

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 126 565

②1 N° d'enregistrement national : **21 09035**

⑤1 Int Cl⁸ : H 02 K 1/27 (2020.12), H 02 K 1/14, 7/00, F 04 D 7/02

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30.08.21.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 03.03.23 Bulletin 23/09.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *Fondation Hôpital Saint Joseph Fondation — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : SAHNOUNE Abdelhakim, Marchand Claude, KRÉBS Guillaume et Hage-Hassan Maya.

⑦3 Titulaire(s) : *Fondation Hôpital Saint Joseph Fondation.*

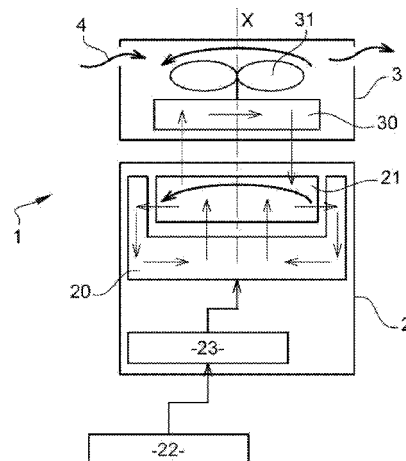
⑦4 Mandataire(s) : *Cabinet CAMUS-LEBKIRI.*

⑤4 **ENSEMBLE COMPRENANT UNE POMPE CENTRIFUGE PORTATIVE ET UN MOTEUR ELECTROMAGNETIQUE.**

⑤7 **ENSEMBLE COMPRENANT UNE POMPE CENTRIFUGE PORTATIVE ET UN MOTEUR ELECTROMAGNETIQUE**

L'ensemble (1) selon l'invention comprend une pompe centrifuge portative (3) et un moteur électromagnétique (2) constitué d'un rotor (21) d'axe X comprenant des premiers aimants permanents (24) coopérant avec un stator (20) et disposés par paire, il est caractérisé en ce que les premiers aimants permanents (24) sont disposés en vis-à-vis d'une pièce aimantée (30) solidaire de la pompe et que les premiers aimants permanents (24) créent un flux magnétique à la fois axial et radial. L'utilisation d'aimants permanents dans une configuration de circulation du flux magnétique axial et radial, soit tridimensionnel, permet d'avoir à la fois un diamètre plus faible et une hauteur moins grande puisqu'il n'est pas nécessaire de prévoir un deuxième jeu d'aimants, le couplage magnétique est réalisé par interaction des aimants présents sur la partie rotative de la pompe avec les pôles magnétiques du rotor du moteur.

Figure à publier avec l'abrégié : Figure 1



FR 3 126 565 - A1



Description

Titre de l'invention : ENSEMBLE COMPRENANT UNE POMPE CENTRIFUGE PORTATIVE ET UN MOTEUR ELECTROMAGNETIQUE

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

- [0001] Le domaine technique de l'invention est celui des pompes centrifuges entraînées par un moteur électromagnétique.
- [0002] La présente invention concerne en particulier un ensemble comprenant une pompe portative et un moteur électromagnétique.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

- [0003] Ces types d'ensemble sont notamment utilisés dans le milieu médical pour la circulation d'un produit liquide, comme par exemple du sang, en cas d'insuffisance cardiaque ou respiratoire. Les pompes présentent une roue à ailettes reliée à un rotor de pompe dont l'entraînement s'effectue par un rotor d'entraînement pourvu d'un disque de rotor, ce rotor d'entraînement et ce disque de rotor sont équipés d'aimants d'entraînement permanents. Des aimants permanents situés sur le rotor de pompe sont associés aux aimants permanents d'entraînement pour créer un couplage magnétique, et aux bobines d'aimantation d'un stator du dispositif d'entraînement, pour produire le mouvement de rotation.
- [0004] Cependant ces pompes sont souvent encombrantes car elles nécessitent un flux axial et leur efficacité est limitée entre 5 à 15%. La création du flux axial est réalisée par des aimants spécifiques ou par le moteur électrique quand celui-ci est à flux axial.
- [0005] L'utilisation d'aimants spécifiques pour créer le flux axial augmente l'inertie de l'ensemble et donc son rendement, mais aussi ses dimensions.
- [0006] Le moteur électrique à flux axial est plus complexe à réaliser, plus difficile à refroidir et a un diamètre plus important qu'un moteur à flux radial.
- [0007] Il existe également des ensembles à flux radial où la pompe est entraînée par un arbre placé en vis-à-vis du rotor du moteur. Mais cette solution n'est pas satisfaisante car elle nécessite une pièce supplémentaire qui alourdi l'ensemble et diminue le rendement.

Résumé de l'invention

- [0008] L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment, en permettant l'utilisation d'un ensemble à la fois plus performant et moins encombrant.
- [0009] L'ensemble selon l'invention comprend une pompe centrifuge portative et un moteur électromagnétique constitué d'un rotor d'axe X comprenant des premiers aimants permanents coopérant avec un stator et disposés par paire, il est caractérisé en ce que les premiers aimants permanents sont disposés en vis-à-vis d'une pièce aimantée

solidaire de la pompe et que les premiers aimants permanents créent un flux magnétique à la fois axial et radial. L'utilisation d'aimants permanents dans une configuration de circulation du flux magnétique axial et radial, soit tridimensionnel, permet d'avoir à la fois un diamètre plus faible et une hauteur moins grande puisqu'il n'est pas nécessaire de prévoir un deuxième jeu d'aimants, le couplage magnétique est réalisé par interaction directe de la partie aimantée rotative de la pompe avec les pôles magnétiques du rotor du moteur. En effet, la disposition des premiers aimants, des pièces polaires et du stator permet la création d'un flux magnétique à la fois axial et radial,

- [0010] L'ensemble est ainsi plus petit, plus léger et plus efficace, ce qui permet notamment une implantation plus facile. Comme il y a moins de pièces en rotation, la masse embarquée est plus faible, d'où une plus faible inertie et la possibilité d'accélération angulaire. On a également une meilleure robustesse de la pompe.
- [0011] Avantageusement, la pompe centrifuge est démontable du moteur électromagnétique. Il est ainsi possible de démonter la pompe pour la remplacer en gardant le même moteur, ce qui évite de remplacer l'ensemble pompe + moteur en particulier en usage médical où la pompe doit être changée pour chaque utilisateur.
- [0012] Avantageusement, la pièce aimantée comprend des deuxièmes aimants permanents. Ces aimants interagissent avec les premiers aimants du rotor.
- [0013] Avantageusement, les deuxièmes aimants permanents sont disposés par paire.
- [0014] Avantageusement, le nombre des deuxièmes aimants permanents est identique au nombre des premiers aimants permanents. Les premiers et les deuxièmes aimants peuvent ainsi interagir de façon optimisée.
- [0015] Selon une première variante, le rotor comprend deux disques reliés par un arbre d'axe X, le stator est à pôles saillants, chaque pôle saillant est en forme de U avec deux branches à chaque extrémité axiale et dirigées vers le rotor, chaque branche étant radialement en vis-à-vis d'un des disques et l'ensemble comprend la pompe placée axialement en vis-à-vis d'un des deux disques et une autre pompe est disposée axialement du côté opposé à la première pompe en vis-à-vis de l'autre disque. Le même moteur entraîne ainsi deux pompes, ceci est particulièrement intéressant pour les pompes médicales portatives qui peuvent alors présenter un débit plus important et une meilleure fiabilité grâce à la redondance .
- [0016] Selon une deuxième variante, le rotor comprend plusieurs disques reliés par un arbre d'axe X, le stator est constitué de plusieurs éléments statoriques à pôles saillants empilés les uns sur les autres, chaque pôle saillant est en forme de U avec deux branches dirigées vers le rotor à chaque extrémité axiale, chaque branche étant radialement en vis-à-vis d'un des disques et l'ensemble comprend la pompe disposée axialement en vis-à-vis d'un des disques placé à une extrémité axiale et une autre pompe est disposée axialement en vis-à-vis d'un autre disque placée à l'autre extrémité

axiale. L'empilement d'éléments statoriques permet d'obtenir un couple plus important. Les aimants permanents sont placés au sein des rotors (en matériau ferromagnétique) et orientés d'une manière spécifique afin d'obtenir une concentration de flux dans l'entrefer. Les flux captés par les bobines du stator peuvent être alors sinusoïdaux ou trapézoïdaux.

[0017] Avantageusement, l'ensemble a un diamètre compris entre 10 à 160mm. Ce diamètre permet une implantation de la pompe et son moteur à proximité d'une veine ou une artère.

[0018] Avantageusement, l'ensemble a une longueur comprise entre 32 à 85mm. L'encombrement est ainsi limité.

[0019] Selon une disposition particulière, la pompe est une pompe médicale.

[0020] L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0021] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

[0022] [Fig.1] est une représentation schématique d'un premier mode de réalisation de l'ensemble selon l'invention ;

[0023] [Fig.2] est une vue en perspective d'un ensemble de la [Fig.1] ;

[0024] [Fig.3] est une vue sur stator de la [Fig.2] ;

[0025] [Fig.4] est une représentation schématique d'un deuxième mode de réalisation de l'ensemble selon l'invention ;

[0026] [Fig.5] est une vue en perspective d'un ensemble de la [Fig.4] ;

[0027] [Fig.6] est une représentation schématique d'un troisième mode de réalisation de l'ensemble selon l'invention ;

[0028] [Fig.7] est une vue en perspective d'un ensemble de la [Fig.6] ;

[0029] [Fig.8] est une vue du rotor de la [Fig.7].

DESCRIPTION DETAILLEE

[0030] Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.

[0031] Comme on peut le voir sur la [Fig.1], l'ensemble 1 comprend un moteur 2 et une pompe centrifuge 3 portable. La pompe 3 comprend une pièce aimantée 30 solidaire d'ailettes 31 permettant la circulation 4 d'un produit liquide comme par exemple du sang. Le moteur 2 comprend un rotor 21 et un stator 20 d'axe X, il est alimenté par une batterie 22 ou une source d'énergie électrique avec un onduleur et un contrôleur associé 23. Le rotor 21 interagit directement avec non seulement le stator 20 mais aussi avec la pièce aimantée 30. L'ensemble 1 tourne autour de l'axe X. Le rotor 21 peut comprendre un arbre en aluminium ou en matériau amagnétique.

- [0032] Le stator 20 est en matériau ferromagnétique (par exemple du fer) et comprend plusieurs pôles saillants 200 disposés radialement et des pôles saillants 202 disposés axialement avec chacun respectivement un bobinage 201 et 203 comme le montre la [Fig.3]. Les bobinages 201 et 203 pourront être en cuivre. Les bobines forment de préférence un système électrique polyphasé, le système peut ainsi comprendre plus de trois phases, ce qui améliore les possibilités de reconfiguration.
- [0033] Les pôles axiaux 202 contribuent à la création du flux axial, le flux sortant des aimants va être capté par les pôles 200 (création du flux radial) et les pôles 202 (création du flux axial). Les pôles 200+202 vont donc permettre la création d'un flux tridimensionnel radial et axial). Ils pourraient assurer aussi la lévitation du rotor quand il n'y a pas d'arbre mécanique, la machine dispose de deux entrefers (radial et axial).
- [0034] Le rotor 21 est en forme de disque 210 comprend des paires de premiers aimants permanents 24, deux paires sur la [Fig.2]. Ces premiers aimants 24 sont en vis-à-vis des pôles saillants 200 et 202 du stator 20 et de la pièce aimantée 30. Dans l'exemple de la [Fig.2], la pièce aimantée 30 comprend quatre secteurs aimantés 300. Le rotor 21 peut aussi comprendre des deuxièmes aimants permanents 214 disposés dans un matériau ferromagnétique entre deux premiers aimants 24 et orientés dans un plan tangentiel à la surface du rotor 21. Ces deuxièmes aimants 214 permettent une augmentation du flux et du couple.
- [0035] Dans le deuxième mode de réalisation illustré figures 4 et 5, l'ensemble comprend deux pompes 3 et 3' identiques avec chacune une pièce aimantée 30 et 30', disposées axialement de part et d'autre du moteur 2 afin de garder l'équilibre du moteur. L'utilisation de deux pompes identiques permet la circulation de deux liquides 4 et 4' de façon séparée pour assurer une redondance ou un débit plus important.
- [0036] Le rotor 21 du moteur 2 comprend deux disques 211 et 212 reliés par un arbre 213 d'axe X. Les disques 211 et 212 sont similaires au disque 210. Le stator 20 a des pôles saillants 200 en forme de U dont chaque branche 2000 et 2001 est dirigée radialement vers le rotor 21. Un carter en matériaux composites ou en plastique, par exemple, est prévu pour supporter les pôles. Un bobinage 201 est enroulé autour de la base du U de chaque pôle saillant 200. Le stator 20 comprend un carter en matériau amagnétique.
- [0037] Chaque premier aimant 24 du rotor 21 attire magnétiquement la pièce aimantée 30 lorsque le stator 20 n'est pas alimenté. Lorsque les bobines 201 sont alimentées, le niveau des efforts peut être ajusté grâce au contrôle du moteur (équivalent à un réglage d'angle interne). Pour un comportement électromagnétique optimal du moteur, les aimants sont en position enterrée. Les nombres de pôles du rotor 21 et de pôles sur la pièce aimantée 30 peuvent être différents. Une disposition « en V » des premiers aimants 24 assure une concentration de flux magnétique dans l'entrefer (et donc plus

de couple) mais aussi une circulation tridimensionnelle du flux.

- [0038] Dans le troisième mode de réalisation visible figures 6, 7 et 8, il y a deux pompes 3 et 3' et un moteur 2 comme pour le deuxième mode de réalisation. Cependant le moteur 2 est constitué d'un empilement (ici deux) de stators 20 et de rotors 21 semblables à celui du deuxième mode de réalisation. Les stators 20 sont empilés les uns sur les autres par les branches 2000 et 2001 des pôles saillants 200 et les rotors 21 comprennent chacun deux disques 211 et 212 aux extrémités axiales et reliés entre eux par un seul arbre 213.
- [0039] Il est possible d'empiler plus de stators 20 et de rotors 21 si on souhaite avoir un couple plus important.
- [0040] Grâce à l'invention, il est possible de faire fonctionner la pompe en régime pulsé, de façon analogue à la physiologie de la circulation sanguine systémique.
- [0041] Dans le contexte médical, plusieurs applications thérapeutiques sont envisageables. La première est l'utilisation de cet ensemble au sein d'un poumon artificiel extracorporel transportable. D'autres applications sont possibles, comme l'assistance circulatoire temporaire pour choc cardiogénique de type ECMO (ExtraCorporeal Membrane Oxygenation ou Oxygénation ExtraCorporelle par Membrane) veino-artérielle portable grâce à la miniaturisation du moteur qui facilite la verticalisation du patient et la reprise de la marche à condition d'avoir des accès vasculaires autres que les vaisseaux fémoraux (canulation jugulo-axillaire par exemple). Cette miniaturisation peut également être appliquée dans l'activité d'assistance circulatoire mobile en facilitant le transport (routier et aérien) des patients sous ECMO. Enfin la possibilité de générer un flux pulsé grâce à l'optimisation du couple améliore la biocompatibilité des systèmes d'ECMO et peut être appliquée dans les ECMO veino-artérielles pour choc cardiogénique réfractaire nécessitant plus d'une semaine d'assistance (patient en attente de transplantation cardiaque notamment). Cette dernière indication pourra faire l'objet de travaux de recherche précliniques et cliniques pour étudier les effets de la physiologie pulsée sur la cinétique de récupération fonctionnelle des organes (rein, foie, cœur) mais également sur la survenue d'évènements hémorragiques sous ECMO (consommation plaquettaire, concentration circulante en facteur Willebrand).

Revendications

- [Revendication 1] Ensemble (1) comprenant une pompe centrifuge portative (3) et un moteur électromagnétique (2) constitué d'un rotor (21) d'axe X comprenant des premiers aimants permanents (24) coopérant avec un stator (20) et disposés par paire, caractérisé en ce que les premiers aimants permanents (24) sont disposés en vis-à-vis d'une pièce aimantée (30) solidaire de la pompe (3) et que les premiers aimants permanents (24) créent un flux magnétique à la fois axial et radial.
- [Revendication 2] Ensemble (1) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pompe centrifuge (3) est démontable du moteur électromagnétique (2).
- [Revendication 3] Ensemble (1) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pièce aimantée (30) comprend des deuxièmes aimants permanents (301).
- [Revendication 4] Ensemble (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les deuxièmes aimants permanents (301) sont disposés par paire.
- [Revendication 5] Ensemble (1) selon une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que le nombre des deuxièmes aimants permanents (301) est identique au nombre des premiers aimants permanents (24).
- [Revendication 6] Ensemble (1) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rotor (21) comprend deux disques (211, 212) reliés par un arbre (213) d'axe X, que le stator (20) est à pôles saillants (200), que chaque pôle saillant (200) est en forme de U avec deux branches (2000, 2001) à chaque extrémité axiale dirigées vers le rotor (21), chaque branche (2000, 2001) étant radialement en vis-à-vis d'un des disques (211, 212) et qu'il comprend la pompe (3) placée axialement en vis-à-vis d'un des deux disques (211, 212) et qu'une autre pompe (3') est disposée axialement du côté opposé à la pompe (3) en vis-à-vis de l'autre disque (212, 211).
- [Revendication 7] Ensemble (1) selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le rotor (21) comprend plusieurs disques (211, 212) reliés par un arbre (213) d'axe X, que le stator (20) est constitué de plusieurs éléments statoriques à pôles saillants (200) empilés les uns sur les autres, que chaque pôle saillant (200) est en forme de U avec deux branches (2000, 2001) dirigées vers le rotor (21) à chaque extrémité axiale, chaque branche (2000, 2001) étant radialement en vis-à-vis d'un des disques (211, 212) et qu'il comprend la pompe (3) disposée axialement en vis-à-vis d'un

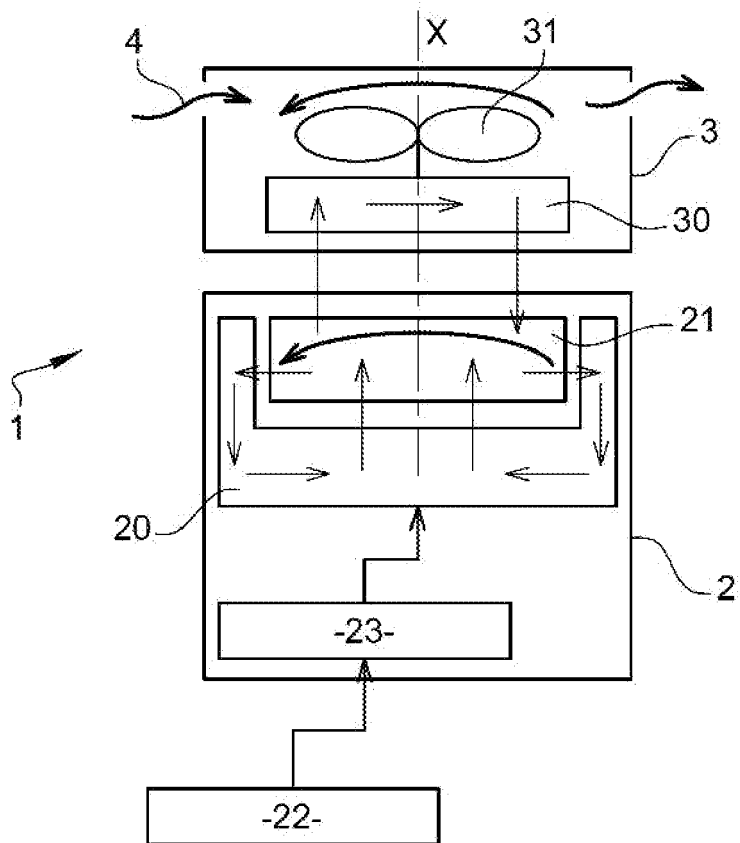
des disques (211, 212) placé à une extrémité axiale et qu'une autre pompe (3') est disposée axialement en vis-à-vis d'un autre disque (212, 211) placée à l'autre extrémité axiale.

[Revendication 8] Ensemble (1) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il a un diamètre compris entre 10 à 160mm.

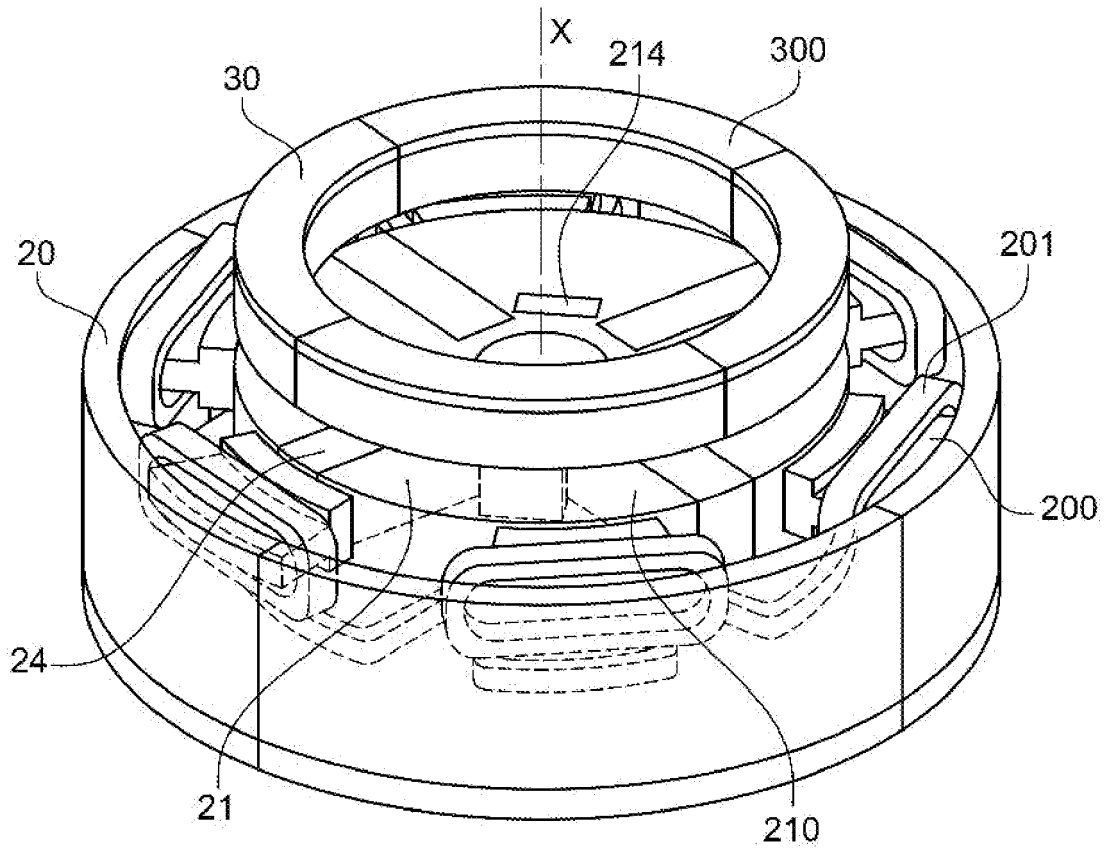
[Revendication 9] Ensemble (1) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il a une longueur comprise entre 32 à 85mm.

[Revendication 10] Ensemble (1) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pompe (3, 3') est une pompe médicale.

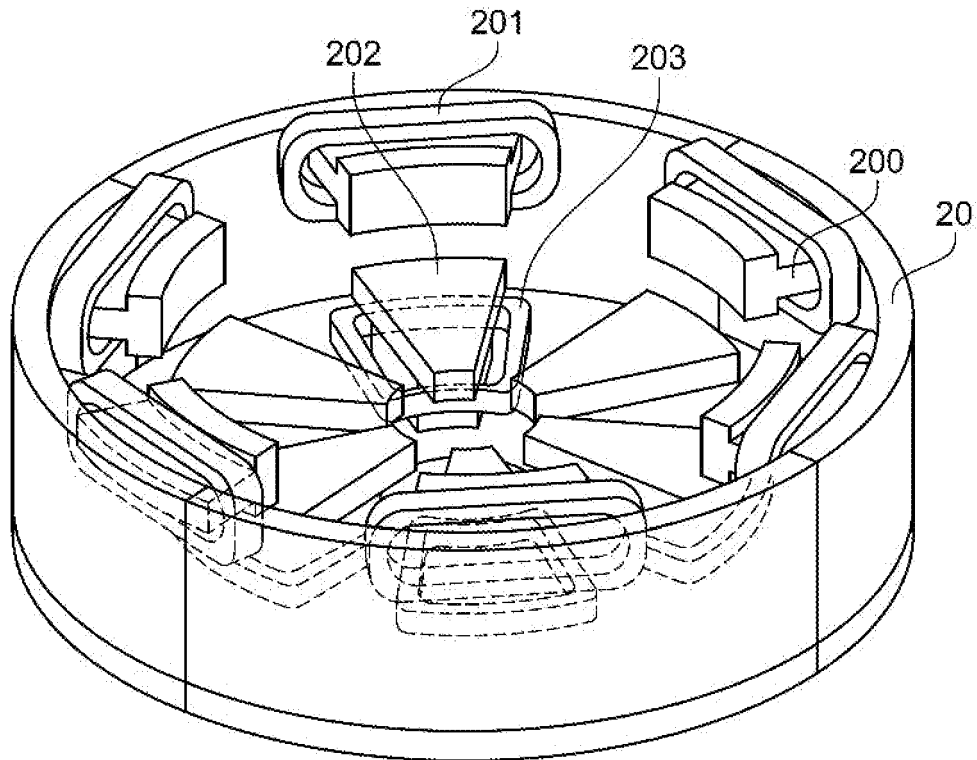
[Fig. 1]



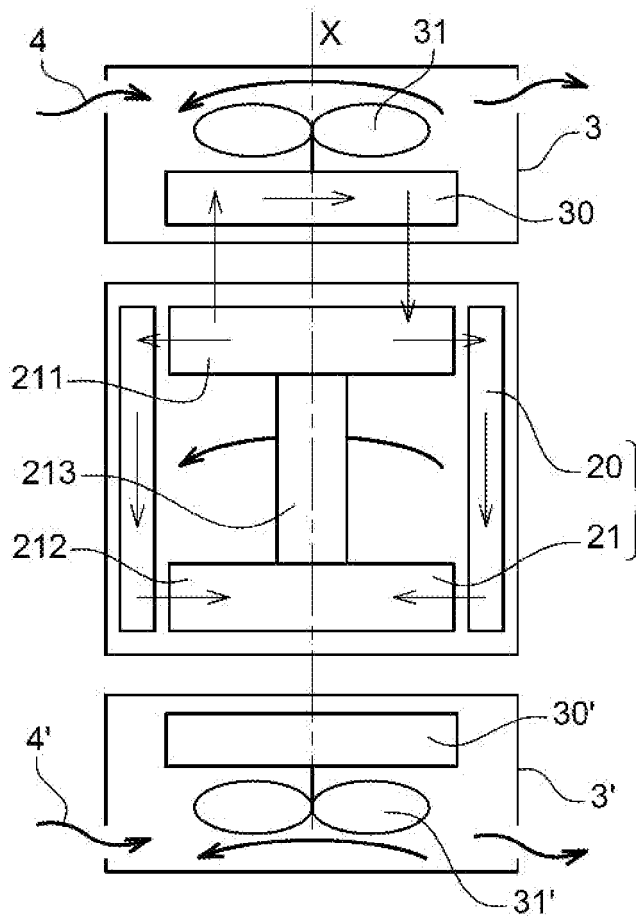
[Fig. 2]



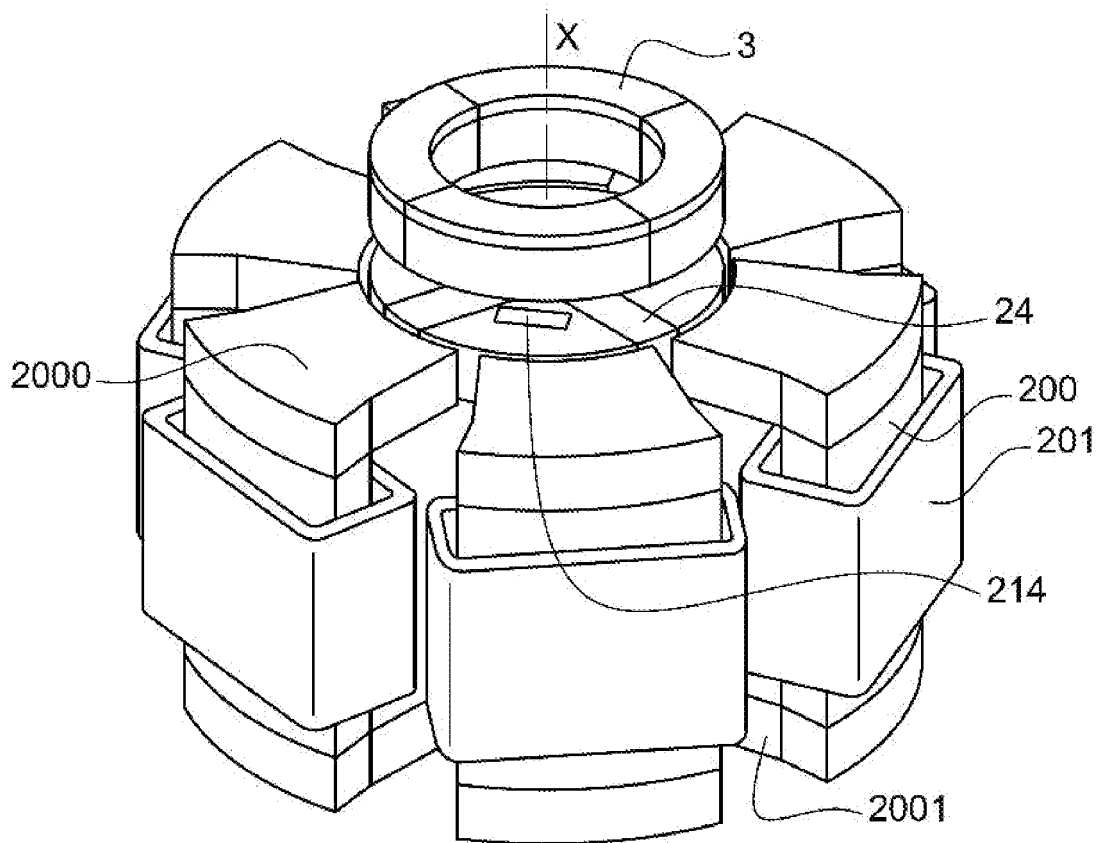
[Fig. 3]



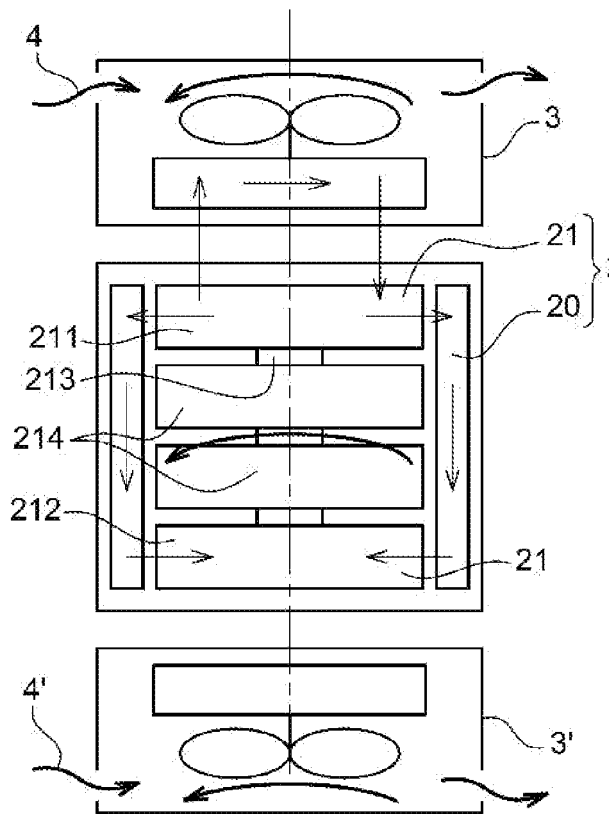
[Fig. 4]



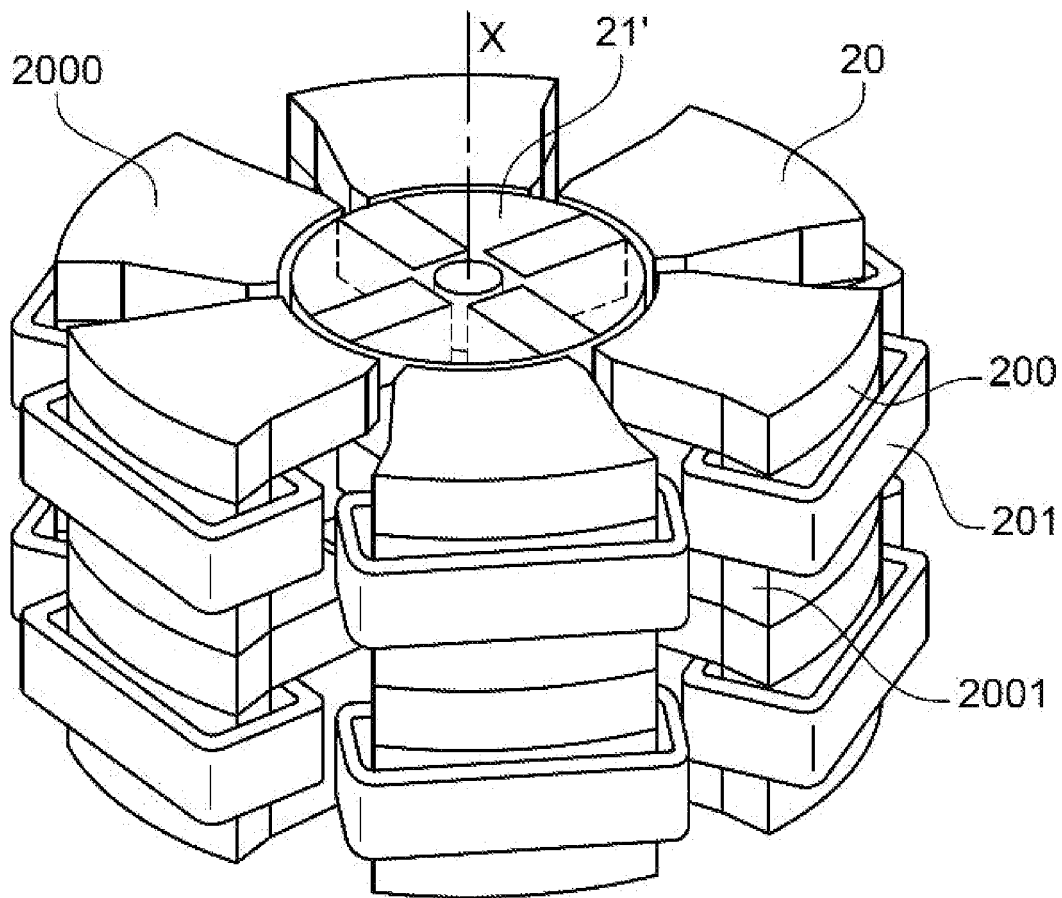
[Fig. 5]



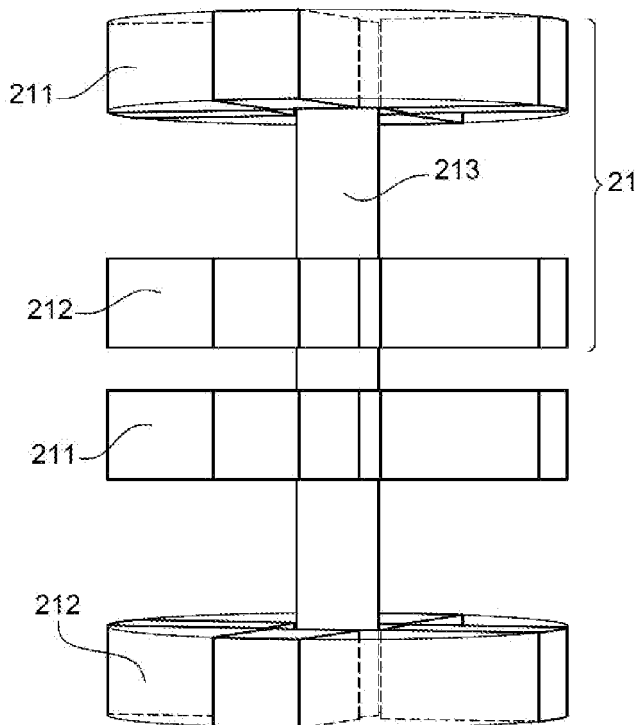
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 897427
FR 2109035

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2014/030122 A1 (OZAKI TAKAYOSHI [JP] ET AL.) 30 janvier 2014 (2014-01-30)	1-4,10	H02K1/27 H02K1/14 H02K7/00 F04D7/02
Y	* alinéa [0077] - alinéa [0194]; figures 3,15,17-43 *	6	
Y	WO 2013/063661 A2 (BANJANOVIC NIJAZ [BA]; BANJANOVIC MIRZA [BA]) 10 mai 2013 (2013-05-10) * page 2, ligne 7 - page 4, ligne 44; figures 1-6 *	6	
X	US 2010/152524 A1 (SENTMANAT MARTIN [US]) 17 juin 2010 (2010-06-17) * alinéa [0099] - alinéa [0171]; figures 1-29 *	1,2,4,7-10	
X	WO 00/64030 A1 (MEDIPOINT KARDIOTECHNIK GMBH [DE]; NUESSE PETER [DE] ET AL.) 26 octobre 2000 (2000-10-26) * page 12, ligne 31 - page 17, ligne 34; figures 1-5 *	1-5,10	
X	CN 113 270 970 A (UNIV SOUTHEAST) 17 août 2021 (2021-08-17) * le document en entier *	1,3,5	
A	WO 2007/139557 A1 (TRI SEVEN RES INC [US]) 6 décembre 2007 (2007-12-06) * le document en entier *	1-5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		3 mai 2022	von Rauch, Marianne
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2109035 FA 897427**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **03-05-2022**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2014030122 A1	30-01-2014	EP 2693609 A1	05-02-2014
		JP 5969979 B2	17-08-2016
		JP WO2012132850 A1	28-07-2014
		US 2014030122 A1	30-01-2014
		WO 2012132850 A1	04-10-2012

WO 2013063661 A2	10-05-2013	AUCUN	

US 2010152524 A1	17-06-2010	AU 2007290372 A1	06-03-2008
		CA 2662060 A1	06-03-2008
		EP 2059276 A2	20-05-2009
		JP 5518477 B2	11-06-2014
		JP 2010503369 A	28-01-2010
		US 2008054745 A1	06-03-2008
		US 2010152524 A1	17-06-2010
WO 2008027597 A2	06-03-2008		

WO 0064030 A1	26-10-2000	AT 256931 T	15-01-2004
		AU 757839 B2	06-03-2003
		CA 2369955 A1	26-10-2000
		CN 1348624 A	08-05-2002
		EP 1208630 A1	29-05-2002
		JP 3610305 B2	12-01-2005
		JP 2003525069 A	26-08-2003
		US 6742999 B1	01-06-2004
		WO 0064030 A1	26-10-2000

CN 113270970 A	17-08-2021	AUCUN	

WO 2007139557 A1	06-12-2007	AU 2006345546 A1	06-12-2007
		EP 2022160 A1	11-02-2009
		ES 2394101 T3	17-01-2013
		US 2007278887 A1	06-12-2007
		WO 2007139557 A1	06-12-2007
