

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 147 318 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.11.2003 Bulletin 2003/45

(51) Int Cl.7: **F04D 13/06**, F04D 13/14,
F04D 1/06, F04D 25/06,
F04D 29/04

(21) Numéro de dépôt: **99961136.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR99/03241

(22) Date de dépôt: **21.12.1999**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 00/037804 (29.06.2000 Gazette 2000/26)

(54) **DISPOSITIF MOTORISE A CIRCULATION CENTRIFUGE DE FLUIDE, TEL QU'UNE MOTOPOMPE
OU UN MOTOCOMPRESSEUR**

MOTORBETRIEBENE VORRICHTUNG FÜR ZENTRIFUGALFLÜSSIGKEITSUMLAUF, WIE EINE
MOTORPUMPE ODER KOMPRESSOR

POWER DRIVEN DEVICE WITH CENTRIFUGAL FLUID CIRCULATION, SUCH AS A MOTOR PUMP
OR A MOTOR COMPRESSOR

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

- **GYOMLAI, Philippe**
F-59740 Liessies (FR)
- **MICHAUX, Raymond**
F-59740 Solre-le-Château (FR)

(30) Priorité: **22.12.1998 FR 9816265**

(43) Date de publication de la demande:
24.10.2001 Bulletin 2001/43

(74) Mandataire: **Bouget, Lucien et al**
Cabinet Lavoix
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)

(73) Titulaire: **JEUMONT SA**
92400 Courbevoie (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 240 674 **DE-A- 19 608 602**
DE-A- 19 631 824 **FR-A- 2 427 493**
FR-A- 2 653 832 **GB-A- 582 036**
US-A- 2 752 857 **US-A- 2 782 721**
US-A- 5 112 202

(72) Inventeurs:
• **CUCINI, Dominique**
F-59460 Jeumont (FR)

EP 1 147 318 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un dispositif motorisé à circulation centrifuge de fluide, tel qu'une motopompe ou un motocompresseur et, en particulier, une moto-

[0002] Pour le pompage ou la compression de fluides toxiques, on utilise des groupes motopompes ou moto-

[0003] La roue de la pompe ou du compresseur comporte une arrivée de fluide, dans une zone centrale, c'est-à-dire voisine de l'axe de rotation, et une pluralité de canaux de circulation de fluide, entre l'arrivée centrale de fluide et la périphérie de la roue.

[0004] Le fluide dont on assure le pompage ou la compression est introduit dans le corps de pompe ou de compresseur, par une ouverture centrale du corps de pompe communiquant avec l'ouverture centrale de la roue. L'arbre d'entraînement de la roue en rotation traverse la paroi du corps de pompe ou de compresseur de manière étanche, pour être relié à un moteur d'entraînement.

[0005] De manière à réduire l'encombrement des groupes motopompes, à améliorer leur fonctionnement et à diminuer leur coût de construction, on a proposé, par exemple dans le FR-A-2.732.412, d'entraîner la roue de pompe par un moteur, par exemple de type discoïde, dont le stator et le rotor sont disposés à l'intérieur du corps de pompe. Le moteur peut comporter un ou plusieurs rotors solidaires d'une ou plusieurs roues de pompe, l'ensemble des rotors et des roues de pompe étant monté rotatif sur un arbre commun. Chaque rotor, en forme de disque, est intercalé, dans la direction axiale du moteur et de la pompe, entre deux statos solidaires du corps de pompe.

[0006] L'ensemble constitué par la ou les roues de la pompe et le ou les rotors est mis en rotation à l'intérieur du corps de pompe rempli de liquide à pomper. Il en résulte des pertes de rendement par frottement hydraulique entre le ou les rotors et le fluide à pomper. En outre, la réalisation du groupe motopompe est relativement complexe et coûteuse, dans la mesure où il est nécessaire d'usiner et de réaliser séparément les roues et les rotors qui sont assemblés avant leur montage dans le corps de pompe. Enfin, l'encombrement axial du groupe motopompe peut être relativement important, dans la mesure où il faut prévoir un espacement axial entre les roues et les rotors et entre les rotors calés sur le même arbre.

[0007] On a également proposé des agitateurs pour fluide ou des pompes comportant une roue ou hélice d'agitation sur laquelle est fixé un élément rotorique qui est mis en rotation par un champ tournant créé par un stator.

[0008] Ces dispositifs présentent des avantages par rapport aux pompes motorisées classiques. En particulier, le nombre de composants de la pompe est réduit, le stator peut être réalisé à un moindre coût et on obtient un gain substantiel en ce qui concerne la masse et l'encombrement de la pompe.

[0009] Cependant, ces dispositifs présentent des inconvénients, en particulier du fait de l'attraction magnétique axiale exercée par le stator sur le rotor qui peut être importante, aussi bien lorsque la pompe est à l'arrêt que lorsqu'elle est en fonctionnement. En outre, le rendement de la motopompe est diminué du fait de pertes importantes par frottement hydraulique à la périphérie du rotor électrique.

[0010] Le positionnement axial du rotor de tels groupes motopompes qui sont dits à rotor noyé est généralement réalisé par une butée hydrodynamique qui est lubrifiée par le fluide mis en circulation par la pompe.

[0011] Les forces s'exerçant sur le rotor de la pompe sont constituées par des forces hydrauliques et des forces magnétiques.

[0012] Les forces hydrauliques proviennent de la répartition des pressions internes du fluide liées au débit de réfrigération dans les paliers et les dispositifs d'étanchéité interne tels que les joints à labyrinthe ou les entrefers ainsi qu'aux différentes pertes de charge dans ces parties des circuits de motopompe. Ces forces hydrauliques varient en fonction de la pression de refoulement et de la vitesse de rotation de la pompe.

[0013] La force magnétique provient de l'attraction générée dans l'entrefer par l'induction moyenne du moteur électrique. Cette force magnétique varie peu en fonction de la vitesse de rotation.

[0014] Il s'est avéré que du fait de l'importance des forces s'exerçant sur le rotor d'un groupe motopompe à rotor noyé, les butées hydrodynamiques utilisées jusqu'ici sont à l'origine de la plupart des incidents de fonctionnement des pompes, par suite de problèmes d'échauffement ou d'une lubrification insuffisante pendant certaines phases du fonctionnement, ou lors d'un fonctionnement à sec. De ce fait, les exigences de fiabilité exigées par les utilisateurs de tels groupes motopompes vont dans le sens d'une suppression des butées hydrodynamiques et de leur remplacement par d'autres systèmes d'équilibrage.

[0015] Dans le DE-196 08 602, on envisage une machine centrifuge comportant une roue à laquelle est intégré le rotor du moteur d'entraînement réalisé sous forme discoïde. L'équilibrage axial de la roue est assuré par des aimants permanents fixés en vis-à-vis sur le corps de la machine centrifuge et sur la roue.

[0016] Dans le DE-196 31 824, on décrit une pompe dont la roue est équilibrée axialement par du fluide de la pompe introduit dans des espaces de laminage de fluide entre la roue et le corps de pompe.

[0017] Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif motorisé à circulation centrifuge d'un fluide tel qu'une motopompe ou un motocompresseur, compor-

tant un corps étanche et au moins une roue montée rotative autour d'un axe de rotation dans le corps étanche, comprenant au moins une arrivée de fluide à sa partie centrale et une pluralité de canaux de circulation de fluide de direction sensiblement radiale, entre l'arrivée de fluide centrale et la périphérie de la roue, ainsi qu'un moteur électrique d'entraînement de la roue comportant un stator et un rotor réalisé sous forme discoïde et intégré à la roue, disposé en vis-à-vis d'au moins un élément du stator fixé dans le corps étanche du dispositif, la roue portant, sur au moins une face latérale en vis-à-vis d'une partie du corps étanche, au moins un élément magnétique placé en vis-à-vis d'un élément magnétique correspondant solidaire de la partie du corps étanche pour constituer au moins une butée magnétique d'équilibrage axial du rotor, exerçant sur la roue une force d'origine magnétique de direction axiale, ce dispositif permettant de diminuer les pertes par frottement hydraulique, de réduire l'encombrement et le poids de l'ensemble du dispositif, de réduire les coûts de fabrication et de procurer un maintien axial régulier du rotor, dans toutes les phases de fonctionnement du dispositif.

[0018] Dans ce but, l'un des éléments magnétiques de la butée magnétique d'équilibrage axial du rotor comporte au moins un bobinage, la butée étant une butée électromagnétique commandée en fonction d'un signal d'un capteur de position de la roue du dispositif.

[0019] Afin de bien faire comprendre l'invention, on va décrire, à titre d'exemple, en se référant aux figures jointes en annexe, plusieurs modes de réalisation d'un groupe motopompe suivant l'invention utilisé pour le pompage de fluides, notamment toxiques.

La figure 1 est une demi-vue en coupe axiale d'une motopompe suivant l'invention et suivant un premier mode de réalisation.

La figure 2A est une vue schématique d'une butée à aimant permanent qui peut être utilisée pour réaliser l'équilibrage axial du rotor du dispositif représenté sur la figure 1.

La figure 2B est une vue schématique d'une butée électromagnétique qui peut être utilisée pour réaliser l'équilibrage axial du rotor du dispositif représenté sur la figure 1.

La figure 3 est une vue agrandie d'une partie de la figure 1 montrant une réalisation d'un équilibrage hydraulique de la roue de la motopompe.

La figure 4 est une demi-vue en coupe axiale d'une motopompe suivant l'invention et suivant un second mode de réalisation.

La figure 5 est une demi-vue en coupe axiale d'une motopompe suivant l'invention et suivant un troisième mode de réalisation.

La figure 6 est une demi-vue en coupe axiale d'une motopompe suivant l'invention et suivant un quatrième mode de réalisation.

La figure 7 est une demi-vue en coupe axiale d'une motopompe suivant l'invention et suivant un cin-

quième mode de réalisation.

La figure 8 est une demi-vue en coupe axiale d'une motopompe suivant l'invention et suivant un sixième mode de réalisation.

[0020] Dans la description qui va suivre, les éléments correspondants des groupes motopompes représentés sur les figures 1 à 5 sont affectés des mêmes repères.

[0021] Sur la figure 1, on voit un groupe motopompe désigné de manière générale par le repère 1 qui comporte un carter ou corps de pompe désigné de manière générale par le repère 2 qui est réalisé en plusieurs parties assemblées entre elles de manière étanche par l'intermédiaire de joints statiques.

[0022] Le corps de pompe 2 comporte par exemple, comme représenté sur la figure 1, un flasque avant 2a et un flasque arrière 2b assemblés entre eux par des vis et écrous, avec interposition de joint d'étanchéité.

[0023] A l'intérieur du flasque avant 2a est usiné un espace d'entrée de fluide 4 dans la partie centrale du groupe motopompe 1, autour de l'axe 3 du groupe motopompe. L'espace d'entrée de fluide 4 est relié, par l'intermédiaire d'un ajutage, à une arrivée de fluide dans la partie centrale du groupe motopompe.

[0024] Dans le flasque avant 2a est également usiné un espace de sortie de fluide 5 communiquant avec une tubulure 5' à la partie périphérique du groupe motopompe.

[0025] Le flasque avant 2a et le flasque arrière 2b délimitent entre eux un espace interne 8 du corps de pompe 2 ayant pour axe de symétrie l'axe 3 du groupe motopompe. L'espace interne 8 de la pompe est isolé de l'extérieur par les joints d'étanchéité intercalés entre les flasques 2a et 2b du corps de pompe 2.

[0026] Dans l'espace interne 8 du groupe motopompe, est montée la partie tournante de la motopompe constituée par la roue de pompe 10 et le rotor 16 du moteur d'entraînement 15 de la pompe.

[0027] La roue de pompe 10 comporte des canaux 13 courbes et de direction sensiblement radiale dont une première extrémité est en communication avec une ouïe centrale de la roue de pompe communiquant avec l'espace d'entrée 4 de la pompe et dont une seconde extrémité débouche à la surface périphérique de la roue de pompe 10, dans une direction radiale, à l'intérieur de l'espace de sortie 5 de la pompe communiquant avec la tubulure de sortie 5'.

[0028] La roue de pompe et le rotor 16 sont montés rotatifs à l'intérieur de l'espace interne 8 du corps de pompe 2, par l'intermédiaire d'un arbre 6 ayant pour axe géométrique l'axe 3 du groupe motopompe et d'un palier tournant 7 qui est réalisé sous la forme d'un palier lisse.

[0029] L'arbre 6 est engagé, par une première partie d'extrémité, dans une ouverture du flasque avant 2a et, par une seconde partie d'extrémité opposée, dans une ouverture du flasque arrière 2b, les ouvertures des flasques dans lesquelles sont engagées les parties d'extrémité de l'arbre 6 étant disposées suivant l'axe 3 de la

motopompe. L'arbre est de plus fixé par une vis dans le flasque arrière 2b du corps de pompe. Le palier lisse 7 comporte une bague externe 7b solidaire de la partie tournante du groupe motopompe et une bague interne fixe 7a coaxiale à la bague externe tournante 7a et fixée sur l'arbre 6 du groupe motopompe.

[0030] La bague interne fixe 7a du palier lisse 7 est fixée sur l'arbre 6, par l'intermédiaire d'un ensemble de fixation 9 comportant une pièce de retenue annulaire 9a et un ensemble de serrage 9b comportant un écrou qui est vissé sur une partie filetée de l'arbre 6, une rondelle et une pièce d'appui sur la pièce de retenue 9a. La bague interne fixe 7a du palier 7 est intercalée et serrée entre la pièce de retenue 9a et une bague d'appui 11 disposées à la seconde extrémité de la bague de palier 7a.

[0031] La pièce de retenue 9a comporte une partie externe en saillie en direction d'une première partie d'extrémité de la bague mobile 7b du palier 7 constituant une butée d'appui de la bague mobile 7b et de l'ensemble mobile en rotation de la motopompe.

[0032] La première extrémité de la bague mobile 7b comporte une surface en vis-à-vis de la surface d'appui de la pièce de retenue annulaire 9a par l'intermédiaire de laquelle la bague mobile 7b du palier 7 peut venir en appui sur la pièce de retenue 9a.

[0033] La seconde extrémité de la bague mobile en rotation 7b du palier 7 est maintenue par une pièce d'appui 12 fixée par un ensemble de vis sur la partie mobile en rotation 10, 16 de la motopompe.

[0034] La roue de pompe 10 et le rotor 16 du moteur 15 d'entraînement de la motopompe sont solidaires l'un de l'autre et par exemple fixés l'un sur l'autre de manière rigide par l'intermédiaire de vis et de clavettes. Par exemple, les vis de fixation des deux parties 10, 16 de l'ensemble tournant de la motopompe peuvent servir également à la fixation de la pièce de retenue 12 de la bague 7b mobile en rotation du palier 7 de la pompe.

[0035] La pièce de retenue 9a constitue une butée mécanique de retenue de la partie tournante de la pompe, dans la direction axiale, cette butée, disposée du côté de l'entrée de fluide 4 dans la motopompe sera désignée comme butée avant.

[0036] Une butée arrière 14 est constituée par des pièces annulaires en vis-à-vis solidaires, respectivement, du rotor 16 du moteur 15 et d'une plaque solidaire du flasque arrière 2b du corps de pompe 2.

[0037] Le moteur électrique 15 d'entraînement en rotation de la pompe peut être un moteur synchrone à aimant permanent comportant un rotor 16 constitué par un flasque dans lequel est fixée une culasse 16a de forme annulaire portant des aimants 16b répartis suivant la périphérie de la culasse 16a et séparés les uns des autres par des entretoises 16c.

[0038] La partie active du rotor 16, à savoir la culasse et les aimants permanents pourraient être montés directement dans la pièce constituant la roue de pompe au lieu d'être montés sur un flasque constituant la partie

de support du rotor 16 fixée de manière rigide sur la roue de pompe. Dans tous les cas, le rotor 16 est parfaitement intégré à la roue de pompe dont il est solidaire.

[0039] Le moteur synchrone 15 comporte de plus des éléments d'un stator 17 constitués par des bobinages montés dans des cavités usinées dans le flasque arrière 2b du corps de pompe 2. Les cavités sont remplies de résine dans laquelle sont noyés les bobinages et une plaque de fermeture 17a des cavités renfermant les bobinages du stator 17 est fixée sur la face du flasque arrière 2b du corps de pompe 2 dirigée vers le flasque avant 2a et l'espace interne 8 de la motopompe 1.

[0040] Le fait que les bobinages soient noyés dans la résine remplissant les cavités statoriques qui sont fermées par la plaque de fermeture 17a permet d'éviter tout contact entre les bobinages statoriques et le fluide dont la motopompe 1 assure le pompage.

[0041] Les aimants permanents du rotor 16 sont recouverts par des tôles de protection permettant d'éviter leur contact avec le fluide de pompage.

[0042] Pour la mise en fonctionnement de la motopompe, les enroulements du stator 17 sont alimentés en courant électrique par l'intermédiaire d'une électronique de puissance constituant un variateur de fréquence 48. L'ensemble constitué par le moteur et le variateur de fréquence permet d'obtenir un pilotage souple de la pompe par variation de vitesse sur une large plage de vitesses.

[0043] Le variateur de fréquence permet également d'obtenir des démarrages en douceur du groupe motopompe, en évitant des à-coups violents dans les tuyauteries, de protéger le groupe motopompe en cas de surchauffe du moteur en provoquant un arrêt automatique et d'intégrer à la commande de la motopompe, une protection en cas de sous-charge de la pompe par absence de fluide de pompage ; le variateur de fréquence provoque alors un arrêt ou un ralentissement automatique de la pompe.

[0044] Dans le cas de l'utilisation d'un moteur synchrone, l'entrefer entre les éléments statoriques et les aimants du rotor peut être relativement important, de l'ordre de 2 à 8 mm. En effet, dans ce cas, l'entrefer influe peu sur le rendement et sur le cosinus ϕ du moteur. On peut alors utiliser une paroi 17a de fermeture des cavités statoriques de forte épaisseur en un matériau isolant, par exemple en un métal amagnétique ou en une matière plastique, ce qui limite l'échauffement des bobinages statoriques. Un grand choix de matériau est possible, dans la mesure où la plaque de fermeture 17a du stator peut être réalisée sous une forme bien plane et fixée sans soudure entre les deux parties 2a et 2b du corps de pompe.

[0045] Dans le cas du pompage d'un fluide à haute température, par exemple d'un fluide à 350°C, il faut utiliser des aimants permanents pouvant supporter ces températures et en particulier des aimants du type samarium-cobalt dont certaines nuances peuvent être utilisées jusqu'à 350°C. Ces aimants sont cependant plus

chers et moins performants que les aimants du type néodyme-fer- bore.

[0046] Les motopompes à rotor noyé comportant des éléments de rotor intégrés à la roue de pompe qui viennent d'être décrits et tels qu'ils sont représentés sur la figure 1 présentent de nombreux avantages.

[0047] Cependant, ces groupes motopompes présentent l'inconvénient qu'une force de direction axiale importante dirigée vers le stator s'exerce sur la partie tournante de la pompe comportant le rotor et la roue de pompe, de sorte que de simples butées hydrodynamiques lubrifiées par le fluide dont on assure le pompage sont insuffisantes pour assurer de manière fiable le maintien et le guidage axial de l'ensemble tournant de la motopompe dans tous les cas de fonctionnement.

[0048] Des butées hydrodynamiques peuvent être constituées par exemple entre des pièces en vis-à-vis de butées de type mécanique dont les surfaces ont été usinées de manière à ménager entre elles un coin de fluide. De telles butées hydrodynamiques peuvent être réalisées par exemple, dans le cas de la pompe représentée sur la figure 1, par les surfaces en vis-à-vis des pièces 9a et 7b de la butée avant et entre les surfaces en vis-à-vis de la butée arrière 14.

[0049] Sur la figure 3, on a représenté à plus grande échelle une partie de la motopompe qui est réalisée de manière à procurer un certain équilibrage hydraulique des forces axiales s'exerçant sur le rotor 16 solidaire de la roue de pompe 10.

[0050] L'entrefer 43 du moteur 15 entre la tôle de protection 17a du stator 17 et la tôle de protection des aimants permanents 16b du rotor 16 est rempli, pendant le fonctionnement de la pompe, par du fluide de pompage parvenant dans l'entrefer par un espace situé à la périphérie externe du rotor 16 communiquant, par l'intermédiaire d'un espace de laminage de fluide 42, avec la partie de refoulement des canaux 13 de la roue de pompe 10 dans laquelle le fluide de pompage est à une pression de refoulement sensiblement supérieure à la pression d'aspiration de la pompe. L'entrefer 43 entre le rotor et le stator est également en communication avec la partie d'aspiration de la pompe par un espace de laminage intérieur 44 délimité entre les deux parties de la butée arrière 14. Les espaces de laminage de fluide 42 et 44 sont délimités par des surfaces du rotor 16 et du corps de pompe 2 sensiblement perpendiculaires à l'axe 3 de la pompe. L'espace 42 situé dans une disposition éloignée de l'axe 3 de la pompe est appelé espace extérieur de laminage de fluide et l'espace 44, situé vers l'axe 3 est appelé espace intérieur de laminage de fluide. Cette mise en communication de l'entrefer 43 avec la partie de refoulement et la partie d'aspiration de la pompe, respectivement par l'intermédiaire de l'espace de laminage extérieur 42 et par l'intermédiaire de l'espace de laminage intérieur 44 permet de réaliser un équilibrage hydraulique axial du rotor.

[0051] En effet, dans le cas où l'attraction exercée par le stator 17 sur le rotor 16 augmente au-dessus d'une

certaine limite, la partie tournante de la motopompe comportant la roue de pompe 10 et le rotor 16 se déplace en direction du stator 17, en ouvrant l'espace de laminage supérieur de fluide 42 et en fermant l'espace inférieur 44.

[0052] La mise en communication de l'entrefer 43 avec la partie de refoulement à haute pression de la roue de pompe 10 produit une augmentation de la pression dans l'entrefer 43, ce qui engendre un effort axial qui équilibre l'augmentation de la force d'attraction exercée par le stator 17 sur le rotor 16 et la roue de pompe.

[0053] Si l'attraction exercée par le stator 17 sur le rotor 16 du moteur 15 diminue jusqu'à une certaine valeur, la partie tournante de la motopompe comportant la roue 10 et le rotor 16 s'éloigne du stator et ferme l'espace de laminage extérieur 42 en même temps que l'espace intérieur 44 s'ouvre. L'entrefer 43 est mis en communication avec la partie d'aspiration de la pompe, de sorte que la pression dans l'entrefer 43 diminue. La diminution de l'effort de poussée axiale hydraulique, ce qui équilibre le rotor soumis à une force d'attraction plus faible du stator.

[0054] L'effet d'équilibrage hydraulique est obtenu du fait que l'entrefer 43 constitue une chambre séparant la partie de refoulement à haute pression de la pompe de la partie d'aspiration à basse pression.

[0055] La pression d'aspiration est canalisée en direction de l'espace de laminage de la butée 14 au moyen de l'alésage central 6a de l'arbre 6 et de perçages radiaux 6b.

[0056] L'utilisation de butées hydrodynamiques et/ou de l'effet d'équilibrage hydraulique de la pompe obtenu comme décrit en regard de la figure 3 ne permet pas systématiquement de compenser de manière satisfaisante les efforts axiaux exercés sur la partie tournante de la pompe comportant le rotor intégré à la roue de pompe.

[0057] Selon l'invention, on utilise des butées magnétiques exerçant des forces dans la direction axiale sur la partie tournante de la pompe, dans le sens inverse du stator. Comme il est visible sur la figure 1, on peut utiliser une butée magnétique 18 dont une partie fixe est logée dans le flasque avant 2a du corps de pompe et dont une partie mobile en rotation est solidaire de la roue de pompe 10 qui est placée en vis-à-vis de la partie fixe.

[0058] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, la partie fixe de la butée magnétique 18 comporte une culasse annulaire 18a fixée dans le fond de la cavité annulaire usinée dans le flasque 2a du corps de pompe et au moins un aimant permanent 18b fixé contre la culasse 18a dans la cavité du flasque 2a.

[0059] L'élément 18b peut être réalisé sous la forme d'une couronne monobloc présentant les mêmes diamètres intérieur et extérieur que la culasse annulaire 18a.

[0060] Il est également possible d'utiliser plusieurs aimants répartis suivant la circonférence de la culasse

et séparés les uns des autres par des pièces entretoises, dans une réalisation semblable à la réalisation des aimants 16b du rotor 16.

[0061] La partie mobile en rotation de la butée magnétique 18 est constituée par un collet 18c de forme annulaire solidaire de la face avant de la roue de pompe 10 et placé en vis-à-vis du ou des aimants permanents 18b de la partie fixe de la butée. Le collet 18c est en fer doux ou en un matériau magnétique à haute perméabilité qui peut être identique au matériau de la culasse 18a de la butée.

[0062] La face de l'aimant 18b de la butée dirigée vers la roue de pompe 10 et la cavité interne 8 de la pompe recevant le fluide de pompage est recouverte par une tôle de protection.

[0063] De même, le collet 18c solidaire de la roue de pompe est recouvert, sur sa face dirigée vers l'avant, en vis-à-vis de la partie fixe de la butée, par une tôle de protection.

[0064] Un entrefer 45 est délimité entre les tôles de protection des aimants 18b et du collet 18c de la butée.

[0065] Comme il est visible sur la figure 2A, la butée peut comporter deux rangées annulaires d'aimants 18b dont les polarités sont inversées, de sorte que la circulation du flux magnétique représentée par des flèches épaisses constitue une boucle fermée à l'intérieur de la culasse et du collet. Le flux magnétique produit une force d'attraction dans l'entrefer 45 entre le collet 18c et les aimants 18b. On obtient ainsi une force de rappel de l'ensemble tournant de la motopompe à rotor noyé dans le sens inverse de la force d'attraction exercée par le stator 17 sur le rotor 16. On compense ainsi, au moins partiellement, la force d'attraction du rotor, de manière à équilibrer la partie tournante de la pompe dans la direction axiale. Une butée à aimants telle que la butée 18 permet de réduire l'effort axial sur le rotor, d'origine magnétique et d'origine hydraulique, d'un rapport voisin de 10.

[0066] Une butée magnétique telle que la butée 18 peut être parfaitement intégrée à la roue et au corps de pompe. Cependant, une telle butée à aimant permanent présente des inconvénients du fait que la force de compensation axiale exercée sur la partie tournante de la pompe ne peut pas être réglée suivant les phases de fonctionnement de la pompe. En outre, les aimants permanents utilisés sont des produits coûteux. Enfin, la raideur de la butée est négative, c'est-à-dire que plus l'entrefer est petit, plus les efforts exercés par la butée sont importants. La butée est donc, par nature, instable et doit être associée à un dispositif de butée complémentaire pour permettre un fonctionnement acceptable de la butée dans toutes les conditions de fonctionnement de la motopompe.

[0067] La butée magnétique à aimant permanent peut être associée à des butées mécaniques reprenant les efforts axiaux résiduels dans les deux sens, en cas de fonctionnement extrême de la motopompe, par exemple dans le cas d'une absence de fluide de pompage. Ces

butées mécaniques peuvent être réalisées comme décrit plus haut, par exemple sous la forme des butées 9a et 14 disposées de part et d'autre de la roue de pompe.

[0068] La butée magnétique à aimant permanent de compensation des efforts axiaux peut être également associée à un dispositif d'équilibrage hydraulique ou à des butées hydrodynamiques reprenant les efforts axiaux résiduels en cas de fonctionnement extrême de la motopompe, par exemple dans le cas d'une absence de fluide de pompage.

[0069] Le dispositif d'équilibrage hydraulique peut être constitué comme représenté sur la figure 3 et les butées hydrodynamiques peuvent être constituées par les ensembles de pièces 9a et 7b ou 14 entre lesquelles on maintient un coin de fluide de pompage sous pression.

[0070] Au lieu d'une butée à aimant permanent telle que la butée 18, on peut utiliser une butée électromagnétique à enroulement telle que représentée sur la figure 2b.

[0071] Une telle butée comporte un ensemble disposé dans une partie du corps de pompe constitué par une culasse 18'a en fer doux ou en matériau magnétique à haute perméabilité et un bobinage 18'b logé dans la culasse 18'a ainsi qu'un collet 18'c en fer doux ou en matériau magnétique à haute perméabilité logé dans la roue de pompe.

[0072] La ou les bobines 18'b logées dans la culasse 18'a sont alimentées par l'intermédiaire d'un dispositif de commande et d'alimentation 46 qui reçoit éventuellement d'un capteur de position 47, un signal de position représentatif de la position instantanée du collet 18'c solidaire de la partie tournante de la motopompe par rapport à la partie fixe de la butée.

[0073] L'alimentation en courant électrique de la bobine 18'b crée un champ magnétique, si bien qu'un flux magnétique circule dans la culasse et le collet, autour du bobinage, suivant les flèches épaisses représentées sur la figure 2B. La force d'attraction exercée sur la partie tournante de la motopompe par la partie fixe de la butée permet de compenser exactement les efforts hydrauliques et magnétiques exercés sur la partie tournante de la motopompe, à chaque instant.

[0074] Toutefois, l'utilisation d'une butée électromagnétique présente certains inconvénients.

[0075] Il est nécessaire de prévoir une électronique d'asservissement qui peut être coûteuse, cette électronique d'asservissement comprenant, comme représenté sur la figure 2B, l'unité de commande 46 et éventuellement le capteur de position 47.

[0076] En outre, il est nécessaire de réaliser un câblage entre une boîte à bornes d'alimentation et la bobine de la butée électromagnétique sur la face avant de la butée, ce qui peut présenter des inconvénients dans une atmosphère explosible.

[0077] En outre, l'alimentation de la butée électromagnétique se traduit par une perte de rendement de la motopompe qui peut être de l'ordre de 4 points.

[0078] Un des avantages de la butée électromagnétique est qu'elle peut être utilisée sans être associée à un système complémentaire de butées mécaniques et hydrauliques.

[0079] Toutefois, il est préférable d'associer la butée électromagnétique, soit avec deux butées mécaniques, soit avec un système d'équilibrage hydraulique ou deux butées hydrodynamiques, comme dans le cas des butées à aimant permanent, de manière à reprendre les efforts axiaux résiduels en cas de fonctionnement extrême de la motopompe, par exemple dans le cas d'une absence de fluide de pompage.

[0080] Les parties magnétiques des butées, qu'elles soient à aimant permanent ou de type électromagnétique, sont protégées par des tôles, de même que les aimants permanents du moteur synchrone d'entraînement du rotor de la pompe.

[0081] Ces tôles de protection seront réalisées soit en acier inoxydable austénitique, soit en alliage de nickel, ces matériaux ayant été retenus du fait de leurs propriétés d'aimantisme, de résistivité électrique et de soudabilité.

[0082] On pourrait également prévoir une protection par un revêtement en matière organique ou plastique sur les aimants ou autres parties magnétiques des butées et du rotor du moteur.

[0083] Comme expliqué plus haut, le choix de matériau pour la plaque de protection 17a des bobinages du stator est beaucoup plus large, ces plaques de protection pouvant être fixées sans soudage dans le corps de la pompe.

[0084] De façon à favoriser l'évacuation de la chaleur dégagée par les bobinages du stator 17, les cavités du flasque 2b du corps de pompe dans lesquelles sont logés ces bobinages peuvent être remplis par un matériau isolant présentant une bonne conductibilité thermique dans lequel sont noyés les bobinages. Cet enrobage des bobinages assure également l'appui de la plaque 17a de protection des bobinages du stator 17 et limite le volume d'air emprisonné dans le carter de la motopompe. Le matériau d'enrobage, par exemple une résine, permet de satisfaire les normes applicables aux matériaux destinés à être installés dans des zones où l'on peut craindre des explosions.

[0085] La motopompe suivant l'invention, qui comporte des éléments de butée de type magnétique sur la roue et le corps de pompe, ces éléments pouvant être associés à des butées mécaniques ou hydrodynamiques, permet de résoudre le problème de l'équilibrage axial de l'ensemble tournant de la motopompe en présence des forces hydrauliques et magnétiques s'exerçant sur cette partie tournante.

[0086] Dans le cas où l'on utilise uniquement un dispositif hydraulique d'équilibrage, ce dispositif ne peut fonctionner correctement que lorsque la vitesse de rotation de la pompe est suffisante et généralement lorsque cette vitesse est au moins égale à 75 à 80 % de la vitesse nominale. Ce n'est qu'à partir de cette vitesse

de rotation minimale qu'on peut assurer le décollement du rotor subissant une attraction magnétique indépendante de la vitesse de rotation de la pompe, par des forces hydrauliques. En l'absence de butée magnétique, on ne peut donc utiliser l'électronique de puissance pour piloter la pompe en vitesse variable, et en particulier à vitesse faible.

[0087] Comme il est visible sur la figure 4 relative à un second mode de réalisation de la motopompe, il est possible d'utiliser une roue de pompe 20 comportant des éléments de rotor 21 et 21', par exemple constitués par des aimants permanents, disposés sur deux faces opposées de la roue de pompe 20 perpendiculaires à l'axe de rotation de la pompe. Comme précédemment, les éléments de rotor 21 et 21' sont répartis suivant toute la circonférence de la roue 20 de la pompe.

[0088] On utilise alors deux stators 22 et 22' logés respectivement dans le flasque avant 2a et dans le flasque arrière 2b du corps 2 de la pompe, les éléments de rotor 21 et 21' étant en vis-à-vis respectivement des éléments de stator 22 et 22'.

[0089] Mise à part l'utilisation d'un double rotor et de deux stators, la structure de la pompe selon le second mode de réalisation est identique à la structure de la pompe selon le premier mode de réalisation.

[0090] En particulier, l'équilibrage axial de la partie tournante de la pompe constituée par la roue de pompe et le rotor est assuré par des butées de type magnétique. Dans le cas du mode de réalisation représenté sur la figure 4, on utilisera deux ensembles de butées magnétiques disposés de part et d'autre du rotor.

[0091] En effet, l'attraction exercée sur le double rotor par les éléments de stator 22 et 22' dans la direction axiale, dans les deux sens, ne permet pas d'obtenir un équilibrage suffisamment stable pendant le fonctionnement de la pompe.

[0092] Les éléments de rotor 21 et 21', placés sur les faces opposées de la roue sont disposés de part et d'autre de la veine fluide circulant à l'intérieur des canaux 13 de la roue de pompe.

[0093] Le second mode de réalisation de la pompe permet d'augmenter la puissance de la pompe en réalisant l'entraînement par deux moteurs électriques en parallèle.

[0094] Comme il est visible sur la figure 5 relative à un troisième mode de réalisation de la pompe, il est possible, dans le cas d'une réalisation comportant deux rotors intégrés à la roue de pompe analogues aux rotors constitués par les éléments 21 et 21' du second mode de réalisation et deux stators analogues aux stators 22 et 22' du second mode de réalisation, de prévoir une double alimentation centrale de la roue de la pompe qui comporte deux ouïes 24 et 24' ouvertes de part et d'autre de la roue, de direction axiale, qui sont prolongées par des paires de canaux symétriques par rapport à un plan transversal du moteur, de trace 27 sur la figure 3, qui se rejoignent sous la forme d'un canal unique 26 de direction radiale.

[0095] Dans ce cas, le corps de pompe comporte deux ouvertures d'arrivée de fluide 25 et 25' alignées axialement et débouchant chacune dans une ouïe 24, 24' de la roue de pompe 23. On peut ainsi doubler le débit de la pompe. Dans ce cas également la pompe doit comporter des butées magnétiques d'équilibrage axial de la roue de pompe.

[0096] Au lieu d'une seule roue de pompe, la motopompe suivant l'invention peut comporter plusieurs roues de pompe calées sur un même arbre ou sur au moins deux arbres différents et par exemple deux roues de pompe, comme dans le cas du quatrième mode de réalisation de la motopompe représentée sur la figure 6, du cinquième mode de réalisation de la motopompe représentée sur la figure 7 et du sixième mode de réalisation de la figure 8.

[0097] Les roues de pompe disposées successivement dans la direction axiale de la motopompe et les parties correspondantes de la cavité du corps de pompe constituent des étages successifs de pompage.

[0098] Dans le cas du quatrième mode de réalisation représenté sur la figure 6, le corps de pompe 2 comporte, en plus d'un flasque avant 2a, d'un flasque arrière 2b et d'un élément de paroi latérale 2c, deux plaques de fermeture arrière 2d et 2'd. Entre ces différents éléments constituant le corps de pompe qui sont assemblés entre eux, sont intercalés des joints statiques permettant d'assurer une fermeture étanche du corps de pompe qui comporte deux cavités 28 et 28' successives constituant respectivement, avec une première roue de pompe 30 et avec une seconde roue de pompe 30', deux étages successifs de la pompe.

[0099] La première roue de pompe 30 et la seconde roue de pompe 30' sont calées sur un même arbre 31 ayant pour axe l'axe 3 de la pompe.

[0100] La première roue de pompe 30 et la seconde roue de pompe 30' comportent, à leur partie centrale, une ouïe d'arrivée de fluide de direction sensiblement axiale et une pluralité de canaux reliés à l'ouïe de la roue de pompe, de direction sensiblement radiale.

[0101] Des éléments de rotor tels que des aimants permanents 32 sont intégrés à la seconde roue de pompe 30' et placés dans une face latérale de la roue de pompe 30' perpendiculaire à l'axe 3 de la pompe, dans une disposition circonférentielle. Les éléments de rotor 32, intégrés à la seconde roue de pompe 30', sont placés dans la face latérale arrière de la roue de pompe 30', en vis-à-vis d'un stator 35 monté dans le flasque arrière 2b du corps de pompe.

[0102] De plus, le flasque arrière 2b du corps de pompe 2 est traversé par la conduite 5 de sortie de fluide, de direction radiale et par un canal de passage des câbles d'alimentation du stator 35.

[0103] Aucun élément de rotor n'est intégré à la première roue de pompe 30 qui n'a qu'un rôle hydraulique. L'entraînement en rotation des roues 30 et 30' et de l'arbre 31 de la pompe est assuré par le moteur constitué par les éléments de rotor 32 et le stator 35.

[0104] Les paliers de l'ensemble tournant constitué par la première roue de pompe 30, la seconde roue de pompe 30' et l'arbre 31 sont portés, respectivement, par le flasque avant 2a et la première roue de pompe 30 et par la plaque de fermeture 2'd et la partie arrière de l'arbre 31. Des éléments de butées magnétiques sont fixés sur la roue de pompe 30' et sur une partie en vis-à-vis du corps de pompe 2.

[0105] L'élément de paroi latérale 2c du corps de pompe 2 comporte deux parois transversales 33 et 33' délimitant un espace de sortie du fluide du premier étage de la pompe constitué par la cavité 28 et la roue 30 et un passage de guidage du fluide vers l'entrée du second étage de la pompe constitué par la seconde roue 30' et la cavité 28'. La paroi 33 comporte au moins une ouverture 34 de passage du fluide sortant du premier étage de la pompe.

[0106] L'utilisation de deux étages successifs de pompage permet d'augmenter la pression du fluide dans la seconde cavité du corps de pompe 28' et dans le canal de sortie 5 de la pompe.

[0107] Dans le cas du cinquième mode de réalisation représenté sur la figure 7, la motopompe suivant l'invention comporte deux roues de pompe 36 et 36', dans chacune desquelles sont intégrés des éléments de rotor 37 et 37', tels que des aimants permanents, placés dans des faces transversales des roues 36 et 36' en vis-à-vis de stators 38 et 38' montés dans le corps de pompe ainsi que des éléments de butées magnétiques en vis-à-vis d'éléments correspondants portés par le corps de pompe.

[0108] Le corps de pompe 2 comporte un flasque avant 2a, un premier flasque arrière 2b, un second flasque arrière 2'b, un élément latéral de fermeture 2c et deux plaques de fermeture arrière 2d et 2'd.

[0109] Entre les éléments successifs du corps de pompe, qui sont assemblés entre eux, sont intercalés des joints toriques d'étanchéité statique.

[0110] Le premier stator 38, disposé en vis-à-vis des éléments de rotor 37 de la première roue de pompe 36, est fixé sur le premier flasque arrière 2b. Les éléments du stator 38', disposés en vis-à-vis des éléments de rotor 37' intégrés à la seconde roue de pompe 36', sont fixés dans des cavités du second flasque arrière 2'b du corps de pompe.

[0111] Des parties radiales du premier flasque arrière 2b et de l'élément de fermeture transversale 2c du corps de pompe définissent un chemin de circulation du fluide dont on assure le pompage, entre un premier étage de pompage constitué par la première roue 36 et par une première cavité 39 du corps de pompe et le second étage de pompage constitué par la seconde roue de pompage 36' et par une seconde cavité de pompage 39' du corps de pompe communiquant avec la sortie radiale 5 de la pompe.

[0112] La partie radiale délimitant le passage de fluide du premier flasque arrière 2b est percée d'une ouverture de passage axial du fluide dont on réalise le pompage.

[0113] L'ensemble mobile de la pompe, constitué par la première roue de pompe 36, la seconde roue de pompe 36' et un arbre 41 sur lequel sont calées les roues de pompe 36 et 36', est monté rotatif dans le corps de pompe 2 et entraîné en rotation par le premier moteur électrique constitué par le stator 38 et les éléments de rotor 37 et par le second moteur électrique constitué par le second stator 38' et les seconds éléments de rotor 37'.

[0114] La pression de pompage ou de compression du fluide peut être accrue par passages successifs dans le premier étage de pompage et dans le second étage de pompage.

[0115] Sur la figure 8, on a représenté un sixième mode de réalisation d'une motopompe suivant l'invention. Les éléments correspondants sur les figures 7 et 8 sont affectés des mêmes repères. La seule différence entre les motopompes selon les cinquième et sixième modes de réalisation est que, dans le cas du cinquième mode de réalisation, les deux roues de pompe 36 et 36' sont fixées respectivement, sur des arbres indépendants 41 et 41' montés rotatifs par l'intermédiaire de deux paliers dans le corps de pompe 2 et retenus axialement, chacun par un ensemble à butées axiales comportant des éléments magnétiques tels que des aimants ou des bobines. Grâce à ce montage à arbres indépendants (ou à tout autre montage rotatif indépendant dans le corps de pompe), les deux roues de pompe 36 et 36' peuvent tourner à des vitesses différentes et réglables de manière indépendante l'une de l'autre. En particulier, le réglage indépendant de la vitesse de la roue 36 de l'étage d'entrée de la pompe permet de régler l'effet de cavitation. La motopompe peut comporter un nombre quelconque de roues montées rotatives indépendamment l'une de l'autre dans le corps de pompe, l'une au moins des roues portant au moins un élément de rotor placé en vis-à-vis d'un stator porté par le corps de pompe et au moins un élément magnétique de butée en vis-à-vis d'un élément magnétique solidaire du corps de pompe.

[0116] Pour tous les modes de réalisation décrits, l'encombrement total de la pompe est réduit par le fait que le ou les rotors du ou des moteurs électriques d'entraînement de la pompe sont intégrés à une roue ou à plusieurs roues de la pompe.

[0117] Les pertes par frottement hydraulique sont également réduites, du fait qu'une même pièce tournante peut constituer une roue de pompe et un rotor.

[0118] L'équilibrage axial de la partie tournante de la pompe est toujours assuré par des butées magnétiques associées soit à des butées mécaniques, soit à des butées hydromécaniques, soit encore à un dispositif d'équilibrage hydraulique analogue au dispositif représenté sur la figure 3.

[0119] De manière générale, les butées magnétiques sont placées à l'opposé du ou des rotors d'entraînement de la pompe.

[0120] Le nombre de pièces à mettre en fabrication pour la réalisation de la pompe est également réduit. Non seulement l'encombrement et le poids de la pompe

mais encore le coût de celle-ci peuvent être réduits grâce à la disposition suivant l'invention.

[0121] L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

[0122] C'est ainsi que le nombre de roues et d'étages de pompage successifs peuvent être quelconques, en fonction des caractéristiques attendues de la pompe. Chacun des étages successifs de la pompe peut comporter une roue de pompe équipée d'éléments de rotor ou une roue de pompe ne comportant pas d'éléments de rotor, l'un des étages de la pompe au moins comportant cependant une roue de pompe dans laquelle sont intégrés des éléments de rotor disposés en vis-à-vis d'un stator porté par le corps de pompe.

[0123] Les roues de pompes peuvent être réalisées sous forme modulaire et assemblées éventuellement avec un composant modulaire de rotor intégrant les éléments rotoriques. L'élément modulaire de la roue de pompe et le composant modulaire de rotor sont assemblés face contre face, de manière que le composant modulaire de rotor présente une face transversale perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue de pompe.

[0124] Les roues de pompes peuvent être également réalisées sous forme monobloc et comporter des cavités pour loger et fixer des éléments de rotor.

[0125] L'invention s'applique au pompage ou à la compression de tout fluide dans une pompe ou compresseur centrifuge ayant un corps étanche.

Revendications

1. Dispositif motorisé à circulation centrifuge d'un fluide, tel qu'une motopompe ou un moto-compresseur, comportant un corps (2) étanche et au moins une roue (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') montée rotative autour d'un axe de rotation (3) dans le corps étanche (2) comprenant au moins une arrivée de fluide (4, 24, 24') à sa partie centrale et une pluralité de canaux (13, 26) de circulation de fluide de direction sensiblement radiale, entre l'arrivée de fluide centrale (4, 24, 24') et la périphérie de la roue (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') ainsi qu'un moteur électrique d'entraînement de la roue comportant un stator (17, 22, 22', 35, 38, 38') et un rotor (16, 21, 21', 32, 37, 37') réalisé sous forme discoïde et intégré à la roue (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') et disposé en vis-à-vis d'au moins un élément du stator (17, 22, 22', 35, 38, 38') fixé dans le corps étanche (2) du dispositif, la roue (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') portant sur au moins une face latérale en vis-à-vis d'une partie du corps étanche (2), au moins un élément magnétique (18c, 18'c) placé en vis-à-vis d'un élément magnétique correspondant (18a, 18'a, 18b, 18'b) solidaire de la partie du corps étanche (2) pour constituer au moins une butée magnétique d'équilibrage axial du rotor, exerçant sur la roue une force d'origine magnétique de direction axiale, **caractérisé**

par le fait que l'un des éléments magnétiques (18'a, 18'b) de la butée magnétique d'équilibrage axial du rotor comporte au moins un bobinage (18'b), la butée étant une butée électromagnétique commandée en fonction d'un signal d'un capteur (47) de position de la roue (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') du dispositif.

2. Dispositif suivant la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'il** comporte de plus deux butées mécaniques (9a, 7b, 14) de retenue axiale de la roue (10) et du rotor (16), dans un premier sens et dans un second sens, disposées de part et d'autre de la partie tournante du dispositif constituée par la roue (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') et le rotor (16) intégré à la roue.
3. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé par le fait qu'il** comporte de plus deux butées hydrodynamiques (9a, 7b, 14) de retenue axiale de la partie tournante du dispositif constitué par la roue de pompe (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') et le rotor (16), dans un premier sens et dans un second sens, disposées de part et d'autre de la partie tournante du dispositif, chacune des butées hydrodynamiques comportant une pièce fixe en rotation et une pièce rotative séparées l'une de l'autre par du fluide de pompage.
4. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé par le fait qu'il** comporte de plus un dispositif d'équilibrage hydraulique comportant un espace de laminage extérieur (42) entre une partie extérieure, c'est-à-dire éloignée de l'axe (3) du rotor (16) et une partie (2a) du corps de pompe (2) communiquant avec une partie de refoulement (13) de la roue de pompe et un espace de laminage intérieur (44) entre une partie intérieure, c'est-à-dire disposée vers l'axe (3) du rotor (16) et une partie (2b) du corps de pompe (2), communiquant avec une partie d'aspiration de la roue de pompe (10), l'espace de laminage extérieur de fluide (42) et l'espace de laminage inférieur de fluide (44) étant délimités entre des surfaces du rotor (16) et des parties (2a et 2b) du corps de pompe, respectivement, sensiblement perpendiculaires à l'axe de rotation (3) de la roue (10) dans le corps étanche (2).
5. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait que** le stator (17) comporte, à l'intérieur de cavités d'une partie (2b) du corps étanche (2) du dispositif, des bobinages noyés, enrobés dans un matériau tel qu'une résine.
6. Dispositif suivant la revendication 5, **caractérisé par le fait que** les cavités de la partie (2b) du corps étanche (2) dans lesquelles sont fixés les bobina-

ges du stator (17) sont fermées sur une face en vis-à-vis du rotor (16) par une plaque de protection (17a) fixée dans le corps étanche (2) par serrage entre deux parties (2a, 2b) du corps étanche (2).

7. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé par le fait qu'il** comporte une pluralité d'éléments de rotor constitués par l'un au moins des éléments suivants ; aimants permanents, bobinages, pôles saillants, répartis suivant la circonférence de la roue (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36'), le stator (17) étant constitué par une pluralité de bobines placées en vis-à-vis de la pluralité d'éléments de rotor.
8. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait qu'il** comporte une seule roue (10) comportant une seule arrivée de fluide (4) d'un côté de l'une des faces latérales de la roue (10) ou face d'entrée de la roue et au moins un élément de rotor (16b) intégré à la roue (10) sur la face latérale de la roue opposée à la face d'entrée.
9. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait qu'il** comporte une seule roue (20) ayant une seule arrivée de fluide du côté de la face latérale d'entrée de la roue (20) et au moins un élément de rotor (21, 21') sur chacune des faces latérales de la roue en vis-à-vis d'éléments de stator (22, 22').
10. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait qu'il** comporte une seule roue (23) comportant deux arrivées de fluide (24, 24') à sa partie centrale du côté d'une première face latérale de la roue et du côté d'une seconde face opposée à la première et au moins un élément de rotor sur chacune des faces latérales de la roue en vis-à-vis d'au moins un élément de stator porté par le corps (2) du dispositif.
11. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait qu'il** comporte au moins deux roues (30, 30') fixées successivement dans la direction axiale (3) sur un arbre (31) monté rotatif dans le corps de pompe (2), l'une au moins des roues de pompe (30') comportant au moins un élément de rotor (32) intégré à la roue (30') sur au moins une face latérale de la roue (30') et disposé en vis-à-vis d'au moins un élément de stator (35).
12. Dispositif suivant la revendication 11, **caractérisé par le fait qu'il** comporte au moins deux roues (36, 36') fixées successivement dans la direction axiale (3) de la pompe sur un arbre (41) monté rotatif dans le corps de pompe (2), au moins un élément de rotor

(37, 37') étant intégré à chacune des roues (36, 36'), sur au moins une face latérale de chacune des roues (36, 36') et disposé en vis-à-vis d'au moins un élément de stator (38, 38').

13. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait qu'il** comporte au moins deux roues (36, 36') montées rotatives indépendamment l'une de l'autre, dans le corps de pompe (2), l'une au moins des roues (36, 36') portant au moins un élément de rotor (37, 37') placé en vis-à-vis d'un stator (38, 38') porté par le corps de pompe (2).

Patentansprüche

1. Motorbetriebene Vorrichtung mit zentrifugalem Fluidkreislauf, wie zum Beispiel eine Motorpumpe oder ein Motorkompressor, mit einem dichten Körper (2) und mit mindestens einem Rad (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') das um eine Drehachse (3) im dichten Körper (2) drehbar montiert ist, der mindestens eine Fluidzufuhr (4, 24, 24') in seinem zentralen Bereich und mehrere Kanäle (13, 26) für den Fluidkreislauf in im wesentlichen radialer Richtung zwischen der zentralen Fluidzufuhr (4, 24, 24') und dem Umfang des Rads (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') aufweist, sowie mit einem elektrischen Antriebsmotor für das Rad, der einen Stator (17, 22, 22', 35, 38, 38') und einen Rotor (16, 21, 21', 32, 37, 37') besitzt, der in Form einer Scheibe ausgebildet, in das Rad (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') integriert und gegenüber mindestens einem Element des Stators (17, 22, 22', 35, 38, 38') angeordnet ist, der im dichten Körper (2) der Vorrichtung befestigt ist, wobei das Rad (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') auf mindestens einer Seitenfläche gegenüber einem Bereich des dichten Körpers (2) mindestens ein Magnelement (18c, 18'c) aufweist, das gegenüber einem entsprechenden Magnelement (18a, 18'a, 18b, 18'b) angeordnet ist, das fest mit dem Bereich des dichten Körpers (2) verbunden ist, um mindestens einen magnetischen Anschlag zum axialen Auswuchten des Rotors zu bilden, der auf das Rad eine Kraft magnetischen Ursprungs in axialer Richtung ausübt, **dadurch gekennzeichnet, dass** eines der Magnelemente (18'a, 18'b) des magnetischen Anschlags zum axialen Auswuchten des Rotors mindestens eine Wicklung (18'b) aufweist, wobei der Anschlag ein elektromagnetischer Anschlag ist, der in Abhängigkeit vom Signal eines Lagesensors (47) des Rads (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') der Vorrichtung gesteuert wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie außerdem zwei mechanische Anschläge (9a, 7b, 14) für den axialen Rückhalt des

Rads (10) und des Rotors (16) in einer ersten und einer zweiten Richtung aufweist, die zu beiden Seiten des drehenden Bereichs der vom Rad (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') und vom in das Rad integrierten Rotor (16) gebildeten Vorrichtung angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie außerdem zwei hydrodynamische Anschläge (9a, 7b, 14) für den axialen Rückhalt des drehenden Bereichs der vom Pumpenrad (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') und vom Rotor (16) gebildeten Vorrichtung in einer ersten und einer zweiten Richtung aufweist, die zu beiden Seiten des drehenden Bereichs der Vorrichtung angeordnet sind, wobei jeder der hydrodynamischen Anschläge ein in Drehung festes Teil und ein drehbewegliches Teil aufweist, die durch Pumpfluid voneinander getrennt sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie außerdem eine Vorrichtung zum hydraulischen Auswuchten aufweist, die einen äußeren Drosselungsraum (42) zwischen einem äußeren, d.h. von der Achse (3) des Rotors (16) entfernten Bereich und einem Bereich (2a) des Pumpenkörpers (2), der mit einem Förderbereich (13) des Pumpenrads in Verbindung steht, und einen inneren Drosselungsraum (44) zwischen einem inneren, d.h. zur Achse (3) des Rotors (16) hin angeordneten Bereich und einem Bereich (2b) des Pumpenkörpers (2) besitzt, der mit einem Ansaugbereich des Pumpenrads (10) in Verbindung steht, wobei der äußere Fluid-Drosselungsraum (42) und der innere Fluid-Drosselungsraum (44) zwischen Flächen des Rotors (16) und Bereichen (2a bzw. 2b) des Pumpenkörpers begrenzt werden, die im wesentlichen senkrecht zur Drehachse (3) des Rads (10) im dichten Körper (2) liegen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (17) innerhalb von Hohlräumen eines Bereichs (2b) des dichten Körpers (2) der Vorrichtung versenkte Wicklungen aufweist, die von einem Material wie z.B. einem Harz umhüllt sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume (2b) des dichten Körpers (2), in denen die Wicklungen des Stators (17) befestigt sind, auf einer Fläche gegenüber dem Rotor (16) durch eine Schutzplatte (11a) verschlossen sind, die im dichten Körper (2) durch Einklemmen zwischen zwei Bereichen (2a, 2b) des dichten Körpers (2) befestigt ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mehrere Rotor-

elemente aufweist, die aus mindestens einem der folgenden Elemente bestehen: Dauermagneten, Wicklungen, vorstehende Pole, die entlang des Umfangs des Rads (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') verteilt sind, wobei der Stator (17) aus mehreren Spulen besteht, die gegenüber den mehreren Rotorelementen angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein einziges Rad (10) mit einer einzigen Fluidzufuhr (4) auf der Seite einer der Seitenflächen des Rads (10) oder der Eingangsfläche des Rads und mit mindestens einem Rotorelement (16b) aufweist, das in das Rad (10) auf der Seitenfläche des Rads entgegengesetzt zur Eingangsfläche integriert ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein einziges Rad (20) mit einer einzigen Fluidzufuhr auf der Seite der Seiteneingangsfläche des Rads (20) und mit mindestens einem Rotorelement (21, 21') auf jeder der Seitenflächen des Rads gegenüber von Statorelementen (22, 22') aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein einziges Rad (23) mit zwei Fluidzufuhren (24, 24') in seinem zentralen Bereich auf der Seite einer ersten Seitenfläche des Rads und auf der Seite einer zweiten Fläche des Rads entgegengesetzt zur ersten und mit mindestens ein Rotorelement auf jeder der Seitenflächen des Rads gegenüber mindestens einem auf dem Körper (2) der Vorrichtung befindlichen Statorelement aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens zwei Räder (30, 30') aufweist, die nacheinander in axialer Richtung (3) auf einer Welle (31) befestigt sind, die drehend im Pumpenkörper (2) montiert ist, wobei mindestens eines der Pumpenräder (30') mindestens ein Rotorelement (32) aufweist, das in das Rad (30') auf mindestens einer Seitenfläche des Rads (30') integriert und gegenüber mindestens einem Statorelement (35) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens zwei Räder (36, 36') aufweist, die nacheinander in axialer Richtung (3) der Pumpe auf einer Welle (41) befestigt sind, die drehend im Pumpenkörper (2) montiert ist, wobei mindestens ein Rotorelement (37, 37') in jedes der Räder (36, 36') auf mindestens einer Seitenfläche jedes der Räder (36, 36') und gegenüber mindestens einem Statorelement (38, 38') integriert ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens zwei

Räder (36, 36') aufweist, die voneinander unabhängig drehend im Pumpenkörper (2) montiert sind, wobei mindestens eines der Räder (36, 36') mindestens ein Rotorelement (37, 37') trägt, das gegenüber einem Stator (38, 38') angeordnet ist, der sich auf dem Pumpenkörper (2) befindet.

10 Claims

1. Motorised device with centrifugal circulation of a fluid, such as a motor driven pump or a motor driven compressor, comprising a sealed body (2) and at least one impeller (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') mounted to rotate around a rotary shaft (3) in the sealed body (2) having at least one fluid intake (4, 24, 24') at the centre of it and a number of channels (13, 26) for the circulation of fluid in the more or less radial direction, between the central fluid intake (4, 24, 24') and the periphery of the impeller (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') as well as an electric motor to drive the impeller, having a stator (17, 22, 22', 35, 38, 38') and a rotor (16, 21, 21', 32, 37, 37'), discoidal in shape and integral with the impeller (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') and arranged facing at least one element of the stator (17, 22, 22', 35, 38, 38') fixed in the sealed body (2) of the device, the impeller (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') carrying on at least one side face facing a part of the sealed body (2) at least one magnetic part (18c, 18'c) placed facing a corresponding magnetic part (18a, 18'a, 18b, 18'b) integral with the section of the sealed body (2) in order to form at least one magnetic stop for axial balancing of the rotor, exerting on the impeller a force of magnetic origin in the axial direction, **characterised in that** one of the magnetic parts (18'a, 18'b) of the magnetic stop for axial balancing of the rotor has at least one winding (18'b), the stop being an electromagnetic stop controlled in accordance with a signal from a transducer (47) for the position of the impeller (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') of the device.

2. Device according to Claim 1, **characterised in that** it also has two mechanical stops (9a, 7b, 14) for axially retaining the impeller (10) and the rotor (16), in a first direction and in a second direction, arranged on either side of the rotating section of the device consisting of the impeller (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') and the rotor (16) integrated with the impeller.

3. Device according to any one of the Claims 1 and 2, **characterised in that** it also has two hydrodynamic stops (9a, 7b, 14) for axial retaining of the rotating section of the device, consisting of the pump impeller (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36') and the rotor (16), in a first direction and in a second direction, arranged

on either side of the rotating section of the device, each of the hydrodynamic stops having a fixed part which rotates and a rotary part, separated from each other by the pumping fluid.

4. Device according to any one of the Claims 1 and 2, **characterised in that** it has also a hydraulic balancing device which has an outer rolling space (42) between an outer section, i.e. away from the shaft (3) of the rotor (16) and a section (2a) of the pump body (2) communicating with a discharge section (13) of the pump impeller and an inner rolling space (44) between an inner section, i.e. arranged towards the shaft (3) of the rotor (16) and a section (2b) of the pump body (2) communicating with a suction section of the pump impeller (10), the fluid outer rolling space (42) and the fluid inner rolling space (44) being delineated between the surfaces of the rotor (16) and of the sections (2a and 2b) of the pump body, respectively, more or less perpendicular to the rotary shaft (3) of the impeller (10) in the sealed body (2). 5
5. Device according to any one of the Claims 1 to 4, **characterised in that** the stator (17) comprises, inside the cavities of a section (2b) of the sealed body (2) of the device, sunken coils coated in a material such as a resin. 10
6. Device according to Claim 5, **characterised in that** the cavities in the section (2b) of the sealed body (2) in which the windings of the stator (17) are fixed are closed on one face facing the rotor (16) by a protective plate (17a) fixed in the sealed body (2) by tightening between two sections (2a, 2b) of the sealed body (2). 15
7. Device according to any one of the Claims 1 to 6, **characterised in that** it has a number of rotor parts consisting of at least one of the following: permanent magnets, windings, projecting poles, spread along the circumference of the impeller (10, 20, 23, 30, 30', 36, 36'), the stator (17) consisting of a number of coils placed opposite the number of rotor parts. 20
8. Device according to any one of the Claims 1 to 7, **characterised in that** it has a single impeller (10) comprising a single fluid intake (4) on one side of one of the side faces of the impeller (10) or inlet face of the impeller and at least one rotor part (16b) integrated in the impeller (10) on the side face of the impeller opposite to the inlet face. 25
9. Device according to any one of the Claims 1 to 7, **characterised in that** it has a single impeller (20) with a single fluid intake on the side of the side inlet face of the impeller (20) and at least one rotor part 30

(21, 21') on each of the side faces of the impeller facing the stator parts (22, 22').

10. Device according to any one of the Claims 1 to 7, **characterised in that** it has a single impeller (23) with two fluid intakes (24, 24') at the centre of it on the side of a first side face of the impeller and on the side of a second face opposite the first, and at least one rotor part on each of the side faces of the impeller facing at least one stator part carried by the body (2) of the device. 35
11. Device according to any one of the Claims 1 to 7, **characterised in that** it has at least two impellers (30, 30') fixed successively in the axial direction (3) on a shaft (31) fitted to rotate in the pump body (2), at least one of the pump impellers (30') having at least one rotor part (32) integrated in the impeller (30') on at least one side face of the impeller (30') and arranged facing at least one stator part (35). 40
12. Device according to Claim 11, **characterised in that** it has at least two impellers (36, 36') fixed successively in the axial direction (3) of the pump on a shaft (41) fitted to rotate in the pump body (2), at least one rotor part (37, 37') being integrated with each of the impellers (36, 36'), on at least one side face of each of the impellers (36, 36'), and arranged facing at least one stator part (38, 38'). 45
13. Device according to any one of the Claims 1 to 7, **characterised in that** it has at least two impellers (36, 36') fitted to rotate independently of each other, in the pump body (2), at least one of the impellers (36, 36') carrying at least one rotor part (37, 37') fitted facing a stator (38, 38') carried by the pump body (2). 50

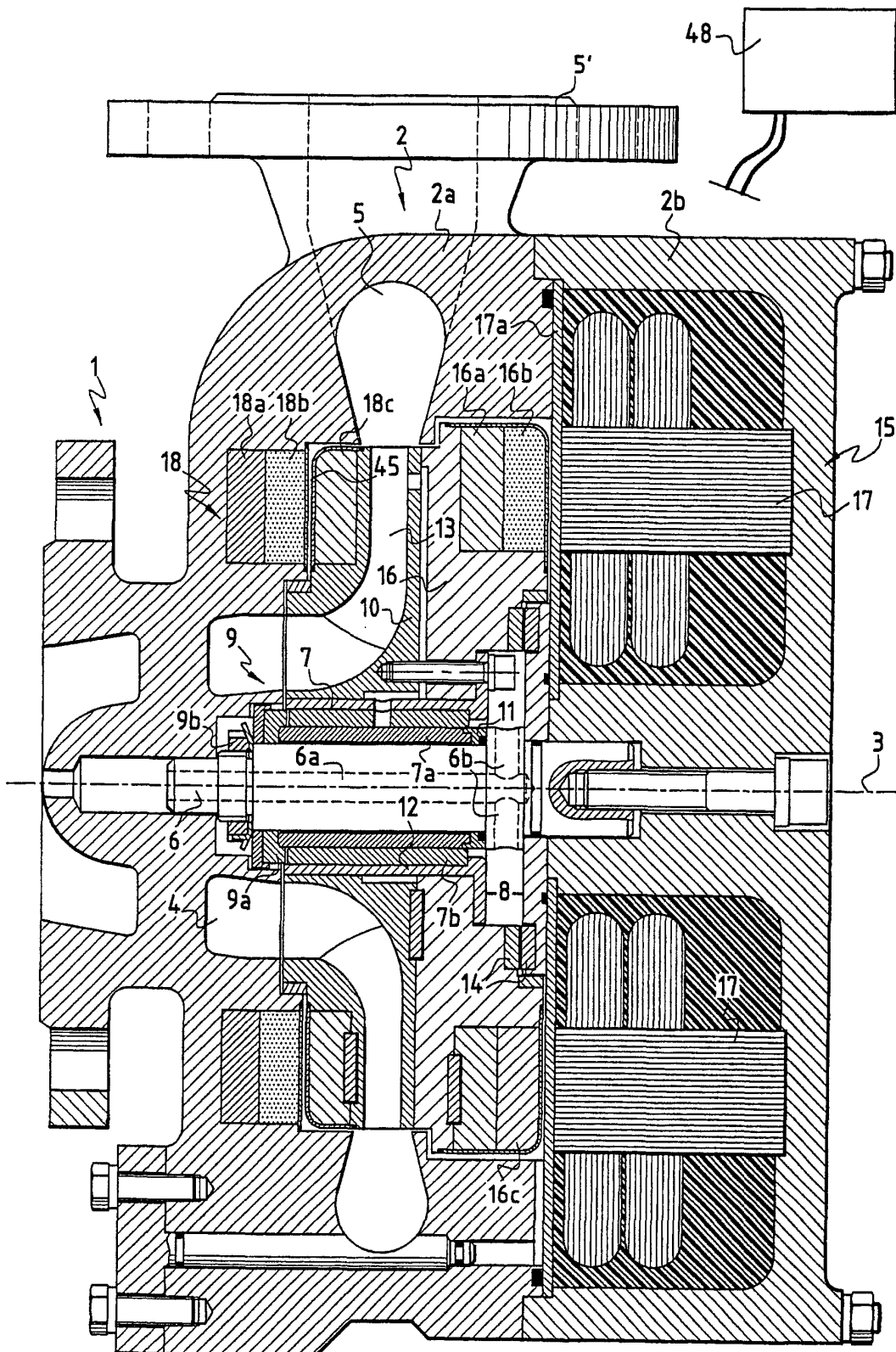


FIG.1

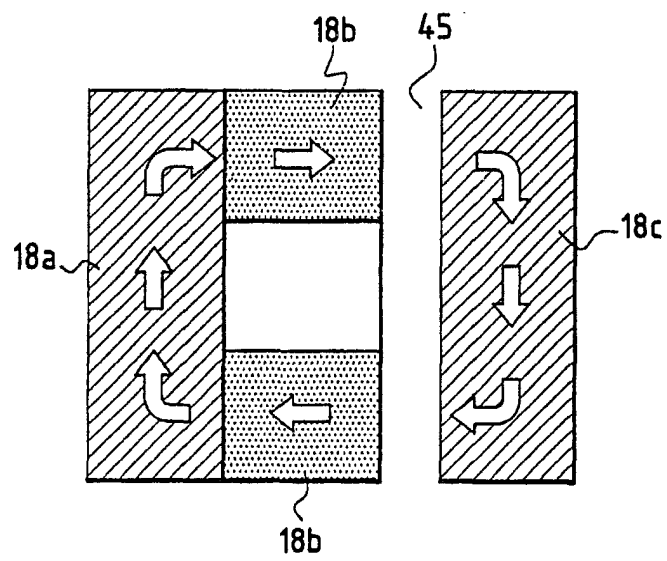


FIG. 2A

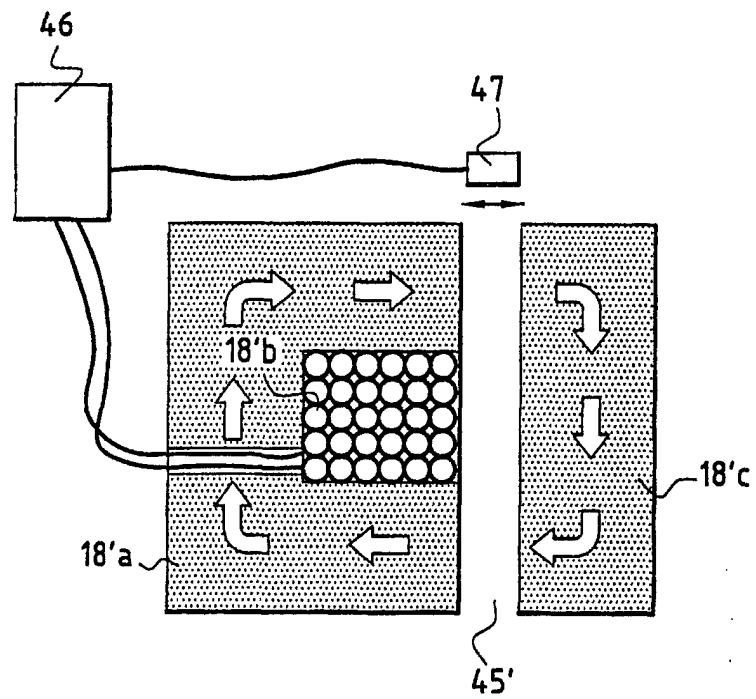


FIG. 2B

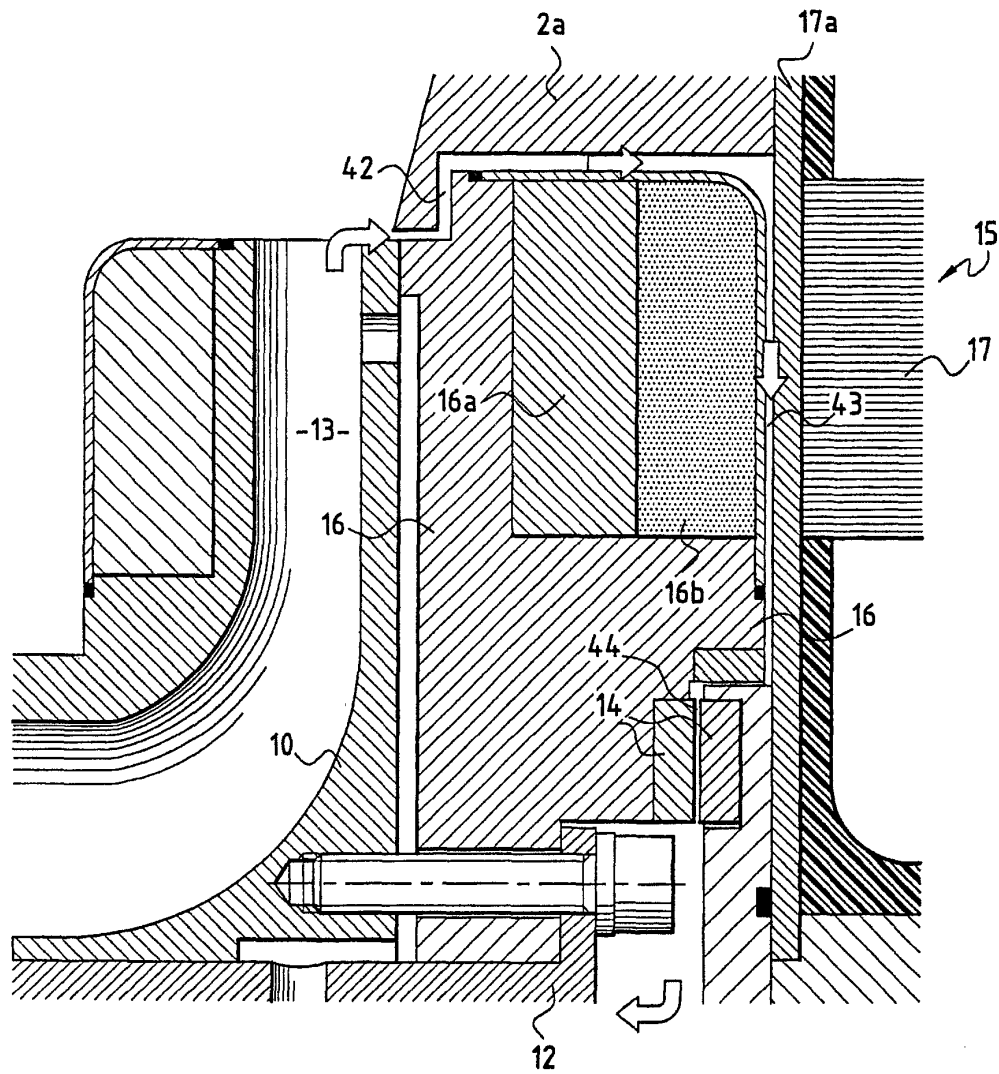


FIG.3

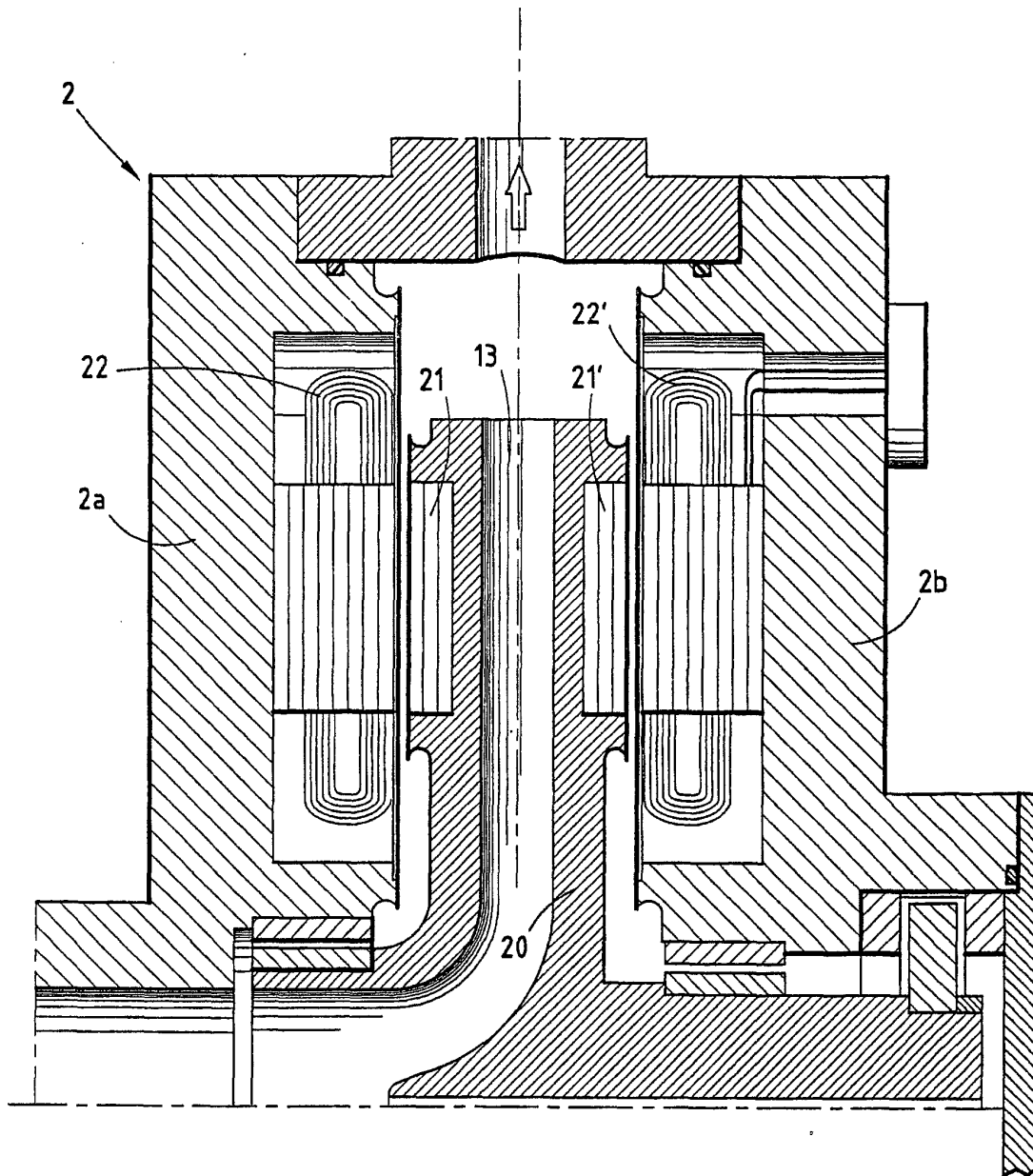


FIG. 4

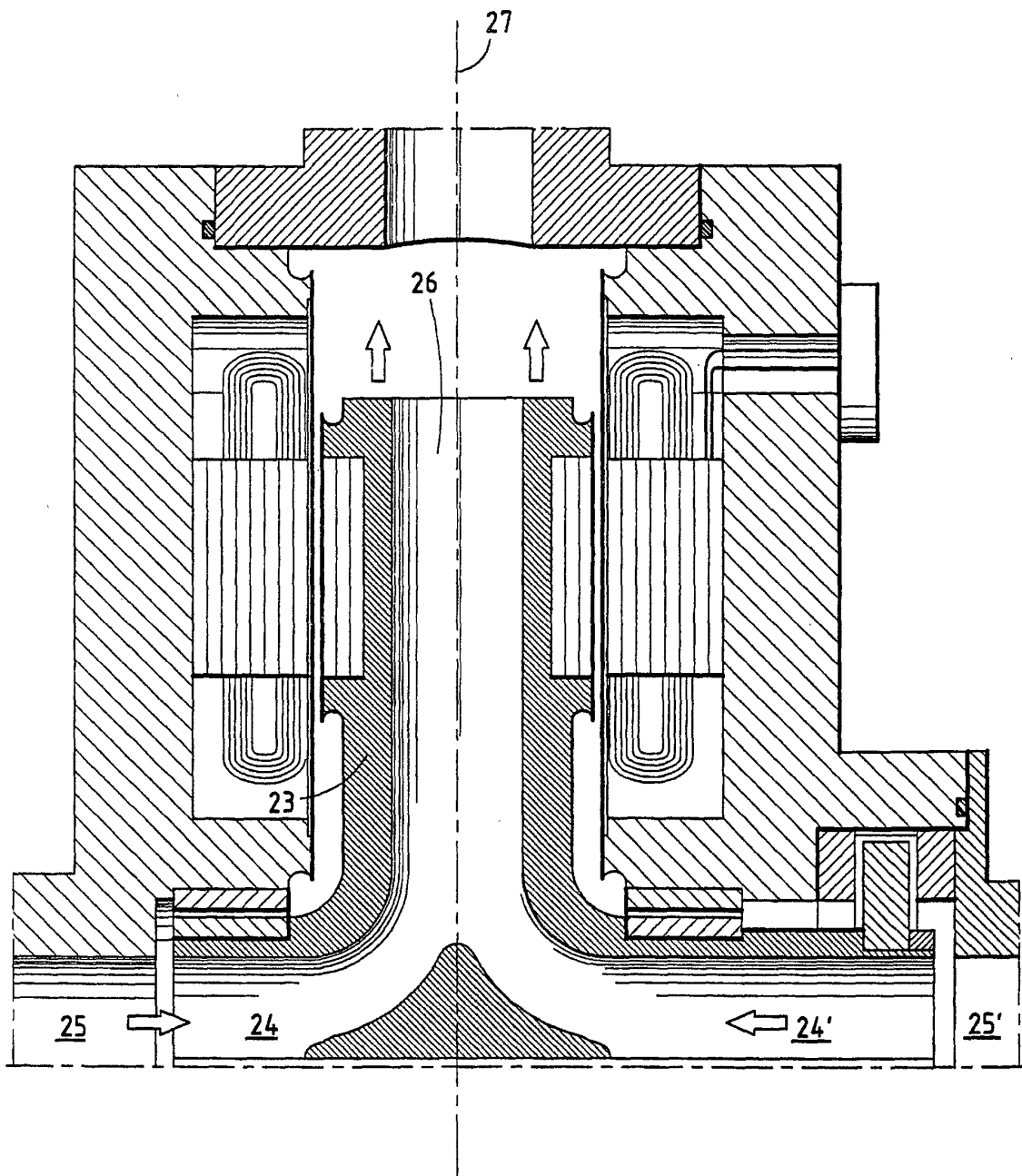


FIG.5

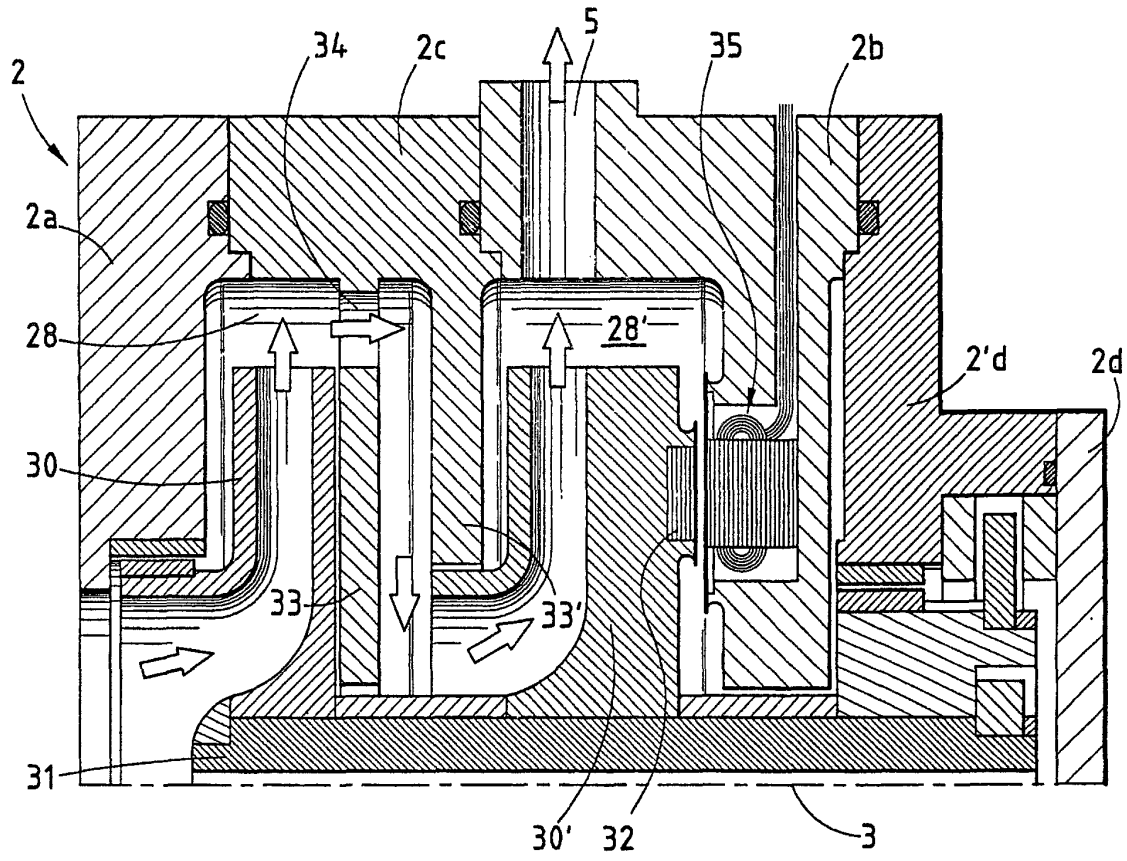


FIG.6

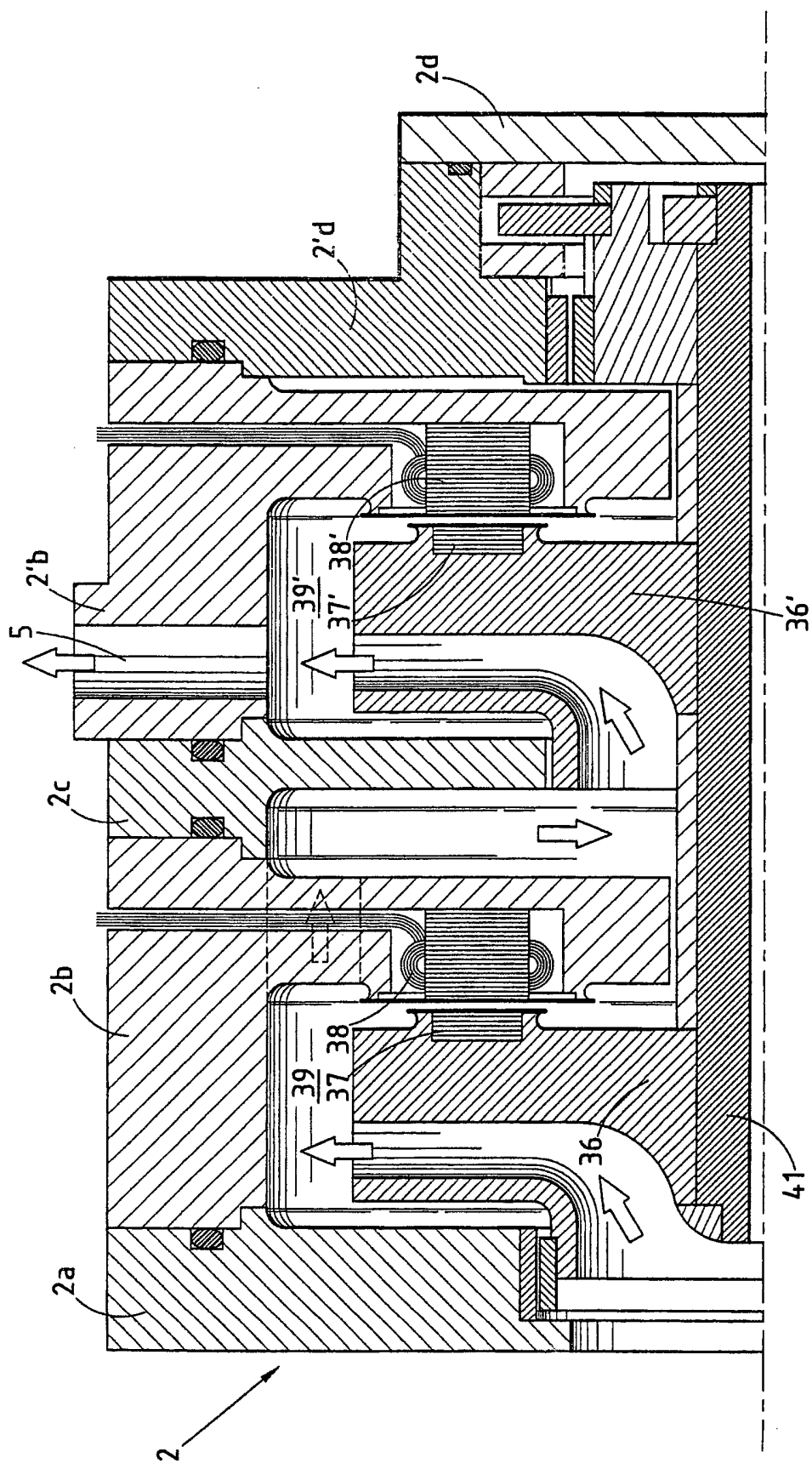


FIG.7

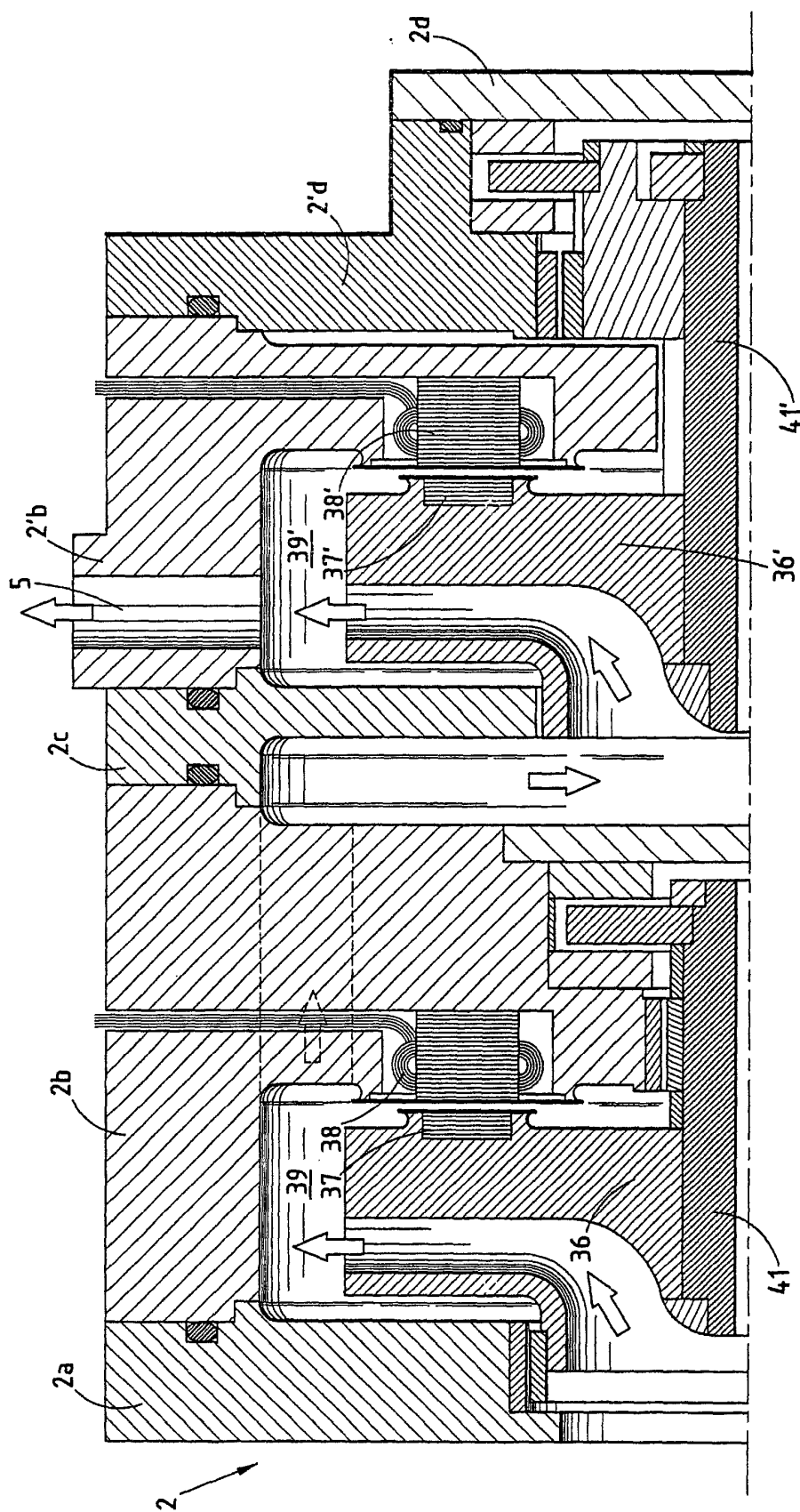


FIG.8