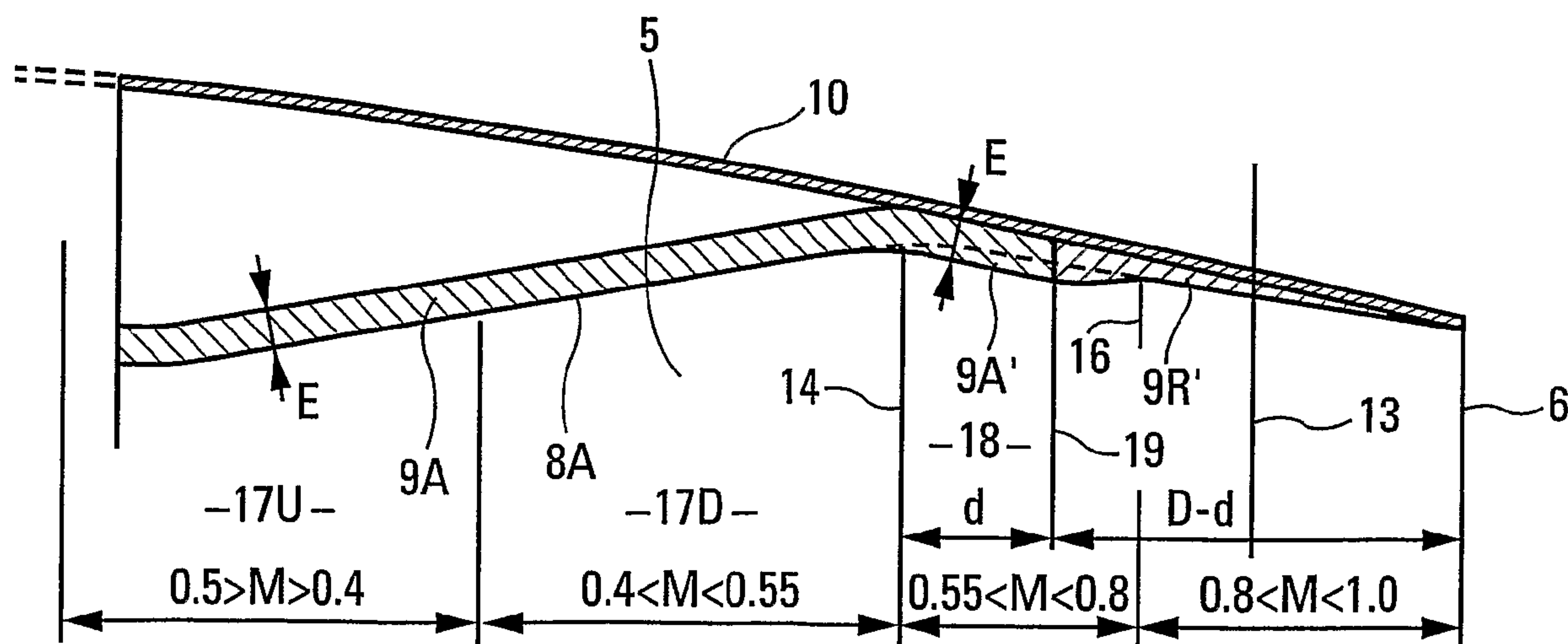




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2006/05/11
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2006/11/23
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2013/02/19
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2007/11/13
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2006/001052
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2006/123035
 (30) Priorité/Priority: 2005/05/18 (FR0504963)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F02K 1/82* (2006.01),
F02K 3/06 (2006.01)
 (72) Inventeurs/Inventors:
CROSTA, FRANCK, FR;
PRAT, DAMIEN, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
AIRBUS OPERATIONS SAS, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE POUR REDUIRE LES EMISSIONS SONORES A L'ARRIERE D'UN TURBOMOTEUR ET
TURBOMOTEUR AINSI PERFECTIONNE
 (54) Title: METHOD OF REDUCING NOISE EMISSIONS AT THE REAR OF A TURBOSHAFT ENGINE AND
TURBOSHAFT ENGINE THUS IMPROVED



(57) Abrégé/Abstract:

Procédé pour réduire les émissions sonores à l'arrière d'un turbomoteur et turbomoteur ainsi perfectionné. Selon l'invention, l'épaisseur de la partie arrière (9R) du revêtement d'atténuation sonore, porté intérieurement par le capot externe (10) de soufflante, est augmentée du côté de la partie avant (9A) et la zone (18) à épaisseur ainsi augmentée est raccordée à la partie dudit revêtement se trouvant dans la zone critique (15) de la tuyère (12) par un profil d'inflexion (20).

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété

Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
23 novembre 2006 (23.11.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/123035 A1(51) Classification internationale des brevets :
F02K 1/82 (2006.01) F02K 3/06 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2006/001052

(22) Date de dépôt international : 11 mai 2006 (11.05.2006)

(25) Langue de dépôt : français

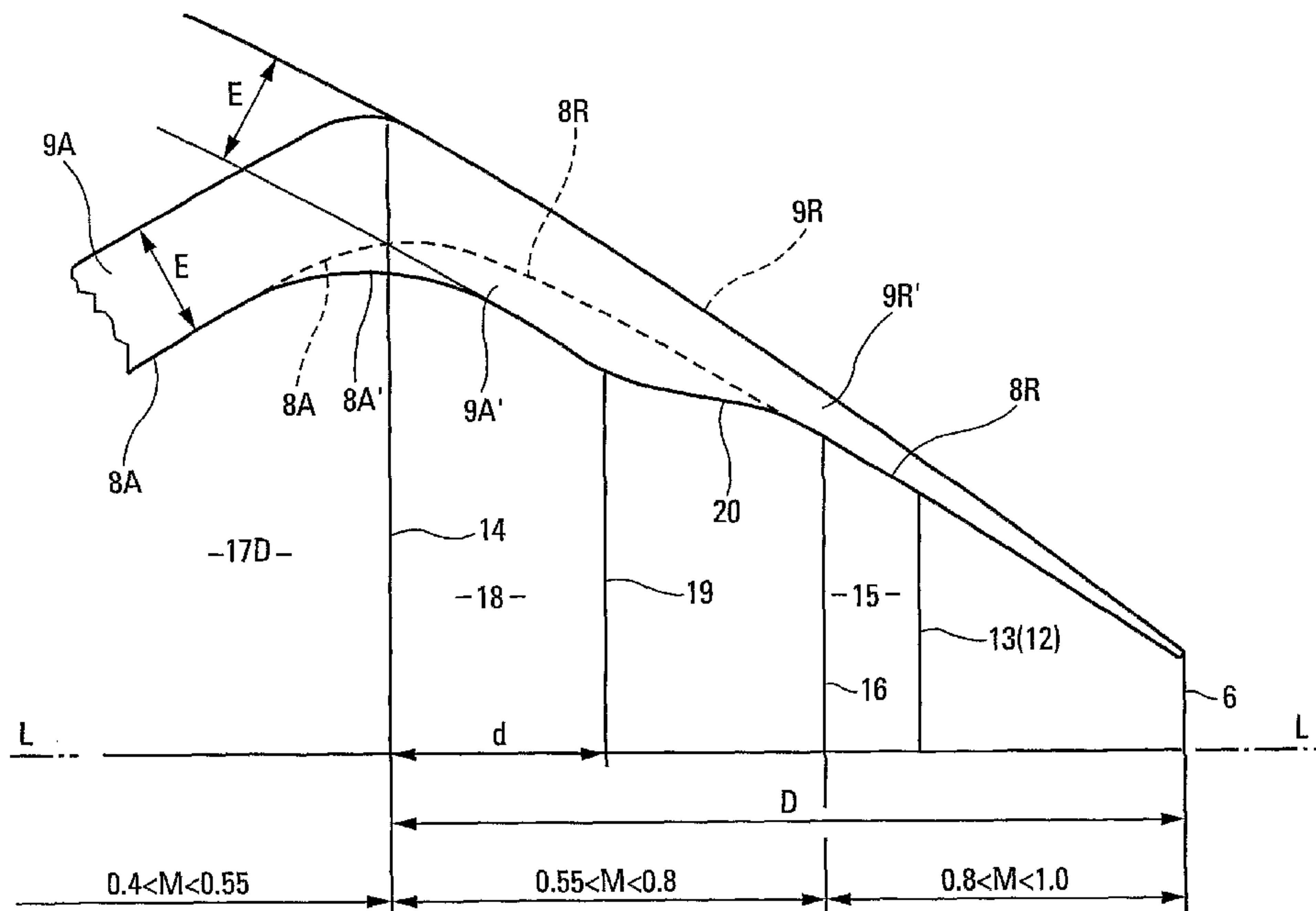
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0504963 18 mai 2005 (18.05.2005) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : AIR-
BUS FRANCE [FR/FR]; 316, route de Bayonne, F-31060
Toulouse (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : CROSTA,
Franck [FR/FR]; 25, rue du Volvestre, F-31490 Leguevin
(FR). PRAT, Damien [FR/FR]; 7, chemin de la Butte,
F-31770 Colomiers (FR).(74) Mandataire : BONNETAT, Christian; Cabinet Bonnetat,
29, rue de St. Petersburg, F-75008 Paris (FR).(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD OF REDUCING NOISE EMISSIONS AT THE REAR OF A TURBOSHAFT ENGINE AND
TURBOSHAFT ENGINE THUS IMPROVED(54) Titre : PROCEDE POUR REDUIRE LES EMISSIONS SONORES A L'ARRIERE D'UN TURBOMOTEUR ET TURBO-
MOTEUR AINSI PERFECTIONNE

(57) Abstract: The invention relates to a method of reducing noise emissions at the rear of a turboshaft engine and to a turboshaft engine thus improved. According to the invention, the thickness of the rear part (9R) of the sound-attenuating coating which is borne internally by the external fan cowl (10) is increased toward the front part (9A) thereof, and the increased-thickness zone (18) is connected to the part of the coating located in the critical area (15) of the jet nozzle (12) by means of a surface having a curved profile (20).

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/123035 A1



RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(57) Abrégé : Procédé pour réduire les émissions sonores à l'arrière d'un turbomoteur et turbomoteur ainsi perfectionné. Selon l'invention, l'épaisseur de la partie arrière (9R) du revêtement d'atténuation sonore, porté intérieurement par le capot externe (10) de soufflante, est augmentée du côté de la partie avant (9A) et la zone (18) à épaisseur ainsi augmentée est raccordée à la partie dudit revêtement se trouvant dans la zone critique (15) de la tuyère (12) par un profil d'inflexion (20).

PROCEDE POUR REDUIRE LES EMISSIONS SONORES A L'ARRIERE D'UN TURBOMOTEUR ET
TURBOMOTEUR AINSI PERFECTIONNE

La présente invention concerne un procédé pour réduire les émissions sonores à l'arrière d'un turbomoteur à double flux pour avion, ainsi qu'un turbomoteur perfectionné par la mise en œuvre de ce procédé.

On sait que des turbomoteurs à double flux comportent une nacelle délimitant à l'avant une entrée d'air et contenant une soufflante de flux froid, un générateur central de flux chaud et un canal de soufflante à section annulaire pourvu d'une tuyère pour le flux froid, ledit canal de soufflante étant formé entre un capot interne entourant ledit générateur central de flux chaud et la face tubulaire interne d'un revêtement d'atténuation acoustique à section annulaire porté intérieurement par un capot externe de soufflante formant l'arrière de ladite nacelle, ledit revêtement comportant une partie avant, disposée en amont de ladite tuyère et présentant une épaisseur optimale pour l'atténuation acoustique du bruit engendré par ladite soufflante et véhiculé par ledit flux froid, ainsi qu'une partie arrière, contiguë à ladite partie avant et disposée de part et d'autre du col de ladite tuyère, ladite partie arrière de revêtement présentant une épaisseur décroissant en direction du bord arrière dudit capot externe de soufflante délimitant l'orifice annulaire d'éjection dudit flux froid, et ladite partie avant de revêtement ayant, au voisinage de sa jonction avec ladite partie arrière de revêtement, une zone convergente dans laquelle sa face tubulaire interne commence à converger en direction de ladite tuyère.

Puisque la partie arrière dudit revêtement d'atténuation acoustique présente une épaisseur décroissante inférieure à ladite épaisseur optimale de la partie avant –sauf éventuellement à la jonction avec celle-ci– cette partie arrière ne peut présenter des caractéristiques d'atténuation optimales.

Par ailleurs, la forme de la face tubulaire interne du revêtement d'atténuation acoustique, notamment en regard de ladite tuyère –c'est-à-dire au niveau de ladite partie arrière– est déterminée pour que, en combinaison avec la forme dudit capot interne du générateur central de flux chaud, les performances de ladite tuyère –et donc celles dudit turbomoteur– soient optimales. On ne peut donc modifier la forme de ladite face tubulaire interne du revêtement d'atténuation acoustique sans dégrader les performances du turbomoteur.

10 La demanderesse a cependant trouvé que, sous certaines conditions, il était possible d'augmenter largement l'atténuation acoustique de la partie arrière dudit revêtement en en modifiant la forme, tout en ne dégradant que faiblement, de manière acceptable, les performances du turbomoteur.

A cette fin, selon un aspect de l'invention, on prévoit un turbomoteur à double flux pour un aéronef, ledit turbomoteur comportant:

une nacelle (1) délimitant à l'avant une entrée d'air (2) et contenant une soufflante de flux froid (3),

un générateur central de flux chaud (4) et un canal de soufflante (5) à section annulaire pourvu d'une tuyère (11) pour le flux froid,

20 ledit canal de soufflante (5) étant formé entre un capot interne (7) entourant ledit générateur central de flux chaud (4) et la face tubulaire interne (8) d'un revêtement d'atténuation acoustique (9) à section annulaire porté intérieurement par un capot externe de soufflante (10) formant l'arrière de ladite nacelle (1),

ledit revêtement (9) comportant

une partie avant (9A), disposée en amont de ladite tuyère (11) et présentant une épaisseur (E) optimale pour l'atténuation acoustique du bruit engendré par ladite soufflante et véhiculé par ledit flux froid,

une partie arrière (9R), contiguë à ladite partie avant (9A) et disposée de part et d'autre du col (12) de ladite tuyère (11), ladite partie arrière de revêtement (9R) présentant une épaisseur décroissante en direction du bord arrière (6) dudit capot externe de soufflante (10) délimitant l'orifice annulaire d'éjection dudit flux froid,

ladite partie avant de revêtement (9A) ayant, au voisinage de sa jonction avec ladite partie arrière de revêtement (9R), une zone convergente (17D) dans laquelle sa face tubulaire interne (8A) commence à converger en direction de ladite tuyère (11),

10 une zone critique (15) du canal de soufflante, commençant audit col de tuyère (12) et se prolongeant vers l'avant, dans laquelle toute éventuelle modification géométrique dudit canal de soufflante (5), et donc de la face tubulaire interne (8R) de la partie arrière de revêtement (9R), est impossible sans exiger une modification des paramètres de ladite tuyère (12) ;

dans ladite zone convergente (17D) de la partie avant de revêtement (9A), on modifie la face tubulaire interne (8A) dans le sens d'une augmentation progressive de l'épaisseur dudit revêtement en direction de ladite partie arrière de revêtement et on poursuit cette modification progressive dans la face tubulaire interne de la partie arrière de revêtement contiguë jusqu'à obtenir une zone (18) de
20 celle-ci à épaisseur accrue dans laquelle l'épaisseur est au moins égale à ladite épaisseur optimale; et
on raccorde l'extrémité arrière (19) de ladite zone (18) à épaisseur accrue à l'extrémité avant (16) de ladite zone critique (15) par une face tubulaire interne (20) à profil d'inflexion.

Ainsi, grâce à l'invention, on augmente les propriétés d'atténuation acoustique de ladite partie arrière de revêtement en communiquant à la zone avant de celle-ci –zone avant qui dans certains cas peut présenter une longueur axiale de l'ordre du quart de la longueur axiale totale de la-

dite partie arrière de revêtement— une épaisseur égale à ladite épaisseur optimale de la partie avant de revêtement.

L'étendue de ladite zone critique est de préférence déterminée par le fait que le nombre de Mach du flux froid y passe d'environ 0,8 (à l'avant) à environ 1 (au col). Toute modification géométrique de la face tubulaire interne dudit revêtement d'atténuation acoustique dans cette zone critique doit être évitée, car elle modifierait de façon non négligeable les paramètres de la tuyère.

10 Par ailleurs, en ce qui concerne la modification de forme progressive du revêtement à atténuation acoustique, il est avantageux qu'elle commence dans ladite zone convergente, dans laquelle le flux froid accélère, puisque ladite modification commence à un nombre de Mach relativement faible, par exemple compris entre 0,4 et 0,55. Il en résulte que, de ladite zone convergente de la partie avant de revêtement à l'extrémité avant de la zone critique, la modification de forme (y compris ladite face tubulaire interne à profil d'inflexion) a lieu dans une plage de nombres de Mach comprise entre environ 0,45 et 0,8.

20 Bien entendu, ladite face tubulaire interne à profil d'inflexion ne doit en aucun cas engendrer une inversion du gradient de pression, qui aurait pour effet immédiat de faire décoller la couche limite. A cet effet, le paramètre de forme H_i dudit profil d'inflexion doit rester inférieur à 1,6.

De ce qui précède, on remarque que le turbomoteur à double flux perfectionné selon l'invention est remarquable en ce que le revêtement d'atténuation acoustique à section annulaire porté intérieurement par ledit capot externe de soufflante comporte un profil d'inflexion entre une zone amont, dans laquelle l'épaisseur dudit revêtement est au moins approximativement égale à une épaisseur optimale E , et ladite zone critique de la tuyère.

4a

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est une coupe axiale schématique d'un turbomoteur à double flux.

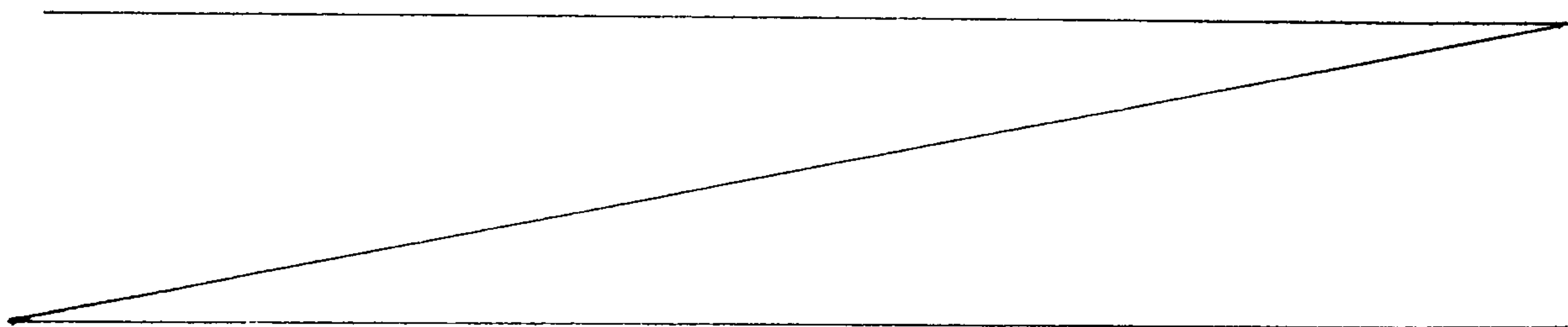
La figure 2 est une vue en coupe schématique agrandie illustrant le revêtement tubulaire d'atténuation acoustique connu prévu dans le canal de soufflante du turbomoteur de la figure 1.

10 La figure 3 montre, en vue semblable à la figure 2, le revêtement tubulaire d'atténuation acoustique perfectionné conformément à la présente invention.

La figure 4 est une vue agrandie, dilatée orthogonalement à l'axe dudit turbomoteur, d'une partie de la figure 3 au niveau du perfectionnement du revêtement tubulaire d'atténuation acoustique conforme à la présente invention.

20 Le moteur à double flux connu pour aéronef, montré schématiquement sur la figure 1 en coupe passant par son axe longitudinal L-L, comporte une nacelle 1 délimitant, à l'avant, une entrée d'air 2. La nacelle 1 contient une soufflante 3, un générateur central de flux chaud 4 et un canal de soufflante annulaire 5 parcouru par le flux froid.

Le canal de soufflante 5 est pourvu d'un orifice d'éjection annulaire 6 correspondant au bord de fuite de la nacelle 1. Ce canal de souff-



flante 5 est formé entre un capot 7, entourant ledit générateur central de flux chaud 4, et la face interne 8 (voir la figure 2) d'un revêtement tubulaire d'atténuation acoustique 9 porté intérieurement par un capot externe de soufflante 10, formant la partie arrière de ladite nacelle 1.

5 Dans le canal de soufflante 5, le capot 7 et la face interne 8 forment une tuyère 11, qui débouche par l'orifice d'éjection annulaire 6 et dont le col 12 se trouve dans un plan 13 transverse par rapport à l'axe longitudinal L-L.

10 Le revêtement tubulaire d'atténuation acoustique 9, par exemple de type connu à alvéoles absorbants, est constitué de deux parties 9A et 9R contiguës, ayant des faces internes respectives 8A et 8R formant ladite face interne 8, et adjacentes le long d'une ligne 14, dont le plan est orthogonal audit axe L-L. La partie avant 9A, disposée bien en amont de la tuyère 11, présente une épaisseur E, au moins approximativement constante, correspondant à une atténuation optimale du bruit engendré par la
15 soufflante 3 et véhiculé par le flux froid circulant dans le canal de soufflante 5. En revanche, la partie arrière 9R, qui se trouve disposée de part et d'autre du col 12 de la tuyère 11 et qui s'étend sur une longueur axiale D, présente une épaisseur décroissant de façon uniforme depuis ladite ligne 14 –où elle est égale à l'épaisseur optimale E– jusqu'à l'orifice d'éjection annulaire 6. Bien entendu, du fait de son épaisseur décroissante, inférieure à la valeur optimale E (sauf sur la ligne 14), la partie arrière 9R ne saurait offrir une atténuation acoustique optimale.

25 Dans la disposition décrite ci-dessus, le flux froid dans le canal de soufflante est subsonique et tel que :

- en regard de la partie arrière 9R du revêtement d'atténuation acoustique 9, le nombre de Mach passe d'environ 0,55, au niveau de la ligne 14, à environ 1.0, au niveau de l'orifice d'éjection annulaire 6 ; et
- en regard de la partie avant 9A dudit revêtement 9, il existe :

- une zone amont divergente 17U, dans laquelle ledit flux froid ralentit, le nombre de Mach y passant d'environ 0,5 à environ 0,4 ; et
- une zone aval convergente 17D, dans laquelle ledit flux froid accélère, le nombre de Mach y passant d'environ 0,4 à environ 0,55.

5 Comme indiqué ci-dessus, l'objet de la présente invention est d'augmenter, en direction de l'arrière, la partie avant 9A d'épaisseur optimale E d'une zone 9A' de longueur d pour réduire la partie arrière 9R à épaisseur décroissante à une zone 9R' de longueur réduite D-d (voir la figure 3), tout en ne dégradant que de façon négligeable les performances
10 du turbomoteur.

Pour ce faire, comme l'illustre à plus grande échelle la figure 4 :

- on commence par déterminer une zone critique 15 du canal de soufflante 5, commençant au plan 13 du col de tuyère 12 et se prolongeant vers l'avant jusqu'à une limite avant 16, zone critique dans laquelle
15 toute modification géométrique de la face tubulaire interne 8R de la partie arrière de revêtement 9R est impossible sans exiger une modification des paramètres de ladite tuyère 12. La zone critique 15 est par exemple déterminée par le fait que, à ladite limite avant 16, le nombre de Mach du flux froid atteint déjà une valeur au moins approximativement égale
20 à 0,8, pour atteindre une valeur d'environ 1 au col de tuyère 12 ;
- dans la zone aval 17D en regard de la partie avant de revêtement 9A dans laquelle celle-ci commence à converger vers le col de tuyère 12, et dans laquelle le nombre de Mach du flux froid est compris entre environ 0,4 et environ 0,55, on modifie la face tubulaire interne 8A dans le
25 sens d'une augmentation progressive de l'épaisseur (voir la ligne 8A') dudit revêtement, en direction de la partie arrière de revêtement 9 et on poursuit cette augmentation progressive dans la face tubulaire interne de la partie arrière de revêtement contiguë jusqu'à obtenir une zone 18

de celle-ci, de longueur d et à épaisseur accrue, dans laquelle l'épaisseur est au moins égale à ladite épaisseur optimale E ; et

- on raccorde l'extrémité arrière 19 de ladite zone 18 à l'extrémité avant 16 de la zone critique 15 par une face tubulaire interne à profil d'inflexion 20, dont le paramètre de forme H_i est au plus égal à 1,6.

Ainsi, la longueur d de la zone 18 est définie par la position du col de tuyère 12, l'étendue axiale de la zone critique 15 et l'étendue axiale de la face tubulaire interne à profil d'inflexion 20. Cette longueur d peut, dans certains cas, être voisine du quart de la longueur D de la partie arrière de revêtement 9R, de sorte que l'on bénéficie d'une augmentation importante d'atténuation acoustique sans pour autant trop dégrader le fonctionnement du turbomoteur.

REVENDICATIONS

1. Turbomoteur à double flux pour un aéronef, ledit turbomoteur comportant:
une nacelle (1) délimitant à l'avant une entrée d'air (2) et contenant une soufflante de flux froid (3),
un générateur central de flux chaud (4) et un canal de soufflante (5) à section annulaire pourvu d'une tuyère (11) pour le flux froid,
ledit canal de soufflante (5) étant formé entre un capot interne (7) entourant ledit générateur central de flux chaud (4) et la face tubulaire interne (8) d'un revêtement d'atténuation acoustique (9) à section annulaire porté intérieurement
10 par un capot externe de soufflante (10) formant l'arrière de ladite nacelle (1),
ledit revêtement (9) comportant
une partie avant (9A), disposée en amont de ladite tuyère (11) et présentant une épaisseur (E) optimale pour l'atténuation acoustique du bruit engendré par ladite soufflante et véhiculé par ledit flux froid,
une partie arrière (9R), contiguë à ladite partie avant (9A) et disposée de part et d'autre du col (12) de ladite tuyère (11), ladite partie arrière de revêtement (9R) présentant une épaisseur décroissante en direction du bord arrière (6) dudit capot externe de soufflante (10) délimitant l'orifice annulaire d'éjection dudit flux froid,
20 ladite partie avant de revêtement (9A) ayant, au voisinage de sa junction avec ladite partie arrière de revêtement (9R), une zone convergente (17D) dans laquelle sa face tubulaire interne (8A) commence à converger en direction de ladite tuyère (11),
une zone critique (15) du canal de soufflante, commençant audit col de tuyère (12) et se prolongeant vers l'avant, dans laquelle toute éventuelle modification géométrique dudit canal de soufflante (5), et donc de la face tubulaire interne (8R) de la partie arrière de revêtement (9R), est impossible sans exiger une modification des paramètres de ladite tuyère (12) ;

dans ladite zone convergente (17D) de la partie avant de revêtement (9A), on modifie la face tubulaire interne (8A) dans le sens d'une augmentation progressive de l'épaisseur dudit revêtement en direction de ladite partie arrière de revêtement et on poursuit cette modification progressive dans la face tubulaire interne de la partie arrière de revêtement contiguë jusqu'à obtenir une zone (18) de celle-ci à épaisseur accrue dans laquelle l'épaisseur est au moins égale à ladite épaisseur optimale; et

10 on raccorde l'extrémité arrière (19) de ladite zone (18) à épaisseur accrue à l'extrémité avant (16) de ladite zone critique (15) par une face tubulaire interne (20) à profil d'inflexion.

2. Turbomoteur selon la revendication 1,

caractérisé en ce que la limite avant (16) de ladite zone critique (15) est définie par le fait que le nombre de Mach du flux froid y est au moins approximativement égal à 0,8.

3. Turbomoteur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2,

caractérisé en ce que, dans ladite zone convergente (17D) de la partie avant (9A) du revêtement, ladite modification progressive de forme commence lorsque le nombre de Mach du flux froid est compris entre environ 0,4 et environ 0,55.

4. Turbomoteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,

20 caractérisé en ce que ledit profil d'inflexion (20) est prévu pour n'engendrer aucun décollement de la couche limite.

5. Turbomoteur selon la revendication 4,

caractérisé en ce que le paramètre de forme dudit profil d'inflexion (20) est au plus égal à 1,6.

6. Turbomoteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce que le revêtement d'atténuation acoustique à section annulaire porté intérieurement par ledit capot externe de soufflante (10) comporte un profil d'inflexion (20) entre une zone amont (9A+18), dans laquelle l'épaisseur dudit revêtement est au moins approximativement égale à une épaisseur optimale E, et ladite zone critique (15) de la tuyère (12).

1/2

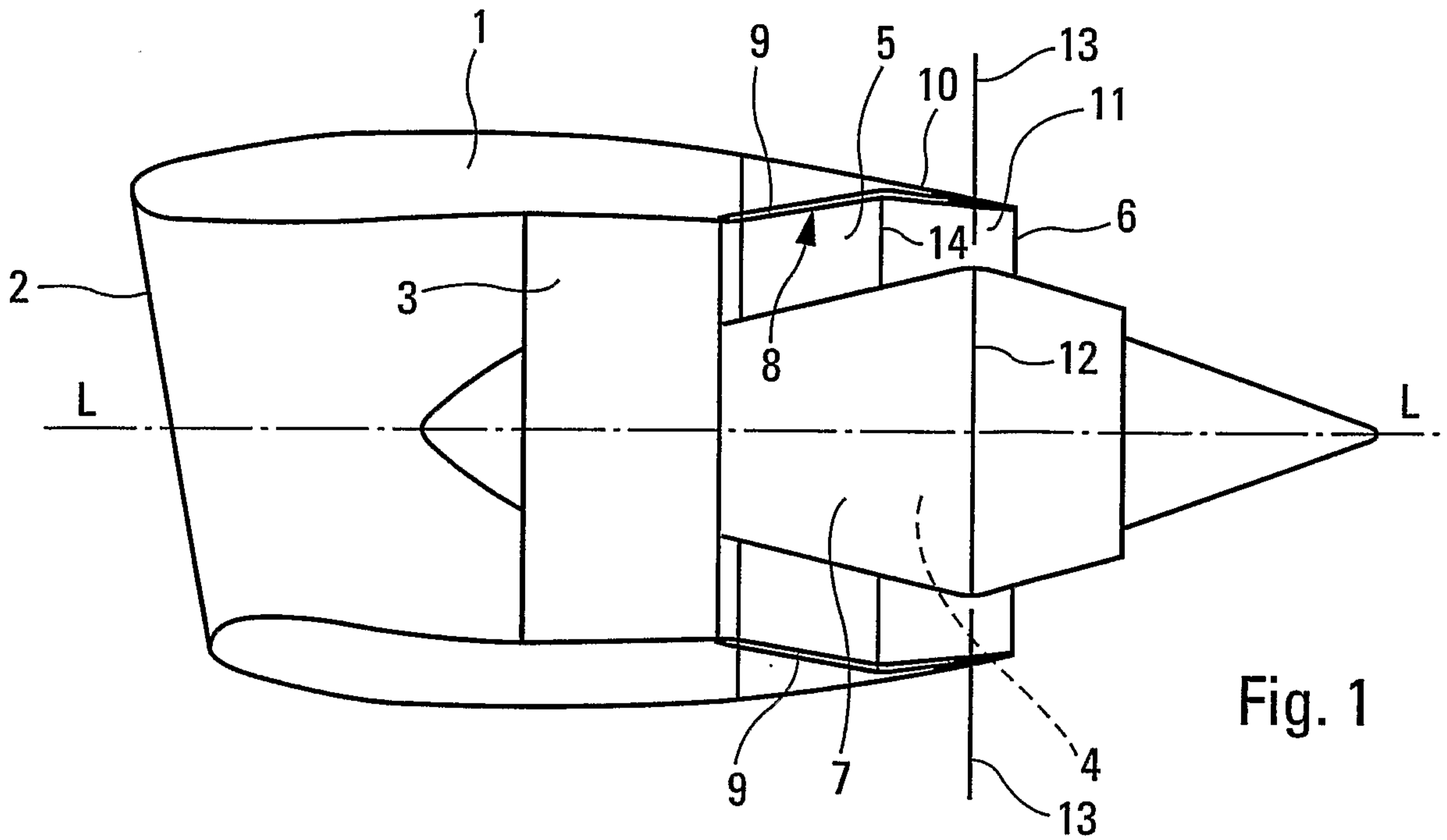


Fig. 1

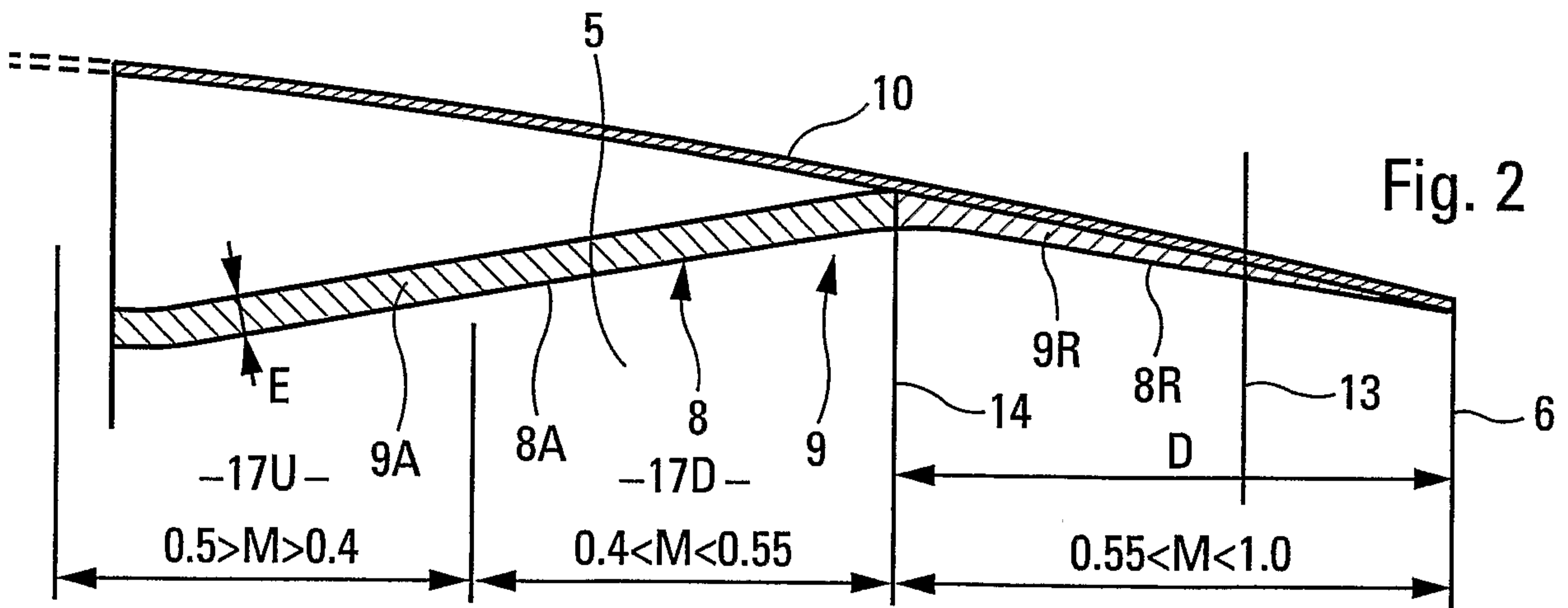


Fig. 2

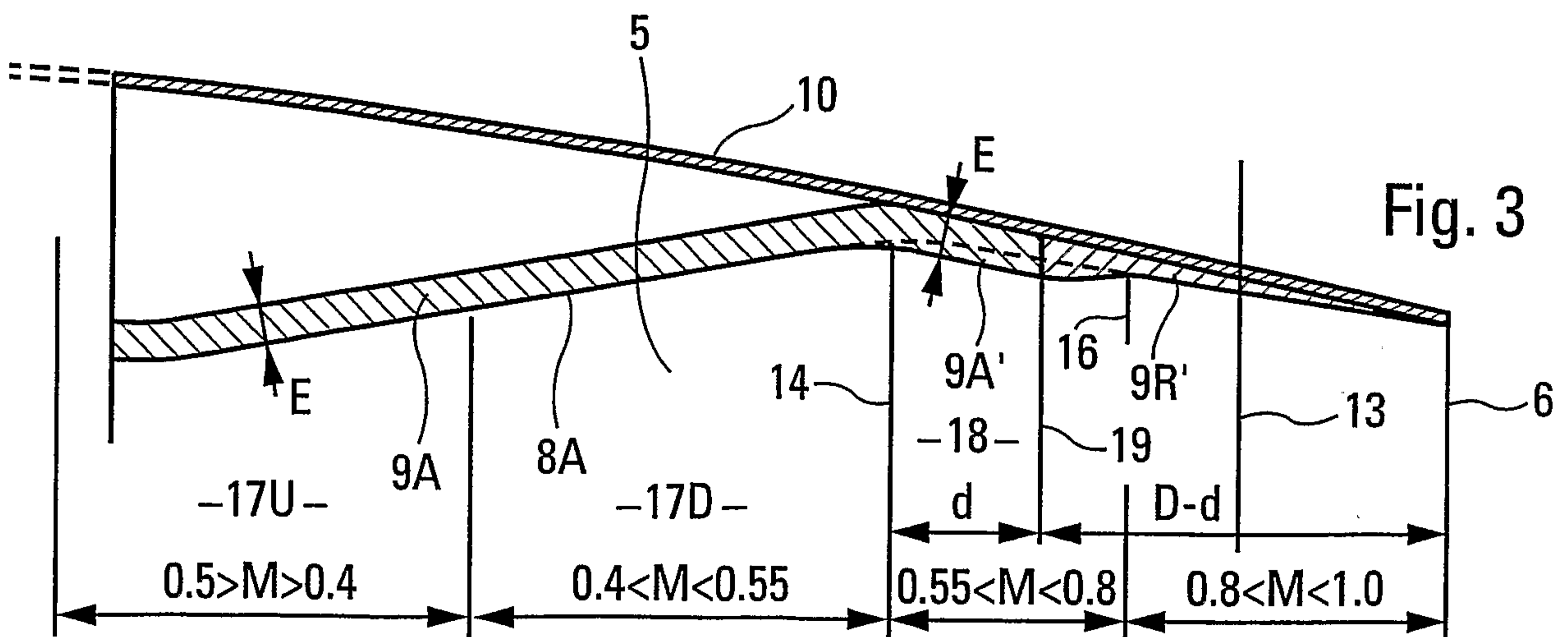


Fig. 3

