

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 781 372 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.10.2003 Bulletin 2003/40

(51) Int Cl.7: **F01N 1/24**, F01N 1/08,
F01N 7/16

(21) Numéro de dépôt: **96925789.8**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR96/01098

(22) Date de dépôt: **16.07.1996**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 97/004220 (06.02.1997 Gazette 1997/07)

(54) **DISPOSITIF DE SILENCIEUX POUR MOTEURS A EXPLOSION**

SCHALLDÄMPFERVORRICHTUNG FÜR BRENNKRAFTMASCHINE

INTERNAL COMBUSTION ENGINE SILENCER DEVICE

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FR GB IE IT LI LU NL SE

(30) Priorité: **17.07.1995 FR 9508838**

(43) Date de publication de la demande:
02.07.1997 Bulletin 1997/27

(73) Titulaire: **Ferri, Alain**
06670 Saint-Martin-du-Var (FR)

(72) Inventeur: **Ferri, Alain**
06670 Saint-Martin-du-Var (FR)

(74) Mandataire: **Richebourg, Michel François**
Cabinet Michel Richebourg,
"Le Clos du Golf",
69, rue Saint-Simon
42000 Saint Etienne (FR)

(56) Documents cités:
WO-A-85/04688 CH-A- 274 724
DE-C- 4 122 014 DE-U- 9 215 816
FR-A- 1 041 034 FR-A- 2 467 974
GB-A- 449 507 GB-A- 986 576
GB-A- 2 016 085 US-A- 1 611 475
US-A- 4 632 216 US-A- 5 020 631
US-A- 5 280 143

- **DATABASE WPI Week 9540 Derwent**
Publications Ltd., London, GB; AN 95-310017
XP002017832 & JP,A,07 208 145 (TSUNODA) , 8
Août 1995
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 558**
(M-1493), 7 Octobre 1993 & JP,A,05 156935
(MAZDA MOTOR CORP), 22 Juin 1993,

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un silencieux d'échappement pour moteur à explosion, notamment pour aéronef.

[0002] Il existe actuellement plusieurs systèmes de silencieux à chicanes, par absorption par détente, qui permettent d'atténuer le niveau de bruit émis pour le ramener aux normes en vigueur.

[0003] On connaît notamment le document FR 1 041 034, qui décrit un dispositif de silencieux pour pot d'échappement de véhicules à moteur à combustion interne. Ce dispositif comprend une enveloppe cylindrique comprenant des éléments tronconiques percés de trous et disposés pour former des chicanes les uns derrière les autres dans ladite enveloppe.

[0004] Ces systèmes présentent les inconvénients de créer des surchauffes et des pressions perturbatrices contre-directrices.

[0005] Pour palier ces inconvénients, l'invention propose un dispositif simple utilisant une géométrie particulière et secondairement des éléments en acier inoxydable austénitique. Outre une réduction notable du niveau de bruit émis par rapport aux systèmes existants, comme cela sera décrit plus loin dans un exemple d'application, le dispositif proposé est facile à installer et à déposer, sa maintenance est aisée et sa tenue dans le temps améliorée.

[0006] Il n'était pas évident que la géométrie proposée et la sélection d'un acier inoxydable austénitique permette d'obtenir les avantages importants de l'invention, et notamment un gain supérieur à 5 db minimum par rapport aux silencieux de l'art antérieur. Il n'était pas non plus évident de renoncer aux dispositifs à chicanes souvent utilisés dans de nombreux types de silencieux, dans différents types d'industries.

[0007] Le silencieux selon l'invention est décrit dans la revendication 1.

[0008] Secondairement, selon un mode de réalisation préféré, le silencieux est réalisé en acier inoxydable austénitique. L'espace entre la tuyère et l'enveloppe est rempli d'une paille également en acier inoxydable austénitique.

[0009] Un avantage important de l'invention est d'autoriser le traitement d'un volume plus important de gaz, avec une plus grande surface de contact, l'ensemble réduisant le bruit de manière très notable, tout en autorisant, ce qui est surprenant, l'évacuation rapide de ce plus grand volume sans générer l'inconvénient majeur prévisible des contre-pressions.

[0010] La géométrie de l'invention sera comprise de l'homme de métier à la lecture des dessins annexés, sans qu'il soit nécessaire de l'expliquer plus en détail. L'homme de métier saura de plus envisager sans difficultés des variantes et des dérivés de cette géométrie, respectant le concept général ci dessus.

[0011] Il est également surprenant de constater que le bruit désagréable bien connu des professionnels uti-

lisant l'acier inoxydable (provoqué par des fréquences ultra-sonores) n'est pas produit par le dispositif selon l'invention. On sait que par exemple l'emploi de cuivre donne un son " feutré " mais le cuivre est naturellement très lourd. Il est surprenant d'obtenir un son agréable avec un matériau recherché pour ses qualités mais également réputé pour son bruit désagréable.

[0012] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif en regard des figures annexées qui représentent :

- figure 1 : une coupe longitudinale d'un dispositif qui n'est pas selon l'invention,
- figure 2 : une coupe longitudinale du dispositif selon l'invention.
- figures 3 et 4 : coupes longitudinales de variantes du dispositif selon l'invention,
- figures 5 et 6 : coupes transversales respectives des figures 3 et 4 selon A - A (représentant les cloisons perforées (6 BIS)),
- figure 7 : détail d'un dispositif représenté en figure 2,
- figures 8 et 9 : détails d'un dispositif représenté en figure 3 ou 4.

[0013] En référence à la figure 1, le dispositif comporte une tuyère (1) formée d'un cône et d'un cylindre d'un seul tenant en tôle perforée, trous alternés et de diamètres différents d'une rangée à l'autre, sur toute la longueur du silencieux. L'enveloppe extérieure est formée d'une partie avant (2), cylindrique et conique, et d'un embout conique (3) formant la partie arrière et se terminant par un tube de fuite en biais permettant l'évacuation des gaz vers le bas. La partie avant de l'enveloppe extérieure (2) est ici conique pour faciliter la pénétration dans l'air. Les bords de ces deux parties (2) et (3) destinées à être assemblées sont usinés par moulurage pour former deux gorges circulaires selon une technique connue. Selon une caractéristique préférée, les trois éléments (1), (2) et (3) sont en acier inoxydable austénitique (on rappelle que l'austénite est un composant de l'acier constitué d'une solution solide de fer et de carbone), ainsi que la garniture de paille (4).

[0014] Le montage du silencieux s'opère de la façon suivante :

- soudage de la tuyère sur la partie avant au niveau du col (6),
- remplissage de l'espace entre la tuyère et l'enveloppe avec de la paille en acier inoxydable austénitique (4),
- mise en place de l'embout arrière (3) par emboîtement et vissage.

[0015] Le nombre et la taille des perforations de la tuyère sont adaptés en fonction de la cylindrée du moteur. Le silencieux est connecté à la tubulure de l'échap-

pement par un soufflet de dilatation qui est lui-même maintenu par deux colliers avec vis freinées.

[0016] La figure 2 représente une variante du dispositif dans laquelle la tuyère comporte différents contrecônes (5), destinés suivant les applications à améliorer la détente des gaz dans la paille (4).

[0017] La figure 7 représente la partie arrière d'un dispositif décrit en figure 1 ou 2, sur laquelle est représenté l'emboîtement (9) de l'embout conique (3) sur la tuyère (4).

[0018] Les figures 3 et 4 représentent d'autres variantes du dispositif selon l'invention.

[0019] Dans ces variantes, une cloison perforée (6 BIS) en forme de disque, se place perpendiculaire à l'axe de la tuyère pour maintenir la paille d'acier inoxydable en place et surtout faciliter l'évacuation des gaz, d'où le résultat d'une diminution des contre-pressions. La paille est maintenue de préférence à la partie arrière par cette plaque ou cloison perforée (6 BIS) livrant passage aux gaz à sa périphérie et, en son centre, à la sortie de tuyère.

[0020] Dans ces variantes, la tuyère est soudée sur la cloison perforée arrière (6 BIS) qui est elle-même vissée sur la partie arrière de l'enveloppe extérieure (2) et l'embout conique (3), et emboîtée dans la partie avant de l'enveloppe extérieure (2) au col (6).

[0021] La figure 8 représente la partie avant d'un dispositif décrit en figure 3 ou 4, sur laquelle est représenté l'emboîtement (9) de la tuyère (1) sur l'enveloppe extérieure (2) au col (6).

[0022] La figure 9 représente la partie arrière d'un dispositif décrit en figure 3 ou 4, sur laquelle est représenté la soudure (8) de la tuyère (1) sur la cloison perforée (6 BIS), et le vissage (7) de l'enveloppe extérieure (2), l'embout conique (3) et la cloison perforée (6 BIS).

Exemple de réalisation :

[0023] Suivant un exemple, on a réalisé un silencieux tel que décrit ici avec une tuyère d'épaisseur 10/10ème et une enveloppe d'épaisseur 8/10ème, les perforations ont des diamètres variables entre 8 mm et 10 mm. Le protocole d'essai a fourni les résultats suivants :

- Point fixe - puissance maximum pour une vitesse affichée de 2350 tr/mn 64 db
- Lâcher des freins - 2500 tr/mn pour une vitesse affichée au lâcher de 2300 tr/mn 74 db
- Passage 300 ft stabilisé - 2500 tr/mn 73 db
- Passage 1000 ft stabilisé - 2500 tr/mn 67 db
- Vitesse au cabrage 60 kn pour temps de roulage obtenu en 20 sec 71 db
- Passage 300 ft stabilisé - 2500 tr/mn pour vitesse affichée au passage de 120 km 70 db
- Passage 1000 ft stabilisé - 2500 tr/mn pour vitesse affichée au passage de 112 kn 68 db
- Montée initiale 80 kn pour une vitesse affichée de 2500 tr/mn 70 db

- Passage 300 ft stabilisé - 2500 tr/mn 70 db
- Passage 1000 ft stabilisé - 2500 tr/mn 65 db
- Verticale montée initiale 80 kn pour une hauteur obtenue au passage de 500 ft 89 db
- Passage 300 ft stabilisé - 2500 tr/mn 87 db
- Passage 1000 ft stabilisé - 2500 tr/mn 78 db

[0024] En moyenne, le niveau est égal à 72,8 db.

[0025] A titre de comparaison, les mêmes mesures obtenues avec un silencieux classique sont les suivantes :

- Point fixe - puissance maximum pour une vitesse affichée de 2350tr/mn 77db
- Lâcher des freins - 2500 tr/mn pour une vitesse affichée au lâcher de 2300 tr/mn 74 db
- Passage 300 ft stabilisé - 2500 tr/mn 80 db
- Passage 1000 ft stabilisé - 2500 tr/mn 71 db
- Vitesse au cabrage 60 kn pour temps de roulage obtenu en 20 sec 73db
- Passage 300 ft stabilisé - 2500 tr/mn pour vitesse affichée au passage de 120 kn 75 db
- Passage 1000 ft stabilisé - 2500 tr/mn pour vitesse affichée au passage de 112 kn 73db
- Montée initiale 80 kn pour une vitesse affichée de 2500 tr/mn 77 db
- Passage 300 ft stabilisé - 2500 tr/mn 73 db
- Passage 1000 ft stabilisé - 2500 tr/mn 70 db
- Verticale montée initiale 80 kn pour une hauteur obtenue au passage de 500 ft 92 db
- Passage 300 ft stabilisé - 2500 tr/mn 96 db
- Passage 1000 ft stabilisé - 2500 tr/mn 86 db

[0026] En moyenne, le niveau est égal à 78,2 db.

Notes : kn = noeud (" knot ") 1 ft # 33 cm

[0027] Le dispositif selon l'invention permet d'obtenir aujourd'hui un gain supérieur à 5 db minimum par rapport aux silencieux classiques actuels. Ce dispositif est particulièrement destiné à équiper des aéronefs d'une cylindrée de 4000 à 8000 m³, et plus particulièrement le Piper PA 28.

[0028] D'autres modes de réalisation apparaîtront clairement à l'homme de métier et font partie de l'invention. Notamment, la forme et la dimension des constituants pourront être adaptées à la condition que le concept général de l'invention soit respecté, c.a.d. le choix de formes créant au moins un Venturi pour accélérer les gaz sur au moins une partie de leur trajet, et de formes générant le moins possible de turbulences à la sortie du Venturi. Notamment, les cônes pourront être " arrondis " et le Venturi remplacé par un dispositif accélérateur de même fonction. Les seules limites en ce domaine seront le coût et les impératifs de montage et de maintenance. De même, la paille (4) pourra être remplacée par toute matière de structure remplissant une fonction équivalente. Enfin, l'acier inoxydable austénitique pourra être remplacé par tout matériau capable de remplir la même fonction.

Revendications

1. Dispositif silencieux pour échappement de moteur à explosion comprenant une tuyère perforée (1) sur toute sa longueur, cette tuyère étant entourée par une enveloppe coaxiale formée d'une partie avant (2) et d'une partie arrière conique (3), la tuyère formant une géométrie à plusieurs cônes dont la fonction est de former un volume important, de créer au moins un système pour accélérer le flux des gaz d'échappement au moins sur une partie de leur trajet, **caractérisé par le fait que** la partie avant (2) de l'enveloppe extérieure est cylindrique ou conique, et **par le fait que** la tuyère (1) et l'enveloppe (2), (3) forment un espace annulaire continu, du col (6) jusqu'à la partie arrière (3), et dans lequel passent les gaz, qui s'échappent par un tube de fuite permettant l'évacuation des gaz et évitant la formation de turbulences génératrices de contre-pressions.
2. Dispositif silencieux pour échappement de moteur à explosion selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'il** ne comporte pas de chicanes, et que l'espace entre la tuyère et l'enveloppe est rempli d'une paille (4) maintenue à la partie arrière par une plaque ou cloison perforée (6 BIS) livrant passage aux gaz à sa périphérie par les perforations et, en son centre, à la sortie de tuyère.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** la tuyère est formée d'un ou plusieurs cônes, contre-cônes (5) et cylindre d'un seul tenant.
4. Dispositif selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé par le fait que** le système pour accélérer le flux des gaz d'échappement est un système de type << Venturi >>.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait que** les perforations de la tuyère sont constituées de trous alternés et de diamètres différents d'une rangée à l'autre, le nombre et la taille des perforations étant adaptés selon la cylindrée du moteur à explosion.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait que** l'enveloppe est formée d'une partie avant soudée à la tuyère au col (6), d'une partie arrière conique amovible, les deux bords jointifs de ces deux parties étant moulurés, en deux gorges pour permettre un démontage et un remontage rapides.
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait que** la tuyère est emboîtée dans l'enveloppe extérieure avant (2) au col (6) et

soudée sur une cloison perforée (6 BIS) elle-même vissée sur la partie avant (2) de l'enveloppe extérieure et sur la partie arrière (3) de l'enveloppe extérieure.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait que** la partie arrière (3) de l'enveloppe coaxiale se termine par un tube de fuite en biais permettant l'évacuation des gaz vers le bas.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé par le fait qu'il** est monté sur l'échappement d'un moteur d'avion, ou un autre type de moteur à explosion.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé par** la fait que l'ensemble tuyère-enveloppe est réalisé en tôle d'acier inoxydable austénitique.
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé par le fait que** l'espace entre la tuyère et l'enveloppe est rempli d'une paille en acier inoxydable austénitique.

Patentansprüche

1. Schalldämpfer für den Auspuff eines Verbrennungsmotors mit einer auf ihrer ganzen Länge perforierten Düse (1), die von einer coaxialen Hülle umgeben ist, die von einem vorderen Teil (2) und einem konischen hinteren Teil (3) gebildet wird, wobei die Düse eine Geometrie mit mehreren Kegeln bildet, die die Funktion haben, ein großes Volumen zu bilden und mindestens ein System zum Beschleunigen des Stroms der Auspuffgase mindestens auf einem Teil ihres Wegs zu schaffen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vordere Teil (2) der äußeren Hülle zylindrisch oder konisch ist, und dadurch, dass die Düse (1) und die Hülle (2), (3) einen vom Hals (6) bis zu dem hinteren Teil (3) durchgehenden ringförmigen Raum bilden, in dem die Gase hindurchtreten, die über ein Austrittsrohr austreten, das die Abfuhr der Gase gestattet und die Bildung von Gegendrücke erzeugenden Turbulenzen vermeidet.
2. Schalldämpfer für den Auspuff eines Verbrennungsmotors nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er keine Umlenkorgane aufweist und dass der Raum zwischen der Düse und der Hülle mit einer Wolle (4) gefüllt ist, die im hinteren Teil durch eine perforierte Platte oder Trennwand (6 BIS) gehalten ist, die die Gase an ihrem Umfang durch die Perforationen und in ihrer Mitte am Düsenaustritt hindurchtreten lässt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse von einem oder mehreren Kegeln, Gegenkegeln (5) und Zylinder in einem Stück gebildet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das System zum Beschleunigen des Stroms der Auspuffgase ein System vom Typ "Venturi" ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Perforationen der Düse aus abwechselnden Löchern mit von einer Reihe zur anderen verschiedenen Durchmessern bestehen, wobei die Anzahl und die Größe der Perforationen an den Hubraum des Verbrennungsmotors angepasst sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülle von einem vorderen Teil, der an der Düse am Hals (6) angeschweißt ist, und von einem abnehmbaren konischen hinteren Teil gebildet ist, wobei die aneinanderstoßenden Ränder dieser beiden Teile mit zwei Nuten gesickt sind, um eine schnelle Demontage und Montage zu gestatten.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse in die vordere äußere Hülle (2) am Hals (6) eingesteckt ist und an einer perforierten Querwand (6 BIS) angeschweißt ist, die ihrerseits am vorderen Teil (2) der äußeren Hülle und am hinteren Teil (3) der äußeren Hülle angeschraubt ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hintere Teil (3) der koaxialen Hülle mit einem schrägen Austrittsrohr endet, das die Abfuhr der Gase nach unten gestattet.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie an dem Auspuff eines Flugzeugmotors oder eines anderen Verbrennungsmotortyps montiert ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einheit Düse-Hülle aus einem Blech aus rostfreiem Austenitstahl hergestellt ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Raum zwischen der Düse und der Hülle mit einer Wolle aus rostfreiem Austenitstahl gefüllt ist.

Claims

1. A muffler device for the exhaust of an internal combustion engine comprising a perforated tube (1) over its total length, the tube (1) being surrounded with a coaxial envelope formed of a front portion (2) and a conical back portion (3), **characterized in that** the tube forms a geometry with several cones, the function of which is to form a large space, to create at least a system to accelerate the flow of exhaust gases at least over a section of their passage, the front portion (2) of the outside envelope is cylindrical or conical and that the tube (1) and the envelope (2), (3) form a continuous annular space from the neck (6) as far as the back portion (3) and through which pass the gases, which escape through an exhaust pipe permitting exhaustion of the gases and preventing the formation of turbulences generating back pressure.
2. A muffler device for the exhaust of an internal combustion engine according to claim 1, **characterized in that** it has no baffle plates and that the space between the tube and the envelope is filled with a steel wool (4) held at the back portion by a perforated partition or plate (6a) releasing passage of the gas at its periphery through the perforations and, at its centre, to the tube's outlet.
3. A device according to claim 1 or 2, **characterized in that** the tube is formed of one or several cones, counter-cones (5) and a cylinder, all in one piece.
4. A device according to claims 1, 2 or 3, **characterized in that** the system to accelerate the exhaust gas flow is a "Venturi" type system.
5. A device according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the tube's perforations are comprised of alternating holes of different diameters from one row to another, the number and size of the perforations according to the displacement of the internal combustion engine.
6. A device according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the envelope is formed of a front part welded to the tube at its neck (6), a non movable conical back part, the two edges joining these two parts being crimped into two throats to permit rapid disassembly and reassembly.
7. A device according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the tube is inserted into the outside envelope in front (2) at the neck (6) and welded on a perforated partition (6a) itself being screwed onto the front portion (2) of the outside envelope and onto the back portion (3) of the outside envelope.

8. A device according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the back portion (3) of the coaxial envelope terminates in an exhaust pipe at an angle to permit exhaustion of the gas downwards,

5

9. A device according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that** it is fitted to the exhaust of an aircraft engine or another type of internal combustion engine.

10

10. A device according to any one of claims 1 to 9, **characterized in that** the tube-envelope unit is made of austenite stainless steel.

11. A device according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** the space between the tube and the envelope is filled with steel wool made of austenite stainless steel.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

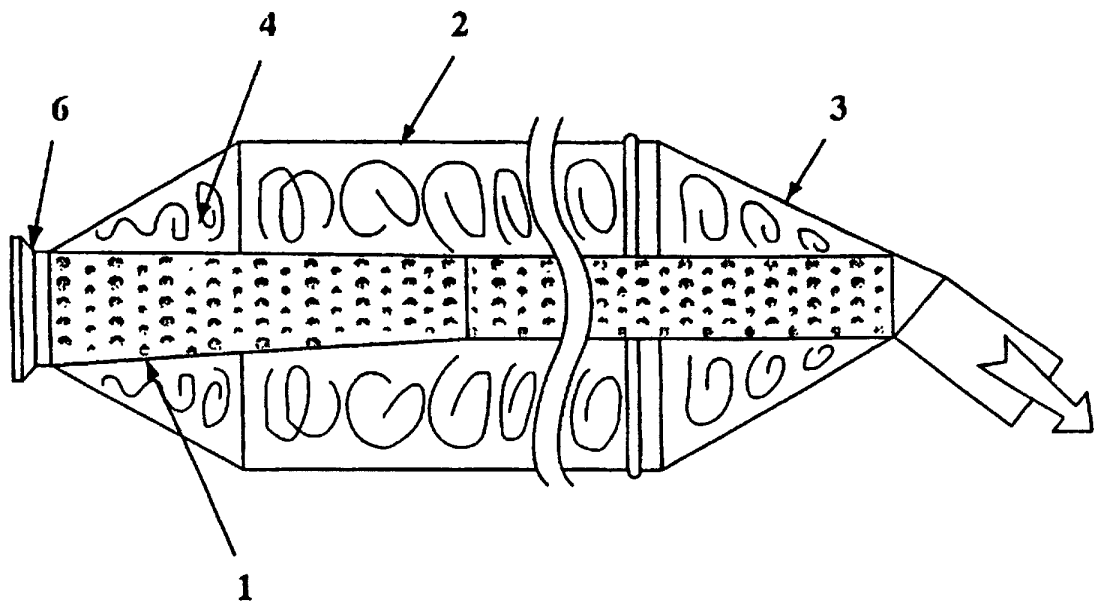


FIGURE 1

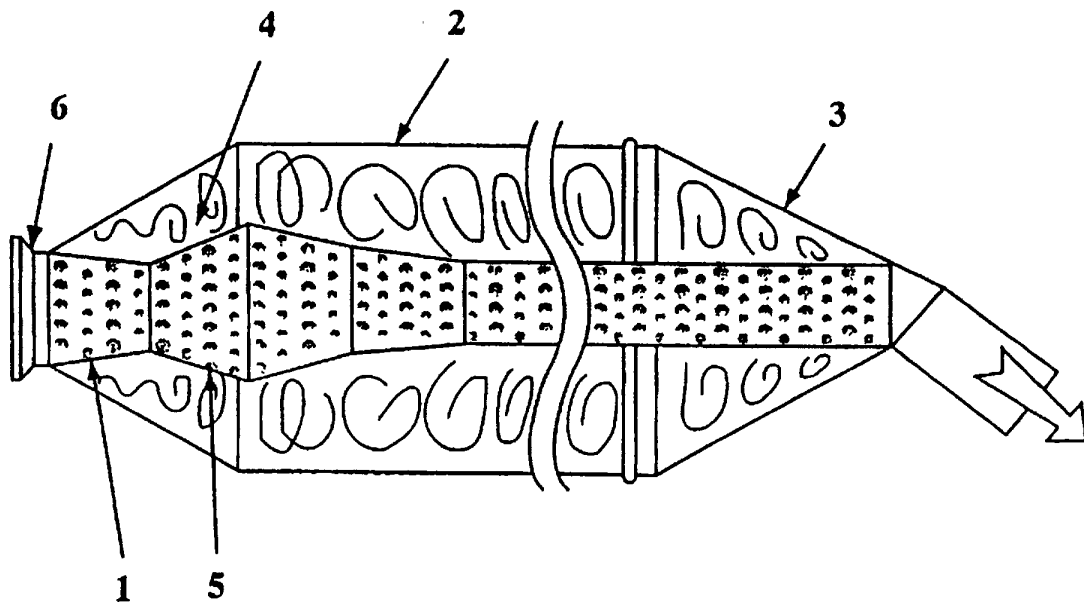


FIGURE 2

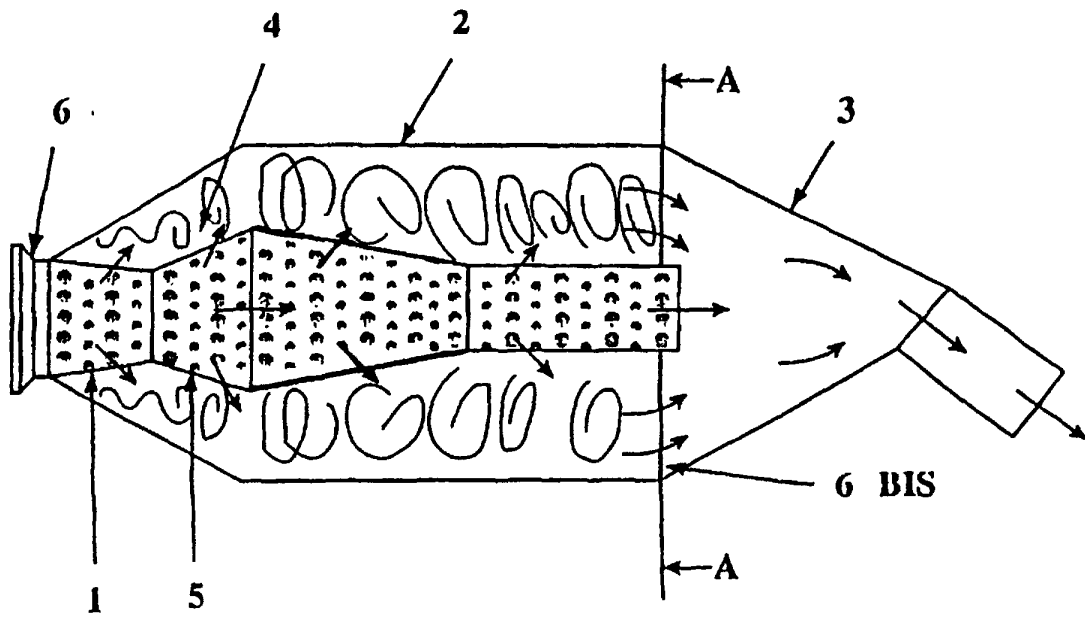


FIGURE 3

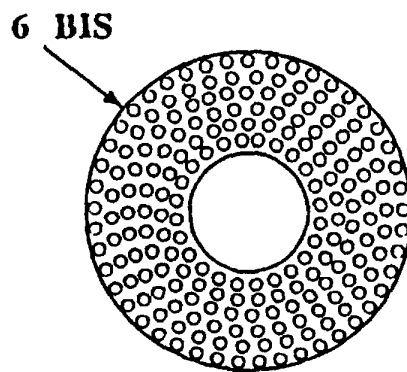


FIGURE 5

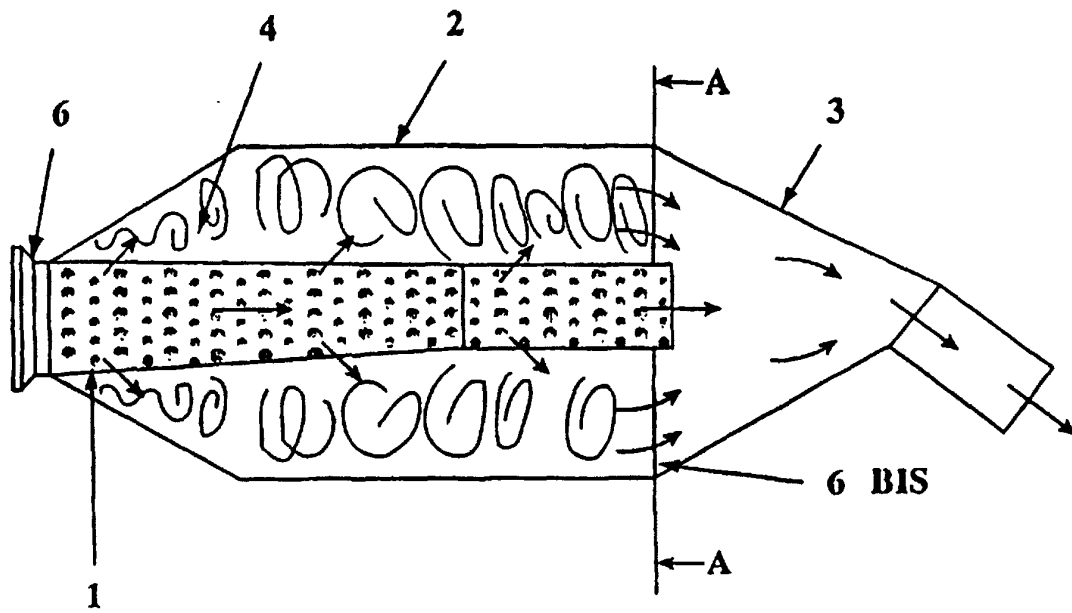


FIGURE 4

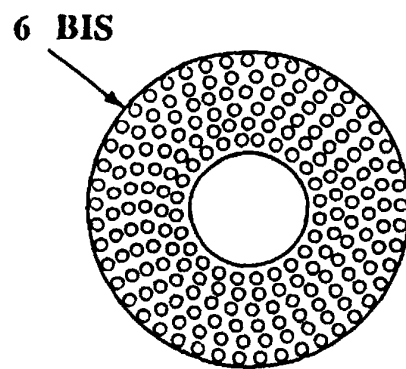


FIGURE 6

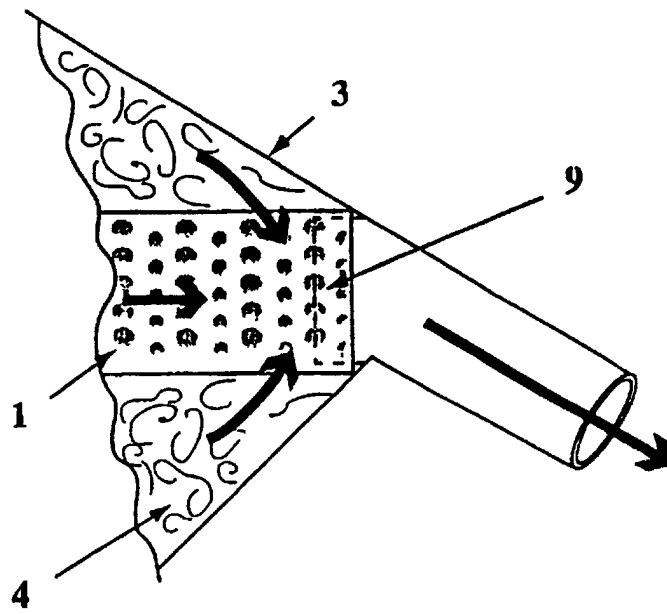


FIGURE 7

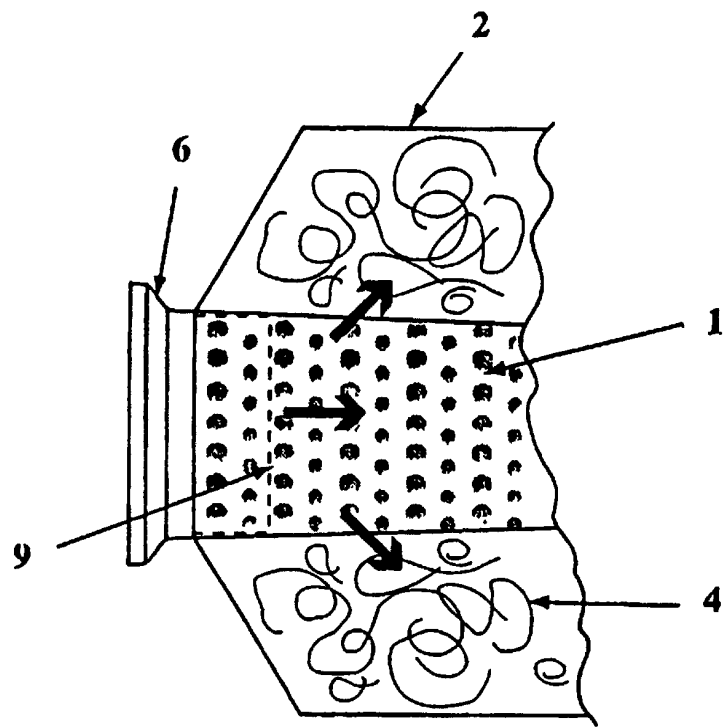


FIGURE 8

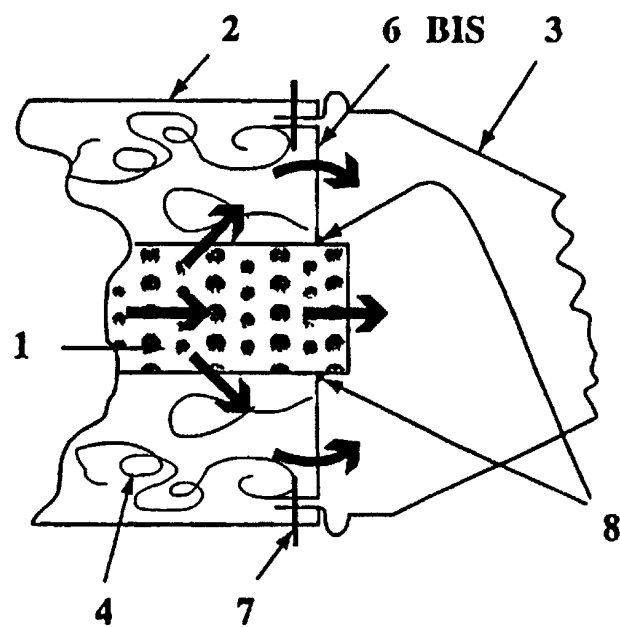


FIGURE 9