

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 068 732

②① N° d'enregistrement national : **17 56386**

⑤① Int Cl⁸ : **F 02 C 7/18 (2017.01)**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT.

②② Date de dépôt : 06.07.17.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 11.01.19 Bulletin 19/02.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 26.06.20 Bulletin 20/26.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *SILET BENOIT, GUILLAUME,
DURAND YANNICK, SICARD JOSSELIN, LUC,
FLORENT, HOULET ANNE FLORE et JOUY
BAPTISTE, MARIE, AUBIN, PIERRE.*

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée.*

⑦④ Mandataire(s) : *ERNEST GUTMANN-YVES
PLASSERAUD SAS.*

FR 3 068 732 - B1



DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT

DOMAINE

[001] La présente invention concerne un dispositif de refroidissement de carter annulaire externe de turbine.

5

CONTEXTE

[002] Le domaine d'application est notamment celui des moteurs aéronautiques, tels que des turboréacteurs ou des turbopropulseurs d'avion. L'invention est toutefois applicable à d'autres turbomachines, par exemple des turbines industrielles.

10

[003] La figure 1 représente une turbomachine 1 à double flux et à double corps. L'axe de la turbomachine est référencé X et correspond à l'axe de rotation des parties tournantes. Dans ce qui suit, les termes axial et radial sont définis par rapport à l'axe X.

15

[004] La turbomachine 1 comporte, de l'amont vers l'aval dans le sens d'écoulement des gaz, une soufflante 2, un compresseur basse pression 3, un compresseur haute pression 4, une chambre de combustion 5, une turbine haute pression 6 et une turbine basse pression 7.

20

[005] L'air issu de la soufflante 2 est divisé en un flux primaire 8 s'écoulant dans une veine annulaire primaire 9, et un flux secondaire 10 s'écoulant dans une veine annulaire secondaire 11 entourant la veine annulaire primaire 10.

[006] Le compresseur basse pression 3, le compresseur haute pression 4, la chambre de combustion 5, la turbine haute pression 6 et la turbine basse pression 7 sont ménagées dans la veine primaire 9.

25

[007] Le rotor de la turbine haute pression 6 et le rotor du compresseur haute pression 4 sont couplés en rotation par l'intermédiaire d'un premier arbre 12 de manière à former un corps haute pression.

[008] Le rotor de la turbine basse pression 7 et le rotor du compresseur basse pression 3 sont couplés en rotation par l'intermédiaire d'un second arbre 13 de manière à former un corps basse pression, la soufflante 2 pouvant être reliée directement au rotor du compresseur basse pression 3 ou bien par l'intermédiaire d'un train d'engrenage épicycloïdal par exemple.

[009] Classiquement, comme représenté à la figure 2, le rotor de la turbine 6, 7 (basse pression ou haute pression) comprend une pluralité de roues 14 à aubes 15 entourées par un anneau 16 de turbine délimitant extérieurement la veine d'écoulement des gaz. Chaque anneau 16 est généralement réalisé en un alliage métallique, par exemple un alliage à base de Nickel, et est fixé à un carter annulaire externe 17 de turbine, directement ou par l'intermédiaire d'une entretoise par exemple.

[010] La surface radialement interne 18 de l'anneau 16 peut comporter un revêtement abrasable 19 destiné à limiter la circulation d'air parasite entre l'extrémité radialement externe 20 des aubes 15 et l'anneau 16. L'anneau 16 assure, en outre, une fonction de barrière thermique.

[011] En fonctionnement, la chaleur des gaz circulant dans la turbine entraîne une dilatation des éléments de la turbine et notamment du carter annulaire externe 17. L'anneau 16, qui est fixé au carter annulaire externe 17, est alors également dilaté, ce qui a pour conséquence d'écarter radialement le revêtement abrasable 19 de l'extrémité radialement externe des aubes, ce qui nuit aux performances de la turbomachine 1.

[012] Il est alors nécessaire de contrôler la dilatation du carter annulaire externe 17 pour limiter la circulation d'air parasite entre l'extrémité radialement externe 20 des aubes 15 et l'anneau 16.

[013] Pour cela, il est connu d'utiliser un dispositif de refroidissement de carter annulaire externe de turbine, le dispositif comprenant des tubes 21 s'étendant circonférentiellement autour du carter 17 et présentant chacun une entrée d'air, chaque tube étant destiné à l'acheminement d'air de refroidissement. Un tel dispositif de refroidissement est par exemple connu

du document FR 2 995 022, au nom de la Demanderesse. La structure d'un tube de l'art antérieur est illustrée aux figures 3 et 4. Sur ces figures, seule une faible partie du tube 21 est illustrée, ce qui explique son aspect rectiligne. En réalité, comme vu précédemment, chaque tube 21 s'étend de façon

5 circonférentielle autour de l'axe du carter 17, qui est confondu avec l'axe X de la turbomachine 1. Chaque tube 21 comporte une paroi cylindrique 22 pourvue d'orifices d'éjection 23 d'air de refroidissement, par lesquels l'air de refroidissement est éjecté du tube 21 en direction du carter 17 à refroidir. On parle notamment de refroidissement par impact puisque l'air vient impacter

10 le carter 17.

[014] Il existe actuellement un besoin de réduire la masse du dispositif de refroidissement sans affecter, voire améliorer le refroidissement du carter 17 de la turbine.

RESUME DE L'INVENTION

15 **[015]** A cet effet, l'invention propose un dispositif de refroidissement d'un carter annulaire externe de turbine, le dispositif comprenant au moins un tube s'étendant circonférentiellement autour de l'axe du carter et présentant une entrée d'air, destiné à l'acheminement d'air de refroidissement, ledit tube comportant une paroi pourvue d'orifices d'éjection

20 d'air de refroidissement situés en périphérie radialement interne du tube, caractérisé en ce que la paroi du tube a une surface interne et une surface externe à partir de laquelle s'étendent des protubérances s'étendant radialement en direction de l'axe du carter, les orifices d'éjection d'air débouchant au niveau de la surface interne et au niveau de l'extrémité libre

25 des protubérances.

[016] Il a été constaté que la longueur des orifices a une influence sur les pertes de charges générées lors de l'écoulement du flux d'air de refroidissement dans lesdits orifices. En d'autres termes, si l'orifice est trop

court, cela engendre des pertes de charge très importantes, ce qui nuit aux performances du dispositif de refroidissement.

5 **[017]** Par ailleurs, si chaque tube a une épaisseur importante, c'est-à-dire une distance importante entre la surface interne et la surface externe de la paroi du tube, alors la masse de chaque tube est importante, ce qui alourdit sensiblement la turbomachine.

10 **[018]** L'invention offre à la fois une efficacité du refroidissement et une sensible réduction de la masse de chaque tube puisque, grâce à la présence des protubérances locales, chaque orifice guide ou canalise le flux d'air en s'étendant en saillie du tube sur une distance prédéterminée pour éviter de générer des pertes de charges importantes. Par ailleurs, grâce à ces protubérances locales qui servent à améliorer le guidage du flux d'air, il n'est plus nécessaire d'avoir une distance de guidage du flux d'air par des orifices qui s'étendent entre la surface interne et la surface externe de la paroi du tube. Ainsi, cette distance peut être minimisée pour réduire la masse du tube.

15 **[019]** Les orifices peuvent être rectilignes et peuvent s'étendre radialement par rapport à l'axe du carter.

20 **[020]** La distance entre la surface interne et la surface externe de la paroi du tube peut être comprise entre 0,2 et 0,7 mm.

[021] Chaque protubérance peut s'étendre depuis la surface externe de la paroi du tube sur une distance comprise entre 0,1 et 0,9 mm.

[022] Le dispositif peut comprendre un collecteur d'entrée d'air, l'entrée du tube débouchant dans ledit collecteur.

25 **[023]** Le collecteur d'air est ainsi apte à recevoir l'air issu des moyens de prélèvement et d'amenée d'air et à le distribuer dans chacun des tubes.

[024] Le dispositif peut comprendre au moins deux tubes décalés axialement l'un par rapport à l'autre, l'entrée d'air de chaque tube débouchant dans ledit collecteur.

30 **[025]** Une telle caractéristique permet de refroidir efficacement une surface importante du carter.

[026] Le dispositif peut comprendre au moins deux tubes s'étendant circonférentiellement à l'opposé l'un de l'autre, l'entrée d'air de chaque tube débouchant dans ledit collecteur.

5 **[027]** L'invention concerne également un ensemble pour turbine, comportant un carter annulaire et un dispositif de refroidissement du type précité, situé radialement à l'extérieur du carter, les orifices d'éjection d'air étant orientés vers le carter.

10 **[028]** La distance entre l'extrémité libre de chaque protubérance et le carter peut être comprise entre 2,5 et 6 fois le diamètre de l'orifice, de préférence de l'ordre de 3 fois le diamètre de l'orifice.

[029] Il a été constaté que l'efficacité du refroidissement est maximale lorsque ladite distance est de l'ordre de 3 fois le diamètre de l'orifice. En deçà et au-delà de cette valeur, l'efficacité du refroidissement tend à diminuer.

15 **[030]** L'invention concerne également une turbine pour turbomachine, comprenant un ensemble du type précité.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

20 **[031]** L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés.

- la figure 1 est une vue schématique en coupe d'une turbomachine ;
- 25 - la figure 2 est une vue schématique de détail en coupe d'une partie d'une turbine ;
- la figure 3 est une vue en perspective d'une partie d'un tube de refroidissement de l'art antérieur;
- la figure 4 est une vue en coupe selon l'axe du tube, d'une partie du tube
- 30 de refroidissement,

correspondantes des branches 34, chaque collecteur 35 formant un canal s'étendant axialement.

5 **[034]** Le dispositif 24 comporte de plus des tubes 36, également appelés rampes, formés par des canalisations courbes de section circulaire, chaque tube 36 s'étend selon un angle d'environ 90° , plus précisément de l'ordre de 90° ici.

10 **[035]** Chaque tube 36 comporte une entrée d'air 37 débouchant dans le canal du collecteur 35 correspondant et une extrémité distale 39 fermée. Chaque tube 36 comporte en outre une paroi 39, ici cylindrique, pourvue d'orifices d'éjection d'air 40 tournés vers le carter 17, de sorte que l'air prélevé au travers de l'écope 25, de l'organe 27, de la vanne 31 et de l'organe de distribution 32, pénètre dans les collecteurs 35 puis dans les tubes 36 avant de déboucher par les orifices 40 en regard du carter 17, de manière à le refroidir.

15 **[036]** Les deux collecteurs 35 sont diamétralement opposés, chaque collecteur 35 étant associé à plusieurs paires de tubes 36, à savoir des tubes 36 s'étendant circonférentiellement d'un côté et des tubes 36 s'étendant circonférentiellement du côté opposé. Ainsi, chaque collecteur 35 et les tubes opposés associés 36 couvrent une plage angulaire d'environ 180° .
20 Dans la forme de réalisation représentée aux figures, chaque collecteur 35 est associé à plusieurs paires de tubes 36, par exemple neuf paires de tubes 36. Les tubes 36 d'une même paire sont situés sur un même plan radial, les tubes 36 de paires différentes étant décalées les unes des autres selon l'axe X de la turbomachine, comme cela est visible à la figure 5.

25 **[037]** Les deux collecteurs 35 et les paires de tubes 36 associés présentent des structures sensiblement identiques et sont agencés de façon diamétralement opposée.

30 **[038]** De cette manière, les tubes 36 sont situés sur plusieurs plans radiaux décalés axialement l'un de l'autre, les tubes 36 d'un même plan radial formant un anneau de refroidissement entourant le carter 17 sensiblement toute la périphérie, c'est-à-dire sensiblement à 360° .

[039] Les orifices 40 sont cylindriques et ont sensiblement le même diamètre. Le diamètre des orifices 23 est par exemple compris entre 0,5 et 1,5 mm, par exemple de l'ordre de 0,8 mm.

5 **[040]** Les orifices 40 sont répartis de telle manière que l'on observe un échange convectif d'air quasiment constant sur toute la longueur du tube 36, de façon à assurer un refroidissement homogène du carter 17.

[041] Selon l'invention, la paroi 39 du tube 36 comporte une surface interne 41 et une surface externe 42 à partir de laquelle des protubérances locales 43 s'étendent en direction de l'axe X du carter 17 et situées au niveau
10 de la périphérie radialement interne (par rapport à l'axe X) du tube 36.

[042] Les orifices 40 sont rectilignes et débouchent au niveau de la surface interne 41 de la paroi 39 du tube 36 et au niveau des extrémités libres 44 des protubérances 43.

[043] La distance d1 entre la surface interne 41 et la surface externe
15 42 de la paroi 39 du tube 36 est comprise entre 0,2 et 0,7 mm.

[044] Chaque protubérance 43 s'étend depuis la surface externe 42 de la paroi 39 du tube 36 sur une distance d2 comprise entre 0,1 et 0,9 mm.

[045] Ainsi, la distance d3, correspondant à la somme des distances d1 et d2, c'est-à-dire à la longueur de chaque orifice 40, est comprise entre
20 0,3 et 1,2 mm.

[046] On définit par d4 la distance mesurée entre l'extrémité libre 44 de chaque protubérance 43 et le carter 17, également appelée entrefer. La distance d4 est comprise entre 2,5 et 6 fois le diamètre de l'orifice 40, de préférence de l'ordre de 3 fois le diamètre de l'orifice 40.

25 **[047]** Dans l'exemple illustré, pour un diamètre d'orifice 40 de 0,8 mm, la distance d4 est comprise entre 2 et 5mm.

[048] Les distances d1, d2 et d3 permettent ainsi de réduire la masse du dispositif 24 selon l'invention par rapport au dispositif selon l'art antérieur. En effet, seules les zones de chaque tube 36 pourvues d'orifices 40
30 présentent une épaisseur, en l'espèce la distance d3, suffisamment grande afin de limiter les pertes de charge et assurer le refroidissement du carter 17.

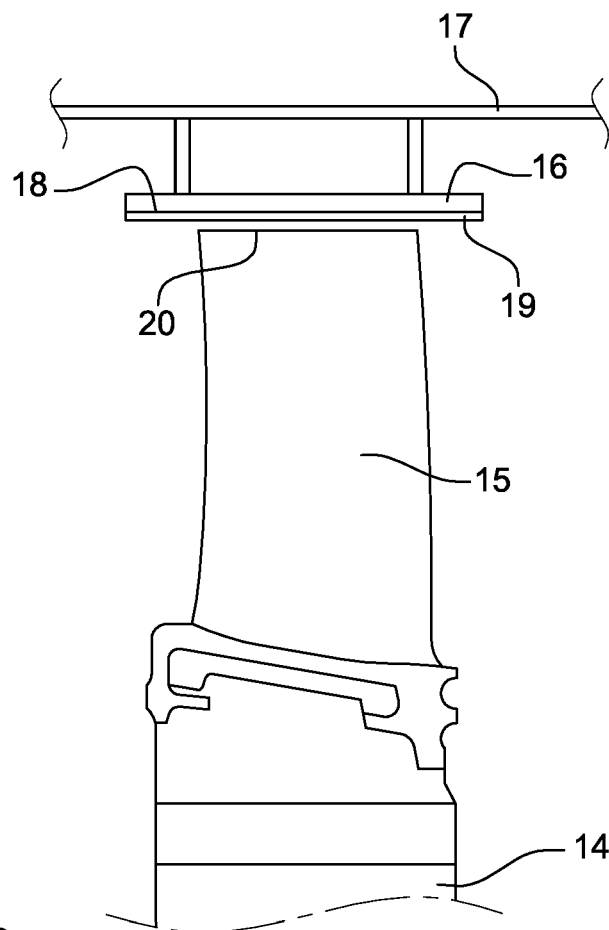
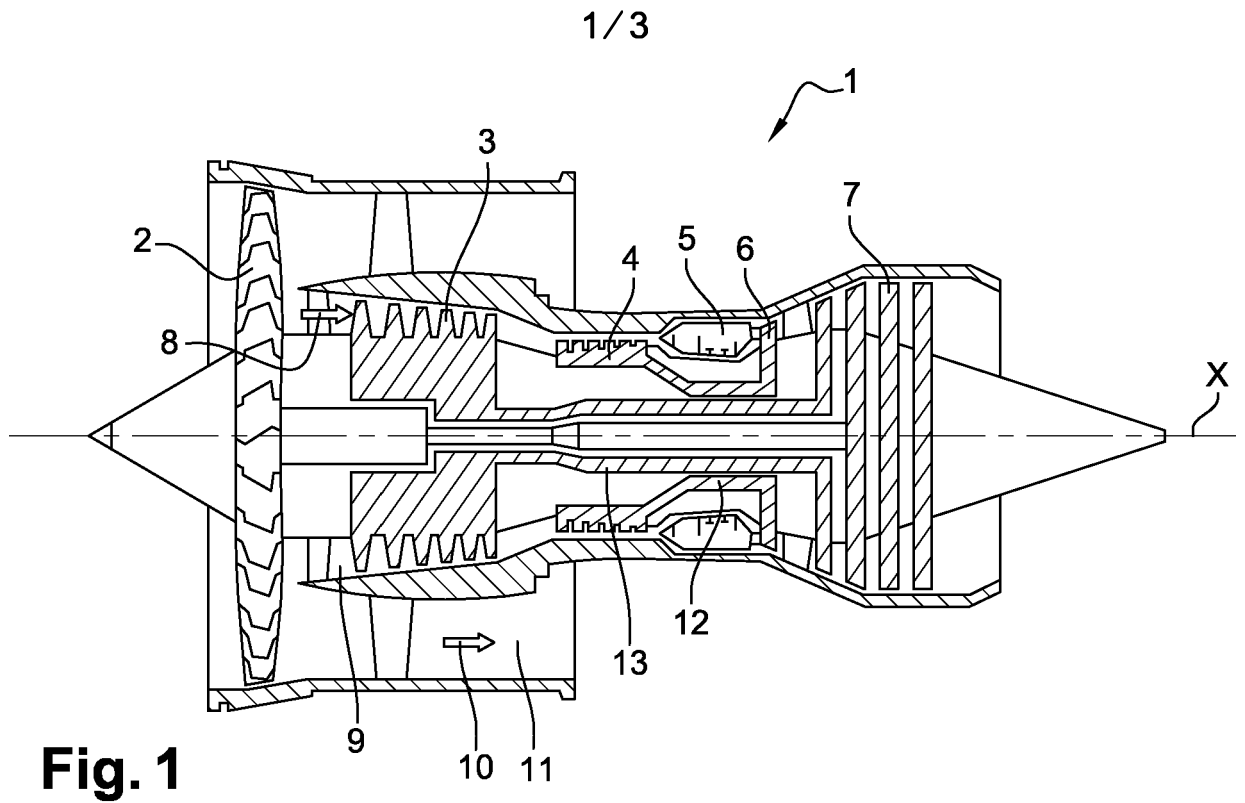
Les autres zones de chaque tube 36 peuvent présenter une épaisseur réduite par rapport à l'art antérieur, à savoir la distance d_1 , ce qui permet de réaliser des tubes 36 plus légers.

- [049]** Par ailleurs, l'entrefer est défini entre les extrémités libres 44
5 des protubérances 43 et le carter 17 pour assurer le meilleur refroidissement possible du carter 17 par jets d'impact.

REVENDEICATIONS

1. Ensemble pour turbine (6, 7), comportant un carter annulaire (17) et un dispositif de refroidissement (24) d'un carter (17) annulaire externe de turbine, le dispositif (24) comprenant au moins un tube (36) s'étendant
5 circonférentiellement autour de l'axe (X) du carter (17) et présentant une entrée d'air (37), destiné à l'acheminement d'air de refroidissement, ledit tube (36) comportant une paroi (39) pourvue d'orifices d'éjection (40) d'air de refroidissement situés en périphérie radialement interne du tube (36), caractérisé en ce que la paroi (39) du tube (36) présente une surface
10 interne (41) et une surface externe (42) à partir de laquelle s'étendent des protubérances (43) s'étendant radialement en direction de l'axe (X) du carter (17), les orifices (40) d'éjection d'air débouchant au niveau de la surface interne (41) et au niveau de l'extrémité libre (44) des protubérances (43), le dispositif de refroidissement (24) étant situé
15 radialement à l'extérieur du carter (17), les orifices d'éjection d'air (40) étant orientés vers le carter (17), la distance (d4) entre l'extrémité libre (44) de chaque protubérance (43) et le carter (17) étant compris entre 2,5 et 6 fois le diamètre de l'orifice (40), de préférence de l'ordre de 3 fois le diamètre de l'orifice (40).
- 20 2. Ensemble selon la revendication 1, dans lequel les orifices sont rectilignes et s'étendent radialement par rapport à l'axe (X) du carter (17).
3. Ensemble selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la distance (d1) entre la surface interne (41) et la surface externe (42) de la paroi (39) du tube (36) est comprise entre 0,2 et 0,7 mm.
- 25 4. Ensemble selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel chaque protubérance (43) s'étend depuis la surface externe (42) de la paroi (39) du tube (36) sur une distance (d2) comprise entre 0,1 et 0,9 mm.
5. Ensemble selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel il comprend un collecteur (35) d'entrée d'air, l'entrée (37) du tube (36) débouchant
30 dans ledit collecteur (35).

6. Ensemble selon la revendication 5, dans lequel il comprend au moins deux tubes (36) décalés axialement l'un par rapport à l'autre, l'entrée d'air (37) de chaque tube (36) débouchant dans ledit collecteur (35).
7. Ensemble selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel il comprend
5 au moins deux tubes (36) s'étendant circonférentiellement à l'opposé l'un de l'autre, l'entrée d'air (37) de chaque tube (36) débouchant dans ledit collecteur (35).
8. Turbine (6, 7) pour turbomachine 1, comprenant un ensemble selon l'une des revendications 1 à 7.



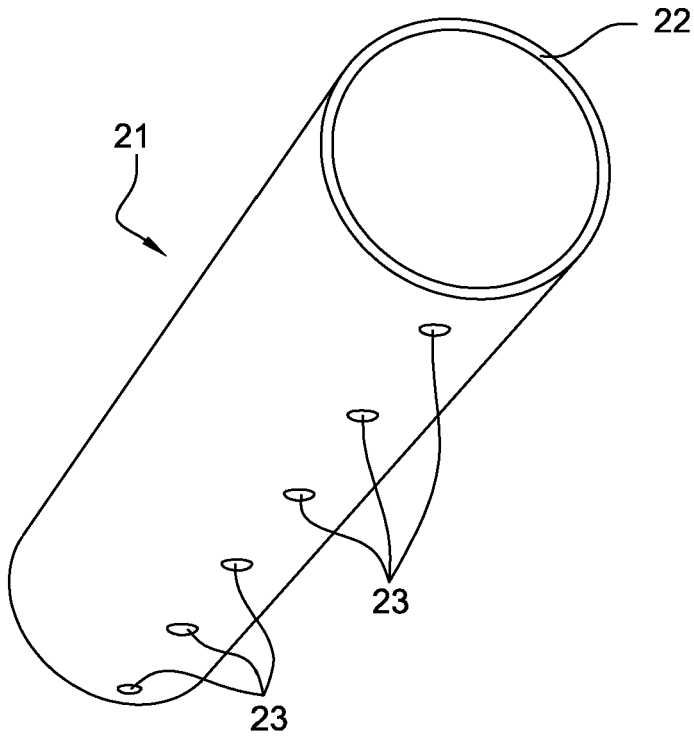


Fig. 3

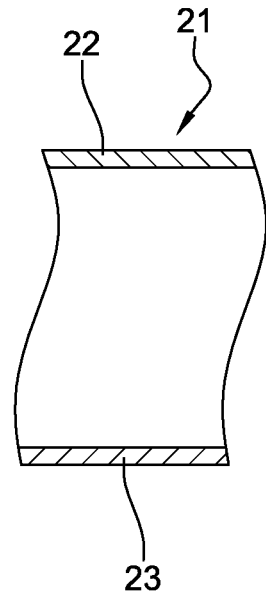


Fig. 4

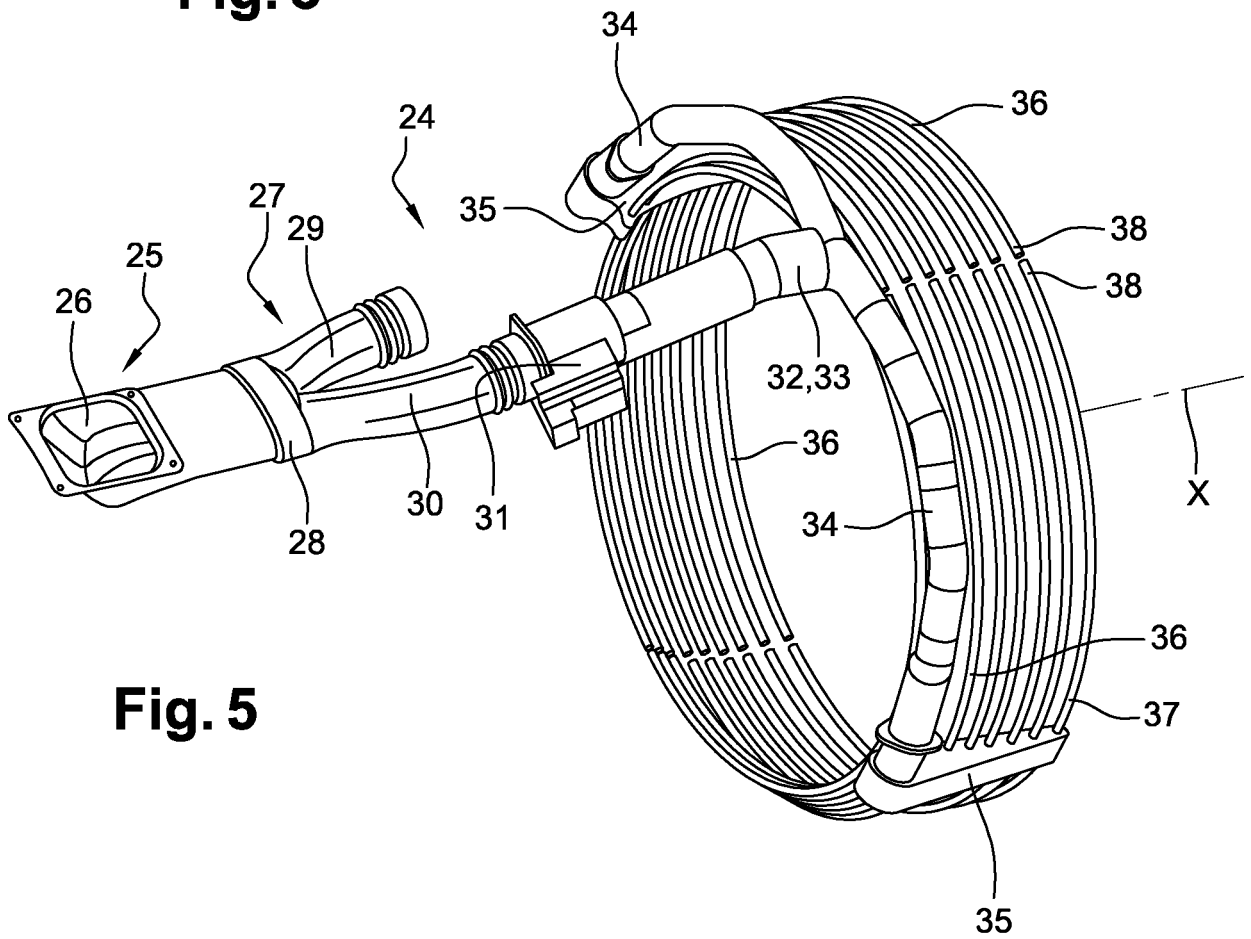


Fig. 5

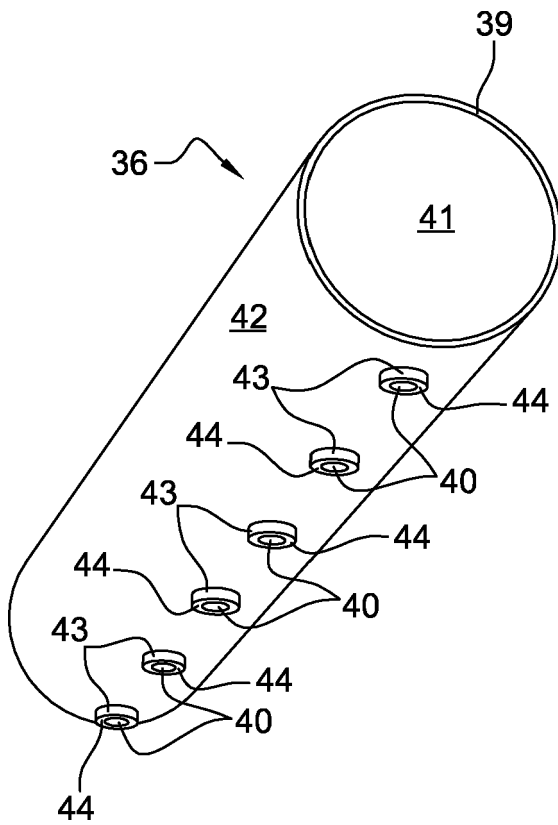


Fig. 6

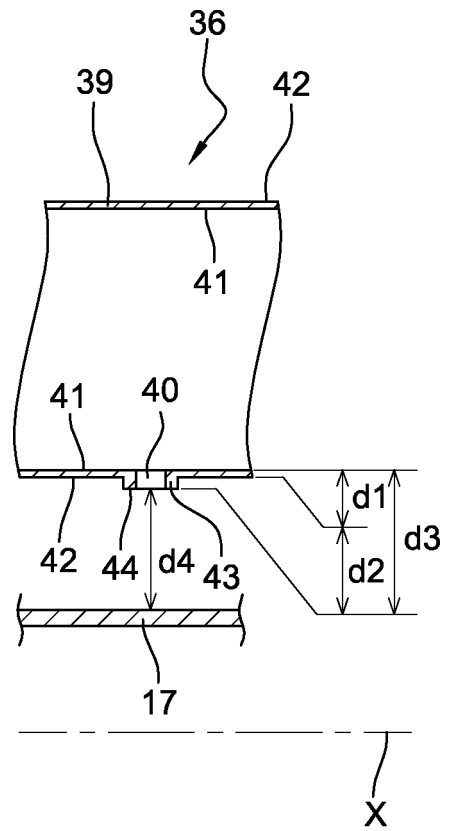


Fig. 7

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

FR 3 002 972 A1 (SNECMA [FR]) 12 septembre 2014 (2014-09-12)

FR 3 041 037 A1 (SNECMA [FR]) 17 mars 2017 (2017-03-17)

WO 2013/186757 A2 (AVIO SPA [IT]) 19 décembre 2013 (2013-12-19)

EP 3 184 755 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 28 juin 2017 (2017-06-28)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT