



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2007/03/28

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2007/09/30

(30) Priorité/Priority: 2006/03/30 (FR0602744)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F23R 3/50* (2006.01),
F02C 3/14 (2006.01), *F23R 3/06* (2006.01)

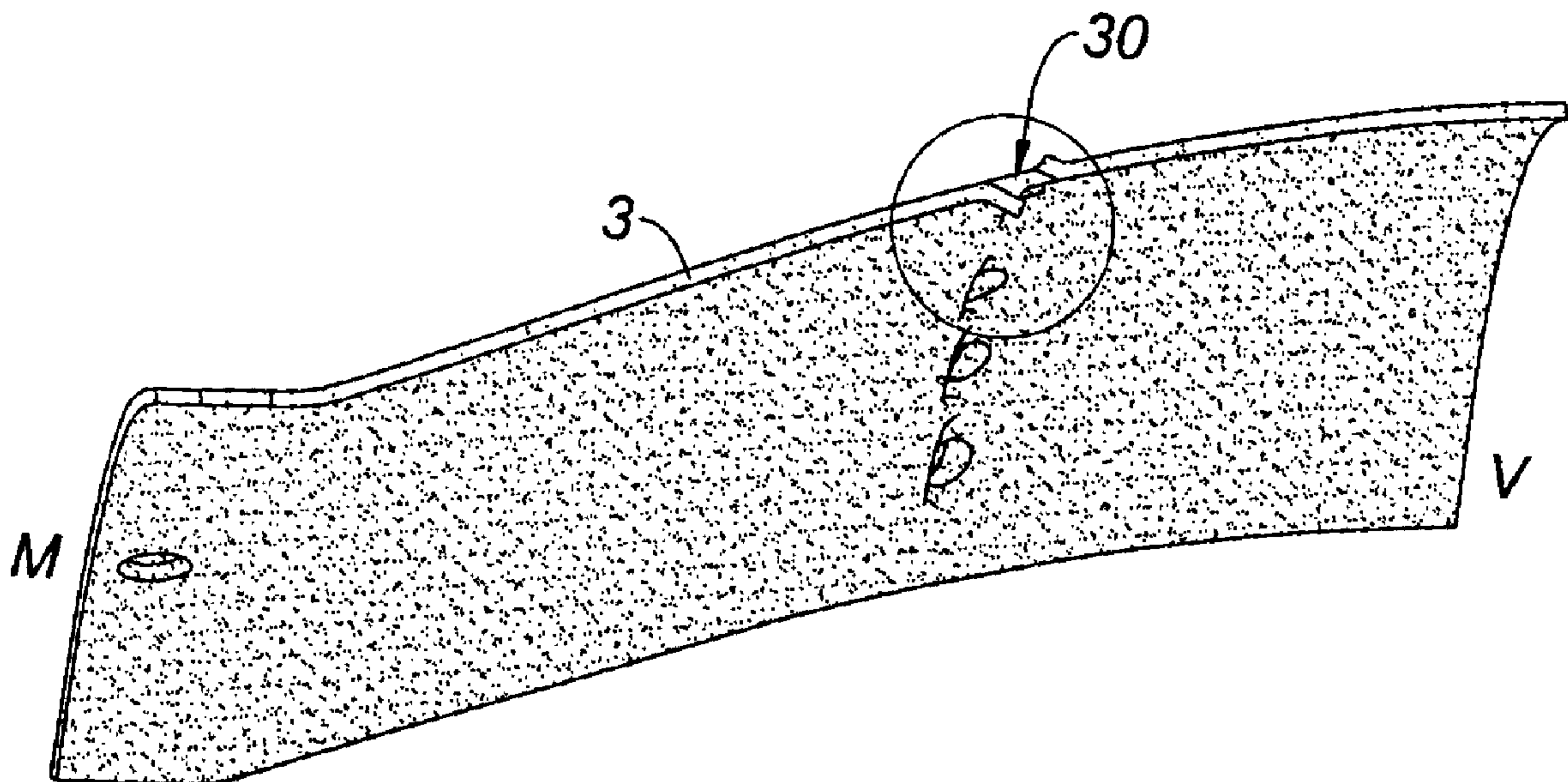
(71) Demandeur/Applicant:
SNECMA, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
BIEBEL, ROMAIN, FR;
DAGUENET, LUC HENRI CLAUDE, FR;
SANDELIS, DENIS JEAN MAURICE, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : CONFIGURATION D'OUVERTURES DE DILUTION DANS UNE PAROI DE CHAMBRE DE COMBUSTION DE
TURBOMACHINE

(54) Title: CONFIGURATION OF DILUTION INLETS IN A TURBINE ENGINE COMBUSTION CHAMBER WALL



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne une chambre de combustion annulaire de turbomachine possédant une paroi de fond et des parois latérales (3) s'étendant longitudinalement depuis la paroi de fond, située en amont (M) de la chambre (1), jusqu'à un orifice d'éjection de flux de gaz de combustion, situé en aval (V) de la chambre (1), les parois latérales (3) comportant au moins une rangée d'ouvertures (30) d'admission d'air de dilution du flux de gaz de combustion. Selon l'invention, au moins une ouverture de dilution (30) présente un bord amont saillant vers l'intérieur de la chambre (1) et un bord aval saillant vers l'extérieur de la chambre (1) et asymétrique du bord amont par rapport à un plan transversal à la paroi (3), la lumière de l'ouverture (30) ayant un axe orienté selon une direction oblique par rapport à la paroi (3), orientée vers l'intérieur (1) et vers l'aval (V) de la chambre.

ABREGE**CONFIGURATION D'OUVERTURES DE DILUTION DANS UNE PAROI DE
CHAMBRE DE COMBUSTION DE TURBOMACHINE**

L'invention concerne une chambre de combustion annulaire de turbomachine possédant une paroi de fond et des parois latérales (3) s'étendant longitudinalement depuis la paroi de fond, située en amont (M) de la chambre (1), jusqu'à un
5 orifice d'éjection de flux de gaz de combustion, situé en aval (V) de la chambre (1), les parois latérales (3) comportant au moins une rangée d'ouvertures (30) d'admission d'air de dilution du flux de gaz de combustion.

Selon l'invention, au moins une ouverture de dilution
10 (30) présente un bord amont saillant vers l'intérieur de la chambre (1) et un bord aval saillant vers l'extérieur de la chambre (1) et asymétrique du bord amont par rapport à un plan transversal à la paroi (3), la lumière de l'ouverture (30) ayant un axe orienté selon une direction oblique par
15 rapport à la paroi (3), orientée vers l'intérieur (1) et vers l'aval (V) de la chambre.

FIGURE 6B.

CONFIGURATION D'OUVERTURES DE DILUTION DANS UNE PAROI DE CHAMBRE DE COMBUSTION DE TURBOMACHINE

1-Domaine technique et arrière-plan de l'invention

5 L'invention concerne le domaine des chambres de combustion de turbomoteurs et plus précisément la configuration des ouvertures d'admission d'air de dilution et des perforations de passage d'air de refroidissement aménagées dans les parois du tube à flamme ou dans tout
10 élément de paroi de chambre de combustion.

La figure 1B montre une vue en coupe axiale d'une chambre de combustion 1 de turbomachine selon l'état de la technique, tel que décrit dans le document de brevet EP-A-0 743 490 au nom de la demanderesse.

15 La chambre de combustion 1 est formée de deux parois latérales 3 tubulaires concentriques, constituant un tube à flamme (s'étendant dans la direction longitudinale L-L de la chambre, parallèle ici à l'axe X-X de la turbomachine). La chambre est fermée à une extrémité, côté amont M, par une
20 paroi de fond 4 annulaire où se situent des injecteurs de carburant 6 et des entrées 7 d'air comburant, dont la combustion engendre un flux de gaz de combustion. La chambre s'achève à l'autre extrémité, côté aval V, par un orifice annulaire 5 d'échappement du flux G de gaz brûlés à
25 destination de la turbine à gaz rotative de la turbomachine.

Comme illustré sur la figure 1B, des ouvertures 8 ou trous de dilution sont aménagés dans les parois latérales 3 de la chambre 1, pour mélanger un flux A d'air frais complémentaire dans le flux G de gaz de combustion qui se
30 propage vers l'aval V de la chambre 1. Cette adjonction d'air frais A sert à diluer les gaz brûlants G, à réduire leur température, à refroidir les parois et à augmenter la proportion d'air dans le mélange gazeux. Ceci afin d'essayer d'optimiser la stœchiométrie du mélange air
35 comburant/carburant, de brûler les imbrûlés et de réduire les émissions de NOx -oxydes d'azote-, en vue d'améliorer la combustion du mélange gazeux G (notamment en prolongeant, sur

toute l'étendue de la chambre, la combustion du mélange initialement trop riche, à l'allumage).

Les ouvertures 8 d'admission d'air de dilution percées dans les parois latérales 3 sont disposées suivant la
5 circonférence des parois tubulaires à une position axiale médiane entre le fond M et l'orifice 5 de la chambre 1.

On connaît diverses techniques dans l'art antérieur pour aménager les ouvertures de dilution 8.

Comme illustré sur les vues 1A et 1C, il existe des
10 ouvertures de dilution 8' appelées "trous à bord droit". L'ouverture 8' est obtenue par simple perçage normal (avec un forêt ou par découpe à l'emporte pièce) d'un alésage cylindrique à bords francs, perpendiculaires à la paroi 3 de la chambre 1. L'ouverture 8' peut aussi être réalisée par
15 laser.

Ces ouvertures de dilution 8' à bords droits selon l'art antérieur ont pour inconvénients de ne pas permettre une bonne admission du flux d'air de dilution D et de ne pas offrir un bon rendement. Le flux A d'air frais comprimé qui
20 circule dans le contournement 2 autour de la chambre 1 de combustion et qui longe les parois latérales 3 de la chambre, est dérouté brusquement à angle droit D pour passer dans l'axe T-T de l'ouverture 8'.

Il existe une autre technique connue pour réaliser des
25 ouvertures de dilution 8 comme illustré sur les vues 1B et 1D dans laquelle les ouvertures 8 présentent des "bords tombés", c'est-à-dire des bords rabattus vers l'intérieur de la chambre 1 en respectant un certain degré de courbure (bords comportant des zones "rayonnées" ou arrondies), ce qui leur
30 donne une forme de cratère.

Ces ouvertures de dilution 8 à "bords tombés" ont pour inconvénients d'être exposées à l'incidence du flux de gaz brûlants G ce qui provoque l'apparition de points chauds et parfois de zones de brûlure sur la crête du "cratère" formé
35 par le bord de l'ouverture 8 et surtout dans la zone de sillage en aval de l'ouverture, à cause du tourbillon S provoqué par l'incidence du flux longitudinal de gaz brûlant

G sur la crête du bord 8 qui fait saillie transversalement à l'intérieur de la chambre 1.

Par ailleurs, à côté des ouvertures de dilution 8' (en anglais "dilution holes/apertures"), qui sont de dimensions relativement grandes, les parois 3 de la chambre 1 comportent des perforations 9, de dimensions minuscules. Ces micro-perforations sont réparties sur l'étendue de ces parois métalliques 3, avec une concentration préférentielle aux abords des ouvertures de dilution 8'. Ces perforations (en anglais "impingement holes") servent à l'injection de micro-flux d'air dont le rôle premier est de refroidir la masse métallique des parois latérales 3 pour leur permettre de résister aux températures très élevées (plus de 1000°C) des gaz brûlants G dans la chambre de combustion 1. Il convient, dans la présente, de distinguer ces micro-perforations d'injection d'air de refroidissement, appelées ici perforations de refroidissement, par rapport aux relativement grandes ouvertures d'admission d'air de dilution, appelées ici ouvertures de dilution.

Un autre inconvénient des ouvertures de dilution 8 "à bords tombés" est que la courbure des bords rabattus ne permet pas de percer de perforations de refroidissement aux abords immédiats de l'ouverture 8 et précisément dans les zones exposées à la formation de points chauds ou de brûlures, qui nécessiteraient un refroidissement efficace. La déformation des bords de l'ouverture de dilution empêche d'approcher les perforations près des bords sans les affecter.

Le but de l'invention est de pallier aux inconvénients des solutions actuelles et de réaliser une chambre de combustion munie d'ouvertures de dilution permettant d'optimiser l'admission du flux d'air tout en évitant, dans la mesure du possible, les turbulences et la formation de points chauds, nuisibles à la tenue thermo-mécanique de la chambre de combustion et à sa durée de vie.

2-Exposé sommaire de l'invention

Pour cela, l'invention concerne une chambre de combustion annulaire de turbomachine possédant une paroi de fond, s'étendant transversalement à un axe longitudinal d'extension de la chambre, et des parois latérales s'étendant
5 longitudinalement depuis la paroi de fond, située en amont de la chambre, jusqu'à un orifice d'éjection de flux de gaz de combustion, situé en aval de la chambre, les parois latérales comportant au moins une rangée d'ouvertures d'admission d'air
10 de dilution du flux de gaz de combustion, avec la particularité qu'au moins une ouverture de dilution présente un bord amont saillant vers l'intérieur de la chambre et un bord aval asymétrique du bord amont par rapport à un plan transversal à la paroi, la lumière de l'ouverture ayant un
15 axe orienté selon une direction oblique par rapport à la paroi, orientée vers l'intérieur et vers l'aval de la chambre.

Selon un mode de réalisation, le bord aval est saillant vers l'extérieur de la chambre.

20 De préférence, le bord aval est moins saillant que le bord amont.

Selon un autre mode de réalisation, le bord aval est sensiblement rectiligne.

Selon une caractéristique avantageuse, le bord amont est
25 rabattu suivant une direction oblique par rapport à la paroi latérale et orienté vers l'intérieur et vers l'aval de la chambre.

Selon une autre caractéristique avantageuse, le bord aval est rabattu suivant une direction oblique par rapport à
30 la paroi latérale et orienté vers l'extérieur et vers l'amont de la chambre.

L'alésage de l'ouverture peut comporter des parois sensiblement cylindriques.

Généralement, l'ouverture présente une section
35 elliptique à la surface de la paroi latérale.

En particulier, la section elliptique de l'ouverture peut avoir un grand axe dirigé suivant une direction longitudinale de la chambre allant de l'amont vers l'aval.

Alternativement, le grand axe de l'ellipse de l'ouverture peut être dirigé sensiblement transversalement.

Avantageusement, le bord saillant de l'ouverture s'étend et s'adoucit transversalement et/ou la proéminence du bord saillant amont diminue progressivement de l'amont vers l'aval.

De préférence, au moins un bord saillant a une forme d'arcade.

En particulier, le bord amont forme une arcade faisant saillie vers l'intérieur et vers l'aval de la chambre et/ou le bord aval forme une arcade faisant saillie vers l'extérieur et vers l'amont de la chambre.

Avantageusement, la ou les arcades de l'ouverture sont allongées transversalement.

En outre, il est prévu, selon l'invention, que la paroi latérale comporte une pluralité de perforations de passage d'air de refroidissement.

Avantageusement, des perforations de refroidissement sont aménagées sur au moins un bord et/ou dans une zone autour du bord de l'ouverture de dilution.

En particulier, des perforations de refroidissement peuvent être aménagées sur le pourtour aval de l'ouverture de dilution.

Il est prévu, avantageusement, que le pourtour de l'ouverture comporte une densité de perforations de refroidissement supérieure au reste de la paroi latérale de la chambre.

De préférence, les perforations de refroidissement sont dirigées en oblique par rapport à la surface de la paroi latérale, en particulier les perforations de refroidissement sont orientées obliquement dans le sens allant de l'amont vers l'aval en suivant le passage de l'air de l'extérieur vers l'intérieur de la chambre.

L'invention s'applique à une turbomachine muni d'une telle chambre de combustion.

L'invention concerne également un élément de paroi latérale pour former une telle chambre de combustion, l'élément de paroi comportant au moins une ouverture de dilution présentant un bord amont saillant vers le côté
5 intérieur de la paroi et un bord aval asymétrique du bord amont par rapport à un plan transversal à la paroi, la lumière de l'ouverture ayant un axe oblique par rapport à la paroi, orienté vers l'intérieur et vers l'aval.

10 L'invention peut concerner également un élément de paroi latérale de chambre de combustion de turbomachine présentant une zone de combustion de gaz située en amont et un orifice d'éjection des gaz de combustion situé en aval, la paroi latérale comportant des ouvertures d'admission d'air de
15 dilution du flux de gaz de combustion, l'élément de paroi comportant au moins une ouverture de dilution présentant un bord amont saillant vers le côté intérieur de la paroi et un bord aval asymétrique du bord amont par rapport à un plan transversal à la paroi, la lumière de l'ouverture ayant un
20 axe oblique par rapport à la paroi, orienté vers l'intérieur et vers l'aval.

3-Légende des figures

D'autres particularités ou avantages de l'invention
25 apparaîtront clairement dans la suite de la description donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en regard des figures annexées qui représentent :

La figure 1B, précédemment décrite, montre une chambre de combustion de turbomachine, vue en coupe axiale selon
30 l'axe de la turbomachine, accompagnées de vues en coupes détaillées 1A, 1C et 1D montrant diverses configurations d'ouvertures d'admission d'air de dilution avec des bords symétriques selon l'art antérieur ;

La figure 2 est une vue en coupe longitudinale
35 schématique d'un premier mode de réalisation d'ouverture de dilution munie de bords dissymétriques (bord amont saillant, bord aval droit) selon l'invention ;

La figure 3 est une vue en coupe schématique d'un deuxième mode de réalisation d'ouverture de dilution avec un bord amont fortement saillant vers l'intérieur et un bord aval faiblement saillant vers l'extérieur, selon l'invention;

5 La figure 4 est une vue en coupe schématique d'un troisième mode de réalisation d'ouverture de dilution avec un bord amont saillant vers l'intérieur et un bord aval également saillant, mais vers l'extérieur, selon l'invention;

La figure 5 montre, sous divers angles de vue, un
10 exemple de forme d'ouverture de dilution d'après le premier mode de réalisation de l'invention (vues de l'intérieur 5A, de l'extérieur 5B, de profil 5C et vue rasante 5D);

La figure 6 montre, sous divers points de vue, une paroi de chambre de combustion munie d'ouvertures de dilution avec
15 un bord amont saillant vers l'intérieur et un bord aval saillant vers l'extérieur, d'après le troisième mode de réalisation de l'invention ;

Les figures 7A et 7B montrent une vue intérieure et une vue extérieure rasante dans l'axe longitudinal d'une paroi de
20 chambre de combustion munie d'ouvertures de dilution avec un bord amont saillant vers l'intérieur et un bord aval saillant vers l'extérieur selon le troisième mode de réalisation de l'invention, l'ouverture ayant une forme d'ellipse s'étendant transversalement ;

25 Les figures 8B et 8A montrent une vue d'ensemble et une vue de détail de l'extérieur d'une paroi de chambre de combustion munie de plusieurs ouvertures d'admission d'air de dilution et d'une multitude de perforations d'injection d'air de refroidissement disposées autour de l'ouverture selon
30 l'invention ; et,

La figure 9 montre une turbomachine comportant une chambre de combustion selon l'invention.

35 4-Description détaillée

Les schémas des figures 2, 3 et 4 représentent trois modes de réalisations d'ouvertures 10,20,30 d'admission d'air de dilution dans un élément de paroi latérale 3 de chambre de

combustion 1 selon l'invention, ces trois figures de réalisation montrant que l'ouverture de dilution comporte des bords dissymétriques 11/12, 21/22 et 31/32. Plus précisément, contrairement à l'état de la technique, le bord amont 5 11/21/31 et le bord aval 12/22/32 de l'ouverture ne sont pas symétriques par rapport à un plan T-T transversal à la paroi latérale 3.

Les parois latérales de chambre de combustion sont formées de matériaux métalliques, notamment d'alliages de 10 métaux réfractaires aptes à résister au fluage et à l'oxydation et ceci, aux températures très élevées (notamment supérieures à 1000°C) régnant à l'intérieur d'une chambre de combustion. A titre d'exemple, les éléments de paroi présentés ici, peuvent être réalisés à partir de tôles 15 laminées et embouties en alliage à base de nickel, notamment un alliage de nickel, de chrome et de fer où le nickel est majoritaire, tel que l'Hastelloy X, ou en un alliage à base de cobalt, notamment alliant du cobalt, du chrome, du nickel, du tungstène et où le cobalt est majoritaire, tel que le HA 20 188.

De façon générale, les ouvertures de dilution 10,20,30 réalisées dans une paroi 3 de chambre selon l'invention, comportent un bord amont 11, 21 ou 31 saillant vers un côté intérieur de la chambre 1, et un bord aval 12, 22 ou 32 non 25 proéminent vers l'intérieur de la chambre 1. Le saillant du bord amont 11,21,31 est de préférence dirigé en oblique H-H par rapport à la paroi 3, le bord amont 11,21,31 étant rabattu suivant une direction oblique H-H orientée vers l'intérieur 1 et vers l'aval V de la chambre, la direction 30 H-H étant sensiblement inscrite dans le plan longitudinal L-L de la chambre 1.

La forme du bord aval 12,22,32 de l'ouverture 10,20,30 peut faire l'objet de plusieurs variantes de réalisation, comme illustré sur les figures.

35 Selon le premier mode de réalisation schématisé sur la figure 2, le pourtour aval 12 de l'ouverture 10 présente un bord droit, c'est-à-dire un bord franc 12 non-saillant,

inscrit dans le prolongement de la paroi latérale 3 (bord plan ou rectiligne).

Selon le deuxième mode de réalisation schématisé sur de la figure 3, l'ouverture 20 présente un bord aval 22
5 légèrement saillant vers l'extérieur de la chambre 1, le bord aval 22 (tourné vers l'extérieur) étant moins saillant que le bord amont 21 (tourné vers l'intérieur).

Selon le troisième mode de réalisation schématisé sur la figure 4, l'ouverture 30 présente un bord aval 32 saillant
10 vers l'extérieur de la chambre 1, le bord aval 32 étant ici sensiblement aussi saillant vers l'extérieur que le bord amont 31 est saillant vers l'intérieur 1. Dans ce cas, les bords 31 et 32 de l'ouverture peuvent être symétriques par rapport à un point central O de l'ouverture 30, sans être
15 cependant symétriques par rapport à un plan T-T transversal à la paroi 3.

Un avantage d'une ouverture selon l'invention présentant un bord aval 22 ou 32 saillant vers l'extérieur est de pouvoir capter et dévier le flux A d'air frais qui longe
20 l'extérieur des parois 3 de la chambre 1 et donc d'accentuer le flux D d'admission d'air frais dans la chambre 1. Selon la proéminence du bord aval 22 ou 32 vers l'extérieur, cette accentuation sera plus ou moins marquée.

Selon une autre alternative de réalisation, non
25 représentée, le bord aval peut toutefois être légèrement saillant vers l'intérieur de la chambre, le bord aval étant moins saillant vers l'intérieur que le bord amont. Du fait que le bord aval est moins saillant que le bord amont, il ne forme plus une crête proéminente à l'intérieur de la chambre
30 et n'est plus exposé à l'incidence du flux de gaz brûlants.

En fonctionnement, l'ouverture de la paroi présente ainsi un bord amont dirigé obliquement dans la direction du flux de gaz brûlants. Le bord amont est rabattu et présente une proéminence réduite à l'intérieur de la chambre par
35 rapport à un trou à 'bord tombé' de l'art antérieur. Au lieu de tomber sous incidence normale (comme dans l'art antérieur sur un "bord tombé"), le flux de gaz arrive avec une

incidence oblique sur le bord amont de l'ouverture de dilution selon l'invention.

Ceci diminue l'exposition du bord de l'ouverture au flux de gaz brûlants et, par conséquent, réduit son élévation de
5 température.

De plus, l'orientation en oblique du bord amont saillant à l'intérieur de la chambre limite les turbulences du flux de gaz brûlant dans le sillage en aval de l'ouverture.

Cet effet est renforcé par le fait que le bord aval ne
10 fait pas saillie symétriquement au bord amont à l'intérieur de la chambre, ce qui inhibe la formation d'un tourbillon sur les bords amont et aval de l'ouverture.

De façon générale, du fait que le bord aval 12, 22 ou 32 est effacé par rapport au saillant du bord amont 11, 21 ou 31,
15 l'avantage de l'ouverture 10, 20, 30 selon l'invention est de réduire la possibilité de formation de turbulences sur le bord aval 12, 22, 32 et d'inhiber l'apparition de points chauds dans le sillage de l'ouverture.

La direction H-H de l'ouverture est avantageusement
20 dirigée en oblique vers l'intérieur 1 et vers l'aval V de la chambre 1, ce qui permet d'obtenir un flux D d'admission d'air de dilution dirigé vers l'intérieur et vers l'aval. Ceci offre un double avantage :

- le flux A d'air frais qui longe l'extérieur des parois
25 3 de la chambre 1 est relativement peu dévié (par rapport à une admission normale) et diverge faiblement d'un angle α pour former le flux d'admission D. L'air frais A s'engouffre aisément dans l'ouverture 10, 20, 30 pour entrer D dans la chambre 1 ;

30 - il y a confluence du flux D d'air de dilution admis dans la chambre 1 avec le flux G de gaz de combustion qui se propage longitudinalement L-L dans la chambre 1, ce qui réduit l'apparition de turbulences et optimise le mélange du flux D d'air frais et du flux G de gaz brûlants.

35 Un autre avantage de l'invention est de permettre d'implanter des micro-perforations 19, 29, 39 d'injection de flux R d'air de refroidissement dans la zone immédiatement à proximité du bord de l'ouverture 10, 20, 30. En particulier, on

peut percer de telles perforations 19 dans le bord aval 10, au plus près de l'ouverture de dilution 10. Ceci permet de refroidir efficacement la ou les zones qui étaient les plus exposées à la formation de points chauds, voire à des brûlures. L'augmentation de l'efficacité du refroidissement R des parois peut permettre d'améliorer la durée de vie de la chambre de combustion 1 et diminuer sa fréquence de maintenance.

Les vues de la figure 5 illustrent sous différents angles de vues la forme d'une ouverture de dilution 10 aménagée suivant le premier mode de réalisation de l'invention, dans lequel l'ouverture de dilution 10 comporte un bord amont 11 saillant vers l'intérieur de la chambre, tandis que le bord aval 12 ne fait pas saillie, ni vers l'intérieur, ni vers l'extérieur de la chambre.

D'un point de vue intérieur 5A de la chambre, l'ouverture 10 présente un bord amont saillant et un bord aval droit ou fuyant, c'est-à-dire que la paroi 12 en aval de l'ouverture 10 est plate jusqu'au bord de cette dernière. La paroi au bord aval 12 de l'ouverture est de préférence plane ou plus généralement rectiligne. D'un point de vue extérieur 5B, l'ouverture 10 présente un bord amont 11 rentrant et un bord aval 12 droit ou lisse.

Ainsi, le bord aval 12 est sensiblement non-proéminent par rapport aux zones voisines de la paroi 3 qui l'entourent immédiatement et de façon générale il est moins proéminent que la crête du bord amont 11.

Le bord amont 11 de l'ouverture 10 fait saillie vers l'intérieur de la chambre et forme une portion de paroi rabattue ou recourbée du côté intérieur de la paroi 3. De préférence, la portion de paroi du bord amont 12 est rabattue selon une direction oblique H-H par rapport à la surface de la paroi 3 de la chambre. La portion de paroi rabattue du bord amont 12 s'étend de préférence en oblique selon un angle aigu (α inférieur à 90°) orienté vers l'intérieur et vers l'aval de la chambre.

L'ouverture de dilution 10 présente un bord amont 11 en forme d'arcade 13 ou de lucarne 13 du type "lucarne à jouées

galbées", c'est-à-dire en forme de voûte d'arc courbe 13 dont les rebords latéraux 15 sont adoucis progressivement jusqu'à se fondre dans le plan de la paroi 3. La voûte arquée 13 formée par le bord amont 11 s'appuie sur des génératrices H-H obliques par rapport à la paroi 3 et orientées vers l'intérieur et vers l'aval de la chambre. La lumière de l'ouverture 10 est orientée en oblique vers l'intérieur et vers l'aval par rapport à la paroi 3 de la chambre. Le bord aval 12 de l'ouverture 10, c'est-à-dire environ la demi-circonférence du côté aval de l'ouverture 10, ne présente aucune proéminence, ni côté intérieur, ni côté extérieur.

De façon avantageuse, une telle forme d'ouverture de dilution 10 permet d'implanter des micro-perforations 19 de passage d'air de refroidissement autour de l'ouverture 10 et jusqu'au plus près du bord 12 de l'ouverture 10. En particulier, on peut percer les perforations de refroidissement 19 (en anglais "impingement holes") sur le pourtour immédiat du bord aval 12 qui est le plus exposé à la formation de zones chaudes ou de brûlures.

Il apparaît sur la vue 5B que, du fait de l'orientation en oblique de l'ouverture, celle-ci peut présenter un orifice de dimension transversale (largeur) plus petite que sa dimension longitudinale L-L et donc une forme elliptique à la surface de la paroi 3.

Alternativement, on peut prévoir que l'alésage du trou de l'ouverture de dilution a lui même une section droite elliptique, notamment avec un grand axe dirigé transversalement. Par suite, l'orifice de l'ouverture, peut présenter une dimension transversale aussi large, voire plus large, que sa dimension longitudinale à la surface de la paroi 3.

Ceci permet d'étaler l'admission du flux d'air frais sur une grande largeur de la paroi et de former un sillage de refroidissement plus étendu.

Les vues de la figure 6 illustrent sous différents angles de vues la forme d'une ouverture de dilution 30 aménagée suivant le troisième mode de réalisation de l'invention.

L'ouverture de dilution 30 présente un bord amont 31 en forme d'arcade ou de lucarne du type "lucarne à jouées galbées", rabattue obliquement vers l'intérieur 1 de la chambre, auquel est adjoint un bord aval 32 en forme également d'arcade ou de "lucarne à jouées galbées", mais rabattu obliquement vers l'extérieur de la chambre 1.

Comme représenté sur la vue 6D, le bord aval 32, tout comme le bord amont 31, présente une forme d'arc courbe dont les rebords latéraux 34 sont adoucis progressivement jusqu'à se fondre dans le plan de la paroi 3.

La voûte 31 orientée vers l'intérieur formée par le bord amont et la voûte 32 orientée vers l'extérieur formée par le bord aval peuvent s'appuyer sur des génératrices parallèles à l'axe H-H comme illustré sur les vues 6A et 6C. Alternativement, les voûtes peuvent suivre des génératrices non parallèles (non représenté).

On obtient ainsi une ouverture présentant un bord amont 31 saillant intérieurement 1 vers l'aval V suivant l'angle de pivotement (angle β inférieur à 90° de préférence) et un bord aval 32 saillant extérieurement vers l'amont M suivant également l'angle de pivotement β . L'ouverture 30 présente alors un centre de symétrie O bien que les bords amont 31 et aval 32 sont antisymétriques par rapport à un plan transversal T-T perpendiculaire à la paroi 3.

L'angle β est un angle aigu. Il peut être de l'ordre de 20° à 60° , de préférence choisi entre 30° et 50° , typiquement d'environ 40° - 45° .

De préférence, de telles formes d'ouvertures sont obtenues par emboutissage matriciel.

Comme illustré sur les vues 6C et 6D, lorsque l'ouverture 30 est basée sur un alésage cylindrique de section droite circulaire, l'orifice formé à la surface de la paroi 3 présente une section elliptique dont le grand axe est orienté longitudinalement dans la direction L-L

De préférence, comme illustré sur les vues des figures 7 et 8, l'alésage du trou de l'ouverture 30 présente une section droite elliptique avec un grand axe E disposé dans la direction transversale. Ceci permet d'obtenir un orifice 30

présentant, à la surface de la paroi 3, une dimension transversale E aussi large, voire beaucoup plus large que sa dimension longitudinale L-L.

L'arcade voûtée 32 formée par le bord aval qui fait
5 saillie vers l'extérieur et vers l'amont M par rapport à la chambre 1, permet avantageusement de capter, à la manière d'une écope ou d'un auget, le flux A d'air frais qui circule à l'extérieur, le long de la paroi 3. Le flux A d'air frais qui circule autour de la chambre 1 d'amont vers l'aval peut
10 ainsi être dévié facilement et quasiment sans perte de pression (pas de perte de charge) vers l'intérieur de la chambre 1, ce qui facilite son admission.

De l'autre côté, à la sortie de l'orifice, côté intérieur 1 de la paroi 3, le flux D d'air frais admis peut
15 longer la paroi 3 en formant un écoulement laminaire qui refroidit la paroi 3 et isole avantageusement celle-ci du flux G de gaz brûlants. Le flux D d'air frais admis est avantageusement rabattu par la voûte du bord amont 31 et se trouve en outre plaqué sous l'incidence du flux G de gaz
20 brûlants.

Avantageusement, comme illustré sur les vues de la figure 8, une telle ouverture de dilution 30 munie d'un bord amont 31 saillant intérieurement et un bord aval 32 saillant extérieurement, permet de percer des micro-perforations 39
25 d'injection d'air de refroidissement (en anglais "impingement holes") au plus près du bord de l'ouverture de dilution 30. Des perforations de refroidissement 35 et 36 peuvent être percées en particulier au plus près du pourtour du bord aval 32 ou au plus près du pourtour du bord amont 31.

30 Les perforations 35,36,39 de passage d'air de refroidissement présentent des dimensions d'ordre millimétrique ou sub-millimétrique (notamment de l'ordre d'un dixième de millimètre à quelques millimètres, typiquement $\frac{1}{2}$ mm à 2 mm). Les perforations de refroidissement sont percées
35 de préférence dans une direction I-I oblique orientée vers l'intérieur 1 et vers l'aval V de la chambre 1. Comme illustré sur les figures 2,3,4, l'angle oblique γ des micro-

perforations R peut être différent ou du même ordre de grandeur que l'angle oblique β des ouvertures de dilution D.

L'angle γ des perforations de refroidissement peut être de l'ordre de quelques degrés à quelques dizaines de degrés, 5 l'angle γ étant généralement inférieur à 60° par rapport à la normale T-T à la paroi.

Le perçage des perforations 19,29,35,36,39 de refroidissement s'effectue avantageusement au moyen d'un outillage à rayon Laser, de longueur d'onde, d'énergie et de 10 section adéquate, selon les techniques usuelles. Le rôle premier de ces perforations est de rendre la paroi perméable à l'air de façon à retirer des calories par convection.

Les ouvertures de dilution 10,20,30 présentant des bords amonts 11,21,31 en forme d'arcade adoucie saillant 15 intérieurement et des bords avals 12,22,32 saillant extérieurement peuvent ainsi être entourées de multiples micro-perforations de refroidissement 35,36 disposées au plus près du bord de l'ouverture 10/20,30 dans la zone qui était susceptible de présenter des points chauds ou des brûlures 20 localisées.

L'invention s'applique à une turbomachine comportant une chambre de combustion 1 selon l'invention.

REVENDICATIONS

1. Chambre de combustion annulaire de turbomachine possédant une paroi de fond (4), s'étendant transversalement à un axe longitudinal (L-L) d'extension de la chambre (1), et des parois latérales (3) s'étendant longitudinalement depuis
5 la paroi de fond, située en amont (M) de la chambre, jusqu'à un orifice (5) d'éjection de flux de gaz de combustion (G), situé en aval (V) de la chambre, les parois latérales (3) comportant au moins une rangée d'ouvertures (8) d'admission d'air de dilution du flux de gaz de combustion, caractérisé
10 en ce que au moins une ouverture de dilution (10/20/30) présente un bord amont (11/21/31) saillant vers l'intérieur de la chambre (1) et un bord aval (12/22/32) saillant vers l'extérieur de la chambre (1) et asymétrique du bord amont par rapport à un plan (T-T) transversal à la paroi (3), la
15 lumière de l'ouverture (3) ayant un axe (H-H) orienté selon une direction oblique d'angle (α) par rapport à la paroi, orientée vers l'intérieur et vers l'aval (V) de la chambre (1).

2. Chambre de combustion selon la revendication 1, dans
20 laquelle le bord aval (22) est moins saillant que le bord amont (21).

3. Chambre de combustion selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le bord amont (11/21/31) est rabattu suivant une direction oblique (H-H) par rapport à la paroi latérale
25 (3) et orienté vers l'intérieur (1) et vers l'aval (V) de la chambre.

4. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle le bord aval (22/32) est rabattu suivant une direction oblique par rapport à la paroi latérale (3) et
30 orienté vers l'extérieur et vers l'amont (M) de la chambre (1).

5. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle l'alésage de l'ouverture (30) comporte des parois (31,32) sensiblement cylindriques.

6. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle l'ouverture (30) présente une section elliptique à la surface de la paroi latérale.

7. Chambre de combustion selon la revendication 6, dans laquelle la section elliptique de l'ouverture (30) a un grand axe dirigé suivant une direction longitudinale (L-L) de la chambre allant de l'amont (M) vers l'aval (V).

8. Chambre de combustion selon la revendication 6, dans laquelle le grand axe (E) de l'ellipse de l'ouverture (30) est dirigé sensiblement transversalement (T-T).

9. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle le bord saillant (11,31,32,34) de l'ouverture (10,30) s'étend et s'adoucit transversalement.

10. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle la proéminence (13,15) du bord saillant amont (11,31) diminue progressivement de l'amont (M) vers l'aval (V).

11. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle au moins un bord saillant (11,31,32) a une forme d'arcade (13).

12. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle le bord amont (11,31) forme une arcade (13) faisant saillie vers l'intérieur et vers l'aval de la chambre.

13. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle le bord aval (32) forme une arcade (34) faisant saillie vers l'extérieur et vers l'amont (M) de la chambre.

5 **14.** Chambre de combustion selon la revendications 12 ou 13, dans laquelle la ou les arcades (13, 34) de l'ouverture (10,30) sont allongées transversalement (T-T,E).

10 **15.** Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la paroi latérale comporte en outre une pluralité de perforations (39) de passage d'air de refroidissement.

15 **16.** Chambre de combustion selon la revendication 15, dans laquelle des perforations de refroidissement (19/29/39,36,35) sont aménagées dans une zone autour du bord (12/31,32) de l'ouverture de dilution (10/20/30).

17. Chambre de combustion selon la revendication 15 ou 16, dans laquelle des perforations de refroidissement (19/29/39,36) sont aménagées sur le pourtour aval (12/22/32) de l'ouverture de dilution (10/20/30).

20 **18.** Chambre de combustion selon l'une des revendications 15 à 17, dans laquelle le pourtour de l'ouverture comporte une densité de perforations de refroidissement (35,36) supérieure au reste (39) de la paroi latérale (3) de la chambre.

25 **19.** Chambre de combustion selon l'une des revendications 16 à 18, dans laquelle les perforations de refroidissement (R,19/29/39,36,35) sont dirigées en oblique (I-I) par rapport à la surface de la paroi latérale (3).

20. Chambre de combustion selon la revendication 19, dans laquelle les perforations de refroidissement (R) sont orientées obliquement (I-I) dans le sens allant de l'amont (M) vers l'aval (V) en suivant le passage de l'air (R) de l'extérieur vers l'intérieur de la chambre (1).

21. Turbomachine caractérisée en ce qu'elle comporte une chambre de combustion (1) selon l'une des revendications précédentes.

22. Élément de paroi latérale pour former une chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que l'élément de paroi (3) comporte au moins une ouverture de dilution (10/20/30) présentant un bord amont (11/21/31) saillant vers le côté intérieur (1) de la paroi et un bord aval (12/22/32) saillant vers l'extérieur de la chambre (1) et asymétrique du bord amont par rapport à un plan (T-T) transversal à la paroi (3), la lumière de l'ouverture ayant un axe (H-H) oblique par rapport à la paroi (3), orienté vers l'intérieur (1) et vers l'aval (V).

1 / 7

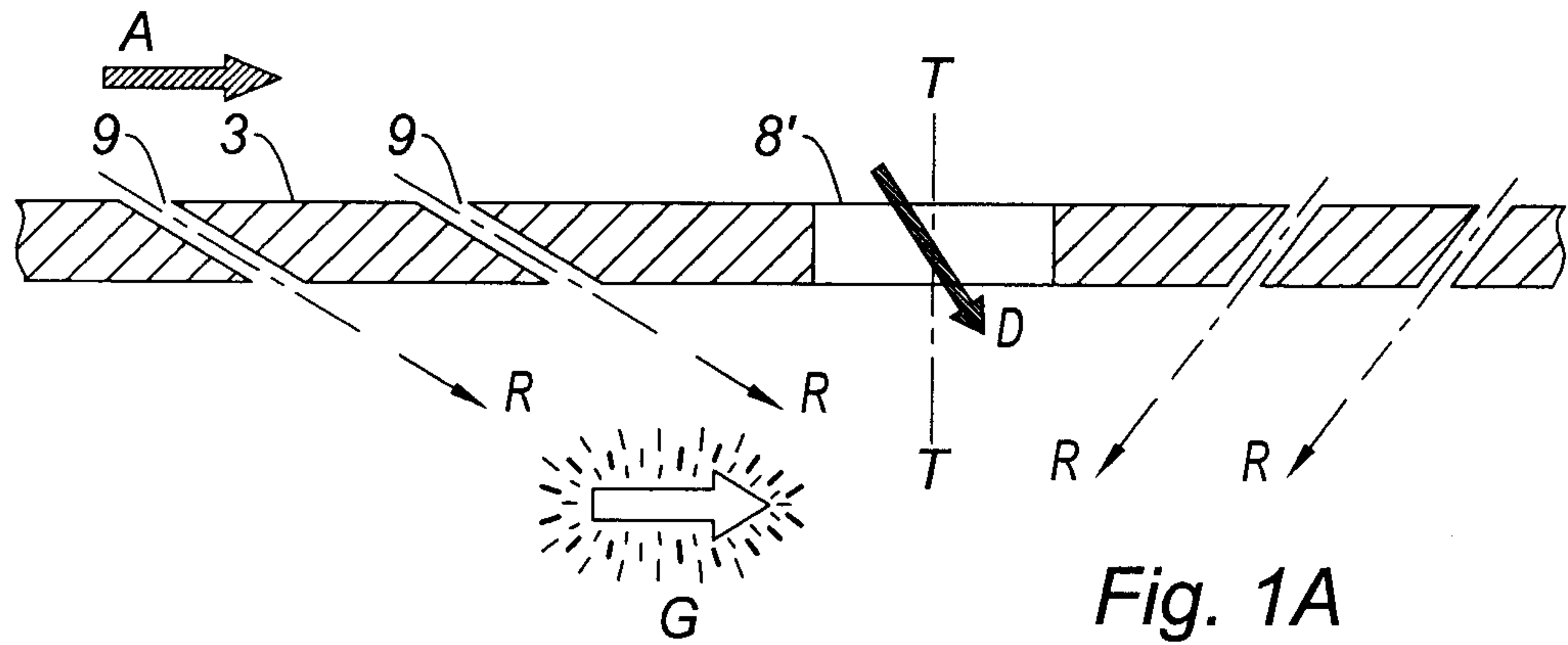


Fig. 1A

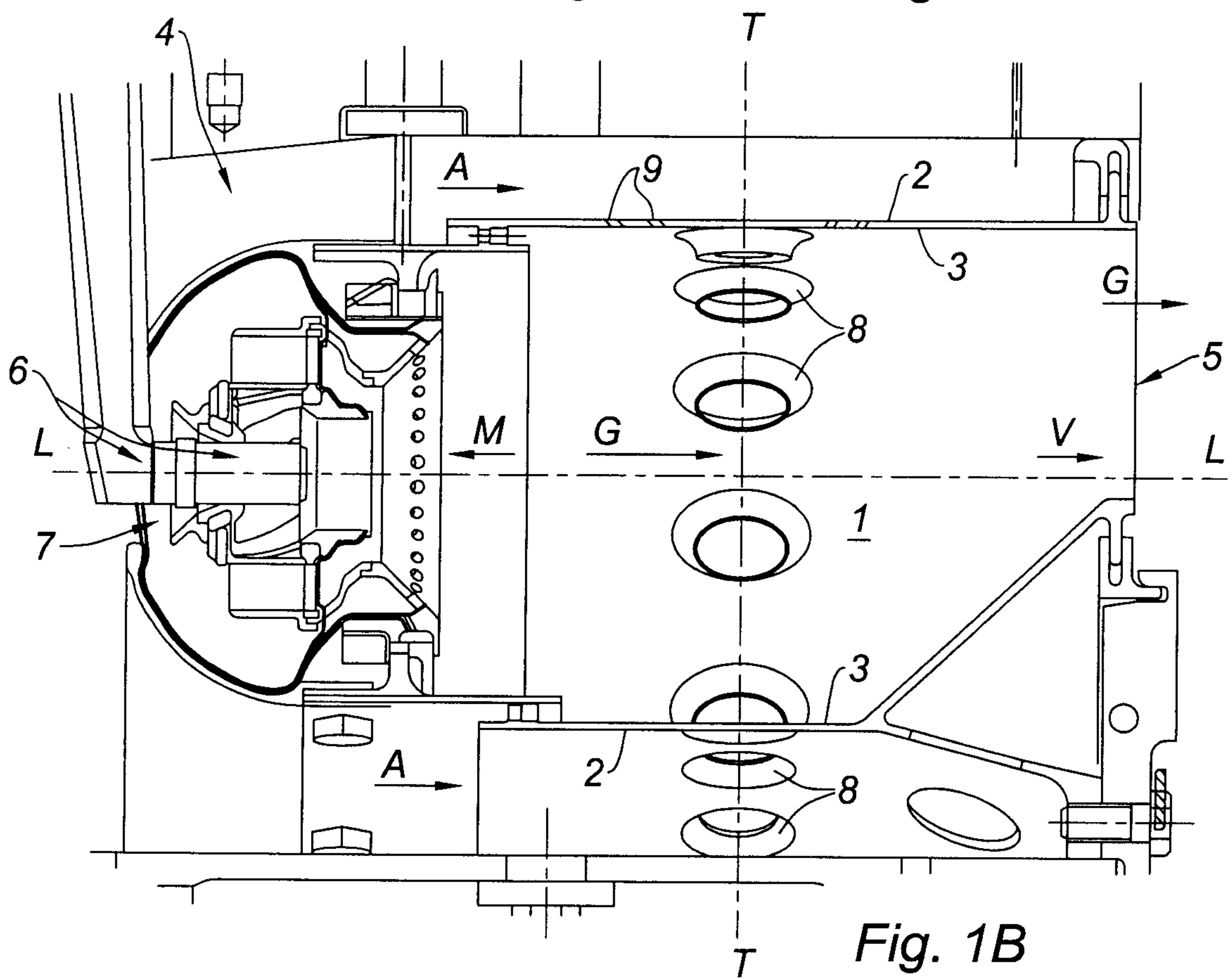


Fig. 1B

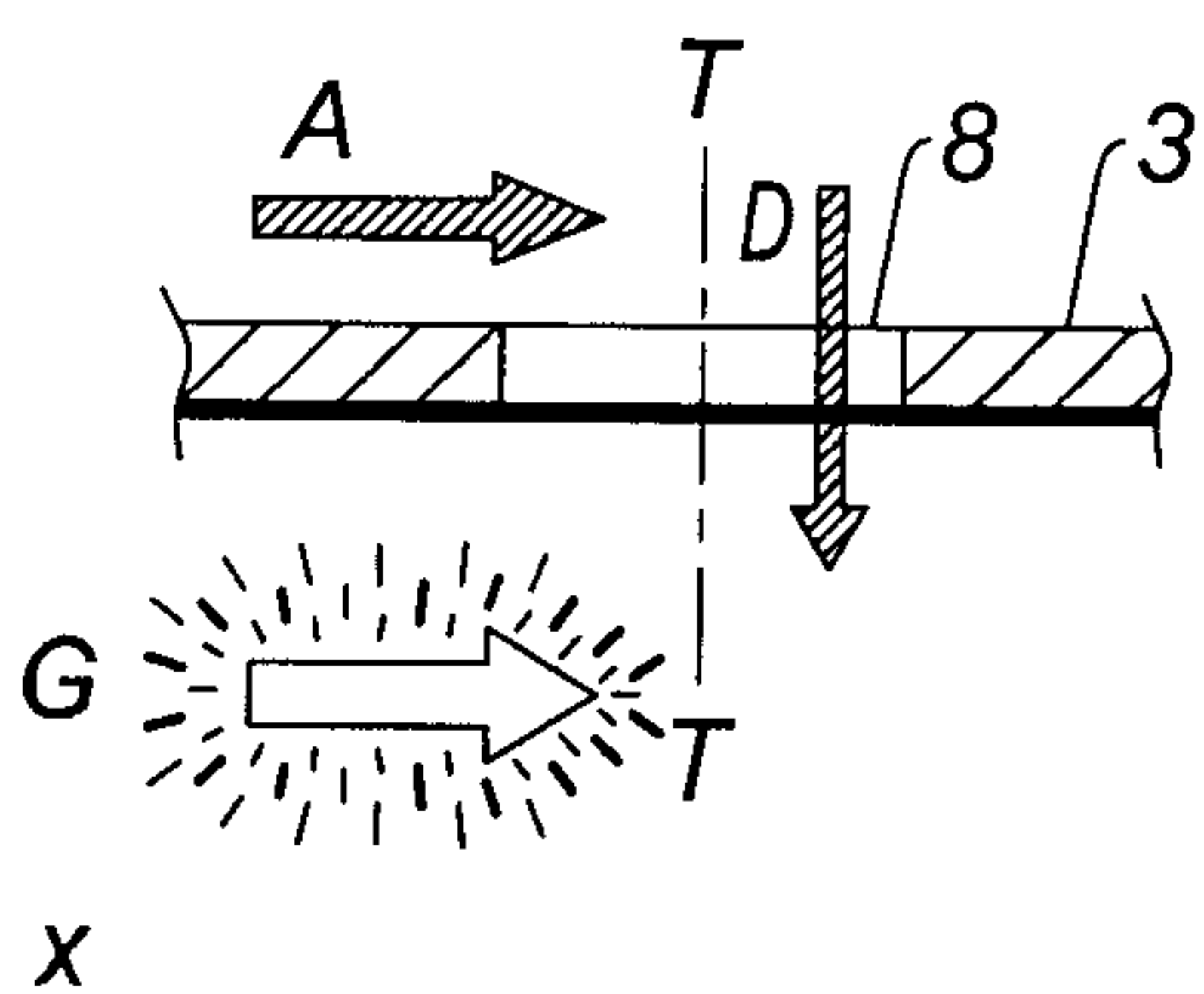


Fig. 1C

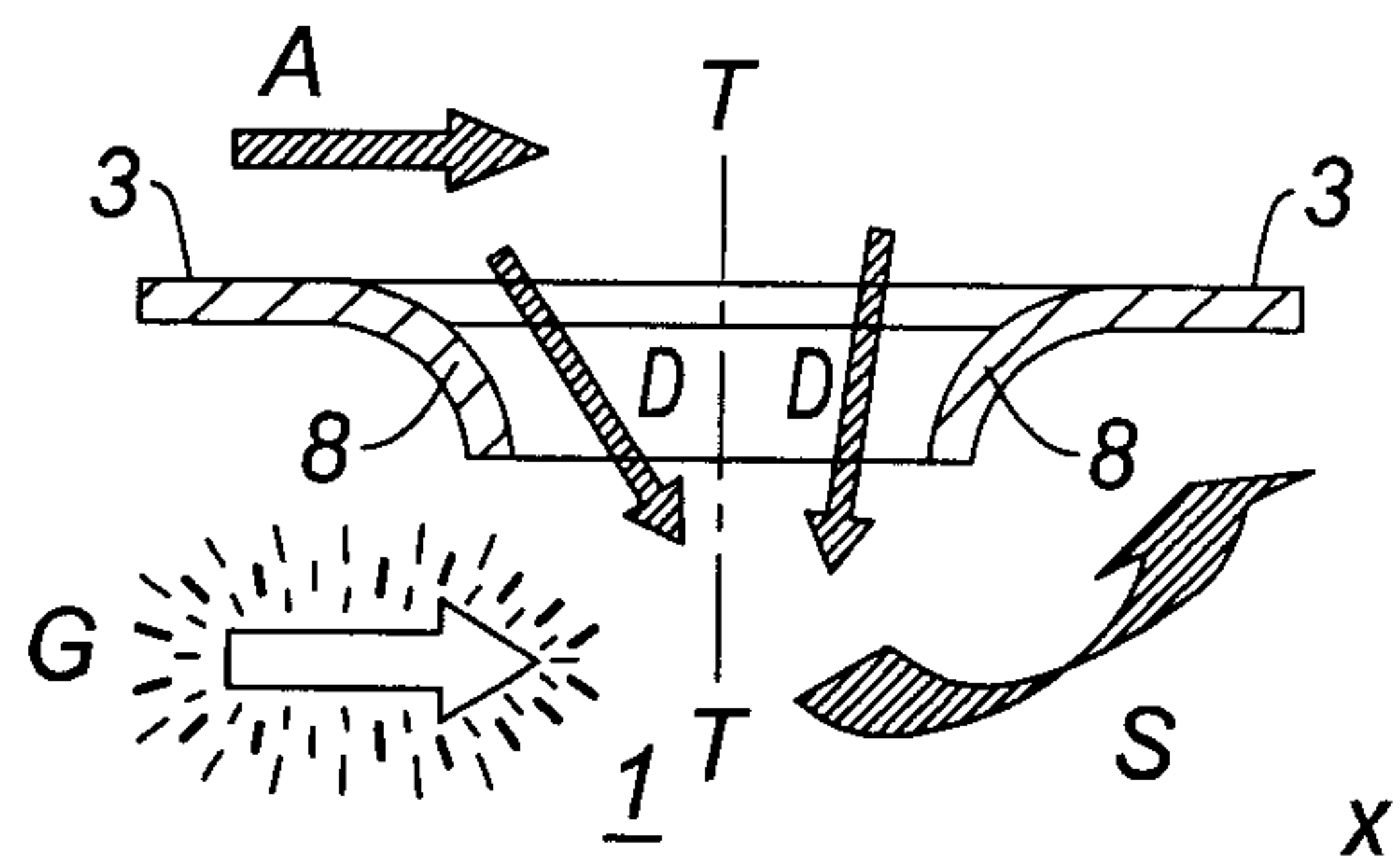


Fig. 1D

2 / 7

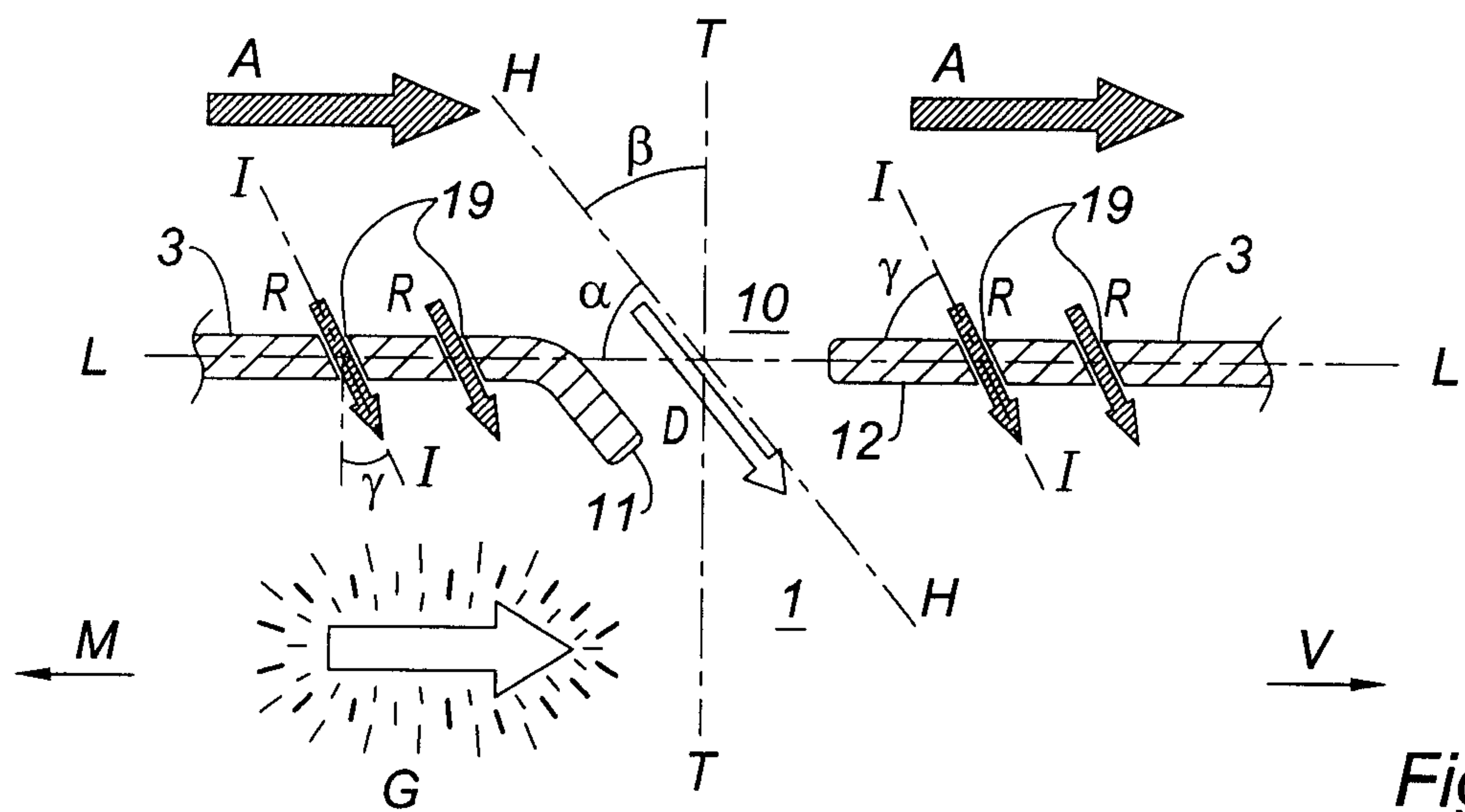


Fig. 2

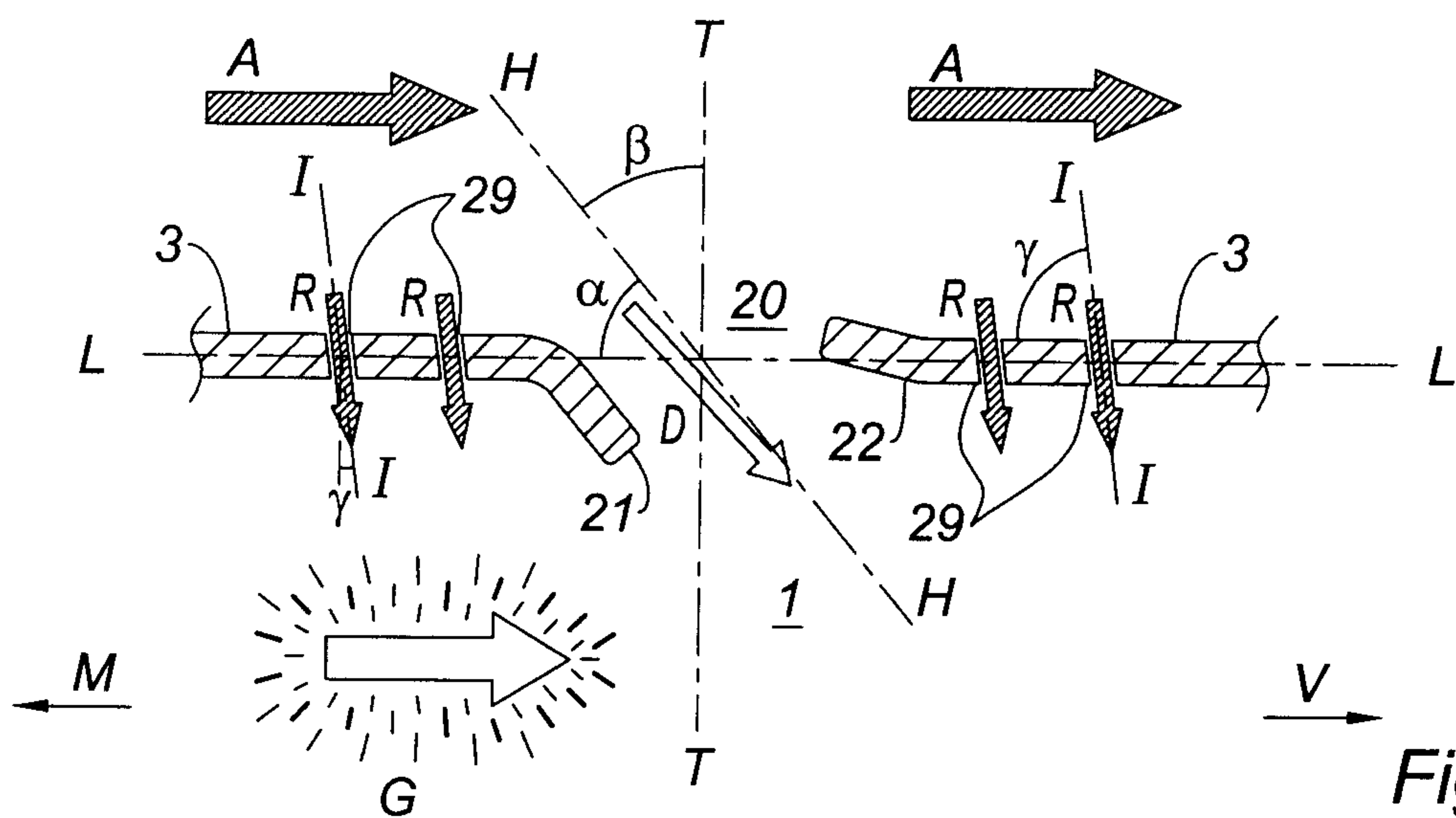


Fig. 3

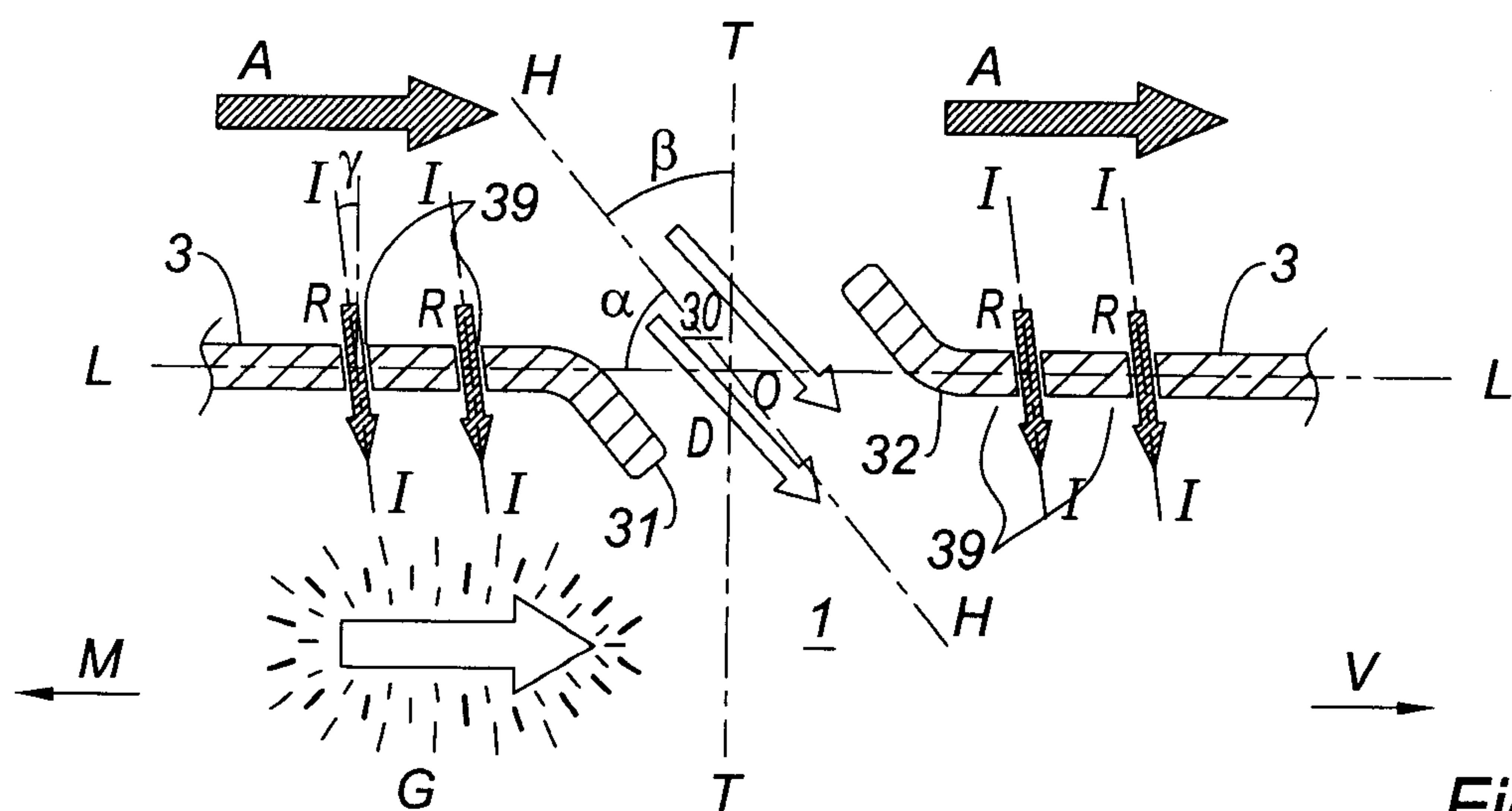


Fig. 4

3 / 7

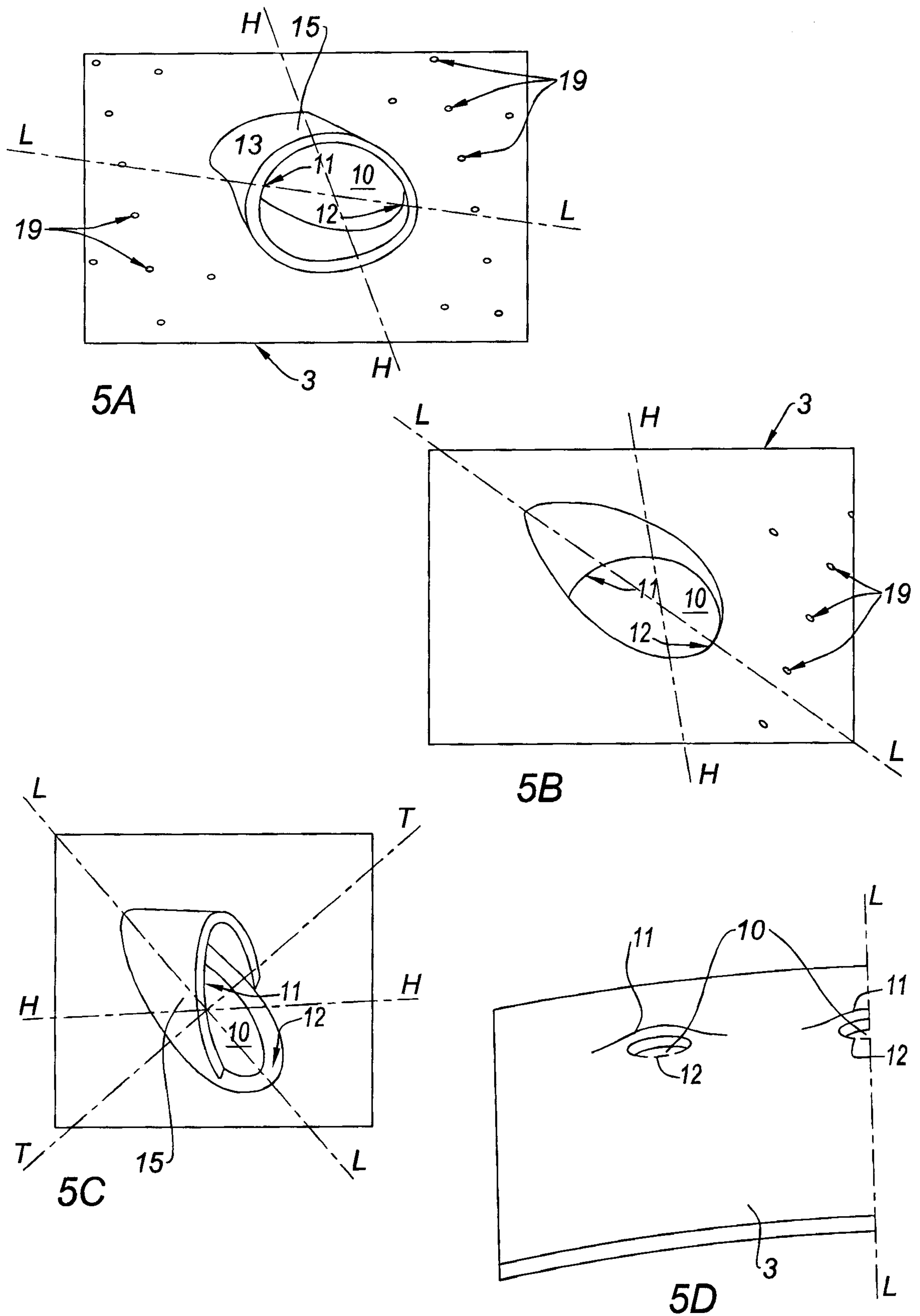
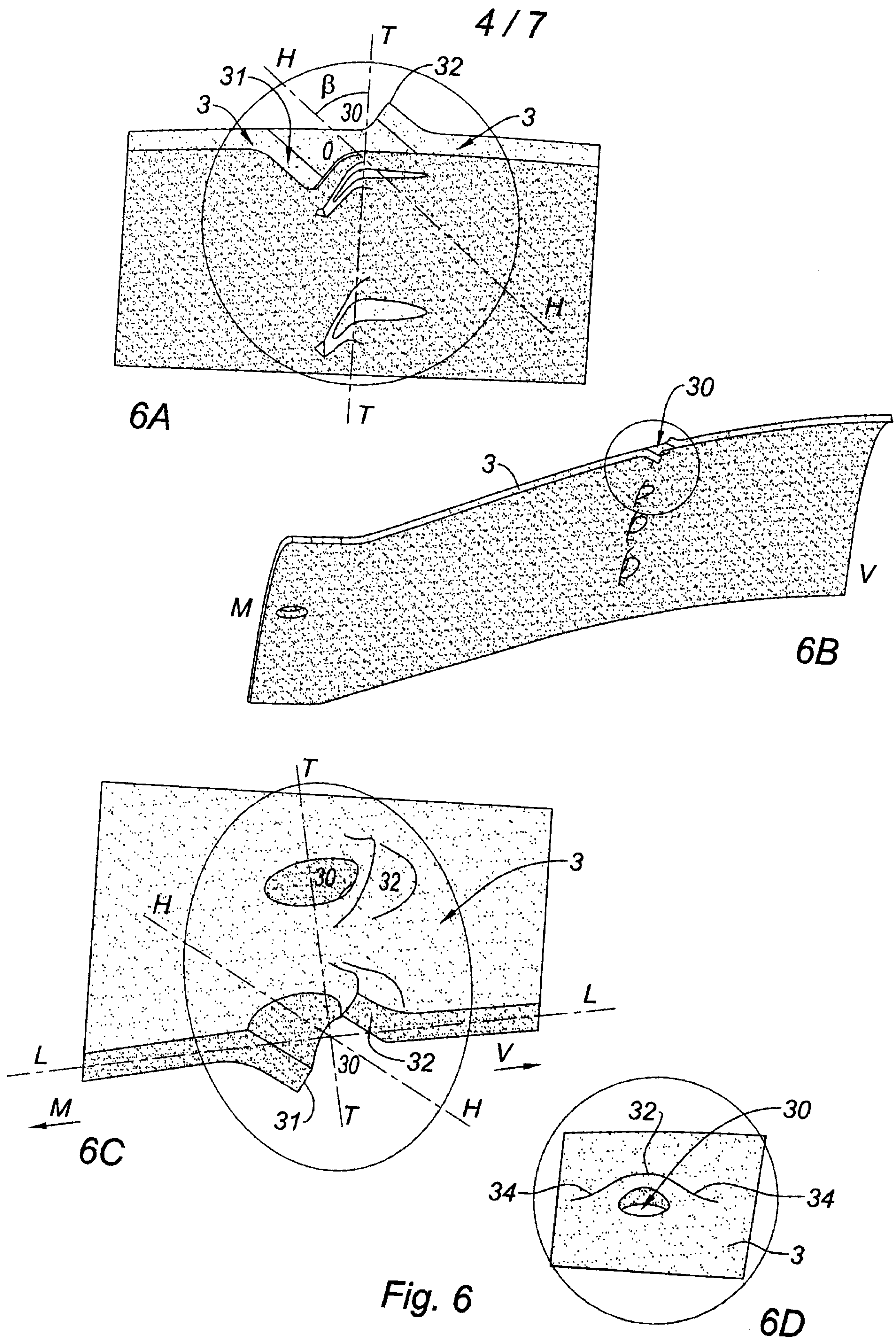


Fig. 5



5 / 7

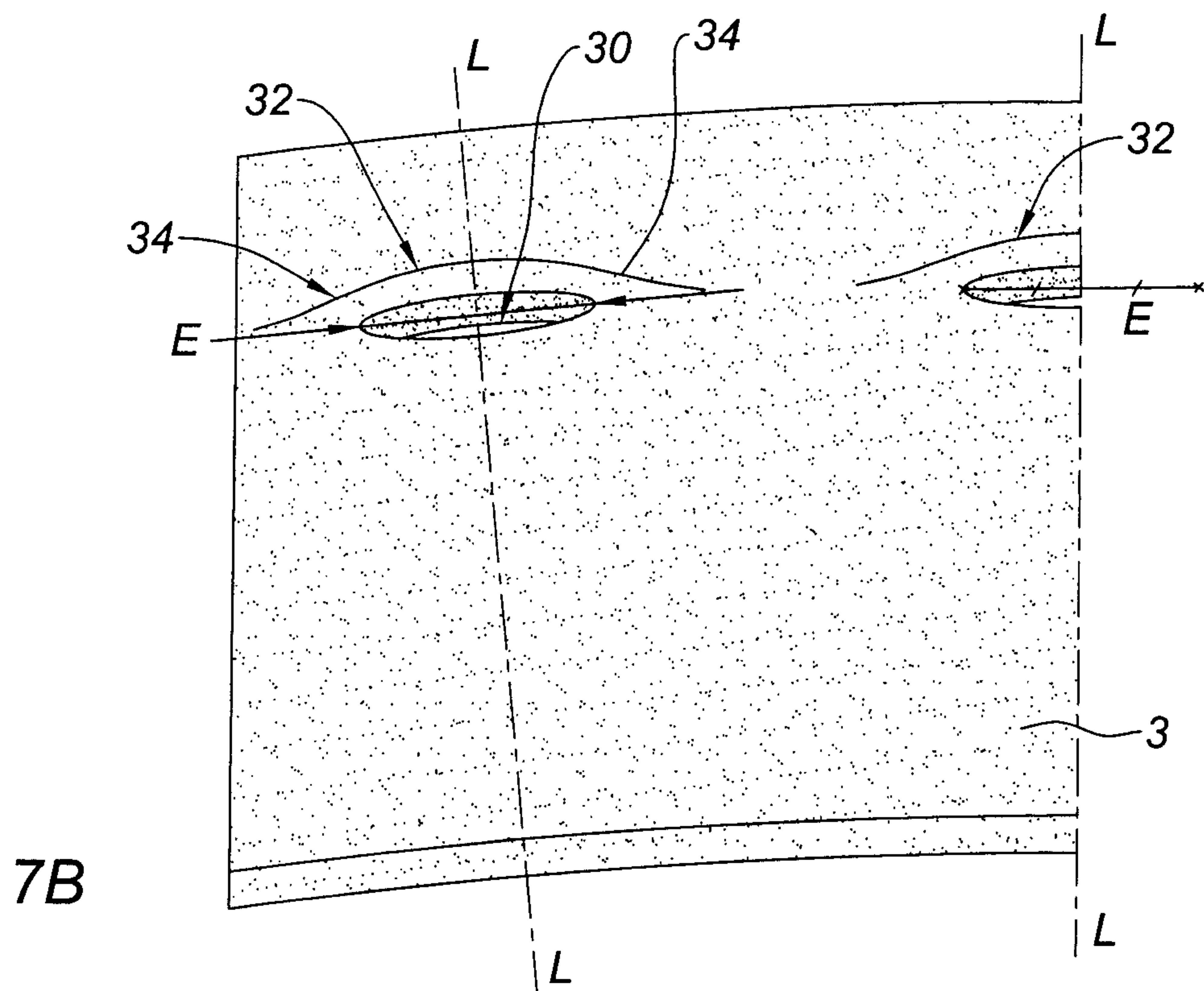
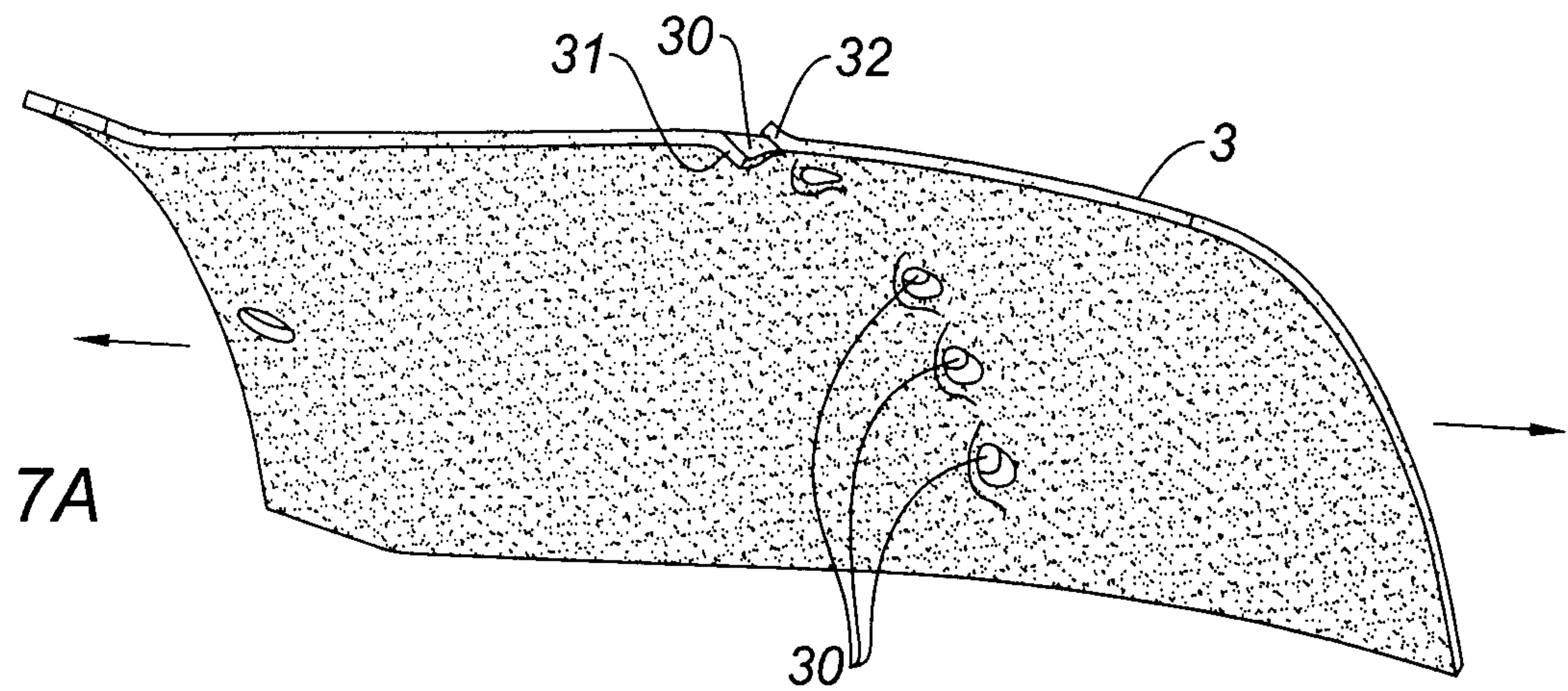


Fig. 7

6/7

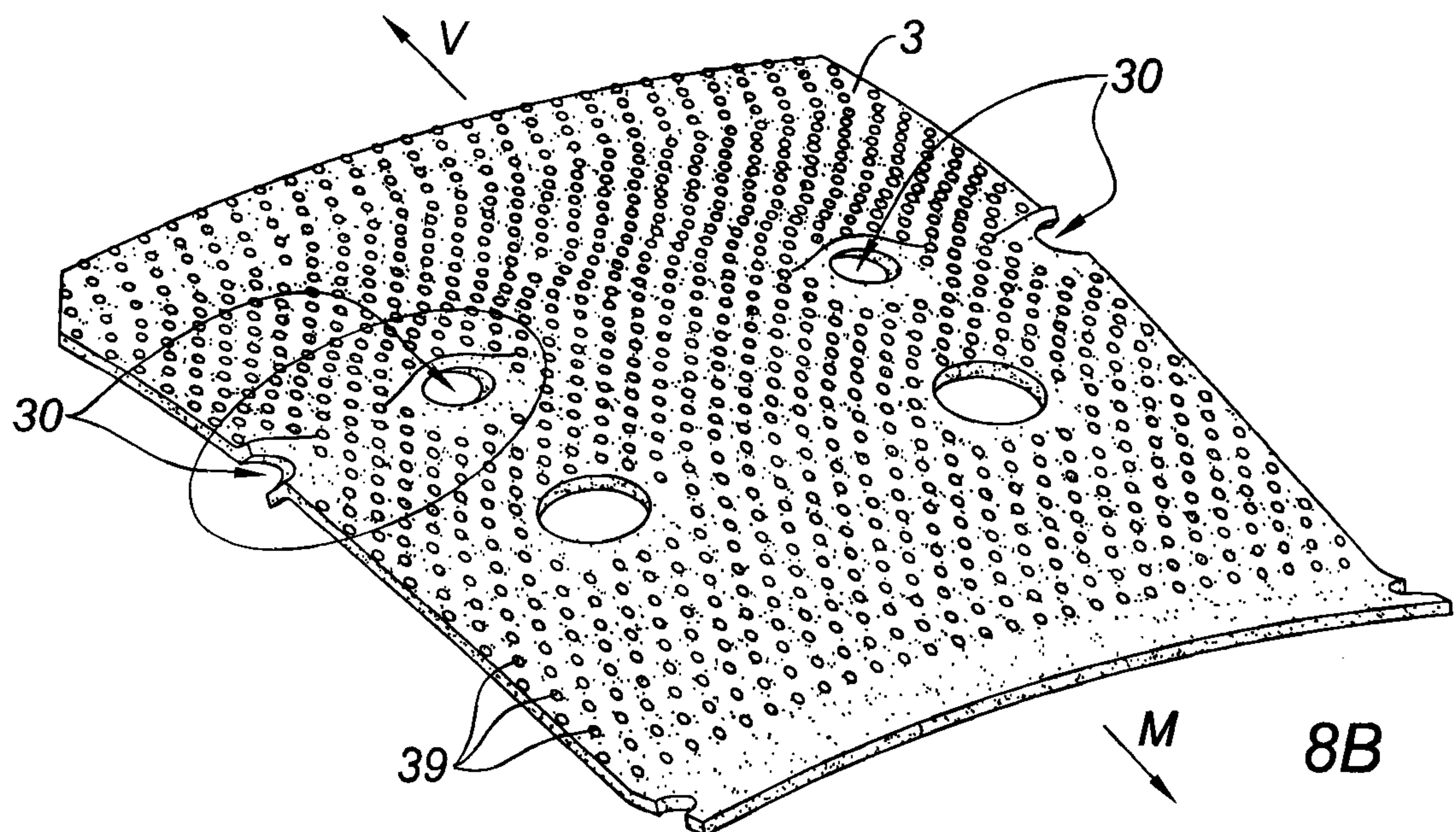
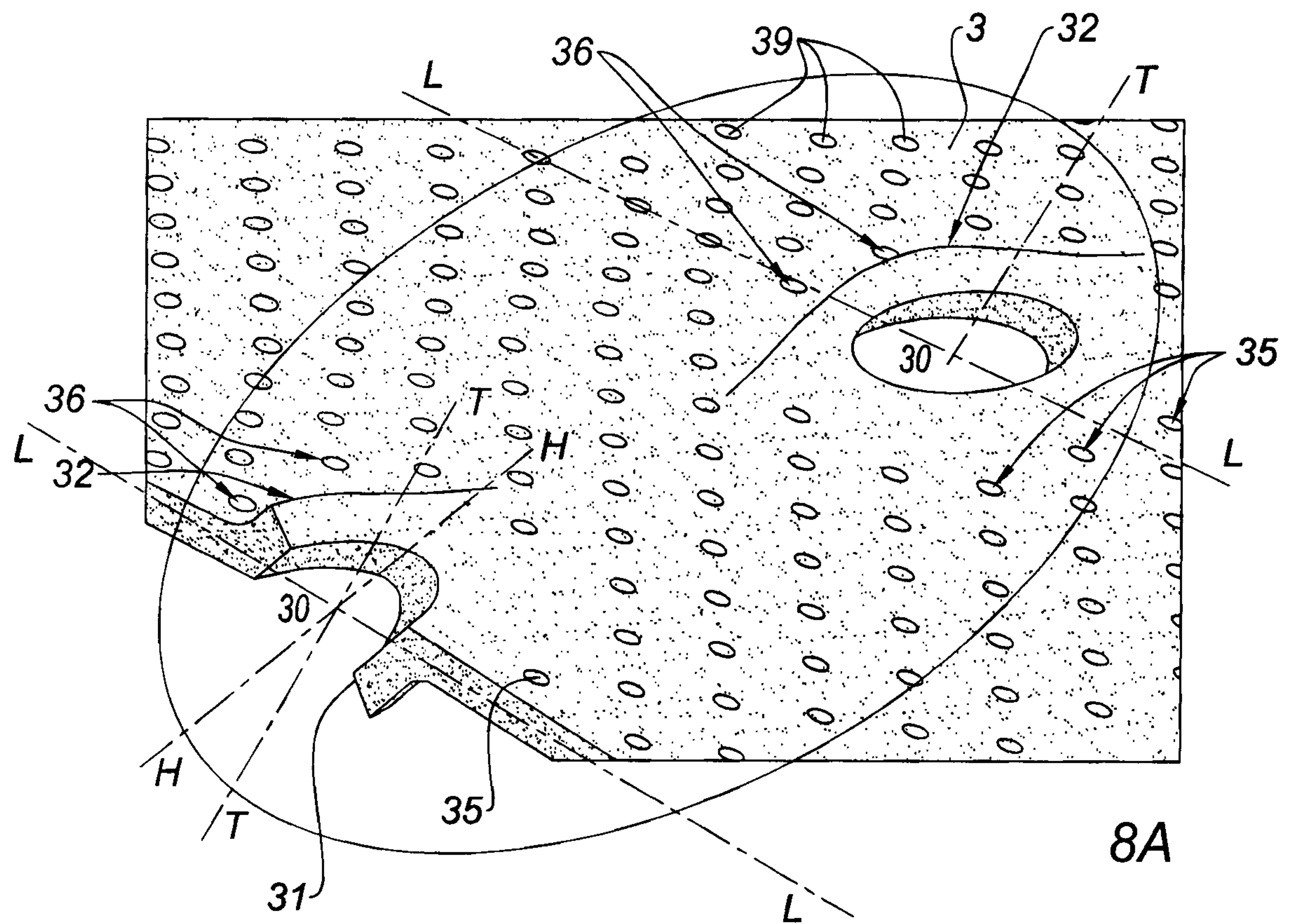


Fig. 8

7/7

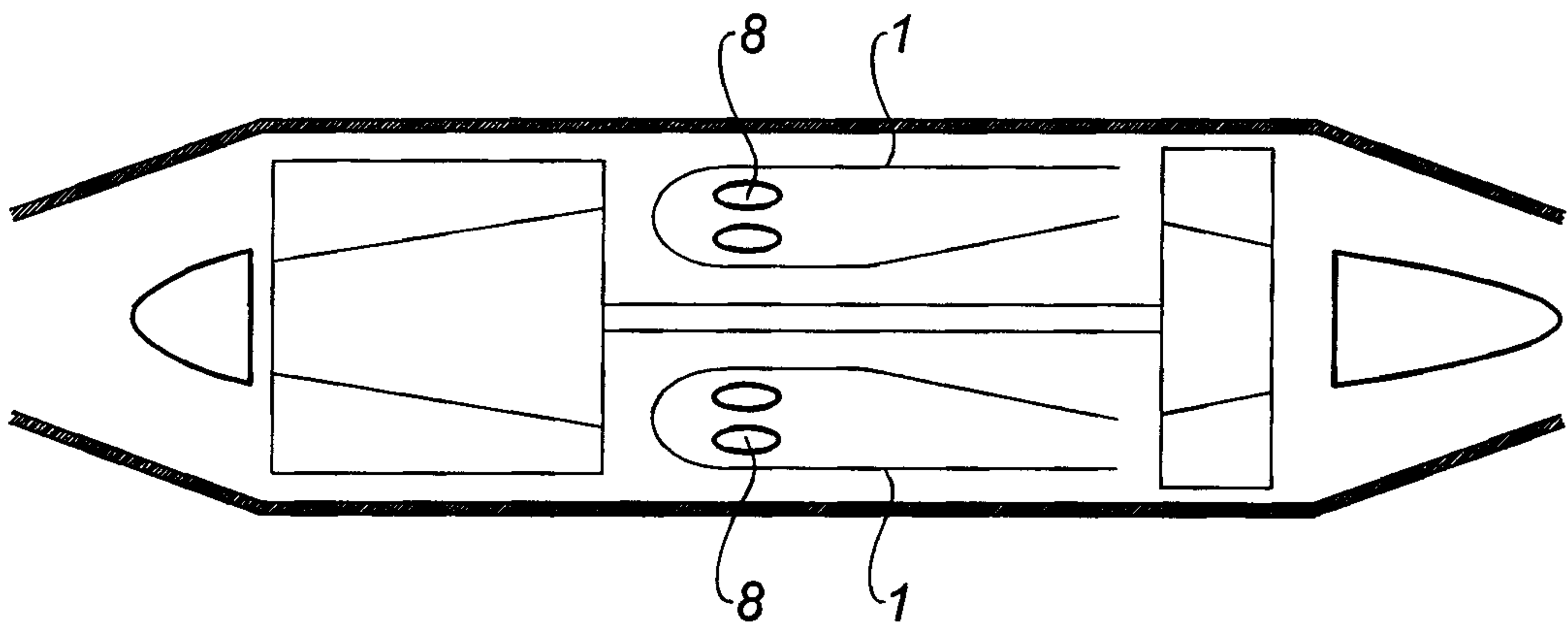


Fig. 9

