

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 134 486

②1 N° d'enregistrement national : **22 03195**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 02 K 5/20 (2022.01), H 02 K 1/32**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 07.04.22.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.10.23 Bulletin 23/41.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : **NOVARES FRANCE Société par actions simplifiée (SAS) — FR.**

⑦② Inventeur(s) : **KMIEC Eric, DARGERÉ Nicolas et LEDIEU Cédric.**

⑦③ Titulaire(s) : **NOVARES FRANCE Société par actions simplifiée (SAS).**

⑦④ Mandataire(s) : **CABINET GERMAIN ET MAUREAU.**

⑫④ ROTOR POUR MOTEUR ELECTRIQUE MUNI D'UN CIRCUIT DE REFOIDISSEMENT.

⑫⑤ Rotor pour moteur électrique muni d'un circuit de refroidissement

L'invention concerne un rotor (10) pour moteur électrique (30) comprenant:

- un arbre (12) de rotor monté rotatif autour d'un axe (X);
- un paquet de tôles (14) monté coaxialement sur l'arbre (12) de rotor, ledit paquet de tôles (14) comprenant des cavités internes (141) logeant des aimants permanents (15);
- un flasque avant (17) et un flasque arrière (19) montés coaxialement sur l'arbre (12) de rotor et agencés axialement de part et d'autre du paquet de tôles (14) de telle sorte à être contigus respectivement aux faces latérales avant et arrière (143, 144) du paquet de tôles (14);
- des canaux de circulation d'un fluide de refroidissement formés respectivement à l'intérieur de l'arbre (12), des flasques avant et arrière (17, 19), et des aimants permanents (15).

Figure 2

FR 3 134 486 - A1



Description

Titre de l'invention : ROTOR POUR MOTEUR ELECTRIQUE MUNI D'UN CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT

- [0001] L'invention concerne un rotor pour moteur électrique agencé pour permettre une meilleure évacuation de la chaleur générée lors de son fonctionnement. L'invention concerne également un moteur électrique comprenant un tel rotor.
- [0002] De manière générale, les moteurs électriques actuels comportent un rotor solidaire d'un arbre et un stator qui entoure le rotor. Le stator est monté dans un carter qui comporte des roulements pour le montage en rotation de l'arbre. Le rotor comporte un corps formé par un empilage de tôles ou roues polaires (claw pole) maintenues sous forme de paquet au moyen d'un système de fixation adapté. Le corps du rotor comporte des cavités internes logeant des aimants permanents. Le stator comporte un corps constitué par un empilage de tôles formant une couronne, dont la face intérieure est pourvue de dents délimitant deux à deux une pluralité d'encoches ouvertes vers l'intérieur du corps de stator et destinées à recevoir des enroulements de phase. Ces enroulements de phase traversent les encoches du corps de stator et forment des chignons faisant saillie de part et d'autre du corps de stator. Les enroulements de phase peuvent par exemple être constitués d'une pluralité de segments de conducteur en forme de U, les extrémités libres de deux segments adjacents étant reliées entre elles par soudage.
- [0003] Dans le rotor, le paquet de tôles est enserré axialement entre un flasque avant et un flasque arrière montés coaxialement à l'arbre. Chaque flasque a globalement la forme d'un disque s'étendant dans un plan radial perpendiculaire à l'axe de l'arbre. Chaque flasque comporte un orifice central pour le montage coaxial sur l'arbre et plusieurs trous traversants destinés à recevoir des vis de fixation traversant axialement l'ensemble du paquet de tôles, lesdites vis étant solidarisiées aux flasques au moyen d'écrous. Les flasques avant et arrière sont généralement formés d'un matériau aimantique, conducteur de chaleur, par exemple un métal.
- [0004] Le carter comporte généralement des paliers avant et arrière assemblés ensemble. Les paliers définissent une cavité interne dans laquelle sont logés le rotor et le stator. Chacun des paliers porte centralement un roulement à bille pour le montage en rotation de l'arbre du rotor.
- [0005] Lors du fonctionnement du moteur, le flux magnétique induit circulant à travers le rotor génère une chaleur importante qui doit être évacuée. Pour refroidir le moteur, il existe actuellement plusieurs solutions. L'une de ces solutions, décrite dans la demande de brevet français FR 3 111 025, consiste à faire circuler un fluide de refroidissement au travers de cavités traversantes formées à l'intérieur du paquet de tôles,

ces cavités traversantes s'étendant selon la direction axiale du rotor. Cette solution est particulièrement adaptée aux rotors munis d'aimants permanents à base de terre rare disposés à la périphérie externe du paquet de tôles. Cette position en périphérie externe des aimants permanents offre en effet suffisamment d'espace à l'intérieur du paquet de tôles pour la formation des cavités traversantes. Cette solution n'est en revanche pas adaptée à des rotors munis d'aimants permanents à base de ferrite, qui, du fait de leur volume important, laissent peu d'espace disponible pour former des cavités traversantes à l'intérieur du paquet de tôles.

- [0006] L'invention vise donc à proposer un rotor et un moteur électrique comprenant un tel rotor agencé pour permettre une meilleure évacuation de la chaleur générée lors de son fonctionnement et ne présentant pas les inconvénients des solutions existantes décrites précédemment.
- [0007] A cet effet, l'invention concerne un rotor pour moteur électrique comprenant :
- [0008] - un arbre de rotor monté rotatif autour d'un axe ;
- [0009] - un paquet de tôles monté coaxialement sur l'arbre de rotor, ledit paquet de tôles comprenant des cavités internes symétriques par rapport à l'axe de l'arbre et entre elles, lesdites cavités internes traversant axialement l'intégralité du paquet de tôles de telle sorte qu'elles débouchent, à l'une de leurs extrémités, au niveau d'une face latérale avant dudit paquet de tôles et, à une autre de leurs extrémités, au niveau d'une face latérale arrière dudit paquet de tôles ;
- [0010] - une pluralité d'aimants permanents logés à l'intérieur des cavités internes du paquet de tôles ;
- [0011] - un flasque avant et un flasque arrière montés coaxialement sur l'arbre de rotor et agencés axialement de part et d'autre du paquet de tôles de telle sorte à être contigus respectivement aux faces latérales avant et arrière du paquet de tôles ;
- [0012] dans lequel l'arbre est muni d'au moins un premier canal interne de circulation d'un fluide de refroidissement, dit canal d'entrée, et d'au moins un deuxième canal interne de circulation d'un fluide de refroidissement, dit canal de sortie, et dans lequel le flasque avant, respectivement le flasque arrière, est configuré pour former avec la face latérale avant, respectivement la face latérale arrière, du paquet de tôles au moins un canal de liaison avant, respectivement au moins un canal de liaison arrière, à l'intérieur duquel peut circuler un fluide de refroidissement, ledit au moins un canal de liaison avant, respectivement arrière, étant en communication fluidique avec l'un desdits canaux d'entrée et de sortie, et
- [0013] dans lequel chaque aimant permanent est muni d'au moins un canal longitudinal de circulation de fluide débouchant, d'un côté, sur ledit au moins un canal de liaison avant, et, de l'autre côté, sur ledit au moins un canal de liaison arrière, ledit au moins un canal longitudinal de circulation de fluide étant configuré pour permettre la cir-

circulation d'un fluide de refroidissement.

- [0014] Ainsi configuré, le rotor de l'invention pourra être refroidi par un fluide de refroidissement circulant successivement à travers l'arbre de rotor depuis le canal d'entrée, puis le long d'un des flasques avant et arrière, puis à travers les aimants permanents, puis le long de l'autre flasque avant et arrière, pour finalement sortir à travers le canal de sortie. Du fait du contact direct du fluide de refroidissement avec les aimants permanents, une meilleure évacuation de la chaleur générée dans le rotor lors de son fonctionnement pourra ainsi être obtenue. La solution de l'invention présente également l'avantage de ne pas nécessiter la présence de cavités traversantes additionnelles à l'intérieur du paquet de tôles pour assurer la circulation du fluide de refroidissement.
- [0015] Selon d'autres caractéristiques, le rotor de l'invention comporte une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes considérées seules ou en combinaison :
- [0016] - chaque aimant permanent est formé par l'assemblage d'au moins deux parties, respectivement au moins une partie externe et au moins une partie interne, ladite au moins une partie interne étant logée à l'intérieur de ladite au moins une partie externe, et ledit au moins un canal longitudinal de circulation de fluide étant délimité respectivement par une surface périphérique interne de ladite au moins une partie externe et par une surface périphérique externe de ladite au moins une partie interne.
- [0017] - la surface périphérique interne de ladite au moins une partie externe d'au moins un des aimants permanents est munie de nervures qui sont en contact avec la surface périphérique externe de ladite au moins une partie interne.
- [0018] - la surface périphérique externe de ladite au moins une partie interne d'au moins un des aimants permanents est munie de nervures qui sont en contact avec la surface périphérique interne de ladite au moins une partie externe.
- [0019] - pour chaque aimant permanent, l'une desdites parties interne ou externe est formée d'une matrice en matière thermoplastique incorporant des particules possédant des propriétés magnétiques et l'autre partie est obtenue par frittage, ou par impression 3D, ou par procédé PIM de particules possédant des propriétés magnétiques.
- [0020] - les particules possédant des propriétés magnétiques utilisées pour la formation de ladite au moins une partie interne et/ou externe sont constituées d'un matériau choisi parmi la ferrite ou une terre rare.
- [0021] - la matrice en matière thermoplastique est constituée d'un matériau choisi parmi le polyamide 6 (PA 6), le polyamide 6-6 (PA 6-6), le polyamide 12 (PA 12), et le polysulfure de phénylène (PPS).
- [0022] - ledit au moins un canal de liaison avant est en communication fluïdique avec ledit canal d'entrée et ledit au moins un canal de liaison arrière est en communication fluïdique avec ledit canal de sortie, de telle sorte qu'un fluide de refroidissement

destiné au refroidissement du rotor puisse circuler dans le rotor successivement au travers du canal d'entrée, puis entre le flasque avant et la face latérale avant du paquet de tôles au travers dudit au moins un canal de liaison avant, puis à l'intérieur des aimants permanents au travers desdits canaux longitudinaux de circulation de fluide, puis entre la face latérale arrière du paquet de tôles et le flasque arrière au travers dudit au moins un canal de liaison arrière, et finalement au travers du canal de sortie.

[0023] - l'arbre comprend une portion d'extrémité avant creuse et une portion d'extrémité arrière creuse séparée de la portion d'extrémité avant par une portion centrale pleine, la portion d'extrémité avant, respectivement la portion d'extrémité arrière, étant traversée par une cavité centrale de forme cylindrique, ladite cavité centrale formant le canal d'entrée, respectivement le canal de sortie, de l'arbre, et en ce qu'au moins un trou orienté radialement par rapport à l'axe de l'arbre est formé à l'intérieur de la portion d'extrémité avant, respectivement de la portion d'extrémité arrière, de manière à déboucher d'un côté dans le canal d'entrée, respectivement le canal de sortie, et de l'autre côté dans ledit au moins un canal de liaison avant, respectivement ledit au moins un canal de liaison arrière.

[0024] - ledit au moins un canal de liaison arrière est en communication fluidique avec ledit canal d'entrée et ledit au moins un canal de liaison avant est en communication fluidique avec ledit canal de sortie, de telle sorte qu'un fluide de refroidissement destiné au refroidissement du rotor puisse circuler dans le rotor successivement au travers du canal d'entrée, puis entre le flasque arrière et la face latérale arrière du paquet de tôles au travers dudit au moins un canal de liaison arrière, puis à l'intérieur des aimants permanents au travers desdits canaux longitudinaux de circulation de fluide, puis entre le flasque avant et la face latérale avant au travers dudit au moins un canal de liaison avant, et finalement au travers du canal de sortie.

[0025] - l'arbre comprend une portion d'extrémité avant creuse et une portion d'extrémité arrière pleine séparée de la portion d'extrémité avant par une portion centrale creuse, la portion d'extrémité avant et la portion centrale étant traversées par une cavité centrale de forme cylindrique, ladite cavité centrale formant le canal d'entrée de l'arbre, la portion d'extrémité avant étant également traversée par au moins une cavité périphérique alignée coaxialement avec la cavité centrale, ladite au moins une cavité périphérique formant le canal de sortie de l'arbre, et au moins un trou orienté radialement par rapport à l'axe de l'arbre étant formé à l'intérieur de la portion d'extrémité avant, respectivement de la portion centrale, de manière à déboucher d'un côté dans le canal de sortie, respectivement le canal d'entrée, et de l'autre côté dans ledit au moins un canal de liaison avant, respectivement ledit au moins un canal de liaison arrière.

[0026] - l'arbre comprend un corps principal muni d'un trou borgne aligné selon l'axe de l'arbre, ledit trou borgne comprenant deux sections contiguës de diamètres internes

différents, à savoir une première section possédant un premier diamètre interne et une deuxième section possédant un deuxième diamètre interne, et un insert en matière plastique étant logé à l'intérieur du trou borgne au niveau de la première section, ledit insert étant formé d'une partie tubulaire alignée avec la deuxième section du trou borgne et possédant un diamètre interne qui est sensiblement égal au deuxième diamètre interne, et d'une partie annulaire s'étendant radialement autour de l'une des extrémités de la partie tubulaire, ladite partie annulaire étant positionnée au niveau de l'interface entre la première section et la deuxième section du trou borgne et possédant un diamètre externe qui est sensiblement égal au premier diamètre interne, le canal d'entrée de l'arbre étant défini conjointement par la partie tubulaire de l'insert et par la deuxième section du trou borgne et le canal de sortie de l'arbre correspondant à l'espace délimité par la première section du trou borgne et par les parties tubulaire et annulaire de l'insert.

- [0027] - l'insert comprend une ou plusieurs ailettes de séparation s'étendant radialement depuis la périphérie externe de la partie tubulaire, chacune des ailettes de séparation étant configurées pour séparer le canal de sortie en deux ou plusieurs segments de canaux de sortie.
- [0028] - chacun des flasques avant et arrière possède une face interne en contact avec une face latérale du paquet de tôles, ladite face interne étant munie d'au moins une rainure radiale, ladite au moins une rainure radiale possédant une extrémité proximale débouchant sur une zone centrale évidée dudit flasque, au niveau de laquelle ladite au moins une rainure radiale est en communication fluidique avec le canal d'entrée ou de sortie de l'arbre, et ladite au moins une rainure radiale étant alignée axialement avec l'un des aimants permanents et possédant sensiblement la même forme générale que ledit aimant permanent dans un plan perpendiculaire à l'axe, de sorte que ledit au moins un canal longitudinal de circulation de fluide dudit aimant permanent débouche, d'un côté, dans ladite au moins une rainure radiale du flasque avant et, de l'autre côté, dans ladite au moins une rainure radiale du flasque arrière.
- [0029] - au moins deux trous radiaux sont formés au travers de l'arbre, chacun desdits trous radiaux débouche, d'un côté, sur le canal d'entrée ou de sortie de l'arbre et, de l'autre côté, sur la paroi périphérique de l'arbre, en étant en communication fluidique avec la zone centrale évidée du flasque avant ou arrière.
- [0030] L'invention concerne également un moteur électrique comprenant un rotor tel que défini précédemment.
- [0031] L'invention sera davantage comprise à la lecture de la description non limitative qui va suivre, faite en référence aux figures ci-annexées.
- [0032] [Fig.1] est une vue en perspective d'un rotor selon un premier mode de réalisation de l'invention.

- [0033] [Fig.2] est une vue en perspective et en coupe longitudinale du rotor représenté sur la [Fig.1].
- [0034] [Fig.3] est une vue similaire à la [Fig.1], le flasque avant et les vis de fixation du rotor ayant été retirés.
- [0035] [Fig.4] est une vue axiale avant du rotor représenté sur la [Fig.3].
- [0036] [Fig.5a] est une vue en perspective d'un aimant permanent équipant le rotor de la [Fig.1].
- [0037] [Fig.5b] est une vue en perspective de la partie interne de l'aimant permanent de la [Fig.5a].
- [0038] [Fig.5c] est une vue en perspective de la partie externe de l'aimant permanent de la [Fig.5a].
- [0039] [Fig.6] est une vue en coupe longitudinale d'un moteur électrique incorporant le rotor de la [Fig.1].
- [0040] [Fig.7] est une vue en coupe longitudinale de l'arbre équipant le rotor de la [Fig.1].
- [0041] [Fig.8] est une vue axiale avant de l'arbre de la [Fig.7].
- [0042] [Fig.9] est une vue en perspective de l'insert utilisé dans l'arbre de la [Fig.7].
- [0043] [Fig.10] est une vue en coupe longitudinale d'un arbre équipant un rotor selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.
- [0044] [Fig.11] est une vue en perspective de la face externe du flasque avant utilisé dans le rotor de la [Fig.1].
- [0045] [Fig.12] est une vue en perspective de la face interne du flasque de la [Fig.11], dans laquelle une extrémité de l'arbre a été représentée de manière tronquée.
- [0046] [Fig.13] est une vue en perspective de la face externe du flasque arrière utilisé dans le rotor de la [Fig.1].
- [0047] [Fig.14] est une vue en perspective de la face interne du flasque de la [Fig.13], dans laquelle une extrémité de l'arbre a été représentée de manière tronquée.
- [0048] Dans l'ensemble de la description et dans les revendications, les termes « axial » et « radial » et leurs dérivés sont définis par rapport à l'axe de rotation du rotor. Ainsi, une orientation axiale se rapporte à une orientation parallèle à l'axe de rotation du rotor et une orientation radiale se rapporte à une orientation perpendiculaire à l'axe de rotation du rotor. Par ailleurs, par convention, les termes « avant » et « arrière » font référence à des positions séparées le long de l'axe de rotation du rotor. En particulier, l'extrémité « avant » de l'arbre du rotor correspond à l'extrémité de l'arbre sur laquelle peut être fixé(e) une poulie, un pignon, une cannelure destiné(e) à transmettre le mouvement de rotation du rotor à tout autre dispositif similaire de transmission de mouvements.
- [0049] Les figures 1 à 4 représentent un rotor 10 selon un premier mode de réalisation de l'invention. Le rotor 10 comprend un corps sensiblement cylindrique formé par un

paquet de tôles 14 réalisé dans un matériau ferromagnétique, notamment en acier, ledit corps étant solidaire en rotation d'un arbre 12 monté rotatif autour d'un axe X. Le paquet de tôles 14 est monté coaxialement sur l'arbre 12. L'arbre 12 pourra être emmanché en force à l'intérieur d'une ouverture centrale du paquet de tôles 14 de manière à lier en rotation le corps du rotor avec l'arbre 12.

[0050] Le paquet de tôles 14 est formé d'un empilement axial de tôles qui s'étendent dans un plan radial perpendiculaire à l'axe X de l'arbre 12. Une pluralité de trous de fixation 11 sont réalisés dans le paquet de tôles 14 pour permettre le passage de vis de fixation 21 des tôles du paquet. Ces trous de fixation 11 sont traversants de sorte qu'il est possible de faire passer à l'intérieur de chaque trou 11 une vis 21. Une première extrémité des vis 21 est en appui contre la face externe d'un flasque d'extrémité avant 17, tandis que l'autre extrémité des vis dépasse de la face externe d'un flasque d'extrémité arrière 19 et est filetée de manière à recevoir un écrou qui, une fois vissé, exerce une pression contre ladite face externe. Ainsi, le paquet de tôles 14 est enserré axialement entre le flasque d'extrémité avant 17 et le flasque d'extrémité arrière 19. Ces flasques 17, 19 pourront avantageusement permettre d'assurer un équilibrage du rotor 10. L'équilibrage de ces flasques peut être effectué par ajout ou retrait de matière. Le retrait de matière peut être effectué par usinage, tandis que l'ajout de matière peut être effectué en implantant des éléments dans des ouvertures prévues à cet effet et réparties suivant la circonférence du flasque 17, 19.

[0051] Comme représenté sur les figures 3 et 4, le rotor 10 comprend en outre une pluralité d'aimants permanents 15 destinés à être logés dans une pluralité de cavités internes 141 formées à l'intérieur du paquet de tôles 14, chacune des cavités internes 141 logeant au moins un aimant permanent 15. Les cavités 141 s'étendent suivant une direction radiale par rapport à l'axe X et sont axialement traversantes. Elles possèdent une section sensiblement triangulaire et sont réparties uniformément autour de l'axe X. Deux cavités 141 directement adjacentes sont séparées par un segment radial 18 du paquet de tôles 14 de sorte que le corps du rotor est constitué d'une alternance de cavités 141 et de segments 18 lorsque l'on suit une circonférence du rotor 10. Les aimants permanents 15 possèdent une forme externe sensiblement complémentaire de celle des cavités 141, de sorte que chaque aimant permanent 15 est logé sans jeu à l'intérieur d'une cavité 141. Les aimants permanents 15 sont à aimantation orthoradiale, c'est-à-dire que les deux faces d'extrémité de chaque aimant permanent 15 qui sont adjacentes l'une par rapport à l'autre dans le sens orthoradial sont magnétisées de manière à pouvoir générer un flux magnétique suivant une orientation orthoradiale par rapport à l'axe X. Les aimants permanents 15 situés dans deux cavités 141 consécutives sont donc de polarités alternées. Ainsi disposés, les aimants permanents 15 génèrent dans le paquet de tôles 14 un flux magnétique orienté radialement et dirigé

vers la périphérie externe du corps du rotor.

[0052] Dans le mode de réalisation représenté sur les figures 5a à 5c, chaque aimant permanent 15 possède une forme générale de prisme droit à base sensiblement triangulaire. Dans d'autres modes de réalisation (non représentés) de l'invention, les aimants permanents 15 pourront également posséder une forme générale de prisme droit à base trapézoïdale ou rectangulaire, ou être de forme cylindrique. Chaque aimant permanent 15 est formé par l'assemblage de deux parties, respectivement une partie externe 151 et une partie interne 152, la partie interne 152 étant logée à l'intérieur de la partie externe 151. Dans la configuration représentée, la partie interne 152 est pleine et possède une forme de prisme droit à base triangulaire, les sommets du triangle étant pointus, tandis que la partie externe 151 est creuse et possède une forme de prisme droit à base triangulaire, les sommets du triangle étant arrondis. Les parties externe et interne 151, 152 pourront être reliées l'une à l'autre par tout moyen connu, en particulier par emmanchement serré, par collage, par clippage ou par soudage. La partie externe 151 et la partie interne 152 pourront être formées soit à partir d'une matrice en matière thermoplastique incorporant des particules possédant des propriétés magnétiques, soit à partir de particules possédant des propriétés magnétiques lesquelles seront soumises à un procédé de frittage, ou d'impression 3D, ou PIM (Powder Injection Molding). Une configuration possible pourra notamment consister à utiliser une matrice thermoplastique contenant des particules à base de ferrite ou de terres rares pour former la partie externe 151 de l'aimant permanent 15, la partie interne 152 étant formée par frittage de particules de ferrite ou de terres rares. Une autre configuration possible consistera à utiliser une matrice thermoplastique contenant des particules de ferrite ou de terres rares pour former la partie interne 152 de l'aimant permanent 15, la partie externe 151 étant formée par frittage de particules de ferrite ou de terres rares. Une autre configuration possible consistera à utiliser une matrice thermoplastique contenant des particules de ferrite ou de terres rares pour former la partie interne 152 et la partie externe 151. Dans ces trois configurations possibles, la matrice en matière thermoplastique de la partie externe 151, respectivement de la partie interne 152, pourra être constituée de matière thermoplastique du type polyamide 6 (PA 6), de polyamide 6-6 (PA 6-6), de polyamide 12 (PA 12), aromatique ou tout autre nature, ou de polysulfure de phénylène (PPS).

[0053] Comme représenté sur la [Fig.5c], la surface périphérique interne 151a de la partie externe 151 de chaque aimant permanent 15 est munie de nervures 153 qui sont destinées à venir en contact avec la surface périphérique externe 152a de la partie interne 152, lorsque les deux parties sont assemblées ensemble dans la configuration finie de l'aimant permanent 15 (voir [Fig.5a]). Ces nervures 153 créent des espaces intercalaires 154 entre les parties externe et interne 151, 152, lesdits espaces intercalaires

154 s'étendant parallèlement à la direction longitudinale définie par l'aimant permanent 15. Chaque espace intercalaire 154 est délimité respectivement par la surface périphérique interne 151a de la partie externe 151 et par la surface périphérique externe 152a de la partie interne 152. Comme expliqué dans les paragraphes suivants, ces espaces intercalaires 154 sont configurés pour former des canaux de circulation de fluide à l'intérieur des aimants permanents 15. Ces canaux de circulation de fluide 154 permettront ainsi de faire circuler un fluide de refroidissement à travers les aimants permanents 15, ce qui, au final, permettra d'évacuer la chaleur générée dans le rotor 10 lors de son fonctionnement. Les nervures 153 pourront posséder toute forme envisageable. Par ailleurs, dans d'autres variantes de réalisation de l'invention (non représentées), il sera envisageable de former les nervures 153 au niveau de la surface périphérique externe 152a de la partie interne 152 des aimants permanents 15, lesdites nervures 153 étant en contact avec la surface périphérique interne 151a de la partie externe 151.

- [0054] En référence à la [Fig.6], il est représenté un moteur électrique 30 équipé du rotor 10 de la [Fig.1]. Ce moteur électrique 30 comprend notamment un carter en deux parties logeant le rotor 10 et un stator 36 annulaire qui entoure le rotor 10 de manière coaxiale à l'arbre 12. Le carter comprend notamment un palier avant 32 et un palier arrière 34 connectés l'un à l'autre, par exemple au moyen de vis de fixation 31. Les paliers 32, 34 présentent une forme creuse et portent chacun centralement un roulement à billes, respectivement 33 et 35, pour le montage en rotation de l'arbre 12. Les paliers avant et arrière 32, 34 seront avantageusement constitués de métal. Des chignons 37 font saillie axialement de part et d'autre du corps de stator 36 et sont logés dans l'espace intermédiaire séparant le stator 36 des paliers respectifs 32, 34.
- [0055] Comme décrit précédemment, le paquet de tôles 14 du rotor 10 incorpore des aimants permanents 15 qui définissent chacun un ou plusieurs canaux longitudinaux 154 de circulation de fluide. Chaque canal longitudinal 154 débouche, à l'une de ses extrémités, au niveau de la face latérale avant 143 dudit paquet de tôles 14, et, à une autre de ses extrémités, au niveau de la face latérale arrière 144 dudit paquet de tôles 14. Chacune des faces latérales avant et arrière 143, 144 fait face et est directement adjacente à une face interne 173, 193 des flasques avant et arrière 17, 19 respectivement.
- [0056] Les faces externe et interne 171, 173 du flasque avant 17 ont été représentées sur les figures 11 et 12 respectivement et les faces externe et interne 191, 193 du flasque arrière 19 ont été représentées sur les figures 13 et 14 respectivement.
- [0057] Le flasque avant 17 se présente sensiblement sous la forme d'un disque. La face interne 173 du flasque avant 17 est en contact avec la face latérale avant 143 du paquet de tôles 14. La face interne 173 est munie d'une série de douze rainures 175 de forme oblongue s'étendant radialement depuis une zone centrale 172 évidée du flasque avant

17 jusqu'à une zone intermédiaire dudit flasque, les douze rainures 175 étant décalées d'un angle de 30° les unes par rapport aux autres. La face externe 171 du flasque avant 17 présente de ce fait une série de douze excroissances 178 épousant la forme en creux des rainures 175 sous-jacentes. Il est par ailleurs prévu des cavités 176 à section circulaire au niveau de la face externe 171, chacune desdites cavités 176 étant apte à loger la tête d'une vis 21 destinée à relier les flasques avant et arrière 17, 19. Un alésage 177 est de ce fait formé au travers du flasque avant 17 pour permettre le passage de la vis 21.

[0058] Chacune desdites rainures radiales 175 du flasque avant 17 est notamment formée d'une section orthoradiale 175a prolongées à chacune de ses extrémités par deux sections obliques 175b1 et 175b2 faisant un angle avec ladite section orthoradiale 175a, lesdites sections obliques 175b1 et 175b2 se rejoignant au niveau d'une extrémité proximale 175c qui jouxte la zone centrale 172. Ainsi configurées, les rainures radiales 175 possèdent sensiblement la même forme générale que les aimants permanents 15 dans un plan perpendiculaire à l'axe X. Les rainures radiales 175 débouchent au niveau de leur extrémité proximale 175c dans une zone centrale 172 évidée du flasque avant 17 qui est en communication fluidique avec des trous 125 de l'arbre 12 (voir description détaillée plus loin). Dans la position montée du flasque avant 17 (représentée sur la [Fig.6]), chaque rainure radiale 175 est alignée axialement avec l'un des aimants permanents 15 de sorte à être en communication fluidique avec le ou les canaux longitudinaux 154 de circulation de fluide dudit aimant permanent 15.

[0059] De la façon similaire, le flasque arrière 19 se présente sensiblement sous la forme d'un disque. La face interne 193 du flasque arrière 19 est en contact avec la face latérale arrière 144 du paquet de tôles 14. La face interne 193 est munie d'une série de douze rainures 195 de forme oblongue s'étendant radialement depuis une zone centrale 192 évidée du flasque arrière 19 jusqu'à une zone intermédiaire dudit flasque, les douze rainures 195 étant décalées d'un angle de 30° les unes par rapport aux autres. La face externe 191 du flasque arrière 19 présente de ce fait une série de douze excroissances 198 épousant la forme en creux des rainures 195 sous-jacentes. Il est par ailleurs prévu des cavités 196 à section hexagonale au niveau de la face externe 191, chacune desdites cavités 196 étant apte à loger l'écrou de la vis 21 destiné à relier les flasques avant et arrière 17, 19. Un alésage 197 est de ce fait formé au travers du flasque arrière 19 pour permettre le passage de la vis 21.

[0060] Chacune desdites rainures radiales 195 du flasque arrière 19 est notamment formée d'une section orthoradiale 195a prolongées à chacune de ses extrémités par deux sections obliques 195b1 et 195b2 faisant un angle avec ladite section orthoradiale 195a, lesdites sections obliques 195b1 et 195b2 se rejoignant au niveau d'une extrémité proximale 195c qui jouxte la zone centrale 192. Ainsi configurées, les

rainures radiales 195 possèdent sensiblement la même forme générale que les aimants permanents 15 dans un plan perpendiculaire à l'axe X. Les rainures radiales 195 débouchent directement, au niveau de leur extrémité proximale 195c, dans la zone centrale 192 évidée du flasque arrière 19 qui est en communication fluidique avec des trous 127 de l'arbre 12 (voir description détaillée plus loin). Dans la position montée du flasque avant 19 (représentée sur la [Fig.6]), chaque rainure radiale 195 est alignée axialement avec l'un des aimants permanents 15 de sorte à être en communication fluidique avec le ou les canaux longitudinaux 154 de circulation de fluide dudit aimant permanent 15.

- [0061] Ainsi, chaque canal longitudinal 154 des aimants permanents 15 débouche, d'un côté, dans l'une des rainures radiales 175 du flasque avant 17 et, de l'autre côté, dans l'une des rainures radiales 195 du flasque arrière 19. Par convention, les rainures radiales 175 sont ainsi appelées canaux de liaison avant et les rainures radiales 195 sont appelées canaux de liaison arrière.
- [0062] Comme illustré sur la [Fig.2], les canaux de liaison avant 175 du flasque avant 17 sont en communication fluidique, via la zone centrale 172, avec des trous radiaux 125 formés à travers une portion d'extrémité avant 121 de l'arbre 12 et les canaux de liaison arrière 195 du flasque arrière 19 sont en communication fluidique, via la zone centrale 192, avec des trous radiaux 127 formés à travers une portion d'extrémité arrière 123 de l'arbre 12. Ainsi, une communication fluidique s'opère entre les trous radiaux 125 de l'arbre 12 et les canaux longitudinaux 154 des aimants permanents 15 par l'intermédiaire, successivement, de la zone centrale 172 et des rainures radiales 175 du flasque avant 17. De manière similaire, une communication fluidique s'opère entre les trous radiaux 127 de l'arbre 12 et les canaux longitudinaux 154 des aimants permanents 15 par l'intermédiaire, successivement, de la zone centrale 192 et des rainures radiales 195 formées au niveau de la face interne 193 du flasque arrière 19.
- [0063] La circulation du fluide de refroidissement à l'intérieur du rotor 10 de la [Fig.1] dépendra de la géométrie interne de l'arbre 12.
- [0064] Ainsi, dans la configuration spécifique représentée sur la [Fig.2], le rotor 10 est équipé d'un arbre 12 qui est représenté en détail sur les figures 7 à 9. Dans cette configuration spécifique, l'arbre 12 comprend notamment un corps principal 120 formé d'une portion d'extrémité avant 121 et d'une portion d'extrémité arrière 123, lesdites portions d'extrémité avant et arrière étant séparées par une portion centrale 122 (la portion centrale 122 est délimitée par des traits pointillés sur la [Fig.7]). Le corps principal 120 est muni d'un trou borgne 128 aligné selon l'axe X de l'arbre 12. Ce trou borgne 128 comprend deux sections contiguës de diamètres internes différents, à savoir une première section 128a possédant un diamètre interne D1 et une deuxième section 128b possédant un diamètre interne D2. Un insert 13 en matière plastique est logé à

l'intérieur du trou borgne 128 au niveau de la première section 128a. Comme représenté sur la [Fig.9], cet insert 13 est formé d'une partie tubulaire 131, possédant un diamètre interne D_i sensiblement égal au diamètre interne D_2 , et d'une partie annulaire 132 s'étendant radialement autour de l'une des extrémités de la partie tubulaire 131, ladite partie annulaire 132 possédant un diamètre externe D_e sensiblement égal au diamètre interne D_1 . Quatre ailettes 133 s'étendent radialement depuis la périphérie externe de la partie tubulaire 131, lesdites ailettes 133 étant perpendiculaires les unes aux autres. Chacune des ailettes 133 possède une longueur telle que son extrémité libre est tangente au bord périphérique externe de la partie annulaire 132. Lorsque l'insert 13 est fixé dans le corps principal 120, sa partie tubulaire 131 est alignée avec la deuxième section 128b du trou borgne 128 et sa partie annulaire 132 est positionnée au niveau de l'interface entre la première section 128a et la deuxième section 128b du trou borgne 128. Ainsi configuré, l'arbre 12 possède un premier canal 124, dit canal d'entrée, par lequel peut être acheminé un fluide de refroidissement destiné à refroidir le rotor 10, et au moins un deuxième canal 126, dit canal de sortie, par lequel peut sortir le fluide de refroidissement après avoir emmagasiné la chaleur provenant des aimants permanents 15 et du paquet de tôles 14. Le canal d'entrée 124 est formé conjointement par la partie tubulaire 131 de l'insert 13 et par la deuxième section 128b du trou borgne 128. Le canal de sortie 126 est défini par l'espace périphérique entourant la partie tubulaire 131 de l'insert 13. Le canal de sortie 126 est ainsi délimité par la paroi interne de la première section 128a du trou borgne 128 et par les parties tubulaire et annulaire 131, 132 de l'insert 13. Ce canal de sortie 126 est divisé respectivement en quatre segments 126a, 126b, 126c et 126d de canal de sortie, deux segments directement adjacents étant séparés par une ailette 133. Par ailleurs, l'arbre 12 est muni de quatre trous 125 orientés radialement par rapport à l'axe X de l'arbre 12, lesdits trous 125 étant formés à l'intérieur de la portion d'extrémité avant 121 de manière à déboucher, d'un côté, dans l'un des segments 126a-126d du canal de sortie 126 et, de l'autre côté, dans la zone centrale 172 du flasque avant 17 qui communique avec les canaux de liaison avant 175, comme représenté sur la [Fig.2]. De manière similaire, quatre trous 127 orientés radialement par rapport à l'axe X de l'arbre 12 sont formés à l'intérieur de la portion centrale 122 (comme représenté sur la [Fig.7]) de manière à déboucher, d'un côté, dans le canal d'entrée 124 et, de l'autre côté, dans la zone centrale 192 du flasque arrière 19 qui communique avec les canaux de liaison arrière 195.

[0065] Ainsi configuré, le rotor 10 pourra être refroidi par un fluide de refroidissement, comme de l'huile par exemple, ledit fluide de refroidissement circulant dans le rotor successivement au travers du canal d'entrée 124, puis entre le flasque arrière 19 et la face latérale arrière 144 du paquet de tôles 14 au travers des canaux de liaison

arrière 195, puis à l'intérieur des aimants permanents 15 au travers des canaux longitudinaux 154, puis entre le flasque avant 17 et la face latérale avant 143 du paquet de tôles 14 au travers des canaux de liaison avant 175, et finalement au travers des segments 126a-126d de canal de sortie.

[0066] En référence à la [Fig.10], il est représenté une variante de réalisation d'un arbre 12 pouvant équiper un rotor selon l'invention. Cet arbre 12 comprend notamment une portion d'extrémité avant 121 creuse et une portion d'extrémité arrière 123 creuse séparée de la portion d'extrémité avant 121 par une portion centrale 122 pleine (la portion centrale 122 est délimitée par des traits pointillés sur la [Fig.10]). La portion d'extrémité avant 121 est traversée par une cavité centrale 124 de forme cylindrique, ladite cavité centrale 124 possédant une extrémité avant 124a ouverte vers l'extérieur et une extrémité arrière 124b fermée. A proximité de l'extrémité arrière 124b est formée une série de quatre trous 125 orientés radialement par rapport à l'axe X de l'arbre 12, lesdits trous 125 étant décalés de 90° les uns par rapport aux autres. Chacun des trous 125 possède une extrémité 125a radialement distante de la cavité centrale 124 et ouverte vers l'extérieur. La portion d'extrémité avant 121 est ainsi configurée pour permettre l'entrée d'un flux de fluide de refroidissement au niveau de l'extrémité avant 124a de la cavité centrale 124, puis la circulation dudit fluide de refroidissement au travers de la cavité centrale 124 jusqu'à atteindre les trous radiaux 125, puis au travers des trous radiaux 125 jusqu'à atteindre les extrémités 125a des trous 125. De manière symétrique, la portion d'extrémité arrière 123 est traversée par une cavité centrale 126 de forme cylindrique, ladite cavité possédant une extrémité arrière 126a ouverte vers l'extérieur et une extrémité avant 126b fermée. A proximité de l'extrémité avant 126b est formée une série de quatre trous 127 orientés radialement par rapport à l'axe X de l'arbre 12, lesdits trous 127 étant décalés de 90° les uns par rapport aux autres. Chacun des trous 127 possède une extrémité 127a radialement distante de la cavité centrale 126 et ouverte vers l'extérieur. La portion d'extrémité arrière 123 est ainsi configurée pour permettre l'entrée d'un flux de fluide de refroidissement au niveau des extrémités 127a des trous radiaux 127, puis la circulation dudit fluide de refroidissement au travers des trous radiaux 127 jusqu'à atteindre la cavité centrale 126, puis au travers de la cavité centrale 126 jusqu'à atteindre l'extrémité arrière 126a de la cavité centrale 126.

[0067] Dans la suite de la description, et par convention, la cavité centrale 124 sera ainsi appelée le canal d'entrée du fluide de refroidissement et la cavité centrale 126 sera appelée le canal de sortie du fluide de refroidissement.

[0068] En équipant le rotor 10 de la [Fig.1] de l'arbre 12 de la [Fig.10] en lieu et place de l'arbre 12 de la [Fig.7], il est ainsi possible de modifier le trajet suivi par le fluide de refroidissement à l'intérieur du rotor 10. En particulier, le fluide de refroidissement pourra circuler dans le rotor 10 successivement au travers du canal d'entrée 124, puis

entre le flasque avant 17 et la face latérale avant 143 du paquet de tôles 14 au travers des canaux de liaison avant 175, puis à l'intérieur des aimants permanents 15 au travers des canaux longitudinaux 154 de circulation de fluide, puis entre la face latérale arrière 144 du paquet de tôles 14 et le flasque arrière 19 au travers des canaux de liaison arrière 195, et finalement au travers du canal de sortie 126 de l'arbre 12.

[0069] L'invention n'est évidemment pas limitée aux modes de réalisation tels que décrits précédemment. En particulier, dans d'autres modes de réalisation (non représentés) de l'invention, le nombre de cavités internes 141, d'aimants permanents 15, de canaux de liaison avant et arrière 175, 195 pourra différer de douze et le nombre de trous radiaux 125, 127 pourra différer de quatre.

[0070] Ainsi, une configuration envisageable de l'invention pourrait consister en un rotor comprenant deux, ou tout multiple de deux, cavités internes 141 disposées de manière symétrique par rapport à l'axe X de l'arbre 12.

[0071] Dans une autre configuration envisageable de l'invention, le rotor pourra comporter trois (ou un autre nombre impair) cavités internes 141, lesdites deuxièmes cavités internes 141 étant réparties de manière régulière autour de l'axe X afin de ne pas créer de balourd pour le rotor.

[0072] Le nombre d'aimants permanents 15 et de canaux de liaison avant et arrière 175, 195 sera de préférence choisi de manière à être égal au nombre de cavités internes 141.

[0073] Dans une autre configuration envisageable de l'invention, le rotor 10 de la [Fig.1] pourrait comporter un insert 13 sans ailettes de séparation 133. De ce fait, le canal de sortie 126 ne serait pas divisé en segments 126a-126d de canal de sortie, mais consisterait en une unique cavité périphérique alignée coaxialement avec la cavité centrale 124 formée par la partie tubulaire 131 de l'insert 13.

Revendications

[Revendication 1]

Rotor (10) pour moteur électrique (30) comprenant :

- un arbre (12) de rotor monté rotatif autour d'un axe (X);
- un paquet de tôles (14) monté coaxialement sur l'arbre (12) de rotor, ledit paquet de tôles (14) comprenant des cavités internes (141) symétriques par rapport à l'axe (X) de l'arbre (12) et entre elles, lesdites cavités internes (141) traversant axialement l'intégralité du paquet de tôles (14) de telle sorte qu'elles débouchent, à l'une de leurs extrémités, au niveau d'une face latérale avant (143) dudit paquet de tôles (14) et, à une autre de leurs extrémités, au niveau d'une face latérale arrière (144) dudit paquet de tôles (14);
- une pluralité d'aimants permanents (15) logés à l'intérieur des cavités internes (141) du paquet de tôles (14);
- un flasque avant (17) et un flasque arrière (19) montés coaxialement sur l'arbre (12) de rotor et agencés axialement de part et d'autre du paquet de tôles (14) de telle sorte à être contigus respectivement aux faces latérales avant et arrière (143, 144) du paquet de tôles (14); dans lequel l'arbre (12) est muni d'au moins un premier canal interne (124) de circulation d'un fluide de refroidissement, dit canal d'entrée, et d'au moins un deuxième canal interne (126) de circulation d'un fluide de refroidissement, dit canal de sortie, et dans lequel le flasque avant (17), respectivement le flasque arrière (19), est configuré pour former avec la face latérale avant (143), respectivement la face latérale arrière (144), du paquet de tôles (14) au moins un canal de liaison avant (175), respectivement au moins un canal de liaison arrière (195), à l'intérieur duquel peut circuler un fluide de refroidissement, ledit au moins un canal de liaison avant (175), respectivement arrière (195), étant en communication fluïdique avec l'un desdits canaux d'entrée et de sortie (124, 126), caractérisé en ce que chaque aimant permanent (15) est muni d'au moins un canal longitudinal (154) de circulation de fluide débouchant, d'un côté, sur ledit au moins un canal de liaison avant (175), et, de l'autre côté, sur ledit au moins un canal de liaison arrière (195), ledit au moins un canal longitudinal (154) de circulation de fluide étant configuré pour permettre la circulation d'un fluide de refroidissement.

[Revendication 2]

Rotor (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque aimant permanent (15) est formé par l'assemblage d'au moins deux parties, res-

pectivement au moins une partie externe (151) et au moins une partie interne (152), ladite au moins une partie interne (152) étant logée à l'intérieur de ladite au moins une partie externe (151), et en ce que ledit au moins un canal longitudinal (154) de circulation de fluide est délimité respectivement par une surface périphérique interne (151a) de ladite au moins une partie externe (151) et par une surface périphérique externe (152a) de ladite au moins une partie interne (152).

[Revendication 3] Rotor (10) selon la revendication 2, caractérisé en ce que la surface périphérique interne (151a) de ladite au moins une partie externe (151) d'au moins un des aimants permanents (15) est munie de nervures (153) qui sont en contact avec la surface périphérique externe (152a) de ladite au moins une partie interne (152).

[Revendication 4] Rotor (10) selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la surface périphérique externe (152a) de ladite au moins une partie interne (152) d'au moins un des aimants permanents (15) est munie de nervures qui sont en contact avec la surface périphérique interne (151a) de ladite au moins une partie externe (151).

[Revendication 5] Rotor (10) selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que, pour chaque aimant permanent (15), l'une desdites parties interne (152) ou externe (151) est formée d'une matrice en matière thermoplastique incorporant des particules possédant des propriétés magnétiques et l'autre partie est obtenue par frittage, ou par impression 3D, ou par procédé PIM de particules possédant des propriétés magnétiques.

[Revendication 6] Rotor (10) selon la revendication 5, caractérisé en ce que les particules possédant des propriétés magnétiques utilisées pour la formation de ladite au moins une partie interne et/ou externe sont constituées d'un matériau choisi parmi la ferrite ou une terre rare.

[Revendication 7] Rotor (10) selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la matrice en matière thermoplastique est constituée d'un matériau choisi parmi le polyamide 6 (PA 6), le polyamide 6-6 (PA 6-6), le polyamide 12 (PA 12), et le polysulfure de phénylène (PPS).

[Revendication 8] Rotor (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit au moins un canal de liaison avant (175) est en communication fluidique avec ledit canal d'entrée (124) et ledit au moins un canal de liaison arrière (195) est en communication fluidique avec ledit canal de sortie (126), de telle sorte qu'un fluide de refroidissement destiné au refroidissement du rotor puisse circuler dans le rotor successivement au travers du canal d'entrée (124), puis entre le flasque avant (17) et la face

latérale avant (143) du paquet de tôles (14) au travers dudit au moins un canal de liaison avant (175), puis à l'intérieur des aimants permanents (15) au travers desdits canaux longitudinaux (154) de circulation de fluide, puis entre la face latérale arrière (144) du paquet de tôles (14) et le flasque arrière (19) au travers dudit au moins un canal de liaison arrière (195), et finalement au travers du canal de sortie (126).

[Revendication 9]

Rotor (10) selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'arbre (12) comprend une portion d'extrémité avant (121) creuse et une portion d'extrémité arrière (123) creuse séparée de la portion d'extrémité avant (121) par une portion centrale (122) pleine, la portion d'extrémité avant (121), respectivement la portion d'extrémité arrière (123), étant traversée par une cavité centrale de forme cylindrique, ladite cavité centrale formant le canal d'entrée (124), respectivement le canal de sortie (126), de l'arbre (12), et en ce qu'au moins un trou (125, 127) orienté radialement par rapport à l'axe (X) de l'arbre (12) est formé à l'intérieur de la portion d'extrémité avant (121), respectivement de la portion d'extrémité arrière (123), de manière à déboucher d'un côté dans le canal d'entrée (124), respectivement le canal de sortie (126), et de l'autre côté dans ledit au moins un canal de liaison avant (175), respectivement ledit au moins un canal de liaison arrière (195).

[Revendication 10]

Rotor (10) selon l'une des revendication 1 à 7, caractérisé en ce que ledit au moins un canal de liaison arrière (195) est en communication fluidique avec ledit canal d'entrée (124) et ledit au moins un canal de liaison avant (175) est en communication fluidique avec ledit canal de sortie (126), de telle sorte qu'un fluide de refroidissement destiné au refroidissement du rotor puisse circuler dans le rotor successivement au travers du canal d'entrée (124), puis entre le flasque arrière (19) et la face latérale arrière (144) du paquet de tôles (14) au travers dudit au moins un canal de liaison arrière (195), puis à l'intérieur des aimants permanents (15) au travers desdits canaux longitudinaux (214) de circulation de fluide, puis entre le flasque avant (17) et la face latérale avant (143) au travers dudit au moins un canal de liaison avant (175), et finalement au travers du canal de sortie (126).

[Revendication 11]

Rotor (10) selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'arbre (12) comprend une portion d'extrémité avant (121) creuse et une portion d'extrémité arrière (123) pleine séparée de la portion d'extrémité avant (121) par une portion centrale (122) creuse, la portion d'extrémité avant (121) et la portion centrale (122) étant traversées par une cavité centrale

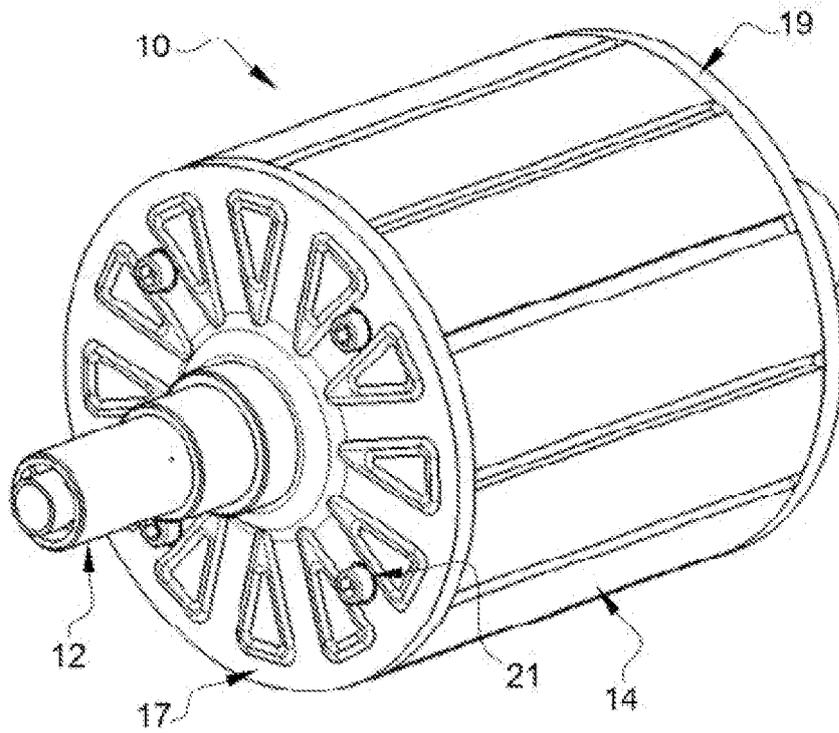
de forme cylindrique, ladite cavité centrale formant le canal d'entrée (124) de l'arbre (12), la portion d'extrémité avant (121) étant également traversée par au moins une cavité périphérique alignée coaxialement avec la cavité centrale, ladite au moins une cavité périphérique formant le canal de sortie (126) de l'arbre (12), et en ce qu'au moins un trou (125, 127) orienté radialement par rapport à l'axe (X) de l'arbre (12) est formé à l'intérieur de la portion d'extrémité avant (121), respectivement de la portion centrale (122), de manière à déboucher d'un côté dans le canal de sortie (126), respectivement le canal d'entrée (124), et de l'autre côté dans ledit au moins un canal de liaison avant (175), respectivement ledit au moins un canal de liaison arrière (195).

[Revendication 12] Rotor (10) selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'arbre (12) comprend un corps principal (120) muni d'un trou borgne (128a, 128b) aligné selon l'axe (X) de l'arbre (12), ledit trou borgne (128) comprenant deux sections contiguës de diamètres internes différents, à savoir une première section (128a) possédant un premier diamètre interne et une deuxième section (128b) possédant un deuxième diamètre interne, et en ce qu'un insert (13) en matière plastique est logé à l'intérieur du trou borgne au niveau de la première section (128a), ledit insert (13) étant formé d'une partie tubulaire (131) alignée avec la deuxième section (128b) du trou borgne et possédant un diamètre interne qui est sensiblement égal au deuxième diamètre interne, et d'une partie annulaire (132) s'étendant radialement autour de l'une des extrémités de la partie tubulaire (131), ladite partie annulaire (132) étant positionnée au niveau de l'interface entre la première section (128a) et la deuxième section (128b) du trou borgne et possédant un diamètre externe qui est sensiblement égal au premier diamètre interne, le canal d'entrée (124) de l'arbre (12) étant défini conjointement par la partie tubulaire (131) de l'insert (13) et par la deuxième section (128b) du trou borgne et le canal de sortie (126) de l'arbre (12) correspondant à l'espace délimité par la première section (128a) du trou borgne et par les parties tubulaire et annulaire (131, 132) de l'insert (13).

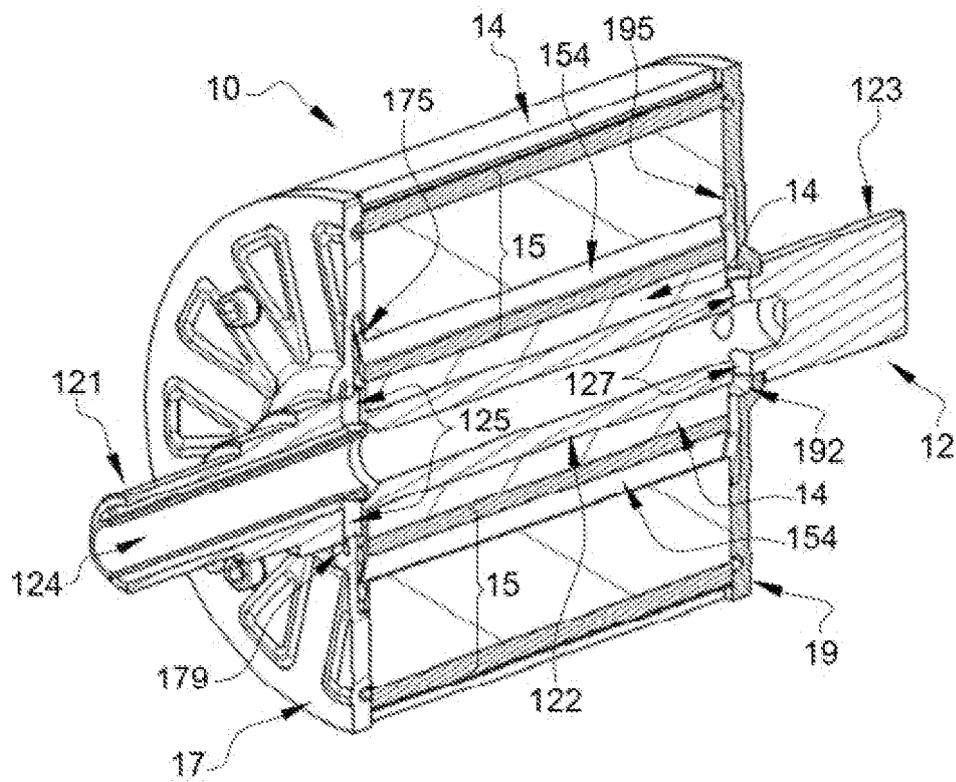
[Revendication 13] Rotor (10) selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'insert (13) comprend une ou plusieurs ailettes de séparation (133) s'étendant radialement depuis la périphérie externe de la partie tubulaire (131), chacune des ailettes de séparation (133) étant configurées pour séparer le canal de sortie (126) en deux ou plusieurs segments (126a-126d) de canaux de sortie.

- [Revendication 14] Rotor (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chacun des flasques avant et arrière (17, 19) possède une face interne (173, 193) en contact avec une face latérale (143, 144) du paquet de tôles (14), ladite face interne (173, 193) étant munie d'au moins une rainure radiale (175, 195), ladite au moins une rainure radiale (175, 195) possédant une extrémité proximale (175c, 195c) débouchant sur une zone centrale (172) évidée dudit flasque, au niveau de laquelle ladite au moins une rainure radiale (175, 195) est en communication fluïdique avec le canal d'entrée (124) ou de sortie (126) de l'arbre (12), et ladite au moins une rainure radiale (175, 195) étant alignée axialement avec l'un des aimants permanents (15) et possédant sensiblement la même forme générale que ledit aimant permanent (15) dans un plan perpendiculaire à l'axe, de sorte que ledit au moins un canal longitudinal (154) de circulation de fluïde dudit aimant permanent (15) débouche, d'un côté, dans ladite au moins une rainure radiale (175) du flasque avant (17) et, de l'autre côté, dans ladite au moins une rainure radiale (195) du flasque arrière (19).
- [Revendication 15] Rotor (10) selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'au moins deux trous radiaux (125, 127) sont formés au travers de l'arbre (12), chacun desdits trous radiaux (125, 127) débouche, d'un côté, sur le canal d'entrée (124) ou de sortie (126) de l'arbre (12) et, de l'autre côté, sur la paroi périphérique de l'arbre (12), en étant en communication fluïdique avec la zone centrale (172, 192) évidée du flasque avant (17) ou arrière (19).
- [Revendication 16] Moteur électrique (30) comprenant un rotor (10) selon l'une des revendications précédentes.

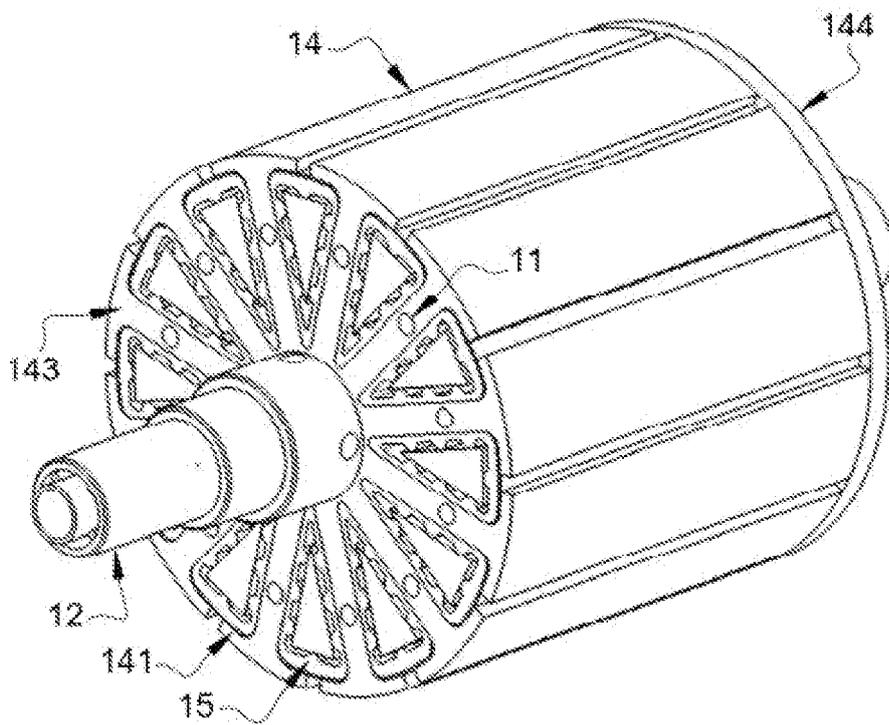
[Fig. 1]



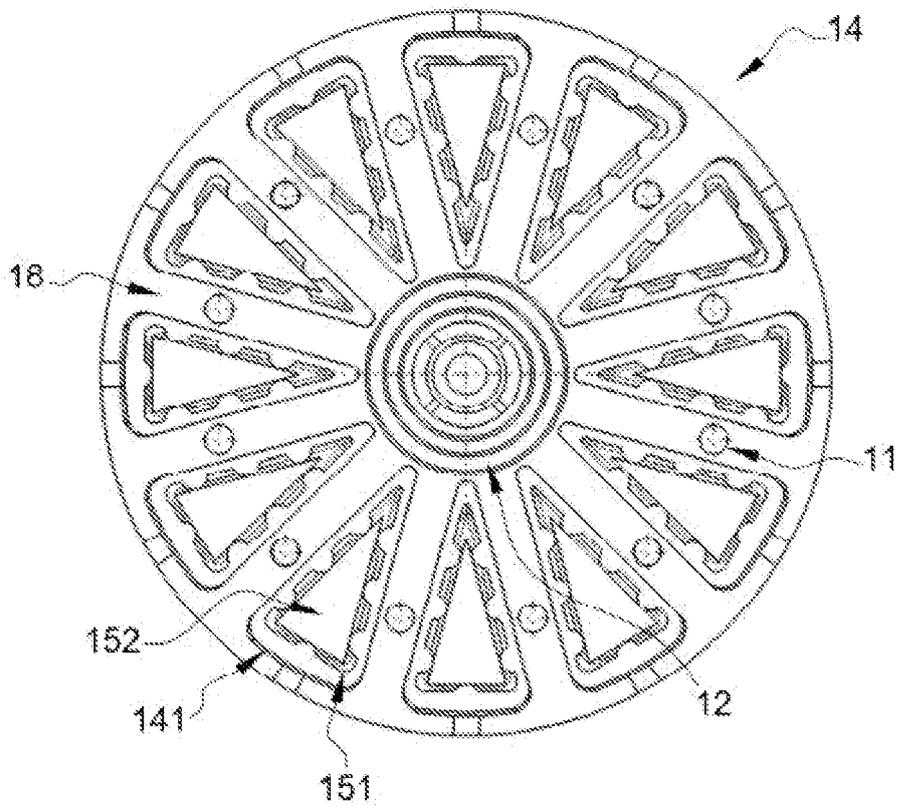
[Fig. 2]



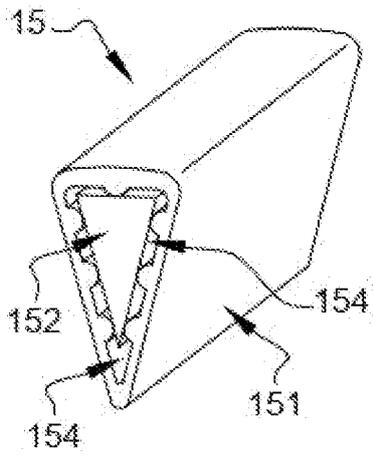
[Fig. 3]



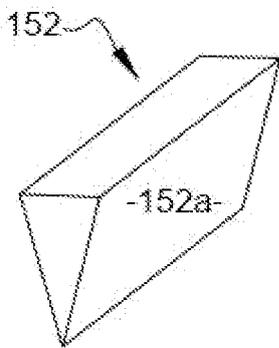
[Fig. 4]



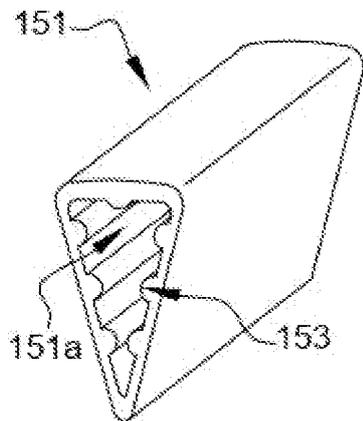
[Fig. 5a]



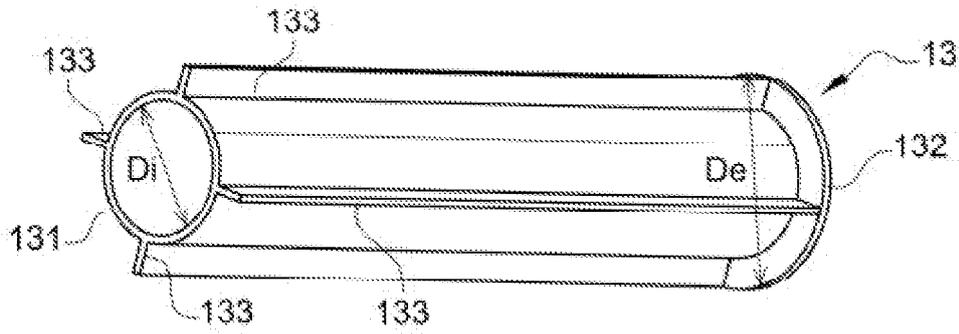
[Fig. 5b]



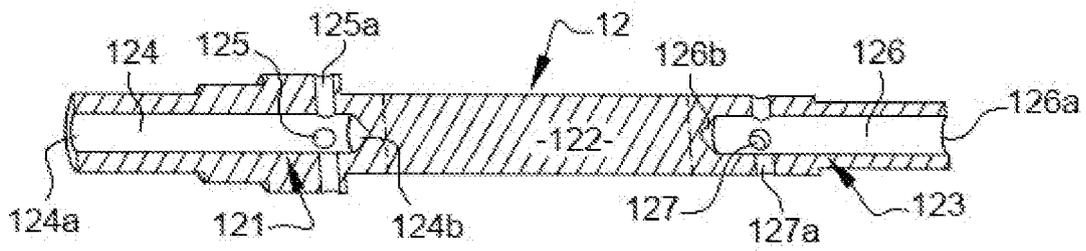
[Fig. 5c]



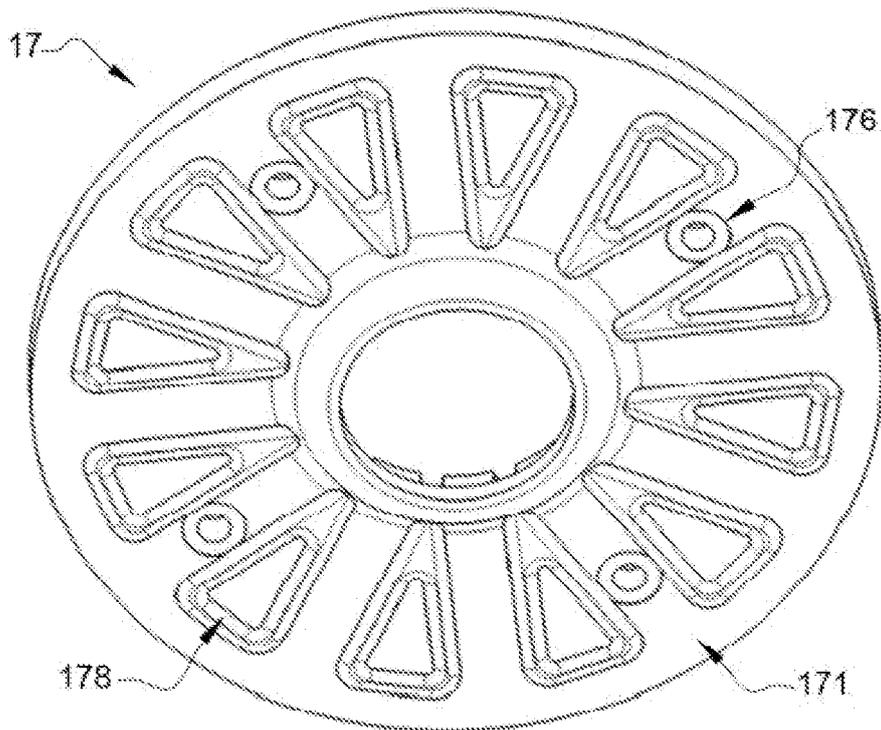
[Fig. 9]



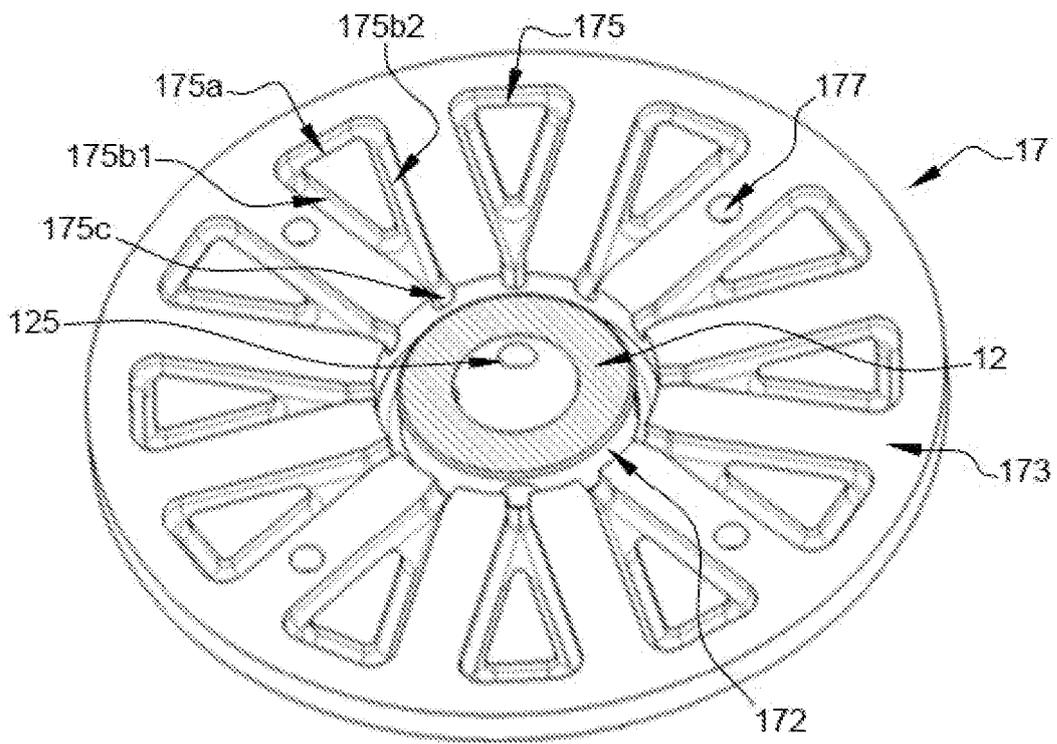
[Fig. 10]



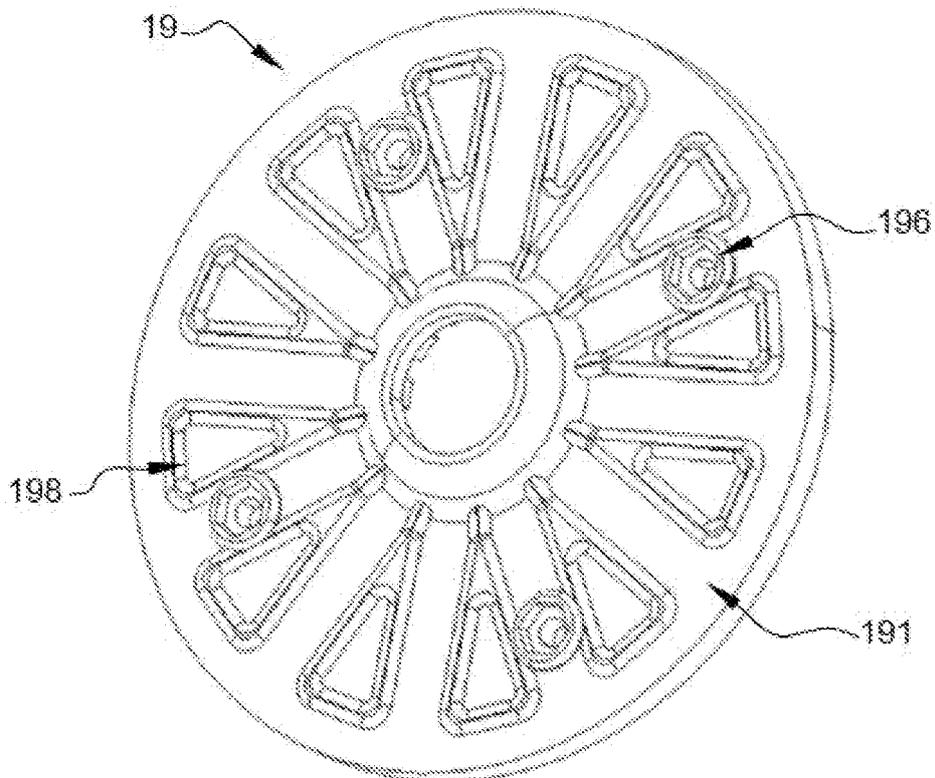
[Fig. 11]



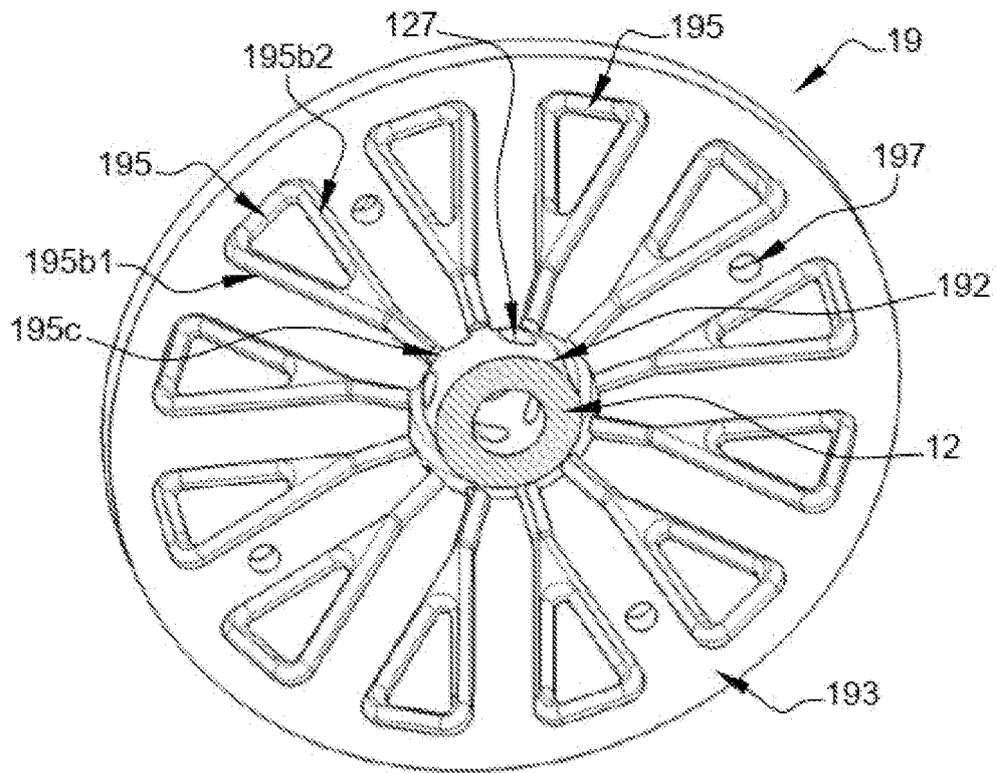
[Fig. 12]



[Fig. 13]



[Fig. 14]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 907276
FR 2203195

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	US 2020/036248 A1 (KRAIS NILS [DE] ET AL) 30 janvier 2020 (2020-01-30)	1, 8-16	H02K5/20 H02K1/32
A	* alinéa [0063] - alinéa [0064]; figures 1, 2 *	2-7	
X	US 2019/181709 A1 (BERENDES PHILIPP [DE] ET AL) 13 juin 2019 (2019-06-13)	1, 16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	* alinéa [0009] - alinéa [0011]; figures 1-3 * * alinéa [0039] - alinéa [0044] * * alinéa [0050] *	2-15	
A	DE 10 2019 133532 A1 (PORSCHÉ AG [DE]) 10 juin 2021 (2021-06-10)	1-16	H02K
A	* alinéa [0026] - alinéa [0028]; figure 1 *	1-16	
A	DE 10 2018 222634 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 25 juin 2020 (2020-06-25)	1-16	H02K
A	* alinéa [0018] - alinéa [0019]; figures 3, 4 *	1-16	
A	DE 10 2017 009713 A1 (DAIMLER AG [DE]) 19 avril 2018 (2018-04-19)	1-16	H02K
A	* alinéa [0024] - alinéa [0031]; figures 1-5 *	1-16	
A	DE 10 2011 121042 A1 (DAIMLER AG [DE]) 21 juin 2012 (2012-06-21)	1-16	H02K
A	* alinéa [0044] - alinéa [0061]; figures 1, 2 *	1-16	
A	GB 2 562 760 A (EQUIPMAKE LTD [GB]) 28 novembre 2018 (2018-11-28)	1-16	H02K
A	* page 7, ligne 1 - page 8, ligne 30; figures 3, 5 *	1-16	
		-/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 novembre 2022		Contreras Sampayo, J	
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	

1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 907276
FR 2203195

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		
A	EP 2 254 221 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 24 novembre 2010 (2010-11-24) * alinéa [0014]; figures 3-6 * * alinéa [0017] - alinéa [0020] * -----	1-16	
A	JP 2014 093816 A (TOYOTA MOTOR CORP) 19 mai 2014 (2014-05-19) * alinéa [0011] - alinéa [0016]; figures 1-4 * -----	1-16	
A	US 2020/036249 A1 (KRAIS NILS [DE] ET AL) 30 janvier 2020 (2020-01-30) * alinéa [0050] - alinéa [0062]; figures 1,5 * -----	1-16	
A	EP 3 661 022 B1 (DANFOSS EDITRON OY [FI]) 5 janvier 2022 (2022-01-05) * page 2, ligne 34 - page 4, ligne 10; figures 1,2 * -----	1-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		9 novembre 2022	Contreras Sampayo, J
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	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2203195 FA 907276**

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 **09-11-2022**
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 2020036248 A1	30-01-2020	CN 110784036 A	11-02-2020
		DE 102018118274 A1	30-01-2020
		US 2020036248 A1	30-01-2020
US 2019181709 A1	13-06-2019	CN 109904961 A	18-06-2019
		CN 114884246 A	09-08-2022
		DE 102017129212 A1	13-06-2019
		JP 6817275 B2	20-01-2021
		JP 2019106875 A	27-06-2019
		US 2019181709 A1	13-06-2019
DE 102019133532 A1	10-06-2021	AUCUN	
DE 102018222634 A1	25-06-2020	AUCUN	
DE 102017009713 A1	19-04-2018	AUCUN	
DE 102011121042 A1	21-06-2012	AUCUN	
GB 2562760 A	28-11-2018	EP 3631948 A1	08-04-2020
		GB 2562760 A	28-11-2018
		JP 2020521425 A	16-07-2020
		US 2020119609 A1	16-04-2020
		WO 2018215753 A1	29-11-2018
EP 2254221 A2	24-11-2010	AU 2010200958 A1	07-10-2010
		EP 2254221 A2	24-11-2010
		US 2010289386 A1	18-11-2010
JP 2014093816 A	19-05-2014	AUCUN	
US 2020036249 A1	30-01-2020	CN 110784038 A	11-02-2020
		DE 102018118275 A1	30-01-2020
		US 2020036249 A1	30-01-2020
EP 3661022 B1	05-01-2022	EP 2668711 A1	04-12-2013
		EP 3661022 A1	03-06-2020
		FI 3661022 T3	31-03-2022
		US 2013307358 A1	21-11-2013
		WO 2012101328 A1	02-08-2012