

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 21.05.92.

③ Priorité : 07.06.91 DE 4118777.

④ Date de la mise à disposition du public de la demande : 11.12.92 Bulletin 92/50.

⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦ Demandeur(s) : MTU MOTOREN- UND TURBINEN-
UNION MÜNCHEN GMBH — DE.

⑦ Inventeur(s) : Maier Karl, Gröss Helmut et Greune
Christian.

⑦ Titulaire(s) :

⑦ Mandataire : Cabinet Claude Rodhain.

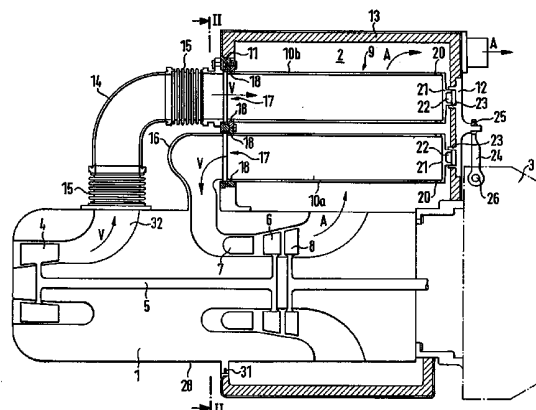
⑤ Dispositif pour l'assemblage d'un moteur à turbine à gaz avec un échangeur-récupérateur de chaleur.

⑦ L'invention concerne un dispositif pour l'assemblage d'un moteur à turbine à gaz (1) avec un échangeur-récupérateur de la chaleur des gaz d'échappement (2) comportant une matrice de tubes (9) ainsi que des tubes (10a, 10b) pour la distribution et l'évacuation de l'air du compresseur.

Le problème à résoudre consiste à créer une unité compacte et permettant de réduire les contraintes en service.

Le dispositif est caractérisé en ce que l'échangeur (2) est monté, par les extrémités des tubes (10a, 10b) sur le carter (28) du moteur au moyen de plaques intermédiaires (11, 12) avec possibilité de déplacement axial dans l'une de ces plaques.

L'invention est applicable notamment aux moteurs de véhicules.



Dispositif pour l'assemblage d'un moteur à turbine à gaz avec un échangeur-récupérateur de chaleur.

5 L'invention a pour objet un dispositif pour l'assemblage compact d'un moteur à turbine à gaz avec un échangeur-récupérateur de la chaleur des gaz d'échappement, comportant une matrice de tubes balayés par les gaz d'échappement de la turbine ainsi que des
10 tubes s'étendant l'un à côté de l'autre, servant de tube distributeur et de tube collecteur, pour l'envoi dans la matrice de l'air refoulé par le compresseur et pour l'évacuation de l'air du compresseur réchauffé dans la matrice.

15 On utilise souvent des échangeurs de chaleur pour optimiser le cycle de fonctionnement des turbines à gaz, notamment lors du fonctionnement à charge partielle. Les éléments convenant pour cela sont des éléments d'échange de chaleur appelés aussi matrices,
20 tels que ceux qui sont décrits dans le document DE-PS 36 35 548. Une telle matrice comporte des éléments lancéolés en forme d'épingles à cheveux ou des faisceaux tubulaires. Ces faisceaux sont fixés dans des tubes qui remplissent la fonction de distributeur ou de
25 collecteur de l'air à réchauffer.

Jusqu'à maintenant l'assemblage compact d'échangeurs de chaleur avec des turbines à gaz a posé de sérieux problèmes. En effet, il a fallu non seulement transmettre au moteur les charges dues au
30 poids propre et aux forces d'accélération, mais aussi maintenir à une faible valeur les charges dues aux grandes différences de températures. Dans le cas de l'application prévue du moteur dans des véhicules, les conditions de place réduite exigent un mode de
35 construction compact, ce qui est encore aggravé par un mode de construction léger correspondant.

Dans une réalisation connue suivant le document DE-PS 35 29 457, l'enveloppe de l'échangeur de chaleur est constituée en tant que structure porteuse et fixée par bride à une extrémité en porte-à-faux sur la turbine. En conséquence, les forces agissant sur la matrice, poids propre et forces d'accélération, sont reprises par l'enveloppe de l'échangeur de chaleur. On ne peut pas alors éviter des mouvements d'extension relativement importants, notamment en cas d'accéléérations verticales à l'extrémité opposée.

La construction de l'enveloppe est, en conséquence, onéreuse pour obtenir la rigidité voulue. En outre cette construction se révèle particulièrement lourde. Cette réalisation est désavantageuse si l'on veut obtenir une fixation compacte et serrée de la matrice sur la turbine. En effet, la conformation des appuis et de l'enveloppe nécessite un volume supplémentaire entre la matrice et la turbine à gaz.

D'après le document de brevet US N° 3 968 834, on connaît en outre une turbine à gaz munie d'un dispositif de fixation d'échangeur de chaleur dans lequel un châssis rigide destiné à recevoir le noyau de l'échangeur de chaleur entoure ce noyau. Ce châssis est monté à son tour sur le moteur au moyen d'une ossature tubulaire. Le noyau de l'échangeur de chaleur proprement dit est suspendu au châssis sur deux côtés opposés par l'intermédiaire de deux tourillons. Il n'est pas prévu de disposition pour la fixation axiale du noyau. Cette introduction ponctuelle des charges de l'échangeur de chaleur dans le châssis provoque des pointes de contraintes dans la suspension et en conséquence, en particulier lors de la mise en application proposée dans des véhicules, des fissures sous contraintes dans l'échangeur de chaleur. En outre, ce n'est pas en dernier lieu qu'il faudrait mentionner que l'introduction du flux des forces dues au noyau de l'échangeur de chaleur par des tourillons, un châssis,

une ossature et des appuis est non seulement onéreuse au point de vue constructif mais aussi inutilisable pour une construction effectivement légère.

5 Partant de cela, l'invention a pour but d'agencer un dispositif du type suivant le préambule pour qu'il permette de réaliser une unité comprenant une turbine à gaz et un échangeur de chaleur en garantissant une dilatation thermique dans une large mesure sans contraintes de la matrice et de l'enveloppe
10 de l'échangeur de chaleur. Il y a lieu de prévoir une possibilité de remplacement simple des composants de l'échangeur de chaleur.

 A cet effet, l'invention concerne un dispositif du type ci-dessus, caractérisé en ce que
15 l'échangeur de chaleur est monté, par les extrémités des tubes, sur le carter du moteur au moyen de plaques intermédiaires, le montage des tubes ayant lieu dans des évidements adaptés d'une première plaque intermédiaire, les tubes étant, à l'autre extrémité
20 assemblés avec possibilité de déplacement axial au moyen d'une deuxième plaque intermédiaire, avec le carter du moteur, pour assurer l'appui en direction radiale.

 La disposition suivant l'invention a pour
25 avantage qu'en raison du passage direct des charges de l'échangeur de chaleur par les plaques intermédiaires, l'enveloppe de l'échangeur de chaleur, qui ne porte pas de charges, peut être de construction élastique et légère, ce qui entraîne une réduction du poids et des
30 coûts. La fixation directe de la matrice à proximité de la turbine à gaz permet une économie de place importante. En outre, des conduites supplémentaires d'amenée de gaz chauds ne sont pas nécessaires. En raison de la souplesse de la matrice relativement
35 élevée dans tous les plans, on évite dans une large mesure le montage en deux points, n'amenant que de faibles contraintes, des tubes dans les plaques

intermédiaires. On économise ainsi d'autres éléments de compensation des dilatations et on réduit les contraintes thermiques dues aux mouvements relatifs thermiques et mécaniques des éléments de construction.

5 Le risque d'endommagement pendant le temps de service est ainsi réduit. Cela est favorisé par la libre dilatation des tubes et de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur.

10 Une possibilité de remplacement simple est garantie en ce que l'échangeur de chaleur peut être séparé simplement en le dégageant des plaques intermédiaires, de préférence par desserrage d'un petit nombre d'assemblages filetés. On peut donc effectuer, sans perte de temps et en économisant des frais, le
15 remplacement des composants défectueux de l'échangeur de chaleur. En outre, le mode de construction suivant l'invention conduit à un volume de construction plus faible de l'ensemble de l'unité de propulsion, en raison des distances plus courtes entre la turbine à
20 gaz et l'échangeur de chaleur.

On obtient une réalisation avantageuse pour compenser un déplacement d'origine thermique entre les deux plaques intermédiaires en ce que le montage dans des évidements présente un jeu d'appui axial, qui
25 permet de faibles mouvements pendulaires des tubes autour de la zone d'appui. On évite ainsi les contraintes accrues dans les éléments de construction.

Suivant des modes de réalisation préférentiels :

30 a) un coussinet d'appui en plusieurs parties est assemblé de façon amovible avec la première plaque intermédiaire suivant l'axe des évidements de cette plaque intermédiaire, un tube respectif étant monté dans chaque coussinet ;

35 b) Les coussinets d'appui comportent un bourrelet en saillie radiale vers l'intérieur, les tubes comportant à leur extrémité une rainure

périphérique, ces éléments engrenant comme un tenon et une mortaise et assurant le montage des tubes avec un jeu axial ;

5 Ces modes de réalisation favorisent une transmission des charges avec de faibles contraintes et une mobilité simultanée des tubes pour compenser les déformations thermiques. L'assemblage par des organes filetés des éléments de construction entre eux permet d'avoir une possibilité de montage simple.

10 Suivant une réalisation avantageuse, la deuxième plaque intermédiaire est reliée au carter du moteur avec possibilité de déplacement axial par l'intermédiaire d'une bielle d'appui articulée sur la plaque, cette deuxième plaque étant reliée de façon
15 amovible à la première plaque intermédiaire par l'enveloppe de l'échangeur de chaleur.

Cette réalisation permet une séparation rapide et simple entre l'échangeur de chaleur et la turbine à gaz en cas de remplacement en tenant compte
20 de la mobilité axiale des tubes et de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur, nécessaire pour le fonctionnement. On peut aussi compenser la dilatation thermique différente des tubes par la plaque intermédiaire à montage mobile, l'enveloppe de
25 l'échangeur de chaleur, de réalisation légère et élastique, permettant ici le mouvement de la plaque intermédiaire. L'assemblage amovible de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur avec les plaques intermédiaires favorise une économie de poids supplémentaire ainsi
30 qu'une possibilité de montage simple.

Suivant une autre réalisation, les tubes sont montés dans la deuxième plaque intermédiaire au moyen de couvercles de fermeture, les couvercles étant assemblés de façon amovible avec les tubes.

35 Cette réalisation permet la fermeture des tubes et, en même temps, le montage de ceux-ci dans la deuxième plaque intermédiaire. Par l'assemblage

amovible, les couvercles peuvent aussi, après retournement de la matrice, être posés sur l'autre extrémité des tubes.

Suivant d'autres modes de réalisation :

5 a) Le tube distributeur est, pour le guidage de l'air du compresseur, raccordé à la sortie de ce compresseur par une conduite, cette conduite comportant des organes compensateurs de dilatation.

10 b) La conduite est assemblée de façon amovible avec la première plaque intermédiaire.

On obtient ainsi un raccordement du tube distributeur avec de faibles contraintes.

15 Une autre réalisation est caractérisée en ce que la première plaque intermédiaire est divisée et en ce qu'une première plaque élémentaire est assemblée de façon amovible avec une conduite rigide raccordée, pour le guidage de l'air du compresseur, au tube distributeur et à la sortie du compresseur, et en ce qu'une deuxième plaque élémentaire est assemblée avec
20 le carter du moteur, le tube collecteur étant monté dans cette plaque.

La disposition ainsi obtenue permet d'économiser des organes compensateurs de dilatation volumineux et lourds. La différence de dilatation thermique entre les raccords des tubes est absorbée par
25 la matrice en raison de son élasticité élevée dans tous les plans, comme cela a lieu de façon typique, par exemple pour une réalisation suivant le document de brevet DE-PS 36 35 548.

30 On obtient des dispositions avantageuses pour éviter les fuites de gaz chauds ou d'air du compresseur par l'utilisation d'éléments d'étanchéité à basse pression ou à haute pression entre les éléments de construction effectuant de faibles mouvements relatifs.

35 Une autre réalisation est caractérisée en ce que le tube collecteur est, pour le guidage de l'air du compresseur, raccordé à une boîte d'entrée de la

chambre de combustion et en ce que le boîte d'entrée est assemblée avec la première plaque intermédiaire.

On obtient alors un raccordement du tube collecteur à la chambre de combustion direct et économisant donc de la place. L'assemblage de la première plaque intermédiaire avec le carter du moteur ou de la chambre de combustion à proximité du boîtier d'entrée évite les différences de températures élevées et donc des organes de compensation de dilatation supplémentaires.

On obtient un allongement considérable de la durée de vie de la matrice par la possibilité d'insertion de la matrice dans les plaques intermédiaires en alternance.

On économise une amenée séparée et lourde des gaz chauds à l'échangeur de chaleur lorsque le moteur est entouré par l'enveloppe de l'échangeur de chaleur.

Des exemples de réalisation de l'invention sont décrits dans la suite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale schématique de la turbine à gaz et de l'échangeur de chaleur ;
- la figure 2 est une coupe transversale du moteur suivant la figure 1 ;
- la figure 3 est une coupe partielle agrandie représentant la première plaque intermédiaire avec les zones d'appui ;
- la figure 4 représente une autre partie agrandie de la figure 3 ;
- la figure 5 est une coupe partielle agrandie de la plaque intermédiaire divisée et de la conduite rigide.

La figure 1 représente une turbine à gaz 1 avec un échangeur-récupérateur de la chaleur des gaz d'échappement 2 et un mécanisme de transmission 3 assemblé par bride. Suivant une réalisation connue, la

turbine à gaz comprend un compresseur 4 entraîné par la turbine 6 au moyen d'un arbre de turbine 5 et une chambre de combustion 7. Le mécanisme de transmission 3 est entraîné par une turbine de puissance utilisable 8 montée en aval. L'échangeur de chaleur 2 se compose de l'élément d'échange, que l'on désigne par matrice 9, de deux tubes 10a, 10b, de plaques intermédiaires 11, 12 et d'une enveloppe 13 de l'échangeur de chaleur. Une conduite 14 muni de deux organes compensateurs de dilatation 15 sert à conduire l'air V du compresseur dans la matrice 9. Pour l'amenée de l'air du compresseur réchauffé V, la chambre de combustion 7 comporte une boîte d'entrée 16 directement raccordée au tube collecteur 10a. La matrice 9 se compose d'éléments lancéolés en forme d'épingles à cheveux ou de faisceaux tubulaires. Ces faisceaux sont fixés sur les tubes 10a, 10b qui remplissent la fonction de collecteur ou de distributeur de l'air du compresseur à réchauffer V.

L'air comprimé V s'écoule par la conduite 14 dans le tube distributeur 10b et, de là, dans le tube collecteur 10a en traversant les faisceaux d'éléments lancéolés ou de tubes. Les gaz d'échappement chauds A de la turbine à gaz 1 balayent les faisceaux tubulaires. Chaque élément lancéolé ou tube individuel est alors balayé sur sa paroi extérieure par les gaz d'échappement A et de l'énergie thermique est fournie à l'air comprimé V qui s'écoule à l'intérieur.

Pour assurer la fixation de la matrice 9 sur le moteur, les extrémités des tubes 10a et 10b sont montées dans les plaques intermédiaires 11 et 12. Pour cela, la première plaque intermédiaire 11 est munie de deux évidements 17 (figure 2, figure 3 et figure 5) dans lesquels les tubes 10a et 10b sont maintenus en direction axiale et en direction radiale par l'une de leurs extrémités au moyen de coussinets d'appui 18 en plusieurs parties. Les coussinets d'appui 18 sont assemblés par des vis avec la plaque intermédiaire 11

(figure 3 et figure 4). Les tubes 10a et 10b sont entourés par les coussinets d'appui 18, un bourrelet 19 du coussinet d'appui 18 s'engageant dans une rainure périphérique 20 de l'extrémité des tubes (figure 4). Un jeu axial suffisant des appuis permet de faibles mouvements pendulaires des tubes 10a, 10b autour de la zone d'appui pour compenser des déplacements thermiques entre les plaques intermédiaires 11, 12 et à l'intérieur de la matrice 9. A l'autre extrémité, chacun des deux tubes 10a et 10b est muni d'un couvercle de fermeture 21 qui ferme les tubes 10a et 10b et qui assure, par l'intermédiaire des tourillons d'appui 22, le montage des tubes 10a et 10b avec possibilité de coulissement axial dans un coussinet d'appui respectif 23 de la deuxième plaque intermédiaire 12. La longueur de contact entre un tourillon d'appui 22 et un coussinet d'appui 23 est alors déterminée pour que la plaque intermédiaire 12 puisse prendre des positions légèrement inclinées pour compenser des décalages sans qu'il y ait blocage. Du côté situé à l'opposé des tubes 10a et 10b, la plaque intermédiaire 12 est montée au moyen d'une bielle d'appui 24, pour osciller et se déplacer en direction axiale sur le mécanisme de transmission 3 fixé par bride sur la turbine à gaz 1. Pour cela, la bielle d'appui 24 est reliée à l'une de ses extrémités à la plaque intermédiaire 12 par une articulation à rotule 25 et, à l'autre extrémité, par un pivot 26, au mécanisme de transmission 3. La deuxième plaque intermédiaire 12 est reliée à la première plaque intermédiaire 11 au moyen de l'enveloppe 13 de l'échangeur de chaleur assemblée avec elle par des vis.

Pour que la matrice 9 puisse être introduite dans les plaques intermédiaires 11, 12 d'un côté ou de l'autre, les tubes 10 sont munis de la rainure 20 aux deux extrémités. On peut aussi monter les couvercles de fermeture 21 aux deux extrémités des tubes 10a et 10b.

La figure 2 est une vue en coupe transversale du moteur avec, en coupe, la boîte d'entrée 16 de la chambre de combustion 7 et l'indication de la matrice 9.

5 La figure 5 représente une variante de réalisation du dispositif dans laquelle la première plaque intermédiaire 11 est divisée. Dans la première plaque élémentaire 27a est monté le tube distributeur 10b, ce tube étant assemblé par des vis avec la
10 conduite rigide 14 pour l'amenée de l'air du compresseur V dans la matrice 9. Une partie des charges dues à la matrice est ainsi transmise au carter 28 du moteur par la conduite 14. Dans la deuxième plaque élément 27b est monté le tube collecteur 10a, ce tube
15 étant assemblé par des vis avec la boîte d'entrée 16 pour l'amenée de l'air du compresseur réchauffé V à la chambre de combustion 7. Les charges d'appui provenant de la deuxième plaque élémentaire 27b sont alors transmises au carter du moteur 28 par l'intermédiaire
20 de la boîte d'entrée 16 qui constitue une partie de ce carter. Les déplacements entre les deux tubes 10a et 10b ainsi que par rapport à l'enveloppe 13 de l'échangeur de chaleur peuvent avoir lieu avec de faibles contraintes et sont compensés par l'élasticité
25 propre de la matrice 9 et de la deuxième plaque intermédiaire mobile 12.

Etant donné que les tubes 10a, 10b et les conduites d'amenée sont soumis à la pression du compresseur, des éléments d'étanchéité élastiques à
30 haute pression 29 sont disposés entre les zones de jonction, ces éléments pouvant compenser de façon étanche les mouvements dans les zones de jonction (figure 3 et figure 5).

Des éléments d'étanchéité élastiques à basse
35 pression 30 assurent l'étanchéité contre la sortie des gaz d'échappement entre les plaques élémentaires 27a, 27b et l'enveloppe 13 de l'échangeur de chaleur, ces

éléments pouvant compenser les déplacements de façon étanche (figure 5).

5 En variante il est possible de fixer l'enveloppe 13 de l'échangeur de chaleur sur la deuxième plaque élémentaire 27b au lieu de la fixer sur la première plaque élémentaire 27a. Les éléments d'étanchéité doivent alors être adaptés en conséquence.

REVENDECATIONS

1 - Dispositif pour l'assemblage compact d'un
moteur à turbine à gaz (1) avec un échangeur-
5 récupérateur de la chaleur des gaz d'échappement (2),
comportant une matrice de tubes (9) balayés par les gaz
d'échappement de la turbine ainsi que des tubes (10a,
10b) s'étendant l'un à côté de l'autre, servant de tube
distributeur et de tube collecteur, pour l'envoi dans
10 la matrice de l'air refoulé par le compresseur et pour
l'évacuation de l'air du compresseur réchauffé dans la
matrice caractérisé en ce que l'échangeur de chaleur
(2) est monté, par les extrémités des tubes (10a, 10b),
sur le carter (28) du moteur au moyen de plaques
15 intermédiaires (11, 12), le montage des tubes (10a,
10b) ayant lieu dans des évidements adaptés (17) d'une
première plaque intermédiaire (11), les tubes (10a,
10b) étant, à l'autre extrémité, assemblés avec
possibilité de déplacement axial, au moyen d'une
20 deuxième plaque intermédiaire (12), avec le carter (28)
du moteur, pour assurer l'appui en direction radiale.

2 - Dispositif selon la revendication 1,
caractérisé en ce que le montage dans les évidements
(17) présente un jeu d'appui axial permettant de
25 faibles mouvements pendulaires des tubes (10a, 10b).

3 - Dispositif selon l'une quelconque des
revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'un
coussinet d'appui (18) en plusieurs parties est
assemblé de façon amovible avec la première plaque
30 intermédiaire (11) suivant l'axe des évidements (17) de
cette plaque intermédiaire (11), un tube respectif
(10a, 10b) étant monté dans chaque coussinet.

4 - Dispositif selon la revendication 3,
caractérisé en ce que les coussinets d'appui (18)
35 comportent un bourrelet (19) en saillie radiale vers
l'intérieur, les tubes (10a, 10b) comportant à leur
extrémité une rainure périphérique (20), ces éléments

engrenant comme un tenon et une mortaise et assurant le montage des tubes (10a, 10b) avec un jeu axial.

5 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la deuxième plaque intermédiaire (12) est reliée au carter (28) du moteur avec possibilité de déplacement axial par l'intermédiaire d'une bielle d'appui (24) articulée sur la plaque, cette deuxième plaque étant reliée de façon amovible à la première plaque intermédiaire (11) par l'enveloppe (13) de l'échangeur de chaleur.

6 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les tubes (10a, 10b) sont montés dans la deuxième plaque intermédiaire (12) au moyen de couvercles de fermeture (21), les couvercles (21) étant assemblés de façon amovible avec les tubes (10a, 10b).

7 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le tube distributeur (10b) est, pour le guidage de l'air du compresseur, raccordé à la sortie (32) de ce compresseur par une conduite (14), cette conduite (14) comportant des organes compensateurs de dilatation (15).

8 - Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que la conduite (14) est assemblée de façon amovible avec la première plaque intermédiaire (11).

9 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la première plaque intermédiaire (11) est divisée et en ce qu'une première plaque élémentaire (27a) est assemblée de façon amovible avec une conduite rigide (14) raccordée, pour le guidage de l'air du compresseur, au tube distributeur (10b) et à la sortie (32) du compresseur, et en ce qu'une deuxième plaque élémentaire (27b) est assemblée avec le carter (28) du moteur, le tube collecteur (10a) étant monté dans cette plaque.

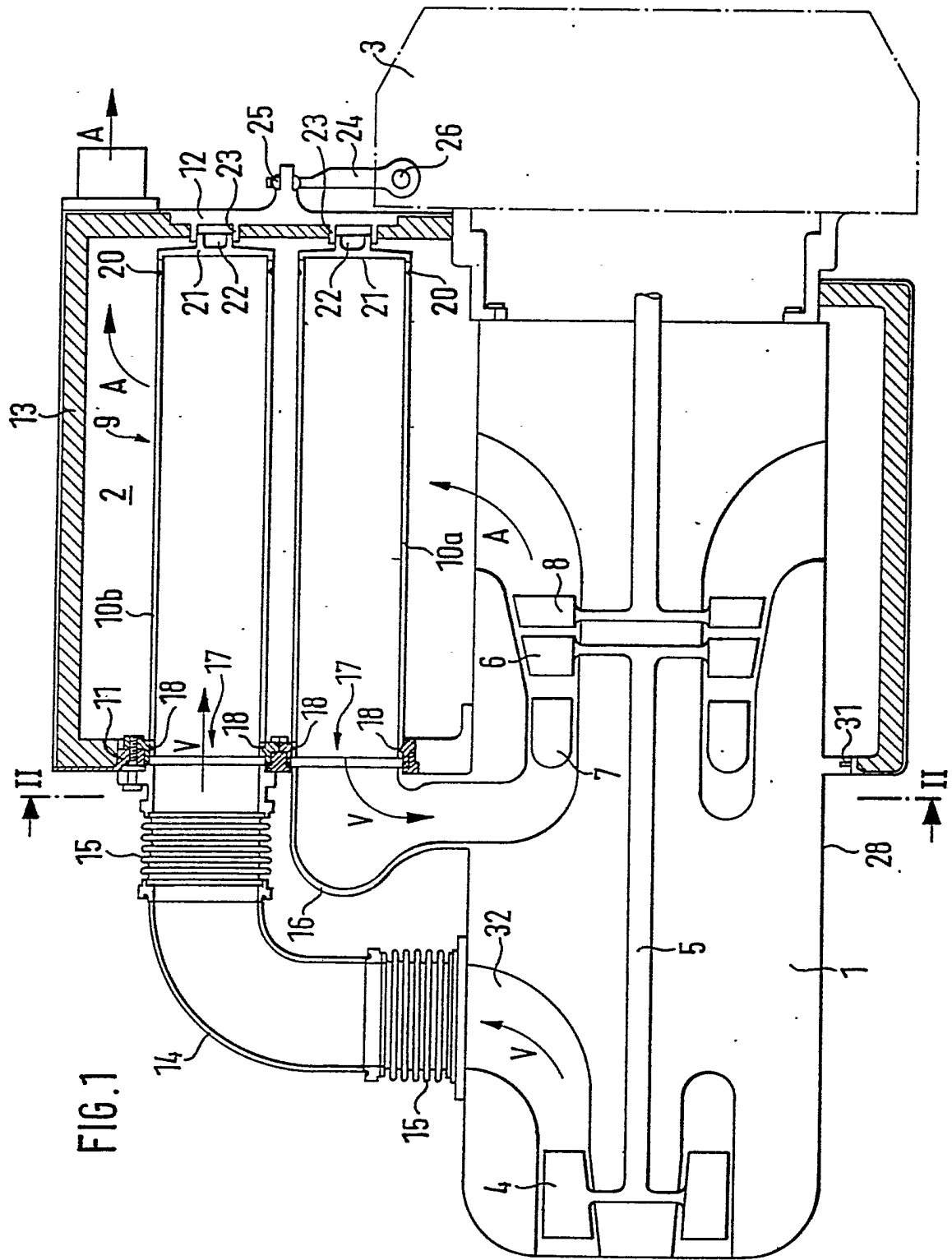
10 - Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que des éléments d'étanchéité élastiques à basse pression (30) sont disposés entre les plaques élémentaires (27a, 27b) pour assurer l'étanchéité contre la sortie des gaz chauds.

11 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que tube collecteur (10a) est, pour le guidage de l'air du compresseur raccordé à une boîte d'entrée (16) de la chambre de combustion (7) et en ce que la boîte d'entrée (16) est assemblée avec la première plaque intermédiaire (11).

12 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que des éléments d'étanchéité élastiques à haute pression (29) sont disposés entre les tubes (10a, 10b), d'une part, et la conduite (14) ainsi que la boîte d'entrée (16) de la chambre de combustion (7), d'autre part, pour assurer l'étanchéité contre la sortie de l'air du compresseur.

13 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que les zones d'appui des tubes (10a, 10b) ainsi que des plaques intermédiaires (11, 12) sont de réalisation identique, de sorte que l'on peut introduire alternativement les tubes (10a, 10b) dans les zones d'appui pour qu'ils fonctionnent en tant que tube collecteur (10a) ou en tant que tube distributeur (10b).

14 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que l'enveloppe (13) de l'échangeur de chaleur entoure le moteur, des éléments d'étanchéité (31) contre la sortie des gaz chauds étant disposés entre cette enveloppe et le moteur.



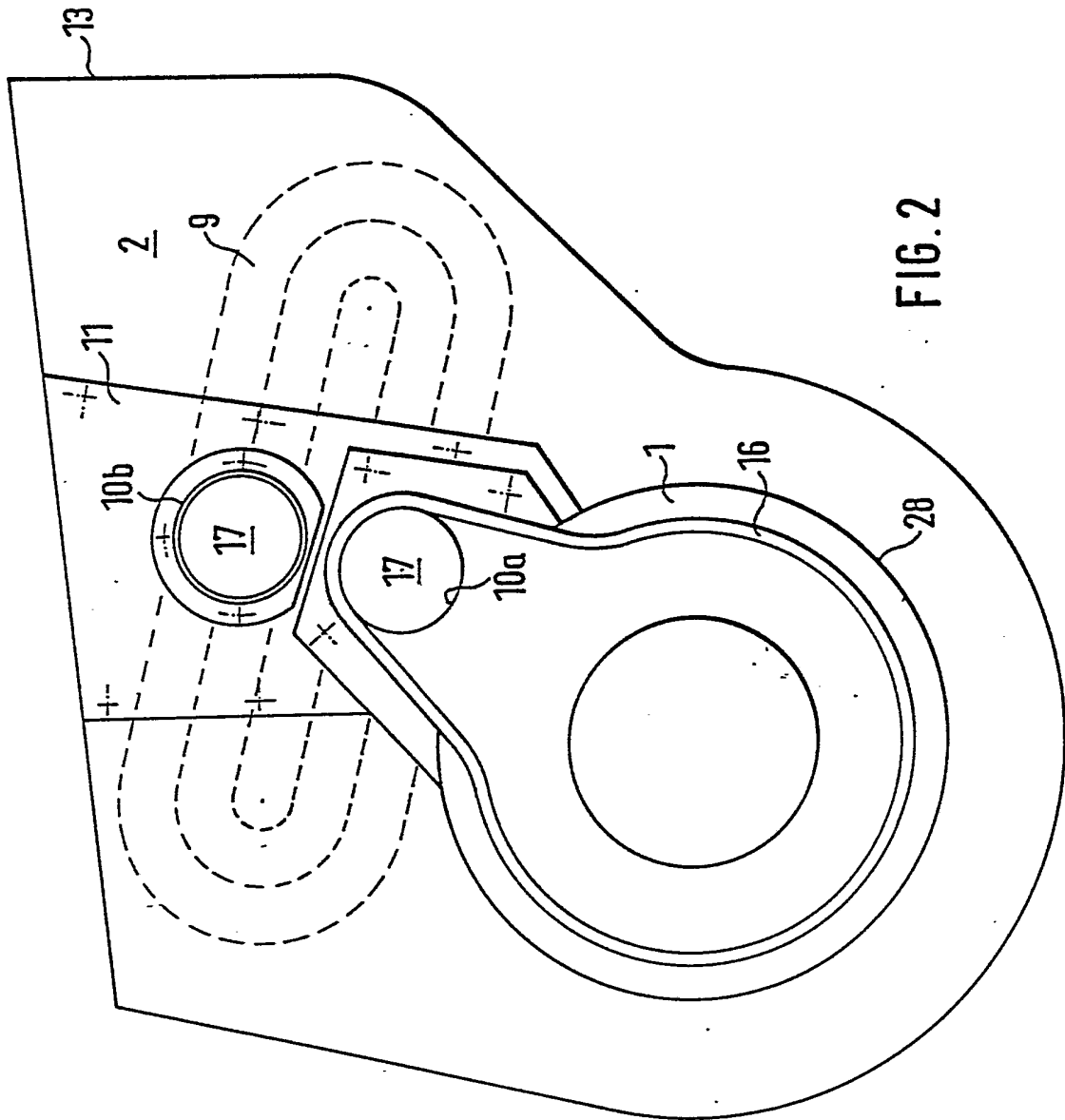
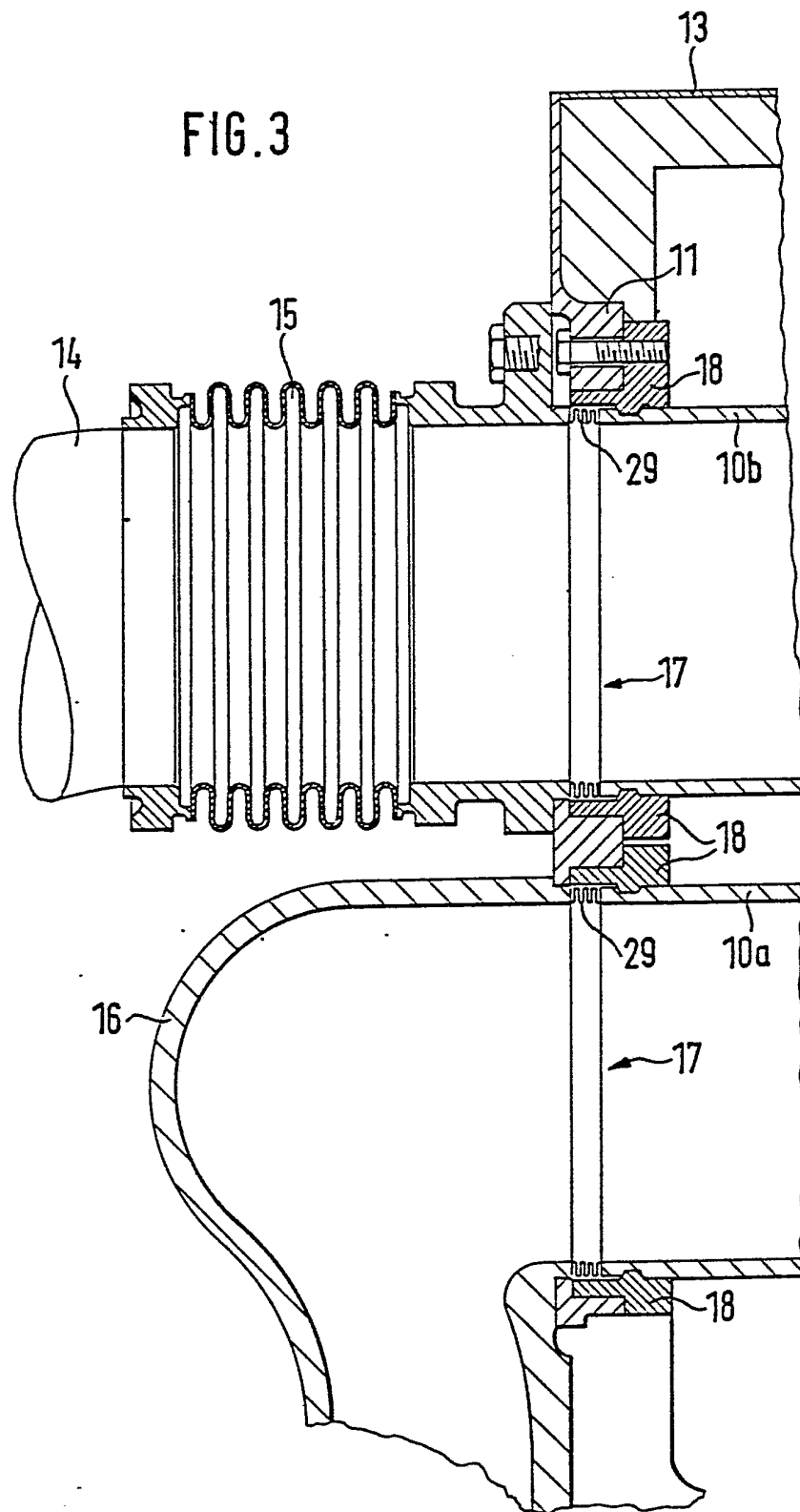


FIG. 3



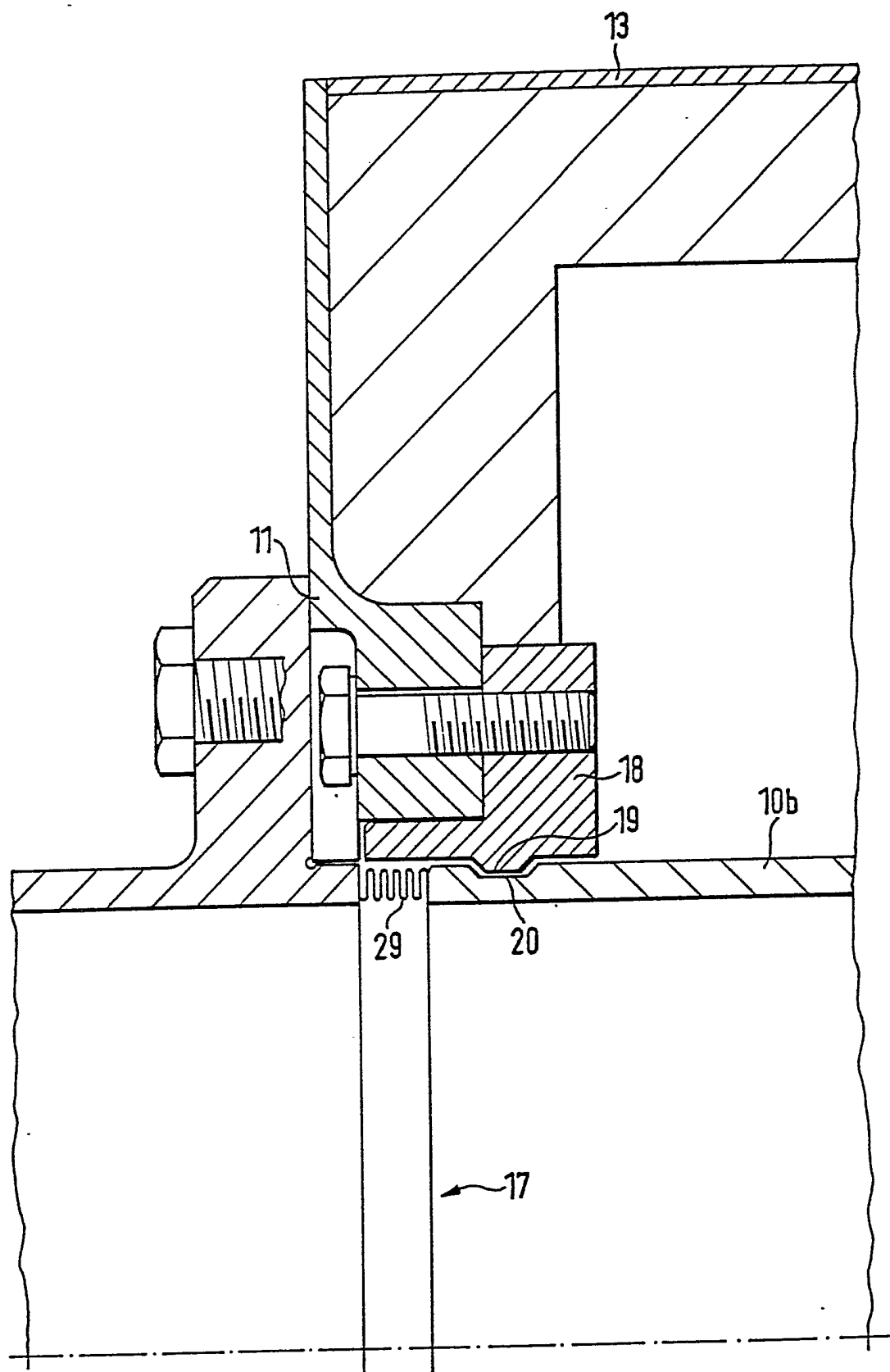


FIG. 4

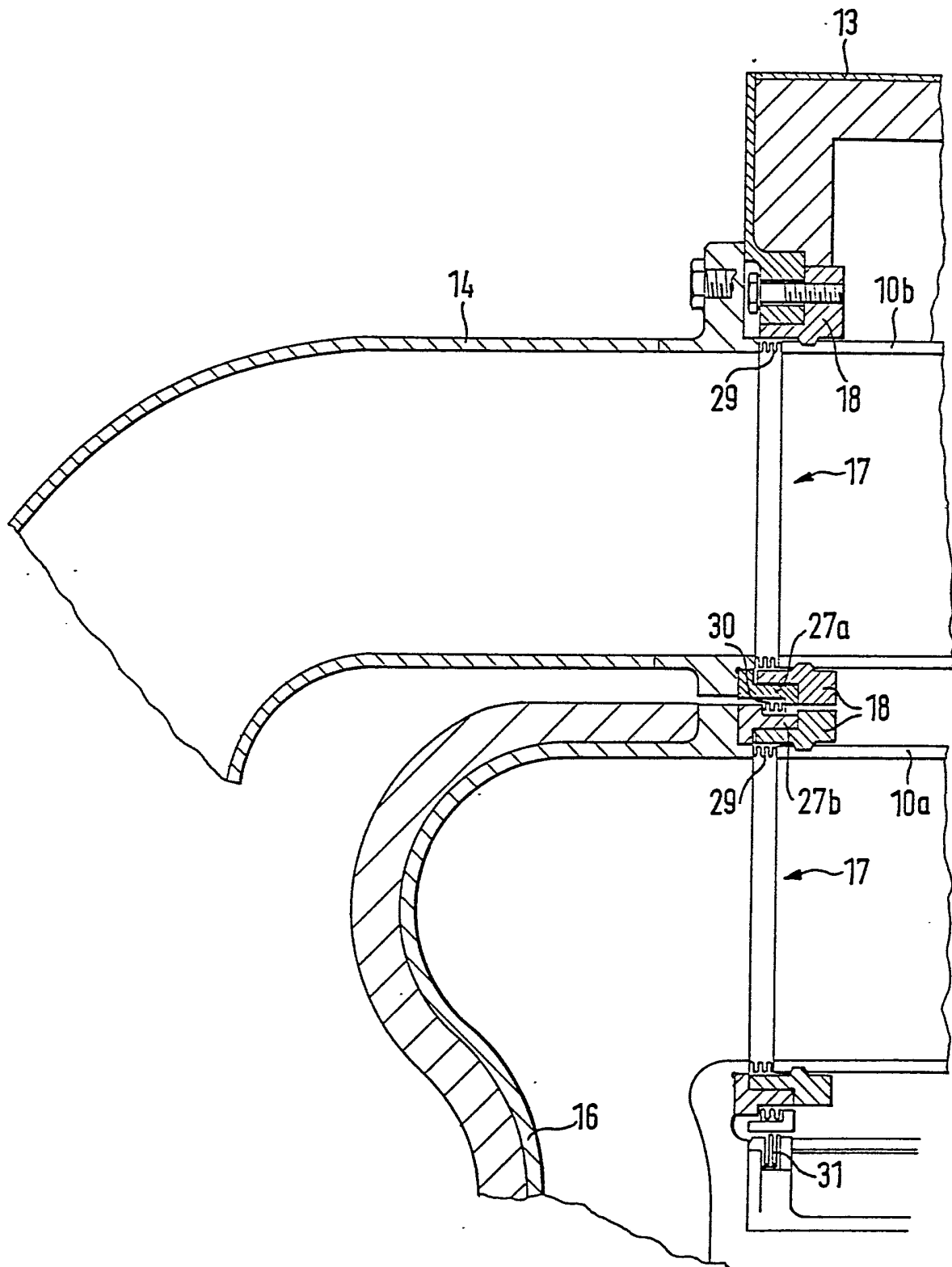


FIG. 5