

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

①① N° de publication : **3 052 805**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **16 55713**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 01 D 5/34 (2017.01), F 01 D 5/14**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ DISQUE AUBAGE MONOBLOC AMELIORE, PARTIE TOURNANTE D'UNE TURBOMACHINE  
COMPRENANT UN TEL DISQUE ET TURBOMACHINE ASSOCIEE.

②② Date de dépôt : 20.06.16.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 22.12.17 Bulletin 17/51.

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) : *SNECMA Société par actions  
simplifiée — FR.*

⑦② Inventeur(s) : **MONTES PARRA ROGER FELIPE.**

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

⑦④ Mandataire(s) : **REGIMBEAU.**

**FR 3 052 805 - B1**



**Disque aubagé monobloc amélioré, partie tournante d'une turbomachine comprenant un tel disque et turbomachine associée**

DOMAINE DE L'INVENTION

5 L'invention concerne de manière générale les moteurs à turbine à gaz, et plus particulièrement les disques aubagés monoblocs mis en œuvre dans de tels moteurs.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

10 Un exemple de turbomachine a été illustré en figure 5.

Une turbomachine 1 comporte typiquement une nacelle qui forme une ouverture pour l'admission d'un flux déterminé d'air vers le moteur proprement dit. Conventionnellement, les gaz s'écoulent d'amont en aval à travers la turbomachine.

15 Généralement, la turbomachine comprend une ou plusieurs sections de compression 2 de l'air admis dans le moteur (généralement une section basse pression et une section haute pression). L'air ainsi comprimé est admis dans la chambre de combustion 3 et mélangé avec du carburant avant d'y être brûlé.

20 Les gaz de combustion chauds issus de cette combustion sont ensuite détendus dans différents étages de turbine 4. Une première détente est faite dans un étage à haute pression immédiatement en aval de la chambre de combustion 3 et qui reçoit les gaz à la température la plus élevée. Les gaz sont détendus à nouveau en étant guidés à travers les  
25 étages de turbine dits à basse pression.

Un compresseur comprend un ou plusieurs disques tournants (rotor), aubagés ou non et une ou plusieurs roues à aubes fixes (étages redresseur). Une turbine comprend quant à elle un ou plusieurs disques  
30 tournants (rotor), aubagés ou non, et une ou plusieurs roues à aubes fixes (étages distributeurs).

Les disques tournants comprennent généralement une jante dans laquelle sont formées des rainures périphériques où sont emboîtées des

aubes. En variante, les disques tournants peuvent être réalisés d'une seule pièce avec les aubes, qui sont alors usinées dans la jante des disques (les disques de ce type étant appelés disques aubagés monoblocs – DAM).

Un disque aubagé monobloc présente de nombreux avantages par rapport aux disques à aubes rapportées. Néanmoins, la technologie DAM présente aussi certains désavantages, dont notamment le risque de propagation de fissure qui conduit à un évènement catastrophique dans le moteur.

En effet, les aubes d'un disque tournant sont sujettes à des environnements contenant des particules (sable, poussière, glace, etc.). Lors du fonctionnement de la turbomachine, ces particules génèrent des chocs sur les aubes pouvant aller jusqu'à l'initiation de criques ou de fissures. Lorsque ces criques ou fissures se forment au niveau du pied de l'aube (c'est à dire à proximité du moyeu du disque), elles risquent de se propager dans le moyeu du disque en raison du champ de contraintes principales maximales existant sous l'aube, qui est tangentiel (voir figure 1). Le disque risque donc de casser, générant ainsi des débris à haute énergie qui ne sont pas contenus dans le moteur.

La difficulté pour bloquer la propagation des fissures vers le moyeu du disque réside dans le fait que des modifications géométriques superficielles apportées à l'aube ou au disque ne sont pas suffisantes pour modifier le champ de contraintes principales maximales en pied d'aube. En effet, des modifications très importantes de la forme de l'aube et du disque seraient nécessaires. Ce type de modifications impacte fortement les performances de la machine.

On a donc proposé dans le document US 2007/027123 de surveiller les mouvements, vibrations et pliages d'une aube de turbine afin de déterminer l'évolution d'une fissure formée dans l'aube et d'en déduire une durée de vie restante pour cette aube. Dans ce document, il est donc question d'optimiser l'utilisation d'une aube malgré la présence d'une fissure. La solution proposée ne permet cependant pas d'éviter que la fissure ne se propage dans le disque.

Les documents CN 102252147 et JPS5641094 quant à eux décrivent des méthodes de réparation de fissures dans des objets, dans lesquelles on perce les objets au niveau des extrémités des fissures avant de souder ou d'apporter une matière de réparation. Ces méthodes ne sont cependant pas applicables aux disques aubagés monoblocs dans la mesure où elles auraient pour conséquence de modifier de manière inadmissible le comportement mécanique du disque.

### RESUME DE L'INVENTION

Un objectif de l'invention est donc de proposer une solution permettant de limiter les risques d'endommagement du moyeu d'un disque aubagé monobloc d'une turbomachine, en particulier d'une turbine ou d'un compresseur, résultant de la propagation d'une fissure, sans pour autant modifier la géométrie des aubes de ce disque aubagé monobloc ni impacter négativement les performances de la turbomachine.

Pour cela, l'invention propose un disque aubagé monobloc d'une turbomachine, notamment d'une partie tournante de ladite turbomachine, comprenant :

- un moyeu, ledit moyeu comprenant une jante,
  - une série d'aubes s'étendant depuis la jante du moyeu et formées intégralement et en une seule pièce avec le moyeu, chaque aube présentant un pied d'aube s'étendant à proximité de la jante,
- le disque aubagé monobloc étant caractérisé en ce que, au niveau de chaque pied d'aube, au moins deux passages traversants sont formés dans la jante du moyeu afin de contrôler une direction des contraintes dans le moyeu.

Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives du disque aubagé monobloc sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

- les passages traversants sont des perçages présentant une section circulaire,
  - chaque aube présente un rayon de raccordement donné au niveau de son pied, une largeur maximale de chaque passage traversant étant  
5 égale à la moitié dudit rayon de raccordement,
  - le moyeu est sensiblement symétrique de révolution autour d'un axe longitudinal, la jante présentant une épaisseur donnée suivant une direction radiale à l'axe longitudinal, et dans lequel une largeur maximale de chaque passage traversant est égale à la moitié d'une épaisseur minimale de la  
10 jante,
  - le moyeu est sensiblement symétrique de révolution autour d'un axe longitudinal et chaque passage traversant est de forme cylindrique, une génératrice de la forme cylindrique de chaque passage traversant définissant un axe d'extension du passage traversant, l'axe d'extension de  
15 chaque passage traversant formant un angle non nul avec l'axe longitudinal,
  - une surface radialement externe de la jante définit une veine d'écoulement d'un fluide dans la turbomachine, l'axe d'extension de chaque passage traversant étant sensiblement parallèle à une tangente moyenne à la surface radialement externe de la jante,
  - chaque aube s'étend suivant une direction définissant un axe de  
20 calage au niveau de son pied, un angle entre l'axe de calage et l'axe longitudinal définissant un angle de calage de l'aube, et l'axe d'extension de chaque passage traversant est sensiblement parallèle à l'axe de calage de l'aube associée, et/ou
  - chaque passage traversant est de forme cylindrique, une génératrice de la forme cylindrique de chaque passage traversant définissant un axe d'extension du passage traversant, et dans lequel les génératrices des passages traversants sont sensiblement parallèles.  
25
- 30 Selon un deuxième aspect, l'invention propose également une partie tournante d'une turbomachine, notamment une turbine ou un compresseur,

comprenant un disque aubagé monobloc comme décrit ci-dessus, ainsi qu'une turbomachine comprenant une telle partie tournante.

### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

5 D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

La figure 1 illustre un pied d'aube d'un disque aubagé monobloc  
10 conforme à l'invention, sur lequel a été illustré le champ de contraintes principales maximales induit par les chargements mécaniques et thermiques que subit le disque aubagé monobloc au niveau du pied de l'aube ainsi que la propagation d'une fissure initiée en pied d'aube,

La figure 2 est une vue partielle d'un exemple de réalisation d'un  
15 disque aubagé monobloc conforme à l'art antérieur,

La figure 3 est une vue en coupe d'une partie d'un disque aubagé monobloc conforme à l'invention sur laquelle sont visibles une partie de la jante et le pied d'une aube,

La figure 4 est une vue détaillée du pied d'aube et de la jante de la  
20 figure 3 sur laquelle a été illustré le champ de contraintes principales maximales induit par les chargements mécaniques et thermiques que subit le disque aubagé monobloc au niveau du pied de l'aube ainsi que la propagation d'une fissure initiée en pied d'aube,

La figure 5 est un exemple de turbomachine comprenant des parties  
25 tournantes pouvant comprendre un disque aubagé monobloc conforme à l'invention.

### DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

Un disque aubagé monobloc 5 d'une turbomachine comprend, de  
30 manière connue en soi, un moyeu 10 de forme sensiblement symétrique de révolution autour d'un axe longitudinal X et une pluralité d'aubes 20 s'étendant radialement depuis le moyeu 10 et formées intégralement et en

une seule pièce avec ledit moyeu 10. En utilisation, l'axe longitudinal X du moyeu 10 est confondu avec l'axe d'extension de la turbomachine.

Le moyeu 10 comprend une jante 12, de laquelle s'étendent les aubes 20 et dont une surface 14 radialement externe délimite  
5 intérieurement la veine d'écoulement dans le corps primaire de la turbomachine. Il présente en outre une face amont 16 et une face aval 18, s'étendant sensiblement perpendiculairement à l'axe longitudinal X. Ici, l'amont et l'aval sont définis dans le sens d'écoulement du fluide dans la turbomachine comprenant le moyeu 10.

10 Par ailleurs, chaque aube 20 présente un pied d'aube 22, qui est connecté à la jante 12, et une tête d'aube 24, opposée au pied d'aube 2.

Afin de limiter les risques d'endommagement du moyeu 10 en cas de propagation d'une fissure F (ou d'une crique), notamment d'une fissure F (ou crique) formée au niveau du pied 22 de l'une des aubes 20, au moins  
15 deux passages traversants 30 (Fig. 3) sont formés dans la jante 12 du moyeu 10 au niveau de chaque pied d'aube 20. Ces passages traversants 30 permettent en effet de contrôler la direction des contraintes dans le moyeu 10 et de réorienter les fissures F et criques de sorte qu'elles se propagent non plus vers le moyeu 10 mais suivant une direction  
20 sensiblement tangentielle (voir les flèches sur la Fig. 4). En effet, les contraintes contournent les passages traversants 30 formés dans le moyeu 10, ce qui a pour effet de les redresser et d'éviter que les fissures F et les criques ne se propagent vers le moyeu 10.

En cas de formation et de propagation d'une fissure F (ou d'une  
25 crique) au niveau du pied 22 d'une aube 20, le risque d'endommagement du moyeu 10 est donc fortement limité. Dans les cas extrêmes, l'aube 20 adjacente à la fissure F (respectivement à la crique) peut éventuellement se désolidariser du moyeu 10 (perte d'aube 20) : toutefois une telle perte est acceptable dans une turbomachine, ce qui n'est pas le cas de la rupture  
30 d'un moyeu 10 dont l'énergie est beaucoup plus importante.

Avantageusement, la réalisation des passages traversants 30 dans le moyeu 10 présente en outre l'avantage de réduire de manière non

négligeable la masse du moyeu 10 et donc d'améliorer la consommation spécifique de la turbomachine comprenant le moyeu 10. Par exemple, pour un disque aubagé monobloc 5 comprenant trente-quatre aubes 20, le moyeu 10 comprend au moins soixante-huit passages traversants 30 (au moins deux passages traversants 30 sous chacune des aubes 20) ce qui permet d'atteindre une réduction de masse de l'ordre de 5% par rapport à la masse totale du disque aubagé monobloc 5.

Par traversant, on comprendra ici que chaque passage 30 débouche à la fois dans la face amont 16 et dans la face aval 18 du moyeu 10.

10

Les passages traversants 30 sont rectilignes et peuvent présenter toute forme adaptée. Plus précisément, les passages traversants 30 présentent une forme cylindrique définie par une génératrice, la section transversale des passages traversants 30 pouvant être quelconque.

15

Une largeur maximale de chaque passage traversant 30 est de préférence au moins égale à la moitié du rayon de raccordement **R** et au plus égale à la moitié d'une épaisseur **e** minimale de la jante 12.

20

Ici, on comprendra par largeur d'un passage la distance entre deux droites parallèles (ou « lignes d'appui) qui sont tangentes à la courbe fermée formée par la périphérie du passage traversant 30 en deux points distincts. Dans le cas d'un passage traversant 30 circulaire, la largeur maximale est égale au diamètre externe du passage. En variante, la périphérie du passage peut être carrée, rectangulaire ou ovoïde, la largeur maximale correspondant alors à la diagonale du carré ou du rectangle, ou au grand axe (largeur maximale) de la forme ovoïde.

25

Par ailleurs, par rayon de raccordement **R**, on comprendra ici la dimension du rayon du cercle fictif permettant de raccorder un pied 22 d'aube donné et la jante 12 (voir Fig. 4). Enfin, par épaisseur **e** minimale de la jante 12, on comprendra la dimension radiale minimale de la jante 12 suivant un axe s'étendant radialement par rapport à l'axe longitudinal X du moyeu 10.

30

Dans une forme de réalisation, les passages traversants 30 présentent une section circulaire. Dans ce cas, les passages traversants 30 peuvent être facilement réalisés par perçage du moyeu 10 à l'aide de moyens conventionnels.

- 5 En variante, la section des passages traversants 30 peut être différente, auquel cas un brochage du moyeu 10 à l'aide de broches spéciales peut être réalisé.

10 Les passages traversants 30 s'étendent globalement suivant l'axe longitudinal X du moyeu 10. On notera toutefois que la génératrice de la forme cylindrique des passages traversants 30 peut soit être parallèle à l'axe longitudinal X, soit former un angle non nul avec cet axe X.

15 Si l'on définit un référentiel  $(x, y, z)$  cartésien de sens direct, dans lequel le centre O du repère est situé à l'intersection entre la génératrice et la face amont 16, l'axe Ox est confondu avec l'axe X du moyeu et l'axe Oz s'étend sensiblement verticalement lorsque le moyeu 10 est en utilisation et s'étend dans un plan perpendiculaire à l'axe Ox, un angle formé entre la génératrice et l'axe Oy est compris entre  $-30^\circ$  et  $+30^\circ$  et un angle formé entre la génératrice et l'axe Oz est compris entre  $-30^\circ$  et  $30^\circ$ .

20 Dans une forme de réalisation, la génératrice de la forme cylindrique des passages traversants 30 (qui est parallèle à l'axe de symétrie des passages 30, lorsque leur section est circulaire) s'étend sensiblement parallèlement à la surface 14 radialement intérieure de la veine et suivant la direction de la corde (segment de droite reliant le bord d'attaque et le bord  
25 de fuite) de l'aube 20 associée (c'est-à-dire l'aube 20 du moyeu 10 qui s'étend à proximité du passage traversant 30) dans l'écoulement qui traverse le moyeu.

30 Plus précisément, dans cette forme de réalisation, la génératrice de chaque passage 30 s'étend sensiblement parallèlement à une tangente moyenne à la surface 14 radialement externe du moyeu 10 (inclinaison « haut/bas » par rapport à l'axe longitudinal X).

Par ailleurs, si l'on détermine un axe compris dans un plan tangentiel par rapport à l'axe longitudinal et passant par le bord d'attaque et le bord de fuite au niveau du pied 22 des aubes 20, cet axe dit de calage forme un angle non nul avec l'axe longitudinal X (généralement connu sous le nom d'« angle de calage ») et définit la direction de la corde de l'aube dans l'écoulement, la génératrice du passage traversant 30 s'étend alors sensiblement parallèlement à cet axe. En d'autres termes, chaque aube 20 s'étend suivant une direction définissant un axe de calage au niveau de son pied (confondu avec sa corde), un angle entre l'axe de calage et l'axe longitudinal X définissant l'angle de calage de l'aube 20, et l'axe d'extension de chaque passage traversant 30 est sensiblement parallèle à l'axe de calage de l'aube 20 associée

Les passages traversants 30 s'étendent globalement parallèlement les uns aux autres. Les génératrices des formes cylindriques des passages traversants sont donc sensiblement parallèles les unes aux autres.

De plus, les passages traversants 30 présentent tous une forme et des dimensions identiques.

Enfin, comme indiqué plus haut, au moins deux passages traversants 30 sont formés dans la jante 12 du moyeu 10 au niveau de chaque pied d'aube 22. Dans une forme de réalisation les deux passages traversants 30 au niveau de chaque aube 20 sont positionnés de part et d'autre du pied 22 de l'aube 20 associée.

Le cas échéant, des passages traversants supplémentaires peuvent être formés dans la jante 12 ou dans le moyeu 10. On notera cependant que ces passages traversants supplémentaires ne participent globalement pas au changement de direction des contraintes dans le moyeu 10 et ont alors pour principale fonction de réduire la masse du moyeu 10.

## **REVENDEICATIONS**

1. Disque aubagé monobloc (5) d'une turbomachine (1), notamment d'une partie tournante (2, 3) de ladite turbomachine (1), comprenant :
- 5       - un moyeu (10), ledit moyeu (10) comprenant une jante (12),  
      - une série d'aubes (20) s'étendant depuis la jante (12) du moyeu (10) et formées intégralement et en une seule pièce avec le moyeu (10), chaque aube (20) présentant un pied d'aube (22) s'étendant à proximité de la jante (12),
- 10 le disque aubagé monobloc (5) étant caractérisé en ce que, au niveau de chaque pied d'aube (22), au moins deux passages traversants (30) sont formés dans la jante (12) du moyeu (10) afin de contrôler une direction des contraintes dans le moyeu (10).
- 15       2. Disque aubagé monobloc (5) selon la revendication 1, dans lequel les passages traversants (30) sont des perçages présentant une section circulaire.
3. Disque aubagé monobloc (5) selon l'une des revendications 1 ou  
20 2, dans lequel chaque aube (20) présente un rayon de raccordement (R) donné au niveau de son pied, une largeur maximale de chaque passage traversant (30) étant égale à la moitié dudit rayon de raccordement (R).
4. Disque aubagé monobloc (5) selon l'une des revendications 1 à 3,  
25 dans lequel le moyeu (10) est sensiblement symétrique de révolution autour d'un axe longitudinal (X), la jante (12) présentant une épaisseur (e) donnée suivant une direction radiale à l'axe longitudinal (X), et dans lequel une largeur maximale de chaque passage traversant (30) est égale à la moitié d'une épaisseur (e) minimale de la jante (12).
- 30       5. Disque aubagé monobloc (5) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le moyeu (10) est sensiblement symétrique de révolution autour

d'un axe longitudinal (X) et chaque passage traversant (30) est de forme cylindrique, une génératrice de la forme cylindrique de chaque passage traversant (30) définissant un axe d'extension du passage traversant (30), l'axe d'extension de chaque passage traversant (30) formant un angle non nul avec l'axe longitudinal (X).

6. Disque aubagé monobloc (5) selon la revendication 5, dans lequel une surface radialement externe (14) de la jante (12) définit une veine d'écoulement d'un fluide dans la turbomachine (1), l'axe d'extension de chaque passage traversant (30) étant sensiblement parallèle à une tangente moyenne à la surface radialement externe (14) de la jante (12).

7. Disque aubagé monobloc (5) selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel chaque aube (20) s'étend suivant une direction définissant un axe de calage au niveau de son pied, un angle entre l'axe de calage et l'axe longitudinal (X) définissant un angle de calage de l'aube (20), et l'axe d'extension de chaque passage traversant (30) est sensiblement parallèle à l'axe de calage de l'aube (20) associée.

8. Disque aubagé monobloc (5) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel chaque passage traversant (30) est de forme cylindrique, une génératrice de la forme cylindrique de chaque passage traversant (30) définissant un axe d'extension du passage traversant (30), et dans lequel les génératrices des passages traversants (30) sont sensiblement parallèles.

9. Partie tournante (2, 3) d'une turbomachine (1), notamment une turbine ou un compresseur, caractérisée en ce qu'elle comprend un disque aubagé monobloc (5) selon l'une des revendications 1 à 8.

10. Turbomachine (1) caractérisée en ce qu'elle comprend une partie tournante (2, 3), notamment une turbine (3) ou un compresseur (2) selon la revendication 9.

FIG. 1

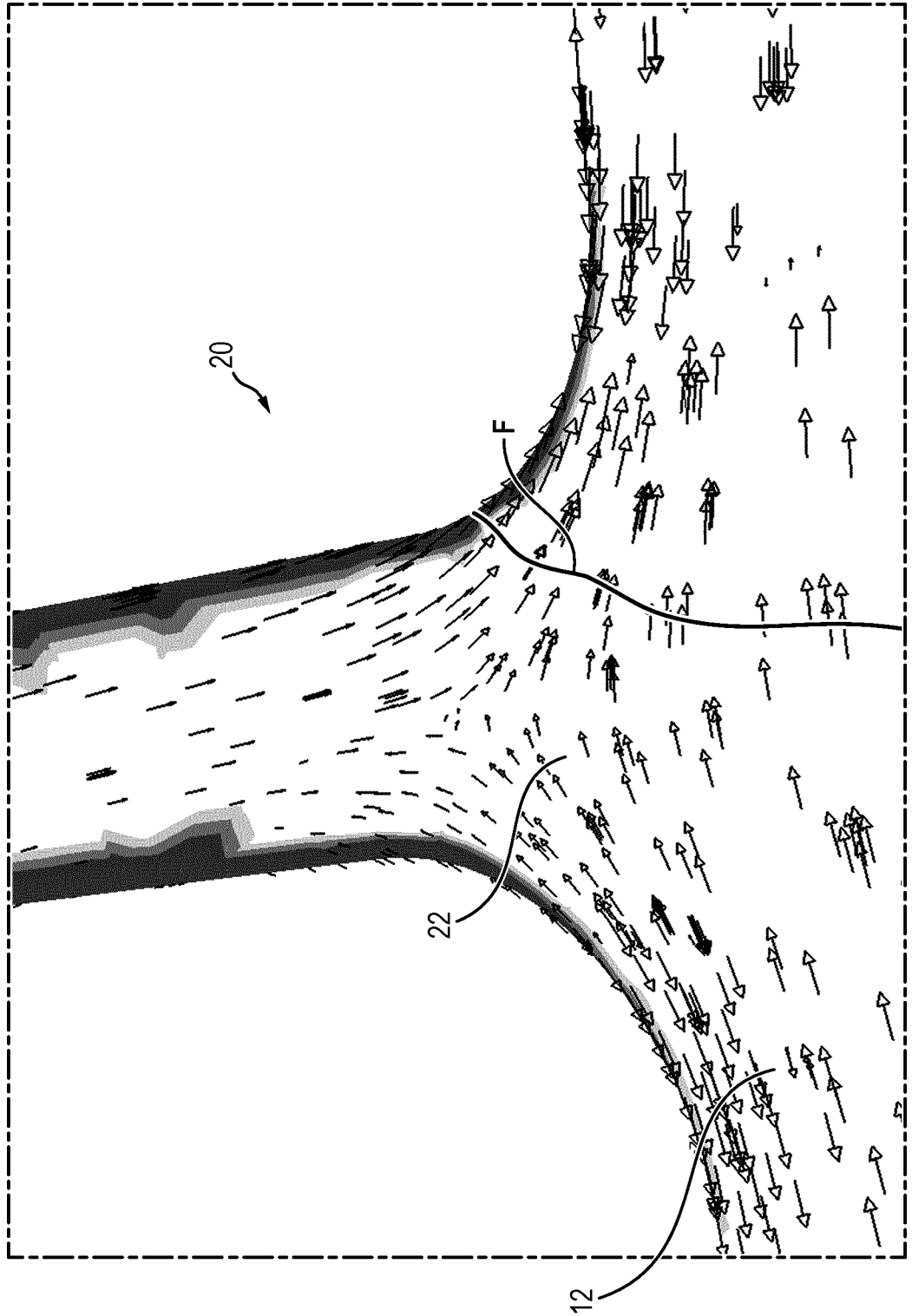


FIG. 2

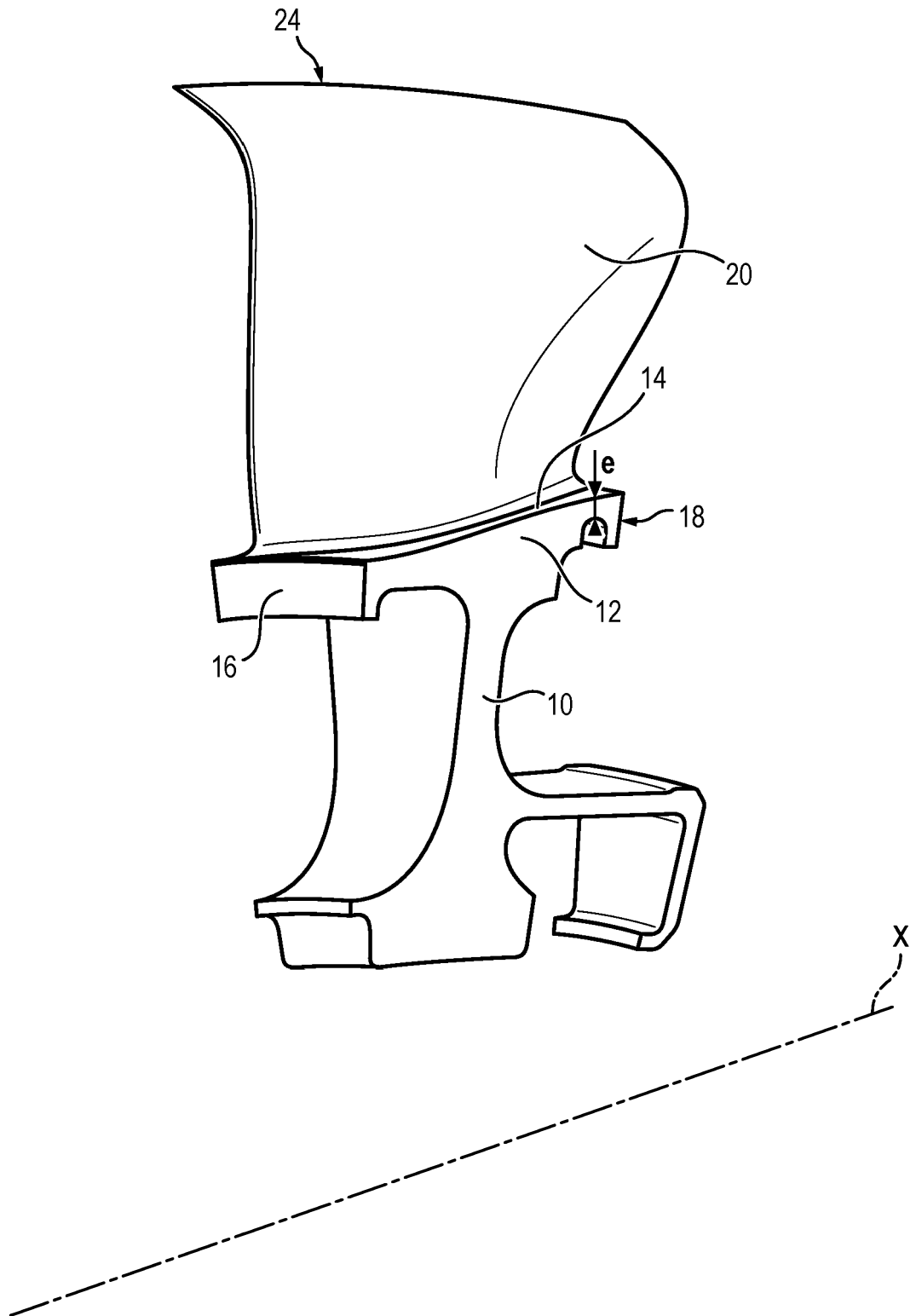


FIG. 3

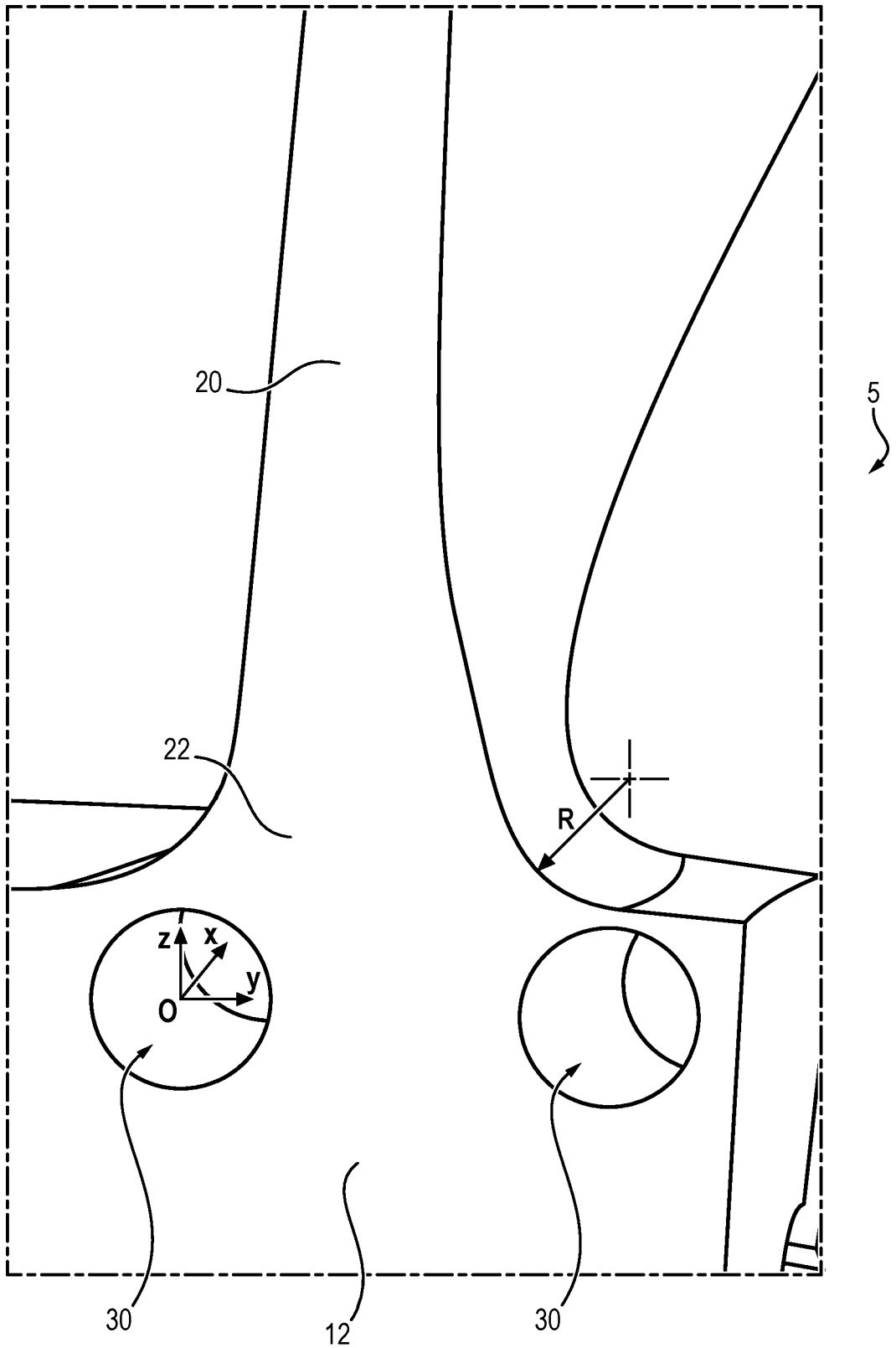


FIG. 4

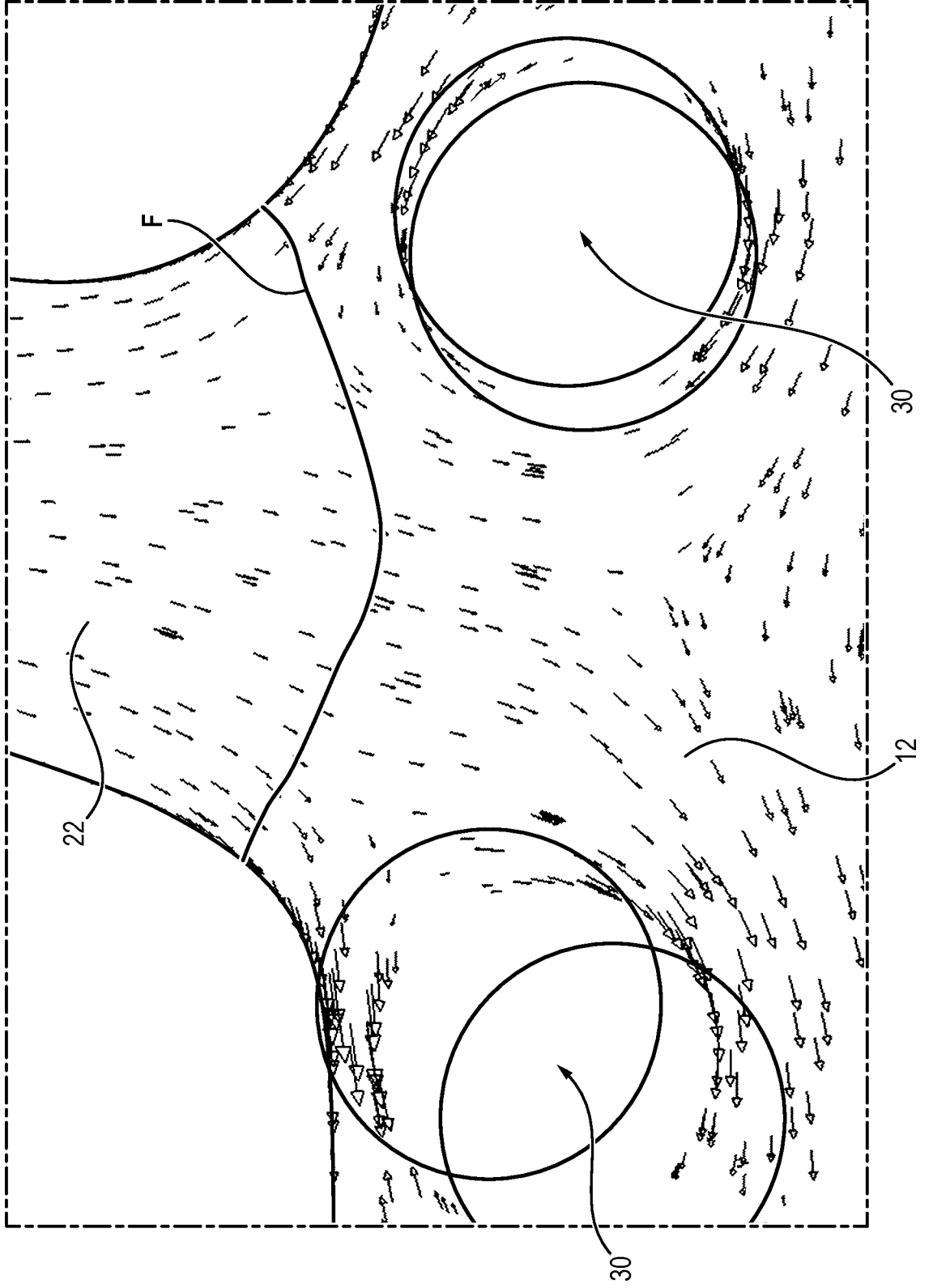
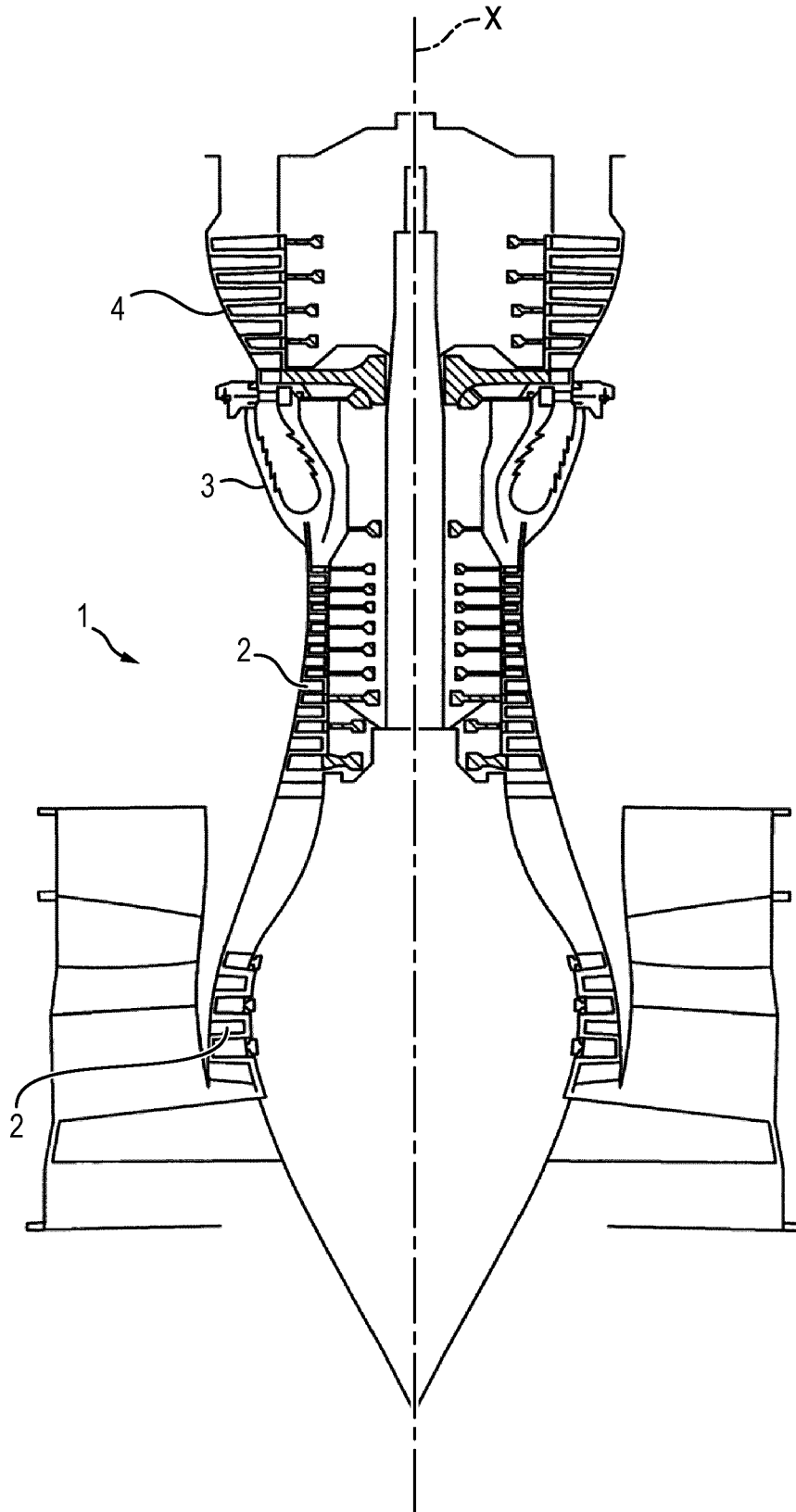


FIG. 5



# 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**

US 2006/099078 A1 (RICE DEREK A [US] ET AL) 11 mai 2006 (2006-05-11)

FR 3 027 340 A1 (SNECMA [FR]) 22 avril 2016 (2016-04-22)

EP 2 865 482 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 29 avril 2015 (2015-04-29)

**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