

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 83 09092**

---

⑮ Système d'échappement pour automobile.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 01 N 3/08, 7/08.

⑰ Date de dépôt..... 1<sup>er</sup> juin 1983.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée : US, 1<sup>er</sup> juin 1982, n° 384,041.

㉒ Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 48 du 2-12-1983.

---

㉓ Déposant : CURRIE Neil Lawrence. — CA.

㉔ Invention de : Neil Lawrence Currie.

㉕ Titulaire :

㉖ Mandataire : Cabinet Lavoix,  
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention se rapporte aux systèmes destinés à l'évacuation des gaz brûlés des moteurs à combustion interne et, en particulier, à l'évacuation des gaz brûlés des moteurs à combustion interne des véhicules.

5 Les gaz d'échappement engendrés par les moteurs à combustion interne tels que ceux que l'on trouve sur les véhicules sont évacués par l'intermédiaire d'un système d'échappement. Le système d'échappement typique comprend un tube de diamètre relativement petit qui va du collecteur d'échappement à un orifice ouvrant sur l'atmosphère, et une ou plusieurs sections de silencieux sur la longueur du tube. Le silencieux typique est un dispositif lourd, encombrant, de diamètre beaucoup plus grand que le reste du système.

15 Le silencieux est utilisé pour atténuer sur une distance relativement courte les ondes de choc sonores engendrées par la détente explosive du mélange air/combustible brûlé sortant des cylindres. Les ondes de choc comprennent des ondes sonores de différentes fréquences. Le silencieux est étudié pour disperser les ondes sonores de différentes fréquences au moyen d'une structure bien connue dans la technique.

25 La grande dimension du silencieux se traduit par un grand risque de détérioration par la route et impose des limitations d'espace dont on doit tenir compte dans l'étude du véhicule. Lorsque le système d'échappement se refroidit, le grand volume qui est confiné dans le silencieux condense de l'humidité, ce qui contribue à rouiller et détériorer le silencieux. Un silencieux de construction relativement complexe exige le traitement de plusieurs pièces de métal différentes selon différentes techniques. Le silencieux est de ce fait relativement coûteux et lourd.

35 Depuis quelques années, on exige également du système d'échappement qu'il élimine les hydrocarbures

imbrûlés des gaz d'échappement. Cette fonction est assurée jusqu'à présent par un convertisseur catalytique séparé. Le convertisseur est essentiellement un élément ajouté au système d'échappement classique et il forme à son tour un récipient relativement volumineux. Les gaz d'échappement contenant des hydrocarbures imbrûlés pénètrent dans le convertisseur et passent sur des catalyseurs à base de métaux précieux du groupe du platine, qui comprend le platine, le palladium et le rhodium, ces métaux étant tous déposés sur de l'alumine. L'alumine peut se présenter sous la forme d'agglomérés ou être portée par un substrat composé de matières céramiques extrudées. Le convertisseur oxyde les hydrocarbures pour réduire la quantité de substances polluantes rejetées dans l'atmosphère. Le grand volume du convertisseur exige à nouveau que le modèle du véhicule soit spécialement adapté pour accepter ce convertisseur. L'oxydation des hydrocarbures imbrûlés dégage une grande quantité de chaleur et le convertisseur atteint une température élevée. Le véhicule doit également être étudié de manière à garantir qu'aucun dommage ne résultera de cette température élevée.

Le silencieux, le convertisseur, la tuyauterie de liaison, le tube d'échappement et le tube de queue classiques sont raccordés entre eux par des colliers et montés sur le véhicule au moyen de ferrures de montage. Ces divers éléments doivent être assemblés et mis en place sur le véhicule sur la chaîne d'assemblage. La relative complexité de la conception se traduit par une opération d'assemblage longue et coûteuse.

Il existe donc un besoin d'un système d'échappement perfectionné qui conserve les caractéristiques d'atténuation des bruits et d'oxydation du silencieux et du convertisseur classiques tout en réduisant les dimensions, le coût et le poids du système classique.

Ceci augmenterait la souplesse de conception du véhicule. Il existe par ailleurs un besoin d'un système d'échappement perfectionné qui réduise le temps d'assemblage et le coût en matière tout en assurant une durabilité équivalente ou améliorée en utilisation. Une tentative récente pour atteindre certains de ces objectifs est le dispositif décrit dans le brevet US n° 3 746 126.

Selon un aspect, la présente invention a pour objet un système d'échappement pour l'évacuation des gaz d'un moteur à combustion interne comportant un collecteur d'échappement, monté sur un véhicule. Ce système comprend un tube de diamètre uniforme qui va du collecteur d'échappement du moteur à un orifice débouchant dans l'atmosphère. Le tube transporte les gaz d'échappement du moteur à l'atmosphère. Un certain nombre de filtres poreux sont placés dans le tube, le long de la longueur de celui-ci, pour affaiblir le bruit de l'échappement. Les filtres poreux sont formés d'au moins un segment de métal déployé. Chaque segment est plié en des points choisis à l'avance le long de sa longueur pour former des filtres élémentaires entre les plis, chaque filtre étant espacé d'une distance prédéterminée des autres filtres formés par un pli commun.

Selon un autre aspect de la présente invention, la distance prédéterminée entre les filtres varie sur la longueur du tube pour améliorer l'affaiblissement d'une large gamme de fréquences de bruits. Le système d'échappement peut comprendre également au moins une section de la longueur du tube qui ne comporte pas de filtre, et forme une chambre de mélange dans laquelle les parties séparées de l'onde de choc s'annulent mutuellement.

Les filtres peuvent avoir une section transversale rectangulaire (y compris une section carrée), pour ménager quatre canaux arqués entre les filtres et la paroi intérieure du tube, ces canaux contribuant à dissiper

les ondes de choc. Les filtres peuvent avoir entre les plis une section elliptique (y compris une section circulaire), ce qui leur permet d'entrer en contact avec la surface interne du tube à peu près sur toute la circonférence interne de ce dernier. L'élément peut être tordu en forme d'hélice pour former des filtres dont les bords des éléments sont en contact avec la surface interne du tube.

Selon un autre aspect de l'invention, la matière poreuse peut être choisie dans le groupe comprenant les métaux, les céramiques et les matières plastiques résistant aux hautes températures. Les orifices de la matière poreuse peuvent être de dimensions variées, pour améliorer l'affaiblissement d'une gamme de fréquences sonores et ils peuvent comporter des segments à profil aérodynamique pour améliorer l'affaiblissement. Les orifices peuvent être créés par déplacement de la matière, par entrelaçage d'une matière de forme linéaire, ou par d'autres procédés appropriés.

Selon encore un autre aspect de l'invention, des parties de la matière poreuse sont revêtues d'alumine et de métaux du groupe du platine, sur la longueur du tube, à l'intérieur de celui-ci, pour oxyder les hydrocarbures imbrûlés contenus dans les gaz d'échappement. Le tube peut être une pièce continue sur toute sa longueur, la matière poreuse s'étendant à l'intérieur du tube à peu près sur toute sa longueur ou étant concentrée en une ou plusieurs zones.

Selon un autre aspect de la présente invention, un système d'échappement pour l'évacuation des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne comportant un collecteur d'échappement est monté sur un véhicule. Le système d'échappement comprend un tube de diamètre uniforme qui va du collecteur d'échappement du moteur à un orifice débouchant dans l'atmosphère. Le tube

transporte les gaz d'échappement qu'il contient jusqu'à cet orifice. Au moins un segment de chemise est placé dans le tube lors de la formation de ce dernier, ce segment comprenant un certain nombre de chicanes à profil 5 aérodynamique qui s'étendent sur le trajet d'écoulement des gaz pour affaiblir le bruit de l'échappement.

Selon un autre aspect, les chicanes à profil aérodynamique peuvent être choisies dans le groupe qui comprend les métaux, les matières plastiques à haute 10 résistance à la température et les matières céramiques. La chemise peut être formée à partir d'une bande continue, les chicanes à profil aérodynamique étant découpées dans la bande et la bande étant courbée pour former un cylindre qui est soudé le long de ses bords à l'intérieur 15 du tube d'échappement, lors du formage et du soudage de ce tube lui-même. Les chicanes à profil aérodynamique peuvent avoir des longueur, section, épaisseur, angle d'incidence et fréquences variables sur la longueur de la chemise, pour améliorer l'affaiblissement des bruits 20 du système d'échappement.

Dans une autre forme de réalisation de l'invention, on réalise le système d'échappement comprend un tube de diamètre uniforme enfermant intérieurement un tissu de fils métalliques tissés pour affaiblir les 25 bruits de l'échappement. Le fil peut être de différents diamètres et de différentes sections, le tissu résultant s'étendant sur la longueur du tube pour améliorer l'affaiblissement d'une gamme de fréquences sonores de l'échappement.

30 Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux au cours de la description qui va suivre de modes de réalisation représentés aux dessins annexés et donnés uniquement à titre d'exemples. Sur ces dessins :

35 - la figure 1 est une vue de dessous d'un

véhicule sur lequel sont montés un système d'échappement selon une première forme de réalisation de la présente invention, représenté en traits pleins, et un système d'échappement classique, comportant un silencieux, un convertisseur catalytique et des colliers classiques, représenté en traits interrompus ;

5 - la figure 2 est une vue en perspective d'une partie du système d'échappement, partiellement arrachée, pour montrer la matière déployée contenue dans le tube  
10 extérieur ;

- la figure 3 est une vue en coupe verticale du système d'échappement, selon la ligne 3-3 de la figure 2 dans le sens des flèches ;

15 - la figure 3A est un détail d'une coupe de la matière déployée, selon la ligne 3A-3A de la figure 3, dans le sens des flèches ;

- la figure 4 est une coupe horizontale du système d'échappement, selon les lignes 4-4 de la figure 2, dans le sens des flèches ;

20 - la figure 5 est une vue en coupe horizontale d'une première variante du système d'échappement, qui montre une chambre de mélange ;

25 - les figures 6A à 6C montrent une deuxième variante du système d'échappement, comportant un élément plié à moins de 180° entre les filtres ;

- les figures 7A à 7C montrent une troisième variante du système d'échappement qui comporte des filtres circulaires ;

30 - les figures 8A à 8C montrent une quatrième variante du système d'échappement comportant des filtres de forme elliptique, et pliée à moins de 180° entre les filtres ;

35 - les figures 9A à 9C montrent une cinquième variante du système d'échappement dans laquelle les filtres sont formés par une matière déployée, tissée ou

poreuse d'une autre façon, disposée en hélice ;

- la figure 10 montre un système d'échappement selon une deuxième forme de réalisation de l'invention, dont une partie est représentée dépliée pour

5 laisser voir sa construction intérieure, et montrer un certain nombre de chicanes qui pénètrent dans le courant gazeux ;

- la figure 11 montre une chemise destinée à être utilisée dans le système d'échappement selon la  
10 deuxième forme de réalisation ;

- la figure 12 est une coupe verticale du système d'échappement selon la deuxième forme de réalisation, selon la ligne 12-12 de la figure 10, dans le sens des flèches ;

15 - la figure 13 est une coupe d'un segment à profil aérodynamique, selon la ligne 13-13 de la figure 12, dans le sens des flèches ;

- la figure 14 est une coupe horizontale du système d'échappement selon la première forme de réalisation, adapté pour être raccordé à un collecteur d'échappement  
20 et coudé pour se conformer au modèle du véhicule, et montre la légère déformation de l'élément qui se produit lorsque le tube est coudé ou épanoui en collerette ;

- la figure 15 est une vue avec arrachement de  
25 la cinquième variante de la première forme de réalisation qui montre la disposition en hélice de la matière déployée ;

- la figure 16 est une vue en coupe verticale de la cinquième variante, selon la ligne 16-16 de la figure 15, dans le sens des flèches ; et

- la figure 17 est une vue partiellement arrachée d'une troisième forme de réalisation de la présente invention qui utilise une matière tissée.

On se reportera maintenant aux dessins, sur  
35 les différentes figures desquels des numéros de référence



semblables désignent les mêmes éléments ou des éléments correspondants. La figure 1 représente un véhicule 10 comportant un moteur à combustion interne 12 pour sa propulsion. Le moteur 12 comporte un collecteur d'échappement 14 qui recueille les gaz d'échappement brûlés du moteur en provenance d'un ou de plusieurs cylindres, pour les rejeter dans l'atmosphère.

Les organes dessinés en traits interrompus représentent un silencieux classique 20, un convertisseur catalytique classique 18 et des colliers classiques 21. Le convertisseur et le silencieux sont reliés par un tube 22. Il est facile de voir que la forme du véhicule 10 doit nécessairement être adaptée spécialement pour recevoir le volume relativement grand du convertisseur 18 et du silencieux 20. On peut également voir que le système classique est composé d'un grand nombre d'éléments qui doivent être assemblés au moment de ou avant l'assemblage du véhicule sur la chaîne de montage.

Le système d'échappement 24 représenté sur la figure 1 constitue une première forme de réalisation de l'invention. Comme on peut le voir facilement, le système d'échappement comprend un tube continu 26 qui a un diamètre extérieur uniforme, et est muni d'une collerette 28 à une première extrémité pour son raccordement au collecteur d'échappement 14. L'extrémité opposée du tube 26 comporte un orifice 30 à proximité de l'arrière du véhicule, pour rejeter les gaz de combustion du moteur dans l'atmosphère. Le tube 26 peut comporter des coudes 32, 34, 36, 38, 40, 42 et 43 répartis sur sa longueur, pour s'adapter à la construction du véhicule, y compris à l'essieu arrière et à d'autres structures. Ainsi qu'on le décrira avec plus de détails, le système d'échappement 24 a pour effet d'amortir le bruit de l'échappement du moteur et il peut également comprendre des éléments convertisseurs catalytiques pour oxyder les hydrocarbures

imbrûlés afin de réduire la pollution atmosphérique.

Les détails intérieurs du système d'échappement sont décrits le plus clairement en référence aux figures 2 à 4. La figure 2 montre un élément 44 en une matière poreuse déployée 46. L'élément 44 est plié le long de plis 48 pour former des filtres rectangulaires 50 espacés les uns des autres. Les filtres rectangulaires peuvent être suffisamment pliés pour former des filtres carrés comme représenté. Les bandes 52 de chaque filtre 50 délimitent un certain nombre de trous 54 qui permettent aux gaz d'échappement de passer à travers les filtres. Les bandes brisent et détruisent les ondes de choc à fréquence sonore qui sont engendrées dans les gaz d'échappement par la détente explosive du mélange air/combustible brûlé sortant du moteur 12.

L'angle de pliage 56 des plis 48 est choisi de manière à donner aux filtres 50 une section optimale. Dans la forme de réalisation des figures 2 à 4, la matière est repliée d'un angle 56 qui approche de  $180^\circ$  pour former des filtres carrés 50 transversaux au flux des gaz d'échappement représenté par la flèche 58.

Dans la variante représentée sur les figures 6A à 6C, l'angle de pliage 56 est un angle de moins de  $180^\circ$ , pour former un élément déployé ayant des filtres rectangulaires 60 qui ne sont pas transversaux à la direction de l'écoulement des gaz. L'angle de pliage 56 peut varier sur la longueur de l'élément, pour améliorer l'affaiblissement d'une gamme de fréquences sonores dans le flux d'échappement. L'acier constitue la matière préférée pour former la matière déployée 46. Toutefois, on peut également utiliser une matière plastique à haute température, une céramique ou une autre matière. Un système d'échappement construit conformément aux indications de l'invention comportant des trous 54 ayant comme dimensions 6,35 mm par 3,175 mm, s'est révélé capable d'amortir

de façon satisfaisante le bruit de l'échappement avec une contre-pression acceptable.

Avec des filtres rectangulaires 50 (y compris les filtres carrés 50 représentés), il se forme quatre passages arqués 62, 64, 66 et 68 entre la surface interne 70 du tube 26 et les bords extérieurs 72 des filtres. Des fractions des ondes de choc de l'échappement pénètrent dans ces passages. Les déséquilibres turbulents entre le flux de gaz qui passe par ces passages et le gaz qui filtre à travers les filtres 50 renforcent la destruction des ondes de choc à fréquences sonores et améliore l'atténuation.

Bien que l'élément 44 puisse remplir la totalité de la longueur du tube 26, la construction préférée consiste à intercaler une ou plusieurs chambres de mélange 74 sur la longueur du tube, comme représenté sur la figure 5. La chambre de mélange peut être formée entre deux éléments 44 ou encore un seul élément continu peut comporter une partie 76 qui s'étend linéairement sur la longueur de la chambre de mélange, comme représenté sur la figure 5. Les chambres de mélange mélangent les parties séparées des ondes de choc en cours de désintégration de sorte que ces parties s'annulent mutuellement pour améliorer encore l'affaiblissement du bruit. Du fait qu'il comporte une partie linéaire 76, l'élément 44 peut s'étendre sur toute la longueur du tube en une seule bande, pour faciliter la fabrication. Dans les meilleures conditions, pour atténuer la gamme maximum de fréquences sonores, le système d'échappement 24 comporte une série de filtres et de chambres de mélange, les filtres ayant des dimensions de trous variables pour assurer l'atténuation des ondes de choc. Ce motif peut se répéter sur la longueur du système d'échappement pour former plusieurs étages de désintégration sonore désirée pour chaque fréquence. La bande 52 peut également recevoir

diverses formes de section droite à profil aérodynamique pour déplacer les gaz dans le tube de façon à améliorer l'atténuation.

Le système d'échappement 24 peut également se  
5 comporter comme un convertisseur catalytique. Les convertisseurs catalytiques classiques sont construits selon deux modes de base. Un premier mode consiste à préparer un certain nombre de granules d'alumine revêtues d'un métal du groupe du platine. Le groupe du platine comprend  
10 le platine, le palladium et le rhodium. Dans le deuxième mode, une matière céramique est revêtue d'alumine et ensuite, d'un catalyseur du groupe du platine. Le catalyseur facilite l'élimination des hydrocarbures imbrûlés contenus dans les gaz d'échappement afin de réduire la  
15 pollution par les hydrocarbures.

Les bandes 52 sont enduites d'alumine 78 et d'un métal 80 du groupe du platine, comme on le voit le plus clairement sur la figure 3A, pour jouer le rôle de convertisseur catalytique dans le système d'échappement  
20 24. Si la matière déployée 46 est formée d'acier, il est souhaitable de revêtir l'acier d'une matière céramique avant de le revêtir d'alumine et d'un métal 80 du groupe du platine.

Une deuxième variante du système d'échappement  
25 24 est représentée sur les figures 7A à 7C. Ce système d'échappement modifié comprend un élément 82 formé par une matière déployée 46 comprenant des filtres circulaires 84. Les plis 48 formés entre les filtres successifs 84 ont été repliés de 180° approximativement, de sorte  
30 que les filtres circulaires sont sensiblement transversaux au flux de gaz. Les bords 86 des filtres circulaires sont en contact avec la paroi interne 70, de sorte que chaque filtre s'étend sur toute la section intérieure du tube. Les passages arqués 62 à 68 sont donc supprimés.

35 Dans une quatrième variante du système d'échap-

pement 24, il est prévu un élément 88 en une matière déployée 46 qui forme des filtres elliptiques 90. A chaque pli 48, la matière est repliée de moins de 180° pour étendre l'élément. Toutefois, la forme elliptique des filtres 90 permet à chaque filtre elliptique 90 d'entrer en contact avec la surface interne 70 du tube 26 le long d'une circonférence intérieure oblique à la longueur du tube. Les filtres ne sont donc pas transversaux à la direction de l'écoulement. Les passages 62 à 68 sont supprimés, de sorte que la totalité du courant de gaz est contrainte de traverser chaque filtre. La distance entre les filtres 90 peut également être réglée en fonction de la longueur des ellipses.

Une cinquième variante du système d'échappement 24 est représentée sur les figures 9A à 9C et les figures 15 et 16. Dans cette variante, un élément 94, constitué par une bande continue de matière déployée 46 possédant une largeur uniforme, est tordu en une hélice de sorte que les bords extérieurs 96 de l'élément entrent en contact avec la surface interne 70 du tube 26 le long de lignes hélicoïdales 98 et 100. Le gaz traverse chaque filtre 102 délimité par l'élément hélicoïdal 94 de manière à présenter aux flux de gaz un certain nombre de sections droites poreuses qui s'étendent sur toute la circonférence de la surface interne.

La figure 15 est une représentation exacte de la position d'une partie de l'élément 94 dans le tube 26. La figure 16 est une vue en bout du système d'échappement comprenant un filtre 102 formé d'un segment de l'élément 94 qui a une longueur suffisante pour effectuer un tour complet de la surface interne.

Le système d'échappement 24 apporte de nombreux avantages. Le tube 26 du système 24 forme un tube de silencieux continu. Des expériences ont montré qu'un tube 26 qui a à peu près le même diamètre extérieur que le

tube de raccordement 22 d'un système 16 classique et qui s'étend sur toute la longueur d'un système d'échappement classique 16 a à peu près le même effet d'affaiblissement des bruits que le système d'échappement classique 16. En  
5 conséquence, le silencieux encombrant est éliminé. Si le système d'échappement 24 joue le rôle d'un convertisseur catalytique, le convertisseur catalytique 18 peut également être supprimé. Le système d'échappement 24 réduit donc les dimensions et le poids du système d'échappement,  
10 ce qui permet une plus grande souplesse de conception du véhicule, y compris d'un véhicule plus surbaissé, plus aérodynamique et plus léger. Ceci peut se traduire par des économies de combustible. Le profil plus lisse et moins volumineux du système 24 a également pour effet  
15 de le rendre moins exposé aux détériorations dues à la route.

En outre, le tube 26 de longueur continue n'exige pas les colliers typiquement utilisés dans le système d'échappement classique 16. La simplicité du système  
20 d'échappement 24 peut permettre des économies sur la chaîne d'assemblage, et des coûts en matière réduits et peut se traduire par une plus faible contre-pression pour un même niveau d'affaiblissement sonore désiré.

Lorsqu'il est conçu pour exercer une fonction  
25 de convertisseur catalytique, le système d'échappement 24 apporte également l'avantage de disperser le dégagement de chaleur résultant de l'action catalytique sur toute la longueur du système d'échappement 24 qui assure l'action de convertisseur catalytique. Ceci réduit l'ac-  
30 cumulation de chaleur dans une partie particulière du véhicule, en permettant encore une plus grande souplesse dans la conception du véhicule. Le système d'échappement 24 peut assurer trois fonctions dans les limites d'une longueur donnée et d'un diamètre minimum tandis que le  
35 tube 22 du circuit 16 classique de même diamètre ne fait

que transporter les gaz. La section du tube 26 peut non seulement évacuer les gaz mais assourdir les bruits de l'échappement et également éliminer les substances polluantes.

5           La présence des passages 62-68 peut améliorer la ventilation à l'intérieur du système d'échappement lorsque ce système n'est pas en fonctionnement. Ceci réduit le niveau de corrosion au-dessous de celui qu'on rencontre dans les silencieux classiques et permet au  
10 système d'échappement 24 de fonctionner plus longtemps. Le système d'échappement 24 permet également une grande flexibilité en courbure pour le conformer à la structure du véhicule. Par exemple, la figure 14 représente la coupe intérieure du système d'échappement 24 aux coudes 40  
15 et 42. Etant donné que l'effet d'affaiblissement sonore se produit sur une grande longueur du système d'échappement, une distorsion ou désintégration limitée des filtres, à un coude donné, n'affecte pas considérablement le fonctionnement de ce système. La déformation de quel-  
20 ques filtres 60 qui sont pressés les uns contre les autres et rapprochés au droit du rayon intérieur de la courbe et qui s'écartent au droit du rayon extérieur de la courbe n'a pratiquement pas d'effet défavorable sur le fonctionnement du système d'échappement. Quelques  
25 filtres 59 sont rapprochés les uns des autres par le raccourcissement du tube lorsqu'on forme la collerette 53, ce qui, à nouveau, n'a pas d'effet défavorable en pratique.

          La matière 46 peut être formée de céramique  
30 extrudée de porosité et de forme variables, qui peut être produite dans des dimensions et dessins adaptés pour s'ajuster dans le tube 26 avant la mise en forme de ce tube et le soudage d'un joint sur le tube. Lorsqu'on courbe le tube, les éléments en céramique peuvent  
35 être brisés aux collerettes et aux coudes sans détériora-

tion importante de la capacité d'affaiblissement sonore du système d'échappement.

Le système d'échappement 24 peut être fabriqué en différentes versions pour s'adapter à la cylindrée du  
5 moteur à combustion interne avec lequel il doit être utilisé, à la longueur du tube à monter, aux caractéristiques d'affaiblissement sonore désirées, au degré de contre-pression qui peut être toléré et au niveau de limitation de pollution exigé. Etant donné que les fonctions  
10 d'affaiblissement sonore et de conversion catalytique sont séparées, le circuit d'échappement 24 peut être utilisé, soit exclusivement pour l'affaiblissement sonore, soit exclusivement pour la limitation de la pollution. Toutefois, les fonctions d'affaiblissement sonore  
15 et de conversion catalytique peuvent être combinées dans le même circuit d'échappement 24.

Il peut également être souhaitable de réaliser le système d'échappement 24 plusieurs segments. Ceci peut être souhaitable pour la facilité de l'assemblage. En  
20 outre, cela permet d'assembler un segment du système d'échappement utilisé exclusivement pour l'affaiblissement sonore à un autre segment utilisé exclusivement en tant que convertisseur catalytique. Les segments d'affaiblissement sonore et de conversion peuvent alors être  
25 remplacés indépendamment l'un de l'autre. Il est également possible que les segments d'affaiblissement sonore et de conversion catalytique n'occupent pas la totalité de la longueur du tube 26. Le poids du système d'échappement peut être réduit par élimination de la matière non  
30 nécessaire dans le tube. Il est également possible de prévoir dans le système d'échappement 24 de la matière déployée composée de plusieurs matières. Par exemple, on peut utiliser de l'acier dans le segment d'affaiblissement sonore tandis qu'on utilise de la céramique dans le  
35 segment de conversion catalytique. Le mode idéal de fa-



brication est celui dans lequel le tube prévu pour l'affaiblissement et la conversion catalytique peut être fabriqué d'une façon continue et sous une forme continue, ou bien sous une série de formes qui se répètent continuellement et sont conçues de manière que tous les éléments atteignent la fin de leur durée utile en même temps.

On a effectué des essais de niveau sonore pour comparer les effets d'affaiblissement sonore d'un système d'échappement classique, d'un système d'échappement comportant un silencieux tel que décrit dans le brevet US n° 3 746 126, et d'un système d'échappement construit conformément à la présente invention. On a également effectué des essais de niveau sonore avec une longueur unique de 1,524 mètres, de tube vide, sans silencieux ni autre tube. Tous les essais ont été effectués sur un moteur General Motors V8 ayant une cylindrée de 4638 centimètres cubes. On a utilisé dans toutes les mesures un appareil de mesure du niveau sonore Genrad Model 1983 sur le mode réponse "rapide".

Tous les essais ont été effectués dans des conditions identiques dans un garage de maison particulière. L'appareil de mesure de niveau sonore était monté sur un trépied à peu près à mi-chemin entre le côté de l'automobile et une paroi du garage, à environ 1,20 mètre de l'extrémité ouverte du système d'échappement. Dans chaque cas, les systèmes d'échappement essayés étaient montés après la jonction en Y ou transversale qui réunit les segments de tube d'échappement partant des deux collecteurs d'échappement en un tube commun, immédiatement en amont de la position du silencieux classique.

Le silencieux réalisé conformément aux indications du brevet US n° 3 746 126 précité était fait d'une longueur de tôle d'acier galvanisée telle que celle utilisée dans les noues de toitures, dont on avait découpé une bande d'une largeur égale au diamètre intérieur d'un

5 tube d'échappement de 50,8 millimètres de diamètre extérieur. La tôle d'acier était tordue en une hélice de 1,524 mètre de longueur et insérée dans une longueur de 1,524 mètre du tube de 50,8 millimètres de diamètre extérieur.

Le tableau 1 résume les résultats de niveaux sonores obtenus à partir d'un silencieux classique à différents régimes du moteur, avec la transmission automatique du véhicule d'essai dans les positions de stationnement et de marche.

## SILENCIEUX CLASSIQUE

TABLEAU 1

	Tr/mn	dB (A) en position de stationnement	dB (A) en position de marche
15	500	-	68
	600	70	71
	800	72	73
	1000	73	78
	1200	77	-
20	2000	80	-
	2500	84	-

Les résultats de mesure du son pour le silencieux selon le brevet US n° 3 746 126 précité sont portés au tableau 2.

## 25 SILENCIEUX DU BREVET US N° 3 746 126 (CARDENAS)

TABLEAU 2

	Tr/mn	dB (A) en position de stationnement	dB (A) en position de marche
	500	-	78
30	600	76	81
	800	80	88
	1000	82	94
	1200	84	-
	2000	88	-
35	2500	90	-

Les résultats de niveau sonore obtenus avec un tube silencieux construit conformément à la présente invention sont donnés au tableau 3.

PRESENTE INVENTION

5

TABLEAU 3

Tr/mn	dB (A) en position de stationnement	dB (A) en position de marche
500	-	71
600	72	74
10 800	75	78
1000	77	84
1200	78	-
2000	81	-
2500	84	-

15

Les mesures de niveau sonore pour une longueur de tube creux ou vide de 1,524 m sont indiquées au tableau 4.

LONGUEUR DE 1,524 M DE TUBE VIDE

TABLEAU 4

Tr/mn	dB (A) en position de stationnement	dB (A) en position de marche
500	-	80
600	77	83
800	80	89
25 1000	85	95
1200	85	-
2000	89	-
2500	90	-

30 Les mesures de niveau sonore lorsqu'aucun tube ni silencieux n'est prévu en aval de la jonction en Y sont indiquées au tableau 5.

## SANS TUBE NI SILENCIEUX

TABLEAU 5

	Tr/mn	dB (A) en position de stationnement	dB (A) en position de marche
5	500	-	79
	600	78	84
	800	80	90
	1000	81	96
	1200	83	-
10	2000	90	-
	2500	92	-

Les niveaux sonores mesurés en accélération rapide jusqu'à 3000 tr/mn sont indiqués ci-dessous :

	Niveau sonore classique	Silencieux Présente invention	Silencieux du brevet US 3 746 126	Longueur de tube vide	Sans tube ni silencieux
15				de 1,524 m	ni
	dB (A)	93	96	103	103
				106	

20 Le système d'échappement 110 représenté sur les figures 10 à 13 forme une deuxième forme de réalisation de la présente invention. Le circuit d'échappement 110 comprend le tube 26 ayant un diamètre extérieur à peu près uniforme sur toute sa longueur. Toutefois, il est prévu, à l'intérieur du tube 26, une chemise 112 qui  
25 comprend une série de chicane 114 à profils aérodynamiques, faisant saillie vers l'intérieur de la chemise 112 dans le flux de gaz, pour briser et désintégrer les ondes de choc sonore.

30 La chemise 112 est de préférence réalisée en un métal tel que l'acier. Des chicane 114 à profil aérodynamique peuvent être découpées dans la bande continue de matière de revêtement 112 représentée sur la figure 11, en découpant cette matière le long des bords 116, 118 et  
35 120 et en courbant la chicane 114 créée par cette opération dans un sens de manière que toutes les chicane

fassent saillie sur une même face 122 de la chemise 112.

Le tube 26 et la chemise 112 peuvent ensuite être roulés simultanément en forme de tube, comme représenté sur la figure 10. Lorsqu'il a été roulé, le tube  
5 est soudé le long de son joint 124 pour former un système d'échappement étanche aux gaz. Le tube et sa chemise peuvent éventuellement être soudés.

Les chicanes 114 formées dans la chemise roulée s'étendent radialement vers l'intérieur, en direction du  
10 centre du système d'échappement, comme visible le plus clairement sur la figure 12. Les chicanes peuvent s'étendre sur tout le diamètre intérieur de la chemise roulée ou sur toute distance inférieure désirée.

Les chicanes individuelles 114 sont conformées  
15 de manière à former une surface de profil aérodynamique, comme on le voit le plus clairement sur la figure 13. La surface aérodynamique brise le flux de gaz pour atténuer les fréquences sonores de l'onde de choc. Les chicanes peuvent avoir des sections de profils aérodynamiques di-  
20 vers, et des longueurs, des épaisseurs et des angles d'attaque  $\theta$  par rapport au flux de gaz, ainsi que des fréquences de répétition sur la longueur du système d'échappement variable. Si l'on désire obtenir une fonction de conversion catalytique, les chicanes peuvent  
25 être revêtues d'alumine et d'un métal du groupe du platine pour assurer la fonction de conversion.

Le système d'échappement 110 présente les avantages indiqués plus haut pour le système d'échappement  
24. Le système d'échappement 110 peut également être uti-  
30 lisé à peu près de la même façon que le système d'échappement 24 décrit plus haut.

Sur la figure 17, un système d'échappement 130 forme une troisième forme de réalisation de l'invention. Dans ce système d'échappement 130, le tube 26 est rempli  
35 d'un tissu métallique tissé 132. Le tissu métallique

tissé a pour effet d'atténuer les fréquences sonores de l'onde de choc contenue dans l'échappement de la même façon que les systèmes 24 et 110 décrits plus haut. La chaîne du tissu tissé peut être composée de fils de diamètre et section variables. La trame du tissu peut également être variable d'une façon analogue. Les espaces ouverts entre les fils du tissu peuvent être modifiés en dimension et en forme sur leur longueur, afin d'accroître l'affaiblissement sur un certain intervalle de fréquences sonores. Le système d'échappement 130 a également les avantages et les applications des systèmes 24 et 110 mentionnés plus haut.

REVENDEICATIONS

1. Système d'échappement pour l'évacuation des gaz d'un moteur à combustion interne équipé d'un collecteur d'échappement, monté sur un véhicule, caractérisé en ce qu'il comprend : un tube (26) de diamètre uniforme qui va du collecteur d'échappement (14) du moteur (12) à un orifice (30) débouchant dans l'atmosphère, et transporte les gaz d'échappement du moteur à l'atmosphère ; et un certain nombre de filtres (50) en matière poreuse déployée, placés dans le tube (26) sur la longueur de celui-ci, pour amortir le bruit de l'échappement, ces filtres (50) étant formés d'au moins un élément de matière poreuse (44), qui est plié en des points présélectionnés répartis sur sa longueur pour former des filtres individuels entre les plis, chaque filtre étant espacé d'une distance prédéterminée des filtres voisins.

2. Système d'échappement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la distance prédéterminée entre filtres (50) adjacents varie sur la longueur du tube (26) pour améliorer l'affaiblissement d'une gamme de fréquences sonores dans le système d'échappement.

3. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le tube (26) comporte sur sa longueur au moins une section dépourvue de filtres, pour former une chambre de mélange (74) dans laquelle des parties des ondes de choc à fréquence sonore qui n'ont pas été subdivisées par les filtres précédents s'annulent mutuellement.

4. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les filtres (50) ont une section rectangulaire et forment ainsi quatre canaux arqués (62 à 68) le long de la circonférence du tube, entre la surface interne de celui-ci et les filtres, pour contribuer à la dissipation des ondes de choc à fréquence sonore.

5. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les filtres (84) ont une section elliptique et entrent en contact avec la surface interne du tube sur toute leur circonférence.

5 6. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au moins un élément (44) de matière poreuse comprend une bande de matière poreuse ayant une largeur uniforme et égale au diamètre intérieur du tube, et cet élément est torqué en une forme  
10 hélicoïdale de façon à être placé dans le tube de manière à former les filtres.

7. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la matière poreuse est une matière choisie dans un groupe qui comprend les  
15 métaux, les céramiques et les matières plastiques à haute résistance à la température.

8. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la matière poreuse est une tôle d'acier déployée ayant des ouvertures d'en-  
20 viron 6,35 x 3,175 mm.

9. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la matière poreuse comprend des bandes à profil aérodynamique pour affaiblir les ondes de choc à fréquence sonore.

25 10. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le tube de diamètre uniforme (26) est une longueur de tube continue allant du collecteur d'échappement (14) à l'orifice (30) débouchant dans l'atmosphère.

30 11. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les ouvertures de ladite matière poreuse varient en dimension sur la longueur dudit tube, pour affaiblir une gamme d'ondes de choc à fréquence sonore.

35 12. Système d'échappement selon l'une des reven-



dications 1 à 11, caractérisé en ce que la matière poreuse comprend des bandes (52) revêtues d'alumine (78) et d'un métal (80) du groupe du platine pour former un convertisseur catalytique à l'intérieur du système d'échappement.

5           13. Système d'échappement selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la matière poreuse est revêtue d'une substance choisie dans le groupe qui comprend l'alumine et un métal du groupe du platine.

10           14. Système d'échappement pour l'évacuation des gaz d'un moteur à combustion interne (12) comportant un collecteur d'échappement (14), monté sur un véhicule, caractérisé en ce qu'il comprend : un tube (26) de diamètre uniforme qui va du collecteur d'échappement (14) du moteur à un orifice (30) donnant dans l'atmosphère, et  
15 transporte les gaz d'échappement du moteur à l'atmosphère; et un certain nombre de filtres (50) en matière poreuse, percés d'ouvertures et montés dans le tube, sur la longueur de celui-ci, pour affaiblir le bruit de l'échappement, ces filtres en matière poreuse étant faits d'au  
20 moins un élément de matière poreuse (44), qui est plié en des points préalablement choisis de sa longueur pour former entre les plis adjacents des filtres individuels (50) espacés chacun d'une distance prédéterminée des filtres formés de part et d'autre de lui qui partagent un pli  
25 commun, et des parties de la matière poreuse étant revêtues d'alumine et d'un métal du groupe du platine pour former un segment constituant convertisseur catalytique afin d'oxyder les hydrocarbures imbrûlés contenus dans les gaz d'échappement.

30           15. Système d'échappement selon la revendication 14, caractérisé en ce que les distances prédéterminées entre les filtres varient pour améliorer l'affaiblissement d'une gamme d'ondes de choc de fréquence sonore dans le système d'échappement.

35           16. Système d'échappement selon l'une des re-

vendications 14 et 15, caractérisé en ce que l'intérieur d'au moins une partie du tube est dépourvue de filtres, pour former une chambre de mélange vide (74) servant à mélanger et à annuler des parties séparées des ondes de choc.

17. Système d'échappement selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisé en ce que l'élément (44) a une largeur généralement uniforme et est courbé au niveau des plis d'un angle (56) n'excédant pas 180°, pour former des filtres (50) de section rectangulaire, et quatre canaux arqués (62 à 68) entre les bords de chaque filtre et la surface interne du tube, et permettre aux gaz d'échappement de passer par ces canaux, la pression et les déséquilibres entre le flux qui traverse les filtres et celui qui passe par les canaux affaiblissant encore les ondes de choc à fréquence sonore.

18. Système d'échappement selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisé en ce que la largeur de l'élément (44) varie pour former des filtres de section elliptique avec des angles de plis variables, de sorte que les bords de chacun des filtres sont en contact avec la surface interne du tube le long d'une courbe elliptique.

19. Système d'échappement selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisé en ce que l'élément (44) possède une largeur uniforme et est tordu pour former une hélice qui peut être enfermée dans le tube.

20. Système d'échappement selon l'une des revendications 14 à 19, caractérisé en ce que la matière poreuse est choisie dans le groupe de matière qui comprend les métaux, les céramiques et les matières plastiques résistantes aux hautes températures.

21. Système d'échappement selon l'une des revendications 14 à 20, caractérisé en ce que les bandes formant les filtres (50) ont une section à profil aéro-

dynamique exposé au courant gazeux pour affaiblir encore les ondes de choc à fréquence sonore.

22. Système d'échappement selon l'une des revendications 14 à 21, caractérisé en ce que la matière  
5 déployée est formée par une tôle d'acier déployée, les ouvertures (54) de cette tôle d'acier déployée ayant des dimensions d'environ 6,35 x 3,175 mm.

23. Système d'échappement selon l'une des revendications 14 à 22, caractérisé en ce que le tube de  
10 diamètre uniforme (26) est d'une longueur continue allant du collecteur d'échappement (14) à l'orifice (30) débouchant dans l'atmosphère.

24. Système d'échappement selon l'une des revendications 14 à 23, caractérisé en ce que les ouvertures (54) de la matière poreuse varient en dimension  
15 sur la longueur du tube, pour atténuer des fréquences cibles réparties sur une gamme d'ondes de choc de fréquence sonore.

25. Système d'échappement selon l'une des revendications 14 à 24, caractérisé en ce que le tube (26)  
20 comprend au moins deux segments, un premier segment principalement destiné à amortir le bruit de l'échappement et un deuxième segment principalement destiné à réduire les hydrocarbures contenus dans les gaz d'échappement.

26. Système d'échappement selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'élément (44) est plié  
25 pour former des filtres (50) de section carrée.

27. Système d'échappement selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'élément (44) est plié  
30 de manière à former des filtres (84) de section circulaire.

28. Système d'échappement pour l'évacuation des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne (12) comportant un collecteur d'échappement (14), monté  
35 sur un véhicule, caractérisé en ce qu'il comprend : un

tube (26) de diamètre uniforme allant du collecteur d'échappement (14) du moteur à un orifice (30) débouchant dans l'atmosphère, et transportant intérieurement les gaz d'échappement du moteur vers l'atmosphère ; et

5 un certain nombre de filtres métalliques poreux (50) qui comportent des parties pleines et des ouvertures entre les parties pleines, sont montés dans le tube, sur la longueur de celui-ci, pour amortir le bruit de l'échappement, sont formés par au moins un élément (44) constitué par une bande allongée de métal déployé, qui est

10 plié en des points présélectionnés de sa longueur pour former des filtres élémentaires (50) entre les plis, les filtres adjacents étant séparés par les plis, et dont certains, choisis, ont leur partie pleine revêtue d'alumine et d'un métal du groupe du platine pour assurer une

15 fonction de conversion catalytique, l'élément (44) ayant une largeur uniforme et définissant des filtres (50) de section rectangulaire lorsqu'il est plié pour former quatre canaux arqués (62 à 68) entre la surface interne du tube

20 et les bords des filtres, afin d'affaiblir davantage les ondes de choc à fréquence sonore, les ouvertures (54) formées entre les parties pleines des filtres ayant environ 6,35 x 3,175 mm.

29. Système d'échappement pour l'évacuation des

25 gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne équipé d'un collecteur d'échappement (14), monté sur un véhicule, caractérisé en ce qu'il comporte : un tube (26) de diamètre uniforme allant du collecteur d'échappement (14) du

30 moteur à un orifice (30) qui débouche dans l'atmosphère, et transportant intérieurement les gaz du moteur ; et au moins un segment de chemise (112) dans le tube (26), ce segment comportant un certain nombre de chicanes (114) à profil aérodynamique qui s'étendent dans le courant de

35 gaz pour affaiblir les bruits de l'échappement.

30. Système d'échappement selon la revendica-

tion 29, caractérisé en ce que la chemise (112) est en une matière choisie dans le groupe comprenant les métaux, les matières plastiques résistantes aux hautes températures et les céramiques.

5                   31. Système d'échappement selon la revendication 29, caractérisé en ce que la chemise (112) est en métal, les chicanes (114) étant découpées dans la chemise, et cette dernière (112) et le tube (26) étant roulés et soudés le long d'un joint pour former le système d'échap-  
10 pement.

                  32. Système d'échappement selon l'une des revendications 29 à 31, caractérisé en ce que les chicanes (114) ont des:profil aérodynamique, longueur, épaisseur, angle d'attaque par rapport au courant des gaz d'échappe-  
15 ment et fréquence de succession qui varient sur la longueur du tube pour porter au maximum l'affaiblissement des bruits de l'échappement.

                  33. Système d'échappement selon l'une des revendications 29 à 32, caractérisé en ce que certaines  
20 choisies des chicanes (114) sont revêtues d'alumine et d'un métal du groupe du platine pour assurer une fonction de conversion catalytique dans le système d'échappement afin de réduire la pollution par les hydrocarbures.

                  34. Système d'échappement selon l'une des re-  
25 vendications 29 à 32, caractérisé en certaines des chicanes (114) sont revêtues d'une substance comprenant de l'alumine et un métal du groupe du platine.

                  35. Système d'échappement selon la revendica-  
30 tion 29, caractérisé en ce que le tube (26) comprend des parties intérieures dépourvues de chemise (112), pour former une chambre de mélange destinée à atténuer les ondes de choc à fréquence sonore.

                  36. Système d'échappement pour l'évacuation des  
35 gaz d'un moteur à combustion interne (12) comportant un collecteur d'échappement (14), monté sur un véhicule,

caractérisé en ce qu'il comprend : un tube de diamètre uniforme (26) allant du collecteur d'échappement (14) du moteur à un orifice (30) débouchant dans l'atmosphère, et transportant intérieurement les gaz d'échappement ;  
5 et au moins un segment d'une chemise métallique (112), comportant un certain nombre de chicanes (114) à profil aérodynamique qui sont découpées dans la chemise, cette chemise (112) et le tube (26) étant roulés ensemble et soudés pour former le système d'échappement dans lequel  
10 les chicanes à profil aérodynamique s'étendent radialement vers l'intérieur pour faire saillie dans le courant des gaz d'échappement, afin de briser, mélanger et détruire les ondes de choc sonore.

37. Système d'échappement selon la revendication 36, caractérisé en ce que les chicanes (114) à profil aérodynamique ont des section, longueur, épaisseur, angle d'attaque par rapport aux courants de gaz et fréquence de succession qui varient sur la longueur de la chemise (112), pour atténuer une gamme d'ondes de choc  
20 à fréquence sonore.

38. Système d'échappement selon l'une des revendications 36 et 37, caractérisé en ce que certaines des chicanes (114) à profil aérodynamique sont revêtues d'alumine et d'un métal du groupe du platine pour assurer  
25 une fonction de conversion catalytique.

39. Système d'échappement pour l'évacuation des gaz d'un moteur à combustion interne (12) qui comprend un collecteur d'échappement (14), monté sur un véhicule, caractérisé en ce qu'il comprend un tube (26) de diamètre  
30 uniforme allant du collecteur d'échappement (14) du moteur à un orifice (30) qui débouche dans l'atmosphère, et transportant intérieurement des gaz d'échappement ; et un tissu en fil métallique tissé (132), logé dans le tube (26) et s'étendant à peu près sur toute la longueur de  
35 celui-ci pour affaiblir le bruit de l'échappement.

40. Système d'échappement selon la revendication 39, caractérisé en ce que le fil du tissu de fils métalliques tissés (132) a un diamètre et une section variables, pour atténuer une gamme d'ondes de choc à  
5 fréquence sonore, les ouvertures ménagées entre les fils ayant également des dimensions variables pour atténuer une gamme d'ondes de choc à fréquence sonore.

41. Système d'échappement selon l'une des revendications 39 et 40, caractérisé en ce que le tissu  
10 de fils métalliques tissés (132) est revêtu d'alumine et d'un métal du groupe du platine.

Fig. 1

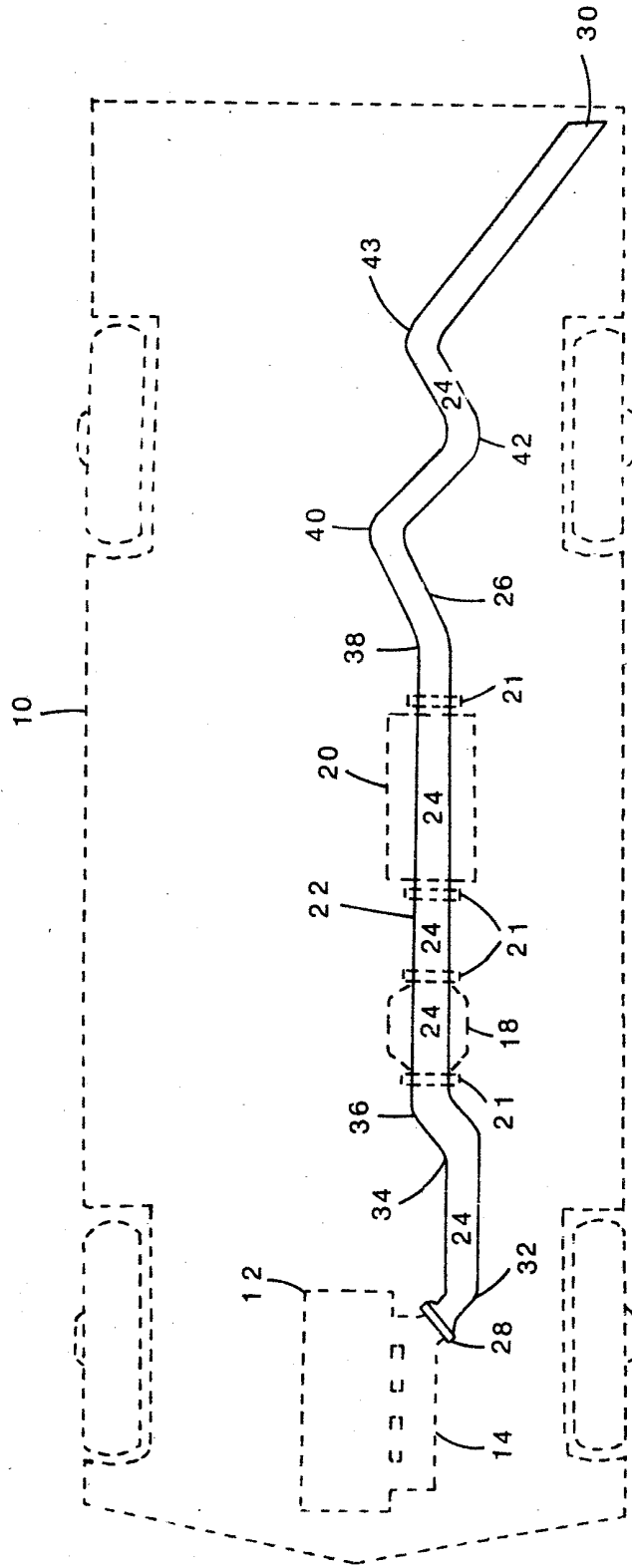




Fig. 2

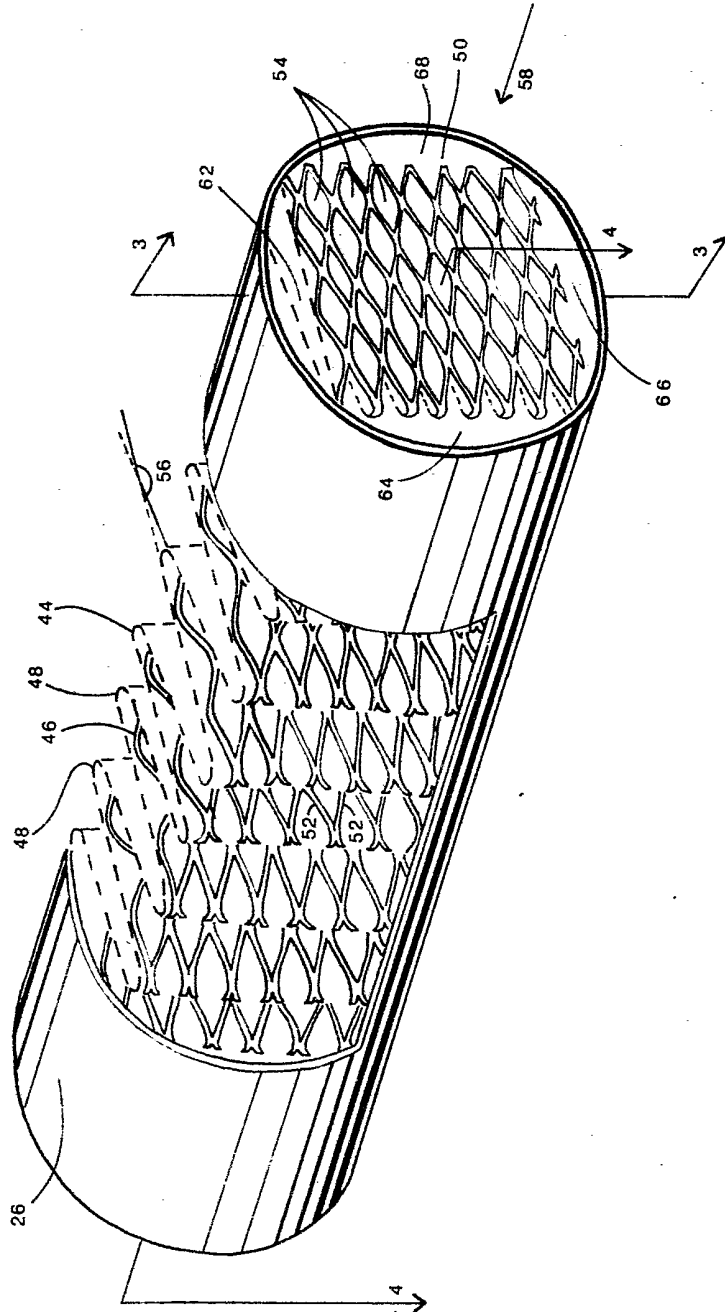


Fig. 3

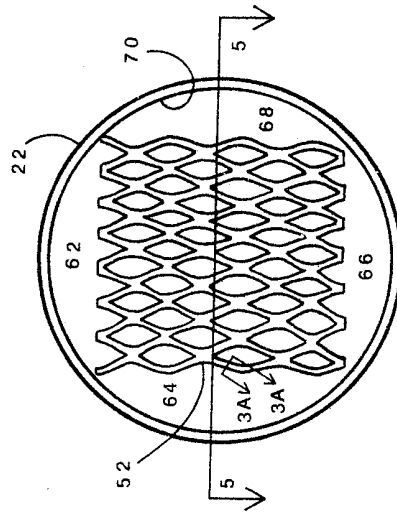
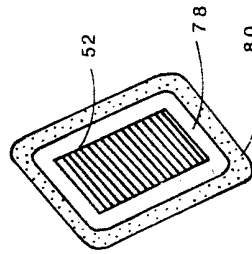


Fig. 3A



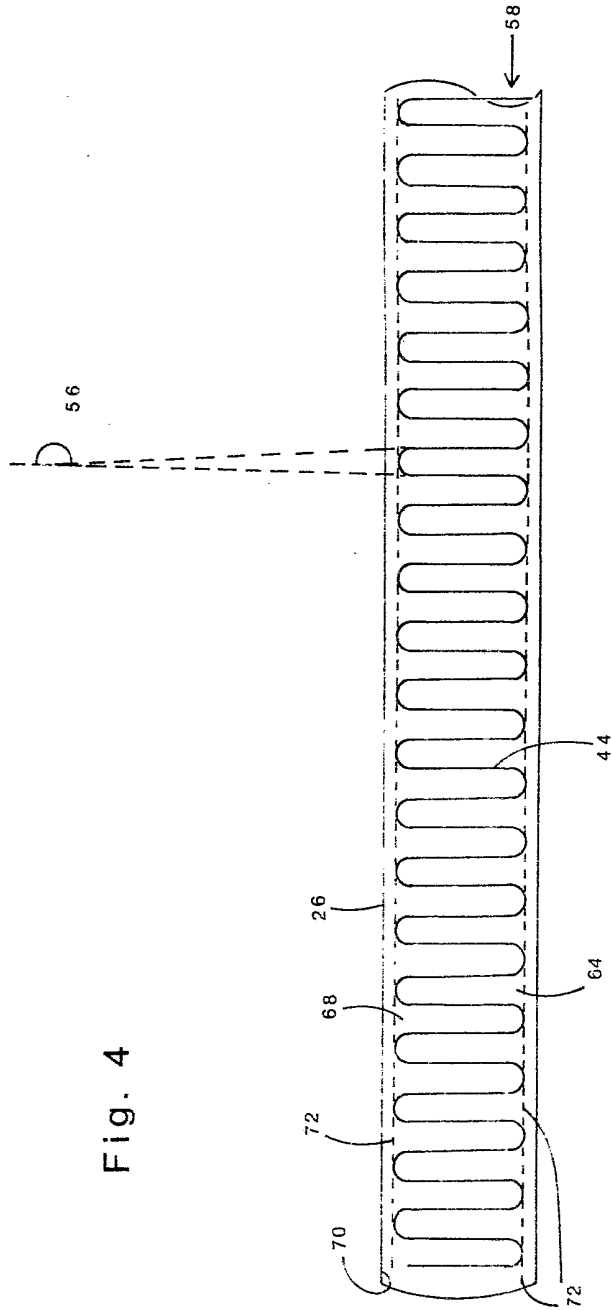
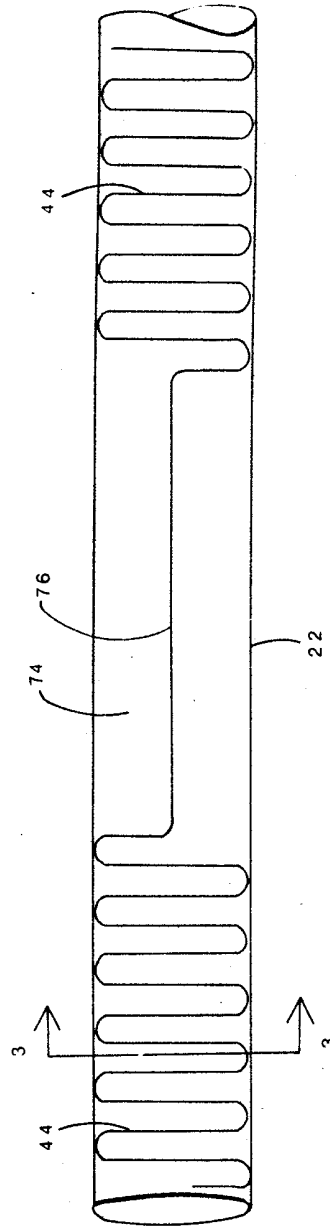
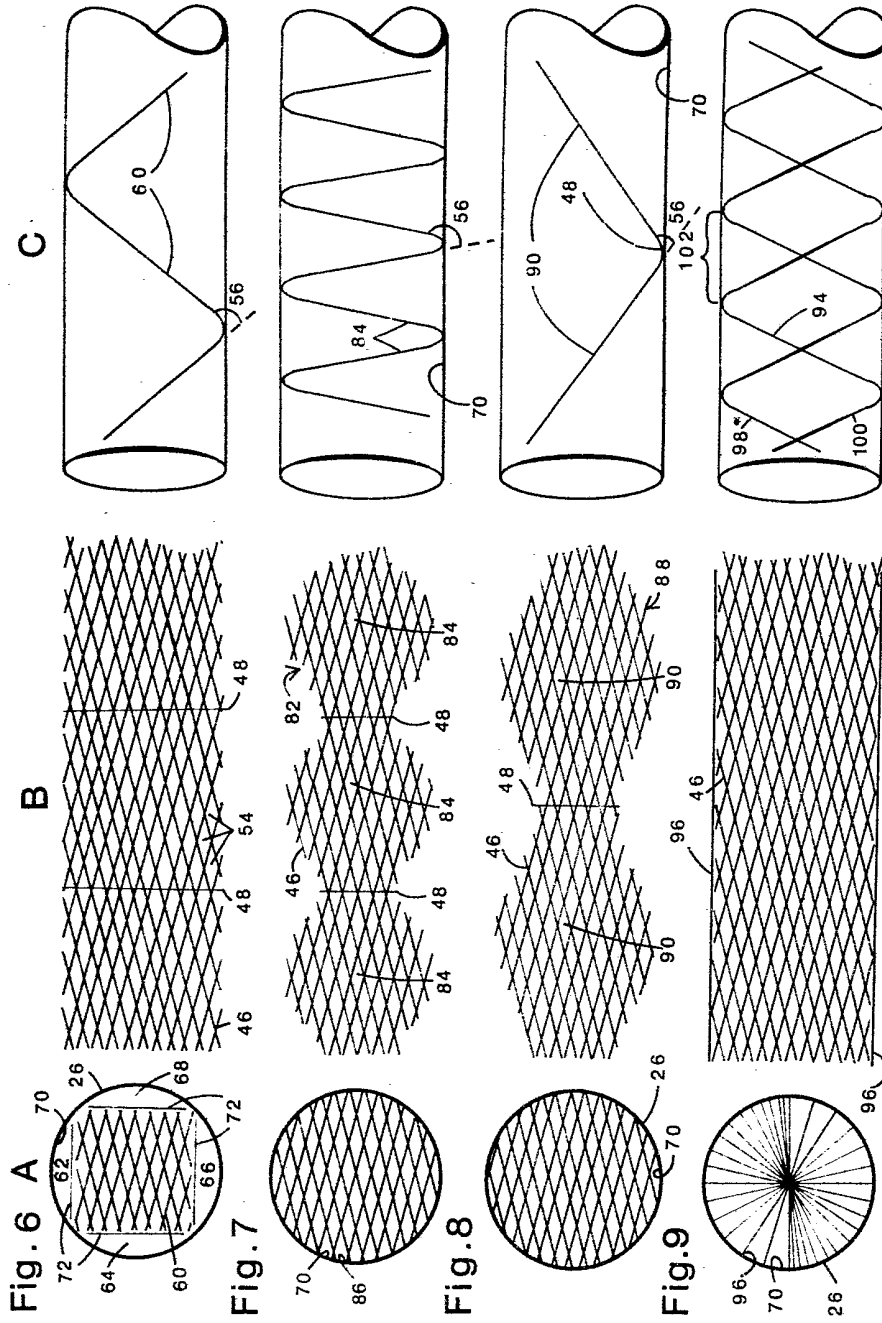


Fig. 4

Fig. 5





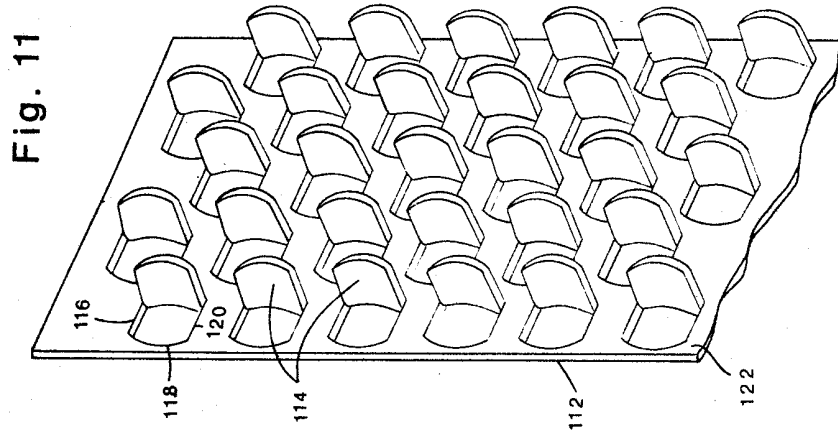


Fig. 10

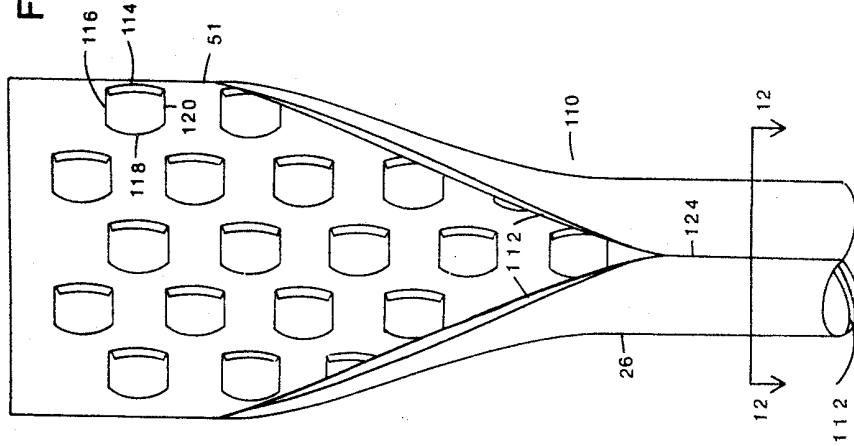


Fig. 12

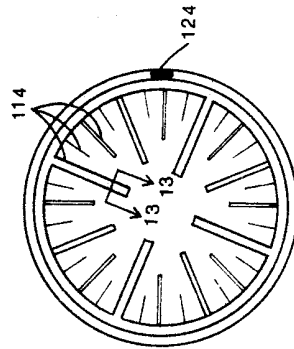


Fig. 13

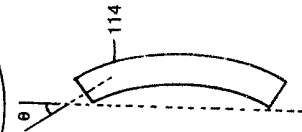


Fig. 14

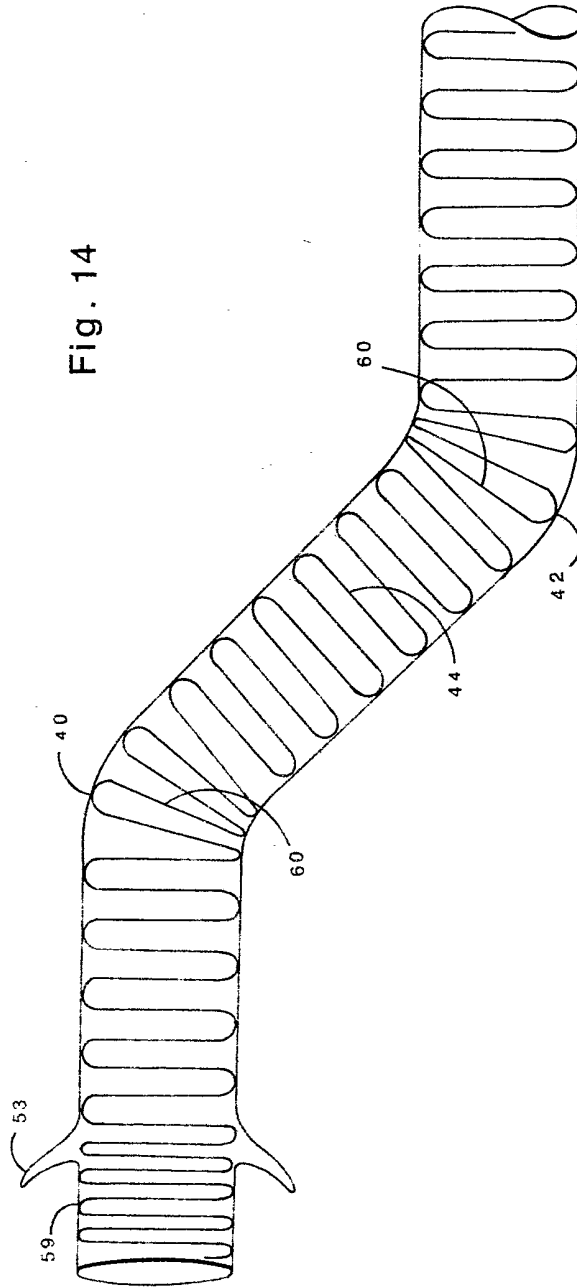
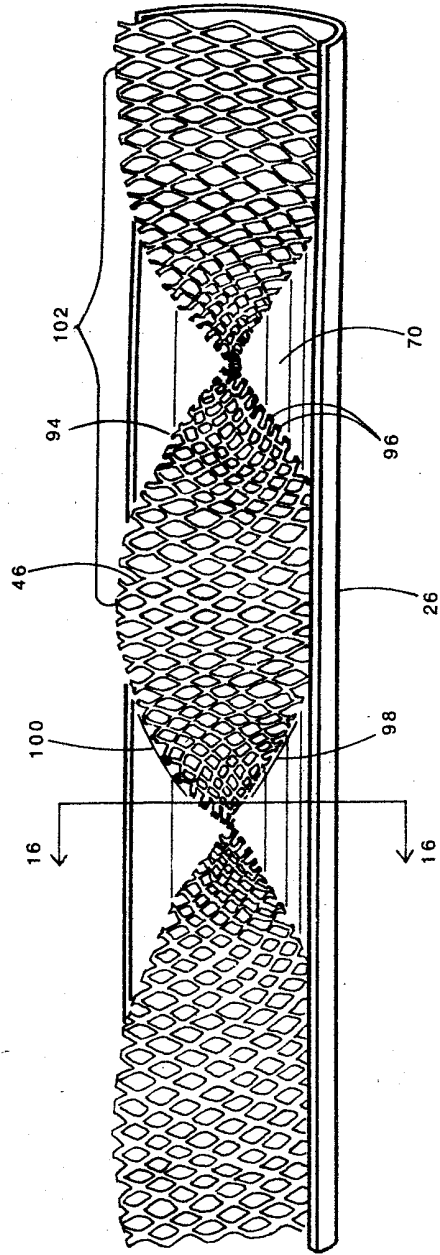


Fig. 15





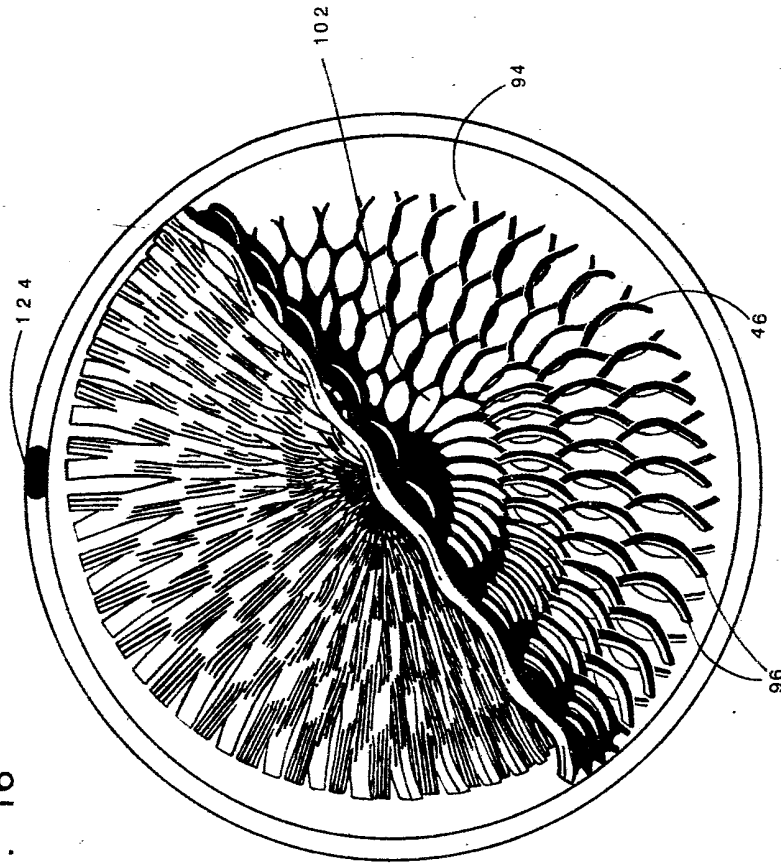


Fig. 16

Fig. 17

