

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 222 262
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 86115043.1

(51) Int. Cl.⁴: F04D 29/12

(22) Date de dépôt: 29.10.86

(30) Priorité: 08.11.85 FR 8516595

(43) Date de publication de la demande:
20.05.87 Bulletin 87/21(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT(71) Demandeur: EG & G SEALOL: Société à
Responsabilité Limitée dite
18ter, rue des Osiers Coignieres
F-78310 Maurepas (Yvelines)(FR)(72) Inventeur: Villeneuve, Michel
26, rue du Coquet
F-27950 Saint Marcel(Eure)(FR)(74) Mandataire: Simonnot, Bernard et al
Cabinet Simonnot 49, Rue de Provence
F-75442 Paris Cédex 09(FR)

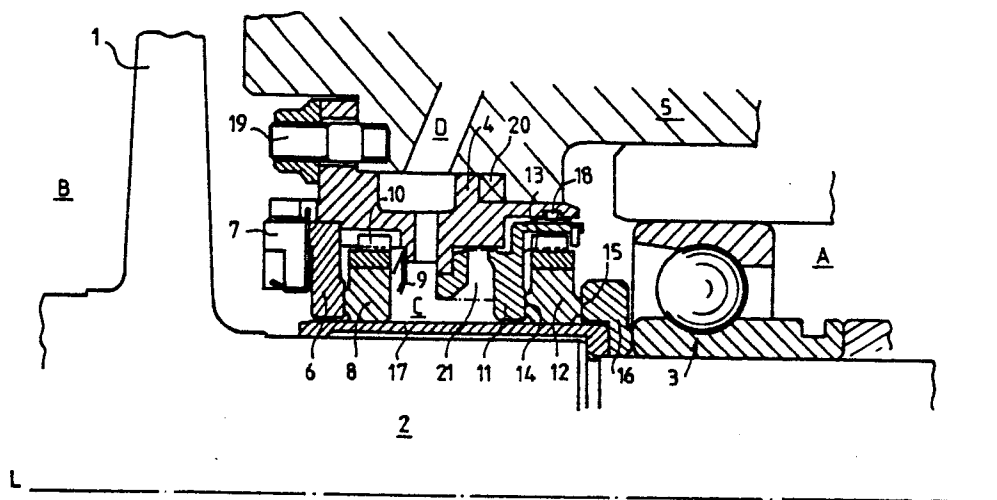
(54) Dispositif d'étanchéité de turbopompe.

(57) L'invention a trait au domaine des dispositifs d'étanchéité.

Le dispositif selon l'invention, pour une turbopompe de propergol liquide, est essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend un boîtier (4) définissant une cavité (C) pour un gaz de mise sous pression, délimitée du côté de la turbine par une bague d'appui (6) qui lui est solidarisée, au contact d'une première bague d'étanchéité immobilisée en rotation (8, 22) et, du côté de la pompe, par une coquille (11) rapportée dont une face (15) est au contact d'une seconde bague d'étanchéité (12) flottante immobilisée en rotation, elle-même prenant appui sur une bague de friction (16) solidaire de l'arbre, lesdites bagues étant montées sur une douille (17) concentrique audit arbre, la coquille étant en outre reliée à la cavité par un soufflet (21).

Application à l'alimentation en propergol liquide de moteur-fusée.

FIG.1



EP 0 222 262 A1

Dispositif d'étanchéité de turbopompe.

La présente invention concerne un dispositif d'étanchéité de turbopompe, plus particulièrement destiné à équiper les ensembles d'alimentation en propergol liquide des moteurs de fusées.

On sait que les moteurs fusée modernes à propergols liquides, habituellement l'oxygène et l'hydrogène, sont équipés de pompes destinées à véhiculer depuis les réservoirs jusqu'à la chambre de combustion avec une pression et un débit donnés, le carburant (hydrogène liquide) et le comburant (oxygène liquide). Ces pompes sont entraînées directement ou par l'intermédiaire d'une boîte d'engrenages par une turbine fonctionnant à partir de gaz de combustion fournis par un générateur de gaz ou une préchambre de combustion. L'arbre commun à la pompe et à la turbine est supporté par des paliers ou roulements habituellement lubrifiés par une circulation d'hydrogène dont tout ou partie est évacué pendant le fonctionnement du moteur vers le compartiment turbine.

Qu'il s'agisse d'une turbine entre deux paliers ou en porte à faux, à un seul palier, il y a lieu d'incorporer entre le palier et la turbine un moyen d'étanchéité ayant un double rôle :

15 a) Période de mise en froid :

Il s'agit de la période précédant le démarrage du moteur où la turbopompe est mise au contact des ergols à très basse température et sous une pression relativement faible, voisine de celle des réservoirs, de façon que lors de la mise en rotation un régime thermique proche de celui du fonctionnement soit déjà établi.

Pendant cette phase, le moyen d'étanchéité doit, pour des raisons de sécurité, isoler de façon parfaite les ergols, particulièrement l'hydrogène, du compartiment turbine.

Si cette fonction n'est pas assurée, l'hydrogène s'accumule au niveau du moteur ou dans l'espace interétage s'il s'agit d'un moteur utilisé dans un des étages supérieurs du lanceur, et il y a fort risque d'explosion lors de l'allumage du moteur.

b) Fonctionnement :

Pendant toute la durée du fonctionnement du moteur, le moyen d'étanchéité doit permettre l'évacuation de l'hydrogène traversant les paliers vers le compartiment turbine et il doit de plus, dans certains systèmes de lubrification, fixer le débit d'hydrogène à une valeur prédéterminée nécessaire au bon fonctionnement des paliers.

De ce qui précède, il ressort que le moyen d'étanchéité turbine est particulièrement critique et sa conception doit donc permettre un fonctionnement sûr et fiable.

Les moyens d'étanchéité actuellement mis en oeuvre sont de plusieurs types :

- labyrinthes
- joints faciaux à contact
- joints faciaux rétractables
- bagues flottantes
- joints segmentés.

Les moyens élémentaires cités ci-dessus sont utilisés en montage simple, ou bien il est fait appel à diverses combinaisons de deux ou plus d'entre eux. Certains montages sont pressurisés, d'autres font appel à des effets hydrodynamiques.

Le dispositif selon la présente invention met en oeuvre certains des moyens élémentaires ci-dessus, dans un nouvel agencement permettant d'obtenir des performances supérieures par rapport aux combinaisons existantes, en particulier :

- pas de possibilité de fuite d'hydrogène vers la turbine pendant la mise en froid,
- consommation réduite du gaz de pressurisation,
- contrôle de débit d'hydrogène vers la turbine,
- durée de vie accrue,
- encombrement et masse réduits,
- plus grande fiabilité.

Conformément à l'invention, et selon une forme de réalisation préférée, le dispositif d'étanchéité est monté dans un boîtier concentrique à l'arbre rotatif entre la turbine et la pompe proprement dite, ledit boîtier définissant une cavité pour un gaz de mise sous pression, délimitée du côté de la turbine par une bague d'appui qui lui est solidarisée, au contact d'une première bague flottante immobilisée en rotation et, du côté de la pompe, par une coquille rapportée dont une face est au contact d'une seconde bague flottante immobilisée en rotation, elle-même prenant appui sur une bague de friction solidaire de l'arbre, lesdites bagues étant montées sur une douille concentrique audit arbre, la coquille étant en outre reliée à la cavité par un soufflet.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre de formes possibles de réalisation, faite en regard des dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 représente une vue schématique en coupe du dispositif selon l'invention dans sa première forme de réalisation ;

la figure 2 représente un schéma simplifié du dispositif selon la figure 1 illustrant les diamètres permettant d'obtenir les meilleurs résultats ;

les figures 3 et 4 représentent des schémas illustrant les conditions de fonctionnement du dispositif ; et

la figure 5 représente une vue schématique en coupe d'une variante du dispositif selon la figure 1.

Sur ces dessins, les mêmes références désignent les mêmes éléments.

En se référant à la figure 1, une turbine 1 est montée à la rotation sur un arbre 2 d'axe longitudinal L-L entraînant une pompe (non représentée) et comportant un palier tel qu'un roulement à bille 3. Le dispositif d'étanchéité comprend un boîtier 4 inclus dans un carter général 5. Le boîtier 4 définit une cavité C pour un gaz de mise sous pression par un conduit D, comme ce sera expliqué ci-après, elle-même délimitée selon l'agencement suivant :

-du côté de la turbine 1 par une bague d'appui 6 maintenue dans le boîtier, par exemple par un écrou 7, sur laquelle prend appui une première bague flottante 8 avec sollicitation par l'intermédiaire par exemple d'un ressort 9, ladite bague 8 étant constituée d'un anneau de carbone serré dans une frette métallique immobilisée en rotation par engagement d'ergots 10 de la frette dans des logements correspondants du boîtier;

-du côté de u palier 3 de la pompe, par une coquille rapportée 11 dans laquelle est disposée une seconde bague flottante 12 du même type que la précédente et, de la même manière, immobilisée en rotation par engagement d'ergots 13 de sa frette dans des logements correspondants de la coquille 11 ; la bague flottante 12 prend appui par une face de contact 14 sur la coquille 11 et, d'autre part, elle peut également prendre appui par une surface de contact 15 sur une bague de friction 16 solidaire de l'arbre 2.

Comme mentionné plus haut, les deux bagues flottantes 8, 12 et la bague d'appui 6 ainsi que la bague de friction 16 sont montées autour d'une douille 17 concentrique à l'arbre 2. De manière avantageuse, un amortisseur de vibrations 18 est intercalé entre la coquille 11 et son logement du boîtier 4, afin d'empêcher toute amplification des vibrations engendrées pendant le fonctionnement. L'ensemble du dispositif, c'est-à-dire le boîtier 4, est fixé sur le carter général 5 par tout moyen approprié, par exemple des ensembles goujons-écrous 19, un joint statique 20 assurant l'étanchéité par rapport au carter.

La seconde bague flottante 12 étant destinée à pouvoir présenter un jeu dans le sens longitudinal et à être suivie selon la face de contact 14 par la coquille 11, comme ce sera mieux expliqué ci-après, cette dernière est rendue solidaire du boîtier par l'intermédiaire d'un soufflet métallique 21 garantissant la continuité de l'enceinte C et empêchant tout passage de fluide. Le soufflet 21 assure en outre, de par sa raideur et une précompression au montage, un effort initial de contact coquille/bague flottante 12/bague de friction 16.

Pour le fonctionnement du dispositif tel que décrit ci-dessus, il y a lieu de distinguer trois phases, à savoir, la période de mise en froid, une période transitoire et la période de fonctionnement proprement dite.

En se référant aux figures 2 à 4, la configuration du dispositif pendant la mise en froid est représentée sur la figure 3.

La cavité C est pressurisée, de façon habituelle, par de l'hélium gazeux (GHe), à une pression P_c telle que la force tendant à mettre en contact la bague côté palier 12 avec sa bague de friction 16 soit supérieure à la force tendant à la séparer :

$$P_c \times (\varnothing_1^2 - \varnothing_3^2) > P_A \times (\varnothing_1^2 - \varnothing_5^2)$$

expression dans laquelle : $\varnothing_1$, $\varnothing_3$, $\varnothing_5$ sont respectivement les diamètres de la cavité, de l'arête intérieure de la surface 14 et de l'arête extérieure de la surface 15 ; et P_A est la pression de l'hydrogène au niveau de la pompe. Il y a lieu de noter qu'on a également représenté sur la figure 2 les diamètres $\varnothing_{20}$ de l'arête extérieure de la surface 14 et $\varnothing_4$ de l'arête intérieure de la surface 15.

Si P_c est imposé, on détermine $\varnothing_3$ et $\varnothing_5$ de façon que l'inégalité ci-dessus soit respectée.

Afin de maintenir dans tous les cas de fonctionnement le contact entre la bague 12 et la coquille 11 on doit également assurer :

$$\varnothing_2 > \varnothing_5$$

L'étanchéité avec la cavité A du palier est assurée par le soufflet métallique 21 et les contacts (surfaces rodées par exemple) entre la coquille 11, la bague 12 et la bague d'appui 16.

Afin d'éviter toute fuite, ne serait-ce que minime, du palier 3 vers la cavité C, une deuxième condition est imposée à la pressurisation (fuite depuis C vers le palier) :

$$P_c > P_A$$

Ainsi, la fuite du gaz de pressurisation, donc sa consommation, est quasi nulle côté palier.

Côté turbine, la bague 8 limite la consommation de gaz de pressurisation (fuite débit Q_{He} vers la cavité turbine B).

Pendant la phase transitoire, on met la turbine 2 en rotation jusqu'à sa pleine vitesse de fonctionnement, la pression turbine P_B augmente depuis le vide partiel (cas de moteur d'étages supérieurs de lanceurs) ou la pression atmosphérique normale (cas d'un premier étage) ainsi que la pression palier.

Au cours de la phase transitoire la pressurisation est coupée et le soufflet 21 se rétracte, annulant le contact entre bague 12 et bague de friction 16.

La configuration du dispositif pendant la phase de fonctionnement est représentée sur la figure 4.

Le soufflet 21 est comprimé et la coquille 11 en appui sur le boîtier, ménageant entre bague et bague d'appui un jeu J.

La pressurisation étant coupée et la pression turbine P_B inférieure à la pression palier P_A , un débit Q'_{LH2} s'établit du palier 3 vers la turbine 2.

Le dispositif d'étanchéité se comporte alors comme un système à deux bagues en série, la pression P_c s'établissant à une valeur comprise entre P_A et P_B .

Il s'agit donc d'un système sans contact entre parties stationnaires et parties tournantes, ce qui a comme avantages :

- réduction de la puissance absorbée
- suppression des frottements donc de l'usure (durée de vie accrue)
- meilleure fiabilité.

Dans le cas où le système doit fixer le débit d'hydrogène vers la turbine, un jeu "e" entre bague 12 et douille 17 est déterminé en conséquence.

La consommation du gaz de pressurisation est particulièrement critique et doit être réduite au maximum pour les raisons suivantes :

- économiques : consommation sol
- réduction masse embarquée : consommation vol

(après commutation pressurisation sol/vol)

Côté palier, la consommation pressurisation est quasi nulle comme indiqué plus haut, c'est donc côté turbine qu'il faut agir si l'on veut aller plus loin dans la réduction de la consommation.

Pour cela on peut utiliser en remplacement de la bague 8 une bague segmentée 22 (fig. 5) qui assure un contact à la fois sur la bague d'appui 6 et sur la douille 17 pendant la mise en froid, l'ordre de grandeur de la fuite étant alors dix fois inférieur à celle obtenue avec la bague. Comme dans le cas de la bague 8, la bague segmentée 22 est sollicitée au contact de la bague d'appui 6 par un ressort 23.

En fonctionnement, cette bague segmentée 22 doit être refroidie. Elle doit donc être à effet hydrodynamique de façon que les segments décollent de la douille sous l'action de la rotation, ménageant ainsi un jeu entre bague et douille qui autorise un débit d'hydrogène. L'absence de contact en fonctionnement réduit la puissance absorbée et permet le refroidissement.

La réduction de la consommation peut également être obtenue en utilisant une deuxième bague en série avec la première (8).

Afin d'obtenir encore une augmentation de la fiabilité, on peut adjoindre au dispositif un ou deux labyrinthes 24, 25 en aval des bagues d'appui et de friction, 6 et 16 qui limitent le débit d'hydrogène pendant le fonctionnement en cas de défaillance des bagues.

La perte de pressurisation est également à envisager en tant que défaillance particulièrement critique dans le cas d'un étage supérieur d'un lanceur.

Les conséquences d'une perte de pressurisation sont minimisées en définissant le soufflet 21 de façon que son effort initial F_R que provoque sa raideur soit supérieur à la force d'ouverture provoquée par la pression palier, selon l'expression :

$$F_R + P_C' \times \frac{\pi}{4} (\varnothing_1^2 - \varnothing_3^2) < P_A' \times \frac{\pi}{4} (\varnothing_1^2 - \varnothing_5^2)$$

Revenant à la figure 5, il y a lieu de noter que parmi les avantages de la bague segmentée 22, on peut citer le fait que celle-ci est en permanence au contact de la bague 6 et de la douille 17, quelles que soient les variations en dimensions dues aux gradients de température.

Il est bien entendu que la présente invention n'a été décrite et représentée qu'à titre explicatif mais nullement limitatif et qu'on pourra y apporter toute modification utile, notamment dans le domaine des équivalences techniques, sans sortir de son cadre.

Revendications

10

1. Dispositif d'étanchéité de turbopompe pour propergol liquide, du type comportant au moins une bague flottante, monté dans un boîtier (4) concentrique à l'arbre rotatif (2) entre la turbine (1) et la pompe - (A), caractérisé par le fait que ledit boîtier définit une cavité (C) pour un gaz de mise sous pression, délimitée du côté de la turbine par une bague d'appui (6) qui lui est solidarisée, au contact d'une première bague d'étanchéité immobilisée en rotation (8, 22) et, du côté de la pompe, par une coquille (11) rapportée dont une face (15) est au contact d'une seconde bague d'étanchéité (12) flottante immobilisée en rotation, elle-même prenant appui sur une bague de friction (16) solidaire de l'arbre, lesdites bagues étant montées sur une douille (17) concentrique audit arbre, la coquille étant en outre reliée à la cavité par un soufflet (21).

15

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le boîtier est fixé sur un carter (5) par l'intermédiaire d'un joint statique (20).

20

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'un amortisseur de vibration (18) est intercalé entre la coquille et le boîtier.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que la première bague d'étanchéité du côté de la turbine est constituée par une bague flottante (8) montée sur la douille - (17) et sollicitée par un ressort (9) au contact de la bague d'appui (6).

25

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que la première bague d'étanchéité du côté de la turbine est constituée par une bague à segments (22) sollicitée par un ressort (23) au contact de la bague d'appui (6).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'au moins la coquille (11) ou la bague d'appui (6) est prolongée en aval de la pompe (A) par un labyrinthe (24,25).

30

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que le fluide pompé est l'hydrogène et que le gaz de mise en pression de la cavité (C) est l'hélium.

35

40

45

50

55

FIG. 1

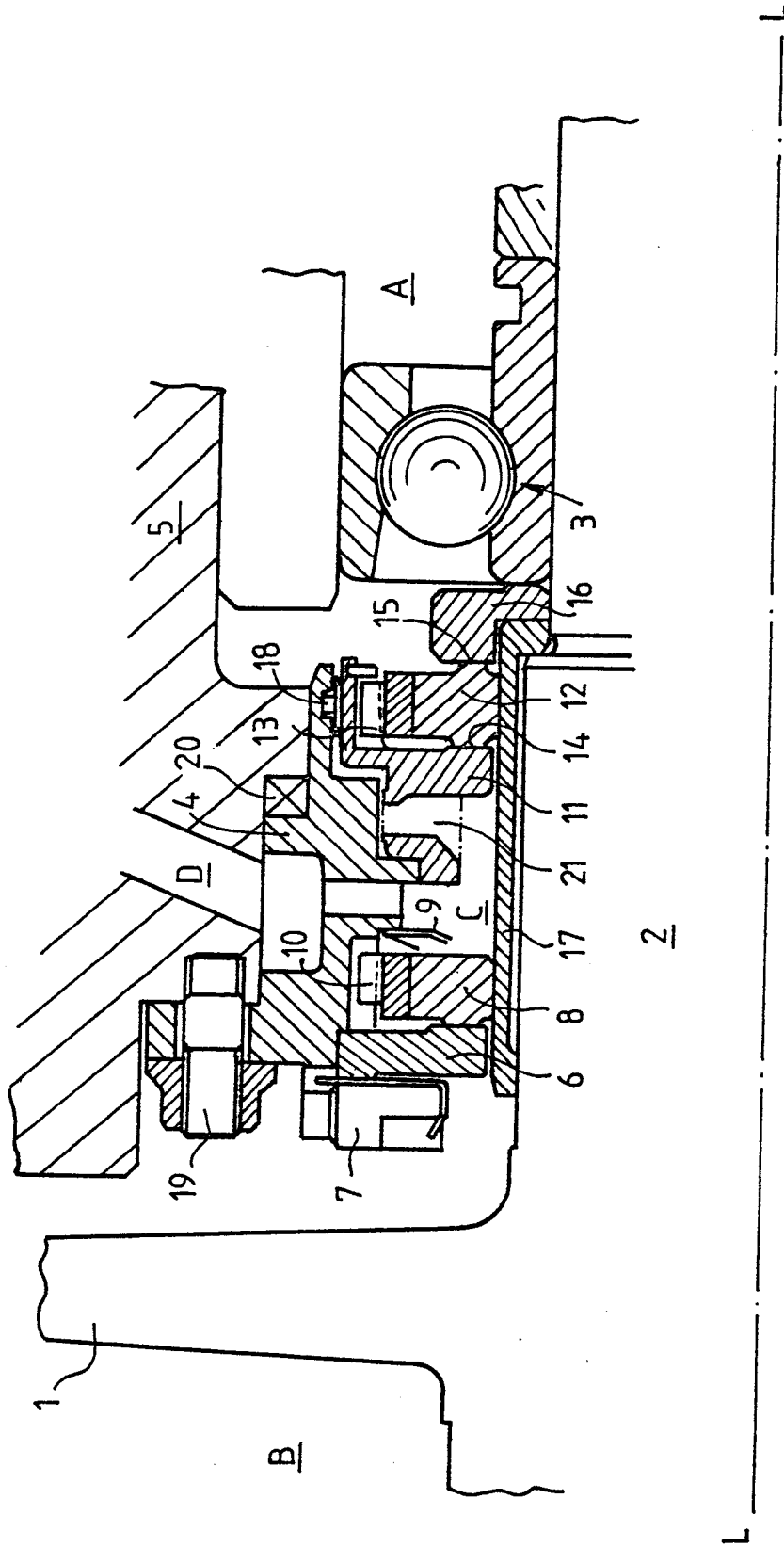


FIG. 2

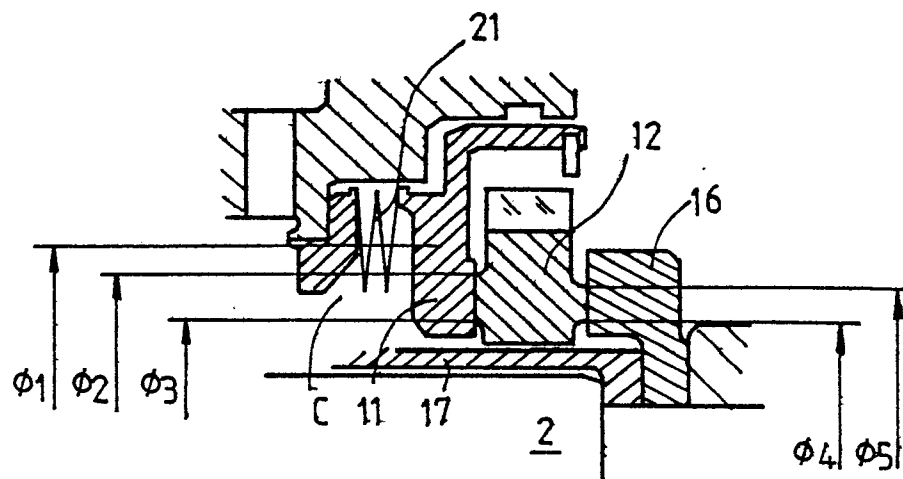


FIG. 3

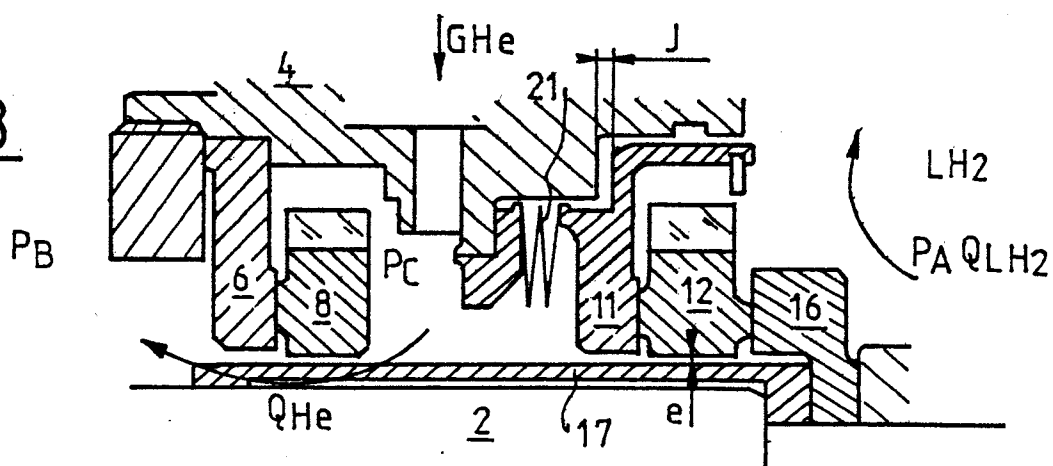


FIG.4

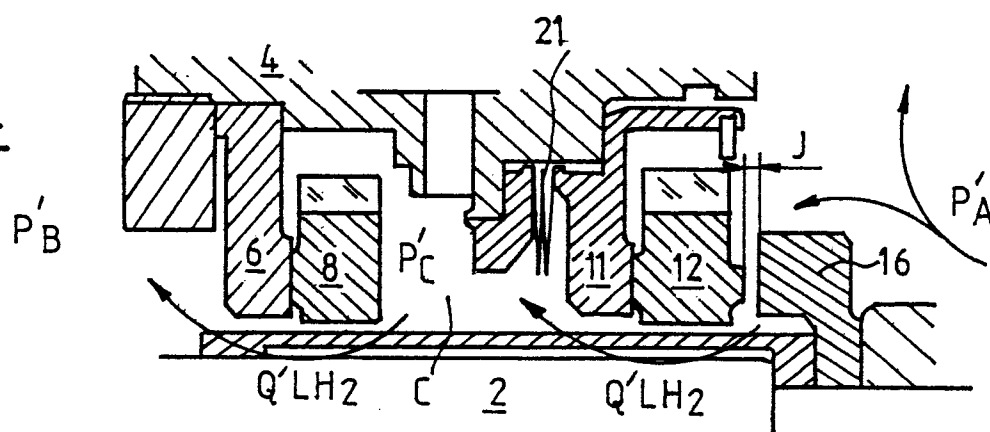
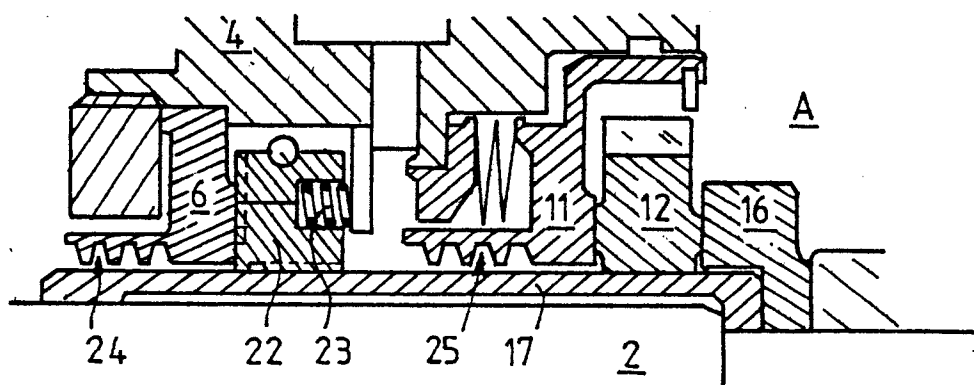


FIG. 5





EP 86 11 5043

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. 4)
Y	FR-A-1 303 790 (WORTHINGTON) * Page 2, colonne de droite, ligne 30 à la fin; figure 1; page 3, en particulier colonne de droite, lignes 9-57; page 5, colonne de gauche, lignes 3-39 *	1	F 04 D 29/12
A	---	2	
Y	FR-A-2 000 565 (BORG-WARNER) * Page 6, dernier alinéa; page 8; page 9, lignes 1-17; figure 1 *	1	
A	---	1,5	
	US-A-3 675 933 (NAPPE) * Colonne 2, lignes 58-64; figure 1; colonne 3, lignes 5-12, 26-33 *		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
A	---	1,2	F 04 D 29/00
A	---		
	GB-A- 784 708 (WALKER) -----		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20-02-1987	Examineur KAPOULAS T.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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			