

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **88401034.9**

51 Int. Cl.4: **H 05 H 1/42**
B 05 B 7/22, B 01 F 5/04

22 Date de dépôt: **28.04.88**

30 Priorité: **29.04.87 FR 8706084**

43 Date de publication de la demande:
02.11.88 Bulletin 88/44

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES GB IT LI LU NL SE

71 Demandeur: **AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE** Société Anonyme dite:
37, Boulevard de Montmorency
F-75016 Paris (FR)

72 Inventeur: **Labrot, Maxime**
26, rue Wilson
F-33000 Bordeaux (FR)

Valvy, Yves
41, rue Edouard Branly Les Artignons
F-33165 Issac (FR)

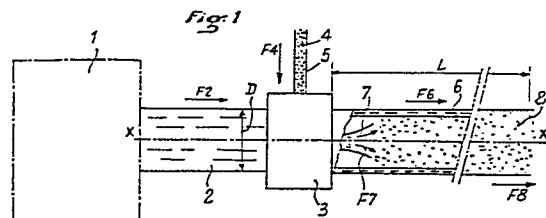
Feuillerat, Jean
19, rue du Lavoir
F-33000 Bordeaux (FR)

74 Mandataire: **Bonnetat, Christian et al**
Cabinet PROPI Conseils 23 rue de Léningrad
F-75008 Paris (FR)

54 **Procédé et dispositif pour l'injection d'une matière sous forme fluide dans un écoulement gazeux chaud et appareil mettant en oeuvre ce procédé.**

57 - Procédé et dispositif pour l'injection d'au moins un courant d'une matière fluide dans un écoulement gazeux chaud, tel qu'un jet de plasma.

- Selon l'invention,
 - on communique audit écoulement gazeux chaud (2) la forme d'une enveloppe de révolution (6) ; et
 - on dispose la buse d'injection du courant (7) de matière fluide coaxialement à l'axe (X-X) de ladite enveloppe de révolution (6).
- Chimie en plasma.



Description

Procédé et dispositif pour l'injection d'une matière sous forme fluide dans un écoulement gazeux chaud et appareil mettant en oeuvre ce procédé.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour l'injection d'au moins un courant d'une matière sous forme fluide dans un écoulement gazeux chaud, tel qu'un jet de plasma. Elle concerne également un appareil permettant de mettre en oeuvre ce procédé et d'effectuer toutes sortes d'opérations et de réactions au moyen d'un écoulement gazeux chaud.

On sait que se sont développées, ces dernières années, des techniques de réactions chimiques et d'opérations diverses (fusion, recristallisation, pyrolyse, etc...), parfois appelées globalement chimie en plasma, mettant en oeuvre un gaz ou des matières finement divisées, telles que poudres et liquides éventuellement propulsées par un gaz, et un jet de plasma. Selon ces techniques, on injecte de telles matières, généralement appelées réactifs, dans l'écoulement chaud constitué par le jet de plasma.

Il est particulièrement important, pour la qualité des résultats obtenus, que l'injection des réactifs permette une répartition homogène et une dissolution parfaite de ceux-ci dans ledit écoulement. Or, on sait qu'un jet de plasma présente une viscosité élevée, de sorte que l'injection des réactifs est un problème délicat à résoudre, puisque les particules de ces réactifs rebondissent sur le jet de plasma. Il en est particulièrement ainsi lorsqu'il s'agit de faire pénétrer des gouttelettes de liquide ou des particules (dont la taille varie de quel ques microns à 1000 microns) dans un jet de plasma dont la température et la pression sont respectivement de l'ordre de 2000°C à 10.000°C et de 1 à 20 bar.

On a déjà proposé différentes méthodes pour l'injection de réactifs dans un jet de plasma. Ces méthodes font généralement intervenir l'injection des réactifs, soit en amont ou au niveau du générateur de plasma, soit en aval de celui-ci.

Dans le premier cas, on évite un certain nombre de difficultés, et notamment celle du mélange de réactifs froids et du jet de plasma chaud due à la viscosité importante de celui-ci. En revanche, puisque les réactifs doivent traverser le générateur de plasma, cette méthode ne peut être mise en oeuvre avec des réactifs qui risquent de réagir soit avec les électrodes, soit avec les parois du générateur. De plus, elle ne peut être utilisée qu'avec les générateurs de plasma dont la structure se prête à une telle injection.

Dans le cas d'une injection en aval du générateur, on opère de différentes manières. On peut réaliser un lit fluidisé, dans lequel des particules de réactifs se trouvent en suspension dans des réservoirs annexes et entraîner ces particules vers l'écoulement chaud. On se heurte alors aux difficultés mentionnées ci-dessus, dues à la viscosité de ce dernier. On peut également faire tomber les particules par gravité dans l'écoulement chaud. Cependant, là encore, on se heurte au fait que le réactif se mélange peu à l'écoulement chaud, une partie importante des particules des réactifs ayant ten-

dance à rebondir sur celui-ci.

Pour améliorer le rendement d'une telle injection en aval du générateur de plasma et permettre une bonne homogénéité et une dissolution satisfaisante des réactifs dans un écoulement gazeux chaud, le brevet US-A-4 616 779 décrit un procédé pour l'injection d'au moins un courant d'une matière finement divisée dans un écoulement gazeux chaud, tel qu'un jet de plasma, selon lequel on interpose sur le trajet dudit écoulement gazeux chaud un écran percé d'une pluralité d'orifices spatialement répartis autour de l'axe dudit écoulement gazeux chaud, de façon à fractionner celui-ci en une pluralité d'écoulements élémentaires présentant au moins approximativement la même direction générale, et on amène ledit courant de matière finement divisée à au moins une buse au moins partiellement entourée par lesdits orifices, afin de créer au moins un courant de matière finement divisée, de direction au moins approximativement semblable à celle desdits écoulements gazeux chauds élémentaires et entouré par au moins certains de ceux-ci.

On réalise ainsi une injection au moins approximativement coaxiale du courant de matière finement divisée dans l'écoulement gazeux chaud, de sorte que l'on favorise les conditions de transfert entre le jet chaud et le réactif, ainsi que l'homogénéisation du mélange, tout en permettant l'entraînement, et donc la réaction, de toutes les particules de réactif par l'écoulement chaud.

La présente invention a pour objet de perfectionner le procédé du brevet rappelé ci-dessus, afin d'en améliorer encore les performances.

A cette fin, selon l'invention, le procédé pour l'injection d'au moins un courant d'une matière fluide dans un écoulement gazeux chaud, tel qu'un plasma, selon lequel on interpose sur le trajet dudit écoulement gazeux chaud un dispositif de mise en forme de cet écoulement gazeux chaud et on amène ladite matière fluide à au moins une buse, créant un courant de matière fluide dont la direction est au moins approximativement semblable à la direction générale dudit écoulement gazeux chaud mis en forme pour ledit dispositif, est remarquable en ce que l'on communique audit écoulement gazeux chaud la forme d'une enveloppe de révolution et en ce qu'on dispose ladite buse d'injection coaxialement à l'axe de ladite enveloppe de révolution.

Ainsi, selon l'invention, on injecte ladite matière fluide à l'intérieur de l'écoulement gazeux chaud et, par suite de la viscosité élevée de celui-ci, les particules de ladite matière ne peuvent s'échapper et restent prisonnières du plasma, auquel elles finissent par se mêler intimement. On transforme donc en avantage l'inconvénient rencontré dans les techniques antérieures et dû à la viscosité du plasma.

On remarquera que, dans le brevet US-A-4 616 779, les écoulements élémentaires de plasma entourent partiellement la buse de sortie des

particules de la matière finement divisée, de sorte que l'on bénéficie déjà, dans une certaine mesure, de l'effet de piégeage des particules de matière finement divisée par le plasma. Cependant, dans ce cas, des espaces libres subsistent entre deux écoulements élémentaires périphériquement consécutifs, de sorte que des particules peuvent s'échapper par ces espaces et sortir du plasma. Selon l'invention, il n'existe aucun passage pour les particules de l'intérieur vers l'extérieur du plasma et il en résulte que les performances du procédé du brevet US-A-4 616 779 sont encore améliorées.

Dans une première forme de mise en oeuvre de la présente invention, ladite enveloppe de révolution de plasma est au moins sensiblement cylindrique. Dans ce cas, le mélange intime du plasma et de la matière fluide se produit en aval du dispositif de mise en forme, à une distance égale à plusieurs fois, par exemple vingt, le diamètre de l'écoulement gazeux chaud.

Pour accélérer l'incorporation des particules de matière fluide au plasma, il est avantageux que, dans une seconde forme de mise en oeuvre, ladite enveloppe de révolution soit au moins sensiblement conique. Ainsi, lesdites particules sont emprisonnées dans le cône de plasma et sont forcées de se mêler à celui-ci.

La matière fluide peut sortir de la buse sous la forme d'un courant à section circulaire homogène. Toutefois, il peut être préférable que, tout comme l'écoulement gazeux chaud, le courant de matière fluide sortant de la buse présente une section annulaire.

Il peut être également avantageux que l'écoulement gazeux chaud en forme d'enveloppe de révolution et/ou le courant de matière fluide soient mis en turbulence immédiatement en aval dudit dispositif de mise en forme. Dans ce cas, il est souvent préférable que ce soit le courant de matière fluide et, alors, ladite buse comporte des aubes, chicanes, rebords ou moyens analogues pour engendrer des vortex dans ledit courant de matière fluide.

Le courant de matière fluide est le plus souvent injecté du côté aval dudit écoulement gazeux chaud, c'est-à-dire directement à l'intérieur de ladite enveloppe. Cependant, il peut également être injecté du côté amont, de sorte que la matière fluide traverse ledit dispositif de mise en forme avec ledit écoulement gazeux chaud, auquel elle commence à se mêler dans ledit dispositif.

Il est également possible d'injecter la matière fluide vers l'amont et vers l'aval de l'écoulement gazeux chaud. Cette variante est particulièrement intéressante lorsque deux matières fluides différentes doivent être utilisées.

Pour permettre la mise en oeuvre aisée de ce procédé, on prévoit, selon l'invention, un dispositif de mise en forme ou d'injection constitué par un corps périphérique et par un corps central délimitant entre eux un canal de révolution, ledit corps central étant pourvu d'au moins une buse. Ledit corps central peut être maintenu solidaire du corps périphérique par au moins un bras traversant ledit canal de révolution et la longueur dudit canal, en aval

dudit bras, est au moins égale à une fois le diamètre de l'écoulement gazeux en amont dudit dispositif. Ainsi, la longueur dudit canal est suffisante pour que les perturbations d'écoulement liées à la présence dudit bras dans ledit canal soient éliminées à la sortie dudit dispositif.

Il est avantageux que la (ou les) buse(s) dudit corps central soi(en)t alimentée(s) en matière fluide par un conduit traversant un tel bras.

De préférence, ledit dispositif est pourvu d'un circuit de circulation pour un fluide de refroidissement et ce circuit comporte des conduits traversant ledit bras, afin de permettre le refroidissement du corps central.

Le dispositif d'injection selon l'invention peut être fabriqué par fonderie (avec noyau céramique) non poreuse. Il peut être réalisé en cuivre ou en acier inoxydable, par exemple.

Afin d'éviter des contraintes, la section annulaire du canal de révolution présente une aire au moins égale à celle de la section de l'écoulement gazeux chaud incident.

Le dispositif selon l'invention peut ainsi être raccordé à une torche à plasma dont la puissance est de l'ordre de 2,5 MW thermique et être utilisé pour injecter jusqu'à une tonne/heure de matière pulvérulente.

Ainsi, selon l'invention, un appareil de réaction et/ou de traitement d'au moins une matière sous forme fluide dans un écoulement gazeux chaud, tel qu'un jet de plasma, comportant un générateur dudit écoulement gazeux chaud et des moyens d'alimentation de ladite matière fluide est remarquable en ce qu'il comporte un dispositif interposé sur le trajet dudit écoulement gazeux chaud et constitué par un corps périphérique et par un corps central délimitant entre eux un canal de révolution, ledit corps central étant pourvu d'au moins une buse dont l'axe est coaxial à l'axe de révolution dudit canal.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

Les figures 1 à 3 illustrent schématiquement trois formes de mise en oeuvre différentes de la présente invention.

La figure 4 montre, en coupe axiale, un mode de réalisation du dispositif conforme à la présente invention, la moitié inférieure de cette coupe, en trait mixte, n'étant que schématique.

La figure 5 est une section selon la ligne V-V de la figure 4.

Les figures 6 et 7 montrent deux variantes du dispositif de la figure 4.

Le dispositif selon l'invention, représenté schématiquement sur les figures 1 à 3, comporte un générateur de plasma symbolisé par un rectangle 1 en trait mixte et émettant un jet de plasma 2 d'axe X-X de section uniforme. Sur le trajet du jet de plasma 2, qui se déplace dans le sens de la flèche F2, est interposé un dispositif d'injection 3 alimenté en une matière 4 sous forme fluide, par des moyens d'amenée 5. Cette alimentation est illustrée par la flèche F4. Dans le dispositif de la figure 1, le dispositif d'injection 3 transforme le jet de plasma 2

de section uniforme en un jet 6 (flèche F6) ayant la forme d'une enveloppe cylindrique coaxiale à l'axe X-X, c'est-à-dire que la section du jet de plasma 2 en aval du dispositif d'injection 3 présente une section annulaire. De plus, le dispositif d'injection 3 émet un jet 7 (flèches F7) de matière fluide 4, à l'intérieur de ladite enveloppe de plasma 6 et coaxialement à celle-ci. En aval du dispositif d'injection 3, par exemple à une distance L de celui-ci égale à plusieurs fois le diamètre D du jet de plasma 2, on obtient un jet homogène 8 (flèche F8) résultant de la combinaison, de l'interaction et/ou de la réaction du jet de plasma 2 et de la matière fluide 4, grâce au mélange intime de l'enveloppe de plasma 6 et du jet coaxial 7.

Dans la forme de mise en oeuvre schématique illustrée par la figure 2, on retrouve le générateur de plasma 1, le jet de plasma 2, le dispositif d'injection 3, les moyens d'amenée 5 de la matière fluide 4 et le jet 7 de celle-ci. Dans ce cas, l'enveloppe de plasma 9 (flèche F9), qui est formée par le dispositif d'injection 3 et coaxialement à laquelle est injecté le jet 7, n'est plus cylindrique comme l'enveloppe 6 de la figure 1, mais conique et convergente vers l'axe X-X. Le mélange de l'enveloppe de plasma 9 et du jet 7 de matière fluide crée, en aval du dispositif 3 et à quelque distance de celui-ci, un jet homogène 10 de plasma et de matière 4.

Dans les formes de mise en oeuvre des figures 1 et 2, le jet 7 de matière fluide 4 (flèche F7) est dirigé dans le même sens que les jets de plasma 2, 6 et 9, c'est-à-dire vers les jets homogènes résultants 8 et 10 et donc vers l'aval. En revanche, dans la mise en oeuvre de la figure 3, le jet 11 de matière fluide 4 (flèche F 11) est dirigé en sens opposé au jet de plasma 2, c'est-à-dire à contre courant vers l'amont dudit jet de plasma 2. Dans ce cas, la matière 4 provenant du jet 11 traverse le dispositif d'injection 3 et est transportée vers l'aval par l'enveloppe de plasma 6 (ou 9).

Bien entendu, bien que cela ne soit pas représenté sur les figures, dans un dispositif selon l'invention on peut prévoir un jet 7 de matière fluide dirigé vers l'aval et un jet 11 de matière fluide dirigé vers l'amont. Dans ce cas, les matières des jets 7 et 11 peuvent être différentes.

Les figures 4 et 5 montrent un mode de réalisation du dispositif d'injection 3. Celui-ci comporte un corps périphérique 12 et un corps central 13, délimitant entre eux un canal 14 de révolution, ledit corps central 13 étant solidaire du corps périphérique 12 par l'intermédiaire d'au moins un bras 15 obturant partiellement le canal de révolution 14.

Le corps périphérique 12 est fixé à la sortie du générateur de plasma 1 et le corps central 13 et le bras 15 sont aérodynamiquement profilés. Le jet de plasma 2 sortant du générateur 1 (flèches F2) pénètre dans le dispositif coaxial 3 et est mis sous la forme d'une enveloppe conique par passage dans le canal annulaire 14, en contournant le corps central 13, qui forme obstacle et qui a par exemple la forme d'un bulbe. Le jet 9 en forme d'enveloppe conique (flèches F9) sort du dispositif 1 par l'intermédiaire de la buse annulaire 16. Le corps central 13 comporte un passage annulaire central 17 se terminant par une

buse annulaire 18, coaxiale à la buse annulaire 16, mais plus petite que celle-ci. Par un conduit 19, passant à travers le bras 16, le passage annulaire aval 17 et la buse 18 sont alimentés en matière fluide 4 à partir des moyens d'alimentation 5.

Par ailleurs, des circuits de circulation de fluide de refroidissement sont prévus dans lesdits corps périphérique 12 et aval 13. Ces circuits sont en liaison l'un avec l'autre par des conduits 20 traversant le bras 15 et sont reliés avec l'extérieur par des canalisations d'amenée 21 et une canalisation de retour 22.

Le dispositif 3 des figures 4 et 5 correspond à celui de la figure 2 dans lequel la buse 18 émettant le jet 7 est dirigée vers l'aval du jet de plasma. En revanche, la figure 6 montre schématiquement un dispositif 3 adapté au mode de mise en oeuvre de la figure 3, dans lequel le jet 11 de matière fluide (flèches F 11) est dirigé vers l'amont du plasma.

Sur la figure 7, on a représenté schématiquement un dispositif 3 pour l'injection d'un courant 7 (flèches F 7) de matière fluide vers l'aval et d'un courant 11 (flèche F 11) de matière fluide vers l'amont. On y a supposé que le corps central 13 était relié au corps périphérique 12 par deux bras 15 et 23 et que les deux courants 7 et 11 provenaient de deux sources différentes, à travers des passages 19 et 24, traversant respectivement les bras 15 et 23.

Comme on peut le voir sur la figure 4, des aubes 25 ou des becquets 26 peuvent être prévus dans le canal 17, au voisinage de la buse 18, pour créer des turbulences dans le jet 7 de matière fluide, destinées à faciliter encore plus le mélange des particules dudit jet au plasma en forme d'enveloppe.

De plus, à des fins d'homogénéisation parfaite de l'écoulement gazeux additionné de matière fluide, la longueur 1 du canal de révolution 14 en aval du bras 15 est au moins égale à une fois le diamètre D du jet 2.

Revendications

1 - Procédé pour l'injection d'au moins un courant d'une matière fluide (4) dans un écoulement gazeux chaud (2), tel qu'un plasma, selon lequel on interpose sur le trajet dudit écoulement gazeux chaud un dispositif (3) de mise en forme de cet écoulement gazeux chaud et on amène ledit courant de matière fluide à au moins une buse créant un courant (7) de matière fluide, dont la direction est au moins approximativement semblable à la direction générale dudit écoulement gazeux chaud mis en forme par ledit dispositif (3), caractérisé en ce que l'on communique audit écoulement gazeux chaud (2) la forme d'une enveloppe de révolution (6) et en ce qu'on dispose ladite buse d'injection coaxialement à l'axe (X-X) de ladite enveloppe de révolution.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite enveloppe de révolution (6) est au moins sensiblement cylin-

drique.

3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite enveloppe de révolution (9) est au moins sensiblement conique.

5

4 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le courant (7) de matière fluide sortant de ladite buse présente une section circulaire homogène.

10

5 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le courant (7) de matière fluide sortant de ladite buse présente une section annulaire.

15

6 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit courant (7) de matière fluide est mis en turbulence.

7 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le courant (7) de matière fluide est injecté du côté aval dudit écoulement gazeux chaud.

20

8 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le courant (11) de matière fluide est injecté du côté amont dudit écoulement gazeux chaud.

25

9 - Procédé selon les revendications 7 et 8, caractérisé en ce qu'un premier courant (7) de matière fluide est injecté du côté aval dudit écoulement gazeux chaud, tandis qu'un second courant (11) de matière fluide est injecté du côté amont dudit écoulement gazeux chaud.

30

35

10 - Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il est constitué par un corps périphérique (12) et par un corps central (13) délimitant entre eux un canal de révolution (14), ledit corps central étant pourvu d'au moins une buse (18) pour la matière fluide.

40

11 - Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que le corps central (13) est maintenu solidaire du corps périphérique par au moins un bras (18) traversant ledit canal de révolution (14) et en ce que la longueur dudit canal, en aval dudit bras, est au moins égale à une fois le diamètre de l'écoulement gazeux en amont dudit dispositif.

45

50

12 - Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que chaque buse dudit corps central est alimentée en matière fluide par un conduit (19, 24) traversant ledit bras.

55

13 - Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit de circulation pour un fluide de refroidissement comportant des conduits (19, 20) traversant ledit bras (15).

60

14 - Appareil de réaction et/ou de traitement d'au moins une matière fluide (4) dans un écoulement gazeux chaud (2), tel qu'un jet de plasma, comportant un générateur (1) dudit écoulement gazeux chaud et des moyens

65

d'alimentation (10) de ladite matière fluide, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (3) interposé sur le trajet dudit écoulement gazeux chaud et constitué par un corps périphérique (12) et par un corps central (13) délimitant entre eux un canal de révolution (14), ledit corps central (13) étant pourvu d'au moins une buse (18) dont l'axe est coaxial à l'axe de révolution dudit canal (14).

0289422

Fig:1

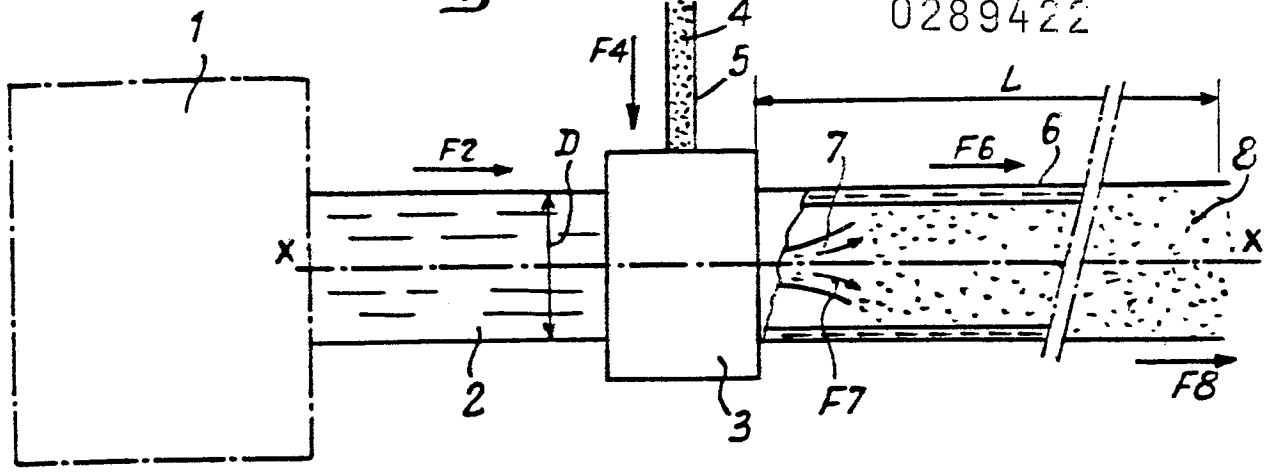


Fig:2

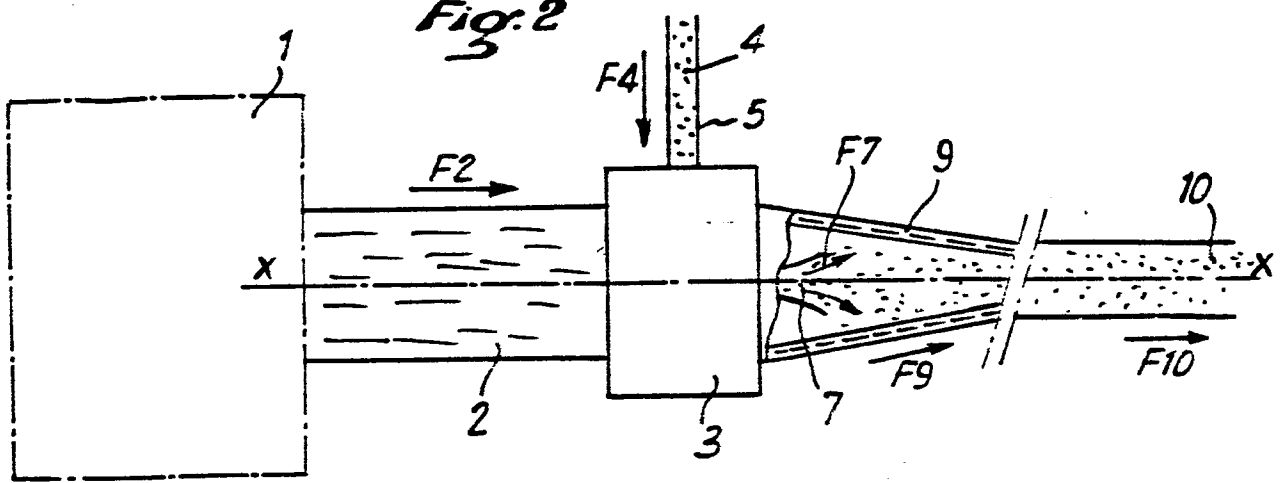


Fig:3

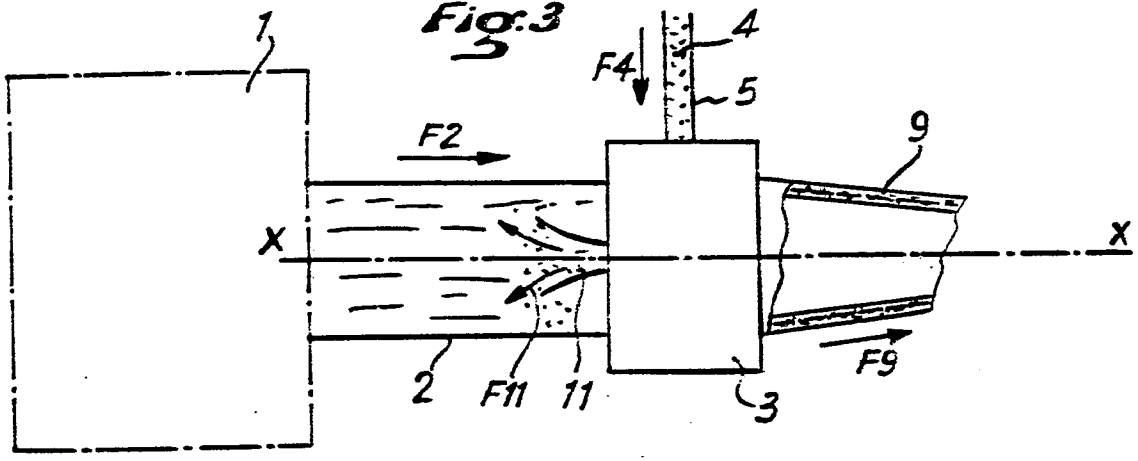
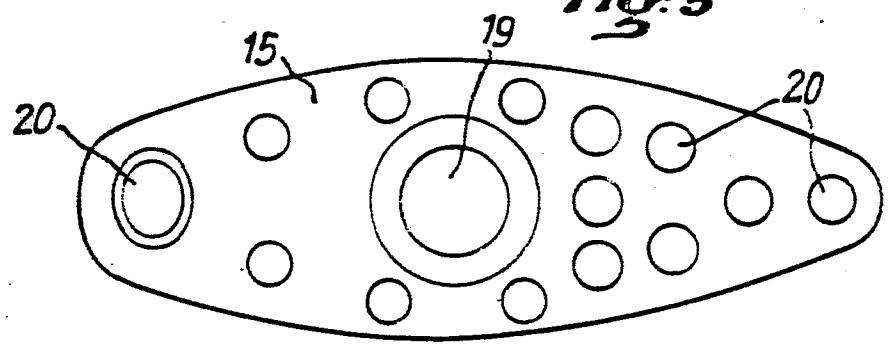


Fig:5



0289422

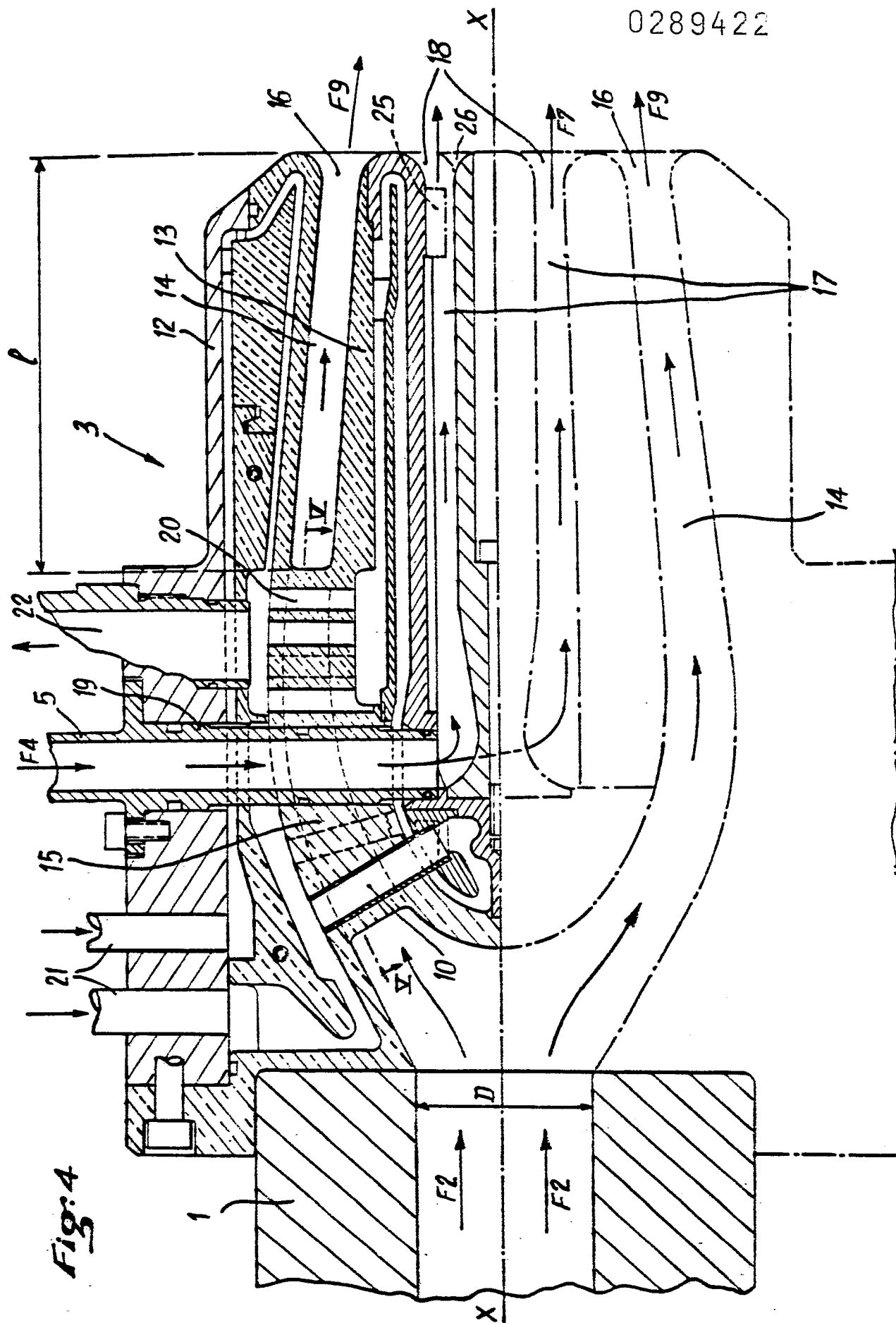
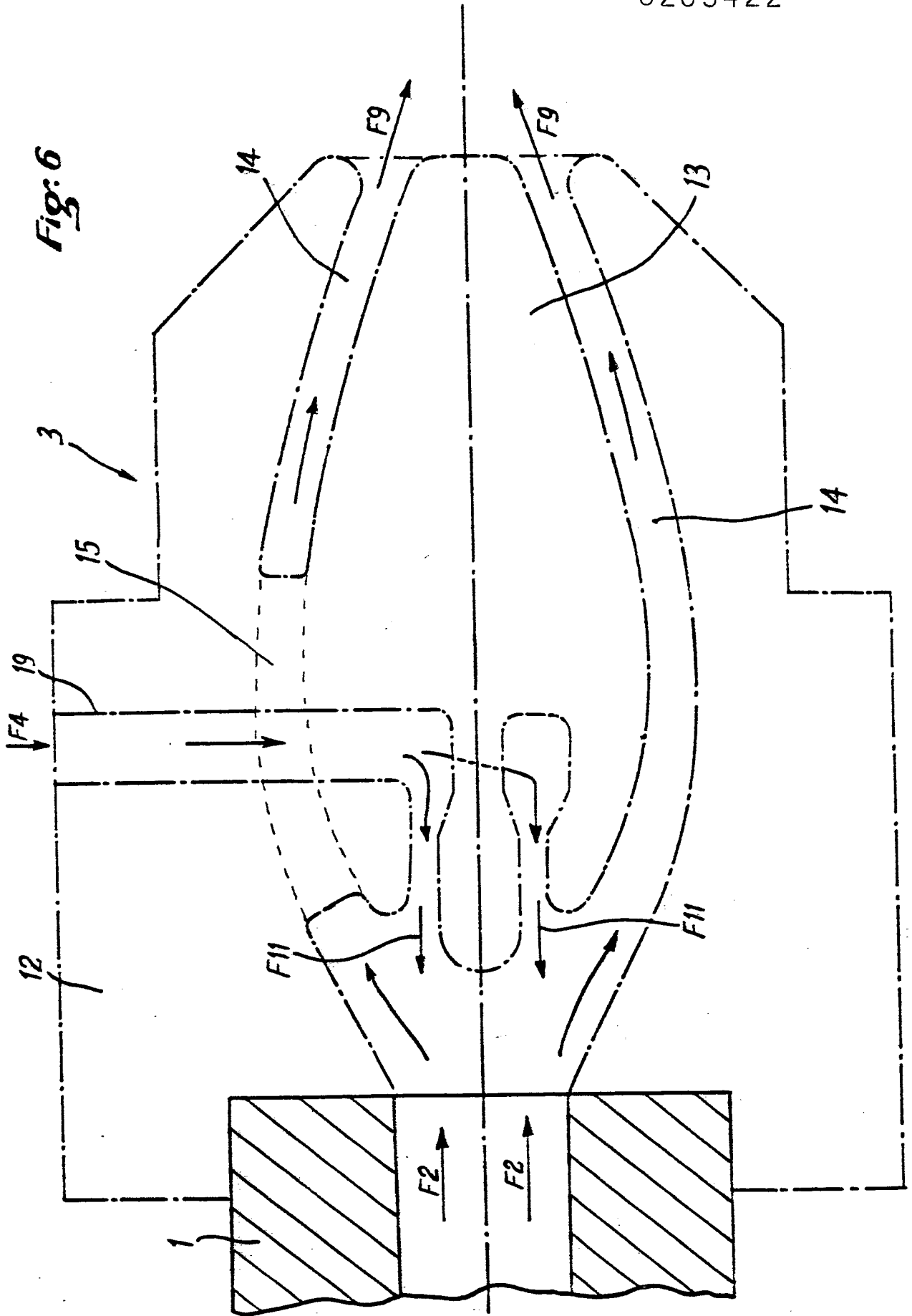
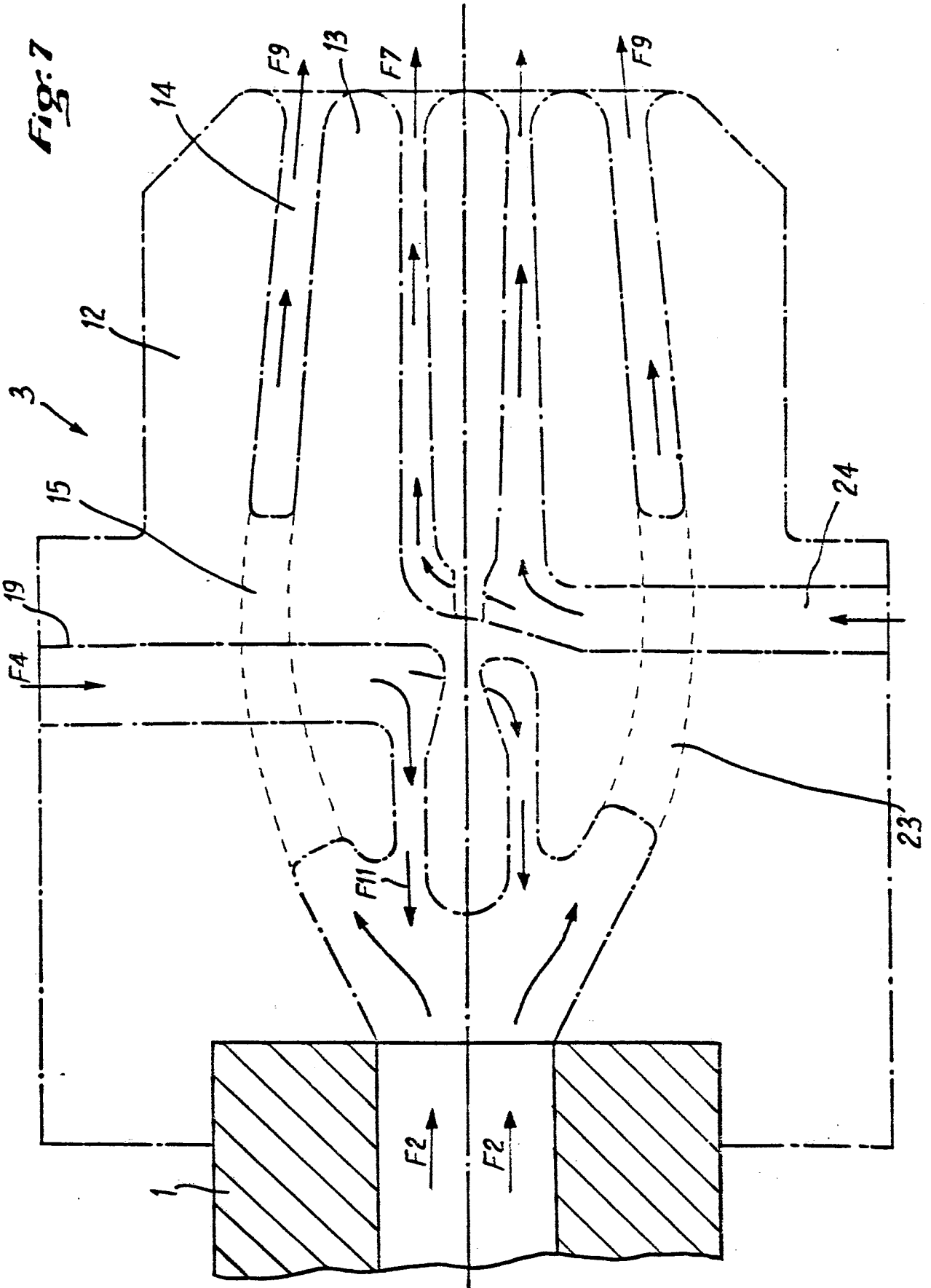


Fig: 6







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	EP-A-0 134 168 (SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE) * Revendications 6,9,10; figures 1,2 * & US-A-4 616 779 (Cat. D,Y) ---	1,2,4,6 -8,10- 14	H 05 H 1/42 B 05 B 7/22 B 01 F 5/04
Y	FR-A-2 001 694 (DRAISWERKE GmbH) * Page 8, lignes 32-37; figures 8,11 * -----	1,2,4,6 -8,10, 14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 05 H B 05 B B 01 F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 08-07-1988	Examineur WINKELMAN, A. M. E.
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 1503 03.82 (P/402)