(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 122 047**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **21 04115**

(51) Int Cl[8] : ***H 02 K 1/16*** *(2020.12), H 02 K 9/00, 9/19*

# (12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 20.04.21.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 21.10.22 Bulletin 22/42.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR SAS* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** JUGOVIC Svetislav et EL-BARAKA Khadija.

(73) **Titulaire(s) :** VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR SAS.

(74) **Mandataire(s) :** VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR - SCE PI.

## (54) Stator pour machine électrique tournante.

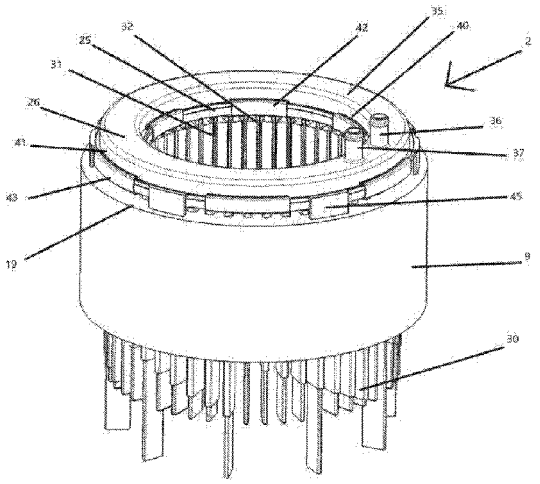
(57) Stator (2) pour machine électrique tournante (10), comprenant :

- une carcasse (9) définissant une pluralité d'encoches (31) réparties autour d'un axe (X) du stator, la carcasse présentant une première extrémité axiale (18) et une deuxième extrémité axiale (19), et
- une pluralité de bobinages (8) de stator, chaque bobinage comprenant au moins un segment conducteur (22) destiné à s'étendre axialement dans une unique encoche (31) de la carcasse du stator, chaque encoche recevant un unique bobinage (8),
- un moyen de court-circuit (25) pour connecter entre eux au moins deux des bobinages,
- chaque bobinage est apte à être alimenté via un circuit de puissance électronique (21) dédié

au moyen desquels des courants de phase correspondants peuvent être générés individuellement et introduits dans les bobinages (8) de sorte à définir une pluralité de pôles magnétiques et une pluralité de phases dans chaque paire de pôles,

Caractérisé en ce que le stator (2) comprend également une chambre de refroidissement (26) apte à recevoir un fluide de refroidissement.

Figure pour l'abrégé : Figure 5




FR 3 122 047 - A1

# Description

## Titre de l'invention : Stator pour machine électrique tournante

[0001] L'invention concerne un stator pour machine électrique tournante. L'invention s'applique notamment mais non exclusivement dans le domaine des machines électriques tournantes telles que les alternateurs, les alterno-démarreurs ou encore les machines réversibles ou les moteurs électriques. On rappelle qu'une machine réversible est une machine électrique tournante apte à travailler de manière réversible, d'une part, comme générateur électrique en fonction alternateur et, d'autre part, comme moteur électrique par exemple pour démarrer le moteur thermique du véhicule automobile.

[0002] Une machine électrique selon l'invention peut être alimentée depuis une unité de stockage d'énergie électrique dont la tension nominale est de 12V, 48V ou autre, par exemple une tension nominale supérieure à 300V.

[0003] Il est connu de réaliser l'enroulement électrique du stator à l'aide d'une pluralité de bobinages reçus dans des encoches d'une carcasse du stator. Il est connu que chaque bobinage comprend un unique segment conducteur disposé dans une encoche dédiée et alimenté par un circuit électronique de puissance dédié. Ce type de configuration permet de disposer d'alimenter individuellement les bobinages et ainsi de disposer d'une machine configurable et adaptable au besoin de son environnement. Le stator comprend un élément de court-circuit afin de relier tous les bobinages ensemble. Afin de réaliser un couplage étoile.

[0004] Il n'est pas connu de l'art antérieur un refroidissement efficace de l'enroulement et du moyen de court-circuit.

[0005] L'invention a pour objet de répondre à ce besoin et elle y parvient, selon l'un de ses aspects, à l'aide d'un stator pour machine électrique tournante comprenant :

[0006] - une carcasse définissant une pluralité d'encoches réparties autour d'un axe du stator, la carcasse présentant une première extrémité axiale et une deuxième extrémité axiale,

[0007] - une pluralité de bobinages de stator, chaque bobinage comprenant au moins un segment conducteur destiné à s'étendre axialement dans une unique encoche de la carcasse du stator, chaque encoche recevant un unique bobinage,

[0008] - un moyen de court-circuit pour connecter entre eux au moins deux des bobinages,

[0009] Chaque bobinage est apte à être alimenté via un circuit électronique de puissance dédié au moyen desquels des courants de phase correspondants peuvent être générés individuellement et introduits dans les bobinages de sorte à définir une pluralité de pôles magnétiques et une pluralité de phases dans chaque paire de pôles.

[0010] Le stator est remarquable en ce qu'il comprend également une chambre de refroi-

dissement apte à recevoir un fluide de refroidissement.

[0011] Cette chambre de refroidissement permet un refroidissement efficace des bobinages du stator. Un refroidissement efficace empêche peut non seulement la surchauffe du stator notamment en cas de charge maximale, mais améliore également l'efficacité de la machine dans des conditions normales d'utilisation

[0012] Selon un aspect de l'invention, la chambre de refroidissement et le moyen de court-circuit se trouvent en une même extrémité axiale de la carcasse. La chambre de refroidissement se situe en une extrémité de la carcasse opposée à celle où se situent les circuits électroniques de puissance.

[0013] Selon un aspect de l'invention, le liquide de refroidissement peut être de l'eau ou de l'huile.

[0014] Chaque bobinage peut comprendre un unique segment conducteur. Chaque bobinage étant alors présent dans une unique encoche. Le stator comprend alors autant de bobinage que d'encoches.

[0015] Selon un aspect de l'invention, les segments conducteurs peuvent être des barres conductrices. Chaque barre conductrice peut occuper au moins 90%, de préférence 95% du volume de l'encoche dans laquelle elle est disposée. Les barres conductrices peuvent être rectilignes. Chaque barre conductrice peut être d'un seul tenant. Le stator peut comprendre un isolant dans chaque encoche. Chaque barre conductrice peut être en aluminium. Chaque barre conductrice peut être en cuivre.

[0016] En variante, chaque segment conducteur peut comprendre une plusieurs fils, notamment bobinés plusieurs fils en main. Cela permet un bon remplissage de chaque encoche et un bon couplage magnétique.

[0017] Selon un aspect de l'invention, chaque bobinage est alimenté par un circuit électronique de puissance. Chaque circuit électronique de puissance peut être un bras de pont qui contient deux interrupteurs de puissance en série. Chaque bobinage peut être relié au milieu de chaque pont. De part et d'autre du bobinage, chaque demi-pont peut contenir un ou plusieurs interrupteurs de puissance en parallèle.

[0018] Selon un aspect de l'invention, les interrupteurs de puissance peuvent être des transistors, en particulier des MOSFET. Il peut y avoir autant de circuits électroniques de puissance que d'encoches. Il peut y avoir autant de circuits électroniques de puissance que de bobinages.

[0019] Au sens de la présente demande :

[0020] - « axialement » signifie « parallèlement à l'axe du stator »,

[0021] - « radialement » signifie « perpendiculairement à l'axe du stator précité, et le long d'une droite coupant cet axe »,

[0022] - « circonférentiellement » signifie « en se déplaçant autour de l'axe du stator ».

[0023] Selon un aspect de l'invention, la chambre de refroidissement est délimitée par un

moyen de refroidissement fixé sur le moyen de court-circuit. Le moyen de refroidissement comprend une entrée fluidique et une sortie fluidique de la chambre de refroidissement.

[0024] Le moyen de refroidissement peut présenter des zones de contact avec le moyen de court-circuit et/ou avec les segments conducteurs en matériau non conducteur. De préférence, le moyen de refroidissement peut être en matériau non conducteur, par exemple en plastique.

[0025] Le moyen de refroidissement peut être annulaire. Le moyen de refroidissement peut être d'un seul tenant.

[0026] Selon un aspect de l'invention, l'un du moyen de court-circuit et du moyen de refroidissement peut présenter au moins une rainure coopérant avec un système d'agrafes pour réaliser la fixation.

[0027] De préférence, le moyen de refroidissement présente la rainure. Le système d'agrafes peut comprendre une pluralité d'agrafes, réparties circonférentiellement. Chaque agrafe peut coopérer avec d'une part la rainure et d'autre part une surface plane du moyen de court-circuit pour maintenir comprimés le moyen de refroidissement contre le moyen de court-circuit.

[0028] Selon un aspect de l'invention, le système d'agrafes peut comprendre une pluralité d'agrafes intérieures qui coopèrent avec une rainure intérieure et le système d'agrafes peut comprendre une pluralité d'agrafes extérieures qui coopèrent avec une rainure extérieure.

[0029] En variante, le moyen de refroidissement peut être surmoulé sur le moyen de court-circuit. En variante encore, le moyen de refroidissement peut être fixé sur la carcasse. En variante encore, le moyen de refroidissement peut être fixé sur les segments conducteurs.

[0030] Selon un aspect de l'invention, le moyen de refroidissement peut comprendre au moins une cale venant en contact de la carcasse. Cette cale permet de positionner axialement le moyen de refroidissement. La cale peut venir en contact surfacique avec une des extrémités de la carcasse.

[0031] Le moyen de refroidissement peut comprendre une pluralité de cales. Les cales peuvent venir de matière avec le reste du moyen de refroidissement. Chaque cale peut être encadrée circonférentiellement par deux agrafes extérieures.

[0032] Selon un premier mode de réalisation de la chambre de refroidissement, la chambre de refroidissement est délimitée par le moyen de court-circuit. Ainsi la chambre de refroidissement est définie conjointement par le moyen de court-circuit et le moyen de refroidissement.

[0033] Le refroidissement du moyen de court-circuit est amélioré car aucun élément n'est disposé entre ledit moyen de court-circuit et le liquide de refroidissement qui circule

dans la chambre de refroidissement et qui prélève les calories.

[0034] Selon le premier mode de réalisation de la chambre de refroidissement, un système de joints est disposé entre le moyen de court-circuit et le moyen de refroidissement. Ce système de joints permet de garantir l'étanchéité de la chambre de refroidissement. Le système de joints peut comprendre un joint radialement intérieur et un joint radialement extérieur.

[0035] Selon un deuxième mode de réalisation de la chambre de refroidissement, la chambre de refroidissement est formée par un espace intérieur du moyen de refroidissement. Ainsi, la chambre de refroidissement est définie uniquement par le moyen de refroidissement. La chambre de refroidissement peut s'étendre dans un espace intérieur creux du moyen de refroidissement. Le moyen de refroidissement peut être formé de deux demies enveloppes assemblées entre elles.

[0036] Dans le cas où les segments conducteurs comprennent des barres conductrices, le moyen de court-circuit peut présenter des ouvertures recevant lesdites barres conductrices.

[0037] Selon un aspect de l'invention, au moins une des barres conductrices est disposée dans le chambre de refroidissement.

[0038] Les barres conductrices peuvent ainsi être directement au contact du fluide de refroidissement. La présence des barres conductrices dans la chambre de refroidissement permet la multiplication des surfaces d'échanges et donc un refroidissement efficace des bobinages. La présence des barres conductrices peut aussi permettre d'obtenir un écoulement turbulent qui favorise les échanges thermiques.

[0039] Selon un aspect de l'invention, plus de 2%, de préférence plus de 5%, de préférence plus de 10% de la longueur totale de la barre conductrice peut être disposée dans la chambre de refroidissement.

[0040] En variante, les barres peuvent affleurer la chambre de refroidissement. Elles sont ainsi en contact surfacique avec le liquide de refroidissement.

[0041] Selon un aspect de l'invention, au moins une des barres conductrices peut comprendre un arrêt axial pour le moyen de court-circuit. Cet arrêt axial permet d'arrêter axialement et d'indexer le moyen de court-circuit. L'arrêt axial peut venir de matière avec la barre conductrice.

[0042] Selon un aspect de l'invention, l'ensemble des bobinages peuvent être connectés les uns aux autres par le moyen de court-circuit. Le moyen de court-circuit peut être métallique. Le moyen de court-circuit peut être d'un seul tenant. Les barres conductrices peuvent être soudées sur le moyen de court-circuit.

[0043] En variante, le moyen de court-circuit peut connecter certaines barres conductrices entre elles de sorte à former une pluralité de groupe de barres. Le moyen de court-circuit peut comprendre une pluralité de pistes conductrices pour former les groupes de

barres. Les pistes conductrices peuvent être au moins partiellement surmoulées.

[0044] Selon un aspect de l'invention, chaque bobinage peut comprendre une pluralité de segments conducteurs. Ces segments conducteurs peuvent être connectés ensemble par un moyen d'interconnexion.

[0045] Le moyen d'interconnexion permet d'obtenir une alimentation compacte et mutualisée des segments conducteurs de chaque bobinage. Les phases formées par les bobinages peuvent être angulairement ajustées par le moyen d'interconnexion.

[0046] Les segments conducteurs d'un même bobinage sont alimentés via le moyen d'interconnexion, notamment en parallèle.

[0047] Selon un aspect de l'invention, les segments conducteurs de chaque bobinage peuvent être disposés dans des encoches adjacentes les unes aux autres.

[0048] En variante, chaque segment conducteur est suivi circonférentiellement par un segment conducteur d'un autre des bobinages. Ainsi les bobinages se succèdent circonférentiellement. Les bobinages définissent les phases du stator lorsqu'ils sont alimentés.

[0049] Selon un aspect de l'invention, chaque bobinage comprend six segments conducteurs par bobinage. Selon un aspect de l'invention, le stator comprend huit bobinages. Selon un aspect, la carcasse peut comprendre quarante-huit encoches.

[0050] Selon un aspect de l'invention, le moyen d'interconnexion peut être disposé du côté de la première extrémité axiale de la carcasse et le moyen de court-circuit du côté opposé, à savoir du côté de la deuxième extrémité axiale de la carcasse.

[0051] Le moyen d'interconnexion permet de connecter en parallèle les segments conducteurs tandis que le moyen de court-circuit permet de connecter les bobinages entre eux pour permettre de réaliser un couplage étoile.

[0052] Selon un aspect de l'invention, le moyen d'interconnexion peut comprendre une pluralité de bagues indépendantes les unes des autres.

[0053] Chaque bague peut être en contact avec l'ensemble des segments conducteurs d'un même bobinage. Le moyen d'interconnexion peut comprendre autant de bagues que de bobinages, par exemple huit.

[0054] Selon un aspect de l'invention, toutes les bagues sont identiques. Les bagues peuvent être espacées les unes des autres. Les bagues ne sont pas en contact les unes des autres.

[0055] Selon un aspect de l'invention, les bagues peuvent être conductrices électriquement, par exemple en métal.

[0056] Selon un aspect de l'invention, chacune des bagues n'est en contact qu'avec un seul des bobinages.

[0057] Selon un aspect de l'invention, les bagues peuvent être portées par les segments conducteurs.

[0058] Selon un aspect de l'invention, les bagues peuvent être décalées axialement les unes

des autres.

[0059] Selon un aspect de l'invention, le moyen d'interconnexion comprend une pluralité d'intercalaires isolants. Les intercalaires isolants sont agencés pour isoler électriquement les bagues les unes des autres. Tous les intercalaires isolants peuvent être identiques. Les bagues et les intercalaires isolants peuvent être alternées axialement.

[0060] Selon un aspect de l'invention, les intercalaires isolants sont comprimés axialement par les bagues conductrices.

[0061] Selon un aspect de l'invention, les intercalaires isolants peuvent être maintenus en position par compression axiale entre les bagues.

[0062] En variante, les bagues et les intercalaires isolants peuvent être tous solidaires de façon à ce que le moyen d'interconnexion forme une pièce d'un seul tenant. Les intercalaires isolants peuvent être surmoulés sur les bagues.

[0063] Selon un aspect de l'invention, chaque bague peut présenter un anneau et une pluralité de pattes radiales venant en contact des segments conducteurs.

[0064] Selon un aspect de l'invention, les pattes peuvent venir de matière avec l'anneau.

[0065] Selon un aspect de l'invention, les anneaux peuvent être disposés radialement à l'extérieur des segments conducteurs. Les anneaux s'étendent dans le cylindre imaginaire défini par la carcasse. Les anneaux n'augmentent pas l'encombrement radial du stator. Les pattes peuvent s'étendre radialement vers l'intérieur.

[0066] En variante, les anneaux peuvent être à l'intérieur des segments conducteurs. Les pattes peuvent s'étendre radialement vers l'extérieur.

[0067] Selon un aspect de l'invention, les pattes peuvent être rectilignes, notamment dans la direction radiale.

[0068] Selon un aspect de l'invention, chaque patte peut être en contact surfacique avec l'un des segments conducteurs.

[0069] Selon un aspect de l'invention, chaque bague présente au moins une patte par segment conducteur. De préférence, chaque bague présente deux pattes pour chaque segment conducteur. Les deux pattes peuvent encadrer circonférentiellement les segments conducteurs. De préférence les deux pattes associées à un même segment conducteur peuvent se rejoindre de sorte à former un passage de connexion. Ces passages de connexion permettent aux bagues d'être portées par les segments conducteurs.

[0070] Selon un aspect de l'invention, les bagues peuvent être décalées circonférentiellement les uns des autres de k* 2*π/(nombre d'encoches), avec k un entier naturel non nul.

[0071] Selon un aspect de l'invention, une des barres conductrices de chaque bobinage peut être plus longue axialement que les autres. Cette barre conductrice est la barre conductrice d'alimentation. Chacune de ces barres conductrices d'alimentation permet

l'alimentation des bobinages. Ces barres conductrices d'alimentation sont aptes à être connectées aux circuit électroniques de puissance. Ces barres conductrices d'alimentation peuvent être 10%, de préférence 20%, de préférence 30% plus longue que les autres barres conductrices.

[0072] Selon un aspect de l'invention, les barres conductrice d'alimentation peuvent toutes être identiques.

[0073] En variante, les bobinages sont alimentés via le moyen d'interconnexion.

[0074] Selon un aspect une moins une barre conductrice de chaque bobinage présente une butée axiale. Cette butée axiale permet de caler axialement la bague associée.

[0075] Selon un aspect de l'invention, la butée vient de matière avec le reste de la barre conductrice. La butée axiale peut consister en une modification de section de la barre conductrice, par exemple un rétrécissement, par exemple un élargissement.

[0076] En variante, la butée peut être une pièce rapportée.

[0077] De préférence au moins une barre conductrice de chaque bobinage présente une butée axiale. De préférence encore, chaque barre conductrice peut présenter une butée axiale.

[0078] L'invention a également pour objet une machine électrique tournante comprenant un stator tel que défini précédemment et un rotor apte à tourner autour d'un axe de rotation confondu avec l'axe du stator.

[0079] La machine électrique tournante peut, avantageusement, former un alternateur, un alterno-démarreur, une machine réversible ou un moteur électrique.

[0080] Selon un aspect de l'invention, la machine électrique tournante peut comprendre un carter. Le carter peut comprendre un palier avant et arrière et un palier arrière. Le palier arrière peut comprendre une pluralité de fentes, chacune traversée par un segment conducteur de chaque bobinage.

[0081] Selon un aspect de l'invention, le palier arrière peut comprendre autant de fentes que de bobinage, par exemple huit. De préférence, les fentes peuvent être traversées par les barres conductrices d'alimentation.

[0082] L'invention a enfin pour objet un ensemble comprenant la machine électrique tournante telle que défini précédemment et un système électronique comprenant une pluralité de circuits électroniques de puissance alimentant les bobinages de sorte à définir une pluralité de pôles magnétiques et une pluralité de phases dans chaque paire de pôles du stator.

[0083] Selon un aspect de l'invention, les bobinages sont connectés au système électronique par les barres conductrices d'alimentation.

[0084] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'un exemple non limitatif de mise en œuvre de celle-ci et à l'examen du dessin annexé sur lequel

[0085] La [fig.1] représente, schématiquement et partiellement, une vue en coupe d'une machine électrique tournante selon un exemple de mise en œuvre de l'invention,

[0086] La [fig.2] représente un exemple de réalisation de la machine électrique tournante en perspective,

[0087] La [fig.3] représente une vue de l'ensemble selon un exemple de mise en œuvre de l'invention,

[0088] La [fig.4] représente une vue partielle de l'ensemble selon une autre variante,

[0089] La [fig.5] représente vue en perspective du stator selon un exemple de mise en œuvre de l'invention,

[0090] La [fig.6] représente une vue éclatée et partielle de la [fig.5],

[0091] La [fig.7] représente une autre vue éclatée et partielle de la [fig.5], et

[0092] La [fig.8] représente une autre vue en perspective du stator de la [fig.5].

[0093] Sur toutes les figures, les éléments identiques ou assurant la même fonction portent les mêmes numéros de référence. Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

[0094] La [fig.1] représente une vue partielle schématique en coupe d'une machine électrique tournante 10 ayant un axe de rotation X. Dans l'exemple considéré, la machine électrique tournante 10 comprend un stator 2 et un rotor 3 dans un carter. Le rotor 3 est apte à interagir avec le stator 2. Le stator 2 est de révolution d'axe X. Le carter comprend un palier arrière 5, un palier avant 6 et une entretoise tubulaire 7. Dans l'exemple considéré, l'entretoise tubulaire 7 est enserrée entre le palier arrière 5 et le palier avant 6, par exemple grâce à des tirants 61 entre le premier palier 5 et le deuxième palier 6. Le stator est fixé à l'intérieur du carter, par exemple monté serré dans l'entretoise tubulaire 7.

[0095] Au sens de l'invention, sauf en cas de précision contraire, les termes « radial » et « radialement » s'entendent par rapport à l'axe X. Les termes « axial » et « axialement » signifient dans la direction de l'axe X.

[0096] Dans un exemple non représenté de l'invention, l'entretoise tubulaire comprend une chambre de refroidissement dans laquelle circule un liquide de refroidissement.

[0097] Dans l'exemple de la [fig.2], il n'y a pas d'entretoise tubulaire et le stator est enserré entre le palier arrière 5 et le palier avant 6.

[0098] Dans l'exemple considéré, le stator 2 comprend une carcasse 9 et une pluralité de bobinages 8. La carcasse 9 comprend par exemple un premier empilage de tôles magnétiques. La carcasse 9 définit une pluralité d'encoches 31 réparties autour de l'axe

X. La carcasse présentant une première extrémité 18 axiale, située à l'arrière et une deuxième extrémité 19 axiale, située à l'avant. Les encoches 31 s'étendent de la première extrémité axiale à la deuxième extrémité axiale. Les encoches 31 sont ouvertes radialement vers l'intérieur.

[0099] Dans l'exemple considéré, chaque bobinage 8 est alimenté via un circuit électronique de puissance électrique dédié au moyen desquels des courants de phase correspondants peuvent être générés individuellement et introduits dans les bobinages de sorte à définir une pluralité de pôles magnétiques et une pluralité de phases dans chaque paire de pôles. L'alimentation du stator et la structure du stator seront décrites en référence aux figures suivantes.

[0100] Dans l'exemple considéré, le rotor 3 est fixé sur un arbre 4 d'axe X. L'arbre 4 est guidé en rotation par un premier roulement 11 monté dans le premier palier 5 et un deuxième roulement 12 monté dans le deuxième palier 6. Un élément d'entrainement 13, par exemple une poulie ou un engrenage est fixé à l'arbre 4. L'arbre 4 est guidé en rotation par rapport au premier palier et au deuxième palier grâce à d'autres moyens de guidage en rotation connus, par exemple des paliers lisses.

[0101] Dans l'exemple considéré, le rotor 3 comprend un corps de rotor 16. Le corps de rotor 16 s'étend longitudinalement d'une première extrémité axiale du corps de rotor 16 à une deuxième extrémité axiale du corps de rotor 16. Le rotor 3 comprend en outre un premier ensemble de maintien 15 en appui sur la première extrémité du corps de rotor 16. Le rotor 3 comprend également un deuxième ensemble de maintien 14 en appui sur la deuxième extrémité axiale du corps de rotor 16. Le corps de rotor 16 peut alors être enserré entre le premier ensemble de maintien 14 et le deuxième ensemble de maintien 15.

[0102] En référence à la [fig.3], il est maintenant décrit un exemple d'un ensemble 1 comprenant une machine électrique tournante 10, par exemple celle décrite en référence à la [fig.1] ou à la [fig.2], et un système électronique 20 comprenant une pluralité de circuits électroniques de puissance 21 alimentant les bobinages 8 de sorte à définir une pluralité de pôles magnétiques et une pluralité de phases dans chaque paire de pôles du stator 2. Certains composants du stator ont été omis de la [fig.2] pour plus de lisibilité sur l'alimentation électrique.

[0103] Le système électronique 20 peut être monté sur le carter, notamment sur le palier arrière 5 par des moyens de fixation non représentés. Alternativement, le système électronique pourrait être déporté de la machine électrique tournante 10. La tension continue est par exemple stockée dans une batterie ayant une tension nominale de 12V, 48V ou une tension qui peut être supérieure à 300V, par exemple.

[0104] Dans l'exemple considéré, chaque circuit électronique de puissance 21 est un bras de pont qui contient deux interrupteurs de puissance 23 en série. Chaque bobinage 8 est

relié au milieu de chaque bras de pont. De part et d'autre du bobinage 8, chaque demi pont contient un interrupteur de puissance 23.

[0105] Dans l'exemple considéré, le stator 2 comprend un moyen de court-circuit 25 pour connecter entre eux au moins deux des bobinages. Ici, l'ensemble des bobinages 8 sont connectés les uns aux autres par le moyen de court-circuit 25. Le moyen de court-circuit 25 est métallique et d'un seul tenant. Le moyen de court-circuit 25 se trouve au niveau de la deuxième extrémité axiale 19. Au niveau de l'extrémité de la carcasse opposée à celle où se situe les circuits électroniques de puissance 21.

[0106] Dans l'exemple considéré à la [fig.3], chacun des huit bobinages 8 comprend une pluralité de segments conducteurs 22, ici six par bobinage. Chaque segment conducteur s'étend dans une encoche 31 dédiée. Chaque encoche 31 est donc associée à un unique bobinage 8. Ces segments conducteurs sont connectés ensemble par un moyen d'interconnexion 65. Les segments conducteurs 22 d'un même bobinage sont alimentés en parallèle via le moyen d'interconnexion 65.

[0107] Le moyen d'interconnexion 25 est disposé du côté de la première extrémité axiale 18, extrémité opposé à celle où se situe le moyen de court-circuit 25. Ainsi le moyen d'interconnexion 65 permet de connecter en parallèle les segments conducteurs 22 tandis que le moyen de court-circuit 25 permet de connecter les bobinages 8 entre eux.

[0108] Dans l'exemple considéré à la [fig.4], chacun des huit bobinages 8 comprend un unique segment conducteur 22 qui s'étend axialement dans une unique encoche 31 de la carcasse 9. Chaque encoche reçoit un unique bobinage et il y a autant de circuit électronique de puissance 21 que de segments conducteurs 22 que d'encoches 31. Ici huit. Dans cet exemple, il n'est pas nécessaire d'avoir un moyen d'interconnexion.

[0109] En référence aux figures 5 à 8, on peut maintenant décrire un exemple de stator 2 apte à équiper la machine électrique tournante de la [fig.1] ou l'ensemble de la [fig.2].

[0110] Dans l'exemple décrit en référence aux figures 5 à 8, mais aussi à la [fig.2], les segments conducteurs 22 sont des barres conductrices 30. Chaque barre conductrice 30 est rectiligne, faite de cuivre ou d'aluminium, d'un seul tenant et occupe au moins 95% du volume de chaque encoche. Le stator 2 comprend également un isolant 32 dans chaque encoche 31.

[0111] Dans l'exemple considéré, la machine électrique tournante 10 comprend quarante-huit encoches 31, huit bobinages et 6 segments conducteurs par bobinage.

[0112] Dans l'exemple considéré, chaque barre conductrice est soudée sur le moyen de court-circuit 25.

[0113] Dans l'exemple considéré, le stator comprend également une chambre de refroidissement 26 apte à recevoir un fluide de refroidissement. Le liquide de refroidissement peut être de l'eau ou de l'huile. La chambre de refroidissement 26 permet un refroidissement efficace des bobinages et du moyen de court-circuit 25.

[0114] Dans l'exemple considéré, la chambre de refroidissement 26 et le moyen de court-circuit 25 se trouvent en une même extrémité axiale de la carcasse 9, ici la deuxième extrémité axiale 19 tandis que les segments conducteurs 22 sont alimentés par le système électronique 20 au niveau de la première extrémité axiale 18 du stator. La chambre de refroidissement 26 se situe donc en une extrémité de la carcasse opposée à celle où se situent les circuits électroniques de puissance 21.

[0115] Dans l'exemple considéré, la chambre de refroidissement 26 est délimitée par un moyen de refroidissement 35 fixé sur le moyen de court-circuit 25. Le moyen de refroidissement comprend une entrée fluidique 36 et une sortie fluidique 37 de la chambre de refroidissement.

[0116] Le moyen de refroidissement est en matériau non conducteur, par exemple en plastique.

[0117] Le moyen de refroidissement 35 est annulaire et d'un seul tenant.

[0118] Dans l'exemple considéré, le moyen de refroidissement 35 présente une rainure intérieure 40 et une rainure extérieure 41 coopérant avec un système d'agrafes pour réaliser la fixation. Le système d'agrafes comprend une pluralité d'agrafes, ici six agrafes intérieures 42 et six agrafes extérieures 43, réparties circonférentiellement. Chaque agrafe coopère avec d'une part l'une des deux rainures 40, 41 et d'autre part une surface plane du moyen de court-circuit 25 pour maintenir comprimés le moyen de refroidissement 35 contre le moyen de court-circuit 25.

[0119] Les agrafes 42, 43 sont faites en un matériau non conducteur, par exemple en plastique.

[0120] Dans l'exemple considéré, le moyen de refroidissement 35 comprend six cales 45 venant en contact de la carcasse 9. Les cales qui viennent de matière avec le reste du moyen de refroidissement 35, positionnent axialement le moyen de refroidissement. Les cales 45 viennent en contact surfacique avec la deuxième extrémité axiale 19 du stator. Chaque cale 45 est encadrée circonférentiellement par deux agrafes extérieures 43.

[0121] L'exemple considéré aux figures 5 à 8 est dans un premier mode de réalisation de la chambre de refroidissement 26 dans lequel ladite chambre de refroidissement 26 est délimitée conjointement par le moyen de court-circuit 25 et le moyen de refroidissement 35.

[0122] Dans l'exemple considéré, un système de joints est disposé entre le moyen de court-circuit 25 et le moyen de refroidissement 35. Le système de joints comprend un joint radialement intérieur 50 et un joint radialement extérieur 51.

[0123] Dans l'exemple considéré, le moyen de court-circuit 25 présente des ouvertures 55, chacune recevant une des barres conductrices 30. Chacune des barres conductrices 30 est disposée dans le chambre de refroidissement 26. Les barres conductrices passent à

travers le moyen de court-circuit 25 par les ouvertures 55. Ainsi les barres conductrices 30 sont directement au contact du fluide de refroidissement. La présence des barres conductrices 30 dans la chambre de refroidissement 25 permet la multiplication des surfaces d'échanges et donc un refroidissement efficace des bobinages 8.

[0124] Dans l'exemple considéré, plus de 10% de la longueur totale de chaque barre conductrice 30 est disposée dans la chambre de refroidissement 26.

[0125] Dans l'exemple considéré, chaque barres conductrices 30 comprend un arrêt axial 56 pour le moyen de court-circuit 25. Cet arrêt axial permet d'arrêter axialement et d'indexer le moyen de court-circuit 25. Cet arrêt axial prend la forme d'un élargissement de section des barres conductrices 30.

[0126] Dans un exemple non représenté d'un deuxième mode de réalisation de la chambre de refroidissement 26, ladite chambre de refroidissement 26 est formée par un espace intérieur du moyen de refroidissement. Ainsi, la chambre de refroidissement est définie uniquement par le moyen de refroidissement.

[0127] Le moyen d'interconnexion 65 a été omis des figures 5 et 6 et va maintenant être décrit en référence aux figures 7 et 8.

[0128] Dans l'exemple considéré, le moyen d'interconnexion 65 comprend une pluralité de bagues 66 indépendantes les unes des autres, ici huit. Chaque bague 66 est en contact avec l'ensemble des segments conducteurs d'un même bobinage mais n'est en contact qu'avec un seul bobinage.

[0129] Les bagues 66 sont toutes identiques, en métal et espacées les unes des autres. Les bagues sont toutes décalées circonférentiellement les uns des autres de k* 2*π/(nombre d'encoches), avec k un entier naturel non nul. Ici, les bagues sont décalées circonférentiellement de k*2* π/48.

[0130] Dans l'exemple considéré, les bagues 66 sont décalées axialement les unes des autres et des intercalaires isolants 67, tous identiques, sont disposés entre elles. Les bagues 66 et les intercalaires isolants 67 sont ainsi alternés et les bagues compriment axialement les intercalaires isolants 67.

[0131] Dans l'exemple considéré, chaque bague 66 présente un anneau 68 et une pluralité de pattes radiales 69 venant en contact des barres conductrices 30.

[0132] Dans l'exemple considéré, les anneaux 68 sont disposés radialement à l'extérieur des barres conductrices 3 et ils s'étendent dans le cylindre imaginaire défini par la carcasse. Les pattes 69 sont rectilignes dans la direction radiale et elles s'étendent vers l'intérieur. Chaque patte est en contact surfacique avec l'un des segments conducteurs.

[0133] Dans l'exemple considéré, chaque bague 66 présente deux pattes 69 pour chaque barre conductrice. Les deux pattes 69 encadrent circonférentiellement les barres conductrices 30. Ici les deux pattes 69 associées à une même barre conductrice se rejoignent de sorte à former un passage de connexion 70. Ces passages de connexion 70

permettent aux bagues 66 d'être portées par les barres conductrices 30.

[0134] Dans l'exemple considéré, une barre conductrice de chaque bobinage 8 est plus longue axialement que les autres. Chacune de ces barres conductrices d'alimentation 75 permet l'alimentation des bobinages 8. Ces barres conductrices d'alimentation 75 sont connectées au système électronique 20, en particulier aux circuit électronique de puissance 21. Ces barres conductrices d'alimentation 75 sont 30% plus longues que les autres barres conductrices.

[0135] Dans l'exemple considéré, chaque barre conductrice 30 présente une butée axiale 77, venant de matière avec le reste de la barre conductrice. Cette butée axiale permet de caler axialement la bague 66 associée. Les butées axiales consistent en un élargissement de section de la barre conductrice 30.

[0136] En référence à la [fig.2], le palier arrière 5 comprend une pluralité de fentes 78, chacune traversée par la barre conductrice d'alimentation 75 de chaque bobinage 8. Le palier arrière comprend autant de fentes que de bobinage 8, donc huit.

[0137] La présente invention trouve des applications en particulier dans le domaine des alternateurs, des alterno-démarreurs, des moteurs électriques ou encore des machines réversibles mais elle pourrait également s'appliquer à tout type de machine tournante.

[0138] L'invention n'est pas limitée à l'exemple qui vient d'être décrit.

# Revendications

[Revendication 1] Stator (2) pour machine électrique tournante (10), comprenant :
- une carcasse (9) définissant une pluralité d'encoches (31) réparties autour d'un axe (X) du stator, la carcasse présentant une première extrémité axiale (18) et une deuxième extrémité axiale (19), et
- une pluralité de bobinages (8) de stator, chaque bobinage comprenant au moins un segment conducteur (22) destiné à s'étendre axialement dans une unique encoche (31) de la carcasse du stator, chaque encoche recevant un unique bobinage (8),
- un moyen de court-circuit (25) pour connecter entre eux au moins deux des bobinages,
- chaque bobinage est apte à être alimenté via un circuit électronique de puissance (21) dédié au moyen desquels des courants de phase correspondants peuvent être générés individuellement et introduits dans les bobinages (8) de sorte à définir une pluralité de pôles magnétiques et une pluralité de phases dans chaque paire de pôles,
Caractérisé en ce que le stator (2) comprend également une chambre de refroidissement (26) apte à recevoir un fluide de refroidissement.

[Revendication 2] Stator (2) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chambre de refroidissement (26) est délimitée par un moyen de refroidissement (35) fixé sur le moyen de court-circuit (26).

[Revendication 3] Stator (2) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'un du moyen de court-circuit (25) et du moyen de refroidissement (35) présente au moins une rainure (40, 41) coopérant avec un système d'agrafes pour réaliser la fixation.

[Revendication 4] Stator selon l'une quelconques des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le moyen de refroidissement (35) comprend au moins une cale (45) venant en contact de la carcasse (9).

[Revendication 5] Stator (2) selon l'une quelconques des revendications précédentes, caractérisé en ce que la chambre de refroidissement (26) est délimitée par le moyen de court-circuit (25).

[Revendication 6] Stator (2) selon l'une quelconques des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un système de joints est disposé entre le moyen de court-circuit (25) et le moyen de refroidissement (26).

[Revendication 7] Stator (2) selon l'une quelconques des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la chambre de refroidissement (26) est formée par un espace intérieur du moyen de refroidissement (35).

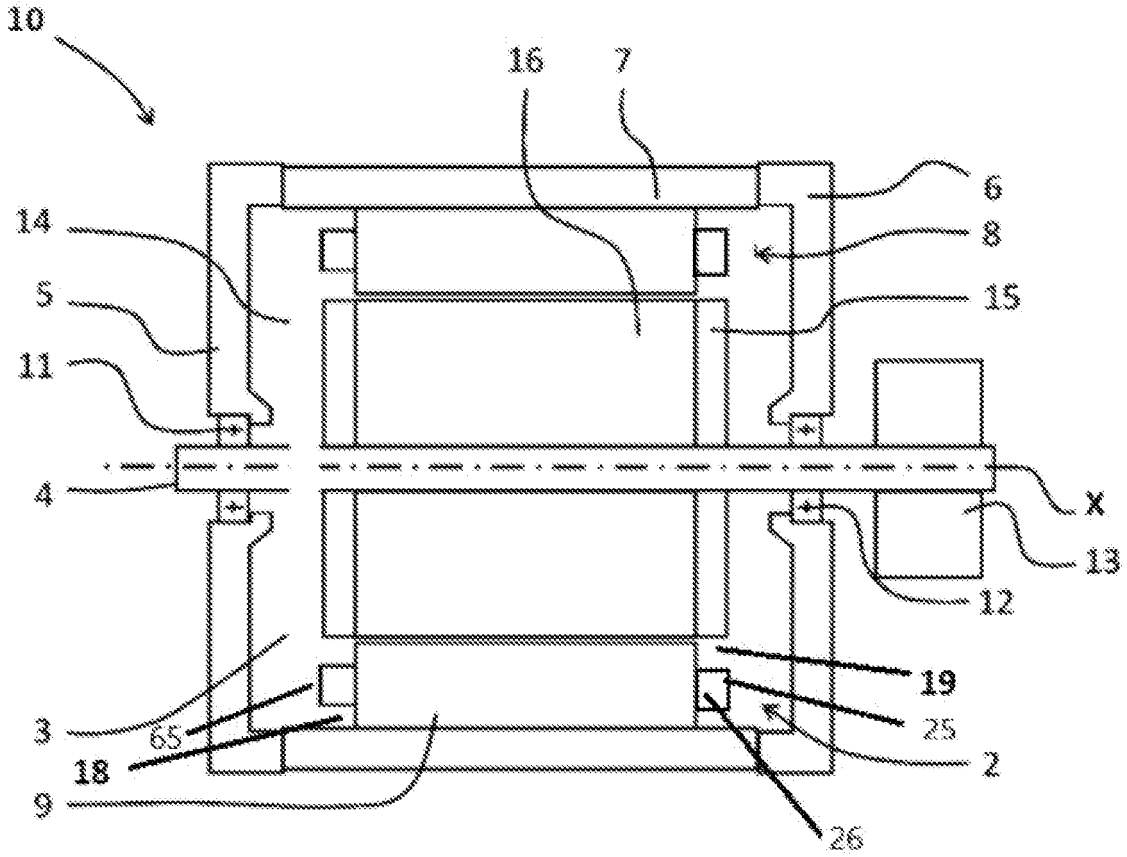
[Revendication 8] Stator (2) selon l'une quelconques des revendications précédentes, caractérisé en ce que les segments conducteurs (22) comprennent des barres conductrices (30), le moyen de court-circuit (26) présentant des ouvertures recevant les barres conductrices (30), au moins une des barres conductrices (26) étant disposée dans le chambre de refroidissement (26).

[Revendication 9] Stator (2) selon l'une quelconques des revendications précédentes, caractérisé en que chaque bobinage (8) comprend au moins deux segments conducteurs (22), ces deux segments conducteurs sont connectés ensemble par un moyen d'interconnexion.

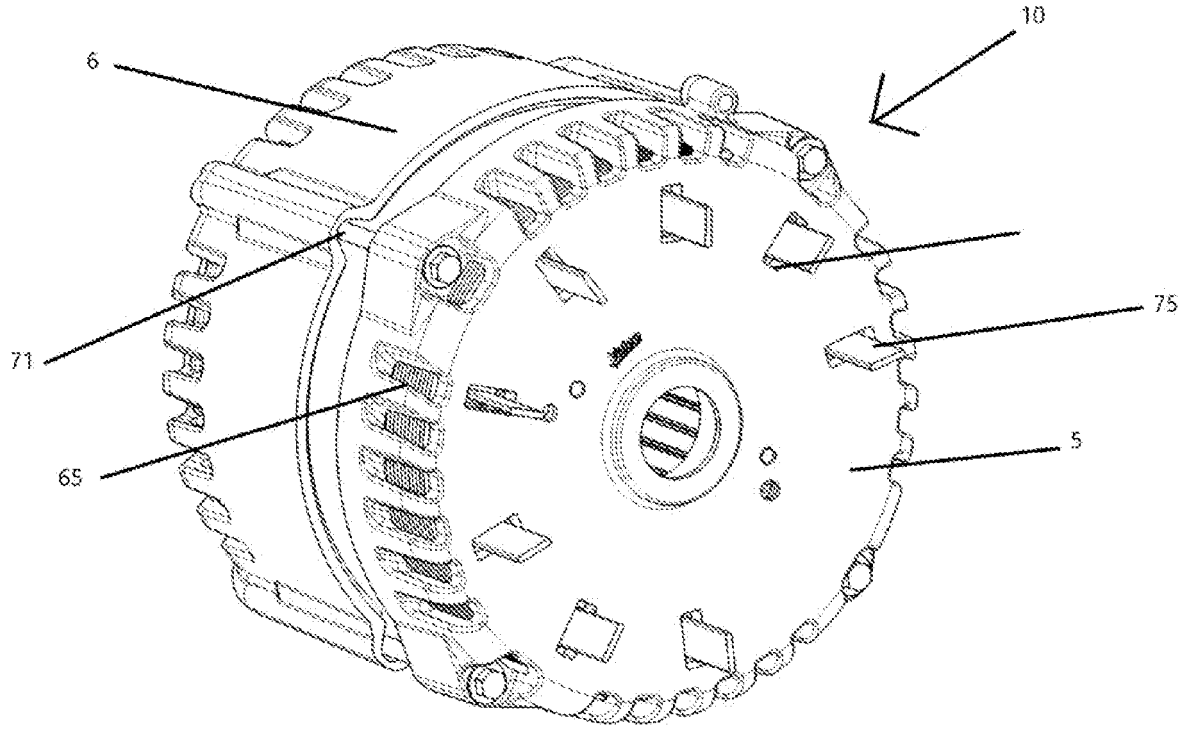
[Revendication 10] Machine électrique tournante (10) comprenant un stator (2) selon l'une quelconques des revendications précédentes et un rotor (3) apte à tourner autour d'un axe de rotation confondu avec l'axe (X) du stator.

[Revendication 11] Ensemble (1) comprenant la machine électrique tournante (10) selon la revendication précédente et un système électronique (20) comprenant une pluralité de circuit électronique de puissance (21) alimentant les bobinages (8) de sorte à définir une pluralité de pôles magnétiques et une pluralité de phases dans chaque paire de pôles du stator.

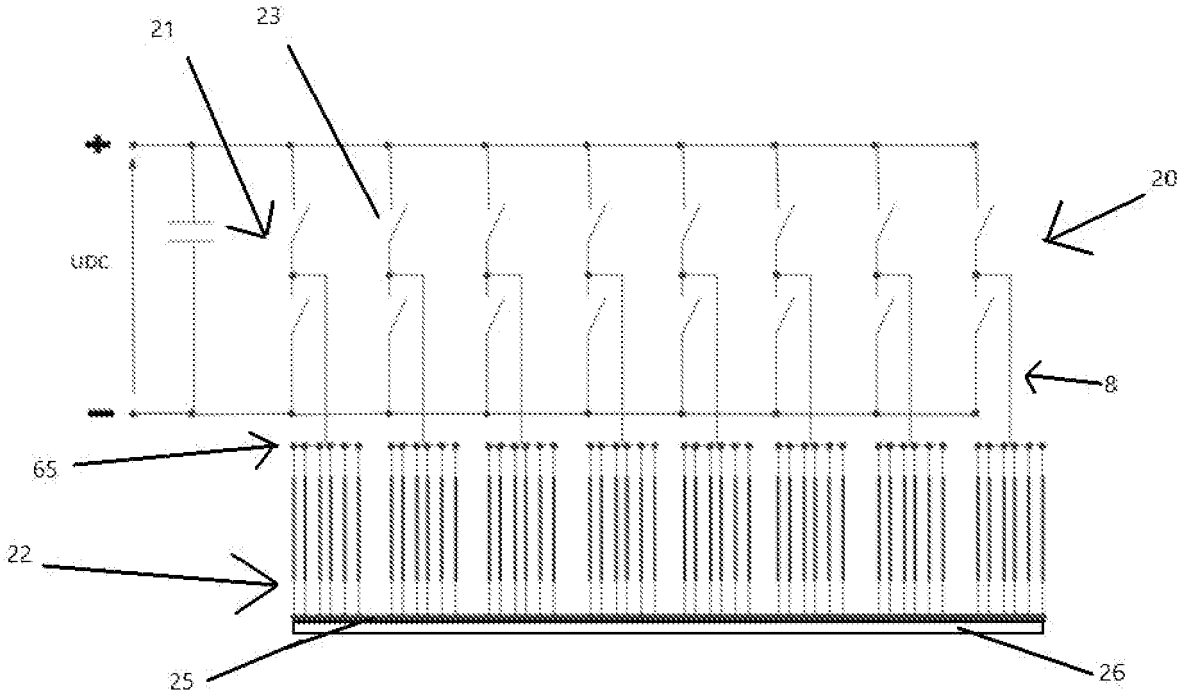
[Fig. 1]



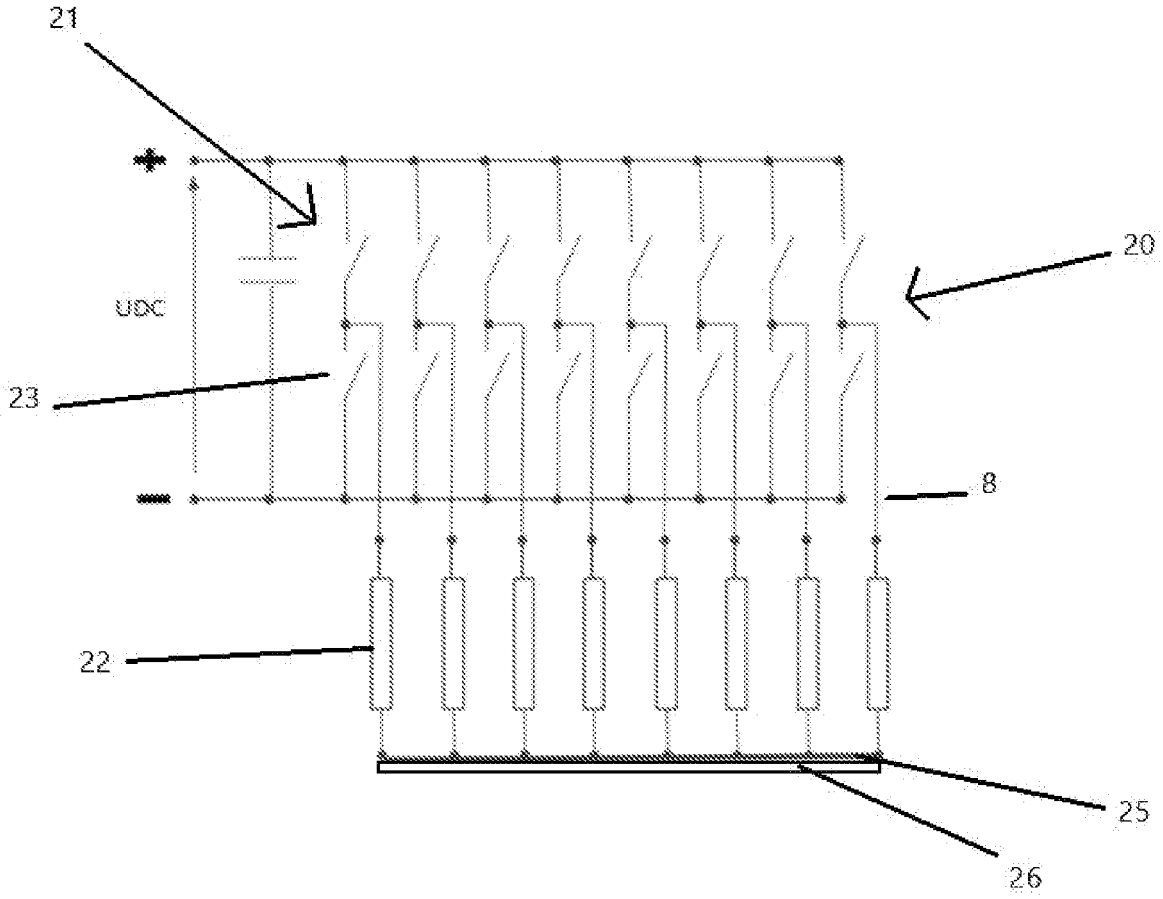

[Fig. 2]



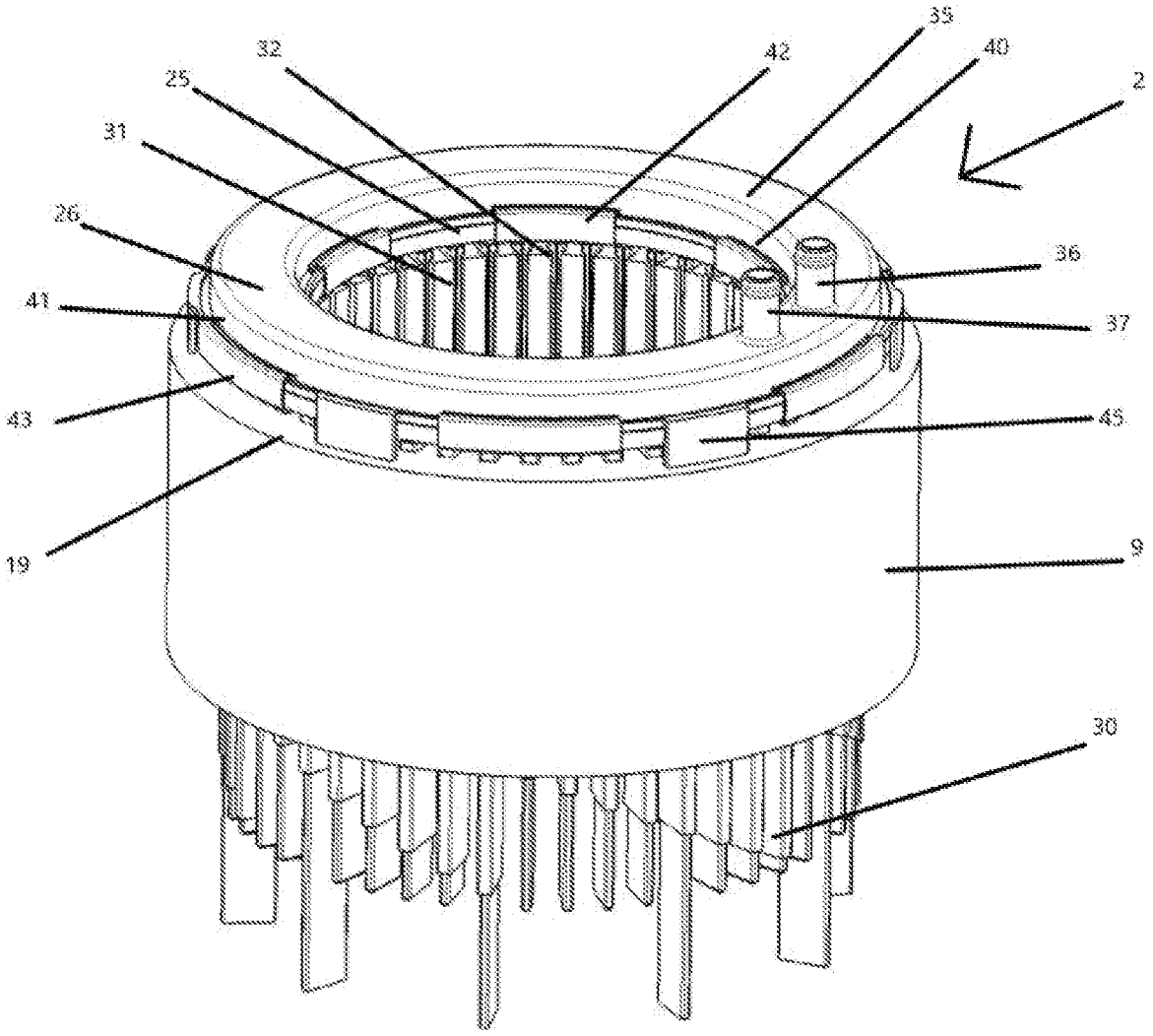
[Fig. 3]



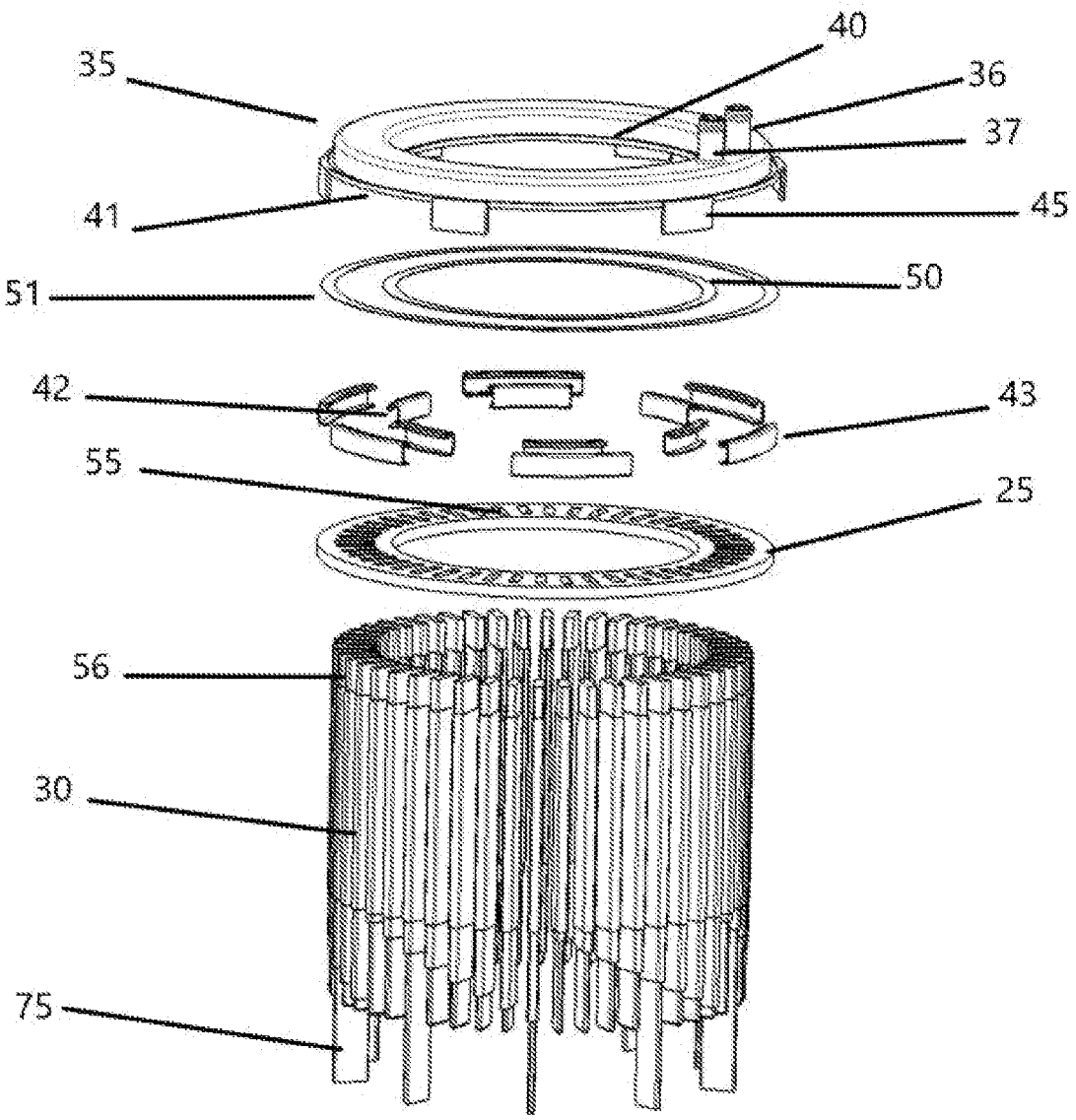

[Fig. 4]



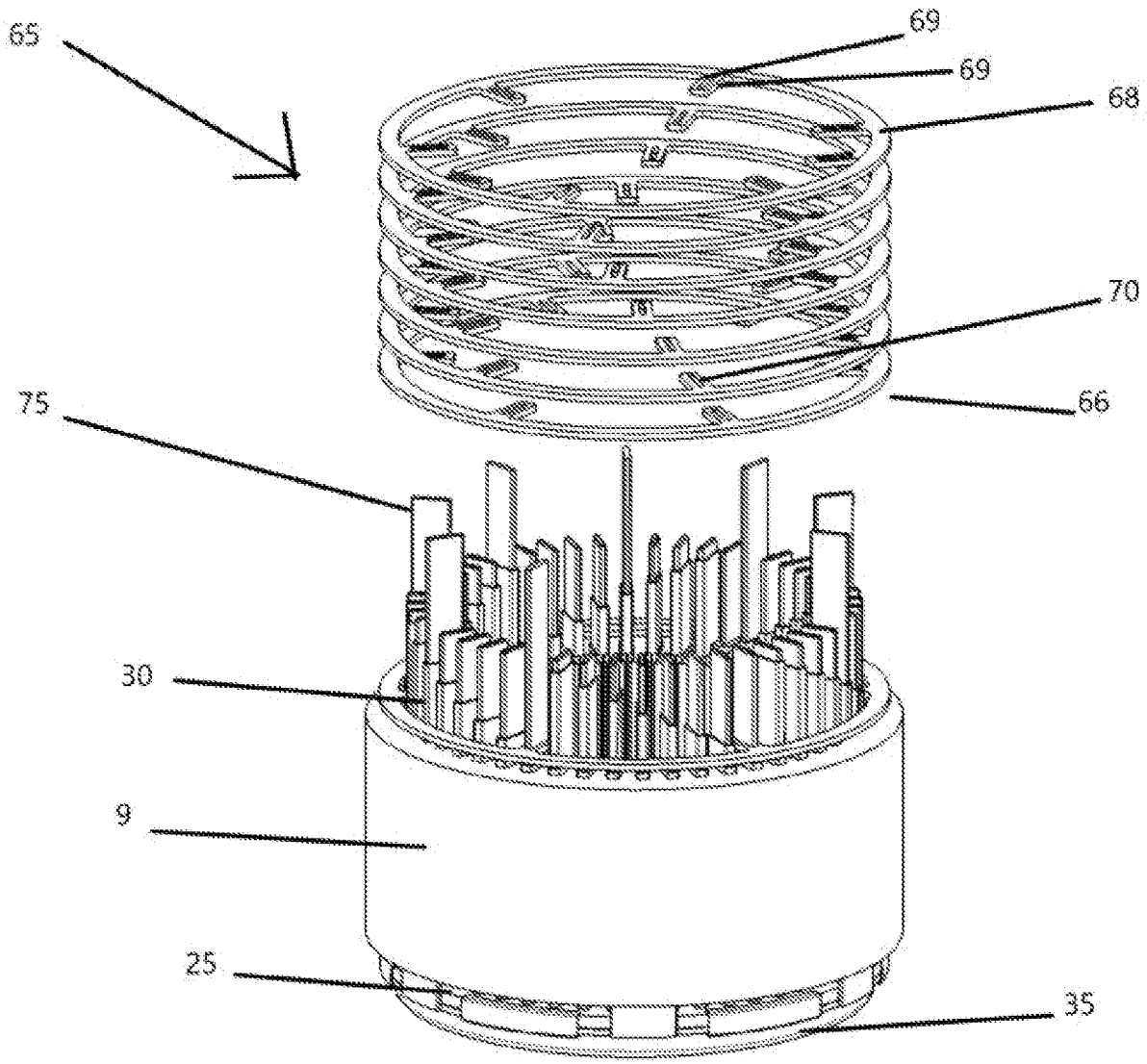
[Fig. 5]



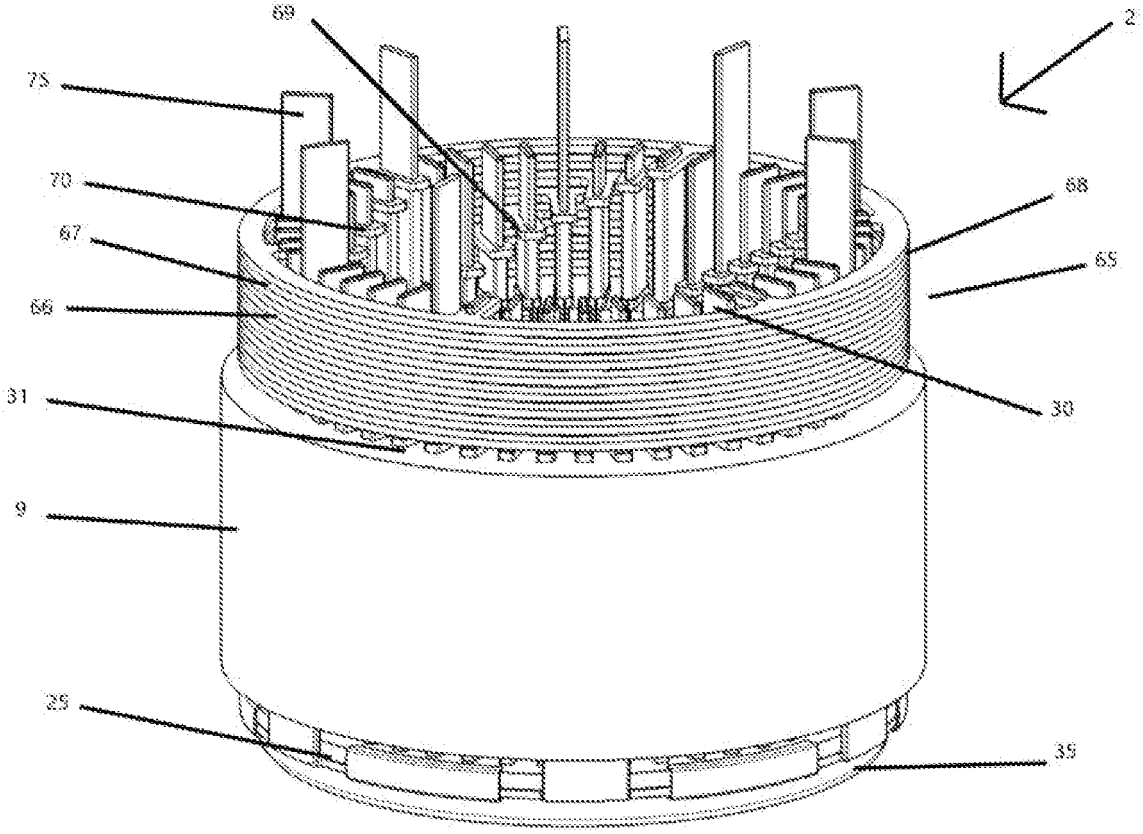
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 894234
FR 2104115

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS | | Revendication(s) concernée(s) | Classement attribué à l'invention par l'INPI |
|---|---|---|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | | |
| X<br>Y | US 2016/028284 A1 (DAJAKU GURAKUQ [DE]) 28 janvier 2016 (2016-01-28)<br>* abrégé; figures 1-14 *<br>* alinéas [0012], [0019] * | 1-7,9-11<br>8 | H02K1/16<br>H02K9/00<br>H02K9/19 |
| A | US 10 630 127 B1 (THOMASSON DILLON J [US] ET AL) 21 avril 2020 (2020-04-21)<br>* abrégé; figures 1,2,8,9 * | 1-11 | |
| Y | DE 10 2018 129226 A1 (DYNAMIC E FLOW GMBH [DE]) 20 mai 2020 (2020-05-20)<br>* abrégé; figures 8,14a-16d * | 8 | |
| A | EP 3 719 975 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7 octobre 2020 (2020-10-07)<br>* abrégé; figures 9-12 * | 1-11 | |
| | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)<br>H02K |

Date d'achèvement de la recherche: 6 décembre 2021

Examinateur: Ramos, Horacio

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant



EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

## ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2104115 FA 894234

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **06-12-2021**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|---|---|
| US 2016028284 A1 | 28-01-2016 | CN 105305667 A | 03-02-2016 |
| | | DE 102014110299 A1 | 28-01-2016 |
| | | US 2016028284 A1 | 28-01-2016 |
| US 10630127 B1 | 21-04-2020 | AUCUN | |
| DE 102018129226 A1 | 20-05-2020 | AUCUN | |
| EP 3719975 A1 | 07-10-2020 | CN 113646999 A | 12-11-2021 |
| | | EP 3719975 A1 | 07-10-2020 |
| | | EP 3906609 A1 | 10-11-2021 |
| | | WO 2020200590 A1 | 08-10-2020 |

EPO FORM P0465