(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 038 155**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **15 56066**

(51) Int Cl[8] : ***H 02 K 1/26*** *(2017.01)*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE AVEC UN ROTOR LIMITANT LES PERTES DE FLUX MAGNETIQUE, NOTAMMENT MOTEUR ELECTRIQUE.

(22) **Date de dépôt :** 29.06.15.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 30.12.16 Bulletin 16/52.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 07.12.18 Bulletin 18/49.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(○) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *IFP ENERGIES NOUVELLES Etablissement public* — FR et *MAVEL S.R.L.* — IT.

(72) **Inventeur(s) :** DIB WISSAM, DESARNAUD FABIEN, FAVRE LUCA et BETTONI DAVIDE.

(73) **Titulaire(s) :** IFP ENERGIES NOUVELLES Etablissement public, MAVEL S.R.L..

(74) **Mandataire(s) :** IFP ENERGIES NOUVELLES.

FR 3 038 155 - B1

La présente invention se rapporte à une machine électrique tournante comprenant un rotor logé dans un stator et plus particulièrement un moteur électrique.

Généralement, le rotor est formé d'un corps de rotor portant des générateurs de flux magnétique, tels que des aimants permanents, et supporté par un arbre de rotor.

Ce rotor est généralement logé à l'intérieur d'un stator qui porte des enroulements électriques (ou bobinages d'induit) permettant de générer un champ magnétique permettant d'entrainer en rotation le rotor en association avec le champ magnétique généré par les aimants.

Comme cela est connu, les aimants sont placés dans des logements radiaux fermés régulièrement répartis circonférentiellement et s'étendant tout au long de la dimension axiale du corps de rotor.

Ces logements délimitent ainsi entre eux des expansions polaires radiales qui permettent de canaliser le flux magnétique provenant des aimants.

Cette disposition bien que donnant satisfaction présente néanmoins des inconvénients non négligeables.

En effet, le flux magnétique n'est pas totalement canaliser par les expansions polaires et il subsiste des pertes de flux au niveau de la périphérie externe du rotor et plus particulièrement au niveau des extrémités externes de ces expansions.

Egalement, il subsiste des pertes de flux magnétique au niveau de la liaison des expansions polaires avec l'arbre de rotor.

A cause de ces différentes pertes, la machine électrique ne peut pas réaliser les performances requises.

Il est donc nécessaire de modifier le dimensionnement du rotor et/ou augmenter la génération de flux magnétique des aimants pour obtenir les performances souhaitées.

La présente invention se propose de remédier aux inconvénients précités grâce à une machine électrique dont les pertes de flux sont minimisées au niveau du rotor.

A cet effet, la présente invention concerne une machine électrique comprenant un rotor et un stator, ledit rotor étant formé d'un corps de rotor avec un empilage de tôles et placé sur un arbre de rotor, lesdites tôles comportant des logements de réception de générateurs de flux magnétique et des expansions polaires situées entre le bord externe et interne desdites tôles, caractérisé en ce que les expansions polaires sont reliées par un pont de connexion avec le bord interne desdites tôles.

Les tôles peuvent comprendre une surface de liaison entre le pont et le bord interne.

Le pont peut comprendre une dimension circonférentielle plus petite que la dimension circonférentielle de l'expansion polaire.

Le pont peut comprendre une dimension circonférentielle correspondant à environ 10% de la dimension circonférentielle de l'expansion polaire.

Le pont peut comprendre une dimension en hauteur correspondant à environ 10% de la hauteur considérée entre le bord externe et interne desdites tôles.

Les tôles peuvent comprendre un espace d'air entre deux expansions polaires successives et en regard du logement.

Les autres caractéristiques et avantages de l'invention vont apparaître maintenant à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre uniquement illustratif et non limitatif, et à laquelle sont annexées :

- la figure 1 qui est une vue en perspective du rotor et du stator de la machine électrique selon l'invention,
- la figure 2 qui est une vue schématique d'un élément du rotor de la figure 1, et

- la figure 3 qui est une vue à plus grande échelle d'un détail du rotor selon le cercle A de la figure 2.

Comme illustré sur la figure 1 une machine électrique tournante, ici un moteur électrique, comporte un rotor 10 et un stator 12 qui, à l'état monté, sont imbriqués l'un dans l'autre en étant coaxiaux tout en laissant le rotor libre en rotation.

Le rotor comporte, de manière connue en soi, un arbre 14 sur lequel est placé un empilage de tôles ferromagnétiques planes identiques 16, qui sont assemblées les unes aux autres par tous moyens connus pour former un corps de rotor 18.

Ce rotor porte des générateurs de flux magnétique, ici des aimants permanents 20, qui sont, dans l'exemple illustré, sous forme de barreau de longueur sensiblement égale à la longueur de l'empilage de tôles.

Le stator comporte également un empilage de tôles ferromagnétiques planes identiques 22 qui sont reliées entre elles par tous moyens connus, comme des tirants filetés 24, pour former un corps de stator tubulaire 26.

La périphérie annulaire du corps de stator comprend une pluralité d'encoches radiales de section sensiblement rectangulaire 28 ouvertes en direction de la partie centrale de ce stator et s'étendant tout au long de la périphérie du stator tubulaire. Ces encoches sont prévues pour recevoir les bobinages d'induit 30 qui y sont fixés par tous moyens connus.

On se rapporte maintenant en plus aux figures 2 et 3 qui illustrent la configuration d'une tôle de rotor 16.

Cette tôle présente une configuration sensiblement annulaire avec un alésage central 32, qui reçoit l'arbre de rotor, et une surface périphérique plane annulaire 34 avec un bord périphérique externe 36 et un bord périphérie interne 38.

La surface plane annulaire porte une succession de logements radiaux 40 sensiblement rectangulaires qui sont régulièrement répartis circonférentiellement

sur cette surface pour la réception des aimants permanents. Ces logements délimitent ainsi entre eux des expansions polaires radiales 42.

Les logements présentent un bord inférieur 44 à distance du bord interne 38 de la surface périphérique plane et un bord supérieur 46 à distance du bord externe 36 de cette surface périphérique plane.

Les expansions polaires sont raccordées à une surface de liaison 47 entre le bord interne 38 et le fond 44 par un pont de connexion 48 de plus faible dimension circonférentielle D_{pc} que la plus faible dimension circonférentielle D_{ep} de l'expansion polaire et de hauteur radiale H_p correspondant à environ 12% de la hauteur de la surface plane 34 considéré entre les bords 36 et 38.

De manière préférentielle, la dimension circonférentielle D_{pc} est d'environ 10% de celle de D_{ep}.

En se rapportant plus précisément à la figure 3, le pont 38 comprend une barrette radiale 50 avec un tronçon de raccordement courbe 52 reliant cette barrette au bord interne 44 des logements dont elle est contiguë.

Avantageusement, ce pont comporte deux surfaces convexes 54 permettant de relier ce pont aux bords radiaux 56 de l'expansion polaire en formant ainsi un bec 58 en direction du logement.

Comme cela est visible sur les figures, ce pont permet de constituer des logements en forme de T inversé dont la barre horizontale du T est formée par le bord interne 44 et les surfaces convexes 54 de deux expansions polaires voisines et dont la barre verticale est délimitée par les bords radiaux 56 de ces expansions polaires et le bord extérieur 46 du logement.

Comme mieux illustré sur la figure 3, la dimension circonférentielle D_{pc} est considérée au niveau de la barrette 50, la dimension circonférentielle D_{ep} est considérée au niveau de la pointe des becs 58 et la hauteur H_p est prise entre le sommet de la surface convexe 54 et le bord interne 44 du logement 40.

Avantageusement, la zone comprise entre le bord périphérique externe 36 et le bord externe 46 du logement comporte un espace 60, dit espace d'air.

Une fois l'empilage et la fixation des tôles réalisés pour obtenir la longueur souhaitée du corps de rotor en juxtaposant les logements et les expansions polaires les uns aux autres, les aimants permanents sont glissés dans la cavité ainsi formé par les logements et fixés par tous moyens connus.

L'arbre de rotor est alors monté dans le corps de rotor, puis l'ensemble est logé dans le stator pour réaliser une machine électrique avec les éléments nécessaires, comme le collecteur, les brides de raccordement,...

Lors du fonctionnement de la machine électrique et grâce à la faible dimension circonférentielle et la faible hauteur du pont 48, celui-ci est rapidement saturé en flux magnétique et les pertes de flux sont alors limitées.

De plus, l'espace d'air 60 entre les expansions polaires interrompt la transmission du flux magnétique entre deux expansions voisines, ce qui ne peut que limiter les pertes de flux.

Bien entendu, il est à la portée de l'homme du métier de concevoir le pont en tenant compte de différentes contraintes, comme la force centrifuge du rotor, la force magnétique provenant des aimants et la force d'attraction magnétique entre le rotor et le stator.

REVENDICATIONS

1) Machine électrique comprenant un rotor (10) et un stator (12), ledit rotor étant formé d'un corps de rotor (18) avec un empilage de tôles (16) sensiblement annulaire avec un alésage central (32), qui reçoit l'arbre de rotor, et une surface périphérique plane annulaire (34) avec un bord périphérique externe (36) et un bord périphérique interne (38) et placé sur un arbre de rotor (14), lesdites tôles comportant des logements (40) de réception de générateurs de flux magnétique (20) et des expansions polaires (42) situées entre le bord externe (36) et interne (38) desdites tôles, caractérisé en ce que les expansions polaires (42) sont reliées par un pont de connexion (48) avec un bord inférieur plan (44) du logement situé à distance du bord périphérique interne (38).

2) Machine électrique selon la revendication 1, caractérisée en ce que le pont comprend une dimension circonférentielle (D_{pc}) plus petite que la dimension circonférentielle (D_{ep}) de l'expansion polaire.

3) Machine électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le pont comprend une dimension circonférentielle (D_{pc}) correspondant à environ 10% de la dimension circonférentielle (D_{ep}) de l'expansion polaire.

4) Machine électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le pont comprend une dimension en hauteur (H_p) correspondant à environ 10% de la hauteur considérée entre le bord externe (36) et interne (38) desdites tôles.

5) Machine électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les tôles comprennent un espace d'air (60) entre deux expansions polaires successives et en regard du logement (40).

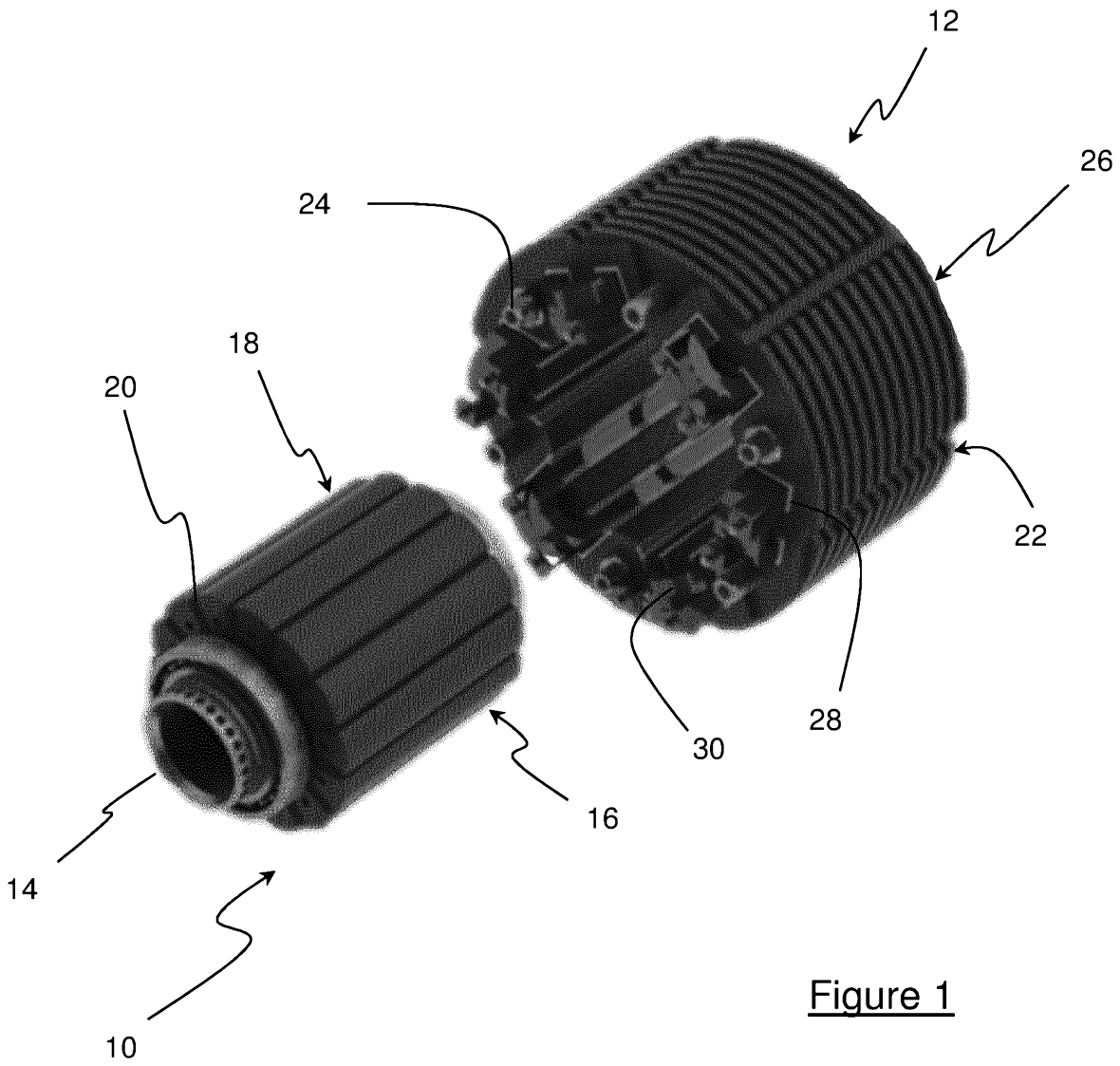


Figure 1

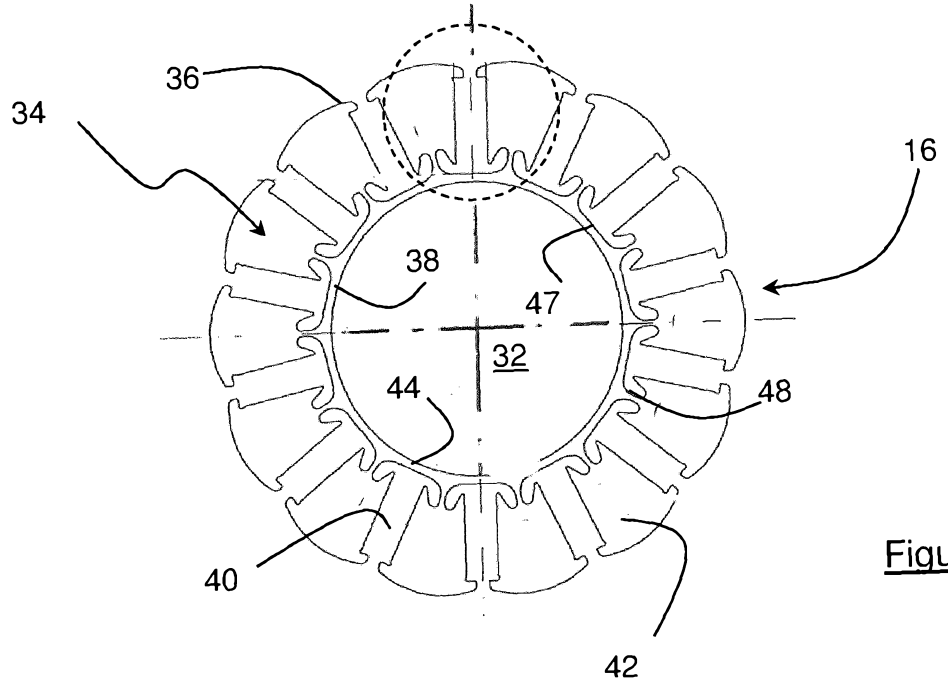


Figure 2

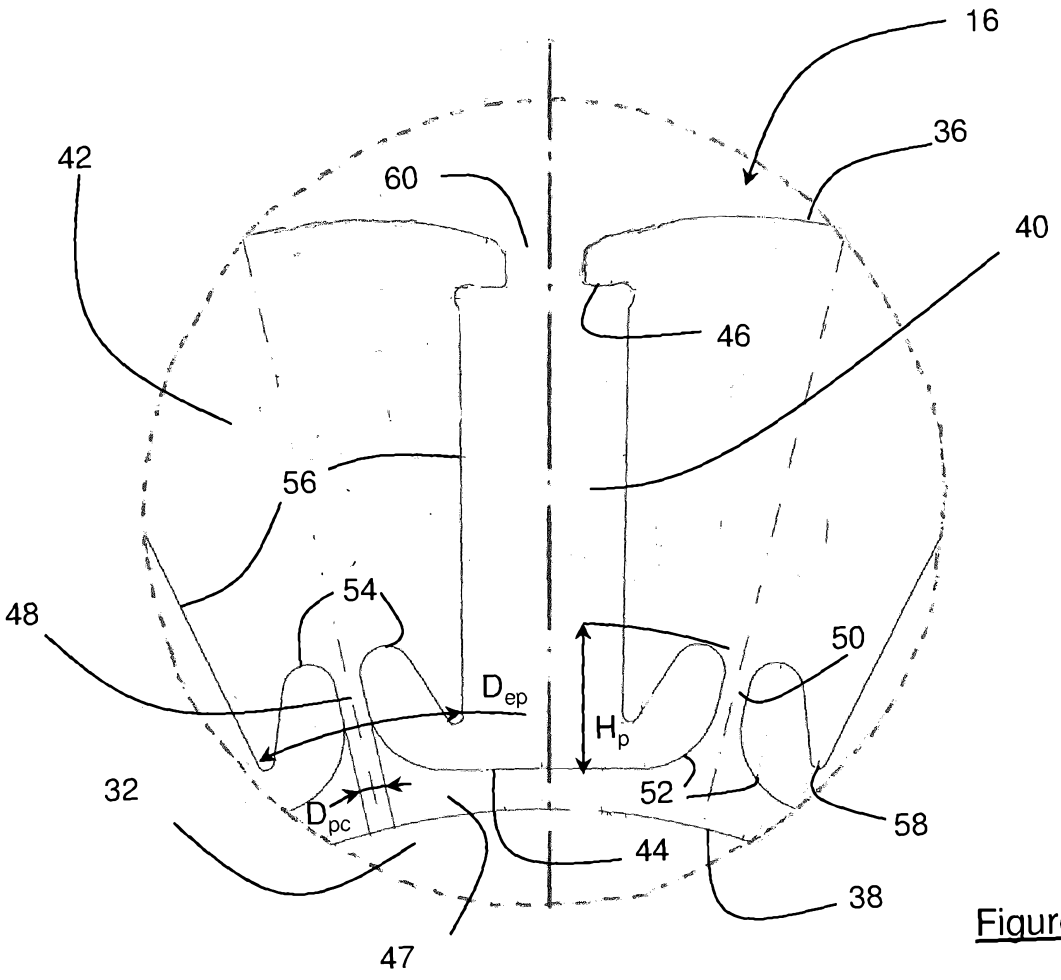


Figure 3

N° d'enregistrement national : 1556066 N° de publication : 3038155

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- [x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- [ ] Le demandeur a maintenu les revendications.
- [x] Le demandeur a modifié les revendications.
- [ ] Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- [ ] Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- [ ] Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- [x] Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- [ ] Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- [ ] Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- [ ] Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

N° d'enregistrement national : 1556066 N° de publication : 3038155

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

EP 2 568 578 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR])
13 mars 2013 (2013-03-13)

US 2009/096308 A1 (STAUDENMANN CHRISTIAN [CH])
16 avril 2009 (2009-04-16)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT