

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2018/096051 A1**

(43) Date de la publication internationale  
31 mai 2018 (31.05.2018)

(51) Classification internationale des brevets :  
*H02K 1/22* (2006.01)      *H02K 15/02* (2006.01)  
*H02K 1/02* (2006.01)

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.

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2017/080250

(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).

(22) Date de dépôt international :  
23 novembre 2017 (23.11.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1670707      24 novembre 2016 (24.11.2016) FR

**Publiée:**

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

(71) Déposants : VALEO ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES MOTEUR [FR/FR] ; 2 rue André Bouille, 94000 Créteil (FR). AMVALOR [FR/FR] ; 151 Boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris (FR). ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARTS ET MÉTIERS [FR/FR] ; 151 Boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris (FR). CNRS DÉLÉGATION ALPES [FR/FR] ; 25 Avenue des Martyrs, 38042 Grenoble cedex 9 (FR).

(72) Inventeurs : BARATTO, Florian ; 32, rue du Vieux Moulin, 57175 GANDRANGE (FR). CROUE, Jean-Baptiste ; 5, rue Charles Petre, 57000 METZ (FR). GYSS, Olivier ; 125, rue de Vallières, 57070 METZ (FR). BIGOT, Régis ; 27, rue de la Fontaine, 57645 MONTOY-FLANVILLE (FR). BECKER, Eric ; 7, rue des Vergers, 57385 TETING-SUR-NIED (FR). RIVOIRARD, Sophie ; 198, Vieille route, 38250 LANS-EN-VERCORS (FR). QUILLERY, Arnaud ; 39, rue Louis Charpenne, 26200 MONTELMAR (FR). FAVEROLLE, Pierre ; 47, rue Pierre, 91230 MONTGERON (FR). LECOMTE, Grégory ; 9, Chemin de la Bonnette, 69630 CHAPONOST (FR).

(74) Mandataire : MARCONNET, Sébastien ; CABINET SÉBASTIEN MARCONNET, 4Ter Route des Gardes Bâtiment A, 92190 MEUDON (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,

(54) Title: POLAR WHEEL OF AN INDUCTOR OF A ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) Titre : ROUE POLAIRE D'INDUCTEUR DE MACHINE ÉLECTRIQUE TOURNANTE

(57) Abstract: The invention mainly relates to a polar wheel (18) for an inductor of a rotating electrical machine, characterised in that it is made from a metal-containing material having a substantially fibre-free microstructure.

(57) Abrégé : L'invention porte principalement sur un roue polaire (18) pour un inducteur de machine électrique tournante, caractérisée en ce qu'elle est réalisée dans un matériau à base de métal présentant une microstructure sensiblement exempte de fibrage.



WO 2018/096051 A1

## ROUE POLAIRE D'INDUCTEUR DE MACHINE ÉLECTRIQUE TOURNANTE

La présente invention porte sur un inducteur, tel qu'un rotor de machine électrique tournante composé d'au moins une roue polaire. L'objectif de cette invention est d'améliorer les performances électriques et magnétiques de la machine électrique tournante.

L'invention trouve une application particulièrement avantageuse, mais non exclusive, pour les alternateurs de véhicules automobiles ou les alternodémarrateurs ou les machines réversibles et d'une façon générale pour toutes les machines électriques dont le rotor comporte des griffes dans le domaine automobile.

Une machine à griffes est une machine qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique dans le cas des alternateurs. Elle transforme l'énergie électrique en énergie mécanique dans le cas des moteurs électriques.

Elle est composée d'un rotor et d'un stator. Le rotor est composé de deux roues polaires montées tête bêche appelées Roue Nord et Roue Sud. Elles sont emmanchées sur un arbre qui supporte des roulements permettant la rotation du rotor à l'intérieur d'un stator bobiné comportant plusieurs bobinages de conducteurs. A l'intérieur du rotor, entre les roues, une bobine de conducteurs électriques est emmanchée ou positionnée et sert à créer un champ magnétique par la circulation d'un courant électrique. Les roues polaires servent à conduire le flux magnétique vers le paquet de tôles du stator.

Le rotor est une pièce en rotation dont la plage de vitesse va de 0 à 20000 tours par minute par exemple. A sa vitesse maximale, les griffes de la roue polaire s'ouvrent de plusieurs dixièmes de millimètre. C'est pourquoi, il existe un entrefer entre le rotor et le stator qui prend en compte la potentielle ouverture des griffes à très haute vitesse. Enfin, lors du passage d'un champ magnétique dans la roue polaire, il y a la formation de courants électriques qui tendent à s'opposer au champ ci-dessus cité. Un autre paramètre

important est la résistivité électrique qui doit être la plus grande possible pour limiter les courants de Foucault.

Les roues polaires, pour des raisons essentiellement de coût, peuvent être réalisées par un procédé de forgeage ou de pliage. Dans le procédé de forgeage, un lopin de matière est porté approximativement entre 1000°C et 1250°C puis est déformé à l'aide d'un moyen de forgeage pour obtenir la morphologie des griffes. Communément, plusieurs opérations de presse à chaud, en général trois, sont nécessaires pour obtenir les formes d'une griffe. Les capacités du processus de forge, de l'ordre du millimètre, étant trop élevées par rapport aux intervalles de tolérance imposés au produit, il est nécessaire d'ajouter après les opérations de frappe à chaud des opérations de frappe à froid, appelées opérations de calibrage par l'homme du métier. Malgré ces opérations de reprise, les dispersions de fabrication restent de l'ordre de 0,5mm.

Dans le cas du processus de pliage, il est tout d'abord découpé une forme d'étoile dont les branches seront pliées pour former les griffes. Ce procédé, peu couteux, ne permet pas la réalisation de formes complexes ni d'obtenir de bonnes capacités processus, les intervalles de tolérance restant élevés.

Afin d'améliorer les performances d'une machine électrique, il est nécessaire de réduire au maximum l'entrefer entre le rotor et le stator. Cet entrefer est défini comme la distance entre le rayon intérieur du stator et le rayon extérieur du rotor. C'est pour cela que le diamètre extérieur du rotor est usiné de façon à obtenir une bonne maîtrise de sa dimension avec une meilleure capacité.

Les roues polaires forgées présentent une anisotropie interne. Cette anisotropie est générée par l'opération de fabrication de la pièce en forgeage. A l'échelle de la structure métallographique, les déformations plastiques engendrées pendant le processus de fabrication peuvent conduire à une orientation topologique de la microstructure, c'est-à-dire un alignement, ou encore un allongement des inclusions et des grains. Cette structuration anisotrope de la matière, communément appelée le fibrage, entrave la circulation du champ magnétique à l'intérieur de la roue polaire.

De plus, une orientation cristallographique, appelée texture, résulte également de la mise en forme à chaud d'un matériau polycristallin, et ce, quel que soit le procédé. Cette orientation macroscopique des cristaux, si elle est maîtrisée, peut influencer également les performances électromagnétiques de la roue polaire.

La présente invention vise à améliorer les performances de la roue polaire en proposant une roue polaire pour un inducteur de machine électrique tournante, caractérisée en ce qu'elle comporte un plateau, des griffes, et un demi-noyau et en ce qu'elle est réalisée dans un matériau à base de métal présentant une microstructure sensiblement exempte de fibrage au moins dans les griffes.

L'invention permet ainsi d'améliorer la courbe d'induction de la roue polaire, et en particulier sa perméabilité magnétique. On améliore en conséquence les performances magnétiques et électriques de la machine électrique. Le coût de fabrication du rotor est également avantageusement réduit.

Selon une réalisation, ladite roue polaire présente une microstructure sensiblement isotrope au moins dans les griffes.

Selon une réalisation, ladite roue polaire présente une microstructure sensiblement exempte de fibrage dans l'ensemble de la roue polaire.

Selon une réalisation, ladite roue polaire présente une microstructure sensiblement isotrope dans l'ensemble de la roue polaire.

Selon une réalisation, ladite roue polaire est susceptible d'être réalisée par un procédé de thixoforgeage.

Selon une réalisation, une taille de grains moyenne du matériau varie progressivement du demi-noyau au plateau puis aux griffes.

Selon une réalisation, un angle de dépouille dans une zone d'entre-cornes est inférieur à 1.5 degrés.

Selon une réalisation, un taux de carbone du matériau est inférieur ou égal à 0,08%.

Selon une réalisation, le matériau comporte un taux de nickel ou de cobalt ou tous éléments visant à améliorer la perméabilité magnétique.

Selon une réalisation, ladite roue polaire comporte des formes géométriques, notamment des lèvres, pouvant accepter des aimants permanents.

- 5 Selon une réalisation, l'épaisseur d'une lèvre est inférieure ou égale à 1.5mm.

Selon une réalisation, un rayon de raccordement entre une lèvre et une face latérale correspondante d'une griffe est inférieur à 0.5mm.

- 10 L'invention a également pour objet un inducteur comportant au moins une roue polaire telle que précédemment définie.

L'invention concerne en outre une machine électrique tournante comportant un inducteur tel que précédemment défini.

- 15 L'invention porte également sur un procédé de fabrication d'une roue polaire pour un inducteur de machine électrique tournante, caractérisé en ce qu'il comporte:

- une étape de chauffe d'un lopin réalisé dans un matériau à base de métal jusqu'à une température dans laquelle le lopin se situe dans un état semi-solide,
  - une étape de mise en forme du lopin au moyen de matrices pour obtenir
- 20 une pièce en forme de roue polaire, et
- une étape d'éjection de la pièce.

Selon une mise en œuvre, une proportion de métal à l'état liquide dans le lopin à l'issue de l'étape de chauffe est inférieure à 30%, notamment comprise entre 1,5% et 30%.

- 25 Selon une mise en œuvre, l'étape de chauffe est réalisée jusqu'à une température de l'ordre de ou supérieure à 1470°C.

Selon une mise en œuvre, ledit procédé pourra comporter une étape supplémentaire de traitement de surface, notamment par grenailage, ou sablage.

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.

5 Les figures 1a à 1d sont des vues illustrant les différentes étapes de fabrication d'une roue polaire selon la présente invention par thixoforgeage;

La figure 2 est une représentation graphique de l'évolution d'une fraction de liquide dans un matériau à base d'acier de type XC05 en fonction de la température;

10 Les figures 3a et 3b sont des vues en perspective sous différents angles d'une roue polaire selon la présente invention;

Les figures 4a et 4b sont des vues suivant un plan de coupe et après révélation de fibrage respectivement d'une roue polaire selon l'invention et d'une roue polaire selon l'état de la technique;

15 La figure 5 est une représentation graphique du débit en courant d'une machine électrique tournante équipée respectivement de roues polaires selon l'état de la technique, de roues polaires selon l'invention obtenues par thixoforgeage et de roues polaires obtenues par thixoforgeage ayant subi une opération de recuit.

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

Conformément à l'invention, la roue polaire de l'inducteur de la machine électrique tournante est fabriquée grâce à un procédé de thixoforgeage dont les étapes sont montrées sur les figures 1a à 1d.

25 Suivant une première étape montrée sur la figure 1a, une cellule de chauffe assure le chauffage d'un lopin de matière 11 réalisé dans un acier qui présente, de préférence, des propriétés magnétiques élevées. A cet effet, l'acier comporte un faible taux de carbone, notamment inférieur ou égal à 0,08%, et avantageusement compris entre 0.04% et 0.08%. Ce type d'alliage d'acier pourra comporter des éléments visant à améliorer la perméabilité

magnétique, tels que le cobalt ou le nickel, ou tout autre élément visant à améliorer les propriétés magnétiques.

La cellule de chauffe 10 pourra par exemple être une cellule de chauffe par induction comportant des spires 12 positionnées autour d'un support amagnétique 13. Ces spires 12 sont parcourues par un courant alternatif afin de créer des courants de Foucault entraînant un échauffement du lopin 11. Le chauffage pourra être réalisé en atmosphère inerte pour éviter l'oxydation de la matière du lopin 11.

La température de la matière du lopin 11 à la sortie de la cellule de chauffe 10 est telle que le métal se situe dans un état semi-solide, c'est-à-dire qu'il comporte une fraction de liquide. De préférence, la proportion de métal à l'état liquide est inférieure à 30%, notamment comprise entre 1,5% et 30%, et sa répartition volumique n'est pas homogène.

Comme cela est représenté sur la figure 2, pour un acier de type XC05, une fraction de liquide comprise dans une plage P1 située entre 1,5% et 30% correspond à une plage P2 de température comprise entre 1470°C et 1519°C.

Plus généralement, la température de chauffe pourra être de l'ordre ou supérieure à 1470°C. La gamme de température possible dépend de la matière et des alliages utilisés.

A ce niveau de température, la phase liquide est suffisante tout en n'étant pas trop élevée pour permettre le transport du lopin 11 de la zone de chauffe à la zone d'outillage. Le transport du lopin est effectué au moyen d'un moyen de préhension 14 adapté qui pourra être manuel ou automatique, tel que cela est montré sur la figure 1b.

Le lopin 11 est placé entre deux matrices 16, 17 puis est mis en forme par fermeture des matrices 16, 17, tel que cela est montré en figure 1c. L'opération, qui est rapide, répond à des conditions de vitesse associées aux températures du lopin 11 et de l'outillage.

Après mise en forme, la pièce en forme de roue polaire 18 est éjectée, tel que cela est illustré par la figure 1d. La roue polaire 18 pourra ensuite

éventuellement subir des opérations de traitement de surface pour améliorer sa tenue mécanique, telles des opérations de grenailage ou de sablage.

Le procédé pourra avantageusement être complété par une opération de recuit pour améliorer significativement les performances magnétiques et  
5 mécaniques de la roue polaire 18.

En variante, l'étape de chauffe est réalisée directement dans l'outillage, de sorte qu'il est possible de supprimer l'étape de transfert du lopin de la cellule de chauffe vers les matrices.

Comme on peut le voir sur les figures 3a et 3b, la roue polaire 18 d'axe X  
10 obtenue à l'issue du procédé précédemment décrit comporte un plateau 20 pourvu à sa périphérie externe de griffes 21 par exemple de forme trapézoïdale et d'orientation axiale. Une griffe 21 correspond à la partie de la roue polaire 18 en excroissance par rapport au plateau 20. Deux griffes 21 voisines de la roue polaire 18 sont espacées entre elles d'un espace 22  
15 destiné à recevoir une griffe d'une autre roue polaire. Ainsi, les griffes 21 des deux roues polaires 18 du rotor de la machine sont imbriquées les unes par rapport aux autres.

La roue polaire 18 comporte également des formes géométriques, notamment des lèvres 23, pouvant accepter des aimants permanents  
20 positionnés entre deux griffes 21 adjacentes appartenant à chacune des roues en regard l'une de l'autre. L'épaisseur L1 d'une lèvre 23 est inférieure ou égale à 1.5mm.

Un rayon de raccordement R entre une lèvre 23 et une face latérale correspondante d'une griffe 21 est inférieur à 0.5mm.

25 La roue polaire 18 comporte en outre, dans sa partie centrale, une portion cylindrique 24 s'étendant axialement dans la même direction que les griffes 21. Cette portion cylindrique correspond à un demi-noyau 24 destiné à se situer dans le prolongement d'un demi-noyau 24 correspondant de la roue polaire 18 en vis-à-vis pour former un noyau portant à sa périphérie externe  
30 un bobinage rotorique d'excitation.

Dans une variante de réalisation, la roue polaire 18 peut comporter un noyau entier, l'autre roue polaire 18 associée ne comportant alors pas de noyau. En outre, dans une autre variante de réalisation, le noyau peut être formé séparément des roues polaires 18.

- 5 La roue polaire 18 comporte également une ouverture centrale 27 ménagée à travers le demi-noyau 24 pour son montage par emmanchement en force sur un arbre de la machine électrique.

Avantageusement, comme on peut le voir sur la figure 3b, un angle de

- 10 Cet angle de dépouille A mesuré dans une zone d'entre-cornes est inférieur à 1.5 degrés. Cet angle de dépouille A correspond à l'angle entre la normale N à la face arrière de la roue polaire 18 et une droite D passant par la surface extérieure de la zone s'étendant entre deux cornes 25 consécutives de la roue polaire 18. On rappelle qu'une corne 25 comporte une griffe 21 et une portion de liaison 26 entre la griffe 21 et le plateau 20.

- 15 Comme cela est visible sur la figure 4a, la surface de la roue polaire 18 ne présente pas d'hétérogénéités de microstructure telle que le fibrage. Cet aspect pourra être observé après attaque chimique de la surface pour révéler le fibrage. Cette opération est réalisée par immersion de la face coupée
- 20 La roue polaire 18 présente une structure exempte au moins partiellement de fibrage contrairement à la structure d'une roue polaire 18 classique montrée en figure 4b. La roue polaire 18 présente une microstructure exempte de fibrage au moins dans les griffes 21, et avantageusement dans l'ensemble de ses parties (plateau 20, griffes 21, et demi-noyau 24). Dans le cas présent, la
- 25 microstructure est quasiment isotrope au moins dans les griffes 21.

La roue polaire 18 obtenue présente une taille de grains 30 moyenne évoluant de façon progressive et allant du demi-noyau 24, suivant un chemin logique dans la matière, jusqu'aux griffes 21. Cette évolution va aux alentours de la taille de 3 à une taille de 6 suivant la classe ASTM.

- 30 Une telle structure permet d'obtenir une conductivité électrique de la roue polaire 18 supérieure à 5.8 MS/m. En outre, la perméabilité magnétique

relative maximale est supérieure à 1200. Cela permet d'améliorer les performances magnétiques et électriques de la machine électrique tournante.

En effet, comme cela est représenté sur la figure 5, pour une machine électrique tournante équipée respectivement de roues polaires réalisées par thixoforgeage (cf. courbe C2), le débit de la machine électrique est supérieur  
5 à celui obtenu pour une machine électrique munie de roues polaires réalisées par un procédé classique (cf. courbe C1).

Le débit le plus important est obtenu pour une machine électrique tournante munie de roues polaires réalisées par thixoforgeage et ayant subi en outre  
10 une opération de recuit (cf. courbe C3).

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.

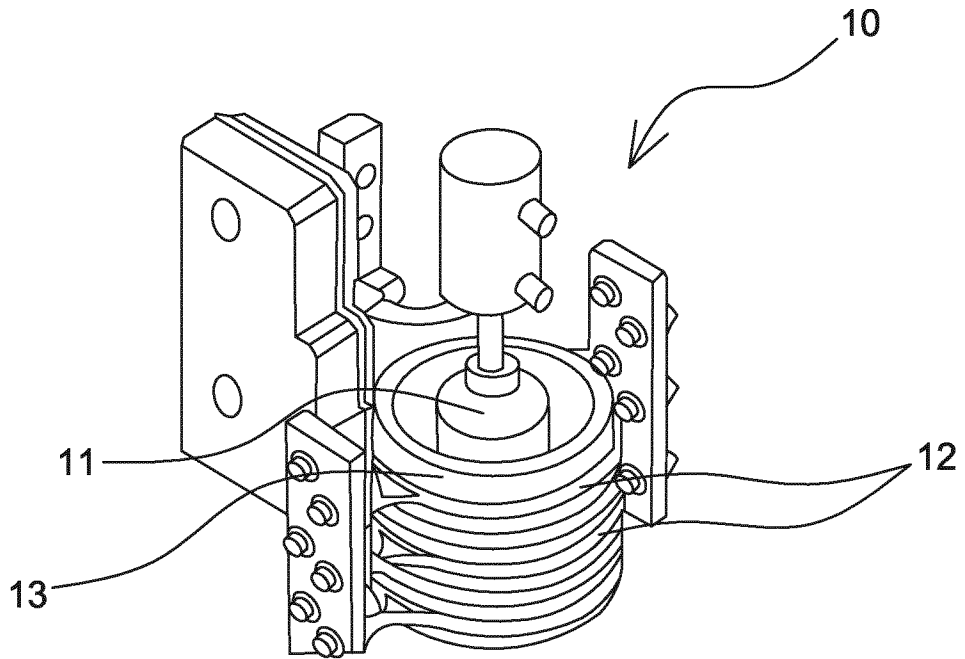
En outre, les différentes caractéristiques, variantes, et/ou formes de  
15 réalisation de la présente invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

## REVENDICATIONS

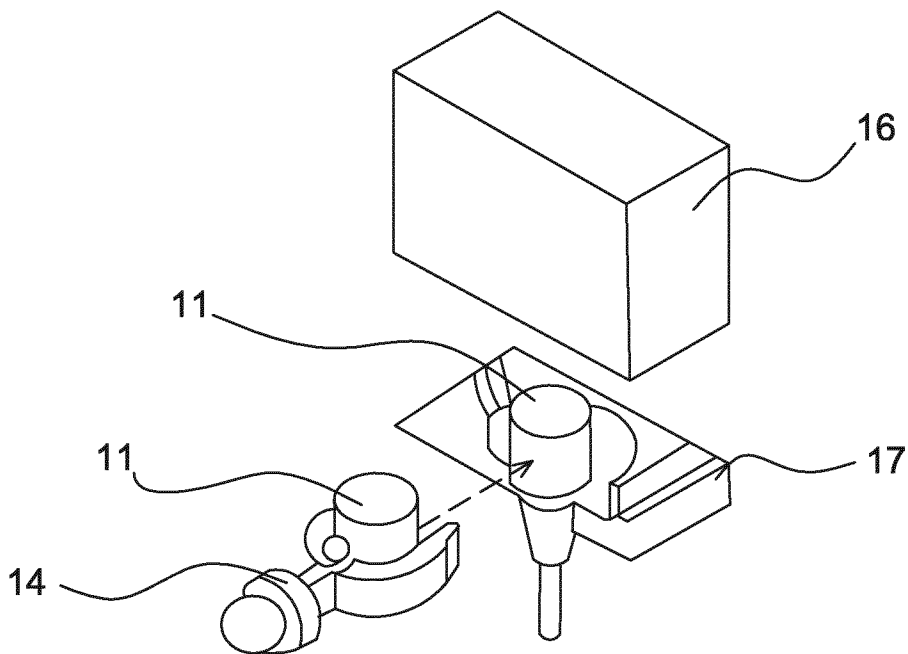
1. Roue polaire (18) pour un inducteur de machine électrique tournante, caractérisée en ce qu'elle comporte un plateau (20), des griffes (21), et un demi-noyau (24), et en ce qu'elle est réalisée dans un matériau à base de  
5 métal présentant une microstructure sensiblement exempte de fibrage au moins dans les griffes (21).
2. Roue polaire (18) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'elle présente une microstructure sensiblement isotrope au moins dans les griffes (21).
- 10 3. Roue polaire (18) selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle est susceptible d'être réalisée par un procédé de thixoforgeage.
4. Roue polaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'une taille de grains (30) moyenne du matériau varie progressivement du demi-noyau (24) au plateau (20) puis aux griffes (21).
- 15 5. Roue polaire (18) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'un angle de dépouille (A) dans une zone d'entre-cornes est inférieur à 1.5 degrés.
6. Roue polaire (18) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce qu'un taux de carbone du matériau est inférieur ou égal  
20 à 0,08%.
7. Roue polaire (18) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le matériau comporte un taux de nickel ou de cobalt ou tous éléments visant à améliorer la perméabilité magnétique.
8. Roue polaire (18) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,  
25 caractérisée en ce qu'elle comporte des formes géométriques, notamment des lèvres (23), pouvant accepter des aimants permanents.
9. Roue polaire (18) selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'une épaisseur d'une lèvre (23) est inférieure ou égale à 1.5mm.

10. Roue polaire (18) selon la revendication 8 ou 9, caractérisée en ce qu'un rayon de raccordement (R) entre une lèvre (23) et une face latérale correspondante d'une griffe (21) est inférieur à 0.5mm.
11. Inducteur comportant au moins une roue polaire (18) telle que définie  
5 selon l'une quelconque des revendications précédentes.
12. Machine électrique tournante comportant un inducteur tel que défini selon la revendication 11.
13. Procédé de fabrication d'une roue polaire (18) pour un inducteur de machine électrique tournante, caractérisé en ce qu'il comporte:
- 10 - une étape de chauffe d'un lopin (11) réalisé dans un matériau à base de métal jusqu'à une température dans laquelle le lopin (11) se situe dans un état semi-solide,  
- une étape de mise en forme du lopin (11) au moyen de matrices (16, 17) pour obtenir une pièce en forme de roue polaire (18), et  
15 - une étape d'éjection de la pièce (18).
14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'une proportion de métal à l'état liquide dans le lopin (11) à l'issue de l'étape de chauffe est inférieure à 30%, notamment comprise entre 1,5% et 30%.
15. Procédé selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que l'étape de  
20 chauffe est réalisée jusqu'à une température de l'ordre de ou supérieure à 1470°C.

1/5

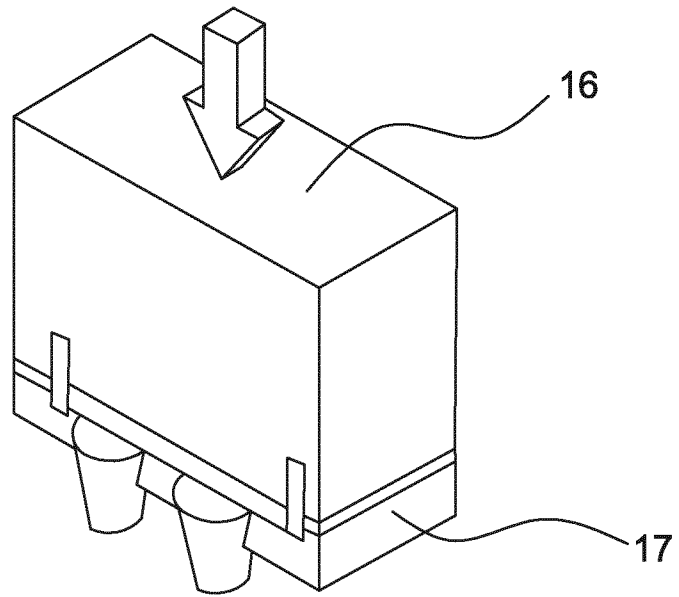


**Fig.1a**

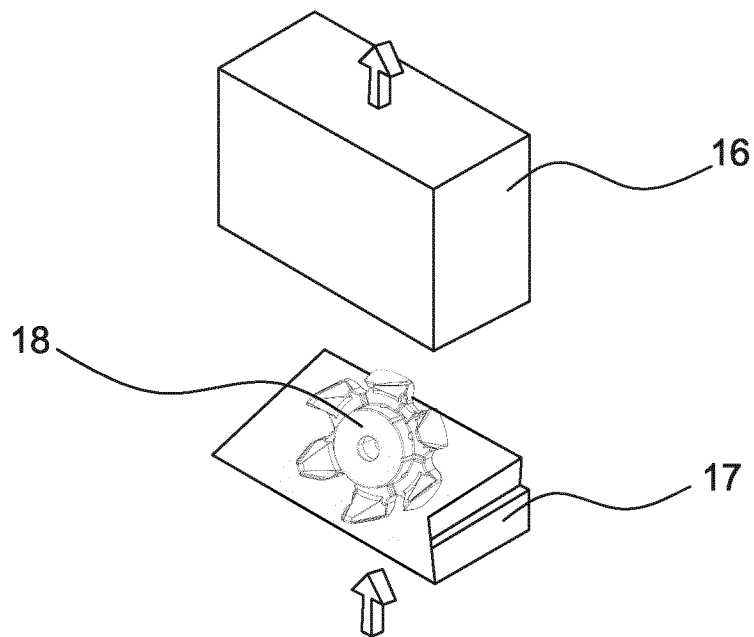


**Fig.1b**

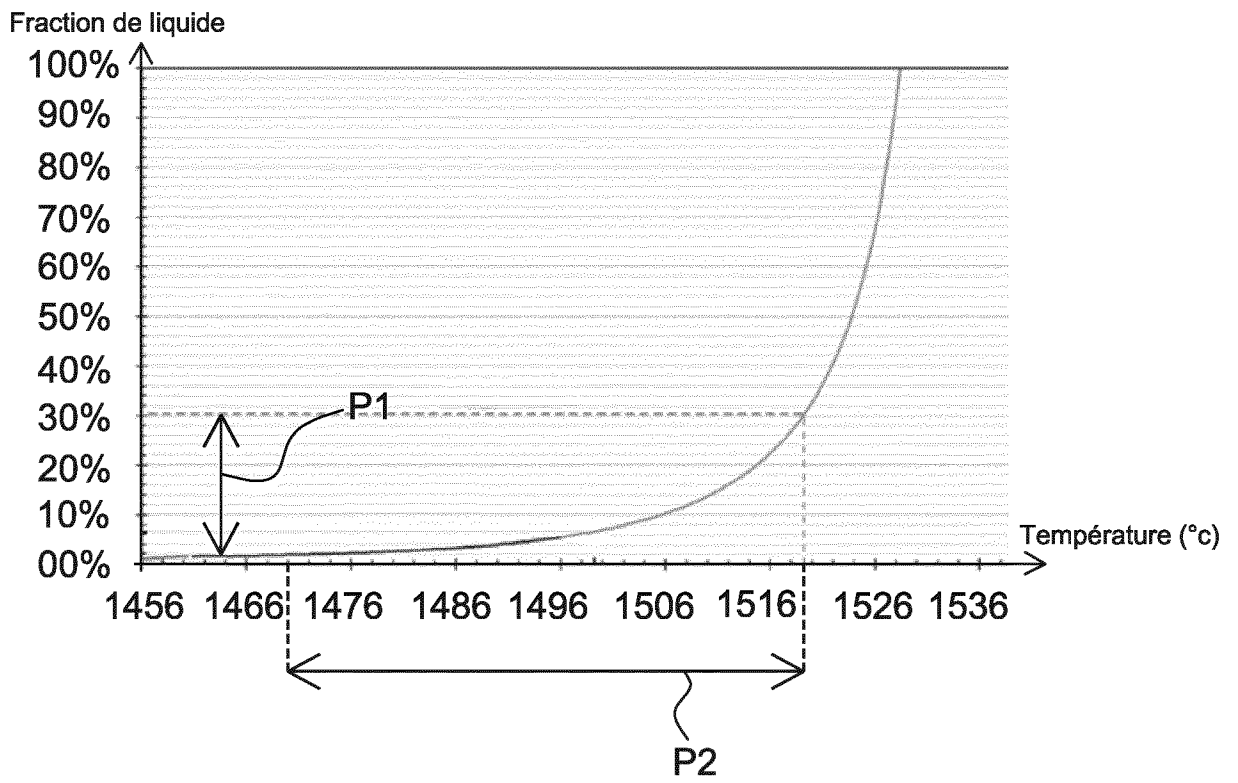
2/5



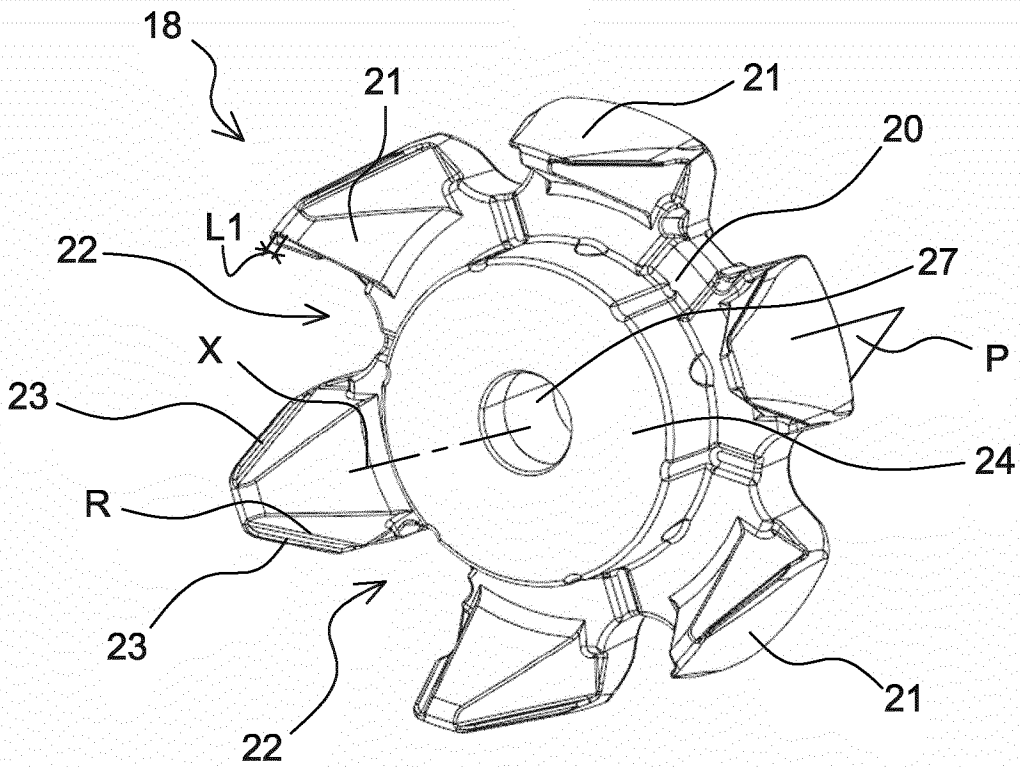
**Fig.1c**



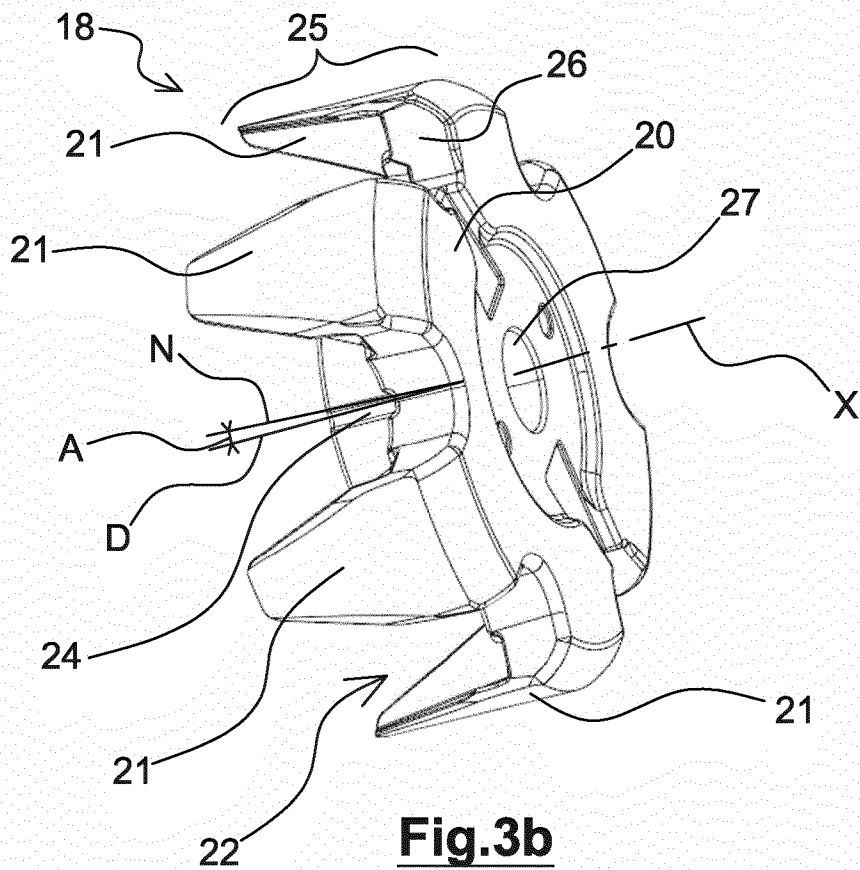
**Fig.1d**



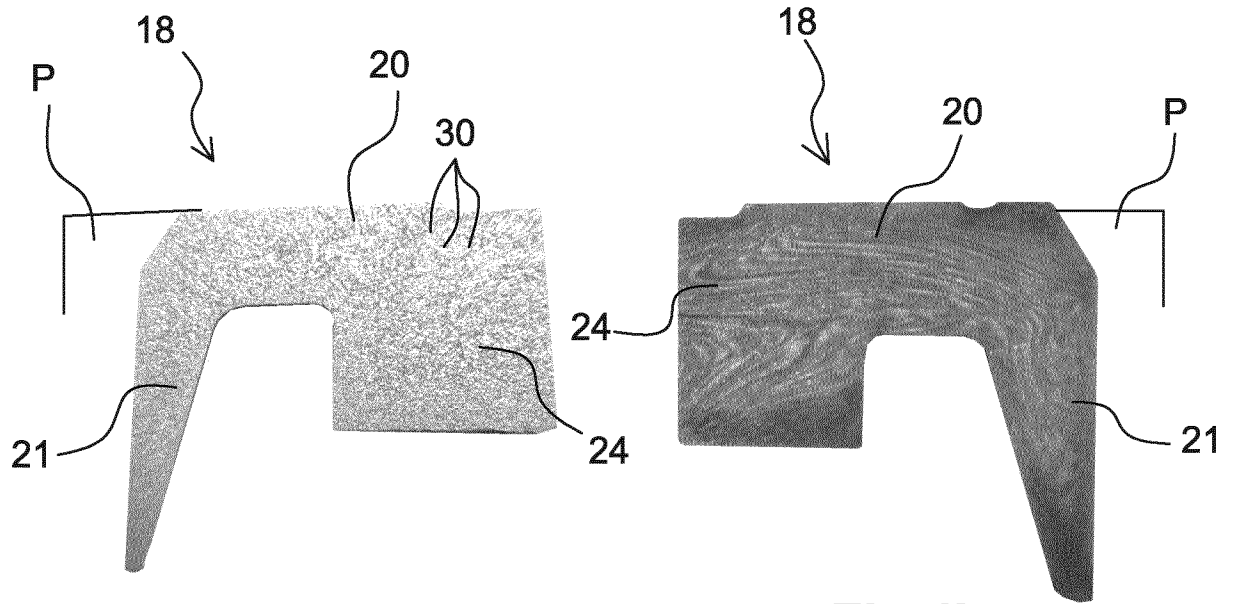
**Fig.2**



**Fig.3a**



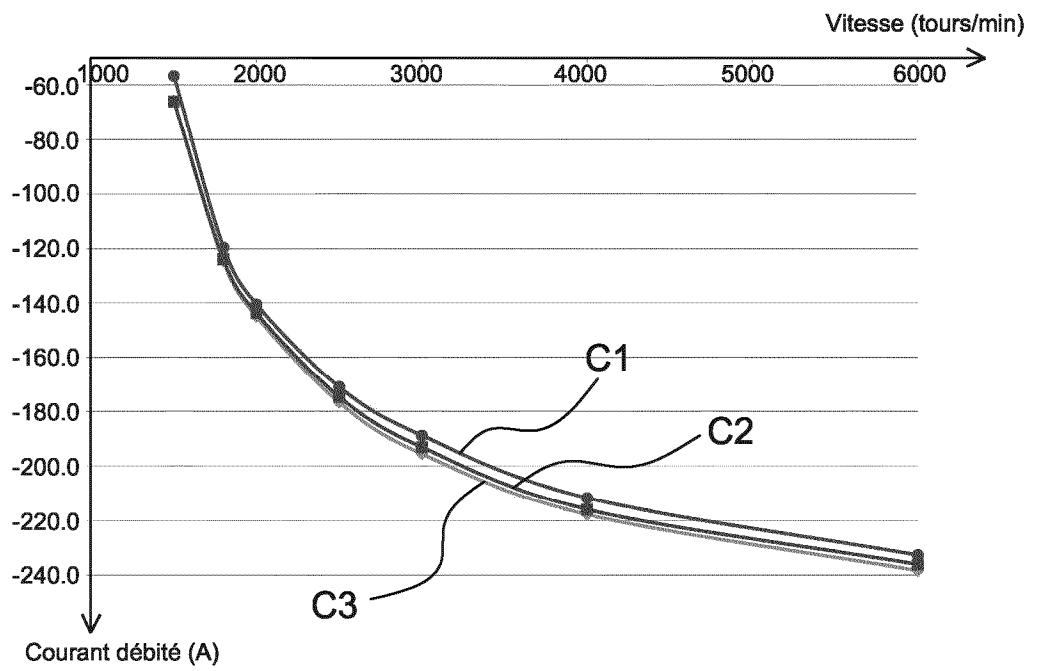
**Fig.3b**



**Fig.4a**

**Fig.4b**

**ETAT DE LA TECHNIQUE**



**Fig.5**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2017/080250

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. H02K1/22 H02K1/02 H02K15/02  
 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, 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	WO 2015/145009 A2 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 1 October 2015 (2015-10-01)	1,2,5,6,8-12
Y	the whole document	3,4,7
X	US 6 151 198 A (PRATER WALTER LLOYD [US] ET AL) 21 November 2000 (2000-11-21)	13-15
Y	columns 1,5, lines 11-25, 38 - column 6, line 36; figure 6	3
Y	US 5 722 032 A (GAY DAVID EARL [US]) 24 February 1998 (1998-02-24)	4,7
	columns 1, 5, lines 11, 41 - column 2, lines 29, 63; claim 1; figures 1, 3, 4	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search <b>8 March 2018</b>	Date of mailing of the international search report <b>16/03/2018</b>
--	---

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 <b>Mazagão Guerreiro, R</b>
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/080250

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2015145009	A2	01-10-2015	CN 106104971 A	09-11-2016
			EP 3123595 A2	01-02-2017
			FR 3019399 A1	02-10-2015
			JP 2017515442 A	08-06-2017
			US 2017093234 A1	30-03-2017
			WO 2015145009 A2	01-10-2015
-----				
US 6151198	A	21-11-2000	NONE	
-----				
US 5722032	A	24-02-1998	NONE	
-----				

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2017/080250

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. H02K1/22      H02K1/02      H02K15/02 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2015/145009 A2 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 1 octobre 2015 (2015-10-01)	1,2,5,6,8-12
Y	le document en entier	3,4,7
X	US 6 151 198 A (PRATER WALTER LLOYD [US] ET AL) 21 novembre 2000 (2000-11-21)	13-15
Y	colonnes 1,5, lignes 11-25, 38 - colonne 6, ligne 36; figure 6	3
Y	US 5 722 032 A (GAY DAVID EARL [US]) 24 février 1998 (1998-02-24)	4,7
	colonnes 1, 5, lignes 11, 41 - colonne 2, lignes 29, 63; revendication 1; figures 1, 3, 4	
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <span style="margin-left: 200px;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span>		
* 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  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">8 mars 2018</p>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">16/03/2018</p>
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  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Mazagão Guerreiro, R</p>

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/080250

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
WO 2015145009	A2	01-10-2015	CN 106104971 A	09-11-2016
			EP 3123595 A2	01-02-2017
			FR 3019399 A1	02-10-2015
			JP 2017515442 A	08-06-2017
			US 2017093234 A1	30-03-2017
			WO 2015145009 A2	01-10-2015
-----				
US 6151198	A	21-11-2000	AUCUN	
-----				
US 5722032	A	24-02-1998	AUCUN	
-----				