



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 255**

51 Int. Cl.:  
**F02G 1/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07728103 .8**

96 Fecha de presentación : **13.04.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2004977**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.12.2008**

54

Título: **Convertidor termoacústico y generador de energía eléctrica que comprende un convertidor termoacústico.**

30

Prioridad: **13.04.2006 FR 06 51347**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.06.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.06.2011**

73

Titular/es: **Société Technique pour l'Energie  
Atomique Technicatome  
route de Saint-Aubin Lieu dit Les Hautes Rives  
91190 Villiers le Bâcle, FR**

72

Inventor/es: **Chaix, Jean-Edmond**

74

Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 360 255 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**

Convertidor termoacústico y generador de energía eléctrica que comprende un convertidor termoacústico

**Campo técnico y técnica anterior**

- 5 La invención se refiere a un convertidor termoacústico. La invención se refiere asimismo a un generador de energía eléctrica que comprende un convertidor termoacústico según la invención así como a una central eléctrica que comprende un generador de energía eléctrica según la invención.
- 10 De modo general, un generador de energía eléctrica según la invención puede ser utilizado en numerosas aplicaciones (motores de coches, generadores de electricidad embarcados, centrales eléctricas, etc.).
- La central eléctrica de la invención está destinada a equipar, por ejemplo, sitios aislados y/o zonas desérticas.
- 15 Los dispositivos de conversión termoacústica que generan ondas acústicas, acoplados a etapas que convierten la energía mecánica de las ondas acústicas en energía eléctrica, son actualmente objeto de trabajos en cierto número de laboratorios de investigación. Los dispositivos hasta hoy conocidos utilizan, además del fenómeno conocido de la conversión termoacústica, convertidores que integran piezas en movimiento o membranas metálicas vibratorias, e incluso una asociación de ambas. Una utilización repetida de tales estructuras conduce a una reducción muy acusada de su fiabilidad y complica considerablemente su mantenimiento industrial.
- 20 El convertidor termoacústico de la invención y el generador de energía eléctrica de la invención no presentan estos inconvenientes.
- 25 Se conoce un dispositivo sin piezas en movimiento por el documento US2003/188541.

**Exposición de la invención**

- 30 Efectivamente, la invención se refiere a un convertidor termoacústico que comprende un foco caliente, un foco frío, un bloque de elementos térmicamente conductores espaciados entre sí y fijados entre sí, estando situado el bloque entre el foco caliente y el foco frío de forma que se establezca un gradiente de temperatura entre unos primeros extremos de los elementos térmicamente conductores y unos segundos extremos de los elementos térmicamente conductores, situados en oposición a los primeros extremos, y un fluido termodinámico que llena el espacio entre los elementos térmicamente conductores y un espacio que circunda a los elementos térmicamente conductores de modo que se establecen ondas acústicas, en el fluido termodinámico que llena el espacio que circunda a los elementos
- 35 térmicamente conductores, bajo el efecto del gradiente de temperatura, caracterizado porque el foco caliente comprende una pieza metálica monobloque constituida por una pared cilíndrica en la que van taladrados unos caloductos y por una pared transversal que separa la pared cilíndrica en una primera parte de pared cilíndrica y una segunda parte de pared cilíndrica, delimitando la pared transversal, la primera parte de pared cilíndrica y una pared
- 40 suplementaria en situación enfrentada a la pared transversal con relación a la primera parte de pared cilíndrica un volumen que contiene una fuente de calor.
- Según una característica suplementaria de la invención, el foco caliente comprende un blindaje térmico insertado en la segunda parte de pared cilíndrica, más allá de un extremo de los caloductos y que aísla térmicamente el foco caliente
- 45 del foco frío, estando constituido el blindaje térmico por una pared abierta por un agujero pasante en el que se ubica el bloque de elementos térmicamente conductores, llenando el fluido termodinámico el espacio situado entre la pared transversal, la segunda parte de pared cilíndrica y la estructura constituida por el blindaje térmico y por el bloque de elementos térmicamente conductores.
- 50 Según una característica suplementaria de la invención, el bloque de elementos térmicamente conductores está mantenido mediante una estructura que ciñe el bloque de elementos térmicamente conductores.
- Según otra característica suplementaria de la invención, la estructura que ciñe el bloque de elementos térmicamente conductores se prolonga dentro del foco frío en una pared que determina un vaso por el que se propagan las ondas
- 55 acústicas.
- Según otra característica suplementaria de la invención, el foco frío comprende una pared cilíndrica vinculada a la pared cilíndrica del foco caliente y separada de la pared cilíndrica del foco caliente por un revestimiento térmicamente aislante.
- 60 Según otra característica suplementaria de la invención, el revestimiento térmicamente aislante es un revestimiento de cerámica.
- 65 Según otra característica suplementaria de la invención, la pared del foco frío lleva integrado un intercambiador evaporador por el que circula un fluido termodinámico.

- Según otra característica suplementaria de la invención, el fluido termodinámico que circula por el intercambiador evaporador es alcohol o metanol.
- 5 Según otra característica suplementaria de la invención, el foco frío comprende un intercambiador condensador enfriado en convección natural por el aire ambiental.
- 10 Según una segunda realización de la invención, el foco frío comprende un conjunto de caloductos de enfriamiento distribuidos, sobre la cara interior de la pared que delimita el vaso, entre un primero de sus extremos y un primer punto intermedio, llevando practicados unos agujeros la pared que delimita el vaso y la pared del foco frío para permitir la introducción de los caloductos de enfriamiento del convertidor termoacústico, estando soldados los caloductos de enfriamiento sobre un radiador entre un segundo punto intermedio y un segundo de sus extremos, opuesto a sus primeros extremos.
- 15 Según una característica suplementaria de la segunda realización de la invención, las partes de caloductos de enfriamiento que quedan ubicadas en el interior del vaso están vinculadas por aletas.
- Según otra característica suplementaria de la invención, los caloductos del foco caliente contienen un fluido termodinámico.
- 20 Según otra característica suplementaria de la invención, el fluido termodinámico contenido en estos caloductos es sodio a presión atmosférica.
- 25 Según otra característica suplementaria de la invención, el interior de los caloductos está equipado con un recubrimiento que permite organizar flujos entre zonas de evaporación y zonas de condensación del fluido termodinámico que contienen.
- Según otra característica suplementaria de la invención, el fluido termodinámico que llena el espacio entre los elementos térmicamente conductores y un espacio que circunda a los elementos térmicamente conductores es un metal alcalino fundido.
- 30 Según otra característica suplementaria de la invención, el metal alcalino fundido es sodio fundido, eutéctico Na-K fundido o litio fundido.
- 35 Según otra característica suplementaria de la invención, un calorífugo rodea el foco caliente y el foco frío.
- Según otra característica suplementaria de la invención, el bloque de elementos térmicamente conductores es un conjunto de placas térmicamente conductoras fijadas entre sí por soldadura.
- 40 Según otra realización de la invención, el bloque de elementos térmicamente conductores es una bobina hecha de un fleje plisado y de un fleje liso uno arrollado en el otro.
- 45 Según otra característica suplementaria de la invención, un recinto de seguridad permite recuperar una fuga de fluido termodinámico que llena el espacio entre las placas y el espacio que circunda a las placas y destruir dicha fuga por medio de un dispositivo de neutralización preinstalado en un apéndice frío de dicho recinto.
- 50 Según otra característica suplementaria de la invención, la pared suplementaria es una ventanilla transparente a la luz, de modo que la fuente de calor constituye un horno solar desde el momento en que la luz del sol atraviesa la pared suplementaria.
- 50 La invención se refiere asimismo a un generador de energía eléctrica que incorpora un convertidor termoacústico que produce ondas acústicas a partir de un gradiente de calor y un convertidor magnetohidrodinámico que produce electricidad a partir de las ondas acústicas creadas por el convertidor termoacústico, caracterizado porque el convertidor termoacústico es un convertidor térmico de energía térmica en energía mecánica según la invención.
- 55 Según otra característica de la invención, el convertidor magnetohidrodinámico comprende:
- un vaso en el que oscilan las ondas acústicas,
  - un circuito magnético capaz de mantener en el vaso un campo magnético perpendicular a la dirección de flujo de las ondas acústicas,
  - dos electrodos situados a uno y otro lado del vaso, aislados eléctricamente del vaso y alineados según un eje perpendicular a la dirección de flujo de las ondas acústicas y a la dirección del campo magnético, y
- 65 - dos cables colectores eléctricamente aislados del e interconectados, respectivamente, a los dos electrodos.

Según otra característica suplementaria de la invención, los electrodos son bloques prismáticos de metal amagnético y están aislados eléctricamente del vaso mediante depósitos de cerámica que recubren los electrodos.

Según otra realización de la invención, el convertidor magnetohidrodinámico comprende:

- un vaso en el que oscilan las ondas acústicas,
- unos sensores inductivos y una cadena de medida que determinan la pulsación y la velocidad de desplazamiento respecto al tiempo de las ondas acústicas,
- un procesador que genera una información de control a partir de las mediciones de pulsación y de velocidad de desplazamiento,
- un generador de corriente gobernado mediante la información de control, y
- un conjunto de bobinas situadas a uno y otro lado del vaso e interconectados con el generador de corriente.

La invención se refiere asimismo a una central eléctrica que comprende:

- un generador de electricidad según la invención, en caso de ser el convertidor termoacústico un convertidor equipado con un horno solar con ventanilla, y
- una superficie parabólica de concentración de la luz solar, con la ventanilla situada sensiblemente a la altura de la zona focal de la superficie parabólica de concentración.

Según otra característica suplementaria de la invención, la central eléctrica comprende un dispositivo de almacenamiento de energía.

Un generador de energía eléctrica según la invención produce electricidad a partir de calor de manera únicamente estática, sin piezas en movimiento. Éste integra un cierto número de componentes y de tecnología cuya disposición cabal permite un funcionamiento fiable y de larga duración.

Un generador de energía eléctrica según la invención tiene, por ejemplo, una capacidad de producción aproximada de 20 kW de electricidad de baja tensión (220 V/50 Hz). Para el caso en el que el dispositivo de energía eléctrica comprende un dispositivo de acumulación de energía, ventajosamente es posible generar energía en defecto de radiación solar.

#### Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención serán evidentes con la lectura de una realización preferente hecha con referencia a las figuras que se adjuntan, de las que:

- La figura 1 representa una vista en sección longitudinal de un generador de energía eléctrica según la invención;
- la figura 2A representa una vista en sección longitudinal del foco caliente de un convertidor termoacústico según la invención;
- las figuras 2B y 2C representan sendas vistas en sección transversal del foco caliente representado en la figura 2A;
- la figura 3 representa una vista en 3D en perspectiva de una pieza metálica monobloque que contribuye a la realización del foco caliente de la invención;
- las figuras 4A a 4C representan sendas vistas de una pieza mecánica apta para generar ondas acústicas en un fluido termodinámico según una realización particular de la invención;
- la figura 5 representa una vista en sección longitudinal de una primera realización de un foco frío del convertidor termoacústico según la invención;
- las figuras 6A y 6B representan, respectivamente, una vista en sección longitudinal y una vista en sección transversal de un foco frío según una segunda realización de la invención;
- las figuras 7A y 7B representan, respectivamente, una vista en sección transversal y una vista en sección longitudinal de un convertidor magnetohidrodinámico según una primera realización de la invención;

- las figuras 8A a 8B representan un montaje de las uniones dieléctricas estancas que pueden ser utilizadas dentro del ámbito de la invención;
- 5 la figura 9 representa un convertidor magnetohidrodinámico según una segunda realización de la invención;
- la figura 10 representa un ejemplo de central eléctrica que comprende un generador de energía eléctrica según la invención.

10

### Descripción detallada de una realización preferente de la invención

15 El generador de electricidad según la invención comprende un convertidor termoacústico CTA que produce ondas acústicas a partir de calor y un convertidor magnetohidrodinámico CMHD que produce electricidad a partir de las ondas acústicas generadas por el convertidor termoacústico (cf. figura 1).

El convertidor termoacústico comprende un foco caliente (cf. figuras 2A, 2B y 3) y un foco frío (cf. figuras 5 y 6A a 6B). El foco caliente comprende:

20

- una pieza metálica monobloque constituida por una pared cilíndrica 1 en la que van taladrados unos caloductos 2 y por una pared transversal 7 que separa la pared cilíndrica 1 en una primera parte de pared cilíndrica 1a y una segunda parte de pared cilíndrica 1b,

25

- una ventanilla 3, y

- un blindaje térmico 4 en el que está insertado un bloque de elementos térmicamente conductores 5 apto para generar ondas acústicas en un fluido termodinámico bajo el efecto de un gradiente de presión.

30

El conjunto constituido por la pared transversal 7, por la primera parte de pared cilíndrica 1a y por la ventanilla 3 constituye un horno solar en el que convergen unos rayos luminosos L. Los rayos luminosos L penetran en el horno solar por la ventanilla 3.

35

El espacio situado más allá de la pared 7, por el lado de la segunda parte de pared cilíndrica 1b, contiene un fluido termodinámico a presión F que también se halla presente en el conjunto del foco frío, más allá del conjunto constituido por el blindaje térmico 4 y por el bloque 5. El fluido termodinámico a presión F es preferentemente un metal alcalino fundido tal como, por ejemplo, sodio fundido, eutéctico Na-K fundido o litio fundido.

40

Los caloductos 2 taladrados en la pared 1 tienen preferentemente una forma de tubo cuyo eje queda sensiblemente paralelo al eje del cilindro que constituye la pared 1. Los caloductos discurren a uno y otro lado de la pared 7 y, preferentemente, están uniformemente repartidos sobre la pared cilíndrica 1. La pieza metálica monobloque constituida por la pared cilíndrica 1 que lleva perforados los caloductos 2 y por la pared transversal 7 está realizada preferentemente en Inconel 601. A modo de ejemplo no limitativo, el diámetro interior D y la longitud L de la pieza metálica monobloque son respectivamente iguales a 300 mm y 400 mm. El diámetro d de los caloductos es, por ejemplo, igual a 25 mm.

45

Los caloductos 2 tienen como función transportar el calor emitido por el horno solar hacia el líquido termodinámico a presión F que se halla contenido en el volumen definido por la pared 7, la segunda parte de pared cilíndrica 1b y el conjunto que constituyen el blindaje térmico 4 y el bloque 5. Los caloductos 2 contienen un fluido termodinámico tal como, por ejemplo, sodio a presión atmosférica. Con carácter preferente, el interior de los caloductos 2 está equipado con un recubrimiento que permite organizar flujos del fluido termodinámico que contienen entre zonas de evaporación y de condensación.

50

El bloque de elementos térmicamente conductores 5 se puede realizar de distintas maneras. Puede estar constituido, por ejemplo, por un bloque de placas paralelas espaciadas entre sí y fijadas entre sí, por ejemplo por soldadura (cf. figuras 2A y 2C). Las placas pueden ser o no metálicas. Un bloque de placas de este tipo, conocido comúnmente como «pila», queda mantenido en posición mediante una cesta 6 cuya prolongación, por el lado del foco frío, determina un vaso V que constituye un canal para la propagación de las ondas acústicas (cf. figura 1). Las placas tienen, por ejemplo, un espesor de 0,7 mm y están espaciadas, por ejemplo, entre 0,7 y 1 mm.

55

60

Según una variante de la invención, la eficacia de los intercambios térmicos se puede incrementar mediante la agregación de aletas 8 mecanizadas en la masa que vinculan los caloductos 2 a la cesta 6 (cf. figura 2C).

65

Según otra realización, el bloque 5 está constituido por una bobina B cuyas espiras se hallan espaciadas entre sí (cf. figuras 4A a 4C). La bobina B está montada en un cinturón metálico Cm rodeado de un aro dieléctrico bd. El cinturón Cm y el aro dieléctrico bd tienen la misma función que la cesta 6 anteriormente mencionada. Según la realización preferente, la bobina B se realiza con la ayuda de un fleje plisado fp y de un fleje liso fl que van arrollados, uno en otro,

alrededor de un núcleo N. Son entonces los pliegues del fleje plisado fp los que alejan unas espiras de otras. La bobina B está montada en el convertidor CTA de manera tal que su eje quede sensiblemente paralelo al eje de las paredes cilíndricas del convertidor. El fleje plisado se conforma de un modo en sí conocido mediante el paso de una hoja metálica entre dos rodillos cuyas superficies llevan las formas del plisado respectivamente en resaltes y en grabados. A título de ejemplo no limitativo, un fleje tiene un espesor ep igual, por ejemplo, a 0,7 mm. El grabado cr de un pliegue de fleje plisado fp es, por ejemplo, sensiblemente igual a 0,7 mm. Las superficies de los flejes pueden ir tratadas superficialmente mediante depósitos metálicos o cerámicas o recibir corrugaciones.

Desde el punto más caliente del foco caliente al punto más frío del foco frío, el convertidor constituye una capacidad a presión. A título de ejemplo no limitativo, según la invención, esta capacidad a presión puede resistir ventajosamente, en su extremo más caliente, a una presión de 200 bares y a una temperatura de 1000 K. La posición geométrica del bloque 5 está definida, en la capacidad a presión, para que se generen ondas de presión cuando los extremos de los elementos térmicamente conductores que lo constituyen se ven sometidos a una diferencia de temperatura.

La figura 5 representa una primera realización de foco frío del convertidor termoacústico de la invención. El foco frío comprende:

- a) un tubo cilíndrico hueco 9 en el que está integrado un intercambiador evaporador 10 equipado con caloductos, y
- b) un intercambiador condensador 11 dispuesto periféricamente al convertidor magnetohidrodinámico CMHD y en el que penetran los caloductos del intercambiador evaporador 10.

Un fluido termodinámico recorre el intercambiador evaporador 10. El tubo cilíndrico hueco 9 en el que está integrado el intercambiador evaporador 10 tiene una pared lateral montada a continuación de la pared lateral del foco caliente. Una pieza o un revestimiento térmicamente aislante 12, por ejemplo cerámica o alúmina, separa las paredes laterales de los focos caliente y frío con el fin de establecer un aislamiento térmico entre las dos paredes. La zona fría del convertidor 11 se mantiene a una temperatura que interesa mediante el intercambiador evaporador 10 integrado en la pared del tubo y cuyo fluido termodinámico se vaporiza preferentemente a baja presión y, por ejemplo, a una temperatura de 80 °C. El foco frío se realiza así mediante la cooperación del intercambiador evaporador con el condensador enfriado por el aire ambiental en convección natural.

El funcionamiento del sistema requiere limitar las pérdidas térmicas por convección al exterior de la parte caliente del módulo: tal es la misión del calorífugo 13 dispuesto alrededor de todo el convertidor termoacústico CTA. Un buen funcionamiento del sistema también requiere que el bloque 5 no sea contorneado por un flujo de calor que disminuiría el rendimiento. Este flujo de derivación queda limitado, por una parte, por el blindaje térmico 4 que bloquea la convección en el metal líquido hacia el foco frío y, por otra parte, por la junta o el revestimiento térmicamente aislante 12.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la cesta de posicionamiento 6 del bloque 5 se prolonga dentro de la zona fría del convertidor termoacústico en forma de un vaso V. La cesta de posicionamiento 6 y el vaso V tienen como función mantener en posición al bloque 5, servir de guía para las ondas acústicas y soportar el blindaje térmico 4 que limita la derivación térmica del bloque 5.

Cuando el generador de energía eléctrica pasa de la temperatura ambiente a sus condiciones de funcionamiento, el fluido termodinámico que llena el dispositivo funde y se dilata. Un volumen de gas inerte dispuesto en la parte extrema del foco frío permite ventajosamente una cierta expansión del fluido termodinámico y el ajuste de la presión de funcionamiento mediante el volumen que se le dedica.

En un apéndice frío de la parte inferior del generador de energía eléctrica está previamente posicionado un volumen de un líquido apto para destruir el fluido termodinámico que se escape de la capacidad a presión con una cinética moderada (no representado en la figura).

Las figuras 6A y 6B representan, respectivamente, una vista en sección longitudinal y una vista en sección transversal de un foco frío según una segunda realización de la invención. En este punto está ubicado un conjunto de caloductos q, por ejemplo caloductos de alcohol, en parte sobre una fracción de la longitud de la pared interior que delimita el vaso V. Preferentemente, los caloductos q van uniformemente distribuidos sobre la fracción de pared interior. Unos agujeros alineados, practicados en la pared del vaso V y en la pared 9, permiten extraer los caloductos q del convertidor CTA. Unos elementos de estanqueidad X1, X2 aíslan térmicamente la pared 9 del exterior a nivel de los agujeros de extracción de los caloductos q. Los caloductos q, una vez extraídos del convertidor CTA, penetran en un radiador con aletas Rd. Según un perfeccionamiento de la segunda realización del foco frío de la invención, los caloductos q van vinculados mediante aletas w al interior del vaso V (cf. figura 6B).

El convertidor magnetohidrodinámico CMHD ubicado en la parte fría del generador permite convertir las ondas acústicas en corriente eléctrica alterna. Un primer ejemplo de convertidor magnetohidrodinámico CMHD está representado en las figuras 7A y 7B.

La figura 7A es una vista en sección transversal del convertidor CMHD y la figura 7B es una vista del mismo en sección

longitudinal.

El convertidor comprende, en una faldilla de sujeción J:

- 5 - una fracción del vaso V en la que el fluido termodinámico F oscila alrededor de una posición intermedia en ondas estacionarias,
- 10 - un circuito magnético (A1, C1, A2, C2) capaz de generar en la fracción de vaso V un campo magnético  $\vec{B}$  perpendicular a la dirección de flujo oscilante de las ondas estacionarias y de intensidad comprendida, por ejemplo, entre 1 y 2 teslas, y
- 15 - dos electrodos E1, E2 alineados según un eje perpendicular a la dirección del flujo oscilante y a la dirección del campo magnético  $\vec{B}$ .

15 El circuito magnético está constituido por dos imanes permanentes A1, A2 cuyos flujos circulan en bucle por mediación de dos circuitos magnéticos laminados C1, C2 en forma de semitoroide. El metal que constituye los circuitos magnéticos C1 y C2 es, preferentemente, de alta permeabilidad magnética. La pared P del vaso V es de escaso espesor y está constituida de un metal amagnético, por ejemplo Inconel o Hastelloy. La pared P permite así dejar pasar el flujo magnético sin desviarlo.

20 Los electrodos E1 y E2 están constituidos por bloques prismáticos de metal amagnético y están aislados eléctricamente del vaso V mediante los respectivos depósitos de cerámica d1 y d2 que los recubren. Unos cables colectores k1 y k2, eléctricamente aislados del vaso V, están unidos eléctricamente a los respectivos electrodos E1 y E2.

25 Las figuras 8A y 8B representan un posible montaje de la unión eléctrica estanca que recubre el contacto eléctrico entre un electrodo Ei (i = 1, 2) y el conductor ki.

30 El extremo 14 del conductor ki viene a apoyarse en el bloque prismático que constituye el electrodo Ei. El elemento dieléctrico di está soldado al conductor ki mediante una soldadura con aporte 15. Un mismo electrodo se puede segmentar multiplicando los conductores (cf. figura 8B). Una segmentación del electrodo presenta la ventaja de poder aumentar la tensión al poner en serie los pares de electrodos.

35 Con objeto de resistir una presión interna en el vaso igual, por ejemplo, a 200 bares, los circuitos magnéticos C1, C2, los imanes permanentes A1, A2, los electrodos E1, E2 y los conductores de salida k1, k2 van embebidos en una matriz de espuma sintáctica M que transmite los esfuerzos de presión a la faldilla de sujeción J (cf. figura 7A).

La figura 9 representa un convertidor magnetohidrodinámico según una segunda realización de la invención.

40 Dos sensores inductivos 16 van unidos a una cadena de medidas 17 que determina la pulsación  $\omega$  y la velocidad  $v(t)$  de desplazamiento en función del tiempo de la lámina de fluido termodinámico que oscila. A partir de estas medidas, un procesador rápido 18 genera una información de control I que comanda un generador de corriente 19. El generador de corriente 19 está unido a unas bobinas 20. Las corrientes inducidas en las bobinas 20 crean en el vaso V un campo magnético oscilante  $\vec{B}$  desfasado respecto a la velocidad  $v(t)$ . Este procedimiento de gobierno de bobinas es análogo al utilizado en los amortiguadores magnéticos activos.

45 La figura 10 representa un ejemplo de central eléctrica que comprende un generador de electricidad según la invención.

50 La central eléctrica comprende básicamente un generador eléctrico según la invención 21 y una superficie parabólica de concentración de la luz solar 22. La ventanilla del generador eléctrico 21 queda posicionada sensiblemente a nivel de la zona focal de la superficie parabólica de concentración. La superficie parabólica de concentración 22 tiene, por ejemplo, una superficie aproximada de 100 m<sup>2</sup> y concentra 50 a 80 kW de energía térmica a aproximadamente 1000 K en la caldera de su foco. Según un perfeccionamiento de la invención, la central eléctrica comprende un dispositivo de almacenamiento de la energía 23 (batería, depósito de hidrógeno, etc.) que, cuando queda unido al foco caliente del convertidor termoacústico, permite la generación de energía en defecto de radiación solar.

55

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Convertidor termoacústico que comprende un foco caliente (1, 2, 7, 3), un foco frío (9, 10, 11), un bloque (5) de elementos térmicamente conductores espaciados entre sí y fijados entre sí, estando situado el bloque (5) entre el foco caliente y el foco frío de forma que se establezca un gradiente de temperatura entre unos primeros extremos de los elementos térmicamente conductores y unos segundos extremos de los elementos térmicamente conductores, situados en oposición a los primeros extremos, y un fluido termodinámico (F) que llena el espacio entre los elementos térmicamente conductores, bajo el efecto del gradiente de temperatura, caracterizado porque el foco caliente comprende una pieza metálica monobloque constituida por una pared cilíndrica (1) en la que van taladrados unos caloductos (2) y por una pared transversal (7) que separa la pared cilíndrica en una primera parte de pared cilíndrica (1a) y una segunda parte de pared cilíndrica (1b), discurriendo los caloductos a uno y otro lado de la pared transversal, delimitando la pared transversal (7), la primera parte de pared cilíndrica y una pared suplementaria (3) en situación enfrentada a la pared transversal (7) con relación a la primera parte de pared cilíndrica (1a) un volumen que contiene una fuente de calor.
- 10 2. Convertidor termoacústico según la reivindicación 1, en el que el foco caliente comprende un blindaje térmico (4) insertado en la segunda parte de pared cilíndrica (1b), más allá de un extremo de los caloductos (2) y que aísla térmicamente el foco caliente del foco frío, estando constituido el blindaje térmico (4) por una pared abierta por un agujero pasante en el que se ubica el bloque (5) de elementos térmicamente conductores, llenando el fluido termodinámico (F) el espacio situado entre la pared transversal (7), la segunda parte de pared cilíndrica (1b) y la estructura constituida por el blindaje térmico (4) y por el bloque (5) de elementos térmicamente conductores.
- 15 3. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el bloque (5) de elementos térmicamente conductores está mantenido mediante una estructura (6, Cm, bd) que ciñe el bloque (5) de elementos térmicamente conductores.
- 20 4. Convertidor termoacústico según la reivindicación 3, en el que la estructura (6, Cm, bd) que ciñe el bloque (5) de elementos térmicamente conductores se prolonga en el interior de la pared cilíndrica (9) del foco frío en una pared (P) que determina un vaso (V) por la que se propagan las ondas acústicas.
- 25 5. Convertidor termoacústico según la reivindicación 4, en el que el foco frío comprende una pared cilíndrica (9) vinculada a la pared cilíndrica (1) del foco caliente y separada de la pared cilíndrica del foco caliente por un revestimiento térmicamente aislante (12).
- 30 6. Convertidor termoacústico según la reivindicación 5, en el que el revestimiento térmicamente aislante (12) es un revestimiento de cerámica.
- 35 7. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en el que la pared (9) del foco frío lleva integrado un intercambiador evaporador (10) por el que circula un fluido termodinámico.
- 40 8. Convertidor termoacústico según la reivindicación 7, en el que el fluido termodinámico que circula por el intercambiador evaporador (10) es alcohol o metanol.
- 45 9. Convertidor termoacústico según una de las reivindicaciones 7 u 8, que comprende un intercambiador condensador (11) enfriado en convección natural por el aire ambiental.
- 50 10. Convertidor termoacústico según una de las reivindicaciones 5 ó 6, en el que el foco frío comprende un conjunto de caloductos de enfriamiento (q) distribuidos, sobre la cara interior de la pared (P) que delimita el vaso (V), entre un primero de sus extremos y un primer punto intermedio, llevando practicados unos agujeros la pared (P) que delimita el vaso (V) y la pared del foco frío (9) para permitir la extracción de los caloductos de enfriamiento del convertidor termoacústico, siendo introducidos los caloductos de enfriamiento (q) en un radiador (Rd) entre un segundo punto intermedio y un segundo de sus extremos, opuesto a sus primeros extremos.
- 55 11. Convertidor termoacústico según la reivindicación 10, en el que las partes de caloductos de enfriamiento (q) que quedan ubicadas en el interior del vaso (V) están vinculadas por aletas (w).
- 60 12. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los caloductos (2) contienen un fluido termodinámico.
- 65 13. Convertidor termoacústico según la reivindicación 12, en el que el fluido termodinámico contenido en los caloductos (2) es sodio a presión atmosférica.
14. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones 12 ó 13, en el que el interior de los caloductos (2) está equipado con un recubrimiento que permite organizar flujos entre zonas de evaporación y zonas de condensación del fluido termodinámico que contienen.

15. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el fluido termodinámico que llena el espacio entre los elementos térmicamente conductores y un espacio que circunda a los elementos térmicamente conductores es un metal alcalino fundido.
- 5 16. Convertidor termoacústico según la reivindicación 15, en el que el metal alcalino fundido es sodio fundido, eutéctico Na-K fundido o litio fundido.
17. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que un calorífugo (13) rodea el foco caliente y el foco frío.
- 10 18. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el bloque (5) de elementos térmicamente conductores es un conjunto de placas térmicamente conductoras fijadas entre sí por soldadura.
- 15 19. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que el bloque (5) de elementos térmicamente conductores es una bobina (B) hecha de un fleje plisado (fp) y de un fleje liso (fl) uno arrollado en el otro.
- 20 20. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que un recinto de seguridad permite recuperar una fuga de fluido termodinámico que llena el espacio entre las placas y el espacio que circunda a las placas y destruir dicha fuga por medio de un dispositivo de neutralización preinstalado en un apéndice frío del convertidor.
- 25 21. Convertidor termoacústico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la pared suplementaria (3) es una ventanilla transparente a la luz, de modo que la fuente de calor constituye un horno solar desde el momento en que la luz (L) del sol atraviesa la pared suplementaria (3).
- 30 22. Generador de energía eléctrica que incorpora un convertidor termoacústico que produce ondas acústicas a partir de un gradiente de calor y un convertidor magnetohidrodinámico que produce electricidad a partir de las ondas acústicas estacionarias creadas por el convertidor termoacústico, caracterizado porque el convertidor termoacústico es un convertidor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21.
- 35 23. Generador de energía eléctrica según la reivindicación 22, en el que el convertidor magnetohidrodinámico comprende:
- un vaso (V) en el que oscilan las ondas acústicas,
  - un circuito magnético (A1, C1, A2, C2) capaz de hacer que reine en el vaso (V) un campo magnético perpendicular a la dirección de flujo de las ondas acústicas,
  - dos electrodos (E1, E2) situados a uno y otro lado del vaso (V), aislados eléctricamente del vaso (V) y alineados según un eje perpendicular a la dirección de flujo de las ondas acústicas y a la dirección del campo magnético, y
  - dos cables colectores (k1, k2) eléctricamente aislados del vaso (V) e interconectados, respectivamente, a los dos electrodos (E1, E2).
- 45 24. Generador de energía eléctrica según la reivindicación 23, en el que los electrodos (E1, E2) son bloques prismáticos de metal amagnético y están aislados eléctricamente del vaso (V) mediante depósitos de cerámica (d1, d2) que recubren los electrodos.
- 50 25. Generador de energía eléctrica según la reivindicación 22, en el que el convertidor magnetohidrodinámico comprende:
- un vaso (V) en el que oscilan las ondas acústicas,
  - unos sensores inductivos (16) y una cadena de medida (17) que determinan la pulsación ( $\omega$ ) y la velocidad de desplazamiento respecto al tiempo ( $v(t)$ ) de las ondas acústicas,
  - un procesador (18) que genera una información de control (I) a partir de las mediciones de pulsación y de velocidad de desplazamiento,
  - un generador de corriente (19) gobernado mediante la información de control (I), y
  - un conjunto de bobinas (20) situadas a uno y otro lado del vaso (V) e interconectadas con el generador de corriente.
- 65 26. Central eléctrica que comprende un generador de electricidad, caracterizada porque el generador de electricidad es un generador (21) según una cualquiera de las reivindicaciones 22 a 25, en caso de ser el convertidor termoacústico un

convertidor según la reivindicación 21, y porque comprende una superficie parabólica de concentración de la luz solar (22), estando entonces posicionada la ventanilla de la fuente de calor (3) sensiblemente a nivel de la zona focal de la superficie parabólica de concentración.

- 5 27. Central eléctrica según la reivindicación 26, que comprende un dispositivo de almacenamiento de energía (23).

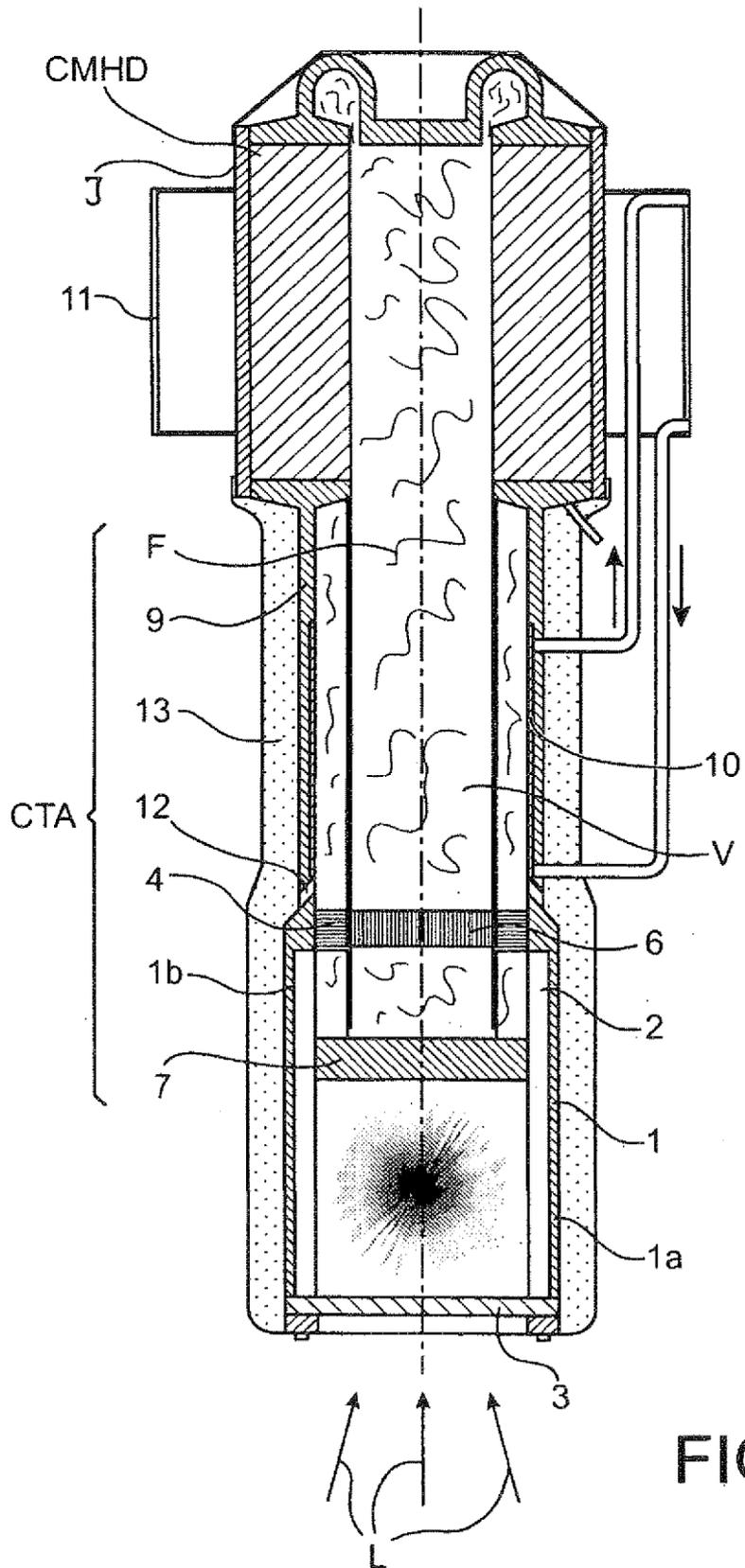


FIG.1

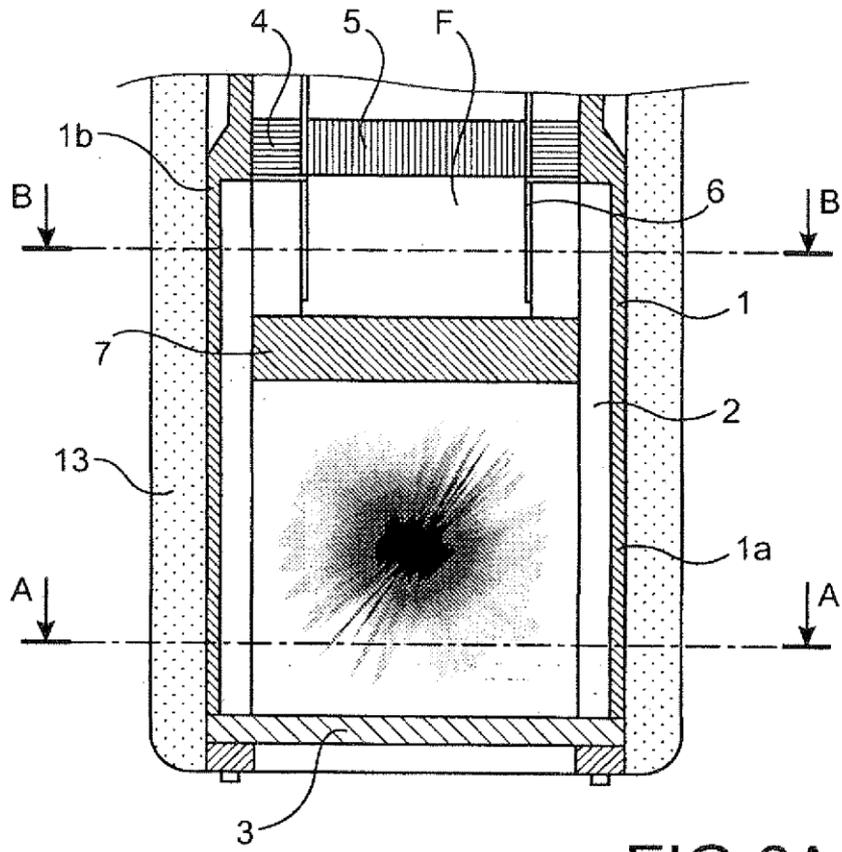


FIG.2A

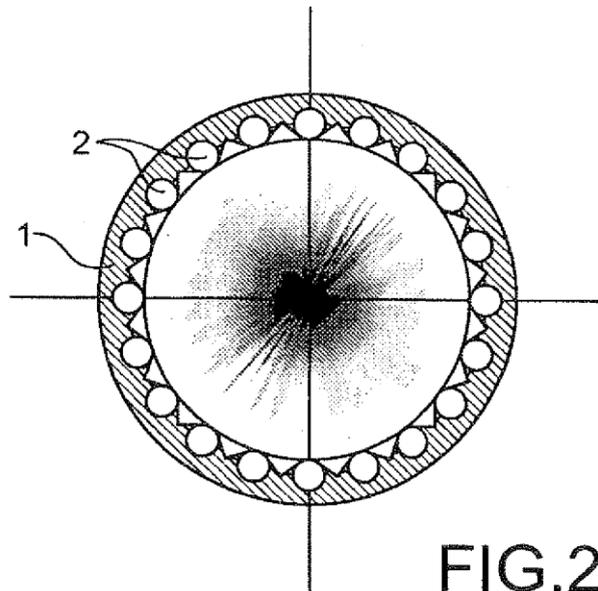


FIG.2B

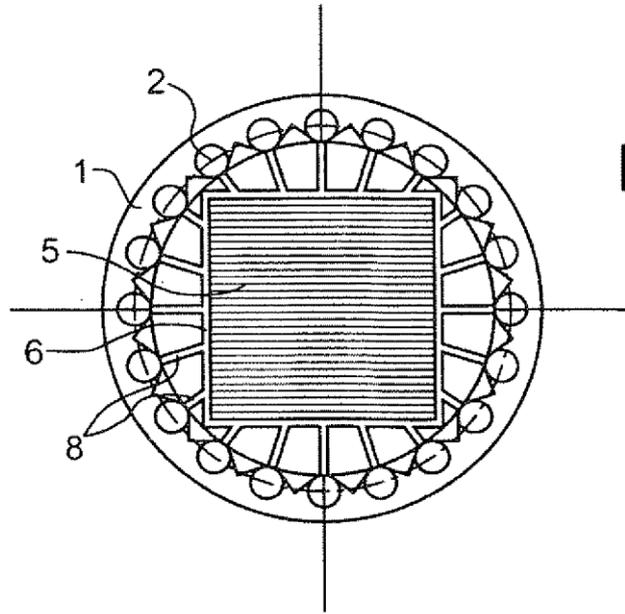


FIG. 2C

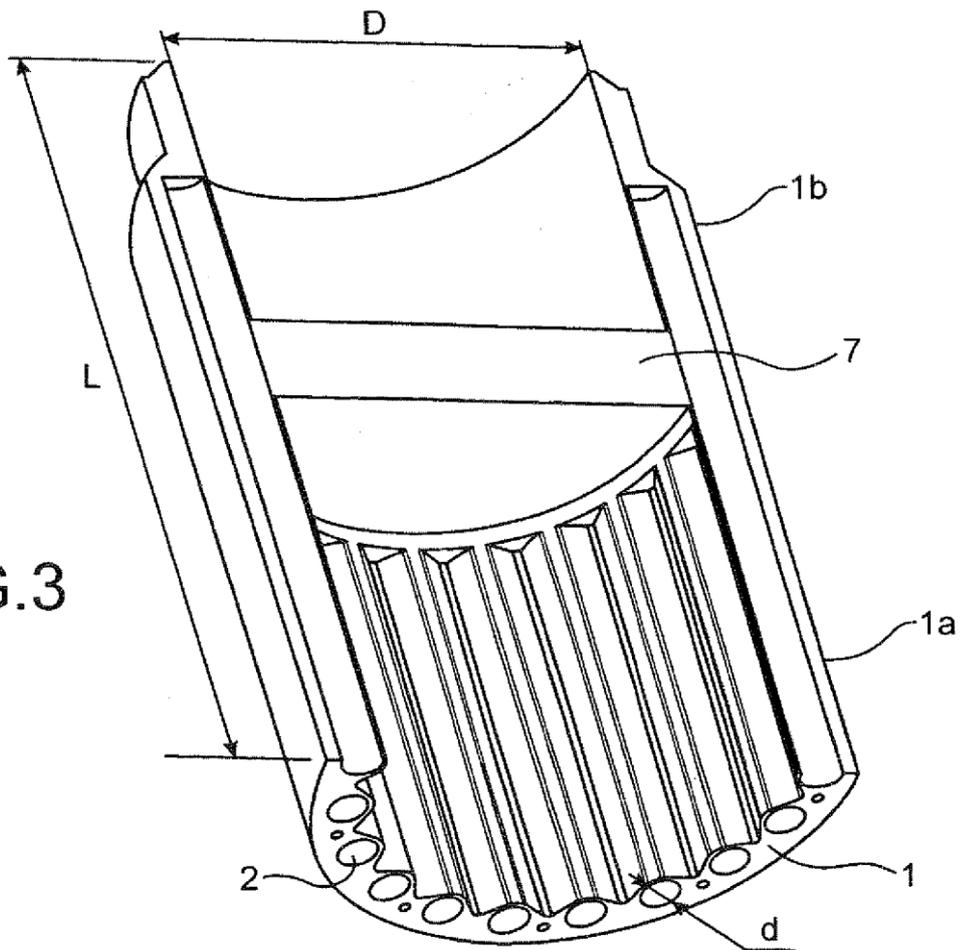


FIG. 3

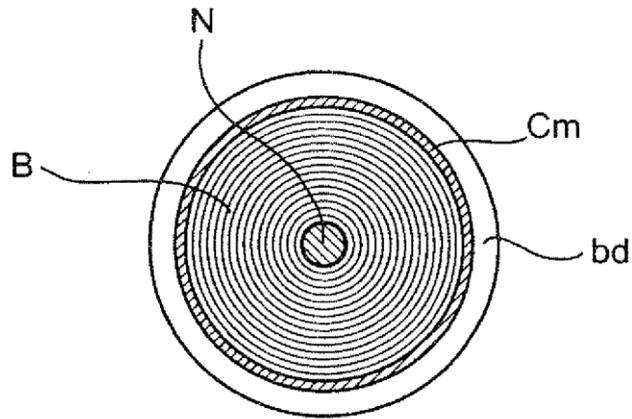


FIG. 4A

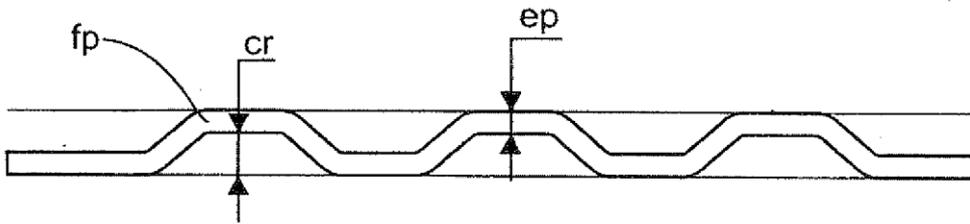


FIG. 4B

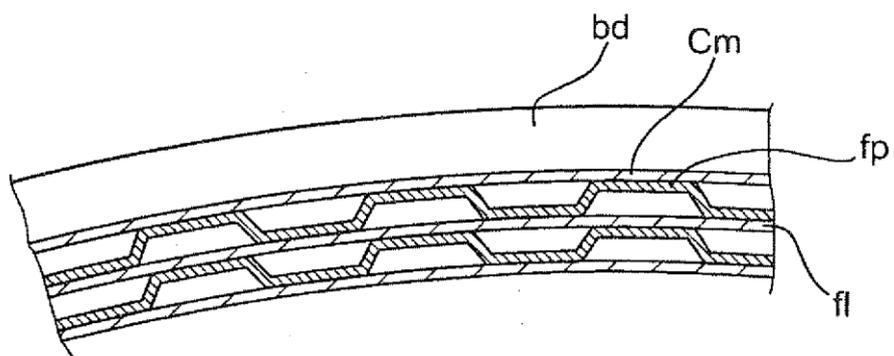


FIG. 4C

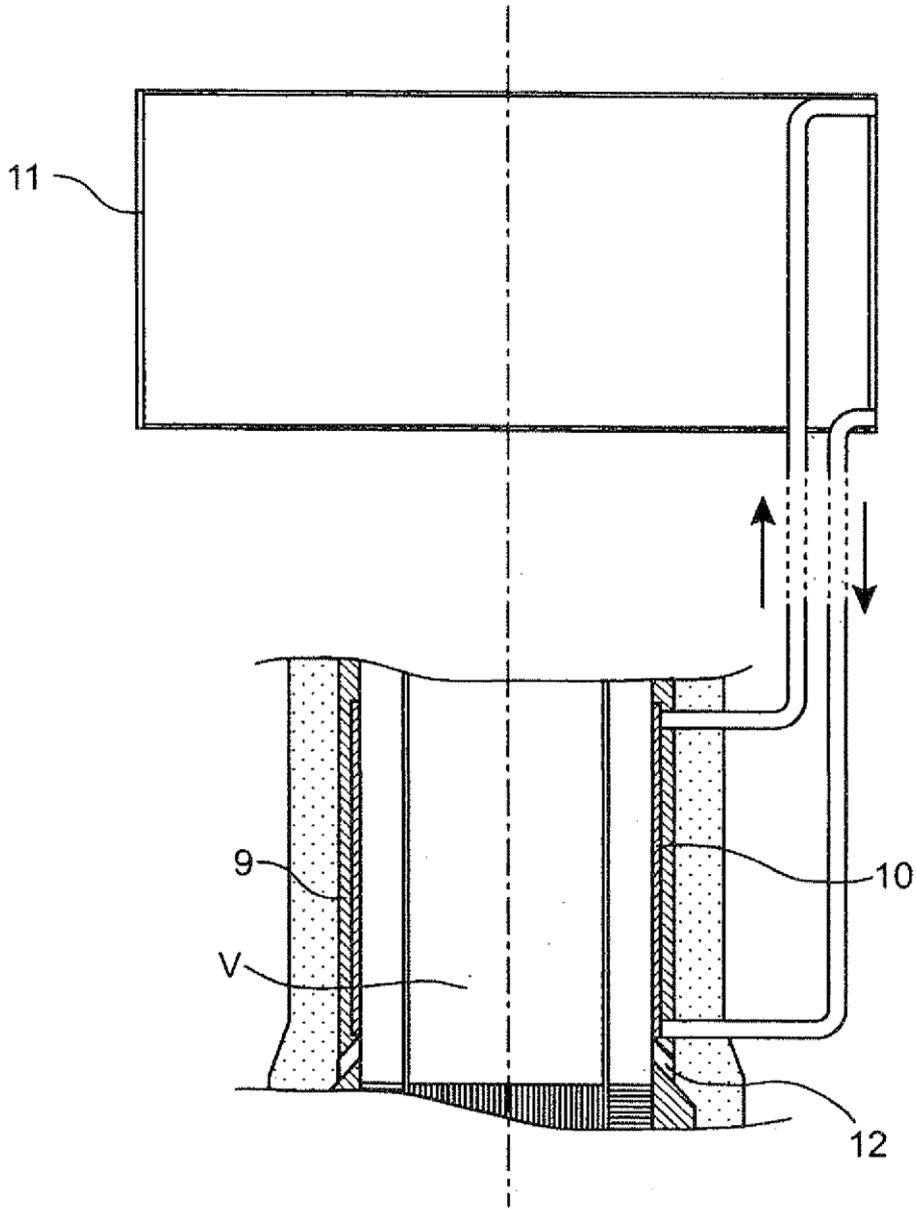
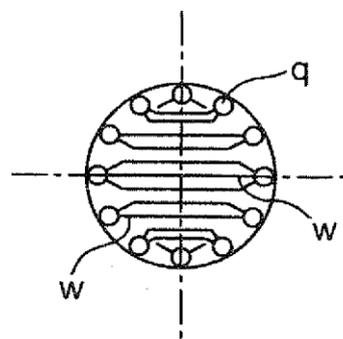
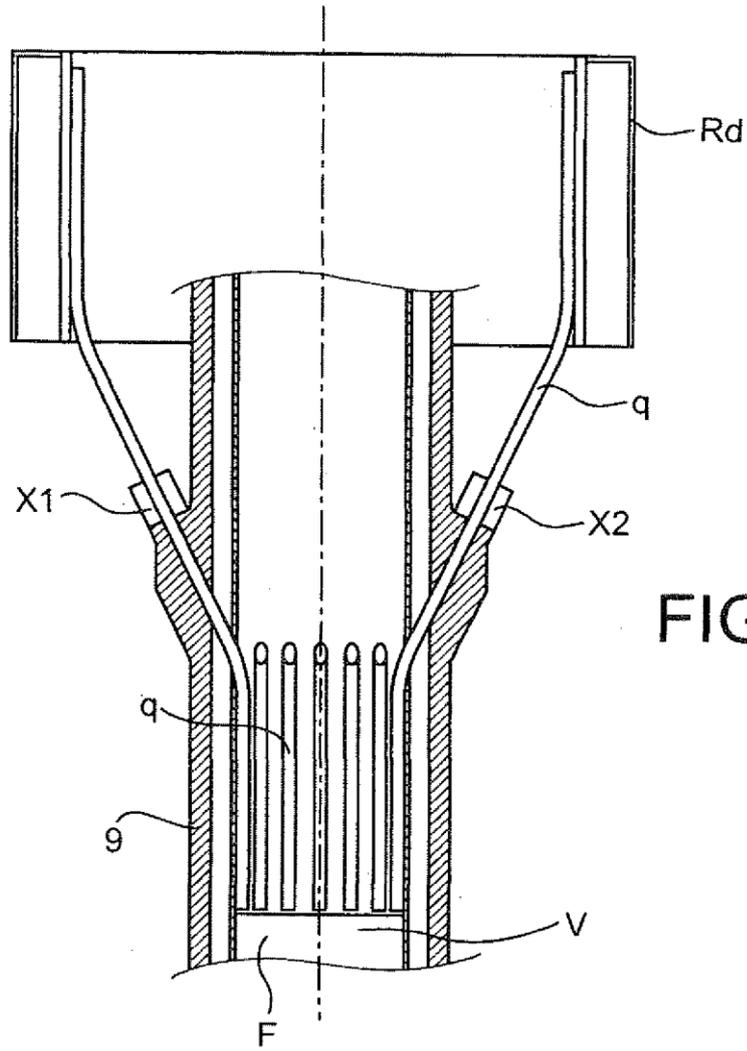


FIG.5





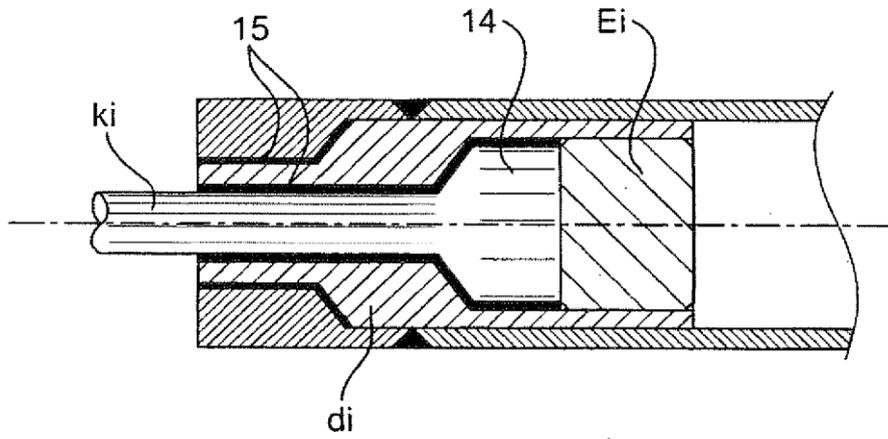


FIG.8A

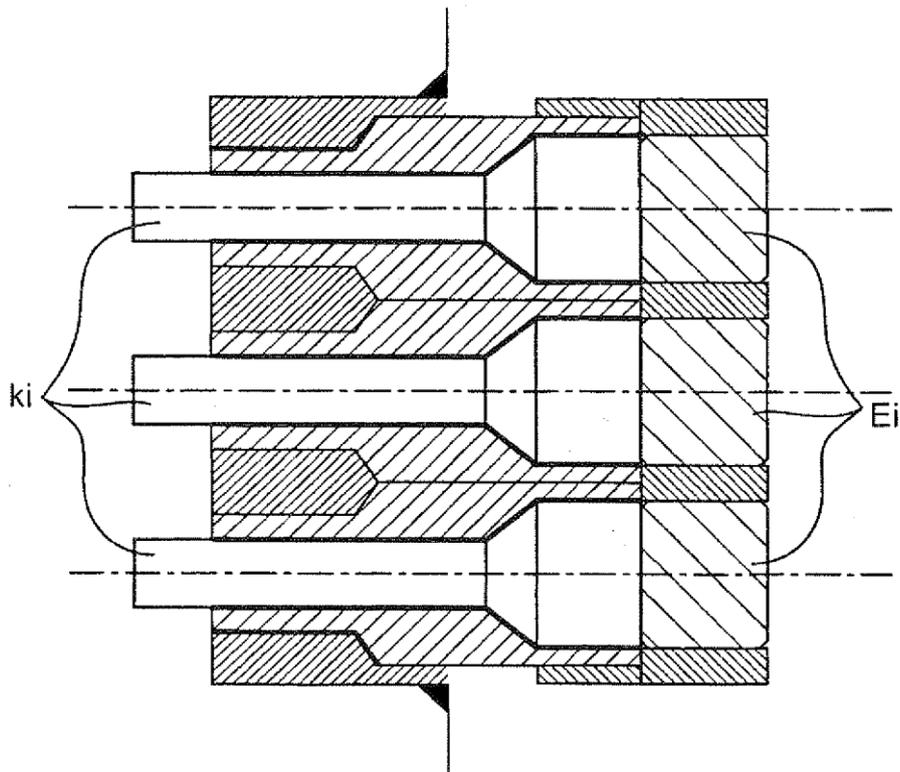


FIG.8B

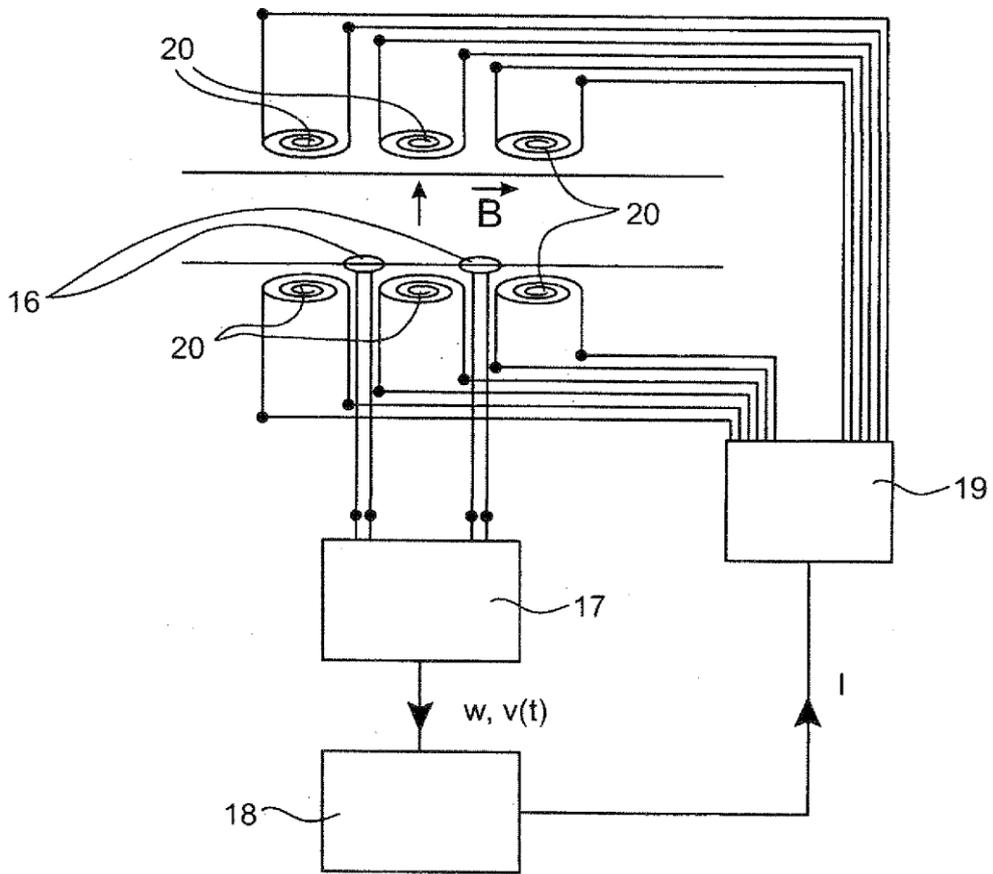


FIG.9

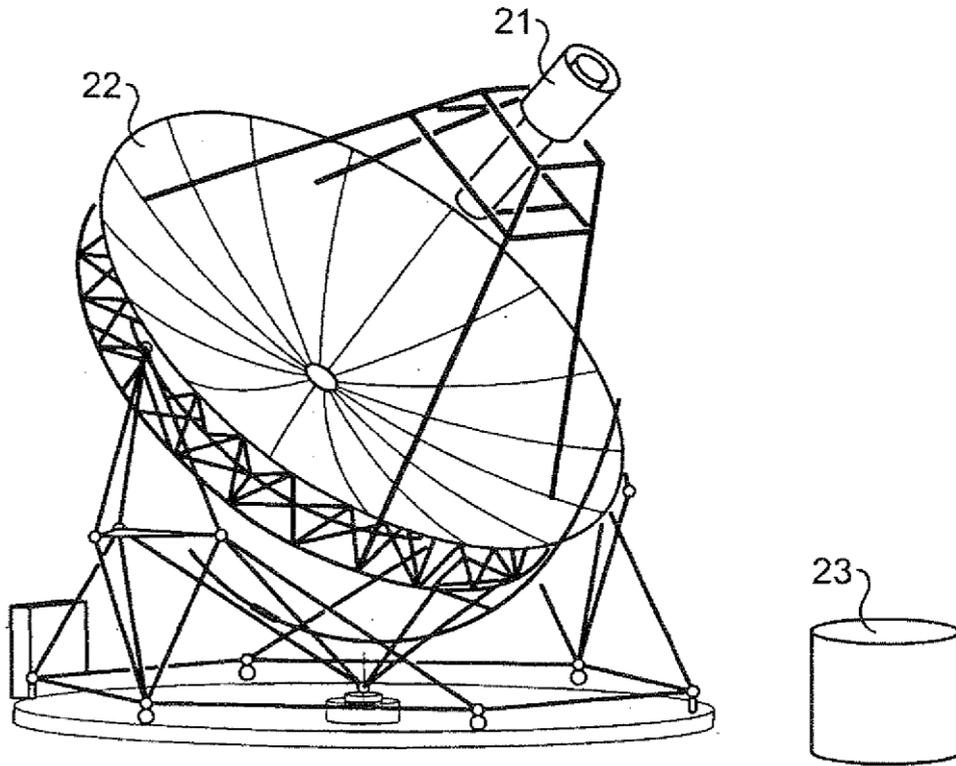


FIG.10