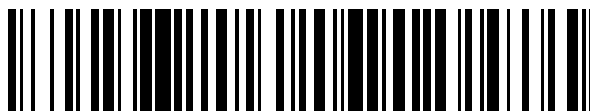


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 181**

51 Int. Cl.:

F24J 2/46 (2013.01)

F24J 2/07 (2013.01)

F24J 2/08 (2013.01)

F23C 3/00 (2006.01)

F23C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2016** **E 16151968 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018** **EP 3048385**

54 Título: **Módulo de combustión que presenta una seguridad de funcionamiento mejorada y un rendimiento térmico optimizado**

30 Prioridad:

20.01.2015 FR 1550449

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

27.06.2018

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
25, rue Leblance, Bâtiment "le Ponant D"
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**OLLIER, EMMANUEL y
MANTZARAS, IOANNIS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 674 181 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

Módulo de combustión que presenta una seguridad de funcionamiento mejorada y un rendimiento térmico optimizado

Campo técnico y técnica anterior

La presente invención se refiere a un módulo de combustión que presenta una seguridad de funcionamiento mejorada y a un sistema solar híbrido que incluye al menos un módulo de combustión de ese tipo.

Existen unos dispositivos de producción de electricidad que incluyen un módulo de combustión y un módulo termoelectrico, estando la cara caliente del módulo termoelectrico en contacto con una de las caras del módulo de combustión. Al quemar uno o unos gases en el módulo de combustión, se calienta la cara del módulo termoelectrico en contacto con el módulo de combustión, aparece un gradiente de temperatura en el módulo termoelectrico produciéndose entonces electricidad en él.

Un ejemplo de dicho dispositivo se describe en el documento US 7.862.331.

El módulo de combustión incluye una cámara alimentada con gas mediante al menos una tubería de alimentación, los gases de combustión se evacúan mediante al menos un conducto de evacuación.

El material del módulo presenta una muy buena conductividad térmica puesto que se desea utilizar el calor producido en el módulo en el exterior del módulo. En este tipo de módulo, la temperatura es del orden de 600 °C. Las tuberías de alimentación y de evacuación son entonces por ejemplo de acero.

Es deseable por un lado reducir las pérdidas térmicas de la cámara de combustión hacia el exterior aparte de la superficie en contacto con el módulo termoelectrico. Ahora bien las tuberías de alimentación y de evacuación, que son generalmente metálicas, más particularmente de acero, pueden ser la fuente de pérdidas térmicas.

Por otro lado, en el caso en el que se desee alcanzar en el módulo de combustión una temperatura superior a 700 °C, incluso 800 °C o más, existen riesgos de auto-inflamación del gas en la tubería de alimentación; puesto que se encuentra que la tubería de alimentación está igualmente calentada a muy alta temperatura. Puede mejorarse la seguridad de funcionamiento de este módulo de combustión.

El documento WO2014/048992 describe un dispositivo solar híbrido de producción de electricidad que incluye una primera cara sometida a la radiación solar, una segunda cara en contacto con un generador termoelectrico y, por ejemplo, una cámara de combustión entre la primera cara y la segunda cara, esta cámara de combustión forma una fuente de calor adicional capaz de compensar las variaciones del flujo solar. En este tipo de dispositivos se desea poder alcanzar una temperatura del orden de 800 °C.

Exposición de la invención

Es en consecuencia un objetivo de la presente invención ofrecer un módulo de combustión que incluye una cámara de combustión de al menos un gas que ofrezca una seguridad de funcionamiento mejorada y que pueda alcanzar unas temperaturas más elevadas que los módulos del estado de la técnica.

El objetivo anunciado anteriormente se alcanza mediante un módulo de combustión que incluye al menos una cámara de combustión, al menos una entrada de alimentación de gas de dicha cámara, al menos una salida de evacuación de dicha cámara, y al menos un conector de material aislante térmico dispuesto en la entrada de la alimentación, estando conectada(s) la o las tuberías de alimentación de al menos un gas a la cámara de combustión a través del conector aislante térmico.

La temperatura al menos a la altura de un extremo distal del conector aislante térmico se reduce sustancialmente con relación a la de la cámara de combustión, de ese modo la o las tuberías de alimentación de gas no se calientan a unas temperaturas que puedan provocar riesgos de auto-inflamación del gas de combustión, se evitan por tanto los riesgos de auto-inflamación o al menos se reducen notablemente. Por otro lado, se reducen las fugas térmicas a través de la tubería de alimentación, lo que mejora el rendimiento del módulo.

De manera ventajosa, el módulo de combustión incluye igualmente un conector aislante térmico en la salida de evacuación lo que permite reducir más aún las fugas térmicas.

De manera preferida, el conector de alimentación asegura igualmente una función de distribución y/o de mezcla del o de los gases en la cámara. Incluye por ejemplo una entrada y varios orificios de salida. Esta realización tiene igualmente como ventaja simplificar la conexión entre el módulo de combustión y la o las tuberías de alimentación de gas del ambiente exterior. De manera similar el conector de evacuación incluye por ejemplo varios orificios de entrada y un orificio de salida.

Ventajosamente la distribución es uniforme en las diferentes cámaras de combustión, es decir los caudales que entran en cada cámara son sustancialmente iguales.

El conector de alimentación y/o el conector de evacuación son por ejemplo de zirconia, mullita, alúmina y la o las cámaras de combustión se realizan por ejemplo de carburo de silicio SiC.

La presente invención tiene entonces por objeto un módulo de combustión que incluye un cuerpo que comprende una cámara de combustión, al menos un conector de alimentación de la cámara de combustión de gas destinado(s) a ser quemado(s) en la cámara de combustión, incluyendo dicho conector de alimentación al menos un orificio de entrada destinado a conectarse a al menos una fuente de gas por medio de un conducto y a al menos un orificio de salida destinado a conectarse a la al menos una cámara de combustión y presentando el conector de alimentación una conductividad térmica sustancialmente más reducida que la del cuerpo de esta de manera que el conector de alimentación asegure que la temperatura a la altura del orificio de entrada del conector de alimentación y del conducto sea inferior a la temperatura de auto-inflamación del o de los combustibles.

El módulo incluye ventajosamente un conector de evacuación que presenta una conductividad térmica sustancialmente más reducida que la del cuerpo.

El material del conector de alimentación tiene ventajosamente una conductividad térmica inferior a 50 W/m·K, preferentemente inferior a 10 W/m·K. Ventajosamente el material del conector de evacuación tiene igualmente una conductividad térmica inferior a 50 W/m·K, preferentemente inferior a 10 W/m·K.

En un ejemplo de realización, el cuerpo incluye varias cámaras de combustión y el conector de alimentación incluye entonces un orificio de entrada y tantos orificios de salida como cámaras de combustión y una red de distribución del combustible entre el orificio de entrada y los orificios de salida.

En otro ejemplo de realización, el cuerpo incluye varias cámaras de combustión y el conector de alimentación incluye al menos dos orificios de entrada y tantos orificios de salida como cámaras de combustión, una red de distribución del combustible entre los orificios de entrada y los orificios de salida, y una zona de mezcla situada aguas abajo de los dos orificios de entrada y aguas arriba o aguas abajo de la red de distribución. La red de distribución y/o la zona de mezcla pueden incluir ventajosamente una estructura porosa.

Preferentemente, la estructura porosa es de material aislante térmico.

En otro ejemplo de realización, el cuerpo incluye varias cámaras de combustión y el conector de evacuación incluye unos medios colectores de los gases de combustión a la salida de las cámaras de combustión y un orificio de salida.

Según una característica adicional, el conector de alimentación puede incluir unos medios de encaje en el cuerpo a la altura de la conexión entre la al menos una cámara de combustión y un orificio de salida del conector de alimentación.

El cuerpo puede presentar sustancialmente la forma de un paralelepípedo rectangular comprendiendo dos caras de mayores superficies, unidas mediante dos caras laterales y dos caras del extremo, desembocando la al menos una cámara de combustión en las caras del extremo.

El cuerpo es por ejemplo de SiC y el conector de alimentación y el conector de evacuación son por ejemplo de zirconia.

La presente invención tiene igualmente por objeto un dispositivo de combustión que incluye al menos un módulo de combustión según la invención, al menos una fuente de gas y un conducto conectado al orificio de entrada del conector de alimentación y a la fuente de gas.

Preferentemente, el dispositivo de combustión incluye una fuente de combustible y una fuente de comburente, por ejemplo una fuente de H₂ y una fuente de oxígeno respectivamente. El conector de alimentación puede incluir o bien dos orificios de entrada conectados cada uno a una fuente, o bien un único orificio de entrada conectado a un dispositivo mezclador conectado a las dos fuentes.

La presente invención tiene igualmente por objeto un sistema solar híbrido que incluye unos medios de concentración de la radiación solar, al menos un módulo de combustión según la invención o un dispositivo de combustión según la invención, estando dispuestos el módulo o el dispositivo de manera que la radiación concentrada ilumine una cara del cuerpo y unos medios de conversión de una energía térmica en electricidad sobre una cara opuesta a la iluminada por la radiación solar concentrada, y unos medios de control de la combustión en el módulo de combustión en función de la radiación solar concentrada.

Los medios de concentración de la radiación solar pueden incluir al menos un espejo o una lente de Fresnel.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se comprenderá mejor con ayuda de la descripción que sigue y de los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 - la figura 1 es una vista superior representada esquemáticamente de un ejemplo de realización del módulo de combustión,
- las figuras 2A y 2B son unas vistas superiores representadas esquemáticamente de ejemplos de conexión entre los elementos del módulo de combustión,
- 10 - la figura 3 es una vista superior representada esquemáticamente de otro ejemplo de realización del módulo de combustión en el que el conector de alimentación forma un distribuidor,
- la figura 4 es una vista superior representada esquemáticamente de un ejemplo de realización del módulo de combustión en el que el conector de alimentación forma un distribuidor y un mezclador,
- la figura 5 es una vista superior representada esquemáticamente de un módulo de combustión de una sola entrada,
- 15 - la figura 6 es una vista superior representada esquemáticamente de una variante de realización del módulo de la figura 5 en la que el conector de alimentación tiene dos entradas,
- la figura 7 es una vista superior representada esquemáticamente de una variante de realización de otro conector de alimentación de dos entradas perpendiculares al plano del módulo de combustión,
- 20 - la figura 8 es una vista superior representada esquemáticamente de otro ejemplo de realización de un módulo de combustión, que presenta un distribuidor en la entrada y una evacuación de una sola salida,
- la figura 9A es una vista en sección longitudinal vista desde arriba representada esquemáticamente de otro ejemplo de realización de un módulo de combustión,
- la figura 9B es una vista en sección longitudinal vista desde arriba representada esquemáticamente de una variante del módulo de la figura 9A,
- 25 - la figura 10 es una representación gráfica de la variación de temperatura a lo largo de una dirección longitudinal que se extiende entre el conector de alimentación y el conector de evacuación,
- la figura 11 es una representación esquemática de un sistema solar híbrido que implementa un módulo de combustión según la invención,
- 30 - la figura 12 es una vista lateral de un ejemplo de módulo de combustión, en el que cada cámara de combustión presenta un depósito de catalizador de combustión.

Exposición detallada de modos de realización particulares

35 En la descripción que sigue, aguas arriba se considera el lado de la alimentación y aguas abajo se considera el lado de evacuación. Por otro lado, por razones de simplicidad, se designará al aire como un gas y no una mezcla de gases.

40 En la figura 1, se puede ver un ejemplo de módulo de combustión M1 que incluye un cuerpo 2 que comprende una pluralidad de cámaras de combustión 4, un conector de alimentación 6 y un conector de evacuación 8.

El cuerpo 2 se extiende a lo largo de una dirección longitudinal X y presenta una primera cara longitudinal 2.1 o primera cara del extremo 2.1 y una segunda cara longitudinal 2.2 o segunda cara del extremo 2.2. En el ejemplo representado, el cuerpo tiene la forma de un paralelepípedo rectangular. Incluye además unas caras superiores 2.3 e inferior (no visible) que presentan una mayor superficie y dos caras laterales 2.4.

Las cámaras de combustión 4 se extienden paralelamente a una dirección X.

50 Preferentemente, las cámaras de combustión 4 se reparten de manera variable en el cuerpo según una dirección transversal, ventajosamente están más próximas a las caras laterales con el fin de compensar las pérdidas térmicas.

En el ejemplo representado, cada cámara 4 se presenta bajo la forma de un canal cuyo primer extremo 4.1 desemboca en la primera cara 2.1 y cuyo segundo extremo 4.2 desemboca en la segunda cara 2.2. De manera ventajosa, cada cámara 4 incluye ventajosamente en su superficie una capa 5 de material de un cierto grosor que recubre la superficie interna de las cámaras de combustión, presentando este material una actividad catalítica para iniciar y mantener la combustión de los gases (figura 12).

60 Como variante, la combustión puede iniciarse igualmente por una aportación de energía exterior como por ejemplo una chispa, una resistencia caliente. En el caso de un módulo utilizado de manera híbrida que asocia a la vez la energía solar y la energía procedente de la combustión, la energía puede ser simplemente la aportada por la concentración de la radiación solar sobre el cuerpo.

Un módulo de combustión que incluya una única cámara de combustión y/o unas cámaras que presenten otras formas no se salen del marco de la presente invención.

65 El primer extremo de la cámara 4 se destina a la alimentación de gases (combustible y comburente) con la finalidad

de su combustión y el segundo extremo 4.2 está destinado a la evacuación de los gases de combustión y de los gases no quemados eventuales.

5 En el ejemplo representado, el conector de alimentación 6 incluye tantos taladros pasantes 10 como cámaras de combustión 4, estando destinado cada uno de los taladros 10 a estar alineado con un extremo de alimentación 4.1 de una cámara de combustión 4.

10 El conector de alimentación 6 incluye una primera cara del extremo 6.1 destinada a conectarse a una o unas fuentes de gas a través de los tubos de alimentación 12 y una segunda cara del extremo 6.2 en contacto con la cara longitudinal 2.1 del cuerpo. Desembocando los taladros 10 en la primera cara del extremo 6.1 y en la segunda cara del extremo 6.2.

15 El conector de alimentación 6 se realiza de un material aislante térmico de manera que limite la transmisión de calor del módulo de conexión hacia el exterior en la dirección X. El material del conector de alimentación 6 presenta una conductividad térmica sustancialmente inferior a la del material del cuerpo 2.

20 El aislamiento térmico proporcionado por el conector de alimentación es tal que la temperatura sobre su cara del extremo 6.1 es suficientemente reducida con relación a la de sobre su cara 6.2 en contacto con el cuerpo de modo que se evite una auto-inflamación del o de los gases combustibles en la o las tuberías de alimentación 12.

Se entiende en la presente solicitud por "material aislante térmico" un material de conductividad térmica inferior a 50 W/m·K, preferentemente inferior a 10 W/m·K. La conductividad térmica es preferentemente al menos 5 veces inferior a la del cuerpo. Este material puede ser por ejemplo la zirconia, la mullita, la cordierita o la alúmina.

25 El cuerpo por su parte se realiza por ejemplo de un material buen conductor térmico, es decir que presente una conductividad térmica superior a 30 W/m·K a temperatura ambiente, preferentemente superior a 100 W/m·K. Puede tratarse por ejemplo de carburo de silicio, de acero, de inconel® o de otras aleaciones.

30 En la figura 2A, se puede ver una vista de detalle del módulo de la figura 1 a la altura de la conexión entre el conector de alimentación 6 y el cuerpo 2 por un lado y entre conector de alimentación 6 y los tubos de alimentación 12 de gas por otro lado. Los tubos de alimentación 12 se conectan a una o unas fuentes de gas. Por ejemplo, los gases destinados a ser quemados en la cámara de combustión son por ejemplo dihidrógeno o una mezcla de dihidrógeno y de metano o metanol con dioxígeno o aire.

35 En el ejemplo representado, la segunda cara del extremo 6.2 y la cara longitudinal 2.1 se apoyan en plano y unidas entre sí de manera que aseguren una conexión estanca entre los taladros 10 y las cámaras de combustión 4.

Además en el ejemplo realizado, los extremos de los taladros 10 que desembocan en la primera cara del extremo 2.1 incluyen una parte de mayor diámetro 10.1 que permite alojar los extremos de los tubos de alimentación 12.

40 Los tubos 12 pueden ser por ejemplo de metal o de aleaciones metálicas, por ejemplo de acero. Ahora bien, debido a la presencia del conector aislante térmico interpuesto entre el cuerpo y los tubos de alimentación, su temperatura se reduce con relación a la de la cámara de combustión 4 y los riesgos de auto-inflamación se reducen sustancialmente. El aislamiento térmico proporcionado por el conector de alimentación es debido al material aislante térmico y a las dimensiones del conector de alimentación, principalmente en la dirección X.

50 En la figura 2B, se puede ver una variante de realización del conector de alimentación 6 en la que la segunda cara del extremo 6.2 incluye unos salientes anulares 14. Cada saliente anular 14 bordea un extremo en el que desembocan los taladros 10 en la cara del extremo 2.2. Los salientes anulares 14 penetran en un extremo de las cámaras que desembocan que la cara del extremo 2.1 por encaje. El extremo de la cámara de combustión tiene un diámetro suficiente para recibir este saliente anular 14. Gracias a esta variante, se mejora la estanquidad de conexión entre el conector y el cuerpo así como su robustez, se simplifica su realización y se simplifica la alineación entre los taladros 10 y las cámaras 4.

55 En el ejemplo representado y de manera muy ventajosa, el módulo de combustión incluye igualmente un conector de evacuación 8 que preferentemente es de material aislante térmico. En el ejemplo representado la estructura del conector de evacuación 8 es sustancialmente la del conector de alimentación 6. Puede tener igualmente la estructura del conector de alimentación de la figura 2B. Pero se comprenderá que esto no es limitativo y que puede tener una estructura diferente.

60 Puede por ejemplo no ser de material aislante térmico puesto que no tiene riesgo o muy poco de auto-inflamación. Sin embargo, si ofrece un aislamiento térmico esto permite reducir las pérdidas térmicas y por tanto mejorar la recuperación del calor. Además, puesto que la temperatura en la salida del conector de evacuación es sustancialmente más reducida que la del cuerpo, permite utilizar unos tubos de evacuación de acero, o más generalmente de un material que ofrece una resistencia menor a la temperatura.

Este módulo de combustión puede implementarse ventajosamente para realizar un sistema solar híbrido en el que la cara superior se somete a la radiación solar y la cara inferior está en contacto con los módulos termoelectricos, el calor producido por la cámara de combustión permite compensar las variaciones de insolación y tener un funcionamiento sustancialmente continuo y constante de los módulos termoelectricos. Un ejemplo de sistema de ese tipo se describirá más en detalle a continuación.

Como variante, la cara inferior puede incluir igualmente una superficie óptica que emite una radiación infrarroja en dirección a una célula termo-fotovoltaica adecuada para convertir la radiación infrarroja emitida en potencia eléctrica.

Preferentemente, al menos para la aplicación a un sistema solar, se reparten varias cámaras de combustión en un único plano paralelo a las caras inferior y superior para asegurar una conducción del calor de la cara superior hacia la cara inferior.

En la figura 10, se puede ver la variación de la temperatura T en grados centígrados del módulo de combustión de la figura 1 en función de la posición P en milímetros según el eje de las abscisas se sitúa sobre el interior de un canal de combustión en el cuerpo 2 y en las zonas de alimentación y de evacuación de los gases del canal correspondiente. Se quema una mezcla de aire y H_2 en las cámaras de combustión.

Los dos conectores son de zirconia y tienen una dimensión en la dirección X de 10 mm y el cuerpo es de SiC y tiene una dimensión en la dirección X de 25 mm, una dimensión en una dirección transversal a la dirección X de 25 mm y una distancia entre la cara superior y la cara inferior de 5 mm.

La zona I corresponde a los tubos de alimentación 12, la zona II corresponde al conector de alimentación 6, la zona III corresponde al cuerpo 2, la zona IV corresponde al conector de evacuación 8 y la zona V corresponde a las tuberías de evacuación.

La temperatura en el cuerpo alcanza 1300 °C mientras que la temperatura en los tubos de alimentación es inferior a 300 °C evitando cualquier riesgo de auto-inflamación que no sobreviene generalmente más que a una temperatura superior a 600 °C en unas condiciones estequiométricas. Esta diferencia de temperatura se obtiene gracias al conector de alimentación 6 aislante térmico. Se constata en efecto que éste impone un gran gradiente de temperatura entre la cara 6.1 del conector de alimentación 6 sobre la que se conectan los tubos de alimentación 12 y la cara 6.2 del conector de alimentación en contacto con el cuerpo 2.

La temperatura en la salida del conector de evacuación 8 es del orden de 700 °C. El gradiente de temperatura en el conector de evacuación es inferior al del conector de alimentación 6 porque los gases salientes están calientes. Sin embargo, esta temperatura más elevada a la salida del conector de evacuación no es perjudicial puesto que no hay riesgo de auto-inflamación. Además la temperatura de 700 °C es suficientemente reducida para permitir utilizar tubos de acero. El conector de evacuación reduce las pérdidas térmicas a la altura de la cara 2.2 del cuerpo.

El material del conector de alimentación y sus dimensiones se eligen en función de la diferencia de temperatura deseada entre los tubos de alimentación y el cuerpo.

Las temperaturas más allá de las cuales existe un riesgo de auto-inflamación difieren según los gases destinados a ser quemados en la o las cámaras de combustión, por ejemplo la temperatura a presión atmosférica es de 535 °C para el CH_4 , de 450 °C para el C_3H_8 , de 287 °C para el C_4H_{10} .

Preferentemente, esta diferencia de temperatura está comprendida entre 100 °C y 1000 °C. Preferentemente el material del conector de alimentación presenta de modo preferente una conductividad térmica inferior a 50 W/m·K, y de manera preferida una conductividad térmica inferior a 30 W/m·K. El material aislante térmico puede ser por ejemplo la zirconia, la mullita o la alúmina. El cuerpo es de material conductor térmico y resistente a las altas temperaturas como el carburo de silicio SiC, un acero refractario o incluso inconel.

Preferentemente las caras laterales del cuerpo están aisladas térmicamente para limitar también las pérdidas térmicas.

En la figura 3, se puede ver un ejemplo de realización de un módulo M2 de combustión en el que el conector de alimentación asegura igualmente una función de distribución.

En este ejemplo el cuerpo 2 incluye cuatro cámaras de combustión 10.

El conector de alimentación 106 incluye un único orificio de entrada 116 conectado a la o las fuentes de gas y cuatro orificios de salida 118 alineados con las cuatro cámaras de combustión. El conector de alimentación 106 es de material aislante térmico.

En este ejemplo, los gases se mezclan antes de enviarse al conector de alimentación lo que permite no tener más que un orificio de entrada.

El conector de alimentación incluye entonces en su seno una red de distribución 120 que permite distribuir el gas o las mezclas de gas en las cuatro cámaras de combustión.

En el ejemplo representado, la red de canales incluye dos canales 122 conectados al orificio de entrada y dos pares de subcanales 124, estando conectado cada subcanal 124 por un extremo a un canal 122 y por el otro extremo a un orificio de salida 118. El torrente de gas se divide entonces en dos, posteriormente se divide de nuevo en dos para alimentar uniformemente las cuatro cámaras de combustión.

La implementación de un conector de alimentación de ese tipo permite, además de la reducción de temperatura en el tubo de alimentación de gas, reducir el coste del módulo puesto que un único tubo conecta la o las fuentes de gas al conector de alimentación, simplificar la fabricación y reducir las pérdidas térmicas puesto que las fugas térmicas no tienen lugar más que a lo largo de un único tubo.

Además los gases se mezclan también circulando en el conector de alimentación.

En el ejemplo representado, el conector de evacuación 108 presenta una forma simétrica con la del conector de alimentación. Incluye una red de canales 126 que comprende cuatro entradas 128 conectadas a las cuatro salidas de las cámaras de combustión y una salida 130. La red de canales 126 no tiene una función de distribución sino de colector y de reagrupamiento de los gases que salen de las cámaras de combustión hacia una salida única.

Como para el conector de alimentación, esta estructura de conector de evacuación permite realizar unos módulos de combustión que presentan un precio de coste reducido y una fabricación simplificada. Además, se reducen las fugas térmicas. Por otro lado, el hecho de tener unos conectores de alimentación y evacuación idénticos permite no tener más que una única referencia de conector para la fabricación, lo que reduce los costes de fabricación, almacenamiento, de gestión y simplifica la fabricación.

En la figura 4, se puede ver otro ejemplo de realización de un módulo de combustión M3 en el que solo se representan el cuerpo 2 y el conector de alimentación 206. El cuerpo 2 incluye cuatro cámaras de combustión 10.

El conector de alimentación incluye dos orificios de entrada 232, cuatro orificios de salida 234 unidos a las cámaras de combustión y una red de canales y subcanales para conectar los dos orificios de entrada 232 a los cuatro orificios de salida 234.

La red incluye dos primeros canales 236 conectados cada uno a un orificio de entrada 232, una cámara mezcla 238 en la que desembocan los dos canales 236, dos segundos canales 240 partiendo de la cámara de mezcla 238 que se divide cada uno en un par de subcanales 242 que desembocan en dos orificios de salida 234.

De manera ventajosa, cada orificio de entrada está conectado a una fuente de gas diferente, por ejemplo una está conectada a una fuente de oxígeno o de aire y la otra a una fuente de H_2 . Las dos se mezclan en la cámara de mezcla 238 antes de distribuirse hacia las cuatro cámaras de combustión. El conector evita tener que proceder a una premezcla de los gases, lo que podría resultar peligroso.

De manera muy ventajosa, la cámara de mezcla puede incluir unos medios para favorecer la mezcla, por ejemplo puede estar rellena totalmente o en parte por una estructura porosa, por ejemplo un apilado de bolas o de un material poroso. La estructura puede ser macroporosa o también microporosa.

El conector de evacuación que no se ha representado puede tener una estructura simétrica con relación a la del conector de alimentación, sin embargo la implementación de dos orificios de salida, y de una cámara de mezcla no aportan ventaja del lado de la evacuación. Preferentemente el colector de evacuación puede tener una estructura próxima o idéntica a la del conector de la figura 3.

En la figura 5, se puede ver otro ejemplo de realización de un módulo de combustión M5 para el que se representa solamente el cuerpo 2 y el conector de alimentación 306. El conector de alimentación 306 incluye un orificio de entrada 332 en la cara longitudinal 306.1 y tantos canales 344 como cámaras de combustión 10, seis en el ejemplo representado. Se conecta una tubería de alimentación al orificio de entrada 332, que se conecta por su parte a todos los canales 344 y alimenta estos en paralelo. En el ejemplo representado, los canales 344 se reparten en abanico a partir del orificio de entrada. Este ejemplo de realización presenta la ventaja, con relación al conector de alimentación de la figura 1, de reducir el número de orificios de entrada y por tanto reducir las fugas térmicas por los tubos de alimentación, e igualmente reducir los costes de fabricación. El conector de evacuación que no se ha representado puede presentar una forma simétrica a la del conector de alimentación u otra estructura. Además, se recuerda que un módulo de combustión sin conector de evacuación no se sale del marco de la presente invención.

En la figura 6, se puede ver una variante del módulo de combustión M6 de la figura 5 en la que se representa solamente el cuerpo 2 y el conector de alimentación 406.

El conector de alimentación incluye dos orificios de entrada 432 en la cara longitudinal 406.1 y tantos canales 444

como cámaras de combustión 10, seis en el ejemplo representado. Cada orificio de entrada 432 se conecta a tres canales, estos son alimentados simultáneamente por el orificio de entrada. En el ejemplo representado, los canales se reparten en abanico a partir del orificio de entrada. Este ejemplo de realización presenta la ventaja con relación al conector de alimentación de la figura 1, de reducir el número de orificios de entrada y por tanto reducir las fugas térmicas por los tubos de alimentación e igualmente reducir los costes de fabricación.

El conector de evacuación que no se ha representado puede presentar una forma simétrica a la del conector de alimentación u otra estructura. Además, se recuerda que un módulo de combustión sin conector de evacuación no se sale del marco de la presente invención.

En la figura 7, se puede ver una variante de realización M7 del módulo de la figura 6 en el que los orificios de entrada 432 no están en la cara longitudinal del conector de alimentación sino en la cara superior del conector de alimentación. Como variante, podrían estar en la cara inferior.

En la figura 8, se puede ver un ejemplo de módulo de combustión M8 que incluye un conector de alimentación 106 y un conector de evacuación simétrico del conector de alimentación 306.

Este módulo presenta la ventaja de no tener más que un único orificio de entrada y un único orificio de salida.

En la figura 9A, se puede ver otro ejemplo de realización de un módulo de combustión M8 en el que el conector de alimentación forma un distribuidor 506. Solo se representan el cuerpo 2 y el conector de alimentación 506.

El conector 506 incluye una caja 547 provista de una entrada de alimentación 522 en una cara longitudinal y conectada a una tubería de alimentación 512 y una cara longitudinal opuesta conectada a las cámaras de combustión 10 y una estructura porosa aislante térmica 548 dispuesta en la caja entre el orificio de entrada y la cara de salida, esta estructura porosa asegura la distribución del gas a todas las cámaras de combustión. La estructura porosa puede ser microporosa o macroporosa. La estructura puede realizarse en zirconia, mullita o alúmina y presentar unos poros de tamaños que van desde algunos centenares de nanómetros a algunos milímetros. Preferentemente los poros tienen un diámetro de algunos milímetros para limitar las pérdidas de carga en la circulación de los gases.

Por ejemplo, puede incluir unas bolas ventajosamente de material aislante térmico. Esta estructura ofrece la ventaja de asegurar igualmente una mezcla de los gases.

En la figura 9B, se puede ver una variante de realización M9 en la que solo se representan el cuerpo 2 y el conector de alimentación 606. El conector de alimentación 606 incluye dos orificios de entrada 632, por ejemplo uno dedicado a un gas, por ejemplo H_2 y el otro dedicado a otro gas, por ejemplo oxígeno o aire. El conector de alimentación incluye igualmente una caja de una zona de mezcla 650 y una zona de distribución 652. La zona de mezcla incluye por ejemplo una estructura porosa y la zona de distribución incluye por ejemplo tantos canales como cámaras de combustión y están alineados con estas. La zona de mezcla se alimenta con oxígeno y H_2 , los dos gases se mezclan y la mezcla se hace circular en los canales hacia las cámaras de combustión.

Como variante, la zona de distribución podría estar aguas arriba y la zona de mezcla lo que asegura también un reparto aguas abajo.

La zona de distribución y/o la zona de mezcla son de materiales aislantes térmicos.

En lo que se refiere al colector de evacuación se puede prever un colector único conectado a todas las cámaras de combustión.

El cuerpo puede realizarse por ejemplo mediante los procedimientos siguientes:

- Recorte y perforación de una pieza en bruto.
- Mecanizado de dos semi-piezas de las que una al menos se mecaniza sobre su superficie para realizar los canales, posteriormente el montaje de las dos una sobre otra.
- Técnicas de inyección de polvos cerámicos (Ceramic Powder Injection en terminología anglosajona).
- Impresión en tres dimensiones de la pieza con sus canales.

Por otro lado, la realización de la superficie catalítica en el interior de los canales de combustión se puede realizar con impregnación de catalizador en fase líquida, por depósito de catalizador en fase de vapor, por adición de un elemento que presenta una superficie interna que lleva el material catalítico.

Los conectores pueden realizarse mediante las mismas técnicas que el cuerpo.

Los montajes pueden realizarse por ejemplo mediante soldadura, soldadura con aporte o mediante la utilización de técnicas de adhesivos de altas temperaturas.

En la figura 11, se puede ver una representación esquemática de un ejemplo de un sistema solar que incluye un módulo de combustión según la invención. La radiación solar se esquematiza por las flechas R.

5 El sistema solar incluye unos medios de concentración C de la radiación solar, un módulo de combustión MC dispuesto en el lado opuesto de los medios de concentración C con relación al sol de manera que la cara superior del cuerpo sea iluminada por la radiación solar concentrada y unos módulos termoelectricos MTH cuya cara caliente está en contacto térmico con la cara inferior del cuerpo del módulo.

10 El sistema incluye unos medios de control UC de la combustión de la cámara en funcionamiento con la radiación solar concentrada de manera que mantenga la temperatura sustancialmente constante sobre la cara inferior del cuerpo del módulo de combustión.

Los medios de concentración de la radiación son por ejemplo un espejo o una lente de Fresnel.

15 Los módulos termoelectricos pueden sustituirse por ejemplo por cualquier dispositivo adecuado para convertir el calor en electricidad o en otra forma de energía. Por ejemplo, pueden implementarse unas células termofotovoltaicas; no tiene contacto físico con la cara caliente sino que se disponen enfrente de la cara caliente del módulo.

20 Se describirá ahora el funcionamiento del sistema solar.

Cuando la radiación solar es suficiente calienta el cuerpo del módulo de combustión impactando en su cara superior después de haber sido concentrada.

25 El calor se transfiere por conducción a través del cuerpo hasta la cara inferior, aparece entonces un gradiente de temperatura en los módulos termoelectricos y se produce electricidad. En el caso de la conversión termofotovoltaica, la radiación infrarroja emitida por la cara caliente se convierte en electricidad.

30 Si la radiación es insuficiente, por ejemplo en caso de paso de nubes o en periodo nocturno, se queman unos gases en las cámaras de combustión, se produce calor, que completa el producido por la radiación solar o palía su ausencia. Aparece un gradiente térmico entonces en los módulos termoelectricos y se produce electricidad. En el caso de la conversión termo-fotovoltaica, la radiación infrarroja emitida por la cara caliente se convierte en electricidad.

35 El sistema permite así elegir en cualquier momento el nivel de energía eléctrica producido adaptando la contribución de la combustión haciendo variar los flujos de gas. Esto permite por tanto una adaptación a la demanda.

REIVINDICACIONES

1. Módulo de combustión de un combustible dado o de combustibles dados, que incluye un cuerpo (2) que comprende una cámara de combustión (4), **caracterizado por que** incluye igualmente al menos un conector de alimentación (6, 106, 206, 306, 406, 506, 606) de la cámara de combustión (4) de gas(es) destinado(s) a ser quemado(s) en la cámara de combustión (4), incluyendo dicho conector de alimentación (6, 106, 206, 306, 406, 506, 606) al menos un orificio de entrada destinado a conectarse a al menos una fuente de gas por medio de un conducto y al menos un orificio de salida destinado a conectarse a la al menos una cámara de combustión (4), y presentando el conector de alimentación (6, 106, 206, 306, 406, 506, 606) una conductividad térmica sustancialmente más reducida que la del cuerpo (2) de tal manera que el conector de alimentación (6, 106, 206, 306, 406, 506, 606) asegure que la temperatura a la altura del orificio de entrada del conector de alimentación y del conducto sea inferior a la temperatura de auto-inflamación del combustible dado o de los combustible dados.
2. Módulo de combustión según la reivindicación 1, que incluye un conector de evacuación (8) que presenta una conductividad térmica sustancialmente más reducida que la del cuerpo.
3. Módulo de combustión según la reivindicación 2, en el que el material del conector de alimentación (6, 106, 206, 306, 406, 506, 606) y ventajosamente el material del conector de evacuación (8) tienen una conductividad térmica inferior a $50 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, preferentemente inferior a $10 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.
4. Módulo de combustión según las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que el cuerpo (2) incluye varias cámaras de combustión (4) y el conector de alimentación (106, 306, 506) incluye un orificio de entrada y tantos orificios de salida como cámaras de combustión (4) y una red de distribución del combustible entre el orificio de entrada y los orificios de salida.
5. Módulo de combustión según las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que el cuerpo (2) incluye varias cámaras de combustión (4) y el conector de alimentación (6, 206, 406, 606) incluye al menos dos orificios de entrada y tantos orificios de salida como cámaras de combustión (4), una red de distribución del gas entre los orificios de entrada y los orificios de salida, y una zona de mezcla situada aguas abajo de los dos orificios de entrada y aguas arriba o aguas abajo de la red de distribución.
6. Módulo de combustión según las reivindicaciones 4 o 5, en el que la red de distribución y/o la zona de mezcla incluyen una estructura porosa.
7. Módulo de combustión según la reivindicación 6, en el que la estructura porosa es de material aislante térmico.
8. Módulo de combustión según una de las reivindicaciones 2 a 7, en el que el cuerpo (2) incluye varias cámaras de combustión (4) y el conector de evacuación (8) incluye unos medios de colector de los gases de combustión a la salida de las cámaras de combustión y un orificio de salida.
9. Módulo de combustión según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el conector de alimentación (6) incluye unos medios de encaje (14) en el cuerpo a la altura de la conexión entre la al menos una cámara de combustión (4) y un orificio de salida del conector de alimentación (6).
10. Módulo de combustión según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el cuerpo (2) presenta sustancialmente la forma de un paralelepípedo rectangular que comprende dos caras de mayores superficies, unidas por dos caras laterales y dos caras del extremo, desembocando al menos una cámara de combustión en las caras del extremo.
11. Módulo de combustión según una de las reivindicaciones 2 a 10, en el que el cuerpo (2) es de SiC y el conector de alimentación (6) y el conector de evacuación (8) son de zirconia.
12. Dispositivo de combustión que incluye al menos un módulo de combustión según una de las reivindicaciones anteriores, al menos una fuente de gas y un conducto (12) conectado al orificio de entrada del conector de alimentación y a la fuente de combustible.
13. Dispositivo de combustión según la reivindicación anterior, que incluye una fuente de combustible y una fuente de comburente, por ejemplo una fuente de H_2 y una fuente de oxígeno respectivamente, y en el que el conector de alimentación incluye o bien dos orificios de entrada conectados cada uno a una fuente, o bien un único orificio de entrada conectado a un dispositivo mezclador conectado a dos fuentes.
14. Sistema solar híbrido que incluye unos medios de concentración (C) de la radiación solar, al menos un módulo de combustión (MC) según una de las reivindicaciones 1 a 11 o un dispositivo de combustión según las reivindicaciones 12 o 13, estando dispuestos el módulo o el dispositivo de manera que la radiación concentrada ilumine una cara del cuerpo y unos medios de conversión (MTH) de una energía térmica en electricidad sobre una cara opuesta a la iluminada por la radiación solar concentrada, y unos medios de control (UC) de la combustión en el módulo de combustión en función de la radiación solar concentrada.

15. Sistema solar híbrido según la reivindicación anterior, en el que los medios de concentración de la radiación solar incluyen al menos un espejo o una lente de Fresnel.

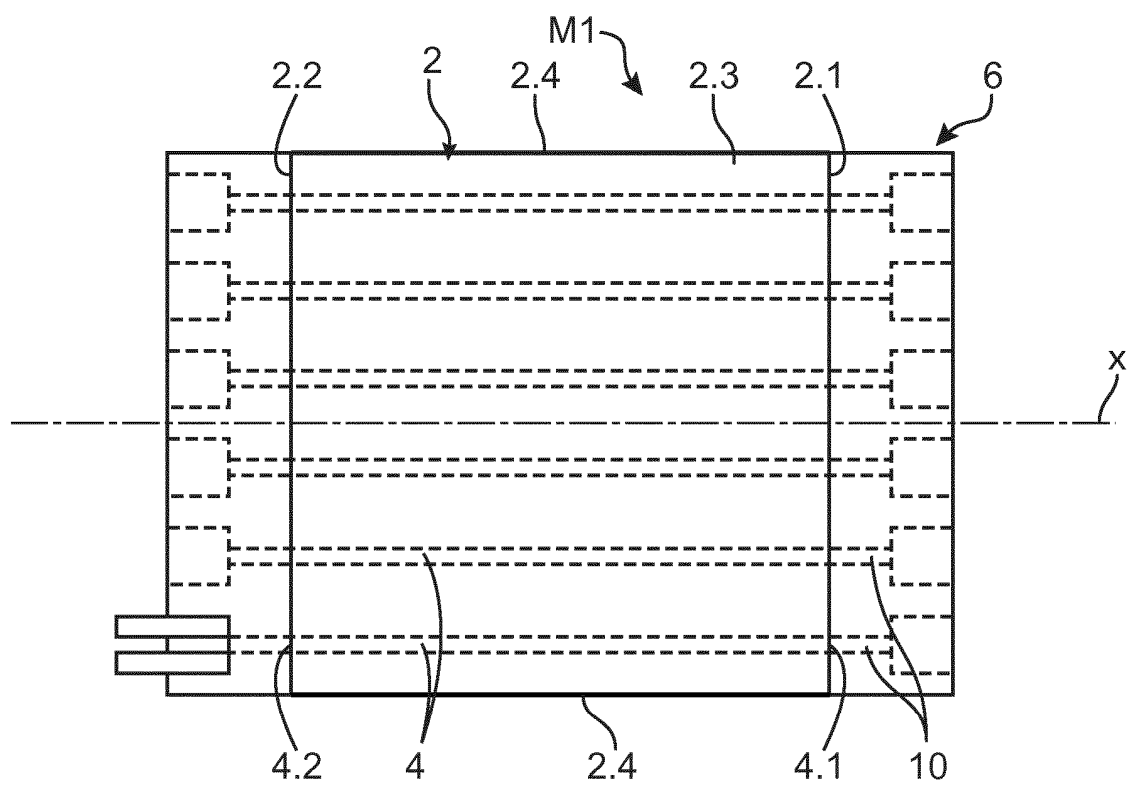


FIG. 1

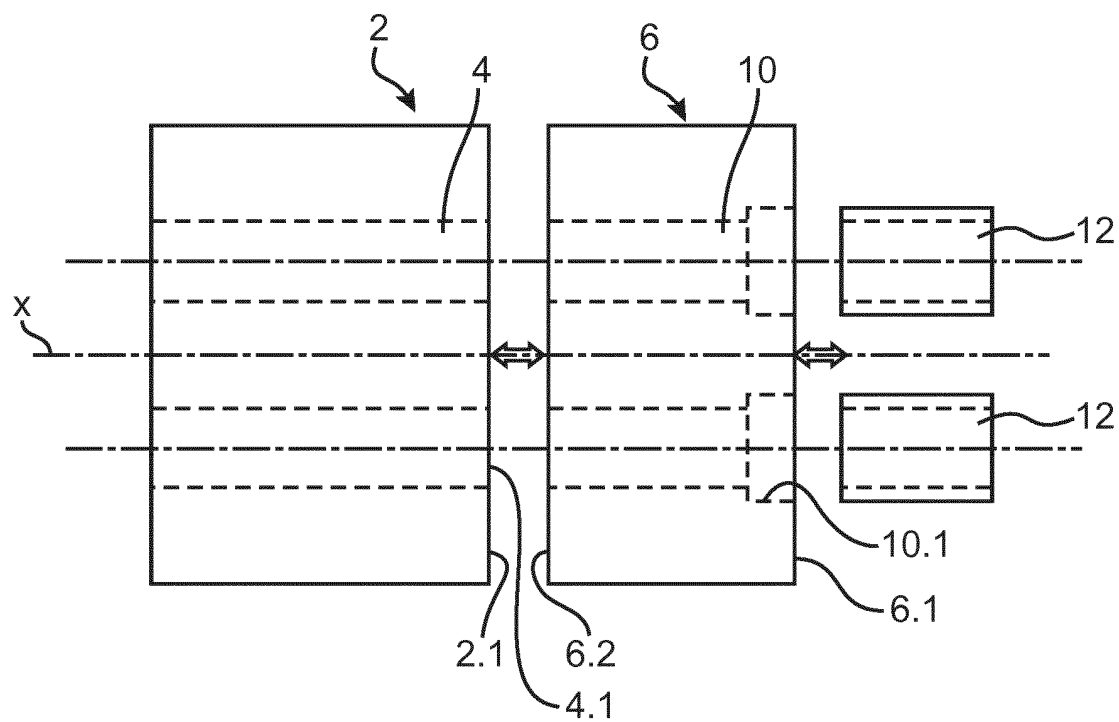


FIG. 2A

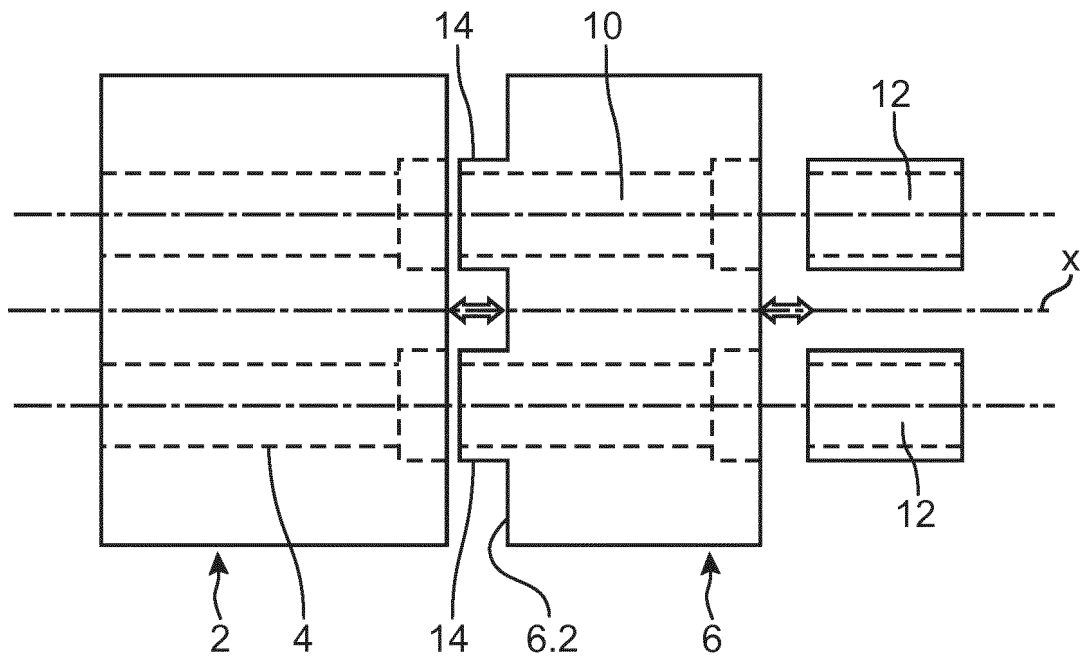


FIG. 2B

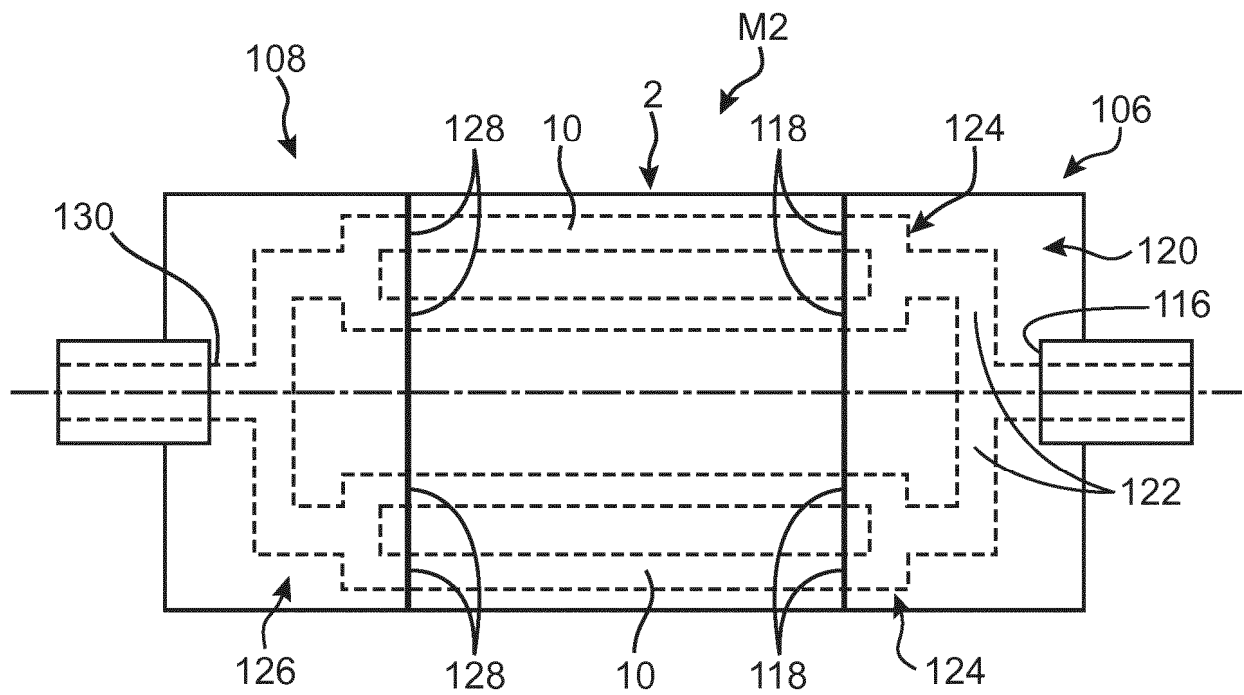


FIG. 3

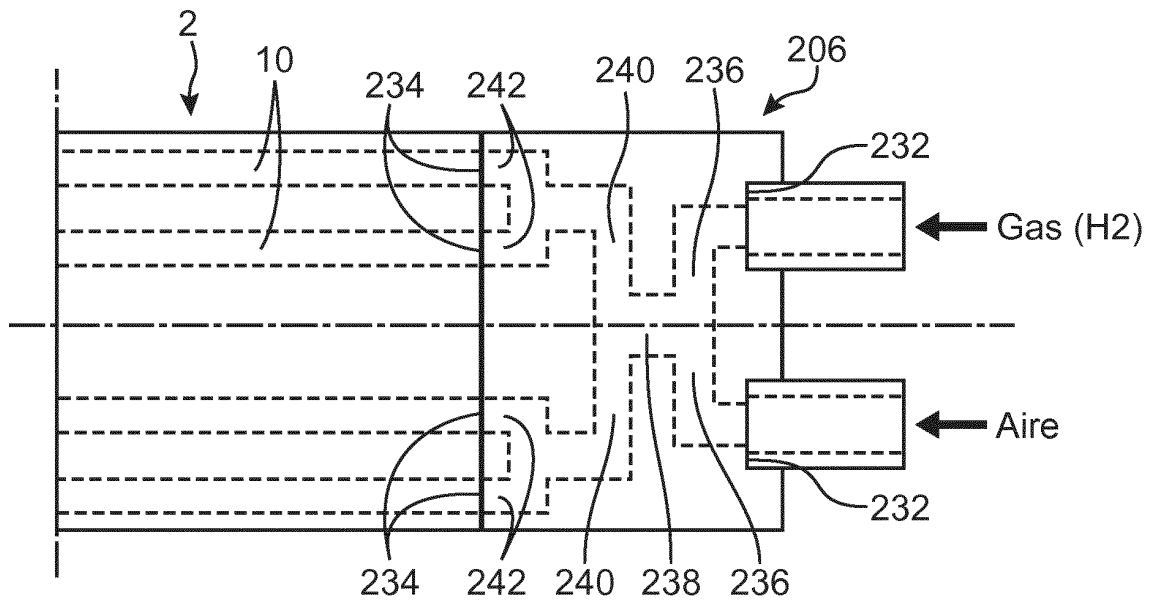


FIG. 4

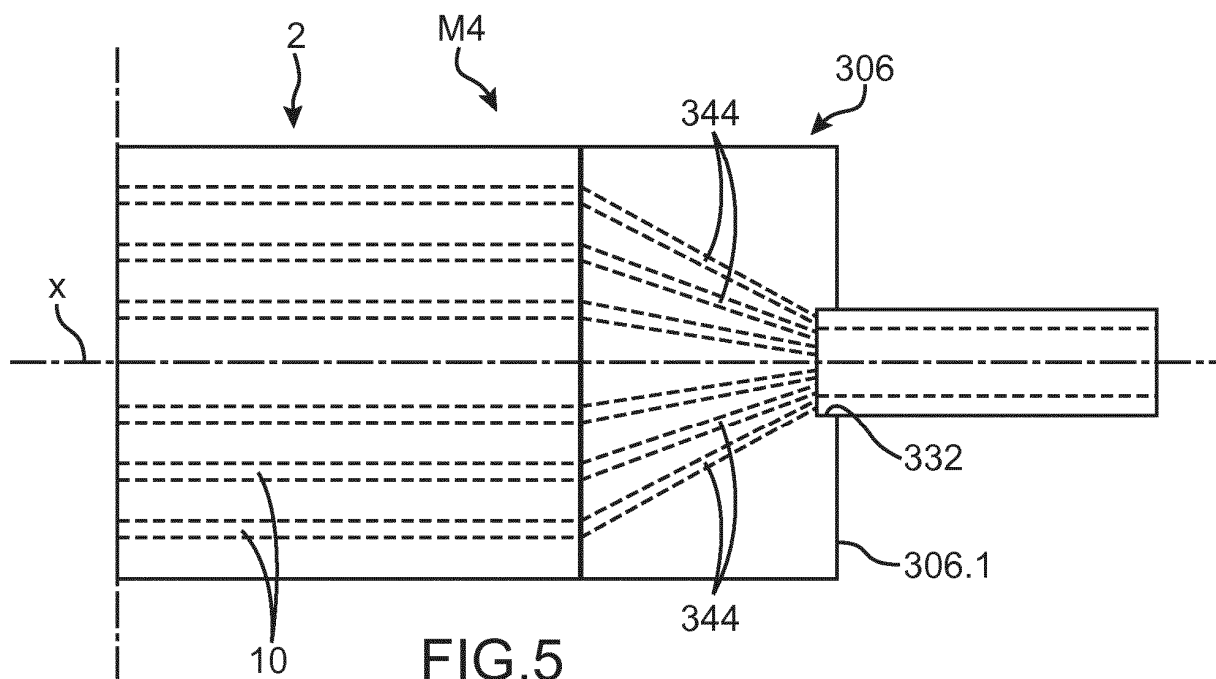
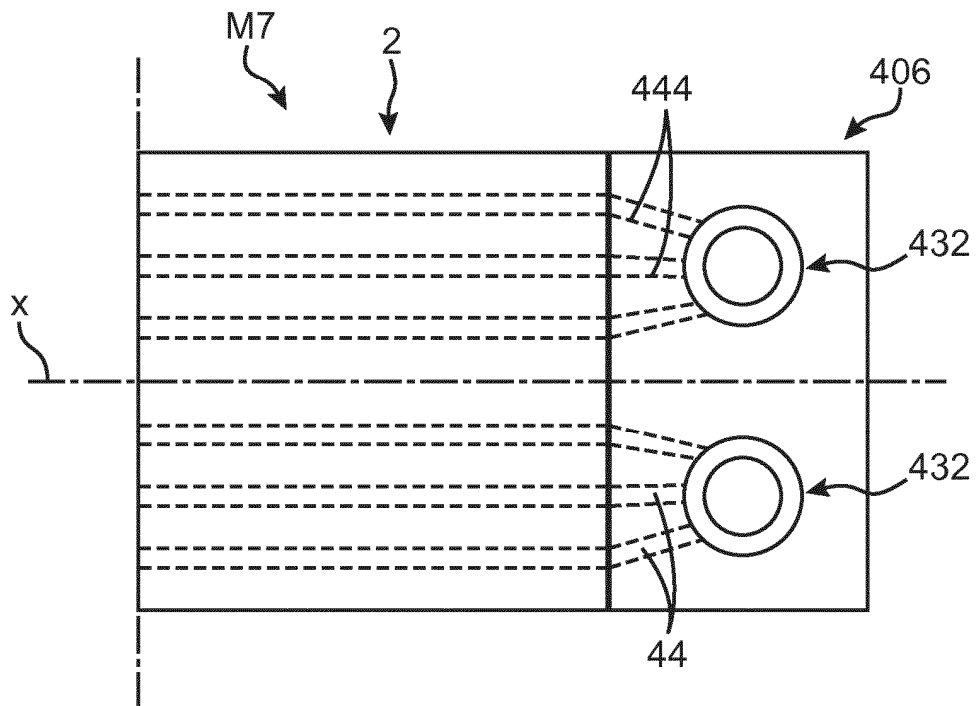
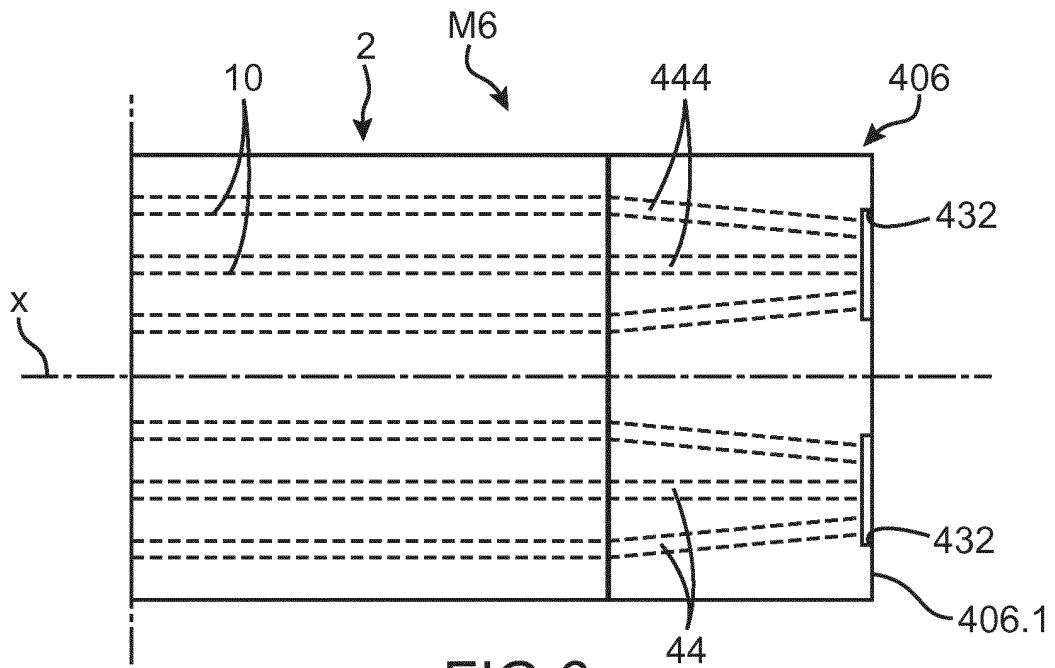


FIG. 5



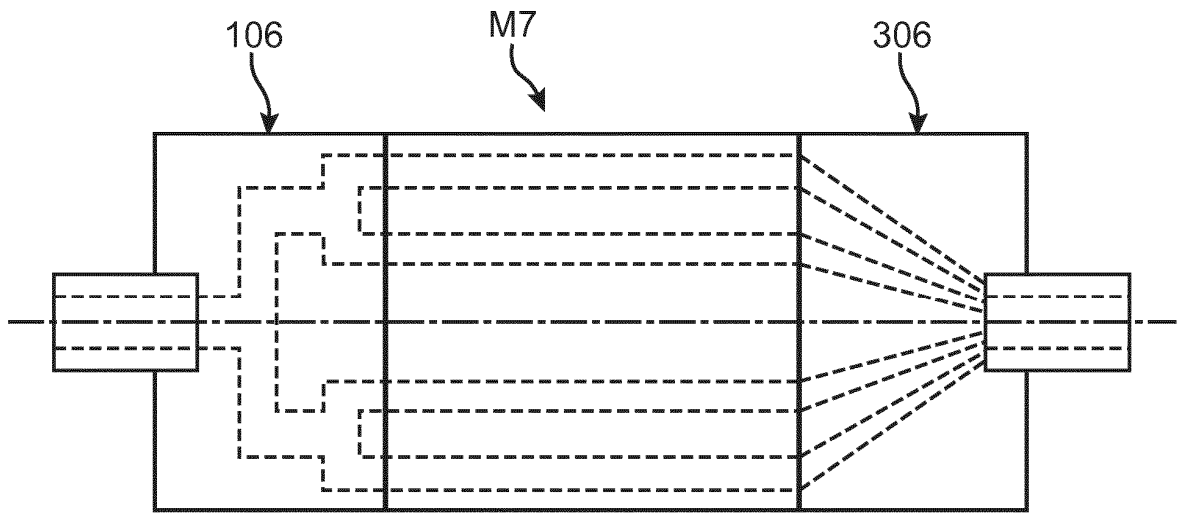


FIG. 8

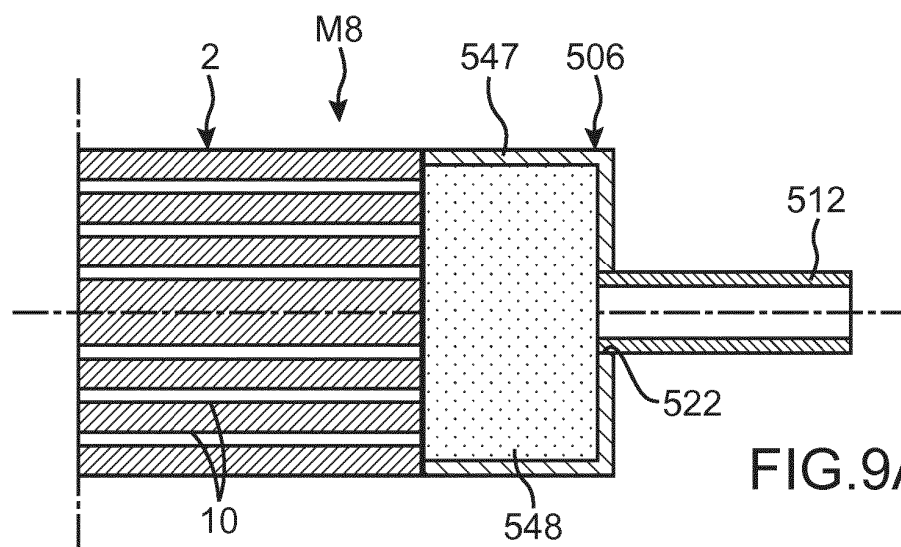


FIG. 9A

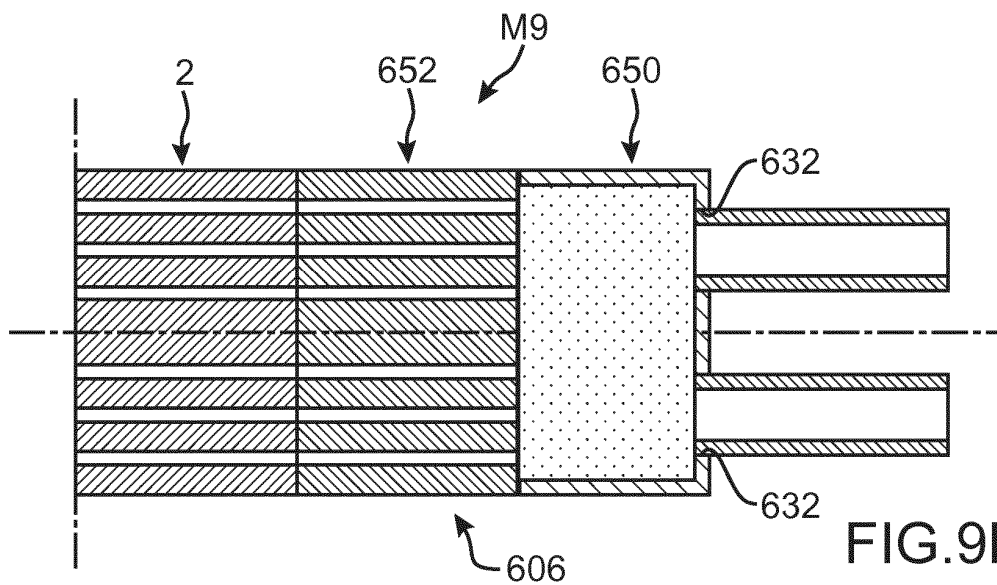


FIG. 9B

