



(11) (21) (C) **2,077,232**
(22) 1992/08/31
(43) 1994/03/01
(45) 2000/05/16

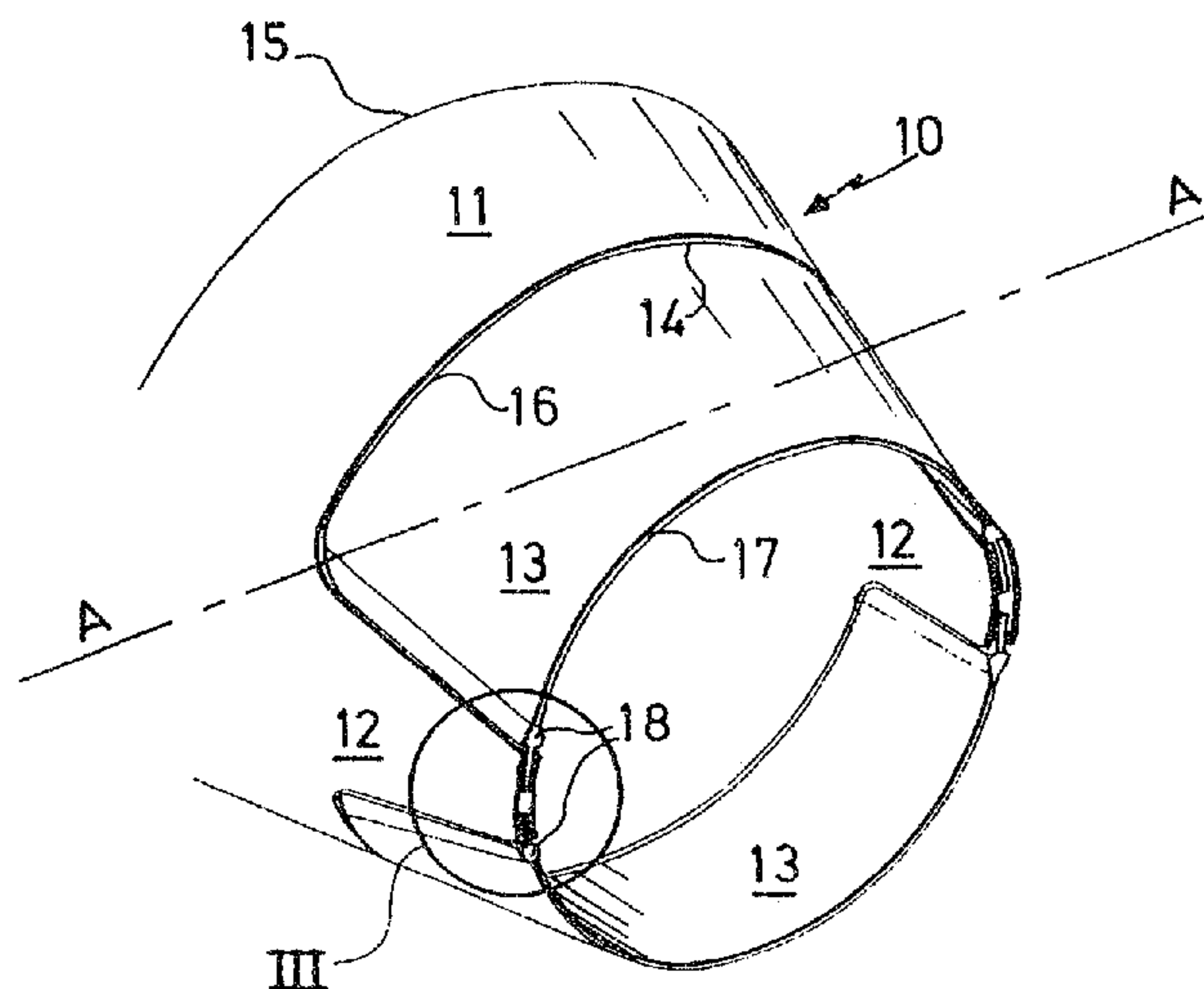
(72) Lair, Jean-Pierre, US

(73) Lair, Jean-Pierre, US

(51) Int.Cl.⁵ F02K 1/11, F02K 1/18

(54) **TUYERE A SECTION VARIABLE**

(54) **VARIABLE SECTION EXHAUST NOZZLE**



(57) La présente invention concerne une tuyère à section variable. Une telle tuyère présente à l'extrémité d'une paroi fixe (11) deux demi-coquilles pivotantes (13) articulées, selon un axe de rotation A, solidaires de la paroi fixe et dont les bords latéraux (18) sont reçus dans des glissières ménagées dans des poutres fixes (12) également solidaires de la paroi fixe. Un joint d'étanchéité (35) continu assure l'étanchéité entre la paroi fixe (11) et les demi-coquilles pivotantes (13). De telles tuyères sont destinées à équiper les avions dits "d'affaires" et "commerciaux" de sorte que la poussée optimale de ces avions, au décollage, en montée et en vol de croisière, puisse être adaptée à volonté.

TUYERE A SECTION VARIABLE

La présente invention concerne une tuyère à section variable. Une telle tuyère présente à l'extrémité d'une paroi fixe (11) deux demi-coquilles pivotantes (13) articulées, selon un axe de rotation A, solidaires de la paroi fixe et dont les bords latéraux (18) sont reçus dans des glissières ménagées dans des poutres fixes (12) également solidaires de la paroi fixe. Un joint d'étanchéité (35) continu assure l'étanchéité entre la paroi fixe (11) et les demi-coquilles pivotantes (13).

De telles tuyères sont destinées à équiper les avions dits "d'affaires" et "commerciaux" de sorte que la poussée optimale de ces avions, au décollage, en montée et en vol de croisière, puisse être adaptée à volonté.

TUYERE A SECTION VARIABLE

La présente invention concerne une tuyère à section variable. Une telle tuyère est plus particulièrement destinée à équiper les avions dits "d'affaires" et "commerciaux", notamment en vue d'optimiser leurs performances de vol de croisière tout en améliorant leurs performances au décollage et en montée.

Il est connu que la poussée maximale des moteurs à réaction est atteinte lorsque la température limite ITT (inter-étage turbine) ou EGT (température d'échappement des gaz) est atteinte, et lorsque la vitesse limite de rotation du ventilateur N1 est atteinte. Ces deux limites ITT et N1 ne sont qu'exceptionnellement concomitantes. En particulier, la poussée au décollage par température ambiante élevée est habituellement limitée par la température limite ITT ou EGT alors que la vitesse limite de rotation N1 du ventilateur n'est pas encore atteinte.

En conséquence, pour un avion commercial ayant un poids en charge fixe, il est plus difficile de décoller d'un aéroport situé dans un pays chaud que d'un aéroport situé dans un pays froid. La diminution de la poussée maximale de l'avion dans ces pays chauds entraîne ainsi une augmentation du temps de décollage, donc des pistes d'envol plus longues et une consommation d'énergie plus importante.

Il est connu qu'au décollage et en montée, la section optimale de la tuyère d'éjection du moteur à réaction pour produire la poussée maximum est différente de la section optimale de la tuyère d'éjection pour les conditions de vol en croisière. Les tuyères d'éjection des moteurs à réaction des avions "d'affaires" et "commerciaux" sont du type à sections fixes et sont par conséquent conçues pour assurer le meilleur compromis de performance entre les conditions de décollage, de montée et de croisière. Lorsque ce compromis est plus difficile à satisfaire, le motoriste équipe les moteurs de tuyères du type convergentes/divergentes. L'objectif de telles tuyères est d'augmenter leur coefficient de débit et de poussée pour des taux de pression moteur relativement bas. Ces taux de pression moteur bas sont typiques des conditions de

décollage. Pour les conditions de vol de croisière, les taux de pression moteur sont plus élevés et l'impact sur les performances de tuyères convergentes/divergentes est souvent négatif. Afin de trouver un bon compromis de fonctionnement de la tuyère, les constructeurs jouent sur le pourcentage de convergence/divergence de sorte que ce pourcentage soit suffisamment haut pour améliorer la poussée au moment du décollage, et suffisamment bas pour ne pas trop réduire les performances de vol de croisière. Or, ce compromis n'est qu'un pis aller, dans la mesure où la poussée maximale de l'avion est cependant définitivement limitée par la forme fixe de la tuyère.

Il est déjà connu, pour des avions autres que pour des avions "d'affaires" ou "commerciaux", et notamment pour des avions militaires d'utiliser des tuyères à sections variables. Comme la poussée d'un avion est directement proportionnelle à la section de sa tuyère, il est ainsi possible en modulant la section de la tuyère de choisir la poussée optimale adaptée aux conditions de températures extérieures rencontrées.

Les tuyères à section variable connues à ce jour permettent de grande variation de la section de la tuyère et sont constituées par des dispositifs du type multipétales qui interdisent leur utilisation sur des avions "d'affaires" ou "commerciaux", du fait de leur masse élevée et de leur complexité. C'est pourquoi les tuyères à section variable n'ont pas encore été adaptées ni sur les avions "d'affaires", ni sur les avions "commerciaux".

Le document US 4.577.814 (SNECMA) décrit une tuyère à section variable pour un avion militaire. Cette tuyère est prolongée par une demi-coquille pivotante supportée par une demi-coquille fixe. L'ouverture de la demi-coquille pivotante permet de faire varier la section de la tuyère. Un joint d'étanchéité assure l'étanchéité à l'air de la partie mobile par rapport à la partie fixe. Cependant, la poussée créée par une telle tuyère en position déployée est désaxée par rapport à l'axe de l'avion. Dans le cadre d'un avion militaire, une telle poussée désaxée est un atout augmentant la manoeuvrabilité de l'appareil. Or, pour un avion

"d'affaires" ou "commercial" une telle poussée désaxée est à proscrire, car la composante transversale de cette poussée ne participe pas à l'amélioration de la poussée optimale du
5 moteur.

Il est également déjà connu, par le document GB-588.501 (PEREGRINE) de réaliser une tuyère à section variable, dont l'extrémité est munie d'une paire de demi-coquilles pivotantes, ce qui permet d'éviter le phénomène de
10 désaxement de la poussée lors de l'ouverture des demi-coquilles. Dans ce document cependant, l'articulation de ces demi-coquilles nécessite deux pivots, un à amont, l'autre à l'extrémité aval de la demi-coquille, ce qui implique un système de tringlerie lourd et complexe. Les coquilles et leur
15 système de positionnement sont en outre enveloppés par une structure externe fixe. Cette structure externe assure la continuité du profil externe de la nacelle et forme interface avec l'air ambiant. L'ensemble de l'installation se trouve donc alourdi et présente un bord de fuite d'épaisseur considé-
20 rable, compte tenu, entre autres, que lesdites coquilles pivotent à l'intérieur d'une structure fixe. Il en résulte la création d'une traînée qui varie d'ailleurs selon la position des demi-coquilles et qui amoindrit d'autant la poussée de la tuyère. Ainsi, bien que ce document concerne une tuyère à
25 section variable, le système décrit entraîne un surpoids et une baisse de poussée préjudiciables à l'effet recherché.

Le document GB-584.571 décrit quant à lui une tuyère à section variable caractérisée par le fait que les bords longitudinaux des demi-coquilles sont recouverts par une
30 structure à double peau ; la peau interne de cette structure ayant une forme de révolution générée à partir de l'axe de rotation des coquilles, afin d'assurer l'étanchéité avec les bords longitudinaux desdites coquilles. Ces derniers sont formés par une pièce de fonderie ou usinés de façon à être
35 pris en sandwich entre les peaux interne et externe des coquilles. Ce type d'étanchéité non seulement n'est pas très efficace puisqu'il n'y a pas de joint spécifique d'étanchéité, mais aussi est compliqué et lourd du fait des formes usinées qu'il nécessite.

40 Par ailleurs, il est à noter que la structure

de recouvrement à double peau des bords longitudinaux des coquilles crée en fait un bossage important ancré très à l'amont de la peau externe fixe, c'est-à-dire situé à l'amont
5 des coquilles. Ces bossages de recouvrement des bords longitudinaux des coquilles altèrent de façon significative les contours extérieurs de la structure fixe ainsi que celui des coquilles. Le système décrit augmente à la fois la masse globale de l'installation, et la traînée d'écoulement, ce qui
10 conduit à diminuer les performances globales du moteur : la consommation de carburant est augmentée, la poussée du moteur est diminuée.

On notera notamment dans le brevet GB-586.571 que l'objectif recherché est d'éviter à la fois tout
15 phénomène de pompage du compresseur du moteur, et des températures de fonctionnement trop élevées. Un tel système, s'il permet d'atteindre l'objectif fixé, affecte à la fois la poussée et la consommation de carburant, ce que l'on cherche à éviter dans le cadre de la présente invention.

20 La présente invention a pour but de pallier l'ensemble de ces inconvénients et notamment de réaliser une tuyère à section variable pour des avions "d'affaires" ou "commerciaux" permettant à ces avions de voler avec une poussée optimale dans toutes les phases du vol, à savoir, le
25 décollage, la montée, le vol de croisière et l'atterrissage. On désire également augmenter la valeur de la poussée maximale sans la désaxer par rapport à l'avion et créer une tuyère à section variable facile à réaliser, de faible poids, facile à mettre en oeuvre, et ne créant pas de forces de traînées
30 supplémentaires.

A cet effet, la présente invention concerne une tuyère à section variable du type comportant :

- une paroi fixe de tuyère,
- deux demi-coquilles pivotantes présentant
35 chacune une face concave et une face convexe, positionnée dans le prolongement de la paroi fixe et articulée selon un axe d'articulation A placé en amont de la demi-coquille et solidaire de la paroi fixe,
- deux poutres fixes prolongeant vers

l'arrière la paroi fixe entre les deux demi-coquilles,

- des moyens de pivotement de chaque demi-coquille, adaptés pour entraîner en rotation chaque demi-coquille par rapport à la paroi fixe selon une pluralité de positions entre une position dite repliée dans laquelle la section d'échappement des gaz de la tuyère est minimale et une position dite déployée dans laquelle la section d'échappement des gaz est maximale,

10 - un joint d'étanchéité placé sur la paroi fixe et en contact avec chaque demi-coquille pivotante, caractérisée en ce que :

- la paroi fixe de la tuyère est une double paroi et chaque demi-coquille est constituée de deux peaux 15 solidaires l'une de l'autre :

. la peau externe de chaque demi-coquille étant adaptée pour assurer directement la continuité du profil externe de la tuyère,

. la peau interne de chaque demi-coquille étant adaptée pour assurer directement la continuité 20 du profil interne de la tuyère et

. le bord amont de chaque demi-coquille s'inserrant entre chacune des parois de la tuyère fixe,

- les moyens de pivotement sont fixés au 25 niveau de chaque partie amont des demi-coquilles, et

- chaque poutre fixe présente une enveloppe interne munie d'un épaulement externe et est adaptée pour être insérée de manière étanche sous des bords latéraux de chaque demi-coquille pour assurer une continuité de 30 l'écoulement de l'air à l'extérieur et à l'intérieur de la tuyère quelle que soit la position des demi-coquilles.

Ainsi, le pivotement de chaque demi-coquille pivotante, par rapport à l'axe de rotation solidaire de la paroi fixe, provoque une augmentation ou une diminution de la 35 section de la tuyère. Cette variation de la section de la tuyère s'accompagne du coulisement des bords latéraux des demi-coquilles dans les glissières des poutres fixes avantageusement munies, à cet effet, d'un joint d'étanchéité. De ce fait, malgré l'ouverture des deux demi-coquilles, 40 aucune fuite d'air entre les demi-coquilles n'est autorisée.

En outre, l'ouverture des demi-coquilles étant synchronisée par les moyens de pivotement, la poussée créée par une telle tuyère ne subit aucun désaxement.

5 Avantageusement, l'étanchéité des deux demi-coquilles mobiles par rapport aux parties fixes est réalisée pour chacune des demi-coquilles par un seul et même joint s'étendant à la périphérie des parties fixes en contact avec une demi-coquille.

10 Une telle tuyère présente l'avantage en position repliée de ne pas provoquer de discontinuités aérodynamiques du fait de la présence des demi-coquilles pivotantes. En effet, les glissières, en combinaison avec les bords latéraux des demi-coquilles, assurent une bonne
15 continuité des filets d'air à proximité des poutres fixes.

 En position déployée, les discontinuités aérodynamiques créées par les demi-coquilles pivotantes sont très limitées.

 On notera encore que les peaux externes des
20 demi-coquilles pivotantes assurent directement la continuité du profil externe de la nacelle. Ainsi, aucune structure supplémentaire n'enveloppe les demi-coquilles, ni n'est rapportée sur la structure fixe amont. Ceci permet d'alléger au maximum l'installation de la tuyère selon l'invention et
25 évite la création de forces de traînée préjudiciables à la poussée de la tuyère. En fait, la tuyère à section variable selon l'invention est conçue pour apporter le moins de perturbations possibles par rapport à une tuyère à section fixe au niveau poids et traînée, tout en améliorant de manière
30 significative la poussée en fonction des différentes phases du vol.

 Avantageusement, les variations de section de la tuyère recherchées dans le cadre de la présente invention sont volontairement limitées et peuvent être de l'ordre de
35 15 % de la section initiale de la tuyère. L'augmentation résultante de poussée au décollage par température ambiante élevée est bien sûr fonction du type de moteur, mais peut être supérieure à 5 %. En croisière, les performances du moteur sont optimales puisque la section initiale d'éjection de la
40 tuyère est spécifiquement optimisée pour cette condition de

vol.

Les coquilles pivotantes permettant d'effectuer de telles variations de section sont, en
5 conséquence, de faibles dimensions, d'où une augmentation
minime du poids, un mécanisme d'entraînement en rotation
réduit et un aérodynamisme de la tuyère mieux appréhendé.

D'autres objets, caractéristiques et avantages ressortiront d'ailleurs de la description qui suit
10 en référence aux dessins ci-annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective de la tuyère selon l'invention en position dite repliée,

- la figure 2 est une vue semblable à la figure 1 en position déployée,

15 - la figure 3 est une vue en coupe à échelle agrandie du détail référencée III à la figure 1,

- la figure 4 est une vue en perspective éclatée, montrant la fixation d'une demi-coquille pivotante sur la paroi fixe de la tuyère,

20 - la figure 4a est une vue en coupe, montrant le recouvrement de la partie périphérique d'une demi-coquille pivotante par la paroi fixe,

- la figure 5 est une vue en perspective semblable à la figure 1, montrant le moyen de pivotement selon
25 l'invention,

- la figure 6 est une vue en perspective de la paroi fixe, d'une tuyère selon une première variante de la tuyère selon l'invention,

- la figure 7 est une vue en perspective
30 partiellement arrachée, montrant le moyen de pivotement utilisé dans le cadre de la première variante de la figure 6,

- la figure 8 est une vue en perspective montrant une seconde variante de la tuyère selon l'invention,

- les figures 9 et 10 sont des vues en coupe
35 selon la ligne IX-IX de la figure 8, montrant respectivement l'emboîtement d'un bord latéral d'une demi-coquille pivotante dans une glissière en position repliée et en position déployée,

- la figure 11 est une vue schématique en
40 coupe montrant l'agencement des enveloppes internes de la

paroi fixe et d'une demi-coquille l'une par rapport à l'autre,

5 - la figure 12 est une vue schématique en perspective avec arrachement et coupe partielle montrant une troisième variante de l'invention et,

- la figure 13 est une vue en perspective avec arrachement et coupe partielle de l'extrémité de la tuyère selon une quatrième variante de l'invention.

10 Selon la forme de réalisation montrée aux figures 1 à 5, la tuyère 10 à section variable selon l'invention comporte, d'une part, une paroi fixe de tuyère 11 de forme globalement tronconique et munie de deux extensions rigides la prolongeant vers l'arrière, appelées poutres fixes 15 12, et d'autre part, deux demi-coquilles pivotantes 13 identiques articulées selon un axe de rotation diamétral A solidaire de la paroi fixe.

Chaque demi-coquille 13 présente une forme globalement demi-tronconique avec une face concave, une face 20 convexe, un bord amont 16, un bord aval 17 et deux bords latéraux 18.

Comme on le voit mieux à la figure 4, chaque demi-coquille se fait face, de sorte que les deux faces concaves 14 soient en regard l'une de l'autre. Chaque demi- 25 coquille est constituée d'une enveloppe interne 19 et d'une enveloppe externe 20. Ces deux enveloppes présentent entre elles un espace libre 21 allant en s'amenuisant du bord amont vers le bord aval, et du milieu du bord amont (ou aval) vers chaque bord latéral 18.

30 A la jonction du bord amont 16 avec chaque bord latéral 18, on trouve un moyen d'articulation 22 inséré dans l'espace libre 21. Ce moyen d'articulation est fixé structurellement à l'intérieur de l'espace libre 21 sur chacune des enveloppes interne 19 et externe 20. Chaque moyen 35 d'articulation 22 comporte une extension 23 munie d'un alésage 24 dont l'axe est parallèle à l'axe A de rotation.

Les enveloppes interne 19 et externe 20 se rejoignent au niveau de chaque bord latéral 18, par un double épaulement 25. Les parties extrêmes de chacune des 40 enveloppes sont ainsi unies de sorte à créer chaque bord

latéral 18.

De manière avantageuse, chaque bord latéral 18 présente une largeur croissante du bord amont 16 de la 5 demi-coquille vers son bord aval 17.

On notera que l'enveloppe externe 20 est plus longue que l'enveloppe interne 19 au niveau du bord amont 16, de sorte que l'enveloppe interne se trouve nettement en retrait, d'une distance dite de retrait d, de l'enveloppe 10 externe. L'enveloppe externe définit ainsi une zone de retrait.

Chaque demi-coquille 13 est en outre munie d'un moyen de pivotement 40 (figure 5) constitué par un support 26 fixé, par exemple, au milieu du bord amont de 15 l'enveloppe externe 20 de chaque demi-coquille et présentant un axe d'articulation B parallèle à l'axe de rotation A, un ensemble de traction 27 dont une première extrémité est fixée sur l'axe B, et dont une seconde extrémité est constituée par un écrou 28 se déplaçant le long d'une vis sans fin 29. La 20 vis sans fin est entraînée en rotation par un moteur M (schématiquement représenté à la figure 5). La vis sans fin 29 est en outre rendue solidaire de la paroi fixe 11 par des pattes de maintien 30 et 31.

La paroi fixe 11 (figure 4) est constituée 25 d'une enveloppe interne 32 et d'une enveloppe externe 33. Le bord aval 14 de l'enveloppe externe 33 est situé avantageusement en amont du bord aval de l'enveloppe interne 32. Entre ces deux enveloppes, on trouve un espace libre 34.

La périphérie interne des parties fixes de la 30 tuyère selon l'invention est munie d'un joint d'étanchéité 35 continu et en une seule pièce pour chacune des demi-coquilles. Ces parties fixes sont constituées par le bord aval 14 de la paroi fixe 11 en contact avec un bord amont 16 d'une demi-coquille pivotante 13 et le bord des poutres fixes 12 en 35 contact avec chaque bord latéral 18 de cette demi-coquille pivotante.

Au niveau de la paroi fixe de la tuyère 11 et dans l'espace libre 34, on trouve deux supports d'axes de rotation 36, disposés selon l'axe de rotation A, et 40 diamétralement opposés. Chacun de ces supports d'axes de

rotation 36 est muni de deux flasques 37 s'étendant perpendiculairement à l'axe de rotation A et parallèlement l'un à l'autre. Chacun de ces flasques est percé de deux
5 alésages 38 parallèles l'un à l'autre et s'étendant généralement selon l'axe de rotation A qu'ils définissent.

Ces supports d'axe de rotation 36 sont placés dans l'espace libre 34 à une certaine distance des bords avals de la paroi fixe. Avantageusement, cette distance correspond à
10 la distance de retrait d, entre les enveloppes interne et externe des demi-coquilles pivotantes.

Les enveloppes interne et externe des poutres fixes 12 constituent des glissières de recouvrement adaptées pour enserrer les bords latéraux 18 des demi-coquilles.

15 Le montage et le fonctionnement d'une telle tuyère sont expliqués ci-après.

Les moyens d'articulation 22 de chaque demi-coquille 13 sont mis en place entre les flasques 37 des supports d'axe de rotation 36. Un arbre A est inséré dans les
20 alésages 38 et 24 et fermement maintenu en position.

Les moyens de pivotement sont montés de sorte que l'écrou 28 se déplace le long de la vis sans fin 29, lorsque celle-ci est entraînée en rotation.

Les bords latéraux 18 des demi-coquilles sont
25 insérés entre les enveloppes interne 32 et externe 33 des poutres fixes 12. Le joint d'étanchéité 35 vient en contact avec les bords latéraux 18 des demi-coquilles et assure une étanchéité à l'air des poutres fixes 12 par rapport aux parties mobiles 13, dans leurs zones longitudinales. Dans la
30 zone périphérique (figure 4a) de la tuyère fixe 11, l'étanchéité entre tuyère fixe et mobile est assurée par le recouvrement du joint d'étanchéité par une partie de la zone de retrait. Le joint d'étanchéité 35 dans sa partie périphérique reste constamment en contact avec l'enveloppe
35 interne 19 dans une partie de la zone de retrait pour toutes les positions angulaires de la demi-coquille mobile 13.

La distance de retrait d entre les enveloppes externe 20 et interne 19 permet de situer l'axe de rotation A des demi-coquilles nettement en avant (en amont) de chaque
40 demi-coquille. Le bord amont de l'enveloppe interne 19 de

chaque demi-coquille 13 vient faire face au bord aval de l'enveloppe interne de la paroi fixe 11, la zone de retrait vient recouvrir le joint d'étanchéité 35 dans toute sa partie 5 périphérique, tandis que le bord amont de l'enveloppe externe 20 s'insère dans l'espace libre 34. On assure ainsi une bonne continuité des filets d'air à la jonction des parties fixes 11, 12 et mobiles 13 de la tuyère dans les zones longitudinales et périphériques.

10 Le fonctionnement d'une telle tuyère est expliqué ci-après.

Lorsque les demi-coquilles sont montées, tel que représenté à la figure 1, un signal de commande du moteur M (figure 5) est émis. De ce fait, le moteur entraîne la vis 15 sans fin en rotation dans un sens donné. L'écrou 28 engrène avec cette vis, de sorte, par exemple, à tirer vers l'amont chaque demi-coquille pivotante. De ce fait, chaque demi-coquille pivote autour de son axe de rotation A, ce qui entraîne par ailleurs une augmentation de la section de la 20 tuyère (figure 2). Cette augmentation de section est de faible amplitude et demeure en général inférieure à 15 %, et de préférence, de l'ordre de 8 à 12 %. Lorsque le moteur M entraîne en rotation la vis sans fin dans l'autre sens, cela provoque le repliement de chaque demi-coquille à l'intérieur des 25 poutres fixes et donc diminue la section de la tuyère. On voit ainsi, qu'en agissant sur le sens de rotation et sur le nombre de tours imposés aux vis sans fin 29, on fait passer la tuyère selon l'invention d'une position repliée dans laquelle la section de la tuyère est minimale à une position déployée, 30 dans laquelle la section de la tuyère est maximale, en passant par une pluralité de positions intermédiaires. Avantageusement, l'utilisation d'une vis sans fin comme moyen de pivotement permet de verrouiller chaque demi-coquille en une position quelconque entre la position déployée et la 35 position repliée. En effet, une telle vis est un mécanisme en équilibre stable pour toutes les positions des demi-coquilles. Le choix d'un tel moyen de pivotement permet donc de supprimer tout moyen de verrouillage spécifique.

L'avantage d'un tel mode de réalisation 40 réside dans le fait que chaque demi-coquille pivotante est de

faibles dimensions. Comme la variation de section recherchée est faible, les demi-coquilles pivotantes et leur mécanisme d'actionnement ne nécessitent pas de pièces importantes, ce
5 qui entraîne un surplus de poids négligeable par rapport à une tuyère fixe et ne pénalise donc en rien le surplus de poussée obtenu, et qui est alors entièrement utilisable.

Avantageusement lors de la variation de la section de la tuyère, les bords latéraux, du fait de leur
10 largeur croissante, restent toujours maintenus à l'intérieur des poutres fixes 12 entre les enveloppes interne et externe formant glissière. Lors du basculement des demi-coquilles, le joint d'étanchéité reste toujours en contact avec le bord latéral 18 des demi-coquilles dans leurs parties
15 longitudinales et avec la zone de retrait dans leurs parties périphériques. Ainsi, en position repliée, aucune discontinuité aérodynamique interne ou externe n'est créée de par la présence des demi-coquilles pivotantes. En position déployée, les discontinuités créées sont très limitées et ne
20 sont dues qu'à la déformation non circulaire de la section de la tuyère.

En outre et avantageusement, l'enveloppe externe de la tuyère fixe recouvre toujours l'enveloppe externe des demi-coquilles pivotantes, ce qui assure une
25 excellente continuité des profils externes 33 de la partie fixe 11 et 20 de la partie mobile 13, pour toutes positions angulaires des demi-coquilles.

De même, l'enveloppe externe des poutres fixes 12 recouvre les bords latéraux 18 des demi-coquilles et
30 forme avec l'enveloppe interne correspondante une glissière assurant le guidage des bords latéraux 18 de chaque demi-coquille.

L'étanchéité est assurée par la disposition du joint d'étanchéité sur les parties fixes longitudinales et
35 périphériques de la tuyère.

Il est à noter que le contour de la tuyère selon l'invention est strictement convergent lorsque cette tuyère est en position repliée. On optimise ainsi les conditions du vol de croisière (tuyère en position repliée).
40 Par contre, ce contour interne peut suivant le choix de la

position de l'axe d'articulation A au moment de la conception de la tuyère, soit être strictement convergent, soit être convergent/divergent lorsque cette tuyère est en position 5 déployée (optimisation des conditions de décollage et de montée).

Selon une première variante de l'invention représentée aux figures 6 et 7, l'axe d'articulation A' est disposé à proximité du bord amont 114 de la paroi fixe 111. A 10 cet effet, des supports d'axes de rotation 136 ou charnières sont placés près du bord amont 114. Les demi-coquilles pivotantes 113 (non représentées) correspondantes présentent des supports d'axes, adaptés à venir s'insérer dans les charnières 136. L'axe commun A' traverse les charnières 136 et 15 les supports.

Dans cette variante, les moyens de pivotement 140 sont placés perpendiculairement aux charnières 136 (figure 7) comme précédemment. Ces moyens de pivotement se trouvent ainsi disposés entre les enveloppes interne 132 et 20 externe 133 des poutres fixes 112. Chaque moyen de pivotement comporte un jeu de biellettes 141 solidaires par une de leur extrémité avec un bord latéral 118 de demi-coquille. Leur seconde extrémité est solidaire d'un écrou 142 se déplaçant, le long d'une vis sans fin 143, lorsque celle-ci est entraînée 25 en rotation. Cette vis sans fin 143 est solidaire de la paroi fixe par une patte de maintien 144.

Un moteur M' (représenté schématiquement) provoque la rotation de la vis sans fin 143. L'écrou 142 se déplace alors en entraînant par l'intermédiaire des biellettes 30 141 les demi-coquilles pivotantes. Celles-ci s'éloignent ou s'insèrent plus profondément dans les glissières, sans toutefois sortir de celles-ci complètement.

On réalise ainsi une tuyère à section variable présentant les mêmes avantages que ceux du mode de 35 réalisation principal. Une telle variante permet cependant une meilleure coordination des positions des demi-coquilles pivotantes, étant donné que chaque moyen de pivotement commande simultanément les deux demi-coquilles. On évite ainsi tout désaxement de la poussée par rapport à l'axe longitudinal 40 de l'avion.

Selon une seconde variante de réalisation de l'invention (figures 8 à 10), l'enveloppe externe des poutres fixes est supprimée, ceci essentiellement pour alléger la tuyère (fig. 8). Dans ce cas, seule demeure l'enveloppe interne 252 des poutres 212.

Comme on le voit mieux aux figures 9 et 10, l'enveloppe interne 252 de la poutre fixe 212 est munie d'un renfort longitudinal 250 formant épaulement et solidarissant l'enveloppe interne 252 avec une glissière 251 portant un joint d'étanchéité 235.

Le bord latéral 218 de chacune des demi-coquilles 213 est structuré de telle sorte que l'enveloppe externe 220 soit plus longue que l'enveloppe interne 219. L'espace libre 221 entre ces deux enveloppes est muni d'une plaque formant surface d'appui 253 solidaire de chacune des enveloppes interne et externe de la demi-coquille pivotante. Lorsque les demi-coquilles 213 sont en position repliée la plaque d'appui 253 repose contre le joint d'étanchéité 235 et l'enveloppe externe 220 de chaque demi-coquille pivotante recouvre totalement l'épaulement 250 et la glissière 251 correspondante (figure 9). Lorsque la demi-coquille 218 est en position déployée (figure 10), la plaque d'appui 253 est toujours en contact avec la glissière 251, mais l'enveloppe externe 220 de la demi-coquille ne recouvre plus l'épaulement 250 que sur une faible partie de sa longueur. Cependant, aucune fuite d'air n'est autorisée entre les demi-coquilles pivotantes et la poutre fixe 212.

Une telle variante de réalisation permet d'alléger la structure de la tuyère selon l'invention et de rendre plus accessible l'axe d'articulation et les moyens de pivotement.

Toutes les remarques faites en ce qui concerne le mode de réalisation principal sont bien sûr applicables aux deux variantes décrites ci-dessus et notamment tout ce qui concerne la continuité interne et externe des filets d'air au niveau de la séparation des parties fixes et des parties pivotantes.

On notera que le joint d'étanchéité en une seule pièce peut être de toutes formes et dimensions

appropriées. Notamment un tel joint peut être double. Le recouvrement des enveloppes internes et externes, fixes et mobiles, est primordial pour assurer une bonne étanchéité de la tuyère selon l'invention. A cet effet, on notera que l'enveloppe interne 19 des demi-coquilles pivotantes recouvre l'enveloppe interne 32 de la paroi fixe et, qu'en outre, l'enveloppe externe 20 des demi-coquilles plonge sous l'enveloppe externe 33 de la paroi fixe. Ainsi, les demi-coquilles sont prises en "sandwich" entre les enveloppes interne 32 et externe 33 de la paroi fixe. Cette disposition évite avantageusement toute discontinuité aérodynamique entre les parties fixes et mobiles. Les discontinuités de contour qui pourraient apparaître entre les enveloppes internes 19 et 32 des demi-coquilles pivotantes et de la paroi fixe sont en fait fonction de la position en abscisse et en azimuth de l'axe d'articulation A des demi-coquilles. Pour que ces discontinuités soient évitées, il faut placer l'axe d'articulation A suffisamment en amont par rapport au bord amont 16 des demi-coquilles.

Si cet axe d'articulation A n'est pas suffisamment en amont du bord amont 16, on interpose entre les enveloppes internes 19 et 32 des demi-coquilles et de la paroi fixe, une jupe annulaire (figure 11) constituée d'une pluralité de plaques ressort 61 solidaires de l'enveloppe interne 32 de la paroi fixe, se recouvrant les unes les autres et recouvrant l'extrémité de l'enveloppe interne 19 de chaque demi-coquille. Cet arrangement dans la zone périphérique de la tuyère permet de rétablir la continuité des profils entre les enveloppes internes 19 et 32.

Selon une troisième et une quatrième variante de réalisation (figures 12 et 13), l'enveloppe externe des demi-coquilles pivotantes est complètement supprimée. Les demi-coquilles pivotantes sont maintenant essentiellement constituées de leur enveloppe interne 319. Le bord de fuite 314 de l'enveloppe externe 333 de la partie fixe 312 se situe en amont du bord de fuite 317 des demi-coquilles pivotantes d'une quantité L permettant la rotation desdites demi-coquilles pivotantes à la section d'éjection choisie. De façon à supprimer la discontinuité de profils externes entre 312 et

319, des plaques ressort, comme le montre la figure 12, sont solidarisées avec l'enveloppe interne 319 de chaque demi-coquille pivotante de sorte que, lors de la rotation des demi-coquilles, l'extrémité libre 371 de ces plaques ressort coulisse en dessous de l'enveloppe externe 333 de la paroi fixe 312.

En variante et selon une quatrième forme de réalisation de l'invention (figure 13), la plaque formant ressort 420 est solidarisée, par exemple, par rivetage 470, avec l'enveloppe externe 433 de la paroi fixe. Lors de la rotation de la demi-coquille pivotante, l'extrémité libre 471 de la plaque ressort coulisse sur l'enveloppe interne 419 de la demi-coquille pivotante.

De telles formes de réalisation (figures 12 et 13) permettent d'éviter tout interstice ou discontinuité de surface entre les enveloppes externes des parties fixes et mobiles. En effet, en raison de leur élasticité propre, les plaques ressort 320 et 420 épousent au mieux la forme de l'espace existant entre les enveloppes externes des parties fixes et mobiles.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus et englobe toute variante à la portée de l'homme de l'art. Ainsi, les moyens de pivotement et/ou les moyens d'articulation peuvent être autres que ceux illustrés. Notamment, des moyens de pivotement tels que vérins hydrauliques, électriques, pneumatiques... peuvent être utilisés. Dans le cas d'utilisation de tels vérins, des moyens de verrouillage (inclus dans les vérins ou situés sur les demi-coquilles) sont nécessaires. De même, seules deux positions différentes des demi-coquilles peuvent être recherchées (position déployée et position repliée). Les formes et dimensions des demi-coquilles pivotantes ne sont pas limitées à celles décrites. Ainsi, chaque demi-coquille peut très bien être réalisée de façon monobloc et non plus être constituée d'enveloppes interne et externe. De même, les variations de sections recherchées peuvent être supérieures à 15 %.

REVENDEICATIONS

1/ - Tuyère à section variable du type comportant :

- 5 - une paroi fixe (11) de tuyère,
 - deux demi-coquilles pivotantes (13) présentant chacune une face concave et une face convexe, positionnée dans le prolongement de la paroi fixe et articulée selon un axe d'articulation A placé en amont de la demi-
10 coquille et solidaire de la paroi fixe,
 - deux poutres fixes (12) prolongeant vers l'arrière la paroi fixe entre les deux demi-coquilles (13),
 - des moyens de pivotement (40) de chaque
15 demi-coquille, adaptés pour entraîner en rotation chaque demi-coquille par rapport à la paroi fixe selon une pluralité de positions entre une position dite repliée dans laquelle la section d'échappement des gaz de la tuyère est minimale et une position dite déployée dans laquelle la section d'échappement des gaz est maximale,
20 - un joint d'étanchéité (35) placé sur la paroi fixe et en contact avec chaque demi-coquille pivotante (13),
caractérisée en ce que :
 - la paroi fixe de la tuyère est une double
25 paroi et chaque demi-coquille est constituée de deux peaux solidaires l'une de l'autre :
 . la peau externe de chaque demi-coquille étant adaptée pour assurer directement la continuité du profil externe de la tuyère,
30 . la peau interne de chaque demi-coquille étant adaptée pour assurer directement la continuité du profil interne de la tuyère et
 . le bord amont de chaque demi-coquille s'inserrant entre chacune des parois de la tuyère fixe,
35 - les moyens de pivotement sont fixés au niveau de chaque partie amont des demi-coquilles, et
 - chaque poutre fixe (12) présente une enveloppe interne (252) munie d'un épaulement externe (250) et est adaptée pour être insérée de manière étanche (35) sous
40 des bords latéraux (18) de chaque demi-coquille pour assurer

une continuité de l'écoulement de l'air à l'extérieur et à l'intérieur de la tuyère quelle que soit la position des demi-coquilles.

5 2/ - Tuyère à section variable selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'étanchéité est réalisée par un seul et même joint s'étendant sans interruption à la périphérie de la paroi fixe (11), et sur la paroi interne (251) des deux poutres fixes en contact avec
10 une même demi-coquille (13).

 3/ - Tuyère selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que lesdites poutres fixes (12) présentent une enveloppe interne et une enveloppe externe et en ce que les bords latéraux (18) de chaque demi-coquille sont adaptés
15 pour s'insérer entre ces deux enveloppes formant glissière.

 4/ - Tuyère à section variable selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'axe d'articulation A des demi-coquilles est situé sur la paroi fixe (11) dans le prolongement des poutres fixes (12) et selon
20 un diamètre de cette paroi fixe et en ce que les moyens de pivotement (40) sont placés perpendiculairement à l'axe d'articulation sur chaque bord amont des demi-coquilles.

 5/ - Tuyère à section variable selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'axe
25 d'articulation A' est une charnière disposée à proximité du bord amont de chaque demi-coquille, et en ce que les moyens de pivotement (140) sont situés perpendiculairement à cet axe d'articulation au niveau des poutres fixes (112).

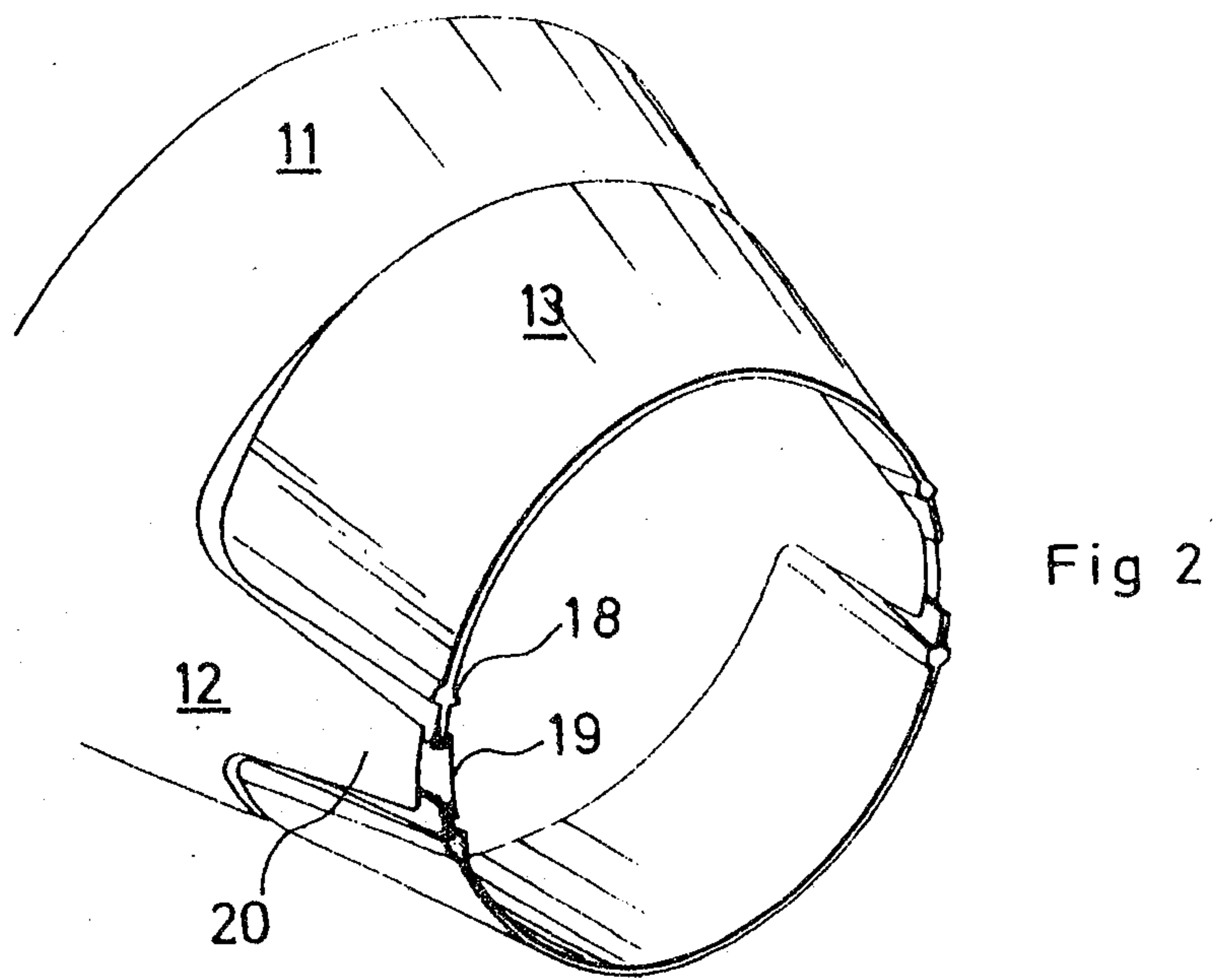
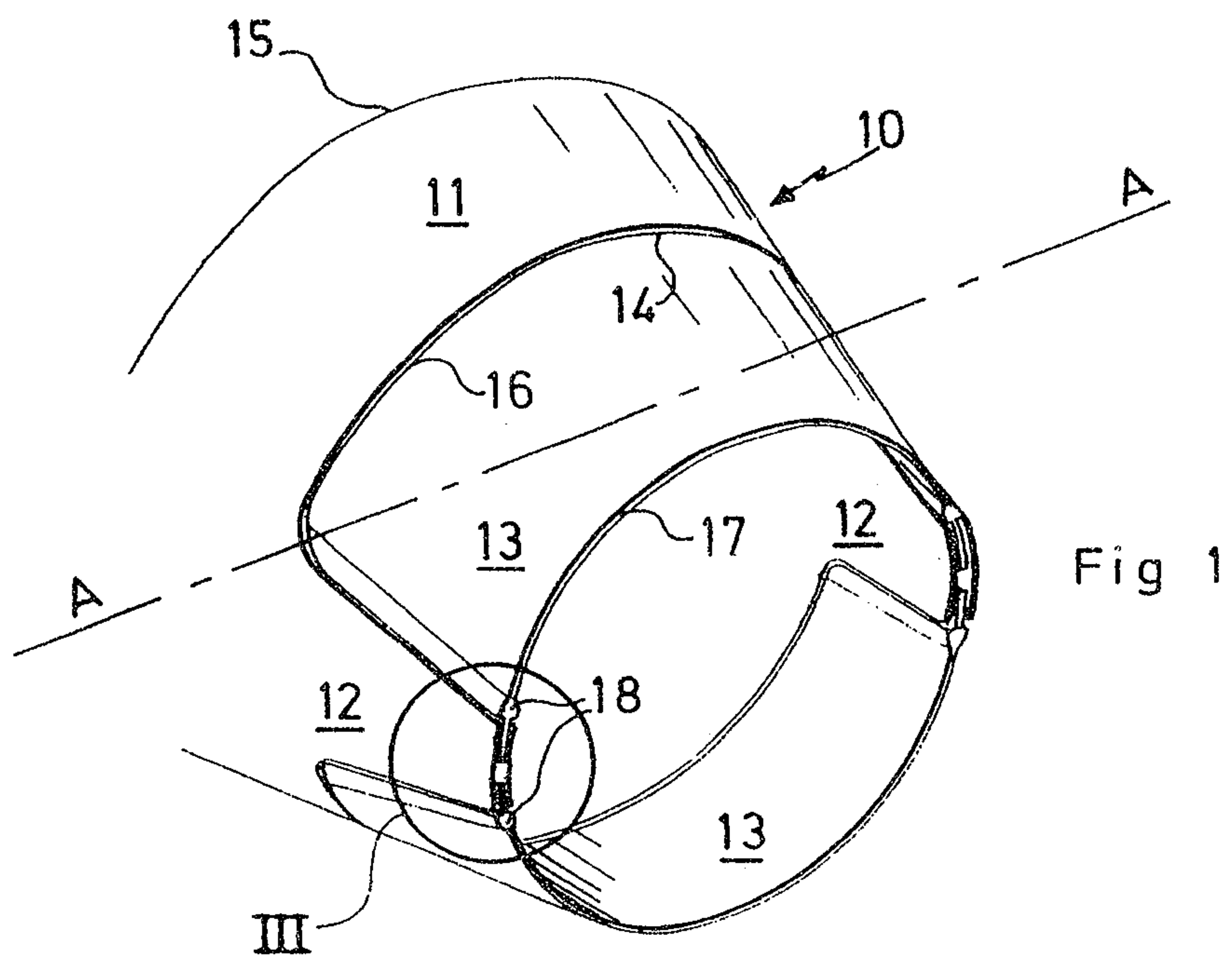
 6/ - Tuyère selon l'une des revendications
30 précédentes, caractérisée en ce que la variation de la section de la tuyère entre la position repliée et la position déployée est de l'ordre de 15 %.

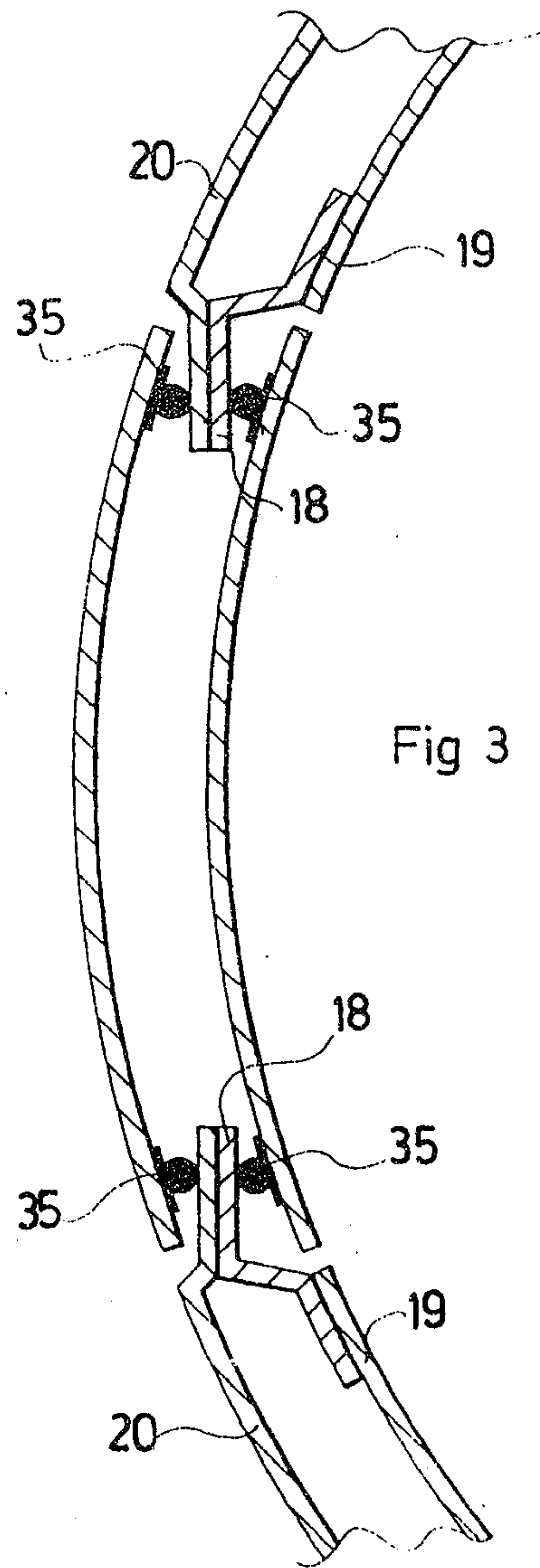
 7/ - Tuyère selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que, de préférence, la variation de
35 la section de la tuyère est de l'ordre de 8 à 12 %.

 8/ - Tuyère à section variable selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que chaque moyen de pivotement (40) est constitué par une vis sans fin (29) solidaire de la paroi fixe et par un ensemble de
40 traction (27) solidaire d'une demi-coquille.

9/ - Tuyère à section variable selon la revendication 8, caractérisée en ce que chaque vis sans fin (29) est adaptée pour verrouiller chaque demi-coquille 5 pivotante (13) par rapport à la paroi fixe (11), quelle que soit la position de la demi-coquille.

10/ - Tuyère à section variable selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le joint d'étanchéité (35) est un joint double.





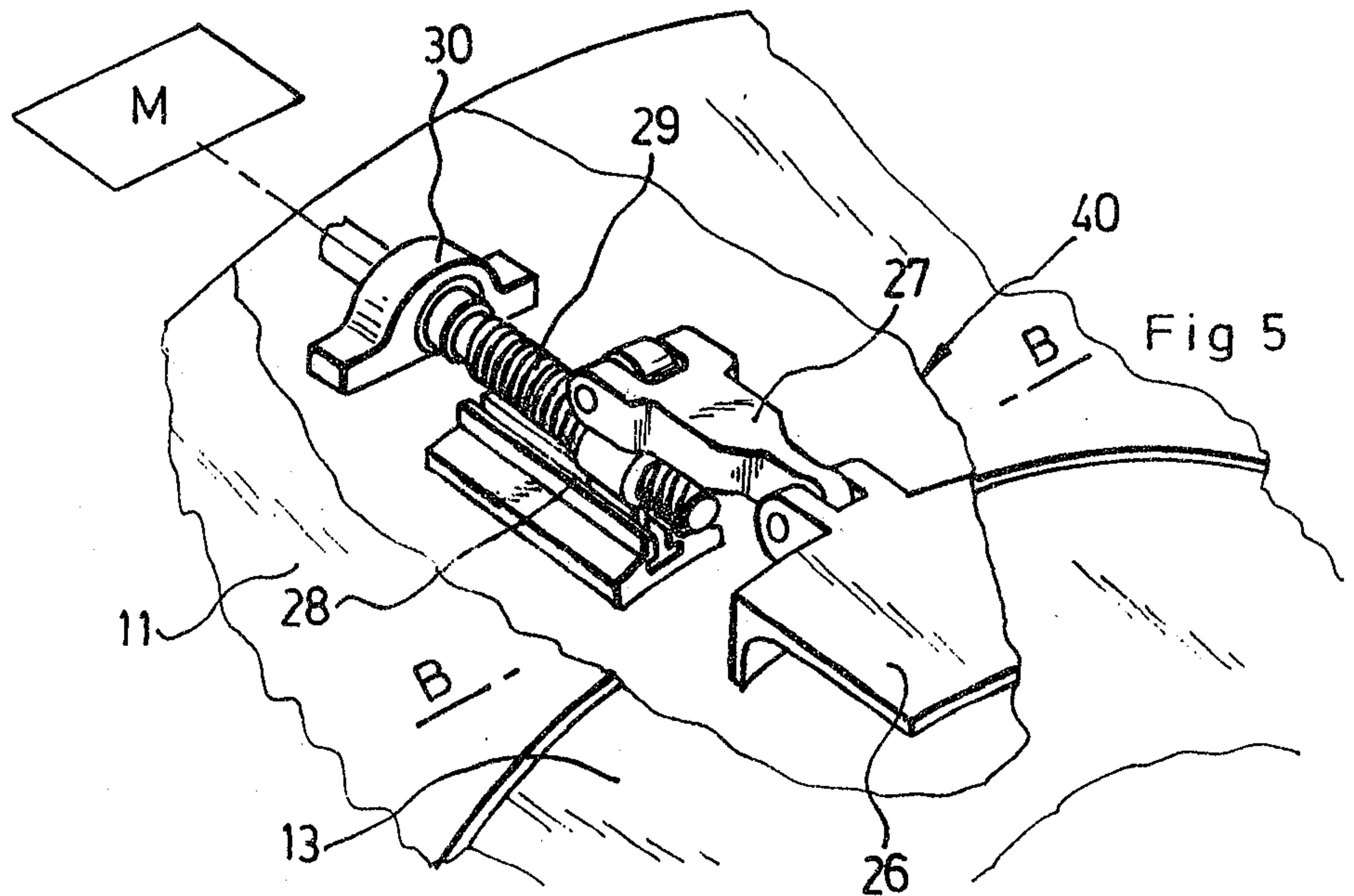
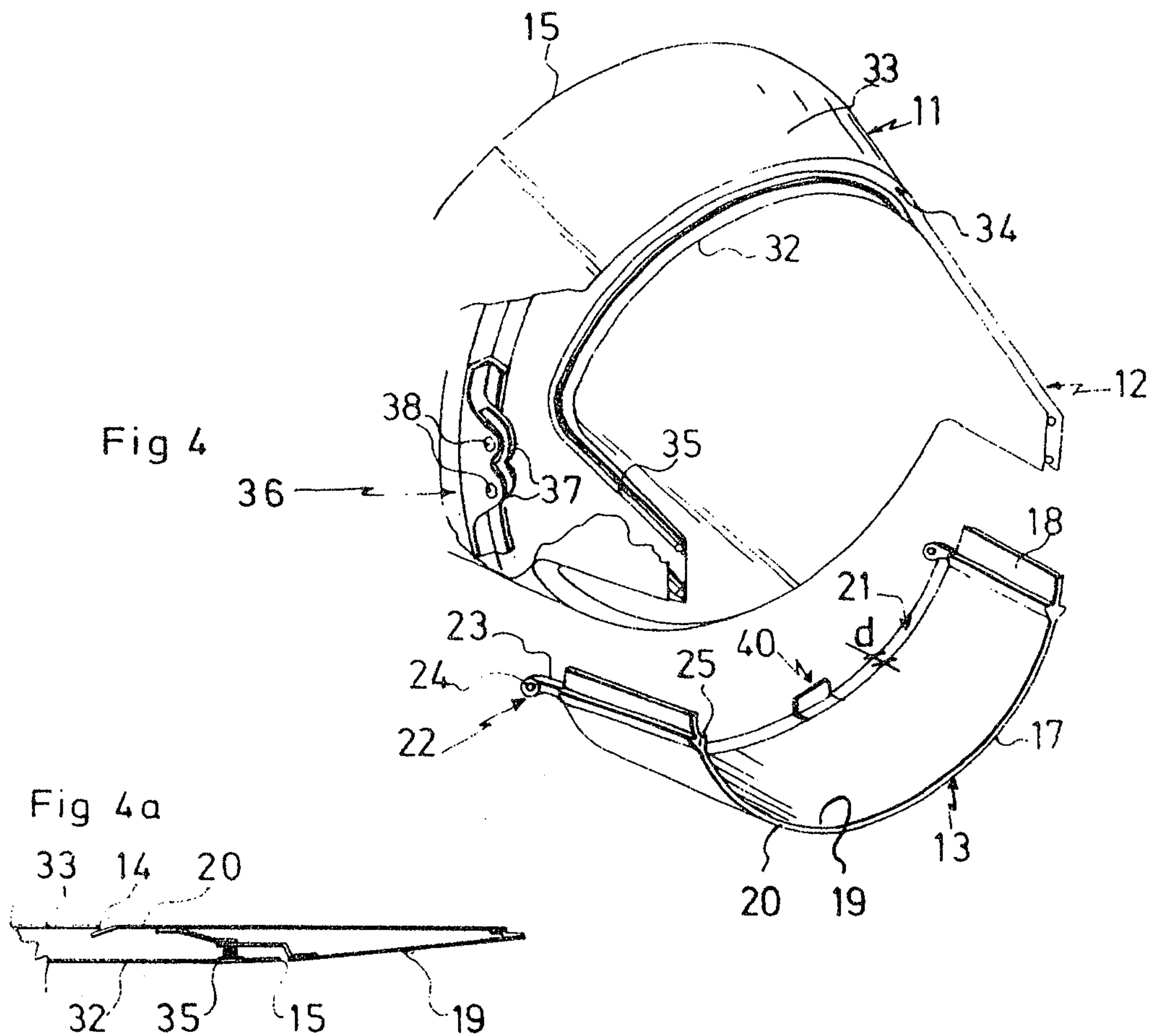


Fig 6

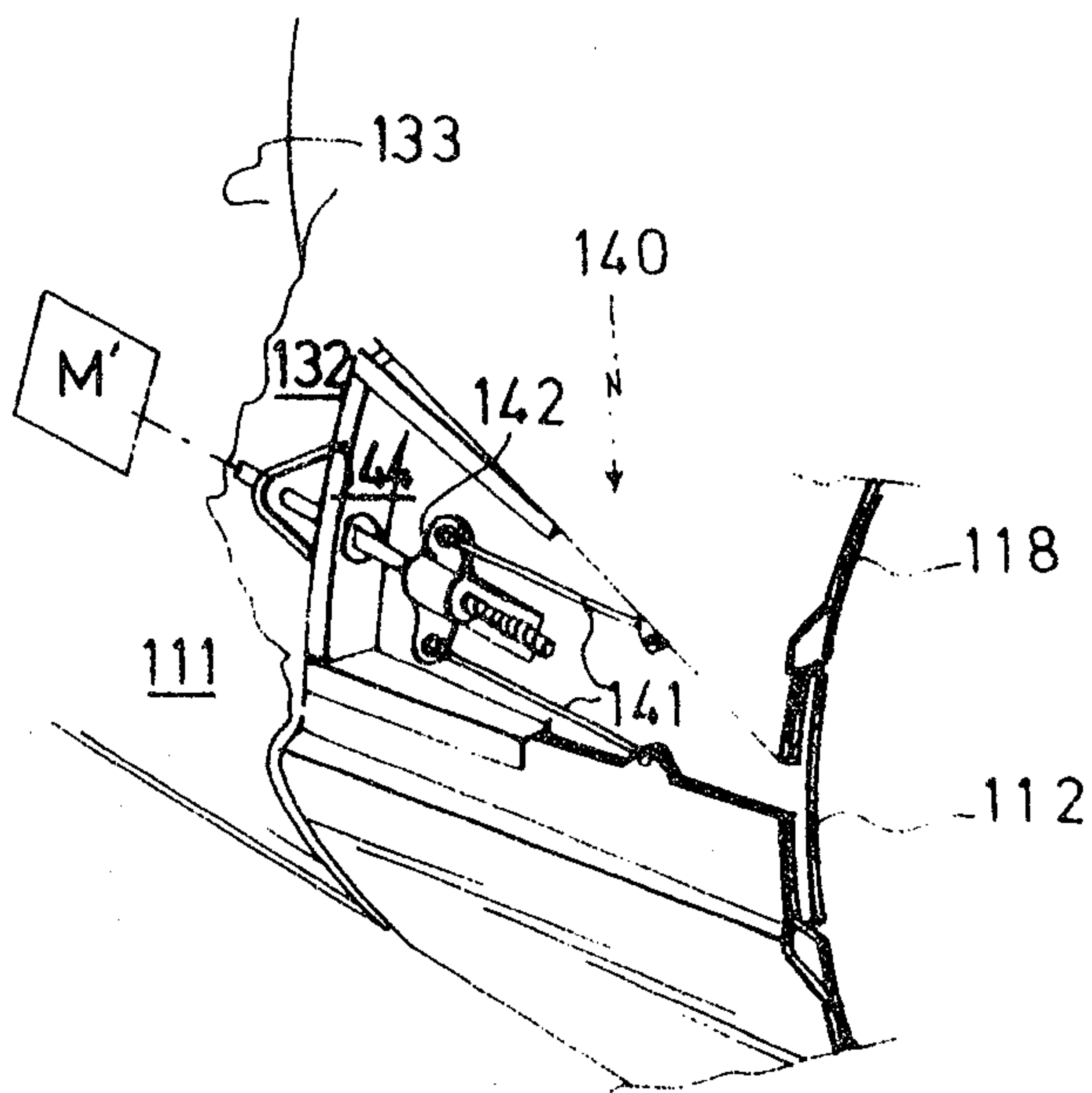
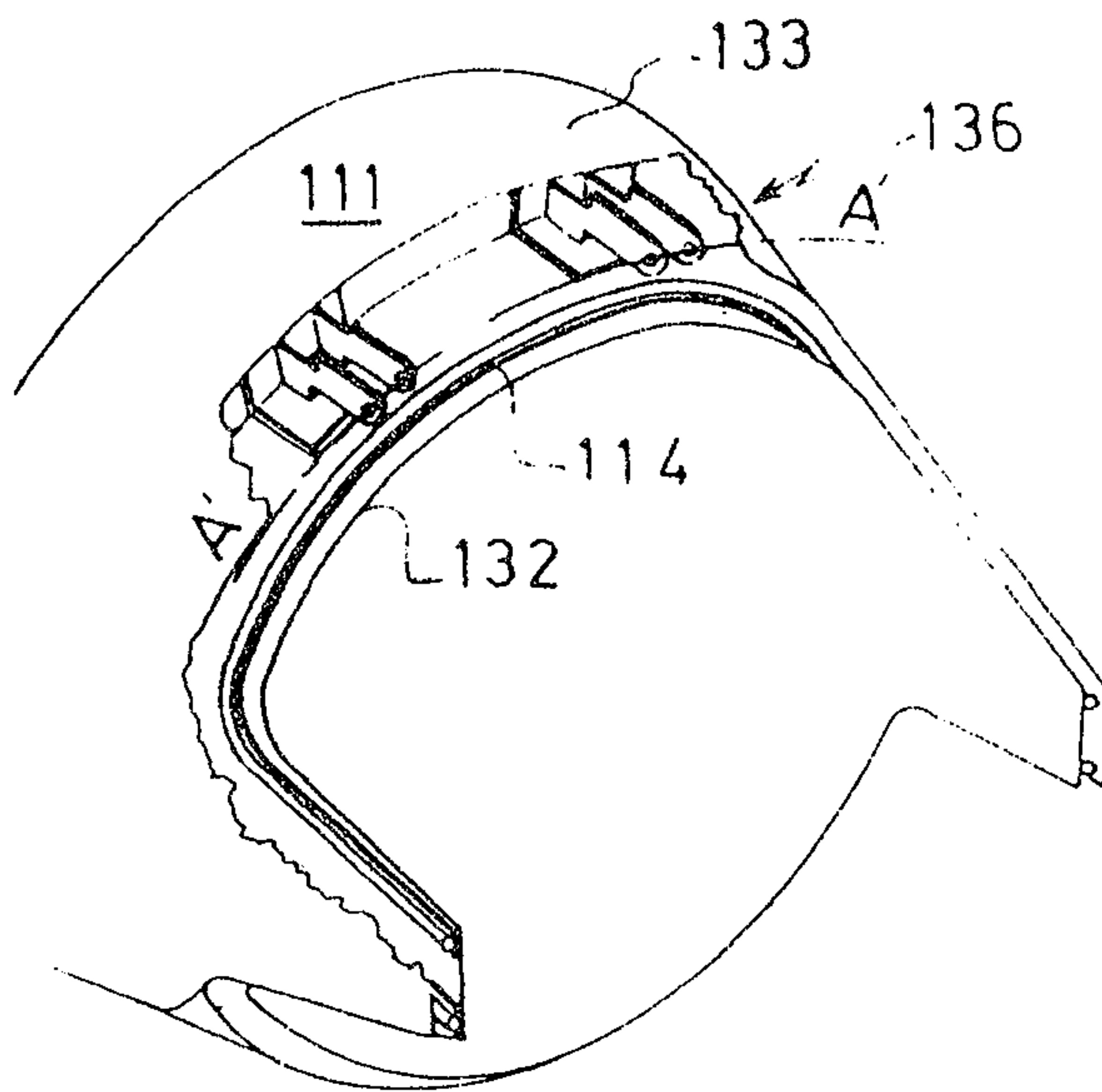


Fig 7

Fig 8

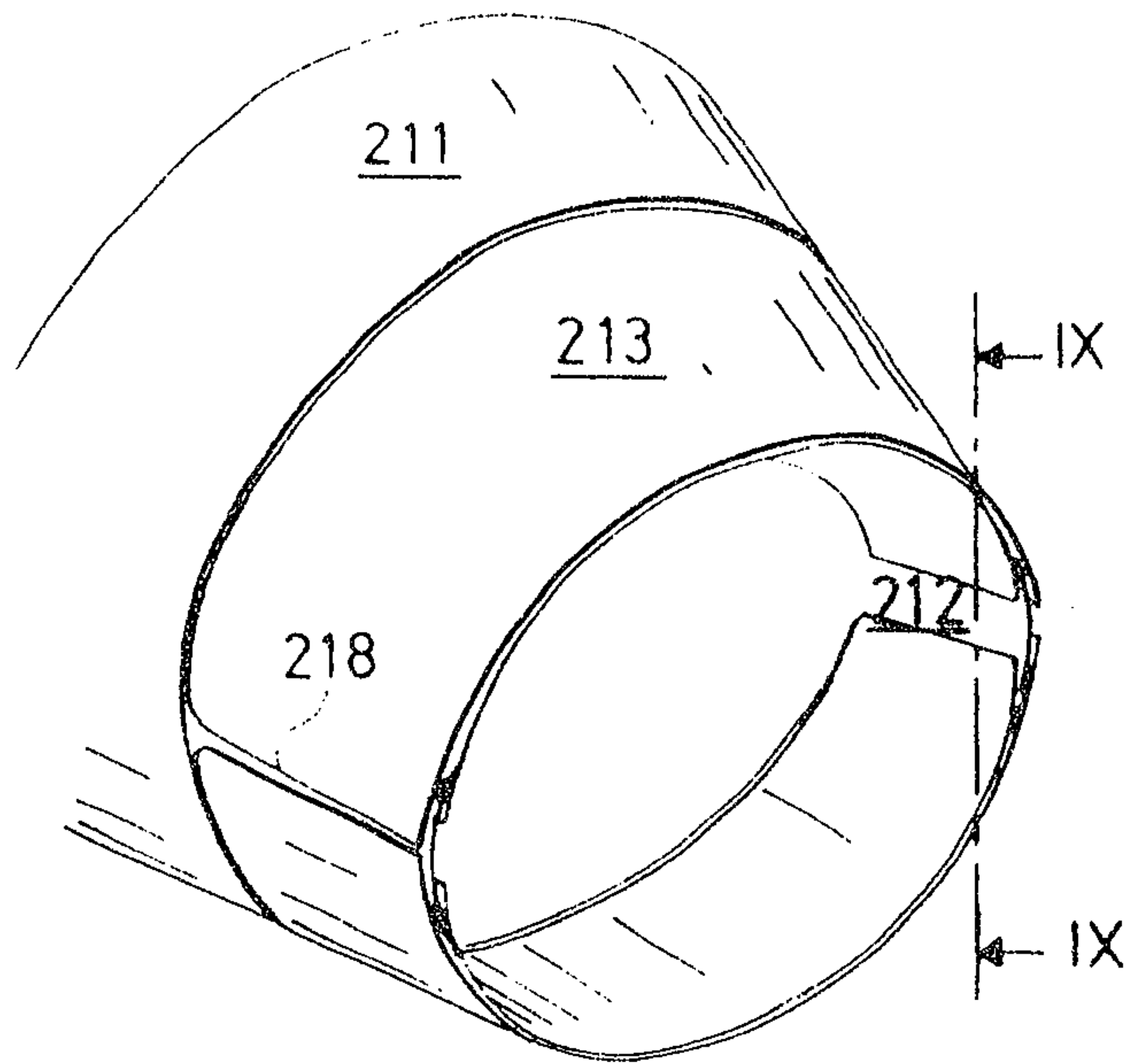


Fig 10

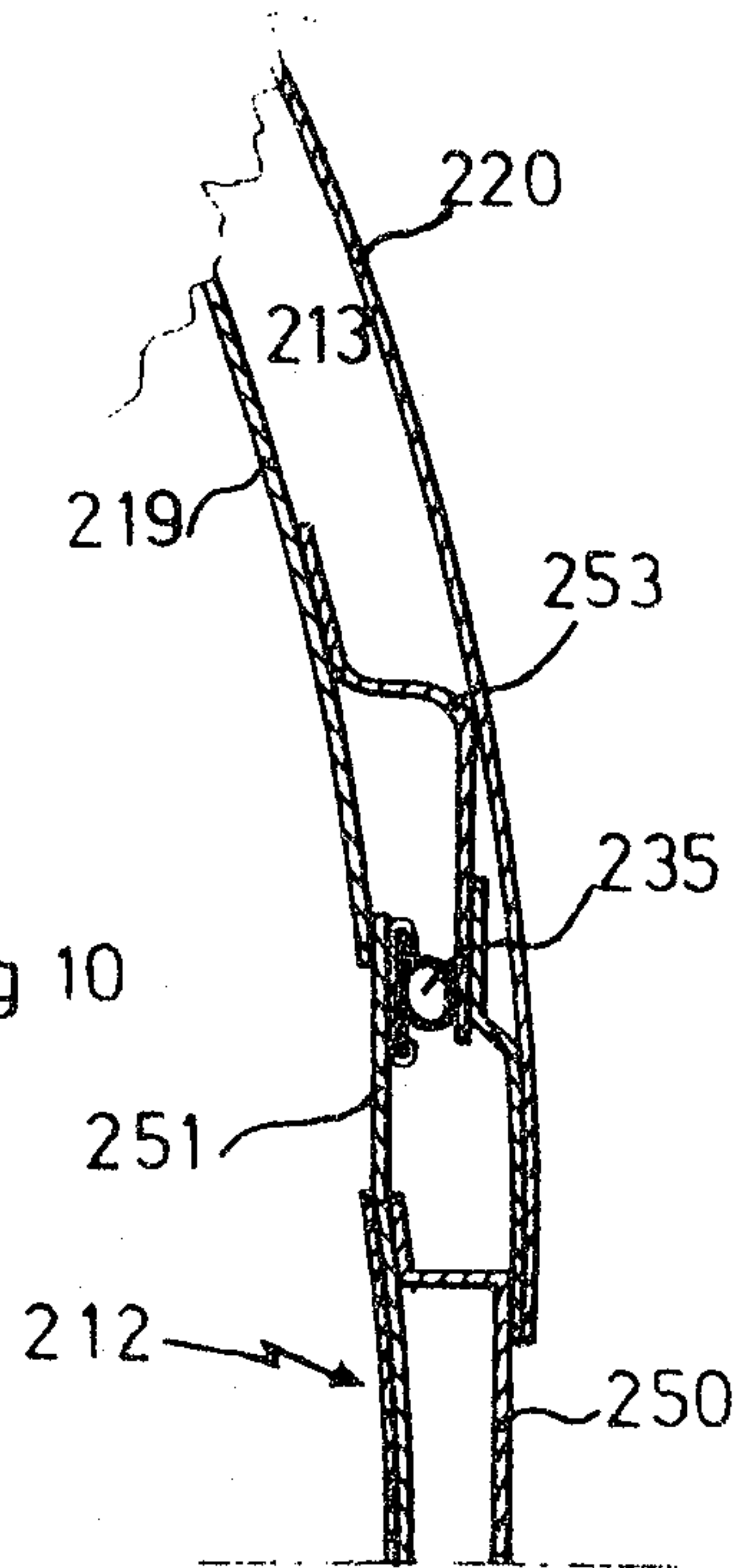


Fig 9

