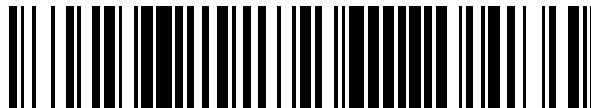


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 587**

51 Int. Cl.:

B64C 21/04 (2006.01)

F15D 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2011** **E 11193473 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013** **EP 2465772**

54 Título: **Microgenerador fluido de chorros sintéticos**

30 Prioridad:

14.12.2010 FR 1060487

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.02.2014

73 Titular/es:

ONERA (OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AÉROSPATIALES) (100.0%)
29, Avenue de la Division-Leclerc
92320 Châtillon, FR

72 Inventor/es:

TERNOY, FRÉDÉRIC;
UZEEL, ETIENNE y
LANDAES, DIDIER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 441 587 T3

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

Microgenerador fluidico de chorros sintéticos

Objeto de la invención

5 La invención concierne al ámbito de los microgeneradores destinados al control de un flujo principal de fluido por chorros fluidicos secundarios. El flujo principal de fluido que hay que controlar puede ser por ejemplo un flujo aerodinámico externo como para la hipersustentación de los aviones, el control del temblor de las alas de avión, la resistencia aerodinámica de los automóviles o de los trenes de vehículos ferroviarios. El flujo principal que hay que controlar puede ser igualmente un flujo aerodinámico interno como las entradas de aire de los motores de aeronaves.

10 El flujo de un fluido alrededor de una estructura es modificado por chorros de fluido secundarios procedentes de agujeros que atraviesan la superficie externa de la estructura. La invención concierne en particular a los generadores de tales chorros secundarios.

15 Se distinguen dos tipos de generadores de chorros situados en el interior de una estructura. Hay generadores de chorros pulsados unidos a una fuente de fluido independiente del fluido del flujo principal. Hay igualmente generadores de chorros sintéticos, de caudal medio nulo, que extraen del flujo principal el fluido de los chorros secundarios y a continuación le eyectan en el flujo. La invención concierne de modo muy particular a los generadores de chorros sintéticos.

Estado de la técnica

20 La solicitud FR 859 160 describe especialmente un generador de chorros sintéticos equipado con un accionador piezoeléctrico y con un pistón y que puede ser mandado en frecuencia y en amplitud. Sin embargo, la velocidad de los chorros que pueden ser emitidos puede ser limitada.

25 La solicitud de patente US2010/0044459 describe varios generadores de chorros sintéticos que utilizan una capa de apilamiento de células piezoeléctricas repartidas en un lado de una membrana mecánica que delimita una cavidad de aire. Cuando las células son activadas, la capa piezoeléctrica se contrae o se dilata. Esto fuerza a la membrana a abombarse. El volumen de la cavidad resulta así reducido y un chorro de aire es expulsado de la cavidad por un orificio. El efecto piezoeléctrico presenta la ventaja de transformar simplemente una tensión eléctrica en deformación mecánica. Sin embargo, tales generadores de chorros sintéticos presentan varios inconvenientes que limitan sus aplicaciones. El desplazamiento generado por las células piezoeléctricas es solamente de algunas micras. La deformación de la membrana solo es significativa si la capa piezoeléctrica es excitada a la frecuencia propia de vibración de la membrana metálica. Una vez entrada en resonancia la membrana, es difícil actuar sobre la tensión de excitación de la capa piezoeléctrica para hacer variar la amplitud de la deformación de la membrana.

30 Fuera de la frecuencia propia de resonancia de la membrana, la deformación de la membrana obtenida por la capa piezoeléctrica es muy reducida de modo que la velocidad del chorro de aire generado es poco utilizable. Cuando se quiere controlar un flujo principal a lo largo de una estructura y se quiere hacer variar la frecuencia de los chorros sintéticos generados, la tecnología de generador descrita en el documento antes citado impone accionar otro generador cuya membrana resuene a la frecuencia deseada.

35 Además, el accionador descrito presenta una cavidad que tiene un volumen muerto importante que se comporta como un atenuador del chorro generado. Por ejemplo, una variación del volumen de la cavidad de $X \text{ mm}^3$ debida a la deformación de la membrana genera un aumento de la presión y, solo una proporción de estos $X \text{ mm}^3$ es eyectada de la cavidad en forma de chorros sintéticos.

40 El artículo « a High-speed compressible synthetic jet » de T.M. Crittenden & al., Physic of fluids 18, 017107 (2006) describe un generador de chorros sintéticos en el que la amplitud de velocidad del fluido inyectado está fijada para una frecuencia dada del chorro. Esto presenta el inconveniente de no poder adaptar la intensidad de la velocidad del chorro en función de la perturbación del flujo principal.

Problema técnico resuelto por la invención

45 La invención propone un generador de chorros sintéticos y un dispositivo de control de un flujo fluidico utilizando tales generadores, que pongan remedio al menos a uno de los inconvenientes antes citados.

50 Un objetivo de la invención es ampliar la gama de utilización de los generadores de chorros sintéticos, permitiendo especialmente mandar de manera separada la frecuencia de los chorros y la amplitud de las velocidades de los chorros.

Descripción detallada de la invención

- De acuerdo con un modo de realización, el generador de chorros sintéticos comprende una cavidad delimitada por una pared fija y una pared móvil. La pared fija comprende una camisa y una culata provista de un orificio por el cual es aspirado y eyectado el chorro generado de fluido en el flujo principal de fluido. La pared móvil está enfrente de la culata. El generador comprende un pistón rígido que incluye la pared móvil y que desliza de modo estanco en el interior de la camisa. El generador comprende además un accionador unido mecánicamente al pistón apto para arrastrar al pistón en un movimiento alternativo que presenta una amplitud y una frecuencia, siendo el accionador apto para facilitar un movimiento de amplitud y de frecuencia variables, siendo al menos la amplitud variable durante el movimiento. El accionador comprende un mecanismo de amplificación mecánica de desplazamiento.
- 5 Se comprende que la amplificación de desplazamiento permite disponer de una amplitud significativa de variación de volumen de la cavidad. El hecho de que esto se obtenga por un mecanismo de amplificación mecánica de desplazamiento y no por resonancia propia del accionador permite disponer de esta amplitud significativa para frecuencias fuera de la frecuencia de resonancia mecánica del accionador.
- 10 Además, el hecho de que la pared móvil esté incluida en un pistón rígido hace que la frecuencia propia de resonancia en la dirección de deslizamiento de la pared esté muy por encima de la gama de frecuencia de los chorros que hay que eyectar. Así, la impedancia mecánica que ve el accionador es sensiblemente constante o de variación lenta cualquiera que sea la frecuencia de mando del accionador. Dicho de otro modo, la pared móvil no se comporta como un filtro de frecuencia y el generador puede ser utilizado en una gama de frecuencia más amplia. Finalmente, el mando en amplitud del accionador generará una variación de amplitud de la velocidad de los chorros de aire generados, lo que no era el caso de los accionadores de membrana resonante.
- 15 20 De acuerdo con un modo de realización, el accionador comprende una barra piezoeléctrica.
- Ventajosamente, el mecanismo de amplificación mecánica de desplazamiento comprende una estructura mecánica deformable, empalmada a, y distinta de, la barra piezoeléctrica, estando dispuesta la citada estructura en el generador de manera que una variación de longitud de la barra piezoeléctrica deforma la estructura mecánica y provoca el desplazamiento del pistón.
- 25 Ventajosamente, la barra piezoeléctrica presenta un apilamiento de células piezoeléctricas montadas en serie a lo largo de un eje de la barra que pasa por dos extremidades opuestas de la barra. El hecho de que las células piezoeléctricas estén dispuestas en serie permite multiplicar por el número de células la variación de longitud de la barra piezoeléctrica activando simultáneamente todas las células piezoeléctricas. Así, la variación de espesor de algunas micras de cada célula piezoeléctrica puede generar una variación de longitud de la barra piezoeléctrica de algunas decenas, incluso algunas centenas de micras. Se puede así obtener un desplazamiento importante de las extremidades de la barra al tiempo que se aprovecha la aptitud de los accionadores piezoeléctricos para ser mandados a alta frecuencia, por ejemplo superior a 1 kHz. Sin embargo, aumentar la amplitud de desplazamiento únicamente aumentando el número de células apiladas conduciría a aumentar el volumen del generador de manera incompatible con la aplicación considerada. Se desea, en efecto, poder disponer de tales generadores en la pared de un flujo principal de fluido. Es necesario que estos generadores se mantengan integrables en la pared que delimita este flujo principal. El accionamiento facilitado por un sistema piezoeléctrico está generalmente más limitado por su pequeño desplazamiento que por el esfuerzo generado. Gracias a este mecanismo de amplificación mecánica de desplazamiento, se aumenta el desplazamiento del pistón sin aumentar significativamente el volumen del generador. Se obtienen velocidades de eyección de chorros que pueden ser próximas, incluso superiores, a la velocidad del sonido. Dicho de otro modo, el hecho de recurrir a una amplificación mecánica de desplazamiento permite un mejor compromiso entre la velocidad de eyección de los chorros y el volumen del generador.
- 30 35 40 La amplificación mecánica de desplazamiento puede ser de un coeficiente comprendido entre 5 y 150, preferentemente comprendido entre 10 y 100.
- 45 Ventajosamente, el accionador es apto para que la variación de la amplitud del movimiento sea controlable de manera separada de la variación de la frecuencia del movimiento. Dicho de otro modo, para cada frecuencia del movimiento, es posible hacer variar la amplitud de este movimiento en una gama, asimismo, a cada amplitud es posible hacer variar la frecuencia en una gama. Las diferentes gamas definen una zona de un diagrama amplitud/frecuencia en la cual la amplitud y la frecuencia del movimiento pueden ser elegidas a voluntad.
- 50 De acuerdo con una variante, el generador presenta una gama de frecuencia de chorros generados. El accionador presenta una frecuencia propia de resonancia en la dirección de deslizamiento del pistón superior a la citada gama de frecuencia de los chorros generados. Dicho de otro modo, el accionador presenta una frecuencia propia de resonancia en la dirección de deslizamiento del pistón superior a un umbral predeterminado, destinada a estar fuera de una gama de frecuencia de chorros generados.
- 55 En esta variante, no solamente la pared móvil no presenta resonancia en la gama de frecuencia de los chorros generados, sino que el accionador presenta a su vez una impedancia mecánica de variación lenta en la gama de utilización. Esto permite utilizar el generador de chorros sintéticos en bucle abierto, puesto que una consigna de

mando del accionamiento se traduce en un mando en frecuencia y/o en amplitud de las velocidades de chorros generados.

5 De acuerdo con un modo de realización, el accionador está unido mecánicamente a un punto de empalme del pistón por un medio de empalme que presenta al menos una dirección de rigidez a lo largo de la cual el medio de empalme es apto para transmitir un esfuerzo y un desplazamiento del accionador y que es móvil según una dirección transversal a la dirección de rigidez.

Ventajosamente, el medio de empalme es un puente de material apto para transmitir un desplazamiento del accionador sin presentar holgura mecánica.

10 Ventajosamente, el puente de material es deformable elásticamente en flexión según una dirección transversal a la dirección de rigidez.

De acuerdo con una variante, el pistón es móvil en traslación, paralelamente al desplazamiento del citado punto de empalme.

De acuerdo con otra variante, el pistón es móvil en rotación alrededor de un eje transversal al desplazamiento del citado punto de empalme y a distancia de este punto.

15 Ventajosamente, el eje de la barra piezoeléctrica es sensiblemente perpendicular a la dirección de deslizamiento del pistón. En la variante en la que el pistón es móvil en rotación, el eje de la barra piezoeléctrica es ventajosamente perpendicular a la dirección de desplazamiento del punto del pistón en el que está empalmado el accionador. De manera todavía más ventajosa, el eje de la barra piezoeléctrica es paralelo al eje de rotación del pistón. Esto permite reducir el volumen del microgenerador debajo de la pared que delimita el flujo principal que hay que controlar.
20 Además, esta reducción de volumen es compatible con una yuxtaposición uno al lado de otro de varios microgeneradores.

Ventajosamente, el generador comprende un medio de guía del deslizamiento del pistón en el interior de la camisa, cuyo medio es distinto de la propia camisa.

25 De acuerdo con una variante, el pistón presenta una superficie de estanqueidad que se extiende enfrente de una zona de deslizamiento de la camisa, estando provista la superficie de estanqueidad o la zona de deslizamiento de al menos una garganta que constituye una pérdida de carga que se opone a un flujo del fluido entre la superficie de estanqueidad y la zona de deslizamiento.

30 De acuerdo con otra variante, el generador comprende una junta elastómera anular que presenta un borde radialmente interior fijado al contorno del pistón y un borde radialmente exterior fijado a la pared fija. La junta anular evita las fugas de fluido entre el pistón y la pared fija. Siendo el elastómero blando y siendo los desplazamientos del pistón reducidos (por ejemplo del orden de 500 μm), la dispersión de energía debida a las juntas es reducida y no provoca resonancia en la gama de frecuencia considerada, por ejemplo de 10 Hertz a 1 000 Hertz.

Por otra parte, de acuerdo con una variante, el accionador es mandado en bucle abierto, en frecuencia y/o en amplitud.

35 De acuerdo con otra variante, el generador comprende un dispositivo de servocontrol del accionador unido a un medio de recepción de una consigna de velocidad de chorro y de frecuencia, y unido a un sensor de desplazamiento del pistón.

40 Esta otra variante puede ser utilizada de manera alternativa o combinada a la variante precedente. El servocontrol en función del desplazamiento del pistón permite solventar la variación de impedancia mecánica del accionador en la gama de utilización.

45 De acuerdo con un modo de realización, el accionador comprende cuatro brazos empalmados sucesivamente uno a otro por cuatro puntos de empalme para formar conjuntamente un bucle cerrado, estando empalmados respectivamente los citados sucesivos puntos de empalme a la pared fija, a una de las extremidades de la barra piezoeléctrica, al pistón y a la otra extremidad de la barra piezoeléctrica. El bucle formado por los cuatro brazos concatenados entre sí puede ser por ejemplo de tipo rombo articulado o elipse. Este bucle constituye una variante posible de la estructura deformable, unida a, y distinta de, la barra piezoeléctrica que permite la amplificación mecánica del desplazamiento generado por la barra.

La barra actúa sobre uno de los ejes del bucle que se deforma entonces según otro eje. Según las dimensiones del bucle, esta transformación de movimiento puede hacerse con amplificación del desplazamiento del pistón.

50 En una variante, el accionador comprende uno o varios brazos de palanca que comprenden un punto de empalme pivote fijo, un punto de empalme a una extremidad de la barra piezoeléctrica y un punto de empalme al pistón. Estos brazos de palancas articulados cada uno alrededor de un pivote fijo constituye otra variante posible de estructura deformable que permite la amplificación de desplazamiento.

Ventajosamente, todos los puntos de empalme antes citados del accionador son ejes pivotes constituidos por un puente de material deformable elásticamente de manera que no presenta holgura mecánica. La ausencia de holgura mecánica permite que la transmisión de movimientos se haga de manera simétrica, tanto para la eyección del fluido de la cavidad como para la aspiración del fluido del flujo principal hacia el interior de la cavidad.

5 De acuerdo con un modo de realización, la cavidad presenta un volumen que varía entre el volumen muerto y un volumen máximo en función de la posición del pistón, y en el cual el volumen muerto es inferior o igual a la mitad del volumen máximo, preferentemente inferior a la quinta parte del volumen máximo, en particular inferior a la décima parte del volumen máximo. El volumen muerto reducido permite mejorar la transformación del volumen de fluido desplazado por el pistón en volumen de fluido que atraviesa al orificio.

10 De acuerdo con un modo de realización, el generador comprende un cuerpo principal al cual están solidarizados sucesivamente el accionador y el pistón. El generador comprende además una tapa fija con respecto al cuerpo principal y que delimita la cavidad por una superficie interior plana. El pistón delimita la cavidad por una superficie frontal plana dispuesta paralelamente a la superficie interior de la tapa. El paralelismo entre la superficie interior de la tapa y la superficie frontal del pistón rígido permite reducir el volumen muerto a casi cero.

15 Ventajosamente, el generador comprende una cala de reglaje dispuesta entre la tapa y el cuerpo principal. El pistón desliza en el interior de la cala de reglaje. Esto permite ajustar el volumen muerto al mínimo estricto sin ser penalizado por las tolerancias de fabricación de los accionadores.

Ventajosamente, el dispositivo de servocontrol está unido a la alimentación eléctrica de la barra piezoeléctrica, comprendiendo el sensor de desplazamiento del pistón un puente de galgas dispuestas en los brazos del bucle.

20 Ventajosamente, el accionador comprende un cuerpo monobloque deformable que incluye un zócalo de fijación, los cuatro brazos en bucle y una placa base de empalme al pistón.

Ventajosamente, el accionador comprende un primer mecanismo gobernado en frecuencia o en amplitud, montado en serie con un segundo mecanismo gobernado en amplitud solamente. El primer mecanismo puede comprender ventajosamente una barra piezoeléctrica y el segundo mecanismo puede ser un accionador clásico conveniente para variaciones lentas. El segundo mecanismo puede ser utilizado para modificar la posición del punto de apoyo del primer mecanismo y así desplazar el punto medio de la carrera del pistón y hacer variar el volumen muerto de la cavidad. En particular, es así posible optimizar el volumen muerto de la cavidad en el transcurso de la variación de amplitud generada por el primer mecanismo.

30 De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere igualmente a un dispositivo de control de un flujo fluido por chorros sintéticos que comprende una pared principal a lo largo de la cual fluye un fluido y que comprende un generador de chorros sintéticos antes citado, en el cual el orificio atraviesa la pared principal y une la cavidad al flujo de fluido, y en el cual la cavidad se llena de este mismo fluido.

Breve descripción de las figuras:

35 La presente invención se comprenderá mejor con el estudio de la descripción detallada de algunos modos de realización tomados a título de ejemplos en modo alguno limitativos, e ilustrados por los dibujos anejos, en los cuales:

- La figura 1 es un corte longitudinal de un primer modo de realización de generador de chorros sintéticos,
- La figura 2 es un corte transversal según el plano II-II de la figura 1,
- La figura 3 es un corte longitudinal según el plano III-III de la figura 4, de un segundo modo de realización de generador de chorros sintéticos,
- 40 - La figura 4 es un corte transversal según el plano IV-IV de la figura 3, y
- La figura 5 es un corte transversal parcial según el plano V-V de la figura 4,
- La figura 6 es un corte según el plano VI-VI de la figura 7, e ilustra otro modo de realización equipado con un pistón montado en rotación alrededor de un eje,
- 45 - La figura 7 es un corte según el plano VII-VII de la figura 6, y
- La figura 8 es una vista en perspectiva del pistón del modo de realización de las figuras 6 y 7.

Descripción detallada de la invención:

50 Como ilustran las figuras 1 y 2, el generador 1 de chorros sintéticos 2 comprende un cuerpo principal 3 de forma exterior sensiblemente paralelepípedica, una culata 4, un pistón cilíndrico 5 y un accionador 6. El accionador 6 arrastra al pistón 5 según una dirección 7 de deslizamiento del pistón 5. El generador 1 comprende además una

camisa 8 cilíndrica y coaxial con la dirección de deslizamiento 7. El pistón cilíndrico 5 está ajustado a un diámetro interior 9 de la camisa 8. La camisa 8 sirve igualmente de cala de reglaje 8 que queda cogida en sándwich entre la tapa 4 y el cuerpo principal 3 por un sistema de tornillo no representado.

5 El generador 1 presenta una cavidad 10 delimitada por una superficie interior 11 de la culata 4 que es plana, y contra la cual se apoya de modo estanco la camisa 8. El pistón 5 presenta una superficie frontal 12 plana paralela a la superficie interior 11 de la culata 4 y perpendicular a la dirección de deslizamiento 7 del pistón 5. La culata 4 y la camisa 8 constituyen conjuntamente una pared fija 13 que delimita la cavidad 10. La superficie frontal 12 del pistón 5 constituye una pared móvil 12 de la cavidad 10. La culata 4 presenta un orificio 14 que desemboca en la cavidad 10.

10 El accionador 6 está constituido por una barra piezoeléctrica 15 y por un conjunto de cuatro brazos 16a, 16b, 16c, 16d concatenados entre sí para formar conjuntamente una estructura deformable 16 en forma de bucle cerrado. Una primera extremidad de la barra piezoeléctrica 15 está empalmada por el brazo 16a al pistón y por el brazo 16d a un zócalo 17 fijado al cuerpo principal 3. La otra extremidad de la barra piezoeléctrica 15 está unida por el brazo 16b al pistón 5 y por el brazo 16c al zócalo 17. Así, cuando la barra piezoeléctrica 15 se alarga, el pistón 5 se aproxima al zócalo 17, la cavidad 10 aumenta de volumen y se aspira fluido en la cavidad 10. Inversamente, cuando la barra piezoeléctrica 15 se contrae, el pistón 5 se aleja del zócalo 17 y se expulsa fluido de la cavidad 10.

15 Cada una de las extremidades de la barra piezoeléctrica 15 constituye un punto de empalme, por una parte, de los brazos 16a y 16d y, por otra, de los brazos 16b y 16c. Las extremidades opuestas de los brazos 16a y 16b se unen en un punto de empalme solidario del pistón 5 y que tiene la forma de un estrechamiento de material de manera que permite las ligeras deformaciones de los brazos 16a, 16b, sin holgura mecánica, al tiempo que transmite el esfuerzo axial al pistón 5. Asimismo, los brazos 16c y 16d presentan extremidades opuestas a las empalmadas a la barra piezoeléctrica 15 que están empalmadas en un mismo punto de empalme al zócalo 17. Este último punto de empalme está constituido por un estrechamiento de material. El conjunto de los brazos 16a, 16b, 16c y 16d es simétrico de los brazos 16b, 16c con respecto a un plano que pasa por la dirección de deslizamiento 7 y perpendicular a la barra piezoeléctrica 15. Los brazos 16a, 16b son simétricos de los brazos 16c, 16d con respecto a un plano de simetría 19 de la barra piezoeléctrica 15 y perpendicular a la dirección de deslizamiento 7.

20 La barra piezoeléctrica está constituida por un apilamiento de células piezoeléctricas 15a separadas una de otra por electrodos 15b de los cuales uno de cada dos están empalmados eléctricamente entre sí y a uno de los bornes de un generador 18 de tensión de excitación, mientras que los otros electrodos 15b están unidos entre sí y al otro borne del generador 18 de tensión de excitación. Los electrodos 15b de excitación son perpendiculares al plano de simetría 19 de la barra 15.

30 El generador 1 de chorros sintéticos comprende igualmente un sensor de desplazamiento axial del pistón 5, el sensor está constituido por un conjunto de cuatro galgas de tensión 21a, 21b, 21c, 21d dispuestas en cada uno de los brazos 16a, 16b, 16c, 16d. Un dispositivo 20 de servocontrol está unido a un medio 22 de recepción de una consigna de frecuencia y de amplitud de velocidad de chorros eyectados así como al generador 18 de tensión de excitación de la barra piezoeléctrica 15.

35 La obtención de un cierto nivel de energía de chorros sintéticos equivale a aumentar la velocidad de eyección del fluido para una sección dada del orificio de eyección. Esto es debido a la acumulación de varios tipos de amplificación. Un primer tipo de amplificación es debido a la relación entre la superficie de la pared móvil que delimita la cavidad y la superficie del orificio. El inventor se da cuenta sin embargo que no se puede aumentar indefinidamente la superficie de la pared libre porque esto plantea un problema de rigidez del pistón difícil de realizar en un pistón ligero. Un pistón demasiado grande haría aparecer resonancias parásitas en la cavidad. Otro tipo de amplificación es debido a la concatenación de un número importante de células piezoeléctricas en la barra. Sin embargo, el número de células de la barra piezoeléctrica está limitado por el volumen y por el comportamiento en vibración de una barra de gran longitud. El hecho de recurrir a otro tipo de amplificación por un mecanismo de amplificación mecánica de desplazamiento permite obtener un nivel elevado de energía de los chorros sintéticos generados y una buena compacidad del generador.

40 Cada una de las galgas de tensión 21a, 21b, 21c, 21d comprende una porción de galga que mide el alargamiento longitudinal del brazo correspondiente 16a, 16b, 16c, 16d. De manera ventajosa, pero no obligatoria, cada una de las galgas de tensión 21a, 21b, 21c, 21d comprende igualmente una porción de galga que mide el alargamiento transversal del brazo de manera que se tenga en cuenta el coeficiente de Poisson del material del brazo.

45 En una variante, el sensor de desplazamiento axial del pistón 5 comprende únicamente las galgas de tensión 21a y 21b anteriormente descritas con sus variantes. Las dos galgas de tensión están montadas en semipunto para medir el desplazamiento axial del pistón 5.

50 Una junta elastómera 23 anular está dispuesta en una entalladura periférica 24 del pistón 5 quedando comprimida por su pared radialmente interior contra el pistón 5 y por su pared radialmente exterior contra la cala de reglaje 8. El pistón presenta igualmente un vaciado exterior 25 de manera que cada lado de la porción de la junta elastómera 23 en contacto con la cala de reglaje 8 esté libre para permitir la deformación de la junta elastómera 23 durante el deslizamiento axial del pistón 5. Siendo la carrera del pistón 5 del orden de 500 micras, el diámetro del pistón 5 está

comprendido entre 10 milímetros y 20 milímetros por ejemplo aproximadamente 15 milímetros, el espesor radial de la junta elastómera 23 es inferior a un milímetro y puede ser por ejemplo de silicona.

5 En una variante, el accionador está constituido por varios conjuntos de cuatro brazos equipados cada uno con una barra 15 transversal. Los conjuntos están montados uno sobre otro axialmente en serie con el fin de aumentar todavía la amplificación mecánica del desplazamiento axial sin reducir la fuerza de arrastre del pistón 5. Se hace posible entonces desplazar el punto medio de la carrera del pistón.

10 Con la ayuda de las figuras 3 a 5, se va a describir un generador 40 que comprende un mecanismo 30 de amplificación mecánica de desplazamiento que incluye un par de brazos de palanca 30a, 30b. Cada brazo de palanca 30a, 30b está articulado con respecto al cuerpo principal 3 por un estrechamiento de material en forma de arista 31a, 31b y presenta la forma de un angular de manera que garantiza su rigidez. La barra piezoeléctrica 15 está empalmada por una de sus extremidades a un lado pequeño (a) de cada uno de los brazos de palanca 30a y 30b por intermedio de un segundo estrechamiento de material en forma de arista 32a, 32b paralelo al primer angular 31a, 31b. Un lado grande (b) del brazo de palanca está unido al pistón 5 por una tercera bisagra 33a, 33b, igualmente paralela a la primera bisagra 31a, 31b.

15 Los brazos de palanca 30a y 30b están ilustrados en la figura 3 como formando un conjunto monobloque con el cuerpo 3. El especialista en la maeria podrá utilizar una cualquiera de las técnicas de ensamblaje bien conocidas para realizar este conjunto. Por ejemplo, cada brazo de palanca 30a, 30b puede ser inicialmente independiente y presentar una oreja de fijación más allá del estrechamiento en forma de arista 31a, 31b. La arista de fijación puede ser soldada entonces al cuerpo 3.

20 El pistón 35 desliza según la dirección de deslizamiento 7 pero presenta una superficie frontal 12 rectangular, alargada en el mismo sentido que la barra piezoeléctrica 15. Esto permite yuxtaponer varios generadores de chorros sintéticos uno al lado de otro en el sentido de la anchura del pistón 35 de manera que genere una sucesión alineada de orificios 14 de chorros sintéticos.

25 Naturalmente, la forma rectangular del pistón 35 es compatible con el dispositivo de amplificación mecánica de desplazamiento descrito en las figuras 1 y 2. Igualmente, el sistema de los brazos de palanca descrito en la figura 3 es compatible con un pistón 5 cilíndrico.

En otra variante, el generador de chorros sintéticos no presenta cala de reglaje 8.

30 Con la ayuda de las figuras 6 a 8 se va a describir un generador 50 que comprende el mismo accionador 6 que el modo de realización descrito en las figuras 1 y 2. El generador 50 comprende un cuerpo principal 51 que presenta un vaciado 52. Este vaciado 52 atraviesa de parte a parte el cuerpo principal 51. El generador 50 comprende igualmente un pistón 53 en forma de aleta pivotante en rotación en el cuerpo principal 51 alrededor de un eje de rotación 54.

35 El vaciado 52 comprende una cavidad 57 delimitada por una superficie cilíndrica 55 concéntrica con el eje de rotación 54. El generador 50 comprende un medio de guía 56 del pistón 53 en rotación. El citado medio 56 está constituido por un árbol y un cojinete rotatorio no representado concebido para que el pistón 53 no roce con la superficie cilíndrica 55. Ventajosamente, el medio 56 de guía puede ser concebido para guiar sin holgura según las direcciones radial y/o axial del eje 54 de rotación.

El vaciado 52 comprende un orificio 58 que une la cavidad 57 con el exterior del generador 50. El orificio 58 presenta la forma de una ranura que se extiende todo a lo largo del vaciado 52, paralelamente al eje de rotación 54.

40 La aleta que sirve de pistón 53 comprende un lado 59a que se extiende enfrente de una zona de deslizamiento 55a de la superficie cilíndrica 55. La porción del cuerpo principal 51 que se extiende entre la zona de deslizamiento 55a y el orificio 58, así como la porción que se extiende radialmente entre el orificio 58 y el eje 54 constituye una culata 69.

45 El desplazamiento del pistón 53 por el accionador 6 está ilustrado por el trazo mixto. La posición ilustrada en trazo completo corresponde a la posición terminal inferior del pistón. Ventajosamente, la posición terminal superior del pistón 53 puede ser aquella en la que el pistón 53 está en alineación o aflora con el orificio 58.

50 La aleta que sirve de pistón 53 presenta una forma generalmente paralelepípedica aplanada que sin embargo presenta un lado 59b, próximo al eje 54 y que tiene una forma sensiblemente cilíndrica. Una cara 53a del pistón 53, paralela al eje de rotación 54 y orientada hacia el lado exterior a la cavidad 57, presenta un punto de empalme 60 situado a distancia del eje de rotación 54. En el transcurso del desplazamiento del pistón 53, el punto de empalme 60 describe un arco de círculo. Un medio de empalme 61 está constituido por una chapa fina que se extiende paralelamente al eje 54 y encastrada, por una de sus aristas al punto 60 de empalme y por una arista opuesta al accionador 6. La chapa fina constituye un puente de material que permite transmitir un esfuerzo y un desplazamiento del accionador 6 en una dirección paralela a la chapa con un grado de flexibilidad debida a la flexión de la chapa.

5 Como está ilustrado en la figura 7, el accionador 50 comprende dos costados laterales 62 fijados al cuerpo 51 principal. Cada uno de los costados laterales 62 comprende una cara 63 que se extiende perpendicularmente al eje 54 y que oculta de modo estanco las dos extremidades del vaciado 52. El pistón 53 paralelepípedo comprende dos lados laterales 59c y 59d que son paralelos y están enfrenados a las caras 63. La zona 55a de deslizamiento del cuerpo principal 51 está prolongada por una porción 63a de las caras 63 que está enfrente de los lados 59c y 59d durante el pivotamiento del pistón 53.

10 Como ilustra la figura 8, el pistón 53 está equipado con al menos una garganta 65, en este caso tres gargantas paralelas 65 que se extienden casi a lo largo de todo el perímetro de la forma paralelepípedica aplanada del pistón 53. Una primera zona 65a de las gargantas 65 se extiende a lo largo del lado 59a y de los dos lados laterales 59c y 59d. Otra zona 65b de las gargantas 65 se extiende a lo largo del lado 59b. El conjunto de los lados 59a, 59b, 59d, 59d constituye una zona de estanqueidad 59 del pistón 53.

15 El pistón 53 forma parte de un conjunto monobloque que comprende además, el puente de material 61 en forma de chapa y una placa base de empalme 66 que une el puente 61 al accionador 6. Así, el puente de material 61 en forma de chapa presenta dos direcciones de rigidez en el plano de la chapa. Una de las direcciones de rigidez es paralela a la arista de la chapa 61 empalmada al punto 60 de empalme, la otra es sensiblemente perpendicular a esta arista. El puente de material 61 es además deformable elásticamente por flexión según una dirección transversal al plano de la chapa 61. Esto permite al puente de material 61 transmitir en el plano de la chapa un esfuerzo y un desplazamiento del accionador hacia el punto de empalme sin presentar holgura mecánica.

20 En una variante, el medio de empalme 61 entre el accionador 6 y el pistón 53 es una biela articulada al punto 60 de empalme y/o a una extremidad del accionador 6.

En una variante, el medio de empalme 61 puede estar encastrado o ser monobloque con el accionador 6.

Una placa base 66 fijada al accionador 6, y el accionador 6 fijado al cuerpo principal 51, el pistón 53 en forma de aleta pivota sin holgura alrededor del eje 54 y presenta un rozamiento mecánico reducido al único cojinete en rotación del medio de guía 56.

25 Esta ausencia casi total de rozamiento mecánico y de holgura permite una linealidad muy buena de la respuesta del generador 50 que presenta una relación sensiblemente constante entre las variaciones de amplitud de las tensiones alternas de alimentación de la barra piezoeléctrica 15 y de la variación de amplitud de velocidad de fluido de los chorros generados.

30 Además, la distancia radial entre el punto de empalme 60 y el eje de rotación 54 es del orden de 1/20 a 1/3 del radio de la superficie cilíndrica 55. Esto confiere un efecto de palanca que contribuye a la amplificación mecánica de movimientos. En efecto, esto aumenta la relación entre la variación del volumen de la cavidad 57 y el desplazamiento del accionador 6. La amplificación mecánica debida a la estructura deformable 16 puede generar un desplazamiento del accionador de 6 de 5 veces a 15 veces, especialmente de 10 veces el desplazamiento de la barra piezoeléctrica y la amplificación debida al efecto de palanca puede generar una variación de volumen de la cavidad 57 dividido por la superficie del pistón 53 de 1,5 veces a 10 veces el desplazamiento del accionador 6.

35 El hecho de que el orificio 58 sea en forma de ranura, permite actuar eficazmente sobre flujos principales que presenten una dirección a lo largo de la cual las características dinámicas del flujo principal varíen poco.

40 En una variante, el medio de guía 56 anterior puede estar constituido por un puente de material en forma de chapa que sobresale en el lado 59b de la aleta y acoplado en el cuerpo principal 51. La flexión de esta chapa va acompañada entonces de un movimiento del pistón 53 que corresponde sensiblemente a la rotación alrededor de eje de articulación 54.

En una variante, el accionador 6 puede ser reemplazado por el accionador 30 descrito en las figuras 3 y 4.

En una variante, el modo de realización descrito en las figuras 1 y 2 puede estar desprovisto de junta elastómera y puede comprender gargantas de estanqueidad análogas a las gargantas 65.

45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Generador (1, 40, 50) de chorros sintéticos (2) para un flujo principal de fluido, comprendiendo el generador una cavidad (10, 57) delimitada por una pared fija (13, 51) y por una pared móvil, comprendiendo la pared fija una camisa (8, 68) y una culata (4, 69) provista de un orificio (14, 58) por el cual es aspirado y eyectado el chorro
10 generado de fluido (2) en el flujo principal de fluido, estando la pared móvil enfrente de la culata; comprendiendo el generador un pistón (3, 35, 53) rígido que incluye a la pared móvil y que desliza de modo estanco en el interior de la camisa (8, 68), comprendiendo el generador además un accionador (6) unido mecánicamente al pistón apto para arrastrar al pistón en un movimiento alternativo que presenta una amplitud y una frecuencia variables, siendo al menos la amplitud variable durante el movimiento, caracterizado por que el accionador comprende un mecanismo de amplificación mecánica de desplazamiento (16, 30).
- 15 2. Generador de acuerdo con la reivindicación 1, que presenta una gama de frecuencia de los chorros generados y en el cual el accionador presenta una frecuencia propia de resonancia en la dirección (7) de deslizamiento del pistón (5, 35) superior a la citada gama de frecuencia de los chorros generados.
3. Generador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el accionador comprende una barra piezoeléctrica (15).
4. Generador de acuerdo con la reivindicación 3, en el cual la barra piezoeléctrica es alargada según un eje (19) sensiblemente perpendicular a la dirección (7) de deslizamiento del pistón (5, 35).
- 20 5. Generador de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en el cual el mecanismo de amplificación mecánica de desplazamiento comprende una estructura (16, 30a, 30b) mecánica deformable, empalmada a, y distinta de, la barra piezoeléctrica (15), estando dispuesta la citada estructura en el interior del generador de manera que una variación de longitud de la barra piezoeléctrica deforma la estructura mecánica y provoca el desplazamiento del pistón.
- 25 6. Generador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el accionador (6) está unido mecánicamente a un punto de empalme (60) del pistón (53) por un medio de empalme (61) que presenta al menos una dirección de rigidez a lo largo de la cual el medio de empalme es apto para transmitir un esfuerzo y un desplazamiento del accionador (6) y que es móvil según una dirección transversal a la dirección de rigidez.
7. Generador de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual el pistón (5, 53) es móvil en traslación, paralelamente al desplazamiento del citado punto de empalme, o es móvil en rotación alrededor de un eje (54) transversal al desplazamiento del citado punto de empalme (60) y a distancia de este punto.
- 30 8. Generador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende un medio de guía (56) del deslizamiento del pistón (53) en el interior de la camisa (68), cuyo medio es distinto de la propia camisa (68).
9. Generador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el pistón presenta una superficie de estanqueidad (59) que se extiende enfrente de una zona de deslizamiento (9, 55a) de la camisa (68), estando provista la superficie de estanqueidad o la zona de deslizamiento de al menos una garganta (65) que constituye una pérdida de carga que se opone a un flujo del fluido entre la superficie de estanqueidad (59) y la zona de
35 deslizamiento (55a).
10. Generador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende una junta (23) elastómera anular que presenta un borde radialmente interior fijado al contorno del pistón (5) y un borde radialmente exterior fijado a la pared fija (13).
- 40 11. Generador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la cavidad (10, 57) presenta un volumen que varía entre un volumen muerto y un volumen máximo en función de la posición del pistón (5, 35, 53), y en el cual el volumen muerto es inferior o igual a la mitad del volumen máximo, preferentemente inferior a la quinta parte del volumen máximo, en particular inferior a la décima parte del volumen máximo.
12. Generador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende un dispositivo de servocontrol (20) del accionador unido a un medio de recepción (22) de una consigna de velocidad de chorro y de
45 frecuencia, y unido a un sensor de desplazamiento del pistón (5, 35).
13. Generador de acuerdo con la reivindicación 12, en el cual el accionador comprende cuatro brazos (16a, 16b, 16c, 16d) empalmados sucesivamente uno a otro por cuatro puntos de empalme para formar conjuntamente un bucle cerrado, estando empalmados los citados sucesivos puntos de empalme respectivamente a la pared fija (13), a una de las extremidades de la barra piezoeléctrica (15), al pistón (5), y a la otra extremidad de la barra piezoeléctrica (15), y en el cual el dispositivo de servocontrol está unido a la alimentación eléctrica (18) de la barra piezoeléctrica (15), comprendiendo el sensor de desplazamiento del pistón un puente de galgas (21a, 21b, 21c, 21d) dispuestas en los brazos (16a, 16b, 16c, 16d) en bucle.
- 50

14. Generador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende un primer mecanismo gobernado en frecuencia y/o en amplitud, montado en serie con un segundo mecanismo gobernado solamente en amplitud.

5 15. Microgenerador fluidico por chorros sintéticos que comprende una pared principal a lo largo de la cual fluye un fluido y que comprende un generador (1, 40, 50) de chorros sintéticos (2) de acuerdo con una cualquiera de la reivindicaciones precedentes, en el cual el orificio (14) atraviesa la pared principal y une la cavidad (10) al flujo de fluido, y en el cual la cavidad (10) se llena de este mismo fluido.

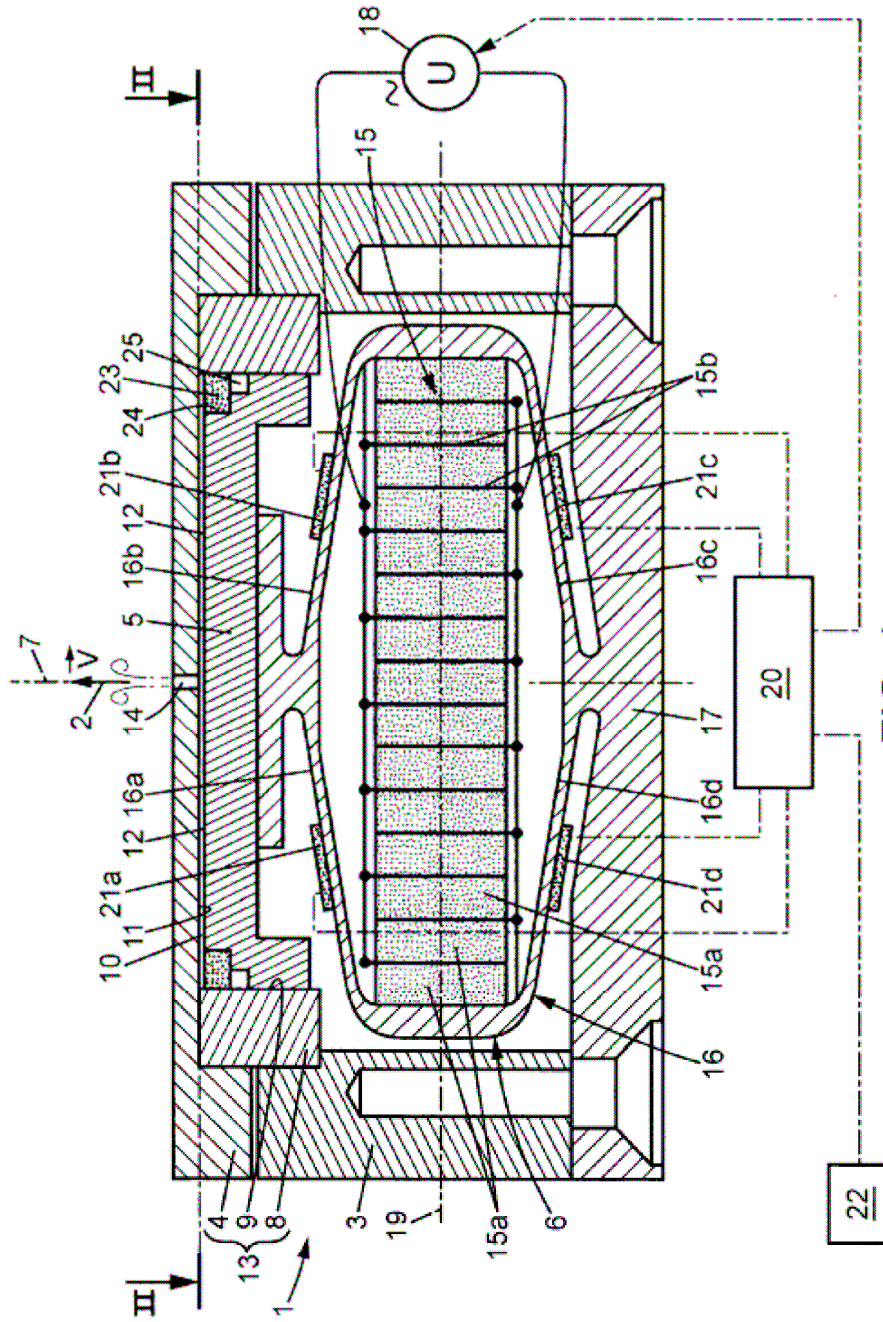


FIG. 1

22

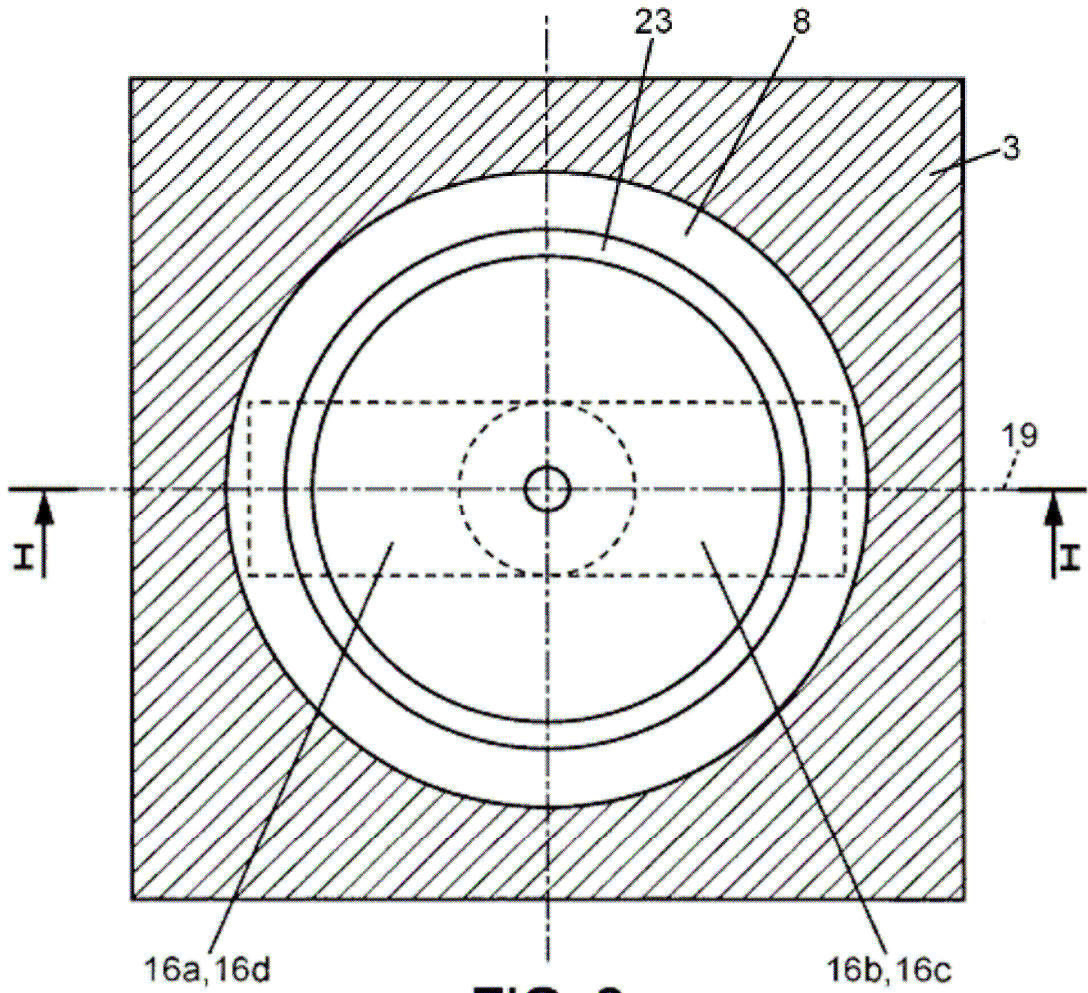


FIG. 2

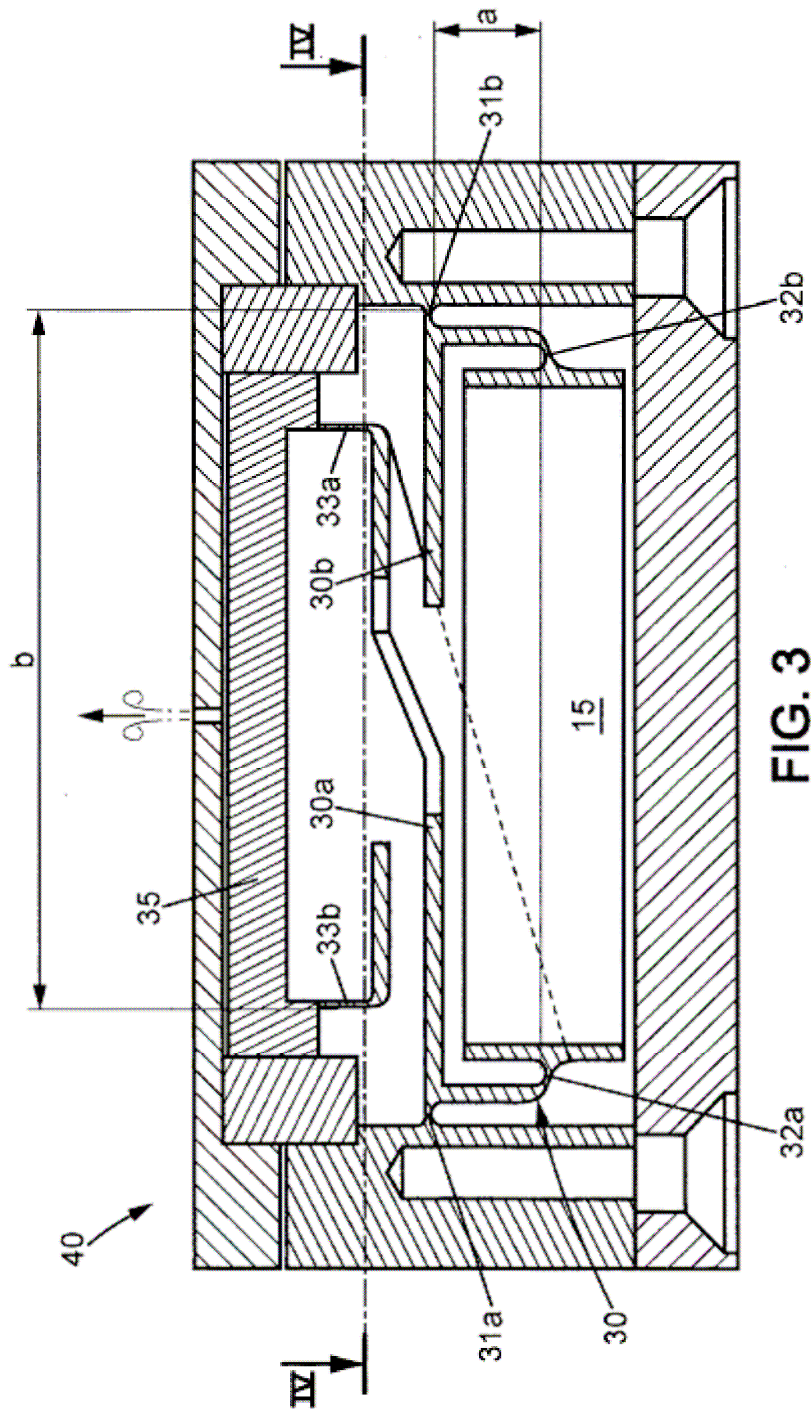


FIG. 3

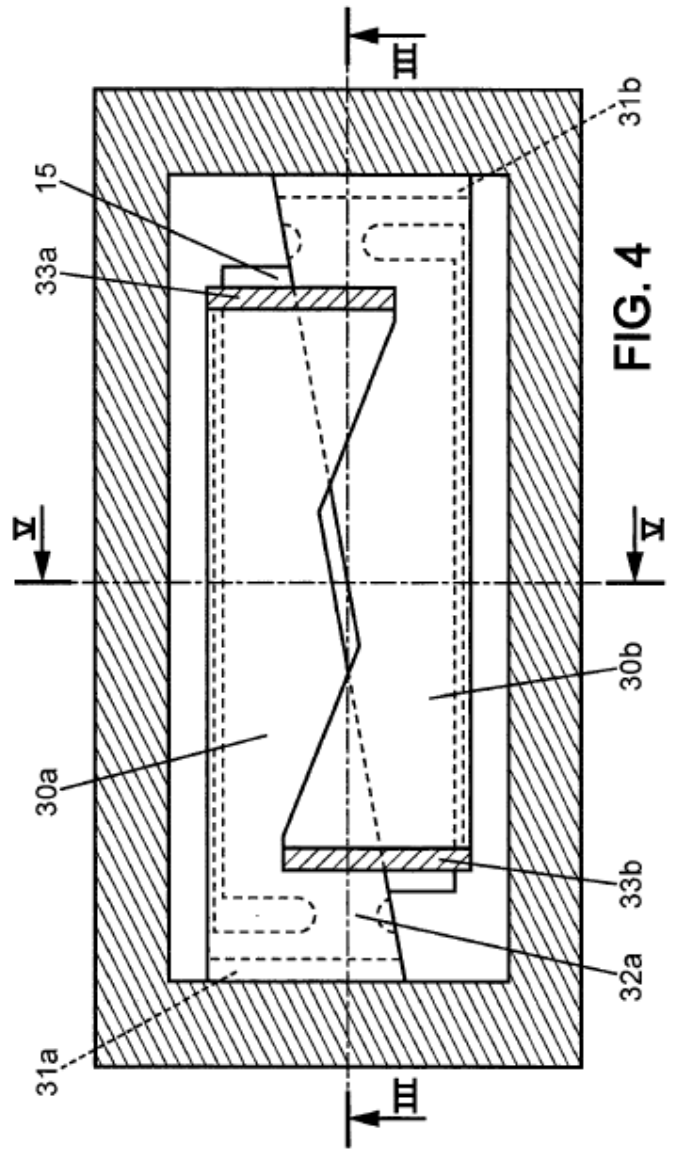


FIG. 4

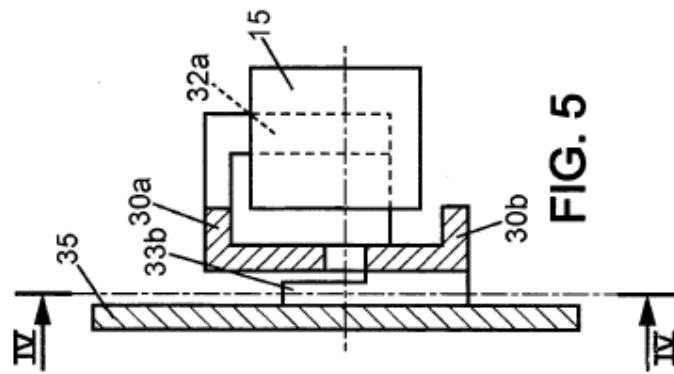


FIG. 5

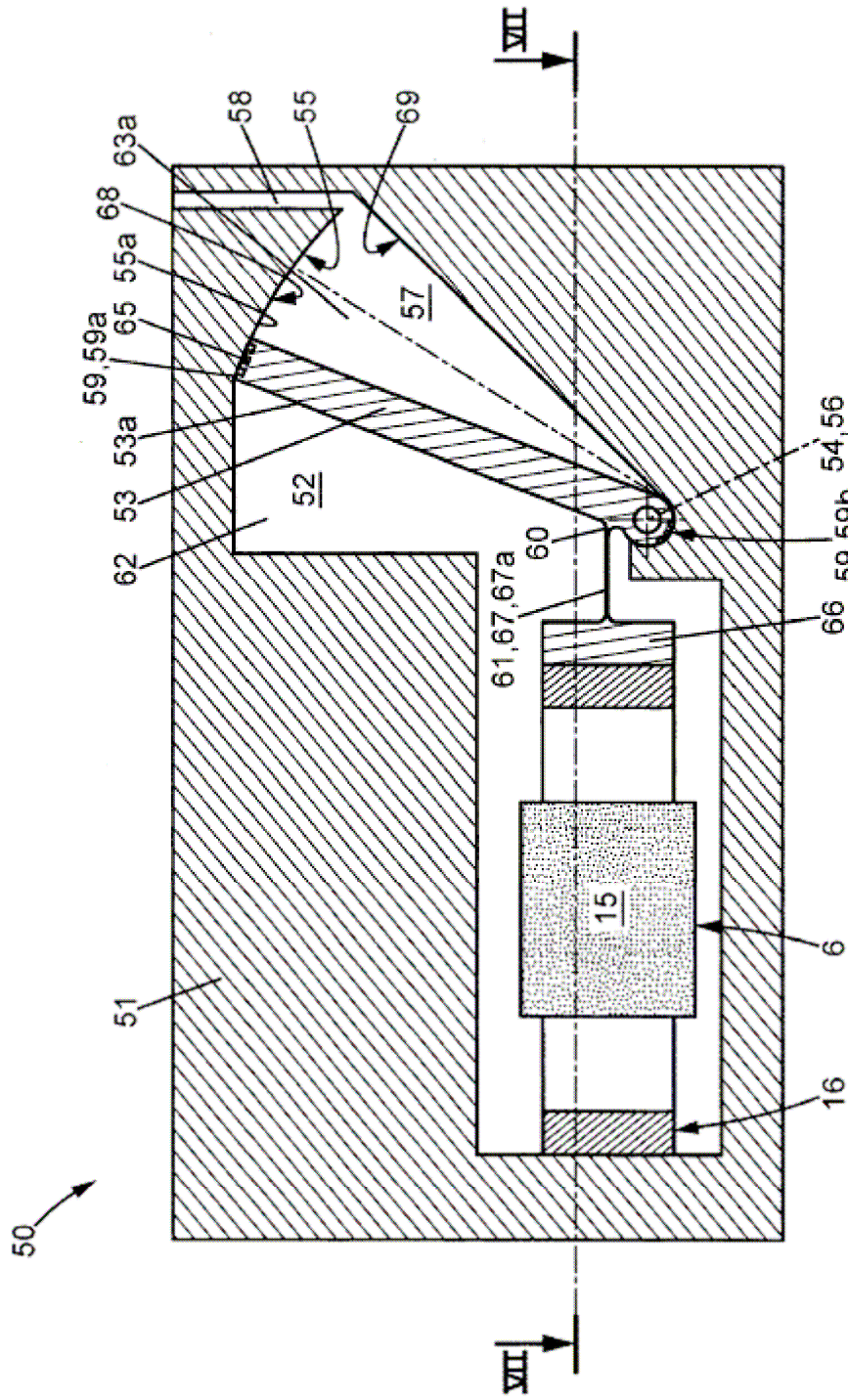


FIG. 6

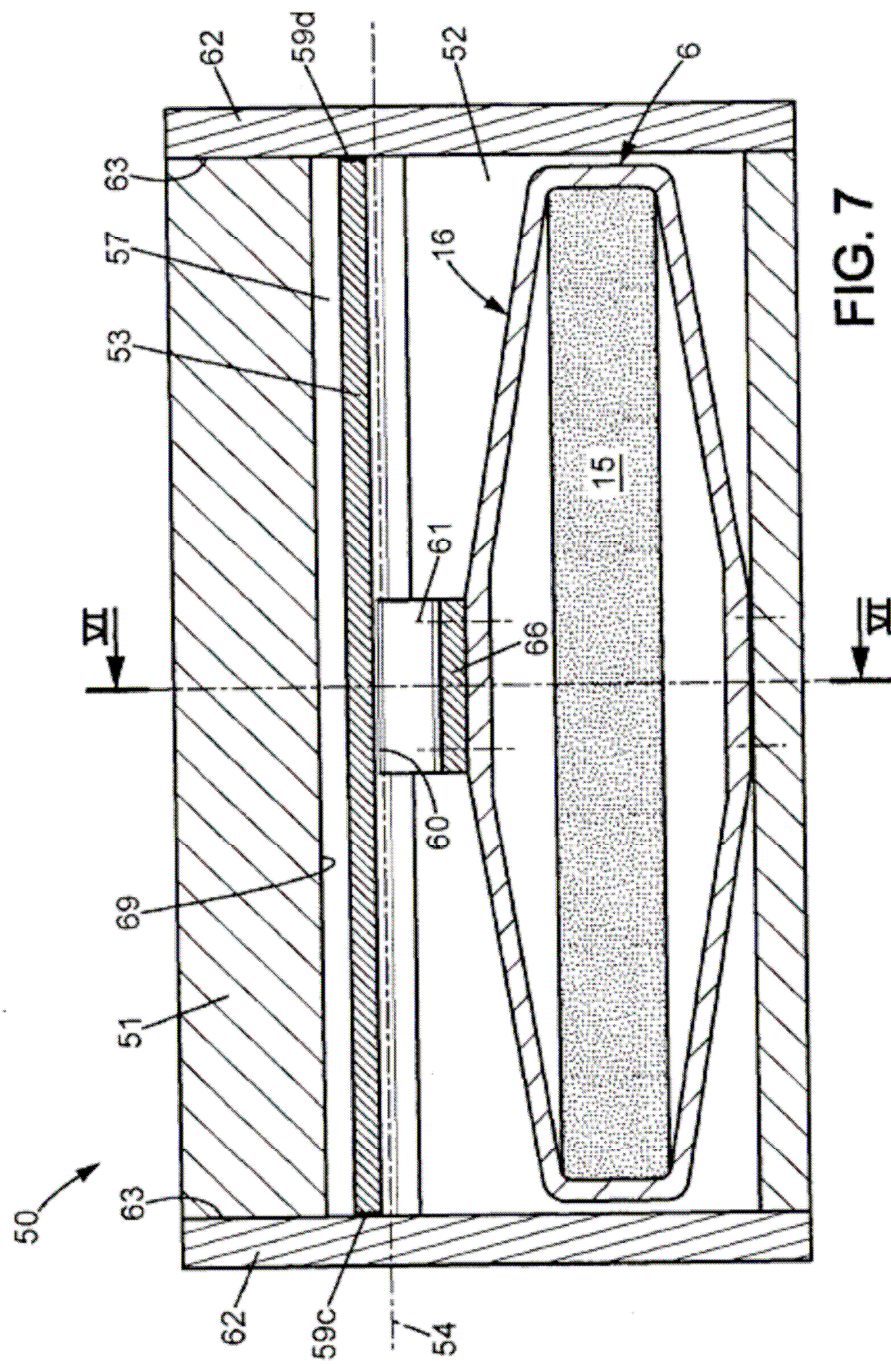


FIG. 7

