

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑭ Date de dépôt : 17.04.91.

⑮ Priorité : 11.05.90 DE 4015204.

⑯ Date de la mise à disposition du public de la demande : 15.11.91 Bulletin 91/46.

⑰ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑱ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑴ Demandeur(s) : *Société dite: MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH — DE.*

⑵ Inventeur(s) : Buckreus Werner.

⑶ Titulaire(s) :

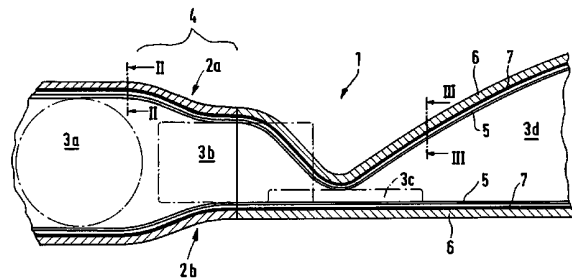
⑷ Mandataire : Cabinet Herrburger.

⑸ Tuyère de poussée pour un propulseur d'avion et procédé pour sa mise en œuvre.

⑹ a) Tuyère de poussée pour un propulseur d'avion et procédé pour la réalisation de sa paroi,

b) Tuyère caractérisée en ce qu'une chemise intérieure (5) et l'enveloppe d'appui (6) est prévue une couche intermédiaire (7) coulée, et en ce que la mise en œuvre de la paroi de la tuyère consiste en une chemise intérieure (5) en matière conductrice de la chaleur, munie de canaux de refroidissement et façonnée à son profil définitif prévu, et une enveloppe d'appui (6) de forme adaptée est fixée tout en maintenant un intervalle entre les deux enveloppes (5, 6) et ensuite l'intervalle est rempli par coulée.

c) L'invention concerne une tuyère de poussée pour un propulseur d'avion et un procédé pour la réalisation de sa paroi.



"Tuyère de poussée pour un propulseur d'avion et procédé pour sa mise en oeuvre."

L'invention concerne une tuyère de poussée pour un propulseur d'avion, qui comprend une chemise  
5 intérieure de grande conductibilité thermique, parcourue par un grand nombre de canaux de refroidissement et qui est entourée, à l'extérieur, par une enveloppe d'appui fixe, et elle concerne, également, un procédé pour la réalisation de la paroi de la tuyère.

10 Les tuyères de poussée connues jusqu'à maintenant, qui sont mises en oeuvre par exemple dans des propulseurs de fusée, pour des lanceurs ou des navettes spatiales, comportent une configuration en symétrie de rotation. En particulier, la section transversale  
15 circulaire s'amincit depuis la chambre de combustion en direction de la section transversale étroite, pour s'élargir à nouveau ensuite. Un contour en symétrie de rotation de ce type est simple en technique de production et rend possible une réception efficace des  
20 forces dûes au gaz.

Par suite de la température élevée d'environ 3000°C, la tuyère de poussée doit toutefois être efficacement refroidie. Ceci se fait grâce à la réalisation indiquée au préambule de la buse de poussée, qui  
25 se compose normalement d'une chemise intérieure en al-

liage de cuivre, dans laquelle sont encastrés des canaux de refroidissement dirigés dans le sens périphérique ou axialement. Ces canaux de refroidissement sont refroidis par un agent de refroidissement, de  
5 préférence l'hydrogène liquide à brûler dans la tuyère de poussée. Extérieurement, cette chemise intérieure est entourée, de façon continue par une enveloppe de protection, qui absorbe les forces de pression dues aux gaz. Cette enveloppe de protection doit avoir une  
10 résistance à la traction la plus élevée possible, alors que par suite du refroidissement placé à l'intérieur, la résistance à la chaleur n'a pas grande importance.

Il existe des essais pour développer la vitesse des avions appelés hypersoniques, qui ont également une tuyère de poussée selon le préambule. Le problème pour des tuyères destinées à des avions de ce type, est constitué par le rendement nécessairement élevé dans l'obtention de la poussée, plusieurs propulseurs devant être placés les uns à côté des autres.  
20 Pour satisfaire à ces exigences, on propose des tuyères de poussée, dont le contour de leur section transversale passe d'une section ronde dans la zone de la chambre de combustion à une section carrée dans la zone de la sortie de tuyère ou même de la section rétrécie de la tuyère.  
25

Ceci signifie alors que la paroi de la tuyère doit avoir une forme courbe compliquée. D'une part, la chemise intérieure relativement souple doit présenter un contour intérieur de forme exacte, pour réaliser un passage de flux optimal, d'autre part, l'enveloppe d'appui doit être pour des raisons de solidité, indéformable, de sorte qu'une adaptation à la forme de la chemise intérieure n'est pas possible. La fabrication de la chemise et de l'enveloppe, avec une préci-  
30  
35

sion de forme élevée de ce type est, par suite aussi de la géométrie compliquée, très coûteuse.

Malgré tout, il ne peut pas être affirmé avec sécurité, qu'après l'assemblage de la chemise et de l'enveloppe, il ne subsiste pas d'espaces vides, qui peuvent conduire en marche à des déformations et des fissures, et donc à des défaillances.

En partant de cela, l'objet de l'invention est de fournir une tuyère de poussée indiquée au début et un procédé pour fabriquer une tuyère de poussée de ce type, qui rend possible, avec une faible dépense de fabrication, la réalisation d'une paroi de tuyère de grande précision de forme, en assurant en même temps, qu'entre la chemise et l'enveloppe il ne reste pas d'espaces vides.

Selon l'invention, cet objectif est atteint en ce qu'entre la chemise intérieure et l'enveloppe d'appui est prévue une couche intermédiaire coulée.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, la couche intermédiaire est composée d'un alliage métallique.

Suivant une autre caractéristique de l'invention l'alliage métallique a comme composant (s) principal (aux) du bismuth et/ou de l'étain.

Suivant une autre caractéristique de l'invention la couche intermédiaire est composée d'une masse de céramique.

Suivant une autre caractéristique de l'invention la couche intermédiaire est composée d'une masse de matière plastique.

Suivant une autre caractéristique de l'invention la couche intermédiaire comporte une épaisseur de 0,5 à 5 mm, de préférence environ 1 mm.

Suivant une autre caractéristique de l'invention dans la couche intermédiaire sont insérés des

capteurs pour la mesure des données à mesurer de la tuyère, comme la température.

Le procédé de fabrication de la paroi de la tuyère est caractérisé en ce qu'une chemise intérieure en matière conductrice de la chaleur est munie de canaux de refroidissement et est façonnée à son profil définitif prévu, et une enveloppe d'appui de forme adaptée est fixée tout en maintenant un intervalle entre les deux enveloppes et ensuite l'intervalle est rempli par coulée.

Suivant une autre caractéristique de l'invention l'enveloppe d'appui peut être aussi réalisée en un matériau renforcé par fibres (par exemple fibres de carbone/matière plastique, fibres de carbone/graphite).

Les avantages essentiels de l'invention sont à voir dans le fait que les tolérances de fabrication de la chemise intérieure et de l'enveloppe d'appui peuvent être compensées. Au lieu de fabriquer les deux contours de la chemise intérieure et le contour intérieur de l'enveloppe d'appui avec une grande précision de forme et une dépense élevée, et en outre, de contrôler l'assemblage de ces enveloppes avec des dépenses de contrôle importante, on doit seulement produire le contour intérieur de la chemise intérieure de façon précise. En ce qui concerne les autres contours de très faibles exigences sont avantageusement suffisantes. En outre, un avantage vient de ce que la qualité de surface de toutes les faces est sans influence, à l'exception des faces intérieures de la tuyère, qui nécessitent habituellement une dépense de traitement importante également.

Enfin, des capteurs comme des sondes de mesure de la température et de la pression peuvent être insérés dans les enveloppes de tuyères sans affaiblir

l'enveloppe de protection par le fait que ces sondes sont incorporées dans la couche intermédiaire. On peut combler complètement avec une faible dépense tous les intervalles entre la chemise intérieure et l'enveloppe d'appui, y compris des coupes arrières.

La surface totale de l'enveloppe est supportée par l'enveloppe d'appui conformément aux mesures, des propriétés adéquates de l'enveloppe pouvant être obtenues par le choix d'une matière appropriée pour la couche intermédiaire. Ainsi il est possible d'obtenir une ductilité élevée ou une précontrainte, si on choisit en particulier un matériau qui s'allonge de façon adéquate au durcissement.

De préférence, la couche intermédiaire est composée d'un alliage métallique, en particulier d'un alliage qui a comme composant principal du bismuth et/ou de l'étain. Ces alliages ont un point de fusion relativement bas et rendent possible ainsi une coulée avec une dépense relativement faible. Comme le refroidissement par l'hydrogène a un effet refroidisseur très élevé, les températures dans la zone de la couche intermédiaire peuvent être maintenues très basses, de sorte qu'un effet de fusion ne menace pas pendant la marche. Par exemple, on peut utiliser des alliages de cuivre et étain, qui ont un point de fusion dans la zone de 220°C. Des alliages de bismuth ont un point de fusion encore plus bas. En alternative, on peut ajuster un point de fusion plus élevé dans la zone d'environ 300°C en utilisant des alliages au cadmium. Bien évidemment, il est possible aussi d'utiliser également des métaux fondants à des températures plus élevées, par exemple du cuivre, bien que dans ce cas, des précautions importantes doivent être trouvées contre le dégagement de la chaleur des deux enveloppes pendant la coulée. Selon le choix des composants contenus dans

l'alliage, on peut établir un comportement de solidification défini, c'est-à-dire un allongement pour l'obtention d'une précontrainte déterminée ou une liberté d'allongement pour réaliser une disposition sans tension.

En alternative, il est possible aussi de fabriquer la couche intermédiaire à partir d'autres matières, par exemple à partir d'une masse céramique sous forme d'acide silicique neutralisé. Enfin, l'utilisation de matières plastiques pour la couche intermédiaire est aussi intéressante, par exemple avec des colles à deux composants résistantes à la température.

Dans une autre forme de réalisation avantageuse de l'invention la couche intermédiaire présente une épaisseur de 0,5 à 5 mm, de préférence environ 1 mm. Avec cela, on garantit une bonne coulabilité de la matière de la couche intermédiaire avec une consommation de matière faible.

Un autre avantage lié à l'invention consiste en ce que la couche intermédiaire peut être enlevée, et la chemise intérieure peut être substituée, sans changer l'enveloppe d'appui. Le boîtier d'appui ou boîtier sous pression peut être avantageusement produit en un matériau composite renforcé par des fibres, à haute résistance et réduisant le poids.

L'invention est en outre expliquée dans ce qui suit à partir d'une forme de réalisation préférentielle de l'invention, représentée sur le dessin ci-joint dans lequel :

- la figure 1 montre une coupe longitudinale d'une tuyère de poussée,
- la figure 2 montre un segment de l'enveloppe de tuyère,
- la figure 3 montre un autre segment de l'enveloppe de tuyère.

La figure 1 montre une coupe longitudinale d'une tuyère de poussée 1 selon l'invention, qui est réalisée essentiellement en deux demi-coquilles d'une enveloppe de tuyère 2a et 2b, qui sont vissées l'une avec l'autre d'une manière non indiquée. Le canal de tuyère 3 passe d'une section transversale ronde dans la zone 3a, qui est la zone de la chambre de combustion, dans le tronçon de transition 4 jusqu'à la zone 3b de section carrée. Les sections transversales sont indiquées par les lignes en tirets. Dans la section transversale étroite 3c de la tuyère existe également un contour rectangulaire. La zone 3d représente la zone d'expansion de la tuyère de poussée 1, dans laquelle la section transversale est également rectangulaire.

Bien que l'invention soit expliquée à partir de la tuyère de poussée 1, représentée à la figure 1, il est compréhensible aussi qu'on peut réaliser une modification des tuyères avec d'autres sections transversales comme des sections en forme de barillets ou ovales, sans sortir du domaine de l'invention.

Les deux demi-coquilles de l'enveloppe de tuyère 2a et 2b se composent essentiellement d'une chemise intérieure 5 qui est parcourue de canaux de refroidissement et d'une chemise d'appui 6, qui entoure la chemise intérieure 5. Entre les deux enveloppes 5 et 6 est prévue une couche intermédiaire 7 dessinée en noir, relativement mince qui a été coulée.

La figure 2 montre une coupe de l'enveloppe 2a le long de la ligne II-II de la figure 1, là où l'enveloppe 2a présente encore une section transversale ronde. Celle-ci comprend, comme déjà mentionné, la chemise intérieure 5, qui est faite d'un matériau de conductibilité thermique élevée. Dans la chemise intérieure 5 sont pratiquées, à espacements réguliers, des



rainures 8 se développant dans le sens longitudinal de la tuyère, et entre lesquelles existent des nervures d'appui 9. Ces rainures 8 pratiquées en direction radiale vers l'extérieur dans la chemise intérieure 5, forment les canaux de refroidissement 8, de telle façon que l'enveloppe intérieure 7 soit entourée par une mince enveloppe de recouvrement 10 qui est brasée, soudée ou fixée galvaniquement, de sorte que les canaux de refroidissement 8 se trouvent fermés sur eux-mêmes.

De préférence, l'enveloppe de recouvrement 10 est composée de la même matière que la chemise intérieure 5. Extérieurement, l'enveloppe d'appui 6 relativement épaisse est disposée, de façon qu'entre la chemise intérieure 5, ou plus exactement entre l'enveloppe de recouvrement 10 et l'enveloppe d'appui 6, il subsiste un intervalle d'une largeur d'environ 1 à 2 mm. Cet intervalle est complètement rempli par une couche intermédiaire 7 coulée, résistant à la pression.

La figure 3 montre une coupe le long de la ligne III-III de la figure 1. La seule différence avec la figure 2 consiste en ce que, dans la zone de la coupe de la figure 3, l'enveloppe de tuyère 2a a une section transversale carrée, de sorte que le segment représenté se développe en ligne droite.

La tuyère de poussée 1 suivant l'invention est produite, en exécutant des canaux de refroidissement 8 dans une chemise intérieure 5 en une matière conductrice de la chaleur, puis en la façonnant à son profil définitif prévu et en fixant une enveloppe d'appui 6 de forme adaptée tout en maintenant un intervalle entre les deux enveloppes 5 et 6 et ensuite en remplissant par coulée l'intervalle. L'exécution des canaux de refroidissement peut se faire par exem-

ple par fraisage.

Le procédé de remplissage par coulée est caractérisé en ce que les pièces, donc la chemise intérieure 5 et l'enveloppe d'appui 6, sont réchauffées à la température de coulée de la matière à couler, et ensuite, la masse de remplissage est introduite sous pression dans le vide. De préférence, la coulée se fait sous vibration, de façon à remplir tous les espaces creux.

10

15

20

25

30

35

REVENDEICATIONS

- 1.- Tuyère de poussée pour un propulseur d'avion, qui comprend une chemise intérieure à conductibilité thermique élevée parcourue par un grand nombre de canaux de refroidissement et qui est entourée à l'extérieur par une enveloppe d'appui fixe, caractérisée en ce qu'entre la chemise intérieure (5) et l'enveloppe d'appui (6) est prévue une couche intermédiaire (7) coulée.
- 2.- Tuyère de poussée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la couche intermédiaire (7) consiste en un alliage métallique.
- 3.- Tuyère de poussée selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'alliage métallique a comme composant (s) principal (aux) du bismuth et/ou de l'étain.
- 4.- Tuyère de poussée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la couche intermédiaire (7) consiste en une masse de céramique.
- 5.- Tuyère de poussée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la couche intermédiaire (7) consiste en une masse de matière plastique.
- 6.- Tuyère de poussée selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la couche intermédiaire (7) présente une épaisseur de 0,5 à 5 mm, de préférence environ 1 mm.
- 7.- Tuyère de poussée selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que dans la couche intermédiaire (7) sont insérés des capteurs pour la mesure des données à mesurer de la tuyère comme la température.
- 8.- Procédé pour fabriquer la paroi de forme complexe d'une tuyère de poussée, caractérisé en ce qu'une chemise intérieure (5) en matière conductrice de la chaleur est munie de canaux de refroidissement

(8) et est façonnée à son profil définitif prévu, et une enveloppe d'appui (6) de forme adaptée est fixée tout en maintenant un intervalle entre les deux enveloppes (5, 6) et ensuite l'intervalle est rempli par  
5 coulée.

9.- Tuyère de poussée, selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que l'enveloppe d'appui (6) peut être aussi réalisée en un  
10 matériau renforcé par fibres (par exemple fibres de carbone/matière plastique, fibres de carbone/graphite).

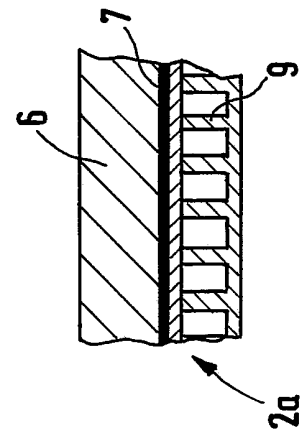
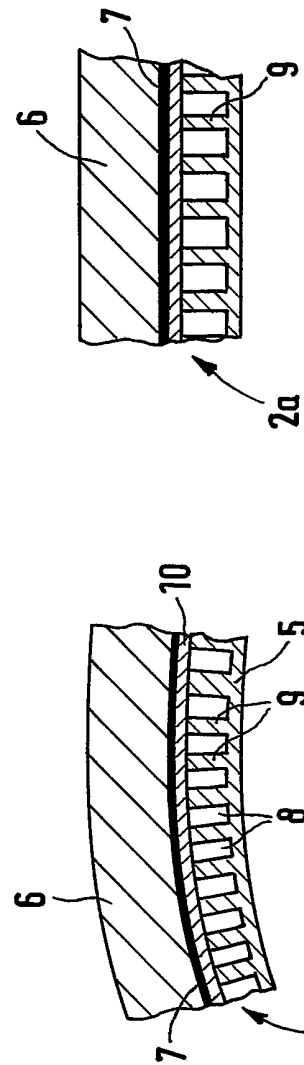
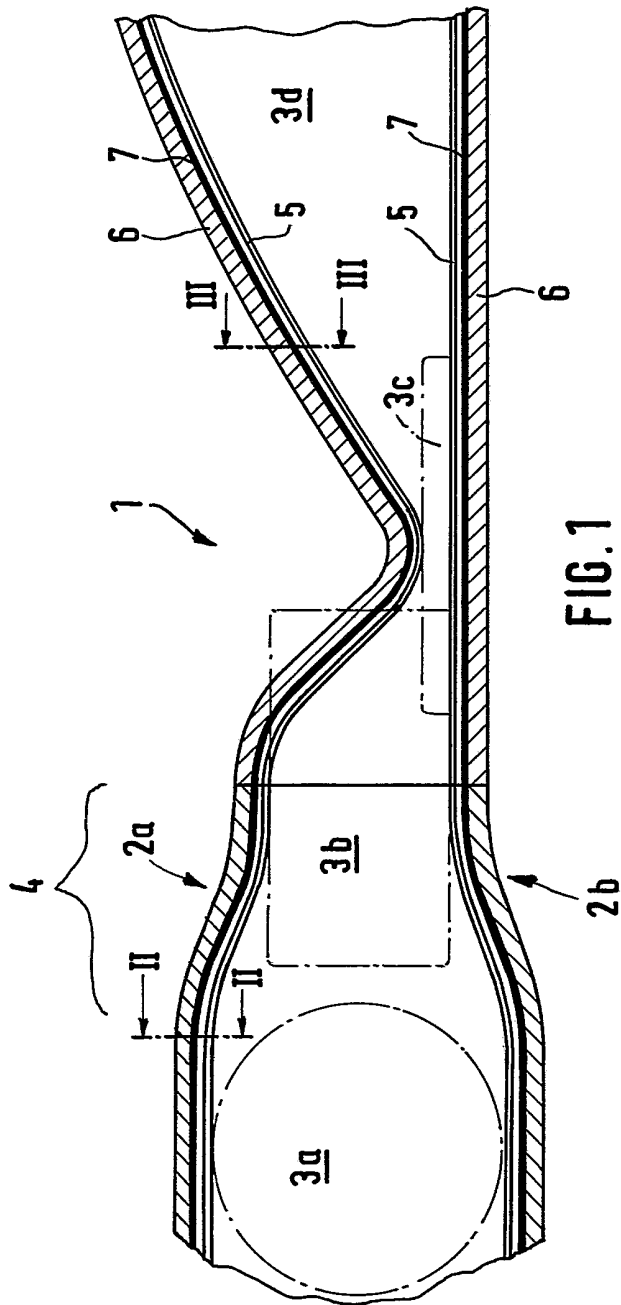
15

20

25

30

35



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9104713  
FA 457034

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	FR-A-2541152 (MITSUBISHI) * page 1, ligne 1 - page 3, ligne 7; figures 5-9 * * page 4, ligne 20 - page 5, ligne 20 * ---	1, 2, 8
X	GB-A-730260 (CARBORUNDUM) * page 3, ligne 28 - page 3, ligne 88; figures 1-3 * ---	1, 4, 8
X	US-A-3280850 (GORCEY) * le document en entier * ---	1, 5, 8, 9
X	US-A-2844939 (SCHULTZ) * le document en entier * -----	1, 5, 8, 9
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		F02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
07 AOUT 1991		IVERUS D.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul                      Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie                      A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général                      O : divulgation non-écrite                      P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention                      E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.                      D : cité dans la demande                      L : cité pour d'autres raisons                      .....                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		