

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Machine électrique tournante comprenant une chambre de refroidissement.

②② Date de dépôt : 29.03.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

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

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 06.10.23 Bulletin 23/40.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 31.05.24 Bulletin 24/22.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

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.



Description

Titre de l'invention : Machine électrique tournante comprenant une chambre de refroidissement

- [0001] La présente invention porte sur une machine électrique tournante comprenant une chambre de refroidissement ayant des nervures de turbulence permettant le refroidissement d'un stator. L'invention trouve des applications avantageuses, mais non exclusives, dans le domaine des machines électriques tournantes pour un dispositif mobile à autopropulsion hybride ou électrique et, en particulier, dans le domaine des machines électriques de forte puissance pouvant fonctionner en mode alternateur et en mode moteur accouplées avec une boîte de vitesses et devant être refroidies par un fluide de refroidissement.
- [0002] Dans la suite, par dispositif mobile à autopropulsion, on entend un véhicule pour transporter des marchandises ou des personnes, qui comprend son système de traction pour se déplacer tel que le moteur thermique ou électrique d'une voiture, camion, d'un vélo ou d'un objet qui se déplace avec son système de traction tel qu'un drone. Un tel dispositif mobile à autopropulsion peut en outre comprendre une conduite autonome.
- [0003] De façon connue en soi, les machines électriques tournantes comportent un 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 pouvant fonctionner dans les deux modes.
- [0004] Dans certains types de chaînes de traction de véhicule automobile, une machine électrique tournante réversible de forte puissance est accouplée à la boîte de vitesses du véhicule ou à un train du véhicule automobile. La machine électrique est alors apte à fonctionner dans un mode alternateur pour fournir notamment de l'énergie à la batterie et/ou au réseau de bord du véhicule, et dans un mode moteur, non seulement pour assurer le démarrage du moteur thermique, mais également pour participer à la traction du véhicule seule ou en combinaison avec le moteur thermique.
- [0005] Le rotor pourra comporter 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 sont formés par des bobines enroulées autour de bras du rotor.
- [0006] Par ailleurs, le stator est porté par un palier qui comporte des organes de roulement pour le montage en rotation de l'arbre de rotor. Le stator comporte un corps constitué

par un empilage de tôles minces formant une couronne, dont la face intérieure est pourvue d'encoches ouvertes vers l'intérieur pour recevoir des enroulements de phase. Ces enroulements traversent les encoches et forment des chignons faisant saillie de part et d'autre du corps du stator. Les enroulements de phase sont obtenus par exemple à partir d'un fil continu recouvert d'émail ou à partir d'éléments conducteurs en forme d'épingles reliées entre elles par soudage. Alternativement, dans le cas d'un bobinage de type concentrique, la machine électrique polyphasée comporte un bobinage de stator constitué par plusieurs bobines préformées montées autour des dents du stator par l'intermédiaire d'un isolant de bobine.

- [0007] Dans une machine électrique, l'énergie électrique est convertie en énergie cinétique ou inversement. Les pertes qui se produisent entraînent un échauffement des composants de la machine électrique pendant son fonctionnement. Afin d'éviter un échauffement excessif de ces composants, tel que le stator, un dispositif de refroidissement doit être prévu dans la machine électrique. La chaleur générée par la circulation du courant à travers le bobinage du stator peut être évacuée vers une chambre de refroidissement ménagée dans le palier dans laquelle circule un liquide caloporteur. Généralement la chambre de refroidissement s'étend dans la direction circonférentielle du stator de manière à permettre un refroidissement efficace.
- [0008] L'invention vise à proposer une machine électrique tournante avec un refroidissement amélioré sans augmenter l'espace nécessaire à la chambre de refroidissement.
- [0009] La présente invention vise ainsi à proposer une machine électrique tournante comprenant :
- [0010] • un stator comprenant un corps et un bobinage,
- un rotor d'axe de rotation X,
- un premier palier comprenant une première portion munie d'un logement de roulement pour le montage à rotation d'un arbre du rotor et une deuxième portion dans laquelle est monté fretté ledit corps de stator,
- un deuxième palier positionné autour dudit premier palier pour former une chambre de refroidissement annulaire de longueur axiale l_a et de hauteur h_r , dans laquelle s'écoule dans la direction circonférentielle un fluide de refroidissement,
- [0011] dans laquelle le premier et second palier comprennent respectivement une première et deuxième série de nervures de turbulence, chacune des nervures de turbulence de la première série étant décalée circonférentiellement par rapport à chacune des nervures de la deuxième série et dans laquelle
- [0012] chaque nervure de turbulence s'étend sur une longueur axiale inférieure à 50% de la longueur axiale de la chambre de refroidissement.
- [0013] L'invention permet ainsi, par l'utilisation de deux séries de nervures de turbulence

disposées de manière décalée dans la direction circonférentielle et avec un dimensionnement spécifique d'obtenir un refroidissement amélioré. Les nervures de turbulence augmentent l'efficacité du transfert thermique en transformant l'écoulement laminaire en écoulement turbulent. En outre, le fait de disposer une série de nervures sur chaque palier facilite la fabrication des paliers, en particulier lors de l'étape de démoulage qui ne nécessite pas l'utilisation de tiroirs. Leur fabrication est ainsi facilitée et moins chère.

- [0014] Le fait que chaque nervure de turbulence s'étende sur une longueur axiale inférieure à 50% de la longueur axiale de la chambre de refroidissement permet également de réduire les pertes de charge entre et d'avoir un optimum entre les pertes de charge et les gains thermiques.
- [0015] Dans la description et les revendications, on utilisera les termes "externe" et "interne" ainsi que les orientations "axiale" et "radiale" pour désigner, selon les définitions données dans la description, des éléments du rotor, du stator et/ou de la machine électrique. Par convention, l'orientation "radiale" est dirigée orthogonalement à l'orientation axiale. L'orientation axiale se rapporte, suivant le contexte, à l'axe de rotation du rotor, du stator et/ou de la machine électrique. L'orientation "circonférentielle" est dirigée orthogonalement à la direction axiale et orthogonalement à la direction radiale. Les termes "externe, extérieur" et "interne, intérieur" sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par rapport à l'axe de référence, un élément proche de l'axe est ainsi qualifié d'interne par opposition à un élément externe situé radialement en périphérie.
- [0016] Dans le cadre de la présente invention, par nervure de turbulence on entend décrire des nervures servant à générer une turbulence dans le liquide de refroidissement.
- [0017] Selon un mode de réalisation, le premier palier et/ou le deuxième palier sont réalisés dans un matériau à base d'aluminium.
- [0018] Avantageusement, la première série de nervures est intégralement décalée axialement de la deuxième série de nervures. En d'autres termes, cela implique qu'il n'existe pas de plan perpendiculaire à l'axe de rotation traversant à la fois les nervures de la première et de la deuxième série. Le parcours du fluide de refroidissement dans la chambre de refroidissement est donc moins sinueux et les pertes de charge sont réduites.
- [0019] Avantageusement, chaque nervure de turbulence s'étend une longueur axiale inférieure à 25% de la longueur axiale de la chambre de refroidissement.
- [0020] Avantageusement, toutes les nervures d'une même série sont identiques entre elles. Avantageusement, toutes les nervures de la machine électrique sont identiques entre elles. Cela permet d'avoir des pertes de charge équilibrées.
- [0021] Avantageusement, chaque nervure de turbulence s'étend circonférentiellement sur

une distance inférieure à 35%, de préférence comprise entre 25 et 35%, de la longueur axiale de la chambre de refroidissement. Il est important que les nervures de turbulence ne s'étendent pas trop circonférentiellement afin de ne pas pénaliser l'échange thermique entre la chambre de refroidissement et le stator de la machine électrique.

- [0022] Avantageusement, le fluide de refroidissement est un fluide caloporteur, en particulier de l'eau ou de l'huile.
- [0023] Avantageusement, au moins une nervure de chaque série, de préférence chaque nervure, présente une hauteur sensiblement égale à la hauteur de la chambre de refroidissement. Par « hauteur sensiblement égale », on entend définir deux éléments ayant une hauteur identique aux tolérances de fabrication près. Cela force le liquide de refroidissement à passer sur le côté de la nervure et non au-dessus.
- [0024] Avantageusement, la chambre de refroidissement s'étend axialement entre une première face latérale appartenant à l'un du premier ou deuxième palier et une deuxième face latérale appartenant à l'autre du premier ou deuxième palier, chaque nervure faisant saillie axialement d'une desdites faces latérales.
- [0025] Avantageusement, au moins une nervure de chaque série, de préférence chaque nervure, présente une face concave. Par rapport à une nervure sous forme de rectangle, une nervure présentant une face concave va permettre un meilleur refroidissement dû à la turbulence créée par cette forme.
- [0026] Avantageusement, deux nervures consécutives d'une même série sont espacées d'une distance comprise entre 1,5 et 2 fois la longueur axiale de la chambre de refroidissement.
- [0027] Avantageusement, les nervures de chaque série sont régulièrement réparties sur la circonférence des paliers. En d'autres termes, la distance séparant deux nervures consécutives de chaque série est toujours la même.
- [0028] Avantageusement, la première et deuxième partie de la chambre de refroidissement sont disposées axialement l'une à côté de l'autre.
- [0029] Avantageusement, la première série comporte autant de nervures que la deuxième série. En variante, le nombre de nervures de la première série est différent du nombre de nervures de la deuxième série.
- [0030] Avantageusement, le volume d'une nervure est compris entre 0,05 et 0,20% du volume de la chambre de refroidissement.
- [0031] Avantageusement, la chambre de refroidissement comprend une entrée de liquide sous forme de canal dans lequel est agencé un turbulateur hélicoïdal. Le turbulateur hélicoïdal permet de générer une turbulence à l'entrée de la chambre de refroidissement en convertissant un écoulement laminaire en écoulement turbulent. De préférence, le turbulateur hélicoïdal est un ressort ou une hélice hélicoïdale ou au moins deux ressorts hélicoïdaux.

- [0032] Selon un aspect de l'invention, la machine électrique tournante consiste en un alternateur, un alterno-démarreur, une machine réversible ou un moteur électrique.
- [0033] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention.
- [0034] [Fig.1] représente une vue en coupe longitudinale d'une machine électrique selon un premier mode de réalisation de l'invention.
- [0035] [Fig.2] représente une vue en perspective du premier palier de la machine de la [Fig.1].
- [0036] [Fig.3] représente une vue en perspective du deuxième palier de la machine de la [Fig.1].
- [0037] [Fig.4] représente une vue en perspective de la chambre de refroidissement formée par le premier et deuxième palier de la machine de la [Fig.1].
- [0038] Les éléments identiques, similaires ou analogues conservent la même référence d'une figure à l'autre.
- [0039] La [Fig.1] représente une machine électrique tournante 10 comportant un stator 11 polyphasé avec un corps de stator 13 entourant un rotor 12 d'axe X monté sur un arbre 9. Le stator 11 de la machine 10 entoure le rotor 12 avec la présence d'un entrefer sur la périphérie interne du stator 11 et la périphérie externe du rotor 12. Le stator 11 et le rotor 12 forment les parties actives et sont entourés par un carter 15.
- [0040] La machine électrique tournante 10 pourra être destinée à être accouplée à une boîte de vitesses appartenant à une chaîne de traction d'un dispositif mobile à autopropulsion hybride ou électrique. La machine électrique tournante 10 est alors apte à fonctionner dans un mode alternateur pour fournir notamment de l'énergie à la batterie et au réseau de bord du véhicule, et dans un mode moteur, non seulement pour assurer le démarrage du moteur thermique du véhicule, mais également pour participer à la traction du véhicule seule ou en combinaison avec le moteur thermique.
- [0041] La puissance de la machine 10 pourra être comprise entre 4kW et 50kW. Alternativement, la machine électrique 10 pourra être implantée sur un essieu du véhicule automobile, notamment un essieu arrière. Dans l'exemple considéré, la machine électrique 10 présente avantageusement une tension de fonctionnement inférieure à 60 Volts, et valant de préférence 48Volts. Typiquement, le couple fourni par la machine électrique est compris entre 30N.m et 150N.m. En alternative, la machine électrique 10 pourra présenter une tension de fonctionnement de plus de 60V, voire plus de 80V ou plus de 100V, notamment 300V ou plus.
- [0042] Le carter 15 comporte un premier et un deuxième palier 24, 30. Le premier palier 24 comprend une première portion 25 muni d'un logement de roulement 26 dans lequel est logé un organe de roulement pour le montage à rotation de l'arbre 9. La première

portion 25 s'étend radialement. Le premier palier 24 comprend une deuxième portion 27 ayant globalement la forme d'une jupe annulaire s'étendant axialement depuis la périphérie externe de la première portion 25.

- [0043] Le corps 13 de stator 11 est monté fretté à l'intérieur de la deuxième portion 27 du premier palier 24. A cet effet, le premier palier 24 est chauffé à haute température jusqu'à la dilation du matériau, puis refroidi de telle façon que la périphérie externe du corps du stator 13 soit maintenu fixe contre la périphérie interne de la deuxième portion 27 du palier 24.
- [0044] Dans l'exemple considéré, la première et la deuxième portion 25, 27 sont monoblocs, c'est-à-dire qu'elles forment une seule et même pièce. En alternative, la première et la deuxième portions 25, 27 sont deux pièces solidarisées par soudure par exemple.
- [0045] Dans l'exemple considéré, le deuxième palier 30 comprend également une première portion qui correspond à une paroi transversale et une deuxième portion qui correspond à une paroi d'orientation axiale. Les premières portions d'orientation radiale des deux paliers s'étendent donc transversalement par rapport à l'axe X. Les deuxièmes portions présentent globalement la forme d'une jupe annulaire qui s'étend axialement depuis la périphérie externe de la première portion. Les deuxièmes portions sont disposées co-axialement l'une par rapport à l'autre.
- [0046] La périphérie externe du corps 13 de stator 11 étant en contact intime avec la périphérie interne de la deuxième portion 27 du premier palier 24 du fait de l'opération de frettage, cela permet de faciliter l'évacuation par conduction de la chaleur générée par le stator.
- [0047] Le premier et deuxième palier 24, 30 peuvent être fixés ensemble au moyen de vis ou par soudure par friction malaxage. De préférence, le premier palier 24 et le deuxième palier 30 sont réalisés en un matériau à base d'aluminium.
- [0048] Le rotor 12 comporte un corps sous la forme d'un paquet de tôles pour diminuer les courants de Foucault. Des aimants permanents sont implantés dans des ouvertures du corps. Les aimants peuvent être implantés suivant une configuration en V. Alternativement, les aimants sont implantés radialement à l'intérieur des cavités, les faces en vis-à-vis de deux aimants adjacents étant de même polarité. Il s'agit alors d'une configuration à concentration de flux. Les aimants pourront être en terre rare ou en ferrite selon les applications et la puissance recherchée de la machine 10. Alternativement, les pôles du rotor 12 pourront être formés par des bobines.
- [0049] Le stator 11 comporte un corps 13 constitué par un paquet de tôles qu'une pluralité de bobinages 19. Le corps est formé par un empilement de feuilles de tôles indépendantes les unes des autres et maintenues sous forme de paquet au moyen d'un système de fixation adapté. Le paquet de tôles est doté d'encoches, par exemple du type semi-fermées, équipées d'isolant d'encoches pour le montage de la pluralité de

bobinages 19 du stator 11. Dans l'exemple considéré, chaque bobinage 19 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.

- [0050] La machine électrique tournante 10 est refroidie principalement au moyen d'une chambre de refroidissement annulaire 31 formée par l'agencement du premier et deuxième palier 24, 30. La chambre 31 permet le passage d'un liquide de refroidissement à l'intérieur de la machine. Le liquide est en l'occurrence un fluide caloporteur, en particulier de l'eau ou de l'huile. La chambre de refroidissement 31 présente une longueur axiale l_c et une hauteur h_c .
- [0051] Comme cela est visible sur la [Fig.1], la chambre de refroidissement 31 est délimitée au niveau de sa surface interne par une périphérie externe de la deuxième portion 27 du premier palier 24 et au niveau de sa surface externe par une périphérie interne du deuxième palier 30. La hauteur h_c correspond donc à la distance séparant la face interne de la face externe. En alternative non représentée, la chambre de refroidissement 31 est délimitée par une périphérie interne de la deuxième portion 27 du premier palier 24 et par une périphérie externe du deuxième palier 30.
- [0052] Chaque nervure de turbulence 51 de la présente invention s'étend sur une longueur axiale l_n . La longueur axiale l_n étant inférieure à 50%, de préférence à 25%, de la longueur axiale l_c de la chambre de refroidissement 31.
- [0053] Avantageusement, chaque nervure de turbulence 51 s'étend circonférentiellement sur une distance d_n inférieure à 35% de la longueur axiale l_c de la chambre de refroidissement. De préférence la distance d_n est comprise entre 25 et 35% de la longueur axiale l_c de la chambre de refroidissement.
- [0054] Le deuxième palier 30 comprend une entrée et une sortie de liquide de refroidissement (non visibles sur la [Fig.1]) disposées sur sa circonférence extérieure.
- [0055] Dans le cadre de la présente invention et comme cela est visible en figures 1 à 4, le premier et le deuxième palier 24, 30 comprennent respectivement une première et deuxième série 50a, 50b de nervures de turbulence 51.
- [0056] Comme cela est visible sur la [Fig.4], chacune des nervures 51 de la première série 50a est décalée circonférentiellement, de préférence intégralement par rapport à chacune des nervures 51 de la deuxième série 50b. Ainsi, lorsque le décalage circonférentiel est intégral, il n'existe aucune droite axiale fictive passant à la fois par une nervure 51 de la première série 50a et une nervure 51 de la deuxième série 50b.
- [0057] Avantageusement, la première série de nervure 50a est intégralement décalée axialement de la deuxième série de nervures 50b. Ainsi, il n'existe aucune droite radiale fictive passant à la fois par une nervure 51 de la première série 50a et une

nervure 51 de la deuxième série 50b. En d'autres termes, il n'existe pas de chevauchement radial entre les nervures 51 de la première série 50a avec celles de la deuxième série 50b.

- [0058] Avantageusement, les nervures 51 s'étendent transversalement à la direction circonférentielle du fluide de refroidissement.
- [0059] Avantageusement, au moins une nervure 51 de chaque série 50a, 50b, de préférence chaque nervure 51, présente une hauteur h_n sensiblement égale à la hauteur h_c de la chambre de refroidissement. Dans ce cas, la nervure 51 s'étend depuis la face interne jusqu'à la face externe de la chambre de refroidissement 31.
- [0060] Dans l'exemple considéré, la chambre de refroidissement 31 s'étend axialement entre une première face latérale 28 appartenant au premier palier 24 et une deuxième face latérale 32 appartenant au deuxième palier 30. Ainsi, la longueur axiale l_c de la chambre de refroidissement 31 correspond à la longueur entre la première et la deuxième face latérale 28, 32.
- [0061] Comme cela est visible sur mes figures 2 et 3, chaque nervure 51 de la première série 50a fait saillie axialement de la première face latérale 28 et chaque nervure 51 de la deuxième série 50b fait saillie axialement de la deuxième face latérale 32.
- [0062] Avantageusement, au moins une nervure 51 de chaque série, de préférence chaque nervure, présente une face concave 52. La face concave 52 s'étend à partir de la face latérale du palier auquel la nervure 51 est rattachée et s'étend dans en direction de la face latérale opposée. La face concave 52 est la première partie de chaque nervure 51 avec laquelle le fluide de refroidissement va entrer en contact. Cette face concave va permettre une recirculation efficace du fluide et une amélioration du transfert de chaleur entre les différentes parois de la chambre de refroidissement et le fluide de refroidissement.
- [0063] Le fluide de refroidissement circulant dans la chambre de refroidissement annulaire 31 va donc entrer en contact avec la face concave 52 d'une nervure 51 de la première série 50a puis entrer en contact avec la face concave 52 d'une nervure 51 de la deuxième série 50b.
- [0064] Avantageusement, deux nervures consécutives 51 d'une même série sont espacées d'une distance d_a comprise entre 1,5 et 2 fois la longueur axiale l_c de la chambre de refroidissement 31.
- [0065] Avantageusement, les nervures 51 de chaque série sont régulièrement réparties sur la circonférence des paliers. En d'autres termes, la distance d_a séparant deux nervures consécutives 51 de chaque série est toujours la même.
- [0066] Dans les exemples considérés toutes les nervures 51 que ce soit de la première ou de la deuxième série 50a, 50b, sont identiques entre elles.
- [0067] Avantageusement, la chambre de refroidissement 31 comprend une entrée de liquide

sous forme de canal dans lequel est agencé un turbulateur hélicoïdal 70. Dans l'exemple considéré, le turbulateur hélicoïdal 70 est une hélice hélicoïdale.

[0068] Bien entendu, la description qui précède a été donnée à titre d'exemple uniquement et ne limite pas le domaine de l'invention dont on ne sortirait pas en remplaçant les différents éléments par tous autres équivalents.

[0069] En outre, les différentes caractéristiques, variantes, et/ou formes de réalisation de la présente invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

Revendications

[Revendication 1]

Machine électrique tournante (10) comprenant :

- un stator (11) comprenant un corps (13) et un bobinage (19),
- un rotor (12) d'axe de rotation (X),
- un premier palier (24) comprenant une première portion (25) munie d'un logement de roulement (26) pour le montage à rotation d'un arbre (9) du rotor et une deuxième portion (27) dans laquelle est monté fretté ledit corps de stator (13),
- un deuxième palier (30) positionné autour dudit premier palier (24) pour former une chambre de refroidissement annulaire (31) de longueur axiale (l_c) et de hauteur (h_c), dans laquelle s'écoule dans la direction circonférentielle un fluide de refroidissement,

le premier et second palier (24, 30) comprennent respectivement une première et deuxième série de nervures de turbulence (50a, 50b), chacune des nervures de turbulence (51) de la première série (50a) étant décalée circonférentiellement par rapport à chacune des nervures (51) de la deuxième série (50b), caractérisée en ce que chaque nervure de turbulence (51) s'étend sur une longueur axiale (l_n) inférieure à 50%, de préférence 25%, de la longueur axiale (l_c) de la chambre de refroidissement.

[Revendication 2]

Machine électrique (10) selon la revendication 1, caractérisée en ce que la première série de nervures (50a) est intégralement décalée axialement de la deuxième série de nervures (50b).

[Revendication 3]

Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que chaque nervure de turbulence (51) s'étend circonférentiellement sur une distance (d_n) inférieure à 35% de la longueur axiale (l_c) de la chambre de refroidissement.

[Revendication 4]

Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'au moins une nervure (51) de chaque série (50a, 50b) présente une hauteur (h_n) sensiblement égale à la hauteur (h_c) de la chambre de refroidissement.

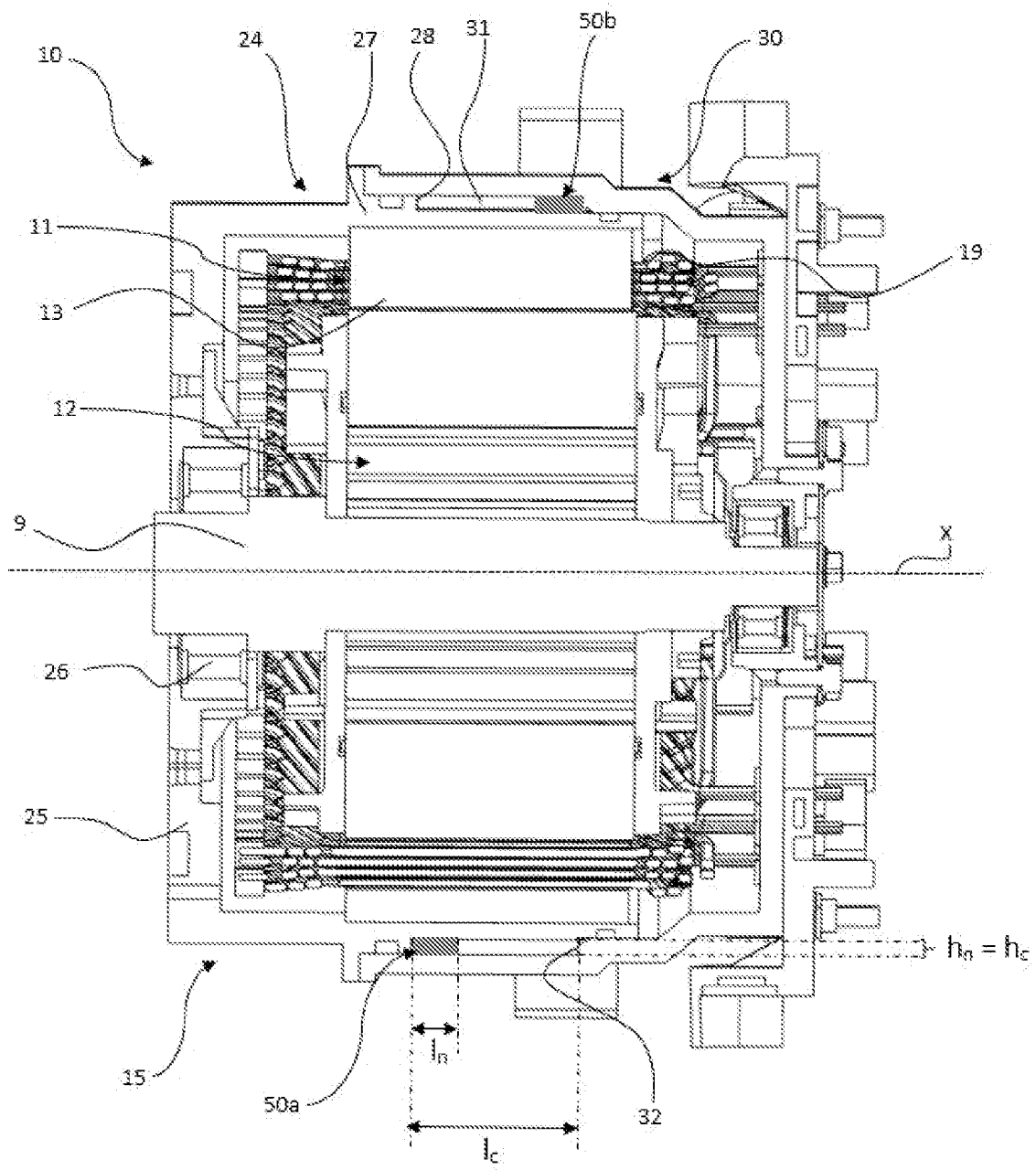
[Revendication 5]

Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la chambre de refroidissement (31) s'étend axialement entre une première face latérale (28, 32) appartenant

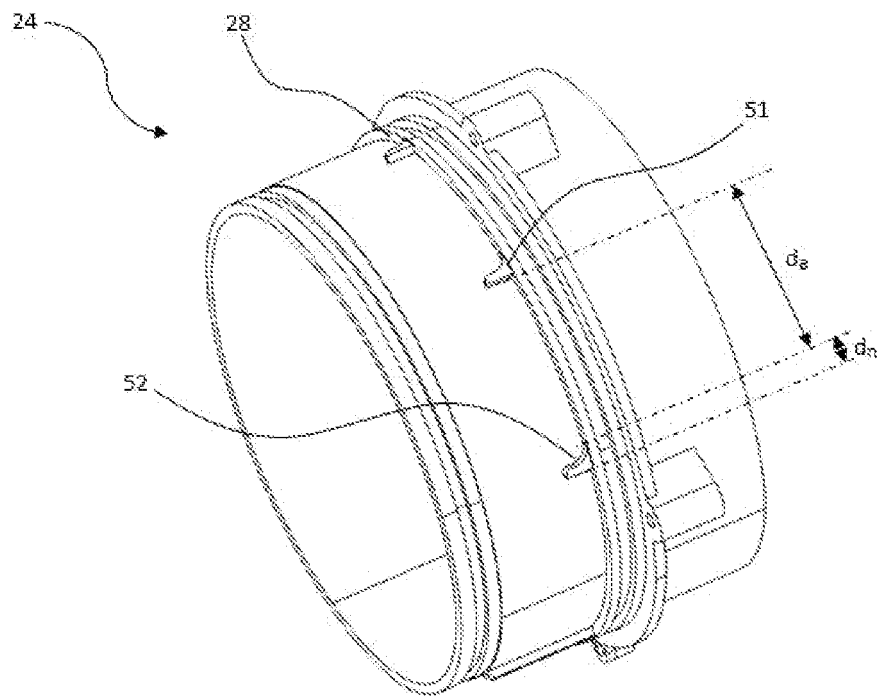
à l'un du premier ou deuxième palier (24, 30) et une deuxième face latérale (28, 32) appartenant à l'autre du premier ou deuxième palier (24, 30), chaque nervure (51) faisant saillie axialement d'une desdites faces latérales (28, 32).

- [Revendication 6] Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'au moins une nervure (51) de chaque série (50a, 50b) présente une face concave (52).
- [Revendication 7] Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que deux nervures (51) consécutives d'une même série sont espacées d'une distance (d_a) comprise entre 1,5 et 2 fois la longueur axiale (l_c) de la chambre de refroidissement (31).
- [Revendication 8] Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les nervures (51) de chaque série (50a, 50b) sont régulièrement réparties sur la circonférence des paliers (24, 30).
- [Revendication 9] Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la première série (50a) comporte autant de nervures (51) que la deuxième série (50b).
- [Revendication 10] Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la chambre de refroidissement (31) comprend une entrée de liquide sous forme de canal dans lequel est agencé un turbulateur hélicoïdal (70).

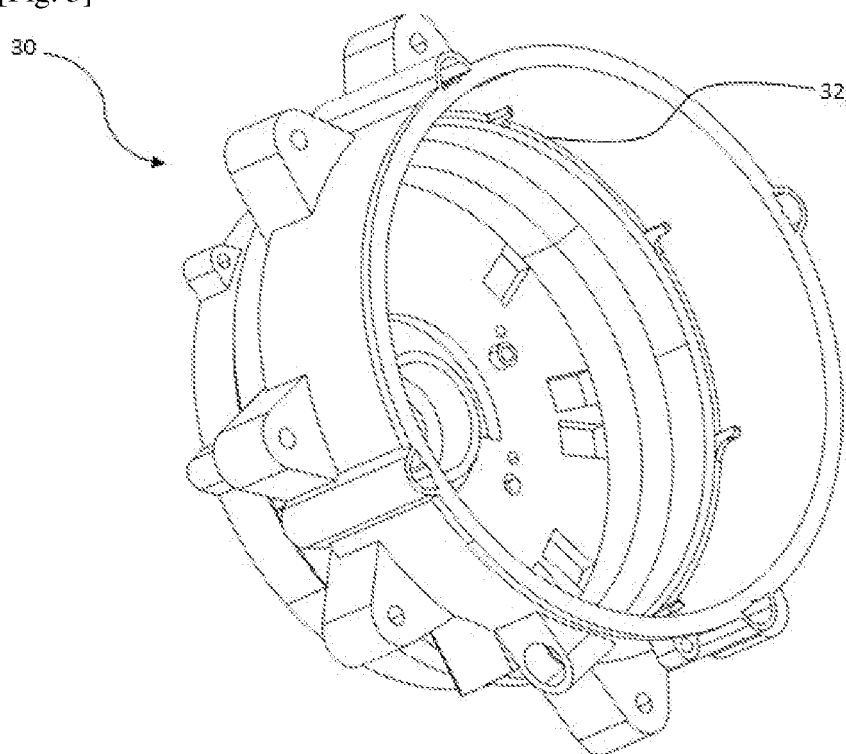
[Fig. 1]



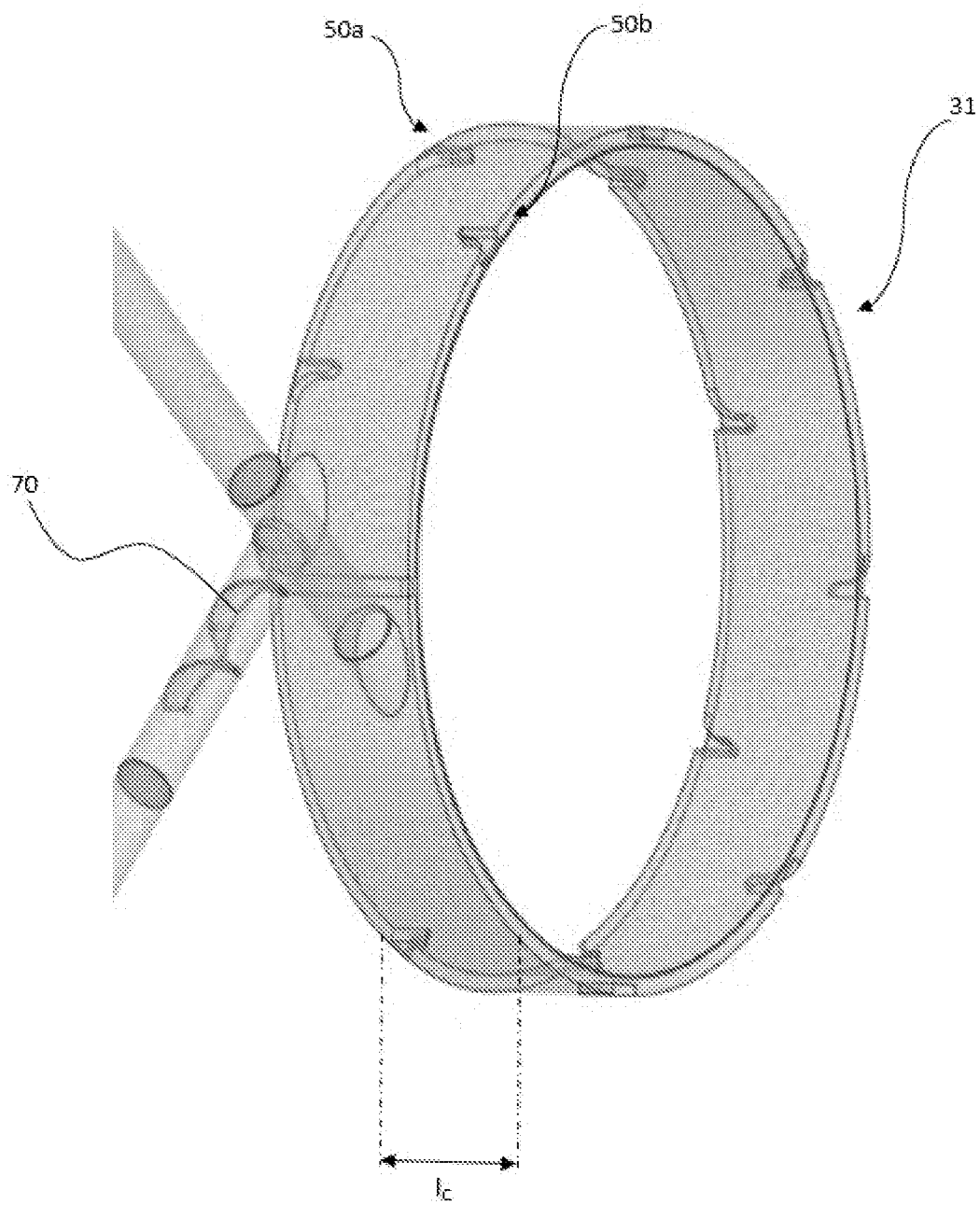
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

DE 10 2019 218719 A1 (BOSCH GMBH ROBERT
[DE]) 2 juin 2021 (2021-06-02)

JP 5 523258 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP)
18 juin 2014 (2014-06-18)

CN 202 679 157 U (SHENJIANG ELECTRIC
VEHICLE CO) 16 janvier 2013 (2013-01-16)

EP 3 661 027 B1 (VALEO SIEMENS EAUTOMOTIVE
GERMANY GMBH [DE])
5 janvier 2022 (2022-01-05)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT