



(11) **EP 1 640 661 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
25.07.2007 Bulletin 2007/30

(51) Int Cl.:
F23D 11/16^(2006.01) F23D 11/10^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05291869.5**

(22) Date de dépôt: **09.09.2005**

(54) **Système aérodynamique à effervescence d'injection air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine**

Aerodynamisches aufschäumendes Brennstoff/Luft Einspritzungssystem für eine Gasturbinenbrennkammer

Aerodynamic effervescent fuel/air injection system for a gas turbine combustion chamber

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

(30) Priorité: **23.09.2004 FR 0410052**

(43) Date de publication de la demande:
29.03.2006 Bulletin 2006/13

(73) Titulaire: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Mantchenkov, Igor**
Moscou 141320 (RU)
• **Noel, Thomas**
75012 Paris (FR)
• **Novikov, Alexander**
Sergiev Posad District,
Moscou 141320 (RU)

- **Orlov, Vladimir**
Sergiev Posad District,
Moscou 141320 (RU)
- **Pikalov, Valery**
Sergiev Posad District,
Moscou 141320 (RU)
- **Rollin, Gilles**
77115 Blandy les Tours (FR)

(74) Mandataire: **Boura, Olivier et al**
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 119 086 EP-A- 0 458 685
EP-A- 1 314 933 EP-A- 1 331 441
WO-A-99/30831

EP 1 640 661 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

Arrière-plan de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général des systèmes d'injection d'un mélange air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine. Elle vise plus particulièrement un système d'injection de type aérodynamique muni de moyens pour créer une effervescence du carburant avant son mélange avec l'air.

[0002] Le processus classique d'élaboration et d'optimisation d'une chambre de combustion d'une turbomachine a pour objectif principal de concilier la mise en oeuvre des performances opérationnelles de la chambre (rendement de combustion, domaine de stabilité, domaine d'allumage et de rallumage, durée de vie du foyer de combustion, etc.) en fonction de la mission envisagée pour l'avion sur lequel est montée la turbomachine tout en minimisant les émissions polluantes (oxydes d'azote, monoxyde de carbone, hydrocarbures imbrûlés, etc.). Pour ce faire, il est notamment possible de jouer sur la nature et les performances du système d'injection du mélange air/carburant dans la chambre de combustion, la répartition de l'air de dilution dans la chambre et la dynamique du mélange air/carburant dans la chambre.

[0003] La chambre de combustion d'une turbomachine se compose typiquement d'un système d'injection d'un mélange air/carburant dans un tube à flamme, d'un système de refroidissement et d'un système de dilution. La combustion s'organise principalement au sein d'une première partie du tube à flamme (appelée zone primaire) dans laquelle elle est stabilisée au moyen de zones de re-circulation du mélange air/carburant induites par l'écoulement d'air issu du système d'injection. Dans la seconde partie du tube de mélange (appelée zone de dilution), l'activité chimique mise en oeuvre est plus faible et l'écoulement est dilué au moyen de trous de dilution.

[0004] Dans la zone primaire du tube à flamme, différents phénomènes physiques interviennent : injection et atomisation en fines gouttelettes du carburant, évaporation des gouttelettes, mélange des vapeurs de carburant avec l'air et réactions chimiques d'oxydation du carburant par l'oxygène de l'air.

[0005] Ces phénomènes physiques sont régis par des temps caractéristiques. Le temps d'atomisation représente ainsi le temps nécessaire à la désintégration de la nappe de carburant par l'air et à la formation d'un spray d'air/carburant. Il dépend principalement des performances et de la technologie du système d'injection utilisé et de l'aérodynamique au voisinage de la nappe de carburant. Le temps d'évaporation dépend également du système d'injection utilisé. Il est directement fonction de la taille des gouttelettes issues de la désintégration de la nappe de carburant ; plus les gouttelettes sont petites, plus le temps d'évaporation est faible. Le temps de mélange correspond au temps nécessaire aux vapeurs de carburant provenant de l'évaporation des gouttelettes

pour se mélanger à l'air. Il dépend principalement du niveau de turbulence à l'intérieur du foyer de combustion et donc de la dynamique de l'écoulement dans la zone primaire. Quant au temps chimique, il représente le temps nécessaire aux réactions chimiques pour se développer. Il dépend des pressions et températures en entrée de foyer et de la nature du carburant utilisé.

[0006] Le système d'injection utilisé joue donc un rôle primordial dans le processus d'élaboration d'une chambre de combustion, notamment dans l'optimisation des temps caractéristiques d'atomisation et d'évaporation du carburant.

[0007] Il existe deux familles principales de systèmes d'injection : les systèmes « aéromécaniques » pour lesquels l'atomisation du carburant provient d'une différence importante de pression entre le carburant et l'air et les systèmes « aérodynamiques » pour lesquels l'atomisation du carburant est due au cisaillement du carburant entre deux nappes d'air. La présente invention vise plus particulièrement de tels systèmes aérodynamiques.

[0008] Les systèmes d'injection aérodynamiques connus de l'art antérieur, par exemple celui divulgué dans EP-1 331 441-A, présentent de nombreux inconvénients. Notamment, aux faibles régimes de la turbomachine, l'atomisation du carburant se dégrade fortement, ce qui diminue la stabilité de la combustion au risque de voir le foyer s'éteindre et augmente les émissions polluantes de type oxydes d'azote.

Objet et résumé de l'invention

[0009] La présente invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant un système d'injection aérodynamique qui permet de réduire les temps caractéristiques d'atomisation et d'évaporation du carburant à tous les régimes de fonctionnement de la turbomachine.

[0010] A cet effet, il est prévu un système d'injection aérodynamique d'un mélange air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, comportant une structure tubulaire d'axe XX' qui s'ouvre à une extrémité aval pour le mélange air/carburant, au moins un canal d'alimentation en air qui est relié à un étage de compresseur de la turbomachine et qui débouche dans la structure tubulaire de façon à y introduire de l'air à une pression P_A , et un passage annulaire de carburant qui est formé dans la structure tubulaire autour de son axe XX', est relié à au moins un canal d'alimentation en carburant dans lequel circule du carburant à une pression P_C , et débouche à une extrémité aval dans la structure tubulaire en formant dans celle-ci un élargissement, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens pour injecter dans le au moins un canal d'alimentation en carburant un gaz à une pression P_G qui est supérieure à P_A et supérieure ou égale à P_C afin de créer une effervescence du carburant lors de son introduction dans la structure tubulaire.

[0011] Le fait d'injecter dans la conduite de carburant

un gaz à une pression supérieure ou égale à la pression du carburant crée un mélange liquide/gaz à la pression P_C préalablement à son introduction dans la structure principale dans laquelle il sera dispersé. Lors de la détente de ce mélange de pression P_C à la pression interne dans la structure principale, l'expansion brutale de la phase gazeuse provoque la désintégration de la nappe de carburant : c'est l'effervescence. De la sorte, les temps caractéristiques d'atomisation et d'évaporation du carburant à la sortie du système d'injection peuvent être considérablement réduits.

[0012] Ces gains permettent ainsi, aux faibles régimes de fonctionnement de la turbomachine, d'améliorer le rendement de combustion et d'augmenter la résistance du foyer de combustion à l'extinction, et aux régimes plein gaz de fonctionnement de la turbomachine, de limiter la formation d'émissions polluantes de type oxydes d'azote et suies.

[0013] De façon plus particulière, le système d'injection comporte au moins un canal d'injection en gaz qui débouche dans le canal d'alimentation en carburant et qui est relié à une conduite d'alimentation en gaz.

[0014] Avantageusement, le canal d'injection en gaz débouche de façon sensiblement perpendiculaire dans le canal d'alimentation en carburant.

[0015] Le système d'injection peut comporter une cavité annulaire de distribution de gaz qui est formée dans la structure tubulaire autour du passage de carburant, est reliée à la conduite d'alimentation en gaz et débouche dans le canal d'injection de gaz.

[0016] Le système d'injection peut également comporter une cavité annulaire de distribution de carburant qui est formée dans la structure tubulaire, est reliée à une conduite d'alimentation en carburant et débouche dans le canal d'alimentation en carburant.

[0017] Selon un mode de réalisation de l'invention, le canal d'alimentation en air débouche dans la structure tubulaire à une extrémité amont de celle-ci. Le système d'injection peut comporter une vrille d'air externe qui est disposée autour de la structure tubulaire, est décalée radialement par rapport au passage de carburant et destinée à injecter de l'air en sortie de la structure tubulaire selon une direction sensiblement axiale. La vrille d'air externe peut être reliée à un étage de compresseur de la turbomachine et un bol formant divergent peut être monté en aval de la structure tubulaire.

[0018] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le canal d'alimentation en air est disposé autour de la structure tubulaire et débouche axialement dans le passage de carburant à une extrémité amont de celui-ci. Le passage annulaire de carburant peut présenter une diminution de section dans le sens d'écoulement du carburant afin d'accélérer l'écoulement de carburant dans la structure tubulaire.

[0019] Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le gaz utilisé est de l'air qui est de préférence prélevé sur un étage de compresseur de la turbomachine avant d'être comprimé.

[0020] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, il est prévu un dispositif de pilotage du débit de gaz injecté dans le canal d'alimentation en carburant.

[0021] Selon la présente invention est également prévue une chambre de combustion comprenant un tel système d'injection d'un mélange air/carburant ainsi qu'une turbomachine comprenant une telle chambre de combustion.

Breve description des dessins

[0022] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale d'un système d'injection selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe selon II-II et partiellement en écorché de la figure 1 ; et
- la figure 3 est une vue en coupe axiale d'un système d'injection selon un autre mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée d'un mode de réalisation

[0023] En liaison avec les figures 1 à 3, le système d'injection aérodynamique 2, 2' selon l'invention se présente sous la forme générale d'une structure tubulaire 4 d'axe XX' qui est ouverte à son extrémité aval 4b pour le mélange air/carburant.

[0024] Le système d'injection 2, 2' comporte au moins un canal d'alimentation en air 6, 6' qui est relié à un étage de compresseur (non représenté) de la turbomachine et qui débouche dans la structure tubulaire 4. L'air est donc introduit dans la structure tubulaire 4 par ce ou ces canaux 6, 6' à une pression P_A , par exemple de l'ordre de 0,5 à 50 bar.

[0025] Le système d'injection 2, 2' comporte également un passage annulaire de carburant 8 qui est formé dans la structure tubulaire, autour de son axe XX' . Ce passage de carburant 8 débouche à son extrémité aval 8b dans la structure tubulaire 4 en formant dans celle-ci un élargissement brusque.

[0026] Le passage de carburant 8, qui est centré sur l'axe XX' de la structure tubulaire 4, est relié à au moins un canal d'alimentation en carburant 10 dans lequel circule du carburant à une pression P_C . Ce passage 8 permet d'introduire du carburant dans la structure tubulaire 4 selon la direction axiale XX' . A titre d'exemple, la pression P_C du carburant circulant dans le canal d'alimentation en carburant 10 est de l'ordre de 4 à 80 bar.

[0027] Comme illustré sur la figure 2, le passage annulaire de carburant 8 peut par exemple être relié à vingt canaux d'alimentation en carburant 10 qui sont régulière-

rement répartis sur toute la circonférence de la structure tubulaire 4 afin d'obtenir une distribution homogène de carburant dans le passage 8.

[0028] De préférence, les canaux d'alimentation en carburant 10 sont inclinés tangentiellement par rapport au passage annulaire de carburant 8, par exemple d'un angle de l'ordre de 45° environ (figure 2). De la sorte, le carburant est mis en rotation lors de son introduction dans le passage 8.

[0029] Selon l'invention, le système d'injection 2, 2' comporte en outre comporte au moins un canal d'injection en gaz 12 qui débouche dans le ou les canaux d'alimentation en carburant 10 et qui est relié à une conduite d'alimentation en gaz 14.

[0030] Comme illustré sur la figure 2, il peut être prévu un canal d'injection en gaz 12 pour chaque canal d'alimentation en carburant 10. Dans l'exemple de réalisation de la figure 2, le système d'injection 2 comporte ainsi vingt canaux d'injection en gaz 12 répartis sur la circonférence de la structure tubulaire 4. Alternativement, il pourrait également être prévu moins de canaux d'injection de gaz que de canaux d'alimentation en carburant.

[0031] Toujours selon l'invention, le gaz est introduit dans le ou les canaux d'alimentation en carburant 10 à une pression P_G qui est supérieure à la pression P_A de l'air introduit dans la structure tubulaire 4 par le ou les canaux d'alimentation en air 6, 6' et qui est supérieure ou approximativement égale à la pression P_C du carburant circulant dans le ou les canaux d'alimentation en carburant 10.

[0032] L'introduction du gaz dans le ou les canaux d'alimentation en carburant 10 à une pression P_G supérieure à la pression P_A et supérieure ou égale à la pression P_C permet de créer un mélange liquide/gaz à la pression P_C avant son introduction dans la structure tubulaire 4. L'effervescence du carburant se caractérise par l'atomisation du carburant produit par l'expansion brutale du gaz lors de l'introduction dans la structure tubulaire 4.

[0033] Plus particulièrement, l'effervescence du carburant se produit lorsque les conditions suivantes sont réunies : le gaz doit être au moins à une pression P_G sensiblement égale à celle (P_C) du carburant (voire en légère surpression par rapport à celle-ci), et le mélange du gaz avec le carburant doit se produire dans un espace sensiblement confiné (en l'espèce, le mélange s'effectue dans la zone de confluence des canaux d'injection en gaz 12 et d'alimentation en carburant 10).

[0034] L'effervescence du carburant est caractérisée par la présence de bulles de gaz dans la nappe de carburant qui s'écoule dans le passage de carburant 8. L'expansion des bulles de gaz lors de l'introduction du mélange dans la structure tubulaire 4 permet ainsi de faciliter son atomisation ultérieure. Les temps caractéristiques d'atomisation et d'évaporation du carburant s'en trouvent donc diminués.

[0035] De préférence, le gaz est un gaz inerte qui n'a pas d'influence directe sur la combustion du mélange air/carburant. Par exemple, le gaz est de l'air qui est prélevé

sur un étage de compresseur de la turbomachine et qui est à nouveau comprimé pour atteindre une pression P_G supérieure à la pression P_A de l'air alimentant le ou les canaux d'alimentation en air 6, 6'.

[0036] Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le ou les canaux d'injection en gaz 12 débouchent de façon sensiblement perpendiculaire dans le ou les canaux d'alimentation en carburant 10. Cet arrangement particulier permet de favoriser l'apparition de l'effervescence du carburant.

[0037] Une cavité annulaire de gaz 16 peut être formée dans la structure tubulaire 4 autour du passage de carburant 8. Une telle cavité de gaz 16 est centrée sur l'axe XX' de la structure tubulaire 4 de façon à être coaxiale au passage de carburant 8. Elle est reliée à la conduite d'alimentation en gaz 14 et débouche dans le ou les canaux d'injection de gaz 12. Cette cavité de gaz 16 joue ainsi le rôle de cavité de distribution du gaz.

[0038] De même, une cavité annulaire de carburant 18 peut être formée dans la structure tubulaire 4. Comme illustré sur les figures, cette cavité de carburant 18 est également centrée sur l'axe XX' de la structure tubulaire 4 de façon à être coaxiale au passage de carburant 8 et à la cavité de gaz 16. Elle est reliée à une conduite d'alimentation en carburant 20 et débouche dans le ou les canaux d'alimentation en carburant 10. Cette cavité de carburant 18 joue aussi un rôle de cavité de distribution du carburant.

[0039] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système d'injection 2, 2' comporte en outre un dispositif de pilotage 22 du débit de gaz injecté dans le canal d'alimentation en carburant 10. Un tel dispositif 22 permet ainsi de contrôler le débit de gaz qu'il est nécessaire d'injecter pour réaliser l'effervescence du carburant. Par exemple, le pilotage du débit de gaz peut être fonction du débit et de la pression P_C du carburant.

[0040] On décrira maintenant les particularités du mode de réalisation du système d'injection 2 selon l'invention illustré par les figures 1 et 2.

[0041] Dans ce mode de réalisation, le système d'injection 2 peut comporter deux rangées de canaux d'alimentation en air 6 espacées axialement l'une de l'autre et régulièrement répartis sur toute la circonférence de la structure tubulaire 4. Ces canaux 6 peuvent déboucher au niveau de l'extrémité amont 4a de la structure tubulaire 4.

[0042] L'air introduit par ce ou ces canaux 6 à une pression P_A s'écoule donc dans la structure tubulaire 4 selon la direction axiale XX' jusqu'à l'extrémité aval 4b de celle-ci avec un effet de rotation dans la structure tubulaire 4.

[0043] Par ailleurs, le système d'injection 2 comporte de préférence une vrille d'air externe 24 qui est disposée autour de la structure tubulaire 4 et est décalée radialement par rapport au passage de carburant 8. Cette vrille d'air externe 24 est destinée à injecter de l'air en sortie de la structure tubulaire 4 selon une direction sensiblement axiale et également avec un effet de rotation. Ainsi, le carburant en effervescence qui est introduit dans la

structure tubulaire 4 par le passage de carburant 8 est atomisé par l'effet de cisaillement de l'air provenant des canaux d'alimentation en air 6 et de la vrille d'air externe 24.

[0044] L'air alimentant la vrille d'air externe 24 est de préférence prélevé à un étage de compresseur de la turbomachine, par exemple au même étage que l'air introduit dans la structure tubulaire 4 par le ou les canaux d'alimentation en air 6. De plus, toujours dans ce mode de réalisation de l'invention, un bol 26 formant divergent peut être monté en aval de la structure tubulaire 4.

[0045] On décrira maintenant les spécificités du mode de réalisation du système d'injection 2' illustré par la figure 3.

[0046] Dans ce mode de réalisation, le système d'injection 2' comporte un unique canal d'alimentation en air 6'. Celui-ci est annulaire ; il est disposé autour de la structure tubulaire 4 et débouche axialement dans le passage de carburant 8 à une extrémité amont 8a de celui-ci. L'air introduit par ce canal 6' à une pression P_A s'écoule donc dans le passage de carburant 8 avant d'être introduit dans la structure tubulaire 4 au niveau de l'élargissement de celle-ci.

[0047] Par ailleurs, le passage de carburant 8 présente de préférence une diminution de section 8c dans le sens d'écoulement du carburant afin d'accélérer l'écoulement de carburant dans la structure tubulaire 4.

Revendications

1. Système d'injection aérodynamique (2, 2') d'un mélange air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, comportant :

une structure tubulaire (4) d'axe XX' qui s'ouvre à une extrémité aval (4b) pour le mélange air/carburant ;

au moins un canal d'alimentation en air (6, 6') qui est relié à un étage de compresseur de la turbomachine et qui débouche dans la structure tubulaire (4) de façon à y introduire de l'air à une pression P_A ; et

un passage annulaire de carburant (8) qui est formé dans la structure tubulaire (4) autour de son axe XX', est relié à au moins un canal d'alimentation en carburant (10) dans lequel circule du carburant à une pression P_C , et débouche à une extrémité aval (8b) dans la structure tubulaire (4) en formant dans celle-ci un élargissement ;

caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens pour injecter dans le au moins un canal d'alimentation en carburant (10) un gaz à une pression P_G qui est supérieure à P_A et supérieure ou égale à P_C afin de créer une effervescence du carburant lors de son introduction dans la structure tubulaire (4).

2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins un canal d'injection en gaz (12) qui débouche dans le ou les canaux d'alimentation en carburant (10) et qui est relié à une conduite d'alimentation en gaz (14).

3. Système selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le canal d'injection en gaz (12) débouche de façon sensiblement perpendiculaire dans le ou les canaux d'alimentation en carburant (10).

4. Système selon l'une des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre une cavité annulaire de distribution de gaz (16) qui est formée dans la structure tubulaire (4) autour du passage de carburant (8), est reliée à la conduite d'alimentation en gaz (14) et débouche dans le canal d'injection de gaz (12).

5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre une cavité annulaire de distribution de carburant (18) qui est formée dans la structure tubulaire (4), est reliée à une conduite d'alimentation en carburant (20) et débouche dans le canal d'alimentation en carburant (10).

6. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le ou les canaux d'alimentation en carburant (10) sont inclinés tangentiellement par rapport au passage annulaire de carburant (8).

7. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le canal d'alimentation en air (6) débouche dans la structure tubulaire (4) à une extrémité amont (4a) de celle-ci avec mise en rotation de l'air.

8. Système selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre une vrille d'air externe (24) qui est disposée autour de la structure tubulaire (4), est décalée radialement par rapport au passage de carburant (8) et destinée à injecter de l'air en sortie de la structure tubulaire (4) selon une direction sensiblement axiale et avec un mouvement de rotation.

9. Système selon l'une des revendications 7 et 8, **caractérisé en ce que** la vrille d'air externe (24) est reliée à un étage de compresseur de la turbomachine.

10. Système selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un bol (26) formant divergent monté en aval de la structure tubulaire (4).

11. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le canal d'alimentation en air (6') est disposé autour de la structure tubulaire (4) et débouche axialement dans le passage de carburant (8) à une extrémité amont (8a) de celui-ci. 5
12. Système selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le passage annulaire de carburant (8) présente une diminution de section (8c) dans le sens d'écoulement du carburant afin d'accélérer l'écoulement de carburant dans la structure tubulaire (4). 10
13. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le gaz est de l'air. 15
14. Système selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'air composant le gaz est prélevé sur un étage de compresseur de la turbomachine avant d'être comprimé. 20
15. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un dispositif de pilotage (22) du débit de gaz injecté dans le canal d'alimentation en carburant. 25
16. Chambre de combustion de turbomachine comprenant un système d'injection, aérodynamique (2, 2') d'un mélange air/carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 15. 30
17. Turbomachine comprenant une chambre de combustion munie d'un système d'injection aérodynamique (2, 2') d'un mélange air/carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 15. 35

Claims

1. An aerodynamic injection system (2, 2') for injecting an air/fuel mixture into a turbomachine combustion chamber, the system comprising:
- a tubular structure (4) of axis XX' that opens out at a downstream end (4b) for delivering the air/fuel mixture;
- at least one air feed channel (6, 6') that is connected to a compressor stage of the turbomachine and that opens out into the tubular structure (4) in such a manner as to introduce air at a pressure P_A into the tubular structure; and
- an annular fuel passage (8) that is formed in the tubular structure (4) around its axis XX', that is connected to at least one fuel feed channel (10) in which fuel flows at a pressure P_C , and that opens out at a downstream end (8b) into the tubular structure (4), forming an enlargement therein;
- the system being **characterised in that** it fur-

ther comprises means for injecting gas into the at least one fuel feed channel (10), the gas being at a pressure P_G that is greater than the pressure P_A and greater than or equal to P_C so as to create effervescence in the fuel on being introduced into the tubular structure (4).

2. A system according to claim 1, **characterised in that** it includes at least one gas injection channel (12) that opens out into the fuel feed channel(s) (10) and that is connected to a gas feed duct (14).
3. A system according to claim 2, **characterised in that** the gas injection channel (12) opens out substantially perpendicularly into the fuel feed channel (s) (10).
4. A system according to claim 2 or claim 3, **characterised in that** it further comprises an annular gas distribution cavity (16) that is formed in the tubular structure (4) around the fuel passage (8), that is connected to the gas feed duct (14), and that opens out into the gas injection channel (12).
5. A system according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** it further includes an annular fuel distribution cavity (18) that is formed in the tubular structure (4), that is connected to a fuel feed duct (20), and that opens out into the fuel feed channel (10).
6. A system according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the fuel feed channel(s) (10) is/are inclined tangentially relative to the annular fuel passage (8).
7. A system according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the air feed channel (6) opens out into the tubular structure (4) at an upstream end (4a) thereof with the air being set into rotation.
8. A system according to claim 7, **characterised in that** it further includes an outer air swirler (24) that is disposed around the tubular structure (4), that is radially offset relative to the fuel passage (8), and that is designed to inject air into the outlet of the tubular structure (4) in a direction that is substantially axial together with movement in rotation.
9. A system according to claim 7 or claim 8, **characterised in that** the outer air swirler (24) is connected to a compressor stage of the turbomachine.
10. A system according to claim 7 or claim 8, **characterised in that** it further includes a bowl (26) forming a diverging portion mounted downstream from the tubular structure (4).

11. A system according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the air feed channel (6') is disposed around the tubular structure (4) and opens out axially into the fuel passage (8) at an upstream end (8a) thereof.
12. A system according to claim 11, **characterised in that** the annular fuel passage (8) presents a narrowing of section (8c) in the fuel flow direction in order to accelerate the flow of fuel in the tubular structure (4).
13. A system according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that** the gas is air.
14. A system according to claim 13, **characterised in that** the air constituting the gas is taken from a compressor stage of the turbomachine prior to being compressed.
15. A system according to any one of claims 1 to 14, **characterised in that** it further comprises a device (22) for controlling the flow rate of the gas injected into the fuel feed channel.
16. A turbomachine combustion chamber including an aerodynamic injection system (2, 2') for injecting an air/fuel mixture according to any one of claims 1 to 15.
17. A turbomachine including a combustion chamber fitted with an aerodynamic injection system (2, 2') for injecting an air/fuel mixture according to any one of claims 1 to 15.

Patentansprüche

1. Aerodynamisches System (2, 2') zum Einspritzen eines Luft-/Kraftstoff-Gemischs in eine Brennkammer einer Turbomaschine, umfassend:

eine röhrenförmige Struktur (4) mit der Achse XX', die sich an einem stromabwärtigen Ende (4b) für das Luft-/Kraftstoff-Gemisch öffnet;
wenigstens einen Luftzufuhrkanal (6, 6'), der mit einer Verdichterstufe der Turbomaschine verbunden ist und der in die röhrenförmige Struktur (4) derart mündet, daß Luft unter einem Druck P_A eingeleitet wird; sowie
einen ringförmigen Kraftstoffdurchlaß (8), der in der röhrenförmigen Struktur (4) um deren Achse XX' herum ausgebildet ist, mit wenigstens einem Kraftstoffzufuhrkanal (10), in dem Kraftstoff unter einem Druck P_C zirkuliert, verbunden ist und an einem stromabwärtigen Ende (8b) in die röhrenförmige Struktur (4) mündet und dabei in dieser eine Erweiterung bildet;

dadurch gekennzeichnet, daß es ferner Mittel umfaßt, um in den wenigstens einen Kraftstoffzufuhrkanal (10) ein Gas unter einem Druck P_G einzuspritzen, der höher als P_A und höher als oder gleich P_C ist, um ein Aufschäumen des Kraftstoffs bei dessen Einleiten in die röhrenförmige Struktur (4) zu erzeugen.

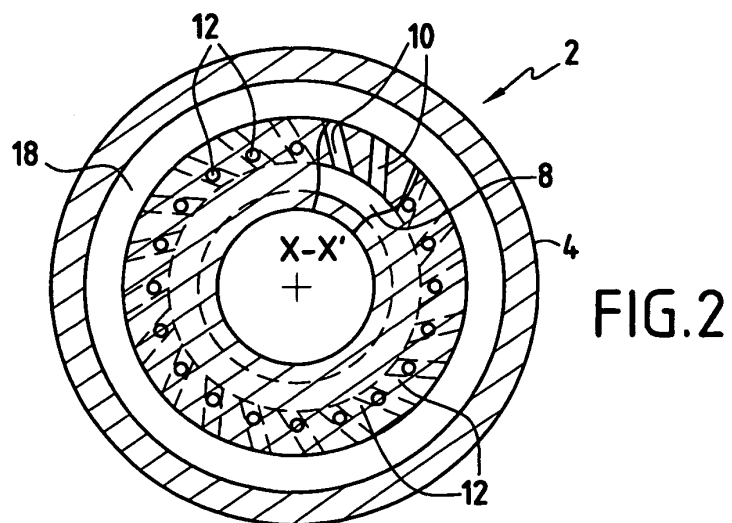
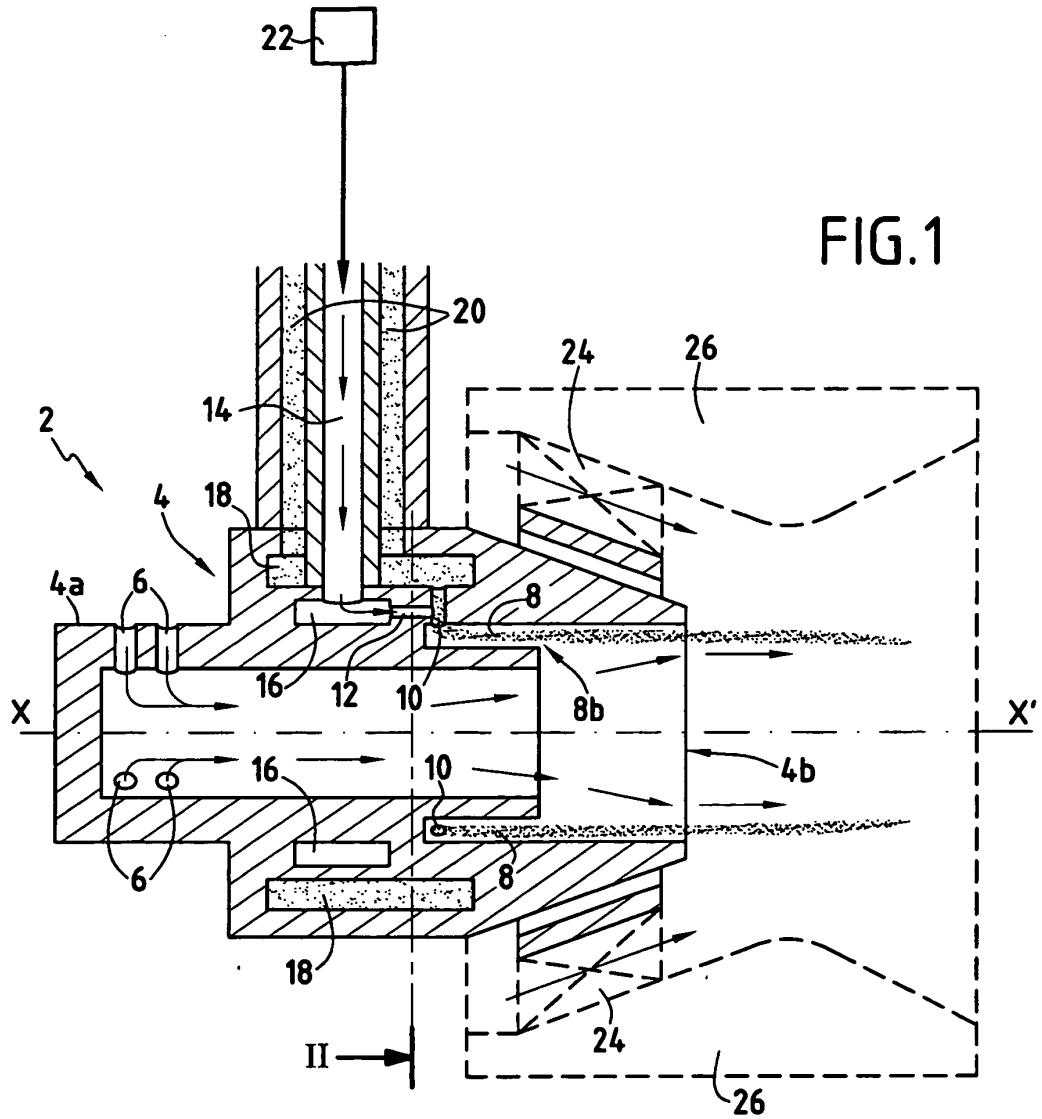
2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** es wenigstens einen Gaseinspritzkanal (12) umfaßt, der in den oder die Kraftstoffzufuhrkanäle (10) mündet und der mit einer Gaszufuhrleitung (14) verbunden ist.
3. System nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gaseinspritzkanal (12) im wesentlichen senkrecht in den oder die Kraftstoffzufuhrkanäle (10) mündet.
4. System nach einem der Ansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** es ferner einen ringförmigen Gasverteilungshohlraum (16) umfaßt, der in der röhrenförmigen Struktur (4) um den Kraftstoffdurchlaß (8) herum ausgebildet, mit der Gaszufuhrleitung (14) verbunden ist und in den Gaseinspritzkanal (12) mündet.
5. System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** es außerdem einen ringförmigen Kraftstoffverteilungshohlraum (18) umfaßt, der in der röhrenförmigen Struktur (4) ausgebildet, mit einer Kraftstoffzufuhrleitung (20) verbunden ist und in den Kraftstoffzufuhrkanal (10) mündet.
6. System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der oder die Kraftstoffzufuhrkanäle (10) gegenüber dem ringförmigen Kraftstoffdurchlaß (8) tangential geneigt sind.
7. System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Luftzufuhrkanal (6) in die röhrenförmige Struktur (4) an einem stromaufwärtigen Ende (4a) dieser, mit einem Indrehungsversetzen der Luft mündet.
8. System nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** es ferner eine äußere Luftspirale (24) umfaßt, die um die röhrenförmige Struktur (4) herum angeordnet, gegenüber dem Kraftstoffdurchlaß (8) radial versetzt und dazu bestimmt ist, am Ausgang der röhrenförmigen Struktur (4) Luft in einer im wesentlichen axialen Richtung und mit einer Drehbewegung einzuspritzen.
9. System nach einem der Ansprüche 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die äußere Luftspirale (24) mit einer Verdichterstufe der Turbomaschine verbunden ist.

10. System nach irgendeinem der Ansprüche 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** es ferner eine ein divergentes Teil bildende Schale (26) umfaßt, die stromabwärts der röhrenförmigen Struktur (4) angebracht ist. 5
11. System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Luftzufuhrkanal (6') um die röhrenförmige Struktur (4) herum angeordnet ist und an einem stromaufwärtigen Ende (8a) des Kraftstoffdurchlasses (8) axial in diesen mündet. 10
12. System nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der ringförmige Kraftstoffdurchlaß (8) eine Querschnittsverringeringung (8c) in Strömungsrichtung des Kraftstoffes aufweist, um die Kraftstoffströmung in der röhrenförmigen Struktur (4) zu beschleunigen. 15
13. System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gas Luft ist. 20
14. System nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die das Gas bildende Luft an einer Verdichterstufe der Turbomaschine entnommen wird, bevor sie verdichtet wird. 25
15. System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** es ferner eine Vorrichtung (22) zur Steuerung der in den Kraftstoffzufuhrkanal eingespritzten Gasmenge umfaßt. 30
16. Brennkammer einer Turbomaschine mit einem aerodynamischen System (2, 2') zum Einspritzen eines Luft-/Kraftstoff-Gemischs nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 15. 35
17. Turbomaschine mit einer Brennkammer, die mit einem aerodynamischen System (2, 2') zum Einspritzen eines Luft-/Kraftstoff-Gemischs nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 15 ausgestattet ist. 40

45

50

55



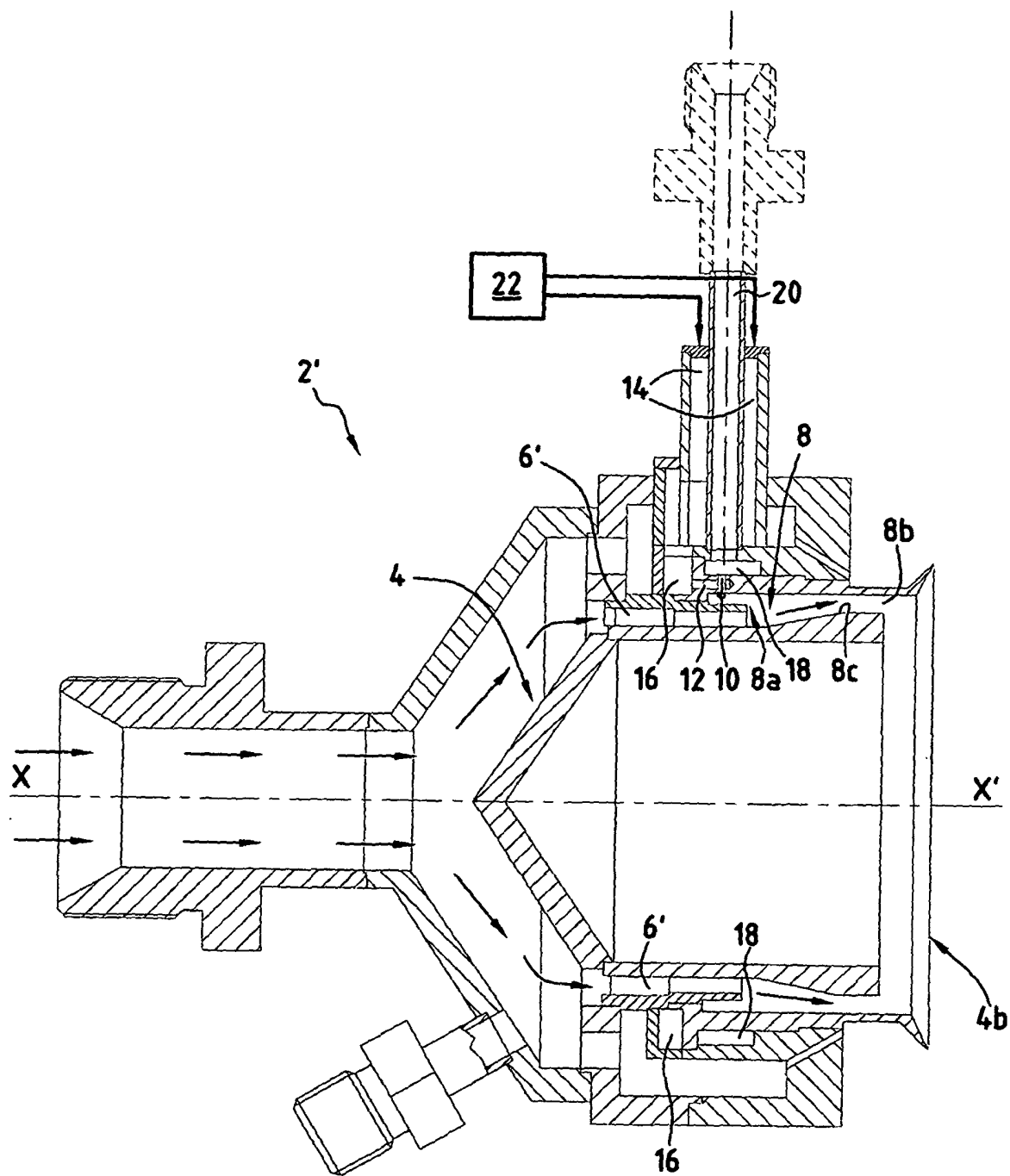


FIG.3

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1331441 A [0008]