(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
23 avril 2020 (23.04.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/078667 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02K 21/24 (2006.01) *H02K 3/18* (2006.01)
H02K 1/02 (2006.01) *H02K 3/52* (2006.01)
H02K 1/14 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2019/075556

(22) Date de dépôt international :
23 septembre 2019 (23.09.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1859559 16 octobre 2018 (16.10.2018) FR

(71) Déposant : **RENAULT S.A.S** [FR/FR] ; 13-15 quai Le Gallo, 92100 BOULOGNE-BILLANCOURT (FR).

(72) Inventeurs : **BEISBARDT, Olivier** ; 7 rue du rond de longe, 91470 Forge les bains (FR). **LAURENT, Thierry** ; 65 place du carouge, 78720 CERNAY LA VILLE (FR). **RAOUL, Michel** ; 12 allée des amandiers, 78990 ELANCOURT (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.

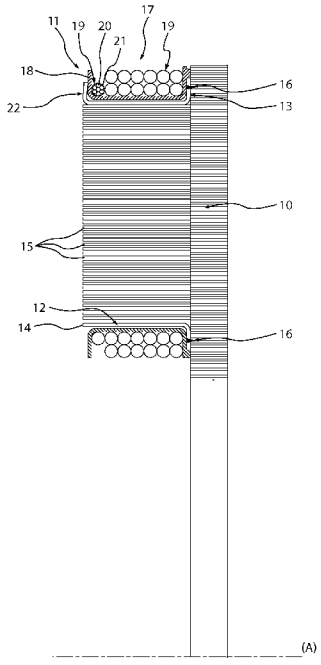
(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, 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))*

(54) **Title:** STATOR TOOTH FOR AN ELECTRIC MACHINE, ASSOCIATED YOKE AND STATOR

(54) **Titre :** DENT STATORIQUE POUR MACHINE ÉLECTRIQUE, CULASSE ET STATOR ASSOCIÉS

FIG. 3



(57) **Abstract:** The invention relates to a stator tooth for an electric machine, comprising a casing (12) extending between a first face (13) with means for fixing to a stator yoke and an opposite second face (14). The casing houses one or more conductive materials configured to direct the magnetic flux of the machine in operation from one of said faces to the other.

(57) **Abrégé :** La dent statorique pour machine électrique comprend une enveloppe (12) s'étendant entre une première face (13) comportant des moyens de fixation à une culasse statorique et une deuxième face (14) opposée. L'enveloppe loge un ou plusieurs matériaux conducteurs configurés pour diriger le flux magnétique de la machine en fonctionnement d'une desdites face à l'autre.

WO 2020/078667 A1

Dent statorique pour machine électrique, culasse et stator associés

La présente invention concerne une machine électrique tournante notamment pour véhicule automobile électrique ou hybride.

La présente invention concerne plus particulièrement un stator comprenant des dents fixées sur une culasse statorique.

Les machines électriques tournantes génèrent des pertes sous forme de chaleur causées notamment par les courants de Foucault. Dans les parties conductrices du flux magnétique d'une telle machine, le champ magnétique crée un échauffement d'une part parce que des courants induits dits courants de Foucault y circulent en court-circuit et, d'autre part, parce qu'elles présentent une résistance à la circulation du flux. Pour lutter contre ce phénomène, ces parties conductrices du stator et du rotor sont presque systématiquement constituées d'un empilage de tôles fines isolées électriquement les unes des autres et orientées dans le sens du champ magnétique.

Dans les machines électriques où le ou les rotors comprennent des aimants permanents dont les caractéristiques magnétiques dépendent de la température, le rendement de la machine électrique dépend notamment de la magnétisation du ou des rotors.

En effet, si la température du ou des rotors est supérieure à une température critique, les aimants perdent leur propriété magnétique de manière irréversible. En outre des courants de Foucault circulent dans les aimants contribuant à leur échauffement.

De plus, la chaleur générée par la machine électrique diminue le rendement global de la machine.

Dans une machine électrique tournante à flux axial à rotor central, le rotor est disposé entre deux stators, le rotor et les stators dissipant de la chaleur.

Par conséquent, le rotor est chauffé par les courants induits le traversant et par la chaleur rayonnant des stators.

Le document GB2482928 divulgue une machine électrique tournante à flux axial à stator central, c'est-à-dire dans laquelle le stator est disposé entre deux rotors comprenant des aimants.

Comme les rotors sont disposés aux extrémités de la machine, ils sont refroidis par de l'air frais.

Ce document divulgue, en outre, que le stator central comprend un disque en matériau plastique composite, supportant des plots statoriques en poudre ferreuse compressée et frittée dont les grains sont enrobés d'un matériau isolant électrique, ce qui diminue leur résistance au flux magnétique les traversant.

Les courants induits responsables de l'échauffement du stator y sont de ce fait diminués.

Cependant, les pertes magnétiques des rotors sont augmentées par le débouclage des flux magnétiques par les plaques support des aimants.

On pourra également se référer au document FR 3 006 124 qui divulgue une machine électrique tournante à flux axial à rotor central.

Le rotor comprend un disque comprenant des ouvertures disposées de façon circonférentielle et logeant des aimants.

Cette configuration permet de limiter l'échauffement du rotor.

Cependant, le rotor est chauffé par la chaleur rayonnant des stators.

Il est proposé de pallier les inconvénients liés à une machine électrique tournante selon l'état de la technique, notamment en limitant l'échauffement du ou des stators englobant le rotor.

Au vu de ce qui précède l'invention a pour objet une dent statorique pour machine électrique comprenant une enveloppe s'étendant entre une première face comportant des moyens de fixation à une culasse statorique et une deuxième face opposée.

L'enveloppe loge un ou plusieurs matériaux conducteurs configurés pour diriger le flux magnétique de la machine en fonctionnement d'une desdites face à l'autre.

De préférence, l'enveloppe est en tôle amagnétique emboutie.

Avantageusement, la première face comprend au moins une languette destinée à être fixée sur la culasse.

Selon une autre caractéristique, la seconde face comprend au moins un rabat pour immobiliser selon une direction axiale un bobinage préassemblé inséré entre la languette et le rabat.

De préférence, la dent comprend en outre un bobinage préassemblé inséré sur la surface périphérique extérieure de l'enveloppe.

Avantageusement, le bobinage préassemblé comprend une armature support sur laquelle est enroulé un fil comprenant plusieurs brins maintenus dans une enveloppe isolante formant des spires.

Selon un premier mode de réalisation, le matériau conducteur comprend des aiguilles s'étendant de la première à la deuxième face.

De préférence, les aiguilles sont en matériau perméable à un champ magnétique et à grain orienté selon la longueur des aiguilles.

Avantageusement, la surface périphérique de chaque aiguille qui n'est pas délimitée par la première et la deuxième face est enduite d'une matière isolante.

De préférence, les interstices entre les aiguilles et l'enveloppe sont remplis de colle.

Selon un deuxième mode de réalisation, le matériau conducteur comprend des tôles fines s'étendant de la première à la deuxième face et empilées les unes sur les autres.

De préférence, les interstices entre les tôles fines et l'enveloppe sont remplis de colle.

Selon un troisième mode de réalisation, la dent comporte un plot monobloc, le matériau conducteur étant réalisé par compactage d'une poudre ferreuse enrobée d'isolant électrique.

De préférence, le matériau conducteur comprend en outre des extensions latérales s'étendant vers l'extérieur de l'enveloppe et comprenant des évidements destinés à loger des agrafes fixées sur la culasse.

L'invention a aussi pour objet une culasse comprenant au moins une dent statorique telle que définie précédemment et un stator pour

machine électrique à rotor central comprenant une telle culasse, et une machine électrique à flux axial à rotor central comprenant un tel stator.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre une vue en coupe d'une machine électrique tournante à flux axial à rotor central selon l'invention ;
- la figure 2 illustre une vue de la culasse et de dents statoriques selon l'invention ;
- les figures 3 et 4 illustrent un premier mode de réalisation d'une dent statorique selon l'invention ;
- la figure 5 illustre un deuxième mode de réalisation d'une dent statorique selon l'invention ; et
- la figure 6 illustre un troisième mode de réalisation d'une dent formée d'un plot statorique selon l'invention.

On se réfère à la figure 1 qui illustre une vue en coupe d'une machine électrique 1 tournante à flux axial à rotor central selon une direction axiale. Cette machine est dans cet exemple de réalisation de l'invention, un moteur de traction pour véhicule électrique ou hybride.

La machine électrique 1 comprend un carter 2 comprenant deux stators 3a et 3b d'architecture identique entourant un rotor 4 et un axe (A) confondu avec l'axe de rotation du rotor 4.

Chaque stator 3a et 3b est séparé du rotor par un entrefer ENT.

Le rotor 4 est guidé par des roulements à billes 5 et 6 supportés par le carter 2.

Le rotor 4 comprend un moyeu 7 sur lequel est fixé un disque 8 comprenant des ouvertures disposées de façon circonférentielle et logeant des aimants 9 préférentiellement segmentés et isolés électriquement pour limiter les courants induits dans les aimants.

L'échauffement du rotor 4 est ainsi diminué.

Le disque est réalisé préférentiellement en matériau composite, par exemple en polymère renforcé de fibres, réduisant ainsi les courants

de Foucault. Le disque est préférentiellement cerclé d'une frette pour améliorer sa tenue mécanique.

Le rotor 4 est positionné axialement entre les stators 3a et 3b de manière à obtenir des entrefers d'épaisseur équivalente. Pour cela une cale de réglage est prévue d'un côté, par exemple à droite. Des mesures sont prises pour déterminer l'épaisseur de la cale. Pour un maintien du rotor dans cette position un ressort est placé derrière le roulement opposé à la cale.

Les stators sont centrés l'un et l'autre dans deux demi-carters et maintenus en appui axial par un dispositif de goujons, soudé sur la culasse 10 et d'écrous répartis régulièrement et circonférentiellement sur la culasse 10.

Pour le refroidissement des stators 3a et 3b, des chambres d'eau sont aménagées dans chaque carter. Les étanchéités de ces chambres sont assurées par des joints toriques.

Comme les stators 3a et 3b sont d'architecture identique, seul le stator 3a est détaillé par la suite.

Le stator 3a comprend une culasse 10 sur laquelle sont disposés des dents statoriques 11 toutes identiques.

La culasse 10 a une épaisseur constante et comprend par exemple une tôle fine dont la surface est isolée électriquement et enroulée en colimaçon avec un grain d'acier orienté dans le sens d'enroulement. En variante la culasse est en grain d'acier non orienté. Ainsi en fonctionnement, le flux magnétique qui doit circuler entre deux dents adjacentes, suivra l'orientation donnée par l'enroulement de la tôle. En variante un autre matériau magnétiquement conducteur que l'acier est utilisé.

Les figures 2, 3 et 4 illustrent une vue de la culasse 10 comprenant un premier mode de réalisation préférentiel d'une dent statorique 11, et une coupe partielle de la culasse 10 et d'une dent statorique 11 selon la direction III-III représentée sur la figure 2.

On se réfère plus particulièrement à la figure 3.

La dent statorique 11 comprend une enveloppe 12 s'étendant entre une première face 13 fixée sur la culasse 10 et une deuxième face

14. Ces faces sont orthogonales à la direction axiale (axe de rotation (A) du rotor).

L'enveloppe 12 loge un ou plusieurs matériaux conducteurs.

Selon le premier mode de réalisation préférentiel, le matériau conducteur comprend des aiguilles 15. L'enveloppe 12 est par exemple triangulaire isocèle dont les sommets sont arrondis et dont les côtés de même longueur sont orientés de sorte que la dent soit symétrique par rapport à un axe de symétrie (B). Le sommet commun aux deux côtés de même longueur est orienté vers l'axe (A).

Les aiguilles 15 s'étendent de la première face 13 vers la deuxième face 14. Plus précisément les aiguilles 15 s'étendent selon la direction axiale. Leur longueur est de préférence sensiblement égale à la dimension axiale de l'enveloppe 12, elle-même supérieure à l'épaisseur de la culasse 10. Le diamètre (ou les dimensions de la section dans le cas où elles ne sont pas cylindriques) des aiguilles est de l'ordre de 0,5mm de préférence, et de préférence inférieur à 1mm. Il peut être plus petit que 0,5mm, et dépend de la fréquence d'utilisation de la machine tournante 1. Par exemple à 1000Hz, un diamètre inférieur à 0,3mm est préférable.

L'ensemble des aiguilles de la dent statorique 11 présente selon une coupe axiale une forme sensiblement trapézoïdale ou triangulaire à coins arrondis. La périphérie de l'enveloppe 12 forme un ruban dont la largeur s'étend selon la direction axiale entre les faces 13 et 14 et la longueur s'étend angulairement tout autour de la forme dessinée par les aiguilles de la dent statorique 11. L'enveloppe 12 comprend néanmoins des languettes 16 positionnées perpendiculairement au ruban formé par cette périphérie de l'enveloppe 12, sur la surface de la culasse 10 orthogonale à l'axe (A). De même des rabats 22 positionnés perpendiculairement au ruban formé par cette périphérie maintiennent le bobinage 17 assemblé autour du ruban.

L'enveloppe 12 est réalisée par exemple par emboutissage d'une tôle amagnétique.

Les aiguilles 15 sont par exemple cylindriques et réalisées de préférence en un matériau perméable à un champ magnétique et à grain

orienté dans le sens de leur longueur, par exemple en acier magnétique. Bien entendu la section des aiguilles peut être de forme différente, par exemple polygonale.

La surface périphérique de chaque aiguille 15 qui n'est pas délimitée par les première et deuxième faces 13 et 14 est enduite d'une matière isolante (non représentée), par exemple un vernis, de sorte que les aiguilles 15 soient magnétiquement en contact avec la culasse 10, et qu'un champ magnétique puisse transiter de la culasse 10 vers le rotor 4 par les aiguilles 15 et l'entrefer ENT. Autrement dit les aiguilles sont de préférence directement en contact avec la culasse 10 sans matière isolante les séparant.

Les interstices entre les aiguilles 15 et l'enveloppe 12 sont remplis de colle, par exemple une résine (non représentée). Cette colle a des propriétés d'isolant électrique et de conducteur thermique, en plus de la fonction de collage.

L'isolation des aiguilles 15 entre elles et avec l'enveloppe 12 permet de réduire les courants induits responsables de l'échauffement du stator 3a.

La première face 13 comprend les languettes 16 fixées sur la culasse 10 de manière à solidariser la dent 11 sur la culasse 10.

Chaque languette 16 est par exemple fixée sur la culasse 10 par une soudure laser traversant ladite languette. Préférentiellement trois languettes 16 fixent l'enveloppe contenant les aiguilles à la culasse 10, une languette 16 située à la périphérie radiale externe de la dent 11 et deux languettes 16 latérales situées de part et d'autre de la dent 11 dans la direction angulaire.

La dent statorique 11 comprend en outre un bobinage préassemblé 17 inséré sur la surface périphérique extérieure de l'enveloppe 12.

Le bobinage préassemblé 17 comprend une armature support 18 sur laquelle est enroulé un fil 19 en formant des spires.

Le fil 19 comprend de préférence plusieurs brins 20 maintenus dans une enveloppe isolante 21. Pour une section de conduction donnée

du fil, la circulation du courant est améliorée en utilisant plusieurs brins par rapport à un fil monobloc.

La seconde face 14 de l'enveloppe 12 comprend les rabats 22 déformables qui, lorsque le bobinage préassemblé 17 est engagé sur la dent 11, sont repoussés pour immobiliser le bobinage préassemblé 17 selon une direction axiale.

Les dents 11 sont disposées uniformément sur la culasse 10 comme visible sur la figure 2.

La culasse 10 est circulaire et comporte un évidement en son centre dimensionné pour accueillir le rotor 4.

En fonctionnement, le champ magnétique généré par les spires de la dent 11 du stator 3a traverse les entrefers ENT et le rotor 4 dans sa partie discoïde et pénètre dans la dent statorique disposée en face sur le stator 3b.

Le champ magnétique est guidé par la culasse du stator 3b jusqu'à une dent adjacente puis traverse à nouveau les entrefers ENT et le rotor 4 dans sa partie discoïde, et pénètre dans une dent statorique disposée en face sur le stator 3a pour aller vers une dent statorique adjacente par l'intermédiaire de la culasse du stator 3a.

Les aiguilles 15 des dents statoriques 11 sont orientées dans le sens de parcours du champ magnétique, et la tôle des culasses 10 est enroulée dans le sens de parcours du champ magnétique.

Le bouclage des flux magnétiques est optimisé, réduisant ainsi les pertes magnétiques de la machine 1 et améliorant le rendement de la machine 1.

La figure 4 illustre une vue partielle de la dent 11 comprenant les aiguilles 15 logées dans l'enveloppe 12 et une languette 16.

Selon un deuxième mode de réalisation de la dent 11 illustré à la figure 5, le matériau conducteur comprend des tôles fines 23 empilées à l'intérieur de l'enveloppe 12 selon la direction radiale.

L'épaisseur de la tôle fine 23 s'étend selon la direction radiale, la largeur de la tôle fine s'étend entre les première 13 et deuxième 14 faces et la longueur de la tôle s'étend selon une direction orthogonale à la direction radiale.

La tôle fine 23 a par exemple une section rectangulaire.

L'empilement des tôles fines 23 se fait par exemple selon une direction parallèle au côté de longueur différente à celle des deux autres côtés du triangle isocèle.

Les tôles fines 23 sont solidarisées entre elles par exemple par des cordons de soudure superficiels avant leur insertion dans l'enveloppe 12. Après insertion des tôles fines 23 dans l'enveloppe 12, les interstices entre les tôles fines et l'enveloppe sont remplis de colle par exemple une résine.

L'épaisseur des tôles fines est de préférence inférieure à 0,35mm par exemple égale à 0,2mm. Le choix de cette épaisseur dépend de la fréquence d'utilisation de la machine tournante 1.

La figure 6 illustre un troisième mode de réalisation de la dent 11 fixée sur la culasse 10.

Cette dent 11 comprend un plot et des languettes 16.

Dans ce mode de réalisation, le plot est monobloc, le matériau conducteur étant réalisé par compactage d'une poudre ferreuse enrobée d'isolant électrique.

Le plot comprend en outre des extensions latérales 24 s'étendant de part et d'autre de l'axe de symétrie (B) vers l'extérieur du plot et comprenant à chacune de leurs extrémités des évidements 25. Les extensions latérales 24 créent un isthme augmentant le couple développé par la machine électrique tournante 1.

Des agrafes 26 et 27 en acier élastique fixées sur la culasse 10 se logent dans les évidements 25 de manière à maintenir le plot contre la culasse 10.

Les rabats 22 emprisonnent les agrafes 26 et 27 et maintiennent le bobinage préassemblé 17 (non représenté) sur la surface périphérique de l'enveloppe 12, par soudage sur la culasse de leur extrémité. Plus précisément, les rabats 22, par l'intermédiaire des agrafes prenant appui sur le plot dans les évidements 25, assurent le placage, avec une certaine pression, du plot contre la culasse 10. Les rabats maintiennent les plots et les bobines dans ce troisième mode de réalisation.

Les grains d'acier de la poudre ferreuse sont orientés magnétiquement dans le sens axial.

La segmentation fine des dents statoriques 11 montées sur la culasse 10 permet de lutter contre les pertes par courants de Foucault.

L'invention n'est pas limitée à une réalisation sur une machine à flux axial à rotor central, les caractéristiques décrites pouvant être aisément transposées sur une machine à flux radial. Dans ce cas la culasse statorique pourra être segmentée pour faciliter l'assemblage des dents et des bobinages statoriques.

REVENDICATIONS

1. Dent statorique pour machine électrique comprenant une enveloppe (12) s'étendant entre une première face (13) comportant des moyens de fixation à une culasse statorique (10) et une deuxième face (14) opposée, caractérisée en ce que l'enveloppe loge un ou plusieurs matériaux conducteurs perméables à un champ magnétique et configurés pour diriger le flux magnétique de la machine en fonctionnement d'une desdites face à l'autre, ladite dent comportant de plus un bobinage préassemblé inséré sur la surface périphérique extérieure de l'enveloppe (12), ladite enveloppe étant distincte d'une armature support dudit bobinage préassemblé.

2. Dent selon la revendication 1, dans laquelle l'enveloppe (12) est en tôle amagnétique emboutie.

3. Dent selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle la première face (13) comprend au moins une languette (16) destinée à être fixée sur la culasse (10).

4. Dent selon la revendication 3, dans laquelle la seconde face (14) comprend au moins un rabat (22) pour immobiliser selon une direction axiale le bobinage préassemblé (17) inséré entre la languette (16) et le rabat.

5. Dent selon la revendication 4, dans laquelle le bobinage préassemblé (17) comprend ladite armature support (18) sur laquelle est enroulé un fil (19) comprenant plusieurs brins maintenus dans une enveloppe isolante formant des spires.

6. Dent selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle le matériau conducteur comprend des aiguilles (15) s'étendant de la première à la deuxième face.

7. Dent selon la revendication 6, dans laquelle les aiguilles (15) sont en matériau perméable à un champ magnétique et à grain orienté selon la longueur des aiguilles (15).

8. Dent selon l'une des revendications 6 et 7, dans laquelle la surface périphérique de chaque aiguille (15) qui n'est pas délimitée par la première et la deuxième face est enduite d'une matière isolante.

9. Dent selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans laquelle les interstices entre les aiguilles (15) et l'enveloppe (12) sont remplis de colle.

10. Dent selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle le matériau conducteur comprend des tôles fines (23) s'étendant de la première (13) à la deuxième (14) face et empilées les unes sur les autres.

11. Dent selon la revendication 10, dans laquelle les interstices entre les tôles fines (23) et l'enveloppe (12) sont remplis de colle.

12. Dent selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la dent comprend un plot monobloc, le matériau conducteur étant réalisé par compactage d'une poudre ferreuse enrobée d'isolant électrique.

13. Dent selon la revendication 12, dans laquelle le matériau conducteur comprend en outre des extensions latérales (24) s'étendant vers l'extérieur de l'enveloppe et comprenant des évidements (25) destinés à loger des agrafes (26, 27) qui plaquent l'enveloppe contre la culasse (10).

14. Culasse statorique comprenant au moins une dent selon l'une quelconque des revendications précédentes.

15. Stator pour machine électrique à flux axial à rotor central comprenant une culasse (10) selon la revendication 14.

16. Machine électrique à flux axial à rotor central comprenant un stator selon la revendication 15.

FIG. 1

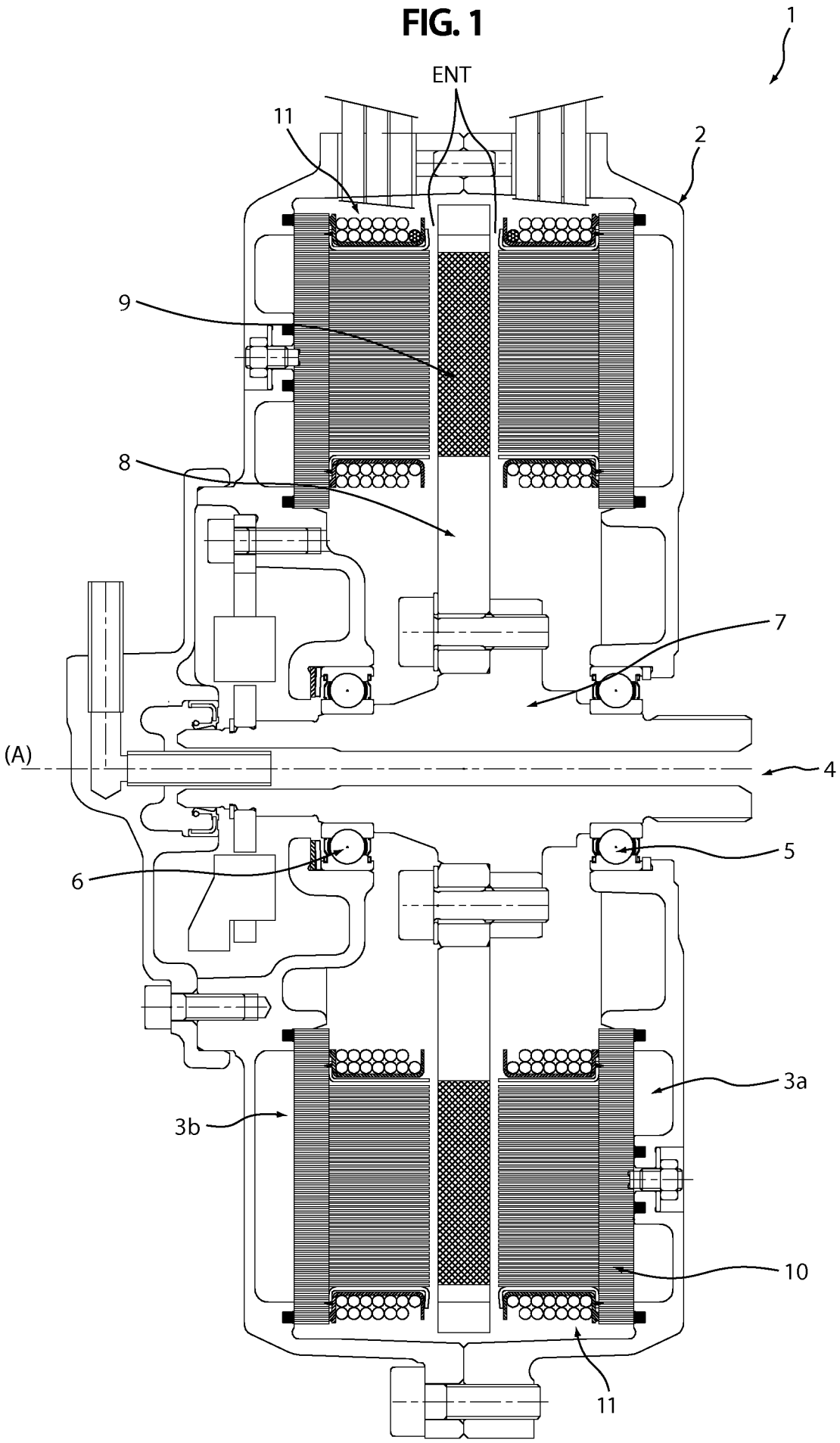


FIG. 2

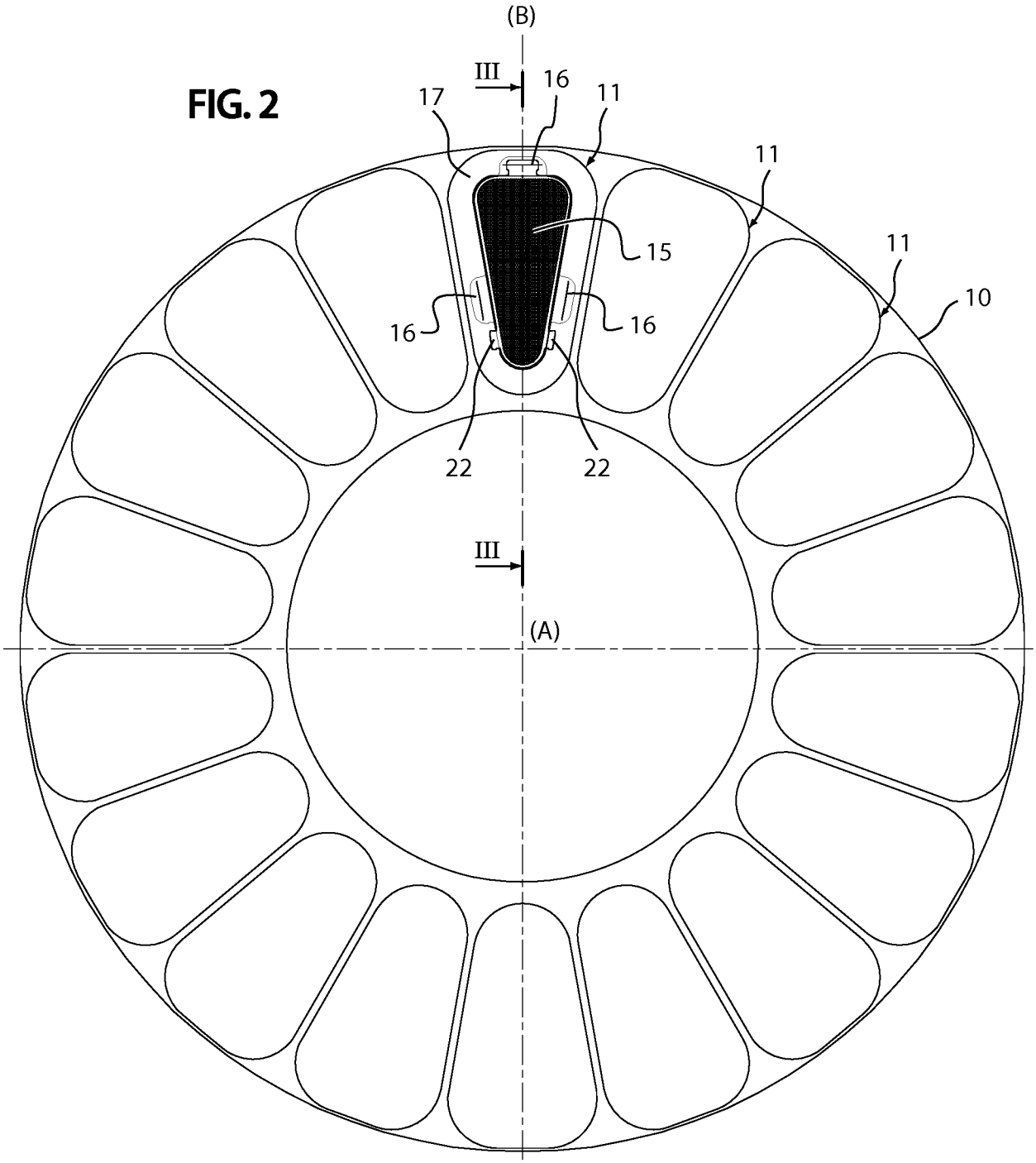
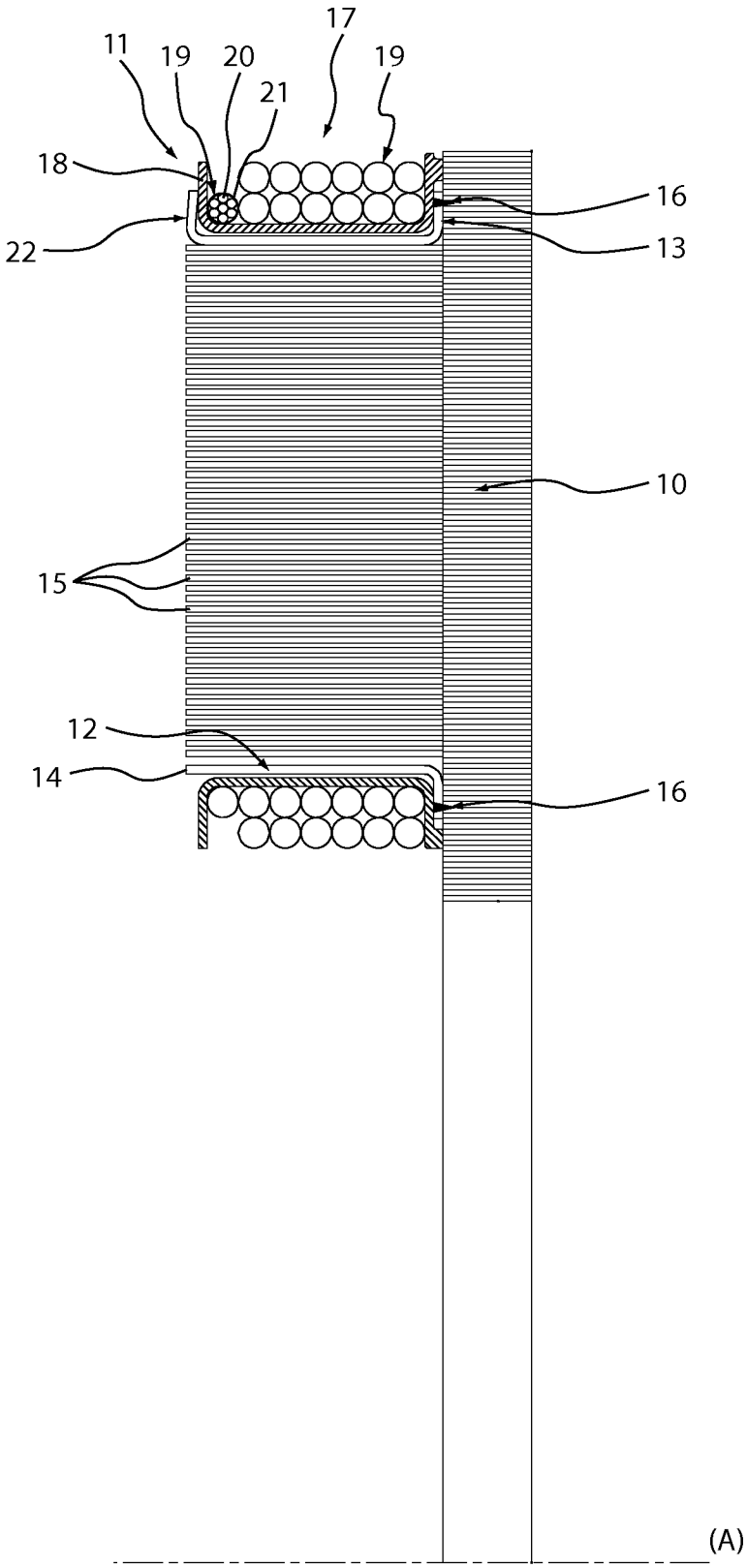


FIG. 3



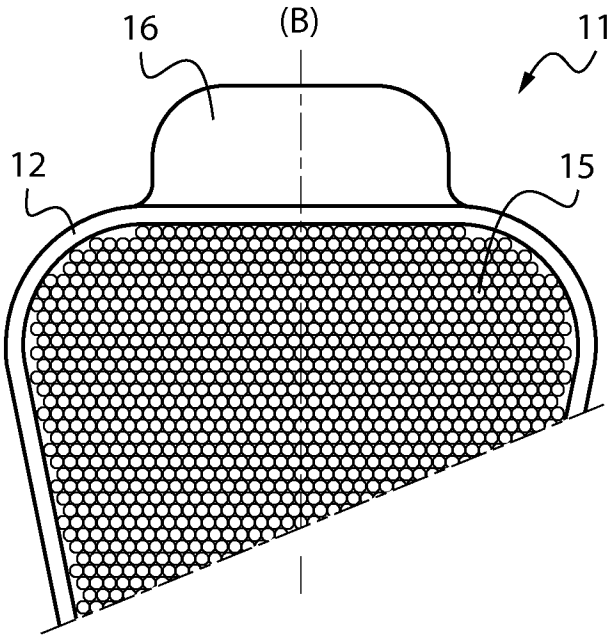


FIG. 4

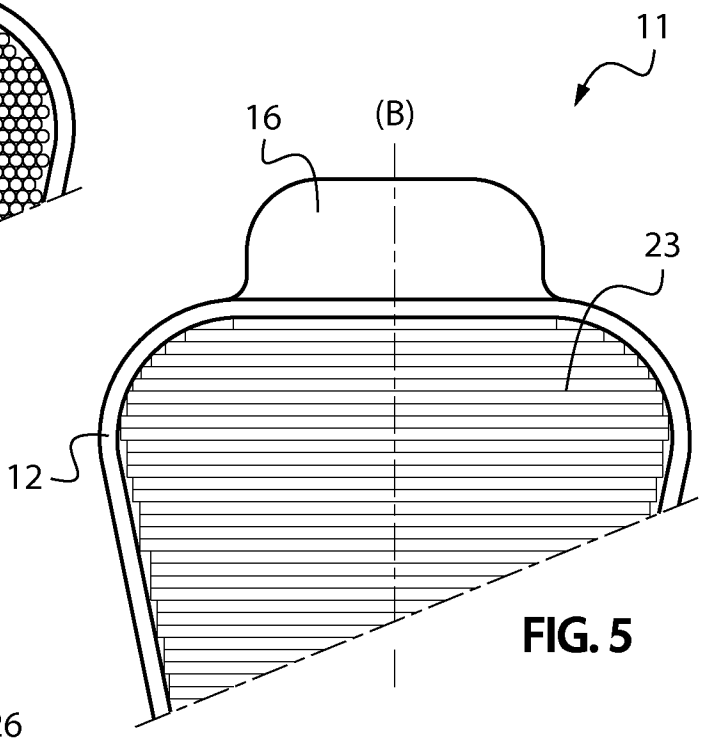


FIG. 5

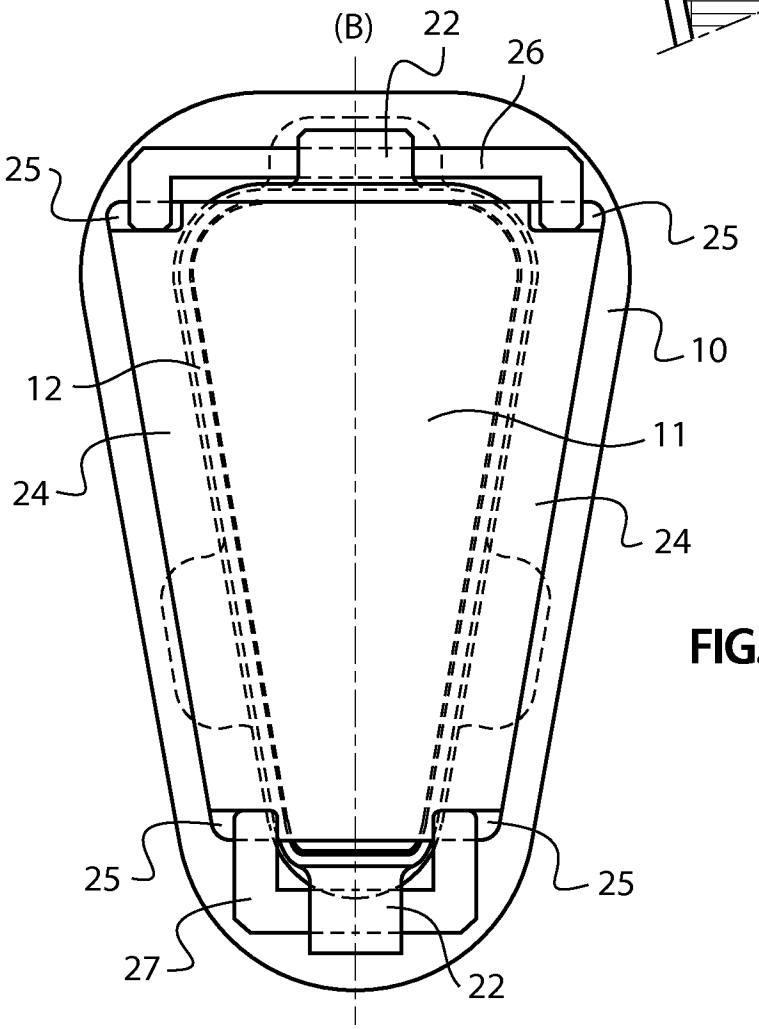


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/075556

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 21/24(2006.01)i; ***H02K 1/02***(2006.01)i; ***H02K 1/14***(2006.01)i; ***H02K 3/18***(2006.01)i; ***H02K 3/52***(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

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	EP 1536542 A1 (YAMAHA MOTOR CO LTD [JP]) 01 June 2005 (2005-06-01) paragraphs [0106], [0109], [0112]; figures 1,5,10	1-4,10,11,14-16 5,12 6-9,13
Y	US 2014009022 A1 (KIM BYOUNG SOO [KR]) 09 January 2014 (2014-01-09) figure 1	5
Y	DE 102014203945 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 September 2015 (2015-09-10) paragraph [0059]; figures 1a,b,c, 2, 7	12

☐ 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	Date of mailing of the international search report
17 December 2019	**08 January 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Fernandez, Victor** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/075556

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP 1536542 A1	01 June 2005	AU 2003254943 A1	03 March 2004
		CN 1685585 A	19 October 2005
		EP 1536542 A1	01 June 2005
		ES 2392821 T3	14 December 2012
		JP 4547259 B2	22 September 2010
		JP WO2004017488 A1	08 December 2005
		TW I228855 B	01 March 2005
		US 2006103263 A1	18 May 2006
		WO 2004017488 A1	26 February 2004
US 2014009022 A1	09 January 2014	CN 103430428 A	04 December 2013
		KR 20120108687 A	05 October 2012
		US 2014009022 A1	09 January 2014
		WO 2012134114 A2	04 October 2012
DE 102014203945 A1	10 September 2015	DE 102014203945 A1	10 September 2015
		EP 3114753 A1	11 January 2017
		WO 2015132022 A1	11 September 2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2019/075556

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H02K21/24 H02K1/02 H02K1/14 H02K3/18 H02K3/52
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

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X Y A	EP 1 536 542 A1 (YAMAHA MOTOR CO LTD [JP]) 1 juin 2005 (2005-06-01) alinéas [0106], [0109], [0112]; figures 1,5,10	1-4,10, 11,14-16 5,12 6-9,13
Y	US 2014/009022 A1 (KIM BYOUNG SOO [KR]) 9 janvier 2014 (2014-01-09) figure 1	5
Y	DE 10 2014 203945 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 septembre 2015 (2015-09-10) alinéa [0059]; figures 1a,b,c, 2, 7	12

☐ 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
17 décembre 2019	08/01/2020

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fernandez, Victor

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2019/075556

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1536542 A1	01-06-2005	AU 2003254943 A1	03-03-2004
		CN 1685585 A	19-10-2005
		EP 1536542 A1	01-06-2005
		ES 2392821 T3	14-12-2012
		JP 4547259 B2	22-09-2010
		JP WO2004017488 A1	08-12-2005
		TW I228855 B	01-03-2005
		US 2006103263 A1	18-05-2006
		WO 2004017488 A1	26-02-2004
US 2014009022 A1	09-01-2014	CN 103430428 A	04-12-2013
		KR 20120108687 A	05-10-2012
		US 2014009022 A1	09-01-2014
		WO 2012134114 A2	04-10-2012
DE 102014203945 A1	10-09-2015	DE 102014203945 A1	10-09-2015
		EP 3114753 A1	11-01-2017
		WO 2015132022 A1	11-09-2015