(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 920 956**

(51) Int. CI.:

F02K 1/36 (2006.01)
F02K 1/00 (2006.01)
F02K 1/06 (2006.01)
F02K 1/08 (2006.01)
F02K 1/09 (2006.01)
F02K 1/11 (2006.01)
F02K 1/28 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2017 PCT/US2017/048479**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2018 WO18039484**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2017 E 17844440 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2022 EP 3504418**

(54) Título: **Propulsor de geometría variable**

(30) Prioridad:

25.08.2016 US 201662379711 P
26.08.2016 US 201662380108 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.08.2022

(73) Titular/es:

JETOPTERA, INC. (100.0%)
144 Railroad Avenue, Suite 100
Edmonds, WA 98020, US

(72) Inventor/es:

EVULET, ANDREI

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Propulsor de geometría variable

Aviso de copyright

Esta divulgación está protegida por las leyes de derechos de autor internacionales y de los Estados Unidos. © 2017 Jetoptera. Reservados todos los derechos. Una parte de la divulgación de este documento de patente contiene material que está sujeto a protección de derechos de autor. El propietario de los derechos de autor no tiene ninguna objeción a la reproducción por facsímil del documento de la patente o de la descripción de la patente, tal como aparece en el archivo o registro de patentes de la Oficina de Patentes y Marcas, pero por lo demás se reserva todos los derechos de autor.

Reivindicación de prioridad

Esta solicitud reivindica la prioridad para la solicitud de patente provisional estadounidense N.º 62/379.711, presentada el agosto 25 de 2016, y la solicitud de patente provisional estadounidense N.º 62/380.108, presentada el agosto 26 de 2016.

Antecedentes

Se ha demostrado en pruebas que, en las condiciones en las que a un eyector/propulsor se le suministra un flujo de fluido primario inferior al óptimo, el funcionamiento en los extremos redondeados del propulsor o eyector sigue siendo muy eficaz. Sin embargo, la parte recta del propulsor es donde los inyectores de fluido primario sufren una rápida degradación del rendimiento. Las pruebas muestran que la eficiencia del propulsor disminuyó significativamente con un flujo menor, sin embargo, las mediciones de la velocidad del flujo de salida de fluidos primarios/ocluidos mixtos de los dos extremos del propulsor siguen siendo altas incluso con flujos bajos. En una prueba, la velocidad medida detrás de los extremos redondeados del propulsor en aproximadamente una longitud del eyector aguas abajo de su plano de salida se mantuvo en exceso de 321,8 km/h (200 mph), mientras que, en el medio del propulsor correspondiente a la recta o geometría lineal, la velocidad se redujo a menos de 160,9 km/h (100 mph).

Esto se debe al patrón de flujo específico y la configuración de los extremos redondeados del propulsor, además de la orientación relativa de los chorros de pared primarios emergentes en ángulos no paralelos, lo que facilita el arrastre rápido y la mezcla con el aire ambiente, mientras que los chorros de pared que se originan en la parte lineal son paralelos entre sí y menos eficientes a flujos más bajos.

El documento US5996936 divulga una tobera de escape para un motor de turbina de gas que incluye un conducto de entrada convergente dispuesto en comunicación de flujo con un conducto de salida divergente en una garganta intermedia. El documento US3370794 divulga un sistema para controlar la trayectoria de vehículos cohete, utilizando válvulas de gas caliente para modular el flujo de mezcla propulsora hacia la zona divergente del motor.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de propulsión de acuerdo con la reivindicación 1 y un vehículo de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende dicho sistema de propulsión. Se proporcionan desarrollos adicionales en las reivindicaciones dependientes 2-7 y 9-12.

Breve descripción de las figuras del dibujo

La FIG. 1 ilustra una parte de la sección transversal de un propulsor de geometría fija de acuerdo con una forma de realización;

La FIG. 2 ilustra una parte de la sección transversal de un propulsor de geometría variable de acuerdo con una forma de realización;

La FIG. 3 ilustra una vista en perspectiva lateral de un propulsor de geometría variable de acuerdo con una forma de realización;

La FIG. 4 ilustra una vista lateral en perspectiva de los componentes de geometría variable de acuerdo con una forma de realización;

La FIG. 5 ilustra una vista lateral en perspectiva de los componentes de geometría variable en estado completamente abierto de acuerdo con una forma de realización;

La FIG. 6 ilustra una vista lateral en perspectiva de los componentes de geometría variable en estado de constricción de acuerdo con una forma de realización; y

La FIG. 7 ilustra una vista en sección transversal lateral de los componentes de geometría variable y un paso de fluido primario de acuerdo con una forma de realización.

Descripción detallada

Esta solicitud de patente pretende describir una o más formas de realización de la presente invención. Se debe entender

que la utilización de términos absolutos, como por ejemplo "debe", "voluntad" y similares, así como cantidades específicas, se deben interpretar como aplicables a una o más de dichas formas de realización, pero no necesariamente. a todas esas formas de realización. De este modo, las formas de realización de la invención pueden omitir o incluir una modificación de una o más características o funcionalidades descritas en el contexto de dichos términos absolutos.

La FIG. 1 ilustra una parte de la sección transversal de un propulsor 100 de tipo Coanda de geometría fija que incluye la estructura difusora 110. Una parte del conducto, como por ejemplo la cámara de entrada en el área del fluido primario 120, es fija en su configuración geométrica, lo que hace que las condiciones locales del fluido primario proporcionado por la cámara de entrada y del arrastre del fluido secundario introducido por medio de una estructura de admisión 130 sean quizás totalmente dependientes de las condiciones del suministro de fluido primario - presiones, caudales y temperaturas, por ejemplo. El rendimiento del propulsor 100 depende del suministro aguas arriba del fluido primario y puede tener una alta eficiencia limitada en las condiciones que coincidan con el mejor arrastre y las pérdidas mínimas. El propulsor 100 incluye una cuña fija 140 sin bordes. Una geometría de este tipo puede permitir un rendimiento ideal en una condición de flujo dada o una combinación de caudal másico, presión y temperatura del fluido primario.

Una forma de realización incluye un propulsor Coanda que puede cambiar sus condiciones de introducción de fluido primario para que coincidan con las condiciones del flujo, por lo que funciona de forma más eficiente y genera un mayor arrastre en condiciones diferentes de las condiciones ideales descritas con respecto a la FIG. 1.

En concreto, la FIG. 2 ilustra en sección transversal, y la FIG. 3 ilustra la vista en perspectiva interior, un propulsor tipo Coanda 200 de acuerdo con una realización y similar al propulsor 100 ilustrado en la FIG. 1. El propulsor 200 incluye una estructura difusora 210 y una parte de conducto, como por ejemplo la cámara de entrada 220 en el área del fluido principal. La cámara de entrada 220 suministra el fluido primario y una estructura de entrada 230 proporciona el fluido secundario, como por ejemplo aire ambiente, a la estructura difusora 210 para mezclar los fluidos primario y secundario en la misma. La estructura difusora 210 comprende un extremo terminal configurado para proporcionar salida desde el propulsor 200 para los fluidos primario y secundario mezclados. Más particularmente, y en una forma de realización, la cámara de entrada 220 introduce el fluido primario en una superficie Coanda convexa 215. El fluido primario puede consistir, por ejemplo, en aire sangrado del compresor de un turborreactor o gas de escape presurizado de un generador de gas suministrado a la cámara de entrada 220 por medio de una fuente de fluido primario, como por ejemplo un conducto 250. El propulsor 200 incluye además un controlador de flujo 240 descrito con mayor detalle más adelante en la presente memoria.

Con referencia ahora a la FIG. 4, y en una forma de realización, la cámara de entrada 220 introduce el fluido principal a la estructura difusora 210 a través de una serie de pasos 450. Cada paso 450 está definido al menos en parte por una parte de pared respectiva 460. El controlador de flujo 240 incluye una serie de elementos constrictores, como por ejemplo cuñas 440, dispuestas adyacentes o enfrentadas con una correspondiente de las partes de pared 460. Las cuñas 440 se fabrican con un material metálico lo suficientemente flexible y delgado para soportar múltiples ciclos de funcionamiento.

El controlador de flujo 240 incluye además un aparato actuador acoplado a las cuñas 440. El aparato actuador se configura para empujar las cuñas 440 hacia su parte de pared 460 correspondiente, reduciendo de este modo el área de la sección transversal de cada paso 450 asociado. Además, el aparato actuador se puede configurar para retirar de forma activa las cuñas 440 lejos de su parte de pared 460 correspondiente, aumentando de este modo el área de la sección transversal de cada paso 450 asociado.

En la forma de realización ilustrada en la FIG. 4, el aparato de accionamiento incluye una palanca primaria 400 acoplada a una serie de palancas secundarias 410, cada una de las cuales está acoplada a un casquillo 420 correspondiente. Cada casquillo 420 está, a su vez, acoplado a un pasador roscado 430 correspondiente enganchado con ranuras roscadas en la estructura de admisión 230. Una punta de cada pasador 430 hace tope con una de las cuñas 440 correspondiente con el fin de permitir la desviación de las cuñas hacia su parte de pared 460 correspondiente.

Según se muestra en la FIG. 5, cuando el aparato de accionamiento se encuentra en un estado completamente abierto, las cuñas 440 no han sido desviadas por los pasadores 430 hacia las partes de pared 460 y se encuentran en la posición 700 según se ilustra en la FIG. 7. En consecuencia, el paso 450 se encuentra en su área de sección transversal máxima y el flujo del fluido primario a través del mismo hacia la estructura difusora 210 está mínimamente restringido.

Como se muestra en la FIG. 6, cuando un generador de fuerza (no mostrado) aplica una fuerza motriz predeterminada a la palanca primaria 400 moviendo la palanca primaria horizontalmente una distancia predeterminada correspondiente, se aplica un par de torsión a cada una de las palancas secundarias 410. En respuesta a este par aplicado, las palancas secundarias 410 giran, provocando de este modo el movimiento de traslación de las puntas de los pasadores 430 hacia las partes de pared 460. A su vez, las cuñas 440 son desviadas por los pasadores 430 hacia las partes de pared 460 y se encuentran en la posición 710, según se ilustra en la FIG. 7. En consecuencia, el área de la sección transversal del paso 450 disminuye y el flujo del fluido primario a través del mismo hacia la estructura difusora 210 se contrae, y de este modo se acelera, hasta un grado predeterminado. Además, la velocidad de inyección del fluido primario en la salida del chorro de pared en el eyector 200, que controla el efecto Coanda y la relación de arrastre, aumenta y se mantiene un alto rendimiento incluso con caudales más bajos.

El aumento local de la velocidad disminuye la presión estática según el principio de Bernoulli, lo que permite arrastrar

más aire del ambiente y generar un flujo másico mayor en comparación con el propulsor de geometría fija en condiciones similares de caudal másico primario, presión y temperatura.

Por ejemplo, un generador de turbina de gas que produzca 1 kg/s de gas de combustión a una temperatura de 726,85 °C (1000 K) y una presión de 200 kPa (2 bar) a 100.000 RPM y que suministre a un propulsor-eyector diseñado para estas condiciones con el fluido primario produce 667,23 N (150 lbf) de empuje. Sin embargo, el mismo generador de gas trabajando a 85.000 RPM produce sólo 0,75 kg/s de gas de combustión a 676,85 °C (950 K) y 140 kPa (1,4 bar) y el rendimiento del paso de fluido primario de geometría fija determina una caída del empuje a 444,8 N (100 lbf).

La razón principal de esto es la reducción de la velocidad de emergencia del fluido primario en el área de arrastre, lo que determina una presión estática local más alta y, por consiguiente, ocurre menos arrastre. El cambio (reducción) del área primaria para determinar una mayor velocidad local de emergencia del fluido primario y, de acuerdo con el principio de Bernoulli, una menor presión estática, aumenta significativamente la relación de arrastre y el empuje a 533,78 N (120 lbf), principalmente debido a un aumento del 20% en el aire arrastrado.

Para los expertos en la técnica, la expansión isoentrópica del chorro de fluido primario da como resultado el valor de empuje ideal de:

$$F_i = \dot{W} \times \sqrt{\left[\frac{2\gamma}{\gamma - 1} \times R_u \times T \times \left(1 - \left(\frac{P_\infty}{P_{t,j}}\right)^{\left(\frac{\gamma-1}{\gamma}\right)}\right)\right]}$$

Donde Ẇ es el caudal másico del fluido primario, γ es el coeficiente de calor específico, R_u es la constante universal de los gases y T es la temperatura, mientras que P son las presiones correspondientes al ambiente y la presión total del flujo. Por relación de aumento, se hace referencia a la relación entre el empuje medido y la fórmula anterior, calculada para los respectivos parámetros en cuestión.

La capacidad de cambiar el área de la sección transversal de los pasos 450 es de este modo beneficiosa, mejorando el rendimiento general de un propulsor de geometría fija diseñado para un funcionamiento óptimo solo en una determinada condición del fluido primario (flujo, temperatura, presiones).

En una forma de realización, las cuñas 440 se pueden fabricar de acero inoxidable o cualquier otro material que pueda soportar altas temperaturas de hasta 954,44 °C (1750 F) y aun así conservar la elasticidad y una vida útil de al menos 2000 ciclos.

El mecanismo de mover los pasadores 430 para reducir el área de paso 450 y optimizar el flujo puede ser de carácter mecánico. Sin embargo, se podrían emplear otros mecanismos de accionamiento. En una forma de realización alternativa, se puede emplear un colector (no mostrado) para proporcionar aire comprimido desde una fuente, como por ejemplo un compresor o cualquier otra fuente de alta presión, para accionar los pasadores 430 para empujar las cuñas 440 hacia el flujo. Como alternativa, se podrían usar actuadores eléctricos o magnéticos (no mostrados) para realizar la misma función. En otra forma de realización más, se emplea un mecanismo que contiene actuadores lineales y semicirculares (no mostrados) para permitir el cambio de geometría de diversos segmentos o bloques de ranuras del propulsor, adaptándolo a las condiciones en cuestión.

En otra forma de realización, la desviación de las cuñas 440 puede ser de tal manera que el mecanismo bloquee por completo el flujo en todos los pasos, cortando el flujo y cancelando la generación de empuje en diversas fases del vuelo de un vehículo. En otra forma de realización más, el cierre preferencial de partes de las ranuras primarias se emplea para generar un empuje vectorial para reducir la distancia de aterrizaje de un vehículo volador. En otra forma de realización más, el propulsor se utiliza para equilibrar un despegue vertical en un despliegue simétrico (es decir, dos o más propulsores en el avión o vehículo aéreo) y el accionamiento de las cuñas 440 permite el control de actitud de la aeronave en vuelo estacionario o despegue o aterrizaje. En otra forma de realización más, se mejora el vuelo estacionario de un vehículo volador mediante el empleo de la característica de geometría variable de los propulsores para controlar su actitud/velocidad y se puede utilizar para aterrizar o despegar o nivelar el vuelo.

Aunque el texto anterior establece una descripción detallada de numerosas formas de realización diferentes, se debe entender que el alcance de la protección está definido por las palabras de las siguientes reivindicaciones. La descripción detallada se debe interpretar únicamente como un ejemplo y no describe todas las formas de realización posibles porque describir todas las formas de realización posibles sería poco práctico, si no imposible. Se podrían implementar numerosas formas de realización alternativas, utilizando tecnología actual o tecnología desarrollada después de la fecha de presentación de esta patente, que aún estarían dentro del alcance de las reivindicaciones.

Por lo tanto, se pueden realizar muchas modificaciones y variaciones en las técnicas y estructuras descritas e ilustradas en la presente memoria sin apartarse del alcance de las presentes reivindicaciones. Por ejemplo, en una forma de realización, el propulsor 200 se puede integrar en la pista de inducción entre un filtro de aire y un cuerpo de mariposa/carburador, y aguas arriba de un cilindro o cámara de combustión, asociado con un motor de combustión interna. Como alternativa, el propulsor 200 se podría colocar en un tubo de escape aguas abajo de la cámara de

combustión de un motor de combustión interna. Por consiguiente, se debe entender que los métodos y aparatos descritos en la presente memoria son solo ilustrativos y no limitan el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de propulsión (200) para acoplar a un vehículo, comprendiendo el sistema:

una estructura difusora (210);

una parte de conducto (220) configurada para introducir a la estructura difusora (210) a través de un primer paso (450) un fluido primario producido por el vehículo, en donde la estructura difusora (210) comprende un extremo terminal configurado para proporcionar salida del sistema para el fluido primario introducido;

un primer elemento constrictor en forma de calzo metálico y flexible (440) o de calzo elástico (440) que conserva una vida de al menos 2000 ciclos y su elasticidad a altas temperaturas, estando dispuesta la cuña (440) cara a cara una primera parte de pared (460), estando definido el primer paso (450) por la primera parte de pared (460) y el primer elemento constrictor (440); y

un aparato de accionamiento acoplado al primer elemento constrictor (440) y configurado para empujar y desviar en dirección horizontal el primer elemento constrictor (440) hacia la primera parte de pared (460), reduciendo de este modo el área de la sección transversal del primer paso (450).

2. El sistema de la reivindicación 1 que comprende, además:

una estructura de admisión (230) acoplada a la estructura difusora (210) y configurada para introducir en la estructura difusora (210) un fluido secundario accesible al vehículo, incluyendo la estructura de admisión (230) la parte de conducto (220) configurada para introducir a la estructura difusora (210) a través del primer paso el fluido primario producido por el vehículo.

3. El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el aparato de accionamiento comprende:

un primer componente de traslación (430) configurado para acoplarse con el primer elemento constrictor (440) y configurado para moverse en traslación; y

un primer componente giratorio (410) acoplado al primer componente de traslación (430) y configurado para moverse en rotación.

4. El sistema de la reivindicación 3, en donde la parte de conducto (220) se configura además para introducir el fluido principal a la estructura difusora (210) a través de un segundo paso (450), estando definido el segundo paso (450) por una segunda parte de pared (460),

el sistema comprende además un segundo elemento constrictor en forma de una segunda cuña flexible (440) dispuesta cara a cara con una segunda parte de pared (460), por lo que el aparato de accionamiento se acopla al segundo elemento constrictor (440) y se configura para impulsar y desviar en la misma dirección horizontal el segundo elemento constrictor (440) hacia la segunda parte de pared de manera similar a como lo hace con el primer elemento constrictor, reduciendo de este modo el área de la sección transversal del segundo paso, y

el aparato de accionamiento comprende, además:

un segundo componente de traslación (430) configurado para acoplarse con el segundo elemento constrictor (440) y configurado para moverse en traslación;

un segundo componente giratorio (410) acoplado al segundo componente de traslación y configurado para moverse en rotación; y

un elemento palanca (400) acoplado a los componentes giratorios primero y segundo (410) y configurado para girar los componentes giratorios primero y segundo (410) al unísono.

5. El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende además una superficie convexa (215) acoplada a la estructura difusora (210), en donde la parte del conducto (220) se configura para introducir el fluido principal en la superficie convexa (215) a través del primer paso (450).

6. El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el fluido primario comprende aire sangrado del compresor producido por un turborreactor.

7. El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la estructura difusora (210) se sitúa aguas abajo de una turbina de un turbocompresor del vehículo, y el fluido primario se suministra por el compresor del turbocompresor.

8. Un vehículo que comprende:

una fuente de fluido primario; y

el sistema de propulsión (200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

9. El vehículo de la reivindicación 8, en donde el vehículo comprende un turborreactor, y el fluido primario comprende aire sangrado del compresor producido por el turborreactor.

10. El vehículo de la reivindicación 8, que comprende además un turbocompresor, y en donde la estructura difusora (210) se coloca aguas abajo de una turbina del turbocompresor, y el fluido primario se suministra por un compresor del turbocompresor.

11. El vehículo de la reivindicación 8, que comprende además un cilindro, en donde la estructura difusora (210) se sitúa aguas arriba del cilindro.

12. El vehículo de la reivindicación 8, que comprende además un cilindro, en donde la estructura difusora (210) se sitúa aguas abajo del cilindro.

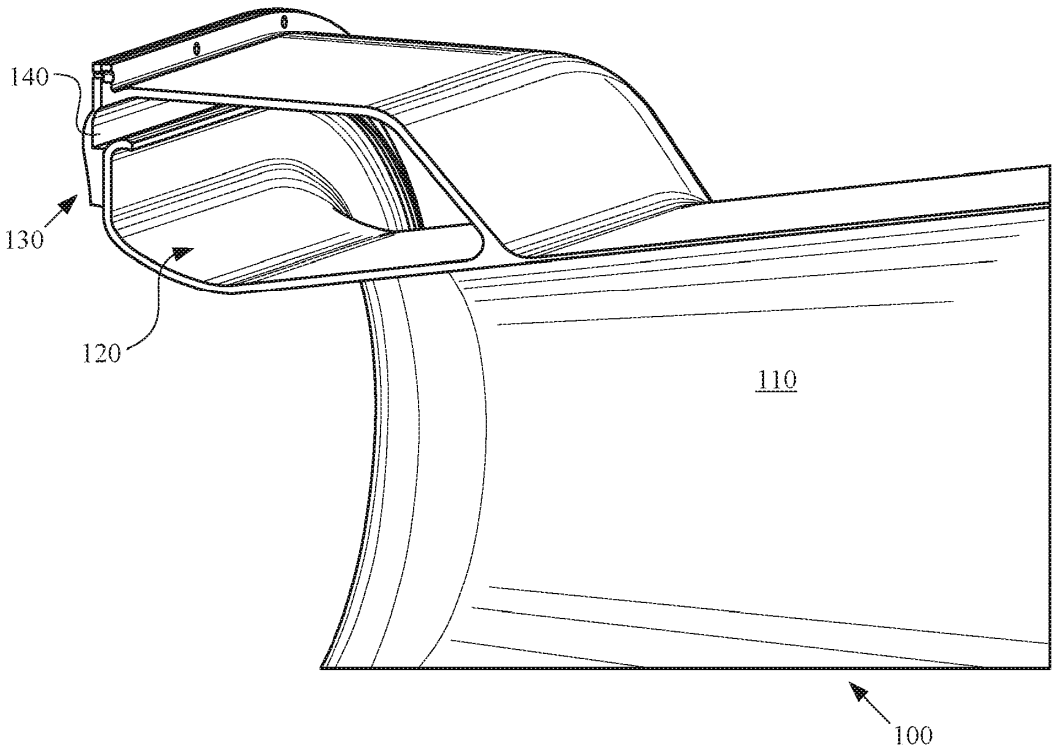


Fig. 1

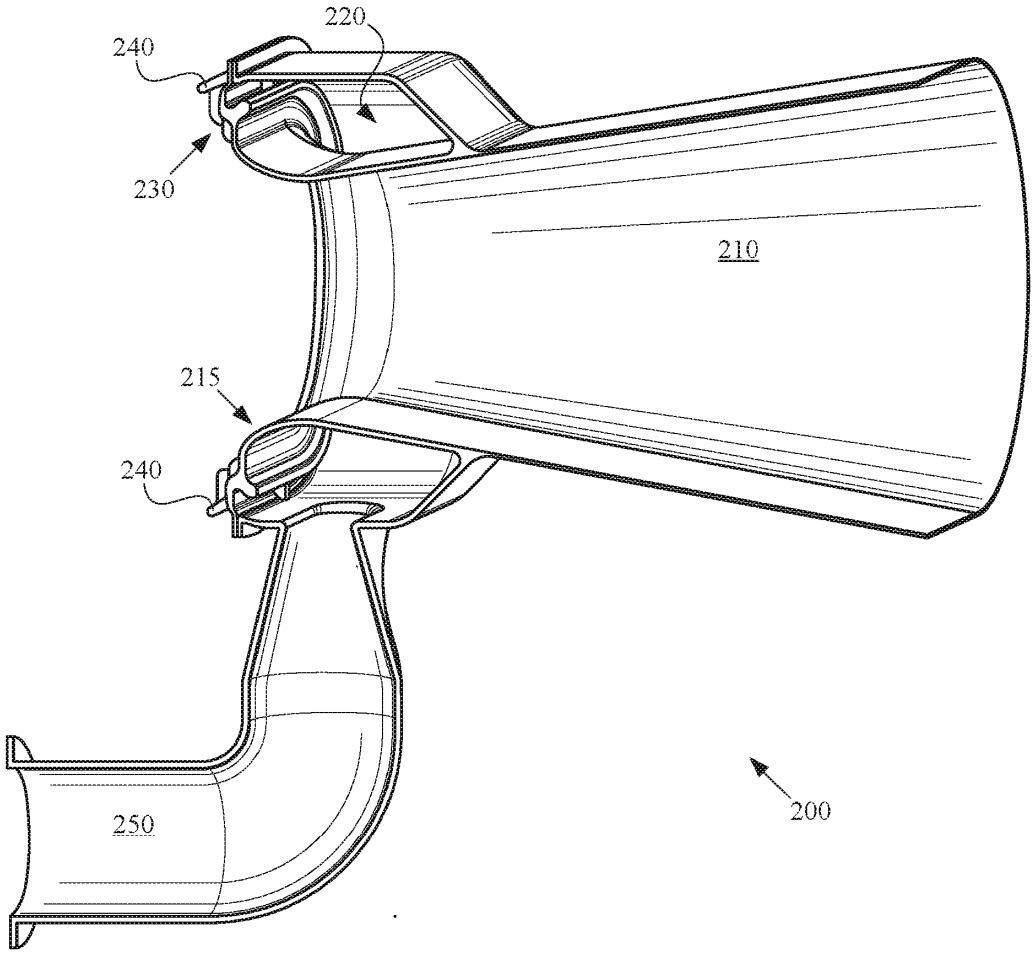


Fig. 2

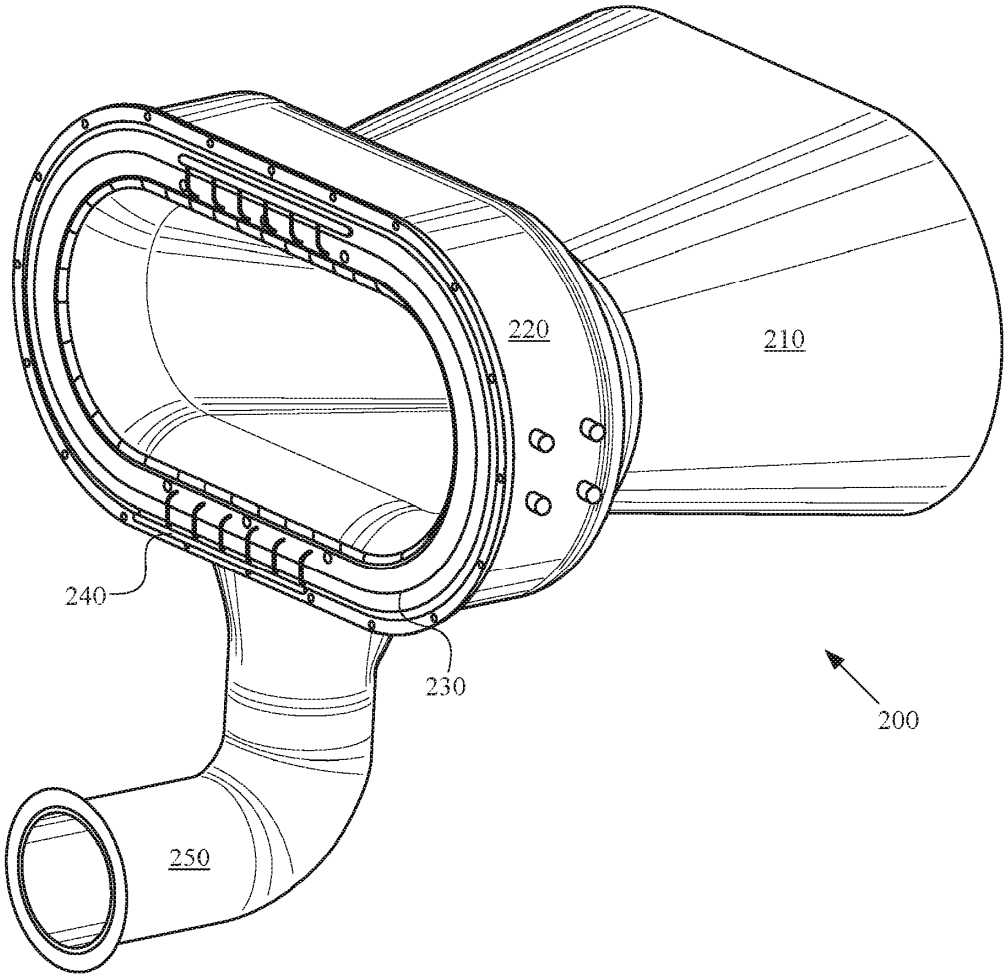


Fig. 3

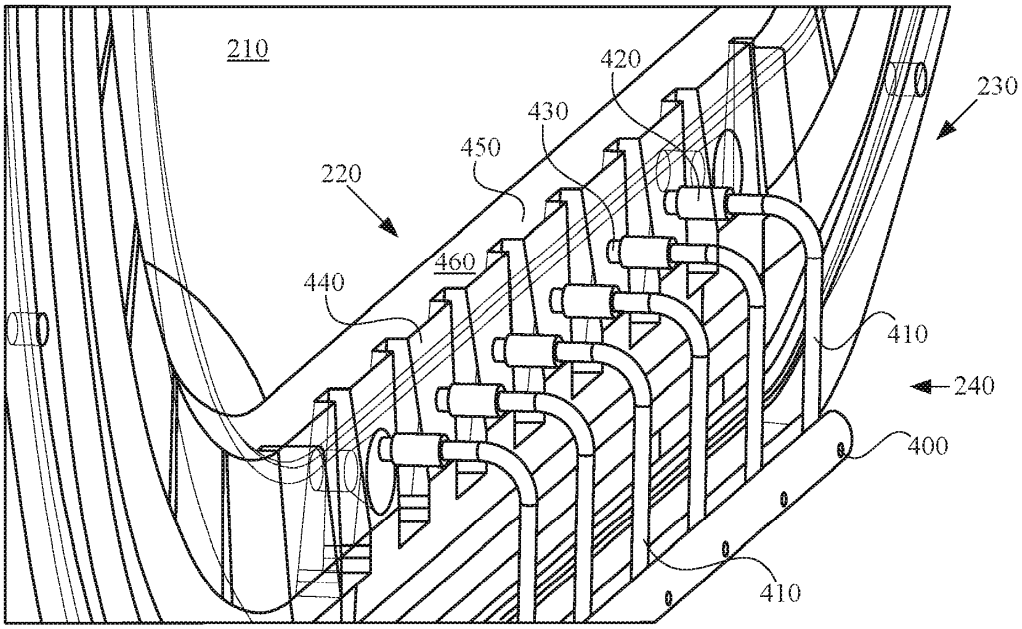


Fig. 4

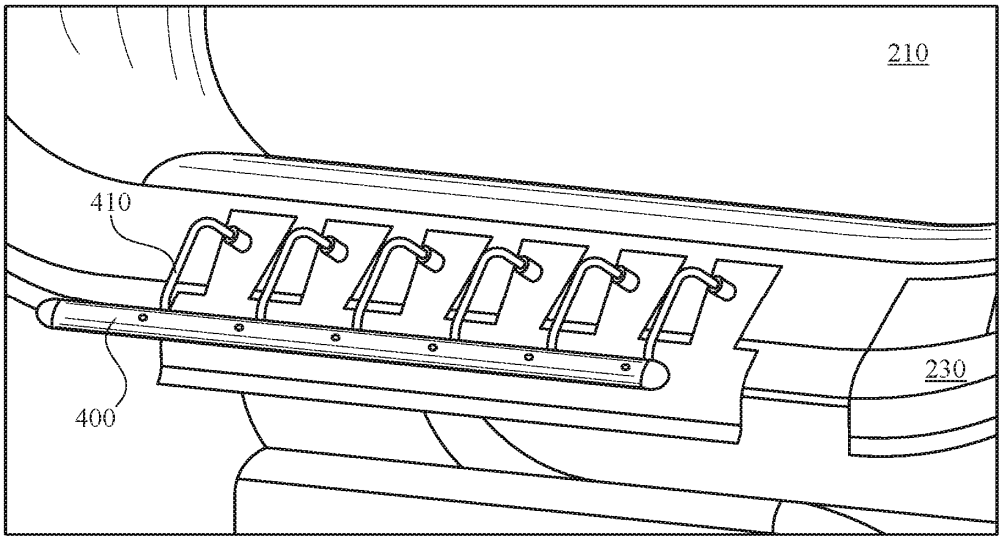


Fig. 5

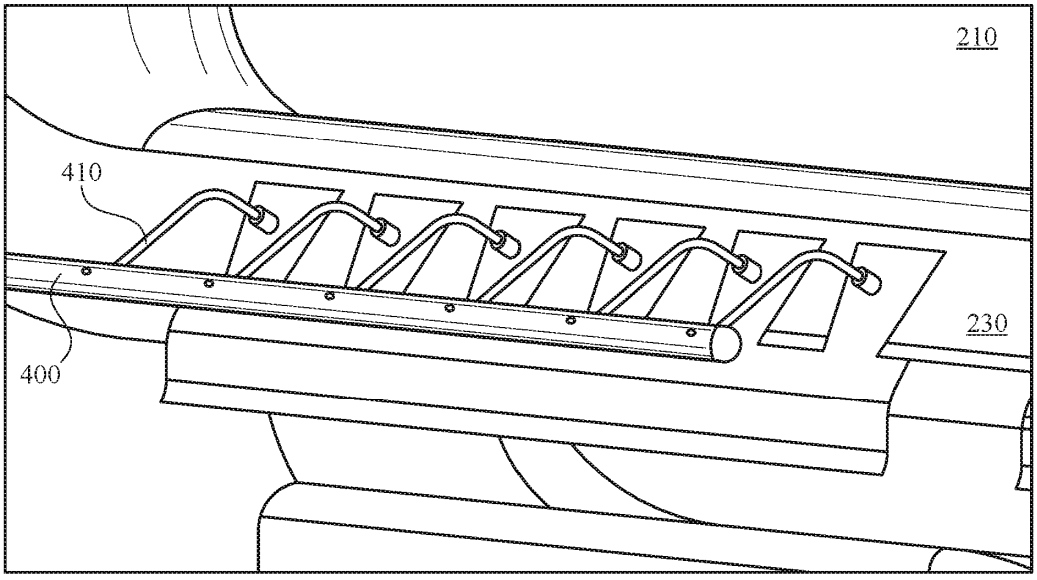


Fig. 6

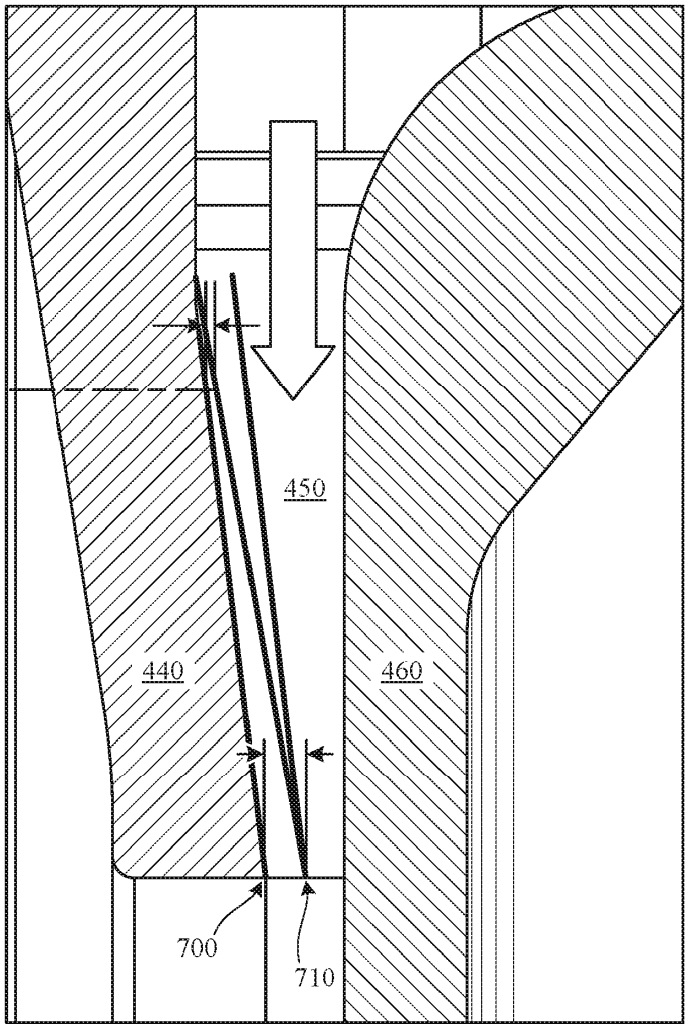


Fig. 7