



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 268 838**

(51) Int. Cl.:
F02K 1/82 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **99403129 .2**

(86) Fecha de presentación : **14.12.1999**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1010884**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **21.06.2000**

(54) Título: **Dispositivo de escape multicanal de turbomáquina tratado acústicamente.**

(30) Prioridad: **17.12.1998 FR 98 15942**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2007

(73) Titular/es: **Turbomeca
64511 Bordes Cédex, FR**

(72) Inventor/es: **Gadefait, Benoît Denis René;
Vignau, Hubert Hippolyte y
Ortiz-Devaux, Marie-Laure Olga Simone**

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de escape multicanal de turbomáquina tratado acústicamente.

5 La presente invención tiene por objeto un dispositivo de escape para una turbomáquina tal como un grupo auxiliar de potencia, un turbogenerador, un ventilador, un compresor de carga, un turbopropulsor o también un turbomotor capaz de arrastrar por ejemplo un árbol de rotor de helicóptero, estando el dispositivo de escape tratado de forma que su signatura acústica sea reducida.

10 Se sabe que las turbomáquinas están equipadas con un dispositivo de escape que desempeña la función de un difusor capaz de ralentizar el flujo de escape. Un dispositivo de escape de este tipo comprende generalmente una envolvente exterior de forma simétrica con respecto a un eje. La forma exacta del dispositivo de escape así como su longitud según el eje del flujo de escape pueden ser determinadas de manera que se aseguren unas características dadas teniendo en cuenta en particular la presión estática a la entrada y a la salida del dispositivo de escape.

15 Se ha previsto ya, en unos dispositivos de escape para turbomáquinas, disponer en el interior de la envolvente una o varias separaciones internas que definen varios canales sensiblemente concéntricos para la circulación del flujo de escape. El dispositivo de escape multicanal así realizado presenta, a iguales características, un volumen axial reducido.

20 Se sabe, por otra parte, que conviene en numerosas aplicaciones, reducir al máximo el ruido generado por las turbomáquinas. A este fin, ha podido ser previsto un tratamiento acústico del dispositivo de escape. Hasta el presente, sin embargo, la disminución de la signatura acústica era considerada como insuficiente. El documento US-A-4 109 750 describe un dispositivo de atenuación del sonido para turbomáquina por medio de la utilización de un material acústico que puede ser aplicado sobre las paredes de una separación interna. Pero esta aplicación se realiza en detrimento de las características aerodinámicas.

Otra aplicación se describe en el documento US-A-3 721 389.

30 La presente invención tiene por objeto mejorar la reducción de la signatura acústica de una turbomáquina permitiendo al mismo tiempo la obtención de características aerodinámicas dadas de un dispositivo de escape. De manera más precisa, la presente invención permite mejorar a la vez las características aerodinámicas y las características acústicas de un dispositivo de escape de una turbomáquina, y en particular de un turbomotor de arrastre de rotor de helicóptero.

35 A este fin, el dispositivo de escape de difusión de turbomáquina según la invención, que es tipo multicanal con entrada anular, comprende una envolvente exterior de forma general simétrica con respecto a un eje y una o varias separaciones internas que definen varios canales sensiblemente concéntricos para la circulación del flujo de escape. De acuerdo con la presente invención, un revestimiento absorbente capaz de absorber una parte de la energía acústica generada por la circulación, está previsto sobre por lo menos una superficie de una separación interna y/o sobre la superficie interna de la envolvente exterior. El espesor del revestimiento absorbente está adaptado en toda la longitud del dispositivo de escape para optimizar la circulación en los diferentes canales, manteniendo la difusión progresiva y evitando los despegados en la proximidad de las superficies inmóviles.

45 Gracias a esta disposición, la signatura acústica de la turbomáquina es reducida en gran manera puesto que resulta posible aprovechar el aumento de superficie tratada acústicamente debida a la presencia de las separaciones internas.

El revestimiento absorbente se elige no solamente en función de su poder absorbente propio, caracterizado por su coeficiente de absorción en función de la frecuencia, si no también en función de las características de la circulación aerodinámica (temperatura de los gases en el escape y velocidad de circulación).

50 A fin de optimizar las características aerodinámicas, el área de los diferentes canales puede ventajosamente variar en la longitud del eje a fin de optimizar simultáneamente la velocidad de circulación y el espesor del revestimiento absorbente, es decir las características acústicas.

55 El revestimiento absorbente está dispuesto sobre la superficie de la separación interna y/o de la envolvente exterior enfrentada a la circulación.

El revestimiento absorbente comprende un material acústico que puede ser del tipo poroso o del tipo resonador en simple o en multicapas.

60 En el caso de un material poroso, este puede estar constituido por fibras aglomeradas (fieltro, lana de vidrio o de roca) o de una red intersticial realizada por ensamblaje de microesferas huecas. En el caso de dicho material poroso, el revestimiento absorbente comprende además una pared acústicamente transparente que tiene una función de retención mecánica del material poroso. Esta pared puede ser solidaria o no del material poroso.

65 Cuando está previsto un cuerpo central en el eje del dispositivo en la mayor parte de su longitud, dicho cuerpo central puede también presentar sobre su superficie un revestimiento absorbente tal como el definido anteriormente, lo que aumenta aún más la superficie tratada acústicamente.

De la misma manera, si la salida de flujo de escape se realiza por una parte de desviación del flujo con respecto al eje de entrada, dicha parte de desviación, de forma cualquiera, puede presentar sobre su superficie interna un revestimiento absorbente.

La presente invención se comprenderá mejor con el estudio de algunos modos de realización particulares tomados a título de ejemplos en modo alguno limitativos e ilustrados por los planos anexos, en los cuales:

la figura 1 es una vista en sección esquemática tomada según el eje de la circulación, de un modo de realización de un dispositivo de escape de turbomáquina según la invención;

la figura 2 es una vista con arrancado en sección que muestra a mayor escala una primera variante de revestimiento absorbente instalado en el modo de realización ilustrado de la figura 1.

la figura 3 es una vista en sección con arrancado análoga a la figura 2, de una variante de revestimiento absorbente;

la figura 4 es una vista análoga a las figuras 2 y 3, que muestra otra variante de revestimiento absorbente;

la figura 5 es una vista en sección según V-V de la figura 4;

la figura 6 es una vista en sección parcial con arrancado de una modificación de la variante ilustrada en la figura 4;

la figura 7 es una vista en sección esquemática análoga a la figura 1 de otro modo de realización de la invención; y

la figura 8 es un esquema que ilustra las características aerodinámicas de un dispositivo de escape.

Tal como se ha ilustrado en la figura 1, el dispositivo de escape de turbomáquina según la presente invención, referenciado 1 en su conjunto, está montado sobre el extremo de salida 2 de un turbomotor no representado en la figura. El dispositivo de escape 1 comprende de manera general una envolvente exterior 3 que presenta, en el ejemplo ilustrado, una forma general troncocónica divergente. En el interior de la envolvente 3, está montada una separación 5, la cual presenta, en el ejemplo ilustrado, también una forma general troncocónica divergente. La envolvente 3 presenta una primera parte 3a por el lado de entrada 4, correspondiente a la salida del turbomotor, con un primer ángulo de cono y una segunda parte 3b por el lado de salida 6 con otro ángulo de cono más cerrado.

La separación 5 define un primer canal central 7 para la circulación del flujo de escape y un segundo canal anular 8 entre la separación 5 y la envolvente exterior 3, siendo el canal anular 8 concéntrico con el canal central 7.

El mantenimiento de la separación 5 en el interior de la envolvente 3 se realiza en la proximidad de la entrada 4 por tres brazos de soporte radiales 9 ventajosamente dispuestos a 120° unos de los otros, estando dichos brazos de soporte 9 fijados, por una parte, sobre un tubo interno 10 del cono interior 11 y, por otra parte, sobre un retorno 3c de la envolvente exterior 3. La separación 5 está prolongada por el lado de la entrada 4 por una pieza de unión cónica 12, la cual está fijada sobre los brazos de soporte 9. El vértice del cono de la pieza de unión que constituye el borde de ataque de la separación 5, está en el plano de la entrada 4, correspondiente a la salida del turbomotor.

Por el lado de la salida 6, la separación 5 está sostenida por medio de brazos de soporte 13 fijados a la vez sobre la separación 5 y sobre la envolvente exterior 3 y también dispuestos a 120° unos de los otros.

De acuerdo con la presente invención, está previsto un revestimiento absorbente 14 sobre la superficie de la separación interna 5.

En el modo de realización ilustrado en la figura 1, el revestimiento absorbente 14 está dispuesto sobre la superficie externa de la separación 5, mientras que un revestimiento absorbente análogo 15 está previsto sobre la superficie interna de la separación 5. Este revestimiento absorbente es capaz de absorber una parte de la energía acústica generada por la circulación simbolizada en la figura 1 por las flechas 16. El espesor de los revestimientos 14 y 15 va creciendo desde la pieza de unión 12 hasta la salida 6.

En el modo de realización ilustrado en la figura 1, la superficie interna de la envolvente exterior 3 presenta también un revestimiento absorbente 17 de estructura análoga a la de los revestimientos absorbentes 14 y 15. El revestimiento absorbente 17 define la superficie externa del canal anular 8. La envolvente 3 presenta por tanto una prolongación 3d, correspondiente al espesor del revestimiento 17 en la proximidad de la entrada 4 y dirigida hacia el exterior.

Los diferentes revestimientos absorbentes 14, 15 y 17 pueden presentar unas características de absorción diferentes en la longitud del dispositivo de escape 1. Así mismo, el espesor de cada uno de los revestimientos absorbentes 14, 15 y 17 puede evolucionar sobre la longitud del dispositivo de escape. Es así que el espesor de los revestimientos absorbentes 14 y 15 va aumentando desde el lado de la entrada 4 hasta el lado de la salida 6. El espesor del revestimiento absorbente 17 es sensiblemente constante en toda la longitud del dispositivo de escape 1 en el modo de realización ilustrado en la figura 1. Resulta de ello que la sección de paso útil para la circulación del flujo gaseoso de escape que fluye por el canal anular 8 por una parte y el canal central 7 por otra parte, puede ser adaptada de forma que optimice

la circulación cuya difusión permanece ventajosamente progresiva y no despegar en la proximidad de las superficies inmóviles.

En la variante ilustrada en la figura 1, la sección de paso del canal central 7 es sensiblemente constante, mientras que la sección de paso del canal anular 8 va creciendo desde la entrada hasta la salida 6 gracias al aumento de diámetro del canal 8.

En todos los casos, la forma geométrica de la separación interna deberá estar adaptada al espesor de los revestimientos absorbentes 14, 15 y 17 a fin de que la sección de paso útil del flujo gaseoso permita la mejor recuperación posible de la energía manteniendo la presión lo mas baja posible en la entrada del escape, es decir a la salida del turbomotor por un efecto de ralentización apropiado del flujo gaseoso en el dispositivo de escape.

La figura 8 ilustra las características aerodinámicas de un dispositivo de escape tal como el ilustrado en la figura 1. El gráfico de la figura 8 presenta en ordenadas la relación $\Delta S = S_s / S_e$ entre la superficie útil S_s para el paso del flujo gaseoso a la salida de una sección del dispositivo de escape y la superficie de paso útil S_e de la entrada de otra sección. En abscisas, se representan los valores $l/\Delta r$ en la que l es la longitud axial entre las dos secciones consideradas del dispositivo de escape y Δr la diferencia entre el radio externo y el radio interno de la sección anular de entrada. La longitud total del escape ilustrado en la figura 1 es L , siendo la altura de vena a la entrada ΔR .

Se han representado también en la figura 8 una pluralidad de curvas 30 representativas del coeficiente de recuperación de presión estática C_p en la que:

$$C_p = \frac{\text{presión estática de salida} - \text{presión estática de entrada}}{(\text{presión total} - \text{presión estática})_{\text{entrada}}}$$

Para una velocidad dada de la circulación del flujo gaseoso es entonces posible definir una línea de características óptima que une las diferentes mínimas de las curvas representativas del coeficiente de recuperación de presión estática C_p . Esta línea está referenciada 31 en la figura 8. La misma permite determinar para un dispositivo de escape, de longitud L y de altura de vena en la entra ΔR , la sección de salida que proporciona las características máximas del escape.

La optimización de este dispositivo de escape se efectúa reiterativamente sobre unas secciones intermedias. La sección S_{i+1} indicada en la figura 1 es determinada en función de la sección S_i , de la distancia l_i entre las secciones de entrada i y de salida $i+1$ y del valor Δr_i .

Por otra parte, la presencia de la separación 5, de espesor inicial nulo y de espesor evolutivo en la longitud del escape, permite dividir la altura de vena en la entrada (ΔR resulta ΔR^*), y por tanto de acuerdo con la curva 31 (punto P^*), aumentar la sección de salida (ΔS resulta ΔS^*) con todos lo otros parámetros invariables.

La separación 5 provista de sus revestimientos 14 y 15 permite por tanto, a igualdad de volumen axial, mejorar las características aerodinámicas del dispositivo de escape. Esta optimización es independiente de la evolución de espesor de la separación 5 provista de los revestimientos 14 y 15 libremente elegida para la optimización acústica.

La separación 5 provista de sus revestimientos 14 y 15, permite por tanto una mejora combinada de las caracterizado porque aerodinámica y acústica.

Haciendo referencia a la figura 2, aparece que en una primera variante, el revestimiento absorbente 14, 15, 17 utilizado en la presente invención comprende cada vez una capa de absorción acústica 14a, 15a ó 17a y una pared 14b, 15b ó 17b acústicamente transparente. La pared acústica medio transparente puede ser por ejemplo una pared metálica provista de una pluralidad de edificios pasantes, esquemáticamente representada en la figura en forma de un trazo punteado. La capa de absorción acústica 14a, 15a ó 17a está constituida, en la variante representada en la figura 2, en forma de un material fibroso que disipa la energía de las ondas sonoras por rozamiento viscoso de los gases en los poros del material. En cada uno de los revestimientos absorbentes 14, 15 y 17, el material fibroso se encuentra así mantenido en sandwich entre una pared maciza rígida tal como la pared de la separación interna 5 o la pared de la envolvente exterior 3 por una parte, y la pared acústicamente transparente 14b, 15b ó 17b. La pared acústicamente transparente 14b, 15b ó 17b está dispuesta por el lado de la circulación simbolizada por las flechas 16 en la figura. El material fibroso 14a, 15a ó 17a puede estar ventajosamente constituido por lana de roca, lana de vidrio, fibras cerámicas o por un producto análogo capaz de resistir las temperaturas elevadas que reinan en el flujo de escape.

Cuando tiene lugar el funcionamiento de la turbomáquina, el flujo de escape circula en los canales 7 y 8. El tratamiento acústico obtenido es eficaz en una amplia gama de frecuencias en razón de la naturaleza misma de la capa de absorción acústica 14a, 15a ó 17a constituida por el material fibroso.

En el modo de realización ilustrado en la figura 3, en la cual las partes análogas llevan las mismas referencias, las capas de absorción acústica 14a, 15a y 17a están constituidas por un lecho de esferas 19 perforadas realizadas en un material refractario y acumuladas a granel o según varias capas superpuestas que delimitan el revestimiento

absorbente, es decir en particular entre la parte exterior 3 y la pared acústicamente transparente 17b, la pared de la separación interna 5 y las dos paredes acústicamente transparentes 14b y 15b.

En el modo de realización ilustrado las figuras 4 y 5, el revestimiento absorbente 14, 15 y 17 está constituido por paneles 14a, 15a y 17a que tienen una estructura de resonadores representada aquí en forma de resonadores de Helmholtz. Las cavidades o células abiertas 20 tienen la forma de cilindros de base hexagonal como se puede ver en la sección de la figura 5, formando así una estructura en nido de abeja. El eje de las células 20 es, en este ejemplo y a título ilustrativo, sensiblemente perpendicular a la dirección de la circulación. Por un lado, esta estructura está soldada a una pared maciza rígida tal como la de la envolvente exterior 3 o la separación interna 5, definiendo así un fondo cerrado para las diferentes cavidades o células 20. Por el otro lado, está dispuesta una pared porosa acústicamente resistiva 14c, 15c ó 17c.

La pared 14c, 15c ó 17c comprende generalmente una capa relativamente delgada de un material capaz de disipar la energía de las ondas sonoras por rozamiento viscoso de los gases en los poros del material.

En una variante, se puede reemplazar por lo menos un de las paredes 14c, 15c ó 17c por una simple chapa perforada.

De esta manera, como anteriormente, el revestimiento absorbente 14, 15 o 17 permite, cuando tiene lugar la circulación del flujo de escape, la creación de un movimiento de los gases a través de los poros de la pared 14c, 15c ó 17c que generan una amortiguación resistiva por disipación de la energía sonora. Se puede reforzar esta amortiguación tomando cuidadosamente una profundidad para las cavidades o células 20 múltiplo del cuarto de la longitud de onda.

Es así posible obtener una amortiguación acústica a una frecuencia determinada que depende de la profundidad de las cavidades o células 20. La amortiguación acústica depende también de otros parámetros tales como la temperatura de los gases de la circulación así como la velocidad de la circulación. Se comprenderá que la estructura del revestimiento absorbente y en particular el espesor de las capas de absorción acústica 14a, 15a ó 17a, es decir la profundidad de las cavidades o células 20 de la estructura celular ilustrada en las figuras 4 y 5, puedan ser fácilmente adaptadas en función de los parámetros de funcionamiento de la turbomáquina.

La figura 6 ilustra un ejemplo de modificación de la estructura celular ilustrada en la figura 4, para el revestimiento absorbente 17.

En este ejemplo, se utiliza un doble resonador constituido por dos resonadores superpuestos representados aquí en forma de resonadores de Helmholtz. Una pared porosa 23 está insertada entre dos capas 21 y 22 y cavidades o células abiertas 20. En el ejemplo ilustrado, la profundidad de las cavidades o células de las dos capas 21 y 22 es idéntica, pero sería posible por el contrario prever unas profundidades diferentes. El doble resonador de Helmholtz está asociado, por el lado de la circulación, a una pared porosa 17c acústicamente resistiva idéntica a la del modo de realización anterior.

Las paredes porosas 17c y 23 pueden ser idénticas y constituir las paredes resistivas de los dos resonadores. Las ondas sonoras penetran entonces en el primer resonador que comprende la pared porosa 17c y las cavidades de la capa 22, y después en el segundo resonador que comprende la pared porosa 23 y las cavidades de la capa 21.

En una variante, la pared 23 puede estar constituida simplemente por un material poroso acústicamente poco o nada resistivo. La pared 23 puede también estar constituida por una simple chapa perforada.

Un revestimiento absorbente con doble resonador de Helmholtz presenta la ventaja de extender el acorde en frecuencia sobre una banda más ancha que en el caso de una sola fila de resonadores.

El modo de realización ilustrado en la figura 7 ilustra esquemáticamente el caso de un escape 1 que comprende un cuerpo central 24 que se extiende esencialmente en toda la longitud del escape 1. El cuerpo central presenta por el lado de la entrada 4 una forma cónica 24a cuya sección va disminuyendo en el sentido de la circulación. Una separación de forma sensiblemente cónica 5 y después cilíndrica está montada en el interior del escape 1 entre el cuerpo central 24 y la pared exterior 3. Dos canales de circulación sensiblemente anulares y concéntricos 25 y 26 quedan así definidos en el interior del escape 1 cuya forma general es en principio cónica y después aproximadamente cilíndrica.

Un revestimiento acústicamente absorbente está previsto en todas las superficies internas del escape 1, en contacto con el flujo de circulación gaseosa. Este revestimiento puede ser idéntico al descrito con referencia a cualquiera de los modos de realización anteriores. Es así que un revestimiento 17 está previsto en el interior de la pared exterior 3. Así mismo, un revestimiento acústicamente absorbente 14, 15 está previsto a cada lado de la pared maciza de la separación interna 5. Finalmente, un revestimiento acústicamente absorbente 27 está previsto a todo alrededor del cuerpo central 24.

El escape multicanal de turbomáquina según la presente invención es así tratado acústicamente y esto cualquiera que sea su geometría, siendo la entrada generalmente simétrica con respecto al eje de la circulación, pudiendo los canales concéntricos de circulación evolucionar hacia una forma de salida cualquiera, o bien en el eje motor, o bien fuera de este eje ejerciendo así una función de desviación del chorro.

ES 2 268 838 T3

La separación prevista en el interior del dispositivo de escape que delimita los canales de circulación, puede comprender un revestimiento acústicamente absorbente de espesor evolutivo o uniforme según las características acústicas que se desean obtener. Las alturas de vena de los diferentes canales de circulación pueden ser optimizadas a fin de que las velocidades de circulación en cada canal sean adaptadas a la superficie acústicamente tratada y que las características acústicas sean las mejores posibles.

Aunque en los ejemplos ilustrados, tanto la envolvente exterior como la separación interna hayan sido provista de un revestimiento acústicamente absorbente, se comprenderá que la invención se aplica también al caso en que solamente la separación interna estuviera provista de dicho revestimiento acústicamente absorbente. La invención se aplicaría también en las mismas condiciones a una estructura en la cual la separación interna no estuviera revestida de un revestimiento acústicamente absorbente, pero en la que este revestimiento estuviera previsto únicamente en el interior de la envolvente externa del escape.

Por otra parte, aunque en los modos de realización ilustrados, los revestimientos acústicamente absorbente hayan sido de la misma estructura en un modo de realización determinado, se comprenderá que sería posible, para obtener características diferentes, prever en el mismo escape unas estructuras diferentes de revestimiento acústicamente absorbente en unos puntos diferentes, de manera que se pueda responder a unas condiciones de tratamiento acústico específico.

Gracias a la presente invención, resulta posible reducir de forma muy significativa la signatura acústica del escape y por tanto de la turbomáquina.

Gracias a la existencia de la separación interna, la superficie de tratamiento acústico puede ser considerablemente incrementada conservando el mismo volumen y unas características aerodinámicas iguales o superiores. Se puede también mejorar la compacidad del conjunto realizando un escape de menor longitud conservando al mismo tiempo una superficie de tratamiento acústico óptima.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de escape de difusión multicanal de turbomáquina, del tipo con entrada (4) anular, que comprende una envolvente exterior (3) de forma general simétrica con respecto a un eje y una o varias separaciones internas (5) que definen varios canales (7, 8) sensiblemente concéntricos para la circulación del flujo de escape, estando previsto un revestimiento absorbente (14, 15, 17) capaz de absorber una parte de la energía acústica generada por la circulación sobre por lo menos una superficie de una separación interna (5) y/o sobre la superficie interna de la envolvente exterior (3), **caracterizado** porque el espesor del revestimiento absorbente varía en la longitud del dispositivo de escape de manera que la sección de paso útil para la circulación del flujo gaseoso de escape vaya creciendo desde la entrada hasta la salida para optimizar la circulación en los diferentes canales manteniendo la difusión progresiva y evitando los despegados en la proximidad de las superficies inmóviles.

2. Dispositivo de escape según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el revestimiento absorbente presenta unas características de absorción diferentes según la naturaleza de la circulación enfrentada.

3. Dispositivo de escape según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el área de los diferentes canales (7, 8) varía en la longitud del eje de forma que se optimicen simultáneamente la velocidad de circulación y el espesor del revestimiento absorbente.

4. Dispositivo de escape según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el revestimiento absorbente (14, 15, 17) está dispuesto sobre la superficie de la separación interna (5) y/o de la envolvente exterior (3) que está enfrentada a la circulación.

5. Dispositivo de escape según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el revestimiento absorbente comprende un material acústico (14a, 15a, 17a) del tipo poroso o de tipo resonador.

6. Dispositivo de escape según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el material acústico es un material fibroso tal como la lana de vidrio, lana de roca, fibras cerámicas.

7. Dispositivo de escape según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el material acústico comprende una pluralidad de microesferas huecas (19) dispuestas en una o varias capas o a granel.

8. Dispositivo de escape según una de las reivindicaciones 6 ó 7, **caracterizado** porque el revestimiento absorbente comprende una pared acústicamente transparente (14b, 15b, 17b) capaz de retener el material acústico.

9. Dispositivo de escape según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el material acústico es del tipo resonador con estructura de células abiertas (20) asociada a una pared porosa acústicamente resistiva (14c, 15c, 17c) y cerrada por el otro lado por una pared de fondo rígida.

10. Dispositivo de escape según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el material acústico comprende varias capas de resonadores superpuestas (21, 22) de espesores diferentes o idénticos, estando una pared porosa (23) insertada entre dos capas adyacentes.

11. Dispositivo de escape según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque está previsto un cuerpo central (24) en el eje del dispositivo, en la mayor parte de su longitud, presentando dicho cuerpo central sobre su superficie un revestimiento absorbente tal como el definido en las reivindicaciones anteriores.

12. Dispositivo de escape según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la salida del flujo de escape se realiza por una parte de desviación del flujo con respecto al eje de entrada, pudiendo dicha parte de desviación, de forma cualquiera, comprender sobre su superficie interna un revestimiento absorbente tal como el definido en las reivindicaciones anteriores.

FIG.1

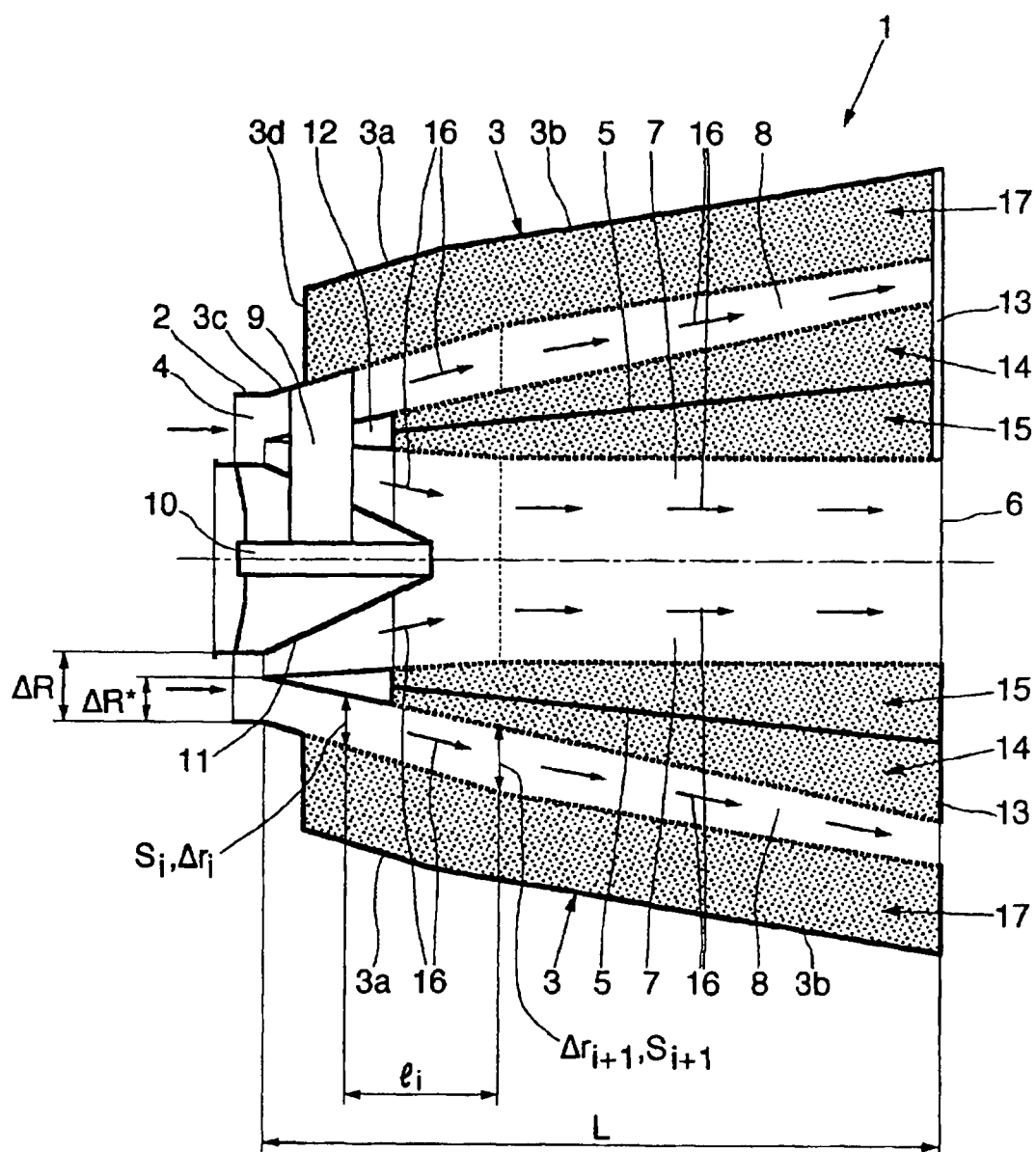


FIG.2

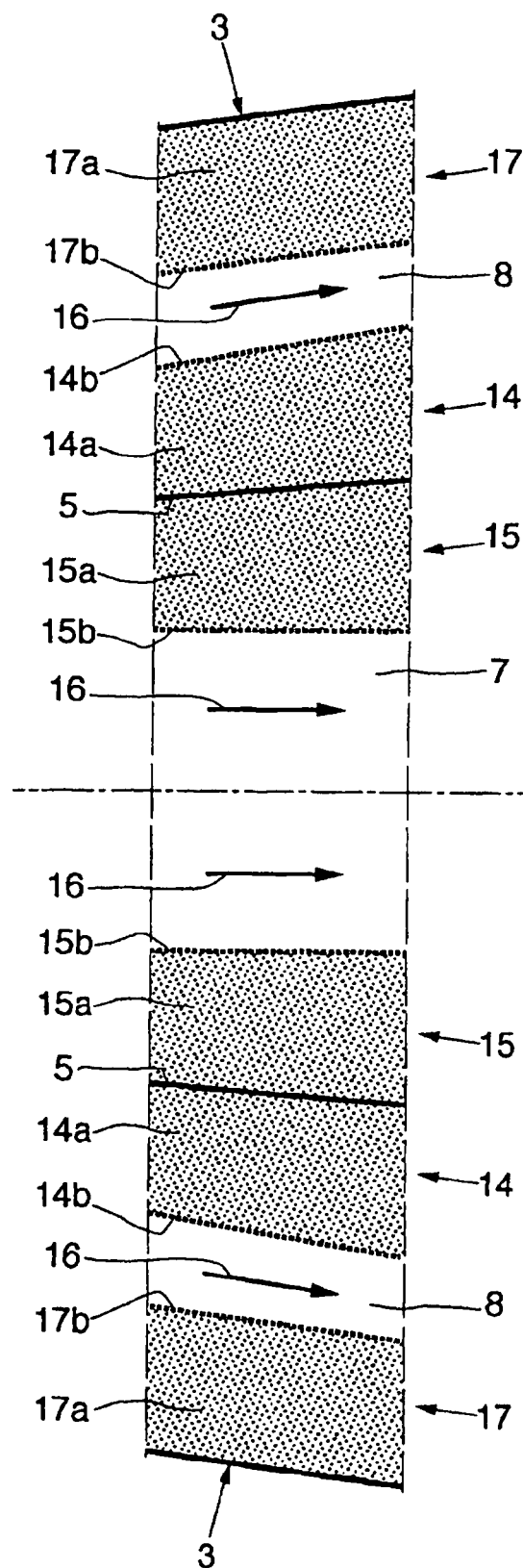


FIG.3

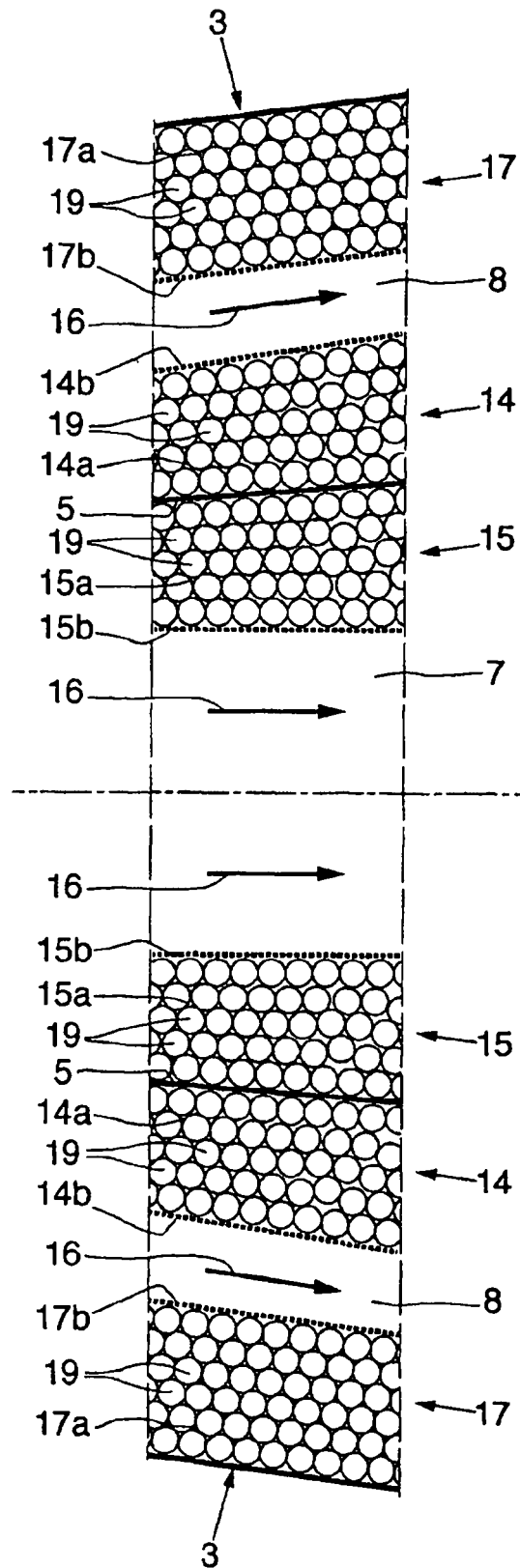


FIG.4

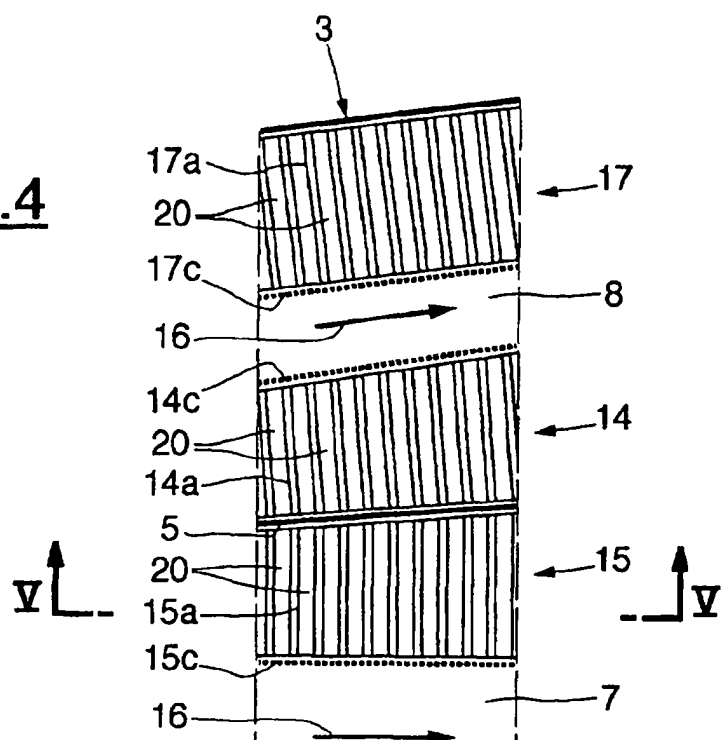


FIG.5

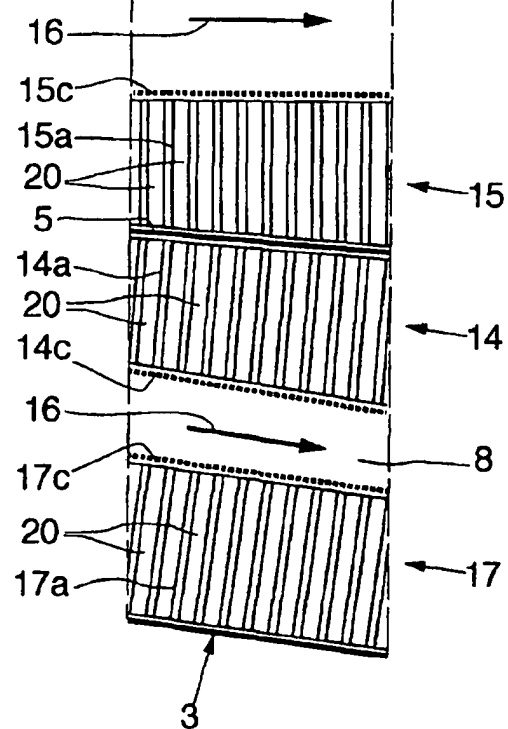
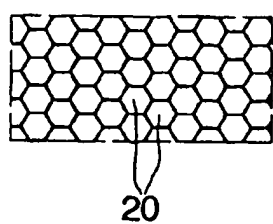


FIG.6

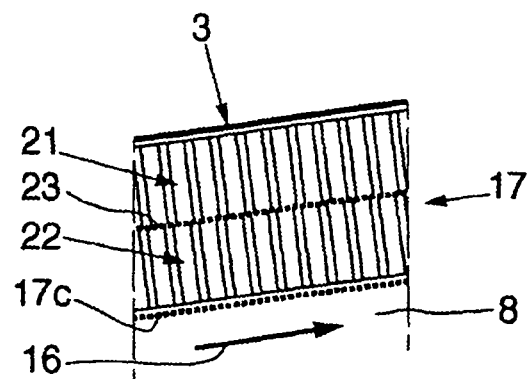


FIG.7

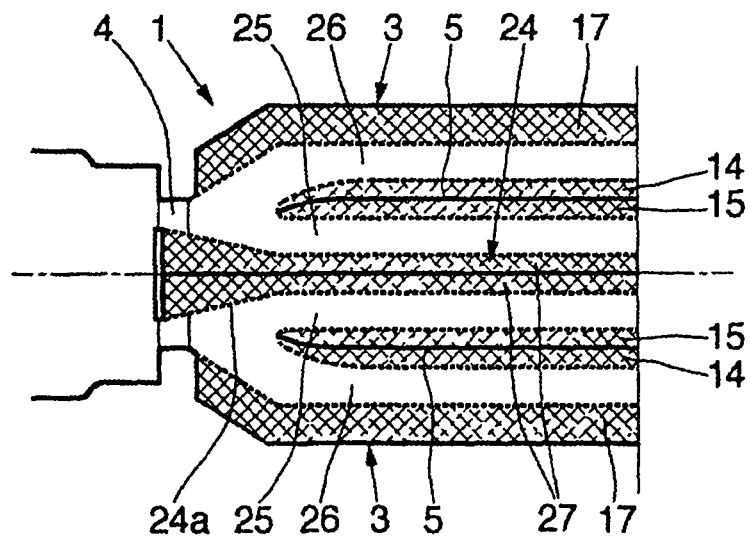


FIG.8

