

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 964 206 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

15.12.1999 Bulletin 1999/50

(51) Int Cl.⁶: F23R 3/26, F23R 3/34

(21) Numéro de dépôt: 99401204.5

(22) Date de dépôt: 18.05.1999

(84) Etats contractants désignés:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 11.06.1998 FR 9807409

(71) Demandeurs:

- INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR)
- TURBOMECA, Société dite:
F-64511 Bordes (FR)

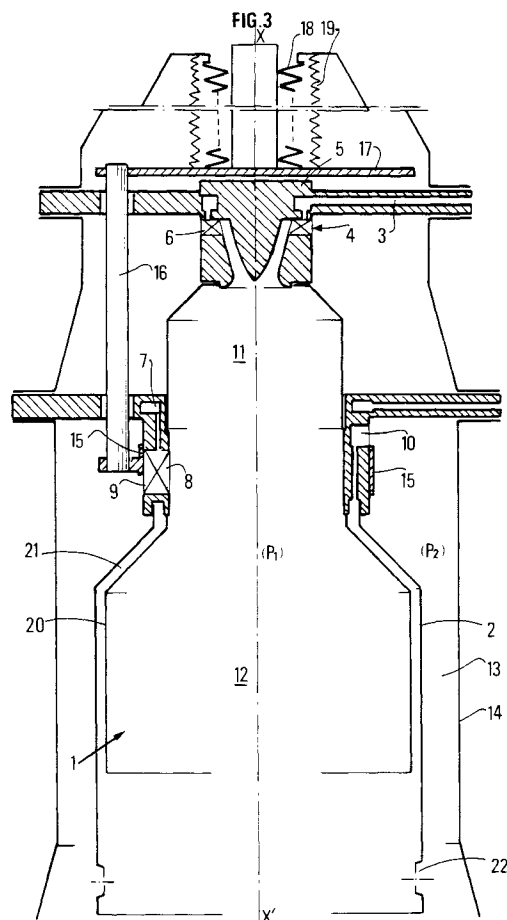
(72) Inventeurs:

- Grienche, Guy
64800 Coarraze (FR)
- Schott, Gérard
64110 Rontignon (FR)
- Le Gal, Jean-Hervé
75014 Paris (FR)
- Martin, Gérard
92500 Rueil-Malmaison (FR)
- Laborde, Patrice
64140 Bollène (FR)
- Spagne, Raphael
64230 Lescar (FR)

(54) **Chambre de combustion de turbine à gaz à géométrie variable**

(57) -La présente invention concerne une chambre de combustion de turbine à gaz comprenant au moins une zone (11) dite de combustion-pilote dans laquelle débouchent au moins un premier moyen (3) d'injection de carburant pilote et un premier moyen (4) d'injection de comburant associé; une zone (12) de combustion principale dans laquelle débouchent au moins un deuxième moyen (7) d'injection principale de carburant et un deuxième moyen (8) d'injection de comburant associé, l'ensemble étant maintenu sous une pression P_1 à l'intérieur d'une enceinte (14).

- Conformément à l'invention, ladite chambre comprend en outre un moyen mécanique (15-19) de régulation du deuxième débit de comburant, qui réagit à la différence de pression entre l'intérieur (P_1) et la pression atmosphérique (P_0) à l'extérieur de l'enceinte (14), ladite différence de pression étant directement liée au régime-moteur.



Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des turbines à gaz et plus particulièrement des chambres de combustion associées à de telles turbines.

[0002] L'un des problèmes à l'origine de la présente invention a trait à la pollution engendrée par le fonctionnement de ces turbines. Plus précisément, les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de monoxyde de carbone (CO) doivent être réduites car ce sont les plus nocives pour l'environnement.

[0003] Par ailleurs des normes assez sévères, sont ou vont être en vigueur dans la plupart des pays industrialisés.

[0004] Les oxydes d'azote (NOx) sont surtout des oxydes d'azote thermiques qui se forment à haute température, c'est-à-dire au-delà de 1700 K dans des chambres de combustion de turbines à gaz où les fumées ont des temps de séjour généralement compris entre 2 et 10 millisecondes.

[0005] Le monoxyde de carbone (CO) est, quant à lui, formé à plus basse température (< 1600 K), par combustion incomplète du carburant.

[0006] Ainsi, la plage de température optimale pour avoir des émissions réduites à la fois en NOx et en CO se situe entre environ 1650 K et 1750 K. La figure 1 illustre, par des courbes (CO et NOx) les émissions respectives de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote en fonction de la température T (en K) dans les conditions de fonctionnement d'une chambre de combustion d'une turbine à gaz.

[0007] Les émissions de NO_x et de CO sont ainsi directement reliées à la richesse du mélange air-carburant dans la chambre de combustion ; c'est-à-dire au rapport entre le débit d'air et le débit de carburant. Sachant que la richesse du mélange doit être imposée, si l'on cherche à opérer dans une certaine plage de températures, telle que celle évoquée ci-dessus, la température adiabatique de flamme du mélange variera approximativement proportionnellement à la richesse.

[0008] De façon connue et conventionnelle, le débit de carburant est le seul paramètre permettant de contrôler le régime de fonctionnement de la turbine. Il s'ensuit que pour un débit de carburant donné, le débit d'air est parfaitement fixé à une valeur dépendant uniquement des caractéristiques de la machine et en particulier des sections de passage dans le foyer. Par suite, la richesse est totalement déterminée.

[0009] Cependant, la plage de richesses permettant de respecter la plage de température définie ci-dessus ne correspond pas toujours à la richesse imposée par la courbe de fonctionnement de la machine.

[0010] Plusieurs concepts sont envisageables pour remédier à ce problème.

[0011] L'un consiste à réaliser une combustion sur plusieurs étages, allumés successivement. Cette solution connue est illustrée par la figure 2 où l'on voit une chambre de combustion ayant un étage pilote suivi de

deux autres étages ayant chacun une entrée d'air et une entrée de carburant tel que du gaz naturel par exemple. Il s'agit alors de réaliser la combustion sur chaque étage successivement, et en fonction de la puissance totale demandée. La combustion-pilote est quant à elle, réalisée quel que soit le régime. Cette solution permet théoriquement d'obtenir des richesses acceptables dans les étages allumés, pour chaque régime moteur, si l'on dispose d'un nombre d'étages suffisant. L'inconvénient majeur est qu'elle nécessite un circuit d'alimentation en carburant complexe, d'où des problèmes de fiabilité, de régulation et surtout de coût.

[0012] Un autre concept pour obtenir des chambres de combustion opérant sur une plage de température déterminée, consiste à l'équiper d'un ensemble de volets, clapets ou autres moyens d'obturation permettant de contrôler le débit d'air dans le foyer. Bien entendu, la commande et l'actionnement de tels éléments est complexe, délicat à mettre en oeuvre. L'ensemble est en outre coûteux.

[0013] La présente invention vise donc à proposer une solution fiable, simple au problème de la régulation de la richesse dans une chambre de combustion d'une turbine à gaz.

[0014] L'objet de ce contrôle est de pouvoir réaliser une combustion dans une plage de température optimale vis-à-vis notamment des émissions de monoxyde de carbone, et d'oxydes d'azote.

[0015] La présente invention permet ainsi une régulation automatique du débit d'air de combustion. Un asservissement mécanique est avantageusement réalisé grâce à un nombre très limité de pièces mécaniques.

[0016] L'invention a pour objet une chambre de combustion de turbine à gaz comprenant au moins une zone dite d'injection-pilote dans laquelle débouchent au moins un premier moyen d'injection de carburant pilote et un premier moyen d'injection de comburant associé ; une zone de combustion principale dans laquelle débouchent au moins un deuxième moyen d'injection principale de carburant et un deuxième moyen d'injection de comburant associé, l'ensemble étant maintenu sous une pression P1 à l'intérieur d'une enceinte.

[0017] Selon l'invention, ladite chambre de combustion comprend en outre un moyen mécanique de régulation du deuxième débit de comburant, qui réagit à la différence de pression entre l'intérieur (P1) et la pression atmosphérique (Po) à l'extérieur de l'enceinte, ladite différence de pression étant directement liée au régime-moteur.

[0018] Plus précisément, ledit moyen de régulation comprend au moins un élément d'obturation qui obture plus ou moins les deuxième arrivées d'air dans la chambre de combustion, plusieurs tiges de liaison entre les éléments d'obturation et un élément de support, un élément de compression, un soufflet d'étanchéité placé autour de l'élément de compression délimitant avec l'élément de support le volume à pression atmosphérique (Po) vis-à-vis de l'enceinte sous pression (P1).

[0019] De façon particulière, le premier moyen d'injection de carburant et le premier moyen d'injection de comburant sont disposés sensiblement à proximité de l'axe longitudinal (XX') de la chambre de combustion.

[0020] Selon un arrangement spécifique de l'invention, le deuxième moyen d'injection principale de carburant et le deuxième moyen d'injection de comburant sont disposés sur une circonférence, en aval de la zone de combustion pilote relativement au sens de propagation de la flamme.

[0021] En outre, la chambre de combustion selon l'invention comprend un troisième moyen d'injection de comburant qui débouche, dans la chambre de combustion, en aval du deuxième moyen d'injection de carburant relativement au sens de propagation de la flamme.

[0022] Par ailleurs, le moyen de régulation du deuxième débit de comburant permet de réguler le débit du troisième moyen d'injection d'air (fonction de by-pass).

[0023] L'élément de compression peut comprendre un empilage de rondelles ou bien des ressorts.

[0024] Selon un mode de réalisation de l'invention, la chambre comprend trois zones de regroupement des deuxième moyen d'injection principal de carburant (7) et d'injection principal de comburant (8), chaque zone étant angulairement espacée de 120°C.

[0025] L'invention sera mieux comprise, d'autres avantages, particularités et détails apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, faite à titre illustratif et nullement limitatif en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- La figure 3 est une coupe longitudinale d'une chambre de combustion selon un mode de réalisation de l'invention;
- La figure 4 est une coupe longitudinale de la chambre de combustion de la figure 3, dans une autre position de fonctionnement.

[0026] Sur la figure 3, le foyer 1 est délimité par une virole interne 2 qui présente ici deux diamètres différents : le plus petit diamètre renferme la zone de la combustion-pilote 11 tandis que la zone de plus grand diamètre 12 est celle où se développe la combustion principale.

[0027] La zone 11 de combustion-pilote assure la combustion au ralenti et la combustion peut y être maintenue pendant les autres régimes de fonctionnement.

[0028] Au niveau de la zone 11 débouchent respectivement des injecteurs 3 de carburant tel que par exemple du gaz naturel et des injecteurs ou des entrées d'air 4.

[0029] Un fond 5 est prévu pour délimiter la zone 11. Les arrivées de carburant 3 et d'air 4 sont situées près du fond 5, circonférentiellement, et non loin de l'axe longitudinal XX' de la chambre. La zone de combustion-pilote 11 est une zone de stabilité de la flamme, où une flamme existe quelles que soient les conditions de fonc-

tionnement.

[0030] Des ailettes 6 de mise en rotation de l'air peuvent être prévues au niveau des arrivées d'air 4.

[0031] Les injecteurs de carburant 3 peuvent être implantés dans ces ailettes sans sortir du cadre de l'invention.

[0032] A l'intérieur de la zone 11 règne une pression donnée P1, de même que dans la zone 12.

[0033] La zone 12 présente donc un diamètre plus grand que celui de la zone 11 : c'est là qu'est opérée la combustion principale.

[0034] Ainsi un deuxième moyen d'injection de carburant 7 est disposé à la limite entre les zones 11 et 12. De même un deuxième moyen d'injection d'air 8 est situé à proximité du deuxième injecteur de carburant 7. Des ailettes 9 peuvent en outre être disposées au niveau des injecteurs 8. Les moyens 7, 8 et 9 sont situés sur une circonférence de la virole 2, et plusieurs groupements peuvent être prévus. Ici trois groupements sont prévus, chacun angulairement espacé de 120°.

[0035] En outre de l'air dit "de dilution" c'est-à-dire ne participant pas à la combustion ni au refroidissement des parois peut être introduit dans la virole 2, en aval de la zone de combustion 12, via des orifices appropriés 22.

[0036] L'alimentation générale en air se fait par un espace annulaire 13 délimité par la virole 2 et une enveloppe extérieure 14. Une pression P2 règne dans cet espace ; cette pression est légèrement supérieure à la pression P1, la différence étant due aux pertes de charge créées par les différents orifices d'entrée d'air.

[0037] Au niveau des arrivées d'air 8, la présente invention prévoit un moyen de régulation du débit, qui réagit à la différence de pression entre l'espace annulaire (P2) et l'extérieur de l'enceinte 14 où règne une pression Po (~ pression atmosphérique).

[0038] Lorsque le régime de la turbine augmente, la pression P2 augmente et la pression Po ne varie pas ; de la sorte, la différence de pression (P2-Po) augmente et le moyen de régulation réagit en autorisant une plus grande ouverture des arrivées d'air 8.

[0039] Plus précisément, le moyen de régulation comprend une virole 15 susceptible de coulisser selon l'axe XX' devant les ouvertures 8 (préférentiellement équipées d'ailettes 9) et permettant donc une variation de la section de passage de l'air.

[0040] Des ouvertures correspondantes sont prévues dans la virole 15, en regard des ouvertures 8 de la virole 2.

[0041] La virole 15 est fixée, par tout moyen connu en soi, à l'extrémité inférieure de plusieurs tiges 16. A leur autre extrémité, les tiges 16 portent une plaque-support 17 qui est elle-même liée à un élément de compression 18. Un empilement de rondelles coniques ou des ressorts peuvent être prévus à cet effet.

[0042] Un soufflet 19 ou autre moyen d'étanchéité est par ailleurs prévu autour de l'élément de compression 18. Le soufflet 19 est une séparation entre le volume

intérieur de la chambre de combustion, où règne les pressions P_2 et P_1 , et le volume extérieur où règne la pression P_o .

[0043] Par ailleurs, la virole 15 peut être munie d'ouvertures additionnelles qui mettent en communication l'espace 13 et un espace annulaire 21 intérieur à la virole 2. Pour ce faire une virole additionnelle 20, coaxiale à la virole 2 est prévue sur une partie de la hauteur de la virole 2.

[0044] La virole 20 peut présenter une hauteur qui correspond à la zone 12 de combustion. Sur cette hauteur, l'air issu des ouvertures 10 et qui transite dans l'espace annulaire 21, va permettre de rejeter de l'air en aval de la zone de combustion 12 tout en refroidissant les parois de ladite zone de combustion 12. On peut ainsi maintenir une richesse acceptable au sein du foyer principal quel que soit le régime. L'effet principal du bypass 21 est de limiter la décroissance de la richesse dans le foyer 1, notamment à régime partiel.

[0045] Ainsi, les ouvertures 10 sont conçues de telle sorte qu'à pleine charge, aucun air ne les traverse (cas de la figure 4), tandis qu'à charge partielle ou faible, de l'air passe dans l'espace 21 afin d'être rejeté en aval de la zone de combustion 12 tout en refroidissant la paroi de la virole 2.

[0046] Le fonctionnement de l'ensemble qui vient d'être décrit peut être résumé de la façon suivante, en comparant respectivement les figures 3 et 4.

[0047] En effet, sur la figure 3 la position des différents éléments correspond à un fonctionnement à environ 50 % de la puissance maximale. Sur la figure 4, est schématisé l'appareil tel qu'il fonctionne à 100 % de sa puissance.

[0048] Lorsqu'une puissance faible est requise (régimes de ralenti), la pression relative ($P_2 - P_o$) entre l'espace annulaire 13 et l'extérieur de la virole 14, permet une ouverture limitée des arrivées d'air 8.

[0049] Simultanément, les ouvertures 10 sont plutôt largement ouvertes de sorte que de l'air peut traverser l'espace 21 et refroidir la paroi 20, sans participer à la combustion dans la zone 12. On peut ainsi maintenir une richesse acceptable dans celle-ci et éviter de fortes émissions de CO .

[0050] Lorsque la turbine fonctionne à pleine charge, la pression relative ($P_2 - P_o$) est plus importante que dans le cas qui vient d'être évoqué, de sorte que la virole 15 est soulevée et découvre plus largement les ouvertures 8. Un important débit d'air peut alors pénétrer dans la chambre de combustion 12. Simultanément les ouvertures 10 sont fermées ce qui empêche l'air de venir dans l'espace annulaire 21. Une grande quantité d'air est ainsi injectée directement dans la zone de combustion principale 12, ce qui limite la richesse maximale et évite la formation de NO_x .

[0051] Ainsi il apparaît que la chambre de combustion selon l'invention ne nécessite pas de dispositif mécanique spécifique de régulation des arrivées d'air. La régulation se fait ici d'elle-même, par la pression relative

dans la chambre de combustion et donc en fonction du régime-moteur.

5 Revendications

1. Chambre de combustion de turbine à gaz comprenant au moins une zone (11) dite de combustion-pilote dans laquelle débouchent au moins un premier moyen (3) d'injection de carburant pilote et un premier moyen (4) d'injection de comburant associé ; une zone (12) de combustion principale dans laquelle débouchent au moins un deuxième moyen (7) d'injection principale de carburant et un deuxième moyen (8) d'injection de comburant associé, l'ensemble étant maintenu sous une pression P_1 à l'intérieur d'une enceinte (14), caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un moyen mécanique (15, 16, 17, 18, 19) de régulation du deuxième débit de comburant, qui réagit à la différence de pression entre l'intérieur (P_1) et la pression atmosphérique (P_o) à l'extérieur de l'enceinte (14), ladite différence de pression étant directement liée au régime-moteur.
2. Chambre de combustion selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit moyen de régulation comprend au moins un élément d'obturation (15) qui obture plus ou moins les deuxièmes arrivées de comburant (8) dans la chambre de combustion, plusieurs tiges de liaison (16) entre les éléments d'obturation et un élément de support (17), un élément de compression (18), un soufflet d'étanchéité (19) placé autour de l'élément de compression (18) et délimitant avec l'élément de support (17) le volume à pression atmosphérique (P_o) vis-à-vis de l'enceinte sous pression (P_1).
3. Chambre de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le premier moyen d'injection de carburant (3) et le premier moyen d'injection de comburant (4) sont disposés sensiblement à proximité de l'axe longitudinal (XX') de la chambre de combustion.
4. Chambre de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le deuxième moyen (7) d'injection principale de carburant et le deuxième moyen (8) d'injection de comburant sont disposés sur une circonférence, en aval de la zone (11) d'injection pilote relativement au sens de propagation de la flamme.
5. Chambre de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un troisième moyen d'injection de comburant qui débouche dans la chambre de combustion en aval du deuxième

moyen (8) d'injection de comburant relativement au sens de propagation de la flamme.

6. Chambre de combustion selon la revendication 5, caractérisée en ce que le moyen (15) de régulation du deuxième débit de comburant permet en outre de réguler le débit du troisième moyen d'injection de comburant. 5
7. Chambre de combustion selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisée en ce que l'élément de compression (18) comprend un empilage de rondelles coniques. 10
8. Chambre de combustion selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisée en ce que l'élément de compression (18) comprend au moins un ressort. 15
9. Chambre de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend trois zones de regroupement des deuxième moyen d'injection principal de carburant (7) et d'injection principal de comburant (8), chaque zone étant angulairement espacée de 120°C. 20 25

30

35

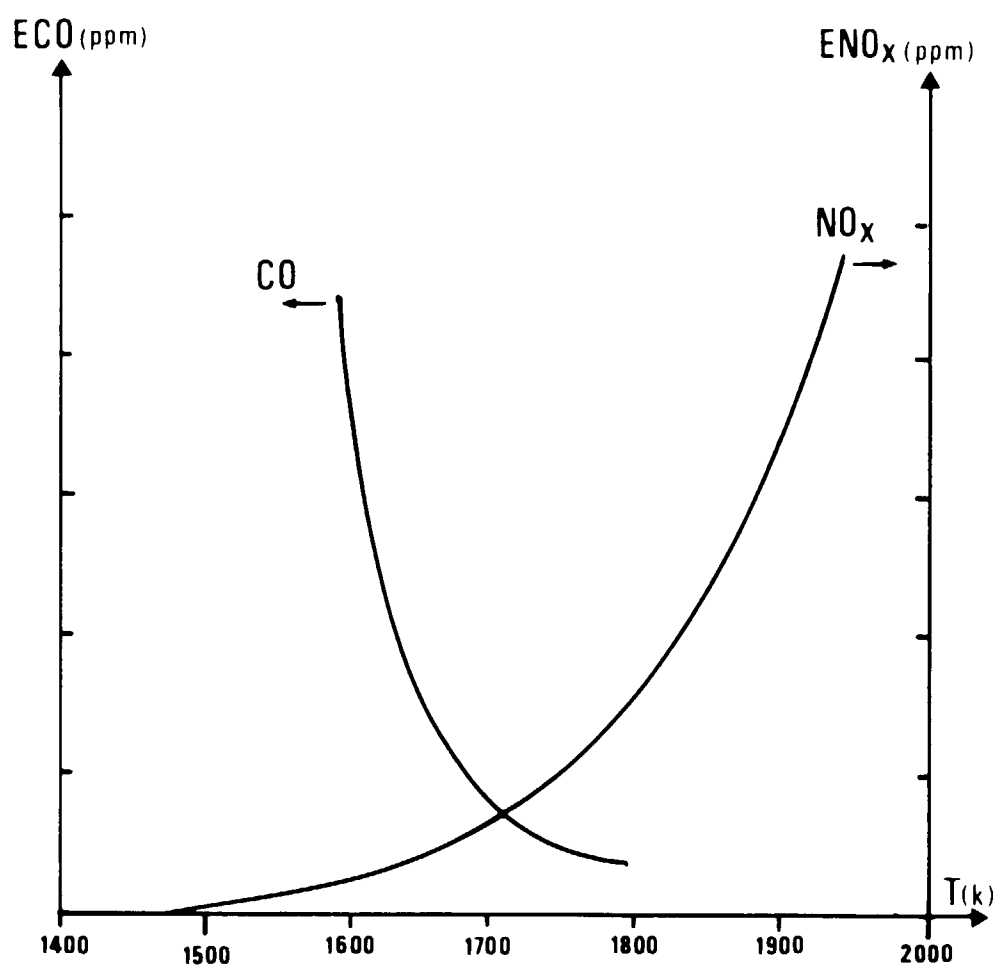
40

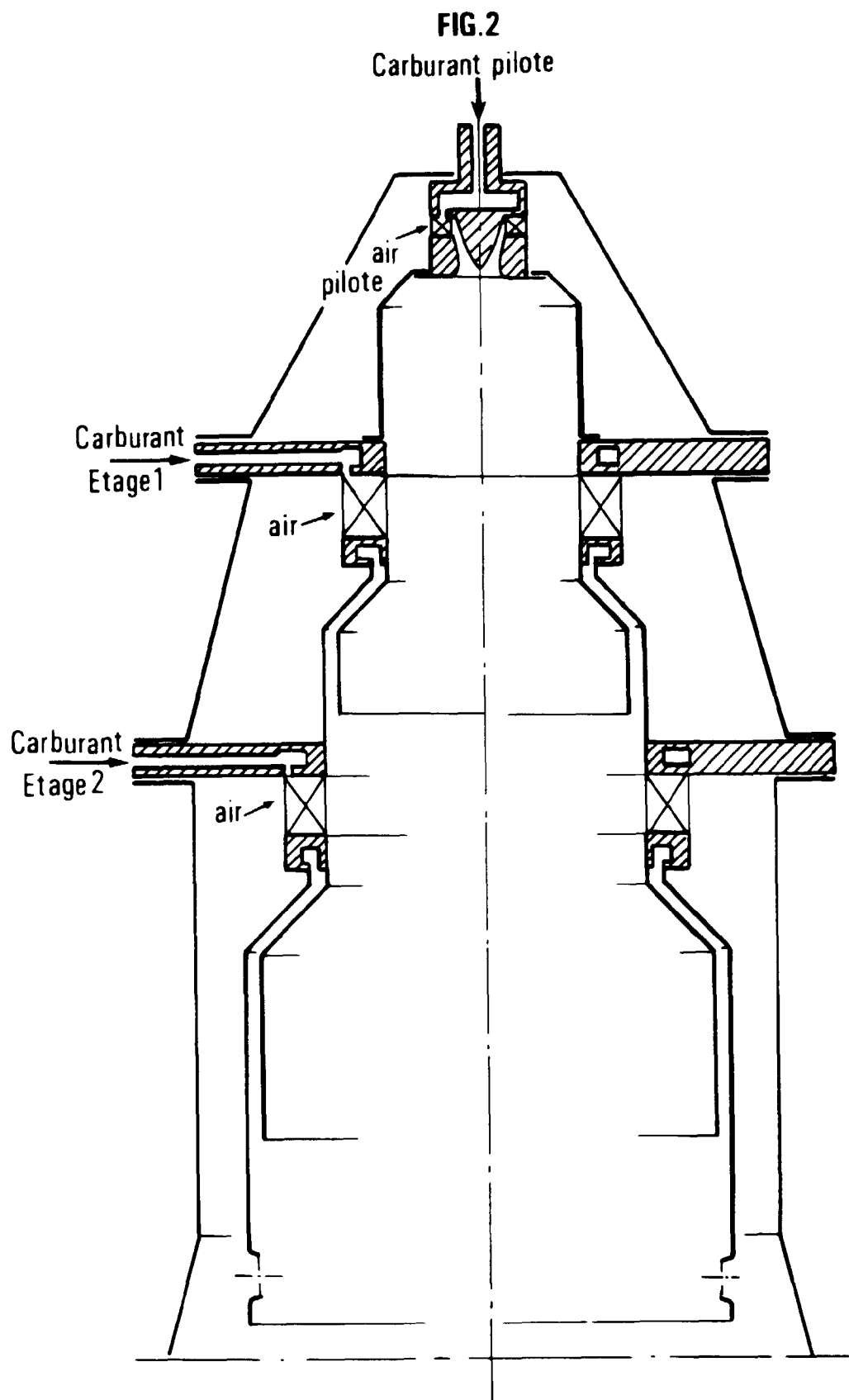
45

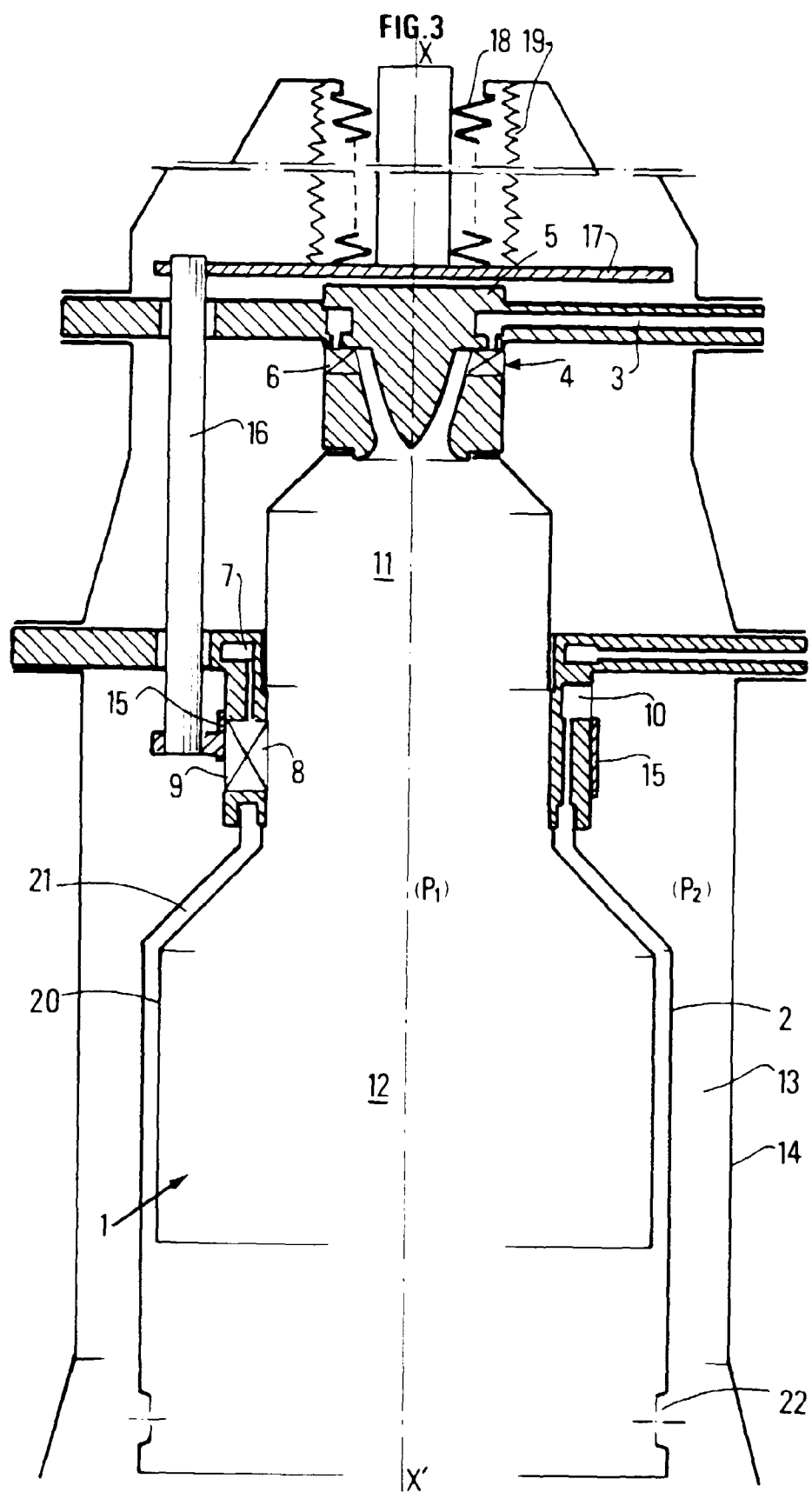
50

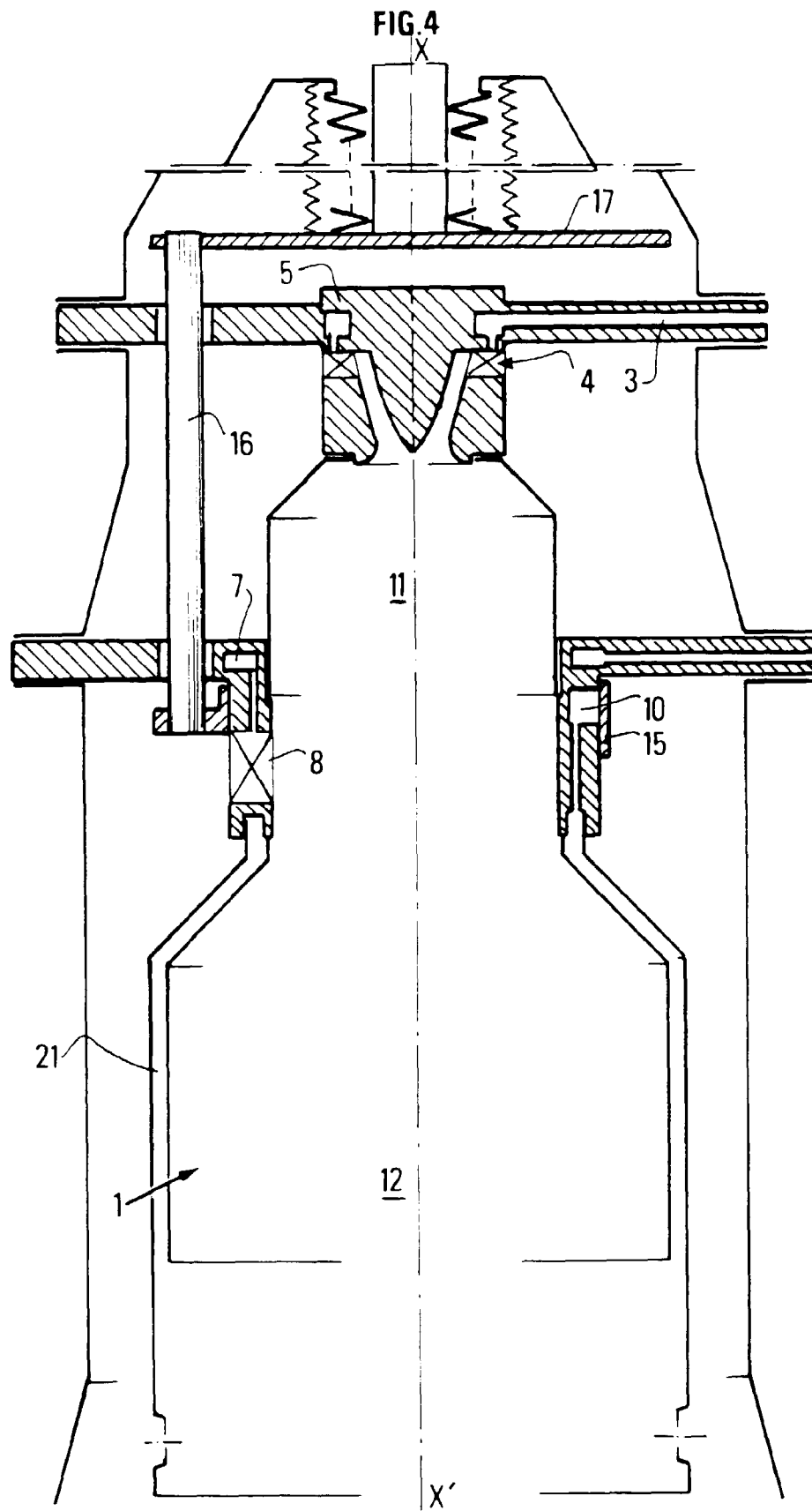
55

FIG.1











Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 1204

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.6)
Y	FR 2 270 448 A (BENNES MARREL) 5 décembre 1975 * le document en entier * ---	1-4,8	F23R3/26 F23R3/34
Y	EP 0 281 961 A (HITACHI LTD) 14 septembre 1988 * le document en entier * ---	1-4,8	
Y	US 5 159 807 A (FORESTIER ALEXANDRE) 3 novembre 1992 * le document en entier * ---	1-4,8,9	
Y	US 4 296 599 A (ADAMSON ARTHUR P) 27 octobre 1981 * le document en entier * ---	1-4,8,9	
A	US 3 691 761 A (JACKSON SQUIRE RONALD ET AL) 19 septembre 1972 * le document en entier * ---	1-4	
A	US 3 869 246 A (HAMMOND JR DEAN C ET AL) 4 mars 1975 * abrégé * ---	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) F23R
A	US 3 765 171 A (HAGEN H ET AL) 16 octobre 1973 * abrégé * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21 septembre 1999	Examineur Argentini, A
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P/MC02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 1204

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-09-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2270448 A	05-12-1975	AUCUN	
EP 0281961 A	14-09-1988	JP 2644745 B	25-08-1997
		JP 63217141 A	09-09-1988
		US 5069029 A	03-12-1991
US 5159807 A	03-11-1992	FR 2661714 A	08-11-1991
		DE 69100735 D	20-01-1994
		DE 69100735 T	28-04-1994
		EP 0455559 A	06-11-1991
US 4296599 A	27-10-1981	DE 3012026 A	09-10-1980
		FR 2452599 A	24-10-1980
		GB 2046363 A,B	12-11-1980
		IT 1130706 B	18-06-1986
		JP 55137319 A	27-10-1980
US 3691761 A	19-09-1972	AU 4793068 A	18-06-1970
		DE 1815695 A	13-08-1970
		FR 2028599 A	09-10-1970
		GB 1256066 A	08-12-1971
		US 3577878 A	11-05-1971
		US 3731484 A	08-05-1973
US 3869246 A	04-03-1975	AUCUN	
US 3765171 A	16-10-1973	DE 2020416 A	11-11-1971
		FR 2092926 A	28-01-1972
		GB 1277980 A	14-06-1972

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82