

(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
17 janvier 2019 (17.01.2019)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/011759 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02K 3/12 (2006.01) *H02K 15/04* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2018/068168

(22) Date de dépôt international :
05 juillet 2018 (05.07.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1756629 12 juillet 2017 (12.07.2017) FR
1756631 12 juillet 2017 (12.07.2017) FR

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

(72) Inventeurs : WILQUIN, Geoffrey ; c/o Valeo Equipements Electriques Moteur, Route d'Hilbert, 62630 Etaples Sur Mer (FR). DARRAS, Ludovic ; c/o Valeo Equipements Electriques Moteur, Route d'Hilbert, 62630 Etaples Sur Mer (FR).

(74) Mandataire : CONDEMINE, Olivier ; Valeo Equipements Electriques Moteur, 2, rue André Boulle, 94046 Creteil Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: ROTARY ELECTRIC MACHINE PROVIDED WITH A STATOR WITH HAIRPIN WINDING

(54) Titre : MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE POURVU D'UN STATOR A BOBINAGE A EPINGLES

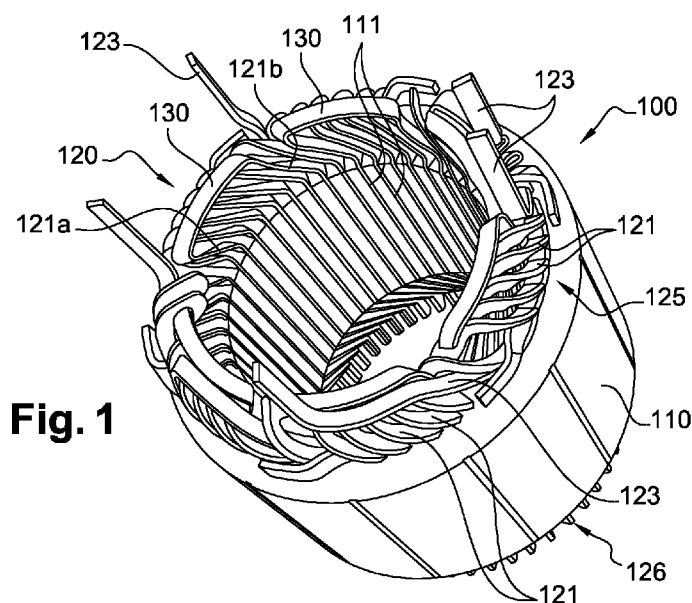


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a rotary electric machine including a rotor and a stator, the stator (100) including a stator body (110) that is provided with laminations and a plurality of slots (111) and a winding comprising: - a plurality of hairpins (121) that are connected to one another so as to form a plurality of phase windings, a central portion of the hairpins being housed in the plurality of slots, a collateral portion (124) of said hairpins being arranged outside the slots (111) in order to form a winding overhang (125) protruding from an axial end face (114) of the stator body; and - a plurality of inverting hairpins (130), each electrically connecting two distinct hairpins (121) that are housed in two distinct slots, the inverting hairpins (130) being positioned such that a greatest height (l) of each of said inverting hairpins (130) with respect to the axial end face (114) of the stator body (110) is smaller than or equal to a greatest height (L) of the winding overhang (125) with respect to said axial end face of the stator body.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne une machine électrique tournante comportant un rotor et un stator, le stator (100) comportant un corps de stator (110) muni d'un paquet de tôles et d'une pluralité d'encoches (111) et un bobinage comprenant : - une pluralité d'épingles

[Suite sur la page suivante]

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(121) connectées entre elles de sorte à former une pluralité d'enroulements de phase, une portion centrale des épingles étant logée dans la pluralité d'encoches, une portion collatérale (124) desdites épingles étant disposée hors des encoches (111) pour former un chignon (125) en saillie sur une face d'extrémité axiale (114) du corps de stator, et - une pluralité d'épingles d'inversion (130) reliant chacune, électriquement, deux épingles (121) distinctes logées dans deux encoches distinctes, les épingles d'inversion (130) étant positionnées de sorte qu'une plus grande hauteur (l) de chacune desdites épingles d'inversion (130) par rapport à la face d'extrémité axiale (114) du corps de stator (110) est inférieure ou égale à une plus grande hauteur (L) du chignon (125) par rapport à ladite face d'extrémité axiale du corps de stator.

MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE POURVU D'UN STATOR A BOBINAGE A EPINGLES

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne une machine électrique tournante dont le stator
5 comporte un bobinage à épingle. L'invention trouve des applications dans le domaine des machines électriques tournantes pour véhicules automobiles et, en particulier, dans le domaine des alternateurs, alerno-démarrateurs et e-machines.

ETAT DE LA TECHNIQUE

De façon connue en soi, les machines électriques tournantes comportent un
10 stator et un rotor solidaire d'un arbre. Le rotor pourra être solidaire d'un arbre menant et/ou mené et pourra appartenir à une machine électrique tournante sous la forme d'un alternateur, d'un moteur électrique ou d'une machine réversible de type alerno-démarrateur pouvant fonctionner dans les deux modes.

Le stator est monté dans un carter configuré pour porter à rotation l'arbre sur
15 des paliers par l'intermédiaire de roulements. Le rotor comporte un corps formé par un empilage de feuilles de tôles maintenues sous forme de paquet au moyen d'un système de fixation adapté. Le rotor comporte des pôles formés par exemple par des aimants permanents logés dans des cavités ménagées dans la masse magnétique du rotor. Alternativement, dans une architecture dite à pôles « saillants », les pôles
20 sont formés par des bobines enroulées autour de bras du rotor.

Comme représenté sur les figures 1 et 2, le stator 100 comporte un corps 110
constitué par un empilage de tôles minces formant une couronne, dont la face
intérieure est pourvue d'encoches 111 ouvertes radialement vers l'intérieur pour
recevoir des enroulements de phase 120. Ces enroulements de phase 120
25 traversent les encoches 111 du corps du stator et forment un chignon 125, 126 de part et d'autre du corps de stator 110. Les enroulements de phase 120 sont des enroulements polyphasés, connectés en étoile ou en triangle, dont les entrées/sorties de phase 123 sont reliées à un module électrique de commande.

Les enroulements de phase 120 sont obtenus à partir d'éléments conducteurs
30 en forme d'épingles 121 reliées entre elles électriquement. Deux épingles 121 d'un

même enroulement sont reliées entre elles directement, par exemple par soudage. Deux enroulements de phase 120 sont reliés entre eux par l'intermédiaire d'épingles d'inversion 130, chaque épingle d'inversion reliant électriquement la dernière épingle 121a d'un des enroulements avec la première épingle 121b de l'autre enroulement.

5 Une épingle 121 présente deux branches reliées par une tête courbée, ou portion collatérale, et dont les portions rectilignes intermédiaires, ou portions centrales, sont placées dans deux encoches différentes angulairement décalées l'une de l'autre d'un angle prédéterminé. Les têtes des épingles 121 sont vrillées et forment le chignon supérieur 125 - à savoir le chignon pourvu des entrées/sorties de phase, situé en amont du bobinage. Les extrémités libres des branches sont reliées
10 entre elles, par exemple par soudure, et vrillées pour former le chignon inférieur 126 – à savoir le chignon en aval du bobinage.

Généralement, les épingles d'inversion 130 sont localisées au-dessus du chignon supérieur, c'est-à-dire dans le prolongement axial du bobinage, de façon à
15 relier deux enroulements ayant respectivement une première et une dernière épingles positionnées à distance l'une de l'autre. Cette localisation axiale des épingles d'inversion 130 a pour conséquence d'augmenter de façon substantielle l'encombrement axial du bobinage.

Le procédé de fabrication d'un stator à bobinage à épingles nécessite un
20 double vrillage des épingles de sorte à incliner les extrémités des épingles formant les chignons. Pour cela, les têtes des épingles positionnées de façon à former, ensemble, une couronne annulaire sont vrillées. Après ce premier vrillage des têtes d'épingles, la couronne est insérée dans le corps de stator et les extrémités libres des branches d'épingles sont vrillées. Cependant, le vrillage des extrémités libres
25 des épingles, appelé second vrillage, nécessite l'utilisation d'un outil spécifique et de cales pour maintenir les têtes d'épingles sans endommager les épingles d'inversion. La figure 3 représente un exemple de chignon supérieur 125 contre lequel l'outil spécifique et les cales viennent en appui pour permettre le second vrillage des extrémités libres formant le chignon inférieur. Cette figure 3 montre, en particulier, la
30 ligne ZA qui est la zone d'appui sur laquelle vient s'appuyer l'outil spécifique et les logements ZC qui constituent les zones de calage dans lesquelles les cales sont insérées pour ne pas endommager le chignon supérieur 125 lors du second vrillage. On comprendra que l'utilisation de cet outil spécifique et des cales engendre non

seulement une difficulté de mise en œuvre, mais également un coût non négligeable tant en matière d'achat de l'outillage qu'en matière de main d'œuvre.

RESUME DE L'INVENTION

Pour répondre aux problèmes évoqués ci-dessus d'encombrement axial et de mise en œuvre délicate, le demandeur propose une machine électrique tournante dans laquelle les épingles d'inversion sont positionnées radialement autour du chignon, sur sa périphérie interne ou sur sa périphérie externe, de sorte qu'elles ne dépassent pas axialement du chignon.

On appelle « périphérie interne » du stator, la zone du stator contenant la face cylindrique dirigée vers l'axe de rotation de la machine et située en regard du rotor. On appelle « périphérie externe » du stator, la zone du stator contenant la face cylindrique la plus éloignée de l'axe de rotation de la machine et opposée à la face cylindrique interne. Par analogie, la périphérie interne du chignon est la partie du chignon située au-dessus de la périphérie interne du stator et la périphérie externe du chignon est la partie du chignon située au-dessus de la périphérie externe du stator.

Selon un premier aspect, l'invention concerne une machine électrique tournante comportant un rotor et un stator, le stator comportant un corps de stator muni d'un paquet de tôles et d'une pluralité d'encoches et un bobinage comprenant :

- une pluralité d'épingles connectées entre elles de sorte à former une pluralité d'enroulements de phase, une portion centrale des épingles étant logée dans la pluralité d'encoches, une portion collatérale desdites épingles étant disposée hors des encoches pour former un chignon en saillie sur une face d'extrémité axiale du corps de stator, et

- une pluralité d'épingles d'inversion reliant chacune, électriquement, deux épingles distinctes logées dans deux encoches distinctes, les épingles d'inversion étant positionnées de sorte qu'une plus grande hauteur de chacune desdites épingles d'inversion par rapport à la face d'extrémité axiale du corps de stator est inférieure ou égale à une plus grande hauteur du chignon par rapport à ladite face d'extrémité axiale du corps de stator.

On appelle chignon, les portions des épingles qui ne sont pas calées dans les encoches du stator et forment une couronne sur les faces d'extrémité axiale du

stator. Le chignon situé en amont du bobinage, appelé chignon supérieur, est formé des têtes d'épingles. Ce chignon supérieur est traversé par les épingles d'inversion et les extrémités de bobinage reliées au module de commande du stator.

La configuration des épingles d'inversion proposée dans l'invention permet de diminuer la hauteur du chignon supérieur et donc diminuer l'encombrement total de la machine. Elle permet, en outre, de simplifier l'opération de second vrillage des épingles de chignon puisqu'elle évite l'utilisation d'un outillage spécifique et de cales.

De façon avantageuse, suivant un rayon du stator passant à l'axe d'une encoche et centré sur une épingle d'inversion, le stator comporte de façon ordonnée une encoche, le paquet de tôles et l'épingle d'inversion.

On entend par « centré », le fait que le rayon du stator est mesuré au milieu d'une épingle, dans un plan orthogonal à l'axe de rotation du rotor.

La machine électrique tournante selon l'invention peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- chaque épingle d'inversion est montée dans une zone radialement externe du chignon.
- chaque épingle d'inversion est disposée dans une zone en regard de la face d'extrémité axiale du corps de stator, de sorte que les épingles d'inversion sont confinées dans l'encombrement circonférentiel du stator.
- le bobinage comporte une pluralité d'épingles d'extrémité de bobinage, chacune desdites épingles d'extrémité étant montée dans une zone radialement interne du chignon.
- chaque épingle d'inversion comporte deux bras au moins partiellement engagés dans deux encoches distinctes et un corps central reliant les deux bras.
- le corps central de chaque épingle d'inversion est coudé suivant un rayon de courbure progressif.
- le corps central de chaque épingle d'inversion est disposé axialement à distance de la face d'extrémité axiale du corps de stator ou, au contraire, à proximité de la face d'extrémité axiale du corps de stator.
- dans un plan parallèle à la face d'extrémité axiale du corps de stator, la plus grande largeur d'une tête de chaque épingle d'inversion est inférieure à la plus grande largeur des portions collatérales des épingles formant le

chignon.

- chaque épingle d'inversion s'étend, hors de l'encoche, suivant un plan incliné par rapport au plan dans lequel s'étendent les épingles formant le chignon.

- la hauteur maximale de chaque épingle d'inversion par rapport à une face d'extrémité axiale du corps de stator est sensiblement égale à la hauteur de l'épingle d'inversion. Autrement dit, l'espace situé axialement entre le corps de stator et l'épingle d'inversion est inférieur à la hauteur de l'épingle d'inversion.

- les épingles formant le chignon ont une forme en U comportant deux branches reliées par une tête.

- les épingles d'inversion ont une forme en U comportant deux bras reliés par une tête inclinée par rapport aux bras, de sorte que la tête est dans un plan différent du plan contenant les deux bras.

- au moins une épingle d'inversion, notamment chaque épingle d'inversion, comporte deux portions de section rectangulaire logées chacune dans une encoche du stator et au moins une portion de section arrondie entre les deux portions à section rectangulaire.

Selon un autre aspect, l'invention concerne une machine électrique tournante comportant un rotor et un stator, le stator comportant un corps de stator muni d'un paquet de tôles et d'une pluralité d'encoches et un bobinage comprenant :

- une pluralité d'épingles connectées entre elles de sorte à former une pluralité d'enroulements de phase, une portion centrale des épingles étant logée dans la pluralité d'encoches, une portion collatérale desdites épingles étant disposée hors des encoches pour former un chignon en saillie sur une face d'extrémité axiale du corps de stator, et

- une pluralité d'épingles d'inversion reliant chacune, électriquement, deux épingles distinctes logées dans deux encoches distinctes et comprenant chacune au moins deux sections de formes différentes, une portion au moins de chaque épingle d'inversion ayant une section rectangulaire, une portion au moins de chaque épingle d'inversion ayant une section arrondie.

La configuration des épingles d'inversion proposée ici permet d'une part de simplifier l'opération de second vrillage des épingles de chignon en évitant l'utilisation d'un outillage spécifique et de cales et, d'autre part, de simplifier la fabrication des

épingles d'inversion en limitant les plis générés lors du pliage du conducteur électrique.

De façon avantageuse, chaque épingle d'inversion comporte deux portions à section rectangulaire logées chacune dans une encoche du stator et au moins une
5 portion à section arrondie entre les deux portions à section rectangulaire.

Avantageusement, chaque épingle d'inversion comporte deux bras et un corps central reliant les deux bras, chaque bras comportant une des portions à section rectangulaire, le corps central comportant la portion à section arrondie. La section rectangulaire des bras permet leur calage dans les encoches du corps de stator. La
10 section arrondie d'une partie au moins du corps central permet un encombrement réduit du stator.

La machine électrique tournante selon cet autre aspect de l'invention peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la portion à section arrondie est aplatie, par exemple par matriçage, sur une
15 partie d'une longueur du corps central.
- les épingles d'inversion sont positionnées de sorte qu'une plus grande hauteur de chacune desdites épingles d'inversion par rapport à la face d'extrémité axiale du corps de stator est inférieure ou égale à une plus grande hauteur du chignon par rapport à ladite face d'extrémité axiale du corps de stator.
- suivant un rayon du stator passant à l'axe d'une encoche et centré sur une
20 épingle d'inversion, le stator comporte de façon ordonnée une encoche, le paquet de tôles et l'épingle d'inversion. On entend par « centré », le fait que le rayon du stator est mesuré au milieu d'une épingle, dans un plan orthogonal à l'axe de rotation du rotor.
- chaque épingle d'inversion est montée dans une zone radialement externe du
25 chignon.
- chaque épingle d'inversion est disposée dans une zone en regard de la face d'extrémité axiale du corps de stator.
- le bobinage comporte une pluralité d'épingles d'extrémité de bobinage,
30 chacune desdites épingles d'extrémité étant montée dans une zone radialement interne du chignon.
- le corps central de chaque épingle d'inversion est coudé suivant un rayon de courbure progressif.

- dans un plan parallèle à la face d'extrémité axiale du corps de stator, la plus grande largeur d'une tête de chaque épingle d'inversion est inférieure à la plus grande largeur des portions collatérales des épingles formant le chignon.
- 5 - chaque épingle d'inversion s'étend, hors de l'encoche, suivant un plan incliné par rapport au plan dans lequel s'étendent les épingles formant le chignon.
- les épingles formant le chignon ont une forme en U comportant deux branches reliées par une tête.
- les épingles d'inversion ont une forme en U comportant deux bras reliés par
10 une tête inclinée par rapport aux bras, de sorte que la tête est dans un plan différent du plan contenant les deux bras.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, illustrée par les figures dans lesquelles :

- 15 - La figure 1, déjà décrite, représente schématiquement une vue en perspective du stator d'une machine selon l'art antérieur ;
- La figure 2, déjà décrite, représente schématiquement une vue de la partie amont du stator d'une machine selon l'art antérieur ;
- La figure 3, déjà décrite, représente une vue de la partie amont du stator de la
20 figure 2 sur laquelle sont indiqués les zones d'appui et d'insertion de cales lors de l'opération de second vrillage ;
- Les figures 4A et 4B représentent des vues, en perspective et de dessus, de la partie amont du stator d'une machine électrique tournante selon un mode de réalisation de l'invention ;
- 25 - La figure 4C représente une vue en perspective d'une épingle d'inversion du stator des figures 4A-4B ;
- Les figures 5A et 5B représentent des vues, en perspective et de dessus, de la partie amont du stator d'une machine électrique tournante selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- 30 - La figure 5C représente une vue en perspective d'une épingle d'inversion du stator des figures 5A-5B ;
- Les figures 6A et 6B représentent des vues, en perspective et de dessus, de

la partie amont du stator d'une machine électrique tournante selon un autre mode de réalisation de l'invention ;

- La figure 6C représente une vue en perspective d'une épingle d'inversion du stator des figures 6A-6B.

5 DESCRIPTION DETAILLEE D'AU MOINS UN MODE DE REALISATION

Un exemple de réalisation d'une machine électrique tournante, dans laquelle les épingles d'inversion sont positionnées radialement autour du chignon, sur sa périphérie interne ou sur sa périphérie externe, est décrit en détail ci-après, en référence aux dessins annexés. Cet exemple illustre les caractéristiques et avantages de l'invention. Il est toutefois rappelé que l'invention ne se limite pas à cet exemple.

Sur les figures, les éléments identiques sont repérés par des références identiques. Pour des questions de lisibilité des figures, les échelles de taille entre éléments représentés ne sont pas respectées.

La machine électrique selon l'invention comporte un stator polyphasé d'axe X correspondant à l'axe de la machine. Le stator entoure un rotor monté en rotation sur un arbre, comme décrit dans l'état de la technique. Le stator 100, dont une portion est représentée sur les figures 4A-4B, 5A-5B et 6A-6B, comporte un corps 110 formé d'un paquet de tôles et un bobinage traversant le corps 110. Le corps 110 est délimité par une périphérie interne 112, ou face cylindrique interne, une périphérie externe 113, ou face cylindrique externe, et deux faces d'extrémité axiale. Seule la face d'extrémité axiale supérieure 114 – en amont du bobinage - est visible sur les figures 4A – 6B. Le corps 110 est muni, sur sa périphérie interne 112, de dents 115 s'étendant radialement vers le rotor et délimitant deux à deux des encoches 111 pour le montage du bobinage. Deux encoches successives 111 sont donc séparées par une dent 115. Les encoches 111 débouchent axialement dans les faces d'extrémité axiale et radialement dans la face cylindrique interne 112 du corps de stator 110.

Le bobinage comporte une pluralité d'enroulements de phase insérés dans les encoches 111. Chaque enroulement de phase présente des extrémités 123, appelées extrémités de bobinage, qui correspondent à une entrée d'enroulement de phase, une sortie d'enroulement de phase ou, dans certaines configurations, un point neutre. Les enroulements de phase traversent les encoches 111 et forment, sur

chaque face d'extrémité axiale, un chignon 125 s'étendant en saillie de part et d'autre du corps de stator 110.

Dans la machine selon l'invention, les enroulements de phase sont obtenus à partir d'éléments conducteurs en forme d'épingles, reliés électriquement entre eux, par exemple par soudage. Chaque épingle comporte deux branches reliées par une tête et ayant une forme de U. Les extrémités libres des branches d'épingles sont connectées aux extrémités libres des branches d'épingles précédentes et suivantes et sont vrillées de sorte à former un chignon inférieur en saillie sur la face d'extrémité axiale inférieure du corps de stator, ou face aval. Les têtes d'épingles 124 sont également vrillées et forment le chignon supérieur 125 en saillie sur la face d'extrémité axiale supérieure 114 du corps de stator 110, ou face amont.

Deux enroulements de phase sont reliés électriquement l'un avec l'autre au moyen d'une épingle d'inversion 130. Cette épingle d'inversion relie la dernière épingle 121a d'un enroulement de phase avec la première épingle 121b d'un autre enroulement de phase. Dans la machine selon l'invention, chaque épingle d'inversion 130 est positionnée radialement le long d'une partie du chignon 125, en périphérie interne ou en périphérie externe du chignon. Les épingles d'inversion positionnées en périphérie externe du chignon sont calées au fond des encoches 111 du stator. Les épingles d'inversion positionnées en périphérie interne du chignon sont calées à l'embouchure des encoches 111 du stator. Les épingles d'inversion 130 sont positionnées en périphérie du chignon 125 de sorte que la plus grande hauteur de chaque épingle d'inversion 130 par rapport à la face d'extrémité axiale supérieure 114 est inférieure ou égale à la plus grande hauteur du chignon supérieur 125 par rapport à ladite face d'extrémité axiale supérieure 114. Chaque épingle d'inversion 130 est donc positionnée à côté des têtes d'épingles 124 et non au-dessus desdites têtes d'épingles, ce qui permet, non seulement de faciliter l'opération de second vrillage, mais également de réaliser un bobinage dont la hauteur totale est égale à la distance entre le chignon supérieur 125 et le chignon inférieur, les extrémités de bobinages 123 n'étant pas incluses dans le chignon puisqu'elles constituent les connexions vers le module de commande du stator.

Chaque épingle d'inversion 130 a une forme en U comportant deux bras 131 reliés par une tête 133, la tête étant inclinée par rapport aux bras 131 de sorte à être positionnée dans un plan différent du plan contenant les deux bras 131.

La figure 4A, qui représente une vue en perspective partielle du stator de la machine selon certains modes de réalisation de l'invention, et la figure 4B, qui représente une vue de dessus de la partie de stator de la figure 4A, montrent une épingle d'inversion 130 décalée radialement par rapport aux épingles formant le chignon 125, sur la périphérie externe 113 du corps de stator. Ainsi, suivant un rayon R du stator passant à l'axe d'une encoche 111 et centré sur l'épingle d'inversion 130, le stator comporte de façon ordonnée l'encoche, le paquet de tôles et l'épingle d'inversion.

Selon certains modes de réalisation, l'épingle d'inversion 130 est positionnée en regard de la face d'extrémité axiale 114 du corps de stator et comporte deux bras 131 reliés par un corps central 132. Chaque épingle d'inversion 130 est réalisée par pliage d'un connecteur électrique de section rectangulaire et de longueur prédéterminée. Le pliage d'une épingle d'inversion confère à ladite épingle des zones orientées suivant des directions différentes. Ainsi, les deux bras 131 de chaque épingle d'inversion sont orientés axialement. Les deux bras 131, sensiblement parallèles l'un à l'autre, sont au moins partiellement engagés dans deux encoches distinctes 111. Les bras 131 sont connectés chacun, par exemple par soudage, à la portion centrale d'une des épingles 121 formant le chignon 125, par exemple aux épingles 121a et 121b. Le corps central 132 comporte une tête 133, orientée suivant une direction circonférentielle, et au moins des premier et second coudes 134, 135 qui relient chacun la tête 133 à un des bras 131. Les coudes 134 et 135 peuvent être identiques ou, au contraire, différents l'un de l'autre, chacun des coudes comportant des courbures adaptées pour relier la tête 133 à un bras 131 tout en contournant les têtes 124 des épingles 121 formant le chignon 125.

La forme coudée du corps central 132 permet à chaque épingle d'inversion 130 de disposer de bras 131 rectilignes, montés axialement dans les encoches 111, et d'une tête 133 positionnée radialement autour d'une portion du chignon 125, sans que l'épingle d'inversion ne soit en contact électrique avec le chignon.

Dans les modes de réalisation des figures 4A-4C, le corps central 132 comporte un premier double-coude 134 et un second double-coude 135, reliant chacun la tête 133 à un des bras 131. Dans l'exemple des figures 4A-4C, le premier double-coude 134 comporte un coude interne 134a reliant un des bras 131 à un tronçon intermédiaire 134b positionné suivant la direction de vrillage des épingles 121 de

chignon. Il comporte en outre un coude externe 134c reliant le tronçon intermédiaire 134b à la tête 133. Ce coude externe 134 comporte une double-courbure associant une courbure radiale et une courbure tangentielle pour permettre de lier la tête dans une direction circonférentielle avec le tronçon intermédiaire 134b dans la direction de vrillage. Les rayons et directions de courbures de chacun des coudes sont adaptés à la forme et aux dimensions du chignon 125. Dans les modes de réalisation des figures 4A-4C, le second double-coude 135 est sensiblement identique au premier double-coude 134.

Dans ces modes de réalisation, l'épingle d'inversion 130 est positionnée à distance de la face d'extrémité axiale 114 du corps de stator 110. Autrement dit, la tête 133 de l'épingle d'inversion 130 est positionnée à une hauteur, par rapport au plan contenant la face d'extrémité axiale 114, sensiblement égale ou légèrement inférieure au plan contenant l'extrémité des têtes 124 des épingles de chignon 121.

D'autres modes de réalisation de l'épingle d'inversion 130 sont représentés sur les figures 5A-5C. Dans ces modes de réalisation, l'épingle d'inversion 130 est positionnée en périphérie externe du chignon 125, à proximité de la face d'extrémité axiale 114, voire en contact avec ladite face d'extrémité axiale 114 du corps de stator 110. Dans ces modes de réalisation, comme dans les modes de réalisation qui viennent d'être décrits, chaque épingle d'inversion 130 comporte deux bras 131, sensiblement parallèles, au moins partiellement engagés dans deux encoches distinctes 111, les deux bras 131 étant reliés par un corps central 132. Dans les modes de réalisation des figures 5A-5C, le corps central 132 de chaque épingle d'inversion 130 comporte une tête 133 et deux coudes 134, 135 présentant des courbures sensiblement similaires. Le coude 134 et le coude 135 sont tous deux des coudes externes qui relient chacun directement la tête 133 avec un des bras 131. Cette forme d'épingle d'inversion 130 a l'avantage d'être relativement simple à usiner puisque chaque épingle d'inversion 130 est une épingle en forme de U dont l'extrémité proche de la tête 133 est pliée radialement. Une telle épingle d'inversion offre en outre un gain en résistance de bobinage du fait de sa longueur plus courte que celle des autres modes de réalisation.

D'autres modes de réalisation de l'épingle d'inversion 130 sont représentés sur les figures 6A-6C. Dans ces modes de réalisation, l'épingle d'inversion 130 est positionnée en périphérie externe du chignon 125, à distance de la face d'extrémité

axiale 114 c'est-à-dire à une hauteur, par rapport au plan de la face d'extrémité axiale 114, sensiblement égale ou légèrement inférieure aux têtes 124 des épingles de chignon 121. Dans ces modes de réalisation, comme dans les modes de réalisation qui viennent d'être décrits, chaque épingle d'inversion 130 comporte deux
5 bras 131, sensiblement parallèles, au moins partiellement engagés dans deux encoches distinctes 111, les deux bras 131 étant reliés par un corps central 132. Dans les modes de réalisation des figures 6A-6C, le corps central 132 de chaque épingle d'inversion 130 comporte une tête 133 et deux coudes 134, 135 ayant des rayons de courbure progressifs. Ces rayons de courbure progressifs permettent un
10 pliage progressif du corps central 132 de sorte à passer de la direction axiale des bras 131 à la direction circonférentielle de la tête 133 en limitant le nombre de plis et en déviant la direction des tronçons intermédiaires 134b par rapport à la direction de vrillage du chignon. Dans ces modes de réalisation, chaque coude 134, 135 comporte un coude externe, respectivement 134c, 135c, et un coude interne 134a,
15 135a dont les rayons de courbure sont plus faibles que dans les modes de réalisation des figures 4A-4C. En particulier, les coudes externes 134c, 135c comportent une seule courbure, ou pli. Ces modes de réalisation présentent l'avantage de limiter les risques de désémaillage au niveau des plis des épingles d'inversion 130.

20 Dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, les épingles d'inversion 130 sont décrites dans le cas où elles sont positionnées sur la périphérie externe du chignon 125. L'homme du métier comprendra que les épingles d'inversion 130 peuvent également être positionnées sur la périphérie interne du chignon 125, les rayons et directions de courbure des coudes étant alors adaptés pour que les têtes
25 133 des épingles d'inversion soient décalées radialement du chignon vers l'intérieur du stator.

Quels que soient les modes de réalisation de l'invention, les extrémités de bobinage 123 – par exemple les entrées de phase, les sorties de phase et/ou les points neutres – sont calées de sorte à ne pas interférer avec les épingles d'inversion
30 130. En effet, le bobinage est réalisé, dans les machines selon l'invention, de sorte que les extrémités de bobinage 123 ne sortent pas au voisinage des bras 131 des épingles d'inversion 130. Par exemple, certaines des extrémités de bobinage 123 – ou la totalité des extrémités de bobinage si nécessaire - peuvent être positionnées

de sorte à sortir du chignon 125 dans une zone située entre les deux bras 131 d'une épingle d'inversion ou entre deux bras 131 de deux épingles d'inversion successives. Dans un autre exemple, certaines des extrémités de bobinage 123 – ou la totalité des extrémités de bobinage si nécessaire - sont positionnées dans la zone interne du chignon 125 (c'est-à-dire du côté de l'ouverture des encoches 111) lorsque les épingles d'inversion 130 sont positionnées dans la zone externe du chignon 125 ou, au contraire, dans la zone externe du chignon 125 (c'est-à-dire du côté du fond des encoches 111) lorsque les épingles d'inversion 130 sont positionnées dans la zone interne du chignon 125.

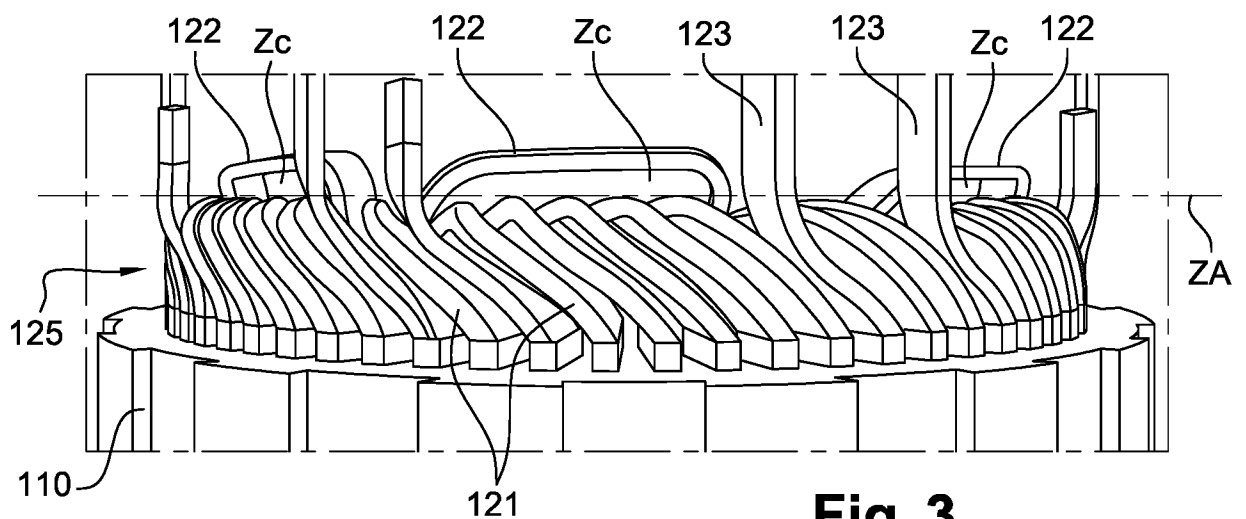
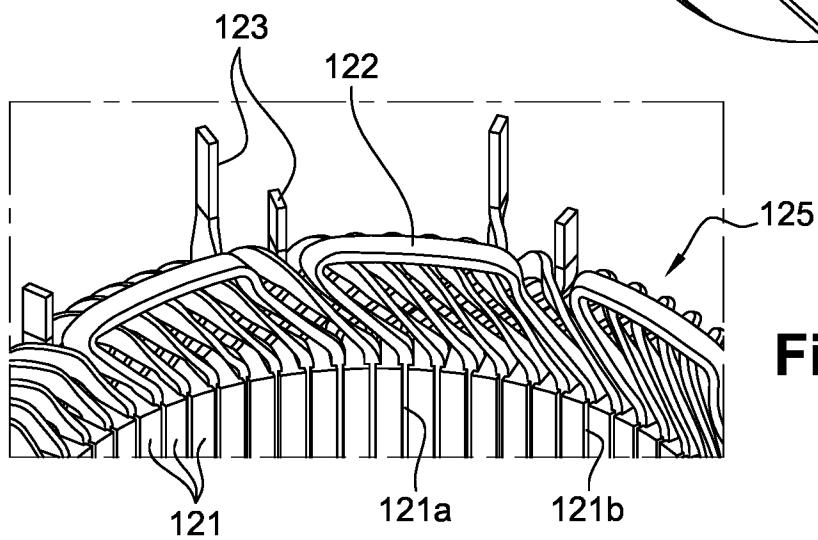
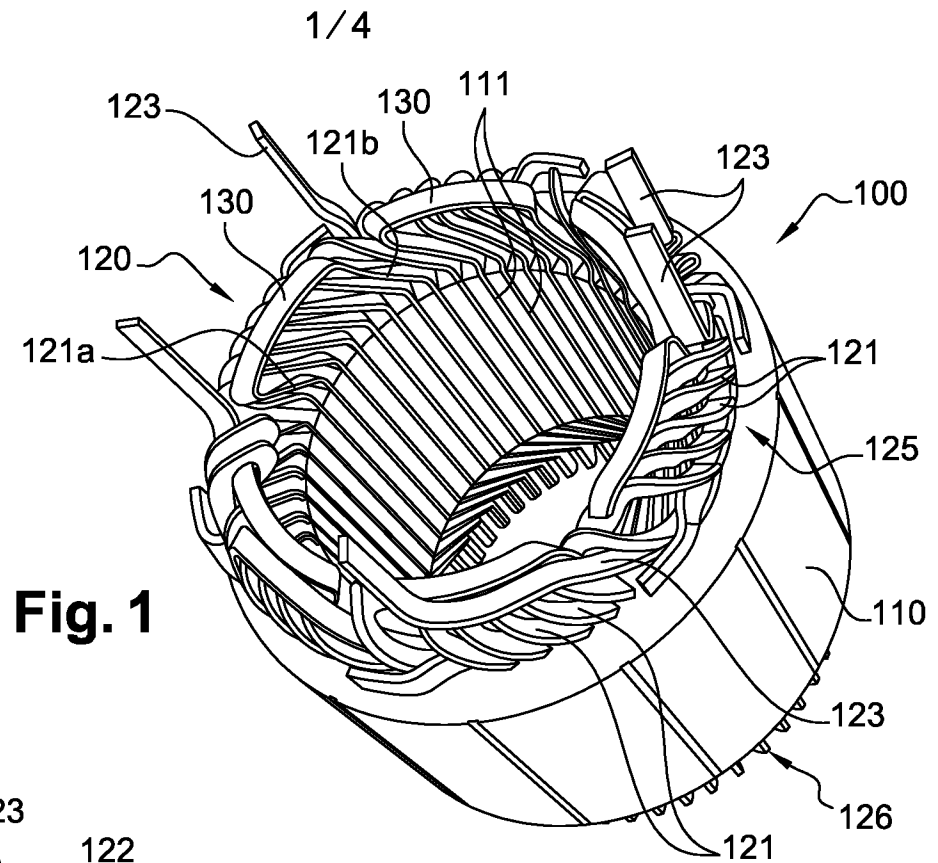
Bien que décrit à travers un certain nombre d'exemples, variantes et modes de réalisation, la machine électrique tournante selon l'invention comprend divers variantes, modifications et perfectionnements qui apparaîtront de façon évidente à l'homme du métier, étant entendu que ces variantes, modifications et perfectionnements font partie de la portée de l'invention.

REVENDICATIONS

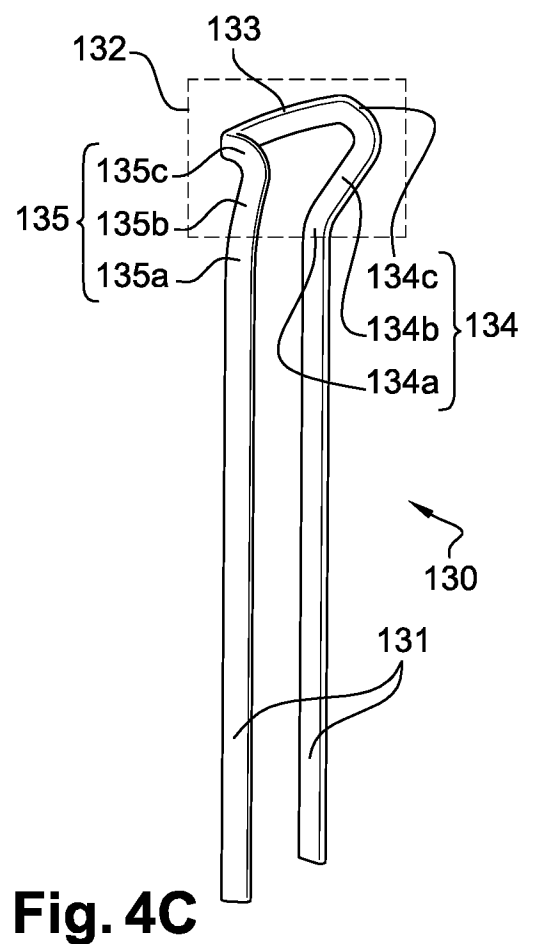
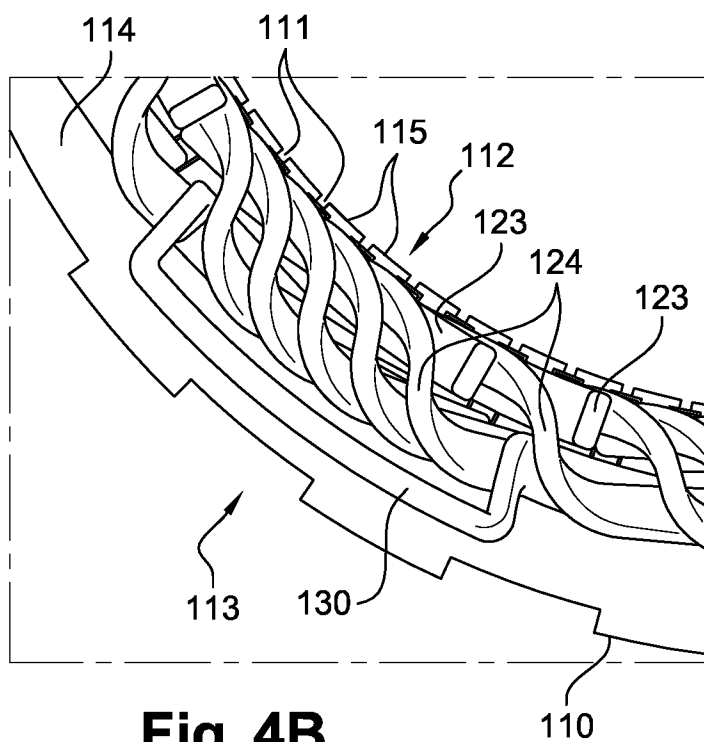
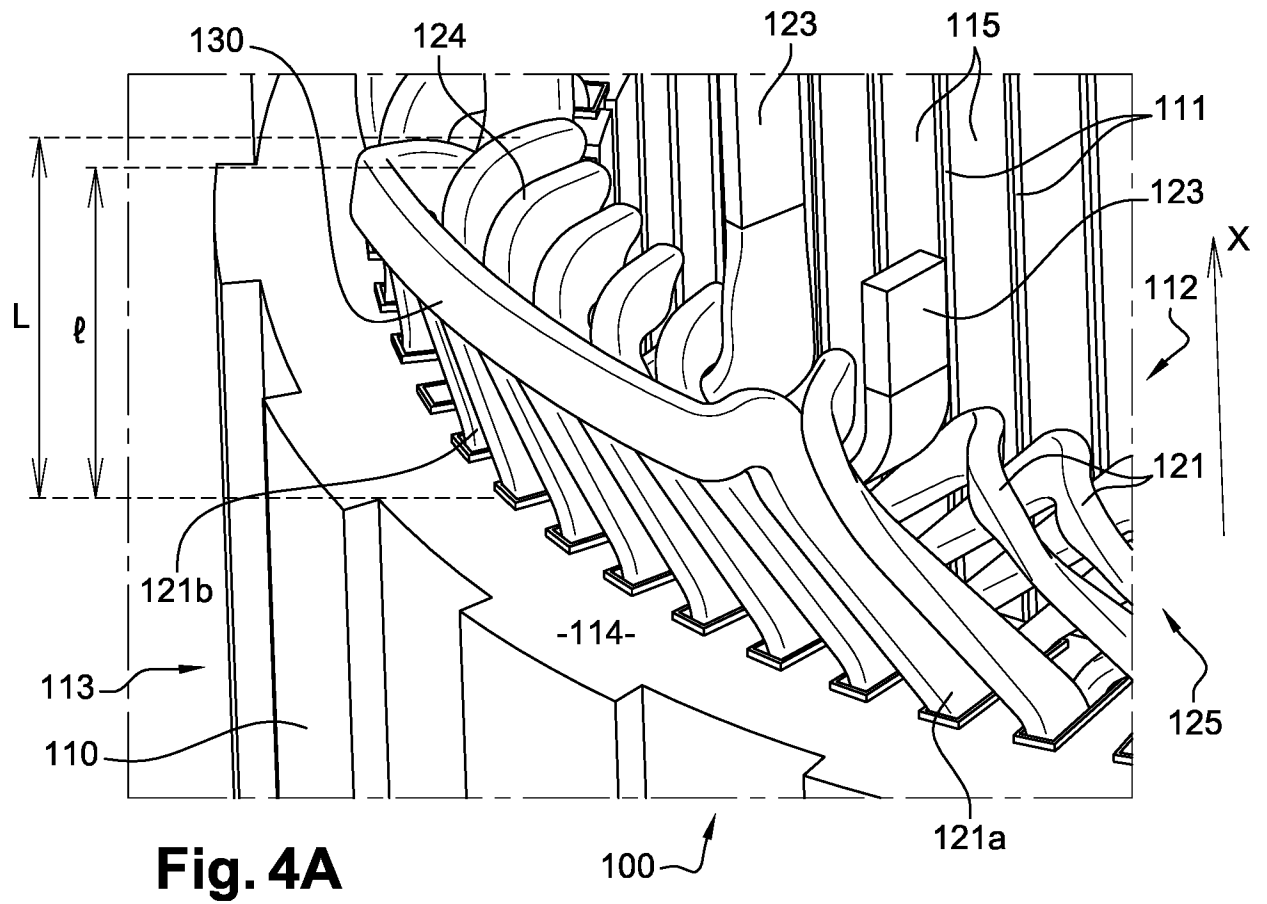
1. Machine électrique tournante comportant un rotor et un stator, le stator (100)
5 comportant un corps de stator (110) muni d'un paquet de tôles et d'une pluralité d'encoches (111) et un bobinage comprenant :
 - une pluralité d'épingles (121) connectées entre elles de sorte à former une pluralité d'enroulements de phase, une portion centrale des épingles étant logée dans la pluralité d'encoches, une portion collatérale (124) desdites épingles étant
10 disposée hors des encoches (111) pour former un chignon (125) en saillie sur une face d'extrémité axiale (114) du corps de stator, et
 - une pluralité d'épingles d'inversion (130) reliant chacune, électriquement, deux épingles (121) distinctes logées dans deux encoches distinctes, les épingles d'inversion (130) étant positionnées de sorte qu'une plus grande hauteur (I) de
15 chacune desdites épingles d'inversion (130) par rapport à la face d'extrémité axiale (114) du corps de stator (110) est inférieure ou égale à une plus grande hauteur (L) du chignon (125) par rapport à ladite face d'extrémité axiale du corps de stator.
2. Machine électrique tournante selon la revendication 1, caractérisée en ce que,
20 suivant un rayon du stator (100) passant à l'axe d'une encoche (111) et centré sur une épingle d'inversion (130), le stator comporte de façon ordonnée une encoche, le paquet de tôles et l'épingle d'inversion.
3. Machine électrique tournante selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce
25 que chaque épingle d'inversion (130) est montée dans une zone radialement externe (113) du chignon (125).
4. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que chaque épingle d'inversion (130) est disposée dans une zone
30 en regard de la face d'extrémité axiale (114) du corps de stator.
5. Machine électrique tournante selon la revendication 4, caractérisée en ce que le

bobinage comporte une pluralité d'épingles d'extrémité de bobinage (123), chacune desdites épingles d'extrémité étant montée dans une zone radialement interne (112) du chignon.

- 5 6. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que chaque épingle d'inversion (130) comporte deux bras (131) au moins partiellement engagés dans deux encoches distinctes (111) et un corps central (132) reliant les deux bras.
- 10 7. Machine électrique tournante selon la revendication 6, caractérisée en ce que le corps central (132) de chaque épingle d'inversion est coudé suivant un rayon de courbure progressif.
8. Machine électrique tournante selon la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce
15 que le corps central (132) de chaque épingle d'inversion est disposé axialement à distance de la face d'extrémité axiale (114) du corps de stator.
9. Machine électrique tournante selon la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce
20 que le corps central (132) de chaque épingle d'inversion est disposé à proximité de la face d'extrémité axiale (114) du corps de stator.
10. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que, dans un plan parallèle à la face d'extrémité axiale (114) du corps de stator (110), la plus grande largeur d'une tête de chaque épingle d'inversion
25 est inférieure à la plus grande largeur des portions collatérales des épingles formant le chignon.
11. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à
30 10, caractérisée en ce que chaque épingle d'inversion (130) s'étend, hors de l'encoche, suivant un plan incliné par rapport au plan dans lequel s'étendent les épingles formant le chignon.



2 / 4



3 / 4

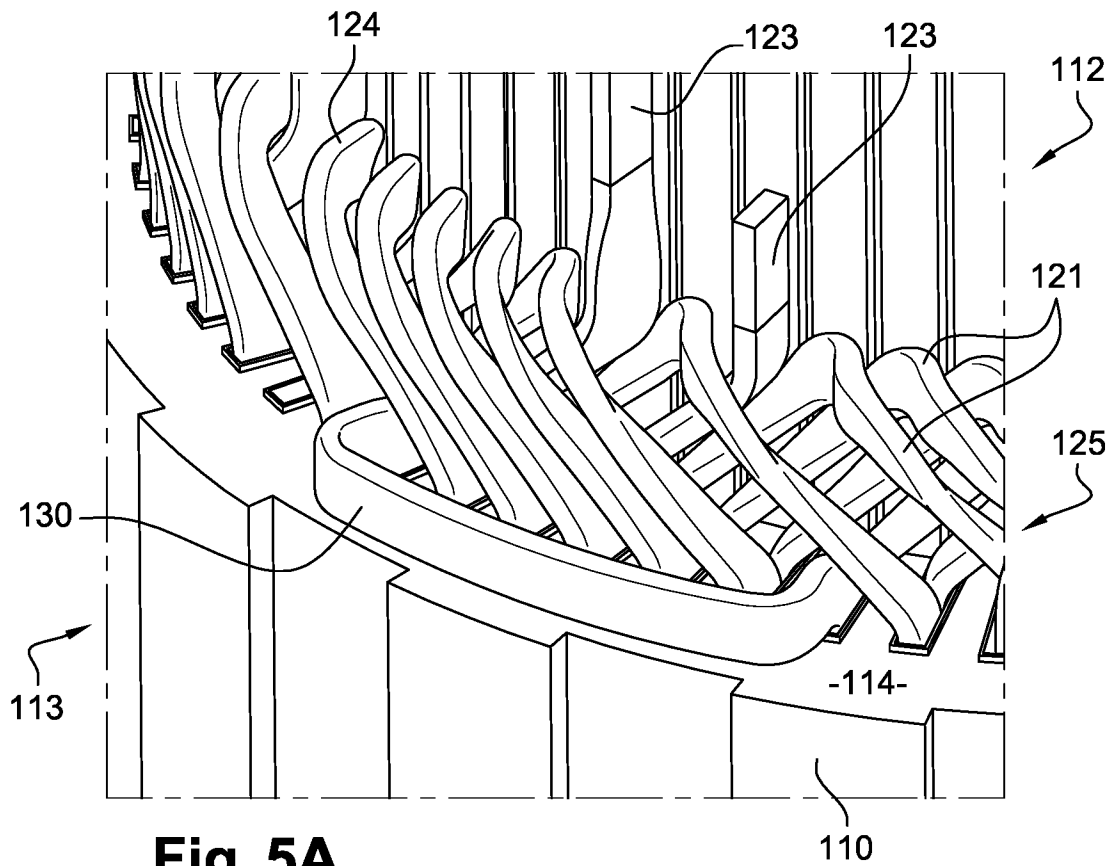


Fig. 5A

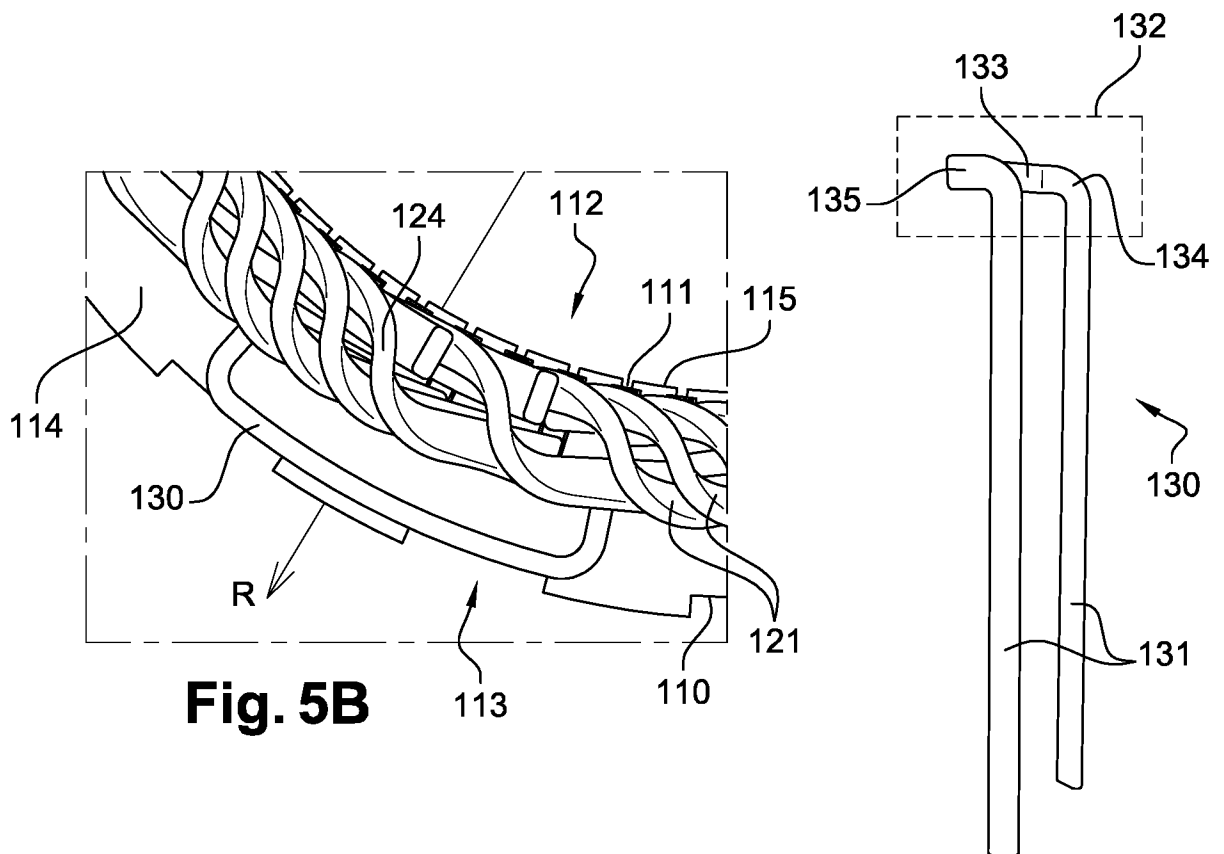
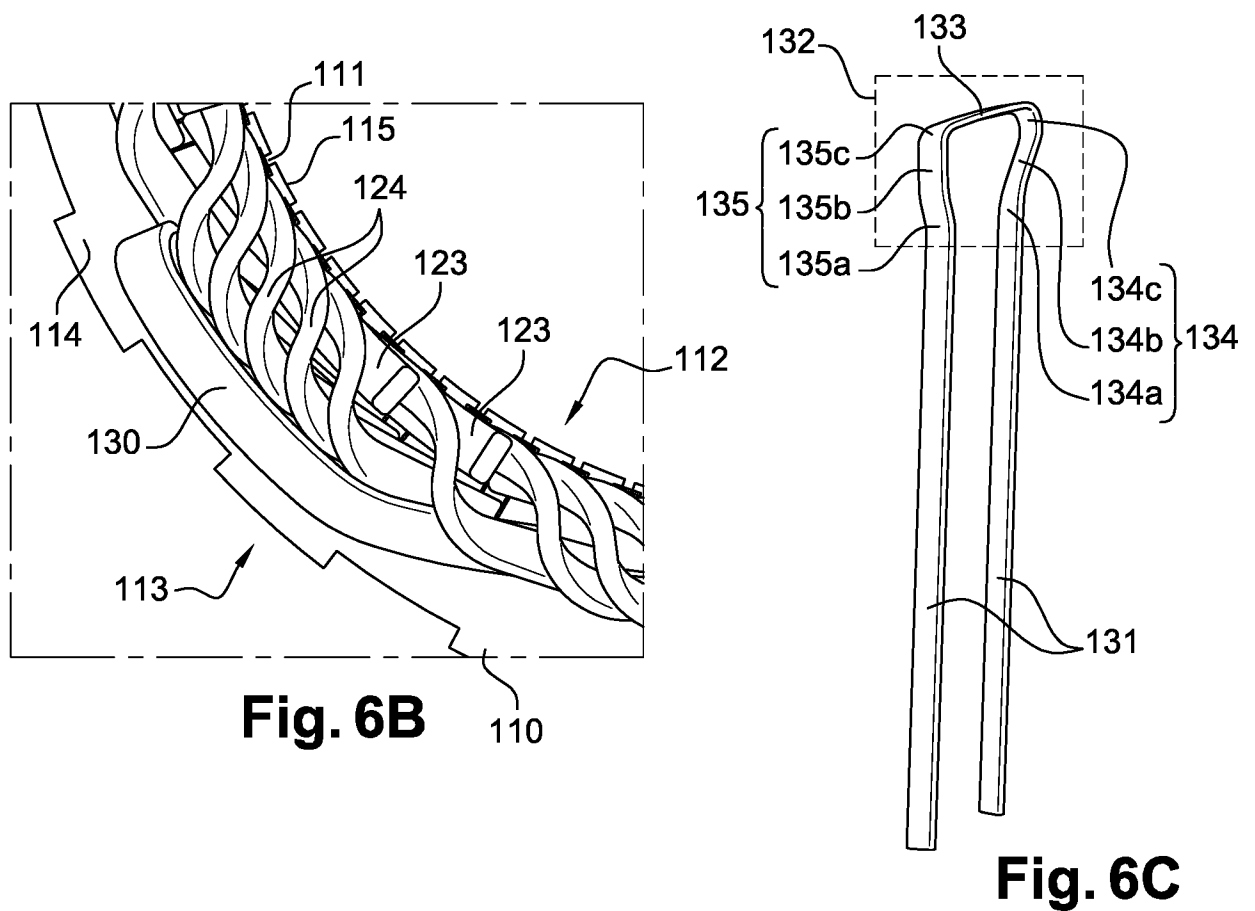
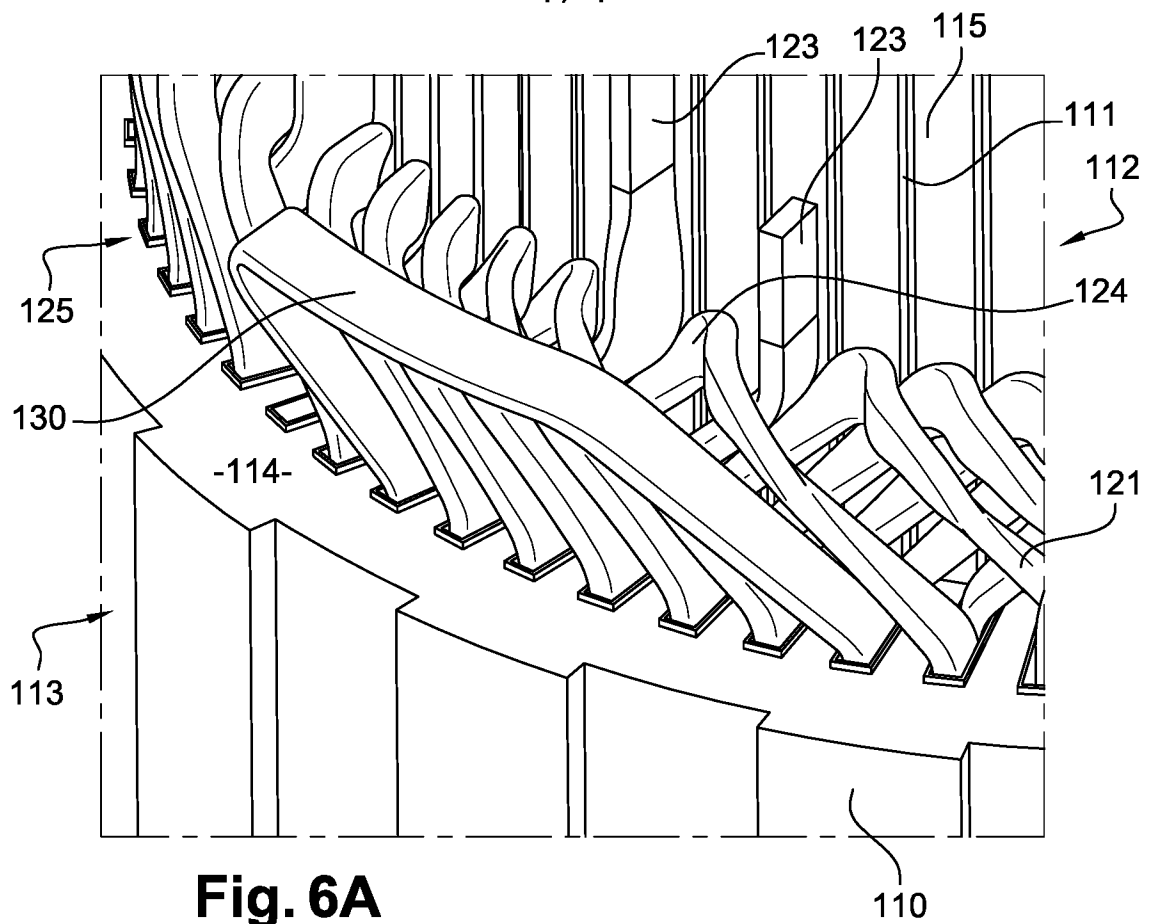


Fig. 5B

Fig. 5C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/068168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K3/12 H02K15/04
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	FR 2 818 821 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 28 June 2002 (2002-06-28)	1-10
A	pages 9,13-16; figure 12	11
A	DE 10 2005 025217 A1 (DENSO CORP [JP]) 22 December 2005 (2005-12-22) paragraph [0037]; figures 5,6	1-11



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

7 September 2018

Date of mailing of the international search report

14/09/2018

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

Kovacsovics, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/068168

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2818821	A1	28-06-2002	NONE

DE 102005025217	A1	22-12-2005	DE 102005025217 A1
			22-12-2005
			FR 2871307 A1
			09-12-2005
			JP 4596127 B2
			08-12-2010
			JP 2005348496 A
			15-12-2005
			US 2005269890 A1
			08-12-2005
			US 2006238043 A1
			26-10-2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2018/068168

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H02K3/12 H02K15/04
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H02K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, 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	FR 2 818 821 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 28 juin 2002 (2002-06-28)	1-10
A	pages 9,13-16; figure 12	11
A	DE 10 2005 025217 A1 (DENSO CORP [JP]) 22 décembre 2005 (2005-12-22) alinéa [0037]; figures 5,6	1-11



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

7 septembre 2018

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

14/09/2018

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

Kovacsovics, Martin

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2018/068168

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2818821	A1	28-06-2002	AUCUN

DE 102005025217	A1	22-12-2005	DE 102005025217 A1
			22-12-2005
			FR 2871307 A1
			09-12-2005
			JP 4596127 B2
			08-12-2010
			JP 2005348496 A
			15-12-2005
			US 2005269890 A1
			08-12-2005
			US 2006238043 A1
			26-10-2006
