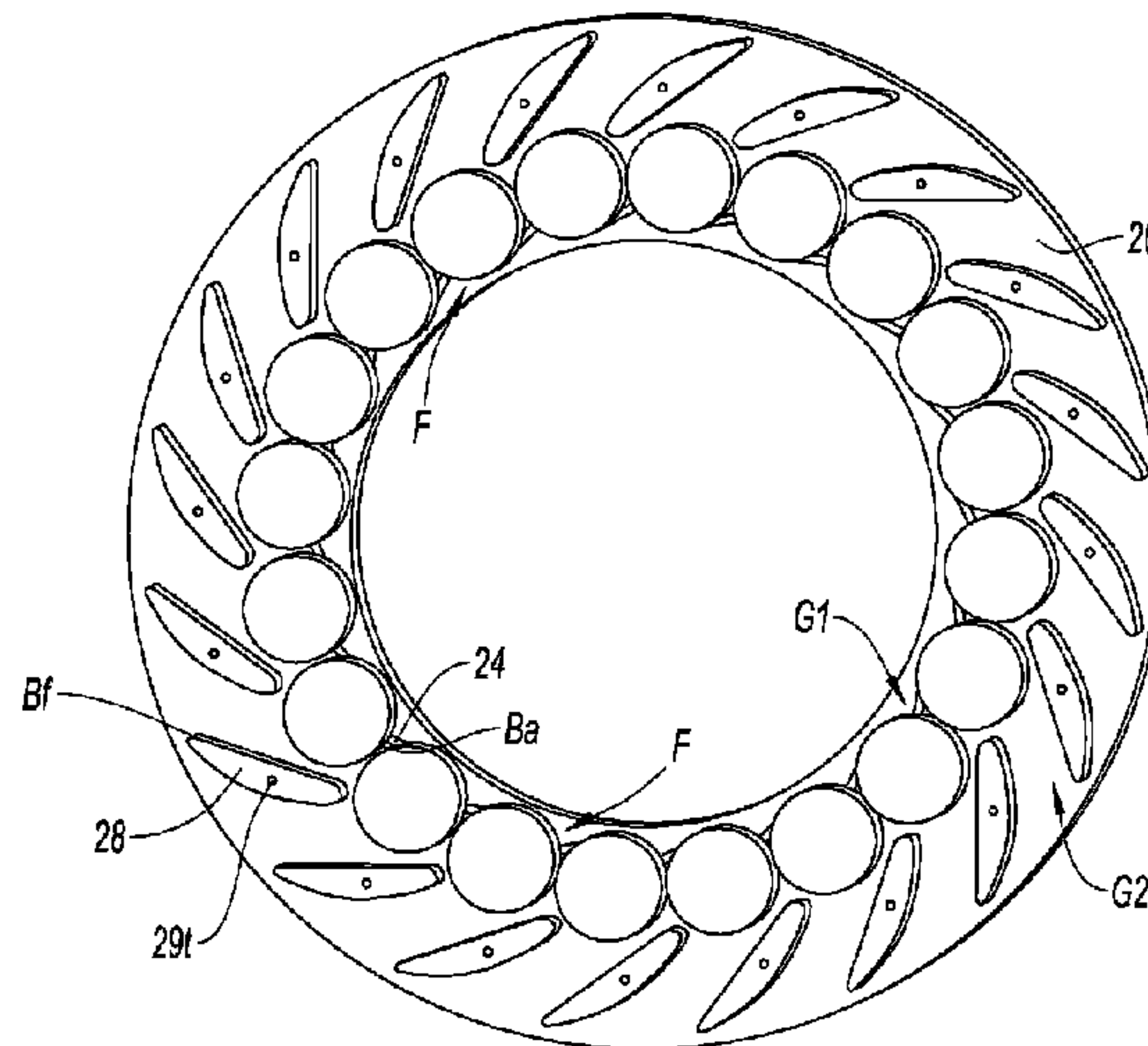




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2011/04/13
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2011/10/20
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2018/06/12
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2012/09/27
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2011/050846
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2011/128587
(30) Priorité/Priority: 2010/04/14 (FR1052827)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F04D 29/44* (2006.01),
F04D 29/46 (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
BISCAY, PIERRE, FR;
MARCONI, PATRICK, FR;
VIGNAU, HUBERT HIPPOLYTE, FR
(73) Propriétaire/Owner:
TURBOMECA, FR
(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : PROCÉDE D'ADAPTATION DE DÉBIT D'AIR DE TURBOMACHINE A COMPRESSEUR CENTRIFUGE ET
DIFFUSEUR DE MISE EN ŒUVRE
(54) Title: METHOD FOR ADAPTING THE AIR FLOW OF A TURBINE ENGINE HAVING A CENTRIFUGAL
COMPRESSOR AND DIFFUSER FOR IMPLEMENTING SAME



(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention vise à maintenir le rendement et le taux d'un compresseur de turbomachine pour diminuer sensiblement la consommation spécifique C_s , tout en garantissant une marge au pompage suffisante à charge partielle. Pour ce faire, il est proposé un procédé optimisé d'adaptation du flux d'air à une demande variable de débit ou de puissance mécanique ou électrique dans un compresseur centrifuge de turbomachines. Le procédé prévoit une diffusion du flux d'air (F) à travers un premier aubage annulaire (G1) de pales à calage variable (24) bordé radialement d'un deuxième aubage annulaire (G2) de même nombre de pales à calage fixe (28) d'extension équivalente, orientant la diffusion en extension radiale par couplage des pales (24, 28) des deux aubages. Selon ce procédé, chaque pale (24) du premier aubage (G1) est entraînée en rotation propre hors d'axe.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
20 octobre 2011 (20.10.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/128587 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
F04D 29/44 (2006.01) *F04D 29/46* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2011/050846
- (22) Date de dépôt international :
13 avril 2011 (13.04.2011)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1052827 14 avril 2010 (14.04.2010) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
TURBOMECA [FR/FR]; BP 2, F-64510 Bordes (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BISCAY, Pierre** [FR/FR]; 10 avenue des Roses, F-64140 Lons (FR). **MARCONI, Patrick** [FR/FR]; 1 impasse aliénor, F-64110 Gelos (FR). **VIGNAU, Hubert, Hippolyte** [FR/FR]; Lotissement Beauregard, Chemin de l'Angladure, F-64800 Nay (FR).
- (74) Mandataire : **SCHWARTZ, Thierry**; 81 boulevard Lazare Carnot, F-31000 Toulouse (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
 - avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR ADAPTING THE AIR FLOW OF A TURBINE ENGINE HAVING A CENTRIFUGAL COMPRESSOR AND DIFFUSER FOR IMPLEMENTING SAME

(54) Titre : PROCÉDÉ D'ADAPTATION DE DÉBIT D'AIR DE TURBOMACHINE À COMPRESSEUR CENTRIFUGE ET DIFFUSEUR DE MISE EN OEUVRE

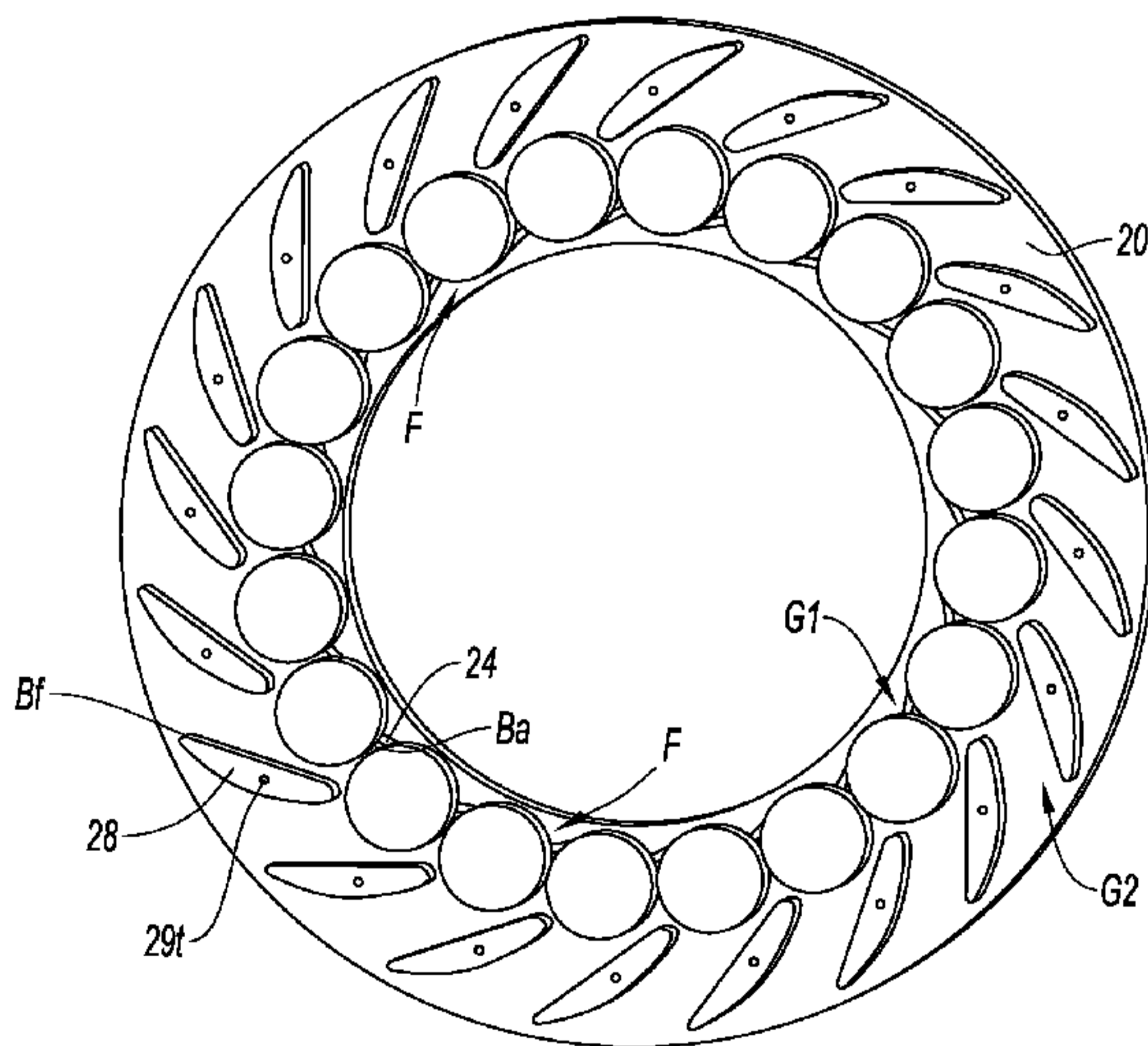


Fig. 3

(57) Abstract : The invention relates to a method for maintaining the efficiency and duty of a turbine engine compressor in order substantially to reduce the specific consumption C_s , while guaranteeing a high enough pumping margin with partial load. For this purpose, the invention proposes an optimised method for adapting the airflow to a variable demand for flow or mechanical or electric power in a centrifugal compressor of a turbine engine. The method includes diffusing the airflow (F) through a first annular blade ring (G1) having variable-pitch blades (24), radially bordered by a second annular blade ring (G2) having the same number of fixed-pitch blades (28) with an equivalent extension, guiding the radial extension diffusion by coupling the blades (24, 28) of the two blade rings. According to said method, each blade (24) of the first blade ring (G1) is spun off-axis.

(57) Abrégé : L'invention vise à maintenir le rendement et le taux d'un

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/128587 A1

compresseur de turbomachine pour diminuer sensiblement la consommation spécifique C_s , tout en garantissant une marge au pompage suffisante à charge partielle. Pour ce faire, il est proposé un procédé optimisé d'adaptation du flux d'air à une demande variable de débit ou de puissance mécanique ou électrique dans un compresseur centrifuge de turbomachines. Le procédé prévoit une diffusion du flux d'air (F) à travers un premier aubage annulaire (G1) de pales à calage variable (24) bordé radialement d'un deuxième aubage annulaire (G2) de même nombre de pales à calage fixe (28) d'extension équivalente, orientant la diffusion en extension radiale par couplage des pales (24, 28) des deux aubages. Selon ce procédé, chaque pale (24) du premier aubage (G1) est entraînée en rotation propre hors d'axe.

PROCÉDÉ D'ADAPTATION DE DÉBIT D'AIR DE TURBOMACHINE A COMPRESSEUR CENTRIFUGE ET DIFFUSEUR DE MISE EN ŒUVRE

- 5 **[0001]** L'invention concerne un procédé d'adaptation du débit d'air d'une turbomachine comprenant un compresseur centrifuge, en particulier de moteurs de turbomoteur d'hélicoptères ou d'unités de puissance auxiliaires (en abrégé APU) à une demande variable de débit ou de puissance mécanique ou électrique. L'invention se rapporte également à un diffuseur équipé de pales à calage variable apte à mettre en œuvre ce procédé.
- 10 **[0002]** Le domaine de l'invention est la compression des gaz dans les moteurs de turbomachines et, plus particulièrement, l'adaptation du flux d'air comprimé pour respecter les performances des moteurs, que ce soient des turbomoteurs ou des APU, en particulier sa consommation spécifique (en abrégé Cs) à charge partielle.
- 15 **[0003]** Dans ce contexte, un problème général est de répondre aux besoins de marge au pompage et de pallier aux baisses de taux de compression aux régimes intermédiaires des turbomoteurs, ainsi qu'aux variations de demande de débit d'air comprimé et de puissance électrique dans le cas des APU.
- 20 **[0004]** Il est connu qu'une marge au pompage suffisante peut être obtenue en abaissant la ligne de fonctionnement des turbomoteurs. Cependant, un abaissement du taux de cycle moteur entraîne une dégradation du rendement et cette solution nécessite alors de faire fonctionner le compresseur en-dessous de son rendement maximum, notamment à haut régime.
- 25 **[0005]** Il est également connu d'introduire, à l'entrée du compresseur, une grille de pré-rotation, formée d'ailettes de guidage d'entrée (en abrégé IGV, initiales de « Inlet Guide Vanes » en langue anglaise). Mais, dans ce cas, le taux de compression est sensiblement abaissé pour un régime de rotation donné.

[0006] Il convient dans ces conditions de chercher à faire fonctionner un compresseur avec un taux de compression quasi constant tout en restant près de son rendement maximum, quelle que soit la variation de la charge.

5 [0007] Dans le domaine des compresseurs mono-étages, il existe des diffuseurs radiaux présentant des assemblages de pales à calage variable. De tels diffuseurs sont décrits par exemple dans les documents de brevet US 5 207 559 ou EP 0 589 745, ce dernier déposé au nom de la demanderesse. Ces diffuseurs permettent de décaler vers de plus faibles débits les caractéristiques des taux
10 débit/pression du compresseur en régime intermédiaire, sans dégrader significativement le taux de compression ni le rendement.

[0008] Le calage variable est réalisé par des commandes appropriées en liaison avec une unité de commande en fonction des paramètres physiques en jeu (régime de rotation, pressions, températures). Cependant les plages d'angles de calage que doit couvrir le système de commande nécessitent un vérin de
15 commande d'une puissance élevée, entraînent des variations importantes des diamètres d'entrée et de sortie du diffuseur, ce qui peut générer des sollicitations mécaniques élevées entre parties tournantes (rouet) et statiques (diffuseur radial à calage variable) et diminue le rendement à charge partielle (régime intermédiaire).

20 EXPOSE DE L'INVENTION

[0009] L'invention vise à pallier ces inconvénients, en particulier en maintenant le rendement du compresseur pour diminuer sensiblement la Cs tout en garantissant une marge au pompage suffisante avec un meilleur rendement du cycle moteur à charge partielle. Pour ce faire, elle propose un procédé optimisé de diffusion
25 variable du flux d'air dans un compresseur centrifuge de turbomachines.

[0010] Plus précisément, l'invention a pour objet un procédé de diffusion de flux d'air variable dans un compresseur centrifuge de moteurs de turbomachine, consistant à prévoir une diffusion de l'air à travers une première grille annulaire de pales à calage variable bordé radialement d'une deuxième grille annulaire de

même nombre de pales à calage fixe d'extension équivalente, orientant la diffusion dans la direction radiale par couplage des pales des deux aubages, chaque pale du premier aubage étant entraînée en rotation à distance de la pale. Par turbomachines, il convient de comprendre les turbomoteurs, en particulier les

5 turbomoteurs d'hélicoptères avec compresseur centrifuge mono-étage ou bi-étages, et les APU équipées de compresseur centrifuge de puissance mono- ou bi-étages.

[0011] Dans ces conditions, d'une part, l'extension radiale des pales à calage variable est sensiblement diminuée par la présence de l'aubage fixe comprenant

10 de véritables pales, ce qui permet de limiter les efforts pour faire varier leur calage ainsi que les jeux entre l'aubage mobile et le flasque support et donc les recirculations amont/aval, ce qui a pour effet de diminuer les détériorations de la ligne de pompage et les pertes de charge. D'autre part, l'implantation décentrée de l'axe de rotation des pales à calage variable réduit sensiblement les variations

15 d'extension radiale de ces pales à iso-diffusion : l'augmentation à la fermeture est moindre, favorisant ainsi le rendement, à charge partielle et la diminution à l'ouverture moindre également, ce qui limite les sollicitations mécaniques du fait des fluctuations aérodynamiques instationnaires par interaction rouet / diffuseur.

[0012] Une marge au pompage suffisante permet alors à la turbomachine de

20 fonctionner sans apparition de pompage – offrant une grande capacité d'accélération -, et à l'APU de faire face à des variations de charge importantes, sans faire appel à une vanne de décharge, tout en maintenant la vitesse de rotation de la turbomachine et son taux de pression à des niveaux proches de leurs valeurs nominales et en fournissant un niveau de rendement suffisant.

[0013] Selon des modes particuliers, le procédé s'appliquant à des turbomachines équipées de turbine de puissance, la diffusion radiale à calage variable sur compresseur centrifuge, telle que définie ci-dessus, est couplée à un distributeur de turbine de puissance à calage variable. La production de puissance peut être

25 réalisée selon plusieurs configurations : turbine de puissance libre - ou liée, de type axiale ou centripète, avec ou sans échange thermique aval.

30

[0014] Le couplage entre le diffuseur et le distributeur à calage variable permet d'adapter la ligne de fonctionnement à la diminution de débit, ce qui améliore le rendement du cycle moteur (par un meilleur taux de pression) et donc la Cs des turbomoteurs d'hélicoptères et des APU.

- 5 **[0015]** L'invention a également pour objet un diffuseur de turbomachine à calage variable apte à mettre en œuvre le procédé défini ci-dessus, ainsi que la turbomachine équipée d'un tel diffuseur. Le diffuseur comporte une première grille annulaire de pales à calage variable radialement bordée par une deuxième grille annulaire de pales à calage fixe d'extension équivalente, formant des canaux de diffusion successifs par couplage des pales des deux grilles en extension
- 10 radiales. De plus, chaque pale de la première grille est entraînée par des moyens de commande aptes à exercer une rotation propre de chaque pale décentrée par rapport à son axe de rotation.

[0016] Selon des modes de réalisation particuliers :

- 15 - chaque pale à calage variable s'étend entre deux coupelles en regard et de manière parallèle et décentrée par rapport à l'axe commun des coupelles coïncidant avec l'axe de rotation;
- chaque pale est couplée à une tige d'entraînement qui présente au moins un orifice dans lequel est introduite une goupille de blocage d'une rondelle
- 20 de réglage de la position axiale des coupelles ;
- la tige est solidarisé à un levier présentant une rotule sphérique logée dans un logement cylindrique (38) d'une couronne de commande apte à entraîner en rotation autour de l'axe moteur le levier apte à coulisser dans le logement cylindrique ;
- 25 - les logements cylindriques présente une profondeur qui est fonction de la course des leviers, elle-même fonction de l'intervalle de rotation prédéterminé des pales ;

- le bord d'attaque de chaque pale à calage variable se trouve à proximité des périphéries des coupelles, la distance de la pale à l'axe de rotation étant supérieure ou égale à un demi-rayon ;

- le diffuseur en amont est un diffuseur lisse, c'est-à-dire non aubé ;

5 - la veine d'air d'entrée du diffuseur située entre le rouet et la grille à calage variable est convergente, ce qui améliore les performances ;

- les pales fixes de la deuxième grille présentent un profil de bord d'attaque plus épais que celles de la première grille afin d'absorber les variations d'incidence;

10 - les pales à calage fixe présentent une épaisseur suffisante pour être traversées par des vis permettant le passage des efforts structuraux ;

- les pales fixes présentent une loi évolutive d'angle squelette entre les bords d'attaque et de fuite, ce qui permet de contrôler la diffusion dans la grille fixe et d'optimiser son efficacité aérodynamique ;

15 - les pales fixes sont calées en azimuth par rapport aux pales de la première grille mobile de sorte à reprendre le sillage sur l'extrados des pales de cette première grille pour limiter les pertes de charge du diffuseur ;

- les angles de calage des pales variables sont compris entre +12 et - 5 ° par rapport au calage nominal, qui serait celui d'un diffuseur fixe.

20

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit, en référence aux figures annexées qui représentent, respectivement :

25 - la figure 1, une demi-vue en coupe axiale partielle d'un diffuseur selon l'invention ;

- les figures 2a et 2b, deux vues en perspective d'une pale à calage variable couplée à sa tige de commande en rotation;

- la figure 3, une vue globale frontale du flasque annulaire amont du diffuseur équipé des grilles de pales selon l'invention,

5 - les figures 4a à 4c, une vue schématique partielle dans le diffuseur pour trois calages de pales mobiles, les deux calages extrêmes autour du calage nominal, et

- la figure 5, les jeux entre une pale mobile et les flasques annulaires du diffuseur.

10 DESCRIPTION DETAILLÉE D'UN EXEMPLE DE REALISATION

[0018] Les termes « amont » et « aval » se rapportent au sens d'écoulement du flux d'air dans un turbomoteur.

[0019] En référence à la vue axiale en coupe partielle de la figure 1, le compresseur centrifuge 10 d'une turbomachine, telle qu'un turbomoteur, 15 turboréacteur, turbopropulseur ou un APU, comporte un carter 12 couplé à un couvercle 14 de recouvrement radial du rouet 16, dernier étage centrifuge du compresseur, monté en rotation sur l'arbre moteur 18 selon l'axe Y'Y. Le flux d'air F circule du rouet 16 vers le diffuseur annulaire 19, dans une veine d'entrée convergente par rétrécissement radial. Le diffuseur 19 est défini entre deux 20 flasques amont et aval 20 et 22. Le couvercle 14 est maintenu par une attache 23 fixée au carter et au flasque amont 20.

[0020] Les pales 24, formant une première grille annulaire, sont montées dans le diffuseur 19. Des centrages 25 et 26, formées en regard dans les flasques 20 et 22, accueillent les coupelles 17 et 27 sur lesquelles les pales 24 sont montées de 25 manière décentrée. Les coupelles sont centrées dans les flasques 20 et 22 avec des jeux adaptés, de 0,03 à 0,05 mm dans l'exemple illustré, sur une rondelle 9 insérée dans le centrage 25 (voir ci-dessous en référence à la figure 5).

[0021] Des pales 28 solidaires du flasque 22, formant une deuxième grille annulaire bordant extérieurement la première grille, sont montées sur le flasque annulaire 20 par des vis traversantes 29 logées dans des trous 29t. Ces vis permettent également le passage des efforts structuraux.

5 **[0022]** La commande des pales variables 24 est réalisée par l'intermédiaire de tiges 30 prolongeant solidairement la coupelle amont 17. Ces tiges 30 d'axe X'X sont montées dans un alésage cylindrique 32 du flasque amont 20 et centrées avec un jeu quasi-nul par des joints 30j montés dans des gorges 30g. En
10 extrémité, chaque tige 30 présente une partie plate 31 articulée sur un levier d'entraînement 33 pincé par deux vis 35 sur cette partie plate 31. Les positions des extrémités 31 des tiges 30 sont ajustées avec des tolérances de jeux adaptées. La tige 30 présente également un orifice 30t dans lequel est introduite une goupille 36 qui permet de bloquer une rondelle 30u - de réglage de la
15 position axiale des coupelles 17 et 27 - dans un anneau de blocage 12a formé dans le carter 12. Dans ce but, la goupille 36 solidarise la tige 30 et l'anneau de blocage 12a.

[0023] En fonctionnement, le levier 33 est entraîné par une couronne de commande 34 formant un trou cylindrique 38 de logement de la rotule sphérique 37 du levier 33 avec une tolérance de position axiale adaptée et un contact sur
20 une génératrice de la rotule. Pour ce faire, la couronne de commande 34 est centrée sur des secteurs présentant des roulements à aiguilles 39. La couronne de commande 34, mise en rotation autour de l'axe moteur Y'Y par une biellette (non représentée), entraîne en rotation les leviers 33 qui coulissent dans les logements cylindriques 38 grâce à leur rotule 37. La profondeur des logements 38
25 est fonction de la course des leviers 33, elle-même fonction de l'intervalle de rotation des pales 24. Cette architecture est particulièrement adaptée à une rotation des pales pouvant aller jusqu'à +12° avec une fermeture de 50% de section, et jusqu'à -5 ° avec une ouverture de section de 20%. Les angles de position des tiges et donc des pales 24 en fonction des régimes de puissance
30 pour fournir la compression d'air appropriée à ces régimes.

[0024] En référence aux figures 2a et 2b, une pale mobile 24 est représentée entre les coupelles parallèles 17, 27 et solidarisée par soudage 21 à celles-ci, de sorte que la pale s'étend parallèlement à l'axe X'X des coupelles en regard. Le bord d'attaque 24c de la pale 24 affleure les circonférences externes 17c et 27c des coupelles, l'épaisseur de la pale 24 étant relativement fine, de 2 mm dans l'exemple illustré. Par ailleurs, la distance entre la pale 24 et l'axe X'X de la tige 30 est égale à environ 80% du rayon des coupelles dans l'exemple illustré. Ceci confère à la pale 24 un fort décentrage par rapport à l'axe X'X de la tige qui coïncide avec l'axe de rotation de l'ensemble. La tige 30 présente également les gorges cylindriques 30g de centrage et l'orifice 30t de blocage de la rondelle de réglage de la position axiale des coupelles 17 et 27. Sa partie plate 31 est traversée par des trous 30a de réception des vis 35 de montage au levier de commande.

[0025] La vue globale de la figure 3 illustre le flasque annulaire amont 20 équipé des grilles annulaires G1 et G2, montées respectivement mobile et fixe et composées des pales 24 et 28.

[0026] Les pales 28 présentent un profil sensiblement plus épais en bord d'attaque Ba que celui des pales 24, respectivement 0.5 et 2.5 mm, afin de préserver une bonne tenue aux variations d'incidence lors de la rotation des pales mobiles 24. De plus, la loi d'angle squelette des pales 28 entre les bords d'attaque BA et de fuite BF est évolutive, permettant d'optimiser l'efficacité aérodynamique de la grille fixe par une récupération maximale de pression statique.

[0027] En outre, les pales 28 de la grille fixe présentent une épaisseur maximale, de 7 mm dans l'exemple illustré, permettant de fixer le flasque 20 du diffuseur par des vis se logeant dans les trous 29t, tout en permettant le passage des efforts structuraux.

[0028] Le flux d'air F circule le long d'une pale fixe 28 en extension radiale d'une pale mobile 24 et entre deux pales adjacentes de même nature, mobile ou fixe. Grâce au décentrage des pales mobiles 24 par rapport aux axes de rotation X'X

de leurs coupelles 17, les variations des extensions radiales formées par ces pales mobiles 24 sont limitées par rapport à des variations d'extensions que devraient réaliser des pales centrées. Cette limitation permet d'améliorer les performances d'un compresseur centrifuge : elle permet d'éloigner la ligne de fonctionnement de la ligne de pompage, par décalage vers des débits plus bas, et d'élever cette ligne de fonctionnement près des maxima de rendement aux régimes plus élevés.

[0029] Les extensions radiales des pales mobiles 24 au regard des pales fixes 28 sont illustrées par les schémas des figures 4a à 4c, sur lesquelles apparaissent également, en lignes pointillées, les coupelles 17, 27 des pales. En référence à la figure 4b, le calage nominal de 0° correspond à un écoulement du flux d'air F de référence pour lequel le réglage des pales mobiles 24 par rapport aux pales fixes 28 est adapté aux régimes intermédiaires stables.

[0030] Aux faibles demandes de charge, le calage des pales mobiles 24 peut monter jusqu'à $+12^\circ$, ce calage correspondant à une section de passage à l'entrée du col Sa, entre les pales 24 et 28, fermée de 50% par rapport au calage nominal correspondant à une section au col Sb. La figure 4a illustre le cas d'une fermeture de 25% associée à un calage de 6° , la section au col valant alors 75% de la section Sb. Aux fortes demandes de charge, le réglage du calage peut également descendre jusqu'à -5° . La figure 4c illustre le cas d'une ouverture de $2,5^\circ$, la section au col Sc présentant alors une valeur relative de 110%.

[0031] les pales fixes 28 sont calées en azimuth par rapport aux pales 24 de la première grille mobile G1 de sorte à reprendre le sillage sur l'extrados Ex des pales de cette première grille G1.

[0032] Les extensions radiales des pales 24, limitées par la présence des pales fixes 28, permettent de conserver une maîtrise des jeux entre les coupelles 17 et 27 des pales 24 et les flasques 20 et 22, comme illustré par la figure 5. Ainsi, dans cet exemple, les valeurs des jeux restent inférieures ou égales respectivement à 0,02 mm (pour J1 ou J2), à 0,10 mm (pour J3) et 0,25 mm (pour

J4). Le jeu (ensemble J1 et J2) de la pale 24 sur la rondelle 9 reste donc d'environ 0,03 mm ou légèrement supérieur.

[0033] L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés. Il est par exemple possible d'effectuer le calage des pales mobiles par réglage uniquement
5 mécanique, individuel ou centralisé, ou par commande électrique, électronique avec ou sans régulation numérique.

REVENDICATIONS

1. Diffuseur de turbomachine à calage variable, comprenant :
une première grille annulaire de pales à calage variable
radialement bordée par une deuxième grille annulaire de pales à calage
5 fixe d'extension équivalente et de même nombre de pales, formant des
canaux de diffusion successifs par couplage des pales de la première et
de la deuxième grilles en extension radiales ;
dans lequel chaque pale de la première grille comprend un axe de
rotation et est entraînée par une tige d'entraînement apte à exercer une
10 rotation propre de pale décentrée par rapport à son axe de rotation ;
dans lequel la tige d'entraînement est solidarisé à un levier
présentant une rotule sphérique logée dans un logement cylindrique
d'une couronne de commande, ladite couronne étant en rotation autour
d'un axe moteur de la turbomachine, ledit logement cylindrique
15 comprenant une orifice ayant un axe perpendiculaire à l'axe de rotation,
et le levier coulissant dans le logement cylindrique le long de l'axe dudit
orifice du logement cylindrique de façon à entraîner la pale en rotation ;
dans lequel la couronne de commande comprend un logement
cylindrique pour chaque pale à calage variable ; et
20 dans lequel le levier présente la rotule sphérique à une première
extrémité et est pincé par des vis sur une partie plate de la tige à une
deuxième extrémité opposée à la première extrémité.
2. Diffuseur selon la revendication 1, dans lequel chaque pale à
calage variable s'étend entre deux coupelles en regard et de manière parallèle
25 et décentrée par rapport à un axe commun des coupelles coïncidant avec l'axe
de rotation.
3. Diffuseur selon l'une des quelconque des revendications 1 et 2,
dans lequel chaque pale est couplée à la tige d'entraînement qui présente au
moins un orifice dans lequel est introduite une goupille de blocage d'une rondelle
30 de réglage d'une position axiale des coupelles.

4. Diffuseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la profondeur des logements cylindriques est fonction d'une course des leviers, elle-même fonction d'un intervalle de rotation prédéterminé des pales.

5. Diffuseur selon la revendication 2, dans lequel un bord d'attaque de chaque pale à calage variable se trouve à proximité de périphéries des coupelles, une distance de la pale à l'axe de rotation étant au moins égale à un demi-rayon.

6. Diffuseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les pales fixes de la deuxième grille présentent un profil de bord d'attaque plus épais qu'un profil de bord d'attaque des pales de la première grille.

2 / 4

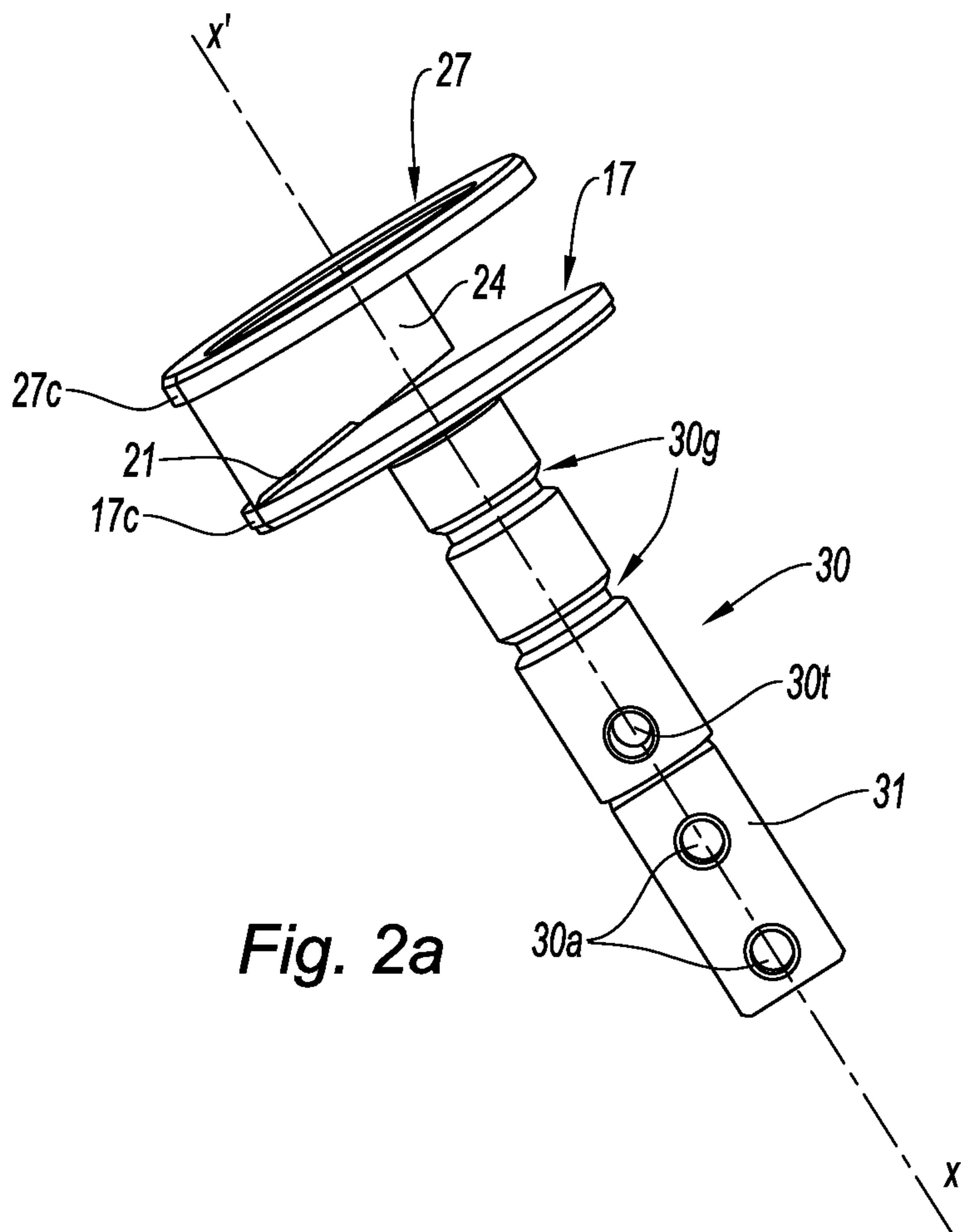


Fig. 2a

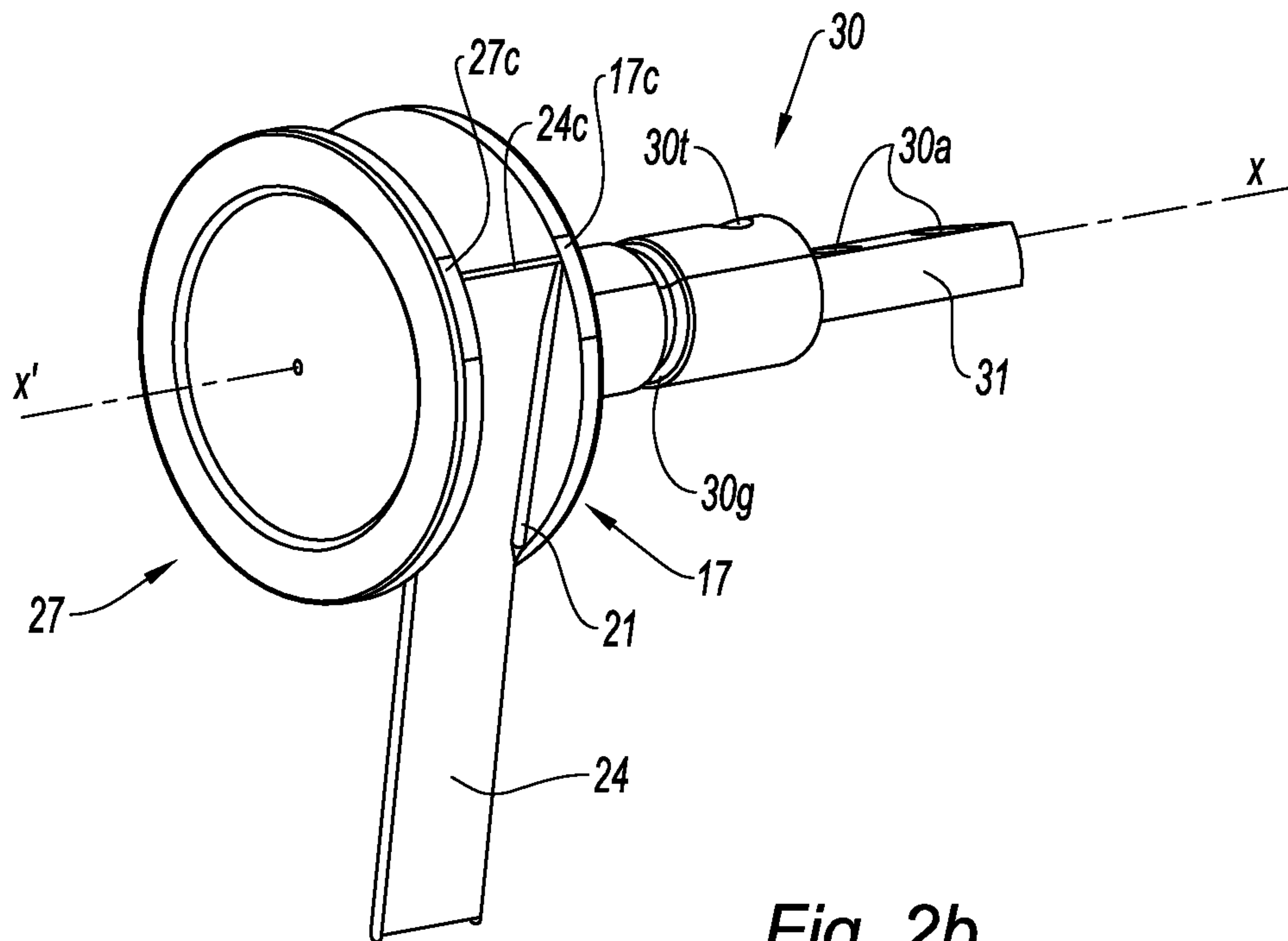


Fig. 2b

3 / 4

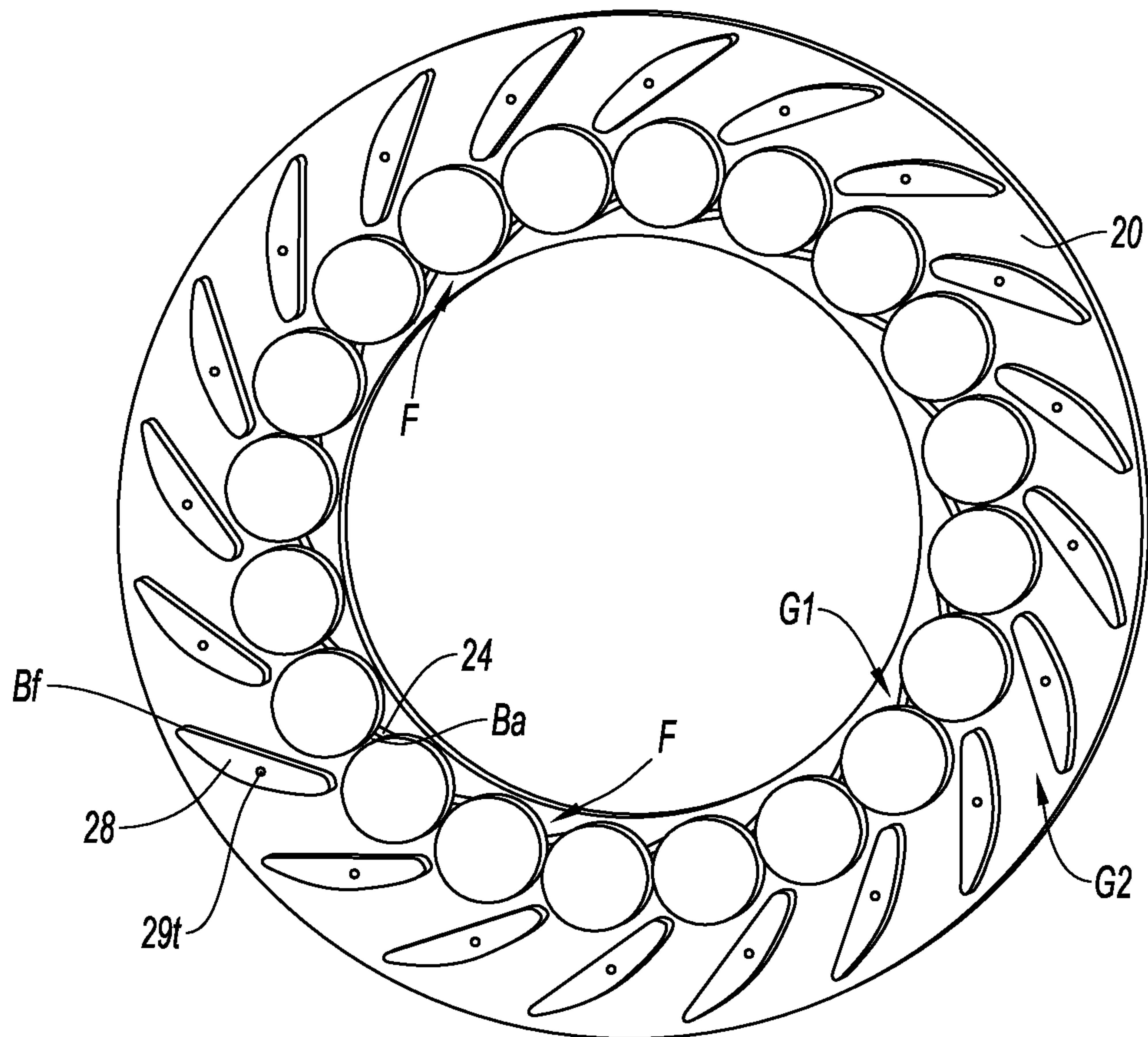


Fig. 3

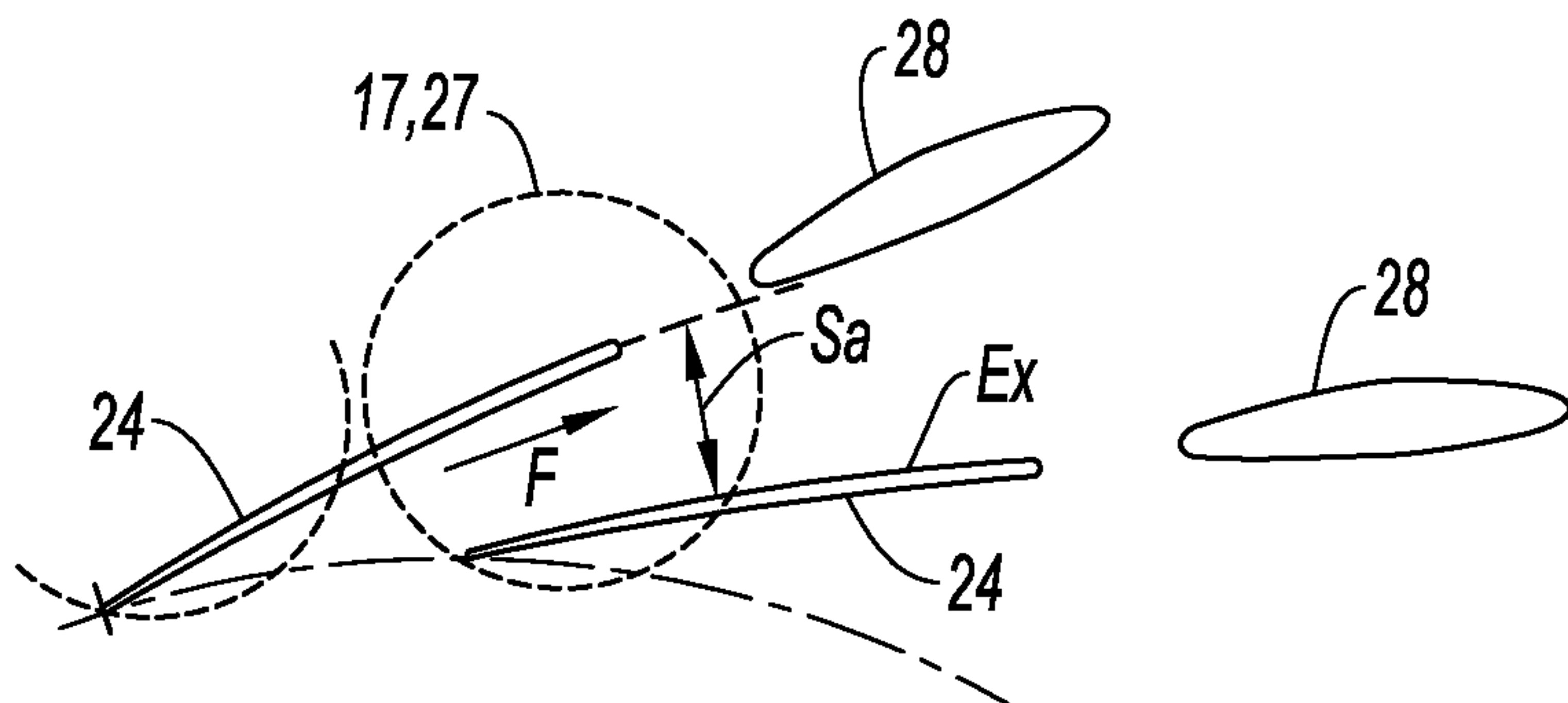


Fig. 4a

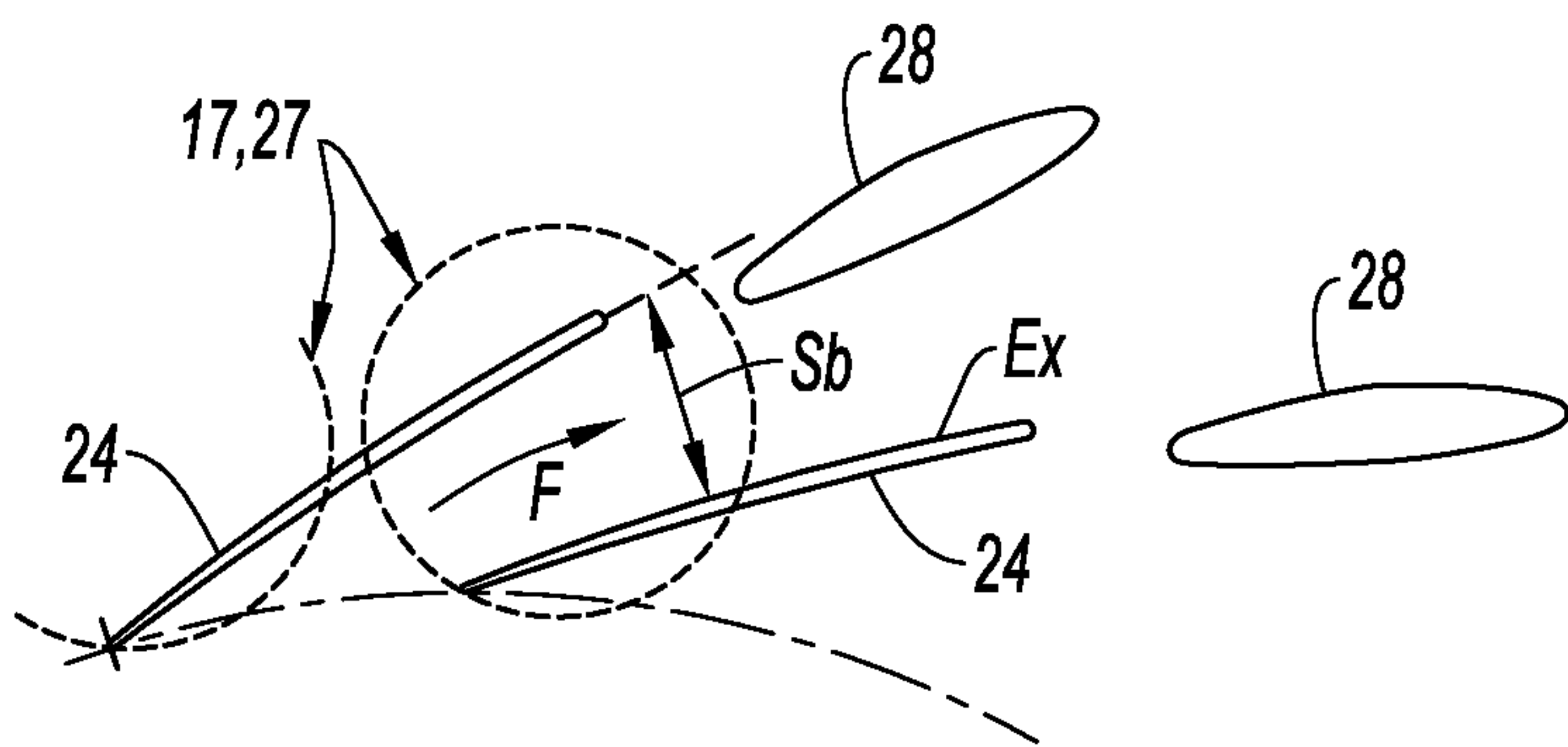


Fig. 4b

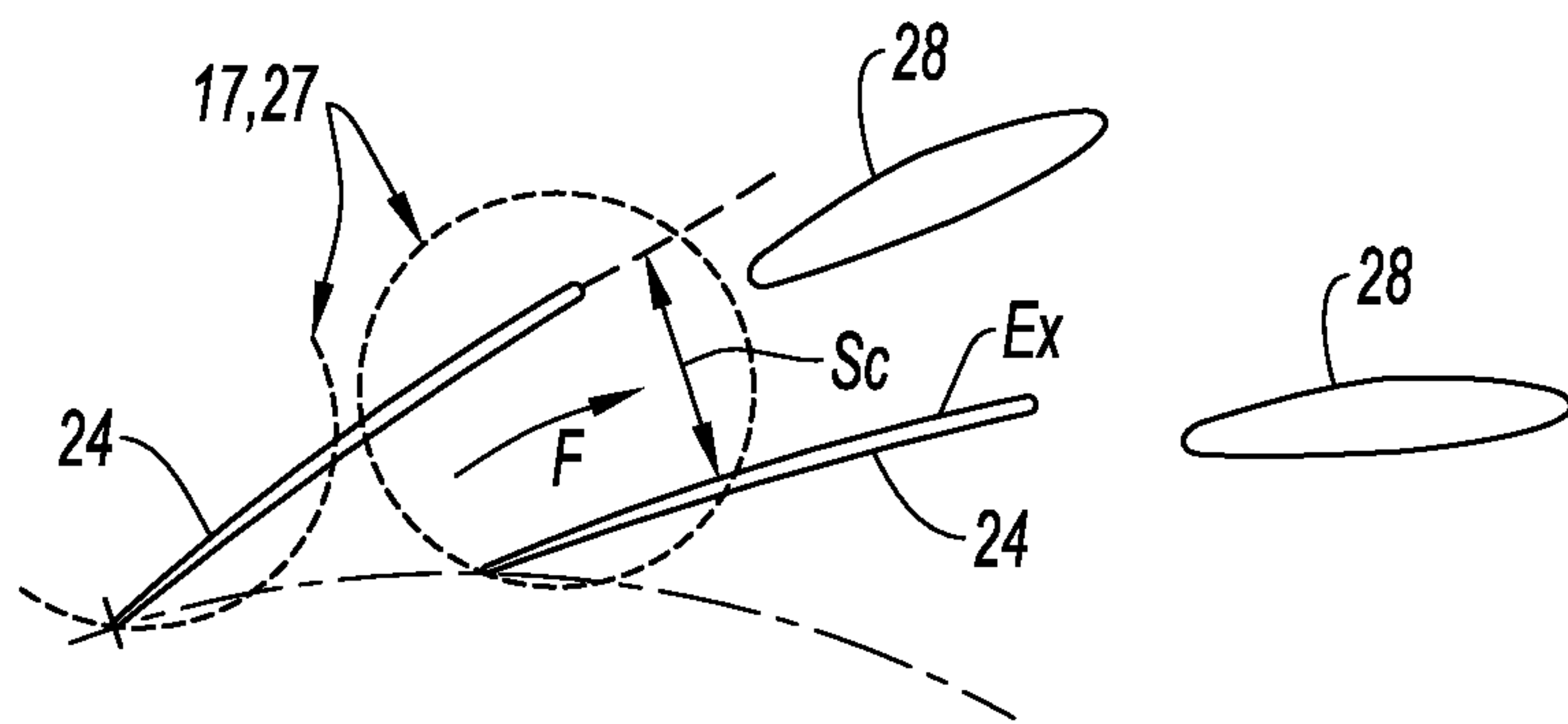


Fig. 4c

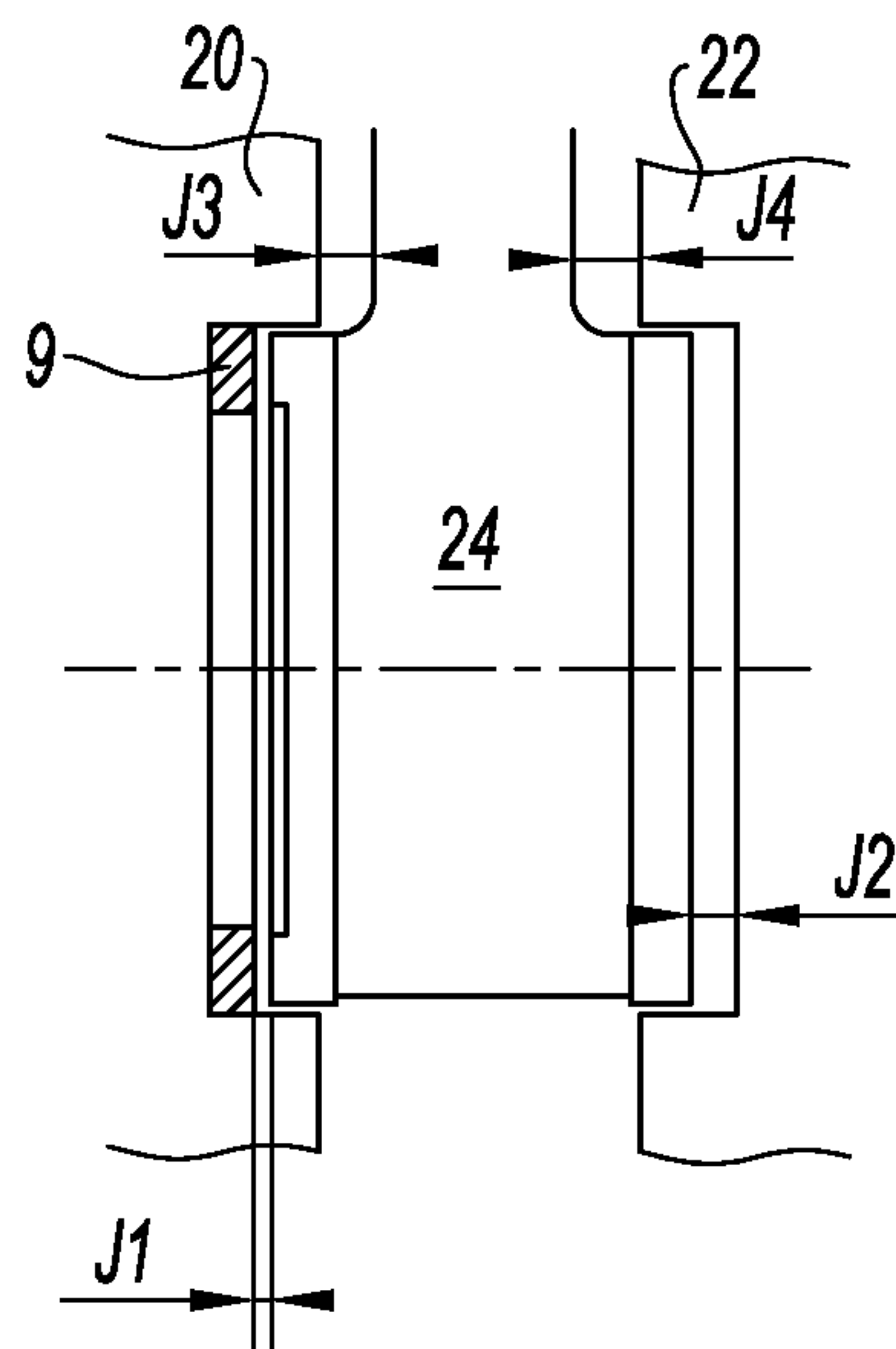


Fig. 5

