

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 155 665

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

21 N° d'enregistrement national : 23 12884

51 Int Cl<sup>8</sup> : H 02 K 9/22 (2024.01), H 02 K 9/02, 5/14, 13/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.11.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 23.05.25 Bulletin 25/21.

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) : AMPERE SAS — FR.

72 Inventeur(s) : DUMAS Eric.

73 Titulaire(s) : AMPERE SAS.

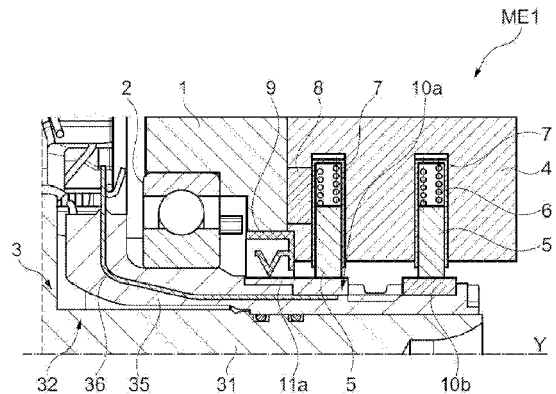
74 Mandataire(s) : EX MATERIA.

54 Machine électrique à excitation électrique munie d'un dispositif de refroidissement.

57 Machine électrique à excitation électrique munie d'un  
dispositif de refroidissement

La présente invention concerne une machine électrique (ME1) équipée:- d'un carter (1),- d'un stator,- d'un rotor bobiné (3) comportant un corps de rotor solidaire d'un arbre tournant, - d'un roulement (2) dans lequel une extrémité (32) de l'arbre tournant est montée de manière rotative, l'extrémité (32) de l'arbre tournant comportant des pistes électriques (10a, 10b) et le roulement étant monté sur le carter de la machine électrique (ME1),- d'un système d'excitation (4) du rotor bobiné (3) comportant des balais (5) disposés en contact avec les pistes électriques (10a, 10b), la machine électrique (ME1) étant caractérisée en ce qu'elle comporte un bloc de matière (8) thermiquement conducteur et électriquement isolant en contact thermique avec d'une part au moins un des balais (5) et d'autre part avec un dissipateur thermique.

(Figure 1)



FR 3 155 665 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Machine électrique à excitation électrique munie d'un dispositif de refroidissement**

- [0001] La présente invention se rapporte aux domaines de la mécanique et de l'électrotechnique et concerne plus précisément une machine électrique à rotor bobiné munie d'un système d'excitation du rotor, nécessitant un refroidissement et trouvant une application particulière dans le domaine automobile.
- [0002] Les véhicules électriques ou hybrides utilisent des machines électriques qui fournissent un couple de traction ou de propulsion aux roues de ces véhicules. La puissance électrique nécessaire à la fourniture d'un tel couple chauffe notamment les conducteurs de puissance de ces machines électriques.
- [0003] Lorsqu'une telle machine électrique est à rotor bobiné, elle utilise généralement un système de bagues conductrices disposées autour d'un arbre tournant du rotor bobiné, et reliées aux bobinages du rotor. Ces bagues conductrices reçoivent un courant électrique d'alimentation par des balais de charbon fixes qui frottent les bagues conductrices en rotation. Ces bagues conductrices montent donc d'autant plus en température que le courant qu'elles reçoivent est fort et que la vitesse différentielle entre les balais et ces bagues conductrices tournantes est importante. La chaleur produite doit être évacuée pour ne pas dégrader ces matériaux et les performances de la machine électrique.
- [0004] Par ailleurs, les balais de charbon génèrent des poussières de charbon qu'il faut éviter de mettre en contact avec les parties actives de la machine électrique. Un joint d'étanchéité est donc généralement agencé entre un système d'excitation du rotor bobiné, comportant les balais de charbon, et un corps du rotor bobiné. Ce joint d'étanchéité frotte sur l'arbre tournant du rotor bobiné ce qui le fait s'échauffer. La chaleur produite par frottement sur le joint d'étanchéité doit également être évacuée pour ne pas que celui-ci ne se dégrade trop rapidement.
- [0005] Habituellement la chaleur produite au niveau des balais de charbon, des bagues conductrices et du joint d'étanchéité, est dissipée par la convection naturelle de l'air en contact thermique d'une part avec ces éléments et d'autre part avec des parties métalliques de la machine électrique, telles qu'un carter métallique pouvant comporter une chemise de refroidissement. Pour que ce refroidissement soit suffisant, la quantité de matière de ces parties métalliques et notamment leurs épaisseurs, doivent être relativement importantes, ce qui rend le rotor bobiné coûteux.
- [0006] Le joint d'étanchéité est par exemple agencé dans une ouverture d'une paroi du carter de la machine électrique, en étant coincé radialement dans l'ouverture entre le carter et

une extension axiale d'une bague interne d'un roulement dans lequel est monté en rotation l'arbre tournant. Or le roulement étant relié à une masse électrique par l'intermédiaire de sa bague externe, les poussières de charbon maintenues à distance du corps de rotor par le joint d'étanchéité ne doivent pas toucher la bague interne sur laquelle il frotte, pour ne pas créer de court-circuit. Une distance minimale d'isolement électrique avec les balais de charbon doit donc être respectée, ce qui nécessite un dimensionnement axial conséquent de l'arbre tournant du rotor bobiné.

[0007] La présente invention vise à remédier au moins en partie aux inconvénients précités en fournissant une machine électrique à rotor bobiné, utilisant un système d'excitation à base de balais, dans laquelle l'évacuation thermique de la chaleur des balais utilise une matière isolante électriquement mais bonne conductrice thermique, ce qui permet d'améliorer le transfert thermique notamment entre les balais et un dissipateur thermique.

[0008] A cette fin, l'invention propose une machine électrique équipée :

- d'un carter,
- d'un stator,
- d'un rotor bobiné comportant un corps de rotor solidaire d'un arbre tournant,
- d'un roulement dans lequel une extrémité de l'arbre tournant est montée de manière rotative, l'extrémité de l'arbre tournant comportant des pistes électriques et le roulement étant monté sur le carter de la machine électrique,
- d'un système d'excitation du rotor bobiné comportant des balais disposés en contact avec les pistes électriques,

la machine électrique étant caractérisée en ce qu'elle comporte un bloc de matière thermiquement conducteur et électriquement isolant en contact thermique avec d'une part au moins un des balais et d'autre part avec un dissipateur thermique.

[0009] Le bloc de matière thermiquement conducteur et électriquement isolant est par exemple une pâte thermique à base de silicone. Ce type de bloc de matière diélectrique est connu sous le nom de « pad thermique » dans le domaine de l'électronique. Certaines formulations sont à base de silicones chargés par exemple de graphite, certaines pâtes thermiques sont à base synthétique et garanties sans silicone. Le bloc de matière est collé ou déposé sur le dissipateur thermique.

[0010] Grâce à ce bloc de matière, la chaleur émise par le courant circulant dans le balai et le frottement du balai sur une des pistes électriques, est évacuée efficacement vers un dissipateur thermique, pouvant être un dispositif dédié tel qu'un radiateur ou une plaque de refroidissement, ou bien un composant habituel de la machine électrique tel que par exemple le carter. Le carter de la machine électrique est en effet généralement en aluminium. Il peut être en plusieurs parties, notamment comprendre un fond et un couvercle, ainsi qu'éventuellement une ou plusieurs parois intermédiaires.

- [0011] Les balais sont par exemple chacun montés en translation dans une cage métallique, et le bloc de matière est en contact direct d'une part avec la cage métallique du balai et d'autre part avec le carter de la machine électrique et/ou un radiateur.
- [0012] Par « contact direct », on entend que le bloc de matière touche la cage métallique et le carter et/ou le radiateur, ou n'en est séparé éventuellement que par une légère couche de colle. Dans une variante de réalisation, le bloc de matière est en contact direct avec à la fois le carter et le radiateur, celui-ci comportant dans cette variante, une paroi de conduction thermique proximale au carter et au balai.
- [0013] Selon une caractéristique optionnelle et avantageuse de l'invention, une paroi du carter sépare le corps du rotor du système d'excitation et comporte une ouverture dans laquelle est fixé un dispositif d'étanchéité en contact avec l'extrémité de l'arbre tournant, le roulement étant fixé dans l'ouverture et disposé axialement entre le corps du rotor et le dispositif d'étanchéité, le balai étant en contact avec une première des pistes électriques, celle-ci comportant une extension venant en contact avec le dispositif d'étanchéité.
- [0014] L'extension de la première piste électrique permet de conduire la chaleur générée par le frottement du dispositif d'étanchéité contre la première piste électrique, vers le balai et donc d'être évacuée par le bloc de matière en contact thermique d'une part avec la cage métallique du balai et d'autre part avec le carter ou un radiateur. De plus cette caractéristique permet de ne pas créer de chemin électrique entre le balai et la masse électrique de la machine électrique, par exemple du fait de poussières de charbon qui s'accumuleraient entre le balai et le dispositif d'étanchéité, puisque la première piste électrique est isolée électriquement de cette masse électrique.
- [0015] L'ouverture dans laquelle est monté le roulement est par exemple située dans une paroi d'un fond ou d'un couvercle du carter de la machine électrique, ou dans une paroi intermédiaire du carter de la machine électrique. Par ailleurs, le dispositif d'étanchéité est par exemple un joint à lèvres en matière élastomère.
- [0016] Dans un mode de réalisation de l'invention, le balai est monté axialement par rapport à l'arbre tournant, et la première piste électrique prend la forme d'une coupelle cylindrique trouée en son centre, comprenant une partie cylindrique en contact avec le joint d'étanchéité et une partie plane en contact avec le balai.
- [0017] Il est à noter que dans cette demande de brevet, le terme « axial » fait référence, sauf mention contraire, à une direction parallèle à l'axe de rotation du rotor de la machine électrique. De même, le terme « radial » fait référence, sauf mention contraire, à une direction orthogonale à l'axe de rotation du rotor de la machine électrique, et sécante à cet axe de rotation, tandis que les termes « angulaire » ou « ortho-radial » font référence, sauf mention contraire, à une direction orthogonale à la direction axiale et à une direction radiale, cette direction orthogonale étant en fait tournante autour de l'axe

de rotation du rotor.

- [0018] Préférentiellement dans ce mode de réalisation, tous les balais sont montés axialement.
- [0019] Une telle réalisation permet, lorsque l'arbre tournant est soumis à un effort de flexion, par exemple du fait d'une solidarisation mécanique de l'arbre tournant avec un pignon, de ne pas faire entrer les balais dans un mode d'excitation où ils ne seraient plus constamment en contact avec les pistes électriques sur l'extrémité de l'arbre tournant.
- [0020] Dans ce mode de réalisation de l'invention, la première piste électrique est fixée à une première portion de l'extrémité de l'arbre tournant d'un premier diamètre, la partie plane étant fixée à une première surface d'extrémité axiale de l'arbre tournant, l'extrémité de l'arbre tournant comportant une deuxième portion faisant saillie de la première portion à travers le trou central de la coupelle cylindrique formée par la première piste électrique, une deuxième des pistes électriques sous forme de disque étant fixée à une deuxième surface d'extrémité axiale de l'arbre tournant, sur la deuxième portion.
- [0021] La deuxième portion de l'extrémité de l'arbre tournant est donc de diamètre strictement inférieur à celui de la première portion de l'extrémité de l'arbre tournant.
- [0022] De préférence dans ce mode de réalisation de l'invention, les balais de la machine électrique sont montés axialement, plusieurs premiers balais étant en contact avec la première piste électrique, chaque cage métallique de ces premiers balais étant en contact direct d'une part avec un bloc de matière thermiquement conducteur et électriquement isolant et d'autre part avec le radiateur, un deuxième balai étant en contact avec la deuxième piste électrique en forme de disque.
- [0023] Le bloc de matière peut être le même pour tous les premiers balais, ou bien des blocs de matière distincts sont utilisés pour refroidir chacun un ou plusieurs des premiers balais.
- [0024] En effet dans ce mode de réalisation de l'invention, le besoin de refroidissement est moindre pour le deuxième balai et la deuxième piste électrique, qui ne reçoit pas la chaleur générée par le frottement du dispositif d'étanchéité contre la première piste électrique. Le deuxième balai ne bénéficie donc éventuellement pas d'un refroidissement utilisant un bloc de matière thermiquement conducteur et électriquement isolant.
- [0025] En variante de réalisation cependant, la cage métallique du deuxième balai est en contact thermique avec un dispositif de dissipation thermique. Par exemple un bloc de matière thermiquement conducteur et électriquement isolant est en contact direct d'une part avec la cage métallique du deuxième balai et d'autre part avec un dispositif de dissipation thermique pouvant être par exemple le radiateur utilisé pour refroidir les

deuxièmes balais, ou le carter de la machine électrique, ou encore une plaque de refroidissement.

- [0026] Le radiateur comporte par exemple une portion cylindrique entourant les premiers balais, et des ailettes positionnées entre les premiers balais. Ainsi un ou plusieurs blocs de matière sont en contact direct d'une part avec la portion cylindrique du radiateur et d'autre part avec un ou plusieurs premiers balais, pour conduire la chaleur des balais vers cette portion cylindrique, la chaleur de la portion cylindrique étant ensuite évacuée par les ailettes.
- [0027] De plus, dans ce mode de réalisation de l'invention, le dispositif d'étanchéité est de préférence un joint à lèvres comportant une paroi cylindrique fixée à un boîtier du système d'excitation, la paroi cylindrique étant prolongée radialement par une lèvre venant au contact de la partie cylindrique de la première piste électrique. En variante la paroi cylindrique du joint à lèvres est fixée au carter de la machine électrique.
- [0028] Il est à noter que le joint à lèvres doit être pris en tenaille entre deux parties métalliques. Si le boîtier du système d'excitation est en matière plastique, alors la paroi cylindrique du joint à lèvres est par exemple fixée au boîtier du système d'excitation par l'intermédiaire d'une bague métallique sur laquelle elle est collée.
- [0029] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, le balai est monté radialement par rapport à l'arbre tournant et est en contact avec la première piste électrique, celle-ci étant cylindrique, l'extension de la première piste électrique étant également cylindrique et enserrant un surmoulage de conducteurs électriques reliés aux pistes électriques, l'épaisseur de l'extension étant inférieure à l'épaisseur de la première piste électrique.
- [0030] L'épaisseur de l'extension ou de la première piste électrique font bien sûr référence à des épaisseurs dans une direction radiale.
- [0031] Dans cet autre mode de réalisation de l'invention, le surmoulage des conducteurs électriques forme par exemple une bague emmanchée autour d'une partie en acier de l'extrémité de l'arbre tournant, les pistes électriques étant agencées au moins en partie dans des rainures circulaires du surmoulage. Les conducteurs affleurent au fond des rainures et y sont par exemple soudées aux pistes électriques. L'extension de la première piste électrique est située sur un palier de la bague formée par le surmoulage, le palier étant lié au fond de la rainure qui loge la portion principale de la première piste électrique, par une surface plane en forme de couronne, disposée orthogonalement à la direction axiale. Autrement dit l'extension de la première piste électrique est située sur un palier du surmoulage, de diamètre strictement supérieur à celui de la rainure logeant la portion principale de la première piste électrique. Au niveau du palier, les conducteurs électriques sont noyés dans le surmoulage.
- [0032] Cette disposition est simple à mettre en œuvre, notamment elle ne requière pas de

passages à creuser à l'intérieur de l'arbre tournant pour le passage des conducteurs électriques.

- [0033] L'invention concerne également un véhicule électrique ou hybride comportant une machine électrique selon l'invention.
- [0034] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore au travers de la description qui suit d'une part, et de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :
- [0035] [Fig.1] représente en coupe axiale une portion d'une machine électrique selon l'invention, dans un premier mode de réalisation de l'invention, et
- [0036] [Fig.2] représente en coupe axiale une portion machine électrique selon l'invention, dans un deuxième mode de réalisation de l'invention.
- [0037] Selon un premier mode de réalisation de l'invention représenté en [Fig.1], une machine électrique ME1 selon l'invention est du type machine électrique à flux radial. Elle comporte un stator (non représenté) et un rotor bobiné 3, le stator et le rotor bobiné 3 étant logés dans un carter 1 dont seulement un morceau de paroi est représenté sur la [Fig.1].
- [0038] Le rotor bobiné 3 comporte de manière classique un arbre tournant sur lequel est fretté un empilement de tôles en acier magnétique, formant des dents autour desquelles sont bobinés des fils électriques pour former des pôles rotoriques. Cet empilement de tôles comportant les bobinages forme un corps de rotor. Les extrémités des bobinages sont reliées par l'intermédiaire de cosses électriques à des conducteurs électriques 36. Ceux-ci sont chacun relié par l'une de leurs extrémités à une cosse électrique et par l'autre de leurs extrémités à une piste électrique, agencée sur une extrémité 32 de l'arbre tournant du rotor bobiné 3.
- [0039] Bien sûr le rotor bobiné peut être de conception légèrement différente, notamment le corps de rotor peut être assemblé sur l'arbre tournant autrement que par frettage, et ne pas comprendre d'empilement de tôles mais un assemblage différent pour former les dents rotoriques.
- [0040] La [Fig.1] ne montre qu'une demi-vue en coupe axiale d'une portion d'extrémité de la machine électrique ME1 centrée au niveau d'une ouverture dans la paroi du carter 1, dans laquelle est montée l'extrémité 32 de l'arbre tournant. La vue complète en coupe axiale de la portion d'extrémité de la machine électrique ME1 peut être obtenue en effectuant une symétrie axiale par rapport à l'axe de rotation Y de l'arbre tournant, de cette demi-vue. En effet les éléments visibles sur la demi-vue de la [Fig.1] peuvent être symétrisés, en coupe axiale, par rapport à l'axe de rotation Y de l'arbre tournant. Notamment la portion d'extrémité de la machine électrique ME1 comporte deux conducteurs électriques 36 disposés de façon symétrique l'un de l'autre par rapport à

l'axe de rotation Y de l'arbre tournant.

- [0041] L'extrémité 32 de l'arbre tournant comporte une portion cylindrique 31 en acier et un surmoulage 35 en matière isolante électriquement. Le surmoulage 35 forme deux branches surmoulant chacune une partie de la longueur d'un conducteur électrique 36, et une bague emmanchée sur la portion cylindrique 31 en acier, la bague étant distale au corps de rotor par rapport aux deux branches. Celles-ci comportent chacune une première extrémité dont fait saillie un conducteur électrique 36, et une deuxième extrémité atteignant la bague, dans laquelle les conducteurs électriques 36 rejoignent des pistes électriques 10a, 10b cylindriques disposées sur la bague du surmoulage 35. Les conducteurs électriques 36 affleurent sur certaines surfaces de la bague, où ils sont par exemple soudés aux pistes électriques 10a, 10b, qui sont de préférence de la même matière métallique que les conducteurs électriques 36, par exemple en cuivre.
- [0042] Les deux branches du surmoulage 35 sont disposées dans des rainures axiales de la portion cylindrique 31 en acier, celle-ci comportant un palier accueillant la bague du surmoulage 35.
- [0043] Un roulement 2 à billes est monté dans l'ouverture de la paroi du carter 1, la bague extérieure du roulement 2 étant disposée contre le carter 1 et la bague intérieure du roulement 2 étant disposée contre la portion cylindrique 31 en acier de l'arbre tournant, sur certaines portions angulaires de celui-ci, et contre les deux branches du surmoulage 35, sur les autres portions angulaires de la portion cylindrique 31 en acier.
- [0044] Un dispositif d'étanchéité 9, ici un joint à lèvres, est également monté dans l'ouverture de la paroi du carter 1, du côté opposé au corps de rotor par rapport au roulement 2. Le joint à lèvres est collé par sa portion cylindrique au carter 1, la lèvre étant en contact avec une extension 11a d'une première des pistes électriques 10a. L'extension 11a de la première piste électrique 10a est cylindrique et prolonge la première piste électrique 10a en étant de moindre épaisseur que celle-ci. De plus, l'extension 11a de la première piste électrique 10a est également disposée sur la bague formée par le surmoulage 35.
- [0045] Plus précisément, la portion principale de la première piste électrique 10a et la deuxième piste électrique 10b sont disposées dans des rainures circulaires de la bague du surmoulage 35. Un des conducteurs électriques 36 affleure au fond d'une première rainure dans laquelle il est soudé à la première piste électrique 10a, et l'autre des conducteurs électriques 36 affleure au fond d'une deuxième rainure dans laquelle il est soudé à la deuxième piste électrique 10b.
- [0046] On comprend que la première piste électrique 10a correspond par exemple à une borne électrique positive du rotor bobiné 3 et que la deuxième piste électrique 10b correspond dans cet exemple à une borne électrique négative du rotor bobiné 3.
- [0047] L'extension 11a de la première piste électrique 10a est située sur un palier de la

bague formée par le surmoulage 35, le palier jouxtant la rainure dans laquelle est logée la portion principale de la première piste électrique 10a. L'extension 11a de la première piste électrique 10a est située axialement au niveau du carter 1 de la machine électrique ME1, alors que la portion principale de la première piste électrique 10a est située axialement en dehors du carter 1 de la machine électrique ME1, de sorte à pouvoir être en contact avec un balai 5 d'un système d'excitation 4 électrique du rotor bobiné 3.

[0048] Le système d'excitation 4 comporte un premier balai 5 en contact avec la première piste électrique 10a, et un deuxième balai 5 en contact avec la deuxième piste électrique 10b. Ces balais sont montés radialement par rapport à l'axe de rotation de l'arbre tournant, et sont par exemple des balais de charbon.

[0049] Lorsque l'extrémité 32 de l'arbre tournant tourne dans le roulement 2, le joint à lèvres frotte contre l'extension 11a de la première piste électrique 10a, celle-ci étant alimentée par le frottement du premier balai 5 contre la première piste électrique 10a, et la deuxième piste électrique 10b étant alimentée par le frottement du deuxième balai 5 contre la deuxième piste électrique 10b.

[0050] Les balais 5 sont montés mobiles en translation chacun dans une cage métallique 7, dans laquelle un ressort de pression 6 maintient le contact entre les balais 5 et la piste électrique correspondante 10a ou 10b.

[0051] Un bloc de matière 8 thermiquement conducteur et électriquement isolant, est collé d'une part à la cage métallique 7 dans laquelle le premier balai est monté, et d'autre part à la paroi du carter 1. Le bloc de matière 8 est ici une pâte thermique adhérente déposée entre la cage métallique 7 et le carter 1.

[0052] La chaleur générée par le frottement du joint à lèvres contre la première piste électrique 10a est ainsi évacuée par l'intermédiaire de la première piste électrique 10a, du premier balai 5 et du bloc de matière 8, dans la paroi du carter 1, elle-même refroidie par la convection naturelle de l'air.

Le deuxième balai 5 n'est pas refroidi de façon analogue au premier balai 5 dans ce mode de réalisation de l'invention, son besoin de refroidissement étant moindre du fait que la deuxième piste électrique 10b ne subit que le frottement du deuxième balai 5. En variante, il est refroidi autrement que par convection naturelle de l'air, par exemple par l'intermédiaire d'un autre bloc de matière 8 thermiquement conducteur et électriquement isolant en contact d'une part avec la cage métallique 7 du deuxième balai et d'autre part avec un radiateur ou une plaque de refroidissement.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention représenté en [Fig.2], une machine électrique ME2 selon l'invention est du type machine électrique à flux radial. Elle comporte un stator (non représenté) et un rotor bobiné 30, le stator et le rotor bobiné 30 étant logés dans un carter 10 dont seulement un morceau de paroi est re-

présenté sur la [Fig.2].

- [0053] De façon analogue au premier mode de réalisation de l'invention, dans ce deuxième mode de réalisation de l'invention, le rotor bobiné 30 comporte un arbre tournant sur lequel est fretté un empilement de tôles en acier magnétique, formant des dents autour desquelles sont bobinés des fils électriques pour former des pôles rotoriques, l'empilement de tôles et les bobinages formant un corps du rotor bobiné 30. Les extrémités des bobinages sont reliées par l'intermédiaire de cosses électriques à des conducteurs électriques 360a, 360b. Ceux-ci sont chacun relié par l'une de leurs extrémités à une cosse électrique et par l'autre de leurs extrémités à une piste électrique, agencée sur une extrémité 320 de l'arbre tournant du rotor bobiné 30.
- [0054] Bien sûr le rotor bobiné 30 peut être de conception différente de celle décrite ici, le corps de rotor pouvant être assemblé sur l'arbre tournant autrement que par frettage, et ne pas comprendre d'empilement de tôles mais un assemblage différent pour former les dents rotoriques.
- [0055] Sur la [Fig.2] n'est montrée en coupe axiale qu'une portion d'extrémité de la machine électrique ME2 centrée au niveau d'une ouverture dans la paroi du carter 10, dans laquelle est montée l'extrémité 320 de l'arbre tournant.
- [0056] L'extrémité 320 de l'arbre tournant comporte une portion cylindrique 310 en acier et une coiffe 34 en matière isolante électriquement, coiffant une surface d'extrémité axiale de la portion cylindrique 310 en acier. La coiffe 34 comporte deux branches 340 surmoulant chacune une partie de la longueur d'un conducteur électrique 360a, 360b, ces branches 340 étant disposées chacune dans une rainure axiale de la portion cylindrique 310 en acier. La portion cylindrique 310 en acier est prolongée axialement par un corps de la coiffe 34 duquel partent les deux branches 340 en direction du corps de rotor. Ce corps de la coiffe 34 forme une première portion 342 de l'extrémité 320 de l'arbre tournant, en contact avec la portion cylindrique 310 en acier et de diamètre sensiblement identique à celui de cette portion cylindrique 310 en acier, et une deuxième portion 344 de l'extrémité 320 de l'arbre tournant, de diamètre réduit par rapport à celui de la première portion 342 de l'extrémité 320 de l'arbre tournant.
- [0057] Les deux branches 340 comportent chacune une première extrémité dont fait saillie un conducteur électrique 360a, 360b, et une deuxième extrémité atteignant le corps de la coiffe 34, dans laquelle les conducteurs électriques 360a, 360b rejoignent des pistes électriques 100a, 100b agencées au moins en partie sur des surfaces d'extrémité axiale de la coiffe 34, et à laquelle les conducteurs électriques 360a, 360b sont soudés. Les pistes électriques 100a, 100b et les conducteurs électriques 360a, 360b sont par exemple en cuivre.
- [0058] Plus précisément, une première des pistes électriques 100a prend la forme d'une coupelle cylindrique trouée en son centre, comprenant une partie cylindrique 101a

autour d'une surface cylindrique de la première portion 342 de l'extrémité 320 de l'arbre tournant, et une partie plane 102a en contact avec une surface d'extrémité axiale de la première portion 342 de l'extrémité 320 de l'arbre tournant. Autrement dit la première piste électrique 100a coiffe le corps de la coiffe 34.

- [0059] La deuxième piste électrique 100b se présente sous la forme d'un disque métallique en contact avec une surface d'extrémité axiale de la deuxième portion 344 de l'extrémité 320 de l'arbre tournant, cette deuxième portion 344 faisant saillie de la première portion 342, au travers du trou central de la coupelle cylindrique formée par la première piste électrique 100a.
- [0060] Un roulement 20 à billes est monté dans l'ouverture de la paroi du carter 10, la bague extérieure du roulement 20 étant disposée contre le carter 10 et la bague intérieure du roulement 20 étant disposée contre la portion cylindrique 310 en acier de l'arbre tournant, sur certaines portions angulaires de celui-ci, et contre les deux branches 340 de la coiffe 34, sur les autres portions angulaires de la portion cylindrique 310 en acier.
- [0061] La machine électrique ME2 comporte également un système d'excitation 40 logé dans un boîtier 400 en matière rigide isolante, celui-ci étant formé d'une base 401 et d'un couvercle 402. La base 401 du boîtier 400 comporte une première paroi cylindrique montée serrée dans l'ouverture de la paroi du carter 10, du côté opposé au corps de rotor par rapport à la paroi du carter 10. Le roulement 20 à billes est ainsi disposé axialement entre le corps de rotor et la première paroi cylindrique de la base 401 du boîtier 400.
- [0062] Une bague métallique est solidarisée à la surface interne de la première paroi cylindrique de la base 401, pour recevoir un dispositif d'étanchéité 90. Le dispositif d'étanchéité 90, ici un joint à lèvre, est collé par sa portion cylindrique à la bague métallique, et sa lèvre vient au contact de la partie cylindrique 101a de la première piste électrique 100a.
- [0063] La base 401 du boîtier 400 comporte également une paroi plane en regard de la partie plane 102a de la première piste électrique 100a, cette paroi plane comportant des orifices de passage de premiers balais 50 venant au contact de la partie plane 102a de la première piste électrique 100a. Cette paroi plane a une forme globale de couronne et est reliée en son centre à un puits formé par la base 401 du boîtier, au fond duquel est agencé un orifice de passage d'un deuxième balai 50 venant au contact de la deuxième piste électrique 100b. La base du boîtier 401 a donc une forme globalement complémentaire aux premières et deuxièmes portions 342, 344 de l'extrémité 320 de l'arbre tournant, cette forme étant réalisée au moins en partie par la première paroi cylindrique de la base 401, la paroi plane de la base 401 et le puits formé par la base 401.
- [0064] La base 401 comporte également une deuxième paroi cylindrique de réception du couvercle 402 du boîtier 402, coaxiale avec la première paroi cylindrique et située à

l'opposé de celle-ci par rapport à la paroi plane du boîtier 402. Cette deuxième paroi cylindrique est ouverte vers l'extérieur du carter 10.

- [0065] On comprend donc que les balais 50, qui sont par exemple des balais de charbon, sont agencés, dans ce deuxième mode de réalisation de l'invention, axialement par rapport à un axe de rotation X de l'arbre tournant. La première piste électrique 100a correspond par exemple à une borne négative du rotor bobiné 30 et la deuxième piste électrique 100b à une borne positive du rotor bobiné 30.
- [0066] Les balais 50 sont montés mobiles en translation chacun dans une cage métallique 70, dans laquelle un ressort de pression 60 monté axialement maintient le contact entre les balais 50 et la piste électrique correspondante 100a ou 100b.
- [0067] Les cages métalliques 70 comportent chacune une extrémité axiale de fixation au couvercle 402 du boîtier 400 du système d'excitation 40, du côté opposé aux surfaces de contact des balais 50 avec les pistes électriques 100a, 100b. Cette fixation des cages métalliques 70 au couvercle 402 du boîtier est effectuée par l'intermédiaire de connecteurs externes 406, 404.
- [0068] Un des connecteurs externes 404 traverse le couvercle 402, est solidarisé à celui-ci et forme une première borne d'alimentation du système d'excitation 40. Ce connecteur externe 404 est lui-même solidaire, par exemple venu de matière, avec une couronne métallique 403 solidarifiée aux extrémités axiales de fixation des cages métalliques 70 des premiers balais 50.
- [0069] De façon similaire, l'autre connecteur externe 406 traversant le couvercle 402, est solidarisé à celui-ci et forme une deuxième borne d'alimentation du système d'excitation 40. Cet autre connecteur externe 406 est solidarisé, du côté interne au boîtier 400, à l'extrémité axiale de fixation de la cage métallique 70 du deuxième balai 50, par exemple par une soudure.
- [0070] Le système d'excitation 40 comporte de plus un radiateur 110 solidarisé à la base 401 du boîtier 400. Le radiateur est par exemple en aluminium et comporte une portion cylindrique entourant les premiers balais 50, fixée à la deuxième paroi cylindrique de la base 401 du boîtier 400, et des ailettes positionnées entre les premiers balais 50.
- [0071] Des blocs de matière 80 thermiquement conducteurs et électriquement isolants, par exemple en silicone, sont disposés entre d'une part les cages métalliques 70 des premiers balais 50 et d'autre part la portion cylindrique du radiateur 110.
- [0072] La chaleur générée par le frottement du joint à lèvres contre la première piste électrique 100a est ainsi évacuée par l'intermédiaire de la première piste électrique 100a, des premiers balais 50 et des blocs de matière 80, dans le radiateur 110, lui-même refroidi par la convection naturelle de l'air.
- Le deuxième balai 50 n'est pas refroidi de façon analogue aux premiers balais 50 dans ce deuxième mode de réalisation de l'invention, son besoin de refroidissement

étant moindre du fait que la deuxième piste électrique 100b ne subit que le frottement du deuxième balai 50. En variante, il est refroidi autrement que par convection naturelle de l'air, par exemple par l'intermédiaire d'un autre bloc de matière 80 thermiquement conducteur et électriquement isolant en contact d'une part avec la cage métallique 70 du deuxième balai 50 et d'autre part avec le radiateur 110 ou une plaque de refroidissement.

[0073] Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention. Notamment les caractéristiques des différents modes ou variantes de réalisation de l'invention envisagés dans cette demande, peuvent être combinées pour réaliser l'invention, dans la mesure où ces modes ou variantes ne sont pas incompatibles entre eux.

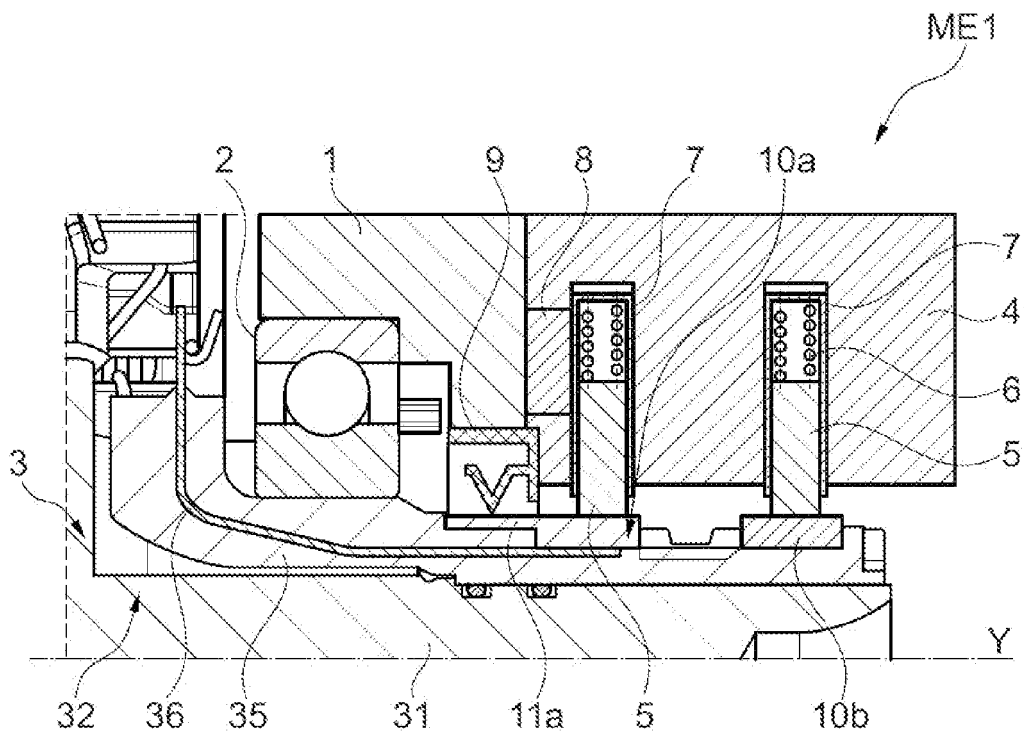
## Revendications

- [Revendication 1] Machine électrique (ME1, ME2) équipée :
- d'un carter (1, 10),
  - d'un stator,
  - d'un rotor bobiné (3, 30) comportant un corps de rotor solidaire d'un arbre tournant,
  - d'un roulement (2, 20) dans lequel une extrémité (32, 320) de l'arbre tournant est montée de manière rotative, l'extrémité (32, 320) de l'arbre tournant comportant des pistes électriques (10a, 10b, 100a, 100b) et le roulement étant monté sur le carter de la machine électrique (ME1, ME2),
  - d'un système d'excitation (4, 40) du rotor bobiné (3, 30) comportant des balais (5, 50) disposés en contact avec les pistes électriques (10a, 10b, 100a, 100b),
- la machine électrique (ME1, ME2) étant caractérisée en ce qu'elle comporte un bloc de matière (8, 80) thermiquement conducteur et électriquement isolant en contact thermique avec d'une part au moins un des balais (5, 50) et d'autre part avec un dissipateur thermique.
- [Revendication 2] Machine électrique (ME1, ME2) selon la revendication 1, dans laquelle les balais (5, 50) étant chacun montés en translation dans une cage métallique (7, 70), le bloc de matière (8, 80) est en contact direct d'une part avec la cage métallique (7, 70) du balai et d'autre part avec le carter (1, 10) de la machine électrique (ME1, ME2) et/ou un radiateur (110).
- [Revendication 3] Machine électrique (ME1, ME2) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle, une paroi du carter (1, 10) sépare le corps du rotor du système d'excitation (4, 40) et comporte une ouverture dans laquelle est fixé un dispositif d'étanchéité (9, 90) en contact avec l'extrémité (32, 320) de l'arbre tournant, le roulement (2, 20) étant fixé dans l'ouverture et disposé axialement entre le corps du rotor et le dispositif d'étanchéité (9, 90), le balai étant en contact avec une première des pistes électriques (10a, 100a), celle-ci comportant une extension (11a, 101a) venant en contact avec le dispositif d'étanchéité (9, 90).
- [Revendication 4] Machine électrique (ME2) selon la revendication 3, dans laquelle le balai (50) est monté axialement par rapport à l'arbre tournant, et dans laquelle la première piste électrique (100a) prend la forme d'une coupelle cylindrique trouée en son centre, comprenant une partie cylindrique (101a) en contact avec le joint d'étanchéité et une partie plane

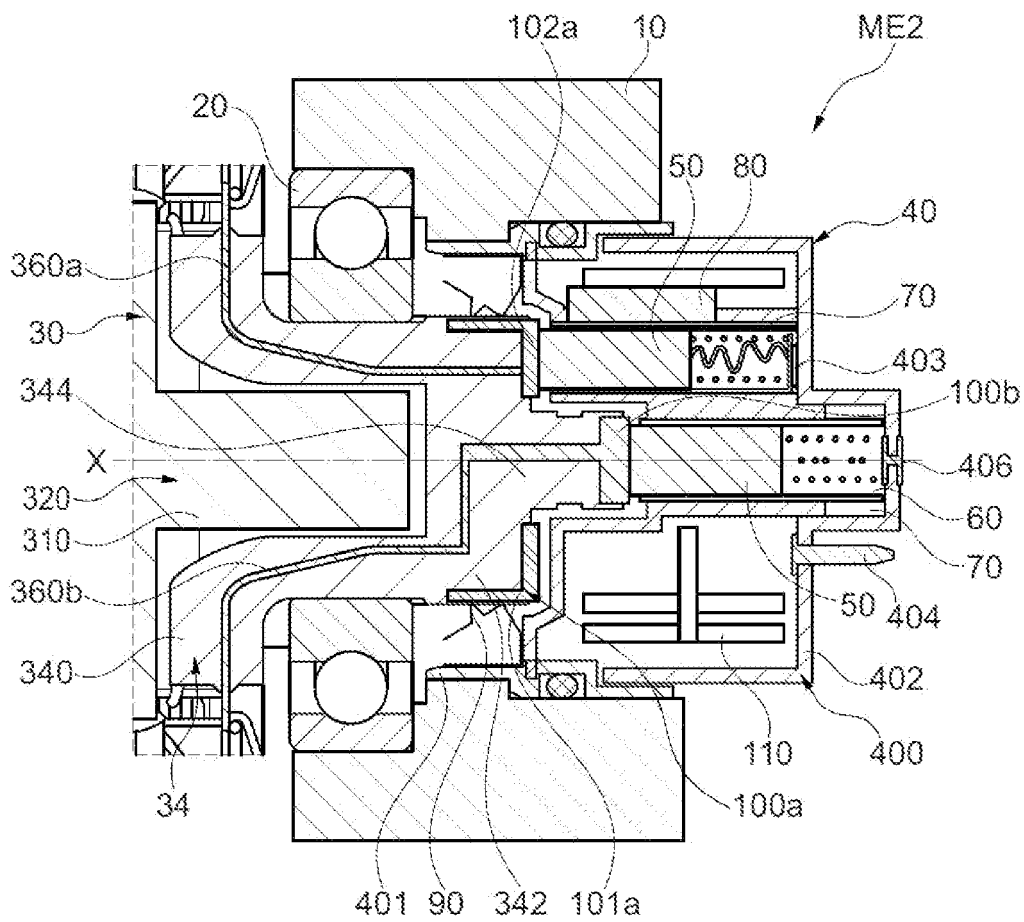
- (102a) en contact avec le balai (50).
- [Revendication 5] Machine électrique (ME2) selon la revendication 4, dans laquelle la première piste électrique (100a) est fixée à une première portion (342) de l'extrémité (320) de l'arbre tournant d'un premier diamètre, la partie plane (102) étant fixée à une première surface d'extrémité axiale de l'arbre tournant, l'extrémité (320) de l'arbre tournant comportant une deuxième portion (344) faisant saillie de la première portion (342) à travers le trou central de la coupelle cylindrique formée par la première piste électrique (100a), une deuxième des pistes électriques (100b) sous forme de disque étant fixée à une deuxième surface d'extrémité axiale de l'arbre tournant, sur la deuxième portion (344).
- [Revendication 6] Machine électrique (ME2) selon les revendications 2 et 5, dans laquelle les balais de la machine électrique sont montés axialement, plusieurs premiers balais (50) étant en contact avec la première piste électrique (100a), chaque cage métallique (70) de ces premiers balais (50) étant en contact direct d'une part avec un bloc de matière (80) thermiquement conducteur et électriquement isolant et d'autre part avec le radiateur (110), un deuxième balai (50) étant en contact avec la deuxième piste électrique (100b) en forme de disque.
- [Revendication 7] Machine électrique (ME2) selon la revendication 6, dans laquelle la cage métallique (70) du deuxième balai (50) est en contact thermique avec un dispositif de dissipation thermique.
- [Revendication 8] Machine électrique (ME2) selon les revendications 6 ou 7, dans laquelle le radiateur (110) comporte une portion cylindrique entourant les premiers balais (50), et des ailettes positionnées entre les premiers balais (50).
- [Revendication 9] Machine électrique (ME2) selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, dans laquelle le dispositif d'étanchéité (90) est un joint à lèvres comportant une paroi cylindrique fixée à un boîtier (402) du système d'excitation (40), la paroi cylindrique étant prolongée radialement par une lèvre venant au contact de la partie cylindrique (101a) de la première piste électrique (100a).
- [Revendication 10] Machine électrique (ME1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle le balai (5) est monté radialement par rapport à l'arbre tournant et est en contact avec la première piste électrique (10a), celle-ci étant cylindrique, l'extension (11a) de la première piste électrique étant également cylindrique et enserrant un surmoulage de conducteurs (36) électriques reliés aux pistes électriques (10a, 10b), l'épaisseur de

l'extension (11a) étant inférieure à l'épaisseur de la première piste électrique (10a).

[Fig. 1]



[Fig. 2]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 928298  
FR 2312884

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 2016/359393 A1 (TSUCHIYA HIROYUKI [JP]) 8 décembre 2016 (2016-12-08)	1,2,10	H02K 13/00 H02K 5/14
A	* abrégé; figures 1-5 * * alinéas [0080], [0121], [0125] - [0127] *	3-9	H02K 9/02 H02K 9/22
A	----- US 4 476 410 A (WOLCOTT JOHN H [US]) 9 octobre 1984 (1984-10-09) * figure 1 * * colonne 4, lignes 26-45 *	1-10	
A	----- US 2014/001915 A1 (FUKASE TATSUYA [JP] ET AL) 2 janvier 2014 (2014-01-02) * figures 1,7 *	1-10	
A	----- US 2006/082233 A1 (SUGITANI KATSUHIKO [JP] ET AL) 20 avril 2006 (2006-04-20) * figure 1 * * alinéa [0046] *	1-10	
A	----- US 2006/273685 A1 (WADA HITOSHI [JP] ET AL) 7 décembre 2006 (2006-12-07) * figure 1 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  H02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 août 2024		Güvener, Cem	
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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2312884 FA 928298**

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 **28 - 08 - 2024**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2016359393 A1	08-12-2016	DE 102016110186 A1	08-12-2016
		JP 2016226231 A	28-12-2016
		US 2016359393 A1	08-12-2016
-----			
US 4476410 A	09-10-1984	BR 8306956 A	19-03-1985
		CA 1202354 A	25-03-1986
		GB 2144924 A	13-03-1985
		US 4476410 A	09-10-1984
-----			
US 2014001915 A1	02-01-2014	CN 103460568 A	18-12-2013
		EP 2688185 A1	22-01-2014
		JP 5649728 B2	07-01-2015
		JP WO2012169007 A1	23-02-2015
		US 2014001915 A1	02-01-2014
WO 2012169007 A1	13-12-2012		
-----			
US 2006082233 A1	20-04-2006	CN 1767330 A	03-05-2006
		EP 1650849 A1	26-04-2006
		JP 4306581 B2	05-08-2009
		JP 2006121767 A	11-05-2006
		KR 20060054087 A	22-05-2006
		US 2006082233 A1	20-04-2006
-----			
US 2006273685 A1	07-12-2006	DE 102006025394 A1	18-01-2007
		FR 2886781 A1	08-12-2006
		JP 4265571 B2	20-05-2009
		JP 2006340467 A	14-12-2006
		US 2006273685 A1	07-12-2006
-----			