



(22) **Date de dépôt/Filing Date:** 2007/07/30

(41) **Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.:** 2008/02/01

(45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2014/11/18

(30) **Priorité/Priority:** 2006/08/01 (FR06 53241)

(51) **Cl.Int./Int.Cl.** *F02K 3/04* (2006.01),
F02C 9/18 (2006.01)

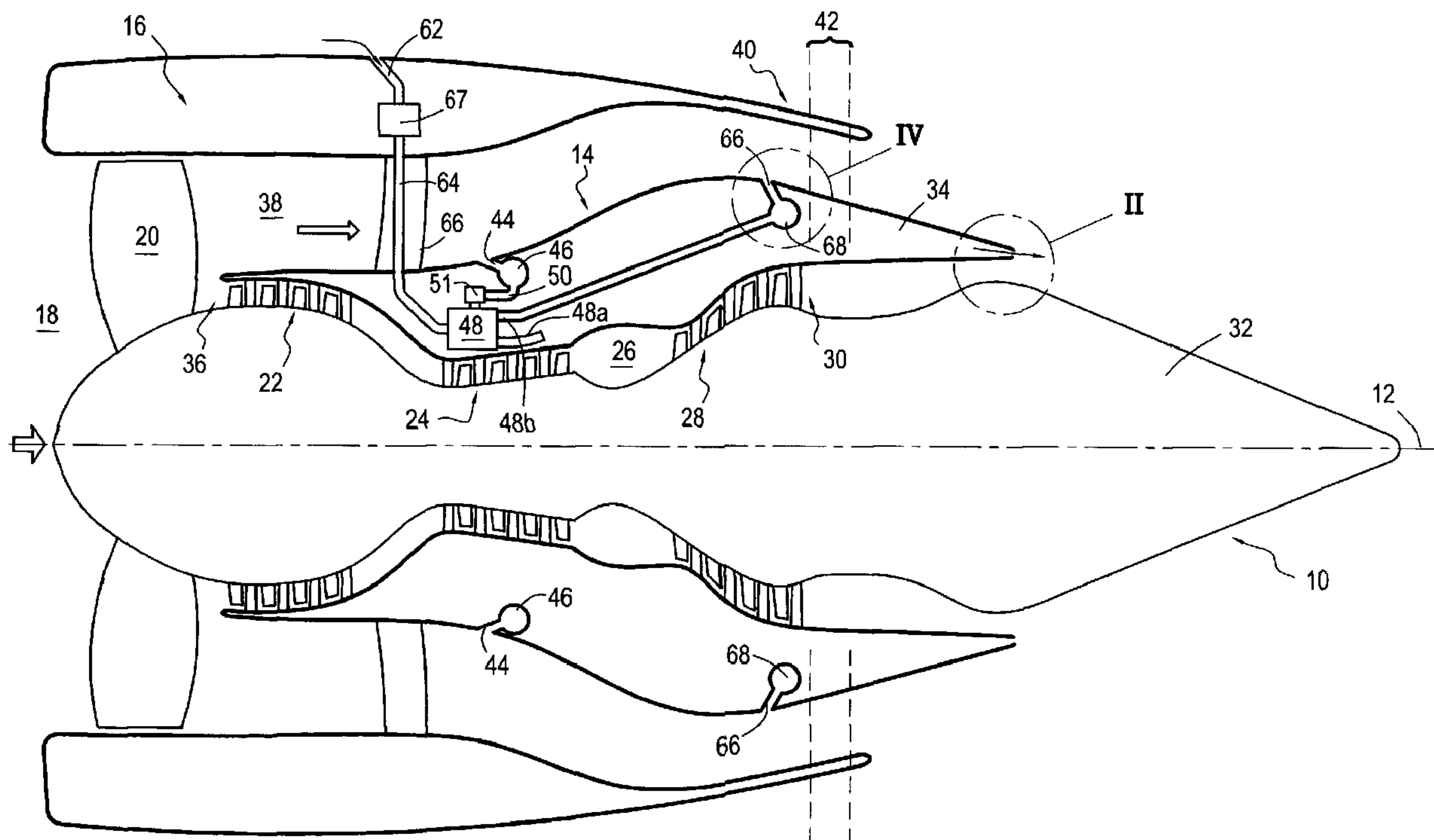
(72) **Inventeurs/Inventors:**
BEUTIN, BRUNO, FR;
LANDRE, ERIC, FR

(73) **Propriétaire/Owner:**
SNECMA, FR

(74) **Agent:** GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) **Titre : TURBOMACHINE A DOUBLE FLUX A VARIATION ARTIFICIELLE DE SA SECTION DE COL**

(54) **Title: DOUBLE FLOW TURBOMACHINE WITH ARTIFICIAL VARIATION IN THE THROAT SECTION**



(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne une turbomachine à double flux (10) comportant un moteur à turbine à gaz (14) muni d'une soufflante (20) disposée selon un axe longitudinal (12) de la turbomachine et une nacelle annulaire (16) entourant le moteur de façon à délimiter un canal (38) d'écoulement d'un flux froid, la nacelle ayant une extrémité amont entourant la soufflante du moteur et une extrémité aval fixe formant une tuyère (40) d'éjection des gaz, la tuyère ayant une section de col (42) correspondant à sa section transversale minimale. La turbomachine comporte en outre des moyens (44) de prélèvement d'air dans le canal (38) d'écoulement du flux froid en amont de la section de col (42) de la tuyère, et des moyens d'injection de l'air prélevé en aval de la section de col de la tuyère de façon à ouvrir artificiellement la section de col.

ABREGE

L'invention concerne une turbomachine à double flux (10) comportant un moteur à turbine à gaz (14) muni d'une soufflante (20) disposée selon un axe longitudinal (12) de la turbomachine et une nacelle annulaire (16) entourant le moteur de façon à délimiter un canal (38) d'écoulement d'un flux froid, la nacelle ayant une extrémité amont entourant la soufflante du moteur et une extrémité aval fixe formant une tuyère (40) d'éjection des gaz, la tuyère ayant une section de col (42) correspondant à sa section transversale minimale. La turbomachine comporte en outre des moyens (44) de prélèvement d'air dans le canal (38) d'écoulement du flux froid en amont de la section de col (42) de la tuyère, et des moyens d'injection de l'air prélevé en aval de la section de col de la tuyère de façon à ouvrir artificiellement la section de col.

Titre de l'invention

Turbomachine à double flux à variation artificielle de sa section de col

Arrière-plan de l'invention

5 La présente invention se rapporte au domaine général des tuyères d'éjection des gaz équipant les turbomachines à double flux, et plus particulièrement à une turbomachine ayant une tuyère fixe dont la section de col peut néanmoins varier de façon artificielle.

10 Une turbomachine à double flux se compose notamment d'un moteur à turbine à gaz muni d'une soufflante disposée selon un axe longitudinal de la turbomachine et d'une nacelle annulaire centrée sur l'axe longitudinal de la turbomachine et entourant le moteur, la nacelle ayant une extrémité amont entourant la soufflante du moteur et une extrémité aval formant une tuyère pour l'éjection des gaz issus de la
15 turbomachine. On appelle « section de col » la section transversale de la tuyère qui est la plus faible sur toute la longueur de la tuyère.

 Il est connu qu'en faisant varier la section de col de la tuyère d'une turbomachine, il est possible de contrôler le débit de la soufflante de façon à la placer dans des conditions de fonctionnement correspondant à
20 un rendement optimum quels que soient les régimes de la turbomachine. L'utilisation de tuyères d'éjection à section géométriquement variable est ainsi courante dans les applications militaires. Les techniques employées font généralement recours à des volets disposés dans le prolongement de l'extrémité aval de la paroi externe de la tuyère et dont le braquage
25 permet de réduire ou d'augmenter la section de la tuyère.

 Or, de telles techniques sont difficiles à implanter sur des tuyères de turbomachines civiles. Ceci est notamment dû aux contraintes liées à l'installation de la nacelle par rapport à l'aile de l'avion, à la garde au sol, aux épaisseurs et à la forme des bords de fuite de la nacelle. En
30 outre, de telles tuyères à section variable ont un coût de fabrication relativement élevé.

 Aussi, les tuyères utilisées dans le civil ont généralement une section de col géométriquement fixe qui est optimisée pour le vol de croisière qui représente la plus grande partie de la mission d'un avion. Il
35 en résulte que les tuyères à section de col fixe fonctionnent de manière dégradée à haut régime de fonctionnement (correspondant au décollage

et à la phase d'ascension de l'avion) et à bas régime de fonctionnement (correspondant à la descente, à la phase d'approche et au mode ralenti en vol de l'avion).

5 Objet et résumé de l'invention

La présente invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant une turbomachine à double flux ayant une tuyère géométriquement fixe mais dont la section de col peut cependant varier de façon artificielle selon les régimes de fonctionnement.

10 Conformément à l'invention, ce but est atteint grâce à une turbomachine comportant des moyens de prélèvement d'air dans le canal d'écoulement du flux froid de la turbomachine en amont de la section de col de la tuyère, et des moyens d'injection de l'air prélevé en aval de la section de col de la tuyère de façon à ouvrir artificiellement la section de
15 col.

Ainsi, par injection d'air en aval de la section de col de la tuyère, il est possible d'augmenter artificiellement le débit d'air traversant cette section, ce qui revient à ouvrir la section de la tuyère à partir de la même section géométrique de col. Cette variation artificielle de la section de col
20 présente les avantages de nécessiter peu de pièces, d'être de montage facile et d'être compatible avec les turbomachines existantes. Encore un autre avantage réside dans la possibilité d'obtenir un gain acoustique.

La turbomachine selon l'invention comporte en outre des moyens pour prélever et comprimer de l'air extérieur à la turbomachine et
25 des moyens d'injection de l'air prélevé au voisinage de la section de col selon une direction sensiblement perpendiculaire voire opposée à celle du flux d'air s'écoulant dans le canal d'écoulement du flux froid de façon à fermer artificiellement la section de col par obstruction aérodynamique du débit d'air traversant celle-ci.

30 Ainsi, par injection d'air au voisinage de la section de col de la tuyère, il est possible de diminuer artificiellement le débit d'air traversant cette section, ce qui revient à fermer la section de col de la tuyère à partir de la même section géométrique de col.

Selon un arrangement particulier, les moyens de prélèvement
35 d'air comportent une pluralité d'orifices d'entrée s'ouvrant dans le canal d'écoulement du flux froid et débouchant dans un collecteur annulaire

logé à l'intérieur du moteur à turbine à gaz, ledit collecteur étant relié à une entrée d'une pompe ayant une sortie débouchant à l'intérieur du moteur.

5 Le moteur à turbine à gaz peut comporter un capot primaire centré sur l'axe longitudinal de la turbomachine et un corps central disposé concentriquement à l'intérieur du capot primaire.

10 Selon un mode de réalisation, le capot primaire présente à son extrémité aval une ouverture annulaire s'ouvrant à l'intérieur du moteur et débouchant vers le canal d'écoulement du flux froid en aval de la section de col de la tuyère de façon à permettre une évacuation de l'air prélevé dans le canal d'écoulement du flux froid par différentiel de pression.

15 Selon un autre mode de réalisation, le capot primaire présente à son extrémité aval une pluralité d'orifices de sortie débouchant vers le canal d'écoulement du flux froid en aval de la section de col de la tuyère et reliés à la sortie de la pompe par un diffuseur annulaire de façon à permettre une évacuation de l'air prélevé dans le canal d'écoulement du flux froid.

20 Une vanne de commande peut être avantageusement intercalée entre le collecteur et la pompe afin de réguler le débit d'air prélevé et injecté en amont de la section de col.

25 Selon un arrangement particulier, les moyens de prélèvement d'air extérieur comportent au moins une entrée d'air extérieur s'ouvrant à l'extérieur de la turbomachine et reliée à une entrée d'une pompe ayant un module de compression et logée à l'intérieur du moteur à turbine à gaz.

30 Selon un autre arrangement particulier, la pompe possède une sortie reliée par l'intermédiaire d'un diffuseur annulaire à une pluralité d'injecteurs d'air débouchant dans le canal d'écoulement du flux froid au voisinage de la section de col selon une direction sensiblement perpendiculaire voire opposée à celle du flux d'air s'écoulant dans le canal d'écoulement du flux froid.

Une vanne de commande peut être avantageusement intercalée entre l'entrée d'air extérieur et la pompe afin de réguler le débit d'air prélevé à l'extérieur et injecté au voisinage de la section de col.

35 L'invention concerne également un procédé de variation de la section de col d'une tuyère à section fixe de turbomachine à double flux,

caractérisé en ce qu'il consiste, pour ouvrir artificiellement la section de col, à prélever de l'air dans le canal d'écoulement du flux froid de la turbomachine en amont de la section de col et à l'injecter dans la tuyère en aval de la section de col afin d'en augmenter la section efficace, et, pour fermer artificiellement la section de col, à prélever de l'air extérieur à la turbomachine, à le comprimer et à l'injecter au voisinage de la section de col selon une direction sensiblement perpendiculaire voire opposée à celle du flux d'air s'écoulant dans le canal d'écoulement du flux froid de façon à réaliser une obstruction aérodynamique du débit d'air traversant la section de col.

Les phases d'ouverture et de fermeture de la section de col sont de préférence pilotées en fonction des régimes de fonctionnement de la turbomachine.

15 Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- 20 - la figure 1 est une vue très schématique et en coupe longitudinale d'une turbomachine selon l'invention ;
- la figure 2 est une loupe d'un détail de la figure 1 montrant des moyens d'injection de l'air en aval de la section de col selon un mode de réalisation ;
- 25 - la figure 3 est une autre loupe montrant des moyens d'injection de l'air en aval de la section de col selon un autre mode de réalisation ; et
- la figure 4 est une loupe d'un autre détail de la figure 1 montrant des moyens d'injection d'air au voisinage de la section de col selon un mode de réalisation.

Description détaillée d'un mode de réalisation

La figure 1 représente de façon très schématique et en coupe longitudinale une turbomachine à double flux 10 selon l'invention. Celle-ci possède un axe longitudinal 12 et se compose d'un moteur à turbine à gaz

14 et d'une nacelle annulaire 16 centrée sur l'axe 12 et disposée concentriquement autour du moteur.

5 D'amont en aval selon le sens d'écoulement d'un flux d'air traversant la turbomachine, le moteur 14 comprend une entrée d'air 18, une soufflante 20, un compresseur basse-pression 22, un compresseur haute-pression 24, une chambre de combustion 26, une turbine haute-pression 28 et une turbine basse-pression 30, chacun de ces éléments étant disposé selon l'axe longitudinal 12.

10 Le moteur à turbine à gaz comprend en outre un corps central 32 centré sur l'axe longitudinal 12 de la turbomachine et un capot primaire 34 également centré sur l'axe 12 et entourant le corps central de façon à former en aval de la soufflante 20 un canal annulaire 36 d'écoulement d'un flux chaud appelé canal primaire.

15 La nacelle 16 de la turbomachine entoure le capot primaire 34 du moteur et délimite avec celui-ci un canal annulaire 38 d'écoulement d'un flux froid appelé canal secondaire.

20 Le cheminement de l'air au travers de la turbomachine est le suivant. L'air est admis dans la turbomachine par l'entrée d'air 18. En aval de la soufflante 20, le flux d'air se divise en une partie qui s'écoule dans le canal secondaire 38 et une autre qui emprunte le canal primaire 36. Dans ce dernier, l'air est comprimé par les compresseurs 22, 24, mélangé à du carburant dans la chambre de combustion 26 et brûlé. Les gaz issus de cette combustion entraînent les turbines haute-pression 28 et basse-pression 30.

25 A son extrémité amont, la nacelle 16 entoure la soufflante 20 du moteur. Quant à l'extrémité aval de la nacelle, elle est fixe et forme une tuyère 40 pour l'éjection des flux gazeux issus de la turbomachine. La tuyère est délimitée radialement à l'extérieur par l'extrémité aval de la nacelle et à l'intérieur par le capot primaire 34. La tuyère présente une section de col 42 qui correspond à sa section transversale minimale.

30 Selon l'invention, il est prévu de faire varier (c'est-à-dire d'ouvrir ou de fermer) artificiellement cette section de col 42 qui est géométriquement fixe.

35 Pour ouvrir artificiellement la section de col 42, l'invention prévoit de prélever de l'air dans le canal secondaire 38 en amont de la section de col et de l'injecter dans la tuyère 40 en aval de la section de col

afin d'en augmenter la section efficace. Par une telle opération, on augmente en effet le débit d'air traversant la section de col, ce qui a pour conséquence, à vitesse d'écoulement inchangée, d'augmenter de façon artificielle la section de col (le débit d'air est en effet proportionnel à la section traversée par l'air que multiplie la vitesse de l'air).

Un mode de réalisation de mise en œuvre d'une telle ouverture de la section de col est maintenant décrit en liaison avec les figures 1 à 3.

Les moyens de prélèvement d'air sont formés par une pluralité d'orifices d'entrée 44 s'ouvrant dans le canal secondaire 38. Ces orifices d'entrée sont formés au travers du capot primaire 34 et sont de préférence régulièrement espacés autour de l'axe longitudinal 12 de la turbomachine. Comme représenté sur la figure 1, ils peuvent être inclinés dans le sens d'écoulement de l'air dans le canal secondaire.

Les orifices d'entrée 44 débouchent dans un collecteur annulaire d'air 46 logé à l'intérieur du moteur 14 et centré sur l'axe longitudinal 12. Ce collecteur d'air 46 est relié à une entrée d'une pompe 48 également logée dans le moteur par l'intermédiaire d'au moins un conduit 50. La pompe 48 présente également une sortie d'air 48a. La pompe permet d'aspirer l'air mais elle peut également intégrer un module de compression de l'air. De préférence, une vanne de commande 51 est intercalée entre le collecteur d'air 46 et la pompe 48 afin de réguler le débit d'air prélevé et injecté en amont de la section de col en fonction des régimes de fonctionnement de la turbomachine.

Dans le mode de réalisation des figures 1 et 2, les moyens d'injection de l'air dans la tuyère 40 en aval de sa section de col 42 se composent d'une ouverture (ou fente) annulaire 52 formée à l'extrémité aval du capot primaire 34, cette ouverture s'ouvrant à l'intérieur du moteur et débouchant dans la tuyère en aval de sa section de col. La pression de l'air étant plus importante à l'intérieur du moteur qu'à l'extérieur, l'air aspiré par la pompe 48 se propage naturellement d'amont en aval à l'intérieur du moteur et est injecté dans la tuyère au niveau de l'ouverture 52 du capot primaire. On notera que si le différentiel de pression entre l'intérieur du moteur et l'extérieur n'est pas suffisant pour permettre une telle évacuation de l'air, il peut être nécessaire de comprimer l'air prélevé grâce à un module de compression intégré à la pompe.

La figure 3 représente une variation de réalisation de ces moyens d'injection de l'air. Dans ce mode, le capot primaire 34 présente à son extrémité aval une pluralité d'orifices de sortie 56 débouchant vers le canal secondaire en aval de la section de col. Ces orifices de sortie 56 sont
5 de préférence régulièrement espacés autour de l'axe longitudinal de la turbomachine et sont raccordés à un diffuseur annulaire 58 centré sur ce même axe. Le diffuseur 58 est quant à lui relié à la sortie 48a de la pompe 48 par au moins un conduit 60.

On notera que les orifices d'entrée pourraient être remplacés
10 par une unique fente annulaire, des écopés, des cavités poreuses ou tout autre système équivalent permettant de prélever de l'air de façon sensiblement homogène sur toute la circonférence du canal secondaire. On notera également qu'il peut être prévu de fermer de tels orifices d'entrée lorsqu'ils ne sont pas utilisés, par exemple à l'aide de volets
15 articulés et commandés.

L'invention prévoit également de pouvoir fermer artificiellement la section de col 42. Cette opération consiste à prélever de l'air extérieur à la turbomachine, à le comprimer et à l'injecter au voisinage de la section de col 42 selon une direction sensiblement perpendiculaire voire opposée
20 à celle du flux d'air s'écoulant dans le canal secondaire 38 de façon à réaliser une obstruction aérodynamique du débit d'air traversant la section de col.

Un mode de réalisation de mise en œuvre d'une telle fermeture de la section de col est maintenant décrit en liaison avec les figures 1 et 4.

25 Les moyens de prélèvement d'air extérieur sont formés par au moins une entrée d'air extérieur 62 formée dans la nacelle 16 de la turbomachine et s'ouvrant à l'extérieur de celle-ci. Cette entrée d'air extérieur 62 est reliée à une entrée d'une pompe ayant un module de compression d'air et logée à l'intérieur du moteur par l'intermédiaire d'au
30 moins un conduit 64 traversant le canal secondaire 38 en passant par exemple dans l'un des bras 66 de support de la nacelle 16. De préférence, une vanne de commande 67 est intercalée entre l'entrée d'air extérieur 62 et la pompe afin de réguler le débit d'air prélevé et injecté au voisinage de la section de col en fonction des régimes de fonctionnement de la
35 turbomachine.

Comme représenté à la figure 1, la pompe peut être la même que celle utilisée pour prélever l'air destiné à l'opération d'ouverture de la section col précédemment décrite. Dans ce cas, cette pompe 48 comporte un module de compression pour comprimer l'air extérieur prélevé avant de
5 l'injecter dans le canal secondaire.

Quant aux moyens d'injection de l'air extérieur au voisinage de la section de col, ils se composent d'une pluralité d'injecteurs d'air 66 qui sont régulièrement espacés autour de l'axe longitudinal 12 de la turbomachine et qui débouchent dans le canal secondaire 38 au voisinage
10 de la section de col 42 selon une direction sensiblement perpendiculaire voire opposée à celle du flux d'air s'écoulant dans le canal secondaire. Par « au voisinage de la section de col », on entend que les injecteurs débouchent juste en amont de la section de col, voire au niveau de celle-ci (mais pas à son aval).

15 A cet effet, la pompe 48 possède une autre sortie 48b qui est reliée à un diffuseur annulaire 68 centré sur l'axe longitudinal 12 de la turbomachine et raccordé aux injecteurs d'air 66. En outre, comme plus précisément représenté à la figure 4, chaque injecteur d'air 66 est incliné d'un angle $\underline{\delta}$ formé avec la veine intérieure de la tuyère (prise dans la
20 direction amont vers aval) qui est au moins égal à 90° et pouvant atteindre 180° (ce qui correspond à une injection selon une direction opposée au flux d'air s'écoulant dans le canal secondaire).

En calibrant le débit d'air évacué par les injecteurs 66, il est possible de créer une obstruction aérodynamique du flux d'air s'écoulant
25 au travers de la section de col 42. En effet, comme représenté à la figure 4, l'air évacué par les injecteurs 66 vient pénétrer dans le canal secondaire 38 et crée un débit de constriction schématisé par la ligne 70. Ainsi, lorsque les injecteurs d'air 66 sont actifs, la section efficace 72 de passage du flux d'air au travers de la section de col 42 est réduite par rapport à sa
30 section moyenne 74 observée lorsque les injecteurs sont inactifs. Le degré d'amplitude d'une telle réduction de la section efficace de la section de col est directement lié au débit d'air délivré par les injecteurs 66 et à l'inclinaison (angle $\underline{\delta}$) de ces injecteurs par rapport à la direction d'écoulement du flux d'air s'écoulant dans le canal secondaire. Diminuer la
35 section efficace de la section de col revient ainsi à réduire le débit d'air la

traversant, et donc à fermer la section de col de la tuyère à partir de la même section géométrique de col.

- 5 On notera que les injecteurs d'air pourraient être remplacés par une unique fente annulaire centrée sur l'axe longitudinal de la turbomachine ou par tout autre système équivalent permettant d'injecter de l'air de façon sensiblement homogène sur toute la circonférence de la tuyère et selon une direction au moins perpendiculaire voire opposée à celle du flux d'air s'écoulant dans le canal secondaire.

REVENDEICATIONS

1. Turbomachine à double flux comportant un moteur à turbine à gaz muni d'une soufflante disposée selon un axe longitudinal de la turbomachine et d'une nacelle annulaire centrée sur l'axe longitudinal de la turbomachine et entourant le moteur de façon à délimiter avec celui-ci un canal annulaire d'écoulement d'un flux froid traversant la turbomachine, la nacelle ayant une extrémité amont entourant la soufflante du moteur et une extrémité aval fixe formant une tuyère d'éjection des gaz issus de la turbomachine, la tuyère ayant une section de col correspondant à sa section transversale minimale, la turbomachine comportant en outre :

des moyens de prélèvement d'air dans le canal d'écoulement du flux froid en amont de la section de col de la tuyère ;

des moyens d'injection de l'air prélevé en aval de la section de col de la tuyère de façon à ouvrir artificiellement la section de col ;

des moyens de prélèvement d'air pour prélever et comprimer de l'air extérieur à la turbomachine, et

des moyens d'injection de l'air prélevé au voisinage de la section de col selon une direction sensiblement perpendiculaire ou opposée à celle du flux d'air s'écoulant dans le canal d'écoulement du flux froid de façon à fermer artificiellement la section de col par obstruction aérodynamique du débit d'air traversant celle-ci ;

dans laquelle lesdits des moyens de prélèvement d'air comprennent au moins un orifice d'entrée d'air extérieur ouvert sur l'extérieur de la turbomachine et relié à une entrée d'une pompe ayant un module de compression et logée à l'intérieur du moteur à turbine à gaz.

2. Turbomachine selon la revendication 1, dans laquelle les moyens de prélèvement d'air comportent une pluralité d'orifices d'entrée s'ouvrant dans le canal d'écoulement du flux froid et débouchant dans un collecteur annulaire logé à l'intérieur du moteur à turbine à gaz, ledit collecteur étant relié à une entrée de ladite pompe ayant une sortie débouchant à l'intérieur du moteur.

3. Turbomachine selon la revendication 2, dans laquelle le moteur à turbine à gaz comporte un capot primaire centré sur l'axe longitudinal de

la turbomachine et un corps central disposé concentriquement à l'intérieur du capot primaire, le capot primaire ayant à son extrémité aval une ouverture annulaire s'ouvrant à l'intérieur du moteur et débouchant vers le canal d'écoulement du flux froid en aval de la section de col de la tuyère de façon à permettre une évacuation de l'air prélevé dans le canal d'écoulement du flux froid par différentiel de pression.

4. Turbomachine selon la revendication 2, dans laquelle le moteur à turbine à gaz comporte un capot primaire centré sur l'axe longitudinal de la turbomachine et un corps central disposé concentriquement à l'intérieur du capot primaire, le capot primaire ayant à son extrémité aval une pluralité d'orifices de sortie débouchant vers le canal d'écoulement du flux froid en aval de la section de col de la tuyère et reliés à la sortie de la pompe par un diffuseur annulaire de façon à permettre une évacuation de l'air prélevé dans le canal d'écoulement du flux froid.

5. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, comportant en outre une vanne de commande intercalée entre le collecteur et la pompe.

6. Turbomachine selon la revendication 1, dans laquelle la pompe possède une sortie reliée par l'intermédiaire d'un diffuseur annulaire à une pluralité d'injecteurs d'air débouchant dans le canal d'écoulement du flux froid au voisinage de la section de col selon une direction sensiblement perpendiculaire ou opposée à celle du flux d'air s'écoulant dans ledit canal d'écoulement du flux froid.

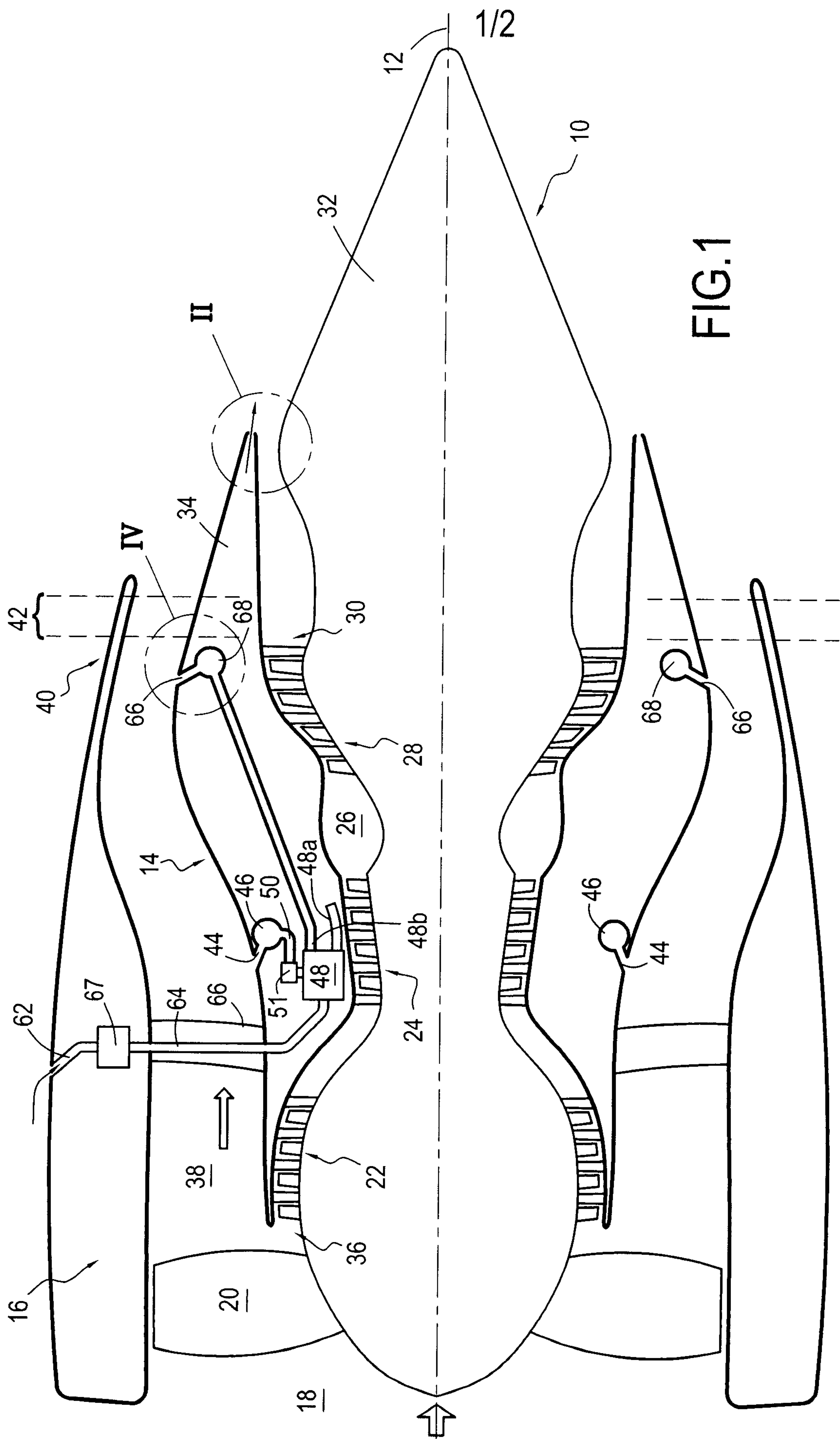
7. Turbomachine selon la revendication 1, comportant en outre une vanne de commande intercalée entre l'entrée d'air extérieur et la pompe.

8. Procédé de variation de la section de col d'une tuyère à section fixe de turbomachine à double flux, comprenant de :
- pour ouvrir artificiellement la section de col, prélever de l'air dans le canal d'écoulement du flux froid de la turbomachine en amont de la section de col

et à l'injecter dans la tuyère en aval de la section de col afin d'en augmenter la section efficace; et

- pour fermer artificiellement la section de col, prélever de l'air extérieur à la turbomachine, à le comprimer et à l'injecter au voisinage de la section de col selon une direction sensiblement perpendiculaire voire opposée à celle du flux d'air s'écoulant dans le canal d'écoulement du flux froid de façon à réaliser une obstruction aérodynamique du débit d'air traversant la section de col ;

dans lequel les phases d'ouverture et de fermeture de la section de col sont pilotées en fonction des régimes de fonctionnement de la turbomachine.



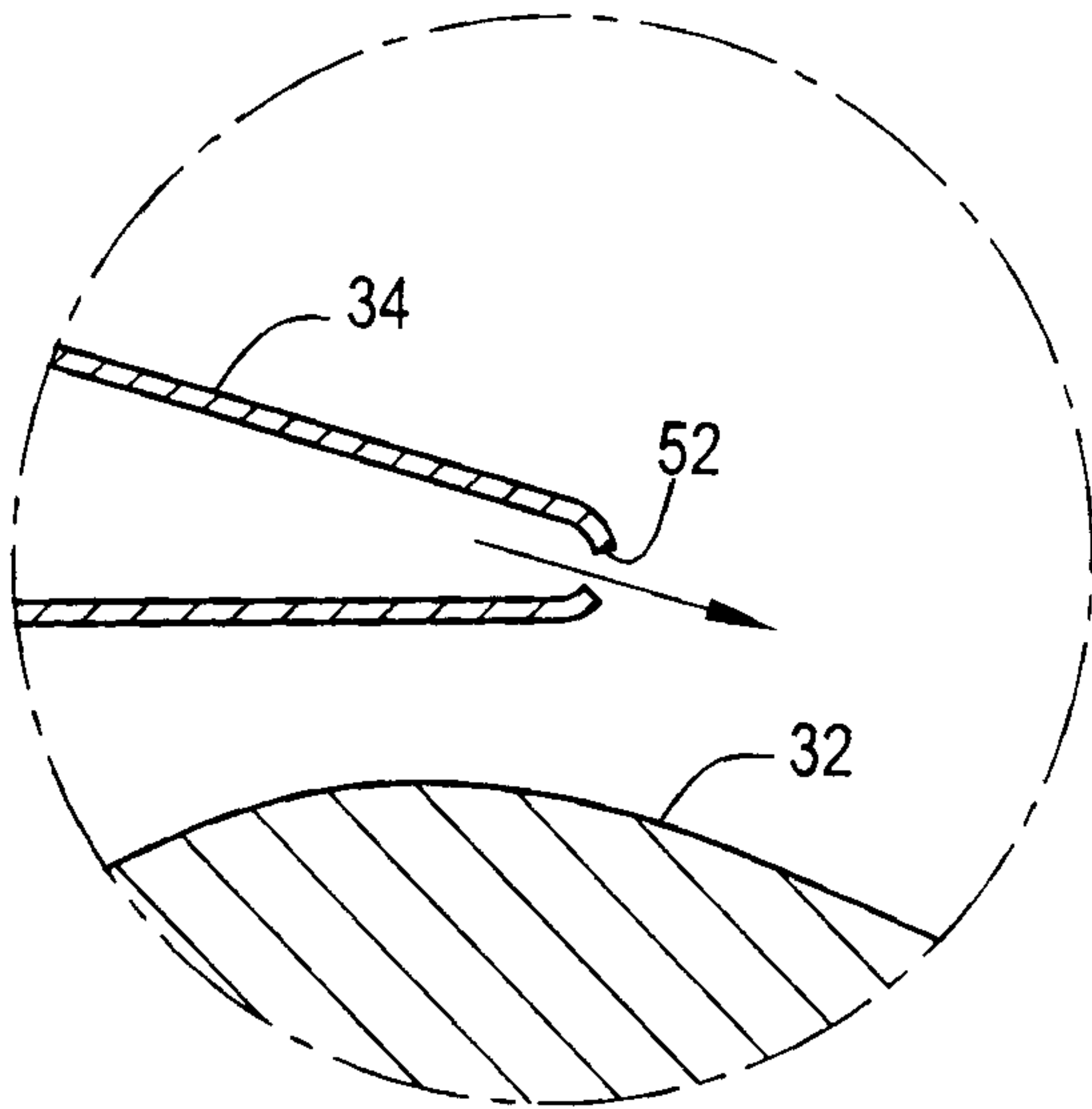


FIG.2

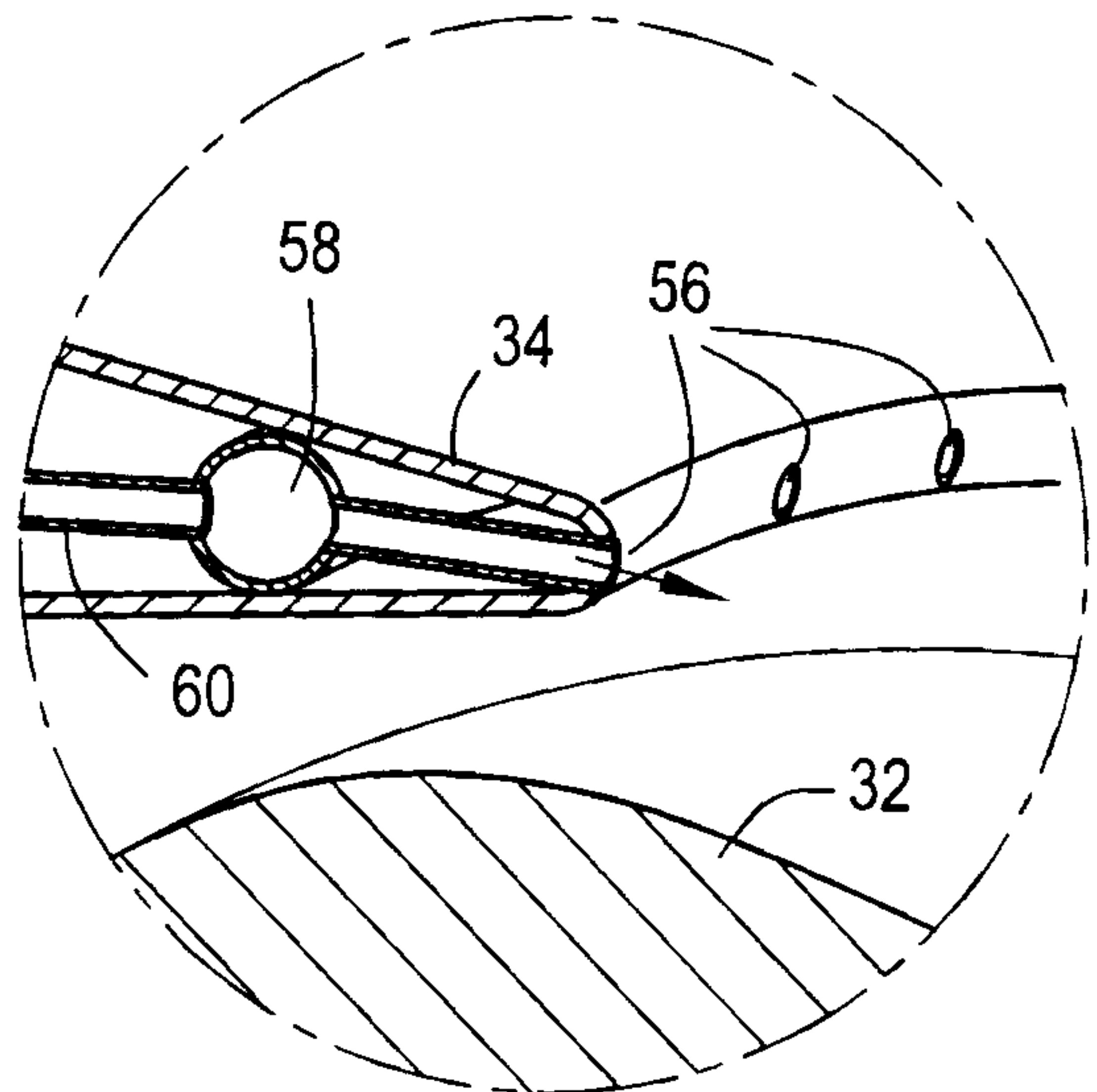


FIG.3

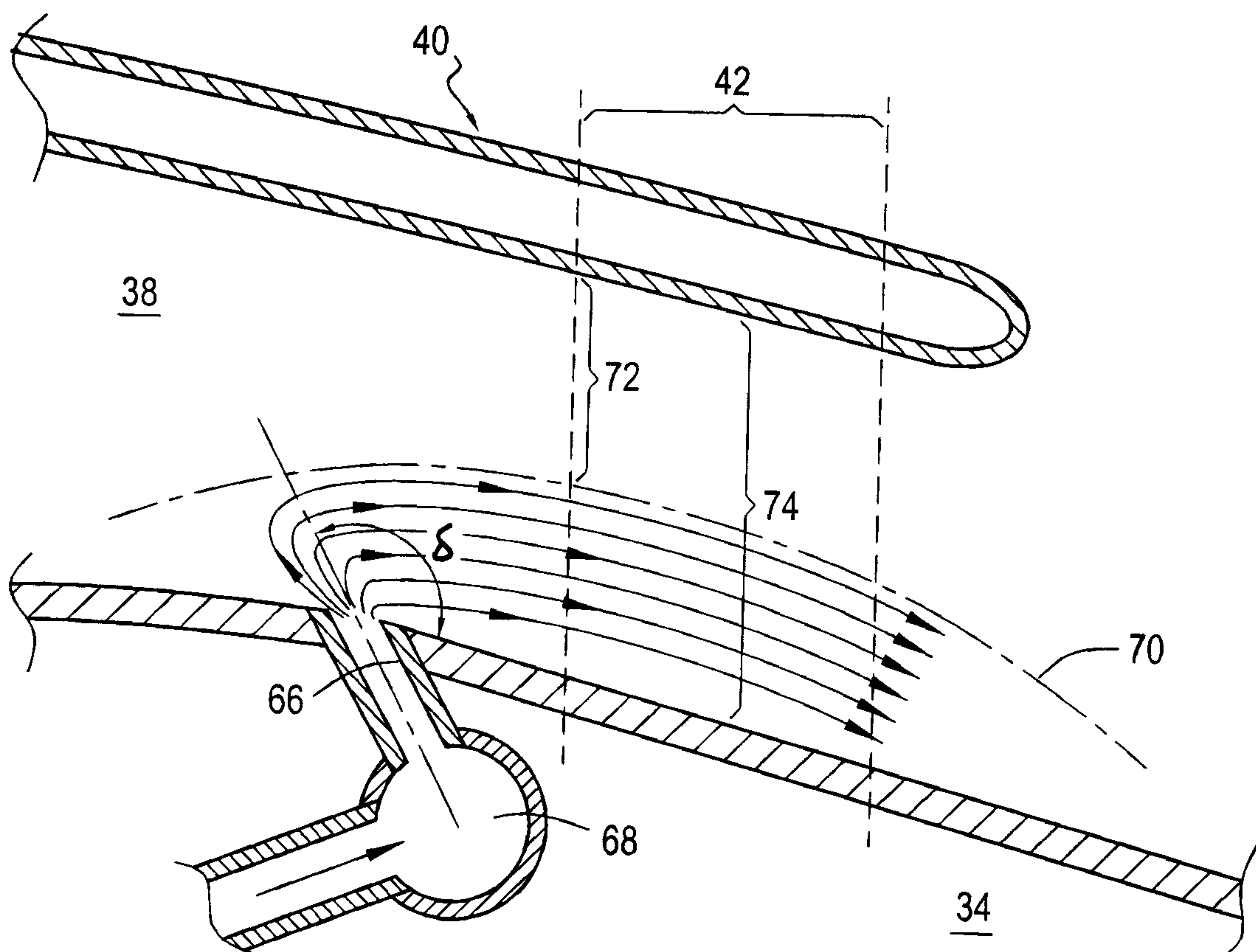


FIG.4

