(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 143 910***

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 13997**

(51) Int Cl[8] : ***H 02 K 9/19*** *(2023.01)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 20.12.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 21.06.24 Bulletin 24/25.

(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.

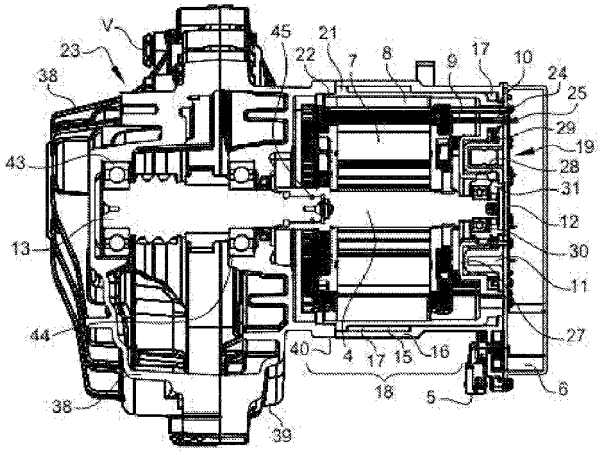
(54) Machine électrique tournante à canal de refroidissement perfectionné.

(57) L'invention concerne une machine électrique tournante (2) pour véhicule automobile, comportant :

- un rotor (7),
- un stator (8) entourant le rotor (7) et comprenant des enroulements de phases (9),
- des composants électroniques (10, 11) d'alimentation des enroulements du stator,
- un boitier (14) portant le stator (8) et les composants électroniques (10, 11),

dans laquelle le boitier (14) délimite un canal (17) de refroidissement commun au stator (8) et aux composants électroniques, apte à recevoir un fluide de refroidissement, notamment comprenant de l'eau, pour refroidir le stator et les composants électroniques

Figure pour l'abrégé : figure 4



FR 3 143 910 - A1

Description

Titre de l'invention : Machine électrique tournante à canal de refroidissement perfectionné

[0001] La présente invention porte sur une machine électrique tournante à canal de refroidissement perfectionné. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse, mais non exclusive, avec les machines électriques réversibles de forte puissance pouvant fonctionner en mode alternateur et en mode moteur accouplées avec un élément réducteur.

[0002] De façon connue en soi, les machines électriques tournantes comportent un stator et un rotor solidaire d'un arbre. Le stator est monté dans un boitier avant et un boitier arrière, configurés pour porter à rotation l'arbre sur des paliers respectifs avant et arrière, par l'intermédiaire de roulements. Les boitiers avant et arrière de la machine sont fixés entre eux par vissage.

[0003] Le rotor comporte un corps formé par un empilage de feuilles de tôles maintenues sous forme de paquet au moyen d'un système de fixation adapté. Le rotor comporte des pôles formés par exemple par des aimants permanents logés dans des cavités ménagées dans la masse du rotor. Alternativement, dans une architecture dite à pôles "saillants", les pôles sont formés par des bobines enroulées autour de bras saillants du rotor.

[0004] Par ailleurs, le stator comporte un corps formé notamment par un empilage de tôles minces formant une couronne, dont la surface intérieure est pourvue d'encoches ouvertes vers l'intérieur pour recevoir un bobinage. Le bobinage est formé 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. Ainsi, le bobinage comporte des enroulements de phases connectés en étoile ou en triangle dont les sorties sont reliées à des composants électroniques.

[0005] Dans certains types de chaînes de traction de véhicule automobile assurant la transmission de la puissance mécanique du moteur thermique vers les roues du véhicule, une machine électrique tournante réversible, de forte puissance, peut être accouplée à un élément réducteur. L'élément réducteur peut être formé par une boîte de vitesses du véhicule ou par un réducteur monté sur un train d'engrenage du véhicule et relié mécaniquement à la machine électrique tournante.

[0006] La machine électrique tournante est apte à fonctionner dans un mode alternateur pour fournir notamment de l'énergie à une batterie et à un réseau de bord du véhicule, et dans un mode moteur, pour assurer le démarrage d'un moteur thermique, et/ou pour participer à la traction du véhicule, seule ou en combinaison avec le moteur thermique.

[0007] De façon connue en soi, la machine électrique tournante est pilotée par des

composants électroniques, logés dans un carter fixé au boitier arrière de la machine électrique tournante. Ces composants comprennent des composants électroniques de puissance permettant de définir une valeur d'un courant électrique circulant dans chacun des enroulements de phases du stator, et des composants électroniques de commande permettant de piloter les composants électroniques de puissance en fonction de certains paramètres environnementaux et de données mesurées sur le véhicule automobile.

[0008] Ces nombreux composants électroniques conduisent à la production de nombreuses calories, principalement par effet Joule, durant le fonctionnement de la machine. De même, le rotor et le stator de la machine produisent également de nombreuses calories par effet Joule. Afin de garantir un fonctionnement optimal d'une part et d'éviter un dysfonctionnement et/ou des pannes prématurées d'autre part, il est connu d'associer au stator un canal de refroidissement et d'associer au carter contenant des composants électroniques un second canal de refroidissement.

[0009] Le document FR3086124 décrit un canal de refroidissement commun au stator et aux composants électroniques. Ce canal de refroidissement comporte une partie s'étendant entre le boitier avant et le boitier arrière de la machine électrique tournante pour refroidir le stator, et une partie s'étendant dans le carter des composants électroniques pour refroidir ces derniers, les deux parties de ce canal communiquant entre elles par un raccordement étanche entre le boitier arrière de la machine et le carter des composants électroniques.

[0010] Ce canal de refroidissement commun présente l'avantage de simplifier le refroidissement des éléments en disposant d'une seule entrée et d'une seule sortie du canal.

[0011] Cependant, ce canal de refroidissement présente l'inconvénient de multiplier les risques de fuite. Ainsi, il nécessite la présence de multiples joints, en particulier de joints toriques, entre le boitier avant de la machine et le boitier arrière de la machine d'une part, et entre le boitier arrière de la machine et le carter des composants électroniques d'autre part. Ceci complique le montage de l'ensemble, formé de la machine tournante, des composants électroniques et du réducteur, et alourdit cet ensemble.

[0012] La présente invention vise à remédier à ces inconvénients en proposant une machine électrique tournante pour véhicule automobile, comportant :

[0013] - un rotor,

[0014] - un stator entourant le rotor et comprenant des enroulements de phases,

[0015] - des composants électroniques d'alimentation des enroulements du stator,

[0016] - un boitier portant le stator et les composants électroniques,

[0017] dans laquelle le boitier délimite un canal de refroidissement commun au stator et aux composants électroniques, apte à recevoir un fluide de refroidissement, notamment comprenant de l'eau, pour refroidir le stator et les composants électroniques.

[0018] Ainsi, c'est un élément unique, le boitier de la machine, qui délimite le canal de refroidissement commun au stator et aux composants électroniques. Il n'est donc plus nécessaire de prévoir différents éléments formant le canal, ni des joints entre les différents éléments, de sorte que les risques de fuite sont diminués, le montage simplifié et le poids réduit.

[0019] Sont introduites ci-dessous d'autres caractéristiques optionnelles de la machine prises seules ou en combinaison.

[0020] Avantageusement, le boitier comprend :

[0021] - une partie latérale annulaire, dans laquelle le canal de refroidissement s'étend autour du stator pour favoriser un échange thermique avec le stator, et

[0022] - une partie d'extrémité, dans laquelle le canal de refroidissement s'étend pour favoriser un échange thermique avec les composants électroniques.

[0023] De préférence, le boitier comprend une paroi interne et une paroi externe, ces parois étant rapportées l'une sur l'autre, par exemple par soudage entre elles par friction malaxage, ces parois délimitant entre elles le canal de refroidissement commun au stator et aux composants électroniques.

[0024] Ainsi, ces parois interne et externe forment un boitier d'un seul tenant, ce qui limite le recours à des joints. Ce boitier d'un seul tenant peut être géré pour le stockage et pour le montage comme une seule référence.

[0025] De préférence, dans la partie latérale annulaire du boitier, la surface interne de la paroi interne du boitier sert de support au stator, et, dans la partie d'extrémité du boitier, la surface externe de la paroi externe du boitier sert de support pour un circuit imprimé sur lequel sont placés au moins certains des composants électroniques.

[0026] Avantageusement, dans la partie d'extrémité du boitier :

[0027] - la paroi externe comprend des enfoncements axiaux permettant le logement d'au moins certains des composants électroniques ;

[0028] - la paroi interne comprend des enfoncements axiaux complémentaires aux enfoncements axiaux de la paroi externe, de manière à ce que le canal de refroidissement entoure au moins en partie les composants électroniques logés dans les enfoncements axiaux.

[0029] De préférence, au moins l'une des parois comporte :

[0030] - dans la partie latérale annulaire, au moins une première nervure délimitant le canal de manière à contraindre un sens de circulation du fluide autour du stator ;

[0031] - dans la partie latérale annulaire, au moins un dégagement formant une partie du canal permettant la circulation axiale du fluide entre les parties latérale annulaire et d'extrémité ;

[0032] - dans la partie d'extrémité, au moins une deuxième nervure délimitant le canal de manière de manière à contraindre le sens de circulation du fluide destiné à favoriser un

échange thermique avec des composants électroniques.

[0033] Avantageusement, la paroi interne du boitier forme support d'un palier de la machine guidant un arbre du rotor en rotation.

[0034] De préférence, les composants électroniques sont choisis parmi :

[0035] - des composants électroniques de puissance formant onduleur pour alimenter les enroulements de phases en courant alternatif à partir de courant continu fourni par une source externe à la machine,

[0036] - des composants électroniques de puissance formant redresseur pour alimenter la source externe en courant continu à partir de courant alternatif fourni par les enroulements de phases,

[0037] - des capacités de filtrage,

[0038] - des connecteurs de phase connectant aux enroulements de phases du stator les composants électroniques de puissance formant onduleur ou redresseur,

[0039] - des composants électroniques de commande pour commander des composants électroniques de puissance.

[0040] L'invention a également pour objet un ensemble comportant :

[0041] - une machine électrique tournante telle que décrite précédemment, et comprenant un arbre solidaire en rotation avec le rotor,

[0042] - un réducteur, le réducteur comprenant un arbre monté solidaire en rotation avec l'arbre de la machine et un boitier de réducteur fixé au boitier de la machine.

[0043] Avantageusement, le boitier de réducteur et le boitier de la machine ont des extrémités de liaison munies de bords complémentaires de centrage des deux boitiers.

[0044] De préférence, l'arbre de la machine est porté par un seul palier de la machine, et l'arbre du réducteur est porté par deux paliers du réducteur.

[0045] Avantageusement, le boiter du réducteur comprend un demi-boitier avant et un demi-boitier arrière. Les deux demi-boitier sont fixées l'un à l'autre.

[0046] Avantageusement le boitier comprend une paroi latérale qui définit avec le boitier de la machine électrique un espace, notamment un espace étanche, dans lequel sont logé le stator et le rotor.

[0047] L'invention a également pour objet un véhicule automobile comprenant un ensemble tel que décrit précédemment.

Brève description des figures

[0048] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

[0049] [Fig.1] est une vue en perspective d'un ensemble, selon un mode de réalisation de l'invention, comprenant un réducteur et une machine tournante ;

[0050] [Fig.2] est une vue éclatée de certaines parties de cet ensemble,

[0051] [Fig.3] est une autre vue partiellement éclatée de cet ensemble ;

[0052] [Fig.4] est une vue en coupe de cet ensemble ;

[0053] [Fig.5] est une vue en perspective de la machine de l'ensemble de la [Fig.1] montrant par transparence un canal de refroidissement de la machine ;

[0054] [Fig.6] est une vue en perspective de la machine selon un autre angle de vue que celui de la [Fig.5] ;

[0055] [Fig.7] est une vue en perspective de la machine selon encore un autre angle de vue que ceux des figures 5 et 6.

Description détaillée

[0056] On a représenté sur les figures 1 à 7 un ensemble 1 pour véhicule automobile selon un mode de réalisation, comprenant une machine électrique tournante 2 et un réducteur 3. Sur l'ensemble des figures, les éléments analogues sont désignés par des références identiques.

[0057] La machine tournante 2 est couplée en rotation au réducteur 3 par l'intermédiaire d'un arbre 4 de cette machine 2. La machine 2 est connectée électriquement à une source d'alimentation électrique non illustrée, par des connecteurs 5. Cette source alimente la machine 2 en courant continu quand la machine 2 est en mode moteur. Dans ce cas, la machine 2 transforme le courant continu en courant alternatif permettant de faire tourner l'arbre 4. A l'inverse, en mode alternateur, lorsque le réducteur 3 transmet un mouvement de rotation à l'arbre 4, la machine 2 alimente la source externe en courant continu. La machine 2 comprend un capot 6 sous lequel sont logés des composants électroniques décrits plus bas.

[0058] La machine électrique 2 comprend un rotor 7 couplé en rotation avec l'arbre 4, un stator 8 entourant le rotor 7 et comprenant des enroulements de phases 9. La machine 2 comprend également des composants électroniques d'alimentation des enroulements du stator.

[0059] Ces composants électroniques comprennent des connecteurs de phases 10, des capacités de filtrage 11 et des composants électroniques de puissance portés par un circuit imprimé 12. Les composants électroniques de puissance du circuit imprimé 12 ne seront pas décrits en détails. En mode moteur, ces composants électroniques de puissance forment un onduleur pour alimenter les enroulements de phases 9 en courant alternatif à partir de courant continu fourni par la source externe à la machine. En mode alternateur, les composants électroniques de puissance forment un redresseur pour alimenter la source externe en courant continu à partir de courant alternatif fourni par les enroulements de phases 9.

[0060] Les connecteurs de phase 10 permettent de connecter aux enroulements de phases 9 du stator 8 les composants électroniques de puissance du circuit imprimé 12 formant

onduleur ou redresseur, tandis que les capacités de filtrage 11 permettent de filtrer les courants transmis entre les enroulements de phase 9 et les composants électroniques de puissance du circuit imprimé 12.

[0061] Le circuit imprimé 12 comprend également des composants électroniques de commande connus en soi, qui ne seront pas décrits, permettant de contrôler les composants électroniques de puissance décrits ci-avant.

[0062] Ainsi, en mode moteur, la source externe alimente, via les connecteurs 5, les composants électriques du circuit 12 qui, en collaboration avec les capacités de filtrage 11 et des connecteurs de phase 10, permettent la transmission d'un courant alternatif aux enroulements de phase 9 du stator 8, ce qui met en rotation le rotor 7 et donc l'arbre 4 qui transmet ce mouvement à l'arbre 13 du réducteur 3. En mode alternateur, cet arbre 13 transmet son mouvement à l'arbre 4, ce qui génère un courant alternatif dans les enroulements de phases 9, transmis via les composants 10, 11 et le circuit 12 et via les connecteurs 5 à la source externe.

[0063] La machine électrique 2 comporte un boitier 14 portant le stator 8 et les composants électroniques. Ce boitier 14 comprend deux parois 15 et 16 métalliques respectivement interne et externe. Soudées par friction malaxage en des points qui seront précisés plus bas, ces parois délimitent entre elles un canal de refroidissement 17 commun au stator 8 et aux composants électroniques 10, 11 et à ceux du circuit imprimé 12. Le soudage par friction malaxage (abrégé en *FSW* pour « *Friction Stir Welding* » en anglais) est un procédé de soudage à l'état solide qui consiste à assembler deux pièces en les amenant dans un état pâteux grâce à un pion en rotation. Ce canal 17 est ainsi délimité par la surface externe de la paroi interne 15 et par la surface interne de la paroi externe 16. Le canal 17 est apte à recevoir un fluide de refroidissement, notamment comprenant de l'eau, pour refroidir le stator 8 et les composants électroniques.

[0064] Le boitier 14 comprend une partie latérale annulaire 18 dans laquelle le canal de refroidissement 17 s'étend autour du stator 8 pour favoriser un échange thermique avec le stator, et une partie d'extrémité 19, placée au droit de la partie latérale annulaire 18, dans laquelle le canal 17 de refroidissement s'étend pour favoriser un échange thermique avec les composants électroniques. En d'autres termes, la partie latérale annulaire 18 du boitier 14 est une partie essentiellement annulaire, formant un cylindre creux à section essentiellement circulaire. La partie d'extrémité 19 du boitier 14 correspond essentiellement à un disque s'étendant au droit de la partie latérale annulaire, venant fermer cette partie annulaire 18.

[0065] Dans les deux parties, latérale 18 et d'extrémité 19, du boitier 14, les parois interne 15 et externe 16 délimitent entre elles, par des dégagements ou rétrécissements localisés, le canal 17, de façon à contraindre une direction de circulation du fluide dans le canal 17. Les parois interne 15 et externe 16 sont localement jointives de façon à

permettre le soudage des parois 15 et 16 entre elles.

[0066] On va maintenant la paroi interne 15 du boitier 14 plus en détails.

[0067] Dans la partie latérale annulaire 18 du boitier 14, la paroi interne 15, sous la forme générale d'un cylindre de révolution, présente une surface externe, visible en particulier sur la [Fig.2], annulaire, lisse, à l'exception de la présence d'une nervure axiale 20 s'étendant axialement sur une partie seulement de cette surface. Comme on le verra, cette nervure 20 permet de contraindre un sens de circulation du fluide de refroidissement dans le canal 17. La surface interne de cette paroi 15 sert, dans cette partie latérale annulaire 18, de support au stator 8.

[0068] En outre, toujours dans cette partie latérale annulaire 18, la paroi interne 15 présente, sur le bord opposé à la partie d'extrémité 19, un épaulement annulaire 21. Cet épaulement 21 est soudé, par friction malaxage, à la surface interne de la paroi externe 16. De manière contiguë à cet épaulement 21, la surface externe de la paroi interne 15 présente un rebord annulaire 22 recevant un boitier 23 du réducteur 3 tel que décrit plus bas.

[0069] Dans la partie d'extrémité 19 du boitier 14, la paroi interne 15 s'étend au droit de la partie latérale annulaire 18. La paroi interne 15 comprend des passages axiaux 24 pour le passage des connecteurs de phases 10. Ces passages axiaux 24 sont soudés par friction malaxage à des bords d'orifices 25 de la paroi externe 16. La paroi interne 15 comprend également des enfoncements axiaux 27 complémentaires à des enfoncements axiaux 28 de la paroi externe 16 décrits plus bas, de manière à ce que le canal de refroidissement 17 entoure au moins en partie les capacités de filtrage 11 logées dans les enfoncements axiaux 28.

[0070] Toujours dans cette partie d'extrémité 19 du boitier 14, la paroi interne 15 présente une pluralité de picots de dissipation thermique 29, s'étendant axialement.

[0071] Enfin, dans une partie centrale de cette partie latérale d'extrémité 19, la paroi interne 15 comporte une surface annulaire formant palier, portant un roulement à billes 30. La paroi interne 15 comporte également un épaulement de maintien en position axiale de ce roulement 30, guidant en rotation l'arbre 4. Sur cette partie centrale, la paroi interne 15 comporte également un épaulement annulaire externe 31 soudé avec la paroi externe 16.

[0072] On va maintenant plus en détails la paroi externe 16 du boitier 14.

[0073] Dans la partie latérale annulaire 18, la paroi externe 16 présente deux zones axiales 32 et 33 visibles sur la [Fig.6], qui se distinguent l'une de l'autre essentiellement par leur diamètres internes respectifs.

[0074] Ainsi, dans la zone 32 opposée à la partie d'extrémité 19, la paroi externe 16 définit, par sa surface interne, un cylindre de révolution dont le diamètre est plus élevé que celui défini par la surface externe de la paroi interne 15. Ce diamètre interne plus élevé

délimite radialement la partie du canal 17, entre la surface interne de cette paroi externe 16 et la surface externe de la paroi interne 15, entourant le stator 8. Toujours dans cette zone 32, la paroi externe 16 est, du côté de son bord opposé à la partie d'extrémité 19, soudée par friction malaxage à l'épaulement 21 de la paroi interne 15.

[0075] Dans la zone 33, qui forme une partie de liaison entre la zone 32 et la partie d'extrémité 19 du boitier 14, le diamètre interne de cette paroi 16, délimité par la surface interne de cette paroi externe 16, est en revanche sensiblement identique au diamètre externe de la paroi interne 15, à l'exception de dégagements limités en direction circonférentielle, répartis autour du boitier 14, tels que le dégagement 34 visible à la [Fig.6]. Ainsi, à l'exception de ces dégagements, dans cette zone 33 la paroi interne 15 et la paroi externe 16 sont en contact l'une avec l'autre. Dans les dégagements 34, le diamètre interne de la paroi externe 16 redevient plus élevé que le diamètre externe de la paroi interne 15. Ces dégagements 34 forment une partie du canal 17 permettant la connexion entre la partie latérale annulaire du canal entourant le stator 8, et la partie d'extrémité du canal 17 s'étendant dans la partie d'extrémité 19 du boitier 14 pour refroidir les composants électroniques. Ainsi, dans la zone 33, le canal 17 est limité aux dégagements 34.

[0076] Dans la partie d'extrémité 19, la surface externe de la paroi externe 16 du boitier 14 sert de support pour le circuit imprimé 12 sur lequel sont placés les composants électroniques de puissance et de commande. En outre, cette paroi externe 16 comprend des enfoncements axiaux 28 permettant le logement des capacités de filtrage 11.

[0077] Comme mentionné plus haut, à ces enfoncements axiaux 28 de la paroi externe 16 correspondent des enfoncements axiaux 27 complémentaires de la paroi interne 15.

[0078] En outre, aux passages axiaux 24 de la paroi interne 15 correspondent des orifices 25 dans la paroi externe 16 permettant le passage des connecteurs de phase 10 entre le circuit imprimé 12 et les enroulements de phases 9 du stator 8. Les bords internes de ces orifices 25 sont soudés par friction malaxage avec les bords des passages axiaux 24 de la paroi interne 16.

[0079] La paroi externe 16 comporte une partie centrale munie d'un orifice central dont le bord est soudé par friction malaxage sur l'épaulement annulaire 31 de la paroi interne 15.

[0080] Toujours dans cette partie d'extrémité 19, le paroi externe 16 comprend une nervure 35, s'étendant radialement entre sa partie centrale et sa périphérie.

[0081] Il en résulte que, dans cette partie d'extrémité 19 du boitier 14, le canal 17 s'étend radialement, excepté sur la partie centrale, et de manière à entourer les picots de dissipation thermique 29, les capacités de filtrage 11 et les passages axiaux 24. De cette manière, un fluide de refroidissement circulant dans cette partie réalise un échange thermique avec les picots 29, les capacités de filtrage 11, les connecteurs de phase 10,

mais aussi avec l'ensemble des composants du circuit imprimé 12, ce circuit 12 étant fixé sur la surface externe de la paroi externe 16.

[0082] La paroi externe 16 comporte une entrée 36 du canal 17 de refroidissement, située sur la partie 19 d'extrémité et contiguë à la nervure 35. Cette paroi externe 16 comporte une sortie 37 du canal 17, située sur la partie 18 latérale annulaire, plus précisément sur sa zone annulaire 32, et contiguë à la nervure axiale 20.

[0083] Ainsi, en référence à la [Fig.6], lorsque du fluide de refroidissement est introduit par l'entrée 36, il circule dans la partie d'extrémité 19 du canal 17 dans un sens antihoraire grâce à la nervure radiale 35. Le fluide passe ensuite dans l'un des dégagements 34 pour rejoindre la partie annulaire du canal 17 située autour du stator 8. Le fluide circule alors dans une direction circonférentielle allant de la nervure axiale 20 à la sortie 37.

[0084] Les nervures 20 et 35 permettent donc de contraindre un sens de circulation du fluide dans ce canal 17 commun au stator 8 et aux composants électroniques.

[0085] Le cas échéant, les nervures pourraient être définies différemment. En particulier, elles peuvent être portées par l'une ou l'autre des deux parois interne et externe.

[0086] Il résulte de la description qui précède que la paroi interne 15 et la paroi externe 16 sont soudées l'une à l'autre par friction malaxage entre les passages axiaux 24 de la paroi interne 15 et les bords d'orifices 25 de la paroi externe 16, entre le bord annulaire 31 de la paroi interne 15 et l'orifice central de la paroi externe 16, et entre l'épaulement annulaire 21 de la paroi interne 15 et le bord opposé à la partie d'extrémité de la paroi externe 16.

[0087] On va maintenant comment le boitier 14 de la machine 2 et le réducteur 3 sont assemblés entre eux.

[0088] Le boiter 23 du réducteur 3 comprend un demi-boitier avant 38, qu'on appellera boitier latéral, et un demi-boitier arrière 39, qu'on appellera boitier central, fixés l'un à l'autre par des moyens de vissage V de manière à former le boitier 23 du réducteur 3.

[0089] Le demi-boitier central 39 définit, avec le boitier 14 de la machine tournante, un logement du rotor 7. En effet, le demi-boitier 39 présente une extrémité annulaire 40 en appui radialement sur la surface annulaire 22 la paroi interne 15 de la machine 2. Cette extrémité 40 est en butée axialement contre la paroi interne 15 et contre la paroi interne 16. En d'autres termes, le boitier 23 de réducteur 3 et le boitier 14 de la machine 2 ont des extrémités de liaison munies de bords complémentaires 21 et 22 du côté du boitier 14 et 40 du côté du boitier 23, permettant le centrage des deux boitiers 14 et 23. Le maintien en position est assuré par des moyens de vissage 41.

[0090] Une paroi d'extrémité 42 du demi-boitier 39 s'étend au droit de la partie annulaire de ce boitier 23 et permet d'assurer une étanchéité entre le logement du réducteur 3, formé par les demi-boitiers 38 et 39, et le logement du rotor 7, formé par le demi-boitier 39 et le boitier 14 de la machine.

[0091] Le demi-boitier latéral 38 porte un roulement à billes 43 et le demi-boitier central 39 porte un roulement à billes 44. Ces deux roulements 43 et 44 assurent le guidage en rotation de l'arbre 13 du réducteur 3.

[0092] Cet arbre 13 est l'arbre d'entrée du réducteur 3 lorsqu'on considère l'ensemble en mode moteur, ou l'arbre de sortie en mode alternateur. Les arbres 4 et 13 comprennent des extrémités complémentaires de couplage en rotation de ces arbres 4 et 13. A cet effet, les extrémités de couplage des arbres 4 et 13 comprennent des cannelures complémentaires de couplage en rotation. Par ailleurs, les extrémités complémentaires de couplage sont liées axialement entre elles par un anneau élastique de clipsage 45 logé dans au moins une gorge annulaire de l'extrémité de couplage de l'arbre 13 emboîtée dans l'extrémité de couplage de l'arbre 4.

[0093] Il résulte de la description qui précède que l'ensemble 1 formé de la machine 2 et du réducteur 3 comprend uniquement trois roulements à billes 30, 43 et 44, c'est-à-dire trois paliers de guidage en rotation des arbres 4 et 13, contre généralement quatre dans l'état de la technique. Cela est rendu possible par les moyens de centrage précédemment décrits des boitiers 23 et 14 respectivement du réducteur 3 et de la machine 2. Le demi-boitier central 39 du réducteur 3 remplace un boitier avant de la machine 2, le boitier 14 ne portant qu'un seul palier formé par le roulement à billes 30.

[0094] Le nombre d'éléments de cet ensemble 1 est particulièrement réduit. En effet, l'absence de boitier avant propre à la machine 2 permet de s'affranchir de moyens de fixation de ce boitier aux autres éléments et de s'affranchir de palier d'un palier de guidage propre à ce boitier avant. En outre, le soudage des parois 15 et 16 et la délimitation du canal de refroidissement 17 entre ces deux parois 15 et 16 permet de s'affranchir de joints toriques pour assurer l'étanchéité du canal s'étendant autour du stator. Enfin, ces mêmes caractéristiques permettent d'assurer l'étanchéité du canal 17 à l'égard des composants électroniques en s'affranchissant de carter propre aux composants électroniques et en s'affranchissant des joints associés.

[0095] La réduction du nombre d'éléments facilite le montage de la machine tournante 2, laquelle peut être assemblée au réducteur de manière aisée via les moyens de centrage et les moyens de vissage.

[0096] Le soudage de la paroi 15 à la paroi 16 permet de fabriquer un boitier 14 d'un seul tenant. Ce boitier d'un seul tenant peut être géré pour le stockage et pour le montage comme une seule référence.

[0097] Ce soudage permet également de diminuer le risque de fuites du fluide de refroidissement.

[0098] Dans un mode de réalisation non illustré, un quatrième palier, en l'espèce un quatrième roulement à billes, peut être placé sur l'extrémité de l'arbre 13 côté réducteur. On place alors un demi-boitier supplémentaire entre le boitier central 39 du

réducteur et le boitier 14 de la machine pour porter ce palier. On retrouve un nombre de quatre boitiers et de quatre paliers, mais on conserve l'avantage du canal de refroidissement commun au stator et aux composants électroniques, et l'absence des différents joints associés à ce canal dans l'état de la technique.

[0099] Dans un mode de réalisation non illustré, cet ensemble comprend non pas deux arbres mais un seul arbre commun à la machine 2 et au réducteur 3. Dans ce cas, on peut considérer qu'un pignon du réducteur est directement monté solidaire de l'arbre de la machine.

[0100] Le boitier 14 n'est pas nécessairement métallique. Il est toutefois avantageusement fait d'un matériau compatible avec le soudage par friction malaxage.

[0101] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation présentés et d'autres modes de réalisation apparaîtront clairement à l'homme du métier.

Revendications

[Revendication 1] Machine électrique tournante (2) pour véhicule automobile, comportant :
- un rotor (7),
- un stator (8) entourant le rotor (7) et comprenant des enroulements de phases (9),
- des composants électroniques (10, 11) d'alimentation des enroulements du stator,
- un boitier (14) portant le stator (8) et les composants électroniques (10, 11),
caractérisée en que le boitier (14) délimite un canal (17) de refroidissement commun au stator (8) et aux composants électroniques, apte à recevoir un fluide de refroidissement, notamment comprenant de l'eau, pour refroidir le stator et les composants électroniques.

[Revendication 2] Machine (2) selon la revendication 1, dans laquelle le boitier (14) comprend :
- une partie latérale annulaire (18), dans laquelle le canal (17) de refroidissement s'étend autour du stator (8) pour favoriser un échange thermique avec le stator (8), et
- une partie d'extrémité (19), dans laquelle le canal (17) de refroidissement s'étend pour favoriser un échange thermique avec les composants électroniques (10, 11).

[Revendication 3] Machine (2) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le boitier (14) comprend une paroi interne (15) et une paroi externe (16), ces parois (15, 16) étant rapportées l'une sur l'autre, par exemple par soudage entre elles par friction malaxage, ces parois délimitant entre elles le canal (17) de refroidissement commun au stator (8) et aux composants électroniques (11).

[Revendication 4] Machine (2) selon les revendications 2 et 3 prises ensemble, dans laquelle :
- dans la partie latérale annulaire (18) du boitier (14), une surface interne de la paroi interne (15) du boitier sert de support au stator (8), et
- dans la partie d'extrémité (19) du boitier, une surface externe de la paroi externe (16) du boitier (14) sert de support pour un circuit imprimé (12) sur lequel sont placés au moins certains des composants électroniques.

[Revendication 5] Machine (2) selon au moins les revendications 2 et 3 prises ensemble,

dans laquelle, dans la partie d'extrémité (19) du boitier :
- la paroi externe (16) comprend des enfoncements axiaux (28) permettant le logement d'au moins certains des composants électroniques (10, 11) ;
- la paroi interne (15) comprend des enfoncements axiaux (27) complémentaires aux enfoncements axiaux (28) de la paroi externe (16), de manière à ce que le canal (17) de refroidissement entoure au moins en partie les composants électroniques (11) logés dans les enfoncements axiaux (28).

[Revendication 6] Machine (2) selon au moins les revendications 2 et 3 prises ensemble, dans laquelle au moins l'une des parois (15, 16) comporte :
- dans la partie latérale annulaire (18), au moins une première nervure (20) délimitant le canal (17) de manière à contraindre un sens de circulation du fluide autour du stator (8) ;
- dans la partie latérale annulaire (18), au moins un dégagement (34) formant une partie du canal (17) permettant la circulation axiale du fluide entre les parties latérale annulaire et d'extrémité ;
- dans la partie d'extrémité (19), au moins une deuxième nervure (35) délimitant le canal de manière à contraindre le sens de circulation du fluide destiné à favoriser un échange thermique avec des composants électroniques (11).

[Revendication 7] Machine (2) selon au moins la revendication 3, dans laquelle la paroi interne (15) du boitier (14) forme support d'un palier (30) de la machine (2) guidant un arbre (4) du rotor (7) en rotation.

[Revendication 8] Machine (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les composants électroniques (10, 11) sont choisis parmi :
- des composants électroniques de puissance formant onduleur pour alimenter les enroulements de phases (9) en courant alternatif à partir de courant continu fourni par une source externe à la machine (2),
- des composants électroniques de puissance formant redresseur pour alimenter la source externe en courant continu à partir de courant alternatif fourni par les enroulements de phases (9),
- des capacités de filtrage (11),
- des connecteurs de phase (10) connectant aux enroulements de phases (9) du stator (8) les composants électroniques de puissance formant onduleur ou redresseur,
- des composants électroniques de commande pour commander des composants électroniques de puissance.

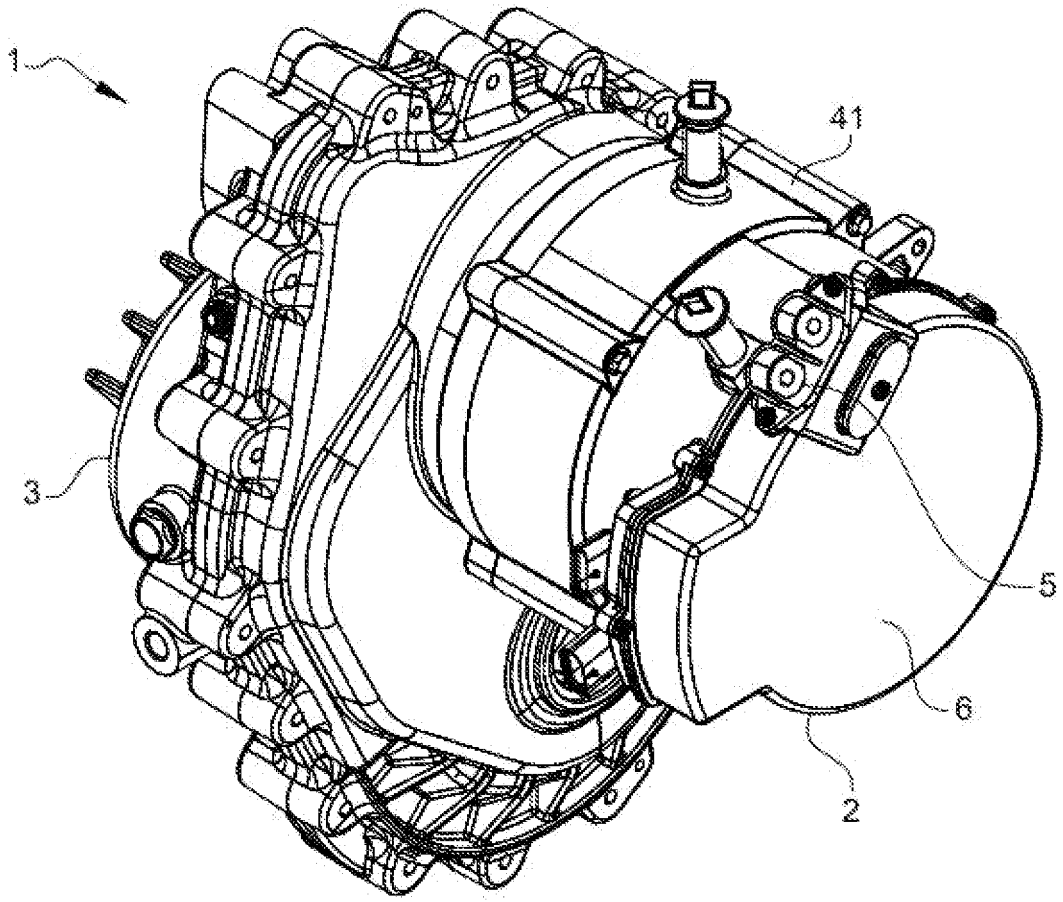
[Revendication 9] Ensemble (1) comportant :
- une machine électrique tournante (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, et comprenant un arbre (4) solidaire en rotation avec le rotor (7),
- un réducteur (3), le réducteur (3) comprenant un arbre (13) monté solidaire en rotation avec l'arbre (4) de la machine (2) et un boitier (23) de réducteur (3) fixé au boitier (14) de la machine.

[Revendication 10] Ensemble (1) selon la revendication précédente, dans lequel le boitier (23) de réducteur (3) et le boitier (14) de la machine ont des extrémités de liaison (21, 22, 40) munies de bords complémentaires de centrage des deux boitiers (14, 23).

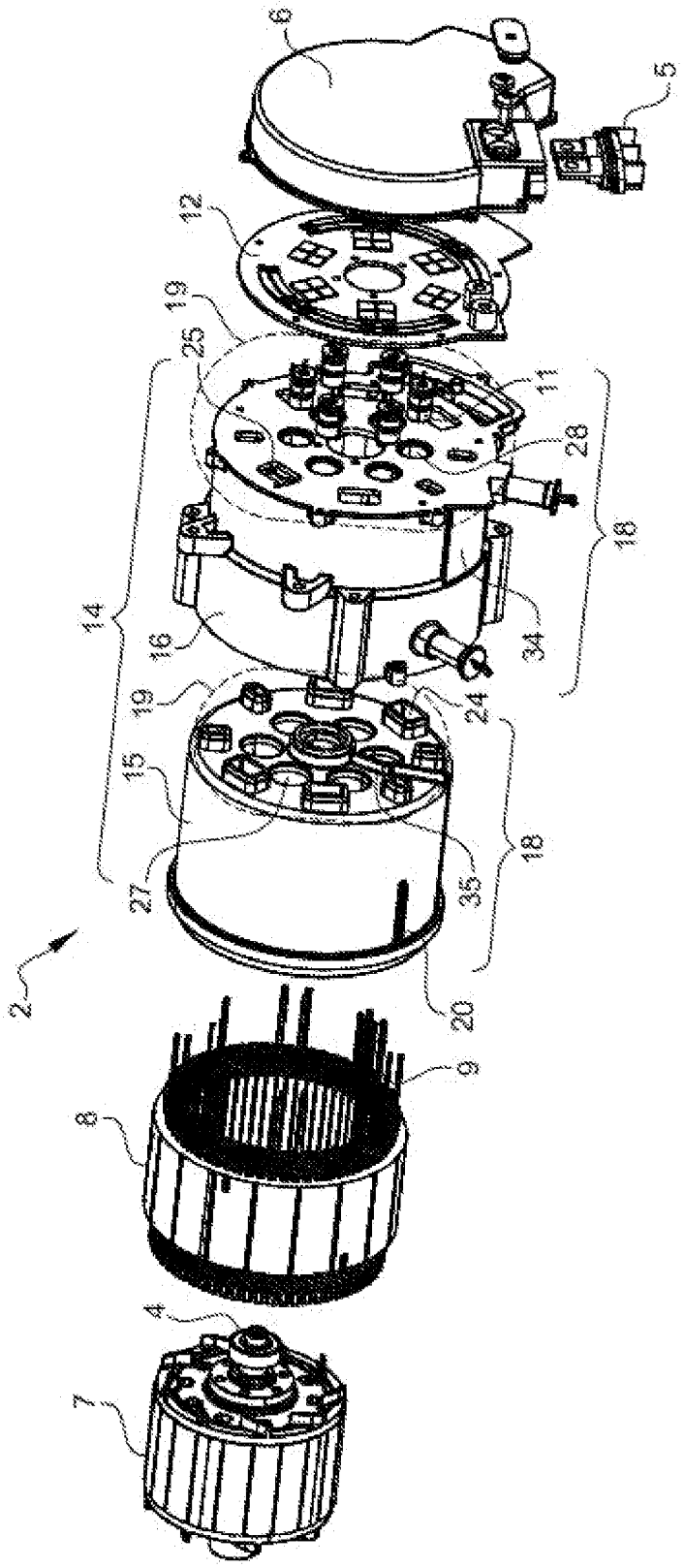
[Revendication 11] Ensemble (1) selon la revendication 9 ou 10, dans lequel :
- l'arbre (4) de la machine (2) est porté par un seul palier (32) de la machine, et
- l'arbre (13) du réducteur (3) est porté par deux paliers (43, 44) du réducteur (3).

[Revendication 12] Véhicule automobile comprenant un ensemble (1) selon l'une quelconque des revendications 9 à 11.

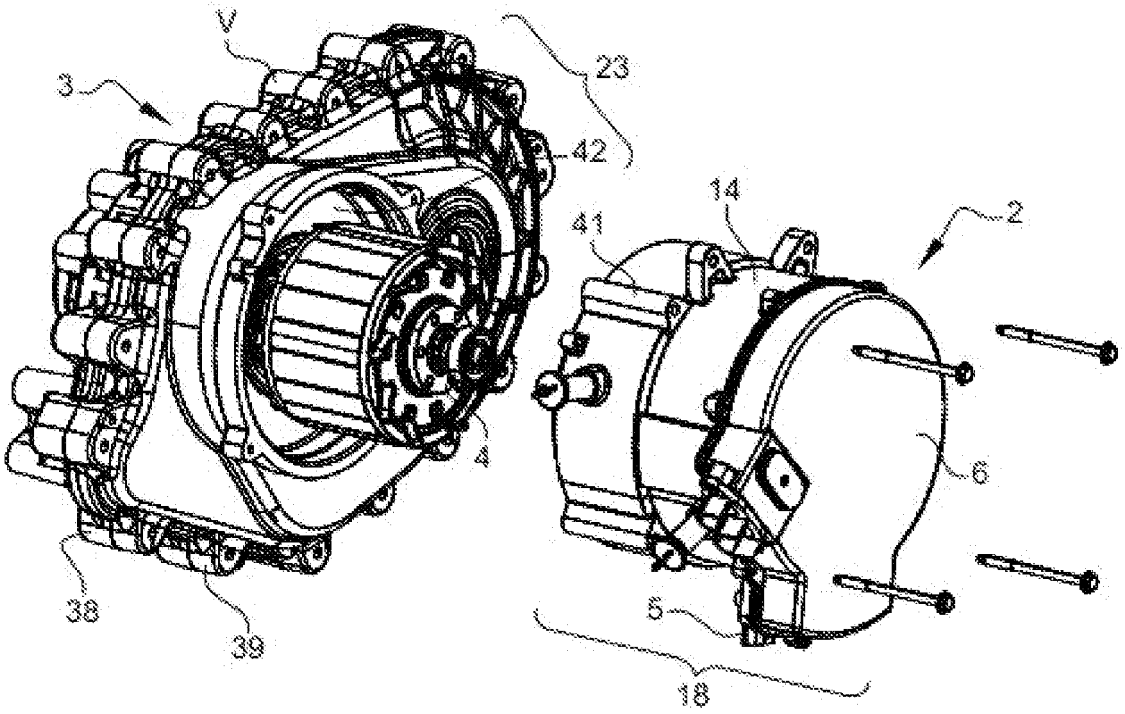
[Fig. 1]



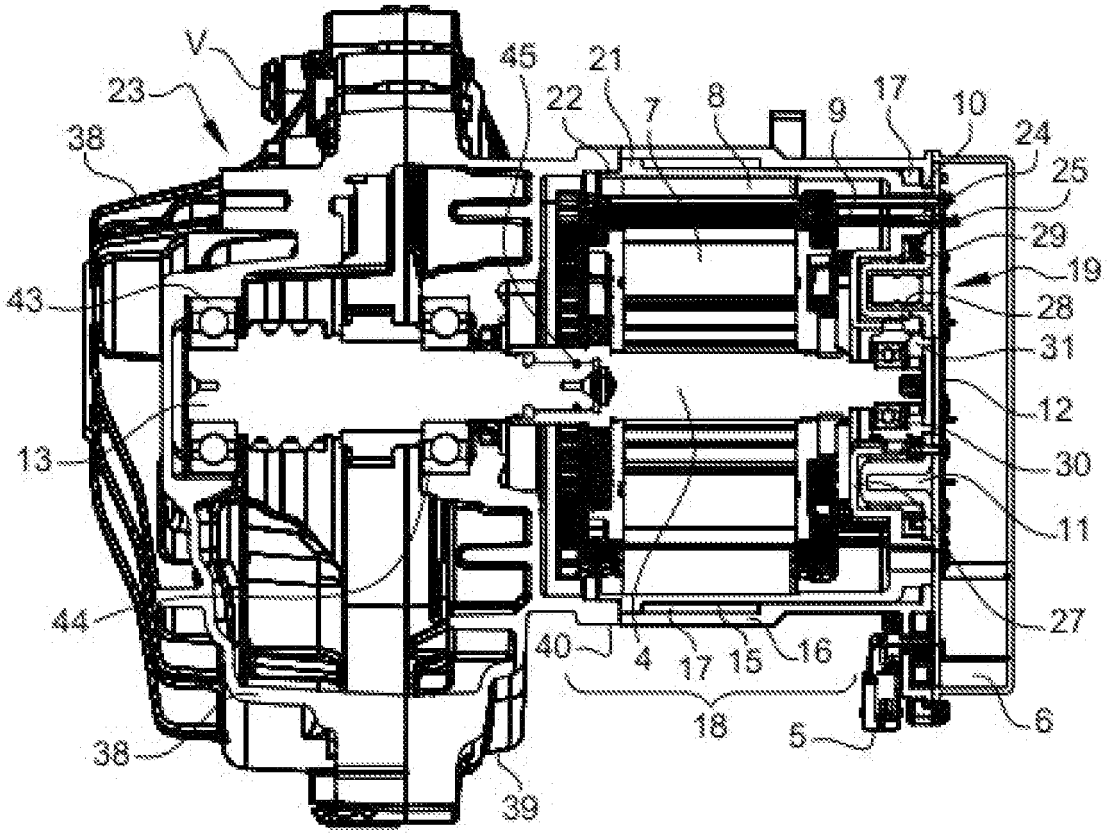
[Fig. 2]



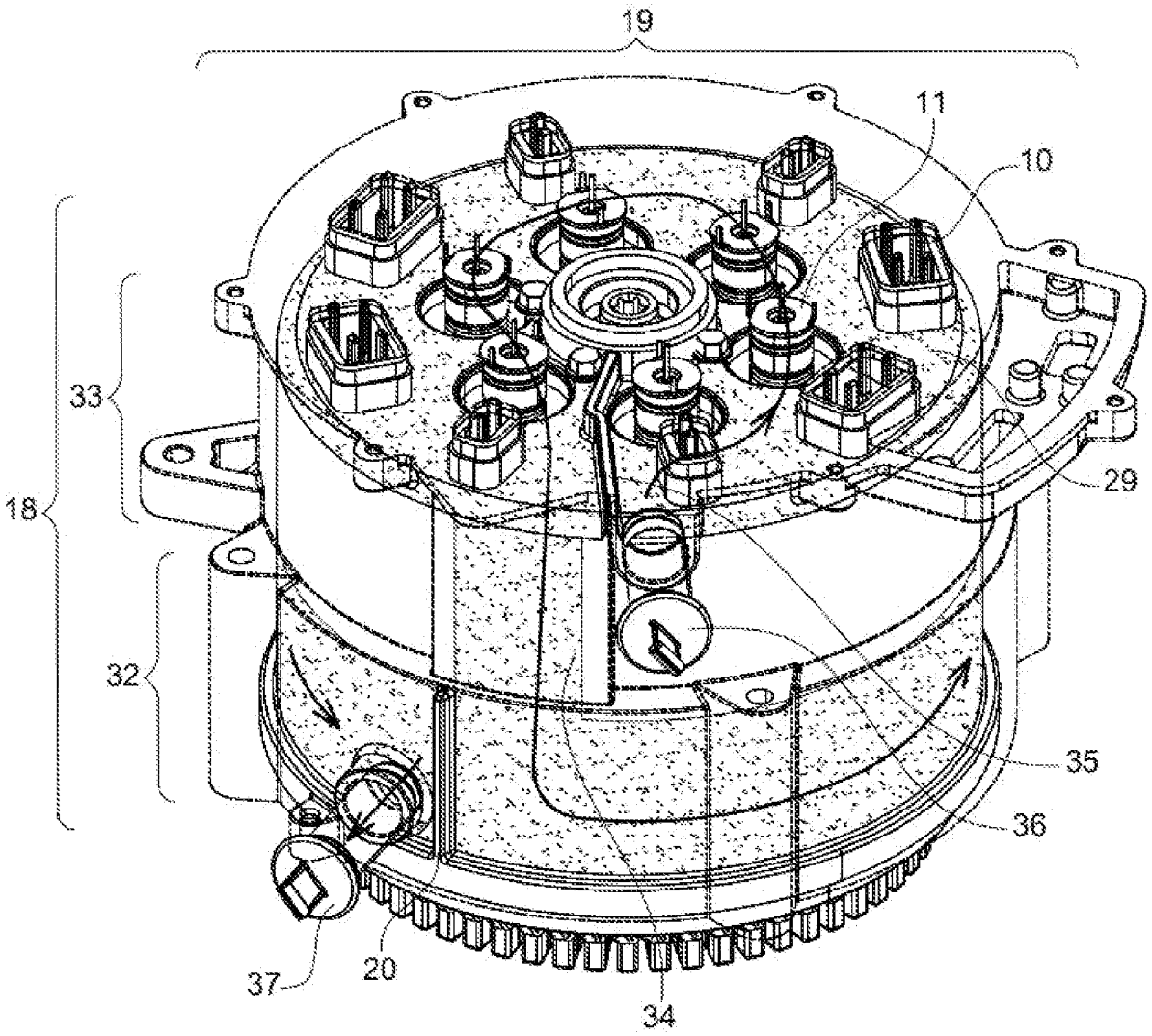
[Fig. 3]


V
3
23
42
14
41
2
4
6
38
39
5
18

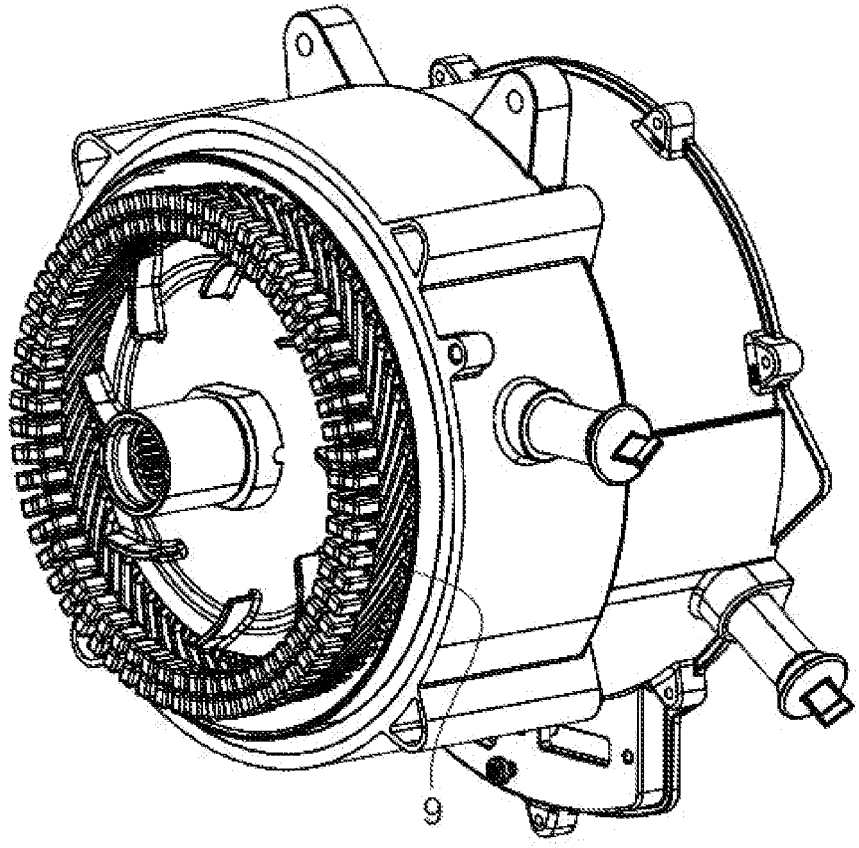
[Fig. 4]


V
23
45
21
22
7
8
9
17
10
24
38
25
29
19
43
28
31
12
13
30
11
44
27
40
4
17
15
16
18
5
6
38
39

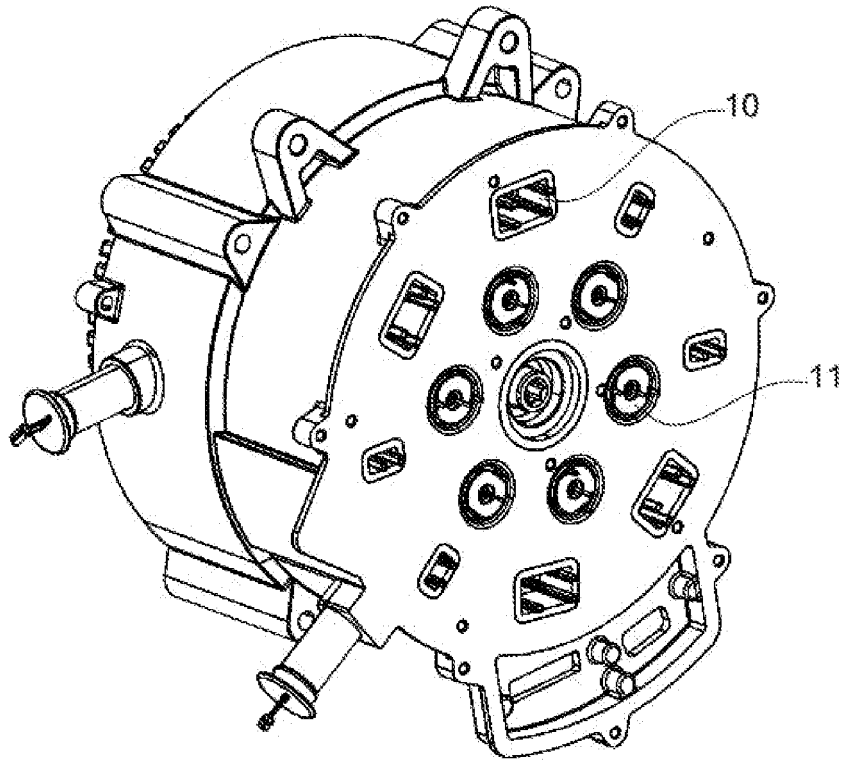
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



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 914504
FR 2213997

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 Y	US 2014/265661 A1 (CHAMBERLIN BRADLEY D [US] ET AL) 18 septembre 2014 (2014-09-18) * figures 1, 2, 3, 4A, 4B, 5A, 5B * * revendications 9, 13, 15 * * alinéas [0029], [0032], [0039] * -----	1-4, 6-10,12 5,11	H02K9/19
X	US 5 491 370 A (SCHNEIDER ERIC D [US] ET AL) 13 février 1996 (1996-02-13) * figure 3 * * colonne 5, ligne 3 - ligne 9 * -----	1	
X	US 2013/259720 A1 (MILLS KYLE D [CA] ET AL) 3 octobre 2013 (2013-10-03) * figures 7, 10 * * alinéa [0026] * -----	1	
Y	DE 10 2013 210559 A1 (MAGNA POWERTRAIN AG & CO KG [AT]) 11 décembre 2014 (2014-12-11) * figures 4, 9 * -----	5	
Y	WO 2019/154154 A1 (BYD CO LTD [CN]) 15 août 2019 (2019-08-15) * figure 8 * -----	11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H02K

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
25 juin 2023	Dragojlovic, Djordje

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 2213997 FA 914504

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 25-06-2023
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 2014265661 A1	18-09-2014	AUCUN	
US 5491370 A	13-02-1996	AUCUN	
US 2013259720 A1	03-10-2013	CN 103261705 A	21-08-2013
		EP 2609337 A1	03-07-2013
		KR 20130093622 A	22-08-2013
		US 2013259720 A1	03-10-2013
		WO 2012024778 A1	01-03-2012
DE 102013210559 A1	11-12-2014	DE 102013210559 A1	11-12-2014
		WO 2014195084 A2	11-12-2014
WO 2019154154 A1	15-08-2019	EP 3751709 A1	16-12-2020
		US 2021057959 A1	25-02-2021
		US 2023198331 A1	22-06-2023
		WO 2019154154 A1	15-08-2019

EPO FORM P0465