

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
13 février 2003 (13.02.2003)

PCT

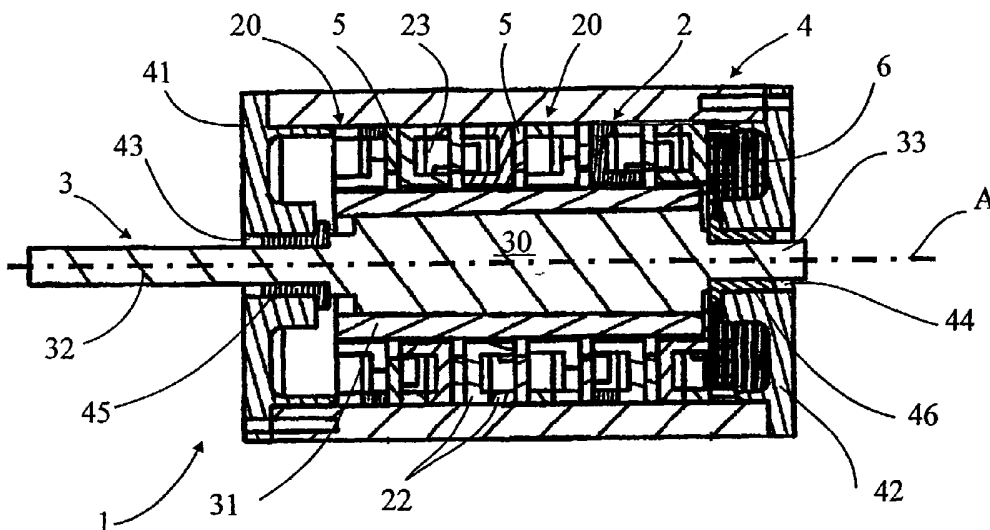
(10) Numéro de publication internationale
WO 03/012954 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : H02K 1/18 (72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BERNOT, François** [FR/FR]; 37, rue Agnès Sorel, F-37300 Joue Les Tours (FR). **POUGET, Stanislas** [FR/FR]; 4 bis, rue du Capitaine Louys, F-93250 Villemomble (FR). **ASSELIN, Pascal** [FR/FR]; 2, rue Poincaré, F-68400 Riedisheim (FR). **MARTINEZ, Alfonso** [FR/FR]; 31 ter, rue Georges Merckle, F-90300 Valdoie (FR). **PELLETIER, Bruno** [FR/FR]; 7A, rue de Sommeville, F-89470 Moneteau (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR02/02726
- (22) Date de dépôt international : 30 juillet 2002 (30.07.2002)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
01/10240 30 juillet 2001 (30.07.2001) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **MBI MOTOVARIATEURS SARL** [FR/FR]; 8, rue Honoré de Balzac, F-37000 Tours (FR).
- (74) Mandataire : **NITHARDT, Roland**; Cabinet Nithardt et Associés S.A., B.P. 1445, F-68071 Mulhouse Cedex (FR).
- (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: HOMOPOLAR ELECTRIC MACHINE

(54) Titre : MACHINE ELECTRIQUE A STRUCTURE HOMOPOLAIRE



(57) Abstract: The invention relates to an electric machine of simple and economical construction which can be quickly and easily assembled on automatic lines for mass production. Moreover, the inventive machine can be easily disassembled and recycled and it is provided with reduced dimensions for enhanced performance. Said electric machine (1) is characterised in that the stator (2) comprises several stacked, magnetic, annular yokes (20) having spacers (5) disposed therebetween. Each yoke (20) comprises two identical rings (22) which are assembled back-to-back so as to define a closed annular housing (23) therebetween which receives an electric coil. Each ring (22) consists of an annular wall (27). At least one lateral wall (24) extends radially from the annular wall and one of the pins (25) forming one of the poles (21) extends axially from said lateral wall. The rings (22) can be produced by means of moulding using a magnetic sintered metallic powder

[Suite sur la page suivante]



WO 03/012954 A2



MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : La présente invention concerne une machine électrique de construction simple et économique, d'assemblage rapide et facilement réalisable sur des lignes automatiques pour les grandes séries, pouvant être démontée et recyclée aisément, ayant un encombrement réduit pour des performances accrues. Cette machine électrique (1) est caractérisée en ce que le stator (2) est constitué de plusieurs culasses (20) annulaires magnétiques empilées, entre lesquelles sont prévues des entretoises (5). Chaque culasse (20) est formée de deux couronnes (22) identiques assemblées face à face de manière à définir entre elles un logement annulaire (23) ferme pour recevoir une bobine électrique. Chaque couronne (22) comporte une paroi annulaire (27) de laquelle s'étend radialement au moins une paroi latérale (24) de laquelle s'étend axialement une des pattes (25) formant un des pôles (21). Les couronnes (22) peuvent être réalisées par moulage d'une poudre métallique magnétique frittée.

MACHINE ELECTRIQUE A STRUCTURE HOMOPOLAIRE

La présente invention concerne une machine électrique à structure homopolaire comportant un stator externe et un rotor interne de même axe logés dans une carcasse, le stator étant constitué d'au moins une bobine électrique de forme annulaire portée par une culasse annulaire magnétique comportant au moins deux pôles décalés angulairement à égale distance l'un de l'autre, ces pôles étant constitués par des pattes solidaires de ladite culasse annulaire et repliées parallèlement audit axe.

10

La structure et le fonctionnement d'une machine électrique de ce type, tel qu'un moteur électrique, sont décrits dans la demande de brevet FR 00/06298 du même titulaire. Dans cette demande, le stator est constitué d'une ou de plusieurs couronnes radiales, coaxiales au rotor et constituées chacune d'un empilage de plusieurs tôles magnétiques coaxiales. Ces tôles sont découpées de manière à comporter des pattes sur leur paroi interne. Ces pattes sont repliées pour former les pôles électriques du stator. Elles définissent également des encoches dans lesquelles vient se placer une bobine électrique. Ce mode de construction nécessite de découper un nombre important de tôles, de les empiler, de les presser et de les plier pour former les pattes.

20 Au moment du pliage des pattes, les tôles glissent entre elles modifiant la géométrie des pattes. Il faut alors faire une reprise sur une machine d'usinage ce qui renchérit le coût de fabrication. Ce mode de construction nécessite également de réaliser le bobinage autour des pattes repliées ce qui ne permet pas de réaliser un moteur électrique de manière simple, rapide et économique. De plus, le recyclage de ce type

25 de moteur électrique n'est pas envisageable car le démontage du moteur et le tri des matériaux représentent des opérations trop fastidieuses. Enfin, les capacités en couple et en vitesse de même que l'encombrement d'un tel moteur ne sont pas facilement modulables en fonction des besoins.

La publication DE-U-295 00 878 décrit un moteur électrique dont le stator externe est formé de trois bobines annulaires, chacune portée par une culasse annulaire ouverte latéralement. Ainsi, le flux magnétique généré par ces bobines n'est pas entièrement canalisé par les culasses, ce qui génère des pertes de rendement du
5 moteur.

Dans la publication US-A-4 381 465, les bobines annulaires sont portées par un support de bobine annulaire lui-même porté par une culasse annulaire formée de deux couronnes radiales symétriques portant en regard du rotor des griffes formant les
10 pôles. Ce moteur doit comporter une enveloppe extérieure magnétique pour refermer le flux, ce qui complique et renchérit la construction d'un tel moteur.

La publication US-A-5 808 390 décrit un moteur ayant une structure inversée par rapport à celle de l'invention, à savoir que le stator est interne et disposé à l'intérieur
15 d'un rotor externe annulaire. Le stator est constitué d'une seule bobine annulaire portée par une culasse annulaire formée de deux couronnes identiques et symétriques, mais dont les dents sont disposées à l'extérieur et les moyens d'indexage sont disposés à l'intérieur. Ce mode de construction particulier ne permet pas de réaliser le même type de moteur que celui de l'invention.

20 La présente invention vise, à pallier ces inconvénients en proposant une machine électrique de construction simple et économique, d'assemblage rapide et facilement réalisable sur des lignes automatiques pour les grandes séries, pouvant être également recyclée aisément, ayant un encombrement réduit pour des performances accrues,
25 permettant d'offrir une large gamme de moteurs électriques et de créer très facilement des machines polyphasées difficiles à réaliser habituellement.

Dans ce but, l'invention concerne une machine électrique du genre indiqué en préambule, caractérisée en ce que la culasse annulaire magnétique est constituée de

deux couronnes identiques, chaque couronne comportant au moins une paroi annulaire de laquelle s'étend radialement au moins une paroi latérale de laquelle s'étend axialement une des pattes formant un des pôles, ces deux couronnes étant assemblées face à face de manière à définir entre elles un logement annulaire fermé
5 pour recevoir ladite bobine électrique et décalées angulairement de manière à positionner précisément lesdits pôles.

Les couronnes peuvent être réalisées à partir d'un matériau ferromagnétique transformé au moyen d'au moins l'une des techniques choisie dans le groupe
10 comprenant au moins le moulage, le pressage, le frittage, l'injection, l'usinage, le découpage, l'emboutissage.

Dans une première forme de réalisation, ce matériau ferromagnétique est une poudre métallique magnétique constituée de particules de fer électriquement isolées. Dans
15 une autre forme de réalisation, ce matériau ferromagnétique se présente sous la forme d'une ou de plusieurs tôles superposées.

Selon les besoins, les couronnes d'une même culasse peuvent être assemblées par au moins l'une des techniques choisie dans le groupe comprenant au moins
20 l'emboîtement, le clippage, le rivetage, le vissage, la soudure.

Les deux couronnes comportent, avantageusement, des moyens d'indexage agencés pour décaler angulairement ces couronnes d'un angle prédéterminé lors de leur assemblage.

25

Ces moyens d'indexage peuvent comporter au moins une forme en creux sur l'une des couronnes et au moins une forme en relief sur l'autre couronne, ces formes étant complémentaires pour s'emboîter lorsque les deux couronnes sont assemblées.

Ces moyens d'indexage peuvent également comporter au moins un ergot d'indexage prévu sur chaque couronne et agencé pour coopérer avec au moins une rainure axiale prévue dans ladite carcasse, le décalage angulaire entre deux rainures axiales consécutives étant égal au décalage angulaire des deux couronnes.

5

Dans la forme de réalisation préférée, les deux couronnes et ladite bobine électrique sont empilées dans ladite carcasse et maintenues serrées axialement par des moyens élastiques et forment ainsi un assemblage démontable.

10

Ce mode d'assemblage permet de réaliser une machine électrique comportant au moins deux culasses annulaires magnétiques, coaxiales, séparées par au moins une entretoise non magnétique. Dans ce cas, elle peut comporter des moyens de déphasage agencés pour décaler angulairement les culasses annulaires l'une par rapport à l'autre et créer un déphasage.

15

Ces moyens de déphasage peuvent comporter lesdites rainures axiales dans ladite carcasse et lesdits ergots prévus sur chaque couronne, les rainures étant décalées angulairement d'une valeur correspondant audit déphasage.

20

Ces moyens de déphasage peuvent également comporter ladite entretoise, cette dernière étant pourvue sur chacune de ses faces radiales, en regard de chaque culasse, une empreinte de forme complémentaire à celle de la culasse correspondante, les empreintes des deux faces de ladite entretoise étant décalées angulairement d'une valeur correspondant audit déphasage.

25

D'une manière avantageuse, l'entretoise comporte au moins un circuit de refroidissement, ce circuit de refroidissement pouvant être périphérique, dont l'entrée et la sortie sont disposées diamétralement du même côté ou diamétralement opposées.

Pour faciliter le montage et le démontage de cette machine électrique, la carcasse peut comporter les connexions électriques pour raccorder les bobines électriques et les connexions fluidiques pour raccorder les circuits de refroidissement.

5

La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description suivante d'un exemple de réalisation, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- 10 - la figure 1 est une vue éclatée en perspective d'une machine électrique selon l'invention,
- la figure 2 est une vue en perspective de la machine de la figure 1,
- la figure 3 est une vue en coupe axiale de la machine de la figure 1,
- 15 - la figure 4 est une vue de face d'une couronne de la machine de la figure 1,
- la figure 5 est une vue en coupe de la couronne de la figure 4,
- 20 - les figures 6A et 6B sont des vues schématiques d'une entretoise de la machine de la figure 1, comprenant un circuit de refroidissement,
- les figures 7A et 7B sont respectivement une vue de face et une vue en coupe d'une variante de réalisation de la couronne de la figure 4, et
- 25 - les figures 8A et 8B sont des vues similaires aux figures 7A et 7B d'une autre variante de réalisation de la couronne de la figure 4.

En référence aux figures 1 à 3, la machine électrique 1 à structure homopolaire selon l'invention comporte un stator 2 externe et un rotor 3 interne d'axe A, logés dans une carcasse 4. Cette machine électrique 1 constitue par exemple un moteur électrique dont la forme générale est cylindrique. La carcasse 4 est, dans l'exemple représenté, constituée d'un corps cylindrique 40, fermé à chaque extrémité par un couvercle 41, 42 pourvu d'un alésage 43, 44 dans lequel est monté un palier 45, 46 pour guider le rotor 3 en rotation. Cette carcasse 4 peut être réalisée dans un matériau non magnétique tel que du cuivre, de l'aluminium, des matières synthétiques. Le rotor 3 est, dans cet exemple, constitué d'un arbre cylindrique 30 entouré d'un manchon magnétique 31 et prolongé à ses extrémités par des portions d'arbre 32, 33 de plus petit diamètre destinés à être logés dans les paliers 45, 46.

Le stator 2 est, dans l'exemple illustré par la figure 2, constitué de trois culasses 20 annulaires magnétiques supportant chacune une bobine électrique de forme annulaire (non représentée), chaque ensemble culasse/bobine définissant une phase. Les six culasses 20 sont montées coaxialement au rotor 3 et séparées entre-elles par une rondelle formant une entretoise 5. Les entretoises 5 doivent être réalisées dans un matériau non magnétique et résistant aux températures élevées. Les culasses 20 comportent un nombre paire de pôles 21. Ces pôles 21 sont décalés angulairement à égale distance l'un de l'autre et orientés axialement à une distance définie du rotor 3 pour constituer l'entrefer. Les culasses 20 et les entretoises 5 sont serrées axialement par des moyens élastiques 6 prévus au moins d'un côté de la carcasse 4. Ces moyens élastiques 6 peuvent être constitués d'un ressort de compression ou d'un empilage de rondelles Belleville® ou de tout autre moyen équivalent prévu entre une culasse 20 d'extrémité et le couvercle 42 correspondant.

En référence plus particulièrement aux figures 4 et 5, chaque culasse 20 magnétique comporte six pôles 21 et est formée de deux couronnes 22 creuses, identiques et assemblées face à face de manière à définir entre-elles un logement annulaire 23

fermé pour recevoir une bobine électrique (non représentée). La bobine électrique est constituée d'un enroulement simple d'un fil conducteur, à une ou plusieurs spires, facilement réalisable sur une machine d'enroulement automatique. Elle est ensuite simplement positionnée dans le logement annulaire 23 sans autre manipulation particulière. Chaque couronne 22 porte un nombre de pôles 21 correspondant à la moitié du nombre de pôles de la culasse annulaire. Par conséquent, les deux couronnes 22 sont assemblées après avoir été décalées angulairement de manière à placer les pôles 21 en quinconce et assurer un positionnement angulaire précis entre eux. Sur la figure 4, seule une couronne 20 est représentée avec ses trois pôles 21 mais les trois pôles 21 de l'autre couronne complémentaire sont dessinés en pointillés pour démontrer que l'agencement de ces pôles 21 ressemble à celui d'une machine électrique classique synchrone ou asynchrone.

Ces couronnes 22 peuvent être réalisées en tout matériau ferromagnétique pressé, fritté, injecté, moulé, usiné, découpé, embouti, etc. Ces couronnes 22 sont avantageusement réalisées par moulage sous très haute pression d'une poudre métallique magnétique frittée et notamment d'une poudre constituée de particules de fer électriquement isolées telle que par exemple la poudre Somaloy® 500 ou 550. Le fait que la culasse 20 soit constituée de deux couronnes 22 identiques permet la réalisation d'un seul moule de fabrication. Par ailleurs, ce procédé de fabrication par moulage permet d'obtenir des pièces prêtes à être assemblées sans reprise d'usinage. Les particules de fer utilisées ont l'avantage d'être isolées électriquement supprimant les courants induits dans la culasse 20. D'autre part, le matériau obtenu après moulage est un matériau isotrope qui permet d'obtenir de très bonnes propriétés aussi bien mécaniques que magnétiques.

Chaque couronne 22 est constituée d'une paroi annulaire 27 dont le diamètre extérieur est légèrement inférieur au diamètre intérieur de la carcasse 4. De cette paroi annulaire 27 s'étend radialement trois parois latérales 24, desquelles s'étendent

axialement trois pattes 25 formant trois pôles 21. La longueur axiale des pattes 25 est par exemple sensiblement égale à deux fois la longueur axiale de la paroi annulaire 27 de manière que les pôles 21 couvrent l'épaisseur de la culasse 20. La longueur axiale des pattes 25 peut être supérieure ou inférieure. Le diamètre intérieur de chaque couronne 22 est délimité par les pattes 25 et est légèrement supérieur au diamètre du rotor 3 pour ménager l'entrefer.

Les deux couronnes 22 comportent des moyens d'indexage 26 agencés pour décaler angulairement ces couronnes 22 d'un angle prédéterminé lors de leur assemblage. Ces moyens d'indexage comportent, dans l'exemple représenté, deux ergots d'indexage 26 diamétralement opposés, orientés axialement et en relief à l'extérieur de la paroi annulaire 27. Ces ergots d'indexage 26 sont prévus pour coulisser dans des rainures axiales 47 représentées sur la figure 2, prévues dans la carcasse 4. Le décalage angulaire entre deux rainures axiales 47 consécutives est égal au décalage angulaire entre les deux couronnes 22 formant une culasse 20. Bien entendu d'autres moyens d'indexage 26 peuvent être prévus comme par exemple une forme en creux prévue sur l'une des couronnes 22 et une forme en relief prévue sur l'autre couronne 22, ces formes étant complémentaires pour s'emboîter lorsque les deux couronnes 22 sont assemblées.

Les figures 7 et 8 illustrent d'autres modes de réalisation des couronnes 22', 22" plus économiques notamment en tôles ferromagnétiques découpées et embouties. Dans ces figures, chaque couronne 22', 22" est obtenue par superposition et pressage de trois tôles. Bien entendu ce nombre de tôles n'est pas limitatif et peut être égal à au moins une tôle en fonction des caractéristiques du moteur à réaliser et de l'épaisseur des tôles. Dans les figures 7A et 7B, les deux couronnes 22' d'une même culasse 20 sont assemblées par emboîtement au niveau de leur paroi annulaire 27. A cet effet, la longueur axiale des parois annulaires 27 des couronnes 22' est sensiblement égale à celle des dents 21. Les dents 21 peuvent avoir une épaisseur constante sur toute leur

longueur axiale ou au contraire une épaisseur dégressive, les dents formées dans chaque tôle ayant des longueurs différentes. Cette construction permet de modifier les caractéristiques du flux magnétique et donc les caractéristiques du moteur. Dans les figures 8A, 8B, les deux couronnes 22" d'une même culasse 20 sont assemblées par rivetage, vissage ou soudage. A cet effet, les parois annulaires 27 des couronnes 5 par rivetage, vissage ou soudage. A cet effet, les parois annulaires 27 des couronnes 22" comportent chacune une bride extérieure 28 permettant ce type d'assemblage. Les brides extérieures 28 peuvent comporter ou non des orifices 29 pour recevoir des rivets, des vis ou tout autre organe d'assemblage équivalent.

10 Le mode de montage de la machine électrique 1 selon l'invention est simplifié au maximum grâce à la conception des différentes pièces composantes. Les dimensions de ces pièces et le nombre des bobines électriques, des culasses 20 et des pôles 21 sont déterminés en fonction des caractéristiques de la machine que l'on souhaite obtenir, comme par exemple son couple, sa vitesse, sa charge, son encombrement, 15 etc. L'assemblage des différentes pièces composantes est obtenu par simple empilage alterné des couronnes 22, bobines électriques et entretoises 5 autour du rotor 3 et dans la carcasse 4. Les fils de raccordement des bobines électriques peuvent être regroupés tangentiellement et ramenés vers un des couvercles 41, 42 qui comporte les bornes de connexion électrique. Ils peuvent aussi traverser radialement la carcasse 20 4 vers des bornes de connexion électrique prévues sur cette carcasse 4.

Selon la configuration électrique de la machine 1, les bobines électriques peuvent être connectées entre-elles pour former une machine monophasée ou alimentées séparément pour former une machine polyphasée. Dans ce dernier cas, les culasses 25 20 de ces bobines électriques sont décalées angulairement les unes par rapport aux autres pour créer un déphasage entre plusieurs bobines électriques. Des moyens de déphasage sont par conséquent prévus pour créer ce déphasage lors de l'assemblage des pièces. Ces moyens de déphasage sont, dans l'exemple représenté, constitués par les rainures axiales 47 prévues dans la carcasse 4 et par les ergots 26 prévus sur

chaque couronne 22. La carcasse 4 peut ainsi comporter un nombre défini de rainures axiales 47 réparties régulièrement à l'intérieur de son périmètre, ces rainures axiales 47 définissant à la fois le décalage angulaire entre deux couronnes 22 d'une même culasse 20, et le déphasage entre deux culasses 20 consécutives. D'autres moyens équivalents peuvent également être prévus pour assurer ce déphasage. On peut par exemple utiliser les entretoises 5, chaque entretoise 5 comportant sur chacune de ses faces radiales, en regard de chaque culasse 20, une empreinte de forme complémentaire à celle de la culasse 20 correspondante, les empreintes des deux faces de ladite entretoise 5 étant décalées angulairement d'une valeur correspondant au déphasage souhaité.

La machine électrique 1 selon l'invention est refroidie par la circulation d'un fluide caloporteur, tel que de l'air, de l'eau ou de l'huile. Le circuit de refroidissement peut être prévu soit dans la carcasse 4 même de la machine électrique 1 sous forme de canaux intérieurs répartis sur toute la périphérie de la carcasse 4, soit dans les entretoises 5. Dans ce cas, les entretoises 5 sont des pièces creuses définissant un ou plusieurs canaux 53 périphériques intérieurs dans lesquels le fluide caloporteur peut circuler. Dans l'exemple illustré par la figure 6A, l'entrée 51 et la sortie 52 du circuit de refroidissement 50 sont diamétralement opposées et le débit du fluide caloporteur est divisé, limitant l'efficacité du refroidissement. Dans l'exemple illustré par la figure 6B, l'entrée 51 et la sortie 52 du circuit de refroidissement 50 sont diamétralement du même côté et le débit maximal du fluide caloporteur est utilisé rendant le refroidissement plus efficace. Les entretoises 5 peuvent être reliées en série de préférence ou en parallèle dans le cas de faibles débits imposés par le diamètre des canaux 53 périphériques intérieurs. Les raccordements du ou des circuits de refroidissement 50, comme les raccordements électriques, peuvent être réalisés radialement sur la carcasse 4 ou axialement sur un des couvercles 41, 42.

Il apparaît clairement de cette description que l'invention permet d'atteindre les buts fixés. Cette machine électrique 1 présente les mêmes caractéristiques que les moteurs à flux transverse présentés par les professeurs WEH, ALAN ou autres, à savoir :

- 5 - un découplage mécanique de la taille des encoches et des bobines, ce qui permet d'augmenter la force magnétomotrice de la machine électrique sans modifier la taille des encoches, ..
- 10 - un couple proportionnel au nombre de pôles ou de pattes de la machine électrique. La topologie de la machine électrique permet d'écrire $C = k.nbr\ poles.\phi.I$ avec C étant le couple de la machine électrique, $nbr\ de\ poles$ le nombre de pôles ou de pattes de la machine électrique, ϕ le flux magnétique embrassant le courant d'induit I . On conçoit donc simplement que cette machine électrique peut fournir un couple très important soit en augmentant son nombre de pôles, soit en augmentant sa force magnétomotrice, ou les deux, ce qui permet de limiter les flux de fuites qui apparaîtraient si les pôles
15 se trouvaient être trop proches les uns des autres.

La conception de cette machine électrique permet donc de créer des moteurs électriques produisant un fort couple à basse vitesse mais aussi à vitesse élevée, par exemple supérieure à 20 000 tours par minute. Ces moteurs électriques peuvent par
20 conséquent être utilisés dans toutes les applications nécessitant un fort couple quelle que soit la vitesse comme par exemple la traction ferroviaire en entraînement direct (fort couple et vitesse faible), la traction automobile (fort couple sur une large plage de vitesse de 0 à 8 500 tours par minute), l'électroménager (fort couple et vitesse élevée).

25

La conception de cette machine électrique permet également d'obtenir une compacité exceptionnelle et un encombrement réduit au regard des machines électrotechniques tournantes traditionnelles synchrones ou asynchrones. La réalisation du stator en culasses annulaires empilables offre de larges possibilités pour créer très facilement

des machines polyphasées difficiles à réaliser habituellement, comme par exemple le moteur roue.

5 Enfin, le fait d'assembler les pièces composant la machine électrique selon l'invention uniquement par empilage et montage serré, sans collage ni autre moyen de fixation définitif, permet un démontage aisé et un recyclage simple en fin de vie. Les bobines n'étant pas entrelacées, ni collées dans les culasses, le tri des matières peut être effectué rapidement et économiquement. De plus, les connexions électriques et fluidiques sont concentrées sur la carcasse pour faciliter le démontage.

10

L'invention permet de réaliser une machine électrique de structure « normale » c'est-à-dire à rotor intérieur et stator extérieur. Elle permet également de réaliser une machine électrique de structure « double » c'est-à-dire avec un stator et un rotor homopolaire donc comportant une ou plusieurs bobines dont le flux est redressé et canalisé vers l'induit par la forme particulière du stator et du rotor. Cette disposition
15 pourrait être utilisée dans des machines de fortes puissances afin de remplacer les aimants permanents par une bobine inductrice.

20

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits mais s'étend à toute modification et variante évidentes pour un homme du métier tout en restant dans l'étendue de la protection définie dans les revendications annexées.

Revendications

1. Machine électrique (1) à structure homopolaire comportant un stator (2) externe et un rotor (3) interne de même axe (A) logés dans une carcasse (4), le stator (2) étant
5 constitué d'au moins une bobine électrique de forme annulaire portée par une culasse (20) annulaire magnétique comportant au moins deux pôles (21) décalés angulairement à égale distance l'un de l'autre, ces pôles (21) étant constitués par des
pattes (25) solidaires de ladite culasse (20) et repliées parallèlement audit axe (A), caractérisée en ce que ladite culasse (20) annulaire magnétique est constituée de deux
10 couronnes (22, 22', 22'') identiques, chaque couronne (22, 22', 22'') comportant au moins une paroi annulaire (27) à partir de laquelle s'étend radialement au moins une paroi latérale (24) à partir de laquelle s'étend axialement une des pattes (25) formant un pôle (21), ces deux couronnes (22, 22', 22'') étant assemblées face à face de manière à définir entre elles un logement annulaire (23) fermé pour recevoir ladite
15 bobine électrique et décalées angulairement de manière à positionner précisément lesdits pôles (21).

2. Machine électrique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les deux couronnes (22, 22', 22'') sont réalisées à partir d'un matériau ferromagnétique
20 transformé au moyen d'au moins l'une des techniques choisie dans le groupe comprenant au moins le moulage, le pressage, le frittage, l'injection, l'usinage, le découpage, l'emboutissage.

3. Machine électrique selon la revendication 2, caractérisée en ce que ledit matériau ferromagnétique est une poudre métallique magnétique constituée de particules de fer
25 électriquement isolées.

4. Machine électrique selon la revendication 2, caractérisée en ce que ledit matériau ferromagnétique se présente sous la forme d'une ou de plusieurs tôles superposées.

5. Machine électrique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les couronnes (22, 22', 22'') d'une même culasse (20) sont assemblées par au moins l'une des techniques choisie dans le groupe comprenant au moins l'emboîtement, le clippage, le rivetage, le vissage, la soudure.

5

6. Machine électrique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les deux couronnes (22, 22', 22'') comportent des moyens d'indexage (26) agencés pour décaler angulairement ces couronnes (22, 22', 22'') d'un angle prédéterminé lors de leur assemblage.

10

7. Machine électrique selon la revendication 6, caractérisée en ce que ces moyens d'indexage (26) comportent au moins une forme en creux sur l'une des couronnes (22, 22', 22'') et au moins une forme en relief sur l'autre couronne (22, 22', 22''), ces formes étant complémentaires pour s'emboîter lorsque les deux couronnes (22, 22', 22'') sont assemblées.

15

8. Machine électrique selon la revendication 6, caractérisée en ce que ces moyens d'indexage comportent au moins un ergot d'indexage (26) prévu sur chaque couronne (22, 22', 22'') et agencé pour coopérer avec au moins une rainure axiale (47) prévue dans ladite carcasse (4), le décalage angulaire entre deux rainures axiales (47) consécutives étant égal au décalage angulaire des deux couronnes (22, 22', 22'').

20

9. Machine électrique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les deux couronnes (22, 22', 22'') et ladite bobine électrique sont empilées dans ladite carcasse (4) et maintenues serrées axialement par des moyens élastiques (6) et forment un assemblage démontable.

25

10. Machine électrique selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins deux culasses (20) annulaires magnétiques, coaxiales, séparées par au moins une entretoise (5) non magnétique.
- 5 11. Machine électrique selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens de déphasage agencés pour décaler angulairement lesdites culasses (20) annulaires l'une par rapport à l'autre et créer un déphasage.
- 10 12. Machine électrique selon les revendications 8 et 11, caractérisée en ce que lesdits moyens de déphasage comportent lesdites rainures axiales (47) dans ladite carcasse (4) et lesdits ergots (26) prévus sur chaque couronne (22, 22', 22"), lesdites rainures axiales (47) étant décalées angulairement d'une valeur correspondant audit déphasage.
- 15 13. Machine électrique selon la revendication 11, caractérisée en ce que lesdits moyens de déphasage comportent ladite entretoise (5), cette dernière étant pourvue sur chacune de ses faces radiales, en regard de chaque culasse (20), d'une empreinte de forme complémentaire à celle de la culasse (20) correspondante, les empreintes des deux faces de ladite entretoise (5) étant décalées angulairement d'une valeur
20 correspondant audit déphasage.
14. Machine électrique selon la revendication 10, caractérisée en ce que ladite entretoise (5) comporte au moins un circuit de refroidissement (50).
- 25 15. Machine électrique selon la revendication 14, caractérisée en ce que ledit circuit de refroidissement (50) est périphérique, l'entrée (51) et la sortie (52) dudit circuit de refroidissement (50) étant disposées diamétralement du même côté.

16. Machine électrique selon la revendication 14, caractérisée en ce que ledit circuit de refroidissement (50) est périphérique, l'entrée (51) et la sortie (52) dudit circuit de refroidissement (50) étant diamétralement opposées.

- 5 17. Machine électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la carcasse (4) comportent les connexions électriques pour raccorder lesdites bobines électriques et les connexions fluidiques pour raccorder lesdits circuits de refroidissement (50).

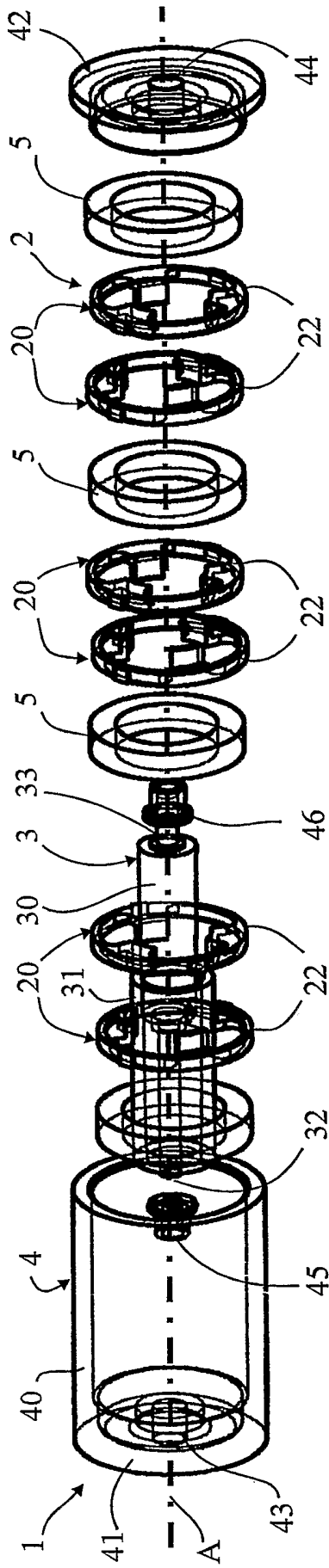


FIG. 1

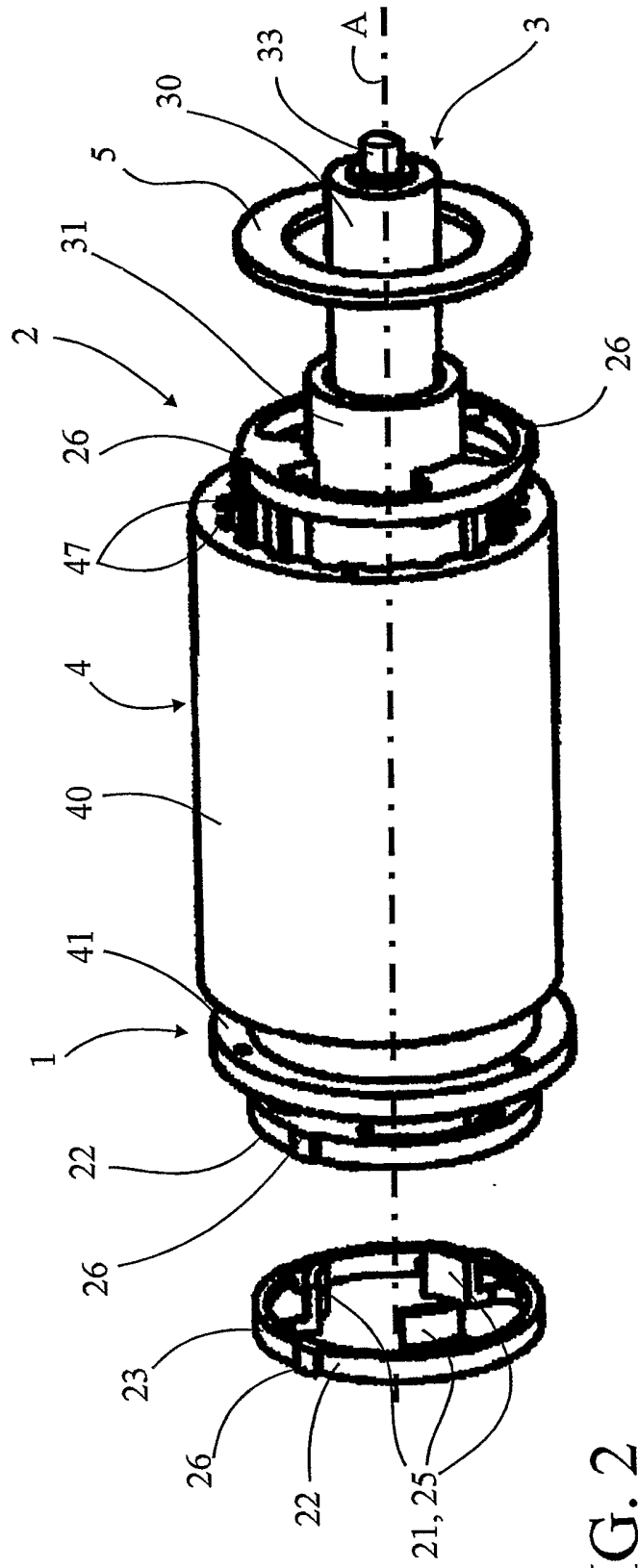


FIG. 2

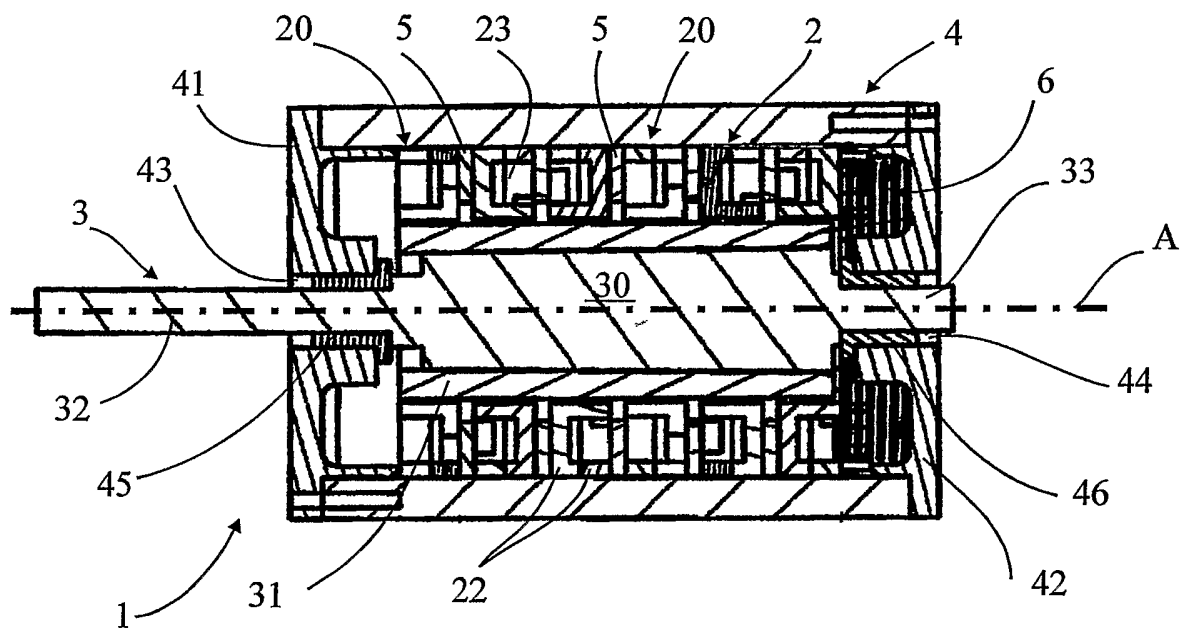


FIG. 3

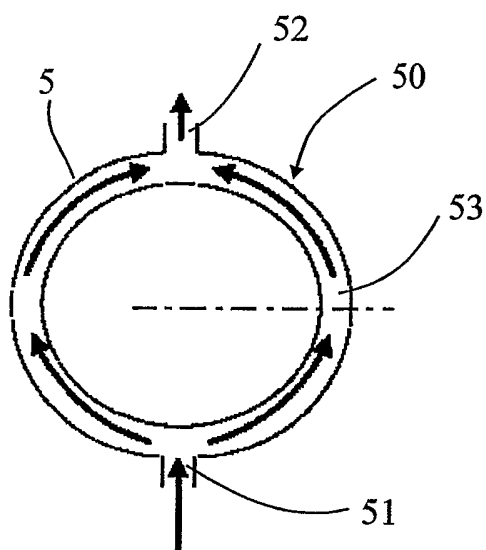


FIG. 6A

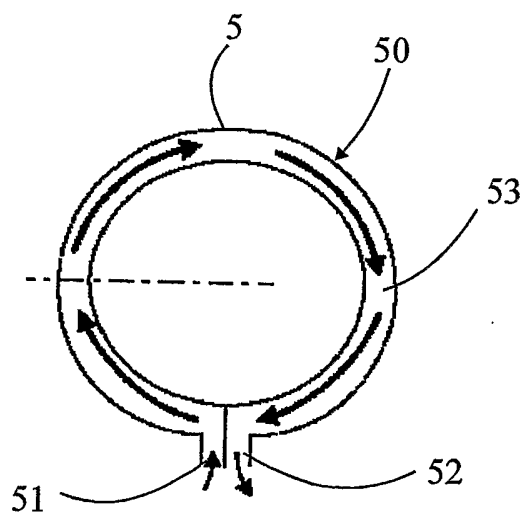


FIG. 6B

3/4

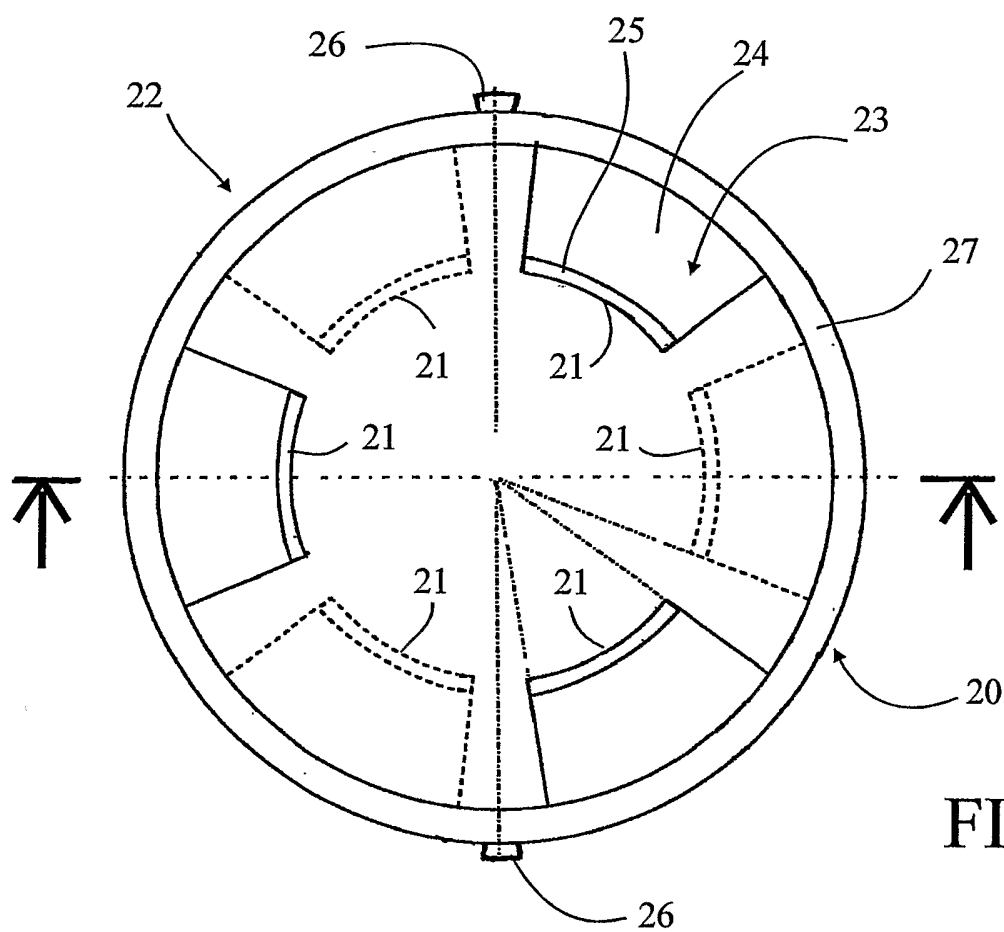


FIG. 4

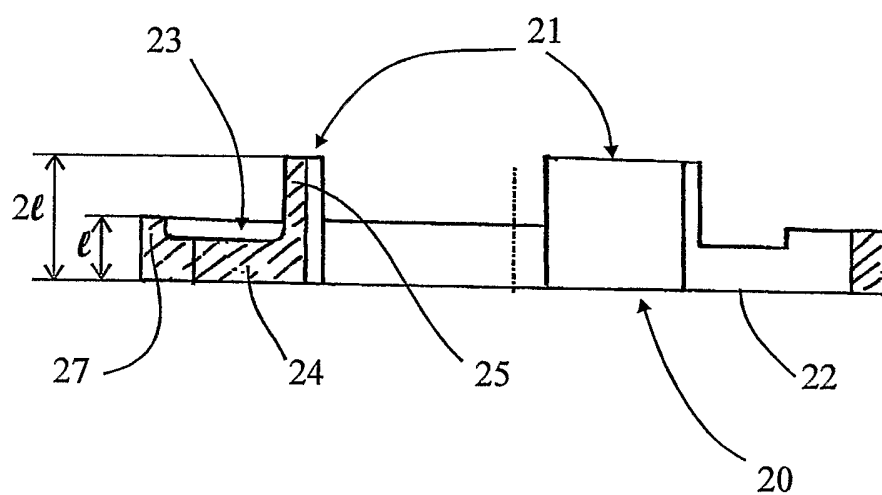


FIG. 5

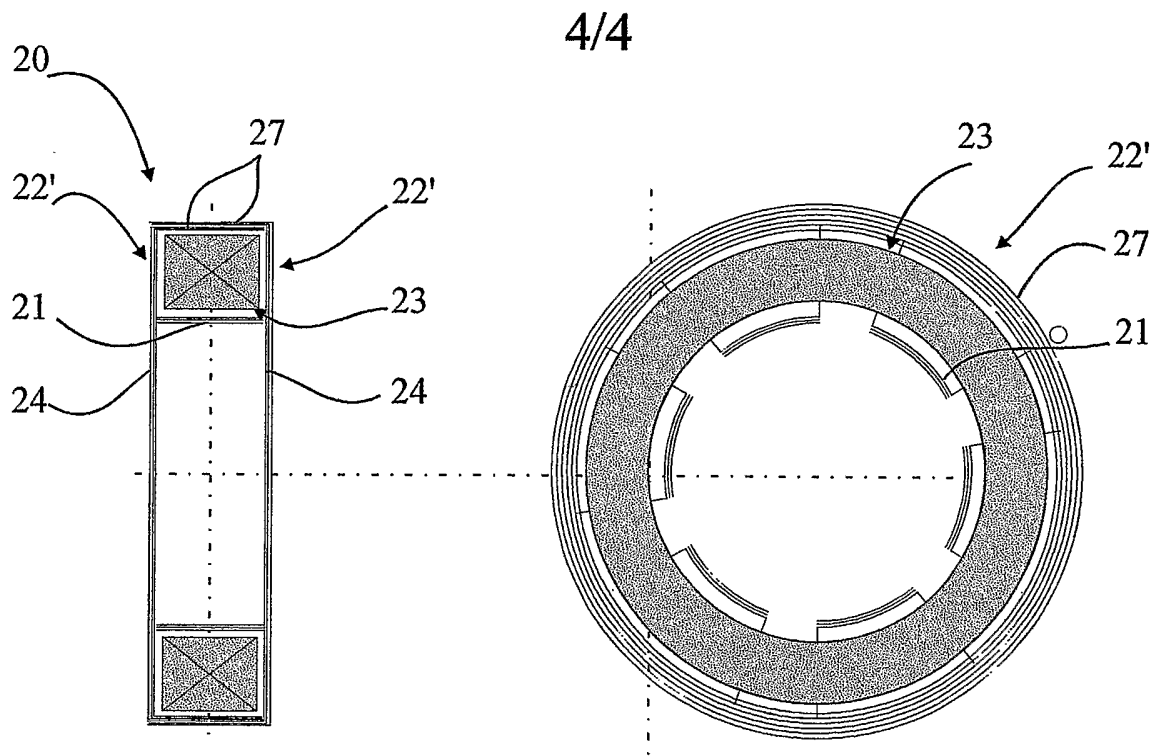


FIG. 7B

FIG. 7A

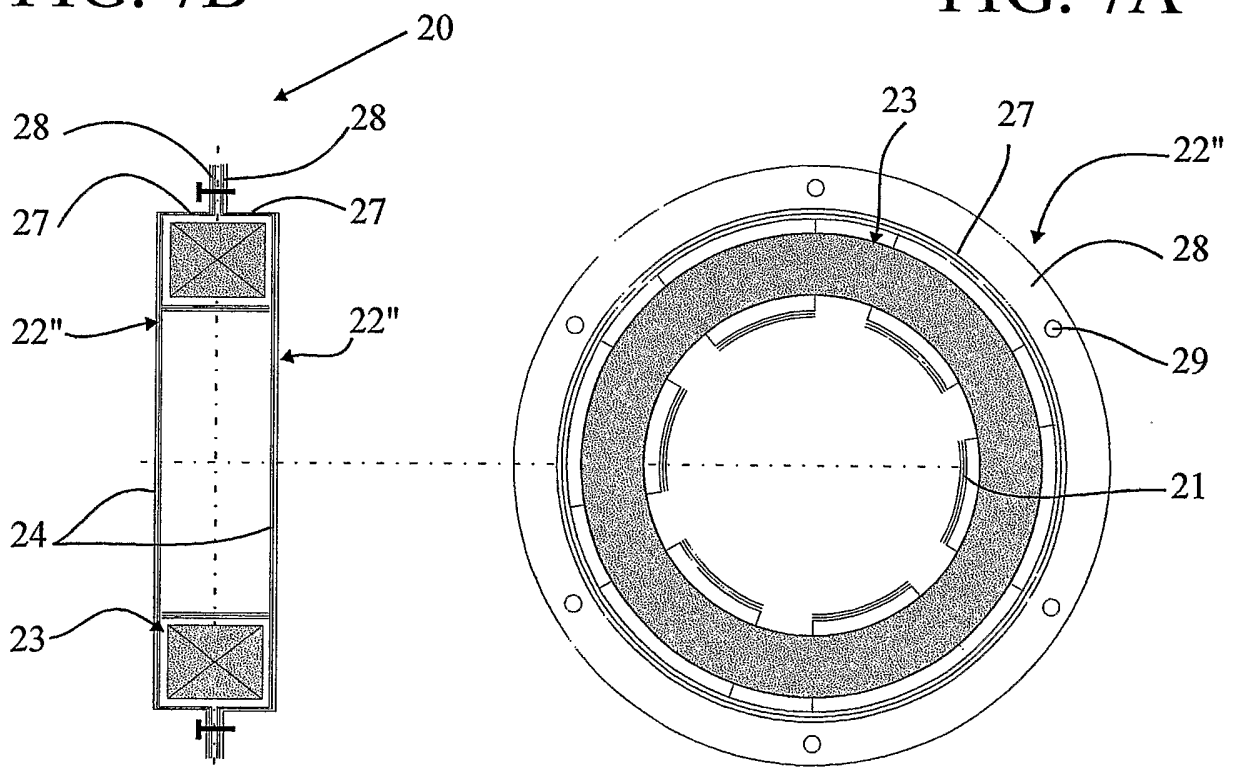


FIG. 8B

FIG. 8A