(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
8 juin 2017 (08.06.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/093636 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02K 1/24 (2006.01) *H02K 1/22* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/053060

(22) Date de dépôt international :
23 novembre 2016 (23.11.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1561632 1 décembre 2015 (01.12.2015) FR

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

(72) Inventeurs : **TAN-KIM, Antoine**; 15 rue de la Berjamaine, 02000 Laon (FR). **LANFRANCHI, Vincent**; 155 Boulevard des Etats Unis, 60200 Compiegne (FR).

(74) Mandataire : **RICARD, Amandine**; 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, JP, KE, KG, 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** : CLAW ROTOR OF A ROTATING ELECTRICAL MACHINE, PROVIDED WITH CLAWS HAVING A CURVED CHAMFER

(54) **Titre** : ROTOR A GRIFFES DE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE MUNI DE GRIFFES A CHANFREIN DE FORME COURBE

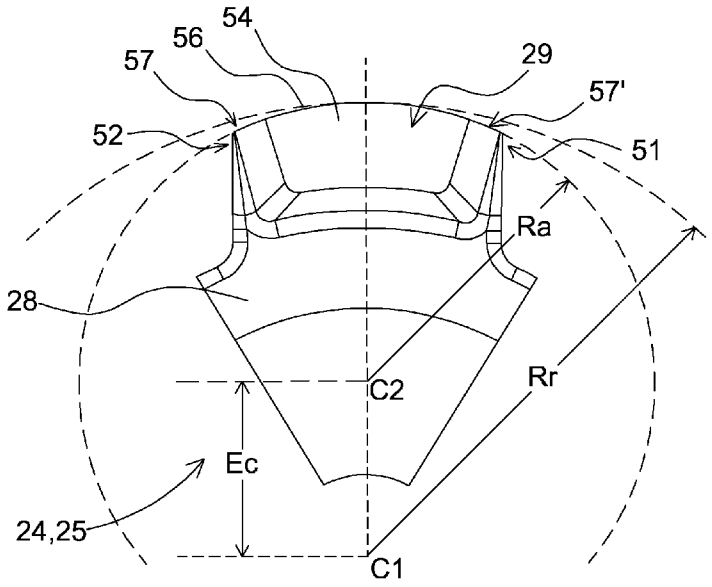


Fig.3

(57) **Abstract** : The invention relates primarily to a rotor of a rotating electrical machine of a motor vehicle, comprising at least one pole wheel (24, 25) comprising a plurality of claws (29), at least one claw (29) having at least one chamfer (57, 57') along an edge (51, 52) extending between a base and a free end (54) of said claw (29), the rotor being characterized in that the chamfer (57, 57') has a radial cross-section in the shape of an arc of a circle.

(57) **Abrégé** : L'invention porte principalement sur un rotor de machine électrique tournante de véhicule automobile comportant au moins une roue polaire (24, 25) comprenant une pluralité de griffes (29), au moins une griffe (29) comportant au moins un chanfrein (57, 57') réalisé dans un bord (51, 52) s'étendant entre une base et une extrémité libre (54) de ladite griffe (29), ledit rotor étant caractérisé en ce que ledit chanfrein (57, 57') présente une section radiale en forme d'arc de cercle.

WO 2017/093636 A1

ROTOR A GRIFFES DE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE MUNI DE GRIFFES À CHANFREIN DE FORME COURBE

La présente invention porte sur un rotor à griffes de machine électrique tournante muni de griffes ayant des chanfreins de forme courbe. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse, mais non exclusive, dans le domaine des alternateurs et des machines électriques réversibles pour véhicule automobile. Un alternateur transforme de l'énergie mécanique en énergie électrique. Une machine réversible permet également de transformer de l'énergie électrique en énergie mécanique, notamment pour démarrer le moteur thermique du véhicule.

De façon connue en soi, un alternateur tel que décrit dans le document EP0762617 comporte un carter et, à l'intérieur de celui-ci, un rotor à griffes, solidaire en rotation de manière directe ou indirecte d'un arbre, et un stator qui entoure le rotor avec présence d'un entrefer. Une poulie est fixée sur l'extrémité avant de l'arbre.

Le stator comporte un corps en forme d'un paquet de tôles doté d'encoches équipées d'isolant d'encoches pour le montage du bobinage du stator. Le bobinage comporte une pluralité d'enroulements de phase traversant les encoches du corps et formant, avec tous les enroulements de phase, un chignon avant et un chignon arrière de part et d'autre du corps du stator. Les enroulements sont obtenus par exemple à partir d'un fil continu recouvert d'émail ou à partir d'éléments conducteurs en forme de barre, tels que des épingles en forme de U dont les extrémités sont reliées entre elles par exemple par soudage.

Ces enroulements de phase sont par exemple des enroulements triphasés connectés en étoile ou en triangle, dont les sorties sont reliées à au moins un module électronique de redressement comportant des éléments redresseurs, tels que des diodes ou des transistors.

Par ailleurs, le rotor comporte deux roues polaires. Chaque roue présente un flasque d'orientation transversale pourvu à sa périphérie externe de griffes par exemple de forme trapézoïdale et d'orientation axiale. Les

griffes d'une roue sont dirigées axialement vers le flasque de l'autre roue. Chaque griffe d'une roue polaire pénètre dans l'espace existant entre deux griffes voisines de l'autre roue polaire, de sorte que les griffes des roues polaires sont imbriquées les unes par rapport aux autres. Un noyau cylindrique est intercalé axialement entre les flasques des roues. Ce noyau porte à sa périphérie externe un bobinage d'excitation bobiné dans un isolant intercalé radialement entre le noyau et ce bobinage.

Il est connu que ce type de machines électriques émet un bruit acoustique dû aux vibrations engendrées par les forces magnétiques en présence. Afin de minimiser ce bruit, il est connu de réaliser des chanfreins de forme plane dans le bord des griffes, comme cela est décrit dans le document US5708318. Toutefois, de tels chanfreins ne permettent pas dans certains cas d'obtenir les prestations acoustiques et électriques souhaitées par les constructeurs automobiles.

L'invention vise donc à améliorer les performances acoustiques et électriques de la machine en proposant un rotor de machine électrique tournante de véhicule automobile comportant au moins une roue polaire comprenant une pluralité de griffes, au moins une griffe comportant au moins un chanfrein réalisé dans un bord s'étendant entre une base et une extrémité libre de ladite griffe, ledit rotor étant caractérisé en ce que ledit chanfrein présente une section radiale en forme d'arc de cercle. La section radiale correspond à l'intersection entre la griffe et un plan perpendiculaire à un axe du rotor.

L'invention permet ainsi d'obtenir une variation plus progressive du flux magnétique dans l'entrefer par rapport à une configuration de chanfrein à section droite, ce qui permet d'améliorer les performances de réduction de bruit tout en augmentant le courant de sortie débité par la machine électrique.

Selon une réalisation, un ratio d'un rayon de courbure du chanfrein sur un rayon externe du rotor est compris entre 0.5 et 0.9. Ce ratio est particulièrement avantageux pour minimiser le bruit magnétique de la machine dans une plage de vitesses de rotation en particulier comprise entre 1800 et 4000 tours/min.

Selon une réalisation, un ratio d'une distance entre un centre d'un cercle formant une circonférence extérieure du rotor et un centre d'un cercle formant la courbure du chanfrein sur un rayon externe dudit rotor est compris entre 0.1 et 0.5.

Selon une réalisation, ledit chanfrein est réalisé dans un bord de fuite d'une griffe.

Selon une réalisation, ledit chanfrein est réalisé dans un bord d'attaque d'une griffe.

Selon une réalisation, une griffe comporte un chanfrein en forme d'arc de cercle réalisé dans un bord d'attaque et un chanfrein en forme d'arc de cercle réalisé dans un bord de fuite.

Selon une réalisation, une surface dudit chanfrein décroît lorsque l'on se déplace vers l'extrémité libre de la griffe correspondante.

Selon une réalisation, ladite surface du chanfrein est sensiblement nulle au niveau de l'extrémité libre de la griffe.

Selon une réalisation, la griffe présente une surface radiale externe et le chanfrein est réalisé sur ladite surface radiale externe.

Selon une réalisation, le chanfrein s'étend axialement entre la base et l'extrémité libre de la griffe correspondante.

Selon une réalisation, lesdites griffes de ladite roue polaire sont symétriques.

Selon une réalisation, lesdites griffes de ladite roue polaire sont dissymétriques.

Selon une réalisation, ledit rotor comporte des aimants interpolaires positionnés chacun à l'intérieur d'un espace séparant deux griffes successives.

Selon une réalisation, un ratio d'une largeur maximale dudit chanfrein sur un pas polaire est compris entre 0,16 et 0,37.

L'invention a également pour objet une machine électrique tournante de type alternateur ou une machine réversible caractérisée en ce qu'elle comporte un rotor tel que précédemment défini.

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.

La figure 1 est une vue schématique en coupe longitudinale d'un alternateur selon la présente invention;

La figure 2 est une vue schématique de dessus d'une griffe de roue polaires selon la présente invention muni d'un double chanfrein;

La figure 3 est une vue schématique de face d'une griffe de roue polaire selon la présente invention illustrant la forme en arc de cercle des chanfreins;

La figure 4 est un graphique montrant deux courbes représentant le niveau de bruit d'un alternateur en fonction d'un ratio entre un rayon de courbure des chanfreins et un rayon externe du rotor, chaque courbe correspondant à une vitesse de rotation spécifique de l'alternateur;

La figure 5 illustre une variante de réalisation schématique d'un rotor selon la présente invention à griffes dissymétriques.

Les éléments identiques, similaires, ou analogues conservent la même référence d'une figure à l'autre. Dans la suite de la description, on considère qu'un élément "avant" est situé du côté de la poulie de la machine et qu'un élément "arrière" est situé du côté opposé.

On a représenté sur la figure 1 un alternateur 10 compact et polyphasé, notamment pour véhicule automobile. Cet alternateur 10 transforme de l'énergie mécanique en énergie électrique et peut être réversible. Un tel alternateur 10 réversible, appelé alterno-démarreur, permet de transformer de l'énergie électrique en énergie mécanique notamment pour démarrer le moteur thermique du véhicule.

Cet alternateur 10 comporte un carter 11 et, à l'intérieur de celui-ci, un rotor à griffes 12 monté sur un arbre 13, et un stator 16, qui entoure le rotor 12 avec présence d'un entrefer 17. Une poulie 14 est fixée sur l'arbre 13. Cette poulie 14 appartient à un dispositif de transmission de mouvement à courroie entre l'alternateur 10 et le moteur thermique du véhicule automobile. L'axe X de l'arbre 13 forme l'axe de rotation du rotor 12 et des roues polaires 24, 25.

Le stator 16 comporte un corps 19 en forme d'un paquet de tôles doté d'encoches, par exemple du type semi-fermées, équipées d'isolant d'encoches pour le montage des phases du stator 16. Chaque phase comporte au moins un enroulement traversant les encoches du corps 19 du stator 16 et forme, avec toutes les phases, un chignon avant 20 et un chignon arrière 21 de part et d'autre du corps de stator 19.

Les enroulements sont obtenus par exemple à partir d'un fil continu recouvert d'émail ou à partir d'éléments conducteurs en forme de barre, tels que des épingles reliées entre elles par exemple par soudage. Ces enroulements sont par exemple des enroulements triphasés connectés en étoile ou en triangle, dont les sorties sont reliées à au moins un pont redresseur comportant des éléments redresseurs tels que des diodes ou des transistors du type MOSFET, notamment lorsqu'il s'agit d'un alterno-démarreur comme décrit par exemple dans le document FR2745445.

Le rotor 12 comporte deux roues polaires 24, 25 présentant chacune un flasque 28 d'orientation transversale pourvu à sa périphérie externe de griffes 29 par exemple de forme trapézoïdale et d'orientation axiale. Les griffes 29 d'une roue 24, 25 sont dirigées axialement vers le flasque 28 de l'autre roue. Chaque griffe 29 d'une roue polaire 24, 25 pénètre dans l'espace existant entre deux griffes 29 voisines de l'autre roue polaire, de sorte que les griffes 29 des roues polaires 24, 25 sont imbriquées les unes par rapport aux autres.

La périphérie externe des griffes 29 définit avec la périphérie interne du corps 19 du stator 16 l'entrefer 17 entre le stator 16 et le rotor 12. La périphérie interne des griffes 29 est inclinée, en sorte que les griffes 29 sont moins épaisses du côté de leur extrémité libre 54.

Un noyau cylindrique 30 est intercalé axialement entre les flasques 28 des roues 24, 25. En l'occurrence, le noyau 30 consiste en deux demi-noyaux appartenant chacun à l'un des flasques 28. Ce noyau 30 porte à sa périphérie externe une bobine d'excitation 31 bobinée dans un isolant 32 intercalé radialement entre le noyau 30 et la bobine 31.

Par ailleurs, le carter 11 comporte des paliers avant 35 et arrière 36 assemblés ensemble. Les paliers 35, 36 sont de forme creuse et portent chacun centralement un roulement 37, 38 à billes pour le montage à rotation de l'arbre 13 du rotor. Le palier arrière 36 porte un porte-balais 40 muni de balais 41 destinés à venir frotter contre des bagues 44 d'un collecteur 45 reliées par des liaisons filaires au bobinage d'excitation 31. Les balais 41 sont reliés électriquement à un régulateur de tension monté à l'extérieur de la machine.

Les paliers avant 35 et arrière 36 comportent des ouvertures sensiblement latérales avant 60 et arrière 61 en vue de permettre le refroidissement de l'alternateur 10 par circulation d'air engendrée par la rotation d'un ventilateur 62 positionné sur la face avant du rotor 12 et d'un autre ventilateur 63 positionné sur la face arrière du rotor. Chaque ventilateur 62, 63 est pourvu d'une pluralité de pales 64. Les ouvertures latérales avant 60 et arrière 61 sont en regard des chignons respectivement avant 20 et arrière 21.

Plus précisément, comme on peut le voir sur la figure 2, chaque griffe 29 de forme trapézoïdale comporte un bord d'attaque 51 entrant le premier en contact avec l'air suivant le sens de rotation du rotor 12 indiqué par la flèche SR et un bord de fuite 52 situé du côté opposé par rapport au bord d'attaque 51. Ces bords 51, 52 s'étendent entre la base 53 de la griffe 29, qui coïncide localement avec la périphérie externe du flasque 28 correspondant, et l'extrémité libre 54 de la griffe 29.

En l'occurrence, un premier chanfrein 57 est réalisé dans le bord de fuite 52 de chaque griffe 29 des roues polaires 24, 25. Dans cet exemple, un deuxième chanfrein 57' est réalisé dans le bord d'attaque 51 de chaque griffe 29 des roues polaires 24, 25. Les chanfreins 57, 57' sont réalisés dans la surface radiale externe 56 de la griffe 29. Les chanfreins 57, 57' s'étendent

axialement entre la base 53 et l'extrémité libre 54 de la griffe 29 correspondante, c'est-à-dire sur toute la longueur axiale de la griffe.

De préférence, la surface des chanfreins 57, 57' de forme globalement triangulaire décroît lorsque l'on se déplace vers une extrémité libre 54 de la griffe 29. La surface du chanfrein 57 est sensiblement nulle au niveau de l'extrémité libre 54 de la griffe 29.

Comme cela est bien visible sur la figure 3, chaque chanfrein 57, 57' présente une section radiale en forme d'arc de cercle. La section radiale correspond à l'intersection de la griffe 29 avec un plan perpendiculaire à l'axe X de la roue polaire 24, 25. L'invention permet ainsi d'obtenir une variation plus progressive du flux magnétique dans l'entrefer 17 par rapport à une configuration de chanfrein droit, ce qui permet d'améliorer les performances de réduction de bruit tout en augmentant le courant de sortie débité par la machine électrique.

On définit un ratio R1 entre un rayon de courbure Ra des chanfreins 57, 57' et un rayon externe Rr du rotor 12, soit R1=Ra/Rr. Le ratio R1 est de préférence compris entre 0.5 et 0.9. Comme cela ressort de la figure 4, ce ratio est particulièrement avantageux pour minimiser le bruit magnétique de la machine électrique dans une plage de vitesses de rotation notamment comprise entre 1800 et 4000 tours/min (cf. courbe A1 pour la vitesse de 1800 tours/min et la courbe A2 pour la vitesse de 4000 tours/min). Il est à noter que la plage de vitesses de fonctionnement précitée ne correspond pas aux vitesses minimale et maximale de fonctionnement de l'alternateur mais à la plage de vitesses pour laquelle le bruit magnétique, qui présente un niveau significatif et qui n'est pas couvert par le bruit aéraulique des ventilateurs, doit être atténué.

Par ailleurs, on définit un ratio R2 entre une distance EC et un rayon externe Rr du rotor 12, soit R2=EC/Rr. Le ratio R2 est de préférence compris entre 0.1 et 0.5. La distance EC est mesurée entre un centre C1 du cercle formant la circonférence extérieure du rotor 12 et un centre C2 du cercle formant la courbure du chanfrein 57.

On définit également un ratio R3 entre une largeur maximale

Chb_max du chanfrein 57 et un pas polaire Tp, soit R3=Chb_max/Tp. Tp est égal au rapport entre la circonférence interne du stator et le nombre de pôles de la machine, soit Tp= πD/2p avec D étant le diamètre interne du stator et p étant le nombre de paires de pôles de la machine. Ce ratio R3 est compris entre 0,16 et 0,37. La largeur maximale Chb_max est mesurée suivant une direction circonférentielle dans un plan parallèle à une face radiale du flasque 28 de la roue polaire 24, 25 correspondante.

Comme cela ressort des tableaux ci-dessous, une telle configuration permet de réduire le bruit magnétique et d'augmenter le courant de sortie de la machine de façon optimale sur l'ensemble de la plage de fonctionnement du rotor 12.

En effet, il apparaît que, pour un chanfrein large (Chb_max=7mm), on obtient une réduction de bruit supérieure de 5dB avec des chanfreins en forme d'arc de cercle par rapport à une configuration de chanfrein droit classique. En outre, on obtient une intensité de courant en sortie de la machine électrique supérieure à 5 Ampères par rapport à une configuration de chanfrein droit classique.

Puissance acoustique (dB) à 1800 tours/min		
Chb_max	5 mm	7 mm
Chanfrein droit	66.2	66.7
Chanfrein en forme d'arc de cercle	63.4	61.5
Différence	**-2.7**	**-5.2**

Courant de sortie (A) à 1800 tours/min		
Chb_max	5 mm	7 mm
Chanfrein droit	82.4	76.9
Chanfrein en forme d'arc de cercle	81.1	82.5
Différence	**-1.3**	**5.6**

De préférence, les chanfreins 57 sont réalisés dans le bord d'attaque 51 et le bord de fuite 52 de chaque griffe 29. En variante, les chanfreins 57, 57' sont réalisés uniquement dans les bords de fuite 52 ou les bords d'attaque des griffes 29. En variante, seules certaines griffes 29 des roues polaires comportent un chanfrein ou un double chanfrein, les autres griffes

29 étant dépourvues de chanfrein.

En outre, le premier et le deuxième chanfreins 57, 57' présentent le même rayon de courbure Ra.

En variante, les rayons de courbure associés à chacun des chanfreins 57, 57' sont différents l'un par rapport à l'autre. Par exemple, les griffes 29 d'une des roues polaires 24 pourront présenter, chacune, un premier chanfrein 57 associé à un premier ratio R1 qui est optimal en termes de réduction de bruit pour la vitesse basse de la plage de vitesses de fonctionnement. Les griffes 29 de l'autre roue polaire 25 pourront présenter, chacune, un deuxième chanfrein 57' associé à un deuxième ratio R1' qui est optimal en termes de réduction de bruit pour la vitesse haute de la plage de vitesses de fonctionnement. Par exemple, le ratio R1 vaut 0.7 pour 1800 tours/min et le ratio R1' vaut 0.6 pour 4000 tours/min. Une telle configuration permet de minimiser le bruit magnétique de façon optimale sur l'ensemble de la plage de fonctionnement P du rotor 12.

Dans l'exemple de réalisation, les griffes 29 des roues polaires 24, 25 sont symétriques, c'est-à-dire que la médiane M visible sur la figure 2 passant par le centre de la base 53 passe également par l'extrémité libre 54 de la griffe 29.

En variante, comme cela est illustré par la figure 5, les griffes 29 des roues polaires 24, 25 sont dissymétriques, c'est-à-dire que la médiane M passant par le centre de la base 53 d'une griffe 29 est décalée par rapport à une droite parallèle passant par l'extrémité libre 54 de la griffe 29 correspondante. Une griffe 29 dissymétrique peut être penchée dans le sens de rotation SR (cf. flèche F1) ou dans le sens opposé au sens de rotation SR (cf. flèche F2). Les griffes 29 des deux roues polaires 24, 25 pourront être penchées dans le même sens ou dans des sens opposés, comme cela est représenté sur la figure 5.

Comme cela est illustré par les figures 2 et 5, le rotor 12 pourra le cas échéant comporter des aimants interpolaires 46 positionnés chacun à l'intérieur d'espaces 66 séparant deux griffes 29 successives. Les aimants 46 pourront être positionnés à l'intérieur de tous les espaces interpolaires 66 ou

uniquement à l'intérieur de certains d'entre eux et répartis de façon régulière suivant la circonférence du rotor 12. Les aimants 46 pourront être réalisés en terres rare NeFeB (Neodyme-Fer-Bore) ou SmCo (Samarium-Cobalt). Les choix du matériau et du nombre d'aimants interpolaires 46 permettent d'ajuster aisément les propriétés magnétiques du rotor 12 à la puissance recherchée de l'alternateur.

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

REVENDICATIONS

1. Rotor (12) de machine électrique tournante de véhicule automobile comportant au moins une roue polaire (24, 25) comprenant une pluralité de griffes (29), au moins une griffe (29) comportant au moins un chanfrein (57, 57') réalisé dans un bord (51, 52) s'étendant entre une base (53) et une extrémité libre (54) de ladite griffe (29),
ledit rotor (12) étant caractérisé en ce que ledit chanfrein (57, 57') présente une section radiale en forme d'arc de cercle.

2. Rotor selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un ratio d'un rayon de courbure (Ra) du chanfrein (57) sur un rayon externe (Rr) du rotor (12) est compris entre 0.5 et 0.9.

3. Rotor selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'un ratio d'une distance (EC) entre un centre (C1) d'un cercle formant une circonférence extérieure du rotor (12) et un centre (C2) d'un cercle formant la courbure du chanfrein (57, 57'), sur un rayon externe dudit rotor est compris entre 0.1 et 0.5.

4. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit chanfrein (57, 57') est réalisé dans un bord de fuite (52) d'une griffe (29).

5. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit chanfrein (57, 57') est réalisé dans un bord d'attaque (51) d'une griffe (29).

6. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'une griffe (29) comporte un chanfrein (57') en forme d'arc de cercle réalisé dans un bord d'attaque (51) et un chanfrein (57) en forme d'arc de cercle réalisé dans un bord de fuite (52).

7. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'une surface dudit chanfrein (57, 57') décroît lorsque l'on se déplace vers l'extrémité libre (54) de la griffe (29) correspondante.

8. Rotor selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite surface du chanfrein (57, 57') est sensiblement nulle au niveau de l'extrémité libre (54) de la griffe (29).

9. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la griffe (29) présente une surface radiale externe (56) et en ce que le chanfrein (57, 57') est réalisé sur ladite surface radiale externe (56).

10. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le chanfrein (57, 57') s'étend axialement entre la base (53) et l'extrémité libre (54) de la griffe (29) correspondante.

11. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que lesdites griffes (29) de ladite roue polaire (24, 25) sont symétriques.

12. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que lesdites griffes (29) de ladite roue polaire (24, 25) sont dissymétriques.

13. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte des aimants interpolaires (46) positionnés chacun à l'intérieur d'un espace (66) séparant deux griffes (29) successives.

14. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'un ratio d'une largeur maximale (chb_max) dudit chanfrein (57, 57') sur un pas polaire (Tp) est compris entre 0,16 et 0,37.

15. Machine électrique tournante de type alternateur ou machine réversible caractérisée en ce qu'elle comporte un rotor tel que défini selon l'une quelconque des revendications précédentes.

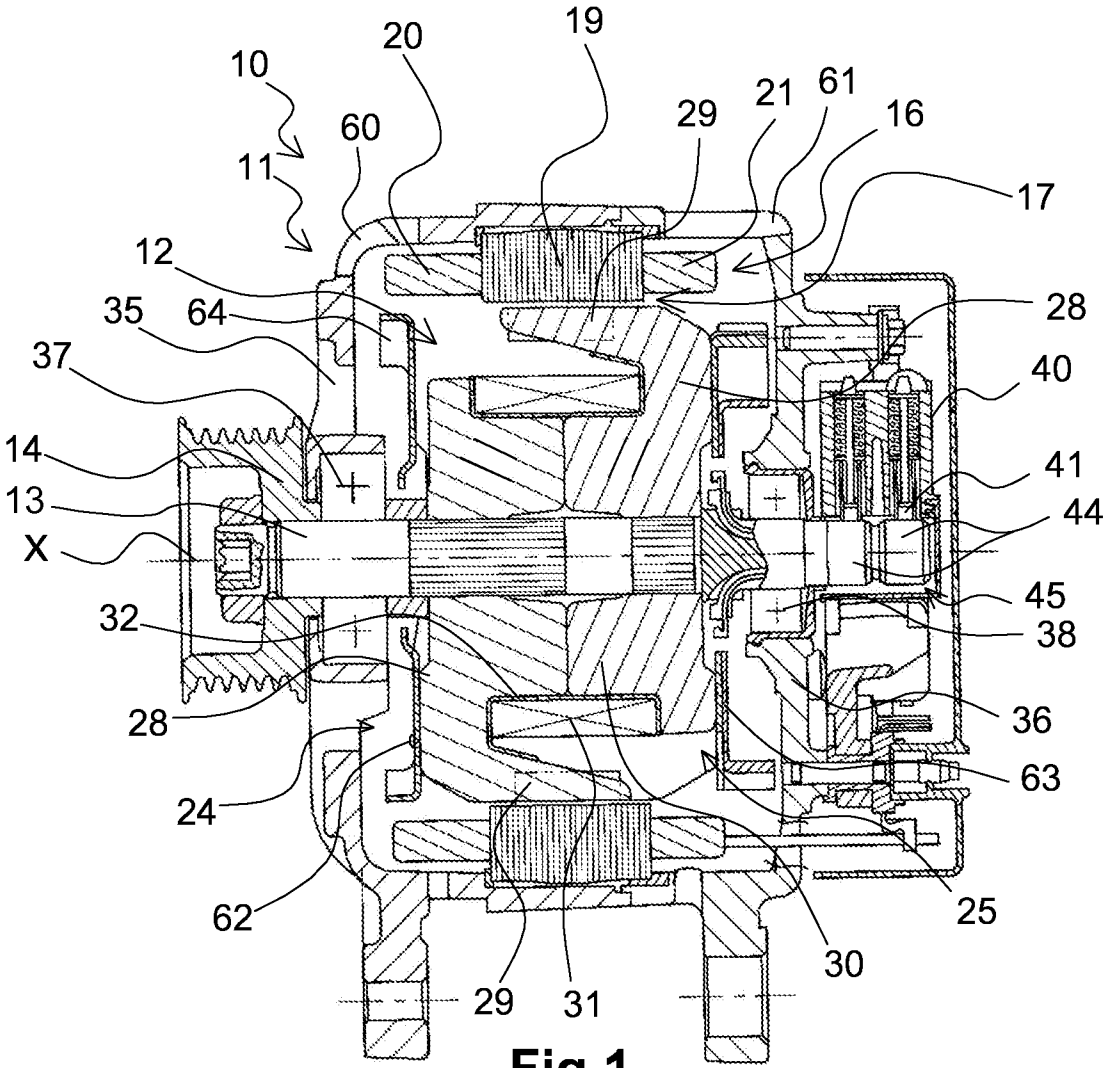

10
11
12
13
14
X
19
20
21
29
60
61
16
17
28
35
64
37
40
41
44
45
38
36
63
25
30
32
28
24
62
29
31

Fig.1

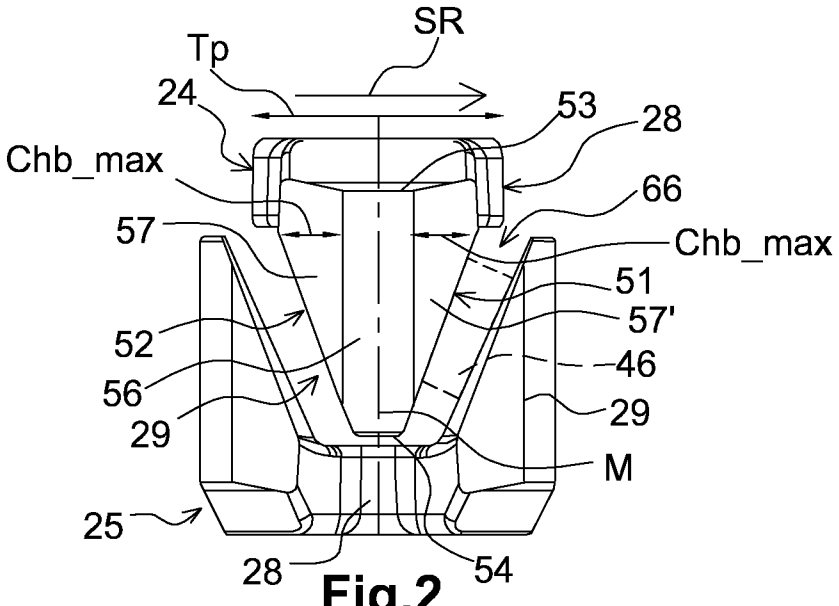

SR
Tp
24
53
28
Chb_max
66
57
Chb_max
51
57'
52
46
56
29
29
M
25
28
54

Fig.2

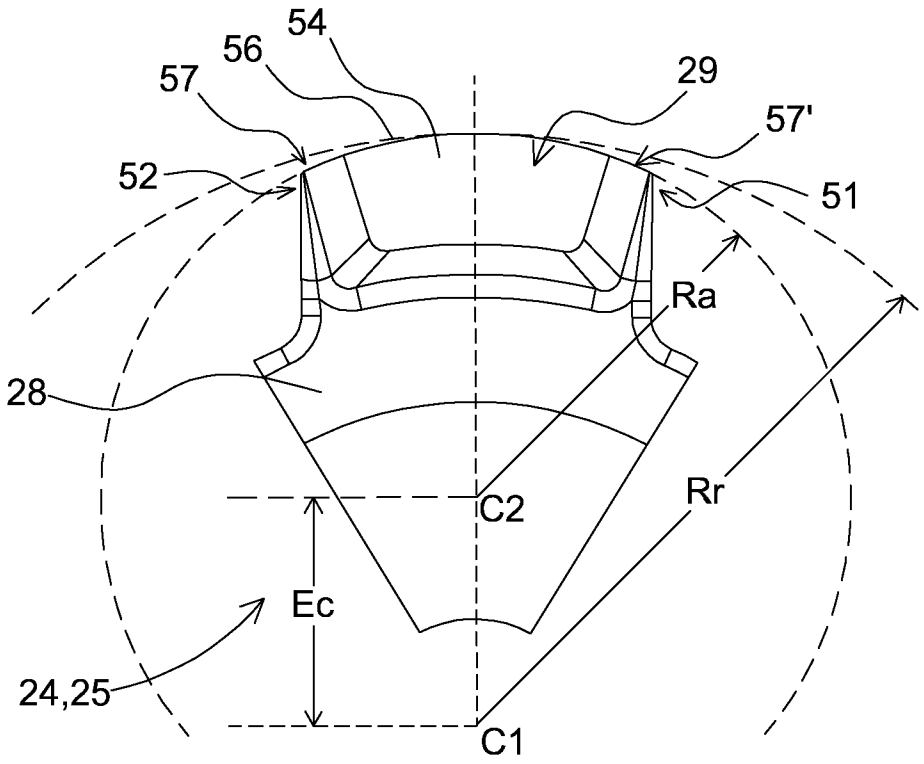

54
56
57
29
57'
52
51
Ra
28
Rr
C2
Ec
24,25
C1

Fig.3

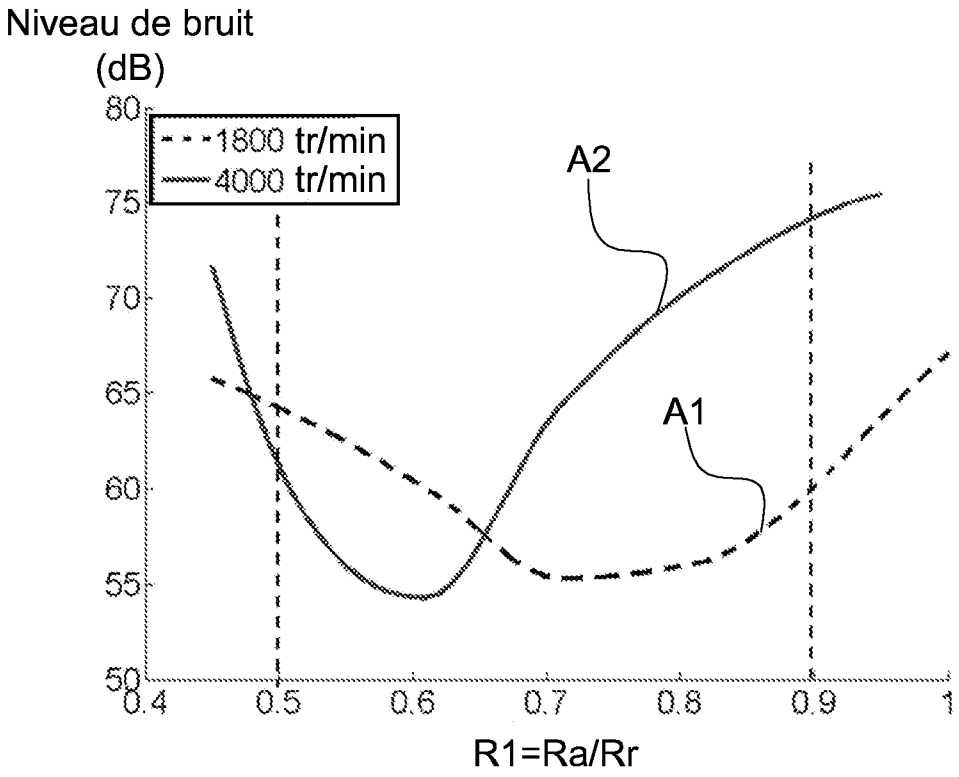

Niveau de bruit
(dB)
80
75
70
65
60
55
50
1800 tr/min
4000 tr/min
A2
A1
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
R1=Ra/Rr

Fig.4

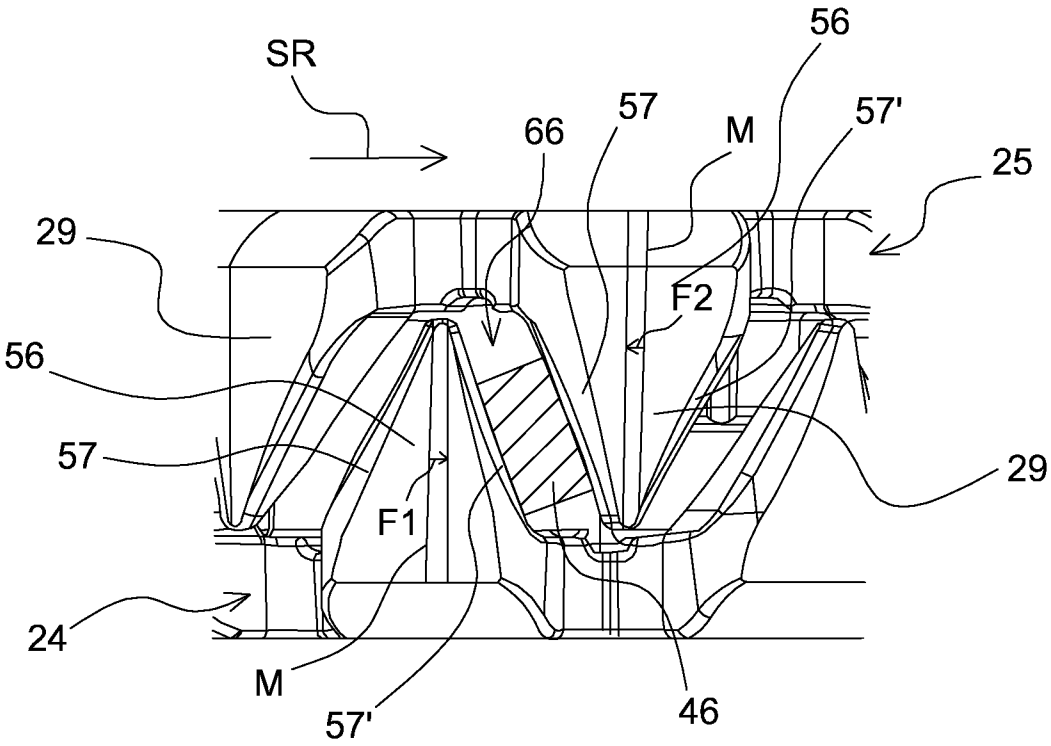


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/053060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K1/24
ADD. H02K1/22

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, 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	EP 2 365 609 A2 (REMY TECHNOLOGIES LLC [US]) 14 September 2011 (2011-09-14) paragraph [0024] - paragraph [0025]; figures 2-4	1-15
X	US 2014/300234 A1 (BRADFIELD MICHAEL D [US]) 9 October 2014 (2014-10-09) paragraph [0015] - paragraph [0019]; figures 5A, 5F	1-15
A	EP 0 515 259 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 25 November 1992 (1992-11-25) figure 5	1
A	DE 10 2010 064377 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5 July 2012 (2012-07-05) paragraph [0023]; figure 2	14

☐ 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
9 January 2017	16/01/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Brandt, Isabelle

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2016/053060

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2365609 A2	14-09-2011	CN 102195374 A	21-09-2011
		EP 2365609 A2	14-09-2011
		US 2011215681 A1	08-09-2011
		US 2012280582 A1	08-11-2012
US 2014300234 A1	09-10-2014	CN 104104165 A	15-10-2014
		KR 20140122187 A	17-10-2014
		US 2014300234 A1	09-10-2014
EP 0515259 A1	25-11-1992	DE 69228086 D1	18-02-1999
		DE 69228086 T2	20-05-1999
		EP 0515259 A1	25-11-1992
		ES 2127209 T3	16-04-1999
		FR 2676873 A1	27-11-1992
		JP 3362229 B2	07-01-2003
		JP H05161286 A	25-06-1993
		US 5270605 A	14-12-1993
DE 102010064377 A1	05-07-2012	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2016/053060

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H02K1/24
ADD. H02K1/22

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, 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	EP 2 365 609 A2 (REMY TECHNOLOGIES LLC [US]) 14 septembre 2011 (2011-09-14) alinéa [0024] - alinéa [0025]; figures 2-4	1-15
X	US 2014/300234 A1 (BRADFIELD MICHAEL D [US]) 9 octobre 2014 (2014-10-09) alinéa [0015] - alinéa [0019]; figures 5A, 5F	1-15
A	EP 0 515 259 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 25 novembre 1992 (1992-11-25) figure 5	1
A	DE 10 2010 064377 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5 juillet 2012 (2012-07-05) alinéa [0023]; figure 2	14

☐ 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
9 janvier 2017	16/01/2017

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	Brandt, Isabelle

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2016/053060

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2365609 A2	14-09-2011	CN 102195374 A	21-09-2011
		EP 2365609 A2	14-09-2011
		US 2011215681 A1	08-09-2011
		US 2012280582 A1	08-11-2012
US 2014300234 A1	09-10-2014	CN 104104165 A	15-10-2014
		KR 20140122187 A	17-10-2014
		US 2014300234 A1	09-10-2014
EP 0515259 A1	25-11-1992	DE 69228086 D1	18-02-1999
		DE 69228086 T2	20-05-1999
		EP 0515259 A1	25-11-1992
		ES 2127209 T3	16-04-1999
		FR 2676873 A1	27-11-1992
		JP 3362229 B2	07-01-2003
		JP H05161286 A	25-06-1993
		US 5270605 A	14-12-1993
DE 102010064377 A1	05-07-2012	AUCUN	