

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.11.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.05.25 Bulletin 25/19.

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 eAutomotive Germany GmbH
GmbH — DE.

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

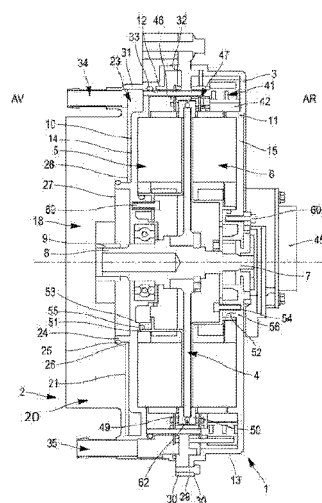
73 Titulaire(s) : Valeo eAutomotive Germany GmbH
GmbH.

74 Mandataire(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELEC-
TRIQUES MOTEUR - SCE PI.

54 Machine électrique tournante à flux axial.

57 L'invention concerne une Machine électrique (1) des-
tinée à être fixée à l'arrière d'un dispositif de réduction (2) et
comportant : - un carter (3) définissant un logement et com-
portant un fond avant (14) ; - au moins un rotor (4) solidaire
en rotation d'un arbre de sortie (7) ; et- au moins un stator
(5, 6) qui est positionné dans le logement, axialement en
face du rotor (4) ; le fond avant (14) du carter (3) étant des-
tiné à être inséré à l'intérieur d'une cloche (20) du dispositif
de réduction (2) et étant agencé pour former, avec ladite
cloche (20), une chambre (23) destinée à recevoir un fluide
de refroidissement ; le carter (3) comportant une pluralité
de conduits (46) qui traversent le fond avant (14) et qui sont
ainsi destinés à déboucher dans la chambre (23), les
conduits (46) faisant saillie vers l'arrière depuis le fond avant
(14) et comportant au moins un orifice de pulvérisation (47,
48) qui est dirigé radialement vers l'intérieur en regard de
l'une des bobines (38) du stator (5, 6).

Figure pour l'abrégé : 2



Description

Titre de l'invention : Machine électrique tournante à flux axial

Domaine technique

[0001] L'invention concerne une machine électrique tournante à flux axial, notamment pour un véhicule électrique ou hybride, ainsi qu'un ensemble comportant un boîtier d'un dispositif de réduction et une machine électrique tournante à flux axial.

Arrière-plan technologique

[0002] Dans l'état de la technique, il est connu des machines électriques tournantes à flux axial qui sont équipées d'un circuit de refroidissement dans lequel circule un fluide de refroidissement et visant à refroidir la machine tournante afin d'éviter qu'elle ne s'échauffe. Une telle machine tournante est notamment divulguée dans les documents FR3073341 et FR3117706.

[0003] De telles machines électriques tournantes à flux axial ne sont pas pleinement satisfaisantes, notamment en ce que leur circuit de refroidissement n'assure pas un refroidissement suffisamment performant et homogène des bobines du stator et/ou présente une structure complexe.

Résumé de l'invention

[0004] Une idée à la base de l'invention est de proposer une machine électrique tournante à flux axial qui soit simple, compacte et équipée de moyens de refroidissement efficaces.

[0005] Une autre idée à la base de l'invention consiste à proposer une machine électrique tournante à flux axial dans laquelle les pertes par frottement visqueux du rotor sont limitées.

[0006] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une machine électrique destinée à être fixée à l'arrière d'un dispositif de réduction et comportant :

- un carter définissant un logement et comportant un fond avant présentant une ouverture ;
- au moins un rotor monté mobile en rotation dans le logement du carter autour d'un axe X, ledit rotor étant solidaire en rotation d'un arbre de sortie comportant une extrémité avant qui est destinée à être accouplée à un système d'engrenage du dispositif de réduction et qui passe au travers de l'ouverture du fond avant ; et
- au moins un stator qui est positionné dans le logement, axialement en face du rotor, et comporte un corps de stator équipé de dents qui font saillie en direction du rotor et qui sont réparties autour de l'axe X et des bobines qui comprennent un enroulement et qui sont portées par les dents ;

le fond avant du carter étant destiné à être inséré à l'intérieur d'une cloche du dispositif de réduction et étant agencé pour former avec ladite cloche une chambre

destinée à recevoir un fluide de refroidissement ;

le carter comportant une pluralité de conduits qui traversent le fond avant et qui sont ainsi destinés à déboucher dans la chambre, les conduits faisant saillie vers l'arrière depuis le fond avant et comportant au moins un orifice de pulvérisation qui est dirigé radialement vers l'intérieur en regard de l'une des bobines du stator.

- [0007] Grâce à ces caractéristiques, la structure de la machine électrique est particulièrement simple et peu encombrante, notamment en ce que la chambre destinée à recevoir le fluide de refroidissement est formée entre le fond avant du carter et la cloche du dispositif de réduction.
- [0008] Selon des modes de réalisation, une telle machine électrique peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0009] Selon un mode de réalisation, les enroulements des bobines sont concentrés, c'est-à-dire que l'enroulement de chacune des bobines est monté autour de l'une des dents. Autrement dit, chaque dent du stator porte exactement l'un des enroulements.
- [0010] Selon un autre mode de réalisation, les enroulements des bobines sont distribués, c'est-à-dire que chaque enroulement est réparti sur au moins deux des dents du stator.
- [0011] Selon un mode de réalisation, le fond avant du carter comporte une jupe qui fait saillie axialement vers l'avant, ladite jupe présentant une gorge dans laquelle est monté un joint annulaire, ledit joint annulaire étant destiné à coopérer avec une paroi cylindrique ménagée dans une paroi de fond de la cloche de manière à assurer une étanchéité de la chambre.
- [0012] Selon d'autres modes de réalisation, l'étanchéité entre le fond avant du carter et la paroi de fond de la cloche peut également se faire par tout autre moyen. Il peut notamment s'agir d'une soudure, par exemple par friction, ultrason, laser ou infrarouge, ou d'un collage entre, d'une part, la jupe du fond avant du carter et, d'autre part, la paroi cylindrique ménagée dans la paroi de fond de la cloche.
- [0013] Selon un mode de réalisation, en projection dans un plan radial orthogonal à l'axe X, la jupe est disposée radialement à l'intérieur du stator avant. Ainsi, la chambre s'étend radialement vers l'intérieur au-delà des bobines du stator avant ce qui augmente l'échange thermique par conduction entre le fluide de refroidissement reçu dans la chambre et le stator avant au travers du fond avant.
- [0014] Selon un mode de réalisation, la machine électrique comprend un stator avant et un stator arrière qui sont positionnés dans le logement et sont respectivement disposés axialement devant et derrière le rotor.
- [0015] Selon un mode de réalisation, les conduits comportent chacun deux orifices de pulvérisation qui sont respectivement dirigées radialement vers l'intérieur en regard de l'une des bobines du stator avant et en regard de l'une des bobines du stator arrière. Ainsi, un unique circuit de refroidissement est utilisé pour refroidir les deux stators, ce qui

permet de simplifier encore davantage la structure de la machine électrique.

- [0016] Selon un mode de réalisation, chacun des stators avant et arrière comporte n bobines (avec n un nombre entier) et le carter comporte n conduits, chaque conduit étant disposé radialement à l'extérieur d'une bobine respective de chacun des stators.
- [0017] Selon un mode de réalisation, le carter comporte un demi-carter avant et un demi-carter arrière qui sont fixés l'un à l'autre, le demi-carter avant comportant le fond avant et un rebord périphérique et le demi-carter arrière comportant un fond arrière et un rebord périphérique, le stator avant et le stator arrière étant respectivement logés à l'intérieur du demi-carter avant et du demi-carter arrière.
- [0018] Selon un mode de réalisation, la machine électrique comporte un flasque avant et un flasque arrière qui sont respectivement interposés axialement entre le stator avant et le rotor et entre le stator arrière et le rotor, le flasque avant étant fixé de manière étanche au fond avant du demi-carter avant dans une zone située radialement à l'intérieur du stator avant, le flasque arrière étant fixé de manière étanche au fond arrière du demi-carter arrière dans une zone située radialement à l'intérieur du stator arrière et étant fixé de manière étanche au flasque avant dans une zone située radialement à l'extérieur du rotor.
- [0019] Ainsi, un tel agencement permet d'encapsuler le rotor de manière simple afin d'éviter qu'il ne soit en contact avec le fluide de refroidissement. Ceci évite les pertes par frottement qui seraient susceptibles d'être occasionnées par le frottement visqueux du rotor avec le fluide de refroidissement.
- [0020] Selon un mode de réalisation, le flasque avant et le flasque arrière sont en matière plastique.
- [0021] Selon un mode de réalisation, le flasque avant comporte une jupe interne qui est positionnée radialement à l'intérieur du stator avant, le fond avant comportant une portion annulaire d'étanchéité faisant saillie axialement vers l'arrière, un joint annulaire étant disposé radialement entre la jupe interne du flasque avant et la portion annulaire d'étanchéité du fond avant.
- [0022] Selon d'autres modes de réalisation, l'étanchéité entre le flasque avant et le fond avant du carter peut également se faire par tout autre moyen. Il peut notamment s'agir d'une soudure, par exemple par friction, ultrason, laser ou infrarouge, ou d'un collage entre, d'une part, la jupe interne du flasque avant et, d'autre part, la portion annulaire d'étanchéité du fond avant.
- [0023] Selon un mode de réalisation, le flasque arrière comporte une jupe interne qui est positionnée radialement à l'intérieur du stator arrière, le fond arrière comportant une portion annulaire d'étanchéité faisant saillie axialement vers l'avant, un joint annulaire étant disposé radialement entre la jupe interne du flasque arrière et la portion annulaire d'étanchéité du fond arrière.

- [0024] Selon d'autres modes de réalisation, l'étanchéité entre le flasque arrière et le fond arrière du carter peut également se faire par tout autre moyen. Il peut notamment s'agir d'une soudure, par exemple par friction, ultrason, laser ou infrarouge, ou d'un collage entre, d'une part, la jupe interne du flasque arrière et, d'autre part, la portion annulaire d'étanchéité du fond arrière.
- [0025] Selon un mode de réalisation, un joint annulaire est interposé entre le flasque arrière et le flasque avant.
- [0026] Selon d'autres modes de réalisation, l'étanchéité entre le flasque arrière et le flasque avant peut également se faire par tout autre moyen. Il peut notamment s'agir d'une soudure, par exemple par friction, ultrason, laser ou infrarouge, ou d'un collage.
- [0027] Selon un mode de réalisation, le flasque avant comporte une face avant présentant une pluralité de renforcements recevant chacun une extrémité de l'une des dents du stator avant et/ou dans laquelle le flasque arrière comporte une face arrière présentant une pluralité de renforcements recevant chacun une extrémité de l'une des dents du stator arrière. Ceci permet de limiter l'épaisseur de l'entrefer entre les bobines des stators et les aimants du rotor.
- [0028] Selon un mode de réalisation, la machine électrique comporte un interconnecteur comportant un support d'interconnecteur, des traces conductrices disposées à l'intérieur du support d'interconnecteur et des pattes de connexion qui sont chacune reliées à l'une des traces conductrices, à une extrémité d'un enroulement de l'une des bobines du stator arrière et à une extrémité d'un enroulement de l'une des bobines du stator avant. Ainsi, un seul interconnecteur est utilisé pour les deux stators, ce qui permet de simplifier encore davantage la machine électrique.
- [0029] Selon un mode de réalisation, le support d'interconnecteur est disposé radialement entre les bobines du stator arrière et le demi-carter arrière et les pattes de connexion font saillie axialement vers l'avant depuis le support d'interconnecteur. Ainsi, le support d'interconnecteur peut être disposé sur un même diamètre que les conduits, ce qui permet de limiter l'encombrement radial de la machine électrique.
- [0030] Selon un mode de réalisation, le demi-carter avant présente une pluralité de trous permettant notamment d'évacuer le fluide de refroidissement en direction d'une sortie de fluide de refroidissement.
- [0031] Selon un mode de réalisation, le demi-carter avant présente une portion extrême qui est repliée radialement vers l'extérieur et qui présente une pluralité de trous au travers desquelles passent les pattes de connexion de l'interconnecteur et les extrémités des enroulements des bobines du stator avant.
- [0032] Selon un mode de réalisation, l'arbre de sortie est guidé en rotation autour de l'axe X par l'intermédiaire d'au moins un palier à roulement, le fond avant présentant une jupe annulaire qui borde ladite ouverture et s'étend axialement vers l'arrière, ledit palier à

roulement étant reçu à l'intérieur de ladite jupe annulaire.

- [0033] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également un ensemble comprenant une machine électrique précitée et un boîtier d'un dispositif de réduction ; le boîtier comportant une enceinte principale destinée à loger un système d'engrenage et une cloche qui fait saillie vers l'arrière depuis l'enceinte principale et recouvre le fond avant du carter, la cloche ménageant avec le fond avant du carter une chambre destinée à recevoir un fluide de refroidissement.
- [0034] Selon des modes de réalisation, un tel ensemble peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0035] Selon un mode de réalisation, la cloche comporte une entrée de fluide de refroidissement qui débouche dans la chambre et une sortie de fluide de refroidissement qui débouche dans le carter.
- [0036] Selon un mode de réalisation, l'entrée présente la forme d'un embout de raccord configuré pour être raccordé à un tuyau d'alimentation en fluide de refroidissement.
- [0037] Selon un mode de réalisation, la paroi de fond de la cloche présente un portion annulaire externe qui fait saillie radialement vers l'extérieur par rapport à l'enceinte principale du boîtier, un orifice recevant l'embout de raccord formant l'entrée étant ménagé dans ladite portion annulaire externe. Ceci permet de limiter l'encombrement radial de l'ensemble.
- [0038] Selon un mode de réalisation, la sortie présente la forme d'un embout de raccord configuré pour être raccordée à un tuyau d'évacuation du fluide de refroidissement.
- [0039] Selon un mode de réalisation, la paroi de fond de la cloche présente un portion annulaire externe qui fait saillie radialement vers l'extérieur par rapport à l'enceinte principale du boîtier, un orifice recevant l'embout de raccord formant la sortie étant ménagé dans ladite portion annulaire externe. Ceci permet de limiter l'encombrement radial de l'ensemble.
- [0040] Selon un mode de réalisation, la cloche comporte une paroi de fond et une jupe qui fait saillie axialement vers l'arrière depuis la paroi de fond et est disposée radialement à l'extérieur du carter, un joint annulaire étant comprimé entre la jupe de la cloche et le carter.

Brève description des figures

- [0041] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.
- [0042] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue en perspective d'un ensemble comprenant une machine électrique et un dispositif de réduction fixés l'un à l'autre.

- [0043] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue partielle de l'ensemble de la [Fig.1], en coupe selon un plan axial.
- [0044] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue en perspective du boîtier du dispositif de réduction.
- [0045] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue en perspective du demi-carter avant.
- [0046] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue éclatée représentant le demi-carter avant, le stator avant et le flasque avant.
- [0047] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue éclatée représentant le demi-carter arrière, le stator arrière et le flasque arrière.
- [0048] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue partielle en perspective de la machine électrique dans laquelle le carter avant n'est pas représenté de manière à notamment observer le stator avant.
- [0049] [Fig.8] La [Fig.8] est une vue partielle en perspective de la machine électrique dans laquelle ni le carter avant ni le stator avant ne sont représentés de manière à observer la face avant du flasque avant.

Description des modes de réalisation

- [0050] 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 de la machine électrique. Par convention, l'axe X de rotation du rotor définit l'orientation « axiale ». Les termes « externe » et « interne » sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'axe X, un élément proche de l'axe X est ainsi qualifié d'interne par opposition à un élément externe situé radialement en périphérie. L'orientation « circonférentielle » est dirigée orthogonalement à l'axe X et orthogonalement à la direction radiale. Par ailleurs, les termes « arrière » et « avant », respectivement désignés par les abréviations « AR » et « AV » sur les figures, sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre le long de l'axe X. Par convention, la machine électrique est considérée comme disposée à l'arrière du dispositif de réduction quelle que soit leur position relative par rapport à l'avant et l'arrière du véhicule auquel ils sont destinés.
- [0051] Dans l'exemple décrit ci-dessous, la machine électrique 1 est une machine synchrone à aimants permanents. Elle peut notamment être utilisée comme moteur destiné à assurer la propulsion d'un véhicule électrique ou hybride et/ou comme génératrice pour un tel véhicule.
- [0052] En relation avec les figures 1 à 7, on décrit ci-dessous un ensemble comportant une machine électrique 1, tournante à flux axial, et un dispositif de réduction 2 associé à ladite machine électrique 1.
- [0053] Comme représenté par exemple sur les figures 1 et 2, la machine électrique 1

comporte un carter 3 définissant un logement dans lequel sont logés au moins un rotor 4 monté en rotation autour de l'axe de X et au moins un stator 5, 6 qui est placé en face à face axialement avec l'une des deux faces du rotor 4.

- [0054] Dans le mode de réalisation représenté, la machine électrique 1 comporte un seul rotor 4 et deux stators, à savoir un stator avant 5 et un stator arrière 6, qui sont positionnés axialement de part et d'autre du rotor 4 et qui sont ainsi respectivement disposés axialement en face à face de l'une et l'autre des deux faces du rotor 4.
- [0055] Le rotor 4 est solidaire en rotation d'un arbre de sortie 7, notamment visible sur la [Fig.2]. L'arbre de sortie 7 comporte une extrémité cannelée 8 qui est destinée à être logée dans un moyeu cannelé 9, également illustré sur la [Fig.2], d'un dispositif de réduction 2.
- [0056] Le dispositif de réduction 2 comporte un système d'engrenage, non représenté, permettant d'augmenter le couple délivré par la machine électrique 1 en direction des roues. Le dispositif de réduction 2 peut présenter un seul rapport de réduction ou plusieurs. Dans ce dernier cas, le dispositif de réduction 2 forme une boîte de vitesses.
- [0057] Le carter 3 comporte deux demi-carter, à savoir un demi-carter avant 10 et un demi-carter arrière 11, qui sont fixés l'un à l'autre et définissent le logement dans lequel sont logés le rotor 4 et les stators 5, 6. Chaque demi-carter 10, 11 comporte un rebord périphérique 12, 13 qui s'étend axialement et un fond 14, 15 qui s'étend radialement depuis une extrémité dudit rebord périphérique 12, 13. Le fond 14 du demi-carter avant 10 sera par la suite désigné « fond avant » et, celui du demi-carter arrière 11, « fond arrière ».
- [0058] Le rebord périphérique 12, 13 de chaque demi-carter 10, 11 s'étend jusqu'au rebord périphérique 12, 13 de l'autre demi-carter 10, 11. Les deux demi-carter 10, 11 sont fixés l'un à l'autre au moyen d'organes de fixation 16, tels que des boulons. Les organes de fixation 16 traversent des oreilles fixation 17 qui font saillie radialement depuis les rebords périphériques 12, 13 des demi-carter 10, 11 et sont régulièrement réparties autour de l'axe X.
- [0059] Par ailleurs, le dispositif de réduction 2 comporte un boîtier 18 qui est configuré pour être fixé au carter 3 de la machine électrique 1, en regard du fond avant 14.
- [0060] Comme représenté notamment sur la [Fig.3], le boîtier 18 du dispositif de réduction 2 comporte une enceinte principale 19 dans laquelle est logé le système d'engrenage, non représenté, et une cloche 20 qui fait saillie depuis l'enceinte principale 19, en direction de la machine électrique 1. La cloche 20 est destinée à recouvrir le demi-carter avant 10 de la machine électrique 1 et à être fixée au carter 3. Elle comporte une jupe 22 et une paroi de fond 21 séparant l'intérieur de l'enceinte principale 19 de l'intérieur de la cloche 20.
- [0061] Comme représenté sur la [Fig.2], lorsque le boîtier 18 du dispositif de réduction 2 est

fixé au carter 3 de la machine électrique 1, la cloche 20 ménage avec le fond avant 14 une chambre 23, étanche, destinée à recevoir un fluide de refroidissement. Le fond avant 14 du demi-carter avant 10 comporte une jupe 24 faisant saillie axialement vers l'avant, c'est-à-dire vers la paroi de fond 21 de la cloche 20. La jupe 24 présente une surface externe équipée d'une gorge 25 dans laquelle est logée un joint annulaire 26. Lorsque le dispositif de réduction 2 et la machine électrique 1 sont fixés l'un à l'autre, la jupe 24 est reçue dans un renfonce ment 27 ménagé dans la paroi de fond 21 de la cloche 20. Le renfonce ment 27 est défini radialement par une paroi cylindrique externe 28. Le joint annulaire 26 est comprimé entre la jupe 24 et la paroi cylindrique externe 28 du renfonce ment 27 afin d'assurer l'étanchéité du bord radialement interne de la chambre 23. En projection dans un plan radial orthogonal à l'axe X, la jupe 24 est disposée radialement à l'intérieur du stator avant 5. Ainsi, la chambre 23 s'étend radialement vers l'intérieur au-delà du stator avant 5, ce qui augmente l'échange thermique par conduction entre le fluide de refroidissement et le stator avant 5 au travers du fond avant 14.

- [0062] La jupe 22 de la cloche 20 est disposée radialement à l'extérieur du rebord périphérique 12 du demi-carter avant 10. La jupe 22 de la cloche 20 est fixée au carter 3 au moyen d'organes de fixation 29, tels que des vis. Dans le mode de réalisation représenté, les organes de fixation 29 traversent des oreilles de fixation 30 qui font saillie radialement vers l'extérieur depuis la jupe 22 de la cloche 20 et depuis le rebord périphérique 12 de l'un des demi-carters 10, 11. La cloche 22 peut être fixée au demi-carter avant 10 ou au demi-carter arrière 11. Ces deux variantes correspondent respectivement aux figures 1, 4, 7 et 8, d'une part, et aux figures 2, 5 et 6 d'autre part.
- [0063] Comme illustré sur les figures 2 et 3, la jupe 22 de la cloche 20 comporte une partie avant 31 et une partie arrière 32 ayant un diamètre supérieur à celui de la partie avant 31. La partie avant 31 présente une surface interne équipée d'une gorge dans laquelle est logée un joint annulaire 33. Le joint annulaire 33 est comprimé entre le rebord périphérique 12 du demi-carter avant 10 et la portion avant 31 de la jupe 22 afin d'assurer l'étanchéité du bord radialement externe de la chambre 23.
- [0064] Comme représenté sur les figures 1 et 2, la cloche 20 du dispositif de réduction 2 présente une entrée de fluide de refroidissement qui débouche dans la chambre 23. L'entrée présente ici la forme d'un embout de raccord 34 configuré pour être raccordé à un tuyau d'alimentation en fluide de refroidissement. Dans le mode de réalisation représenté, la paroi de fond 21 de la cloche 20 présente un portion annulaire externe qui fait saillie radialement vers l'extérieur par rapport à l'enceinte principale 19 du boîtier 18 et dans laquelle est ménagé un orifice recevant l'embout de raccord 34. Ainsi, l'embout de raccord 34 est orienté axialement, vers l'avant, et est disposé radialement à l'extérieur de l'enceinte principale 19 du boîtier 18. Ceci permet de limiter

l'encombrement radial de l'ensemble.

- [0065] Le boîtier 18 du dispositif de réduction 2 comporte également une sortie de fluide de refroidissement qui est ménagé radialement à l'extérieur de la chambre 23 et qui communique avec le carter 3, de préférence à son point bas, au travers de trous 44 ménagés dans le demi-carter avant 10 qui seront décrits plus en détails par la suite. La sortie est destinée à être raccordée à un tuyau d'évacuation du fluide de refroidissement. Dans le mode de réalisation représenté, la sortie présente également la forme d'un embout de raccord 35, qui est reçu dans un orifice ménagé dans la portion annulaire externe de la paroi de fond 21. Cet embout de raccord 35 est également orienté axialement vers l'avant et est disposé radialement à l'extérieur de l'enceinte principale 19 du boîtier 18.
- [0066] En relation avec la [Fig.5], on décrit désormais l'un des stators 5, 6 de la machine électrique 1, à savoir le stator avant 5, c'est-à-dire celui qui est logé à l'intérieur du demi-carter avant 10. Le stator avant 5 comporte un corps de stator qui comporte un plateau annulaire 36, centré autour de l'axe X, et des dents 37 qui sont réparties sur une face du plateau annulaire 36 et font saillie axialement en direction du rotor 4, c'est-à-dire vers l'arrière.
- [0067] Selon un mode de réalisation, les dents 37 sont réalisées par un empilement de tôles en acier électrique. En variante, chaque dent 37 est réalisée en matériau composite magnétique doux, ou " Soft Magnetic Composite (SMC) " en anglais, notamment obtenu par frittage.
- [0068] Le stator avant 5 comporte également une pluralité de bobines 38 qui sont chacune portées par l'une des dents 37. Chaque bobine 38 comprend un support isolant 39 qui comporte un fourreau emmanché sur l'une des dents 37 et deux rebords s'étendant dans des plans verticaux, respectivement depuis l'une et l'autre des deux extrémités du fourreau.
- [0069] Les bobines 38 comportent également un enroulement 40 qui est constitué de fil, par exemple en cuivre, et est enroulé autour du fourreau du support isolant 39 entre les deux rebords. Les bobines 38 sont disposées, circonférentiellement les unes à côté des autres, en laissant un espacement entre deux bobines 38 adjacentes.
- [0070] Dans le mode de réalisation représenté, les enroulements sont du type concentré avec un enroulement 33 par dent 26. Dans un autre mode de réalisation, non représenté, les enroulements sont du type distribué.
- [0071] Comme représenté sur la [Fig.6], le stator arrière 6 présente une structure similaire à celle du stator avant 5.
- [0072] La machine électrique 1 comporte également un interconnecteur 41, visible sur les figures 2, 6, 7 et 8. L'interconnecteur 41 permet, d'une part, de connecter les enroulement 40 des bobines 37 les unes aux autres et, d'autre part, de les connecter à un

connecteur 45, visible sur la [Fig.2], qui est destiné à être raccordé au circuit électrique du véhicule. Dans le mode de réalisation représenté, l'interconnecteur 41 est logé à l'intérieur du demi-carter arrière 11 et est positionné radialement entre le stator arrière 6 et le rebord périphérique 13 du demi-carter arrière 11.

- [0073] L'interconnecteur 41 comporte un support d'interconnecteur 42 qui est de forme annulaire. L'interconnecteur 41 comporte également trois traces conductrices annulaires correspondant aux trois phases de la machine électrique 1 qui sont logés à l'intérieur du support d'interconnecteur 42. Les traces conductrices sont noyées dans une résine permettant de les isoler électriquement les unes des autres. Par ailleurs, l'interconnecteur 41 comporte des pattes de connexion 43 qui sont chacune reliées à l'une des traces conductrices et qui font saillie axialement vers l'avant depuis le support d'interconnecteur 42.
- [0074] Comme illustré sur les figures 4 et 5, le rebord périphérique 12 du demi-carter avant 10 présente une portion extrême qui est repliée radialement vers l'extérieur et qui présente une pluralité de trous 44 permettant la circulation du fluide de refroidissement vers la sortie. Les pattes de connexion 43 de l'interconnecteur 41 passent au travers desdits trous 44. L'extrémité des pattes de connexion 43 se situe ainsi radialement à l'extérieur du demi-carter avant 10, radialement entre le rebord périphérique 12 du demi-carter avant 10 et la jupe 22 de la cloche 20. Par ailleurs, les extrémités des enroulements 40 des bobines 37 du stator avant 5 s'étendent radialement vers l'extérieur de sorte à traverser lesdits trous 44. Ainsi, les extrémités des enroulements sont soudées aux pattes de connexion 43. Les extrémités des enroulements des bobines 37 du stator arrière 6 s'étendent radialement vers l'extérieur et sont également soudées aux pattes de connexion 43.
- [0075] Le demi-carter avant 10 comporte une pluralité de conduits 46, notamment visibles sur les figures 2, 4 et 5, qui sont régulièrement répartis autour de l'axe X et qui débouchent chacun dans la chambre 23 ménagée entre le demi-carter avant 10 et la cloche 20. Chacun des conduits 46 fait saillie axialement vers l'arrière depuis le fond avant 14. Les conduits 46 présentent une extrémité qui se situe radialement à l'extérieur de l'une des bobines 37 du stator arrière 6. De plus, les conduits 46 présentent chacun au moins deux orifices de pulvérisation 47, 48 qui sont dirigés radialement vers l'intérieur et sont respectivement disposés en regard de l'une des bobines 37 du stator avant 5 et de l'une des bobines 37 du stator arrière 6. Les conduits 46 permettent ainsi de conduire le fluide de refroidissement depuis la chambre 23 en direction du stator avant 5 et du stator arrière 6.
- [0076] De manière avantageuse, afin d'assurer un refroidissement homogène des bobines 37, le demi-carter avant 10 comporte autant de conduits 46 que chaque stator 5, 6 comporte de bobines 37 de sorte que chacune des bobines 37 se situe en regard de l'un

des orifices de pulvérisation 47, 48.

- [0077] Par ailleurs, la machine électrique 1 comporte avantageusement deux flasques, à savoir un flasque avant 49, représenté sur notamment les figures 2 et 5, et un flasque arrière 50, représenté sur notamment les figures 2 et 6. Le flasque avant 49 et le flasque arrière 50 sont chacun interposés axialement entre l'un des stators 4, 5 et le rotor 4. Les flasques 49, 50 visent à former une barrière étanche autour du rotor 4 de sorte que la zone dans laquelle est logée le rotor 4 soit dépourvue de fluide de refroidissement. Ceci permet de limiter les pertes de rendement de la machine électrique 1 susceptibles d'être occasionnées par le frottement visqueux du rotor 4 avec le fluide de refroidissement. Les flasques 49, 50 sont, par exemple, réalisés en matière plastique.
- [0078] Le flasque avant 49 est fixé de manière étanche au fond avant 14 dans une zone située radialement entre les bobines 37 du stator avant 5 et l'arbre de sortie 7 tandis que le flasque arrière 50 est fixé de manière étanche au fond arrière 15 dans une zone située radialement entre les bobines 37 du stator arrière 6 et l'arbre de sortie 7. En outre, le flasque avant 49 et le flasque arrière 50 sont fixés de manière étanche l'un à l'autre radialement à l'extérieur du rotor 4.
- [0079] Dans le mode de réalisation représenté, chacun des flasques avant 49 et arrière 50 comporte une jupe interne 51, 52 qui est positionnée, d'une part, radialement à l'intérieur des bobines 37 de l'un des stators 5, 6 et, d'autre part, radialement à l'extérieur d'une portion annulaire d'étanchéité 53, 54 qui est ménagée dans le fond 14, 15 de l'un des demi-carters 10, 11. La portion annulaire d'étanchéité 53, 54 comporte une gorge dans laquelle est logé un joint annulaire 55, 56, visible sur la [Fig.2]. Chaque joint annulaire 55, 56 est ainsi comprimé entre la jupe interne 51, 52 de l'un des flasques 49, 50 et la portion annulaire d'étanchéité 53, 54. Par ailleurs, chacun des flasques avant 49 et arrière 50 comporte également une portion de fixation 57, 58 qui fait saillie radialement vers l'intérieur depuis la jupe interne 51, 52. La portion de fixation 57, 58 est en appui contre le fond 14, 15 de l'un des demi-carters 10, 11 et présente des orifices permettant le passage d'organes de fixation 59, 60, tels que des vis de fixation. Les organes de fixation 59, 60 sont reçus dans des alésages filetés ménagés dans le fond 14, 15 dudit demi-carter 10, 11. En outre, un joint annulaire 62 est également interposé entre les deux flasques 49, 50.
- [0080] De manière avantageuse, afin de limiter l'épaisseur axial de l'entrefer entre les bobines 37 et les aimants du rotor 4, les flasques 49, 50 présentent des renforcements 61, illustrés sur la [Fig.8], qui reçoivent chacun l'extrémité d'une dent 37.
- [0081] En revenant à la [Fig.2], on observe que le rotor 4, comporte un disque qui est solidarisé à l'arbre de sortie 7 et présente un orifice au travers duquel passe ledit arbre de sortie 7. Le disque porte une pluralité d'aimants permanents qui sont répartis autour de l'axe X. Les aimants permanents présentent une forme de secteur de disque tronqué. Ils

sont chacun disposés dans un logement du disque.

- [0082] Le fond avant 14 est percé en son centre de manière à former une ouverture autorisant le passage de l'arbre de sortie 7 de telle sorte que son extrémité cannelée 8 puisse coopérer avec le moyeu cannelé 9 du dispositif de réduction 2. L'arbre de sortie 7 est guidé en rotation, autour de l'axe X, sur le carter 3 au moyen des deux paliers à roulements. Les deux paliers à roulement sont respectivement portés par le demi-carter avant 10 et par le demi-carter arrière 11. Les deux paliers à roulement sont plus particulièrement emmanchés à l'intérieur de jupes annulaires formées dans le fond avant et le fond arrière.
- [0083] On décrira maintenant ci-dessous la circulation du fluide de refroidissement à l'intérieur de la machine électrique 1, telle que décrite ci-dessus. Le fluide de refroidissement est un fluide diélectrique, tel que de l'huile par exemple. La circulation d'un tel fluide de refroidissement vise plus particulièrement à refroidir les bobines 37 des stators 5, 6 afin d'éviter une surchauffe de la machine électrique 1.
- [0084] Le fluide de refroidissement est conduit dans la chambre 23 via l'entrée de fluide. Il est alors pulvérisé sur chacune des bobines 37 par l'intermédiaire des orifices de pulvérisation 47, 48 ménagés dans les conduits 46. Le fluide de refroidissement tombe alors, par gravité, en passant au travers des trous 44 du demi-carter avant 10, dans une zone inférieure du carter 3 depuis laquelle il peut être évacué par la sortie de fluide.
- [0085] Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention, telle que définie par les revendications.
- [0086] L'usage du verbe "comporter", "comprendre" ou "inclure" et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication.
- [0087] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

- [Revendication 1] Machine électrique (1) destinée à être fixée à l'arrière d'un dispositif de réduction (2) et comportant :
- un carter (3) définissant un logement et comportant un fond avant (14) présentant une ouverture ;
 - au moins un rotor (4) monté mobile en rotation dans le logement du carter (3) autour d'un axe X, ledit rotor (4) étant solidaire en rotation d'un arbre de sortie (7) comportant une extrémité avant qui est destinée à être accouplé à un système d'engrenage du dispositif de réduction (2) et qui passe au travers de l'ouverture du fond avant (14) ; et
 - au moins un stator (5, 6) qui est positionné dans le logement, axialement en face du rotor (4), et comporte un corps de stator équipé de dents (37) qui font saillie en direction du rotor (4) et qui sont réparties autour de l'axe X et des bobines (38) qui comprennent un enroulement (40) et sont portées par les dents (37) ;
- le fond avant (14) du carter (3) étant destiné à être inséré à l'intérieur d'une cloche (20) du dispositif de réduction (2) et étant agencé pour former, avec ladite cloche (20), une chambre (23) destinée à recevoir un fluide de refroidissement ;
- le carter (3) comportant une pluralité de conduits (46) qui traversent le fond avant (14) et qui sont ainsi destinés à déboucher dans la chambre (23), les conduits (46) faisant saillie vers l'arrière depuis le fond avant (14) et comportant au moins un orifice de pulvérisation (47, 48) qui est dirigé radialement vers l'intérieur en regard de l'une des bobines (38) du stator (5, 6).
- [Revendication 2] Machine électrique (1) selon la revendication 1, dans laquelle le fond avant (14) du carter (3) comporte une jupe (24) qui fait saillie axialement vers l'avant, ladite jupe (24) présentant une gorge (25) dans laquelle est monté un joint annulaire (26), ledit joint annulaire (26) étant destiné à coopérer avec une paroi cylindrique (28) ménagée dans une paroi de fond (21) de la cloche (20) de manière à assurer une étanchéité de la chambre (23).
- [Revendication 3] Machine électrique (1) selon la revendication 2, dans laquelle, en projection dans un plan radial orthogonal à l'axe X, la jupe (24) est disposée radialement à l'intérieur du stator (5, 6).
- [Revendication 4] Machine électrique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant un stator avant (5) et un stator arrière (6) qui sont po-

sitionnés dans le logement et sont respectivement disposés axialement devant et derrière le rotor (4).

[Revendication 5] Machine électrique (1) selon la revendication 4, dans laquelle les conduits (46) comportent chacun deux orifices de pulvérisation (47, 48) qui sont respectivement dirigées radialement vers l'intérieur en regard de l'une des bobines (38) du stator avant (5) et en regard de l'une des bobines (38) du stator arrière (6).

[Revendication 6] Machine électrique (1) selon la revendication 4 ou 5, dans laquelle le carter (3) comporte un demi-carter avant (10) et un demi-carter arrière (11) qui sont fixés l'un à l'autre, le demi-carter avant (10) comportant le fond avant (14) et un rebord périphérique (12) et le demi-carter arrière (11) comportant un fond arrière (15) et un rebord périphérique (13), le stator avant (5) et le stator arrière (6) étant respectivement logés à l'intérieur du demi-carter avant (10) et du demi-carter arrière (11).

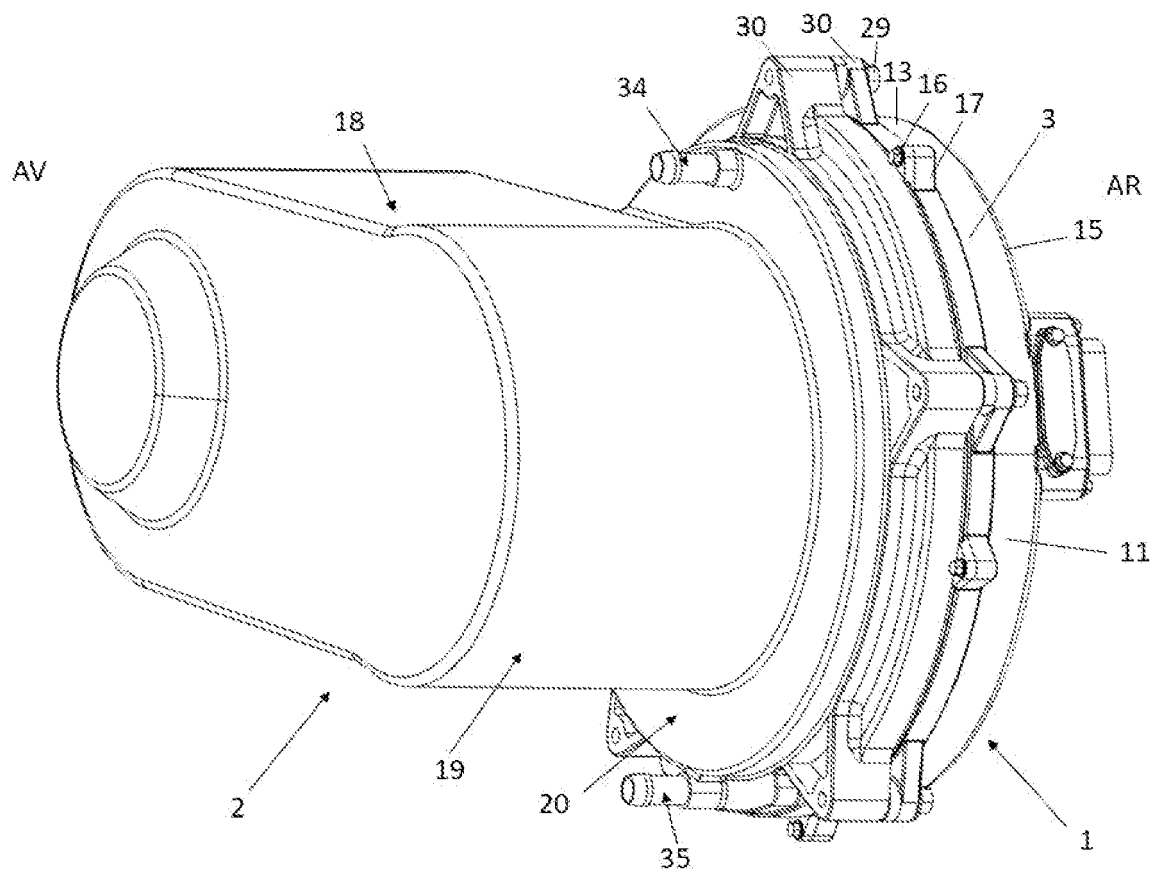
[Revendication 7] Machine électrique (1) selon la revendication 6, comportant un flasque avant (49) et un flasque arrière (50) qui sont respectivement interposés axialement entre le stator avant (5) et le rotor (4) et entre le stator arrière (6) et le rotor (4), le flasque avant (49) étant fixé de manière étanche au fond avant (14) du demi-carter avant (10) dans une zone située radialement à l'intérieur du stator avant (5), le flasque arrière (50) étant fixé de manière étanche au fond arrière (15) du demi-carter arrière (11) dans une zone située radialement à l'intérieur du stator arrière (6) et étant fixé de manière étanche au flasque avant (49) dans une zone située radialement à l'extérieur du rotor (4).

[Revendication 8] Machine électrique (1) selon la revendication 7, dans laquelle le flasque avant (49) comporte une face avant présentant une pluralité de renforcements (61) recevant chacun une extrémité de l'une des dents (37) du stator avant (5) et/ou dans laquelle le flasque arrière (50) comporte une face arrière présentant une pluralité de renforcements (61) recevant chacun une extrémité de l'une des dents (37) du stator arrière (6).

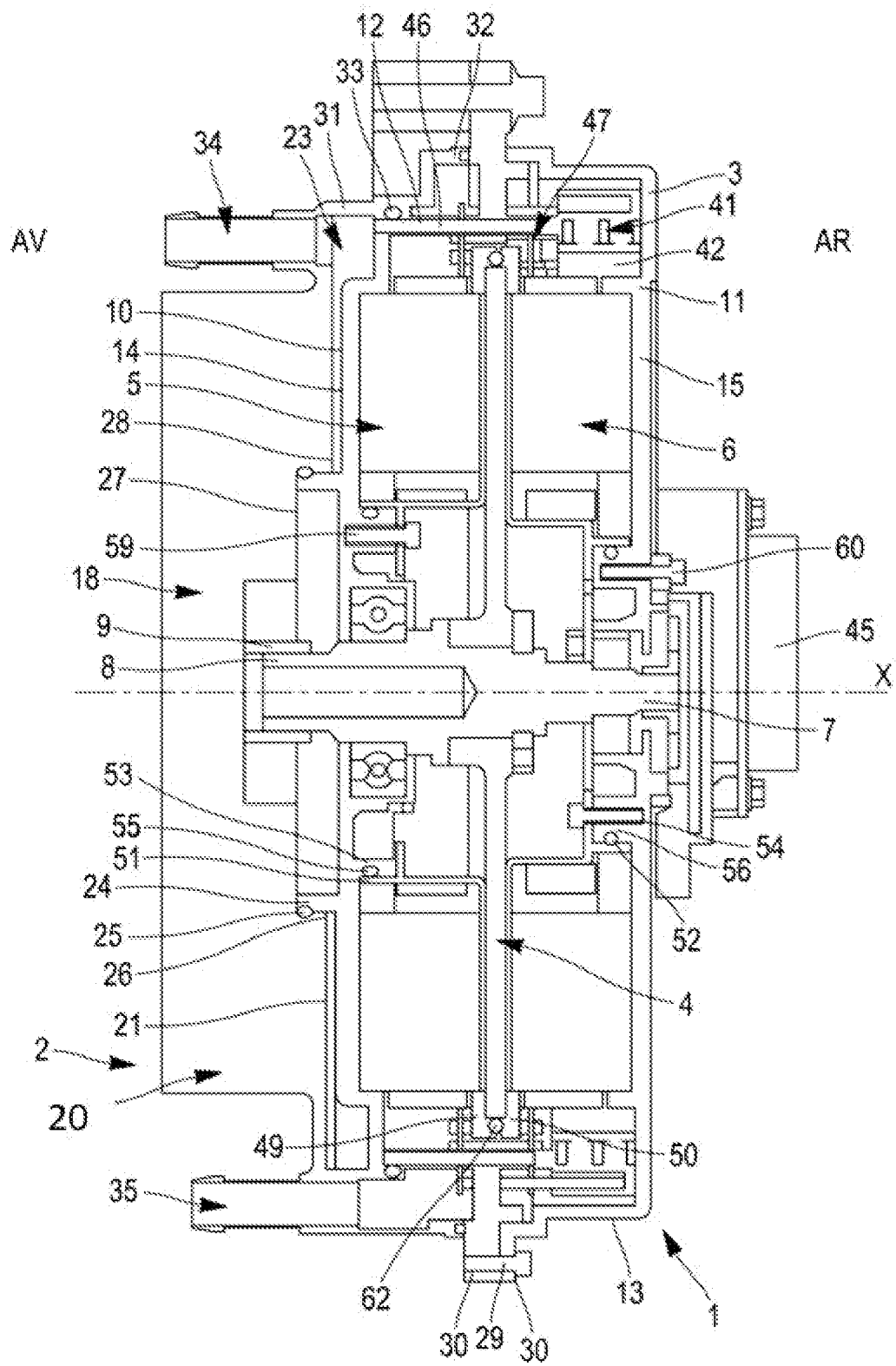
[Revendication 9] Machine électrique (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, comportant un interconnecteur (41) comportant un support d'interconnecteur (42) qui est disposé radialement entre les bobines (38) du stator arrière (6) et le demi-carter arrière (11), des traces conductrices disposées à l'intérieur du support d'interconnecteur (42) et des pattes de connexion (43) qui sont chacune reliées à l'une des traces conductrices, font saillie axialement vers l'avant depuis le support d'interconnecteur (42) et sont chacune reliées à une extrémité d'un enroulement (40) de

- l'une des bobines (38) du stator arrière (6) et à une extrémité d'un enroulement (40) de l'une des bobines (38) du stator avant (5).
- [Revendication 10] Machine électrique (1) selon la revendication 9, dans lequel le demi-carter avant (10) présente une portion extrême qui est repliée radialement vers l'extérieur et qui présente une pluralité de trous (44) au travers desquelles passent les pattes de connexion (43) de l'interconnecteur (41) et les extrémités des enroulement (40) des bobines (38) du stator avant (5).
- [Revendication 11] Ensemble comprenant une Machine électrique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 et un boîtier (18) d'un dispositif de réduction (2) ; le boîtier (18) comportant une enceinte principale (19) destinée à loger un système d'engrenage et une cloche (20) qui fait saillie vers l'arrière depuis l'enceinte principale (19) et recouvre le fond avant (14) du carter (3), la cloche (20) ménageant avec le fond avant (14) du carter (3) une chambre (23) destinée à recevoir un fluide de refroidissement.
- [Revendication 12] Ensemble selon la revendication 11, dans lequel la cloche (20) comporte une entrée de fluide de refroidissement (34) qui débouche dans la chambre (23) et une sortie de fluide de refroidissement (35) qui débouche dans le carter (3).
- [Revendication 13] Ensemble selon la revendication 11 ou 12, dans lequel la cloche (20) comporte une paroi de fond (21) et une jupe (22) qui fait saillie radialement vers l'arrière depuis la paroi de fond (21) et est disposée radialement à l'extérieur du carter (3), un joint annulaire (33) étant comprimé entre la jupe (22) de la cloche (20) et le carter (3).

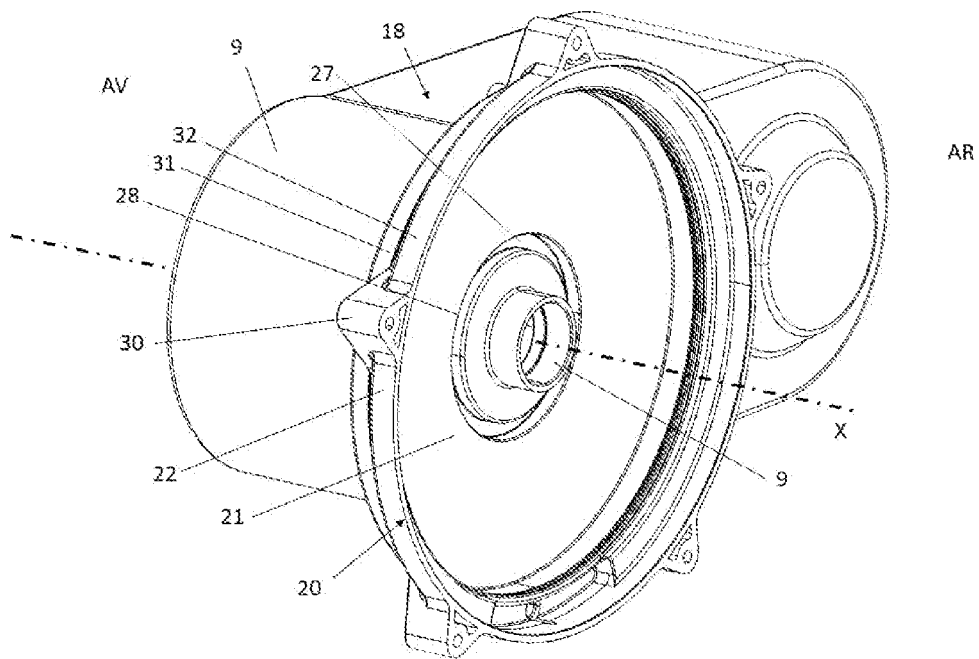
[Fig. 1]



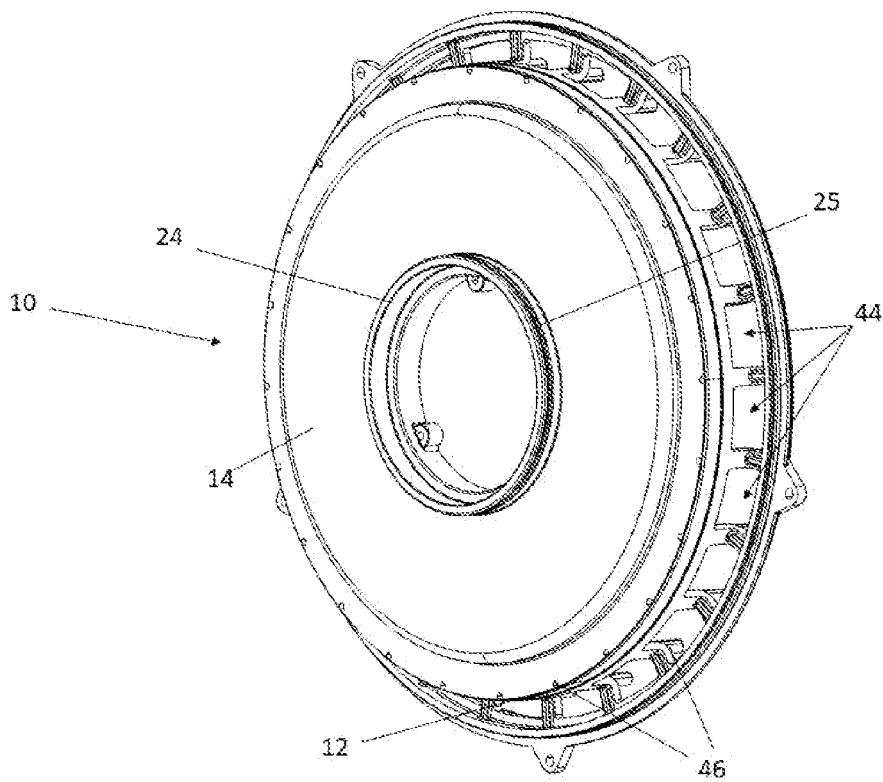
[Fig. 2]



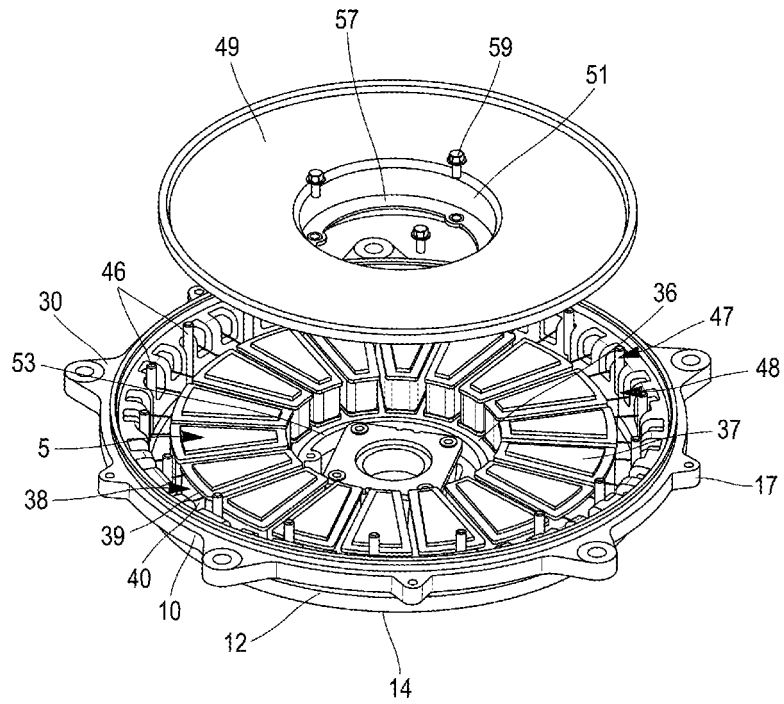
[Fig. 3]



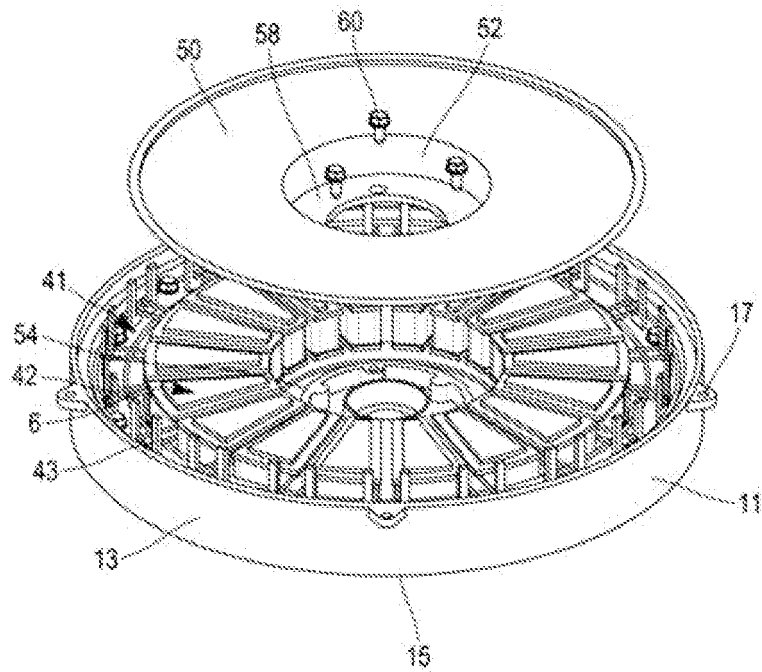
[Fig. 4]



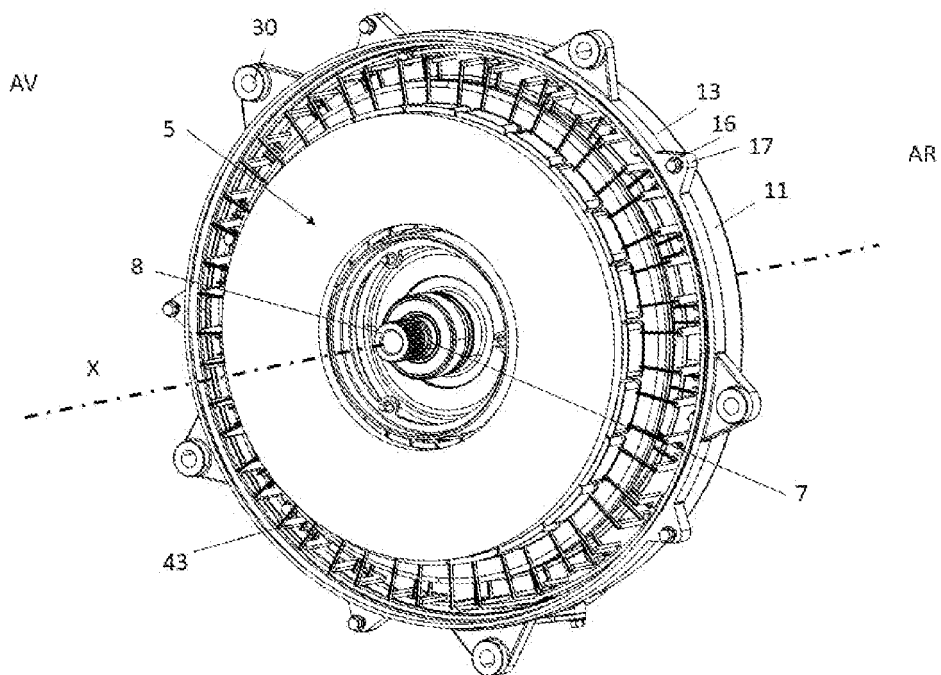
[Fig. 5]



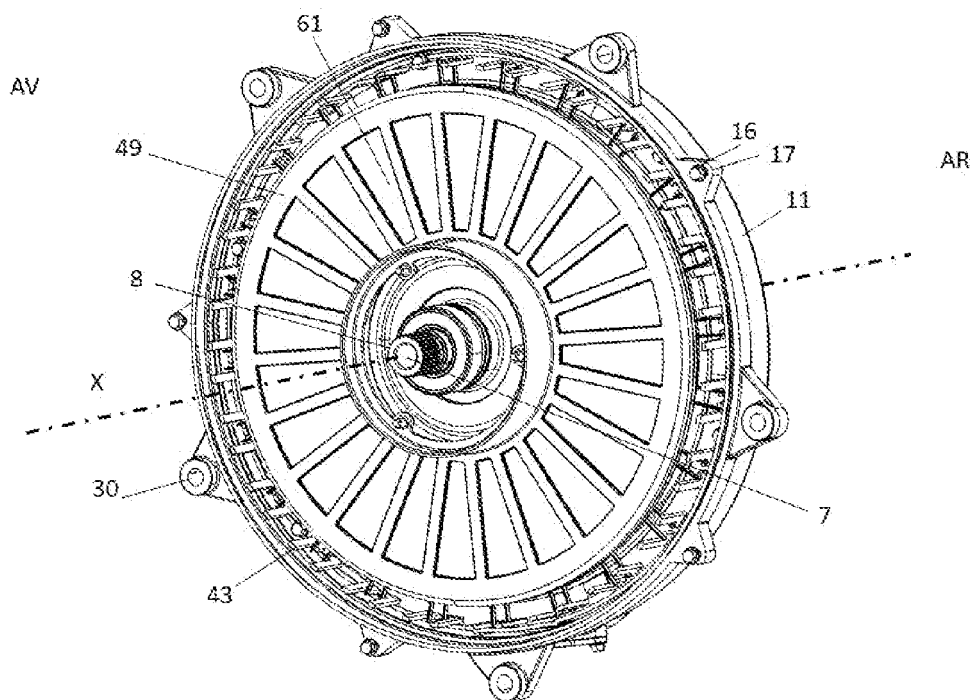
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 928285
FR 2311919

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		
Y	DE 10 2021 103798 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 26 août 2021 (2021-08-26) * revendication 1 * * figures 6-8 * -----	1-13	H02K 1/2793 H02K 9/19 H02K5/20
Y	EP 3 913 777 A1 (SHANGHAI PANGOOD POWER TECH CO LTD [CN]) 24 novembre 2021 (2021-11-24) * revendication 1 * * figures 1-3, 10-14 * -----	1-13	
A	DE 10 2019 125871 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 25 mars 2021 (2021-03-25) * figures 20, 22, 23 * -----	8,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 juillet 2024		Maas, Erik	
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	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2311919 FA 928285

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 **17 - 07 - 2024**
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
DE 102021103798 A1	26-08-2021	DE 102021103798 A1	26-08-2021
		JP 7057384 B2	19-04-2022
		JP 2021136751 A	13-09-2021
		US 2021265896 A1	26-08-2021

EP 3913777 A1	24-11-2021	EP 3913777 A1	24-11-2021
		US 2022115924 A1	14-04-2022
		US 2024136876 A1	25-04-2024
		WO 2020147551 A1	23-07-2020

DE 102019125871 A1	25-03-2021	CN 114365387 A	15-04-2022
		DE 102019125871 A1	25-03-2021
		EP 4035253 A1	03-08-2022
		US 2022368202 A1	17-11-2022
		WO 2021058052 A1	01-04-2021
