



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **92400245.4**

⑤① Int. Cl.⁵ : **F01D 11/04, F04D 29/12, F04D 25/02**

㉒ Date de dépôt : **30.01.92**

③① Priorité : **12.02.91 FR 9101579**

⑦② Inventeur : **Lefevre, Paul**
8, Chemin des Fourneaux
F-78310 Maurepas (FR)
 Inventeur : **Verneau, Alain**
4, Rue Montmorency
F-78310 Maurepas (FR)

④③ Date de publication de la demande :
19.08.92 Bulletin 92/34

⑧④ Etats contractants désignés :
DE GB IT NL

⑦④ Mandataire : **Ramey, Daniel et al**
Cabinet Ores 6 Avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

⑦① Demandeur : **BERTIN & CIE**
Zone Industrielle Boîte postale 3
F-78373 Plaisir Cédex (FR)

⑤④ **Machine tournante du type compresseur ou turbine pour la compression ou la détente d'un gaz dangereux.**

⑤⑦ Machine tournante du type compresseur ou turbine pour la compression ou la détente d'un gaz dangereux, par exemple toxique ou explosif, comprenant une enceinte fermée (30) formée à l'extérieur du stator autour d'un passage d'arbre (22) traversé par l'arbre (20) du rotor, cette enceinte étant délimitée par une cloche (26) et remplie de liquide sous pression, un joint mécanique d'étanchéité (42) du type humide, agencé entre l'arbre (20) du rotor et le stator à l'intérieur de celui-ci, des moyens (48) de pressurisation du liquide contenu dans ladite enceinte (30) et un accouplement magnétique (32, 34, 36, 40) de liaison de l'arbre (20) du rotor à un arbre extérieur (38).

L'invention permet d'éviter toute fuite de gaz dangereux de l'intérieur vers l'extérieur de la machine tournante.

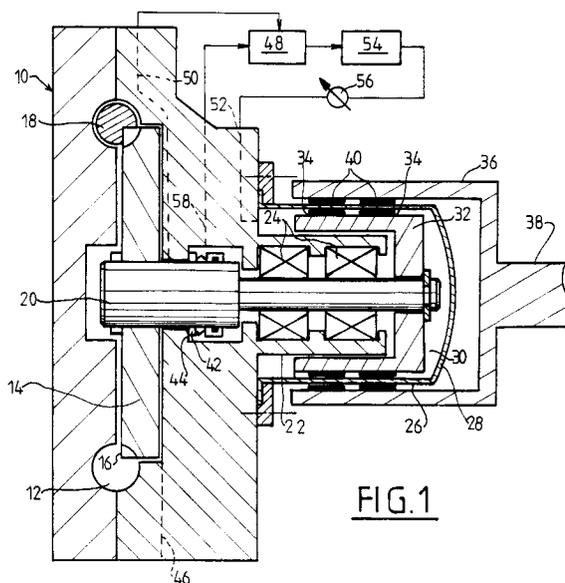


FIG.1

L'invention concerne une machine tournante du type compresseur ou turbine pour la compression ou la détente d'un gaz dangereux, par exemple toxique ou explosif.

De telles machines sont utilisées notamment dans l'industrie chimique, pour le traitement du gaz naturel, etc...

Comme cela est bien connu dans la technique, un compresseur ou une turbine comprend un stator dans lequel est formée une chambre annulaire de circulation de gaz, un rotor monté tournant dans cette chambre, un arbre rotatif sur lequel est fixé le rotor et qui s'étend à l'extérieur du stator à travers un passage d'arbre de celui-ci, et des paliers de guidage et de support de l'arbre qui sont montés dans ce passage d'arbre du stator.

L'arbre du rotor est relié, à l'extérieur du stator, à un autre arbre qui est menant dans le cas d'un compresseur ou mené dans le cas d'une turbine.

Lorsqu'une telle machine est utilisée pour le traitement d'un gaz dangereux, il est essentiel d'assurer et de maintenir dans le temps une étanchéité parfaite au gaz, visant notamment à interdire les fuites de gaz vers l'extérieur qui peuvent se produire le long de l'arbre du rotor.

L'invention a précisément pour but de résoudre ce problème de façon simple, efficace et peu coûteuse.

Elle propose, à cet effet, une machine tournante du type précité pour la compression ou la détente d'un gaz dangereux, par exemple toxique ou explosif, caractérisée en ce qu'elle comprend une cloche montée à étanchéité sur l'extérieur du stator autour dudit passage d'arbre et délimitant une enceinte fermée remplie de liquide, des moyens de pressurisation du liquide dans cette enceinte à une pression au moins égale ou légèrement supérieure à celle maximale du gaz dans la chambre annulaire du stator, des moyens d'étanchéité au liquide agencés dans ledit passage d'arbre entre l'arbre du rotor et le stator du côté de ladite chambre annulaire de circulation des gaz, ces moyens autorisant un très faible débit de fuite du liquide vers la chambre annulaire du stator, et des moyens de liaison de l'arbre du rotor à un deuxième arbre extérieur au stator, ces moyens comprenant un accouplement magnétique rotatif, qui peut être à aimants permanents dont les uns sont portés par l'arbre du rotor à l'intérieur de ladite cloche et dont les autres sont portés par le deuxième arbre à l'extérieur de la cloche.

L'invention permet donc d'assurer l'étanchéité voulue autour de l'arbre du rotor à la traversée du stator, en contrariant les fuites de gaz sous pression qui pourraient se produire le long de cet arbre, par une pression supérieure de liquide régnant à l'extérieur du stator dans une enceinte étanche entourant le passage d'arbre. Le faible débit de fuite de liquide autorisé entre ce passage d'arbre et la chambre annulaire

de circulation de gaz dans le stator évite une usure rapide des moyens d'étanchéité au liquide prévus dans le passage d'arbre et garantit leur durée de vie. Par ailleurs, l'accouplement magnétique assure une transmission de couple entre l'arbre du rotor et l'arbre extérieur au stator, sans traversée de la cloche délimitant l'enceinte étanche remplie de liquide.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la chambre annulaire du stator comporte des moyens de récupération du débit de fuite précité du liquide.

On évite ainsi que les gaz sortant de la machine selon l'invention comprennent des traces de liquide.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens d'étanchéité au liquide comprennent un joint mécanique humide, du type comprenant une pièce annulaire à surface dure, solidaire de l'arbre du rotor et appliquée à pression sur une pièce complémentaire solidaire du stator.

De tels moyens d'étanchéité sont relativement peu coûteux et utilisables avec une bonne efficacité jusqu'à des vitesses de rotation de l'ordre de 3000 à 3500 t/mn.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, le rotor est constitué d'au moins une roue de compresseur ou de turbine périphérique.

Les compresseurs et turbines périphériques sont bien connus dans la technique pour leur rendement élevé à vitesse de rotation moyenne, de l'ordre de 3000 tours par minute.

Comme les accouplements magnétiques ont également pour caractéristique d'assurer une bonne transmission jusqu'à des vitesses maximales de rotation de l'ordre de 3 à 4000 tours par minute, on constate que la machine selon l'invention est remarquablement homogène, ses composants essentiels (l'accouplement magnétique, le joint mécanique humide et la roue de compresseur ou de turbine périphérique) ayant des vitesses optimales de fonctionnement qui sont du même ordre.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens de pressurisation du liquide à l'intérieur de ladite cloche comprennent un multiplicateur de pression, dont une entrée est raccordée par une prise de pression à la chambre annulaire du stator, et dont la sortie est reliée à l'enceinte délimitée par ladite cloche.

Ce multiplicateur de pression peut être réglé à un rapport légèrement supérieur à 1 (par exemple 1,1), pour garantir que la pression du liquide dans la cloche sera toujours légèrement supérieure à celle du gaz dans la chambre annulaire du stator, en dépit d'éventuelles variations de cette pression de gaz.

Avantageusement, ces moyens de pressurisation du liquide font partie d'un circuit fermé de liquide, comprenant une pompe de circulation, un échangeur de chaleur pour le refroidissement du liquide et des passages de liquide débouchant respectivement à l'intérieur de ladite cloche et dans le passage d'arbre

du stator.

Cela permet notamment de maintenir la température du liquide à une valeur relativement constante.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, le stator comprend une chambre intermédiaire traversée par l'arbre du rotor et ménagée entre la chambre annulaire de circulation de gaz et le passage d'arbre précité, cette chambre intermédiaire étant limitée axialement par des garnitures sèches d'étanchéité, portées par l'arbre du rotor, des moyens étant prévus pour amener un gaz de barrage sous pression élevée dans cette chambre intermédiaire entre les garnitures sèches d'étanchéité, et un gaz de balayage sous faible pression dans un espace annulaire formé autour de l'arbre du rotor entre cette chambre intermédiaire et le passage d'arbre précité.

On assure ainsi l'étanchéité au liquide de la machine selon l'invention, et on évite tout mélange du liquide et du gaz circulant dans le stator, même en cas de défaut du joint mécanique humide.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'une machine selon l'invention;

la figure 2 est une vue schématique partielle en coupe axiale, à plus petite échelle, d'une variante de réalisation de cette machine.

La machine représentée à titre d'exemple en figure 1 est un compresseur périphérique, destiné au traitement d'un débit de gaz dangereux, par exemple toxique ou explosif.

De façon classique, ce compresseur comprend un stator 10, dans lequel est ménagée une chambre annulaire 12 de circulation de gaz. Un rotor 14, constitué d'une roue de compresseur périphérique, comporte des aubes 16 tournant dans la chambre annulaire 12 pour la mise en vitesse et la compression du gaz.

De façon classique dans un compresseur périphérique, un obturateur 18 est agencé dans la chambre annulaire 12, entre les débouchés d'un conduit d'amenée et d'un conduit de sortie de gaz (non représentés) formés dans le stator.

Le rotor 14 est monté sur une extrémité d'un arbre de rotation 20, qui traverse un passage d'arbre 22 présenté par le stator et qui est supporté et guidé dans ce passage d'arbre au moyen de paliers 24.

Une cloche 26, de forme cylindrique à fond bombé 28, est fixée de façon étanche à sa base sur le stator, à l'extérieur de celui-ci et autour du passage d'arbre 22, de façon à délimiter une enceinte étanche 30 dans laquelle sont logés le passage d'arbre 22, l'extrémité de l'arbre 20 sortant de ce passage d'arbre, et une pièce annulaire 32 solidaire de l'arbre 20 et portant sur sa surface périphérique extérieure

des aimants permanents 34, qui sont au voisinage immédiat de la paroi cylindrique de la cloche 26.

Cette pièce 32 et ces aimants permanents 34 font partie d'un accouplement magnétique, comprenant, à l'extérieur de la cloche 26, une pièce annulaire 36 solidaire d'un arbre moteur 38 coaxial à l'arbre 20 du rotor, des aimants permanents 40 étant prévus sur la surface périphérique interne de la pièce 36 en étant disposés en correspondance des aimants précités 34 et en étant séparés de ces derniers par la paroi cylindrique de la cloche 26.

La cloche 26 peut être réalisée en un alliage métallique tel que celui commercialisé sous la dénomination HASTELLOY, cet alliage étant de préférence amagnétique et non conducteur, et elle peut aussi être réalisée en un matériau composite, par exemple en fibres de carbone, pour éliminer les courants de Foucault dans l'accouplement magnétique.

L'enceinte étanche 30 délimitée par la cloche 26 est destinée à être remplie d'un liquide sous pression, dont l'une des fonctions est la lubrification des paliers 24. Ce liquide peut donc être de l'huile lorsque les paliers 24 sont des roulements à billes ou de l'eau lorsqu'on utilise des paliers 24 hydrodynamiques, ou tout autre liquide approprié.

A l'extrémité du passage d'arbre 22 située du côté de la chambre annulaire 12 de circulation de gaz, des moyens d'étanchéité au liquide sont agencés entre l'arbre 20 et le stator. Comme cela a été schématiquement représenté en figure 1, ces moyens d'étanchéité comprennent un joint mécanique humide, comportant une pièce annulaire 42 montée à étanchéité sur l'arbre 20 et entraînée en rotation par celui-ci, cette pièce annulaire 22 présentant une surface radiale dure appliquée à pression sur une surface radiale d'une pièce correspondante 44 du stator. Ce type de joint autorise un très faible débit de fuite de liquide en direction de la chambre annulaire 12 du stator, lorsque la pression du liquide est supérieure à la pression des gaz dans le stator. Eventuellement, des moyens de récupération de ce débit de fuite de liquide sont prévus dans le stator le long du rotor, comme indiqué en 46, si l'on veut réduire les traces de liquide présentes dans le gaz traité.

La pression du liquide dans l'enceinte 30 est régulée par des moyens de pressurisation, comprenant dans l'exemple représenté un multiplicateur de pression 48 dont une entrée est reliée à une prise de pression 50 située juste en aval du joint mécanique humide 42, 44 et dont la sortie est reliée à un conduit 52 formé dans le stator et débouchant à l'intérieur de la cloche 26. De préférence, le multiplicateur de pression 48 fait partie d'un circuit fermé de liquide, comprenant un échangeur de chaleur 54 monté en sortie du multiplicateur de pression et une pompe étanche 56 de circulation à entraînement magnétique.

L'entrée de liquide dans le multiplicateur de pression 48 est reliée à un conduit 58 débouchant dans le

passage d'arbre 22, en amont du joint mécanique humide 42.

Le fonctionnement de ce compresseur découle à l'évidence de ce qui précède.

L'arbre moteur 38 entraîné en rotation autour de son axe transmet un couple moteur à l'arbre 20 du rotor par l'intermédiaire de l'accouplement magnétique constitué par les pièces 32 et 36 et les aimants permanents 34 et 40. L'arbre 20 entraîné en rotation fait tourner les aubes 16 du rotor dans la chambre annulaire 12 du stator, pour la mise en vitesse et la compression du gaz dans cette chambre. La pression de gaz appliquée au multiplicateur de pression 48 détermine une pression de liquide légèrement supérieure dans la cloche 26. Cette pression supérieure de liquide s'oppose à toute pénétration de gaz dans le passage d'arbre 22 et provoque un très faible débit de fuite de liquide par le joint mécanique humide 42 vers la chambre annulaire 12, ce débit de fuite étant par exemple de l'ordre de 0,5 à 1 cm³ par heure. Eventuellement, ce débit de fuite peut être récupéré en 46 avant sa pénétration dans la chambre annulaire 12 de circulation du gaz.

Les vitesses de rotation maximales de l'accouplement magnétique, du joint mécanique humide 42 et de la roue de compresseur périphérique sont bien adaptées les unes aux autres (de l'ordre de 3000 à 4000 t/mn au maximum) et garantissent un fonctionnement optimal de l'ensemble.

L'échangeur de chaleur 54 permet de maintenir le liquide dans l'enceinte 30 à une température de l'ordre de 50 à 60°C au maximum. La pression du liquide est par exemple de 20 bars, lorsque la pression de gaz est de 18 bars environ dans l'enceinte annulaire 12.

Une variante de réalisation de ce compresseur a été représentée de façon partielle en figure 2.

Le compresseur de la figure 2 comprend les mêmes éléments que celui de la figure 1, à savoir un stator 10 à chambre annulaire 12 de circulation de gaz, dans laquelle tourne un rotor 14 constitué d'une roue de compresseur périphérique, monté sur un arbre 20 guidé et supporté par des paliers 24 logés dans un passage d'arbre 22 présenté par le stator. Comme dans le mode de réalisation précédent, le passage d'arbre 22 est entouré extérieurement par une cloche (non représentée) délimitant une enceinte étanche remplie de fluide sous pression, et un accouplement magnétique (non représenté) permet la transmission à l'arbre 20 d'un couple moteur. Un joint mécanique humide 42, semblable à celui représenté en figure 1, est prévu entre l'arbre 20 et le stator, à la sortie du passage d'arbre 22 orientée vers la chambre annulaire 12.

Dans cette variante de réalisation, une chambre intermédiaire 60 est ménagée dans le stator 10 entre cette sortie du passage d'arbre 22 et la chambre annulaire 12 de circulation de gaz. Cette chambre

intermédiaire 60 est limitée axialement par des garnitures d'étanchéité sèches 62 portées par l'arbre 20 et coopérant avec des surfaces radiales correspondantes 64 du stator 10. Un conduit 66 formé dans le stator 10 permet d'amener dans cette chambre intermédiaire 60 un gaz de barrage sous pression relativement élevée, supérieure à la pression du gaz dans la chambre annulaire 12, ce gaz de barrage étant compatible avec le gaz circulant dans le stator et pouvant être lui-même dangereux.

Par ailleurs, un autre conduit 68 formé dans le stator 10 permet d'amener un gaz de balayage sous pression relativement faible, dans l'espace annulaire 70 ménagé dans le stator autour de l'arbre 20, entre la chambre intermédiaire 60 et l'extrémité correspondante du passage d'arbre 22 où se trouve situé le joint mécanique humide 42.

La chambre intermédiaire 60 et cet espace annulaire 70 sont reliés à l'extérieur du stator par des conduits de sortie de gaz 72 et 74 respectivement.

Ces conduits de sortie 72 et 74 sont reliés à des moyens de reprise de gaz, menant par exemple à des moyens de combustion, tels qu'une torchère ou analogue.

En fonctionnement, le gaz de barrage sous pression relativement élevé, qui est amené dans la chambre intermédiaire 60 par le conduit 66, peut fuir d'un côté vers la chambre annulaire 12 de circulation de gaz et de l'autre côté dans l'espace annulaire 70 entourant l'extrémité du passage d'arbre 22 et le joint mécanique humide 42. Le gaz de balayage amené dans cet espace annulaire 70 par le conduit 68 permet d'évacuer, par le conduit de sortie 74, le débit de fuite de gaz de barrage et le débit de fuite de liquide arrivant dans cet espace annulaire 70. Les gaz sortant de la chambre intermédiaire 60 par le conduit 72 et de l'espace annulaire 70 par le conduit 74 sont ensuite, par exemple, conduits à une torchère ou autre moyen de combustion approprié.

Dans cette variante de réalisation de la figure 2, un défaut du joint mécanique humide 42 n'a pas d'incidence sur le fonctionnement du compresseur, le gaz de barrage amené dans la chambre intermédiaire 60 s'opposant à tout passage de liquide vers la chambre annulaire 12 de circulation de gaz.

La sortie 72 de gaz de barrage peut être supprimée, le gaz de barrage fuyant alors d'un côté vers la chambre annulaire 12 et de l'autre côté vers l'espace annulaire 70.

Revendications

1. Machine tournante du type compresseur ou turbine pour la compression ou la détente d'un gaz dangereux, par exemple toxique ou explosif, comprenant un stator (10) dans lequel est formée une chambre annulaire (12) de circulation du gaz,

- un rotor (14) monté tournant dans ladite chambre, un arbre rotatif (20) sur lequel est fixé le rotor et qui s'étend à l'extérieur du stator à travers un passage d'arbre (22) de celui-ci, des paliers (24) de guidage et de support de l'arbre, montés dans ledit passage d'arbre du stator, et des moyens de liaison de l'arbre (20) à un deuxième arbre (38), extérieur au stator et qui est menant dans le cas d'un compresseur ou mené dans le cas d'une turbine, caractérisée en ce qu'elle comprend une cloche (26) montée à étanchéité sur l'extérieur du stator (10) autour dudit passage d'arbre (22) et délimitant une enceinte fermée (30) remplie de liquide, des moyens (48) de pressurisation du liquide dans l'enceinte (30) à une pression au moins égale ou légèrement supérieure à la pression maximum du gaz dans la chambre annulaire (12) du stator, des moyens (42) d'étanchéité au liquide, agencés dans ledit passage d'arbre (22) entre l'arbre du rotor et le stator du côté de ladite chambre annulaire (12) de circulation du gaz et autorisant un très faible débit de fuite du liquide vers la chambre annulaire (12), les moyens de liaison précités comprenant un accouplement magnétique rotatif.
2. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'accouplement magnétique est à aimants permanents dont les uns (34) sont portés par l'arbre du rotor à l'intérieur de ladite cloche (26) et dont les autres (40) sont portés par le deuxième arbre (38) à l'extérieur de la cloche (26).
 3. Machine selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le stator comprend des moyens (46) de récupération du débit de fuite de liquide.
 4. Machine selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que lesdits moyens d'étanchéité au liquide comprennent un joint mécanique humide du type comprenant une pièce annulaire (42) à surface dure solidaire de l'arbre (20) et appliquée à pression sur une pièce complémentaire (44) solidaire du stator.
 5. Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rotor comporte au moins une roue de compresseur ou de turbine périphérique.
 6. Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que sa vitesse de rotation est limitée à une valeur maximale de l'ordre de 3000 à 3500 t/mn.
 7. Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite cloche (26) est réalisée en alliage amagnétique et non conducteur ou en matériau composite par exemple à fibres de carbone.
 8. Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les moyens de pressurisation du liquide comprennent un multiplicateur de pression (48) dont une entrée est raccordée par une prise de pression (50) à la chambre annulaire (12) du stator et dont la sortie est reliée à l'enceinte (30) délimitée par ladite cloche.
 9. Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les moyens (48) de pressurisation du liquide font partie d'un circuit fermé de liquide, comprenant une pompe de circulation (56), un échangeur de chaleur (54) pour le refroidissement du liquide, et des passages de liquide (52, 58) débouchant à l'intérieur de ladite cloche (26) et dans le passage d'arbre (22) respectivement.
 10. Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le stator (10) comprend une chambre intermédiaire (60) traversée par l'arbre (20) du rotor et ménagée entre la chambre annulaire (12) de circulation de gaz et le passage d'arbre (22) précité, cette chambre intermédiaire (60) étant limitée axialement par des garnitures sèches d'étanchéité (62) portées par l'arbre (20) du rotor, des moyens étant prévus pour amener un gaz de barrage sous pression relativement élevée dans cette chambre annulaire (60) entre lesdites garnitures sèches d'étanchéité, et un gaz de balayage sous pression relativement faible dans un espace annulaire (70) formé autour de l'arbre (20) du rotor entre ladite chambre intermédiaire (60) et le passage d'arbre (22).
 11. Machine selon la revendication 10, caractérisée en ce que cet espace annulaire (70) est relié par un conduit (74) de sortie de gaz à des moyens de reprise de gaz, menant par exemple à des moyens de combustion.

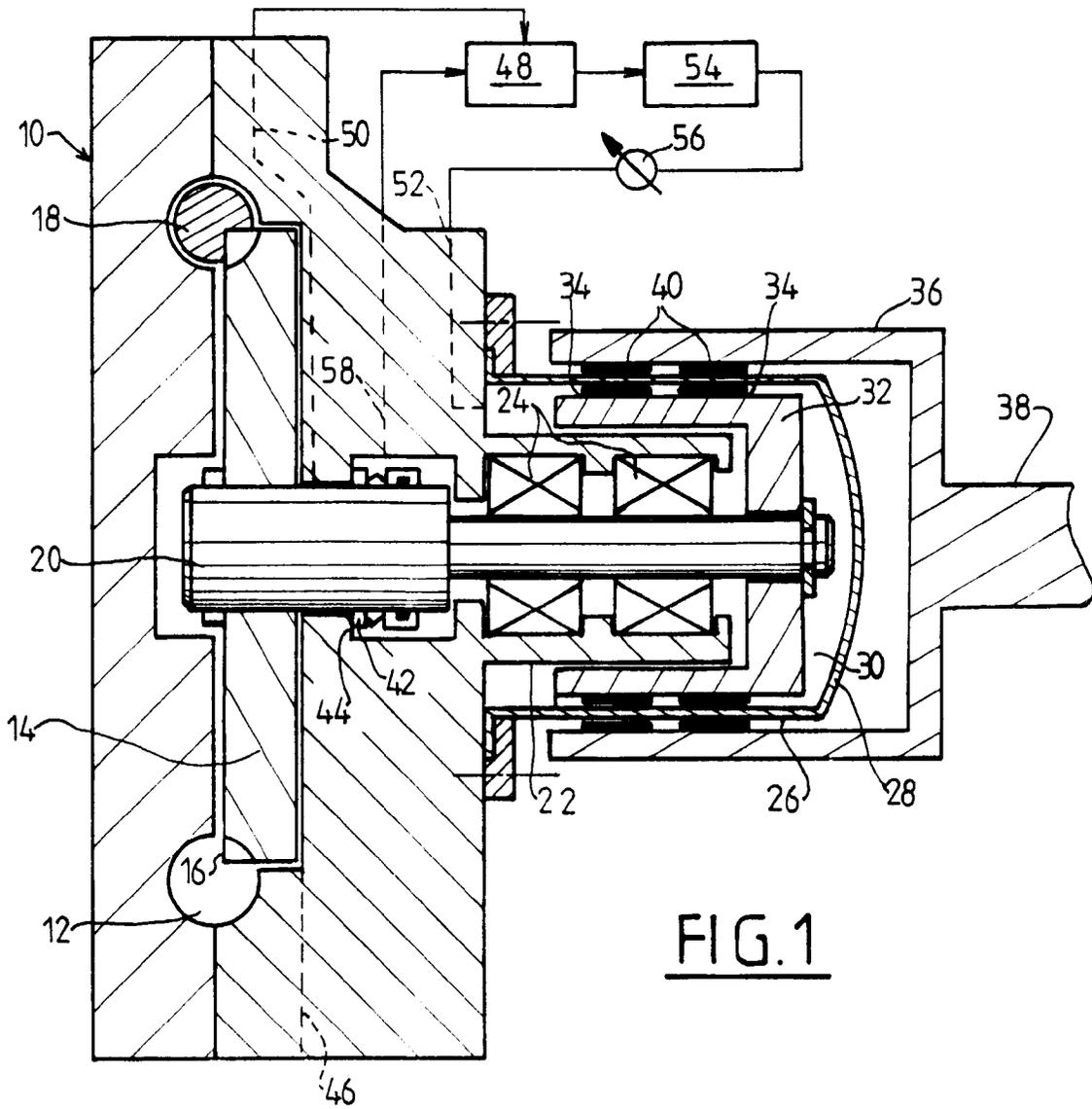


FIG. 1

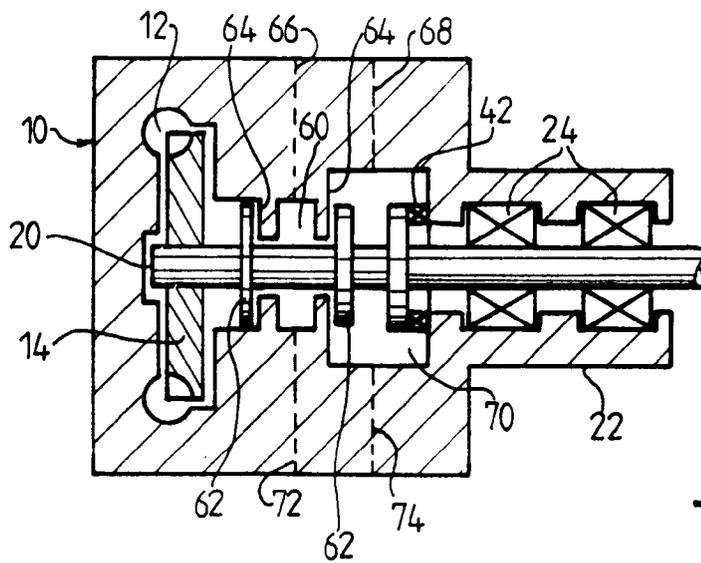


FIG. 2

Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 0245

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	CH-A-380 283 (SULZER) * le document en entier * ---	1-3, 5, 7-11	F01D11/04 F04D29/12 F04D25/02
Y	WORLD PUMPS. no. 4, Avril 1984, MORDEN GB pages 175 - 178; KNORR-SCHILLINGER: 'PERMANENT MAGNET DRIVES FOR PUMPS AND AGITATORS' * le document en entier * ---	1-3, 5, 7-11	
Y	US-A-2 457 880 (EDWARDS) * le document en entier * ---	1-3, 5, 7-11	
X	EP-A-0 344 532 (EKATO) * le document en entier * ---	1-4, 7-11	
A	FR-A-1 197 413 (SULZER) * le document en entier * ---	1, 3, 5, 9-11	
A	US-A-3 831 381 (SWEARINGEN) * le document en entier * ---	1, 3-5, 8-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	US-A-3 539 270 (DERRICKSON) ---		F01D F04D
A	US-A-4 722 663 (SWEARINGEN) ---		
A	FR-A-762 483 (ANDRIEU) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07 MAI 1992	Examineur IVERUS D.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date 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			

EPO FORM 1500 (03.82) (P/0402)