déformables 32 suivant l'axe X dans lequel s'étend le rotor 10.

- 5 Suivant un autre mode de réalisation, une tôle 19 sur K (K étant un nombre entier) comporte un bord 43 bombé déformable, les autres tôles 19 étant dépourvue de creusure 42 et comportant une portion 44 non déformable délimitant le trou 41, tel que montré sur la figure 4b. La portion 44 non déformable est disposée en retrait radial par rapport à la portion déformable
10 32, c'est-à-dire que le bord 43 non déformable est plus près de l'ouverture centrale 23 que la portion déformable 32. Autrement dit, le paquet de tôle 16 est formé à partir de deux types de tôles 19 dont l'empilement peut être alterné.

- Les faces interne 271 et externe 272 de chaque aimant 27 sont en
15 l'occurrence planes, comme les autres faces de chaque aimant 27. Alternativement, la face interne 271 et/ou la face externe 272 sont incurvées (cf. traits pointillés sur la figure 3b), en sorte que chaque aimant 27 présente globalement une forme de tuile. Les cavités 26 du rotor 10 pourront présenter une forme complémentaire de celle des aimants 27 pour garantir
20 un contact surfacique entre les aimants 27 et le corps de rotor 15. Une telle configuration permet d'améliorer le maintien de l'aimant 27 à l'intérieur d'une cavité 26.

- Le corps de rotor 15 pourra également comporter deux flasques de maintien (non représentées) plaqués de part et d'autre du rotor 10 sur ses faces
25 d'extrémité axiale. Ces flasques de maintien assurent une retenue axiale des aimants 27 à l'intérieur des cavités 26 et servent également à équilibrer le rotor. Les flasques sont en matière amagnétique, par exemple en aluminium ou très peu magnétique tel que l'inox.

- Bien entendu, la description qui précède a été donnée à titre d'exemple
30 uniquement et ne limite pas le domaine de l'invention dont on ne sortirait pas en remplaçant les différents éléments par tous autres équivalents.

En outre, les différentes caractéristiques, variantes, et/ou formes de réalisation de la présente invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

REVENDICATIONS

1. Rotor (10) de machine électrique tournante, notamment pour véhicule automobile, comportant:

- un corps (15) comportant un paquet de tôles (16) empilées les unes
5 sur les autres,
 - le paquet de tôles (16) comportant:
 - une ouverture centrale (23) pour le passage d'un arbre de rotor,
 - au moins une cavité (26) destinée à recevoir au moins un
10 aimant permanent (27),
- caractérisé en ce que le paquet de tôles (16) comporte en outre:
- un évidement (30), et
 - une paroi (31) séparant la cavité (26) par rapport à
l'évidement,
 - 15 - la paroi (31) comportant au moins une portion déformable (32)
agencée pour remplir au moins partiellement l'évidement (30) lors de sa déformation.

2. Rotor selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un aimant permanent (27) configuré pour déformer la portion
20 déformable (32) lors de son insertion dans la cavité (26).

3. Rotor selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la cavité (26) s'étend suivant une direction orthoradiale, notamment pour que l'aimant permanent (27) génère un flux magnétique suivant une direction radiale.

4. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé
25 en ce que la portion déformable (32) est un bord d'une tôle (19) du paquet de tôles (16).

5. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la paroi (31) comporte une pluralité de portions déformables (32) suivant un axe (X) dans lequel s'étend le rotor (10).

30 6. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la paroi (31) comporte une portion (44) non déformable disposée

en retrait radial par rapport à la portion déformable (32).

7. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la portion déformable (32) présente une forme bombée vers l'intérieur de la cavité (26).

5 8. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lorsque la cavité (26) est dépourvue d'aimant permanent (27), la plus petite largeur (L1) de la cavité (26) est inférieure strictement à une largeur (L2) de l'aimant permanent (27).

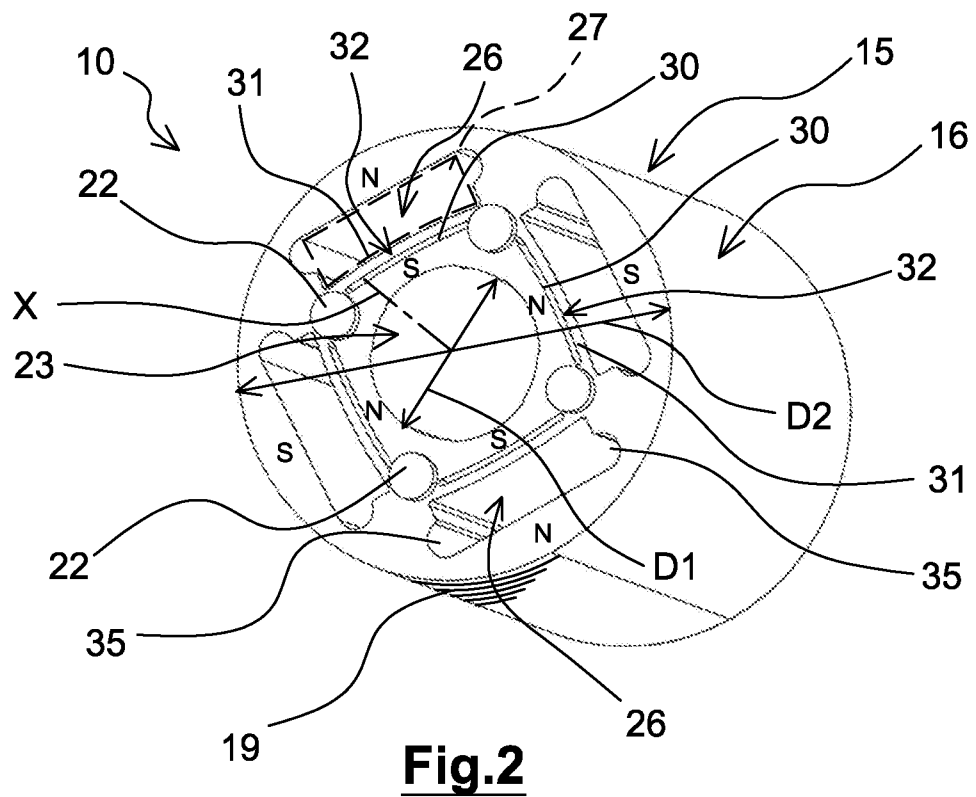
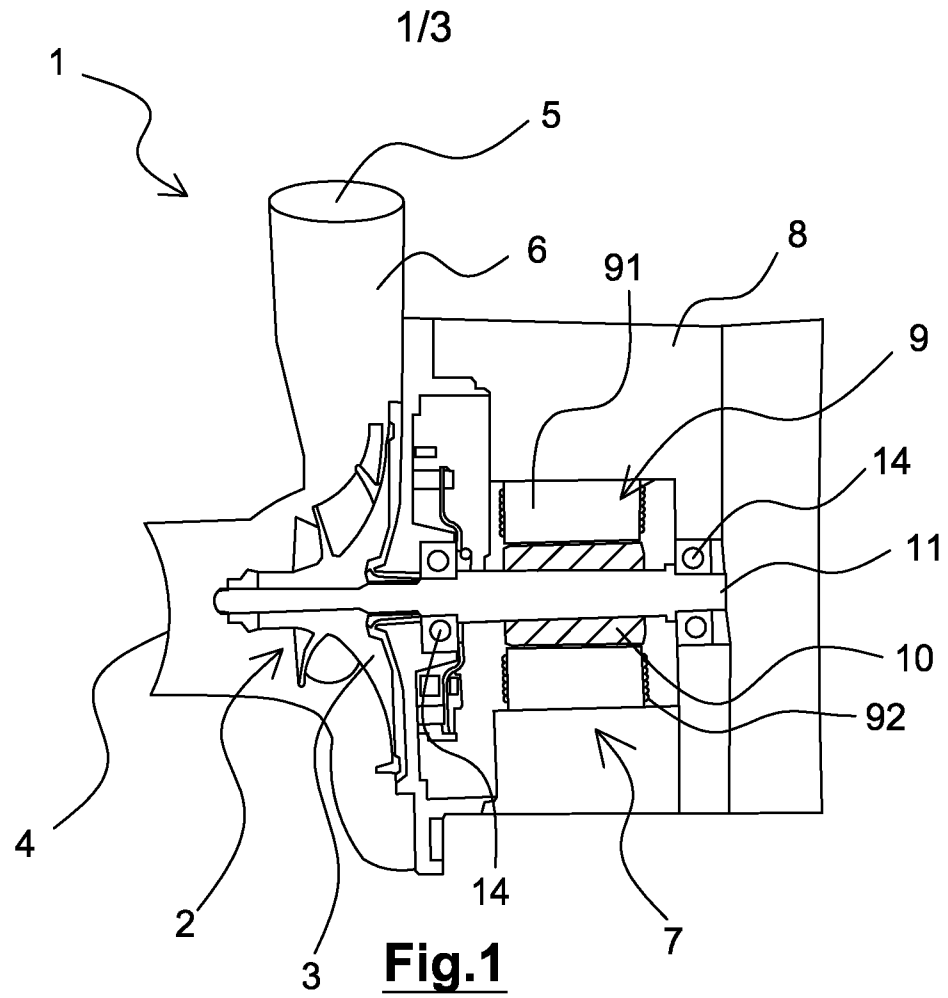
10 9. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'aimant permanent (27) présente une forme parallélépipédique rectangle.

10. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'aimant permanent (27) comporte une face (271, 272) incurvée de manière à présenter une forme de tuile.

15 11. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la cavité (26) est fermée à sa circonférence externe.

12. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'aimant permanent (27) est enterré.

20 13. Machine électrique tournante, notamment pour véhicule automobile, caractérisée en ce qu'elle comporte un rotor (10) tel que défini selon l'une quelconque des revendications précédentes et un stator, notamment entourant le rotor (10).



2/3

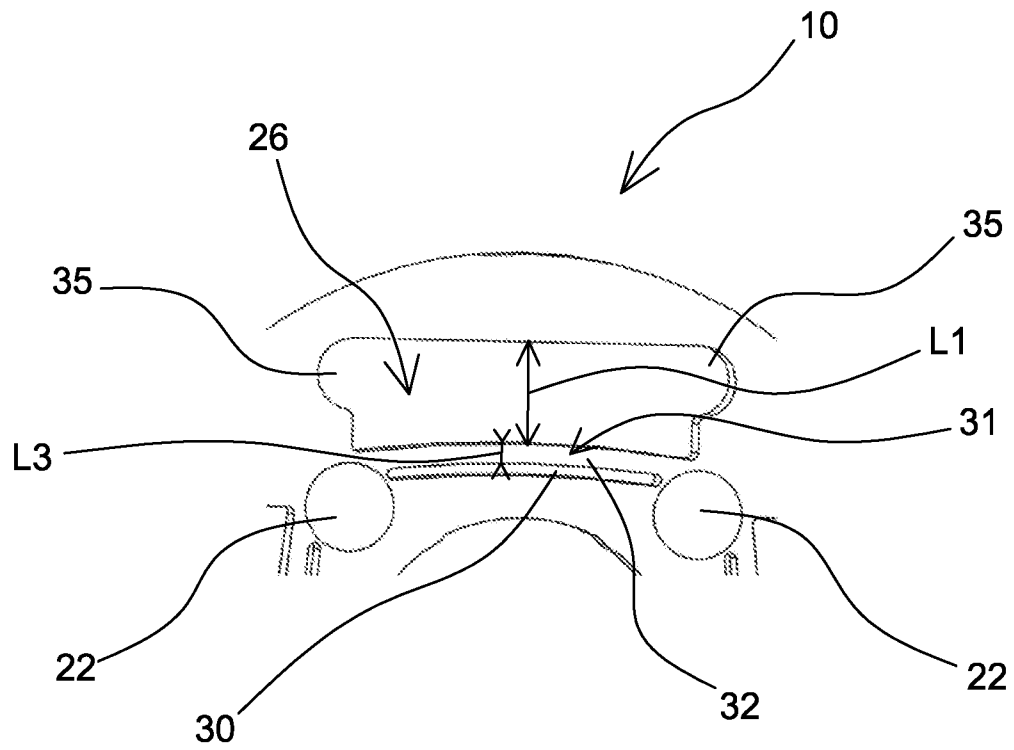


Fig.3a

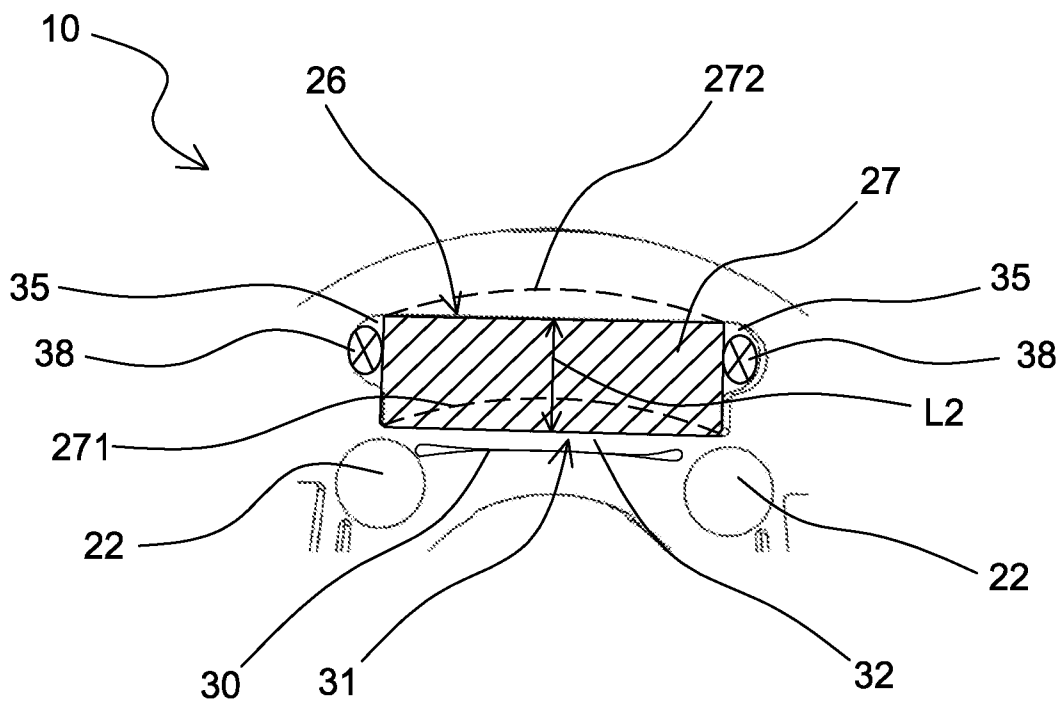


Fig.3b

3/3

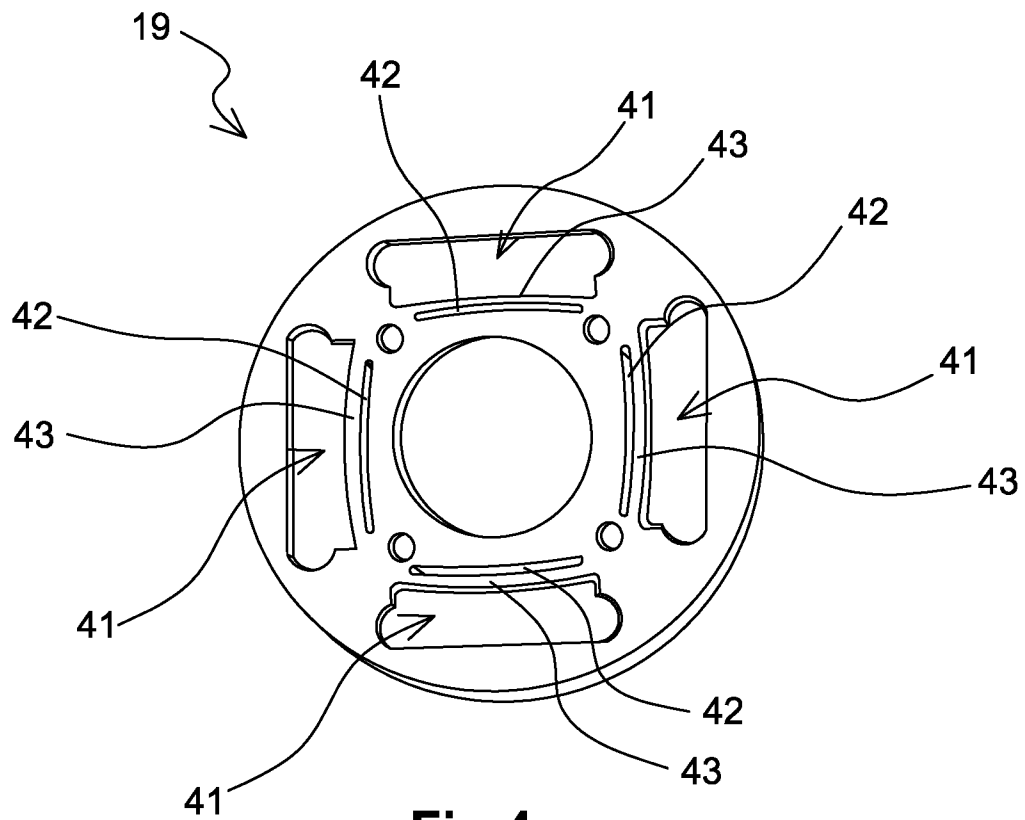


Fig.4a

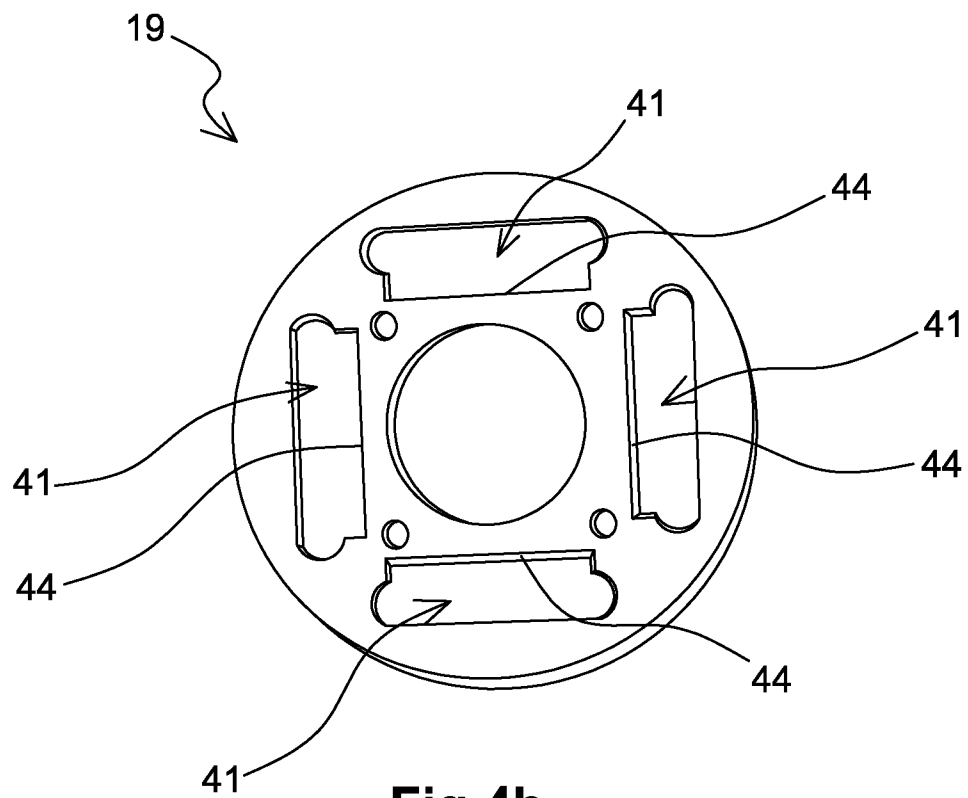


Fig.4b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/052303

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K1/27
ADD.

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

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	US 2013/187506 A1 (LEE JAE YOUNG [KR] ET AL) 25 July 2013 (2013-07-25)	1,2,4-9, 11-13
Y	paragraphs [0063], [0100], [0101], [0107], [0108], [0109]; figures 8,9,10	10
X	US 5 369 325 A (NAGATE TAKASHI [JP] ET AL) 29 November 1994 (1994-11-29) column 11, line 30 - column 12, line 11; figures 20,21	1,3-5,8, 9,11-13
Y	US 5 258 678 A (FUTAMI TOSHIHIKO [JP]) 2 November 1993 (1993-11-02) figures 3,4	10
A	US 2015/280500 A1 (NIGO MASAHIRO [JP] ET AL) 1 October 2015 (2015-10-01) paragraph [0046]; figures 4,5	1-13
	-/--	



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

22 November 2017

Date of mailing of the international search report

29/11/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fernandez, Victor

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/052303

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	DE 10 2015 207663 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 27 October 2016 (2016-10-27) paragraph [0024]; figure 5 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/052303

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013187506 A1	25-07-2013	CN 203180671 U EP 2618461 A2 KR 20130085337 A US 2013187506 A1	04-09-2013 24-07-2013 29-07-2013 25-07-2013
US 5369325 A	29-11-1994	CN 1058863 A DE 69128083 D1 DE 69128083 T2 EP 0538472 A1 SG 47864 A1 US 5369325 A WO 9201326 A1	19-02-1992 04-12-1997 19-03-1998 28-04-1993 17-04-1998 29-11-1994 23-01-1992
US 5258678 A	02-11-1993	JP H054743 U US 5258678 A	22-01-1993 02-11-1993
US 2015280500 A1	01-10-2015	CN 104756366 A CN 203747605 U EP 2916434 A1 JP 5933743 B2 JP WO2014068753 A1 US 2015280500 A1 WO 2014068753 A1	01-07-2015 30-07-2014 09-09-2015 15-06-2016 08-09-2016 01-10-2015 08-05-2014
DE 102015207663 A1	27-10-2016	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052303

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02K1/27 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		
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	US 2013/187506 A1 (LEE JAE YOUNG [KR] ET AL) 25 juillet 2013 (2013-07-25)	1,2,4-9, 11-13
Y	alinéas [0063], [0100], [0101], [0107], [0108], [0109]; figures 8,9,10	10
X	US 5 369 325 A (NAGATE TAKASHI [JP] ET AL) 29 novembre 1994 (1994-11-29) colonne 11, ligne 30 - colonne 12, ligne 11; figures 20,21	1,3-5,8, 9,11-13
Y	US 5 258 678 A (FUTAMI TOSHIHIKO [JP]) 2 novembre 1993 (1993-11-02) figures 3,4	10
A	US 2015/280500 A1 (NIGO MASAHIRO [JP] ET AL) 1 octobre 2015 (2015-10-01) alinéa [0046]; figures 4,5	1-13
	-/-	
☒ 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 22 novembre 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 29/11/2017
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 Fernandez, Victor

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X,P	DE 10 2015 207663 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 27 octobre 2016 (2016-10-27) alinéa [0024]; figure 5 -----	1-13

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052303

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013187506 A1	25-07-2013	CN 203180671 U EP 2618461 A2 KR 20130085337 A US 2013187506 A1	04-09-2013 24-07-2013 29-07-2013 25-07-2013
US 5369325 A	29-11-1994	CN 1058863 A DE 69128083 D1 DE 69128083 T2 EP 0538472 A1 SG 47864 A1 US 5369325 A WO 9201326 A1	19-02-1992 04-12-1997 19-03-1998 28-04-1993 17-04-1998 29-11-1994 23-01-1992
US 5258678 A	02-11-1993	JP H054743 U US 5258678 A	22-01-1993 02-11-1993
US 2015280500 A1	01-10-2015	CN 104756366 A CN 203747605 U EP 2916434 A1 JP 5933743 B2 JP WO2014068753 A1 US 2015280500 A1 WO 2014068753 A1	01-07-2015 30-07-2014 09-09-2015 15-06-2016 08-09-2016 01-10-2015 08-05-2014
DE 102015207663 A1	27-10-2016	AUCUN	