

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 349 051
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 89201613.0

(51) Int. Cl.⁴: F04D 29/28 , F04D 17/04

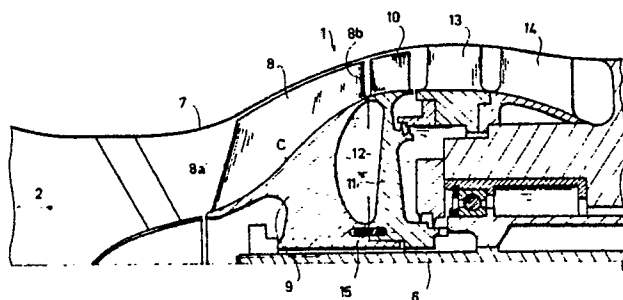
(22) Date de dépôt: 20.06.89

(30) Priorité: 27.06.88 FR 8809261

(43) Date de publication de la demande:
03.01.90 Bulletin 90/01(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE(71) Demandeur: **TECHNOFAN, Société Anonyme :**
5, avenue Didier Daurat
F-31702 Blagnac Cédex(FR)Demandeur: **Faury, Marc**
70, boulevard Deltour
F-31500 Toulouse(FR)(72) Inventeur: **Faury, Marc**
70, boulevard Deltour
F-31500 Toulouse(FR)
Inventeur: **Brisebois, Jean**
"Le Pascau" Fontenilles
F-31470 Saint-Lys(FR)(74) Mandataire: **Barre, Philippe**
Cabinet Barre-Gatti-Laforge 95 rue des
Amidonniers
F-31069 Toulouse Cédex(FR)(54) **Compresseur perfectionné de type mixte et applications.**

(57) L'invention concerne un compresseur de type mixte dont chaque étage de compression comprend, en entrée, une roue principale (8) de diamètre croissant de l'amont vers l'aval et, en sortie, au moins un redresseur fixe (13, 14). Ce compresseur est caractérisé en ce qu'une roue supplémentaire mobile (10) est interposée entre la roue principale et le redresseur fixe, cette roue (10) étant solidaire en rotation de la roue principale et de type à aubages axiaux ayant des profils à cambrure plus élevée en pied qu'en tête, de façon à réduire le gradient radial de la pression totale du flux entre l'entrée et la sortie desdits aubages. Une telle roue supplémentaire réduisant les distortions de l'écoulement en sortie du rotor permet de réduire les pertes dans les redresseurs fixes, tout en conduisant à un taux de pression maximum.

Fig 2



EP 0 349 051 A1

COMPRESSEUR PERFECTIONNE DE TYPE MIXTE ET APPLICATIONS

L'invention concerne un compresseur de type mixte (parfois également désigné par "compresseur axialo-centrifuge" ou "compresseur diagonal"), présentant une entrée axiale de fluide et une sortie axiale de diamètre notablement supérieur à celui de l'entrée.

On sait que les compresseurs mixtes, intermédiaires entre les compresseurs axiaux et les compresseurs centrifuges, présentent certains avantages et notamment un taux de compression élevé combiné à un encombrement radial relativement réduit. Ce type de compresseur est généralement utilisé dans les applications où le maître couple de la machine doit être limité, en particulier réacteurs de missiles, unités auxiliaires de puissance et autres turbo-machines.

Toutefois, les compresseurs mixtes actuels conduisent à des pertes élevées dans les redresseurs fixes en raison de distorsions radiales de l'écoulement en sortie du rotor. Ces distorsions proviennent de la forme radiale ou sensiblement radiale des aubages des roues mobiles, forme qui est imposée dans les compresseurs mixtes par le niveau des contraintes mécaniques à supporter et par les problèmes d'usinage.

La présente invention se propose d'améliorer le rendement des compresseurs mixtes en réduisant les distorsions de l'écoulement en sortie de chaque roue mobile.

A cet effet, le compresseur mixte visé par l'invention comprend, de façon connue en soi, un arbre tournant et au moins un étage de compression agencé autour dudit arbre pour former une veine fluide, chaque étage étant composé, en entrée de l'étage, d'une roue mobile à aubes, dite roue principale, de diamètre croissant de l'amont vers l'aval (par rapport au flux), et en sortie dudit étage, d'au moins un redresseur fixe ; selon la présente invention, au moins un étage de compression comprend une roue supplémentaire mobile, interposée entre la roue principale et le redresseur fixe de façon à assurer la continuité de la veine fluide, ladite roue supplémentaire étant solidaire en rotation de la roue principale et de type à aubages axiaux ayant des profils à cambrure plus élevée en pied qu'en tête, de façon à réduire le gradient radial de la pression totale du flux entre l'entrée et la sortie desdits aubages.

Ainsi, dans le compresseur mixte conforme à l'invention, la roue principale de chaque étage est réalisée comme précédemment en fonction des contraintes mécaniques à supporter et des impératifs d'usinage, ce qui conduit, à la sortie de ladite roue, à une pression totale du flux notablement plus élevée en tête qu'en pied. La roue supplémen-

taire de type axial, interposée entre cette roue principale et le redresseur fixe, fournit au fluide une énergie supplémentaire, croissant de la tête vers le pied de ladite roue, qui réduit les distorsions de l'écoulement à l'entrée du redresseur fixe. Il convient de souligner que cette roue supplémentaire permet non seulement d'homogénéiser l'écoulement dans le plan radial mais encore d'accroître l'énergie fournie au fluide par le rotor. Cette roue supplémentaire qui est séparée de la roue principale et qui est de type axial, peut être fabriquée de façon traditionnelle sans difficulté particulière en vue de supporter les contraintes mécaniques locales.

De préférence, les aubages de ladite roue supplémentaire sont réalisés avec un profil présentant une évolution de cambrure entre tête et pied telle que le gradient radial de la pression totale du flux soit sensiblement nul à la sortie desdits aubages. Ainsi, les pertes énergétiques dans le ou les redresseurs fixes deviennent négligeables en raison de la quasi-uniformité des vitesses d'entrée dans ces parties fixes.

Selon un premier mode de réalisation, les aubages de la roue supplémentaire présentent un profil conçu de sorte que la pression totale en sortie de ladite roue supplémentaire soit sensiblement égale à la pression totale maximum régnant à la sortie de la roue principale en tête de cette dernière. Dans ce cas, la charge aérodynamique de la roue supplémentaire est relativement faible, quasi-nulle en tête et adaptée en pied pour fournir uniquement l'appoint énergétique nécessaire à l'égalisation des pressions totales ; une telle roue peut ainsi être très compacte et conduire à des pertes propres très faibles.

Selon un autre mode de réalisation, les aubages de la roue supplémentaire présentent un profil conçu pour travailler sur toute leur hauteur, de façon à fournir au fluide un appoint énergétique plus élevé que précédemment. Ces aubages peuvent notamment être conçus pour réaliser un travail maximum en pied sans toutefois atteindre le décollement des filets fluides, le travail en tête étant plus faible (mais positif), adapté pour obtenir une pression totale uniforme en sortie de la roue supplémentaire. Pour un maître couple donné, cette géométrie de la roue supplémentaire conduit à un taux de pression maximum, tout en conservant la quasi-uniformité des vitesses d'entrée dans le ou les redresseurs fixes.

Comme déjà indiqué, la roue supplémentaire est séparée de la roue principale, le profil des aubages de ces roues et leurs nombres étant indépendants. Ces deux roues, solidaires en rotation,

peuvent éventuellement être portées par le même moyeu. Toutefois, en pratique, ces roues posséderont des moyeux distincts, liés en rotation l'un à l'autre et formant entre-eux un évidement à symétrie de révolution par rapport à l'axe. Une telle structure permet d'alléger le rotor, tout en conduisant à une bonne tenue mécanique de celui-ci.

Par ailleurs, selon une autre caractéristique de l'invention, la roue principale possède un profil méridien à double courbure ayant une inflexion, en particulier profil sensiblement en forme d'arc de sinusoïde. Cette géométrie de la roue principale permet d'assurer une meilleure continuité de la veine fluide entre ladite roue principale à diamètre croissant et la roue supplémentaire de type axial.

Les compresseurs mixtes à vitesse de rotation élevée qui sont utilisés dans le domaine aéronautique ou militaire sont à roues de type ouvert, c'est-à-dire sans flasque, avec un carter fixe qui délimite la veine fluide à la périphérie. Ce type de roue sera de préférence utilisé dans le compresseur de l'invention, aussi bien pour réaliser la roue principale que pour réaliser la roue supplémentaire. Toutefois, pour des compresseurs présentant des vitesses de rotation peu élevées, il est possible, le cas échéant, d'utiliser des roues fermées à flasques rapportés.

Le compresseur conforme à l'invention peut comporter un seul étage de compression composé de la roue principale, de la roue supplémentaire telle que définie et d'un ou de redresseurs fixes. Il peut également comporter plusieurs étages, l'un ou plusieurs d'entre eux étant dotés d'une roue supplémentaire conformément à l'invention.

L'invention s'applique principalement pour la réalisation de turbo-machines dont le redresseur fixe du dernier étage de compression est adapté pour alimenter une chambre de combustion. Elle peut également s'appliquer pour la réalisation de turbo-compresseurs de suralimentation dont le redresseur fixe du dernier étage de compression est adapté pour alimenter un système de conditionnement d'air.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit en référence aux dessins annexés qui en présentent, à titre non limitatif, des exemples de réalisation ; sur ces dessins qui font partie intégrante de la présente description :

- la figure 1 est une coupe schématique d'ensemble d'un réacteur équipé d'un compresseur conforme à l'invention,
- la figure 2 est une coupe de détail du compresseur à échelle plus grande,
- la figure 3 est une vue schématique du profil longitudinal des aubages des roues mobiles

dudit compresseur,

- la figure 4 est une vue en perspective desdites roues mobiles,
- la figure 5 est une vue développée de dessus d'aubages desdites roues,
- la figure 6 est une vue schématique longitudinale d'une variante du compresseur,
- enfin, les figures 7 et 8 sont des vues, respectivement vue schématique longitudinale et vue développée de dessus, d'un autre mode de réalisation.

Le réacteur représenté à titre d'exemple à la figure 1 est une turbo-machine de structure classique à l'exception de son compresseur. Ce type de réacteur est en particulier utilisé pour assurer la propulsion d'engins à maître-couple limité tels que missile.

Ce réacteur comprend un compresseur 1 à étage de compression unique, alimenté par une entrée d'air 2 et suivi d'une chambre de combustion 3 dont les gaz entraînent une turbine 4 avant de s'échapper par une tuyère 5. Ce réacteur possède, d'une part, un rotor essentiellement constitué par un arbre tournant 6 portant, à l'avant, les roues mobiles du compresseur et, à l'arrière, la roue de turbine (roues du type roues ouvertes sans flasque), d'autre part, un stator essentiellement constitué par un carter fixe 7 délimitant la veine fluide à la périphérie des roues mobiles, par des redresseurs fixes à la sortie du compresseur et par un distributeur fixe à l'entrée de la turbine 4.

Le compresseur 1 qui fait plus particulièrement l'objet de la présente invention (figure 2) est du type mixte, comprenant une roue principale 8 dont le diamètre croît de l'amont 8a vers l'aval 8b. Cette roue est constituée par une pluralité d'aubages portés par un moyeu 9. Son profil méridien est à double courbure avec une inflexion (située dans sa partie médiane pour le filet moyen) : on a illustré le filet moyen de ce profil méridien avec le point d'inflexion C en traits mixtes à la figure 3. Ce profil présente sensiblement la forme d'un arc de sinusoïde.

Le nombre d'aubages de cette roue principale est en l'exemple de 18, dont 9 aubages intermédiaires plus courts en amont, comme l'illustrent les figures 4 et 5.

En aval de cette roue principale 8 est disposée une roue supplémentaire 10 de type axial dont les aubages sont portés par un moyeu 11 distinct du moyeu 9 de la roue principale et lié en rotation avec celui-ci. En l'exemple, les deux moyeux longitudinalement accolés l'un contre l'autre sont liés par des goupilles telles que 15, tout autre moyen de liaison (notamment "curvicoupling") pouvant bien entendu être prévu.

Ces moyens sont conformés de façon à former entr'eux un évidement 12 à symétrie de révolution

par rapport à l'axe de façon à alléger le rotor du compresseur, tout en leur permettant de supporter les contraintes mécaniques s'exerçant en cours de fonctionnement.

La roue supplémentaire de type axial 10 présente un diamètre extérieur maximum D_{\max} égal à environ 1,03 D_p , où D_p est le diamètre extérieur de sortie de la roue principale (figure 3). En pratique, notamment dans les réacteurs de missile dont le maître-couple doit être aussi réduit que possible, le diamètre maximum D_{\max} de la roue supplémentaire sera prévu compris entre D_p et 1,05 D_p .

A la sortie de la roue supplémentaire 10, le compresseur décrit en l'exemple comporte deux redresseurs fixes 13 et 14, en eux-mêmes classiques. Ces redresseurs sont conformés pour alimenter, à leur sortie, la chambre de combustion 3 avec une vitesse absolue de l'air V_s située dans un plan méridien de façon à réduire les pertes dues à la giration.

Les diamètres de pied en entrée et en sortie de la roue supplémentaire 10 sont sensiblement égaux respectivement au diamètre de pied en sortie de la roue principale 8 et au diamètre de pied en entrée du redresseur fixe 13 ; de façon analogue, les diamètres de tête en entrée et en sortie de la roue supplémentaire 10 sont sensiblement égaux respectivement au diamètre de tête en sortie de la roue principale 10 et au diamètre de tête en entrée du redresseur fixe 13, de façon à assurer la continuité de la veine fluide au niveau de ladite roue supplémentaire.

Comme l'illustrent les figures 4 et 5, de façon classique pour les compresseurs mixtes, la roue principale 8 est une roue à aubages radiaux (c'est-à-dire que, dans chaque plan transversal normal à l'axe, la tête t et le pied p d'un aubage donné sont situés sur un même rayon).

Au contraire, la roue supplémentaire 10 possède des aubages conformés pour travailler en pied et très peu en tête. A cet effet, chaque aubage de cette roue présente une forte cambrure en pied p et une cambrure négligeable en tête t .

A la figure 3, on a désigné respectivement par M_1 , M_2 et M_3 le plan d'entrée en amont de roue principale 8, le plan frontière entre la roue principale 8 et roue supplémentaire 10 et le plan de sortie en aval de la roue supplémentaire. Dans ce qui suit, on affectera la notation des pressions totales P , d'une part, de l'indice t ou p selon qu'elles s'exercent en tête ou en pied d'une roue, d'autre part, d'un indice 1, 2 ou 3 selon le plan concerné M_1 , M_2 ou M_3 . Ainsi la pression totale P_{p3} est la pression totale en pied de la roue supplémentaire au niveau de sa sortie M_3 .

De façon habituelle pour les compresseurs mixtes, la roue principale 8 de diamètre croissant de l'amont vers l'aval (caractéristique des compres-

seurs mixtes) travaille sur toute la hauteur des aubages : $P_{p2} \gg P_{p1}$ $P_{t2} \gg P_{t1}$.

De plus, cette roue est de type radial de façon à réduire les contraintes mécaniques qu'elle subit (pour ce type de profil, les aubages ne subissent que de très faibles moments de flexion) ; dans ces conditions, le travail fourni au fluide en un point donné de la roue est proportionnel au carré du rayon en ce point, de sorte que, pour des aubages de diamètre croissant de l'amont vers l'aval, on obtient une pression totale de sortie en tête P_{t2} qui est supérieure à la pression totale de sortie en pied P_{p2} : $P_{t2} > P_{p2}$.

L'évolution de courbure choisie pour la roue supplémentaire 10 assure un travail négligeable en tête et élevé en pied de façon à annuler sensiblement le gradient de pression totale entre tête et pied. Ainsi, à la sortie de la roue supplémentaire 10, on a dans le plan M_3 :

$$P_{t3} = P_{t2}$$

$$P_{p3} > P_{p2}, \text{ de sorte que } P_{p3} = P_{t3}$$

En l'exemple, la roue supplémentaire 10 possède un nombre d'aubages égal au double de celui de la roue principale. Le rayon de courbure en tête de ces aubages est infini, cependant que le rayon de courbure en pied est calculé en fonction de l'équilibre de pression totale à réaliser (ce calcul est effectué de façon connue en soi en déterminant la déviation à imprimer au fluide pour réaliser l'équilibre de pression totale, le rayon de courbure du profil d'aubage étant déduit de cette déviation d'après les tables de corrélation).

Ainsi le redresseur 13 est alimenté avec une pression totale radialement uniforme, ce qui réduit fortement les pertes dans ce redresseur 13 et dans le redresseur 14.

De plus, la présence d'une roue supplémentaire 10 donne une grande souplesse pour ajuster l'orientation de la vitesse méridienne de sortie V_3 . En l'exemple représenté aux figures 1 à 5, les aubages de cette roue 10 présentent un profil adapté pour imposer au flux une vitesse méridienne V_3 sensiblement parallèle à l'axe de rotation. Cette disposition est intéressante dans le cas schématisé compte-tenu de la configuration des deux redresseurs aval 13 et 14.

On a schématisé à la figure 6 une variante de réalisation dans laquelle la roue supplémentaire 20 présente un profil adapté pour imposer au flux une vitesse méridienne V'_3 inclinée vers l'axe de rotation afin d'alimenter des redresseurs de configuration différente (redresseur 23 de diamètre décroissant de l'amont vers l'aval).

En cet exemple, le diamètre de la roue supplémentaire 20 décroît (aussi bien en tête qu'en pied) de l'amont vers l'aval, ses aubages étant conformés comme précédemment pour annuler à sa sortie le gradient de pression.

Par ailleurs, les figures 8 et 9 ont trait à un autre mode de réalisation dans lequel la roue supplémentaire 30 possède des aubages dont les courbures en tête et en pied sont adaptées pour accroître la pression totale moyenne à la sortie de ladite roue.

En pied, ces aubages présentent un profil de rayon de courbure déterminé en vue d'engendrer une pression totale en sortie d'aubages P'_{p3} supérieure à la pression totale de tête en sortie de la roue principale P'_{t2} , sans décollement des filets fluides : $P'_{p3} > P'_{t2}$, cependant qu'en tête, lesdits aubages présentent un profil de rayon de courbure plus grand, déterminé en vue d'engendrer une pression totale en sortie d'aubages P'_{t3} sensiblement égale à la pression totale P_{p3} obtenue en pied : $P'_{t3} = P_{p3}$.

La roue supplémentaire 30 se trouve ainsi davantage chargée que dans les exemples précédents et permet non seulement d'équilibrer la pression totale de sortie, mais encore d'accroître le taux de compression du compresseur sans décollement des filets fluides.

Revendications

1/ - Compresseur de type mixte, comprenant un arbre tournant (6) et au moins un étage de compression (1) agencé autour dudit arbre pour former une veine fluide, chaque étage étant composé, en entrée de l'étage, d'une roue mobile à aubes, dite roue principale (8), de diamètre croissant de l'amont vers l'aval (par rapport au flux), et en sortie dudit étage, d'au moins un redresseur fixe (13, 14), caractérisé en ce qu'au moins un étage de compression comprend une roue supplémentaire mobile (10), interposée entre la roue principale et le redresseur fixe de façon à assurer la continuité de la veine fluide, ladite roue supplémentaire (10) étant solidaire en rotation de la roue principale (8) et de type à aubages axiaux ayant des profils à cambrure plus élevée en pied (p) qu'en tête (t), de façon à réduire le gradient radial de la pression totale du flux entre l'entrée et la sortie desdits aubages.

2/ - Compresseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la roue supplémentaire (10) présente un diamètre extérieur maximum D_{max} compris entre le diamètre extérieur de sortie D_p de la roue principale et $1,05 D_p$.

3/ - Compresseur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le profil des aubages de la roue supplémentaire (10) présente une évolution de cambrure entre tête et pied telle que le gradient radial de la pression totale du flux soit sensiblement nul à la sortie desdits aubages.

4/ - Compresseur selon la revendication 3, ca-

ractérisé en ce que les aubages de la roue supplémentaire (10) présentent :

- en pied, un profil de rayon de courbure déterminé en vue d'engendrer une pression totale (P_{p3}) en sortie d'aubages sensiblement égale à la pression totale de tête (P_{t2}) en sortie de la roue principale (8),

- en tête, un profil de rayon de courbure très grand ou infini, en vue de conserver sensiblement le long desdits aubages la pression totale de tête (P_{t2}) de la roue principale ($P_{t3} = P_{t2}$).

5/ - Compresseur selon la revendication 3, caractérisé en ce que les aubages de la roue supplémentaire présentent :

- en pied, un profil de rayon de courbure déterminé en vue d'engendrer une pression totale en sortie d'aubages (P_{p3}) supérieure à la pression totale de tête en sortie de la roue principale (P'_{t2}), sans décollement des filets fluides ($P'_{p3} > P'_{t2}$),

- en tête, un profil de rayon de courbure plus grand, déterminé en vue d'engendrer une pression totale en sortie d'aubages (P'_{t3}) sensiblement égale à la pression totale (P_{p3}) obtenue en pied ($P'_{t3} = P_{p3}$).

6/ - Compresseur selon l'une des revendications 1, 2, 3, 4 ou 5, caractérisé en ce que les aubages de la roue supplémentaire (10) présentent un profil de sortie adapté pour imposer au flux une vitesse méridienne parallèle à l'axe de rotation.

7/ - Compresseur selon l'une des revendications 1, 2, 3, 4 ou 5, caractérisé en ce que les aubages de la roue supplémentaire présentent un profil de sortie adapté pour imposer au flux une vitesse méridienne inclinée vers l'axe de rotation.

8/ - Compresseur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la roue principale (8) et la roue supplémentaire (10) possèdent des moyeux distincts (9, 11), liés en rotation l'un à l'autre et formant entr'eux un évidement (12) à symétrie de révolution par rapport à l'axe.

9/ - Compresseur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel :

- les diamètres de pied en entrée et en sortie de la roue supplémentaire (10) sont sensiblement égaux respectivement au diamètre de pied en sortie de la roue principale (8) et au diamètre de pied en entrée du redresseur fixe (13),

- les diamètres de tête en entrée et en sortie de la roue supplémentaire (10) sont sensiblement égaux respectivement au diamètre de tête en sortie de la roue principale (8) et au diamètre de tête en entrée du redresseur fixe (13).

10/ - Compresseur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la roue principale (8) possède un profil méridien à double courbure ayant une inflexion.

11/ - Compresseur selon la revendication 10, caractérisé en ce que la roue principale (8) possè-

de un profil méridien sensiblement en forme d'arc de sinusoïde.

12/ - Compresseur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les roues principale (8) et supplémentaire (10) sont du type ouvert sans flasque, un carter fixe (7) délimitant la veine fluide à la périphérie desdites roues. 5

13/ - Compresseur selon l'une des revendications précédentes ayant un étage de compression unique doté de la roue supplémentaire (10) précitée. 10

14/ - Turbo-machine équipée d'un compresseur conforme à l'une des revendications 1 à 13 dont le redresseur fixe du dernier étage de compression est adapté pour alimenter une chambre de combustion. 15

15/ - Turbo-compresseur de suralimentation, équipé d'un compresseur conforme à l'une des revendications 1 à 13 dont le redresseur fixe du dernier étage de compression est adapté pour suralimenter un moteur à pistons. 20

16/ - Turbo-compresseur de conditionnement, équipé d'un compresseur conforme à l'une des revendications 1 à 13 dont le redresseur fixe du dernier étage de compression est adapté pour alimenter un système de conditionnement d'air. 25

30

35

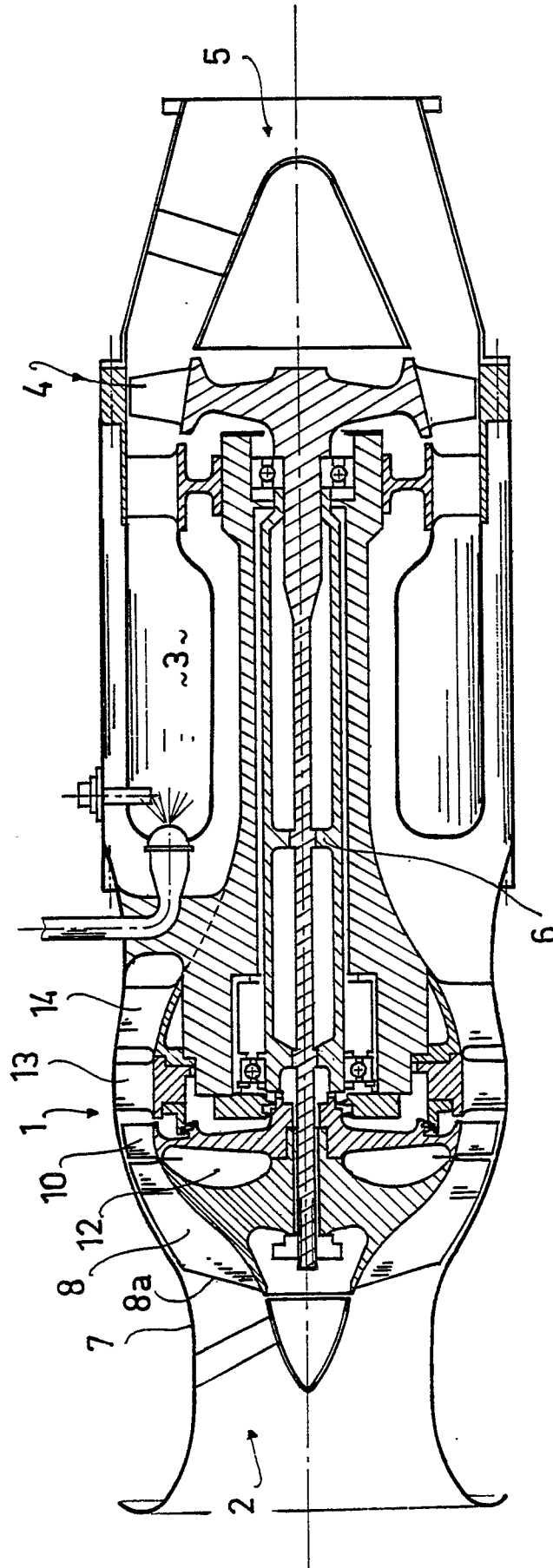
40

45

50

55

Fig. 1



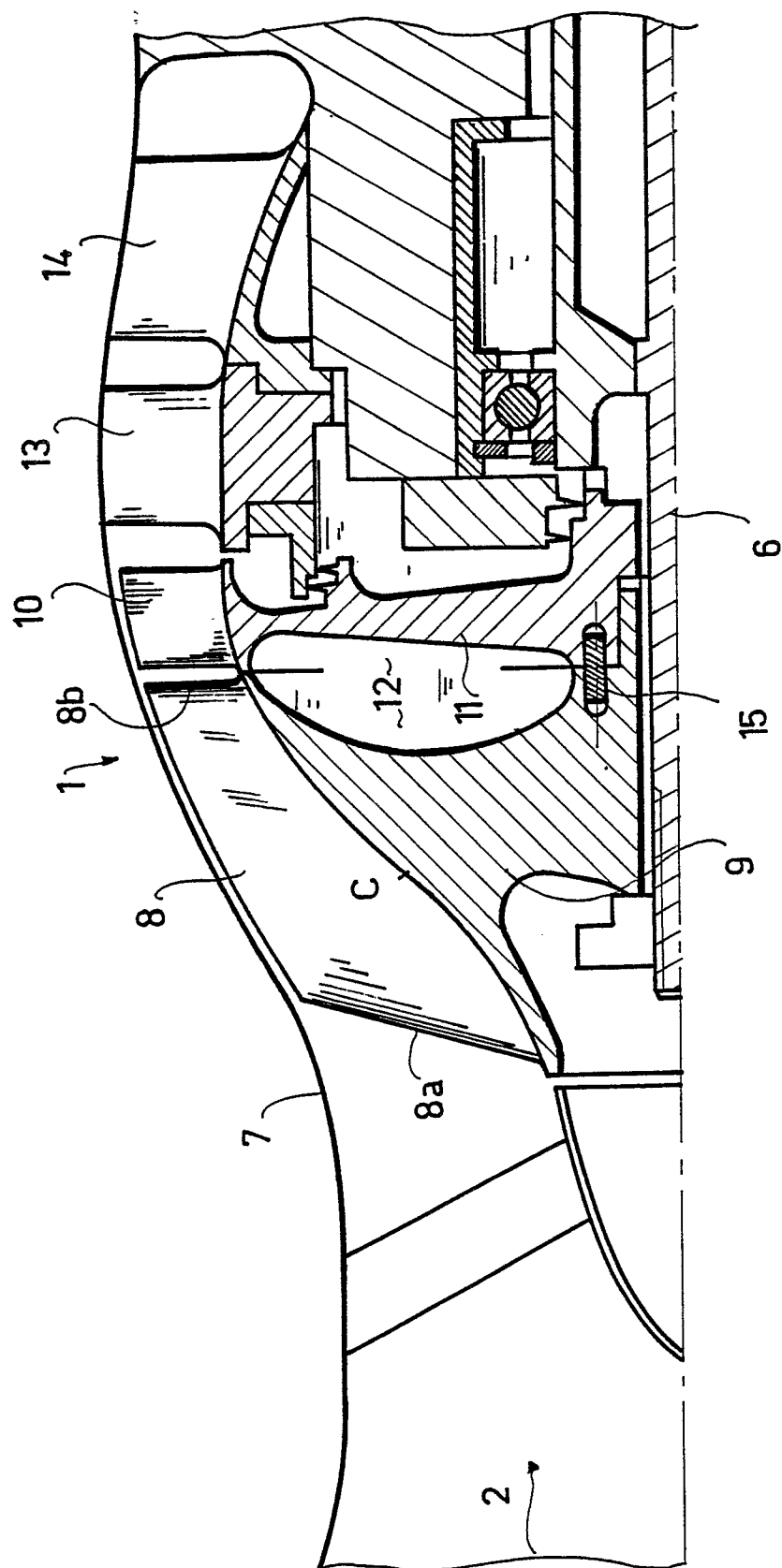
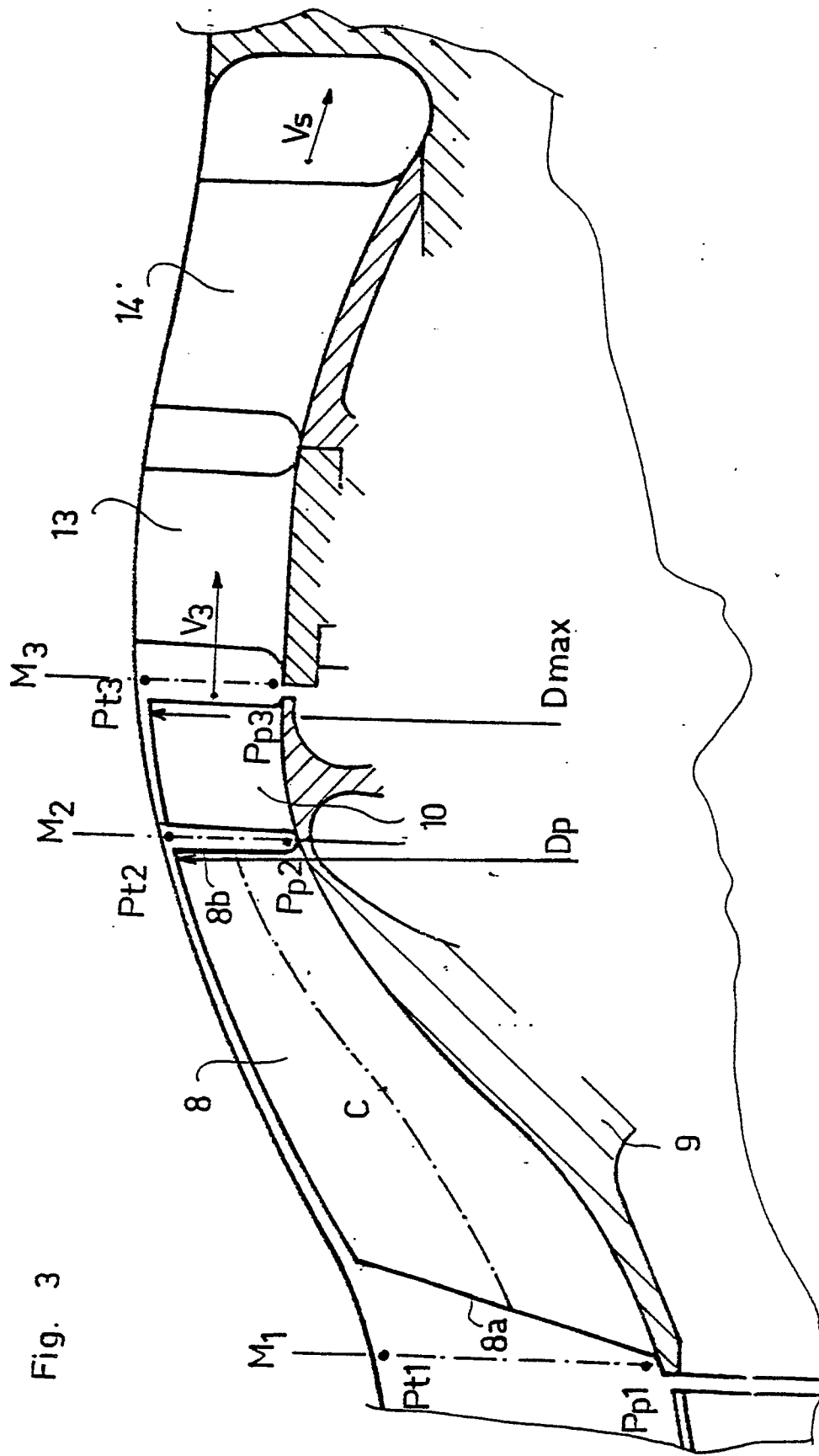


Fig. 2



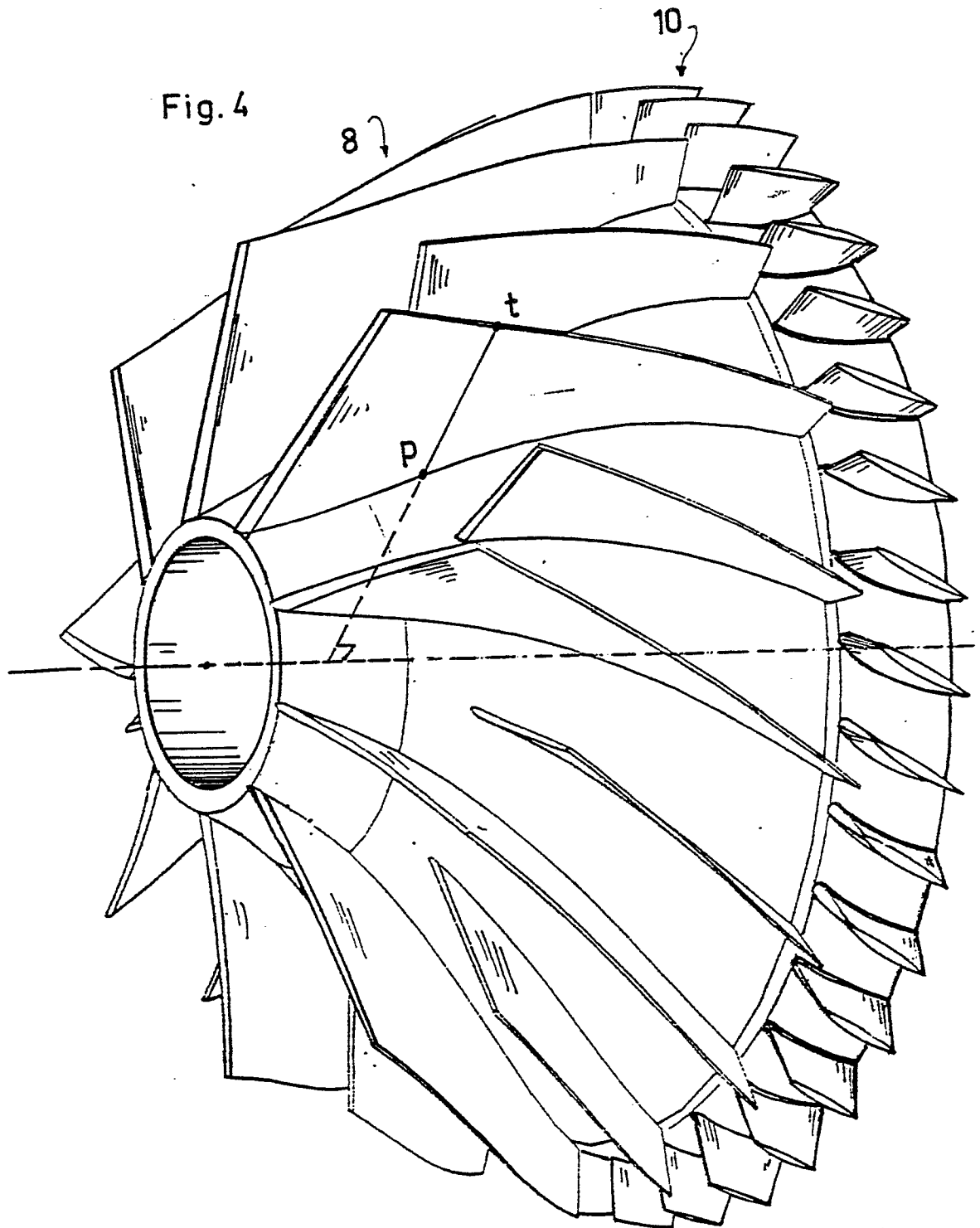


Fig. 5

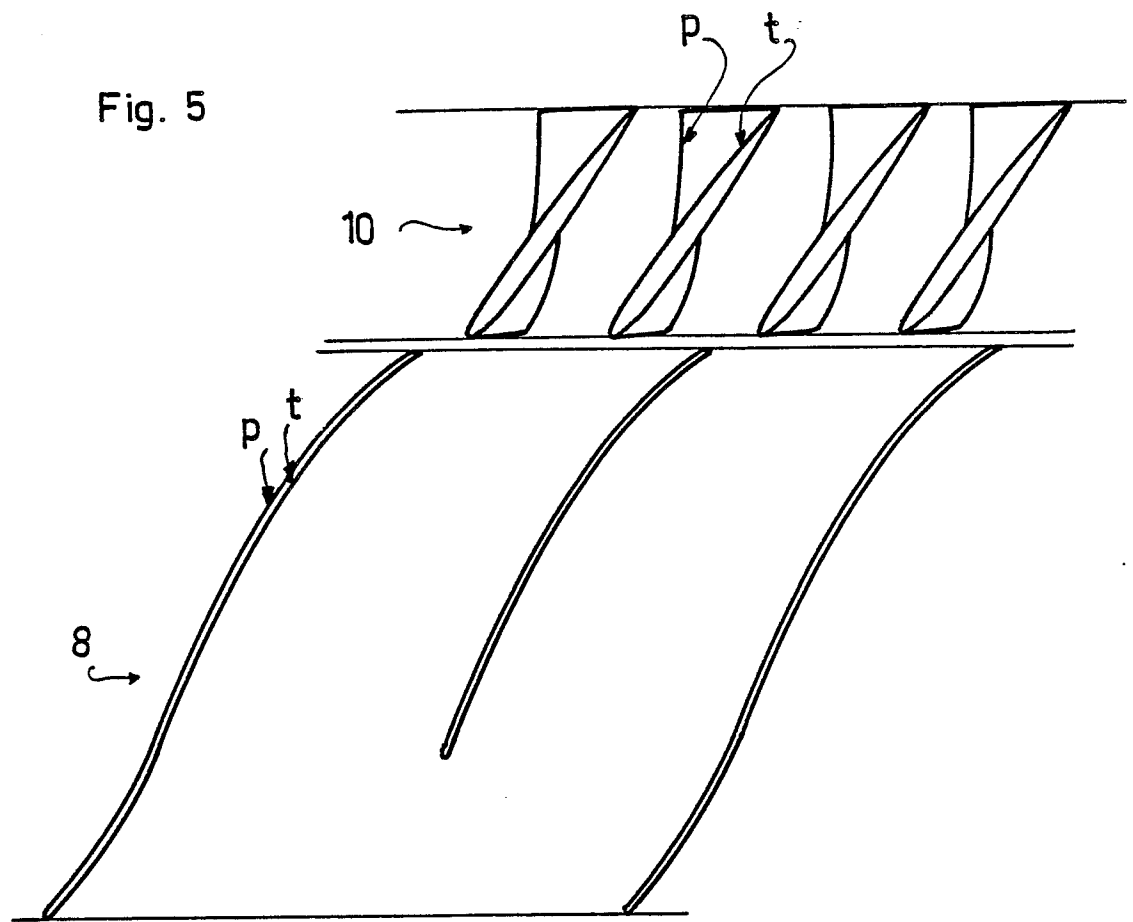


Fig. 6

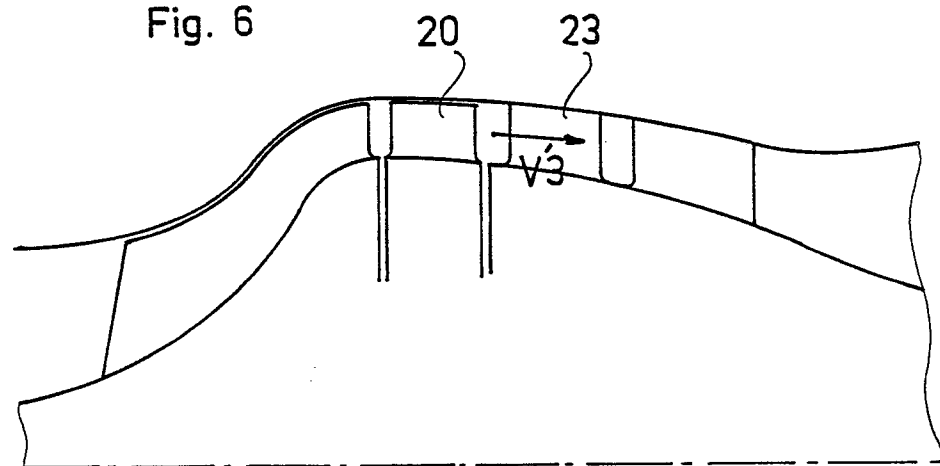


Fig. 7

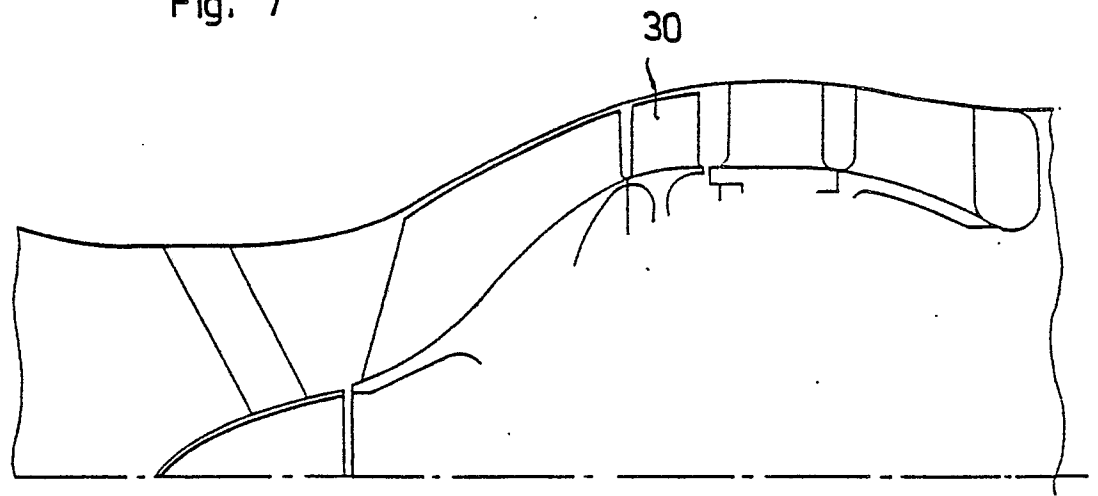
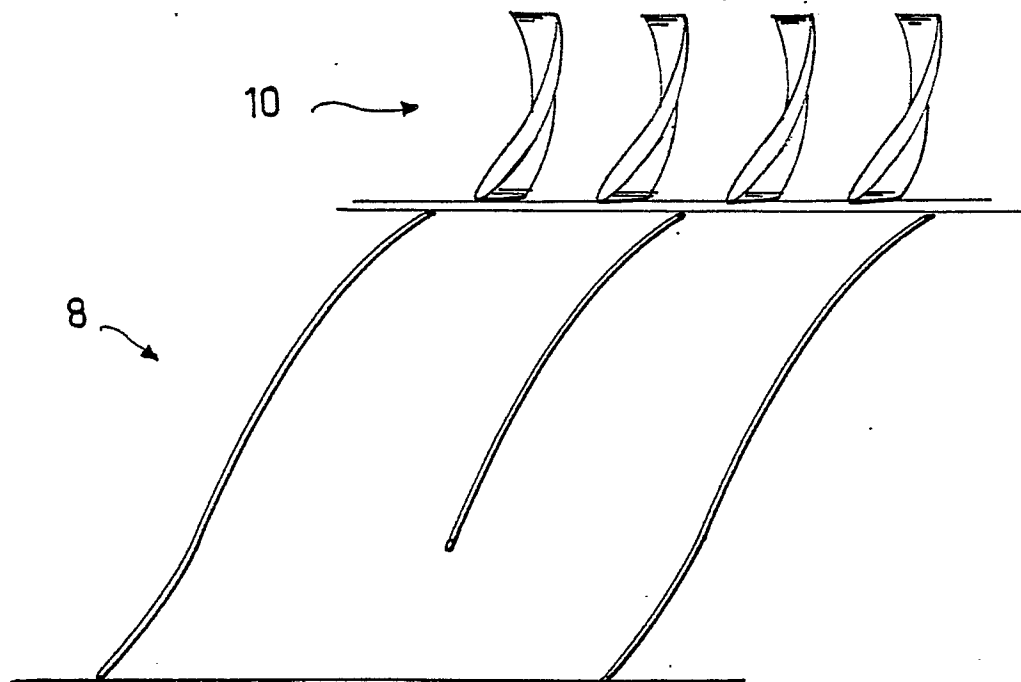


Fig. 8





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)
A	US-A-2943839 (BIRMAN) * colonne 1, ligne 15 - ligne 20 * * colonne 3, ligne 74 - colonne 4, ligne 28 * * colonne 12, ligne 8 - ligne 21; figures 1, 4, 5 *	1, 9, 10, 12-14	F04D29/28 F04D17/04
A	GB-A-622089 (WESTINGHOUSE) * page 1, ligne 28 - ligne 46 * * page 2, ligne 50- - ligne 73; figures 1-3 *	1, 6, 10, 12, 13	
A	DE-C-830542 (ELMER) * page 2, ligne 34 - ligne 87; figures 1-3 *	1, 3, 6, 10, 12	
A	EP-A-0201318 (GARRETT) * page 18, ligne 23 - page 19, ligne 6 * * page 20, ligne 3 - ligne 10; figures 1, 3, 4 *	1, 10, 12, 14	
A	GB-A-695948 (HAVILAND) * page 1, ligne 27 - ligne 38 * * page 4, ligne 94 - ligne 110; figures 7, 9 *	1, 6, 10-12, 14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) F04D F01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 14 SEPTEMBRE 1989	Examineur TEERLING J.H.
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	