

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 103 330

21 N° d'enregistrement national : 19 12973

51 Int Cl⁸ : H 02 K 1/24 (2019.12)

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.11.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 21.05.21 Bulletin 21/20.

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) : FAKES Michel, FAVEROLLE Pierre et MBARKI Marouane.

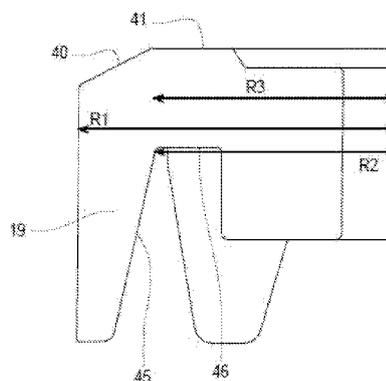
73 Titulaire(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR SAS.

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

54 Rotor pour machine électrique tournante.

57 Rotor (4) pour machine électrique tournante, comprenant:
- un arbre tournant autour d'un axe,
- une première roue polaire (17), comportant un fond (18) s'étendant radialement de part et d'autre de l'axe (X), la roue définissant une série de griffes (19) de forme globalement trapézoïdale, chaque griffe s'étendant axialement en direction de la deuxième roue polaire (17) depuis une base disposée sur la périphérie radialement extérieure du fond, le fond présentant au niveau de chaque griffe (19) une surface opposée à la direction d'extension de cette griffe, qui comprend:
- une portion radialement extérieure (40), et
- une portion radialement intérieure (41),
l'angle (α_1) entre la portion radialement extérieure (40) et la portion radialement intérieure (41) étant constant pour la première roue polaire (17) et égal à une première valeur d'angle,
- une deuxième roue polaire (17), comportant un fond (18) s'étendant radialement de part et d'autre de l'axe (X), la roue définissant une série de griffes (19) de forme globalement trapézoïdale, chaque griffe s'étendant axialement en direction de la première roue polaire (17) depuis une base disposée sur la périphérie radialement extérieure du fond, le fond présentant au niveau de chaque griffe (19) une surface opposée à la direction d'extension de cette griffe, qui comprend:
- une portion radialement extérieure (40), et
- une portion radialement intérieure (41),
l'angle (α_2) entre la portion radialement extérieure (40) et la portion radialement intérieure (41) étant constant pour la deuxième roue polaire et égal à une deuxième valeur d'angle,
la première valeur d'angle étant égale à la deuxième valeur d'angle et comprise entre 43,5° et 50,7°.

Figure pour l'abrégé : Figure 3



FR 3 103 330 - A1



Description

Titre de l'invention : Rotor pour machine électrique tournante

- [0001] La présente invention concerne un rotor pour machine électrique tournante ainsi qu'une telle machine électrique tournante.
- [0002] La machine électrique est par exemple un alternateur ou un alerno-démarrreur alimenté par une tension nominale de 12V ou de 48V, voire plus.
- [0003] Cette machine électrique peut être intégrée à un véhicule à propulsion hybride ou purement électrique, par exemple une automobile.
- [0004] Les rotors de machine électrique connue pour ces applications comprennent:
- [0005] - un arbre central tournant autour d'un axe,
- [0006] - deux roues polaires, chaque roue polaire comportant à sa périphérie radiale externe une série de griffes de forme globalement trapézoïdale, qui s'étendent axialement en direction de l'autre roue polaire.
- [0007] Il est connu de ménager un chanfrein sur la surface de la roue polaire opposée à la direction d'extension des griffes, ce chanfrein s'étendant jusqu'au bord radialement extérieur de la roue polaire. Ce chanfrein peut permettre d'équilibrer le rotor, des trous pouvant être percés dans ce dernier. Ce chanfrein définit par ailleurs une zone de déformation pour les griffes lorsque ces dernières sont centrifugées lors de la rotation du rotor. Cette déformation ne doit pas être excessive, faute de quoi les griffes peuvent se rompre et/ou venir au contact du stator ce qui n'est pas compatible avec un bon fonctionnement de la machine électrique tournante. Par ailleurs, la partie de la roue polaire au niveau de laquelle est ménagée le chanfrein est parcourue par le flux magnétique de la machine de sorte que cette partie ne doit pas saturer, c'est-à-dire ne pas présenter de restriction dans la section de passage du flux magnétique. Il existe un besoin pour améliorer encore les rotors à griffes de machines électriques tournantes existantes.
- [0008] L'invention a pour objet de répondre à ce besoin et elle y parvient, selon l'un de ses aspects, à l'aide d'un rotor pour machine électrique tournante, comprenant :
- [0009] - un arbre tournant autour d'un axe,
- [0010] - une première roue polaire, comportant un fond s'étendant radialement de part et d'autre de l'axe, la roue définissant une série de griffes de forme globalement trapézoïdale, chaque griffe s'étendant axialement en direction de la deuxième roue polaire depuis une base disposée sur la périphérie radialement extérieure du fond, le fond présentant au niveau de chaque griffe une surface opposée à la direction d'extension des griffes, qui comprend :
- [0011] - une portion radialement extérieure, et
- [0012] - une portion radialement intérieure,
- [0013] l'angle entre la portion radialement extérieure et la portion radialement intérieure

- étant constant pour la première roue polaire et égal à une première valeur d'angle,
- [0014] - une deuxième roue polaire, comportant un fond s'étendant radialement de part et d'autre de l'axe, la roue définissant une série de griffes de forme globalement trapézoïdale, chaque griffe s'étendant axialement en direction de la première roue polaire depuis une base disposée sur la périphérie radialement extérieure du fond, le fond présentant au niveau de chaque griffe une surface opposée à la direction d'extension des griffes, qui comprend :
- [0015] - une portion radialement extérieure, et
- [0016] - une portion radialement intérieure,
- [0017] l'angle entre la portion radialement extérieure et la portion radialement intérieure étant constant pour la deuxième roue polaire et égal à une deuxième valeur d'angle,
- [0018] la première valeur d'angle étant égale à la deuxième valeur d'angle et comprise entre $43,5^\circ$ et $50,7^\circ$.
- [0019] Les inventeurs ont découvert que la plage de valeurs ci-dessus pour les roues polaires respectives avec une première valeur d'angle égale à la deuxième valeur d'angle permet que le rotor présente un compromis satisfaisant entre les paramètres suivants : déplacement sous centrifugation des griffes, et saturation magnétique dans les griffes.
- [0020] Chacun des premiers et deuxièmes angles peuvent être obtenus par chanfreinage des roues polaires.
- [0021] Le rotor est par exemple intégré à une machine électrique tournante comprenant un composant électronique de puissance apte à être relié à un réseau de bord du véhicule, et la première roue polaire est par exemple plus proche de ce composant que ne l'est la deuxième roue polaire. La machine électrique tournante peut comprendre une poulie apte à être reliée au vilebrequin d'un moteur thermique du véhicule, auquel cas la deuxième roue polaire est plus proche de cette poulie que ne l'est la première roue polaire.
- [0022] Au sens de la présente demande :
- [0023] - « axialement » signifie « parallèlement à l'axe de rotation de l'arbre »,
- [0024] - « radialement » signifie « dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation de l'arbre et le long d'une droite coupant cet axe de rotation »,
- [0025] - « circonférentiellement » signifie « dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation de l'arbre et en se déplaçant autour de cet axe ».
- [0026] Pour chaque roue polaire, la portion radialement extérieure de la surface de son fond opposée à la direction d'extension des griffes et la portion radialement intérieure de cette surface peuvent être planes.
- [0027] Dans des exemples spécifiques, la première valeur d'angle et la deuxième valeur d'angle sont toutes deux égales à $43,5^\circ$, ou toutes deux égales à $50,7^\circ$.
- [0028] Dans tout ce qui précède, la portion radialement extérieure de la surface du fond

opposée à la direction d'extension des griffes peut présenter une dimension axiale supérieure à 5 mm.

- [0029] La portion radialement extérieure de la surface du fond peut être directement radialement dans le prolongement de la portion radialement intérieure de cette même surface pour chaque fond d'une roue polaire. Autrement dit, la surface du fond de la roue polaire opposée à la direction d'extension des griffes peut être constituée par la portion radialement intérieure à laquelle succède radialement parlant la portion radialement extérieure, sans autre portion radialement interposée. Dans une variante, une ou plusieurs portions intermédiaires peuvent être interposées entre la portion radialement extérieure et la portion radialement intérieure du fond.
- [0030] Quelle que soit la constitution de la surface du fond d'une roue polaire opposée à la direction d'extension des griffes de cette roue polaire, chacune de ces roues polaires peut avoir ses griffes présentant chacune un bord radialement intérieur et un bord radialement extérieur, le bord radialement extérieur de la griffe étant directement dans le prolongement de la portion radialement extérieure de ladite surface du fond de la roue polaire.
- [0031] Dans ce cas, le bord radialement intérieur de la griffe peut être directement dans le prolongement d'une surface du fond de la roue polaire tournée vers l'autre roue polaire. En variante, le bord radialement intérieur de la griffe n'est pas dans le prolongement direct de cette surface du fond de la roue polaire, une surface intermédiaire étant interposée entre ce bord radialement intérieur et cette surface du fond de la roue polaire.
- [0032] La portion radialement intérieure de la surface du fond opposée à la direction d'extension de la griffe peut être parallèle à la surface du fond tournée vers l'autre roue polaire et en prolongement direct de laquelle est le bord radialement intérieur de la griffe. La roue polaire peut alors présenter dans sa zone radialement intérieure une forme de plateau, dont les surfaces d'extrémité axialement parlant peuvent toutes deux être sensiblement perpendiculaires à l'axe de rotation. Dans ce cas, le rapport entre le rayon de l'extrémité radialement extérieure de la portion radialement extérieure de la surface du fond opposée à la direction d'extension des griffes et le rayon de l'extrémité radialement intérieure de cette même portion peut être supérieur à 1,3. Toujours dans ce cas, et en combinaison ou indépendamment de la plage de valeurs ci-dessus pour le rapport précédent, le rapport entre le rayon de l'extrémité radialement extérieure de la surface du fond tournée vers l'autre roue polaire et le rayon de l'extrémité radialement intérieure de la surface du fond opposée à la direction d'extension des griffes peut être supérieur à 0,96.
- [0033] Dans une variante, la portion radialement intérieure de la surface du fond opposée à la direction d'extension des griffes n'est pas parallèle à la surface du fond tournée vers

l'autre roue polaire et en prolongement direct de laquelle est le bord radialement intérieur de la griffe, cette surface du fond tournée vers l'autre roue polaire étant par exemple par contre parallèle à la portion radialement extérieure de la surface du fond opposée à la direction d'extension des griffes.

- [0034] Dans tout ce qui précède, le bord radialement extérieur de chaque griffe peut s'étendre exclusivement axialement, c'est-à-dire que sa distance à l'axe de rotation de l'arbre reste constante tout le long de la griffe. En variante, la distance du bord radialement extérieur de la griffe à l'axe de rotation de l'arbre peut ne pas être constante, décroissant par exemple de façon monotone lorsque l'on se déplace de la base de la griffe vers son extrémité libre.
- [0035] Dans tout ce qui précède, le bord radialement intérieur de chaque griffe peut s'étendre exclusivement axialement, c'est-à-dire que sa distance à l'axe de rotation de l'arbre reste constante tout le long de la griffe. En variante, la distance du bord radialement intérieur de la griffe à l'axe de rotation de l'arbre peut ne pas être constante, croissant par exemple de façon monotone lorsque l'on se déplace de la base de la griffe vers son extrémité libre.
- [0036] Dans tout ce qui précède, le rotor peut comprendre une pluralité d'aimants permanents, chaque aimant permanent étant monté entre deux griffes consécutives circonférentiellement parlant du rotor. Chaque griffe peut présenter des faces circonférentielles dans lesquelles une gorge est ménagée pour accueillir une extrémité circonférentielle d'un aimant permanent. Chaque aimant est ainsi disposé circonférentiellement entre une griffe appartenant à la première roue polaire et une griffe appartenant à la deuxième roue polaire.
- [0037] Dans tout ce qui précède, chaque roue polaire peut comprendre un enroulement électrique d'excitation, bobiné autour de l'arbre, et disposé radialement à l'intérieur des griffes.
- [0038] Toujours dans ce qui précède, chaque roue polaire peut venir par sa portion radialement intérieure au contact de la portion radialement intérieure de l'autre roue polaire. En variante, le rotor peut comprendre un noyau qui est axialement interposé entre les portions radialement intérieures respectives des deux roues polaires.
- [0039] Dans tout ce qui précède, l'une au moins des roues polaires, notamment chaque roue polaire, peut porter un ventilateur. Au moins une pale de ce ventilateur peut être fixée sur une portion radialement extérieure de la surface du fond de ladite roue polaire opposée à la direction d'extension des griffes de ladite roue polaire. Une telle disposition des pales peut permettre d'orienter l'air sur la majeure partie, voire la totalité de la hauteur du chignon correspondant de l'enroulement électrique du stator. Chacune des pales peut ne s'étendre que le long de ladite portion radialement extérieure de la surface du fond ou s'étendre également au-delà de cette portion.

- [0040] Chaque griffe de la roue polaire peut porter via ladite portion radialement extérieure une ou plusieurs pales de ventilateur. En variante, seules certaines griffes de la roue polaire portent une ou plusieurs pales, certaines griffes de cette roue polaire n'en portant pas.
- [0041] Le ventilateur peut être rapporté sur la roue polaire, par exemple par collage, frettage, soudure.
- [0042] Dans tout ce qui précède, le rotor peut comprendre un nombre de paires de pôles quelconque, par exemple six ou huit paires de pôles.
- [0043] Dans tout ce qui précède, le nombre de pales du ventilateur peut être impair. Le nombre de pales de chaque ventilateur est de préférence différent du nombre de paires de pôles du rotor.
- [0044] L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, une machine électrique tournante pour la propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, comprenant le rotor mentionné ci-dessus.
- [0045] Cette machine électrique peut également comprendre un stator et ce dernier peut comprendre un enroulement électrique polyphasé, par exemple formé par des fils ou par des barres conductrices reliées les unes les autres.
- [0046] Comme déjà mentionné, la machine électrique tournante peut comprendre un composant électronique de puissance, apte à être connecté au réseau de bord du véhicule, la première roue polaire étant plus proche de ce composant électronique de puissance que la deuxième roue polaire. Ce composant électronique de puissance comprend par exemple un onduleur/redresseur permettant, selon que la machine électrique fonctionne en moteur ou en génératrice, de charger un réseau de bord du véhicule ou d'être électriquement alimenté depuis ce réseau. La machine électrique tournante peut encore comprendre une poulie ou tout autre moyen de liaison vers le reste du groupe motopropulseur du véhicule. La machine électrique est par exemple reliée, notamment via une courroie, au vilebrequin du moteur thermique du véhicule. En variante, la machine électrique est reliée à d'autres emplacement du groupe motopropulseur, par exemple à l'entrée de la boîte de vitesses du point de vue du couple transitant vers les roues du véhicule, en sortie de la boîte de vitesses du point de vue du couple transitant vers les roues du véhicule, au niveau de la boîte de vitesses du point de vue du couple transitant vers les roues du véhicule, ou encore sur le train avant ou le train arrière de ce groupe motopropulseur.
- [0047] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'exemples non limitatifs de mise en œuvre de celle-ci et à l'examen du dessin annexé sur lequel :
- [0048] [fig.1] représente une vue en coupe d'une machine électrique à laquelle s'applique l'invention,

- [0049] [fig.2] et [Fig.3] sont des vues en élévation et en coupe d'une roue polaire d'un rotor de machine électrique selon un premier exemple de mise en œuvre de l'invention,
- [0050] [fig.4] et [Fig.5] sont des vues en élévation et en coupe d'une roue polaire d'un rotor de machine électrique selon un deuxième exemple de mise en œuvre de l'invention,
- [0051] [fig.6] est une vue en coupe d'une roue polaire selon une variante du deuxième exemple de mise en œuvre de l'invention
- [0052] [fig.7] est un graphe montrant des résultats de simulations, et
- [0053] [fig.8] représente de façon schématique une réalisation particulière de ventilateur s'appliquant au premier comme au deuxième exemple de mise en œuvre ci-dessus.
- [0054] On a représenté sur la figure 1 une machine électrique tournante 1 polyphasée, notamment pour véhicule automobile. Cette machine électrique tournante peut former un alternateur ou un alterno-démarrreur du véhicule. Cette machine électrique tournante peut être alimentée via un composant électronique de puissance 9 comprenant un onduleur/redresseur par une batterie dont la tension nominale est de 48V ou d'une valeur supérieure à 300V, par exemple.
- [0055] La machine électrique tournante 1 comporte un carter 2. A l'intérieur de ce carter 2, elle comporte, en outre, un arbre 3, un rotor 4 solidaire en rotation de l'arbre 3 et un stator 5 entourant le rotor 4. Le mouvement de rotation du rotor 4 se fait autour d'un axe X. Dans cet exemple, le carter 2 comporte un palier avant 6 et un palier arrière 7 qui sont assemblés ensemble. Ces paliers 6, 7 sont de forme creuse et portent, chacun, centralement un roulement à billes 10, 11 respectif pour le montage à rotation de l'arbre 3.
- [0056] Une poulie 12 est dans l'exemple considéré fixée sur une extrémité avant de l'arbre 3, au niveau du palier avant 6, par exemple à l'aide d'un écrou en appui sur le fond de la cavité de cette poulie. Cette poulie 12 permet de transmettre le mouvement de rotation à l'arbre 3 et elle peut être reliée via une courroie au vilebrequin du moteur thermique du véhicule.
- [0057] L'extrémité arrière de l'arbre 3 porte, ici, des bagues collectrices appartenant à un collecteur et reliées par des liaisons filaires au bobinage. Des balais appartenant à un porte-balais 8 sont disposés de façon à frotter sur les bagues collectrices.
- [0058] Le palier avant 6 et le palier arrière 7 peuvent comporter, en outre, des ouvertures sensiblement latérales pour le passage de l'air en vue de permettre le refroidissement de la machine électrique tournante par circulation d'air engendrée par la rotation d'un ventilateur avant 13 sur la face dorsale avant du rotor 4, c'est-à-dire au niveau du palier avant 6 et d'un ventilateur arrière 14 sur la face dorsale arrière du rotor, c'est-à-dire au niveau du palier arrière 7.
- [0059] Dans cet exemple de réalisation, le stator 5 comporte un corps 15 en forme d'un paquet de tôles doté d'encoches, par exemple du type semi fermée ou ouverte, équipées

d'isolant d'encoches pour le montage de l'enroulement électrique polyphasé du stator. Chaque phase comporte un enroulement 16 traversant les encoches du corps 15 et formant, avec toutes les phases, un chignon avant et un chignon arrière de part et d'autre du corps du stator. Les enroulements 16 sont par exemple obtenus à partir d'un fil continu recouvert d'émail ou à partir d'éléments conducteurs en forme de barre tels que des épingles reliées entre elles. L'enroulement électrique du stator est par exemple triphasé, mettant alors en œuvre un montage en étoile ou en triangle dont les sorties sont reliées au composant électronique de puissance 9.

[0060] Le rotor 4 de la figure 1 est un rotor à griffe. Il comporte deux roues polaires 17. La première roue polaire 17 est tournée vers le composant électronique de puissance 9 tandis que la deuxième roue polaire 17 est tournée vers la poulie 12.

[0061] Chacune des roues polaires 17 comprend un fond 18 s'étendant radialement de part et d'autre de l'axe X, la roue définissant une série de griffes 19 de forme globalement trapézoïdale. Chaque griffe d'une roue polaire 17 s'étend axialement en direction de l'autre roue polaire depuis une base disposée sur la périphérie radialement extérieure du fond 18.

[0062] Comme on le verra par la suite, le fond 18 peut présenter au niveau de chaque griffe une surface opposée à la direction d'extension de cette griffe 19, qui comprend : une portion radialement extérieure 40, et une portion radialement intérieure 41. Dans l'exemple représenté, la portion radialement extérieure 40 est directement dans le prolongement radial de la portion radialement intérieure 41, mais l'invention n'est pas limitée à un tel exemple. Une ou plusieurs portions intermédiaires peuvent être radialement interposées entre cette portion radialement extérieure 40 et cette portion radialement intérieure 41.

[0063] Chaque roue polaire 17 vient dans l'exemple de la figure 1 en contact axialement parlant avec l'autre roue polaire 17 du rotor via une portion radialement intérieure 20 de cette roue qui peut être cylindrique.

[0064] Le rotor 4 comporte encore, entre les portions radialement intérieures 20 et les griffes 19, une bobine 21 comportant, ici, un moyeu de bobinage et un bobinage électrique sur ce moyeu. La bobine 21 peut être bobinée sur un isolant de bobine 22.

[0065] Le rotor 4 peut également comporter des aimants permanents (non représentés) interposés entre deux griffes 19 voisines à la périphérie externe du rotor. En variante, le rotor 4 peut être dépourvu de tels aimants permanents.

[0066] Le nombre de paires de pôles défini par le rotor 4 peut être quelconque, par exemple être égal à six ou à huit.

[0067] Comme on peut le voir, pour chaque roue polaire 17, la portion radialement extérieure 40 de la surface du fond 18 de cette roue polaire 17 opposée à la direction d'extension des griffes 19 est inclinée par rapport à la portion radialement intérieure 41

de cette même surface. Chacune de ces portions est ici plane.

[0068] L'angle aigu α_1 ménagé entre lesdites portions 40 et 41 pour la première roue polaire 17 présente une même première valeur constante sur cette première roue polaire 17. L'angle aigu α_2 ménagé entre les portions 40 et 41 pour la deuxième roue polaire 17 présente une même deuxième valeur constante sur cette deuxième roue polaire.

[0069] L'invention consiste à ce que la première valeur d'angle soit égale à la deuxième valeur d'angle et à ce que cette valeur commune soit comprise entre $43,5^\circ$ et $50,7^\circ$.

[0070] La figure 7 correspond à des simulations réalisées sur une machine à six paires de pôles avec un rotor de diamètre extérieur égal à 107,35 mm, un stator de diamètre extérieur de 137 mm et un courant nominal de 250 A au stator en fonctionnement en génératrice.

[0071] Comme le montre la figure 7, dont les résultats sont par ailleurs conformes aux essais avec une vraie machine, le choix d'une valeur égale pour la première valeur pour l'angle α_1 et de la deuxième valeur pour l'angle α_2 dans la plage précitée conduit à un compromis entre les contraintes suivantes :

[0072] - courbe 100 correspondant au bruit aérodynamique en dB de la 6^{ème} harmonique à 18 000 tr/min,

[0073] - courbe 101 correspondant au déplacement en mm de l'extrémité radialement extérieure des griffes 19 à 22 000 tr/min,

[0074] - courbe 102 correspondant au courant de sortie du stator à 1 500 tr/min, et

[0075] - courbe 103 correspondant au niveau de bruit global en dB.

[0076] Selon le premier exemple de mise en œuvre des figures 2 et 3, le bord radialement intérieur 45 de chaque griffe 19 est directement dans le prolongement d'une surface 46 du fond 18 de la roue polaire 17 tournée vers l'autre roue polaire 17, et cette surface 46 est parallèle à la portion radialement intérieure 41 de la surface de ce fond 18 opposée à la direction d'extension des griffes 19. Ces surfaces parallèles sont ainsi toutes deux perpendiculaires à l'axe X. Dans cet exemple de mise en œuvre, le rapport entre le rayon R1 de l'extrémité radialement extérieure de la portion radialement extérieure 40 et le rayon R3 de l'extrémité radialement intérieure de cette même portion 40 peut être supérieur à 1,3 et le rapport entre le rayon R2 de l'extrémité radialement extérieure de la surface 46 du fond 18 et le rayon R3 précité peut être supérieur à 0,96.

[0077] Selon le deuxième exemple de mise en œuvre des figures 4 et 5, le bord radialement intérieur 45 de chaque griffe 19 est directement dans le prolongement d'une surface 46 du fond 18 de la roue polaire 17 tournée vers l'autre roue polaire 17. Cette surface 46 est ici parallèle à la portion radialement extérieure 40 de la surface de ce fond 18 opposée à la direction d'extension des griffes 19. Selon ce deuxième exemple de mise en œuvre, le rapport entre les rayons R1 et R3 précités peut être supérieur à 1,1, étant par exemple compris entre 1,1 et 1,3.

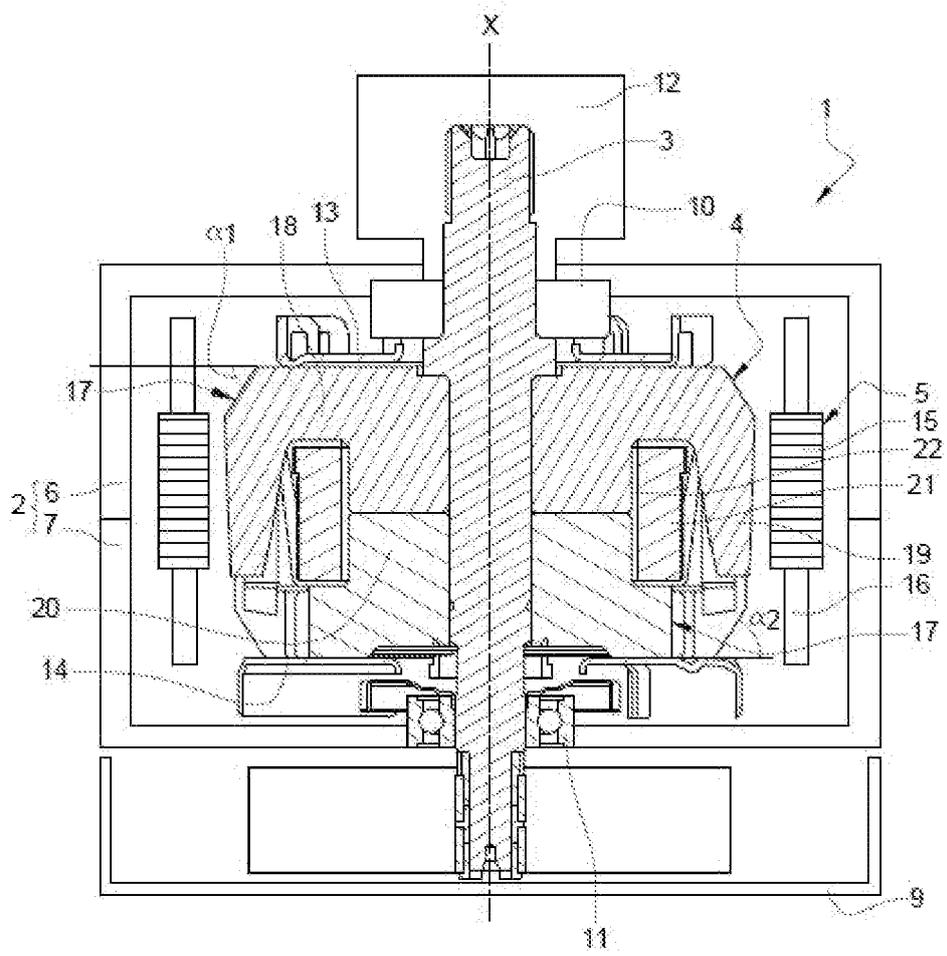
- [0078] La figure 6 représente une variante du deuxième exemple de mise en œuvre dans laquelle le bord radialement intérieur 45 de chaque griffe 19 n'est pas directement dans le prolongement d'une surface 46 du fond 18 de la roue polaire 17 tournée vers l'autre roue polaire 17, une surface intermédiaire 49 étant interposée entre le bord 45 et la surface 46.
- [0079] Dans tout ce qui précède, les premiers et deuxièmes angles peuvent être obtenus par chanfreinage des roues polaires 17.
- [0080] L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits. Ainsi, contrairement à ce qui est représenté sur la figure 1, l'un au moins des ventilateurs 13 et 14 n'est pas nécessairement une pièce monobloc rapportée sur une face dorsale du rotor 4.
- [0081] Chaque portion radialement extérieure 41 d'une roue polaire 17 peut porter une pale 50 de ventilateur fixée sur celle-ci, de sorte que le ventilateur correspondant est formé par la réunion de pales discrètes.
- [0082] En variante, seules certaines portions radialement extérieures 41 d'une roue polaire 17 portent une ou plusieurs pales, d'autres de ces portions 41 ne portant pas de pales. On assure ainsi que le nombre de pales du ventilateur est différent du nombre de paires de pôles du rotor. Il y a par exemple un nombre impair de pales 50.

Revendications

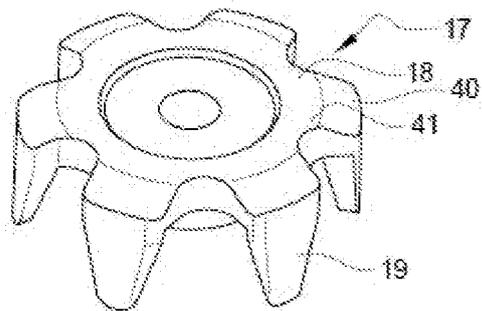
- [Revendication 1] Rotor (4) pour machine électrique tournante, comprenant :
- un arbre tournant autour d'un axe,
 - une première roue polaire (17), comportant un fond (18) s'étendant radialement de part et d'autre de l'axe (X), la roue définissant une série de griffes (19) de forme globalement trapézoïdale, chaque griffe s'étendant axialement en direction de la deuxième roue polaire (17) depuis une base disposée sur la périphérie radialement extérieure du fond, le fond présentant au niveau de chaque griffe (19) une surface opposée à la direction d'extension des griffes (19), qui comprend :
 - une portion radialement extérieure (40), et
 - une portion radialement intérieure (41),
 l'angle (α_1) entre la portion radialement extérieure (40) et la portion radialement intérieure (41) étant constant pour la première roue polaire (17) et égal à une première valeur d'angle,
 - une deuxième roue polaire (17), comportant un fond (18) s'étendant radialement de part et d'autre de l'axe (X), la roue définissant une série de griffes (19) de forme globalement trapézoïdale, chaque griffe s'étendant axialement en direction de la première roue polaire (17) depuis une base disposée sur la périphérie radialement extérieure du fond, le fond présentant au niveau de chaque griffe (19) une surface opposée à la direction d'extension des griffes (19), qui comprend :
 - une portion radialement extérieure (40), et
 - une portion radialement intérieure (41),
 l'angle (α_2) entre la portion radialement extérieure (40) et la portion radialement intérieure (41) étant constant pour la deuxième roue polaire et égal à une deuxième valeur d'angle,
- la première valeur d'angle étant égale à la deuxième valeur d'angle et comprise entre $43,5^\circ$ et $50,7^\circ$.
- [Revendication 2] Rotor selon la revendication 1, la portion radialement extérieure (40) de ladite surface étant directement radialement dans le prolongement de la portion radialement intérieure (41) de cette même surface pour chaque fond (18) d'une roue polaire (17).
- [Revendication 3] Rotor selon l'une des revendications précédentes, chaque roue polaire (17) ayant ses griffes présentant chacune un bord radialement intérieur (45) et un bord radialement extérieur, le bord radialement extérieur de la griffe étant directement dans le prolongement de la portion radialement

- extérieure (40) de ladite surface du fond (18) de la roue polaire.
- [Revendication 4] Rotor selon la revendication 3, le bord radialement intérieur (45) de la griffe étant directement dans le prolongement d'une surface (46) du fond (18) de la roue polaire tournée vers l'autre roue polaire (17).
- [Revendication 5] Rotor selon la revendication 4, la portion radialement intérieure (41) de la surface du fond opposée à la direction d'extension des griffes (19) étant parallèle à la surface (46) du fond tournée vers l'autre roue polaire et en prolongement direct de laquelle est le bord radialement intérieur (45) de la griffe.
- [Revendication 6] Rotor selon la revendication 4, la portion radialement intérieure (41) de la surface du fond opposée à la direction d'extension des griffes (19) étant parallèle à la surface (46) du fond tournée vers l'autre roue polaire (17) et en prolongement direct de laquelle est le bord radialement intérieur (45) de la griffe.
- [Revendication 7] Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'une au moins des roues polaires (17) portant un ventilateur (13, 14) dont chaque pale est fixée sur une portion radialement extérieure (40) de la surface du fond (18) de ladite roue polaire (17) opposée à la direction d'extension des griffes (19) de ladite roue polaire.
- [Revendication 8] Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant six ou huit paires de pôles.
- [Revendication 9] Machine électrique tournante (1) pour la propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, comprenant le rotor (4) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 10] Machine électrique tournante selon la revendication précédente, comprenant un composant électronique de puissance (9), apte à être connecté au réseau de bord du véhicule, la première roue polaire (17) étant plus proche de ce composant électronique de puissance que la deuxième roue polaire.

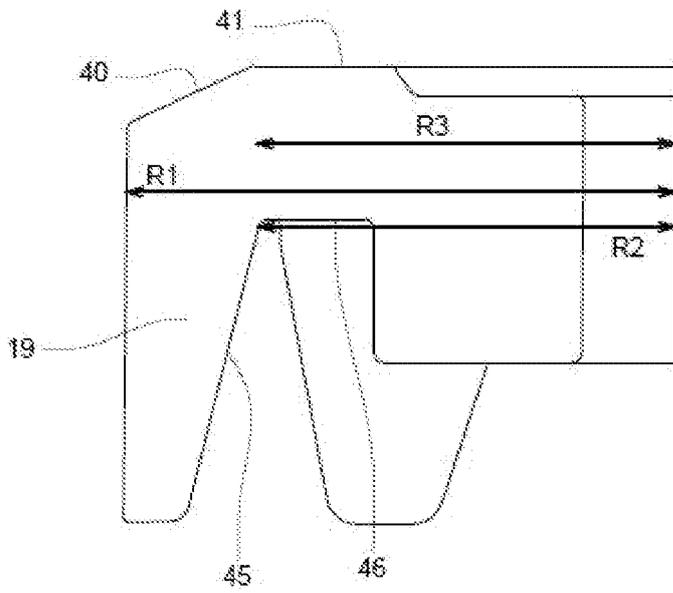
[Fig. 1]



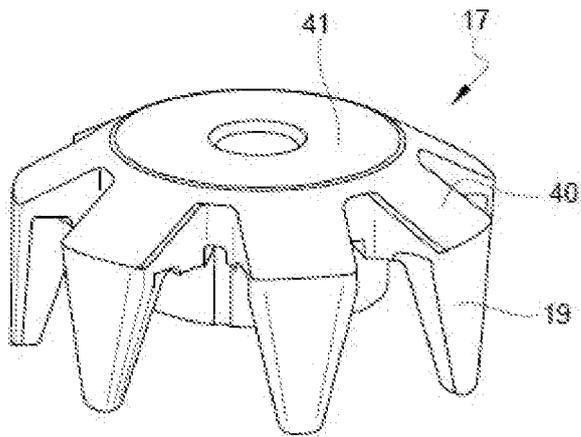
[Fig. 2]



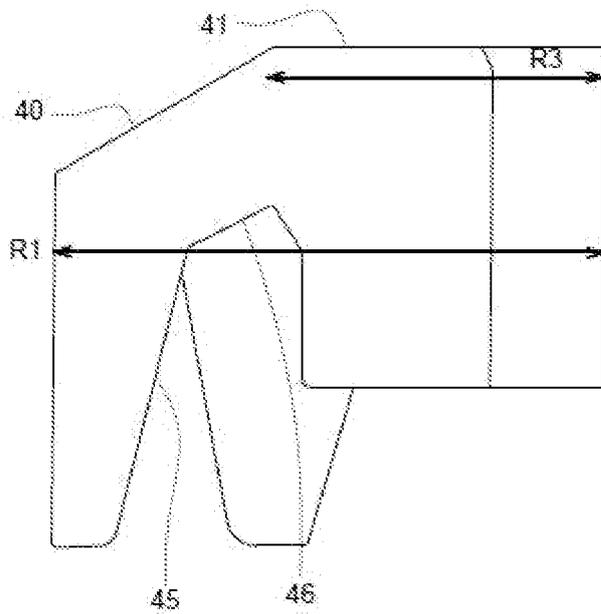
[Fig. 3]



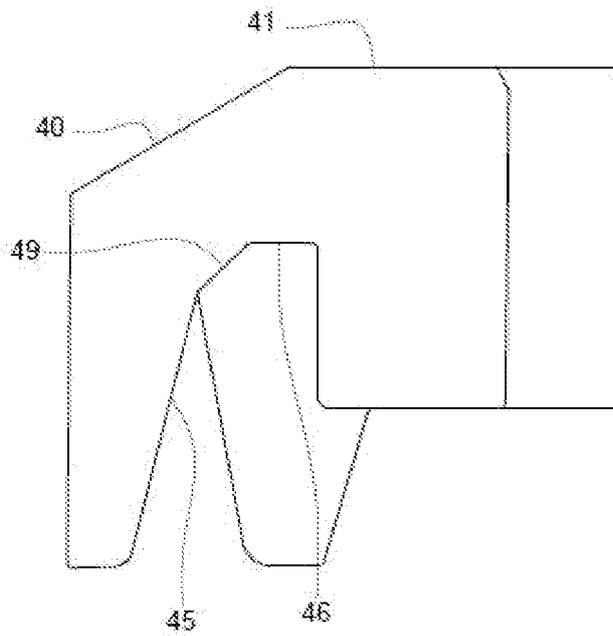
[Fig. 4]



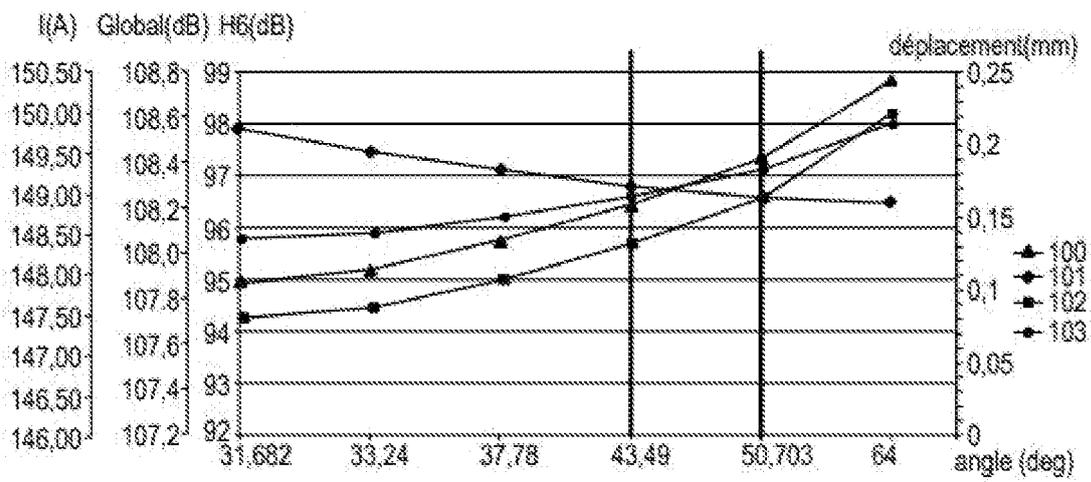
[Fig. 5]



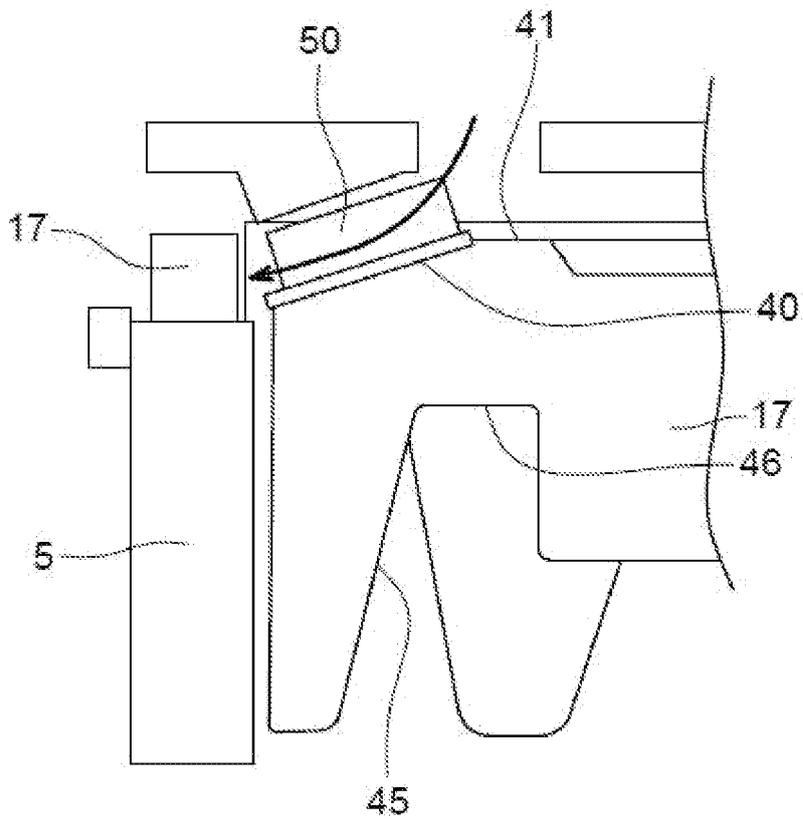
[Fig. 6]



[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 877645
 FR 1912973

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	FR 2 789 240 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 4 août 2000 (2000-08-04) * abrégé; figures * * page 3, ligne 29 - page 4, ligne 24 * -----	1-10	H02K1/24
X	EP 0 515 259 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 25 novembre 1992 (1992-11-25) * abrégé; revendication 1; figures * -----	1-10	
X	EP 1 331 717 A2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 30 juillet 2003 (2003-07-30) * abrégé; figure 7 * * alinéas [0025], [0026], [0052] * -----	1-10	
X	EP 3 104 501 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 14 décembre 2016 (2016-12-14) * abrégé; figures * * alinéa [0054] * -----	1-10	
X	US 2016/105065 A1 (TAKAHASHI YUKI [JP]) 14 avril 2016 (2016-04-14) * abrégé; figures * * alinéas [0049] - [0051] * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 juillet 2020		Ramos, Horacio	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		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.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1912973 FA 877645**

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 **16-07-2020**
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
FR 2789240	A1	04-08-2000	AUCUN	

EP 0515259	A1	25-11-1992	DE 69228086 T2	20-05-1999
			EP 0515259 A1	25-11-1992
			ES 2127209 T3	16-04-1999
			FR 2676873 A1	27-11-1992
			JP 3362229 B2	07-01-2003
			JP H05161286 A	25-06-1993
			US 5270605 A	14-12-1993

EP 1331717	A2	30-07-2003	CN 1434554 A	06-08-2003
			EP 1331717 A2	30-07-2003
			EP 2677629 A2	25-12-2013
			JP 2003219617 A	31-07-2003
			KR 20030063086 A	28-07-2003
			US 2003137213 A1	24-07-2003

EP 3104501	A1	14-12-2016	CN 106253514 A	21-12-2016
			EP 3104501 A1	14-12-2016
			FR 3037198 A1	09-12-2016
			JP 2017005984 A	05-01-2017
			US 2016359383 A1	08-12-2016

US 2016105065	A1	14-04-2016	JP 6222032 B2	01-11-2017
			JP 2016082654 A	16-05-2016
			US 2016105065 A1	14-04-2016
