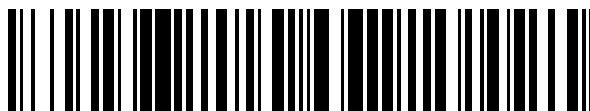


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 928**

51 Int. Cl.:

F15D 1/12 (2006.01)

B64C 23/00 (2006.01)

H05H 1/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.01.2011 PCT/FR2011/050154**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2011 WO11092429**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2011 E 11705934 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 2529122**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de modulación del caudal másico de un flujo de gas**

30 Prioridad:

27.01.2010 FR 1000298

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.12.2017

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.) (50.0%)
3 rue Michel-Ange
75794 Paris Cedex 16, FR y
UNIVERSITÉ DE POITIERS (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BONNET, JEAN-PAUL;
LEBEDEV, ANTON;
MOREAU, ERIC y
BENARD, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

POINDRON, Cyrille

ES 2 647 928 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

Procedimiento y dispositivo de modulación del caudal másico de un flujo de gas

5 Campo técnico de la invención

La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo de modulación del caudal másico de un flujo de gas.

Estado de la técnica anterior

10 En el campo de la aeronáutica, es conocida la utilización de chorros de gas para controlar un flujo. Así, los documentos US2002/0195526 o EP1623922 describen en ellos la utilización de accionadores de impulsos que emiten unos micro-chorros de gas para controlar unos flujos. Estos micro-chorros de gas permiten principalmente controlar la forma, la dirección, la sección o incluso la envolvente de los flujos.

15 Para ello, se conocen diferentes tipos de accionadores. Se conocen por ejemplo unos accionadores de chorros sintéticos tal como se describen en el documento US2002/0195526. Sin embargo, estos accionadores no permiten producir unos micro-chorros a velocidad elevada.

20 Se conocen igualmente unos accionadores que funcionan con ayuda de válvulas. Estos accionadores pueden producir unos micro-chorros que presentan una gran velocidad de eyección pero que no pueden trabajar a frecuencia elevada.

25 Por otra parte, debido a la existencia de partes en movimiento, los accionadores del estado de la técnica se desgastan rápidamente. Además, no permiten trabajar a gran frecuencia y gran velocidad, que es un requisito para los ensayos en túneles aerodinámicos y ciertas aplicaciones aeronáuticas o automovilísticas.

30 Por otra parte, la patente US 4.882.465 describe un reactor de plasma en el que la posición del arco eléctrico se controla por la geometría del reactor a pesar de las variaciones del caudal de gas que entra con el fin de optimizar el empuje.

Exposición de la invención

35 La invención se dirige a remediar los inconvenientes del estado de la técnica proponiendo un procedimiento y un accionador adecuados para producir un chorro de aire a impulsos a unas velocidades y unas frecuencias elevadas.

El flujo de gas a la entrada del conducto es preferentemente permanente.

40 Ventajosamente, el conducto está formado por un estrechamiento del canal en el que el flujo de gas presenta un número de Mach igual a 1. Este estrechamiento se denomina también "cuello" o "cuello sónico" puesto que el número de Mach del flujo de gas en este estrechamiento es igual a uno. El hecho de colocarse en el cuello permite controlar con precisión las condiciones del flujo.

45 El procedimiento según la invención permite una modulación del 30 al 60 % del caudal másico. De manera sorprendente, se ha constatado que la variación del caudal másico según la invención como consecuencia de una descarga de una energía dada es superior a la variación del caudal esperada para dicha energía (relativamente reducida) desarrollada.

50 Ventajosamente, la descarga eléctrica es tal que la temperatura del flujo de gas en el conducto varía del 60 % al 120 % durante la descarga eléctrica.

Según diferentes modos de realización de la invención:

55 - la descarga eléctrica tiene una duración superior a 10^{-7} s. En efecto, esta duración permite transferir al flujo una energía térmica necesaria en unos tiempos muy cortos; los tiempos de respuesta se fijan entonces por la dinámica del flujo, que es muy rápida puesto que las velocidades consideradas son sónicas;

60 - la descarga eléctrica es periódica y presenta una frecuencia comprendida entre un 1 Hz y 50 kHz lo que permite crear pulsos en el flujo de gas a la salida del dispositivo según la invención a las frecuencias utilizadas en la aeronáutica;

- el flujo de gas tiene un caudal másico comprendido entre 1 g/s y 100 g/s.

La invención se refiere igualmente a un procedimiento de control de un flujo principal que incluye las etapas siguientes:

- 5 - establecer un flujo de gas a través de un canal, incluyendo el canal un conducto en el que el número de Mach del flujo de gas es igual a 1,
- emitir al menos una descarga eléctrica en el conducto de manera que se cree al menos una zona de plasma en el flujo de gas,
- 10 - dirigir el flujo de gas a la salida del canal hacia un flujo principal que fluye en una dirección principal dada, orientando el flujo de gas a la salida del canal de manera que la dirección de flujo del flujo de gas a la salida del canal sea secante o paralela con la dirección principal,
- 15 - controlar el flujo principal haciendo variar el caudal másico del flujo de gas en el canal.

En este modo de realización, el flujo de gas, cuyo caudal másico se modula, se utiliza para controlar otro flujo, denominado flujo principal. En efecto, el flujo de gas se inyecta en el flujo principal lo que permite, haciendo variar el caudal másico del flujo de gas, por ejemplo a una frecuencia elegida, controlar el flujo principal y principalmente su salida, su dirección o incluso su forma así como los ruidos o vibraciones emitidos por dicho flujo principal.

En este documento, las palabras aguas arriba y abajo se refieren a la dirección de flujo del flujo de gas.

La invención se refiere igualmente a un dispositivo de modulación del caudal másico de un flujo de gas, comprendiendo el dispositivo un canal que incluye un conducto dimensionado de manera que el flujo de gas en el conducto sea sónico, comprendiendo el dispositivo además unos medios de emisión de al menos una descarga eléctrica en el conducto, siendo adecuada la descarga eléctrica para crear una zona de plasma en el flujo de gas.

El hecho de crear un plasma permite tener un aumento rápido y en volumen de la temperatura. Este aumento de la temperatura provoca una variación del caudal másico del flujo de gas en el conducto puesto que el flujo de gas es sónico en el conducto.

Ventajosamente, la descarga eléctrica es filamentosas, difusa o en régimen de arco.

Ventajosamente, el conducto está constituido por un estrechamiento del canal, presentando el flujo de gas un número de Mach igual a 1 en el conducto.

Ventajosamente, los medios de emisión de la descarga eléctrica se sitúan de manera que creen la zona de plasma en el conducto.

Según un modo de realización preferido de la invención, el dispositivo comprende además unos medios de mando adecuados para controlar los medios de emisión de la descarga eléctrica de manera que los medios de emisión de la descarga eléctrica emitan una descarga eléctrica periódicamente. De ese modo el dispositivo según la invención permite producir un flujo de gas a impulsos a una frecuencia elegida o adoptar cualquier evolución temporal de la demanda (ciclo de trabajo, formas no sinusoidales).

Según diferentes modos de realización:

- 50 - la descarga eléctrica presenta una tensión comprendida entre 1 kV y 50 kV y una intensidad media comprendida entre 1 mA y 500 mA;
- los medios de emisión de la descarga eléctrica incluyen un primer electrodo situado en el centro del conducto y un segundo electrodo constituido por la superficie interior del conducto; estos medios de creación de la descarga eléctrica son particularmente simples de realizar;
- 55 - el conducto y el primer electrodo presentan cada uno una sección transversal circular lo que permite tener un aumento homogéneo de la temperatura;
- el canal presenta un diámetro comprendido entre 0,5 mm y 3 mm, lo que permite producir unos micro-chorros de gas a la salida del canal cuyo diámetro está comprendido entre 0,5 mm y 3 mm, lo que permite utilizar estos micro-chorros en el control de las separaciones en automóvil o avión;
- 60 - el canal presenta una sección transversal rectangular lo que es particularmente ventajoso cuando el dispositivo se utiliza en la aeronáutica y en particular en las alas del avión puesto que, de ese modo, presenta un volumen mínimo.

El procedimiento y el dispositivo según la invención permiten por tanto producir unos chorros a impulsos a gran velocidad, es decir cuya velocidad se aproxima a la velocidad del sonido.

5 Las energías eléctricas puestas en juego para crear la descarga eléctrica necesaria para la modulación de los microchorros de caudal del orden del gramo por segundo son del orden de 100 W, pudiendo alcanzar 1000 W como máximo.

10 El procedimiento y el dispositivo según la invención permiten por tanto producir unos chorros a impulsos de frecuencias elevadas.

15 La invención se refiere igualmente a la utilización de un dispositivo tal como se ha descrito anteriormente para controlar un flujo principal, fluyendo el flujo principal según una dirección principal de flujo, emitiendo el dispositivo un chorro de gas según una dirección del flujo secante a la dirección principal de flujo, o paralela a dicho flujo principal o incluso situada en una zona razonadamente elegida del flujo principal para modificar el comportamiento temporal, siendo modulado el caudal másico del chorro de gas por el dispositivo.

Breve descripción de las figuras

20 Surgirán otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción que sigue, con referencia a las figuras adjuntas, que ilustran:

- la figura 1, una vista esquemática en perspectiva de una sección longitudinal de un dispositivo según un primer modo de realización de la invención;
- 25 - la figura 2, una vista esquemática en perspectiva de una sección longitudinal de un dispositivo según un segundo modo de realización de la invención;
- la figura 3, una vista esquemática en perspectiva de una sección longitudinal de un dispositivo según un tercer modo de realización de la invención;
- la figura 4, una vista esquemática en perspectiva de una sección longitudinal de un dispositivo según un cuarto modo de realización de la invención;
- 30 - la figura 5, un esquema de principio de un procedimiento de control de un flujo según un modo de realización de la invención.

35 Para mayor claridad, los elementos idénticos o similares se referencian mediante signos de referencia idénticos en el conjunto de las figuras.

Descripción detallada de un modo de realización

40 El dispositivo de la figura 1 incluye un canal 1 de sección cilíndrica. Este canal 1 incluye un conducto 3. El conducto 3 está constituido por un estrechamiento 20 del canal 1. Este estrechamiento 20 se denomina igualmente cuello o cuello sónico.

45 Más precisamente, el conducto 3 está formado por un anillo cilíndrico 12 de diámetro interno inferior al diámetro interno del canal 1 de manera que el conducto 3 constituya un estrechamiento del canal 1. El canal 1 y el conducto 3 son atravesados por un flujo de gas 4 que fluye según una dirección de flujo 9. El flujo de gas 4 es permanente.

50 El flujo de gas 4 y el conducto 3 se eligen de manera que el número de Mach del flujo de gas sea igual a 1 en el conducto 3. En este ejemplo, el flujo de gas es un flujo de aire. El dispositivo comprende además unos medios de emisión de una descarga eléctrica 5. Los medios de emisión 5 de una descarga eléctrica están constituidos en este caso por un lado por un electrodo 6 colocado en el centro del canal 1 y alineado con la dirección de flujo 9 y por otro lado por las paredes del conducto 3 que están hechas preferentemente de acero. El electrodo 6 está hecho preferentemente de tungsteno. El acero y el tungsteno se eligen para poder resistir la erosión. El electrodo 6 está constituido por un cuerpo cilíndrico 7 en el extremo del que se monta una punta 8. El electrodo 6 se coloca de manera que cree una zona de plasma 2 en el conducto 3.

55 En ausencia de una descarga eléctrica, el flujo de gas 4 atraviesa permanentemente el conducto 3 de manera que el número de Mach del flujo de gas 4 en el conducto sea igual a 1.

60 Cuando se emite una descarga eléctrica por los medios de emisión, se crea una zona de plasma 2 en el conducto 3, lo que modifica la temperatura y el caudal másico del flujo de gas 4. Los medios de emisión 5 de la descarga eléctrica se conectan a unos medios de mando que controlan los medios de emisión de manera que los medios de emisión 5 emitan una descarga eléctrica de manera periódica. De ese modo, se obtiene a la salida del canal 1 un chorro de gas 18 a impulsos cuyo caudal másico está modulado. En este ejemplo, el chorro de gas 18 tiene un diámetro de 1 mm. El caudal másico del chorro de gas 18 a la salida del dispositivo varía en aproximadamente el 30 % entre el momento en el que no hay descarga eléctrica y el momento en el que se emite una descarga eléctrica. Por ello, la potencia utilizada para la descarga eléctrica filamentososa es del orden de 100 W, con un valor máximo de 65 1000 W. Esta descarga puede ser filamentososa, con un diámetro de aproximadamente 100 μ m, o difusa. En este

caso, su diámetro es igual al diámetro del chorro de salida. La corriente utilizada para emitir una descarga de ese tipo presenta una tensión de aproximadamente 5 kV y una intensidad media típicamente de una veintena de miliamperios, pudiendo alcanzar varios centenares de miliamperios.

5 Este dispositivo permite controlar un flujo de gas, y en particular su caudal másico, de manera simple, fiable. Además, este dispositivo permite emitir un chorro de gas a impulsos a una frecuencia muy grande. Además, este dispositivo permite crear pulsos en un chorro de gas sin utilizar componentes mecánicos y, en consecuencia, resiste bien al desgaste y es fácilmente miniaturizable.

10 Este dispositivo permite igualmente unas economías de energía.

La figura 2 representa un dispositivo según otro modo de realización de la invención. El dispositivo de la figura 2 incluye igualmente un canal 1 de sección cilíndrica. Este canal 1 incluye un conducto 3. El conducto 3 se forma en el estrechamiento del canal 1. Para ello, el conducto 3 está formado por un anillo 12 de sección longitudinal asimétrica. Este anillo 12 presenta un diámetro interno inferior al diámetro interno del canal 1 de manera que el conducto 3 constituya un estrechamiento del canal 1. El canal 1 y el conducto 3 son atravesados por un flujo de gas 4 que fluye según una dirección de flujo 9. En este modo de realización, el anillo 12 presenta una primera cara 10 en pendiente muy abrupta enfrentada hacia el flujo y una segunda cara 11 de pendiente menor aunque cuando se desplaza en el conducto siguiendo el sentido del flujo de gas, el canal 1 presenta inicialmente un estrechamiento muy rápido hasta el conducto 3 y posteriormente un ensanchamiento progresivo a partir del conducto 3. El conducto 3 se sitúa en la parte más estrechada del anillo 12. Este dispositivo comprende igualmente unos medios de emisión de una descarga eléctrica 5. Los medios de emisión 5 de la descarga eléctrica están constituidos por una parte por un electrodo 6 colocado en el centro del canal 1 y alineado con la dirección del flujo 9 y por otro lado por las paredes del conducto 3 que están hechas de acero. El electrodo 6 está hecho preferentemente de tungsteno. El acero y el tungsteno se eligen para poder resistir a la erosión. El electrodo 6 está constituido por un cuerpo cilíndrico 7 en el extremo del que se monta una punta 8. El electrodo 6 se coloca de manera que cree una zona de plasma 2 en el conducto 3.

La figura 3 representa un dispositivo según otro modo de realización en el que el flujo del gas 4 tiene lugar en un canal 1 que presenta una sección longitudinal rectangular y una sección transversal rectangular. En el interior de este canal 1 se encuentran dos vigas 12a y 12b de secciones longitudinales rectangulares. Las dos vigas 12a y 12b se sitúan una encima de la otra de manera que formen un estrechamiento 20 del canal 1 en el que se encuentra el conducto 3. El dispositivo de la figura 3 incluye además unos medios de emisión de una descarga eléctrica 5. Los medios de emisión 5 de una descarga eléctrica están constituidos por un lado por un electrodo 6 colocado en el centro del canal 1 y por otro lado por las paredes del conducto 3 que están hechas preferentemente de acero. El electrodo 6 está hecho preferentemente de tungsteno. El electrodo 6 está constituido por un cuerpo paralelepípedo 7 en el extremo del que se monta una punta 8 en forma de pirámide. El electrodo 6 se coloca de manera que cree un plasma en el conducto 3.

La figura 4 representa un dispositivo según otro modo de realización en el que el flujo de gas 4 tiene lugar en un canal 1 que presenta una sección longitudinal rectangular y una sección transversal rectangular. El flujo de gas 4 fluye según una dirección 9 de flujo. En el interior de este canal 1 se encuentran dos vigas 12a y 12b de secciones longitudinales asimétricas. Cada una de las dos vigas 12a y 12b presenta una cara 10a y 10b que se enfrenta al flujo de gas 4 y cuya pendiente es muy grande y una cara 11a y 11b de pendiente menor. Las dos vigas 12a y 12b se sitúan una por encima de la otra de manera que formen un estrechamiento del canal 1 en el que se encuentra el conducto 3. De ese modo, cuando se desplaza en el canal 1 en el sentido del flujo de gas, el canal se estrecha inicialmente muy rápidamente hasta el conducto 3 y posteriormente se ensancha de nuevo a partir del conducto 3 pero de manera más progresiva. El dispositivo de la figura 4 incluye además unos medios de emisión 5 de una descarga eléctrica. Los medios de emisión 5 de una descarga eléctrica están constituidos por un lado por un electrodo 6 colocado en el centro del canal 1 y por otro lado por las paredes del conducto 3 que están hechas preferentemente de acero. El electrodo 6 está hecho preferentemente de tungsteno. El electrodo 6 está constituido por un cuerpo paralelepípedo 7 en el extremo del que se monta una punta 8 en forma de pirámide. El electrodo 6 se coloca de manera que cree un plasma en el conducto 3.

La figura 5 ilustra esquemáticamente un procedimiento de control de un flujo principal 13 según un modo de realización de la invención. El flujo principal 13 fluye según una dirección principal de flujo 14. En este procedimiento de control, un flujo de gas 4 fluye según una dirección de flujo 9 y atraviesa un conducto 3 situado en un canal 1. El canal 1 incluye un conducto 3 formado por un estrechamiento 20 en el que el número de Mach del estrechamiento es igual a uno. El flujo de gas 4 y el conducto 3 están orientados de manera que la dirección del flujo 9 sea secante a la dirección principal del flujo 14, y más precisamente que la dirección de flujo 9 sea perpendicular a la dirección principal de flujo 14; en otras aplicaciones la dirección del flujo 9 puede ser paralela a la dirección principal del flujo 14; incluso en otras aplicaciones, la dirección del flujo 9 puede tener unas orientaciones elegidas en función de las características del flujo 14 en su sensibilidad máxima a las perturbaciones.

Por ejemplo, cuando el procedimiento de control según la invención se utiliza para controlar la separación sobre un ala, la dirección del flujo 9 se elige preferentemente de manera que sea perpendicular a la dirección principal del flujo 14.

5 Cuando el procedimiento de control según la invención se utiliza para controlar el ruido del chorro, la dirección de flujo 9 se elige preferentemente de manera que sea cuasi paralela al borde de fuga del flujo o de manera que el ángulo entre la dirección del flujo y la dirección principal del flujo sea inferior a 50°.

10 Cuando el procedimiento de control según la invención se utiliza para controlar un flujo de cavidad, el dispositivo según la invención se coloca preferentemente en el hueco del flujo.

15 Finalmente, el procedimiento de control según la invención comprende una etapa de emisión periódica de una descarga eléctrica de manera que cree periódicamente una zona de plasma 2 en el conducto 3. Esta zona de plasma 2 permite modular de manera periódica el caudal másico del flujo de gas 4, aunque en la salida del canal 1, se obtiene un chorro de gas 18 a impulsos a una frecuencia igual a la frecuencia de emisión de la descarga eléctrica. Este chorro de gas 18 a impulsos entra en colisión con el flujo principal 13 lo que permite modificar la forma, la dirección, la separación o incluso la envolvente del flujo principal 13.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control del caudal másico de un flujo de gas (4), que comprende las etapas siguientes:
 - 5 - establecer un flujo de gas (4) a través de un canal (1), incluyendo el canal (1) un conducto (3) en el que el número de Mach del flujo de gas (4) es igual a 1, de modo que el flujo sea permanente aguas abajo del conducto,
 - emitir al menos una descarga eléctrica en el conducto (3) de manera que cree al menos una zona de plasma en el flujo de gas (4),
 - 10 caracterizado por que la descarga eléctrica es periódica de tal manera que el caudal másico del flujo aguas arriba del conducto esté controlado por la descarga eléctrica a través del aumento de temperatura del flujo del gas.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el conducto (3) se forma mediante un estrechamiento (20) del canal en el que el flujo de gas (4) presenta un número de Mach igual a 1.
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la descarga eléctrica tiene una duración superior a 10^{-7} s.
- 20 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la descarga eléctrica es periódica y presenta una frecuencia comprendida entre 1 Hz y 50 kHz.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el flujo de gas (4) tiene un caudal másico en el canal (1) comprendido entre 1 g/s y 100 g/s.
- 25 6. Procedimiento de control según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que incluye además las etapas siguientes:
 - 30 - dirigir el flujo de gas (4) a la salida del canal (1) hacia un flujo principal (13) que fluye en una dirección principal (14) dada, orientando el flujo de gas (4) a la salida del canal (1) de manera que la dirección de flujo (9) del flujo de gas (4) a la salida de canal (1) sea secante o paralela con la dirección principal (14),
 - controlar el flujo principal (13) haciendo variar el caudal másico del flujo de gas en el canal (1).
- 35 7. Dispositivo de modulación del caudal másico de un flujo de gas (4), comprendiendo el dispositivo un canal (1) que incluye un conducto (3) dimensionado de manera que la velocidad del flujo de gas (4) en el conducto (3) sea igual a 1 Mach y que el flujo sea permanente aguas arriba del conducto, unos medios de emisión (5) de al menos una descarga eléctrica del conducto (3), caracterizado por que el dispositivo comprende además unos medios de mando adecuados para controlar los medios de emisión (5) de la descarga eléctrica de manera que los medios de emisión (5) de la descarga eléctrica emitan una descarga eléctrica periódica y adecuada para crear una zona de plasma (2) en el flujo del gas (4) controlando el flujo másico del flujo aguas abajo del conducto a través del aumento de la temperatura del flujo de gas.
- 40 8. Dispositivo según la reivindicación precedente, caracterizado por que el conducto (3) está constituido por un estrechamiento (20) del canal (1), presentando el flujo de gas (4) un número de Mach igual a 1 en el conducto (3).
- 45 9. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, caracterizado por que la descarga eléctrica presenta una tensión comprendida entre 1 kV y 50 kV y una intensidad comprendida entre 1 mA y 500 mA.
- 50 10. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que los medios de emisión (5) de la descarga eléctrica incluyen un primer electrodo (6) situado en el centro del conducto (3) y un segundo electrodo constituido por la superficie interior del conducto (3).
11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por que el conducto (3) y el primer electrodo (6) presentan cada uno una sección transversal circular.
- 55 12. Dispositivo según la reivindicación precedente, caracterizado por que el canal (1) presenta un diámetro comprendido entre 0,5 mm y 3 mm.
13. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por que el canal (1) presenta una sección transversal rectangular.
- 60 14. Utilización de un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13 para controlar un flujo principal (13), fluyendo el flujo principal (13) según una dirección principal (14) de flujo, emitiendo el dispositivo un chorro de gas (18) según una dirección de flujo (9) secante o paralela a la dirección principal (14) de flujo, siendo modulado el caudal másico del chorro de gas (18) por el dispositivo.
- 65

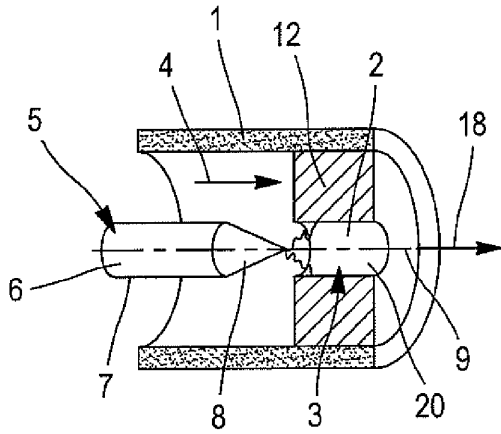


FIG. 1

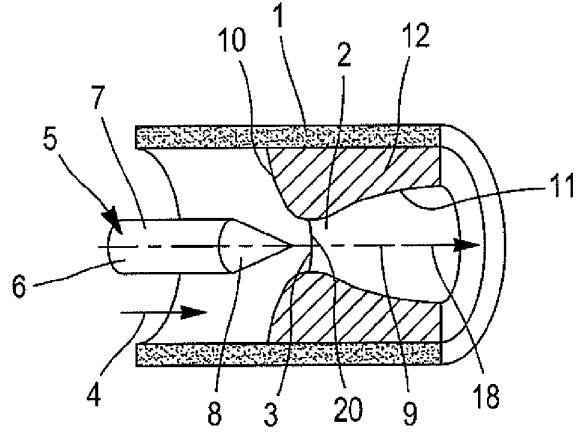


FIG. 2

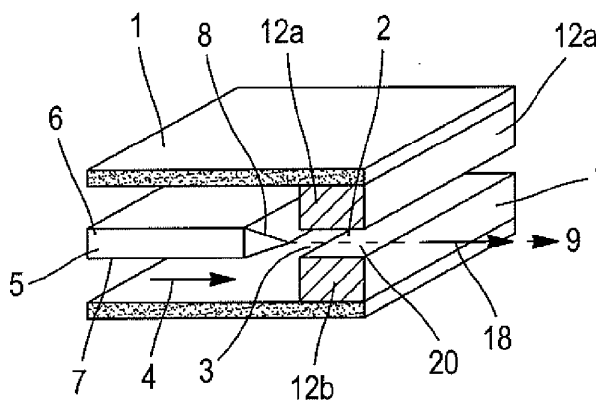


FIG. 3

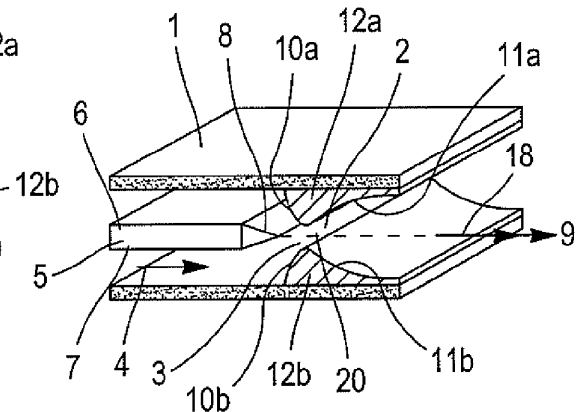


FIG. 4

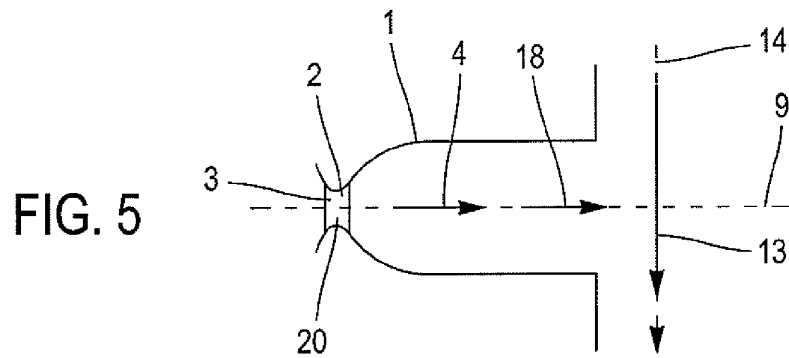


FIG. 5