



(51) Classification internationale des brevets :
H02K 1/16 (2006.01) *H02K 3/34* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2015/053965

(22) Date de dépôt international :
26 février 2015 (26.02.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1451694 3 mars 2014 (03.03.2014) FR

(71) Déposants : **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN** [FR/FR]; 12 cours Sablon, F-63000 Clermont Ferrand (FR). **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH]; Route Louis Braille 10, CH-1763 Granges-Paccot (CH).

(72) Inventeurs : **VEDY, Bertrand**; Manufacture Francaise des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 09 (FR). **LINDA, Jean-Louis**; Manufacture Francaise des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 09 (FR).

(74) Mandataire : **CASALONGA**; Casalonga & Associates, 8 Avenue Percier, F-75008 Paris (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, 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, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

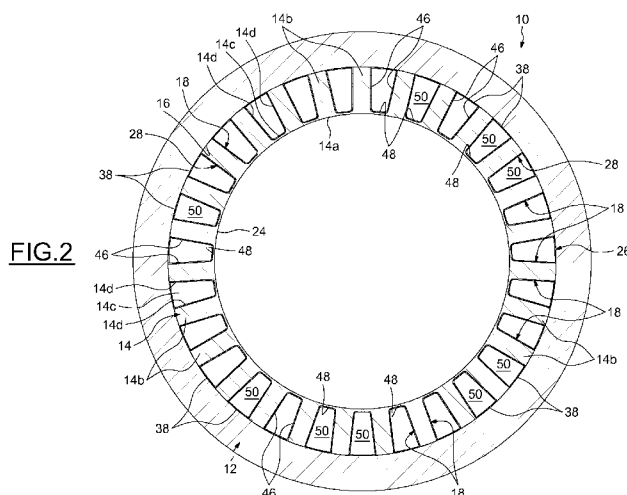
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,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

Publiée :

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

(54) Title : STATOR FOR A ROTARY ELECTRICAL MACHINE, AND ASSOCIATED METHOD OF MANUFACTURE

(54) Titre : STATOR POUR MACHINE ÉLECTRIQUE TOURNANTE, ET PROCÉDÉ DE FABRICATION ASSOCIÉ



(57) Abstract : The stator for a rotary electric machine comprises a first stack of laminations (12) which are made of a magnetic material and form an external field frame, and a second stack of laminations (14) made of a magnetic material and forming an internal core. The laminations (14) comprise an annular base (14a), teeth (14b) extending radially towards the outside and a plurality of notches (18) open radially on the side of a bore (16) of the external field frame. The stator further comprises a first coating (26) that is electrically insulating and covers at least those parts of the bore (16) of the external field frame that are radially facing the notches (18), and a second coating (28) that is electrically insulating and covers at least the walls of the bases (14a) and the walls of the teeth (14b) of the internal core delimiting the notches (18). The first and second coatings (26, 28) define a plurality of cavities (50) which are electrically insulated from the laminations (12, 14).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]





Le stator pour machine électrique tournante comprend un premier empilage de tôles (12) réalisées en matière magnétique et formant une culasse extérieure, et un deuxième empilage de tôles (14) réalisées en matière magnétique et formant un noyau intérieur. Les tôles (14) comprennent une base (14a) annulaire, des dents (14b) s'étendant radialement vers l'extérieur et une pluralité d'encoches (18) ouvertes radialement du côté d'un alésage (16) de la culasse extérieure. Le stator comprend en outre un premier revêtement (26) isolant électriquement et recouvrant au moins les parties de l'alésage (16) de la culasse extérieure qui sont radialement en regard des encoches (18), et un deuxième revêtement (28) isolant électriquement et recouvrant au moins les parois des bases (14a) et des dents (14b) du noyau intérieur délimitant les encoches (18). Les premier et deuxième revêtements (26, 28) définissent une pluralité de cavités (50) isolées électriquement des tôles (12, 14).

Stator pour machine électrique tournante, et procédé de fabrication associé

La présente invention concerne le domaine des machines
5 électriques tournantes, et se rapporte plus particulièrement au stator
extérieur d'une telle machine dont le rotor est placé à l'intérieur dudit
stator.

Le stator comprend un circuit magnétique et des bobinages de
10 fils conducteurs de l'électricité qui sont généralement réalisés en fil de
cuivre isolé, notamment de section ronde. Le circuit magnétique est
feuilleté et constitué par un empilage de tôles magnétiques. Chaque
tôle est découpée de façon à aménager des encoches séparées par des
dents, les encoches formant des logements pour les fils conducteurs
15 électriques. Ce principe d'agencement du stator est largement appliqué
pour les machines synchrones ou asynchrones.

La demande de brevet EP-A1-1 174 988 décrit une machine
électrique dont le circuit magnétique du stator est réalisé en deux
parties, à savoir un noyau intérieur comprenant les encoches et les
dents et une enveloppe extérieure qui forme une culasse. Les encoches
20 sont ouvertes radialement du côté extérieur et sont fermées par la
culasse extérieure constituée d'un empilage de tôles annulaires.

Ainsi, on peut bobiner les fils conducteurs dans les encoches
du noyau intérieur en ayant accès auxdites encoches par l'extérieur.
Ensuite, on couvre le noyau supportant le bobinage par la culasse
25 extérieure pour terminer le circuit magnétique du stator. Une résine
d'imprégnation est ensuite introduite à l'intérieur de chacune des
encoches pour immobiliser les fils conducteurs. Cette résine peut
également être utilisée pour réaliser la fixation par collage du noyau
intérieur et de la culasse extérieure.

30 L'installation des fils conducteurs depuis l'extérieur du noyau
intérieur permet de remplir au maximum les encoches, ce qui favorise
l'obtention d'une machine électrique tournante de très grande
puissance par unité de masse et de très bon rendement. Une telle
machine électrique peut par exemple être utilisée pour une application

dans laquelle on implante des moteurs électriques de traction dans les roues de véhicules automobiles.

5 Cependant, afin d'assurer l'isolation électrique entre les fils conducteurs et les empilages de tôles du noyau intérieur et de la culasse extérieure, il est nécessaire avant l'installation de ces fils de recouvrir avec une feuille isolante les parois qui délimitent les encoches. Ensuite, il convient de replier la feuille isolante sur les fils conducteurs après réalisation du bobinage. On peut par la suite recouvrir le noyau intérieur supportant le bobinage par la culasse
10 extérieure pour terminer le circuit magnétique.

De telles opérations visant à isoler électriquement les fils conducteurs des tôles sont particulièrement longues à mettre en œuvre dans la mesure où une feuille isolante doit être mise en place puis ensuite repliée sur le bobinage statorique pour chacune des encoches
15 du stator. Ceci augmente sensiblement le coût de fabrication de la machine électrique tournante associée.

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients.

Plus particulièrement, la présente invention vise à prévoir un stator pour machine électrique tournante facile à fabriquer,
20 économique et assurant une bonne isolation électrique entre ses composants.

Dans un mode de réalisation, le stator pour machine électrique tournante comprend un premier empilage de tôles de culasse réalisées en matière magnétique et formant une culasse extérieure, et un
25 deuxième empilage de tôles en étoile réalisées en matière magnétique et formant un noyau intérieur disposé dans la culasse extérieure. Les tôles en étoile comprennent une base annulaire et des dents s'étendant radialement vers l'extérieur à partir de ladite base. Les bases et les dents délimitent une pluralité d'encoches ouvertes radialement du côté
30 d'un alésage de la culasse extérieure.

Le stator comprend en outre un premier revêtement réalisé en un matériau isolant électriquement et recouvrant au moins les parties de l'alésage de la culasse extérieure qui sont radialement en regard des encoches. Le stator comprend également un deuxième revêtement

réalisé en un matériau isolant électriquement et recouvrant au moins les parois des bases et des dents du noyau intérieur délimitant les encoches. Les premier et deuxième revêtements sont respectivement solidaires de la culasse extérieure et du noyau intérieur, et définissent
5 une pluralité de cavités isolées électriquement des tôles de culasse et des tôles en étoile.

Les revêtements solidaires de la culasse extérieure et du noyau intérieur permettent de réaliser une isolation électrique entre les tôles de ladite culasse et dudit noyau et des fils conducteurs destinés à être
10 montés à l'intérieur des cavités définies. Ceci permet d'isoler correctement chacune des encoches ouvertes du noyau intérieur de façon simple, rapide et économique.

Avantageusement, les premier et deuxième revêtements sont montés en contact dans chacune au moins des zones des encoches pour
15 définir la pluralité de cavités. Les cavités peuvent s'étendre longitudinalement le long du premier empilage de tôles de culasse et être fermées dans le sens radial par les revêtements.

Dans un mode de réalisation préféré, les dents du noyau intérieur sont montées radialement en contact contre l'alésage de la culasse extérieure. Cette disposition favorise l'obtention de bonnes
20 performances électromagnétiques pour la machine électrique associée.

De préférence, chaque cavité s'étend entièrement à l'intérieur de l'encoche associée.

Le premier revêtement peut comprendre deux collerettes latérales recouvrant au moins en partie les faces d'extrémité de la culasse extérieure. Le premier revêtement peut comprendre en outre une pluralité de bandes longitudinales recouvrant en partie l'alésage de la culasse extérieure, s'étendant entre les collerettes latérales et disposées radialement chacune à l'intérieur d'une des encoches du
25 noyau intérieur. Avantageusement, chaque bande est en contact dans le sens circonférentiel avec le deuxième revêtement à l'intérieur de l'encoche associée pour définir une des cavités.
30

Le deuxième revêtement peut comprendre deux collerettes latérales recouvrant au moins en partie les faces d'extrémité du noyau

extérieur. Le deuxième revêtement peut comprendre en outre une pluralité de portions longitudinales recouvrant les parois extérieures des bases et les parois latérales des dents du noyau intérieur délimitant les encoches, lesdites portions s'étendant entre les collerettes latérales.

De préférence, les premier et deuxième revêtements sont respectivement surmoulés sur la culasse extérieure et sur le noyau intérieur. Les premier et deuxième revêtements peuvent être réalisés en un matériau synthétique, notamment du PEEK.

Le stator peut comprendre une pluralité de fils conducteurs électriques s'étendant à l'intérieur des cavités. Le stator peut également comprendre une résine d'imprégnation disposée à l'intérieur des cavités et à l'intérieur de laquelle sont noyés les fils conducteurs électriques.

Le stator peut encore comprendre un fourreau à l'intérieur duquel sont montés l'enveloppe extérieure et le noyau intérieur.

L'invention concerne également une machine électrique tournante comprenant un stator tel que défini précédemment et un rotor monté à l'intérieur du stator.

L'invention concerne encore un procédé de fabrication d'un stator pour machine électrique tournante comprenant les étapes suivantes : découper une pluralité de tôles réalisées en matière magnétique en anneau, empiler lesdites tôles de façon à obtenir une culasse extérieure, et par ailleurs, découper une pluralité de tôles réalisées en matière magnétique en étoile comprenant une base annulaire et des dents s'étendant radialement vers l'extérieur à partir de ladite base, et empiler lesdites tôles de façon à superposer au moins partiellement les dents et à obtenir un noyau intérieur présentant une pluralité d'encoches ouvertes radialement vers l'extérieur. Le procédé comprend en outre les étapes suivantes : surmouler un premier revêtement réalisé en un matériau isolant électriquement au moins sur les parties de l'alésage de la culasse extérieure qui sont destinées à venir radialement en regard des encoches du noyau intérieur, et par ailleurs, surmouler un deuxième revêtement réalisé en un matériau

isolant électriquement au moins sur les parois des encoches ouvertes du noyau intérieur, puis monter le noyau intérieur à l'intérieur de la culasse extérieure de sorte que les premier et deuxième revêtements définissent une pluralité de cavités isolées électriquement des tôles du noyau intérieur et de la culasse extérieure et qui s'étendent chacune au moins en partie à l'intérieur de l'encoche associée, et rendre solidaire ledit noyau et ladite culasse.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective éclatée d'un stator pour machine électrique tournante selon un premier exemple de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une vue en section transversale du stator de la figure 1,
- la figure 3 est une vue de détail de la figure 2, et
- la figure 4 est une vue en perspective éclatée de revêtements du stator de la figure 1.

Sur la figure 1, on a représenté un exemple de réalisation d'un stator extérieur, référencé 10 dans son ensemble, prévu pour une machine électrique tournante. Le stator 10 présente un axe X-X' d'allongement.

Le stator 10 comprend un premier empilage de tôles 12 de culasse réalisées en matière magnétique et superposées le long d'un axe d'empilage coaxial à l'axe X-X', et un second empilage de tôles 14 en étoile réalisées en matière magnétique et superposées selon un axe d'empilage coaxial à celui du premier empilage. L'empilage de tôles 12 forme une culasse extérieure tandis que l'empilage de tôles 14 forme un corps ou noyau intérieur étoilé coaxial à ladite culasse. La culasse et le noyau constituent deux parties distinctes d'un circuit magnétique feuilleté du stator 10.

Les tôles 12 de culasse sont empilées axialement les unes relativement aux autres de manière que les faces principales de deux tôles adjacentes soient axialement en appui l'une contre l'autre. Les

tôles 12 sont disposées perpendiculairement à l'axe X-X'. Chaque tôle 12 de culasse présente une forme de couronne annulaire et est centrée sur l'axe X-X'. L'empilage de tôles 12 de culasse délimite un alésage 16 axial annulaire à l'intérieur duquel est logé l'empilage de tôles 14 en étoile.

Les tôles 14 en étoile sont également empilées axialement les unes relativement aux autres de manière à ce que les faces principales de deux tôles adjacentes soient axialement en appui l'une contre l'autre. Les tôles 14 sont disposées perpendiculairement à l'axe X-X'. Les tôles 12 de culasse, 14 en étoile sont respectivement identiques entre elles et présentent une épaisseur relativement faible, par exemple de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres, par exemple de 0,2 mm. Sur la figure 1, l'épaisseur des tôles 12, 14 a été augmenté pour des raisons de clarté.

Comme illustré plus visiblement aux figures 2 et 3, chaque tôle 14 comprend un talon ou base 14a annulaire et une pluralité de dents 14b s'étendant radialement vers l'extérieur à partir d'une surface ou paroi extérieure 14c cylindrique de ladite base. Les dents 14b radiales sont reliées entre elles par la base 14a et délimitées chacune par deux parois latérales 14d opposées. Les dents 14b sont espacées les unes par rapport aux autres de manière régulière dans le sens circonférentiel. Les dents 14b sont montées radialement en contact contre l'alésage 16 de la culasse extérieure. La culasse extérieure est montée radialement en appui contre les dents 14b de l'empilage de tôles 14.

Les dents 14b de chaque tôle sont séparées par des entailles ou ouvertures de manière à réaliser dans l'empilage de tôles 14 une pluralité d'encoches 18 s'étendant longitudinalement. Dans l'exemple illustré, les encoches 18 présentent en section droite une forme trapézoïdale s'évasant vers l'extérieur. En variante, il pourrait être possible de prévoir d'autres formes. Les encoches 18 formées sur l'empilage de tôle 14 s'étendent le long dudit empilage sans être parallèles à l'axe X-X'. En d'autres termes, les dents 14b d'une tôle en étoile sont légèrement décalées dans le sens circonférentiel par rapport

aux dents 14b de la tôle immédiatement adjacente de façon à créer une inclinaison d'encoches.

5 Les encoches 18 s'étendent longitudinalement entre une face d'extrémité 20 frontale (figure 1) de l'empilage de tôles 14 et une face d'extrémité 22 frontale opposée et débouchent axialement sur lesdites faces. Les encoches 18 sont ouvertes radialement vers l'extérieur du côté de l'alésage 16 de la culasse extérieure formée par l'empilage de tôles 12. Les encoches 18 sont fermées radialement du côté extérieur par l'alésage 16 de la culasse.

10 Chaque encoche 18 est délimitée dans le sens radial par la culasse extérieure et par une portion des parois extérieures 14c des tôles 14. Chaque encoche 18 est délimitée dans le sens circonférentiel par deux parois latérales 14d en regard de dents 14 adjacentes. Pour chaque tôle 14, lesdites parois latérales 14d en regard sont reliées
15 entre elles par la portion de la paroi extérieure 14c délimitant radialement l'encoche 18 associée.

L'empilage de tôles 14 en étoile délimite un alésage 24 axial annulaire à l'intérieur duquel est destiné à être logé le rotor (non représenté) de la machine électrique tournante avec un faible entrefer radial. Le rotor peut être composé d'un empilage de tôles et d'une
20 pluralité d'aimants permanents enterrés à l'intérieur de ces tôles.

En se référant de nouveau à la figure 1, le stator 10 comprend également des premier et deuxième revêtements 26, 28 respectivement disposés sur les premier et deuxième empilages de tôles 12, 14. Les
25 revêtements 26, 28 sont réalisés chacun en un matériau isolant électriquement qui peut par exemple être un matériau synthétique tel que du PEEK. En variante, d'autres types de matériaux isolants électriquement peuvent être prévus pour les revêtements 26, 28. Le matériau utilisé pour le revêtement 26 peut également être différent de
30 celui du revêtement 28. Les revêtements 26, 28 sont distincts. Les revêtements 26, 28 peuvent présenter une épaisseur de l'ordre de 0,2 mm.

Le revêtement 26 est surmoulé sur l'empilage de tôles 12 de culasse. Le revêtement 26 comprend deux collerettes 30, 32 latérales

5 annulaires recouvrant respectivement des faces d'extrémités 34, 36 frontales opposées de l'empilage de tôles 14, et une pluralité de bandes 38 s'étendant longitudinalement entre les collerettes 30, 32 en étant reliées à celles-ci. Les bandes 38 longitudinales recouvrent en partie l'alésage 16 formées par les tôles 12. Les bandes 38 sont espacées les unes par rapport aux autres de manière régulière dans le sens circonférentiel. Comme cela sera décrit plus en détail par la suite, les bandes 38 recouvrent les parties de l'alésage 16 radialement en regard des encoches 18 de l'empilage de tôles 14.

10 Le revêtement 26 permet d'enserrer axialement l'empilage de tôles 12 par l'intermédiaire des collerettes 30, 32 montées axialement en appui contre les faces d'extrémité 34, 36 dudit empilage. Les bandes 38 assurent le maintien en position dans le sens radial des tôles 12. Le revêtement 26 laisse entièrement libre la surface extérieure de l'empilage de tôles 12.

15 Les tôles 12 comprennent une pluralité d'encoches (non représentées) s'étendant radialement vers l'extérieur à partir de l'alésage 16. Les encoches sont réparties en deux groupes sur l'empilage de tôles 12. Les encoches du premier groupe forment une pluralité de rangées espacées dans le sens circonférentiel et s'étendant à partir de la face d'extrémité 34 frontale de l'empilage sensiblement sur la moitié dudit empilage. Les encoches du second groupe forment également une pluralité de rangées espacées dans le sens circonférentiel et s'étendant à partir de la face d'extrémité 36 opposée sensiblement sur la moitié de l'empilage. Les rangées du premier groupe d'encoches, respectivement du second groupe d'encoches, sont espacées de manière régulière les unes par rapport aux autres. Les encoches peuvent par exemple présenter une dimension axiale de 0,2 mm.

20 25 30 Comme indiqué précédemment, le revêtement 26 d'isolation électrique est surmoulé sur l'empilage de tôles 12. On obtient une excellente cohésion entre ces deux éléments. En effet, les encoches prévues dans l'alésage de l'empilage de tôles 12 permettent d'obtenir une pluralité de nervures 40 (figure 4) en complémentarité de forme

par pénétration de la matière en fusion lors du surmoulage. Chaque bande 38 de revêtement comprend, sur sa surface extérieure, deux rangées de nervures de forme complémentaire aux encoches.

5 Le revêtement 28 d'isolation électrique est surmoulé sur l'empilage de tôles 14 en étoile. Le revêtement 28 comprend des collerettes 42, 44 latérales annulaires recouvrant respectivement les faces d'extrémité 20, 22 frontales de l'empilage de tôles 14, et une pluralité de portions 46, 48 recouvrant entièrement les parois latérales 14d des dents et les parois extérieures 14c des bases des tôles 14. Les portions 46, 48 s'étendent longitudinalement entre les collerettes 42, 10 44 en étant reliées auxdites collerettes. Le revêtement 28 laisse libre l'alésage 24 de l'empilage de tôles 14. Le revêtement 28 laisse également libre la surface extérieure des dents 14b de sorte à ce qu'elles viennent radialement en contact direct contre l'alésage 16 de la culasse extérieure. 15

Comme illustré plus visiblement à la figure 3, à l'intérieur de chaque encoche 18 est entièrement logée une des bandes 38 du revêtement 26 qui vient en contact dans le sens circonférentiel de part et d'autre avec les portions 46 longitudinales du revêtement 28 qui recouvrent les parois latérales 14d en regard de deux dents pour 20 définir une cavité 50 vide. La cavité 50 vide est isolée électriquement des tôles 12 de culasse et des tôles 14 en étoile. Les revêtements 26, 28 définissent une pluralité de cavités 50 espacées les unes par rapport aux autres de manière préférentiellement régulière dans le sens circonférentiel. Chaque cavité 50 s'étend longitudinalement le long de l'empilage de tôles 14 et débouche sur les faces d'extrémité des collerettes 42, 44 du revêtement 28. Chaque cavité 50 longitudinale s'étend entièrement à l'intérieur de l'encoche 18 associée. Chaque 25 cavité 50 est délimitée dans le sens circonférentiel par le revêtement 28 et dans le sens radial par ledit revêtement et le revêtement 26. Plus précisément, chaque cavité 50 est délimitée dans le sens circonférentiel par les portions 46 longitudinales du revêtement 28 recouvrant les parois latérales 14d en regard des deux dents associées adjacentes. Chaque cavité 50 est délimitée dans le sens radial par la 30

bande 38 extérieure du revêtement 26 et par la portion 48 longitudinale intérieure du revêtement 28 recouvrant les parois extérieures 14c des tôles situées entre les deux dents adjacentes associées et formant fond de l'encoche. La dimension circonférentielle de chaque bande 38 du revêtement 26 est égale à l'espacement circonférentiel entre deux parois 46 longitudinales en regard du revêtement 28. Les cavités 50 sont entièrement fermées dans les sens radial et circonférentiel par les revêtements 26, 28.

Chaque cavité 50 délimite un espace ou canal longitudinal à l'intérieur duquel sont disposés et s'étendent une pluralité de fils conducteurs électriques (non représentés) du stator. Les fils conducteurs électriques forment des bobinages statoriques et sont repliés pour sortir de chaque cavité 50 axialement de part et d'autre de l'empilage de tôles 14 en étoile en formant une boucle afin de pénétrer dans une autre cavité 50. Les fils électriques conducteurs réalisent des enroulements qui peuvent être connectés électriquement à une source de tension ou à un dispositif d'utilisation ou de stockage d'énergie électrique.

Le stator 10 comprend également une résine d'imprégnation (non représentée) disposée à l'intérieur de chacune des cavités 50 et à l'intérieur de laquelle sont noyés les fils conducteurs électriques de sorte à les immobiliser à l'intérieur desdites cavités. Il est également possible d'utiliser la résine d'imprégnation pour enrober les enroulements de fils conducteurs s'étendant en dehors de l'empilage de tôles 14 en étoile. Le stator 10 comprend encore un fourreau (non représenté) entourant la culasse extérieure et solidaire de ladite culasse. Le fourreau peut comprendre un circuit destiné à la circulation d'un liquide de refroidissement. Pour plus de détails sur un tel fourreau, on pourra par exemple se référer à la demande de brevet EP-A1-1 174 988.

Pour la fabrication du stator 10, on procède de la manière suivante. Dans un premier temps, on prépare la première partie du circuit magnétique feuilleté du stator 10. Pour ce faire, on empile les tôles 12 de culasse préalablement découpées de sorte à former le

premier empilage et obtenir une culasse extérieure. Cet empilage est ensuite introduit à l'intérieur d'un moule dédié en vue de l'opération de surmoulage du revêtement 26. Puis, on procède à l'injection du matériau synthétique et l'on extrait du moule l'empilage de tôles 12 sur lequel est surmoulé le revêtement 26. La culasse extérieure ainsi obtenue est ensuite fixée à l'intérieur du fourreau du stator.

En parallèle de ces opérations, on procède à la préparation de la seconde partie du circuit magnétique feuilleté du stator 10. Dans ce but, on empile les tôles 14 en étoile préalablement découpées de façon à superposer partiellement les dents 14b et obtenir un noyau présentant la pluralité d'encoches 18 ouvertes radialement vers l'extérieur. Ensuite, le deuxième empilage de tôles 14 est introduit à l'intérieur d'un moule spécifique pour surmouler le deuxième revêtement 28 par injection. Puis, après surmoulage et extraction du moule de fabrication, les fils électriques conducteurs sont introduits à l'intérieur des encoches 18 de l'empilage de tôles 14 recouvert par le revêtement 28.

Ensuite, l'empilage de tôles 14 supportant les fils électriques conducteurs est introduit à l'intérieur de la culasse extérieure de sorte que chaque bande 38 du revêtement 26 recouvrant l'alésage 16 de la culasse extérieure forme conjointement avec les portions 46, 48 longitudinales associées du revêtement 28 une des cavités 50.

Dans une étape ultérieure, le noyau intérieur est rendu solidaire de la culasse extérieure. Cette opération peut être réalisée lors de l'étape d'imprégnation par la résine à l'intérieur de chacune des cavités 50 et en-dehors desdites cavités. Alternativement ou de façon additionnelle, il est possible de prévoir des moyens de fixation spécifiques pour fixer le noyau relativement à la culasse.

Le surmoulage des revêtements 26, 28 sur les empilages de tôles 12, 14 permet d'éviter la mise en place d'une feuille isolante à l'intérieur de chacune des encoches 18 avant le montage des fils électriques conducteurs, puis le pliage de cette feuille pour recouvrir ensuite les fils conducteurs. Les opérations de fabrication du stator 10 sont simplifiées.

Par ailleurs, le surmoulage du revêtement 28 sur l'empilage de tôles 14 en étoile permet d'obtenir un ensemble compact, unitaire et suffisamment robuste mécaniquement pour subir les opérations de fabrication sans qu'il soit nécessaire de prévoir un excès de matière pour la base 14a de chacune des tôles 14 qui doit ensuite être éliminé lors d'une opération d'usinage finale de sorte à supprimer un éventuel court-circuit magnétique par lesdites bases. Il est possible par exemple de prévoir une épaisseur radiale pour les bases 14a des étoiles de l'ordre de 0,8 mm. Les opérations de fabrication du stator 10 sont encore simplifiées. En variante, il pourrait cependant être possible de conserver pour les bases 14a des tôles en étoile une épaisseur plus importante comme cela est le cas dans l'état de la technique, par exemple de l'ordre de 5 à 10 mm, et de supprimer le surplus de matière par une opération d'usinage ultérieure.

Dans l'exemple de réalisation décrit, chaque revêtement 26, 28 isolant électriquement est surmoulé sur l'empilage de tôles 12, 14 associé. Alternativement, chaque revêtement 26, 28 pourrait être fixé sur l'empilage de tôles 12, 14 par tout autre moyen approprié, par exemple par collage. Cependant, le surmoulage des revêtements 26, 28 est particulièrement avantageux dans la mesure où cela permet d'obtenir, de façon rapide et à moindre coût, un ensemble unitaire pour chaque partie du circuit magnétique feuilleté du stator 10.

Dans l'exemple de réalisation illustré, il est représenté un agencement particulier des revêtements 26, 28 sur les empilages de tôles 12, 14 dans lequel chaque revêtement s'étend à l'intérieur des encoches 18. Dans une variante de réalisation, il pourrait par exemple être possible de prévoir pour le revêtement 26, en remplacement des bandes 38 espacées, un manchon annulaire se raccordant aux collerettes 30, 32. Dans ce cas, le manchon du revêtement 26 entoure radialement les dents 14 et les encoches 18 sans s'étendre à l'intérieur desdites encoches. Cependant, avec une telle solution, les dents 14b des tôles 14 en étoile ne sont plus en contact direct avec les tôles 12 de culasse, ce qui a pour effet de réduire les performances électromagnétiques de la machine électrique tournante associée.

REVENDICATIONS

1. Stator pour machine électrique tournante comprenant un premier empilage de tôles (12) de culasse réalisées en matière magnétique et formant une culasse extérieure, et un deuxième empilage de tôles (14) en étoile réalisées en matière magnétique et formant un noyau intérieur disposé dans la culasse extérieure, les tôles en étoile comprenant une base (14a) annulaire et des dents (14b) s'étendant radialement vers l'extérieur à partir de ladite base, les bases et les dents délimitant une pluralité d'encoches (18) ouvertes radialement du côté d'un alésage (16) de la culasse extérieure, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un premier revêtement (26) réalisé en un matériau isolant électriquement et recouvrant au moins les parties de l'alésage (16) de la culasse extérieure qui sont radialement en regard des encoches (18), et un deuxième revêtement (28) réalisé en un matériau isolant électriquement et recouvrant au moins les parois des bases (14a) et des dents (14b) du noyau intérieur délimitant les encoches (18), les premier et deuxième revêtements (26, 28) étant respectivement solidaires de la culasse extérieure et du noyau intérieur et définissant une pluralité de cavités (50) isolées électriquement des tôles (12, 14) de culasse et en étoile.

2. Stator selon la revendication 1, dans lequel les premier et deuxième revêtements (26, 28) sont montés en contact au moins dans chacune des zones des encoches (18) pour définir la pluralité de cavités (50).

3. Stator selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les cavités (50) s'étendent longitudinalement le long du premier empilage de tôles (12) de culasse et sont fermées dans le sens radial par les revêtements (26, 28).

4. Stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les dents (14b) du noyau intérieur sont montées radialement en contact contre l'alésage (16) de la culasse extérieure.

5. Stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le premier revêtement (26) comprend deux collerettes (30, 32) latérales recouvrant au moins en partie les faces d'extrémité (34, 36) de la culasse extérieure.

5 6. Stator selon la revendication 5, dans lequel le premier revêtement (26) comprend en outre une pluralité de bandes (38) longitudinales recouvrant en partie l'alésage (16) de la culasse extérieure, s'étendant entre les collerettes (30, 32) latérales et disposées radialement chacune à l'intérieur d'une des encoches (18) du
10 noyau intérieur.

7. Stator selon la revendication 6, dans lequel chaque bande (38) est en contact dans le sens circonférentiel avec le deuxième revêtement (28) à l'intérieur de l'encoche (18) associée pour définir une des cavités (50).

15 8. Stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le deuxième revêtement (28) comprend deux collerettes (42, 44) latérales recouvrant au moins en partie les faces d'extrémité (20, 22) du noyau extérieur.

9. Stator selon la revendication 8, dans lequel le deuxième
20 revêtement (28) comprend en outre une pluralité de portions (46, 48) longitudinales recouvrant les parois extérieures (14c) des bases et les parois latérales (14d) des dents du noyau intérieur délimitant les encoches, lesdites portions s'étendant entre les collerettes (42, 44) latérales.

25 10. Stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les premier et deuxième revêtements (26, 28) sont respectivement surmoulés sur la culasse extérieure et sur le noyau intérieur.

30 11. Stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les premier et deuxième revêtements sont réalisés en un matériau synthétique, notamment du PEEK.

12. Stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une pluralité de fils conducteurs électriques s'étendant à l'intérieur des cavités (50).

13. Stator selon la revendication 12, comprenant en outre une résine d'imprégnation disposée à l'intérieur des cavités (50) et à l'intérieur de laquelle sont noyés les fils conducteurs électriques.

5 14. Machine électrique tournante comprenant un stator selon l'une quelconque des revendications précédentes et un rotor monté à l'intérieur du stator.

15. Procédé de fabrication d'un stator pour machine électrique tournante comprenant les étapes suivantes :

- 10
- découper une pluralité de tôles réalisées en matière magnétique en anneau,
 - empiler lesdites tôles de façon à obtenir une culasse extérieure,

et par ailleurs

- 15
- découper une pluralité de tôles réalisées en matière magnétique en étoile comprenant une base annulaire et des dents s'étendant radialement vers l'extérieur à partir de ladite base, et
 - empiler lesdites tôles de façon à superposer au moins partiellement les dents et à obtenir un noyau intérieur
- 20
- présentant une pluralité d'encoches ouvertes radialement vers l'extérieur,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :

- 25
- surmouler un premier revêtement réalisé en un matériau isolant électriquement au moins sur les parties de l'alésage de la culasse extérieure qui sont destinées à venir radialement en regard des encoches du noyau intérieur,

et par ailleurs,

- 30
- surmouler un deuxième revêtement réalisé en un matériau isolant électriquement au moins sur les parois des encoches ouvertes du noyau intérieur,

puis,

- monter le noyau intérieur à l'intérieur de la culasse extérieure de sorte que les premier et deuxième revêtements

- définissent une pluralité de cavités isolées électriquement des tôles du noyau intérieur et de la culasse extérieure, et
- rendre solidaire ledit noyau et ladite culasse.

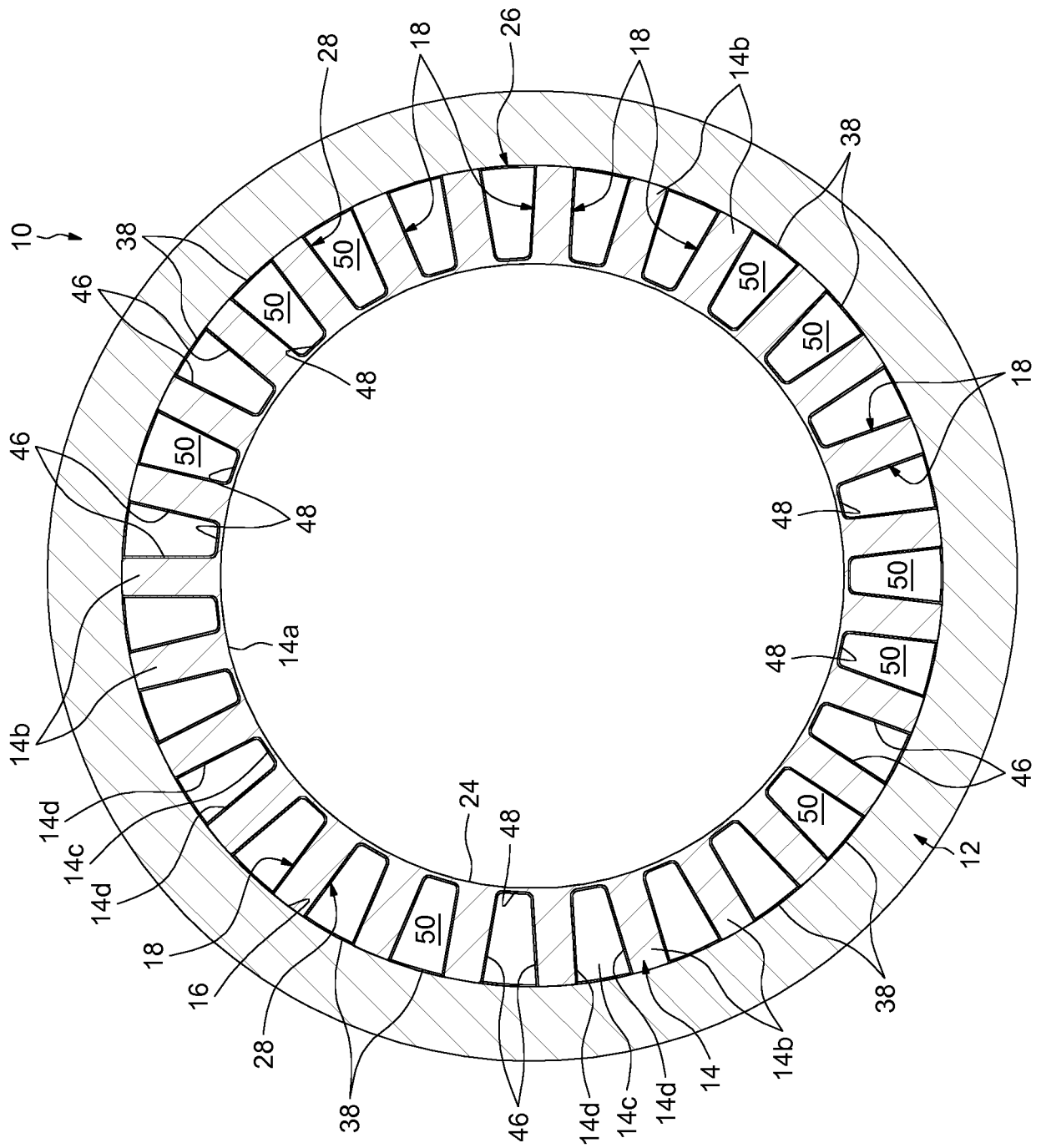
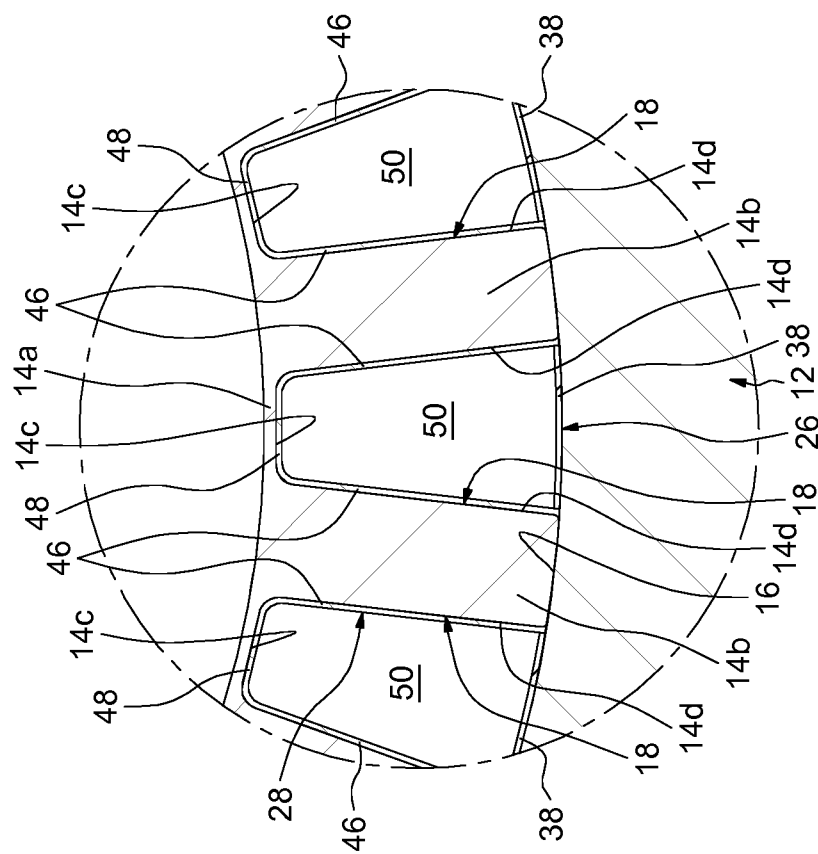
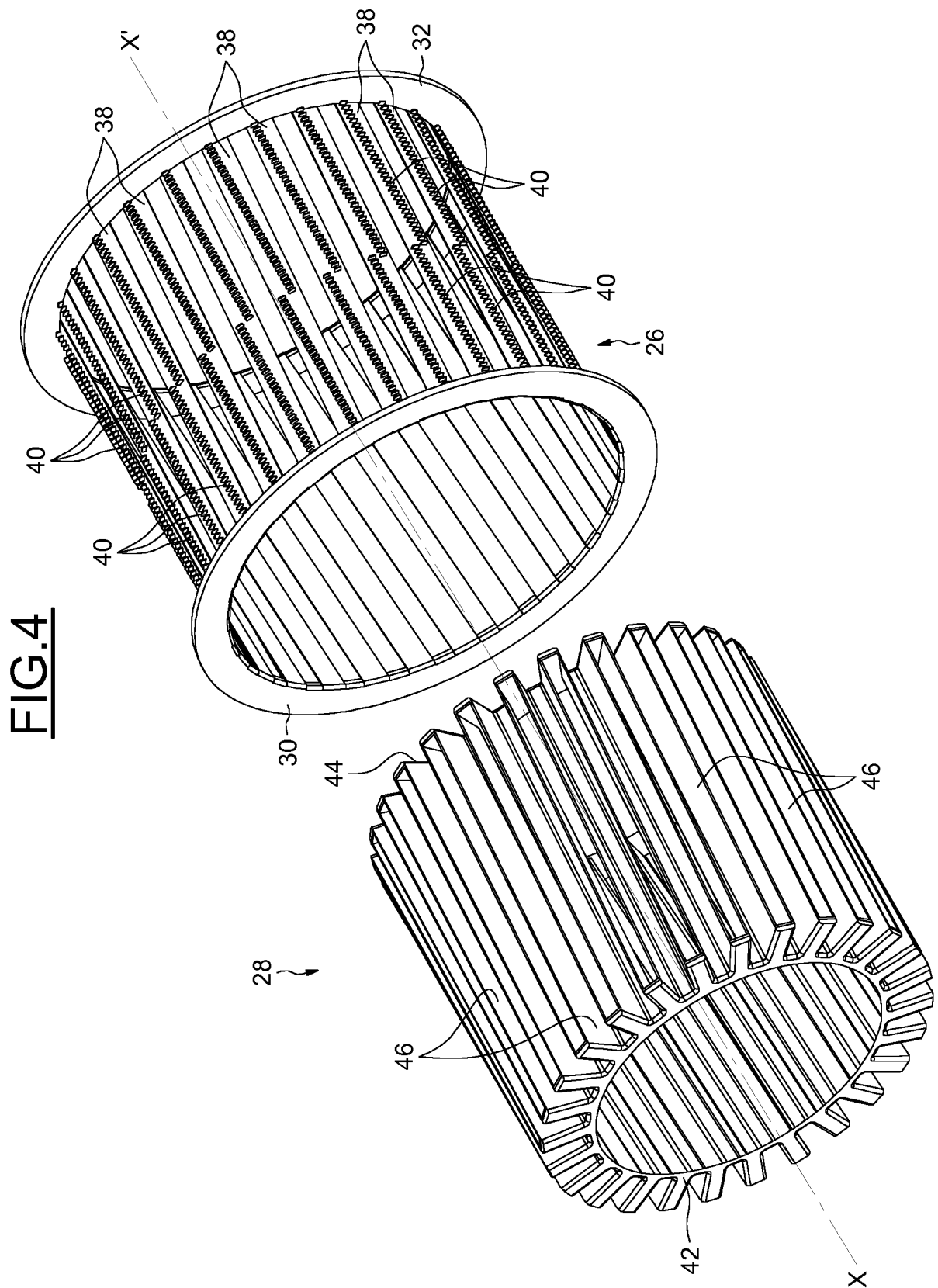


FIG. 2

FIG.3





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/053965

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K1/16 H02K3/34
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	JP H01 248948 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 4 October 1989 (1989-10-04) abstract; figures 1,2,4 -----	1-4,11, 12,14
A	US 5 722 152 A (SUMI MASATOMO [JP] ET AL) 3 March 1998 (1998-03-03) line 15 - column 1, line 45; figures 6,7 -----	1-15
A	JP 2001 045690 A (TOYODA MACHINE WORKS LTD; TOUSHI KOGYO KK) 16 February 2001 (2001-02-16) paragraph [0006] - paragraph [0011]; claims 1,2; figures 3-4 -----	1-15
A	US 2010/207482 A1 (KIM JONG GUN [KR] ET AL) 19 August 2010 (2010-08-19) paragraphs [0011], [0020]; claims 1,4; figures 5,6 paragraph [0041] - paragraph [0046] -----	1-15



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

25 March 2015

Date of mailing of the international search report

07/04/2015

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

Contreras Sampayo, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/053965

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H01248948	A	04-10-1989	JP 2893684 B2	24-05-1999
			JP H01248948 A	04-10-1989

US 5722152	A	03-03-1998	JP H06169556 A	14-06-1994
			US 5722152 A	03-03-1998

JP 2001045690	A	16-02-2001	NONE	

US 2010207482	A1	19-08-2010	CN 101807825 A	18-08-2010
			JP 2010193706 A	02-09-2010
			KR 20100092804 A	23-08-2010
			US 2010207482 A1	19-08-2010

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/053965

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H02K1/16 H02K3/34
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	JP H01 248948 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 4 octobre 1989 (1989-10-04) abrégé; figures 1,2,4 -----	1-4,11, 12,14
A	US 5 722 152 A (SUMI MASATOMO [JP] ET AL) 3 mars 1998 (1998-03-03) ligne 15 - colonne 1, ligne 45; figures 6,7 -----	1-15
A	JP 2001 045690 A (TOYODA MACHINE WORKS LTD; TOUSHI KOGYO KK) 16 février 2001 (2001-02-16) alinéa [0006] - alinéa [0011]; revendications 1,2; figures 3-4 ----- -/--	1-15



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

25 mars 2015

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/04/2015

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

Contreras Sampayo, J

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2010/207482 A1 (KIM JONG GUN [KR] ET AL) 19 août 2010 (2010-08-19) alinéas [0011], [0020]; revendications 1,4; figures 5,6 alinéa [0041] - alinéa [0046] -----	1-15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/053965

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP H01248948	A	04-10-1989	JP 2893684 B2	24-05-1999
			JP H01248948 A	04-10-1989

US 5722152	A	03-03-1998	JP H06169556 A	14-06-1994
			US 5722152 A	03-03-1998

JP 2001045690	A	16-02-2001	AUCUN	

US 2010207482	A1	19-08-2010	CN 101807825 A	18-08-2010
			JP 2010193706 A	02-09-2010
			KR 20100092804 A	23-08-2010
			US 2010207482 A1	19-08-2010
