

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
COURBEVOIE  
—

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

**3 048 827**

②① N° d'enregistrement national : **16 00419**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 02 K 1/30** (2016.01)

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ ROTOR POUR MOTEUR OU GENERATRICE ELECTROMAGNETIQUE A FLUX AXIAL A AIMANTS SEMI-ENTERRES AVEC DES MOYENS DE MAINTIEN AXIAL.

②② Date de dépôt : 14.03.16.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 15.09.17 Bulletin 17/37.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 02.06.23 Bulletin 23/22.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *WHYLOT Société par actions  
simplifiée — FR.*

⑦② Inventeur(s) : TIEGNA HUGUETTE, MAYEUR LOIC  
et RAVAUD ROMAIN.

⑦③ Titulaire(s) : *WHYLOT Société par actions simplifiée.*

⑦④ Mandataire(s) : *WHYLOT.*

**FR 3 048 827 - B1**



« Rotor pour moteur ou génératrice électromagnétique à flux axial à aimants semi-enterrés avec des moyens de maintien axial »

La présente invention concerne un rotor pour moteur ou génératrice électromagnétique à flux axial tournant à des vitesses de rotation élevées et un moteur ou génératrice électromagnétique équipé d'un tel rotor.

La présente invention trouve une application avantageuse mais non limitative pour un moteur électrique délivrant une forte puissance avec une vitesse de rotation du rotor élevée ce qui est obtenu par les caractéristiques spécifiques du rotor selon la présente invention. Un tel moteur peut être utilisé par exemple comme moteur électrique dans un véhicule automobile totalement électrique ou hybride.

Avantageusement mais non limitativement, le moteur ou la génératrice électromagnétique peut comprendre au moins un rotor encadré par deux stators, ces éléments pouvant se superposer les uns par rapport aux autres en étant séparés par au moins un entrefer sur un même arbre.

Dans des applications à haute vitesse, il est nécessaire d'avoir non seulement un système compact rendu possible par la réduction de la masse et de l'encombrement du moteur axial pour un rendement optimal, mais également une très bonne tenue mécanique de la partie tournante, c'est-à-dire le rotor, afin d'améliorer la fiabilité du système.

Il est connu un rotor à aimants semi-enterrés destiné à une machine électromagnétique à flux axial. Un tel rotor comporte un corps sous forme d'un disque présentant deux faces circulaires reliées par une épaisseur, le disque étant délimité entre une périphérie externe et une périphérie interne délimitant un évidement pour un arbre de rotation.

Au moins deux aimants permanents sont appliqués contre au moins une des deux faces circulaires du corps dite face de support. Pour un rotor mono-entrefer destiné à être associé à un stator une seule face circulaire du corps porte des aimants tandis que pour un rotor à deux entrefers avec un stator respectif, ce sont les deux faces qui portent des aimants.

Les aimants sont chacun maintenus sur la face ou leur face respective par des moyens de maintien, un intervalle étant laissé entre lesdits au moins deux aimants sur une même face.

Pour le stator ou chaque stator, ceux-ci portent des éléments de bobinage comprenant une dent portant une bobine, la dent étant encadrée sur chacun de ses côtés par une encoche, un fil métallique bon conducteur étant enroulé sur la dent pour former la bobine.

5            Quand la série ou les séries de bobinages sont alimentées électriquement, le rotor qui est solidarisé à l'arbre de sortie du moteur est soumis à un couple résultant du champ magnétique, le flux magnétique créé étant un flux axial pour une machine électrique à flux axial.

10           Pour un moteur à forte puissance, le rotor tourne à des vitesses de rotation élevées. Le principal désavantage d'un moteur à forte vitesse de rotation réside dans la probabilité élevée de détachement de l'aimant ou des aimants du rotor ainsi que de casse au moins partielle du rotor. Le rotor d'un tel moteur doit donc être apte à supporter des vitesses de rotation élevées.

15           Le document US-A-2011/0285237 divulgue un moteur à entrefer axial. Le but de ce document est une simplification des étapes de fabrication du rotor tout en empêchant les aimants permanents portés par ce rotor d'être déplacés ou desserrés lors du montage et du fonctionnement du rotor. Les aimants sont logés dans une structure monopièce faite d'une pièce moulée enserrant les aimants.

20           La pièce moulée présente des rainures séparant les aimants dans lesquelles sont introduites des nervures portées par un corps du rotor, permettant de bloquer la pièce moulée contre un mouvement de déplacement axial. Un maintien radial de la pièce moulée est effectué par des éléments concentriques interne et externe à la pièce moulée.

25           Ce document se destine donc à des aimants logés dans une pièce moulée et n'est d'aucun enseignement pour les aimants se trouvant séparés les uns des autres. De plus, les nervures ne maintiennent les aimants que par leur action sur la pièce moulée et n'agissent donc pas directement pour le maintien des aimants dans le rotor.

30           Le problème à la base de la présente invention est de concevoir un rotor pour une machine électromagnétique à flux axial qui puisse maintenir les ou les aimants permanents qu'ils supportent de manière efficace en évitant aux aimants de se détacher du rotor.

35           A cet effet, on prévoit selon l'invention un rotor à aimants semi-enterrés destiné à une machine électromagnétique à flux axial, le rotor comportant un

corps sous forme d'un disque présentant deux faces circulaires reliées par une épaisseur, le disque étant délimité entre une périphérie externe et une périphérie interne, la périphérie interne délimitant un évidement pour un arbre de rotation, au moins deux aimants permanents étant appliqués contre au moins une des deux faces circulaires du corps dite face de support en étant  
5 chacun maintenus sur ladite face par des moyens de maintien, un intervalle étant laissé entre lesdits au moins deux aimants, caractérisé en ce que les moyens de maintien sont sous la forme d'au moins un moyen latéral de maintien axial logé dans l'intervalle comprenant au moins un tenon recouvrant  
10 localement au moins un desdits au moins deux aimants ou d'un moyen de maintien axial s'étendant circulairement tout autour de la périphérie interne et/ou externe du corps en formant une couronne.

L'effet technique obtenu est une meilleure tenue des aimants dans le rotor en direction axiale qui peut être complétée par des moyens de maintien  
15 radial.

Le présent rotor à aimants semi-enterrés est conçu de façon à réduire les pertes dans le rotor avec des moyens de maintien permettant de retenir les aimants et de pallier ainsi l'effet d'une force axiale et, le cas échéant, d'une force centrifuge apparaissant à très haute vitesse.

Comparé à l'état de la technique le plus proche illustré par le document US-A-2011/0285237, le rotor selon l'invention peut convenir à des aimants qui ne sont pas solidarisés entre eux alors que dans le document de l'état de la technique les aimants sont logés dans une pièce moulée formant structure de support. Ainsi la présente invention donne une solution qui convient à toute  
20 forme de disposition des aimants sur le rotor.

De plus les moyens latéraux de maintien axial agissent directement sur les aimants alors que dans l'état de la technique les nervures exerçaient leur action sur la pièce moulée comportant les aimants. Il s'ensuit un maintien individuel de chaque aimant sur le rotor par au moins un moyen latéral de  
30 maintien axial qui lui est dédié.

La pièce moulée de l'état de la technique peut présenter des ruptures de zones étant donné qu'elle est sollicitée par plusieurs nervures alors que selon l'invention un élément de maintien axial latéral agit directement sur un aimant.

Il est à garder à l'esprit qu'un moyen de maintien radial sous forme de couronne placé à la périphérie du corps du rotor n'est pas assimilable à une frette. En effet, une frette est toujours associée à une compensation de la force centrifuge et à une fonction de compression en étant une pièce  
5 indépendante du corps du rotor et disposée à la périphérie externe de ce corps. Une frette n'a aucune action sur un maintien axial des aimants.

Inversement le moyen de maintien axial sous forme de couronne fait partie du corps. Ce moyen de maintien axial sous forme de couronne permet de retenir les aimants axialement mais les comprime peu ou pas. L'élément  
10 de maintien axial sous forme de couronne fait partie du corps à l'inverse d'une frette. Cet élément de maintien axial sous forme de couronne est disposé sur le corps avant que les aimants ne soient solidarisés au corps, l'insertion des aimants se faisant radialement en partant de la portion centrale du corps délimitée par la périphérie interne qui peut aussi porter un élément de  
15 maintien axial.

Le moyen de maintien axial concentrique au rotor n'est quant à lui ni suggéré ni rendu évident par l'état de la technique, de tels moyens de maintien étant sous la forme de frette et exerçant uniquement un maintien radial et non axial. Une frette déjà présente pour l'absorption des forces  
20 centrifuges peut servir de plus comme butée à l'aimant ou aux aimants contre un mouvement radial des aimants mais pas comme élément de maintien axial.

De manière facultative, l'invention comprend en outre au moins l'une quelconque des caractéristiques suivantes :

25 - quand le moyen de maintien axial s'étendant circulairement tout autour de la périphérie interne et/ou externe du corps en formant une couronne est présent, ledit au moins un moyen de maintien axial est associé à un moyen de maintien radial en étant solidarisé au corps. On obtient ainsi un maintien radial et axial procuré avantageusement par le même élément de  
30 maintien, ce qui est avantageux en coût. Ceci permet de compléter l'action des moyens latéraux de maintien axial.

- ledit au moins un moyen latéral de maintien axial fait partie intégrante du corps du rotor ou est une pièce rapportée solidaire du corps du rotor se logeant dans des évidements.

- ledit au moins un moyen latéral de maintien axial est usiné dans la masse du corps du rotor ou collé, soudé, vissé ou serti au corps du rotor. Ceci renforce la solidité du rotor.

5 - ledit au moins un moyen latéral de maintien axial comprend une ou des branches, la ou chaque branche étant solidarisée avec le corps et séparant lesdits au moins deux aimants dans un intervalle respectif, la ou chaque branche comprenant au moins un tenon s'étendant en saillie ortho-radiale de la branche et recouvrant au moins une portion d'une face d'au moins un desdits au moins deux aimants se trouvant la plus éloignée de et  
10 opposée à la face de support du corps, ledit au moins un tenon faisant butée contre l'aimant en empêchant un mouvement d'éloignement de l'aimant associé en éloignement axial du corps. Ainsi, les moyens latéraux de maintien axial sont logés entre les aimants dans des intervalles pouvant avoir été  
15 laissés vides entre les aimants et recevant ces moyens latéraux de maintien axial. Le tenon ne recouvre que la partie suffisante de l'aimant pour garantir son maintien.

- chacun desdits au moins deux aimants est associé à au moins deux tenons.

20 - chaque tenon s'étend latéralement des deux côtés de la branche associée, une première portion latérale du tenon recouvrant au moins une portion d'un aimant desdits au moins deux aimants et une seconde portion latérale du tenon recouvrant au moins une portion de l'autre aimant.

25 - quand le rotor comprend un moyen de maintien radial externe s'étendant tout autour de la périphérie externe du corps, le moyen de maintien radial externe est relié respectivement à chaque branche, des portions en arc de cercle du moyen de maintien radial externe formant butée contre un déplacement radial et axial d'un desdits au moins deux aimants.

30 - quand le rotor ne comprend pas un moyen de maintien radial externe s'étendant tout autour de la périphérie externe du corps, le rotor est entouré par une frette circulaire.

- le rotor comprend un élément de maintien radial interne, des portions en arc de cercle du moyen de maintien radial interne formant butée contre un déplacement axial d'un desdits au moins deux aimants.

- quand le rotor comprend un moyen de maintien radial interne, le moyen de maintien radial interne au corps s'étend circulairement tout autour de la périphérie interne du corps et est solidarisé au corps.

5 - quand le corps comprend une ou des branches séparant lesdits au moins deux aimants dans un intervalle respectif et un moyen de maintien radial interne et/ou externe, le moyen de maintien radial interne et/ou externe est solidarisé avec la ou chaque branche.

10 - quand le corps comprend une ou des branches séparant lesdits au moins deux aimants dans un intervalle respectif, le moyen de maintien radial interne est solidarisé avec la ou chaque branche.

15 - lesdits au moins deux aimants sont de forme différente et/ou composés de plusieurs pièces formant des pôles magnétiques ou font partie d'une structure monopiece présentant plusieurs pôles magnétiques. Cette forme de réalisation est la plus voisine de celle de l'état de la technique le plus proche avec une pièce moulée portant des aimants. Cependant, même dans cette forme de réalisation, les moyens latéraux de maintien axial de la présente invention présentent des tenons qui recouvrent les aimants de la structure alors que dans l'état de la technique le plus proche il était utilisé des nervures qui s'inséraient dans des portions de la structure qui ne contenaient pas d'aimants. Il s'ensuit que, dans cet état de la technique, aucun aimant n'était spécifiquement et directement maintenu par un moyen latéral de maintien axial mais que le maintien était assuré sur l'ensemble de la structure et non sur chacun des aimants. Dans une telle disposition divulguée par cet état de la technique, il était toujours possible qu'un aimant puisse se décoller car non directement maintenu, ce qui est évité dans le cadre de la présente invention du fait d'un tenon spécifiquement dédié à un aimant.

25 - lesdits au moins deux aimants sont sous la forme de tuiles quadrangulaires avec deux côtés desdits au moins deux aimants s'étendant radialement et deux côtés desdits au moins deux aimants s'étendant en arcs de cercle concentriques au centre du disque formé par le corps.

30 - les deux faces circulaires du corps du rotor comprennent chacune au moins deux aimants.

35 - au moins une structure monopiece circulaire est formée desdits au moins deux aimants, la structure monopiece dans le cas d'une unique structure monopiece formant une couronne circulaire sur une face circulaire

du corps ou deux structures monopieces dans le cas de plusieurs structures monopieces formant deux couronnes circulaires concentriques d'aimants avec une couronne circulaire sur chacune des faces circulaires du corps, les deux structures monopieces étant espacées par un élément de séparation faisant  
5 partie du corps du rotor, lesdits au moins deux aimants de la structure monopiece ou des deux structures monopieces en forme des couronnes étant maintenu par un moyen latéral de maintien axial ou par un moyen de maintien axial formant couronne, le cas échéant avec un moyen de maintien radial formant couronne.

10 L'invention concerne aussi un moteur ou génératrice à flux axial comportant un ou plusieurs entrefers séparant respectivement un ou des rotors et un ou des stators portant un bobinage, caractérisé en ce que le moteur ou la génératrice comprend au moins un tel rotor.

Avantageusement, le moteur ou la génératrice comprend au moins  
15 deux stators connectés en série ou en parallèle.

Avantageusement, lesdits au moins deux stators sont décalés d'un angle  $\alpha$  l'un par rapport à l'autre.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention  
20 apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'une vue d'une face d'un rotor destiné à une machine électrique à flux axial selon une première forme de réalisation de la présente invention, des moyens latéraux de  
25 maintien axial des aimants du rotor étant montrés à cette figure,

- les figures 2a et 2b sont des représentations schématiques d'une vue d'une face d'un rotor destiné à une machine électrique à flux axial selon des deuxième et troisième formes de réalisation de la présente invention, des moyens latéraux de maintien axial des aimants du rotor étant montrés à ces  
30 figures, le corps du rotor portant le ou les aimants et étant entouré d'une frette à ces figures,

- les figures 3a et 3b sont des représentations schématiques d'une vue d'une face d'un rotor destiné à une machine électrique à flux axial selon des quatrième et cinquième formes de réalisation de la présente invention, deux moyens latéraux de maintien axial des aimants du rotor entre deux  
35

aimants étant montrés à ces figures, le corps du rotor portant le ou les aimants et étant entouré d'une frette et un moyen concentrique au rotor de maintien axial étant montrés à ces figures,

5 - les figures 4a et 4b sont des représentations schématiques d'une vue d'une face d'un rotor destiné à une machine électrique à flux axial selon des sixième et septième formes de réalisation de la présente invention, un moyen de maintien axial concentrique au rotor étant montré à ces figures,

10 - les figures 5a et 5b sont des représentations schématiques d'une vue d'une face d'un rotor destiné à une machine électrique à flux axial selon une huitième forme de réalisation de la présente invention, deux tenons faisant partie de moyens latéraux de maintien axial des aimants du rotor entre deux aimants étant montrés à ces figures, le corps du rotor portant le ou les aimants et étant entouré d'un moyen de maintien radial concentrique au rotor étant montrés à ces figures,

15 - les figures 6a et 6b sont des représentations schématiques d'une vue d'une face d'un rotor destiné à une machine électrique à flux axial selon des neuvième et dixième formes de réalisation de la présente invention, deux moyens latéraux de maintien axial des aimants du rotor entre deux aimants étant montrés à ces figures, ces moyens latéraux étant amovibles du corps, le corps du rotor portant le ou les aimants et étant entouré d'une frette à la figure 6a,

20 - les figures 7a et 7b sont des représentations schématiques d'une vue en coupe longitudinale d'un moteur électromagnétique comprenant deux rotors et un stator, les rotors étant conformes à un des modes de réalisation d'un rotor précédemment décrits, la figure 7b étant agrandie par rapport à la figure 7a.

30 Les figures sont données à titre d'exemples et ne sont pas limitatives de l'invention. Elles constituent des représentations schématiques de principe destinées à faciliter la compréhension de l'invention et ne sont pas nécessairement à l'échelle des applications pratiques. En particulier les dimensions des différentes pièces ne sont pas représentatives de la réalité.

35 En se référant à toutes les figures, la présente invention concerne un rotor 1 à aimants semi-enterrés destiné à une machine électromagnétique à flux axial. Les aimants sont semi-insérés dans le but de minimiser les pertes

par courants de Foucault dans le rotor et aussi pour des besoins mécaniques, par exemple pour retenir un minimum épaisseur de colle ou de soudure sous les aimants et sur les parois d'insertion quand ces éléments sont soudés ou collés.

5 Le rotor 1 comporte un corps 2 sous forme d'un disque présentant deux faces circulaires reliées par une épaisseur, le disque étant délimité entre une périphérie externe et une périphérie interne. La périphérie interne délimite un évidement pour un arbre de rotation 7.

10 Au moins deux aimants 2a permanents sont appliqués contre au moins une des deux faces circulaires du corps 2 dite face de support en étant chacun maintenus sur ladite face par des moyens de maintien 3a, 5, 5a, 6, 6a, un intervalle étant laissé entre lesdits au moins deux aimants 2a. Les aimants peuvent faire partie d'une structure concentrique en lui étant intégrés ou peuvent être unitaires.

15 Selon l'invention, les moyens de maintien 3, 3a, 5a, 6a sont sous la forme d'au moins un moyen latéral de maintien axial 3, 3a. Dans ce cas, le moyen latéral de maintien axial 3, 3a est logé dans l'intervalle en comprenant au moins un tenon 3a recouvrant localement au moins un desdits au moins deux aimants 2a. Ceci est montré notamment aux figures 1, 2a, 2b, 3a, 3b, 5a  
20 et 5b, 6a et 6b.

Toujours selon l'invention, les moyens de maintien 3, 3a, 5a, 6a sont sous la forme d'un moyen de maintien axial 5a, 6a s'étendant circulairement tout autour de la périphérie interne et/ou externe du corps en formant une couronne. Ceci est montré aux figures 4a, 4b et 5b.

25 Les moyens de maintien latéraux 3, 3a peuvent être associées avec des moyens de maintien axial 5a, 6a sous forme d'une couronne s'étendant circulairement sur une des périphéries ou sur les deux périphéries. En alternative, les moyens de maintien latéraux 3, 3a peuvent être présents sans que les moyens de maintien axial 5a, 6a sous forme d'une ou de deux  
30 couronnes concentriques au corps 2 du rotor 1 soient présents ou inversement.

Quand un ou des moyens de maintien axial 5a, 6a s'étendant circulairement tout autour de la périphérie interne et/ou externe du corps 2 en formant une couronne sont présents, ce qui n'est pas toujours le cas, au  
35 moins un moyen de maintien axial 5a, 6a peut être associé à un moyen de

maintien radial 5, 6 en étant solidarisé au corps 2. Ceci est montré notamment à la figure 3b. Dans ce cas, des portions 5a en arc de cercle du moyen de maintien radial interne 5 peuvent former butée contre un déplacement axial et/ou radial d'un desdits au moins deux aimants 2a.

5 Ledit au moins un moyen latéral de maintien axial 3, 3a peut faire partie intégrante du corps 2 du rotor 1 et/ou peut être une pièce rapportée solidaire du corps du rotor 1 et logée dans des évidements 3b, 3c. Ce moyen latéral de maintien axial 3, 3a peut être usiné dans la masse du corps 2 du rotor 1, collé, soudé, vissé ou serti au corps 2 du rotor 1.

10 Dans des formes de réalisation selon l'invention, ledit au moins un moyen latéral de maintien axial 3, 3a peut comprendre une ou des branches 3. La ou chaque branche 3 peut être solidarisée avec le corps 2 et séparer lesdits au moins deux aimants 2a dans un intervalle respectif.

La ou chaque branche 3 peut comprendre au moins un tenon 3a  
15 s'étendant en saillie ortho-radiale de la branche 3 et recouvrant au moins une portion d'une face d'au moins un desdits au moins deux aimants 2a se trouvant la plus éloignée de et opposée à la face de support portée par le corps 2. Ceci concerne la face dudit au moins un aimant 2a qui est opposée à celle appliquée contre la face de support portée par le corps 2.

20 Dans cette position, ledit au moins un tenon 3a fait butée contre l'aimant 2a en empêchant un mouvement d'éloignement de l'aimant 2a associé en direction axiale du corps 2.

Pour un moyen de maintien axial 5a, 6a s'étendant circulairement tout  
25 autour de la périphérie interne et/ou externe du corps en formant une couronne, ce moyen de maintien axial 5a, 6a peut présenter une rainure dans laquelle pénètre un bord, soit le plus externe ou soit le plus interne, des aimants 2a, cette rainure n'étant pas visible aux figures.

A la figure 1, dans une première forme optionnelle de réalisation,  
30 chaque tenon 3a s'étend latéralement des deux côtés de la branche 3 associée. Une première portion latérale du tenon 3a recouvre au moins une portion d'un aimant desdits au moins deux aimants 2a et une seconde portion latérale du tenon 3a recouvre au moins une portion de l'autre aimant.

A la figure 2a, dans une deuxième forme optionnelle de réalisation, chaque tenon 3a se trouve à une extrémité la plus externe au corps 2 de la

branche 3. La branche 3 est adjacente à une frette 4 à son extrémité la plus externe.

A la figure 2b, dans une troisième forme optionnelle de réalisation, il y a deux tenons 3a par branche 3, les deux tenons 3a étant disposés  
5 successivement dans la longueur de la branche 3 avec l'extrémité libre de chaque branche 3 n'atteignant pas la frette 4.

Aux figures 3a et 3b, dans des quatrième et cinquième formes optionnelles de réalisation, il y a deux tenons 3a par branche 3, les branches 3 s'étendant entre, d'une part, un moyen de maintien axial et/ou radial 5, 5a  
10 circulaire tout autour de la périphérie interne en formant une couronne et, d'autre part, une frette 4 s'étendant à la périphérie externe du corps 2 du rotor 1.

Aux figures 4a et 4b, dans des sixième et septième formes optionnelles de réalisation, il n'y a pas de moyen latéral de maintien axial mais seulement  
15 un ou des moyens de maintien axial 5a, 6a circulaires s'étendant tout autour respectivement des périphéries interne ou externe du corps 2 en formant une couronne.

Aux figures 5a et 5b, dans une huitième forme optionnelle de réalisation, il est combiné des moyens latéraux de maintien axial avec  
20 branches 3 et tenons 3a avec deux moyens de maintien axial 5a, 6a circulaires s'étendant tout autour respectivement des périphéries interne ou externe du corps 2 en formant une couronne. Les branches 3 sont raccordées à une extrémité avec le moyen de maintien axial 5a interne et le moyen de maintien 6a externe, pour ce dernier par l'intermédiaire d'un élément de  
25 liaison 6b.

Aux figures 6a et 6b, dans des neuvième et dixième formes optionnelles de réalisation, les tenons 3a sont amovibles des branches 3 en étant fixés sur les branches 3 en au moins un point, avantageusement deux points et préférentiellement un point 3c vers une extrémité interne de la  
30 branche 3 et un point 3b vers une extrémité externe de la branche 3 par rapport au corps 2. Une frette 4 externe est prévue à la figure 6a.

La frette 4 en matériau composite peut être formée de fibres ou de bandes choisies parmi les fibres de verre, de carbone, de fibres polymères ou minérales.

Les fibres ou bandes consécutives peuvent être de nature ou de dimensions différentes. Il peut, par exemple, être mélangé des fibres de verre de composition différente, des fibres de plastique, par exemple en PEEK, en polyaramide ou des fibres de composite.

5            Quand le rotor 1 comprend un moyen de maintien radial externe 6 s'étendant tout autour de la périphérie externe du corps 2, le moyen de maintien radial externe 6 est relié respectivement à chaque branche 3, des portions en arc de cercle du moyen de maintien radial externe 6 formant butée contre un déplacement radial d'un desdits au moins deux aimants 2a.

10           Il est avantageux de combiner ce moyen de maintien radial externe avec un moyen de maintien axial externe faisant avantageusement un même élément, un maintien axial étant alors assuré avec le maintien radial.

              Comme précédemment mentionné, quand le rotor 1 ne comprend pas un moyen de maintien radial externe 6 s'étendant tout autour de la périphérie externe du corps 2 en formant une couronne, le rotor 1 est entouré par une  
15            frette 4 circulaire. Ceci n'est cependant pas obligatoire.

              Quand le corps 2 comprend une ou des branches 3 séparant lesdits au moins deux aimants 2a dans un intervalle respectif et un moyen de maintien radial interne 5a et/ou externe 6a formant couronne, le moyen de maintien  
20            radial interne 5a et ou externe 6a formant couronne peut être solidarisé avec la ou chaque branche 3.

              Dans une forme de réalisation optionnelle, lesdits au moins deux aimants 2a peuvent être de forme différente et/ou composés de plusieurs pièces formant des pôles magnétiques. En alternative, lesdits au moins deux  
25            aimants 2a peuvent faire partie d'une structure monopiece présentant plusieurs pôles magnétiques.

              Lesdits au moins deux aimants 2a peuvent être sous la forme de tuiles quadrangulaires avec deux côtés desdits au moins deux aimants 2a s'étendant radialement et deux côtés interne et externe desdits au moins deux  
30            aimants 2a s'étendant en arcs de cercle concentriques au centre du disque formé par le corps 2.

              Cependant, les aimants 2a peuvent prendre diverses formes, par exemple en étant sous la forme de tuiles polygonales et pas seulement quadrangulaires, par exemple des tuiles triangulaires. Pour une tuile

triangulaire, un sommet du triangle peut pointer avantageusement vers le centre du rotor 1.

Ledit au moins un aimant 2a peut être choisi parmi les aimants ferrites, les aimants à base de terres rares comme des aimants néodyme-fer-bore ou des aimants samarium cobalt, des aimants à base d'aluminium, de nickel et de cobalt, avec ou sans liant thermoplastique.

C'est sur des portions des côtés radiaux desdits au moins deux aimants 2a que les tenons 3a, quand présents, font leur action, tandis que c'est sur les côtés interne et externe desdits au moins deux aimants 2a que le ou les moyens de maintien axial sous forme d'une couronne ou de couronnes concentriques 5a, 6a au corps 2 du rotor 1, quand présents, exercent leur action.

Dans une forme préférentielle de réalisation de l'invention montrée aux figures 7a et 7b, le rotor 1 est destiné à un moteur ou une génératrice poly-entrefers en étant associé à deux stators l'intercalant entre eux. Dans ce cas, les deux faces circulaires du corps 2 du rotor 1 comprennent chacune au moins deux aimants 2a.

Dans cette forme préférentielle de réalisation, lesdits au moins deux aimants 2a comportent au moins deux couronnes concentriques d'aimants espacées par un élément de séparation faisant partie du corps 2 du rotor 1. Chaque aimant des deux couronnes peut être maintenu par un moyen latéral de maintien axial 3, 3a et, le cas échéant par un moyen de maintien radial et axial 5, 5a, 6, 6a.

Sur le rotor 1, la série d'aimants peut être formée par une structure monopièce comprenant lesdits au moins deux aimants 2a. La structure monopièce forme une couronne circulaire sur une des faces circulaires du corps 2 du rotor 1.

En alternative, le corps 2 du rotor 1 peut porter deux structures monopièces formant deux couronnes circulaires concentriques d'aimants espacées par un élément de séparation faisant partie du corps 2 du rotor 1. Chacune des deux structures monopièces est alors portée par une face circulaire respective du corps 2 du rotor 1.

Dans les deux cas, lesdits au moins deux aimants 2a de la structure monopièce ou des deux structures monopièces en forme de couronnes peuvent être maintenus par un moyen latéral de maintien axial 3, 3a ou un

moyen de maintien axial sous forme de couronne 5a, 6a, et le cas échéant un moyen de maintien radial 5, 6 sous forme de couronne.

L'invention concerne aussi un moteur ou une génératrice à flux axial comportant un ou plusieurs entrefers séparant respectivement un ou des rotors 1 et un ou des stators portant un bobinage, le moteur ou la génératrice  
5 comprenant au moins un tel rotor.

Le rotor 1 peut être associé à un seul stator ou peut être associé à deux stators en étant intercalé entre les deux stators. Quand il y a plus d'un stator, les stators peuvent être connectés en série ou en parallèle. Les stators  
10 peuvent être décalés d'un angle l'un par rapport à l'autre.

Les figures 7 et 7a montrent un rotor 1 comprenant un corps 2 avec deux séries d'aimants 2a disposées en étant semi-enterrées chacune sur une face circulaire du corps 2 et en étant séparées l'une de l'autre par un élément de séparation faisant partie du corps 2. Le rotor 1 est entouré par deux  
15 stators, chaque stator formant un entrefer avec une série d'aimants 2a respective.

La disposition des aimants peut être choisie pour établir un champ magnétique augmenté du côté destiné à être tourné vers le stator associé en vis-à-vis, tandis que le champ magnétique est diminué ou annulé sur son côté  
20 opposé. On réduit ainsi la déperdition du champ magnétique.

Le rotor 1 comprend un arbre de rotation 7 qui s'étend perpendiculairement aux faces circulaires du rotor 1 en traversant les deux stators. Le rotor 1 est porté par au moins deux roulements 11, 11', avec un roulement 11, 11' associé à un stator respectif pour permettre sa rotation par  
25 rapport aux stators. Dans le mode de réalisation non limitatif des figures 7a et 7b, la périphérie externe du rotor 1 est entourée d'une frette 4.

Chaque stator comporte un circuit magnétique 9, 9' associé à un bobinage 10, 10'. Une carcasse 12, 12' permet de protéger le moteur électromagnétique.

L'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et illustrés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemples.  
30

**REVENDEICATIONS**

1. Rotor (1) à aimants destiné à un moteur ou une génératrice  
5 électromagnétique à flux axial, le rotor (1) comportant un corps (2) sous  
forme d'un disque présentant deux faces circulaires reliées par une  
épaisseur, le disque étant délimité entre une périphérie externe et une  
périphérie interne, la périphérie interne délimitant un évidement pour un  
10 arbre de rotation (7), au moins deux aimants (2a) permanents étant  
appliqués contre au moins une des deux faces circulaires du corps (2) dite  
face de support en étant chacun maintenus sur ladite face par des moyens  
de maintien (3a, 5, 5a, 6, 6a), un intervalle étant laissé entre lesdits au  
15 moins deux aimants (2a), le rotor présentant des moyens de maintien (3,  
3a, 5, 5a, 6, 6a) des aimants, caractérisé en ce que les aimants sont semi-  
enterrés et que les moyens de maintien (3, 3a, 5, 5a, 6, 6a) sont sous la  
forme d'au moins un moyen latéral de maintien axial (3, 3a) logé dans  
l'intervalle comprenant au moins un tenon (3a) recouvrant localement au  
20 moins un desdits au moins deux aimants (2a) ou d'un moyen de maintien  
axial (5a, 6a) s'étendant circulairement tout autour de la périphérie interne  
et/ou externe du corps en formant une couronne recouvrant localement au  
moins un desdits au moins deux aimants (2a).
2. Rotor selon la revendication précédente, dans lequel, quand le moyen de  
25 maintien axial (5a, 6a) s'étendant circulairement tout autour de la  
périphérie interne et/ou externe du corps (2) en formant une couronne est  
présent, ledit au moins un moyen de maintien axial (5a, 6a) est associé à  
un moyen de maintien radial (5, 6) en étant solidarisé au corps (2).
3. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans  
30 lequel ledit au moins un moyen latéral de maintien axial (3, 3a) fait partie  
intégrante du corps (2) du rotor (1) ou est une pièce rapportée solidaire du  
corps du rotor (1), se logeant dans un évidement pratiqué dans le corps  
(2).

4. Rotor (1) selon la revendication précédente, dans lequel ledit au moins un moyen latéral de maintien axial (3, 3a) est usiné dans la masse du corps (2) du rotor (1) ou collé, soudé, vissé ou serti au corps (2) du rotor (1).
5. Rotor (1) selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, dans lequel ledit au moins un moyen latéral de maintien axial (3, 3a) comprend une ou des branches (3), la ou chaque branche (3) étant solidarisée avec le corps (2) et séparant lesdits au moins deux aimants (2a) dans un intervalle respectif, la ou chaque branche (3) comprenant au moins un tenon (3a) s'étendant en saillie ortho-radiale de la branche (3) et recouvrant au moins une portion d'une face d'au moins un desdits au moins deux aimants (2a) se trouvant la plus éloignée de et opposée à la face de support du corps (2), ledit au moins un tenon (3a) faisant butée contre l'aimant (2a) en empêchant un mouvement d'éloignement de l'aimant (2a) en direction axiale du corps (2).
10. Rotor (1) selon la revendication précédente, dans lequel chacun desdits au moins deux aimants est associé à au moins deux tenons (3a).
15. Rotor (1) selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, dans lequel chaque tenon (3a) s'étend latéralement des deux côtés de la branche (3) associée, une première portion latérale du tenon (3a) recouvrant au moins une portion d'un aimant desdits au moins deux aimants (2a) et une seconde portion latérale du tenon (3a) recouvrant au moins une portion de l'autre aimant.
20. Rotor (1) selon l'une quelconque des trois revendications précédentes, dans lequel, quand le rotor (1) comprend un moyen de maintien radial externe (6) sous forme de couronne s'étendant tout autour de la périphérie externe du corps (2), le moyen de maintien radial externe (6) est relié respectivement à chaque branche (3), des portions (6a) en arc de cercle du moyen de maintien radial externe (6) formant butée contre un déplacement radial et axial d'un desdits au moins deux aimants (2a).
25. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 7, dans lequel, quand le rotor (1) ne comprend pas un moyen de maintien
30. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 7, dans lequel, quand le rotor (1) ne comprend pas un moyen de maintien

radial externe (6) s'étendant tout autour de la périphérie externe du corps (2), le rotor (1) est entouré par une frette (4) circulaire.

10. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel, quand le corps (2) comprend une ou des branches (3) séparant lesdits au moins deux aimants (2a) dans un intervalle respectif et un moyen de maintien radial interne (5a) et/ou externe (6a), le moyen de maintien radial interne (5a) et/ou externe (6a) est solidarisé avec la ou chaque branche (3).
11. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits au moins deux aimants sont de forme différente et/ou composés de plusieurs pièces formant des pôles magnétiques ou font partie d'une structure monopiece présentant plusieurs pôles magnétiques.
12. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits au moins deux aimants (2a) sont sous la forme de tuiles quadrangulaires avec deux côtés desdits au moins deux aimants (2a) s'étendant radialement et deux côtés interne et externe desdits au moins deux aimants (2a) s'étendant en arcs de cercle concentriques au centre du disque formé par le corps (2).
13. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les deux faces circulaires du corps (2) du rotor (1) comprennent chacune au moins deux aimants (2a).
14. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins une structure monopiece circulaire est formée desdits au moins deux aimants (2a), la structure monopiece dans le cas d'une unique structure monopiece formant une couronne circulaire sur une face circulaire du corps (2) ou deux structures monopieces dans le cas de plusieurs structures monopieces formant deux couronnes circulaires concentriques d'aimants dont une sur chacune des deux faces circulaires du corps (2), les deux structures monopieces étant espacées par un élément de séparation faisant partie du corps (2) du rotor (1), lesdits au moins deux aimants (2a) de la structure monopiece ou des deux structures monopieces en forme de couronnes étant maintenus par un moyen latéral

de maintien axial (3, 3a) ou par un moyen de maintien axial (5a, 6a) formant couronne, le cas échéant avec un moyen de maintien radial (5, 6) formant couronne.

5 15. Moteur ou génératrice à flux axial comportant un ou plusieurs entrefers séparant respectivement un ou des rotors (1) et un ou des stators portant un bobinage, caractérisé en ce que le moteur ou la génératrice à flux axial comprend au moins un rotor (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

10 16. Moteur ou génératrice selon la revendication précédente, lequel comprend au moins deux stators connectés en série ou en parallèle.

17. Moteur ou génératrice selon la revendication précédente, dans lequel lesdits au moins deux stators sont décalés d'un angle l'un par rapport à l'autre.

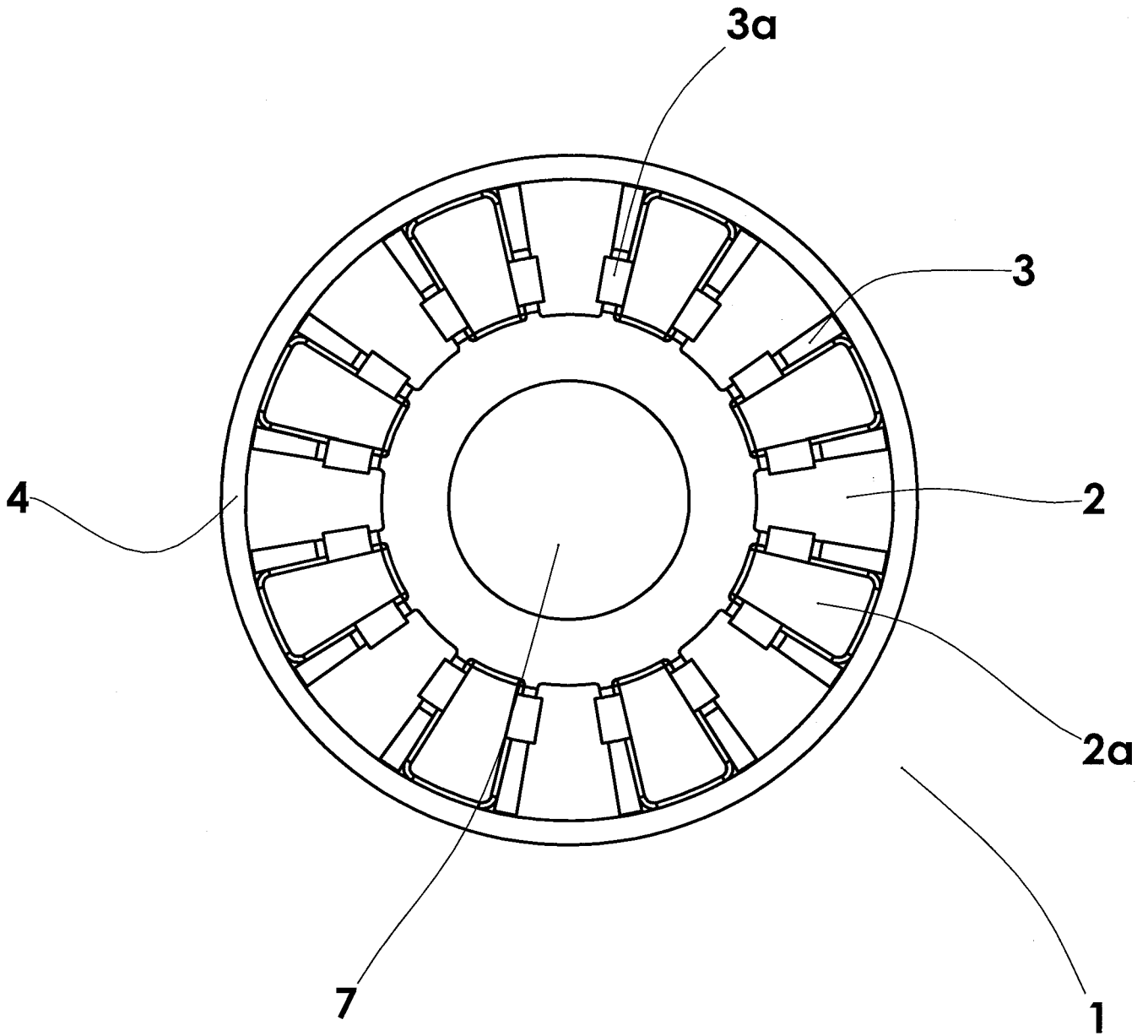


FIG 1

2/7

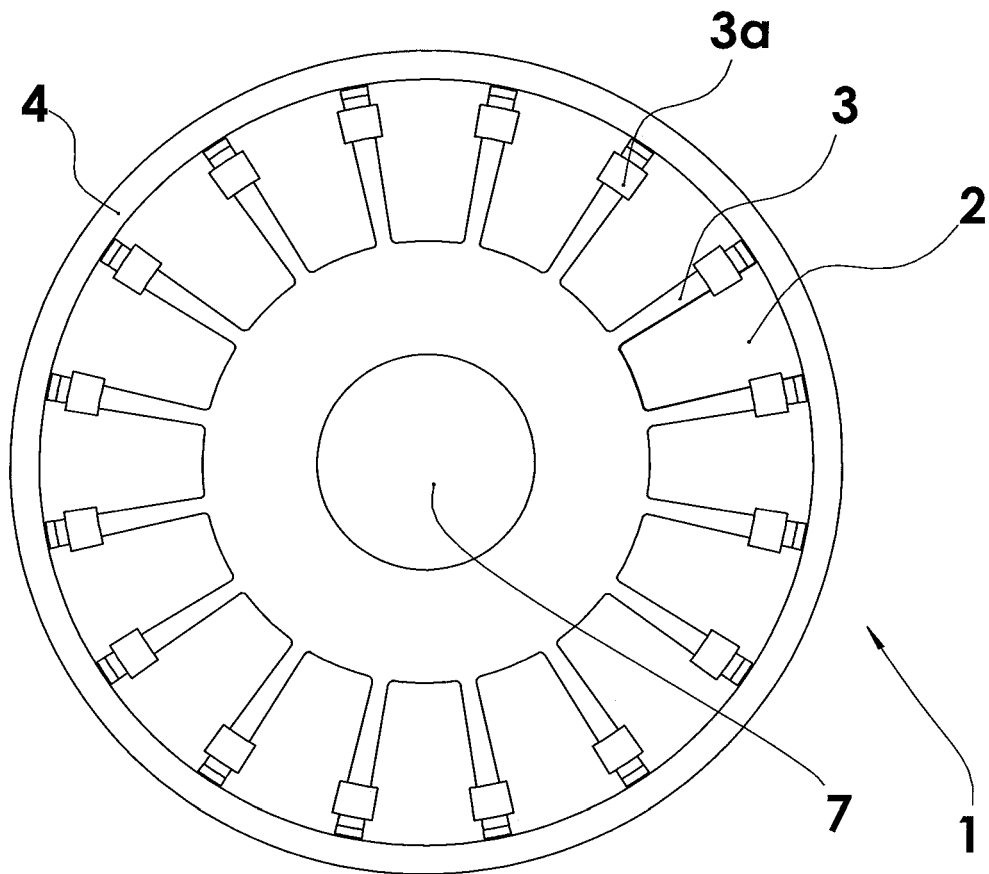


Fig.2a

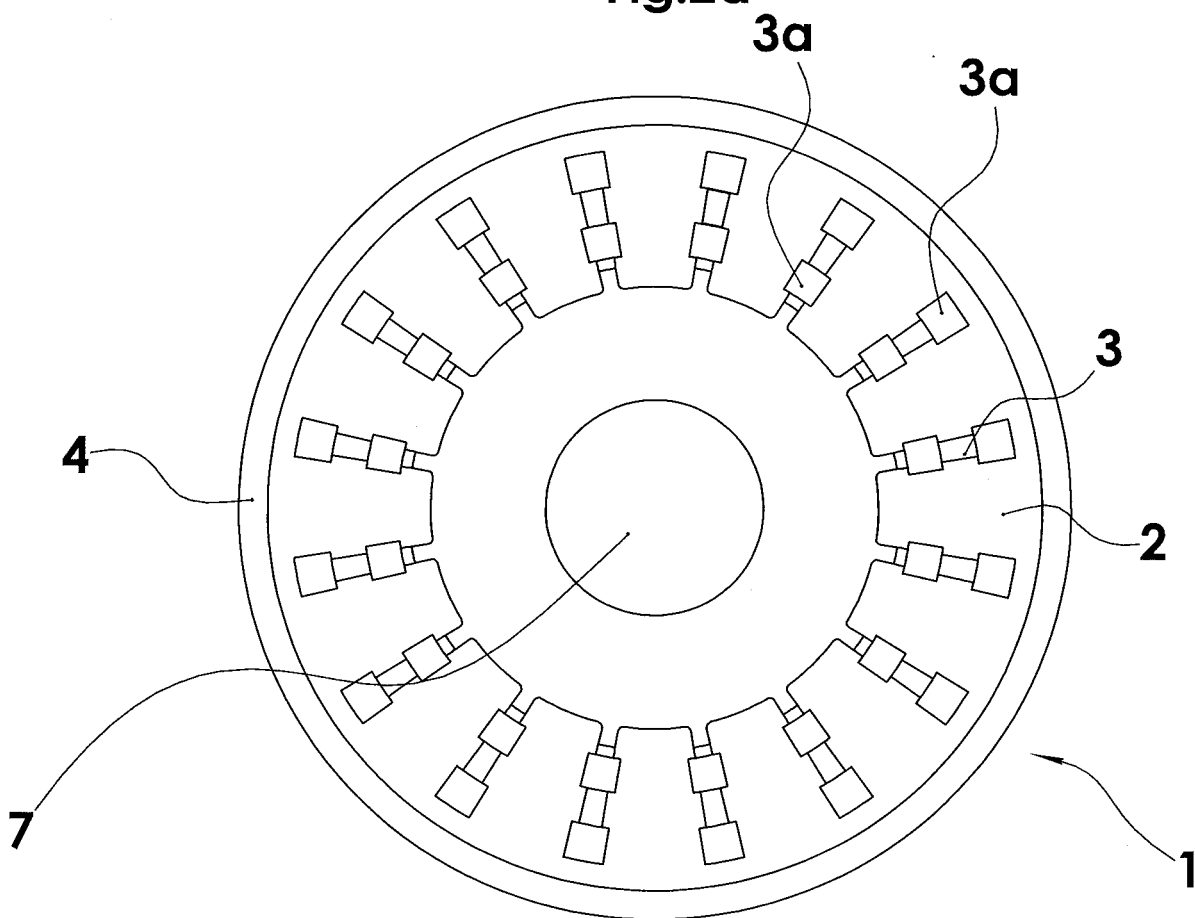


Fig.2b

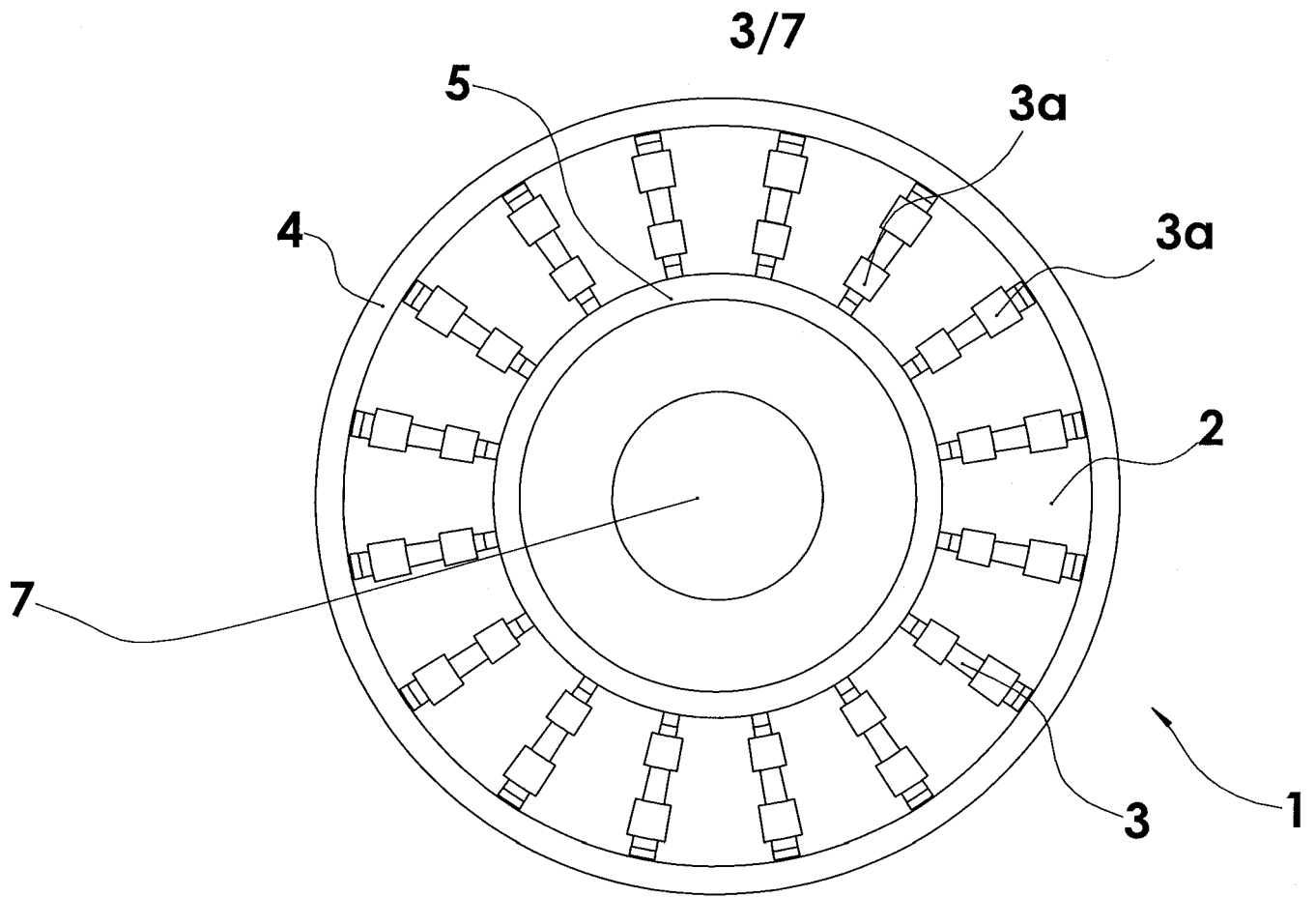


Fig.3a

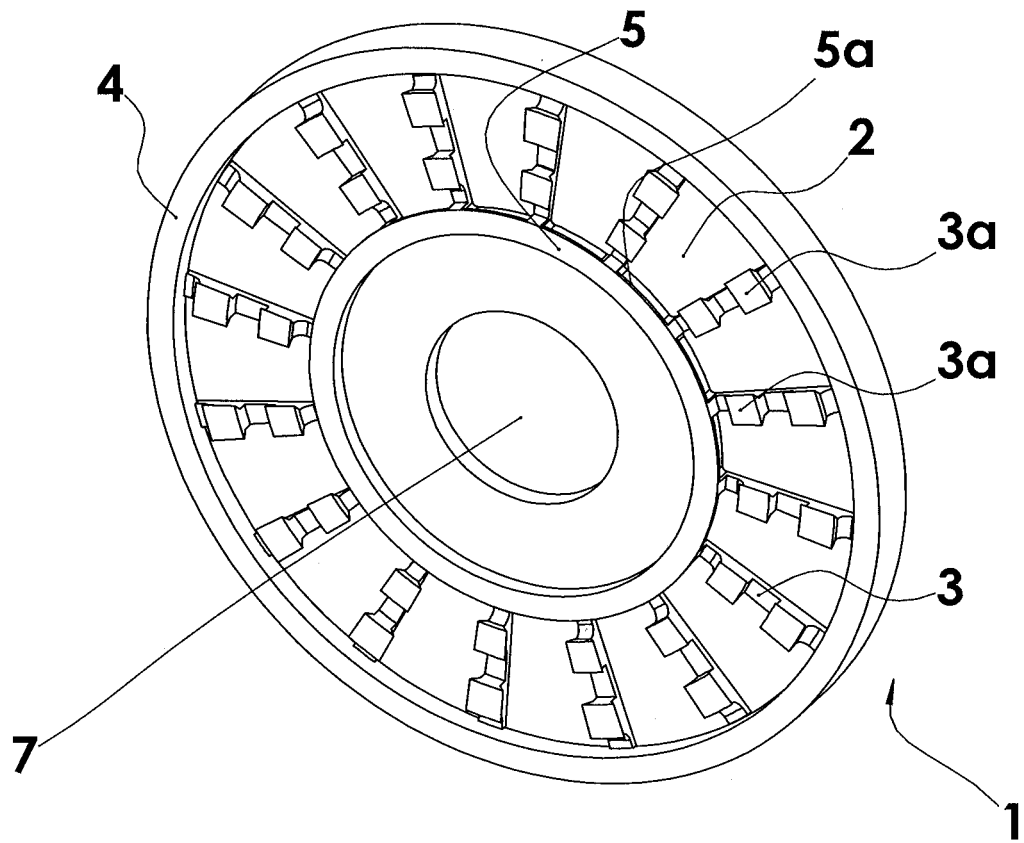


Fig.3b

4/7

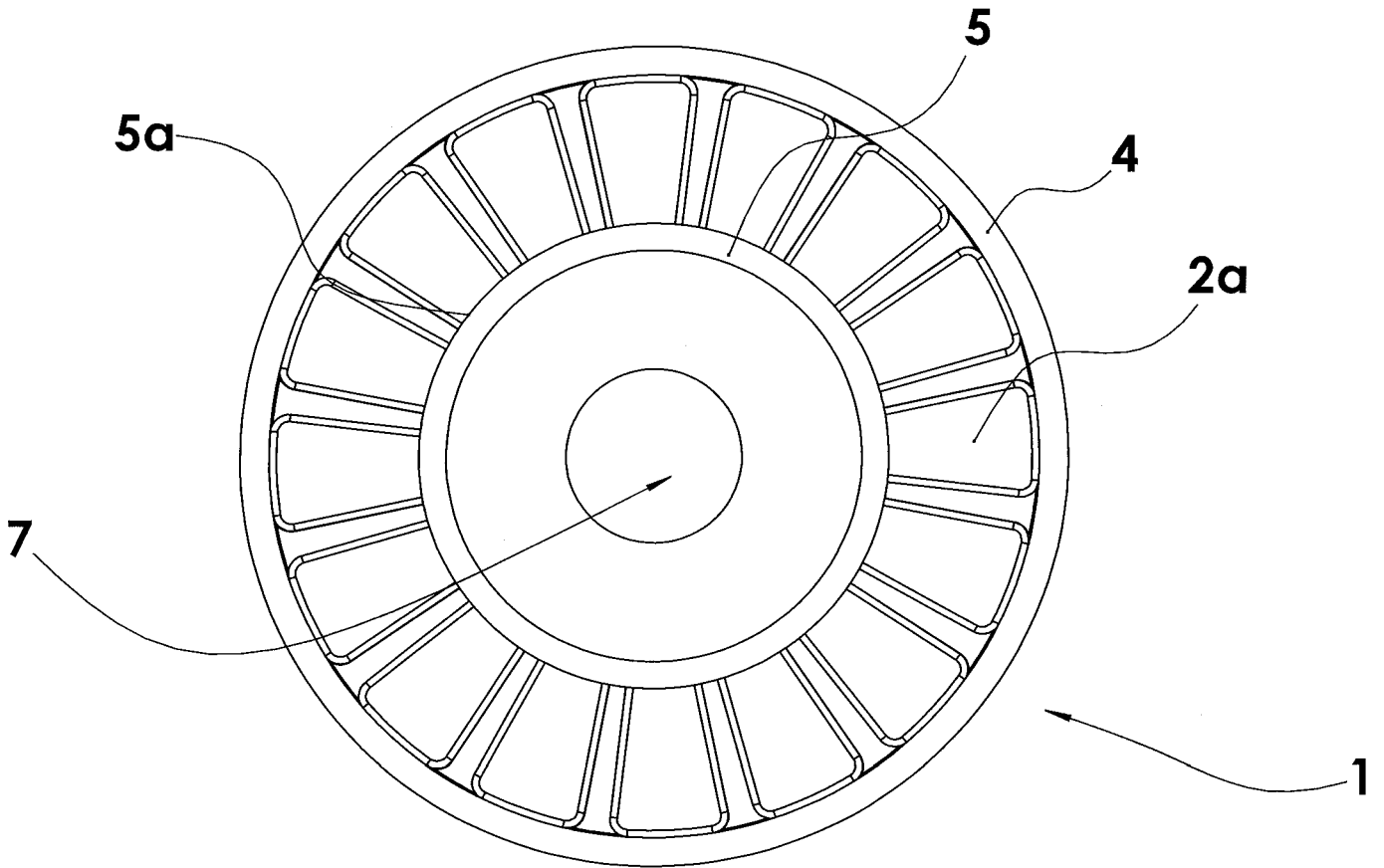


Fig. 4a

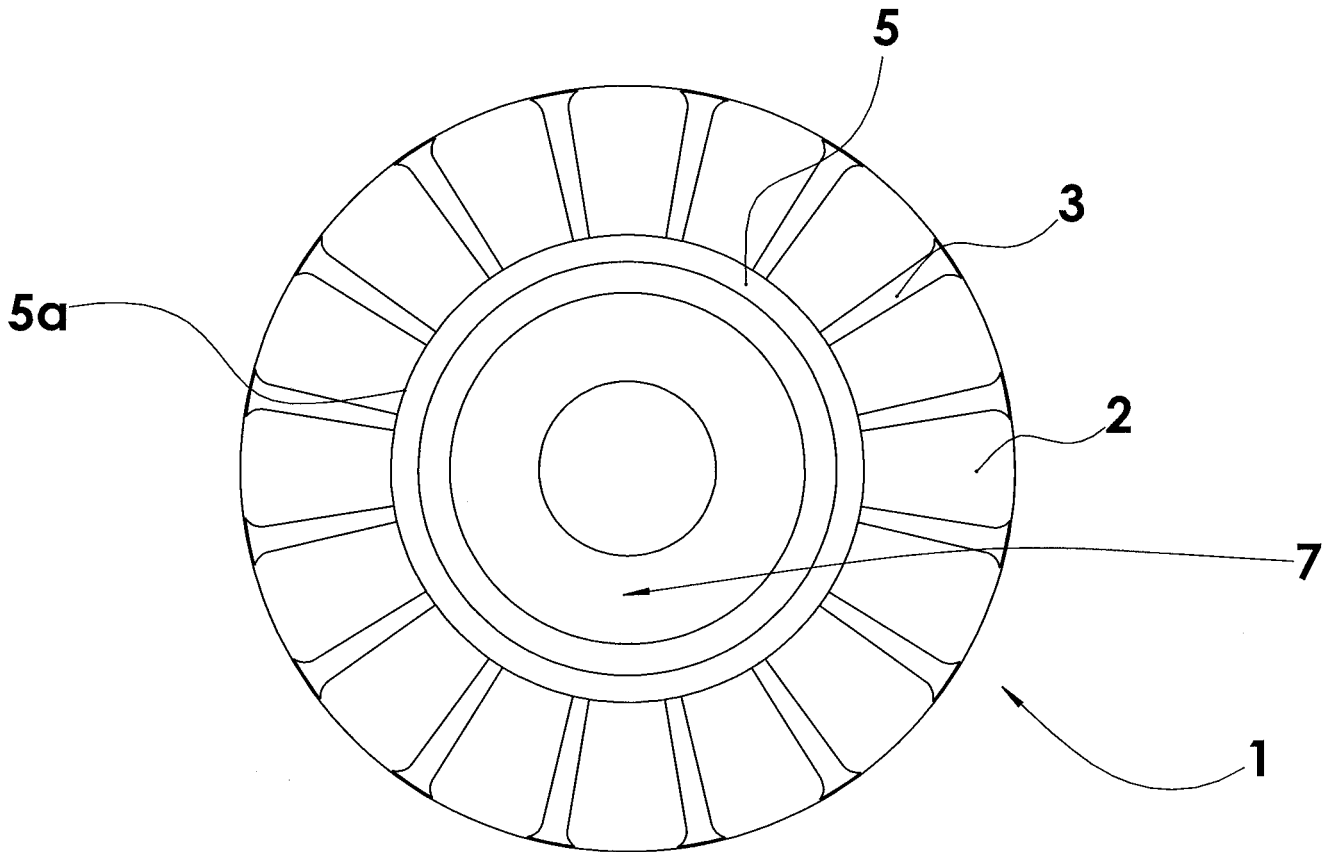


Fig. 4b

5/7

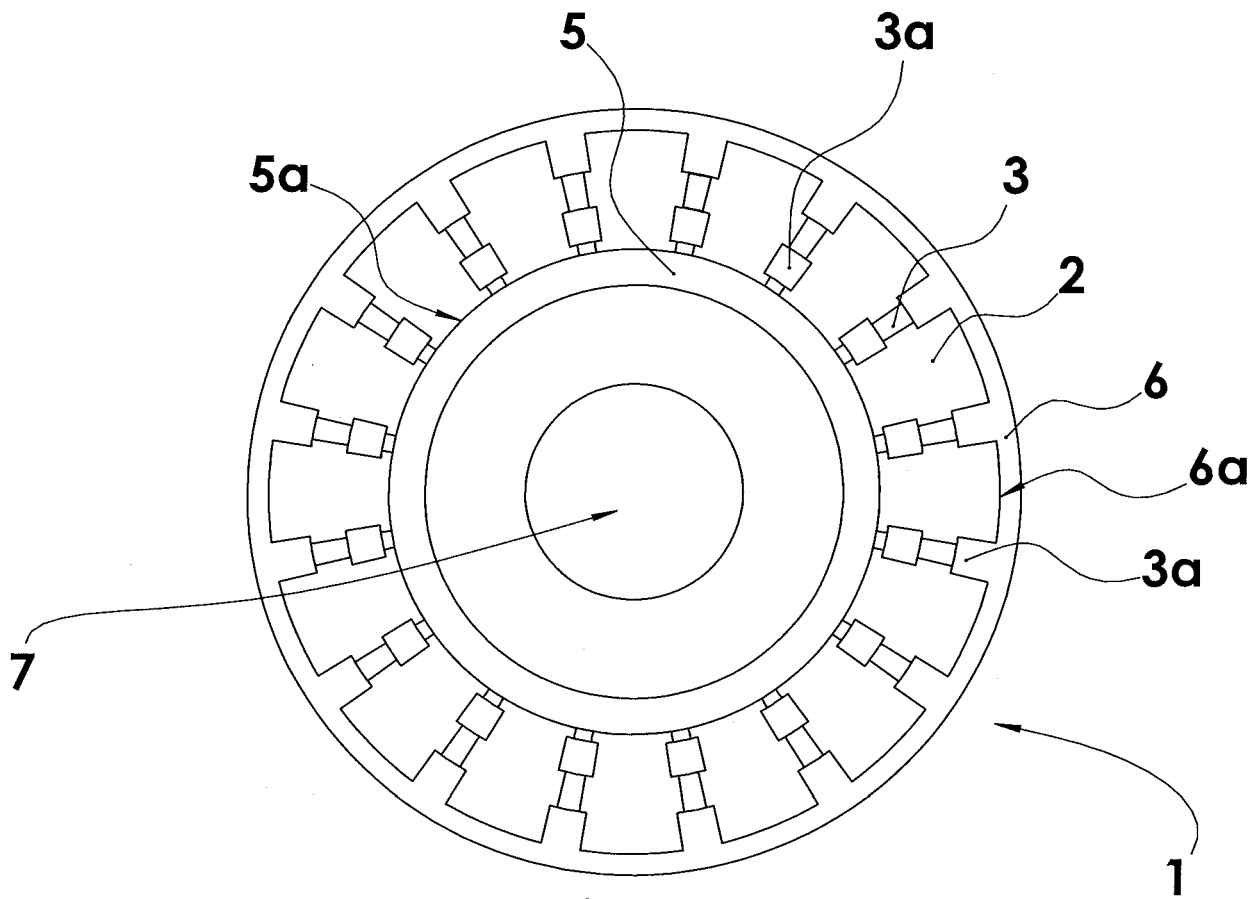


Fig. 5a

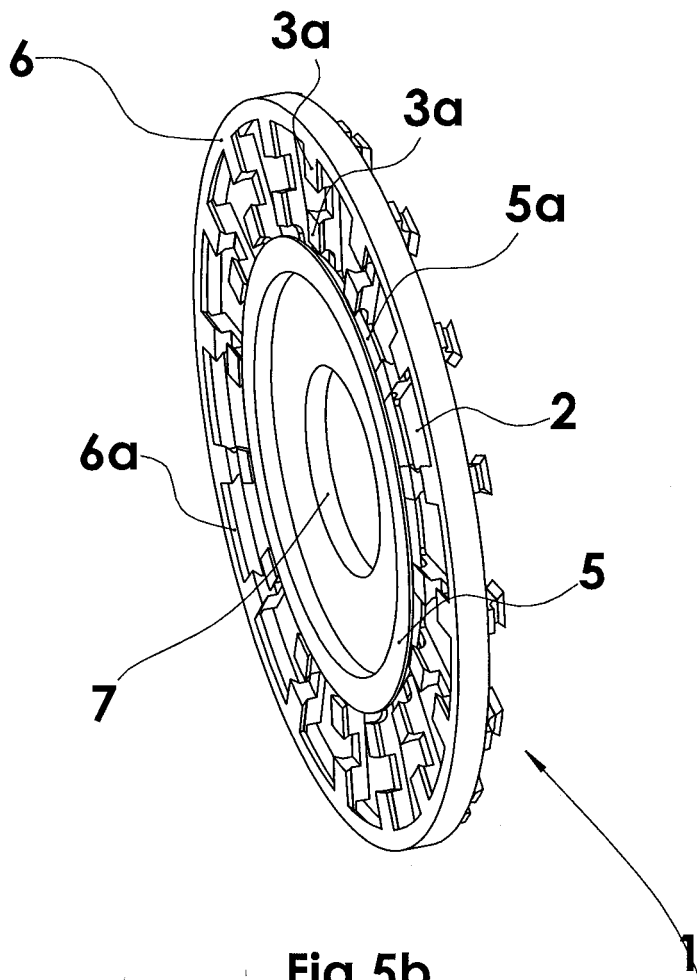


Fig. 5b

6/7

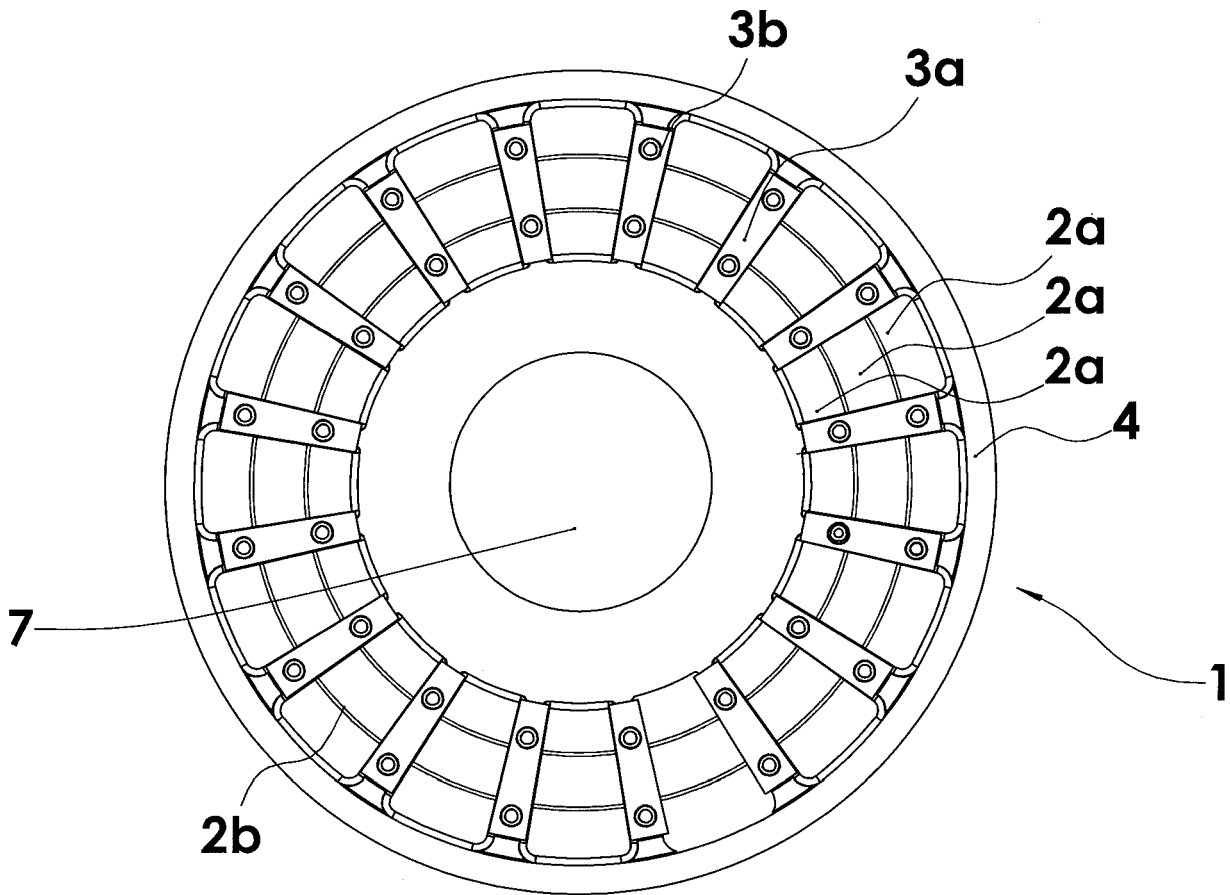


Fig.6a

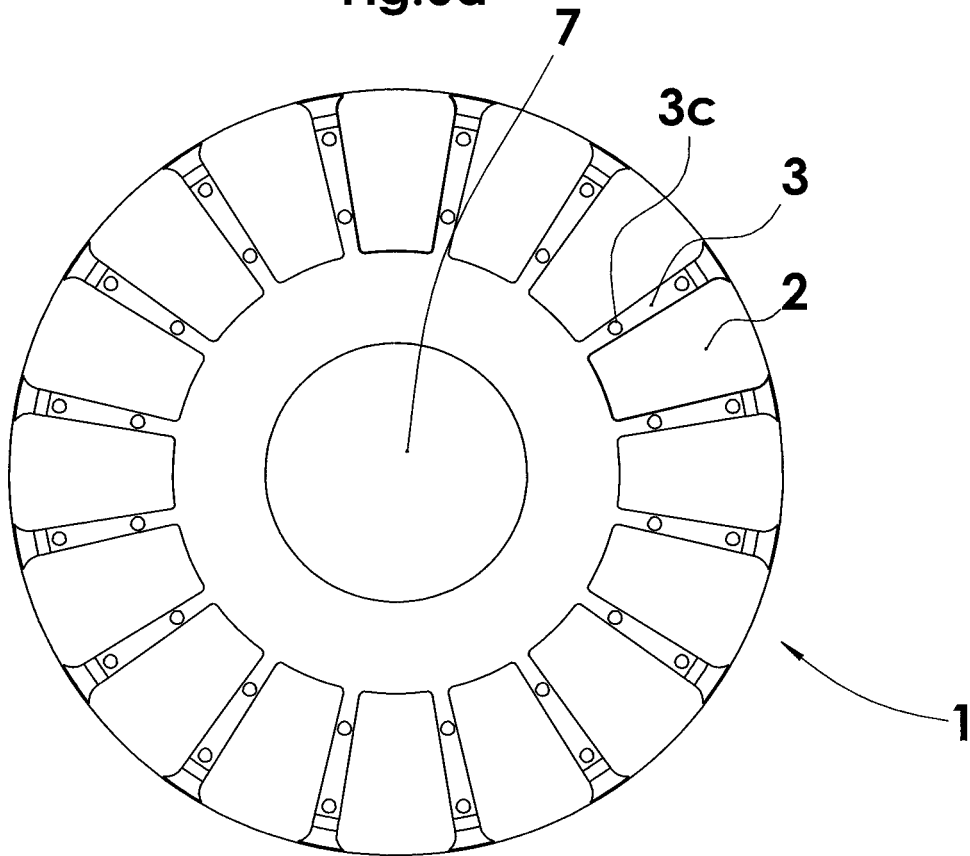


Fig.6b

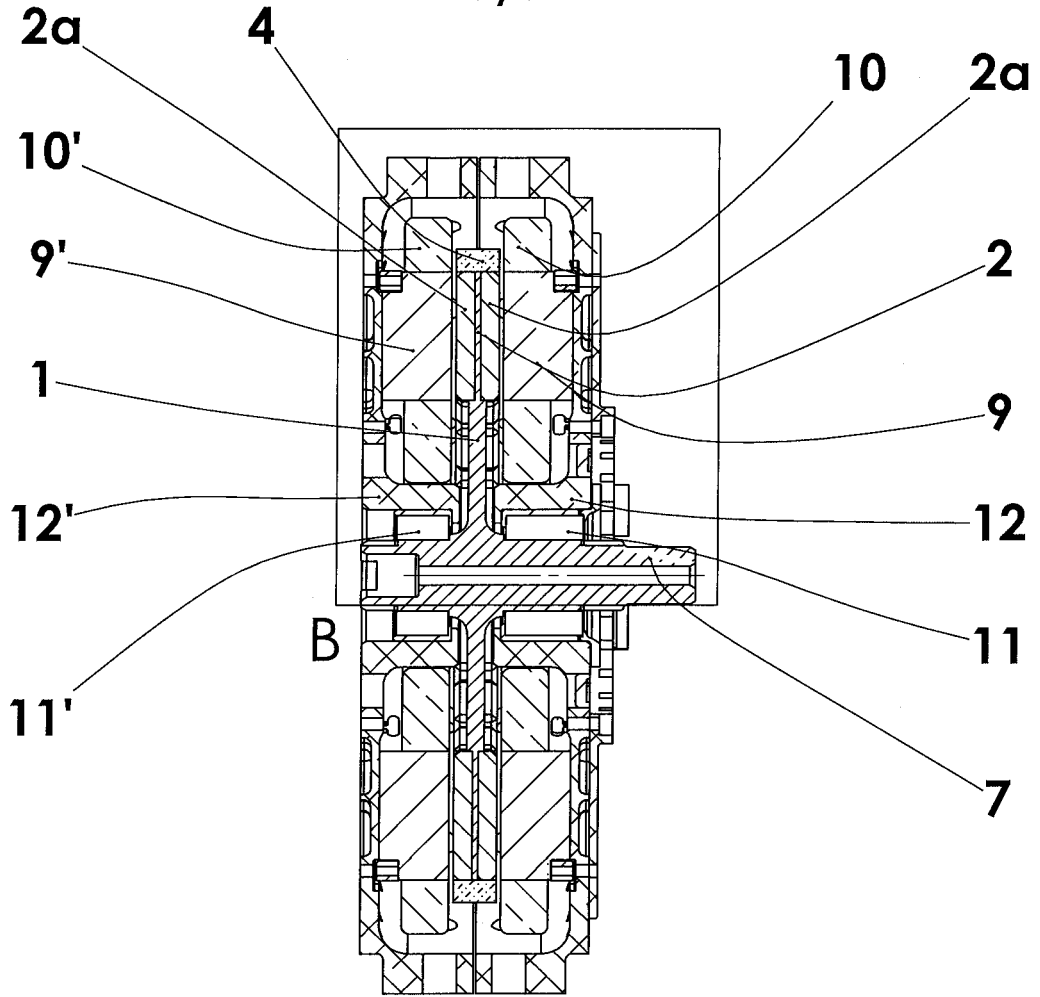


Fig.7a

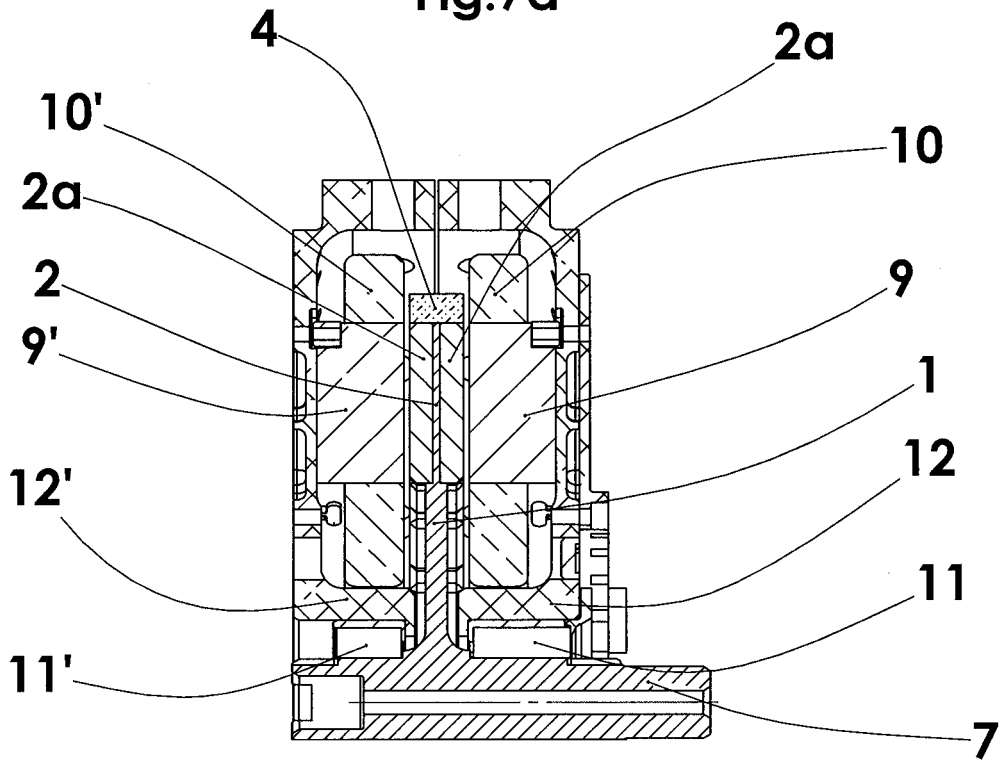


Fig.7b

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.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 (nouveau) 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'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

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 CITES DANS LE PRESENT 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.

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.

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

JP 2008 199811 A (DAIKIN IND LTD) 28 août 2008 (2008-08-28)

US 2014/292117 A1 (LEE SANG HAN [KR]) 2 octobre 2014 (2014-10-02)

EP 2 632 027 A2 (CUMMINS GENERATOR TECHNOLOGIES [GB]) 28 août 2013 (2013-08-28)

JP 2003 092865 A (CHIN MEIGEN) 28 mars 2003 (2003-03-28)

**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